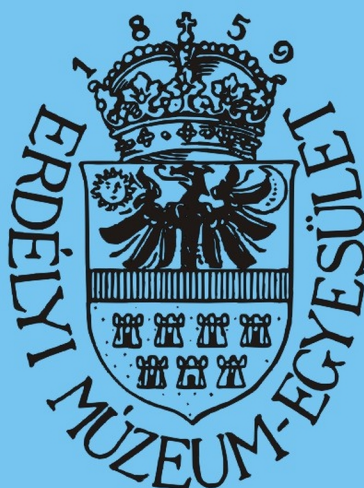


MŰSZAKI TUDOMÁNYOS FÜZETEK



***FIATAL MŰSZAKIAK
TUDOMÁNYOS
ÜLÉSSZAKA***

XIX.



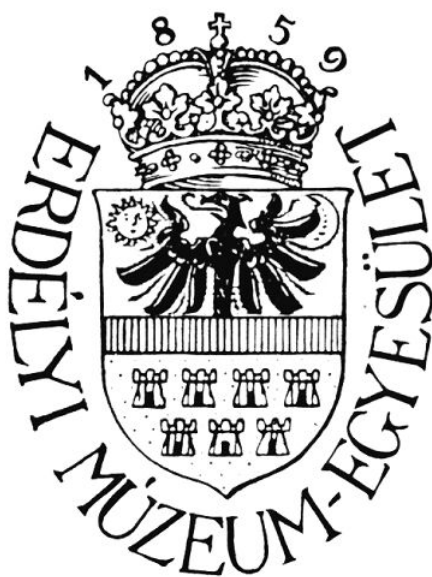
Erdélyi Múzeum-Egyesület kiadványa

Kolozsvár, 2014

FMTÜ XIX.

***NEMZETKÖZI TUDOMÁNYOS
KONFERENCIA***

***INTERNATIONAL SCIENTIFIC
CONFERENCE***



***Kolozsvár
2014. március 20–21.***

Programbizottság*Máté Márton**Talpas János***Tudományos bizottság**Elnök: *Gyenge Csaba*Titkár: *Bitay Enikő*

Csibi Vencel (Kolozsvár)
Csizmadia Béla (Gödöllő)
Danyi József (Kecskemét)
Dávid László (Marosvásárhely)
Dobránszky János (Budapest)
Dudás Illés (Miskolc)
Delesega Gyula (Temesvár)
Gobesz Ferdinánd-Zsongor (Kolozsvár)
Guttmann Szabolcs (Kolozsvár)
Hollanda Dénes (Marosvásárhely)
Imecs Mária (Kolozsvár)
Kakucs András (Marosvásárhely)
Kelemen András (Marosvásárhely)
Kerekes László (Kolozsvár)
Kis Zoltán (Kolozsvár)
Kodácsi János (Kecskemét)
Kovács-Cuskon Tünde (Budapest)

Márton László (Gyergyószentmiklós)
Máté Márton (Marosvásárhely)
Orbán Ferenc (Pécs)
Péter László (Nyíregyháza)
Pinke Péter (Nagyszombat)
Pokorádi László (Budapest)
Rácz Pál (Budapest)
Réger Mihály (Budapest)
Réti Tamás (Budapest)
Roósz András (Miskolc)
Sikolya László (Nyíregyháza)
Tiba Zsolt (Debrecen)
Tisza Miklós (Miskolc)
Varga Béla (Brassó)
Verő Balázs (Budapest)
Végvári Ferenc (Kecskemét)

ISSN 2067 - 6 808

Minden jog, a kiadvány kivonatos utánnyomására, kivonatos vagy teljes fotomechanikai másolására (fotokópia, mikrokópia) és fordítására fenntartva.

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, or transmitted, in any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without the prior written permission of the publisher.

online elérhető / online available at:

<http://eda.eme.ro/handle/10598/28186>

Kiadó:

Erdélyi Múzeum-Egyesület

Felelős kiadó:

Biró Annamária

Szerkesztő:

Bitay Enikő

Műszaki szerkesztő:

Szilágyi Júlia, Talpas János

Kolozsvárt, 2014. március 10-én.

TARTALOMJEGYZÉK

Gyenge Csaba

ELŐSZÓ	23
--------------	----

1. Buza Gábor

LÉZERSUGÁR, MINT AZ ANYAGMEGMUNKÁLÓ TECHNOLÓGIÁK ÚJ SZERSZÁMA	25
---	----

2. Máté Márton

HENGERES FOGASKEREK TEHERBÍRÁSÁNAK NÖVELÉSÉT ÉS HORDKÉPLOKALIZÁCIÓJÁT MEGVALÓSÍTÓ ALTERNATÍV LEFEJTÉSI MÓDSZEREK ELEMZÉSE	33
---	----

3. Bablena Adrienn

TALAJ-KERÉK KAPCSOLAT DISZKRÉT ELEMES MODELLEZÉSE	41
---	----

4. Bagyinszki Gyula, Bitay Enikő

GÖMBGRAFITOS ÖNTÖTTVAS HŐKEZELHETŐSÉGE	45
--	----

5. Barányi István, Czifra Árpád, Kalácska Gábor

ABRÁZIÓS FOLYAMAT KIÉRTÉKELÉSI LEHETŐSÉGEI PROFIL ÉS MIKROTOPOGRÁFIA MÉRÉSÉNél	49
--	----

6. Bartók Roland, Trohák Attila

KITERJESZTETT VALÓSÁG A FOLYAMATIPARBAN	53
---	----

7. Bera József, Pokorádi László

MŰSZAKI FOLYAMATOK HATÁSA A KÖRNYEZETBIZTONSÁGRA	57
--	----

8. Bércesi Gábor, Petróczki Károly

KOMBINÁLT ENERGIAFORRÁST HASZNÁLÓ ÉPÜLET KLÍMA-RENDSZERÉNEK VIZSGÁLATA	61
--	----

9. Béres Gábor, Kis Dávid, Dugár Zsolt, Hansághy Pál, Ádám Balázs

SÁRGARÉZ ÉS ÓNBRONZ ÖTVÖZETEK TERMODINAMIKAI ÁTRENDEZŐDÉSEINEK TANULMÁNYOZÁSA DMTA MÉRŐBERENDEZÉSEL	65
---	----

10. Bernáth Mihály, Juhász Krisztina

DP 800 DUÁLFÁZISÚ LEMEZ CSAPHEGESZTÉSE	69
--	----

11.	<i>Bitay Enikő, Bagyinszki Gyula</i> HEGESZTŐROBOTOKRA VONATKOZÓ ISMERETEK OKTATÁSÁNAK MÓDSZERTANI SZEMPONTJAI	73
12.	<i>Bitay Enikő, Dobránszky János</i> TITÁNLEMEZ LÉZERSUGARAS GRAVÍROZÁSA.....	77
13.	<i>Bitay Enikő, Popa-Müller Izolda</i> MECHANIKAI TULAJDONSÁGOK ÉS A HŐKEZELÉSI HŐMÉRSÉKLET KAPCSOLATA DUÁL FÁZISÚ ACÉLNÁL	81
14.	<i>Bocsi Róbert, Hanák László, Hodai Zoltán, Horváth Géza, Rippelné Pethő Dóra</i> MIKROALGÁK ENERGETIKAI CÉLÚ TERMESZTÉSE SZABADTÉRI FLAT- PANEL FOTOBIOREAKTORBAN	85
15.	<i>Bodnár István</i> KOMBINÁLT TERMIKUS KEZELÉSI TECHNOLÓGIÁK KÖZÉP- ÉS KELET EURÓPAI ALKALMAZHATÓSÁGÁNAK VIZSGÁLATA	89
16.	<i>Bodzás Sándor, Dudás Illés</i> KÚPOS CSAVARFELÜLETEK GEOMETRIAILAG HELYES MEGMUNKÁLÁSÁHOZ SZÜKSÉGES KINEMATIKAI MODELL	93
17.	<i>Thiago Bonfim, Ricardo Ramos, Brauliro Leal</i> AKKORD FELISMERŐ RENDSZER FEJLESZTÉSE	97
18.	<i>Borsos Ágnes</i> LAKÓTEREK REHABILITÁCIÓJA	101
19.	<i>Carneiro Fernando Nascimento Dias</i> ULTRAHANGOS SZENZOR MODELLEZÉSE ÉS ALKALMAZÁSA MOBILROBOTOKNÁL	105
20.	<i>Cortes Tarcisio Ribeiro de Oliveira</i> KÜLÖNBÖZŐ PÁLYATERVEZŐ ALGORITMUSOK MOBILROBOTOK SZÁMÁRA MATLAB KÖRNYEZETBEN.....	109
21.	<i>Czap László, Pintér Judit Mária, Vicsi Klára</i> HANGSÚLYDETEKTÁLÁS RELATÍV INTENZITÁS ALAPJÁN.....	113
22.	<i>Danyi József, Kecskés Bertalan, Végyári Ferenc</i> CSÖVEK ALAKÍTÁSA RUGALMAS KÖZEGGEL	117
23.	<i>Dányi Tibor Zoltán</i> XXI. SZÁZADI ÉLET EGY XIX. SZÁZADBAN ÉPÜLT LAKÓTELEPEN	121

24.	Darvay Zsolt, Papp Ingrid-Magdolna EGY ÚJ PRIMÁL-DUÁL BELSŐPONTOS ALGORITMUS LINEÁRIS KOMPLEMENTARITÁSI FELADATRA	125
25.	Darvay Zsolt, Takács Petra-Renáta LOKÁLISAN ÖNKORLÁTOZÓ BARRIER FÜGGVÉNNYEL MEGADOTT NEM MEGENGEDETT BELSŐPONTOS ALGORITMUS	129
26.	Dezső Gergely, Varga István A GÉPJÁRMŰ KERÉKFELFÜGGESZTÉSEKBEN ELŐFORDULÓ CSATOLT ANHARMONIKUS REZGŐ RENDSZER VIZSGÁLATA.....	133
27.	Dienes Alpár, Forgó Zoltán PNEUMATIKUS HAJTÁS TERVEZÉSE.....	137
28.	Domján Alexandra TERMÉSZETES FESTÉKANYAGOK ÉS TEXTILFESTÉS FESTŐ- NÖVÉNYEKKEL.....	141
29.	Fábián Enikő Réka, Furkó Mónika, Vehovszky Balázs KÜLÖNBÖZŐ TÍPUSÚ ELEKTROKÉMIAI BEVONATOK TULAJDONSÁGAI	145
30.	Faluvégi Erzsébet KÚPFOGASKERÉK ÉPÍTÉS EGYENLETEKBŐL.....	149
31.	Yan Faria, Igor Martins Genuino, Gustavo Adriano Silva PROGRAMOZÁS OKTATÁSA GYEREKEKNEK, RÉSZVÉTELÜK ROBOTIKA VERSENYEN	153
32.	Feiken Petra, Kuti János SZÁZ ÉVES A MAGYAR TAXIZÁS	157
33.	Fórián Sándor, Kocsis Dénes, Mezei Balázs CSAPADÉKVÍZ HÁZKÖRÜLI HASZNOSÍTÁSÁNAK LEHETŐSÉGE	161
34.	Gergely Felicián, Osán János, Fábián Margit, Török Szabina, Bart Baeyens, Rainer Dähn, Marie Marques NAGYAKTIVITÁSÚ RADIOAKTÍV HULLADÉK VÉGLEGES ELHELYEZÉSE AGYAGOS KÖZETBEN	165
35.	Gyulai Dávid KÉTSZINTŰ KAPACITÁSMENEDZSMENT ÚJRAKONFIGURÁLHATÓ ÉS DEDIKÁLT ERŐFORRÁSOK ALKALMAZÁSÁVAL.....	169

36.	<i>Gyulai Zoltán</i> AZ EMBERI HŐÉRZET VIZSGÁLATA DINAMIKUSAN VÁLTOZÓ KÖRNYEZETI FELTÉTELEK MELLETT	173
37.	<i>Harangozó József, Kuti János</i> HEGESZTETT VARRATOK HŐFOLYAMATAINAK VIZSGÁLATA VÉGES ELEM MÓDSZERREL	177
38.	<i>Hervay Péter, Horváth Richárd</i> KÍSÉRLETI ESZKÖZ KÉPESSÉG VIZSGÁLATA	181
39.	<i>Hévízi Márton, Bodnár Ildikó</i> A RÁCKEVEI (SOROKSÁRI)-DUNA-ÁG SÓTERHELÉSÉNEK VIZSGÁLATA	185
40.	<i>Hodai Zoltán, Rippelné Pethő Dóra, Horváth Géza, Hanák László, Bocsi Róbert</i> ALGATECHNOLÓGIA ENERGETIKAI ELEMZÉSE	189
41.	<i>Horváth Ildikó</i> PBL MÓDSZER ALKALMAZÁSA A MODELLEZÉS ÉS SZIMULÁCIÓ OKTATÁSÁBAN	193
42.	<i>Horváth Magdolna</i> ÖRÖKSÉGVÉDELEM AZ OKTATÁSBAN ÉS A GYAKORLATBAN – SOPIANA E ÓKERESZTÉNY HÁROMKARÉJOS TEMETŐI ÉPÜLETEI – VÉDELEM ÉS BEMUTATÁS	197
43.	<i>Horváth Richárd, Fazekas András, Mátyási Gyula</i> NYOMÁSOSAN ÖNTÖTT ALUMÍNIUM ÖTVÖZETEK FORGÁCSOLHATÓSÁGÁNAK VIZSGÁLATA	201
44.	<i>Horváth Richárd</i> FELÜLETI ÉRDESSÉG STATISZTIKAI PARAMÉTEREINEK VIZSGÁLATA ALUMÍNIUM FINOMESZTERGÁLÁSAKOR	205
45.	<i>Hriczó Krisztián</i> FOLYADÉKÁRAMLÁSI PROBLÉMÁK VIZSGÁLATA HASONLÓSÁGI MÓDSZERREL NEM-NEWTONI KÖZEGBEN	209
46.	<i>Imecs Mária, Szabó Csaba, Szőke Enikő, Incze János Jób</i> MECHANIKAI ÉRZÉKELŐ NÉLKÜLI KALICKÁS INDUKCIÓS MOTOR KETTŐS MEZŐORIENTÁCIÓS SZABÁLYOZÁSI STRUKTÚRÁJÁNAK SZIMULÁCIÓJA	213

47.	Juhász Botond, Steiger Balázs, Juhász György PNEUMOBIL VÁZSZERKEZETÉNEK VIZSGÁLATA VÉGESELEM PROGRAM SEGÍTSÉGÉVEL.....	217
48.	Juhász Krisztina, Végyári Ferenc KÜLÖNBÖZŐ MINŐSÉGŰ AUTÓIPARI LEMEZEK PONTHEGESZTÉSE	221
49.	Kacsó Zoltán, Kelemen András, Imecs Mária FESZÜLTSGVEZÉRELT INVERTERRŐL TÁPLÁLT INDUKCIÓS MOTOR VEKTORIÁLIS SZABÁLYOZÁSA	225
50.	Kádár Norbert, Gyenge Csaba MINI CNC MAROGÉP TERVEZÉSE ÉS KIVITELEZÉSE	229
51.	Kis Dávid, Béres Gábor, Dugár Zsolt, Hansághy Pál CuAlNi ALAKEMLEKEZŐ ÖTVÖZET BELSŐ SÚRLÓDÁSÁNAK VIZSGÁLATA	233
52.	Kisfaludi-Bak Zsombor VÍZSZENNYEZÉSI VÉSZHELYZETEK KEZELÉSE, MEGOLDÁSI MÓDSZEREI.....	237
53.	Kőházi-Kis Ambrus ATTOSZEKUNDUMOS IMPULZUSOK TÖRTÉNETE.....	241
54.	Kőházi-Kis Ambrus LÍTIUM-AKKUMULÁTOROK VIZSGÁLATA	245
55.	Kósa Balázs KÖZÖSSÉGÉPÍTŐ- ÉPÍTŐ KÖZÖSSÉG.....	249
56.	Kovács-Andor Krisztián FUNKCIONALIZMUS ÉS FENNTARTHATÓSÁG EGY KORTÁRS SPORT- LÉTESÍTMÉNY TERVEZÉSÉNEK TÜKRÉBEN	253
57.	Kovács-Coskun Tünde, Pinke Péter ROBBANTÁSSAL TÖRTÉNŐ FELÜLETKEMÉNYÍTÉSI TECHNOLÓGIA OPTIMÁLÁSA	257
58.	Kovács László, Johanyák Zsolt Csaba HALLGATÓI FELADATLAPOK FUZZY ÉRTÉKELÉSE	261
59.	Lehóczki Bettina, Viczián Csaba, Radnay László ACÉL OSZLOPTALPAK TEHERBÍRÁS-VIZSGÁLATA EGYENSÚLYI EGYENLETEK VALAMINT AZ EUROCODE 3 SZABVÁNY ELŐÍRÁSAI ALAPJÁN.....	265

60.	<i>Lepsényi Ákos</i> VÍZIVILÁG BAJA - GAZDASÁGFEJLESZTÉS AZ ÉPÍTÉSZET ESZKÖZEIVEL.....	269
61.	<i>Liska János, Liska Katalin, Sándor Roland</i> DELAMINÁCIÓ VIZSGÁLATI LEHETŐSÉGEI KOMPOZIT ANYAGOK FÚRÁSAKOR	273
62.	<i>Lőrinc Zsuzsanna</i> NAS329J3L DUPLEX ACÉL LÉZERSUGARAS FELÜLETKEZELÉSE	277
63.	<i>Manciula Dorin, Kormos Fiammetta, Bitay Enikő, Holczer Emil, Veress Erzsébet</i> SnO ₂ ALAPÚ NANOKOMPOZIT BEVONATOK ELEKTROKÉMIAI ALKALMAZÁSAI	281
64.	<i>Mátrai Zsolt</i> KÍSÉRLETI EGYHENGES DÍZELMOTOR ÜZEMANYAGRENDSZER- ÁTALAKÍTÁSÁNAK VIZSGÁLATA A FOGYASZTÁSMÉRÉS SZEMPONTJÁBÓL	285
65.	<i>Medvegy Gabriella</i> KONCEPCIÓZUS LAKÓÉPÜLETTERVEZÉS ÉS LEHETSÉGES EREDMÉNYEI	289
66.	<i>Mezőfi Diána, Stefán Viktória, Kovács Péter</i> FA DESIGN AZ EZER TÓ ORSZÁGÁBAN	293
67.	<i>Mihályi Martin, Windisch Gergely, Vámosy Zoltán</i> SZÖVEGFELISMERÉSEN ALAPULÓ AUTOMATIKUS KÖNYVKATE- GORIZÁLÓ ALKALMAZÁS.....	297
68.	<i>Nagy Roland, Sallai Rubina, Bartha László, Vágó Árpád</i> KŐOLAJIPARI CÉLOKRA ELŐÁLLÍTOTT TENZIDEK HLB ÉRTÉKÉNEK VIZSGÁLATA	301
69.	<i>Novák Mátyás</i> VASÚTI SZÜNETMENTES ÁRAMELLÁTÓ RENDSZEREK TÁPLÁLÁSA	305
70.	<i>Olasz Sándor, Bitay Enikő</i> TÖRÖTT FOGÁSZATI IMPLANTÁTUM ELEMZÉSE, ESETTANULMÁNY.....	309
71.	<i>Orbán György</i> VITRUVIUS ÁTRIUMOS RÓMAI LAKÓHÁZÁNAK ÁTRIUM TÉRARÁNY-RENDSZERE	313

72.	Orosz Tamás, Szakállas Anna, Vajda István TRANSZFORMÁTOR TEKERCESELÉSEK HELYETTESÍTŐ KAPACITÁSAINAK MEGHATÁROZÁSA KONCENTRÁLT PARAMÉTERŰ MODELL SZÁMÁRA ANALITIKUS ÉS VÉGESELEM MÓDSZERREL.....	317
73.	Palásti-Kovács Béla, Pintér László, Czifra Árpád A TŰRÉS ÉS A FELÜLETI ÉRDESSÉG KAPCSOLATA II.....	321
74.	Pásztor Judit, Forgó Zoltán ÁSÓGÉP MUNKAESZKÖZÉNEK KINEMATIKAI ÉS DINAMIKAI VIZSGÁLATA	325
75.	Guilherme M. Pereira, Armando Albertazzi G.Jr., Maryah E.M. Haertel KAMERA KALIBRÁCIÓ OPENCV HASZNÁLATÁVAL.....	329
76.	Pokorádi László, Bera József A LÉGIKÖZLEKEDÉS KÖRNYEZETBIZTONSÁGI MODELLJÉNEK KERESÉSE.....	333
77.	Povorai Gábor, Mucsi András ÚJRAKRISTÁLYOSODÁS VIZSGÁLATA MELEGKEMÉNYSÉG- MÉRÉssel ÉS DSC TECHNIKÁVAL	337
78.	Rácz Pál CSAVARÓ IGÉNYBEVÉTELNEK ELLENÁLLÓ ELEKTROMÁGNESES KÖTÉSEK	341
79.	Réger Mihály MUSHY SZERKEZET PERMEABILITÁSÁNAK SZÁMÍTÁSA	345
80.	Réti Tamás, László István, Fried Zoltán FULLERÉN TÍPUSÚ MOLEKULÁK STRUKTURÁLIS JELLEMZÉSE.....	349
81.	Safranyik Ferenc, Oldal István, Csizmadia Béla GERJESZTETT SILÓK KIFOLYÁSÁNAK MODELLEZÉSI LEHETŐSÉGEI.....	353
82.	Sütő Szabolcs, Forgó Zoltán FÉKPAD, MINT MECHATRONIKAI RENDSZER	357
83.	Szamosi Barna, Pokorádi László A KOCKÁZATELEMZÉS EMBERI KÉRDÉSEI	361
84.	Szaszák Norbert Tibor, Szabó Szilárd RUGALMAS SZALAGOK ALKALMAZHATÓSÁGÁNAK VIZSGÁLATA TURBULENCIA GENERÁLÁSÁHOZ.....	365

85.	<i>Szatmári Zoltán, Micskei Zoltán, Majzik István</i> MONITOR KOMPONENSEK OKOSTELEFON PLATFORMRA	369
86.	<i>Szilágyi Gábor, Kovács-Coskun Tünde, Pinke Péter</i> A HEGESZTÉS HATÁSA AZ ALAPANYAGRA	373
87.	<i>Szili Tamás, Pokorádi László</i> IGAZSÁGTÁBLA ALKALMAZÁSA RENDSZER MEGBÍZHATÓSÁG ELEMZÉSÉRE	377
88.	<i>Szösz Klaudia</i> FIZIOLÓGIAI ÉS PSZICHOLÓGIAI JÓLÉT MEGŐRZÉSE 60 ÉV FELETT AZ ÉPÍTETT ÉLETTEREKBEN.....	381
89.	<i>Sztranyák Gergely</i> ALTERNATÍV ÉPÍTŐANYAGOK A KORTÁRS ÉPÍTÉSZETBEN: ANYAG, FORMA, SZERKEZET	385
90.	<i>Talpas János, Márton László, Nagy Tibor Sándor</i> A KIDEI TEMPLOM TECHNIKATÖRTÉNETÉBŐL.....	389
91.	<i>Talpas János, Orbán György</i> A ZARÁNDOKLÁS ÉS A TURIZMUS KAPCSOLATA AZ ÉPÍTÉSZET TÜKRÉBEN A KOLOZS MEGYEI „MÁRIA ÚT” ESETÉBEN	393
92.	<i>Tamás Anna Mária</i> A VÁLSÁG ÉPÍTÉSZETE – ÚJ TENDECIÁK MEGJELENÉSE AZ ÉPÍTÉSZETI TERVEZÉSBEN	397
93.	<i>Tânia Dias Ribeiro, Paulo José Lage Alvarenga</i> KLASSZIKUS ALGORITMUSOK LEGRÖVIDEBB ÚT KERESÉSHEZ PROGRAMOZÁS VERSENYEKEN	401
94.	<i>Tóth András József, André Anita, Benkő Tamás, Mizsey Péter</i> IZOBUTANOL TARTALMÚ TECHNOLÓGIAI HULLADÉKVIZEK KEZELÉSE ORGANOFIL PERVAPORÁCIÓVAL	405
95.	<i>Tóth Georgina Nóra, Drégelyi-Kiss Ágota</i> AUTÓIPARI BESZÁLLÍTÓI LÁNC KOCKÁZATELEMZÉSI SZEMPONTRENDSZERE	409

96. Tóth Levente Ferenc	
SZÉNSZÁL/SZÉN NANOCSSÓ/SZÉN NANOSZÁL ERŐSÍTÉSŰ HIBRID KOMPOZITOK FEJLESZTÉSE REPÜLÉSTECHNIKAI ALKALMAZÁSOKHOZ.....	413
97. Tóth Xénia Erzsébet , Tóth János	
AZ IPARI LÉPTETŐ-SZERVO MOTOROK ÚJSZERŰ FELHASZNÁLÁSA.....	417
98. Cassio Trindade Batista, Thiago Barros Coelho, Bruno Gomes Haick, Nelson Cruz Sampaio Neto, Aldebaro Barreto Da Rocha Klautau Jr.	
LAPS CSR: FELHŐ ALAPÚ NYÍLT ELÉRHETŐSÉGŰ BESZÉDFELISMERŐ RENDSZER	421
99. Truzsi Alexandra, Fórián Sándor, Bodnár Ildikó	
TEREPI VÍZMINŐSÉGI VIZSGÁLATAINK A HORTOBÁGY-BERETTYÓ FŐCSATORNÁN	425
100. Turi Tamás	
ABSZOLÚT AKADÁLYMENTESSÉG – A PTE ÉPÜLETÁLLOMÁNY VIZSGÁLATA	429
101. Varga Attila, Szabó Márk	
SILÓSZÁRÍTÓK SZEMCSEMOZGÁSVISZONYAINAK ELEMZÉSE	433
102. Varga Attila Károly	
ZIGBEE ALAPÚ VEZETÉK NÉLKÜLI ÖNSZERVEZŐDŐ HÁLÓZATOK	437
103. Varga Attila Károly	
WEB-ALAPÚ AUTOMATIZÁLÁS	441
104. Varga Levente	
SNÓBLIZÁS SAKKTÁBLÁN	445
105. Varga Péter	
TECHNOLÓGIAI PARAMÉTEREK HATÁSA A KIALAKULÓ SZEMCSEHATÁR SZERKEZETRE	449
106. Vári Győző	
ÚJ TÍPUSÚ SZERSZÁMKONCEPCIÓ FOGASKEREKEK INDUKCIÓS EDZÉSÉRE	453
107. Vekov Imre	
DINAMIKUS JELLEMZŐK MÉRÉSE A KOLOZSVÁRI MŰSZAKI EGYETEM EGYIK ÉPÜLETÉN.....	457

108. Vörös Erika	
SZOCIÁLISAN ÉRZÉKENY ÉPÍTÉSZET	461
109. Wittmann Péter, Gonda Viktor	
EXTRÉM NAGY ALAKVÁLTOZÁSI SEBESSÉG HATÁSA AZ ALAKÍTÁSI SZILÁRDSÁGRA.....	465
110. Zilahi Krisztián László, Tóth János	
3D MODELL ROBOTKAR MOZGATÁSÁNAK BETANÍTÁSA IPARI ESZKÖZÖKKEL.....	469
111. Zoltán Erzsébet Szeréna	
AZ INNOVATÍV MUNKAKÖRNYEZET KIALAKÍTÁSÁNAK SZÜKSÉGESSÉGE ÉS LEHETŐSÉGEI AZ 1960-AS ÉVEK TÍPUSIRODÁIBAN	473
SZERZŐK JEGYZÉKE.....	477

TABLE OF CONTENT

Gyenge Csaba

PREFACE	23
----------------------	----

1. *Buza Gábor*

LASER BEAM AS A TOOL FOR MACHINING MATERIALS	25
--	----

2. *Máté Márton*

INVESTIGATION OF ALTERNATIVE CYLINDRICAL GEAR CUTTING PROCEDURES FOCUSING ON CONTACT PATCH LOCALIZATION AND ON INCREASING OF THE LOAD CAPACITY	33
--	----

3. *Bablena Adrienn*

DISCRETE ELEMENT MODELING OF SOIL-WHEEL INTERACTION.....	41
--	----

4. *Bagyinszki Gyula, Bitay Enikő*

HEAT TREATABILITY OF DUCTILE IRON	45
---	----

5. *Barányi István, Czifra Árpád, Kalácska Gábor*

THE EVALUATION METHODS OF THE ABRSION WEAR PROCESS IN THE CASE OF PROFILE AND MICRTOPOGRAPHY ROUGHNESS MEASUREMENT	49
---	----

6. *Bartók Roland, Trohák Attila*

AUGMENTED REALITY IN THE PROCESS INDUSTRY	53
---	----

7. *Bera József, Pokorádi László*

IMPACTS OF TECHNICAL PROCESSES ON ENVIRONMENTAL SAFETY	57
--	----

8. *Bércesi Gábor, Petróczki Károly*

EXAMINATION OF HVAC SYSTEM USING COMBINED ENERGY SOURCES	61
---	----

9. *Béres Gábor, Kis Dávid, Dugár Zsolt, Hansághy Pál, Ádám Balázs*

EXAMINATION OF THERMODYNAMIC REALIGNMENTS OF BRASSES AND TIN-BRONZES BY DMTA TECHNIQUE	65
---	----

10. *Bernáth Mihály, Juhász Krisztina*

STUD WELDING ON DUAL PHASES SHEET (TYPE DP 800).....	69
--	----

11.	<i>Bitay Enikő, Bagyinszki Gyula</i>	
	METHODOLOGY VIEWPOINTS OF EDUCATION OF WELDING ROBOT KNOWLEDGES.....	73
12.	<i>Bitay Enikő, Dobránszky János</i>	
	LASER ENGRAVING OF A TITANIUM PLATE.....	77
13.	<i>Bitay Enikő, Popa-Müller Izolda</i>	
	RELATIONSHIP BETWEEN MECHANICAL PROPERTIES AND INTERCRITICAL HEAT TREATMENT IN CASE OF DUAL PHASE STEEL	81
14.	<i>Bocsi Róbert, Hanák László, Hodai Zoltán, Horváth Géza, Rippelné Pethő Dóra</i>	
	MICROALGAE CULTIVATION IN OUTDOOR FLAT PANEL PHOTOBIOREACTOR.....	85
15.	<i>Bodnár István</i>	
	APPLICABILITY EXAMINATION OF COMBINED THERMIC TREATMENT PROCESSES IN CENTRAL AND EASTERN EUROPE.....	89
16.	<i>Bodzás Sándor, Dudás Illés</i>	
	THE KINEMATICAL MODEL FOR THE GEOMETRICALLY APPROPRIATE PRODUCTION OF CONICAL HELICOID SURFACES	93
17.	<i>Thiago Bonfim, Ricardo Ramos, Brauliro Leal</i>	
	DEVELOPMENT OF A MUSICAL CHORDS RECOGNIZER SYSTEM	97
18.	<i>Borsos Ágnes</i>	
	REHABILITATION OF LIVING SPACES.....	101
19.	<i>Carneiro Fernando Nascimento Dias</i>	
	ULTRASONIC SENSOR MODELLING AND APPLICATION IN MOBILE ROBOT PLATAFORM.....	105
20.	<i>Cortes Tarcisio Ribeiro de Oliveira</i>	
	DIFFERENT PATH PLANNING MODELS FOR A POINT-REPRESENTED MOBILE-ROBOT IN MATLAB ENVIRONMENT	109
21.	<i>Czap László, Pintér Judit Mária, Vicsi Klára</i>	
	STRESS DETECTION BY RELATIVE INTENSITY	113
22.	<i>Danyi József, Kecskés Bertalan, Végyári Ferenc</i>	
	TUBE FORMING WITH ELASTOMER	117

23.	<i>Dányi Tibor Zoltán</i>	
	21st-CENTURY LIFE AT A HOUSING ESTATE BUILT IN THE 19th CENTURY.....	121
24.	<i>Darvay Zsolt, Papp Ingrid-Magdolna</i>	
	A NEW PRIMAL-DUAL INTERIOR-POINT ALGORITHM FOR LINEAR COMPLEMENTARITY PROBLEMS.....	125
25.	<i>Darvay Zsolt, Takács Petra-Renáta</i>	
	INFEASIBLE INTERIOR-POINT ALGORITHM WITH LOCALLY SELF-CONCORDANT BARRIER FUNCTION	129
26.	<i>Dezső Gergely, Varga István</i>	
	INVESTIGATION ON ANHARMONIC QUARTER MODEL OF VEHICLES.....	133
27.	<i>Dienes Alpár, Forgó Zoltán</i>	
	PNEUMATIC DRIVE DESIGN	137
28.	<i>Domján Alexandra</i>	
	NATURAL DYES AND TEXTILE PAINTING	141
29.	<i>Fábián Enikő Réka, Furkó Mónika, Vehovszky Balázs</i>	
	PROPERTIES OF DIFFERENT ELEKTROCHEMICAL COATING LAYERS ON STEEL STRUCTURES	145
30.	<i>Faluvégi Erzsébet</i>	
	BUILDING –UP BEVEL GEARS FROM EQUATIONS	149
31.	<i>Yan Faria, Igor Martins Genuino, Gustavo Adriano Silva</i>	
	EDUCATIONAL PROGRAMMING FOR CHILDREN FOCUSED ON COMPETITIONS	153
32.	<i>Feiken Petra, Kuti János</i>	
	100 YEARS OF HUNGARIAN TAXI-CABS	157
33.	<i>Fórián Sándor, Kocsis Dénes, Mezei Balázs</i>	
	PLANNING OF DOMESTIC RAINWATER HARVESTING SYSTEM	161
34.	<i>Gergely Felicián, Osán János, Fábián Margit, Török Szabina, Bart Baeyens, Rainer Dähn, Marie Marques</i>	
	HIGH LEVEL WASTE DISPOSAL IN DEEP GEOLOGICAL WASTE REPOSITORY IN CLAYSTONE.....	165
35.	<i>Gyulai Dávid</i>	
	BILEVEL CAPACITY MANAGEMENT WITH RECONFIGURABLE AND DEDICATED RESOURCES.....	169

36.	Gyulai Zoltán THE INVESTIGATION OF HUMAN THERMAL COMFORT UNDER DYNAMICALLY CHANGING ENVIRONMENTAL CONDITIONS	173
37.	Harangozó József, Kuti János FINITE ELEMENT ANALYSIS OF THERMIC PROCESSES IN WELDED JOINTS	177
38.	Hervay Péter, Horváth Richárd CAPABILITY ANALYSIS OF EXPERIMENTAL DEVICE.....	181
39.	Hévízi Márton, Bodnár Ildikó SALT LOAD INVESTIGATION OF RÁCKEVE - SOROKSÁR DANUBE.....	185
40.	Hodai Zoltán, Rippelné Pethő Dóra, Horváth Géza, Hanák László, Bocsi Róbert ALGAE TECHNOLOGY'S ENERGETICAL ASSAY	189
41.	Horváth Ildikó PBL IN MODELLING AND SIMULATION EDUCATION.....	193
42.	Horváth Magdolna HERITAGE PROTECTION IN EDUCATION AND PRACTICE – EARLY CHRISTIAN THREE-APSE BURIAL BUILDINGS. PROTECTION OF THE BUILDINGS, PRESENTATION	197
43.	Horváth Richárd, Fazekas András, Mátyási Gyula THE EXAMINATION OF CUTTING ABILITY OF DIE-CAST ALUMINIUM ALLOYS	201
44.	Horváth Richárd THE EXAMINATION OF THE STATISTICAL PARAMETERS OF SURFACE ROUGHNESS DURING ALUMINIUM FINE TURNING.....	205
45.	Hriczó Krisztián INVESTIGATION OF FLUID FLOW PROBLEMS OF NON-NEWTONIAN FLUIDS WITH SIMILARITY METHOD	209
46.	Imecs Mária, Szabó Csaba, Szőke Enikő, Incze János Jób SIMULATION OF THE DOUBLE FIELD-ORIENTED CONTROL STRUCTURE OF SENSORLESS CAGE INDUCTION MOTOR	213
47.	Juhász Botond, Steiger Balázs, Juhász György EXAMINATION OF THE FRAME STRUCTURE OF THE PNEUMOBIL WITH FINITE ELEMENT PROGRAMS	217

48.	<i>Juhász Krisztina, Végvári Ferenc</i>	
	SPOT WELDING ON AUTOMOTIVE SHEETS OF DIFFERING QUALITY.....	221
49.	<i>Kacsó Zoltán, Kelemen András, Imecs Mária</i>	
	VECTOR CONTROL OF INDUCTION MOTOR FED BY VOLTAGE CONTROLLED INVERTER	225
50.	<i>Kádár Norbert, Gyenge Csaba</i>	
	DESIGNING AND MANUFACTURING OF THE MINI CNC MILLING MACHINE.....	229
51.	<i>Kis Dávid, Béres Gábor, Dugár Zsolt, Hansághy Pál</i>	
	INTERNAL FRICTION ANALYSIS OF CuAlNi SHAPE MEMORY ALLOY	233
52.	<i>Kisfaludi-Bak Zsombor</i>	
	TREATMENT TECHNIQUES, METHODS FOR ACCIDENTAL WATER POLLUTION	237
53.	<i>Kőházi-Kis Ambrus</i>	
	HISTORY OF ATTOSECOND LIGHT PULSES	241
54.	<i>Kőházi-Kis Ambrus</i>	
	INVESTIGATIONS OF LI-ION ACCUMULATORS	245
55.	<i>Kósa Balázs</i>	
	COMMUNITY BUILDING-BUILDING COMMUNITY.....	249
56.	<i>Kovács-Andor Krisztián</i>	
	FUNCTIONALITY AND SUSTAINABILITY THROUGH THE PLANNING PROCESS OF A CONTEMPORARY SPORTS CENTRE	253
57.	<i>Kovács-Coskun Tünde, Pinke Péter</i>	
	OPTIMIZATION OF EXPLOSIVE SURFACE HARDENING TECHNOLOGY	257
58.	<i>Kovács László, Johanyák Zsolt Csaba</i>	
	FUZZY EVALUATION OF STUDENT ASSIGNMENT SHEETS	261
59.	<i>Lehóczki Bettina, Viczián Csaba, Radnay László</i>	
	DESIGN RESISTENCE OF COLUMN BASES BASED ON EQUILIBRIUM EQUATIONS AND EUROCODE 3	265
60.	<i>Lepsényi Ákos</i>	
	WATERWORLD BAJA - DEVELOPEMENT THROUGH ARCHITECTURE.....	269

61.	<i>Líska János, Líska Katalin, Sándor Roland</i> METHODS FOR ASSESSMENT OF DELAMINATION AT COMPOSITE MATERIALS DRILLING.....	273
62.	<i>Lőrinc Zsuzsanna</i> LASER SURFACE HEAT TREATMENT OF NAS329J3L TYPE DUPLEX STAINLESS STEEL	277
63.	<i>Manciula Dorin, Kormos Fiammetta, Bitay Enikő, Holczer Emil, Veress Erzsébet</i> ELECTROCHEMICAL APPLICATIONS OF SnO ₂ BASED NANOCOMPOSITE COATINGS	281
64.	<i>Mátrai Zsolt</i> INVESTIGATION OF THE EFFECT OF THE DEVELOPEMENT OF DIESEL FUEL SYSTEM ON THE FUEL CONSUMPTION MEASUREMENT	285
65.	<i>Medvegy Gabriella</i> CONCEPTUAL RESIDENTIAL BUILDING DESIGN AND POSSIBLY RESULTS	289
66.	<i>Mezőfi Diána, Stefán Viktória, Kovács Péter</i> WOOD DESIGN IN THE LAND OF THE THOUSAND LAKES.....	293
67.	<i>Mihályi Martin, Windisch Gergely, Vámosy Zoltán</i> AUTOMATIC BOOK CATEGORIZATION SYSTEM BASED ON TEXT RECOGNITION	297
68.	<i>Nagy Roland, Sallai Rubina, Bartha László, Vágó Árpád</i> INVESTIGATION OF HLB VALUE OF SURFACTANTS APPLIED APPLICATION IN PETROLEUM INDUSTRY	301
69.	<i>Novák Mátyás</i> FEEDING OF UNINTERRUPTABLE POWER SUPPLY SYSTEMS USED BY RAILWAYS.....	305
70.	<i>Olasz Sándor, Bitay Enikő</i> ANALYSIS OF A BROKEN DENTAL IMPLANT, CASE STUDY	309
71.	<i>Orbán György</i> SPATIAL PROPORTIONS SYSTEM OF THE ATRIUM IN VITRUVIUS ROMAN HOUSE WITH ATRIUM	313

72.	Orosz Tamás, Szakállas Anna, Vajda István CALCULATION OF CAPACITANCES FOR A LUMPED PARAMETER CIRCUIT MODEL WITH ANALYTICAL AND FINITE ELEMENT METHOD FOR TRANSFORMER WINDINGS	317
73.	Palásti-Kovács Béla, Pintér László, Czifra Árpád RELATIONSHIP BETWEEN TOLERANCE AND SURFACE ROUGHNESS II.....	321
74.	Pásztor Judit, Forgó Zoltán RESEARCH ABOUT THE KINEMATICS AND THE DYNAMICS OF THE SPADING MACHINE'S WORKING TOOL	325
75.	Guilherme M. Pereira, Armando Albertazzi G.Jr., Maryah E.M. Haertel NOTEBOOK CAMERA CALIBRATION USING OPENCV	329
76.	Pokorádi László, Bera József PURSUANCE OF ENVIRONMENTAL SAFETY MODEL OF AVIATION	333
77.	Povorai Gábor, Mucsi András INVESTIGATION OF RECRYSTALLIZATION WITH HOT-HARDNESS MEASUREMENT AND DSC TECHNIQUE.....	337
78.	Rácz Pál JOINTS MADE BY ELECTROMAGNETIC FORMING FOR TORSION LOADING	341
79.	Réger Mihály PERMEABILITY CALCULATION IN THE MUSH	345
80.	Réti Tamás, László István, Fried Zoltán STRUCTURAL CHARACTERIZATION OF FULLERENE-LIKE MOLECULES	349
81.	Safranyik Ferenc, Oldal István, Csizmadia Béla MODELING OPPORTUNITIES OF VIBRATIONAL HOPPERS.....	353
82.	Sütő Szabolcs, Forgó Zoltán DYNO IN A MECHATRONIC APPROACH	357
83.	Szamosi Barna, Pokorádi László THE HUMAN ASPECT OF RISK ANALYSIS	361
84.	Szaszák Norbert Tibor, Szabó Szilárd INVESTIGATION OF APPLICABILITY OF ELASTIC TAPES FOR GENERATING TURBULENCE	365

85.	<i>Szatmári Zoltán, Micskei Zoltán, Majzik István</i> MONITOR COMPONENTS FOR SMARTPHONES.....	369
86.	<i>Szilágyi Gábor, Kovács-Coskun Tünde, Pinke Péter</i> THE EFFECTS OF WELDING ON THE BASIC MATERIAL.....	373
87.	<i>Szili Tamás, Pokorádi László</i> APPLICATION OF TRUTH TABLE TO INVESTIGATE SYSTEM RELIABILITY.....	377
88.	<i>Szösz Klaudia</i> THE CONVERSION OF PHYSIOLOGICAL AND PSYCHOLOGICAL PROSPERITY ABOVE 60 YEARS IN LIVING SPACES	381
89.	<i>Sztranyák Gergely</i> ALTERNATIVE MATERIALS IN THE CONTEMPORARY ARCHITECTURE: MATERIAL, FORM, CONSTRUCTION	385
90.	<i>Talpas János, Márton László, Nagy Tibor Sándor</i> A TECHNICAL HISTORY OF THE CHURCH IN KIDE	389
91.	<i>Talpas János, Orbán György</i> TOURISM AND PILGRIMAGE IN CLUJ COUNTRY, ON THE „WAY OF MARY”.....	393
92.	<i>Tamás Anna Mária</i> THE ARCHITECTURE OF RECESSION – NEW TENDENCIES IN ARCHITECTURAL PLANNING.....	397
93.	<i>Tânia Dias Ribeiro, Paulo José Lage Alvarenga</i> ANALYSIS OF CLASSIC SHORTEST PATH ALGORITHMS USED DURING PROGRAMMING CONTESTS	401
94.	<i>Tóth András József, André Anita, Benkő Tamás, Mizsey Péter</i> ISOBUTANOL REMOVAL FROM PROCESS WASTEWATER WITH ORGANOPHILIC PERVAPORATION	405
95.	<i>Tóth Georgina Nóra, Drégelyi-Kiss Ágota</i> ESSENTIALS OF RISK ANALYSIS FOR AUTOMOTIVE SUPPLY CHAIN	409
96.	<i>Tóth Levente Ferenc</i> DEVELOPMENT OF CARBON FIBER/CARBON NANOTUBE/CARBON NANOFIBER REINFORCED HYBRID COMPOSITES TO APPLICATIONS IN FLIGHT TECHNOLOGY.....	413

97. Tóth Xénia Erzsébet , Tóth János	
NEW APPLICATION OF INDUSTRIAL STEPPER-SERVO MOTORS.....	417
98. Cassio Trindade Batista, Thiago Barros Coelho, Bruno Gomes Haick, Nelson Cruz Sampaio Neto, Aldebaro Barreto Da Rocha Klautau Jr.	
LAPS CSR: A FREE DISTRIBUTED CLOUD SPEECH RECOGNITION SYSTEM.....	421
99. Truzsi Alexandra, Fórián Sándor, Bodnár Ildikó	
OUR FIELD MEASUREMENTS OF WATER QUALITY AT THE MAIN CANAL OF HORTOBÁGY-BERETTYÓ	425
100. Turi Tamás	
ABSOLUTE ACCESSIBILITY – ANALYSIS THE PTE’S BUILDING	429
101. Varga Attila, Szabó Márk	
ANALYSIS OF PARTICLE MOVEMENT CONDITIONS OF SILODRYERS.....	433
102. Varga Attila Károly	
ZIGBEE BASED SELF-ORGANIZING WIRELESS NETWORKS	437
103. Varga Attila Károly	
WEB-BASED AUTOMATION	441
104. Varga Levente	
MATCHING PENNIES ON CHESSBOARD	445
105. Varga Péter	
THE EFFECTS OF THE PARAMETERS OF TECHNOLOGICAL PROCESSES ON THE FORMATION OF THE GRAIN BOUNDARY STRUCTURE.....	449
106. Vári Győző	
NEW HEATING TOOL CONCEPT, FOR INDUCTION HARDENING OF GEARS	453
107. Vekov Imre	
DYNAMIC PROPERTIES MEASUREMENT OF A BUILDING FROM THE TECHNICAL UNIVERSITY OF CLUJ-NAPOCA.....	457
108. Vörös Erika	
SOCIAL SENSITIVE ARCHITECTURE.....	461
109. Wittmann Péter, Gonda Viktor	
EFFECT OF EXTREME HIGH STRAIN RATE ON FLOW STRESS	465

110. Zilahi Krisztián László, Tóth János	
3D MODEL OF ROBOT ARM MOVING AND TEACHING BY INDUSTRIAL DEVICES.....	469
111. Zoltán Erzsébet Szeréna	
NECESSITY AND POSSIBILTY OF INNOVATIVE WORKPLACE DESIGN IN THE OFFICE BUILDINGS FROM THE 1960S	473
LIST OF AUTHORS.....	477

ELŐSZÓ

A nagyon lelkes szervező bizottságnak köszönhetően eljutottunk immár a XIX. FMTÜ rendezvényünkhöz és nyugodtan mondhatjuk, hogy a részvétel gyarapodása mellett, évről évre emelkedik a színvonal is.

A rendezvénysorozat, amint azt észrevehetjük, igyekszik lépést tartani a sokirányú műszaki fejlődésekkel. Gondolom, nem lehet szerénytelenséggel vádolni minket, ha azt állítjuk, hogy a kiadványban megtalálhatjuk a műszaki tudományok lényeges ágazatainak legújabb kutatási eredményeit, ami azért említésre méltó, mert ezeket főleg fiatal kutatóink, hallgatóink, doktoranduszaink készítették el és mutatják be.

Ha csak a konferenciára benevezett dolgozatok jellegzetes szakterületeit említem: gyártástechnológia, anyagtudományok, orvosi műszerek és protézisek, tudomány- és technikatörténet, környezetvédelem, biológia, hidrológia, repüléstechnika, építészet, hideg és meleg alakítások, forgácsolás, műszaki felügyelet- és minőség-biztosítás, folyamatmodellezés-szimuláció, biotechnológia, gépkocsimotorok, CNC vezérlés, informatika, növénytermesztés, stb., nem fér hozzá kétség, hogy az FMTÜ a műszaki tudományok igen széles skáláját foglalja magába.

A dolgozatok minőségét szavatolják a kutatásokat irányító professzorok, akik most is szépszámban jönnek és hozzájárulnak úgy a plenáris, mint a szekciók magas színvonalához. Köszönöm nekik ezirányú támogatásukat, mellyel nagymértékben hozzájárulnak a Kárpát-medencei fiatal műszaki kutatók eredményeinek eléréséhez és magyar nyelvű bemutatásához.

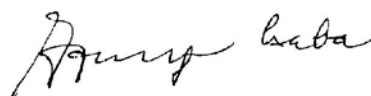
Örvendetes, hogy a mostani rendezvényünkön a 29 erdélyi, egy nagyszombati résztvevő mellett most is szép számban jelentkeztek be az anyaországiak is és premierként, jó pár braziliai egyetemi hallgató, akik Budapesten tanulnak. Ezek szerint az FMTÜ már valóban tág nemzetközi rendezvénné nőtte ki magát.

Természetesen, a tudományos bizottság tagjai még nem Nobel díjakra pályázó dolgozatokat bíráltak el, de mint ennek a bizottságnak az elnöke, szívből kívánok további sikeres, eredményes munkát diáknak, tanárnak egyaránt.

Az FMTÜ Tudományos Bizottságának elnöke

Dr. Gyenge Csaba
Az MTA külső tagja

Kolozsvár 2014. március 4.





FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

LÉZERSUGÁR, MINT AZ ANYAGMEGMUNKÁLÓ TECHNOLÓGIÁK ÚJ SZERSZÁMA

LASER BEAM AS A TOOL FOR MACHINING MATERIALS

BUZA Gábor

*Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Közhasznú Nonprofit Kft., H-1116 Magyarország,
Budapest, Fehérvári út 130.; Telefon:+36 1 463 05 30; Fax:+36 1 463 05 29,
buzag52@gmail.com*

Abstract

A short review of the history of the industrial applications of laser radiation is given in this article. The development of laser sources used for machining materials is presented up today, together with the expected new development tendencies. Widespread machining technologies are summarized in the order of their importance as reflected by industrial use. Finally the effect of laser beam impulse length on the machined material is presented through examples. Phenomena caused by laser impulses of different length are commented by short physical explanations.

Keywords: laser beam technologies; laser sources; effects of laser impulses

Összefoglalás

A cikk rövid áttekintést ad a lézersugár ipari alkalmazásának történetéről. Bemutatja az anyagmegmunkálásra szolgáló lézersugárforrások fejlődését napjainkig és a várható új fejlesztési irányokat. Összefoglalást ad az elterjedt lézersugaras anyagmegmunkáló technológiákról, azok fontossági sorrendjében, az ipari alkalmazások tükrében. Végül példákon keresztül tárgyalja a lézersugár-impulzusok hosszúságának hatását a megmunkált anyagra. Rövid, fizikai alapokon nyugvó magyarázattal egészíti ki a különböző hosszúságú lézersugár-impulzusok hatására bekövetkező jelenségeket.

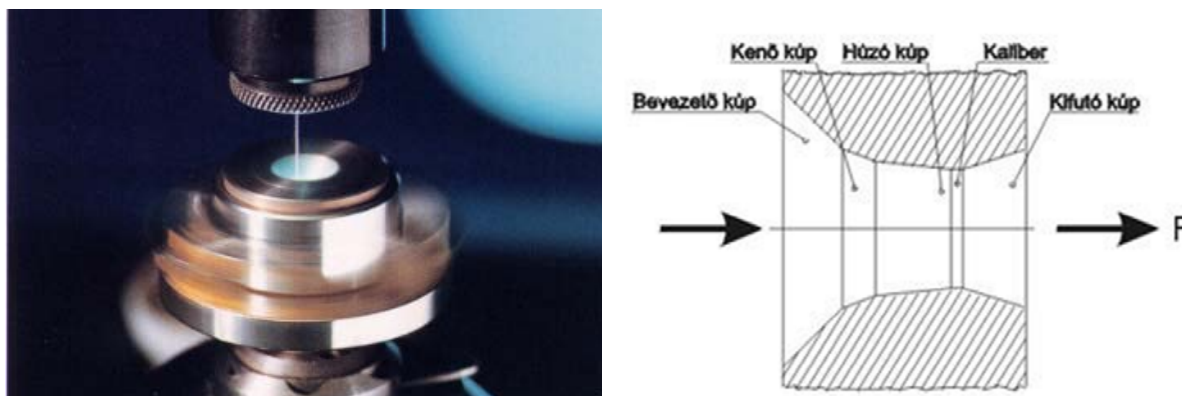
Kulcsszavak: lézersugaras technológiák, lézersugárforrások, lézerimpulzusok hatása

Ahogy a lézersugárforrások fejlesztésének üteme, úgy a lézersugaras technológiák körének bővülése is évtizedek óta töretlen. A fejlesztések hajtóerejét, vagyis az új sugárforrástípusok fejlesztését az ipar igényei indukálják. Az alig több mint 50 éves múltra visszatekintő lézersugár szinte hihetetlen pályafutást tudhat maga mögött, és a szakirodalom tanulmányozása alapján bizonyosak lehetünk abban, hogy a dinamikus fejlődés vége még nem látszik, mert nagyon messze van.

1. Már a kezdeteknél...

Mint tudjuk, az első lézerjelenséget 1960. május 16-án figyelhették meg a kaliforniai Hughes Research Laboratories-ban. Akkor még igazi „felvillanásról” szó sem volt, csupán az emittált spektrum egy vonalának szokatlan (korábban nem tapasztalt) erősödését detektálta

Theodor Maiman és munkatársai. A műszaki szempontból is értékelhető tulajdonságegyüttesű lézersugár létrehozásához még évek munkájára volt szükség, mégis, még abban az évtizedben elterjedt az első ipari alkalmazás, a gyémánt húzókövek (alakító szerszám) lézersugaras fúrása (1. ábra). Hangsúlyozni kell, hogy az iparban csak olyan technológiáknak van helye, melyek gazdaságosak.



1.ábra. Gyémánt húzókögyártás a lézersugaras fúrás technológiájával (bal) és a huzalgyártásra szolgáló húzókö jellegzetes geometriája (jobb)

Az első lézersugárforrások médiuma szilárdtest volt, ahogyan Maiman lézerében a rubinkristály. A szilárdtest milyensége tekintetében az akkori alapelv máig sem változott, hiszen az optikailag transzparens hordozó anyagában (a rubin esetében a hordozó az Al_2O_3 , vagyis a korund) egyenletesen elosztva található a gerjesztendő atomok halmaza (a rubin esetében a króm), melyek a stimulált emisszió révén a lézersugár fotonjainak kibocsátója. A korszerű szilárdtestlézerekben a médium transzparens hordozója általában mesterséges anyag, mint például az ittrium-alumínium-gránát (YAG: $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$), vagy speciális összetételű üvegek, a gerjesztendő atomok pedig többnyire a lantanidák csoportjának valamelyik eleme. Persze továbbra is vannak olyan lézermédiumok, melyek a természetben is előfordulnak, mint pl.: Ti:zafír lézerek.

Nem szabad megelégednünk az éppen fénykorát élő mikroelektronika fotonikához csatlakozásáról, a félvezető médiumú diódalézerekről sem. A technika akkori szintje miatt a diódalézerek által kibocsátott fény teljesítménye még nagyon kicsi volt, ezért azokat főleg az informatikában, ill. a telekommunikációban tudták jól használni. Az akkori eredményeket nem szabad alábecsülni, mert a telekommunikációs célra fejlesztett diódák vezettek el a mai korszerű szilárdtestlézerekhez, ésma is ezeket használják gerjesztő sugárforrásként.

2. A sugárforrások fejlődése

Az 1970-es években vált intenzívvé a gázlézerek fejlesztése és ennek eredményeként születtek az új lézersugár alkalmazások. Erre a korszakra tehető a lézersugár alkalmazásainak kiterjedt kutatása a mérés-technika, az anyag-lézersugár kölcsönhatás területén, ill. felgyorsult az informatikai, a távközlési és szórakoztatóipari alkalmazások kutatása, valamint az orvoslás területének meghódítása.

Ebben az időben a He-Ne- és a CO_2 -lézer sugárforrások száma növekedett ugrásszerűen, de valamennyi sugárforrás közül a CO_2 -lézerek voltak azok, melyek a fénytelsítményük révén alkalmasak voltak az ipar igényeit szolgáló technológiák kidolgozására, fejlesztésére. A '70-es évek végén már nem csak az alkalmazott kutatási intézetekben voltak nagy

fényteljesítményű ($P > 1000\text{W}$) lézersugárforrások, hanem egyes ipari termeléssel foglalkozó cégeknél is megjelentek.

A '80-as években jelentek meg az első nagyteljesítményű szilárdtestlézerek. Abban az időben a legelterjedtebben alkalmazott lézermédium az Nd:YAG (neodímiummal ötvözött/szennyezett YAG kristály). Hatékony gerjesztésük azonban még nem volt megoldott. Az alkalmas, megbízható, hosszú élettartamú lézerdiódák hiányában villanólámpákkal kellett gerjesztetni, ahogyan annak idején, húsz évvel korábban Maiman is tette a rubinnal. Ennek következtében, azok a szilárdtest-sugárforrások csak impulzus üzemmódban tudtak működni (a CO_2 kezdetektől fogva képes volt impulzus és folytonos üzemmódú működésre egyaránt). A villanólámpás gerjesztésű sugárforrásoknak másik hátránya volt a rossz sugárminőség (kis M^2 és nagy BPP érték), ami a technológiai alkalmazhatóságot erősen korlátozta. Kifejezetten előnyös volt azonban a CO_2 -lézersugár hullámhosszúságához képesti rövidsége (CO_2 : 10.600nm , Nd:YAG: 1.064nm), ami lehetővé tette, hogy hajlékony optikai szálban lehessen a több kW-os teljesítményű fényt is vezetni, ill. jobb abszorpciós viszonyokat teremtett a fémek esetében. A kW-os nagyságrendű fényt teljesítményt kibocsátó szilárdtest-sugárforrások megjelenésével elindult egy önálló fejlesztési irány, a robotos sugárvetés. (A CO_2 -lézersugarat csak vízzel hűtött vörösréz tükrök segítségével lehet irányítani, melyek precíz mozgatásához nehéz, CNC-vezérlésű szerszámgépekre van szükség, a szilárdtestlézerek fényét pedig hajlékony optikai kábelben is lehet vezetni.)

A '90-es években a gyors axiális áramlású CO_2 -gázlézerek uralták a piacot. Évente csaknem megduplázódott a számuk az ipari termelésben. Elsősorban vágásra használták, leggyakrabban síklemezek vágására. Kibontakozóban volt a 3D-s vágás és a lézersugaras hegesztés technológiája. A lézersugaras technológiák alkalmazására a legnagyobb igénye a fémes anyagok megmunkálására szakosodott gépiparon belül a járműiparnak volt (ez azóta sem változott).

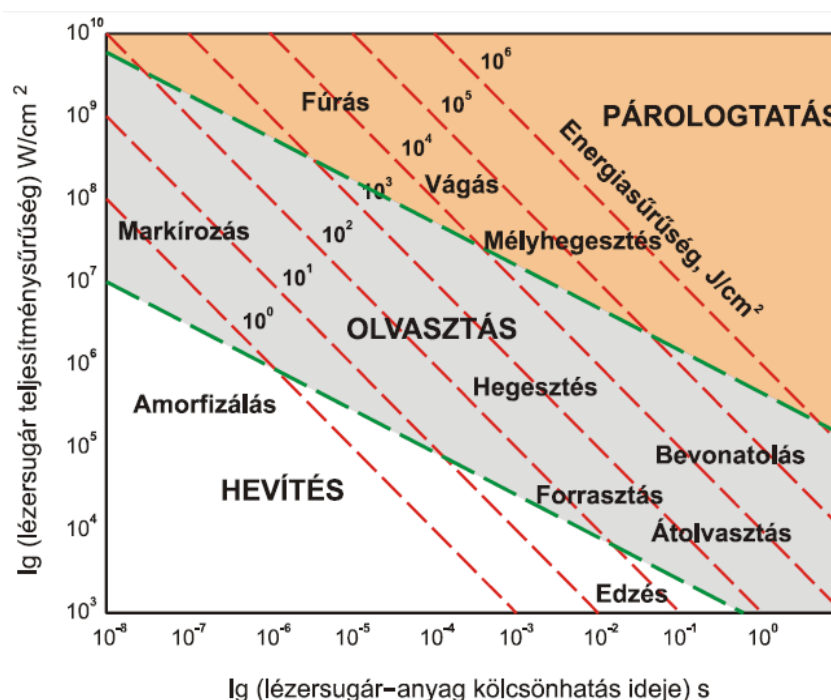
Az ezredfordulón már érezni lehetett, hogy a lézersugaras technológiák végérvényesen megvetették lábukat az iparban. Az iparnak azonban mindig újabb és újabb igényei voltak (ez mit sem változott), amelyeket a „rég”i sugárforrásokkal már nem lehetett kielégíteni. A sugárforrás-fejlesztők ezért keresték az új rezonátorépítési megoldásokat. Mivel jó hatásfoka miatt közkedve vált a CO_2 -lézermédium, kifejlesztették a SLAB-lézereket (diffúziós hűtésű CO_2 -lézer), melynek a sugárminősége jobb, mint a gyors axiális áramlásúaké, ráadásul üzemeltetésük gazdaságosabb is. Az ezredforduló időszakának másik nagy eseménye volt a nagy teljesítményű, megbízható működésű, hosszú élettartamú lézerdiódák megjelenése. Ezeket kezdetben megpróbálták minden olyan technológiában alkalmazni, melyekben a CO_2 -lézerek már bizonyították előnyeiket a hagyományos technológiákkal szemben, vagy a hagyományos villanólámpás gerjesztésű szilárdtestlézerek bizonyították gazdaságos alkalmazhatóságukat. A diódák esetében a siker azonban csak néhány alkalmazásban volt kielégítő, amiért egyedül a diódából kilépő lézersugár rossz minősége okolható. A lézerdiódák óriási ütemű gyártására mégis szükség lett, mert a szilárdtestlézer-médiumok gerjesztésére kiválóan használhatók. Ez nagy ugrást jelentett a szilárdtestlézerek alkalmazásában is, mert egyrészt nagyon sokat javult a sugárminőségük, másrészt egyszerűen elérhetővé vált a folytonos üzemmód, hiszen ha a lézerdiódákon átfolyó egyenáram csak akkor szaggatott, ha mi akarjuk, vagyis a gerjesztés és a szilárdtest médiumból kilépő lézersugár folytonossá válhatott.

A XXI. század elején két új lézersugárforrás-típus tartja izgalomban a lézertechnológusokat. Az egyik a szállézer, a másik a koronglézer. Mind a kettő szilárdtestlézer, hullámhosszúságuk gyártótól (pontosabban fogalmazva a lézermédium aktív elemétől) függően 1.000 és 1.100 nm közé esik és mindegyikben lézerdiódák adják a médiumot gerjesztő sugárzást. Lényeges különbség a két sugárforrás között „csupán” a

lézermédium geometriájában van: az egyik esetben egy kb. 0,1 mm átmérőjű, de sok (akár több száz) méter hosszú szál, a másik esetben egy kb. 10 mm átmérőjű és 0,5 mm vastagságú korong alakja van a lézermédiumnak. Mind a kettőnek nagyon jó a sugárminősége és akár 10 kW lézerteljesítményre is képesek (a szállézerreknél nagyobbra is).

3. Az elterjedt technológiák

A lézersugaras anyagmegmunkáló technológiák általánosítható, közös jellemzője, hogy a lézersugár fotonjainak energiáját a foton-elektron kölcsönhatáson keresztül a munkadarab lokális hőmérséklet növelésére használjuk. A növelt hőmérsékletű anyagréteg térfogata és hőmérséklete a lézersugár és az anyag tulajdonságaitól egyaránt függ. Az összefüggések az egyes paraméterekre nézve sem lineárisak (nem lineáris optika), összességében pedig rendkívül bonyolultak. Ennek ellenére vannak „ökölszabályok”, melyek mentén az egyes technológiák lézersugárra vonatkozó igényei (feltételei) jól körülhatárolhatók. Az egyik általánosan alkalmazott ökölszabály a lézersugár teljesítménysűrűségének (felületegységre jutó fénytartalom) és az anyag-lézersugár kölcsönhatási idejének meghatározó szerepére alapoz. Az eredményt grafikusán szokás bemutatni (2. ábra).



2. ábra. Lézersugaras technológiák teljesítménysűrűség és kölcsönhatási idő igénye [1]

Az edzés, az átolvasztás, a bevonatolás, a forrasztás és a hővezetési hegesztés esetén hosszú lézersugár-anyag kölcsönhatási időre van szükség, praktikusán ezeket a technológiákat folytonos lézersugárral érdemes gyakorolni. Különösen az edzés esetében kell hangsúlyozni a lézersugaras technológiák lokális jellegét. Nem érdemes egy alkatrész teljes felületét lézersugárral edzeni, mert elveszítjük a koncentrált energiabevitelből származó előnyöket. Gazdaságossági számítások esetében abból kell kiindulnunk, hogy 1 kWh lézersugár-energia előállításához kb. 5..10-szer annyi villamos energiára van szükség még a korszerű

lézersugárforrások esetében is (a diódlézerek esetében csupán háromszor annyira). E tekintetben még mindig a régi CO₂-lézer sugárforrások a kedvezőbbek.

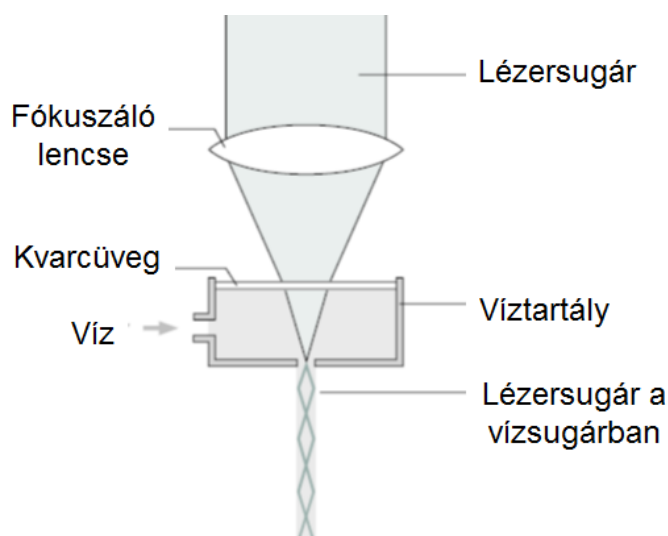
A mélyvarratos hegesztés a lézersugaras technológiák között kitüntetett jelentőségű, mert a varrat mélységéhez képest kevés energiát kell az anyagba juttatni. Ezt azonban csak akkor lehet elérni, ha a munkadarab felületén a lézersugár teljesítménysűrűsége egy határértéknél nagyobb (anyagfüggő, de általában 10^6 W/cm²). Az akár 1:10 = varrat szélesség : mélység arány legfeljebb az elektronsugaras hegesztés technológiájával érhető el.

Jó minőségű vágás a mélyvarratos hegesztésre jellemző teljesítménysűrűséggel érhető el, de rövidebb kölcsönhatási idő esetén, vagyis összességében kevesebb energia befektetésével. A lézersugár által megolvasztott anyagot munkagázzal kell kifűjni a vágórésből.

Ha a lézersugárral megolvasztott töcsából nem fűjük ki az olvadékokat (legfeljebb az oxidációtól védő inert gázt alkalmazunk), ill. még tovább csökkentjük a lézersugár-anyag kölcsönhatás idejét, a megolvadt anyagréteg nagyon gyorsan ($>10^4$ K/s) hűl. A két lézerimpulzus közötti rövid idő alatt megszilárdult olvadék sok ötvözet esetén az amorf állapothoz vezet.

A rövid lézerimpulzus és az előzőeknél is nagyobb teljesítménysűrűség azt eredményezi, hogy a kölcsönhatás következtében gőz, ill. részben plazma állapotba kerül az az anyagréteg, amelyikben a lézersugár fotonjai elnyelődnek. Ez az elv a lézersugaras gravírozás egyik alapja.

A felsorolt technológiákat nyugodtan nevezhetjük hagyományos lézersugaras alaptermőtechnológiáknak. Ma már ennél lényegesen többet ismerünk és alkalmazunk. Még a legegyszerűbbnek tekintett lézersugaras vágáson belül is születtek újabb megoldások, mint például a plazmával, vagy a vízszugárral támogatott (3. ábra) vágás.



3. ábra. Vízszugárral támogatott lézersugaras vágás elve

4. Az új utak

Miután a lézersugárforrások fejlesztési eredményeként a műszaki feladatok végrehajtásához ma már elegendően nagy lézersugár-teljesítmény áll rendelkezésünkre, ezen a területen a sugárforrás fejlesztések célja a jobb sugárminőség elérése. Ennek ipari haszna például az elérhető lézersugaras vágási sebesség megtízszereződése az utóbbi években. Ilyen körülmények között már a személyautók egyes karosszériaelemeinek 3D-s lézersugaras

vágása is gazdaságossá vált, ami kb. öt évvel korábban elképzelhetetlen volt. (Személyautók B oszlopának lézersugaras vágása.) A 3D-s lézersugaras vágás bevonult a tömegtermelésbe.

Az egyébként nagyon szerteágazó fejlesztések sokaságából válasszunk ki egy fejlesztési irányt és vizsgáljuk annak különböző aspektusait. Vizsgáljuk meg, miért érdemes a lézersugár-impulzusok hosszúságát csökkenteni, ill. milyen fizikai hatásokkal kell az impulzusidő csökkenése esetén számolnunk.

A rövid impulzusidejű és nagy ismétlési frekvenciájú sugárforrásokat elsősorban a mikromegmunkálások területén alkalmazzák és a fejlesztéseknek ez az elsődlegesen megcélzott alkalmazási területe. A mikromegmunkálás egyik előfutára a dízelmotorok befecskendező fűvókáinak fűrése volt. Az üzemanyag gyors és „tökéletes” égését segíti, ha minél apróbb cseppekre porlasztva jut a robbanótérbe. Az egyenletesen apró olajcseppek kialakulását úgy érik el, hogy a kis átmérőjű fűvókán keresztül nagy nyomással préselik át az üzemanyagot. A furat azonban ne csak kicsi legyen, de az alakja is kövesse az áramlástechnikai szempontból ideálist. A hagyományos forgácsoló eljárásokkal már nem lehetett jobb eredményeket elérni.

Vizsgáljuk meg, mi történik a lézersugaras fűrés során az anyaggal, miután kölcsönhatásba lép a lézerimpulzus fotonjaival. Kiindulásként tudnunk kell, hogy a fotonok energiáját az elektronok képesek elnyelni. Ennek következményeként az elektronok kinetikus energiája annyival növekszik, amekkora a foton energiája volt. Az átlagosnál nagyobb kinetikus energiával rendelkező elektronok ütközések során tudnak többletenergiájuktól megszabadulni, így az ütközések következtében – fémes anyagok esetén – a kristályos anyag rácspontjain rezgőmozgást végző fémionok kinetikus energiája is nőni fog. Ezt makroszkóposan mi az anyag melegekedéseként tapasztaljuk.

Milyen részfolyamatokból áll a melegedés, ill. melyik részfolyamatnak milyen időigénye van? Tekintsük át három, különböző prefixummal jellemezhető lézerimpulzus-hosszúság hatását, következményét. Legyen a három prefixum a nano- (10^{-9}), a piko- (10^{-12}) és a femto- (10^{-15}). Mivel ilyen időléptékekben alig van tapasztalatunk, hívjuk segítségül a fényt. Számoljuk ki, mekkora távolságot tesz meg a fény nano-, piko-, vagy femtosecundum idő alatt (az egyszerűség érdekében vegyük a fény haladási sebességét 300.000 km/s -nak, vagyis $3 \times 10^8 \text{ m/s}$ -nak. Ennek alapján 1 ns alatt a fény 30 cm utat tesz meg, 1 ps alatt $0,3 \text{ mm}$ -t, 1 fs alatt pedig csupán 100 nm -t.

Első lépésként vizsgáljuk meg, mi történik a ns-os nagyságrendbe tartozó lézerimpulzus hosszúság hatására, például a tiszta rézben.

- A lézerimpulzus lényegesen hosszabb ideig tart, mint az elektronok hűlési ideje, vagyis amennyi idő alatt energiájukat át tudják adni a fémionoknak;
- A lézerimpulzus sokkal hosszabb ideig tart, mint a kristályrács felhevülési ideje, vagyis a rács hőmérséklete és az elektronok hőmérséklete kiegyenlítődik (erősen közelít egymáshoz);
- A lézer impulzus végén, az impulzus fotonjainak összes energia nem marad az elnyelődésük térfogatában, egy része hővezetéssel tovaterjed;
- A réz olvadásának és párolgásának térfogata nem azonos a fotonok elnyelődési térfogatával, az elnyelődési térfogat lényegesen kisebb;
- A lézersugár teljesítménye és hatásmélysége elveszíti az elméleti logaritmikus összefüggést (1).

$$\Phi = \Phi_0 \cdot \exp(-x) \quad (1)$$

ahol: Φ a fényáram a közegben megtett x út után; Φ_0 a fényáram a közeg felületén, x a fotonok közegbe hatolásának mélysége.

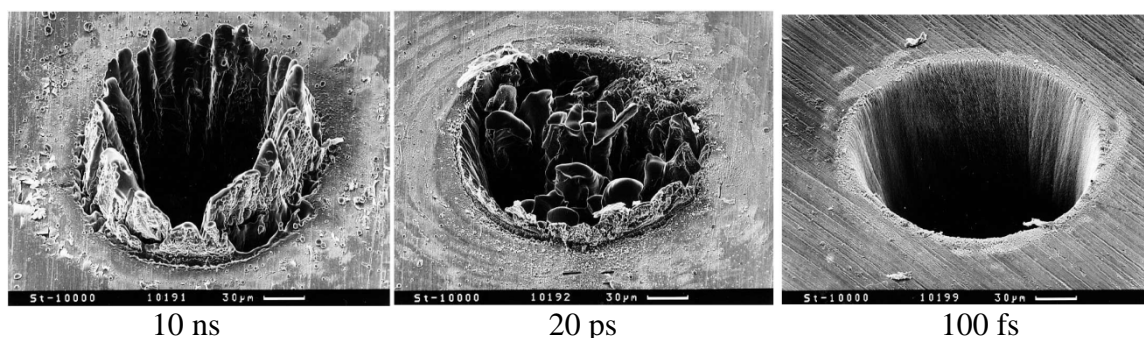
A második esetben az anyag-lézersugár kölcsönhatási idő, vagyis az impulzusidő legyen ps-os nagyságrendű. Milyen egyezőségekre és különbségekre kell számítanunk?

- A lézerimpulzus még mindig lényegesen hosszabb, mint az elektronok hűlési ideje;
- A lézerimpulzus már rövidebb, mint a kristályrács felhevülési ideje, vagyis a rács hőmérséklete számottevően kisebb, mint az elektronok hőmérséklete, mert az elektronoknak nem volt ideje a fotonoktól származó többletenergiájuk maradéktalan továbbadására;
- A lézersugár behatolási mélységére már érvényes a logaritmikus összefüggés (1);
- Még mindig van hővezetés a lézersugarat elnyelő térfogat és környezete között.

Végül vizsgáljuk meg a fs-os nagyságrendű impulzushosszúság következményeit, jellegzetességeit.

- Az impulzus idő lényegesen rövidebb, mint az elektronok hűlési ideje (még nem volt ideje találkozni atommal, ionnal, aminek maradéktalanul átadhatná többletenergiáját, amikor az impulzusnak már vége van, vagyis nincs foton utánpótlás);
- Az elektron-kristályrács kölcsönhatás mértéke elhanyagolható, az elektronok alig veszítettek energiájukból;
- A kristályrácsnak nem volt még ideje felmelegedni;
- A lézerimpulzus befejeződését követően azonban „azonnal” bekövetkezik a teljes ionizáció, gyakran kimarad a folyékony és a gőz fázis képződése is (hiperszublimáció?);
- A fotonok elnyelésében résztvevő térfogat határán kívül nincs melegedés (technikai szempontból elhanyagolható);
- A lézersugár behatolási mélysége a teljesítménnyel logaritmikus függvény szerint változik (1).

A három, egymástól lényegesen különböző lézerimpulzus hosszúság hatását vörösréz anyagon a 4. ábra jól szemlélteti.



4.ábra. A lézerimpulzus hosszúságának hatása vörösréz alapanyagra [2]

Az első esetben jelentős mennyiségű olvadék keletkezett, amit a fémgőz nyomása a tócsából, a tócsa közepe felől kifelé hajtott. Mivel a számottevő hővezetés következtében a tócsa fala is meleg volt, az olvadék csak lassan tudott hűlni. A megszilárdult kiáramló olvadékon még a dendrites kristályosodás nyomai is felfedezhetők.

A második esetben már az olvadék teljes térfogatára kiterjedt a gőzképződés, ezért az olvadék áramlása kaotikusabbá vált. Ezért maradhatott vissza az üregben több megszilárdult olvadék.

A harmadik esetben az látszik, hogy az üregben szinte semmi olvadék nem maradt, talán nem is volt. Nem volt, mert az elektronok által elnyelt fotonok energiája olyan gyorsan adódott át a fémionoknak, hogy azok rögtön gőzállapotba kerültek, egy részük tovább ionizálódott. A fázisváltozási folyamat jelentős térfogat-növekedéssel járt, ami az üregből kiáramló részecskéket nagy sebességre gyorsította (lökéshullám, hangrobbanás). A nagy sebességű (nagy kinetikus energiájú) részecskék koptató hatásának eredményét lehet látni az üreg falán.

5. Összefoglaló

A cikk első részében adott áttekintés az anyagmegmunkálásra szolgáló, ipari alkalmazásokra fejlesztett lézersugárforrások fejlődését és a legelterjedtebb technológiák fő jellemzőit tárgyalja. Ennek következtében (a cikk korlátos terjedelme miatt) nem tér ki minden ismert technológiára.

A második részben az aktuális és ismert sugárforrás-fejlesztési irányok alapján, egy példán keresztül mutatja be, milyen új anyagmegmunkálási lehetőségek megjelenésére lehet számítani. A cikk arra is rá kíván mutatni, hogy a közismert lézersugaras makro-technológiák mellett, a jövőben a mikromegmunkálási technológiák is előtérbe kerülnek.

Irodalom

- [1] Bitay Enikő: Lézeres felületkezelés és modellezés, Műszaki Tudományos Füzetek 4, Erdélyi Múzeum Egyesület, Kolozsvár, 2007.
- [2] Stelzmann, C.: Materialbearbeitung mit ultrakurzen Laserpulsen, Oberseminars über Laser-Materie Wechselwirkung an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, 2004. 09. 09.

Ez a cikk a „Lézertechnológiák a járműipar és a megújuló energiaforrás hasznosítás szolgálatában” című (TÁMOP 4.2.2.A11/1/KONV2012 0075 azonosító számú) projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

HENGERES FOGASKEREKEK TEHERBÍRÁSÁNAK NÖVELÉSÉT ÉS HORDKÉPLOKALIZÁCIÓJÁT MEG- VALÓSÍTÓ ALTERNATÍV LEFEJTÉSI MÓDSZEREK ELEMZÉSE

INVESTIGATION OF ALTERNATIVE CYLINDRICAL GEAR CUTTING PROCEDURES FOCUSING ON CONTACT PATCH LOCALIZATION AND ON INCREASING OF THE LOAD CAPACITY

MÁTÉ Márton

Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Marosvásárhelyi Műszaki és Humán Tudományok Kar, Gépészmérnöki Tanszék. 540485, Románia, Marosvásárhely, Segesvári út 1C. Telefon / Fax: +40 265 206 210 / +40 265 206 211, Postacím: 540485 Tîrgu-Mureş, O.p. 9, C.p. 4, E-mail: mmate@ms.sapientia.ro

Abstract

The technology of cylindrical gear cutting is considered nowadays a collection of classical procedures. The problems regarding the surface meshing, the contact of toothflanks, the contact patch area and location are considered as be solved. This last problem is solved using different grinding or shaving technologies. The increasing of the load capacity was achieved through the development of the Wildhaber-Novikov gear pair, where a concave and a convex tooth surface contacts. The present paper describes alternative meshing procedures where the resulted gears are contacting through surfaces with opposite sign of the curvature. The advantages of the proposed procedures are consisting in the simplicity of the gear cutting technology, the robust cutting head, the extended contact patch localization possibilities and the presumptive low production costs. This last advantage is given by the fact that only one type of cutting head is necessary. The paper presents also the geometrical model of the proposed meshing procedures.

Keywords: contact patch, cylindrical gear, meshing, model.

Összefoglalás

A hengeres fogaskerekek fogazási technológiája mára már klasszikus, bevált eljárások gyűjteményeként értelmezhető. A felületburkolás, a fogfelületek érintkezése, a hordkép alakja, terjedelme és helyzete mára már megoldottak. Hengeres fogaskerekek esetében a hordképet köszörülő vagy számvezérelt hántoló eljárással lokalizálják. Jelentős teherbírás-növekedést hengeres fogaskerekek esetében a Wildhaber-Novikov fogazás alkalmazásával értek el, mivel az érintkezés egy homorú és egy domború fogfelület között valósul meg. Jelen dolgozat olyan alternatív lefejtési módszereket ír le, amelyek szintén ellentétesgörbületű fogfelületeken érintkező hengeres külső fogaskerék-hajtásokat generálnak. A javasolt lefejtési módszerek előnye a fogazási eljárás egyszerűségében, a robusztus marófejben, a hordképlokalizálás lehetőségeinek kiterjesztésében és a vélhetően alacsony gyártási költségben nyilvánul meg. Ez utóbbi előny abból származik, hogy a hajtópár egyetlen szerszám segítségével lefejthető. A dolgozat a javasolt lefejtési eljárások geometriai modelljét is ismerteti.

Kulcsszavak: hordkép, hengeres fogaskerék, burkolás, modell.

1. Henegres fogaskerek hordképlokalizációs megoldásai

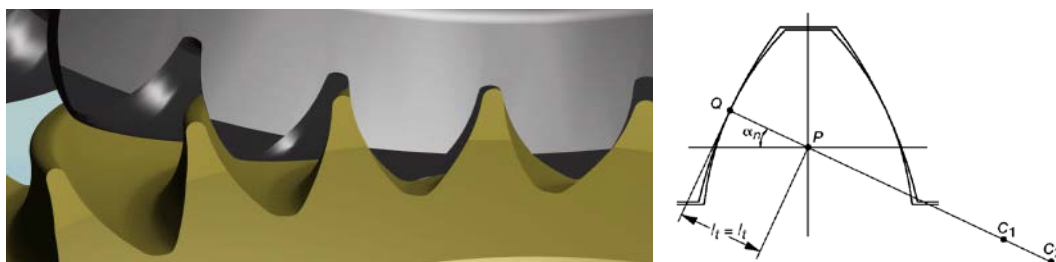
A hengeres fogaskerek gyártástechnológiája és a gyártás kapcsán felmerülő problémakör mára már alaposan ismert, jól bevált és hatékonyan alkalmazható műszaki ismeretek tárházát jelenti. Ez főleg arra vonatkozik, hogy a klasszikus – egyenes- illetve dőlt fogazatú – hengeres hajtások adott méret melletti teherbírásának felső határait, a kapcsolódás minőségének legmagasabb mutatóit, valamint a gyártási pontosság adott költség melletti optimális értékeit elérték. A hajtástechnikában a leggyakrabban hengeres evolvens hajtópárokat használnak. Kivételt jelentenek a speciális geometriát és áttételeket igénylő konstrukciók.

A külső kapcsolódású hengeres fogaskerek teherbírását számos foggeometriai tényező, valamint az alkalmazott gyártástechnológia határozza meg. A nyomó teherbírást korlátozza az a tény, hogy konvex fogfelületek érintkeznek. Számos elméleti kutatás igazolta, a Hertz-féle feszültségképlet különböző alkalmazásaival, hogy a teherbírás jelentősen növekszik, ha konvex-konkáv felületek kapcsolódnak. Ez a jelenség az ívelt fogú kúpos- és hipoid hajtópároktól ismert.

Egyik legjelentősebb, a múlt század '60-as éveiben igen intenzív kutatásnak alávetett hengeres fogaskerékhajtás, mellyel sikerült konvex-konkáv felületpárosítással kapcsolódást létrehozni, a Novikov-Wildhaber-féle fogazás (1. ábra). A baloldali képen a hajtás modelljét vizsgálva észrevehető, hogy a kapcsolódás konkáv-konvex fogfelületek párosításával valósul meg, amelyek lefejtése a jobboldalon látható, görbe fogú generáló lécszerszámmal történik. Bár a hajtást számos változatban létrehozták, és jelentős kutatási munkát fejtettek ki a hajtás vizsgálata céljából, [1,2] olyan, számítógépes modellezéssel igazolt vélemények is léteznek, miszerint a nyomóteherbírás-növekedés nem az elvárt mértékben valósul meg [3]. Ennek fő okát abban látják, hogy a Novikov-féle hajtás fogfelületeinek kapcsolófoltja és ennek fogoldali helyzete igen érzékenyen alakul a tengelytáv-változásra. A Novikov-Wildhaber-féle fogazat, lévén hogy lefejtéséhez két, eltérő élgörbületű lefejtőszerszám szükséges, nem tudta kiváltani a hagyományos evolvens fogazást, amely a lefejtőléc egyszerűségéből és egységességéből adódóan mindmáig verhetetlen. E tényállás alapján levonható az a következtetés, hogy a konvex-konkáv fogfelület-párosítású hengeres hajtópár szintézise továbbra is nyitott kérdés marad.

A hordkép lokalizációja, mint ismert, a nagyteljesítményű hajtópárok esetében elengedhetetlen követelmény. Megvalósítása hántolással vagy köszörüléssel történik. A számvezérlésű szerszámgépek elterjedésével a hordkép alakjának és helyzetének beállítása gyártási rutinfeladatnak számít – a szerszámgépgyártó cégek kész programokat ajánlanak, amelyek segítségével a kívánt hordkép megvalósítható [4]. A felvázolt helyzet alapján megfogalmazódott kutatási terv magja a hengeres kerek alternatív lefejtési eljárásainak megtalálására és összehasonlító elemzésére irányul.

A cél olyan hajtópár-generálási módszer kialakítása, amely egyetlen szerszámmal, vagy az alapszerszámból élhelyzet-módosítással előállítható szerszámpárral megoldható, a hordkép lokalizálható – mindemellett a fogak érintkezése konvex-konkáv fogfelületeken történjen.

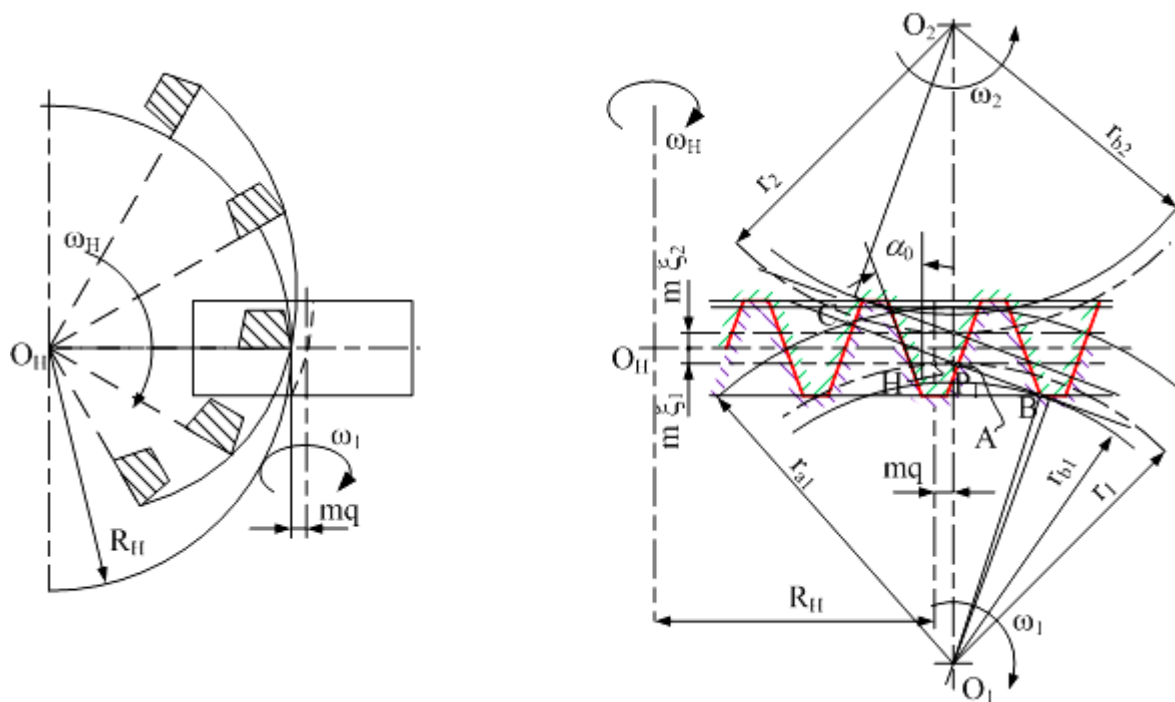


1. ábra. A Novikov-Wildhaber fogazás modellje és lefejtő profiljai [2; 3]

2. Arkhimédész-féle spirális vezérgörbájű hengeres fogazat.

Az Arkhimédész-féle spirális geometriai tulajdonságainak kinematikai alkalmazása lehetővé teszi egy konvex-konkáv fogoldal-érintkezésű hengeres hajtópár szintézisét. A lefejtés elve a 2. ábrán látható [5]. A marófejet úgy képezzük ki, hogy adott Arkhimédész-féle spirálisra illesztünk alakos késfejeket. A fogak profilja a szabványos lefejtő fogasléc fogával egybeesik, a profilok tartósíkjá pedig a marófej tengelysíkjaiba illeszkedik. A szerszám saját tengelye körüli, ω_H állandó szögsebességgel történő forgatása eredményeképpen bármelyik tengelysíkban egy p_{sp} ω_H sebességgel mozgó fogasléc-profil jelenik meg, ahol p_{sp} a spirális paramétere. Ezzel egyidejűleg úgy kapcsol a két lefejtendő fogaskerék, hogy osztókörök az egymásba illesztett szembenálló lécpprofilok osztóvonalain gördülnek csúszásmentesen. Olivier első fogazási módszerének megfelelően [6], a hajtópár elemei is helyesen fognak kapcsolódni. A módszernek előnye a generáló szerszám egyenes vonalú profiljában, a szerszám egységében valamint a lefejtés kinematikájának egyszerűségében rejlik. Észre kell venni, hogy a hagyományos, késkihúzással elért profileltolás mellett a vezérgörbékét úgy lehet alakítani, hogy a kapcsolódó kerek tengelytáv-vonalát a marófej tengelyéhez közelebb vagy távolabb toljuk. Ezáltal valósul meg a q mértékű fajlagos *tangenciális profileltolás*, aminek segítségével az érintkezés pontszerűvé tehető [7]. A számítógépes vizsgálatok az érintkező felület közepén helyezkedő, kedvező eloszlású hordképet igazoltak. Az eljárásnak az a hátránya, hogy a tangenciális eltolás tartománya igen kicsi, gyakorlatilag a foghézag-értékkel egyenlő. A névleges fogmagasság elérése, a hajtás paramétereinek betartása mellett, kizárólag sugárirányú előtolással lehetséges.

A fentebb leírt hajtópár szintézis lefejtést olyan fogasléc valósítja meg, amelyiknek származtató felülete a lécs haladása közben a görbületét változtatja [8]. A módszer tökéletesítése azáltal válik lehetségessé, hogy a radiális előtolást tangenciális előtolásra váltjuk fel. Ez az eljárás a szerszám-fogaskerék kölcsönös lehetséges helyzeteinek számát lényegesen bővíti, ami újabb kutatási területeket ér fel.



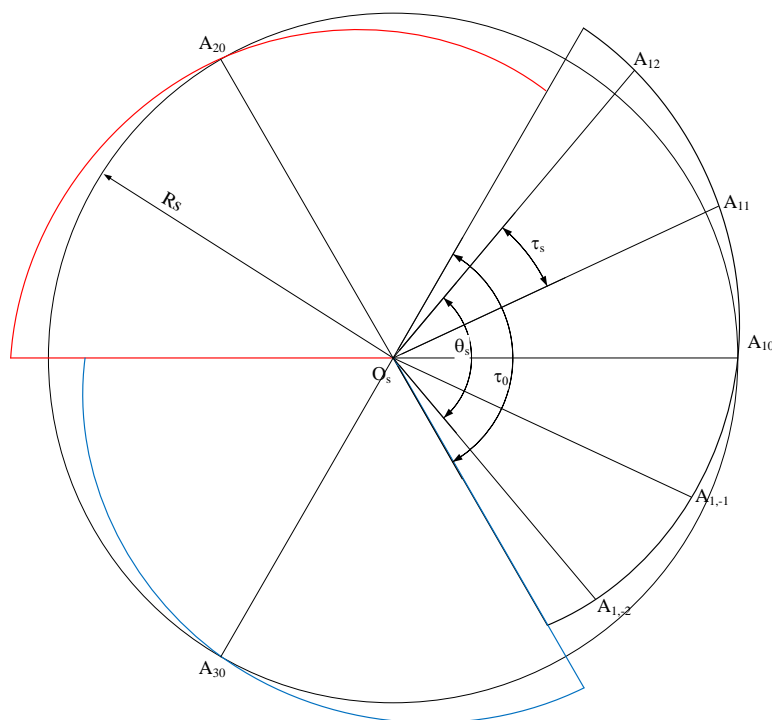
2. ábra. Az Arkhimédész-féle spirális fogirány-görbájű hajtás lefejtési elve.

3. Tangenciális előtolással lefejtett Arkhimédész-féle spirális fogirányvonalú hengeres hajtás szintézise

3.1. A lefejtő hajtás elve

A tangenciális előtolás kinematikája hasonló az ívelt fogú kúpkerek lefejtésénél alkalmazott mozgásrendszerrel, azzal a különbséggel, hogy a bölcső síkkerék-központú forgó mozgását itt egy haladó mozgás váltja fel.

A szerszám ebben az esetben egy z_0 számú késcsoportból álló marófej, ahol mindegyik csoport z_s késből áll. A kések profilja a lefejtő fogasléc fogprofiljával megegyező. Mindegyik késcsoporthoz hozzá van rendelve egy-egy Arkhimédész-féle spirális, amelyre a késcsoporthoz tartozó profilok referencia-pontjai illeszkednek (3. ábra). Az egyenlő központi szögosztással beállított spirálisok emelkedése z_0 - szor nagyobb, mint a fogasléc osztása. Ebben az esetben a szerszám egyetlen fordulatára a lefejtő fogasléc z_0 fogosztásnyit halad, vagyis a vele összegördülő, megmunkált fogaskerék z_0 szögosztásnyit fordul el. Ez a tény az előző pontban bemutatott, radiális behatolású lefejtés termelékenységénél elméletileg z_0 -szor nagyobb termelékenységet jósol.



3. ábra. A lefejtőszerszám geometriai szerkezete

A kapcsolódó fogfelületek generálása a kétparaméteres burkolás elvén valósul meg [6]. A csigamarós fogaskerék-lefejtéssel ellentétben, itt az összetevő mozgások a fogasléc eltérő jelentőségű részmozgásait biztosítják. A forgácsoló főmozgás során a csigamaró forgása által létrejön az egyenletes sebességgel elmozduló lécpofil, amit majd a tengelyirányú, vagy diagonális előtolás alakít át fogasléc-testté, azaz virtuális gépelemmé, amely ennek folyamatos mozgása közben teljeseedik ki. Ettől a kinematikától jelentősen különbözik a jelen munkában javasolt tangenciális előtolású gyártóhajtás kinematikája. A marófej fő forgácsoló mozgása a saját tengelye körüli forgás. Adott késcsoport éleire illesztjük az Arkhimédész-féle spirális vonalú származtató szerszámfelületet, amelyik a mozgás során a szerszám tengelyének síkjában található, sugárirányban kifelé haladó fogaslécet hoz létre, miközben a származtató fogfelület önmaga spirálvonalában elcsúszik. Mivel a késcsoport kiterjedése

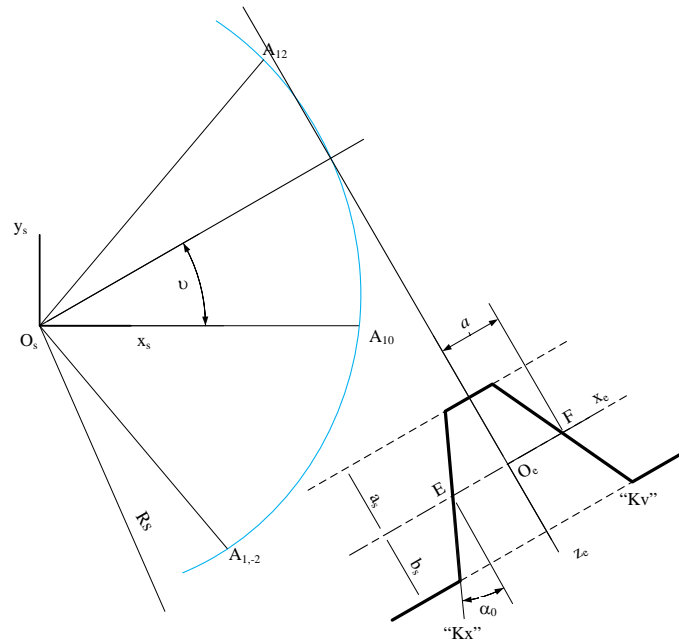
véges, messzemenően kisebb, minthogy a fogasléc teljes kapcsolóhosszát lefedje ([5] –ben fellelhető modell), a generált léc nem halad, hanem adott pont környezetében pulzáló mozgást végez. Ahhoz, hogy a fogaskerék fogát teljes magasságában lefejtse, szükséges a tangenciális előtolást is a mozgáshoz hozzáadni. A csigamarós fogaskerék-lefejtéshez képest a különbség lényege abban áll, hogy a marófej már a főmozgása során létrehozza a lefejtendő fogaskerékkel kapcsolódó származtatóléc testét, míg a tangenciális előtolásnak az a szerepe, hogy a származtató lécet a kapcsolódás pólusához közelítse.

3.2. A származtató felületek

A származtató felületek parametrikus egyenleteit a 4. ábra alapján írjuk fel. A szerszám koordináta-rendszerében akkor keletkezik felület, hogyha feltételezzük, hogy a csoportban levő kések száma végtelen. Az ábrán látható jelöléseket felhasználva, és a ν szögparaméterrel tájolt profil koordináta-rendszerének helyzete alapján felírható, hogy

$$\begin{pmatrix} x_s(u, \nu) \\ y_s(u, \nu) \\ z_s(u, \nu) \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \nu & -\sin \nu & 0 & (R_s + p_{sp}\nu)\cos \nu \\ \sin \nu & \cos \nu & 0 & (R_s + p_{sp}\nu)\sin \nu \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} E(u) \\ 0 \\ u \\ 1 \end{pmatrix} \quad (I)$$

ahol $E(u) = (-1)^k m\pi/4 + u \operatorname{tg} \alpha_0$, $u \in [-1,25m, 1,25m]$, $k=1$ a konvex (belső), $k=2$ a konkáv (külső) származtató felületre.



4. ábra. A származtató felületek generálása

3.3. A kapcsolódási egyenletek

A kétparaméteres burkolás kapcsolódási egyenleteit az 5. ábra alapján vezetjük le. A lefejtés kinematikáját a rögzített $S_0(x_0, y_0, z_0)$, a szerszámhoz csatolt $S_s(x_s, y_s, z_s)$ valamint a lefejtendő kerékhez csatolt $S_1(x_1, y_1, z_1)$ koordináta-rendszerek relatív helyzete határozza meg. Az S_0 rendszer alaphelyzetét a kapcsolódás pólusától számított, a szerszám referencia-sugarára

és a tangenciális eltolás értékére alapozott $B = R_s + mq$ távolság határozza meg. A lefejtés első kinematikai paramétere a φ_s szögelfordulás, a második, ettől függetlennek tekintett s tangenciális előtolás. A lécszótóvonalán a csúszásmentes gördülés akkor valósul meg, ha a kerék osztóköri legördülési íve az Arkhimédész-féle spirális radiális növekedésének és az előtolás mértékének összege:

Az első kapcsolódási egyenletet $s = \text{állandó} \Rightarrow \dot{s} = 0$ esetre írjuk fel. A relatív sebességet a

kifejezéssel számítjuk. Az ω_s értékét 1 s^{-1} -nyire vesszük, majd a (2) képletet idő szerint deriválva kapjuk az ω_1 értékét. A (3) képletben szereplő \mathbf{A}_w vektort az 5. ábra alapján fejezzük ki. A számítások elvégzése után kapjuk, hogy

38

A második kapcsolódási egyenletet a $\varphi_s = \text{állandó} \Rightarrow \omega_s = 0$ feltételre írjuk fel; ebben az esetben a relatív sebességvektor:

$$\mathbf{v}_s^{(s,1;ds/dt)} = \dot{\mathbf{s}} - \boldsymbol{\omega}_{O_s}^{(1;ds/dt)} \times \mathbf{r}_s - \mathbf{A}_w \times \boldsymbol{\omega}_{O_s}^{(1;ds/dt)} \quad (5)$$

A $ds/dt = R_d$ sajátosítással az (5) képlet a következőképpen alakul:

$$\mathbf{v}_s^{(s,1;ds/dt)} = \begin{pmatrix} -(z_s + A - R_d) \cos \varphi_s \\ -(z_s + A - R_d) \sin \varphi_s \\ x_s \cos \varphi_s + y_s \sin \varphi_s - B - S + s \end{pmatrix} \quad (6)$$

A normálvektorok az (1) képlettel megadott felületi koordináta-függvények alapján azonnal számíthatók. A következőkben a konkáv származtató felületre vonatkozunk. Erre, a (4) és (6) képletek felhasználásával, a kapcsolódási egyenletek a következők lesznek:

$$\begin{cases} i_{01}(u+A)p_{sp} \sin(\varphi_s - \nu) - i_{01}E(u, \nu)((u+A) + E(u, \nu) \operatorname{tg} \alpha_0) \cos(\varphi_s - \nu) = \\ \quad = -i_{01}E(u, \nu)(B + S - s) \operatorname{tg} \alpha_0 - p_{sp}E(u, \nu) \\ (u + A - R_d)p_{sp} \sin(\varphi_s - \nu) - E(u, \nu)(u + A - R_d + E(u, \nu) \operatorname{tg} \alpha_0) \cos(\varphi_s - \nu) = \\ \quad = E(u, \nu)(B + S - s) \operatorname{tg} \alpha_0 \end{cases} \quad (7)$$

$$E(u, \nu) = R_s - (0.25m + u \operatorname{tg} \alpha_0) + p_{sp} \nu$$

4. A burkoló felület egyenletei

A (7) kapcsolódási egyenletrendszer $\sin(\varphi_s - \nu)$, $\cos(\varphi_s - \nu)$ ismeretlenekben lineáris egyenletrendszernek tekintjük, melynek megoldása

$$\begin{cases} \sin(\varphi_s - \nu) = \frac{S_1 \operatorname{tg} \alpha_0 - (q_1 - E(u, \nu) \operatorname{tg} \alpha_0)}{p_{sp} \operatorname{tg} \alpha_0} \\ \cos(\varphi_s - \nu) = \frac{S_1 \operatorname{tg} \alpha_0 - q_1}{E(u, \nu) \operatorname{tg} \alpha_0} \end{cases}, \quad \begin{matrix} S_1 = B + S - s \\ q_1 = u + A - R_d \end{matrix} \quad (8)$$

A trigonometria alapegyenletének alkalmazásával a (8) megoldásokból másodfokú egyenletet nyerünk S_1 -ben, melynek két megoldása adja a $S_1 = f(u, \nu)$ típusú összefüggéseket:

$$\begin{cases} S_1 = q_1 \operatorname{ctg} \alpha_0 + E(u, \nu) \\ S_2 = q_1 \operatorname{ctg} \alpha_0 + E(u, \nu) \frac{E^2(u, \nu) - p_{sp}^2}{E^2(u, \nu) + p_{sp}^2} \end{cases} \quad (9)$$

Ezeket visszahelyettesítve a (8) egyenletrendszer első egyenletébe, kapjuk a $\varphi_1 = g(u, \nu)$ típusú összefüggéseket:

$$\begin{aligned} \sin(\varphi_s - \nu)|_I &= k\pi, k \in \mathbf{Z} \\ \sin(\varphi_s - \nu)|_{II} &= \pm 2 \frac{p_{sp} E(u, \nu)}{p_{sp}^2 + E^2(u, \nu)} \end{aligned} \quad (10)$$

A megtalált parametrikus összefüggéseket az 5. ábra alapján felírható mátrix-transzformációval számított koordinátákba helyettesítjük és megkapjuk a burkolófelületet, valamint az összes szinguláris pontot [6]:

$$\mathbf{r}_1(u, v, \varphi_s(u, v), S_1(u, v)) = \mathbf{M}_{10}(\varphi_s(u, v))\mathbf{M}_{0s}(\varphi_s(u, v), S_1(u, v))\mathbf{r}_s(u, v) \quad (11)$$

5. Következtetések

A (10) és (11) kifejezések világossá teszik, hogy a burkoló felület hasznos részének lehatárolása numerikus szimulációt igényel. Figyelembe véve a késcsoportokra illesztett származtatófelületek a csigamaróval szembeni igen kis felületét, feltevődik a két független paraméteres burkolási modell megfeleltetésének kérdése.

Köszönetnyilvánítás

A kutatás a TÁMOP-4.2.4.A/2-11/1-2012-0001 azonosító számú Nemzeti Kiválóság Program – Hazai hallgatói, illetve kutatói személyi támogatást biztosító rendszer kidolgozása és működtetése konvergencia program című kiemelt projekt keretében zajlott. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

This research was supported by the European Union and the State of Hungary, co-financed by the European Social Fund in the framework of TÁMOP-4.2.4.A/2-11/1-2012-0001 ‘National Excellence Program’.

Irodalom

- [1] Litvin, F. L., Chung-Biau Tsay: *Helical Gears With Circular Arc Teeth: Simulation of Conditions of Meshing and Bearing Contact*. Gear Technology magazine, July/August 1987, pp.22-36.
- [2] Nacy, S.M., Mohammad, Q.A., Mohammed, N.M. *Generation of Crowned Parabolic Novikov gears*. Engineering Letters, 15:1, EL_15_1_4,
- [3] <http://www.zakgear.com/WN.html>
- [4] <http://www.sicmat.com>
- [5] Máté, M. *Spirálfogazatú hengeres kerekek geometriája és gyártástechnológiája*. Magyar Tudományos Akadémia, Domus Hungarica egyéni kutatási ösztöndíj, B2011061 sz. pályázat, pályamunka.
- [6] Litvin, F.L. *A fogaskerékkapcsolás elmélete*. Budapest, Műszaki Könyvkiadó, 1974.
- [7] Máté, M., Hollanda, D., Tolvaly-Rosca, F., Popa-Müller, I. *Az Archimédesz-féle spirális vezérgörbájű fogazat hordképének lokalizációja a tangenciális eltolás megfelelő beállításával*. XXI-ik Nemzetközi Gépész Találkozó, Arad, 2013 ápr. 25-28, Konferenciakiadvány, ISSN 2068-1267, pp.265-268.
- [8] Máté, M., Hollanda, D. *The Cutting of Cylindrical Gears Having Archimedean Spiral Shaped Tooth Line*. 13th International Conference on Tools, 27-28 March 2012, Miskolc, ISBN 978-963-9988-35-4, pp. 357-362.



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

TALAJ-KERÉK KAPCSOLAT DISZKRÉT ELEMES MODELLEZÉSE

DISCRETE ELEMENT MODELING OF SOIL-WHEEL INTERACTION

BABLENA Adrienn

*NAIK Mezőgazdasági Gépesítési Intézet, H-2100 Magyarország, Gödöllő, Tessedik Sámuel
utca 4.; Tel.: +36 28 511 689; E-mail: [bablena.adrienn@gmgi.hu](mailto:bablana.adrienn@gmgi.hu)*

Abstract

Examination of soil-wheel interaction is a big challenge for researchers, mechanical modeling of soil-wheel interaction is still not solved.

To determine wheel performance, deformation state beneath the wheel and the stress distribution must be known. In this paper I investigated soil deformation under a rigid wheel with discrete element method on the basis of experimental studies from literature. Results of simulations in case of 3.9% slip already in initial phase of the study have a good agreement with experimental results.

Keywords: soil, wheel, discrete element method

Összefoglalás

A talaj-kerék kapcsolat vizsgálata a mai napig nagy kihívást jelent a témával foglalkozó kutatóknak. Talajon mozgó járművek esetén még mindig nem megoldott a talaj és a kerék közötti kapcsolat mechanikai modellezése. A kerékteljesítmény számításához ismerni kell a kerék környezetében lévő szemcsék mozgásjellemzőit, valamint a talajban ébredő feszültségeloszlást. Dolgozatomban merev kerék alatti szemcsék mozgását vizsgálom a szakirodalomban fellelhető kísérleti eredmények alapján diszkrét elemek módszerével. A szimulációk eredményei 3,9% szlip esetén már a számítások kezdeti fázisában is jó egyezést mutatnak a kísérleti eredményekkel.

Kulcsszavak: talaj, kerék, diszkrét elemek módszere

1. Bevezetés

A talaj-kerék kapcsolat vizsgálata során a mai napig rengeteg megoldatlan probléma merül fel. A problémák megoldására analitikus megoldásként főleg kísérleti alapokon nyugvó egyenletek születnek, valamint numerikus modelleket is létrehozunk.

A numerikus modellek problémái, hogy jelenleg még elég pontatlanok, továbbá ezen a területen a diszkrét elemes programok alkalmazása még nem túl elterjedt.

Céлом, hogy megmutassam, hogy a legtöbb felmerülő probléma megoldására a végeselemes modellekkel ellentétben a diszkrét elemek módszerének használata a célszerűbb, valamint hogy megfelelő pontosságú modellt alkossak.

Jelenlegi munkámban a kerék környezetében lévő szemcsék mozgását vizsgálom a szakirodalomban fellelhető kísérleti eredmények alapján diszkrét elemek módszerével. Cél,

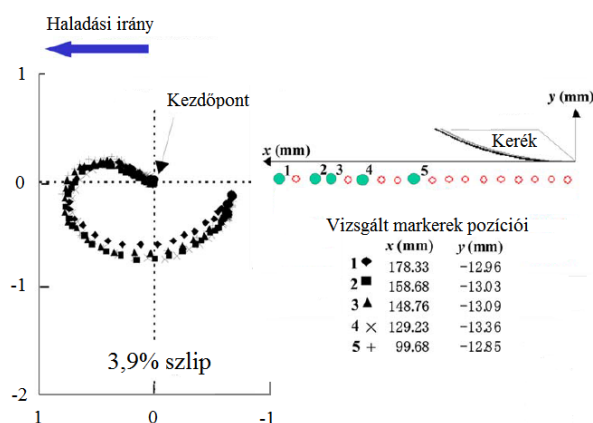
hogy az eredetileg két dimenziós, csak a haladás síkjában mérésrel vizsgált szemcsemozgásokat megfelelő pontossággal tudjam numerikusan modellezni, majd ebből továbbhaladva a haladás síkjára merőleges szemcsemozgásokat is tudjam vizsgálni.

2. Anyag és módszer

A vizsgálataim kiindulópontját azok a kísérleti vizsgálatok jelentik, amelyek segítségével a témával foglalkozó kutatók a kerék alatt lévő talajszemcsék mozgásviszonyait próbálták meghatározni.

2.1. Kísérleti eredmények

Fukami és kutatótársai a kerék alatti talajmozgásviszonyokat elemző mérések elvégzéséhez egy átlátszó fallal ellátott talajvályút és egy gumiköpennyel rendelkező merev kereket használtak [2]. A talajvályút szárított homokkal töltötték fel, majd 10 mm-enként az átlátszó fal mentén jelölőket helyeztek el a homokban. Ezen jelölők mozgását követték nyomon egy nagy felbontású kamera segítségével a kerék elhaladása során. A vizsgálat lehetővé tette, hogy a jelölők csak horizontális és vertikális irányban mozduljanak el, mivel a kereket a talajvályú szélességével megegyező szélességűre választották. A kapott elmozdulásdiagram 3,9% szlip esetén az 1. ábrán látható.



1. ábra. A markerek elmozdulása 3,9% szlip érték esetén [2]

A [2]-ben szereplő mérési folyamat numerikus szimulációjához az alábbi paramétereket használtam fel:

1. táblázat Felhasznált paraméterek

Kerületi sebesség [1/s]	$5,55333 \cdot 10^{-4}$
Szlip [%]	3,9
Kerék sugár [m]	0,150
Kerék szélesség [m]	0,410
Vályú szélesség [m]	0,414

2.2. Diszkrét elemek módszere

A diszkrét elemek módszere egy numerikus módszer, mely kifejezetten szemcsés anyagok vizsgálatára jött létre a 70-es években. Minden diszkrét elemes modell különálló elemekből és

az elemek érintkezésével létrejövő kapcsolatokból áll. Egy eljárást akkor nevezhetünk diszkrét elemes modellnek, ha [1]:

- egymástól egyértelműen elkülönülő elemekből épül fel;
- az elemek önálló elmozdulási szabadságfokokkal rendelkeznek oly módon, hogy a modell képes követni az elemek véges nagyságú eltolódásait és deformációit;
- az elemek között új kapcsolatok jöhetnek létre és meglévő kapcsolatok szűnhetnek meg.

A diszkrét elemes módszer működésének alapja az, hogy a halmaz mechanikai viselkedését a halmazt alkotó egyes szemcsék mozgásállapotának nyomon követésével modellezi. A módszer alkalmazása során az egymással, a falakkal és a kerékkel kölcsönhatásba lépő egyes szemcsékre kell a lendület- és a perdülettétel alapján felírt differenciálegyenleteket numerikusan megoldani [3].

2.3. Szimulációk

Mint az már korábban említésre került, a diszkrét elemes szimulációkhoz az 1. táblázatban szereplő paramétereket használtam fel. A numerikus modellezés során problémát okoz a nagyon kicsi kerületi sebesség érték, mivel ezzel a sebességértékkel olyan sokáig tart a kerék végiggördülése a talajfelszínen, hogy a szimulációs idő gyakorlatilag végtelen lenne, ezért a kerületi sebesség értékét $\omega_0 = 5,55333 \cdot 10^{-4}$ 1/s érték helyett $\omega_0 = 5,55333$ 1/s értékre változtattam. Mivel a diszkrét elemes programban a szlipet nem lehet megadni, csak a kerületi, ill. haladási sebességet, ezért szükséges a haladási sebesség kiszámítása. A kerületi sebesség és a szlip ismeretében ez meghatározható:

$$\delta = 1 - \frac{v_{3,9}}{R \cdot \omega_0},$$

amiből átrendezéssel:

$$v_{3,9} = (1 - \delta) \cdot R \cdot \omega_0 \quad (1)$$

ahol:

δ : szlip [-];

$v_{3,9}$: haladási sebesség 3,9% szlip esetén [m/s];

R : kerék sugara [m];

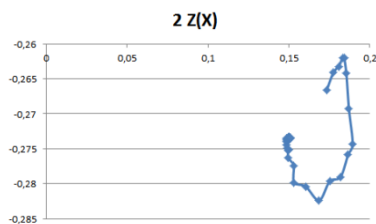
ω_0 : a kerék kerületi sebessége [1/s].

Az (1) egyenletből a $v_{3,9}$ haladási sebesség: $v_{3,9} = (1 - 0,039) \cdot 0,15 \cdot 5,55333 = 0,8$ m/s

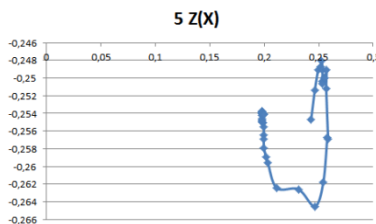
A kerék végiggördülésének időtartama $t = 1$ s, ennyi idő alatt a megadott $v_{3,9}$ haladási sebesség mellett a kerék már megtesz akkora utat, amelyen lehet vizsgálni a kerék alatti szemcsék elmozdulását.

3. Eredmények

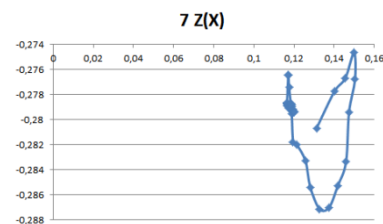
A szimulációk futtatása során különböző helyekről származó szemcsék függőleges irányú (Z) elmozdulásait vizsgáltam a vízszintes irányú (X) elmozdulás függvényében, az eredmények a 2.a.-c. és a 3. ábrákon láthatók.



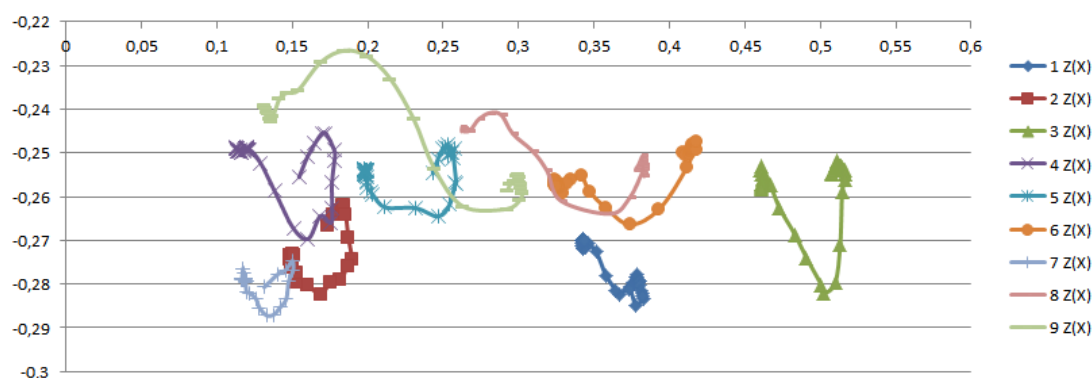
2.a. ábra. A 2-es jelű szemcse elmozdulásgörbéje



2.b. ábra. Az 5-ös jelű szemcse elmozdulásgörbéje



2.c. ábra. A 7-es jelű szemcse elmozdulásgörbéje



3. ábra. A vizsgált szemcsék elmozdulásgörbéi

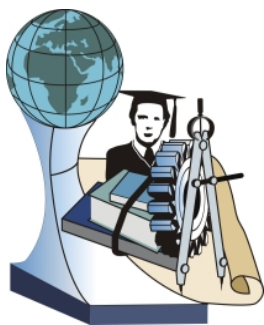
Az ábrákon jól látható, hogy a kísérletben szereplő homok szemcseméretéhez képest nagy, gömb alakú szemcsékkel is jól kirajzolódnak a kísérlet során kapott spirál alakú elmozdulások. A szimulációban a kerék haladási iránya ellentétes volt a kísérletben szereplő haladási irányhoz képest.

4. Következtetések

A vizsgálatok jelenleg még korai szakaszban vannak, ennek ellenére elmondható, hogy már néhány szimuláció után, amelyekben a folyamatot a valósághoz képest jóval egyszerűbb körülmények között szimuláltuk, a szemcsék elmozdulásgörbéi már így is hasonlóságot mutatnak a kísérlet során kapott görbékkel, tehát a diszkrét elemek módszere alkalmas a talaj-kerék kapcsolat vizsgálatára. Pontosabb paraméterbeállítások mellett még nagyobb egyezés várható, továbbá lehetővé válik a haladási síkra merőleges elmozdulások vizsgálata is.

Irodalom

- [1] Bagi, K.: *Diszkrét elemek módszere*, BME egyetemi jegyzet, 2007, 6-15.
- [2] Fukami, K., Ueno, M., Hashiguchi, K., Okayasu, T.: *Mathematical models for soil displacement under a rigid wheel*, Journal of Terramechanics 43. évf., 2006, 288-292.
- [3] Keppler, I., Kocsis, L., Oldal, I., Farkas, I., Csátár, A.: *Grain velocity distribution in a mixed flow dryer*, Advanced Powder Technology 23. évf., 2012, 826-827.



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

GÖMBGRAFITOS ÖNTÖTTVAS HŐKEZELHETŐSÉGE

HEAT TREATABILITY OF DUCTILE IRON

BAGYINSZKI Gyula⁽¹⁾, BITAY Enikő⁽²⁾

(1) Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, Magyarország, 1081 Budapest, Népszínház u. 8, bagyinszki.gyula@bgk.uni-obuda.hu

(2) Sapientia – Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Műszaki és Humántudományok Kar, Románia, 540485 Marosvásárhely (Koronka), Segesvári út 1.C., ebitay@ms.sapientia.ro

Abstract

Known since the late 1940s, the spheroidal graphite cast iron became one of the most preferred molding material due to its favorable casting, machining and mechanical properties. The last two are able to be increased by applying of heat treatment. A significant application of spheroidal graphite cast iron is present in the frame of the automotive industry. Here the optimal combination of strength, toughness and wear resistance values is achievable only if applying the corresponding heat treatment. The present paper describes the conclusions based on the experiments realized by the authors in this field of research.

Keywords: material properties, volumetric heat treatments, surface heat treatments

Összefoglalás

Az 1940-es évek végétől ismert gömbgrafitos öntöttvasat kedvező önthetőségi, megmunkálási és mechanikai tulajdonságai teszik optimális öntvényanyaggá. Ez utóbbi jellemzők hőkezeléssel is befolyásolhatók. Nagy jelentőséggel bír a gömbgrafitos öntöttvas az autóiipari részegységek alkatrészeinek gyártásánál, ahol a szilárdság, a szívósság és a kopással szembeni ellenállás megfelelő összhangja térfogati és felületi hőkezeléssel érhető el. Jelen cikk ilyen irányú kutatási tapasztalatainkat foglalja össze.

Kulcsszavak: anyagjellemzők, térfogati hőkezelések, felületi hőkezelések.

Bevezetés

A gömbgrafitos öntöttvasban (gömbgrafitos vasöntvényben) a grafit gömbös (globulitos) alakja az öntés előtti kis mennyiségű Mg-adagolás („beoltás”) következménye. Ilyen módon már melegen alakítható, lemezgrafitosnál jobb szilárdsági és szívóssági jellemzőkkel bíró szerkezeti anyag adódik.

1. Anyagjellemzők

A gömbgrafitos öntöttvasak jellemző példája az ASTM A536, Grade 80-55-06 vagy a DIN GGG-60, amelynek főbb szabványos összetevői: C = 3,50–3,90%; Si = 2,00–2,75%; Mn = 0,15–0,35%; Mg = 0,02–0,07%; S = 0,010–0,025%; P = max. 0,05%.

A főbb mechanikai tulajdonságainak intervalluma: rugalmassági modulus: $E = 170\text{--}180$ GPa; csúsztató rugalmassági modulus: $G = 65\text{--}70$ GPa; Poisson-tényező: $\nu = 0,27\text{--}0,28$; egyezményes folyáshatár: $R_{p0,2} = 350\text{--}380$ MPa; szakítószilárdság: $R_m = 500\text{--}700$ MPa;

szakadási nyúlás: $A_5 = 2-5\%$; Brinell-keménység: $HBS = 190-270$; nyomószilárdság: $R_{ny} = 380-420$ MPa; kifáradási határ(feszültség): $\sigma_k = 240-290$ MPa; törési szívósság: $K_{Ic} = 20-50$ MPa $\cdot\sqrt{m}$. Fontosabb fizikai tulajdonságainak intervalluma: sűrűség: $7120-7250$ kg/m³; olvadáspont: $1130-1250$ °C; maximális alkalmazási hőmérséklet: $350-450$ °C; hőtágulási együttható: $(10-12,5)\cdot 10^{-6}$ 1/°C; hővezetési tényező: $31-36$ W/(m·K); fajhő: $460-495$ J/(kg·K); fajlagos elektromos ellenállás: $(0,5-6,0)\cdot 10^{-7}$ $\Omega\cdot m$.

2. Térfogati hőkezelések

A gömbgrafitos öntöttvasak szerkezetét és azon keresztül a tulajdonságaikat megváltoztató hőkezelés első szakasza felhevítés $850-950$ °C hőmérsékletre és ott hőtartás körülbelül 1 óráig, plusz minden 25 mm vastagságegységre számítva további 1 óráig, a megfelelő **homogenizálás** érdekében. Ha karbidok is jelen vannak a mikroszerkezetben, a hőtartási hőmérsékletnek kb. $900-950$ °C-nak kell lennie, hogy a karbidbomlás kielégítő legyen a hőkezelés következő szakaszai szempontjából. Az időtartamot 6-8 órára indokolt növelni, ha karbidstabilizáló elemek vannak jelen. Bonyolult alakú öntvények esetében feszültségek keletkezhetnek a nem egyenletes melegedés következtében, így a hevítés 600 °C-ig terjedő kezdeti szakaszának lassúnak kell lennie, vagyis óránként $50-100$ °C. A felszíni revésedés és dekarbonizáció megelőzése érdekében ajánlott szabályozott atmoszférájú, nem oxidáló kemencétér alkalmazása. Továbbá meg kell akadályozni az esetleges torzulásokat, vetemedéseket, amit akár az önsúly vagy más darabok ráhelyezése is okozhat.

2.1. Feszültségcsökkentés

Célja, hogy a maradó feszültséget leépítse, anélkül hogy bármilyen, az anyagszerkezetben vagy az anyagtulajdonságokban bekövetkező változást okozna. Az öntvény általában 50 °C/óra sebességgel hevítendő 200 és 600 °C közötti intervallumba, és a 600 °C-os hőtartás időtartama minden 25 mm vastagság-egységre 1 óra. Erre még plusz további 1 óra számítandó, majd kemencehűtés alkalmazható 50 °C/óra sebességgel 200 °C-ig, azután már levegőn lehet hűteni szobahőmérsékletre. Nagyon fontos, hogy a hevítési és a hűtési sebességek elég kicsik legyenek, elkerülve a hősokkot és újabb feszültségek keletkezését (az öntvényben kialakulható nagy hőmérséklet-gradiens következtében).

2.2. Lágyítás

Elsődleges célja ferrites mikroszerkezet létrehozása és a perlit, ill. a karbidok elbontása, miáltal maximális képlékenység és szívósság érhető el. A lágyítás alkalmas 15%-os vagy annál nagyobb szakadási nyúlásértékek elérésére. A kezelésnek többféle formája lehetséges:

- **Megszakított hűtésű hőkezelés:** Az első szakasz az előzőekben leírt homogenizálás, majd ezt követi a $680-700$ °C-ra való lehűtés, ahol 4-12 óra a hőtartás ferritképződés céljából. Nagyobb tisztaságú öntöttvas esetében rövidebb idő is elegendő. Egyszerűbb alakú öntvényeket 650 °C alá lehet hűteni kemencében, majd levegőn. Bonyolultabb alakú öntvényeket a kialakulható maradó feszültségek miatt, illetve a feszültségek csökkentése végett kemencében ajánlott hűteni.
- **Szabályozott sebességű (lassú) hűtéssel megvalósuló hőkezelés:** A homogenizálást a $30-60$ °C/óra sebességű hűtés követi a $800-650$ °C-os hőmérséklettartományon keresztül. Kisebb tisztaságú öntöttvasak lassabb hűtési sebességet igényelnek. A szobahőmérsékletre való hűtés úgy történhet, mint a megszakított eljárásnál.
- **Egylépcsős hőkezelés:** Az öntvény szobahőmérsékletéről $680-700$ °C-ra hevítendő anélkül, hogy ausztenitesítéssel kezdődő kezelés valósulna meg, majd ezen a hőmérsékleten kell tartani 2-16 óráig a perlit grafitosítása végett. Az időtartam növekszik a fémtisztaság csökkenésével, és általában hosszabb, mint más eljárásoknál, az előzetes homogenizálás

hiánya miatt. Szobahőmérsékletre való hűtést a megszakított eljárás szerint lehet végezni. Ez a kezelés a perlit csökkentésére csak azoknál az öntöttvasaknál alkalmazható, melyekben nincs eutektikus karbid. Ha az öntöttvas karbidokat tartalmaz, akkor megszakított vagy szabályozott hűtésű kezelést kell alkalmazni.

2.3. Normalizálás

A kezelés első szakasza a homogenizálás, majd ezután a kemencéből kivéve levegőn hűthető szobahőmérsékletre az öntvény. A léghűtés sebességének a 780-650 °C-os hőmérséklet-tartományon keresztül elég gyorsnak kell lennie, hogy teljesen perlites mátrixot eredményezzen az öntvény keresztmetszetében. Ez elérhető intenzívebb légfúvással, különösen vastagabb szelvények esetében. Mindenesetre az öntvényeket célszerű egyedileg függesztve hűteni, mozgatni vagy egy rácsra helyezve rázogatni.

A teljesen perlites szerkezet eléréséhez a vasmátrixot karbonban telíteni kell az ausztenitesítés hőmérsékletén, a léghűtés előtt; ami leggyorsabban úgy valósítható meg, ha a vas öntött állapotban teljesen perlites. Ha a vas öntött állapotban tartalmaz ferritet, akkor hosszabb időre van szükség az adott hőmérsékleten, vagy ugyanaz az időtartam egy magasabb hőmérsékleten tudja biztosítani a karbon megfelelő oldódását a grafitgömbökből. A hűtési sebesség növekedésével a perlit finomabbá fog válni, a szilárdság és a keménység növekedni fog, de a nyúlás csökkenhet. Az ausztenitesítési hőmérséklet növelésével – a mátrix magasabb karbontartalma miatt – a szilárdság növekszik és a nyúlás csökken.

2.4. Edzés és megeresztés

A nagy szilárdságú gömbgrafitos öntöttvasak 875-925 °C-ra hevítve, ezen a hőmérsékleten 2-4 óráig (vagy ennél hosszabb ideig a karbidoldódás végett) hőntartva, majd olajfürdőben hűtve érhető el, martenzites mátrixú mikroszerkezet kialakítása révén. Ezt követően 400-600 °C-os megeresztés következik. A hűtés során ügyelni kell a bonyolult alakú öntvények esetében a repedések elkerülésére. Ez megelőzhető meleg (például 100 °C-os) olajba merítéssel, a szobahőmérsékletre történő teljes lehűtést megelőzően. **Martemperálást** szintén lehet alkalmazni, hozzávetőleg 200 °C-os forró olajba merítéssel, de ezt követnie kell a szobahőmérsékletre történő hűtésnek – leginkább hideg vízfürdőben – a kívánt szerkezet és tulajdonságok elérése végett.

A hűtés során végbemenő sikeres edződéshez teljesen martenzites szerkezetet kell elérni, de ez csak vékony szelvényben lehetséges, ezért szükséges az átedzhetőséget javító elemekkel való ötvöztetés. Nikkel, mangán és molibdén javítja az átedzhetőséget, növekvő hatékonysági sorrendben. Bár a szilícium acélokban javítja az átedzhetőséget, gömbgrafitos öntöttvasakban ellentétes hatást vált ki a csökkenő karbonoldhatóság révén, azaz növekvő karbontartalommal kissé csökken az átedzhetőség, mivel az összgrafit jobban növekedik, mint ahogyan a karbon oldódik.

2.5. Ausztemperálás

Ha a gömbgrafitos öntöttvasat ausztenitesítés után sófürdőben vagy edzőolajban hűtik 320-550 °C hőmérsékletre és azon tartják, az átalakulás során képződő mikroszerkezet főként bénitet tartalmaz, kis mennyiségű maradék ausztenittel. Az ausztemperálás csak akkor sikeres, ha a hűtés során sikerül elkerülni perlit képződését. A tulajdonságok alapvetően az ausztemperálás hőmérsékletétől és idejétől függenek:

1. Hevítés 875-925 °C-ra, hőntartás 2-4 óráig, hűtés 400-450 °C-os sófürdőben, ezen a hőfokon tartás 1-6 óráig, majd szobahőmérsékletre lehűtés. Eredménye: viszonylag nagy képlékenység, nagy szilárdság, közepes keménység, de jó kopásállóság.
2. Az előzővel megegyezik, kivéve azt, hogy a második hőntartás 1-6 óráig 235-350 °C-on zajlik. Eredménye: igen nagy szilárdság, kiemelkedő keménység, kis képlékenység.

3. Felületi hőkezelések

Az **indukciós edzést** olyan alkatrészeknél alkalmazzák, ahol lokálisan kopásállóságot kell javítani. A különleges kialakítású induktor az öntvény felülete felett elhaladva 850-950 °C-ra növeli a felszín hőmérsékletét, körülbelül 1-3 mm mélységben. Az induktort egy vízűtő egység követi, miáltal martenzites réteg képződik 600-700 HV keménységgel. A létrejöhethő max. keménység függ a mátrix azon szénttartalmától, ami oldódik az ausztenitben a hevítés során, és a gyors hűtés folyamán jelen van a martenzitben. A rendelkezésre álló idő általában nem teszi lehetővé a megfelelő karbonoldódást a kiinduló ferrites mátrixú szerkezetben, ezért fontos teljesen perlitest öntöttvas minőségeket alkalmazni indukciós edzésre.

A **nitridálás** mint termokémiai kezelés – a felületbe juttatott nitrogén diffúziójával jár – kb. 550-600 °C hőmérsékleten. Legelterjedtebb nitrogénforrás az ammónia, és az eljárás 0,1 mm vastagságú felszíni réteget képez megközelítőleg 1100 HV felületi keménységgel. Ötvöző elemeket arra alkalmaznak, hogy az elérhető keménységet növeljék, ehhez 0,5-1% alumínium, nikkel és molibdén hasznosnak bizonyul. A nitridálással létrehozott kérgék igen nagy keménységet, fokozott kopásállóságot és antiadhéziós tulajdonságokat, javított fáradással szembeni ellenállást és növelt korrózióállóságot mutatnak.

Felületi átolvasztás koncentrált hőforrásokkal, így elektronsugárral vagy lézersugárral végezhető, és lehetővé válik nagyon kicsi olvadátköna létrehozása a gömbgrafitos öntvény felületén. Ez a zóna azután gyorsan újradermeszt az öntvény hidegen maradt tömegének önhűtő hatása következtében („kéregöntvény”). Az átolvasztott és újradermeszt zónának a fehéröntvényhez hasonló szerkezete van, ami alapvetően grafitmentes, és ezért nagy a keménysége és a kopásállósága.

4. Összefoglalás

A gömbgrafitos öntöttvasak fontosabb hőkezelései és azok hatásai az alábbiak:

- feszültségcsökkentés, ami egy kisebb hőmérsékletű hőkezelés azon belső feszültségek csökkentésére vagy leépítésére, amelyek az öntést követően visszamaradtak;
- lágyítás, a képlékenység és szívósság javítására, a keménység csökkentésére és a karbidok elbontására;
- normalizálás, a szilárdság javítására, bizonyos fokú képlékenység megtartása mellett;
- edzés és megeresztés, a keménység növelésére vagy a szakítószilárdság/folyáshatár arányának javítására;
- ausztemperálás, nagyobb szilárdságú bénites szerkezet elérésére, némi képlékenységgel és jó kopásállósággal;
- felületedzés-, illetve átolvasztás, indukciós vagy lézeres hevítéssel lokálisan, kopásálló, kemény felület kialakítása céljából.

Irodalom

- [1] *Cambridge Engineering Selector 4.5*, Granta Design Limited, Cambridge, 2001.
- [2] Volume Chairman D. M. Stefanescu: *ASM Handbook Volume 15 – Casting*. ASM International, 1998.
- [3] Editors and Authors: *ASM Handbook Volume 4 - Heat Treating*. ASM International, 1998.
- [4] Bagyinszki Gyula: *Anyagismeret és minősítés*. Budapesti Műszaki Főiskola, Budapest, 2004.
- [5] Bagyinszki Gyula: *Gyártásismeret és technológia*. Budapesti Műszaki Főiskola, Bp., 2004.
- [6] Bagyinszki Gyula, Bitay Enikő: *Felületkezelés*. Erdélyi Múzeum-Egyesület, Kolozsvár, 2009.



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

ABRÁZIÓS FOLYAMAT KIÉRTÉKELÉSI LEHETŐSÉGEI PROFIL ÉS MIKROTOPOGRÁFIA MÉRÉSÉNél

THE EVALUATION METHODS OF THE ABRASION WEAR PROCESS IN THE CASE OF PROFILE AND MICROTOPOGRAPHY ROUGHNESS MEASUREMENT

BARÁNYI István⁽¹⁾, CZIFRA Árpád⁽²⁾, KALÁCSKA Gábor⁽³⁾

(1) Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, Gépszerkezettani és Biztonságtechnikai Intézet, 1081, Magyarország, Budapest, Népszínház utca 8.; +36-1-666-5337; baranyi.istvan@bgk.uni-obuda.hu

(2) Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, Gépszerkezettani és Biztonságtechnikai Intézet, 1081, Magyarország, Budapest, Népszínház utca 8.; +36-1-666-5391; czifra.arpad@bgk.uni-obuda.hu

(3) Szent István Egyetem, Gépészmérnöki Kar, Gépipari Technológiai Intézet, 2100 Magyarország, Gödöllő, Páter K. út 1.; +36-28-522-949; kalacska.gabor@gek.szie.hu

Abstract

In the research practice surface of the worn part has been characterised with the help of two methods. The main characterisation technology is the profile roughness measurement, and the other not too widely used method is the surface microtopography measurement. Both of the measure help to describe the modifications, but the 3D measurement has got more information content, example helps to define the form of the scratches in the case of abrasion process.

In this paper the authors compare the 2D and the 3D measurement results in a case of the abrasion wear process and define connection of the main profile and surface parameters and usability to the evaluation process.

Keywords: abrasion, wear, microtopography, profile, roughness.

Összefoglalás

A kutatói munka során sokszor az érdességi paraméterek segítségével történik a kopási folyamat elejének jellemzése (bekopási szakasz). A szakirodalom szűkös információkat közöl arra vonatkozóan, hogy a gyakorlatban elterjedt vonalmenti érdességmérési technika, s az időigényesebb, de több információt szolgáltatató mikrotopográfia mérési technika közül melyik szolgáltat több információt az abráziós kopás kiértékelésére vonatkozóan, illetve, hogy az egyes a gyakorlat számára fontos érdességi paraméterek milyen szórással határozhatóak meg a kopott alkatrészek mérésekor.

Jelen cikkben arra a kérdésre keressük a választ, hogy a fent említett két érdességmérési technika közül melyik ad pontosabb képet az abráziós folyamat jellemzésekor és a mérési eredményeket mennyire befolyásolja a csúcszónában található karcok jelenléte.

Kulcsszavak: abrázió, kopás, mikrotopográfia, érdesség.

1. Bevezetés

A gyártóeszközök felületminőségének jellemzésekor a mérnöki gyakorlatban elterjedt módszer az érdességmérés [1],[2],[3] és annak több szempontú kiértékelése. A számítógépes adatfeldolgozásnak és a mérőeszközök folyamatos fejlesztésének köszönhetően a kutatói munkában egyre gyakrabban az orientált és az orientációval nem rendelkező felületek esetében a tradicionális kétdimenziós méréstechnika mellett egyre szélesebb spektrumban végeznek háromdimenziós mikrotopográfiai méréseket.

A vonatkozó szakirodalmak vizsgálatakor elmondhatjuk, hogy a széleskörűen elterjedt profilmérések segítségével jól jellemezhetőek a gyártott felületek. Tribológiai vizsgálatok esetében, a felületi mikrotopográfiákban található lokális hibák (karcok, feltapadások, pitting) jellemzésére ez a technika nem mindig a teljes felületre vonatkozó releváns információval rendelkezik [4],[5].

2. Alkalmazott matematikai módszerek és vizsgált paraméterek

A kiértékeléskor alkalmazott paraméterek a DIN En ISO 4787-es szabvány alapján lettek meghatározva. A vizsgált profil és mikrotopográfiai paraméterek matematikai meghatározását az (1)-(8) egyenletek ismertetik.

$$Sa = \iint_A Z(x, y) dx dy \quad (1)$$

$$Pa = \frac{1}{l} \int_0^l |Z(x)| dx \quad (2)$$

$$Sq = \sqrt{\iint_A Z(x, y)^2 dx dy} \quad (3)$$

$$Pq = \sqrt{\frac{1}{l} \int_0^l Z(x)^2 dx} \quad (4)$$

$$Ssk = \frac{1}{Sq^3} \iint_A Z(x, y)^3 dx dy \quad (5)$$

$$Psk = \frac{1}{Rq^3} \left(\frac{1}{l} \int_0^l Z(x)^3 dx \right) \quad (6)$$

$$Sku = \frac{1}{Sq^4} \iint_A Z(x, y)^4 dx dy \quad (7)$$

$$Pku = \frac{1}{Rq^4} \left(\frac{1}{l} \int_0^l Z(x)^4 dx \right) \quad (8)$$

Ahol:

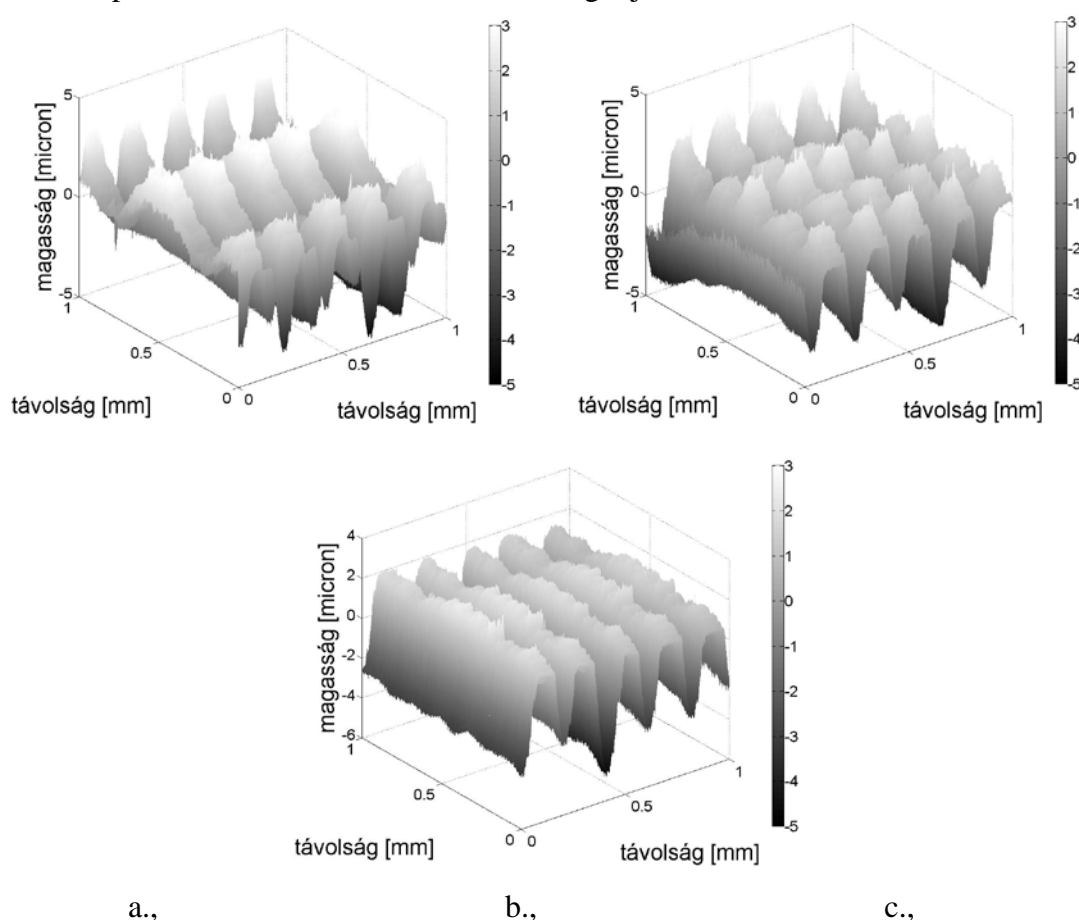
- A felület;
- Z(x), Z(x,y) a pont magassági koordinátája;
- l mérési hossz.

Az ún. „P” paramétereket definiáló egyenletek (2),(4),(6),(8) a szabvány által történő három dimenzióba történő kiterjesztésével kaphatjuk meg az „S” paramétereket (1),(3),(5),(7), így a vizsgált információ tartalom hasonló.

3. A kísérletek bemutatása

A kísérletek elvégzésekor egy az ipar gyakorlatban is elterjedten alkalmazott átlagos édességű darabot vizsgáltam ($R_a=2\text{mm}$). Az abrázíós koptatás magvalósítása különböző finomságú (600,800,1200) csiszolóvászon segítségével történt, a vizsgálatoknál kenést nem alkalmaztunk. A mérésekkor alkalmazott sebesség 25 mm/s , a felületeket összeszorító erő 500 N , a koptatási úthossz pedig 15m volt. Az ütökéssel gyártott darab anyagminősége C45 volt, hőkezelése nemesített.

Az érdességmérést Mahr Perthen Concept metszettepintós érdességmérővel végeztük, a darabokon öt sorban és öt oszlopban mértünk érdességet 4 mm hosszan, $0,5\text{ mm}$ -es lépésközzel. A mikrotopográfiai méréskor $1\text{mm}\times 1\text{mm}$ -es felület került mérésre 2 mm -es lépésközzel mindkét irányban. A koptatási kísérlet utáni mikrotopográfiaikat az 1. ábra szemlélteti, a paraméterek értékeit az 1. táblázat foglalja össze.



1. ábra. A koptott és az eredeti mikrotopográfia a., 600-es vászon b., 800-as vászon c., 1200-as vászon esetén

1. táblázat. Az érdességi paraméterek értékei

600-as vászon, profilmérés					600-as vászon, mikrotopográfiából számolt				
	Pa[mm]	Pq[mm]	Psk	Pku		Pa[mm]	Pq[mm]	Psk	Pku
Átlag	1.223	1.497	-0.149	3.074	Átlag	1.385	1.596	-0.617	2.244
szórás	0.468	0.405	1.180	1.933	szórás	0.312	0.316	0.207	0.454
CV	38.260	27.081	794.613	62.872	CV	22.521	19.790	33.537	20.252

800-as vászon, profilmérés					800-as vászon, mikrotopográfiából számolt				
	Pa[mm]	Pq[mm]	Psk	Pku		Pa[mm]	Pq[mm]	Psk	Pku
Átlag	1.359	1.593	-0.819	2.590	Átlag	1.665	1.882	-0.546	2.060
szórás	0.274	0.252	0.580	1.364	szórás	0.331	0.350	0.281	0.471
CV	20.136	15.806	70.880	52.645	CV	19.897	18.603	51.564	22.878

1200-as vászon, profilmérés					1200-as vászon, mikrotopográfiából számolt				
	Pa[mm]	Pq[mm]	Psk	Pku		Pa[mm]	Pq[mm]	Psk	Pku
Átlag	1.457	1.652	-0.699	2.189	Átlag	1.608	1.834	-0.707	2.344
szórás	0.100	0.091	0.364	0.499	szórás	0.109	0.128	0.116	0.424
CV	6.834	5.532	52.122	22.777	CV	6.759	6.959	16.432	18.079

4. következtetések

Az első táblázat adatai alapján elmondható, hogy az érdességmérés pozíciójának megválasztására különböző érzékenységgel válaszolnak a paraméterek.

Az átlagos érdesség esetében elmondható, hogy a szabványos profilmérési hossz és a mikrotopográfián végzett vizsgálatok esetében is a paraméter értéke közel azonos csiszolóvászon esetén, a variációs együttható értéke viszont változik a csiszolóvászon finomságának függvényében, ugyanis a 600-as finomságú vászon nem csak a mikrotopográfiák csúcszónáját módosította, hanem egyes helyeken mély karcokat hagyott (1.a.,ábra). A karcok eloszlása és mélysége a csúcszónában hasonló változásokat eredményez a Pq paraméter esetében is.

A paraméterek további elemzése alapján elmondható, hogy a finomabb csiszolópapír esetében ugyanolyan tribológiai paraméterek esetében a csúcszónáról leválasztott anyagmennyiség kisebb.

A statisztikai paraméterek vizsgálatok elmondható, hogy a ferdeségi mérőszám a lokális hibákra érzékeny, így pl. a Psk kiértékelése az előzőekben ismertetett megoldásokkal nem lehetséges. A mérések szórását úgy lehet csökkenteni, hogy profil mérések helyett mikrotopográfiái méréseket végzünk, így az adott távolságra lévő profilokat értékeljük ki.

A lapultsági mérőszám variációs együtthatója kisebb, mint a ferdeségi mérőszámé, kiértékelésekor pontosabb információkat kaphatunk a pontok statisztikai elhelyezkedéséről.

Irodalom

- [1] Horváth R, Drégelyi-Kiss Á, Mátyási Gy: *Application of RSM Method for the Examination of Diamond Tools*, ACTA POLYTECHNICA HUNGARICA 11:(2), 2014, pp. 137-147.
- [2] Sandor Sipos, Palásti K. B., Horváth R.: *Environmental-Friendly Cutting of Automotive Parts, Made of Aluminium Castings*, HUNGARIAN JOURNAL OF INDUSTRIAL CHEMISTRY 38:(2),2010, pp. 99-105.
- [3] Horváth Richárd, Kovács-Palásti B., Sipos Sándor: *Optimal tool selection for environmental-friendly turning operation of aluminium*, HUNGARIAN JOURNAL OF INDUSTRIAL CHEMISTRY 39(2),2011, pp. 257-263.
- [4] Ando, M.; Sukumaran, J.: *Effect on Friction for Different Parameters in Roll-Slip of Polyamide-Steel Nonconformal Contacts*, Tribology transactions 55:(1),2012, pp. 109-116.
- [5] Rodregues, V.; Sukumaran, J.; Ando, M.: *Roughness measurement problems in tribological testing*, Sustainable construction & design 2:(1),2011, pp. 115-121.



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

KITERJESZTETT VALÓSÁG A FOLYAMATIPARBAN

AUGMENTED REALITY IN THE PROCESS INDUSTRY

BARTÓK Roland⁽¹⁾, TROHÁK Attila⁽²⁾

(1) Miskolci Egyetem, Gépészmérnöki és Informatikai Kar, Automatizálási és Infokommunikációs Intézeti Tanszék, 3515 Magyarország, Miskolc, Egyetemváros; Telefon / Fax: +36-20 2007652, H-3515 Miskolc-Egyetemváros, bartokroland@hotmail.hu

(2) Miskolci Egyetem, Gépészmérnöki és Informatikai Kar, Automatizálási és Infokommunikációs Intézeti Tanszék, 3515 Magyarország, Miskolc, Egyetemváros; Telefon / Fax: +36-70-2170054, H-3515 Miskolc-Egyetemváros, trohak.attila@uni-miskolc.hu

Abstract

In this paper we introduce how we can use an up to date, modern technology such as the augmented reality in the process industry. We describe how can we built up a system which is able to identify and interpreting QR codes which placed in the factory and retrieve real time data from the process control system to augments the live camera picture of the handheld intelligent device. This technology can be useful for the maintenance personnel to gather real time information from the industrial system.

Keywords: Augmented reality, process industry, OPC, QR code, Android

Összefoglalás

A cikkünkben azt mutatjuk be, hogy egy olyan mai, modern technológia, mint a kiterjesztett valóság, hogyan hasznosítható a folyamatiparban. Bemutatjuk, hogy hogyan lehet felépíteni egy olyan rendszert, mely az üzemben elhelyezett QR kódok felismerése után az intelligens eszköz képernyőjén az élőképre rávetíti a folyamatirányító rendszerből származó valós idejű adatokat. Ez a technológia a karbantartó személyzet számára lehet hasznos, hogy valós idejű információt szerezzen a megfigyelt területről.

Kulcsszavak: Kiterjesztett valóság, folyamatipar, OPC, QR kód, Android

1. Bevezetés

A kutatásunkat az motiválta, hogy megtudjuk, hogy a folyamatiparban egy olyan mai, modern technológiát, mint a kiterjesztett valóság, hogyan tudnánk oly módon alkalmazni, hogy az a dolgozók számára hasznos legyen. 2011-ben láttunk egy kiterjesztett valóság alkalmazást, amit a gyártósori összeszerelésnél, illetve járművek szervizelésénél alkalmaztak. [1]. Mi arra kerestünk megoldást, hogy hogyan lehet egy olyan rendszert kialakítani, amivel egy vegyipari/energetikai üzemben sétálva a kezelő személyzet „bele láthat” a rendszerbe. Azt tűztük ki célul, hogy az üzemet egy okostelefonnal, tablettel nézve a kijelzőn a kamera képére rávetítjük a folyamatirányító rendszerből származó valós idejű adatokat a csővezetékekre, műszerekre, tartályokra, technológiai berendezésekre. A kutatás során megvizsgáltuk a lehetséges platformokat, kommunikációs módszereket, alkalmazható azonosítókat, melyeket ebben a cikkben fogunk részletesen bemutatni.

2. Mi a kiterjesztett valóság?

A kiterjesztett valóság nem keverendő össze a virtuális valósággal. Utóbbi a valóságot cseréli virtuális elemekre, míg előbbi csak kiegészíti, kibővíti azt. Lényege, hogy a valóságos világról a számítógép információkat gyűjt az érzékelői segítségével (kamera, GPS, iránytű), meghatározza a helyzetét, majd a kijelzőn úgy jeleníti meg a valós világról a képet, hogy rávetíti az adatbázisban tárolt, az aktuális helyzethez köthető információkkal.

Legelőször 1901-ben L. Frank Baum író a *The Master Key* című regényében ír egy olyan elektronikus kijelzőről (szemüveg), amelyen keresztül a megfigyelt személy homlokán megjelenik a fő tulajdonságának megfelelő betű (G – good, E – evil stb.). Az író szerint ez a technológia egy évszázaddal megelőzi a korát.

Napjainkra ez a technológia egyre inkább valósággá válhat, elterjedhet, a kicsi kézi számítógépek, az okostelefonok, táblagépek segítségével és az olyan kiegészítőikkel, mint a Google Glass és hasonló technológiák. [2] [3]

3. A rendszer vázlata

3.1. Hardver-, és szoftverkörnyezet

Feltétel, hogy a hardver robbanásveszélyes, vegyipari környezetben is használható legyen. A rendelkezésre álló mobil eszközök Android rendszert futtatnak, ezért az alkalmazott operációs rendszer jelenleg az Android, de az alkalmazás a többi elterjedt platformra is átültethető.

3.2. A feladathoz használt módszer

Gyárakban, zárt, fedett területeken a GPS nem használható, ezért a mérőpontok azonosításához kétdimenziós mátrix-kódokat használunk. A kliens a kameraképen felismeri az azonosítót és rárajzolja a hozzátartozó információkat.

Sokfajta kiterjesztett valóság keretrendszer létezik, amelyek mátrix-kódokat használnak. Ezek többsége főként 3D objektumok megjelenítését támogatja. [4] A 3D megjelenítés több számítási kapacitást igényel, számunkra elegendő, ha a megfelelő helyen jelenik meg a kiegészítő információ. Az azonosítók felismerése a Google által fejlesztett ZXing nevű csomaggal történik. A ZXing többfajta egy-, és kétdimenziós kód felismerését és dekódolását teszi lehetővé. [5] [6] [7]

3.3. Azonosítók

A mérőpontok azonosítása QR-kóddal történik. Ennek előnye, hogy elterjedt, gyorsan felismerhető, bármilyen elforgatott irányból értelmezhető és tartalmaz hibajavítást, így ha valamiért akár a 10%-a nem látható, még a mérőpont azonosítható marad.

Az azonosító felismeréséhez viszonylag jó fényviszonyok szükségesek. A felismerés sikerességét a kísérletünk alapján nagyban rontja a vibráló fénycsöves világítás. Ekkor még jól látható azonosító esetén sem találja meg a szoftver a képen a fekete-fehér kódot. A probléma matt felületű, saját (LED-es) fényforrással oldalról megvilágított azonosítóval orvosolható.

A távolságot, ahonnan még a készülék felismeri az azonosítót, befolyásolja az élőkép mérete (amely maximális mérete általában megegyezik a készülék képernyőjének pixelszámával), a kamera minősége és látószöge, illetve az azonosító mérete.

A teszteléshez használt telefon kamerájának gyújtótávolsága 35mm-es rendszerben 24mm-nek felel meg, ez 85°-os látószöget jelent. Az élőkép legnagyobb mérete 800x480pixel. Egy 50x50mm-es 1-es verziójú QR-kódot még 1 méterről felismer. 4 méterről már 150*150mm-es méret szükséges egy 1-es verziójú QR-kódból.

Az azonosítók bárhová elhelyezhetők a technológián, távol a mérőeszközöktől, ahol a kezelő számára jól látható, könnyen hozzáférhető. Így a kameraképen, olyan helyeken lehet leolvasni az értékeket, ahol nincs mérőegység, de a távolabb mért érték vagy értékek még

jellemzőek. Például egyszerre látható egy csőben áramló anyag nyomása és sebessége a csővezeték teljes hosszában az azonosító pontokon. A program egyszerre több kódot is képes felismerni, a kapcsolódó információkat megjeleníteni. [5] [6]

3.4. Felhasználói felület

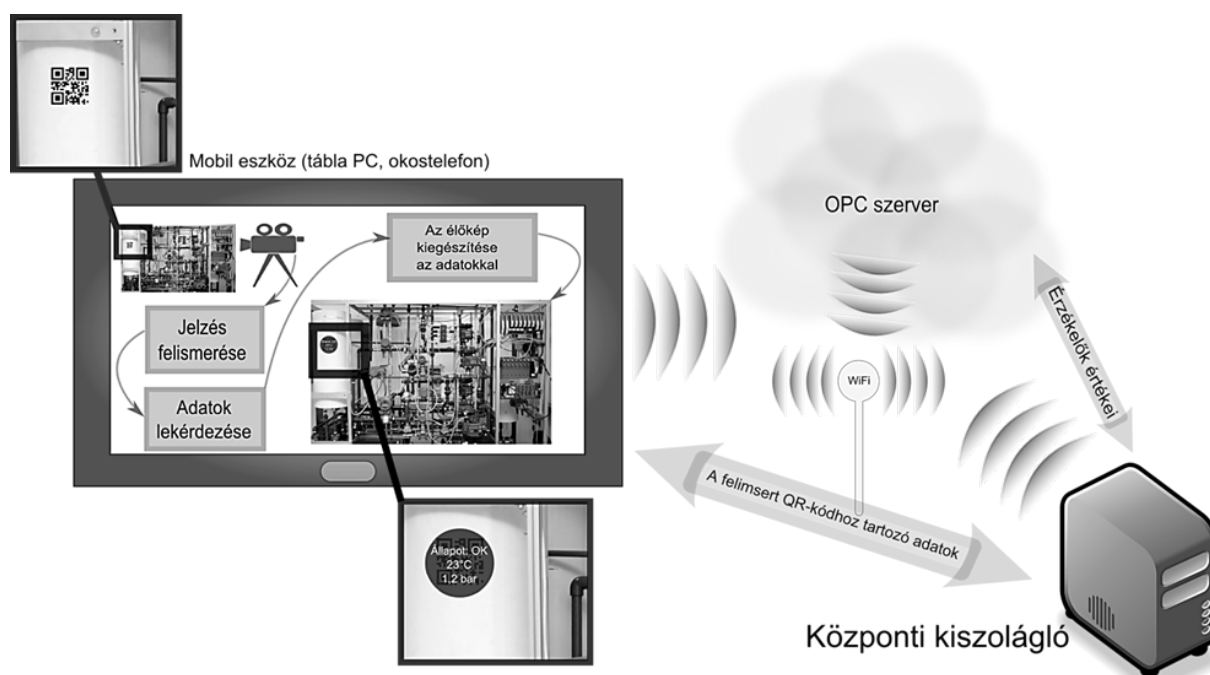
Az érintőképernyő egyszerű és könnyű kezelést tesz lehetővé. Rezisztív érintőképernyővel szerelt mobilegység esetén kesztyűben is kezelhető a kliens program. A mérőpontok „megérinthetőek”. Ennek hatására részletesebb információval szolgálnak, mint a múltbéli adatok megjelenítése, változás trendje, hibák listázása.

A rendszer segítségével távolról látható a technológia állapota, színekkel elkülönítve a helyes illetve hibás működés.

4. Rendszerintegráció

A mobil kliens számára az adatot egy saját központi kiszolgáló biztosítja, amely kapcsolatban áll a technológiát vezérlő rendszerrel (például OPC kapcsolat). A kiszolgáló nyilvántartja, mely kódokhoz mely értékek tartoznak. A mobil kliens azonosítja a QR-kódot, értelmezi és a kiolvasott érték alapján lekérdezi az aktuális értéket a kiszolgálótól vezetéknélküli hálózaton keresztül.

A központi kiszolgáló képes a kódok előállítására, a kódokhoz értékek rendelésére. Segítségével a már kihelyezett kódokhoz új értékek, funkciók rendelhetők a technológia változásának vagy az igényeknek megfelelően.



1. ábra. A rendszer vázlatja

5. Fejlesztési tervek

A rendszer jelenleg a passzív megfigyelést teszi lehetővé. A későbbiekben megoldjuk, hogy a kiválasztott eszköz vezérelhető is legyen. Ehhez szükséges a gazda rendszer biztonsági szintjeinek betartása, a felhasználó azonosítása, ahogy ez egy operátori állomáson történne.

Jelenleg terjedőben vannak az olyan viselhető ember-gép interfészek, mint a Google Glass, amelynek segítségével kényelmesebben és egyszerűbben használható a kiterjesztett valóság, így az általunk tervezett rendszer is. A folyamatos kameraképnek köszönhetően lehetővé válik a kezelő személy helyének meghatározása, ahonnan a leggyorsabb úton a hiba helyéhez navigálhatja őt a mobil eszköz.

6. Összefoglalás

A kiterjesztett valóság segítségével egy technológia állapota, az egyes érzékelők adatai válnak láthatóvá akkor is, ha a beépített kijelző nem látható. Ez előfordulhat akkor, ha a megfigyelést végző személy távol áll a megfigyelt berendezéstől vagy azon a helyen, ahol áll az érzékelők nem láthatóak vagy nem hozzáférhetőek, de az általuk mért adatok még jellemzőek a rendszerre. Az egyes részegységek azonosítását egy kézben tartott mobil eszköz (például iparban is használható tábla PC) kamerája segítségével végzi a kihelyezett QR-kódok alapján. A kódhoz tartozó értékeket kiterjesztett valóság rendszerhez tartozó kiszolgáló biztosítja, amely az ipari létesítmény hálózatához kapcsolódva folyamatosan frissíti az adatokat. Lehetővé válik, hogy egy körbetekintéssel a kezelő vagy karbantartó értesüljön a technológia helyes vagy éppen hibás működéséről.

7. Köszönetnyilvánítás

"A kutató munka a Miskolci Egyetem stratégiai kutatási területén működő Mechatronikai és Logisztikai Kiválósági Központ keretében valósult meg."

Irodalom

- [1] Bondrea, I., Petruse, R.: *Augmented Reality Applied in Assembly Design*, MTeM Cluj-Napoca, Kolozsvár, 2011, 41-44. oldal.
- [2] *Augmented reality: The past, present and future*. 2011. 07. 03. <http://thenextweb.com/insider/2011/07/03/augmented-reality-the-past-present-and-future/>
- [3] *For real! The incredible story of augmented reality*, Nokia, 2013. 01. 13. <http://conversations.nokia.com/2013/01/13/for-real-the-amazing-story-of-augmente-reality/>
- [4] <http://socialcompare.com/en/comparison/augmented-reality-sdks>
- [5] Jun Rekimoto, "Matrix: A Realtime Object Identification and Registration Method for Augmented Reality" APCHI'98
- [6] <http://www.qrcode.com/en/>
- [7] <https://github.com/zxing/zxing>



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

MŰSZAKI FOLYAMATOK HATÁSA A KÖRNYEZETBIZTONSÁGRA

IMPACTS OF TECHNICAL PROCESSES ON ENVIRONMENTAL SAFETY

BERA József⁽¹⁾, POKORÁDI László⁽²⁾

(1) Óbudai Egyetem Biztonságtudományi Doktori Iskola, Magyarország, 1081 Budapest, Népszínház utca 8., +36 30 2544-220, berajo@kabelnet.hu

(2) Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtudományi Kar, Magyarország, 1081 Budapest, Népszínház utca 8., +36 30 9194-929, pokoradi.laszlo@bgk.uni-obuda.hu

Abstract

For people using technical devices is an essential part of the sustainment but nowadays they are also important elements of safety as causers of environment effects during their conscious use or emergencies. During our referring surveys we stated that the environmental effects are in close connections with the uncertainty of safety which focusing to the problem of environmental safety as well. However the environmental safety can't be explained with only one phrase as using the environment is also a complex process. In connection with this problem we investigated the affects of technical progresses to the environmental safety and we suggested a more successful application of an evaluation method.

Keywords: environment safety, environmental impact, technical processess.

Összefoglalás

A technikai eszközök alkalmazása az emberiség számára a létfenntartás nélkülözhetetlen része, azonban tudatos használatukkal vagy egy havária bekövetkezésekor a környezeti hatások okozójaként a biztonság meghatározó eleme is napjainkban. Erre vonatkozó vizsgálataink során megállapítottuk, hogy a környezeti hatások szoros összefüggésben vannak a biztonság bizonytalanságával, ami előtérbe helyezi a környezetbiztonság kérdését. A környezetbiztonságot ugyanakkor nem lehet egy kifejezéssel érthetővé tenni, mivel a környezethasználat is komplex folyamat. Ezzel összefüggésben vizsgáltuk a műszaki folyamatok környezetbiztonságra gyakorolt hatását, és tettünk javaslatot egy általunk hatékonyabbnak ítélt értékelési módszer alkalmazására.

Kulcsszavak: környezetbiztonság, környezetterhelés, műszaki folyamatok.

Bevezetés

A világban zajló társadalmi folyamatok, az emberiség rendelkezésére álló technológiák és technikai eszközök használata a környezetterhelés és a környezet védelme közötti ellentét kiéleződését eredményezte. A gazdaság működtetése a környezeti hatásfolyamatok ellenére alapvető a létfenntartásunkat tekintve, ezért biztonságérzetünk egyik meghatározó eleme lett. A termeléssel, a felgyorsult közlekedéssel kapcsolatos igény kielégítéséhez ugyanakkor olyan folyamatok fenntartása szükséges, melyek környezetre gyakorolt hatását mind az emberek egészsége, mind a természetes környezet miatt kordában kell tartanunk. Fő cél, hogy környezetszennyezés vagy károsítás ne alakulhasson ki [1]. Kutatásaink célkitűzése egy olyan értékelési módszer kidolgozása, ami komplex módon képes választ adni a műszaki

folyamatok pozitív és negatív környezeti hatásaival kapcsolatos, az egyén és a társadalom biztonságérzetében is felmerülő környezeti bizonytalanság kérdéseire. Eddigi eredményeinket és megállapításainkat foglaljuk össze tanulmányunkban.

2. Fogalmak, melyek pontosítása szükséges

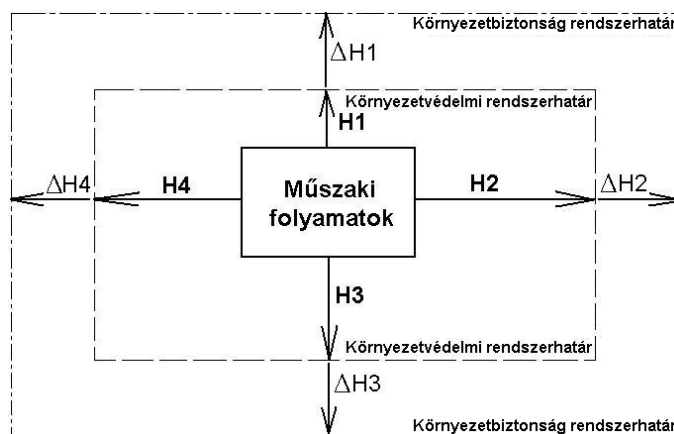
Kutatásaink középpontjába a műszaki folyamatok, a környezetbiztonság, és a környezeti hatások együttes vizsgálata tartozik. Bemutatásához nélkülözhetetlen az alkalmazott fogalmak pontosítása, ami a későbbiekben felmerülő kérdések megválaszolását is elősegíti. Emellett szeretnénk rávilágítani azokra a környezetvédelmi rendszeren belüli kapcsolódási pontokra is, melyek a környezeti hatások jobb megítéléséhez szükségesek.

Eddigi vizsgálatainkra támaszkodva vezettük be korábban a környezetvédelmi rendszer fogalmát, egyben a rendszerbizonytalanság és a rendszerelemek állapotváltozásaira, valamint a rendszerhatárok jelentőségére rámutatva [2]. A rendszerhatárokon belül zajló folyamatokból indulunk ki, így esetünkben a **műszaki folyamat**: olyan gépüzemeltetési, üzemfenntartási és karbantartási események sorozata, melyeknél egymással kölcsönhatásban lévő műszaki egységek működtetése révén anyag és/vagy energia átalakulás megy végbe.

Környezetbiztonság fogalmát a [3] irodalom alapján vezetjük le. Összegezve a sokrétű megállapítást, környezetbiztonság alatt a természeti folyamatokból származó károsodásokat, az emberi tevékenységek és műszaki folyamatok következtében fellépő környezetszennyezést vagy károsítást, és a társadalmi vonatkozású nem kívánatos mértékű környezetterheléssel járó eseményeket értjük. Az összetett fogalomkör miatt a környezetbiztonság kérdéseit olyan rendszerben kezeljük a továbbiakban, ami egyaránt figyelembe veszi a környezetvédelem és a természetvédelem, az egészségvédelem és az általános biztonság feltételeit. Ebből levezetve a **környezetbiztonság**: a környezetvédelmi szempontú veszély hiánya.

Amennyiben a műszaki folyamatokat eredményesen kívánjuk működtetni, számolni kell azokkal a jelenségekkel, eseményekkel, melyek hatással vannak a rendszer [2] környezetére. Környezetbiztonság oldaláról megközelítve lényeges szempont a műszaki folyamatok olyan fenntartása, ami nem veszélyezteti a jövő szükségleteinek kielégítését, nem indít el visszafordíthatatlan környezetkárosítási folyamatot és nem okozza az erőforrások kimerülését. E tekintetben meghatározó kérdés a környezeti hatás, ami negatív vagy pozitív irányú lehet. **Környezeti hatás**: környezeti szempontból érzékelhető állapotváltozás.

Az eddig elmondottak vezetnek arra a következtetésre, hogy a műszaki folyamatokból eredő állapotváltozás jellemzőit a környezetbiztonság feltételrendszere alapján írjuk le, amit az 1. ábra szemléltet.

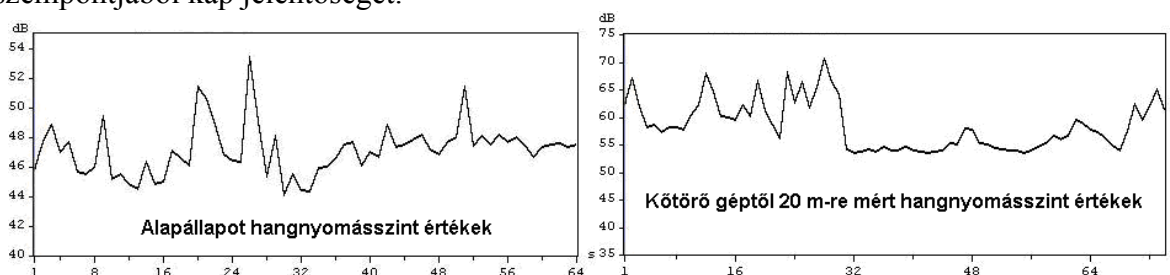


1. ábra. Műszaki folyamatok és a környezeti hatások összefüggése

3. Környezeti hatások értékelése

Az 1. ábrán a környezeti hatások szempontjából vázolt összefüggésnél látni kell, hogy a $H1 \neq H2 \neq H3 \neq H4$, illetve $(H1 + \Delta H1) \neq (H2 + \Delta H2) \neq (H3 + \Delta H3) \neq (H4 + \Delta H4)$. Ezen a ponton felmerül a kérdés, hogy mi történik, amikor egy hatás iránya megfordul, és a műszaki folyamatból eredő pozitív hatás a környezeti állapot javulását eredményezi? Adott esetben mire számíthatunk, amikor a tudatos behatások mellett egy véletlen hatás miatt változik a környezetterhelés mértéke, vagy a rendszerválasz alapján módosul negatív irányba [4]?

Az általunk áttekintett környezetterhelési adatokra tekintettel megállapíthatjuk, hogy a H és a ΔH értékek soha nem vesznek fel az időben állandósult értéket – az átlagolt értékektől eltekintve –, a ténylegesen észlelt értékek folyamatosan változnak, amire a 2. ábra mutat példát különböző helyzetekben rögzített zajszintek alapján. Ez a változás lehet gyors, azaz rövid idő alatt zajló, de sok esetben hosszabb időtartam alatt bekövetkező változásról beszélhetünk. Meghatározó továbbá a változás mértéke, vagyis az, hogy az alapállapothoz képest mekkora változást eredményez egy adott környezeti hatás, az állapotváltozás eléri-e az érzékelhető vagy kimutatható mértéket. A ΔH értékek adják a környezetbiztonsági sávot, így a ΔH értékek alapján akár olyan kategóriákat is felállíthatunk, ami a biztonságos működés és hibamentes megítélést segíti elő. Fontos azt hangsúlyoznunk, hogy környezetbiztonsági rendszerhatár és az általános értelemben kialakuló környezetvédelmi rendszerhatár soha nem azonos. Közöttük a ΔH -val jelölt környezetbiztonsági sáv alakul ki, ami veszély elkerülése szempontjából kap jelentőséget.



2. ábra. Környezeti állapotváltozás hangnyomásszint értékei egy kiválasztott zajforrás esetében (Szerzők mérései alapján)

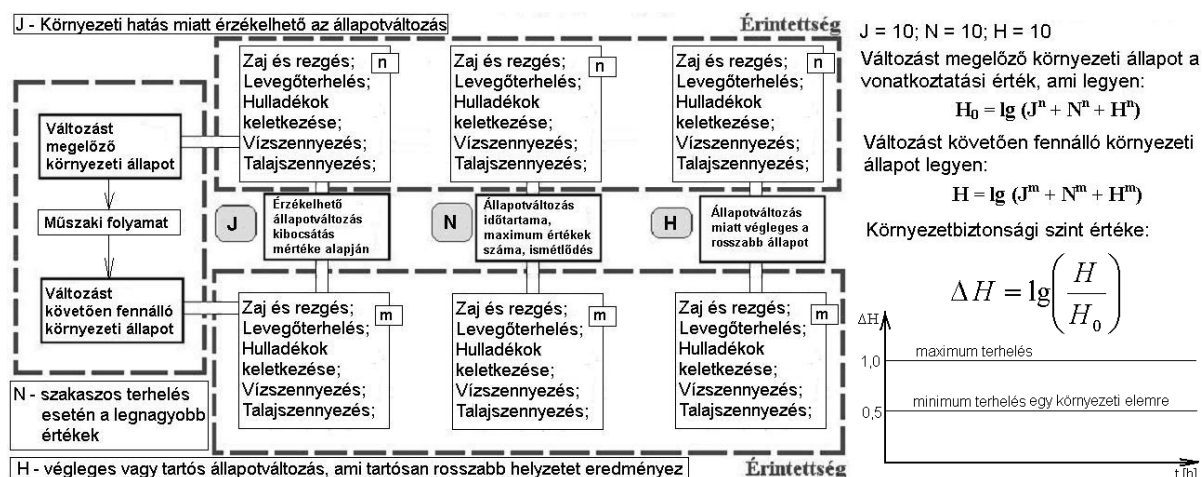
A 2. ábra alapján három megállapítást teszünk:

- amennyiben nem helyettesítjük egy átlag értékkel a mért hangnyomásszinteket [1], az időben folyamatosan változó értékkel találkozunk;
- az észlelő minden esetben a 2. ábra szerinti hangnyomásszinteket érzékeli, ami szorosabb összefüggésben van a válaszreakciókkal és a valós állapottal;
- a műszaki folyamatból származó zajnál a kimutatható állapotváltozás zajszint-idő függvénye mindig egyedi jelleggel bíró zajszint-idő függvényt ad.

Emiatt terjedt el a környezetterhelés átlagértékeken alapuló minősítése, amihez a határérték rendszer is illeszkedik. Azonban ekkor a tényleges értékek elmosódnak, nem a valós terhelés alapján hozunk döntést, a H és ΔH értékek realitása megszűnik, ami bizonytalansághoz vezet. A bizonytalanság növekedése, vagyis az 1. ábrán jelölt ΔH érték csökkenése ugyanakkor környezetbiztonság szempontjából nem támogatható. Mindig arra kell törekednünk, hogy a környezetben okozott állapotváltozás ne közelítse meg azt a veszélyes mértéket, amikor bekövetkezhet egy visszafordíthatatlan, vagy maradandó károsodással járó helyzet.

4. Következtetések

Mivel a környezeti biztonság tudomány keretein belül tervezzük pontosan meghatározni, hogy egy adott környezeti hatás, illetve több eltérő hatás együttesen mekkora bizonytalanságot okoz a környezet – ide értve az élő és élettelen környezetet – állapotában, a határérték-hatásterület eljárás helyett olyan értékelési módszer kidolgozását látjuk szükségesnek, ami választ ad arra, hogy az észlelt állapotváltozás mennyiben folyamatos, időszakos vagy szakaszos, illetve kialakulnak-e ismétlődő periódusok, a hatás műszaki szempontból mennyire kezelhető.



3. ábra. Környezetbiztonsági szint

Az új értékelési módszer szükségességét támasztja alá továbbá az is, hogy a környezetterhelés mértéke nagyban függ a környezet jellemezőitől és adottságaitól, melyek a folyamat során visszahatnak a terhelés kialakulására. Erre példa lehet a terület beépítettsége vagy az időjárási körülmények megváltozása, a környezetvédelmi helyzet évszakonként eltérő jellege.

Legyen a rövid idejű maximális terhelés $H1$, a hosszú időtartamra vonatkoztatott átlagos terhelés $h1$. Ebben az esetben:

- $H1$ minden esetben nagyobb, mint $h1$, azaz $H1 > h1$, valamint $H1 - h1 > 0$;
- Környezetbiztonság szempontjából idealizált állapot, amikor $H1 - h1 = 0$.

A környezeti hatással kapcsolatos megállapításokat szükségesnek látjuk kiterjeszteni abban a vonatkozásban is, hogy a műszaki folyamatok és a környezet állapotában bekövetkező változás tartós és hosszabb távon fennmaradó, vagy rövidebb időben kialakuló és időben csökkenő, esetleg megszűnő jelleggel alakul ki. Ezért szükséges egy olyan értékelési módszer, melyből jobban kitűnik a hatások jelentősége, valamint a járulékos környezetterhelés mértéke. Erre mutat példát a 3. számú ábrában összefoglalt javaslatunk.

Irodalom

- [1] Bera J, Pokorádi L.: *Helikopterzaj elmélete és gyakorlata*, Campus, Debrecen, 2010, 192 oldal.
- [2] Bera J, Pokorádi L.: *Műszaki környezetvédelem és a kockázatkezelés összefüggései*, Műszaki Tudományos Füzetek XVIII. FMTÜ, Kolozsvár, 2013, 69-73 oldal.
- [3] LEXIKON DER NACHHALTIGKEIT: *Definition Nachhaltigkeit*
http://www.nachhaltigkeit.info/artikel/definitionen_1382.htm
- [4] Bera J.: *Környezeti bizonytalanság és környezetbiztonság összefüggései*, Műszaki Tudomány az Észak-kelet Magyarországi Régióban 2013, Debrecen, 114-121. oldal.



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

KOMBINÁLT ENERGIAFORRÁST HASZNÁLÓ ÉPÜLET KLÍMARENDSZERÉNEK VIZSGÁLATA

EXAMINATION OF HVAC SYSTEM USING COMBINED ENERGY SOURCES

BÉRCESI Gábor⁽¹⁾, PETRÓCZKI Károly⁽²⁾

(1) NAIK Mezőgazdasági Gépesítési Intézet, H-2100, Magyarország, Gödöllő, Tessedik Sámuel utca 4.; Tel.: +36 28/511-689; bercesi.gabor@gmgi.hu

(2) Szent István Egyetem, Gépészmérnöki Kar, Folyamatmérnöki Intézet, Méréstechnika Tanszék, H-2100, Magyarország, Gödöllő, Páter Károly utca 1.; Tel.: +36-28/522-000; petroczi.karoly@gek.szie.hu

Abstract

Growth of energy prices and environmental awareness in architecture and building services engineering causes spreading of using of HVAC systems with combined energy sources using partially renewable resources. But controlling the system including different co-operating parts can be difficult. Because of the limited number of the measured parameters and intervention options these systems usually can not be operated at maximum efficiency. However using of adequate design solutions allows realisation of optimal control functions even by several aspects. Recently at St. István University, Gödöllő, Hungary there was built an educational building with integrated HVAC system in which a complex measuring system was installed for educational and research purposes. This paper deals with development and results of this measuring system.

Keywords: building energetics, heat pump, metrology

Összefoglalás

Az energiaárak egyre nagyobb mértékű növekedése és a környezettudatos építészeti, épületgépészeti megoldások terjedése miatt egyre gyakrabban találkozunk fűtési, klimatizációs célra, kombinált, részben megújuló energiaforrást felhasználó épületekkel. A többféle együttműködő rendszer összehangolása azonban komoly irányítástechnikai feladat. A mért paraméterek, illetve a beavatkozási lehetőségek korlátozott száma miatt a rendszer általában nem üzemeltethető a lehető legnagyobb hatékonysággal. Ugyanakkor a megfelelő tervezési megoldások alkalmazásával akár többféle szempont – célfüggvény – szerint optimált irányítás megvalósítását is lehetővé teszi. A közelmúltban gödöllői Szent István Egyetem Gépészmérnöki Karán is létesült egy ilyen integrált klímarendszerrel rendelkező oktatási épület, melyben oktatási célból és az épületenergetikai rendszerek irányításának kutatásához komplex mérési rendszer került kialakításra. A dolgozat ennek a rendszernek a kialakítását és a mérések eredményeit mutatja be.

Kulcsszavak: épületenergetika, hőszivattyú, méréstechnika

1. Bevezetés

Éghajlatunkon az épületek éves energiafelhasználásának mintegy 60%-a fűtésre fordítódik, és ez az arány még magasabbra rúghat, ha a klímarendszer kiegészül egy, a nyári időszakban alkalmazott hűtési megoldással is. [5] Ezért lényeges a hűtési, fűtési folyamat gazdaságos irányítására törekedni.

Az épületek belső hőmérsékletének, esetleg egyéb klímajellemzőinek szabályozására is jól bevált módszerek ismertek - például az alapjel beállítása szerint beszélhetünk programvezérelt vagy időjárásfüggő követő szabályozásról. [4] Egyre terjed azonban a megújuló energiaforrások, azon belül is a különböző primer-és szekunder közegű hőszivattyúk alkalmazása az épületek, és az ahhoz kapcsolódó létesítmények hőenergia ellátásában. [3] Ilyen épületeknél azonban, ahol többféle lehetőség is rendelkezésre áll a hőenergia igény kielégítésére, az irányítási rendszer tervezésekor jelenleg csak tapasztalati összefüggéseket, illetve gazdasági számítások eredményeit veszik figyelembe. Ez az energiaárak folyamatos változása, és az egyéb szempontok, mint a megújuló energiák lehető legnagyobb arányú használatára vagy a CO₂ kibocsátás minimalizálására való törekvés miatt nem helyes megközelítés.

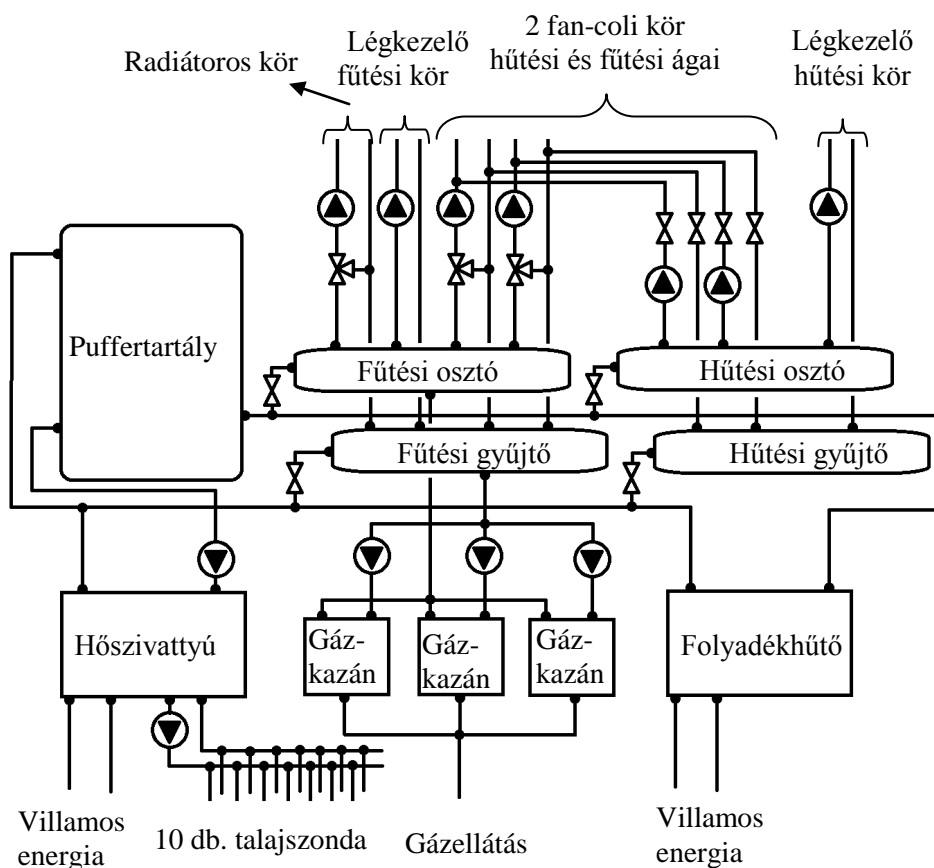
Egy optimális irányítási rendszer kialakításához az első lépés a rendszerek működésének, dinamikai tulajdonságainak megismerése, ami egy rendszermodell megalkotásán keresztül tehető meg. [1] A modellalkotáshoz pedig szükséges a tervezési irányelvek és működési paraméterek meghatározása. [2]

A Szent István Egyetem Gépészmérnöki Karán 2012-ben létesült Műszaki- és Természettudományi Oktatóközpont - Regionális Tudástranszfer Központ (a továbbiakban TK.) korszerű klímarendszere és az egyetem által elnyert TÁMOP-4.2.1.B-11/2/KMR-2011-0003 projekt lehetőséget biztosított a kombinált energiaforrásokat alkalmazó épületek klímarendszerének irányításával kapcsolatos kutatások megkezdésére.

2. A vizsgált épület bemutatása

A TK klímarendszerén belül háromféle fűtési és kétféle hűtési kör található. A folyosók és a tantermek kiszolgáló helyiségei radiátoros fűtéssel vannak ellátva, az előadótermekben, tantermekben és laboratóriumokban ventilátoros konvektor (fan-coil) rendszer található, és az előadótermekben, illetve a nem szellőztethető laboratóriumokban ezen kívül légkezelés is történik. Nyáron a ventilátoros konvektorok valamint a légkezelő gép vesz részt az épület léghőmérsékletének hűtésében. A fűtési időszakban a hőenergiát egy 68,3 kW névleges fűtési teljesítményű hőszivattyú, illetve 2 db. 100 kW-os, és 1 db. 80 kW-os kondenzációs gázkazán biztosítja. A hűtési energiát a hűtő üzemmódban 50,5 kW teljesítménnyel működő hőszivattyú biztosítja, amelyre csúcsigény esetén az épület tetején elhelyezett folyadék-hűtő berendezés (levegő-folyadék hőszivattyú) is rásegít. A folyadék-folyadék rendszerű hőszivattyú az energiát mind téli, mind nyári üzemben 10 db. 100 m-es vertikális földhőszondából nyeri. A hűtési és fűtési üzemmódhoz egy, 500 l kapacitású puffer tároló tartozik, amely segíti a rendszerben fellépő dinamikus változások csillapítását is. Az 1. ábra klímarendszer hidraulikus vázlatát mutatja be.

Az klímarendszer irányítását az épületben egy digitális automata épületirányító DDC (Direct Digital Control) rendszer végzi. A jelenlegi irányítási rendszerben a radiátoros kör előremenő hőmérsékletét időjárásfüggő szabályozási kör határozza meg. A két ventilátoros konvektor (fan-coil) kör, és a légkezelő gép körében a rendszer állandó értéken tartja az előremenő hőmérsékletet, melyből a berendezések az alapjelként beállított hőmérséklet eléréséhez szükséges hőenergiát vételeznek. [6]

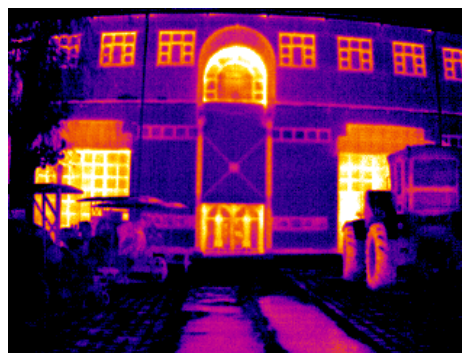
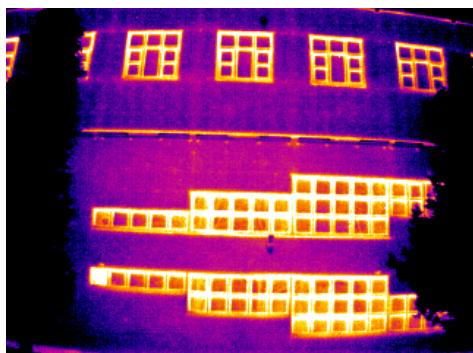


1. ábra. A TK klímarendszerének hidraulikus vázlata

3. A klímarendszer vizsgálata

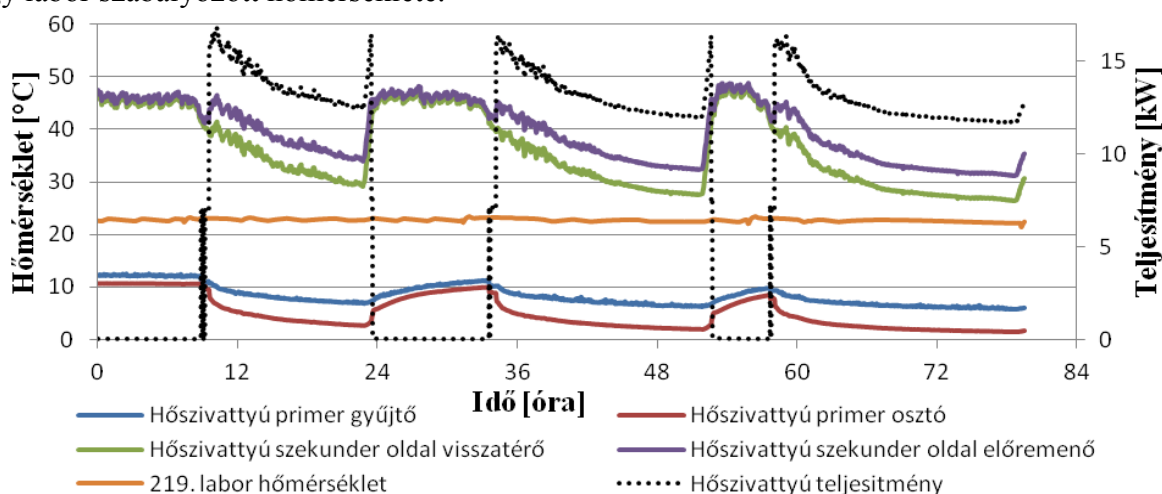
A fűtés/hűtés/klimatizálás, vagyis az épületek belső terének egyes klímajellemzőinek mesterséges megváltoztatásának célja, hogy a kívánt feltételek mellett álljon be a belső tér és a környezete közti termodinamikai egyensúly. A hőenergetikai rendszer modellezése tehát az épület hőegyensúlyának elemzése alapján végezhető el, a fellépő energiaveszteségeket és az azok pótlását célzó megoldásokat kell számba venni.

A hőveszteségek első sorban az épület környezettel érintkező felületein létrejövő hőátadás miatt jelentkeznek. Ez meghatározható a hőátadási törvények ismeretében, az építési technológiák és az építőanyagok termodinamikai jellemzői alapján. De a paraméterek nagyban pontosíthatók termográfiai vizsgálat elvégzésével. A 2. ábra két saját készítésű termográfias felvételt mutat a vizsgált épület előzetes felméréséből, mely az ablakok keretén létrejövő hőveszteség mellett láthatóvá teszi a falazatban jelen lévő hőhidakat is.



2. ábra. Az épületről készülő termográfias felvételek segítenek a hőveszteségek meghatározásában

A vizsgált épület energetikai rendszerét a "bemenő" jellemzők vizsgálatára komplex mérésadatgyűjtő rendszerrel szereltük fel. A mérőrendszer PT-100 típusú platina ellenállás-hőérzékelők segítségével, összesen 26 mérési ponton gyűjti az hőmérsékleti adatokat a klímarendszertől, a fűtött térből és a környezetből. A mért adatokból a rendszerben állandó értéken tartott tömegáramok ismeretében meghatározhatók az energiaáramok, a berendezések üzemi paraméterei (hatásfok, teljesítménytényező – COP, stb.) valamint a rendszer dinamikai tulajdonságaira is következtetni lehet belőlük. Mérésre kerül még a hőszivattyú villamos teljesítmény felvétele is. A mérőrendszer alapja egy számítógéphez csatlakoztatott Agilent 34970A típusú adatgyűjtő, mely 1 percenként végez mintavételt. Az Internetre csatlakoztatott számítógép segítségével a mérési adatok folyamatosan nyomon követhetők. A 3. ábra egy példát mutat be a rendszer működéséből, melyen 78 órás időintervallumban láthatók a hőszivattyú primer és szekunder oldali hőmérsékletei és felvett villamos teljesítmény valamint egy labor szabályozott hőmérséklete.



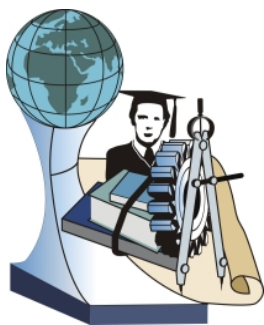
3. ábra. Példa a hőszivattyú működésének nyomon követésére a mérőrendszerrel

4. Eredmények

A gödöllői Szent István Egyetem Gépészmérnöki Karának tudástranszfer központjában felállítottunk egy komplex mérőrendszert, mely egész évben gyűjti az épület klímarendszerének fontosabb adatait. Segítségével modellezés, identifikáció végezhető. Ezzel lehetőség lesz a kombinált energiaforrást használó épületek klímarendszerének jobb megismerésére, majd az irányítási folyamataik optimalizálására. A rendszer kialakítása lehetővé teszi annak szükség szerinti bővíthetőségét, így megoldható például a direkt sugárzásból adódó hőnyereség pontosabb meghatározása, és a keringető szivattyúk állapotának rögzítése is.

Irodalom

- [1] Caraman, S.; és mások: *Modelling and control of an autonomous energetic system obtained through trigeneration*, Bul. Inst. Polit. Iași, 56-60 (4), 2010, 61-72. oldal.
- [2] Cho, H.; és mások: *Cost-optimized real-time operation of CHP systems*, Energy and Buildings, 41(4), 2009, 445-451. oldal.
- [3] Gécz, G.; Korzenszky, P.; Bense, L.: *Ideális körülmények a levegő-víz hőszivattyú uszodatechnikai alkalmazása során*, Magyar épületgépészet, 62 (7-8), 2013, 1 - 4. oldal
- [4] Hámori S.: *Épületgépészeti irányítástechnika*, Debrecen, 2008., 119. oldal.
- [5] Központi Statisztikai Hivatal: *A háztartások energiafelhasználása, 2008*, Internetes kiadvány - www.ksh.hu, 2010., 33. oldal.
- [6] TK. átadási dokumentáció



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

SÁRGARÉZ ÉS ÓNBRONZ ÖTVÖZETEK TERMODINAMIKAI ÁTRENDÉZŐDÉSEINEK TANULMÁNYOZÁSA DMTA MÉRŐBERENDEZÉSSSEL

EXAMINATION OF THERMODYNAMIC REALIGNMENTS OF BRASSES AND TIN-BRONZES BY DMTA TECHNIQUE

BÉRES Gábor⁽¹⁾, KIS Dávid⁽²⁾, DUGÁR Zsolt⁽³⁾, HANSÁGHY Pál⁽⁴⁾,
ÁDÁM Balázs⁽⁵⁾

(1) Kecskeméti Főiskola, GAMF-Kar, Anyagtechnológia Tanszék, Magyarország 6000
Kecskemét, Izsáki út 10., E-mail: beres.gabor@gmail.com

(2) Kecskeméti Főiskola, GAMF-Kar, E-mail: david.istvan.kis@gmail.com

(3) Kecskeméti Főiskola, GAMF-Kar, E-mail: dugar.zsolt@gmail.com

(4) Kecskeméti Főiskola, GAMF-Kar, E-mail: hansaghy@gmail.com

(5) Kecskeméti Főiskola, GAMF-Kar, E-mail: adam.balazs@gamf.kefo.hu

Abstract

The researcher work pushes the borders of the application of a high efficiency equipment, in the matter of metals. With this equipment, which already testified in the compound industry, a flasher query of some metal-related technological parameters could be easily available.

Towards the searching, we shaped different compound copper-alloy samples, in different grades, and accordingly we monitored the realignments. Following the shaping, the DMTA detected such microscopic transformations (as we expected), according to heating rate, whereby we could determine the specialities of the transformations.

Taking into account the chemical compound of the samples, we distinguished tin-bronzes and brasses. Our main object was the monitoring of the recrystallization, and the investigation of the influential factors of this process, but other transitions were also regarded. Those measurements' results, that the DMTA presented, had been compared with DSC and hardness analysis, whereby we try to conclude to the utility of DMTA, in matter of metal alloys.

Keywords: DMTA, recrystallization, DSC, hardness analyze, brasses, tin-bronzes

Összefoglalás

A kutatómunka, egy a műanyagok iparában már bizonyított, nagy hatásfokú mérőgép alkalmazhatóságának határait feszegeti a fémek világába átültetve. Ezzel a módszerrel elérhetővé válna egyes fémek és fémötvözetek technológiai paramétereinek gyors lekérdezése, amely nagyban segíti a későbbi feldolgozást.

A dolgozat elkészítéséhez, többféle összetételű rézötvözetet alakítottunk különböző mértékben, így a vizsgálat során két változó mennyiséget is (összetétel, alakítottság mértéke) figyelemmel tudtunk kísérni. Az alakítást követően a DMTA mérőgép hevítési idejétől függően, olyan jellegű mikroszkopikus változások következtek be (a várhatóakkal egyezően) amelyekből következtetni tudtunk az átalakulás sajátosságaira.

A minták, összetételüket tekintve sárgaréz és ónbronztötvözetek voltak. A legfőbb célunk az újrakristályosodás, és az azt befolyásoló tényezők vizsgálata volt, de más átalakulásokra is nagy hangsúlyt fektettünk. A DMTA mérési eredményeit, DSC és keménységmérések eredményeivel vetettük össze, így próbáltunk rávilágítani a DMTA alkalmazhatóságára, a fent említett ötvözetek tekintetében.

Kulcsszavak: DMTA, újrakristályosodás, DSC, keménységmérés, sárgaréz, ónbronztötvözet

1. Bevezetés

A kutatócsoport mind ipari, mind különleges felhasználású fémek átalakulásait vizsgálja DMTA mérőberendezéssel. Az irodalomkutatás hamar világossá tette, hogy ugyan nem mi vagyunk az elsők, akik rézötvözeteket vizsgálnak DMTA-val, de az elődeink nem magának a rézötvözetnek a vizsgálatára törekedtek, inkább valamilyen, csekély mértékű rezet is tartalmazó különleges anyag kutatása volt a cél. Tang et al. például, vékony, réz filmréteggel bevont electropolyurushiol mintákat vizsgált DMTA-val, de az EPU-Cu₂+ a réztartalma nem haladta meg a 8.63 %-ot [4].

A DMTA periódikusan ismétlődő, feszültséggerjesztés elvén működő, nagyérzékenységű berendezés, mellyel a feszültség-deformáció fáziseltolódását lehet mérni [1]. A DSC, az anyagban végbemenő fázisátalakulás kísérő jelenségeként lezajló energia felszabadulásból, vagy energia elnyelődésből keletkező hőáramot érzékeli. A két műszer, tehát más módon érzékeli a mechanikai tulajdonságok megváltozását. A keménységmérés némi pontatlanságot hordoz magában, a hőkezelő kemence hőmérsékletének ingadozásából eredően [2].

Viszko-elasztikus anyagok esetében, a DMTA mérés során a deformáció, δ szöggel előresiet a hajlító feszültség amplitúdójához képest. A δ szög tangense a veszteségi tényező, mely nagysága utal az anyag belső tompítási tulajdonságaira. Mivel a fémek elasztikus anyagok, a feszültségamplitúdónak és a deformációnak ugyanabban a fázisban kellett volna lennie, tehát a $\tan\delta$ értékének nullát kellett volna mutatnia [1]. Ezzel szemben a méréseink során tisztán kivehető volt a veszteségi tényező megjelenése, tehát bizonyos esetekben, a fémek belső tompítási tulajdonságai is kimutathatók DMTA berendezéssel.

2. Mérési eljárás

A lemezeket eleinte melegen, 500°C-on alakítottuk. A vizsgálati lemezekből két különböző méreten, 2 illetve 4 milliméteren mintát vettünk, és 1 órás izzítással lágyítottuk. Ezek után, az összes mintát tovább alakítottuk 1mm-es vastagságig, hideghengerléssel. Így az alakítás mértéke a 4mm-esek esetében 75%, míg a 2mm-esek esetében 50% lett. Ezek alapján, a kísérletek során, figyelemmel tudtuk kísérni mind az összetételnek, mind pedig az alakváltozásnak, a mérési eredményekre gyakorolt hatását.

A minták számozása, és anyagösszetétel meghatározása a Miskolci Egyetemen történt:

- 31. minta (10. minta): 58,8 % Cu 40,9 % Zn;
- 24. minta: 61,3 % Cu 26,8 % Zn > 5 % Ni;
- 21. minta: 91,5 % Cu 6,19 % Sn;
- 23. minta: 95,8 % Cu 3,70 % Sn.

A sárgarezek esetében a 24-es minta összetételét tekintve, az átlagos Zn tartalom nem éri el a 30%-ot, és több mint 5%, a Ni tartalom, azaz a 24-es minta az alakítható sárgarezek kategóriájába tartozik. A 31-es minta, a magas Zn tartalom miatt, bár rideg ötvözetnek tűnhet, egyéb jelentős mértékű ötvözők hiányában, az alakítható sárgarezek, ólommentes osztályába sorolható [3].

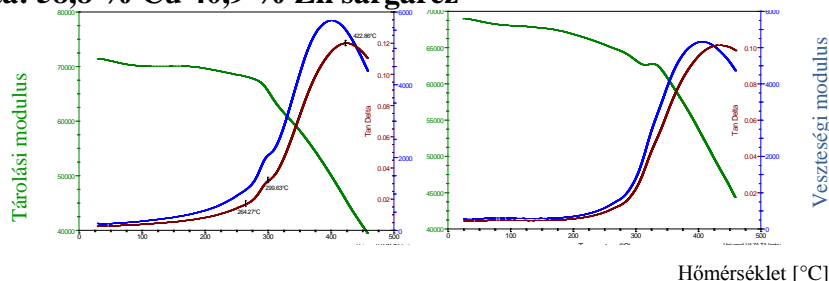
A két ónbronzz próbatétel esetében az átlagos Sn tartalom 2-14% között van, és nem található az öntészeti ónbronzzokra jellemző ötvöző sem, így magától értetődő, hogy a próbatételek képlekenyen alakítható ónbronzz ötvözetek [3].

3. Mérési eredmények

Amint azt a korábbiakban említettem, a méréseink során a $\tan\delta$ veszteségi tényező értékének nullát kellett volna mutatnia, ami a rézötvözetek elasztikus mivoltával lett volna

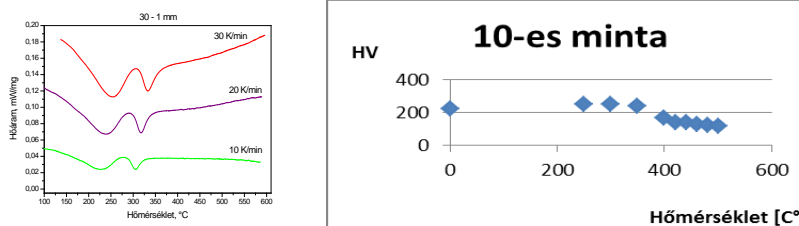
magyarázható. Ezzel szemben, ugyan rendkívül kis mértékben, de megjelent a veszteségi tényező értéke a diagramokon. A méréseink a legnagyobb tanδ csúcsot 0,15 körüli értéknél jelezték.

3.1 10-es minta: 58,8 % Cu 40,9 % Zn sárgaréz



1. ábra. 75%-os és 50%-os alakíttottságú 10-es minta DMTA görbéje

Méréseinkből arra tudunk következtetni, hogy 300°C körüli hőmérsékleten kezd újrakristályosodni a darabunk. 50%-os alakításnál még nem igazán látszik, a 75%-os esetén tisztán kivehető. A $\beta - \beta'$ átalakulás jól látható, magasabb hőmérséklet tartományban, 420°C közelében. Továbbá megállapítható, hogy magasabb a $\beta - \beta'$ átalakulás hőmérséklete a kisebb mértékben alakított darab esetében, míg a nagyobb görbe alatti terület, a nagyobb alakítást elszenvedett mintára vonatkozik.

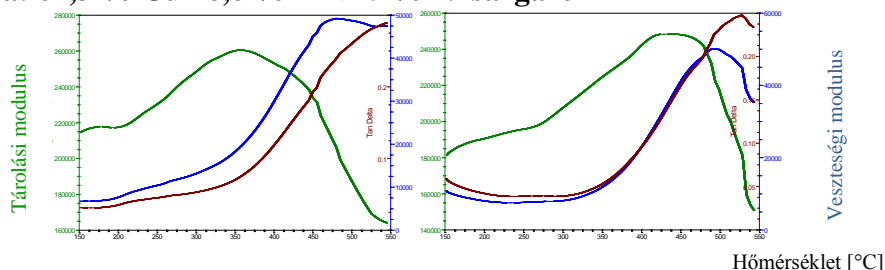


2. ábra. 10-es minta DSC görbéje, és keménység lefutása

A DSC fűtési sebességének változtatásával némileg változtak a csúcserőterek, de mindegyik csúcs a DMTA-hoz hasonlóan 300°C és 350°C közé teszi az újrakristályosodást.

A keménységmérések is, a vártakkal egyezően, ugyanebben a hőmérséklet tartományban mutatják az újrakristályosodást.

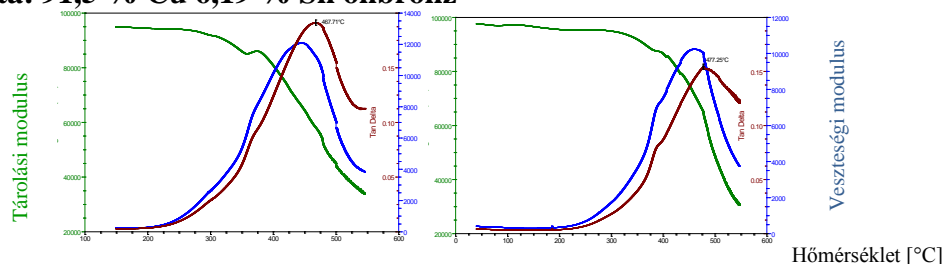
3.2 24-es minta: 61,3 % Cu 26,8 % Zn > 5 % Ni sárgaréz



3. ábra. 75%-os, és 50%-os alakíttottságú 24-es minta DMTA görbéje

A nagyobb mértékben alakított darab diagramjában ugyan felfedezhető némi bizonytalanság 450°C körül, ahol a keménységmérés és DSC eredmények szerint az újrakristályosodás lezajlott, mégis nagy biztonsággal csak a $\beta - \beta'$ átalakulás paraméterei közölhetők. Az alacsonyabb hőmérsékleten viszont (~200-250°C) óvatosan következtetni lehet a megújulásra.

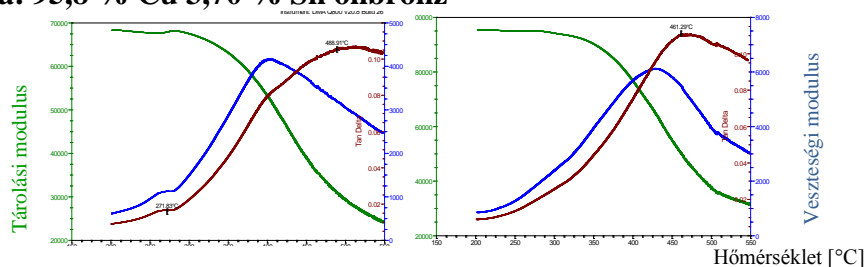
3.3 21-es minta: 91,5 % Cu 6,19 % Sn ónbronz



4. ábra. 75%-os, és 50%-os alakítottságú 21-es minta DMTA görbéje

Mindkét görbén jól látható a $\beta - \beta'$ átalakulás, ami 470 °C körül a fő csúcsokat adja. A vártakkal egyezően, a 75%-ban alakított mintán némileg alacsonyabb a $\beta - \beta'$ átalakulás, és az újrakristályosodás hőmérséklete is, és nagyobb a görbe alatti terület. Az újrakristályosodást, a keménység- és DSC mérések alapján, a 400 °C körül lévő kisebb csúcsok mutatják.

3.4 23-as minta: 95,8 % Cu 3,70 % Sn ónbronz



5. ábra. 50%-os, és 75%-os alakítottságú 23-as minta DMTA görbéje

A $\beta - \beta'$ átrendeződés mindkét esetben egyértelmű, tiszta. Az újrakristályosodásra, 400°C körül, az 50%-os alakítottság esetében látható görbületváltás enged következtetni. A megújulás szintén, tisztán leolvasható.

4. Konklúzió

Rézötvözetekben lejátszódó átalakulásokat tanulmányoztunk, különböző körülmények között, DMTA, DSC, és keménységmérés vizsgálati módszerével. Az átrendeződéseket több esetben sikerült kimutatni: a $\beta - \beta'$ átalakulás, minden grafikonon tisztán kivehető. Az újrakristályosodás a sárgarezeknél, a 75%-ot elérő alakítottságnál jól látszik, kisebb mértékű alakításnál nem kivehető. Az ónbronzoknál, a 21-es minta esetében mind a két diagramon jól látszik az újrakristályosodás, míg a 23-as minta eredményeiben egyenesen fut fel a görbe, amíg be nem következik a $\beta - \beta'$ átalakulás. Alacsonyabb hőmérséklet tartományokban a megújulás több esetben is kimutatható. A méréseink alapján kijelenthető, hogy a veszteségi tényező egyértelmű értéket ad rézötvözetek vizsgálatakor, tehát a termodinamikusan mérési eljárás alkalmas, a rézötvözetekben lejátszó átalakulások tanulmányozására.

Köszönetnyilvánítás

A kutatás, a TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0029 "Járműipari anyagfejlesztések: célzott alapkutatás az alakíthatóság, hőkezelés és hegeszthetőség témaköreiben" pályázat támogatásával valósult meg.

Irodalom

- [1] Joel R. Fried: *Polymer Science and Technology*
- [2] Raymond A. Higgins: *Engineering Metallurgy, Applied Physical Metallurgy*, HHG 1993.
- [3] ASM Metals Handbook Desk Edition 2001. Volume 2: Properties and Selection: *Nonferrous Alloys and Special-Purpose Materials*
- [4] Tang, JY (Tang, JY); Zhang, WG (Zhang, WG); Shen, GC (Shen, GC); Gao, F (Gao, F): *Coordination structure of copper electropolyurushiol film and its catalytic performance for methyl methacrylate*, Chinese Journal of Catalysis Volume: 22 Issue: 2 Pages: 119-123, mar. 2001



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

DP 800 DUÁLFÁZISÚ LEMEZ CSAPHEGESZTÉSE

STUD WELDING ON DUAL PHASES SHEET (TYPE DP 800)

BERNÁTH Mihály⁽¹⁾, JUHÁSZ Krisztina⁽²⁾

(1) Kecskeméti Főiskola GAMF Kar Anyagtechnológia Tanszék, Cím: Magyarország, 6000, Kecskemét, Izsáki út, 10.; Telefon / Fax: +36-76-516 374, bernath.mihaly@gamf.kefo.hu

(2) Kész Ipari Gyártó Kft.; Cím: Magyarország, 6000 Kecskemét, Izsáki út 6.; Telefon: +36 20 3539832; juszi78@gmail.com

Abstract

The automotive industry pursue reduced of the specific enery consumption since decades. One of the several options is the reducing of the weight of the car with thinner bodywork sheets. But the thinner bodywork elements need a suitable strength, so it develops and use material with increasing tensile and yield strength. Often the base sheet is dual phase (DP) steel (ferrite + martensite structures), which has got high strength (450-1000 MPa). These sheets made by special heat treatment and rolling technologies. Some of structural elements fixed with different technologies (e.g.: stud welding and bead welding) onto the bodywork. The heat of the welding changing the original grain structure, which cause of change of the mechanical properties. Our research work we are testing how develops the joint after stud welding with different technological parameters on DP 800 dual phases sheet steel, what effect have to the sheet's structure and the joint's mechanical properties. After welding we examine the binding energy, formation and hardness of welded joints. We describe our research work results within the TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV project.

Keywords: automotive industry, dual phases steel sheet, stud welding, changes of structures and properties of welded joint.

Összefoglalás

Az autóipar évtizedek óta törekszik a fajlagos energiafelhasználás csökkentésére. A több lehetséges megoldás közül az egyik az autó önsúlyának csökkentése vékonyabb karosszéria lemezek alkalmazásával. A vékony karosszériaelemek biztonságának megtartásához azonban biztosítani kell a megfelelő szilárdságot, aminek következtében egyre nagyobb szakítószilárdságú, folyáshatárú anyagok kerülnek kifejlesztésre és alkalmazásra. Gyakran a lemezanyagok duálfázisú (ferrit + martenzit szövetszerkezetű) acélok, melyek 450–1000 MPa szakítószilárdsággal rendelkeznek. Ezek speciális hőkezelési, hengerlési technológiákkal előállított lemezek. A karosszériára az egyes szerkezeti elemeket különböző eljárásokkal (pl.: csap-, és dudorhegesztéssel) rögzítik. A hegesztés során bevitt hő megváltoztatja az eredeti szövetszerkezetet, ami a mechanikai tulajdonságok megváltozását okozza. Kísérleteink során azt vizsgáltuk, hogy a DP 800 duálfázisú lemezre különböző paraméterekkel hegesztett csapok kötése hogyan alakul ki, milyen hatása van a lemez szövetszerkezetére és a kötés mechanikai tulajdonságaira. Hegesztés után vizsgáltuk a kötőerőt, a kötés kialakulását, a hegesztett pont keménységét. A munkánkat a TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV pályázat keretében végeztük.

Kulcsszavak: duálfázisú lemez, csaphegesztés.

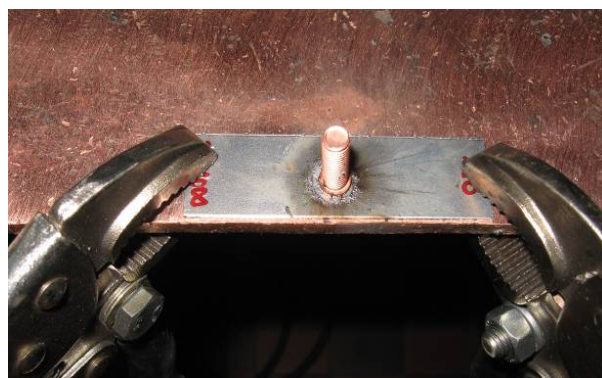
1. A vizsgálat elve

A kísérleteinknél duálfázisú DP 800 típusú lemez próbadarabokra St 37 (4.8) anyagú, M6 méretű csapokat hegesztettünk fel kondenzátor kisülékes csúcsgyújtásos csaphegesztési technológiával. A lemez és a csap bevizsgált kémiai összetétele az 1. táblázatban látható.

1. táblázat. A kísérleti darabok kémiai összetétele

Megnevezés	C	Si	Mn	P	S	Cr	Al	Cu	Nb	Ti	B	N
Csap	0,052	0,0495	0,384	0,0146	0,0086	0,0503	0,0275	0,0879	<0,001	0,0012	0,0003	<0,005
DP800	0,120	0,198	1,43	0,0198	0,0026	0,0268	0,0374	0,0050	0,0170	0,0012	<0,0003	<0,005

A hegesztést Soyer BMS-8N típusú berendezéssel végeztük, szimmetrikus áramcsatlakozással, a mágneses fűvóhatás csökkentése érdekében (1. ábra).



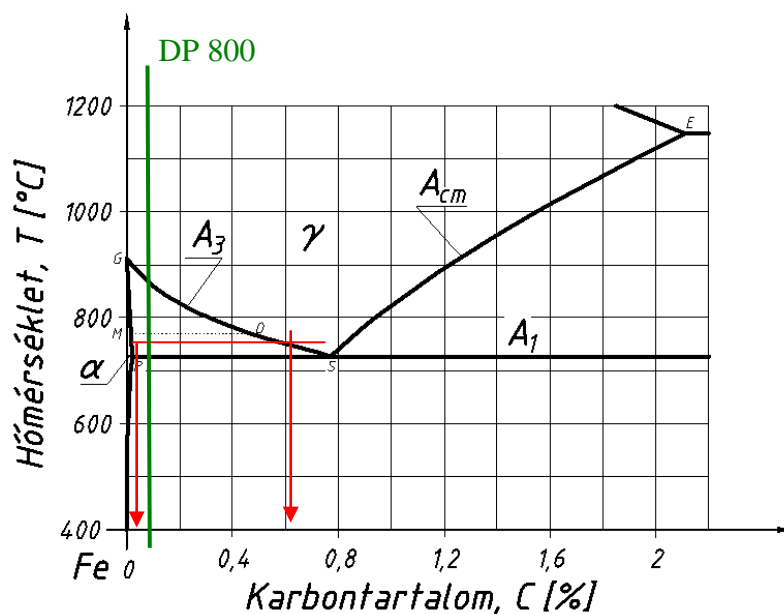
1. ábra. A csaphegesztő berendezés és az áramcsatlakozás

A vizsgálatok során a töltőfeszültséget 20 voltonként léptettük az áramforrás által biztosított 100 és 200 V tartományon belül.

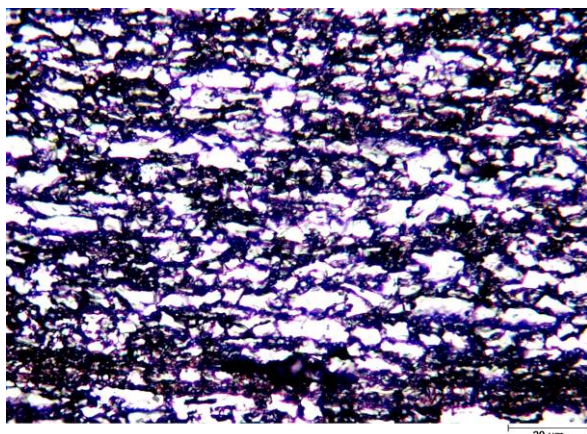
2. A kiinduló anyagok szövetszerkezete

A duálfázisú lemezek előállításánál a hengerlés utáni megfelelő, szabályozott hőmérsékletre történő hűtéssel biztosítják a ferrit-martenzites szövetszerkezet kialakulását (2. ábra).

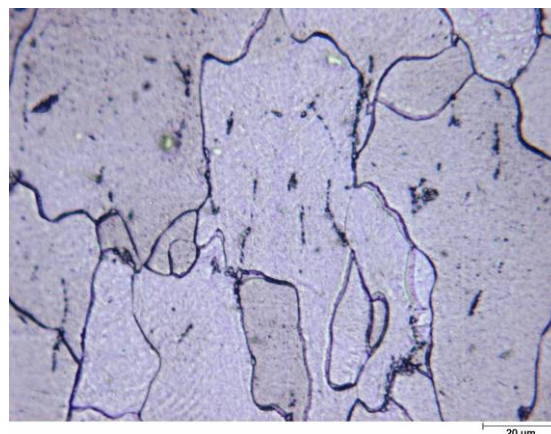
A lemez és a csap kiinduló szövetszerkezetének mikroszkópi képe a 3. ábrán található. A felvételeken jól látszik, hogy a lemez szövetszerkezete kétfázisú, és lényegesen kisebb szemcsenagyságú, mint a gyakorlatilag tisztán ferrites csapé.



2. ábra. A duálfázis kialakításának elve



DP 800 lemez

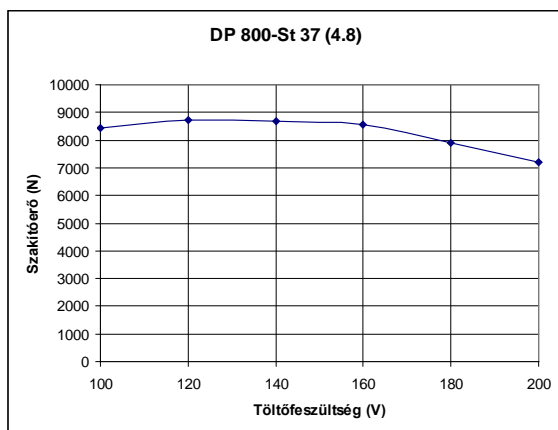


St 37 csap

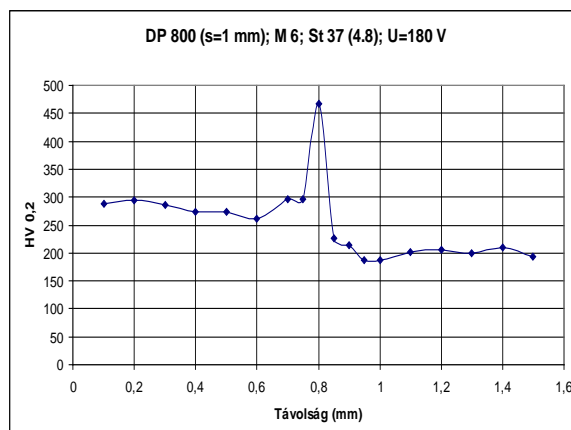
3. ábra: A lemez és csap szövetszerkezete

3. A kötések vizsgálata

Az összehegesztett próbákat szakítóvizsgálatnak és (a csap középvonalán átmenő metszetben) kis terhelőerjű keménységvizsgálatnak (HV 0,2) vetettük alá. A szakítóvizsgálat eredményei diagramban összefoglalva a 4. ábrán, míg egy jellegzetes keménység lefutás az 5. ábrán látható. A szakítóvizsgálat utáni próbatestek a 6. ábrán láthatók, a varrat keménységvizsgálatára pedig a 7. ábra mutat egy képet.



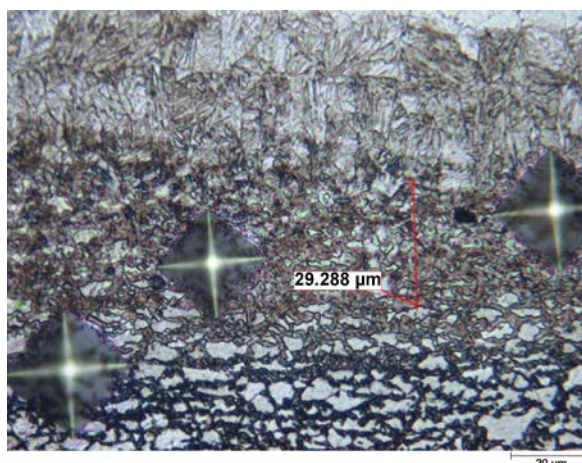
4. ábra. A szakítóerő változása



5. ábra. A kötés keménységének alakulása



6. ábra. A szakítás utáni próbatestek



7. ábra. A kötés keménységvizsgálata

4. Összefoglaló

A kísérletek alapján a következőket állapíthatjuk meg:

1. DP 800-as lemez csaphegesztésénél biztonságosan elérhető olyan kötőerő, ami meghaladja az alkalmazott csap szakítóerejét;
2. a hőhatásövezetben a szövetszerkezet megváltozik, jelentős felkeményedés lép fel;
3. kis töltőfeszültség esetén (100 V) a lemez a hőhatásövezet mentén kiszakad;
4. nagy töltőfeszültségnél a csavar szakítóereje csökken; ennek valószínű oka a mángorolt csavar lágyulása lehet,
5. a javasolt töltőfeszültség 120-160 V.



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

HEGESZTŐROBOTOKRA VONATKOZÓ ISMERETEK OKTATÁSÁNAK MÓDSZERTANI SZEMPONTJAI

METHODOLOGY VIEWPOINTS OF EDUCATION OF WELDING ROBOT KNOWLEDGES

BITAY Enikő⁽¹⁾, BAGYINSZKI Gyula⁽²⁾

(1) Sapientia – Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Műszaki és Humántudományok Kar, Románia, 540485 Marosvásárhely (Koronka), Segesvári út 1.C., ebitay@ms.sapientia.ro

(2) Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, Magyarország, 1081 Budapest, Népszínház u. 8, bagyinszki.gyula@bgk.uni-obuda.hu

Abstract

The appropriate preparation of educational methodology is considered to have an emphasized importance in all fields of technical education but especially in the topic of welding robots. The main topics of the educational tasks regarding the transmission of knowledge in the field of industrial robots –including the welding robots - are structured focusing on future activities regarding the operation and exploitation but also on design and organizing tasks. In the reality every phase of the educational process serves the development of the main ability to apply the theoretical knowledge in the educational training and mainly in all future professional activities. The present paper intends to give a short guide to this.

Keywords: robot, welding, training.

Összefoglalás

A műszaki képzés témakörei – így a hegesztőrobotok témaköre – oktatásában is fontos a megfelelő módszertani előkészítés. Az ipari, köztük a hegesztőrobotokkal összefüggő ismeretek oktatási feladatai között kiemelkedik az üzemeltetői tevékenységre való felkészítés, de emellett a tervezői-szervezői munkára való felkészítés sem mellékes. Valójában minden oktatási mozzanat azért történik, hogy a hallgatók képessé váljanak ismereteik gyakorlati alkalmazására nemcsak a képzőhelyen, hanem a későbbi szakmai tevékenységük során is. Jelen cikk ehhez kíván segítséget nyújtani.

Kulcsszavak: robot, hegesztés, oktatás.

1.Bevezetés

Fontos, hogy a hegesztőrobotos ismeretek átadását szolgáló képzésben részt vevők megismerjék:

- a (hegesztő)robotok felépítését, a robotos munkahelyek kialakítását;
- az elterjedt robotkar-mechanizmusokat, robotirányítási elveket;
- a robotok kezeléséhez szükséges technikai és technológiai (hegesztési) alapismereteket;
- az anyagkezelés (logisztika), termékgyártás során előforduló baleseti veszélyeket és azok elhárításának szabályait.

Továbbá az oktatási, képzési ciklus végére legyen készségük:

- a robotok kezelésére, bizonyos fokú karbantartására;

- a robotos hegesztésre alkalmas munkadarabok kialakítására, ilyen célú meg-, illetve áttervezésére;
- a balesetek elhárítására, környezetük és egészségük védelmére vonatkozó szabályok betartására, illetve betartatására;
- a szakmai tudásuk folyamatos kiegészítésére, megújítására, gyakorlati tapasztalatok feldolgozására.

Ezekon kívül lényeges még a kombinatív képesség fejlesztése, ami ismeretelemek új kombinációit eredményez(het)i és nélkülözhetetlen például: a robotok programozásánál. A kombinatív képesség mellett szükséges a térlátási képesség fejlesztése is. A szerkezetek rajzok alapján való felfogása – a szerkezetek megismerése révén – pedig az absztrakciós képesség fejlesztésére nyújt lehetőséget.

2. Motiváció

A tanulási motiváció az aktív tanulás pszichológiai feltételeit foglalja magában. A robotok – mint a modern technika vívmányai – általában is érdeklik a hallgatókat. Fontos motivációs erőt jelent a megszerezhető szakmai képzettség, illetve képesítés, amelynek birtokában jobb elhelyezkedési esélyek adódnak.

3. Ismeretszerzés

A hallgatók ismeretszerző tevékenységével kapcsolatos módszertani feladatok a foglalkozások megszervezését jelentik. A megismerés forrásai:

- az oktatói előszó (előadás, gyakorlatvezetés);
- szakkönyvek, tankönyvek, jegyzetek, segédletek, szabványok, katalógusok, szakfolyóiratok, elektronikus (internetes) szakmai anyagok;
- a robotok segédeszközök (rajzok, fényképek, videók, modellek) révén történő bemutatása,
- a robotok közvetlen bemutatása, a velük elvégzett feladatok;
- tanműhelyben, laboratóriumban, üzemben szerzett tapasztalatok;
- hazai és nemzetközi szakkiállításokon, szakmai konferenciákon, ismeretterjesztő műsorokból szerezhető információk.

4. Megszilárdítás

Az (át)ismétlés mellett nagyon lényeges a gyakorlás, hiszen főleg a programozás megfelelő szintű elsajátítása lehetetlen programok elkészítése nélkül. Miként az ismeretek feldolgozásával kapcsolatban kiemelendő a jó minőségű és színvonalas ábrák szerepe, a megszilárdítás területén is fontos az ábrák tanulásával kapcsolatos kérdések tisztázása. Egy ábra vizuális és műszaki tartalmának megtanulása az ábra elemzésével kezdődik, amelynek eredménye az ábrázolt szerkezet működésének megértése. A működés megértése úgy valósul meg, hogy először képzeletben rekonstruálják a szerkezet térbeli felépítését. Bonyolult szerkezet esetében az ábrát célszerű részeire bontani és az egyes elemek térbeli alakjának elképzelésekor tisztázni a funkciójukat.

5. Az oktatás és a tanulás szervezeti keretei

A csoportmunka szervezeti szempontból kétféle lehet: homogén (közel azonos szintű) és heterogén. A homogén csoportszervezés nem a legyszerencsebb, mert magában hordozza a nem megfelelő csoportba sorolás veszélyét, valamint a hallgató esetleg mindig ugyanazt a

szerepet tölti be a csoporton belül, ami a fejlődését hátráltathatja. Más-más szintű feladatok megoldására szervezhetők heterogén csoportok, amelyek állandó összetételben lehetnek előnyösek. Kiválóan alkalmasak lehetnek tervezési-szerkesztési feladatokra. A csoportmunka előnye, hogy a hallgatók felelősnek érzik magukat a tanulásért (motiváció), azonnal visszajelzést kapnak a teljesítményükről, a csoportok versenyeznek (ösztönzés), és az érdektelenebb hallgatókat is bevonják a munkába.

Az egyéni munkaformában még inkább biztosítható minden hallgató munkája, sőt versenyhelyzetet teremtve adhatók azonos feladatok részükre. Ez a munkaforma alkalmas a differenciált foglalkoztatásra és a tehetségfejlesztésre is. Ilyenkor a felkészültség és a képességek szerint különböző feladatok adhatók a hallgatóknak, így igazi erőpróbára készíthetők. Az egyéni feladatmegoldások során a hallgatókkal egyedileg is tud foglalkozni az oktató, így ez a gyengébb képességű diákok felzárkóztatását is lehetővé teszi.

A tananyaghoz jól kapcsolódó, szervezett üzemlátogatás vagy tanulmányi kirándulás gyakorlati tapasztalatok gyűjtése, egyéni ismeretek kibővítése érdekében tervezhető. Célszerű a helyszínt egy előzetes látogatás keretében tanulmányozni, hogy a hallgatóknak megfigyelési szempontok legyenek adhatók. Az üzemlátogatás után a látottak tisztázása és a tananyaggal való kapcsolatok megteremtése érdekében fontos egy megbeszélést tartani, amely a tananyag megszilárdítására és alkalmazási lehetőségeinek feltárására is kiválóan alkalmas.

6. Alkalmazható módszerek a tananyag feldolgozásában

Az **elbeszélés** tárgya lehet egy érdekes, színes esettanulmány ismertetése, ami erősen foglalkoztatja a hallgatók képzeletét, sőt még az érzelmekre is hat. A szakmai szókincs megszilárdítását, illetve bővítését azzal szolgálja, hogy a tananyag szókincsét más szövegösszefüggésben alkalmazza. Az elbeszélés módszere választható a történeti összefüggések és adatok ismertetésénél, az alig vagy egyáltalán meg nem figyelhető jelenségeknél, tárgyaknál, iparági perspektívák, irányelvek ismertetésénél. Tartható beszámoló egy szakmai kiállítás valamely szegmenséről is.

A **magyarázat** a tananyagból a lényegét emeli ki és a logikai összefüggéseket világítja meg, így a hegesztőrobotos ismeretek oktatása során szinte minden résznél alkalmazható, akár módszer-kombinációban is, leginkább a bemutatással együtt. A dolgok, jelenségek, szerkezetek lényegének megértéséhez úgy juttathatók el a hallgatók, ha a felhasználásra kerülő ábrák, illusztrációk a vizuális absztrakciós szintjüknek megfelelnek.

Az **előadás** a műszaki felsőoktatás tipikus módszere, de a középfokú műszaki képzésben is van létjogosultsága, különösen az utolsó évfolyamon (technikusi képzésben). Az oktató szóbeli ismeretközvetítése során – legfőképpen az előadási formánál – biztosítani kell az elmondottak lejegyezhetőségét, lehetőleg kerülve a diktálást. Arra kell törekedni, hogy az oktatói elbeszélésből, magyarázatból, előadásból a lényeg kellő hangsúlyt kapjon, mert ezzel a hallgatók jegyzetelése megkönnyíthető.

A **bemutatás** nem csupán demonstráció, hanem mindenekelőtt a megfigyelés irányítása, ezért használható helyette a szemléltetés kifejezés is. Tervezésekor figyelembe kell venni:

- célratoró legyen, a lényegest mutassa be, sok részlettel ne vonja el figyelmet;
- segítse elő a tárgyalt téma megértését, a korábbi ismeretekhez való kapcsolódást;
- a bemutatott dolgokat mindenki jól lássa;
- elegendő időt kell biztosítani a hallgatók számára a szemléltetés befogadásához;
- célszerű a megfigyelés szempontjait előre közölni;
- a kitűzött téma illusztrálása mellett segítse a műszaki látásmód kialakulását;
- keltse fel az érdeklődést, segítse az emlékezeti rögzítést;
- a biztonságtechnika és a munkavédelem a témával szoros kapcsolatban legyen;

- ha lehetséges, a gazdaságossági vetületet is hangsúlyozza;
- lehetőleg színes legyen, nyújtson esztétikai élményt is;
- a megfigyelés eredményeit szóban is meg kell fogalmazni.

A bemutatás végezhető az előadóteremben, a tanteremben, a laboratóriumban és a műhelyben is. A valódi tárgyak (hegesztőrobot, vezérlőberendezés, áramforrás stb.) bemutatása hatékonyan a műhelyben, illetve laboratóriumban történhet, a tanári ismeretátadást segítő szemléltetés viszont a tanteremben történhet, az alábbiak igénybe vételével:

- Falitábla: például robotkarkialakítások, hegesztőfejek, megfogó szerkezetek bemutatására.
- Modell (makett): egy szerkezet arányosan kicsinyített vagy nagyított valósághű mása, de könnyebb és egyes részeiben – a jobb láthatóság érdekében – áttetsző anyagból készítve.
- Vitrin: tematikus gyűjtemény, mely a különböző módszereket integráltan tartalmazhatja, metszet, ábra, feliratozás formájában.
- Prezentáció: felosztások, csoportosítások, elhelyezési lehetőségek, mozgásterek, programozási lépések bemutatására, mozgó elemek több helyzetének és a szerkezeti elemek beépítési módozatainak valósághű szemléltetésére.
- Videó: mozgás, művelet, illetve folyamat megmutatására (pl. hegesztőrobotok alkalmazásai, hegesztés folyamata, biztonságos robotmunkahely kialakítása stb.).

7. Összefoglalás

Természetesen a módszertanilag jól előkészített képzés, oktatás önmagában még nem garancia a sikerre, ahhoz a hallgatók megfelelő hozzáállása, módszeres tanulása is szükséges. Az áttekintés célja általános tájékozódás egy adott anyagrészből, majd ezután célszerű kérdéseket megfogalmazni, amelyek megválaszolása egy célt jelenthet a tanulás során és segít a figyelem ébrentartásában is. A tananyag elolvasása a következő lépés, melynek során keresendő a kérdésekre a válasz, illetve a fő gondolatok és az azok közötti összefüggések. A tanulás következő lépése a felidézés, ugyanis az elolvasott anyag igen gyorsan elfelejthető, ha nem követi a felidézés. Ez arra is alkalmat ad, hogy a félreértett tananyagrészek tisztázhatók, illetve a hiányok pótolhatók legyenek. Ezután következhet a befejező szakasz, az összefoglalás, visszaemlékezve a lényeges részre, alcímekre, majd a megfogalmazott kérdésekre. Itt derül ki, hogy mennyire sikerült megérteni, elsajátítani a tananyagot.

Irodalom

- [1] Becker László – Farkas Attila – Gyura László – Bagyinszki Gyula: *Hegesztőrobot alkalmazástechnikai laboratórium a BME Mechanikai Technológia Tanszékén*, VIII. Hegesztési Szeminárium, Sopron, 1990. október 16–18., 170–190.
- [2] Bagyinszki Gyula: *A hegesztés robotosításának fogalmi háttere*, Hegesztéstechnika XIX. évfolyam 2008. 1. szám, 19–26.
- [3] Bagyinszki Gyula – Bitay Enikő: *Hegesztéstechnika I. – Eljárások és gépesítés*, Erdélyi Múzeum-Egyesület, Kolozsvár, 2010. 288.
- [4] Bagyinszki Gyula – Bitay Enikő: *Ívhegesztő robot alkalmazástechnikai jellemzői*, XV. Fiatal Műszakiak Tudományos Ülésszaka, Kolozsvár, 2010. március 25–26.; Műszaki Tudományos Füzetek, Erdélyi Múzeum-Egyesület kiadványa, 9–16.
- [5] Bagyinszki Gyula – Bitay Enikő: *Anyagtudományi gyakorlat-modulok a gépész- és mechatronikai mérnökképzésben*, XVI. Fiatal Műszakiak Tudományos Ülésszaka, Kolozsvár, 2011. március 24–25.; Műszaki Tudományos Füzetek, Erdélyi Múzeum-Egyesület kiadványa, 5–16.
- [6] Bagyinszki Gyula – Rácz Pál: *Fél évszázad a műszakiak képzésében*, XVIII. Fiatal Műszakiak Tudományos Ülésszaka, Kolozsvár, 2013. március 21–22.; Műszaki Tudományos Füzetek, Erdélyi Múzeum-Egyesület kiadványa, 47–50.



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

TITÁNLEMEZ LÉZERSUGARAS GRAVÍROZÁSA

LASER ENGRAVING OF A TITANIUM PLATE

BITAY Enikő⁽¹⁾, DOBRÁNSZKY János⁽²⁾

(1) Sapientia – Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Műszaki és Humántudományok Kar, Románia, 540485 Marosvásárhely (Koronka), Segesvári út 1.C., ebitay@ms.sapientia.ro

(2) MTA–BME Kompozittechnológiai Kutatócsoport, 1111 Budapest, Műegyetem rakpart 3. Dobranszky.Janos@eik.bme.hu

Abstract

The present paper gives a short synthesis about the basic principle and advantages of laser marking and continues with the presentation of the laser engraving procedure. It gives also introspection in an experiment of laser engraving of Grade 2 type titanium plate realized by serious combination of technological parameters. The change of surface and bulk properties on / near to the processed surface, for example surface roughness, penetration depth, X-ray diffraction phase analysis and the influence of laser parameters on the surface properties were investigated. The paper finalizes with the evaluation of the obtained results.

Keywords: titanium, laser marking, laser engraving.

Összefoglalás

Jelen tanulmány röviden átfogja a lézersugaras jelölések előnyeit, alapelvét, majd a lézersugaras gravírozást mutatja be. Betekintést kapunk Grade 2 típusú titánlemezen nagyszámú paraméterkombinációval végzett lézersugaras gravírozás kísérletébe. Vizsgáltuk a kezelt felületeken kialakult jelölések minőségét, az anyagszerkezetben létrejött változásokat (felületi érdesség, sugárbehatolás, fázisanálízis), a lézertechnológiai tényezők felületre gyakorolt hatását, majd mindezen eredményeket kiértékeljük.

Kulcsszavak: lézer, titánlemez, lézersugaras jelölés, gravírozás.

Bevezetés

Az ipar különböző területén alkalmazzák a termékek (meg)jelölését, egyrészt azért, hogy a gyártást követően, a felhasználása során a termék beazonosítható, követhető legyen. Másrészt egyszerű esztétikai jellegű minta kerül a termékek felszínére. Ugyanakkor egyes termékekre funkcionális feliratok, minták is szükségesek (pl. a mérőórán az egységek, a műszerfalán a kezelőegységek feliratai, a fecskendőn az úrtartalom mértékét jelölő vonalak stb.). Az utóbbi években a lézersugaras jelöléstechnika, számos előnye miatt, egyre inkább kiszorította a hagyományos jelöléstechnikákat, pl. a címkenyomtatást, tintasugaras nyomtatást, (kézi) mechanikus gravírozást stb. [1].

1. A lézersugaras jelölés előnye, alapelve

A lézersugaras jelölés előnye, hogy széles anyagválasztékon alkalmazható. A lézersugaras technológiákra általában jellemző a nagyfokú ismételtetőségi pontosság, a nagy megmunkálási sebesség, nincs szükség elő-, illetve utómunkára, kiváló minőség és felbontás, nagyfokú flexibilitás, érintésmentes megmunkálás, nehezen hozzáférhető helyeken és nagy megmunkálendő felületeken is alkalmazható, s ugyanakkor környezetbarát is.

A lézersugaras jelölés alapelve röviden: a lézerfény kilép a fényforrásból, majd megtörik két mozgatótükrön, amelyek X és Y irányba kitérítik, végül egy lencse fókuszálja a tükrök által eltérített lézersugarat, s a jelölendő munkadarab felületére irányul [2]. A lézersugaras jelölés főleg termikus hatáson alapul. A kölcsönhatás kimenetele az anyag elnyelő (abszorpció) képességétől és a lézeres megmunkálás technológiai tényezőitől függ. Az abszorpció mértéke továbbá az anyag (felületi) szerkezetének, a lézersugár hullámhosszának, illetve a beesési szögnek a függvénye. Az intenzitás és a behatási idő függvényében az elnyelődött lézersugár felhevíti a kezelt anyag felületét, avagy elpárologtatja a felszínen levő atomokat, molekulákat.

A fémek esetében a jellegzetes lézersugaras jelölési mechanizmusok a következők: hőszínezés és fázisátalakító hőkezelés, gravírozás, rétegeltávolítás és bevonateltávolítás.

2. A lézersugaras gravírozás

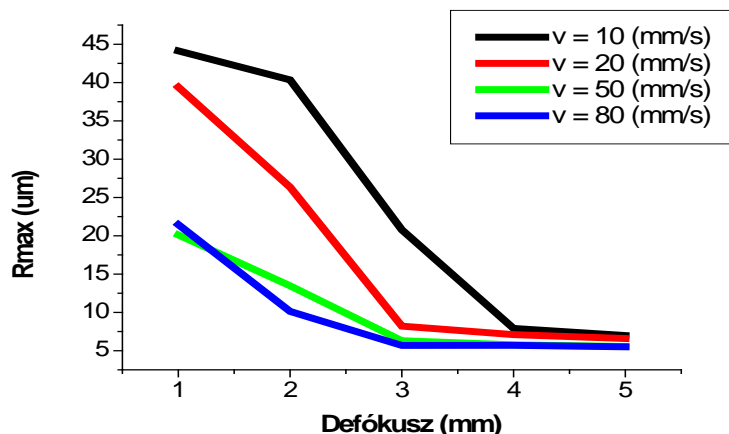
A lézersugaras gravírozás során a nagy hőhatás miatt néhány ns alatt az anyag felforr. A felhevített olvadék valósággal lerobban a felszínről, illetve egy része elpárolog. Ezáltal kúpos mélyedés keletkezik a felszínen az előírt, előrajzolt vonalmintának megfelelően.

A lézersugaras jelölési kísérleteket titánlemezeken (Grade 2) különböző technológiai tényezőkkel végeztük TruMark 3000 típusú jelölőlézerrel. Az alkalmazott technológiai tényezők: a hullámhossz 1064 nm; a teljesítmény 5,5 W, folyamatos üzemmód. Változtatott tényezők: pásztázási sebesség, $v = 10\text{--}80$ mm/s, illetve a fókuszeltolás, $def = 1\text{--}5$ mm.

3. A lézersugárral gravírozott titánlemez vizsgálatai

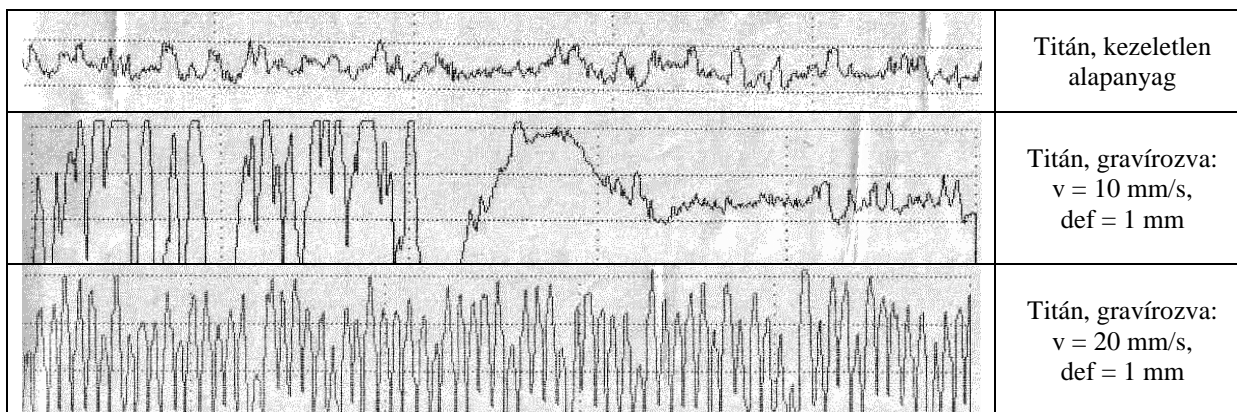
Ahhoz, hogy összefüggést találjunk a lézersugaras gravírozás technológiai tényezői és a gravírozott felület tulajdonsága között, a kezelt felületet többféle vizsgálatnak vetettük alá: mértük a felületi érdességet, elektronmikroszkópos és optikai mikroszkópos felvételeket készítettünk a mintákról, EDS- és röntgendiffrakciós fázisanalízist végeztünk, hogy a kialakult felület tulajdonságairól, minőségéről információt nyerhessünk.

A lézersugárral gravírozott titánlemezek felületi minőségének meghatározásához s mikrogeometriai jellemzőinek számszerűsítéséhez tapintócsúcsos érdességmérőt használtunk (Mitutoyo Surftest 211). A vizsgálandó felület kétdimenziós metszetét tapintócsúcs tapogatja le, az elmozdulás villamos úton érzékelhető. Eredményként a különböző felületi érdességi jellemzőket számszerűen olvashattuk le, illetve profilogram formájában is kirajzolódtak. Az alapanyag érdessége: $R_a = 0,71 \mu\text{m}$, $R_z = 2 \mu\text{m}$, $R_{\text{max}} = 5,68 \mu\text{m}$, $L_t = 4,8$ mm. A maximális egyenetlenséget a defókusz függvényében, különböző sebességeknél a **1. ábra** szemlélteti.



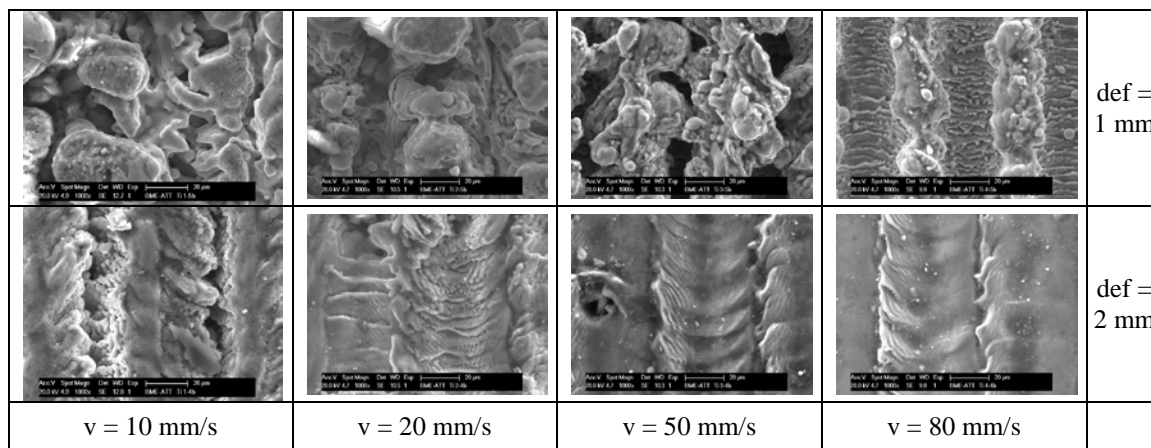
1. ábra. A felületi érdesség mérési eredményeinek összehasonlítása

Megállapítható, hogy minél távolabb került a fókuszpont, annál kevésbé roncsolta a lézersugár a felület mélyebb rétegeit. Optimális a felület megolvasztása a 4–5 mm-es eltolásnál, melynél a kezelt felület érdessége csekély különbséget mutat a kezeletlen titánlemez felületéhez képest. Ugyanakkor megfigyelhető, hogy a pásztázási sebesség növekedése csökkentette a felületen kialakult barázdák mélységét. A lézersugár a felülettel való rövidebb idejű kölcsönhatás következtében kisebb csúcsokat eredményezett az érdességben is [3]. Ez látható a készült diagramokon is (2. ábra).



2. ábra. A titánlemez felületiérdesség-profiljai

Az **elektronmikroszkópos vizsgálatok** egyértelműen kimutatták az oxigén és a nitrogén jelenlétét a kezelt felületekben. A felvételeket elemezve megállapítható, hogy a lézersugár a felületet megolvasztotta. Az anyag részben felforrt, hiszen kisebb levált darabok észlelhetők (visszafröccsenve) az alapanyaghoz dermedve. Ugyanakkor megfigyelhető, hogy milyen irányba haladt a lézersugár a felület megmunkálásakor. A lézernyaláb átmérő átfedésben volt a lépések között, és a barázdák is az eltolás irányáról tanúskodnak (3. ábra).

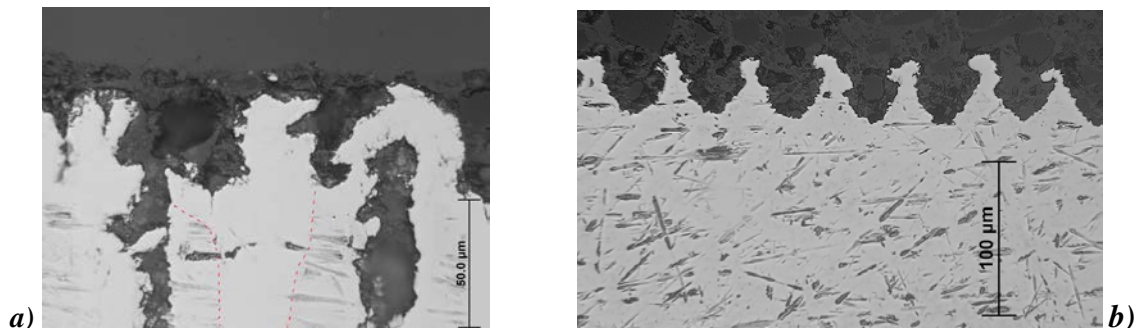


3. ábra. A vizsgált felületek pásztázó elektronmikroszkópos képei

A **röntgendiffrakciós vizsgálat** kimutatta a titán-dioxid két változatának jelenlétét: a rutilt és az anatózt. A titán gyakori két oxidja mellett azonban főleg olyan kristályos fázisok jelentek meg a lézergravírozott felületen, amelyek nemegyensúlyi fázisok: a titán-nitrid, illetve a titán Ti_2O oxidja.

Vizsgáltuk a keresztcsiszolatokon a **sugárbehatolási mélységet**. Megállapítható, hogy a 2 mm-es és ennél nagyobb fókuszeltolásnál kevésbé változik/roncsolódik a minta felülete, mint az 1 mm-es defókuszs esetében. A rétegben jól elkülöníthető a felületi, illetve a

hőhatásövezet. Ugyanakkor megfigyelhető a mikroszkópos felvételeken (4. ábra), hogy nagyobb pásztázási sebességnél kisebb mélységre hatolt a sugár ($def = 1$, $v = 80$ mm/s, a behatolási mélység átlagértéke: $36\text{ }\mu\text{m}$), a kisebb sebesség pedig mélyebb bevágást eredményezett ($v = 10$ mm/s, a behatolási mélység átlagértéke: $155\text{ }\mu\text{m}$).



4. ábra. Optikai mikroszkópi képek a titánlemez keresztcsiszolatokon: $def = 1$ mm;
a) $v = 10$ mm/s, b) $v = 80$ mm/s

6. Összefoglalás, következtetések

Ha a lézersugaras kezeléskor a titánlemez felülete megolvad, akkor jelentős mennyiségű titán-oxid jön létre a felületen. Ezek különböző kristálmódosulatai különböző színeket eredményeznek, ami a jelöléstechnikában hasznosítható. A lézersugaras gravírozásnál alkalmazott technológiai tényezők hatását értékelve megállapítható, hogy a 4–5 mm-es fókuszeltolásnál kevésbé roncsolta a lézersugár a felület mélyebb rétegeit, a pásztázási sebesség növekedése csökkentette a felületen kialakult barázdák mélységét. Mindezen adatok segítségünkre lehetnek a gyakorlatban, a titánlemezek lézersugaras gravírozásánál, a megmunkálási tényezők kombinációinak beállításánál, hogy az elvárt felületi minőséget érhesük el.

Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönetet mondanak Bella Szabolcsnak és Reisz Juditnak a kísérletek és a vizsgálatok elvégzésében nyújtott segítségükért.

A kutatás a TÁMOP 4.2.4.A/1-11-1-2012-0001 azonosító számú Nemzeti Kiválóság Program – Hazai hallgatói, illetve kutatói személyi támogatást biztosító rendszer kidolgozása és működtetése országos program című kiemelt projekt keretében zajlott. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Acknowledgement

This research was supported by the European Union and the State of Hungary, co-financed by the European Social Fund in the framework of TÁMOP 4.2.4. A/1-11-1-2012-0001 ‘National Excellence Program’.

Irodalom

- [1] Bakó Levente: *Lézeres gravírozó- és vágógépek szerte a nagyvilágból*. Jelöléstechnika. TechMonitor, 2013. március, 9–16. colop.hu/techmonitor_2013_03_web.pdf (2014-02-20)
- [2] Bella Szabolcs: *Lézersugaras mikromegmunkálás*. ara.bme.hu/oktatas/tantargy/NEPTUN/BMEGEATMG19/2010-2011-II/ea/04-05_ea_2_BellaSz_mikromegmunk%E1l%E1s.pdf (2014-02-20)
- [3] Juhász né Reisz Judit: *Orvostechnikai anyagok lézergravírozhatósága*. Diplomamunka, BME ATT, Budapest, 2009.



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

MECHANIKAI TULAJDONSÁGOK ÉS A HŐKEZELÉSI HŐMÉRSÉKLET KAPCSOLATA DUÁL FÁZISÚ ACÉLNÁL

RELATIONSHIP BETWEEN MECHANICAL PROPERTIES AND INTERCRITICAL HEAT TREATMENT IN CASE OF DUAL PHASE STEEL

BITAY Enikő⁽¹⁾, POPA-MÜLLER Izolda⁽²⁾

*Sapientia – Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Műszaki és Humántudományok Kar,
Románia, 540485 Marosvásárhely (Koronka), Segesvári út 1.C.,
E-mail: (1) ebitay@ms.sapientia.ro; (2) ipmuller@ms.sapientia.ro*

Abstract

The continuously increasing in applications of dual phase steels in the past years is fully justified by their acceptable toughness next to their low carbon concentration, and their good ductility. The toughness is their most important parameter regarding the security of the application that is reached by applying of the intercritical cooling during the elaboration. The value of austenitization temperature determines the proportion of the martensitic and ferritic phase in the mass. This is important because different proportion values of the phases mentioned above are leading to different mechanical properties [1]. The aim of the present paper is the set-up of a dependence between the values of the parameters characterizing the emphasized mechanical properties and the rate of the martensitic and ferritic phase.

Keywords: dual phase steel, intercritical heat treatment, hardness

Összefoglalás

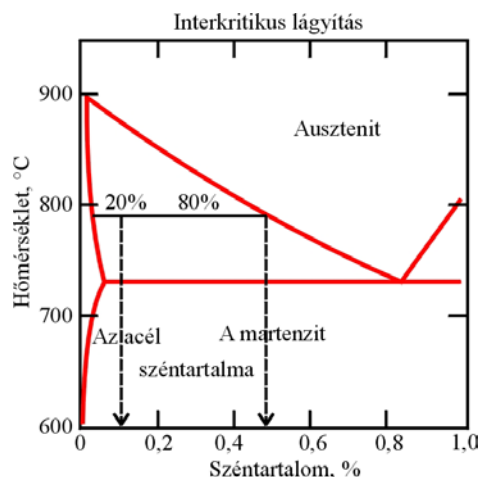
Duál fázisú acélok felhasználása jó alakíthatóságuk és kis karbontartalom mellett is megfelelő szilárdságuk miatt az utóbbi években jelentősen megnövekedett. A felhasználás szempontjából igen fontos a megfelelő szilárdság elérése, melyet a gyártás során alkalmazott interkritikus hűtéssel lehet elérni. Az ausztenitációs hőmérséklet megszabja, hogy milyen mennyiségben lesz a szövetszerkezetben martenzit és ferrit. Az egyes szövetarányokat a fázisok mennyiségének függvényében különböző mechanikai tulajdonságok jellemzik [1]. Mérési eredményeket felhasználva összefüggést kívántunk felállítani mechanikai tulajdonságok és a ferrit-martenzit arány között.

Kulcsszavak: duál fázisú acél, interkritikus hőkezelés, keménység

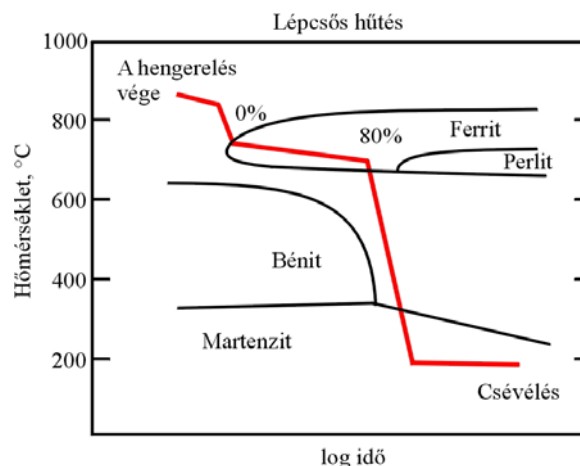
1. Bevezetés

Ismert, hogy az anyagok tulajdonságait kémiai összetételük, valamint szerkezetük határozza meg. A duál fázisú (DP) acélokat egy speciális kétfázisú szövetszerkezet jellemzi, melyben lágy ferrit és a kemény martenzit található egyszerre. A megfelelő mechanikai tulajdonságok elérése érdekében a gyártás során interkritikus hőkezelést alkalmaznak, ami azt jelenti, hogy a megfelelő ausztenit-ferrit hőmérsékletről gyorsan hűtik (**1–2. ábra**). A megfelelő ausztenitációs hőmérséklet tehát meghatározza a kész darab mechanikai tulajdonságait. A duál fázisú acélok felhasználása főként az autóiparban terjedt el, mivel jó alakíthatóságuk mellett megfelelő szilárdsági tulajdonságokkal rendelkeznek.

Ötvözetlen hipoeutektoidos acélok esetén ismert, hogy egyensúlyi hevítés, illetve hűtés során reverzibilis fázisátalakulás (γ - α , illetve α - γ) megy végbe [3]. A duál fázisú acélok gyártása esetén azonban nem egyensúlyi szerkezetet hozunk létre (α + γ fázisokból α + α') (2. ábra).



1. ábra. Ausztenitesítési hőmérséklettel elérhető ferrit-auszenit arány [2]



2. ábra. Duál fázisú acél gyártása [2]

2. A vizsgált acél jellemzői

A vizsgált, kis karbontartalmú acél kémiai összetételét az 1. táblázat mutatja. Látható, hogy jelentős mennyiségű ötvözőt nem tartalmaz [3].

1. táblázat. A vizsgált acélminőség kémiai összetétele (tömeg %) [3]

C	Mn	Cr	Si	V	Nb
0,28%	1,45%	0,21%	0,20%	0,13%	0,01%

Az acél jellemző mechanikai tulajdonságait szakirodalmi adatok alapján dolgozzuk fel [4–5]. A különböző hőmérsékletekről hűtött próbatestek mérésekkel meghatározott folyáshatárát, szakítószilárdságát, Vickers-keménységét és kifáradási határát, valamint a martenzit mennyiségét foglalja össze a 2. táblázat. A hőkezeléseket adott hőmérsékleten 1 óra hőntartással, majd vízhűtéssel végezték.

2. táblázat. A méréssel meghatározott mechanikai tulajdonságok [3]

Edzési hőmérséklet [°C]	Folyáshatár [MPa]	Szakító szilárdság [MPa]	Nyúlás [%]	Martenzit mennyiség [%]	Keménység [HV]
900	1192	1652	2,1	100	580
779	997	1417	2,5	70	437
754	788	1286	3,2	50	377
737	634	1167	4,2	30	296

3. Fázisarányok és a mechanikai tulajdonságok kapcsolata

Ismert, hogy a martenzit keménysége egyértelműen függ a karbontartalomtól. Természetesen az acél átlagos keménységét a mikroszerkezet, illetve az abban található martenzit mennyisége is befolyásolja.

A keménység és a szilárdság közötti összefüggés ismert, vagyis a folyáshatár és a szakítószilárdság a keménységből származtatható. Mivel az összefüggésben Brinell-keménységgel számolunk, ezért táblázat segítségével a keménységértékeket átváltottuk a (3. táblázat). A folyáshatár és a szakítószilárdság meghatározására a szakirodalomban talált (1) és (2) összefüggéseket alkalmaztuk. Ahol HB a Brinell-keménység, R_{eH} a folyáshatár, R_m a szakítószilárdság [6, 7]:

$$R_{eH} = 3,2 \cdot HB - 262, \quad (1)$$

$$R_m = 3,1 \cdot HB + 179. \quad (2)$$

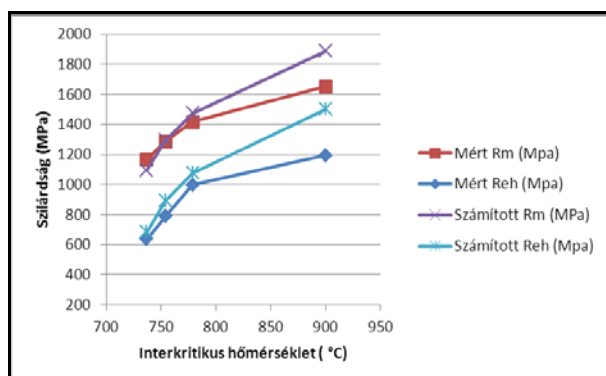
A vizsgált anyagminőségen keménységmérést végeztünk és ennek értékeit is feltüntettük a 3. táblázatban. Mivel a vizsgált darab egyensúlyi állapotú volt (ferrit-perlites), ezért a martenzit-tartalomhoz 0 értéket írtunk, jelezve, hogy nem tartalmaz martenzitet. A táblázat eredményei jól korrelálnak a mérési eredményekhez, egyedül a teljesen marteizites szövetszerkezet esetében tapasztalható nagyobb eltérés, de ez egyfázisú szövetszerkezete miatt nem tekinthető duál fázisúnak.

3. táblázat. Számított mechanikai jellemzők

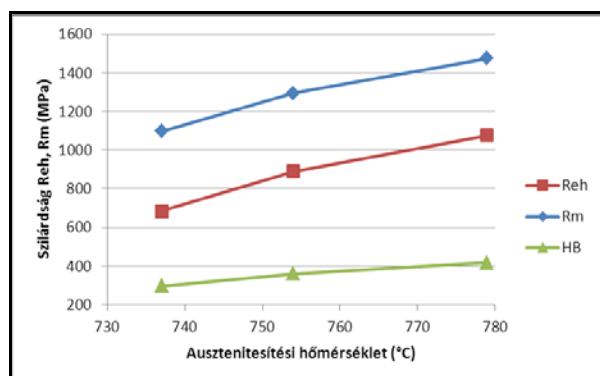
Martenzit mennyisége [%]	Edzési hőmérséklet [°C]	Keménység [HB]	Folyáshatár [MPa]	Szakítószilárdság [MPa]
100	900	551	1501,2	1887,1
70	779	418	1075,6	1474,8
50	754	360	890,0	1295,0
30	737	296	685,2	1096,6
0	-	258	563,6	978,8

A felhasznált (1–2) összefüggésekkel, valamint a 3. táblázat értékeivel az acél hőkezelésének interkritikus hőmérséklete meghatározható az elérendő mechanikai tulajdonságok szerint, amit a 4. ábra is szemléltet. Gyakorlatilag a vizsgált darabok közül csak hárommal szükséges foglalkozni, hiszen a tisztán marteizites, illetve a ferrit-perlites szövetszerkezetű acélok nem tekinthetően duál fázisúnak.

A 30, 50 illetve 70% martenzittartalmú acélok esetében viszont a szilárdság és a hőkezelési hőmérséklet kapcsolata közel lineáris, (3, 4) függvényvel írható le, melyből az interkritikus hőmérséklet jó közelítéssel számítható (4. táblázat).



4. ábra. A szilárdsági értékek az interkritikus hőmérséklet függvényében



5. ábra. Szakítószilárdság, folyáshatár és keménység az interkritikus hőmérséklet függvényében

4. táblázat. Az alkalmazott és a (3–4) összefüggések-ből számított interkritikus hőmérsékletek

Alkalmazott	Számított	
$T_{interkritikus}$ [°C]	$T_{interkritikus}$ [°C]	$T_{interkritikus}$ [°C]
779	777,6309	777,64
754	757,359	757,368
737	734,9899	734,999

$$T_{interkritikus} = \frac{(R_{eH} + 6044)}{9,1555} [^{\circ}C], \quad (3)$$

$$T_{interkritikus} = \frac{(R_m + 5422,4)}{8,8694} [^{\circ}C]. \quad (4)$$

4. Összefoglaló

A duál fázisú acélok mechanikai tulajdonságai biztosításának kulcsa a megfelelő interkritikus hőmérsékletre való hűtés. A bemutatott mérési és számítási eredmények azt mutatják, hogy kis hőmérséklet-eltérés is jelentős különbséget eredményezhet a mechanikai tulajdonságok tekintetében. Mivel a gyártási folyamat során az acélterméknek egy elvárt szilárdságot kell elérniük, ezért a technológiai paraméterek meghatározása igen fontos. Eredményeink irányadóak lehetnek a duál fázisú acélok hőkezelésének paraméter-meghatározásához. További vizsgálati eredmények igazolhatják a bemutatott szilárdság interkritikus hőmérséklet kapcsolatát, melyre általános matematikai összefüggés is felírható.

Köszönetnyilvánítás

A kutatás a TÁMOP 4.2.4.A/1-11-1-2012-0001 Nemzeti Kiválóság Program című kiemelt projekt keretében zajlott. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Aknowledgement

This research was supported by the European Union and the State of Hungary, co-financed by the European Social Fund in the framework of TÁMOP 4.2.4. A/1-11-1-2012-0001 ‘National Excellence Program’.

Irodalom

- [1] T. Kovács, P. Pinke: *The Effect of Microstructure on the Local Wear Behavior of Dual Phase Steels*, IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 47 (2013).
- [2] Artinger István: *Gépszerkezetek anyagai*. Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem. Elektronikus jegyzet. Budapest. 2010. <http://www.att.bme.hu/oktatas/BMEGEMT4105/>.
- [3] T. Réti, T. Kovács: *A phenomenological method for the prediction of damage accumulation processes under varying external conditions*. Material Science Forum V.414–415 (2003). 317–322.
- [4] M. Übeyli et al: *Investigation on the ballistic performance of dual phase steel against 7.62 AP projectile*. Material Science and Engineering, Vol 527 (2010). 2036–2044.
- [5] M. Übeyli et al: *Ballistic impact performance of an armor material consisting of alumina and dual phase steel layers*. Materials and Design, Vol 32. no. 3 (2011). 1565–1570.
- [6] Varga Ferenc, Tóth László, Guy Pluinage: *Anyagok károsodása és vizsgálata különböző üzemi körülmények között*. Miskolci Egyetem, 1999. 33. <http://edu.bzlogi.hu/mtesting/szoftverek/kemenys.pdf>
- [7] Szilágyi G., Kovács-Coskun T.; Pinke P.: *Az összeállítási pontatlanság hatása a hegesztési paraméterek korrekciójára sarokvarratok esetén*. FMTÜ XVIII. EME, Kolozsvár, (2013). 383–386.



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

MIKROALGÁK ENERGETIKAI CÉLÚ TERMESZTÉSE SZABADTÉRI FLAT-PANEL FOTOBIOREAKTORBAN

MICROALGAE CULTIVATION IN OUTDOOR FLAT-PANEL PHOTOBIOREACTOR

BOCSI Róbert⁽¹⁾, HANÁK László⁽²⁾, HODAI Zoltán⁽³⁾,
HORVÁTH Géza⁽⁴⁾, RIPPELNÉ PETHŐ Dóra⁽⁵⁾

Pannon Egyetem, Mérnöki Kar, Vegyipari Műveleti Intézeti Tanszék, 8200 Veszprém, Egyetem u. 10. Telefon: +36-88-624-268, Fax: +36(88)642-446, H-8201 Veszprém, Pf. 158.

(1) bocsirobert@almos.uni-pannon.hu

(2) hanakl@almos.uni-pannon.hu

(3) hodaiz@almos.uni-pannon.hu

(4) horvathg@almos.uni-pannon.hu

(5) pethod@almos.uni-pannon.hu

Abstract

Driven by the rising need for biofuels because of the constant rise in the world market price of crude oil, and by the necessity to capture carbon dioxide, autotrophic organisms got into the spotlight of energetic research. Algae production is the most promising solution amongst the alternatives because of its specific area necessity and high reproduction rate.

Algae can synthesize many valuable compounds. In photobioreactors of Department of Chemical Engineering Science in University of Pannonia we grow such algae cultures. We made laboratory and field tests to find out affects of several parameters to the quality of the product. In this paper we monitored the effects of temperature for the chosen alga culture. We observed that we can control our reactor system temperature nearby its optimum.

Keywords: microalgae cultivation, photobioreactor, temperature optimum

Összefoglalás

A nyersolaj világpiaci árának növekedése által hajtott bioüzemanyagok iránti kereslet és a szén-dioxid befogás igényének találkozásaként autotóf szervezetek termesztése került az energiakutatók figyelmének középpontjába. Az algatermesztés a benne rejlő nagy reprodukciós ráta és a fajlagos területsszükséglet tekintetében az alternatívák közül a legígéretesebb megoldás.

Az algák életfolyamataik során számos értékes vegyületet képesek előállítani. A Pannon Egyetem Vegyipari Műveleti Intézeti Tanszékén zárt fotobioreaktorainkban többféle algakultúrát termesztünk. Számos termesztési kísérletet végeztünk laboratóriumban és természetes környezetben egyaránt. Jelen cikk a hőmérséklet algaszaporodásra gyakorolt hatását vizsgáltuk Veszprém, szabadterben folytatott kísérleteink során.

Megvizsgáltuk, hogy a kiválasztott algafaj szaporodási képessége milyen hőmérsékleti tartományban optimális az összes többi működési paraméter függetlensége mellett.

Kulcsszavak: microalgae cultivation, photobioreactor, temperature optimum

1. Bevezetés

A világ összes bioüzemanyag termelése 2011-ben megközelítette a 60 Mtoe (~2,5 EJ) éves mennyiséget, melynek 27,5%-a biodízel volt. A BP által készített tanulmány szerint az éves bioüzemanyag termelés 2010-2011 időszakban 0,7 % -kal nőtt, ezért is indokolt az algák illetően felhasználási lehetőségeinek kutatása, a jelenleg alkalmazott technológiák fejlesztése.[1]

Az algatermesztéssel már a múlt század első felében foglalkoztak. Akkoriban az algafarmok létesítésében látták a jövő élelmiszerforrását. Bár a terv támogatottság hiányában megghiúsult, de a laboratóriumi, tiszta tenyészkultúrák fenntartását, a célirányos termesztés körülményeinek meghatározását sikerült megalapozni. A múlt század ötvenes éveiben került szóba először az algák felhasználása bioüzemanyagok előállítására. Az energiatermelő algák termesztésére az 1970-es évek elejére már üzemi méretű berendezések is rendelkezésre álltak. Ezt követően az 1980-as évek elején került előtérbe az algaolaj termelés, amely a XXI. században reneszánszát éli.[2], [3], [4]

A megfelelő algatermesztő rendszer kialakításához sorra kell venni, melyek a termesztésbe bevonható fajok és mely paraméterek befolyásolják az algák fejlődését. A termesztési paraméterek helyes megválasztása alapvetően befolyásolja a teljes folyamat sikerességét. Algákból számos terméket állíthatunk elő, melyek közül üzemanyag előállításra elsősorban a lipidek a megfelelőek. Ezek a vegyületek számos alkalmazásban előfordulnak. Tisztítás, átalakítás után kozmetikai cikkek, élelmiszerek összetevői vagy akár motorhajtóanyagok biokomponensei is lehetnek.[5], [6]

2. Algatermesztés

2.1. Az algakultúra által elérhető fény mennyisége

A termesztési paraméterek helyes megválasztása alapvetően befolyásolja a teljes folyamat sikerességét. A kultúra számára elérhető fény a fotoszintetizáló szervezetek számára egy alapvetően korlátozó tényező. Fotoszintézisre a napfény spektrumából csak a 400-700 nm közötti hullámhossz intervallum hasznosítható, ez a tartomány a teljes napfény spektrum 42,3%-a. Ebbe a hullámhossz intervallumba eső sugárzást hívja a szakirodalom fotoszintetikus aktív sugárzásnak (PAR). Megadható a fotoszintézis maximális, elméleti energetikai hatásfoka /photosynthetic efficiency, PE/, amely algák esetén a napfény teljes spektrumára 9 %, a PAR tartományra 21,4 %.

2.2. A szuszpenzió hőmérséklete

Másik fontos környezeti paraméter a reaktorhőmérséklet. Egy sűrű szuszpenzió (3-4 g száraz alga/dm³) melegedése nyári, meleg napsütésben jelentős. Emiatt a reaktor hőmérséklete hűtés nélkül a léghőmérsékletnél jóval magasabb lenne. Az algák optimális szaporodóképessége 20-40°C közötti hőmérsékleten tartható meg. Ez alatt anyagcseréjük és ezzel együtt szaporodásuk jelentősen lelassul, míg a tartomány feletti hőmérsékleten jelentősen nő a hősokk okozta algapusztulás veszélye.

2.3. A megtermelt fajlagos alga tömeg

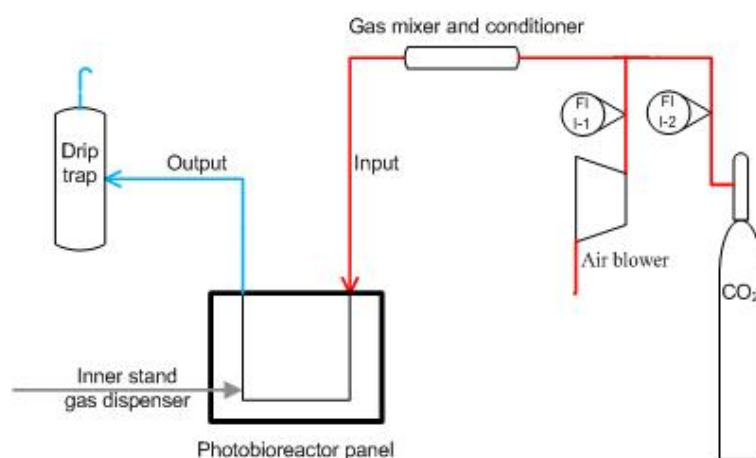
A tényleges fényabszorpció területre vonatkozó fajlagos termelékenységet (biomassza növekmény) az alábbi képlet alapján számítottam ki.

$$P_{A,i} = \frac{C_{i,max}}{j \cdot A_i \cdot \eta_A}, \quad (1)$$

ahol $P_{A,i}$ az i -edik reaktorban elért felület-fajlagos napi termelékenység ($\text{g m}^{-2} \text{ nap}^{-1}$)
 $c_{i,max}$ a termesztési időszak alatt elért maximális biomassa koncentráció (g/dm^3)
 j a termesztési időszak hossza (nap)
 A_i a termesztő berendezés potenciális fényabszorpciós felülete (m^2)
 η_A a potenciális fényabszorpciós felület megvilágított hányada

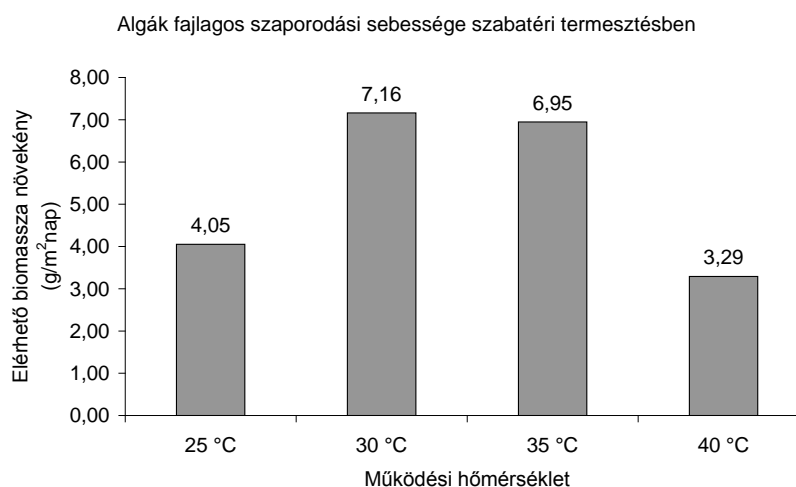
3. Termesztési kísérletek

P jelű vad algakultúra szaporodását vizsgáltunk a rendelkezésre álló flat-panel típusú zárt fotobioreaktorokban. A berendezés rendelkezik külső hűtéssel, kiszolgáló tartályokkal. Az algák viselkedését időben párhuzamosan, külön-külön reaktorokban vizsgáltuk. A panelek fényabszorpciós felületét déli irányba állítottuk be. A reaktorok hőmérsékletének szabályozásával négyféle tartási hőmérsékleten ugyan olyan, módosított BG-11 típusú tápoldaton termeltünk.



1. ábra. Szabadtéri algatermesztő rendszer vázlata

A 8,0 tf% CO_2 -ot tartalmazó gázkeveréket átbuboréktattuk a szuszpenzió. A buboréktatás szerepe volt, CO_2 -ellátás mellett, a megfelelő keverés biztosítása.



2. ábra. Szaporodási sebességek nyílt rendszerben termesztett algák különböző hőmérsékletű szuszpenziója esetén

4. Következtetések / Összefoglaló

A mérési adatok alapján megállapítottuk, hogy a vizsgált algaszuszpenzió optimális működési hőmérséklete 30°C és 35°C között van.

A hűtéshez felhasznált hűtőközeg mennyisége 25°C-on volt a legtöbb, míg 40°C-on a legkevesebb.

A különböző fajok szabadtéri termesztési tulajdonságai között a hőmérséklet tolerancia egy fontos tulajdonság lehet. A szabadtéri fotobioreaktor rendszer lehetőséget ad ezek tanulmányozására.

Irodalom

- [1] BP *Statistical Review of World Energy*, June 2012, bp.com/statisticalreview, 2013.03.01.
- [2] J.R. Benemann, *Utilization of carbon dioxide from fossil fuel-burning power plants with biological systems*, Energy Conversion and Management, Volume 34, Issues 9–11, September–November 1993, Pages 999–1004, ISSN 0196-8904, [http://dx.doi.org/10.1016/0196-8904\(93\)90047-E](http://dx.doi.org/10.1016/0196-8904(93)90047-E).
- [3] Wang, B., Y. Li, N. Wu, and C. Q. Lan *CO₂ bio-mitigation using microalgae*. Applied Microbiology and Biotechnology 79(5): 707–718. . (2008.)
- [4] Spolaore P, Joannis-Cassan C, Duran E, Isambert A., *Commercial applications of microalgae*. Journal of Bioscience and Bioengineering 2006;101(2):87–96.
- [5] Ayhan Demirbas, M. Fatih Demirbas, *Importance of algae oil as a source of biodiesel*, Energy Conversion and Management, Volume 52, Issue 1, January 2011, Pages 163–170, ISSN 0196-8904, <http://dx.doi.org/10.1016/j.enconman.2010.06.055>.
- [6] Y. Li, M. Horsman, N. Wu, C.Q. Lan and N. Dubois-Calero, *Biofuels from microalgae*, Biotechnology Progress 24 (4) (2008), pp. 815–820



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

KOMBINÁLT TERMIKUS KEZELÉSI TECHNOLOGIÁK KÖZÉP- ÉS KELET EURÓPAI ALKALMAZHATÓSÁGÁNAK VIZSGÁLATA

APPLICABILITY EXAMINATION OF COMBINED THERMIC TREATMENT PROCESSES IN CENTRAL AND EASTERN EUROPE

BODNÁR István

Miskolci Egyetem, Gépészmérnöki és Informatikai Kar, Energetikai és Vegyipari Gépészeti Intézet, Vegyipari Gépészeti Intézet Tanszék; Cím: H-3515, Magyarország, Miskolc-Egyetemváros; Telefon / Fax: +36-46-565168, vegybod@uni-miskolc.hu

Abstract

This paper presents the combination possibility of the applied thermic treatment process in the waste management. The conventional incineration is the most popular thermic treatment process worldwide. The most applied incinerator is the grate and the rotary kiln, which can be transformed into a one-step combination (process integrated) technology. During the applicability examination we have to put emphasis on many factors such as economical, technological, energy efficient and environmental ones.

Keywords: combined thermic treatment process, waste management, life cycle assessment, energy efficiency analysis

Összefoglalás

A tanulmány a hulladékgazdálkodásban alkalmazott termikus kezelési technológiák kombinálásának lehetőségét mutatja be. Világszinten a hagyományos égetés a legelterjedtebb technológia hulladékok termikus kezelésére. A leggyakrabban forgódobos és rostélyos tüzelőberendezéseket alkalmaznak, amelyek a hőmérséklet és/vagy az oxidációs faktor változtatásával átalakíthatóak egylépcsős kombinációs technológiává. A megvalósíthatósági vizsgálat során számos tényező, így a gazdaságossági, a technológiai és energetikai, valamint a környezetvédelmi szempontokra nagy hangsúlyt kell fektetni.

Kulcsszavak: kombinált termikus kezelési technológia, hulladékgazdálkodás, életciklus-elemzés, energetikai hatékonyságvizsgálat

1. Bevezetés

Napjaink felgyorsult, rohanó világában a fogyasztási igények növekedése, a vásárlási szokások megváltozása és a környezetvédelem iránti elkötelezettség fokozódása, új technológiák bevezetését teszi szükségessé a hulladékgazdálkodásban. A termelési folyamatok mellett a csomagolóiparban keletkezik a legtöbb hulladék, amelyek legnagyobb része anyagában újrahasznosítható, vagy biológiai úton lebomló. Az újrahasznosítás szükséges, de nem elégséges feltétele a szelektív gyűjtés, ami nélkül a keverten begyűjtött hulladékok rendszerint hulladéklerakókba, vagy hulladékégetőkbe kerülnek. A biológiailag le nem bomló, valamint a veszélyes komponenseket tartalmazó hulladékok jelentősen terhelik a környezetet. Lerakók

esetében a talajba, a talajvizeken keresztül a folyó és állóvizekbe; hulladékégetőknél pedig a levegőbe történő kibocsátás a mérvadó. A hulladékok lerakásánál és égetésénél az integrált hulladékgazdálkodási piramis szerint egy szinttel kedvezőbb megoldás az energetikai célú hasznosítás, amely lehetővé teszi a hulladékban rejlő energiamennyiség hasznos hő- és/vagy villamos energia formájában történő kinyerését. Ennek köszönhetően csökkenthető a fosszilis energiahordozók használata és akár szén-dioxid megtakarítást is elérhetünk. A hulladék így új fogalmat kaphat, mint kimeríthetetlen alternatív energiaforrás.

2. Leggyakrabban alkalmazott hulladékégető típusok

Világszinten a hagyományos égetési technológia a legelterjedtebb megoldás hulladékok termikus kezelésére. A világszinten működő mintegy 2200 hulladékégető közül, a hagyományos égetési technológia részesedése meghaladja a 95 %-ot, míg a maradék kevesebb, mint 5 %-on az új termikus kezelési technológiák, név szerint a pirolízis, a gázosítás és a plazmatechnológia, valamint ezek kombinációja osztozkodik. Közép- és Kelet Európában jellemzően csak hagyományos égetők üzemelnek. Önálló kialakítású alternatív technológiájú rendszerekkel csak kísérleti, vagy fél üzemi kialakításúakkal találkozhatunk. Az új technológiák legnagyobb előnye, hogy nem csak az energiatermelésre helyezik a hangsúlyt, hanem lehetővé teszik a feladott hulladék bizonyos kémiai összetevőinek a visszanyerését. A visszanyert fémek a kohászatban, a vegyi anyagok pedig a vegyipari és rokonipari ágazatokban alkalmazhatóak nyersanyagok kiváltására. A termikus kezelési technológiák kombinálhatók egymással, így lehetőség nyílik az üzemelő rendszerek viszonylagos kis anyagi ráfordítása mellett átalakítására, korszerűsítésre. Legegyszerűbb megoldás a hagyományos égetőkemencék (forgódobos kemence, rostélytűzelés, vagy fluidágyas megoldás) hőmérsékletének változtatása, és/vagy oxidációs faktorának csökkentése. Az alaptechnológia más technológiával történő integrálása jelentősen javíthatja az energetikai hatékonyságot, ami így gazdaságosabb üzemeltetést tesz lehetővé, és csökkenthető a környezetterhelés mértéke is. A 2008/98/EK hulladék keretirányelvben megfogalmazott hatékonysági kritérium alapján, csak akkor beszélhetünk energetikai célú hasznosításról, ha új égetőknél a 65 %-ot, meglévőknél pedig a 60 %-ot meghaladó az energetikai hatékonyság. Ezen értékek alatt csak a kevésbé preferált ártalmatlanításról beszélhetünk, főként ez teszi indokolttá az alaptechnológiák kombinálását. A Magyarországon működő 22 hulladékégető közül csak egy felel meg ennek a kritériumnak. Legkisebb anyagi ráfordítással a forgódobos égetőkemencék alakíthatóak át pirolízissel történő kombinációs technológiává. Az átalakítási költségek legnagyobb részét a szabályozási- és mérés technikai eszközök jelentik [1]. Magyarországon három égetőmű alkalmazza ezt a kombinációt, de az üzemeltetési módjuk miatt továbbra sem felelnek meg az energetikai hatékonyság-kritériumnak. Európában jelenleg 462 hulladékégető üzemel, ezek közül mindössze csak 32 alkalmaz valamilyen alternatív technológiát, és azok is főként Nyugat Európában találhatók [2]. Közép- és Kelet Európában továbbra is az ártalmatlanítást (égetést és lerakást) részesítik előnyben, de az új termikus kezelési technológiák kedvezőbb gazdasági és környezetvédelmi mutatóinak köszönhetően, a következő évtizedekben jelentős fejlesztések várhatók a hulladékok energetikai célú hasznosítása terén.

3. Kombinált termikus kezelési technológiák

A kombinált termikus kezelési technológiák két fő csoportba sorolhatók. Az első csoportba tartoznak az egylépcsős kombinációk, amelyek magukba foglalják az összes olyan kialakítást, ahol egyetlen berendezésben játszódik le a teljes folyamat (folyamatintegrált kombináció). Például a forgódobos kemencében a kemence belépő térrészen a pirolízis a kilépő térrészen az égés a jellemző folyamat. Ebbe a csoportba tartozik a faelgázosító kazán is, ahol az első

kamrában a tűzifa/biomassza gázosítása, a másik kamrában pedig a gázosításból származó szintézisgáz elégetése történik. A második csoportba a két, vagy többlépcsős megoldások tartoznak, ami az alaptechnológiák soros kapcsolását jelenti. A két lépcsős azt jelzi, hogy két önálló berendezésünk van, ahol az első lépcsőben keletkező végtermékek további kezelése történik meg egy másik lépcsőben – alaptechnológiában –. Ez a technológiaintegrált kialakítás, ahol az első lépcső lehet a pirolízis, és az ott keletkező pirokokszt egy másik berendezésben égetés útján kerülhet hasznosításra. Az eddigi kutatási eredmények alapján két lépcsőnél nagyobb kombináció kialakítása nem eredményez érdemi javulást egyetlen vizsgálati kategória szerint sem, ezért azok alkalmazása csak elvi lehetőség. A kétlépcsős technológiák beruházási és üzemeltetési költségei rendszerint nagyobbak, mint az egylépcsősöké, mert két önálló berendezésre van szükség, amelyeknek van segédáram és energia igénye, amelyek fajlagos értékei nagyobbak az egylépcsős kombinációnál tapasztaltaknál. Gyakran előfordul, hogy a meglévő technológia nem alkalmas, vagy csak jelentős anyagi ráfordítás mellett alakítható át folyamatintegrált, azaz egylépcsős kombinációs technológiává. Például egy égetésre kialakított kazánt soha nem fogunk tudni átalakítani úgy, hogy plazma-technológiával egy lépcsőben kombinálható legyen. Ekkor a nagy beruházási költség ellenére a környezetterhelés csökkentése és/vagy az energetikai hatékonyság növelése érdekében célszerű a kétlépcsős megoldást alkalmazni.

4. Szempontok és tényezők a megvalósíthatósági vizsgálat során

Azonos hulladéktípus és/vagy kémiai összetétel esetén számos szempontot és tényezőt szükséges megvizsgálni, mert ezek határozzák meg egyértelműen az egyes technológiák és kombinációk alkalmazhatóságát. Az életciklus-elemzésből származó környezetvédelmi hatékatégóriák mellett szükséges értelmezni a technológiai és energetikai átalakítás hatékonyságát jellemző paramétereket is. A legfontosabb vizsgálati tényezőket és szempontokat az 1. táblázat tartalmazza [3].

1. táblázat. Megvalósíthatósági vizsgálat szempontjai és tényezői

Környezetvédelmi hatékatégóriák	Technológiai és energetikai hatékonyságparaméterek	Gazdasági és gazdaságossági mutatók
Hamu tulajdonságai	Üzemi hőmérséklet és nyomás	Fajlagos beruházási költségek (hulladék kapacitás és villamos teljesítmény alapján)
Létesítmény lakó-környezettől való távolsága	Oxidációs faktor	
	Segédáramok összetétele	
Globális felmelegedéshez való hozzájárulás	Keletkező végtermékek összetétele	Fajlagos üzemeltetési költségek (hulladék kapacitás és villamos teljesítmény alap)
	Hulladék tömegcsökkenés	
Ózonréteg elvékonyodás	Fajlagos füstgázkibocsátás	Megtérülési idő
Savasodást okozó hatás	Tömegcsökkenési sebesség	
Eutrofizációs potenciál	Erőgép és körfolyamat típusa	Karbantartási költségek
Fosszilis energiahordozó és erőforrás felhasználás	Nettó villamos, hő és eredő hatásfok	Villamos energia előállítási költsége
Fotokémiai ózonképződés	Villamosenergia-termelési mutató	Humán erőforrás költségei
Emberi szervezetre gyakorolt toxikus hatás	Fajlagos hő, villamos és eredő energia kihozatal	Különböző típusú segédgázok költségvonzata
Édesvízi, tengervízi és földi ökotoxicitás	Fajlagos hő, villamos és eredő energiasűrűség növekedés	Kapacitás kihasználhatóság és hatékonyságnövelés költségei

Az energetikai hatékonyság maximalizálására való törekvés számos gazdaságossági kérdést vet fel, amelyek megválaszolása költséghaszon-elemzést tesz szükségessé, ezért optimalizálá-

si módszereket kell alkalmazni. Ekkor a maximális energetikai hatékonyság minimális költség melletti elérése a cél [4]. A tervezési folyamat során célszerű mindezen szempontokat érvényesíteni. Mivel egyes paraméterek egymásra gyakorolt hatása fordított arányosságot mutat, ezért ki kell választani a számunkra legfontosabbnak vélt tényezőket és az ésszerűség határain belül meghozni a végleges döntést. A gazdaságos üzemeltetés érdekében lehetőség nyílik több alaptermőológiából származó végtermék egyszerre történő utókezelésére egyetlen berendezésben. Ekkor figyelembe kell venni a technológiák tervezett élettartamát, az addig eltelt üzemi éveket, valamint össze kell hangolni a karbantartási, és a tervezett üzemszüneti, leállási időket. E feltételek együttes meglétével lehet biztosítani, hogy az alaptermőológiák a leghatékonyabban tudjanak együttműködni. A hatékonyságjavítás másik módszere, amikor az alaptermőológiákból származó végtermékeket olyan arányban keverjük egymással, hogy a második lépésőt jelentő berendezésnél minimális fajlagos segédáram igény jelentkezzen.

5. Következtetések és célkitűzések

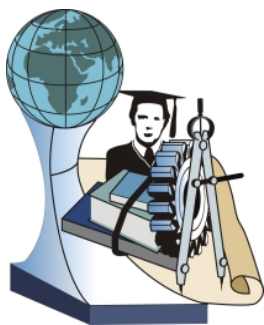
A hatékony nyersanyag és energiahordozó felhasználás érdekében a hulladékgazdálkodás jelentős változásokon esett át az utóbbi évtizedekben. Az ártalmatlanítás helyett az anyagában történő, és az energetikai célú hasznosítás került előtérbe. A Közép- és Kelet Európában található hulladékégetők közül alig néhány felel meg az EU-s irányelveknek és az energetikai hatékonyság-kritériumnak, ezért szükségessé vált fejlesztésük. A hagyományos égető berendezések pirolízissel, vagy gázosítással történő folyamatintegrált kombinálása kis anyagi ráfordítás mellett gazdaságosabb üzemeltetést tesznek lehetővé, mind emellé kedvezőbb energetikai hatékonyság és kisebb környezetterhelés társul. Az oxidációs faktor és a segédáramok helyes megválasztásával akár 30 %-kal is csökkenthető a kibocsátott füstgáz mennyisége, így jelentős költségmegtakarítás érhető el az üzemeltetés során. Kapcsolatlan történő energiatermelés esetén az előállított hasznos hő- és villamos energia értékesítéséből származik plusz bevétel, amely így csökkentheti a technológiák megtérülési idejét. Jövőbeli célom e technológiák értékelése a felvázolt vizsgálati szempontok figyelembevételével és értékelése a kidolgozásra került háromszögmodell segítségével.

6. Köszönetnyilvánítás

A kutatás a TÁMOP 4.2.4.A/2-11/1-2012-0001 azonosító számú *Nemzeti Kiválóság Program – Hazai hallgatói, illetve kutatói személyi támogatást biztosító rendszer kidolgozása és működtetése konvergencia program* című kiemelt projekt keretében zajlott. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Irodalom

- [1] Zhu, Y., Chai, X., Li H., Zhao, Y., Wei, Y.: *Combination of combustion with pyrolysis for studying the stabilization process of sludge in landfill*. Thermochimica Acta. 464, 2007. pp. 59-64.
- [2] Szuhi, A.: *Új termikus technológiák és hagyományos hulladékégetők*. Kiadta a Környezetvédelmi- és Vízügyi Minisztérium, 2011.
- [3] Bodnár, I.: *Termikus kezelési technológiák vizsgálata háromszögmodell segítségével*. Multidiszciplináris Tudományok. ME kiadványa. 3. kötet. 2013. 1-2. sz. pp. 203-214.
- [4] Hatzilyberis, K. S.: *Design of an indirect heat rotary kiln gasifier*. Fuel Processing Technology. 92, 2011. pp. 2429–2454



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

KÚPOS CSAVARFELÜLETEK GEOMETRIAILAG HELYES MEGMUNKÁLÁSÁHOZ SZÜKSÉGES KINEMATIKAI MODELL

THE KINEMATICAL MODEL FOR THE GEOMETRICALLY APPROPRIATE PRODUCTION OF CONICAL HELICOID SURFACES

BODZÁS Sándor⁽¹⁾, DUDÁS Illés⁽²⁾

(1)Nyíregyházi Főiskola, Műszaki Alapozó, Fizika Gépgyártástechnológia Tanszék, Nyíregyháza, Sóstói u. 31/B, 4400, Magyarország, E-mail: bodzassandor@nyf.hu

(2)Miskolci Egyetem, Gépgyártástudományi Intézet, Miskolc, Egyetemváros, 3515, Magyarország, E-mail: illes.dudas@uni-miskolc.hu

Abstract

During grinding of conical helicoidal surfaces that solution has to be chosen when beside the variable wheel profile that is caused by the wear of the grinding wheel, there is a possibility to keep the characteristics of the worm profile within the permissible tolerance level.

By a new grinding technique as a function of the shifting of the centre distance, the value of the wheel banking angle correction is constantly being varied along the pitch length of the worm. Our aim is to carry out a more precise grinding process of the conical helicoidal surface.

Keywords: conical worm, grinding wheel, centre distance, wheel banking angle

Összefoglalás

Kúpos csavarfelület köszörülésekor olyan megoldást kell választani, ahol a korong kopás miatt változó korongprofil mellett is lehetőség van a csigaprofil jellemzőinek megengedett határok (tűrések) között tartására. Egy új köszörülési eljárással a tengelytáv változtatás függvényében a csiga menethossza mentén folyamatosan változtatjuk a köszörűkorong bedöntési szög korrekció értékét. Cél a kúpos csiga eddigiektől eltérő pontosabb megmunkálása.

Kulcsszavak: kúpos csiga, korong, tengelytáv, korongbedöntési szög

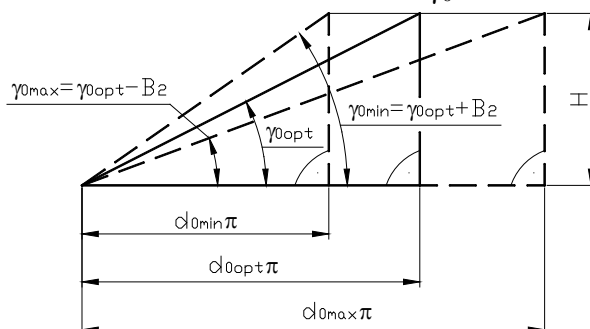
1. Bevezetés

A kúpos csavarfelületek köszörűkoronggal történő befejező megmunkálásokkor alapvetően két probléma vetődik fel, amelyek a geometriailag helyes profil (profilalakhiba tűrésen belüli profil) kialakítását szinte lehetetlenné teszik [2]:

- a köszörülés során a korong kopása miatt a korong profilja és átmérője is változik. Emiatt a generált csavarfelület profilja torzul az elméleti profilhoz, de az eredeti kiinduló állapothoz képest is;
- a kúpos csavarfelület tengely menti átmérőváltozása a csigaprofil állandó változását vonja maga után (a korongprofil állandósága esetén).

Ezt a problémát a Dudás Illés által javasolt optimális szerszámprofil meghatározási módszerrel oldjuk meg [2].

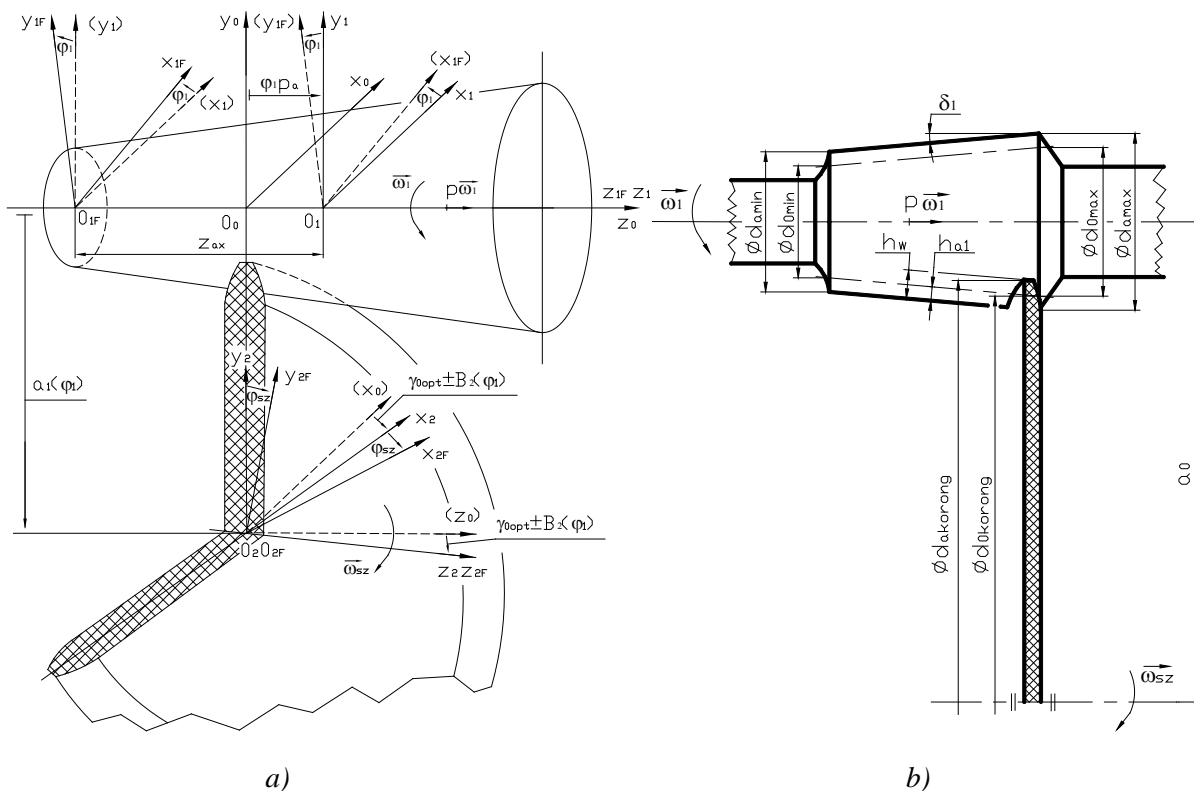
Az 1. ábrán látható, hogy a kúpos csiga hosszmenti átmérőváltozása miatt az állandó axiális menetemelkedés biztosítása érdekében változik a γ_0 osztóköri emelkedési szög.



1. ábra. Az átmérő és az emelkedési szög változása állandó emelkedésű kúpos csigánál

2. A megmunkálás kinematikai modellje

Egy új kinematikájú köszörűkorong bedöntő orsóház esetén a tengelytáv változtatás függvényében a csiga menethossza mentén folyamatosan változtatjuk a köszörűkorong $\pm B_2$ korongbedöntési szög korrekció értékét. A korongot a γ_{0opt} emelkedési szögnek megfelelően döntjük be megmunkáláskor. A megmunkálás során a menetemelkedési hiba kiküszöbölése érdekében $\gamma_{0opt} \pm B_2$ korongbedöntési szög korrekciót alkalmazunk (2. és 3. ábra).



2. ábra. Koordináta rendszerek kúpos fej- és lábfelületekkel határolt működő felületű csavarfelületek megmunkálásánál (a) és az a_0 kezdeti tengelytáv meghatározása (b)

A csiga legnagyobb osztókörtmérőnél lévő a_0 kezdeti tengelytávhoz állítjuk be a korongot a megmunkálás kezdetekor, azaz (2.b. ábra):

$$a_0 = \frac{d_{a \max}}{2} - \frac{h_w}{\cos \delta_1} + \frac{d_{akorong}}{2} . \quad (1)$$

A φ_1 szögelfordulás (burkolási paraméter) függvényében a tengelytáv:

$$a_1 = a_0 - p_r \cdot \varphi_1 . \quad (2)$$

A φ_1 szögelfordulás függvényében bármely pontban kiszámítható a γ_0 osztókörü emelkedési szög a csiga menethossza mentén:

$$\gamma_0 = \gamma_{0opt} \pm B_2 = \arctan \left(\frac{H}{2 \cdot \pi \cdot \left[\left(a_0 - p_r \cdot \varphi_1 + \frac{h_w}{\cos \delta_1} - \frac{d_{akorong}}{2} \right) - h_{a1} \right]} \right) . \quad (3)$$

A korongot a γ_{0opt} emelkedési szögnek megfelelően döntjük be a kúpos csavarfelület megmunkálásakor és a (3)-nak megfelelően folyamatosan számítjuk a γ_0 osztókörü emelkedési szöget és ezek alapján a B_2 szögkorrekciót a csiga menethossza mentén, az alábbi módon:

$$\begin{aligned} - \text{ha } \gamma_{0opt} > \gamma_0, \text{ akkor:} & \quad - \text{ha } \gamma_{0opt} < \gamma_0, \text{ akkor:} \\ - B_2 = \gamma_0 - \gamma_{0opt} & \quad + B_2 = \gamma_0 - \gamma_{0opt} . \end{aligned} \quad (4)$$

Az egyes koordináta rendszerek közötti transzformációs mátrixok:

$$M_{1F,2F} = \begin{bmatrix} \cos \varphi_1 \cdot \cos \gamma_0 \cdot \cos \varphi_{sz} & \cos \varphi_1 \cdot \cos \gamma_0 \cdot \sin \varphi_{sz} & -\sin \gamma_0 \cdot \cos \varphi_1 & -a_0 \cdot \sin \varphi_1 - \varphi_1 \cdot p_r \cdot \sin \varphi_1 \\ -\sin \varphi_1 \cdot \sin \varphi_2 & +\sin \varphi_1 \cdot \cos \varphi_2 & & \\ -\sin \varphi_1 \cdot \cos \gamma_0 \cdot \cos \varphi_{sz} & -\sin \varphi_1 \cdot \cos \gamma_0 \cdot \sin \varphi_{sz} & \sin \gamma_0 \cdot \sin \varphi_1 & -a_0 \cdot \cos \varphi_1 - \varphi_1 \cdot p_r \cdot \cos \varphi_1 \\ -\sin \varphi_{sz} \cdot \cos \varphi_1 & +\cos \varphi_1 \cdot \cos \varphi_{sz} & & \\ \sin \gamma_0 \cdot \cos \varphi_{sz} & \sin \gamma_0 \cdot \sin \varphi_{sz} & \cos \gamma_0 & -\varphi_1 \cdot p_a + z_{ax} \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (5)$$

$$M_{2F,1F} = \begin{bmatrix} \cos \varphi_1 \cdot \cos \gamma_0 \cdot \cos \varphi_{sz} & -\sin \varphi_1 \cdot \cos \gamma_0 \cdot \cos \varphi_{sz} & \sin \gamma_0 \cdot \cos \varphi_{sz} & -z_{ax} \cdot \cos \varphi_{sz} \cdot \sin \gamma_0 \\ -\sin \varphi_1 \cdot \sin \varphi_{sz} & -\sin \varphi_{sz} \cdot \cos \varphi_1 & & +\varphi_1 \cdot p_a \cdot \sin \gamma_0 \cdot \cos \varphi_{sz} \\ \cos \varphi_1 \cdot \cos \gamma_0 \cdot \sin \varphi_{sz} & -\sin \varphi_1 \cdot \cos \gamma_0 \cdot \sin \varphi_{sz} & \sin \gamma_0 \cdot \sin \varphi_{sz} & -a_0 \cdot \sin \varphi_{sz} - \varphi_1 \cdot p_r \cdot \sin \varphi_{sz} \\ +\cos \varphi_{sz} \cdot \sin \varphi_1 & +\cos \varphi_1 \cdot \cos \varphi_{sz} & & -z_{ax} \cdot \sin \varphi_{sz} \cdot \sin \gamma_0 \\ -\sin \gamma_0 \cdot \cos \varphi_1 & \sin \gamma_0 \cdot \sin \varphi_1 & \cos \gamma_0 & +\varphi_1 \cdot p_a \cdot \sin \gamma_0 \cdot \sin \varphi_{sz} \\ 0 & 0 & 0 & +a_0 \cdot \cos \varphi_{sz} + \varphi_1 \cdot p_r \cdot \cos \varphi_{sz} \\ & & & -z_{ax} \cdot \cos \gamma_0 + p_a \cdot \varphi_1 \cdot \cos \gamma_0 \\ & & & 1 \end{bmatrix} . \quad (6)$$

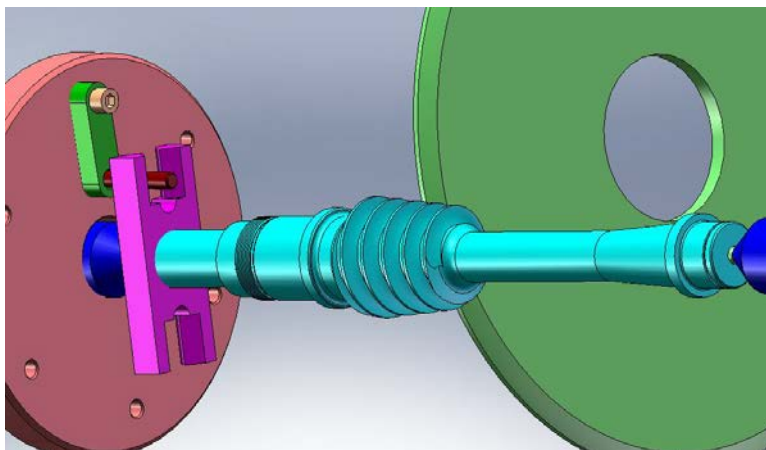
3. A szerszámprofil meghatározása

Amennyiben a K_{1F} koordináta rendszerben adott $\vec{r}_{1F} = \vec{r}_{1F}(\eta, \vartheta)$ felülettel kapcsolódó K_{2F} – hez kötött felületet keressük, kihasználhatjuk, hogy a két felület mozgása során egymást kölcsönösen burkolja:

$$i_{sz1} = \frac{(d_{a\min} + p_r \cdot \varphi_1) \cdot \cos \delta_1 - 2 \cdot h_{a1}}{d_{akorong} \cdot \cos \delta_1 - 2 \cdot (h_w - h_{a1})} \quad (7)$$

Adott $\vec{r}_{1F} = \vec{r}_{1F}(\eta, \vartheta)$ felülettel kapcsolódó K_{2F} -hez kötött 2. tag (szerszám) fogfelületének egyenletei meghatározhatók a K_{2F} rendszerben a kölcsönös burkolás elve alapján:

$$\left. \begin{aligned} \vec{n}_{1F} \cdot \vec{v}_{1F}^{(12)} &= 0 \\ \vec{r}_{1F} &= \vec{r}_{1F}(\eta, \vartheta) \\ \vec{r}_{2F} &= M_{2F,1F} \cdot \vec{r}_{1F} \end{aligned} \right\} \quad (8)$$



3. ábra. Kúpos csavarfelület megmunkálásának CAM modellezése

4. Összefoglalás

Kúpos csavarfelület megmunkálásakor állandó menetemelkedés biztosítása esetén a csiga menethossz menti átmérőváltozás következtében folyamatosan változik az osztókörü emelkedési szög. Egy új köszörülési matematikai modellel és eljárással a tengelytáv változtatás függvényében a csiga menethossza mentén folyamatosan változtattuk a köszörűkorong bedöntési szög korrekció értékét, ezáltal pontosabb kúpos csavarfelületet kapunk eredményül.

Köszönetnyilvánítás

A kutatás az Európai Unió és Magyarország támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával a TÁMOP 4.2.4.A/2-11-1-2012-0001 azonosító számú „**Nemzeti Kiválóság Program – Hazai hallgatói, illetve kutatói személyi támogatást biztosító rendszer kidolgozása és működtetése konvergencia program**” című kiemelt projekt keretei között valósult meg.

Irodalom

- [1] Dudás I., Bodzás S., Dudás I. Sz., Mándy Z.: *Konkáv menetprofilú spiroid csigahajtópár és eljárás annak köszörüléssel történő előállítására*, Szabadalmi iktatószám: P1200405, Szabadalmi bejelentés napja: 2012.07.04.
- [2] Dudás I.: *Csigahajtások elmélete és gyártása*, Műszaki Kiadó, Budapest, 2007. ISBN 978-963-16-6047-0
- [3] Dudás I.: *Számjegyvezérlésű köszörűkorong-profilozó berendezés, és eljárás annak szakaszos, illetve köszörülés közbeni folyamatos vezérlésére*. Találmány lajstromszáma: 207 963, 1988. 09. 21. (OTH)



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

AKKORD FELISMERŐ RENDSZER FEJLESZTÉSE

DEVELOPMENT OF A MUSICAL CHORDS RECOGNIZER SYSTEM

Thiago BONFIM⁽¹⁾, Ricardo RAMOS⁽²⁾, Brauliro LEAL⁽²⁾

(1) CAPES Foundation, Ministry of Education of Brazil, Brazil, 70.040-020 Brasilia - DF;
bonfimt@gmail.com

(2) Collegiate of Computer Engineering, Vale do São Francisco Federal University
Foundation, Brazil, 48.902-300, Juazeiro - BA, Country Club, Antônio Carlos Magalhães
av., 510; ricardo.aramos@univasf.edu.br, brauliro.leal@univasf.edu.br

Abstract

The complete automatic musical transcription has been a challenge for the scientists for many decades, and it is still an open issue. This work presents a system capable of recording an audio sample containing a natural musical chord, recognizes it, and shows its name to the user. To achieve the desired results, the concepts about physics of sound, logarithmic distribution of frequency ranges, equal temperament intervals, musical scales and formation of the natural musical chords were studied. It was explained the recording and sampling of the musical chords. The Fast Fourier Transform (FFT) was used to detect the frequency of the musical notes present in the recorded audio samples. These notes are compared to the notes that form each chord, making the recognition possible. The Java programming language under the platform Java Standard Edition was used implement the system. The instruments used to test the system were guitars and electric guitars. Finally, possible future works are listed.

Keywords: digital signal processing, fast Fourier transform, computer music, musical chords recognition.

Összefoglaló

A teljes automatikus zenei átírás volt kihívás a tudósok évtizedek óta, és még mindig nyitott kérdés. Ez a munka bemutatja a rendszer, amely képes rögzíteni az audio mintát tartalmazó természetes zenei akkord, felismeri, és megmutatja a nevét, hogy a felhasználó számára. Ahhoz, hogy a kívánt eredményt, a fogalmakat a fizikai hang, logaritmus eloszlás a frekvenciatartomány, egyenlő temperamentum időközönként, zenei mérlegek és megalakult a természetes zenei akkordok vizsgálták. Elmagyarázták, a felvétel és a mintavétel a zenei akkordok. A gyors Fourier-transzformáció (FFT) alkalmaztunk, hogy észleli a frekvenciáját a hangjegyek jelen a rögzített hang mintákban. Ezek a megjegyzések, mint a megjegyzések a formában minden akkord, így a felismerés lehetővé. A Java programozási nyelv a platform Java Standard Edition-t használjuk végre a rendszer. A használt eszközök, hogy teszteljék a rendszer volt, a gitár és az elektromos gitár. Végül a lehetséges jövőbeli munkák vannak felsorolva.

Kulcsszavak: digitális jelfeldolgozás, fast Fourier transzformáció, computer music, akkordok, zene.

1. Introduction

The automatic musical transcription is a computational process of data digital audio analysis and consequent extraction of symbolic data information to be related with musical structures in higher level representations [11]. This challenge has attracted musicians and

scientists for decades [10]. Between the main problems of this process there are the detection of pitch (frequency) and duration of the notes, rhythm detection, duration of pauses, and the identification and separation of the musical instruments.

The aim of this work is to propose a software project capable of performing the recognition of natural musical chords executed in a musical instrument. Some constraints were defined in the development of this work. Any information related with the instrument used to perform the music sample will be ignored, as well as information about beat, rhythm, bar, movement, dynamics and execution technics. The transcription process will be restricted to the recognition of one natural musical chord in one audio sample. The chosen musical notation for the result information acquired on the transcription process is the Chord Symbol due its simplicity and adequacy to the software requirements.

2. Physics of Music

A Musical Scale is a set of frequencies (that match the musical notes) and the intervals in an octave [2]. The present occidental music uses 12 intervals making the Diatonic Scale, also known as Chromatic Scale. Such intervals are proportionally disposed, that is the reason why this scale is also referred as Scale of Equal Temperament.

An important concept in the Chromatic Scale is the relation between two sounds whose first frequency is double, or half, of the other one. That relation is called octave. A note and its octaves have the same name. For example, the A note at 440 Hz is one octave higher than the note A at 220 Hz and two octaves higher than the note A at 110 Hz. The human hearing perception has ten octaves from 20 Hz up to 20,000 Hz.

We can obtain the value of the frequency of a note in any octave by the multiplier factor δ . Multiplying the frequency of a note by δ gives the value of the frequency of the same note in the next octave [6]. As it was seen:

$$f_{13} = \delta f_{12} \Rightarrow f_{13} = \delta(\delta f_{11}) \Rightarrow f_{13} = \delta^2 f_{11} \Rightarrow f_{13} = \delta^{12} f_1 \Rightarrow$$

$$2f_1 = \delta^{12} f_1 \Rightarrow 2 = \delta^{12} \Rightarrow \sqrt[12]{2} = \delta \Rightarrow \delta = 1.0594631 \quad (1)$$

Thus, the frequencies in a octave of the Chromatic Scale are results of a geometric progression where the common ratio is $\sqrt[12]{2}$ [5]. In 1953, the International Standards Organization (ISO) set the frequency 440 Hz as the standard frequency to enable the calculation of the other ones [7]. Based on this frequency, it is possible to obtain all other frequencies of the Chromatic Scale in any octave by using the Equation 2, where m is the number of the octave (1-7) and n is the interval number (1-12).

$$f = (440)2^{m-5}\delta^{n+2} \quad (2)$$

3. Musical Theory

As it was seen, a musical note is defined by a set of frequencies that are part of a musical scale, where the notes are separated by intervals. In the Latin notation the musical notes are: Dó, Ré, Mi, Fá, Sol, Lá and Si, matching C, D, E, F, G, A and B in the Anglo-Saxon notation. These musical notes are combined with the Musical Accidents, that are represented by adding Sharp (#) or a Flat (b) to the note name, making the 12 intervals of the chromatic scale: C, C#, D, D#, E, F, F#, G, G#, A, A# and B, that are equivalent to C, Db, D, Eb, E, F, Gb, G, Ab, A, Bb and B [2]. At the end of the octave another one begins with the same sequence of notes, in which each note has the double of the frequency of its correspondent in the previous

octave. Observe that between the notes that are not accidents the interval is one step except between the notes E and F, and between the notes B and C. Because of it there is no E# and B# and also there is no Fb and Cb. A Chord is a set of three or more notes executed simultaneously. The notes of the chords must respect the harmony rules [1]. The chords and notes have similar names. For instance, it is possible to have the C note and the chord C Major. The main musical chords are the Natural Chords that can be Major or Minor. Those are Triad Chords because they are formed by three notes of the Major Natural Scale or Minor Natural Scale. To recognize musical chords it is necessary to identify the performed notes and compare them to the notes of the natural chords.

The Guitar was chosen to allow the development of this software system. But it doesn't mean that the software cannot recognize chord performed in other instruments, such as pianos, violins, or even the human voice, since they share the same musical theory.

4. The Recognizer System

The recognizer system described by this work is capable of recording and processing audio samples containing one major or minor natural musical chord. From this sample the system can conclude which chord has been performed. The sound of the chord is captured by a microphone that transforms the sound in an electric signal that is sampled in an audio interface in a computer, which runs the system. The audio interface transforms the analogic signal in a digital signal [3]. The samples are recorded in signed PCM (Pulse Code Modulation) format at 44.1 kHz and 16 bits. That samples are filtered eliminating amplitudes less than 10% of the greatest one. The intention of the filtering is to reduce the noise.

Any periodic signal, continuous in time, with period $T_0 > 0$, can be described as a sum of sinusoids with frequencies $T_0 = 1/f_0$ and all its harmonics [8]. Discrete signals, like we have after the sampling, can be represented by the contribution of each frequency by using the Discrete Fourier Transform (DFT). The Fast Fourier Transform (FFT), an improvement of the DFT in terms of algorithmic complexity, has been chosen to be used in the system due its execution time is much less than the DFT's. The first one has its algorithmic complexity in order of $O(n \log_2^n)$ while the second has $O(n^2)$ [9]. That is an important point in possible future works approaching real time requirements.

Using the FFT it is possible to produce the amplitude spectrum (the signal in the frequency domain) of the sampled signal that each component is $c_n = \sqrt{a_n^2 + b_n^2}$, where a_n and b_n are, respectively, the real and imaginary parts of the Fourier spectrum of the sampled signal [4]. The amplitude spectrum must be analyzed by the system looking for the six peaks of frequency that match the six guitar strings. When a peak f_a is detected the next candidate peak f_c only can be accepted if the difference is equal or greater than δf_a to avoid the detection of the same note in the same octave due to small variations in the oscillation frequency of the guitar string.

After the system recognizes the frequency peaks it is necessary to associate each one to a musical note. It has to compare the frequencies of each detected peak f_a to the frequencies f_t calculated by the Equation 2. The frequency f_t that has the lowest difference $|f_a - f_t|$ indicates the performed note. To associate the six recognized notes to the three notes of a natural chord, the system must verify if all of that notes match the triad of some chord.

5. Results

The system was developed in the programming language Java and uses the libraries: Java Sound for recording and processing the audio samples; the library JTransforms that

implements the FFT; the library Swing for the system graphic interface; and the library JFreeChart for generating the graphs of the sampled signal in the interface.

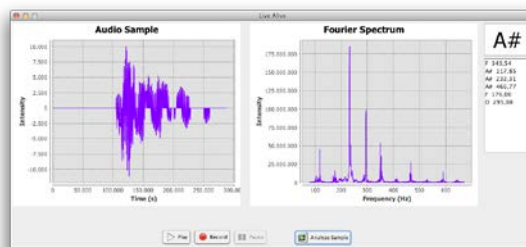


Fig.1. Main screen of the system recognizing the chord A# Major.

The Figure 1 shows the main screen of the system where it is possible to record an audio sample containing a musical chord. After recording the audio sample the user can start the analysis of it. This action fills the graphs of the signal in the time domain and in the frequency domain and shows the performed chord. Apart from the software resources, to develop the system it was necessary: a computer with a microphone and a musical instrument that can perform chords, for instance a guitar. The system was tested by using guitars and electric guitars. It was possible to achieve the aim recognizing all major and minor chords in all possible formats in the guitar (or electric guitar) neck using different rhythms of plucking and strumming. The software was tested running Microsoft Windows 7, Fedora 17 (BeefyMiracle) and Apple Mac OS X Mavericks.

6. Future Works and Acknowledgments

It is intended to expand the software to recognize non-triad chords (formed by more than three notes), recognize more than one chord in a single audio sample, and transcript the duration of each note and each Rest (the moment that no note or chord is performed).

The authors thank the *Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior* (CAPES) and the Science Without Borders program for the scholarship given to Thiago Bonfim under process number 88888.076197/2013-00.

References

- [1] J. R. Alvira. *Music theory* web. Available in <http://www.teoria.com/>, 2006.
- [2] J. Backus. *The acoustical foundations of music*. W.W. Norton and Company, New York, 2nd edition, 1997.
- [3] A. Balbinot and V. J. Brusamarello. *Instrumentação e Fundamentos de Medidas*. LTC, 2006.
- [4] S. P. Bores. *Training in DSP and media processing*. Available in <http://www.bores.com/>, 1998.
- [5] C. Dodge and T. A. Jerse. *Computer music synthesis, composition, and performance*. W.W. Norton and Company, New York, 2nd edition, 1997.
- [6] J. C. L. Dovicchi. *Novos coeficientes wavelets baseados em intervalos musicais para análise de timbres de instrumentos acústicos*. Tese de PHD, Universidade Federal de Uberlândia, Minas Gerais, 1999.
- [7] I. S. O. ISO. ISO 16:1975 – *acoustics – standard tuning frequency* (standard musical pitch). Available in <http://www.iso.org/>, 1975.
- [8] B. P. Lathi. *Linear Systems and Signals*. Bookman, 2nd edition, 2007.
- [9] S. Marchand. *An efficient pitch-tracking algorithm using a combination of Fourier transforms*. The cost G-6 conference on digital audio effects, 2003.
- [10] K. Martin. *Automatic transcription of simple polyphonic music: robust front end processing*. Technical Report 22, M.I.T. Media Laboratory Perceptual Computing Section Technical Report, Rio de Janeiro, April 2005.
- [11] E. Scheiner. *Extracting expressive musical performance information from recorded music*, 1995.



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

LAKÓTEREK REHABILITÁCIÓJA

REHABILITATION OF LIVING SPACES

BORSOS Ágnes

Pécsi Tudományegyetem, Pollack Mihály Műszaki és Informatikai Kar, Belsőépítészeti és Környezettervezési tanszék, 7624, Magyarország, Pécs, Rókus utca, 2; Telefon / Fax: +36-72-503650, agnesborsos@gmail.com

Abstract

Most European countries used the prefabricated house construction technology (known as house factories), although every country had its characteristics, the targeted average differed. For example, the expectations and demands towards the square meter needs per person, or towards the number of rooms necessary were different. Regardless of the differences the basic concept and the technology was nearly the same: to build dwellings quickly that can accommodate a high number of residents, and has a proper level of comforts. The disadvantage of the fast construction was the uniformized appearance, often with the loss of the human scale. Countries of Western Europe have finished their well-structured rehabilitation strategy programs nearly two decades ago, they are slowly looking forward to a new rehabilitation period. Hungary hasn't developed a unified concept for renovating these housing estates and their environments; the blocks, houses and apartments were forced into partial solutions. By now, the lack of an overall, comprehensive plan resulted in these dwellings being non-preferred in the market's point of view, as their maintenance costs are high, and their floor plan design is inadequate. There are no signs of a large-scale renewal, hence was the suggestion born, to start a unit based rehabilitation program starting off from the apartments. A question of study is that is it possible for the apartment-based rehabilitation to initiate a renewal covering the whole block of flats, and later on its surrounding environment also.

Keywords: prefabricated, interior design, environment

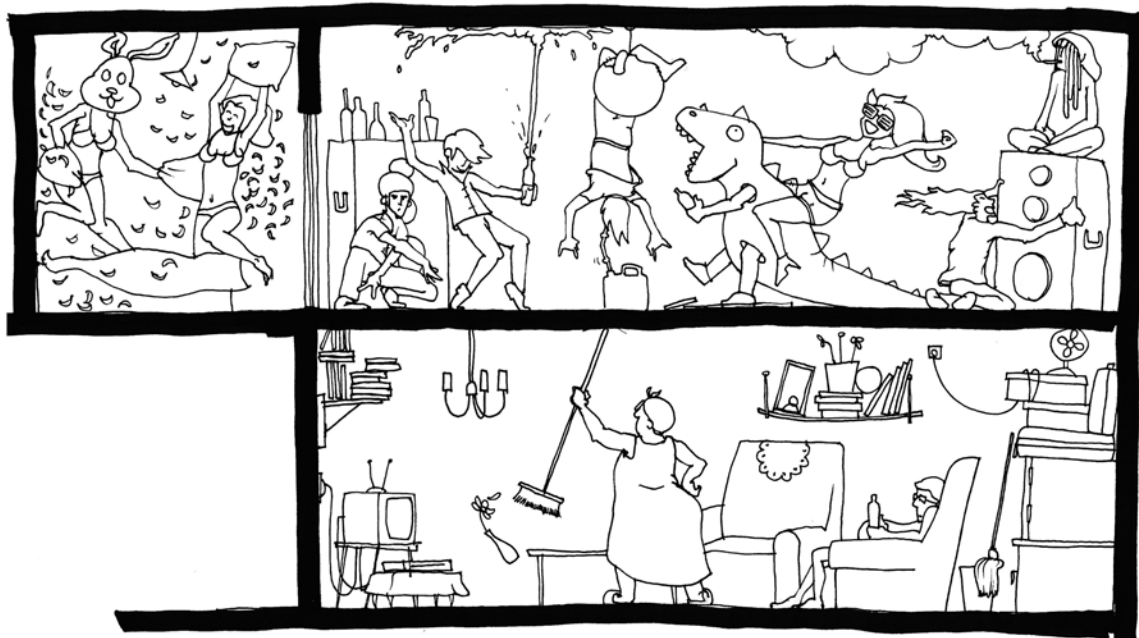
Összefoglalás

Európa legtöbb országa alkalmazta a házgyári építési technológiát, bár minden országnak megvoltak a sajátosságai, más átlag értékeket irányoztak elő lakásonként. Például különböző volt az elvárás az egy főre jutó négyzetméter szükségletre vagy a szobák szükséges számára is. A különbségektől függetlenül az alapkoncepció és a technológia közel azonos volt, kevés idő alatt nagy lakószámot befogadó komforttal rendelkező lakások épültek. A gyors építés hátránya az uniformizált külső megjelenés lett, sokszor az emberi lépték elvesztésével. Nyugat Európa országai közel két évtizede befejezték a jól felépített rehabilitációs stratégiáikat, lassan egy újabb rehabilitációs időszaknak néznek elébe. Magyarország egységes koncepciót nem dolgozott ki ezeknek a lakótelepeknek és környezeteiknek felújítására, részmegoldásokba kényszerültek a házak és lakások. Az átfogó terv hiánya azt eredményezi mára, hogy ezek a lakások a piac szempontjából nem preferáltak, hisz magas a fenntartási költségük, rossz az alaprajzi kialakításuk. Nagy volumenű megújulásnak előjelei nincsenek, ezért született a javaslat, hogy az egységből, a lakásból kiinduló rehabilitáció induljon el. A vizsgálat kérdése, hogy a lakásból kiinduló felújítás megindíthat-e akár egy egész házra, később a környezetre kiható megújulást

Kulcsszavak: panellakás, belsőépítészet, környezet

1. Mi a problémája a paneleknek?

A házak és lakások nagy része elérte az 50 éves kort, felújításra szorulnának, ami részben meg is történt. A felújítás minősége és eredményessége a kérdéses, hogy megoldotta-e ténylegesen a panellakások és panellakók problémáját, vagy csak részleges válaszokat adott azokra. Ha pesszimistán vizsgálunk a megtörtént átalakításokat, akár arra az eredményre is juthatnánk, hogy amennyi problémát megoldott, ugyanannyi újat is generált pl.: paneltüzek, lakások penészesedése szerkezeti hő hidak páralecsapódásai miatt. De ha ezeket az eredmény oldaláról vizsgáljuk, akkor azt láthatjuk, hogy a társadalmi megítélése a lakásoknak javult, kellemesebb lett a lakások hőérzete a nyílászárók cseréje után (nem szelelnek, nincs huzat), fűtémérők felszerelésével a távhőmenyiség szabályozhatóvá vált, így csökkentve a rezszi költséget. Azzal, hogy a lakók komfortérzete valamelyest javult, sajnos nem lehet azt mondani, hogy a panellakások piaci presztízse jelentősen változott volna. A megítélésbeli javulásra belsőépítészeti megoldásokat szeretnék nyújtani, ami természetesen megfelelő műszaki tartalommal és felújítási javaslattal társul.



1. ábra. Panellakások problémái. (Szentgyörgyi Árpád karikatúrája)

2. A javasolt megoldások

A panellakások átalakításakor a legfontosabb és komplexitást igénylő szemlélet a megfelelő funkciókapcsolatok kialakítása a lehetőségeknek tükrében. Az optimális megvilágítás megoldása és tároló felületek elhelyezése, az ajtók nyílásokra való cseréje, a korszerű anyaghasználat és a színek megfelelő alkalmazása a komfortérzetet tovább javítja. A zsúfoltságérzettel megbélyegzett lakás, kényelmessé válik a tároló felületek aprólékos megtervezése, a modern háztartási gépek elhelyezése által. A problémás ruhaszárítás kérdését szárítógép betervezésével meg lehet oldani, így a másik oldalról a lakás páratartalma sem nő a száradó ruhák által, ami kiemelten fontos. A szűkös térérzetet, nehezen bútorozhatóságot javítja az optimális helykihasználás és térkialakítás, így a lakó kényelem érzete növekszik.



1. ábra. 1+1/2 szobás panellakás átalakításának látványterve

2. Konklúzió

A keresőképes lakosság érdeklődésének a felkeltése a cél, így a lakóközösségnek meg lesz az anyagi háttere a felújításokhoz. Ez azért fontos, mert friss magyar statisztikák szerint a lakótelepeken nagyobb a munkanélküliség és magas a nyugdíjkorhatárt átlépettek, a mozaik családok és csonka családok száma, ezáltal kisebb az egy főre eső jövedelem is átlagosan. A lakások kortárs belsőépítészeti kontösbe bújtatásának és kevés költségből való megoldásának a feladatát abban látom, hogy a keresőképes fiataloknak potenciális otthona lehessen egy panellakás. A legfontosabb cél, hogy foglalkozzunk a panellakásokkal és azok környezeti problémáival. Keressünk megoldást arra, hogy hogyan használjuk ezeket a lakásokat megfelelően és, hogy megtaláljuk a módját annak, hogy egy átfogó koncepcionális válasz születhessen a megmaradt problémákra, ami az eddigi megoldásokat felhasználja és képes beindítani egy Nyugat-Európához hasonló folyamatot.

A panelek felújítására szükség van, kis százalékban állnak üresen, a lakosság jelentős hányadának nyújtanak ezek a lakások otthont. Nincs lehetőségünk a lakótelepek nagyszabású átformálására átépítésére, de eljött az idő, hogy foglalkoznunk a házak teljes körű felújításával, melyre a panelprogramok nyújtottak és remélhetőleg nyújtani fognak lehetőséget, azonban jól látható, hogy ez nem elegendő. Talán naivnak gondolható alapfelvetésem szerint a lakások presztízsének növekedésével egy olyan folyamat indítható el, ami bár lassan, de optimális esetben megoldást is adhat a problémára. Ez csak egy hosszabb folyamat eredménye lehet, amihez optimizmus és közös akarat szükséges. Azzal, hogy a házak lakásai magántulajdonban vannak, nehézén lehet a nagyvonalú német felújítási programokat követni, ahol a lakások bérlemények és így ezeket egy házként kezelték tulajdonjogilag és anyagilag. Nálunk is csak akkor valósulhatna meg egy komplex rehabilitáció, ha a ház minden lakása egy tulajdonos kezébe kerülhetne. Erre példa lehet egy állami tulajdonú kollégium kialakítása, vagy öregek otthona létesítése. Ilyen esetben születhet

egy koncepciózus, egységes rekonstrukció, ahol nemcsak ideális lakótereket lehetne kialakítani, hanem a szükséges gépészeti, szerkezeti megoldásokat is a lehető legoptimálisabb módon meg lehetne újítani, így mérhetővé válna a felújítás értéke és akár plusz közösségi terek is kialakíthatóvá válnának a házakban.

Köszönetnyilvánítás

A kutatás a TÁMOP-4.2.4.A/2-11/1-2012-0001 azonosító számú Nemzeti Kiválóság Program – Hazai hallgatói, illetve kutatói személyi támogatást biztosító rendszer kidolgozása és működtetése konvergencia program című kiemelt

Irodalom

- [1] Dr. Birghoffer Péter, Hikisch Lóránt: *A panelos lakóépületek felújítása*; Műszaki könyvkiadó 1994
- [2] Dési Albert: *Panelkalauz*; Építésügyi Tájékoztatói Központ 1996
- [3] Földesi Péter: *Panelház és napvárta*; Művészet 1978/6 Enciklopédia Britannica
- [4] Györki Mária: *A célszerű otthon*; Minerva Kiadó 1979
- [5] Hoffmann Istvánné: *Lakáskörülmények*; Kossuth Könyvkiadó 1981
- [6] Horváth Sára Erzsébet: *Panel-rehabilitáció az energiatudatos felújítás klímapolitikai aspektusai*; TERC 2012
- [7] Novák Ágnes: *Az építészeti ökológia szempontjai a nagypaneles épületeknél és az iparosított építésű lakótelepek fenntarthatóságának vizsgálata*
- [8] Mezei Judit: *A lakótelep-koncepció elméleti előfeltevései*; Valóság 1982/10.
- [9] Olasz Lóránt, Schmidt Béla: *A lakásterületi programok vizsgálata és a használati tapasztalatok elemzése*; BME Lakóépület tervezési Tanszék 1985
- [10] Sumonyi Zoltán: *Panel-halom*; Magvető Könyvkiadó 1981



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

ULTRAHANGOS SZENZOR MODELLEZÉSE ÉS ALKALMAZÁSA MOBILROBOTOKNÁL

ULTRASONIC SENSOR MODELLING AND APPLICATION IN MOBILE ROBOT PLATFORM

CARNEIRO Fernando Nascimento Dias

Óbuda University – Bánki Donát Faculty of Mechanical and Safety Engineering; 1053 Hungary, Budapest, Kossuth Lajos street 4, 3/1/a; Telephone: +36-30-8254838; fernandondc@hotmail.com

Abstract

This paper presents an introductory content about ultrasonic sensors, its modelling and a specific application using this kind of sensors. The application of ultrasonic waves in sensors is very common nowadays, covering a big amount in the field of sensor used to detect objects. The ultrasonic band goes from 20 KHz until 1 GHz and because of two main characteristics, the capability of penetrate opaque materials and the slower speed if compared if the electromagnetic waves, the ultrasonic waves are greatly used in sensors.

In mobile robot one of the main points is the capability to sense the surrounding area, making possible for the robot to detect objects and calculate paths to avoid them. It was elaborated an layout, according to the geometric form of the given robot and the beam pattern of the sensor, displacing those sensors around the robot in order to detect any object with efficiency.

Keywords: ultrasonic sensor, sensor modelling, mobile robot.

Összefoglaló

Ez a cikk bemutatja az ultrahangos érzékelők alapvető működését, matematikai modelljének felállítását, és az ultrahangos érzékelők alkalmazását mobilrobotos környezetben. A cikkben leírom a projektmunkámmal kapcsolatos elsődleges feladatokat, ami ultrahangos érzékelők elhelyezése a mobilrobot kerületén úgy, hogy a mobilrobot minél nagyobb mértékben érzékelje a környezetét, és ne legyenek „vak foltok” az érzékelésben. Ezzel kapcsolatban számításokat végeztem, ami az optimális szenzorhelyezést eredményezte. A projektmunkám második része a szenzorok és a vezérlő processzor (ami egy PIC mikro vezérlő) összekapcsolása, és a szenzorokat lekérdező program megvalósítása lesz.

Kulcsszavak: ultrahangos érzékelő, szenzormodellezés, mobil robot.

1. Introduction to ultrasonic

There are two main characteristics that make the ultrasonic sensing very useful in many applications. First one is that the ultrasonic waves can easily penetrate opaque materials, it's a very important feature making possible the visualization of images inside opaque materials like the ultrasound image of a fetus in the womb. The second one is the fact that the ultrasonic waves travel in a very slow speed if compared if the electromagnetic waves, this allows the possibility to display the information in time. There are plenty of applications of the ultrasonic like radars, industrial measurement systems and medical purposes.

2. Task

In the first part of the project there was an existing mobile robot for what an optimal displacement of the ultrasonic sensors around the body should be developed in such a way, that the sensory-field around the mobile robot has to be unbroken.

In the second part is about the development of an algorithm to do a sequential scanning of the sensors and evaluate the sensory data. So the microcontroller should be able to sense if there is any object in the surroundings and, if there is any, find the distance of the object. The sequential scanning of the sensors will be realized by the PIC microprocessor.

3. Model of an ultrasonic sensor

Velocity of wave propagation is expressed by multiplication of frequency and wavelength, the temperature has an effect over the velocity of sound wave propagation according to the expression (1), where 'c' is the sound velocity and 't' is the temperature (°C).

$$c = 331.500 + 0.607 * t \quad (1)$$

Using the reflection principle, the sensor measures the time between the transmitting pulse and echo pulse of the ultrasonic wave. The relation between velocity, distance and time:

$$V = \frac{D}{T} \rightarrow D = V * T \quad (2)$$

Considering the distance is traveled to times and using the sound velocity:

$$d = c * T / 2 \quad (3)$$

Using the equation (1) and (3) considering the temperature of the ambient 20°C:

$$d(\text{cm}) = \frac{0.0343(\text{cm}/\mu\text{s}) * t(\mu\text{s})}{2} = \frac{t}{58} (\text{cm}) \quad (4)$$

4. The devices

4.1. Ultrasonic sensor SRF05

This is the model of the Ultrasonic sensor used, it has been developed to increase flexibility, increase range and reduce costs and it can operate in two modes.

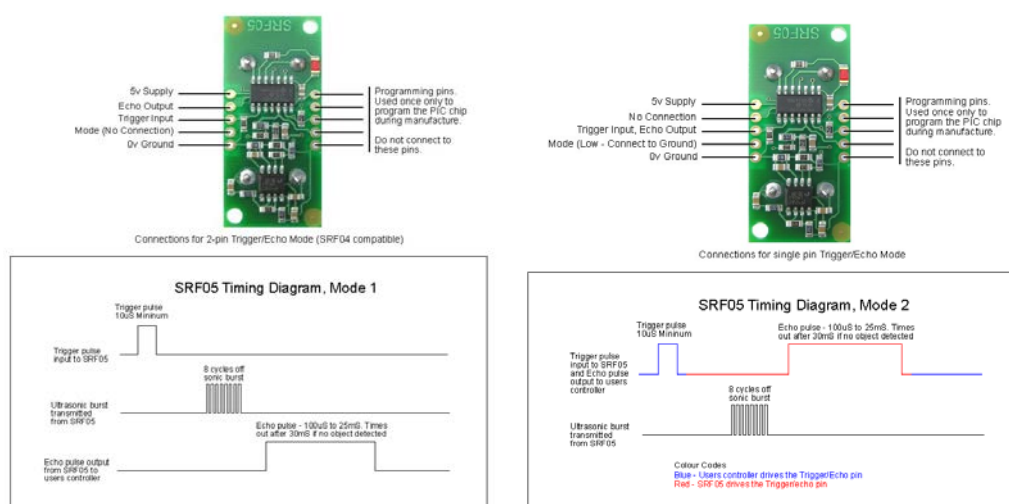


Fig.1. SRF05 modes, pin assignment and timing diagram

The first mode uses separate trigger and echo pins, and is the simplest mode. To use this mode is just necessary to leave the mode pin unconnected. A pulse, with the minimum of 10

μs , is applied at the trigger input pin of the sensor and as consequence an ultrasonic burst of eight cycles is emitted. Then the sensor waits until an echo to be detected, right after detecting it the sensor lowers the echo line generating a pulse. In the case when no echo is detected by the sensor it will lower the echo line anyway after the timeout of 30 ms.

The second mode uses a single pin for both Trigger and Echo signals, and is designed to save valuable pins on embedded controllers. To use this mode the mode pin must be connected to the ground pin.

With this configuration the echo signal will appear at the same pin as the trigger signal, the same pulse, with the minimum of 10 μs , is applied at the trigger input port of the sensor and as consequence an ultrasonic burst is emitted. Then the SFR05 will not raise the echo line until 700 μs after the end of the trigger signal. This time is used to turn the trigger pin making it an input and activating the pulse measure code. Now that the pin became an input it's possible to measure the echo pulse and calculate the distance as in the first mode, there is also a time out of 30 ms in case no objects are detected. After this timeout or detection of an object happen the pin must be turned again making it an output and then it can send another trigger signal.

Although the first mode is easier to implement it spends twice as much controllers pin than the second mode. Then, besides the higher complex treatment level of the data using the second mode, this is the one chosen to be used in the project.

4.2. Mobile Robot

This component is the physical structure where the sensors and the microprocessor will be coupled. It's made in a steel carcass with the dimensions displayed in Figure 2.

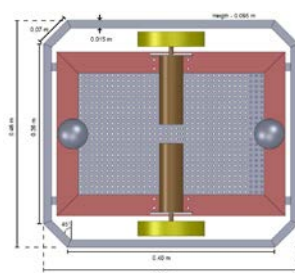


Fig.2. Mobile robot structure and dimensions

4.3. PIC Microcontroller

This component is responsible for all the calculations of the data extracted from the sensors and to elaborate a response. It must have an algorithm to sequentially scan the sensors and determine the position of the obstacles around the Mobile Robot and generate a response for the motors in order to avoid these obstacles.

5. Sensor displacement

Each ultrasonic pulse generated by the transducer has the dispersion pattern shown in Figure 5.

Considering the geometric form of the sensor's beam pattern on Figure 3 and of the robot's frame there was made a study to find the best displacement of the sensors. The most important factor was the blind area, the spots where no sensor could detect an object. The red area is the robot, the yellow one is the area covered by one sensor, the orange the area covered by more than one sensor and the purple area is the blind area.

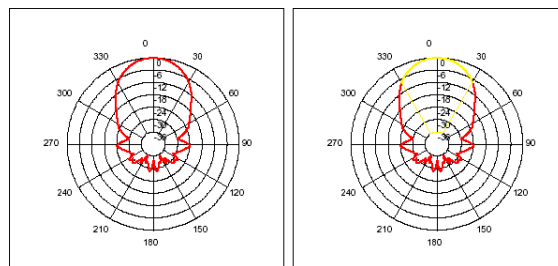


Fig.3. SRF05 beam pattern and modeling simplification

The first displacement was made using four sensors, it was a basic layout used to give a comparison point with more elaborate ones. This layout and is shown in Figure 4.a.

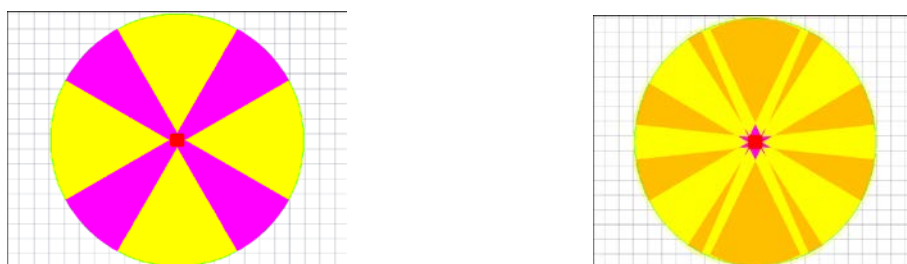


Fig.4. a - 4 sensors displacement, b - 10 sensors displacement

The blind area is 40% of the total area which is a considerable amount, so there were made several others layouts and the best one using the maximum of disposable sensors is show in Figure 4.b. This last one has almost no blind area, 0.64% of the total area, and also a superposition area of 47.45%.

6. Conclusion/Summary

The main goal of this paper was to find the best displacement of the ultrasonic sensor around the robot in order to detect any object that approaches the surroundings this robot. Observing the results and the figures it's possible to see that the displacement using ten sensors is the best option covering almost all the area around the robot. It is very important, because this mobile robot in future will be autonomously operating in *iSpace* laboratory of the faculty, [6].

Acknowledgements

The author expresses his gratitude for CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) and the Science without Borders program for the scholarship granted under process number 88888.010526/2013-00. The project was also assisted by the European Union, with the co-financing of the European Social Fund, TÁMOP-4.1.1.C-12/1/KONV-2012-0002.

References

- [1] Pain, H.J., *The Physics of Vibrations and Waves*, John Wiley & Sons, New York, 1968.
- [2] Beyer, R.T. and Letcher, S.V., *Physical Ultrasonics*, Academic Press, New York, 1969.
- [3] A.R.Várkonyi-Kóczy, I. Nagy, I. Langer, E. Tóth-Laufer; *Intelligent Space: New Challenges in Research and Education*; Proc.: INES'2013, IEEE 17th International Conference on Intelligent Engineering Systems, ISBN: 978-1-4799-0828-8, PP.: 357-364, Costa Rica, 2013



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

KÜLÖNBÖZŐ PÁLYATERVEZŐ ALGORITMUSOK MOBILROBOTOK SZÁMÁRA MATLAB KÖRNYEZETBEN

DIFFERENT PATH PLANNING MODELS FOR A POINT-REPRESENTED MOBILE-ROBOT IN MATLAB ENVIRONMENT

CORTES Tarcisio Ribeiro de Oliveira

*Óbuda University – Bánki Donát Faculty of Mechanical and Safety Engineering; 1053
Hungary, Budapest, Kossuth Lajos street 4, 3/1/a; Telephone: +36-30-8261249;
tarcisiocortes@gmail.com*

Abstract

This paper is part of a project work which discusses the importance of path planning for mobile robots, comparing different models regarding their basic principles of operation. It explores different variations of bug algorithms, comparing their respective benefits and disadvantages in order to finally allow the simulation of two of them in MATLAB environment. The simulation considers a point-represented mobile robot, and may be used for educational purposes in the field of mobile robotics. There is an interface which allows the user to choose between the implemented algorithms, as well as setting the starting and goal points and inserting obstacles for the simulation.

Keywords: path planning, mobile robots, bug algorithms.

Összefoglaló

Jelen cikk a projekt munkám egy része, amely különböző pályatervező algoritmusok ténykedését hasonlítja össze a működésük szempontjából. Részletesen tárgyalom a BUG algoritmus-család felosztását és működését, majd elkészítettem egy szimulációs modellt, MATLAB környezetben, amely a különböző elven működő BUG algoritmusokat hasonlítja össze oly módon, hogy ugyanazon környezetben működteti őket. Eredményként közlöm a különböző algoritmusok végrehajtási idejét.

Kulcsszavak: útvonal tervezés, mobil robotok, BUG algoritmusok.

1. Introduction

Path planning is one of the most important processes in the field of mobile robotics. It consists in determining a path that a robot must take in order to achieve a given destination. Usually, the path planning problem consists in finding paths between different locations in an environment which contains obstacles that must be avoided.

Mobile robots need low-level descriptions of how to move, which are defined by algorithms that convert the high-level instructions of tasks set by humans. Besides the path planning, it is also important to consider the orientation of the robot. Although it is sometimes represented as a point in the space (which is the case for the simulation tool developed for this project work).

2. The task

The given task consists of developing a software to simulate the motion planning of a mobile robot. The software can serve as an educational tool for understanding the implemented algorithms. In the simulation, the robot, placed in a given space, is supposed to reach a determined goal, moving freely through a continuous workspace and avoiding possible obstacles. Two variations of bug algorithms were implemented. There is an user interface which allows the user to choose between the desired algorithm and select the starting and goal points, as well as to insert obstacles in the workspace.

3. Algorithms and Models

There is a large number of algorithms and models regarding the motion planning of mobile robots. Choosing the most appropriate algorithm for a given application relies on answering important questions. For instance, defining the type of the sensors that will be used depends on the environment in which the robot is supposed to work [1].

Another aspect that must be considered when choosing an algorithm is whether the planning must be static (the robot is the only moving object) or dynamic (there are dynamic objects such as moving obstacles). There are also distinctions between global and local path planning. In the first case, there is already known information about the environment. In the latter, the robot has to acquire such information from sensors before deciding its next move.

The proposed simulation tool approaches the problem of path planning by using bug algorithms, which do not require prior information about the environment, as the robot obtains it from its sensors. There is the assumption that the goal position is always known. Some variations assume only tactile sensing, while others rely on a non-zero depth sensing.

4. Bug Algorithms

Bug algorithms, as stated before, assume only local knowledge of the environment. It guarantees that, as long as the goal position is accessible, it will be reached [2].

For the aforementioned project work, the workspace was supposed to be a 2D environment with a finite number of obstacles. It might represent a laboratory room, for example, and in fact this was the objective. The sensing model demands two devices: a goal sensor, which indicates the global position of the goal by its distance and direction, and a local visibility sensor, whose depth of sight depends on the adopted variation of the bug algorithms.

4.1. BUG1 Algorithm

BUG1 is one of the simplest strategies from the BUG family. It follows three basic steps:

- Move toward the goal in a straight line (which is called the *m-line*);
- If an obstacle is found, turn left and follow its entire perimeter;
- After following the entire perimeter of the obstacle, go back to the closest point to the goal and continue.

This strategy may lead to unnecessary work. In fact, the robot may travel the boundary of an obstacle up to $\frac{3}{2}$ times [3].

4.2. BUG2 Algorithm

The BUG2 algorithm presents an improvement in comparison to the previous strategy discussed. Instead of circumnavigating the whole object, the robot always attempts to move along the *m-line* (the straight line that connects the starting and goal positions).

Considering this, it is possible to say that the algorithm follows three basic steps:

- Move toward the goal on the *m-line*;
- If an obstacle is encountered, turn left and follow its perimeter until reaching the *m-line* again. If the goal is reached, then stop;
- After reaching the *m-line*, start moving toward the goal again.

However, following only these steps, the robot might reach an infinite loop. In order to avoid this problem, it is necessary for the robot to remember the distance to goal from the point from where it left the boundary the last time. This way, it will only leave the boundary again in case that new point is closer to the goal than the previous one.

BUG1 algorithm examines all possibilities before making a decision, while BUG2 makes the choice which seems to be better, but without analyzing all possible scenarios. Usually, BUG2 has a better performance than BUG1, but the latter is more predictable.

4.3. Tangent BUG Algorithm

The algorithms shown previously consider solely tactile sensing. In reality, however, there are range sensing devices which make the mobile robots capable of looking ahead. Such devices are fundamental for the functioning of Tangent BUG algorithms.

- Move toward the goal until the robot is trapped in a local minimum. If the goal is reached, then stop;
- Move along the boundary of the obstacle, remembering the minimal distance from the goal and the shortest path to the goal from the current position. In case the latter distance is shorter than the first one, stop following the boundary and go toward the goal (back to step 'i').

Tangent BUG offers a much more realistic approach, and presents a considerable improvement in comparison to the strategies shown previously. The images below show the performance of BUG2 and Tangent BUG for a given obstacle:

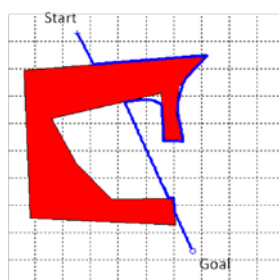


Fig.1. BUG2 performance

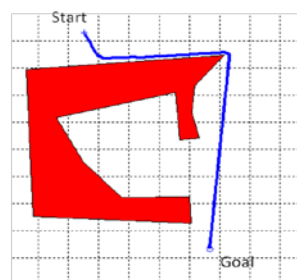


Fig.2. Tangent BUG performance

One important aspect to consider when working with Tangent BUG algorithm is the range of the sensor. It is common to assume an infinite range sensor in order to make a problem simpler; however, this is not possible to execute in real world. Usually, the robots have finite range sensing devices. The point-representend mobile robot moves along the drawn route. The radius shown represents the range of the sensor, which is defined in the source code.

5. Developing the Software

BUG2 and Tangent BUG algorithms were implemented in the simulation software. A graphical interface was developed through MATLAB GUIDE. It includes an axis area in which the user places obstacles, start and goal points. It is also possible to select between the two algorithms. The route is calculated and drawn in the window when the user clicks on the correspondent button. There is another button for starting the animated simulation.

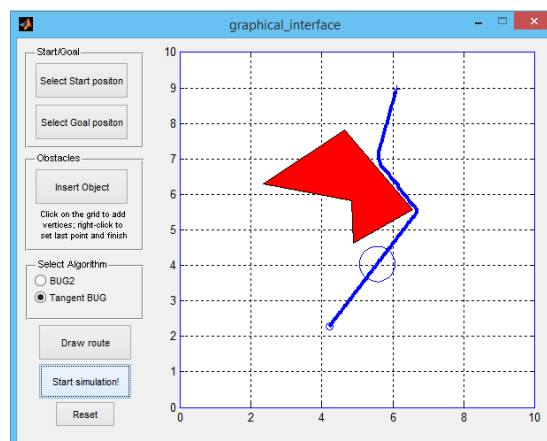


Fig3. Screenshot during animated simulation

6. Conclusion

This paper discusses path planning for mobile robots, focusing on three different algorithms from the bug family. In most cases, BUG2 algorithm presents significant improvements in relation to BUG1, while Tangent BUG outperforms both of the previous variations shown. BUG2 and Tangent BUG were implemented in a simulation software. Considering the environment shown in figures 1 and 2, the following results were obtained:

Table 1. Comparison between BUG2 and Tangent BUG algorithms in a given environment

	Total distance traveled by the robot (cm)
BUG2	14.10
Tangent BUG	8.96

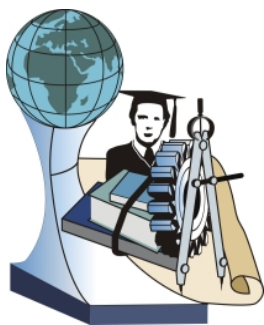
This software allows a user to observe and compare the performance of BUG2 and Tangent BUG algorithms, in an environment defined by the user by choosing obstacles, start and goal points. It may be used for educational purposes by students who are interested in mobile robotics.

Acknowledgement

The author expresses his gratitude for CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) for the scholarship granted under process number 88888.010526/2013-00. The project was also assisted by the European Union, with the co-financing of the European Social Fund, TÁMOP-4.1.1.C-12/1/KONV-2012-0002.

References

- [1] Buniyamin N., Wan Ngah W.A.J., Sariff N., Mohamad Z.: *A Simple Local Path Planning Algorithm for Autonomous Mobile Robots*, International Journal of Systems Applications, Engineering & Development, Issue 2, Volume 5 (2011), p.1-3
- [2] I. Nagy: *Path Planning Algorithm, Based on User Defined Maximal Localization Error*, Periodica Polytechnica, 2005 49/1-2, ISSN: 0324-6000, Hungary (2005), p.43-57
- [3] S.M. Lavalle: *Planning Algorithms*, Cambridge University Press, University of Illinois (2006), p.667-669



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

HANGSÚLYDETEKTÁLÁS RELATÍV INTENZITÁS ALAPJÁN

STRESS DETECTION BY RELATIVE INTENSITY

CZAP László⁽¹⁾, PINTÉR Judit Mária⁽²⁾, VICSI Klára⁽³⁾

(1) (2) Miskolci Egyetem, Gépészmérnöki és Informatikai kar, Automatizálási és Infokommunikációs Intézet Tanszék. Cím: 3515, Magyarország, Miskolc-Egyetemváros; Telefon: +36-46-565-140, czap@uni-miskolc.hu, pinterjm@uni-miskolc.hu

(3) Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Távközlési és Médiainformatikai Tanszék. Cím: 1117, Magyarország, Budapest; Magyar tudósok körútja 2.; Telefon: +36-1-463-1940, vicsi@tmit.bme.hu

Abstract

Suprasegmental features are fundamental properties of speech. They can improve not only the naturalness of synthesized speech, but the performance of machine speech recognition as well. Sentence and word stress are crucial prosodic features. They usually estimated from the energy of a syllable, but the average energy of vowels is different. Energy of a stressed weak vowel can be lower than that of an unstressed strong voice. We compare the current amplitude of a vowel to its average one to show the stressed or unstressed quality of a syllable. Average energies of vowels are obtained from a speech recognizer trained with voices of hundreds of speakers.

Keywords: stress detection, speech recognition, acoustic feature extraction methods.

Összefoglalás

A szupraszegmentális jellemzők alapvető tulajdonságai a beszédnek. Ezek a tulajdonságok nemcsak a mesterséges beszéd természetességét javítják, hanem a gépi beszédfelismerés hatékonyságát is. A mondathangsúly és a szóhangsúly egyaránt fontos prosódiai jellemző. Ezek a tulajdonságok általában a magánhangzók energiái alapján megbecsülhetők, de az egyes magánhangzók átlagenergiái eltérőek. Egy hangsúlyos gyengébb magánhangzó energiája kisebb lehet, mint egy hangsúlytalan erősebb magánhangzóé. Az aktuális magánhangzó amplitúdóját összehasonlítjuk az átlagával, hogy megtudjuk: az adott szótag hangsúlyos vagy hangsúlytalan-e. A magánhangzók átlagenergiáit egy több száz beszélővel betanított beszédfelismerőből nyertük ki.

Kulcsszavak: hangsúlydetektálás, beszédfelismerés, lényegkiemelési módszerek.

1. Bevezetés

A hagyományos, statisztikai alapú folyamatos beszédfelismerés –, mint ahogyan a rejtett Markov modelleken alapuló beszédfelismerés is – a beszédet valamilyen adott felismerési egység sorozatának tekinti (pl. fonémák, diádok, szótagok, szavak stb.) Statisztikai alapú felismerésnél a lényegkiemelés folyamata után csak a lényeges, csökkentett redundanciájú jellemzők képezik a felismerő bemenetét. A beszéd azonban nem csupán ezen felismerési egységek sorozata, hanem fontos a hangsúlyozás a hanglejtés és számos más szupraszegmentális beszédjellemző is.

2. Szupraszegmentális jellemzők

A szupraszegmentális jellemzők többletinformációval bírnak, amelyek hozzájárulnak a beszédmegértéshez. Segítségével a beszélő érzelmeit, szintaktikai és pragmatikai információt stb. fejezhet ki [1]. Szupraszegmentális jellemzők a beszédtempó, szünet, ritmus és hangszínezet, hangerő, hanglejtés, intonáció és a hangsúly.

Egységhez kapcsolva beszélhetünk szóhangsúlyról, szakaszhangsúlyról, (szószervezetek esetében) és mondathangsúlyról. A szóhangsúly valamely szó egy szótagjának a kiemelése, megkülönböztetése a többi szótagtól. Hangsúlyozás szempontjából a nyelvek két csoportba sorolhatók, a kötött (a hangsúly mindig a szó egyértelműen azonosított szótagjára esik) és a kötetlen. A magyar nyelv kötött, mivel mindig az első szótagon realizálódik (szerepe tisztán a közlés lényeges elemeinek kiemelésére és a közlés logikai tagolására szorítkozik). Erős érzelmei kifejezésekor a hangsúly a kötött hangsúlyozású nyelvekben is eltolódhat, illetve akár egy szó minden szótagján is megjelenhet. A hangsúly létrehozásában három fő tényező együttesen vagy egyedileg játszik szerepet adott nyelvtől függően, ahol szabályszerűségek figyelhetők meg [2]. Ezek a tényezők:

- az alaphangfrekvencia kiemelkedése a hangsúlyos szótagon;
- a hangsúlyos szótag nagyobb intenzitással való kiejtése;
- és a hangsúlyos szótag magánhangzójának időtartambeli hosszabbodása.

3. Hangsúlydetektálás

3.1 Hangsúlydetektálási módszerek

A hangsúly detektálását általában az energia alapján végzik. Megvizsgálták a hossz, az amplitúdó és a spektrális változások különböző módokon normalizált értékeit [3]. Több esetben mély neurális hálók betanításával és alkalmazásával valósították meg az automatikus hangsúlydetektálást angol nyelvre [4,5]. Angol nyelvet tanító szoftver fejlesztése során, amely a nyelvtanulók által produkált hangsúlymintázatokat vizsgálja, és adott esetben kijavítja azokat, egyesek arra az eredményre jutottak, hogy a hangsúly legmegbízhatóbb jelzése a hossz és az amplitúdó információ kombinációja [5]. A magyar nyelvben a hangsúly, illetve áttételesen a hangsúlyt meghatározó akusztikai-prozódiai jellemzők, az alaphangfrekvencia és az energia alapján lehetséges a szóhatárok detektálása is [6]. Megfelelő lényegkiemelési módszert választva az egyes hangok átlagenergiája nagy különbségeket mutat, ezért a kis energiájú hangsúlyos magánhangzók energiája nem éri el a nagyobb energiájú hangsúlytalan magánhangzókét. Módszerünkben a magánhangzók pillanatnyi energiáját az adott magánhangzók átlagenergiájához viszonyítjuk így mutatjuk ki hangsúlytalan vagy hangsúlyos jellegét.

3.2 Magyar referencia beszédadatbázis

Az magyar referencia beszédadatbázis (MRBA) hanganyagaival tanított és tesztelt diád alapú beszédfelismerőn végeztünk hangsúlydetektálási vizsgálatokat. Az adatbázis olvasott szövegeket tartalmaz, speciális fonetikai elvárásoknak megfelelően került összeállításra és általános felhasználói környezetben (irodák, laboratóriumok, lakások) rögzítették, ezért megfelelően alkalmazható volt a célzott vizsgálatok elvégzéséhez.

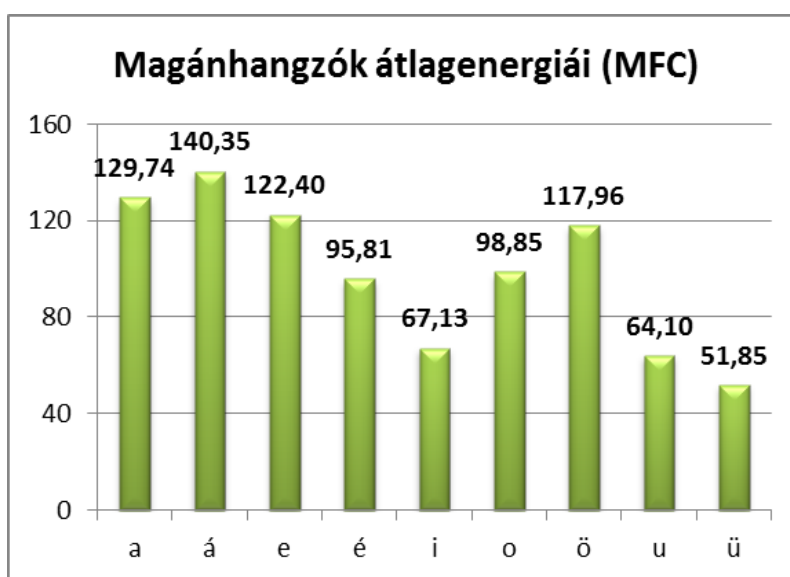
Az MRBA összefoglaló műszaki adatai [7]:

- magyar nyelvű, olvasott szövegű, személyi számítógépes környezetben felvett adatbázis,
- 16 bites, 16 kHz-es mintavételezéssel;
- 332 beszélő közvetlenül a számítógépbe rögzített hanganyaga;

- beszélőnként 12 mondat és 12 szó;
- a felvételek többféle mikrofonnal, hangkártyával, PC-kel készültek;
- környezet változó zajosságú irodahelyiség, laboratórium, otthoni környezet;
- az adatbázis teljes anyaga annotált;
- az adatbázis harmada (100 beszélő) kézzel szegmentált és címkézett.

3.3 Különböző lényegkiemelési módszerek vizsgálata

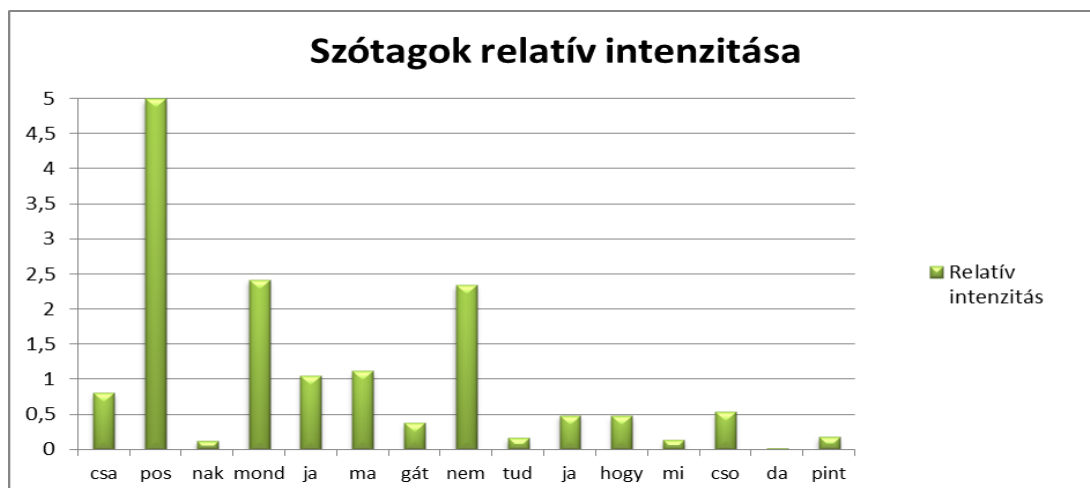
A gépi beszéd felismerésnél akusztikai szinten működik az akusztikai előfeldolgozó egység, amely a beszédjel elemzését, a lényegkiemelést, tömörítést végzi el. Kimenetén az időkeretenkénti lényegi paraméterek (jellemző vektorok) jelennek meg, azaz a digitalizált (beszéd) jelből egy diszkrét idejű, adott dimenziójú lényegvektor-sorozatot alkot. Ezek leggyakrabban Mel-frekvencia kepsztrális együttartók (MFCC) [8].



1. ábra. A magánhangzók magnitúdója MFCC lényegkiemelési módszer esetén

Az MFCC jellemzőkhöz hozzáadtuk a logaritmikus energia komponenst is, ami révén megvizsgálhattuk az egyes magánhangzók átlagenergiáját. Az 1. ábra diagramja szemlélteti az MRBA beszédatadabázison betanított diád alapú beszéd felismerő rejtett Markov- modelljeiből kinyert egyes magánhangzókra vonatkozó átlagenergiákat. Az energiák alapján látható, hogy egy hangsúlytalan *á* magánhangzó energiája nagyobb lehet, mint egy hangsúlyos *u*, *ü* vagy *i* magánhangzó energiája. Ezért érdemes összehasonlítani az aktuális magánhangzó energiáját a megfelelő diád magánhangzójának átlagenergiájával, amit a betanított HMM állapotaiból nyerünk. A 2. ábra egy, az MRBA adatbázisból kiválasztott mondat hangsúlyozását szemlélteti: *Csaposnak mondja magát, s nem tudja, hogy micsoda a pint.* A HMM modellekből kinyert átlagolt energiát és a példamondat lényegkiemelt fájljából kinyert aktuális energia értékeket normáltuk és az alapján végeztük el az összehasonlítást. A *csapos*, *mondja* és *nem* szavak hangsúlyos volta megmutatkozik a kiértékelésben, de a *pint* hangsúlya elvész az ereszkedő hangerőben. A könnyebb érthetőség érdekében a példamondat hangfájlját elérhetővé tettük az alábbi linken:

http://mazzola.iit.uni-miskolc.hu/DATA/research/audio/pelda_mondat.wav.



2. ábra. A szótagok energiájának relatív intenzitása

4. Összefoglaló

Az eddig elért eredmények azt mutatják, hogy az MFCC energia komponense és a módszerünk további vizsgálatokat igényel hangsúlydetektálási feladatok intenzitás komponensének vizsgálatára. A példamondat kiértékelésében megmutatkoznak a hangsúlyos szótagok. A továbbiakban több lényegkiemelési módszert is tervezünk megvizsgálni és összehasonlítani az eddig elért eredményekkel, majd automatikussá tenni a kiértékelés folyamatát.

5. Köszönetnyilvánítás

A kutató munka a Miskolci Egyetem stratégiai kutatási területén működő Mechatronikai és Logisztikai Kiválósági Központ keretében és a TÁMOP-4.2.2.C-11/1/KONV-2012-0002 jelű projekt részeként az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

Irodalom

- [1] GÓSY M.: *Fonetika, a beszéd tudománya*, Osiris, Budapest, 2004. pp.182–243.
- [2] KASSAI I.: *Fonetika*, Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 1998.
- [3] VAN KUIJK, D., BOVES, L. *Acoustic characteristics of lexical stress in continuous telephone speech*. *Speech Communication*, 27(2), 1999, pp.95–112.
- [4] KUN L., XIAOJUN Q., SHIYIN K., HELEN M.: *Lexical Stress Detection for L2 English Speech Using Deep Belief Networks*, INTERSPEECH, 2013, pp. 1811–1815.
- [5] XIE, H., ANDREAE, P., ZHANG, M., WARREN, P.: *Detecting stress in spoken English using decision trees and support vector machines*. In: *Proceedings of the second workshop on Australasian information security, Data Mining and Web Intelligence, and Software Internationalisation*, Australian Computer Society, Inc. 2004, 145–150.
- [6] VICSI, K., SZASZÁK, GY.: *Automatic Segmentation of Continuous Speech on Word Level Based on Supra-segmental Features*. *International Journal of Speech Technology*, Vol. 8, Num. 4, 2005, pp. 363–70.
- [7] VICSI K., KOCSOR A., TELEKI CS., TÓTH L.: *Hungarian Speech Database for Computer-using Environment in Offices*, II. Magyar Számítógépes Nyelvészeti Konferencia kötet, 2004, pp. 315–318.
- [8] S. YOUNG.: *The HTK Book (for HTK Version 3.3)*, 2005.



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

CSÖVEK ALAKÍTÁSA RUGALMAS KÖZEGGEL

TUBE FORMING WITH ELASTOMER

DANYI József⁽¹⁾, KECSKÉS Bertalan⁽²⁾, VÉGVÁRI Ferenc⁽³⁾

(1)Kecskeméti Főiskola, GAMF Kar Anyagtechnológia Tanszék Magyarország, 6000 Kecskemét Izsáki út 10. Telefon: +36-76-516-370 danyi.jozsef@gamf.kefo.hu

(2)HILTI Szerszám Kft, 6000 Kecskemét Szent István Körút 17., bertalan.kecskes@hilti.com

(3)Kecskeméti Főiskola, GAMF Kar Anyagtechnológia Tanszék Magyarország, 6000 Kecskemét Izsáki út 10. Telefon: +36-76-516-373 vegvári.ferenc@gamf.kefo.hu

Abstract

The aim of developers in field of automotive industry is to reduce the car weight. Possibility of the decreasing of car weight seems to be using of formed tubes as parts of car body structures loaded mainly. There are some different forming technologies of tube forming, and of the tube expansion. This report presents the results of the experimental work in field of tube forming, tube expansion with gum or with elastomer (polyurethane). We are working on this research with support of TÁMOP 4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0029 program.

Keywords: automotive industry, car weight reduction, tube forming

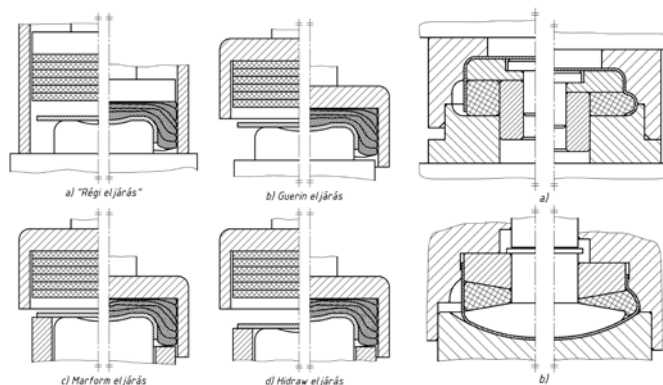
Összefoglalás

A járműipari fejlesztések fontos területe a járművek tömegének csökkentése. Egy lehetősége a súlycsökkentésnek és a karosszéria merevsége megőrzésének, a komfort és biztonság megőrzésének a karosszéria teherhordó elemeinek csövekből történő gyártása. Ez az előadás a rugalmas közeggel történő, csőtágítással kapcsolatos eddigi kísérleteinkről számol be. Kutató munkánkat TÁMOP 4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0029 sz. pályázat támogatásával végezzük.

Kulcsszavak: járműipar, súlycsökkentés, csövek alakítása

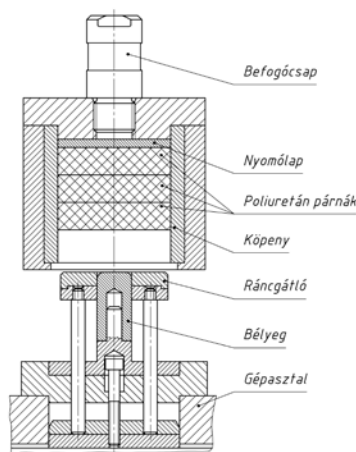
1. Bevezetés

Nagyméretű lemezzalkatrészek gyártása esetén, ahol a nem túl nagy darabszám a felszerszámozást gazdaságtalanná tenné, már a múlt században is alkalmazták a rendszerint a negatív formát helyettesítő gumipárnás, rugalmas közeges alakítást. Számos ilyen megoldásról ad számot az irodalom. (1) Komarov például technológiai paraméterekkel is szolgál a rugalmas közeggel történő alakítás tervezéséhez. A Kecskeméti Főiskola (GAMF Kar) Anyagtechnológia Tanszéke is jelentős tapasztalatokkal, nagyszámú kísérleti eredménnyel rendelkezik, elsősorban rugalmas közeggel történő mélyhúzás területén [2]. Az 1. ábrán néhány a szakirodalomból ismert ilyen alakító eljárás látható.



1.ábra. Gumipárnás ill. rugalmas közeggel történő alakító eljárások.

A 2. ábrán az Anyagtechnológia Tanszéken tervezett és kivitelezett gumipárnás mélyhúzó szerszám látható.



2.ábra. Gumipárnás ráncgátlós mélyhúzó szerszám.

Ezzel a mélyhúzó szerszámmal a mélyhúzott edény pereme és palástja közötti lekerekítés sugár sokkal kisebb lehetett, mint szerszámacél húzógyűrűvel végzett művelet esetén. E mellett az egy lépésben elérhető húzási viszony nagyobb volt, mint húzógyűrűs-húzóbélyeges szerszám esetében. A lemez felületére ható nyomás a lemezt a bélyeg felületére szorítja, biztosítja, hogy az ott fellépő súrlódás fékezi a lemez elmozdulását elvékonyodását, vagy ahogy E. A. Popov fogalmaz, csökkenti a lemezben ébredő húzó feszültséget [3].

Ezeket a technológiákat a feszültségi állapot hatását kihasználó eljárások közé sorolják.

A 3. ábrán egy személygépkocsi alváz-szerkezete látható, mely jelentős részben csőszerű egységekből lett összeállítva.



3.ábra. Üreges egységekből összeállított gépkocsi alváz

2. Rugalmas közeggel végzett csőtágító kísérletek

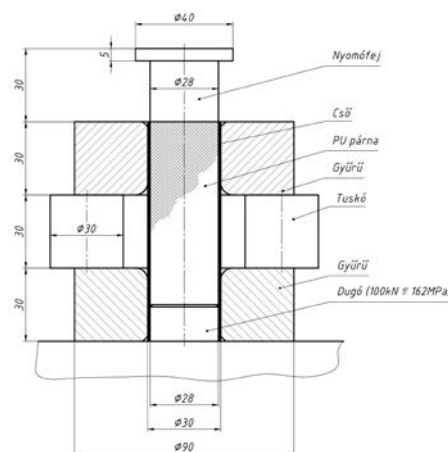
Csövek alakítására, tágítására, keresztmetszetük és keresztmetszeti tényezőjük megváltoztatására több ismert eljárás is alkalmas. Ilyenek: folyadék nyomással végzett

alakítás (hydroforming),elektrodinamikus, elektrohidraulikus, elektromágneses alakítások,robbantásos alakítás és a rugalmas közeggel történő alakítás.

A kutatási program keretében kísérleti és elméleti vizsgálatokat végzünk a fenti technológiák területén. Célunk az alakító eljárások eredményességét befolyásoló technológiai és szerszámozási kérdéseinek tisztázása és az alakító műveletek eredményeinek összehasonlítása. Különösen az alakváltozási sebességekben eltérők a fenti alakító műveletek. Jelenleg a rugalmas közeggel végzett csőtágító előkísérletekről számolunk be.

2.1. Előkísérleteink és eredmények

A kísérleti szerszám tervezéséhez is hasznos információkat adó előkísérleteinket egyszerű szerszám összeállítással végeztük. Ez az összeállítás a 4. ábrán látható.



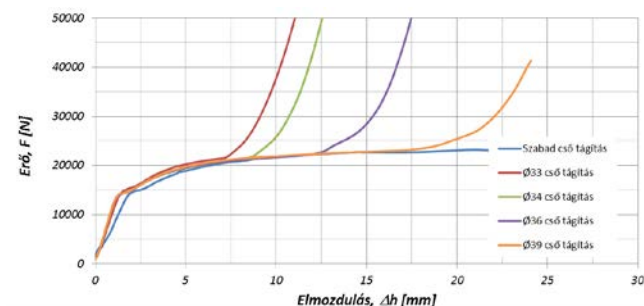
4. ábra. Az előkísérletek szerszáma

Az előkísérletek során végeztünk csőtágítást úgy hogy a végső formát nem határozta meg a szerszám és úgy is, hogy a kiinduló csövet - átmérő 30x1 mm - meghatározott méretűre, Ø33, Ø34, Ø36 és Ø39 mm-re bővítettük. Egy esetben négyzet keresztmetszetű bővítést is végeztünk. Az alakított csövek az 5. ábrán láthatók.



5. ábra. Rugalmas közeggel alakított csövek.

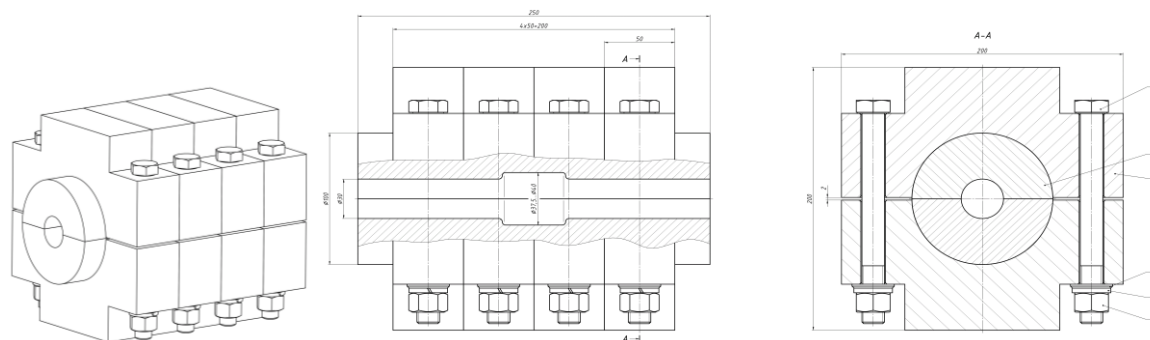
Az INSTRON 4482 típusú anyagvizsgáló gépen végzett műveletek erő-út diagramjai a 6. ábrán láthatók. Az alakított cső anyaga: S235JR, a poliuretán dugó keménysége 80 Shore A.



6. ábra. Csőtágító műveletek erő-út diagramjai.

2.2. Több csőtágító művelethez alkalmas alakító szerszám

Az 1. pontban felsorolt alakító műveletekhez alkalmas alakító szerszám a 7. ábrán látható.



7. ábra. Többcélú alakító szerszám

3. Kísérleti eredmények és a folytatás lehetősége

Az alakítás erő-út diagramjából megállapítottuk, hogy a csöveink által elviselhető maximális alakváltozáshoz szükséges belső nyomás 36-38 MPa volt. A szabadon végzett tágításnál szakadást okozott, azaz a cső falában fellépő tangenciális feszültség 510-520 MPa - az anyag szakítószilárdsága körül volt. A zárt szerszámok esetén fellépő jelentősen nagyobb erő (ill. belső nyomás) a tágító üreg alakjának felvételéhez, volt szükséges. A kísérlet eredményei – erőszükséglet, belső nyomás értékei - megfelelnek a vékonyfalú csövek, edények szilárdsági vizsgálatánál alkalmazott összefüggésből nyerhető eredményeknek mely szerint:

$$\sigma = \frac{D \cdot p}{2v} \quad [\text{MPa}]$$

ahol: σ - a cső falában ébredő tangenciális húzófeszültség [MPa],
 D - a cső külső átmérője [mm],
 p - a belső nyomás [MPa],
 v - a cső falvastagsága [mm].

4. Következtetés

A már alakított csövek vizsgálata pl. az alakított részek deformáció-eloszlásának mérése folyamatban van. A rugalmas közeggel történő alakítás statikus eljárásnak tekinthető. A legfontosabb eredmények a nagyobb alakváltozási sebességgel végzendő kísérletek eredményeivel való összehasonlítás után várhatók.

Irodalom

- [1] A.D.Komarov: *Stampovka Lisztovih i trubcstih detalej poliuretanom*. L. LDNTP, 1975. 36. old.
- [2] Végvári F.: *Lemzealakítás rugalmas közeggel*. - Doktori értekezés Miskolci Egyetem 1995.
- [3] E.A. Popov: *Osznovii teorii lisztovoj stampovki*, Moszkva, 1977. Masinosztroenie



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

XXI. SZÁZADI ÉLET EGY XIX. SZÁZADBAN ÉPÜLT LAKÓTELEPEN

21st-CENTURY LIFE AT A HOUSING ESTATE BUILT IN THE 19th CENTURY

DÁNYI Tibor Zoltán

*Pécsi Tudományegyetem, Polláck Mihály Műszaki és Informatikai Kar, Breuer Marcell
Doktori Iskola, 7624, Magyarország, Pécs, Rókus utca 2. Telefon: +3672/501500/3715
Fax: +3672/501504 danyitiborzoltan@emailcím.org*

Abstract

The mining industry located in the Mecsek Hills has played a decisive role in the life of Pécs, which developed into an industrial settlement in the 19th century. Although the extraction of raw materials was discontinued in the last Pécs mine in 2004, the mining industry as mental and built heritage still remains. Smaller estates, characteristic colonies of the early years of mining, have been significantly re-evaluated. The parts of the city that are built near the previous workplaces, far from the city center, serve as the residence of the people with the lowest income. The majority of approximately 4,000 municipal rental housing units belong to this type of environment. Therefore, the future of the former mining colonies is very important for the local government.

Keywords: social housing, segregation, revitalisation, modernization

Összefoglalás

A XIX. században ipari településsé fejlődő Pécs életében meghatározó szerepet játszott a mecseki bányászat. Annak ellenére, hogy 2004-ben az utolsó bányában is befejezték a kitermelést, a bányászat szellemi és tárgyi öröksége ma is fontos elem a város életében. A hajdani bányász lakótelepek és településrészek mára jelentősen ártértékelődtek. A városközponttól távol, a hajdani munkahelyek közelében épült kolóniák ma a legalacsonyabb jövedelmű társadalmi réteg lakóhelyei. A körülbelül 4000 lakásból álló önkormányzati lakásállomány többsége ilyen környezetben található. Ezért is fontos feladat a helyi önkormányzat számára a hajdani bányászkolóniák sorsának alakulása.

Kulcsszavak: szociális lakás, szegregáció, revitalizáció, korszerűsítés

1. A pécsi bányászkolóniák eredete

Pécs a XIX. században fejlődött Magyarország és Dunántúl jelentős ipari településévé. A Mecsek hegységben megjelenő bányászat jelentős szerepet játszott a város életében. A térség egyik legjelentősebb ipari vállalata volt az Első Dunagőzhajózási Társaság (DGT). Bár 2004-ben az utolsó bányában is megszűnt a termelés, a bányai ipar szellemi és épített öröksége még sokáig érezteti hatását a város életében.

Az iparszerű mecseki bányászat története a XIX. századig nyúlik vissza. John Andrews és Joseph Pritchard brit vállalkozók alapították a DGT-t 1829-ben, Osztrák tőkés és magyar arisztokraták közreműködésével. A társaság monopóliumot kapott a dunai gőzhajózásra,

amihez jó minőségű szénre volt szükségük. Vásárlás, vagy bérleti szerződés útján 1923-ra valamennyi Pécs környéki bánya fölött megszerezték az ellenőrzés jogát. [1] A társaság nevéhez számos jelentős ipari épület tervezése és kivitelezése fűződik. Építettek kórházat, irodaházakat, raktárakat, melyek Pécs épületállományának ma is jelentős részét képezik.

A dinamikusan fejlődő ipari vállalkozás közel 100 év alatt jelentősen átalakította a Pécs környéki lakóközösségek életét. A folyamatosan növekvő cég munkások ezreit vonzotta még nagyobb távolságokból, sőt, külföldről is. Míg 1871-ben 640 lakása volt a DGT-nek összesen 10 telepen [2], addig ez a szám 1904-re már 1562-re emelkedett. [3] A munkások lakáshoz juttatása volt a társaság egyik legfontosabb jóléti intézkedése.

A bányászat korai éveiben a munkások lakásai --elsősorban a tömegközlekedés hiánya miatt-- a munkahelyekhez közel épültek[4]. Ennek következménye, hogy a második világháború előtt épült telepek mindig a városmagtól távolabb helyezkedtek el.

2. Hogyan lett a város virágzó részeiből szegregátum

Tipikus volt a bányászkolóniákban, hogy nem csupán szálláshelyet nyújtottak a bányák munkásainak, hanem igyekeztek teljeskörű szolgáltatásokat kiépíteni. Ilyen kolónia volt Pécsbányatelep is, ahol többek között épültek üzletek, volt húsfüstölő, tűzoltóság, kórház, kocsmá, fogadó, templom és temető is.

1944 körül a klasszikus bányászkolóniák építése megszűnt. A második világháború után a tömegközlekedés fejlődése lehetővé tette, hogy az újonnan épülő lakótelepek a munkahelyektől távolabb, a városhoz közelebb kerüljenek. A szocializmus idején több új lakás épült, mint korábban valaha. 1975-ben például 99588 lakás épült Magyarországon[5]. A bányászok közül is többen költöztek korszerűbb lakásba a hajdani kolóniákról, ahova alacsonyabb jövedelmű rétegek települtek. Ezzel kezdetét vette a hajdani bányászkolóniák leértékelődése. A hajdan épült lakások sorsával foglalkozni azért is időszerű és fontos feladat, mert a 2012-ben hazánkban épült lakások száma alig több, mint egytizede volt az 1975-ös értéknek[5], ebben a tempóban haladva a hazai lakásállomány megújítása 400 évet venne igénybe.

A bányászat hanyatlásával, a bányavállalat privatizálásával majd megszűnésével és a rendszerváltozással az egykori telepi lakások állami, majd önkormányzati tulajdonba kerültek. Ez olyan nagy terhet jelentett az önkormányzatok nagy többsége számára, amit nem tudtak illetve nem akartak felvállalni [6], és igyekeztek eladni az ingatlanokat. A rendszerváltozás óta Magyarországon 22,7%-ról 3%-ra, Pécsen 5 %-ra esett az állami tulajdonú lakások aránya. Ez az arány 2012-ben Nyugat-Európában 13,8% volt[7]. Elsősorban a rosszabb minőségű, alacsonyabb komfort-fokozatú lakások maradtak önkormányzati tulajdonban. Ezek közé tartoznak a XIX. században épült bányáslakások is. Így mára a hajdan rendszeres jövedelemmel rendelkező bányászok lakhelyei a város legproblémásabb területeivé váltak. Pécs Integrált Városfejlesztési Stratégiájában (IVS) nyolc szegregátumot határolnak körül, ezek közül 5 a hajdani bányászkolóniákban található.

3. Az újrakezdés esélyei

Az IVS-ben már 2008-ban megfogalmazódott, hogy a szegregált területek rehabilitációját Pécsbányatelepre is ki kell terjeszteni. Erre nyújt lehetőséget a Dél-Dunántúli Regionális Operatív Program, melynek határozott célkitűzése a szegregáció csökkentése. A tervek szerint lakó- és közösségi épületek újulnak meg és infrastruktúra fejlesztés is történik a város három pontján. A fejlesztési program szerves része a helyi lakosok bevonása munkaerő-fejlesztési képzésekbe, valamint a tervezés és kivitelezés folyamatába is. A Pécsi Tudományegyetem Pollack Mihály Műszaki és Informatikai Kara, annak Breuer Marcell Doktori Iskolája és Pécs

városa közötti együttműködés keretében a kar hallgatói készítik el a felújításra szoruló épületek felmérési és átalakítási terveit. A pályázaton való részvétel feltétele, hogy átfogó, aktuális képpel rendelkezünk a területek állapotáról. A pályázatírók azt kérték tőlünk, hogy készítsünk egy általános felmérést, és soroljuk be három kategóriába Pécsbányatelep, Somogybányatelep és Meszes épületállományát:

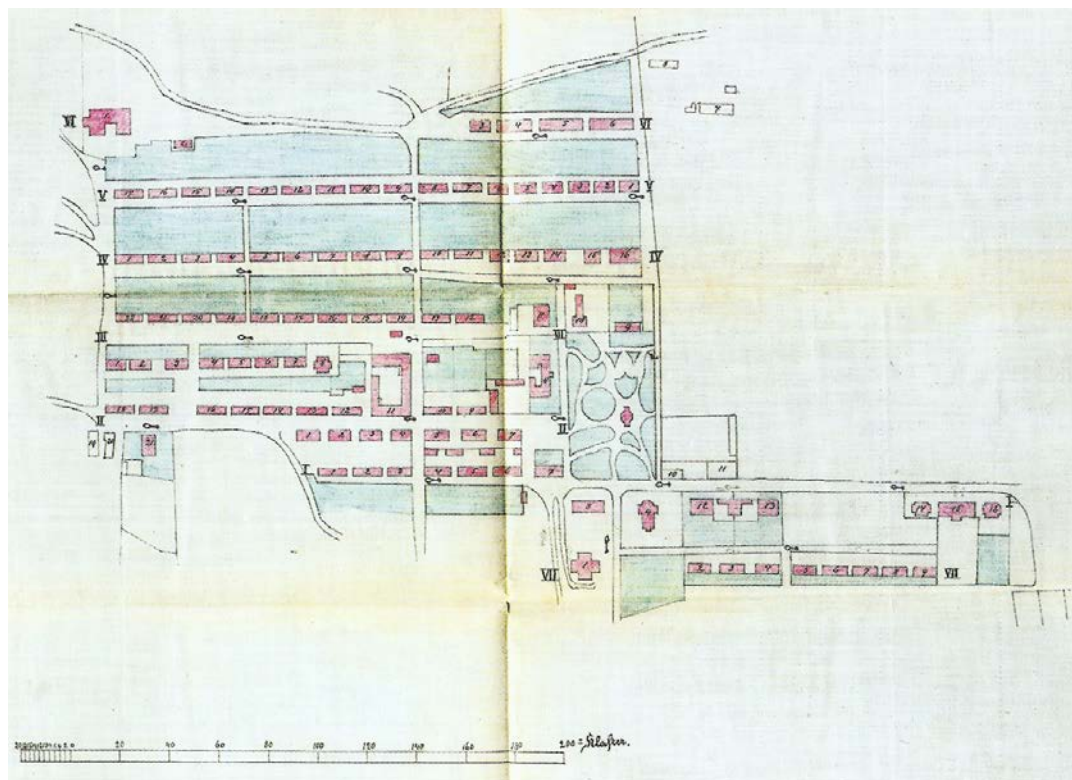
- jó állapotú;
- felújítandó;
- elbontandó épület.

Elvárás volt továbbá, hogy találjunk olyan beavatkozási pontokat, melyek állapotának javításával jelentősen javítható a lakóterületek megítélése.

4. Pécsbányatelep állapota

Az IVS-ben szegregátumként körülrajzolt területen 110 lakás található, melyek közül 63 önkormányzati tulajdonú. Ez az országos és a városi átlagnál is lényegesen magasabb, 57%-os önkormányzati lakásállományt jelent. Az épületek összehasonlításának alapja egy 1878-as térkép, melyen a vizsgált terület valamennyi épülete szerepel. Építőanyaguk jellemzően téglá, vályoggal és kővel kombinálva.

A rövid határidők miatt, és a korrekt döntéshozatal érdekében egy gyors és egyszerű, ugyanakkor megbízható vizsgálati módszert kellett alkalmazni. A szemrevételezéses és kérdezős vizsgálati módszer során feljegyeztük az épületek funkcióját, közművekkel való ellátottságát, a járdák és az út állapotát, a szelektív hulladékgyűjtőhelyek távolságát, az épület falazatának, homlokzatának, nyílászáróinak, tetőszerkezetének, kéményének, állapotát. Vizsgáltuk továbbá, hogy van-e kerékpárút, közvilágítás, valamint azt, hogy az épületeket lakják-e vagy sem.



1. ábra. 1878-as térkép (Baranya Megyei Levéltár: 4013/1878)

Az egyes kérdésekhez pontszámokat rendelve egy-egy épület maximum 155 pontot érhetett el az értékelésben. A legmagasabb pontszámot, 135-öt, egy magántulajdonú lakás kapta, melyben a tulajdonos hőszigeteltre cserélte az eredeti pallótokos nyílászárókat, hőszigetelte a falakat és a tetőszerkezetet is felújította. A legalacsonyabb pontszámot, 93-at, 13 önkormányzati lakás kapott. Az eredetileg kórháznak épült házban található lakások láthatóan évtizedek óta nem voltak felújítva. A vizsgált lakások átlagos pontértéke 110, ezen belül a magántulajdonú lakásoké 119, az önkormányzati tulajdonúaké pedig 101,5 volt. A lakások 4,5 %-a esett át energetikai korszerűsítésen, valamennyi magántulajdonú. A lakások 10%-ában cserélték az eredeti nyílászárókat korszerűekre. A vizsgálat végén a 110 lakásból mindössze két lakásról lehetett megállapítani, hogy jó állapotban van, nem igényel felújítást; mindkettő magántulajdonú. Egy lakatlan épület volt egyértelműen életveszélyes, bontandó állapotban, a többi kisebb-nagyobb felújításra szorul.

5. Következtetések

A felmérés eredményei egyértelműen igazolták, hogy a legalább 135 éves házak ma is lakhatóak. Ugyanakkor sajnos az is nyilvánvaló, hogy az önkormányzat lakásgazdálkodásának hatékonyságát javítani kellene. Épületeik szinte kivétel nélkül felújításra szorulnak: korszerűtlenek a nyílászárók, elhanyagoltak a tetők, kémények, a falak rossz hőszigetelők. A felmérések szerint számos önkormányzati lakás minden komfortot nélkülöz. A magántulajdonú ingatlanok állapota ezzel szemben szinte mindenhol kielégítő, bár állapotuk javítható lenne. A mecsek közvetlen közelében, gyönyörű természeti környezetben található XIX. századi bányász lakótelep épületei és lakásai megfelelő gondoskodás és odafigyelés mellett alkalmasak a tisztességes életkörülmények biztosítására a XXI. században is.

Irodalom

- [1] Pilkhoffer M. *Bányászat és építészet Pécsen a 19-20. században*. Pécs: Pro Pannónia, 2008. 14. oldal.
- [2] Babics A. *A pécsvidéki kőszénbányászat története*. Közoktatásügyi Kiadóvállalat, Budapest, 1952. 138. oldal.
- [3] Huszár Z. Lakásviszonyok a Dunagőzhajózási Társaság Pécs környéki bányatelepein a XX. század első felében. In *A Janus Pannonius Múzeum évkönyve 39.* (1994) Pécs, pp. 185-189. 186. o.
- [4] Pilkhoffer M. *Pécs építészete a századfordulón (1888-1907)*. Pécs: Pro Pannónia, 2004. p. 75.
- [5] www.ksh.hu: Lakás és üdülőépítés (1960-) Retrieved on 12.10. 2013.
- [6] Körner Zs. *Az európai és a magyar telepszerű lakásépítés története 1945-től napjainkig*. Budapest: TERC, 2006. 47. oldal
- [7] Pittini, Alice és Laino, Elsa, *Housing Europe Review 2012*. Brüsszel: COCEDAS Housing Europe's Observatory, 2011. 23-24. oldal



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

EGY ÚJ PRIMÁL-DUÁL BELSŐPONTOS ALGORITMUS LINEÁRIS KOMPLEMENTARITÁSI FELADATRA

A NEW PRIMAL-DUAL INTERIOR-POINT ALGORITHM FOR LINEAR COMPLEMENTARITY PROBLEMS

DARVAY Zsolt, PAPP Ingrid-Magdolna

Babeş-Bolyai Tudományegyetem, Matematika és Informatika Kar, Magyar Matematika és Informatika Intézet, 400084, Románia, Kolozsvár, Kogălniceanu 1; Telefon: +40 264 405327, Eümail: darvay@cs.ubbcluj.ro

Abstract

We deal with optimization opportunities arising from engineering problems. We solve monotone linear complementarity problems using interior-point algorithms. The optimal solution is approximated by following an ideal curve, the central path. We determine new search directions by solving the system of equations which defines the central path, and then using Newton's method. This algorithm has the same theoretical efficiency as the best known interior-point algorithms.

Keywords: interior-point algorithm, primal-dual, linear complementarity problem, Newton's method, search direction

Mathematics Subject Classification (2010): 90C33, 90C51.

Összefoglalás

Olyan optimalizálási lehetőségekkel foglalkozunk, amelyek mérnöki problémákból származnak. Monoton lineáris komplementaritási feladatokat oldunk meg belsőpontos algoritmusokkal. Az optimális megoldást egy ideális görbe, a centrális út követése által közelítjük meg. Egy új keresési irányt adunk meg a centrális utat meghatározó egyenletrendszer algebrai átalakítása által, majd ezt követően a Newton módszert alkalmazva. Az algoritmus elméleti hatékonysága azonos az eddig ismert legjobb belsőpontos algoritmusokéval.

Kulcsszavak: belsőpontos algoritmus, primál-duál, lineáris komplementaritási feladat, Newton módszer, keresési irány

1. Bevezetés

Mérnöki és gazdasági problémák gyakran vezetnek különböző optimalizálási feladatokhoz, melynek során egy függvény szélsőértékét kell megkeresnünk bizonyos feltételek mellett. A merev testek dinamikájának problémája esetén optimalizációs eszközöket használhatunk, mivel általában egy közönséges differenciálegyenletet kell megoldani egy korlátos sokaságon. A feladat egy lineáris komplementaritási problémára vezethető vissza, amely megoldható a Lemke-féle pivotalgorithm segítségével [1]. Amennyiben belsőpontos algoritmusokat alkalmazunk, hatékonyabb eredményt várhatunk el, mivel ezek általában polinom időben határozzák meg az optimális megoldást.

Az első belsőpontos algoritmust Karmarkar publikálta 1984-ben [6]. Ezt az algoritmust sikeresen alkalmazták a lineáris optimalizálási feladatok megoldására [9, 11], majd általánosították lineáris komplementaritási feladatra is [7, 8].

A belsőpontos módszerek esetén a keresési irányoknak egy osztályát a centrális útnak megfelelő rendszer algebrai átalakításával határozhatjuk meg [2].

A [3] cikkben egy lineáris optimalizálásra vonatkozó új algoritmust vezettünk be, sajátos elmozdulásvektorokkal. Az algebrai átalakítást úgy végeztük, hogy a centrális utat alkotó nemlineáris összefüggésekre az identitás függvény és a négyzetgyök függvény különbségét alkalmaztuk. Észrevehetjük, hogy az így kapott keresési irány nem vezethető le egyetlen eddig ismert belsőpontos algoritmusokra vonatkozó függvényosztályból sem, például nem adható meg önreguláris függvényekkel és az önkorlátozási tulajdonság is csak lokálisan teljesül. Később az algoritmust általánosítottuk konvex kvadrátikus programozásra [4] és lineáris feltételektől függő konvex optimalizálásra [5]. A továbbiakban ezt a módszert terjesztjük ki monoton lineáris komplementaritási feladatra.

A cikk a Collegium Talentum és az Erdélyi Múzeum-Egyesület támogatásával készült. A szerzők köszönetüket fejezik ki a kutatási munkához nyújtott támogatásért.

2. A lineáris komplementaritási feladat

A lineáris komplementaritási feladat célja egy olyan (x, s) páros meghatározása, melyre teljesül a következő összefüggés:

$$\begin{aligned} s &= Mx + q, \\ (x, s) &\geq 0, \\ x^T s &= 0, \end{aligned} \tag{P}$$

ahol s , x és q n -dimenziós oszlopvektorok és M egy n soros és n oszlopos mátrix. Ha az M mátrix pozitív szemidefinit, azaz $z^T M z \geq 0$ minden z vektorra, akkor monoton lineáris komplementaritási feladatról beszélünk. A cikk további részében az M mátrixról feltételezzük, hogy pozitív szemidefinit, tehát monoton lineáris komplementaritási feladatokat vizsgálunk. Annak ellenére, hogy a lineáris komplementaritási feladat nem egy optimalizálási probléma, fontos szerepe van a matematikai optimalizálásban, mivel a Karush-Kuhn-Tucker optimalizálási feltételek sok esetben ilyen problémákhoz vezetnek. Ez történik lineáris és kvadrátikus optimalizálás esetén is.

1. Feltétel (belső pont feltétel). Az általánosság megsértése nélkül feltehetjük, hogy létezik olyan (x^0, s^0) páros, amely teljesíti a következő feltételt:

$$\begin{aligned} s^0 &= Mx^0 + q, \\ (x^0, s^0) &> 0. \end{aligned} \tag{BPF}$$

A továbbiakban feltételezzük, hogy (BPF) fennáll, amely az önduális beágyazás módszerével mindig megvalósítható. Ekkor $x^0 = s^0 = e$, ahol e az egyesekből álló n -dimenziós vektor: $e = [1, \dots, 1]^T$.

A feladat optimalitási feltételét a következő rendszer írja le:

$$\begin{aligned} s &= Mx + q, \\ (x, s) &\geq 0, \\ xs &= 0, \end{aligned} \tag{1}$$

ahol xs az x és s vektorok komponensenkénti szorzata, vagyis $xs = [x_1 s_1, x_2 s_2, \dots, x_n s_n]^T$. Azt mondjuk, hogy az x és s vektorok teljesítik a megengedettségi feltételt, ha az $s = Mx + q$ összefüggés fennáll. A belsőpontos algoritmusok a megengedett tartomány belsejében haladó centrális utat követve konvergálnak a megoldáshoz.

A centrális utat az alábbi $\mu > 0$ paramétertől függő rendszerrel határozhatjuk meg:

$$\begin{aligned} s &= Mx + q, & x &> 0, \\ xs &= \mu e, & \mu &> 0. \end{aligned} \quad (2)$$

Amennyiben a belső pont feltétel fennáll, akkor a (2) rendszernek minden rögzített $\mu > 0$ esetén egy, μ - centrumnak nevezett, egyértelmű megoldása van [10].

3. Egy új primál-duál algoritmus

A [2-5] cikkekben bemutatott eljáráshoz hasonlóan a centrális útnak megfelelő nemlineáris összefüggést egy vele egyenértékű alakra hozzuk. Ennek érdekében tekintsük a pozitív valós számok halmazán értelmezett, folytonosan differenciálható és invertálható φ függvényt. Ekkor a centrális utat meghatározó (2) rendszer felírható a következő alakban:

$$\begin{aligned} s &= Mx + q, & x &> 0, \\ \varphi\left(\frac{x_i s_i}{\mu}\right) &= \varphi(1), & \forall i &= 1, \dots, n. \end{aligned} \quad (3)$$

Ezt követően a Newton módszert alkalmazva erre a rendszerre meghatározhatjuk a keresési irányokat.

Legyen $\varepsilon > 0$ a pontossági paraméter, $0 < \theta < 1$ a redukciós paraméter, és $0 < \tau < 1$ a centralitási paraméter. Feltételezzük, hogy (x^0, s^0) teljesíti a belső pont feltételt, $v^0 = \sqrt{\frac{x^0 s^0}{\mu^0}} > \frac{e}{2}$ és $\delta(x^0, s^0; \mu^0) < \tau$. Legyen $\mu^0 = \frac{(x^0)^T s^0}{n}$.

begin

$x = x^0; \quad s = s^0; \quad \mu = \mu^0;$

while $x^T s > \varepsilon$ **do begin**

$\mu = (1 - \theta)\mu;$

meghatározzuk a $(\Delta x, \Delta s)$ lépést a (4) összefüggés alapján

$x = x + \Delta x;$

$s = s + \Delta s;$

end

end.

1. ábra. Belsőpontos algoritmus monoton lineáris komplementaritási feladatra

A [4-5] publikációkhoz hasonlóan az alábbiakban a $\varphi(t) = t - \sqrt{t}$ esettel foglalkozunk. A (3) nemlineáris rendszerre alkalmazva a Newton módszert az alábbi összefüggéseket kapjuk:

$$\begin{aligned} M\Delta x - \Delta s &= 0, \\ \left(s - \frac{1}{2}\sqrt{\frac{\mu s}{x}}\right)\Delta x + \left(x - \frac{1}{2}\sqrt{\frac{\mu x}{s}}\right)\Delta s &= \sqrt{\mu xs} - xs. \end{aligned} \quad (4)$$

Bevezetjük a $v = \sqrt{\frac{xs}{\mu}}$, $d_x = \frac{v\Delta x}{x}$ és $d_s = \frac{v\Delta s}{s}$ jelöléseket. Ebből következik, hogy $\mu v(d_x + d_s) = s\Delta x + x\Delta s$.

Egy tetszőleges ξ vektor esetén legyen $\text{diag}(\xi)$ az a diagonálmátrix, melynek főátlóján a vektor elemei találhatók a megadott sorrendben.

Ekkor a (4) rendszer a következő skálázott alakban írható fel:

$$\begin{aligned} -\Lambda d_x + d_s &= 0, \\ d_x + d_s &= p_v, \end{aligned} \quad (5)$$

ahol $\Lambda = \mu VS^{-1}MVS^{-1}$, $V = \text{diag}(v)$, $S = \text{diag}(s)$, $p_v = \frac{2(v-v^2)}{2v-e}$.

A centrális úttól való távolság becslését a $\delta(x, s; \mu) = \frac{\|p_v\|}{2} = \left\| \frac{v-v^2}{2v-e} \right\|$ mértékkel valósítjuk

meg, ahol $\|\cdot\|$ az euklideszi norma. A fentiek alapján az algoritmust az 1. ábrán látható módon adhatjuk meg.

4. Következtetés

A [3] cikkben bevezetett algoritmust általánosítottuk monoton lineáris komplementaritási feladatra. Az új módszer lényege az, hogy a centrális útnak megfelelő nemlineáris egyenletekre a $\varphi(t) = t - \sqrt{t}$ függvényt alkalmazzuk. Minden iterációban az alkalmazott ekvivalens átalakítást követően a Newton módszer segítségével határozhatjuk meg az elmozdulási irányt. Ha a kezdeti pontok teljesítik a megengedettségi feltételt, akkor a primál és a duál térben is teljes Newton lépést lehet megtenni, és az így kapott új pontok is megengedettek lesznek. Ezt addig ismételjük, ameddig az optimális megoldást egy adott közelítéssel meg nem kapjuk.

Irodalom

- [1] Anitescu, M., Potra, F. A: *Formulating dynamic multi-rigid-body contact problems with friction as solvable linear complementarity problems*, Nonlinear Dynamics, 1997, 14(3): 231-247.
- [2] Darvay, Zs: *New interior point algorithms in linear programming*, Advanced Modeling and Optimization, 2003, 5(1):51-92.
- [3] Darvay, Zs., Felméri, Á., Forró, N., Papp, I., Takács, P: *Egy új belsőpontos algoritmus lineáris optimalizálási feladatok megoldására*, in Fiatal Műszakiak Tudományos Ülésszaka XVII., EME Kiadó, Kolozsvár, 2012, 87-90.
- [4] Darvay, Zs., Papp, I.-M: *Konvex kvadratikus optimalizálási algoritmus új elmozdulásvektorral*, in Fiatal Műszakiak Tudományos Ülésszaka XVIII., EME Kiadó, Kolozsvár, 2013, 111-114.
- [5] Darvay, Zs., Takács, P.-R: *Egy új rövid lépéses algoritmus konvex optimalizálási feladatra lineáris feltételekkel*, in Fiatal Műszakiak Tudományos Ülésszaka XVIII., EME Kiadó, Kolozsvár, 2013, 115-118.
- [6] Karmarkar, N. K: *A new polynomial-time algorithm for linear programming*, Combinatorica, 1984, 4: 373-395.
- [7] Kojima, M., Megiddo, N., Noma, T., Yoshise A: *A Unified Approach to Interior Point Algorithms for Linear Complementarity Problems*, Springer, 1991.
- [8] Mansouri, H., Pirhaji, M: *A polynomial interior-point algorithm for monotone linear complementarity problems*, Journal of Optimization Theory and Applications, 2013, 157(2):451-461.
- [9] Roos, C., Terlaky, T., Vial, J.-P: *Interior Point Methods for Linear Optimization*, Springer, 2006.
- [10] Sonnevend, Gy: *An "analytic center" for polyhedrons and new classes of global algorithms for linear (smooth, convex) programming*, in System Modeling and Optimization: Proceedings of the 12th IFIP-Conference held in Budapest, Lecture Notes in Control and Information Sciences, Springer Verlag, Berlin, 1986, 84: 866-876.
- [11] Wright, S. J: *Primal-Dual Interior-Point Methods*, SIAM, 1997.



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

LOKÁLISAN ÖNKORLÁTOZÓ BARRIER FÜGGVÉNNYEL MEGADOTT NEM MEGENGEDETT BELSŐPONTOS ALGORITMUS

INFEASIBLE INTERIOR-POINT ALGORITHM WITH LOCALLY SELF-CONCORDANT BARRIER FUNCTION

DARVAY Zsolt, TAKÁCS Petra-Renáta

Babeş-Bolyai Tudományegyetem, Matematika és Informatika Kar, Magyar Matematika és Informatika Intézet, Cím: 400084, Románia, Kolozsvár, Kogălniceanu 1; Telefon: +40 264 405327, levelezési cím: darvay@cs.ubbcluj.ro

Abstract

In this paper we introduce a new infeasible interior-point algorithm, which is suitable for solving linear optimization problems. With the algebraic transformation of the system which defines the central path we introduce a new search direction, which can also be given with a locally self-concordant barrier function. Because of the specific character of the search direction, the kernel function which determinates the barrier function is not defined on a neighbourhood of the origin.

Keywords: linear optimization, infeasible interior-point algorithm, self-concordant barrier function, Newton's method, search direction

Mathematics Subject Classification (2010): 90C05, 90C51.

Összefoglalás

Egy új nem megengedett belsőpontos algoritmust vezetünk be, amely lineáris optimalizálási feladatok megoldására alkalmas. A centrális útnak megfelelő egyenletrendszer algebrai átalakításával egy új keresési irányt határozunk meg, amely egy lokálisan önkorlátozó barrier függvénnyel is megadható. A keresési irány sajátos jellegéből adódóan a barrier függvényt meghatározó kernel függvény az origónak egy adott környezetében nem értelmezett.

Kulcsszavak: lineáris optimalizálás, nem megengedett belsőpontos algoritmus, önkorlátozó barrier függvény, Newton módszer, keresési irány

1. Bevezetés

A gyakorlati feladatoknak egy széles köre visszavezethető optimalizálási problémákra. Fountoulakis, Gondzio és Zhlobich belsőpontos módszereket alkalmaztak a tömörített érzékelés (compressed sensing) kapcsán felmerülő feladatok megoldására [3]. Lineáris optimalizálással foglalkozunk, olyan belsőpontos algoritmusokat [5, 7] használva fel, amelyek nem megengedett pontokból indulnak.

Nemrég, egy olyan új belsőpontos algoritmust határoztunk meg, amely egy új keresési irányra épül [2]. A centrális útnak megfelelő nemlineáris összefüggésre egy algebrai

átalakítást alkalmaztunk. Ezt követően a Newton módszerrel új irányokat kaptunk. Az algoritmus olyan pontokat generál, amelyek mindvégig megengedett megoldásai a primál, illetve duál feladatoknak. 2006-ban Roos egy olyan nem megengedett pontokon keresztül haladó algoritmust publikált, amely teljes Newton lépéseket tesz meg a következő pont meghatározása érdekében [4]. Ebben a cikkben egy teljes Newton lépéses nem megengedett algoritmust vezetünk be, amely a [2]-beli irányokra alapszik.

A cikk a Collegium Talentum és az Erdélyi Múzeum-Egyesület támogatásával készült. A szerzők köszönetüket fejezik ki a kutatási munkához nyújtott támogatásért.

2. A lineáris programozási feladat

Tekintsük a következő primál-duál feladatpárt:

$$\begin{aligned} \min c^T x, & & \max b^T y, \\ Ax = b, & \quad (P) & A^T y + s = c, \quad (D) \\ x \geq 0, & & s \geq 0, \end{aligned}$$

ahol $A \in \mathbb{R}^{m \times n}$, $\text{rang}(A) = m$, $b \in \mathbb{R}^m$ és $c \in \mathbb{R}^n$.

A centrális utat jellemző rendszer a következő alakban írható:

$$\begin{aligned} Ax = b, & \quad x \geq 0, \\ A^T y + s = c, & \quad s \geq 0, \\ xs = \mu e, & \quad \mu > 0, \end{aligned} \quad (2)$$

ahol xs a komponensenkénti szorzata az x és s vektoroknak, vagyis $xs = [x_1 s_1, x_2 s_2, \dots, x_n s_n]^T$. Ha a belső pont feltétel fennáll, tehát létezik szigorúan megengedett megoldása a primál és a duál feladatnak is, akkor egy rögzített $\mu > 0$ esetén a (2) rendszernek egyértelmű megoldása van, melyet μ -centrumnak vagy *analitikus-centrumnak* nevezünk (Sonnevend [6]). Ha $\mu \rightarrow 0$, akkor a centrális út a feladat optimális megoldásához konvergál.

3. A módosított feladatpár

Legyen $\zeta > 0$, és feltételezzük, hogy a primál-duál feladatpárnak létezik egy (x^*, y^*, s^*) optimális megoldása, amelyre $\|x^* + s^*\|_\infty \leq \zeta$, ahol $\|\cdot\|_\infty$ az l_∞ norma. A kezdeti pontok a következőképpen vannak megadva: $x^0 = \zeta e$, $y^0 = 0$, $s^0 = \zeta e$, $\mu^0 = \zeta^2$. Vezessük be az

$$r_b^0 = b - Ax^0, \quad r_c^0 = c - A^T y^0 - s^0$$

jelöléseket. Mivel a kezdeti pontok nem megengedett megoldásai a primál és a duál feladatoknak, ezért $0 < \kappa \leq 1$ esetén tekintsük az alábbi módosított primál-duál feladatpárt:

$$\min \{(c - \kappa r_c^0)^T x : Ax = b - \kappa r_b^0, \quad x \geq 0\} \quad (P_\kappa)$$

$$\max \{(b - \kappa r_b^0)^T y : A^T y + s = c - \kappa r_c^0, \quad s \geq 0\} \quad (D_\kappa)$$

A centrális utat jellemző rendszer a következőképpen adható meg:

$$\begin{aligned} b - Ax = \kappa r_b^0, & \quad x \geq 0, \\ c - A^T y - s = \kappa r_c^0, & \quad s \geq 0, \\ xs = \mu e. & \end{aligned} \quad (3)$$

A továbbiakban az [1] cikkben bevezetett módszert használjuk az elmozdulásvektorok meghatározására. Ehhez tekintsük az $\mathbb{R}^+ = \{x \in \mathbb{R} \mid x \geq 0\}$ felett értelmezett $\varphi: \mathbb{R}^+ \rightarrow \mathbb{R}^+$ folytonosan differenciálható és invertálható függvényt. Ekkor a centrális utat meghatározó (3) rendszer a következőképpen alakítható át:

$$\begin{aligned}
 b - Ax &= \kappa_b^0, & x &\geq 0, \\
 c - A^T y - s &= \kappa_c^0, & s &\geq 0, \\
 \varphi\left(\frac{x_i s_i}{\mu}\right) &= \varphi(1), & \forall i &= 1, \dots, n.
 \end{aligned} \tag{4}$$

A cikk további részében a $\varphi(t) = t - \sqrt{t}$ esettel foglalkozunk. Ha x és (y, s) szigorúan megengedett megoldása a (P_κ) , illetve (D_κ) feladatoknak, akkor a Newton módszert alkalmazva a (4) rendszerre, a következő lineáris rendszerhez jutunk:

$$\begin{aligned}
 A\Delta x &= 0, \\
 A^T \Delta y + \Delta s &= 0, \\
 \left(s - \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\mu s}{x}}\right) \Delta x + \left(x - \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\mu x}{s}}\right) \Delta s &= \sqrt{\mu x s} - x s.
 \end{aligned} \tag{5}$$

A továbbiakban a nem megengedett algoritmust vizsgáljuk.

4. Az algoritmus

Feltételezve, hogy x és (y, s) szigorúan megengedett megoldása a (P_κ) , illetve (D_κ) feladatoknak, egy olyan $(\Delta^f x, \Delta^f y, \Delta^f s)$ lépést határozunk meg, amelyre a kapott vektorok a (P_{κ_+}) és (D_{κ_+}) feladatoknak is megengedett megoldásai lesznek, ahol $\kappa_+ = (1 - \theta)\kappa$ és $0 < \theta < 1$. Ekkor a következő rendszert kapjuk:

$$\begin{aligned}
 A\Delta^f x &= \theta \kappa_b^0, \\
 A^T \Delta^f y + \Delta^f s &= \theta \kappa_c^0, \\
 \left(s - \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\mu s}{x}}\right) \Delta^f x + \left(x - \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\mu x}{s}}\right) \Delta^f s &= \sqrt{\mu x s} - x s.
 \end{aligned} \tag{6}$$

Vezessük be a $v = \sqrt{\frac{x s}{\mu}}$, valamint $d_x = \frac{v \Delta^f x}{x}$ és $d_s = \frac{v \Delta^f s}{s}$ jelöléseket. Fennáll a $\mu v(d_x + d_s) = s \Delta^f x + x \Delta^f s$ összefüggés. Ezeknek a jelöléseknek a segítségével felírható a (6) rendszer skálázott alakja:

$$\begin{aligned}
 \hat{A} d_x &= \frac{\theta \kappa}{\mu} r_b^0, \\
 \hat{A}^T \Delta^f y + d_s &= \theta \kappa \frac{r_c^0 v}{s}, \\
 d_x + d_s &= p_v,
 \end{aligned} \tag{7}$$

ahol $p_v = \frac{2(v - v^2)}{2v - e}$ és $\hat{A} = \frac{1}{\mu} A \text{diag}\left(\frac{x}{v}\right)$. Tetszőleges ξ vektor esetén $\text{diag}(\xi)$ azt a diagonálmátrixot jelöli, melynek főátlóján a vektor elemei találhatóak, az eredeti sorrendben.

Ha $d_x + d_s = -\nabla \Psi(v)$, akkor a $\Psi: \mathfrak{R}_+^n \rightarrow \mathfrak{R}, \Psi(v) = \sum_{i=1}^n \psi(v_i)$ függvényt barrier függvénynek nevezzük, ahol $\psi: \mathfrak{R}_+ \rightarrow \mathfrak{R}$ a hozzá tartozó kernel függvény. A fenti esetben $\psi: \left(\frac{1}{2}, \infty\right) \rightarrow \mathfrak{R}, \psi(t) = \frac{t^2}{2} - \frac{t}{2} - \frac{1}{4} \ln(2t - 1)$, tehát a kernel függvény \mathfrak{R}_+ -nak csak egy

részintervallumán értelmezett. A centrális úttól való távolság mérésére a $\delta(x, s; \mu) = \frac{\|p_v\|}{2} = \left\| \frac{v - v^2}{2v - e} \right\|$ jelölést használjuk, ahol $\|\cdot\|$ az euklideszi normát (vagy l_2 normát) jelöli. Az algoritmus a következőképpen adható meg.

Legyen $\varepsilon > 0$ a pontossági paraméter, $0 < \theta < 1$ a redukciós paraméter, és $\tau > 0$ a centralitási paraméter. Feltételezzük, hogy $x^0 > 0$, $s^0 > 0$ és $x^0 s^0 = \mu^0 e$.

begin

$x := x^0$; $y := y^0$; $s := s^0$;

$\mu := \mu^0$;

$\kappa := 1$;

while $\max(x^T s, \|b - Ax\|, \|c - A^T y - s\|) \geq \varepsilon$ **do**

begin

$(x, y, s) := (x, y, s) + (\Delta^f x, \Delta^f y, \Delta^f s)$;

$\mu := (1 - \theta)\mu$;

$\kappa := (1 - \theta)\kappa$;

$(x, y, s) := (x, y, s) + (\Delta x, \Delta y, \Delta s)$;

end

end.

1. ábra. Nem megengedett belsőpontos algoritmus

5. Következtetés

Egy új, lineáris optimalizálásra vonatkozó belsőpontos algoritmust vezettünk be, amely lokálisan önkorlátozó barrier függvényvel is megadható. Az ennek megfelelő kernel függvény sajátossága az, hogy a pozitív ortánsnak csak egy részintervallumán értelmezett. Az algoritmus nem megengedett pontokon keresztül közelíti meg az optimális megoldást.

Irodalom

- [1] Darvay, Zs: New interior point algorithms in linear programming, *Advanced Modeling and Optimization*, 2003, 5(1):51-92.
- [2] Darvay, Zs., Felméri, Á., Forró, N., Papp, I., Takács, P: Egy új belsőpontos algoritmus lineáris optimalizálási feladatok megoldására. In Bitay Enikő (szerk.) *Fiatal műszakiak tudományos ülészsaka XVII.*, EME Kiadó, Kolozsvár, 2012, 87-90.
- [3] Fountoulakis, K., Gondzio, J., Zhlobich, P: Matrix-free interior point method for compressed sensing problems, *Mathematical Programming Computation*, 2013, DOI 10.1007/s12532-013-0063-6.
- [4] Roos, C: A full-Newton step $O(n)$ infeasible interior-point algorithm for linear optimization, *SIAM J. Optimization*, 16(4): 1110–1136, 2006.
- [5] Roos, C., Terlaky, T., Vial, J.-P: *Interior Point Methods for Linear Optimization*, Springer, 2006.
- [6] Sonnevend, Gy: An “analytic center” for polyhedrons and new classes of global algorithms for linear (smooth, convex) programming. In A. Prékopa and J. Szelezsán and B. Strazicky (eds.), *System Modeling and Optimization: Proceedings of the 12th IFIP-Conference held in Budapest, Lecture Notes in Control and Information Sciences*, Springer Verlag, Berlin, 1986, 84:866-876.
- [7] Ye, Y: *Interior Point Algorithms, Theory and Analysis*, John Wiley & Sons, 1997.



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

A GÉPJÁRMŰ KERÉKFELFÜGGESZTÉSEK BEN ELŐFORDULÓ CSATOLT ANHARMONIKUS REZGŐ RENDSZER VIZSGÁLATA

INVESTIGATION ON ANHARMONIC QUARTER MODEL OF VEHICLES

DEZSŐ Gergely⁽¹⁾, VARGA István⁽²⁾

(1) Nyíregyházi Főiskola, Műszaki és Mezőgazdasági Kar, Cím: 4400 Sóstói út 31/b.
Telefon / Fax: +36-20-599400/2442, dezsog@nyf.hu

(2) Nyíregyházi Főiskola, Műszaki és Mezőgazdasági Kar, Gépészmérnöki szak, Cím: 4400
Sóstói út 31/b. Telefon / Fax: +36-20-599400/2442, vargaistvan.rs@gmail.com

Abstract

In this paper we start from quarter model widely applied in vehicle dynamics, we replaced linear springs to so-called progressive springs, and analyzed the behaviour of the system by a numerical method. We pointed out that quarter model built up with progressive springs in case of small anharmonicity and weak excitation has a double-peak transmission function similar to the linear quarter model, with the significant difference that one of peaks has discontinuity what is typical feature of nonlinear systems.

Keywords: progressive spring, quarter model, transmission function

Összefoglalás

Dolgozatunkban a járműdinamikában elterjedten alkalmazott negyedmodellből indultunk ki, abban a lineáris rugókat ún. progresszív rugókkal helyettesítve, numerikus módszerrel vizsgáltuk a rendszer tulajdonságait. Kimutattuk, hogy a nemlineáris rugókkal felépített negyedmodell kis anharmonicitás és gyenge gerjesztés esetén a lineáris negyedmodellhez hasonló mozgásformákat mutat, de még ebben az esetben is rendelkezik a nemlineáris rendszerekre jellemző különleges tulajdonságokkal.

Kulcsszavak: progresszív rugó, negyedmodell, átviteli függvény

1. Bevezetés, célkitűzés

Napjainkban a gépjárművek fejlesztése tudományos és technikai szempontból egyaránt élénken kutatott terület. Nem csak a felhasználók kényelme, de az erős verseny, az energiaforrások szűkössége, és a fokozódó biztonsági követelmények is indokolják ezt.

A gépjárművek futóműve napjainkban már igen összetett mechatronikai rendszerre fejlődött. Működésének megértéséhez egyaránt szükségesek a mechanikai, hidrodinamikai, automatizálási, és sok esetben az informatikai ismeretek. Mégis, a futómű elsősorban mechanikai rendszer.

Érdeklődésem középpontjában azok a mechanikai alapelvek kerültek, amelyek meghatározzák egy futómű viselkedését. Ezért választottam dolgozatom témájának azokat a

lineáris és nemlineáris, egy- és két szabadsági fokú rendszereket, amelyek a gépjárművek menettulajdonságainak modellezésekor használatosak, illetve felmerülhetnek.

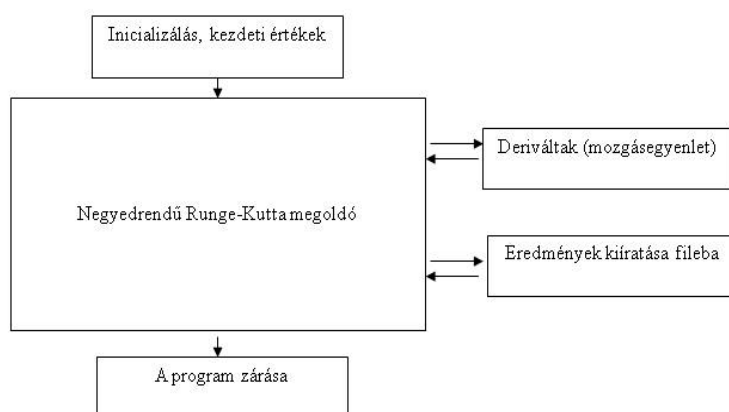
Célul tűztem ki az alábbiakat:

- Az általam vizsgálni kívánt dinamikai rendszerek vizsgálatához szükséges egyenletek felírását, azok átalakítását a számítógépes vizsgálatra legalkalmasabb formába.
- Olyan szoftver kifejlesztését, amely alkalmas a fázisdiagram, a stroboszkopikus leképezés és a rezonanciagörbe (átviteli függvény) numerikus számítására.
- A szoftver tesztelését olyan rendszereken, amelyek megoldása ismert.
- A nemlineáris rugókkal felépített negyedmodell mozgásainak vizsgálatát, átviteli függvényének kiszámítását.

2. A kifejlesztett szoftver felépítése

A szoftver magja egy negyedrendű Runge-Kutta módszert alkalmazó numerikus megoldó rutin. Ezt kiegészíti egy olyan szubrutin, amelyben a mozgásegyenletből származtatott autonóm (vagy általában dinamikai) rendszert lehet definiálni.

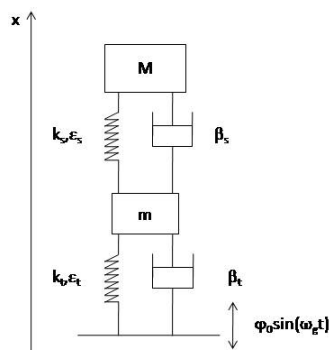
Az eredményeket egy olyan fájlba írja a program, amelynek nevét a felhasználó adhatja meg.



1. ábra. A számításokhoz használt alapprogram szerkezete

3. A mozgásegyenlet

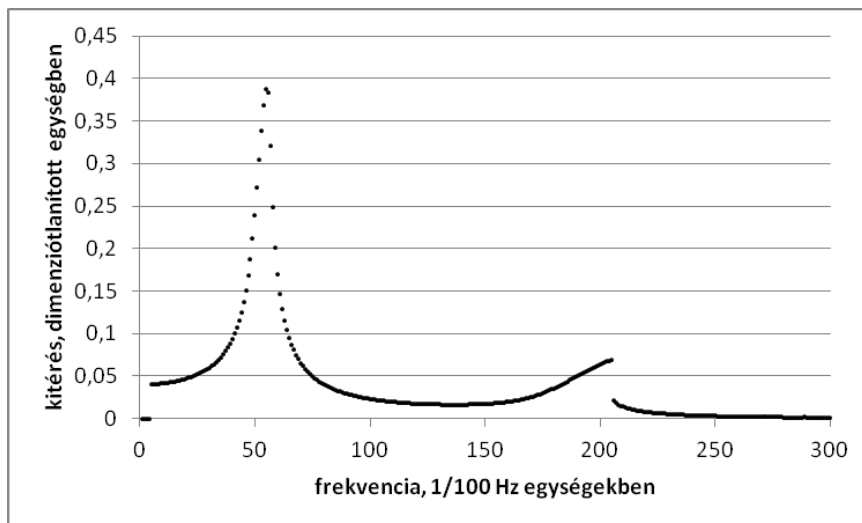
A vizsgált rendszer vázlatát és az alkalmazott jelöléseket a 2. ábrán mutatjuk be. Az (1) mozgásegyenletet numerikusan vizsgáltuk 0...3 Hz frekvencia tartományban.



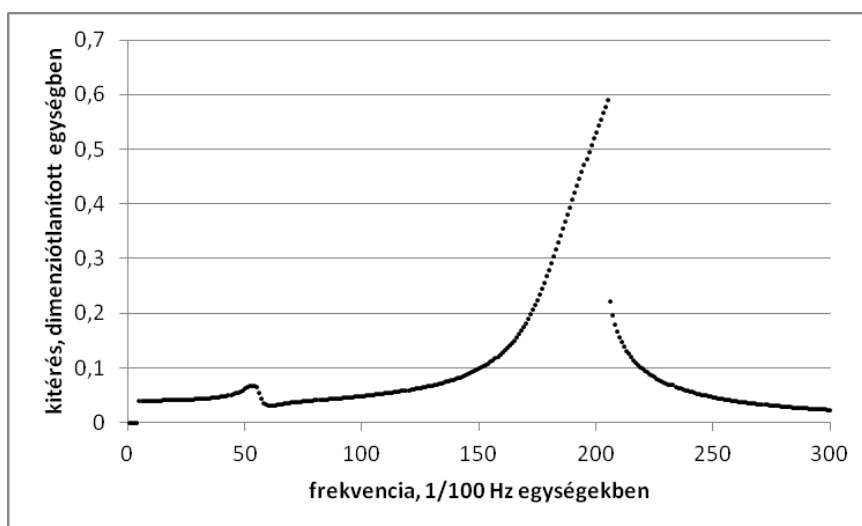
2. ábra. Az anharmonikus rugókat tartalmazó negyedmodell elvi vázlata

$$\begin{aligned} M\ddot{x}_1 &= -k_s(x_1 - x_2) - l_s(x_1 - x_2)^3 - \beta_s(\dot{x}_1 - \dot{x}_2) \\ m\ddot{x}_2 &= k_s(x_1 - x_2) + l_s(x_1 - x_2)^3 + \beta_s(\dot{x}_1 - \dot{x}_2) \\ &\quad - k_t(x_2 - \varphi(t)) - l_t(x_2 - \varphi(t))^3 - \beta_t(\dot{x}_2 - \dot{\varphi}(t)) \end{aligned} \quad (1)$$

A számításokkal megkaptuk a rezgések amplitúdóját különböző gerjesztő frekvenciák esetén a rugózott és a rugózatlan tömegre is, ezt mutatják be a 3. és 4. ábrák.



3. ábra. A rugózott tömeg rezonanciagörbéje, azaz az x_1 koordináta időfüggésének amplitúdója a gerjesztő frekvencia függvényében



4. ábra. A rugózatlan tömeg rezonanciagörbéje, azaz az x_2 koordináta időfüggésének amplitúdója a gerjesztő frekvencia függvényében

Következtetések

A gépjárművek negyedmodelljének több változatát elemeztük. Felírtuk azok mozgásegyenlet-rendszerét, majd azt a számítógépes vizsgálatok számára leginkább alkalmas alakra hoztuk.

Olyan szoftvereket fejlesztettünk és alkalmaztunk, amelyek lehetővé teszik dinamikai rendszerek numerikus szimulálását. Ezek a szoftver eszközök alkalmasak a jövőben további vizsgálatokra.

A kifejlesztett szoftverek segítségével vizsgáltuk a lineáris és a nemlineáris rugókkal felépített gépjármű negyedmodell viselkedését, kiszámítottuk azok átviteli függvényét.

Kimutattuk, hogy a nemlineáris rugókkal felépített negyedmodell átviteli függvénye gyenge gerjesztés esetén a lineáris negyedmodellhez hasonlóan két maximummal rendelkezik, azonban az egyik maximum a nemlineáris rendszerekre jellemző szakadással rendelkezik.

A nemlineáris negyedmodell fázisterének vizsgálata során a gerjesztéstől függően sok elemű invariáns sokságokat találtunk a stroboszkopikus leképezésen, amelyek a fázistérben többrendű határciklusoknak felelnek meg.

Mindezek alapján elmondható, hogy a nemlineáris rugókkal felépített negyedmodell kis anharmonicitás és gyenge gerjesztés esetén a lineáris negyedmodellhez hasonló mozgásformákat mutat, de még ebben az esetben is rendelkezik a nemlineáris rendszerekre jellemző különleges tulajdonságokkal.

Irodalom

- [1] M. Csizmadia Béla, Nándori Ernő: *Modellalkotás*, Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 2003, ISBN 963 19 4525 1
- [2] Wilfried Staudt: *Gépjárműtechnika*, „OMÁR” Könyvkiadó, Székesfehérvár, 1988, ISBN 963 85108 03
- [3] DUKKIPATI, V. R. et al. (2008): *Road Vehicle Dynamics*. SAE International, ISBN 978-0-7680-1643-7
- [4] Tél Tamás, Gruiz Márton: *Kaotikus dinamika*, Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 2002, ISBN 963 19 3280 5
- [5] Szépfalusi Péter, Tél Tamás (szerk.): *A káosz, véletlenszerű jelenségek nemlineáris rendszerekben*, Akadémiai Kiadó, Budapest, 1982, ISBN 963 05 3208 5
- [6] James Gleick: *Káosz, egy új tudomány születése*, Göncöl Kiadó, Budapest, 1999, ISBN 963 9183 07 5
- [7] Tamás Kalmár-Nagy, Balakumar Balachandran: *Forced harmonic vibration of a Duffing oscillator with linear viscous damping*, in: I. Kovacic and M. J. Brennan (eds.): *The Duffing equation: Nonlinear oscillators and their behaviour*, First Edition, 2011 John Willey and Sons Ltd. ISBN 978-0-470-71549-9,
- [8] http://www.scholarpedia.org/article/Duffing_oscillator, a Duffing-oszcillátor leírása, viselkedésének elemzése gyenge és erős gerjesztések esetén egyaránt
- [9] <http://www.cs.umd.edu/portfolios/marneson/Documents/Duffing.pdf> a Duffing-oszcillátor viselkedésének elemzés



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

PNEUMATIKUS HAJTÁS TERVEZÉSE

PNEUMATIC DRIVE DESIGN

DIENES Alpár⁽¹⁾, FORGÓ Zoltán⁽²⁾

*Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Műszaki és Humántudományok Kar,
Marosvásárhely, Segesvári út, 1C, Tel: +40741557046;*

(1) dienes.alpar@yahoo.com, (2) zforgo@ms.sapientia.ro

Abstract

Air kept under a pressure that is greater than atmospheric pressure is considered an important energy source. The pneumatic energy serves many industrial purposes, thanks to some of its useful features.

This article presents a relatively new way of application of the compressed air. The pneumatic engine design described below will be used to propel a vehicle.

Keywords: compressed air, pneumatic driven vehicle, pneumatic engine

Összefoglalás

A nyomás alatt lévő gáz egy fontos energiahordozónak van számon tartva. A pneumatikus energia az ipar számos alkalmazási területén használatos, bizonyos előnyt jelentő tulajdonságainak köszönhetően.

Jelen dolgozat egy újszerűnek mondható alkalmazási terület keretén belül tárgyalja a sűrített levegőt, mint munkavégző közeget. Egy olyan járműbe kerülő, pneumatikus motor tervét, és tervezési folyamatát mutatja be, amelyet sűrített levegő hajt

Kulcsszavak: sűrített levegő, pneumatikus hajtással rendelkező jármű, pneumotor

1.Bevezető

A levegő vagy egyszerűen csak egy gáz, egyik természetes, sajátos tulajdonsága az, hogy összenyomható. Ha a levegőt tartályba préseljük, sűrített levegőt kapunk. A sűrített levegő tehát nem más, mint az atmoszférikus nyomásnál magasabb nyomással rendelkező gáz, ami munkavégzésre használható.

A dolgozatban bemutatott pneumatikus motor az egri Rexroth Pneumatika Kft. által évente megszervezett, Nemzetközi Pneumobil diákversenyre készül, építése és járműbe ültetése folyamatban van.

Fontos megemlíteni, hogy a pneumatikus motor felépítése nagymértékben korlátozva van a versenyszabályzat előírásai által. A pneumatikus alkatrészeket a versenyt szervező vállalat biztosítja, és egy egységes elemigénylési listából választhatók ki. Ez nagyrészt korlátozza a kivitelezési lehetőségeket, de ugyanakkor egységesíti a versenyző csapatok esélyeit, így kiélezve a mezőnyt.

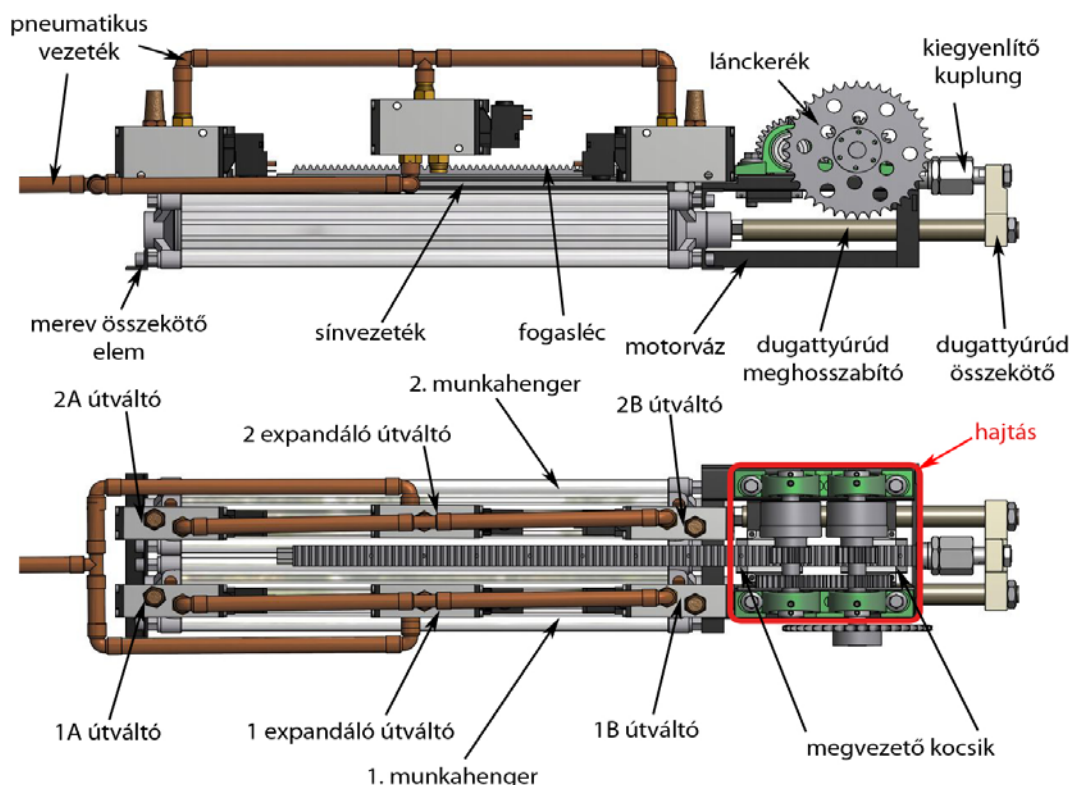
Egy, már előző évben elkészült jármű vázába kellett új motort tervezni. A tervezés során figyelembe kellett venni számos olyan tényezőt, ami előre korlátozta a motor szerkezeti felépítését. A kész váz meghatározta a motor méreteit. A jármű előre megsacolt tömege, valamint a meghajtott kerék mérete a munkahenger és az áttételek megválasztásához szükséges számolások alapjául szolgált. Ugyancsak meghatározó előzmény volt a sűrített levegős üzemanyagtartályhoz kapcsolt nyomáscsökkentő áteresztő képessége, és természetesen a többi pneumatikus elem áteresztő képessége is.

A hagyományos méretezési számítások mellett arra is oda kellett figyelni, hogy a tervezett hajtás kevés hajtáselemből álljon, a lehető legkevesebb súrlódó alkatrészt tartalmazza, kompakt legyen, és a lehető legkisebb tömeggel rendelkezzen. Mindezt pedig a lehető legalacsonyabb költségekből és a rendelkezésünkre álló technológiával rövid idő alatt lehessen legyártani, összeszerelni, működésbe hozni.

2. A motor szerkezeti felépítése

Általános esetben a pneumatikus motor az összenyomott gáz elsődleges pneumatikai energiáját, másodlagos mechanikai energiává alakítja át.[1]

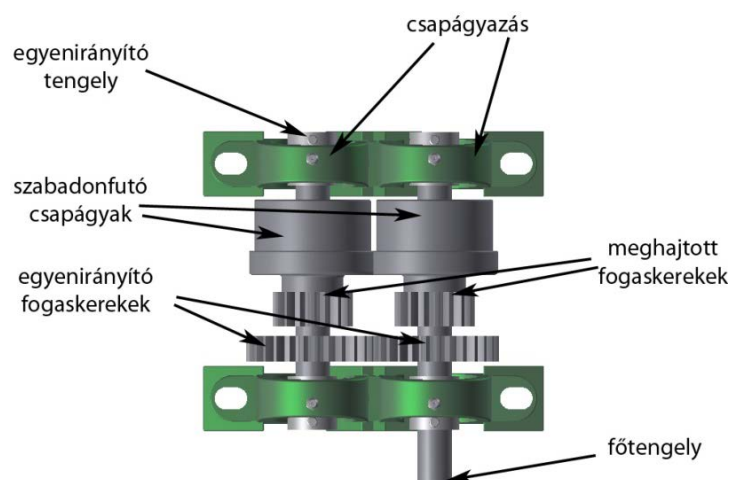
A mi esetünkben a pneumatikus energiát 2 darab, $d=80$ mm átmérőjű és $l=500$ mm lökethosszú, kétoldali működtetésű, munkahenger transzformálja egyenes vonalú mozgássá. A sűrített levegő valamely munkatérbe jutása, a dugattyú lineáris elmozdulásához vezet.



1. ábra. A motor szerkezeti felépítése

A tervezett motor első lépésben ezt a lineáris mozgást forgó mozgássá alakítja át. Amint az 1. ábra is mutatja, a két munkahenger közvetlenül egymás mellett helyezkedik el.

A dugattyúrúdak egy-egy hengeres elemmel meg van hosszabbítva. A meghosszabbított dugattyúrúdakat egy alumíniumból készült összekötő alkatrész rögzíti egymáshoz, és ez csatlakozási helyet ad a fogaslécnek, amely a lineáris mozgás forgó mozgássá való alakításáért felel. A fogasléc és az összekötő alkatrész kapcsolata egy kiegyenlítő kuplungon keresztül van megvalósítva. A fogaslécra egy sínvezeték van csavarozva. Ezt a sín vezeték két rögzített megvezető kocsi irányítja. A munkahengerek felső részéhez acél motorváz van csavarozva. A motorváz helyet ad a motor 2 tengelyének a csapágyazására.



2. ábra. Hajtás rész a két tengellyel. Itt alakul ki a forgó mozgás.

Mindkét tengelyen (2. ábra) egy-egy fogaskerék található, ezek a meghajtott fogaskerek, közvetlen kapcsolatban vannak a fogasléccel, csapágyon futnak. A meghajtott fogaskerekhez csavarozva, a tengelyhez pedig retesszel rögzítve találunk egy-egy szabadonfutó csapágyat. Egyik irányba forgatva a külső gyűrűt, csapágyként működik a szabadonfutó, míg fordított irány esetén a csapágy zár, így alkalmas nyomaték átvitelre. A két tengelyen egymáshoz képest ellentétesen vannak elhelyezve a szabadonfutók. Ez lehetővé teszi azt, hogy habár a fogasléc által meghajtott két fogaskerék mindig fordul, egyszerre csak egy vigyen át nyomatékot a hozzá illő tengelynek. A munkahengerek pozitív kamrájának használata esetén a főtengelyen kapjuk a henger által kifejtett nyomatékot, míg, amikor a negatív kamra aktív, akkor az egyenirányító tengelyen, jelenik meg a hasznos nyomaték. A második esetben, viszont az egyenirányító tengelynek a forgásiránya fordított lesz az előző főtengely irányához képest, mert a fogaslécet befele húzza a henger. A tengelyeken található második fogaskerék párnak köszönhetően történik meg a forgó mozgás egyenirányítása.

3. Pneumatikus kör

A sűrített levegős tartály egy nyomáscsökkentővel van ellátva, (maximális nyomás 10 bár, maximális térfogatáram 1200 l/perc). A sűrített levegő áthalad egy hőcserélőn, majd útja háromfelé ágazik. Egyik ág egy visszacsapó szelepen és egy 3/2-es útváltón keresztül egy puffer tartályt tölt, másik ág egy nyomáscsökkentőn keresztül a vezér puffer tartályhoz vezet, a harmadik ág pedig a munkahengereket táplálja.

Egy pneumatikus vezérlésű nyomásszabályzó fojtja a teljesítmény kört, melynek jelét egy kisebb áteresztőképességű, elektro-pneumatikus nyomásszabályzó állítja elő. Mindkét munkahenger, mindkét munkatere egy-egy 3/2-es útváltó szelepen keresztül van betáplálva. A körben szerepel még két útváltó, amely az expanziós folyamat megvalósítására szolgál.

4.A motor működése. Vezérlés

A motor vezérlése PLC segítségével történik. Egy elektronikus gázpedál, állítja elő az elektro-pneumatikus nyomásszabályzó bemenő jelét. A pedál pozíciójától függ a potenciométer belső ellenállásának az értéke, amelyen a bizonyos feszültség esés mérhető, a PLC egyik analóg bemenetén. Minden feszültségi szintnek megfelel egy bizonyos munkatérbe jutó nyomás érték.

A dugattyú pozíciójának az azonosítására, végállás kapcsoló szerepét betöltő Reed relék szolgálnak. A dugattyú permanens mágnest tartalmaz, amikor a Reed reléhez érkezik, a PLC egyik digitális bemenete aktív lesz. A digitális bemenetek állapotait figyelve következtetni lehet a munkahenger pozíciójára, így vezérelhetők az útváltó szelepek.

5. Műszaki adatok

Az **1. táblázat.** tartalmaz egy pár olyan, számolásokból kapott fontosabb műszaki adatot, ami a motorra, valamint az általa meghajtott járműre vonatkozik.

1. táblázat. A pneumatikus motor, és az általa meghajtott jármű pár műszaki adata

$F_{A_{10bár}}^{max}$ [kN]	$M_{A_{10bár}}^{max}$ [Nm]	n_{Ft} [fordulat/perc]	P [kW]	$V_{jármű\ 6}$ [km/h]	D [m]
4,423	176.59	136	1.98	49,4	1733,5

$F_{A_{10bár}}^{max}$ - egy munkahenger pozitív kamrája által kifejtett maximális erő;

$M_{A_{10bár}}^{max}$ - két henger pozitív kamráját használva, a főtengelyen létrejövő maximális nyomaték;

n_{Ft} - 0,3 m/s dugattyú sebességgel számolva a motor főtengelyének a fordulatszáma;

P - 0,3 m/s dugattyú sebesség mellett értendő pillanatnyi teljesítmény;

$V_{jármű\ 6}$ - 0,3 m/s dugattyú sebességnek megfelelő jármű végsebesség;

D - egy 10 liter térfogatú, 200 bár nyomásra sűrített, nitrogént tartalmazó palackkal, a járművel konstans gázolás mellett megtehető táv.

6. Következtetések

Az alkalmazott pneumatikus alkatrészek teljesen más felhasználásra voltak kifejlesztve, ezért a motor nem rendelkezik a lehető legnagyobb hatásfokkal. Egy forgattyús motor koncepció, amiben sokkal kevesebb a súrlódó elem, eredményesebb hajtási módzat lenne. Ha kihasználjuk a sűrített levegő expandálását, és ehhez igazítjuk a vezérlést, akár kétszer nagyobb táv is megtehető a járművel.

Az elért eredményekből arra következtethetünk, hogy műszaki fejlesztésekkel, anyagi ráfordításokkal, alkatrészek célhoz való fejlesztésével, sokkal hatékonyabb pneumatikus járműhajtás alakítható ki.

Irodalom

- [1] Kakucs András: *Áramlástan*, Scientia Kiadó, Kolozsvár, 2007, 207 oldal
- [2] Dr. Balpataki Antal, Dr. Bécsi Tamás, Károly József: *Jármű hidraulika és pneumatika*, Budapest, 2011, 115-130 oldal.



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

TERMÉSZETES FESTÉKANYAGOK ÉS TEXTILFESTÉS FESTŐNÖVÉNYEKKEL

NATURAL DYES AND TEXTILE PAINTING

DOMJÁN Alexandra

Óbudai Egyetem, Rejtő Sándor Könnyűipari és Környezetmérnöki Kar, Kreatív Technológiák szakirány, Cím: 1034, Magyarország, Budapest, Doberdó Utca, 6 szám; Telefon: (1) 666 5503, e-mail: alexandradmjn@gmail.com

Abstract

The chemical textile paint is more popular than the natural paint. The reason is, that one can buy the synthetic much cheaper and can be prepared quickly. Fortunately, nowadays we return to roots using natural paints for tattoos, wall paintings, food dyes and cosmetics. In my study, I would like to show that even though it is a longer time to produce natural dyes, process of the creation of a new color is similar to the alchemists' special, wonderful activities.

Keywords: natural painting, colours, pigment

Összefoglalás

A vegyi textilfestés sokkal elterjedtebb a természetes festésnél. Ennek oka, hogy a szintetikus festék gyorsan elkészíthető és olcsón megvásárolható. Szerencsére a tetoválásoknál, falfestészetnél, ételszínezéknél és kozmetikumoknál, napjainkban is visszatérünk a természetes gyökerekhez. A tanulmányommal azt mutatom be, hogy bár több ideig tart természetes festéket előállítani, mégis a színek előállítása az alkímisták különleges, csodás tevékenységéhez hasonlítanak.

Kulcsszavak: természetes festék, színek, pigment

1. Textilfestés természetes anyagokkal

A festékanyagok alkalmazása a textilfestésben már évezredek óta jelen van az emberek életében. Nagy történelmi meghatározásokhoz vezettek az újabb felfedezések, például az indigó cserjét, amivel manapság a farmereket színezik, már a 2. században használták. Az egyiptomi kommunikációt is megkönnyítette a szénnel való papiruszfestés. Később a drága bíborcsigával festett bíborosok ruhái is újdonságot jelentettek. Brazília nevét pedig az egyedi, piros színt adó Brazílfáról kapta.

A technológia a legtöbb textilfestésnél hasonló. Természetes festést csak természetes anyagokon lehet végezni. Többnyire pamut anyagokon kísérleteztem. Régen minden textíliát a környezetből vett termékekkel festettek, ma a festés, már csak a vöröshagymával színezett tojásfestésre, vagy a hajfestésre használt kávé és dióhéjon alapul. Törökországban mégis így festik a szebbnél szebb, híres, egyedi szőnyeget, ezzel is színesítik kultúrájukat.

Különböző növényekből próbáltam szint előnyerni. A legtöbb kísérletezőkhöz hasonlóan először sok probléma merült fel. Végül, sikereimet alátámasztva, a festésre alkalmas növények terméseit, leveleit, virágait, illetve fakérgeit, az alábbi táblázatban foglaltam össze.

1. táblázat. Növényekből előállított színek

Növény	Növény része	Előállított szín
Bodza	Termés	Lila
Bodza	Levél	Sárga
Kávézacc	Zacc	Sötétbarna
Kamilla	Virág	Sárga
Dió	Termés	Sötétbarna
Áfonya	Termés	Lila
Szilvafa	Kéreg	Sötétbarna
Barackfa	Kéreg	Sötétbarna
Vöröshagyma	Héj	Narancs
Vörös paréj	Virág	Ciklámen
Körisfa	Virág	Élénksárga
Csalán	Levél	Sárgászöld

2. Természetes festékek az építőiparban, élelmiszeriparban és szépségiparban

Az építőiparban is egyre sűrűbben alkalmazzák a természetes festékeket. Minősége ugyanolyan, mint az átlagos diszperzitek, viszont természetes ásványi pigmentekből és növényi kötőanyagokból állnak. Faanyagok festésére is használnak különböző növényi kivonatokat.

Ételek elkészítésénél, cukrászdákban használt színezők nagy mennyiségben természetes eredetűek. Ételszínező termékek a lilakáposzta, kékburgonya, padlizsán, melyek kékes színt hordoznak. A zöld színhez zöldborsót, avokádót, brokkolit, különböző fűszernövényeket, sárgás színhez pedig sütőtök pürét használják. Süteményekhez barack, áfonya, szeder, kivi, végül az eper és málna alkalmazható.

Szépségiparban közkedvelt a dióval való hajfestés és fekete teával a szempillafestés, mely gyógyítóan hat a szervezetre.

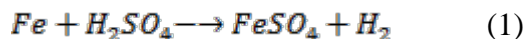
Tetoválással az ókorban főként rabszolgákat, bűnözőket, rabokat jelöltek meg, de sokszor papnők testét is díszítették vele. Napjainkban könnyen okozhat gennyes bőrirritációt, ekcémát, ha nem természetes a bőr alá fecskendezett festék. A vörös festék higany-szulfid vegyületből, a sárga kadmiumból, a kék kobalt származékából, a zöld krómból, a lila és bíbor mangánból, végül a fekete feketeszénből nyert festék.

3. Kísérletek

A természetes növényi, állati és ásványi pigmentek felhordásához a felületre, megfelelő kötőanyagok szükségesek. A festékanyagokat oldatkészítéssel vagy diszpergálással állíthatjuk elő. A festéket textílianyagon szeretném megkötni, de ahhoz, hogy az oldatban a színezék szálal anyagban koncentrálódjon, szükségem van megfelelő kötőanyagra, melyek különböző módon köthetik a pigmentet a szálakhoz. A kötőanyagok lehetnek ionos (savas, illetve bázikus jellegűek) és kovalens kötésűek, vagy nem kémiai reakciókkal kialakuló, úgy nevezett van der Waals-erők hatására kialakuló kötések, ezek a diszperziós színezékek. A

textilfestészet két fontos szempontja, hogy mekkora a színek és mekkora a textil időállósága. A tartósság érdekében szükséges feltételeket kell biztosítani, még pedig a megfelelő oldószerek megfelelő keveréket kell alkotni. Így a színes pigmenteket vasgáliccal, rézgáliccal, borkősavval és timsóval kell elegyíteni. Ehhez ismerni kell a kötőanyagok tulajdonságait, mert nagyban befolyásolják a színek mértékét és tónusát. A vasgálicot a legkönnyebb használni és ez a leghatékonyabb, emellett otthon is elő lehet állítani. Úgy készítettem el, hogy rozsdás szögeket állni hagytam 20%-os ecetben. Ezután vörös színű oldatot kaptam, régen ezzel feketítették a kalapot és a kabátot.

A vasgálic eredeti előállításának képlete:



Jelmagyarázat:

Fe = vas

H_2SO_4 = Kénsav

$FeSO_4$ = Vasgálic

H_2 = Hidrogén



1. ábra Ecet és rozsdás szög



2. ábra Vasgálic kialakulása

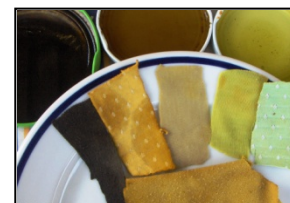
A másik legjobb kötőanyag a rézgálic, hétköznapi nevén kékkő. Ezt a kékesebb pigmentekhez, vagy akkor használjuk, ha sárgából zöldet szeretnénk festeni.

2. táblázat. Párok elkészítésének módjai

Név	Kötőanyag	Borkősav	Víz	Textildarab
Timsópác	Timsó	Borkősav	Víz	+
Vasgálicpác	Vasgálic	Borkősav	Víz	+
Rézgálicpác	Rézgálic	-	Víz	+
Krómpác	Króm	-	Víz	+

A kutatás, amit végeztem főként különböző termések, levelek, gyökerek és fakérgéből nyert festék pigmentek kinyerésére összpontosul. A táblázatban azért nincs mennyiség jelölve, mert ennek mértéke attól függ, milyen intenzitású színeket szeretnénk elérni.

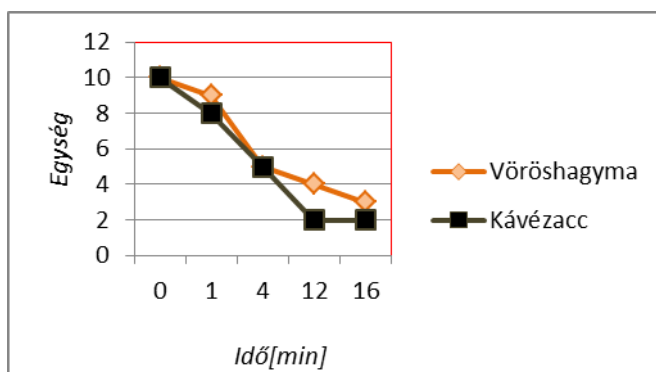
A festékek kivonása hasonlatos az alkímisták tevékenységeihez. Az első és legintenzívebb színt a bodza növényéből állítottam elő, melynek festékanyagát régen toll tinta készítéséhez is alkalmazták. A bodza termését leszedtem és 1 órára feltettem forni. Amikor elég színt engedett magából, akkor a fehér színű pamut anyagot is betettem a színes vízbe. Addig hagytam a gázon, ameddig kellően rátapadtak a színes pigmentek a textíliára, ezután kivettem és vasgálicos vizes oldatba tettem. Arra kell figyelni, ha túl sok a vasgálic, akkor befeketedik az anyag, ha kevés, akkor nem marad meg rajta a pigment. A textileken különböző színtartóssági kísérletek és kötőanyag vizsgálatokat végeztem, melyekkel alátámasztom a tanulmányom hasznosságát és környezettudatosságát.



3. ábra Kőrishával festett textil

4. Vizsgálatok: Színtartósság, dörzsállóság és fényállóság a természetesen festett anyagra

Két, egész évben könnyen hozzáférhető termést választottam a színtartósság vizsgálat szemléltetéséhez. A fehér pamut anyagokat 1 órán át főztem vöröshagymahéjjal és kávézaccal, közben ecetes vizes pácban is megmártottam. 5-5 mintadarabot tettem a vízbe mindkét színezetből 1,4,10,12 és 16 percre. Az idő elteltével fakultak az anyagok színei. 1-10-es skálán szemléltetem a fakulás mértékét a következő diagramon (4.ábra).



4.ábra. Vöröshagyma és kávézacc fakulása textílián

Észrevételek: A vörös hagymahéj fakulása által a tompább sárga lesz az anyag színe. A kávézacc sötétbarna színe narancsosabb színre vált az áztatás elteltével. A 16. perc után sem fakultak ki teljesen az anyagok.

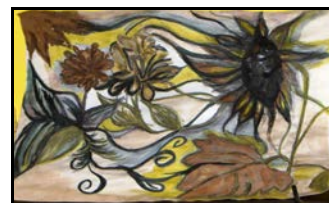
Később a dörzsállóság vizsgálatával csak a pamut minősége romlott, a természetes pigmentből nyert szín intenzitása nem csökkent.

Fény hatására a természetes festékek változnak, viszont kötőanyaggal textilre felhordott állapotában már nem szokott változik.

5. Saját készítésű festékek alkalmazása

Ezt a festményt az előállított növényi festékekből készítettem. Az elkészített festékek nem csak textílek festésére, hanem képfestésre is tökéletesen alkalmasak.

A pigmenteket és a kötőanyagokat addig kell párologtatni, míg krémes állagú, felhordható festék nem lesz. A fekete kontúrvonalak szénrel lettek megrajzolva. Ezután kakaóval a barna, a sárga kőrisfa virága, a lilás színek bodza, a zöld pedig a csalán pigmentjeiből lettek előállítva.



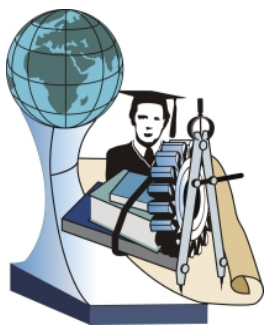
5.1. ábra Természetes festékekkel készített kép

6. Következtetések / Összefoglaló

A kertből szedett kőrisfa virágából, bodza terméséből és indigó gyökeréből által különleges színeket tudtam előnyerni. Nem csak költséghatékony, hanem környezetbarát is, ha ilyen technológiával készítünk festékeket. Különböző időtállóság jellemző minden növényről festett textíliát és minden kötőanyaggal készített anyagot. Nem kopik gyorsan, viszont a természetes textilfestés használata főleg szőnyegfestésre javasolt, mert azt ritkábban kell mosni, így jobban megőrzi intenzív színárnyalatait. Másodlagosan pamut trikó festésére alkalmas, ez az érzékeny bőrű embereknek a legkedvezőbb, így kevesebb vegyi anyagnak teszik ki szervezetüket.

Irodalomjegyzék

- [1] Kemendi Ágnes: *Festőnövények*, Móra Ferenc Ifjúsági Könyvkiadó, 1989
- [2] www.vilaglex.hu
- [3] www.mult-kor.hu
- [4] www.lifemagazin.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

KÜLÖNBÖZŐ TÍPUSÚ ELEKTROKÉMIAI BEVONATOK TULAJDONSÁGAI

PROPERTIES OF DIFFERENT ELEKTROCHEMICAL COATING LAYERS ON STEEL STRUCTURES

FÁBIÁN Enikő Réka⁽¹⁾, FURKÓ Mónika⁽²⁾, VEHOVSZKY Balázs⁽³⁾

(1)Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Gépészmérnöki Kar, Anyagtudomány és Technológia Tanszék; 1111 Budapest, Bertalan Lajos u 7. MT épület telefon: 00-36-1-463 2836/ Fax: 463-1366, fabianr@eik.bme.hu

(2)Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Közhasznú Nonprofit Kft. Újgenerációs Anyagok és Eljárások Osztálya, H-1116 Budapest, Fehérvári út 130, monika.furko@bayzoltan.hu

(3)Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Kar, Gépjárművek és Járműgyártás Tanszék, 1111 Budapest, Stoczek József utca 2. ,ST épület 220., vehovszky@kgtt.bme.hu

Abstract

The need of alternatives to Cr^{VI} applications is a must for the well-known reasons, then new coatings for corrosion protection with multifunctional properties are necessary. In this work we have studied the adhesion and mechanical proprieties of NiP, NiP-BN, NiW and NiWP electrochemical coatings layers. When the substrat roughness is higy the adhesion of each layer is good, when the roughtness is lowthe adhesion is worst, , the most problematic was the NiW layer. By scratch test the mechanical proprieties increases from NiW, NiP, NiP-BN to NiWP.

Keywords: electrochemichal coatings, adhesion, mechanical proprieties

Összefoglalás

Az acélfelületek védelmére gyakran használnak króm bevonatokat, ám a Cr^{VI} vegyületet tartalmazó bevonatokat az egészségügyi világszervezetek jelentősen korlátozták, ösztönözve az ipari vállalatokat alternatívák keresésére. E célból NiP, NiP-BN, NiW illetve NiWP bevonatok adhéziós tulajdonságait, keménységét, rétegvastagságát vizsgáltuk. A bevonati rétegek adhéziós tulajdonságai függenek a felület érdességétől is. Az érdesebb felület jobb adhéziós tulajdonságokat hordoz. Még a különösen érzékeny NiW réteg is megfelelő tapadást mutatott előmaratott felületen. Karc tesztek alapján a NiW réteg lágy, minimális karcero esetén is megsérül, felszakad, NiP bevonatnak hasonló szilárdsága, mint Cr^{VI} vegyületet tartalmazó bevonatnak; a NiP-BN réteg szilárdsága valamivel nagyobb, mint a NiP bevonaté. A NiWP bevonat bizonyult a legjobb teherviselőbbnek a vizsgált rétegek közül.

Kulcsszavak: elektrokémiai bevonatok, adhézió, mechanikai tulajdonságok

1. Bevezetés

Napjainkban az ipar számos területén használnak króm bevonatokat, mivel jó korrózióállósággal rendelkeznek. A króm rétegeket elektrokémiai úton, Cr (VI) vegyületet tartalmazó fürdőből választják le, azonban a hat vegyértékű króm vegyületek, pl. krómsav, karcinogén hatásúak, így az egészségügyi világszervezet jelentősen korlátozza a használatát

($52\mu\text{g}/\text{m}^3$ -ról $5\mu\text{g}/\text{m}^3$ -ra csökkentve az egészségügyi határértéket), ösztönzik az ipari vállalatokat, hogy keressenek alternatívákat a Cr^{VI} tartalmú vegyületréteg leváltására.

A tudományos irodalom és kísérletek alapján többféle alternatíva létezik. A leggyakoribb és legolcsóbb megoldásnak látszik az árammentes NiP illetve NiP-kompozit bevonatok alkalmazása. A NiP rendkívül jó korrózióálló [1 A NiP-kompozit bevonatoknál a kompozitok javítják a bevonat keménységét, azonban a rétegek ridegebbé válhatnak. Leggyakrabban alkalmazott kompozit anyagok: BN, Al_2O_3 , PTFE, SiC, CeO_2 [2-4]. Irodalmi adatok alapján NiW ötvözet illetve a NiPW környezetkímélő helyettesítője lehet a krómnak, mivel kiváló kopásállósággal, korrózióállósággal rendelkezik és mechanikai tulajdonságai is jobbak, mint a tiszta Ni bevonatoké. [5-6] A NiW bevonatokat általában lúgos, citrát alapú fürdőkől választják le egyenárammal

Munkánk során árammentesen leválasztott NiP, NiP-BN illetve egyenárammal leválasztott NiW és NiWP bevonatok adhéziós és szilárdsági tulajdonságait hasonlítottuk össze.

2. Kísérleti körülmények

Az árammentes NiP réteg leválasztása az acél felületére $26,3\text{ g/l}$ nikkelt szulfátot, 34 g/l Na-acetátot, 18 g/l tejsavat és $26,3\text{ g/l}$ Na hipofoszfítot tartalmazó fürdőből történt, 85°C -on, pH: $4,5$ mellett. A tejsav és a Na acetát a pH beállítására szolgál, míg a hipofoszfít a redukálószer.

NiP-BN kompozit bevonat réteg előállításakor a fürdő összetétele $26,3\text{ g/l}$ nikkelt szulfátot, 34 g/l nátrium-acetátot, 18 g/l tejsavat és $26,3\text{ g/l}$ nátrium-hipofoszfít mellett $\sim 1\mu\text{m}$ szemcseméretű BN kompozit anyagot is tartalmazott, ami a leválasztás ideje alatt beépült a bevonati rétegbe, ezáltal módosítva a réteg mechanikai tulajdonságait, keménységét

NiW réteg leválasztása egyenárammal történt, az acél szubsztrátumra, $20\text{ mA}/\text{cm}^2$ áramsűrűséggel. Az alkalmazott fürdő összetétele: $26,2\text{ g/l}$ $\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, 41 g/l Na_2WO_4 , 129 g/l nátrium -citrát, $26,7\text{ g/l}$ NH_4Cl , $8,75\text{ g/l}$ NaBr. Anódként oldódó Ni anódot használtunk. A leválasztás áramhatásfoka mindössze $20\text{--}30\%$, ami a nikkelt sók és a wolframát stabil komplexképződésének tulajdonítható. A kapott réteg matt szürke egyenletes bevonat.

A bevonatok tapadásának mértékét Rockwell adhéziós vizsgálattal határoztuk meg, amely Daimler-Benz tesztként is közzismert. [7] Terhelés levétele után optikai mikroszkóp segítségével vizsgáltuk a lenyomatokat.

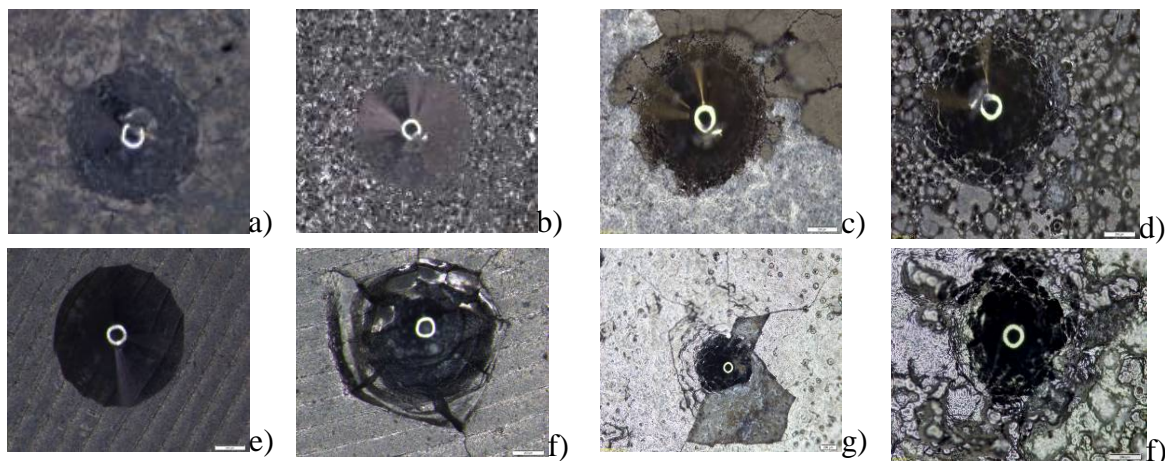
A karc tesztek egy CSM Instruments által gyártott Micro-Combi Tester berendezéssel végeztük. A karcokat egy $0,05\text{ mm}$ sugarú Rockwell C gyémántkúppal készítettük. Kétféle karcsebességet alkalmaztunk $2\text{ mm}/\text{perc}$ sebességet kis terhelésnél ($0\text{--}2\text{ N}$ nagyságú, lineárisan növekvő terheléssel) és $10\text{ mm}/\text{perc}$ sebességet, $0\text{ N} - 10\text{ N}$ nagyságú, lineárisan növekvő terheléssel. A növekvő normál erő során a súrlódási erőt, a gyémántkúp bemélyedését és a maradó alakváltozás nagyságát egy program rögzíti a megtett út függvényében. Amikor a bevonaton az első sérülés keletkezik, és annál a terhelésnél, ahonnan már konstans delamináció megfigyelhető a súrlódási erő hirtelen növekedése megfigyelhető illetve akusztikus emisszió is ad információt.

A bevonatolt minták rétegvastagságát gyémánttárcsás vágógéppel kereszt irányban elmetsett, beágyazott, majd hagyományos úton fém mikroszkópos vizsgálatra előkészített metallográfiai csiszolatokon Olympus PMG3 mikroszkóppal vizsgáltuk.

Leválasztás előtt szükségesnek látszott a szubsztrátum felületének előkezelése, mivel ennek hiányában egyes bevonatoknál rosszul tapadó réteget kapunk (1. ábra). A felület aktiválása 10% salétromsavval történt 10 percig , majd a felületi szennyeződések eltávolítása ultrahangos fürdőben 5 percig 2-propanol -ban rázatással történt.

3. Vizsgálati eredmények és azok értékelése

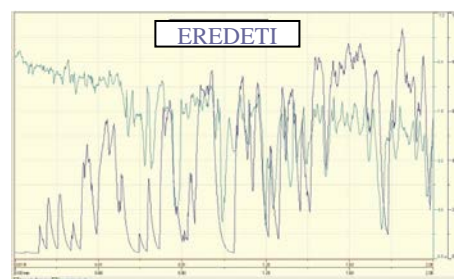
A Daimler-Benz adhéziós teszt azt mutatta, hogy a króm rétegadhéziója akkor is jó, ha a felületet nem kezeljük elő, bár ez esetben némi repedés a benyomódás éleknél megjelenik. NiW-os réteget csak érdesített felületen tudunk jó tapadással létrehozni. A NiP bevonat tapadása kiváló, de a NiP-BN bevonat bár kissé bereped és felgyűrődik (1 ábra), de megfelelőnek minősíthető Daimler-Benz teszt szerint.



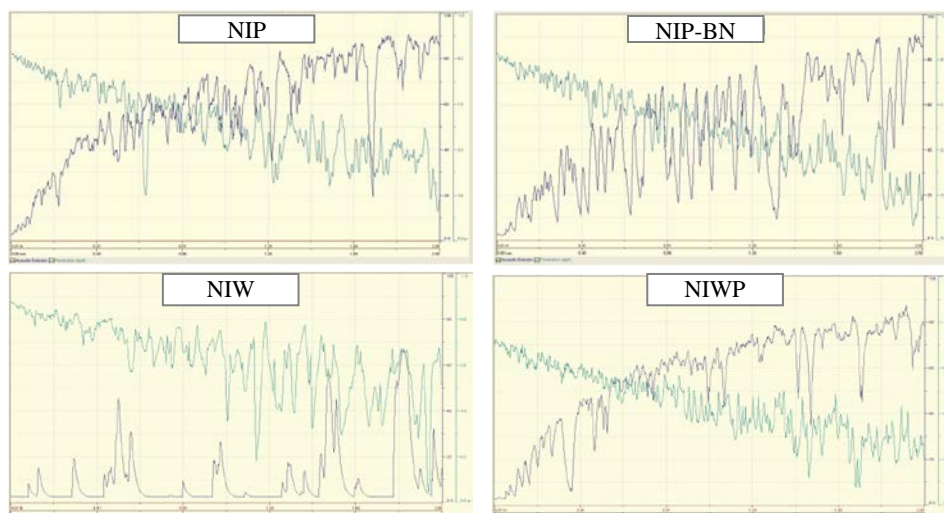
1. ábra. Sztereomikroszkópos felvételek a minták felületéről a Daimler-Benz teszt után a) Krómos bevonat; előkezeletlen felület b) Krómos bevonat előkezelt felület c) NiW bevonat előkezeletlen felület d) NiW bevonat, előkezelt felület e) NiP bevonat f) NiP-BN bevonat g) NiWP kevésbé érdes felület f) NIWP érdes felület

A karctesztet a darabok érdessége kissé zavarta, de még elfogadhatóan lehetett vizsgálni. Az eredeti króm bevonat karcolással szembeni ellenálló képessége kicsi, a bevonat minimális karcero mellett (0,1N) is megsérül. A bevonat egyenetlen teherbírású (2. ábra).

A krómot helyettesítő bevonati rétegek vizsgálati eredményeit a 3. ábrán láthatjuk. A helyettesítő bevonatok homogénebbek a krómnál. A NiP réteg a krómbevonathoz hasonlóan kis



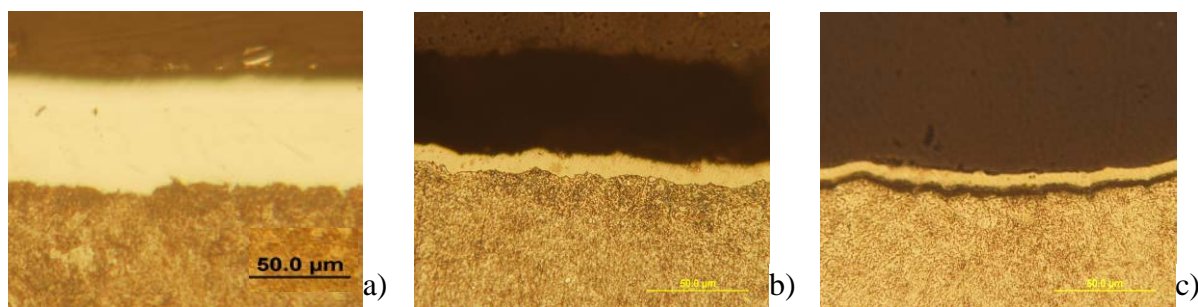
2. ábra. Az eredeti króm bevonat karctesztje



3. ábra. A különböző helyettesítő bevonati rétegek karcteszt eredményei

szilárdsággal rendelkeznek, ennél valamivel nagyobb a NiP-BN réteg szilárdsága. A NiW réteg már minimális karcero esetén is megsérül. A mérsékelt akusztikus emisszió azt mutatja, hogy a felületi réteg képlékeny. A NiWP mintán ugyan már kis terhelésnél elkezd repedezni, de 2N-nál sem károsodik drasztikusan

A keresztmetszeti csiszolatokon megfigyelhető, hogy miközben a króm réteg vastagsága jellemzően 50 μm körüli, NiP réteg viszonylag vékony, 5-10 μm ., akárcsak a NiP-BN (4. ábra). A 2 óra alatt épült NiW és a NiWP bevonati rétegek vastagabbak a NiP, NiP-BN rétegeknél (~30 μm), de a vizsgált krómréteg vastagságát, nem érték el.



4. ábra. Különböző módszerekkel leválasztott bevonati rétegekről készült fémmikroszkópos felvételek a keresztirányú csiszolatokon, nitállal való maratás után. $N=500\times$
a) króm bevonat, b) NiP bevonat c) NiP-BN bevonat

A kapott mechanikai, és adhéziós tulajdonságok összeegyeztethetők a kemény króm bevonatével, azonban a mért keménységek minden bevonat esetében megközelítőleg fele akkorák, ($HV_{0,025} \sim 450-500 \text{ HV}$).

4. Összefoglaló

Munkánk során NiP, NiP-BN NiW illetve NiWP bevonatok adhéziós tulajdonságait, érintés érzékenységet, keménységét, rétegvastagságát vizsgáltuk. A NiP bevonatnak szilárdsága nagymértékben hasonló, mint Cr^{VI} vegyületet tartalmazó bevonat; az adhéziós tapadása jobb, mint a krómos bevonaté. A NiP-BN réteg adhéziója gyengébb, mint krómos bevonaté, de jónak minősíthető; szilárdsága valamivel nagyobb, mint NiP bevonaté. A NiW bevonati rétegének mechanikai ellenálló képessége nagyon alacsony, míg a NiWP bevonati réteg kevésbé tömör, de szívós.

Irodalom

- [1] Wang, Chen, Hao, Lin., Gan: *Electrochemical corrosion behavior of electroless Ni-P coating in NaCl and H₂SO₄ solutions*, Materials and Corrosion V. 62, 11, p. 1003–1007
- [2] Sankara Narayanan: *Evaluation of the corrosion resistance of electroless NiP and NiP composite coatings by electrochemical impedance spectroscopy*, J. of Solid State El.ch., 1 2001
- [3] Balaraju, Sankara Narayanan, Seshadri: *Elektroless Ni-P composite coatings* Jurnal of Applied Electrochemistry 2003 V 33, 807-816,
- [4] Sankara Narayanan: *Electroless Ni-B-P ternary alloy coatings: preparation and evaluation of characteristic properties*, European Journ. of Sci. Research, 2012, V. 82-4-05
- [5] Balaraju, Anandan, Rajam: *Electroless deposition of ternary Ni-W- P alloys from sulfate and chloride based baths*. Surface and Coatings Technology, 2004. V176 (3), 318-327
- [6] Stankiewicz, J. Masalski, B. Szczygieł: *Impedance spectroscopy studies of electroless Ni-P matrix, Ni-W-P, Ni-P-ZrO₂, and Ni-W-P-ZrO₂ coatings exposed to 3.5% NaCl solution* Materials and Corrosion, Volume 64, Issue 10, pages 908–913, 2013
- [7] <http://www.pvd-coatings.co.uk/pvd-coating-technology/testing-equipment/rockwell-adhesion-tester/>



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

KÚPFOGASKERÉK ÉPÍTÉS EGYENLETEKBŐL

BUILDING –UP BEVEL GEARS FROM EQUATIONS

FALUVÉGI Erzsébet

*Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Műszaki és Humántudományok Kar,
Marosvásárhely, Gépészmérnöki Tanszék, 540485, Románia, Marosvásárhely, Segesvári út
1C, Telefon/Fax: +40-265-206210 / +40-265-206211, faluvegi.erzsebet@ms.sapientia.ro*

Abstract

This paper presents how to comply the model of a straight teethed bevel gear using the tooth surface equations. Bevel gears with straight teeth can be machined with straight edged cutting tools using different machine-tools. These machine-tools and cutters can produce octoid I and octoid II teething. From the equations of both these teething profiles we can generate certain point clouds using Matlab software. We can then fit adequate surfaces to the point clouds using Catia environment. After generating all the necessary surfaces we obtain a connected surface which can be filled with material. The resulting body is the model of the bevel gear. The model can be used for any application like simulation or 3D printing.

Key words: bevel gear, tooth profile, point cloud, body.

Összefoglalás

A jelen dolgozat bemutatja, hogy az egyenes fogú kúpfogaskerek fogfelületeit leíró egyenleteiből miképp állítható elő a testmodell. Az egyenes fogú kúpfogaskerek egyenes vágóélű szerszámmal többnyire fogvással gyárthatók, melyeket különböző szerszámgépekkel hoznak létre. E szerszámgépekből illetve a használt szerszámból adódóan oktoid I illetve oktoid II fogazatot lehet kialakítani. Mindkét fogazat esetén, az egyenletekből Matlab programozási környezet segítségével egy-egy pontfelhő generálható. Ezekre a pontfelhőkre a Catia környezetbe egy-egy megfelelő felületet illeszthető. A még szükséges felületek létrehozása során kapott határoló felületekből alkotott összefüggő felület kitölthető anyaggal, mely a testmodell eredményezi. A továbbiakban a testmodell bárhol felhasználható, legyen szó akár szimulációról, akár 3D nyomtatásról.

Kulcsszavak: kúpfogaskerék, fogprofil, pontfelhő, testmodell.

1. Bevezetés

A kúpfogaskerek gyakran használt gépelemek, melyek kapcsolódásuk során két átmetsző tengely közötti mozgásátvitelre, forgatónyomaték átadására képesek. Fogazatukat tekintve egyenes, ferde vagy ívelt fogazattal ellátott kúpfogaskerekekről beszélhetünk, melyek közül a dolgozat az egyenes fogú kúpfogaskerekre épül. A gyakorlatban, az iparban, elterjedt módszer az egyenes fogú kúpkerék fogazatának kialakítására a fogvésés, ahol a szerszám egy egyenes vonalú alternáló mozgást végez, miközben a kialakítandó fogaskerék és a képzeletbeli síkkerék között létrejön egy legördülés is, [1]. A síkkerék egy képzeletbeli kúpfogaskerék, melynek félkúpszöge 90° és véges fogszámmal rendelkezik. Az egyenes

fogazat kialakítására használt szerszámgépek a Bilgram-Reinecker és a Heidenreich-Harbeck típusú fogazógépek. Mindkettő esetében a használt szerszám egyenes vágóélű, mely szerszámmal csak oktoid fogazás hozható létre. A két gép által létrehozott oktoid fogazás különböző: a Bilgram-Reinecker típusú fogazógép által kialakított fogazás oktoid I, míg a Heidenreich-Harbeck típusú fogazógép oktoid II fogazatot vág. Az oktoid I fogazat esetén a legördülés a síkkerék gördülősíkja és a megmunkálandó kúpkerék osztókúpja között jön létre. Az oktoid II fogazat esetében a síkkerék egy olyan kúpfogaskerékké formálódik, amelynek csúcsa a síkban van. Ezt generáló síkkeréknek nevezik. Oktoid II fogazás során a generáló síkkerék gördülő kúpja gördül le a megmunkálandó kúpfogaskerék osztókúpján, [2, 3].

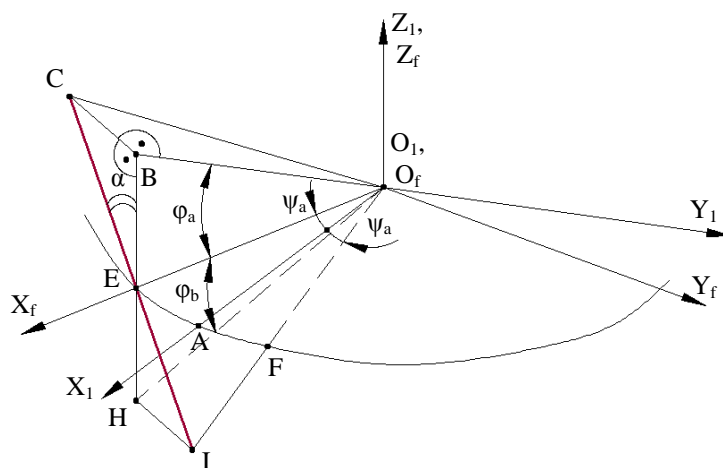
Jelen dolgozat az egyenes fogú, oktoid I illetve oktoid II fogazattal ellátott kúpfogaskerek fogfelületeinek egyenleteiből építi fel a testmodellt. Az egyenletek felírása Matlab programozási környezetben történt, mely során a megfelelő fogoldalak egyenleteire egy-egy pontfelhőt eredményezett. Az oktoid I és oktoid II fogazattal ellátott egyenes fogú kúpfogaskerek modellje Catia környezetben valósult meg felhasználva a pontfelhőket.

2. A fogfelületek egyenleteinek a felírása

A fogfelületek egyenleteinek meghatározásánál figyelembe kell venni a generálás során lejátszódó mozgásokat. Mivel a képzeletbeli síkkerék kapcsolódik a megmunkálandó kúpfogaskerékkel, ezért mindkét esetben a síkkerék egyenleteiből kell felírni a keresendő fogfelületek egyenleteit.

2.1. Az oktoid I fogfelületek

A 1. ábra az oktoid I fogazatú síkkerék bal fogoldalát szemlélteti két koordináta rendszerben: az $O_1X_1Y_1Z_1$ a síkkerékhez kötött és az $O_fX_fY_fZ_f$ pedig a fogoldalhoz kötött koordináta rendszerek.



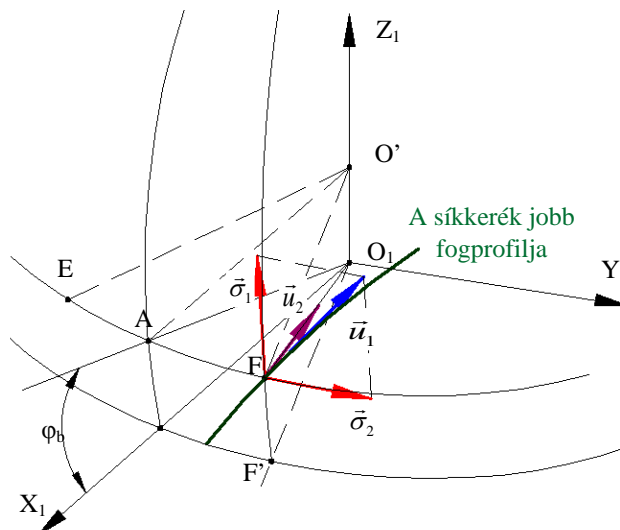
1. ábra. Az oktoid I fogazású síkkerék bal fogprofilja és a hozzá tartozó koordináta rendszerek, [4]

Kiindulva a fogoldalhoz kötött koordináta rendszerben felírt egyenletekből a megfelelő mátrix transzformációt alkalmazva megkapjuk a síkkerék fogoldalainak egyenleteit, [4].

Síkkerékből kúpkeréket úgy kapunk, ha alkalmazzuk a megfelelő koordináta transzformációkat, [2]. Az így kapott egyenletek Matlab környezetben programozva pontfelhőket eredményeznek.

2.2. Az oktoid II fogfelületek

Az oktoid II fogazású generáló síkkerék jobb fogprofilját szemlélteti a 2. ábra. Az $O_1X_1Y_1Z_1$ koordináta rendszer a generáló síkkerékhez kötött, melyben a fogprofil egyenleteit a vektoralgebra segítségével írtuk fel [5].

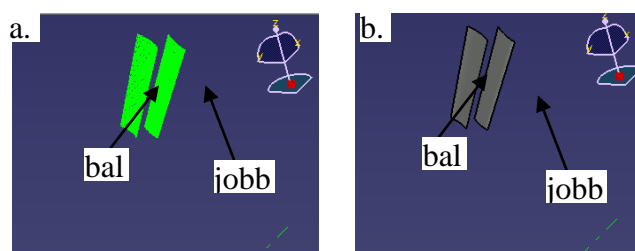


2. ábra. Az oktoid II fogazású generáló síkkerék jobb fogprofilja, [5]

Oktoid II fogazás esetén is ugyanazt a koordináta transzformációt kell alkalmazni, mint oktoid I esetén. Az így kapott egyenleteket Matlab programozási környezetben futtatva szintén pontfelhőket eredményeznek.

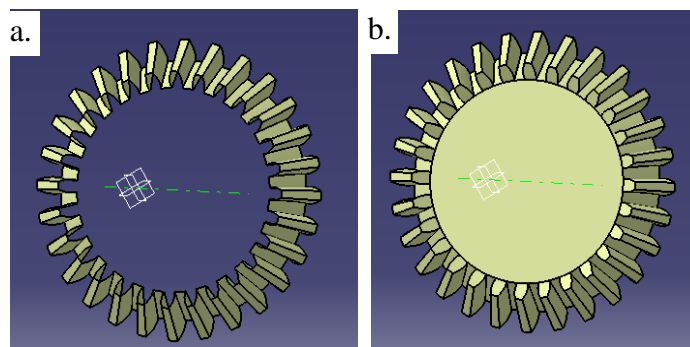
3. A testmodell létrehozása

A Matlab programozási környezetben generált pontthalmaz egy olyan ASCII fájlban van elmentve, mely három oszlopvektort tartalmaz a pontok (x,y,z) koordinátaival. Mindkét fogazattípus esetében ezen koordináták be vannak olvasva a Catia környezetbe (3.a. ábra).



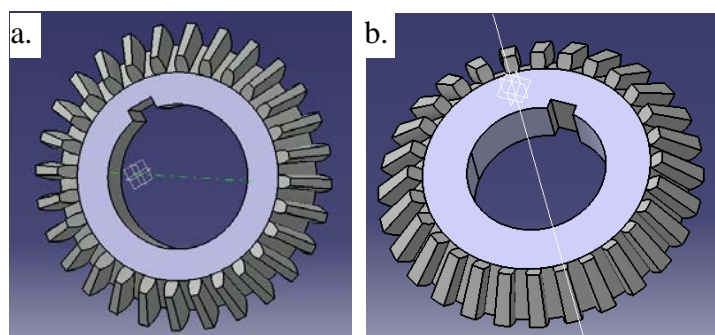
3. ábra. a. A pontfelhő Catia környezetbe, b. A pontfelhőre illesztett felületek, a jobb és bal oldali fogfelületek

Ezekre a pontfelhőkre egy-egy felület illeszthető (3.b. ábra), melyeket a megfelelő fogszámmal a kúpogaskerék teljes felületén körkörös elrendezésűen elrendezünk. Az így elrendezett fogfelületek két kúpfelületre illeszkednek, ezáltal létrehozuk a fogfenekest és fogfej szalagokat (4.a. ábra).



4. ábra. a. A körkörös elhelyezett fogfelületek, b. A fogaskereket határoló felületek

Testmodell alkotás előtt a hiányzó felületeket még létre kell hozni, hogy egy egységes, összefüggő határoló felületet kapjunk (4.b. ábra), melyet anyaggal “töltünk ki”(5. ábra).



5. ábra. A létrehozott testmodellek, a. Oktoid I, b. Oktoid II

4. Összefoglaló

A kialakított kúpfogaskerék modellek fogfelületei az elméleti egyenletekből generálódtak. A modell alapján valóságos alkatrészek készíthetők, például 3D nyomtatóval a felhasználó által a Matlab programba betáplált geometriai paraméterek alapján (modul, fogsám, stb.).

Irodalom

- [1] Popa Müller, I.: *Cercetări privind simularea generării danturii roților dințate conice*, Doktori disszertáció, Brassó, 2010
- [2] Hollanda, D.: *Bazele aşchierii și generării suprafețelor*, Petru Maior Egyetemi Kiadó, Marosvásárhely, 1996.
- [3] Hollanda, D., Máté, M.: *A gömbevölvens, az oktoid I és az oktoid II fogprofilok relatív helyzete*, OGÉT 2000, Târgu Mureș, 2000.
- [4] Faluvégi, E., és mások: *Measuring and analyzing the bevel gears with oktoid I teething*, Intrenational Proceedings of Computer Science and Information Technology Vol. 4, 2011, 104-108 oldal.
- [5] Faluvégi, E., és mások: *Mathematical model of the bevel gears flanks considering the cutting machine type*, The 4th Intrenational Conference on Power Transmission, Mechanisms an Machine Science Series, Vol. 13, 2013, 609-617 oldal.



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

PROGRAMOZÁS OKTATÁSA GYEREKEKNEK, RÉSZVÉTELÜK ROBOTIKA VERSENYEN

EDUCATIONAL PROGRAMMING FOR CHILDREN FOCUSED ON COMPETITIONS

Yan FARIA⁽¹⁾, Igor MARTINS GENUINO⁽²⁾,
Gustavo ADRIANO SILVA⁽³⁾

*Óbuda University, Bánki Donát Faculty of Mechanical and Safety Engineering 1083
Budapest, Népszínház u. 8; Telefon / Fax: +36-1 666 5300, E-mail:*

(1) yan-faria@hotmail.com (2) gustavo.pitangui@gmail.com (3) igor.margen@gmail.com

Összefoglaló

Szüntelen technológiai fejlődéssel állunk szemben, amelyben mindig jó dolog tudni, hogy ez a technológia hogyan is működik. A jövő kihívásaival való szembenézésnek egy hatékony módja, ha erre gyermekkoruk óta tanítjuk az embereket. Amikor folyamatos a kapcsolat a technológiával, minden könnyebbé válik. A gyerekek bevezetése a technológiába segíti őket annak megtanulásában, hozzájárul későbbi pályaválasztásukhoz. Mivel valószínűleg valamikor az életben már játszottak vele a LEGO® Csoport[1] az a technológia, amely a gyerekek figyelmét is könnyebben leköti, versenyre ösztönzi őket és tanulmányaik során megkönnyíti számukra egy határozott cél felállítását és elérését. Több brazil egyetem kínál lehetőséget általános iskolás diákok számára, hogy programozást, robotikát tanuljanak és fejlesszék a csapatmunkában való részvételük képességeit. Ez a cikk bemutatja az ilyen oktatási módszer alapjait, amelynek keretében a gyerekek robotika versenyeken vesznek részt Brazíliában.

Kulcsszavak: LEGO MINDSTORMS, gyerekek, oktatás, robotika verseny, Brazília.

Abstract

With the incessant technology growing we are facing, is always a good thing know about how this technologies work. An effective way to learn how to face this growing is to teach people since childhood. When you have constant contact with the technology, everything becomes easier. Placing children in the context of technology helps them to like this area and maybe even help them in choosing their profession in the future. Using LEGO® Group technology, have the children's attention is easier because they probably, sometime in life, already played with it and placing them in a competition causes them to have a concrete goal, facilitating the channeling of studies. It is through this that several Brazilian universities are offering vacancies for elementary students to have the opportunity to learn programming, robotics and develop their responsibility and teamwork. This paper will show the basics of such teachings are passed to students participating in robotics competitions in Brazil.

Keywords: LEGO MINDSTORMS, children, education, robotics competition, Brazil.

1. Introduction

Considering the computer as the most used tool nowadays, teaching computational basis for children is a good idea, especially if that basis is taught through quite attractive and didactic tools. The use of educational robotics has been widely discussed in literature, but

there are few reports of its effective application in Brazilian education. Using robots as method development reasoning can be a very interesting activity and involving various types of knowledge. The use of robotics in learning requires the student becomes multidisciplinary and develop reasoning. Theoretical and practical way is used in order to apply the same, so that the robot can execute its orders satisfactorily. The students must still use their knowledge gained through programming to execute sequences of logical commands and solve problems using a robot [3].

2. LEGO History

Everything started in 1932, Billund, Denmark, when one carpenter, called Ole Kirk Christiansen, starts to make wooden toys such as piggy banks, pull toys, cars and trucks and houses for his son. In 1934, that company change its name to LEGO®[1]. That name come from the words “legt” and “godt”, which means “play well” in Danish. In 1947, when plastics became available in Denmark, Lego purchased a plastic injection moulding machine. In 1986, the LEGO® Group released the first-computer controlled LEGO® kit. Two years later, The LEGO® Group with Massachusetts Institute of Technology begins to develop an “intelligent brick” that will bring LEGO® Group creations to life via computer programming. In 1998 the LEGO® MINDSTORMS® RCX® Intelligent Brick and Robotics Invention System was launched. In the same year, LEGO® Group owner, Kjeld Kirk Kristiansen, and famed inventor, Dean Kamen of FIRST (For Inspiration and Recognition of Science and Technology) launched together the FIRST LEGO® League, which is a robotics competition for middle school students introducing LEGO® MINDSTORMS® sets to regional competitions. Then, the LEGO® MINDSTORMS® build and program robotics tool set has become the best-selling product in the LEGO® Group’s history. Thenceforward the LEGO® MINDSTORMS®, the number of Championships and its participants is been improved. Today there is championship with more than 100,000 participants. The current version of LEGO® robots is the LEGO® MINDSTORMS® EV3. [1]

3. Competition

In the 90s, with the growth of computing, a computer beat a man in a chess game. In this technological context, Japanese researchers in 1993 created a robotic football competition that was later called RoboCup® [4]. Nowadays, RoboCup® has other competitions like rescue robots, home robots and there is also the RoboCup® Junior [5]. In Brazil, there is the OBR [6], Portuguese acronym that means Brazilian Robotic Olympics. The OBR is a Brazilian RoboCup® partner that promotes theoretical and practical modalities competitions between students from different places of the country, aiming children's interest about programming, robotics and technology. In the practical modality, the students are instructed to build and program robots to do simple tasks like following a line, passing through gaps in the line, climb a ramp and identify an object characterized as a victim. The practical modality of OBR has two levels. The first level respects to Elementary School students and the second level respects to High School students. The teams have a maximum of four students and the tasks to be solved are performed, basically, using color and ultrasound sensors.

The color sensor detects the line and the ultrasound sensor detects the victim. The students can build their own robots or they can use the LEGO® MINDSTORMS® kit in this competition to do the track and they need to complete the track in the shortest time possible. The track are divided in four parts, two follow line rooms which may have obstacles and gaps, one ramp and one victim room. Each part works as a checkpoint and the students have three attempts to complete each one otherwise the robot will be moved to the next part. With less

tries and shorter time the team wins more points and the team with more points wins the competition [6].

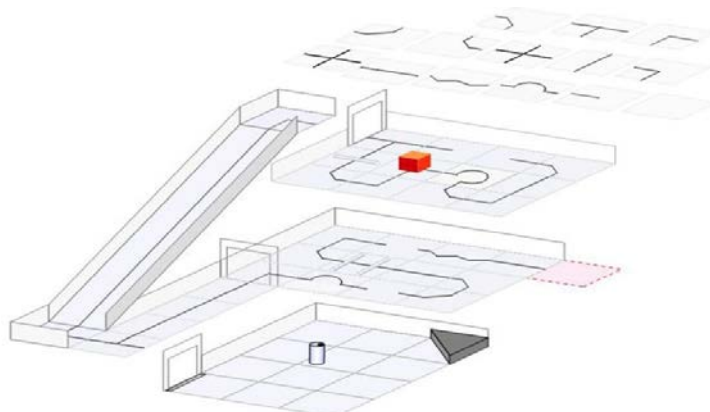


Fig. 1. Track model[4]

4. Methodology

To work with the first level, MINDSTORMS® NXT is a good option because it is not too complex software. Using few command blocs that perform simple actions, students can make the robot do many different things, but first they need to know how it works. So, starting with very basic topics like "loops" and "if then else" commands, they already can make the robot do many kinds of movements, and the way to explain it for them is through easy examples and associations with their daily activities. A good way to show how a "loop" works is to make a comparison with the simple act of walking; giving just one step you will not get anywhere unless you repeat it and take another step again and again. And about the "if then else", a comparison with the weather fits well, if it is raining then you take your umbrella else you do not. This is how basic programming was passed to students. As programming is focused on competition, the students, since the beginning, build their kits and start to test the robots in the follow line circuit. They start programming then they test it. If there is some problem, they are encouraged to solve it and develop solutions by themselves. The MINDSTORMS® NXT interface helps a lot for being easy to handle and highly didactic.

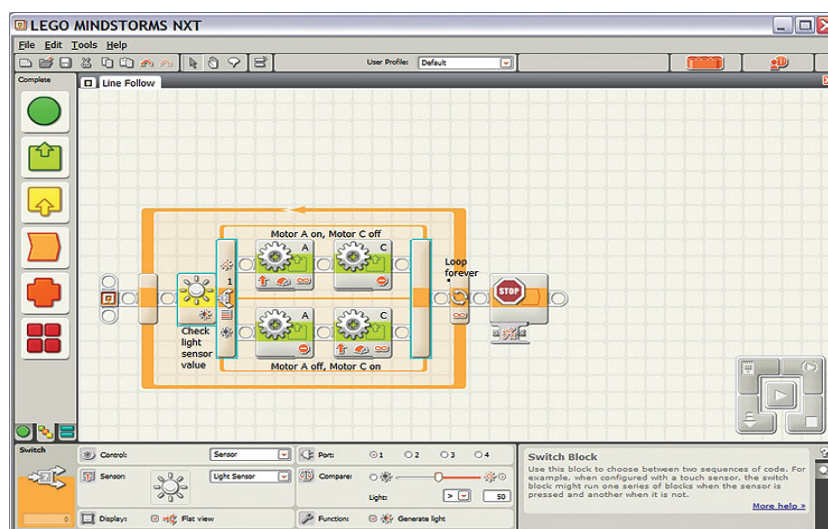


Fig. 2. Print Screen of LEGO® MINDSTORMS® NXT interface

With weekly two-hour classes, the students train with a model based on the competition track. In the course of time, they advance on the track improving the time to do all the tasks. During the rest of the week, they have to work, at home, ways to improve their program.

5. Results

In 2012, the Federal University of Lavras [9] in partnership with the Municipal School José Luiz de Mesquita, both in the city of Lavras in the state of Minas Gerais, started a project which graduate students of the Control and Automation Engineering course, using LEGO® MINDSTORMS® kits. The selected best students of the Municipal School were separated in two teams with four students each and taught with the basics of programming using the methodology described in this article. The students were aged from eleven to thirteen years.

Since the beginning, the students proved quite interested on the competition. Two main points contributed to this: the opportunity to have contact with robots for the first time in their lives and encouragement from teachers.

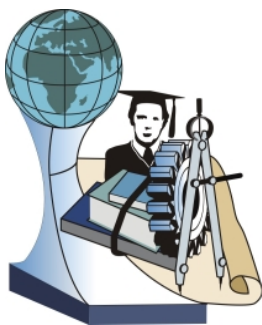
The teams won the first and second place on the OBR state competition of Minas Gerais on June 30, 2012. In August 2012, the winning team returned to training and was ranked 14th in national competition, in October. With some changes in the team, the students were ranked third on the last state competition, in August 2013[10].

6. Conclusion

The robots in the education field show to have potential. Not only in programming and technological contact but there are some projects using robots in other areas such as physics education. With the ease of holding the attention of students using robots the chances, in the future, that they will be present in most areas of knowledge are very high but much effort is still need to expand this kind of technological inclusion. With the advancement of this inclusion through robotics competitions, will likely increase the participation of robots in our everyday lives, making them easier as they have been doing for a few years.

References

- [1] LEGO®, <http://www.lego.com/en-us>
- [2] LEGO® MINDSTORMS®, <http://www.lego.com/en-us/mindstorms/>
- [3] SILVA, V. N. and NASCIMENTO, M. N.: *Investigação da melhoria do aprendizado de alunos do ensino médio da rede pública de ensino através do uso de programação, robótica e jogos digitais*. Brasília, DF (2012).
- [4] RoboCup®, <http://www.robocup2014.org/> and <http://www.robocup.org/>
- [5] RoboCup® Junior, <http://rcj.robocup.org/>
- [6] OBR, <http://www.obr.org.br/>
- [7] KALIL, F., HERNANDEZ, H., ANTUNEZ, M. F., OLIVEIRA, K., FERRONATO N. and SANTOS, M. R.: *Promovendo a robótica educacional para estudantes do ensino médio público do Brasil*. <http://www.tise.cl/volumen9/TISE2012/739-742.pdf>. Accessed on January 23th, 2014
- [8] Federal University of Lavras, <http://www.ufla.br/>
- [9] <http://www.lavras.mg.gov.br/?p=15480>. Accessed on January 24th, 2014



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

SZÁZ ÉVES A MAGYAR TAXIZÁS

100 YEARS OF HUNGARIAN TAXI-CABS

FEIKEN Petra⁽¹⁾, KUTI János⁽²⁾

(1) Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, H-1081, Hungary, Budapest, Népszínház u. 8, mail.jozsef.harangozo@gmail.com

(2) Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, H-1081, Hungary, Budapest, Népszínház u. 8, kuti.janos@bgk.uni-obuda.hu

Abstract

In 2013 we celebrated the centennial of “Hungarian taxi-cab service” and in order to commemorate the anniversary we started our research work. In this paper we will show on the conditions for the start of the Hungarian taxi-service, technical novelties developed by taxi companies, education (training) systems and opportunities for improvement. We will also discuss the impacts of Hungarian taxi-transportation across the borders.

Keywords: taxi, cab, transporting

Összefoglalás

2013-ban ünnepeltük a hazai taxizás 100. évfordulóját, mely centenáriumba való méltó emlékezés érdekében kezdtük meg e területen a kutatásokat. Dolgozatomban céljaim az, hogy ismertessem a hazai taxizás megalakulásának feltételit, bemutassam a taxi társaságok által kidolgozott technikai újításokat, oktatási rendszereket, fejlesztési pontokat. A fejlesztések nemzetközi hatását.

Kulcsszavak: taxi, személyszállítás

1. Kezdeti nehézségek

A századforduló környékén Budapest élen járt a technikai-műszaki újítások kidolgozása és hasznosítása terén. Ennek ellenére a fővárosban 1895-ben állt csak forgalomba az első autó. Ez igen késői időpont ahhoz képest, hogy ekkor már Budapestet behálózták a villamos pályák. Ezért érdekes az a tény, hogy a városatyák nem foglalkoztak az automobil "megszületésével", pedig ehhez a sikerhez többek között Bánki Donát és Csonka János is hozzájárult a porlasztó feltalálásával. Valószínű, hogy Budapest volt az egyetlen olyan város, ahol a metró nem egészen húsz évvel előbb megjelent közlekedési eszközként, mint a taxik. A századfordulót követő években Budapest tíz kerületében közel 880 ezer ember élt, és alig 2000 jármű állt rendelkezésükre. A főváros rohamos ütemű fejlődésével a közlekedési hálózat nem tudott lépést tartani. Ekkor született a felismerés, hogy nagyobb személyszállító kapacitást igényel a város fejlesztése. Az autók elterjedésében nagy szerepe volt a Magyar Postának.

1903-ban a posta pályázatára jelent meg a robbanómotoros tricikli és nem sokkal később ennek négykerekű változata. A nehézségek ellenére Budapesten is hamar megalapították volna az első taxi vállalatot, de erre nem volt lehetőség, mert a felsőbb vezetés tartott a fiákertulajdonosok felháborodásától, így Neumayer Arnold kérését elutasították. Ezután csak gyarapodtak az akadályok, 1907-ben a kereskedelemügyi miniszter rendeletet hozott a külföldön gyártott taxik ellen. A törvényt a bérautózás miatt rendelték el, de inkább az autóipar fellendítését akarta szolgálni. Ekkortájt Magyarországon nem létezett hazai autógyártás, pedig egy évvel később Detroitban már megkezdődött a Ford T-modell gyártása, amihez nem kisebb nevek fűződnek mint Balogh Károly, Haltenberger Gyula és Galamb József. A kormány 1912-ben döntött úgy, hogy szükség van bérautókra, de ezek számát szigorúan meghatározták: Budapestnek 350 taxira van szüksége. Kétség sem fér hozzá, hogy ezekért az autókért nagy volt a verseny akkoriban. Képzeljük csak el a Keleti pályaudvart, mikor beérkezik az egyik gyorsvonat. Azt a sok utast, egyszerűen lehetetlen volt elszállítani a város külsőbb részeibe. Haltenbergernek nagy szerepe volt abban, hogy 1903. június elején végre elindulhatott az első taxi Magyarországon. Ez a szolgáltatás jót tett az autóiparnak is, mert a gépkocsikat a Magyar Automobil Rt. szállította le. 1903 decemberében a Magyar Automobil Rt., a Benz Magyar Automobil és Motorgyár Rt. egyesülésével jött létre az Autótaxi Budapesti Automobil Közlekedési Rt. A két cég nem sokkal az egyesülés előtt engedélyt kapott a személyfuvarozásra 200 Marta és 50 Benz bérkocsival. A sok erőfeszítésért megérdemelten állt az összevont vállalat élén Haltenberger Samu.

2. A Főtaxi

A személyszállítói szolgáltatást végző Főtaxi Zrt. már 100 éve Magyarország egyik legnagyobb taxi vállalata. A közel 800 taxi naponta bejárja Budapestet és környékét. De a szolgáltatások itt nem érnek véget, hiszen a Főtaxi ezen kívül foglalkozik még autókölcsönzéssel, tehertaxizással, gépjármű és sofőr biztosításával a városnézéshez, esküvőkhöz és további rendezvényekhez is. A cég jogelődje az Autótaxi Rt. volt, amit 1913-ban alapítottak, Európa hetedik taxi társaságaként. A vállalat megszületésével megindult az automobil közlekedés fejlődése is, így vált az autó a mindennapos közlekedés részévé. A Főtaxi járművei teljes körű karbantartása és javítása mellett fejlesztési programokat is indított.

3. Alapítástól napjainkig

A Magyar Automobil Rt. az első magyarországi autó- és buszgyártással foglalkozó vállalat volt. 1909-ben már megindult a termelés is, amit csak a világháború miatt állt le egy rövid ideig. A különböző buszokon kívül tehergépkocsikat és mozdonymotorokat is gyártottak a Martánál. A gyárat azzal a céllal alapították, hogy akár tömeggyártásban is kielégítse a hazai autógyártás igényeit. 1911-ben kellő tapasztalat és reklám hiányában a csőd széléhez került a cég, de ekkor Rechnitz Béla, a "gumikirály", nemcsak átvállalta a cég összes adósságát, hanem nagymértékű pénzt fektetett be. 1913-ban a Fővárosi Tanács megbízta a Marta Rt.-t, hogy 200 benzines autóval megkezdje a budapesti utasok szállítását. Már ebben az évben elkezdtek építeni a máig otthont adó főépületet, ami a X. kerületi Kerepesi úton van. Június 1-jén megjelentek az utakon az első taxik, először 20 Marta és 10 Benz kocsit indítottak. Még az év végén összeolvadt a Marta Magyar Automobil Rt. és a Benz Magyar Automobil Rt. Ebből a fúzióból jött létre a Budapesti Automobil Közlekedési Rt., aminek élére Haltenberger Samut állították. Alig kezdődött meg a taxizás Budapesten, már is szüneteltetni kellett az I. világháború miatt. Az autógyártás szinte teljesen leállt, helyette világháborús repülőgépmotorokat és gépjármű alkatrészeket gyártottak a futószalagokon. Ekkor teljesen megszűnt a polgári célú fuvarozás és csak megrendelésre kellett a hivatal embereit szállítani. A háború

után Haltenberger gőzerővel állt neki a fejlesztéseknek, és 1920-ra kiépítette a karbantartó műhelyeket. Alig egy évre rá már a Talált Tárgyak Osztálya is megvolt. Ekkor került sor a Drost-rendszer kiépítésére is, amely elősegítette a taxi rendelést. 1922-ben hatósági figyelmeztetés formájában a kormány számon kérte a 1913-ban vállalt 350 taxit, de az ipartörvény, miszerint csak hazai autókat lehet üzembe helyezni, változatlan maradt. Ekkor Aradon már nem hazai autókat gyártottak, hiszen a világháború után Románia fennhatósága alá került a cég. Ezért ez év novemberében a budapesti tanács engedélyt adott 150 "kistaxi" üzembe helyezésére. Alig két év elteltével, a világon elsőként, megépült a két futószalagos félautomata autómosó, amit még az amerikaiak is meg akartak tőlünk vásárolni. A fejlődés érdekében megnyílt az Autotaxi saját szakirányú iparostanonc, azaz autószerelő iskolája. 1925-től az utakat szürke taxik lepték el, mert ebben az évben az összes hivatásos taxit szürkére festették. A szürke színt a budapesti por színével akarták azonosítani, hogy a kocsik mindig tisztának látszódjanak. 1933-ban új osztály alakult a cégnél. Ez a túraforgalmi osztály volt, ami nagy lökést adott a magyar idegenforgalom fejlődésének. 1941-től él a mindenkinek ismerős hívószám a 22-2222. 1945 júniusában összesen hat taxi állt üzembe, de még szeptemberben ez a szám 46-ra emelkedett és megjelent két tucat kék taxi is. De ekkor még egy hónapban 18 napig robotfuvart kellett végezniük a sofőröknek, ami azt jelentette, hogy a Vörös Hadsereg és a kormány embereit kellett fuvarozni jóval szerényebb díjazás mellett. A második világháború miatt az Autótaxi Rt. Autótaxi Nemzeti Vállalat néven folytatta. 1947-ben az új Renault típusú autókkal jött az új jelölés is. Itt jelentek meg először a piros-fehér kockás sorok. A pepita kockák megjelentek, de a színvonal még mindig elmaradt a háború előttitől. Az államosítás után a cég a Fővárosi Tanács kezébe került, ekkor kapta a Fővárosi Autótaxi Vállalat nevet. A következő években a cég bővítette kocsiparkját néhány fűthető Pobedával, Warsavával, Moszkviccsal és kétütemű Waltburggal. Az 1960-as évekre a taxik száma meghaladta a 900-at és több mint 100 telefonnal felszerelt taxiállomással rendelkezett a vállalat. A következő 20 év a Zsigulik fénykora volt. Eközben a taxikat URH készülékkel szerelték fel. 1982-ben megjelentek az újabb maszek taxisok és így a cég monopol helyzete megszűnt. A következő években a Főtaxi arculatát a 400 darab sárga Fiat Tipo és Fiat Tempra alkotta. 1993-ban újabb névváltás történt, ekkor kapta a Főtaxi Zrt. nevet a cég, amit még ma is hűen visel. A Főtaxi örök sikeréhez hozzájárult a mostanra már légkondicionált és mindig korszerű kocsik flotta. 2010 óta a Főtaxi Zrt. a Budapest Airport hivatalos szállítója. Ma az autópark jelentős rész a legújabb modellekből áll, felszereltségük megfelel a kényelmi elvárásoknak. Ezen a nyáron ünnepelte fennállásának 100. évfordulóját a Főtaxi Zrt. Az ünnepségen a vezérigazgató a cég jövőjével kapcsolatban azt nyilatkozta, hogy: "A fővárosi taxizás jelentős változások előtt áll, és a társaság felkészült a taxisrendeletben foglalt feltételek teljesítésére".

4. Technikai újdonságok

Ebben a korszakban Magyarország híres lett technikai újításairól, mert már a taxizás beindulásakor nagy hangsúlyt fektettek a kényelemre, a minőségre és a gyors munkára. A Főtaxi élen járt az autógyártásában és az autógyártásában egyaránt. Kényelem szempontjából az első újítás a saját karosszéria volt. Az autógyáraktól önjáró alvázakat vásároltak és erre tették a saját gyártású favázak belső teret. 1929 és 1930 között hetente több ilyen kocsiszekrény hagyta el a Kerepesi úti bognárműhelyt, ami már akkor az Autótaxi tulajdonában állt. Később forradalmi újításnak számított a csővázak karosszéria, amit az Autotaxi Budapest Automobil Közlekedési Rt. fejlesztett. Ezeket Ford és Mercedes-Benz alvázaira szerelték. 1921-ben a vállalat új osztályt helyezett működésbe, ez a Talált Tárgyak Osztálya volt. Ez arra szolgált, hogy a járművekben felejtett holmik visszakérüljenek tulajdonosaikhoz. Ha a jogos tulajdonos nem jelentkezett a tárgyért negyed éven belül, akkor

az továbbkerült a magyar királyi államrendőrség közigazgatási osztályához, ahol további egy évig őrizték. Ezután árverésre kerültek és a befolyó összeget a toloncházak javára fordították. 1925-től a cég minden egyes forgalomba helyezett autóját szürke színűre festették, innen jött a "Szürketaxi" elnevezés. Sokáig a cégcsoport legismertebb megjelölése volt, akárcsak a későbbi "Kockás taxi" kifejezés. Hivatásos taxisaink kiemelten figyeltek a külső, belső tisztaságra, és ez a napi karbantartás igen hosszú időt vett igénybe, főleg a növekvő létszám miatt. Magyar mérnökök újabb találmánnyal álltak elő. Ez egy gép, amin az autók két párhuzamosan mozgó kényszerpályán folyamatosan haladtak előre, és közben többfős csapatok végezték a takarítást. Természetesen magyar mérnökeink arról sem feledkeztek meg, hogy a berendezés változtatható sebességű legyen. Ezt a pompás félautomata gépet 1924-ben állította először üzembe a VIII. kerületi Főtaxi épületében. Ezzel az újítással a kötelező karbantartás nem tartott tovább, mint 12 perc. A gépre gyorsan felfigyelt az Egyesült Államokban működő taxi vállalat, a YellowCabCompany, amelyik már akkor 30 ezer taxit üzemeltetett. Így nem lepődünk meg rajta, hogy kapva kaptak az alkalmon és megvásárolták a technikát, amit hamar fel is használtak. Később ezt a futószalagos autómosót más ország taxi társasági is átvették. A hatalmas X. kerületi épületegyüttesben még volt hely a Drost Tivadarról elnevezett készülék vezérlőtermének. Ez tette lehetővé, hogy a világon elsőként a városi állomáshelyeken lévő taxisok számának ellenőrizhetőségét és alkalomadtán még a kezelőszemélyzet szabályozhatta is. Ez elősegítette az optimálisabb elosztást az állomások között és biztosította a gyorsabb kiszolgálást is. 1941-től még mindig ugyanebben az épületben alkalmazták az első lámpatáblás telefonközpontot, ami naponta 13 ezer hívást tudott fogadni. Így Budapesten lehetett elsőként telefonon taxit rendelni. Ezzel az újítással a vállalat már több női alkalmazottat vett fel, mivel a hívások fogadásban kiválóan helyt álltak. A színvonalat még jobban javította, hogy a Főtaxi saját tanonc iskolájában nevelte ki a javító és karbantartó részlegre kerülő munkásait, akik hatékonyak és magasan képzettek voltak. Az iskola megnyitásához szükség volt a magyar királyi vallás- és közoktatásügyi miniszter engedélyére is. A vállalat műszaki főosztály mérnökei így nem csak a fejlesztéssel foglalkoztak, hanem az előírt közismereti és szaktárgyakat is oktatták a diákoknak. A II. világháború alatt sem pihentek mérnökeink. Az elhatalmasodó benzinhiány miatt, innovatív megoldásokat kutattak. Ennek eredménye, hogy 1941-ben a budapesti taxikat gázüzemű meghajtást segítő generátorokkal szerelték fel. Ezeket a motorháztető alá helyezték el. A propán-bután-gáz mellett faszénnel is működtették a taxikat. Előrelátó gondolatai miatt lett híres Haltenberger Samu, aki saját újrahajósító rendszert dolgoztatott ki az acél, réz és alumínium előállításához. Ez a nehéz időkben segítette a gépkocsik javítását.

5. Összefoglaló

Az összeállítás arra törekedett, hogy bemutassa a magyar taxizás elmúlt évszázadát, a technikai fejlesztés állomásait. Arra törekedett, hogy emléket állítson az alkotóknak, az alapító atyáknak. Kezdetben a taxik két személy szállítására szolgáltak. A felmérések azt mutatják, hogy mai napig a taxi megrendelések 90 %-nál egy-két fő utazik, mégis 4-5 személyes járművek teszik ki a járműállományt. Talán érdemes lenne differenciáltabb személyszállító parkot létrehozni kisebb fogyasztású, alternatív hajtású járművekkel.

Irodalom

- [1] Kirschner Gábor: *Régi taxik és az alapító Haltenberger Samu élete*
- [2] <http://www.autoblog.hu/hirek/vilagszabadalmak-a-100-eves-fotaxinal/>
- [3] <http://www.bkk.hu/taxisoknak/>
- [4] http://www.vezess.hu/magazin/100_eves_budapesti_taxi/44320/



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

CSAPADÉKVÍZ HÁZKÖRÜLI HASZNOSÍTÁSÁNAK LEHETŐSÉGE

PLANNING OF DOMESTIC RAINWATER HARVESTING SYSTEM

FÓRIÁN Sándor⁽¹⁾, KOCSIS Dénes⁽²⁾, MEZEI Balázs⁽³⁾

(1) Debreceni Egyetem Műszaki Kar Környezet- és Vegyészmérnöki Tanszék, Cím: 4028 Debrecen, Ótemető u 2-4.; Telefon: +36 52 415155 - 77730; forian@eng.unideb.hu

(2) Debreceni Egyetem Műszaki Kar Környezet- és Vegyészmérnöki Tanszék, Cím: 4028 Debrecen, Ótemető u 2-4.; Telefon: +36 52 415155 - 77781; E-mail: kocsis.denes@eng.unideb.hu

(3) Debreceni Egyetem Műszaki Kar Környezet- és Vegyészmérnöki Tanszék, Cím: 4028 Debrecen, Ótemető u 2-4.; Telefon: +36 30 9238677; balazs_mezei@yahoo.com

Abstract

In Hungary surface water and groundwater resources cannot be used as potable water apart from some exceptions. But household water demand is almost entirely provided from potable sources in our country. Based on consumption habit analysis we determined that 30-50% of the used water can be replaced for example by rainwater. The domestic rainwater harvest and usage meet the water management and environment protection requirements. Rain is the primary source of fresh water for most areas of the world. It is providing suitable conditions for diverse ecosystems, as well as water for hydroelectric power plants and crop irrigation. In this study the potential domestic usage and its technical solutions were examined. Factors affecting the rainfall harvest were determined by quantitative analysis, and based on them the rainfall harvest system's elements were selected. Investment rating calculations were executed based on applying the system to a specific house.

Keywords: water demand, rainwater, rainwater harvesting system.

Összefoglalás

Magyarországon a felszíni és a felszín alatti vizek néhány kivételtől eltekintve nem használhatóak ivóvízbázisként. Azonban a háztartások vízigénye hazánkban szinte teljesen ivóvíz minőségű forrásból van biztosítva. A fogyasztási szokások elemzése alapján megállapítottuk, hogy az elhasznált mennyiség 30-50 %-a pl. csapadékvízzel is kiváltható lenne. A házi csapadékvíz – gyűjtés és felhasználás megfelel mind a vízgazdálkodás mind a természetvédelem elvárásainak. Az eső a friss víz elsődleges forrása a világ számos területén. Megfelelő feltételeket biztosít változatos ökoszisztémák számára, valamint a víz forrása a vízi erőműveknek és a növények öntözésének is. Ebben a tanulmányunkban a csapadékvíz házi felhasználásának lehetőségeit, és műszaki megoldásait vizsgáltuk. Kvantitatív elemzés révén meghatároztuk a csapadékgyűjtést befolyásoló tényezőket, és ezek alapján kiválasztottuk a csapadékvízgyűjtő rendszer elemeit. A műszaki megoldást egy konkrét házra alkalmazva költségelemzést végeztünk a megtérülési idő meghatározására.

Kulcsszavak: vízigény, esővíz, csapadékhasznosító rendszer.

1. Bevezetés

Magyarország természeti adottságai között nagy biztonsággal előre jelezhető, hogy az életminőség javítását célzó társadalmi fejlődésnek, a multifunkcionális mezőgazdaság- és vidékfejlesztésnek, a környezetvédelemnek egyaránt a víz lesz egyik meghatározó tényezője, a vízfelhasználás hatékonyságának növelése, ennek érdekében pedig a talaj vízháztartás-szabályozása megkülönböztetett jelentőségű kulcsfeladata [1-3].

Annál is inkább, mivel a globális klímaváltozás prognózisok egybehangzó megállapítása szerint szélsőséges időjárási és vízháztartási helyzetek valószínűsége, gyakorisága, mértéke és tartama egyaránt növekedni fog [4-7].

2. Anyag és módszer

2.1. Vízszükségletek, helyettesíthető vízigények

Nehéz feladat hitelesen megállapítani egy háztartás napi vízszükségletét, hiszen ez az életviteltől, a bérektől és a lakók szokásaitól, évszakoktól is nagyban függ. Egyes felmérések alapján Magyarországon az egy napra eső vízhasználat rurális környezetben 100 liter/nap/fő, urbánus közegben pedig 150 liter/nap/fő körüli érték. Az országos átlag kb. 130 liter/nap/fő. Nagyon sok szakirodalom foglalkozik a háztartásokban felmerülő vízszükségletek megoszlásával, de elmondhatjuk, hogy a többség esetében igaz az az állítás, miszerint a vízfogyasztás fele (!) nem igényel ivóvíz tisztaságú vizet, helyettesíthető lenne „gyengébb” minőségű vízzel. Ilyen vízfelhasználás pl. a wc öblítése, a takarítás, kerti locsolás, kocsimosás. Ha a mosást is idesoroljuk, akkor belátható, hogy pazarló módon kezeljük az ivóvizünket. A csapadékvíz teljes újrahasznosításával akár 50%-os ivóvíz megtakarítás is elérhető. Ha az egyre emelkedő víz- és csatornadíjakból indulunk ki, egy teljes csapadékvíz-hasznosító berendezés kiépítése mindenképpen megtérülő befektetés.

2.2 Az összegyűjthető csapadék mennyiségének meghatározása

A csapadékvíz gyűjtése és hasznosítása több szempontból is lényeges:

- A csapadékvíz felhasználásával a vezetékes víznél lágyabb víz áll a rendelkezésünkre, mely óriási előnyt jelent;
- Gazdaságosság: E rendszer működtetésével a háztartásban szükséges víz ~50 %-át megspórolhatjuk. Az egyre emelkedő vízdíjak mellett ez lényeges szempont;
- A jó minőségű ivóvíz előállítása egyre költségesebb, így az esővíz hasznosításával a környezetvédelem szempontjából is egy nagy lépést tehetünk előre.

A begyűjthető és felhasználható csapadék mennyiségi alakulása több tényező együttesétől függ. Befolyásolja az esőzések intenzitása, a csapadék mennyisége, a gyűjtőfelület nagysága, a tetőzet anyaga, hajlásszöge, de még a légkör hőmérséklete is. A tetőzetre érkező csapadéknak azonban csupán egy része juthat el a gyűjtőtározóba. Azért, hogy a veszteséget is figyelembe vehessük, egy úgynevezett hasznosítási együttható bevezetésére van szükség (jelöljük ezt μ -vel). A hasznosítási együttható az összegyűjthető és a lehulló csapadéknak a hányadosával egyenlő. A gyűjthető vízmennyiség tehát a következőképpen alakul:

$$Q = h * A * \mu \quad (1)$$

ahol:

- | | | |
|-------|---|---|
| Q | - | Gyűjthető vízmennyiség [m ³] |
| h | - | Csapadékmennyiség [m, átszámolva miliméterből a mért csapadékértéket] |
| A | - | Tetőfelület [m ²] |
| μ | - | Hasznosítási együttható (tető anyagától, hajlásszögétől, kitettségétől függő) |

Az egyes tetőtípusokra jellemző hasznosítási együtthatókat az 1. táblázat mutatja:

1. táblázat. A tető anyagára jellemző hasznosítási együtthatók értékei

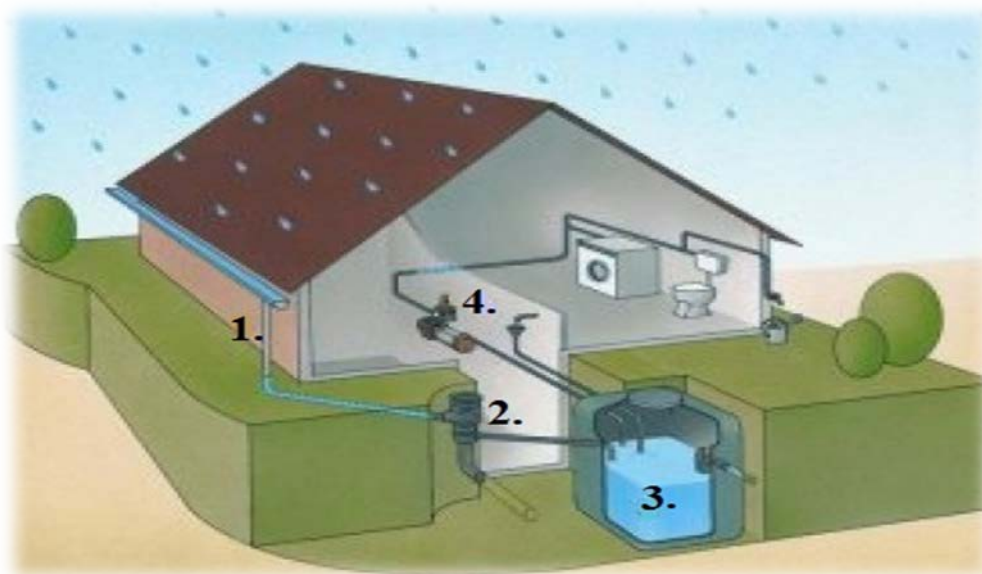
A tetőfedés fajtája	Hasznosítási együttható (μ)
Égetett agyagcserép	0,90
Palafedés	0,80
Bitumenes lemezfedés	0,80
Fémborítás	0,70
Lapos tető kavicsszórással	0,60

2.3 A csapadékhaznosító rendszer és azok elemei

A csapadékhaznosító rendszer négy alapvető szerkezeti egységből áll:

- Csapadékvízet bevezető szerelvények
- Tisztító egység
- Ciszterna
- Szivattyú

Az egyes szerkezeti egységeket és ezek kapcsolódását az 1. ábrán mutatjuk be:



1.ábra. Csapadékhaznosító rendszer elvi felépítése.
[www.merkapt.siteset.hu]

3. Méretezés saját lakóingatlanra

Az átlagos évi csapadékmennyiség, amely a tető felületére lehullik: Debrecenben 30 éves átlag alapján ~ 680 mm, ez 1 m^2 -re számítva:

A tető vízfelfogó felülete 100 m^2

A hasznosítási együttható, agyagcserépre (1.sz. táblázatból):

A szűrők hidraulikus szűrési hatásfoka katalógus alapján:

A tetőről érkező esővízhozam ezen tényezők szorzatából tevődik össze

Behelyettesítve a saját értékeimet az esővízhozam értéke:

Tehát évente több mint 55 m^3 csapadékot lehet gyűjteni a házam tetejéről.

$$h_{cs}=0,68\text{m}^3/\text{év}$$

$$A=100\text{m}^2$$

$$\mu=0,9$$

$$\psi=0,9$$

$$Q=h_{cs}*A*\mu*\psi$$

$$Q=55,08 \text{ m}^3/\text{év}$$

Az egy háztartásra jutó éves nem ivóvíz-igény az adott háztartásra vonatkozó adatokból (pl. WC, takarítás, locsolás) és a felületi adatokból (zöld felület és kert nagysága) adódik össze. Mivel az ingatlanomon van kút, így a kerti locsolást abból valósítom meg. Így az éves helyettesítő csapadékvíz szükséglet egy személyre kalkulálva:

- WC öblítés: $8,8 \text{ m}^3/\text{év}$
- mosógép: $3,7 \text{ m}^3/\text{év}$
- takarítás/tisztítás: $0,8 \text{ m}^3/\text{év}$

Mivel négyen vagyunk családban, ezen értékek négyszerese a személyi igény. Ez éves szinten $53,2 \text{ m}^3$. Tehát több mint 53 m^3 ivóvíz csapadékvízzel való kiváltására van lehetőségem évente. A tartály méret meghatározásánál figyelembe kell venni, hogy pl. 4 hetes „biztonsági” tartalékra számoljak, az éves összegyűjtött csapadék $28/365$ -öd ($=0,077$) részével. A hasznosítandó térfogat meghatározása: $53,2 \times 0,077 = 4,08$, tehát az ajánlott tartálynagyság minimum 4 m^3 .

4. Következtetés

Mint minden beruházás kezdetén, itt is felvetődik a szokásos kérdés: „A befektetett pénzem mennyi idő múlva térül meg?” Erre a kérdésre nem egyszerű a válasz, különösen igaz ez az esővíz hasznosító rendszerek esetén. Komplet ház rendszerek vásárolhatóak már akár 300 e Ft-tól is, de kapható 1 MFt-os rendszer is, ami kerti locsolásra, és mosási felhasználásra is alkalmas. Mivel csak WC öblítés és takarítás céljára használom az esővizet, így a kisebb költségű rendszert választottam. A megtakarítás értéke éves szinten a jelenlegi Debrecenben érvényes víz- és csatornadíj értékkel (bruttó $587,80 \text{ Ft}/\text{m}^3$) számolva több mint 32 eFt. Ezek alapján a beruházás kb. 8-10 alatt térülhet meg. Talán szükséges lenne az állam támogató beavatkozása, mint a fejlettebb EU tagállamokban, pl. Németországban, ahol a rendszer beruházási költségének akár felét központi finanszírozzák.

Irodalom

- [1] Pálfai Imre, *Belvizek és aszályok Magyarországon. Hidrológiai tanulmányok* Vízügyi Közlemények 86. évf. 1-2. sz. (1879-2004.) Budapest, 2005, 318. oldal.
- [2] Glatz Ferenc, Somlyódy László, *A hazai vízgazdálkodás stratégiai kérdései*. Magyar Tudományos Akadémia, Budapest, 2002, 13. oldal.
- [3] Várallyay György, *A mezőgazdasági vízgazdálkodás talajtani alapjai*. Egyetemi jegyzet. FVM Vízgazdálkodási Osztály, Budapest–Gödöllő, 2003, 4. oldal.
- [4] Láng I., Csete L. & Jolánkai M. (szerk.), *A globális klímaváltozás: hazai hatások és válaszok. A VAHAVA jelentés*. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest, 2007, 23. oldal.
- [5] Ligetvári Ferenc (szerk.), *Felmelegedés és vizeink (válogatott írások)*. Agroinform Kiadó, Budapest, 2006, 23. oldal.
- [6] Pálfai Imre, *Éghajlatváltozás és aszály*. „KLÍMA-21” Füzetek. 49. szám, 2007, 60. oldal.
- [7] Várallyay György, *Klímaváltozások lehetséges talajtani hatásai a Kisalföldön*. „Agro-21”, füzetek, 43. szám, 2005, 12. oldal.
- [8] Thomas Terry, *Domestic water supply using rainwater harvesting*. Building research and information, Volume 26 Issue 2, 1998, 95. oldal.

A kutatás a TÁMOP-4.2.4. A/2-11/1-2012-0001 Nemzeti Kiválóság Program című kiemelt projekt keretében zajlik. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

NAGYAKTIVITÁSÚ RADIOAKTÍV HULLADÉK VÉGLEGES ELHELYEZÉSE AGYAGOS KÖZETBEN

HIGH LEVEL WASTE DISPOSAL IN DEEP GEOLOGICAL WASTE REPOSITORY IN CLAYSTONE

GERGELY Felicián⁽¹⁾, OSÁN János⁽¹⁾, FÁBIÁN Margit⁽¹⁾, TÖRÖK Szabina⁽¹⁾, Bart BAHEYENS⁽²⁾, Rainer DÄHN⁽²⁾, Marie MARQUES⁽²⁾

(1) MTA Energiatudományi Kutatóközpont, 1121, Magyarország, Budapest, Konkoly-Thege Miklós út 29-33.; Telefon: +36-1-392-2222/1176

(2) Paul Scherrer Institute 5232 Villigen PSI, Switzerland ; Phone: +41 56 310 21 11

Abstract

The work is summary of the sorption investigations involving radionuclides and the geochemical matrix of a deep geological repository for high level radioactive waste. The sorption of Cs^+ , Ni^{2+} , Zn^{2+} , Co^{2+} , Eu^{3+} , Nd^{3+} , Th^{4+} and $(\text{UO}_2)^{2+}$ was investigated on clay rich rock systems like Boda Claystone Formation (Hungary) and Opalinus Clay (Switzerland). Because of the extreme inhomogeneity of the rocks, macroscopic experiments based on sorption isotherms do not provide sufficient information. The microscopic experiments were carried out on thin sections prepared from the argillaceous rocks. The samples were immersed into solutions containing various concentrations of the ions of interest. X-ray spectroscopic methods were applied for this task, both in laboratory and at synchrotron radiation facilities. The measured data were compared to calculated ones applying 2SPNE SC/CE (2 Site Protolysis Non Electrostatic Surface Complexation and Cation Exchange) adsorption model. A reasonable agreement was found between the prediction of the measured and modelled results from the bounding sites and bounding mechanisms. The X-ray fluorescence and diffraction measurements showed that Ni and Cs were predominantly taken up by the argillaceous phases. U and Nd was found to be bound not only to the clayey matrix, but the cavity filling minerals also played important role in the uptake.

Keywords: X-ray spectroscopy, sorption, radioactive waste, clay mineral

Összefoglalás

A munka a nagyaktivitású radioaktív hulladék mélygeológiai tárolásánál elvégzett szorpciós vizsgálatokat foglalja össze a radioaktív ionok geokémiai mátrixon történő megkötődését illetően. Cs^+ , Ni^{2+} , Zn^{2+} , Co^{2+} , Eu^{3+} , Nd^{3+} , Th^{4+} , UO_2^{2+} ionok megkötését vizsgáltuk a magyarországi Bodai Agyagkő Formáción, illetve a svájci Opalinus Agyagon, melyek komplex összetételű agyagos kőzetek. A kőzetek nagyfokú heterogenitása miatt a szorpciós izotermákon alapuló makroskálájú kísérletek nem nyújtanak elegendő információt. Mikroskálájú kísérleteinkhez az agyagkő mintákból csiszolatokat készítettünk és azokat a vizsgált ion különböző koncentrációjú oldatába áztattuk. A vizsgálati módszerek röntgenspektroszkópiás eljárások voltak laboratóriumi szinten illetve külföldi szinkrotronoknál. A mérési eredményeket összehasonlítottuk a 2SPNE SC/CE (2 Site Protolysis Non Electrostatic Surface Complexation and Cation Exchange) adszorpciós modellel végzett számításokkal. A mért és a modellezett eredmények a kötőhelyekről illetve a megkötési mechanizmusokról felállított feltételezéseket több ion esetében is jó közelítéssel alátámasztották. Röntgenfluoreszcens és -diffrakciós vizsgálataink megmutatták, hogy az agyagos fázisok felelősek túlnyomó részt a nikkel, illetve a cézium felvételéért. Az U és Nd esetén azt találtuk, hogy a felvételnél nem csak az agyagos fázis, hanem a üregkitöltő ásványok is fontos szerepet játszanak.

Kulcsszavak: röntgen-spektroszkópia, adszorpció, radioaktív hulladék, agyagásvány

1. Bevezetés

A szerződésekkel is alátámasztott nemzetközi gyakorlat szerint a nagyaktivitású radioaktív hulladékot abban az államban kell elhelyezni, ahol az keletkezett. A kiégett fűtőelemek, illetve nagyaktivitású hulladékok elhelyezésének biztonságos módja a mélygeológiai tárolás lesz, amelynek alapvető célja, hogy visszatartsa a radionuklidokat a mérnöki gáton belül, illetve a befogadó kőzetben, így gátolva annak bioszférába jutását hosszú időn át. Ez a tározási technika egymást kiegészítő vagy egymásra épülő gáton (többszörös gátak, mélységi védelem) alapul, melyek a hulladék kémiai formája (kondicionálás), a hulladékcsomag burkolata, a tárolóteret kitöltő anyag (puffer zóna) és a befogadó kőzet. Befogadó kőzetként az agyagos képződmények a legmegfelelőbbek. Előnyös tulajdonságaik a kis porozitás és permeabilitás, kémiai pufferekapacitás, repedések duzzadások által történő öngyógyítása valamint különösen a kationként jelen levő radionuklidok migrációjának gátlása. A Bodai Agyagkő Formáció (BAF) eddigi vizsgálatai rámutattak, hogy a formáció alkalmas a nagy aktivitású hulladékok elhelyezésére, azonban további vizsgálatok indokoltak.

2. Kutatómunka leírása

A most folyó PSI – MTA EK kutatási projekt keretében a BAF-ban és a svájci Opalinus agyagban (OPA) (amelyek ásványtanilag heterogén kőzeteknek számítanak) különböző radionuklidok megkötődésének vizsgálatával foglalkozunk. Egyik legfontosabb cél az agyagos kőzetek felületi szorpciós tulajdonságainak meghatározása. Fontosnak tartjuk, hogy a radionuklidok megkötődéséhez kapcsolódó vizsgálatok nemcsak klasszikus áttörési teszteken alapulnak, hanem heterogén kőzetmintákon (csiszolatokon) lettek megtervezve a szorpciós kísérletek mikroszkopikus skálájú vizsgálatok céljából. A heterogén kőzetet alkotórészekre bontva azonosítani kell az(oka)t az ásványi fázis(oka)t, amely elsősorban felelős(ek) a kiválasztott kulcs-radionuklidok megkötéséért.

A célok eléréséhez röntgen-mikroanalitikai módszereket alkalmazunk, amelyekkel hatékonyan vizsgálható a radionuklidok megkötődése mikrométeres mérettartományban. A vizsgálati módszerek a következők:

- mikro-röntgenfluoreszcencia (μ -XRF)
- mikro-röntgendiffrakció (μ -XRD)
- röntgenabszorpció (μ -EXAFS, bulk-EXAFS)
- pásztázó elektronmikroszkópia (SEM)
- transzmissziós elektronmikroszkópia (TEM)

A munka három részre osztható: mérésekre, kísérletekre illetve modellezésre. A migrációs modell felépítéséhez meg kell különböztetni az alábbi részfolyamatokat:

$$\left(\frac{dc}{dt}\right) = S(t) + A + D + R + P - \lambda c \quad (1)$$

$S(t)$: időtől függő forrás-tag;

A : A hidraulikus potenciál gradiense által hajtott advektív vízi áramlás (transzmisszió);

D : Az oldott anyagok kémiai potenciál gradiens által hajtott diffúziója ;

R : reakció a migráló oldott radionuklid illetve a környező szilárd geokémiai mátrix között

P : csapadékképződés

λc : radioaktív bomlás, λ a bomlási állandó [s^{-1}].

Kutatásunk fő területe a reakciók (ide soroljuk a fizikai és kémiai szorpciót is) vizsgálata. A kiindulás az, hogy a radioaktív nuklidok ionjai/komplexei találkoznak egy olyan felülettel, mely képes őket felületi komplexációval vagy ioncserés mechanizmussal megkötni. A reakció

sebessége egy kétfázisú folyamat esetén függ a kérdéses ion/komplex és a mátrixban található egyéb ionok koncentrációjától (c_i) és a sztöchiometrikus koefficiensről (v_i) is:

$$\left(\frac{dc}{dt}\right)_R = -k * \prod_{i=1}^n c_i^{v_i} \quad (2)$$

A 2-es egyenlet bal oldalán szereplő koncentrációváltozás (ami egyébként az 1-es egyenletben szereplő reakciónak felel meg) a folyadékfázisban a kérdéses ion(ok) fogyási sebessége azaz a folyadékfázisból a szilárdba történő vándorlás sebességét jelenti.

Az egyes ionok retencióját okozó megkötés a meghatározó folyamat (nem a diffúzió vagy az advekciónak), ugyanis ennek hatékonysága radionuklidról radionuklidra jelentősen változik, míg a másik két tényező hatása nyomnyi mennyiségű szennyezők esetében lényegében hasonló. Mindenképpen fontos meghatározni, hogy szorpció vagy ioncsere jön létre a kérdéses elemek illetve az agyagos közet között, és meg kell határozni azt is, hogy reverzibilis vagy irreverzibilis folyamatról van-e szó. A helyes modellezés erősen támaszkodik a különböző mérési illetve kísérleti eredményekre, melyekkel szintén foglalkozni fogok a későbbiekben a doktori munkám során.

3. Kísérleti rész

A kísérlet során 8 kation szorpcióját vizsgáltunk: Cs^+ , Ni^{2+} , Zn^{2+} , Co^{2+} , Eu^{3+} , Nd^{3+} , Th^{4+} , $(\text{UO}_2)^{2+}$. Az ionok kiválasztásánál figyeltünk arra, hogy a radioaktív hulladékban várhatóan előforduló, különböző ionerősséggel, illetve sztöchiometriai együtthatókkal rendelkező ionokra egyaránt kiterjedjen a vizsgálat illetve, hogy adott ionra a szükséges felületi borítottság elegendően nagy legyen, hogy a rendelkezésre álló eszközparkkal (ittthoni laboratóriumi μ -XRF, illetve szinkrotronos μ -XRF/XRD/EXAFS) a mérések elvégezhetők legyenek. A csiszolatok a MECSEKÉRC Zrt. által a helyszínről (Nyugat-Mecseki Antiklináris, illetve Gorica-blokk), illetve a svájci Opalinus agyagból származó fúrómagok adott mélységű rétegéből készültek és szilícium lapokra lettek rögzítve. Vastagságuk 30-100 μm között mozgott. A projektben társintézetünk, a Paul Scherrer Institute (PSI) eközben ugyanazokból a rétegekből makroszkopikus méréseket végzett, felvette azokat a szorpciós izotermákat illetve szorpciós éleket, amik alapján kiszámolhattuk, hogy adott ion tartalmazó oldatnak milyen koncentrációjának kell lennie a célul kitűzött felületi borítottság eléréséhez. A kész mintákat először itthon szekunder targetos XRF mérőberendezés segítségével vizsgáltuk, majd Németországban a KIT ANKA-ban szinkrotronon nagy laterális felbontású elemtérképeket vettünk fel és adott pontokban diffrakciós képeket is rögzítettünk. A svájci partner ezen felül az SSRL (USA) és az ESRF (Franciaország) szinkrotronnál is elnyert bulk-EXAFS mérési lehetőségeket. A bulk-EXAFS mérésre alkalmas minták az adott ionra felvett szorpciós izotermák alapján feltételezett kötőhelyekre jellemző koncentráció értékpárok (c_{eq} , c_{sorbed}) kiválasztásával készültek.

4. Eredmények

Az elemtérképek kiértékelése után bizonyos esetekben megállapítható volt, hogy melyik ion melyik ásványi fázishoz kötődött felületi komplexáció, ioncsere vagy új fázis keletkezése révén. A szinkrotronos μ -XRF vizsgálataink megmutatták, hogy korreláció van a Ni- és Cs illetve a Fe-ban és K-ban gazdag régiók között ami arra enged következtetni, hogy az agyagos fázisok felelősek túlnyomó részt a nikkell, illetve a cézium felvételéért. Ezt az eredményt μ -XRD méréseink is alátámasztják, az illit és montmorillonit mint a fő ásványi fázisok

kimutatásával a csiszolatok nagy Ni- és Cs-tartalmú pozícióiban. Az U és Nd esetén ellenben azt találtuk, hogy a felvételnél nemcsak az agyagos fázis, hanem a üregkitöltő ásványok is fontos szerepet játszanak.

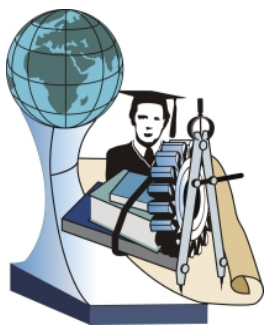
A különböző mérési eljárásokból komplex eredményt kaptunk tiszta illitre és montmorillonitra, illetve folyik még jelen pillanatban is a BAF és OPA vizsgálata. Az EXAFS, XRF, illetve XRD mérések eredményeit, melyek információval szolgáltak a szorpcióért/ioncseréért felelős ásványi fázisokról, a kötőhelyekről, a kötési mechanizmusokról és az adott ion lokális környezetéről, összevetettük a kiindulási feltételezésekkel (hogy melyik ion elvileg hova köthet; illetve milyen reakcióval mennyire reverzibilisen/irreverzibilisen történik a szorpció/ioncsere) és bebizonyítottuk egyes ionok esetén, hogy a kiindulási feltételezések helyesek voltak. Lényeges, hogy a kísérleti és a modellezett eredmények rendelkezésre állnak tiszta illitre és montmorillonitra is. A közeljövőben tervezzük a méréseket az agyagos kőzetekben szintén megtalálható kaolinitre, hematitra, illetve kloritra.

5. Összefoglalás

Munkánk során a nagyaktivitású radioaktív tárolók biztonságos tervezéséhez, hely kiválasztásához elengedhetetlen geokémiai mátrix szorpciós tulajdonságait vizsgáltuk mikroskálájú és makroskálájú röntgen-fluoreszcenciás, röntgen-diffrakciós, röntgen-abszorpciós és elektronmikroszkópos módszerekkel. A kutatási konzorcium által használt (és fejlesztett) modell eredményei több vizsgált ion esetében jól illeszkedtek a mérési végeredményre, mely bizonyítja, hogy ezen ionok szorpciója főként az illiten illetve a montmorilloniton történik. Ezúton is szeretnénk megköszönni a Svájci-Magyar Együttműködési Program támogatását az SH 7/2/11-es számú projekt keretében illetve az RHK Kft.-nek, hogy biztosították számunkra a BAF mintákat.

Irodalom

- [1] D. Petruzzelli, F. Helfferich: *Migration and fate of pollutants in soils and sub-soils* (NATO Advanced Study Institute Series G. Ecological Sciences Vol. 32. 1993.)
- [2] Dániel Breitner, János Osán, Szabina Török, István Sajó, Rainer Dähn, Zoltán Máthé,
- [3] Csaba Szabó: *X-ray Microspectrometric investigations of Ni(II) uptake by argillaceous rocks of the Boda Siltstone Formation in Hungary* (NEA Clay Club Workshop Proceedings, 2011)
- [4] J. Osán, A. Kéri, D. Breitner, M. Fábrián, R. Dähn, R. Simon, S. Török: *Microscale analysis of metal uptake by argillaceous rocks using positive matrix factorization of microscopic X-ray fluorescence elemental maps*
- [5] Bradbury, M. H., Baeyens, B. (1997). "A mechanistic description of Ni and Zn sorption on Na- montmorillonite .2. Modelling." *Journal of Contaminant Hydrology* 27(3-4): 223-248.
- [6] Bradbury, M. H., Baeyens, B. (2000). "A generalised sorption model for the concentration dependent uptake of caesium by argillaceous rocks." *Journal of Contaminant Hydrology* 42(2-4): 141-163.
- [7] Bradbury, M. H., Baeyens, B. (2009a). "Sorption modelling on illite Part I: Titration measurements and the sorption of Ni, Co, Eu and Sn." *Geochimica Et Cosmochimica Acta* 73(4): 990-1003.
- [8] Bradbury, M. H., Baeyens, B. (2009b). "Sorption modelling on illite. Part II: Actinide sorption and linear free energy relationships." *Geochimica Et Cosmochimica Acta* 73(4): 1004-1013.



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

KÉTSZINTŰ KAPACITÁSMENEDZSMENT ÚJRAKONFIGURÁLHATÓ ÉS DEDIKÁLT ERŐFORRÁSOK ALKALMAZÁSÁVAL

BILEVEL CAPACITY MANAGEMENT WITH RECONFIGURABLE AND DEDICATED RESOURCES

GYULAI Dávid⁽¹⁾⁽²⁾

(1) *Fraunhofer Projektközpont, Cím: 1111, Magyarország, Budapest, Kende utca 13-17; Telefon: +36-1-279-6181, david.gyulai@sztki.mta.hu*

(2) *BME Gyártástudomány és –technológia Tanszék, Cím: 1111, Magyarország, Budapest, Egry József u. 1.*

Abstract

Managing changes and disturbances resulted by fluctuating order streams and diverse product portfolios requires efficient capacity management decisions and production planning strategies. High volume products can be produced cost efficiently on dedicated assembly lines, while the assembly of low runners is more efficient on reconfigurable lines. In the paper a hierarchical planning decision workflow is presented to assign the products to dedicated and reconfigurable lines, and optimize the system configuration and the production plan of the reconfigurable system in an integrated way. The proposed solution is demonstrated through the results of an industrial case study.

Keywords: capacity management, reconfiguration, production planning, optimization

Összefoglalás

Az ingadozó vevői megrendelések és összetett termékportfóliók eredményezte változások és zavarok kezelése hatékony kapacitás- és termeléstervezési módszereket igényel. A nagy darabszámban előállított termékek gyártása gazdaságosabban oldható meg dedikált gyártósorokon, azonban az alacsony darabszámok esetén az újrakonfigurálható rendszerek alkalmazása célszerűbb. A cikk egy olyan hierarchikus döntési folyamatot mutat be, amely költség-optimalis módon rendeli hozzá az egyes termékek gyártását dedikált, illetve újrakonfigurálható szerelősorokhoz, valamint meghatározza az optimalis erőforrás-készletet és termelési tervet az újrakonfigurálható sorok esetén.

Kulcsszavak: kapacitásmenedzsment, újrakonfigurálás, termeléstervezés, optimalizálás

1. Bevezetés

A hosszútávon történő stratégiai termeléstervezés és erőforrás-hozzárendelés összetett döntési feladatot jelent, ugyanis a tervek meghatározásakor nem csak az aktuálisan rendelkezésre álló kapacitásokat és vevői megrendeléseket, hanem a termék életciklusának időbeli változását is figyelembe kell venni, amely közvetlen módon hat a darabszámok változására. Amennyiben egy cég változatos termékpalettával rendelkezik, a hagyományos gyártórendszer struktúrák nem minden esetben elég rugalmasak ahhoz, hogy hatékonyan

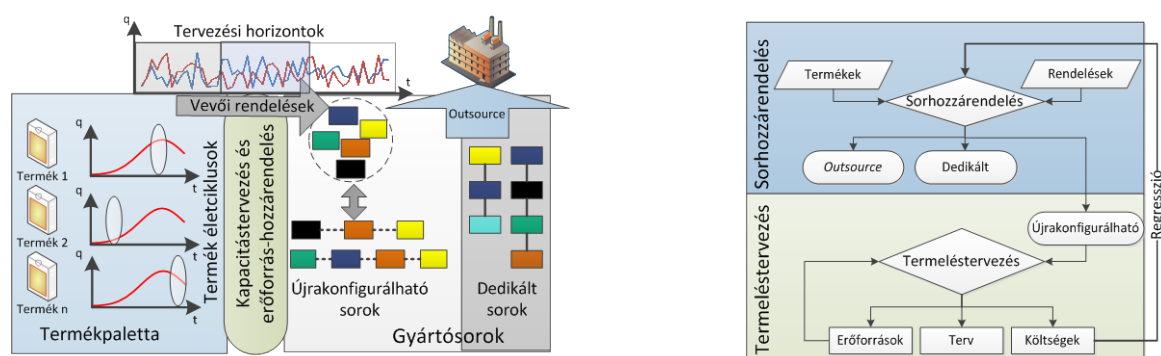
tudjanak alkalmazkodni azokhoz a változásokhoz, amelyek a termék életciklusának különböző fázisaiban jelentkeznek. Az egyes termékek darabszámától függően több módszer létezik a költséghatékony gyártásra: a dedikált gyártó/szerelősorok a nagy darabszámú termékek, az úgynevezett újrakonfigurálható sorok a kis darabszámú, de több termékből álló termékmixek esetén jelentenek olcsóbb megoldást.

A szakirodalomban sok módszer foglalkozik az újrakonfigurálható gyártórendszerekkel, illetve a különböző, hatékony kapacitástervezési módszerekkel, azonban kevés olyan található, amely a két téma területet együtt alkalmazza. Ceryan és Koren két termék gyártására mutat be hatékony kapacitástervezési módszert, ami az ún. „flexible premium” segítségével határozza meg, hogy mely termék gyártását érdemes dedikált valamint rugalmas erőforrásokhoz rendelni [1]. A dinamikusan változó vevői megrendelések miatt a kapacitástervezési módszereket gyakran Markov döntési folyamatként modellezik, amely véletlenszerűen változó paraméterek esetén is alkalmas hatékony döntési stratégia meghatározására [2][3][4].

A szerző egy korábbi tanulmányában bemutatásra került egy módszer, amely a már meglévő, dedikált szerelősorokat váltja ki moduláris, újrakonfigurálható erőforrások alkalmazásával [5]. A különböző mobil munkaállomások mindegyikén az operátorok meghatározott szerelési műveletet (pl. csavarozás, préselés) végeznek, és emellett a termék szerelési folyamata alapján meghatározható, hogy milyen munkaállomások szükségesek a gyártáshoz. Mivel a munkaállomások mozgathatók, illetve a különböző technikai paramétereik állíthatók (pl. csavarozási nyomaték, cserélhető készülékek), a munkaállomásokat az éppen gyártani kívánt termék függvényében át lehet alakítani (újrakonfigurálni) egy szerelősorrá, amin az adott termék szerelését el lehet végezni.

2. A kapacitástervezési probléma

A dolgozatban bemutatásra kerülő új módszer egy változatos termékpalettával (sok termék, nagyon eltérő darabszámok) rendelkező gyár esetén költséghatékonyan képes hozzárendelni a termékek szerelési folyamatát dedikált, illetve újrakonfigurálható erőforrásokhoz, esetleg alvállalkozóhoz (*outsourcing*), valamint meghatározza az optimális erőforrás-készletet és termelési tervet az újrakonfigurálható sorok esetére (1. ábra).



1-2. ábra. Az alkalmazott döntési folyamat szemléltetése

2.1. A költségmodell

A termékek erőforrás típusokhoz történő hozzárendelése hosszabb időtávú döntéseket igényel, ennek megfelelően a figyelembe vett költségmodell is csak a beruházásokat, illetve a sorok üzemeltetésével járó kiadásokat foglalja magában. A dedikált sorok és az alvállalkozónak történő kiadás esetén a gyártási költségek lineáris függvényei a darabszámoknak: dedikált sorok esetén magas fix költség és kis meredekség, alvállalkozó

esetén alacsony fix költség és nagy meredekség. Az újrakonfigurálható szerelősorok esetén a gyártási költség (C^R) általános, nemlineáris függvénye a darabszámoknak, ugyanis az alkalmazott termelési terv nagymértékben befolyásolja a szükséges erőforrások mennyiségét, illetve az üzemeltetés költségeit is.

2.2. A döntési folyamat

A kapacitás-menedzsment két döntési szintet alkalmaz: a sor-hozzárendelési szinten hosszútávon dől el, hogy mely terméket milyen erőforrás típusokhoz kell hozzárendelni a gyártási költségek minimalizálása érdekében, a termelés-tervezési szinten az újrakonfigurálható rendszer költség-optimalis erőforráskészletét és termelési tervét határozzuk meg. Mindkét szinten fix hosszúságú, gördülő horizonton történik a tervezés, és a döntések figyelembe veszik a már meglévő erőforrásokat is (2. ábra).

3. Kétszintű kapacitásmenedzsment

3.1. Sor-hozzárendelés

A sor-hozzárendelés során a különböző termékek gyártását rendeljük hozzá a dedikált illetve újrakonfigurálható szerelősorokhoz, valamint alvállalkozóhoz. Mivel az újrakonfigurálható esetben a gyártási költség függvénye nem adható meg zárt alakban, ezért az alsó (termelés-tervezési) szinten történő, véletlenszerűen generált scenáriók tervezési eredményei alapján a következő regressziós függvényt vezetjük be:

$$C^R \approx \beta_0 + \sum_{p \in R} \left(\beta_1 + \beta_2 p_p q_p + \sum_{j \in J} \beta_{j+2} r_{jp} \right) = \beta_0 + \sum_{p \in R} \alpha_p, \quad (1)$$

ahol β_0 fix paraméter, α_p pedig termékenként változik. A sorok költség-optimalisan hozzárendelhetők a három különböző eset valamelyikéhez, ha minden p termék esetén meghatározzuk azt, hogy mely rendszerben a legalacsonyabb a termékhez társított költség-paraméter.

3.2. Termelés-tervezés

A termelés-tervezési szinten integrált módon történik meg az erőforráskészlet, illetve a termelési terv optimalizálása, a probléma megfogalmazható az alábbi egészértékű programozási modell segítségével:

$$\min \sum_{j \in J} e_j n_j + h \sum_{t \in T} \sum_{p \in R} x_{tp} + \sum_{t \in T} \sum_{j \in J} \sum_{p \in R} o_j r_{jp} x_{tp} \quad (2)$$

$$(3)$$

$$n_j + n_j^0 \geq \sum_{p \in R} r_{jp} x_{tp} \quad \forall j, t \quad (4)$$

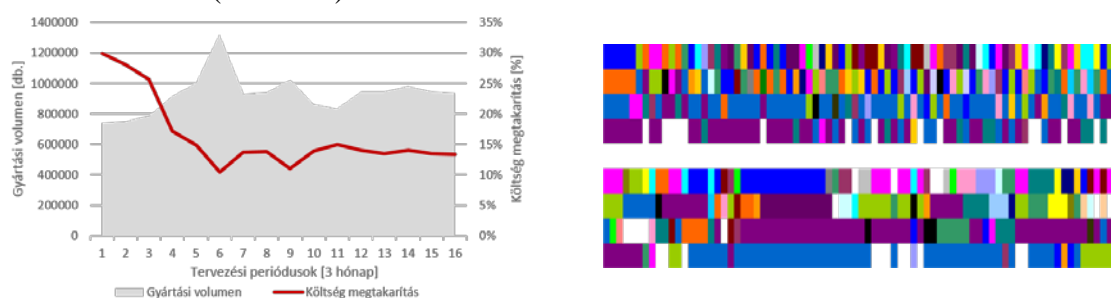
$$\left\lceil \frac{q_p p_p}{s} \right\rceil = \sum_{t \in T} x_{tp} \quad \forall p \quad (5)$$

$$n_j \geq 0, \quad x_{tp} \in \{0,1\} \quad \forall j, t, p \quad (6)$$

Ahol e, o, h a beruházás, üzemeltetés, illetve emberi erőforrás költsége; q_p és p_p a p termék gyártási darabszáma illetve normaideje. A p termék szerelési folyamata által igényelt erőforrások száma r_{jp} , a már meglévő erőforrások száma n_j^0 , a műszakok hossza s . Az optimalizálás során meghatározandó döntési változók n_j az újonnan beszerzendő erőforrások száma, illetve x_{tp} , amely megadja, hogy p terméket t műszakban gyártják-e ($x_{tp}=1$) vagy nem ($x_{tp}=0$).

4. Eredmények

A futtatási eredményeket egy gyár valós adatai alapján végeztük el 67 termékre. A sor-hozzárendelés során a bemutatott regressziós módszer hatékonyan becsülte az újrakonfigurálható rendszerben történő gyártás költségeit ($R^2=0,98$), illetve belátható hogy a módszer és a moduláris újrakonfigurálható sorok alkalmazása esetén jelentős költségmegtakarítás érhető el ahhoz az esethez viszonyítva, ha csak dedikált sorokat alkalmaztunk volna (3-4. ábra).



3-4. ábra. A sor-hozzárendelési (bal) és termelés tervezési feladat eredményeinek szemléltetése (jobb)

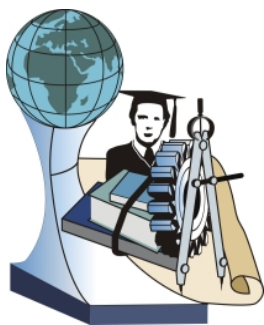
A termelés tervezési szinten költség-optimalis erőforráskészlet határozható meg, valamint a műszakok sorrendjét is optimalizálni lehet az újrakonfigurálás szempontjából, amennyiben a feladatot utazóügynök problémaként felírva például lokális kereséssel oldjuk meg. Ezáltal a kiindulási állapothoz képest sokkal egyenletesebb műszakrendet kapunk, amely még kielégíti az erőforráskorlátokat, azonban minimalizálja az újrakonfigurálás számát.

7. Összefoglalás

A dolgozatban egy új, kétszintű kapacitásmenedzsment módszer került bemutatásra, amely a gyártási költségek csökkentése érdekében az egyes termékek szerelési folyamatait dedikált, illetve újrakonfigurálható erőforrásokhoz rendeli hozzá. Az alkalmazott egészértékű programozási valamint többváltozós regressziós modell segítségével az erőforrások száma, illetve lokális keresés segítségével a termelési terve műszakjainak sorrendje is optimalizálható.

Irodalom

- [1] Ceryan, O., Koren, Y., *Manufacturing Capacity Planning Strategies*, CIRP Annals–Manufacturing Technology, 2009, 58/1:403-406.
- [2] Lanza, G., Peters, S., *Integrated Capacity Planning over Highly Volatile Horizons*, CIRP Annals–Manufacturing Technology, 2012, 61/1:395-398.
- [3] Asl, F. M., Ulsoy, A. G., *Stochastic Optimal Capacity Management in Reconfigurable Manufacturing Systems*, CIRP Annals–Manufacturing Technology, 2003, 52/1:371-374.
- [4] Colledani, M., Tolio, T., *A Decomposition Method to Support the Configuration/Reconfiguration of Production Systems*, CIRP Annals–Manufacturing Technology, 2005, 54/1:441-444.
- [5] Gyulai, D., Vén, Z., Pfeiffer, A., Váncza, J., Monostori, L., *Matching Demand and System Structure in Reconfigurable Assembly Systems*, Procedia CIRP, 2012, 3:579-584.



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

AZ EMBERI HŐÉRZET VIZSGÁLATA DINAMIKUSAN VÁLTOZÓ KÖRNYEZETI FELTÉTELEK MELLETT

THE INVESTIGATION OF HUMAN THERMAL COMFORT UNDER DYNAMICALLY CHANGING ENVIRONMENTAL CONDITIONS

GYULAI Zoltán

*Debreceni Egyetem Műszaki Kar, Épületgépészeti és Létesítménymérnöki Tanszék, Cím:
4028 Magyarország, Debrecen, Ótmető u. 2-4.; Telefon: +36 (52) 415-155, E-mail:
gyulai03@hotmail.com*

Abstract

People spend significant part of their life in closed places. The requirements of these places, furthermore the demands of the people, who live in these rooms, have continuously increased during the last few decades. Up to now, the assurance of people's thermal comfort, as well as the fresh air supply became available during any period of the year. However, the expenditures and the amount of energy consumption, that are necessary to ensure the above mentioned conditions, became an important issue. I perform a research regarding surface heating and cooling systems which are used for short time periods. My research is supported by the Loránd Eötvös Student Scholarship within the framework of 'National Excellence Program'¹. The title of my research is 'The investigation of the human thermal comfort under dynamically changing environmental conditions. In the course of my research I search the evolved thermal comfort that is caused by the periodically operated surface heating and cooling systems. My research was performed with the involvement of living people during summer and winter periods in the Sustainable Building Energy Information Center of the University of Debrecen. In my research report I presented the preliminary calculations, technical features of the applied floor heating system and the changing of room temperature that was used in my research during the heating and cooling periods.

Keywords: Comfort theory, floor heating, surface heating, National Excellence Program

Összefoglalás

Életünk meghatározó részét épületek zárt tereiben töltjük. Ezen terek követelményei, a benne tartózkodó emberek igényei folyamatosan növekedtek az elmúlt évtizedekben. Napjainkra megoldatóvá vált a bent tartózkodó személyek megfelelő hőérzetének, friss levegő ellátásának biztosítása az év bármely szakaszában, egyre nagyobb kérdés azonban, hogy milyen áron, mennyi energiával lehet mindezt biztosítani. A Nemzeti Kiválóság Program keretében elnyert Eötvös Loránd Hallgatói Ösztöndíjpályázat támogatásával¹. Az emberi hőérzet vizsgálata dinamikusan változó környezeti feltételek mellett címmel végzek kutatást a szakaszosan üzemeltetett felületfűtési/hűtési rendszerekkel. A mérések során nyári és téli időszakban mérési alanyok bevonásával vizsgálom a szakaszosan üzemeltetett rendszerek esetén kialakult hőérzetet a Debreceni Egyetem Fenntartható Épületenergetikai Információs Központjában. A dolgozatom témája a mérési alanyok bevonását megelőző számítások, az alkalmazott padlófűtési rendszer jellemzői, a későbbi mérésekhez használt helyiség hőmérsékletének változása a felfűtés, lehűlési időszakok alatt.

Kulcsszavak: komfortelmélet, padlófűtés, felületfűtés, Nemzeti Kiválóság Program

1. Bevezetés

Életünk meghatározó részét épületek zárt tereiben töltjük. Ezen terek követelményei, a benne tartózkodó emberek igényei folyamatosan növekedtek az elmúlt évtizedek során. A technika fejlődése lehetővé tette, hogy napjainkra megoldató a zárt terekben tartózkodó személyek magas elvárásainak biztosítása, a megfelelő hőérzet évszaktól független kialakítása. A hőérzet biztosítása azonban energiafelhasználással jár. „A lakás- és szolgáltatói ágazat, amelynek legnagyobb részét az épületek teszik ki, a Közösség végső energiafelhasználásának több mint 40%-át képviseli, és folyamatosan bővül...”[1]. A jelenséget felismerve az Európai Parlament és Tanács irányelvet dolgozott ki 2002/91/EK irányelv címmel, melyben rögzítik, hogy mivel az épületek hosszútávon befolyást gyakorolnak az egyes országok energiafelhasználására, így az új épületeknek eleget kell tenniük, a helyi éghajlat figyelembevételével kidolgozott minimális energiateljesítmény követelményeknek. Az irányelv értelmében kidolgozott hazai energetikai jellemzőkről szóló rendelet 2006-ban jelent meg, 7/2006. (V.24.) TNM rendelet az épületek energetikai jellemzőinek meghatározásáról címmel. A 2010/31/EU irányelv törekvéseivel összhangban kutatásomban, a Nemzeti Kiválóság Program keretében Hőérzeti feltételek vizsgálata dinamikusan változó mikrokörnyezeti paraméterek mellett címmel kutatást végeztem a szakaszosan üzemeltetett fűtési, illetve hűtési rendszerekkel. A kutatás része a szakaszos üzemmel elérhető energiamegtakarítás meghatározása. A mérések során nyári és téli időszakban mérési alanyok bevonásával vizsgálok a szakaszosan üzemeltetett rendszerek esetén kialakult hőérzetet a Debreceni Egyetem Fenntartható Épületenergetikai Információs Központjában. Jelen dolgozatomban a mérési alanyok bevonását megelőző számítások, az alkalmazott padlófűtési rendszer jellemzői, a későbbi mérésekhez használt helyiség hőmérsékletének változása a felfűtés, lehűlési időszakok alatt.

2. Elvégzett számítások

2.1 Kutatószoba jellemzői

Az élőalanyos mérések megkezdése előtt szükséges volt néhány megelőző számítást elvégezni. A mérések helyszínénél választott helyiség jellemzői, a későbbi számítások során alkalmazott értékek az 1. táblázatban találhatóak. A helyiség alapterülete 4,92x4,92 m, belmagassága az álmennyezetig 2,6 m. A külső határoló falak 30cm vastagságú hőszigetelő falazóblokkból készültek, 14 cm közetgyapot szigeteléssel. A belső falak falazólappal, a födémek monolit vasbetonból kerültek kialakításra.

táblázat: A 2. számú kutatószoba jellemzői

Külső falszerkezet hőátbocsátási tényezője	0,153[W/m²K]
Külső nyílászárók hőátbocsátási tényezője	1,6 [W/m²K]
Zárfödém hőátbocsátási tényezője	0,144 [W/m²K]
Padló szerkezet hőátbocsátási tényezője	0,229 [W/m²K]
C- Effektív hőtároló képesség:	10038 [kJ/K]
K - Hővesztési tényező:	30,15 [W/K]
T - Időállandó:	92,46 [h]
Q - Hőszükséglet (tk=-15°C; tb=21°C)	951 [W]
Padlófűtés teljesítménye méretezési állapotban	1068

2.2 Kutatószoba lehűlésének számítása

A fűtött tér hőtároló képessége meghatározó jelentőségű egy szakaszosan üzemeltetett fűtési rendszer elemzésénél, ugyanis a fűtési rendszer kikapcsolását követően a szerkezetekben tárolt hő áramlásától, és mennyiségétől függ a helyiség lehűlése, így az esetlegesen bent tartózkodó személyek hőérzete. A későbbi mérések során két okból is fontos a mérőszoba hőtároló képességének vizsgálata. Az egyik, a helyiség felfűtési idejének meghatározása, a mérések megkezdése előtt mennyivel kell hamarabb bekapcsolni a fűtési rendszert, hogy a kívánt helyiség hőmérsékletet elérjük. A másik ok a helyiség lehűlése, a mérések során várhatóan mennyivel fog csökkenni a hőmérséklet. A lehűlés mértéke az idő függvényében az alábbi összefüggéssel határozható meg [2]:

$$\Delta \vartheta_i = \vartheta_{i0} \left[1 - \exp\left(-\frac{\tau_{\text{üsz}}}{T}\right) \right] \quad (1)$$

ahol: $\tau_{\text{üsz}}$ - az üzemszünet hossza, T - időállandó; ϑ_{i0} - a helyiség túlhőmérséklete. A nagy hőtároló képességű építőanyagok miatt a választott mérőszoba hőtárolóképessége igen jelentős, a jó hőszigetelő képességnek köszönhetően pedig nagy időállandóval rendelkezik. A kapott értékekből az következik, hogy a helyiség az üzemszünetek alkalmával igen lassan hűl le. Számításaim alapján 21°C belső kiindulási és -5°C állandó külső hőmérséklet mellett 8 órás üzemszünet alatt, mindössze 2,1°C-ot fog várhatóan hűlni a kutatószoba léghőmérséklete. Ez azt is jelenti, hogy a későbbi élő alanyos mérések során a kb. 1,5 órára tervezett lehűlési időszakban az épületből távozó hő nem okoz majd számottevő hőmérséklet csökkenést.

2.3 Felfűtési idő

A kutatószoba fűtéséhez a mérések során padlófűtési rendszert fogok alkalmazni, ezért erre a hőleadó rendszerre végeztem el számításaimat. A felfűtési időt az alábbi összefüggés segítségével meghatároztam meg [2]:

$$T_f = T \ln \frac{n - \exp\left(-\frac{\tau_{\text{üsz}}}{T}\right)}{n - 1} \quad (2)$$

ahol: $\tau_{\text{üsz}}$ - az fűtési üzemszünet hossza, T - időállandó; n - a fűtési rendszerrel bevezethető hőmennyiség és a helyiség hőigényének hányadosa. A számításokat különböző fektetési távolságú padlófűtési rendszer esetére is elvégeztem. A kapott eredményekből kitűnt, hogy a 300 mm csőtávolsággal fektetett padlófűtés esetén a többi fektetési távolsághoz (100, 200 mm) képest jelentősen nagyobb felfűtési idő szükséges. Például -5°C külső hőmérséklet esetén 200 mm csőosztás esetén: kb. 3,3 óra, 300mm csőosztás esetén kb. 7 óra felfűtési időre kell számítani egy 3 órás üzemszünetet követően. Mivel a kutatószoba 300 mm-es fektetési távolságú padlófűtéssel rendelkezik, ezért ezzel a felfűtéshez szükséges idővel a későbbi mérések alkalmával számolnom kell. A kapott hosszú felfűtési idők magyarázata, hogy az épületet, a benne található helyiségekkel együtt folyamatos üzemre tervezték, jelenlegi állapotban azonban szakaszosan üzemel.

3. Mérési eredmények

A számítási eredmények alátámasztására, valamint a fűtési rendszer reagálásának megismerésének érdekében, méréseket végeztem a Debreceni Egyetem Fenntartható Épületenergetikai Információs Központjának 2. számú kutatószobájában. A méréseimhez a

tanszéken található Testo gyártmányú hőmérséklet távadó műszereket, tapintóhőmérőt, gömbhőmérőt, valamint az épületfelületei rendszer által mért és rögzített adatokat használtam fel. A mérések közül kiemelném az egyik, több órás mérés eredményeit, amely során a 4 órás felfűtés, majd a 4 órás lehűlés időszakában rögzítettem a levegő, fal és padlóhőmérsékleteket. A mérés alkalmával megfigyelhető volt a padlófűtési rendszer azon sajátossága, hogy a nagy hőtároló tömegéből adódóan bekapcsolást követően nem azonnal jelentkezett a hőmérséklet változása. Ez esetben a késés kb. 1 órás volt, a hatás azonban a kikapcsolást követően is megjelent, mellyel nem kívánt többlet hőleadás okozott a helyiségben. A mérés alatt érdekes állapot volt megfigyelhető, a felmelegedett padló lehűlése során a leadott hő és a helyiségből távozó hő mennyisége kiegyenlítette egymást, tehát további energia bevitele nélkül huzamosabb ideig (jelen mérés esetén kb. 2 órán keresztül) a hőmérséklet nem változott. A jelenségnek a későbbi kutatásomban fontos szerepe lesz, mivel ezen állapotot kihasználva a fűtési rendszer kikapcsolását (szakaszos üzem) követően se várható jelentős változás a bent tartózkodó személyek hőérzetében.

4. Összefoglalás

A nagy hőtároló képességgel rendelkező helyiség és a kisebb teljesítményű padlófűtési rendszer párosítása nem feltétlen kedvez a szakaszos üzemeltetésnek, azonban a kapott eredmények birtokában következtetni lehet a lejátszódó folyamatok időigényére. A méréseket követően a mért és számított értékek összehasonlításra kerültek. A helyiség lehűlésének számítása, igen pontos eredményt adott. A mért és számított eredmények eltérése $0,5^{\circ}\text{C}$ eltérést mutatott. A mérések alkalmával lehetőségem nyílt a mérő műszerek alkalmazásának megismerésére, az épület épületfelületei rendszerének kiismerésére. A vizsgált padlófűtési rendszer jellemzőinek ismeretében a későbbi mérések alkalmával könnyebben, akár a mérés közben is értelmezni lehet majd a mért eredményeket.

Köszönetnyilvánítás

Köszönöm a Debreceni Egyetem Épületgépészeti és Létesítménymérnöki Tanszék valamennyi munkatársának a kutatás során nyújtott segítségét valamint, hogy rendelkezésemre bocsátották a tanszéki mérőeszközöket.

Köszönöm a Nemzeti Kiválóság Programnak, hogy támogatásával hozzájárul a kutatás elvégzéséhez.

„A kutatás a TÁMOP-4.2.4.A/2-11/1-2012-0001 azonosító számú Nemzeti Kiválóság Program – Hazai hallgatói, illetve kutatói személyi támogatást biztosító rendszer kidolgozása és működtetése konvergencia program című kiemelt projekt keretében zajlott. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.”

Irodalom

- [1] Európai Parlament és Tanács: 2002/91/EK irányelv az épületek energiateljesítményéről, Brüsszel, 2002. december 16.
- [2] KALMÁR F.: *Energiafelhasználás csökkentése lakóépületekben*, Debreceni Egyetem, Debrecen 2009, p. 96-97.
- [3] Kalmár F., Kalmár T. *Analysis of floor and ceiling heating with intermittent operation* Environmental Engineering and management Journal. vol. 10. no. 9. p. 1243-1248.
- [4] Kalmár F., Kalmár T. *Interrelation between room geometry and mean radiant temperature*, Energy and Buildings Volume 55 (2012). p. 414-421.
- [5] Kalmár T. Kalmár F. *Comfort and energy analysis of heating up*. Int. Rev. of Applied Sciences and Engineering, 1 (2010), 1-2.p. 35-43.



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

HEGESZTETT VARRATOK HŐFOLYAMATAINAK VIZSGÁLATA VÉGES ELEM MÓDSZERREL

FINITE ELEMENT ANALYSIS OF THERMIC PROCESSES IN WELDED JOINTS

HARANGOZÓ József⁽¹⁾, KUTI János⁽²⁾

(1) Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, H-1081, Hungary, Budapest, Népszínház u. 8, mail.jozsef.harangozo@gmail.com

(2) Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, H-1081, Hungary, Budapest, Népszínház u. 8, kuti.janos@bgk.uni-obuda.hu

Abstract

The numerical designing technologies of today's industrial design and manufacturing practice are increasingly coming into use in construction processes of products using welded joints. During various welding procedures in the material complex thermic procedures take place. The distribution of these thermal influences is unequal, continuously changes in function of time and place. With use of finite element method I managed to set up a parametric model, with that I can approach substantive circumstances of thermic processes with decent punctuality.

Keywords: welding, finite element, numerical construction

Összefoglalás

Napjaink ipari tervezési, gyártási gyakorlatában széles körűen alkalmazott numerikus tervezési technológiák egyre inkább jelen vannak a hegesztett kötések is tartalmazó termékek tervezési folyamatában is. A különböző hegesztési eljárások során az anyagban összetett hőfolyamatok játszódnak le; a hőhatások eloszlása a munkadarabban egyenlőtlen, a hely és az idő függvényében folyamatosan változó igénybevételt ad. Véges elem módszerrel sikerült olyan, parametrizálható modellt létrehozni, mellyel a valós körülmények között végbemenő lehűlési folyamatok kellő pontossággal megközelíthetőek.

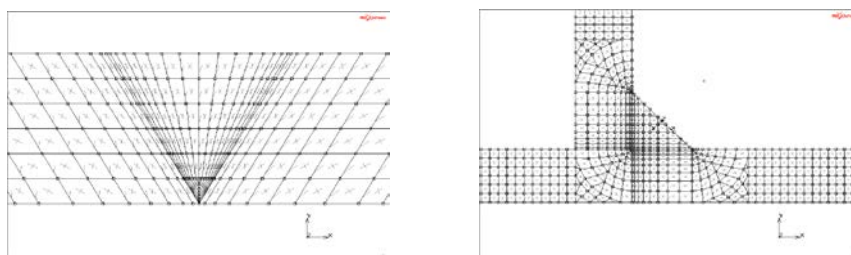
Kulcsszavak: hegesztés, véges elem, numerikus tervezés

1. A modellezés célja

A modellezés célja olyan, jól parametrizált modellek létrehozása, mellyel a valóságban végbemenő folyamatokat kellően megközelítő mértékben lehet vizsgálni. Ehhez egy tompavarrat- és egy sarokvarrat-geometriával rendelkező modellt hoztam létre, és velük hőfeladatokat oldottam meg. A modellezés során azt tartottam szem előtt, hogy a kapott eredmények kellőképpen közelítsék meg a valóságban esetlegesen végrehajtásra kerülő hegesztési vizsgálatok eredményeit. A modellezést a MARC MENTAT véges elem modellező szoftverrel végeztem.^[1]

2. Keresztmetszeti modellek felépítése

A tompavarrattal rendelkező geometria két darab, a sarokvarrat geometria három darab 125 mm x 4 mm-es elemből áll össze. A varrat típusa sík felületű egyoldali tompa V-varrat. Azért alkalmazom ezt a varratípust, mert így egyszerűbben lehet mindkét modellen azonos varratérfogatot létrehozni. A programfuttatás feladata ugyanakkora ömledék térfogat és ugyanakkora hőbevitel mellett az időfüggő hőfolyamat különbözőségének szemléltetése, valamint a varratkörnyezet változásának vizsgálata. Az eredmények megfelelő összehasonlíthatóságának érdekében mindkét modellen ugyanazokat a beállításokat hajtottam végre. A szerkezetek anyaga S235-ös acél.



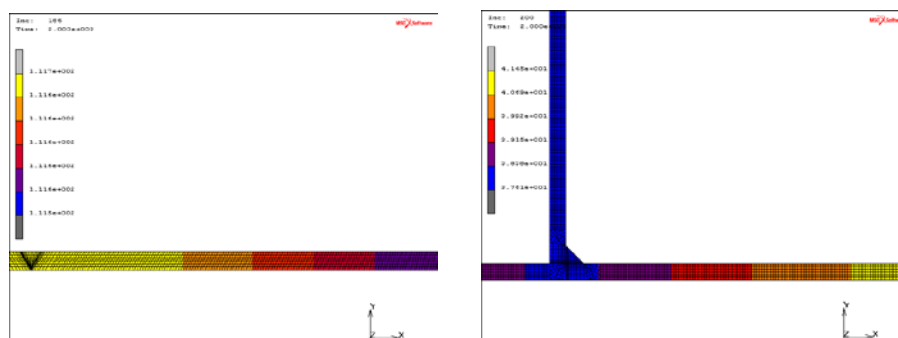
1. ábra. A tompavarrat és sarokvarrat modellek

3. Futtatás a Goldak modell segítségével

A hegesztési hőfolyamatok fizikájának lemodellezése összetett és nehezen megoldható feladat, a komplexitás csökkentésére matematikai modelleket alkalmazunk egy közelítően helyes megoldás elérésének érdekében; a fizikai folyamatok nagy részének elhanyagolása mellett. A MARC fentebb említett hegesztési modulban Goldak dupla-ellipszoid modelljét alkalmazza a hőáram modellezésére.^{[1],[2]}

A módszer azonban nem alkalmas a modellezés céljának elérésére, mert a két modell felmelegedési szakaszának hőmérsékletváltozása az eltérő méretű geometriákkal szemben támasztott követelményekkel ellentétben időben egyenlő nagyságú. A tompavarrattal rendelkező geometria-keresztmetszettel szemben a sarokvarrat-modellben nem alakul ki homogén hőeloszlás, valamint a számítás végén a függőleges elem és a varrat hőmérséklete alacsonyabb a vízszintes elemekénél, amelyek viszont azonos mértékben hőtartóak (2. ábra).

A két folyamat így módon érdemben nem összehasonlítható, az eredmény nem szolgálhat valós vizsgálatok alapjául, így más parametrizálási eljárás indokolt.



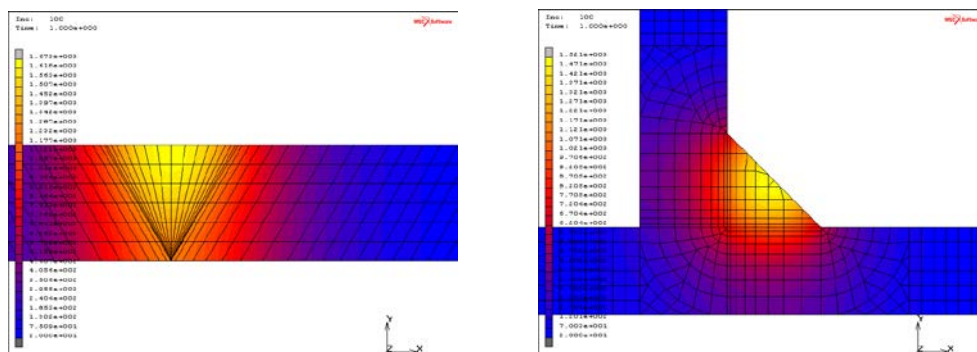
2. ábra. A tompavarrat és sarokvarrat modellek a számítás utolsó időpillanatában

4. Futtatás más paraméterezési eljárással

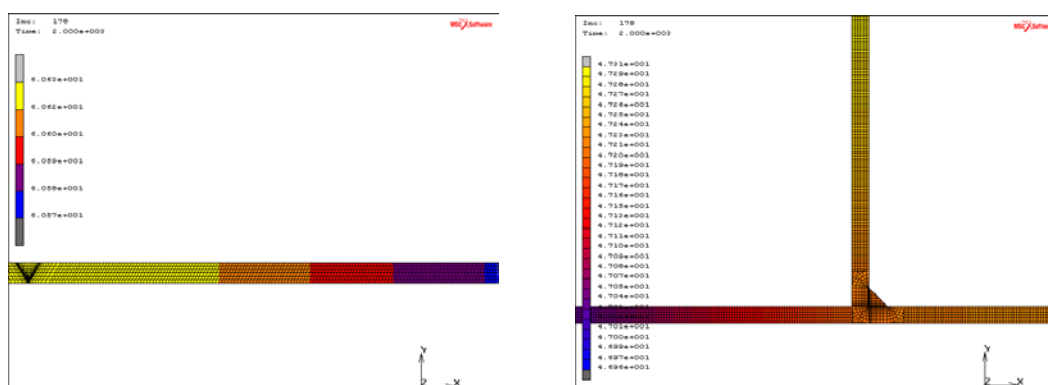
A második lehetséges megoldást a hegesztési modul figyelmen kívül hagyásával készítettem. Új termikus peremfeltételként felvettem egy volumetrikus fluxust és annak intenzitását ($\text{J}/\text{mm}^3/\text{s}$), majd hozzárendeltem a varrat elemeit. A MARC gyakorlata szerint a hőátadási analízis terhelései hőfluxusok, olyan skaláris mennyiségek, melyeket annak intenzitásával definiálunk^[1].

A futtatás eredményeképpen ugyanabban az időpillanatban nem egyeznek meg a legmelegebb pontok hőmérsékletének értékei, valamint kirajzolódik a hőbevitel helye és jól elkülönülnek a hőátmenetek már a varratgeometrián belül is (3. ábra). Láthatóan tovább kellene melegíteni a sarokvarratot ugyanakkora ömledék-hőmérséklet eléréséhez, mint a tompavarrat esetében. A sarok-geometria ebben az esetben is gyorsabban hűl. Az utolsó időpillanatban a sarokvarrat ábráján szembetűnik, hogy a varrat az előző beállításhoz képest nem hűlt ki, a hő nagy részét a függőleges és a jobboldali elem veszi fel, míg a bal oldali elem kevésbé vesz részt a hő elvezetésében (4. ábra).

A második futtatás eredményei jobban megközelítik a valós körülményeket, így ez a beállítás alapjául szolgálhat további feladatok megoldásának.



3. ábra. A tompavarrat és sarokvarrat modellek a számítás 1 s időpillanatában

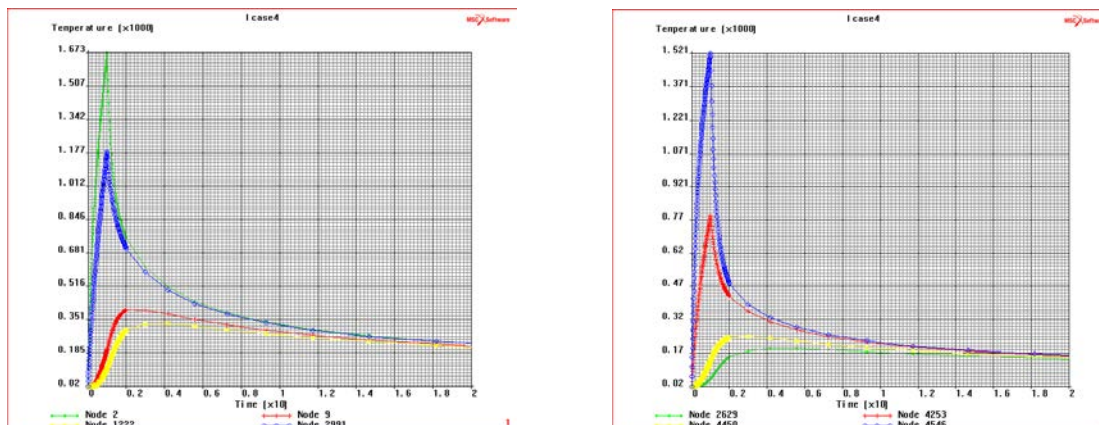


4. ábra. A tompavarrat és sarokvarrat modellek a számítás utolsó időpillanatában

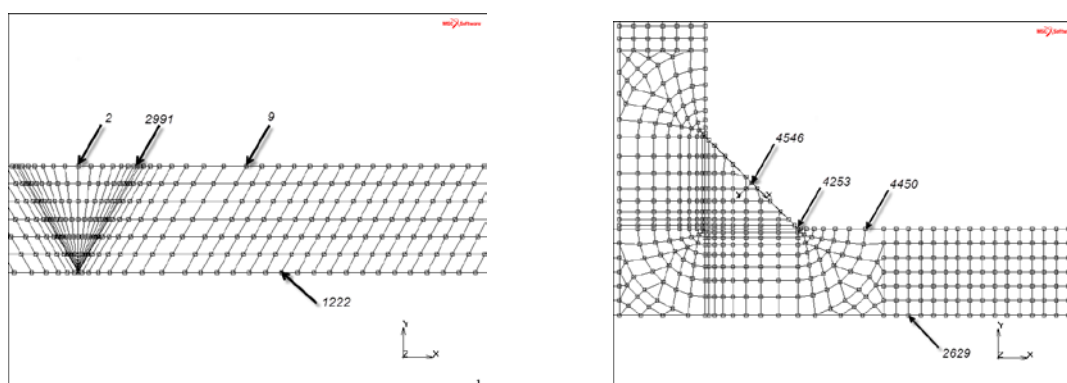
5. Lehülési diagramok vizsgálata

A tompavarrat-modell esetében a középpont hőmérséklete eléri az 1673°C -ot is, míg a sarokgeometria középpontja csak 1521°C -os a felmelegedési fázis végén. A diagramokon látható, hogy a nagyobb geometria ugyanakkora hőmérsékletre melegítéséhez több időre van szükség, a tompavarrat görbéi meredekebben emelkednek minden vizsgált pontban. A sarokgeometria esetében a felmelegedési szakasz hőterjedése is lassabb, a varrat széle és a középpont között nagyobb hőmérsékletkülönbség esik, mint a tompavarratban. A lehülési

szakaszban a varrat pontjainak és a közvetlen környezetük pontjainak görbéi összetartanak a vizsgált időtartam végéig, hiszen a darabok elvonják a hőt a varrat környezetéből. Mindkét esetben jó közelítéssel homogén hőeloszlás alakul ki, a nagyobb geometria láthatóan több hőt nyel el (5. ábra).



5. ábra. A tompavarrat és sarokvarrat modellek lehülési görbéi



6. ábra. A vizsgált csomópontok helyei

6. Összefoglaló

Munkám célja olyan, jól parametrizált modellek létrehozása volt, mellyel a valóságban végbemenő folyamatokat kellően megközelítő mértékben lehet vizsgálni. Úgy gondolom a második paraméterezési beállítással ezt sikerült elérni. Beigazolódott az a véges elem modellező rendszereket használók körében ismert és számításba vett tény, hogy a virtuális programfuttatások eredményei nem adnak 100%-ban helyes képet a modellek valós viselkedéséről; valamint az is, hogy a szimulációk helyességének megítéléséhez szükség van tapasztalati ismeretekre is.

Irodalom

- [1] Marc® 2010 Volume A: *Theory and User Information*
- [2] Nuraini, A.A., Zainal A.S.M. and Azmah Hanim, M.A.: *The Effect of Welding Process Parameter on Temperature and Residual Stress in Butt-Joint Weld of Robotic Gas Metal Arc Welding*, Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 2013 ISSN 1991-8178
- [3] [3] Lars-Erik Lindgren: *Finite element modeling and simulation of Welding part 1: Increased complexity* Journal of Thermal Stresses, 2001 Copyright 2001 Taylor & Francis



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

KÍSÉRLETI ESZKÖZ KÉPESSÉG VIZSGÁLATA

CAPABILITY ANALYSIS OF EXPERIMENTAL DEVICE

HERVAY Péter⁽¹⁾, HORVÁTH Richárd⁽²⁾

Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, Magyarország,
Budapest, Népszínház u. 8. Telefon: +36-1-666-5379, (1) hervay.peter@bgk.uni-obuda.hu;
(2) horvath.richard@bgk.uni-obuda.hu

Abstract

Before starting of experiments or setting the tools of the experiment or maintaining them it is important to understand, what results can be expected from our system of tools. Also how the operation of the tools can affect the expected and the real results of the experiment and research. To carry out cutting experiments, it is essential to examine to capacity of the machine used in the experiment. In this study the capacity of the CNC lathe used in the cutting research was examined and assessed.

Keywords: Experimental device, capability examination, CNC machine, turning

Összefoglalás

Egy kísérlet sorozat megkezdése előtt, vagy a kísérleti eszközök után állítása, karbantartásának elvégzésekor nagyon fontos tisztában lenni, milyen mérési eredményeket várhatunk az eszközrendszerünkől. Az eszközök működése hogyan befolyásolhatja a várt és a bekövetkezett kísérleti, kutatási eredmények alakulását. Forgácsolási kísérletek elvégzéséhez elengedhetetlenül fontos a kísérletbe vont szerszámgép képesség vizsgálata. Ebben a tanulmányban egy forgácsoláskutatásba bevont eszterga megmunkáló központ képesség vizsgálatát végeztük el, és minősítettük.

Kulcsszavak: kísérleti eszköz, képesség vizsgálat, CNC gép, esztergálás

1. Bevezetés

Az Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kara hosszú ideje ipari megrendelésekre forgácsoló szerszám és technológiai kutatásokat folytat. A Gépgyártástechnológiai szakcsoportot tapasztalata és eszköz rendszere erre alkalmassá teszi. A hosszú évtizedek alatt olyan tapasztalatokra, összefüggésekre tett szert, melyekkel a szerszám és technológiai kísérletek elvégzését nagy biztonsággal és sikerrel végzi.

Az egyik ilyen esztergálási folyamatok kutatására használt szerszámgép - NCT EUROTORN 12B – [1, 2, 3, 4]. Ezen a gépen történnek a nagyobb sebességű forgácsolási vizsgálatok így esedékessé vált annak megismerése, hogyan viselkedik a CNC eszterga, mennyire befolyásolja a kutatási eredményeket a gép saját pontossága?

A statikus géppontossági vizsgálatának elvégzése, a ma már szabványok kívüli módszerekkel azt mutatta, hogy a főorsó radiális és axiális ütése, a főorsó párhuzamossága a

gép alapvezetékével a gyári (gépkönyvi) adatoknak megfelel. Ennek ellenére egy olyan vizsgálatra is szükség van, mely a CNC gép megmunkáló pontosságára is választ ad. Ilyen módszer a VDI/DGQ 3441 ajánlása [5]. A gépek, eszközök megmunkáló pontosságát az ajánlás a működés közbeni fellépő zavaró hatások kiszűrésével határozza meg. A megmunkálás során a szerszámkopás, a gép pozicionáló rendszerének rendszeres és véletlen hibái, főhajtás esetleges stabilitási problémái mind jelentkeznek a munkadarab méretének változásában, a felületi érdesség alakulásában.

2. Felhasznált módszer és anyag

A fenti bizonytalanságok kiszűrése a következő módszerrel történik. Azonos anyagú és méretű munkadarabokat kell sorozatban megmunkálni. A megmunkálás során a külső körülményeket változtatni nem szabad. Ilyenek a forgácsoló sebesség, a fogásmélység, előtolás és egyéb technológiai paraméter. Az esetleges szerszámkopást korrekciózással nem szabad után állítani.

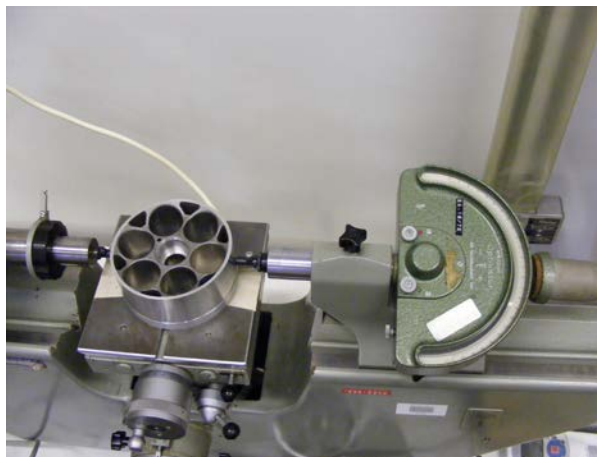
A munkadarabokat a gyártás sorrendjében be kell számozni. Huszonöt darabot kell megmunkálni. A sorszámok alapján, növekvő sorrendben ötös csoportokat kell képezni. Az egyes csoportoknak az alpmérettől való eltérés összegzése, a terjedelmének meghatározása után, a csoportok átlag értékét kell kiszámolni. Az összesített átlag és a terjedelem átlag alapján meghatározható a tapasztalati szórás.

A kísérletekhez felhasznált anyagok, eszközök, paraméterek:

- alapanyag: AS17 (Összetétel: Al = 74.35 %; Si = 20.03 %; Cu = 4.57 %; Fe = 1.06 %; keménység: 114 HB_{2,5/62,5/30}) forgácsolási kísérletre használható méret: Ø110 × 40 mm;
- szerszámtartó kódja: SDJCR 1616H 11; lapka alakjele, anyaga, geometriája: DCGW 11T304 FN, PCD, ISO;
- érdességmérő: Mitutoyo SJ-301; érdességmérés paraméterei: $l=4\text{ mm}$, $\lambda_c=0.8$, $N=5$; (Az érdesség mérés a legyártott munkadarabokon háromszor, a palást területén 120°-onként történt.);
- az átmérő méretének ellenőrzésére a Bánki Kar Méréstechnikai laboratóriumában lévő ABBE-féle univerzális mérőgépet használtuk, egy 0,2 µm felbontású passzaméterrel kiegészítve;
- szerszámgép: EUROTURN 12B CNC eszterga, 7 kW főorsó teljesítmény, maximális főorsó fordulatszám: 6000 1/min;
- forgácsolási paraméterek: $v_c = 1250\text{ m/min}$; $f = 0,085\text{ mm}$; $a = 0,5\text{ mm}$. (A forgácsolási paraméterek megegyeznek az alkalmazott kísérletterv [1, 2] centrum pontjaival).

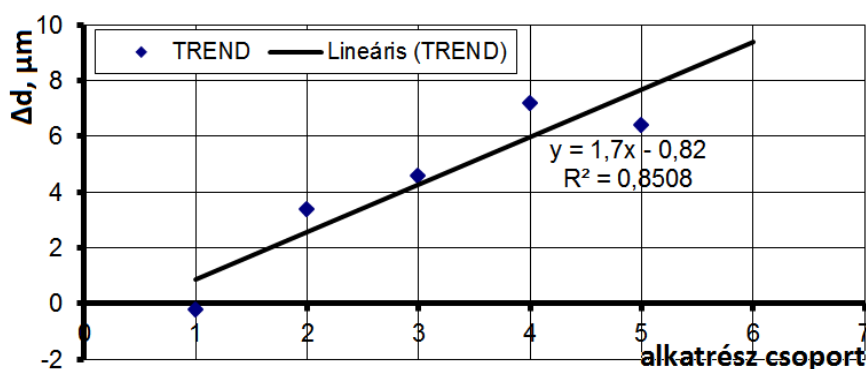
3. Eredmények

Először az elkészült munkadarabok átmérőjét mértük meg. A mérést hosszsmérőgépen, 0,001 mm pontossággal végeztük el. A bázis méretnek a névleges méretet (105,0 +/- 0,02 mm) állítottuk be mérőhasákkal, így az egyes darabok méretváltozása a beállított mérettől lett meghatározva (1. ábra). A tűrésmező szélessége 0,04 mm. A munkadarabok szórása: 2,063 µm. A trend várható értékét figyelembe véve, az egy darabra jutó elállítódást meghatározva a korrigált szórás: 1,86 µm lett.



1. ábra. A munkadarabok átmérőjének bemérése

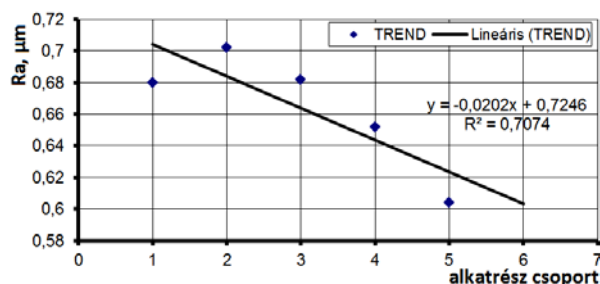
A fent leírt elvek szerint a próbadarabok sorrendben történő méretének meghatározása után az egyes minta csoportok átlag értékeinek trendjét mutatja az 2. ábra.



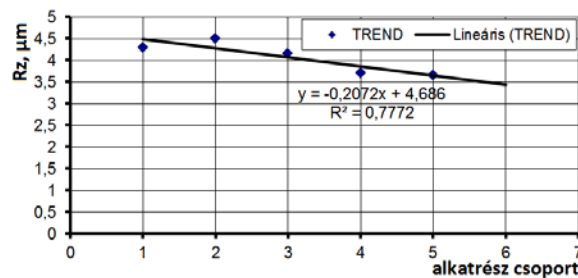
2. ábra. A trend meghatározása

Az ábrából leolvasható a hatodik, a még meg nem munkált alkatrészcsoport várható értéke. A trend nagysága a hatodik és az első mintacsoport átlagának különbsége. Az egy darabra jutó trend meghatározása után az egyes mintákat, az egy darabra jutó elállítódás nagyságával korrigálni kell. A korrigált értékekből kiszámítható a korrigált terjedelem és szórás. Ez az érték mutatja a vizsgált berendezés saját pontosságát, mert a működés közben fellépő zavaró jelenségek hatását kiszűri a mért eredményből. A módszer nem csak szerszámgépek, hanem más eszközök saját pontosságának meghatározására is alkalmas minden olyan esetben, ahol a folyamat megkívánt eredményeit és a folyamat jellemzőinek változását mérni lehet.

A vizsgálatot az érdességi jellemzőkre (R_a és R_z) azonos metódussal elvégezve, a következő eredményre jutottunk: az R_a korrigált szórása: $0,041 \mu\text{m}$, az R_z korrigált szórása $0,567 \mu\text{m}$. Az R_a és R_z mérések trendje a 3.a. és 3.b. ábrán látható.



3.a. ábra. Ra trendje



3.b. ábra. Rz trendje

3.ábra. A mért érdességi paraméterek trendje

A kísérleti forgácsolásra használt CNC eszterga az 1. táblázatban ismertetett jellemzőkkel rendelkezik.

1. táblázat. Vizsgált CNC eszterga jellemzői

Paraméter	Előírt érték	Korrigált szórás	Korrigált szórás az előírt érték %-ában
Átmérő méret	+/- 0,02 mm	1,86 μm	4,65%
Ra	0,4 μm	0,041 μm	10,25%
Rz	8 μm	0,567 μm	7,08 %

4. Következtetések

Kritériumként megszabott, elérendő [1] érdességi paramétereket figyelembe véve a forgácsoláskutatásba vont eszterga képesség vizsgálatából a következők állapíthatók meg:

- a felsorolt (vizsgálat) megmunkálási jellemzőket az EUROTUR 12B CNC eszterga megbízhatóan a tűrésmezőn belül teljesíteni tudja;
- a beállított átmérő méret tűrésmezejének szélessége 0,04 mm, a bizonytalansági tényezők kiszűrése után a méret szóródása 4,6%;
- hasonló értékeket mutat a felületi érdesség Ra és Rz alakulása is, amikor az Ra és Rz értékek az előírttól sorrendben 10% és 7% szórást mutatnak.

A választott eszköz statikus és dinamikus merevsége, a hajtásrendszer rugalmassága és szabályozhatósága lehetővé teszi a nagyszámú technológiai paraméterekkel történő megmunkálás sorozat eredményeinek korrekt kiértékelését, a választott eszköz nem "zavar be" a kutatási tervben lefektetett paraméterekbe, és annak eredményébe.

Irodalom

- [1] Horváth R., Drégelyi-Kiss Á., Mátyási Gy.: *Application of RSM Method for the Examination of Diamond Tools*, Acta Polytechnica Hungarica Vol. 11, No. 2, 2014. 137-147 oldal.
- [2] Horváth R., Mátyási Gy.: *Alumínium alkatrészek forgácsolhatóságának vizsgálata kísérletterv segítségével*, Fiatal Műszakiak Tudományos Ülésszaka XVIII. Kolozsvár, 2013.03.21-2013.03.22., 159-163 oldal.
- [3] Drégelyi-Kiss Á., Horváth R., Mikó B.: *Design of experiments (DOE) in investigation of cutting technologies*, Development in Machining Technology Vol.3, Cracow University of Technology Tadeusz Kosciuszko, 2013. 20-34 oldal.
- [4] Horváth R., Sipos S., Mátyási Gy.: *Forgácsolási zavarjelenségek ötvözt alumínium alkatrészek finomesztergálásakor*, Fiatal Műszakiak Tudományos Ülésszaka XVII, Kolozsvár, 2012.03.22-2012.03.23., 175-178 oldal.
- [5] VDI/DGQ 3441, Szerszámgépek megmunkáló pontossága



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

A RÁCKEVEI (SOROKSÁRI)-DUNA-ÁG SÓTERHELÉSÉNEK VIZSGÁLATA

SALT LOAD INVESTIGATION OF RÁCKEVE - SOROKSÁR DANUBE

HÉVIZI Márton⁽¹⁾, BODNÁR Ildikó⁽²⁾

(1) Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Környezet- és Vegyészmérnöki Tanszék, 4028, Magyarország, Debrecen, Óttemető utca 2-4; Telefon: +36-20-3946010; 5630, Magyarország, Békés, Meggy utca 9; E-mail: hevizi.marton@gmail.com

(2) Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Környezet- és Vegyészmérnöki Tanszék; 4028, Magyarország, Debrecen, Óttemető utca 2-4; E-mail: bodnari@eng.unideb.hu

Abstract

Due to the growing number of constructions in the past hundred and fifty years, the most natural values and ecosystems are almost completely disappeared from Budapest. One of the exceptions is the Ráckeve-Soroksár Danube and its riverside, which is a particularly protected area by Natura 2000 project. Sometimes we can notice pretty slow flow conditions in the examined river section. Our research is based on the Csepel Spa's thermal wastewater discharge to Danube. Complete chemical analysis of analysed water samples was carried out. After that, we modelled the dilution of the discharged wastewater in the river course with a computer software. We simulated the progress of dilution in the lowest and in the highest water level periods too. Knowing of the calculated results we validated them with the measured values. Finally, we compared our obtained information to the current Hungarian laws and the technical possibilities of optimisation.

Keywords: Budapest, Danube, water pollution, salt load, modelling

Összefoglalás

Budapesten az utóbbi százötven év nagyszabású építkezéseinek következményeképpen csak igen kevés természetes élőhely maradt fenn. Az egyik ezek közül a ma már Natura 2000-es védettség alá tartozó Ráckevei (Soroksári)-Duna és annak parti élőlényközössége. A vizsgált folyótestben időnként igen lassú sodrási viszonyok is megfigyelhetők. Vizsgálatunk során a Csepeli Strandfürdő használt termálvíz kibocsátását vettük alapul. A vett vízmintákon részletes kémiai analízist végeztünk, majd számítógépes modellező szoftver segítségével meghatároztuk a hígulási só-koncentrációkat magas és alacsony vízállású időszakokra egyaránt. A számításainkat mért adatokkal validáltuk. Ezután a kapott információkat összevetettük a jelenleg hatályos magyar jogszabályokkal és a felmerülő műszaki optimalizálási lehetőségekkel.

Kulcsszavak: Budapest, Duna, vízszennyezés, sóterhelés, modellezés

1. Bevezetés

Kutatásunk során a Csepeli Strandfürdő használt termálvíz bebocsátásán keresztül vizsgáltuk a víztest sóforgalmát. A hévizek sótartalma általában jóval eltér a befogadóétól. Ha ezek nagy mennyiségben, megfelelő hígulási viszonyok megléte nélkül jutnak a felszíni vízbe, akkor ökológiai károkkal kell számolnunk. A sóterhelés a magasabb rendű fajokra általában nem jelent veszélyt, hatása inkább a növények anyagszere folyamataiban

jelentkezik. A megnövekedett tápanyagmennyiség hatására eutrofizáció (algásodás) léphet fel, de kémiai összetételtől függően a szerves mikro szennyezők koncentrációjának növekedése is problémát okozhat (biomagnifikáció, toxikus hatások). A folyamatos sóterhelés hosszú idő alatt akár meg is változtathatja a befogadó ökoszisztéma faji összetételét. A vízhasználatot szintén befolyásolja a sótartalom, mégpedig a nátriumtartalom keresztül, ugyanis a magas nátrium tartalmú vizek nem használhatók öntözésre, szikesedést okozó hatásuk miatt [1].

2. Helyszíni mérések

A vizsgált folyótestben a bebocsátás előtt több száz méterrel fajlagos elektromos vezetőképességet mértünk több helyen, illetve ezután a szennyvízből is. Az eredményekből összes sótartalmat számoltunk a következő összefüggés alapján: $Só [mg/l] = 0,64 EC [\mu S/cm]$. A méréshez MultiLine P4 készüléket használtunk. A mért vezetőképességi értékek átlagolása után a háttérérték $470 \mu S/cm$ -re, a szennyvízé pedig $2030 \mu S/cm$ -re adódott. Átszámítva ezeket sókoncentrációra, $300,80 mg/l$ -t, illetve $1299,20 mg/l$ -t kaptunk. A 28/2004. (XII. 25.) KvVM rendeletben meghatározott $2000 \mu S/cm$ -t ugyan kis mértékben, de meghaladta a kifolyó víz fajlagos elektromos vezetőképessége. A mérésünk alapján a vizsgált időpontban ez az érték $2030 \mu S/cm$ volt, viszont felügyelőségi adatokból kiindulva előfordult már $2300 \mu S/cm$ -en felüli vezetőképesség is.

A pontosabb környezeti hatások felderítése miatt fontosnak tartottuk a modellek felállítása mellett, azok empirikus adatokkal való alátámasztását. Ezért a szennyvízbebocsátás utáni 100 m-en 10 m-enként fajlagos elektromos vezetőképességet mértünk a só-koncentráció felhígulásának szemmel tartása céljából. Ennek eredményei az 1. ábrán láthatók.

3. Laboratóriumi vizsgálat

A Ráckevei (Soroksári)-Duna (továbbiakban: R/S/D) vizének és a szennyvíznek egy DIONEX ICS-3000 típusú ionkromatográfval határoztuk meg az ionösszetételét. A készülék alkalmas erős és gyenge savak anionjainak meghatározására ionelnyomással, továbbá egy- és kétértékű kationok detektálására. A kapott adatokból meghatározhatjuk a legkockázatosabb ionokat, illetve következtethetünk azok forrására is.

1. táblázat: Az R/S/D és a bebocsátott szennyvíz ionösszetétele (*=határérték túllépés)

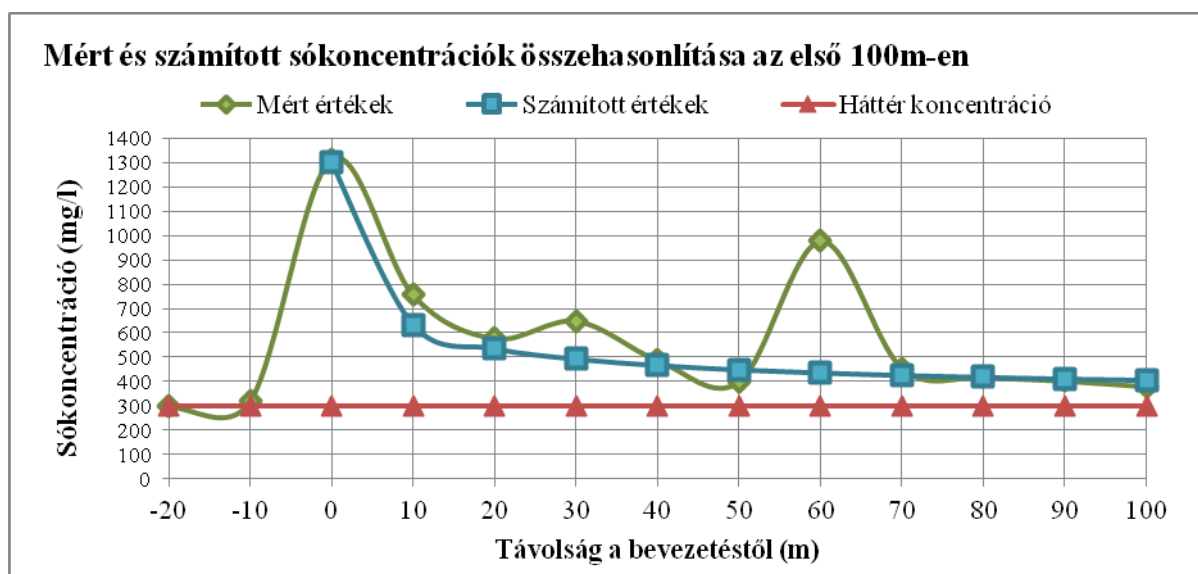
Komponens	Koncentráció (mg/l)	
	R/S/D háttér	Szennyvíz
Kationok		
Lítium	-	0,53
Nátrium	25,07	199,01
Ammónium	1,76*	6,70
Kálium	7,28	26,11
Magnézium	17,13	70,19
Kalcium	78,30	241,28
Anionok		
Fluorid	-	1,91
Klorid	31,77	234, 78
Nitrit	-	-
Bromid	-	-
Nitrát	8,63*	4,49
Foszfát	-	-
Szulfát	38,84	378,46

Ammóniumion: A víztest háttér-ammóniumion koncentrációja (1,76 mg/l) jelentősen meghaladja a 10/2010. (VIII. 18.) VM rendeletben előírtakat (0,2 mg/l). Ez önmagában több mint 8-szoros imissziós határérték túllépést jelent.

Nitrát ion: A víz háttér-nitrátion koncentrációja (8,63 mg/l) is jelentősen meghaladja a 10/2010. (VIII. 18.) VM rendeletben előírtakat (2 mg/l). Ez önmagában több mint 4-szeres imissziós határérték túllépést jelent.

4. Sótartalom hígulása

Az R/S/D-be Kvassay-zsilipen keresztül 550-750 millió m³ víz áramlik évente. A víz sebessége szakirodalmi adatok alapján átlagosan 0,2-0,4 km/h. Míg a fő Duna-ág magasságkülönbsége a Kvassai és Tassi-zsilipek között 4-5 m, addig az R/S/D-nél ez a szám mindössze 10-30 cm. Ennek köszönhetően nyáron 1,5-2,5 hét alatt, télen 3-5 hét alatt cserélődik ki a vízkészlete. A legfelső – vizsgált – szakaszon kb. 100 m-széles víztükrű, 50 m³/s elméleti vízszállító képességű és átlagosan 2,8 m mélységű meder található. Az összes só terhelés modellezésére a Fischer-féle 2 dimenziós szennyezésterjedési modellt használtunk, ami igen jól használható keresztirányú elkeveredési modellezésre. Ebben a modellben a hosszirányú diszperziót, a keresztirányú konvektív transzportot és a keresztirányú diszperziót is figyelembe vettük. A számításokat Géza Jolánkai és István Bíró Water Quality Modelling nevű ingyenes szoftverével végeztük el. A program az alap paraméterek megadása után felrajzolja az egyes folyószelvényekhez tartozó hígulási koncentrációkat [2].



1. ábra: Mért és számított sókoncentrációk összehasonlítása az első 100m-en

A számítással megkapott eredményt összevetve a mért értékimmal (1. ábra) megállapítható, hogy a modell jól tükrözte a valós hígítási viszonyokat. Az egyetlen számottevő eltérés a 60 m-nél elhelyezkedő szakaszos kifolyónál volt a mért értékek tekintetében. Ez a hatás azonban csak lokális jellegű és a görbe a következő mintázott szelvényben már csaknem rásimul a számított modell görbéjére.

Az 10/2010. (VIII. 18.) VM rendelet a Duna hazai szakaszára 700 μ S/cm-es imissziós határértéket ír elő. Ezt a mért értékek csupán a bevezetés utáni 50 méteren lépik túl. Ezért ez elsődlegesen lokális problémát jelent, mivel az állóvízhez hasonlatos viszonyok között a

megnövekedett tápanyagtartalom eutrofizációt (algásodás) eredményez. Továbbá az R/S/D nyári időszakban öntözési célokra való használatát a kifolyó utáni 100 méteren korlátozni kell, mivel ezen a területen 500 mg/l-nél magasabb só koncentráció alakulhat ki, amely az öntözött talajok szikesedését eredményezheti [1].

Klorid ion: Az R/S/D vizének kloridion koncentrációja (31,77 mg/l) a 10/2010. (VIII. 18.) VM rendelet imissziós határértékét (40 mg/l) ugyan nem haladja meg, de megközelíti azt. Így valószínűsíthető, hogy a nagy sótartalmú szennyvíz bevezetése után a kloridion-koncentráció határérték felé emelkedik. A kibocsátott szennyvíz 266,55 mg/l kloridion tartalommal jellemezhető, amely ugyan már az első 10 méteren 100 mg/l alá csökken. A kloridion koncentráció normalizálódása és határérték alá csökkenése 540 méter után várható.

Ammóniumion: A befogadó 1,76 mg/l-es háttér-ammóniumion koncentrációja a szennyvízbevezetésnél hirtelen 8,46 mg/l-re ugrik, viszont aztán néhány tíz méter után 2 mg/l körüli értékeket vesz fel. Az ammóniumion-koncentráció csak a szennyvíz bevezetés alatt 550 m-en csökken 2 mg/l alá. Tehát ezen a szakaszon több mint 10-szeres határérték túllépés valószínűsíthető. Az ammóniumion nem toxikus, azonban a pH és a hőmérséklet növelésével az ammóniumion szabad ammóniává alakul, ami viszont rendkívül toxikus anyag és 1 mg/l-es koncentráció már halálos mérgezést okozhat a vízi szervezeteknél [1].

Nitrát ion: A befogadó 8,63 mg/l-es háttér-nitrátion koncentrációja a szennyvízbevezetés következtében 13,12 mg/l-re ugrik, viszont aztán 100 méter után újra 9 mg/l alá csökken.

5. Következtetések

Láthatjuk tehát, hogy az R/S/D elsődleges szennyezője nem a Strandfürdő, azonban hozzájárul a kedvezőtlen környezeti állapot kialakulásához. A magas ammónium- és nitrát-koncentrációk szerves anyagok bomlástermékeire utalnak. A hatás valószínűleg a Dél-pesti Szennyvíztisztító Telepnek és a még ma is csatornázatlan part menti házaknak tudható be.

A megoldási javaslatok egyrészt jogi, másrészt műszaki alternatívákban állnak. Az általam vizsgált vízfolyásra a 10/2010. (VIII. 18.)-es VM rendelet „Duna hazai szakasza” nevű csoport imissziós határértékei az irányadóak. Tehát a jogszabály egyrészről nem veszi figyelembe a Duna egyes szakaszainak igen eltérő áramlástani, domborzati és meder-keresztmetszeti sajátosságait, másrészt nem fogalmaz meg a Natura 2000-es védettség alatt álló víztestekre külön határértékeket [1].

A műszaki megoldások széles palettája ismert, mint például a hűtőmedencés előkészítés, a sodorvonalba vezetés, az ejektoros vízkezelés, a keverővíz kivétele a befogadóból, de a különböző szennyvíztisztítási eljárások is ide sorolhatók. Nyilvánvaló, hogy a kulturális és szociális jelentőségű fürdő üzemeltetése és a Duna-ág jó környezeti állapota nem mehet egymás rovására. Ezért, köztes megoldásként az ún. marine outfall system egy folyóvízre adaptált rendszerének kiépítését javasoljuk. A rendszer a szennyvizet szivattyú segítségével juttatja a sodorvonalba, meder alatti bevezetéssel. A szennyvíz ezután a hígulást elősegítő perforált csőszakaszon keresztül jut a terhelt víztestbe. Szakirodalmi adatok alapján egy hasonló rendszer kiépítése mintegy 90%-os hígulási hatásfok-növekedést eredményezhet [3].

Irodalom

- [1] Hévízi Márton: *Egy termálfürdő használt vizének vizsgálata, felszíni vízfolyásba való bevezetésének modellezése, és a fellépő környezetterhelések minimalizálásának lehetőségei*, Debrecen, 2013, TDK dolgozat
- [2] Szűcs Péter, Sallai Ferenc, Zákányi Balázs, Madarász Tamás: *Vízkezelésvédelem - A vízminőség-védelem aktuális kérdései*, Bíbor Kiadó, Budapest, 2009
- [3] Grace, Robert A.: *Marine Outfall Construction - Background, Techniques, and Case Studies*, American Society of Civil Engineers, Reston, Virginia, 2009



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

ALGATECHNOLÓGIA ENERGETIKAI ELEMZÉSE

ALGAE TECHNOLOGY'S ENERGETICAL ASSAY

HODAI Zoltán⁽¹⁾, RIPPELNÉ PETHŐ Dóra⁽²⁾, HORVÁTH Géza⁽³⁾,
HANÁK László⁽⁴⁾, BOCSI Róbert⁽⁵⁾

Pannon Egyetem, Mérnöki Kar, Vegyipari Műveleti Intézeti Tanszék, H-8200, Magyarország, Veszprém, Egyetem utca 10. Telefon: +36(88)624-132, Fax: +36(88)642-446, H-8201 Veszprém, Pf. 158. E-mail:

(1) hodaiz@almos.uni-pannon.hu

(2) pethod@almos.uni-pannon.hu

(3) horvathg@almos.uni-pannon.hu

(4) hanakl@almos.uni-pannon.hu

(5) bocsirobert@almos.uni-pannon.hu

Abstract

The cultivation of algae has a number of advantages in comparison with energy plant cultivation. Algae cultivation does not need arable lands. In addition, a higher growth rate can be achieved than with terrestrial planting. Algae based biofuel production can be a promising alternative of the production of first and second generation biofuels because of the high photosynthetic yield, more readily controllable soil emission, and the fact that algae production does not take up arable land. The critical points of the technology are the concentration of the algae suspension and the extraction because of the high investment and operating costs and high operational time. The algae technology in this direction is depend on this steps. Our aim is to separate the algae mass faster and more economical from the starter solution. The optimization of the separating operations and technologies take notice of the environmental and economic aspects.

Keywords: algae technology, microalgae, separation, filtration, energy balance

Összefoglalás

Alga termesztése energetikai célú biomassza-előállítás céljából számos előnnyel bír a növénytermesztéssel szemben. Az algatermesztés nem igényel művelhető földterületet, ezen kívül nagyobb növekedési ütem érhető el, mint a szárazföldi növények esetén. Az első és második generációs bioüzemanyagok ígéretes alternatívája lehet az alga-alapú bioüzemanyag-előállítás, köszönhetően a magas fotoszintetikus hozamnak, a jobban kontrolálható talajemisszióknak, és annak, hogy az algatermesztés nem veszi el az ételmezési célú növénytermesztésre szánt földterületeket. A technológia kritikus pontjai az algaszuszpenzió besűrítése és az extrakció, a magas beruházási és üzemeltetési költségek és a nagy műveleti idők miatt.

Az algatechnológia ez irányú felhasználásának létjogosultsága, életképessége múlik ezen a lépéseken. Célunk az algatömeg minél gyorsabb, gazdaságosabb szeparálása a tápoldattól. A szeparációra irányuló műveletek, technológiák optimalizálása, környezetvédelmi és gazdasági szempontok figyelembe vételével zajlik.

Kulcsszavak: algatechnológia, mikroalga, szeparáció, szűrés, energiamérleg

1. Bevezetés

Az algatechnológia felhasználása a nemzetközi kutatási, fejlesztési tevékenység egyik jelentős területe, mivel olyan „zöld-technológia”, amely a szennyezőanyagok kibocsátása mellett megújuló energiaforrásként szolgál. Egyre nagyobb figyelmet kapnak az olyan technológiák, melyek a kibocsátott szennyezőanyagokat számunkra hasznos anyagokká alakítják át (közvetett, közvetlen energia [1, 2]), így csökkentve a kibocsátás mennyiségét [3, 4]. Energiatermelés szempontjából a fotoszintetizáló mikroszkopikus élőlények (mikroalgák) jönnek elsősorban számításba, mert viszonylag gyorsan, nagy tömegben tenyésztethetők (egy nap alatt megkétszereződnek), termőtalaj igénye nélkül. A folyamat végterméke, amit biomasszának hívunk, jelentős mennyiségű, kémiai kötésekben raktározott napenergiát tartalmaz [5-7].

A technológia kritikus pontját a feldolgozási műveletek jelentik, a mikroalgaszuspenzió besűrítése és az ezt követő kulcskomponens(ek) extrakciója (elsősorban lipidek) -egyéb kinyerési technikák értékes komponensekre- a magas beruházási és üzemeltetési költségek és a nagy műveleti idők miatt. Szakirodalmak alapján a mikroalga alapú biodízel mindaddig nem versenyképes a kőolaj alapú üzemanyagokkal szemben, amíg a technológia kihozatala nincs az energiaminimalizálással párhuzamosan maximálva. A technológia csak úgy életképes, ha figyelembe vesszük a szennyvíztisztítást, a füstgáz tisztítása mellett és a megtermelt mikroalgából egyéb értékes termékek értékét is [8, 9].

Kutatásaim a mikroalgaszuspenzió feldolgozására összpontosítanak, hogy a megtermelt, felszaporított tenyészetek minél gazdaságosabban és minél kisebb műveleti idővel szeparálhatók legyenek. A különböző szeparációs lehetőségek vizsgálata mellett folyamatos energetikai elemzést kell végezni, megállapítani az adott művelet energiatartását és lehetőségek szerint csökkenteni energiaigényüket.

2. Szeparációs lehetőségek

Az algaszuspenziókat a későbbi feldolgozási lépések miatt szükséges besűríteni. A termékként elvett algaszuspenzió feldolgozása, az alga-biomassza sűrítése, kinyerése az egyik legproblematisabb területe az energetikai célú algabázisú technológiáknak [10-12]. Az alkalmazott műveletek költsége a teljes alga-biomassza termelési költségének a 20-50 %-át is kiteheti, sőt nyílt rendszerű termesztéstechnológia esetén a beruházási költségnek akár a 90 %-át is elérheti az alga kinyerésére szolgáló berendezések ára a hígabb szuszpenziók kezelése miatt [13].

A szeparációs módszer nagyban függ a termesztett alga jellemzőitől. A főbb módszerek a következők: tisztán mechanikai műveletek (szűrés, centrifugálás, üleptetés), adalékkal segített mechanikai műveletek (flokkuláció, derítés), membrán műveletek (mikroszűrés, ultraszűrés), egyéb műveletek (szonokémiai művelet, elektroflokkuláció, flotálás).

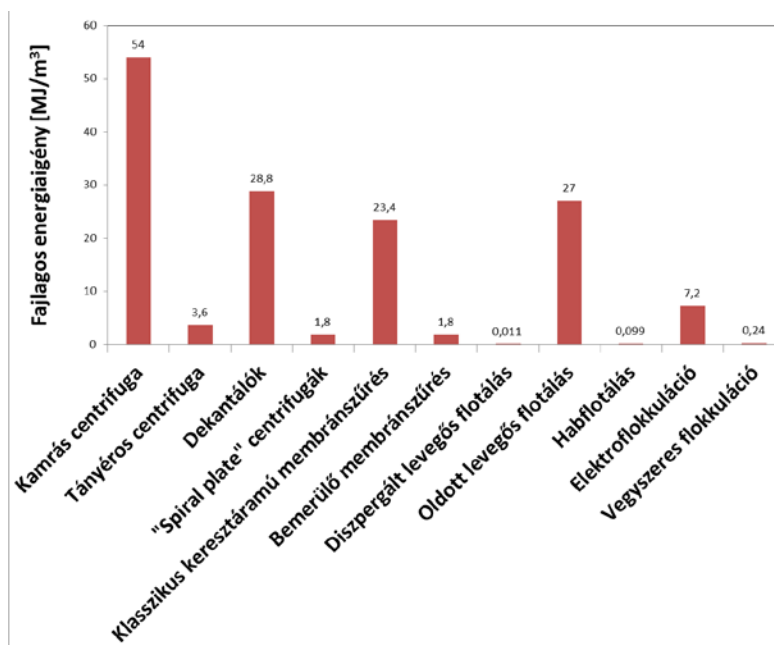
Kísérleti üzemek esetében a kombinált szeparációs technológiát (flokkuláció és mikroszűrés együttes alkalmazása) részesítik előnyben, üzemi méreteknél pedig a centrifugálást preferálják, aminek oka, hogy a szeparáció viszonylag könnyen hozzáférhető berendezések használatával kivitelezhető [14].

Az előző technológiák bár hozzáférhetőek, a magas energia és költségcsökkentés mellett környezetterhelést is jelentenek (flokkulálásnál az adalékvegyyszer megjelenése az output áramban, centrifugálásnál biomasszavesztés, ami a permeátumban jelenik meg, esetlegesen egyéb kísérő organizmusokkal).

A szakirodalom szerint mikroalgák tömegtermesztése esetén még nincs, minden körülmények között bizonyítottan, általánosan használatos módszer, különösen energetikai célú biomassza hasznosítás esetén.

3. Energetikai értékelés

Különböző szeparációs lehetőségek energetikai becslését végeztem el, amit a teljesség igénye nélkül az 1. ábrán látható összefoglaló diagramon mutatok be.



1. ábra. Különböző szeparációs lehetőségek energia igényei 1 m³ szuszpenzió kezelésére vonatkoztatva

Az ábra szerint a speciális „spiral plate” centrifugák, a bemerülő membránszűrő és a hab-flotálás műveletei a legkisebb energia igényűek a szóba jöhető lehetőségek közül. Érdeemes szem előtt tartanunk azt a tényt is az energetikai értékelésünk során, hogy milyen koncentrációjú algaszuszpenzió kezelését szeretnénk elvégezni a választott művelettel.

A méretnövelésük és a kezelendő szuszpenzió koncentrációjának –drasztikus- csökkenése szükségessé teheti, hogy újból és újból sorra vegyük az egyes szeparációs lehetőségeket, azok energetikai státuszának változását. Például a flotálás esetében kísérleteim azt mutatták, hogy amennyiben jóval hígabb szuszpenziót szeretnénk kezelni, nagymértékben (akár nagyságrendekkel) változhat az energetikai besorolása. A flotáló készülék mérete miatti gázáram mennyiséget nem csökkenthetjük, ugyanakkor a hígabb szuszpenzió nehezebben képez habot, és az nem is akkora térfogatú és stabilitású, ami megegyező lenne egy sűrűbb szuszpenzió habjával. Így csak kisebb mennyiségben tud feldúsulni az alga a habban, hacsak nem használunk több vegyszert, felületaktív anyagot, ami további kérdéseket vet fel. Míg például a membránszeparációra gyakorlatilag nincs hatással sem az állapota, sem pedig a koncentrációja a kezelendő szuszpenzióknak, azt a megadott paraméterekkel képes sűríteni.

4. Következtetések / Összefoglaló

Eddigi eredményeim alapján, energetikai célú algatermesztés esetén, a kinyerésre, besűrítésre használható eljárások fajlagos energiaigénye széles skálán mozog.

Különösen a nyílt rendszerű termesztés technológiával előállított viszonylag híg (~0,5 g/dm³) szuszpenziók feldolgozása kritikus ilyen szempontból. Híg szuszpenziók esetén a

flotálás, hab-flotálás tűnik a legelőnyösebbnek, a flokkulálás is alkalmazható művelet, ám itt figyelembe kell vennünk az alkalmazandó vegyszerek költségét és környezetterhelését egyaránt. Töményebb ($> 1 \text{ g/dm}^3$) szuszpenziók esetén a bemerülő membrános eljárások különösen előnyösek lehetnek.

Köszönetnyilvánítás

A kutatás a TÁMOP 4.2.4.A/2-11-1-2012-0001 Nemzeti Kiválóság Program című kiemelt projekt keretében zajlott. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Irodalom

- [1] David Dah-Wei Tsai, Rameshprabu Ramaraj, Paris Honglay Chen, *Growth condition study of algae function in ecosystem for CO₂ bio-fixation*, Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology, Volume 107, 6 February 2012, 27-34, ISSN 1011-1344
- [2] G. Venkata Subhash, Rashmi Chandra, S. Venkata Mohan, *Microalgae mediated bio-electrocatalytic fuel cell facilitates bioelectricity generation through oxygenic photomixotrophic mechanism*, Bioresource Technology, Volume 136, May 2013, 644-653, ISSN 0960-8524
- [3] Raphael Slade, Ausilio Bauen, *Micro-algae cultivation for biofuels: Cost, energy balance, environmental impacts and future prospects*, Biomass and Bioenergy, Available online 24 January 2013, ISSN 0961-9534
- [4] Melissa Rickman, John Pellegrino, Jason Hock, Stephanie Shaw, Brice Freeman, *Life-cycle and techno-economic analysis of utility-connected algae systems*, Algal Research, Volume 2, Issue 1, January 2013, 59-65, ISSN 2211-9264
- [5] Antoine P. Trzcinski, Ernesto Hernandez, Colin Webb, *A novel process for enhancing oil production in algae biorefineries through bioconversion of solid by-products*, Bioresource Technology, Volume 116, July 2012, 295-301, ISSN 0960-852
- [6] Yongli Zhang, Mark A. White, Lisa M. Colosi, *Environmental and economic assessment of integrated systems for dairy manure treatment coupled with algae bioenergy production*, Bioresource Technology, Volume 130, February 2013, 486-494, ISSN 0960-8524
- [7] I. Rawat, R. Ranjith Kumar, T. Mutanda, F. Bux, *Biodiesel from microalgae: A critical evaluation from laboratory to large scale production*, Applied Energy, Volume 103, March 2013, 444-467, ISSN 0306-2619
- [8] Truc Linh Nguyen, D.J. Lee, J.S. Chang, J.C. Liu, *Effects of ozone and peroxone on algal separation via dispersed air flotation*, Colloids and Surfaces B: Biointerfaces, Volume 105, 1 May 2013, 246-250, ISSN 0927-7765
- [9] Ryan Davis, Andy Aden, Philip T. Pienkos, *Techno-economic analysis of autotrophic microalgae for fuel production*, Applied Energy, Volume 88, Issue 10, October 2011, 3524-3531, ISSN 0306-2619
- [10] John J. Milledge, Sonia Heaven, *A review of the harvesting of micro-algae for biofuel production*, Reviews in Environmental Science and Bio/Technology 2013., 165-178
- [11] Mata TM, Martins AA, Caetano NS *Microalgae for biodiesel production and other applications: a review*. Renew Sust Energ Rev 14(1), 2010, 217–232.
- [12] Molina Grima E, Belarbi E-H, Acien-Fernandez FG, Robles-Medina A, Yusuf C *Recovery of microalgal biomass and metabolites: process options and economics*. Biotechnol Adv 20(7–8), 2003, 491–515
- [13] Amer L, Adhikari B, Pellegrino J *Technoeconomic analysis of five microalgae-to-biofuels processes of varying complexity*. Bioresour Technol 102(20), 2011, 9350–9359.
- [14] Dries Vandamme, Imogen Foubert, Koenraad Muylaert, *Flocculation as a low-cost method for harvesting microalgae for bulk biomass production*, Trends in Biotechnology, Volume 31, Issue 4, April 2013, 233-239, ISSN 0167-7799



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

PBL MÓDSZER ALKALMAZÁSA A MODELLEZÉS ÉS SZIMULÁCIÓ OKTATÁSÁBAN

PBL IN MODELLING AND SIMULATION EDUCATION

HORVÁTH Ildikó

*Pécsi Tudományegyetem, Pollack Mihály Műszaki és Informatikai Kar, 7624 Magyarország,
Pécs, Boszorkány út 2., Telefon: +36 72 211 968, E-mail: ildikovh@gmail.com*

Abstract

The tertiary education of Engineering in Hungary faces many problems nowadays. The low number of students due to the lack of interest, the demographic changes and the insufficient financing cause severe problems. The result of some domestic and international research shows that the secondary school students' interest and achievements in science subjects are poor and show a constantly decreasing tendency. I approach the motivation of students from two ways. Firstly, from a pedagogical view, I would like to ensure to make learning „experience-based” by applying the PBL method. Secondly, using modelling and simulation in the education of sciences and engineering can help to raise and maintain the interest of students.

Nowadays computer-assisted simulation is ever-present in natural sciences including engineering of various disciplines (transportation, space research, mechanical engineering, mechatronics, etc.).

In electrical engineering traditional areas of application for computer assisted simulation include circuit design, electromanetic fields, automation as well as the design, development and testing of electrical appliances.

Keywords: education, modelling, simulation, PBL method.

Összefoglalás

Napjainkban a magyar műszaki felsőoktatás meglehetősen sok problémával küzd. A demográfiai változások, valamint az érdeklődés hiányából adódó alacsony hallgatói létszám, az alulfinanszírozás napi szinten is komoly gondokat okoz. Több hazai és nemzetközi kutatás eredménye mutatja, hogy a középiskolás diákok érdeklődése és teljesítménye a természettudományos tantárgyak terén alacsony és egyre romló tendenciát mutat. A hallgatók motiválását két irányból közelítem meg. Egyrészt pedagógiai oldalról a PBL módszer alkalmazásával a tanulás élmény alapúvá tételét szeretném biztosítani, másrészt a modellezés és szimuláció alkalmazása a természettudományos oktatásban és a mérnökképzésben segíti a hallgatók érdeklődésének felkeltését és fenntartását. A számítógéppel segített modellezés és szimuláció a természettudományokban, így a mérnöki tudományok területén is jelen van. A villamosmérnöki munkában a számítógépes szimuláció klasszikus alkalmazási területei az elektronikus áramkörök működésének szimulációja az áramkör tervezése során, az elektromágneses tér vizsgálata, az automatika, valamint a villamos gépek tervezése, fejlesztése, tesztelése.

Kulcsszavak: modellezés, szimuláció, Konstruktív pedagógia, PBL módszer.

1. A Magyar műszaki felsőoktatás jelenlegi helyzete

1.1. A nehézségek okainak feltárása

A magyarországi felsőoktatás, azon belül a műszaki képzés problémáinak megoldására a Magyar Professzorok Nemzetközi Szövetsége 2013 január 29-én egy új kezdeményezést

indított útjára, melynek lényege, hogy a felsőoktatás minőségét alapvetően meghatározó professzori kar véleményét kialakítsa a jelenlegi felsőoktatási helyzetről.

Cél a felsőoktatásban lévő szakmai problémák rendszerezett összegyűjtése, a nehézségek lehetséges okainak feltárása és a javasolt megoldások összefoglalása volt. A Magyar Mérnöki Kamarával együttesen kialakított állásfoglalás szerint alaposabb középfokú természettudományos ismeretekre, a gyakorlati mérnökképzés erősítésére van szükség. [1]

A fenti megállapítást támasztja alá a 2012-es PISA mérés magyarországi eredménye is. A 2012-es PISA mérésen 65 országból, 500.000 tanuló – ebből 4600 magyar 15 éves tanuló szövegértési, matematikai és természettudományos ismeretét vizsgálták, - értékelték. A magyar diákok a 2012-es PISA-mérésben matematikából az OECD-átlag alatt teljesítők csoportjába kerültek 477 pontos, a 2009-es méréshez képest 13 ponttal alacsonyabb átlageredményükkel. [4]

A műszaki felsőoktatás szempontjából a másik kiemelt ismeretkör a természettudományos ismeretek területe. A hétköznapi problémák megoldásakor gyakran van szükség valamely természettudományi ismeret vagy kompetencia alkalmazására. A 2012-es PISA mérés eredményei szerint magyar diákok 494 pontos természettudomány-eredménye valamelyest elmarad az OECD-országok átlagától. [4]

Megállapítható, hogy a műszaki felsőoktatási intézményekbe jelentkező hallgatók alacsony számának okai között az érdeklődés hiánya, és a matematikai – és természettudományos kompetenciák csökkenése is felfedezhető.

1.2. Hogyan javítsuk a természettudományok iránti érdeklődést a közoktatásban?

A különböző hazai felmérések szerint sajnos a fizika egyike azoknak a tantárgyaknak, melyeket a diákok általában a legkevésbé szeretnek. Hazánkban először Csapó Benő és munkatársai mutattak rá arra, hogy mennyire nem kedvelt tantárgy a fizika egy szegedi és Szeged környéki, több mint 500 fős mintán készült adatgyűjtésük során. [3]

A problémára a megoldást két irányból kereshetjük. Elsőként több fórumon felmerült az oktatott tananyag mennyiségének csökkentése. Ezzel azonban ellentmond a felsőoktatási intézmények input ismeretek felmérése, miszerint évről évre kevesebb előismerettel érkeznek a hallgatók a műszaki felsőoktatási intézményekbe. A másik irány, hogy másként próbáljuk átadni az ismereteket. A tanulók számára az új ismeretek alkalmazhatóságának felfedezése meglehetősen nagy motiváló erőt jelent. A fizika és általában a természettudományos tantárgyak tanítását nagyban segítheti az IKT eszközök alkalmazása, a modellezés és a szimuláció alkalmazása, ami helyettesítheti a költségigényes kísérletezést az órák egy részén.

A konstruktív pedagógiai módszerek közül a középfokú oktatás- és a BsC szintű felsőoktatás területén a tanuló központú Probléma alapú tanulás/tanítás (Problem Based Learning/teaching-PBL) izgalmas alternatíva a hagyományos tanulással szemben.

A problémaalapú tanulás esetében az oktató nem előadást tart, feladatot ismertet és megoldást kínál a feladatra, hanem egy problémát vázol fel. Mivel nem adja meg, hogy mi a tanulás "tartalma", a tanulás aktívvá válik abban az értelemben, hogy a hallgatók fedezik fel és dolgozzák ki, hogy mi is a tanulásuk tartalma az alapján, hogy mire van szükségük a probléma megoldásához. A tanár segítőként, mentorként van jelen a tanulásban, nem ő a megoldás forrása.

A probléma alapú tanulás lehetőséget ad arra, hogy:

- megvizsgáljuk és kipróbáljuk, amit tudunk
- felfedezzük, hogy mit kell megtanulnunk
- fejlesszük a szociális készségünket annak érdekében, hogy jobban teljesíthessünk csoportokban
- fejlesszük a kommunikációs készségünket

- mondjuk ki és védjük meg az álláspontunkat bizonyítékok felsorakoztatásával és megalapozott érvekkel
- váljunk rugalmasabbá az információk feldolgozásában és a feladataink teljesítésében
- gyakoroljuk azokat a készségeinket, amelyekre szükségünk lesz az egyetem elvégzése után [3]

2. PBL módszer alkalmazása a PTE PMMIK modellezés és szimuláció oktatásában

2.1. Moduláris képzés adta lehetőségek

A PTE PMMIK vezetése elhatározta, hogy előkészíti a moduláris képzési forma bevezetését. Az alapozó ismereteket nyújtó modul olyan, minden mérnöki szakma számára hasznos alapozó ismereteket tartalmaz, mint a matematika, műszaki fizika, műszaki rajz, informatika, stb. Ezen általános tantárgyak kiegészítéseként lehetőség nyílik a hallgatók számára tanulás módszertani ismeretek megszerzésére. Itt a Mező féle IPOO módszer alkalmazása, valamint a Probléma alapú tanulási módszer bemutatása kap hangsúlyos szerepet.

A szakmai modul két részre bomlik. A szakmai törzsanyagot felölelő modulra, valamint a szakirányoknak megfelelő differenciált szakmai modulra. A szakmai törzsanyagban feltétlenül helye van a különböző modellező és szimuláció készítő programok, mint pl: AutoCad, ArchiCad, Matlab Simulink, Tina, ExpressSCH, Express PBC stb. megismerésének, hiszen a modellezés és szimuláció mint eszköz szükséges a mérnöki munkához.

2.2. PBL módszer alkalmazási területeinek és eredményeinek bemutatása

A PTE Pollack Mihály Műszaki és Informatikai Karán különös figyelmet fordítunk a hallgatók gyakorlatorientált képzésére, a logikus, rendszerben való gondolkodás fejlesztésére

A PBL módszert a legalapvetőbb tananyagok tanításánál is alkalmazzuk, mint például az informatika tantárgyon belül a táblázatkezelési ismeretek megszerzésénél. Rávilágítunk az elsajátított ismeret széleskörű alkalmazására. A PBL módszert követve a hallgatók egy épület hangosítási tervező modellt valósítottak meg a Microsoft Excel program segítségével.

A feladat ismertetését követően a hallgatók csoportokba szerveződtek. A csoportok egy-egy részfeladatot dolgoztak ki, majd mutattak be a többieknek, akik kérdéseikkel, további ötleteikkel adtak segítséget a továbbfejlesztéshez. Végül közösen megalkották az épület-hangosító „programot”.

A tanulási folyamatot aktívvá, élményszerűvé tette az alkotás élménye, valamint az, hogy a szükséges ismereteket nem készen kapták a hallgatók. Az órai konzultációk, valóban konzultációkká váltak. Meglepetésként hatott a hallgatók lelkesedése, kreativitása. Valóságossá vált, az a kép, hogy az informatika-oktatás alkotóműhelyként is tud működni.

Másik PBL projektünk már a szakmai differenciált ismeretkört nyújtó tantárgyak körében kaphat helyet a moduláris képzésben. Kipróbálása diákköri kereteken belül, „önkéntes” kisebb létszámú hallgatói csoportban valósult meg. A hallgatók diákköri foglalkozás keretében egymást segítve sajátították el a NYÁK tervezést, megvalósítást. A cél felépíteni egy elektronikai áramkör kapcsolást az ExpressSCH szoftverrel, majd megtervezni egy nyomtatott áramköri panelt (PCB) felhasználva az ExpressPCB szoftvercsomagot. Az alkotómunka pedig a gyártással, használatba vétellel vált teljessé.

A hallgatók feladat a megfelelő funkciójú áramköri panel kiválasztásától, annak áramköri modelljének összeállításán keresztül a tényleges megvalósításig egy komplex, alkotó

munkafolyamatot fedett le. A tervezés során cél volt, hogy egyszerű és ingyenes szoftverek segítsék a munkát. A megvalósítást az EypressSCH és az ExpressPBC programok segítették. A tervek elkészülése után a nyákokat a laborokban legyártották, majd beültették az alkatrészeket. Ezután az élesztés során bevizsgálták az elkészült áramkört és ha minden megfelelt a mérések során, akkor számítógépre köthették. Ezt követően megkezdődött az első program letöltése.

Az elkészült termék (2. ábra) breadboard-ba illeszthető, ezen keresztül lehet hozzá perifériákat illeszteni:

- Alfajnumerikus LCD
- Grafikus LCD
- Relés kimenet
- Analog/digital bemenet/kimenet
- RS232
- I2C/SPI busz

A kellő ismeretek elsajátítása után mindenki saját fejlesztő környezetet tervezhet a meglévő eszközehez, ilyen pl.: <pinguino_base.jpg>, melyre szalagkábellet lehet csatlakoztatni a kijelzőket, billentyűzeteket.

4. Következtetések / Összefoglaló

Személyes tapasztalataim alapján megállapítható, hogy a konstruktivista módszerekkel történő ismeretszerzés jobban motiválja a hallgatókat. Az önálló, felfedező tevékenység mélyebb ismeretet eredményez, érdeklődésüket nem csak az adott feladat elvégzése idejére tartja fenn, hanem továbblépésre készíti őket. Segíti a rendszerben való, problémamegoldó gondolkodás fejlesztését, a kreatív mérnökképzést.

A modellezés és szimuláció, mint a tervezési munka eszköze jól alkalmazható az alkotó folyamat eszközeként is. Alkalmazása a szakma-specifikus témakörökön kívül is indokolt.

Irodalom

- [1] A minőségi műszaki felsőoktatásért – a Magyar Mérnöki Kamara állásfoglalása (2013), Budapest
- [2] Csapó Benő és Szabó Gábor: *Tartalmi keretek a természettudomány diagnosztikus értékeléséhez*, Nemzeti Tankönyvkiadó, 2012. Budapest. 9-15.
- [3] [Barell J: “ *Problem Based Learning, an inquiry approach*”, Hawker Brownlow Education, (1998), Australia.
- [4] www.oktatas.hu



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

ÖRÖKSÉGVÉDELEM AZ OKTATÁSBAN ÉS A GYAKORLATBAN – SOPIANAE ÓKERESZTÉNY HÁROMKARÉJOS TEMETŐI ÉPÜLETEI – VÉDELEM ÉS BEMUTATÁS

HERITAGE PROTECTION IN EDUCATION AND PRACTICE – EARLY CHRISTIAN THREE-APSE BURIAL BUILDINGS. PROTECTION OF THE BUILDINGS, PRESENTATION

HORVÁTH Magdolna

Pécsi Tudományegyetem, Pollack Mihály Műszaki és Informatikai Kar, Tervezési és Építészeti Ismeretek Tanszék, 7624, Magyarország, Pécs, Rókus utca 2.; Telefon/Fax: +36 72 501 562 / +36 72 503 650, E-mail: horvathm@pmmik.pte.hu

Abstract

Early examples of the apse in the buildings appeared in Roman pagan architecture. The three-apse (trefoil, clover) layout church type was already known in the earliest Christian era. As for their function, burial chapels are *cella memoriae*, and were not used frequently for religious services; or this was a subsequent development. The first three-apse building found in Hungary is situated in the western edge of the Early Christian cemetery, between Saint Peter's Cathedral and the Bishop's Palace: partly under the Bishop's Palace, the south-western tower of the Cathedral and under the road connecting the two buildings. On the paving of the road – the present-day ground level – the outlines of the previous buildings can be seen. The second late Roman three-apse burial building of Sopianae's north cemetery was discovered in Rózsakert (Rose Garden, Pécs) The Rose Garden *Cella Trichora* includes a chapel above the ground level and a crypt under the ground level. This burial building – a *cella trichora* from the architect's perspective – was a mausoleum as for its function.

Keywords: three-apse (trefoil, clover) layout church type, research, survey, conservation, rehabilitation

Összefoglalás

A karéjos építmények legkorábbi nyomait a római pogány építészetben találjuk. A háromkaréjos vagy más néven lóhere-alaprajzú, háromapszisos templomtípus már a kereszténység legkorábbi idejéből ismeretes. Rendeltetésük alapján a temetői kápolnák, a *cella memoriae*-k sorában helyezkednek el, kultikus célokra csak ritkábban használták, vagy csak később alakultak át. Az első, hazánk területén felfedezett háromkaréjos temetői épület, a pécsi ókeresztény temetőrész nyugati szélén, a Szent Péter székesegyház és a püspöki palota közt foglal helyet részben a püspöki palota, részben a székesegyház délnyugati tornya, részben a köztük átvezető úttest alatt, amelynek burkolata az építmény körvonalait jelzi a mai térszínen. A Rózsakert területén került elő Sopianae északi temetőjének második, késő római kori háromapszisos temetői épülete. A Rózsakerti *Cella Trichora* egy földfelszín feletti kápolnából és egy földalatti kriptából áll. A temetői épület építészeti megközelítés alapján *cella trichora*, funkcióját illetően mauzóleum.

Kulcsszavak: háromkaréjos vagy lóhere-alaprajzú háromapszisos templomtípus, kutatás, felmérés, megőrzés, rehabilitáció

1. Sopianae ókeresztény háromkaréjos temetői épületei

1.1. Háromkaréjos temetői épületek

A késő római temetők általában az egykori római várostól északra és keletre helyezkedtek el. Ezek nagyobb számban Sopianae északnyugati részén, a IV. század közepe táján kialakult temetőben létesültek. A nagy kiterjedésű temető a mai Székesegyház környékén található. A jelenleg is látogatható ókeresztény emlékek felső része csak nyomokban maradt ránk. A Sopianae-ban feltárt sírok, sírkamrák eltérő tengerszint feletti magassága, egymástól való távolsága mutatja, hogy a domboldalra telepített temető teraszos kialakítású volt. A feltevések szerint a pécsi ókeresztény temető építményei teraszosan helyezkedtek el, a felső terasról lehetett megközelíteni a sírkápolnát, a cella memoriae-t és az alsó terasról a temetkezési helyként szolgáló cubiculumot. Ezek a temetkezési helyek tehát kétszintesek, a sírkamrából és a fölötte lévő kápolnából álltak. Az első, hazánk területén felfedezett háromkaréjos temetői épület a pécsi ókeresztény nagytemető területén lévő Cella Trichora. Pécs belvárosában, a Janus Pannonius utca és nyugatról a Káptalan utca által határolt telken, a Rózsakertben került elő Sopianae északi temetőjének egy újabb jelentős késő római kori temetői épülete, egy másik háromkaréjos kápolna, a Rózsakerti Cella Trichora.

1.2. Dómtéri Cella Trichora

Möller István 1913-ban az I. számú Péter-Pál sírkamra védelmének biztosításával örök érdemeket szerzett a pécsi egyházmegyében. Annyira, hogy a székesegyház csapadékvíz elvezetésének problémáját Zichy püspök Möller Istvánra bízta. A Cella Trichora ennek a munkának köszönhetette előkerülését, mivel Möller a székesegyház északi oldalán összegyűlemlt csapadékvíz egy részét, egy az épület nyugati oldalán kiépítendő csatornában tervezte elvezetni. A kápolnára a csatorna helyének kiásása közben bukkantak rá. A csatorna ma, pont a Cella Trichora alatt halad át a székesegyház és a püspöki palota közti szűk területen. A feltárást Möller István, Szőnyi Ottóval együtt végezte el 1922-ben. Megtekinthetőségét elősegítette a csatorna megépítésének szükségessége, mivel miatta át kellett törni a kápolna egykori járószintjét. Ezzel lehetővé vált, hogy az eredeti járószint alatt, új járószint alakulhasson ki, amely már alkalmas volt a látogatók fogadására. A Cella Trichora falain talált falfestménytöredékek két rétegben helyezkednek el a falakon, az épületet két különböző időszakban festették ki. Az építéssel egyidejű alsó freskóréteg feketés színű részleteiben egy függönyszerű drapéria azonosítható. A felette elhelyezkedő második réteg falfestményén ma is jól látható egy ívesen záródó függőyminta alsó része.

1.2.1. „Látogathatóság”

A kápolnába való bejárás ma az elpusztult nyugati karéj felől lehetséges, a püspöki palota mellé épített kisebb helyiségből. Ez a kis tér ma lépcsőházként és valamikor kiállítóterként is szolgált. A Cella Trichora elhelyezkedése a püspöki palota és a székesegyház között elég szerencsétlennek mondható. Két karéja most is a székesegyház és a püspöki palota alá csúszik, pontosabban ezeket a részeket a két épület alapozási munkáinál részben el is pusztították. Ezért az egész műemlék látványa jelenleg nem képes az eredeti térélmény visszaadására. A látogatók lejutva a kápolnába nem az eredeti járószinten járnak, hanem a lejjebb kialakított bevágásban. Nehéz vizuálisan a látottakon eligazodni. Sikeresen a világörökség része lett a pécsi Sopianae ókeresztény temető együttes, sajnálatos módon anyagiak miatt művészettörténetileg a római kor és a középkor közötti kontinuitást adó emlékek sorában kiemelkedő jelentőségű Cella Trichora és még számos síremlék maradt ki a védelemből és a bemutatásból. Állaga rohamosan romlik, jelenleg nem látogatható.

1.2.2. Építészeti elvek

Az elsődleges cél itt jövőbeni helyreállítás és bemutatás mellett, a mostani áldatlan állapot megszüntetése kell, hogy legyen. Fontos, hogy mint az eddigi feltárt és bemutatott

világörökségi építményeknél, itt is a műemlék látványának élménygazdagabb kiteljesedését biztosítani tudjuk és kiaknázzuk a benne rejlő lehetőségeket. A lehetőségek ebben a „szorongatott” helyzetben meglehetősen korlátozottak. A többi világörökségi emlék bemutatást tekintve, itt sokkal mostohábbak a feltételek. Fontos feltétel a külső falszakaszok megjelenítése, a körbejárhatóság, a narthex kibontása, a még megmaradt mozaikok és a falfestmény szakszerű bemutatása. A Cella Trichora épülete, épületmaradványa a római ókeresztény építő kultúra dokumentuma, helyreállítása és bemutatása Pécs építészettörténeti jelentőségét még magasabb nivóra emelheti.

1.2.3. Védelem

A Cella Trichora nincs megfelelő, kellő mélységben a föld alatt, ez annak a következménye, hogy nem sírépítményről van szó, de ez a helyreállításának körülményeit is meghatározta. A műemlék látványos bemutatása, az élmény kiteljesedése mellett szükség van egy új és korszerű módon megépített védőépületre. A hosszú távú fenntartást igényel, egy a jelenleginél hatékonyabb szigetelést és a többi világörökségi sírkamránál már megvalósult klimatizált térrendszer létrehozását. A szükséges lépések, a már említett hatékonyabb szigetelés és a klímatechnika, itt is alapfeltétel, ezek megvalósítása nélkül hatékony helyreállításról nem beszélhetünk. Ma már köztudott, hogy a falképek fennmaradása szempontjából az állandó és nem a folytonosan változó klimatikai értékek fenntartása fontos, ez az állapot természetes eszközökkel nem, csak klímaberendezések által biztosítható.

1.2.4. Építészeti koncepció

A Cella Trichora nem csak mint műemlék, a mai ember számára jelentős kultúrtörténeti értékkel bír. A felületén található falfestmény miatt műemléki megóvása bonyolult technikai feladat. A Cella Trichora rohamosan romló állaga ellen tenni kell a megmentése érdekében, mert idővel kihúzhatjuk a műemlékek állományának sorából. A sírkamra védelmének alapvető szempontjait a falakon lévő falfestmények fennmaradásának feltételi határozzák meg. A megoldás itt, ahogy azt Pintér Attila restaurátor is javasolta, a festmények eltávolítása és izolálása. A Cella Trichora restaurált festményének bemutatására olyan megoldást kell találni, mely a látogatottság miatti – környezeti – ártalmaktól megvédi, izolálja a festményt. A legcélravezetőbb az lenne, ha a leválasztott festményt egy a körülötte lévő tértől légmentesen elválasztott – átlátszó, jelen körülmények között íves – dobozba tennénk, melyet a bemutatásra szánt helyre raknánk vissza, az „eredeti” helyére.

1.2.5. Értelmezhetőség, műemlék „látatása”

Szükség van egy korszerű védőépület megépítésére, a hatékony védelem, a hosszú távú fenntarthatóság és a látványos bemutatás érdekében. A Cella Trichora „szorongatott” helyzetéből következik, hogy a védelmét szolgáló épület is a püspökség és a székesegyház közé ékelődik. A létesítmény északi – déli irányban húzódna a Püspöki Palota hossz tengelyével párhuzamosa, északi végével „beszorulva” a dóm és a püspökség irodaépülete közé. A Cella Trichora új bejáratának helyét a Dóm tér délnyugati oldalán elhelyezkedő balusztrádon jelöltem ki. Jelenleg a kápolnába bejárás a Püspöki Palota mellé épített kis helységről történik. Egy lépcsőház vezet a kápolna nyomott terébe, ahol a látogató számára csak az északi apszis falfelületén megmaradt falfestmény nyújt „múzeumi élményt”. Az igazság az, hogy itt most jelen állapotában sem élményről, sem a kápolnába lejutásról nem beszélhetünk valójában. Akárcsak a nyomott tér és a halovány megvilágítás, akár a kápolna és festett falainak állapota nem szolgálja a vizuális élmény kiteljesedését, az érthetőségét. A jelenlegi bejárata és annak helye sem szolgálja és sürgeti a hazai és nemzetközi turizmus vérkeringésébe való bekapcsolását. Ennek a kis kápolnánk a világörökségi helyzete méltatlan módon igencsak a perifériára került. Ezért tartom fontosnak a bejárat helyének újragondolását, egy új, mindenki számára jól észrevehető, megközelíthető helyre való áthelyezését. A homlokzaton megjelenő kapuszerkezettel, igyekeztem a mögötte feltáruuló emlék jelentőségét

megtestesíteni, felhívni rá a figyelmet. A bejárat „szívó” hatást kelt, felhívva a figyelmet a föld méhében rejlő kincsre. Mögötte a hosszú folyosó végén kitárulkozó tér fogadná a látogatót, ahol a tervek szerint lehetőség nyílna a kápolna „körbejárhatóságára”. A Cella Trichora terének kialakításánál fontos szempont volt, hogy nem csak, mint védőépület működhessen, hanem egy jól használható múzeumtér jöjjön létre, a látottakon való eligazodást segítő, magyarázó rajzok és makett elhelyezésével.

1.3. Rózsakert Cella Trichora

A Rózsakert területe Sopianae késő római kori északi temetőjének és a középkori városnak a területére esik, kiemelten védett régészeti lelőhely. A telek tulajdonosa a Pécsi Székeskáptalan a területen egy új vendéglátó ipari egységet kívánt nyitni. A 2010-2011. évben végzett régészeti kutatás során a kutatóárok területén, a megtalált falszakasztól sejteni lehetett, hogy temetői épülettel lehet számolni. A feltárás során beigazolódtak az előzetes feltételezések: a Rózsakert területén előkerült Sopianae északi temetőjének második, késő római kori háromapszisos temetői épülete. Az épület tájolása a terepviszonyokhoz igazodva észak-dél. A cella trichora egy földfelszín feletti kápolnából és egy földalatti kriptából áll. A kápolna téglalap alaprajzú központi tere alatt kriptát alakítottak ki. Az ásatásvezető régész, Dr. Tóth Zsolt kutatásaiból tudható, hogy „Az épület építési idejét a 380-as évek – 420-as évek közti időintervallumba tehetjük. Más temetői épületekkel összevetve építészeti hasonlóságokat fedezhetünk fel. A cella trichora mérete és felépítése folytán nem egy családi sírbolt, a keresztény közösség szempontjából fontos személyek – püspök(ök), mártír(ok) – nyughelye lehetett.” Sajnos 2011 augusztusában a 2010 – 2011. évben feltárt területet.

1.3.1. Értelmezhetőség, műemlék „láttatása”

Elsődleges építészeti szempont a falszakaszok megmutatása volt és a lehetőségekhez mérten a körbejárhatóság, amihez további kutatásokra és régészeti ásatásra lesz szükség. Mindemellett itt is szükség van egy korszerű védőépületre. A Cella Trichora jelenleg nem látogatható. Ennek a kis kápolnának a világörökségi helyzete a régészeti ásatásokat követően a visszatemetésével méltatlan módon igencsak a perifériára került. Ebben a kialakult, világörökségi címmel bíró környezetben a tömegalításnál és a telepítésénél az elődleges szempont a kialakult építészeti karakterek, épülettömegek, tetőhajlások vizsgálata alapján az új épületrész - még ha a nagy része a földben „bújik” is meg - szoborszerű, finom megfogalmazása volt. A Cella Trichora védőépülete tulajdonképpen maga a földalatti múzeum, az építészeti látványosság a kápolna.

Összefoglaló

Ennek a két Cella Trichorának a „szorongatott és hányattatott” helyzete talán intő jel arra, hogy értékeink, épített örökségünk feltárása és kellő értékelése nem csak helyi vonatkozásában, de a magyar föld őskultúrájának dokumentálása szempontjából is, nem csak szakmai, társadalmi, politikai feladat is.

Irodalom

- [1] Szőnyi O., *Pécsi Cubiculumok - I. számú sírkamra régészeti munkái*, Pécs, Káptalani Levéltár, Szőnyi hagyaték, 1913
- [2] Dr. Tóth Zs., Pécsi Szemle, Téli szám, *Régészeti kutatások a Rózsakertben* (2011/4)

„A kutatás a TÁMOP 4.2.4.A/2-11-1-2012-0001 azonosító számú Nemzeti Kiválóság Program – Hazai hallgatói, illetve kutatói személyi támogatást biztosító rendszer kidolgozása és működtetése konvergencia program című kiemelt projekt keretében zajlott. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.”



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

NYOMÁSOSAN ÖNTÖTT ALUMÍNIUM ÖTVÖZETEK FORGÁCSOLHATÓSÁGÁNAK VIZSGÁLATA

THE EXAMINATION OF CUTTING ABILITY OF DIE- CAST ALUMINIUM ALLOYS

HORVÁTH Richárd⁽¹⁾, FAZEKAS András⁽¹⁾, MÁTYÁSI Gyula⁽²⁾

(1) Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, Magyarország, Budapest, Népszínház u. 8. Telefon: +36-1-666-5326, E-mail: horvath.richard@bgk.uni-obuda.hu; fazekas.andras01@gmail.com

(2) Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Gyártástudomány és –technológia tanszék, Magyarország, Budapest, Egrý József u. 1. Telefon: +36-1-463-3184, E-mail: matyasi@manuf.bme.hu

Abstract

The knowledge of the properties of the process of cutting aluminium is getting more and more important nowadays, particularly because of the large number of fields where aluminium alloys can be used, such as in automotive, war and aerospace industries. One of the most widespread index numbers used for measuring surface quality are R_a and R_z values. In this article, the authors examined the cutting capacities of aluminium parts (reinforced with silicon) with the help of design of experiment (DOE). The investigations were carried out with different edge-geometry diamond tools and conclusions were drawn about cutting abilities of the diamond tools used.

Keywords: surface roughness, aluminium alloys, fine turning, design of experiment, aluminium cutting

Összefoglalás

Az alumínium forgácsolhatóságának pontosabb megismerése napjainkban egyre fontosabb, hiszen folyamatosan szélesedő körben használják az Al ötvözeteket az iparban (autó-, hadi-, repülőgépipar), így szükségessége egyre nagyobb jelentőséggel bír. A felületi minőség egyik legelterjedtebb mérőszámai az R_a és R_z értékek. Jelen dolgozatban a szerzők szilíciummal erősen ötvözött alumínium alkatrészek forgácsolhatóságát végezték el kísérletterv segítségével. A vizsgálatokat korszerű, különböző élgeometriájú gyémánt szerszámokkal végezték el és következtetéseket vontak le a gyémánt szerszámok forgácsoló képességéről is.

Kulcsszavak: felületi érdesség, alumínium ötvözetek, finomesztergálás, kísérlettervezés, alumínium forgácsolás

1. Bevezetés

A forgácsolással készre gyártott alkatrészek felületi érdességének mérése és azok minősítése az iparban is elterjedt módszer [1, 2]. Alumínium forgácsolhatóságának kutatásával több vizsgálat is foglalkozott [3, 4]. A leggyakrabban használt R_a , és R_z mérőszámok mellett az érdesség statisztikai paramétereinek vizsgálata is előtérbe került [5, 6]. Ebben a cikkben

nyomásosan öntött alumínium ötvözet forgácsolhatóságának vizsgálatát végeztük el, korszerű gyémánt szerszámokkal. Részletesen elemzésre kerülnek a gyártott felület átlagos felületi érdesség (R_a) és egyenetlenség magasság (R_z) értékei.

2. Kísérletben felhasznált eszközök és módszer

2.1. A vizsgálatba vont eszközök

A felhasznált eszközök és alapanyag tulajdonságait, jellemzőit az 1. táblázat foglalja össze.

1. táblázat. A kísérletben felhasznált eszközök

Szerszámgép	Munkadarab	Felhasznált gyémánt szerszámok	Mérőeszközök
Típus: EuroTurn 12B CNC eszterga Maximális fordulatszám 6000 1/min Legnagyobb esztergálható átmérő 170 mm Max teljesítmény 7 kW Szerszámpozíciók 8 Szélesség x mélység x magasság 2250 x 1500 x 1900 mm Tömeg 1200 kg	Alapanyag: AS17 Összetevők: Si 16,8%, Cu 4,1%, Zn 1%, Fe 0,8%, Mg 0,5%, Mn 0,2%, További komponensek: Pb, Sn, Ni, Ti (<0,08%) Kísérletre használható méret: Ø110 × 40 mm	Szerszámtartó kód: SDJCR 1616H 11 Lapka kód: DCGW 11T304 Élanyag: CVD-D Geometria: ISO, Wiper	Surftest SJ301 Mérési beállítások: $l=4\text{ mm}$, $\lambda_c = 0,8$, $N=5$

2.2. Kísérletterv kidolgozása

A kísérletterv kidolgozása során a forgácsolási paraméterek meghatározása a napjainkban használt ipari értékek figyelembe vételével készült. Ezen beállítások megfelelnek a HSC (high speed cutting) megmunkálásoknak is. A vizsgálat során használt minimum és maximum forgácsolási paraméterek értékei a 2. táblázatban találhatóak. Az eltérő élgeometriák összehasonlíthatósága miatt ezek a paraméterek csak az előtolás (Wiper geometriájú szerszám kétszeres előtolás tartományon lett vizsgálva) értékében térnek el.

2. táblázat. A kísérlettervben alkalmazott forgácsolási paraméterek értékei

ISO		Wiper	
$v_{cmin} = 500\text{ m/min}$	$v_{cmax} = 2000\text{ m/min}$	$v_{cmin} = 500\text{ m/min}$	$v_{cmax} = 2000\text{ m/min}$
$f_{min} = 0,05\text{ mm}$	$f_{max} = 0,12\text{ mm}$	$f_{min} = 0,1\text{ mm}$	$f_{max} = 0,24\text{ mm}$
$a_{min} = 0,2\text{ mm}$	$a_{max} = 0,8\text{ mm}$	$a_{min} = 0,2\text{ mm}$	$a_{max} = 0,8\text{ mm}$

A forgácsolási kísérleteknél általunk meghatározott kísérletterv az ún. central composit terv (3 faktoros kísérletterv, 5 szinten vizsgálva). A 3. táblázat tartalmazza a vizsgálatba vont szerszámokra alkotott kísérletterv mérési pontjainak beállítandó forgácsolási paramétereit.

3. táblázat. Az ISO és Wiper geometriájú szerszámok kísérlettervből meghatározott mérési pontjai

Mérési pontok	$v_c, \text{m/min}$	$f, \text{mm ISO}$	$f, \text{mm Wiper}$	a, mm
1	667	0,058	0,116	0,267
2	667	0,058	0,116	0,733
3	667	0,112	0,224	0,267
4	667	0,112	0,224	0,733
5	1833	0,058	0,116	0,267
6	1833	0,058	0,116	0,733
7	1833	0,112	0,224	0,267
8	1833	0,112	0,224	0,733
9	500	0,085	0,17	0,5
10	2000	0,085	0,17	0,5
11	1250	0,05	0,1	0,5
12	1250	0,12	0,24	0,5
13	1250	0,085	0,17	0,2
14	1250	0,085	0,17	0,8
15 (C)	1250	0,085	0,17	0,5
16 (C)	1250	0,085	0,17	0,5

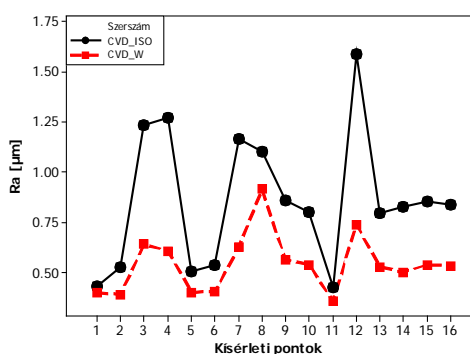
A 15. és 16. mérési pont a vizsgált forgácsolási paraméter középpontjában, ellenőrzésre szolgál. Ezek a mérési pontok új darabra, új beállással, külön-külön kerültek esztorgálásra.

3. Eredmények

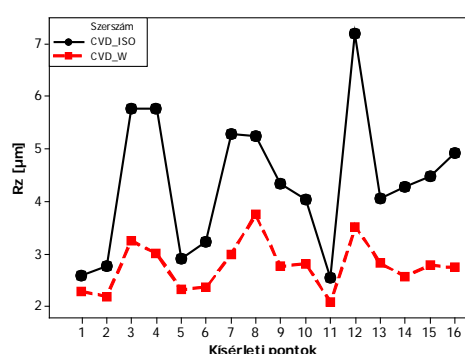
A technológiai tervezési gyakorlatban, sok más paraméterrel együtt a forgácsolt felületi érdesség is egy komoly kritérium. Az iparban is elterjedt mérőszáma a felületi érdességnek az Ra és Rz paraméter. Ez a fejezet a vizsgálatba vont szerszámok által gyártott érdességek Ra és Rz paramétereinek elemzését mutatja be.

3.1. Az átlagos érdesség és a felületi egyenetlenség vizsgálata (Ra , Rz)

Az 1. és 2. ábra az átlagos érdesség (Ra , μm) és a felület egyenetlenség (Rz , μm) értékeit mutatja a kísérleti pontok függvényében. A két szerszámhoz tartozó értékeket feltüntető ábrákon jól látszódnak különülnek el az értékek. Levonható tehát a következtetés, hogy a Wiper geometriával rendelkező szerszámmal kisebb felületi érdességet lehet előállítani, mint az ugyan olyan élananyagú, de ISO kialakítású szerszámmal.



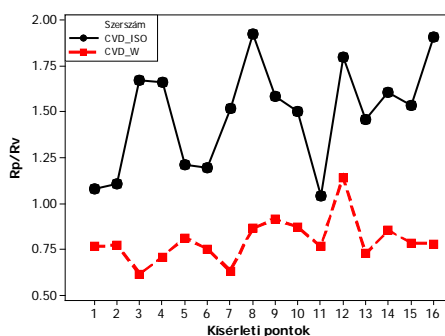
1. ábra. Ra értékek alakulása



2. ábra. Rz értékek alakulása

3.2. A profil maximális csúcsmagasságának és völgymélységének elemzése (Rp , Rv)

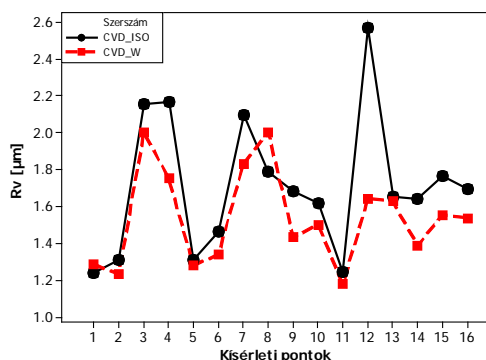
A megmunkált felület - működés szempontjából - fontos mérőszámai a mért hosszhoz tartozó maximális és minimális völgy (Rv , μm), illetve csúcs (Rp , μm) nagysága a közép vonalhoz képest. A két érték arányából következtethetünk a felület szimmetriájára. Ha az érték 1 vagy ahhoz közeli, akkor egy szimmetrikus profil jellemzi az elkészült hordozó felületet. Ha $Rp/Rv > 1$, akkor a felületet kimagasló csúcsok jellemzik, ha azonban ez az arány $Rp/Rv < 1$, akkor egy platós felületű profilt kapunk. A 3. ábra ezeket az értékeket mutatja mind a két vizsgált szerszámmra vonatkozóan.



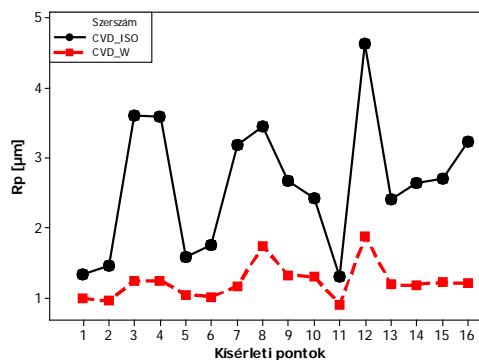
3. ábra. Rp/Rv arány értékei

Az ISO és Wiper geometria által gyártott felületek Rp/Rv arányában megfigyelhető az elkülönülés. Míg az Rp/Rv arány ISO geometriájú szerszámmal 1 és 2 közötti értéket vesz fel,

addig a Wiper geometriájú szerszám R_p/R_v aránya 1 alatti. Az R_p/R_v értékek imént ismertett eltérésére a 4. és 5. ábra ad magyarázatot.



4. ábra. R_v értékek



5. ábra. R_p értékek

A völgymélység értékeit (R_v) feltüntető 4. ábrán a szerszámok által produkált R_v értékek alig térnek el egymástól. Az 5. ábrán a vizsgált szerszámok által gyártott felületek R_p értékei láthatóak. Az ábrán jól látszik, hogy a Wiper geometriájú szerszám szignifikánsan kisebb R_p értékeket gyártott, tehát az R_p/R_v arány változása ebben a vizsgálatban csak az R_p értékek változásától függ.

4. Összefoglalás

A szerzők ebben a tanulmányban különböző gyémántszerszámmal esztergált (a tömeggyártásban gyakran használt) nyomásosan öntött alumínium alkatrészek érdességi paramétereit vizsgálták. A vizsgálat eredményeiből levonható következtetések:

- a Wiper élgeometriájú szerszám még kétszeres előtolás tartományban is szignifikánsan kisebb R_a és R_z felületi érdességet produkált;
- a felületi érdesség szimmetriáját jellemző R_p/R_v arány is szignifikánsan kisebb a Wiper geometriájú szerszámmal előállított felületeknél;
- bizonyítást nyert, hogy az R_p/R_v arány változását Wiper geometriával esztergált felületeknél kizárólag az R_p paraméter csökkenése okozza – Wiper geometria vasaló hatása miatt - míg az R_v paraméter mindkét élgeometria esetében gyakorlatilag azonos értéken marad.

Irodalom

- [1] Tóth G N., Drégelyi-Kiss Á., Palásti-Kovács B.: *Analysis of the microgeometric parameters of cut surfaces*, POLLACK PERIODICA: AN INTERNATIONAL JOURNAL FOR ENGINEERING AND INFORMATION SCIENCES 2013, 8:(02) 55-66 oldal.
- [2] Drégelyi-Kiss Á., Czifra Á., Palásti-Kovács B.: *Comparison of capability calculations of surface roughness measurement in automotive industry*, Proceedings of the ISMQC 2013., Cracow, 2013.09.11-2013.09.13.
- [3] Horváth R., Mátyási Gy.: *Alumínium alkatrészek forgácsolhatóságának vizsgálata kísérletterv segítségével*, Fiatal Műszakiak Tudományos Ülésszaka XVIII. Kolozsvár, 2013.03.21-2013.03.22., 159-163 oldal.
- [4] Horváth R., Drégelyi-Kiss Á., Mátyási Gy.: *Application of RSM Method for the Examination of Diamond Tools*, Acta Polytechnica Hungarica 2014. Vol. 11, No. 2, 137-147 oldal.
- [5] Czifra Á., Sándor Horváth S.: *Complex Microtopography Analysis in Sliding Friction of Steel-Ferodo Material Pair*, MECCANICA 2011, 46:(3) 609-617 oldal.
- [6] Barányi I.: *The modification of the roughness parameters in the wear process*, MECHEDU 2013, Szerbia, Subotica Technical College of Applied Sciences, 2013. 1-4 oldal.



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

FELÜLETI ÉRDESSÉG STATISZTIKAI PARAMÉTEREINEK VIZSGÁLATA ALUMÍNIUM FINOMESZTERGÁLÁSAKOR

THE EXAMINATION OF THE STATISTICAL PARAMETERS OF SURFACE ROUGHNESS DURING ALUMINIUM FINE TURNING

HORVÁTH Richárd

Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki kar, 1081, Magyarország, Budapest, Népszínház utca, 8, Telefon/Fax: +36-1-666-5326, horvath.richard@bgk.uni-obuda.hu

Abstract

The machining of aluminium parts has been made more and more important in last years and decades. The aluminium alloys are used by the automotive, aero and war industries increasingly because of their numerous advantageous mechanical and chemical properties. One of the main quality features of the workpieces cut ready is surface roughness. The parameters of surface roughness generally used in the industries (R_a , R_z) does not characterise properly the expected functional behaviour of machined surface. For these the statistical parameters (skewness and kurtosis) of surface roughness can be used better. In this article the results of the cutting capacity of die-cast aluminium alloys added with design of experiment (DoE) are shown. The examination was carried out with modern diamond tools of different edge geometries. The statistical parameters of the machined surface roughness are analysed in detail. Deductions can be made between the geometry of the tools used and the statistical parameters.

Keywords: surface roughness, topological map, fine turning, design of experiment, aluminium cutting

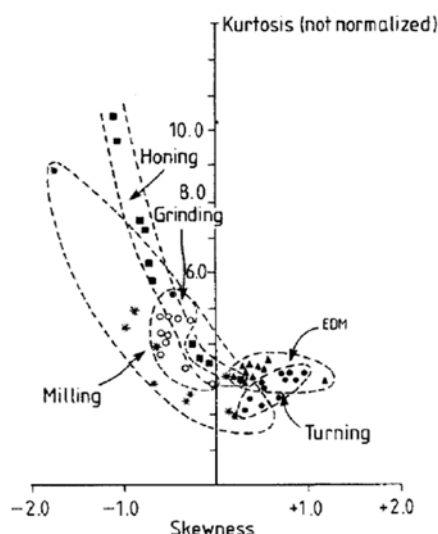
Összefoglalás

Az utóbbi évek, évtizedek, az erősen ötvöztött alumínium alapanyagok felhasználását megsokszorozták. Köszönhető ez számtalan kedvező mechanikai tulajdonságának. A (forgácsolt) kész munkadarabok egyik fő minőségi jellemzője a gyártott felületi érdesség. Az általánosan iparban is használt érdességi paraméterek (átlagos érdesség, egyenetlenség magasság) nem jellemzik megfelelően a gyártott felületek várható működés közbeni viselkedését. Ezekre a felületi érdesség statisztikai paraméterei megfelelőbben használhatóak (ferdeség, csúcsosság). A jelen dolgozat nyomásosan öntött alumíniumok forgácsolhatóságának kísérlettervvel segített vizsgálatának eredményeit ismerteti. A vizsgálat korszerű, különböző élgeometriájú gyémánt szerszámokkal lett elvégezve. Részletes elemzésre kerülnek a gyártott felületi érdességek mért statisztikai paraméterei. Következtetések vonhatóak le a felhasznált szerszámok geometriája és a statisztikai paraméterek alakulása között.

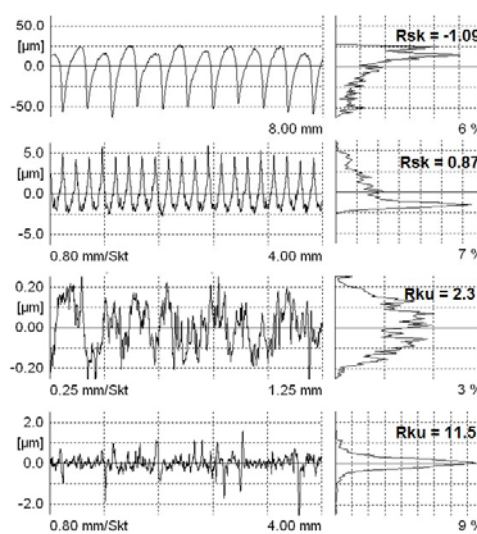
Kulcsszavak: felületi érdesség, topológiai térkép, finomesztergálás, kísérlettervezés, alumínium forgácsolás

1. Bevezetés

A forgácsolt felületek érdességének mérése és kiértékelése napjainkban is fontos kutatási terület [1, 2]. A szerző és társai több publikációban foglalkoztak alumínium ötvözetek forgácsolhatóságának vizsgálatával. Kitértek az iparban gyakran használt átlagos felületi érdesség (R_a) és egyenetlenség magasság (R_z) elemzésére [3]. Phenomenológiai modelleket állítottak fel az R_a , R_z paraméterek becslésére [4], elemezték a forgácsolt felületek ún. topológiai térképét [5, 6]. A forgácsolt felületi érdesség statisztikai mérőszámait a szakirodalom ún. topológiai térképen definiálja (1.a. ábra) [7]. Az ábrán látható, hogy a különböző technológiával készült felületek R_{sk} - R_{ku} értékei a forgácsoló technológiától függő csoportokat alkotnak. A térképek eltérő csoportjaiból adódik, hogy különböző technológiával gyártott felületek működés közbeni viselkedése is változik.



1.a. ábra. különböző gyártási eljárásokkal készült felületek Topológiai térképei [7]



1.b. ábra. különböző felületi érdességek eltérő R_{sk} R_{ku} értékekkel

1. ábra. Az R_{sk} és R_{ku} valamint a topológiai térkép magyarázata

A érdesség statisztikai paraméterei közül a ferdeség (R_{sk}) relatív összehasonlítást ad a megmunkált felületről: ha a profil csúcsai nagyobbak, mint a völgyek mélységei, akkor a felület pozitív ferdeségű. Ha a völgyek mélyebbek a csúcsok nagyságnál, akkor a ferdeség negatív. Ez a felület értékelési paraméter nagyon fontos gyakorlati jelentést hordoz a valós működő felületekről. A másik, statisztikai paraméter, a kurtosis (R_{ku}). Az R_{ku} lapultsági mérőszám a magasságeloszlás csúcsosságát, jellemzi. A gaussi felületeknél $R_{ku} = 3$. Nagy R_{ku} érték többnyire kiugró csúcsokra, vagy völgyekre (esetleg mindkettőre) utal (1.b. ábra).

Műszaki felületek tribológiai tulajdonságai összefüggésben vannak a felület mikrogeometriájával [8]. Több kutatás talált kapcsolatot az R_{sk} , R_{ku} és a felület működési tulajdonságai között. W. Grzesik és K. Zak, (2012) 41Cr4 (AISI 5140) 60 ± 1 HRC keménységű acélt esztergáltak ISO és Wiper geometriájú kerámia szerszámmal, esztergálás után a felületeket szuperfiniselték és görgőzték. Az így előállított felületek érdességi paramétereit vizsgálták. Megfigyelték, hogy a jobb teherbírási tulajdonságokkal rendelkező felületekhez negatív R_{sk} és magas R_{ku} érték tartozott [9]. M. Sedlacek (2009) rámutatott arra, hogy a legdominánsabb paraméter az R_{sk} és R_{ku} . Ahol legkisebb volt az R_{sk} értéke és legnagyobb az R_{ku} értéke ott kapta a legkisebb súrlódást [10]. A vizsgálatok alumínium anyagok esetén is hasonló eredményekre vezettek. Pradeep (2009) 99.997 wt.% tisztaságú alumíniumot koptatott 080 M40 acélon. Negatív korrelációt állapított meg az R_{ku} és a

súrlódás, illetve gyenge pozitív korrelációt az Rsk és súrlódás között [11]. Barányi (2013) abráziós kopási folyamat és az Rsk , Rku érdességi paraméterek kapcsolatát vizsgálta [12].

Ebben a tanulmányban két eltérő élgeometriájú – de azonos élananyagú – szerszámok által gyártott felületek érdességének statisztikai paramétereinek elemzése kerül bemutatásra.

2. Felhasznált anyagok és módszerek

A forgácsolási kísérletben felhasznált anyagok és eszközök:

- alapanyag: AS17; összetétel: Al = 74.35 %; Si = 20.03 %; Cu = 4.57 %; Fe = 1.06%; keménység: 114 HB_{2,5/62,5/30}; forgácsolási kísérletre használható méret: Ø110 × 40 mm;
- szerszám tartó kódja: SDJCR 1616H 11; lapka alakjele, anyaga, geometriája: DCGW 11T304 FN, CVD-D, ISO és Wiper;
- érdességmérő: Mitutoyo SJ-301; mérés paramétereit: $l=4$ mm, $\lambda_c = 0,8$, $N=5$; (Az érdesség mérés a munkadarabokon 12-szer, a palást területén 30°-onként történt.);
- szerszámgép: EUROTURN 12B CNC eszterga;

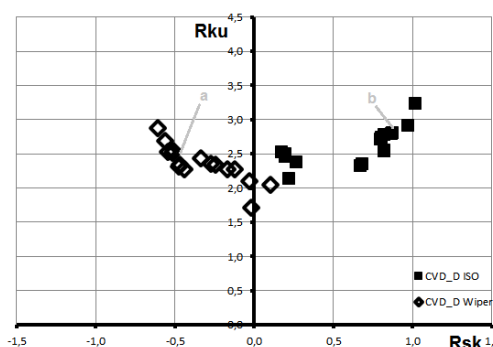
A kísérletek centrál kompozit kísérletterv alapján készültek, beállításait az 1. táblázat mutatja.

1. táblázat. A vizsgálatba vont eltérő geometriájú szerszámokhoz tartozó kísérleti beállítások

Mérési pontok	vc, m/min	f, mm (ISO geometria)	f, mm (Wiper geometria)	a, mm	Mérési pontok	vc, m/min	f, mm (ISO geometria)	f, mm (Wiper geometria)	a, mm
1	667	0,058	0,116	0,267	9	500	0,085	0,17	0,5
2	667	0,058	0,116	0,733	10	2000	0,085	0,17	0,5
3	667	0,112	0,224	0,267	11	1250	0,05	0,1	0,5
4	667	0,112	0,224	0,733	12	1250	0,12	0,24	0,5
5	1833	0,058	0,116	0,267	13	1250	0,085	0,17	0,2
6	1833	0,058	0,116	0,733	14	1250	0,085	0,17	0,8
7	1833	0,112	0,224	0,267	15 (C)	1250	0,085	0,17	0,5
8	1833	0,112	0,224	0,733	16 (C)	1250	0,085	0,17	0,5

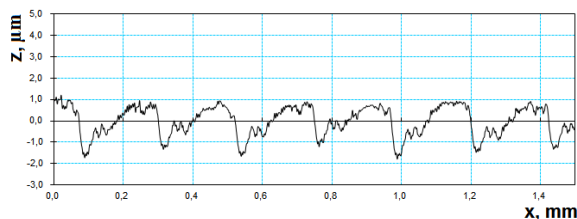
3. Eredmények

Az 2. ábra a gyártott felületek topológiai térképét mutatja. A mérési pontokból adódó Rsk – Rku értékeken, megfigyelhető két szerszám geometriától elkülönülő csoport.

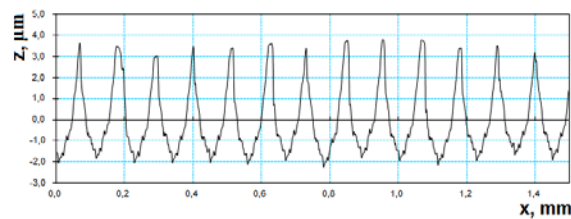


2. ábra. A vizsgálatba vont szerszámok által gyártott felületek topológiai térképei

Az 2. ábra „a” és „b” pontja egy-egy olyan beállítást mutat, melyek forgácsolási paraméterek szempontjából összehasonlíthatóak. Az „a” és „b” pontok 2D-s felületi érdesség méréseinek eredményeit mutatja a 3. ábra. Jól látszik a két felület közötti (az élgeometriából adódó) különbség. Míg a hagyományos (ISO) geometria magas csúcsokkal ellátott felületeket gyártott, addig a Wiper élgeometria (jól ismert összetett Wiper rádiusznak köszönhetően) laposabb, ún. platós felületet állított elő – így elérve a felület teherbírása szempontjából a kedvezőbb negatív Rsk értéket.



3.a. ábra. a topológiai térkép “a” pontjának érdességi profilja ($R_a = 0,57 \mu\text{m}$; $R_z = 2,66 \mu\text{m}$; $R_{sk} = -0,54$; $R_{ku} = 2,24$; forgácsolási paraméterek: $v_c = 667 \text{ m/min}$; $f = 0,224 \text{ mm}$; $a_p = 0,73 \text{ mm}$)



3.b. ábra. a topológiai térkép “b” pontjának érdességi profilja ($R_a = 1,35 \mu\text{m}$; $R_z = 5,91 \mu\text{m}$; $R_{sk} = 0,87$; $R_{ku} = 2,62$; forgácsolási paraméterek: $v_c = 667 \text{ m/min}$; $f = 0,112 \text{ mm}$; $a_p = 0,73 \text{ mm}$)

4. Összefoglalás

A dolgozat az iparban is előszeretettel használt nyomásosan öntött alumínium alkatrészek forgácsolhatóságát és korszerű gyémánt szerszámok forgácsoló képességének vizsgálatával foglalkozott. A vizsgálatból az alábbi következtetések vonhatók le:

- a forgácsolt felület működés közbeni teherviselő jellemzőit befolyásoló R_{sk} és R_{ku} érdességi paraméterek csak a szerszám geometriától függték;
- az esztergálás topológiai térképe - speciális élgeometriával - a szakirodalomban ismert határokon túl is előállítható;
- a 2D-s érdességi profilok elemzéséből megállapítható, hogy a kedvezőbb R_{sk} érték a Wiper geometria által létrehozott laposabb, platósabb felület következménye.

Irodalom

- [1] Tóth G N., Drégelyi-Kiss Á., Palásti-Kovács B.: *Analysis of the microgeometric parameters of cut surfaces*, POLLACK PERIODICA: AN INTERNATIONAL JOURNAL FOR ENGINEERING AND INFORMATION SCIENCES 2013, 8:(02) 55-66 oldal.
- [2] Drégelyi-Kiss Á., Czifra Á., Palásti-Kovács B.: *Comparison of capability calculations of surface roughness measurement in automotive industry*, Proceedings of the ISMQC 2013., Cracow, 2013.09.11-2013.09.13.
- [3] Horváth R., Mátyási Gy.: *Alumínium alkatrészek forgácsolhatóságának vizsgálata kísérletterv segítségével*, Fiatal Műszakiak Tudományos Ülésszaka XVIII. Kolozsvár, 2013.03.21-2013.03.22., 159-163 oldal.
- [4] Horváth R., Drégelyi-Kiss Á., Mátyási Gy.: *Application of RSM Method for the Examination of Diamond Tools*, Acta Polytechnica Hungarica 2014. Vol. 11, No. 2, 137-147 oldal.
- [5] Horváth R., Sipos S., Mátyási Gy.: *Forgácsképződési zavarjelenségek ötvöztött alumínium alkatrészek finomesztergálásakor*, Fiatal Műszakiak Tudományos Ülésszaka XVII. Kolozsvár, 2012.03.22-2012.03.23., 175-178 oldal.
- [6] Horváth R., Sipos S.: *Újabb eredmények gyémántszerszámmal esztergált felületek topológiai kutatásában*, Fiatal Műszakiak Tudományos Ülésszaka XVI. Kolozsvár, 2011.03.24-25., 283-286.
- [7] Whitehouse, D.J.: *Handbook of surface metrology*, Inside of Physics Publ., Bristol (1994)
- [8] Czifra Á., Sándor Horváth S.: *Complex Microtopography Analysis in Sliding Friction of Steel-Ferodo Material Pair*, MECCANICA 2011, 46:(3) 609-617 oldal.
- [9] Wit G., Krzysztof Z.: *Modification of surface finish produced by hard turning using superfinishing and burnishing operations*, J Mater Process Tech, 2012, 212, 315–322 oldal.
- [10] Sedlacek M., Podgornik B., Vizintin J.: *Influence of surface preparation on roughness parameters, friction and wear*, Wear 266, 2009 482–487 oldal.
- [11] Pradeep L., M., Kishore, Satish V. K.: *Influence of surface texture and roughness parameters on friction and transfer layer formation during sliding of aluminium pin on steel plate*, Wear 267, 2009, 1534–1549 oldal.
- [12] Barányi I.: *The modification of the roughness parameters in the wear process*, MECHEDU 2013, Szerbia, Subotica Technical College of Applied Sciences, 2013. 1-4 oldal.



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

FOLYADÉKÁRAMLÁSI PROBLÉMÁK VIZSGÁLATA HASONLÓSÁGI MÓDSZERREL NEM-NEWTONI KÖZEGBEN

INVESTIGATION OF FLUID FLOW PROBLEMS OF NON- NEWTONIAN FLUIDS WITH SIMILARITY METHOD

HRICZÓ Krisztián

Miskolci Egyetem, Gépészmérnöki és Informatikai Kar, Analízis Intézeti Tanszék, 3515, Magyarország, Miskolci-Egyetemváros, Egyetem út 1. Telefon: +36-46-565-111/18-82, Cím: 3786, Magyarország, Lak, Dózsa György út 14., krisztian.hriczo@gmail.com

Abstract

Boundary layer flow of non-Newtonian fluids is examined along the horizontal and vertical plane orientation. The boundary layer flow is modeled by a system of partial differential equations, which are derived from the Navier-Stokes equation and the energy equation. A horizontal, permeable flat plate is placed in a non-Newtonian medium, while the vertical, impermeable flat plate is placed in non-Newtonian fluid-saturated porous medium. The assumed boundary layer flow is caused by free convection. Using similarity transformations the original mathematical model is reduced to a system of ordinary differential equations, its solutions provide the velocity and the temperature distribution in the boundary layer. Numerical approximate solutions are determined to illustrate the velocity and temperature changes in the boundary layer.

Keywords: Navier-Stokes equation, non-Newtonian fluid, permeable surface, porous medium.

Összefoglalás

Nem-newtoni folyadékok határréteg áramlását vizsgáljuk vízszintes és függőleges tájolású síklap mentén. A határréteg áramlást a Navier-Stokes egyenletből származtatott parciális differenciálegyenlet rendszerrel és energia egyenlettel modellezzük. Vízszintes esetben áteresztő síklapot helyezünk nem-newtoni közegbe, míg függőleges esetben egy nem áteresztő síklapot nem-newtoni folyadékkal telített porózus közegbe helyezünk el. A feltételezett határréteg áramlást a szabad konvekció idézi elő. Hasonlósági transzformációk alkalmazásával visszavezetjük a matematikai modellt közönséges differenciálegyenlet rendszerre, amely megoldása megadja az áramlásban a sebesség és hőmérséklet eloszlást hasonlósági függvényekkel. Numerikus közelítő megoldásokat állítunk elő, melyekkel szemléltetjük a határrétegben végbemenő sebesség és hőmérséklet változást.

Kulcsszavak: Navier-Stokes egyenlet, nem-newtoni folyadék, áteresztő felület, porózus közeg.

1. Bevezetés

A határréteg áramlás már több mint száz éve ismert, és azóta is aktívan kutatott területe a folyadékmechanikának. Elsőként az 1900-as évek elején Heinrich Blasius publikált vízszintes síklap menti folyadékáramlás kísérő jelenségeként megfigyelt határréteg áramlást leíró modelleket és ismertette azok analitikus megoldásait [2]. Az azt követő évtizedekben maradt a síklap mentén fölvetett modell, különböző feltételekkel, melyek leírják a síklap mozgását, áteresztő képességét. Az 1970-es években megjelent publikációkban találkozhatunk először a függőleges síklap körüli határréteg áramlás vizsgálatával [4], [5]. A kutatási tématerület

népszerűségét a széleskörű gyakorlati alkalmazhatóságának köszönheti. A határréteg áramlást alkalmazzák például gázturbinák működtetésénél, polimer lemeztáblák és lemezártyák gyártásánál, papírgyártás és üvegfűzés során, műanyagok extrudálásánál, a geofizikában, geotermikus energia hasznosításánál [1], [7], [8].

Célunk egy vízszintes és egy függőleges áramlásra fölírt modell bemutatása és hasonlósági megoldásaik előállítás.

2. Matematikai modellek

Mindkét esetben kétdimenziós állandósult lamináris áramlást feltételezünk összenyomhatatlan hatványtörvény szerinti folyadék esetén. A folyadék félig végtelen síklap mentén áramlik, melynek a határréteg fölötti része T_∞ hőmérsékletű és állandó U_∞ sebességgel áramlik. A Navier-Stokes egyenletről származtatott folytonossági egyenlet, mely mindkét modellben az anyag összenyomhatatlanságát fejezi ki: $(\partial u / \partial x) + (\partial v / \partial y) = 0$.

2.1. Vízszintes síklap feletti áramlás

A mozgás és energiaegyenlet:

$$u_h \frac{\partial u_h}{\partial x} + v_h \frac{\partial u_h}{\partial y} = \frac{1}{\rho} \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial y}, \quad u_h \frac{\partial T}{\partial x} + v_h \frac{\partial T}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial y} \left(\alpha_t \frac{\partial T}{\partial y} \right), \quad (1)$$

ahol u_h és v_h a sebesség x illetve y irányú komponensei, T a határrétegben lévő folyadék hőmérséklete. Alkalmazzuk a $\tau_{xy} = K |\partial u_h / \partial y|^{n-1} (\partial u_h / \partial y)$ nyírási feszültség és nyírási sebesség közötti hatványtörvény szerinti kapcsolatot, ahol $\gamma |\partial u_h / \partial y|^{n-1}$ jelöli a kinematikai viszkozitást, K a konzisztencia index, α_t a hődiffúzió és $\gamma = K / \rho$.

Az egyenletekhez járuló peremfeltételek:

$$\text{- a síklap felületén } (y = 0): u_h(x, 0) = 0, \quad v_h(x, 0) = v_w(x), \quad -k(\partial T / \partial y) = h_f(T_f - T_w), \quad (2)$$

ahol $v_w(x)$ a síklap áteresztési képessége, h_f a hőátadási tényező, és k a hővezetési együttható,

$$\text{- a határréteg fölött } (y \rightarrow \infty): u(x, \infty) = U_\infty, \quad T(x, \infty) = T_\infty \quad (3)$$

ahol T_w jelöli a síklap hőmérsékletét és fennáll a következő reláció: $T_f > T_w > T_\infty$.

Bevezetjük az $\eta_h = a \frac{y}{x^\beta}$, $\psi = b x^{-\alpha} f_h(\eta)$, $w(x, y) = (T - T_\infty) / (T_f - T_\infty)$, alábbi dimenziómentes változókat, melyben az a, b, α, β konstansok, a ψ pedig az áramfüggvény. Az $u = \partial \psi / \partial y$, $v = -\partial \psi / \partial x$ alkalmazásával automatikusan teljesül a folytonossági egyenlet.

Másrésztől behelyettesítve a mozgásegyenletre és elvégezve a megfelelő egyszerűsítéseket:

$$\left(|f_h''|^{n-1} f_h'' \right)' + \frac{1}{n+1} f_h f_h'' = 0, \quad (4)$$

$$f_h'(0) = 0, \quad f_h(0) = f_w, \quad f_h'(\infty) = \lim_{\eta \rightarrow \infty} f_h'(\eta) = 1 \quad (5)$$

ahol $f_w = -(n+1)v_w(x)(x^n / \lambda U_\infty^{2n-1})$ jelöli a síklapon átáramló mennyiséget.

Az energiaegyenletről a w hasonlósági függvényrel $\Theta_h(\eta) = w(x, y)$ dimenziómentes hőmérsékletre kapott egyenlet

$$\left(|f_h''(\eta)|^{n-1} \Theta_h'(\eta) \right)' + \frac{\text{Pr}}{n+1} f_h(\eta) \Theta_h'(\eta) = 0, \quad (6)$$

ahol $Pr = \gamma / \omega$ a Prandtl-számot jelöli. Transzformálva az energiaegyenlethez (3)-ban felírt feltételt: $\Theta'_h(0) = -(x\gamma/u_\infty^{2-n})^{1/(n+1)} k^{-1} h_f(x)(1 - \Theta_h(0))$. Megjegyezzük, hogy csak $h_f(x) = c x^{-1/(n+1)}$ esetén létezik hasonlósági megoldás. A (3) felírt másik feltételt a $\Theta(\infty) = \lim_{\eta \rightarrow \infty} \Theta(\eta) = 0$ feltétellel jellemezhetjük. A (4), (6) egyenletrendszer megoldásait a [3] dolgozatban mutattuk be.

2.2. Függőleges síklap menti áramlás

A mozgás és energiaegyenlet:

$$\bar{u} = \frac{gK_v\beta_v}{\nu}(T - T_\infty), \quad \bar{u} \frac{\partial T}{\partial \bar{x}} + \bar{v} \frac{\partial T}{\partial \bar{y}} = \alpha_m \frac{\partial^2 T}{\partial \bar{y}^2}, \quad (7)$$

ahol \bar{u} és \bar{v} jelölik az \bar{x} és \bar{y} irányú sebességkomponenseket, g a gravitációs gyorsulás, K_v a porózus közeg áteresztő képessége, β_v a hőtágulási együttható, ν a kinematikai viszkozitás, T a folyadék hőmérséklete és α_m jelöli a hőmérséklet-vezetési tényezőt.

Bevezetjük az alábbi dimenziómentes változókat:

$x_v = \bar{x}/L$, $y_v = Ra^{1/2}(\bar{y}/L)$, $u_v = Ra^{-1}(L/\alpha_m)\bar{u}$, $v_v = Ra^{-1/2}(L/\alpha_m)\bar{v}$, $\theta_v = (T - T_\infty)/(T_r - T_\infty)$, ahol L a felület karakterisztikus hossza, T_r a referencia hőmérséklet és $Ra = gK_v\beta_v(T_r - T_\infty)L/\alpha_m\nu$ a porózus közeg Rayleigh száma. Alkalmazva ezeket a változókat, az alábbi dimenziómentes egyenletrendszert kapjuk (lásd Pop and Ingham [8]):

$$u_v = \theta_v, \quad u_v \frac{\partial \theta_v}{\partial x} + v_v \frac{\partial \theta_v}{\partial y} = \frac{\partial^2 \theta_v}{\partial y^2}. \quad (8)$$

A fizikai jelenséget az alábbi peremfeltételekkel írjuk le:

$$\text{- ha } y = 0: v_v(x, 0) = 0, \quad A(x)(T_r - T_\infty)\theta_v(x, 0) - B(x)(T_r - T_\infty) \frac{Ra^{1/2}}{L} \left(\frac{\partial \theta_v}{\partial y} \right)_{y=0} = C(x); \quad (9)$$

$$\text{- ha } y \rightarrow \infty: \theta_v(x, y) \rightarrow 0, \quad (10)$$

ahol $A(x)$, $B(x)$ és $C(x)$ egyelőre x ismeretlen függvényei.

Keressük az (8) egyenletrendszer hasonlósági megoldását az alábbi formulákkal:

$$\eta_v = x^r y, \quad \psi_v(x, y) = x^p f_v(\eta), \quad \theta_v(x, y) = x^q h(\eta), \quad (11)$$

ahol ψ_v az áramfüggvény, a szokásos értelmezésben: $u_v = \partial \psi_v / \partial y$ és $v_v = -\partial \psi_v / \partial x$. A (8) egyenletekből az (11)-gyel és a paraméterekre $p = 1 + m$, $q = 1 + 2m$ és $r = m$ választással kapjuk:

$$f'_v = h, \quad h'' - \left(\frac{1 + 2m}{2} \right) f'_v h + (1 + m) f_v h' = 0. \quad (12)$$

A hasonlósági változóval dimenziómentesített peremfeltételek:

$$\eta_v = 0: \quad f_v(0) = 0, \quad (1 - \varepsilon)h(0) - \varepsilon h'(0) = 1, \quad (13)$$

$$\eta_v \rightarrow \infty: \quad h(\eta_v) \rightarrow 0. \quad (14)$$

A (12)-ben felírt egyenleteknek a (13) és (14)-el létezik hasonlósági megoldása, ahol $\varepsilon = b_v(T_r - T_\infty)^{3/2}$, továbbá vizsgáljuk az $\varepsilon = 0$, $\varepsilon = 1$ és $\varepsilon \rightarrow \infty$ eseteket. A (12) csatolt egyenletrendszer megoldásait a [6] dolgozatban mutattuk be.

3. Numerikus megoldások

A (4),(6) és (12) feladatok numerikus közelítő megoldásait MAPLE 12 programmal állítottuk elő, alkalmazva a beépített peremérték megoldó módszert. A megoldások szemléltetése a prezentációban illetve a [3] és [6] cikkekben látható.

4. Összefoglaló

Vizsgált modelljeink hasonlósági megoldásaival megadjuk a kialakuló határrétegben végbemenő sebesség és hőmérséklet változásokat. Vízszintes síklap esetén a hidrodinamikus határréteg vastagsága jelentősen csökken n növelésével, továbbá a fal hőmérséklet és a termikus határréteg vastagsága csökken a Pr , n és f_w paraméterek növelésének hatására.

Függőleges síklap körüli áramlásnál a megoldásokból látszik, hogy $\varepsilon = 0$ esetén a hidrodinamikai és termikus határréteg vastagsága csökken, míg a kezdeti sebesség és hőmérséklet állandó az m paraméter növekedése mellett. Míg $\varepsilon = 1$ és $\varepsilon \rightarrow \infty$ esetekben a kezdeti sebesség és hőmérséklet csökken a síklap mentén az m paraméter növekedésének hatására, emellett ezekben az esetekben a határrétegek vastagsága állandónak tekinthető.

Köszönetnyilvánítás

A kutatás az Európai Unió és Magyarország támogatásával a TÁMOP 4.2.4.A/2-11-1-2012-0001 azonosító számú "Nemzeti Kiválóság Program - Hazai hallgatói, illetve kutatói személyi támogatást biztosító rendszer kidolgozása és működtetése országos program" című kiemelt projekt keretei között valósult meg.

Irodalom

- [1] Aziz A.: *A similarity solution for laminar thermal boundary layer over a flat plate with a convective surface boundary condition*, Comm. Nonlinear Sci. Numer. Simulat. 14 (2009), pp. 1064-1068.
- [2] Blasius H.: *Grenzschichten in Flüssigkeiten mit kleiner reibung*, Z. Math. Phys., 56 (1908), pp. 1–37.
- [3] Bognár G., Hriczó K.: *Laminar thermal boundary layer model for power-law fluids over a permeable surface with convective boundary condition*, in Recent Advances in Fluid Mechanics, Heat & Mass Transfer and Biology, Harvard, Cambridge, USA, January 25-27, 2012. pp. 198-203., ISBN:978-1-61804-065-7
- [4] Cheng P., Minkowycz W. J.: *Free convection about a vertical flat plate embedded in a porous medium with application to heat transfer from a dike*, Journal of Geophysical Research 82 (14) (1977), pp. 2040-2044.
- [5] Furumoto A. S.: *A systematic program for geothermal exploration on the island of Hawaii*, paper presented at the 45th Annual International Meeting, Soc. Of Explor. Geophys., Denver, Colo. Oct. 12-16, 1975.
- [6] Hriczó Krisztián: *Termikus határréteg áramlás vizsgálata folyadékkal telített porózus közegben*, Tavaszi Szél 2013., Budapest, pp. 184-190., ISBN 978-963-89560-2-6
- [7] Nazar R., Arifin N. M., Pop I.: *Free convection boundary layer flow over vertical and horizontal flat plates embedded in a porous medium under mixed thermal boundary conditions*, Int. Comm. in Heat and Mass Transfer 33 (2006) pp. 87-93.
- [8] Pop I., Ingham D. B.: *Convective Heat Transfer: Mathematical and Computational Modelling of Viscous Fluids and Porous Media*, Pergamon, Oxford, 2001, pp. 381-430.



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

MECHANIKAI ÉRZÉKELŐ NÉLKÜLI KALICKÁS INDUKCIÓS MOTOR KETTŐS MEZŐORIENTÁCIÓS SZABÁLYOZÁSI STRUKTÚRÁJÁNAK SZIMULÁCIÓJA

SIMULATION OF THE DOUBLE FIELD-ORIENTED CONTROL STRUCTURE OF SENSORLESS CAGE INDUCTION MOTOR

IMECS Mária, SZABÓ Csaba, SZŐKE Enikő, INCZE János Jób

*Kolozsvári Műszaki Egyetem, Villamosmérnöki Kar, Villamos Gépek és Hajtások Tanszék,
Románia, Kolozsvár, Str. Barițiu nr.28, Telefon: +40-(0)264-402450/ TU-Cluj,
maria.imecs@emd.utcluj.ro*

Abstract

The paper presents a vector control procedure without speed sensor for induction motor drives based on simple calculus, avoiding the rotor-resistance dependency, which is suitable for DSP implementation. The double field-orientation combines the advantages of the rotor- and stator-flux orientation. The speed feedback value is generated by the torque-producing current-component-controller connected in cascade combination with the speed controller. The simulations are made in MATLAB Simulink[®] software-environment.

Keywords: Adaptive Vector Control, Pulse Width Modulation (PWM), Voltage Source Inverter (VSI)

Összefoglalás

A dolgozat egy rotor-ellenállás függőséget kiküszöbölő, egyszerű számításokon alapuló, vektoriális szabályozási eljárást mutat be, mely mechanikai érzékelő nélküli kalickás indukciós motoros hajtások implementációjára alkalmas. A kettős mezőorientáció egyesíti a rotor- és a sztátor-orientációs eljárások előnyeit. A sebesség-visszacsatolás jelét egy, a sebességszabályozóval kaszkádban bekötött aktív áramösszetevő-szabályzó generálja. A szimulációt MATLAB Simulink[®] szoftver-környezetben végeztük el.

Kulcsszavak: adaptív vektoriális szabályozás, impulzus-szélesség moduláció, feszültség inverter

1. Bevezetés

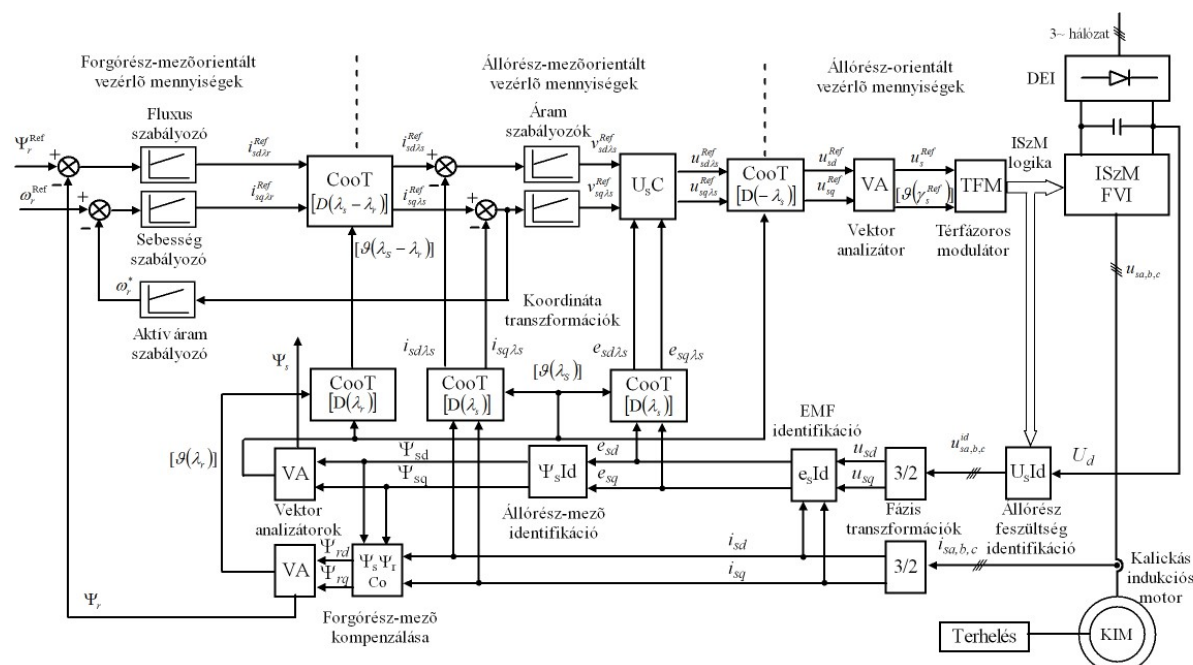
Az utóbbi években a mechanikai érzékelők nélküli (MÉN) villamos hajtás-rendszerek, számos előnyeiknek köszönhetően, újra az érdeklődés középpontjába kerültek. A barátságtalan környezetben is működtethetőség mellett a kisebb méret, a csökkentett zajérzékenység, a szenzorkábelek kiküszöbölése és az egyszerűbb hardver igény ugyancsak mellettük szól.

A kalickás indukciós motorok (KIM) nem túl igényes sebesség-szabályozását egyszerűbb struktúrákkal is meg lehet oldani, melyeknek viszont az egyik hátrányos oldala a rotor-paraméter-függőség [1], [2], [3]. A kettős mezőorientáció (KMO) azonkívül, hogy a rotor-(RFO) és a sztátor-fluxus-orientációs (SFO) eljárás előnyeit egy szabályozási struktúrában érvényesíti [4], [5], [6], alkalmazása a MÉN KIM hajtásoknál is rotor-ellenállás független struktúrák szerkezetéhez vezetett [7]. A KMO ötletét viszont az a tény provokálta ki, hogy a

villamos hajtástechnikának szánt, piaci forgalomban lévő digitális jelfeldolgozó vezérlőegységek nagy része, a gyakorlati kivitelezésében csak a nyílt hurkú impulzus-szélesség modulációs (ISZM) eljárásokra alkalmasak, annak ellenére, hogy az áram-visszacsatolásos ISZM módszerekkel jobb szabályozási minőséget lehet elérni. A KIM kéthurkú vektoriális szabályozási struktúrájában (VSzS) viszont a fluxus- és sebesség-szabályozók a sztátor-áram RFO kétfázisú összetevőit (2FÖ) közvetlenül generálják. A KIM-t tápláló feszültség-forrásjellegű váltóirányító (FVI) beavatkozó jeleinek a számítását viszont SFO alkalmazásával rotoellenállás-függetlenné lehet tenni. [1], [8], [9].

2. A kettős mezőorientációs sebesség-érzékelő nélküli KIM hajtás

Az 1. ábrán látható rendszert a [7]-ben mutattuk be, amely a KMO-s VSzS-ra épül [4], [5], [6], ahol a sebesség szabályozásához szükséges visszacsatolási sebességértéket a SMO-s aktív (nyomaték-képző) áram-összetevő kaszkádba kapcsolt szabályozója generálja, a MÉN rotorparaméter-függő RFO-s struktúrákhoz hasonlóan [1], [2], [3].



1. ábra. Mechanikai-érzékelő nélküli kettős mezőorientációs indukciós motoros hajtás nyomaték-képző aktív áram-szabályozóval generált sebesség-visszacsatolással.

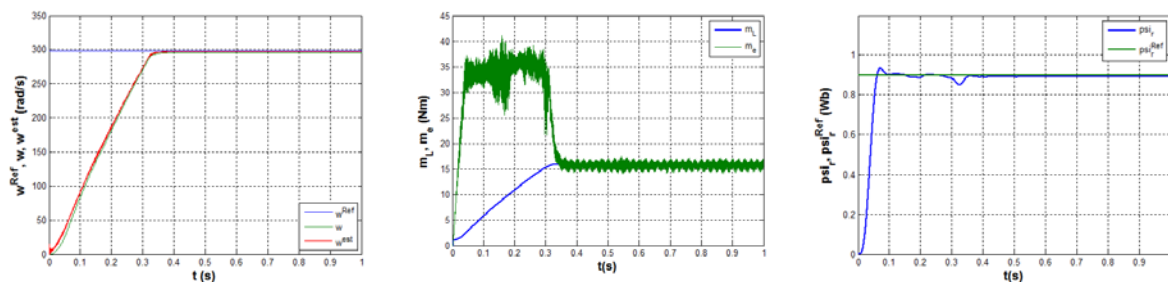
Az MO-s sztátor-fluxus 2FÖ-ít a mért fázisáramokból, az egyenáramú közbenső-kör (EÁ-KK) feszültségéből és az ISZM logikából identifikáljuk, majd a szórési fluxusok kompenzálásával kiszámoljuk a másik MO-s rotor fluxus 2FÖ-ít, és ebből a szabályzásához szükséges visszacsatolási skaláris értéket.

3. Számítógépes numerikus szimulációs eredmények

A szimulációk Matlab/Simulink® környezetben történtek. Az *1LA7-106 4AA10* típusú (SIEMENS) KIM névleges adatai: $P_{IN}=2.2$ kW, $U_{sN}=230/400V^{eff}$, $I_{sN}=8,2/4,7A^{eff}$, $f_N=50$ Hz, $n_N=1420$ ford/perc. Számított értékek az $M_{eN}=15$ Nm elektromágneses nyomaték és az alapjelek: 297 rad/s villamos szögsebesség valamint a rotor-fluxus amplitúdója 0.9 Wb.

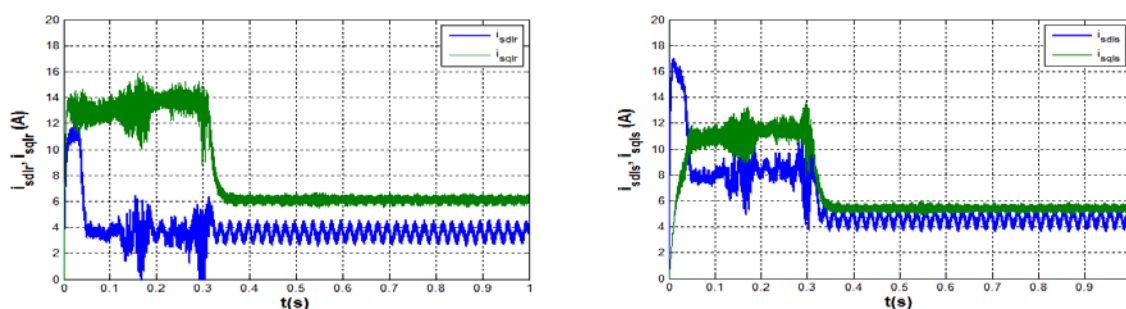
A 2.-4- ábrán láthatók szimulációs eredmények egy indítás folyamatát mutatják be az állandósult állapotig, melynek során mindkét előírt alapjel a névleges értéken állandó marad.

A szimulációban a terhelő nyomaték a sztatikus értékről a szögsebességgel lineárisan nő.



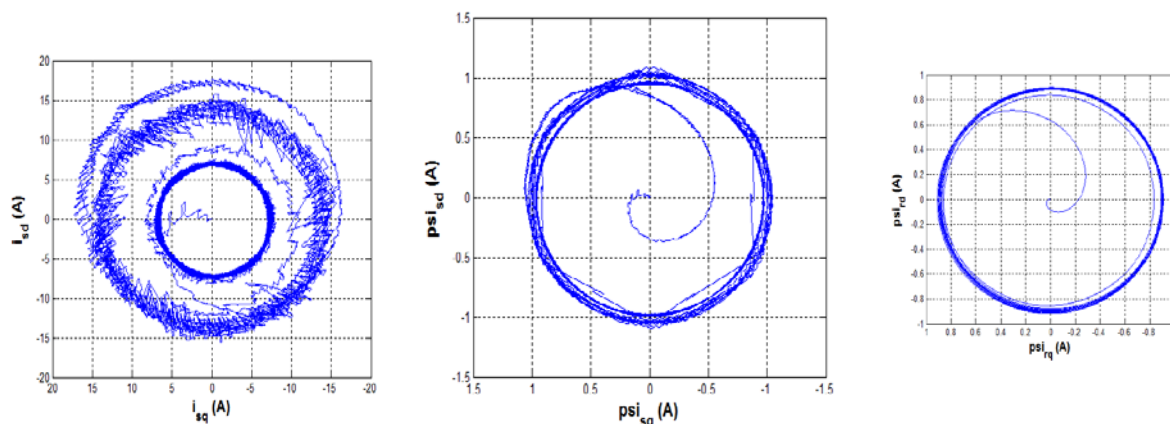
a) Az alapjel előírt (w^{Ref}), a becsült (w^{est}) és az aktuális szögsebesség b) Az elektromágneses nyomaték (m_e) és a terhelőnyomaték (m_L) c) A rotor-fluxus amplitúdója az alapjelhez (w^{Ref}) viszonyítva

2. ábra. A mechanikai mennyiségek és a szabályozott fluxus időbeli változása.



a) Rotor-mező-orientált ($d\lambda_r-q\lambda_r$) összetevők b) Sztátor-mező-orientált ($d\lambda_s-q\lambda_s$) összetevők

3. ábra. A sztátor-áram mező-orientált kétfázisú összetevőinek időbeli változása.



a) Állórész-áram b) Állórész-fluxus c) Forgórész-fluxus

4. ábra. Térfázor-diagramok.

A becsült szögsebesség felfutása jó dinamikát mutat, ugyanakkor az állandósult állapot elérése után is hiba nélkül követi az előírt alapjelet. Összehasonlítva a motor aktuális sebességével megfigyelhető, hogy mind az indítás során, mind az állandósult üzemmódban az értékek gyakorlatilag azonosak. Ami a szabályozott fluxus viselkedését illeti, az indítás után nagyon hamar eléri az előírt alapjel értékét, viszont ezt követően enyhe ingadozást mutat, mely eltart addig a pillanatig, amíg a szögsebesség szintén el nem éri az állandósult állapotot. Sorozatos szimulációk esetén az eredmények azt mutatták, hogy amennyiben az állandósult állapot beállta után a sebesség-alapjelét ugrás-szerűen módosítjuk, a tranzien folyamatok

beállta után a becsült sebesség nem lesz azonos a motorban szimulált sebességgel és eltér a motormodell kimenetén nyert aktuális értéktől, annak ellenére, hogy a becsült érték továbbra is megvalósítja az előírt alapjelet. Ezt a hibát a szabályozási struktúrában használt klasszikus PI típusú szabályozók újrhangolásával sikerült kiküszöbölni. Ebből az a következtetés vonható le, hogy az elkövetkezendőkben ezeket a szabályozókat adaptív vagy robusztus szabályozókkal kell kikísérletezni.

4. Következtetések

A KIM-t tápláló FVI implementációra alkalmas vezérlése a nyílt-hurkú térfázoros vagy a vivő- (hordozó-) hullámos feszültség-típusú ISzM eljárások. A rotor-ellenállás függőséget úgy küszöböljük ki, hogy a MÉN szabályozási struktúrában a sebesség-visszacsatolási jelének a számítását kaszkádkapcsolású aktíváram-szabályozóval helyettesítjük; a kéthurkú szabályozási struktúrában a sztátor-áram RFO-t 2FÖ-it generáljuk, melyeket átorientálunk SFO-s 2FÖ-kre és ezekből számoljuk a sztátor-feszültség beavatkozó vezérlő változóit. Egyesítve a két mezőorientációs eljárás előnyeit, alacsony motorparaméter-függőség és kisebb számítási kapacitás mellett, jó szabályozási dinamikát és stabilitást lehet biztosítani a rendszernek. A MÉN hajtás robusztus viselkedést viszont modern szabályozási elveken alapuló szabályozókkal lehet csak megoldani. A Matlab/Simulink® környezetben végzett szimuláció a struktúra gyors implementációját készíti elő a dSPACE vezérlőkártyával.

Irodalom

- [1] Kelemen Á., Imecs Mária: *Vector Control of AC Drives*, Vol. 1: *Vector Control of Induction Machine Drives*, OMIKK-Publisher, Budapest, 1991, ISBN 963 593 140 9.
- [2] Akeshi Maeda; Tung Hai Chin; Hirochirou, Tanaka; Takashi, Koga; Ysugutosi, Ohtani: *Today's AC drive industrial application in Japan*, 4th European Conference on Power Electronics and Applications, EPE'91, Florence, Italy, 1991, 2-618-2-624 old.
- [3] Imecs Mária, Negrea C. Alin, Szabó Cs., Incze J. J.: *Sebesség-érzékelő nélküli aktív áram-szabályozáson és közvetett mező-orientáción alapuló vektoriális aszinkron motoros hajtás szimulációja*, ENELKO 2013 XIV. Nemzetközi Energetika-Elektrotechnika Konferencia, Nagyszeben, 2013, ISSN 1842-4546, 54-59 old.
- [4] Imecs Mária; Szabó Cs.; Incze I. I.: *Vector control of the cage induction motor with dual field orientation*, CINTI 2008, Budapest, 2008, ISBN 978-963-7154-82-9, 47-58 old.
- [5] Imecs Mária, Incze I. I., Szabó Cs.: *Dual field orientation for vector controlled cage induction motors*, The 11th IEEE International Conference on Intelligent Engineering Systems, INES 2009, Barbados, CD-ROM, ISBN: 978-1-4244-4111-2, 143-148 old.
- [6] Imecs Mária, Szabó Cs., Incze J. J.: *Kalickás indukciós motorok vektoriális szabályozása kettős mező-orientációval*, ENELKO 2009 X. Nemzetközi Energetika-Elektrotechnika Konferencia, Marosvásárhely 2009, ISSN 1842-4546, 72-77 old.
- [7] Imecs Mária: *Kettős mezőorientációs szabályozási struktúra mechanikai érzékelő nélküli kalickás indukciós motoros hajtás részére*, XIV. Műszaki Tudományok Ülésszaka MTÜ 2013, Erdélyi Múzeum Egyesület Műszaki Tudományos Szakosztálya, Kolozsvár, 2013. November 23., e-Book, ISBN: 978-606-8178-80-6, <http://hdl.handle.net/10598/28082>, pp. 69-80.
- [8] Imecs Mária: *Kalickás indukciós motorok forgó- és állórész mezőorientált vektoriális szabályozási rendszereinek összehasonlítása*, ENELKO 2009 X. Nemzetközi Energetika-Elektrotechnika Konferencia, Marosvásárhely 2009, ISSN 1842-4546, 66-71 old.
- [9] Imecs Mária: *A villamos gépek modern szabályozási módszerei a térfázor elmélet alapján*, Plenáris előadás, XVI. Fiatal Műszakiak Tudományos Ülésszaka, FMTÜ Nemzetközi Tudományos Konferencia, Műszaki Tudományos Füzetek, Erdélyi Múzeum Egyesület kiadványa, Kolozsvár, 2011, ISSN 2067-6 808, <http://eda.eme.ro/handle/10598/13994>, XIX-XLIV old.



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

PNEUMOBIL VÁZSZERKEZETÉNEK VIZSGÁLATA VÉGESELEM PROGRAM SEGÍTSÉGÉVEL

EXAMINATION OF THE FRAME STRUCTURE OF THE PNEUMOBIL WITH FINITE ELEMENT PROGRAMS

JUHÁSZ Botond⁽¹⁾, STEIGER Balázs⁽²⁾, JUHÁSZ György⁽³⁾

(1) Debreceni Egyetem Műszaki Kar, 4028 Debrecen, Magyarország, Ótmető utca 2-4;
Telefon: +36705636187; botondjushz@yahoo.com

(2) Debreceni Egyetem Műszaki Kar, 4028 Debrecen, Magyarország, Ótmető utca 2-4;
Telefon: +36308605546; steigerbalazs@gmail.com

(3) Debreceni Egyetem Műszaki Kar, 4028 Debrecen, Magyarország, Ótmető utca 2-4;
Telefon: +36-52-415-155/77779; juhasz@eng.unideb.hu

Abstract

This is the seventh time that the Bosch Rexroth Pneumatics Ltd. in Eger and the Bosch Rexroth Ltd. in Budapest have announced a competition to win the title of “The best Rexroth pneumobil” among the Hungarian institutions of higher education. The aim of the competition is to design a vehicle with a pneumatic drive which fits the requirements set by the company. The University of Debrecen Faculty of Engineering has been a participant of the competition of the Bosch Rexroth company since the very beginning. From year to year the main goal of the teams of our faculty is to create a more effective and technically better vehicle. The topic of our paper is going to be the analysis of the vehicle's frame structure designed for this competition.

Keywords: pneumobil, frame structure, finite element method

Összefoglalás

Az egri Bosch Rexroth Pneumatika KFT és a budapesti Bosch Rexroth KFT 2012-ben már hatodik alkalommal hirdetett versenyt a „Rexroth Legjobb Pneumobilja”- cím elnyerésére Magyarország műszaki felsőoktatási intézményei között, melynek célja, hogy a csapatok olyan pneumatikus hajtással rendelkező gépjárművet tervezzenek és építsenek, melyek megfelelnek a cég által előírt műszaki követelményeknek. A Debreceni Egyetem Műszaki Kara már a kezdetektől fogva résztvevője a Bosch Rexroth cég által megrendezett versenynek. Évről évre a karunk csapatainak a fő célja az volt, hogy az addiginál eredményesebb és műszakilag is jobb járművel készítsünk. Dolgozatunk témájának az erre a versenyre készülő jármű vázszerkezetének vizsgálatát választottuk.

Kulcsszavak: pneumobil, vázszerkezet, végelemes módszer

1. Mi a pneumobil?

A pneumobil egy sűrített levegővel hajtott jármű, amelyben a sűrített levegő energiáját pneumatikus munkahengerek alakítják át mozgási energiává. Az első pneumobilokat a Bosch Rexroth által rendezett Pneumobil versenyre készítették 2008-ban. Az évek során a verseny nagy népszerűsége tette szert és a résztvevők mezőnye nemzetközivé vált. A versenyeket négy kategóriában rendezik: távolsági, ügyességi, gyorsulási és telemetria. A versenybírók ezekben a kategóriákban elért helyezések alapján ítéli oda az év legjobb pneumobilja címet.

A Debreceni Egyetem Műszaki Kara kezdetektől részt vesz ezen a versenyen, amely már sok örömet, sikerélményt szerzett karunknak, valamint a versenyben résztvevő hallgatóknak és oktatóknak.

Az évek során olyan fejlődésen mentek keresztül a járművek, hogy a sikeres szereplés érdekében elengedhetetlenné vált a járművek tervezésekor a legmodernebb technika használata, mint például váztervezése során a végeselemes módszer használata.

2. A vázon jelentkező problémák felvetése

Tervezési alapelvként törekedtünk a legegyszerűbb, legkönnyebb vázszerkezet megépítésére, ezért a pneumobilunk váza alumíniumból készült. A tesztek illetve a verseny során azonban az alumínium váz több gyenge pontját is felfedeztük. Az egyik ilyen probléma volt, hogy a hajtásban fellépő erők hatására a váz tervezettnél nagyobb deformációja lépett fel. Ebből adódóan a távolsági versenyen a tervezettnél kevesebb távot tudtunk megtenni.

Ezért elhatároztuk, hogy a vázat alapos analízisnek vetjük alá, amely lehetővé teszi a hibák feltárását, és azok kijavítását.

Dolgozatunkban, a váz 3D-ben létrehozott modelljén végeselem módszer segítségével kerestük a probléma okát és a váz gyenge pontjait.

A modellt az Autodesk Inventor 2014 programban hoztuk létre. A végeselem módszert a modellen, az Inventor beépített segédprogramjával vizsgáltuk meg.

3. A módszer alapjai

Ahhoz, hogy a vázon fellépő erőket végeselem módszerrel vizsgálhassuk, először is létre kell hozni az autó 3D-s modelljét a jármű valós méretei alapján. Ezt az Autodesk Inventor 2014 CAD program segítségével készítettük el. Ez a CAD program magas szintű gépészeti tervezési lehetőségeket biztosít, ezen kívül beépített végeselem analízátorral, dinamikai szimulátorral is rendelkezik.

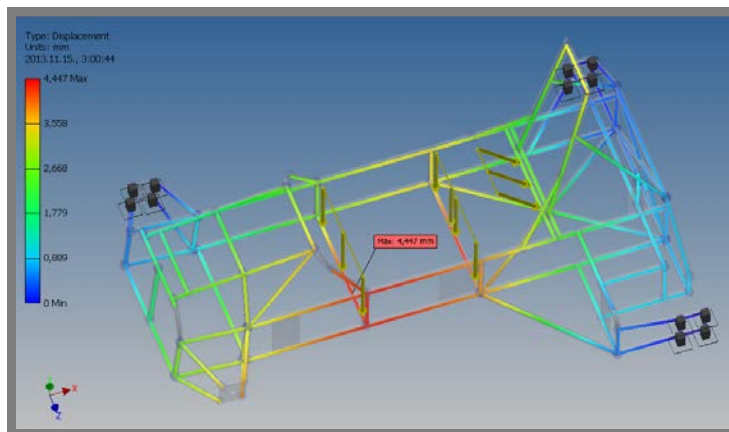
Az Inventorban kétféle elemzésre van lehetőségünk. Az egyik a feszültség analízis. Ezt nemlineáris feladatok, nagyobb bonyolultságú geometriával rendelkező alkatrészek esetén alkalmazzuk [1]. Itt egészen finom hálózást adhatunk a modellnek, pontos eredmény érdekében. A hálót a szoftver négy csomópontos tetraéderekből építi ki, ami jelentősen hosszabbítja a számítási időt.

A másik módszer a beam elemzés. Ez az alprogram kimondottan rácsszerkezetek elemzésére készült. Itt a szoftver minden elemet egy-egy vonalra, beamre redukál.

4. Szimuláció

A vizsgálat során azt az esetet modelleztük, hogy a vezető az autóban ül és a jármű csak három kerekén fekszik fel. Ebben az esetben vizsgáltuk a vázban keletkező feszültségeket illetve elmozdulásokat.

Először definiálnunk kellett az anyagjellemzőket. Ahogy az 1. ábrán is láthatjuk az aranszínű nyilak a megoszló terhelést jelölik. Kettő beamre 400 mm hosszon egyre pedig 200 mm hosszon 1N/mm terhelést adtunk. Ez 1000 N terhelés a jármű utasterében. A szürke téglák jelölik a rögzítést. Ezek a csomópontok rögzítettek minden tengelyirányban. A szimulációt lefuttatva az elmozdulást egy színskála segítségével szemlélteti a program a beameken.



1. ábra Váz szimuláció

A program szemléletes ábrázolásmódja rámutat a váz „gyenge pontjára”. Ezen területeken a vázat plusz elem bevitelével merevíthetjük, melyeket újabb szimulációval tesztelhetünk. A program ilyen téren intelligens, dinamikus szerkeszthetőségének köszönhetően a váz módosításával a beállított paramétereket nem veszem el.

1. táblázat. A terhelés hatására a vázban keletkező szimulált értékek

Név		Minimum	Maximum
Elmozdulás		0,000 mm	4,424 mm
Erők	F_x	-267,534 N	318,784 N
	F_y	-224,160 N	253,106 N
	F_z	-532,402 N	523,496 N
Nyomatékok	M_x	-20763,549 N mm	25773,187 N mm
	M_y	-36143,765 N mm	30694,054 N mm
	M_z	-5838,901 N mm	9310,392 N mm
Feszültségek	S_{max}	-2,730 MPa	79,206 MPa
	S_{min}	-75,703 MPa	2,795 MPa
	$S_{max}(M_x)$	0,000 MPa	35,554 MPa
	$S_{min}(M_x)$	-35,554 MPa	0,000 MPa
	$S_{max}(M_y)$	0,000 MPa	61,237 MPa
	$S_{min}(M_y)$	-61,237 MPa	0,000 MPa
	S_{axial}	-3,817 MPa	3,882 MPa
Nyírófeszültség	T_x	-5,048 MPa	4,201 MPa
	T_y	-3,974 MPa	3,338 MPa
Csavaró feszültség	T	-8,701 MPa	5,457 MPa

5. Eredmények kiértékelése

A végeelem módszerrel elemzett modellünk rávilágított a váz gyengeségére. Az ülésnél történő terhelés során a váz meghajlik az x tengely mentén. Az elmozdulás maximumértéke közel 4,5 mm (1. táblázat).

Ekkor a hajtásunk, ami a vázhoz mereven van rögzítve, átveszi ennek a feszültségnek egy részét és tartóelemként merevíti az autót. Így a munkahengerek is hajlításnak vannak kitéve, ami a dugattyúk befeszülésével jár.

Ez a folyamat plusz veszteséget visz a rendszerünkbe.

Hasonlóan veszteséggel járó folyamatot figyelhetünk meg a hajtás munkavégzése közben, mikor is a két felfogatási pont között húzóerő lép fel. Ebben az esetben a váz szintén hajlik, ami magában a hajtásban is deformációt okoz.

Ez szintén veszteségforrás a jármű teljesítménye szempontjából. Ezt a vizsgálatot jelen dolgozat terjedelmi okok miatt nem tartalmazza.

Az utastér terhelésekor és a hajtás húzó terhelése során is a vázban, az ülés környékén találhatóak a legkritikusabb pontok.

Ezt a területet feltétlenül merevíteni kell. Mindezt úgy kell teljesítenünk, hogy a lehető legkisebb súlytöbbletet adjuk a vázhoz.

A csúcsfeszültségek körüli helyek kimerevítésével lecsökkentjük az feszültséggyűjtő csomópontokat. Így növelve a váz merevségét, csökkentjük az elmozdulás nagyságát.

A stabilitás növelésével a váz terhelhetősége is jelentősen növekedhet.

Vizsgálataink megmutatták, hogy a feltevéseink helyesnek bizonyultak és a távolsági futamban fellépő veszteségek a váz deformációjából adódtak, ezért a 2014-es versenyre készülő autónkba már ezeket a tapasztalatokat is beépítjük, amely reményeink szerint lényegesen javítani fog pneumobilunk hajtási teljesítményén.

Irodalmi hivatkozás

- [1] Páczelt I.- Szabó T.- Baksa A.: *A végeelem-módszer alapjai*, Széchenyi István Egyetem HEFOP 3.3.1-P.-2004-09-0102/1.0 pályázat támogatásával, Győr, 2007



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

KÜLÖNBÖZŐ MINŐSÉGŰ AUTÓIPARI LEMEZEK PONTHEGESZTÉSE

SPOT WELDING ON AUTOMOTIVE SHEETS OF DIFFERING QUALITY

JUHÁSZ Krisztina⁽¹⁾, VÉGVÁRI Ferenc⁽²⁾

(1) Kész Ipari Gyártó Kft. Magyarország, 6000 Kecskemét, Izsáki út 6.; Telefon: +36 20 3539832; E-mail: juszt78@gmail.com

(2) Kecskeméti Főiskola GAMF Kar Anyagtechnológia Tanszék, Magyarország, 6000, Kecskemét, Izsáki út, 10; Telefon: +36-76-516 373, E-mail: vegvari.ferenc@gamf.kefo.hu

Abstract

The automotive industry use in increasing quantities higher strength steels for the load bearing structure of vehicles nowadays, which cause the reduce of the vehicle's weight. The manufacturer apply these steels where need higher strength. For production of the less loaded elements of the bodywork enough use sheets which have got less strength, cheaper, but good formed. The sheets of the significantly different properties fixed to each other with differing technology (e.g.: spot welding). The resulting joint and sheets geometrical, mechanical and grain structure properties may changes during the spot welding technology. Within the TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV project we are testing how the grain structure and mechanical properties change depending on the technological parameters of the spot welding operation of DC01 and DP600 steel sheets. The publication describe details from this test results.

Keywords: automotive industry, dual phases sheets, spot welding.

Összefoglalás

Ma már egyre nagyobb mennyiségben használnak fel nagyobb szilárdságú acélokat a gépjárművek teherhordó szerkezeteihez, amely alkalmazása a jármű tömegének csökkentéséhez vezet. Ezeket az acélokat ott kell alkalmazni, ahol nagyobb szilárdságra van szükség. A karosszéria kevésbé terheltelemeinek gyártásához elegendő a kisebb szilárdságú, olcsóbb, de jól alakítható lemezminőség alkalmazása is. A jelentősen eltérő tulajdonságú lemezeket valamilyen egyesítési technológiával (pl.: ponthegesztéssel) rögzítik egymáshoz, mely során a létrejövő varrat és a lemezek geometriai, szilárdsági és szövetszerkezeti tulajdonságai megváltozhatnak. A TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV pályázat keretében vizsgáltuk a DC01 kis szakítószilárdságú képlékenyen jól alakítható és a DP600 duál-fázisú acéllemezek ponthegesztése során bekövetkező szilárdsági és szövetszerkezeti tulajdonságokat. A publikáció ezen vizsgálati eredményekből mutat be részleteket.

Kulcsszavak: autóipar, duál-fázisú lemezek, ponthegesztés

1. Bevezetés

Az autóipar évtizedek óta törekszik a fajlagos energiafelhasználás csökkentésére. A több lehetséges megoldás közül az egyik az autó önsúlyának a csökkentésén keresztül, a karosszéria lemezek vékonyítása. Az egyes karosszériaelemek (utasok) biztonságának megtartásához azonban biztosítani kell a megfelelő szilárdságot, terhelhetőséget,

energiaelnyelő képességet, aminek következtében egyre nagyobb szakítószilárdságú, folyáshatárú anyagok kerülnek kifejlesztésre és alkalmazásra. Ilyen nagyobb szilárdságú lemezanyagok a duál-fázisú (ferrit + martenzit szövetszerkezetű) acélok, melyek 450–1000 MPa szakítószilárdsággal rendelkeznek. Ezek a speciális hőkezelési, hengerlési technológiákkal előállított lemezekben kialakított szövetszerkezet (ferrit + martenzit) biztosítja a megfelelő szilárdság mellett a kellő alakíthatóságot is. A karosszéria egyes szerkezeti elemeit többek között ponthegeztéssel is rögzítik. A hegesztés során bevitt hő megváltoztatja az előzetesen kialakított szövetszerkezetet, ami a mechanikai tulajdonságok megváltozását okozza. Kísérleteink során vizsgáltuk, hogy a DC01 és a DP 600 duál-fázisú lemezek ponthegeztése során hogyan alakul a kötés mechanikai tulajdonsága, illetve milyen hatása van a lemezek szövetszerkezetére.

2. Vizsgálat leírása, kiinduló paraméterei

Ponthegeztés végzésére a REHM Kft-től kaptunk kölcsön egy NIWAK LNV 1000/75MF/1300-083 típusú 1 fázisú 1000Hz-es inverteres berendezést. A berendezés paraméterei számítógépről beállíthatók, a hegesztés közbeni paraméterek változása rögzíthető, tárolható.

A hegesztést egy jól alakítható DC01 és egy nagyszilárdságú, DP600-as duál-fázisú lemez egyesítésével végeztük el. A ponthegeztés során változtattuk az áramerősséget, a hegesztési időt, illetve az impulzusok számát, illetve esetenként az impulzusok közti időt is.

A DC01 és DP600 párosításban a ponthegeztéseket az 1. táblázatban összefoglalt műszaki paraméterekkel végeztük el.

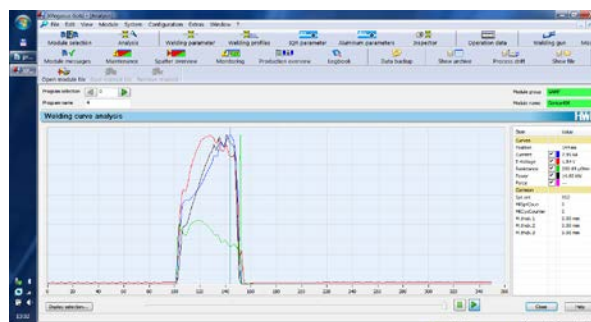
1. táblázat Ponthegeztés paraméterei

PONTHEGESZTÉS PARAMÉTEREI								
Minta jel	Anyagpárosítás	s [mm]; s [mm]	Paraméterek					
			I [kA]	p [%]	F [daN]	t [ms]	imp. szám	t _c (impközti) [ms]
4	DC01-DP600	1; 1	8	40	200	50	1	0
5	DC01-DP600	1; 1	8	40	200	100	1	0
6	DC01-DP600	1; 1	8	40	200	150	1	0
7	DC01-DP600	1; 1	8	40	200	200	1	0
8	DC01-DP600	1; 1	8	40	200	100	2	10
9	DC01-DP600	1; 1	8	40	200	50	4	10
10	DC01-DP600	1; 1	6	40	200	200	1	0
11	DC01-DP600	1; 1	6	40	200	250	1	0
12	DC01-DP600	1; 1	6	40	200	200	2	10
13	DC01-DP600	1; 1	6	40	200	250	2	10

A hegesztés során tervezett programot (1.a. ábra) és a megvalósult programot (1.b. ábra) az 1. ábrán mutatjuk be. Mint látható, csak a hegesztési periódus végére érik el a paraméterek a beállított értékeket.



1.a. ábra

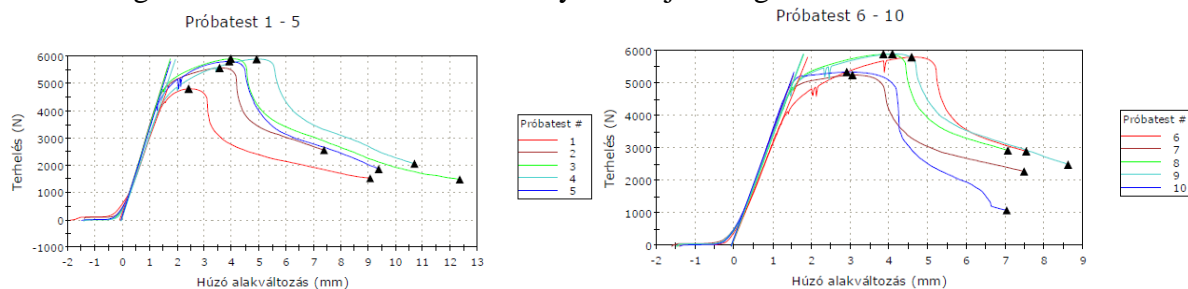


1.b. ábra

1. ábra. Beállított és megvalósított paraméterek

3. A kötések szakítóvizsgálata

A ponthegeesztett darabokon szakítást végeztünk, meghatároztuk a kötőerőt. A szakítóvizsgálat során felvett erő – út diagramokat a 2. és 3. ábrákon mutatjuk be. A 15. ábrán az összefoglaló táblázatban a mért eredményeket adjuk meg.



2. ábra. Szakítóvizsgálat erő – út diagramjai

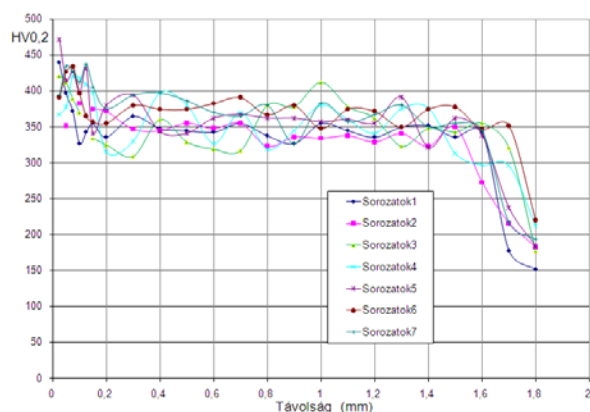
Szakítás során a szakítóerőt a kisebb szilárdságú DC01 anyag szilárdsága határozta meg. Minden esetben a kigombolódás a DC01 anyagból történt. A legnagyobb szakítóerőket a 6 – 12 jelű minták adták.

4. A kötések keménységvizsgálata

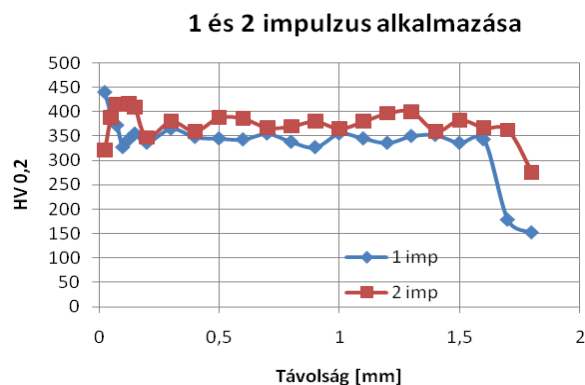
A ponthegeesztett kötéseket középen keresztben elvágtuk, melegbeágyasztuk, csiszoltuk, políroztuk. Az így előkészített darabokon mikrokeménységmérési eljárással HV0,2 keménységeket mértünk. A keménységmérés minden esetben a duálfázisú DP600 anyag felületétől kiindulva történt. A mért keménységeket összefoglalva a 3. ábrán mutatjuk be. Az ábrából látható, hogy a DP600 lemez oldalán a keménység minden esetben felugrik 400 – 450HV0,2 érték közé, majd a hegesztett pontban 330 – 400HV0,2 közt változik. A DC01 anyag oldalán a keménység lecsökken 200HV0,2 érték közelébe.

5. A kötések makroszkópi és mikroszkópi vizsgálatok

A ponthegeesztett kötések keresztmetszetéről előkészítés után makroszkópi és mikroszkópi vizsgálatokat végeztünk. A makroszkópi képen látható, hogy a megolvadt pont egyenletesen helyezkedik el a két különböző minőségű lemezben (5. ábra). A kristályosodás tűs szerkezetű. A mikroszkópi képen látható nagyobb nagyításban a megömlött anyag gyors hűlése során kialakult szövetszerkezet, amely tűs bénit – martenzites jellegű (6. ábra).



3. ábra. Hegesztett pont keménységének változása



4. ábra. Impulzusok hatása a varratkeménységre



5. ábra. 6 jelű minta ponthegeztésének makroszkópi képe



6. ábra. 13 jelű minta ponthegeztésének mikroszkópi képe

A 4. ábrán bemutatjuk az 1 és 2 impulzussal végzett ponthegeztések varratainak keménységmérési eredményeit. A két impulzussal végzett ponthegeztés esetén a pont keménysége valamivel nagyobbra adódott, mint az egy impulzus alkalmazása esetén. További kísérletek szükségesek az impulzusok paramétereinek feltárására, pl. impulzusok közti idő nagyságára, hogy a hegesztési pont keménysége kedvezően alakuljon [1].

6. Összefoglaló

A cikkben bemutattuk két eltérő tulajdonságú lemez ponthegeztését. Megállapítottuk méréseinkkel, hogy a hegesztési pont, illetve a hőhatás övezet a DP600 lemez felől nagyobb keménységű. További fárasztóvizsgálatok végzésével szeretnénk meghatározni ennek a kifáradási pontra gyakorolt hatását.

Köszönetnyilvánítás

A publikációban ismertetett kutatómunka a TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0029 jelű projekt részeként – az Új Széchenyi Terv keretében – az Európai Unió támogatásával valósult meg.

Irodalom

- [1] Dr. Balogh András – Prém László: *Ferrit – martensites (DP) acél vékonylemezek ellenállás-ponthegeztése*, GÉP LXIV. évfolyam 2013/8. szám, p13-17.



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

FESZÜLTÉGVEZÉRELT INVERTERRŐL TÁPLÁLT INDUKCIÓS MOTOR VEKTORIÁLIS SZABÁLYOZÁSA

VECTOR CONTROL OF INDUCTION MOTOR FED BY VOLTAGE CONTROLLED INVERTER

KACSÓ Zoltán⁽¹⁾, KELEMEN András⁽²⁾, IMECS Mária⁽³⁾

(1), (2) *Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem, marosvásárhelyi Műszaki és Humántudományok Kar, Villamosmérnöki Tanszék, Románia, Segesvári u. 1C. Telefon: +40-265-206210/ Fax: +40-265-206211, Târgu-Mureș, O.p. 9, C.p. 4, Cod 540485 kacsozoli82@yahoo.com, kandras@ms.sapientia.ro*

(3) *Kolozsvári Műszaki Egyetem, Villamosmérnöki Kar, Villamos Gépek és Hajtások Tanszék, Románia, Kolozsvár, Malom u. (Str. Barițiu) 28, P.O. 1, Box 99, RO-400750 maria.imecs@emd.utcluj.ro*

Abstract

The aim of the paper is the investigation of a vector control structure for squirrel-cage induction motors, which makes possible the constant commutation frequency operation of the PWM voltage-source inverter. The implementation of the current mode control of such inverters can be a challenging task due to the variable and possibly high switching frequency. The voltage mode control structure presented in the paper synthesizes the inverter output voltage components in the rotor flux reference frame using compensation terms in addition to the outputs of the active and reactive stator current regulators.

Keywords: voltage-source inverter (VSI), space-vector modulation, vector control, induction motor

Összefoglalás

A dolgozat célja az indukciós motor olyan vektoriális szabályozási struktúrájának a tanulmányozása, amely lehetővé teszi a gépet tápláló feszültség-inverter konstans kapcsolási frekvenciával történő működtetését, illetve az inverter vezérlésének digitális jelprocesszorral történő megvalósítását. Az inverter feszültség-módusú vezérlése azt jelenti, hogy a cél annak feszültségforrásként történő működtetése. Az inverter kimenetén a rendelkezőjel és a közbensőkör feszültsége által meghatározott feszültségrendszer jelenik meg, miközben a kimeneti áramokat ez a feszültségrendszer és a terhelés határozza meg. A sztatóráram térfázor összetevőit a sztatórfeszültség térfázor összetevői segítségével szabályozzuk. A feladat megoldásához szükséges feszültségvektorokat térfázor modulációval állítjuk elő, amely konstans kapcsolási frekvenciát biztosít.

Kulcsszavak: feszültség forrás jellegű váltóirányító, térfázoros impulzus-szélesség moduláció

1. Bevezetés

A feszültség-forrás jellegű váltóirányítóknál (FVI, azaz angolul VSI – „Voltage-Source Inverter”) alkalmazott áram-visszacsatolásos (ÁVCs) impulzus-szélesség modulációs (ISZM) vezérlési eljárások gyors áramszabályozók segítségével a kimeneti feszültséget úgy változtatják, hogy az FVI a beavatkozó jel által vezérelt áramforrásként viselkedjen, ami azt

jelenti, hogy egyúttal elvégzi a motor áramszabályozását is. Az ÁVCs ISzM gyakorlati megvalósítása korántsem problémamentes a kapcsolási frekvencia lehetségesen nagy és változó értéke miatt. A nyílthurkú ISzM eljárások azon kívül, hogy állandó kapcsolási frekvenciával működnek, optimalizálhatók a FVI veszteségei szempontjából és lehetővé teszik a vezérlésnek a kereskedelemben elérhető, villamos hajtásoknak szánt, digitális jelprocesszorokkal történő megvalósítását. A vektoriális szabályozás a térfázor- (TF) elméleten alapszik, ami alkalmazást nyert nemcsak a háromfázisú (3F) gépek, hanem az áramirányítók tanulmányozásában és az ISzM vezérléstechnikában is.

2. Elméleti háttér

A vektoriális szabályozás a mezőorientációs elven (MO) alapszik. A kalickás indukciós motorok (KIM) esetében rotorfluxus-orientáció (RFO) a legalkalmasabb, ami azt jelenti, hogy a számításokat TF-ekkel a rotorfluxushoz rögzített, a sztátorhoz képest λ_r szöggel elforgatott, koordináta-rendszerben, azaz komplex síkban (KKR) végezzük. A sztátoráram kétfázisú összetevőit (2FÖ) ebben a KKR-ben a fluxus- illetve nyomatékszabályozó írja elő. A RFO-s sztátorfeszültség $\underline{u}_s^{\lambda_r}$ TF meghatározásához a sztátorfeszültség egyenletét a RFO-KKR-ben írjuk fel ahol, a sztátorfluxust a Ψ_r MO-s rotorfluxus és a mérhető $\dot{i}_s^{\lambda_r}$ sztátoráram segítségével fejezzük ki, az alábbi egyenlet szerint:

$$\underline{u}_s^{\lambda_r} = R_s \dot{i}_s^{\lambda_r} + \frac{L_r L_s - L_m^2}{L_r} \frac{d}{dt} \dot{i}_s^{\lambda_r} + \frac{L_m}{L_r} \frac{d}{dt} \Psi_r + j\omega_{\lambda_r} \left(\frac{L_r L_s - L_m^2}{L_r} \dot{i}_s^{\lambda_r} + \frac{L_m}{L_r} \Psi_r \right) \quad (1)$$

ahol R_s a sztátor ellenállása, L_m a 3F-ű eredő mágnesezési induktivitás L_s és L_r a sztátor, illetve a rotor szórását is tartalmazó eredő 3F-ű induktivitása ($L_{s/r} = L_m + L_{\sigma s/r}$, ahol $L_{\sigma s}$ és $L_{\sigma r}$ a szórási induktivitások) továbbá ω_{λ_r} a rotor fluxus (szinkron) szögsebessége villamos szögben kifejezve.

Az (1) tagjait valós és képzetes részekre bontva az alábbi összefüggéseket kapjuk.

$$\begin{cases} u_{sd}^{\lambda_r} = R_s \dot{i}_{sd}^{\lambda_r} + \frac{L_r L_s - L_m^2}{L_r} \frac{d}{dt} \dot{i}_{sd}^{\lambda_r} + \frac{L_m}{L_r} \frac{d}{dt} \Psi_r - \omega_{\lambda_r} \frac{L_r L_s - L_m^2}{L_r} \dot{i}_{sq}^{\lambda_r} \\ u_{sq}^{\lambda_r} = R_s \dot{i}_{sq}^{\lambda_r} + \frac{L_r L_s - L_m^2}{L_r} \frac{d}{dt} \dot{i}_{sq}^{\lambda_r} + \omega_{\lambda_r} \frac{L_r L_s - L_m^2}{L_r} \dot{i}_{sd}^{\lambda_r} + \omega_{\lambda_r} \frac{L_m}{L_r} \Psi_r \end{cases} \quad (2)$$

A beavatkozó jelek meghatározására a következő változókat definiáljuk [1], [2]:

$$\begin{cases} v_{sd}^{\lambda_r} = R_s \dot{i}_{sd}^{\lambda_r} + \frac{L_r L_s - L_m^2}{L_r} \frac{d}{dt} \dot{i}_{sd}^{\lambda_r} \\ v_{sq}^{\lambda_r} = R_s \dot{i}_{sq}^{\lambda_r} + \frac{L_r L_s - L_m^2}{L_r} \frac{d}{dt} \dot{i}_{sq}^{\lambda_r} \end{cases} \quad (3) \text{ és } \begin{cases} \Delta u_{sd}^{\lambda_r} = \frac{L_m}{L_r} \frac{d}{dt} \Psi_r - \omega_{\lambda_r} \frac{L_r L_s - L_m^2}{L_r} \dot{i}_{sq}^{\lambda_r} \\ \Delta u_{sq}^{\lambda_r} = \omega_{\lambda_r} \frac{L_r L_s - L_m^2}{L_r} \dot{i}_{sd}^{\lambda_r} + \omega_{\lambda_r} \frac{L_m}{L_r} \Psi_r \end{cases} \quad (4)$$

A $v_{sd}^{\lambda_r}$ és $v_{sq}^{\lambda_r}$ feszültség 2FÖ-t áramszabályozók állítják elő, amelyek a az $\dot{i}_{sd}^{\lambda_r}$ és $\dot{i}_{sq}^{\lambda_r}$ sztátoráram RFO-2FÖ-ít szabályozzák. A térfázor modulátor által megvalósítandó $u_{sd}^{\lambda_r}$ és $u_{sq}^{\lambda_r}$ feszültség RFO-2FÖ-ít az $\Delta u_{sd}^{\lambda_r}$, $\Delta u_{sq}^{\lambda_r}$ kompenzáló tagokkal számítjuk ki.

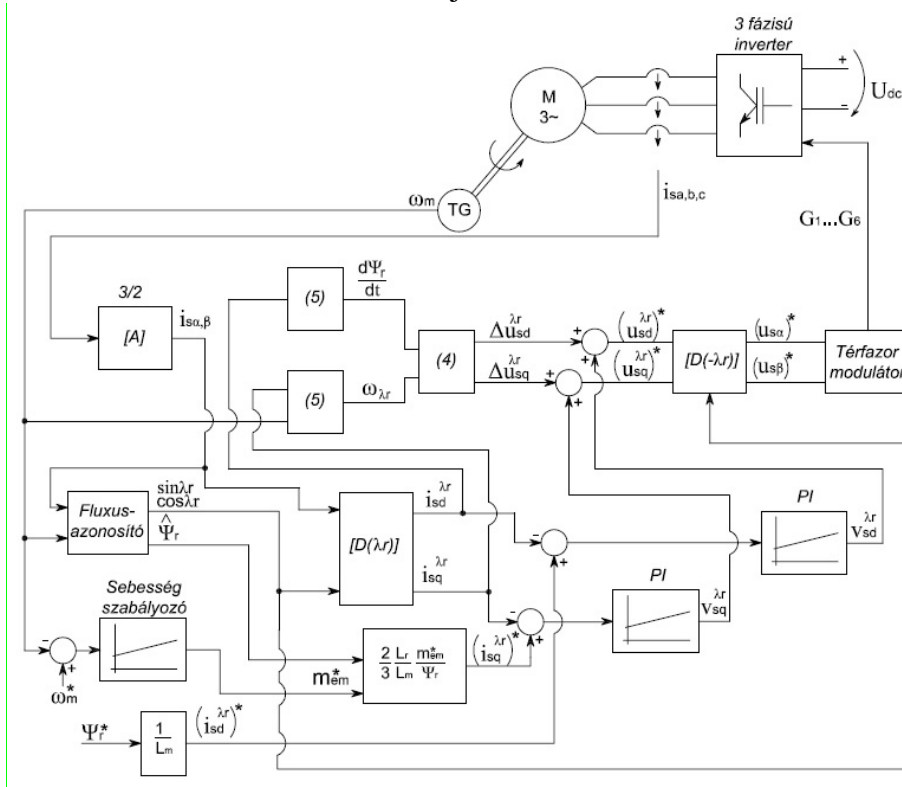
A rotor feszültségegyenletéből kiindulva, a rotoráramot a sztátoráram és a rotorfluxus függvényében behelyettesítjük, majd RFO-2FÖ-kre bontjuk, ahonnan az alábbi egyenletek következnek [1]:

$$\begin{cases} \frac{d\Psi_r}{dt} = \frac{1}{\tau_r} (L_m i_{sd} - \Psi_r) \\ \omega_{\lambda_r} = \omega + i_{sq}^{\lambda_r} \frac{1}{1 + \sigma_r} \frac{R_r}{\Psi_r} = p \omega_m + i_{sq}^{\lambda_r} \frac{1}{1 + \sigma_r} \frac{R_r}{\Psi_r} \end{cases} \quad (5)$$

ahol σ_r a rotor szórási tényezője, ω_m a rotor mechanikai az ω pedig a villamos szögsebessége, p a póluspárok száma, $\tau_r = \frac{L_r}{R_r}$ a rotor elektromos időállandója. A második egyenletben a csúszást a mért szögsebességgel kompenzáljuk.

3. Direkt mezőorientáción alapuló vektoriális szabályozási struktúra

A szimulációra használt szabályozási struktúra tömbvázlata az 1. ábrán látható [1], [2], [3]. A tömbvázlatban szerepelő (4) valamint (5) tömbök a fent levezetett hasonló számozású összefüggéseket helyettesítik. A „*” jel a változók referenciaértékeit jelöli. Az $i_{sa,\beta}$ a és az $u_{sa,\beta}$ sztátoráram, illetve a sztátorfeszültség 2FÖ-i természetes, sztátorhoz rögzített KKR-ben. Az [A] mátrix a fázistranszformációt szimbolizálja.

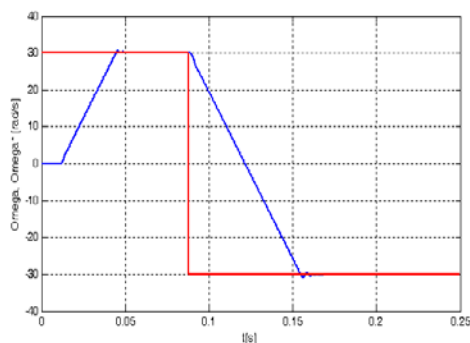


1. ábra. Tértázasos nyúltharkú ISzM-val vezérelt feszültség-inverterről táplált kalickás indukciós motor direkt mező-orientációs eljárásn alapuló vektoriális szabályozási struktúrája.

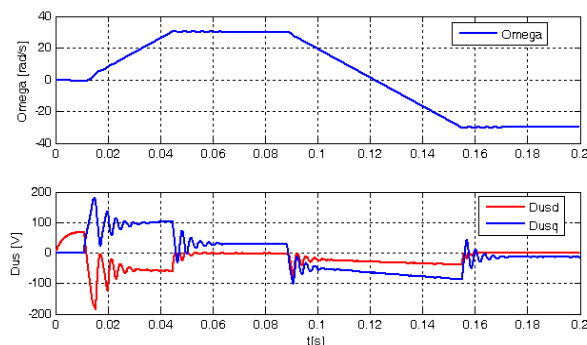
Az MO-s fluxus TF-jának a becslése az úgynevezett I-Ω módszeren alapszik, mely az (5)-nek megfelelő egyenletrendszer alapján történik, azzal a különbséggel, hogy sztátorhoz rögzített KKR-ben számolunk [1], [3]. Mivel a MO-s fluxus pozíciósögét közvetlenül számítjuk és nem a csúszáskompenzálással kapott szinkronsebesség integrálásából, ebben az esetben direkt MO-ról van szó.

4. Szimulációs eredmények

Az 1. ábrán bemutatott szabályozási struktúrát Matlab-Simulink® szimulálási szofver környezetben modelleztük. A motor paraméterei: $R_s = 0.435 \Omega$, $R_r = 0.816 \Omega$, $L_m = 69 \text{ mH}$, $L_{os} = L_{or} = 2 \text{ mH}$; $p = 1$ póluspár, valamint a forgórészre redukált ekvivalens tehetetlenségi nyomaték $J=0.1 \text{ kgm}^2$. Az inverter kapcsolási frekvenciája 5 kHz, és az egyenáramú tápfeszültsége $U_d=600\text{V}$. Az 2. – 4. ábrák a szimulálási eredményeket ábrázolják a motor indítása és irányváltása során, $m_t=1 \text{ Nm}$ -es terhelés alatt. A PI típusú sebesség-szabályozó paraméterei: $K_P=200$, $K_I=2000$. Indítás előtt megfigyelhető az előmágnesezés.

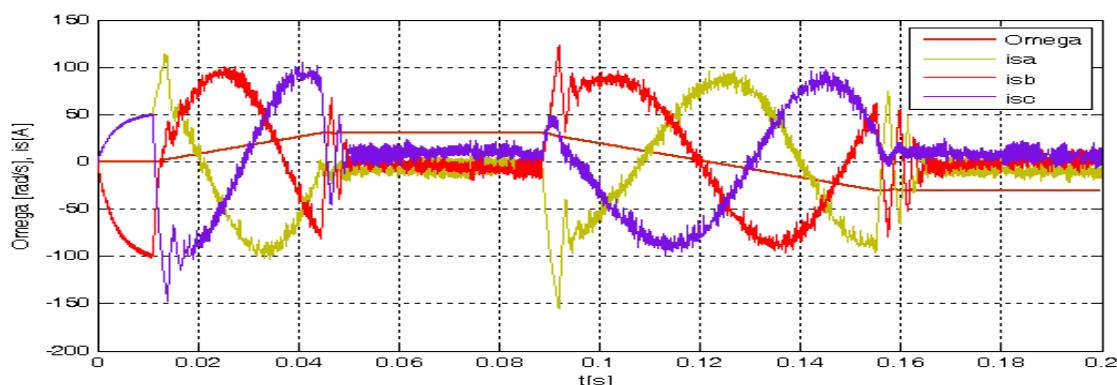


a) A motor sebessége (—) és a sebesség alapjele (—);



b) A motor sebessége valamint a $\Delta u_{sd}^{\lambda_r}$ és $\Delta u_{sq}^{\lambda_r}$ kompenzáló feszültségek;

2. ábra. A motor időbeli viselkedése indítás és irányváltás során.



3. ábra. A sebesség (Omega) és a sztátor fázisáramainak az időbeli változása indítás és irányváltás során.

A szimulációs eredmények alapján megállapítható a szabályozási rendszer jó dinamikája és a stabilitása a terhelés és a sebesség-alapjel hirtelen változása esetén is. A rotor-ellenállás értékének a változása befolyásolja a becsült MO-s fluxus értékét.

A jövőre nézve a kutatás további célja a rotor-ellenállás becslése és a szimulált modell digitális jelprocesszorral történő megvalósítása a struktúrának egy dSPACE szimulátorral való implementálása által.

Irodalom

- [1] Kelemen Árpád, Imecs Mária: *Vector Control of AC Drives*, Vol. 1: *Vector Control of Induction Machine Drives*, OMIKK-Publisher, Budapest, 1991, ISBN 963 593 140 9.
- [2] Flöter W., Ripperger H.: *Das Transvektor-Regelung für den feldorientierten Betrieb einer Asynchronmaschine* (német nyelven), Siemens-Zeitschrift 45, Heft 10, 1971, pp. 761-764.
- [3] Leonhard W.: *Control of Electrical Drives*, Springer Verlag, Berlin, 1985.



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XVIII.

Kolozsvár, 2013. március 21–22.

MINI CNC MAROGÉP TERVEZÉSE ÉS KIVITELEZÉSE

DESIGNING AND MANUFACTURING OF THE MINI CNC MILLING MACHINE

KÁDÁR Norbert⁽¹⁾, GYENGE Csaba⁽²⁾

Kolozsvári Műszaki Egyetem; Románia, 400641 Cluj-Napoca; B-dul Muncii nr.103-105,

(1) kadar.norbertj@yahoo.com, (2) Csaba.Gyenge@tcm.utcluj.ro

Abstract

The following article describes some main ideas about CNC milling and CNC milling machines. Besides the general description of these machines, we will be discussing the idea of developing one mini CNC milling machine, idea which consists as the theme of my Bachelors Degree.

Keywords: CNC milling, mini CNC milling machine

Összefoglalás

A következő dolgozatban bemutatok néhány fő gondolatot és ötletet a CNC marással és marógépekkel kapcsolatosan. Az általánosságok mellett, egy mini CNC marógép tervezésével kapcsolatos aspektusokat mutatom be röviden, ami tulajdonképpen batchelor diplomamunkám témáját is képezi.

Kulcsszavak: CNC marás, mini CNC marógép

1. Bevezető

Köztudott, hogy egyik legelterjedtebb forgácsolási módszer a különböző darabok formája létrehozásában, a marógépeken való megmunkálás. Ez főleg annak köszönhető, hogy a marás egyik leghatékonyabb anyag eltávolítási eljárás. A marógépek és a marás alapjai már a középkori időkből ismertek, persze ezek a gépek vagy inkább mechanizmusok többnyire egyszerű szerkezetek voltak, melyeknek fő célja a korai kézművesek és mester emberek munkájának könnyítése volt. A mechanikai munkához szükséges energiát ezek a szerkezetek főleg természetes energia forrásokból kapták, mint a folyó víz energiája stb. Később ezeket a korai gépeket tovább fejlesztették és alakították, jobb megmunkálási paraméterek és nagyobb pontosság elérése céljából. Körülbelül a XX. század második felében kezdtek el megjelenni a CNC gépek. Előbb főleg high tech aplikációkban használtak ilyen típusu gépeket. Rövid időn belül azonban a CNC gépek kezdtek elterjedni a modern gyártás szinte minden terén. Nagy megvalósítást jelentett a kapcsolószekrények kiiktatása a marógépek felépítéséből, hisz jelentősen csökkent ezen gépek súlya. Ugyanakkor a CNC gépek software-el való vezérlése lehetségessé tette a nagyobb pontosság elérését kevesebb energia felhasználásával, attól függetlenül, hogy mennyire komplex volt a megmunkált darab. Ma, amikor aligha elképzelhető az életünk számítógépek és számítástechnika nélkül, elmondhatjuk azt is, hogy a

modern gépészetbe is fontos szerepet játszanak a számítástechnika és főleg az automatizálás vívmányai. Ennek következtében, jövődöbeli gépész mérnökként azt a döntést hoztam, hogy különös figyelmet fordítok ezen CNC marógépek konstrukciójára, úgy a hardware komponensekre, mint a software és kontroll részre.

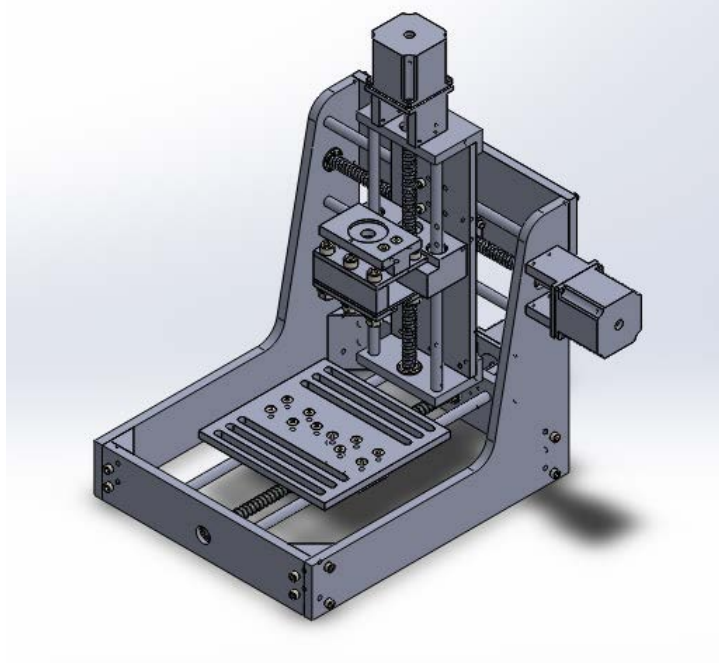
2. Általánosságok a CNC marógépek felépítéséről és vezérléséről

Manapság a modern gépészet vívmányainak, valamint az automatizálás gyors léptű fejlődésének köszönhetően nagyon performáns marógépek állnak rendelkezésünkre. A CAD/CAM rendszerek fejlődésének köszönhetően immár nagyon komplex felületeket munkálhatunk meg marás által, mint például a hidegalakításban vagy műanyag fröccsentésnél használt szerszámok felületei. A CNC marógépek fő jellegzetessége, hogy a megmunkáláshoz szükséges mozgásokat és paramétereket programokból olvassák le. Több programozási típus létezik, legelterjedtebbek a FANUC illetve HEIDENHAIN és SINUMERIK típusú vezérlések. A legmodernebb gépek már 6 szabadsági fókkal rendelkeznek, tehát elméletileg bármilyen bonyolult konfigurációjú formát képesek létrehozni. Ezek a csúcs technológiával rendelkező gépek talán a legfontosabb elemét jelképezik a jelenkori gépészetnek, amely egyre inkább hajlik a flexibilis gyártási rendszerek kialakítása és használata felé. A CNC gépek tökéletesen beleilleszkednek ezen flexibilis rendszerekbe, hisz széleskörű alkalmazási lehetőséggel rendelkeznek. Ha ezen performáns gépek mellé ipari robotokat építünk be, amelyek a munkadarabokat elhelyezik a gépekre, kezeljék (pl. megfordítsák) és a megmunkálás után robocar-okra helyezték, máris kialakíthatunk egy olyan rendszert amit csupán programozás által vezérelhetünk. Ez főleg azért fontos, mivel jelentősen megnő a gyártási rendszer hatékonysága és pontossága.

3. Tervezés és felépítés

Az általam tervezett mini CNC marógép tulajdonképpen egy makett, amely szemlélteti a valódi méretű, gyárakban használt CNC marógépek tulajdonságainak zömét.

A 3.1. ábra az általam tervezett CNC marógép jelenlegi stádiumát mutatja be.



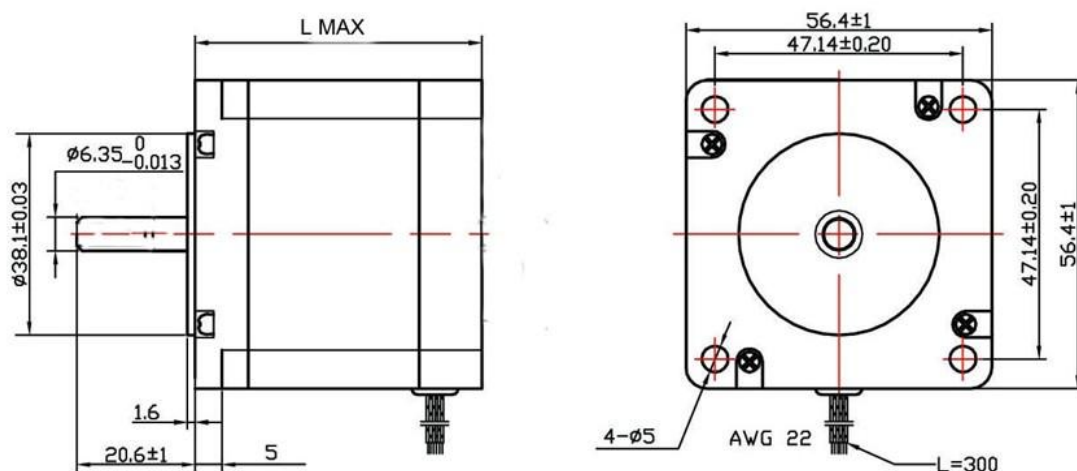
3.1 Ábra A mini CNC marógép felépítése SolidWorksban

A tervezést, valamint a gép virtuális felépítését a SolidWorks nevű 3D modellezési softwareben végeztem. Látható, hogy a gép három szabadsági fokkal rendelkezik, három liniáris mozgást képes végezni, golyós csavar típusú mechanizmus segítségével. A golyós csavarok forgását léptető motorok biztosítják. A gép asztala végzi az Y tengely mentén való mozgást, a szerszámhordozó mechanizmusok az X és Z tengely szerinti mozgásokat végzik. A rajzon sematikusan feltüntetett marógép kivitelezése már előrehaladott stádiumban van. Ami a hardware részt illeti ez többnyire alumíniumból készült.

Ami a forgácsolási sebességet illeti, ezt egy 12 V-os DC motor biztosítja. Ahhoz hogy elegendő nyomatékot fejlesszen ki a forgácsoláshoz, a motor mellé fogaskerék hajtóművet szerkesztettem.

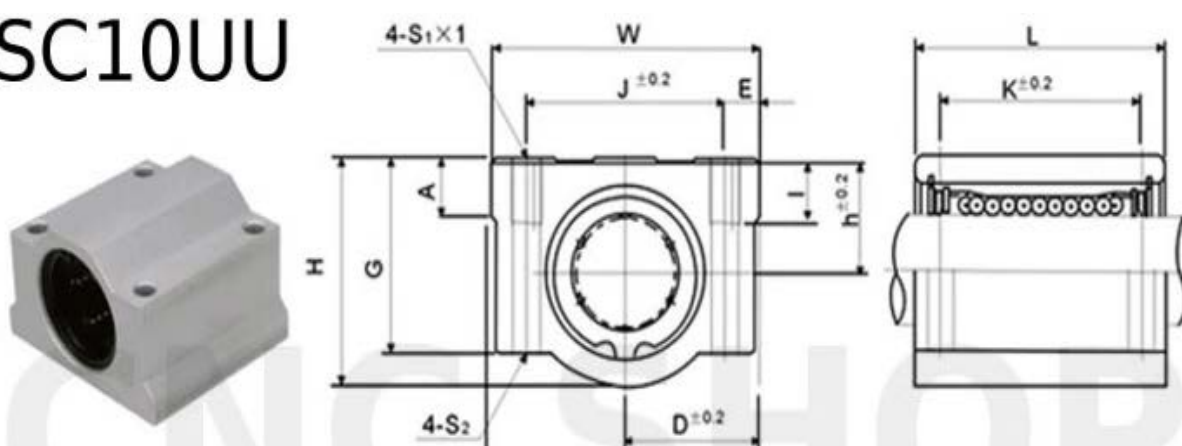
A marógép fő komponensei a 3.1. ábrán vannak feltüntetve.

A kontroll és irányítási részt egy Arduino open source software-es microcontrollerrel, illetve egy TB6560-as driver segítségével tervezem megalkótni. A következőkben a 3.2. , 3.3. illetve 3.4. ábrák szemléltetik a mozgásokat végző elemek fő alkatrészeit, azaz a léptető motorokat, a golyós csavarokat és a felhasznált csapágy típusokat.



3.2. ábra NEMA 23 típusú léptető motor

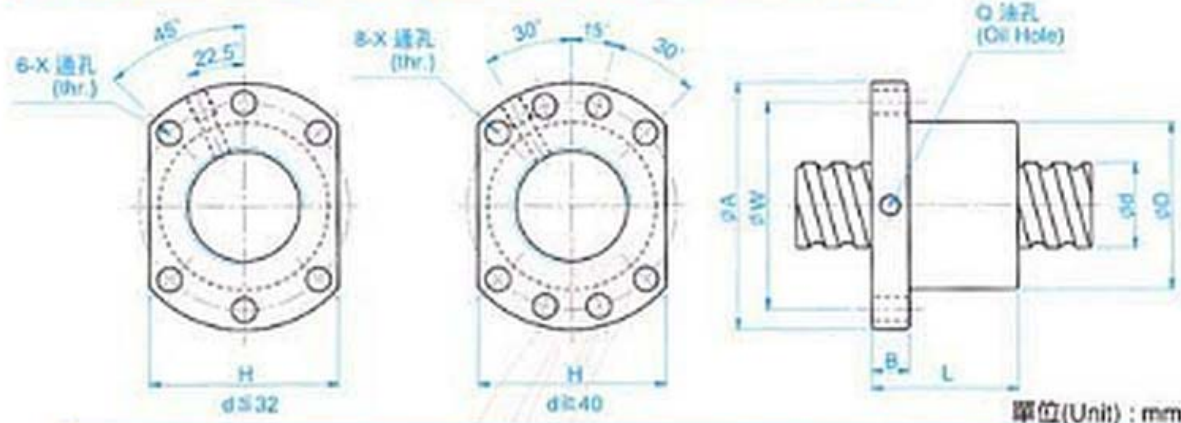
SC10UU



Bearing		Dimensions													Load Rating	
Code	Mass(g)	d	h	D	W	H	G	A	J	E	S ₁ xI	S ₂	K	L	C(N)	Co(N)
SC10UU	90	Ø10	13	20	40	26	21	8	28	6	M5x12	Ø4.3	21	35	370	540

3.3 ábra SC10UU típusú liniáris golyós csapágy

型式 (TYPE) : SFU(DIN 69051 FORM B)



I: 導程 Lead Da: 球徑 Ball Dia. n: 球圈數 Number of Circuits K: 剛性 Stiffness (Kgf/ μ m)
Ca: 動額定負荷 Basic Dynamic Rating Load (Kgf) Coa: 靜額定負荷 Basic Static Rating Load (Kgf)

型號 Model No.	滾珠螺桿、螺帽之基準數據 Dimensions														
	d	l	Da	D	A	B	L	W	X	H	Q	n	Ca	Coa	K
SFU01204-4	12	4	2.5	24	40	10	40	32	4.5	30		4	593	1129	12.5
★ SFU01604-4		4	2.381	28	48	10	40	38	5.5	40	M6	4	629	1270	35
★ SFU01605-4	16	5	3.175	28	48	10	50	38	5.5	40	M6	4	780	1790	20
★ SFU01610-3		10	3.175	28	48	10	57	38	5.5	40	M6	3	721	1249	15

3.4 ábra SFUO típusú golyós csavarok; az 1204-4 változatot használtam föl a tengelyek mentén való mozgáshoz

4. Összefoglaló

A dolgozatban bemutatott témával arra igyekszem, hogy tanulmányi éveim során elsajátított alapelveket fizikailag fölmérjem azáltal, hogy megtervezem és föl is épitem az említett CNC gépet. Úgy gondolom, hogy a projekt kivitelezése során fontos és hasznos aspektusokat tanulmányozva jókora gyakorlati tapasztalatot nyerhetek, amely majd hasznos lehet mérnöki karrierem során.

Irodalom

- [1] <http://makezine.com/projects/mini-cnc-router/>
- [2] G. Hulpe , és mások: *Desen Industrial*, Institutul Politehnic Cluj-Napoca, Cluj-Napoca 1980
- [3] Dudás, Illés: *Gépgyártástechnológia I*, Miskolci Egyetemi Kiadó, Miskolci egyetem, 2



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

CuAlNi ALAKEMLEKEZŐ ÖTVÖZET BELSŐ SÚRLÓDÁSÁNAK VIZSGÁLATA

INTERNAL FRICTION ANALYSIS OF CuAlNi SHAPE MEMORY ALLOY

KIS Dávid⁽¹⁾, BÉRES Gábor⁽²⁾, DUGÁR Zsolt⁽³⁾, HANSÁGHY Pál⁽⁴⁾

(1) Kecskeméti Főiskola, GAMF Kar, Anyagtechnológia Tanszék, Magyarország 6000 Kecskemét, Izsáki út 10., E-mail: david.istvan.kis@gmail.com

(2) Kecskeméti Főiskola, GAMF Kar, Anyagtechnológia Tanszék, beres.gabor@gmail.com

(3) Kecskeméti Főiskola, GAMF Kar, Anyagtechnológia Tanszék, dugar.zsolt@gmail.com

(4) Kecskeméti Főiskola, GAMF Kar, Anyagtechnológia Tanszék, hansaghy@gmail.com

Abstract

The most traditional metal testing equipments are unable to determine the phase transition temperatures of shape memory alloys (SMA). The differential scanning calorimetry (DSC) has become a well spread material testing technique in case of metals too in the past decades. However, one should be aware of the boundaries of testing metals with this application.

The DSC measures the changes of heat flow in function of temperature during the test. The DMTA detects the effect of any structural changes on mechanical properties while temperature rises or falls. In both cases the same transitions are monitored determining different material properties.

Keywords: DSC, DMTA, shape memory alloy, CuAlNi

Összefoglalás

Az alakemlékező ötvözetek (shape memory alloy vagy SMA) ötvözetek funkcionális tulajdonságait meghatározó fázisátalakulási hőmérsékleteinek meghatározására a legtöbb hagyományos fém anyagvizsgáló módszer alkalmatlan. A műanyagok vizsgálatában elterjedt differenciális pásztázó kaloriméter (DSC) elfogadott anyagvizsgáló berendezés már a fémek anyagok területén is. A dinamikus termikus mechanikus analízátor (DMTA) egy újabb alternatívát jelenthet fémek vizsgálatára.

A Kecskeméti Főiskola GAMF Karának Anyagtechnológia Tanszékén fémek anyagok szerkezetváltozásának vizsgálatával foglalkozunk, melynek része az alakemlékező fémötvözetek tulajdonságainak tanulmányozása többek közt DMTA eljárással. A DSC az anyagban végbemenő fajlagos entalpia változását méri (endoterm, exoterm folyamatok) idő vagy hőmérséklet függvényében. A DMTA az anyagban lezajló bármilyen szerkezetváltozás mechanikai tulajdonságokra gyakorolt hatását méri. A DSC termikus jellemző, a DMTA mechanikai tulajdonság változását észleli.

Kulcsszavak: DSC, DMTA, alakemlékező ötvözet, CuAlNi

1. Irodalmi összefoglalás

Az alakemlékező fémötvözetek legfontosabb funkcionális tulajdonságát, az alakemlékező effektust martenzites fázisátalakulás okozza. A folyamatot allotróp rácsátalakulás kíséri, ahol az ausztenites rács deformációval billen át martenzites ráccsá. Az átalakulást kísérő alakváltozás az ausztenit mátrixban mechanikai feszültséget ébreszt mind az ausztenit, mind a martenzit fázisban. Alakemlékező ötvözetek martenzites fázisátalakulása során a deformáció csökkentése ikerkristályok képződésével történik. Az átalakulás okozta deformáció további csökkentését az teszi lehetővé, hogy a martenzit csírák különböző orientációkban keletkeznek, és azok csökkentik egymás alakváltozását. Az így kialakult martenzitet szabadon illesztett martenzitnek nevezik.

Alakemlékező ötvözetek esetén a martenzit rács szimmetriája kisebb, mint az ausztenité, és a kettő között szoros kristálytani kapcsolat van. Míg az ausztenit fázisból több különböző orientációjú martenzit variáns alakulhat ki, addig a martenzit fázisból az ausztenit fázis csak az eredeti orientációban képes visszaalakulni. A szabadon illesztett martenzit szerkezetében létrehozott maradó alakváltozás miatt az ausztenitté való visszaalakulás jelentős átalakulási feszültséggel kísért. Ennek amplitúdója a maradó alakváltozással megegyező, de iránya ellentétes azzal. Így a rácsátalakulással az SMA minta visszanyeri eredeti alakját (1. ábra).

A martenzites fázisátalakulás hajtóereje az átalakulás szabadentalpia különbsége (1), amelynek fedeznie kell az átalakulás nem kémiai energiaszükségleteit. A folyamatok spontán a szabadentalpia csökkenés irányában mennek végbe. Tehát ahhoz, hogy a hűtés során meginduljon a martenzites átalakulás, az ötvözetet le kell hűteni a két fázis termodinamikai egyensúlyának hőmérséklete alá, ahol a szabadentalpia különbség előjele negatív lesz. A túlhűtés mértéke alakemlékező ötvözeteknél 5-30°C körüli. A visszaalakulás során hasonló módon túlhevítés szükséges.

$$\Delta G^{A \rightarrow M} = E_c + E_s + E_e + E_p + E_d \quad (1)$$

2. Mérések

A mérések célja a fázisátalakulásokhoz tartozó hőmérséklettartományok detektálása. A fázisátalakulások folyamatát hiszterézis jellemzi. Az ausztenites átalakulás A_{start} hőmérsékleten indul meg és csak az A_{finish} hőmérséklet elérésével lesz teljesen ausztenites a szövetszerkezet. Hűtés során a martenzites fázisátalakulás ehhez képest kissé eltoltan jelentkezik az M_{start} hőmérsékleten, míg el nem érjük az M_{finish} hőmérsékletet, ahol 100%-ban martenzites szövetszerkezetet kapunk.

2.1. Mérési eredmények

Célunk az átalakulási hőmérsékletek mérésével igazolni a DMTA mérőberendezés alkalmasságát az alakemlékező fémötvözetek fázisátalakulásainak vizsgálatára. Másfelől az eredményeket össze kell vetni DSC mérésekkel, hogy később a két eljárás mérési pontosságát fémek esetén össze tudjuk hasonlítani. A DMTA méréseket TA Q 800 típusú DMTA berendezéssel, a DSC méréseket a TA Q 200 típusú hőfluxus DSC berendezéssel végeztük.

A DMTA mérésekhez CuAlNi alakemlékező ötvözetek szolgáltattak homogenizált, martenzites állapotban. A 2 mm átmérőjű pálcából 20 mm hosszú mintákat készítettünk fűrész használatával. A méréseket hajlító feltétben végeztük egyoldali fix megfogással. A vizsgálati frekvencia 5 Hz, a deformáció amplitúdója 30 μm , a fűtési és hűtési sebesség 3°C/perc volt. A DSC mérések mintája is homogenizált, martenzites állapotú CuAlNi ötvözet volt. A 2 mm átmérőjű pálcából 1 mm hosszú 48 mg tömegű mintát készítettünk elő szintén

fűrésszel. A méréseket 0-150°C között végeztük felfűtési és hűtési szakaszból álló ciklusokkal 5, 10 és 2 °C/perc sebességgel. Mintatartót nem használtunk, a mintát közvetlenül a berendezés érzékelőjére helyeztük. Mérés alatt 50 ml/perc térfogatáramú nitrogén atmoszférát alkalmaztunk.

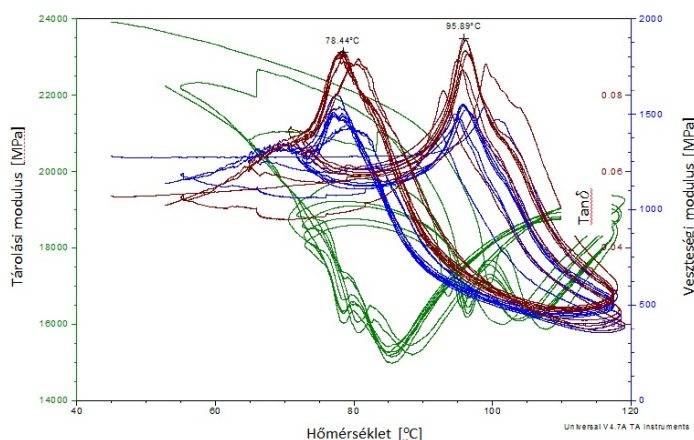
Egyértelműen kivethető endoterm és exoterm csúcsok érdekében, illetve a minta roncsolásának mértékét csökkentendő 48 mg tömegű mintát készítettünk elő. Ez a DSC méréseknél megszokottnál jóval több. A DMTA eljárásnál használt minta tömege pedig durván hússzorosa a DSC mérésnél alkalmazottnál. A minta alakjából és tömegéből adódóan a tömeghatás miatt a minta hőmérséklete folyamatosan elmarad a beállítottól.

A DMTA görbén (3. ábra) a tárolási (zöld) illetve a veszteségi modulusz (kék) és a veszteségi tényező (piros) változása látható a hőmérséklet függvényében. Fontos megállapítás, hogy a veszteségi modulusz nagyságrendekkel kisebb, mint a tárolási modulusz. A DSC görbén a zöld vonal a hőáram változását mutatja hőmérséklet függvényében.

2.2. CuAlNi ötvözet átalakulási hőmérsékleteinek vizsgálata DMTA és DSC méréssel

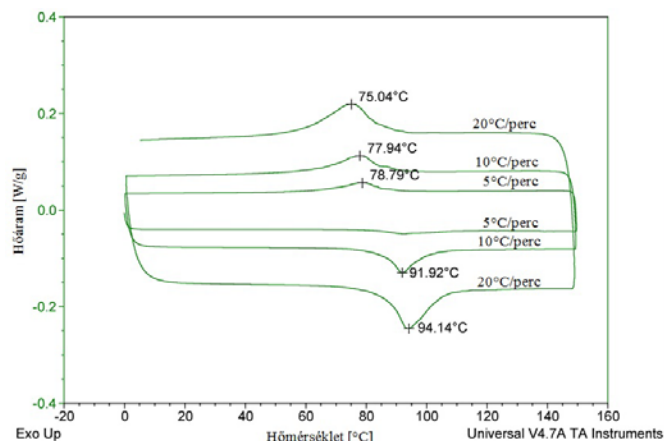
A DMTA görbén jól kivethető a veszteségi tényező határozott változása, ami valamilyen szerkezetbeli változást jelöl. A hevítési szakaszban a 78°C körüli csúcs az ausztenites átalakulást jelöli, míg a hűtés során a 95°C környéki csúcs a martenzites átalakulást.

Ideális esetekben a fémek rugalmassági modulusza nem komplex mennyiség. Más szóval a tanδ értéke 0, vagyis nem jelentkezik az említett fáziskésés. A DMTA mérés ennek az ellenkezőjét mutatja, de azt is fontos kihangsúlyozni, hogy a veszteségi modulusz változásának értéke körülbelül 1/5-e a tárolási moduluszénak.



1. ábra CuAlNi minta DMTA görbéi

A DMTA eredményeket összevetve a DSC méréssel, látható, hogy azonos átalakulási hőmérséklet értékeket kaptunk. Kisebb eltérés a fűtési szakaszban figyelhető meg. Ez egyrészt a tömeghatásra, másrészt a két eljárás eltérő jellegére vezethető vissza.



2. ábra CuAlNi minta DSC görbái

3. Összefoglaló

A CuAlNi alakemlékező ötvözetekkel végzett mérések során a veszteségi tényező változása tisztán követhető többszöri hevítési-hűtési ciklus után is. Az ötvözet rugalmassági modulusának komplexitása fémek esetén nem várt jelenség. Ezt valószínűleg a martenzites fázisátalakulást fenntartó szabadentalpia különbség nem kémiai energiaszükségletei (túlhűtés, túlfűtés) okozzák. Az eddigi mérési eredmények alapján a DMTA berendezés alkalmas lehet a műanyag minták mérése mellett az alakemlékező fémötvözetekben lejátszódó átalakulások vizsgálatára is, ami számos elméleti és gyakorlati alkalmazást vet fel.

Köszönetnyilvánítás

A kutató munka a TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0029 "Járműipari anyagfejlesztések: célzott alapkutatás az alakíthatóság, hőkezelés és hegeszthetőség témaköreiben" pályázat finanszírozásával valósult meg.

Dugár Zsolt és Hansággy Pál publikációt megalapozó kutatása a TÁMOP 4.2.4.A/2-11-1-2012-0001 azonosító számú Nemzeti Kiválóság Program – Hazai hallgatói, illetve kutatói személyi támogatást biztosító rendszer kidolgozása és működtetése országos program című kiemelt projekt keretében zajlott. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg. A kutatócsoport többi tagját/eszközbeszerzést/infrastruktúráját a TÁMOP 4.2.4.A/2-11-1-2012-0001 és a TÁMOP 4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0029 projekt támogatta.

Irodalom

- [1] Ryklina, E., P.; Prokoshkin, S., D.; Khmelevskaya, I., Y.: One-way and two-way shape memory effect in thermomechanically treated TiNi-based alloys, Article; Proceedings Paper, Materials Science and Engineering A-structural Materials Properties Microstructure and Processing, 481, 134-137 (2008).
- [2] Benke, M.: CuAlNi alapú alakemlékező ötvözetek fémtani folyamatainak vizsgálata, PhD értekezés, Kerpely Antal Anyagtudományok és Technológiák Doktori Iskola, Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Kar, 2012.
- [3] Tian, Q., C; Wu, J., S: Characterisation of phase transformation in Ti50+xPd30Ni20-x alloys, Article, Intermetallics, 10/7, 675-682 (2002).
- [4] Zanaboni, E.: One way and two way-shape memory effect: thermo-mechanical characterization of Ni-Ti wires, PhD thesis, Università degli Studi di Pavia, 2008.
- [5] Foreman, J.: Dynamic mechanical analysis of polymers, Article, American Laboratory, 14/ 1, 21-& (1997)



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

VÍZSZENNYEZÉSI VÉSZHELYZETEK KEZELÉSE, MEGOLDÁSI MÓDSZEREI

TREATMENT TECHNIQUES, METHODS FOR ACCIDENTAL WATER POLLUTION

KISFALUDI-BAK Zsombor

*Kolozsvári Műszaki Egyetem, Építőmérnöki Kar, Szerkezetek Tanszék, 400027, Románia,
Kolozsvár, G. Baritiu utca 25; Telefon: +40 727 809490, zsombi_kisfaludi@yahoo.com*

Abstract

The subject of this scientific article is the treatment methods for accidental water pollution. It presents the importance of the topic and the necessity of the new treatment techniques. The first chapter contains the actual treatment methods, which are used in the country, and the possible mistakes which can appear using this methods. Furthermore, it is described an experiment of a treatment for pollution with dead oil, and there is determined the necessity of the specific absorbant material dependent of the scale of the pollution. Based on all these, it becomes possible the improvement of the actual techniques.

Keywords: water pollution, dead oil, accidental

Összefoglalás

Ezen tudományos cikk témája a vízszennyezési vészhelyzetek megoldási módszerei. Bemutatja a téma fontosságát és az új megoldásokra való igényt. Első részében tartalmazza a jelenlegi megoldási módszert, mely az országban használatos, és rávilágít az esetleges hibákra, melyek ezen módszerek alkalmazásánál előfordulhatnak. Továbbá tartalmazza egy olajszennyezés megoldásának kísérletét, mely alapján meg lett határozva az ilyen esetekben alkalmazott speciális olaj-felítató anyag szükséges mennyisége a szennyezés mértékétől függően. Mindezek alapján lehetségessé válik az aktuális módszerek javítása.

Kulcsszavak: vízszennyezés, fáradt olaj, vészhelyzet

1. Témaválasztás, vízszennyezési megoldások jelenleg

Témaválasztásomat az egyre gyakoribb vízszennyezések előfordulása indokolja, mint például a 2009. augusztusában bekövetkezett szennyezés a Duna folyamon, vagy akár a kevesebb, mint fél éve bekövetkezett szennyeződés a Kis-Szamoson 2013. augusztus 8-án.

A jelenlegi megoldási módszereket a Szamos-Tisza Vízügyi Hivatal egy munkatársa, egyben egyetemi tanárom ismertette egy megtörtént eset kapcsán. Az olajszennyeződés bekövetkezése után az első lépés felmérni a szennyeződés mértékét, ezután pedig meghatározni a folyó azon pontját, ahova a készenléti egységek a szennyeződés előtt kiérhetnek. A következő lépés egy speciális abszorpciós anyag (olajszármazékok felszívására, lekötésére alkalmas anyag) adagolása a szennyeződéshez, valamint egy mozgó gát alkalmazásával a vízfelszín szennyeződéseinek felfogása és eltávolítása.

Ezen módszer alkalmazásával a következő hibákat lehetett megfigyelni több esetben is: az abszorpciós anyag nagymértékű túlادagolása (akár több teherszállító kamionnyi eltérés), a mozgó gát mellett olajsávok továbbhaladása, mely a gát alkalmatlanságából adódik, ugyanis előfordul, hogy a mozgó gát egy vízfelszínre engedett, gépekre felfüggesztett farrönkökből állt.

2. Végzett kísérlet

Az Országos Környezetvédelmi Fejlesztési és Kutatási Intézet által ajánlott, egyben az országban leginkább használt abszorpciós anyagot teszteltem. A vízszennyezést fáradt olajjal idéztem elő, mivel az előző fejezetben említett mindkét szennyeződés esetén a szennyanyag fáradt olaj volt.

Két átlátszó tározóba egy bizonyos szintű vízrétegbe fáradt olajat öntöttem.



1. ábra. Tározó vízzel és olajszennyezéssel

Az első tározóban így egy 1,2 cm-es olajréteget nyertem. Az első tározó segítségével vizsgáltam az anyag alkalmasságát, így annak nem teljes felületére adagoltam egyenletesen a felitató anyagból, a tározó szélén hagyva olajfelületet. A tározó közepén a felitató anyaggal reagált részen egy léket vágtam, hogy megfigyelhető legyen a kezelés utáni vízfelszín. Az összehasonlítást legjobban a következő két ábra mutatja.



2. ábra. Abszorpciós anyag megfelelőségi kimutatása

A második tározóba engedett fáradt olaj a felszínen maradv 1,35 cm-es vastagságú réteget alkotott, melynek súlya 0,813 kg volt (a fáradt olaj sűrűsége 850 kg/m^3). Ehhez az olajréteghez összesen 202 g lekötő anyagot adagoltam fokozatosan, míg az olajréteg teljesen fel nem szívódott az abszorpciós anyag által. Ezek alapján a specifikus anyag fáradt olaj lekötési kapacitása 4,06-szoros saját súlya, míg a gyártó által kiadott műszaki leírásban [1] (általános szennyeződésre) 8-12-szeres saját súly van feltüntetve. A saját kísérlet alapján egy négyzetméter olajszennyeződés lekötéséhez 209,1 kg abszorpciós anyag szükséges.



3. ábra. Második tározó egyenletesen elosztott felitató anyaggal

A megfigyelés másik szempontja volt, hogy a kezelés után milyen olajszennyeződési maradványok figyelhetők meg. Ennek kapcsán kijelenthető, hogy a vízfelszínről teljesen eltávolítható a szennyeződés, de az oldalfalak, partok mentén marad a szennyeződésből.



4. ábra. A szennyeződés eltávolításának szakasza (mint látható tiszta vízfelszínt eredményezve)

3. Eredmények felhasználása, jelenlegi megoldási módszer javításának lehetőségei

Elsődleges célom az első fejezetrészen bemutatott aktuálisan alkalmazott módszer javítása, pontosítása volt. Az első említett hiba, ami jelentkezhet, az a felitató anyag túladagolása, esetenként akár az igény háromszorosával. Alapvetően az alkalmazott anyag természetes biológiai úton lebomlik, de csak megfelelő idő leforgása alatt, és a sűrű folyómenti építkezés miatt ez szennyeződésnek minősül, mindaddig míg teljes mértékben le nem bomlik, másrészt pedig a lekötött olajréteg kiemelését és eltávolítását nehezíti a túladagolt felitató anyag, mivel szennyeződés hiányában a felitató anyag nem rendelkezik kohéziós erővel, mely összetarthatná, így egy porréteghez hasonlóan fog terjedni. Fontos megjegyezni, hogy az abszorpciós anyag 72 órán át képes a vízfelszínen maradnia [1], ezért is célszerű elkerülni a túlzott mennyiség adagolását a szennyezett folyóba. Ennek elkerülése végett végeztem kísérletet, hogy megállapíthassam a lekötő anyag szükséges mennyiségét, ami az eredmények alapján 210 kg/m^3 olajmennyiség a fáradt olaj esetén. Az alkalmazás során ezt az értéket többszörösíteni kell egy együtthatóval, amely értéke a szennyezési mérték felmérésének pontosságától függ.

A másik megfigyelt gyenge pont a mozgógát választásából fakad. Az alkalmazott farönk felfüggesztő megoldás hátránya a gát vízszinten tartása, szintbeállítása. Ez a nehézség kiküszöbölhető bizonyos úszó felszíni gátak alkalmazásával, melyeket zárt, vizet és levegőt tartalmazó, a két parton rögzített könnyű csövek alkothatnak.

4. Köszönetnyilvánítás

A kutatás a TÁMOP-4.2.4. A2-CT-HTKH-13 azonosító számú Nemzeti Kiválóság Program – Konvergencia-Határon Túli Kiváló Hallgatói Ösztöndíj-2013 című kiemelt projekt keretében zajlott. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

További köszönet illeti az Erdélyi Múzeum-Egyesületet és a Collegium Talentum tehetség-gondozó rendszert támogatásáért.

5. Következtetés, további kutatási tervek

A leírtak arra a következtetésre juttatnak, hogy szükségessé vált egy olyan táblázat elkészítése, főleg az illetékes készenléti egységeknél, amely a felitató anyag szükségességét határozza meg a szennyeződés fajtájától és a szennyezés mértékétől függően. Továbbá azon egységeknél, amelyeknél szennyezés esetén a rönk-gát megoldást alkalmazzák, javítható lenne az újabb, az úszó gátakra vonatkozó megoldási módszer bemutatása és alkalmazása révén.

Az eddig végzett kísérlet állóvízen lett végezve, mivel egy folyómakett elkészítése, melyen a valóságban felhasználható adatok mérhetők túlzottan helyigényes, ezért más megoldást kell keresni a maradt fontos kérdésre: Milyen terjedési sebességgel rendelkezik a víz felszínén haladó olajréteg. A kutatási projekt folytatását egy ilyen számítógépes modell elkészítésére képes program felhasználásában látom.

Irodalomjegyzék

- [1] Eco Tehc Service Kft.: *Műszaki leírás Spill-Sorb*, 5.-6. oldal



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

ATTOSZEKUNDUMOS IMPULZUSOK TÖRTÉNETE

HISTORY OF ATTOSECOND LIGHT PULSES

KÓHÁZI-KIS Ambrus

Kecskeméti Főiskola, GAMF Kar, Természet- és Műszaki Alaptudományi Tanszék, H6000, Magyarország, Kecskemét, Háromszék utca, 10.; Telefon: +36-76-516436, Fax: +36-76-516299, kohazi-kis.ambrus@gamf.kefo.hu

Abstract

The application fields of the attosecond (10^{-18} s) pulses are rapidly expanding in the fields of basic research and of the applied science. Revolutionarily new type of investigations are possible with attosecond light pulses, since the typical time-scale of the elementary atomic processes is in the picosecond to attosecond realm. In the Bohr-model of the hydrogen atom the time period of the circulating electron is approximately 150 attosecond. I make a overview of the fundamental modes of the production of attosecond light pulses, and outline a short history this important new technology.

Keywords: Laser; high-harmonic generation; nonlinear optics; attosecond pulses.

Összefoglalás

Az attoszekundumos (10^{-18} s) impulzusok alkalmazása az alap- és az alkalmazott alapkutatóban gyorsan terjed. Az attoszekundumos impulzusokkal forradalmian újszerű vizsgálatok végezhetők, hiszen az impulzusok időtartama összemérhető az atomokon belüli elemi folyamatok jellemző idejével, nevezetesen a Bohr-atommodellben az elektronok keringési idejével. Előadásomban bemutatom az attoszekundumos impulzusok előállításának alapvető módjait, és felvázolom ennek a fontos, új technikának a rövid történetét.

Kulcsszavak: lézer; magas felharmonikus keltése; nemlineáris optika; attoszekundumos impulzusok.

1. Bevezetés

A folyamatok, szervetlen- és szerves anyagok jellemzőiről egyre több információt nyerhetünk ahogyan egyre rövidebb időskálán vizsgálhatjuk azokat. A fényjelek hossza röviddel a lézerek felfedezését követően alulmúlták a legrövidebb elektromos jelek hosszát.

A legrövidebb elektromos jelek hossza a tranzisztor felfedezésével (1947, Walter Brattain, John Bardeen és William Shockley, 1956-ban Nobel-díj) csökkent a μ s (mikroszekundum= 10^{-6} s) érték alá, napjainkra a félvezetőtechnika fejlődésével a legrövidebb elektromos jelek hossza felülről a ps (pikoszekundum= 10^{-12} s) értéket közelítik. Napjainkban a számítógépek, a leggyorsabb kommunikációs rendszerek GHz (10^9 Hz) feletti jelátviteli sebességgel rendelkeznek [1].

Az elérhető legrövidebb jelek előállítása terén azonban a fényjelek messze az elektromos jelek előtt járnak. Rövid, kis előadásomban felvázolom röviden azokat a megoldásokat,

amelyek az extrém rövid fényimpulzusok előállításához vezettek. A témában részletesebben elmélyülni vágyók számára ajánlom Varjú Katalin sokkal részletesebb, kiváló előadását [2].

2. Ultrarövid lézerimpulzusok

A legrövidebb fényimpulzusok hossza a lézerek felfedezését (1961, Theodore Maiman) követően csökkent a μs -os érték alá. Nagy egyszeri átmeneti erősítésű lézeranyag és eléggé nagy áteresztőképességű nyitótükör esetén a szilárdtestlézerek bekapcsolási tranziense különálló, jellemzően μs -os időtartamú fényimpulzusokat eredményez.

Már a lézer kifejlesztésének az évében sikerült ns-os (nanoszekundum= 10^{-9} s) fényimpulzusokat előállítani az úgynevezett Q-kapcsolásos technikával. A lézer működésének beindulását késleltetik egy optikai zárral, ezzel nagy mértékű populációinverziót hoznak létre. A zár nyitása után a nagyobb fényerősítés miatt gyorsabban megnő a lézer impulzusa. Az erősebb fény a lézerben gyorsabban megszünteti a populációinverziót, ezzel a lézeraktív közegben tárolt energia a normál lézerimpulzusos működéshez lépest közel ezred résznyi idő alatt kicsatolható a Q-kapcsolás segítségével.

A lézer rezonátoránál körülfutási idejénél rövidebb fényimpulzusok előállításához már egy fontos trükköt kell bevetni [3]: a lézer fényének állóhullámait, longitudinális módusait fázisban össze kell lebegtetni. A frekvenciában egyenközű módusok összelebegése a körülfutási időközönként megjelenő ps-os, illetve fs-os (femtosekundum= 10^{-15} s) fényimpulzusok megjelenését eredményezi. A kialakuló fényimpulzusok hossza függvénye a lézeraktív anyag emissziója spektrális szélességének, a módusok csatolását megvalósító moduláció erősségének, gyorsaságának [4]. Ebben az impulzushossz tartományban már jelentős szerepet játszik az anyagok diszperziója is, amit optikai rácsokkal, diszperziós prizmákkal, illetve fázismodulált tükrökkel lehet kompenzálni. Ezzel a technikával elérhető legrövidebb impulzus időtartama 5 fs közelébe esik [5]. A lézerből kilépő fény spektrumának az önfázismoduláció jelensége segítségével történő további szélesítésével 4 fs körüli impulzushosszakokat lehet kapni [6]. Ezen impulzusok hosszát már lényegében a lézerfény periódusideje korlátozza (Ti:zafír lézer esetén a fény elektromágneses hullámának periódusideje 2,67 fs).

A néhány fényhullám-periódus hosszúságú lézerimpulzusok esetében már nagyon fontos a vivőhullám és annak burkolójának relatív fázisa, az úgynevezett CEP (Carrier-Envelope Phase) is [7]. A nemlineáris folyamatok intenzitása függ a CEP fázis értékétől.

Nemlineáris jelenségek fontos szerepet játszanak az impulzuslézerek működésében is. Az ultrarövid impulzusokat szolgáltató lézerek működésében az egyik legfontosabb jelenség az optikai Kerr-effektus, amely esetében az intenzív fény megváltoztatja a közeg törésmutatóját. Ez okozza az impulzusok spektrális szélességét megváltoztató önfázismoduláció jelenségét, de ennek következtében alakul ki az úgynevezett Kerr-lencsés módusszinkronizáció, vagy a két lézerezonátor fényének nemlineáris interferenciáján alapuló, úgynevezett additív módus-csatolás is [8].

3. Felharmonikus keltése nemlineáris kristályokkal

Optikailag nemlineáris kristályok segítségével, többek között, a beérkező intenzív fény felharmonikusát is kelthetjük [8]. A közegek atomjainak, molekuláinak nemlineáris válasza rendszerint meglehetősen gyenge (jellemzően csak nagyságrendileg 10^{20} W/m² intenzitású terekben változtatja meg csak lényegesen a tér a közeg törésmutatóját). Ahhoz, hogy a beeső fénynyaláb jelentős hányada más frekvenciára transzformálódjon a közeg atomjainak válaszáat

koherensen, fázisban kell felösszegezni. Azonban a közegek jellemzően normális diszperzióval rendelkeznek, azaz a hosszabb hullámhosszakon a közegben nagyobb a fény terjedési sebessége. Ezért a transzformálódott és az eredeti fény terjedése során fázisban elcsúsznak egymástól: a különböző helyeken keltett transzformált jelek nem adódnak össze azonos fázisban, sőt a relatív fáziseltolódás miatt egymást ki is olthatják. A hatásos frekvencia-konverzió megvalósításához nélkülözhetetlen az eredeti és a transzformált fény fázisterjedési sebességének pontos kiegyenlítése, fontos az úgynevezett fázisillesztés. Ennek megvalósítására van szükség általában optikailag kettőtörő kristályos nemlineáris közegek alkalmazására. A különböző kristálytani irányokba eső az eredeti- és a gerjesztett fény polarizációs irányai esetén az anizotróp jelleg és a diszperzió eredőjeként megvalósítható a fázisillesztés.

Legtöbbször csak a második vagy legfeljebb csak a harmadik felharmonikus kelthető egy nemlineáris konverzió segítségével: a frekvenciák túl nagy aránya esetén a kristályok anizotrópiája nem elég erős a diszperzió miatt nagy értékű fázissebességek kompenzálásához.

A felharmonikus-keltéssel nyert nagyobb frekvencián elvileg fs-nál rövidebb fényimpulzusok is kelthetők lennének, de a rövid impulzusok esetén széles spektrumú fázisillesztés és az anyagi diszperzió miatt kristályokban nem sikerült átlépni a fs-os impulzustartam határt. Továbbá nincs olyan nemlineáris optikai kristály, amely a 100 nm körüli hullámhossz tartományon ne lenne erősen elnyelő.

4. Többfotonos effektusok, magas felharmonikusok keltése

A lézerek felfedezését követően 1965-ben adtak hírt először gázok nemlineáris ionizációjáról [9]: az atomban kötött elektron ionizációjához egy foton energiája nem elegendő, egyszerre több foton elnyelése szükséges. 1983-ban vizsgálták először [10] atomok ionizációját az úgynevezett nemperturbatív intenzitástartományban: nagyon erős elektromágneses térben a fény-anyag kölcsönhatás már nem írható le perturbációs elméletekkel. Ebben az esetben úgy képzelhetjük el az ionizációt, hogy a fény elektromos tere periódikusan letöri az elektron előtt az atom potenciálgátját, az elektron az atomból alagúteffektussal távozik, mint ahogyan azt a Keldysh-Faisal- Reiss-elméletek leírják [11].

1979-ben fedezték fel, hogy intenzív lézertérben az ATI (Above Threshold Ionization) jelenségét: az elektron nem feltétlenül csak az ionizációhoz minimálisan szükséges számú fotont vesz fel, hanem annál többet is. Ez az elektronok energiaspektrumában a foton energiájával elkülönülő diszkrét csúcsokban volt megfigyelhető. A jelenség úgy is felfogható, hogy az elektronok az intenzív elektromágneses térbeli Volkov-állapotokra [12] ugranak: ezek az állapotok éppen a fény fotonenergiájával elválasztott energiaállapotok.

1987-ban fedezték fel [13], hogy eléggé intenzív lézerfény hatására atomok a lézerfény magas rendű felharmonikusait sugározzák ki (HHG=High Harmonic Generation). A jelenség úgy magyarázható, hogy az intenzív fény hatására az elektronok alagúteffektussal elhagyják az atomot, az elektromágneses térben fotonok elnyelésével energiát nyernek, majd az elektromos tér megfordulásával visszatérnek az atomhoz, ahol rekombinálódnak az elnyelt energia kisugárzásával. Nagyon leegyszerűsítve úgy is mondhatjuk, hogy az elektron visszapottyan a Volkov-állapotok létrájáról egy nagyenergiás foton kibocsátásával kísérve.

5. Attoszekundumos impulzusok előállítása

1992-ben Farkas Győző és Tóth Csaba vetette fel először [14] attoszekundumos fényimpulzusok előállításának lehetőségét a magas rendű felharmonikusok keltésével. Az elv nagyon hasonlít a móduscsatolt lézerimpulzusok előállításának elvéhez: a frekvenciában egyenközű hullámkomponenseket fázisban összeadva

Néhány évvel később az előbb vázolt elv működését demonstrálták is [15]. Az attoszekundumos impulzusok keltését optimalizálták, sőt többféle módozatát is kifejlesztették [16]. Így nem csupán szabad térben elhelyezkedő atomokon, de hullámvezetőkben, illetve még plazmák felületén is keltenek attoszekundumos impulzusokat.

6. Összefoglalás

Az ultragyors impulzusok előállítása és az azokkal vizsgált ultragyors jelenségek vizsgálata napjaink egyik legdinamikusabban fejlődő területe a fizikának. Előadásomban az ezen a tudományterületen felbukkanó elvek, módszerek alapjait és történeti fejlődését igyekszem felvázolni.

Jelen kutatási eredmények megjelenését az „Ágazati felkészítés a hazai ELI projekttel összefüggő képzési és K+F feladatokra” című, TÁMOP-4.1.1.C-12/1/KONV-2012-0005 azonosítójú projekt támogatja. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Irodalom

- [1] Cheng, R., és mások: *High-frequency self-aligned graphene transistors with transferred gate stacks*, PNAS 2012, 109 (29), 11588-11592 oldal.
- [2] Varjú, Katalin: *Attoszekundumos impulzusok keltése és alkalmazásai*, ELI Téli Iskola, Szeged, (2012), http://tisk.mafihe.hu/tisk12/eloadasok/0202/VK_MaFiHE_teli_iskola.pdf.
- [3] DiDomenico, M.: *Small-signal analysis of internal (coupling type) modulation of lasers*, J. Appl. Phys., (1964) 35. kötet, 2870–2876. oldalak.
- [4] Huas, H.A.: *Mode-Locking of Lasers*, IEEE J. on Sel. Top. in Quant. Electr. (2000) 6. kötet, 1173-1185. oldalak.
- [5] Morgner, U. és mások: *Sub-two-cycle pulses from a Kerr-lens mode-locked Ti:Sapphire laser*, Opt.Lett. (1999) 24. kötet, 411–413. oldalak.
- [6] Schenkel, B. és mások: *Generation of 3.8-fs pulses from adaptive compression of a cascaded hollow fiber supercontinuum*, Opt. Lett. (2003), 28. kötet, 1987-1989. oldalak.
- [7] Diels, J. és Rudolph, W.: *Ultrashort Laser Pulse Phenomena*, Academic Press, Elsevier, 2006.
- [8] Boyd, R.W.: *Nonlinear Optics*, Academic Press, 2008.
- [9] Voronov, G. S. és mások: *Multiphoton Ionization of the Hydrogen Molecule in the Strong Electric Field of Ruby Laser Emission*, Journal of Experimental and Theoretical Physics Letters (1965) 2. kötet 237-238. oldalak.
- [10] Chin, S.L. és mások: *Observation of Kr and Xe ions created by intense nanosecond CO2 laser pulses*, J. Phys. B (1983) 16. kötet, L223-L226 oldalak.
- [11] Keldysh, L.V., JETP (1964) 47. kötet, 1945. oldal. (Keldysh, L.V.: *Ionization in the field of a strong electromagnetic wave*. Sov. Phys. JETP (1965) 20. kötet, 1307. oldal.)
- [12] Bergou, J. és Varró, S.: *Wavefunctions of a free electron in an external field and their application in intense field interactions. II. Relativistic treatment*, (1980) J. Phys. A: Math. Gen., 13. kötet, doi:10.1088/0305-4470/13/8/030.
- [13] McPherson, A. és mások: *Studies of multiphoton production of vacuum-ultraviolet radiation in the rare gases*, JOSA B, (1987) 4. kötet, 595-601 oldalak.
- [14] Farkas, Gy., Tóth, Cs.: *Proposal for attosecond light pulse generation using laser induced multiple-harmonic conversion processes in rare gases*, Physics Letters A, (1992) 168. kötet, 447–450 oldalak.
- [15] Hentschel, M. és mások: *Attosecond metrology*, Nature (2001) 414. kötet, 509-513. oldalak.
- [16] Brabec, T. (szerkesztő): *Strong field laser physics*, Springer, 2009.



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

LÍTIUM-AKKUMULÁTOROK VIZSGÁLATA INVESTIGATIONS OF LI-ION ACCUMULATORS

KÓHÁZI-KIS Ambrus

Kecskeméti Főiskola, GAMF Kar, Természet- és Műszaki Alaptudományi Tanszék, H6000, Magyarország, Kecskemét, Háromszék utca, 10.; Telefon: +36-76-516436, Fax: +36-76-516299, kohazi-kis.ambrus@gamf.kefo.hu

Abstract

Li-ion accumulators have found wide applications in the field of portable, mobile electronic devices. In the future, however, they are supposed to play even more role in the field of the hybrid or the totally electric vehicles. I present shortly the main features of the Li-ion accumulators, and I report on our activity in this field in Kecskemét College.

Keywords: accumulator, state of health, state of charge.

Összefoglalás

Lítium-ion akkumulátorok napjainkban is fontos szerepet játszanak a hordozható, mobil elektromos berendezéseink működtetésében. A jövőben azonban még nagyobb feladat vár rájuk a gépjárművek hibrid, illetve teljesen elektromos üzemeltetése során. Előadásomban röviden ismertetem a Li-ion akkumulátorok működését, problémáit, azok megoldási lehetőségeit és beszámolok a főiskolánkon ezirányban tett erőfeszítéseinkről.

Kulcsszavak: akkumulátor, élettartam, töltöttség.

1. Bevezetés

Napjainkban egyre nagyobb figyelem fordítódik a gépjárművek hibrid, illetve tisztán elektromos meghajtásának problémakörére. Az ehhez szükséges elektromos energiatároló egységnek jelenleg a Li-ionos akkumulátorok kínálóznak tekintve nagy energiatárolási sűrűségüket, nagy teljesítménysűrűségüket, a nagy működési élettartamukat és a környezetbarát jellegüket. Előadásomban összefoglalom a Li-ion akkumulátorokkal kapcsolatos legfontosabb ismereteket és beszámolok az ezek vizsgálatával, tesztelésével kapcsolatos a Kecskeméti Főiskolán folytatott tevékenységünkről.

2. Felépítés, működés

A Li-ion akkumulátor cellák szendvicsszerűen öt rétegből állnak [1]:

- rézből készült árambegyűjtő negatív elektróda,
- kompozit negatív porózus elválasztható réteg,
- elválasztó réteg az elektrolittal,

- kompozit pozitív porózus elválasztható réteg,
- alumíniumból készült áramgyűjtő pozitív elektróda.

A kompozit elektródák az aktív anyagi részecskéiből és egy őket összetartó kötőelemből és egy megfelelő szűrő anyagból állnak.

Teljesen feltöltött állapotából az akkumulátor kisütésének folyamata a következő:

- A folyamat elején a negatív elektróda teljesen be van vonva lítiummal, és a pozitív elektróda lítium-mentesen kész a Li-ionok fogadására.
- A kisülés során a Li-ionok leválnak a negatív elektródáról, oldódnak az elektrolitba, miközben a pozitív elektróda rétegben a Li-ionok az elektrolitból kiválnak. Ez Li-ion koncentrációjának térbeli gradienseinek kialakulásához vezet, ami a Li-ionoknak a negatív elektródától a pozitív elektróda felé kialakuló áramlását hajtja.
- A cella feszültsége fokozatosan csökken, az elektródák felületén meglevő lítium koncentrációk különbsége csökken.
- A kinetikus, ohmikus és a tömegáramokból adódó ellenállás tényezőikön hő keletkezik a cellákban. A hő keletkezésének mértéke a cella különböző részein eltérő lehet. Ennek megfelelően a cellában az egyenetlen koncentráció- és potenciál-eloszlás mellett egyenetlen hőmérséklet eloszlás is kialakul.

3. A Li-ionos akkumulátorok működési tartományai

A Li-ionos akkumulátorok üzemi feszültsége általánosságban 1,5-4,2 V-nak mondható, de függ az akkumulátor fajtájától; biztonságos és megbízhatósági működési hőmérséklet tartományuk jellemzően 0 - 45 °C:

- 90-120 °C: SEI (solid-electrolyte interface) film exoterm bomlásnak indul (de már vannak olyan elektrolit rendszerek is amelyek már 69 °C mellett bomlásnak indulnak)
- 120 °C felett: A SEI-film nem képes tovább védeni a negatív szén-elektrodát az oldallági reakcióktól, robbanógázok keletkeznek.
- 130 °C közelében: az „elválasztó” közeg kezd megolvadni, ezzel az akkumulátor cella tönkremegy.
- 130 °C felett: a pozitív elektróda is elbomlik és oxigén szabadul fel. A folyamat beindulásának küszöbhőmérséklete függ az elektródák összetételétől.
- 200 °C felett: az elektrolit elbomlik és robbanógázok keletkeznek. Ez tűz keletkezéséhez vezet.
- Li-ionos akkumulátor 0 °C alatti töltése esetén fémes lítium válik ki a negatív szénelektroda felületén, ezzel csökkentve az akkumulátor élettartamát.
- Nagyon alacsony hőmérsékleten a pozitív elektróda elpattan, rövidzárat okozva.
- Ha az akkumulátor feszültsége túlságosan magasra feltöltött, vagy túlságosan alacsonyra lemerített, akkor fázisátalakulás következtében a rácsszerkezet összeomlik, ezzel az akkumulátor kapacitása lecsökken. Továbbá a negatív réz kollektor akár fel is oldódhat az elektrolitban, és az újabb feltöltés esetén réz dendritek formálódhatnak a negatív elektróda felületén, ami az akkumulátoron belüli rövidzárhoz vezethet.
- A túlzott feltöltés, illetve a túlzott lemerítés robbanógázok keletkezésével is járhat. Túlzott feltöltés esetén a pozitív elektróda kémiai átalakulása miatt jelentős hő keletkezhet. Továbbá fémes lítium válhat ki a negatív elektródára, ami az akkumulátor kapacitásának csökkenéséhez vezet és biztonsági problémát okozhat a belső rövidzár keltésével.

A problémák megoldására a kereskedelmi forgalomban kapható Li-ionos akkumulátorokat saját menedzselő rendszerrel kell ellátni, hogy minden egyes akkumulátorcella a megfelelő paraméterekkel működhessen.

4. Li-ionos akkumulátorok felügyelete

Elektromos közlekedési eszközökben többféle Li-ionos akkumulátort is használnak. Az egyes cellák kapacitása és feszültsége relatíve kis értékű, ezért az akkumulátorok gyakran több száz akár több ezer Li-ionos akkumulátor cellából is állhatnak. Ezek működésének összehangolására nagyon fontos megfelelő BMS (Battery Management System) kialakítása. Bár nem alakult ki teljes konszenzus a BMS mibenlétéről, szokás azonban azt a tág értelmezésű definíciót alkalmazni, ami szerint a BMS egy olyan rendszer, amely menedzseli az akkumulátor működését.

A közlekedési eszközökben alkalmazott BMS különböző szenzorokból, aktuátorokból és kontrollerekből állnak, utóbbi fontos része a speciális kiértékelő algoritmus. A BMS három fő feladata:

- Az akkumulátorcellák és moduljainak meghibásodás elleni védelme.
- Az akkumulátor egészének a kívánt feszültség- és hőmérsékleti intervallumban való üzemeltetése, hogy garantált legyen annak biztonságos működése és minél hosszabb legyen az élettartama.
- Az akkumulátor működési állapotának felügyeletével az alkalmazás által megkívánt teljesítőképesség biztosítása.

A fejlesztések mai állása mellett [2] a legjelentősebb problémákat a BMS működésében a cella feszültségek megfelelő precizitású mérése, az akkumulátorállapot becslése, a cellák egyenértékűségének fenntartása és a hibadiagnózis jelentik.

5. Akkumulátorok állapotjellemzői

Az akkumulátorok állapotának jellemzői sorába tartozik az SOC (State Of Charge), az SOH (State Of Health) és az SOF (State Of Function). Ezek bonyolult kapcsolatban állnak egymással.

SOC: Értéke teljes feltöltöttség esetén 1, teljes lemerültség esetén pedig 0. A feltöltöttség és lemerültség határait az elfogadható működtetésének határai határozzák meg. Számszerűen az SOC az akkumulátorban tárolt és az abban maximálisan tárolható töltés arányát jelenti. Értékét gyakran százalékban kifejezve adják meg.

SOH: Egy minőségi jellemző szám, amely az akkumulátor öregedésére jellemző. Értéke 100% új akkumulátor esetén, az öregedéssel az SOH értéke csökken. Az SOH értékét az akkumulátor belső ellenállásából, vagy kapacitásából lehet levezetni (nincsen teljesen elfogadott definíció). Az akkumulátorok kapacitása csökken, míg belső ellenállásuk növekszik a használat során.

SOF: Értéke azt szeretné leírni, hogy az adott célra alkalmazott akkumulátor milyen mértékben képes az igényeket kiszolgálni.

Az SOH értékét az élettartam becslése és a hibák diagnózisa együtt határozzák meg. Az SOF értékét az SOH, SOC és a hibadiagnózis eredménye együtt határozzák meg.

A feltöltési, kisütési határállapotok és a cellák hőmérsékletének engedélyezett működési tartománya meghatározásához figyelembe kell venni az akkumulátor SOH paraméterét is.

6. Következtetések, tervek

A Kecskeméti Főiskolán célul tűztük ki lítium-akkumulátorok állapotbecslési módszereinek vizsgálatát a várható üzembiztos működési idő megállapítása céljából. A feladat megoldását befolyásoló tényezők:

Az akku adatlapján szereplő adatok idealizált mérési körülményekre érvényesek, a gyakorlatban használható értékektől általában jelentősen eltérnek. Függnek a körülményektől,

pl. kiinduló hőmérséklet, környezet hőmérséklete, hűtés mértéke. Ezek az adatok a valós működési körülményekre vonatkozóan elég megbízhatatlan információkat adnak. Ehhez járulnak még a gyártók közötti kiélezett versenyek, melyeknek köszönhetően nem kapunk objektív, használható kiindulási adatokat az előrebecsléshez.

A terhelés nélküli feszültség és a belső impedancia értéke tájékoztatást adhat az akkumulátor várható kimerülésének idejéről lítium-akkumulátorok esetében. Vizsgálatainkat adott típusú, adott gyártótól származó akkumulátoron kell végeznünk, mert a különböző gyártóktól származó akkumulátorok jellemzői, paramétereinek jellege különböző.

A hőmérséklet változása is adhat tájékoztató adatot a töltöttségről, azaz adott teljesítmény mellett minél magasabb a hőtermelés mértéke, annál kisebb a töltöttség.

A leírtakat figyelembe véve egy célirányos megoldás lehet a kapocsfeszültség és a belső impedancia mérések mellett a hőtermelés nagysága, az általa okozott hőmérsékletnövekedés nagysága és a terhelés közötti korreláció keresése egy adott időintervallum alatt adott terheléseknél.

A kísérleti berendezést úgy kell megépíteni, hogy megvalósítható legyen az akkumulátorban keletkezett hőmennyiségének kiintegrálása különböző terhelések, kisütések függvényében egy adott idő alatt figyelembe véve a környezeti hőmérsékletet is, mint egy bementi paramétert. Ezek függvényében kell a teljes elhasználódásig vizsgálni az akkumulátorokat, és ebből megállapítani azt a függvényt, melyből a későbbi előrebecslés folyamán megadhatjuk a még valószínűsíthető fennálló működési időt.

A feladat megoldásához először fel kell vennünk azokat a bementi paramétereket, amelyek függvényében mérjük a kapocsfeszültséget, a belső impedanciát és a keletkezett hőmennyiséget és hőmérséklet emelkedését. Ezek kiválasztása lényegi kérdés a feladat megoldása során.

Bemenő paraméterek lehetnek például a terhelő áram, terhelő áram ideje, töltési áram, töltési áram ideje, terhelés nélküli állapot ideje, külső hőmérséklet, töltés idején a cella hőmérséklete, terhelés idején a cella hőmérséklete, terhelés jellegére vonatkozó paraméterek, üzemben lévő idő, stb.

Válaszfüggvények a bemenő paraméterek ismeretében lehetnek például: a cella kapocsfeszültsége, a cella belső impedanciája, terhelés nélküli állapotban a feszültségcsökkenés mértéke (dU/dt), terhelés alatti állapotban a feszültségcsökkenés mértéke (dU_t/dt), a terhelő áram ideje alatti fejlődött hőmennyiség (a környezethez viszonyított hőmérséklet emelkedésből számolva), töltési áram ideje alatti fejlődött hőmennyiség (a környezethez viszonyított hőmérséklet emelkedésből számolva), stb.

A cellák tesztelésére tervezett berendezésünk megépítése jelenleg még folyamatban van.

Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozunk a kutatás támogatásáért, amely a TÁMOP-4.2.2.C-11/1/KONV-2012-0012: "Smarter Transport" - Kooperatív közlekedési rendszerek infokommunikációs támogatása - A projekt a Magyar Állam és az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Irodalom

- [1] Gomadam, P.M., és mások: *Mathematical modeling of lithium-ion and nickel battery systems*, J. Pow. Sources (2002) 110. kötet, 267-284 oldalak.
- [2] Lu, L., és mások: *A review on the key issues for lithium-ion battery management in electronic vehicles*, J. Pow. Sources (2013) 226. kötet, 272-288 oldalak.



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

KÖZÖSSÉGÉPÍTŐ- ÉPÍTŐ KÖZÖSSÉG

COMMUNITY BUILDING-BUILDING COMMUNITY

KÓSA Balázs

Pécsi Tudományegyetem, Pollack Mihály Műszaki és Informatikai Kar, Építészkivitelezés és Mérnöki Menedzsment Tanszék, 7624, Magyarország, Pécs, Boszorkány utca 2.; Telefon / Fax: +36 30 539 9616, 8315; kosa.balazs@pmmik.pte.hu

Abstract

In the current economic situation, the maximum supported by the presence of crises topic is significant. I do not mean while the global economic crisis. We recognize that in the post crisis must master a completely different approach, we must use what has been up to university level students. Great motivation to me to get acquainted with a previously unknown practical technologies, such as the construction of a straw, or even the use of adobe. Pedagogical point of view, an interesting challenge and also the motivation to be a manager of an interdisciplinary team should not only think about the engineering field.

Keywords: community architecture, sociology, university education, practice, innovation, science

Összefoglalás

A jelenlegi gazdasági helyzet, a válságok jelenléte maximálisan alátámasztja a téma jelentőségét. Nem csak a gazdasági világválságot értem ezalatt. Fel kell ismerjünk, hogy a válságból való kilábaláshoz egy teljesen más szemléletet kell elsajátítsunk, amit már legkésőbb egyetemi hallgatói szinten alkalmaznunk is kell. Nagy motivációt jelent, hogy megismerkedhetek olyan számomra eddig gyakorlati szempontból ismeretlen technológiákkal, mint például a szalmából való építkezés, vagy éppen a vályog használata. Pedagógiai szempontból is érdekes kihívás és szintén motivációt jelent az, hogy egy interdiszciplináris csapat vezetőjeként nem csak a mérnöki szakterületen kell gondolkodjak.

Kulcsszavak: közösségi építészet, szociológia, egyetemi oktatás, gyakorlat, innováció, tudomány

1. Bevezetés

Értekezésem célja az, hogy a rendszerszemlélet megközelítését alapul véve négy, egymással szoros kölcsönhatásban lévő szinten tárgyaljam az építő közösségek kérdését. Elsőként az individuum szintjén, különös tekintettel az egyén társadalomban és közösségekben betöltött szerepére. A következő szint a munkacsoportokból kiépülő közösségek szintje. A harmadik szinten a közösségek szűk (lokális) és tág (országos) értelemben vett, környezetükre kifejtett hatását mutatja be. A negyedik szint a globális értelmezés, ez nemzetközi szakirodalmak tükrében, projektek révén szerzett tapasztalatokon keresztül kerül megvitatásra. Fontosnak tartom – különösen a globalizált világban, ahol a mobiltelefon, az internet és más kommunikációs eszközök segítségével szinte másodpercek alatt kapcsolatba léphetünk a világ bármely pontján élőkkel – azt, hogy olyan tényeket állapítsunk meg, amelyek megállják a helyüket a világ egészét tekintve is. Természetesen ez

nem jelentheti a társadalmi-kulturális különbségek figyelmen kívül hagyását, de jelenti a „globális” szemléletet. („Gondolkodj globálisan, cselekedj lokálisan!”)

2. Közzségeben végzett munka öröme

Céljaim között szerepelt egy olyan egységes csoport létrehozása, amely képes felelősségteljes tervek és munkák elkészítésére, továbbá a csoport tagjaival megismertetni a tervezés és a kivitelezés folyamatait, szociális érzékenységet. A város és régió figyelmét felhívni problémákra és azok orvoslási lehetőségeire. A b2 csoport tematikájáról elvégeztem egy összehasonlítást is, hiszen a kutatásom során felvettem a kapcsolatot két hasonló tematikával működő szervezettel. Mindkettő az USA-ban található. Az egyik a YALE a másik pedig a PRINCETON Egyetemen működik. Érdekes megfigyelés ez, hiszen egymástól függetlenül fogalmaztuk meg magunknak szinte ugyan azokat a pontokat. Egy magyarországi és egy amerikai csapat eszmecseréje pedig kifejezetten hasznosnak bizonyult sok szempontból. Bemutatásra kerül a felsőoktatási intézmények legmagasabb szervének a doktori iskolák hallgatóinak együttműködése is. Írásom nem csak építészeti szempontok alapján vizsgálja a fentiekben említett problémaköröket, hanem a mai elvárásoknak megfelelően interdiszciplináris kutatással teszi azt, és erre sarkallja a csoportban dolgozókat is. Azt gondolom, hogy a tudományterületek együtt gondolkodása révén még izgalmasabb és még komplexebb lehet a dolgozat, hiszen egy problémára csak akkor tudunk releváns választ adni, ha a lehető legtöbb oldalról körüljárjuk azt.

3. Közzségeben végzett munka öröme

A közösség és az egyén fogalma szétválaszthatatlanok egymástól, hiszen az egyének sokasága alkotja a közösséget. A közösség lehet kis közösség, például család, nagyobb (osztály, iskola, település), és természetesen egy ország közössége, a társadalom egésze.

A Pedagógiai Lexikon meghatározása szerint az egyéniség, individualitás fogalma:

„a személy azon sajátosságainak összessége, amely által mindenki mástól különbözik. [1]

Az ember azonban társas lény. Az egyéniség fontos tényező, ám a közösséggé válás is fontos része az emberi kapcsolatok alakulásának. A 18. század, zömében romantikus irodalmi alkotásai, és az azt követő század német filozófiai szemléletmódja képezte alapját annak a gondolatiságnak, miszerint az ember zárt individuum. Sokáig még a modern felfogású ember is ezt az elméletet vallotta, így jelent meg az ember alakja Freud híres “Unbehagen” című filozofikus modelljében önző, ösztöneit kielégíteni vágyó lényként, aki csak akkor képes felelősségteljes gondolkodásra, ha arra értelmes énje parancsot ad neki. A mai korban a tudomány már úgy vélekedik ugyanerről a témáról, hogy az ember alapvető szükséglete lett a kommunikáció, anélkül nem tud létezni, hiszen nem érik ingerek. Ingerek hiányában pedig az egyes személyiségjegyek, de van, hogy a teljes személyiség dezintegrálódik. A társas érintkezés olyannyira nagy jelentőséggel bír életünk folyamán, hogy vannak kutatók, akiknek álláspontja szerint szinte “respiratorikus” fontosságú az emberi kommunikáció. Minden emberi lénynek szüksége van elfogadásra és elismerésre. Ezt a vágyat a századelő híres szociálpszichológusai szinte alapvető emberi szükségletként tartották számon. [2] Elfogadás, elismerés, figyelem, segítség, szeretet. Az imént felsoroltak mindegyikére szükségünk van életünk során. Jelenlegi világunkban az individualizmus hatása erős, bár napjainkra az új „szociális média” új típusú közösségeket formál. Hogyan tud és miképpen akar közösségekhez csatlakozni a mai kor embere? Miként szocializálódik társadalmunkban? Hankiss Elemér kiemeli, hogy a közös cél, értékrendszer mellett a közösség saját identitásának tudatára ébred (a „mi-tudat”) (Hankiss. 1983). A definíció hangsúlyozza, hogy

nem csupán a közösség térbeli-szomszédsági, hanem szimbolikus szerveződését, és az önszerveződő, közösséget fejlesztő folyamatokat is fontosnak tekintem. [3]

4. Virtuális közösségek

Számtalan mennyiségű és minőségű közösség létezik. Az elmúlt néhány évben nagy népszerűségnek örvendenek azok az online közösségi oldalak - facebook, twitter, iwiw -, amelyek a korlátozott hozzáféréssel rendelkező környezetben élők számára is lehetővé teszik életük eseményeinek, profiljainak megosztását, távolabb élő barátaikkal való kommunikációs gátak feloldását. Vannak olyan webes közösségek, amelyek különböző vallási, etnikai, szakmai, vagy éppen politikai érdekeltségűek számára adnak felületet. A változatosságot a felhasználók sokszínűsége, illetve a portálok szabályainak különbözősége is meghatározza. Napjainkban már emberek százmilliói építették be napi rutinjukba a közösségi oldalak használatát, hiszen ezeken a csatornákon keresztül kapnak információt a világ híreiről, kedvenceikről, bonyolíthatnak le üzleti tranzakciókat, oszthatják meg hasonló témakörökben kutató társaikkal eredményeiket, erősíthetik meg emberi kapcsolataikat, vagy köthetnek új barátságokat akár másik kontinensen élő személyekkel. Lényegét tekintve azonban ezek a portálok inkább az offline interakciókat tükrözik. Ebben a percben még nem tudhatjuk, hogy ezek az online közösségi oldalak vajon meddig örvendenek ilyen népszerűségnek, tartós lesz-e az a fajta rajongás irántuk, ami jelenleg körbeveszi őket, de a már egy évtizede tartó folyamatos érdeklődés arra enged következtetni, hogy akár tartósan, hosszabb távon is jól működő rendszerekről beszélhetünk.

5. Közösségek a felsőoktatásban

“Ha valaki egyedül álmodik, az csak egy álom. Ha sokan álmodnak együtt, az egy új valóság kezdete.” [4]

Ha a hallgatók már iskolai feladataik során is foglalkoznak a témával, esetlegesen részt is vesznek közös építési folyamatokban, akkor nem állnak majd értetlenül a való életben, ha olyan szituációval találják szembe magukat, mint például - hogy pécsi példát hozzak - a György-telep munkálatai. Ezért éreztem fontosnak egy csoport létrehozását, akik a szolidáris építéssel foglalkoznak a gyakorlatban, és nem csak elméleti szinten. Ennek mintapéldája a b2 Innovációs Hallgatói Csoport és az általuk elért szép eredmények, kiemelve egy transzdiszciplináris közösségi házat, amely a közeljövőben minden remény szerint meg is fog valósulni.

6. Nemzetközi vizsgálat

A Pécsi Tudományegyetem Pollack Mihály Műszaki és Informatikai Kar, Breuer Marcell Doktori Iskola és a Széchenyi István Egyetem Ybl Miklós Műszaki Kara közös pályázatukkal, mely a SPACE MAKER nevet viselte, 2012-ben elnyerte a 13. Velencei Építészeti Biennále - a leglátogatottabb nemzetközi építészeti világkiállítás - kuratori és kiállításszervezői tisztségét. A kurátorok pályázati anyagukban a fiatal generációban rejlő lehetőségekre, a csapatmunkára és a mesterek és tanítványaik közötti együttműködésre fontosságára hívta fel a figyelmet, így a pavilon nagy részében fiatal építész hallgatók munkáit mutatták be. A közös munka jelen esetben is nagy szerepet játszott, hiszen hat doktorandusz, köztük jómagam is részt vehettünk a tervezés és a kivitelezés folyamataiban egyaránt. Óriási élmény és rendkívüli tapasztalatszerzés volt ez mindannyiunk számára. Ahogy a b2 csoportnál, itt is - mivel kisebb csapatról van szó - tökéletesen működött a Bohm-féle dialógus. Egyszer sem a rossz, megoldhatatlan részekre koncentráltunk, hanem mindig

ahhoz a részhez kapcsolódtunk gondolatainkkal, ami a leginkább megragadott minket, ami a legfejleszthetőbb volt. Ebben az esetben azonban már tudatosan alkalmaztuk ezt azokkal a társakkal, akikkel már a b2-es feladatok során is dolgoztunk együtt, hiszen a tapasztalatok azt mutatták, hogy sokkal célravezetőbb és eredményesebb az így megvalósított terv. A többiek pedig idővel szintén átvették ezt a mentalitást, a konzultációk kedélyes beszélgetésekké alakultak, amit nem csak a külső szemlélők láttak így, hanem mi, a tényleges résztvevők is valóban jól éreztük magunkat az együtt munkálkodás során.

7. Következtetések / Összefoglaló

Azt gondolom, hogy a felsőoktatásban való képzés egyik alappillére lehet a lexikális tudás megszerzése mellett elsajátított gyakorlati tudásra kidolgozott tematika. A kezdetektől fogva meg kell szeretetni a hallgatókkal a szakmájukat, hogy azt idővel magabiztosan, kellő tapasztalat birtokában tudják magas színvonalon űzni. A kezdeti próbálkozások idején, mikor még nem rendelkeznek mély műszaki előképzettséggel, csak a gondolkodásmódot kell megtanítani nekik, valamint azt, hogy kellően szenzitívek legyenek a környezetükre, az őket érő hatásokra. Mindez véleményem szerint egy megfelelő nevelés velejárója. Az egyetemi éveket követően pedig hasznos szakmai tapasztalatokkal, rendszerezett tuással és rálátással fognak rendelkezni a hallgatók.

Irodalom

- [1] *Pedagógiai Lexikon*. Szerk. Nagy Sándor. Budapest: Akadémiai Kiadó, 1976. II. kötet, p. 466.
- [2] Cohen, A. P. (1985)
- [3] Sallai Éva: *Tanulható-e a pedagógus mesterség?*, Veszprém: VE Egyetemi Kiadó, 1996. p. 80. Loránd Ferenc: *Egyéni és közösségi érdek*. In: Új Pedagógiai Szemle (szerk. Schüttler Tamás) 2000. 2. sz., p. 4–13.
- [4] *Hundertwasser Friedensreich*

„A kutatás a **TÁMOP 4.2.4.A/2-11-1-2012-0001** azonosító számú *Nemzeti Kiválóság Program – Hazai hallgatói, illetve kutatói személyi támogatást biztosító rendszer kidolgozása és működtetése konvergencia program* című kiemelt projekt keretében zajlott. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.”



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

FUNKCIONALIZMUS ÉS FENNTARTHATÓSÁG EGY KORTÁRS SPORTLÉTESÍTMÉNY TERVEZÉSÉNEK TÜKRÉBEN

FUNCTIONALITY AND SUSTAINABILITY THROUGH THE PLANNING PROCESS OF A CONTEMPORARY SPORTS CENTRE

KOVÁCS-ANDOR Krisztián

*Pécsi Tudományegyetem Pollack Mihály Műszaki és Informatikai Kar Tervezési és
Építészeti Ismeretek Tanszék, 7623 Pécs, Rókus utca 2. Telefon/Fax: +36 72 501-562
kovacs.andor.k@gmail.com*

Abstract

The lecture presents the planning issues of a contemporary sports centre through the award-winning plan of the A+ Építész Stúdió in the architectural competition for the Sport Centre of the National University of Public Service. The complex urban context, the architectural shaping of the new, large-scale sports complex between the historical Orczy Garden and the urban texture of Józsefváros was a serious challenge. In order to achieve the success of the competition plan, a special approach was needed, namely synthesizing the respect of the heritage and values of the past, the contemporary designing principles and the progressive, sustainable architectural attitude of the future. Although the plan will not be realized, the applied architectural solutions can be instructive in the designing process of similar contemporary sports buildings.

Keywords: sport centre, sports complex, urban context, sustainability

Összefoglalás

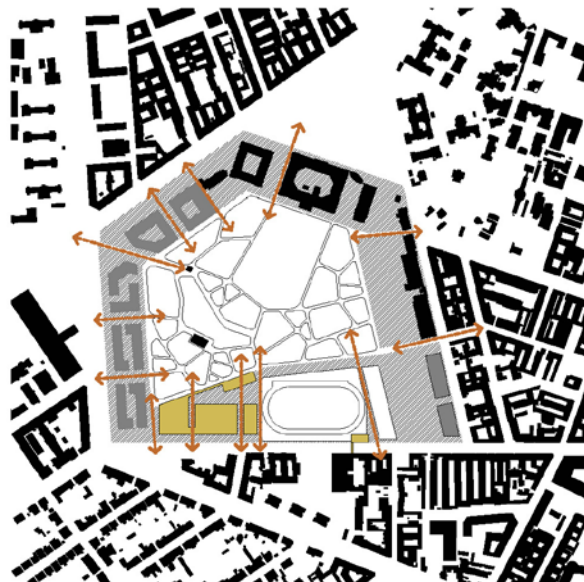
Az előadás az A+ Építész Stúdió a Nemzeti Közzolgálati Egyetem Sportközpontjára kiírt építészeti tervpályázaton megvétel nyert tervén keresztül mutatja be egy kortárs egyetemi sportkomplexum tervezési kérdéseit. Az összetett városépítészeti kontextus, a történeti Orczy-kert és a Józsefvárosi városszövet határán létesítendő új, nagyméretű sportlétesítmény építészeti megfogalmazása komoly kihívást jelentett. A pályázati sikerhez a történeti múlt örökségének és értékeinek tiszteletét, a kortárs építészeti elveket, valamint a jövőbe mutató, fenntartható építészeti attitűdöt szintetizáló szemlélet alkalmazására volt szükség. Bár a terv nem valósul meg, az alkalmazott építészeti megoldások számos tanulsággal szolgálhatnak a hasonló kortárs sportlétesítmények tervezésénél.

Kulcsszavak: sportközpont, sportkomplexum, városi kontextus, fenntarthatóság

1. Építészeti koncepció és alapvetések

A Nemzeti Közzolgálati Egyetem új sportközpontjának építészeti megfogalmazáskor olyan épület kialakítása volt a cél, mely egyrészt méltó a területen lévő értékekhez és a „Ludovikás” szellemiséghez, másrészt a sportépületek kortárs építészeti kívánalmainak is eleget tesz, harmadrészt pedig a teljes életciklusra nézve energia-hatékony és fenntartható.

A sportközpont épületének elhelyezésekor - csakúgy, mint a tömegformálás tekintetében - az egyszerű, tiszta szerkesztés és a kialakult beépítési struktúrába való olyan illeszkedés volt a fő tervezési szempont, amely a jelenlegi heterogén városi szövetben egy tiszta és átlátható rendet teremtet.



1. ábra. Az Orczy-kert és az egyetemi campus keretes beépítése

Az Orczy kertet a Ludovika jelenlegi és jövőben megvalósuló épületei keretbe foglalják. Az új épületekkel létrejön egy zárt és szisztematikus térfal- és tömbstruktúra, amelybe az új épület is illeszkedik. Az épületek és a park éjszakai zárhatóságát biztosító kerítés által határolt tömb azonban nem működhet zárványként a városi szövetben, ezért a terület lehetőség szerinti minél több irányból történő felnyitása, átjárhatósága fontos működtetési szempontból, és egyben fontos üzenet is. Ebbe a rendszerbe illeszkedik az új sportközpont épülete. Tömegével és elhelyezkedésével a keret egy tagja, nem pedig egy szabadon álló, szoborszerű épület.

A telepítés során fontos szempont volt, hogy az új épület kifelé, a város, valamin befelé, a park felé is egységesen nyisson. Az előcsarnok mindkét irányból történő megközelíthetősége ezt a célt szolgálja, továbbá a Hallgatói Központot és az új épületet összekötő, pillérekre támaszkodó tető az Orczy kert felé kapuként működik. Az épület külső oldalán, a bejárat előtt, a középület státuszához méltó, burkolt teresedést alakítottunk ki, mely kizárólag gyalogos és kerékpáros forgalom bonyolításra alkalmas, ezáltal ellátja az épület előtti gyülekező, várakozó és felvezető tér funkciót.

A Sportközpont építészeti megfogalmazásánál olyan formanyelvet kerestünk, amely a kortárs sportközpont-építészetten valamelyest túlmutatva egy időtálló, a történeti hagyományokhoz és az NKE célkitűzéseire méltó épületet eredményez, és amely elsősorban a sportolás személyiség formáló jelentőségét és csak másodsorban annak játékosságát hangsúlyozza.

2. Célkitűzések

2.1. Tiszta rendszer

A városszerkezeti koncepció és az épület tervezése során egyaránt kiemelt szempont volt a tiszta szerkesztési elvek alkalmazása. Törekedtünk az ideális funkciókapcsolatokkal bíró,

világos és feszes alaprajzi kialakításra, amely nem csak az építészeti formálásban, anyagválasztásban és szerkezetekben jelenik meg, hanem az épületet használók felé is egyértelműen megmutatkozik. Ezt szolgálja az egyes funkciók tömegszerű, jól definiálható szétválasztása.

2.2. Egységes megjelenés

Bár a Sportközpont pályázatnak nem közvetlenül tárgya, mégis a tervezés során megkerülhetetlen volt a terület távlati víziójának felállítása. Fontosnak tartottuk, hogy a Campus komplex és rendezett egységet alkosson. Ennek egyik eszköze, hogy az újonnan megvalósuló épületek egy egységes struktúrába kerüljenek, mely megjelenik tömegformálásban, anyaghasználatban, és a közterületek egységes kezelésében. Az általunk tervezett, alapvetően derékszögű rendszerbe beálló újonnan megvalósuló épületeken belül, egy a meglévő park jellegét megőrző, lágyabb formálású zöldfelület került. A terület zárhatóságát egyedi elemekből felépülő kerítéssel oldottuk meg, mely anyagában és formálásban a sportközpont épületével megegyező, és ezáltal is a terület egységes arculatát hangsúlyozza. A közterületeken megjelenő további mobiliák, burkolatok esetében is szükségesnek tartottuk ezt az elvet követni, és lehetőség szerint a Nemzeti Közszerológati Egyetemet reprezentáló, egyedi elemeket elhelyezni.

2.3. Megvalósíthatóság, realitás

Olyan építészeti megoldásokat kerestünk, melyek nem igényelnek különleges szerkezeti megoldásokat, ezért hatékonyan és egyszerűen kivitelezhetők, így a rendelkezésre álló költségkeret nagy biztonsággal tartható.

2.4. Energiatudatosság, fenntarthatóság

Korunkban fontos elvárás - kiváltképp nagyléptékű beruházásoknál -, hogy az épület teljes életciklusra nézve energia-hatékony és fenntartható legyen. A kialakított stratégia igyekszik az építés, üzemeltetés és bontás ciklusra is megfelelő, gazdaságos megoldásokat javasolni. Továbbá fontos szempont volt, hogy az épület minél gazdaságosabban üzemeltethető legyen. A sporttereket ennek megfelelően úgy alakítottuk ki, hogy a nap minél nagyobb részében természetes fénnel megfelelően megvilágítottak legyenek. A bemelegítő csarnok küzdőtere és a sportterek öltözők blokkja a talajszint alatt helyezkedik el, ami hőenergia-felhasználás szempontjából jelentős megtakarítást eredményezhet.

3. Építészeti kialakítás

A sportközpont tömege ötvözi a tárgyyszerű, tiszta és felesleges részletektől mentes, a funkciót őszintén reprezentáló, zárt, doboz-szerű tömegkialítást az előcsarnok szintjén megjelenő karakteres, ritmusos rendet adó oszlopsoros, áttört kialakítással. Az építészeti formanyelv célja, hogy a megszokott, kortárs sportcsarnok építészetéhez olyan értelemben adjon többletet, hogy az tükrözze nemcsak sportolás játékos jellegét, hanem annak személyiségformáló, komolyabb szerepét is. Ennek megfelelően egy az átlagosnál elegánsabb megfogalmazásban gondolkodtunk. Az anyagválasztásnál döntő szerepet játszott a sportépület funkcióhoz képesti elegancián túl az időtállóság, és a felületek könnyű és egyszerű tisztíthatósága. Túlryomórészrt részletektől mentes, egybefüggő, mosható felületeket alkalmaztunk az épület belsejében és homlokzatán egyaránt.

Az épületet három egymástól tömegében jól elkülöníthető, de funkcionálisan kapcsolatban lévő egységre bontottuk, mely tömegek a meglévő és megtartandó, Hallgatói Központ funkciót kapó épülettel egy félig nyitott udvarszerű teresedést határoznak meg. Az udvar a

kültéri sportpályák felé és egy fedett, oszlopokkal alátámasztott átkötésen keresztül a park felé, kapuszerűen nyit.

A Diószeghy utca felől elhelyezett főbejárat és információs pult egyben a teljes komplexumra kiterjedően a pénztár szerepét is igény szerint elláthatja. Az előcsarnok hosszanti tere felfűzi a funkciókat és megfelelő méretű teret ad nagyobb sportesemények lebonyolításra is. Az előcsarnokban helyet kap a „*dicsőség csarnoka*”, ahol állandó és/vagy ideiglenes kiállítások keretében a mennyezetről befüggesztet, nagyméretű molinókon bemutatathatók az egyetem hallgatóinak és oktatóinak sporteredményei, ezáltal is népszerűsítve mind az NKE tevékenységét, mind az ott folyó, jelentős sportéletet.



2. ábra. A sportközpont főhomlokzata a Diószeghy út felől

4. Közterületek kialakítása

Az Orczy-kertet keretező épületek egységes, alapvetően derékszögű rendszerébe ennek megfelelő hangulatú közterületi kialakítást terveztünk. A szigorú keret zárja közre a lágyabb formálású parkot, melynek zöldfelületi kialakítására a terv - a meglévő struktúrára alapozva - egy újabb formálású, de alapvetően a meglévő parkot megőrző térstruktúrát javasol.

Az épület elhelyezésénél törekedtünk arra, hogy a lehető legkevesebb jó állapotú, meglévő fát kelljen kivágni. A kisszámú kivágott - nagyrészt előregedett vagy rossz állapotú - fát a tervezési területen új fák ültetésével többszörösen visszapótoltuk. A Diószeghy Sámuel utcai fasor komoly értéket képvisel, ezért megőrzése kiemelten fontos jelentőségű. A fasorban jelentkező hiányokat (kb. 30 db fát) pótoltuk a fasor fő fajtáját adó nyugati ostorfával.

A tervezésnél fontosnak tartottuk a sportközpont közvetlen környezetének egységes megfogalmazását és önálló identitásának biztosítását anélkül, hogy a terület az Orczy-kert többi részétől elszakadna.

Az épület körül egységes, vágott, nagyeleemes térburkolat készül. Az épület előtti valamint az épület és a hallgatói központ által közrezárt teresedés is ugyanezt a térburkolatot kapja. A térburkolat karakteresen az egyik irányban hézagolt kialakítású. Ezekbe a hézagokba helyenként olyan, a burkolat síkjában futó sínek illeszkednek, amelyeken a téren levő hosszú padok elmozdíthatók. Az épület és a hallgatói központ közötti teresedés így többféle használatra is alkalmas. Az általános, mindennapi használat mellett - a padok eltolásával - a tér akár kisebb rendezvények megtartására is helyet tud biztosítani.



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

ROBBANTÁSSAL TÖRTÉNŐ FELÜLETKEMÉNYÍTÉSI TECHNOLÓGIA OPTIMÁLÁSA

OPTIMIZATION OF EXPLOSIVE SURFACE HARDENING TECHNOLOGY

KOVÁCS-COSKUN Tünde⁽¹⁾, PINKE Péter⁽²⁾

(1) Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, Anyagtudományi és Gyártástechnológiai Intézet, H-1081, Budapest, Népszínház utca 8; Telefon +36-1-6665327 / Fax: +36-1-6665423, kovacs.tunde@bgk.uni-obuda.hu

(2) Szlovák Műszaki Egyetem, Anyagtechnológiai Kar Nagyszombat, Paulínska 16, 917 24 Trnava, Szlovák Köztársaság, Telefon +421-903353667, peter.pinke@stuba.sk

Abstract

It is known that the hard working cause hardness increasing in case of metals. Specimens of austenitic stainless steel and Hadfield steel hardness changing were tested. The used hardening technology was a modified explosive treatment. During the hardening tests the explosive exploded different distance from surface [1]. Same setup was tested with different holder distance. The hardness improving and the plastic deformation were different as function of the holder size. The hardness was measured by Vickers hardness tester. The amount of strain induces martensite was detected magnetically and microscopy. It can suppose that the microstructure changed during high rate strain. Results showed that the strain rate and result hardness depend on the holder size. We found that the bigger holder size in case of the tested setup provoke higher hardening. To determine the hardness properties it's important to use optional technological parameters.

Keywords: hardness, explosive hardening, martensite

Összefoglalás

Ismert, hogy a fémek képlékeny hidegalakítás hatására keményednek. A keménység változás mérése ausztenites korrózióálló acél és Hadfield acél próbatesteken történt. A keménység növelésére módosított robbantásos technológiát alkalmaztunk. A keményítési kísérletek során a robbanóanyag a felülettől különböző távolságokra robbant [1], azonos elrendezés mellett, amit különböző méretű tartók biztosítottak. A keménység értékek mérése Vickers keménységméréssel történt. Az alakítás hatására létrejött martenzit mágnessel és mikroszkópos vizsgálattal mutatható ki. A létrejövő keménységváltozás függ a robbantáskor alkalmazott réstávolságtól. Vizsgálataink eredményeként megállapítottuk, hogy az alkalmazott réstávolságok esetén a nagyobb réstávolság nagyobb keménységnövekedést okoz. A keményítési technológia tervezése során fontos a technológiai paraméterek optimálása.

Kulcsszavak: keménység, robbantásos keményítés, martenzit

1. Bevezetés

A felületkeményítési technológiáknak igen különböző eljárásai ismertek és alkalmazottak az ipari gyakorlatban [2]. Mivel a keménység és a kopásállóság jó korrelációt mutat a

keménységnövelést általában a kopásállóság növelése érdekében végzik. Hagyományos felületkeményítés hőkezeléssel és a bevonatolási technológiákkal érhető el. Keményítésre alkalmazhatók hidegalakítási technológiák is, mint pl. a görgőzés, sörétezés. Az ausztenites korrózióálló acélnak jó a szívóssága és az alakíthatósága, de kicsi a keménysége, amely hőkezeléssel nem növelhető. A robbantásos keményítési technológia egy viszonylag egyszerű, gyors és olcsó eljárás, mellyel ezen acéltípusok keménysége növelhető [3].

A keménység elvárt mértékben történő növeléséhez optimális technológiai paraméterek beállítása szükséges. A robbantásos keményítési technológia során számos kísérleti úton meghatározott tapasztalati paramétert használnak. Robbanás hatására egy rövid idejű nagy energiájú "ütés" éri a munkadarab felületét, melynek hatására képlékeny alakváltozás, mikroszerkezet változás és keménységnövekedés jön létre a robbanóanyag paramétereitől függően [4]. A robbantás során az ausztenites acélok felületen középpontos köbös rácsa deformálódik, egy torzult köbös rács jön létre ($\gamma \rightarrow \alpha'$), amely az alakítási martenzit.

Kísérleteinkben arra kerestük a választ, hogyan hat a robbantási technológia során alkalmazott elrendezés [6, 7] a vizsgált acélok keménységváltozására.

2. Kísérletek

2.1. Robbantásos keményítés

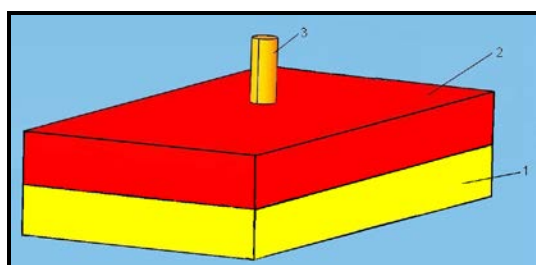
A felhasznált robbanóanyag porállagú Permon 10T jelölésű volt (1. táblázat), vastagsága átlagosan 30 mm volt. A robbanóanyag vastagságának meghatározása tapasztalati alapon történt. Ismert ugyanis, hogy van egy minimális mennyiség (0,017 (g/mm²) Permon 10T [8]), amennyinél kevesebb nem alkalmazható eredményesen ennél a technológiánál. A keletkező nyomás értéke kiszámítható (1), a ρ robbanóanyag sűrűség és a v_D detonáció sebesség alapján (1. táblázat).

$$P = 0,25 \cdot \rho \cdot v_D^2 \quad (1)$$

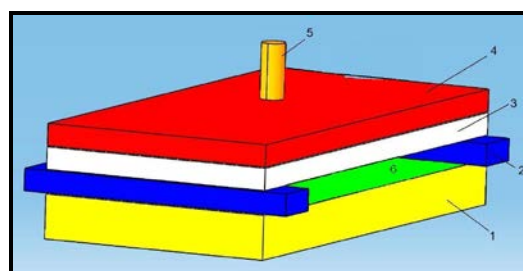
1. táblázat. Permon 10T robbanóanyag jellemző paraméterei

Robbanóanyag	PERMON 10T (por)
Képződő gáz	928 dm ³ /kg
Detonáció sebesség (v_D)	3200 m/s
Sűrűség (ρ)	850 kg/m ³
Távolság a felülettől	0, 2, 3, 4 mm
Robbanóanyag vastagság	30 mm
Tömeg	319 g

A keményítés során direkt elrendezést, a robbanóanyag közvetlenül az alaplemezen robban fel (1. ábra) és indirekt elrendezést is alkalmaztunk, amikor a robbanóanyagot repülőlemezre helyeztük és a távolságot távtartóval biztosítottuk (2. ábra).



1. ábra. Direkt keményítés (1 alaplemez, 2 robbanóanyag, 3 detonátor)



2. ábra. Indirekt keményítés (1 alaplemez, 2 távtartó, 3 repülőlemez, 4 robbanóanyag, 5 detonátor, 6 felület bevonata)

2.2. Kísérleti anyagok

Kísérleteink során két anyagminőséget vizsgáltunk, egy ausztenites korrózióálló acélt (X5CrNi1810, EN 1.4301) átlagos keménysége 215 HV₃₀ és egy Hadfield acél (X120Mn12, EN 1.3401) öntött állapotban, amelynek átlagkeménysége 220 HB volt. A kémiai összetételeket a 2. táblázat mutatja. A robbantásos kísérletek előtt a Hadfield acélt hőkezeltük, oldó izzítást 1050°C / 2 óra, majd vízűtést alkalmaztunk (110 HV_{1,2}). A próbatestek felületét megtisztítottuk és polírozott finomságúra készítettük elő.

2. Táblázat. A felhasznált acélok kémiai összetétele (tömeg %)

Acél jele	C	Si	Mn	Cr	Ni	N _{max}	P _{max}	S _{max}
X5CrNi1810	0,07	1	2	18,25	9,25	0,11	0,045	0,015
X120Mn12	1,2	max. 1	12	-	-	-	0,1	0,04

2.3. Vizsgálatok

A robbantásos keményítést követően állandó mágnessel végeztünk tapasztalati vizsgálatot. Ezt követően a darabokat elmetstettük és a felülettől távolodva keménységet mértünk Vickers keménységmérővel. A metszeteket políroztuk és fémmikroszkópos szövetszerkezet vizsgálatot is végeztünk.

3. Kísérletek

3.1. Mágneses tulajdonságok

Az állandó mágnessel történő ellenőrzés eredményeként megállapítottuk, hogy a darabok felülete és a felülethez közeli rétegek a robbantásos kezelés hatására ferromágneses tulajdonságot mutatnak.

3.2. Mikroszkópos vizsgálatok

A fémmikroszkópos vizsgálatok során a Hadfield acél próbatesteken egyértelműen kimutatható volt az alakítási martenzites szerkezet, jól megfigyelhetőek voltak az eredeti ausztenites szerkezet ikerkristályai is.

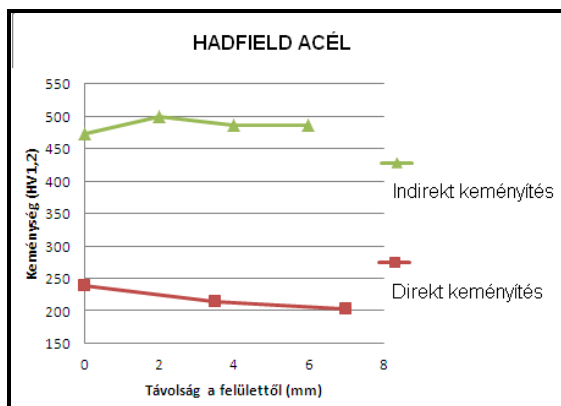
3.3 Keménységmérés

A robbantásos kezelést követően keménységet mértünk a darabok felületén és a felülettől befelé távolodva. A korrózióálló acélon 30 kg a Hadfield acélon 1,2 kg terheléssel mértünk. A keménységértékeket a robbantási paraméter (résméret) és a felülettől való távolság függvényében a 3. táblázat foglalja össze.

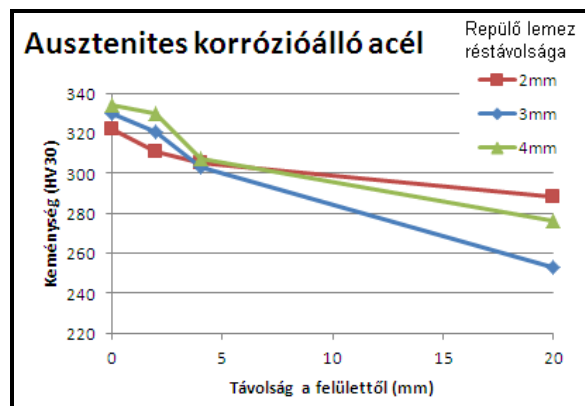
3. táblázat. A vizsgált acélok keménységei

Acél	X120Mn12 (HV _{1,2})		X5CrNi1810 (HV ₃₀)		
Eredeti keménység	110		215		
Réstávolság	0 mm	2 mm	2 mm	3 mm	4 mm
Felülettől mért távolság					
0	238,4	472,348	322	330	334
2		499,058	311	321	330
3,5	214,8				
4		485,713	305	303	307
6		485,366			
7	201,9				
20			288	253	276

A két acéltípus esetén a keménységértékeket a 4. és 5. ábrák szemléltetik. A Hadfield acélnál direkt (0 mm rés) és indirekt (2 mm rés) keményítést végeztünk, míg a korrózióálló acélnál 2, 3 és 4 mm réstávolságokat alkalmaztunk.



4. ábra. Hadfield acél keménységváltozása



5. ábra. Ausztenites korrózióálló acél keménységváltozása

4. Összefoglalás

Vizsgálataink eredményeként a következő megállapításokat tehetjük:

- Indirekt elrendezésű keményítés esetén nagyobb keménység érhető el, mint direkt keményítéssel;
- Az elért keménység függ az indirekt keményítés elrendezésénél alkalmazott réstávolságtól;
- Ausztenites korrózióálló acélt és Hadfield acélt azonos elrendezéssel keményítve megállapítható, hogy a Hadfield acél keménysége lesz
- A robbantásos keményítés hatására a hőkezelésre át nem alakuló mikroszerkezet torzuláson megy át, alakítási martenzit keletkezik.

Irodalom

- [1] Kovacs-Coskun, T., Pinke, P: *Surface Hardening of Austenitic Stainless Steel by Explosive Treatment*, Országos Anyagtudományi és Anyaginformatikai Konferencia, Balatonkenese, 2013.
- [2] J.R. Davis: *Surface Hardening of Steels*, ASM International 2002, pp. 1-16.
- [3] T.Z.Blazynski: *Explosive welding forming and compaction*, Elsevier Science Publishing Co., Inc.1983, pp. 94-103.
- [4] S. A. Meguid: *On the explosive hardening of one end of a metallic block*, Int. J. mech. Sci. Pergamon Press. Vol. 18, Printed in Great Britain 1976. pp. 351-355.
- [5] M. A. Meyers, L. E. Murr: *Shock Waves and High-Strain-Rate Phenomena in Metals*, International Conference on Metallurgical Effects of High-Strain-Rate Deformation and Fabrication, Albuquerque, N.M., 1980. pp. 91-111.
- [6] L. Fouilland-Paill, M. Gerland, P. Violan: *Cyclic behavior of a 3 16L stainless steel hardened by an explosive*, Materials Science and Engineering A201 1995, pp. 32-39.
- [7] K.P. Staudhammer, C.E. Frantz and S.S. Hecker, in M.A. Meyers and L.E. Murr (eds.), *Shock Waves and High Strain Rate Phenomena in Metals*, Plenum, New York, 1981, pp. 91-112
- [8] Kovacs-C.T., Volgyi B., Sikari-N.I.: *Investigation of aluminum-steel joint formed by explosion welding*, IC-RMM1 Conference, Lillafüred, Hungary 2013.



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

HALLGATÓI FELADATLAPOK FUZZY ÉRTÉKELÉSE

FUZZY EVALUATION OF STUDENT ASSIGNMENT SHEETS

KOVÁCS László⁽¹⁾, JOHANYÁK Zsolt Csaba⁽²⁾

(1) Kecskeméti Főiskola, GAMF Kar, Informatika Tanszék, H-6000, Magyarország, Kecskemét, Izsáki út, 10; Telefon: +36-76-516-413, kova.lacko@gmail.com

(2) Kecskeméti Főiskola, GAMF Kar, Informatika Tanszék, H-6000, Magyarország, Kecskemét, Izsáki út, 10; Telefon: +36-76-516-413, johanyak.csaba@gamf.kefo.hu

Abstract

Teachers often face in course of the evaluation of written student assignments situations where they cannot give an exact grade feeling that the actual performance could belong to more than one category (ranks). Fuzzy set based evaluation could be an excellent tool in such occasions. In this paper, after reviewing the related key ideas of the fuzzy arithmetic we present a software that facilitates the simple and easy applicability of the method in practice using either a PC or a tablet.

Keywords: fuzzy evaluation, software, fuzzy arithmetic.

Összefoglalás

Az esszé jellegű hallgatói feladatmegoldások értékelése során gyakran előfordul, hogy az oktató nem tudja egyértelműen egy adott pontszám kategóriájába sorolni a hallgatói teljesítményt, úgy érezve, hogy az többé-kevésbé több kategóriába is beférne. A fuzzy halmazok segítségével történő értékelés kiváló segédeszköz lehet az oktató számára ilyen esetekben. Cikkünkben a fuzzy értékelés módszerének áttekintését követően egy olyan saját fejlesztésű szoftvert mutatunk be, ami egyszerűen és könnyen lehetővé teszi a módszer gyakorlati alkalmazását egy PC vagy táblagép segítségével.

Kulcsszavak: fuzzy értékelés, szoftver, fuzzy aritmetika.

1. Bevezetés

A fuzzy halmazok és a rájuk épülő számítási módszertan lehetővé teszi, hogy a kifejtős kérdésekre adott hallgatói válaszok értékelésénél természetes módon időnként megjelenő oktatói bizonytalanságot jól definiált módon kezelni tudjuk. Cikkünkben először röviden áttekintjük a fuzzy aritmetika néhány fontosabb, a feladathoz kapcsolódó alapfogalmát, majd a fuzzy értékelést támogató szoftverünk használatának bemutatásán keresztül ismertetjük az általunk javasolt módszert.

2. Fuzzy aritmetikai alapok

A hallgatók értékelése során trapéz alakú fuzzy számokat használunk, ezért az alábbiakban röviden áttekintünk néhány fontosabb kapcsolódó definíciót.

Definíció 1.: Az $u : \mathbf{R} \rightarrow [0,1]$ függvényt fuzzy számnak nevezzük az alábbi tulajdonságok fennállása esetén

- u teljesíti a normalitás feltételét, azaz létezik $x_0 \in \mathbf{R}$ úgy, hogy $u(x_0)=1$;
- u konvex, azaz $u(\lambda x + (1-\lambda)y) \geq \min\{u(x), u(y)\}$, $\forall x, y \in \mathbf{R}, \forall \lambda \in [0,1]$;
- u jobbról folytonos \mathbf{R} -en, azaz $\forall x_0 \in \mathbf{R}$ és $\forall \varepsilon > 0$ esetén létezik egy $V(x_0)$ környezet úgy, hogy $u(x) \leq u(x_0) + \varepsilon$, $\forall x \in V(x_0)$ esetén;
- az u tartója ($\text{supp}(u)$) kompakt \mathbf{R} -en, ahol $\text{supp}(u) = \{x \in \mathbf{R}; u(x) > 0\}$.

Definíció 2.: Egy fuzzy szám α -vágata az alábbi halmaz

$$[u]^\alpha = \{x \in \mathbf{R}, \alpha \in [0,1], u(x) \geq \alpha\}. \quad (1)$$

Az α -vágat egy zárt, korlátos intervallum

$$[u]^\alpha = [\underline{u}^\alpha, \bar{u}^\alpha]. \quad (2)$$

Definíció 3.: Két fuzzy szám összegét α -vágataik összegeinek uniójaként számítjuk

$$u + v = \bigcup_{\alpha=0}^1 ([u]^\alpha + [v]^\alpha) \quad (3)$$

az összes $\alpha \in [0,1]$ értékre.

Megj.: trapéz alakú fuzzy számok esetén a szakaszonkénti lineáris függvényfelépítés következtében elegendő az $\alpha=0$ és az $\alpha=1$ értékekre végrehajtani a számításokat.

Definíció: Egy valós szám és egy fuzzy szám szorzatát α -vágatonként értelmezzük az alábbiak szerint

$$[\lambda u]^\alpha = \begin{cases} [\lambda \underline{u}^\alpha, \lambda \bar{u}^\alpha], & \text{ha } \lambda \geq 0 \\ [\lambda \bar{u}^\alpha, \lambda \underline{u}^\alpha], & \text{ha } \lambda < 0 \end{cases} \quad (4)$$

az összes $\alpha \in [0,1]$ értékre.

Megj. 1.: Trapéz alakú fuzzy számok esetén a szakaszonkénti lineáris függvényfelépítés következtében elegendő az $\alpha=0$ és az $\alpha=1$ értékekre végrehajtani a számításokat.

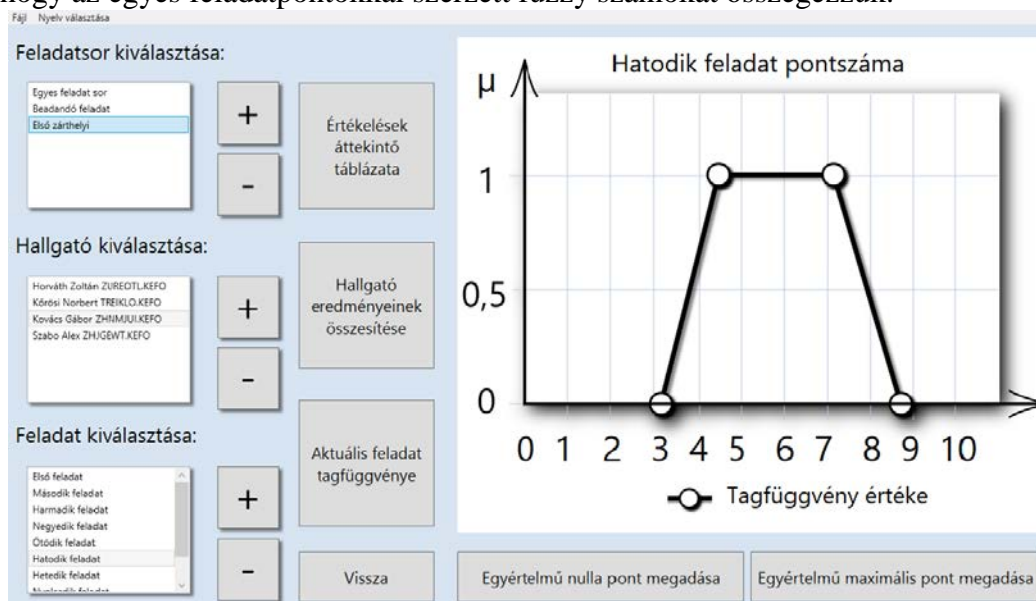
2. A fuzzy értékelés menete

A fuzzy értékelési módszerünket és a kapcsolódó szoftvert egy vagy több feladatpontból álló feladatok értékelésére fejlesztettük ki. A program egy Excel állományból olvassa ki az értékelésben részt vevő hallgatók azonosítóját és nevét (ezt az elektronikus tanulmányi rendszerből kapjuk). Szintén Excel formátumban adjuk meg a feladatsorokat és az egyes feladatpontokhoz tartozó súlysúlyszámokat.

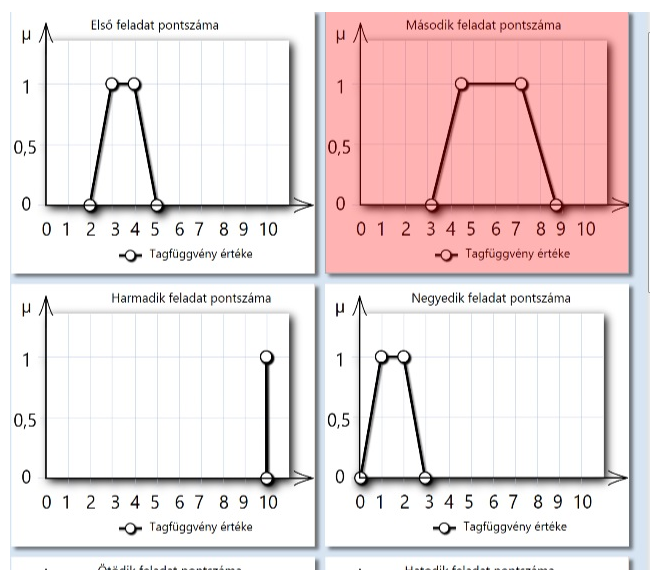
Az értékelés során először az oktató kiválasztja az aktuális feladatsort, majd a hallgatót és végül az értékelni kívánt feladatpontot (ld. 1. ábra). Az ablak jobb oldali részében jelenik meg a fuzzy értékelés. A vízszintes tengely értelmezési tartományát a feladattal megszerezhető összpontszám határozza meg (az 1. ábra esetében ez 10 pont). Alapból egy körülbelül átlagos teljesítménynek megfelelő helyre kerül a trapéz alakú fuzzy szám, ezt módosíthatjuk a sarokpontokat meghatározó körök elmozdításával, vagy a teljes alakzatot egyben is eltolhatjuk. A két lehetséges szélsőértéket (egyértelműen nulla pontszámú teljesítmény és tökéletes megoldás) egyelemű (szálka/singleton) fuzzy halmazzal (egy függőleges vonal a 0

vagy a maximális pontszámnál, ld. 2. ábra) jelezzük. A gyors munka érdekében megadásukat egy-egy nyomógomb is lehetővé teszi.

Egy hallgató feladatpontjainak értékelését táblázatszerű elrendezésben is megtekinthetjük (2. ábra). Itt kiválaszthatjuk a megtekinteni, vagy szerkeszteni kívánt feladatpont-értékelést vagy az összesített értékelést feladatsoronként. Amennyiben valamely feladatponthoz az oktató nem adott még meg értékelést, akkor az a feladatpont piros színnel fog megjelenni. Kiválasztva bármelyik értékelés koordináta-rendszerét kinagyítva tekinthetjük meg vagy módosíthatjuk azt. A feladatsorokban szűrhetünk hallgatók szerint is, így azonnal ellenőrizhetjük adott tanuló eddigi eredményeit. A hallgató eredményeinek összesítése azt jelenti, hogy az egyes feladatpontokkal szerzett fuzzy számokat összegezzük.



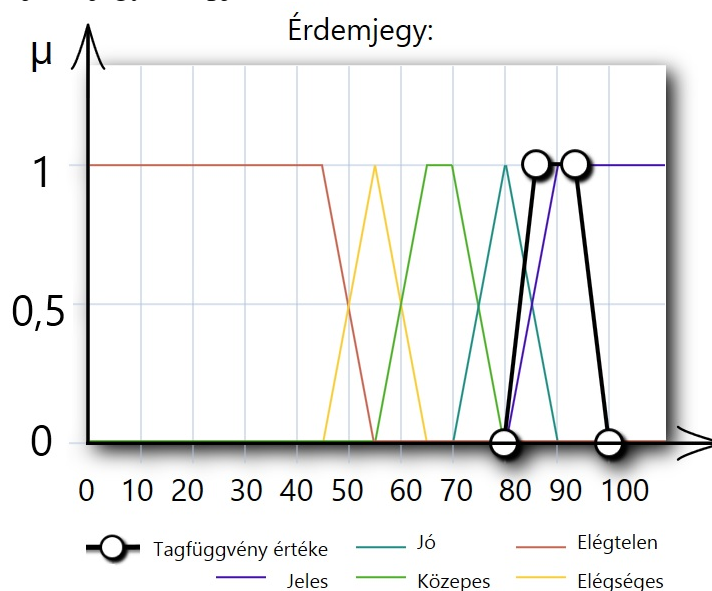
1. ábra. Fuzzy értékelés nyitóoldala



2. ábra. Áttekintő táblázat

A hallgató érdemjegyét az összesített értékelést kifejező fuzzy szám (feketével jelölve a 3. ábrán) és egy előre definiált értékelési partíció fuzzy halmazainak (színes vonallal jelölve a 3. ábrán) metszetei határozzák meg. A következő három szabályt alkalmazzuk: (1) ha a

végeredmény csak egy halmazt metsz, akkor az ahhoz rendelt jegyet kapja a hallgató; (2) ha a végeredmény több halmazt metsz, de különböző tagsági értékekkel, akkor a legnagyobb metszési értékű halmaz definiálja a jegyet; (3) ha a végeredmény több halmazt metsz azonos tagsági értéknél, akkor a hallgató az érintett halmazokhoz tartozó jegyek közül a legnagyobbat kapja. A 3. ábrán látható példában a végeredmény a jó és a jeles halmazokat metszi 0,6 illetve 1-es értékeknél. Így a jeles jegyet kapja.



3. ábra. Jegy meghatározása

3. Összefoglaló

A nem teszt jellegű hallgató értékelés mindig tartalmazhat bizonytalansági tényezőket, kiváló alkalmazási területet kínálva a fuzzy megközelítésen alapuló megoldásoknak. Cikkünkben egy egyszerű fuzzy aritmetikán alapuló értékelési módszert és annak szoftveres megvalósítását mutattuk be. A program segítségével könnyen és kényelmesen értékelhetők az egyes feladatpontok, és a fuzzy számok alkalmazása mellett lehetőség nyílik az egyértelmű helyzetekben (pl. 0 pont vagy maximális pontszám) az éles értékek alkalmazására is. Továbbfejlesztési terveink között szerepel további tagsági függvények használatának lehetővé tétele és egy összegző defuzzifikálási módszer [2] alternatív használati lehetőségének beépítése.

Köszönetnyilvánítás

A kutatást támogatta a TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0012: Hibrid és elektromos járművek fejlesztését megalapozó kutatások - A projekt a Magyar Állam és az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Irodalom

- [1] Fodor, J., Bede, B.: *Arithmetics with Fuzzy Numbers: a Comparative Overview*, 4th Slovakian-Hungarian Joint Symposium on Applied Machine Intelligence (SAMI 2006), January 20-21, 2006, Herlany, Slovakia, pp. 54-68.
- [2] Portik Tamás, Pokorádi László: *fuzzy szabálybázis alapú kockázatértékelés összegző defuzzifikáció alkalmazásával*, In: Pokorádi László (szerk.) *Műszaki Tudomány az Észak Alföldi Régióban* 2013, Debrecen, 2013.06.04, pp. 265-270. (ISBN:978-963-7064-30-2)



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

ACÉL OSZLOPTALPAK TEHERBÍRÁS-VIZSGÁLATA EGYENSÚLYI EGYENLETEK VALAMINT AZ EUROCODE 3 SZABVÁNY ELŐÍRÁSAI ALAPJÁN

DESIGN RESISTENCE OF COLUMN BASES BASED ON EQUILIBRIUM EQUATIONS AND EUROCODE 3

LEHÓCZKI Bettina⁽¹⁾, VICZIÁN Csaba⁽²⁾, RADNAY László⁽³⁾

(1) Debreceni Egyetem Műszaki Kar Építőmérnöki Tanszék, 4028, Magyarország, Debrecen, Ótemető utca 2-4., Telefon: +36 52 512-761, bettike1112@gmail.com

(2) Debreceni Egyetem Műszaki Kar Építőmérnöki Tanszék, 4028, Magyarország, Debrecen, Ótemető utca 2-4., Telefon: +36 52 512-761, viczian.csaba@gmail.com

(3) Debreceni Egyetem Műszaki Kar Építőmérnöki Tanszék, 4028, Magyarország, Debrecen, Ótemető utca 2-4., Telefon: +36 52 512-761, radnaylaszlo@gmail.com

Abstract

Structural connections of „I” and „H” sections are usually end-plated connections nowadays. A special case of these connections is the column bases, because the connection of two kind of materials – steel and concrete – with different mechanical properties, has to be provided.

František Wald a professor of [Czech Technical University in Prague, Faculty of Civil Engineering](#), made research on design resistance of column bases with four anchor bolts. Component method of Eurocode 3 is based on the results of his project. The component method is a simplified form of František Wald's research.

Our aims are:

- to explore the physical meaning of the contexts given in EC3
- to compare the two methods
- to examine the effects of the simplifications, used by the Eurocode 3 on the load-bearing capacity of the column bases
- to create an interaction diagram to facilitate the design of base plates.

Keywords: column bases with four anchor bolts, interaction diagram, bending moment and normal force combination; fixed column base

Összefoglalás

„I” és „H” szelvényű acél rúdelemek korszerű kapcsolatai homloklemez kialakítással készülnek. Ezeknek a homloklemez kapcsolatoknak egy speciális fajtáját az oszloptalpak alkotják, mivel itt két eltérő mechanikai jellemzőkkel bíró anyag – acél és beton – megfelelő kapcsolatát szükséges biztosítani.

František Wald kutatómérnök a Prágai Műszaki Egyetem Építőmérnöki Karának professzora kutatásokat végzett a négycsavaros talpcsomópontok teherbírásának meghatározására vonatkozóan. Kutatási eredményei alapján képezték a későbbi Eurocode 3 szabványban szereplő eljárásnak (komponens módszer). Így a szabványban található eljárás egy egyszerűsített formája a kutatásokban alkalmazott módszernek.

Célul tűztük ki:

- a szabványban található összefüggések fizikai tartalmának felderítését

- a két módszer összehasonlítását
- a szabványban alkalmazott egyszerűsítések talpcsomópontok teherbírására gyakorolt hatásának meghatározását
- a csomópontok tervezésének megkönnyítését teherbírási vonal megalkotásával.

Kulcsszavak: négycsavaros oszloptalpak, teherbírasi vonal, hajlítónyomaték és normál erő interakciója; befogott oszloptalpak

1. A szabványban található összefüggések fizikai tartalmának vizsgálata

A tervezői gyakorlat számára legfontosabb, szimmetrikus kialakítású, külpontos nyomóerővel terhelt talpcsomópontok tervezéséhez a szabványban adott képletek közül hármat kell felhasználnunk (1. táblázat). Ezek átalakításával tönkremeneteli feltételeket kapunk a következők szerint:

- nagy külpontosság, csavarra vonatkozó tönkremeneteli feltétel
- nagy külpontosság, betonra vonatkozó tönkremeneteli feltétel
- kis külpontosság, betonra vonatkozó tönkremeneteli feltétel

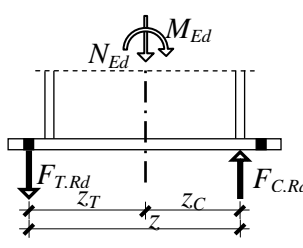
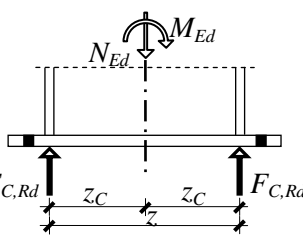
A csavarra vonatkozó tönkremeneteli feltételt nagy külpontosságú terhelés esetében (2) – a szabvány jelöléseinek figyelembevételével – a külpontosság (1) értelmezésével a következő átalakításokkal kapjuk meg:

$$e = \frac{M_{Rd}}{N_{Rd}} \quad (1)$$

$$M_{j,Rd} = \frac{F_{T,Rd} \cdot z}{\frac{z_C}{e} + 1} = \frac{F_{T,Rd} \cdot z}{\frac{z_C \cdot N_{Rd}}{M_{j,Rd}} + 1} = \frac{F_{T,Rd} \cdot z}{\frac{z_C \cdot N_{Rd}}{M_{j,Rd}} + \frac{M_{j,Rd}}{M_{j,Rd}}} = \frac{F_{T,Rd} \cdot z}{\frac{z_C \cdot N_{Rd} + M_{j,Rd}}{M_{j,Rd}}} = \frac{F_{T,Rd} \cdot z \cdot M_{j,Rd}}{z_C \cdot N_{Rd} + M_{j,Rd}}$$

$$z_C \cdot N_{Rd} + M_{j,Rd} = F_{T,Rd} \cdot z$$

$$M_{j,Rd} = F_{T,Rd} \cdot z - N_{Rd} \cdot z_C \quad (2)$$

Terhelési eset	Erőkar	Nyomatéki ellenállás	Átalakítás után
	$z = z_T + z_C$	$M_{j,Rd} = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{F_{T,Rd} \cdot z}{\frac{z_C}{e} + 1} \\ -\frac{F_{C,Rd} \cdot z}{\frac{z_T}{e} - 1} \end{array} \right\}$	$M_{j,Rd} = F_{T,Rd} \cdot z - N_{Rd} \cdot z_C$
	$z = z_C + z_C$	$M_{j,Rd} = \frac{-F_{C,Rd} \cdot z}{\frac{z_C}{e} - 1}$	$M_{j,Rd} = F_{C,Rd} \cdot z + N_{Rd} \cdot z_C$

1. táblázat: A nyomatéki ellenállás meghatározása talpcsomópontok esetében különböző teherelrendezések mellett [2];[8]

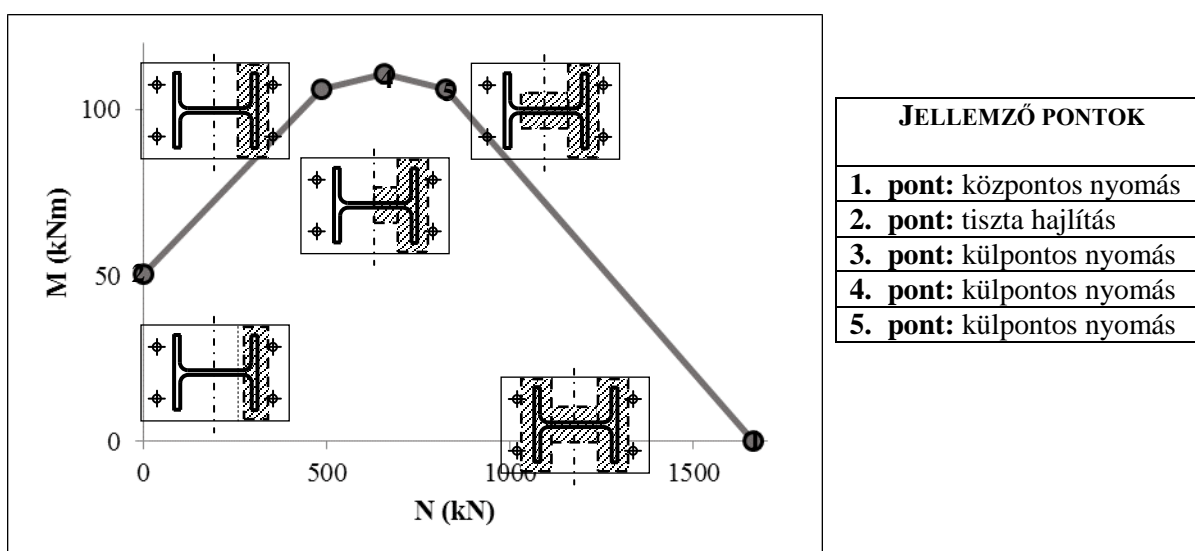
Az 1. táblázatban megadott tönkremeneteli feltételek felhasználásával számított nyomatéki értékek minimuma (a külpontosság figyelembevétele mellett) megadja az adott normálerőhöz

tartozó nyomatéki teherbírást. A kapott eredményeket összevettem a František Wald által leírt módszerrel meghatározott teherbírási görbe értékeivel.

2. Teherbírási vonal Wald módszere alapján

A csomópontok vetületi és nyomatéki egyensúlyának képlékeny elven történő vizsgálatával előállítható a csomópont ellenállására vonatkozó teherbírási vonal, annak jellegzetes pontjainak értelmezésével. A teherbírási vonal jellegzetes pontjait 1. ábra foglalja össze.

A teherbírási vonalról leolvasott és az EC-3 szerint számított teherbírási értékek bizonyos normálerők mellett közel megegyeznek, más helyeken eltérést mutatnak. Az eltérés oka az Eurocode egyszerűsítő feltételezése, miszerint a nyomott betonzóna területét terheléstől függetlenül állandónak veszi.



1. ábra: A teherbírási vonal jellemző pontjai (A hajlítónyomaték az erős tengely körül működik.) [6]

3. Az EC-3 szabványban található összefüggések vizsgálata a nyomott zóna tényleges kiterjedésének figyelembevételével

Értelmezzük az EC-3 képleteit, azzal a kiegészítéssel, hogy az $F_{C,Rd}$ értékét, a ténylegesen kialakuló nyomott zóna alapján határozzuk meg. [6];[8]

František Wald szerint a nyomott betonzónában fellépő erő a vetületi egyenletből számítható.

$$\text{Vetületi egyenlet: } F_{C,Rd} = F_{T,Rd} - N_{Rd} \quad (3)$$

(figyelembe véve, hogy nyomás esetében a normálerő negatív)

Ennek felhasználásával vetületi és nyomatéki egyenleteket írunk fel a kapcsolat súlypontjára.

$$\text{Vetületi egyenlet: } N_{Rd} = F_{T,Rd} - F_{C,Rd} \quad (4)$$

$$\text{Nyomatéki egyenlet: } M_{Rd} = F_{T,Rd} \cdot z_T + F_{C,Rd} \cdot z_C \quad (5)$$

A csomópont hajlítási ellenállására ($M_{j,Rd}$) vonatkozó összefüggésbe az „e” helyére behelyettesítjük a vetületi és a nyomatéki egyenletet, mellyel az alábbi összefüggést kapjuk:

$$M_{j,Rd} = \frac{F_{T,Rd} \cdot z}{\frac{z_C}{e} + 1} = \frac{F_{T,Rd} \cdot z}{\frac{z_C \cdot N_{Rd}}{M_{Rd}} + 1} = \frac{F_{T,Rd} \cdot z}{\frac{z_C \cdot N_{Rd}}{M_{Rd}} + \frac{M_{Rd}}{M_{Rd}}} = \frac{F_{T,Rd} \cdot z}{\frac{z_C \cdot N_{Rd} + M_{Rd}}{M_{Rd}}} = \frac{F_{T,Rd} \cdot z \cdot M_{Rd}}{z_C \cdot N_{Rd} + M_{Rd}}$$

$$= \frac{F_{T,Rd} \cdot z \cdot (F_{T,Rd} \cdot z_T + F_{C,Rd} \cdot z_C)}{z_C \cdot (F_{T,Rd} - F_{C,Rd}) + F_{T,Rd} \cdot z_T + F_{C,Rd} \cdot z_C} = \frac{F_{T,Rd} \cdot z \cdot (F_{T,Rd} \cdot z_T + F_{C,Rd} \cdot z_C)}{F_{T,Rd} \cdot z_C - F_{C,Rd} \cdot z_C + F_{T,Rd} \cdot z_T + F_{C,Rd} \cdot z_C}$$

Ez az összefüggés egyszerűsíthető $F_{C,Rd} \cdot z_C$ szorzattal:

$$M_{j,Rd} = \frac{F_{T,Rd} \cdot z \cdot (F_{T,Rd} \cdot z_T + F_{C,Rd} \cdot z_C)}{F_{T,Rd} \cdot z_C + F_{T,Rd} \cdot z_T} = \frac{F_{T,Rd} \cdot z \cdot (F_{T,Rd} \cdot z_T + F_{C,Rd} \cdot z_C)}{F_{T,Rd} \cdot (z_C + z_T)} = \frac{F_{T,Rd} \cdot z \cdot (F_{T,Rd} \cdot z_T + F_{C,Rd} \cdot z_C)}{F_{T,Rd} \cdot z}$$

A fenti kifejezés tovább egyszerűsíthető $F_{T,Rd} \cdot z$ szorzattal, így megkapjuk kiindulásnál felírt nyomatéki egyenletet:

$$M_{j,Rd} = F_{T,Rd} \cdot z_T + F_{C,Rd} \cdot z_C \quad (6).$$

Ezzel bizonyítottam, hogy az Eurocode 3 – és František Wald képletei egyaránt a kapcsolat nyomatéki és vetületi egyenletein alapulnak, a kettő közötti eltérést csak a figyelembe vett nyomott betonzóna területének az eltérése okozza.

4. A szabványban alkalmazott egyszerűsített eljárásnak a talpcsomópontok teherbírására gyakorolt hatása

A kutatás során összehasonlítottam a különböző szelvényméretű melegen hengerelt HEA és IPE oszlopok talpcsomópontjainak teherbírására – az egyensúlyi egyenletek segítségével, illetve a szabvány előírásai alapján – számított eredményeket. Ezek alapján megállapítható, hogy az Eurocode szabványban szereplő egyszerűsített eljárás bizonyos esetekben túlságosan a biztonság javára közelít, ugyanakkor alkalmazhatóságát tekintve nem tekinthető egyszerűbb számítási folyamatnak, mint az egyensúlyi egyenletek alkalmazása. A talpcsomópontok teherbírásának egyensúlyi egyenletekkel történő meghatározásának tehát létjogosultsága van.

Irodalom

- [1] Ádány S., Dulácska E., Dunai L., Fernezelyi S., Horváth L., *Acélszerkezetek, 1.Általános eljárások, Tervezés az Eurocode alapján*, Springer Média Magyarország kiadó, 2007.
- [2] Ádány S., Dulácska E., Dunai L., Fernezelyi S., Horváth L., *Acélszerkezetek, 2.Speciális eljárások, Tervezés az Eurocode alapján*, Springer Média Magyarország kiadó, 2007.
- [3] C.M. Steenhuis, F. Wald, Z. Sokol, J.W.B. Stark, *Concrete in compression and base plate in bending*, HERON Volume 53,issue 1/2, Special Issue: Steel column bases, 2008.
- [4] F. Wald, Z. Sokol, C.M. Steenhuis, J.P. Jaspart, *Component method for steel column bases*, HERON Volume 53,issue 1/2, Special Issue: Steel column bases, 2008.
- [5] F. Wald, Z. Sokol, J.P. Jaspart, *Base plate in bending and anchor bolts in tension*, HERON Volume 53,issue 1/2, Special Issue: Steel column bases, 2008.
- [6] František Wald, *Patky sloupů -Column Bases*, ČVUT, Prague 1995, ISBN 80-01-01337-5.
- [7] MSZ-EN 1992-1-1:2010 Eurocode 2: *Betonszerkezetek tervezése. 1-1. rész: Általános és az épületekre vonatkozó szabályok*
- [8] MSZ-EN 1993-1-8:2005 Eurocode 3: *Acélszerkezetek tervezése. 1-8. rész: Csomópontok tervezése*



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

VÍZIVILÁG BAJA - GAZDASÁGFEJLESZTÉS AZ ÉPÍTÉSZET ESZKÖZEIVEL

WATERWORLD BAJA - DEVELOPEMENT THROUGH ARCHITECTURE

LEPSÉNYI Ákos

*Eötvös József Főiskola, Vízépítési és Vízgazdálkodási Intézet, 6500, Magyarország, Baja,
Bajcsy-Zsilinszky utca, 14; Telefon / Fax: +36-79-523900, lepsenyi.akos@ejf.hu*

Abstract

The WaterWorld Baja Project is a city strategic plan which is based on an idea. It aims to make competitive project the city itselfs. In Baja - as the Eötvös József College lecturer –it has primary development priority the Danube in the city's future life. The integration of modern water management practices in urban planning and development would be an asset to all participants . The city has an advantage in tourism, energy , logistical complex through the use of water, but the most basic emotional benefit of integrated thinking , if a city will be really the city of waters . The water will be closer to the people , the people who live there, the relationship stronger, more livable, healthier living spaces can we create in the future. The paper will introduce the basic principles and goals of the plan and outline a research agenda that is trying to use for other waterfront conscious people by " Places" to provide assistance through the examination of specific examples . Within the test unit's relationship with the living spaces to each other will be defined along.

Keywords: Danube region strategy, architecture, water, tourism

Összefoglalás

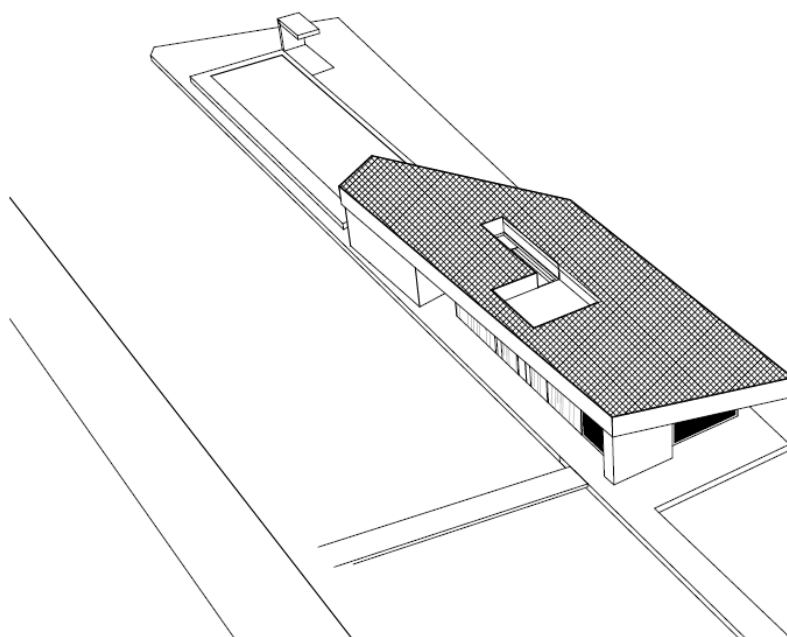
A Baja Vízivilág Projekt egy ötleten alapuló városstratégiai terv. Célja, hogy a város versenyképes projekttel tudja magát pozícionálni a duna régióban és egyben a tervezett komplex fejlesztés vonzzon befektetői tőkét. Baja esetében - mint az Eötvös József Főiskola oktatója – elsődleges fejlesztési prioritásnak tartom a Duna és mellékágainak szerepét a város jövőbeni életében. A projekt az építészmérnöki szempontrendszer mellett, olyan komplex fejlesztést kíván elősegíteni, amely a jövő várostervezési szempontrendszerét - SMART CITY - integrálja a helyszín speciális adottságával a jövő természeti erőforrásával a DUNÁVAL, A VÍZBEN rejlő óriási lehetőségekkel. A modern vízgazdálkodási módszerek integrálása a várostervezés és fejlesztés során előnyt jelent az összes résztvevő részére. A város mint épített környezet előnyre tesz szert turisztikai, energiagazdálkodási, logisztikai téren a Víz komplex használata során, azonban az integrált gondolkodás legalapvetőbb emocionális haszna, ha egy város valóban a vizek városává válik. Térben közelebb kerülnek az emberek, az ott élők a vízhez, a kapcsolat erősödik, élhetőbb, egészségesebb élettereket hozunk létre ezáltal. A dolgozatban bemutatom a terv alapvető elveit, céljait és felvázolok egy kutatási tervet amely a konkrét példa vizsgálatán keresztül próbál más vízparti ember által használt „helyek” tudatos használatához segítséget nyújtani. A vizsgált egységen belül az életterek egymáshoz való viszonya definiálhatóvá válik. Az egységes vizsgálati rendszer alapján kapott eredmények hozzásegítik a rendszer egyes alkotóelemeit saját lehetőségeik meghatározásához.

Kulcsszavak: Duna régió stratégia, építészet, víz, turizmus

1. Vízparti területekben rejlő lehetőségek

1.1 Megközelítési módszerek

A témaválasztást a napjainkban lejátszódó turbulens változások hatására létrejövő városfejlesztési és vízgazdálkodási módszerek átalakulása motiválja, amely során az integrált gondolkodásmód előtérbe helyezése szükséges. A változások hatására az épített környezet változik, ennek az átalakulásnak az emberek számára minden szempontból egészséges környezetet kell létrehozni, úgy, hogy összhangba kerül a természeti környezet az épített környezettel. Ez a vízparti épített táj esetén a napjainkban előtérbe kerülő vízmegtartási törekvésekkel összhangba hozható, ami által olyan új terület- felhasználási módok jöhetnek létre, amelyek összhangba hozzák, integrálják a különböző megközelítési módszereket.



*1. ábra. „Úszóház” újragondolva, példa part közeli víz használatra,
Fábik Zoltán, Lepsényi Ákos, Várhelyi Gergely*

1.2 Vízivilág Baja

A bemutatott projekt, a Baja Vízivilág (Víziváros) fejlesztés szorosan összefügg Magyarország meghatározó földrajzi, természeti adottságával, a felszíni vízrendszerrel, valamint a társadalmi berendezkedés tárgyiasult leképezésével, az épített környezettel. A két „terület” találkozási pontjainál (pl.: vízparti város) figyelhetjük, határozhatjuk meg ezen kapcsolódások jelenlegi állapotát. Az erre alapozott jövőbeni kutatás tárgya a vízparti emberi életterek fejlesztési módszertanának kidolgozása, Baja a Dunához ezer szállal kapcsolódó város vizsgálata és vízparti fejlesztési lehetőségeinek vizsgálata során. A kapcsolódási pontok kutatása, keresése során minden egyes helyen az adottságok egyedi kombinációját találjuk. Az összehasonlítás, rendszerezés egységes szempontrendszert kíván.



2. ábra. Átnézeti helyszínrajz Baja, Duna, Vízvilág (kék terület)
É-I Re-Pro, Archiplan, A Z Építéstudió

1.3 Területfejlesztés-gazdaságfejlesztés

Baja esetében - mint az Eötvös József Főiskola oktatója – elsődleges fejlesztési prioritásnak tartom a Duna és mellékágainak szerepét a város jövőbeni életében. A kutatás az építésmérnöki szempontrendszer mellett, olyan komplex fejlesztést kíván elősegíteni, amely a jövő várostervezési szempontrendszerét - SMART CITY - integrálja a helyszín speciális adottságával a jövő természeti erőforrásával a DUNÁVAL, A VÍZBEN rejlő óriási lehetőségekkel. A modern vízgazdálkodási módszerek integrálása a várostervezés és városfejlesztés során előnyt jelent az összes résztvevő részére. A város mint épített környezet előnyre tesz szert turisztikai, energiagazdálkodási, logisztikai téren a Víz komplex használata során, azonban az integrált gondolkodás legalapvetőbb emocionális haszna, ha egy város valóban a vizek városává válik. Térben közelebb kerülnek az emberek, az ott élők a vízhez, a kapcsolat erősödik, élhetőbb, egészségesebb élettereket hozunk létre ezáltal. A dolgozat további célja a vízparti táj és az épített környezet kapcsolatának vizsgálatán keresztül egy integrált területfejlesztési módszertan kidolgozása a vízközelű területek - amelyek épített környezetként is jelen vannak - multifunkcionális zónává alakíthatóságának érdekében. A már létrejött kapcsolatok minőségi javítása, az egymás számára kölcsönösen előnyös módszerek kidolgozása.

1.4 Integrált jövőkép

Napjaink demográfiai és népességmozgási helyzete nem feltételez a közeli jövőben Magyarországon jelentős területfoglalást a természettől. A meglévő víz-épített környezet kapcsolatok strukturális átalakítása révén az épített környezet könnyebben követni tudja a társadalmi elvárásokat, amelyek alakítják. Az erkölcsi avulás nem csak épületek érinthet, gondoljunk egész városrészek elszlömösödésére, vagy például az elvándorlásra. Ugyan ez igaz a folyópartra mint területi egységre – régióra - is. Jövőbeni célja a programnak olyan területek feltérképezése, amelyek a Duna magyarországi alsó szakaszán a víz és az épített

környezet találkozási pontjai és kihasználatlan potenciállal rendelkeznek. Az egyedi megoldási javaslatok, a mintaprojekt adaptálása révén a vízparti épített környezet fejlesztési módszertanának kialakításához alapvető információkkal szolgál. Baja számára több körülmény is lehetőséget kínál arra, hogy az eddigi álmos és sodródó kisvárosból egy a vízre alapozott mintaprojekt segítségével fejlődési pályára kerüljön. Ennek érdekében szükséges egy proaktív módon kifejlesztett integrált terv, jövőkép megfogalmazása.

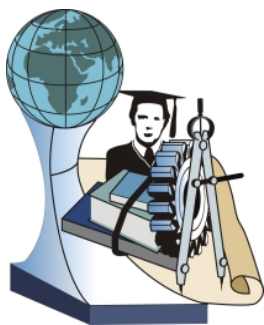
Alapelv a folyószabályozás előtti gyakorlatra visszautaló hozzáállás kialakítása. A vizet elérhetővé kell tenni a város, a használó emberek részére. Valóban gazdálkodjunk vizeinkkel, ne csak a minél gyorsabb lefolyás elérése legyen az elsődleges cél. A vízgazdálkodás és az épített környezet közös halmazát kívánom bővíteni, közös projekteken és kísérleteken keresztül a vízfelület bővítésével.

2. Következtetések / Összefoglaló

A dolgozat célja a meglévő nemzetközi kapcsolatok továbbfejlesztése, a víz közeli területekkel kapcsolatos tapasztalatok közzététele, megismertetése. Napjainkban a vízhiány is komoly probléma az árvizek mellett. Olyan megoldásokat kell keresni, a Duna menti vízhiányos területek vízpótlásának megoldására, amelyek több elsődleges célt szolgálnak ki. A lehetséges bajai vízterület bővítés is komplex rendszerré válhat, amely nem csak mérnöki létesítményekből tevődik össze, hanem tudatosan alakítja épített környezetünket a mindennapi - emberek általi - használhatóságának érdekében.

Irodalom

- [1] Somlyódy László: *A hazai vízgazdálkodás stratégiai kérdései* MTA Társadalomkutató Központ, Budapest, 2002
- [2] Tóth Albert: *Víz- és emberformálta táj* Kisújszállás Város Önkormányzata, Kisújszállás, 2001
- [3] Szalai György: *Ember és a víz* Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1987
- [4] Ghimessy László: *A tájpotenciál* Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1984
- [5] Peter Zumthor: *Thinking Architecture* Birkhauser, Basel, 1999
- [6] Bikos A. Salingaros & Kenneth G. Masden II: *Restructuring 21st-century architecture through human intelligence*, Archnet-IJAR, International Journal of Architectural Research - Volume 1 - Issue 1 - March 2007
- [7] Lányi András: *A globalizáció folyamata* L'Harmattan Kiadó, Budapest, 2007



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

DELAMINÁCIÓ VIZSGÁLATI LEHETŐSÉGEI KOMPOZIT ANYAGOK FÚRÁSAKOR

METHODS FOR ASSESSMENT OF DELAMINATION AT COMPOSITE MATERIALS DRILLING

LÍSKA János⁽¹⁾, LÍSKA Katalin⁽²⁾, SÁNDOR Roland⁽³⁾

(1) Kecskeméti Főiskola, Gépipari És Automatizálási Műszaki Főiskolai Kar,
Járműtechnológiai tanszék. 6000, Magyarország, Kecskemét, Izsáki út 10.
liska.janos@gamf.kefo.hu

(2) Kecskeméti Főiskola, Gépipari És Automatizálási Műszaki Főiskolai Kar,
Járműtechnológiai tanszék. 6000, Magyarország, Kecskemét, Izsáki út 10.
liska.katalin@gamf.kefo.hu

(3) Kecskeméti Főiskola, Gépipari És Automatizálási Műszaki Főiskolai Kar,
Járműtechnológiai tanszék. 6000, Magyarország, Kecskemét, Izsáki út 10.
sandorroland90@gmail.com

Abstract

Today, composite materials are becoming more widely in industries than aerospace or automotive industry. These are sectors of industry, where is big importance of the productivity and accuracy. However, at the machining of composite materials raises some problem. One of these problems is delamination, which arises at drilling. This aim of the article is to compare the delamination testing methods, from industrial application aspect and accuracy of the delamination determination aspect.

Keywords: delamination, composite materials, drilling, 3D scanning

Összefoglalás

Napjainkban a kompozit anyagokat egyre szélesebb körben használják fel olyan iparágakban, mint a repülő ipar vagy jármű ipar. Az iparnak olyan ágazatai ezek, melyekben különösen nagy jelentősége van a termelékenységnek és a pontosságnak. A kompozit anyagok megmunkálása során azonban felvetődik néhány probléma. Ezen problémák egyike az anyagokban, főként fúráskor keletkező delamináció. A cikk célja, összehasonlítani a delamináció vizsgálatának módszereit, az iparban való alkalmazhatóság és a delamináció meghatározásának pontossága szempontjából.

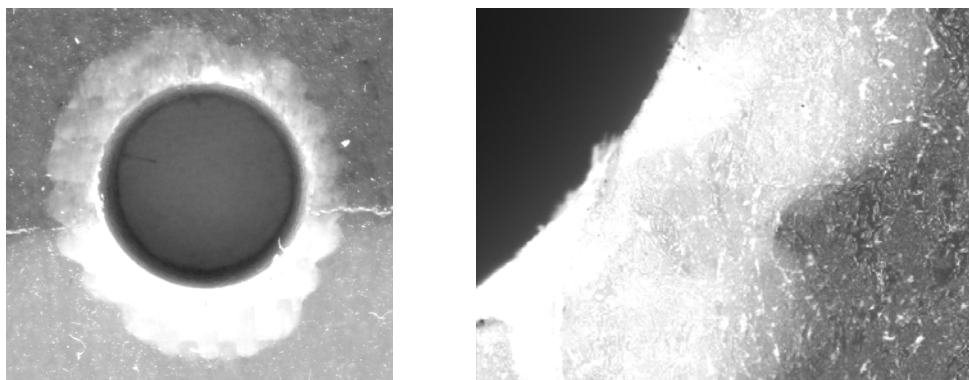
Kulcsszavak: delamináció, kompozit anyagok, fúrás, 3D szkennelés

1. Kompozit anyagok és a delamináció jelenségének ismertetése

A kompozitok vagy társított anyagok, olyan anyagok, melyek két vagy több különböző szerkezetű és makro- mikro-vagy nanoméreteken elkülönülő anyag kombinációkból épülnek fel, úgy hogy a komponensek, előnyös tulajdonságai kerüljenek előtérbe.

A kompozit anyagok a gyakorlatban azonban ritkán használhatóak anélkül, hogy mechanikai megmunkálást végeznénk rajtuk. Ezen anyagok forgácsolása közben viszont (főleg fúrás közben) az anyagban úgynevezett delamináció (1. ábra) jön létre. A delamináció nem más mit az anyag rétegeinek egymástól való elválása, eltávolodása. Ez a jelenség

csökkenti az anyag élettartamát, így nagy problémát jelent, vizsgálata pedig sok esetben, ipari körülmények között, körülményes.



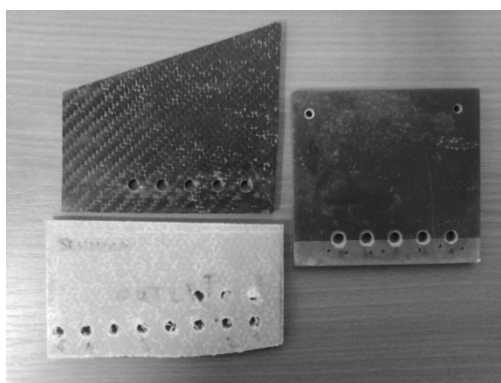
1. ábra. A delamináció, makro felvételen illetve 80x-os nagyításban

Kutatásaink során ezen jelenség vizsgálati módszereit elemeztük és egy a gyakorlatban is hatékonyan alkalmazható módszert igyekeztünk találni.

2. Kísérletek ismertetése

2.1 A vizsgálati módszerek és körülményeinek

A kísérletek során három különböző anyagot vizsgáltunk. Egy szénzál erősítésű anyagból készült (CFRP) lemezt, egy üvegszál erősítésű anyagból készült (GFRP) lemezt, és egy úgynevezett szendvics szerkezetű lemezt, mely két réteg kevlár közé ágyazott méhsejt szerkezetből áll. Minden lemezen öt darab furatot készítettünk, változó előtolásokkal. Az így kapott furatoknál az anyagban jelentkező delaminációt aztán három különböző módszerrel vizsgáltuk, és az eredményeket összehasonlítottuk a pontosság, valamint a termelésben való használhatóságuk szempontjából.



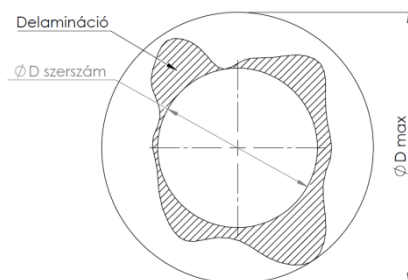
2. ábra. A vizsgált anyagok

Vizsgálati módszerek:

- Delamináció meghatározása átmérő alapján,
- Delamináció meghatározása területszámítás alapján,
- Delamináció meghatározása 3D-s szkenneléssel létrehozott CAD modell alapján.

2.2 Delamináció meghatározása átmérő alapján

Az első módszer, amit megvizsgáltunk a delamináció mértékének meghatározására, az átmérő alapján történő meghatározás volt. A vizsgálathoz egy *Mitutoyo QV 302*-es digitális mikroszkópot használtunk. A képfeldolgozó rendszer szoftvere segítségével megkerestük az anyagban létrejött delamináció határának legnagyobb átmérőjét. Ezt az átmérőt vettük az adott furat peremén létrejött delaminációra jellemző átmérőnek, és a károsodást ezen átmérő valamint a furat névleges átmérőjének hányadosával jellemeztük. A delamináció mértéke (F_{D1}), amelyet az (1) képlettel ki lehet számolni.

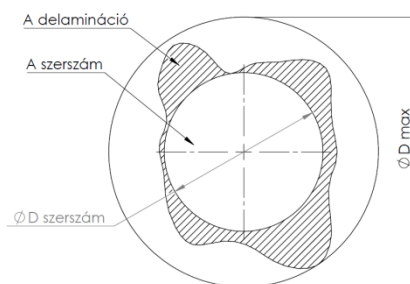


3. ábra. Delamináció meghatározása átmérő alapján

$$F_D = \frac{D_{szerszám}}{D_{max}} \quad (1)$$

2.3 Delamináció meghatározása területszámítás alapján

A második vizsgálati módszer az első módszer pontosabb eredményt biztosító változata. Az átmérő alapján történő meghatározás technikája ugyanis nem ad kellően pontos képet a delamináció valóságos mértékéről. A terület alapján történő meghatározáshoz, ugyancsak az előző módszerhez használt mikroszkópot használtuk. A delaminációt a károsodás területe alapján határoztuk meg. Ehhez a képfeldolgozó rendszer szoftverében pont felhőt vettünk fel a károsodott terület külső peremén. Ezt követően a pontfelhő koordinátái segítségével a Matlab nevű szoftveren keresztül meghatároztuk a károsodott anyagrész területét integrál számítással. Magát a delaminációt aztán az így kapott terület és a furat névleges területének hányadosával jellemeztük. A delamináció mértéke (F_{D2}) és a (2) képlettel lehet kiszámolni.

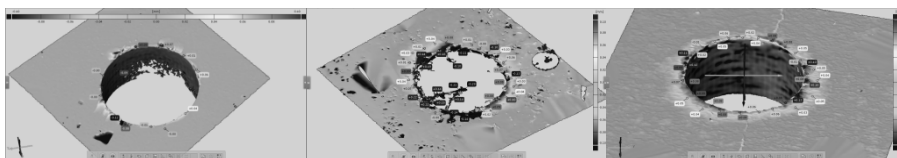


4. ábra. Delamináció meghatározása terület alapján

$$F_D = \frac{A_{szerszám}}{A_{delamináció}} \quad (2)$$

2.4 Delamináció meghatározása 3D-s szkenneléssel létrehozott CAD modell alapján

A harmadik módszer, amit megvizsgáltunk, a legpontosabb a három közül, annak ellenére, hogy számszerű értéket a delamináció mértékének egészéről nem ad. A vizsgált furatokból egy nagy felbontású 3D-s szkennelők segítségével, nagy pontosságú CAD modellt hoztunk létre, majd azt a GOM, Inspect szoftverével kiértékeljük. A vizsgálat eredménye egy háromdimenziós, színes ábra, melyen az egyes színek a rétegek eltávolodásának mértékét jelölik.



5. ábra. Delamináció meghatározása 3D szkenneléssel létrehozott CAD modell alapján

3. A kísérletek kiértékelése

1. táblázat. A fúrás során alkalmazott technológiai paraméterek és a delamináció mértéke az egyes anyagok esetén

Mérés száma	v_c m/min	f mm/ford.	v_f mm/min	$D_{szerszám}$ mm	Anyag	F_{D1}	F_{D2}
1	52	0.02	51.9	6.38	GFRP	1.20	1.36
2	52	0.04	103.8	6.38	GFRP	1.29	1.69
3	52	0.08	207.6	6.38	GFRP	1.32	2.11
4	52	0.12	311.3	6.38	GFRP	1.43	2.02
5	52	0.24	622.7	6.38	GFRP	1.46	2.16
6	52	0.02	51.9	6.38	CFRP	1.05	1.09
7	52	0.04	103.8	6.38	CFRP	1.06	1.13
8	52	0.08	207.6	6.38	CFRP	1.07	1.15
9	52	0.12	311.3	6.38	CFRP	1.10	1.21
10	52	0.24	622.7	6.38	CFRP	1.12	1.25
11	52	0.02	51.9	6.38	Sandwich	1.11	1.22
12	52	0.04	103.8	6.38	Sandwich	1.06	1.12
13	52	0.08	207.6	6.38	Sandwich	1.21	1.42
14	52	0.12	311.3	6.38	Sandwich	1.25	1.51
15	52	0.24	622.7	6.38	Sandwich	1.19	1.43

Vizsgálataink során azt tapasztaltuk, hogy a CAD modell alapján történő vizsgálat végeredménye sokkal több adatot biztosít, mint az átmérő vagy terület alapján történő vizsgálat. Hátránya azonban hogy a szkennelés miatt lassabb, mint a másik két módszer, hiszen a mikroszkópi kép elemzése akár képfelismerő szoftverek segítségével is megoldható. Véleményünk szerint a gazdasági, termelékenységi és pontossági szempontok alapján a termelésben a terület alapján történő vizsgálat a leghatékonyabb.

Irodalom

- [1] Liska, J., Kodácsy, J.: *Drilling of Glass Fibre Reinforced Plastic*. Advanced Materials Research Vol. 472-475, TransTech Publication Ltd, Zürich, 2012. pp.: 958-961



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

NAS329J3L DUPLEX ACÉL LÉZERSUGARAS FELÜLETKEZELÉSE

LASER SURFACE HEAT TREATMENT OF NAS329J3L TYPE DUPLEX STAINLESS STEEL

LŐRINC Zsuzsanna

*Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Atomfizika Tanszék és Anyagtudomány és Technológia Tanszék, 1111 Budapest, Magyarország, Műegyetem rakpart 3.
zsuzsanna.lorinc@gmail.com*

Abstract

Duplex stainless steels are a family of grades combining good corrosion resistance with excellent mechanical properties. Nowadays the application of the laser material processing is an important research field. In this paper my aim is to present the laser surface treatment of NAS329J3L type steel. The laser surface treatment was carried out with different process parameters. Thermoelectric power (TEP) and ferrit content measurements were performed. I prepared cross sectional specimens and I applied tint etchant to examine the effect of the heat input on the microstructure. The results show that coarse ferrit grains are formed in the seam and the austenite content strongly decreased. Furthermore I found a clear relation between the TEP and the laser pulse energy.

Keywords: duplex stainless steel, laser surface treatment, microstructure, Seebeck coefficient

Összefoglalás

A kiváló mechanikai tulajdonságú duplex acélok a korrózióálló acélok családjába tartoznak. Manapság az anyagtudományi kutatások egyik fontos területe a lézersugaras anyagmegmunkáló technológiák duplex acélokra történő alkalmazhatóságának vizsgálata. Jelen dolgozatban a NAS 329J3L (UNS S31803) duplex acélon végzett lézersugaras felületkezelést mutatom be, valamint a felületkezelés, mint hőbevitellel járó folyamat anyagszerkezetre gyakorolt hatását vizsgálom. A felületkezelt minták anyagszerkezeti változásainak kimutatására termoelektromos erő -és ferrittartalom mérést, és metallográfiai vizsgálatot végeztem. Az eredmények alapján elmondható, hogy a felületkezelt sávban a ferritszemcsék eldurvultak és kevés ausztenit képződött. Mindezek mellett kapcsolat figyelhető meg a termoelektromos erő változása és az alkalmazott lézerimpulzus energiája között.

Kulcsszavak: duplex acél, lézersugaras felületkezelés, szövetszerkezet, termoelektromos erő

1. Bevezetés

A 20. században az ipari igényeket kielégítve, kifejlesztették az ún. duplex acélokat, amelyek szövetszerkezete közel azonos arányban tartalmaz ferritet és ausztenitet. A duplex acélok főbb ötvözőelemei a króm (Cr) a nikkel (Ni) és a molibdén (Mo) javítják az acél korrózióval szembeni ellenállását. A duplex acélok megjelenésével a megmunkálásukhoz és hegesztésükhöz kapcsolódó nehézségek is megjelentek. A hegesztett varratok kis szívóssága miatt, kezdetben csak néhány speciális alkalmazási területen terjedtek el a duplex acélok. A

gyártástechnológia fejlődésével az acélok minősége és hegeszthetősége is javult, és manapság már egyre szélesebb körben figyelhető meg az alkalmazásuk [1].

A napjainkban is tartó fejlődés megköveteli a duplex acélok tulajdonságainak egyre pontosabb ismeretét. A hagyományos anyagmegmunkáló technológiák mellett fontos a lézersugaras anyagtechnológiák duplex acélokra való alkalmazhatóságának vizsgálata, adott esetben fejlesztése.

2. Kísérleti megvalósítás

A 2 mm vastag duplex acéllemezéből vízsugaras vágással 90×3 mm méretű darabokat vágtam ki. A minták méretét úgy határoztam meg, hogy a termofeszültségmérőbe megfelelően behelyezhetők legyenek. A lézersugaras felületkezelés kivitelezése előtt a mintákon TechLab termofeszültségmérővel, termoelektromos erő-mérést végeztem, illetve Fischer Feritscope FMP30 hordozható ferritszkóppal megmértem az anyag ferrittartalmát [2]. A duplex acél kémiai összetételét az 1. táblázat tartalmazza.

1. táblázat. A NAS329J3L duplex acél kémiai összetétele

Kémiai összetétel (wt%)								
C	Si	Mn	P	Ni	Cr	Mo	Cu	N
0,020	0,44	0,92	0,022	5,28	22,58	3,10	-	0,17

A Lasersystems Kft. telephelyén található TruPulse 103 típusú lézerberendezésen végeztem el a felületkezeléseket. A felületkezelések kivitelezése során minden mintadarabra (összesen 24 db) két vonalat húztam egymás mellé a darab teljes hosszában. A mintadarabok mindegyikét egymástól eltérő technológiai paraméterekkel felületkezelttem.

3. A felületkezelést követő vizsgálatok és értékelésük

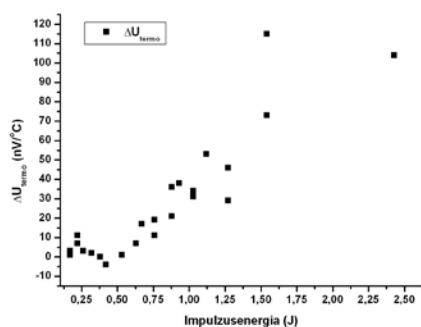
3.1 Termofeszültségmérés és ferrittartalommérés

A lézersugaras felületkezelés elvégzése után ismét megmértem a minták termoelektromos erejét (a rézhez viszonyított relatív Seebeck-állandót) és ferrittartalmát, és a mért értékeket összehasonlítottam a kiindulási állapotban mért értékekkel.

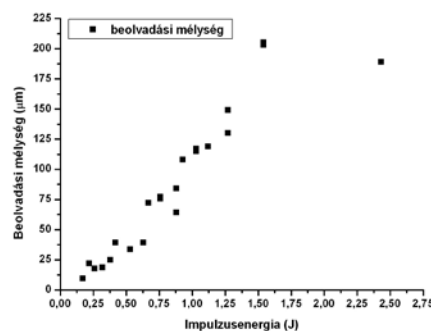
A termofeszültségmérésnél a legnagyobb mérési hibát az jelentheti, hogy az egyes mintáknál eltérhet a mintát leszorító erő nagysága, aminek következtében változhat a termikus kontaktus minősége. Az említett hibaforrást nem lehetett teljesen kiküszöbölni, tekintve, hogy a mintabefogót minden egyes minta behelyezésekor kézzel kellett rácsavarni a mintára. Valamint az eltérő felületi érdesség is befolyásolhatja kismértékben a mérési eredményeket. [3]

Az 1. ábrán látható, hogy a termoelektromos erő változása jó közelítéssel arányos az alkalmazott impulzusenergiával. A ferritszkóppal mérhető ferrittartalom változása és az alkalmazott impulzusenergia között ugyanakkor semmilyen változás nem figyelhető meg.

A 2. ábrán a varratok beolvadási mélységét ábrázoltam az impulzusenergia függvényében. A pontok jó közelítéssel egyenes arányosságot mutatnak, ami összhangban van a területek arányának és az impulzusenergiák egyenes arányosságával. Mindebből arra lehet következtetni, hogy az impulzusenergia befolyásolja a legjobban a varrat geometriáját és a minta termoelektromos erejét a technológiai paraméterek közül.



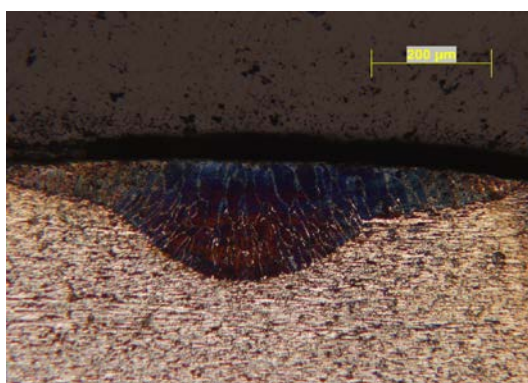
1. ábra. A termoelektromos erő változása az impulzusenergia függvényében



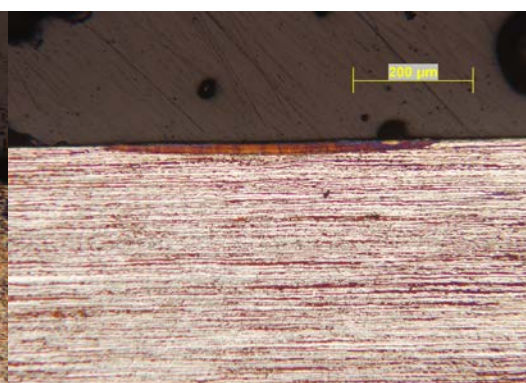
2. ábra. A varratok beolvadási mélysége az impulzusenergia függvényében

3.2. Metallográfiai vizsgálatok

A felületkezelt sávokra merőlegesen elvágtam a mintákat és a kivágott darabokból keresztcsiszolatokat készítettem. A duplex acél szövetszerkezetének előhozásához a ferrit és az ausztenit fázis megkülönböztethetősége miatt, színes maratást alkalmaztam. A marószert stabil filmréteget hoz létre a minta felületén. Maratás közben az elektropozitívabb fázis (anódos fázis) jobban maródik, mint az elektronegatívabb fázis. Kétfázisú ötvözetek esetén az egyik fázis potenciálja mindig nagyobb, mint a másik fázisé, így az egyes fázisok különböző színűek lesznek. [4]



3. ábra. Nagy hőbevitellel kezelt minta (20-as)

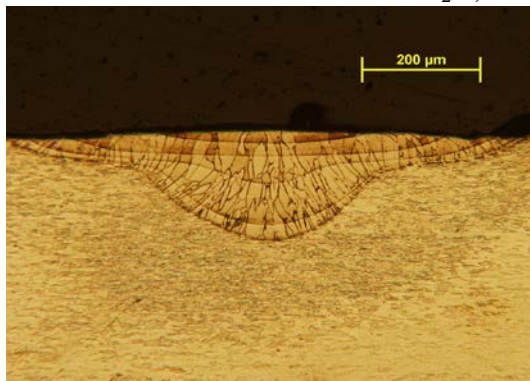


4. ábra. Kis hőbevitellel kezelt minta (25-ös)

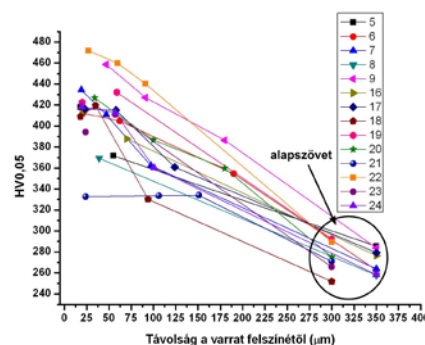
A 3. és 4. ábrán látható varratok eltérő geometriájúak, ami a felületkezelésnél alkalmazott impulzusenergia nagyságával magyarázható. Nagyobb nagyítások esetén jól látszik, hogy a felületkezelt sávban a nagyméretű ferritszemcsék határain található az ausztenit fázis. A szemcsék alakja és orientációja a hőelvonás irányát követi. A nagy hűlési sebesség következtében az ausztenit fázis csak kis mennyiségben alakult ki, mivel a szilárd fázisú δ -ferrit, ausztenitté történő alakulásának sebességét a diffúzió sebessége határozza meg. [5] A gyors hűléssel járó nemegyensúlyi folyamatok eredményeként az ausztenit magképződéséhez és növekedéséhez szükséges diffúzió nem tudott, csak korlátozottan végbemenni.

A maratott mintákon, a felületkezelt sávokban a varrat alakját követő vonalak látszódtak. Ezeket a vonalakat első meggondolásként létrehozhatta a lézersugaras kezelés, illetve a minta színes maratása miatt is keletkezhetnek. Amennyiben a színes maratás miatt kialakult filmréteg miatt látszódnak a vonalak, úgy hagyományos kémiai maratást alkalmazva nem

lennének láthatók. A kémiai maratáshoz (nem színes) hígított királyvizet használtam, aminek az összetétele a következő volt: 100 ml H_2O , 15 ml HCl , 5 ml HNO_3 .



5. ábra. Királyvízzel maratott minta (20-as minta)



6. ábra. A varratok és az alapszövet keménysége

A vonalak keletkezésének magyarázata az lehet, hogy az olvadéktócsa szakaszos dermedése közben a kialakult, de még képlékeny szemcsék feletti olvadék rezgésbe jött, és az olvadék oszcillációja kismértékben deformálta a képlékeny szemcséket. Az olvadék rezgését okozhatta a jelenlévő fémgőz és a lézersugár keltette plazma nyomása, illetve az újabb lézerimpulzus.

A keménységet BUEHLER 1105 típusú mikrokeménységmérővel mértem. A terhelés minden esetben 50 g volt. A 6. ábrán látható, hogy a varrat keményebb, mint az alapszövet.

4. Összefoglaló

Az eddigi eredmények alapján elmondható, hogy a duplex acélban a lézersugaras felületkezelés hatására kétféle varrat alakult ki. A varrat típusok kialakulását az alkalmazott impulzusenergia nagysága határozza meg. A felületkezelt sávban a ferritszemcsék eldurvultak, és kevés ausztenit képződött. A varratszelvény alakját követő szintvonal jellegű vonalak a lézersugaras felületkezelés közben jöttek létre, és az olvadéktócsa szakaszos dermedésére vezethetők vissza. Mindezek mellett kapcsolat figyelhető meg a termoelektromos erő megváltozásának nagysága és az alkalmazott lézerimpulzus energiája között.

Irodalom

- [1] Robert N Gunn: *Duplex stainless steels*, Abington Publishing, Cambridge 1999. p: 1-10
- [2] Wladiczanski Ivett, Fodor Olivér, Dobránszky János: *A delta-ferrit meghatározása rozsdamentes acélokban*, Bányászati és kohászati lapok, Kohászat, 146 (2013:2) p:38-42.
- [3] Pál Zoltán: *Átalakulások vizsgálata Fe-alapú ötvözetekben keménység és termofeszültségmérések együttes alkalmazásával*, Doktori értekezés a Ph.D. fokozat megszerzésére, Kandó Kálmán Műszaki Tudományok (Járművek és mobil gépek) Doktori Iskola, 2010. p: 42-44.
- [4] George Vander Voort: *Tint Etching*, Metal Progress, 127, p:31-33, 36-38, 1985. March <http://www.metallography.com/etching/tint.htm>
- [5] S. Hertzman, J. Charles: *On the effect of nitrogen on duplex stainless steels*, Revue de Métallurgie, 2011. Vol. 108, Issue 7-8, p: 413-425.



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

SnO₂ ALAPÚ NANOKOMPOZIT BEVONATOK ELEKTROKÉMIAI ALKALMAZÁSAI

ELECTROCHEMICAL APPLICATIONS OF SnO₂ BASED NANOCOMPOSITE COATINGS

MANCIULA Dorin⁽¹⁾, KORMOS Fiammetta⁽²⁾, BITAY Enikő⁽³⁾,
HOLCZER Emil⁽²⁾, VERESS Erzsébet⁽⁴⁾

(1) Babes-Bolyai University, Faculty of Environmental Sciences and Engineering, 30 Fantanele, RO-400294 Cluj (Kolozsvár), Tel.+40 264307030, Fax +40 264307032, dimro21@gmail.com

(2) DEKRA Certification SRL, 131 Brancusi, RO-400458 Cluj (Kolozsvár), Tel/Fax +40 264443598 dekra@dekracert.ro

(3) Sapientia Hungarian University of Transylvania, Faculty of Technical and Human Sciences, Department of Mechanical Engineering, 1C Sighisoarei Tg-Mures-Corunca (Marosvásárhely-Koronka), OP 9 CP 4, RO-540485, Tg. Mures, Tel. +40 265208 170, Fax +40 265 206211, ebitay@gmail.com

(4) Transylvanian Museum Society, 2-4 Napoca, Cluj (Kolozsvár), OP 1 CP 191, RO-400750 Cluj, Tel./Fax+ 40 264 595176, veresserzsebet@gmail.com

Abstract

Sol-gel prepared, SnO₂ based mixed oxide coatings (ATO, ITO and IrTO) deposited on Ti plate and respectively soda-lime-silicate glass support were studied concerning their electrochemical behaviour and applications. As expected, doping with Sb₂O₃, In₂O₃ and Ir₂O₃ increased the electrical conductivity and the electrocatalytic activity of the SnO₂ matrix. The nanocomposite coatings were successfully applied as potentiometric pH sensors (e.g. ITO for pH determinations in different juices), potentiometric redox sensor (ATO for measuring the ascorbic acid content in vitamin products), and as DSA (Dimensionally Stable Anode), for the electrooxidation of organic pollutants (IrTO).

Key words: nanocomposites, doped SnO₂, thin layers, electrochemical sensors, DSA .

Összefoglalás

Titánlemez és Na-Ca-szilikát üveg hordozón szol-gél eljárással kialakított nanoszemcsés (d=80-120 nm) vegyesoxid bevonatrendszerek (Sb₂O₃-SnO₂ azaz ATO; In₂O₃-SnO₂ azaz ITO és IrO₂-SnO₂, IrTO filmek) elektrokémiai viselkedését és gyakorlati alkalmazásuk lehetőségeit vizsgáltuk. Az elektromosan vezető, katalitikus aktivitású komponenssel való dopping (Sb₂O₃, In₂O₃, Ir₂O₃) az elvárásoknak megfelelően növelte a SnO₂ matrix vezetőképességét és elektrokatalitikus hatását. Az egyes nanokompozit bevonatokat jó eredménnyel alkalmaztuk potenciometriás szenzorként, vitaminkészítmények aszkorbinsav tartalmának meghatározására (ATO) valamint különböző gyümölcslevek és italok pH-jának mérésére (ITO), illetve mérettartó anódként (DSA, Dimensionally Stable Anode) szerves szennyezőanyagok elektrooxidációs lebontására (IrTO).

Kulcsszavak: nanokompozitok, doped SnO₂, vékonyrétegek, elektrokémiai szenzorok, DSA.

1. Bevezetés

A nanokompozitok két vagy több komponens társítása révén létrehozott nanostrukturált anyagok, olyan hasznos tulajdonságokkal, amellyel az alkotók külön-külön nem rendelkeznek. Ennek köszönhető, hogy a félvezető vegyesoxid nanokompozit filmek, így az általunk vizsgált SnO_2 alapú vékonyrétegek is a tudomány és a gyakorlati élet számos területén alkalmazhatók, mint szerkezeti és funkcionális anyagok.

Kutatásunk során titánlemez és Na-Ca-szilikát üvegbot hordozóra szol-gél eljárással felvitt nanoszemcsés ($d=80-120$ nm) bevonatrendszerek ($\text{Sb}_2\text{O}_3:\text{SnO}_2$ azaz ATO; $\text{In}_2\text{O}_3:\text{SnO}_2$ azaz ITO és $\text{Ir}_2\text{O}_3:\text{SnO}_2$, IrTO filmek) elektrokémiai viselkedését és gyakorlati felhasználásuk lehetőségeit vizsgáltuk. Jelen dolgozatunkban szilárdtest elektródokba épített ATO, ITO és IrTO vékonyrétegek egy-egy alkalmazását mutatjuk be (ATO: enzimelektrod, ITO: pH elektrod, IrTO: mérettartó anód). A Sb_2O_3 , In_2O_3 , IrO_2 nanoszemcséket a szol-gél eljárás során in situ növesztettük az SnO_2 matrix struktúrájába. A három tárgyalt esetben a hordozó bevonatolására más-más (piroszol, merítéses, illetve ecseteléses) eljárást alkalmaztunk.

2 Az általunk kifejlesztett szilárdtest elektródok

2.1. Potenciometriás pH szenzor

2.1.1. Előállítás

Az ITO film készítéséhez szol prekursoroként SnCl_4 0.2M és InCl_3 0.5M izopropanolos oldatát használtuk, savas közegben (0.2M H_3BO_3). A szol felvitele a megfelelően előkészített üvegbotra piroszolos eljárással történt (ráporlasztás több rétegben, majd gélesedés és száradás után ráégetés 250°C -on). Az ITO bevonatú üvegre elektrolitikusan leválasztott fém Sb vékonyréteget vittünk fel (az elektrolitfürdő 0.1 M SbCl_3 , 2M HCl és 0.5M borostyánkősav vizes oldata). A kettős vékonyréteg bevonatos üvegbot hordozót elektródtestbe szereljük [1].

2.1.2. Szenzor paraméterek

A szenzorokat mérés előtt standard pufferekben, három pontban (pH 1.68, 6.86, 9.18) kalibráljuk, mérés után vízzel, acetonnal öblítjük, majd levegőn szárítjuk. Ötnaponta egy pontban (pH=6.88) újrakalibrálunk. Tíz egyedes elektródcsoporthoz átlagos elektródparaméterei:

lineáris pH tartomány:	2-12 pH	válaszidő.	90 sec
érzékenység.	57 mV/pH	reproduktibilitás.	± 3 mV

2.1.3. Alkalmazás: gyümölcslevek, egyéb élvezeti italok minőségellenőrzése

A gyümölcslevek és egyéb italok minőségének ellenőrzésére (meg nem engedett hígítás, tiltott adalékhasználat, erjedés megállapítására) az utóbbi években 5-25 különféle elektrokémiai mikroszenzorból álló szenzor-együttest, úgynevezett "elektronikus nyelvet" fejlesztettek ki [2]. Az így mért minőségi jellemzők talán legfontosabbja a pH, amely önmagában is fontos, értéke pedig általában a többi vizsgált paraméter értékét is befolyásolja.

Az általunk kifejlesztett ITO-bevonatos pH szenzorok viselkedését többféle italban megvizsgálva (narancslé: pH=2.3, bor: 3.5, sör: 4.5, tej: 6.4-6.8), szenzor-együttesbe való beépítésre alkalmasnak bizonyultak. Szenzoraink minden esetben jól tisztíthatók voltak, 10 kalibrálási ciklus (mintegy 50 nap) alatt pedig az elektródparaméterek alig változtak.

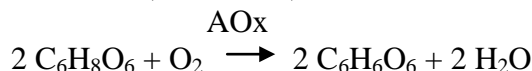
2.2. Potenciometriás redox bioszenzor

2.2.1. Előállítás

Az ATO vékonyréteg készítéséhez a szol prekursor SnCl_4 0.2M és SbCl_3 0.5M etanolos oldata, a savas közeget borkősavval biztosítottuk. A szolt a megfelelően előkészített titánlemez hordozóra merítéses eljárással vittük fel, gélesedés és száradás után 250°C -on égettük rá, majd az ATO bevonatos titánlemez hordozót az elektródtestbe illesztettük [3].

2.2.2. Enzimelektrod aszkorbinsav meghatározásra.

Az aszkorbát bioszenzor érzékelő membránja a félvezető ATO felületre felvitt polipirrol (PPy) film, amely immobilizált L-aszkorbát oxidáz enzimet (AOx) tartalmaz. Az AOx nyolc Cu^{2+} iont tartalmazó oxidoreduktáz, amely egy oxigén molekula 4 elektronos redukciójával az L-aszkorbinsavat (C vitamint) dehidro-aszkorbinsavvá alakítja:



A PPy-AOx filmet pirrolt és AOx enzimet tartalmazó KCl oldatból választottuk le oxidatív elektropolimerizációval (elektrolit: 10 ml pH=6.86-ra pufferolt oldatban 260 mM pirrol, 100 mM KCl és 2ml Aox (18U/ml illetve 25 U/ml); 3 elektródos cella: ATO munkaelektrod, Pt segédelektrod, SCE referencia elektrod; ciklizálás 20 percig 700 mV feszültségen). Az elektródparaméterek 18U/ml enzimaktivitásnál jobbák, 25 U/ml aktivitás esetében a lineáris függvénytartomány csökken (1.táblázat). Tíz szenzor (18U/ml) átlagos elektródparaméterei:

lineáris pH tartomány:	2-5 pC	válaszidő.	60 sec
érzékenység.	53 mV/pC	reproduktibilitás.	± 3 mV
stabilitás	15 nap (18U/ml AOx aktivitás mellett)		

1. táblázat. A PPy-AOx aszkorbát-elektrod válasza a filmbezárt enzim aktivitásának függvényében.

Enzimaktivitás U/ml	Egyensúlyi elektródpotenciál (mV)				
	pC=2	pC=3	pC=4	pC=5	pC=6
18	620	563	510	460	410
25	400	380	310	280	270

Az aszkorbát szenzort 15 nap után regenerálni kell (alapos tisztítás után az ATO felületet új PPy-AOx filmmel kell bevonni), ám a regenerálás nem befolyásolja az elektródok működését.

Aszkorbát-elektroddal mértük néhány C vitamin készítménynek (és egy citrom levének) az aszkorbinsav tartalmát. A meghatározáshoz a minták egy-egy tablettáját 50 ml 6.86-os pH pufferoldatban és 10 ml 1 % oxálsavban oldottuk). Mint a 2. táblázat adatai mutatják, a tabletták esetében (feltehetően a citromlében is) a mérési pontosság kielégítő volt.

2. táblázat. C vitamin meghatározások aszkorbát-elektroddal.

Minta	Aszkorbinsav mennyiség (mg)	
	várt	meghatározott
Vit C Cetebe	500	495
Ascovit	100	103
Ascovit plus	180	184
Egy citrom leve		45

2.3. Mérettartó anódok (DSA)

Az irídium-oxid ipari katalitikus anódok gyakran használt anyaga. Az alkáli-klorid elektrolízisnél például a korrodáló grafit anód helyett ma oxidkerámia (katalizátor) réteggel bevont mérettartó anódokat (DSA) alkalmaznak, melyek nem korrodálnak, és az oxigénfejlődés is gátolt rajtuk [4]. A kutatás az O_2 gázt fejlesztő kerámia anódokkal, és az oxid elektródok környezetvédelmi felhasználásaival is foglalkozik (a természetes vizek, szennyvizek szerves szennyeződéseinek elektrokémiai oxidációval való lebontása, a CO_2 és a NO fotoelektrokémiai redukálása). Az oxigén fejlesztésre használt elektródok agresszív

közegben (korrozív elektrolit, magas hőmérséklet), nagy áramsűrűség mellett dolgoznak. Az $\text{IrO}_2\cdot\text{SnO}_2$ (IrTO) bevonat hőálló, savakkal, klórral, oxigénnel szemben korrozióálló, jól használható tehát mérettartó anódként. ilyen körülmények között.

2.3.1. Előállítás, korrozióállóság

Az IrTO bevonat készítéséhez a szol prekursor H_2IrCl_6 0.1 M és SnCl_4 0.9 M propanolos-izopropanolos-vizes oldata. A homogén szolt több rétegben, ecsettel vittük a megfelelően előkezelte Ti lemezre, szárítás után (60°C -on) a bevonatot 400°C -on a lemezre égettük. A vékonyréteg bevonatos titánlemez PVC elektródtestbe rögzítjük [6]. Az elektródok korrozióállóságát a ρ felületi ellenállás és az E elektrokémiai potenciál időbeni változásával jellemeztük (3. táblázat). A hat, eltérő számú (1,2,3) IrTO réteggel készült elektród közül a legstabilabb viselkedésűek a háromszoros rétegvastagságú mérettartó anódok voltak.

3. táblázat. IrTO kerámiával készült DSA korrozióállósága vizes közegekben (6. minta).

Napok	ρ (felületi ellenállás, Ωcm)			E (elektrokémiai potenciál, mV)		
	1M H_2SO_4	1M NaOH	1M H_2O_2	1M H_2SO_4	1M NaOH	1M H_2O_2
1	35	37	36	126	350	295
3	35	37	36	125	350	295
7	35	37	37	125	352	294
14	36	35	35	126	350	285
30	37	33	36	128	353	280

2.3.2. Alkalmazások

A két optimális IrTO-DSA használatával eddig végzett laboratóriumi kísérletek alapján a kifejlesztett elektródok sikeresen alkalmazhatók vizes oldatok szerves szennyeződéseinek (olajok, fenol származékok, festékanyagok) anódos oxidációval való bontására.

3. Összefoglaló

Titánlemez és Na-Ca-szilikát üveg hordozón szol-gél eljárással kialakított nanoszemcsés vegyesoxid bevonatrendszerek (ATO, ITO és IrTO filmek) elektrokémiai viselkedését és gyakorlati alkalmazásuk lehetőségeit vizsgáltuk. A Sb_2O_3 , In_2O_3 , Ir_2O_3 komponenssel való doppelás növelte a SnO_2 matrix vezetőképességét és elektrokatalitikus hatását. A nanokompozit bevonatokat jó eredménnyel alkalmaztuk potenciometriás pH és (vagy) redox szenzorként (ATO, ITO), illetve mérettartó anódként (IrTO).

Irodalom

- [1] Manciola D., és mások: *Characterization of pH nanoscale layers applied to the environment protection*, Studia UBB Chemia LV (Sp.Iss.) 2010, 165-172.
- [2] Rudnitskaya A., és mások: *Quality monitoring of fruit juices using an electronic tongue*. Analytical Sciences 17 (Supplement), 2001, 309-312.
- [3] Kormos F., és mások: *Környezetbarát vékonyrétegű nanokristályos $\text{SnO}_2\cdot\text{Sb}$ bevonatok alkalmazása elektrokémiai szenzorokban*. Acta Sci. Transylvanica, Chimica, 17-18 (3), 2013, 5-20.
- [4] Hu J.M., Zhang J.Q., Cao Ch.N.: *Oxygen evolution reaction on IrO_2 -based DSA® type electrodes: kinetics analysis of Tafel lines and EIS*. Int. J. of Hydrogen Energy, 29 (8), 2004, 791-797.
- [5] C.P. De Pauli C.P., Trasatti S.: *Composite materials for electrocatalysis of O_2 evolution: $\text{IrO}_2\cdot\text{SnO}_2$ in acid solution*. J. Electroanal. Chem., 538-539, 2002, 145-151.
- [6] [6] Trasatti S.: *Physical electrochemistry of ceramic oxides*. Electrochimica Acta 36 (2), 1991, 225-241.



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

KÍSÉRLETI EGYHENGERES DÍZELMOTOR ÜZEMANYAGRENDSZER-ÁTALAKÍTÁSÁNAK VIZSGÁLATA A FOGYASZTÁSMÉRÉS SZEMPONTJÁBÓL

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF THE DEVELOPEMENT OF DIESEL FUEL SYSTEM ON THE FUEL CONSUMPTION MEASUREMENT

MÁTRAI Zsolt

Miskolci Egyetem, Gépészmérnöki és Informatikai Kar, Áramlás- és Hőtechnikai Gépek
Intézeti Tanszék, 3515 Magyarország, Miskolc, Miskolc-Egyetemváros; Telefon:
+36-305043243, arammzs@uni-miskolc.hu

Abstract

The aim of this contribution is to investigate the transformation of the fuel system of a one cylindered diesel engine to measure the fuel consumption more accurately. To operate the engines using less fuel, and save the environment with lower emissions cause more important problems nowadays. The causes of the inaccuracy have been the wrong connection of the diesel fuel backflow tube, and the lack of the possibility of the venting. Finally the successful transformation is presented, which solved the problem of the inaccuracy measurements. Then some results of measurements is presented, using the transformed fuel system.

Keywords: fuel, diesel, consumption

Összefoglalás

A dízelmotorok egyik vizsgálata az üzemanyag-fogyasztás mérése. Meglévő mérőberendezés tekintetében az üzemanyag-fogyasztást mérő rendszerben nem kellő légtelenítésből adódó nyomáslengéseket, következésképpen mérési bizonytanságot tapasztaltunk. Fogyasztáscsökkentő berendezés vizsgálatok pedig a részolaj-visszavezetés módja okozott gondot a már egyszer kezelt üzemanyag nem kellő pihentetése miatt. A továbbiakban e két probléma kiküszöbölésére kialakított műszaki megoldásokról számolunk be. Végül mérési eredményekkel szemléltetjük az üzemanyagrendszer-átalakítás hatását.

Kulcsszavak: üzemanyag, fogyasztás, dízelmotor

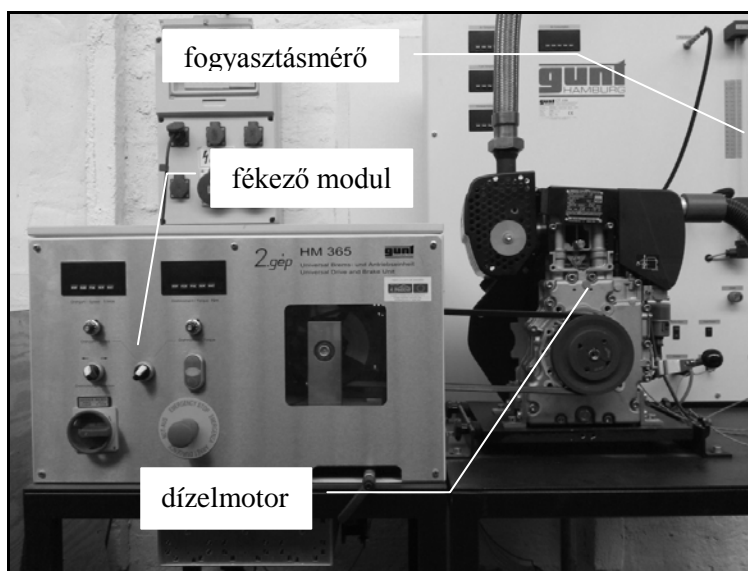
1. Bevezetés

A kutatási téma, amellyel e tanulmányban foglalkozunk, kísérleti egyhengeres dízelmotoron végzett üzemanyag-fogyasztási méréseket foglal magában. Ezen mérésekkel a motor üzemanyagrendszerén végzett átalakítás hatásait kívánjuk vizsgálni. Korábbi mérések során [2] egyértelműen kiderült, hogy az eddig használt üzemanyag-fogyasztást mérő rendszer pontatlan, így az általa mért eredmények felhasználhatósága is kérdésessé vált. A fő cél az volt, hogy kimutassuk, van-e a különböző adalékokkal ellátott üzemanyagoknak hatása az egyhengeres dízelmotor fogyasztási értékeire. Ehhez olyan mérőrendszert kellett kidolgozni, amellyel pontosan mérhető az üzemanyagfogyasztás.

A dolgozatban a kísérleti egyhengeres dízelmotor üzemanyag-rendszerének átalakítását és annak hatását mutatjuk be.

2. A kísérleti berendezés

A tanulmányban ismertetett átalakítást egy oktatási célra gyártott Gunt gyártmányú berendezésen végeztük el (1.ábra). Ez a gépegyüttes egy egyhengeres Hatz 1B20-6 típusú dízelmotorból és a hozzá ékszíjhajtással csatlakoztatható fékgépből áll.



1. ábra A vizsgált kísérleti egyhengeres dízelmotor

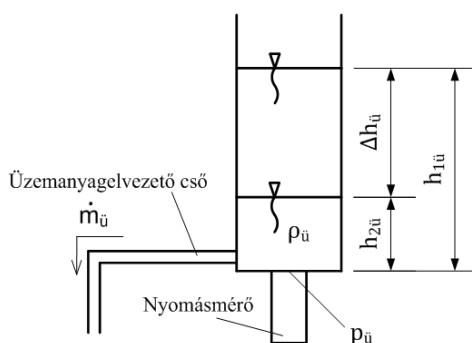
Az egyhengeres dízel üzemű motor főbb műszaki adatai a következők:

- lökettérfogat $V_l=232 \text{ cm}^3$;
- sűrítési viszony 21:1;
- maximális fordulatszám $n=3200 \text{ 1/min}$;
- maximális teljesítmény 1,5 kW;
- hajtókarhossz $l=104 \text{ mm}$.

A motor ékszíjhajtással kapcsolódik az öt fékező egyenáramú generátorhoz, mellyel a terhelést 0,5 Nm és 5 Nm között lehet állítani.

3. Az üzemanyagfogyasztás-mérés

Az egyhengeres dízelmotor üzemanyag-ellátó rendszerét úgy alakították ki, hogy az elégetett üzemanyag mennyisége dokumentálható legyen, és ebből következtetéseket tudjunk levonni a dízelmotorban zajló folyamatokról [1]. A fogyasztás méréséről egy nyomásmérő gondoskodik, ami egy függőleges helyzetű mérőhenger alján található (lásd 2. ábrát). A henger a berendezés legmagasabb egysége, innen folyik az üzemanyag a rendszerbe. A csőben lévő dízelolaj szintje a motor által elégetett mennyiségnek megfelelően csökken. A henger alján adott időintervallum alatt rögzített nyomáskülönbségből egyértelműen kiszámítható a motor beállított üzemi paramétereire tartozó \dot{m}_a [kg/h] fogyasztási érték:



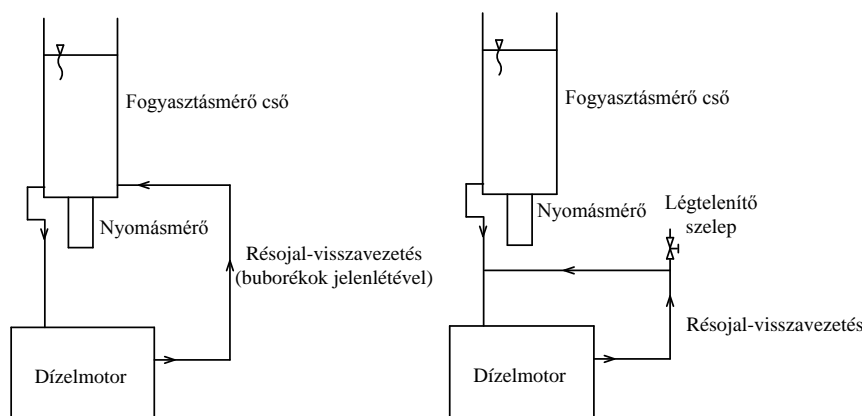
2. ábra Az üzemanyagfogyasztás-mérő

A fogyasztásmérő által rögzített $\dot{m}_ü$ tömegáramot a következő összefüggések szerint lehet meghatározni:

$$\dot{m}_ü \left[\frac{kg}{h} \right] = \frac{\Delta p_ü \cdot 100 \cdot D^2 \cdot \pi \cdot 3600}{9,81 \cdot 4 \cdot \Delta t} \quad (1)$$

ahol $\Delta p_ü = p_{2ü} - p_{1ü} = \rho_ü \cdot g \cdot \Delta h$ [mbar] az üzemanyagcső alján mérhető nyomáskülönbség, D [m] a cső átmérője, $\rho_ü$ az üzemanyag sűrűsége, Δt [s] pedig a nyomáskülönbség mérése során eltelt idő.

Korábbi mérések során azonban a fogyasztásmérés pontatlannak bizonyult. Ennek oka a helytelenül visszavezetett résolaj volt. A motor által el nem égetett üzemanyagot a mérőhenger aljába közvetlenül vezették vissza, úgy ahogy azt a 3. ábra bal oldali képe mutatja. A problémát az okozta, hogy a becsatlakoztatásból adódóan nyomáslengések alakultak ki a nyomásmérő közvetlen környezetében, aminek hatására az nem valós értékeket közvetített a számítógépnek, így az azokból számított fogyasztási értékek sem voltak reálisak. A másik probléma az üzemanyagrendszer légteleníthetlensége volt, ugyanis a résolaj visszavezetésével együtt levegőbuborékok is kerültek a mérőhengerbe, így a nyomásmérő felett lévő üzemanyag sűrűsége is változott.

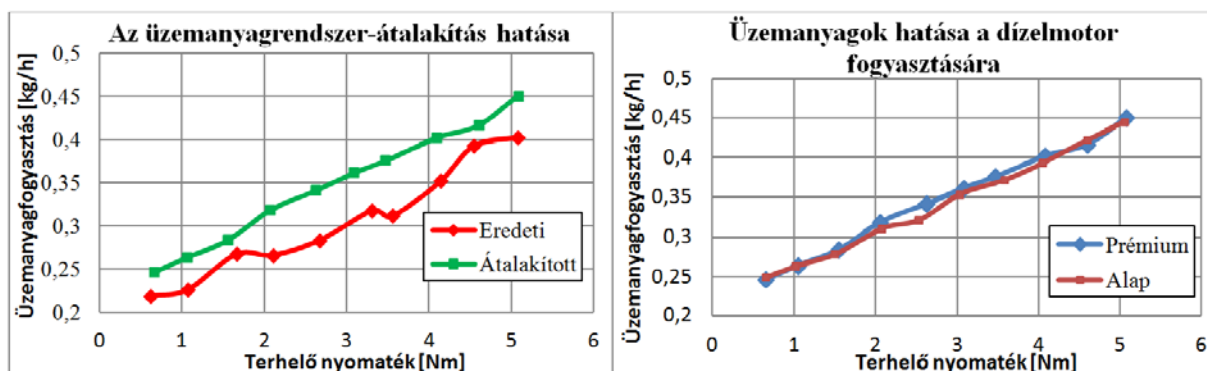


3. ábra Az eredeti (bal) és az átalakított mérőrendszer (jobb)

A 3. ábra jobb oldali vázlatán jól látható az átalakítás, miszerint a résolaj közvetlenül a motor üzemanyag-ellátó csatornájába folyik vissza, így kerülve ki a nyomáslengések okozta hibás fogyasztási eredményeket. Továbbá a légtelenítési problémát egy légtelenítő szelep telepítésével iktattuk ki, amely szintén a 3. ábra jobb oldali képén látható.

4. Az üzemanyagrendszer-átalakítás hatásának vizsgálata

Az átalakítás hatásának ellenőrzésére méréseket végeztünk. A 4. ábra bal oldali diagramján az üzemanyagrendszer-átalakítás következménye figyelhető meg, míg a jobb oldalin két különböző üzemanyag fogyasztásra gyakorolt hatását követhetjük. Az utóbbi mérést az átalakított rendszeren végeztük. A 4. ábra bal oldali görbéin látható az eredeti üzemanyagrendszerrel való mérés pontatlansága. A terhelés növelésével a motorban lévő rugós regulátor többlet üzemanyagot juttat a hengerbe, így a fogyasztásnak folyamatosan növekednie kell.



4. ábra Üzemanyag-fogyasztási mérések

Ezzel szemben ingadozásokat figyelhetünk meg az eredeti rendszerrel végzett méréseknél (a bal oldali ábrán piros jelöléssel). Az átalakítás elvégzése után azonban az ingadozások megszűntek, valamint megfigyelhető, hogy a fogyasztási értékek látszólag megnöttek ugyanolyan üzemi feltételek mellett. Ennek az eredeti rendszer légtelenítési problémája az oka, ugyanis a buborékokkal együtt az üzemanyag sűrűsége is változott, aminek eredményeképpen a számított értékek az átalakítás előtt eltértek a valóságtól. Végül megvizsgáltuk az átalakított rendszeren két különböző minőségű üzemanyag fogyasztásra gyakorolt hatását. Az új rendszerrel egyértelműen kimutatható, hogy az általunk vizsgált szabályozás nélküli egyhengeres dízelmotor üzemanyag-fogyasztását az dízelolaj minősége értékelhető mértékben nem befolyásolta.

Köszönetnyilvánítás

A kutatás a TÁMOP 4.2.4.A/2-11-1-2012-0001 azonosító számú Nemzeti Kiválóság Program – Hazai hallgatói, illetve kutatói személyi támogatást biztosító rendszer kidolgozása és működtetése konvergencia program című kiemelt projekt keretében zajlott. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

A kutatómunka a Miskolci Egyetem stratégiai kutatási területén működő Innovációs Gépészeti Tervezés és Technológiák Kiválósági Központ keretében teljesül.

Irodalom

- [1] Dezsényi Gy, Emödi I, Finichiu Liviu *Belsőégésű motorok tervezése és vizsgálata*, Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 1999.
- [2] Mátrai, Zs.: *Effect of consumption-reducing additives on a single-cylinder diesel engine*. Proc. Tavaszi Szél Konferencia 2013, Sopron, pp. 201-207 (ISBN 978-963-89560-2-6)



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

KONCEPCIÓZUS LAKÓÉPÜLETTERVEZÉS ÉS LEHETSÉGES EREDMÉNYEI

CONCEPTUAL RESIDENTIAL BUILDING DESIGN AND POSSIBLY RESULTS

MEDVEGY Gabriella

Pécsi Tudományegyetem Pollack Mihály Műszaki és Informatikai Kar, Tervezési és Építészeti Ismeretek Tanszék. 7624 Magyarország, Pécs, Rókus utca 2. tel: +36 72 501 500/23769, medvegygabriella@pmmik.pte.hu

Abstract

Every design begins with a search of an idea, the designer unlocks creativity -but the building is not born in a vacuum. It's a result of many architectural intentions, a response to the contexts. This is why the parameters set out „architectural program-user aspects”, „architectural, designer intentions”, „lower surroundings and urbanization” and „climate, geographic location”. These contains generate new design parameters. At the very start of the design process can be this „design parameters” very helpful – the connection between them can generate now contains and move new inspirations to focus – with the objective views.

Keywords: design process, design methods, architectural inspiration, individual concept

Összefoglalás

Az építészeti tervezői gondolkodás bonyolult láncolatok eredménye – lakóépületek tervezésekor is. A tervező a feladat kapcsán értelmezi a feladatot, a körülményeket, a helyzetet. Döntéseket hoz, és e döntési folyamatok egymásra hatnak, újakat generálnak. Az absztrakt ezen alkotói folyamatokat próbálja meg kategorizálni, modellezni, a hatásmechanizmusokat leképezni. Egyfajta elvi térbeli tervezési módszer körvonalazódik, de nem építészeti modell formájában, hanem pusztán elméleti szinten, mely tudatos alkalmazásával valódi építészeti eredményeket lehet elérni. A dolgozat nem vonja kétségbe az alkotói individuális döntési módszerek létjogosultságát sem. Vitatható az is, hogy szabad-e efféle szigorú tervezési módszerek közé szorítani a szabad építészeti gondolkodást. Való igaz, szűk a mezsgye az intuitív építészeti szemlélet és az öncélú alkotás között – talán pont-e dilemma feloldására adhat választ a koncepciózus tervezői gondolkodás.

Kulcsszavak: lakóépülettervezés

Az épített környezetet öntudattal megélők az épített környezet folyamatos analizálásnak vetik alá. Az épület, az épített tér téralkotói koncepciója a tudatos szemlélődő számára gyakran tetten érhető, az építészeti, tervezői szándék megfigyelhető.

Az épület azonban mégiscsak „végtermék”, az alkotói folyamat nem minden eleme rakódik rá a „házra”- szerencsére. Az alkotás rögzös útja a későbbi szakmai-építészeti anekdoták alapja lesz, de ez a fajta kommunikáció mégiscsak inkább fekete-fehér, nem a tervezői folyamat valódi elemeit rögzíti, sokkal inkább emberi, szubjektív eseménysorozat.

Amikor az alkotói folyamatot és azt meghatározó, befolyásoló összetevőket „szakmaibb” módon próbáljuk meg meghatározni, a tervezői folyamatok legelejéről kell indulnunk. A

vizuális képességekkel szerencsésen megáldott építész szeme előtt valamiféle térbeli rendszer jelenik meg, melyben a tervezést a hol erősebb, hol gyengébb módon meghatározó, befolyásoló elemek egymással kölcsönhatásban új alkotói szempontot generálnak, hogy később erejüket egy másik szempont mégiscsak kioltja. A tudatos, megfontolt gondolkodás különösen sok érzékenységet követel lakóépületek tervezésekor – mert ez esetben a MEGBÍZÓ, a későbbi használó különösen megismerésül.

Talán ha szeretnénk leképezni a folyamatot, az épített tér alakulásának útját, az alapvető befolyásoló tartalmakat mégiscsak egy síkon kezdeném ábrázolni. A négy fő csoport, a fő tervezési koncepciót meghatározó alapvetéseket tömörítő elem a következő:



1. ábra. Az építészeti koncepciót meghatározó elemcsoportok a tervezési folyamat során

Az első az „ÉPÍTÉSZETI PROGRAM, FELHASZNÁLÓI SZEMPONTOK”. Ebben a területben a Megbízó nagy súlyt kap, az Ő felhasználói és funkcionális igényeihez igazodik az épület, az Ő valódi élethelyzete és akár pénztárcája erős szempont a tervezésben. Talán szóba kerül a szubjektív esztétika is, a tervezőre, az alkotóra komoly feladat hárul. Meg kell tudnia győzni a Megbízót, hogy ne az Ő egyéni értékrendje alapján terveződjön az épület, hanem hagyja, hogy az építészeti program közös meghatározásával tudatosan és jól, szakmai szempontok szerint alakuljon az épület.

A „KLÍMA, FÖLDRAJZI HELYZET” tágabb, meghatározó környezetet jellemez. Természetes, hogy más épületek születnek a mediterrán vidéken – bármennyire is irigyeljük Alvaro Siza gyönyörű geometrikus és részletnélküli épületeit – mint a mi esős, négy évszakkal bíró kontinentális éghajlatunkon. A kulturális, történelmi adottságok ezzel összefüggésben még bonyolítják a helyzetet. A különböző kulturális háttér különböző építészeti eredményezett – habár ezzel együtt folytonosságot is hoz, mint Santa Fe (USA) és környéke pueblo lakóházai, majd az azzal összefüggésbe hozható mai építészeti stílus, a „Santa Fe Style” [1]. A szociális értékrend, vagy a korábban már emlegetett szubjektív

esztétika kérdése ezekkel szintén összefügg, habár e közös halmazoknak később még lesz jelentősége.

A „SZŰKEBB KÖRNYEZET, URBANIZÁCIÓ” tartalom a valós, közeli helyszínre és jellemzőire utal. Gyakorlati helyzetértelmezés – amit egy építész minden esetben megtesz, a legegyszerűsebb tartalom. A beépítést, a domborzatot, vagy a rendelkezésre álló infrastruktúrát meg kell ismerni egy tervezési feladat során, a helyszíni adottságok nagyban befolyásolhatják a tervezői folyamatokat. Objektív adottságok vizsgálata.

Amikor az „ÉPÍTÉSZETI, TERVEZŐI SZÁNDÉK” is befolyásolhatja a tervezést, teljessé válik a kép. Az építész, az alkotó saját habitusa kerülhet előtérbe, megnyilvánul a léptékről, arányosságról alkotott hitvallás, vagy a formaalkotói jellemzők, sok-sok olyan szempont, amely miatt az alkotói folyamat szubjektív értéket teremt.

E négyes elemek egymás mellett, azonos súllyal vannak jelen az építészeti koncepció alakulásában, és ez alapján e harmónia közös találkozási pontjában ott van maga a DESIGN. Meg kell mondjam, e tökéletesség és rend ritkán van jelen egy alkotófolyamatban, mondhatni sohasem. Valamelyik irányba mindig tolódik kicsit a helyzet, a négy alaptartalom egymással folyamatosan konkurál, egymás fölé kerekedik.



2. ábra. Arányeltolódás a tervezésben. Bizonyos szempontok előtérbe kerülhetnek

Az idealizált tervezési feladattal hasonlóan súlyponti eltolódás esetén is léteznek evidenciák, képletszerű megoldások. A történelemből mai is ismert várak építéskor a tervező és a szűkebb környezet kevésbé játszott szerepet a folyamatokban, sokkal inkább a klimatikus jellemzők, adottságok, vagy a megbízói érdekek. Ugyanígy leképezhető az ideiglenes kiállításokra szolgáló építmények születése - az ábrán a 2015-ös Milánói Expo Pavilon tervezésére kiírt nemzeti pavilon [2] -, mely esetben a klíma, a földrajzi helyzet a legkevésbé befolyásol, de az építészeti habitus, mondanivaló különösen erős maradhatott.

A valóságban ennél sokkal árnyaltabb a kép. A gondolatmenetet folytatva a tervezői folyamatokban egy-egy koncepció-meghatározó elem erősebb lesz, a másik gyengébb, de ráadásul ezek hatnak egymásra. A tartalmak egymásba csúsznak, közös elvi halmazokat képeznek, kettős, hármas vagy teljes áthatások jönnek létre.



3. ábra. A kialakult gondolati és tartalmi metsződések és az általuk generált új tartalmak a tervezési folyamatban

A koncepciózus építészeti tervezés térbelivé válik, az egyik szegmens minősége és súlya befolyásolja a másikat, és következtetéseket enged levonni. A végeredmény maga a HÁZ, vagy LAKÓHÁZ, abszolút szimbiózisban a környezetével és a felé tartó építészeti elvárásokkal.

A kutatás a TÁMOP 4.2.4.A/2-11-1-2012-0001 Nemzeti Kiválóság Program című kiemelt projekt keretében zajlott. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Irodalom

- [1] dr. Medvegy Gabriella: *Pueblo lakóházak Új-Mexikóban*, Építészfórum, 2013.09.17, teljes cikk
- [2] dr. Hutter Ákos, dr. Getto Tamás: *Malom – Ötletterv a 2015-ös Milánói Expo hazai pavilon épületére*, első díjas pályamű, 2014.



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

FA DESIGN AZ EZER TÓ ORSZÁGÁBAN

WOOD DESIGN IN THE LAND OF THE THOUSAND LAKES

MEZŐFI Diána⁽¹⁾, STEFÁN Viktória⁽²⁾, KOVÁCS Péter⁽³⁾

(1) Debreceni Egyetem Műszaki Kar, Építészmérnöki Tanszék, 5700 Gyula, Görbe u 28
Telefon: +36-20-203-7377, mezofidiana@gmail.com

(2) Debreceni Egyetem Műszaki Kar, Építészmérnöki Tanszék, 4456 Tiszadob Bocskai út 59
Telefon: +36-509-2467, stefanviktoria92@gmail.com

(3) Debreceni Egyetem Műszaki Kar, Építészmérnöki Tanszék, 4029 Debrecen, Monti
ezredes u. 6. Telefon: +36-309153946, kovacs.pe@chello.hu

Abstract

The wood, in the Finnish architecture and design, is a distinctly traditional value. The relationship between Finnish people and the wood is particular and its history comes from deep. Our reason for choosing this theme was our interest towards the Finnish architecture and wood, as a material. In our developing and hectic world people do not pay attention to the environment. They forgot that how important it is. By using wood we would like to remind them to the nature. The point of our research is to find out, whether contemporary architecture applies the using of wood from traditional times or not. We examined this through Finnish myths, typical household objects and simple or more complex buildings - looking for different forms of using wood.

Keywords: Finnland, wood, design, tradition, contemporary architecture

Összefoglalás

A finn építészetben és designban a fa jellegzetesen tradicionális értékként jelenik meg. A finnek kapcsolata a fával sajátos, története mélyről ered. Témaválasztásunk oka a finn építészet, és a fa, mint anyag iránti érdeklődésünk. A mai rohanó, fejlődő világban az emberek nem figyelnek a környezetükre. Elfelejtik, hogy a természet mennyire fontos. A fa használatával erre emlékeztethetjük őket.

Kutatásunk tárgya, hogy vajon átemeli-e a kortárs építészet és design a tradicionális faépítészetet.

Kulcsszavak: Finnország, fa, design, tradíció, kortárs építészet

1. Bevezetés

A finn építészetben és designban a fa jellegzetesen tradicionális értékként jelenik meg. Milyen okokra vezethető vissza, hogy napjainkig oly szoros kapcsolatban állnak a finnek a fával, mint az egyik legfontosabb természetes anyaggal? Hogyan őrizhette meg a mindennapi életben, a művészetben és a számunkra legizgalmasabb területen, az építészetben vezető szerepét? Hogyan hat ez a jellegzetes finn anyaghasználat a mai modern világra? A válasz keresésénél visszanyúlunk a finn mítoszokhoz, melyben az embereknek a fákhhoz való kapcsolatát kutatjuk. Ezt követően jellegzetes használati tárgyak, egyszerű, majd egyre

bonyolultabb épületeket vizsgálunk meg a fa felhasználásának lehetőségei szempontjából. Keressük, hogy ki teremtette meg a fa korszerű alkalmazásának alapjait a kortárs építészet és design felé. Milyen a tradicionális és korszerű faalkalmazás viszonya? Vizsgálataink legfontosabb kérdése, hogy vajon beépíthető-e a modern építészetbe a tradicionális faépítészet.

2. A finnek és a fa kapcsolatának története

A finnek még ma is nagy áldozatokat hoznak annak érdekében, hogy a természettel való harmonikus kapcsolatuk megmaradjon, hiszen évszázadokon át az erdő és a víz határozta meg életüket. A finn építészet több évszázados építőhagyományra nyúlik vissza és jellegzetesen a kő- és fa felhasználására épül. A kőtemplomok és várak esetében egyszerű tömegformákat találunk. Sokszor egyenesen a sziklákból nőttek ki az épületek. A leggyakoribb építőanyag azonban a fa volt, melyből ma is bővelkedik az ország. A finn építészet a fa által vált a világ egyik legelismertebb építészetévé. A fa tulajdonképpen Finnország zöld aranya. [1]

3. A fa alkalmazása a tradicionális építészetben

3.1. Finn csónak, mökki és finn szauna

Finnországban a *csónak*, illetve annak építése évezredek óta szerves része a mindennapi életnek. A csónakot egyedi technikával készítették. A finn tradíció a mai napig őrzi a ladik készítését. Két nyárfa deszka keresztbe tételéből jött létre. Utolsó lépésként a bordákat helyezték el, melynek a tulajdonosok titulusának jelzésében volt szerepe. [2]

A *mökki* a szauna mellett a finn életstílus egyik meghatározó elemének számít. A finnek hétvégenként a város zaját elhagyva a mökkikbe vonultak el. Ezek kisebb-nagyobb hétvégi házak, nyaralók voltak, melyek egymástól távol eső helyeken, a tengerparton, tóparton, erdőben fából épültek.

A mökki építését a nélkülözhetetlen szaunával kezdték. A szauna öltözője maga a nyaraló, míg az épület el nem készül. A *szauna* szó a „savu”=füst szóból származik. Más területeken más-más neve volt, például Karélia keleti részén „kylly”, mely a „kylpeä”=fürdés szóból ered, vagy egyes nyugati területeken a „pirtti”=kabin, fülke szavakat használták, ebből arra következtethetünk, hogy eredetileg a szaunát lakótérként használták. Finnországban a szaunázásnak ősi hagyományai vannak és az emberek életmódjának szerves része. A szauna az évek alatt folyamatosan változott, de hagyományos alapvető építési irányelvei és a szokásai megmaradtak.[1]

3.2. Finn fatemplomok

Finnország összes temploma fenyőből épült két technológia, a boronafalas (cornertimbering) és a blokkos (blockwork) alkalmazásával. A fatemplom méretét a funkciója szabta meg. A tényleges templomok voltak a legnagyobbak, kisebbek a kápolnák, legkisebbek az imaházak. A középkorból sajnos egy fatemplomot sem őriztek meg, a legrégebbi épületek a 17. századból maradtak fent. A hagyomány töretlen lánc, kifinomultsága összefügg a fatemplom hosszú tradíciójával és technikai megoldásaival. A tudás közös alapja, a konstrukció geometrikus formái főleg a középkorból származnak.

Sodankylä lapp temploma a legjobban megőrzött, és legkevésbé megváltoztatott fatemplom. Ez is a Botteni blokkpilléres típus egyike, azonban kis mérete miatt csak egy pár pillért tartalmaz. A belső festetlen, borítás nélküli, így látható régi szerkezet. Petäjävesi templomában, a külsőben és a belsőben is dominál a csupasz, festetlen fa. A boltozatok a vörösfenyő színárnyalatát mutatják. [3]

4. A fa korszerű alkalmazása alapjainak megteremtése a kortárs építészet és design felé. A tradicionális és a korszerű fa alkalmazás viszonya (Alvar Aalto)

Alvar Aalto a finn építészet nagymestere, építész és formatervező egyben. Munkái tükrözik az északi ember gondolkozásmódját.

Már a második világháború előtt fontos szerepet kapott nála a fa. *Turkui Finn Színház* (1927, 1929) vetíti előre Aalto formatervező képességét. A *Viipuri Könyvtár-nál* (1927) ahol megjelenik az akusztikus fa mennyezet. *Munkkiniemi-ben lévő Riihitie house, saját házat, műteremházát* (1935-1936) a vakolat mellett egyes helyeken burokként függőlegesen elhelyezkedő fa lamella fed. A válaszfalak fából készültek, a belső vázat acélcsővek alkották. A *Villa Mairea* (1938) nevű épületének belsőjében is fontos szerepet tölt be a fa. Az üres tér és a tagolt lépcső a ritmikusan lerakott fa rudakkal és a változó szerkezeti oszlopokkal egy metaforikus erdő teret alkot, tropikus építészetet idézve. A ház hivatkozik a hagyományos, népies finn gazdasági építésre, valamint az európai korszerű felfogásra. Az épületben elhelyezett hajlított bútorok egyedi darabok, melyeket külön ehhez az épülethez tervezett. *Säynätsalo központi épületcsoportja* fából és téglából készült épület. Megjelenik egy egyedi szerkesztésű fedélszék, továbbá fapalló lamellákat használ a betekintés megakadályozására. *Varkaus-i fűrészüzem-nél* (1945-1946) egy plasztikusan megformált és falamellákkal kialakított tömeg. A *Sunilai cellulózugyárat* (1951-1954) ragasztott fatartók hidálnak át, a beton felület fa architektúráját szimbolizálja. A fa jellegzetes és hagyományos finn szerkezeti anyag, alkalmazására a pavilonoknál került sor, *Mezőgazdasági Kiállítás erdészeti pavilonjánál* (1938) melyet rönkfából készített. *New York-i világkiállítás finn pavilonjánál*, ahol a formai és szerkezeti részletek kiállítási tárgyként is szerepeltek. A *párizsi világkiállítás finn pavilonja* (1937) acélváz szerkezetből áll fával kombinálva. Szemlélteti a fa, mint anyag szépségét, a fa felhasználásának lehetőségeit, mely a finn világban nagyon fontos. Egyes elemeket külön erre a célra tervezett technológiával készítette a finn ipar.

Az ipari formatervezésben Alvar Aalto érdeklősége a kezdetektől jelen van. Úgy véli, hogy a bútor az épület szerves része, ezért formája is szoros kapcsolatban áll funkciójával, anyagával és készítményével. A fa könnyed és meleg hatása miatt kellemesebbé teszi az érintést, illetve a környezetet, ez Alva Aalto számára nagyon fontos. A természethez közeli puha értékeket szembeállítja a racionalista acél és beton felületekkel. Nála a design és az építészet elválaszthatatlan volt egymástól, egy tervezési folyamatban egymással összhangban fejlődtek. Ezáltal megteremtette a kortárs építészetet és design-t, továbbá a köztük lévő harmonikus egyensúlyt.[4]

5. A a finn kortárs design és építészet viszonya a fához. Új konstrukciók

5.1. Kortárs design

A kortárs, modern építészet egyre jobban visszanyúl a fához, akár épületekről vagy design elemekről legyen is szó. Az 1935-ben létrehozott *Artek* Finnországban nemzetközi központúvá nőtte ki magát a modern művészet és a racionális ipari design terén. Célja az volt, hogy forgalmazza és exportálja az Aalto bútorokat, művészeti kiállításokat szervezett, amelyeken a formatervezés kapott hangsúlyt.[5] A *Woodism* a faipar számára nem megfelelő fából készít bútorokat és apró tárgyakat, melyekben a fa új életre kel és bennük továbbél. [6] A *ProPuu* fő célja, hogy egyfajta kapcsolat legyen a kézművesek és a tervezők között, ezáltal javítva a kivitelezés minőségét. Továbbá szeretnék megőrizni a hagyományos fafeldolgozási technikát, valamint támogatni a finn fa bútorokat, belső tereket és épületeket. A ProPuu egy elismert partner a nemzetközi és regionális fa projektekben. [2]

5.2. Kortárs építészet

A *Laajasalo templom* épületében központi szerepet kap a fény. A templom főként fa felhasználásával épült, a tradícióhoz, a régi finn fatemplomokhoz. Kotkában a *Maritime Centre Vellamo* homlokzatának vízszintes burkolata, illetve az azokat elválasztó függőleges osztás -bár anyaga nem fa- mégis a finn fakerítésre emlékezteti a szemlélőt. A *Viikki Church*-nél struktúrákat hoztak létre a faoszlopok, illetve gerendák csoportosításával. Ezzel kívánták felidézni a finn erdőket, a szentség és a természet között. *Szent Henry ökomenikus kápolna* réz borítása az idők során zöld lett így összhangba került a környező fákkal. A fenyőfából készült bordák a fény útját meg-megakadályozzák, ám konstrukciójukat éppen ez emeli ki. A *Kärsämäki* templom egy letisztult kortárs épület, mely a népi fatemplomokból és azok tornyaiból vett mintát. A modern templom hagyományos módszerekkel épült. A *Kuokkala church*-nél korunk design-ja áthatja az épületet és újraértelmezi a templomépitő hagyományt. Mennyezete egy kombinált ragasztott keret és rácsos fa héjszerkezet konstrukciója. Az egész templom környező lucfenyőből készült. A *Buborék kilátó* egy lekerekített organikus forma, mely leköveti a környező nyírfák vonalát. [7]

6. Összegzés, a tézis bizonyítása

A finnek a kezdetektől értékelték a fát, ismerték tulajdonságait és a legkifinomultabb technológiával alakították.

A finn származású Alvar Aalto a fa sajátos alkalmazása mellett épületeivel és a hozzájuk tervezett finoman hajlított bútoraival olyan minőséget hozott létre, mely megalapozta a finn kortárs építészet és design formavilágát. A kutatásaink során új, konstruktív formákon keresztül elemeztük, hogy a mai kortárs építészet és design hogyan viszonyul a fához. Arra a következtetésre jutottunk, hogy a fa még mindig fontos szerepet tölt be a finn építő és iparművészetben. Az anyag konkrét használata nélkül is olyan formákat, textúrákat alkotnak, melyek fára illetve erdőre emlékeztetnek. A kezdeti facsapólásoktól eljutunk a teherbíró farácsos szerkezetek alkalmazásáig.

A konklúzió az, hogy a kortárs építészet és design átveszi és újraértelmezi a tradicionális faépítészetet.

Irodalom

- [1] *Milyenek a finnek? Finnország magyar szemmel.* Néprajzi Múzeum. Budapest, 2009.
- [2] *Pro Puu.* In: Pro Puu {online} <http://www.propuu.fi/proeng/>
- [3] Lars Petterson: *Finnish wooden church.* Otava Kiadó, Helsinki, 1890. (saját fordítás)
- [4] Alvar Aalto: *Through the eyes of Shigeru Ban.* London, Black Dog Publ.2007.(s. fordítás)
- [5] Artek – *Art and Technology Since 1935.* In: Artek {online} <http://www.artek.fi/company>
- [6] *Woodism.* In: Woodism {online} <http://www.woodism.fi/pages/fi/etusivu.php>
- [7] *Laajasalo templom, Maritime Centre Vellamo, Viikki Church, Szent Henry ökomenikus kápolna, Kärsämäki templom, Kuokkala church, Buborék kilátó* In: Arkkitehti 2004-2010



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

SZÖVEGFELISMERÉSEN ALAPULÓ AUTOMATIKUS KÖNYVKATEGORIZÁLÓ ALKALMAZÁS

AUTOMATIC BOOK CATEGORIZATION SYSTEM BASED ON TEXT RECOGNITION

MIHÁLYI Martin⁽¹⁾, WINDISCH Gergely⁽²⁾, VÁMOSSY Zoltán⁽³⁾

(1)Óbudai Egyetem, Neumann János Informatikai kar, H-1031 Budapest, Bécsi út 96/b, Magyarország, djozike@gmail.hu

(2)Óbudai Egyetem, Neumann János Informatikai kar, H-1031 Budapest, Bécsi út 96/b, Magyarország, windisch.gergely@nik.uni-obuda.hu

(3)Óbudai Egyetem, Neumann János Informatikai kar, H-1031 Budapest, Bécsi út 96/b, Magyarország, vamosy.zoltan@nik.uni-obuda.hu

Abstract

In this study, we design and implement a book categorization system. Systems based on local image features are not effective in some cases in book spine detection. This is because few book spines contain only text component. The implemented system at first detects the book spines on the image of a bookshelf, then recognizes the text on the book spines by optical character recognition (OCR) and searches in the book database. Finally the implemented system displays the results for the user.

Keywords: image processing, book spine detection, text recognition

Összefoglalás

Ezen cikk egy könyvkategorizáló rendszert mutat be. A képjellemző alapú rendszerek egyes esetekben nem mutatnak jó hatásfokot a könyvek esetében. Ennek oka, hogy néhány könyvgerinc csak szöveget tartalmaz. Ezért adott egy szövegfelismerés alapú rendszer alkalmazása a problémára. A fejlesztett alkalmazás először egy könyvespolcra készült képről könyvgerinceket detektál, majd a rajtuk lévő szöveget szövegfelismerés segítségével felismeri és a könyv adatbázisban keresést végez. Végül a fejlesztett rendszer a felhasználó számára megjeleníti az adott könyvről további információkat.

Kulcsszavak: képfeldolgozás, könyvgerinc keresés, szöveg felismerés

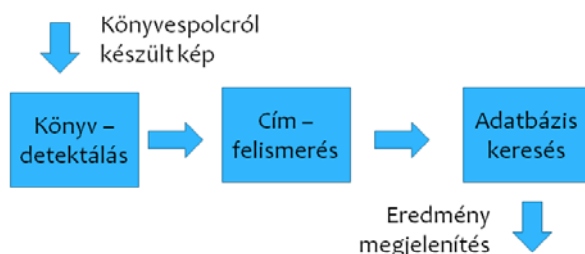
1. Bevezetés

Nagy mennyiségű könyv akár otthoni, akár bolti vagy könyvtári karbantartása, rendszerezése egy napjainkban is egy problémás feladat. A kézi könyvkategorizálás egy nagyon időigényes és rengeteg hibalehetőséget magában hordozó feladat. Léteznek erre már félautomata, rádió-frekvenciás (RFID) vagy vonalkód alapú megoldások, ezeknek különleges eszköz igényük van és használatához először el kell látni megfelelő azonosítóval a könyvek gerincét és ezért nem használatosak az otthoni vagy üzleti könyvespolc esetén. Megfelelő

megoldás lehet egy képfeldolgozás alapú módszer. Ez esetben egy könyvespolcra mobiltelefonnal vagy akár számítógéppel készített kép alapján teljesen automatikusan végzi el a rendszer a könyvek karbantartását. A már meglévő kísérleti rendszerek ezt a képfeldolgozást képjellemző alapú módszerrel (referencia pont meghatározás, társítás) végzik, amely gyenge teljesítményt mutat olyan könyvek esetében, ahol kevés az ilyen meghatározható pont. Ilyen könyvek jellemzően azok, amelyek gerincén csak szöveges információ található. Ezen dolgozatban egy lehetséges megvalósítását mutatjuk be egy olyan rendszernek, amely szövegfelismerés alapján végzi a könyvek kategorizálását.

2. Rendszerfelépítés

A megvalósított alkalmazást három részmodulra került osztásra: egy könyvgerinc felismerő rész, egy szövegfelismerést végző rész, és egy adatbázis keresést végző rész, ahogy az 1. ábrán látható.



1. ábra. A megvalósított rendszer modul szintű felépítése

A könyvdetektáló rész feladata, hogy a könyvespolcra készült képen a könyvgerincek detektálása majd azok szerint az eredeti kép szétdarabolása olyan képekké, amelyeken már csak egy-egy könyv található. Ezt követően a cím felismerő modul előfeldolgozás után detektálja a képen lévő karaktereket, majd ezeken a karaktereken utófeldolgozást végez az adatbázis keresés modul és az így előálló karaktersorozattal leginkább egyező eredményt megjeleníti a felhasználó számára.

3. Könyvdetektálás modul

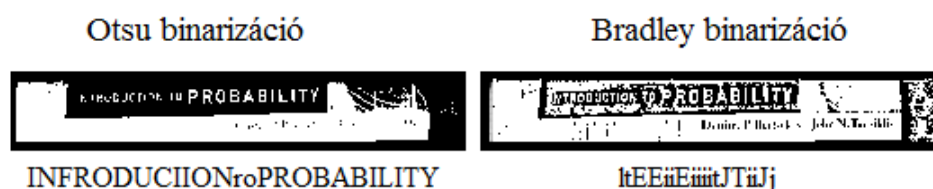
Ezen modul célja, hogy a könyvespolcra készült képen lévő könyveket meghatározza és könyvenként szétvágja a képet. A könyvdetektálás esetében először a képeken lévő élek kerültek meghatározásra. A legpontosabb él meghatározást a Canny éldetektáló [1] segítségével sikerült elérni. Majd ezekből az élekből Hough-transzformáció [2] segítségével vonalakat állítottunk elő. Ezt követően, mivel ismert, hogy a kép könyveket ábrázol, az egyes irányú élek előfordulásának arányából meghatározásra kerül a könyvek iránya, azaz merre található a legtöbb él, majd ha szükséges a kép elforgatásra kerül, hogy az élek függőleges irányúak legyenek. Utolsó lépésként az eredeti könyvespolcra készült kép detektált élek szerinti szétdarabolása történik. Fontos megjegyezni, hogy a bemeneti képen egyetlen sorban vagy oszlopban kell elhelyezkedni a könyveknek, több sor esetén nem működőképes ez a megvalósítás. Az irodalom se jegyez olyan módszert, amely több sor vagy oszlop esetén is megfelelően működőképes lenne.

4. Címfelismerés modul

A modul célja, hogy a bemenetként érkező egy-egy könyvgerincet ábrázoló képeken meghatározzák a szövegeket. Ehhez először a képen előfeldolgozást kell végezni a jobb hatásfok elérése érdekében, ilyen szükséges előfeldolgozások a binarizáció és a szöveg orientációjának meghatározása. Ezt követően egy online karakter felismerő (OCR) rendszer elvégzi a karakterek felismerését. Majd ezt az eredményt szolgáltatja a következő modul számára.

4.1 Binarizáció

A binarizáció célja, hogy a karakterfelismerő számára kiemelje a képen a fontos részeket, azaz a betűket. Több binarizációs algoritmust is megvizsgálva (Otsu, Bradley, Niblack, Sauvola) az Otsu [3] binarizáció esetén sikerült a legnagyobb hatásfokot elérni a karakterfelismerés terén. Mint ahogy a 2. ábrán is látható Bertsekas: Introduction to Probability című könyvének gerincén végzett Otsu, Bradley [4] binarizációt, illetve ez alatt az adott binarizáció után kapott rendszer által felismert szöveg látható.



2. ábra Az egyes binarizációs algoritmusok eredménye, illetve az adott képen való szövegfelismerés eredménye

4.2 Szöveg orientáció

A szöveg orientációjának meghatározása is egy fontos kérdés, mivel a karakterfelismerő (OCR) csak a megfelelően elhelyezkedő betűket képes detektálni, azaz amelyek nem fejtetőn, vagy adott szöggel elforgatva helyezkednek el. Sajnos a könyv orientációjából nem következik a gerincen lévő betűk orientációja, mivel egyrészt a nemzetközi szabvány szerint a szöveget fentről lefele, a magyar szabvány szerint lentől felfele kell a könyvgerincre írni, másrészt előfordulhat esztétikai okból ettől a szabványtól való eltérés is, például a szerző neve állítva, a cím elfordítva szerepel a könyvgerincen. Erre a problémára megoldást jelentet, hogy dilatációt végeztünk a binarizált képen, annak érdekében, hogy a detektált betűk összeérjenek. Ezek után egyszerűen meghatározhatóvá váltak az egy-egy összefüggő szövegrészek, amelyek szerint szegmentálható a kép, majd az egyes részeket különböző irányba elforgatva többször is karakterfelismerést végeztünk. Amelyik irányban a legnagyobb egyezést mutatja a az adatbázisból egy rekorddal az adott rész, az a megfelelő irány. Ez a megvalósítás azonban, a könyvek változatos színvilága miatt (sötét háttéren világos szöveg, világos háttéren sötét szöveg) nem javított jelentősen az ennél egyszerűbb és emiatt gyorsabb megoldáson, azaz amikor az egész binarizált képet négyszer végzünk karakterfelismerést (eredeti állapot, 90 fokkal való elforgatás, 180 fokkal való elforgatás, 270 fokkal való elforgatás). Ez esetben időigényesebb a karakterfelismerés (nagyobb területen alkalmazzuk), viszont a dilatáció és szegmentálás elhagyása miatt összességében gyorsabb megoldás.

4.3 Karakterfelismerés

Az alkalmazáshoz egy már létező online karakterfelismerő (OCR) engine-t használtunk. Az irodalom alapján a legmegfelelőbb ilyen rendszernek a Tesseract OCR engine [5] bizonyult, ezért ezt használtuk. Az engine-t csak alfanumerikus karakterek felismerésére korlátoztuk (könyvek esetén kis eséllyel fordul elő más karakter).

4.4 Utófeldolgozás

A mérések során kiderült, hogy sok esetben a karakterfelismerő a valós képen lévő betűkön kívül a megjelenő zajokat is „felismerte”. Ezen fals pozitív betűk kiszűrésére egy szótár került kiépítésre, amely értelmes szavakat tartalmaz. A feldolgozás során a karakterfelismerés eredménye mindig ezzel a szótárral kerül összevetésre és ha egy bizonyos százalékot (80-85%) meghalad az egyezés akkor a szótárból a megfelelő szóra cserélődik a detektált szó. Az összehasonlítást longest common subsequence (LCS) problémaként közelítettük meg és az szerint került megoldásra.

5. Adatbázis keresés modul

Az adatbázis egy szerveren került eltárolásra, a kliens oldal a könyvekről készült képet beküldi a szervernek, majd onnantól minden feldolgozási lépést a szerver végez és az eredményeket visszaküldi a kliensnek, ami azt megjeleníti a felhasználó számára. Ezen adatbázisban a keresés a 4.4 pontban leírt módszerhez hasonlóan történik, az eltérés annyi, hogy nem az eredmény nem egy szótárral kerül összevetésre, hanem az adatbázisban tárolt szerzőkkel és címekkel.

6. Eredmények

A pontosabb összehasonlítás érdekében a tesztelesek az irodalomban [6] használt tesztadatbázis alapján történtek. Az eredmények csak a szövegfelismerést tekintve közel 70%-os sikeres felismerést mutattak, azaz az esetek 70%-ában csak a könyvgerincet ábrázoló kép alapján a megfelelő könyv adatokat jelenítette meg hozzá a rendszer. Kiemelendő az adatbázis kereső pontossága. Olyan esetekben, amikor szövegfelismerő motor legalább egy a címben szereplő szót teljesen hibátlanul felismert, az adatbázis keresés 95%-os pontossággal találta meg a hozzá tartozó könyvinformációt az adatbázisban.

7. Összefoglaló

Ezen cikkben bemutattam egy képfeldolgozás alapú könyvkategorizáló rendszer lehetséges megvalósítását, amely a hasonló rendszerekkel ellentétben csak szövegfelismerés alapján végzi a kategorizálást. Részletesen bemutattam a szövegfelismerés menetét, és megállapítottam, hogy ez a megközelítés jól használható, olyan könyvek esetében, amely gerincén kevés referencia pont, csak szöveg található, illetve hogy a címfelismerés hatásfoka nagyban függ a megfelelő binarizációs algoritmustól, illetve paraméter értékektől.

Irodalom

- [1] J. Canny: *A computational approach to edge detection*, IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence, 1986. pp. 8(6):679–698,
- [2] S. N. Srihari, V. Govindaraju: *Analysis of textual images using the Hough transform*, Machine Vision and Applications, 1989. 2.3, pp. 141-153.
- [3] N. Otsu: *A threshold selection method from gray-level histograms*. IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics 1979, 9(1), pp. 62-66
- [4] D. Bradley, G. Roth: *Adaptive thresholding using the integral image*. Journal of graphics, gpu, and game tools, 2007, 12.2: 13-21.
- [5] R. Smith: *An overview of the Tesseract OCR engine*, ICDAR 2007. Ninth International Conference on Document Analysis and Recognition, IEEE, 2007. p. 629-633.
- [6] D. Chen, S. Tsai, C.-H. Hsu, K.-Y. Kim, J. P. Singh, and B. Girod: *Building book inventories using smartphones*, ACM Multimedia (MM), October 2010. pp. 651-654



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

KŐOLAJIPARI CÉLOKRA ELŐÁLLÍTOTT TENZIDEK HLB ÉRTÉKÉNEK VIZSGÁLATA

INVESTIGATION OF HLB VALUE OF SURFACTANTS APPLIED APPLICATION IN PETROLEUM INDUSTRY

NAGY Roland⁽¹⁾, SALLAI Rubina⁽¹⁾, BARTHA László⁽¹⁾,
VÁGÓ Árpád⁽²⁾

(1) Pannon Egyetem, Mérnöki Kar, MOL-Ásványolaj- és Széntechnológiai Intézeti Tanszék,
8200 Magyarország, Veszprém, Egyetem u. 10. Telefon: +36-88-624-412,
nroland@almos.uni-pannon.hu

(2) MOL Nyrt, 1117 Budapest Október huszonharmadika u. 18.,

Abstract

The base of the Enhanced Oil Recovery (EOR) is the use of highly efficient surfactants. The HLB value was used for the selection of surfactants with corresponding properties that characterizes the ratio of the polar and non-polar groups of surfactants. In our work HLB values of fatty acid derivatives was determined at the Department of MOL Hydrocarbon- and Coal Processing. New instrumental method of analysis was developed, and the results were compared to the calculated HLB values of the surfactants. It was found that the HLB values by the newly applied cyclohexane - dioxane solvent mix compared to traditionally used benzene / dioxane mixture are closer to the literature values. Thus the new solvent system can be used also in the practical application.

Keywords: nonionic surfactant, HLB, method development

Összefoglalás

A harmadlagos kőolaj-kitermelés (EOR) alapvető feltétele a nagy hatékonyságú emulgeálószer alkalmazása [1.]. A megfelelő tulajdonságú emulgeálószer kiválasztásához gyakran felhasználnak a HLB értéket, amely a tenzid poláris és apoláris csoportjainak arányát jellemzi [2.]. Munkánk során a MOL Ásványolaj- és Széntechnológiai Intézeti Tanszék által kifejlesztett és előállított zsírsav-észter alapú tenzidek HLB értékeit határoztuk meg a korábban alkalmazott, valamint az általunk kifejlesztett új műszeres analitikai módszerrel, és az eredményeket összehasonlítottuk a tenzidek irodalmi adatai alapján számított HLB értékeivel. Azt találtuk, hogy az újonnan bevezetett ciklohexán/dioxán oldószerkeleggyel meghatározott HLB értékek a korábban alkalmazott oldószerkeleggyel szemben az szakirodalmi értékeket jobban közelítik, így az új oldószerkeleggy előnyösen alkalmazható a gyakorlati alkalmazásban.

Kulcsszavak: nemionos tenzid, HLB, módszerfejlesztés

1. Bevezetés

A biológiailag könnyen lebomló, növényi olaj alapú nemionos felületaktív anyagok alkalmazása egyre szélesebb körű. A kőolajiparban a harmadlagos kőolajkitermelés (EOR) jelentősége számottevő mértékben nő, amely folyamat alapja a nagy hatékonyságú emulgeálószer alkalmazása [1.]. A megfelelő tulajdonságú tenzid kiválasztásához gyakorlati segítséget nyújt a HLB érték (Hydrophile Lipophile Balance), amely a tenzid poláris és

apoláris csoportjainak arányáról nyújt felvilágosítást.

A vizsgálatok során tenzidek HLB értékének kísérleti meghatározási módszerét a munkavédelmi szempontból kedvezőbb oldószerek alkalmazásával fejlesztettük tovább. A különböző módon nyert HLB értékeket összehasonlítottuk. Ennek során az új, kevésbé toxikus oldószerrel és a korszerű száloptikás spektrofotométer segítségével meghatározott HLB értékeket — a hagyományos szakirodalmi előírás szerinti módszerrel meghatározott értékekkel vetettük össze.

2. Felhasznált anyagok

2.1 Alkalmazott oldószerek

1. táblázat. Alkalmazott oldószerek

BENZOL	CIKLOHEXÁN	DIOXÁN
<ul style="list-style-type: none"> - erősen mérgező - karcionogén - öröklődő genetikai károsodást okozhat 	<ul style="list-style-type: none"> - szemet irritálhatja - a vízi élővilágra veszélyes 	<ul style="list-style-type: none"> - bőr, szem és légzőszerv irritációt okozhat - hosszabb idő alatt feltehetően karcinogén hatású

2.2 Vizsgált tenzidek

A vizsgálat során felhasznált kísérleti tenzidek jellemzőit az 2. táblázat tartalmazza.

2. táblázat. Vizsgált tenzidek oldhatósági eredményei

	TE-1	TE-2	TE-3	TE-4	TE-5	TE-6	TE-7
<i>Észter típus</i>	Zsírsav-poliol észter	Olajsav-poliol észter	Növény-olaj-poliol észter	Zsírsav-alkanoil-amin észter	Glicerín-monooleát észter	Zsírsav-poliol észter	Zsírsav-poliol észter
<i>Vízoldhatóság</i>	55 %	16 %	10 %	82 %	42 %	69 %	74 %

Tenzid 1%-os desztillált vizes oldatának transzmittancia értéke (Referenciák: 100 % desztillált víz, 0% nincs fényáteresztés)

3. Mérőműszerek

3. táblázat. Spektrofotométer adatai

<i>AvaSpec 2048 Standars száloptikás spektrofotométer</i>	
<i>Optikai szint:</i>	<i>Szimmetrikus Czerny-Turner, 75 mm gyújtótávolság</i>
<i>Hullámhossz tartomány:</i>	<i>200-1100 nm</i>
<i>Felbontás:</i>	<i>0,4-20 nm</i>
<i>Detektor:</i>	<i>CCD lineáris, 2048 pixel</i>
<i>Jel/Zaj:</i>	<i>200:1</i>
<i>Integrációs idő:</i>	<i>2 ms - 60 s</i>

4. táblázat. Fényforrás adatai

<i>AvaLight-DHcCompactDeuteriumHalogen fényforrás</i>	
<i>Hullámhossz tartomány:</i>	<i>200-2500 nm</i>
<i>Stabilitás:</i>	<i>< 1 mAU</i>
<i>Optikai teljesítmény (a szálban):</i>	<i>7 μWatt</i>
<i>Hőmérséklet tartomány:</i>	<i>5 °C - 35 °C</i>

A zavarosság mérésére spektrofotométert, fényforrást és az eredmények relatív értékelésére számítógépet alkalmaztuk (3., 4. táblázat; 1., 2. ábra), valamint klasszikus titráló elemzést bürettával és mágneses keverővel (3. ábra).



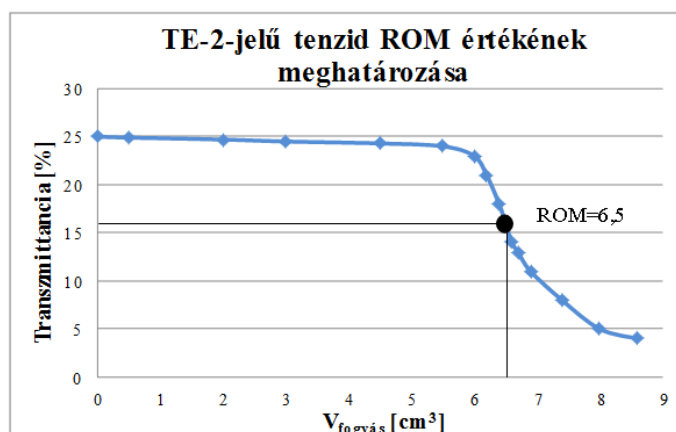
1. ábra. AvaSpec 2048 Standards száloptikás spektrofotométer



2. ábra. AvaLight-DHc Compact Deuterium Halogen fényforrás

4. Mérési módszer

A továbbfejlesztett HLB mérési módszer során a hagyományosan használt benzol/dioxán oldószerkelet helyett a ciklohexán/dioxán oldószerkeletet használtunk, így a benzol, mint karcinogén és mutagén anyag használata elkerülhető. A pontatlan vizuális érzékelés helyett a végpont-jelzésre korszerű száloptikás spektrofotométert alkalmaztunk. A zavarosodási végpontra bevezettük a Relatív Oldhatósági Mutatót, azaz a ROM értéket (3. ábra).



3. ábra. ROM érték meghatározása

Elvégeztük a továbbfejlesztett kísérleti mérési módszert az egyes tenzidminták esetén. Az eredmények alapján felvettük a fogyás-transzmittancia görbét. A görbe ekvivalencia pontjánál leolvastuk a ROM értéket. Az 1. egyenlettel kiszámítottuk a HLB értéket (HLB_{Ch/Di}) (3. ábra).

$$HLB = \frac{ROM - 2,5458}{0,6107} \quad (1)$$

5. Eredmények értékelése

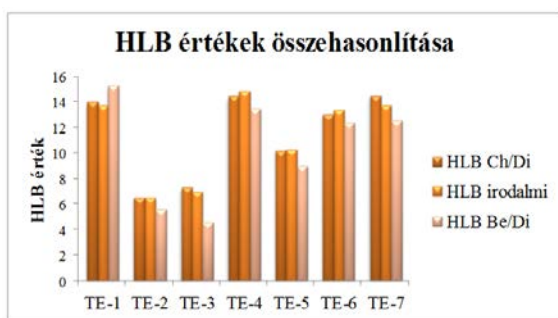
A HLB értékek összehasonlítása szempontjából kiszámítottuk a csoportértékeken alapuló Davies módszer szerint a szakirodalmi HLB értékeket (HLB_{irodalmi}) [1.]. Ezután meghatároztuk a hagyományos kísérleti módszer szerint a tenzidminta sorozat HLB értékeit (HLB_{Be/Di}), az eredmények alapján pedig a különböző módszerrel meghatározott HLB értékeket összehasonlítottuk egymással (4. ábra, 5. táblázat).

5. táblázat. Különböző HLB értékek

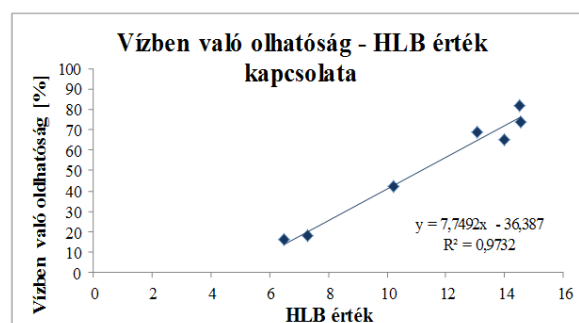
	TE-1	TE-2	TE-3	TE-4	TE-5	TE-6	TE-7
HLB _{Ch/Di}	14	6,5	7,3	14,5	10,2	13,1	14,5
HLB _{irodalmi}	13,8	6,5	7	15,7	10,3	13,4	13,8
HLB _{Be/Di}	15,3	5,6	4,6	13,5	9	12,4	12,6

6. Korreláció analízis

A tenzidek 1%-os oldatainak vízben való oldhatóságát szál-optikás spektrofotométerrel mért adatok alapján megállapítottuk, hogy a HLB érték növekedésével nőtt a tenzid vízben való oldhatósága (5. ábra).



4. ábra. Különböző HLB értékek



5. ábra. Korreláció analízis az oldhatósági jellemzők között

7. Következtetések

Munkánk során saját fejlesztésű és szintetizálású nemionos tenzideket vizsgáltunk, melyeket elsősorban kőolajipari célokra állítottunk elő. Megvizsgáltuk a tenzidek HLB értékének kísérleti meghatározási módszerét, és a mérgező oldószert kiváltva, illetve műszeres végpontjelzést alkalmazva továbbfejlesztettük azt.

Tanulmányoztuk a különböző módszerekkel kapott HLB értékeket, és bebizonyítottuk, hogy az általunk kifejlesztett új meghatározási mód pontos értékeket szolgáltat, ezáltal előnyösen alkalmazható az analitikai gyakorlatban. A tenzidek vízben való oldatósága és HLB értékek között a gyakorlatban felhasználható lineáris kapcsolatot találtunk.

Irodalom

- [1] Philip Haw: *The HLB System, A time saving guide to surfactant*; Presentation to the Midwest chapter of the Society of Cosmetic Chemists, 2004, 3-24. oldal és 36-37 oldal
- [2] Laurier L. Schramm: *Emulsions, Fundamentals and applications in the petroleum industry*, American Chemical Society, Washington DC, 1992, 26-41 oldal



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

VASÚTI SZÜNETMENTES ÁRAMELLÁTÓ RENDSZEREK TÁPLÁLÁSA

FEEDING OF UNINTERRUPTABLE POWER SUPPLY SYSTEMS USED BY RAILWAYS

NOVÁK Mátyás

MÁV Zrt. Távközlő- Erősáramú-, és Biztosítóberendezési Központ, Erősáramú Osztály
1063, Magyarország, Budapest, Kmety György utca 3.; Telefon: +36-30-9553447,
novakm@mav.hu, matti@xtigmatic.hu, novak.matyas@aut.bme.hu

Abstract

Operation of a railway system is based on special conditions, on which the power outage has a great effect. On the railway lines of the Hungarian State Railways the power factor corrected solutions with higher and higher efficiency has gone into monopol state. Using rack-prepared UPS systems, the repairing times during a malfunction-state has shortened. Thanks to these the reliability of these UPS systems has improved.

Keywords: UPS, railway, battery, reliability.

Összefoglalás

A vasút egy különleges üzem, melyre jelentős kihatással van az energiaellátás hiánya. A MÁV Zrt. vonalain egyeduralkodóvá váltak a villamos szempontból hálózatbarát, nagy hatásfokú szünetmentes megoldások. Egy szünetmentes egység meghibásodása esetén a fiókos kialakításoknak köszönhetően jelentősen javultak a javítási idők, aminek köszönhetően megbízhatósági/rendelkezési szempontból javultak a berendezések mutatói. Az energia-ellátó egységek hatásfokainak növekedésével egyre jelentősebb üzemeltetési költségek takaríthatók meg.

Kulcsszavak: szünetmentes elektromos energiaellátó rendszerek, vasút, akkumulátor, megbízhatóság.

1. Bevezetés

A vasúti biztosítóberendezések olyan fix programú automatikák, amelyek a vonatközlekedés lebonyolításának gépesítésével együtt a közlekedés biztonságát is megvalósítják, ezért az energiaellátásukkal szemben követelmény a közel megszakításmentes táplálás [1]. A MÁV szünetmentes rendszereinél az 1990-es évek közepéig, a '60-as, '70-es évek szekrényes megoldásait alkalmazták. Azóta ezeket a korszerűtlen berendezéseket felváltották a nagyobb hatásfokú, jobb megbízhatósági mutatókkal rendelkező UPS rendszerek.

2. Vasúti szünetmentes rendszerek kiviteli formái

A vasúti szünetmentes energiaellátás **alapüzemben** az áramszolgáltatói hálózatról valósul meg. Az áramszolgáltatói hálózat kimaradása esetén a hálózati felület automatikus átkapcsolást hajt végre a 25kV-os felsővezetéki oszloptranzformátorról (25/0,231kV)

megvalósuló energiavételezésre. A fenti betáplálási módok meglétének hiánya esetén hordozható, vagy helyhez kötött (automatikus indítású) dízel aggregát biztosítja a **tartaléktáplálást**. Itt figyelembe kell venni, hogy a dízel üzemre való áttérés kb. 30 s. Egyen- és váltakozófeszültségű fogyasztók számára rendelkezésre áll az ún. **szükségüzem**, amelyet egy 48V feszültségű akkumulátortelepből, az akkumulátortelepről táplált merev tengelykapcsolatú egyenáramú motor ↔ 3 fázisú generátorból, vagy félvezetős váltóirányítókából áll (korlátozott ideig minden egyen- és váltakozófeszültségű fogyasztó táplálását lehetővé teszi). A vasútüzemi fogyasztók megszakításmentes táplálásához szükséges feszültség szinteket az 1. táblázatban foglaltuk össze.

1. táblázat. A fogyasztók táplálásához szükséges, megszakításmentes feszültség szintek

Táplálási mód	Feszültség szintek [V]	Felhasználás
DC, Egyenfeszültségek	24	térközök, sorompók táplálása, 13kHz-es sínáramkör
	48	jelfogók állomáson/nyíltvonalon, régi akkumulátorcsoport kapocsfeszültsége, valamint szükségüzemi motor- generátor
	60	jelfogók állomáson
AC, Különböző frekvenciájú és feszültségű váltakozó feszültségek	3x400/230V – 50Hz	univerzális felhasználású
	230V – 50Hz	univerzális felhasználású (fényjelzők)
	230/500V – 75Hz	vonali táplálások, sínáramkör (térköz), állomási fogadóvágányok
	100V – 400Hz	szigeteltsínekkel, vonatérzékelés váltókörzetben

2.1. A 336V-os közbensőköri egyenfeszültség alkalmazása

Az 1990-es évek közepéig a MÁV szünetmentes „áramellátó” egységeiben a 48V-os közbensőköri egyenfeszültségű kialakítás volt az elterjedt. Az első 336V-os –emelt– közbensőköri egyenfeszültségű akkumulátortelepet alkalmazó szünetmentes energiaellátó rendszert Hort-Csány vasútállomáson helyezték üzembe, 1996-ban [2]. Jelentős előnye az emelt névleges feszültségű megoldásnak, hogy azonos teljesítményű áramellátó rendszert feltételezve a 48V-os névleges akkumulátorfeszültségű rendszerben kb. hétszer nagyobb kimenő áramú akkumulátortöltőkre van szükség a 336V-os névleges akkumulátorfeszültségű rendszerhez képest ($I_n = 1/7 \approx 0,15$, viszonylagos egységekben). A nagyobb áramok hatására nagyobb veszteségekkel kell számolni, amelyből következik, hogy nagyobb hűtőfelületek/hűtőbordák szükségesek → nagyobb súly, bonyolultabb szerelés. A 336V-os névleges feszültség szint megválasztását a következő megfontolások tették indokolttá:

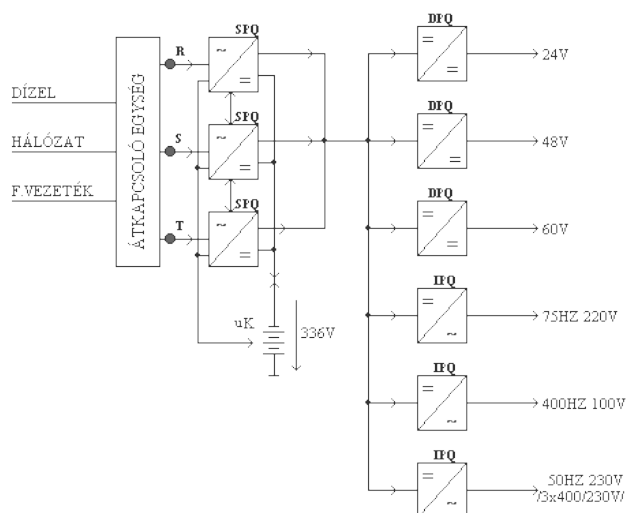
- ebben a feszültségtartományban kapható **kondenzátorok legnagyobb feszültsége** 450V;
- a nagysebességű **félvezető elemek** (FET-ek, IGBT-k) **ára** 600V felett jelentősen nő, továbbá IGBT-k esetén kétszeres biztonsággal választjuk meg az IGBT feszültségét: $U_{DC} \sim 300V \rightarrow U_{IGBT} = 600V$;
- **egyenfeszültségű kismegszakítókra** a gyártók, 440V-ig garantálják az esetleg kialakuló zárlati áramok megszakítását.

A **telepített** vasúti szünetmentes energiaellátó berendezésekben alkalmazott akkumulátorok minden esetben **savas ólomakkumulátorok**, míg a gördülőállománynál

szünetmentes célra használt akkumulátorok lúgosak. Ennek oka, hogy a lúgos típusok szélesebb hőmérséklet tartományban alkalmazhatók ($\sim -20^{\circ}\text{C} \rightarrow +45^{\circ}\text{C}$) [3]. A szakirodalom kiemelten kezeli az akkumulátorok előírt hőmérsékleti tartományon belül tartását, hiszen 10°C hőmérséklet növekedés felezi az akkumulátor élettartamát. Az akkumulátor hőmérsékletének növekedését előidézheti a környezeti hőmérséklet emelkedése (klimatizált helyiségek biztosításának fontossága!), továbbá az akkumulátorba folyó túlzottan nagy töltőáram értéke, amely az akkumulátorban nem megengedhető mértékű veszteséget, és így túlmelegedést okoz. A redundancia miatt a MÁV-nál alkalmazott szünetmentes megoldásoknál kettő darab 336V-os névleges feszültségű akkumulátorcsoportot alkalmaznak párhuzamosan, melyekről az inverterek folyamatosan működnek. Ez a [4] „A” mellékletében vázolt on-line melegtartálékolt (\rightarrow az inverter állandóan működik) szünetmentes rendszernek felel meg [5].

2.2. Az alkalmazott elektronikus energiaátalakítói csoportok

Az 1. táblázat tartalmával összhangban bemutatjuk az általánosan telepített/alkalmazott szünetmentes energiaellátó rendszer felépítését az 1. ábrán.



1. ábra. A 336V-os névleges akkumulátorfeszültségű rendszer

2.2.1. Akkumulátortöltők

Két akkumulátorcsoportot töltenek, a fogyasztóktól független feladatokat is el kell tudjanak látni, melyek: hőmérsékletkompenzáció, mélykisütés elleni védelem, akkumulátorok feszültség hullámosságának csökkentése, az akkumulátor töltőáramának korlátozása, valamint a szinuszos áramfelvétel $\lambda \approx 1$ mellett. Az RST fázisokra 3db akkumulátortöltő kapcsolódik fázisonként, így a három fázis bármelyikének kimaradása esetén (sánc üzem) még mindig ellátja feladatát a töltőegység.

2.2.2. 50Hz-es inverterek és váltóinverterek

Több inverter párhuzamos kapcsolása lehetséges, így egy meghibásodása esetén a többi képes átvenni a terhelést. Az inverterek meghibásodása esetén átkapcsolási lehetőség van az áramszolgáltatói hálózatra az erősáramú áthidalással (Erősáramú Bypass). Az 50Hz-es inverterek egy különleges csoportját alkotják a váltóinverterek, melyeket úgy kell méretezni, hogy a nagyobb mértékű – de rövidebb ideig tartó $\sim 1...2\text{s}$ – igénybevételeket is elviseljék. Követő szabályozású modulációs (sliding slope) eljárást alkalmaznak.

2.2.3. 75 és 400Hz-es inverterek

Vonali táplálásoknál 75Hz-es (nem lehet a vontatási áram egész számú többszöröse!) 500/230V-os feszültségről valósul meg a térközszekrények táplálása, míg állomáson a váltóköri körzetekben 400Hz-es frekvenciájú inverterrel valósul meg a vonatérzékelés. Ezek az inverterek redundáns köröket alkotnak oly módon, hogy egy inverter a háttérben dolgozik a kettő közül. Az inverterek természetes légűtésűek az esetleges hibalehetőségek csökkentése végett. Mindegyik modulációs eljárásaként a követő szabályozást használja.

2.2.4. DC/DC átalakítók (24V, 48V, 60V)

Ezek az átalakítók párhuzamos üzemben működnek, az áramot „megosztják” egymás között. Érdekesképpen elmondható, hogy a Távközlő szakszolgálat számára telepített energia-átalakítókban megengedett a ventilátoros légűtés a Biztosítóberendezési szakszolgálattal ellentétben.

3. Következtetések

Megbízhatósági és rendelkezésre állási szempontból fontos tudnunk egy-egy berendezésre meghatározott MTBF (a meghibásodások között eltelt idők középértéke) és MTTR (az átlagos javítási idők) értékeit. A vasútnál alkalmazott egyes energia-átalakítókra vonatkozóan az $MTBF > 250000$ üzemóra, valamint a gyártók az MTTR értékre 5...10 perceknek adnak meg (ami elég illuzórikus - a valóságnak az egy óra átlagos javítási idő felel meg a legjobban). A korszerű szünetmentes kialakításoknál a fiókos, moduláris rendszerek esetében jelentősen csökkenthető az átlagos javítási idő. Jóllehet, az MTBF a leginkább használt fogalom egy berendezés megbízhatóságának jellemzésére, de a korrekt megítéléshez ez önmagában nem egyenlő. A rendelkezésre állás (RÁ) jobban kezelhető fogalom, mert az átlagos javítási időket is figyelembe veszi. A három jellemző közötti összefüggést a [6] irodalom szemléletesen ábrázolja, oly módon, hogy a RÁ számértékében szereplő 9-esek számához rendel hozzá rendelkezésre állási értékeket $\rightarrow R\ddot{A} = MTBF / (MTTR + MTBF)$. Valamilyen szünetmentes áramellátó rendszerre kiszámított RÁ, különösen a sok 9-es tartományban (pl.: 99,999%) nem jellemzi elegendően a rendszert. Ebben az esetben a telepítési módok szerinti osztályokat jelölnék meg (USA – Tier I,II,III,IV) [7]. A vasútnál alkalmazott rendszerek a Tier III-as osztályba sorolhatók (a +1 generátor és UPS 100%-os tartalékot ad; a tápláló hálózat felől kettős betáplálás; a váltakozó áramú táphálózat tartalékai a tartalékolt generátorok; két elosztó rendszer áll rendelkezésre; szervizeléskor, ill. a tartalékolt oldal kiesésekor a tartalék elosztó rendszer használható, a hűtést az UPS-ek vagy a hálózat táplálják \rightarrow tartalékolt rendszer).

Irodalom

- [1] Gelányi Gyula: *A vasúti biztosítóberendezések áramellátási rendszerei*, Magyar Elektronika 1993. VI./2.
- [2] Bankó Sándor, Elek László, Kabai István: *A vasúti biztosítóberendezések korszerű, szünetmentes energiaellátása*, Magyar Elektronika 1998/12.
- [3] Dr. Kárpáti Attila, Mosonyi Károly, Vörös Miklós: *Az energiatárolás általános kérdései*, Elektrotechnika 2013/11, 14-17 oldal.
- [4] MSZ EN 62040-3, *Szünetmentes elektromos energiaellátó rendszerek (UPS)*, 3. rész: A működési és vizsgálati követelmények előírásának módszere, 65. oldal.
- [5] Dr. Kárpáti Attila, Mosonyi Károly, Vörös Miklós: *Szünetmentes áramellátó rendszerek I. rész*, Meghatározások, Elektrotechnika, 2012/04, 10-12 oldal.
- [6] Dr. Kárpáti Attila, Mosonyi Károly, Vörös Miklós: *Szünetmentes áramellátó rendszerek II. rész*, Meghatározások, Elektrotechnika 2012/07-08, 12-14 oldal.
- [7] Dr. Kárpáti Attila, Mosonyi Károly, Vörös Miklós: *Szünetmentes áramellátó rendszerek III. rész*, Telepítési problémák, Elektrotechnika 2012/07-08, 11-13 oldal.



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

TÖRÖTT FOGÁSZATI IMPLANTÁTUM ELEMZÉSE, ESETTANULMÁNY

ANALYSIS OF A BROKEN DENTAL IMPLANT, CASE STUDY

OLASZ Sándor⁽¹⁾, BITAY Enikő⁽²⁾

(1) Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Gépészmérnöki Kar, Anyagtudomány és Technológia Tanszék; 1111, Magyarország, Budapest, Bertalan Lajos utca 7. Telefon / Fax: +36-1-463-1234; +36-1-463-1366; olasz@eik.bme.hu

(2) Sapientia – Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Műszaki és Humántudományok Kar, Románia, 540485 Marosvásárhely (Koronka), Segesvári út 1.C., ebitay@ms.sapientia.ro

Abstract

The aim of this study is the evaluation the technical aspects of an early *in vivo* fracture of a small-diameter dental implant. We deliberately not refer the manufacturer's name, nor the type of implant, because the sole purpose of study is sharing the technical evaluation for medical professionals and design engineers. The apical portion of the examined implant's crack can be traced back to a clear stress concentration zone where the fracture surface has shear crack nature. Probably the latter was not caused by chewing generated s-c. occlusal overload, rather attributable to the manufacturing and design reasons. Torque overload may have occurred typically during turning, and/or screwing of the implant. Control calculations were performed with taking into account the maximum torque recommended by the manufacturer, and considering the effect of stress concentration caused by external threads [2]. From material and technological point of view, we took into account the mechanical properties of the class ISO 5832-2 's Grade4 titanium [1], which special material contains high quantity of interstitials, which increase strength significantly however extremely reduce the impact strength [3].

Key words: broken dental implant case study

Összefoglalás

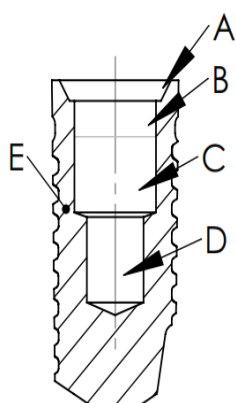
Jelen tanulmány célja egy kis átmérőjű törött fogászati implantátum korai *in vivo* törésének műszaki szempontból való kiértékelése. Szándékosan nem nevezzük meg a gyártót, sem az implantátum típusát, ugyanis a tanulmány egyetlen célja a műszaki kiértékelés megosztása orvostechnikai szakemberek, tervezőmérnökök számára. A vizsgált implantátum apikális darab repedése egy egyértelműen feszültséggyűjtő zónára vezethető vissza, ahol a töretfelület nyíró jellegű. Utóbbi nem rágás okozta ún. okklúziós túlterhelésre, hanem gyártási és konstrukciós okokra vezethető vissza. Ugyanis csavaró jellegű túlterhelés jellemzően esztergáláskor, és/vagy az implantátum becsavarásakor történhetett. Ellenőrző számításoknál figyelembe vesszük a gyártó által javasolt maximális becsavarási nyomatékot, továbbá a külső menet okozta feszültségkoncentrációt [2]. Anyagtechnológiai szempontból pedig figyelembe vesszük az ISO 5832-2-es Grade4 osztályú titán mechanikai tulajdonságait is [1]. Ugyanis a fenti különleges anyagminőség nagy mennyiségű intersticiós szennyezőt tartalmaz, ami jelentősen növeli a szilárdságot ugyanakkor rendkívül csökkenti az ütőmunkát [3].

Kulcsszavak: törött fogászati implantátum esettanulmány

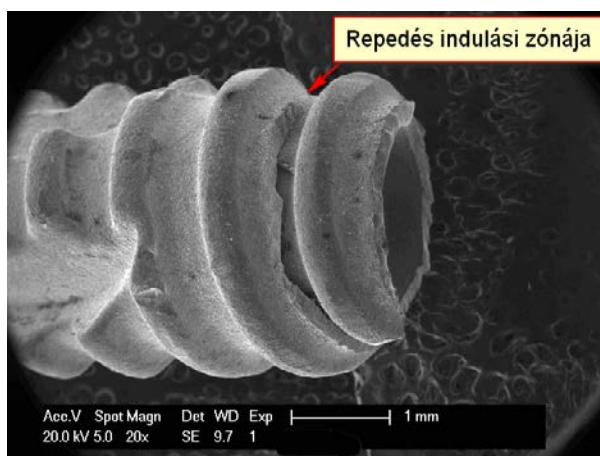
1. Bevezetés

1.1. A korai törés előzménye, a kétfázisú implantátum felépítése

A tanulmányban vizsgált, kis átmérőjű, Ø3,4 mm-es ún. kétfázisú műgyökér implantátum egy női maxilla ötös sz. felső kis őrlő fog helyére lett beültetve, szülő korona endoszteális rögzítésére. Az implantátum törését a beültetés után több, mint egy évvel észlelték. Kétfázisú, kétrészes implantátumokról (**1. ábra**) lényeges megjegyezni, hogy a csatlakozó protetikai fejrész, ún. abutment elfordulásbiztos rögzítése általában valamilyen biológiai zárókúppal (**A**) és külső/belső idommal (**B**), továbbá a csaprészt egy nagyobb furatban (**C**) illeszkedik és a zárócsavar egy kisebb menetes furatban (**D**) rögzül. A tárgyi repedés képződési zónája egy olyan régióhoz köthető, ahol a nagyobb csapfurat hirtelen falvastagság változást eredményez (**E**), ráadásul a külső menet (**1. és 2. ábra.**) további jelentős feszültségkoncentrációt okoz.



1. ábra. Kétfázisú kétrészes implantátum vázlata



2. ábra. A törött implantátum apikális darabjának a képe (20x nagyítás)

1.2. Követelmények rövid összefoglalása II.b osztályú orvostechnikai eszközökre

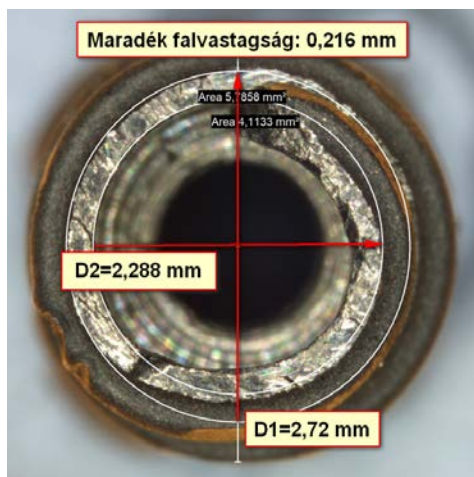
Fontos ismertetni, hogy a tárgyi implantátumra, ill. gyártóra/forgalmazóra részletesen szabályzott követelmények vonatkoznak. A 93/42/EGK orvostechnikai eszközökre vonatkozó direktíva alapján – aminek aktuális hazai megfelelője a 4/2009. iii 17. EüM. rendelet – a 30 napnál hosszabban beültetett, azaz invazív implantátum a 9. melléklet 8. szabálya alapján II.b veszélyességi osztályba sorolandó, amely termékosztályra a fenti rendelet ill. direktíva ún. komplex minőségirányítási rendszert követel meg (ISO 13485-ös tanúsítás). Minden ún. CE-tanúsított eszközre kötelező mellékelni egy részletesen szabályzott ún. felhasználói útmutatót és kötelező kiállítani a gyártói megfelelőségi nyilatkozatot is; amiben gyártó teljes felelősséget vállal az általa forgalomba hozott orvostechnikai eszközökre – egy forgalomba került termék esetén óriási a felelősség mind a tervező, mind a gyártó és forgalmazó részéről.

2. Mérések és számítások

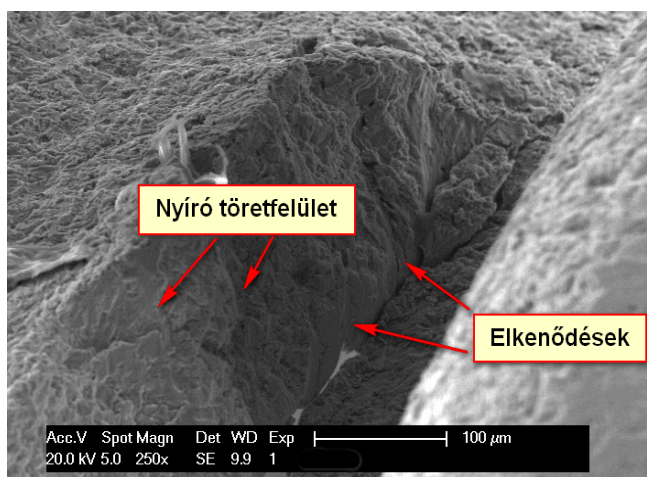
2.1. Optikai mikroszkópos és pásztázó elektronmikroszkópos vizsgálatok

Az explantált apikális darab megfelelő tisztítása után optikai mikroszkópos méréseket és pásztázó elektronmikroszkópos vizsgálatokat végeztünk. Kalibrált optikai mikroszkóppal a kritikus keresztmetszetenél mért falvastagság mindössze $v=0,216$ mm, ahol fal külső átmérője $d_k=2,72$ mm, a belső furat átmérője $d_k=2,288$ mm (**3. ábra**). Megállapítható továbbá, hogy a repedés töretfelülete egyértelműen nyíró jellegű (**4. ábra**), azaz – nem okklúziós, hajlító jellegű túlterhelés – hanem csavaró jellegű túlterhelés okozta a repedés kialakulását. Alsó

közelítésű ellenőrzéshez először tiszta csavarásra ellenőrizzük az implantátum statikus szilárdságát egy egyszerű csőfalmodellt alkalmazva.



3. ábra. Felülnézeti mikroszkópi mérések

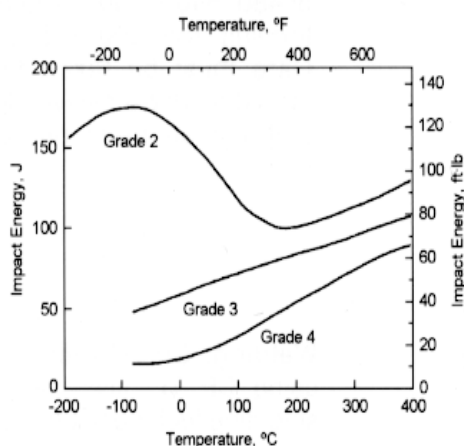


4. ábra. Repedésképződési zóna nyíró töretfelülete (250x)

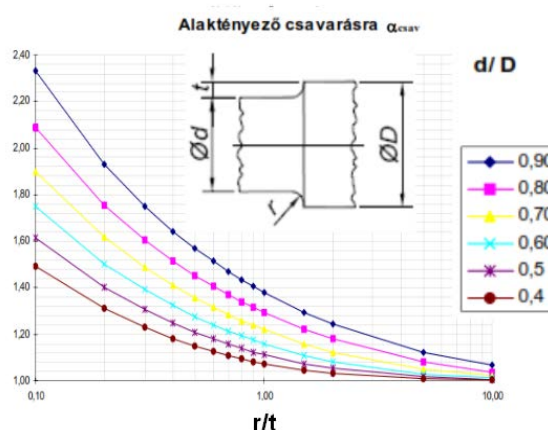
Az alábbi egyenletben (1) meghatározzuk a csőfalnak közelített keresztmetszet esetén kialakuló nyírófeszültséget – a gyártó által ajánlott 50 Ncm-es, azaz 500 Nmm-es maximális becsavarási nyomaték és a poláris keresztmetszeti tényező hányadosából.

$$\tau_{csősf} = \frac{M_t}{K_p} = \frac{16 * M_t * d_k}{(d_k^4 - d_b^4) * \pi} = \frac{16 * 500 * 2,72}{(2,72^4 - 2,288^4) * \pi} = 253,4 \frac{N}{mm^2} = 253,4 MPa \quad (1)$$

Az egyenlet (1) értékeléséhez ismertetni kell a lágyított titán alapanyag ISO 5832-2 sz. szabvány [1] 4.A osztályára vonatkozó értékeket: folyáshatár $R_{p0,2}=483$ MPa, nyúlás 15 %. A biztonsági tényezőről előzetesen is megállapítható, hogy a fenti egyszerű modell esetén is nagyon kicsi értéket ad.



5. ábra. Ötvözetlen titán KV-T diagramja [3]



6. ábra. Alaktényező csavarásra (α_{csav}) [2]

A pontosabb számítás érdekében a továbbiakban a Bredt-formula használatával figyelembe vesszük a külső menet szilárdságnövelő hatását, másrészt meghatározzuk a menetárok kialakításából származó feszültséggyűjtő zóna csavarási alaktényezőjét (6. ábra). Ugyanis

ilyen kis falvastagságú implantátum esetén a menetvágó lapka rádiusza rendkívül befolyásolja csavaró teherbírást.

A fentiek alapján – mivel a gyártó nem jelölt rádiuszt – a menetárok 0,3 -as mélységéből a rádiuszt 0,2-ek becsültünk; így $d/D=2,72/3,4=0,8$, $r/t=0,2/0,3=0,66$, azaz a legkisebb csavaró alaktényező értéke (6. ábra) $\alpha_{kcsav}=1,4$. A külső menet okozta szilárdságnövekedést és a feszültséggyűjtő hatását az alábbi Bredt-egyenlettel írhatjuk fel a pontosabb kritikus nyírófeszültség meghatározásához (2).

$$\tau_{Bredt} = \frac{M_t * \alpha_{k(cs)}}{2 * A_k * v_{krit}} = \frac{500 * 1,4}{2 * 1,3 * 1,4 * \pi * 0,216} = 283,2 MPa \quad (2)$$

A fenti egyenletből (2) megállapítható, hogy a külső menet nem növeli a konstrukció szilárdságát, hanem épp ellenkezőleg: csökkenti! A továbbiakban pedig el kell dönteni, hogy milyen módszerrel számoljuk a redukált feszültséget és a biztonsági tényezőt, ugyanis a Grade4-es titán számos tekintetben különleges anyag. Szoros hexagonális rácsszerkezete miatt a csúszási rendszer alapból korlátos, ráadásul a TiGrade4 tartalmazza a legtöbb interstíciós szennyezőt. Ezek a szennyezők jelentős szilárdságnövekedést okoznak, viszont az anyag szívósságát rendkívül csökkentik (5. ábra). Szobahőmérsékleten a szerkezeti anyagoknál elvárt 27 J-t sem éri el, azaz a HMH-elmélet vagy Mohr-elmélet alkalmazása megfontolandó, hiszen rideg anyagokra Rankine-módszerrel számolhatunk. Tekintettel arra, hogy a Grade4-es titán szobahőmérsékleti ütőmunkája nagyon kicsi, viszont az előírt nyúlása 15%-os, az alábbiakban Mohr-elmélettel határozzuk meg a szilárdsági biztonsági tényezőt (3).

$$S^{Mohr} = \frac{R_{p0,2}}{\sigma_{red}^{Mohr}} = \frac{R_{p0,2}}{\sqrt{4 * \tau_{Bredt}^2}} = \frac{483}{283,2 * 2} = 0,85 \quad (3)$$

3. Következtetések / Összefoglaló

A tanulmányban ismertetett feltűnően kicsi falvastagságú (0,216 mm) fogászati implantátum szilárdsága ahhoz sem elegendő, hogy a gyártó saját nyomatékra vonatkozó előírásainak megfelelően, a számolt (3) biztonsági tényező 1 alatti értéket ad. Egy női felső ötös fog helyén kicsi az esély arra, hogy a fogorvos becsavaráskor túlhúzza az implantátumot, azaz a repedés keletkezési zónájában talált nyíró töretfelület már gyártás, azaz esztérgálás során okozhatott valamekkora bemetszést, amit a szemcseszórt külső felszín miatt nem vett észre a gyártó. Ennek ellenére a tárgyi implantátum szilárdságilag annyira alulméretezett, hogy törés elsődleges oka mindenképpen tanulságos konstrukciós hibára vezethető vissza.

Köszönetnyilvánítás

A kutatás a TÁMOP 4.2.4.A/1-11-1-2012-0001 Nemzeti Kiválóság Program című kiemelt projekt keretében zajlott. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Irodalom

- [1] Magyar Szabványügyi testület: MSZ EN ISO 5832-2:2012 *Sebészeti implantátumok Fémelek 2. rész Ötvözetlen titán c. szabvány* (ICS 11.04.40)
- [2] Dr. Kerényi György és Dr. Marosfalvi János által készített diagram – Tóth Sándor, Nagy András, Marosfalvi János: *Gépelemek I.* Műegyetemi Kiadó, Budapest, 2005.
- [3] ASM Handbook: *Properties and Selection: Nonferrous Alloys and Special-Purpose Materials VOL. 2.* ASM International kiadó, ISBN 0-87170-378-5 (v. 2) USA, 1990. 1794.



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

VITRUVIUS ÁTRIUMOS RÓMAI LAKÓHÁZÁNAK ÁTRIUM TÉRARÁNY-RENDSZERE

SPATIAL PROPORTIONS SYSTEM OF THE ATRIUM IN VITRUVIUS ROMAN HOUSE WITH ATRIUM

ORBÁN György

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Építészmérnöki Kar, Építészettörténeti és Műemléki Tanszék, 1111, Magyarország, Budapest, Műegyetem rakpart, 3-9; Telefon / Fax: +36-30-6990753, orban@esvvv.com

Abstract

The scope of this paper is to show, based on the roman house with atrium, that Vitruvius has a real proportions-system in opposition to the dominating opinion of Witkower. The paper are based on the self-book of Vitruvius. With mathematic computations and with use of the ancients basic musical scales, shows the possibility of the musical interpretation of the atrium-spatial-proportions. In this way, appealing to the musical logic, the atrium-spatial-proportions are parts of musical scales – musical proportions systems.

Keywords: Vitruvius, architecture-history, architecture-theory, proportions, architecture.

Összefoglalás

A dolgozat célja, hogy a római átriumos lakóház alapján megmutassa, hogy Vitruviusnak volt valódi arányrendszere, az eddigi meghatározó Witkoweri vélekedéssel ellentétben. A dolgozat Vitruvius saját írására támaszkodik. Matematikai számítások és a ókori alapvető zenei sorok segítségével vázolja fel az átrium-tér-arányok zenei értelmezésének lehetőségét. Így zenei logika mentén, mint zenei sorok, zenei arányrendszer részei, az átrium-tér-arányok.

Kulcsszavak: Vitruvius, építészettörténet, építészetelmélet, arányok, építészet.

1. Witkower véleménye Vitruviusról

Witkower talán nem kellő tisztelettel-körültekintéssel értékelte Vitruvius arányfelfogását. Szerinte[5] Vitruviusnak nem is volt valódi arányrendszere. Ezt az állítását azóta többen is kétségbe vonták, többek között Scholfield[4]. Jelen dolgozatban konkrétan, matematikai alapokon, zenei alapfogalmakat felhasználva kívánom Vitruvius arányrendszerének valóságát bemutatni és így visszaállítani a kellő tiszteletet és megbecsülést, e területen is, Vitruvius iránt.

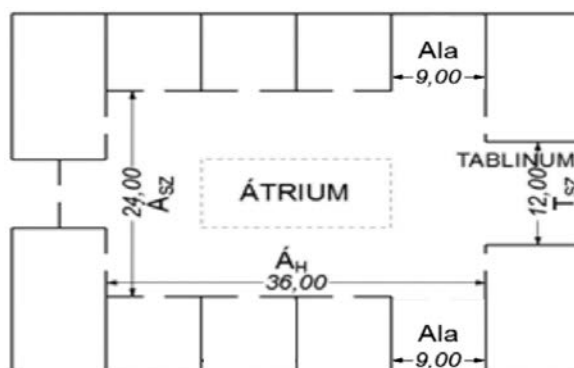
2. A római átriumos lakóház arányai

Az átrium három típusa Vitruvius szavaival: „Az atriumok szélességét és hosszúságát háromféleképpen alakíthatjuk. És az első fajtát úgy osztjuk ki, hogy ha a hosszúságot öt részre

osztjuk, hármat veszünk a szélességnek. A másik esetben, ha három részre osztjuk, két részt hagyunk a szélességnek. A harmadik mód, hogy a szélességgel egyenlő oldalú négyzetet rajzolunk, ebbe a négyzetbe átlót húzunk, s amilyen hosszú az átló, akkorára vesszük az átrium hosszát.”[1]

Az átrium magassága minden esetben az átrium szélességének a $\frac{3}{4}$ része.

A többi fontosabb helység, főbb méretei arányszámokkal kifejezhetőek[1], az átrium szélessége függvényében, azonban a ház lábban mért méreteit is figyelembe kell venni. Az 1. táblázatban összegeztem a ház arányfüggő méreteit. Szemléltetés végett léptéktől függetlenül, az átrium szélességének 24 egységet tekintek. (Helységek 1. ábra)



1. ábra. Az átriumos római lakóház sematikus rajza, a főbb helységekkel: Átrium, Tablinum és Alák

1. táblázat. Az átriumos római lakóház Átrium, Ala és Tablinum méretei, az átrium szélessége függvényében, az átrium variánsok szerint

Átrium				Tablinum			
Variáns	Magasság	Hosszúság (\hat{A}_H)	Szélesség (\hat{A}_{sz})	Variáns	Szélesség (T_{sz})	Magasság $9/8 \times T_{sz}$	
\hat{A}_1	$3/4 \times \hat{A}_{sz}$	18,000	$5/3 \times \hat{A}_{sz}$	$40,000$	$24,000$	$2/3 \times \hat{A}_{sz}$	16,000
\hat{A}_2	$3/4 \times \hat{A}_{sz}$	18,000	$3/2 \times \hat{A}_{sz}$	$36,000$	$24,000$	$1/2 \times \hat{A}_{sz}$	12,000
\hat{A}_3	$3/4 \times \hat{A}_{sz}$	18,000	$\sqrt{2} \times \hat{A}_{sz}$	$33,941$	$24,000$	$2/5 \times \hat{A}_{sz}$	9,600
Ala szélesség (Ala)							
Ala variáns		\hat{A}_1 [$\hat{A}_H=40,000$]		\hat{A}_2 [$\hat{A}_H=36,000$]		\hat{A}_3 [$\hat{A}_H=39,941$]	
$1/3 \times \hat{A}_H$	$1/3 \times \hat{A}_H$	$5/9 \times \hat{A}_{sz}$	13,333	$1/2 \times \hat{A}_{sz}$	12,000	$\sqrt{2}/3 \times \hat{A}_{sz}$	11,314
$2/7 \times \hat{A}_H$	$1/3,5 \times \hat{A}_H$	$10/21 \times \hat{A}_{sz}$	11,429	$3/7 \times \hat{A}_{sz}$	10,286	$2\sqrt{2}/7 \times \hat{A}_{sz}$	9,697
$1/4 \times \hat{A}_H$	$1/4 \times \hat{A}_H$	$5/12 \times \hat{A}_{sz}$	10,000	$3/8 \times \hat{A}_{sz}$	9,000	$\sqrt{2}/4 \times \hat{A}_{sz}$	8,485
$2/9 \times \hat{A}_H$	$1/4,5 \times \hat{A}_H$	$10/27 \times \hat{A}_{sz}$	8,889	$1/3 \times \hat{A}_{sz}$	8,000	$2\sqrt{2}/9 \times \hat{A}_{sz}$	7,542
$1/5 \times \hat{A}_H$	$1/5 \times \hat{A}_H$	$1/3 \times \hat{A}_{sz}$	8,000	$3/10 \times \hat{A}_{sz}$	7,200	$\sqrt{2}/5 \times \hat{A}_{sz}$	6,788

A választott téma alapján a dolgozat további részében az átrium méreteivel és arányaival, pontosabban tér-arányaival foglalkozok. A téarányok alatt a tér három méretéből (szélesség, hosszúság, magasság) képezett aránypárok arányait értem, melyeket a Vitruvius által megfogalmazott eurüthmia és szimmetria fogalmak határoznak meg.

3. Az eurüthmia és szimmetria ismertetése

Az arányok értelmezéséhez, fontos támaszt nyújtanak Vitruvius saját meghatározásai, az eurüthmiáról és a szimmetriáról. „Az eurüthmia ékes megjelenés és a tagok összetételében álló kellemes látvány. Ez akkor jön létre, ha a mű tagjai megfelelnek egymásnak: a magasság a szélességgel, a szélesség a hosszúsággal arányos, egyszóval, valamennyien megfelelnek a mű szimmetriájának.”[2] Meghatározza a szimmetria fogalmát is: „a mű tagjaiból eredő megfelelő összhang, s a külön-külön vett részekből számított mértéknek arányos megfelelése az egész figura képével”[2]

Scholfield kritikával illeti a különböző kortárs és újkori Vitruvius fordításokat, felhívva a figyelmet hogy Vitruvius terminusait-szavait, egy-egy fogalomról sokféleképpen, sokszor többértelműen-eltérően fordították le, a fordító értelmezése és belátása szerint módosítva annak igen érzékeny tartalmát.

4. Az alapvető ókori zenei sorok ismertetése

Az euritmia és szimmetria értelmezéséhez szükséges a fontosabb ókori zenei sorok ismerete. Zenei fogalmak birtokában lehet megérteni és matematikailag értelmezni a „megfelelő összhang”-ot.

A teljesség igénye nélkül csak megemlítem és egy-egy későbbiekben felhasznált tulajdonságát írom le a fontosabb zenei skáláknak.

Valamennyi felsorolt hangsor közös tulajdonsága, hogy kvart ($\frac{3}{4}$) és kvint ($\frac{2}{3}$) hangközökre osztható egy oktáv ($\frac{1}{2}$). Matematikailag $\frac{2}{3} \times \frac{3}{4} = \frac{1}{2}$.

A Dúdimoszi hangsor (a máig is leggyakrabban használt diatónikus skála) sajátossága, hogy egy kommát vagyis hangtani arányeltérést tartalmaz, mely a rendszer eredendő eltérése, aminek értéke $\frac{80}{81}$ (A didümoszi komma egyben a nagy ($\frac{9}{8}$) és a kis ($\frac{10}{9}$) egész hangok közötti különbség is). A Dúdimoszi hangsorban a szext (hatodik hang) arányértéke $\frac{3}{5}$.

Aristoxenos az egyenlő hangközű hangoláshoz hasonlóan alakította ki zenei skáláját, melyet Lichfield[3] szerint numerikusan értelmezve áttérést is tehetünk: Arisztoxenosz kvint

felosztásából $\frac{9}{8} \cdot \frac{9}{8} \cdot \sqrt{\frac{9}{8}} = \frac{243\sqrt{2}}{256} = 1,342398 \dots \approx \frac{4}{3}$ a Phütagoraszi skálába.

Arisztoxenosz kvint és kvart közötti félhangja (tritonus) értéke pedig $\frac{1}{\sqrt{2}}$.

5. Az átrium térarányok értelmezése

A megfelelő átrium-arányokat mint zenei hangokat egy hangsoron belül lehet értelmezni.

1.változat: Így: $\frac{\text{magasság (m)}}{\text{szélesség (sz)}} = \frac{9}{12} = \frac{3}{4}$ (kvart) és $\frac{\text{szélesség (sz)}}{\text{hosszúság (h)}} = \frac{12}{20} = \frac{3}{5}$ (szext).

Zeneileg értelmezve az arányokat $\frac{3}{4} \cdot \frac{3}{5} = \frac{9}{20} = \frac{m}{h}$, ugyanez az arány közel áll az oktáv +

1 hanghoz $\frac{1}{2} \cdot \frac{8}{9} = \frac{4}{9}$, és így a kettőjük közötti eltérés $\frac{\frac{9}{20}}{\frac{4}{9}} = \frac{81}{80} = 1.0125$, ami a didümoszi

komma, tehát a rendszer saját eltérése. Így jól látszik, hogy az 1. átrium-változat a Didümoszi hangsorban zenei arányokkal térarányaiban értelmezhető a rendszeren belül, eltérés nélkül.

2. változat: $\frac{\text{magasság (m)}}{\text{szélesség (sz)}} = \frac{3}{4}$ (kvart) és $\frac{\text{szélesség (sz)}}{\text{hosszúság (h)}} = \frac{4}{6} = \frac{2}{3}$ (kvint). Zeneileg értelmezve $\frac{3}{4} \cdot \frac{2}{3} = \frac{1}{2} = \frac{m}{h}$. Ugyanez az arány megfelel egy teljes oktávnak, ami $\frac{1}{2}$ eltérés nélkül. Ez minden zenei rendszerben igaz.

3. változat: $\frac{\text{magasság (m)}}{\text{szélesség (sz)}} = \frac{3}{4}$ (kvart) és $\frac{\text{szélesség (sz)}}{\text{hosszúság (h)}} = \frac{4}{4\sqrt{2}} = \frac{1}{\sqrt{2}}$ (tritonus). Zeneileg értelmezve az arányokat $\frac{3}{4} \cdot \frac{2}{\sqrt{2}} = \frac{3}{4\sqrt{2}} = \frac{m}{h}$, ami egy kvart és tritonus egymásra építése és így közel áll a szeptimhez (hetedik hangköz, ami oktáv 1 hang híján). Visszaemlékezve

Arisztoksenosz kvint felosztására $\frac{9}{8} \cdot \frac{9}{8} \cdot \sqrt{\frac{9}{8}} = \frac{243\sqrt{2}}{256} = 1,342398 \dots \approx \frac{4}{3}$, ahol az Arisztoksenosz hangközeit numerikusan kortársai értelmezték Püthagorasz féle skálával, amitől a leírt eltérés válassza csak el) írhatjuk, hogy $\frac{256}{243\sqrt{2}} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{128}{243}$, ami viszont a szeptim hangköz (oktáv 1 hang nélkül). A 3. átrium-változat az Arisztoksenosz hangsoron belül így eltérés nélkül értelmezhető. A rendszer saját eltérése: 1,0068..., ha Püthagorasz sálába írjuk át, akkor a püthagorasz komma. A zenei értelmezéseket a 2. ábra teszi szemléletessé.

Átrium-variáns	Zenei skála	G _{#3} A _{b3}	A _{#3} B _{b3}	C _{#4} D _{b4}	D _{#4} E _{b4}	F _{#4} G _{b4}	G _{#4} A _{b4}	A _{#4} B _{b4}	C _{#5} D _{b5}
3.	Püthagorasz Arisztoksenosz								
2.	Független								
1.	Didümosz								

G3 A3 B3 C4 D4 E4 F4 G4 A4 B4 C5 D5

2. ábra. Az átriumos római lakóház átrium tér-arányainak zenei sorok szerinti értelmezése

6. Következtetések

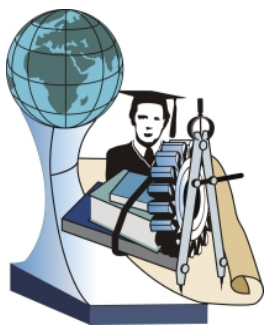
Az átrium-tér normatív méretei zenei skálákban mint összhangzatok is felfoghatók, vagyis megvalósul szó szerint amit Vitruvius állított a részek összecsengéséről és a mű szümphoniájáról.

A római átriumos lakóház, átrium méretei, egyazon zenei logika mentén, a korabeli zenei skálák építészeti képeiként is értelmezhetőek. Megvalósul szó szerint az állítás miszerint az építészet megfagyott zene. Ugyanakkor meginog Wittkower állítása[5], miszerint Vitruviusnak nem volt valódi arányrendszere.

A további vizsgálódások, melyeket a fenti gondolatmenet továbbfejlesztésével és kiszélesítésével elértem, messzemenőig igazolja jelen állításomat, egyben egy újrafelfedezett (építészeti-filozófiai-zenei) arányrendszerhez vezetett melyet, reményem szerint, a közeljövőben több cikkben ki is fejtek.

Irodalom

- [1] Vitruvius: *Tíz könyv az építészetéről*, fordította: Gulyás Dénes, Képzőművészeti Kiadó, Budapest, 1988, 171 p.
- [2] Vitruvius: *Tíz könyv az építészetéről*, fordította: Gulyás Dénes, Képzőművészeti Kiadó, Budapest, 1988, 36 p.
- [3] Litchfield, M.: Aristoxenus and Empiricism: A Reevaluation Based on His Theories In: *Journal of Music Theory*, Vol. 32, No. 1 (Spring, 1988), pp. 51-73, Published by: Duke University Press on behalf of the Yale University Department of Music. p. 64, 49. lábjegyzet p. 71
- [4] Scholfield, P.H: *The Theory of proportion in architecture*, Cambridge University Press, Cambridge UK, 2011, 16 p.
- [5] Wittkower, R., *A humanizmus korának építészeti elvei*, Gondolat, Budapest, 1986, 148 p.



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

TRANSZFORMÁTOR TEKERCSELÉSEK HELYETTESÍTŐ KAPACITÁSAINAK MEGHATÁROZÁSA KONCENTRÁLT PARAMÉTERŰ MODELL SZÁMÁRA ANALITIKUS ÉS VÉGESELEM MÓDSZERREL

CALCULATION OF CAPACITANCES FOR A LUMPED PARAMETER CIRCUIT MODEL WITH ANALYTICAL AND FINITE ELEMENT METHOD FOR TRANSFORMER WINDINGS

OROSZ Tamás⁽¹⁾, SZAKÁLLAS Anna⁽¹⁾, VAJDA István⁽²⁾

(1) Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Villamosmérnöki kar, Villamos Energetika Tanszék. 1111 Budapest, Egry József Utca, 18. ; orosz.tamas@vet.bme.hu

(2) Óbudai Egyetem, Kandó Kálmán Villamosmérnöki kar, Automatika Intézet, 1431 Budapest, Bécsi út 94-96. Vajda.Istvan@kvk.uni-obuda.hu

Abstract

For designing the high voltage insulation system for power transformers, the voltage stresses arising in a transformer must be precisely known. The different type of voltage stress can be determined from the voltages appearing at the terminals and the knowledge of the geometry of the windings. The distribution of the power-frequency overvoltages does not differ very much from the system frequency. It is proportional to the number of the turns of the windings, and it is uniform within each individual winding. The distribution of the transient overvoltages depends on the capacitances and inductances of the windings. In this paper we present an accurate, 2D finite element method based capacitance calculation routine, which is compared with the classical analytical calculation [1].

Keywords: power transformer, lightning impulse distribution, capacitance model, finite element model.

Összefoglalás

Nagytranszformátorok tekercsrendszerének a méretezéséhez nem elegendő a tekercsek kapcsain megjelenő feszültségek ismerete, a tekercsrendszerben fellépő feszültségeloszlás pontos ismerete szükséges. Ez az ipari feszültséggel végzett próbára történő méretezés során nem jelent problémát, ekkor az azonos fluxushoz kapcsolódó tekercsszegmensek között a feszültség a menetszámok arányában fog megoszlani, más a helyzet a nagyfeszültségű tranziensekre történő méretezés esetén, ahol a nagyon nagy frekvencia miatt, a tekercsek részkapacitásai kulcsszerepet játszanak a feszültségeloszlás meghatározásánál. A dolgozatban, a gyakorlatban is használt analitikus modellt hasonlítom össze, 2D-s végelelem programmal végzett számítással [1].

Kulcsszavak: nagytranszformátor, lökőfeszültség-eloszlás, kapacitás-modell, végelelem-modell.

1. Bevezetés

A transzformátorok kapcsain megjelenő feszültségek között megkülönböztetünk üzemi és túlfeszültségeket. Ebben a dolgozatban a gyors felfutású tranziens túlfeszültségek számítása kerül kidolgozásra, mivel ezek a nagy frekvenciás feszültség tranziensek tekercsen belüli feszültség-

eloszlásának a leírását az 1. táblázatban látható módon, a tekercsek részkapacitásai határozzák meg [4].

1.táblázat. A tranziens jelenségek frekvenciájának a hatásai a transzformátor tervezés szempontjából lényeges paramétereire. A táblázatban használt jelölések értelmezése: 0-elhanyagolható; 1-fontos; 2-nagyon fontos [2][3][4]

	Kis frekvenciás tranziensek		Lassú felfutású tranziensek		Gyors felfutású tranziensek		Nagyon gyors felfutású tranziensek	
	0,1 [Hz]	3 [kHz]	50 [Hz]	20 [kHz]	10 [kHz]	3 [MHz]	100 [kHz]	50 [MHz]
Rövidzárási Impedancia	2		2		1		0	
Vasmag telítődése	2		1		0		0	
Üresjárási veszteségek	1		0		0		0	
Járási veszteségek	2		1		0		0	
Kapacitív csatolások	0		1		2		2	

A soros kapacitások jelentőségére már a XX. század elején K.W. Wagner hívta fel a figyelmet a transzformátor tekercsekben a lökőfeszültségű impulzusok hatását leíró modell és számítási módszer megalkotásával [1].

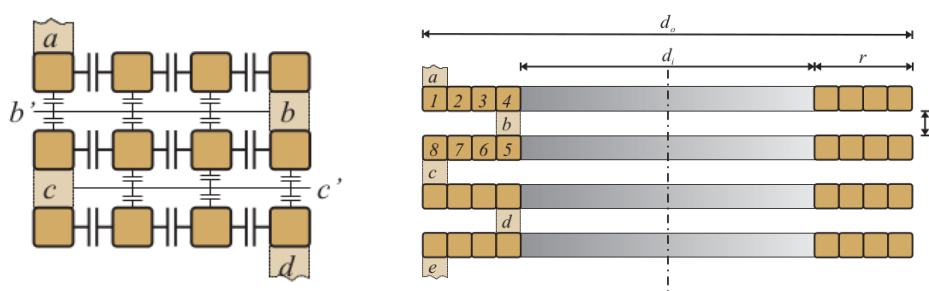
A mai modern mérnöki gyakorlatban alkalmazott analitikus számításhoz használt tekercs modell alapja még mindig az elosztott paraméterű távvezeték modell, amely alkotóelemeit tekintve a Wagner-féle modellre vezethető vissza [5].

2. Menet keveretlen tárcsás tekercsek soros helyettesítő kapacitásainak a meghatározása

2.1. Koncentrált paraméterű modell elemeinek meghatározása analitikus úton

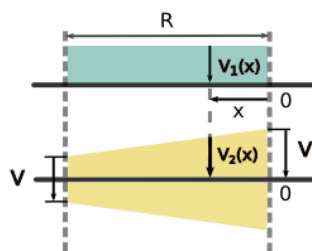
A tekercs Wagner alapján soros induktivitásokból, valamint párhuzamos és soros kapacitásokból álló, homogén, infinitezimális matematikai modellel képezhető le.

A leggyakoribb esetben a tekercs tárcsás felépítésű, ekkor az analitikus számítás során a koncentrált paraméterű modell csomópontjait célszerű a tárcsapárok közé felvenni az 1. ábrán látható módon.



1. ábra. Tárcsás tekercselrendezés folytonosan tekercselt tárcsás tekercs esetében, és annak helyettesítő kapacitásmodellje [5].

Vegyük észre, hogy a parazita kapacitások figyelembevételére a papír szigetelési távolságot megnöveltük. Ez az érték egy adott tartományban helyesen eredményt ad, de extrém esetekben a formula rossz eredményt szolgáltat.



2. ábra. A tárcsapárban feltételezett lineáris feszültségeloszlás [1].

A C_{dh} helyettesítő tárcsakapacitás a következő módon határozható meg C_d ismeretében, a 2. ábrán látható tárcsás tekercs lineáris a feszültségmegoszlását kihasználva, a tárcsapárok közötti kapacitásokban tárolt eredő energia a következőképpen számolható [1] [6] alapján:

$$\frac{1}{2} C_{dh} \cdot V^2 = \int_0^R C_d \left[V \cdot \left(1 - \frac{x}{R} \right) \right]^2 dx \quad (1)$$

Egy tárcsapár eredő soros kapacitása:

$$C_s = C_{dh} + C_t \quad (2)$$

A tekercs N db tárcsájára elvégezve a számítást, és kihasználva az energiamegmaradást, a következő alakba írható a soros kapacitásra kapott kifejezés [1][5]:

$$C_s = \frac{1}{N} \cdot \left(\frac{n-1}{n^2} \cdot C_t + \frac{4 \cdot N - 1}{N} \cdot C_{dh} \right) \quad (3)$$

2.3. Tárcsa - és menetkapacitások meghatározása analitikus úton

A tárcsa- és tekercskapacitások meghatározásához az 1. ábrán látható jelöléseket alkalmazva, a D átmérőjű tárcsára, amely h magasságú, d_m szélességű papírral szigetelt vezetőből épül fel, a következő egyenletek írhatóak fel, amelyekben a papír és az olaj-prespán réteg relatív permittivitását ϵ_m és ϵ_t jelöli [1][4].

$$C_t = \epsilon_m \cdot \epsilon_0 \cdot \frac{D \cdot \pi \cdot (h + 2 \cdot \delta_m)}{2 \cdot \delta_m} \quad (4)$$

$$C_d = \frac{1}{3} \epsilon_0 \cdot \frac{D \cdot \pi \cdot (r + \delta_t)}{\frac{2 \cdot \delta_m}{r_m} + \frac{\delta_t}{\epsilon_t}} \quad (5)$$

2.4. Tárcsa és menetkapacitások meghatározása végelemek módszerrel [VEM]

A VEM megoldáshoz a Laplace-egyenlet megoldása szükséges az adott tekercsszegmensre, majd a kapott potenciál értékeket felhasználva, az elektrosztatikus energia képletéből, konstruálható egy olyan eljárás, amely n db vezetőre, tetszőleges tekercsgeometria esetén képes a tárcsapár helyettesítő kapacitásainak a meghatározására.

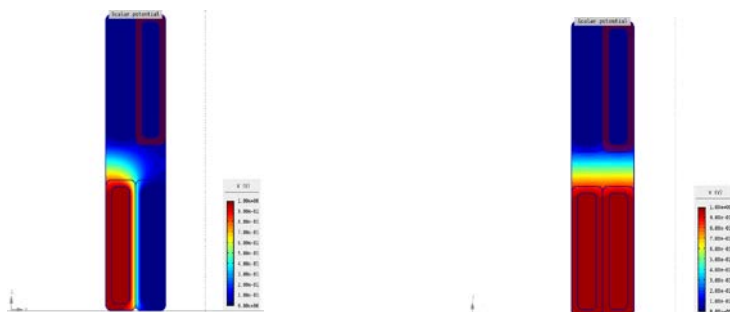
$$\epsilon \Delta V = 0 \quad (6)$$

$$W = \frac{1}{2} V^T C V \quad (7)$$

Ahol a V vektor a tárcsa egyes menetein előírt potenciálértékeket tartalmazza, C pedig a részkapacitásokkal felépített kapacitásmátrix. A tekercsszimmetriákat figyelembe véve könnyen belátható, hogy $C_{ij} = C_{ji}$ és $C_{ii} = 0$ miatt, elegendő egy felső háromszög mátrix elemeit kiszámolnunk, így a $a = \frac{2n \cdot (2n-1)}{2}$ ismeretlenes egyenletrendszert megoldanunk. Bevezetve az a

gerjesztés mátrixot, mely értékeit a $\{GND, V_0\}$ halmazból veszi, előállítható a részkapacitások számításához szükséges összes állapot. Melyekre külön-külön megoldva a Laplace-egyenletet, az E mátrix elemeit megkapjuk a VEM után, a következő egyenlet megoldása szükséges

$$2EA^{-1} = C \quad (8)$$



3. ábra. Mintamegoldás két állapota egy kétmenetes tárcsaszervő tekercs esetére [7].

3. Összefoglalás

2. táblázat. Az analitikus és a VEM alapján számolt menet - és tárcsakapacitás értékeinek az összefoglalása $n=2$ menetes teszt tekercs esetén, melyet 10 mm magas, 1.8 mm széles, 0.6 mm-es papírral szigetelt vezetőből képzelünk el. A táblázatban közölt értékekhez 3 mm -es betétvastagsággal, 30 % -os lefedettséggel, 740 mm belső átmérővel, $\epsilon_0 = 0,008854$ pF/m; $\epsilon_{Oil} = 2,2$; $\epsilon_{Pre} = 4.4$; $\epsilon_{Pap} = 3.3$.

	C_d [pF]	C_t [pF]
Analitikus	86,18	639,11
FEM	93,92	619,15

Az eredményekből látható, hogy a két megoldás között kevesebb, mint 10% az eltérés, amely gyakorlati szempontból nagyon jó eredménynek számít, a tapasztalatok szerint 15%-os pontossággal kell ismerni a kapacitás értékeket, hogy jó eredményt kapjunk. Ez egyrészt mutatja, hogy az analitikus, nagyon egyszerű formulák kis számításigényük miatt jól használhatók a lökfeszültségű feladatok megoldására, még bonyolultabb menetkevert, védővezetőt tartalmazó, vagy különleges tekercsek esetén is, jelennek meg tanulmányok újszerű formulákról [8]. Belátható, hogy a VEM módszerrel kapott megoldás során pontosabban tudjuk figyelembe venni a parazita kapacitásokat, illetve újszerű, különleges anyagokból épített tekercsek esetén előnyös lehet a használatuk, hiszen tetszőleges tekercsgeometria esetén használhatók.

Irodalom

- [1] Kiss L., Karsai K., Kerényi D., *Nagytranszformátorok*, Műszaki Könyvkiadó, 1973.
- [2] CIGRE WG 33.02, *Guidelines for Representation of Network Elements when Calculating Transients*, CIGRE Brochure 39, 1990.
- [3] IEC TR 60071-4, *Insulations Co-ordination Computational Guide to Insulation Co-ordination and Modelling of Electrical Networks*, IEC, 2004.
- [4] Juan A., M. Velasco, *Power System Transients Parameter Determination*, CRC Press, 2010.
- [5] Eilert Bjerkkan, *High Frequency Modeling of Power Transformers Stress and Diagnosis*, PhD thesis, NTNU Department for Electrical Power Engineering, 2005.
- [6] Z. Á. Tamus, *High Frequency Behaviour of Rogowski-coil Passive L/r Integrator Current Transducer*, IEEE Postgraduate Conference, Budapest, 2002.
- [7] P. Karban et al. *Agros2D*.
- [8] R. M. Del Vecchio, B. Poulin, és R. Ahuja, *Calculation and measurement of winding disk capacitances with wound-in-shields*, Power Delivery, IEEE Transactions on, vol 13, sz 2, o 503–509, 1998.



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

A TŰRÉS ÉS A FELÜLETI ÉRDESSÉG KAPCSOLATA II.

RELATIONSHIP BETWEEN TOLERANCE AND SURFACE ROUGHNESS II.

PALÁSTI-KOVÁCS Béla⁽¹⁾, PINTÉR László⁽²⁾, CZIFRA Árpád⁽³⁾

(1) Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, H-1081 Budapest, Népszínház u. 8. Telefon/Fax: +36-1-666-5356, palasti@uni-obuda.hu

(2) Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, H-1081 Budapest, Népszínház u. 8. Telefon/Fax: +36-1-666-5356, pinter.laci@gmail.hu

(3) Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, H-1081 Budapest, Népszínház u. 8. Telefon/Fax: +36-1-666-5356, czifra.arpad@bgk.uni-obuda.hu

Abstract

Nowadays quality requirements demand high accuracy in fitting and surface roughness conditions of machine elements. Surface roughness (usually characterised by Ra) is connected to tolerance level, however in many cases the average roughness (Ra) can not represent the fitting conditions. Different surface roughness parameters have different relationship with tolerance range and also with different cutting technologies. Present study analyses several fitting and draws an attention to the fact that new methodology is needed in this field based on the detailed characterisation of surface roughness. Results and conclusions of tests of firm joints are presented where samples were produced with different machining technologies and different surface roughness.

Keywords: surface roughness, tolerance, cutting.

Összefoglalás

Napjaink minőségi előírásai fokozott illesztési és felületi érdességi igényeket támasztanak az alkatrészekkel szemben. Felületi érdességet (általában Ra-t) a tűrés függvényében választunk. Az Ra átlagos felületi érdesség viszont sok esetben csak leegyszerűsítve, vagy tévesen jellemzi az illesztés jóságát. Az egyes felületi érdességi paraméterek másként, sok esetben egészen eltérően viszonyulnak a tűrésmező szélességéhez, illetve a megmunkálás módjához. A cikk több illeszkedési viszonylatot elemez, felvetve azt, hogy a felületi mikrogeometria teljes körű figyelembevételével e területen is új szemléletet kell vitára bocsájtani. Bemutatja annak a kísérletsorozatnak az eredményeit és következtetéseit, amelyet zsugorkötéses alkatrészkapcsolatokon végeztünk, különböző felületi megmunkálások mellett.

Kulcsszavak: felületi érdesség, tűrés, forgácsoló megmunkálás.

1. Milyen érdességi jellemzőt, értéket adjunk meg adott tűrési fokozathoz?

A tűrések és illesztések rendszerét az ISO 286 jelű szabvány írja le [1]. A kiválasztott tűrési fokozathoz előírandó gyártási érdesség vonatkozásában már nem ilyen egységes a szemlélet [2,3]. Ma a kapcsolat számszerűsítésére – a teljesség igénye nélkül – több összefüggés is használatos:

$R_{\max}=0,25T$, - ahol T a tűrésnagyság (H. Moll szerint) [4];

$R_a=kT^n$ -k a fokozattól függő állandó, $n=0,8$; $k=0,04$ közepes fokozatra [5], vagy 0,05 [6];

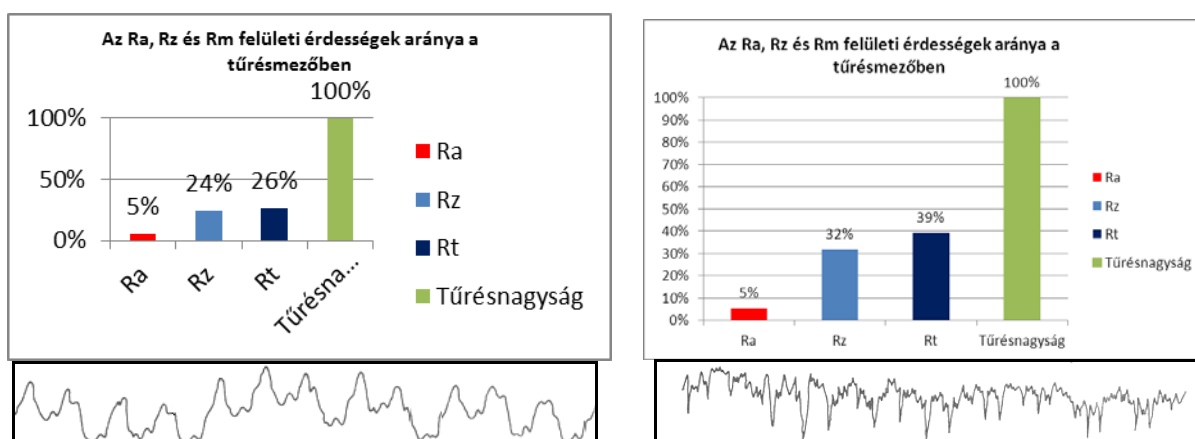
$R_t=0,25T$ (durva fokozat), $R_t=0,125T$ (finom fokozat) (UNI 3963) olasz szabvány [7].

$R_z \leq kT$ $k \approx 0,25$ (közepes követelmény) [8].

Az előzőekből adódik az első kérdés: Minden további megfontolás nélkül alkalmazhatjuk az R_a - átlagos érdesség, az R_z – egyenetlenség-magasság, illetve az R_t – maximális érdesség mérőszámokat, vagy figyelemmel kell lenni arra a tényre, hogy a különböző megmunkálási eljárással készült felületek R_a és R_t (R_z) jellemzői jelentősen eltérnek egymástól? A gyakorlatban elterjedt összefüggés, miszerint $R_z=(4-5) R_a$, az esetek többségében nem állja meg a helyét [5,9,10], s ez már az illeszkedés jellegét is megváltoztathatja:

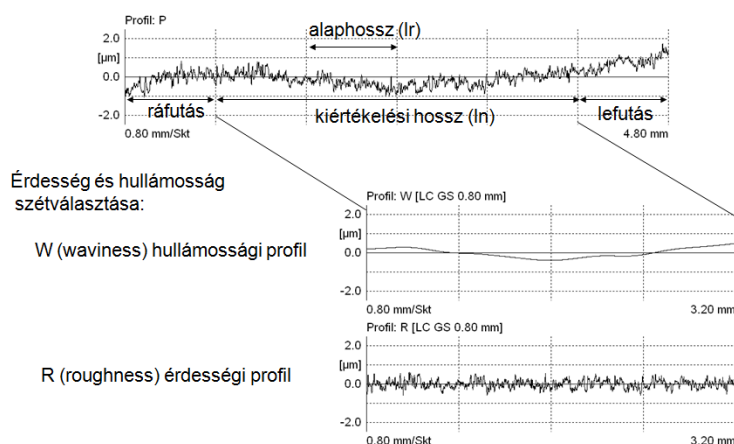
Esztergálás: $R_t = (3,8....6) R_a$,
 Marás: $R_t = (5,1....7,1) R_a$,
 Köszörülés: $R_t = (6,8....7,9) R_a$,
 Szikraforgácsolás: $R_t = (5,8....7,2) R_a$,
 Szuperfiniselés: $R_t = (8,4....11,2) R_a$.

Az 1. ábrán szemléletesen látszik, hogy esztergált felület esetén még éppen, köszörült felület esetén pedig már semmiképpen sem tartható be a nem éppen szigorú $R_t=0,25T$ előírási arány:



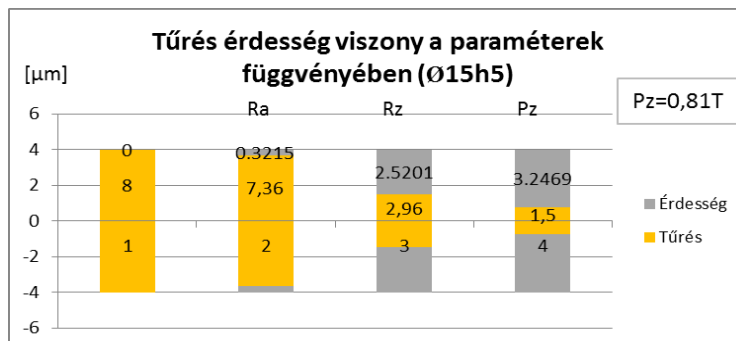
1. ábra Az érdesség és a tűrés viszonya Ø35h7 csap esetében

További kérdéseket vet fel a működő felület teljes mikrogeometriájának elemzése. Két felület illeszkedésében nem önmagában az érdesség vesz részt, hanem a valóságos, ún. szűrés nélküli P-profil, amely a hullámosságot is tartalmazza [11]. Az eltérést a 2. ábra jól szemlélteti.



2. ábra A felület P, W és R profiljának különbözősége

Vizsgáljuk meg mit jelent mindez, azaz a valóban működő teljes P-profil figyelembe vétele a tőréshez viszonyítva. Ha a finomabb érdességet követelő tőrések felé közelítünk (IT5 minőség és kisebb méretosztály, ahol a hozzá rendelt előírt érdesség $Ra=0,4 \mu\text{m}$), a szűkülő tőrésmező miatt hangsúlyosakká válnak az egyre rosszabbodó arányok (3. ábra).

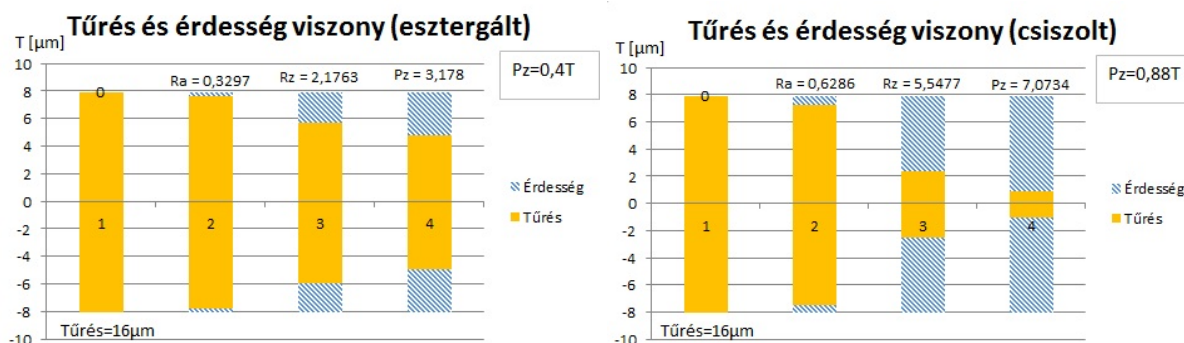


3. ábra A felület R és P paramétereinek összevetése a tőréssel (Ø15h5)

Az eredményeken jól látszik, hogy a szűrtlen profilértékek lényegesen nagyobb részét teszik ki a tőrésmezőnek. A valós P-profil Pz jellemzőjét figyelembe véve az érdes felületi rész 81%-a a tőrésnagyságnak. Ahogy a diagramon is jól látni az Ra-hoz képest ez lényegesen rosszabb arány. Tehát a tőrés anyagrétegének jelentős hányadában megtalálható a megmunkálás során létrehozott mikrogeometriai egyenetlenség, azaz a roncsolt felület

2. Zsugorkötéses alkatrészkapcsolat kísérleti vizsgálata

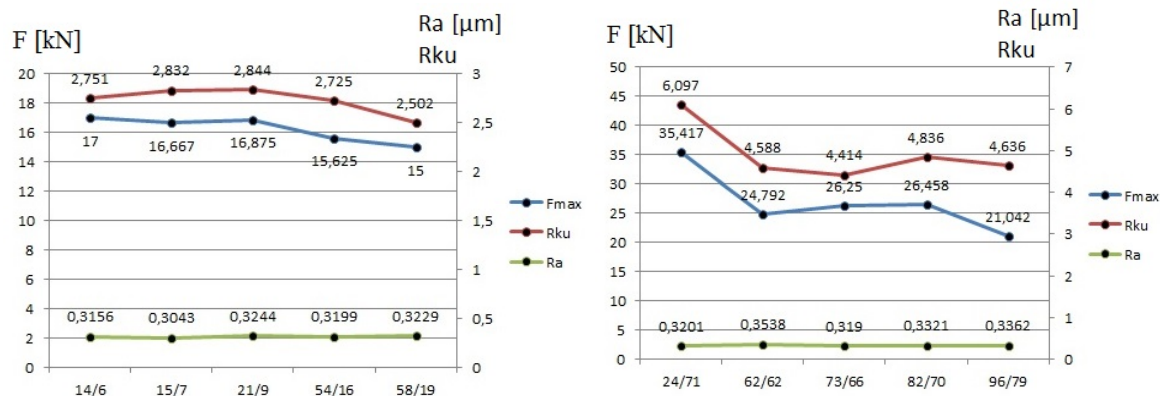
A zsugorkötést egy Ø25H7/s6 illesztésben valósítottuk meg. Az alkatrészek legyártása során többféle felületi mikrogeometria elérése volt a cél. Összesen több mint 100 persely és csap makro (méret) és mikrogeometriai (érdesség) vizsgálatát és összevetését végeztük el (4. ábra).



4. ábra. Az esztergált és a csiszolt felület tőrés-érdesség viszonyai

A darabokat összeszereltük, majd közel két hónap elteltével került sor a szétszétválasztásra. Mértük a szétválasztóerőt és az elmozdulást, amit minden esetben rögzítettünk. A zsugorkötések szétválasztóerő szükségletét az alkatrészeket egyedileg jellemző felületi érdesség paraméterek függvényében vizsgáltuk. Elsőként a kötés oldásához tartozó maximális erőt vetettük össze a csapok Ra paraméterével. Ez egyértelmű összefüggést nem mutatott. Elvégeztük az összehasonlítást Rku érdességi, ill. Pz paraméter és Fmax között (5. ábra.). Azt tapasztaltuk, hogy az esetek döntő többségében a nagyobb Rku, illetve Pz értékhez nagyobb erőigény párosult, a két görbe

menete jó egyezést mutatott. A csiszolt felületnél (nagyobb Rku!) az erők jelentősen, 1,5...2-szer nagyobbak.



5. ábra. Fmax és a csapok Ra, illetve Rku paramétereinek összefüggése esztergáláskor és csiszolásnál

3. Következtetések / Összefoglaló

A gyakorlatban elterjedt Ra mérőszám nem ad helyes képet az érdességről, az illesztett kapcsolatban résztvevő felületek mikrogeometriájáról. Célszerű tehát az Ra-tól különböző, és esetenként több paraméter megadása is. Az egyes felületi érdességi paraméterek másként viszonyulnak a tűrésmező szélességhez. Mindezt a megmunkálás típusa is befolyásolja.

A kísérleti eredmények értékelése során azt tapasztaltuk, hogy a gyakorlatban használt Ra, Rz érdességi paraméterek az esetek többségében nem mutattak általánosan érvényes, egyértelmű összefüggést a kötés oldásához szükséges maximális erővel. A vizsgált körülmények között sokkal inkább a magasságeloszlás görbe Rku, Rsk paraméterei, illetve a szűrtlen profil Pz paramétere befolyásolták az Fmax erőt, jellemezték az illesztés jóságát.

A felületi érdesség önmagában nem jellemzi a működő, az illeszkedési kapcsolatban résztvevő felületi mikrogeometriát, mivel jelentősen eltérhet a valós felülettől (szűrés hatása). Így megfontolandó a hullámosságot is magába foglaló teljes (P) profil jellemzőinek használata (Pa, Pz, Pku, ...), amelyek jobban kifejezik a működő felületek kapcsolatát.

Irodalom

- [1] DIN ISO 286 ISO System für Grenzmaße und Passungen; Grundlagen für Toleranzen, Abmaße und Passungen
- [2] P. Herbert Osanna: *Surface Roughness and Size Tolerance*, Wear, 57 (1979), p. 227-236
- [3] Pintér L.–Palásti-Kovács, B.: *A felületi mikrogeometria és a tűrés kapcsolata* I. XVIII. FMTÜ, Kolozsvár, 2013. március 21-22. p. 319-322.
- [4] Bálint Lajos: *A forgácsoló megmunkálás tervezése*, MKönyvkiadó, Budapest, 1961, pp.258
- [5] Béla Palásti-Kovács, Sándor Sipos, Árpád Czifra: *Interpretation of "Rz = 4×Ra" and other roughness parameters in the evaluation of machined surfaces*, Proceedings of the 13th International Conference on Tools, ICT, Miskolc, 2012.03.27-28. pp. 237-244.
- [6] Diószegi György: *Gépszerkezetek méretezési zsebkönyve*, MK. Budapest, 1984, pp.433
- [7] Prova di rugosità su superfici lavotate UNI 3963 (olasz szabvány)
- [8] Dieter Muhs, Herbert Wittel, Manfred Becker, Dieter Jannasch, Joachim Voßiek: *Roloff/Matek Maschinenelemente*, Weisbaden 2003, pp.31
- [9] Palásti Kovács Béla: *Az érdességi jellemzők információ tartalma*, Gép, 1992/5. p. 30-36
- [10] Andó Mátyás: *Felületi érdesség*, www.gepestuning.hu; Budapest 2010, pp.12
- [11] Tóth G N; Drégelyi-Kiss Á; Palásti-Kovács B: *Analysis of the microgeometric parameters of cut surfaces*; Pollack Periodica: 2013, 8:(02) p. 55-66



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

ÁSÓGÉP MUNKAESZKÖZÉNEK KINEMATIKAI ÉS DINAMIKAI VIZSGÁLATA

RESEARCH ABOUT THE KINEMATICS AND THE DYNAMICS OF THE SPADING MACHINE'S WORKING TOOL

PÁSZTOR Judit⁽¹⁾, FORGÓ Zoltán⁽²⁾

(1) Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Műszaki és Humántudományok Kar,
Marosvásárhely / Târgu Mureș, 540485, O.p. 9, C.p. 4, Șoseaua Sighișoarei 1C., Tel.: +40
265 208 170, Fax: +40 265 206 21, E-mail: pjudit@ms.sapientia.ro

(2) Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Műszaki és Humántudományok Kar,
Marosvásárhely / Târgu Mureș, 540485, O.p. 9, C.p. 4, Șoseaua Sighișoarei 1C., Tel.: +40
265 208 170, Fax: +40 265 206 21, E-mail: zforgo@ms.sapientia.ro

Abstract

The preparation of the seedbed in greenhouses represents an essential work for the growth and development of plants. It is an important consumer of energy. The spading machines are meant to carry out the basic works in the greenhouses. Their work organs are called spades. In this paper we study the kinematics and the dynamics of these tools.

Keywords: spading machine, kinematics, dynamics.

Összefoglalás

A termesztőberendezések talajának előkészítése nagyon fontos a termesztett növények számára. A gépek munkája hatással van a talaj fizikai-mechanikai tulajdonságaira, közvetve a növényekre, ezért megválasztásuk és üzemeltetésük nagy körültekintést igényel. Az ásógép a termesztőberendezések talajmunkáinak alapgépe. Dolgozatunkban az ásógép munkaeszközeinek kinematikai modelljei segítségével dinamikai vizsgálatokat végzünk.

Kulcsszavak: ásógép, kinematikai modell, dinamika.

1. Bevezetés

A talajművelés mechanikai beavatkozás, célja a termesztendő növény számára kedvező talajállapot kialakítása. A talajművelés alpműveletekre, magágy-előkészítésre és tarlómunkákra osztható. Az alpműveletek a legmélyebb beavatkozások, amelyek forgatással vagy forgatás nélkül történhetnek.

Az ásógép alpművelést megvalósító munkagép, a forgatás alapgépének tekinthető az eke mellett. A kézi ásás munkáját valósítja meg. Leggyakrabban a növényházak talajának alpművelésére használják, mivel általa elmarad a talaj oldalirányú szállítása. A gép kényszerhajtású munkaeszközei aktívak, vontatás közben az erőgép teljesítmény-leadó-

tengelyéről, a TLT-ről is kapnak hajtást. Így kevesebb a munkagép vonóerő-igénye, kisebb a vontatásnál jelentkező csúszási veszteség, ezért nedvesebb talajviszonyok közt is alkalmazható [2].

Az gépüzemeltetés mindenkor célja a növény által igényelt magágy lehető legkevesebb menetszámmal és kedvező energiateljesítmény-leadó tengelyéről kapja a hajtását egy lassító áttételen keresztül. A TLT tengely fordulatszáma egyezményes, 540 ford/min. A tengely a *BC* ásókart és a *CD* lengőkart mozgatja., $M(x,y)$ pont az ásó hegyét jelképezi. A tengely és a karok egy négykarú mechanizmust alkotnak. A mechanizmus a tengely forgó mozgását lengő mozgássá alakítja, amelynek következtében az ásószerszámok munka közben felülről a talajba hatolnak, kivágnak egy talajszeletet és hátrafelé dobják [2].

A dolgozatban modellezzük a mozgásegyenletek alapján az ásógép munkaeszközének dinamikai egyenleteit. A dinamikai modellek segítségével az ásóra ható erőket vizsgáljuk.

2. Az ásógép munkaeszközének kinematikai és dinamikai egyenletei

Az ásógép felépítését az 1. ábra szemlélteti, [6], [8]. Az *AB* hajtókar a térben kitérő tengelyt jelenti. A tengely az erőgép teljesítmény-leadó tengelyéről kapja a hajtását egy lassító áttételen keresztül. A TLT tengely fordulatszáma egyezményes, 540 ford/min. A tengely a *BC* ásókart és a *CD* lengőkart mozgatja., $M(x,y)$ pont az ásó hegyét jelképezi. A tengely és a karok egy négykarú mechanizmust alkotnak. A mechanizmus a tengely forgó mozgását lengő mozgássá alakítja, amelynek következtében az ásószerszámok munka közben felülről a talajba hatolnak, kivágnak egy talajszeletet és hátrafelé dobják [2].

Az ásóhegy, $M(x,y)$ pont, kinematikai egyenletei az xAy mozgó koordináta rendszerben a következő összefüggéssel adhatók meg, [1], [3], [4], [5]:

$$\theta_1 = \omega \cdot t \quad (1)$$

$$\begin{aligned} x &= r_1 \cdot \cos \theta_1 + a \cdot \cos(\alpha + \theta_2); \\ y &= r_1 \cdot \sin \theta_1 + a \cdot \sin(\alpha + \theta_2). \end{aligned} \quad (2)$$

ahol: r_1 , a , α , θ_1 , θ_2 az 1.a. ábra jelöléseit követik.

$$\theta_2(\theta_1) = 2\pi - [\varphi_2(\theta_1) - \varphi_1(\theta_1)] \quad (3)$$

$$\varphi_1(\theta_1) = \arctg \frac{-r_1 \sin \theta_1}{r_4 - r_1 \cos \theta_1} \quad (4)$$

$$\varphi_2(\theta_1) = \arccos \frac{r_1^2 + r_2^2 - r_3^2 + r_4^2 - 2r_1r_4 \cos \theta_1}{2r_2 \sqrt{r_1^2 + r_4^2 - 2r_1r_4 \cos \theta_1}}. \quad (5)$$

A mozgásegyenletek egy álló, xOy koordináta rendszerben, amely az xAy mozgó koordináta rendszerhez képest $-(\pi/2 + \beta)$ szöggel elfordított, a következők:

$$\begin{aligned} {}^0x &= -x \cdot \sin \beta + y \cdot \cos \beta + v_m \cdot t; \\ {}^0y &= -x \cdot \cos \beta - y \cdot \sin \beta + h. \end{aligned} \quad (6)$$

ahol: v_m az ásógép haladási sebessége, [m/s]; h a hajtótengely talajtól mért távolsága, [m].

Az összefüggésekben található jelölések az 1.a. ábrán követhetők.

A mozgásegyenletek grafikus képe a szakirodalomban fellelhető ábrával megegyezik, (1.b. ábra), tehát az (6) egyenletek helyeseknek tekinthetők és alkalmasak a további vizsgálatok elvégzéséhez.

A dinamikai modellek megalkotásához felhasználjuk az $M(x,y)$ ásócsúcs mozgásegyenleteit [7].

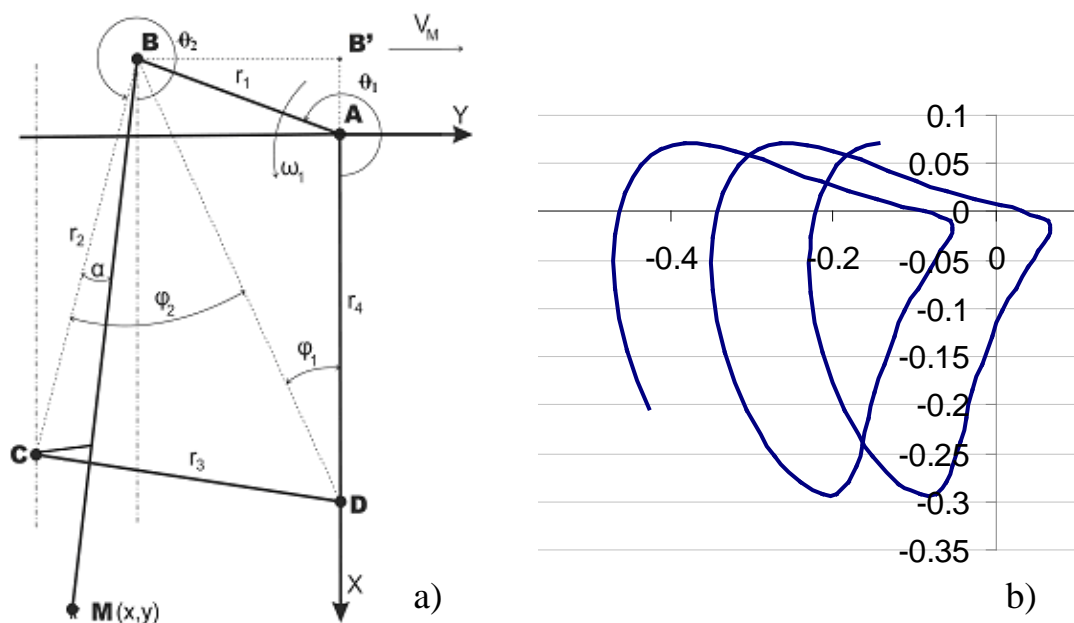
A dinamikai modellek a következők:

- Sebességmodellek, (7);

– Gyorsulásmodellek, (8).

$$\begin{aligned} {}^0\dot{x} &= {}^0v_x = -\sin \beta \cdot \dot{x} + \cos \beta \cdot \dot{y} + v_m; \\ {}^0\dot{y} &= {}^0v_y = -\cos \beta \cdot \dot{x} - \sin \beta \cdot \dot{y}. \end{aligned} \quad (7)$$

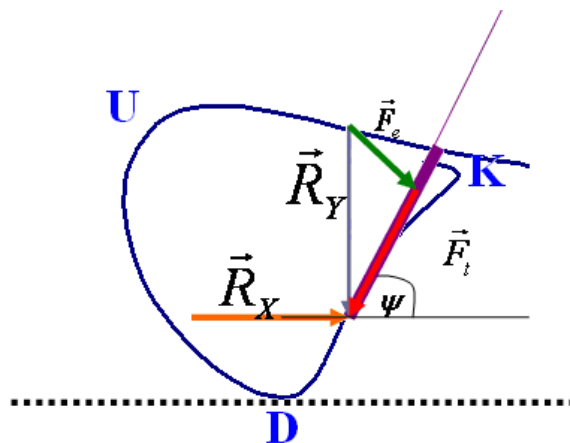
$$\begin{aligned} {}^0\ddot{x} &= {}^0a_x = -\sin \beta \cdot \ddot{x} + \cos \beta \cdot \ddot{y}; \\ {}^0\ddot{y} &= {}^0a_y = -\cos \beta \cdot \ddot{x} - \sin \beta \cdot \ddot{y}. \end{aligned} \quad (8)$$



1. ábra. Az ásógép kinematikája: a) ásógép mechanizmusa;
b) $M(x,y)$ pont mozgásegyenlete

A gyorsulás egyenletei segítségével számolhatók az ásóra ható erők (2.ábra):

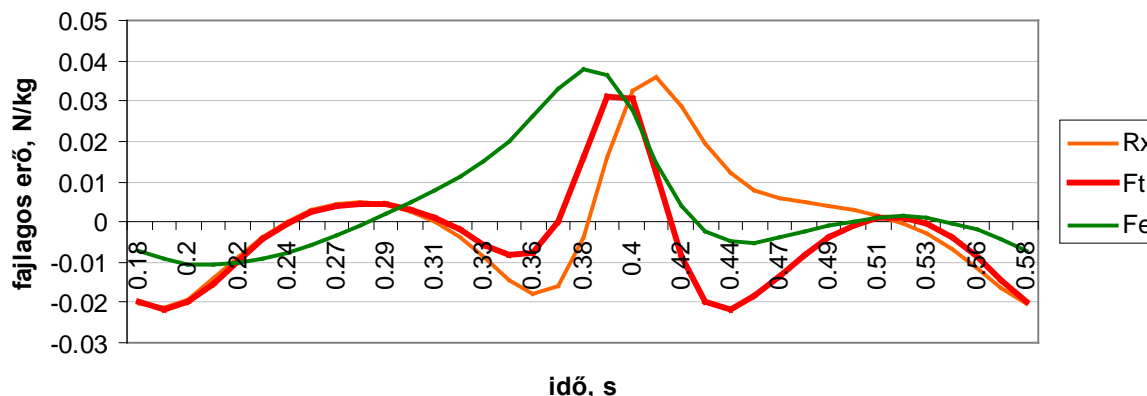
$$\begin{aligned} \vec{R}_x &= m \cdot a_x; \\ \vec{R}_y &= m \cdot a_y; \\ \psi &= \varphi_2(\theta_1) - \varphi_1(\theta_1) - \alpha. \end{aligned} \quad (9)$$



2.ábra Az ásóra ható erők

Az ásó pályáján három szakasz különíthető el:

- KD, ásás szakasza;
- DU, dobás szakasza;
- U-, új helyzetbe vonulás szakasza.



3.ábra Az ásóra ható fajlagos erők

A 3.ábrán a $0,18s \div 0,38s$ intervallumon történik az ásás, ez a 2.ábra KD szakaszának felel meg, $0,38 \div 0,58$ s között az ásó a kivágott talajszeletet hátradobja, ez a DU szakasznak felel meg.

3. Következtetések

Az R_x , vízszintes összetevő az erőgépet taszító erőként jelentkezik, emiatt csökken a munkagép vonóerőigénye.

Az R_y , függőleges komponens felbontható az F_e és az F_t , az ásó síkja mentén és a síkra merőleges komponensekre. F_t a talajszelet kivágásáért felel, míg az F_e erőkomponens a kivágott talajszeletet emeli.

F_t fajlagos vágóerő jelentősen növekszik a D pontnak megfelelő $0,37 \div 0,42s$ közötti intervallumon. Erre szükség is van a mélyebb, tömörebb talajréteg vágásához.

A fajlagos erők ismeretében a munkagép hajtóerő- és teljesítményigénye pontosabban számítható.

Irodalom

- [1] Kakucs, A.: *A végeselem-módszer a szerkezetek számításában*, Universitatea Transilvania Kiadó, Brassó, 2007.
- [2] Láng, Z.: *A zöldség-, dísznövény- és szaporítóanyag – termesztés berendezései és gépei*, Mezőgazda Kiadó, Budapest, 1999.
- [3] Máté, M.: *Műszaki mechanika – kinematika*, EME Kiadó, Kolozsvár, 2010.
- [4] Papp, I.: *Mechanizmusok elmélete*, Scientia Kiadó, Kolozsvár, 2010.
- [5] Pásztor, J., Forgó, Z.: *Ásógép kinematikája és munkaminőségi mutatóinak vizsgálata növényházban*, Műszaki Szemle, Kolozsvár, 2009, 310-314 oldal.
- [6] Popa-Müller, I.: *Műszaki rajz*, Scientia Kiadó, Kolozsvár, 2004.
- [7] Sztachó-Pekáry, I., Szendrő, P.: *Példák mezőgazdasági géptanból*, Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest, 1997.
- [8] Tolvaly-Rosca, F.: *A számítógépes tervezés alapjai: AutoLisp és Autodesk Inventor alapismeretek*, Erdélyi Múzeum-Egyesület Kiadó, Kolozsvár, 2009.



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

KAMERA KALIBRÁCIÓ OPENCV HASZNÁLATÁVAL NOTEBOOK CAMERA CALIBRATION USING OPENCV

Guilherme M. PEREIRA⁽¹⁾, Armando ALBERTAZZI G.Jr.⁽²⁾,
Maryah E.M. HAERTEL⁽²⁾

(1) CAPES Foundation, Ministry of Education of Brazil, Address: 70.040-020, Brazil, Brasilia – DF, guilherme.mp.eng@gmail.com.

(2) LABMETRO (Federal University of Santa Catarina, Technologic Center, Mechanical Engineering Department) Address: 88040-970, Brazil, Florianópolis-SC, Caixa Postal: 5053; Telefon: +55 48 3239-2030 / Fax: +55 48 3239-2009, albertazzi@labmetro.ufsc.br, mmh@labmetro.ufsc.br.

Abstract

This paper is concerned about the implementation of a software in C# that calculates the calibration of a notebook camera based on Zhang's method and using the tools provided by the OpenCV (Open Source Computer Vision Library). First it is given a brief introduction to calibration of cameras, focusing in the most important calculations and in the concept involved on it, then the EmguCV wrapper is introduced to justify its use since the OpenCV library needs it to be accessed by software implemented in C# and finally the paper provides detailed information about the implementation, emphasizing in how to use the calibration camera methods of this powerful computer vision tool. After the implementation of the camera calibration system some tests were made and a section in the end of this paper was created to discuss the results. Different configurations were tested and through them it was possible to take some conclusions and propose improvements for the software.

Keywords: camera calibration, OpenCV, EmguCV.

Összefoglaló

Ez az írás aggodnik végrehajtásáról szoftver C # , amely kiszámítja a kalibrációs egy notebook kamera alapján Zhang módszer és eszközeivel által biztosított OpenCV (Open Source Computer Vision Library) . Először is ez adott egy rövid bevezetés a kalibrálás kamerák , összpontosítva a legfontosabb számításokat , és a fogalom rajta , akkor a EmguCV wrapper be jogosítanak fel , mivel a OpenCV könyvtárban kell , hogy legyen elérhető szoftver végrehajtott C # és végül a papírt részletes információkkal szolgál a végrehajtás , hangsúlyozva , hogyan kell használni a kalibrációs kamera módszereit ezt a hatalmas számítógépes látás eszköze. Miután a végrehajtás a kamera kalibrációs rendszer néhány vizsgálatot végeztek , és egy szakaszt a végén ez a dokumentum jött létre , hogy bemutassa a kvantitatív eredményeket , valamint megvitatja és értékeli azokat . A különböző konfigurációk tesztelték , és rajtuk keresztül lehetett , hogy bizonyos következtetéseket és javaslatokat tenni a szoftver.

Kulcsszavak: kamera kalibráció, OpenCV, EmguCV.

1. Introduction

Camera calibration is a very important step in 3D computer vision in order to extract metric information from 2D images [1]. There are some applications to calibrate cameras and one of them is a Matlab toolbox [2] that can provide quite good and reliable results but its process sometimes requires a lot of efforts for the user, moreover the steps of capturing

images, calibration and exportation of the results are not totally integrated. Therefore the software discussed in this paper has the aim of provide an easy and automated solution to calibrate a notebook camera as well as export the results. The software was developed in C# by using Microsoft Visual Studio 2010 IDE (Integrated Development Environment) under .NET Framework 4 and the EmguCV [3], which is a wrapper to the OpenCV library [4] because this one does not have a direct interface to C# language. Camera calibration consists in finding internal parameters of the camera that affect image processing like: lens distortions, focal length, coordinates of the central point of the image, scaling factors for row pixels and column pixels [5]. The calibration discussed in this paper was based on the mathematic model of a *pinhole camera* [6] and its equation can be written like in (1):

$$\mathbf{x} = \mathbf{KR}[\mathbf{I} | -\tilde{\mathbf{C}}]\mathbf{X} \quad \left\{ \begin{matrix} \lambda u \\ \lambda v \\ \lambda \end{matrix} \right\} = \mathbf{K}[\mathbf{I} | \mathbf{0}] \begin{bmatrix} \mathbf{R} & -\mathbf{R}\tilde{\mathbf{C}} \\ \mathbf{0}^T & 1 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} X \\ Y \\ Z \\ 1 \end{Bmatrix} = \mathbf{K} \mathbf{R}[\mathbf{I} | -\tilde{\mathbf{C}}] \begin{Bmatrix} X \\ Y \\ Z \\ 1 \end{Bmatrix} \quad (1)$$

Where: (u,v) are the image coordinates, (X,Y,Z) are the 3D coordinates, $\lambda = Z$, \mathbf{K} is the *intrinsic parameters matrix*; $\mathbf{R}_{3 \times 3}$ and $\tilde{\mathbf{C}}$ correspond to the *extrinsic parameters* containing the rotational and translational values of the camera in relation to the global reference frame. So by using the projection matrix or calibration matrix denoted by $\mathbf{P} = \mathbf{K} \mathbf{R}[\mathbf{I} | -\tilde{\mathbf{C}}]$, it is possible to know the correspondent 3D points in space, given the 2D points in the image and vice versa.

2. Implementation

The implementation of the calibration system was divided in steps and they are described in the following subsections.

2.1 Capturing images

First of all it was implemented the functionalities of access the notebook camera and make the automatic acquisition of the images containing the pattern (a chessboard) in different positions. The EmguCV (installed version: 2.4.2) provides an example in the installation directory called *CameraCapture*, where the project shows a simple implementation of capturing frames of the notebook camera. So the class *Capture* was used to get the frames [7] and the Windows Form called *ImageBox Control* was used to show the current frames [8] and all of them are provided by the EmguCV. As aborded in [1] it is possible to calibrate the camera with the minimum of 2 images but a number between 7 and 12 images can produce better results. The images were captured in 640x480 pixels, converted to gray scale and saved in JPG format.

2.2 Finding Chessboard Corners

After capturing a set of images they must be processed and the corners coordinates extracted. The method *FindChessBoardCorners* provided by EmguCV can be used to extract the corners coordinates (u,v) in pixels, of an image passed as parameter and these information is saved in a variable also passed as parameter. The documentation of this method can be found in [7] and in [9] it is possible to find a simple tutorial describing the use of this method

2.3 Calculating intrinsic parameters, extrinsic parameters and calibration matrix

The next step after having the coordinates of the chessboard corners is to calculate the intrinsic parameters, the extrinsic parameters and the calibration matrix. In [10] it is possible

to find a nice method called *CalibrateCamera* that receive parameters and use them in another method called *cvCalibrateCamera2* [7] that estimate the intrinsic and extrinsic parameters (also provided by the EmguCV). After this processing the *calibration matrix*[3x4] can be calculated by multiplying the matrix of intrinsic parameters [3x3] and the matrix of extrinsic parameters [3x4].

2.4 Projecting Corners

The calibration matrix can be used to project 2D from 3D points so in this next step the main aim is to use it to transform the 3D points of the chessboard corners to 2D coordinates and calculate the errors with the points found by the method *FindChessBoardCorners*. The EmguCV has a method called *cvProjectPoints2* to do it and its description can be found in [7] but the method *ProjectPoints2* (its code can be found in [10]) was implemented to make it easier to use first one.

2.5 Calculating Calibration Error

By now we have the 2D coordinates calculated by the methods *FindChessBoardCorners* and *ProjectPoints2* and with these informations it is possible to have the errors between the corners. So the method *CalculateErrorBetweenCorners* was implemented with this aim and the results were exported to an Excel file to make it easier to analyze them. After all the calculations the results are exported to an Excel file so the user can analyze the obtained values and make conclusions about the calibration.

2.6 Exporting the Results

To export the results to an Excel file it is not necessary to download any package but only add the following reference: *Add Reference-> .NET-> Microsoft.Office.Interop.Excel*. After that, insert the following code and use Excel to refer to the application and edit the file: *using Excel = Microsoft.Office.Interop.Excel*. The examples shown in [13] and [14] helped in the construction of the results exportation method.

2.7 Reducing the Calibration Errors

An improvement was applied to the algorithm with the aim of reduce the calibration errors. The basic idea was insert iterations to the process and repeat the following steps: take the corners calculated for the method *ProjectPoints2*, use them in the method *CalibrateCamera*, project the points and calculate the errors again. The number of iterations can be chosen by the user but some tests were made and 2 iterations are good enough to reduce the calibration errors.

3. Tests and Results

The tests were made using the minimum of 7 images and the maximum of 12 images and the aim of the *first test* was to evaluate the *global error* and the *standard deviation* in relation to different number of captured images used in the calibration. Multiple calibrations were made varying the number of captured images. For this first test the global errors values do not show results that allow us make conclusions but in relation to the standard deviations, calibrations using 7, 8 and 12 images have generated small values therefore better results. In most cases the global errors and the standard deviations without considering the distortion coefficients have smaller values and it can be explained by the fact that the lens has small distortions and most of the corners are positioned in the center of the images where this problem doesn't affect too much the results. The *second test* was made to evaluate the repetitivity of the software. The same images were processed 5 times and the same results were generated, what proves that the algorithm of the OpenCV is reliable.

4. Conclusion

According to the proposed software defined in the beginning of the implementation all the aims were achieved and the calibration system has proved to be practical and easy to be operated by the user. Although the methods provided by the EmguCV have been implemented successfully it was difficult to learn how to use them because the parameters required had to be passed in very specific manners beyond that the documentation for C# was a little bit scarce. Fortunately there were some codes in the internet which helped a lot in the understanding and use of the methods but lots of tests were necessary to compose the final solution. There are some additional improvements that could be implemented in this solution:

- Create an exclusion criterion to discard the images with big errors in the identification of the corners so they won't affect the calibration and errors calculations;
- Adapt the software to other cameras and evaluate the results. Lens with more distortions can be used to analyze the results.

5. Acknowledgements

The authors thank CAPES (*Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior*) and the Science Without Borders program for the scholarship given to Guilherme Martins Pereira under process number 88888.016879/2013-00.

References

- [1] Zhang, Z.: *A flexible new technique for camera calibration*. IEEE Trans. Pattern Anal. Machine Intell. vol.22 n.11, p. 1330–1334, 2000.
- [2] *Calibration using a MATLAB toolbox*: http://www.vision.caltech.edu/bouguetj/calib_doc/. Last access: 03/03/2014.
- [3] *Main page of EmguCV*: http://www.emgu.com/wiki/index.php/Main_Page. Last access: 03/03/2014.
- [4] *About OpenCV*: <http://opencv.org/about.html>. Last access: 03/03/2014.
- [5] *Camera calibration*: <http://www.umi.acs.umd.edu/~ramani/cmssc828d/lecture9.pdf>. Last access: 03/03/2014.
- [6] *Pinhole camera*: http://en.wikipedia.org/wiki/Pinhole_camera. Last access: 03/03/2014.
- [7] *EmguCV documentation*: <http://www.emgu.com/wiki/files/2.4.2/document/Index.html>. Last access: 03/03/2014.
- [8] *ImageBox Control*: http://www.emgu.com/wiki/index.php/Add_ImageBox_Control. Last access: 03/03/2014.
- [9] *FindChessBoardCorners tutorial*: <http://mymobilerobots.com/myblog/academic/emgu-cv-c-tutorial-find-chess-board-corners/>. Last access: 03/03/2014.
- [10] *Calibration methods implemented*: http://read.pudn.com/downloads185/sourcecode/windows/869647/src/Emgu.CV/CameraCalibration/CameraCalibration.cs_.htm. Last access: 03/03/2014.
- [11] *Initializing the objectPoints variable*: <http://www.aishack.in/2010/07/calibrating-undistorting-with-opencv-in-c-oh-yeah/>. Last access: 03/03/2014.
- [12] *Standard deviation*: http://en.wikipedia.org/wiki/Standard_deviation. Last access: 03/03/2014.
- [13] *How to write in an Excel file (code 1)*: <http://social.msdn.microsoft.com/Forums/en-US/csharpgeneral/thread/ef11a193-54f3-407b-9374-9f5770fd9fd7>. Last access: 03/03/2014.
- [14] *How to write in an Excel file (code 2)*: <http://stackoverflow.com/questions/9769703/exporting-to-xlsx-using-microsoft-office-interop-excel-saveas-error>. Last access: 03/03/2014.



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

A LÉGIKÖZLEKEDÉS KÖRNYEZETBIZTONSÁGI MODELLJÉNEK KERESÉSE

PURSUANCE OF ENVIRONMENTAL SAFETY MODEL OF AVIATION

POKORÁDI László⁽¹⁾, BERA József⁽²⁾

(1) Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtudományi Kar,
Magyarország 1081 Budapest Népszínház u. 8. +36-30-9194929,
pokoradi.laszlo@bgk.uni-obuda.hu

(2) Óbudai Egyetem Biztonságtudományi Doktori Iskola, Magyarország 1081
Budapest Népszínház u. 8. +36-30-2544220, berajo@kabelnet.hu

Abstract

The examination of environmental risks and the environmental safety are increasingly have some significance beyond the assessment based on the prescription of limiting value. Every time human activity such as aviation constitutes a complex system, with several unrelated though interrelated influences. Nowadays, accomplishment of environmental safety investigation requires to work up a general model and methodology of modelling. The aims of this papers are showing and summarizing required knowledge and their critical dissection.

Keywords: aviation, system, model, environmental protection

Összefoglalás

A környezetbiztonság, a környezeti kockázatok vizsgálata és a környezethasználatok értékelése mindinkább túlmutat a határértékek előírásán alapuló minősítésen. Az emberi tevékenységek – mint például a légitörlekedés – minden esetben összetett rendszert alkotnak, számos, egymástól független, de ugyanakkor egymással összefüggésben lévő hatással. A korszerű környezetbiztonsági vizsgálatok elvégzéséhez feltétlen szükséges egy átfogó általános, modell, illetve modellezési elv kialakítása. A tanulmány célja egy általános környezetbiztonsági modell felállításához szükséges ismeretanyag ismertetése és összegzése, azok kritikai elemzése.

Kulcsszavak: légitörlekedés, rendszer, modell, környezetvédelem

1. Bevezetés

A korszerű környezetbiztonsági vizsgálatok, értékelések mindinkább túlmutatnak a határértékek előírásán alapuló minősítéseken. Az emberi tevékenységek olyan összetett rendszert, rendszereket alkotnak, melyekben számos, egymástól független, de ugyanakkor egymással összefüggésben lévő tényezők hatnak [1]. A korszerű környezetbiztonsági elemzésekhez szükséges egy átfogó, általános modell, illetve modellezési elv kialakítása. Modellezésen értjük a valóságos rendszer lényegi tulajdonságainak felismerését, és azok valamilyen formájú leképezését. Egy adott rendszer korszerű, tudományos igényű vizsgálatának feltétele a rendszermodell megalkotása [3]. Egy fizikai folyamat, vagy jelenség

modelljének felállításához pontosan meg kell határoznunk a vizsgálatunk célját, valamint a vizsgált rendszer ezen célból adódó lényegi tulajdonságait. A tanulmányunkban a légiközlekedés általános környezetbiztonsági modelljének felállításához szükséges ismereteket szándékozzuk összegezni, és azok kritikai elemzését elvégezni.

2. A rendszerek fogalmai

Technikai rendszer az anyagi világ vizsgálatunk tárgyát képező része, mely egymással valamilyen kölcsönhatásban lévő elemek (berendezések és személyek) összessége. A rendszer állapota, illetve a benne lejátszódó folyamat a be- és a kimenő valamint a belső jellemzőkkel írható le. A környezet kölcsönhatásban lehet a rendszerrel és meghatározza a rendszer működésének peremfeltételeit [3]. A technikai rendszerek különböző szempontok szerint jellemezhetők. A viselkedő rendszerek az őket érő behatásokra a belső felépítésük által meghatározott válaszokat adnak. Egy rendszernek lehet sok gerjesztése és sok válasza. Ezt a rendszert többváltozós rendszernek nevezzük. Egy ilyen rendszer viselkedése egy

$$\mathbf{y} = W\{\mathbf{u}\} \quad (1)$$

vektorösszefüggéssel írható le, ahol: $\mathbf{y}^T = [y_1 y_2 \dots y_n]$ $\mathbf{u}^T = [u_1 u_2 \dots u_m]$ a válaszok, illetve gerjesztések vektorai; n – válaszok száma; m – gerjesztések száma. Egy rendszer időben variáns (időfüggő), ha a gerjesztés időbeli eltolása nem csak egy ugyanekkora időbeli eltolást okoz a válaszban is. Egy rendszer akkor nem-memóriamentes (dinamikus), ha bármelyik időpontban adott válasza a gerjesztésnek nem csak ugyanezen időpontbeli értékétől függ. Vizsgálataink során az adott rendszert első lépésben összetevőkre bonthatjuk. Ezeket részrendszereknek vagy alrendszereknek is szokás nevezni. Ezeket az összetevőket tovább bontva jutunk a rendszer elemekhez, melyeket már nem bontunk tovább. Rendszer egy elemén az elemzett rendszer olyan részét értjük, melyet – adott vizsgálatunk során – már nem bontunk tovább. A komplex rendszerről akkor beszélünk, amikor az alkotóelemek nagy száma és a közöttük lévő kölcsönhatás révén a rendszer viselkedése az egyes egységektől lényegesen eltérő sajátosságokat mutat.

Kijelenthetjük, hogy a környezetvédelmi elemzések során többváltozós, viselkedő, variáns, dinamikus, komplex rendszerekről beszélhetünk, ami meghatározza az alkalmazható modelleket és modellezési eljárásokat.

3. A környezetvédelmi rendszer értelmezése

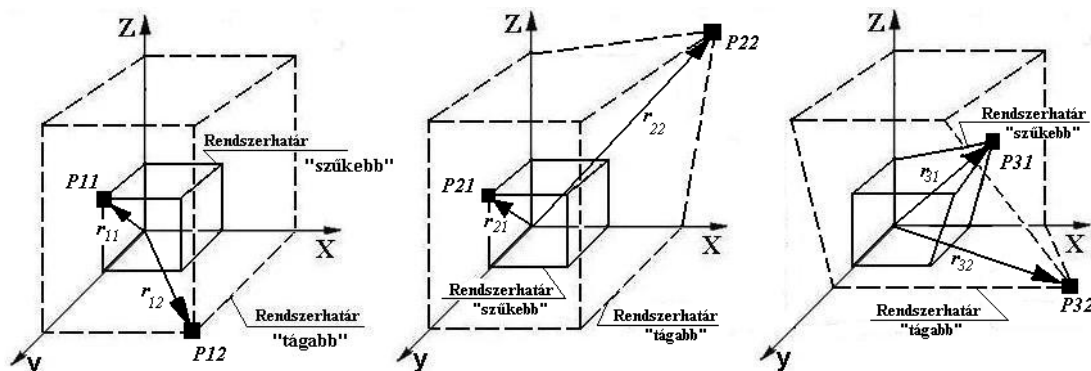
Ha a vizsgálataink középpontjába egy környezetvédelmi rendszert helyezünk, kijelölhetjük azokat a sarokpontokat, melyek segítséget adnak a rendszer és környezete kölcsönhatásának jobb leírásához.

Környezetbiztonsági vizsgálataink során célszerű megkülönböztetni úgynevezett szűkebb és tágabb rendszerhatárokat. Ez a megközelítés kiegészül még azokkal a külső hatásokkal, melyek oka a rendszerhatárokon kívül eső források összessége [2].

Régi módszer külön-külön vizsgálni az eltérő hatásokat, majd az eredményeket összegezni az együttes minősítés érdekében. Új módszer esetén a vizsgált folyamat jellemzőit alapul véve ültetjük rá a folyamatra a rendszerhatárokkal leírt környezetvédelmi rendszerünket. Ez lehetőséget ad annak vizsgálatára is, hogy a szűkebb és a tágabb rendszerhatárok közötti különbségek miből adódnak.

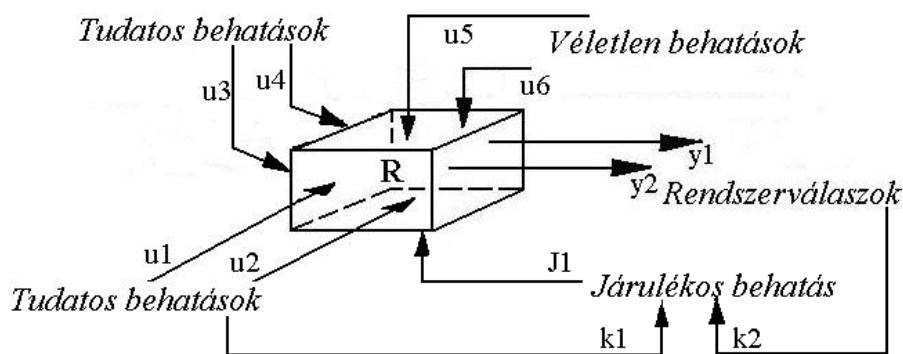
Lényeges a rendszert érő járulékos gerjesztések jelenléte, amit a 2. ábra szemléltet. Látható, a tervezett és felügyelet mellett zajló tudatos behatás mellett számolni kell a véletlen

járlékos behatásokkal is. A véletlen behatások becslése nehéz, csak nagy bizonytalansággal lehetséges.



1. ábra. Környezetvédelmi rendszer általános értelmezése (forrás: [2])

Lényeges a rendszert érő járulékos gerjesztések jelenléte, amit a 2. ábra szemléltet. Látható, a tervezett és felügyelet mellett zajló tudatos behatás mellett számolni kell a véletlen járulékos behatásokkal is. A véletlen behatások becslése nehéz, csak nagy bizonytalansággal lehetséges.



2. ábra. Egy többváltozós rendszer vázlata ([2] alapján)

4. Következtetések

Az előző fejezetekben röviden leírtak alapján az alábbi következtetések és javaslatok fogalmazhatóak meg egy általános környezetbiztonsági modellel kapcsolatban:

☞ úgynevezett kettős modell kidolgozása célszerű;

Kettős modellen olyan elemzést értünk, melyben figyelembe vesszük a vizsgált jelenség közeli és távoli hatásait is. Természetesen, a közeli és távoli szavak alatt nem feltétlen fizikai távolságokat kell értenünk. Például, a talajszinten mért zajterhelés csökkentése érdekében előírhatják a repülőgépek meredekebb emelkedését – ez esetünkben a közeli hatás és a szűkebb környezet értelmezése. De ez maga után vonja a hajtóművek nagyobb mérvű elhasználódását, gyakoribb nagyjavítását, az abból eredő magasabb környezetterhelést, illetve a nagyobb hajtómű emissziót – ezen kérdéseket értve a távoli hatáson, illetve a tágabb rendszeren. Erre a problémára hívja fel a figyelmet a [2] publikáciánk.

☞ a rendszer komplexitása miatt kerülni kell a lineáris, vagy linearizált modellek használatát;

Amennyiben mégis lineáris modellt alkalmazunk, az eredmények kiértékelésénél

figyelembe kell venni a modell alkalmazási korlátait. A lineáris modellek alkalmazási lehetőségeit részletesebben tárgyalja a [3] irodalom.

- ☞ környezetbiztonsági rendszerek vizsgálatához ajánljuk a Monte-Carlo szimuláció alkalmazását;

Monte-Carlo módszerek lényege az, hogy a rendszer egyes bizonytalan bemeneti tényezőihez rendelt valószínűségi eloszlások alapján véletlenszerűen választjuk ki azok – az (1) egyenlet \mathbf{u} vektorának – értékeit. A modell futási eredményeinek statisztikai elemzésével tudjuk meghatározni a rendszer lehetséges válaszainak – az (1) egyenlet \mathbf{y} vektor elemeinek – valószínűségi jellemzőit. Erre látunk egy zajterhelés elemzési példát a Szerzők [4] cikkében

- ☞ környezetbiztonsági vizsgálatokat össze kell kötni az adott kérdések kockázati elemzésével;

A természetes környezet terhelése minden esetben valamilyen formájú és mérvű kockázatot von maga után. Ennek elemzése az emberi biztonság szempontjából fontos. Kockázatelemzéssel részletesebben foglalkozik a [2] és [3] irodalom.

- ☞ a modellek bizonytalanságainak leírása fontos az eredmények kiértékeléséhez.;

A bizonytalanság elválaszthatatlan egy modelltől, a gerjesztésektől és a modellparaméterektől. A bizonytalanság elemzés információt ad a kapott válaszok hibahatáraitól, a modell eredményeinek elfogadhatósági szintjéről. A téma részletesebben ismerhető meg a [2] és [3] irodalmakból

A Szerzők saját és mások eredményeire alapozva jövőbeli tudományos tevékenységük keretében környezetbiztonsági kockázat- és bizonytalanság elemzési módszereket és eljárásokat terveznek kidolgozni.

Irodalom

- [1] Bera J, Pokorádi L.: *Helikopterzaj elmélete és gyakorlata*, Campus, Debrecen, 2010, 192 oldal.
- [2] Bera J, Pokorádi L.: *Műszaki környezetvédelem és a kockázatkezelés összefüggései*, Műszaki Tudományos Füzetek XVIII. FMTÜ, Kolozsvár, 2013, 69-73 oldal.
- [3] Pokorádi L.: *Rendszerek és folyamatok modellezése*, Debrecen: Campus Kiadó, 2008, 242 oldal.
- [4] Pokorádi L., Bera J.: *Helikopter leszállóhely zajkibocsátásának Monte-Carlo szimulációja*, Műszaki Tudományos Füzetek, XVIII. FMTÜ, Kolozsvár, 2013, 327-330 oldal.



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

ÚJRAKRISTÁLYOSODÁS VIZSGÁLATA MELEGKEMÉNYSÉG-MÉRÉSEL ÉS DSC TECHNIKÁVAL

INVESTIGATION OF RECRYSTALLIZATION WITH HOT- HARDNESS MEASUREMENT AND DSC TECHNIQUE

POVORAI Gábor⁽¹⁾, MUCSI András⁽²⁾

Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, Anyag és Gyártástechnológiai Intézet, Anyag- és Alakítástechnológiai Szakcsoport, 1081 Budapest Népszínház út 8. Telefon/Fax: +0036-666-5386, (1)blackye_25@hotmail.com, (2)mucsi.andras@bgk.uni-obuda.hu

Abstract

In this paper the recrystallization of pure copper has been investigated using hot-hardness and calorimetric methods. The relationship between the change of hot-hardness and heat flow during recrystallization of a continuously heated (heating rate: 10 °C/min) specimen has been presented.

Keywords: hot-hardness, DSC, recrystallization

Összefoglalás

A dolgozatban elektrolitrez próbatestek újrakristályosodását vizsgáljuk melegkeménység és DSC technikával végzett mérések eredményeinek összehasonlításával. Összefüggést keresünk a melegkeménység és a hőeffektus hőmérsékeltbeli viselkedése között lineáris 10°C/perc felfűtési sebesség mellett végzett hevítés esetén.

Kulcsszavak: melegkeménység, DSC, újrakristályosodás

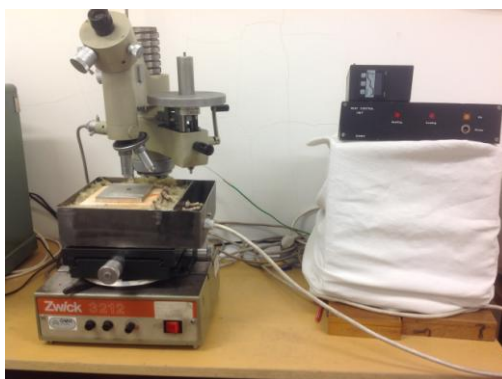
1. Bevezetés

Az újrakristályosodás és annak kinetikája igen fontos szerepet játszik a mérnöki anyagok gyártástechnológiájában. Az itt közölt mérési eredmények célja a melegkeménység-mérés és a DSC technika újrakristályosodás vizsgálatára való alkalmazhatóságának bemutatása.

2. Kísérleti eszközök és anyag, a mérések menete

Vizsgálatainkhoz 80%-os mértékben hidegen hengerelt elektrolitrezet használtunk. A melegkeménység-méréshez egy átalakított Vickers típusú keménységmérő berendezést használtunk. A vizsgált mintát egy elektronikusan szabályozott fűtőelem használatával fűtöttük, állandó, 10°C/perc hevítési sebesség mellett. A berendezés az 1. ábrán látható. A próbatest keménységét lineáris felhevítés mellett bizonyos hőmérsékletek elérésekor mértük. A mérések során a terhelés mértékét 2.2 kg-ban állapítottuk meg, időtartama 5 másodperc volt. Ezzel az eljárással az újrakristályosodás a keménység (két lineáris szakasz közötti) intenzív csökkenéseként jelentkezik. A hőeffektus méréséhez egy teljesítmény-kompenzációs

elven működő, Perkin-Elmer DSC-8000 típusú berendezést használtunk, a melegkeménység-mérés során használt hevítési sebességgel (10 °C/perc). A DSC eljárás lényege, hogy az újrakristályosodás során keletkező hőeffektust regisztráljuk, melynek időbeli lefutásából következtethetünk az újrakristályosodás mértékére. Az újrakristályosodás a DSC görbéken egy exoterm csúcsként jelenik meg. A berendezés teljesen automata, a kapott eredményeket szoftveresen értékeltük ki.



1. ábra. A melegkeménység mérésére használt berendezés

3. Mérési eredmények és kiértékelésük

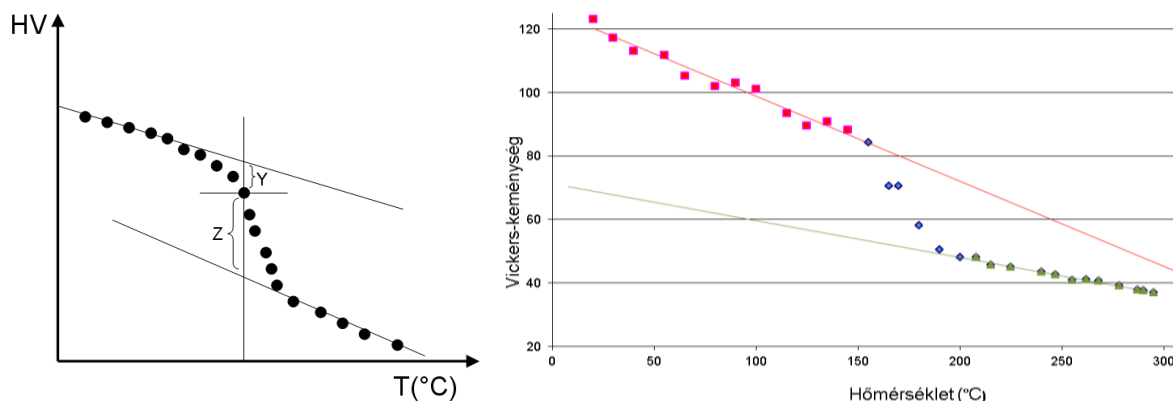
3.1 A Vickers-keménység és az átalakult hányad a hőmérséklet függvényében

A próbatest Vickers-keménysége a hőmérséklet függvényében monoton csökken. A kapott adatpontok 3 tartományra bonthatók: újrakristályosodás előtti lineáris szakasz, újrakristályosodás során fellépő nemlineáris, valamint újrakristályosodás utáni lineáris szakasz. Az újrakristályosodás során fellépő keménységcsökkenés relatív értékét a 2. ábrán látható módon határoztuk meg. A 2. ábra alapján, a $T[t]$ hőmérsékleten mérhető relatív keménységcsökkenés a következőképp számítható:

$$X = \frac{Y}{(Y + Z)} \quad (1)$$

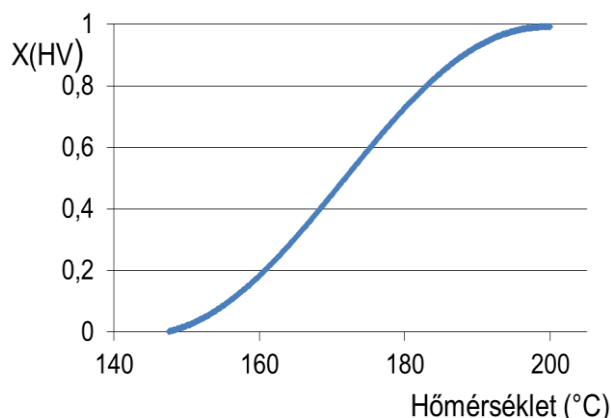
ahol X a relatív keménységcsökkenés, Y és Z az adatpont távolságai az egyenesektől.

A 10 °C/perc hevítési sebesség mellett mért melegkeménység értékek, valamint a relatív keménységcsökkenés megállapításához használt egyenesek a 2. ábrán láthatók.



2. ábra. A relatív keménységcsökkenés kiértékelésének módszere, és a mérési eredmények

A relatív keménységcsökkenés a hőmérséklet függvényében a 3. ábrán látható.

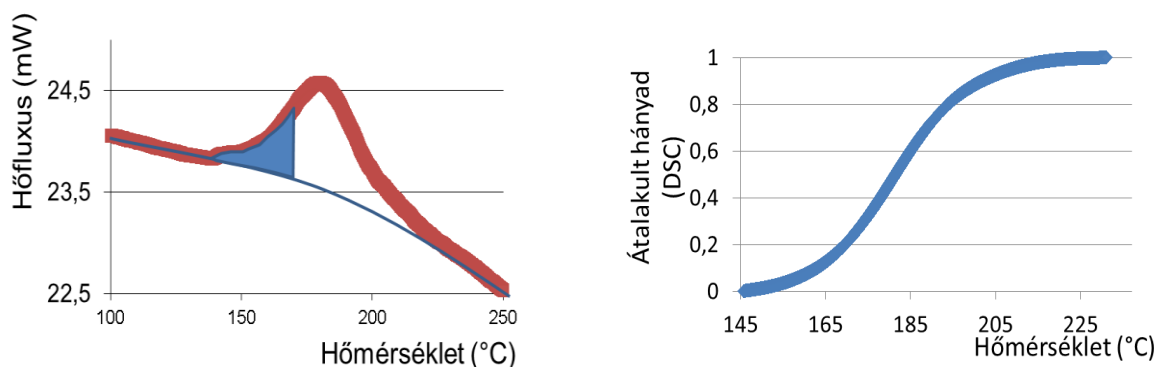


3. ábra. A relatív keménységcsökkenés a hőmérséklet függvényében

A görbén jól megfigyelhető, hogy az átalakulás a 147-200°C közötti hőmérséklettartományban megy végbe. Ez összhangban van a DSC technikával mért eredményekkel, melynek értékelésére a következőkben térünk ki.

3.2 A DSC-görbe és az átalakult hányad a hőmérséklet függvényében.

A DSC mérésekkel az újrakristályosodás során felszabaduló hő mennyiségét mérjük. A hőeffektus ugyancsak a 140-200 °C-os tartományban jelentkezik, akárcsak a keménység intenzív csökkenése. A mintegy tizenkétezer mérési pontból álló adathalmazt a következőképpen dolgoztuk fel. Az alapvonal és a csúcs közti terület az átalakulás mértékéről ad információt. Amennyiben elfogadjuk, hogy ez a terület jelenti a teljes átalakulást, kiszámítása után az átalakulás hőmérséklettartományán a $T[t]$ hőmérséklethez tartozó átalakult hányad a $T[t]$ hőmérsékletig összegzett terület és a teljes terület hányadosaként adódik. A módszer ábrázolása a 4. ábrán látható.

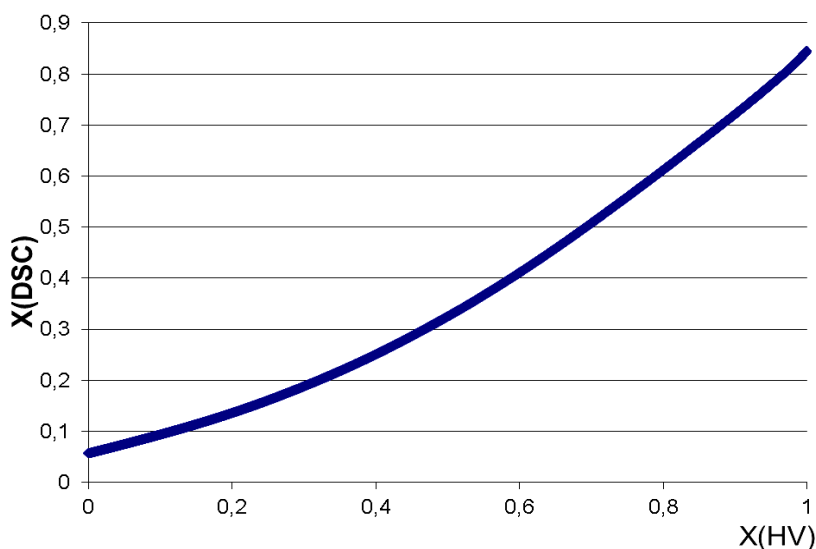


4. ábra. Az újrakristályosodás hőeffektusa és az átalakulás mértékének származtatása

Látható, hogy a Vickers-keménységből származtatott relatív keménységcsökkenés görbékhöz hasonló eredményt kaptunk.

3.3 A Vickers-keménység és a DSC görbékből kapott átalakult hányad-görbék összevetése.

A Vickers-keménység adathalmazára illesztett függvénybe behelyettesítve a DSC mérés T ($^{\circ}\text{C}$) hőmérséklet értékeit, a DSC méréssel összevethető adathalmazt kaptunk. A 7. ábra a DSC technikával mért átalakult hányadokat mutatja a relatív keménységcsökkenés függvényében.



7. ábra. A hőeffektus mértéke a relatív melegkeménység-csökkenés függvényében

4. Következtetések, összefoglaló.

A réz próbatestenen végzett mérések eredményeit kiértékelve arra a megállapításra jutottunk, hogy szoros összefüggés van az újrakristályosodáskor mért Vickers-melegkeménység és a DSC technikával mért hőeffektus időbeli és hőmérsékletbeli lefolyása között. A cikkben bemutatunk egy olyan melegkeménység-mérésen alapuló eljárást és adatfeldolgozó módszert, mellyel az újrakristályosodás kvantitatív módon jellemezhető.

Irodalom

- [1] Mucsi András: *DSC mérési eredmények feldolgozása*, XVI. Fiatal Műszakiak Tudományos Ülésszaka, Kolozsvár, 2011. március 24–25.
- [2] G. Benchabane, Z. Boumerzoug, I. Thibon, T. Gloriant: *Recrystallization of pure copper investigated by calorimetry and microhardness*, Materials Characterization; 59(10):1425-1428. DOI:10.1016/j.matchar.2008.01.002



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

CSAVARÓ IGÉNYBEVÉTELNEK ELLENÁLLÓ ELEKTROMÁGNESES KÖTÉSEK

JOINTS MADE BY ELECTROMAGNETIC FORMING FOR TORSION LOADING

RÁCZ Pál

Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, 1081 Budapest
Népszínház u. 8. ;Telefon / Fax: +36-1-6665430, racz.pal@bgk.uni-obuda.hu

Abstract

The electromagnetic forming, among the other possible applications is a suitable processes to produce interference-fit and form-fit joints of construction elements made of dissimilar materials. This paper introduces various versions of joint structures made by electromagnetic forming between tube and rod like elements. A new type of tubular joints is presented withstanding torsion loading, as well as further the results of experimental investigations of these joints are showed. Axial and radial grooves are applied in these joints having resistance against tensile and torsion loads. It has been proved by experimental investigations and tests of joints that they are suitable for those purposes by their mechanical properties.

Keywords: torsion resistant tube-rod joint, electromagnetic forming.

Összefoglalás

Az elektromágneses alakítás, többek között jól alkalmazható különböző anyagminőségű szerkezeti elemek közötti erőzáró, valamint alakzáró kötések kialakítására. A cikk elektromágneses alakítással létrehozott cső-rúd kötések szerkezeti kialakításának különféle változatait mutatja be. Ismertet egy új csavaró igénybevételnek is ellenálló kötést, és az elkészített kötések kísérleti vizsgálatának eredményeit. A kötés tengely- és sugárirányú hornyok alkalmazásával áll ellent a húzó és csavaró igénybevételnek. A kísérletek igazolták, hogy a kötések mechanikai tulajdonságaik alapján megfelelnek a kitűzött célnak.

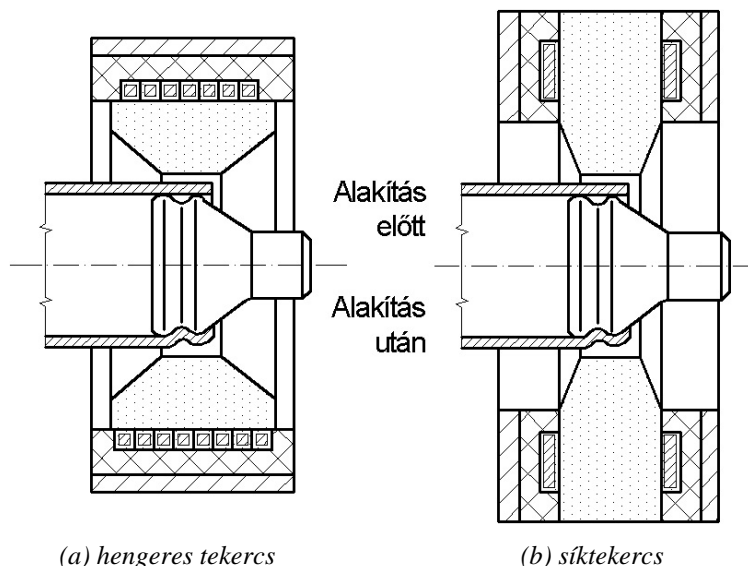
Kulcsszavak: csavarásnak ellenálló cső-rúd kötés, elektromágneses alakítás.

1. Az elektromágneses alakítás jellemzői

Az adott gyártmányhoz a legmegfelelőbb gyártás technológiai folyamat a kiválasztását műszaki és gazdasági szempontok határozzák meg. A hagyományos képlékenyalakítási eljárások kiválasztását és gyakorlati megvalósítását sok évtizednyi műszaki és gazdasági tapasztalat könnyíti meg. A nagysebességű képlékenyalakítások területén nem ez a helyzet, mert ipari alkalmazásuk még csak néhány évtizedes múltra tekint vissza.

Az elektromágneses eljárásnál a megfelelően kialakított tekercsel ellátott szerszám végzi az energiaátalakítást és a munkadarab alakítását. [1]. A megmunkálendő előgyártmány egy meghatározott felületére jelentős mértékű energiakoncentráció érhető el különböző kialakítású térformáló elemek alkalmazásával.

A hengeres kivitelű, kompressziós tekercseléssel ellátott, szerszámba helyezhető térformálót mutat be az 1. ábra. Ezen kialakítás segítségével, egy alapterkessel a térformáló elemek belső geometriájának változtatásával, több egymástól eltérő méretű munkadarab kompressziós alakítása válik lehetővé. [2].

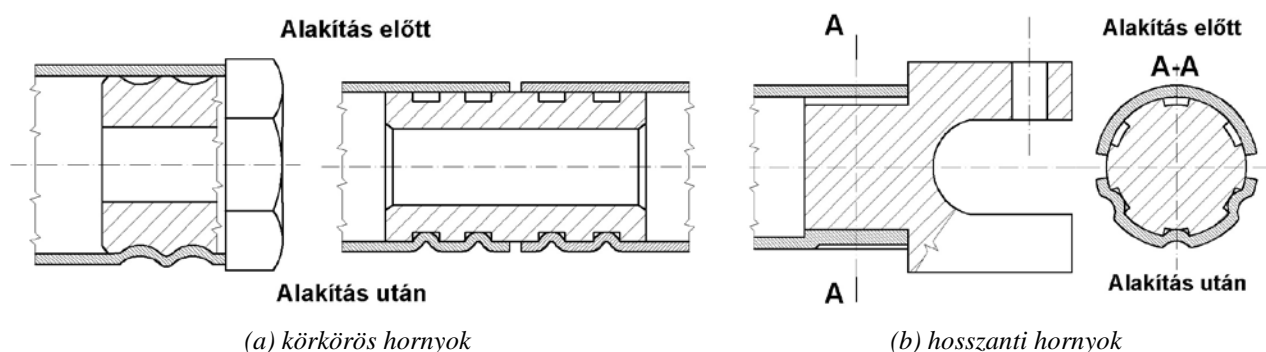


1. ábra. Térformálóval ellátott kompressziós tekercsek

2. Cső-mag közötti kötések készítése elektromágneses alakítással

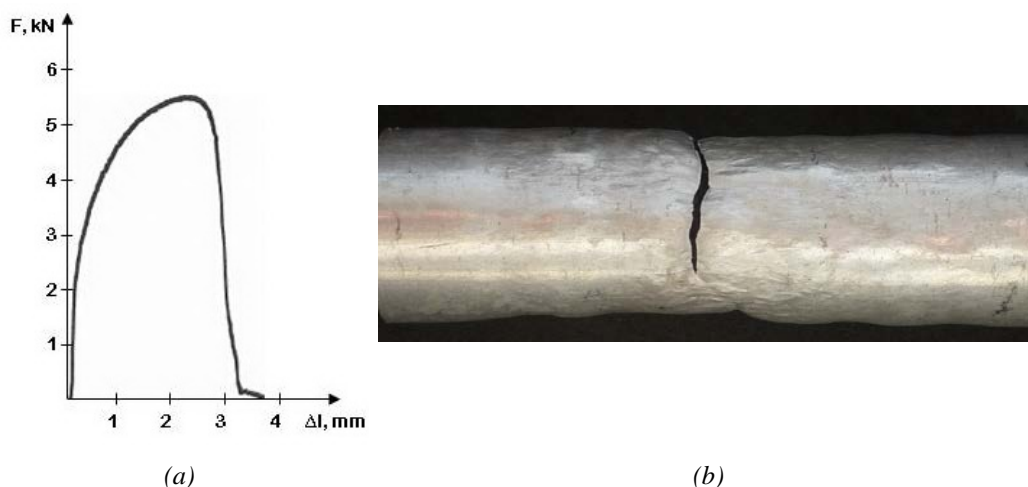
A kifejezetten alakítási műveletekhez képest nagyobb jelentőségű az elektromágneses eljárás a képlékenyalakítással létesített mechanikus kötések, vagyis a szerelés területén. A szerelési műveletek azonban nemcsak a hagyományos értelemben vett szerelések helyettesítésére szolgálnak, hanem bizonyos esetekben új, egyszerűbb, olcsóbb konstrukciós lehetőségeket is nyújtanak. Az alakzárás nélküli kötéseknel az elektromágneses alakítással a rúdra rásajtolt cső, valamint a rúd együttes rugalmas alakváltozásból származó nyomás és a nyomásból eredő súrlódó erő határozza meg a kötés teherbírását.

Alakzáró kötések készítésénél a csatlakozó elemeken olyan hornyok, beszúrások, vállak kiképzése szükséges, amelyek az összeszerelt alkatrészek megfelelő mechanikus kötését biztosítják (2.a ábra). Torziós igénybevétel átvitelére (például tengelyeknél), hosszanti bordázattal célszerű ellátni a csatlakozó darabot (2.b ábra), és az alakított darabot a bordák közé sajtoljuk be.



2. ábra. Elektromágneses alakítással készített kötések

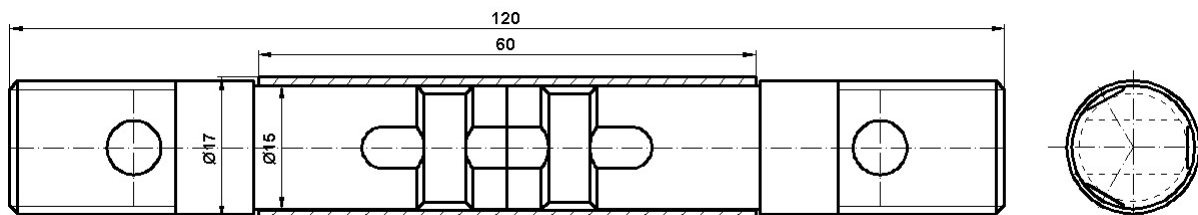
Kísérleti vizsgálataink során először csak körkörös hornyokkal rendelkező alumínium rudak (EN AW 6060 T6) és 1 mm-es falvastagságú alumínium cső (EN AW 3103 H111) közötti, axiális terhelésnek ellenálló kötéseket készítettünk. A 60 mm hosszú belső aktív felülettel rendelkező térformáló és alakítandó alumínium cső közötti rész mérete 1,55 mm-re adódott, az EMA M30 típusú elektromágneses alakító berendezésen a töltési energiát 12 kW-sra állítottuk be. A kötések szakítóvizsgálatait TT100 golyósorsós szakítógépen végeztük 8 mm/min szakítósebességgel. A kéthornyos kötés (2.a ábra szerinti elrendezés) szakítódiagramja és az elszakított darab fényképe a 3. ábrán látható. A mért 5,5 kN-os szakítóerő megfelel az alumínium cső szakítószilárdságából számítható szakítóerőnek. Jelentős a szakadást megelőző alakváltozás, amely kiterjed a magok összeillesztéseinél található, az elektromágneses alakítás során nem deformálódott zónára is [3].



3. ábra. Két beszúrással készített kötés szakítódiagramja (a), az elszakított darab (b)

3. Csavaró igénybevételnek ellenálló kötések

A körkörös hornyokkal készített kötések csavaró (torziós) igénybevételnek csak, mint alakzárás nélküli kötések állnak ellen. Figyelembe véve a gyakorlatban előforduló igénybevételeket, olyan alakzáró kötés kialakítást terveztünk meg, amely mind húzó, mind csavaró igénybevételnek ellenáll, ezért a kötések magjait egy körkörös és három hosszirányú horonnyal készítettük el (4. ábra). A kötések az előzőekben leírtak szerint, de megnövelt, 17,3 kW-s töltési energiával hoztuk létre. A csavaró vizsgálattal, a kötés elemeinek egymáson való elfordulásakor, a kötés tönkremenetelekor fellépő legnagyobb nyomaték értékeként 34-37 Nm mértünk BETA 599DGT/10X digitális kijelzőjű nyomatékkulccsal.



4. ábra. Körkörös és hosszirányú hornyokkal készülő kötés (alakítás előtt)

Az 5. ábrán látható, hogy a kötések szétszavarodtak, de ezt megelőzően a csövek jelentős, gyakorlatban már nem megengedett képlékeny alakváltozást szenvedtek. A mért nyomaték, a cső, csavarással szembeni teherbírásával egyezik meg. A kötések csavaró igénybevétellel szembeni teherbírása nem mutatott jelentős szórást, illetve az axiális hornyok, lényegében nem befolyásolták a kötés szakítási erősségét.



5. ábra. Elcsavarodott kötések

4. Következtetések / Összefoglaló

A kísérletek során alumínium cső és magok között, kompressziós tekercssel, alakzáró cső-rúd kötéseket hoztunk létre. Méréseink szerint a kifejlesztett körkörös és hosszanti hornyokat egyaránt alkalmazó alakzáró kötések képesek mind a húzó, mind a csavaró igénybevételnek ellenállni. Az alumínium cső és rúd párokkal, elegendően nagy töltési energia mellett (17,3 kW) elkészített egy radiális és három axiális horonnyal rendelkező kötések szakító és csavaró szilárdsága elérte a cső anyagának megfelelő szilárdságot.

A cikk a **TÁMOP-4.2.1.B-11/2/KMR-2011-0001 Kritikus infrastruktúra védelmi kutatások** című projekt keretében készült, amely az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Irodalom

- [1] [Rácz P., Göbl N., Horváth D.: *Elektrodinamikus megmunkálások*, Repüléstudományi Közlemények (online folyóirat), XXIV. évf. 2. szám, 2012, pp. 119-141. ISSN 1789-770X.
- [2] P. Rácz, N. Göbl, D. Horváth, A. G. Mamalis: *Electrodynamic Forming Processes*, Materials Science Forum Vol. 767, Explosion, Shock Wave and High-Energy Reaction Phenomena II. TransTech Publication Ltd. Switzerland, 2014. 126-131 pp. ISSN 0255-5476.
- [3] P. Rácz, N. Göbl, D. Horváth, A. G. Mamalis: *Joining of tubular parts by electromagnetic forming; experimental investigations*, The Eighth Japanese-Mediterranean Workshop on Applied Electromagnetic Engineering for Magnetic, Superconducting, Multifunctional and Nano Materials (JAPMED'8), 2013. 06. 23-26. Athens.



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

MUSHY SZERKEZET PERMEABILITÁSÁNAK SZÁMÍTÁSA

PERMEABILITY CALCULATION IN THE MUSH

RÉGER Mihály

Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, 1034 Budapest,
Bécsi út 96/b, Telefon / Fax: +36-1-6665605, reger.mihaly@bgk.uni-obuda.hu

Abstract

A complex mathematical model characterizing the centerline segregation level in the mid region of continuously cast slabs was developed. The basic heat transfer and solidification model connected to the semi-empirical liquid feeding model gives the possibility to estimate the centerline segregation parameters of slab cast under industrial circumstances. Solid shell deformation changes the volume of the space available for the liquid inside the slab and hereby also changes the conditions of liquid supply. The liquid flow in the mushy area of the strand is impeded by the network of solid dendrites modifying the permeability according to Carman-Kozeny equation, and hence ferrostatic pressure decreases (Darcy law) and liquid supply becomes uncertain. The reduction itself and the reduction rate of ferrostatic pressure play a key role in porosity formation.

Keywords: permeability, pressure drop, porosity, mushy

Összefoglalás

Az acélok folyamatos öntése során a középvonali dúsulás kialakulása elsősorban a mushy szakaszon az olvadék áramlásával hozható összefüggésbe. A középvonali dúsulás elkerülhető, ha az olvadék nem mozdul el a vele egyensúlyt tartó szilárd fázis közeléből. Ipari öntési esetekben az öntés közben kialakuló térfogatkülönbségek miatt az olvadék áramlik a szál belsejében, az áramlás a ferrosztatikus nyomás hatására jön létre. A mushy tartományban a szilárd dendritvázak akadályozzák az olvadék áramlását, melynek eredményeként a ferrosztatikus nyomás csökken. A cikk a mushy tartományban kialakuló ferrosztatikus nyomás csökkenését és ennek következményeit elemzi a Darcy törvény és a mushy tartomány permeabilitása (Carman-Kozeny összefüggés) alapján.

Kulcsszavak: permeabilitás, nyomáscsökkenés, porozitás, mushy

1. Bevezetés

A folyamatosan öntött acéltermékek kristályosodását zsugorodás és egyéb okokból létrejövő térfogatváltozások kísérik. A térfogatváltozások kompenzálására a támgörgők résmérete a meniszkusz szinttől való távolság függvényében csökken, ennek elsősorban a kristályosodás utolsó harmadában van jelentősége, amikor a szál középvonalában már kétfázisú mushy állapot (mushy szakasz) van. A térfogatváltozás és a résbeállítás nem megfelelő összhangja esetén a szál belsejében az olvadék a mushy szakaszban áramlásra kényszerül. Ha a térfogatváltozás kompenzálására nem elegendő az olvadék utánpótlás, akkor folytonossági hiány, belső porozitás alakul ki, általában makrodúsulással együtt, ez a

középvonali dúsulás. A szükséges olvadék utánpótlást a ferrosztatikus nyomás hatására kialakuló olvadékáramlás biztosítja. Az öntött szál mushy tartományában az olvadék mozgását a szilárd dendritvázakkal átszőtt szerkezet gátolja, melynek eredményeként a ferrosztatikus nyomás lecsökken, így az olvadék utánpótlás bizonytalanra válik. Az olvadékáramlást fenntartó ferrosztatikus nyomás csökkenésének mértéke és üteme kulcsszerepet játszik a porozitás kialakulásában. A kérdéskör vizsgálatához a szál belsejében kialakuló térfigati viszonyok ismerete szükséges, ez a Liquid Motion Intensity (LMI) modell segítségével meghatározható [1,2]. Az LMI modell középvonali dúsulás becslésére való alkalmasságát a korábbi kutatások bizonyították [3,4].

2. A ferrosztatikus nyomás csökkenése a mushy tartományban

A mushy tartomány dendritközi csatornáiban kialakuló ferrosztatikus nyomás csökkenése a Darcy törvény alapján becsülhető.

$$Q = \frac{-KA}{\mu} \frac{\Delta P}{L} \quad (1)$$

ahol Q a térfogatáram (m^3/s), A a keresztmetszet (m^2), ΔP a nyomáskülönbség (Pa), μ az olvadék viszkozitása (Pas), L a vizsgált anyagrész hossza (m), K a permeabilitás (m^2).

A mushy-ban kialakuló nyomáscsökkenés meghatározásához ismerni kell a szál adott keresztmetszetében az olvadék térfogatáramát. A mushy-n keresztül zajló térfogatáram az öntött szálban az olvadék számára rendelkezésre álló térfogat nagyságától függ, vagyis a kristályosodási és szilárd állapotú zsugorodás (összetétel, hűtési viszonyok) és az öntött szálra ért deformációs hatások (támgörgő beállítás és excentricitás, kihajlás) figyelembe vétele szükséges. A térfogatáram mushy szakaszra vonatkozó számítása a korábban publikált Liquid Motion Intensity (LMI) modell alkalmazásával történik [1-4].

3. A kétfázisú (mushy) zóna permeabilitása

Az izotróp porózus közeg permeabilitásának leírására általánosságban a Kozeny-Carman összefüggést szokás használni [5].

$$K = \frac{1}{k S_V} \frac{g_L^3}{(1 - g_L)^2} \quad (2)$$

ahol k konstans, S_V a felület nagysága a porózus közeg egységnyi térfogatában (m^2), g_L az olvadék aránya. A k Kozeny konstans értéke a kísérletek szerint 5. Az ekvivalens kristályosodás jó közelítéssel izotróp porózus közegnek tekinthető, így permeabilitás a fenti összefüggéssel becsülhető.

A nem izotróp interdendrites csatornában történő áramlás (oszlopos kristályosodás) speciális esetére érvényes permeabilitás meghatározására számos kísérlet történt, melyek eredményeként az egyes szerzők empirikus összefüggéseket állítottak fel. A számítások során figyelembe veszik a szerkezetet jellemző dendritág távolságot (primer, szekunder), az olvadék arányát, illetve oszlopos kristályosodás esetén az olvadékáramlás irányát a primer szerkezethez viszonyítva (primer dendritágakkal párhuzamos, illetve azokra merőleges irányú áramlás).

A matematikai modellek és kísérletek alapján felállított empirikus modellek a nagy olvadékarány tartományban kevésbé megbízható eredményt szolgáltatnak. A mushy

tartományban jellegzetesen 0,6 és 0 között változik az olvadékarány, ebben az intervallumban a permeabilitás becslésére Bhat et al. [6] alábbi összefüggései vettük figyelembe:

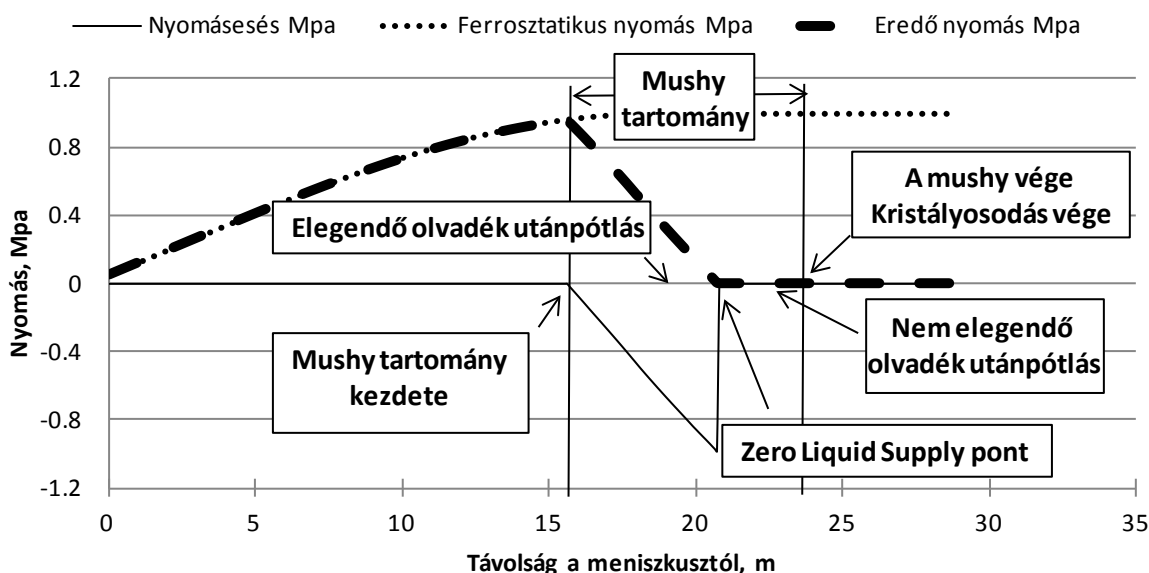
$$K_p = 3.75 \cdot 10^{-4} d_1^2 g_L^2 \quad (g_L \leq 0,65) \quad (3)$$

$$K_N = 1.09 \cdot 10^{-3} d_1^2 g_L^{3,32} \quad (g_L \leq 0,65) \quad (4)$$

ahol K_p a primer dendritek tengelyével párhuzamosan irányban értelmezett permeabilitás (m^2), K_N a primer dendritek növekedésére merőleges irányban a permeabilitás (m^2), d_1 a primer dendritág távolság (m).

4. Nyomásesési és porozitási függvény

A térfogatáram, a permeabilitás, a geometriai és mikroszerkezeti paraméterek ismeretében a mushy szakaszban kialakuló ferrosztatikus nyomásesés becsülhető. Az eredmények magyarázatához tekintsük az 1. ábra sematikus vázlatát. A diagram az öntött szál középvezonáiban kialakuló nyomásviszonyokat mutatja a meniszkusz szinttől számított távolság függvényében. A két függőleges vonal jelzi a mushy szakasz kezdetét ill. végét. A pontvonal jelzi a szálban kialakuló ferrosztatikus nyomást, mely az aktuális pozíció és a meniszkusz szint közötti magasságkülönbség függvénye. A vékony vonal a mushy-ban kialakuló nyomásesést jellemzi, mely a korábban elmondottak szerint csak a mushy szakaszban jelentős. A vastag szaggatott vonal jelzi a ferrosztatikus nyomás és a nyomásesés eredőjét, vagyis a szál középvezonáiban az olvadékban kialakuló nyomást.



1. ábra Nyomásviszonyok alakulása az öntött szál középvezonáiban

A mushy olvadék akadályozott áramlása eredményeképpen – az öntési paraméterek és szerkezeti jellemzők függvényében – a szál középvezonáiban a mushy olvadék ferrosztatikus nyomása drasztikusan csökkenhet, és elérheti a zero értéket is. Nevezzük ezt a meniszkusz szinttől számított távolságot Zero Liquid Supply (ZLS) értéknek. Az 1. ábra sematikus diagramja ilyen esetet mutat be. A mushy tartományt a ZLS pont két részre osztja. A ZLS-től

a meniszkusz irányába eső tartományban a ferrosztatikus nyomás lehetővé teszi az olvadék utánpótlás biztosítását. Amint a ferrosztatikus nyomás eléri a zérus értéket, megszűnik az a nyomás, mely az olvadékot a zsugorodás és deformáció miatt létrejövő térfogat kitöltésére kényszeríti, vagyis ebben a tartományban az olvadék utánpótlása nem feltétlenül biztosított. A kristályosodás során képződő üregek szívóhatást gyakorolhatnak az olvadékra, de ennek mértéke és határfoka a szilárd dendritvázakkal tagolt üregrendszerben bizonytalan. A jelen megközelítésben azt feltételeztük, hogy a ZLS pont elérése után lényegében nincs lehetőség az olvadék áramlására, vagyis ezt követően a zsugorodás és a deformáció olvadékkal ki nem töltött üregeket, azaz porozitást eredményez.

Az LMI modell alkalmazásával lehetőség nyílik a ZLS pont és a mushy tartomány vége közötti tartományban az olvadékkal nem kompenzált térfogatrész, vagyis a várható porozitási érték becslésére.

5. Összefoglalás

A folyamatosan öntött acél lemezbugák középvonali dúsulásának csökkentése az acélösszetétel, öntési technológia és az öntőgép beállításának összhangját igényli, különösen a kristályosodás utolsó szakaszában. A középvonali dúsulás elkerülhető, ha az olvadék nem mozdul el a vele egyensúlyt tartó szilárd fázis közeléből, vagyis ha a Q térfogatáram közel zérus a mushy szakaszon. A gyakorlatban az olvadék a térfogatkülönbségek miatt áramlik a szál belsejében, ennek az áramlásnak a ferrosztatikus nyomás a legfontosabb hajtóereje. A mushy szakaszon belül kialakuló nyomásesés meghatározására kidolgozott módszer és az LMI modell alapján az alábbi két lényeges kérdés válaszolható meg:

- adott acélösszetétel, adott öntési technológia és adott öntőgép beállítás mellett mekkora olvadék térfogatáram alakul ki a mushy szakaszon,
- a létrejövő olvadék térfogatáram és az ebből adódó ferrosztatikus nyomásesés milyen mértékű porozitás kialakulását valószínűsíti.

A modell alkalmazása lehetőséget ad az egyes öntési esetek belső minőség szerinti komplex értékelésére, vagyis az acélösszetétel, az öntési technológia és az öntőgép beállítás összhangjának megítélésére, értékelésére.

Köszönetnyilvánítás

A kutatási programot az EU Research Fund for Coal and Steel a Defect Free Casting (Deffree) című projekt (RFSR-CT-2008-00007) keretében támogatta. A tevékenység egy része a European Union, European Social Fund TÁMOP-4.2.1.B-11/2/KMR-2011-0001 pályázatban valósult meg.

Irodalom

- [1] M. Reger M, B. Vero, Zs. Csepeli, Z. Szabo, R. Jozsa and T. Kelemen: *MATER SCI FORUM*, **729**(2013), 175.
- [2] M. Reger, H. Kytönen, B. Vero and A. Szelig: *MATER SCI FORUM*, **649**(2010), 461.
- [3] DEFFREE - Integrated models for defect free casting, Final Report, RFSR-CT-2008-00007, 2012
- [4] M. Reger, H. Kytönen, B. Verő and A. Szelig: *MATER SCI FORUM*, **589**(2008), 43.
- [5] G.H. Geiger and D.R. Poirier: *Transport Phenomena in Metallurgy*, Addison-Wesley Publishing Company, Reading, MA, (1973), 92.
- [6] M.S. Bhat, D.R. Poirier, and J.C. Heinrich: *Metall. Mater. Trans. B*, **26B**(1995), 1049.



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

FULLERÉN TÍPUSÚ MOLEKULÁK STRUKTURÁLIS JELLEMZÉSE

STRUCTURAL CHARACTERIZATION OF FULLERENE- LIKE MOLECULES

RÉTI Tamás⁽¹⁾, LÁSZLÓ István⁽²⁾, FRIED Zoltán⁽³⁾

(1),(3) Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, H-1081 Magyarország, Budapest, Népszínház u. 8. Telefon: +36-1-666-5301; reti-tamas@bgk.uni-obuda.hu

(2)Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Fizika Intézet, laszlo@eik.bme.hu

Abstract

To classify quantitatively the topological structure of all carbon fullerene molecules (fullerene graphs) we suggest novel topological indices. It is demonstrated that the method proposed can be successfully applicable to the topological characterization of fullerene-like molecules.

Keywords: fullerene, graph, topological index, stability.

Összefoglalás

Karbon atomokat tartalmazó fullerén molekulák strukturális jellemzésére egy módszert javasolunk, amely új típusú topológiai indexek használatán alapul. A C₃₆ izomerekkel végzett összehasonlító vizsgálatok igazolták, hogy a javasolt eljárás sikeresen alkalmazható a fullerén típusú molekulák szerkezetének topológiai jellemzésére.

Kulcsszavak: fullerén, gráf, topológiai index, stabilitás.

1. Bevezetés

A fullerének karbon atomok alkotta óriás molekulák, amelyeknek vizsgálata az elmúlt évtizedben különösképpen az érdeklődés középpontjába került. A fulleréneket egyaránt szokás konvex poliéderekkel, illetve ezek síkbeli gráfjaival modellezni [1,2]. A fullerén típusú molekulák gráfelméleti mennyiségekkel való számszerű jellemzése azért is fontos kutatási terület, mert alkalmasan definiált topológiai invariánsok felhasználásával az egyes izomerek relatív stabilitására (fizikai létezésére) is következtethetünk.

Vizsgálataink során a fulleréneket poliéderekkel (illetve síkbeli poliéder-gráfokkal) modelleztük, amelyeknek lapjait 4-, 5, 6- és 7-szögek alkotják. Öt különböző topológiai jellemzőt definiáltunk, majd elemeztük és összehasonlítottuk ezek diszkriminációs képességét. Az összehasonlító tesztek céljára C₃₆ fullerének 15 izomerjét választottuk, de vizsgálatunkat kiterjesztettük két nem-tradicionális izomerre is, amelyek egyetlen 4-szöget, illetve egyetlen 7-szöget tartalmaztak.

2. Új típusú topológiai indexek

Poliéder gráfra érvényes az Euler-formula, nevezetesen az $|V| - |E| + F = 2$ összefüggés, ahol F a poliéder lapjainak, $|V|$ és $|E|$ pedig csúcsainak valamint éleinek száma. E poliéderek, illetve gráfjaiknak sajátossága, hogy minden csúcsban pontosan 3 él találkozik, azaz gráfjaik 3-regulárisak. Mint ismeretes, k darab karbon atomot (csúcspontot) tartalmazó C_k fullerén minden $k \geq 20$ páros egész szám esetében létezik, kivéve ha $k=22$.

A klasszikus (tradicionalis) C_k fullerének lapjai kizárólag ötszögek és hatszögek, pontosan 12 darab ötszöget és $(k-20)/2$ darab hatszöget tartalmaznak [1]. A gyakorlatban egy lehetséges fullerén-izomer stabilitásának predikciójára leginkább az N_p ún. pentagon-indexet alkalmazzák, ezen topológiai invariáns azonos az egymással él mentén érintkező ötszögek közös éleinek számával [1,2]. A pentagon index előnye, hogy számítása egyszerű, hátránya azonban, hogy diszkriminációs képessége azonban meglehetősen korlátozott. Vizsgálatainkban 5 új típusú topológiai invariánst definiáltunk, diszkriminációs képességük minősítésre összehasonlító elemzéseket végeztünk. A javasolt új módszer jellemzője, hogy az 5 új topológiai invariánst a fullerén-gráfok duális gráfjain értelmeztük, mégpedig a gráfok ún. Zágráb indexeinek felhasználásával [3,4].

Jelölje uv a G gráf egy élet, $d(u)$ pedig a gráf egy tetszőleges u csúcsának a fokszámát. Egy G gráf első és második Zágráb indexét ($M_1(G)$ és $M_2(G)$) az alábbi formulákkal szokás definiálni [8,9]:

$$M_1 = M_1(G) = \sum_{u \in V(G)} d^2(u) \quad \text{and} \quad M_2 = M_2(G) = \sum_{uv \in E(G)} d(u)d(v).$$

Itt jegyezzük meg, hogy egy tradicionalis C_k fullerén duális gráfja pontosan $n_5=12$ darab ötfokú csúcsot és $n_6=(k-4)/2$ darab hatfokú csúcsot tartalmaz. Amennyiben egy fullerén nem tradicionalis szerkezetű, akkor duális gráfja tartalmazhat még n_4 darab 4-fokú és n_7 darab 7-fokú csúcsot is. Ez esetben az 5- és 6-fokú csúcsok száma az alábbi képletek számítható:

$$n_5 = 12 - 2n_4 + n_7 \quad (1)$$

$$n_6 = (k + 2n_4 - 4n_7 - 20)/2 \quad (2)$$

A fentiekben vázolt koncepció alapján egy G poliéder-gráf strukturális jellemzésére az alábbi 5 topológiai invariánst definiáltuk:

$$\Phi = \Phi(G) = \frac{2M_2(G)}{M_1(G)} \quad (3)$$

$$\Omega = \Omega(G) = \sqrt{\frac{M_2(G)}{|E(G)|}} \quad (4)$$

$$IRM = IRM(G) = M_2(G) - \frac{4|E(G)|^3}{|V(G)|^2} \quad (5)$$

$$IRZ = IRZ(G) = \sqrt{\frac{M_2(G)}{|E(G)|}} - \frac{2|E(G)|}{|V(G)|} \quad (6)$$

$$IRD = IRD(G) = \sum_{u \in V(G)} d^3(u) - 2M_2(G) \quad (7)$$

Ezen topológiai invariánsok mindegyike a Zágráb indexek függvénye, közülük a $\Phi(G)$ és $\Omega(G)$ indexek bizonyos esetekben a G gráf spektrál-rádiuszának egy lehetséges approximációjának tekinthetők. Ami az $IRM(G)$, $IRZ(G)$ és $IRD(G)$ nem-negatív mennyiségeket illeti, ezek az ún. irregularitási indexek családjába tartoznak, közös jellemzőjük, hogy értékük akkor és csak akkor zérus, ha a gráf reguláris.

3. Fullerén izomerek strukturális jellemzése

Amennyiben a fenti 5 topológiai invariáns számítását a hagyományos, azaz 5-szög és 6-szög lapok határolta C_k izomerek C_k^{dual} duális gráfjaira korlátozzuk, akkor speciális esetként az alábbi összefüggések adódnak eredményül:

$$|E(C_k^{\text{dual}})| = 3k/2$$

$$|V(C_k^{\text{dual}})| = (k+4)/2$$

$$M_1(C_k^{\text{dual}}) = 18k - 60$$

$$M_2(C_k^{\text{dual}}) = 54k + Np - 360$$

$$\sum_{u \in V(C_k^{\text{dual}})} d^3(u) = 108k - 660$$

Hagyományos C_k izomerekre vonatkozóan a fentebbi (3-7) formulák az egyszerűsödnek:

$$\Phi_d = \Phi(C_k^{\text{dual}}) = \frac{2M_2(C_k^{\text{dual}})}{M_1(C_k^{\text{dual}})} = \frac{54k + Np - 360}{9k - 30} < \rho(C_k^{\text{dual}}) < 6$$

$$\Omega_d = \Omega(C_k^{\text{dual}}) = \sqrt{\frac{M_2(C_k^{\text{dual}})}{|E(C_k^{\text{dual}})|}} = \sqrt{\frac{2M_2(C_k^{\text{dual}})}{3k}} = \sqrt{\frac{2(54k + Np - 360)}{3k}}$$

illetve a háromféle irregularitási indexre, az alábbi képletek adódnak:

$$IRM_d = IRM(C_k^{\text{dual}}) = M_2(C_k^{\text{dual}}) - \frac{4|E(C_k^{\text{dual}})|^3}{|V(C_k^{\text{dual}})|^2} = M_2(C_k^{\text{dual}}) - \frac{54k^3}{(k+4)^2}$$

$$IRM_d = 54k + Np - 360 - \frac{54k^3}{(k+4)^2}$$

$$IRZ_d = IRZ(C_k^{\text{dual}}) = \sqrt{\frac{M_2(C_k^{\text{dual}})}{|E(C_k^{\text{dual}})|}} - \frac{2|E(C_k^{\text{dual}})|}{|V(C_k^{\text{dual}})|} = \sqrt{\frac{2M_2(C_k^{\text{dual}})}{3k}} - \frac{6k}{k+4}$$

$$IRZ_d = \sqrt{\frac{2(54k + Np - 360)}{3k}} - \frac{6k}{k+4}$$

$$IRD_d = IRD(C_k^{\text{dual}}) = \sum_{u \in V(C_k^{\text{dual}})} d^3(u) - 2M_2(C_k^{\text{dual}}) = 60 - 2Np$$

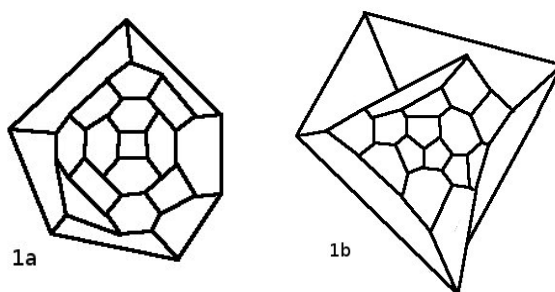
4. Topológiai indexek diszkriminációs képességének tesztelése

Az 5 topológiai index diszkriminációs képességét a C36 fullerén-izomerek egy véges halmazán teszteltük. A C36 típusú fulleréneknek pontosan 15 izomerje létezik, ezek pentagon indexe 12 és 18 között változik. Az energetikai számítások [1,2] arra utalnak, hogy közülük a C36:14 izomer a legstabilabb, ezt követi a C36:15 izomer, a legkevésbé stabil a C36:2 izomer. A pentagon indexekből arra következtethetünk, hogy C36:14 és C36:15 izomerek pentagon indexe a legkisebb, $Np=12$, míg a C36:2 izomeré a legnagyobb, nevezetesen $Np=18$.

A számítások eredményét az 1. táblázat összesíti. A táblázat utolsó oszlopában az elméleti fizikai modell alapján számított, a [2] szakirodalmi forrásból származó ΔE_D energia adatokat is feltüntettük. Ezek nem-negatív mennyiségek és relatív stabilitási sorrendet jellemzik, nevezetesen minél kisebb ΔE_D értéke, annál stabilabbnak tekinthető az adott izomer. Vizsgálatunkat két nem-tradicionális fullerén-izomerre is kiterjesztettük. Az 1. ábra alapján megállapítható, hogy a C36(4) izomer sajátossága, hogy a négyszöget kizárólag hatszögek határolják, míg a C36(7) izomer esetében a hétszög kizárólag ötszögekkel szomszédos.

1. Táblázat Számított topológiai paraméterek és relatív stabilitási energiák

Izomer	Topológiai paraméterek						Energia ΔE_D (kJ/mol)
	Φ_d	Ω_d	IRM_d	IRZ_d	IRD_d	N_p	
C36:14	5.4286	5.4365	21.36	0.0365	36	12	0.00
C36:15	5.4286	5.4365	21.36	0.0365	36	12	11.60
C36:12	5.4320	5.4382	22.36	0.0382	34	13	41.70
C36:9	5.4320	5.4382	22.36	0.0382	34	13	43.90
C36:11	5.4320	5.4382	22.36	0.0382	34	13	72.40
C36:1	5.4422	5.4433	25.36	0.0433	28	16	329.90
C36:2	5.4490	5.4467	27.36	0.0467	24	18	466.40
C36(4)	5.4441	5.4535	31.360	0.0535	46	10	118.10
C36(7)	5.4407	5.4518	30.360	0.0518	54	16	165.70



1. ábra Nem-tradicionális C36 izomerek Schlegel-diagramjai: egyetlen négyszöget tartalmazó C36(4) izomer (1a), és egyetlen hétszöget tartalmazó C36(7) izomer (1b).

4. Összefoglalás, következtetések

Vizsgálatainkból arra következtettünk, hogy a Φ_d , Ω_d , IRM_d és IRZ_d indexek lényegében egyforma hatékonysággal használhatók az izomerek strukturális jellemzésére, valamint stabilitásuk predikciójára is, mindegyikük szoros korrelációt mutat a stabilitásra jellemző energia értékekkel. Összehasonlítva a hagyományos és nem-tradicionális a C36(4) és C36(7) izomereket, úgy tűnik, az utóbbiak stabilitás szempontjából kevésbé kedvező topológiai szerkezettel rendelkeznek. Igazán meglepő az IRD_d index azon furcsa tulajdonsága, hogy ez esetben a stabilitási sorrend előrejelzésében teljesen ellentétes tendencia érvényesült. A várakozással teljesen ellentétben, a hagyományos fullerének között leginkább stabilnak vélt C36:14 és C36:15 izomerekre kapjuk az IRD_d index maximális értékét ($IRD_d = 36$), míg a legkevésbé stabil C36:2 izomerre az IRD_d index minimuma ($IRD_d = 24$) adódik eredményül.

Irodalom

- [1] P. W. Fowler, D. E. Manolopoulos, *An Atlas of Fullerenes*, Clarendon Press, Oxford, 1995.
- [2] P. W. Fowler, T. Heine et al., *C36, a hexavalent building block for fullerene compounds and solids*, Chem. Phys. Lett. Vol. 300 (1999) p.369-378.
- [3] N. Trinajstić, *Chemical Graph Theory*, 2nd revised ed. CRC Press, Boca Raton, USA, 1992.
- [4] I. Gutman, K. Ch. Das: *The first Zagreb indices 30 years after*, MATCH Commun. Math. Comput. Chem. Vol. 50 (2004) p. 83-92.



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

GERJESZTETT SILÓK KIFOLYÁSÁNAK MODELLEZÉSI LEHETŐSÉGEI

MODELING OPPORTUNITIES OF VIBRATIONAL HOPPERS

SAFRANYIK Ferenc⁽¹⁾, OLDAL István⁽²⁾, CSIZMADIA Béla⁽³⁾

(1)Szent István Egyetem, Gépészmérnöki Kar, Mechanika és Műszaki Ábrázolás Tanszék,
2100, Gödöllő, Páter Károly út 1, Telefon: 00362852200-1426,
safranyik.ferenc@hallgato.szie.hu

(2)Szent István Egyetem, Gépészmérnöki Kar, Mechanika és Műszaki Ábrázolás Tanszék,
2100, Gödöllő, Páter Károly út 1, Telefon: 00362852200-1426,
oldal.istvan@gek.szie.hu

(3)Szent István Egyetem, Gépészmérnöki Kar, Mechanika és Műszaki Ábrázolás Tanszék,
2100, Gödöllő, Páter Károly út 1, Telefon: 00362852200-1423,
csizmadia.bela@gek.szie.hu

Abstract

The aim of this paper to examine our previous discrete element (DEM) discharge model, with which the whole domain of half angle of conical bins can be described, is suitable for determine the discharge rate of silos in case of vibrational discharge or not. Experimental measurements and also simulations were made with the same vibrational parameters (frequency and amplitude). Based on the simulation results, owing to the unacceptable high difference, our previous discharge model is unsuitable to describe the vibrational discharge (for all that the discharge rate is constant during the discharge process as in case of measurements).

Keywords: silo, vibrational discharge, DEM, granular materials

Összefoglalás

Munkánk célja, annak vizsgálata, hogy az általunk korábban kidolgozott diszkrét elemes (DEM) modell – amely a gravitációs ürítésű silók kifolyási jellemzőit, a teljes félkúpszög tartományban megfelelő pontossággal leírja – alkalmazható-e gerjesztett silók tömegáramának meghatározására is. Ehhez laboratóriumi körülmények között végeztünk vibrációs ürítési vizsgálatokat, majd ugyanazt a gerjesztést alkalmaztuk a diszkrét elemes modellen is. Az eredményeket összehasonlítva arra következtetésre jutottunk, hogy diszkrét elemes modell a gerjesztett kifolyás jelenségét minőségileg sem közelíti megfelelően a valóságot, és a kifolyási tömegáram értékeket sem tudjuk megfelelő pontossággal meghatározni, a szimulációs eredmények túlzottan nagy hibája miatt.

Kulcsszavak: siló, vibrációs ürítés, DEM, szemcsés anyagok.

1. Bevezetés, célkitűzés

Mezőgazdasági silók üzemeltetése során az egyik leggyakrabban jelentkező probléma az anyagáram elakadása, boltozódása a kifolyónyílás felett. Ilyen esetekben gravitációs úton a siló kiürítése nem lehetséges, ezért valamilyen kifolyást segítő berendezés alkalmazása szükséges. Az ilyen berendezések leggyakrabban *vibrációs elven* működnek és képesek a boltozódás megakadályozására. A gerjesztés kifolyási folyamatra gyakorolt hatása (pl.: hogyan változik a kifolyási tömegáram a rezgésparaméterek függvényében) azonban

megfelelő pontossággal nem jelezhető előre, a gerjesztett silók kifolyási tömegáramának meghatározására alkalmas modell még nem létezik. *Gravitációs üritésű* silók kifolyási tömegáramának meghatározására Oldal analitikus modellje [3] (csak tölcseeres áramlás esetén), illetve az általunk korábban kidolgozott, kifolyási módtól függetlenül pontos diszkrét elemes modell [4] alkalmazható.

A diszkrét elemes módszer elméletileg kidolgozott eljárás, amellyel szemcsés halmazok viselkedését írhatjuk le [1], azonban gyakorlati alkalmazásával kapcsolatos kutatások jelenleg is folynak. A fő problémát a halmaz viszonylag nagyszámú „anyagállandóinak” (a diszkrét elemes modell paramétereinek) meghatározása jelenti.

Munkánk célja olyan modell kidolgozása, amellyel gerjesztett silók kifolyási tömegárama kellő pontossággal meghatározható. Ennek első lépését mutatjuk be munkánkban.

2. A gerjesztés hatása a kifolyási folyamatra

A gyakorlatban használt kifolyást segítő berendezések tervezése, kiválasztása főként tapasztalati úton történik, ezért a silók vibrációs üritésének kérdésköre számos kutatót foglalkoztat. Wassgren et al. [5] a siló tengelyére merőleges irányú rezgések, Hunt et al. [2] a siló tengelyével párhuzamos irányú rezgések kifolyási tömegáramra gyakorolt hatását vizsgálták.

Hunt et al. [2] és Wassgren et al. [5] feltételezései és kísérletei alapján a gerjesztett silók esetében, azok kifolyási tömegárama a rezgés frekvenciájától (ω), amplitúdójától (A), irányától (\bar{n}) és a kifolyási módtól is függ:

$$W = f(\omega, A, \bar{n}, \text{kifolyási mód}). \quad (1)$$

Wassgren et al. [5] kísérletileg bizonyították, hogy a siló szimmetriatengelyére merőleges irányú rezgések hatására a kifolyási tömegáram növelhető megfelelő frekvenciájú gerjesztéssel.

Az eredményeket dimenzió nélküli viszonyszámok segítségével értelmezték: a gerjesztett esetben mért tömegáramot (W) a gravitációs kifolyás során mért tömegáramhoz (W_0) hasonlították, és a fajlagos kifolyási tömegárammal (Ψ) jellemezték:

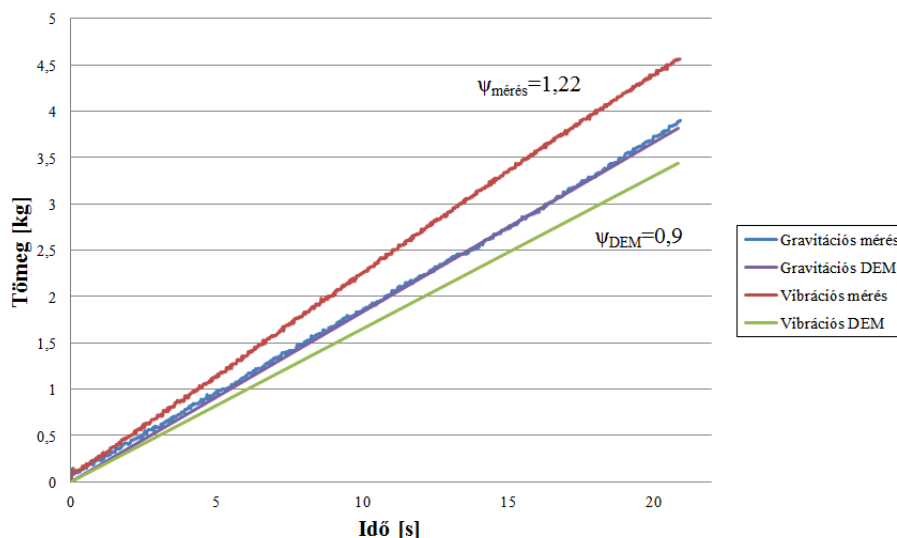
$$\Psi = \frac{W}{W_0}. \quad (2)$$

3. Kísérleti vizsgálataink, szimulációs eredmények.

A jelenség vizsgálatához laboratóriumi kifolyási vizsgálatokat végeztünk 105 mm belső átmérőjű, 500 mm magasságú hengeres, 60°-os félkúpszögű, kúpos garattal ellátott modellsilóval. A garatra szerelt elektromos vibrátor segítségével a siló tengelyére merőleges irányú rezgéssel gerjesztettük a silót miközben mértük a kifolyt búza tömegét és a silógarat gyorsulását. Gravitációs üritéssel is végeztünk méréseket. A kifolyási idő-tömegváltozás függvényt minden esetben mértük (1. ábra). A vibrációs kifolyási vizsgálatokat 120 Hz-es frekvenciájú 0,1 mm amplitúdójú rezgéssel végeztük. A szakirodalomban leírtakhoz hasonlóan kísérleteink is azt mutatják, hogy a siló tengelyére merőleges irányú rezgéssel növelhető a kifolyási tömegáram: ennek fajlagos értéke méréseinknél $\Psi_{\text{mérés}}=1,22$.

A méréssel megegyező geometriai és rezgésjellemzők mellett diszkrét elemes szimulációkat végeztünk. Itt a szemcsés halmazt az eddig alkalmazott és a gravitációs üritésnél már bevált, általunk korábban kidolgozott paraméterekkel modelleztük. Ennek eredményeként a kifolyási diagramok gerjesztés esetén is lineárisak (1. ábra, zöld színű adatsor), azonban a diszkrét elemes modell szerint gerjesztés hatására csökken a kifolyási

tömegáram, tehát ez a modell gerjesztés esetén minőségileg sem közelíti megfelelően a valóságot.



1. ábra. Mért és szimulált kifolyási diagramok

A diszkrét elemes kifolyási modell gerjesztés esetén mutatott hibája nagy valószínűséggel a szemcsék kölcsönhatását leíró Hertz-Mindlin-féle kapcsolati modellben [1] keresendő. Ebben a modellben a szemcsék ütközésekor, a csillapító hatást kifejező, ütközési tényezőnek nevezett paraméter hatása nem minden esetben úgy érvényesül, mint a mechanikában megismert ütközési tényezőnek. Ennek bizonyítására paraméter érzékenység vizsgálatot végeztünk.

4. Következtetések

Vibrációs ürtés esetén a szemcsék egymáshoz viszonyított sebessége nagyobb, mint gravitációs ürtésnél. Ezért megvizsgáltuk, hogy a Hertz-Mindlin-féle kapcsolati modellben a szemcsék között ébredő erő, csillapításból származó komponense, állandó csillapítási tényező esetén, hogyan változik a szemcsék sebességének függvényében. A szemcsék közt ébredő erő, csillapításból származó komponense a Hertz-Mindlin-féle kapcsolati modell szerint [1]:

$$F_n^d = -2\sqrt{\frac{5}{6}}\beta\sqrt{s_n m^*} v_n^{rel}, \quad (3)$$

ahol:

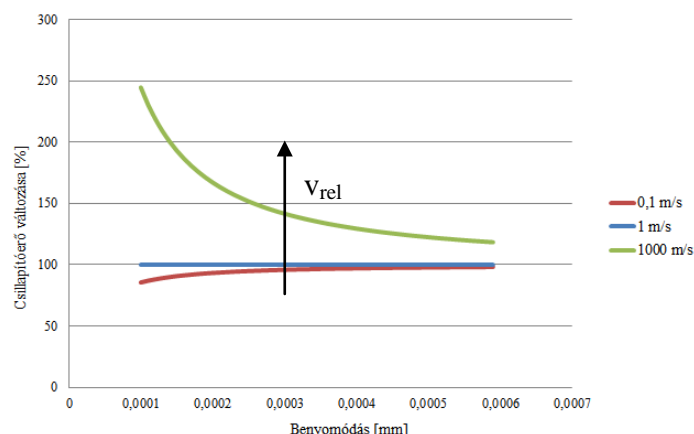
- m^* : a szemcsék redukált tömege.

- v_n^{rel} : a normál irányú relatív sebessége.

- β , a csillapítási tényező, $\beta = \frac{\ln e}{\sqrt{\ln^2 e + \pi^2}}$, az e pedig az ütközési tényezőnek nevezett paraméter.

- $s_n = 2Y^*\sqrt{R^*\delta_n}$, Y^* a szemcsék redukált rugalmassági modulusa, δ_n a szemcsék normál irányú összenyomódása, R^* redukált szemcsesugár.

A csillapító erőt, a szemcsék benyomódásának függvényében, 0,1 m/s, 1 m/s és 1000 m/s-os relatív sebesség és ugyanakkora értékű csillapítási tényező esetén vizsgáltuk. A 2. ábrán jól látható, hogy a csillapító erő, a szemcsék sebességének növekedésével növekszik, és nem független a szemcsék egymáshoz viszonyított sebességétől. Kis sebességnél hatása elhanyagolható.



2. ábra: Csillapítóerő a szemcsék benyomódása függvényében

5. Összefoglalás

Kísérleti vizsgálatainkkal bizonyítottuk, hogy a szakirodalomban leírtakkal összhangban a siló tengelyére merőleges irányú rezgésekkel növelhető a kifolyási tömegáram.

Bebizonyosodott, hogy a korábban létrehozott diszkrét elemes kifolyási modell, amely áramlási módtól függetlenül alkalmas szemcsés anyagok kifolyási tömegáramának elfogadható pontosságú meghatározására gravitációs üritésű silók esetén, a siló tengelyére merőleges irányú periodikus gerjesztés esetén minőségileg sem megfelelő, és a kifolyási tömegáram meghatározására is alkalmatlan. Paraméter érzékenység vizsgálattal bizonyítottuk, hogy a hiba a Hertz-Mindlin-féle kapcsolati modellben keresendő: a szemcsék ütközésekor fellépő csillapító hatás, azok sebességének növekedésével egyre jelentősebb. Tehát a modellben, ütközési tényezőnek nevezett paraméter nem a mechanikából ismert ütközési tényező.

Gerjesztés hatására megnő a szemcsék sebessége, emiatt a gravitációs esethez képest jelentősebb mértékű a szemcsék közt ható csillapítás, ezért csökken a szimulációknál a kifolyási tömegáram gerjesztés esetén. A probléma megoldása érdekében olyan kapcsolati modellt szeretnénk kifejleszteni, amelyben az ütközési tényező mechanikai hatása a valósághoz hasonlóan érvényesül.

Köszönetnyilvánítás

Munkánk a Dr. Oldal István által elnyert, Magyar Tudományos Akadémia, Bolyai János ösztöndíja finanszírozásával készült.

Irodalom

- [1] Bagi K.: *A quasi-static numerical model for micro-level analysis of granular assemblies*, Mechanics of material 16 (1-2), 1993, pp. 101-110.
- [2] Hunt M.L., Weathers R.C., Lee A.T., Brennen C.E., Wassgren C.R.: *Effects of horizontal vibration on hopper flows on granular materials*, Physics of Fluids, Vol. 11, Num. 1, 1999, pp. 68-75.
- [3] Oldal I; Keppler I; Csizmadia B; Fenyvesi L.: *Outflow properties of silos: The effect of arching*, The Society of Powder Technology Japan. Published by Elsevier B. V. and The Society of Powder Technology Japan, 2011, pp. 293-298.
- [4] Safranyik F., Oldal I.: *3D DEM model of silo discharge*, University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Institute of Agricultural Engineering, Scientific Journal, AGRICULTURAL ENGINEERING XXXVIII, No. 2, 2013, ISSN 0554-5587, pp. 23-34.
- [5] Wassgren C.R., Hunt M.L., Freese P.J., Palamara J., Brennen C.E.: *Effects of vertical vibration on hopper flows of granular materials*, Physics of Fluids, Vol. 14, Num 10, 2002, pp.3440-3448.



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

FÉKPAD, MINT MECHATRONIKAI RENDSZER

DYNO IN A MECHATRONIC APPROACH

SÜTŐ Szabolcs⁽¹⁾, FORGÓ Zoltán⁽²⁾

*Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Műszaki és Humántudományok Kar,
Marosvásárhely, Segesvári út, 1C, Tel: +40741557046; (1) suto.szabolcs.91@gmail.com,
(2) zforgo@ms.sapientia.ro*

Abstract

This article focuses on a dynamometer (in short dyno) built with the purpose of testing and developing specific pneumatic engines. These engines have been created by students of the Sapientia University in every year since 2008 for lightweight racing vehicles competing in the International Pneumobile Competition. In order for these prototypes to function properly testing is needed. The dyno mentioned in this article is meant to create the same load for the pneumatic engine as the actual environment does under racing conditions. To achieve such an effect we need to examine the environment and create its model. By associating this model with the dyno's mathematical model, we can calculate the appropriate parameters and therefore obtain testing results with high accuracy. During this article the structure, the model and the functionality of the dyno will be presented.

Keywords: dyno, pneumatic engine, mechatronics.

Összefoglalás

Ezen dolgozat keretén belül egy fékpad bemutatására kerül sor, amely pneumatikus motorok tesztelésének céljából lett megépítve. A Sapientia EMTE mechatronika szakos hallgatói az évek során több sűrített levegővel meghajtott járművet építettek, amelyekkel minden évben a Nemzetközi Pneumobil Versenyen bizonyították elméleti és gyakorlati tudásukat. Ezen járművek motrai kulcsfontosságúak, ami a fejlesztést illeti és ahhoz, hogy a kiélezett mezőnyben sikeresen megállják helyüket komoly tesztelést igényelnek. Fékpad segítségével a fejlesztés megtörténhet laboratóriumi körülmények között és nem igényel sűrített levegős palackot, sem versenypályát. A tesztelés kompresszor segítségével zárt helyen is lebonyolítható.

Fékpadokon való tesztelésnek több célja is lehet. Míg a járműiparban a vizsgált motor (általában belső égésű motor) nyomaték- és teljesítménykarakterisztikáinak megállapítása a cél, az általunk tervezett és megépített fékpad kizárólag a pneumobil verseny körülményeinek a szimulálására született. A versenykörülményeket ismerve meg lehet állapítani a jármű motrára ható erőket, nyomatékokat. Ezek alapján felépíthető a környezet modellje. A fékpad paramétereinek függvényében megalkottuk ennek a berendezésnek is a matematikai modelljét. Ahhoz, hogy a motor a valóságnak megfelelő terhelést kapjon az előbb említett két modellnek azonosnak kell lennie.

A dolgozat során a fékpad felépítéséről, ennek értelmezéséről és a modell ellenőrzéséről lesz szó.

Kulcsszavak: fékpad, pneumatikus motor, mechatronika.

1. Bevezető

Minden sikeres járműmotor a jól megfontolt méretezésen, okos ötletek megvalósításán túl, használatba lépése előtt komoly tesztelésnek van alávetve, azért, hogy küldetését véghezvigye és teljesítse a számára kitűzött célokat. Ehhez viszont tesztelő berendezésekre, úgynevezett fékpadokra van szükség. A teljesítmény és forgatónyomaték mérésére szolgáló eszközöket összefoglaló néven fékpadoknak nevezik és eredetük a 19. századi Prony fékhez vezethető vissza [1].

Ezeket az eszközöket számos kritérium szerint lehet osztályozni. A fékpad és a jármű kapcsolatának módja szerint a fékpadok lehetnek kimondottan motorfékpadok vagy járműfékpadok. Míg a motorfékpadok esetén a mérések a motorra vonatkoznak és ezek lefolyása a motor járműbe helyezése előtt történik, a járműfékpadok közvetlenül a meghajtott kerékhez (kerekekhez) kapcsolhatóak és a teljes kinematikai láncot terhelik. Annak függvényében, hogy csak terhelést jelentenek vagy hajtani is képesek a motort beszélhetünk aktív vagy passzív fékpadokról. Az aktív fékpadokkal a motorfékhatást is tesztelni lehet, míg a passzívakkal nem. Egy másik nagyon fontos különbség a fékpadok felépítésében az energia elnyelő/tároló egységek jellege. Ezek lehetnek villamos gépek, hidraulikus fékek vagy mechanikus elemek. A villamos gépek között –főleg a járműiparban- elterjedt a többfázisú aszinkron gépek használata, jó szabályozhatóságuk és hatásfok miatt. Kisebb teljesítmény esetén egyenáramú gépek is használatosak. A villamos gépekkel teljesen analóg módon hidraulikus energia átalakítókat is alkalmaznak. A mechanikus terheléseket a hagyományos fékek és a lendkerekek jelentik.

A villamos, hidraulikus (akár pneumatikus) és mechanikai elemek közös rendszerbe építése és ezek számítástechnikai eszközökkel való szabályozása és felügyelete a mechatronika feladatkörébe tartozik és ennek multidiszciplinaritását hangsúlyozza.

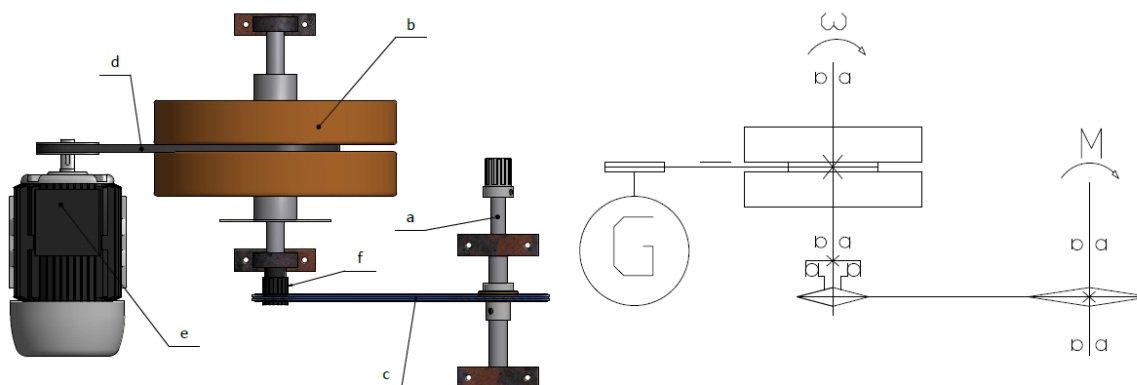
2. Szerkezet

A fenti szempontok alapján a szóban forgó fékpad motorfékpadnak minősül, terhelő elemként egyaránt tartalmaz lendkerekeket és egy konstans nyomaték generátort is. Mint mechatronikai rendszer, a bemenete a pneumatikus motor nyomatéka és a kimenet a lendkerekek tengelyének fordulatszáma (szögsebessége). Vagyis arra vagyunk kíváncsiak, hogy a motor által létrehozott nyomaték hogyan befolyásolja a jármű sebességét, ami a lendkerekek tengelyének fordulatszámával lesz arányos.

A berendezés szerkezetét az 1. ábra szemlélteti. A főtengely (*a*) az az egysége a fékpadnak, amely közvetlen kapcsolatban van a motorral. A tengelyvég úgy van kialakítva, hogy minél több típusú gépelem csatlakoztatására alkalmas legyen, így a változatos motortípusok fékpadhoz csatolása nem jelent gondot, legyen az lánc, szíj, fogaskerék vagy kardános hajtás. Ez a tengely egy lánc áttételen (*c*) keresztül meghajtja a lendkerekek (*b*) tengelyét (továbbiakban melléktengely). A lendkerekek inerciáját jelöljük J -vel. A hajtás áttételi aránya fordulatszám növelő áttétel, értéke $i_1 \in (2,4]$, a rendelkezésre álló lánckerekek függvényében változik és meghatározza a kapcsolatot a szimulált jármű tömege és a lendkerekek inerciája közt, a (4) összefüggés alapján. A lendkerekek perselye egy reteszkötéssel van rögzítve a melléktengelyhez és a közepén egy tárcsaszerű elemet tartalmaz, amelyre a konstans nyomaték generátor (*e*) szíjhajtáson (*d*) keresztül van kapcsolva. A szíjhajtás áttételi aránya is fordulatszám növelő és értéke konstans (i_2). A konstans nyomaték generátor nem aktív nyomatékgenerátor, hanem egy szabályozott egyenáramú villamos gép, amely konstans terhelést biztosít a kinematikai láncnak.

A fékpad szerkezetének milyenségét a pneumotor jellegzetességei határozzák meg. A pneumobil versenyen a legelterjedtebb és leghatékonyabb motor típusokat hosszú löketű

pneumatikus munkahengerek működtetnek. A dugattyúrúd vége lánchoz vagy fogasléchez rögzített és alternáló, lineáris mozgásuk egyenirányítva van. Az egyenirányítás során -akár csak az elektronikából ismeretes egyenirányító módszerek esetén- az egyenirányított mennyiség (a mi esetünkben nyomaték és szögsebesség) lüktetni fog. Bár léteznek szűrési lehetőségek, a pneumobilok esetén nem beszélhetünk a hagyományos értelemben egy állandósult állapotról, ami a haladási sebességet illeti. Mivel a sebesség változik, a gyorsulás gyakorlatilag sosem marad nulla. Ha van gyorsulás, van terhelő tehetetlenségi erő. Ennek az erőnek a túlzott fontossága miatt tartalmaz a fékpad kinematikai struktúrája lendkerekeket is. Mivel haladás közben a pneumatikus motor akár teljesen le is állhat (például levegő spórolás céljából), ezért a jármű kereke és a motor között valahová egy szabadonfutó csapágyat/lánckereket kell beépíteni (ezt a Pneumobil Verseny szabályzata is követeli) ahhoz, hogy a jármű hatékonyan tovább tudjon haladni. Ebből kifolyólag a melléktengelyt a főtengety egy szabadonfutón (f) keresztül hajtja meg, így a felpörgetett lendkerekek a járműhöz hasonlóan akkor sem állnak le ha a pneumatikus motor (gerjesztés) igen.



1. ábra. Kinematikai vázlat (a- főtengely, b-lendkerek, c-láncajtás, d-szíjhajtás, e- generátor, f-szabadonfutó, M- pneumatikus motor nyomatéka/ a rendszer bemenete, ω - melléktengely szögsebessége/ a rendszer kimenete)

3. A fékpad beállítása

A fékpád megépítése során egyik legalapvetőbb elv az volt, hogy a főtengely úgy legyen terhelve akár csak a potenciális jármű meghajtott kerekének tengelye. Fontos tisztázni, hogy a meghajtott kerék tengelye alatt nem arra az alkatrészre gondolunk, amely a kerék tulajdonképpeni tengelye, hanem a kerék geometriai tengelyére és az ott mérhető nyomatókra.

A szerkezet alapján felírható a főtengely nyomatékainak egyenlete, a pneumatikus motor nyomatéka egyenlő a lendkerekek hatásából (első tag) és a generátor konstans terheléséből adódó nyomatékkal (második tag). Mindkét tag függvénye az áttételi arányoknak (i_1 , i_2), amelyek a 2. fejezetben voltak részletezve.

$$\mathbf{M} = \mathbf{i}_1^2 \cdot \mathbf{J} \cdot \boldsymbol{\varepsilon} + \mathbf{i}_1 \cdot \mathbf{i}_2 \cdot \mathbf{M}_{\text{ig}} \quad (2)$$

Ha egy mozgásban lévő jármű meghajtott kerekének tengelyére felíránk a nyomatékok egyenlőségét és eltekintenénk azoktól, amelyek hatása nem számottevő egy ehhez hasonló egyenlethez jutnánk. Belátható, hogy a jármű tömege és relatív alacsony haladási sebessége alapján a Coriolis és a légellenállási erők nagyságrendben eltérnek (kisebbek) a tehetetlenségi

erő és a gördülő súrlódási erőtl [2]. E megfontolás alapján és annak tudatában, hogy a verseny sík terepen zajlik a jármű meghajtott kerekének tengelyére felírható az alábbi összefüggés:

$$M = a \cdot m \cdot r + \mu_g \cdot r \cdot m \cdot g \quad (3)$$

A (2) és (3) összefüggések megfelelő tagjainak azonosításával, kiszámíthatóak a fékpad paraméterei (i_1 , M_g) a jármű adatainak (r , m) függvényében.

$$i_1 = \sqrt{\frac{r^2 \cdot m}{J}} \quad (4)$$

$$M_g = \frac{\mu_g \cdot r \cdot m \cdot g}{i_1 \cdot i_2} \quad (5)$$

Ahol:

- r - a jármű meghajtott kerekének sugara <m>;
- ε - a főtengely szöggyorsulása <rad/s²>;
- J - lendkerekek inerciája <kg·m²>;
- m - a jármű tömege <kg>;
- μ_g - a pálya anyaga és az abroncs közötti gördülő súrlódási együttható.

4. Összefoglaló

Az imént részletezett összefüggések alapján meghatározható, hogy milyen paraméterekkel lehet leginkább megközelíteni a valóságot és miként lehet a legpontosabb mérési eredményeket elérni. Mivel a fékpad főtengelyének nyomatéka megegyezik a jármű meghajtott kerekének tengelyének nyomatékával, így ennek mérése megadja a rendszerünk bemeneti mennyiségének számszerű értékét. A szabadonfutó jelenléte miatt a főtengely fordulata nem lesz arányos a jármű haladási sebességével minden esetben, ezért a melléktengely fordulata asszociálható a rendszer kimenetével, így a fordulatszámérésnek ezen a tengelyen kell megtörténnie.

A mechanikai elemek és villamos teljesítmény/szabályzó áramkörökön túl megfelelő érzékelőkkel a rendszer alapvető fizikai mennyiségeinek a mérése megvalósítható. Ezen mennyiségek kijelzése, archiválása és értelmezése megfelelő szoftver segítségével teljessé teszik a fékpadot, mint mechatronikai rendszert. Az adatok megfelelő alkalmazása a pneumatikus motor optimalizálásában segíthet; meghatározható a motor optimális terheltsége, szimulálható egy gyorsulási futam illetve behangolható az energia spórolási üzemmód.

Irodalom

- [1] Szabó András: *Általános Járműgéptan*, Kézirat, Budapest, 2006, 9-11
- [2] Holics László: *Fizika*, Akadémia Kiadó, Budapest, 2009, 182,106.



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

A KOCKÁZATELEMZÉS EMBERI KÉRDÉSEI

THE HUMAN ASPECT OF RISK ANALYSIS

SZAMOSI Barna⁽¹⁾, POKORÁDI László⁽²⁾

(1) Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtudományi Kar, Magyarország 1081 Budapest Népszínház u. 8. +36-1-6665339/ +36-1-6665480, szamosi.barna@bgk.uni-obuda.hu

(2) Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtudományi Kar, Magyarország 1081 Budapest Népszínház u. 8. +36 30 9194929, pokoradi.laszlo@bgk.uni-obuda.hu

Abstract

One of the main aims of organisms is to hold the highest of their operabilities. Its important element saving of human resource and infrastructural operability. Prevention and reduce of hazardous factors and risk id est. risk management are very important tasks. There are several risk management and risk assessment methods. Common elements of these methods are weighting of occurring risks an their consequences. This paper shows the risk assessment depend on human thinking and culture.

Keywords: risk, risk analysis, objective, inter-subjective, culture

Összefoglalás

A szervezetek egyik alapvető célja a működőképességük legmagasabb szinten tartása. Ennek egyik fontos eleme a humánerőforrás, valamint az infrastruktúra működőképességének megőrzése. Nagyon fontos a működőképességet veszélyeztető tényezők, a kockázatok megelőzése, illetve csökkentése, azaz a kockázatok kezelése. A kockázatkezelésre, illetve kockázat értékelésre többféle módszer létezik. Mindegyik módszer közös eleme, hogy a felmerülő kockázatokat, illetve azok következményeit megpróbálja súlyozni. A munkánkban arra világítunk rá, hogy a kockázat és így a kockázatértékelés és kockázatkezelés is személy-, és kultúrafüggő.

Kulcsszavak: kockázat kockázelemzés, objektív, interszubjektív, kultúra

1. Bevezetés

A szervezetek működőképessége legmagasabb szinten tartásának fontos eleme a humánerőforrás, valamint az infrastruktúra működőképességének megőrzése. Nagyon fontos a működőképességet veszélyeztető kockázatok megelőzése, illetve csökkentése, azaz a kockázatok kezelése. A kockázatkezelésre, illetve kockázat értékelésre (például a munkavédelmi kockázatértékelésre) többféle lehetséges módszer létezik. Mindegyik módszernek az a közös eleme, hogy a felmerülő kockázatokat, illetve annak következményeit valamilyen módon megpróbálja súlyozni. A tanulmány arra világít rá, hogy a kockázat személy-, illetve kultúrafüggő. Ilyen módon tehát a kockázatértékelés és kockázatkezelés is személy-, és kultúrafüggő.

2. A kockázat fogalma

A kockázat különböző tudományos meghatározásaiban az a közös, hogy a kockázatot elsősorban a bizonytalansággal hozza kapcsolatba. A kockázat egy cselekvési változat lehetséges negatívan értékelt következményeinek teljes leírása, beleértve a következmények súlyának és bekövetkezésük valószínűségének mutatóit is. A kockázattal kapcsolatos korábbi gondolkodás vezetett a valószínűség számítás kidolgozásához.

A kockázatkezelés során a biztosan bekövetkező negatívan értékelt következményt hátránynak nevezzük. A kockázat pedig a bizonytalan bekövetkezésű negatívan értékelt következmény. A biztos bekövetkezésű pozitív értékelésű eredményt nevezzük előnynek. Esély pedig a bizonytalan bekövetkezésű pozitív értékelésű következmény.

Az előny és hátrány, valamint esély és kockázat között tehát kapcsolat van. Ezt az összefüggést az 1. táblázat szemlélteti.

1. táblázat. Esély és kockázat kapcsolata

Következmény jellege	Biztos esemény ($P=1$)	Lehetséges esemény ($0 \leq P \leq 1$)
pozitív	Előny	Esély
negatív	Hátrány	kockázat

A kockázat tehát olyan összetett fogalom, amely a negatív értékelésű következmény mértékével és annak bekövetkezési valószínűségével írható le.

A következmény mértéke és a bekövetkezés valószínűsége meghatározható kemény (mennyiségi, statisztikai módszerek), illetve puha (szubjektív, egyéni intuíciókon alapuló) módszerekkel.

Az objektív valószínűség az a számérték, amely körül a relatív gyakoriság ingadozik, meghatározása statisztikai, valószínűség-számítási vagy kombinatorikai módszerekkel történhet. Szubjektív valószínűség esetén a valószínűségi becslés csak néhány megfigyelésre, illetve csupán sejtésre, megérzésekre, egyéni preferenciákra támaszkodik. E két véglet közötti tartomány az úgynevezett szintetikus valószínűség. Egy esemény szintetikus valószínűsége nem közvetlenül mérhető, hanem modellezés vagy hasonló objektív valószínűségi rendszerek alapján becsülhető, írja Pokorádi [3].

Ha egy esemény következménye közvetlenül megfigyelhető és mérhető, továbbá értéke meghatározott és kifejezett, akkor objektív következményről beszélünk. Másik végletként, mint szubjektív következmény, a döntéshozó személy számára egy kockázatos helyzetben a következmény értéke teljes mértékben a szóban forgó személy értékrendszerétől és a helyzettől függ. A fenti két határ között definiálhatjuk az úgynevezett megfigyelhető következmény értéket.

3. Objektív - interszubjektív

Az objektivitás közkeletű felfogása szerint a dolgokat úgy kell bemutatni, hogy abba semmi szubjektív ne keveredjen, vagyis úgy, ahogyan önmagukban, az őket vizsgáló szubjektumtól függetlenül vannak. Ha azonban ez lehetséges volna, nem is objektív, hanem mindjárt abszolút ismeretekhez jutnánk, írja Hankovszky [2]. Ezzel szemben még a legegyszerűbb dolgokról is csak korlátozott tudásunk lehet, mert csak bizonyos nézőpontokból az általunk konstruált modellek alapján ismerhetjük meg és írhatjuk le őket. Az objektivitás elve, egyes felfogások szerint, a tudományos megismerés alapelve. Ebből következően pl. az objektivitás mértéke (a szubjektivitáshoz viszonyítva) a művészi és a tudományos alkotás közötti fontos megkülönböztető jegynek számít. A tudományos megismerés alapkövetelménye, a „tisztá” objektivitás igénye lett – alapja a „tisztá”, értéket és

érzelmet tekintve semleges racionalitás –, továbbá a szubjektivitás elnyomása, sőt eliminálása, beleértve a szubjektivitásnak a megismerés folyamatára és eredményeire történő vélelmezett deformáló hatásának semlegesítését, írja Farkasová [1]. Ez a természettudományokban, így a műszaki tudományokban is meglévő elvárás fokozatosan áthatotta a társadalomtudományokat is, így aztán jelen van az olyan interdiszciplináris tudományokban is, mint a biztonságstudomány.

Szögezzük le, hogy a nézőpont fogalma alatt nem csak a fizikai értelemben vett helyet értjük, hanem a fogalmat kiterjesztett (pl.: szociális) értelemben használva az a megismerés feltételeit is jelenti. Vagyis az emberi elme megismerő képességeit, a gondolkodót meghatározó hagyományt, illetve kultúrát, és az ebből eredeztethető a személyes preferenciákat (esetünkben a kockázatvállalási készség), az értékválasztást, az ízlést, az előítéleteket, az előzetes ismereteket, az előfeltevéseket és így tovább. Tudásunkat az teszi relatívvá, hogy minden korszaknak, minden kultúrának, minden tradíciónak, sőt bizonyos mértékig minden egyénnek más-más nézőpontja van, amikor gondolkodni kezd. Nem ugyanonnan nézzük a dolgokat, nem pontosan ugyanazokat a kérdéseket tesszük fel róluk, ezért más és más választ adunk arra, hogy milyenek. Kérdés, hogy érdemes és/vagy lehetséges volna-e mindenkinek azonos kiindulópontot választania az azonos válasz kedvéért. Talán vannak a megismerésnek olyan szubjektív feltételei, amelyek eleve interszubjektívek is, vagyis amelyek mindannyiunk (vagy akár minden eszes lény) megismerését meghatározzák. Az interszubjektív olyan észlelés, ami nem individuális, hanem kollektív. Másképpen leírva az interszubjektivitás nem más mint a különböző helyeken, és helyzetekben lévő egyének szubjektív, ám mégis túlnyomó részt megegyező értékelése ugyanarról a dologról, vagy jelenségről, magyarázza Hankovszky [2].

Az előbbiekből következik, hogy minden megismerésben ott van a szubjektum. Az objektivitás fogalmának alaposabb értelmezése folytán tehát nyilvánvalóvá válik, hogy tudásunk soha nem abszolút, mert mindig nézőpontunk függvénye, tehát mert mindenekelőtt éppen tőlünk magunktól függ, és ilyen értelemben szubjektív és relatív. Ezt tapasztalhatjuk a kockázatelemzésben is.

4. Kockázatelemzés

A kockázatelemzés során egyrészt figyelembe kell venni a veszély súlyosságát, vagyis a lehetséges kár mértékét és kiterjedését, ide értve a veszélyeztetettek számát is, másrészt a veszély bekövetkezésének valószínűségét, gyakoriságát [4]. A kockázatértékelés legnagyobb feladatát a felismert veszélyek áttekintése és a kockázatok rangsorba állítása jelenti annak érdekében, hogy meghatározhatóak legyenek a szükséges intézkedések. A kockázatok értékelésének nem célja és nem követelménye a számszerűsítés. A megfelelő értékeléshez célszerű a gyakorlatban használható kategóriákat felállítani. Erre nincsenek kötelező szabályok, de a besorolás alapjai lehetnek például az alábbi szempontok.

Az egyik szempont a károsodás jellege, súlyossága, ezen belül is [4]:

- személyi sérülés;
- kisebb személyi károsodás;
- súlyos személyi károsodás;
- halálos, vagy életveszélyes sérülés vagy egészségkárosodás.

Adott esetekben az értékeléshez figyelemmel kell venni az érintett személyek számát is.

A másik szempont a veszély bekövetkezésének valószínűsége, ezen belül is:

- valószínűtlen;
- lehetséges, de nem valószínű;

- valószínű;
- szinte elkerülhetetlen (csak idő kérdése).

A szempontok alapján a kockázatokat súlyossági (fontossági) sorrendbe célszerű állítani. A legsúlyosabb (legsürgősebb intézkedést igénylő) kockázatok természetesen azok, ahol a veszélyek a legsúlyosabb kárt okozhatják, a legtöbb személyt érinthetik, és a legnagyobb valószínűséggel következhetnek be.

2. táblázat. A kockázat mértékének lehetséges értelmezése

Következmény → Gyakoriság ↓	Kevésbé ártalmas	Ártalmas	Rendkívül ártalmas
Valószerűtlen	Minimális	Elviselhető	Mérsékelt
Lehetséges		Mérsékelt	Lényeges
Valószínű	Mérsékelt	Lényeges	Elfogadhatatlan
Elkerülhetetlen			

A 2. táblázatban szereplő kategorizálás interszubjektívnek tekinthető. Vagyis a gyakoriság, a következmény, valamint a kockázat mértékével kapcsolatban egy lehetséges szakmai gondolkodásmódot tükröznek, amely tartalmazza a kockázatbecslők szubjektív, ám mégis túlnyomó részt megegyező (a szakmájuk által elfogadott) értékelését.

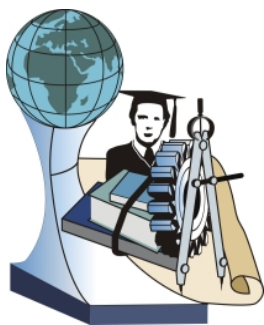
4. Összefoglaló

A tanulmány röviden bemutatta a kockázat fogalmát, a kockázatelemzést, röviden értelmezte az interszubjektivitást, valamint rávilágít arra, hogy a kockázat személy-, illetve kultúrafüggő, így a kockázatértékelés és kockázatkezelés is személy-, és kultúrafüggő. A Szerzők véleménye szerint fontos feladat a következő kérdések megválaszolása:

- Hogyan érhető tetten a kultúra minőségre, azzal összefüggésben a biztonságra, a kockázatra gyakorolt hatása?
- Összekapcsolják-e a kritikus infrastruktúrát működtető szervezeteknél a minőséget és a biztonságot?
- Az emberi megbízhatóság mennyire függ össze a kultúrával?

Irodalom

- [1] E. Farkasova: *Lehet (csak) objektív a megismerés?*, Kalligram, Pesti Kalligram Könyvkiadó és Könyvterjesztő Kft., Budapest, 1995, <http://www.kalligram.eu/Kalligram/Archivum/1995/IV.-evf.-1995.-julius-augusztus/Lehet-csak-objektiv-a-tudomanyos-megismeres> 2014.02.11.
- [2] Hankovszky T.: *Az interszubjektivitás reménye. Útkeresés az abszolút bizonyosság vágya és a relativizmus között*, Apokaliptika és posztmodernitás, Szent Vince Szakkollégium, Piliscsaba, 2009, p 77-78
- [3] Pokorádi L.: *A kockázat kategóriái*, Új Honvédségi Szemle, Budapest, 1999/6, p. 28–35.
- [4] Szamosi B: *Kockázatelemzés módszertana*, Kockázatelemzés, kockázatértékelés, ÓE. BDI., Budapest, 2013. pp. 197–207.



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

RUGALMAS SZALAGOK ALKALMAZHATÓSÁGÁNAK VIZSGÁLATA TURBULENCIA GENERÁLÁSÁHOZ

INVESTIGATION OF APPLICABILITY OF ELASTIC TAPES FOR GENERATING TURBULENCE

SZASZÁK Norbert Tibor⁽¹⁾, SZABÓ Szilárd⁽²⁾

*Miskolci Egyetem, Gépészmérnöki és Informatikai Kar, Energetikai és Vegyipari Gépészeti
Intézet, Áramlás- és Hőtechnikai Gépek Intézeti Tanszék, H-3515, Miskolc-Egyetemváros;
tel.: +3646-565-154, (1)aramszn@uni-miskolc.hu, (2)aram2xsz@uni-miskolc.hu*

Abstract

This paper deals with the construction and the measurements of a novel type turbulence generator which contains fluttering elastic plastic tapes as active elements to increase the turbulent intensity of the main flow in wind tunnel. This study explains the build process and the results of the measurements in different velocities of main flow are presented, too. CTA (Constant Temperature Anemometry) measurement technique was applied due to its beneficial properties.

Keywords: turbulence, active grid, CTA, wind tunnel, flutter

Összefoglalás

Jelen dolgozat egy olyan újszerű, turbulencia generálására alkalmas laboratóriumi eszköz összeállítását és áramlástechnikai mérését hivatott bemutatni, mely szerkezet a turbulencia létrehozásához az alapáramlás hatására belebegő rugalmas szalagokat használ. Mivel a szerkezet egy szélcsatornában került kialakításra, ezért alkalmunk adódott méréseket végezni annak áramlásra gyakorolt hatásainak vizsgálata céljából. Bemutatásra kerülnek a különböző átlagsebességű alapáramlások esetén elvégzett mérések eredményei, és ezek összehasonlítását is ismertetjük. A mérések során CTA (állandó hőmérsékletű légsebességmérés) mérés technikát alkalmaztunk, mely kimondottan alkalmas időben gyorsan változó sebességű turbulens áramlások vizsgálatához.

Kulcsszavak: turbulencia, aktív rács, CTA, szélcsatorna, belebegés

1. A kutatási téma

Jelen dolgozat témája egy olyan szerkezet kialakítása és áramlástechnikai vizsgálata, mely alkalmazásával laboratóriumi szélcsatornában magas turbulenciájú áramlás hozható létre. A számítógépes szimulációs szoftverek (CFD) számításai elvégzéséhez különböző kezdeti paraméterek megadása szükséges, melyek számos esetben szélcsatorna-modellek segítségével, méréssel határozhatók meg. Azonban olyan szimulációs feladatok is léteznek, melyek különböző mértékű turbulenciájú áramlás hatásait vizsgálják. E szimulációk kezdeti értékeinek, –vagy eredményeinek validálása szempontjából – a modellen történő mérése csak úgy lehetséges, ha biztosítható a kívánt turbulens paraméterekkel rendelkező alapáramlás. Ehhez a szélcsatornába úgynevezett. passzív vagy aktív rácsok beépítésére van szükség[1]. A passzív rácsok előnye azok egyszerű felépítésében rejlik, azonban segítségükkel, a sokkal

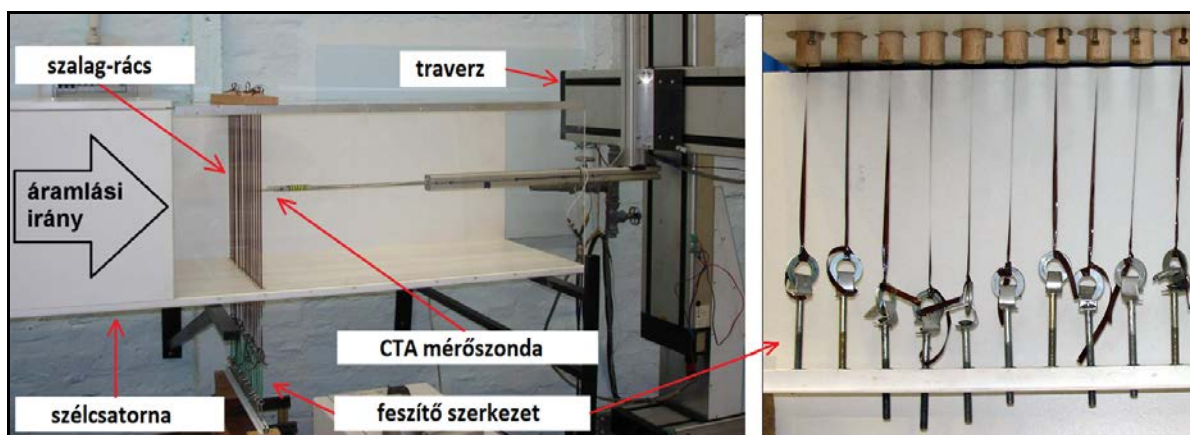
bonyolultabb - így nagyságrendekkel költségesebb - aktív rácsokhoz képest jóval alacsonyabb turbulencia-intenzitású áramlás hozható létre.

Egy olyan megoldást próbáltunk találni, mely a napjainkban alkalmazott aktív rácsoktól jóval egyszerűbb módon hoz létre mozgást, s így turbulenciát generál. Elsőként Németországban, a Magdeburgi Egyetemen fejlesztettünk ki egy olyan rácsot, melynek a rácspontjaiba lágy szilikoncsöveket építettünk be, s ezeket a rácsokba vezetett, majd a csöveken kiáramló préslevegő impulzusereje nagy sebességgel, kaotikusan mozgatta [2].

Továbbgondolva az elképzelést, felmerült a gondolata egy olyan szerkezetnek, mely külső energia befektetése nélkül, csupán az alapáramlás energiájának egy részét felhasználva képes mozgást végezni, s így turbulenciát generálni. Ehhez az ún. belebegés jelenségét használtuk fel, mely például a Tacoma-híd 1940-ben bekövetkezett katasztrófájához is vezetett. Számos kutatás foglalkozik hídszerkezetek aeroelasztikus instabilitásának vizsgálatával, annak kiküszöbölésével [3]. Ezzel szemben kutatásunkban éppen ennek a jelenségnek a kihasználásával kívánunk létrehozni magas fokú turbulenciát.

2. A kísérleti rács és a mérőrendszer

Vizsgálatainkhoz a rendelkezésünkre álló 400×400 mm belső keresztmetszetű szélcsatornába [4] összesen 15 db. $3,81$ mm szélességű magnókazetta-szalagot építettünk be, úgy, hogy ezek alapesetben az áramlással párhuzamosan, egymástól $M=25$ mm távolságban helyezkednek el. A csatornában elhelyezett szalagokat, a feszítőszerkezetet, továbbá a mérési összeállítást az 1. ábra szemlélteti.



1. ábra. A mérőrendszer a szélcsatornába épített szalag-rácscsal, és a szalagokhoz készített csavaros feszítőszerkezet

A szalagokból álló rács a turbulenciaparaméterek alakulásának vizsgálhatósága miatt a csatorna kilépő keresztmetszetétől 800 mm-re lett elhelyezve.

Fontos paraméter a szalagokat feszítő erő mértéke, ugyanis ennek függvényében változik az a minimális sebesség, mely szükséges a szalag rezgéséhez, továbbá a rezgés amplitúdója is függ ezen értéktől. Az elkészített csavaros feszítőszerkezettel (1. ábra jobb oldala) megoldható az egyes szalagokat húzó erő fokozatmentes beállítása, így azonos rezgéskép állítható be az összes szalag esetében.

Méréseink során a hődrótos méréstechnikát alkalmaztuk annak előnyös tulajdonságai miatt: alacsony zaj/jel arány, több kHz-es mintavételi frekvencia, a 3 tengelyű traverz használatával magas térbeli felbontás érhető el (akár $0,1$ mm-es rácsköz). A méréseket 1D-s szondával, 2 kHz-es mintavételezési frekvenciával és pontonként 5000 mintavétellel

végeztük. Az alkalmazott StreamWare nevű CTA mérés technikai programból a következő mennyiségeket exportáltuk az egyes mérési pontok helykoordinátái szerint rendezve: időátlagolt sebesség, sebességértékek szórása, turbulenciafok. Az adatok feldolgozása Excel és MATLAB programokkal történt.

3. Mérés, adatfeldolgozás

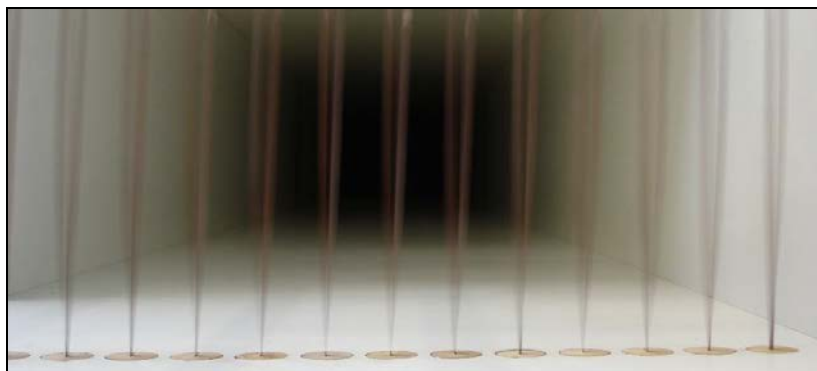
A dolgozat terjedelmi korlátai miatt a szalagok alapáramlásra gyakorolt hatásának, továbbá három különböző átlagsebesség (2 m/s, 3 m/s, 4 m/s) esetén történt mérések eredményeinek ismertetésére szorítkozunk.

A turbulencia jellemzésére többek között a turbulenciafokot (1) alkalmazhatjuk, mely definíció szerint a pillanatnyi sebességértékek ingadozásaiból számolt négyzetes középérték, és az időátlagolt sebességérték hányadosa:

$$Tu = \frac{u_{rms}}{\bar{u}} \quad (1)$$

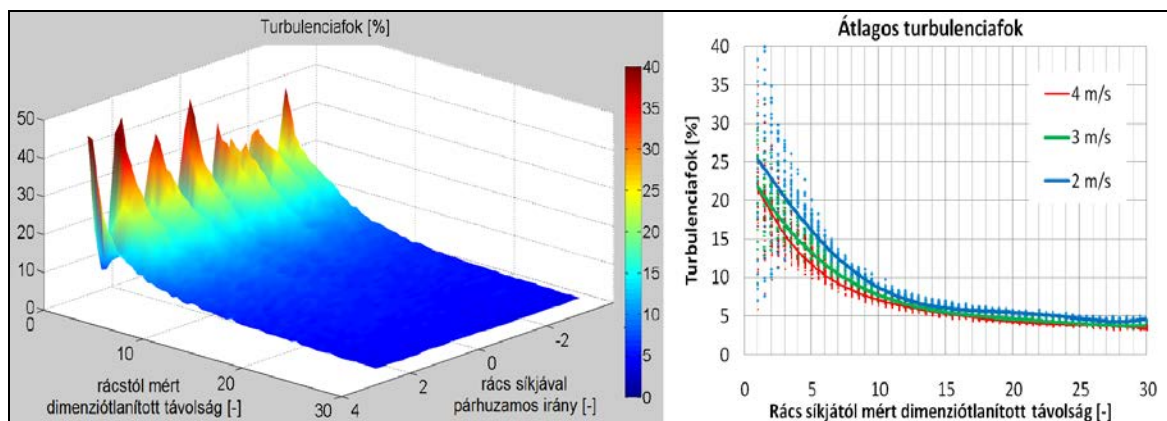
Elsőként azt kívántuk megvizsgálni, hogy a nyugalomban lévő szalagok vajon befolyásolják-e a turbulenciát. Ezért azok feszességét oly mértékben megnöveltük, hogy nem végeztek belebegő mozgást az áramlás hatására. Így elvégezve a méréseinket- a rács előtt és után egyaránt-, arra a következtetésre jutottunk, hogy azok ilyen esetben nem változtatják meg a turbulenciát: 2,5 m/s-os átlagsebesség esetén állandó értékű, közel 3%-os turbulenciafok volt mérhető.

További vizsgálataink arra vonatkoztak, hogy különböző átlagsebességek esetén milyen hatást gyakorolnak a belebegő szalagok az áramlásra. A 2. ábrán a belebegő mozgást végző szalagok figyelhetők meg.



2. ábra. Az alapáramlás hatására belebegő mozgást végző szalagok

A mozgó rács hatásainak vizsgálatára különböző átlagsebességek mellett mérések történtek a csatorna vízszintes középsíkjában, a középső 150 mm széles sávban, a ráctól $(1-30) \times M$ hosszban. A 2 m/s átlagsebességhez tartozó turbulenciaprofil a 3. ábra bal oldalán látható. Megfigyelhető, hogy a rácshoz közel kimagasló értékek is megjelennek, továbbá látható az, hogy a szalagok között, azoktól kis távolságra még nem növekszik a turbulencia számottevően. Azonban távolodva a ráctól egy kiegyenlítődés (impulzuscsere) zajlik le, mely során egyrészt homogenizálódás megy végbe, másrészt észlelhetően csökken a turbulenciafok: mivel nincs örvény-produkció, csak disszipációról beszélhetünk, a turbulens kinetikus energia –s ezzel együtt a turbulenciafok is– folyamatosan csökken.



3. ábra. A turbulenciafok alakulása a rács utáni középsíkban (bal oldal), és az átlagolt turbulenciafok-értékek (jobb oldal)

A 3. ábra jobb oldalán a 2 m/s, 3 m/s és 4 m/s átlagsebességű mérések eredményei figyelhetők meg. Jól nyomon követhető a már említett csökkenő tendencia. Látható, hogy a nyugalomban lévő szalagok esetében mért turbulenciafok-értéket ($\approx 3\%$) csak kb. $30 \times M$ távolságban éri el az áramlás, addig jóval magasabb fokú a turbulencia. Továbbá megfigyelhető, hogy a rács közelében magas szórása van a turbulenciafok-értékeknek (több mint 30%), melyek $13 \times M$ távolság után már mindhárom esetben 3% szélességű sávban mozognak. Ezek mellett megfigyelhető az is, hogy magasabb átlagsebesség-értékekhez rendre némileg alacsonyabb turbulenciák társulnak. Ennek oka a turbulenciafok már ismertetett számításában keresendő: miközben a sebességek szórása közel állandó a három esetben, az átlagsebességek különbözőek. Így a hányadosuként kapott turbulenciafok csökken az átlagsebesség növelésével.

4. Összefoglaló

Elmondható, hogy jelentős turbulencia okozható a belebegő szalagokkal, így az alkalmazhatóság jobb feltérképezése végett további mérések szükségesek, melyek során az áramlást jellemző mennyiségek mellett egyéb paraméterek változtatásának hatásai is vizsgálandóak: feszítettség, amplitúdó, más tulajdonságú szalagok alkalmazása, stb.

Köszönetnyilvánítás

A kutatás a TÁMOP-4.2.4.A/2-11/1-2012-0001 azonosító számú Nemzeti Kiválóság Program – Hazai hallgatói, illetve kutatói személyi támogatást biztosító rendszer kidolgozása és működtetése konvergencia program című kiemelt projekt keretében zajlott. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg. A kutatómunka a Miskolci Egyetem stratégiai kutatási területén működő Innovációs Gépészeti Tervezés és Technológiák Kiválósági Központ keretében teljesül.

Irodalom

- [1] Mordant, N.: *Experimental high Reynolds number turbulence with an active grid*, Am. J. Physics 76(12) 1092, 2008.
- [2] Szaszák, N.: *Experimental characterization of a cost-effective active grid for turbulence generation*, MSc. diplomamunka, Miskolci Egyetem, 2011.
- [3] Szabó, Zs., Zelei, A., Stépán, G.: *Stability of an elastic supported flat plate subjected to potential flow*. Journal Periodica Polytechnica Mechanical Engineering, 56/2 szám, 2012, 99-103.
- [4] Szaszák, N.: *Development of small size wind tunnel for investigation of turbulence generators*, Konferenciakiadvány, XVI. Tavaszai Szél Konferencia, Sopron, 2013, 218-225.



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

MONITOR KOMPONENSEK OKOSTELEFON PLATFORMRA

MONITOR COMPONENTS FOR SMARTPHONES

SZATMÁRI Zoltán⁽¹⁾, MICSKEI Zoltán⁽²⁾, MAJZIK István⁽³⁾

*Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Villamosmérnöki és Informatikai Kar,
Méréstechnika és Információs Rendszerek Tanszék, H-1117, Magyarország, Budapest,
Magyar tudósok körútja 2; Telefon/Fax: +36-1-4634112, (1) szatmari@mit.bme.hu,
(2) micskeiz@mit.bme.hu, (3) majzik@mit.bme.hu*

Abstract

In case of smartphone platforms, there is an emerging need for monitoring the running applications based on the observable elementary events and sensor data, as well as for an active intervention in case of detecting specific composite events or event sequences. In our paper we describe the monitoring components that we developed for accessing elementary events and data, for the rule-based monitoring of the status of applications, and for the temporal logic based evaluation of event sequences. The novelty of our approach is the automated monitor synthesis based on the formal specification, and the handling of event taxonomy during the monitoring.

Keywords: smartphone, monitoring, monitor synthesis, event taxonomy

Összefoglalás

Okostelefon alkalmazások esetén is felmerül az igény a platformon megfigyelhető elemi adatok és események alapján a futó alkalmazások monitorozására, valamint a felismerhető összetett események illetve eseményszekvenciák esetén az aktív beavatkozásra. Cikkünkben ismertetjük azokat a monitor komponenseket, amiket az elemi adathozzáféréshez, a szabály alapú monitorozáshoz, valamint eseményszekvenciák temporális logikai specifikáció alapján történő kiértékeléséhez fejlesztettünk ki. Megoldásunk újdonsága a formális specifikáció alapján történő automatikus monitor szintézis, valamint az esemény taxonómia figyelembevétele a monitorozás során.

Kulcsszavak: okostelefon, monitorozás, monitori szintézis, esemény taxonómia

1. Bevezetés

Az okostelefonok fejlődésével és az egyre szélesebb körben történő elterjedésével igény jelentkezik a telefonokon elérhető és megfigyelhető információk alapján biztosított különböző szolgáltatásokra. A mobilkészülékeken számos elemi információ összegyűjthető, kezdve a különféle szenzor adatoktól (pl. pozíció és gyorsulás adatok) a hívási adatokon keresztül a felhasználói adatbevitelig. Ezen információk megfelelő megfigyelése, kategorizálása és kiértékelése lehetőséget nyújt olyan magasabb szintű szolgáltatások megvalósítására, amelyek az összegyűjtött adatokból és események sorozatából kikövetkeztethető összetett eseményekre nyújtanak programozott választ.

Ha egy egyszerű példaként elemi információnak tekintjük az idő és pozíció adatokat, valamint felhasználói bemenetként rendelkezésünkre áll egy egyetemi hallgató órarendje,

akkor a telefonon beállítható egy olyan automatizmus, ami egy előadás idejében, az előadóteremben automatikusan lehalkítja a készüléket. Ez az automatizmus szabályok segítségével specifikálható eseménymonitorozást és -kiértékelést igényel.

Egy másik példa lehet egy olyan elosztott adatgyűjtő alkalmazás, amelynek okostelefonra telepített komponense csak meghatározott protokoll szerint adhat át adatokat az adatelemző szerver komponensnek – ettől eltérő protokoll szerinti, adatbiztonság szempontjából kockázatos kommunikáció detektálása esetén a monitor leállítja az adattovábbítást és figyelmezteti a felhasználót. Ez utóbbi esetben ésszerű elvárás, hogy az elfogadható forgatókönyveket magas szintű modell (pl. üzenet-szekvencia diagramok, temporális logikai kifejezések) formájában specifikáljuk, és a lokális ellenőrzést végző monitort ebből a specifikációból származtassuk.

A cikk témája az adatok és események futásidőbeli elemzését és a releváns eseményszekvenciák felismerését megvalósító monitor komponensek megvalósítása, az elemi adathozzáférést és eseményleképezést végző komponensek mellett tárgyalva az ezekre épülő, szabályalapú kiértékelést és a forgatókönyv alapú temporális ellenőrzést megvalósító monitor komponenseket is. A javasolt megoldás újdonságai a következőkben foglalhatók össze:

- A szabályalapú kiértékelést végző monitor komponensek számára a szabályok formális, de intuitív nyelven fogalmazhatók meg, lehetővé téve akár az on-line szabálmegadást is.
- Az eseményszekvenciák felismerését végző monitor komponensek automatikus szintézissel állíthatók elő. Az elfogadható eseményszekvenciákat lineáris idejű temporális logikai (LTL) kifejezések segítségével specifikáljuk, így a monitor szintézis ezek alapján végezhető. Ugyanezek a kifejezések egy elosztott kommunikációs protokoll üzenet-szekvencia diagramja alapján is származtathatók, kiszűrve először az adott résztvevő monitor komponense számára releváns eseményszekvenciákat.
- A szabályok és eseményszekvenciák formális nyelven történő specifikálása miatt a monitor komponensek tulajdonképpen az alkalmazások futásidőbeli verifikációját végzik [1]. A meglévő monitor szintézis megoldásokhoz képest (pl. [2]) módszerünk újdonsága, hogy egy különösen hatékony futásidőbeli verifikációs algoritmust [3] alkalmaz, és ezt kibővíti az eseményhierarchia kezelésével. Ennek lényege, hogy a szabályokban illetve az LTL specifikációban magasabb hierarchiaszinten található események is megadhatók (amelyek segítségével egy elvárás általánosabb szinten fogalmazható meg), futásidőben ugyanakkor a monitor az ezek finomítását jelentő eseményeket is figyelembe veszi a kiértékeléskor. (Pl. egy általános „üzenetküldés” mint magas szintű esemény fennáll akár a „kéreseküldés” akár a „nyugtaküldés” mint alacsonyabb szintű esemény bekövetkezésekor.) Az eseményfinomítási hierarchiát egy esemény taxonómia felvételével specifikálhatjuk.

A cikk további fejezetei az adathozzáférést és szabályalapú monitorozást (2. fejezet), a temporális logikai specifikáció alapján történő monitor szintézist (3. fejezet), valamint az esemény taxonómia figyelembevételét (4. fejezet) ismertetik.

2. Elemi adathozzáférés és szabályalapú monitorozás

Az elterjedt mobilplatformok számos beépített lehetőséget biztosítanak, hogy információkat szerezzük a telefon hardveres és szoftveres állapotáról, a rajta futó alkalmazásokról vagy akár a telefon szenzoradatain keresztül közvetlen a környezetről. Az 1. táblázat egy konkrét platform, az Android példáján keresztül szemlélteti, hogy milyen tipikus jellemzőket lehet lekérdezni. Ezen jellemzők lekérdezését természetesen minden platform

megfelelő jogosultságok meglétéhez köti, de ha a monitorozó alkalmazás ezekkel rendelkezik, akkor sokféle helyzetet képes ezek alapján felismerni.

1. táblázat. Az Android platformon megfigyelhető elemi jellemzők (részlet)

Típus	Tipikus jellemzők
OS adatok	CPU-terhelés, memórafoglaltság, futó folyamatok száma
Szenzor adatok	Helyzet (pl. GPS), fényerő, gyorsulás
Platform adatok	Hálózati forgalom, alkalmazások állapota

Egyszerűbb szituációk és forgatókönyvek megfogalmazhatóak egy szabályalapú kiértékelő segítségével. Az általunk használt monitorozó komponens *HA (feltétel) AKKOR (beavatkozások)* típusú szabályok kiértékelését végzi el, ahol a feltétel egy logikai kifejezés, amiben az elemi jellemzőkre megfogalmazott konstansokat, egyenlőséget és relációs operátorokat tartalmazó összehasonlítások szerepelnek. A beavatkozások pedig végrehajtható akciók sorozata, pl. adott alkalmazás leállítása vagy hálózati forgalom letiltása. Ennek a segítségével már a gyakorlatban használható szabályok is felírhatóak, például:

```
HA ((akku_töltöttség < 20%) ÉS (alkalmazás_cpu_használat > 80%))
AKKOR (alkalmazás_leállitás)
```

Ha ennél bonyolultabb időbeli feltételeket szeretnénk megfogalmazni, akkor használhatóak a temporális logikai kifejezések alapján generált monitor komponensek.

3. Monitor komponensek szintézise temporális logikai specifikáció alapján

A temporális logikai specifikációt akár közvetlenül felhasználhatjuk a logikai időbeli (azaz események, állapotok egymásutániságát megfogalmazó) követelmények megfogalmazására, akár pedig köztes reprezentációként származtathatjuk elosztott alkalmazások forgatókönyveinek egy-egy résztvevőre vonatkozó követelményeinek kiszűrése során. Munkánk során az LTL variánst használtuk fel, amelynek a Boole logikai operátorokat (And, Or, Not) kibővítő temporális operátorai az X (következő állapotban), F (valamikor a jövőben), G (folyamatosan) és U (addig, amíg). Ezek az operátorok egyszerű eseményekre (pl. üzenetküldésre, elemi adatok vagy állapotok változására) vonatkoznak.

A monitor szintézis alapötlete, hogy az LTL kifejezést ekvivalens átalakításokkal a következő formába hozzuk: először az F és G operátorokat az X és U segítségével fejezzük ki, majd az U operátorokat X operátorok hatókörébe helyezzük át [3]. Ez alapján a kifejezés kiértékelését végző monitor komponens alábbi blokkjai (függvényei) különböztethetők meg:

- Egy Boole logikai operátorokat megvalósító blokk, ami az adott állapotban megfigyelt eseményeket és azokat a blokkokat köti össze, amik az X operátorok utáni részkiefejezéseket értékelik majd ki. Mivel ez utóbbiak kiértékelésének eredménye az adott állapotban még nem ismert, azokat háromállapotú logikával, „ismeretlen” értéként vesszük figyelembe (az „ismeretlen” értékek a következő blokkok eredménye alapján helyettesíthetők majd be). Ezen blokk forráskódját tehát a háromértékű logikán végzett műveletek határozzák meg. Amint ez a kiértékelés konkrét (igaz vagy hamis) eredményt ad, az a monitor kimenetén megjelenik.
- Egy-egy, X operátor utáni részkiefejezést megvalósító blokk, amelynek kiértékelése a futás következő állapotában (a megfigyelt jellemzők változása után) következhet. A blokk felépítése újra a fentiek szerint történik, azaz a részkiefejezés ekvivalens átalakításával, majd az adott állapotban lokálisan kiértékelhető blokk és a következő állapotra vonatkozó további blokkok megkülönböztetésével.

Mivel az eredeti kifejezés véges számú operátort tartalmaz, a különböző felépítésű blokkok száma is véges lesz [3]. Az ezekhez tartozó forráskód részleteket (függvényeket) a monitor kódjának generálása során hozzuk létre, így futásidőben csak ezek hívását, a kiértékelés eredményének nyilvántartását és az események alapján történő folyamatos frissítését kell elvégezni. A kódgenerálás során szükség volt az LTL kifejezések reprezentálására és átalakítására, valamint a blokkok kódjának optimális (gyorsan kiértékelhető és kis memóriaigényű) megvalósítására.

4. Esemény taxonómia figyelembevétele a monitorozás során

Az előzőekben bemutatott szabályok és temporális logikai kifejezések elemi eseményekből, mint alkotóelemekből épülnek fel. A kifejezések általánosabb leírhatóságára vonatkozó igény motiválja az eseménytípusok kategorizálását és ez alapján egy esemény taxonómia felépítését. Ennek megfelelően az okostelefon környezetben részleteztük és összegyűjtöttük a korábban feltérképezett eseménytípusokat és elkészítettük az ezek alapján felállítható taxonómiát. Így például definiáltuk a „mozgás” eseményt, ami akár a gyorsulásmérőből származó esemény, akár pedig a cellainformáció, GPS koordináták, vagy az elérhető vezeték nélküli internetkapcsolatok halmazának megváltozása események általánosított öse lett. A taxonómia építés során több esetben felmerült, hogy egy elemi esemény több általánosabb esemény alá is tartozhat, így engedélyeztük a többszörös öröklés lehetőségét.

Az így elkészített taxonómia figyelembevételét (hasonlóan a [4]-beli megoldáshoz) beépítettük a monitorozó komponenseinkbe, és az implementáció kis arányú módosításával kiterjesztettük a leírható kifejezések és ezáltal a futásidőben ellenőrizhető szituációk körét.

5. Összefoglalás

Munkánk során megvizsgáltuk, hogy az elterjedt okostelefon platformokon milyen elemi információk figyelhetőek meg, majd ezekhez illeszkedve megoldásokat adtunk szabály alapú monitorozásra illetve temporális logikával megadott eseményszekvenciák kiértékelésére, végül pedig kidolgoztuk, hogy az események taxonómia alapú kategorizálását hogyan lehet figyelembe venni a monitorozás során. Az adathozzáféréshez könyvtári függvényeket használó, a magas szintű specifikációk alapján pedig automatikus szintézissel előállított monitor komponensekből mint modulokból egy olyan köztesréteg jellegű szolgáltatás állítható össze, ami alkalmazások széles köre számára biztosíthatja a futásidőbeli verifikációt illetve a felismert eseményszekvenciák és összetett események programozott kezelését.

A kutatást a BME VIKING Nonprofit Zrt részvételével az „Infokommunikációs technológiák és a jövő társadalma FuturICT.hu” című, TÁMOP-4.2.2.C-11/1/KONV-2012-0013 azonosító számú kutatás-fejlesztési projekt támogatta.

Irodalom

- [1] Sokolsky, O., Havelund, K., Lee, I.: *Introduction to the Special Section on Runtime Verification*. Int J Software Tools Technology Transfer, 14(3), pp 243-247, Springer Verlag, 2012.
- [2] Finkbeiner, B., Sipma, H.: *Checking Finite Traces using Alternating Automata*. In Electronic Notes on Theoretical Computer Science, Vol. 55, Elsevier, 2001.
- [3] Pintér, G., Majzik, I.: *Automatic Generation of Executable Assertions for Runtime Checking Temporal Requirements*. In: Proc. HASE 2005, pp 111-120, IEEE CS, 2005.
- [4] Horányi, G., Micskei, Z., Majzik, I.: *Scenario-based Automated Evaluation of Test Traces of Autonomous Systems*. In Proc. of ERCIM/EWICS Workshop on Dependable Embedded and Cyber-physical Systems, Toulouse, France, 2013.



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

A HEGESZTÉS HATÁSA AZ ALAPANYAGRA

THE EFFECTS OF WELDING ON THE BASIC MATERIAL

SZILÁGYI Gábor⁽¹⁾, KOVÁCS-COSKUN Tünde⁽²⁾, PINKE Péter⁽³⁾

(1)-(2) Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, 1081, Magyarország, Budapest Népszínház u. 8., Telefon / Fax: +36-30/564-66-23,

(1) szilgabo@gmail.com, (2) kovacs.tunde@bgk.uni-obuda.hu

(3) Szlovák Műszaki Egyetem Pozsony Anyagtechnológiai Kar Nagyszombat Paulínska 16, 917 24 Trnava, Slovenská Republika, Tel.: 00421/33 552 1007, peter.pinke@stuba.sk

Abstract

During the test we made PA flat positioned fillet welding, and PB horizontal positioned fillet welding with different welding gaps, and welding parameters. We made tests of the welded samples. We examined the formal effects and geometric incompleteness of the weld. The melt-down depth is turning into measurable the thermal effect area into visible, which we measured with hardness tester machine. We valued the welding parameters as we got the results, and we were able to get some further information from the synergy function. The essay will help with technological planning of welding with Cloos robots.

Keywords: welding, welding parameters, material testing

Összefoglalás

A vizsgálat során PA vályúhelyzetű-, és PB sarokvarratokat hegesztettünk le különböző hézagméretekkel, több hegesztési paraméterlistát alkalmazva. Az így kapott varratokból csiszolatokat készítettünk. A létrejövő csiszolatokon az alakhibák, és a geometriai hiányosságok is vizsgálhatók. A csiszolatokon mérhetővé válik a beolvadási mélység, láthatóvá válik a hőhatásövezet, amelyeken keménységét mértünk. A kapott eredmények alapján értékeltük a hegesztések során beállított paramétereket, valamint a robot szinergikus görbéje alapján további következtetéseket sikerült levonni. A dolgozat a sarokvarratok tulajdonságainak beállításával kapcsolatban segít a Cloos Crown International Kft.-nek.

Kulcsszavak: hegesztés, hegesztési paraméterek, anyagvizsgálat

1. Bevezetés

A hegesztés hővel, nyomással, vagy mindkettővel egyesíti a munkadarabokat oldhatatlan kötéssel. Az elmúlt évek során számos hegesztési technikát fejlesztettek ki a mérnökök, melyeket először emberek végeztek, majd napjainkra ezeket a feladatokat a hegesztőrobotok vették át. Ennek előnye, hogy a robot mindig ugyanúgy végzi el a feladatot, minden egyes mozdulatot az ezredik munkadarabnál is tökéletesen megismétel. Ha megfelelő érzékelőkkel van felszerelve, valamelyest képes alkalmazkodni a munkadarab egyenetlenségeihez, hibáihoz és a helyzethibákhoz. Mivel a robot szűkebb látókörű az embernél, kiemelt fontosságú a munkadarab minél pontosabb megmunkálása, amely korszerű szerszámgépek segítségével elérhető, és elhelyezése, amit készülékek könnyítenek meg. A robotok programozásánál kulcsfontosságú a paraméterek helyes beállítása, melyhez jelentős segítséget

nyújthat az adott hegesztőforrás szinergiafüggvényének, és az alapanyag alapos ismerete. Ezen ismeretek mellett is gyakran szükséges kísérleti hegesztéseket végezni a megfelelő minőség beállításához.

2. Alkalmazott eszközök, eljárások

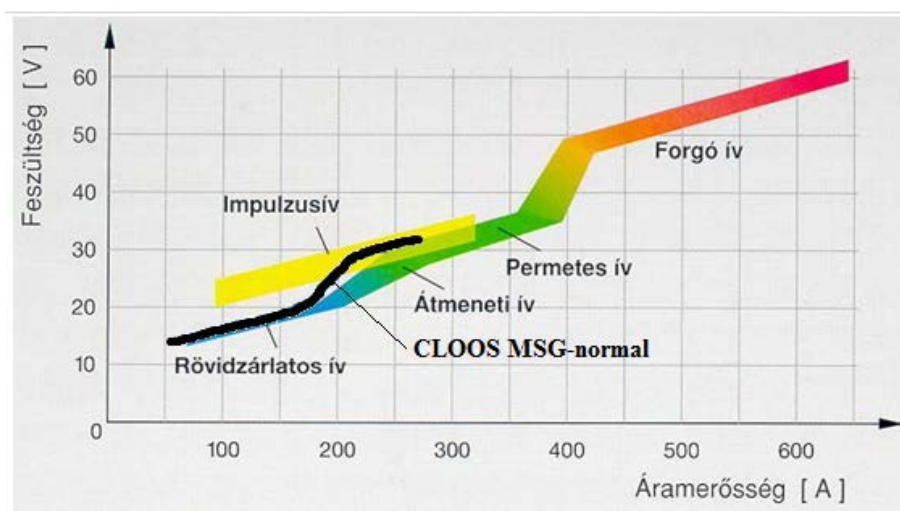
2.1 CLOOS hegesztőrobot

A hegesztett varratokat egy CLOOS QRC 320-as típusú hegesztőrobottal végeztük el. A robot csuklókaros felépítésű, amely a legkönnyebben megfeleltethető az emberi karnak vagy ujjaknak. A robotberendezés mozgóegységeit, melyek egymástól függetlenül hajtott egységek, és mozgásuk külön szabályozható, tengelyeknek nevezzük [2]. Mivel a robot tengelyeit egy térbeli test mozgatásakor szabadon mozgathatjuk, szokás a robot tengelyeit szabadságfokoknak nevezni. Három mozgatható tengely segítségével egy hasáb tetszőleges pontját elérhetjük. Ha azonban a tér tetszőleges pontját akarjuk elérni, és a robotkar végén lévő szerszám helyzete is számít, akkor további három mozgó tengelyre van szükségünk. Összegezve tehát 3 tengely szükséges a pozicionáláshoz, és 3 tengely kell a megfelelő szöghelyzet beállításához. A robotkarhoz 1 külső tengely van csatlakoztatva, amely egy billenő asztal.

2.2 Hegesztési eljárások, szinergia függvény kapcsolata

Az **MSG-normal** hegesztő eljárás egy rövidzárlatos védőgázos ívhegesztés. A Cloos általános célokra ajánlott MIG/MAG eljárása.

A **Duo Pulse** a CLOOS kettős-impulzusú hegesztési eljárása - hasonlóan a hagyományos impulzushegesztéshez - gyors áramimpulzusokkal dolgozik (25-300 Hz), de a huzal-előtolási sebesség nem állandó, hanem impulzusszerűen változik.



1. ábra CLOOS MSG-normal szinergikus görbe elhelyezkedése [3]

Az 1. ábrán a MIG/MAG eljárások anyagátmenetei láthatóak az áramerősség-feszültség függvényében. Erre a diagramra illesztette rá a CLOOS MSG-normal eljárásának szinergikus görbéjét Vincze Tibor. Az eredeti anyagátmenetre léptékhelyesen ráhelyezte a mért szinergikus görbét, ami bizonyítja, hogy rövidzárlatos eljárás. Az ábráról leolvasható, hogy az MSG-normal eljárásnak nem minden beállítása alkalmazható, mert a rövidzárlatos szakasz fölött egy bizonyos részen (~190-210 Amper közt) a mért görbe semmilyen ív típusba nem sorolható [3].

3. Kísérletek

Munkánk során PA vályúhelyzetű és PB sarokvarratokat készítettünk. Az előkészítés során a két lemezt egymáshoz képest 90°-os pozícióban rögzítettük egy támasztólemez segítségével. Összesen 4 féle hegesztési varratot készítettünk különböző hézagméretekkel 0-tól 2 mm-ig 0,5 mm-es lépcsőben, így összesen 20 munkadarab készült el. Egy MSG-normal eljárás használatával, további három pedig Duo Pulse eljárás segítségével. Ezt megelőzően azonban két munkadarabot hegesztünk, amelyet követően szemrevételezéssel állítottunk be egy általános hegesztési paraméterlistát mindkét eljárás esetében. A Duo Pulse eljárásnál az általános paraméterlistához képest egy attól kisebb, illetve nagyobb huzalelőtolást alkalmazó listát, Azokat szintén a hézagmentes illesztésű munkadarabhoz optimáltuk. Az alkalmazott védőgáz 10% CO₂ tartalmú semleges védőgáz. A Duo Pulse eljárás előnyösen alkalmazható pozícióvarratok készítésénél, és jobb minőségű varratok hozhatók létre az alkalmazásával [4].

1. táblázat. Hegesztés paraméterei [1,4]

PL. sorsz.	Eljárás	Gáz	Hegesztési Sebesség
0	MSG-Normal	Ar 90% / CO ₂ 10%	60,00 cm/min
1	Duopulse	Ar 90% / CO ₂ 10%	29,00 cm/min
2	Duopulse	Ar 90% / CO ₂ 10%	25,00 cm/min
3	Duopulse	Ar 90% / CO ₂ 10%	30,00 cm/min
	Huzal előtolás	Dinamika	Ívhossz korrekció
0	10,00 m/min	0%	0%
1	4,00 m/min	-20%	-40%
2	8,00 m/min	-20%	-40%
3	12,00 m/min	-20%	-40%

Miután minden varrat elkészült, az áramforrásról leolvastuk az áramerősség, feszültség, és a felvett teljesítmény adatait. A kész munkadarabokból 20 mm-es darabokat vágunk ki fűrészgép segítségével. Az így kimunkált darabokat csiszoltuk majd (3%) Nitallal marattuk. Vizsgálatainkat az így kialakított felületen végeztünk. A mikroszkópi csiszolaton láthatóvá vált a hőhatásövezet, így könnyedén le lehetett mérni a beolvadási mélységet. Vickers keménységmérést 30 kg-os terheléssel végeztük.

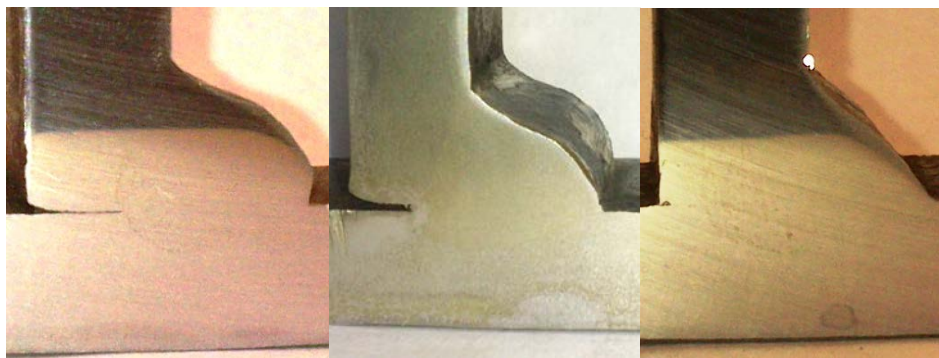
4. Eredmények, következtetések

4.1 MSG-normal eljárással készült varratok

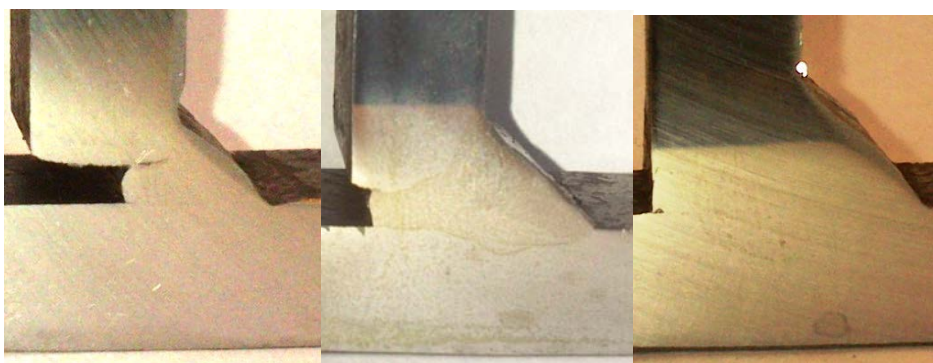
Az MSG-normal eljárással készült varratok valószínűleg egy átmeneti anyagátmeneti tartományban készültek a peremes és forgó ív között. A függőleges lemezek kis mértékben elhúzódtak a varrat irányában, ezt a hézagokból lehet látni. Minden mintán folyamatos szélkiolvadás keletkezett. A szélkiolvadás hornyaiban több helyen kisebb repedési kiindulópontok vannak.

4.2 Duo Pulse eljárással készült varratok

A hézagméret-, valamint a huzalelőtolás változásának hatását legjobban szemléltető képek segítségével mutatjuk be eredményeinket. A legkisebb huzalelőtolással (4m/min) készült varratokról elmondható, hogy a varratok alakja beolvadási mélysége megközelítőleg sem megfelelő. Ezen kívül még repedések és kis szélkiolvadások is láthatóak. A 8 és 12 m/min-es huzalelőtolással készült varratok alakilag már megfelelőek, viszont a beolvadási mélység nem kielégítő. Ha a hegesztési hézag és a huzalelőtolás növekedésével párhuzamosan vizsgáljuk a varratokat látható, hogy az átolvasztott lemezvastagság egyre nagyobb a hézagméret növekedésével (2. ábra), a varratalak már 8 m/min-től megfelelővé válik (3. ábra).



2. ábra Hézagméret növekedésének hatása [1]



3. ábra Huzalelőtolás növekedésének hatása [1]

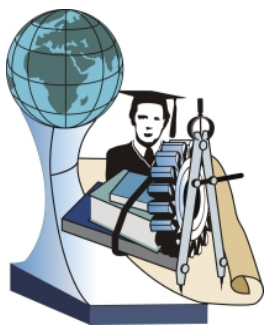
5. Összefoglalás

A hegesztett varratok közül a 2 mm hézaggal, 3-as paraméterrel készült varrat volt a legjobb mivel az egyoldali sarokvarratként teljesen átolvasztotta a függőleges lemezt. Kisebb hézagméret mellett leélezés használata lett volna célszerű. A leélezés viszont plusz munkával és befektetett energiával jár. Ezt el lehet kerülni egy optimális hézagméret beállításával.

Megállapítottuk, hogy csak ebben az esetben (8 mm-es lemez mellett, 2 mm-es hézagnál) kapunk optimális varratot. A lemezvastagság vagy hézagméret megváltoztatásával, már nem megfelelő varratot kapnánk. Nagy sorozatok esetén érdemes azonban néhány próbahegesztéssel megkeresni az optimális hézagméretet, és a hegesztési paramétereket, mert így meg lehet spórolni a leélezés idő és költség vonzatát. A gyakorlati kísérletekből kapott eredmények segítséget nyújtanak a robotos hegesztési technológia tervezése során a varrat kialakítás és résméret megválasztásánál. Természetesen munkánk során számos kérdés merült fel melyekre a további kísérletek adhatnak választ.

Irodalom

- [1] Szilágyi Gábor: *Az összeállítási pontatlanság (hézagméret változása) hatása a Varratméretre, illetve hegesztési Paraméterek korrekciójára PA és PB sarokvarratok esetén*, TDK dolgozat, Budapest, 2013
- [2] Bagyinszki Gy., Bitay E.: *Hegesztéstechnika I. Eljárások és Gépesítés*, Kolozsvár 2010. Erdélyi Múzeum-Egyesület, 200-211. oldal
- [3] Vincze Tibor: *Vékony lemezek automatizált hegesztése korszerű védőgázok és áramforrások alkalmazása mellett*, TDK dolgozat, Budapest, 2013
- [4] Szilágyi Gábor, Dr. Kovács-Coskun Tünde, Dr. Pinke Péter: *Az összeállítási pontatlanság hatása a hegesztési paraméterek korrekciójára sarokvarratok esetén*, Kolozsvár 2013. Műszaki Tudományos Füzetek FMTÜ, 383-386. oldal



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

IGAZSÁGTÁBLA ALKALMAZÁSA RENDSZER MEGBÍZHATÓSÁG ELEMZÉSÉRE

APPLICATION OF TRUTH TABLE TO INVESTIGATE SYSTEM RELIABILITY

SZILI Tamás⁽¹⁾, POKORÁDI László⁽²⁾

(1) Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtudományi Kar,
Magyarország 1081 Budapest Népszínház u. 8. +36 20 8065432,
frykt88@vipmail.hu

(2) Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtudományi Kar,
Magyarország 1081 Budapest Népszínház u. 8. +36 30 9194929,
pokoradi.laszlo@bgk.uni-obuda.hu

Abstract

Nowadays the reliability of technical systems is a very important question. Real technical systems have frequently complex interconnections and feedbacks. In cases of systems with complex interconnection the Fault Tree Analysis cannot be applied on account of the problems mentioned above. One approach to computing the correct reliability parameters for the systems with complex interconnection is Boolean truth table method. The aim of this paper is showing Boolean truth table method and its possibility of use to analyze system reliability.

Keywords: reliability; system; truth table

Összefoglalás

Napjainkban a technikai rendszerek megbízhatósága, biztonsága fontos kérdés. Valós technikai rendszerekben gyakran találunk úgynevezett összetett kapcsolatokat, bonyolult visszacsatolásokat. A komplex kapcsolatú rendszerekben az elemek közt található összetett kapcsolatok következtében a hibafa elemzés nem megfelelő. Az ilyen rendszer vagy hálózat megbízhatóságának meghatározására a Boole-féle igazságtáblázatot célszerű alkalmaznunk. A tanulmány célja bemutatni a komplex rendszerek megbízhatóságának igazságtáblával történő meghatározását, és az arra épülő megbízhatósági elemzéseket.

Kulcsszavak: megbízhatóság; rendszer; igazságtábla

1. Bevezetés

Napjaink műszaki tudományában egyre nagyobb szerepet kapnak a bonyolult, integrált rendszerek, különféle hálózatok struktúrájával és a bennük lejátszódó folyamatok megbízhatóságával foglalkozó vizsgálatok [2].

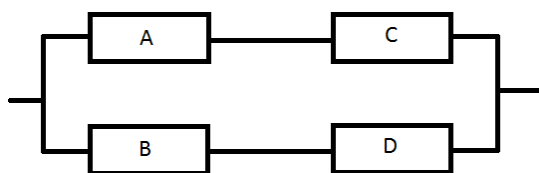
Komplex rendszerről akkor beszélünk, amikor az alkotóelemek nagy száma és a közöttük lévő kölcsönhatás révén a rendszer viselkedése az egyes egységektől lényegesen eltérő sajátosságokat mutat. A komplex kapcsolatú rendszerek az elemek közt található összetett kapcsolatok következtében nem egyszerűsíthetők le az elemek, vagy elemcsoportok soros, vagy párhuzamos halmazaira. Ezért az általánosan alkalmazott hibafa elemzés nem

alkalmazható, mivel az úgynevezett közbülső események nem tekinthetők függetleneknek. A rendszerek megbízhatóságának egy másik, szélesebb körben alkalmazható, elemzési módja az igazságtábla alkalmazása [3].

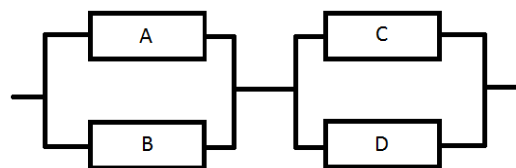
A tanulmány célja a Boole-féle igazságtábla alkalmazási lehetőségének bemutatása független megbízhatósági elemekből álló rendszerek üzemképessége, illetve üzemképtelensége valószínűségének meghatározására.

2. Az igazságtábla elemzés bemutatása

A rendszer megbízhatóság igazságtáblával történő elemzése során elsőként a rendszer lehetséges (minden elem üzemképes vagy meghibásodott) állapotát fel kell írunk binárisan, a Boole algebrai műveletek segítségével. Az igazságtáblában a rendszer egyes elemeinek működőképes állapotát „1”-el, míg üzemképtelenségét „0”-val jelöljük. A módszer előnye, hogy olyan rendszerek esetén is használható, amelyeket nem lehet csak soros és párhuzamos elemek blokkjaiként értelmezni. A táblázat utolsó oszlopában szereplő Q_i értékek az i -edik rendszerállapot bekövetkezésének valószínűségeinek meghatározását adják meg. Ez úgy számítható ki, hogy az elemek adott állapotának valószínűségeit összeszorozzuk. Ha az elem üzemképes, akkor a hozzá tartozó valószínűség az r_j , az elem megbízhatósága. Ha pedig üzemképtelen, akkor a p_j , az elem meghibásodási valószínűsége. Az adott rendszerállapot bekövetkezési valószínűsége a működőképes, illetve a működésképtelen állapotok valószínűségeinek összege [2].



1. ábra. A 2x2-es párhuzamos-soros (PS) rendszer szerkezete



2. ábra. A 2x2-es soros-párhuzamos (SP) rendszer szerkezete

1. táblázat. A PS rendszer igazság táblázata

i	A	B	C	D	Rsz. Áll.	Q_i
1	0	0	0	0	0	$p_A p_B p_C p_D$
2	1	0	0	0	0	$r_A p_B p_C p_D$
3	0	1	0	0	0	$p_A r_B p_C p_D$
4	1	1	0	0	0	$r_A r_B p_C p_D$
5	0	0	1	0	0	$p_A p_B r_C p_D$
6	1	0	1	0	1	$r_A p_B r_C p_D$
7	0	1	1	0	0	$p_A r_B r_C p_D$
8	1	1	1	0	1	$r_A r_B r_C p_D$
9	0	0	0	1	0	$p_A p_B p_C r_D$
10	1	0	0	1	0	$r_A p_B p_C r_D$
11	0	1	0	1	1	$p_A r_B p_C r_D$
12	1	1	0	1	1	$r_A r_B p_C r_D$
13	0	0	1	1	0	$p_A p_B r_C r_D$
14	1	0	1	1	1	$r_A p_B r_C r_D$
15	0	1	1	1	1	$p_A r_B r_C r_D$
16	1	1	1	1	1	$r_A r_B r_C r_D$

2. táblázat. Az SP rendszer igazság táblázata

i	A	B	C	D	Rsz. Áll.	Q_i
1	0	0	0	0	0	$p_A p_B p_C p_D$
2	1	0	0	0	0	$r_A p_B p_C p_D$
3	0	1	0	0	0	$p_A r_B p_C p_D$
4	1	1	0	0	0	$r_A r_B p_C p_D$
5	0	0	1	0	0	$p_A p_B r_C p_D$
6	1	0	1	0	1	$r_A p_B r_C p_D$
7	0	1	1	0	1	$p_A r_B r_C p_D$
8	1	1	1	0	1	$r_A r_B r_C p_D$
9	0	0	0	1	0	$p_A p_B p_C r_D$
10	1	0	0	1	1	$r_A p_B p_C r_D$
11	0	1	0	1	1	$p_A r_B p_C r_D$
12	1	1	0	1	1	$r_A r_B p_C r_D$
13	0	0	1	1	0	$p_A p_B r_C r_D$
14	1	0	1	1	1	$r_A p_B r_C r_D$
15	0	1	1	1	1	$p_A r_B r_C r_D$
16	1	1	1	1	1	$r_A r_B r_C r_D$

Terjedelmi okok miatt az alábbi két egyszerű példán keresztül mutatjuk be az igazságtábla alkalmazását. Vizsgálataink során feltételezzük, hogy a rendszerek független megbízhatósági elemekből állnak. Ez azt jelenti, hogy bármely elem meghibásodása nem vonja maga után a többi elem egyikének sem a meghibásodását.

Azt a rendszert „párhuzamos-soros”-nak, azaz PS-nek neveztük el, amelyben két-két soros

kapcsolatban álló elemet párhuzamosan kapcsolunk össze (1. ábra). A „soros-párhuzamos”-nak, vagy röviden SP-nek azt a rendszert, amelyben két-két párhuzamos viszonyban álló elemet sorosan kapcsolunk össze (2. ábra). Fontos megjegyeznünk, hogy a megbízhatóság szempontjából soros vagy párhuzamos kapcsolat nem jelent feltétlenül fizikailag is soros, illetve párhuzamos kapcsolódást.

Az 1. táblázat a PS, a 2. táblázat pedig az SP rendszer igazságtáblázatait mutatja, ahol az első oszlopok szürke tagjai a rendszer üzemképes állapotait jelzik.

A PS rendszer a 6; 8; 11; 12; 14; 15 és 16 állapotok valamelyikének fennállása esetén működőképes, azaz a rendszer megbízhatósága:

$$R_{PS} = Q_6 + Q_8 + Q_{11} + Q_{12} + Q_{14} + Q_{15} + Q_{16} \quad . \quad (1)$$

A PS rendszer az 1; 2; 3; 4; 5; 7; 9; 10 és 13 állapotok esetén működésképtelen, azaz a rendszer üzemképtelenségének valószínűsége:

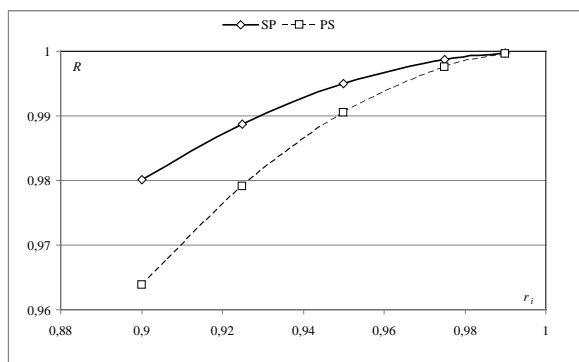
$$P_{PS} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_7 + Q_9 + Q_{10} + Q_{13} \quad .. \quad (2)$$

Az SP rendszer a 6; 7; 8; 10; 11; 12; 14; 15 és 16 állapotok valamelyikének fennállása esetén működőképes, azaz a rendszer megbízhatósága:

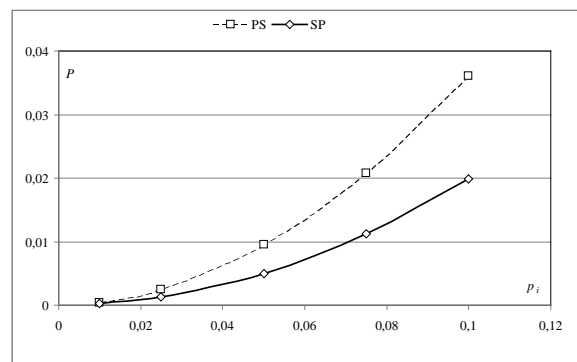
$$R_{SP} = Q_6 + Q_7 + Q_8 + Q_{10} + Q_{11} + Q_{12} + Q_{14} + Q_{15} + Q_{16} \quad . \quad (3)$$

Az SP rendszer az 1; 2; 3; 4; 5; 9 és 13 állapotok esetén működésképtelen, azaz a rendszer üzemképtelenségének valószínűsége:

$$P_{SP} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_9 + Q_{13} \quad . \quad (4)$$



3. ábra. A rendszerek üzemképességi valószínűsége az elemek megbízhatóságai függvényében



4. ábra. A rendszerek üzemképtelenségének valószínűségei az elemek meghibásodási valószínűségei függvényében

Az igazságtáblázatokból megállapítható, hogy a PS rendszer 7 rendszerállapot esetén üzemképes és 9 rendszerállapotban pedig üzemképtelen; míg az SP rendszer 9 rendszerállapot esetén üzemképes és 7 rendszerállapotban pedig üzemképtelen. A (1) – (4) egyenletek felhasználásával meghatároztuk a rendszer üzemképességének, illetve üzemképtelenségének valószínűségeit az elemek különböző, de minden elemre azonos megbízhatóságok, illetve meghibásodási valószínűségeik esetén. A számítási eredményeket szemlélteti a 3. és 4. ábra.

3. Következtetések

Tanulmányunkban két egyszerű rendszerpéldán keresztül bemutattuk az igazságtábla alkalmazási lehetőségét rendszerek megbízhatóságának meghatározására, vizsgálatára. A példákon elvégzett elemzések alapján az alábbi következtetéseket vonhatjuk le:

- az igazságtábla könnyen használható, főleg komplex kapcsolatú rendszerek megbízhatósági elemzése során, ahol nem lehet egyszerűen belátni a rendszer üzemképes állapotait;
- az igazságtábla alkalmazásának hátránya, hogy a lehetséges rendszerállapotok száma exponenciálisan nő a rendszerelemek számával;
- a rendszer üzemképtelenség valószínűség, illetve a rendszer megbízhatóság vizsgálatával kapott információk analóg módon írják le a rendszer érzékenységet;
- az előzőekben leírt két (rendszer üzemképtelenség vizsgálata az elemek meghibásodási valószínűségei függvényében, vagy a rendszer megbízhatóságának leírása az elemek megbízhatósága függvényében) módszer közül adott rendszer elemzése során azt célszerű választani, mely esetében a közbülső rendszerállapotok száma kisebb.
- a soros-párhuzamos, SP rendszer megbízhatósága mindig jobb, illetve a meghibásodási valószínűsége kisebb, mint a párhuzamos-soros rendszer megbízhatósága;
- a soros-párhuzamos, SP rendszer megbízhatósága kevésbé érzékenynek tekinthető, mint a párhuzamos-soros rendszer megbízhatósága mivel több lehetséges rendszerállapot esetén működőképes;
- az két rendszer megbízhatóságai és üzemképtelenség valószínűségei közötti különbségek csökken az elemek megbízhatóságának növekedésével (azaz az elemek meghibásodási valószínűségeinek csökkenésével);

Az elvégzett tanulmány jó alapot jelent nagy elemszámú, komplex kapcsolatú rendszerek megbízhatóságának igazságtáblával történő elemzéseinek elvégzéséhez. A Szerzők a továbbiakban az úgynevezett híd struktúrájú rendszerek megbízhatóságát tervezik elvégezni. Céljuk a szerzett tapasztalatok alapján egy általánosított módszer kidolgozása az úgynevezett létra struktúrájú, komplex kapcsolatú rendszer megbízhatóságának leírására.

Felhasznált irodalom

- [1] Myers A.: *Complex System Reliability*, Springer-Verlag, 2010, 235 oldal.
- [2] [Pokorádi L.: *Rendszerek és folyamatok modellezése*, Debrecen: Campus Kiadó, 2008, 242 oldal.
- [3] Uhsakov I.A.: *Handbook of Reliability Engineering*, John Wiley & Sons, 1994, 663 oldal



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

FIZIOLÓGIAI ÉS PSZICHOLÓGIAI JÓLÉT MEGŐRZÉSE 60 ÉV FELETT AZ ÉPÍTETT ÉLETTEREKBEN

THE CONVERSATION OF PHYSIOLOGICAL AND PSYCHOLOGICAL PROSPERITY ABOVE 60 YEARS IN LIVING SPACES

SZÖSZ Klaudia

Pécsi Tudományegyetem, Pollack Mihály Műszaki és Informatikai Kar, Belsőépítészeti- és Környezettervezési Tanszék, H-7624, Magyarország, Pécs, Rókus utca, 2.; Telefon / Fax: +36-72-501-500/23776, szoszklaudia@gmail.com

Abstract

My research handle about the aged generation's life in space and time in Hungary, today. My unconcealed aim, to reveal the determining and influencing factors of this period of life, by concentrating primarily of the advantages, and give answers to the emerging problems with the help of architecture and design. The conceive of the claim was during the examination of the life of the aged ones, between the numberless physically tasks to be solved, the spiritual calming down, the balance, the joy of the man is emphasized important. Onto this came an object into existense, what can be the symbol of togetherness and the importance of the conservation family ties. The building environment and the object culture was needed to recognize.

Keywords: living spaces, object culture, old ages

Összefoglalás

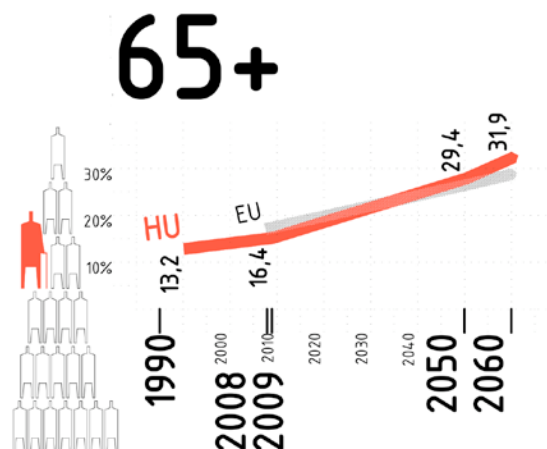
Kutatásom elsősorban az idős generáció életével foglalkozik térben és időben a mai Magyarországon. Nem titkolt célom, hogy elsősorban a pozitívumokra koncentrálva felderítsem ezen életszakasz meghatározó és befolyásoló tényezőit, majd értékes építészeti és dizájn válaszokat adjak a felmerülő problémákra. Az idősök életének vizsgálata közben fogalmazódott meg az igény arra, hogy a számtalan fizikailag megoldandó feladatok között az ember lelki megnyugvása és kiegyensúlyozottsága, öröme kiemelten fontos. Erre született meg egy olyan tárgy, ami az összetartozás jelképe lehet, a családi kötelékek fontosságának megőrzéséé. Ehhez szükség volt az épített környezet és tárgykultúra megismerésére. Ez a kutatás leginkább erről szól.

Kulcsszavak: épített környezet, élettér, tárgykultúra, idős korosztály

1. Az idősök helyzete a családban és a közellátásban (részlet)

A 2012-es európai kampányév témája az aktív idősödés és a nemzedékek közötti szolidaritás, valamint a demográfiai idősödés egyre kiterjedtebbé válásával összefüggő kérdések újszerű felvetését és újfajta válaszok, megoldások kidolgozását célozta meg. Az életkor előrehaladása nem a veszteségek halmozódását kellene hogy jelentse, hanem esélyeket az alkalmazkodásra, változásra, esélyeket új örömforrások megtalálására. Cél, hogy olyan individuális és társadalmi részvételi aktivitásnövekedést lehessen elérni, amely széleskörű

lehetőséget kínál munkára, közösségi cselekvésre és a kreativitás kibontakoztatására, ezzel is segítve az idősekről alkotott szemlélet pozitív változását.¹



1. ábra. A 65 évesnél idősebbek aránya Magyarországon és az Unióban, Központi Statisztikai Hivatal adata³

2. Kortárs design időseknek

Még 2011-ben Volker Albus kurátora volt egy kiállításnak az izraeli Holon Design Múzeumban, New Olds: Design between Tradition and Innovation címmel, amin 60 izraeli- és nemzetközi dizájnert mutatkozott be. A kiállítás alapjait mindenkinél a tradicionális elemek és szimbólumok alkották, mint a szarvas agancs, a kakukkos óra, egy hagyományos porcelán, barokk tárgyak, vagy akár a közelmúlt történelmét idéző Bauhaus és Memphis elemek. A megmunkálásnál is keveredtek a régi és új technológiák, a kézművesek, mint a szövés, üvegfüzés és fadaragás a rotációs öntéssel vagy a 3D nyomtatással.²

Idősek számára tervezni legtöbbször egészségügyi megfontolásból történik meg, legyen az tárgy-, bútor- vagy tértervezés. Az idősek számának növekedése egyenes arányban növeli az olyan eszközök elszaporodását, amely függetlenségüket és életminőségük javítását tűzte ki célul, figyelembe véve a megváltozott életmódokat és ízlésüket. Keveset foglalkozunk a tervezés során alternatív megoldásokkal, mert „nem éri meg”. Ilyen alternatív útnak gondolom az emocionális tervezést is, mely olyan pszichikai hatással lehet használójára, amely sokszor többet jelent egy fizikai mozdulatsorozat megkönnyítésénél.

3. Megtalálni az eszközt

A tervezés első fázisa arra koncentrált, hogy mi az a bútor vagy eszköz, ami segíti a kommunikációt vagy interakciót az idősek irányába. A megoldást egy olyan tárgy/bútor jelentheti (a kutatás első szakasza ezzel foglalkozik), ami több személy fogadására képes, hiszen egy kapcsolat csak így jöhet létre. Több generációt szolgáljon ki, egy idős is örömmel használja, mert kényelmes neki, de a család más generációit is kiszolgálja/megszólítja.

Amikor a boldogság jelenlétét kutattam az idős korban, akkor tapasztaltam, hogy ez a generáció mennyire vonzódik a természet közelségéhez. Még a családi házban lakó időseknél is megfigyelhető, hogy kedvező időjárás esetén minél több időt töltenek a szabadban, és nem csak abban az esetben, ha a ház körüli munkáról beszélünk. Az időskori nyugalom megélésének egyik jellemző helye a beltéri fotel mellett a kültérben álló pad használata. Az

idősek körében ráadásul megfigyelhető a szomszédokkal való kapcsolatok erős felértékelődése, ami a nagyon jellemző kép kialakulását eredményezte a falvakban, kialakult az a bizonyos „pletykapad” a házak előtt. Mind a kultúr fontossága miatt, mind azon jellemző miatt, hogy olyan bútor legyen, ami egyszerre több embert tud használni viszonylag hamar megszületett az az elhatározás, hogy a bútor maga egy pad lesz.

Pszichológiai kutatásom alkalmával fogalmazódott meg az igény arra, hogy az időseket a családi kötelékek terén lehetne újrapozicionálni, még akkor is, ha az időseknek nem feltétlenül csak családi kapcsolatokra lenne szükségük, hanem magukra a kapcsolatokra. Régóta ismert tény, hogy az idős/nagyszülő generáció könnyebben létesít kapcsolatot a családban jelenlevő gyerekekkel, mint a saját gyermekével. Nagyobb türelme, és nem utolsó sorban több ideje van. A tanítási folyamatok ideálisnak mondhatók a 2 generáció között. A feladat tehát adott volt, megteremteni azt a bútort, mely a család generációi között megteremti a kapcsolatot. Elsősorban az 1. és a 3. generáció között.



2. ábra. Idősek visszakapcsolása a családba

4. Tervezés

Hol, hogyan, mikor jöhet létre a kapcsolat:

- Véleményem szerint ez a kapcsolat leginkább családi környezetben, otthon történhet meg;
- Fontosnak gondolom, hogy a bútor megjelenésében sugározza azt, hogy egy kapcsolat létrehozására hivatott. A forma kell magában hordozza és közvetítse ezt az információt;
- Családi összejövetelek alkalmával kerülhet sor egy-egy olyan meghitt pillanat megteremtésére, amikor a nagyszülők átadhatják a tapasztalatukat/történetüket az unokáknak.

Kutatásom során vizsgáltam a nagyszüleim tárgyait, mert sokat elárul a mindennapi életükről, hogy milyen tárgyakkal veszik körbe magukat, mik fontosak a számukra. A tervezésem elején egy népi bútort vettem alapul, a lócát, melynek átértelmezésével egy olyan hangulatú tárgy jöhetett volna létre, amely már pusztán jelenlétével fel tudja hívni a figyelmet arra, hogy több minőségi időt töltsünk a családjunkban lévő nagyszülői generációval.

Később az ergonómia és a kortárs kívánalmaknak való megfeleltetés miatt elveszett ez a jelleg, de ez szükséges volt ahhoz, hogy a mai kívánalmaknak megfeleljen, hogy a generációk együttes időtöltését szolgálja ki.

Szempontok:

- Megfelelő testhelyzet megtalálása, egymás felé fordulás, háttámasz;
- Idős ember helyének kihangsúlyozása, háttámla, kéztámasz;
- Gyermekek helyének megtalálása, kincsesfiók;
- Lábak szimbolikus jelentése;
- Antropometria, ergonómia



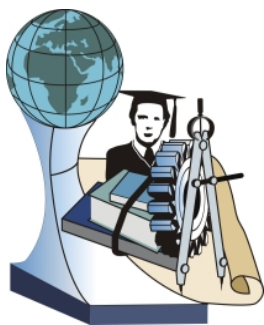
3. ábra. Tervezés jelenlegi állapota

5. Következtetések / Összefoglaló

A kutatás egy nagyobb volumenű kutatás része, melyben nemcsak a tárgyakkal, de az idősök épített környezetével is foglalkozom. Jelenleg ez a tárgy is bemutatás előtt áll, tesztelése még csak egy nagyon szűk környezetben valósult meg. Az idősök társadalmi helyzetének változásai is folyamatosan új kihívásokkal állít szembe. A végső cél elérésében azonban ez a kutatás is mérföldkö lehet, mely felhívja a figyelmet a nagyszüleinkre, kiemelve az értékeket amiket képviselnek, és valamelyest rámutat arra az elpazarolt időre, amit haszontalanul és tartamok nélkül töltünk el velük.

Irodalom

- [1] *A tevékeny időskor és a nemzedékek közötti szolidaritás európai évének Magyarországi Programja*, <http://europa.eu/ey2012/ey2012.jsp?langld=hu>, 2013.02.28.
- [2] *New Olds: Design between Tradition and Innovation*, Holon Design Múzeum, Israel, <http://design-milk.com/new-olds-design-between-tradition-and-innovation/>, 2013.05.21.
- [3] *Időskorúak Magyarországon*, <http://mek.oszk.hu/11000/11085/11085.pdf>, 2013.03.14.



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

ALTERNATÍV ÉPÍTŐANYAGOK A KORTÁRS ÉPÍTÉSZETBEN: ANYAG, FORMA, SZERKEZET

ALTERNATIVE MATERIALS IN THE CONTEMPORARY ARCHITECTURE: MATERIAL, FORM, CONSTRUCTION

SZTRANYÁK Gergely

*Pécsi Tudományegyetem, Pollack Mihály Műszaki és Informatikai Kar, Épületszerkezettan
Tanszék, 7623 Magyarország, Pécs, Boszorkány utca 2; Telefon +36-72-501-532, E-mail:
gsztranyak@yahoo.de*

Abstract

After the last hundred years of trends and manifestos contemporary architecture is trying again to seek its way. In other words there is a paradigm shift today. Maybe the domain of architecture has never been so complex as today. The last century has brought extremely quick social and technical architectural changes. Now we are standing at the beginning of a millennium and we can see, these changes have not ended yet. Changes are influenced by the climate and the energy. The power lines take shape along sustainability and economy. These factors have been present in the building process, but so far they have not brought conscious impact on the houses. Real researches for optimisation have not occurred in a great mass. In my paper in connection with an architectural competition I deal with the question of alternative building materials and their impact on contemporary architecture. I explain both notions and shortly present our work.

Keywords: sustainable, strawbale, architecture.

Összefoglalás

Az elmúlt száz év manifesztumai és irányzatai után a kortárs építészet újfent útkeresés előtt áll. Úgy is mondhatnánk, az építészet paradigma váltását éljük. Talán soha nem volt ennyire komplex az építészet értelmezési tartománya, mint manapság. Az elmúlt század korábban nem tapasztalt sebességgel hozott társadalmi és ezzel együtt építészeti változásokat. Most itt állunk egy ezredforduló elején és már látszik, hogy ezek nem értek véget. Az új változásokat a klíma és az energia befolyásolja. Az erővonalak a fenntarthatóság és a gazdaságosság mentén alakulnak. Ezek olyan szempontok, melyek eddig is jelen voltak az építésben, de nem gyakoroltak jelentős és tudatos hatást az épületekre. Valódi kísérletek az optimalizálásra tömegesen nem következtek be. Dolgozatomban egy konkrét építészeti ötletterv pályázat kapcsán foglalkozom az alternatív építőanyag kérdésével és annak hatásával a kortárs építészetre. Mindkét fogalmat külön értelmezem és röviden bemutatom a pályamunkát.

Kulcsszavak: fenntartható, szalmabála, építészet.

1. Az építészeti ötletterv pályázat

2013 szeptemberében a Széchenyi István Egyetem Épülettervezés Tanszéke és Tatabánya Önkormányzata közösen meghirdette a MILD HOME és ECO GREEN VILLAGE című meghívásos építészeti ötletpályázatot. A pályázatra Magyarország posztgraduális képzésében résztvevő hallgatói jelentkezhetek, beleértve a Mesteriskolát és a Vándoriskolát is. A MILD HOME egy lakóegységet jelent, melyből az Eco Green Village, mint lakó együttes létrejön. A

MILD HOME egy mozaik szó: My Modular, Intelligent, Low cost, Do it yourself, nearly zero energy House for our Eco Green Village, és az Európai Unió SEE kutatás-fejlesztési programján belül, ennek Környezetvédelmi és Környezetfejlesztés témájában végzett projekt. Tehát a feladat fenntartható, gazdaságosan megépíthető és üzemeltethető lakóegységek, valamint az ezeket magába foglaló kisebb településrész tervezése Tatabánya Alsógalla-Falurétre.

A projekt során cél az ötletpályázaton kiválasztott legjobb ötlet(ek) továbbgondolása, akár részletekig terjedő továbbtervezése, amely jó alapot kínálhat egy prototípus lakás esetleges megvalósítására. Továbbá az első három helyezett továbbjut a nemzetközi versenyre, ahol számos közép európai ország első díjasaival mérheti össze magát.

2. Alternatív építőanyag

Az alternatív szó jelentése az ezredforduló tájékán a kommersz építőanyagtól, más szóval a szokványostól, a szabványostól való eltérést jelenti. Ehhez társul a köznyelvben még egy jelentés: a zöld, fenntartható vagy energiatudatos, ami szintén egy „választható” lehetőség az energiagazdálkodás terén. Ennek tükrében adekvát építőanyag a szalma. A Kárpát-medencében alapvetően tetőfedésként, ún. zsúpfedésként ismert anyag az Észak-Amerikai kontinensen falszerkezetként is ismert már több mint 150 éve, az iparosított bálázás bevezetése óta. Reneszánszát a 70-es évek olajválsága idején élte, mikor az építészetben újra felmerült az igény olcsó, de legfőképp természetes és teljes élettartamát tekintve kis környezetterheléssel bíró anyagok iránt. Az anyag fejlesztése a mai napig tart, de széles társadalmi elfogadottságra még nem tett szert. Ennek legfőbb oka az anyag nem ismeretéből származik. Mivel a megfelelő fórumokon kellő mennyiségű információ található a szalmával kapcsolatban, ezért most a technikai tulajdonságaira szűkíteném le az ismertetést. Előállítás, szállítása és lebomlása nem igényel sok energiát, nem terheli a környezetet. A szalma többek között bála formájában alkalmas építőanyagnak és a tégláépítéssel hasonlítható össze, hiszen kötésbe rakva, kellő vastagsággal önhordó, esetenként teherhordó falként is tud viselkedni. Hőtechnikai tulajdonsága kiváló. Egy passzívház falával szemben támasztott követelmény a hőátbocsátási tényező tekintetében $U=0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$, ugyanezt az értéket tudja egy 35 cm-es szalmabála, melyen szálirányra merőlegesen áramlik a meleg. A páradiffúziós ellenállása kicsi, így kevésbé torlódik fel benne a pára és okoz épületszerkezeti problémákat. Természetesen vannak olyan tulajdonságai a szalmának, mely kiegészítő elemeket tesz szükségessé. Tűzvédelmi szempontból biztosítani kell az anyag izoláltságát a nyílt lánggal szemben. Ez a probléma nem éghető felületképzésekkel orvosolható, például kétoldali agyagtapasztással, mivel az agyag nem éghető. Természetesen más megoldások is lehetségesek. A tartósság kérdése a gondos tervezéssel és építéssel oldható meg. Ha a szalma nem kap nedvességet, pontosabban ha a bála nedvességtartalma nem haladja meg a kritikus értéket (20%), akkor nem teremődik kedvező környezet a cellulózbontó baktériumok számára.

A betakarított szalmából bála lesz, tehát „elem”, az egységnyi elemekből fal, tehát szerkezet, a szerkezetekből pedig rendszerek, melyek komplex válaszokat adnak a tartósságra, teherhordásra, komfortra stb.. Az eddig kialakult rendszerek lényegi tulajdonságai teherhordás szempontjából a következők:

- teherhordó szalmabála fal (teherhordás és térelválasztás egy anyagon belül);
- nem teherhordó (vázkitöltő) szalmabála fal, (a teherhordást jellemzően vázas szerkezetekkel oldják meg);
- utólagos szigetelés (a teherhordást egy tömör szerkezet látja el);
- előregyártott rendszerek, panelek, változó teherhordó stratégiákkal.

A világ energiafelhasználásának közel 45%-át épületeink üzemeltetése fedezi. Ennek tekintetében bizonyos rendeltetések esetén a jól szigetelt ház és az energiafelhasználási koncepciók ma már megkérdőjelezhetetlen alapvetések, mondhatni új paradigma. A pályamunkánkban így meghoztunk egy szűkítést az anyag terén.

3. Kortárs építészet

Hol kapcsolódik össze a kortárs építészet és az alternatív építőanyag használata? A kortárs nehezen értelmezhető szó. Nem tudok róla, hogy létezne egy általánosan elfogadott definíció. Első sorban tehát tisztáznám, hogy mit értek alatta. Maga a kifejezés „ugyanabban a korban élő” jelent. Ezzel arra utalok, hogy elsősorban a ma élő társadalom és az ő viszonya az építészethez érdekel. A „kortársból” alapvetően nem következik a „korszerű” kifejezés, mégis gyakran összemosódnak. Ennek az az oka, hogy bár minden alkotás kortárs, ami ma készül, de nem mindegyik képvisel értéket. A korszerű tehát ilyen értelemben garancia az értékre. A „modernismus” latin szó jelentése korszerűsítés, újszerűsítés, megújítás. E logika szerint a kortárs valahol modern is, de nem feltétlenül folyamatosan újító. Lehet visszatekintő is, amennyiben kritikus az átemelt, újraértelmezett értékekkel. Kenneth Frampton a 80-as években fogalmazta meg mai napig meghatározó gondolatait a kritikai regionalizmusról, mely a modern tradíció folytonosságára épít, reflektálva az elmúlt század irányzataira és a kor legújabb kihívásaira, mint például a globalizmus. Elméletében nem konkrét formákon, vagy formáláson van a hangsúly, hanem komplex összefüggéseken. Szerinte a forma alapvetően három egymással folyamatosan konvergáló vektor mentén alakul: a „topos” a „typos” és a „tectonica”, pontosabban a HELY (topográfia, kontextus) a PROGRAM (tipológia, funkció) és a SZERKEZET (tektonika). Érzékeny kompozíció csak e három fogalom viszonyából tud létrejönni. Adott helyszínre -önmagukban logikus megközelítések- különböző megoldásokat eredményezhetnek.

Andrea Deplazes a zürichi Eidgenössische Technische Hochschule (ETHZ) professzora a Constructing Architectures című kézikönyvében úgy vélekedik, hogy minden anyagnak -függetlenül attól, hogy felismerhető-e a formálási szándék- van egy alakja. A kérdés az, hogyan alakult ki a forma. Szerinte két vizsgálható irány létezik az építészetben. A külső hatások: például a geográfiai tulajdonságok, az adott közösség kulturális, történelmi emlékei, természetesen a megbízó, megrendelő személye, stb., melyek akarva, akaratlanul is kihatnak a forma alakulására és a belső hatások: az építészeti szándék, a gondosan megfogalmazott kritériumok.

A tekton szó görögül ácsot jelent. Gottfried Semper a tektonika jelentését úgy határozta meg, hogy rúdszerű elemek összekapcsolása egy statikailag megbonthatatlan egészé. Frampton a tektonikát a dolgok összekapcsolásának művészeteként. Tehát a kortárs építészet az én értelmezésemben tektonikus jellegű, rétegződő, összekötő, kritikus.

4. Következtetések

Ebben az összefüggésben érthető, hogy az anyag kémiai-fizikai tulajdonságai, építési logikája, ésszerű használata meghatározza a gondolkodás irányát. A konkrét formát a HELY: (a tatabányai helyszín), a PROGRAM (fenntartható lakófunkció, terek) és a SZERKEZET (fenntartható anyag, szerkezet, építés) és ezek viszonyai, hatásai egymásra adják.

Alapvetések a pályamunkában:

- kompakt, fenntartható lakópark. 35-50 lakás/ha (Farr, 2009);
- kicsi, praktikus alakítható, könnyen kifűthető, "nyílt forráskódú" lakóegység;
- differenciált kültér használat, átmeneti terek. (privát, fél privat, nyilvános);
- szoliter helyett közösség teremtő lakóegység telepítése. Összetartozás tudata;

- interakció "terei" - közös gazdálkodás, közös építés (kaláka) lehetősége, közös külterek.

Az alapvető geometria és anyag optimalizálásához ökológiai, gazdasági szempontok szerint kiértékeljük a különböző épület típusokat. Megvizsgáltuk a szoliter, a vízszintesen sorolt és a függőlegesen sorolt épületeket.

Az építőanyagok esetében teljes életciklus elemzést végeztünk. A szempontoknál figyelembe vettük a helyszín adottságait, a LOW COST, DO IT YOURSELF és NEARLY ZERO ENERGY szempontokat is. Az eredmény a geometria tekintetében a vízszintesen sorolt házak irányába mutatott. A legökonomikusabb anyagnak a kétoldali agyagtapasztással készített szalmabála vázkitöltő fal bizonyult, teherhordó szerkezetnek pedig az iparosított mérnöki faváz. Egyéb anyagokat csak szükséges mennyiségben használtunk.

A MILD HOME koncepció alapjául a mezőgazdasági csarnok szolgált. A csarnok olcsó, előregyártott szerkezet, könnyen megépíthető és újrahasznosítható. Az előzetes geometriai és anyag vizsgálataink során a vízszintesen sorolt szalmabála házakat határoztuk meg alap elemnek. A legnagyobb ellensége a szalmának a nedvesség. A csarnok optimális méreteinek megválasztásával biztosítható az épületünk csapadékvíz elleni védelme továbbá lehetőség nyílik hasznos fedett, fél privát külterek létesítése. Az építést és a tárolást (pl.:szalma) a tető időjárástól függetlenül is lehetővé teszi.

A pályamunka elkészítésében külön köszönet kollégámnak, Schunk Tímeának. Az építészeti ötletterv pályázaton 2. díjban részesültünk.

Sztranyák Gergely publikációt megalapozó kutatása a TÁMOP-4.2.4.A/2-11/1-2012-0001 azonosító számú Nemzeti Kiválóság Program – Hazai hallgatói, illetve kutatói személyi támogatást biztosító rendszer kidolgozása és működtetése konvergencia program című kiemelt projekt keretében zajlott. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

A kutatás szakmailag kapcsolódik az Európai Unió SEE kutatás-fejlesztési programján belül, ennek Környezetvédelmi és Környezetfejlesztési témakörében, a Forrás- és Energiafelhasználási Hatékonyság Fejlesztése témában végzett projekthez. (Pályázati azonosító: SEE/D/0201/2.4/X)

Irodalom

- [1] Deplazes, Andrea: *Constructing Architecture*, Birkhäuser, Basel, 2013



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

A KIDEI TEMPLOM TECHNIKATÖRTÉNETÉBŐL

A TECHNICAL HISTORY OF THE CHURCH IN KIDE

TALPAS János⁽¹⁾, MÁRTON László⁽²⁾, NAGY Tibor Sándor⁽³⁾

(1) Babeş-Bolyai Tudományegyetem, Földrajz Kar, Kolozsvár, Telefon: +40-74-5656023
talpasjanos@gmail.com

(2) Erdélyi Múzeum-Egyesület, Műszaki Tudományok Szakosztálya, Kolozsvár, Telefon /
Fax: +40-264-595176, martonlb@yahoo.com

(3) Kidei Református Egyházközség – Kolozsvári Egyházmegye, Kolozsvár 400113 Cluj-
Napoca, P-ța Unirii (Főtér), Nr. 23., nagytibor@gmail.com

Abstract

Christian churches built in the middle ages can also be studied (researched) from a Technical History point of view, as they are all genuine witnesses of the time they were built in.

From foundation to the roof structure, the break, the ceiling and the vault, as well as all the renovations and repairing represent proof of the technical knowledge of the age they were built in, all packed in one building. Through researching the applied techniques, one can draw conclusions on the technical and scientific level of a specific age. All this research also leads to the enrichment of our cultural history.

Keywords: church, masonry technique, stone cutting, technical history

Összefoglalás

A középkorban épült keresztény templomokat technikatörténeti nézőpontból is lehet tanulmányozni, hiszen mindegyik hírmondója annak a kornak, amelyben született.

Az alapozástól a tetőszerkezetig, a nyílások, mennyezetek és boltozatok, valamint az évszázadok alatt többször is elvégzett javítások-átalakítások kivitelezése megannyi bizonyítéka a kor műszaki ismereteinek, mindez egy épületbe tömörítve. Az alkalmazott technikák tanulmányozásával következtetni lehet az illető kor műszaki tudományának színvonalára. Ezek kultúrtörténeti ismereteink gyarapításához is hozzájárulnak.

Kulcsszavak: templom, falazástechnika, kőfaragás, technikatörténet

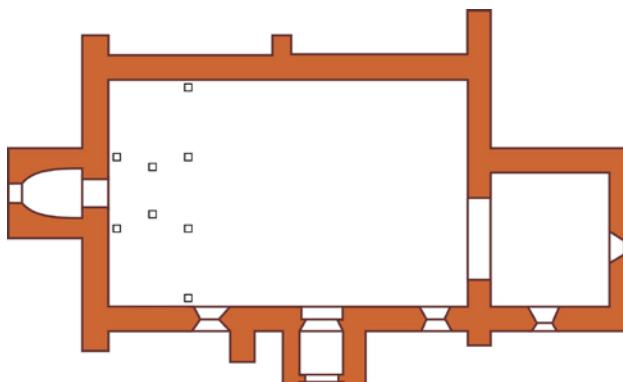
1. Előljáróban

A tanulmányozott középkori templom Kidén a református egyházközség tulajdonában lévő műemléképület.

Kide a Borsa völgyében található települések egyike, a tájegységet Kalotaszeg, a Mezőség, valamint a Szilágyság határolja, „társadalmi-vallási szempontból változatos, sokoldalú, önálló gazdálkodást folytató területről van szó”[1].



1. ábra. A református templom
(Debreczeni László jegyzetfüzetéből)[2].



2. ábra. A templom alaprajza

Kidén négy egyháznak van temploma. A református, katolikus, unitárius és ortodox vallás hívei külön-külön építettek templomot maguknak. Ezek közül a templomok közül legrégebbi a mai református templom (1. ábra), amelynek építési éve ismeretlen, de feltételezhető, hogy a XII–XIII. század lehetett. Az 1241-es tatárjárás alatt feldúlt templom helyébe építik a ma is létező épületet.

2. A templom

Alaprajza részaránytalán (2. ábra), jól látható, hogy eredetileg egy egyhajós kis templom bővítése után alakult ki a mai, egyenes záródású szentéllyel [3].

Építésének korában a keresztény templomokat úgy építették, hogy hosszanti tengelyük kelet–nyugat irányú volt [4]. A részaránytalán alaprajz a többszöri fejlesztés következménye.

Bár nem a templom történetéhez tartozik, mégis említésre méltó esemény, hogy 1591. szeptember 21-én Erdély egyházai áttértek a Gergelynaptár használatára. Kivételt képezett az orthodox egyház, amely továbbra is a Julianus-féle naptárt használta.

A középkori Erdély magyar és szász templomai építésében a hagyományos, késő román építőművészettel szemben az új stílusirányzat, a gótika diadalmaskodik. Az új stílusirányzat a kis falusi templomnál is tükröződik, jelei a déli fal két, csúcsíves, mérműves díszítésű ablaka. A mérműves kőfaragványoknak mára már csak töredékei maradtak (3. ábra).

A többszöri javítások, bővítés ellenére a templom mindkét építészeti stílus, a román és a gótika jeleit magán viseli.

Falai vegyes falazási technikával épültek, ami azt jelenti, hogy a kváderkő és terméskő falelemek részei a falaknak. A falak építkezési anyaga a helyi andezit és dacittufa. Ebből faragták a kváderköveket is. A könnyen faragható, a környéken korlátlan mennyiségben található tufa nem csak a helyi építkezés legfontosabb anyaga. A kidei kő és a kialakult kőfaragás századokon át ismert és kedvelt volt távolabbi építkezéseknél is (pl. Kolozsvár).



3. ábra. Mérműves kőfaragvány ablakdísz-töredékek (Debreczeni László jegyzetfüzetéből)[2].

A két falazóanyag, a kváderkő és a terméskő együttes alkalmazása látható a **4. ábrán**.



4. ábra. Vegyes technika alkalmazása a templom falazatában

Egyes falszakaszok szerkezetében faragott kőből profilozott épületelemek töredékei is láthatóvá váltak az 1970-ben végzett javítási munkával eltávolított vakolat alatt (**5. ábra**).



5. ábra. A régi épületből maradt profilozott elemek a templom falában

A templom déli falán található két gótikus ablaknak nincs rájája, amiből arra lehet következtetni, hogy ezeket az ablaknyílásokat utólag alakították ki, megnagyobbítva az előző templom apró ablakait. Az épület az évszázadok folyamán többször is volt romos állapotban. Eredetileg nem volt kőből épített tornya. A reformáció éveiben került a református egyház tulajdonába, ettől kezdődően már megfigyelhető a javítások rendszeressége.

A templomról 1747 óta léteznek feljegyzések. Az első, meglévő presbiteri feljegyzés szerint: „*az Isten háza összeomló félben vagy, mind kőrakása, mind sendelyezése elsenyvedő*”. A szegénységben élő lakosság előteremti a javítások költségeit fedező pénzösszeget.

1888-ból származó, újabb egyházgondnoki feljegyzés rögzíti: „*omló félben van a templom*”. Közben 1784, 1809, 1828, 1844, 1867 templomjavítás évei.

1891-ben a reformátusok elhatározzák, hogy megmagasítják a templomtornyot. A munkálattal járó költségek egyrészt a község erdejéből kitermelt fa eladásából származó, másrészt a lakosság körében szervezett gyűjtésből befolyó pénzösszezből próbálják fedezni. De még így is kevésnek bizonyul az összegyűlt pénz. A kő kitermelését, a faanyag szállítását és „*ezen kívül a munkálatokhoz 100 tenyeres napszámot*” biztosítanak a hívek jegyzi fel a korabeli egyházgondnok.

A XX. században újból javítások sora következik. 1912-ben újra zsindelyezik a templomhajót. 1914-ben újravakolják, kívül-belül meszelik. 1933-ban ismét zsindelyeznek, ami 1956-ig biztonságosan védi a templomot az időjárás viszontagságaitól. Csak 1958-ban kerül sor az újabb javításokra.

3. Következtetések

A kidei középkori templom az erdélyi falusi templomok építéstechnikájának egyik példája. A helyi építkezési anyagok felhasználása a templomok építésében nagyban elősegítette azt, hogy minden vallásfelekezet templomot építhessen aránylag mérsékelt költségkörülmények között. Az alkalmazott építészeti eljárások a kor műszaki színvonalát és az évszázadok alatt kialakult hagyományokat tükrözi az erdélyi építészetben.

Irodalom

- [1] Várkonyi Ágnes: *Az önálló fejedelemség utolsó évtizedei*. In: *Erdély története*. II. Szerk. Makkai László, Szász Zoltán, Akadémiai Kiadó, Budapest 1988. 784–971.
- [2] Debreczeni László: *Vázlatkönyvei*. Darkó-Debreczeni Gyűjtemény az Erdélyi Református Egyházkerületi Levéltárban, Kolozsvár. 1929.174, 1929.168.
- [3] Lestyán Ferenc: *Megszentelt kövek*. II. Glória Kiadó, Kolozsvár 1996. 206.
- [4] Debreczeni László: *A mi művészetünk*. In: *Toronyvigyázó. Debreczeni László műhelye*. Szerk. Sas Péter. Mundus Egyetemi Kiadó, Budapest 2005. 41–418.



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

A ZARÁNDOKLÁS ÉS A TURIZMUS KAPCSOLATA AZ ÉPÍTÉSZET TÜKRÉBEN A KOLOZS MEGYEI „MÁRIA ÚT” ESETÉBEN

TOURISM AND PILGRIMAGE IN CLUJ COUNTY, ON THE „WAY OF MARY”

TALPAS János⁽¹⁾, ORBÁN György⁽²⁾

(1) Babeş-Bolyai Tudományegyetem, Földrajz Kar, Kolozsvár, Telefon: +40-74-5656023,
talpasjanos@gmail.com

(2) Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Építésmérnöki Kar,
Építészettörténeti és Műemléki Tanszék, 1111, Magyarország, Budapest, Műegyetem
rakpart, 3–9; Telefon / Fax: +36-30-6990753, orban@esvvv.com

Abstract

The main goal of this paper is to sketch-up the functional needs of infrastructure of pilgrim hostels that will be developed along the pilgrim route "The Way of Mary" in Transylvania. The advantages of the diversified architectural development are presented through an example of a real situation existing in the North-East side of county Cluj. The multiple utilization possibilities and also the functional flexibility will lead beyond the development of the pilgrimage route to the exploitation of the local touristic potential too, in perfect correspondence with the domestic touristic law.

Keywords: tourism, pilgrimage, Cluj county, Cojocna, development.

Összefoglalás

A dolgozat célja, hogy a „Mária út” zarándokútvonal Erdélyi szakaszában kialakítandó zarándok-szálláshelyek funkcionális szükségleteit felvázolja. Észak-Kolozs megye esetében konkrét példa segítségével bemutatjuk a diverzifikált építészeti fejlesztés előnyeit. A sokrétű felhasználási lehetőség és funkcionális flexibilitás a zarándokútvonal fejlesztésén túl a helyi turisztikai vonzerő kiaknázását is szolgálja, megfelelve a hazai turisztikai jogszabályoknak.

Kulcsszavak: turizmus, zarándoklat, Kolozs megye, Kolozs, fejlesztés.

1. A zarándoklat és turizmus eredete

1.1. Definíciók

A hagyományos európai kultúrkörre szorítkozva is a zarándoklat fogalmának körülírása többféle módon lehetséges. Elsner szerint nincs konszenzus a zarándoklat mint jelenség általános meghatározására. A jelenség vezérlője a múlt megismerése vagy a szakrális motiváció. Az ókorban a zarándoklatra mint „szent utazás”-ra tekintettek [1].

Morinis szerint a „zarándoklat, egy ember utazása arra a helyre ahol szerinte a szent ideál megnyilvánul” [1], [2]. A definíció gyenge pontja, ahogy Elsner is megjegyzi, a „szent ideál” tág fogalma.

Bhardway minimális követelményeket támaszt a zarándoklattal szembeni „vallásos motivációjú egyén aki egy szent hely vagy cél (elérése érdekében) egy utazást tesz” [3].

Jelen dolgozatban a meghatározásokban szereplő „utazást” tekintjük a kérdésfelvetés alapjának.

1.2. Fundamentális kérdések

Elsner fundamentális kérdéseket fogalmaz meg a zarándoklatról, melyek közül a motivációt és a zarándok és a választott cél közötti fizikai kapcsolatra vonatkozó kérdéseket emeljük ki. Elsner gondolata mentén: a zarándokok motivációval rendelkeznek, késztetést éreznek, hogy útra kerekedjenek és egy adott helyre elutazzanak. A késztetés mibenléte a motiváció, ami lehet szokás, kötelesség, fogadalom, isteni hívás, orákulum [1]. A fizikai kapcsolat mint kérdés azt jelenti, hogy mekkora távolságot hajlandó megtenni, vagy mely földrajzi régióban vállalkozik a zarándok az utazás megtételére [1]. A motivációs felvetés esetében Elsner nem említi a kíváncsiságot a múlt felfedezése iránt.

Ugyancsak Elsner szisztematikus csoportosítása szerint a zarándoklatok archetípusai közt szerepel a „szent turizmus”, ahol a motiváció a szent helyek látogatásában rejlett [1]. Példaként egy Kr.e. II. századi egyiptomi papiruszt említ, amiben szerepel, hogy egy alexandriai hivatalnok a híres vallási helyek felkészítését sürgeti, különösen a Labirintusét, hogy fogadni tudjanak egy római hivatalnokot, aki a (meg)nézés (*epi theorian*) céljával fog oda ellátogatni. Megfigyelhető, hogy a (szent) turizmus és zarándoklat közötti kapcsolat nem elhanyagolható (szolgáltatások nyújtása), a motivációk közt pedig a „megnézés” vagy „kíváncsiság” is helyet kaphat.

1.3. A zarándoklatok infrastruktúrája

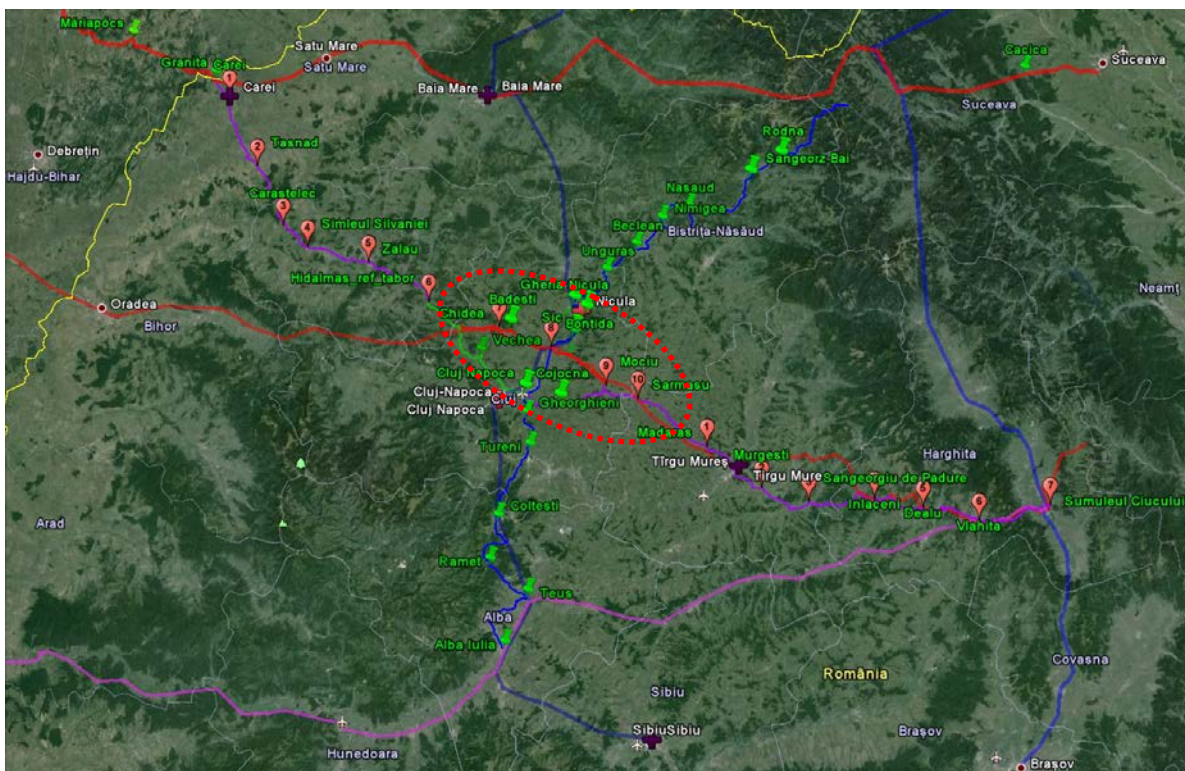
Stoppford szerint „az utazás megtételének” objektív feltétele a szükséges fizikai infrastruktúra megléte [4], melyből jelen dolgozatban kiemeljük a zarándokútvonalat, az útvonalon elhelyezkedő szálláshelyeket és a motivációt kiváltó szentélyeket.

Stoppford történelmi példákkal illusztrálja, hogy egy bizonyos standard színvonal biztosítása és a szálláshelyek megléte egy útvonal mentén szükséges feltételei a sikeres zarándoklatnak [4].

2. A zarándokútvonal turisztikai szuprastruktúrája a „Mária út” mentén, Erdélyben

Jelen dolgozatban a turisztikai szuprastruktúra két elemével foglalkozunk: a szálláshelyekkel és az éttermekkel Erdélyben (**1. ábra**), valamint a gyakorlati megvalósításával Észak-Kolozs megyében (**1. ábra**, pirossal pontozott).

Minden zarándokút saját jellegzetességgel bír, így a „Mária út” is. Sajátossága abban áll, hogy mint a Szent Jakab sírjához vezető „Camino”, a „Mária út” is elsősorban a magános vagy kisebb csoportokban zarándokoló emberek útja, így a szállások kialakításában is ehhez az igényhez kell alkalmazkodni.



1. ábra. Zarándokútvonal szálláshelyei a „Mária út” mentén Erdélyben

Többéves terep- és igényfelmérés és kutatás után sikerült meghatározni a szálláshelyek minimális követelményeit a „Mária út” erdélyi szakasza számára. A minimális követelmények betartása a szálláshelyek kialakítása esetében biztosíthatja a jövőben a sikeres zarándokfogadást, valamint az útvonal használhatóságát. Az érvényben levő 1296/2010 sz. rendelet betartásával ezek a szálláshelyek minősíthetők, és megfelelnek turisták fogadására is.

Egy zarándokszállás iránt támasztott minimum követelmények funkcionális sémája:

Szállás:

- nemek szerint két nagy hálóterem,
- zuhanyzók és mellékhelyiségek,
- egyéni szobák igényesebb utazók számára, saját fürdőszobával;

Étkezés:

- étkezőterem – saját kiszolgálás vagy ellátás;

Mosókonyha:

- mosókonyha és szárító;

Adminisztráció:

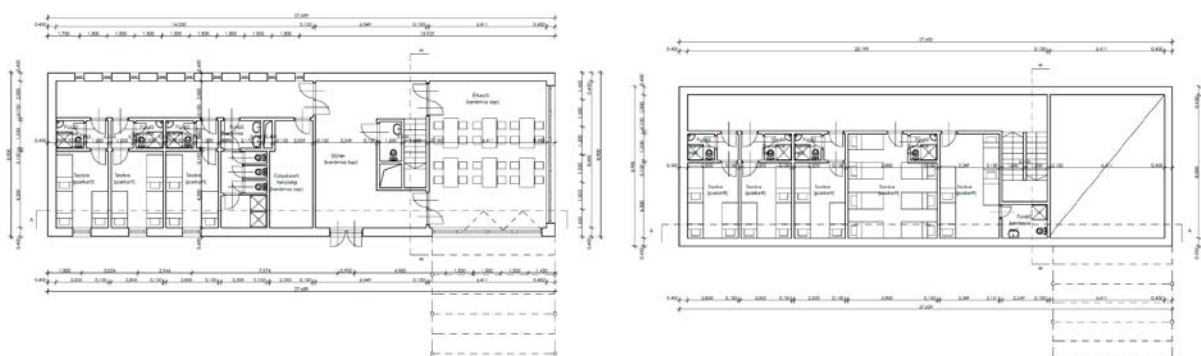
- fogadására alkalmas iroda,
- ruha- és csomagtároló.

A kapacitás tekintetében, amíg a zarándokútvonal megnövekedett forgalma nem teszi indokolttá, a kezdeti (kialakítási) időszakban 30 főre méretezünk egy vendéglátó helyiséget.

3. „Mária út” Kolozs megyében

Az Észak-Kolozs megyében kialakításra kerülő szálláshelytervek közül a dolgozatban az egyik példaértékű fejlesztést mutatjuk be Kolozs település esetében. Itt a minimumkövetelmények betartása mellett sikerült olyan épületet javasolni, ami egyben a

zarándokok számára is megfelelő és mindeközben vendégházként is működhet a község turisztikai potenciáljának kiaknázása végett.



2. ábra. Zarándokház terve Kolozs településen (Budapesti Műszaki Egyetem – Építészettörténeti Tanszék 2012) jobbra földszint, balra emelet

Az új kétszintes épület helyszíne a Kolozsi római katolikus plébánia területe lesz. A földszinten az előtérből nyílik (jobbra) a közösségi tér-ebédlő. Az előtérből (balra) egy folyosón át érhető el a 3 földszinti háromágyas szoba, egy közös mellékhelység és a mosókonyha. Az előtérből lépcső vezet az emeletre, ahol egy, az alsó folyosó feletti folyosón keresztül érhető el további 3 háromágyas, 1 ötágyas és 1 hétágyas szoba. A teljes kapacitás így 30 fő. A többféle szobakomfort miatt nagyobb igénytel rendelkező turisták számára is gazdaságosan bérbe adhatók a helyiségek. A nagyobb kapacitású szobák a zarándokok hatékony elszállásolását teszik lehetővé. A létesítmény adminisztrációját az épület mellet álló plébániahivatalból lehet megoldani.

4. Következtetések

A funkcionális séma diverzifikált építészeti értelmezése fenntartható épületek kialakítását biztosítja, így ötvözve a turizmus és zarándoklat igényeit. A sokrétű felhasználási lehetőség és funkcionális flexibilitás a zarándokútvonal fejlesztésén túl a helyi turisztikai vonzerő kiaknázását is szolgálja.

Irodalom

- [1] J. Elsner, I. Rutherford (ed.): *Pilgrimage in Graeco-Roman & early Christian antiquity: seeing the gods*. Oxford University Press, Oxford, New York, 2005. 4, 11, 21, 22.
- [2] E. A. Morinis: *Sacred journeys: the anthropology of pilgrimage*. Greenwood Press, 1992. 4.
- [3] Takács Sarolta: *Divine and Human Feet: Records of Pilgrims Honouring Isis*. In: J. Elsner, I. Rutherford (ed.): *Pilgrimage in Graeco-Roman & early Christian antiquity: seeing the gods*. Oxford University Press, Oxford, New York, 2005. 353.
- [4] J. Stopford: *Some Approaches to the Archaeology of Christian Pilgrimage*. World Archaeology vol. 26 (1994). Nr. 1. 57–72.



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

A VÁLSÁG ÉPÍTÉSZETE – ÚJ TENDECIÁK MEGJELENÉSE AZ ÉPÍTÉSZETI TERVEZÉSBEN

THE ARCHITECTURE OF RECESSION – NEW TENDENCIES IN ARCHITECTURAL PLANNING

TAMÁS Anna Mária

*Pécsi Tudományegyetem, Pollack Mihály Műszaki és Informatikai Kar, Építőművészeti és
Vizuális Ismeretek Tanszék, 7621 Magyarország, Pécs, Rókus u. 2; +3672 501-500/23769*

Abstract

The global recession concerned the building industry very deep, thereby the architectural planning attitude has changed. The recession - beyond the economic depression - draws attention to a complex approach, which requires handling social and environmental problems: architectural designers had to be solidary with the natural and built environment, but first of all with the community. The lecture presents a new town centre project in Visegrád, which has planned between 2008 and 2013. Through this project it can be observed how the investment approach and the functional program have changed in the last five years, and how it could benefit the architectural quality.

Keywords: global recession, architectural planing, urban planing, solidarity

Összefoglalás

Az előadás a 2008 óta tartó világgazdasági válság magyarországi építőipart és ezáltal építészeti tervezési tevékenységet érintő következményeit tárgyalja elsősorban tervezői szemlélet változásának tekintetében. A válság – mely túlmutat tisztán gazdasági aspektusán – olyan komplex szemléletmódra hívta fel a figyelmet, mely a korábbi évtizedekben felhalmozódó társadalmi és környezeti problémák kezelését teszi szükségsszerűvé: a tervezőknek szolidaritást kell vállalniuk a természeti és épített környezettel, és mindenekelőtt az emberrel. Az előadás egy 2008 és 2013 között zajló városközpont tervezésén keresztül mutatja be, hogy a válság milyen alapvető beruházói szemlélet és tervezési program változást eredményezett, és hogyan lehet ezt az új tendenciát az építészeti tervezésben a minőség javára fordítani.

Kulcsszavak: válság, építészeti tervezés, várostervezés

1. Előzmények

Az elmúlt évtized gazdasági, társadalmi, erkölcsi és kulturális válsága közismert és egyelőre megoldásra váró problémákat indukált az építőiparban. Az építész társadalom a

válságra jellemzően úgy reagál, hogy a recesszió végével és a beruházások számának normalizálódásával majd az eddigi gyakorlatnak megfelelően lehet a tervezői tevékenységet tovább folytatni. Egyelőre azonban ez várat magára, és lassan kikristályosodik a felismerés, hogy a válság olyan mélyebb rétegekbe nyúlik, amely megkérdőjelezi a korábbi gyakorlat folytatását. Az elmúlt öt évben drámaian lecsökkent az új, engedélyt kapott épületek száma, melynek okait és hatásait a gazdasági szempontokon túlmenően is érdemes vizsgálni. Az építészeti feladatkör közben differenciálódott, és egyre kevesebb a klasszikus értemben vett tervezési feladat, azaz konkrét program alapján, kizárólag az építészeti feladatokra koncentrálni, új épület tervezésének az igénye ritkábban merül fel. Ezzel együtt előtérbe kerültek az alábbi feladatok, csak a legfontosabbak említve: az adottságok, mint meglévő és pusztuló épületek, műemlékek kezelése; energia hatékony és ökológikus igények teljesítése; egyre jelentősebb, elszegényedő rétegek lakhatási problémáinak kezelése; közterületek új funkciói, használhatósága.

A megrendelői környezet változását jól szemlélteti „Az ezeréves Visegrád városközponti fejlesztése” nevű, 2008 óta folyó beruházás, mely párhuzamosan a világban és Magyarországon megjelenő gazdasági folyamatokkal többször esett át program és ezáltal a tervezési alapkonceptiót érintő változáson.

2. Az ezeréves Visegrád városközponti fejlesztése

Visegrád jelenlegi beépítése falusias jellegű, a ma látható település a Dunával párhuzamos és az arra merőleges völgy útjára szerveződött. Az elmúlt időszakban, a városi rang megszerzését követően, megjelent az igény Visegrád központjának fejlesztésre. Korábban a város, egy a település jelenlegi méretéhez képest nagyszabású vállalkozásba kezdett, és azt tűzte ki célul, hogy a felételezett középkori város főterén, új városi központot hoz létre az ahhoz tartozó intézményekkel, kereskedelmi és szolgáltató épületekkel és közterületekkel.

A tervezett városközpont tervének kialakítására az Önkormányzat 2004 őszén ötletpályázatot írt ki. A pályázat eredményei alapján elkészült a terület szabályozási terve, erre építve az Önkormányzat 2007 őszén építészeti tervpályázatot írt ki, melyre már konkrét építészeti megoldásokat várt a tervezőktől.

A tervezési feladat igen összetett volt. Ki kellett alakítani a terület köztereit, a beépítési tömböket, a környező közterekhez való kapcsolódást, önkormányzati, kulturális és kereskedelmi funkciókat valamint az ezekhez kapcsolódó lakófunkciók megoldásáról is gondoskodni kellett. Fontos szempont volt a kialakuló főter, a Duna part és Fellegvár kapcsolatának térbeli és koncepcionális kezelése.

2009 őszén Visegrád Város Önkormányzat - a Bíráló Bizottság javaslatának megfelelően - az A+ Építész Stúdiót kérte fel, hogy Visegrád Városközpont 1. ütemének engedélyezési terveit készítse el. Ekkor a pályázatban meghatározott 1. „kulturális és közintézményi zóna” egyes épületei és közterületei épültek volna meg: Városháza, a városházától különálló Díszterem és a jelenlegi mozi bővítésével létrejövő Kulturális Központ.

A 2009 óta eltelt időszakban a körülmények több szempontból is megváltoztak, melyek az eredeti célkitűzések felülvizsgálatát igényelték. Egyrészt a gazdasági válság következtében a város nem talált a fejlesztéshez megfelelő finanszírozási forrást, másrészt a közigazgatási reform következtében feleslegessé váltak bizonyos új funkciók. Nem utolsósorban a város, mint megrendelő is részben módosított korábbi szándékán. Így egy, a korábbinál racionálisabban kidolgozott, inkább a megóvás, mintsem a kockázatos fejlesztés jegyében megfogalmazott tervezési program alakult ki. A fenntarthatóság és a település falusias jellegéhez illeszkedő lépték szintén meghatározó tervezési szempont lett. Így a beruházás keretében a város élethez leginkább szükséges kulturális és közfunkciókat alakítottuk ki elsősorban a már meglévő ingatlanok felújításával és bővítésével. Szintén fontos szempont

volt a közterületek rehabilitációja, a város életéhez kötődő kisebb és nagyobb rendezvények közterületi lebonyolításnak megoldása.

Az újabb programban egy korábban a szabályozási terv által bontásra ítélt épület, az Egészségház felújítása és bővítése, a meglévő Városháza átalakítása, a Mozi épületének kulturális központtá történő bővítése és a város rendezvényeihez szükséges közterületek és kiszolgáló épületek megvalósítása történt. Mivel ebben teljesen új beépítés csak a rendezvényépületé, ennek szervezése jelentette a városszerkezeti beavatkozások jelentős részét.

A rendezvény pavilon telepítésének elsődleges szempontja az volt, hogy a település a 11-es főút és Duna felé néző arca rendezettebbé váljék. Jelenleg a terület a telkek hátsó világa (melléképület, kiskertek, stb.) és az iskolához tartozó, Makovecz Imre által tervezett tornacsarnok jelentős méretű tömege kapcsán meglehetősen rendezetlen képet mutat. A város új fejlesztési stratégiájának egyik legfontosabb eleme, hogy a mostani beavatkozás során ne jöjjön létre torzó, és a most megvalósuló épületekkel, közterületekkel egységes, harmonikus kép alakuljon ki.



1. kép. Az új városközpont látványterve

Az új beépítéssel létrejön egy kisebb, intimebb keleti rendezvénytér, mely a kisebb, elsősorban visegrádiak számára tartott rendezvények barátságos léptékű terévé tud válni. A pavilontól nyugatra egy nagyobb rendezvény terület alakul ki, mely képes befogadni a nyári időszakban a nagyobb rendezvényekre érkező, jelentősebb számú tömeget. A pavilont a Dunával merőleges tengely kapcsán „kapu” épületként alakítottuk ki. Fontos szempont volt, hogy ez ne egy súlyos, és zárt tömeg, inkább egy áttört térfal legyen. Mivel ez a kép fogadja az ide érkező turistákat (komp kikötő, kerékpárút, és itt, a Rév utca felől közelíthető meg személygépkocsival mind a Fellekvár, mind a Királyi palota), ezért ez egyben fogadó, pihenő épület is.



2. kép. Az rendezvényépület látványterve

A tervezési feladat szerves része a középkori maradványok valamilyen formában történő bemutatása, ezzel is erősítve a város középkori eredetének köztudatban tartását. A korábbi pályázati tervünk ennek szellemében a tervezési területen lévő romok teljes bemutatását tűzte ki célul. A rendelkezésre álló szűkös anyagi keretek miatt azonban egyelőre egy redukált program kerül megvalósításra. A területről az egészségház nem költözik el, és az udvaron közterületi fejlesztések történnek. Ezzel összhangban a romok burkolatban történő bemutatására van lehetőség és kiegészítő információs táblával történő ismertetésére.

3. Következtetések

Visegrád fejlesztési terveiben bekövetkező változások jól szemléltetik azt a folyamatot, mely ma már általános tendenciának tekinthető. A települések a nagy és kockázatos beruházások helyett inkább a meglévőségek megőrzésével megoldott fejlesztéseket vállalnak. Összességében elmondható, hogy a gyors, és látványos nagyberuházásokról a hangsúly áthelyeződött a kisebb, finomabb, több munkát igénylő, adott esetben más jellegű szellemi kihívást jelentő, kevésbé reprezentatív építészet felé.

Ezek a folyamatok jelentősen befolyásolják az építészeti tervezői hozzáállást. Fontos, hogy a korábban kevésbé, vagy egyáltalán nem hangoztatott szempontok, mint a fenntarthatóság kérdése, a szociális körülmények figyelembevétel és ökológikus személet nagyobb hangsúllyal jelenjenek meg a tervezésben, koncepció kialakításban.

A megváltozott körülmények és rossz anyagi feltételek azonban meggyőződésem szerint eredményezhetnek egy érzékenyebb és mélyebb építészet. A szűkös anyagi feltételek szükségessé teszik, hogy a hiányt nagyobb szellemi befektetéssel pótoljuk. Az árnyaltabb, körültekintőbb tervezői hozzáállás pedig mindenkor egy magasabb minőségű építészeti eredményez.



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

KLASSZIKUS ALGORITMUSOK LEGRÖVIDEBB ÚT KERESÉSHEZ PROGRAMOZÁS VERSENYEKEN

ANALYSIS OF CLASSIC SHORTEST PATH ALGORITHMS USED DURING PROGRAMMING CONTESTS

Tânia Dias RIBEIRO⁽¹⁾, Paulo José Lage ALVARENGA⁽²⁾

(1) CAPES Foundation (Ministry of Education of Brazil), Address: Brasilia, DF, Zip Code 70.040-020 (Proc. N° 88888.035405/2013-00).

(1) Óbuda University, John von Neumann Faculty of Informatics, Address: 1034 Budapest, Bécsi way 96/b. email: taniadiasr@gmail.com

(2) Federal University of Itajubá, Address: Rua Irmã Ivone Drummond, 200, Distrito Industrial II, Itabira/MG, CEP 31.160-110. pauloalvarenga@unifei.edu.br

Abstract

Programming contests occur all around the world, and the competitors need to be able to solve problems of different categories as fast as possible. Graph problems appear in several of these problems and the aim of this paper is to explain the Shortest Path Problem and show strategies to decide between three most used algorithms to deal with these problems: Dijkstra's, Bellman Ford's and Floyd Warshall's, as well as show advantages and disadvantages in the implementation of each one. Each of these algorithms has different approaches but can be used to solve several problems. It is shown how Dijkstra's can be implemented easily with use of Standard Template Library of C++ language, and the differences between implementation of Bellman Ford's and Floyd Warshall's. The last one dedicated mostly to All-Pair Shortest Path problems, but can be extended to other problems. The measurement considered to influence the choice between these classical algorithms were: the code size, easiness to implement and differences in complexity – which is needed due to the required time limit of the problems.

Keywords: programming contest, graphs, shortest path.

Összefoglaló

A világszerte előforduló programozási versenyeken a versenyzők feladata különböző problémák megoldása. Ezekben a megmérettetéseken gyakran előfordulnak gráf problémák. Ezen tanulmány célja, hogy ismertesse a legrövidebb út problémáját, és bemutassa a három legismertebb algoritmus (Dijkstra, Bellman Ford és a Floyd Warshall) alkalmazását, előnyeit, és hátrányait. Mindegyik algoritmusnak más a megközelítése, ezért különböző problémákra alkalmasak. Ez a tanulmány elemzi a kódokat mind méret, implementáció, komplexitás, melyek hatással vannak a futási időre.

Kulcsszavak: programozási verseny, gráfok, legrövidebb út.

1. Introduction

Programming contests are not just about solving problems, but solve it efficiently and in the lesser than established thresholds. It's usual in contests teams that solve the same number of problems, but amongst the tiebreaker criteria is the speed of problem submissions without

errors. In this paper we discuss classical algorithms used to solve common problems involving shortest path in a graph. We will use classical problems of finding the shortest path, available in one of several online judges system, like UVA Online Judge (Available at: <http://uva.onlinejudge.org/>) and Sphere Online Judge (Available at: <http://www.spoj.com/>). The focus of this manuscript will concern about search in graph, question that appears inside many of the classical graph problems. The TSP between a vertex s to vertex t is guaranteed when it is a direct path from s to t that no other possible path has a lower weight [1][2].

2. Classical Algorithms: Dijkstra's, Bellman Ford's and Floyd Warshall's

For each kind of problem mentioned above, there are different classical algorithms, like Dijkstra's, Bellman-Ford (BF), A* search, Floyd-Warshall (FW), Johnson's and Viterbi. Of those, the most frequently used are Dijkstra's, Floyd-Warshall and Bellman-Ford, reason why they'll be discussed. The problem starts with the question: "Given a weighted graph G and a starting source vertex s , what are the shortest paths from s to the other vertices of G ?"[2] and is called Single-Source Shortest Path on a weighted graph, and can be solved using any of the three algorithms if certain conditions about the edges weight are satisfied, which leads to think about what will be the better one.

Dijkstra's is a greedy algorithm, it can run at a good complexity of $O((E+V)\log V)$. One of the most important factors in its implementation is the use of a structure to choose what will be the next vertex visited, usually a priority queue. First of all occurs the common process of initialization, in which the vectors who save the data ($dist[]$ and $p[]$, for distance and previous respectively) are initialized with proper values ($dist[source] = 0$ and $dist[n-source] = infinity$), running at $O(V)$. Later, technique of relaxation is used, which will start with the source ($dist = 0$) for first case. Then, $relax(u,v)$ sets $dist[v] = \min(dist[v], dist[u] + weight(u,v))$, what can be seen as the first construction, since in this part $dist[v] = infinity$ and $dist[u] + weight(u,v) < infinity$. Each vertex will not be visited again, and after putting his neighbors at the queue, the procedure will replace u with the vertex x of the queue who has the smallest $dist[x]$, as this is a greedy strategy [2][3].

The pseudocode below, from [3] shows an implementation of the Dijkstra's, considering a graph G with edges with weight w , and S is the set of vertices with final Shortest-Paths already determined, and Q is a min-priority queue of vertices keyed by their distances values.

Table 1. *Dijkstra's and Bellman Ford's Pseudocode*

	Dijkstra (G, w, s)	Bellman-Ford (G, w, s)
1	Initialize(G, s)	Initialize(G, s)
2	$S = \emptyset; Q = V$ //all vertex	for $i = 1$ to $ V - 1$
3	while ($Q \neq \emptyset$)	for each edge $(u,v) \in G.E$
4	$u = \text{Extract-Min}(Q); S = S \cup \{u\}$	Relax(u,v,w)
5	for each vertex $v \in G.Adj[u]$	for each edge $(u,v) \in E$ // negative cycles
6	Relax(u,v,w)	if ($d[v] > d[u] + w(u,v)$) return false
7		return true

The aim of Bellman Ford's algorithm is make possible to find shortest-path even if are negative edge-weighted. Its implementation is simple, and if been necessary to find negative cycles, this is possible using BF. The main differences between this one and Dijkstra concern about the how it does the relaxation of the edges. At the end a distance vectors is generated with the distances between the source vertex to all reachable others.

In Floyd-Warshall's algorithm the graph representation used is an adjacency matrix. This algorithm is mostly used when the problem is the classical All-Pair Shortest Paths (APSP), and it is applicable to positive or negative weight edges, but no negative cycles. The procedure consists in a 3 nested loops that make which calculates the distance between all pairs of vertices in a graph, leading to a $O(V^3)$ complexity. Considering the how slow it can be, the applicability of the Floyd Warshall's is just when the condition $V \leq 100$ is satisfied. For a bigger amount, it can be solved using the two algorithms mentioned above, running each one V times (one for each vertex), but if the possibility of the edges be negative, so is necessary to use Bellman Ford's, what can generate a even slower procedure [2][3]. Calling M the $V \times V$ adjacency matrix, a simple way to illustrate the procedure follows below:

1. for $k = 1$ to $|V|$
2. for $i = 1$ to $|V|$
3. for $j = 1$ to $|V|$
4. $M[i][j] = \min(M[i][j], M[i][k] + M[k][j])$

3. Major differences in complexity and implementation

When programming for contests, after the correctness of the algorithm, the main concern is about time. The programmer must choose the simplest algorithm that works, what means satisfy the time limit and produce correct answers [2]. Your code need to be able to satisfy the worst case (the input bound), usually given in the problem. In The Shortest Path (SPOJ), it's necessary give as answer the minimum transportation cost from city to city required. The problem statement says that the maximum number of vertices (cities) can be 10000.

We can express $E=V-1$ for the worst case. So, for the Big-Oh Notation we could express these problems as $O(V \cdot (V-1)) = O(V^2)$ for Bellman-Ford's and $O((V+V) \cdot \log_2(V)) = O(V \cdot \log_2(V))$, for Dijkstra's. For illustration, whereas the constants ignored by the Big-Oh notation to represent the same weight in both analyzed algorithms, the worst case could be obtained by applying the formula. Calling Bellman-Ford's to solve it, we will have:

$O(V \cdot E) = O(10000 \cdot 9999) = 99990000$, because we can assume that a city can have $V-1$ neighbors. The runtime using this algorithm is unfeasible to satisfy the 5s time limit. On the other hand, using Dijkstra's, with $V = 10000$ and $E = 9999$: $O((V+E) \cdot \log_2 V) \cong 265741$, something about $376 \times$ faster. Although the problem is to determine the distance between two given vertex, using the Floyd Warshall's is clearly impracticable. But in Trip Routing UVA's problem, the problem states clearly that won't be more than 100 cities, leading to a small graph, and the weight of the edges is positive distances. A easier one is Risk UVA's problem, where each edge has weight = 1, a fact that makes it possible to solve using BFS, however the easy implementation of Floyd Warshall's code, its small code size and the small input size makes their use more attractive.

Comparing these factors, it is possible to see that Floyd Warshall is faster to implement but is not appropriate to all cases, as it depends on the maximum number of vertices that the problem may have. To do a good implementation of Dijkstra's using C++, a language widely used at the contests, is indicated using the containers of the Standard Template Library (STL), so the required task of implementing the priority queue becomes easy, because it's already done and ready for use.

The code below is the Dijkstra's main procedure, and has 9 lines of code, which should be added with previous reading procedures to fill the adjacency list and after the procedure, the methods to print the output. To understand the code, its uses this structure to the Adjacency list representation, where vector and pair are containers available in the STL: `vector< vector< pair<int, int > > > AdjList`; Then reading the edges, initialize de distance vector (also using vector container and setting all positions $(V+1)$ to infinity), we can do:


```
priority_queue<pair<int,int>,vector<pair<int,int>>,greater<pair<int,int>>>pq;
```

Then setting the first edge with the source s : `pq.push(pair<int,int>(0, s));` Using these implementations, the main procedure of Dijkstra states as follow:

```
1. while (!pq.empty()){
2.   pair<int,int> front = pq.top(); pq.pop();
3.   int d = front.first, u = front.second;
4.   if (d > dist[u]) continue;
5.   for (int j = 0; j < AdjList[u].size(); j++){
6.     pair<int,int> v = AdjList[u][j];
7.     if (dist[u] + v.second < dist[v.first]){
8.       dist[v.first] = dist[u] + v.second;
9.       pq.push(pair<int,int>(dist[v.first], v.first)); } } }
```

As in programming contests the teams are able to bring books and material to help during the competition, it's not necessary to memorize how to implement these structures, but it's necessary to know how they work, and be aware that it will make everything easier.

To use Bellman Ford's algorithm faster as possible, the programmer can use the same structures to allocate the edges and the memory limit goes down. After allocate the edges and initialize the distance vector properly, the main procedure of Bellman Ford's can be done easily with less than 10 lines of code. The faster to code, as demonstrated, is Floyd Warshall's, since it only needs a matrix with $V \times V$ size, with the weight of the connections properly defined (or infinity) and the straightforward main 3 nested loops to solve the problem.

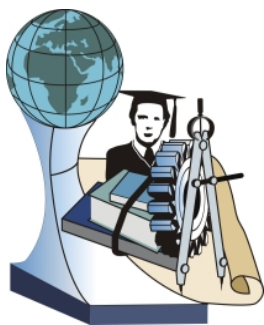
4. Conclusion

These observations lead us to conclude that each of these 3 algorithms has specific applications, but they can be suitable for other approaches as well, since the problem parameters may be adjusted on the procedures of each algorithm (like the use of Dijkstra's to solve problems of All-Pair Shortest Path, in which it have to be adapted to make a call of Dijkstra's for each vertex instead of only once). Despite being the fastest, Dijkstra isn't able to handle negative weight. For this kind of problems, Bellman Ford's and Floyd Warshall's are the perfect choices; furthermore only Bellman Ford's is suitable when the problem may have negative cycles. The programming contestant needs to have in mind that devote part of his time on better understanding of the language resources, like C++ STL, will lead to better implementations of these algorithms, saving development time and granting algorithm efficiency, as well as avoiding unnecessary complications during the contest.

Since these concepts are dominated, it's time to move forward and understand others graph problems, learning how to detect it and which are the techniques that will lead to the correct answers.

References

- [1] R. Sedgewick and K. Wayne, Kevin.: *Algorithms*. Pearson Education, Boston, MA (2011), p. 515-683.
- [2] S. Halim: *Competitive Programming*. Online Version (2011), Available at: <https://sites.google.com/site/stevenhalim/> accessed: January 2014.
- [3] T.H. Cormen, C. E. Leiserson, R. L. Rivest and C. Stein: *Introduction to Algorithms*, Massachusetts, USA (2009), p. 643-695.



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

IZOBUTANOL TARTALMÚ TECHNOLÓGIAI HULLADÉKVIZEK KEZELÉSE ORGANOFIL PERVAPORÁCIÓVAL

ISOBUTANOL REMOVAL FROM PROCESS WASTEWATER WITH ORGANOPHILIC PERVAPORATION

**TÓTH András József⁽¹⁾, ANDRÉ Anita⁽²⁾, BENKŐ Tamás⁽³⁾,
MIZSEY Péter⁽⁴⁾**

*Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Vegyészmérnöki és Biomérnöki Kar,
Kémiai és Környezeti Folyamatmérnöki Tanszék, 1111, Magyarország, Budapest, Budafoki
út 8.; Telefon: +36-1-463-2035,*

(1) andras86@kkft.bme.hu

(2) anitaandre21@gmail.com

(3) tbenko@kkft.bme.hu

(4) mizsey@mail.bme.hu

Abstract

The work presented by organophilic pervaporation treatment of low isobutanol content process wastewater from fine chemistry industry. The isobutanol-water system can be separated with more method. In the chemical industry, the separation is necessary that the most appropriate alternative must be implemented. The classic method of the separation of isobutanol-water is distillation. Because the mixture forms heteroazeotropic, therefore at the most azeotropic composition can be obtained with conventional distillation techniques. The azeotropic distillation gives solution, the membrane separation is an alternative method, and within that pervaporation. The experiments of isobutanol–water mixtures are achieved with PERVAP™ 4060 membrane respectively, which is commercially available organophilic composite membrane from Sulzer Chemtech GmbH. The experiments are carried out at different temperatures (50°C, 60°C and 70°C) and feed isobutanol (0.5–7 m/m%) concentrations. Based on the measurement results, parameters are fitted to Rautenbach pervaporation model and to novel, concentration dependence supplemented transport model. Both transport models can describe the process as well. The difference is small between measured and calculated data.

Keywords: organophilic pervaporation, process wastewater, model development

Összefoglalás

A munka egy finomkémiai iparban keletkező alacsony izobutanol tartalmú technológiai hulladékvíz organofil pervaporációval történő kezelését mutatja be. Az izobutanol-víz rendszer elválasztására több lehetőség is kínálkozik. Az ipari méretekben végzett szétválasztásnál elengedhetetlen, hogy a legmegfelelőbb alternatíva kerüljön megvalósításra. Az izobutanol-víz elválasztás klasszikus módja a desztilláció. Mivel azonban az elegy heteroazeotrópot képez, hagyományos desztillációval legfeljebb azeotróp összetételt érhetünk el. Megoldást jelent az azeotróp desztilláció, ennek alternatívája a membrán-szeparáció, azon belül is a pervaporáció. Pervaporációs kísérleteket végeztünk 0,5–7 m/m% kiindulási összetétel-tartományban 50°C, 60°C és 70°C-on kereskedelmi forgalomban kapható Sulzer PERVAP™ 4060 típusú organofil membránnal. A mérési eredmények alapján paramétereket illesztettünk a pervaporáció folyamatát leíró Rautenbach-modell és a koncentráció-függő szorzótényezővel kiegészített modellhez. Az illesztett paraméterekkel a folyamatot mindkét modell jól leírja, a mért és számított értékek közötti különbség kicsi.

Kulcsszavak: organofil pervaporáció, technológiai hulladékvíz, modellfejlesztés

1. Bevezetés

A pervaporációs membrán szeparáció ipari alkalmazása egyre inkább terjed az utóbbi évtizedekben, köszönhetően a hagyományos elválasztási technikákhoz (desztilláció, abszorpció, stb.) mérten kisebb energiafelhasználásának, magas szelektivitás biztosítása mellett [1, 2]. A folyadékelegyek elválasztásán belül egyik legfőbb alkalmazási területe a különböző azeotropot képező vizes oldószerkelegyek vízmentesítése [4–6]. Az elválasztás extra komponens hozzáadása nélkül elvégezhető, a kinyert oldószer és víz újrahasznosítható, így elmondható hogy a pervaporáció környezetkímélő eljárás.

Az elválasztási folyamatok tervezéséhez és optimalizálásához elengedhetetlen eszköz a megfelelő számítógépes modellezés, melyhez a folyamatokat minél jobban leíró modellekre van szükség [7, 8].

2. A pervaporáció modellezése

Az irodalmakban fellelhető pervaporációs modellek közül munkánk során Rautenbach oldódás-diffúziós modelljét vettük alapul. A modell a pervaporáció folyamatát a következő lépésekben definiálja [2]:

- a célkomponens adszorpciója a membrán szelektív rétegében;
- a komponens diffúziója a membrán anyagán keresztül;
- a célkomponens deszorpciója a gőzoldalon.

A modell szerint a folyamat hajtóereje a kémiai potenciálkülönbség a membrán két oldala között, mely koncentráció-különbségre egyszerűsíthető a membránon belül állandó nyomásérték feltételezésével. A modell alkalmazható kétrétegű kompozit membránokra, ez esetben a porózus támasztórétegben a nyomáskülönbség elhanyagolható.

A fluxus a következőképp fejezhető ki a modell szerint:

$$J_i = \frac{1}{1 + \left(\frac{\bar{D}_i}{Q_0 \cdot p_{i0} \cdot \bar{\gamma}_i} \right)} \cdot \frac{\bar{D}_i}{\bar{\gamma}_i} \left(\frac{p_{i1} - p_{i3}}{p_{i0}} \right), i=(1,...,k) \quad (1)$$

Ahol p_{i1} és p_{i3} i komponens nyomása a betáplálási és a permeát oldalon (bar), p_{i0} a tiszta i komponens tenziója, Q_0 a porózus támasztórétegre vonatkozó permeabilitási tényező ($\text{kmol/m}^2\text{hbar}$), $\bar{\gamma}_i$ közepes aktivitási koefficiens (-), \bar{D}_i pedig a transzportkoefficiens ($\text{kmol/m}^2\text{h}$), melynek koncentrációfüggését Rautenbach elhanyagolhatónak feltételezte.

Ezt a modellt (Modell I) alkalmazva különböző alkoholok vízmentesítésére megfigyelhető, hogy bár alacsony betáplálási szerves anyag koncentrációknál a számított fluxusok jó egyezést mutatnak a kísérleti eredményekkel, magasabb kezdeti célkomponens tartalmak esetében jelentősen különböztek a mért és számított értékek [3]. Tekintetbe véve, hogy az iparban magasabb kiindulási koncentrációk is előfordulhatnak, a meglévő modell fejlesztése vált szükségessé.

Munkánk során Rautenbach modelljét kiegészítettük egy exponenciális faktorral, mely tartalmazza az i komponens betáplálási koncentrációját (Modell II).

$$J_i = \frac{1}{1 + \left\{ \frac{[\bar{D}_i \cdot \exp(B \cdot x_{i1})]}{Q_0 \cdot p_{i0} \cdot \bar{\gamma}_i} \right\}} \cdot \frac{[\bar{D}_i \cdot \exp(B \cdot x_{i1})]}{\bar{\gamma}_i} \cdot \left(\frac{p_{i1} - p_{i3}}{p_{i0}} \right), i=(1,...,k) \quad (2)$$

Mivel mind a két modell félempirikus, az adott elegyre és az adott membrán anyagára vonatkozó megbízható kísérleti eredmények szükségesek a különböző paraméterek

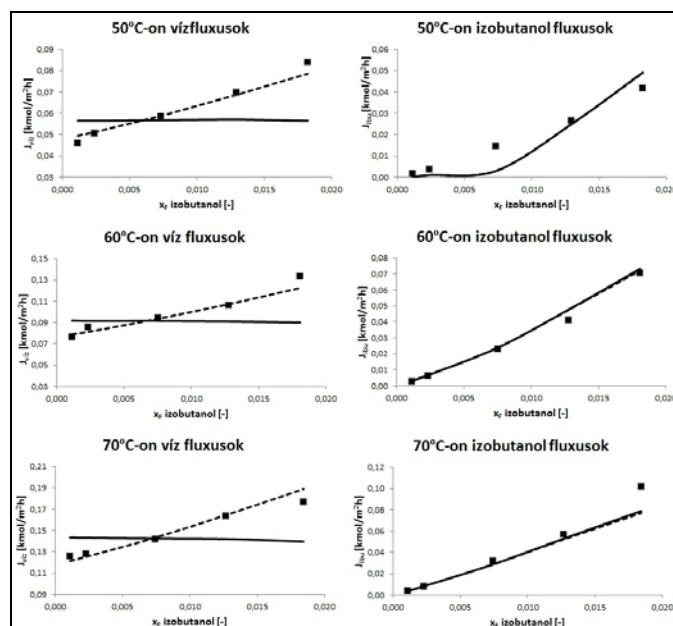
meghatározásához. A Q_0 , $\overline{D_i}$, E_i és B paramétereket Statistica programmal végzett paraméterillesztéssel kaptuk meg [9, 10].

3. Kísérleti rész

A modellezéshez szükséges kísérleteket izobutanol-víz elegyen végeztük, a SULZER cég által gyártott PERVAP™ 4060-as kereskedelmi forgalomban kapható organofil kompozit lapmembránon. A méréseket CM Celfa Membrantechnik AG P-28 típusú membránszűrő berendezésen hajtottuk végre, melynek hasznos felülete 28 cm^2 . A permeát oldalon az állandó 2 torr vákuumot VACUUMBRAND PC2003 VARIO típusú vákuumszivattyúval biztosítottuk. A méréseket izoterm körülmények között végeztük három különböző hőmérsékleten (50, 60, 70°C). Az 500 ml térfogatú betáplálási elegyek 0,5–7 m/m % metanolt tartalmaztak. A permeátumot folyékony nitrogén hűtésű csapdáknak gyűjtöttük, az összetételeket Shimadzu gázkromatográffal elemeztük [9].

4. Eredmények

Az 1. ábrán láthatóak a mért és a kétféle modellel számolt parciális fluxusok összehasonlítása a vizsgált hőmérsékleteken. A Modell II. jobban leírja a víz fluxusát, mint a Modell I. A Modell II az izobutanol fluxusát 60°C-on írja le a legjobban.



1. ábra. A mért (■) és modellezett (Modell I: —, Modell II: - - -) MeOH, illetve víz parciális fluxusok a betáplálási izobutanol-tartalom (moltört) függvényében

Az 1. táblázatban az összes hőmérsékleten mért és számított parciális fluxusok relatív különbségének négyzetösszege (célfüggvény: CF) szerepel. A vízfluxusok esetében a Modell II-nél kisebbek az értékek, tehát ez a modell illeszkedik jobban a kísérleti eredményekre. Az ábrán és a táblázatban is az látható, hogy az izobutanol fluxus leírásánál nincs különbség a két modell között.

1. táblázat. Célfüggvények

	Modell I. – CF	Modell II. – CF
Izobutanol	2,14	2,14
Víz	0,47	0,03

A kiegészített modell jobb illeszkedésének oka valószínűsíthetően a transzport koefficiens koncentrációfüggésében rejlik. A Fick-féle diffúziós koefficiensről köztudott, hogy erősen koncentrációfüggő, számos irodalomban található exponenciális összefüggés a diffúziós koefficiens és a kiindulási koncentráció között [11]. Rautenbach szerint a transzport koefficiens ezzel szemben elhanyagolható mértékben függ a kezdeti koncentrációtól.

5. Összefoglalás

Munkánk során a Rautenbach-féle oldódás-diffúziós pervaporációs modell fejlesztését és laboratóriumi mérési eredményeken alapuló ellenőrzését végeztük el. Az általunk továbbfejlesztett modell jól illeszkedik a mért fluxus értékekre. Ezt a transzportkoefficiens Rautenbach által elhanyagolhatónak vélt koncentrációfüggésének felülvizsgálatával, egy exponenciális függés feltételezésével értük el. Folyamat-szimulációs szoftverek segítségével a korrigált modell alkalmas a pervaporáció folyamatának megbízható tervezésére és optimalizálására. Köszönjük a KMR - 12-1-2012-0066 pályázat támogatását.

Irodalom

- [1] Baker R. W. (ed.): *Membrane Technology and Applications.*, Second ed., John Wiley & Sons, Chichester, 2004.
- [2] Rautenbach R., Herion C. és Meyer-Blumentoth U.: *Pervaporation membrane separation processes*, In: Membrane Science and Technology Series. vol. 1. (Ed.: Huang, R.Y.M.) Elsevier, Michigan, 1990, 181–191.
- [3] Cséfalvay E., Szitkai Z., Mizsey P. és Fonyó Z.: *Experimental data based modelling and simulation of isopropanol dehydration by pervaporation*, Desalination, 2008, 229., 94–108.
- [4] Tóth A. J., Gergely F. és Mizsey P.: *Physicochemical treatment of pharmaceutical wastewater: distillation and membrane processes*, Per. Pol. Chem. Eng., 2011, 55(2), 59–67.
- [5] Mizsey P., Tóth A. J.: *Ipari ökológiai elvek alkalmazása technológiai hulladékvizek fizikokémiai módszerekkel történő kezelésénél*, Ipari Ökológia, 2012, 1(1), 101–125.
- [6] Van Baelen D., Van der Bruggen B., Van den Dungen K., Degreve J. és Vandecasteele C.: *Pervaporation of water-alcohol mixtures and acetic acid-water mixtures*, Chem. Eng. Sci., 2005, 60., 1583–1590.
- [7] Marriott J., Sorensen E.: *A general approach to modeling membrane modules*, Chem. Eng. Sci., 2003, 58., 4975–4990.
- [8] Valentínyi N., Cséfalvay E. és Mizsey P.: *Modelling of pervaporation: parameter estimation and model development*, Chem. Eng. Res. Des., 2013, 91(1), 174–183.
- [9] Tóth A. J., Mizsey P.: *Metanol tartalmú gyógyszergyári hulladékvíz kezelése*, Gazdálkodás és Menedzsment Tudományos Konferencia, Kecskemét, 2013., pp. 381–385.
- [10] Tóth A. J., Mizsey P.: *Metanol tartalmú technológiai hulladékvizek kezelése*, Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Kari Tudományos Konferencia, Sopron, 2013.
- [11] Shelden R.A., Thompson E.V.: *Dependence of diffusive permeation rates and selectivities on upstream and downstream pressures: IV Computer simulation of nonideal systems*, J. Membr. Sci., 1984, 19., 39–49.



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

AUTÓIPARI BESZÁLLÍTÓI LÁNC KOCKÁZATELEMZÉSI SZEMPONTRENDSZERE

ESSENTIALS OF RISK ANALYSIS FOR AUTOMOTIVE SUPPLY CHAIN

TÓTH Georgina Nóra⁽¹⁾, DRÉGELYI-KISS Ágota⁽²⁾

Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, Anyag és Gyártástechnológiai Intézet, 1081, Magyarország Budapest Népszínház utca 8., Telefon: +36-1-6665339,

(1) toth.georgina@bgk.uni-obuda.hu

(2) dregelyi.agota@bgk.uni-obuda.hu

Abstract

The evaluation and selection of automotive suppliers is complex. It is necessary to create a unified system of essentials related to the safety risk of automotive suppliers. At the creation of the appropriate aspects the automotive supplier requirements, the economic viewpoints and safety requirements of ISO 28000 standard were taken into account.

Keywords: supply chain, risk, automotive industry

Összefoglalás

Magyarországon az autóipari vállalatok beszállítási láncában a hazai kis- és középvállalatok jelentős szerepet vállalnak és a továbbiakban fontos cél, hogy ez az arány tovább növekedjen. Az autóipari beszállítókra vonatkozó követelmények rendkívül szigorúak és összetettek. A beszállítók értékelésére vonatkozóan célszerű egy egységes szempontrendszer kidolgozása, amelynek segítségével az értékelés és összehasonlítás könnyebben megvalósítható. A szempontrendszert későbbiekben egy modell elkészítéséhez szeretnénk felhasználni, amelynek segítségével az autóipari beszállítók értékelése lehetővé válik. A szempontrendszer kialakításakor figyelembe vettük az autóipari beszállítókra vonatkozó többletkövetelményeket, gazdasági szempontokat valamint az ISO 28000 szabvány alapján a biztonsági követelményeket.

Kulcsszavak: beszállítói lánc, kockázat, autóipar

1. Bevezetés

Az autóipari vállalatok a termékhez szükséges alkatrészek legyártását, valamint tevékenységeikhez kapcsolódó szolgáltatásokat független beszállítóktól vásárolják meg. Az autóipar jelentős mennyiségű terméket hoz létre évről évre. Ehhez megbízható beszállítói láncokra van szükség, amelyek jellemzője, hogy többszintű piramis jellegű a felépítésük. A vevő és beszállítója közötti kapcsolat megbízhatósága elengedhetetlen. A vevő számára létfontosságú, hogy a megrendelt terméket megfelelő időben, mennyiségben és minőségben kapja meg. Előfordul, hogy a beszállító részt vesz bizonyos termékek fejlesztésében. A beszállítói lánc egyes szintjein látható, hogy a vevő-beszállító kapcsolat rendkívül fontos,

meghatározó a kimenet szempontjából. Éppen ezért a beszállítók kiválasztása illetve értékelése meghatározó egy autógyártó vállalat számára. Ennek során célszerű egy megfelelő részletességű kockázatelemzést végezni, amelynek eredményei alapján reális kép alakulhat ki a beszállítóról.

2. Autóipari beszállítói lánc és többletkövetelmények

Az autóipari termékek gyártása során az autógyártó vállalat általában az összeszerelési műveletet végzi. Az alkatrészek elkészítéséhez beszállítókat alkalmaznak. Az alkatrészeket bonyolultságuktól függően további elemi alkatrészekből szereli össze a beszállító, amelyeket alsóbb szintű beszállítók készítenek. Így létrejönnek a beszállítói láncok, amelyek piramisszerűen épülnek fel. Összesen 3 szintet különböztetünk meg: első körös (Tier-1), második körös (Tier-2), harmadik körös (Tier-3) beszállítók. Az alsóbb szinteken több kis- és középvállalkozás jelenik meg [1].

A beszállítói láncok tagjai vevő-beszállító kapcsolatban állnak egymással. A beszállító által gyártott termék minősége jelentős hatással van a végtermék minőségére. A beszállítói lánc működése során fontos a jó kapcsolat kialakítása és mindenekelőtt a biztonságos, megbízható működés. A beszállítók kiválasztása egy szervezet részéről az egyik legnehezebb feladat. Több szempontot is figyelembe kell venni, és folyamatos értékelés szükséges. A hatékony működés érdekében az értékelési szempontokat ki kell választani, majd komplex elemzést célszerű végrehajtani.

Az autóipari beszállítókra vonatkozóan komoly követelményrendszer van jelenleg érvényben. Amellett, hogy a vállalat profiljából adódóan a vonatkozó jogszabályi előírásokat szükséges betartani, a beszállítók kiválasztása során a vevő további az autóiparra jellemző követelményeket állít, vizsgál. Attól függően, hogy a beszállítónak melyik autóipari vállalat a vevője más-más előírásoknak kell megfelelniük.

3. Kockázati szempontrendszer kidolgozása az autóipari beszállítók esetében

3.1 Kockázati szempontrendszer kialakításának folyamata

Az értékelési szempontrendszer kialakítása során elsőként a vonatkozó szabályozó dokumentumokat, autóipari többletkövetelményeket valamint szabványokat (ISO/IRIS i lánc kockázatainak értékelése különösen nagy hangsúlyt kap a 2015-ben várhatóan megjelenő megújult ISO 9001-es minőségirányítási rendszerszabványban. Ezek alapján dolgoztuk ki az értékelési szempontrendszert kategorizálva, a beszállítók kockázatainak a felmérésére.

3.2 Kockázati szempontrendszer ismertetése

A szempontokat kategóriákba soroltuk a könnyebb átláthatóság érdekében (1. táblázat, [4] alapján). Összesen 15 kategóriában (Minőség, Szállítás, Technológia, Presztízs, Környezetvédelem, Gyártási/Szállítási rugalmasság, Információbiztonság, Költségek, Vállalat működésének külső környezeti tényezői, A működési veszélyek és kockázatok, beleértve az biztonságirányítást, amelyek befolyásolják a szervezet biztonságát, Biztonsági berendezések telepítése, cseréje, Természeti csapások, Külső tényezők a szervezet szabályozásában, mint a hibák kívülről igénybevett berendezésekben és szolgáltatásokban, Működésfolytonosság) 58 szempont jelenik meg a következő táblázatban. A szempontok nem fontossági sorrendben jelennek meg. Későbbiekben autóipari szereplőkkel egyeztetve az egyes szempontok súlyozását célszerű elvégezni.

1.táblázat. Autóipari beszállítók értékelésére vonatkozó szempontrendszer

Kategória	Értékelési szempontok
Minőség	<ul style="list-style-type: none"> - Minőségirányítási rendszer működése - Ügyfél bizalma (bizalomvesztés) - Vevői elégedettség - Alapanyag /gyártott termék minősége - Selejt mennyisége - Javítható termékek mennyisége
Szállítás	<ul style="list-style-type: none"> - Szállítás minősége - Szállítás megbízhatósága - Időben történő szállítás
Technológia	<ul style="list-style-type: none"> - Technológiai fejlesztés a vevőnek - Gyártási költség - Technológiai szint/fejlettség
Hírnév, presztízs	<ul style="list-style-type: none"> - Technológiai fejlesztés a vevőnek - Gyártási költség - Technológiai szint/fejlettség
Környezetvédelem	<ul style="list-style-type: none"> - Környezetvédelmi előírások - Beszállítói hulladékkezelés
Gyártási/Szállítási rugalmasság	<ul style="list-style-type: none"> - Termékek változtatásával kapcsolatos rugalmasság - Rugalmasság a beszállítás mennyiségével kapcsolatban - Szállítással kapcsolatos rugalmasság
Információbiztonság	<ul style="list-style-type: none"> - Termék testreszabás - Fejlettségi szint - Zárt kommunikáció - Kommunikáció/Adatok konzisztenciája - Adatok elérhetősége - Adatok bizalmassága - Jogosultságok
Költségek	<ul style="list-style-type: none"> - Szállítási költségek - Költségtöbblet - Termék költségek
Vállalat működésének külső környezeti tényezők	<ul style="list-style-type: none"> - Árfolyamváltozások - Szankciók - Infláció - Politikai tényezők - Tarifa politika változása - Háború - Adófizetési kötelezettség megváltozása - Jogi szabályozás megváltozása
A működési veszélyek és kockázatok, beleértve az biztonságirányítást, amelyek befolyásolják a szervezet biztonságát	<ul style="list-style-type: none"> - Biztonsági rendszer fizikai sérülése - Biztonsági rendszer véletlen sérülése - Szándékos rongálás - Bűncselekmény - Terrorista cselekmény - Emberi tényező (hibák)

1.táblázat. (folytatás) Autóipari beszállítók értékelésére vonatkozó szempontrendszer

Kategória	Értékelési szempontok
Biztonsági berendezések telepítése, cseréje	<ul style="list-style-type: none"> - Új berendezés telepítése - Tervezett karbantartás - Csere
Természeti csapások (vihar, árvíz, stb), amelyek megakadályozzák a biztonsági intézkedéseket és eszközök használatát	<ul style="list-style-type: none"> - Vihar - Árvíz - Földrengés - Tűzvész
Külső tényezők a szervezet szabályozásában, mint a hibák kívülről igénybevett berendezésekben és szolgáltatásokban	<p><i>Külső szolgáltatás szünetelése</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Áram - Hálózati kapcsolat - Gáz - Telefon/fax <p><i>Külső tulajdonú biztonsági berendezések meghibásodásai</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Megbízhatóság - Függőség mértéke
Működésfolytonosság	<ul style="list-style-type: none"> - Sebezhetőségi ablak

4. Összefoglalás

A cikkben egy az autóipari beszállítói lánc szereplőinek értékelésére, kiválasztásához egy egységes szempontrendszert ismertettünk. A továbbiakban az ismertett szempontrendszer, az autóipar szereplőivel történő egyeztetést követően, alapját képezi egy, a beszállítók értékelését, kiválasztását lehetővé tevő, valószínűségelméleten alapuló modellnek. A szempontrendszer, és ennek alapján az egyes tényező súlyának és következményének a meghatározása kérdőívek segítségével fog történni, ezáltal elkészítve egy olyan, széles körben használt modellt, amellyel a beszállítói oldalról származó kockázatokat hatékonyabban figyelembe vehetik az autóipari cégek.

Irodalom

- [1] Nemzeti Külgazdasági Hivatal: *Beszállítói Kézikönyv*, Nemzeti Külgazdasági Hivatal, Budapest, www.hita.hu, 2013, 5-8 oldal.
- [2] ISO/FDIS ISO 9001:2015 *Quality Management Systems – Requirements*.
- [3] ISO 28000:2007 *Specification for security management systems for the supply chain*
- [4] G. Mehraliana, A. R. Gatarib, M. Morakabatic and H. Vatanpoura (2011): *Developing a Suitable Model for Supplier Selection Based on Supply Chain Risks: An Empirical Study from Iranian Pharmaceutical Companies*, Services Iranian Journal of Pharmaceutical Research (2012), 11 (1): 209-219



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

SZÉNSZÁL/SZÉN NANOCső/SZÉN NANOSZÁL ERŐSÍTÉSŰ HIBRID KOMPOZITOK FEJLESZTÉSE REPÜLÉSTECHNIKAI ALKALMAZÁSOKHOZ

DEVELOPMENT OF CARBON FIBER/CARBON NANOTUBE/CARBON NANOFIBER REINFORCED HYBRID COMPOSITES TO APPLICATIONS IN FLIGHT TECHNOLOGY

TÓTH Levente Ferenc

*Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Gépészmérnöki Kar, Polimertechnika
Tanszék. 1111Magyarország, Budapest, Műegyetem rkp. 3, levente8912@gmail.com*

Abstract

In my research I have produced carbon fiber/carbon nanotube/carbon nanofiber reinforced hybrid composites. The samples were inspected in the aspect of mechanical and flame retardancy. I applied Charpy impact test and Mass loss calorimeter. To be able to compare the flame retardant properties twelve different types of composites were prepared, in the case of the mechanical measurement four kinds of samples were examined. The carbon nanofiber layers were made by electrospinning method, followed by stabilization and carbonization.

Keywords: carbon fiber, carbon nanotube, carbon nanofiber, composite.

Összefoglalás

Kutatásom során szénszál/szén nanocső/szén nanoszál erősítésű hibrid kompozitokat készítettem, amelyeket mechanikai és éghetőségi szempontból vizsgáltam meg. A mérések során Charpy-féle ütvehajlító vizsgálatot és Mass loss kaloriméteres vizsgálatot alkalmaztam. A kompozitok éghetőségének összehasonlításához összesen 12 különböző fajta mintát készítettem el, a mechanikai mérésnél négy típust vizsgáltam meg.

A nanoszál rétegeket magam állítottam elő elektrosztatikus szálképzés, stabilizálás és karbonizálás útján.

Kulcsszavak: szénszál, szén nanocső, szén nanoszál, kompozit.

Rövidítések

E	epoxi
EC	epoxi + szén nanocső
ECS_AF	epoxi + szén nanocső + szén nanoszál (csak alul és felül)
EH	epoxi + hagyományos szénszál
EHC	epoxi + hagyományos szénszál + szén nanocső
EHCS_AF	epoxi + hagyományos szénszál + szén nanocső + szén nanoszál (csak alul és felül)
EHCS_M	epoxi + hagyományos szénszál + szén nanocső + szén nanoszál (mindenhol)
EHCS_R	epoxi + hagyományos szénszál + szén nanocső + szén nanoszál (rétegek között)
EHS_AF	epoxi + hagyományos szénszál + szén nanocső + szén nanoszál (csak alul és felül)
EHS_M	epoxi + hagyományos szénszál + szén nanoszál (mindenhol)
EHS_R	epoxi + hagyományos szénszál + szén nanoszál (rétegek között)
ES_AF	epoxi + szén nanoszál (csak alul és felül)

1. Bevezetés

A műszaki termékek fejlődése folyamán igen látványos eredményt értek el az anyagtudomány területén az elmúlt évtizedekben. Újításai szinte minden iparágban nyomon követhetőek, és még máig sem ért véget az újszerű anyagok fejlesztése.

Vizsgálataim során olyan epoxigyanta mátrixú hibrid nanokompozitokat állítottam elő, amelyben a felhasznált szénszálak és szén nanoszálak rétegek formájában vannak jelen, míg a nanocsövek, mintától függően, az epoxigyantába és a szén nanoszálak alapanyagába lettek egyenletesen elkeverve.

2. Felhasznált anyagok

Mátrixanyagként MR-3012 típusú epoxi gyantát használtam, melyhez MH-3111-es térhálósítószer kevertem. Hagyományos szénszálként unidirekcionális Zoltek Panex 35 UD300 típusú kötött kelmét alkalmaztam. További erősítőanyagként Baytubes C 150 HP típusú többfalú szén nanocsövet választottam. Azoknál a mintáknál, ahol felhasznált anyagok oszlopában a szén nanocső kifejezés is szerepel az minden esetben a mátrix anyagba kevert 0,3 m/m% nanocsőre vonatkozik. A nanoszálakat magam állítottam elő, minden esetben 2 m/m% nanocsövet tartalmaznak.

3. Szén nanoszál rétegek előállítása

A nanoszálakat PAN prekursor anyagból, elektromos szálképzés módszerével készítettem el. A technológia lényege, hogy a bevezetett magasfeszültség hatására létrejövő elektrosztatikus erő a polimer oldatot olyan ultrafinom szálakká alakítja át, amelyeknek az átmérője nanométeres nagyságrendbe esik. Ehhez eszközként egy – korábban a tanszéken kifejlesztett – elektrosztatikus szálképző berendezést használtam, melynek alapját egy elektromos motorral hajtott forgó fej adja. Ebbe a fejbe csövön keresztül érkezik a PAN oldat egy fecskendőből. A hengersizmetrikus, külső átmérőjénél peremmel rendelkező fejre egy hasonló méretű fedél illeszthető, így az érkező oldat csak a perem és a tányér közötti résen tud kiáramlani (1. ábra (a) és (b)). Egy tápegység segítségével két elektróda között elektrosztatikus teret tudunk létrehozni. Az egyik elektróda a fej fölé elhelyezett állítható magasságú fém lap, míg a másik maga a fej. Ennek köszönhetően a résen kiáramló oldat tölcser alakú pályán végighaladva a fémlemez felé indul meg. A fém lap elé polipropilén (PP) szövetet helyezek, erre csapódik le elektromos tér hatására az oldat nanoszál formájában. A PP két oldalról egy-egy hengerre van felcsavarva, ez a megoldás biztosítja a folyamatos szálképzés lehetőségét. Ezzel az eljárással olyan nanoszálrétegeket lehet gyártani, melyben a nanoszálak folytonosak, nem rendelkeznek kitüntetett iránnyal, tehát elhelyezkedésük teljesen véletlenszerű [1, 2].



(a)



(b)

1. ábra. Elektrosztatikus szálképző berendezés peremes feje (a) és a rá illesztett fedél (b).

A PAN szálak előállítása után, a stabilizálás következik levegő atmoszférában, végezetül nitrogén atmoszférában kell karbonizálni a félkész szálakat [3]. A stabilizálás lépése nélkülözhetetlen a megfelelő minőségű szénszálak előállításához. Ennek folyamán 250-280°C-on hőkezelik a PAN szálakat. Az utána következő karbonizálás hőmérséklettartománya 800-3000°C között van [4, 5].

4. Charpy-féle ütvehajlító vizsgálat

A méréseket Ceast Resil Impactor Junior típusú számítógép vezérlésű ütőművel végeztem el. Az EH, EHC, EHS_R és EHCS_R jelű kompozitokból rendre 12, 11, 12 és 10 darab 80x10 mm-es, 2 mm vastagságú, hat rétegű próbatestet vágtam ki, és vizsgáltam meg.

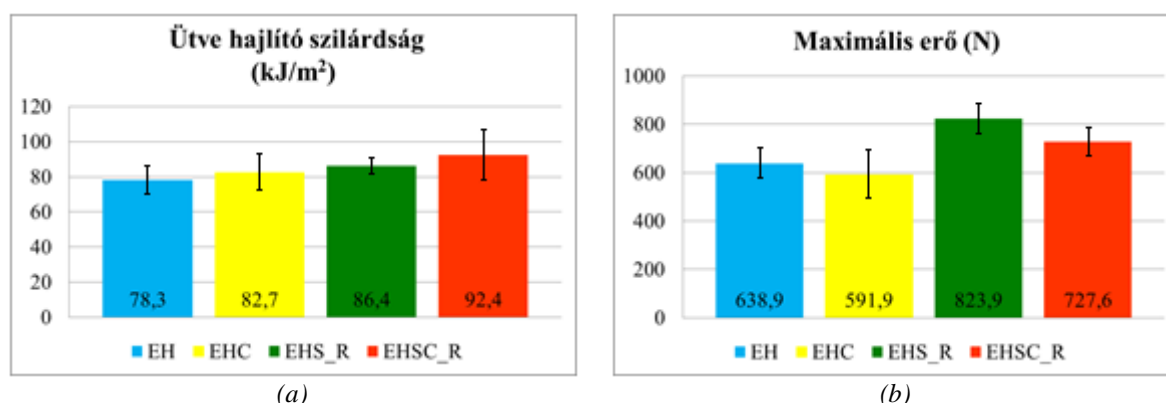
A létrejövő maximális erőről a műszer ad tájékoztatást. A keresztmetszetre vonatkoztatott ütve hajlító szilárdságot a maximális értékénél, az ütközés befejeződésénél vizsgáltam, vagyis ott, ahol az ütközésből származó erő újra eléri a nullát, ezt a pontot neveztem el végpontnak. Értékét a következő módon számítottam ki:

$$\sigma_{\text{ütvég}} = E/A \quad (1)$$

Ebben a kifejezésben $\sigma_{\text{ütvég}}$ az ütközés végpontjánál mért ütve hajlító szilárdság, E a végpontban mért energia, A pedig a próbatest keresztmetszete.

Az ütve hajlító szilárdságot a nanocsövek és a nanoszálak jelenléte is növelte (2. ábra (a)). Az EH jelű minta átlagos ütve hajlító szilárdsága 78,3 kJ/m², míg az EHC és EHS_R típusúaké 82,7 és 86,4 kJ/m² értékű, ez azt jelenti, hogy nanocső erősítéssel 5,6%, nanoszál erősítéssel pedig 10,3% javulást érhetünk el. A nanoszálakat tartalmazó EHS_R mintához képest ennek nanocsöves változata, melynek 92,4 kJ/m² az ütve hajlító szilárdsága, 6,9% növekedést eredményez, míg az EHC és EHSC_R esetében 11,7% javulás figyelhető meg. Ez azt jelenti, hogy a nanocsövek körülbelül 6-7%-kal növelik az ütve hajlító szilárdságot, míg a nanoszálak 10-12%-kal.

A maximális erőket nézve megállapítható, hogy a szén nanocsöves minták tönkretételéhez kisebb erő szükséges, mint a nanocső nélküli változatukhoz. A nanoszálak viszont növelik a maximális erőt, EH esetében 638,9 N, míg EHS_R jelű mintánál 823,9 N a törés során fellépő maximális erő, ez 29,0% növekedést jelent. Az EHC és EHCS_R típusoknál a maximális erő rendre 591,9 és 727,6 N, ami 22,9% javulást mutat (2. ábra (b)).



2. ábra. EH, EHC, EHS_R és EHCS_R típusú minták összehasonlítása az ütve hajlító szilárdság (a), a maximális erő (b), és az elszenvedett deformáció alapján (c).

5. Mass loss kaloriméteres vizsgálat

Ezt a vizsgálatot összesen 12 féle mintán végeztem el (1. táblázat). Négy típus nem tartalmaz hagyományos szénszálat, ezek referenciaként szolgálnak.

A szén nanocsövek csökkentik az EC és ECS_AF mintáknál a maximális és a teljes hőkibocsátást a nanocsövet nem tartalmazó változatukhoz képest. Ugyanakkor a nanocsövek a négy hagyományos szénszálat is tartalmazó típusnál az előzőtől eltérő eredményt mutattak, növelték a maximális és a teljes hőkibocsátást is (1. táblázat). Az EH, EHS_R, EHS_AF, EHS_M típusokhoz képest a nanocsöves változataik rendre 3,6; 8,2; 4,7 és 30,5% növekedést eredményeztek a tömegre normált teljes hőkibocsátásnál. Ezekből az állapítható meg, hogy a nanocső csak epoxi, illetve alul és felül nanoszálakat tartalmazó epoxi mintánál előnyös, hagyományos szénszálat tartalmazó kompozitoknál viszont hátrányos égésgátlási szempontból. Kutatásom témáját tekintve itt fontos megemlíteni, hogy a repülőgépiparban csak olyan változatokat fognak alkalmazni, amelyek tartalmaznak hagyományos szénszálat, így az ilyen mintákra gyakorolt hatásokat kell elsődlegesen figyelembe venni.

A hagyományos szénszálakat nem tartalmazó minták teljes-, és maximális hőkibocsátása jelentősen nagyobb, mint a hagyományos erősítéssel rendelkezőké. Megfigyelhető azonban, hogy az alulra és felülre helyezett nanoszál rétegek mind a nanocsöves, és nanocső nélküli epoxigyanta teljes- és maximális hőkibocsátását csökkentik a nanoszál rétegek nélküli változatukhoz képest (1. táblázat).

A hagyományos szénszálakat is tartalmazó mintáknál mind a teljes és a maximális hőkibocsátást kis mértékben növelték a szén nanoszálak. Fontos azonban arra felhívni a figyelmet, hogy ezek a nanoszál rétegek mind tartalmaznak szén nanocsöveket is. Így ezen mérések alapján csak az mondható ki, hogy a nanocsövet tartalmazó szén nanoszálak kedvezőtlenek égésgátlás szempontjából.

Az előbbieket alátámasztva a hagyományos szénszál erősítésű minták közül a legnagyobb teljes- és maximális hőkibocsátással azok a minták rendelkeznek, amelyek tartalmaznak nanocsöveket és a rétegek között vagy mindenhol nanocsöves nanoszál rétegeket is. Az EHC jelű mintához képest a teljes hőkibocsátás az EHCS_AF, EHCS_R, EHCS_M mintáknál rendre 6,2; 21,6 és 30,2%-kal növekedett.

1. táblázat. Mass loss típusú cone kaloriméterrel vizsgált minták égetés előtti és utáni tömege, teljes és maximális hőkibocsátása.

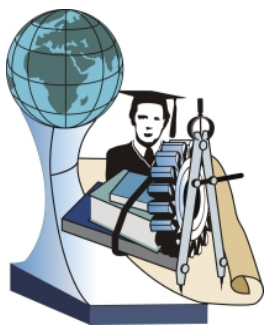
Minta típusa	Meggyulladás ideje (s)	Égési sebesség (g/s)	Teljes hőkibocsátás (MJ/m ² g)	Maximális hőkibocsátás (kW/m ²)
E	22	0,262	2,100	682,3
EC	24	0,195	1,982	658,6
ES_AF	22	0,185	1,938	448,7
ECS_AF	27	0,162	1,747	363,9
EH	44	0,099	0,469	162,3
EHC	44	0,107	0,486	174,2
EHS_R	51	0,110	0,546	164,2
EHCS_R	40	0,109	0,591	189,0
EHS_AF	40	0,123	0,493	168,1
EHCS_AF	45	0,132	0,516	181,5
EHS_M	51	0,117	0,485	162,8
EHCS_M	43	0,114	0,633	200,9

8. Következtetések

Vizsgálataim alapján kimondható, hogy a minták keresztmetszetükre vonatkoztatott ütte hajlító szilárdsága 80-90 kJ/m², a szén nanocsövek 6-7%-kal, a szén nanoszálak 10-12%-kal javították az eredményeket. Égésgátlás szempontjából a hagyományos szénerősítést is tartalmazó minták esetében a nanocsövek, illetve együttes alkalmazásuk nanocső tartalmú nanoszál rétegekkel kedvezőtlen, mivel növelik a teljes és a maximális hőkibocsátást. Ez a hatás elkerülhető égésgátló adalékanyagok hozzáadásával.

Irodalom

- [1] A. Baji, Y.-W. Mai, S.-C. Wong, M. Abtahi, P. Chen: *Electrospinning of polymer nanofibers: Effects on oriented morphology, structures and tensile properties*. 2010, Composites Science and Technology, 70, 703 – 718.
- [2] S. K. Nataraj, K. S. Yang, T. M. Aminabhavi: *Polyacrylonitrile-based nanofibers – A state-of-the-art review*. 2012, Progress in Polymer Science, 37, 487– 513.
- [3] G.U. Shu-ying, W.U. Qi-lin, R.E.N. Jie: *Preparation and surface structures of carbon nanofibers produced from electrospun PAN precursor*. 2008, New Carbon Materials, 23, 171– 176.
- [4] M. Wu, Q. Wang, K. Li, Y. Wu, H. Liu: *Optimization of stabilization conditions for electrospun polyacrylonitrile nanofibers*. 2012, Polymer Degradation and Stability, 97, 1511-1519.
- [5] T.-H. Ko, T.-C. Day, J.-A. Perng: *The characterization of PAN-based carbon fibers developed by two-stage continuous carbonization*. 1993, Carbon, 31, 765-771.



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

AZ IPARI LÉPTETŐ-SZERVO MOTOROK ÚJSZERŰ FELHASZNÁLÁSA

NEW APPLICATION OF INDUSTRIAL STEPPER-SERVO MOTORS

TÓTH Xénia Erzsébet ⁽¹⁾, TÓTH János ⁽²⁾

(1) Debreceni Egyetem Műszaki Kar, Villamosmérnöki és Mechatronikai Tanszék, 4028 Magyarország, Debrecen, Ótemető utca 2-4; Telefon: +36 (52) 415-155/77742, tothxeniaerzs@gmail.com

(2) Debreceni Egyetem Műszaki Kar, 4028 Debrecen Ótemető utca 2-4, Telefon: +36 (52) 415-155/77742, tothjanos@eng.unideb.hu

Abstract

The aim of this paper is to connect music with mechatronics by using standard industrial devices. This article shows the alternative opportunities of using motors. With the special configuration of motor controllers and the appropriate set of the Programmable Logic Controller (PLC) program, the user can control motors with the help of an industrial Human Machine Interface (HMI), to compose music. Synchronizing of the two different motors allows to make the working procession delayed in time. The performed operations can be taught to the system, they can be replayed, furthermore, it is possible to play tunes that are stored in advance.

Keywords: stepper servo motor, PLC, HMI, programming

Összefoglalás

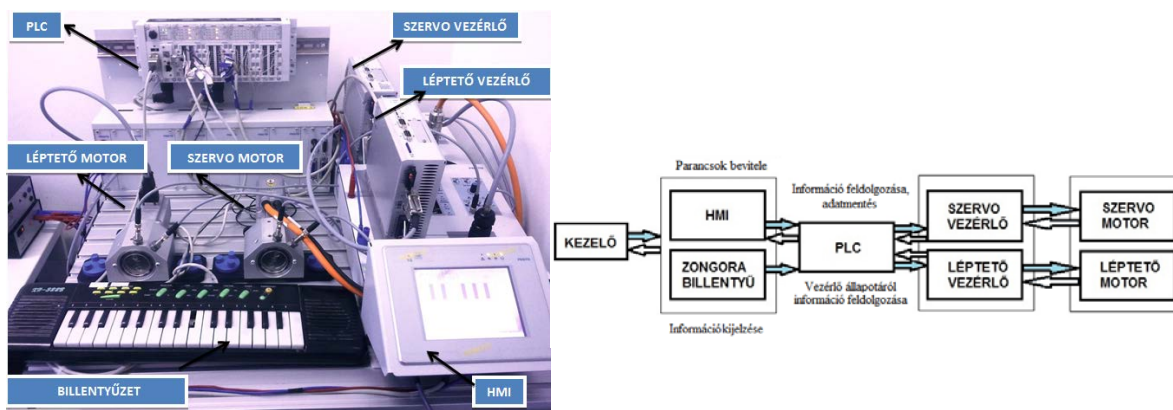
A célunk az volt, hogy az ipari eszközök segítségével összekapcsoljuk a mechatronikában rejlő lehetőségeket a zenével. Ezzel a cikkel be kívánjuk mutatni a motorok alkalmazásában rejlő alternatív megoldásokat. A motorvezérlők speciális konfigurálásával, valamint a Programozható Logikai Vezérlő (PLC) program megfelelő beállításával a felhasználó egy ipari kijelzővel (HMI) irányíthatja a motorokat a zene megkomponálása céljából. Elvégeztük a két különböző típusú motor szinkronizációját, így megoldva azt, hogy egymáshoz képest időben késleltetve hajtsák végre a munkafolyamatot. A végrehajtott műveletek betaníthatók a, majd azok később visszajátszhatók, valamint a programban előre tárolt dallamok lejátszására is lehetőség van.

Kulcsszavak: léptető szervó motor, PLC, HMI, programozás

1. Bevezetés

A kitűzött feladat megvalósításához az 1. ábrán látható eszközöket használtuk fel. A megfelelő hangok kiválasztására a szintetizátorbillentyű, valamint a HMI megjelenítő felületén a billentyűkhöz hasonló kinézetű és elrendezésű nyomógombok szolgálnak. Ez az egység biztosítja a felhasználó és a rendszer közötti kommunikációt, a parancsok bevitelét, továbbítását és az információk kijelzését teszi lehetővé. Az operátor panelből az adatok az eszközök vezérlését végző PLC-be futnak be, amely a megírt program alapján végzi az adatfeldolgozást és átvitelt a motorok vezérlőegységei felé. A zenét a motorok, illetve az irányításukat végző vezérlők szolgáltatják, amelyek a PLC kimenetével irányíthatóak.

2. A felhasznált eszközök, és egymással való kapcsolatuk



1. ábra. A felhasznált eszközök

2.1. Motorvezérlők beállításai

A FESTO EMMS-ST-57-S-SE-G2 típusú léptetőmotor és a FESTO EMMS-AS-55-S-TM típusú szervo motor megfelelő használatához szükséges a vezérlők konfigurálása a FESTO Configuration Tool programmal [1,2]. Nyolc különböző profil jellemzői (sebesség, felfutási és lefutási idő-gyorsulás) tárolhatóak egy-egy vezérlő egységben, így a motorok szabad forgását biztosítva, a megfelelő fordulatszámok kiválasztásával ezek később zenei hangokként definiálhatóak. A motor forgásakor keletkező hanghullámok átadódnak a levegő részecskéinek, így az egyre magasabb fordulatszámok használatakor a keletkező nagyobb frekvenciájú hangokat is magasabbnak halljuk. A hangolási folyamatnál kitüntetett szerepű az A referenciahang (440 Hz), ami a C-dúr hangskála 6. eleme, az ún. kamarahang. Ehhez hangoltuk be először a korlátozottabb fordulatszám-tartományú léptető motort egy KORG TM-50 típusú hangoló segítségével beállítottuk a referenciahang frekvenciájához tartozó fordulatszám értéket. A zenei hangok 12 félhangból álló oktávba rendezhetőek, amit a kiegyenlített temperálás alkalmazásakor 12 egymástól pontosan egyenlő, $\sqrt[12]{2}$ távolságra lévő hangra osztjuk fel [3]. Az A hang megkapott fordulatszámából ezen arányszámot felhasználva könnyedén kiszámítható 2. ábrán is látható egyes hangokhoz tartozó fordulatszám. Mivel a program 8 profil tárolását teszi lehetővé, a félhangok használatától eltekintve, a skála egy oktávot ölel fel a C hangtól a C'-ig.

Projects stepper motor *								
Position List		Position Profiles						
No.	Vel. [rpm]	Accel. [rpm/s]	Decel. [rpm/s]	Smooth [%]	Time [ms]	Start D. [ms]	Fin.Vel. [rpm]	Startcond.
0	635.00	50000.0	50000.0	0	0	0	0.00	Interrupt
1	702.00	50000.0	50000.0	0	0	0	0.00	Interrupt
2	794.00	50000.0	50000.0	0	0	0	0.00	Interrupt
3	841.00	50000.0	50000.0	0	0	0	0.00	Interrupt
4	944.00	20000.0	20000.0	0	0	0	0.00	Interrupt
5	1060.00	20000.0	20000.0	0	0	0	0.00	Interrupt
6	1199.00	20000.0	20000.0	0	0	0	0.00	Interrupt
7	1270.00	20000.0	20000.0	0	0	0	0.00	Interrupt

2. ábra. A profilok beállítása a léptetőmotor esetében

A PLC-vel történő vezérléshez meg kell állapítani a vezérlő egységek lábkiosztását, hogy kiadhassuk a megfelelő jeleket az engedélyező bemeneteknek. A folyamat során a különböző hangokhoz tartozó meghívni kívánt pozíciók sorszáma a négy „Position set” bitek bináris kódjaként továbbítódik a motorvezérlők felé. A ”0001” jelöli az első pozíciót, amihez a C hang fordulatszámának megfelelő profil van rendelve, majd a skálának megfelelően a 8. pozíciót a C’-t az ”1000” jelöli.

2.1. A PLC és a HMI kapcsolata

Az irányítás központi egysége egy moduláris felépítésű FESTO CPX típusú PLC (Programozható Logikai Vezérlő), programozói környezete a Festo Software Tools, amelyben a sorrendi folyamatokat leíró 3. ábrán látható STL programnyelvet használtuk.

```

""BILLENTYU VÁLTOZÁSÁRA TOVÁBLÉP, IDŐ MENTÉSE""
IF      I2.1      'TANUL
AND     ( F0.15   'TRIG_START
OR      F0.12   'TRIG_NINCS
)
THEN    CFM 10   " Write operand indexed
          WITH   V4      " Operand 1=Flagword, 2=Input, 3=Output, 4=Register, 5=Timerpreselct
          WITH   R123    " Index of operand
          WITH   CW123   " New value
          SET     F0.09   'ENGEDÉLYEZŐ TANUL
          INC     R123    'IDŐ_MENT_INDEX
          LOAD    V0
          TO      CW123   'IDŐ

```

3. ábra. Programrészlet a betanításról

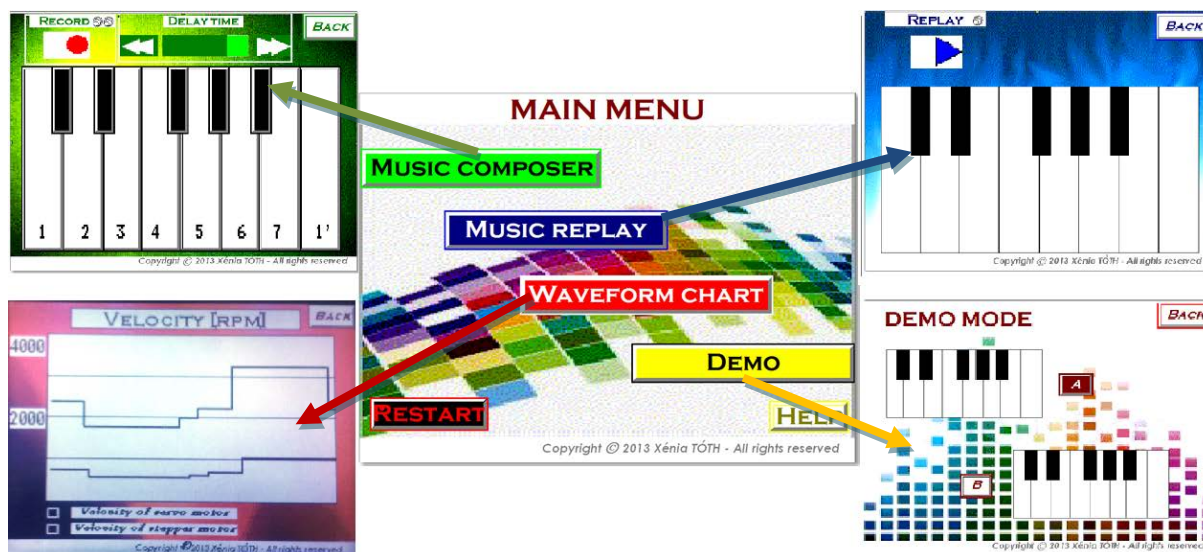
A felhasználóval való kapcsolatteremtést egy Festo FED-500-as típusú HMI-vel (Human-Machine Interface) valósítottuk meg, ami nyomásra érzékeny (rezisztív) érintő képernyővel rendelkezik. A kijelző a PC-vel és a PLC-vel való kommunikációt soros porton keresztül hozza létre.

A PLC digitális bemeneteket kezelő két moduljába az átalakított szintetizátor billentyűiről, illetve a HMI-ből érkező 8-8 impulzus. A PLC digitális kimeneteit kezelő moduljaiból továbbítódnak a szükséges bemeneti információk a motorok vezérlői felé, mindez egy átalakított 25 lábból álló párhuzamos kábelon keresztül. A HMI programozása során használt változók a PLC programon belül flag-ként vannak definiálva. A program szerkezetét tekintve egy főprogram kezeli a többi alprogramot, azokat szükség szerint aktívra téve, illetve folyamatosan figyelve a futás közbeni fontos állapotokat. Új változó (hang) értékének megadása után, a start impulzus ismételt kiadása válik szükségessé.

3. A megvalósított feladatok

A könnyebb kezelhetőség érdekében létrehoztunk a 4. ábrán látható menürendszert, melyben a gombokra kattintva további almenükbe léphetünk, majd onnan a Back segítségével visszatérve újra választhatunk a funkciók közül. A gombok színe megegyezik a hozzájuk tartozó képernyők háttérszínével, ezzel is segítve a felhasználót az eligazodásban.

A Music composer-ből elérhető felületen (bal fent), zenét tudunk lejátszani, illetve azt rögzíteni. A Record felirat alatt található körrel indíthatjuk el magát a tanulási folyamatot, ekkor a visszajelző indikátor lámpa piros színűre vált. A másik LED a felvétel memóriájának megteltekor világít pirosan. A mentési folyamat tetszőlegesen megszakíthat, illetve újbóli indítással a régi adatsor törlődik. A program 122 állapotot tud tárolni regisztereiben a tanulási funkció bekapcsolása során. A Delay time funkcióval az egyik motort időben később tudjuk megszólaltatni a másikhoz képest, a csúszkán beállítottnak megfelelő időbeli értékkel, ezzel egyfajta zenei kánont hozva létre. Az elvégzett sorrendi műveleteket (vagyis magát a dallamot) a PLC regisztereibe menti el, majd pedig onnan is hívja elő a lejátszás során.



4. ábra. A létrehozott menürendszer az almenük feltüntetésével

A Music replay screen (jobb fent) megfelelő piktogramjai kiválasztásával visszajátszhatjuk a korábban megtanított dallamot, amely során az aktuálisan megszólaltatott hanghoz tartozó billentyű szürkévé vált. A Waveform chart menüpontból (bal lent) a két motor fordulatszámának értéke, azoknak időbeni változása, továbbá egymáshoz való viszonyuk olvasható le a HMI képernyőjén megjelenő grafikonokról. Látható, hogy a szervó motor (fent) magasabb fordulatszám tartományon dolgozik, míg a léptetőmotor létrejövő legnagyobb fordulatszáma sem közelíti meg azt. A grafikon horizontális tengelye 30 másodperc megfigyelését teszi lehetővé. A Demo módban (jobb lent) kettő előre leprogramozott dallam közül választhatunk, valamint figyelemmel kísérhetők a HMI virtuális billentyűin. A Restart felirattal hiba esetén újraindíthatjuk a rendszert, míg a Help a menüpontok nyújtotta lehetőségekről számol be a felhasználónak, a könnyebb tájékozódás érdekében.

4. Összefoglaló

Célunk egy olyan rendszer megvalósítása volt, melynek eszközei, részegységei az iparban is hasznosíthatóak. Ide tartozik például az létrehozott program tanuló üzemmódja, így képes az eszköz egy sorrendi folyamatot eltárolni a saját memóriájába, valamint időben késleltetett indítással egy munkafolyamat megismétlésére. Különleges példa az ipari motorok ilyen célú alkalmazására a NASA. Curiosity nevű marsjárója hangszórók híján a minták mozgatásához használt motorjaival játszotta le a Marson a happy birthday dalt [4]. A folyamat kivitelezése során fontos szempont volt, hogy mindezt az alkalmazási módot saját elképzelés alapján, illetve az eszközöket nem feltétlenül a megszokott rendeltetésük szerint használjuk fel, ami ezen az elérhetőségen meg is tekinthető: http://youtu.be/nJF_TWERk6E [5].

Irodalom

- [1] http://www.festo.com/net/SupportPortal/Files/212956/13_1-18%20-%20Stepper%20motors%20EMMS-ST_ENUS.PDF
- [2] http://www.festo.com/net/SupportPortal/Files/10272/CMMS-AS_ENUS.pdf ;
- [3] <http://mernokbazis.hu/cikkek/g%C3%A9pi-zongorahangol%C3%A1s>
- [4] http://index.hu/tudomany/2013/08/06/boldog_szuletesnapot_kivant_maganak_a_curiosity/
- [5] http://youtu.be/nJF_TWERk6E



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

LAPS CSR: FELHŐ ALAPÚ NYÍLT ELÉRHETŐSÉGŰ BESZÉDFELISMERŐ RENDSZER

LAPS CSR: A FREE DISTRIBUTED CLOUD SPEECH RECOGNITION SYSTEM

**Cassio TRINDADE BATISTA⁽¹⁾, Thiago BARROS COELHO⁽²⁾,
Bruno Gomes HAICK⁽³⁾, Nelson Cruz SAMPAIO NETO⁽⁴⁾,
Aldebaro Barreto da ROCHA KLAUTAU Jr⁽⁵⁾.**

(1) Óbuda University: 1034 Hungary, Budapest, Bécsi út, 96/b; Tel: +36-70-2061915;
Email: cassio.batista@itec.ufpa.br

(2) Óbuda University: 1034 Hungary, Budapest, Bécsi út, 96/b; Tel: +36-30-9971096;
Email: thiago.coelho@itec.ufpa.br

(3) Signal Processing Laboratory - UFPA: 66075110 Brazil, Belém, Rua Augusto Corrêa, 1; Tel: +55-91-32017674; Email: bghaick@ufpa.br

(4) Signal Processing Laboratory - UFPA: 66075110 Brazil, Belém, Rua Augusto Corrêa, 1; Tel: +55-91-32017674; Email: nelsonneto@ufpa.br

(5) Signal Processing Laboratory - UFPA: 66075110 Brazil, Belém, Rua Augusto Corrêa, 1; Tel: +55-91-32017674; Email: aldebaro@ufpa.br

Abstract

This paper describes a cloud speech recognition service based on Julius decoder running in server mode. The system was set up to recognize speech in Brazilian Portuguese. The support to the language was developed by the authors with FalaBrasil research group tools, which are free and available on the group's site. Julius uses the FalaBrasil cloud to provide online and distributed speech recognition via Internet. The client side was built on the Android 2.2 platform. The application can record and send audio, detect the end of the user speech and listen to the decoder result. To test the system efficiency, recognition time and accuracy rate were estimated by comparing it to *SpeechRecognizer* API provided by Google.

Keywords: Android, Brazilian Portuguese, Speech Recognition.

Összefoglaló

A cikk egy olyan felhő alapú beszéd felismerő szolgáltatást ír le, amely a szerver módban futó Julius dekóderen alapul. A rendszert a brazil portugál nyelv felismerésére állították be. A nyelvi támogatást a szerzők fejlesztették ki a FalaBrasil kutatócsoport eszközeit használva, amelyek ingyenesen elérhetők a csoport weboldalán. A FalaBrasil cloud-ot használva a Julius online és elosztott beszéd felismerést nyújt az interneten keresztül. A kliens Android 2.2 platformra készült. Az alkalmazás képes hang felvételre és küldésre, valamint detektálja a felhasználó beszédjének végét és figyeli a dekóder eredményét. Tesztelésként a rendszert a Google *SpeechRecognizer* API-jával hasonlították össze hatékonyság, felismerési idő és pontosság alapján.

Kulcsszavak: android, brazíliai portugál, beszéd felismerő.

1. Introduction

The interaction between man and computers has grown a lot. Nowadays, keyboards and mouse are the dominants controllers in the world of desktops. On the other hand, the touch screen is the most used technology in the smartphones. The Automatic Speech Recognition (ASR) and Text-To-Speech (TTS) [1] technologies appear in this scenario as new forms of manipulating such equipment.

Many companies have invested in ASR. IBM created its own desktop dictation system, the IBM Via Voice [2]; Nuance developed its own as well, called Dragon Naturally Speaking [3] and a personal assistant called DragonGo!, similar to Siri developed by Apple. Google have the Voice Search, and provides the SpeechRecognizer API for Android developers [4].

Most applications is requires ASR nowadays have support for Brazilian Portuguese (BP). However, there is a lack of free resources for BP.

This work presents a distributed ASR system in which Julius [5] decoder operates in server mode and the client is an android application. This cloud ASR system is called **LaPS CSR**.

2. LaPS CSR

LaPS CSR is a client-server system in which the Julius decoder was set up on the FalaBrasil cloud to offer a distributed speech recognition via internet. To be able to recognize BP, Julius needs an acoustic model and a context-free grammar. These tools were developed using the FalaBrasil group support, from the Signal Processing Laboratory (LaPS) [6].

The LaPS CSR client is an android 2.2 application. Figure 1 explains the system operation: when the start button is pressed, the communication with Julius on the server is requested. Then, the user starts to speak and the system can detect when the user stops to speak. At this point, most of the audio is in the server side since the samples are sent by streaming.

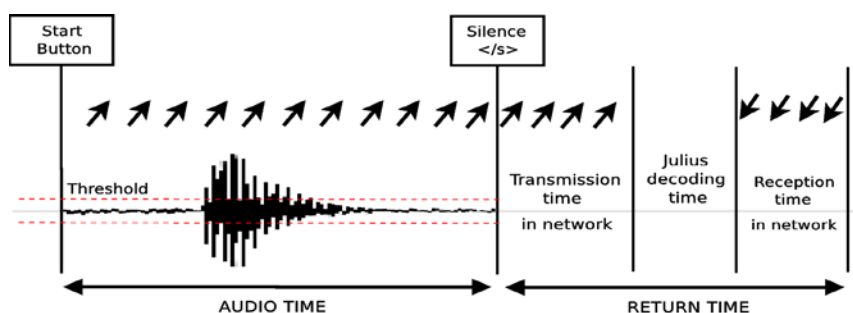


Fig.1 System Operation

On the server side, the decoding process begins while the client waits for the result. When the sentence is recognized, it is sent back to the client and shown in the layout.

In general terms, Google system works the same way.

Figure 2 shows the app schematic and its interaction with the FalaBrasil cloud. When the button is triggered on the application, the audio/connection manager tries to communicate with the server via socket. If the communication is established, the microphone stream is open along with three threads: *Audio Sender*, *Silence Detector* and *Sentence Receiver*.

Audio Sender thread receives microphone sample buffers on a list, simulating a FIFO (First In, First Out). The samples are then being sent to the server through the socket's output stream until the user stops talking.

Silence Detector thread simulates a LIFO (Last In, First Out), in which only the last sample buffer to arrive is analysed. When the silence is detected, the microphone stream is closed and thereafter the samples stop being sent to the server.

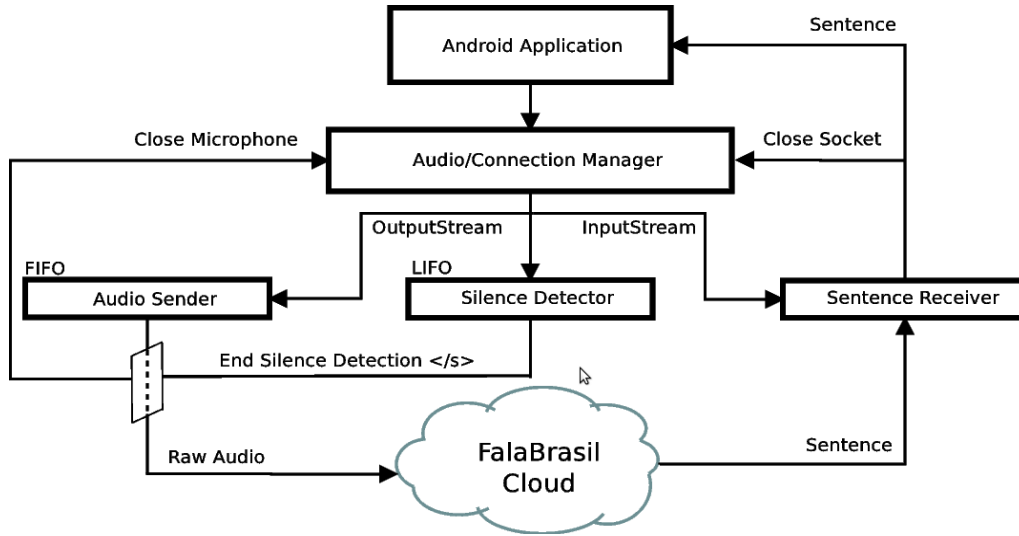


Fig.2. Android application schematic.

Sentence Receiver thread listens to the result string from Julius (sentence). When the result is available to the client, the socket is closed on the connection manager and the sentence is shown to the user on the application.

3. Test Environment

The grammar, which contains 235 points of a Brazilian city called Belém, was sampled with $N_s=50$ random sentences. Each sentence was recorded in a WAV file with 8 kHz sample rate and played to both systems by the same sound box, under the same non controlled acoustic environment. Time and accuracy of the systems were evaluated and compared.

The *average real time factor* (\overline{xRT}), given by Equation 1, was used as time measurement:

$$\overline{xRT} = \frac{1}{N_s} \times \sum \frac{\text{return time}_i}{\text{audio time}_i}, \quad N_s = 50 \quad (1)$$

This metric was used to provide a fair comparison between the systems, given that some data from Google is “hidden” such as decoding, audio transmission and sentence return time. To evaluate accuracy rate, the word error rate (WER) was calculated according to Equation 2:

$$WER = \frac{D+S+I}{N_p} \quad (2)$$

where D, S and I are, respectively, number of deleted, substituted and inserted words in a sentence of N_p words. The sentence error rate (SER) was also used as accuracy measurement, indicating the percentage of sentence errors in $N_s=50$ sentences.

4. Results and Conclusion

It can be stated that the presented system is efficient when compared to Google system. Figure 3 shows that Google (blue histogram) takes on average 0.7 seconds to return a sentence while Julius in LaPS CSR (red histogram) takes on average 0.95 seconds.

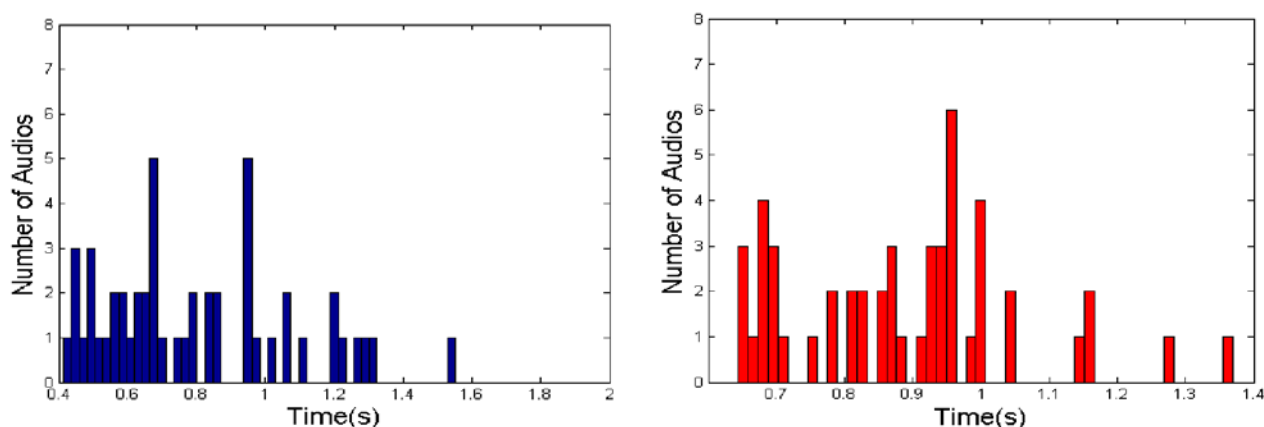


Fig.3. Return time values for Google (blue) and LaPS CSR (red).

Table 1. shows accuracy rate and time comparisons for the systems. Google had a better performance in time, as show in \overline{xRT} values. On the other hand, WER and SER rates were lower for Julius. As Julius uses a personalized grammar, phonetic mistakes (noted in Google) can be avoided, such as “Arsenal” recognized as “Arcenal” for example.

Table 1. Time and accuracy comparisons between the systems.

System	\overline{xRT}	WER (%)	SER (%)
LaPS CSR	0.2279	10.16	16
Google	0.2063	13.33	24

Both systems had a good performance. Google was a little faster than LaPS CSR. However, LaPS CSR was better in terms of accuracy.

For the proposed application, which uses places as sentences, free-context grammars are an advantage. Google does not support personalized grammars and operates in a general dictation mode. Moreover, the API is not a free speech recognition solution.

Thus, it has been proven that is possible to implement a reasonable application-tailored distributed speech recognition system – comparing to the one offered by Google – using only free development tools.

References

- [1] X. Huang, A. Acero, and H. Hon, *Spoken Language Processing*, Prentice Hall, 2001.
- [2] “Embedded ViaVoice,” Visited in September, 2009, <http://www.ibm.com/software/speech/>.
- [3] “Dragon NaturallySpeaking,” Visited in February, 2014, <http://www.nuance.com/dragon>.
- [4] “Android Developers,” <http://developer.android.com/>.
- [5] Akinobu Lee, Tatsuya Kawahara, and Kiyoshiro Shikano, *Julius - an open source real-time large vocabulary recognition engine*, Proc. European Conference on Speech Communication and Technology, p. 1691–1694, 2001.
- [6] “FalaBrasil Project”, Visited in December, 2013, <http://www.laps.ufpa.br/falabrasil/>



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

TEREPI VÍZMINŐSÉGI VIZSGÁLATAINK A HORTOBÁGY-BERETTYÓ FŐCSATORNÁN

OUR FIELD MEASUREMENTS OF WATER QUALITY AT THE MAIN CANAL OF HORTOBÁGY-BERETTYÓ

TRUZZSI Alexandra⁽¹⁾, FÓRIÁN Sándor⁽²⁾, BODNÁR Ildikó⁽³⁾

(1) Debreceni Egyetem Műszaki Kar Környezet- és Vegyészmérnöki Tanszék, 4028 Debrecen, Magyarország, Ótemető u 2-4.; Telefon: +36-20-509-1232; truzzi-alexandra@gmail.hu

(2) Debreceni Egyetem Műszaki Kar Környezet- és Vegyészmérnöki Tanszék, 4028 Debrecen, Ótemető u 2-4.; Telefon: +36 52 415 155 / 77730; forian@eng.unideb.hu

(3) Debreceni Egyetem Műszaki Kar Környezet- és Vegyészmérnöki Tanszék, 4028 Debrecen, Ótemető u 2-4.; Telefon: +36 52 415 155 / 77825; bodnari@eng.unideb.hu

Abstract

The total catchment area of river Hortobágy (Hortobágy-Berettyó Main Canal) is about 5800 km² out of which 3000 km² related directly to river Hortobágy (direct catchment is 60,6 km²). Since water protection is very important we decided to start our water quality measurements through the whole river. The investigation of the water chemical parameters persuaded us to study the pollution level and the status of the river bed. Based on this, our aim was to analyse the water samples and the measured data are able to determine the status of the river and to explore the potential sources of pollution. Measured data were compared with the **10/2010. (VIII.18.) VM** government appreciate.

Keywords: Hortobágy-Berettyó Main Canal; water quality measurements, analytical examinations, water pollution

Összefoglalás

A Hortobágy folyó teljes vízgyűjtő területe (Hortobágy-Berettyó főcsatorna) körülbelül 5800 km², amelyből 3000 km² közvetlenül kapcsolódik a Hortobágy folyóhoz (közvetlen vízgyűjtő a 60,6 km²). Mivel a víz védelme nagyon fontos, ezért elhatároztuk, hogy vizsgálatainkat a vízfolyás teljes hosszában elkezdjük. A vízkémiai paraméterek érdekessé tették számunkra, hogy megvizsgáljuk a folyó szennyezettségét, valamint a folyó medrének állapotát. Ezek alapján célunk volt vett vízminták elemzése, a kapott eredmények értékelése, és hogy következtetéseket vonjunk le a folyó állapotáról, az esetleges szennyezőforrások hatásáról. Az eredményeinket a **10/2010. (VIII.18.) VM rendelet** a felszíni víz vízszennyezettség határértékeiről és azok alkalmazásának szabályozásairól szóló rendelet alapján értékeltük.

Kulcsszavak: Hortobágy-Berettyó főcsatorna, vízminőség védelem, analitikai vizsgálatok, vízszennyezés

1. Bevezetés

A Hortobágy-Berettyó főcsatorna vízgyűjtője teljes terjedelmében az országhatáron belül helyezkedik el, ebből kifolyólag teljes területe síkvidéki jellegű, ma az Alföld legszárazabb

része. A Hortobágy-Berettyó teljes hossza 167,3 km, melyhez 5843 km^2 országhatáron belüli vízgyűjtő terület tartozik. A tervezési alegység ettől kisebb területet foglal el. A Hortobágy-Berettyó főcsatorna a Tiszántúl terület közepén, a Tiszától keletre található. Központi földrajzi elhelyezkedéséből adódóan, mellékágaival fontos szerepet játszanak a magyar Alföld jelentős részének vízellátásában. [1] A Hortobágy-Berettyó elnevezésű tervezési alegység területe 4864,80 km^2 . Fő vízfolyásai a Hortobágy, a Hortobágy-Berettyó a Keleti- és Nyugati-főcsatorna. A tervezési alegység elsősorban a Hortobágy és a Hortobágy-Berettyó vízgyűjtőjeként értelmezhető. Mind vízmennyiségi, mind vízminőségi adottságok tekintetében a területen a belvízi illetve vízgazdálkodási célú vízkormányzások meghatározóak. [2]

2. Helyszíni vizsgálataink

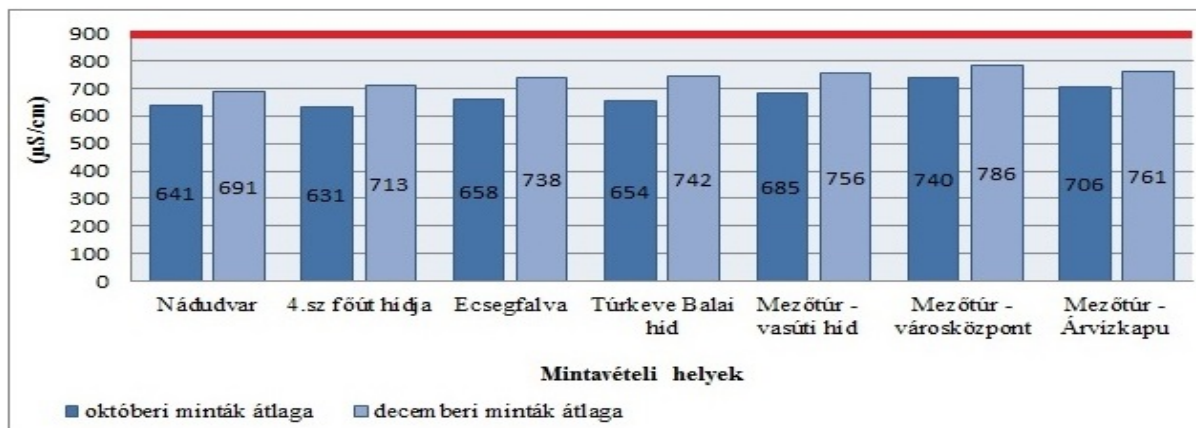
Az első vizsgálatssorozatot 2013. októberében végeztük. Előzetes tervek alapján összesen 7 mintavételi helyet jelöltünk ki a Hortobágy-Berettyó főcsatornán. Több mint 77,5 km-nyi szakaszon, vettünk vízmintákat és végeztünk helyszíni méréseket. Az első mérő utunk során meg kellett találnunk azon helyeket, ahol mintákat tudtunk venni. A mintavétel, és a helyszíni mérések lebonyolítása legalább 3 fő összehangolt tevékenységét követelik meg. Mintavevő, mérő és dokumentáló feladatainkat helyszínenként körülbelül 15-20 perc alatt tudtuk elvégezni. A terepi mérések a mérőszondák kalibrációjával kezdődtek. Eközben igyekeztünk szakszerűen vízmintát venni a vízfolyások vizéből. Ezen mintákon azonnali méréseket hajtottunk végre. A laboratóriumi mérésekhez e minták másik részét a szállításra előkészítettük. Megjelölt üveg illetve műanyag edényben, fénytől és hőtől védve, a mintákat 4 °C-on tároltuk. Az üvegtárolóba a szerves anyag kimutatására, a műanyag tárolóba pedig a szervetlen komponensek (ionok) kimutatására szolgáló mintákat helyeztük el. A mintavételezés helyszíneiről, méréseinkről jegyzőkönyvet készítettünk, megjelölve az időpontot, helyszínt GPS koordinátákkal, meteorológiai körülményeket. A második (téli) mintavételezési sorozatot december 12-én végeztük. Igyekeztük ugyan azon mintavételi pontokat felkeresni, amelyeket már októberben is kijelöltünk, ahol mintákat vettünk.

3. Helyszíni mérések

A mintavételi helyeken a MultiLine P4 elektroanalitikai terepi mérőbőrönd alkalmazásával végeztünk terepi vízanalitikai vizsgálatokat. A mérőbőröndben található mérő műszerekkel az alábbi paraméterek értékeit határoztuk meg a helyszíneken: pH, redoxi feszültség, oldott oxigén koncentráció, oldott oxigén százalékos telítettség, fajlagos elektromos vezetőképesség, sótartalom, hőmérséklet.

3.1. Fajlagos elektromos vezetőképesség mérése

A fajlagos elektromos vezetőképesség mérésén alapuló elektroanalitikai eljárás a konduktometria. Egy oldat vezetőképességét a benne lévő kationok és anionok mennyisége határozza meg (mértékegysége Simens/méter). Az 1. ábrán az októberben és decemberben vett vízmintáink átlagának fajlagos elektromos vezetőképességét ábrázoltuk. [3]

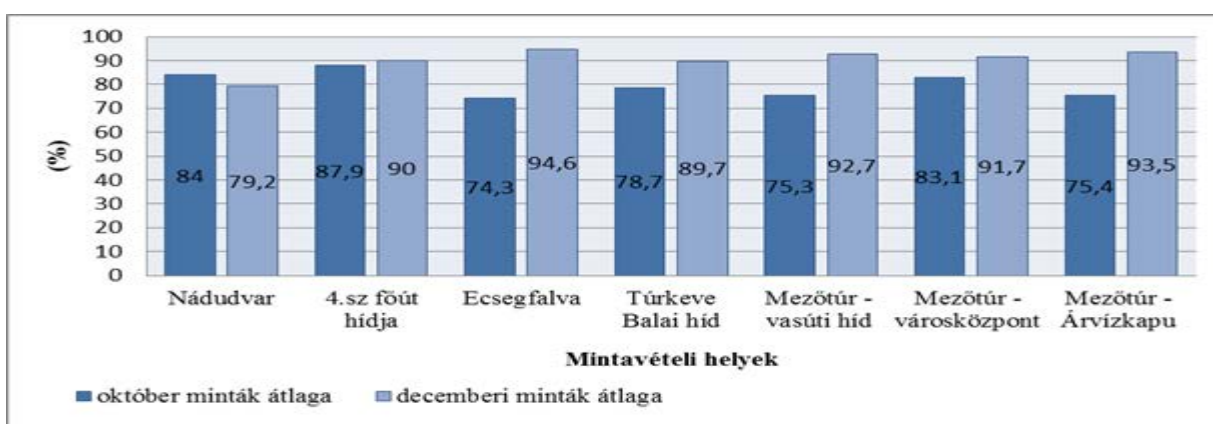


1. ábra Fajlagos elektromos vezetőképesség változása a mintavételi helyek függvényében.

Az 1. ábra oszlopdiagramján látható, hogy a mért fajlagos elektromos vezetőképesség általában 70-100 $\mu\text{S} / \text{cm}$ –es tartományba esik. A vízfolyásra jellemző adatok (síkvídek - meszes - közepes-finom –nagy vízgyűjtőjű típusúhoz hasonló csatorna) alapján a mért eredményeink a 10/2010 VM rendelet szerinti határértéknek (mért értékeink 900 $\mu\text{S}/\text{cm}$ alatt voltak) megfelelnek.

3.2. Oldott oxigén százalékos telítettség mérése

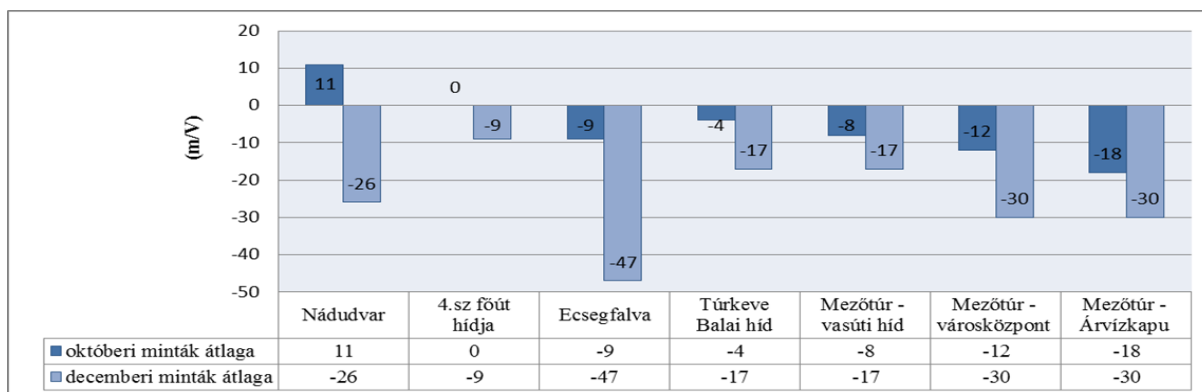
A vízminták oldott oxigén tartalmának meghatározása oldott oxigénmérő műszerrel történik. Az eredményeket megadhatjuk koncentrációban (mg/l), vagy százalékos telítettség értékben (%) is. A víz aktuális oldott oxigéntartalma, a víz minőségét akkor jellemzi a legjobban, hogyha nem a koncentrációját, hanem telítettségi százalékban kifejezett mennyiségét adjuk meg. Az oxigén tartalom ilyen módon megadott értéke a víz biokémiai állapotát jellemzi, teljes (100 %) telítettséghez képest; eltérés megmutatja, hogy a vízben vannak-e jelen oxigént fogyasztó, vagy termelő szervezetek. [4] Az oldott oxigén tartalom százalékos telítettségi értékben kifejezett változását a mintavételi helyek függvényében a 2. ábrán foglaltuk össze.



2. ábra Az oldott oxigén százalékos telítettségi értékei

3.3. A redoxifeszültség mérése

A redoxipotenciál az oxidált/redukált vegyületformák arányát jellemző összegparaméter. A negatív érték a normál hidrogén-elektrodpotenciáljára vonatkoztatott redukáló, a pozitív érték pedig az oxidáló hatást jelzi. A redoxipotenciál az aerob vagy anaerob folyamatokról tájékoztat. [4], [5] Az analizált vízminták redox feszültség értékeit a 3. ábra szemlélteti.



3. ábra A mért redoxpotenciál értékek változása a mintavételi helyek függvényében

Látható, hogy az októberben (Nádudvaron) mért redoxpotenciál érték pozitív, vagyis a víz ekkor oxidáló tulajdonságú volt. Illetve a Püspökladány-Karcagnál vett októberi vízminta redoxpotenciál értéke 0. A többi mintavételi helyeken negatív értékeket mértünk mindkét mintavételi alkalommal, így elmondható hogy a vett vízminták a vártak megfelelően redukáló tulajdonságúak.

4. Összefoglalás

Jelen tanulmány során vizsgált paraméterek gyors és megbízható módszerként igazolják a használt terepi mérőbőrönd széles körű alkalmazását, a mért paraméterek további laboratóriumi vizsgálatok elvégzését is segítik, illetve előzetes állapotértékelési eszközként használhatók. [6] A méréseink eredményei alapján a különböző vízminősítési paraméterek mért értékeiből arra a következtetésre jutottunk (amit a jogszabályok által megadott határértékek is alátámasztanak), hogy a Hortobágy-Berettyó főcsatorna vízminősítési szempont alapján jó minőségűnek tekinthető. További céljaink között szerepel a vízminták ionkromatográfiás vizsgálata, illetve az összes szerves széntartalom meghatározása.

Irodalom

- [1] Tóth Ildikó: *A Hortobágy-Berettyó rendszerének belvízi és árvízi elvezetése*, Hidrológiai Közlöny, 2004. pp.146.
- [2] Vízügyi és Környezetvédelmi Központi Igazgatóság, Tiszántúli Környezetvédelmi és Vízügyi Igazgatóság: *A Víz Keretirányelv hazai megvalósítása, VÍZGYÚJTÓ-GAZDÁLKODÁSI TERV - 2-17 Hortobágy-Berettyó*, 2010. április
- [3] Fórián Sándor: *Vízgazdálkodás- és vízminőségvédelem I.*, oktatási segédlet, DE-MK, 2013. pp. 24.
- [4] Dr. Bodnár Ildikó: *Környezet analízis I.* oktatási segédlet, DE-MK, Debrecen, 2013. pp. 87.
- [5] Dr. Barkács Katalin, Dr. Bartholy Judit, et al.: *Környezetkémia*, Typotex Kiadó, 2012. pp. 110
- [6] Bodnár, Ildikó; Földesi, Csaba; Szabolcsik, Andrea; Jolánkai, Géza: *Importance of ion chromatographic analysis in the status assessment of the Kösely Main Canal*, Proceedings of DENZERO International Conference, 10-11 October, 2013, University of Debrecen, Debrecen, Hungary, pp.85-102.

Köszönetnyilvánítás:

A kutatás a TÁMOP-4.2.4. A/2-11/1-2012-0001 Nemzeti Kiválóság Program című kiemelt projekt keretében zajlik. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

ABSZOLÚT AKADÁLYMENTESSÉG – A PTE ÉPÜLETÁLLOMÁNY VIZSGÁLATA

ABSOLUTE ACCESSIBILITY – ANALYSIS THE PTE'S BUILDING

TURI Tamás

Pécsi Tudományegyetem, Pollack Mihály Műszaki és Informatikai Kar, Építéskivitelezési és Mérnöki Menedzsment Tanszék, 7624, Magyarország, Pécs, Boszorkány út. 2.; Telefon / Fax: +36 72 211 968 / +36 72 214 682, turi.tamas@pmmik.pte.hu

Abstract

It is evident that “absolute accessibility” can be realized in a relatively small environment, by the parallel introduction and support of high technologies. The goal of my research is to provide a comprehensive overview on both the European and the national legal regulations and requirements on accessibility; and – knowing the laws on accessibility and the need of social integration – to work out an innovative, empathetic, ethical and aesthetical “code” based on adequate principles. Persons living with different disabilities live in all over the world and encounter a number of problems in their everyday lives. These impediments inhibit or restrict persons with disabilities in their fundamental human rights and freedoms. Hungary, similarly to other member states of the European Union, pursues to promote the equality of chances of persons with disabilities. An important measure has been taken in education, which is a basic sphere of the promotion of human rights. In recent years, due to positive changes in the domestic law, the number of students with disabilities in academic institutions has doubled.

Keywords: definitions for absolute accessibility, exploring the domestic and foreign legal background concerning accessibility

Összefoglalás

Az nyilvánvaló tény, hogy az „abszolút akadálymentesség” csak egy kis környezetben, a csúcstechnológia teljes támogatásával, bevezetésével valósítható meg. Kutatásom célja, hogy átfogó képet adjon az akadálymentességre vonatkozóan, mind az európai, mind a hazai jogi jellegű szabályozások, követelményrendszerek tekintetében, az akadálymentes környezetre vonatkozó törvények és a társadalmi integráció iránti igény ismeretében, a helyes megközelítési elvekkel egy újszerű, empatikus, etikus és esztétikus „szabályrendszer” kidolgozása. Akadályozottsággal élők a világ összes országában léteznek és találkoznak a mindennapi élet nehézségeivel. Ezek az akadályok gátolják vagy korlátozzák a fogyatékkal élőket az alapvető emberi és szabadságjogukban. Hazánk is az Európai Unió tagállamaihoz hasonlóan törekszik a fogyatékkal élő esélyegyenlőségének a megteremtésére. Az intézkedések sorában kiemelkedő oktatás, mely az emberi jogok előmozdításának alapvető eszköze. Az elmúlt években, hazánkban a jogi szabályozások terén hozott pozitív irányú változásoknak köszönhetően megduplázódott a felsőoktatásban a fogyatékkal élő hallgatók száma.

Kulcsszavak: „abszolút akadálymentesség” meghatározása, hazai és külföldi akadálymentes környezetre vonatkozó törvényi háttér

1. Akadálymentes környezetre vonatkozó törvényi háttér

1.1 Európai Unió jogi szabályozása

Az akadálymentesítésre vonatkozó európai jogi vagy jogi jellegű szabályozások állandóan változnak. A jogi szabályozás helyzetét folyamatosan követni kell, mivel az Európai Unióban is folyamatosan változik a helyzet, újabb szabályozásokat készítenek elő vagy vezetnek be. Az Európai Unió szintjén jelenleg jogi szabályozás segíti a hétköznapi élet igényeinek kielégítését az európai lakosság minél szélesebb rétegének, különös tekintettel a fogyatékos emberekre. Ennek ellenére átfogó európai uniós szabályozás az akadálymentesítésre még nem létezik. Több kezdeményezés és előkészület megtörtént már európai uniós szinten, több európai szervezetben, de kötelező szintű jogszabályokban történő megjelenésre még várni kell. A mindenki számára való egyenlő hozzáférhetőségre, az akadálymentesítésre vonatkozó hatályos Európai Unió szabályok jelenleg még csak egy-egy szakterületre, az élet bizonyos részére terjednek ki. Az Európai Unió szintjén az új gyakorlatok, az új irányzatok a hozzáférhetőség – akadálymentesség – esélyegyenlőség minél szélesebb körben történő biztosítását segítik a fogyatékos emberek számára. Az akadálymentesség fogalma és tartalma nagyon sokat változott az utóbbi években. A mozgássérült emberek szervezetei mozgalmat indítottak a fizikai akadályok megszüntetése érdekében. A 70-es években az akadálymentesítés az épületekbe való akadálytalan bejutást jelentett. Ekkor vezette be az ICTA az ISA logót, az akadálymentesség nemzetközi szimbólumát, amely kék alapon fehérrel rajzolt stilizált kerek székben ülő alakot szimbolizál. Holland irányítással 1996-ban elkészült az „Akadálymentesség európai eszméje” című dokumentum. Ez a segédlet határozta meg Európa számos országában és az Európai Unió tagországaiban az akadálymentes környezet kialakítását. Az OTÉK akadálymentességre vonatkozó kitételeinek alapjait ez a dokumentum képezi. A nemzeti szabályozások több mint kétharmada az Európai Unió szintjén meghozott szabályokon nyugszik. Az uniós szabályozások több tagország korábbi nemzeti szabályozásán alapulnak. Ezek a szabályozások az uniós jogharmonizáció során kerülnek a tagállamok jogrendszerébe. Az Európai Unió szintjén meghozott szabályok a közösségi, elsőbbségi jog körébe tartoznak. A jogszabályi hierarchiában a közösségi jog a nemzeti jog felett áll. Az Európai Unió szintű szabályozásoknál figyelembe kell venni a szubsidiaritás elvét. Az európai fogyatékosügyi mozgalom eredménye, hogy a fogyatékos emberek speciális igényeit az európai szintű szabályozások minden területén figyelembe veszik. Az Európai Unió több jogi szabályozást fogadott el a fogyatékos emberek számára, ezzel biztosítva a fogyatékos emberek számára a teljes körű hozzáférést. Ilyen terület például a közlekedés, a környezet, a szakképzés, a kommunikáció, az egészség, a biztonság. Az Európai Tanács 1987-ben megfogalmazott kérésének az eredménye az „Akadálymentesség Európai Eszméje”. Ez a koncepció az egyetemes tervezés alapelvein nyugszik. Ezek az elvek az épületek, az infrastruktúra és az építőipari – fogyasztási termékek tervezésére vonatkoznak. A koncepció alapvetően olyan környezet kialakítását célozza meg, amely a fogyatékkal élőknek is beleértve mindenki számára kényelmes, biztonságos és kellemes legyen.

1.2 Hátrányos megkülönböztetések elleni jogi szabályozása az EU-ban

A 2003-ban megrendezett kormányközi konferencia (IGC) célja az Alkotmány véglegesítése volt. Az új Alkotmány már foglalkozik a megkülönböztetés tilalmával a fogyatékos emberek tekintetében, külön cikk vonatkozik a fogyatékos emberek társadalmi beilleszkedésével. Az Európai Bizottság 2000-ben fogadta el a Közleményt, amely a mindenki számára akadálymentes társadalom elérését segíti. Nagy hangsúlyt fektet a fogyatékkal élő emberek gazdasági és társadalmi életben való részvételére. Ennek alapja a mobilitás, melyhez elengedhetetlen az épített környezet akadálymentesítésének és a hozzá kapcsolódó technológiáknak a fejlődése. 2002-ben Madridban az Európai Fogyatékosügyi

Kongresszuson fogadták el a Madridi Nyilatkozatot. A kongresszus több mint 400 résztvevője fektette le a fogyatékos emberek jövőképét, illetve megszabta a 2003-as Fogyatékos Emberek Európai Évének koncepcionális programját uniós, nemzetközi, regionális és helyi szinten. A madridi nyilatkozat „Jogi intézkedések” fejezete rendelkezik az akadálymentességről. A fogyatékos emberek nem jótékonykodást, hanem esélyegyenlőséget akarnak. A középületekre vonatkozó akadálymentesítési stratégiák az Európai Tanács tagországaiban eltérőek. Megvizsgálva a tagországok törvényeit, stratégiáit, tervezési szempontjait, ajánlásait jól látható, hogy három fő irányzata van az uniós gyakorlatnak.

1.2.1. Nyugat és észak – európai tagországokban

A nyugat- és észak európai tagországokban az akadálymentesség és a fogyatékos személyek társadalmi elfogadottsága magas színvonalú. Ez annak köszönhető, hogy az akadálymentességgel és a fogyatékosok esélyegyenlőségének problémáival már az 1970-es évektől folyamatosan foglalkoznak. Bár az akadálymentesség követelményeit törvényi rendelkezések, szabályozások és építési törvények nem rögzítik kellő szigorral. Ugyanakkor ezekben az országokban az egyetemes tervezés eszméjének nemzeti stratégiákba, programokba, oktatásba történő bevezetését már elkezdték.

1.2.2. Közép-kelet európai tagországokban

Az 1996-ban az Európai Bizottság ajánlásaként elfogadott az „Akadálymentesség Európai Eszméje” (European Concept for Accessibility – ECA) dokumentum kiemelkedő jelentőségű az akadálymentesség kezelésében. Ennek alapján Magyarország és a többi kelet európai tagország is szigorú követelményeket és előírásokat hozott létre az akadálymentességre vonatkozóan. Jellemző, hogy a teljes akadálymentesség elérésének törvényben is rögzített határideje van, ezzel szemben a fogyatékos személyek társadalmi elfogadottsága nem megfelelő.

1.2.3. Dél-kelet európai tagországok

A dél-kelet európai tagországokban csak az utóbbi években kezdtek el foglalkozni az akadálymentességgel, a fogyatékos emberek rehabilitációjával és integrációjával. Az akadálymentességgel kapcsolatos törvényi szabályozás ezekre a tagországokra nem jellemző.

1.3 Hazai jogi szabályozás

2004 óta már magyar szakemberek, a fogyatékos emberek szervezetei, szakértői is részt vesznek az Unió jogi szabályozások kidolgozásában. Alapvető fontosságú, hogy egy egységes, szakszerű, helyes szakkifejezéseket használó hazai jogi szabályozás jöjjön létre. A folyamatosan formálódó európai szabályozási folyamatoknak, az európai szintű jogrendszer kiterjesztésének a hazai jogalkotással elébe lehet menni, a részben már hatályos dokumentumok, elvek felhasználásával a fogyatékos ügyek kezelési módjának elsajátításával. Az Európai Unió Bizottsága által 1996-ban ajánlásként elfogadott dokumentum alapján Magyarország a Mozgáskorlátozottak Egyesületeinek Országos Szövetsége (MEOSZ) javaslatát elfogadva az Építési Törvényre benyújtott javaslatát átdolgozta, az „akadálymentesség” fogalmát és az ehhez kapcsolódó követelményeket beiktatta. Magyarországon 1997-ben született meg az épített környezet alakításáról és védelméről szóló LXXVIII. számú törvény. A törvény az Európai Unió Bizottság által 1996-ban elfogadott „Az akadálymentesség Európai eszméje” dokumentumra épül és az Országos Településrendezési és Építési Szakmai Követelmények (OTÉK) ezekkel a műszaki követelményekkel került kiegészítésre. Ezek a műszaki követelmények, előírások a középületek, közszolgáltatást nyújtó épületek kialakítására vonatkoznak és leginkább a mozgásukban korlátozott emberek igényeit veszik figyelembe. Az 1998. évi XXVI. törvény a fogyatékos személyek jogairól és esélyegyenlőségük biztosításáról már a lakóépületek esetében is megszabja az akadálymentesség követelményeit. Ez a törvény fogalmazza meg az esélyegyenlőség és a

fogyatékkal élő ember társadalomba való beilleszkedését. A fogyatékos személyek jogairól és esélyegyenlőségük biztosításáról szóló 1998. évi XXVI. törvény más néven az Esélyegyenlőségi Törvény.

2. Intézményi akadálymentesítés

Az akadálymentesítés lehet az épített környezet tudatos kialakítása, átalakítása. A műszaki megoldások tekintetében viszont megkülönböztetünk személyi és intézményi akadálymentesítést.

- Közhasznú intézmények akadálymentességének kialakítása az üzemeltető szervek, szervezetek feladata (állami és közigazgatási hatóságok és szervezetek).
- Üzleti szférában lévő szolgáltatások akadálymentességének kialakítását a piaci viszonyok szabályozzák, a társadalmi elvárásoknak megfelelően, mivel a szolgáltató és a fogyasztó viszonyát nem szabályozza magas szintű jogszabály.
- Lakhatás akadálymentességének kialakítása alatt értendő a lakóházak – lakások minden típusára, vendéglátó szálláshelyekre, oktatási intézményekhez tartozó diákszállókra, kollégiumokra. Az akadálymentes lakhatás feltételeire ma még nincs kötelezően betartandó előírások.
- Kereskedelmi szálláshelyek akadálymentességének kialakítása alatt értendő a szállodák, panziók, üdülők. Ezek akadálymentes kialakítása sokkal bonyolultabb az átlagnál, mivel erre a területre egyszerre vonatkozik a kereskedelmi – üzleti szféra és a közhasználatú létesítmények előírásai, szempontjai. Ugyanakkor itt a szálláshelyekben ötvöződik a lakóhely, az átmeneti és huzamos tartózkodású szálláshely funkciót. Tehát a „fogyatékos turizmus” számára is meg kell oldani az akadálymentességet.
- Oktatási intézményekben mára intézkedések történtek az akadálymentesség megvalósítása érdekében. Ugyanakkor megfelelő jogi szabályozások hiányában az oktatási intézményhez kapcsolódó diákszálló, kollégium akadálymentességének kialakítása jellemzően elmarad.

3. Összefoglaló

A komplex akadálymentesítés célja, hogy mindenkit befogadó, mindenki számára alkalmas környezetet, épületeket, tárgyakat és szolgáltatásokat alakítsunk ki. Az akadálymentesség biztosítása az élet minden területén szigorú szabályok megalkotását és társadalmi személetmód váltást igényel.

Irodalom

- [1] Szöllősiné F. E. – *Akadálymentes Európa felé?* (Európa akadálymentessége a jogi szabályozás tükrében), Mozgássérültek Budapesti Egyesülete, 2004
- [2] Szöllősiné Földesi E. - *Az Európai Unió anti - diszkriminációs politikája*, MEOSZ
- [3] Pandula A., P. Farkas Zs., Zsilinszky Gy., Dr. Fischl G., Caroline Meriales F. – *Tervezési segédlet az akadálymentes épített környezet megvalósításához*, ÖTM Területfejlesztési és Építésügyi Szakállamtitkárság, 2007
- [4] Pandula A., Palkovics R., P. Farkas Zs., Prónay B., Ruttkay – Miklián Á., Simonné Váradi Zs., Szántó T., Szuhaj M., Zsilinszky Gy. - *Segédlet a közszolgáltatások egyenlő esélyű hozzáféréseinek megteremtéséhez*, Komplex akadálymentesítés, Fogyatékos Személyek Esélyegyenlőségéért Közalapítvány, 2009

„A kutatás a TÁMOP 4.2.4.A/2-11-1-2012-0001 azonosító számú Nemzeti Kiválóság Program – Hazai hallgatói, illetve kutatói személyi támogatást biztosító rendszer kidolgozása és működtetése konvergencia program című kiemelt projekt keretében zajlott. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.”



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

SILÓSZÁRÍTÓK SZEMCSEMOZGÁSVISZONYAINAK ELEMZÉSE

ANALYSIS OF PARTICLE MOVEMENT CONDITIONS OF SILO DRYERS

VARGA Attila⁽¹⁾, SZABÓ Márk⁽²⁾

(1) (2) *Szent István Egyetem, Gépészmérnöki Kar, Mechanika és Műszaki Ábrázolás Tanszék 2103, Gödöllő, Páter Károly u. 1.; Telefon: +36 (28) 522-025, varga.attila@gmgi.hu*

Abstract

In drying processes of agricultural grains, the main problem is that in the end of the process the dispersion of the moisture of the material is not even. To reduce the inhomogeneity of the material there are numerous methods. At dryers with storing system a grain blender is fixed on top of the silo by which they reduce the inhomogeneity. The construction should be carry out that the granular material will be what smooth and better mixed. In this paper, a motion of an exist construction is determined and the correlation between the geometry and speed of the stirring augers and mixing rate is examined.

Keywords: silodryer, discrete element method, granular material

Összefoglalás

A mezőgazdasági szemcsés anyagok szárításánál a legnagyobb problémát az jelenti, hogy a folyamat végeztével az anyag nedvességtartalmának eloszlása nem lesz homogén. Az inhomogenitás csökkentésére számos módszer létezik. Tároló szárító rendszerű berendezéseknél egy, a siló tetejére szerelt terménykeverő rendszer segítségével csökkentik az inhomogenitást. A tervezés során úgy kell kialakítani a konstrukciót, hogy minél egyenletesebben, minél több anyagrészt keverjen át. Munkánk során meghatároztuk egy meglévő konstrukció keverőcsigái által bejárt mozgáspályát, valamint azt vizsgáltuk, hogy a keverőcsigák geometriája és fordulatszáma hogyan befolyásolja az átkeveredés mértékét.

Kulcsszavak: silószárító, diszkrét elemes módszer, szemcsés anyagok

1. Vastagrétegű szárítóberendezések fejlesztése

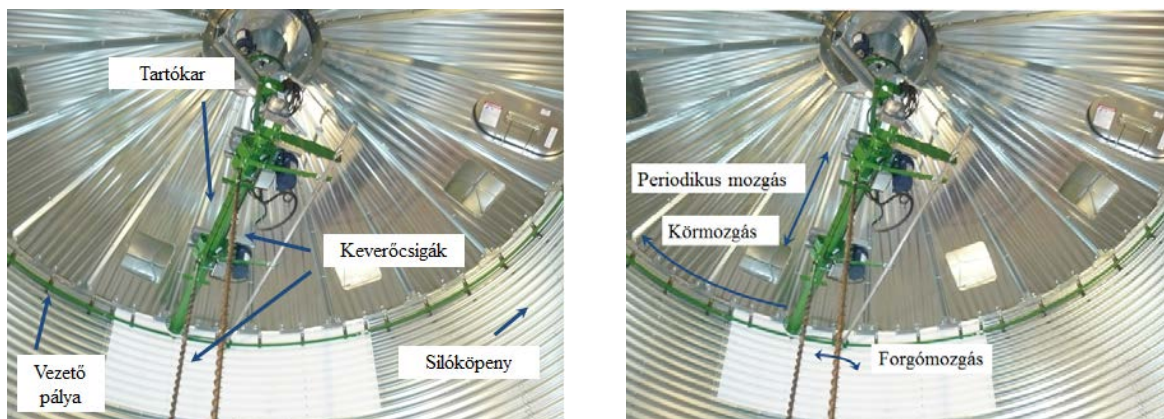
1.1. Tároló rendszerű szárítóberendezések

A szemestermények szárító berendezései közé tartoznak a vastagrétegű szárítók. A vastagrétegű szárítók esetén a szárítani kívánt anyagréteg több méter vastagságú. Ezek a szárítók a termény tárolására is kiválóan alkalmasak. Az ilyen berendezéseket silószárítóknak nevezik. Ezen típusú szárítók esetében is a legnagyobb problémát az jelenti, hogy a folyamat végeztével az anyag nedvességtartalmának eloszlása nem lesz homogén. Az inhomogenitás csökkentésére számos módszer létezik. A korszerű berendezéseknél, egy a siló tetejére szerelt terménykeverő rendszer segítségével csökkentik az inhomogenitást [1].

1.2. Terménykeverő rendszer módosítása

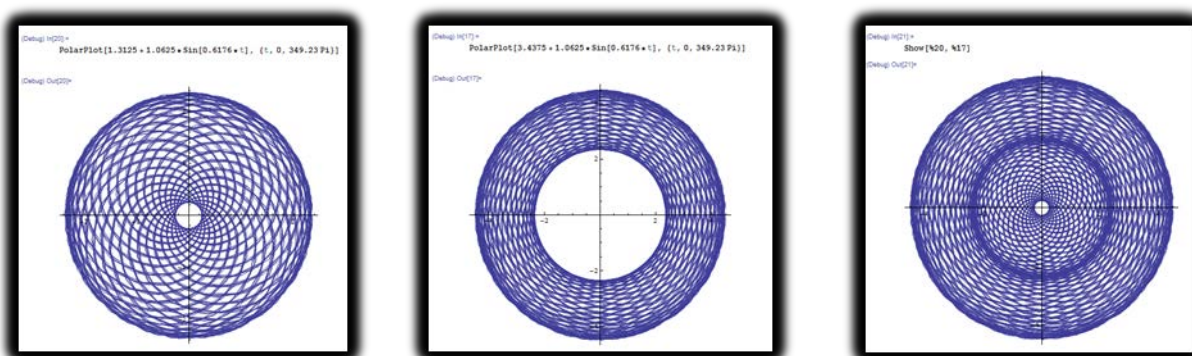
A keverőrendszert a legtöbb silószárítónál még nem alkalmazznak, pedig bizonyítottan javítja a száradó anyaghalmoz nedvességeloszlását. Amerikai és német cégek azonban több konstrukciót is kitaláltak. Az eltérő szerkezeti megoldások ellenére működési módjuk

hasonló. A keverés művelete három mozgás szuperpozíciójából tevődik össze. A silószárító tetejére felfüggesztett tartókar körmozgást végez a siló tengelye körül, míg a tartókaron található két keverő csiga sugárirányban, valamint saját tengelyeik körül periodikus mozgást végeznek (1. ábra).



1. ábra. A keverőrendszer felépítése és az általa megvalósított mozgások

A tervezés során úgy kell kialakítani a konstrukciót, hogy minél egyenletesebben, minél több anyagrészt keverjen át, azaz egy optimalizációs feladatot kellett megoldanunk. Meg kellett határoznunk a csiga által bejárt mozgáspályát. A mozgáspálya meghatározását kinematikai feladatként kezeltük, azaz a csigákat pontszerű testeknek kellett felvenni és ezeknek a pontszerű testeknek vizsgáltuk a mozgáspályáját. A módszert és a megoldást egy Magyarországon használt keverőberendezésre végeztük el, amelynek a méretei, üzemeltetési ideje és sebesség értékei álltak rendelkezésünkre. Az eredményeket polárkoordináta rendszerben ábrázoltuk meghatározva a két keverőcsiga által az adott üzemeltetési idő alatt bejárt utat (2.ábra) [2].



2. ábra A két keverőcsiga mozgáspályája a szárítási idő alatt (külön-külön és a kettő együtt)

A keverőcsiga körül kialakuló áramlási viszonyok modellezése az EDEM diszkrét elemes szoftver segítségével történt.

2. Magmozgások elemzése

2.1. Diszkrét elemek módszere

A diszkrét elemes módszer (DEM) egy új numerikus eljárás a szemcsés halmazok mechanikai viselkedésének modellezésére. A DEM szimuláció lényege, hogy az összes részecske mozgási

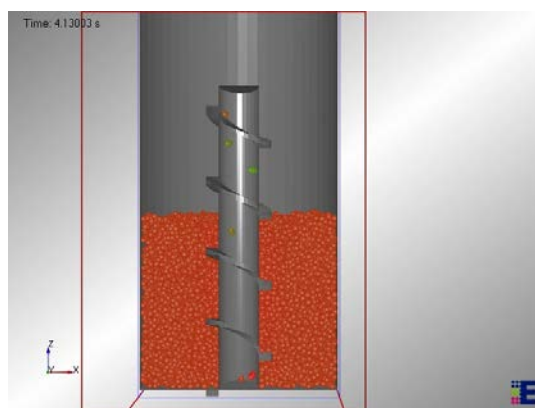
egyenletét egyenként oldjuk meg. A diszkrét elemes megközelítés nagyon hatékony, mert annak eredményei sokkal komplexebb geometriára kiterjeszthetők, mint az analitikus közelítés eredményei. A diszkrét elemes közelítés a szemcsés anyagot az egyes szemcsék mechanikai viselkedésének nyomon követésével modellezi. A közelítés során a halmazt idealizált tulajdonságokkal rendelkező szemcsék összességének tekintik. A szemcsék mechanikai kölcsönhatását erők és nyomhatékok segítségével modellezzük.

2.2. Modellalkotás

Az elkészített modell legfontosabb feladata, hogy megfelelően szimulálja a terményben forgó csiga körül kialakult mozgásokat. A szimulációban résztvevő szemcsés halmaz búza volt, amelynek a diszkrét elemes modellezéséhez a mechanikai paraméterei a Mechanika Tanszék korábbi méréseiből származnak [3]. A szimuláció során azt vizsgáltuk, hogy egy állandó szögsebességgel forgó keverőcsiga, egy adott átmérőjű búzával feltöltött tartályban, mekkora halmazt képest átkeverni (3. ábra) [4].

Bevezettük az *effektív sugár* fogalmát ez, az a csiga hossz tengelyétől mért távolság, amelynél a szemcsék csiga-tengely irányú sebessége a sugár mentén fellépő maximális csiga-tengely irányú sebesség értékének 10%-ával egyenlő (4. ábra).

Az effektív sugár bevezetésével összehasonlíthatóvá válnak a különböző csigalevel átmérővel, különböző fordulatszám mellett kapott eredmények. A másik fontos fogalom az egyes csigák keverési hatékonysága, ami az effektív sugár és a csigalevel sugarának a hányadosa. Öt darab szimulációt hasonlítottunk össze a fordulatszám, illetve a csigalevel átmérő

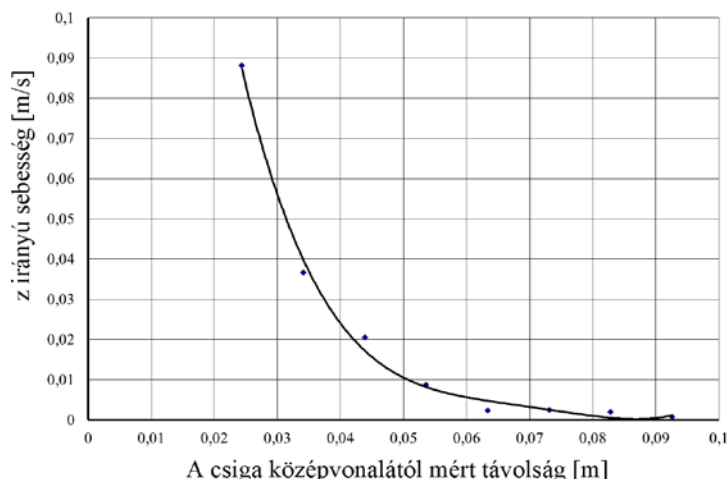
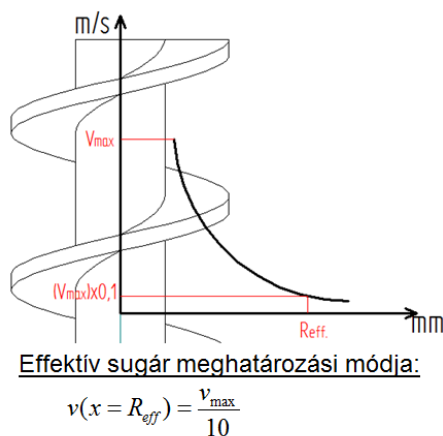


3. ábra A diszkrét elemes modell

növekedésének hatását az effektív sugárra. A csigalevel átmérők a következők: 65, 97,5 és 130 mm. A vizsgált fordulatszámok: 50, 100 és 150 1/perc. Az eredményeket az 1. táblázat mutatja. A szimuláció kiértékeléséhez a csigatengelytől mért távolságot egészen a tartály faláig tíz egyenlő részre osztottuk. Ezen a tíz intervallumon végezte el az EDEM nevű szoftver a sebességek mérését és ezeket intervallumonként átlagolta. A kapott pontsorra polinomot illesztettünk és meghatároztuk az effektív sugarat, mely a keveredés mértékét jellemzi.

1. táblázat. A diszkrét elemes szimulációval kapott eredmények

d [mm]	n [1/min]	vmax [m/s]	Reff [m]
65	50	0,0321	0,0495
65	100	0,0821	0,0488
65	150	0,0881	0,0525
97,5	50	0,0462	0,0642
130	50	0,0344	0,1061



4. ábra Az effektív sugár értelmezése

Az effektív sugarak összehasonlításából levonható következtetések: Adott csigalevél átmérő mellett a fordulatszám növelése nem eredményez változást az effektív sugárban. A csigalevél megnövelése már valamivel látványosabb változást okozott, a 130 mm levélátmérőjű csigához már több mint kétszer akkora effektív sugár tartozik, mint a 65 mm átmérőjűhöz. Megállapítható, hogy ugyanolyan fordulatszámnál a csigalevél átmérő növekedésével nő az effektív sugár.

3. Következtetések

- A diszkrét elemes módszer alkalmas a vastagrétegű szárítókban használt keverőcsigák által létrehozott szemcsemozgás viszonyok modellezésére;
- Az effektív sugár fogalmának bevezetésével lehetővé válik az egyes csigakonstrukciók összehasonlítása;
- Egy rögzített csigageometria esetén a fordulatszám növelése nem változtatja meg számottevően a csiga effektív sugarát.
- A fordulatszám növelése bizonyos mértékben javíthat a keveredés mértékén, mert nagyobb anyagmennyiséget mozgat át időegység alatt. Tapasztalataink szerint túl magas fordulatszámon a csiga „fűrőként” működve az anyaghalmaznak csak egy kis részét mozgatja át;
- Mindezek alapján optimálhatók a keverőrendszer mozgásviszonyai.

Irodalom

- [1] Arun S. M, Beke J.: *Gyakorlati szárítás*, Szaktudás Kiadó Ház Budapest, 2002
- [2] Varga A.: *Bolygatott ágyas szárítóberendezés keverőrendszerének tervezése*, Diplomamunka, Gödöllő, 2013
- [3] Istvan Keppler, Laszlo Kocsis, Istvan Oldal, Istvan Farkas, Attila Csatar, *Grain velocity distribution in a mixed flow dryer*, Advanced Powder Technology 23 (2012), pp. 824-832
- [4] Szabó M.: *Vastagrétegű szárítók szemcsemozgás viszonyainak elemzése diszkrét elemek módszerével*, TDK dolgozat, Gödöllő, 2013



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

ZIGBEE ALAPÚ VEZETÉK NÉLKÜLI ÖNSZERVEZŐDŐ HÁLÓZATOK

ZIGBEE BASED SELF-ORGANIZING WIRELESS NETWORKS

VARGA Attila Károly

*Miskolci Egyetem, Gépészmérnöki és Informatikai Kar, Villamosmérnöki
Intézet, Automatizálási és Infokommunikációs Intézeti Tanszék, H-3515
Miskolc-Egyetemváros, Telefon: +36 46 565-140, varga.attila@uni-miskolc.hu*

Abstract

The drawback of wired networks is that if we want to communicate on it a wired communication has to be established. Actually, wired communication limits our mobility. In wireless networks there is no need for wires, we can connect our devices to the network. Since wireless network applications have been deployed widely, wireless sensor networks have become an important research area. The development of wireless technology enabled to use cheap and small sized sensors in short range communications. A sensor network consists of several nodes that are low in cost and have a battery with low capacity. Distributed sensor networks have already been applied for years, but wireless sensor networks have recently been focused on. The rapid development of wireless sensor networks opened the door to create low-cost, low-power and multifunctional sensor devices that are integrated with sensing, processing, and communication capabilities. In this paper I present the ZigBee communication standard comparing with other well-known wireless standards.

Keywords: wireless, sensor network, self-organizing, ZigBee communication standard

Összefoglalás

Napjainkban több vezeték nélküli kommunikációs szabvány áll rendelkezésre közepes és nagysebességű adatátvitelhez, hang, kép, videó, és PC-s hálózatok kiszolgálásához. A kínálatból azonban hiányoztak a szenzor és vezérlő egységek speciális igényeit kielégítő vezeték nélküli kommunikációs szabványok. Ezek a rendszerek nem igényelnek nagy sávzélességet, de szükséges a rövid várakozási idő, látencia, az alacsony energia felhasználás és a biztonságos kommunikáció. Természetesen az alacsony költségek is fontos paramétert jelentenek egy széles körben felhasznált vagy elterjeszteni kívánt szabványnál. A vezeték nélküli hálózatok az évek során több szabvánnyal is gazdagodtak. Jelen cikkben a ZigBee kommunikáció szabványt kívánom bemutatni és más ismert vezeték nélküli szabvánnyal összehasonlítani.

Kulcsszavak: vezeték nélküli, szenzor hálózat, önszerveződő, ZigBee kommunikációs szabvány

1. Bevezetés

A '90-es évek végén szükségessé vált egy olyan szervezet létrehozása, mely az automatizálás területén globális, nyílt, megbízható, költség hatékony, alacsony energiafogyasztású vezeték nélküli hálózati megoldások kifejlesztésével foglalkozik. Hasonló szabványok már léteztek, de ezek a megoldások a nagy adatsebességre és az akkumulátoros tápellátásra

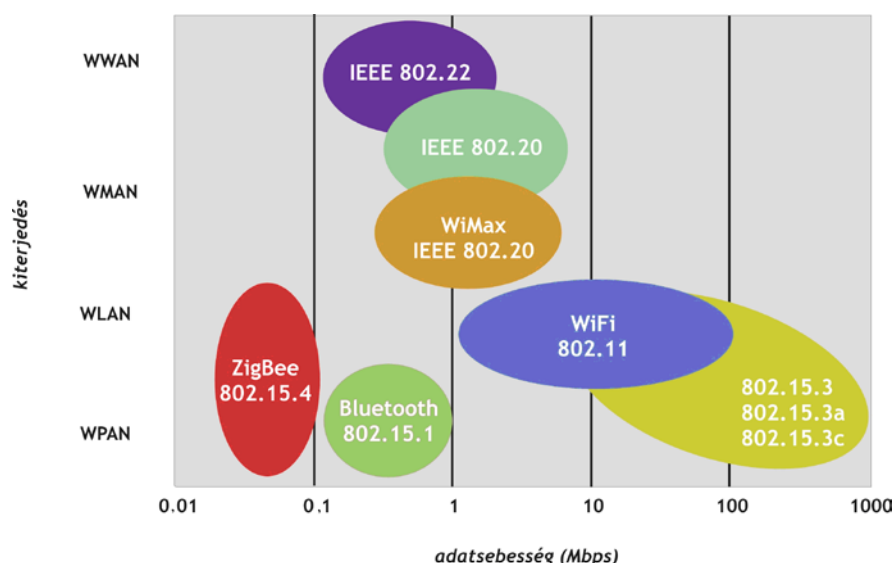
összpontosítottak, melyek nem igazán elégítették ki a piaci igényeket. Olyan megoldásra volt szükség, mely a következő szempontokra fókuszált:

- nagy kiterjedésű hálózatok (sok eszköz, földrajzilag nagy kiterjedés), melyek több évig képesek megbízható és biztonságos működésre emberi beavatkozás nélkül,
- nagy kapacitású akkumulátorok (több évig üzemeltethető legyen akár egy pár AA típusú elem használatával) alacsony infrastrukturális költséggel (alacsony eszköz és beüzemelési költség) egyszerű kivitellel és kis mérettel,
- viszonylag kis adatátviteli sebesség,
- szabványosított protokoll, mely lehetővé teszi különböző gyártóktól származó termékek együttműködését.

Ezen célok összehangolása érdekében jött létre 2002-ben a ZigBee Alliance [1], melyhez több mint 200 neves cég csatlakozott. A szervezet szlogenje: „Egyszerűen működő vezeték nélküli vezérlés”, melyből egyértelműen kitűnik a végfelhasználók valós igénye. A ZigBee Alliance olyan technológiát alkotott meg, mely alacsony költségű infrastruktúra révén biztosít intelligens, könnyen adaptálható vezeték nélküli kommunikációt az automatizálás és monitorozás terén. A ZigBee alkalmazási profilok lehetnek gyártó specifikusak, ill. nyilvánosak. A gyártó specifikus profilok zárt hálózatként működnek, ezért ezeket erre tesztelik. A nyilvános alkalmazási profilok a más ZigBee termékekkel való együttműködést tesztelik, melyeknél a cél az együttműködés.

2. A ZigBee összehasonlítása ismert vezeték nélküli szabványokkal

A hagyományos technológiák a nagy mennyiségű adatfolyam Interneten keresztül történő továbbítását tartják elsődleges célnak (ld. 1. ábra). A ZigBee-t több éves üzemelésre tervezték, olyan egyszerű feladatokat lát el, mint például világításvezérlés vagy hőmérsékleti adatok elküldése. Ahogy a vezeték nélküli szenzorhálózat technológiája fejlődik, az erre épülő alkalmazások egyre szélesebb területen hódítanak teret. A vezeték nélküli kommunikációval az élet számos területén találkozhatunk. A ZigBee hálózati szabvány kiküszöböli azokat a problémákat, amelyekre más vezeték nélküli megoldások nem voltak képesek. Míg a hasonló szabványok [2] egyre nagyobb adatsebességet biztosítanak, addig a ZigBee a kis adatsebességet célozta meg.



1. ábra. A ZigBee összehasonlítása az ismert vezeték nélküli kommunikációs szabványokkal

2.1. A ZigBee összehasonlítása az IEEE 802.11 és a Bluetooth szabvánnyal

Összehasonlítva a ZigBee szabványt a Bluetooth és az IEEE 802.11 kommunikációs szabvánnyal [3] érthetjük meg igazából, hogy a ZigBee miben is különbözik a többi szabványtól. Az IEEE 802.11 gyakorlatilag egy szabványcsalád. Az IEEE 802.11.b a 2,4GHz-es sávban működik, mint ahogy a Bluetooth és a ZigBee is, nagy adatsebességet biztosít (11 Mbps) vezeték nélküli Internet hozzáférés révén, és tipikusan 30 és 100 méteres hatótávolságon belül használják.

A Bluetooth közepes adatsebességet biztosít (kisebb, mint 3 Mbps) és 2-10 méteren belüli kommunikációra alkalmas. A Bluetooth technológia remekül megállja a helyét a beszédátviteli és a nagyobb adatátviteli sebességet igénylő alkalmazásokban, ellenben a ZigBee technológia sokkal alkalmasabb az olyan felügyeleti alkalmazásokra, melyekhez nem kell nagyobb átviteli sebesség, viszont sokkal fontosabb a hatékony telephasználás, változtatható topológia, és csak kismértékű felhasználói beavatkozás (pl. távirányítás) szükségeltetik.

A ZigBee szolgáltatja a legalacsonyabb adatsebességet, ugyanakkor hosszabb elemélettartam jellemző rá. A ZigBee alacsony adatsebessége miatt olyan alkalmazásoknál nem alkalmazható, ahol elvárt az 1 Mbps-os sebesség. Ezért például vezeték nélküli Internet kapcsolatra vagy CD minőségű vezeték nélküli headset kommunikációra nem alkalmas. A ZigBee kis sebességű vezeték nélküli személyes hálózatok számára (LR-WPAN) készült, ahol szöveg alapú átvitel szükséges (gép-gép kommunikáció). A Bluetooth már egy kiforrott szabványnak tekinthető sok hardver- és szoftvertámogatással. A ZigBee létjogosultsága a kis fogyasztás és bonyolult hálózat ad-hoc felépítésében rejlik.

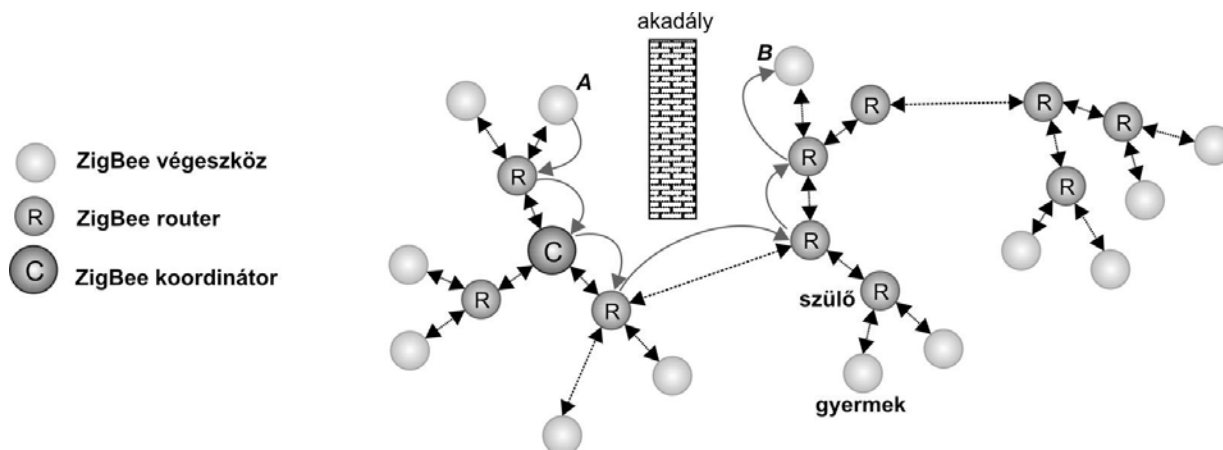
A hagyományos technológiák a nagy mennyiségű adatfolyam Interneten keresztül történő továbbítását tartják elsődleges célnak. A ZigBee olyan egyszerű feladatokat lát el, mint például világításvezérlés vagy hőmérsékleti adatok elküldése. A Bluetooth a laptopok, PDA-k, telefonok közötti kommunikációra, illetve a kábelezés kiváltására fókuszál. A ZigBee alacsony teljesítményfelvételű megoldás és kis csomagok adatátvitelével foglalkozik, míg a Bluetooth-nak nagyobb a teljesítményfelvétele és nagyobb csomagok átvitelére alkalmas.

3. ZigBee önszervező és önjavító tulajdonságok

A ZigBee hálózat azonnal létrejön, amikor az eszközök aktívvá válnak. Például egy mesh hálózatban az első kommunikálni kívánó eszköz válik ZigBee koordinátorrá, melyet követően a többi eszköz csatlakozni tud a hálózathoz egy csatlakozási kérelem elküldése után. Mivel járulékos felügyelet nem szükséges a hálózat kialakításához, így a ZigBee hálózatok önszervező hálózatként képesek működni (ld. 2. ábra).

Mesh hálózat létrehozása esetén, több módon is megoldható egy üzenet elküldése. Természetesen a leghatékosabb út kiválasztása a cél az üzenet továbbítása során. Abban az esetben, ha egy router nem működik megfelelően, például a gyenge elemek miatt, vagy az üzenet útvonalát valami akadályozza, akkor a hálózat egy alternatív útvonalat választ ki. Ezt a ZigBee mesh hálózat önjavító képességének nevezzük.

A ZigBee útvonal keresési algoritmus az ún. „távolság vektor” elvén alapul. Ehhez minden útvonalkeresésre [4] alkalmas eszköz rendelkezik egy ún. útvonal táblával. Ez tartalmazza egyrészt a logikai távolságot a célhelyhez és az útvonalban következő router címét a célhelyhez. Az eszközök több útvonal algoritmussal rendelkeznek. Előfordulhat, hogy egy eszköz nem tudja kialakítani az útvonalat, ekkor az útvonalkeresést a ZigBee koordinátor veszi át, amely több, hierarchikus útvonallal rendelkezik. Bizonyos esetekben a hálózat valamennyi eszköze elküldi az adatokat az ún. aggregátornak. Ez akkor fordul elő, amikor több eszköz keres egy eszközt.



2. ábra. Önszerveződés a ZigBee hálózaton belül

4. Következtetések

A ZigBee gyakorlatilag egy ad hoc elven szerveződő vezeték nélküli hálózat. Egy ilyen ad-hoc jellegű hálózatban az útvonal, melyen keresztül megy az üzenet a forrástól a cél csomópontig, dinamikusan kerül kiválasztásra a hálózatban kialakult kapcsolatoktól függően. Ha a hálózati feltételek megváltoznak, akkor valószínűleg az útvonal is meg fog változni. Számos hálózati technológiával ellentétben, ahol kiépített infrastruktúra biztosítja az üzenetek továbbítását, mindig adott eszközök kerülnek kiválasztásra, és úgy működnek, mint a hálózati routerek. A mindennapjainkban használt, ismert vezeték nélküli technológiák csak néhány óráig képesek akkumulátorról működni, addig a ZigBee-t több éves üzemelésre tervezték. A ZigBee eszközök gyorsan csatlakoznak, információt cserélnek és lekapcsolódnak a hálózatról visszatérve egy mély alvási állapotba, elérve így egy nagyon hosszú telep élettartamot. Egy Bluetooth eszköz kb. 100-szor több energiát igényel ugyanehhez a művelethez. Összehasonlítva a Bluetooth-szal, a ZigBee hálózat nagyobb számú résztvevőt tud kiszolgálni egymástól nagyobb távolságra lévő résztvevőkkel, ezért egy olyan vezeték nélküli kommunikációban, ahol egyszerű parancsokat kell továbbítani, vagy információkat kell begyűjteni szenzoroktól, a ZigBee a leghatékonyabb és legköltséghatékonyabb megoldás.

Köszönetnyilvánítás

A kutatás a TÁMOP 4.2.4.A/2-11-1-2012-0001 Nemzeti Kiválóság Program című kiemelt projekt keretében zajlott. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Irodalom

- [1] ZigBee Alliance: *ZigBee Specification*, Version 1.0, ZigBee Document 053474r06, December 14th, 2004.
- [2] William Stalling: *Wireless Communication and Networks*, Fourth Edition, Pearson Publication Limited, 2004, pp. 39-118.
- [3] Kohvakka, M., Kuorilehto, M., Hännikäinen, M., & Hännikäinen, T. D.: *Performance analysis of IEEE 802.15.4 and ZigBee for large-scale wireless sensor network applications*. Proceedings of the 3rd ACM International Workshop on Performance Evaluation of Wireless Ad Hoc, Sensor and Ubiquitous Networks, Terromolinos, Spain, 2006, pp. 48-57.
- [4] Ran, P., Sun, M., Zou, Y. (2006). *ZigBee routing selection strategy based on data services and energy-balanced ZigBee routing*. APSCC '06, December 2006, pp. 400-404.



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

WEB-ALAPÚ AUTOMATIZÁLÁS

WEB-BASED AUTOMATION

VARGA Attila Károly

*Miskolci Egyetem, Gépészmérnöki és Informatikai Kar, Villamosmérnöki Intézet,
Automatizálási és Infokommunikációs Intézeti Tanszék, H-3515 Miskolc-Egyetemváros,
Telefon: +36 46 565-140, varga.attila@uni-miskolc.hu*

Abstract

In recent years, communication technology has been undergoing enormous change, the mobile phone has become apart of our everyday life. The possibilities offered by the Internet is no longer available just for a narrow layer of people. This is due more or less to the emergence and spread of Web technologies. The popularity and success of these technologies are based on their open access nature that provides the opportunities for the demand-driven improvements. In many places, Internet connection is based primarily on an existing computer infrastructure, solution of industrial devices connected to the Internet can be achieved through the use of such equipment. However, this approach raises a number of problems. For example, it must pay for the programs running on the computer, as well as the protection is an important issue, because the computer system provides a copy of the data in the external (Internet) access, that may not be a true copy of the original data.

Keywords: communication technology, web technology, automation, PLC, HMI

Összefoglalás

Az utóbbi években a kommunikációs technológia óriási változásokon megy keresztül: a mobil telefon a mindennapi élet részévé vált. A hálózati technológiák alkalmazásának lehetősége és az Internet hozzáférés többé nemcsak egy szűk réteg kiváltsága. Ez többé-kevésbé a Web technológiák megjelenésének és elterjedésének köszönhető. Ezeknek a technológiáknak a népszerűsége és sikeressége a nyitottságon alapszik, mivel ez garantálja az igényekhez igazodó folyamatos fejlesztési lehetőséget. Az Internetes kapcsolat sok helyütt továbbra is elsősorban számítógépes környezetben működő infrastruktúrára épül, az ipari eszközök Internetre kapcsolódása is ilyen berendezések használata révén valósul meg. Ez a megoldás azonban számos problémát felvet. Többek között a gépen futó programokért általában fizetni kell, a védelem is fontos kérdés, sőt, mivel a számítógépes rendszer az adatok valamilyen másolatát biztosítja külső (Internetes) hozzáférés esetén, így nem biztos, hogy a valódi adatok azonosak a másolattal.

Kulcsszavak: kommunikációs technológia, Web technológia, automatizálás, PLC, HMI

1. Bevezetés

A Web technológia már elég rég óta jelen van a magánszférában. Az emberek ma már teljesen természetesen használják a levelező rendszereket (e-mail), akadály nélkül szörföznek az Interneten, illetve egyre többen vásárolnak online áruházakban. A webes szolgáltatások azonban nemcsak az otthoni, helyhez kötött információs technológia része, gondoljunk csak a mobil megoldásokra, mint például a mobil telefon, melynek szolgáltatásait bárhol és bármikor használhatjuk a világon. Már az információs technológia megjelenésének idején számos megoldás látott napvilágot. Míg az Internet megjelenésekor analóg modemek,

tárcsázós kapcsolatok tették lehetővé az információs sztrádán történő barangolást, addig manapság a vezeték nélküli kapcsolatok kerülnek előtérbe. A WIFI router-ek számos megoldást kínálnak az IT/hálózati technológia otthonunkban történő alkalmazásához. Néhány éve még senki nem gondolta volna, hogy egy átlagos felhasználó helyi hálózatot (LAN) konfigurál, tűzfalat és elektronikus levelező rendszereket használ a mindennapi kapcsolattartáshoz – de ma ez már a valóság.

2. A WEB technológia megjelenése a folyamatirányításban

A Web technológia megjelenése lehetővé tette, hogy költséges megjelenítő szoftverek használata nélkül a folyamatirányító egységek adatai a hozzájuk tartozó technológiai képekkel egyetemben megjeleníthetők legyenek, bármilyen szabványos böngésző (Internet Explorer, Firefox) program segítségével. A megoldás a folyamatirányító egységbe telepített Web szerver funkció. A megoldás lényege, hogy a grafikus technológiai képet, az irányítóegység által mért és számított adatokkal kiegészítve, weblap formájában (HTML) a készülék által használt bármelyik kommunikációs csatornáján keresztül elérhetővé teszi. Az ilyen formátumú képek az Internet elérés szabályai szerint, bármelyik böngészővel rendelkező eszközön megjeleníthetők. Ez a lehetőség sokat segít az üzembe helyezés, szerviz munkák során. Az adott technológia egyes felügyeleti szoftverek „távoli” elérhetőségét és megjeleníthetőségét is lehetővé teszi. [1]

2.1. Kommunikációs protokoll

A kommunikáció alapvető eleme a Web technológiáknak. A TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) alapvető protokoll típus a hálózati adatforgalomban, amely biztosítja, hogy a hálózaton lévő állomások megcímezése és az adatcseréje korrekt módon történjen. A TCP/IP nemcsak az Internetes alkalmazásokhoz, hanem a helyi hálózatokhoz is fűződő fogalom. Egyfajta integráció figyelhető meg a helyi hálózatok és az Internet között, mely annak tudható be, hogy mind a kettő ugyanazon technológián alapszik. A TCP/IP a webes kommunikáció alsó rétegét reprezentálja, mely olyan szolgáltatásokat biztosít, mint e-mail, fájlok átvitele (FTP) és World-Wide-Web (WWW). A szolgáltatások mindegyike saját protokollt használ a TCP/IP-be beágyazva [4].

2.2. Kliens-Szerver architektúra

Az Internet struktúrája a kliens/szerver modellen alapszik. A szerver egy számítógép, vagy program, amely az adatforgalmat bonyolítja a hálózaton. A szerver mindig passzívan vesz részt a kommunikációban, mivel csak az adatok továbbítását látja el – bár számos esetben ez nem mindig van így. A megfelelő szoftver telepítése esetén a Web szerverek módosíthatják az adatokat, vagy teljesen új weblapokat generálhatnak. A szerverek a kliensekkel kommunikálnak. A kliensek aktív résztvevői a kommunikációnak, adatot igényelnek a szervertől. Például egy web böngésző is kliensnek tekinthető, mivel weblapokat igényel a web szervertől.

2.3. Dinamikus adattartalom

A HTML eredetileg statikusan működött, azaz a HTML oldalakat megszerkesztették, feltöltötték és a kiszolgálók a kliensek felől érkező kérésekre statikus, állandó tartalmú weblapokat szolgáltatottak. A gyakorlatban viszont a felhasználóknak aktuális, naprakész adatokra és információkra volt szükségük. Ezen igény kielégítésére vezették be a DHTML (dinamikus HTML) fogalmát, mely technológia lehetővé teszi, hogy ugyanazon a weblapon dinamikusan változó adat jelenjen meg, azaz friss információkkal látja el a klienseket. Az első

verzió az SSI (Server Side Includes) technológia révén került bevezetésre. Az SSI révén speciális jelölések (tag), vagy utasítások helyezhetők el a HTML kódrészében, melyeket a szerver mindig az aktuális adattal frissítve továbbít a kliensek felé. A weblap legenerálása a szerver, vagy a kliens oldalon történik meg. Az SSI a szerver oldalon fut, tehát a böngészőknek még a HTML kódrészbe ágyazott speciális utasításokat sem kell látniuk, ismerniük.

2.4. WEB technológiák népszerűsége

A Web technológia szabványos IT komponenseket használ, tehát széles körben alkalmazhatók a rendelkezésre álló, olcsó hálózati elemek, mint router-ek, switch-ek vagy WLAN elérést biztosító eszközök. Ez azt jelenti, hogy a folyamatirányító egységek, az irányító panel és a PC klasszikus hardver-platformjai mellett az automatizálási mechanizmusok is alkalmazhatnak PDA-kat, SmartPhone-okat vagy egyszerű mobil telefonokat is. A Web technológiákat illetően másik nagy előnyként említhető a platform függetlenség, mely révén ugyanaz a technológia alkalmazható Windows, Linux/Unix illetve Macintosh platformokon egyaránt.

2.5. WEB-alapú automatizálás

A Web technológia a korlátlan kommunikáció egyik eszköze. Egy folyamatirányító egységnek ugyanazon feladatokat kell ellátnia – adatcsere az irányító panellel, gyártási adat szolgáltatása egy géptől a vállalati hálózat felé, vagy karbantartás Interneten keresztül – akármilyen kommunikációs mechanizmusról is legyen szó. A napjainkban alkalmazott korszerű technológiák esetén nem kell valamennyi gyártónak a saját terepi busz rendszerével összekapcsolni az irányító paneleket, nincs szükség drága társprocesszorokra a meglévő IT infrastruktúra technológiához történő illesztéséhez, és az adatcserét sem kell többé lassú modemes kapcsolatok révén elvégezni. A modern technológiai megoldásoknak köszönhetően nincs szükség speciális szoftver-meghajtó programokra, vagy OPC szerverekre ahhoz, hogy adatot küldjünk a folyamatirányító egységtől a PC felé. Ennek eredményeképpen lecsökkennek a műszaki költségek és költséghatékonyabb működés érhető el.

A konvencionális kommunikáció típusok az automatizálásban általában korlátozottak. A terepi buszok egy bizonyos számú állomást tudnak kiszolgálni. A folyamatirányító egységek csak nehezen kezelhető irányító panelek révén működtethetők, a buszrendszerek különbséget tesznek a mester és szolga gépek között, valamint a mesterek száma is limitált. A Web technológia e kötöttségeken kerekedik felül, megszüntetve a korlátozó tényezők kedvezőtlen hatását, ugyanis valamennyi kommunikációban résztvevő entitás ugyanazokkal a jogokkal bír, és a kommunikációs kapcsolatuk nincs lekorlátozva.

A Web technológiák viszonylag új megvalósítási lehetőséget biztosítanak a HMI [2] és a megjelenítés terén. A kliens/szerver modell alapján a Web kompatibilis folyamatirányító egységek nemcsak az irányító programot és a folyamat adatait tartalmazzák, hanem a felhasználói interfésszel is együttműködnek. Az irányító panelekhez csak egy böngésző szükséges az adott platformon. Nincs szükség többé arra, hogy ezeket a paneleket HMI projektek révén konfiguráljuk, mert a feltöltést a folyamatirányító egységről saját maguk végzik el ugyanúgy, mint a PC esetén. Nincs szükség speciális megjelenítő szoftverre és runtime licenszre. Ezen alapszik a hálózat alapú vezérlés és a működtetés filozófiája. Gyakorlatilag elmondható, hogy a Web technológia leegyszerűsíti a rendszerek és a gépek integrálását a meglévő IT infrastruktúrába. Például, ha csak az FTP kapcsolatot nézzük, a mester hosztok, vagy gyártástervező rendszerek egyszerűbben töltenek be folyamat adatokat a folyamatirányító egységből fájlformátumban.

2.6. WEB kompatibilis folyamatirányító platformok

A Web technológia alkalmazásának lehetősége a Web kompatibilis folyamatirányító egység hardverében rejlik. A PCD folyamatirányító egységek Web szerver funkcióval rendelkeznek, valamint monitorozó és megjelenítő kijelzővel a PCD adat CGI [3] interfészen történő eléréshez. Az integrált FTP szerver és fájl-rendszer révén rendkívül leegyszerűsödik az adatcsere egy magasabb szintű számítógépes rendszerrel, - lehet, hogy csak folyamat adatot, vagy naplófájl-t kívánunk továbbítani a PC felé - a hagyományos FTP kliens alkalmazásával. A kezelő egységek Web panelek formájában állnak rendelkezésre, amelyek az automatizálás igényeit elégítik ki. A Web panelek hálózatba köthetők (LAN-on, vagy Interneten keresztül), böngészővel rendelkeznek és képesek a folyamatirányító egységekben lévő felhasználói interfészek megjelenítésére. A Web-alapú HMI koncepciók alapjaiban különböznek a hagyományos irányító paneles technológiától [5]. A terepi irányítóegységek közelében, vagy irányítószekrénybe épített WEB terminálok segítségével helyi megjelenítés is megvalósítható.

3. Következtetések

Az IT fejlődése még korántsem állt meg. Az Internet kínálta megoldásokat egyre elterjedtebben alkalmazzák gépek és rendszerek irányításánál is, melynek köszönhetően az újabb és újabb Web-alapú szolgáltatások iránti igény is fokozatosan növekszik. Míg 5-10 évvel ezelőtt a hagyományos gép- és rendszervezérlésen volt a hangsúly, addig manapság a hatékony működés (HMI) és kommunikáció az elsődleges cél. A korszerű HMI megoldások iránti igények és kommunikációs lehetőségek kibővültek. Míg ezelőtt elegendő volt egy egyszerű helyi irányító panel alkalmazása a folyamatban, addig ma olyan elosztott irányító megoldások kerültek a középpontba, melyek intranet, vagy Internet hozzáférést biztosítanak a teljes helyi irányító hálózathoz. A gépeket már modern, fejlett IT infrastruktúrához kell illeszteni. A távoli diagnosztikai, felügyeleti, menedzselő funkciók a mindennapi gyakorlat részei, melyek révén jelentősen csökkenthetők az üzemeltetési költségek. A Web-alapú HMI koncepció révén a merev pont-pont kapcsolaton alapuló kommunikációt egy rugalmas kliens/szerver topológiával helyettesítik. Az újítás abban rejlik, hogy a megjelenítendő projektnek nem szükséges most már az irányító panelen elhelyezkednie, hanem az a folyamatirányító egységben tárolódik. A PLC ezért egy „automatizálási objektumként” jelenik meg, és mindent tartalmaz, ami az ellátandó feladathoz szükséges: a folyamatirányító egység programját, a felhasználói interfészt.

Köszönetnyilvánítás

A kutatás a TÁMOP 4.2.4.A/2-11-1-2012-0001 Nemzeti Kiválóság Program című kiemelt projekt keretében zajlott. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Irodalom

- [1] Ajtonyi István: *Ipari Kommunikációs Rendszerek III*, ISSN szám: 1789-5456, AUT-INFO, 2010.
- [2] Steven A. Hechtman: *Web-based HMI – An emerging trend*: <http://www.automation.com/library/articles-white-papers/hmi-and-scada-software-technologies/web-based-hmi-an-emerging-trend>
- [3] CGI: The Common Gateway Interface: <http://cgispec.golux.com/ncsa>
- [4] <http://www.automatedbuildings.com/news/feb03/articles/jm/jm.htm>
- [5] White Papers: Using Internet Technologies to Create Web-Based HMI: <http://www.indusoft.com>



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

SNÓBLIZÁS SAKKTÁBLÁN

MATCHING PENNIES ON CHESSBOARD

VARGA Levente

MTA TTK MFA (Magyar Tudományos Akadémia, Természettudományi Kutatóközpont, Műszaki Fizikai és Anyagtudományi Intézet), Magyarország, 1121 Budapest, Konkoly Thege M. út 29-33., Telefon: +36-1-3922222, Fax: +36-1-3922226, vargal@mfa.kfki.hu

Abstract

An evolutionary game, by name matching pennies game, is studied with two types of players located on a chessboard. Each player's payoff comes from games with their four neighbors. The players can update their own strategies with the Glauber type dynamical rule. This dynamics drives the system into a stationary state. In this system the two strategies are present with the same probability without correlation between the nearest neighbors while a weak negative correlation is presented between the second and third neighbors. These observations are confirmed by approximative methods.

Keywords: evolutionary game theory

Összefoglalás

Egy evolúciós játék, név szerint snóblizás tanulmányozása sakktáblára helyezett kétféle játékosal. Minden játékos nyereménye a négy szomszédjával játszott játékokból származik. A játékosok a Glauber típusú dinamika szabályai szerint mosósíthatják saját stratégiájukat. Ez a dinamika egy stabil állapotba vezérli a rendszert, amelyben azonos valószínűséggel fordul elő a két stratégia. A korreláció hiánya figyelhető meg a közvetlen szomszéd esetében és egy gyenge negatív korreláció jelentkezik a másod és harmad szomszédok között. Ezt a megfigyelést az átlagtér közelítés módszere is alátámasztotta.

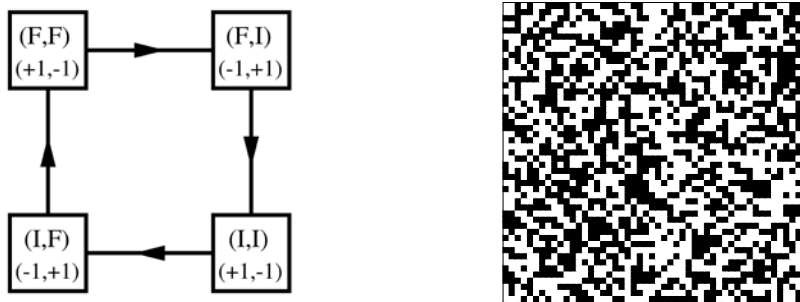
Kulcsszavak: evolúciós játékelmélet

1. Bevezetés

A snóblizás napjainkban már kevésbé használatos, régebben azonban ezzel az egyszerű játékkal nyerhettük el játékosársunk pénzét. A játékszabályoknak megfelelően két játékos egyszerre döntötte el, hogy a tenyerében levő azonos pénzerme fej vagy írás oldalát fordítja felfelé. A játékosok megállapodása szerint, ha a két pénzerme azonos oldala volt felül, akkor az egyik, ellenkező esetben pedig a másik, játékos nyert és az övé lett mindkét érme.

A hagyományos snóbli játék menetét megváltoztatva úgy, hogy az ismétlődő játéknál a játékosok nem egyszerre, hanem felváltva, vagy véletlen sorrendben, módosíthatják az előző stratégiájukat, az 1. ábra bal oldalán látható folyamatábra alakul ki. A folyamatábrán látható négyzetekben a különböző lehetőségek és a hozzájuk tartozó nyeremények vannak feltüntetve. A lehetséges választásokat összekötő élek és az éleken szereplő nyilak a változásokat, illetve azok irányát jelzik. A játék egyik pillanatában az egyik játékos nyerő helyzetben van és a másik játékos vesztesre áll, aki, ha változtat a stratégiáján nyerő pozícióba

kerül. Így az elégedetlenség és a nyereségvágy egyfajta örökmozgóként fenntartja a ciklikus ismétlődést. A módosított snóblihoz hasonló játékmódok segítségével jól leírható például a vevők és az eladók közötti kölcsönhatás [1] és ez a modell adja, a van Valen által biológiai rendszerekre megfogalmazott sötét királynő (Red Queen) hipotézis hajtóerejét [2, 3].



1. ábra. (bal oldal) Kétszemélyes snóbli játék folyamatábrája. (jobb oldal) Az evolúciós snóbli játék esetében a fej (világos) és az írás (sötét) stratégiák térbeli eloszlásáról készített pillanatfelvétel 50x50-es négyzetrácson.

Evolúciós játékelméletről az 1970-es évektől beszélhetünk. Ekkor alakult ki, hogy a biológusok a játékelmélet eszközeivel írták le a darwini kiválasztódást. Matematikai formulák segítségével fejezték ki a fajok utódlétrehozó képességét [4].

A legegyszerűbb sokszereplős evolúciós játékelméleti modellek esetében a játékosok egy négyzetrácson helyezkednek el. A hagyományos játékelméleti eszközöknek megfelelően a játékosok és a szomszédjaik közötti párkölcönhatást egy nyereménymátrix segítségével adjuk meg [5]. Az evolúciós folyamat során a véletlenül kiválasztott játékos a rendelkezésére álló stratégiák közül kiválaszt egyet, majd ezt használva játszik egy-egy játékot mindegyik szomszédjával. Ha az új stratégia magasabb nyereményt biztosít, akkor a játékos nagy valószínűséggel áttér új stratégiára. A kiválasztott játékosok egymást követően módosíthatják stratégiájukat egyéni nyereményük növelése érdekében.

Jelen kutatásban az evolúciós snóbli játék által leírt kölcsönhatást tanulmányozzuk, ahol kétféle, A és B típusú játékost különböztetünk meg. Ezek a játékosok egy négyzetrácson foglalnak helyet, amely két egyenértékű alrácra van bontva, hasonlóan, mint a világos és sötét négyzetek a sakktáblán. Ebben az esetben az egyik típusú játékos a szomszédos stratégiák egyezésével, míg a másik játékos a stratégiák különbözőségével nyer. A sakktábla elrendezés bevezetése következtében minden játékos a négy ellenkező típusú szomszédjával játszik. A továbbiakban a snóbli játék stratégiák eloszlására kifejtett hatását tanulmányozzuk. A zajszint változását a Glauber típusú dinamika szabályai szerint írjuk le. Valamint demonstráljuk a véletlen stratégiai eloszlás és a kölcsönhatás eredményeként a térbeli elrendeződésen kialakult gyenge korrelációt.

2. Modellek és módszerek

A bevezetőben leírt kétalrácson struktúra a játékosokat két $x \in X$ és $y \in Y$ csoportba osztja. Minden játékosnak $z = 4$ ellenkező típusú ($x + \delta \in Y$ és $y + \delta \in X$), közvetlen szomszédja van. A játékosok stratégiája kétdimenziós egységvektorral, nyereményük pedig a következő összegekkel fejezhető ki:

$$s_x, s_y = F = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}, I = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix}; u_x = \sum_{\delta} s_x \cdot A s_{x+\delta}, u_y = \sum_{\delta} s_y \cdot B s_{y+\delta} \quad (1)$$

ahol az összegzést a négy közvetlen, ellenkező típusú szomszédal játszott snóblizás eredményeként kapjuk. Az (1) egyenletben szereplő A és B mátrixok az X és Y alrácshoz tartozó játékosok nyereménymátrixai, amelyek a snóbli játék esetében a következők:

$$A = \begin{pmatrix} +1 & -1 \\ -1 & +1 \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} -1 & +1 \\ +1 & -1 \end{pmatrix}. \quad (3)$$

A két mátrix összegéből ($A + B = 0$) látható, hogy ez egy nulla-összegű játék, egyetlen kevert Nash egyensúllyal, amelyben mindkét játékos $\frac{1}{2}$ valószínűséggel választhat a fej és írás stratégiák közül. A játék során egy elemi lépésben véletlenül kiválasztott x játékos a következő egyenlet szerint módosítja a stratégiáját, az s_x stratégiáról az s'_x stratégiára vált:

$$W(s_x \rightarrow s'_x, s_{-x}) = \frac{1}{1 + \exp\left[\frac{(u_x - u'_x)}{K}\right]}, \quad (4)$$

ahol a többi játékos stratégiája s_{-x} változatlan marad, és a K paraméter jellemzi a zaj nagyságát

A rendelkezésünkre álló modellek segítségével egy $N = L \times L$ négyzet rácson elkészített periodikus határfeltételekkel rendelkező rendszert Monte Carlo (MC) szimulációval elemzünk. A rendszer mérete $N = 2.5 \cdot 10^5$ és $N = 4 \cdot 10^6$ között változik. A szimuláció egy véletlen kiindulási állapotból indul. A statisztikai adatokat $t_{th} = 2 \cdot 10^3 MCS$ és $t_{th} = 10^6 MCS$ között változó termalizációs idő, valamint $t_s = 5 \cdot 10^4 MCS$ és $t_s = 3 \cdot 10^6 MCS$ közötti mintavételezési idő után kapjuk. Egy időegységen belül (MCS) minden játékosnak lehetősége van stratégiája mosósítására.

A korreláció elemzésére a MC szimuláció mellett a dinamikus klaszter közelítést is felhasználjuk [6]. A módszer segítségével kiszámoljuk a konfigurációs valószínűséget egy n pontos klaszterre. Esetünkben egy 9 pontos átlagtér közelítés során numerikus egyenleteket oldunk meg, ahol $2 \times 2^9 = 1024$ változó írja le két darab 3×3 -as blokk lehetséges stratégiáinak valószínűségét. A konfigurációs valószínűségek segítségével adhatunk analitikus közelítést a fenti szimulációs eredményekre.

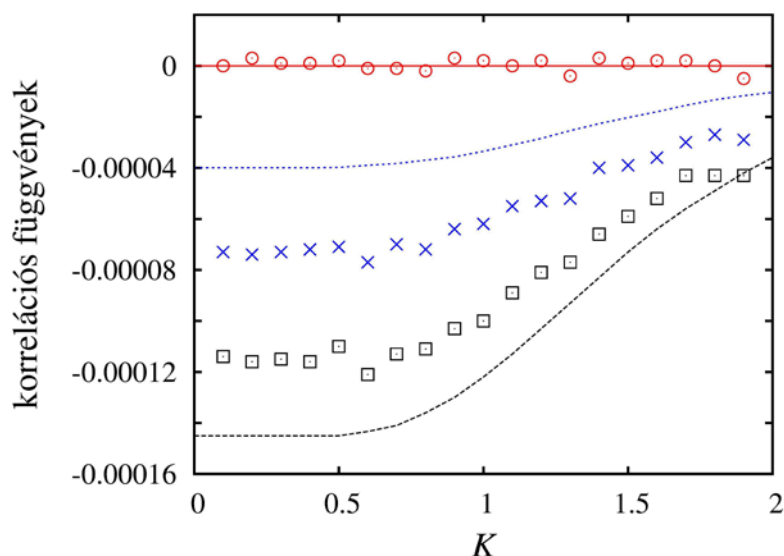
A modell alapján felépített rendszerben a játék során bármelyik pillanatban az 1. ábra jobb oldalához hasonlóan teljesen véletlen elosztást látunk a stratégiák térbeli elhelyezkedéséről.

3. Korrelációk a snóbli játékban

A MC szimuláció folyamán a rendszer egy stabil állapotba fejlődik, ahol a két stratégia a két alrácson azonos valószínűséggel van jelen, ahogy azt az előre jelzett eredmények mutatták. Vizuálisan nem figyelhetjük meg a korreláció jelenlétét a négyzet rácson kapott stratégiai eloszlás ábrázolásával. Azonban a szimuláció igazolta a korreláció hiányát a közvetlen szomszédok esetében, minden K értékre, ahogy azt a 3. ábrán megfigyelhető körök mutatják. Az ábrán szereplő négyzetek és X -ek azt mutatják, hogy kialakul egy gyenge negatív korreláció a másod és harmad szomszédok között.

A szimuláció mellett alkalmazott 2 pontos és 4 pontos átlagtér közelítés esetében szintén nem volt látható a korreláció. Ezután következett a 9 pontos átlagtér közelítés. Ezen a szinten már jelen van a korreláció, ahogy azt a 3. ábrán látható folytonos, szaggatott és pontozott

vonalak is mutatják. Jól látható, a minőségi megegyezés az előrejelzés és a szimuláció eredményei között.



3. ábra. A korrelációs függvények ábrázolása a K függvényében. A körök szemléltetik a korreláció hiányát a közvetlen szomszédoknál, a négyzetek (X-ek) pedig a korreláció mértékét a másod (harmad) szomszédok esetében. A folytonos, szaggatott és pontozott vonalak ábrázolják a kilenc pontos közelítés által meghatározott korrelációs elméleti előrejelzést az első, másod és harmad szomszédok között.

4. Összefoglaló

A kutatásaink során a sokszereplős snóbli játékot tanulmányoztuk négyzet rácson a Glauber típusú dinamika szabályai szerint. Eredményként a játékosok térbeli elrendeződésével és egymás közti kölcsönhatásával a köztük fellépő gyenge negatív korreláció jelenlétét mutattuk ki analitikus és szimulációs módszerek segítségével. A kutatás további részében véletlen szabályos gráfon is megvizsgáltuk a modellt. A kapott eredmények hasonlóak a négyzet rácson kapott eredményekhez, azzal a kivétellel, hogy a véletlen szabályos gráfon a harmad szomszédok közötti korreláció eltűnik. Előzetes eredményekből arra következtethetünk, hogy a korreláció és a mikroszkopikus viselkedés is lényegesen változik, ha más játék komponenseket is használunk a snóblizás mellett.

Köszönetnyilvánítás

Kutatásaink támogatásáért köszönettel tartozunk a John Templeton Alapítványnak (6-4516-2012).

Irodalom

- [1] D. Friedman, *Econometrica* **59**, 637 (1991).
- [2] L. van Valen, *Evolutionary Theory* **1**, 1 (1973).
- [3] L. van Valen, *Evolutionary Theory* **4**, 129 (1980).
- [4] Maynard Smith J., *Evolution and the Theory of Games*, Cambridge University Press, Cambridge (1982).
- [5] J. von Neumann and O. Morgenstern, *Theory of Games and Economic Behaviour*, Princeton University Press, Princeton (1944).
- [6] G. Szabó and G. Fáth, *Phys. Rep.* **446**, 97 (2007).



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

TECHNOLÓGIAI PARAMÉTEREK HATÁSA A KIALAKULÓ SZEMCSEHATÁR SZERKEZETRE

THE EFFECTS OF THE PARAMETERS OF TECHNOLOGICAL PROCESSES ON THE FORMATION OF THE GRAIN BOUNDARY STRUCTURE

VARGA Péter

Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, Anyag- és Alakítástechnológiai Szakcsoport, 1081 Budapest, Magyarország, Népszínház u. 8., varga.peter@bgk.uni-obuda.hu

Abstract

The parameters of mechanical processes and following thermal treatments have great impact on the microstructure. The effects were examined using Cu-ETP pure copper specimens which were cold rolled and annealed in multiple steps. The evolution of the grain boundary character distribution (GBCD) is discussed using the data obtained from orientation microscopy. As regards the processing of the orientation data the coincidence site lattice theory was applied.

Keywords: EBSD, GBCD, CSL grain boundaries, copper, cold rolling, recrystallization

Összefoglalás

Az egymást követő mechanikai és termikus kezelések technológiai paramétereinek jelentős hatással vannak a kialakuló mikroszerkezetre. Ezek hatásainak elemzése több ciklusban hidegen hengerelt és lágyított, Cu-ETP tiszta réz anyagú próbákon történt. A szemcseszerkezet, illetve a szemcsehatár szerkezet eloszlásának alakulását az orientációs mikroszkópia eszközeivel és az ún. coincidence site lattice (CSL) elmélet alkalmazásával vizsgáltam.

Kulcsszavak: EBSD, GBE, CSL, szemcsehatár, réz, hideghengerlés, lágyítás

1. Bevezető

Az egyre nagyobb érdeklődést az alacsony energiájú ún. $\Sigma 3^n$ ($n = 1, 2, 3$) CSL szemcsehatárok és kialakulásuk körülményei iránt a témában írt tanulmányok növekvő száma jelzi.

A $\Sigma 3^n$ szemcsehatárok kialakulásának kulcsfontosságú körülményeit vizsgálva többféle kísérleti módszer kerül alkalmazásra. A kezelések megegyeznek abban, hogy egymást követő képlékenyalakító és hőkezelő lépésből állnak, ezeket akár több ciklusban ismételve. Az alkalmazott képlékeny hidegalakító eljárások többségét alacsony és közepes (5-30%) alakítási mértékek jellemzik. A lágyítások hőmérséklete és ideje megválasztása során alapvetően két út járatos. Rövid idejű, magas – olvadásponthoz közeli – hőmérsékletű, illetve hosszabb idejű, az újrakristályosodási küszöböt éppen meghaladó hőmérsékletű lágyítás. Bizonyos esetekben

az alakításból és lágyításból álló kezelés egymás után többször (4-7) ismétlődik. Az említett paraméterek azok, melyek a szemcsehatár vándorlason, az újrakristályosodáson és a szemcsenövekedésen keresztül hatást gyakorolnak a speciális CSL határok kialakulására [1-7].

Jelen cikkben polikristályos Cu-ETP anyagú próbatesteken végzett vizsgálatok eredményei kerülnek tárgyalásra. A próbatesteken hideghengerléssel hoztam létre adott mértékű alakváltozást, amit újrakristályosító lágyítás követett. A képlékeny alakítás mértékének és a lágyítás hőmérsékletének megválasztásakor elsődleges szempont volt, hogy amennyiben lehetséges, azok minél közelebb essenek a feldolgozó ipari gyakorlatban alkalmazottakkal. A lágyítás idejének meghatározása úgy történt, hogy az újrakristályosodás biztosan végbemenjen a próbatestekben. A kezelések több ciklusra bontva is elvégzésre kerültek.

2. Kísérletek

A próbatesteken alkalmazott képlékeny alakváltozás mértékei $\lambda_0 = 1$, ill. 2 voltak. A lágyító hőkezelés paraméterei a következők voltak: $T = 600\text{ }^{\circ}\text{C}$, $t = 10$ perc; illetve $T = 400\text{ }^{\circ}\text{C}$, $t = 60$ perc. Négy féle eltérő kezelésű próbatest keletkezett:

- $\lambda_0 = 2$, $T = 600\text{ }^{\circ}\text{C}$, $t = 10$ perc;
- $\lambda_0 = 2$, $T = 400\text{ }^{\circ}\text{C}$, $t = 60$ perc;
- $\lambda_0 = 1$, $T = 600\text{ }^{\circ}\text{C}$, $t = 10$ perc;
- $\lambda_0 = 1$, $T = 400\text{ }^{\circ}\text{C}$, $t = 60$ perc.

A többciklusú kezelések esetén az összes alakváltozás minden esetben $\lambda_0 = 2$, ill. 1 volt. Tehát az egyes ciklusokban létrehozott alakváltozások a ciklusok számához ($m = 1, 2, 4, 8$) igazodva a λ_0 , $\lambda_0/2$, $\lambda_0/4$, ill. $\lambda_0/8$ értéket vették fel. A próbatestek lágyítása minden ciklus végén megtörtént. Így 16 féle, különböző kezelésen átesett próbatest keletkezett (1. táblázat).

1. táblázat. A képlékenyalakítási-hőkezelési stratégiák paraméterei

Lágyítási hőmérséklet ($T\text{ }[^{\circ}\text{C}]$)	600		400	
és idő ($t\text{ [min]}$)	10		60	
Összes alakváltozás ($\lambda_0\text{ [-]}$)	2	1	2	1
Ciklusok száma (m)	1, 2, 4, 8			

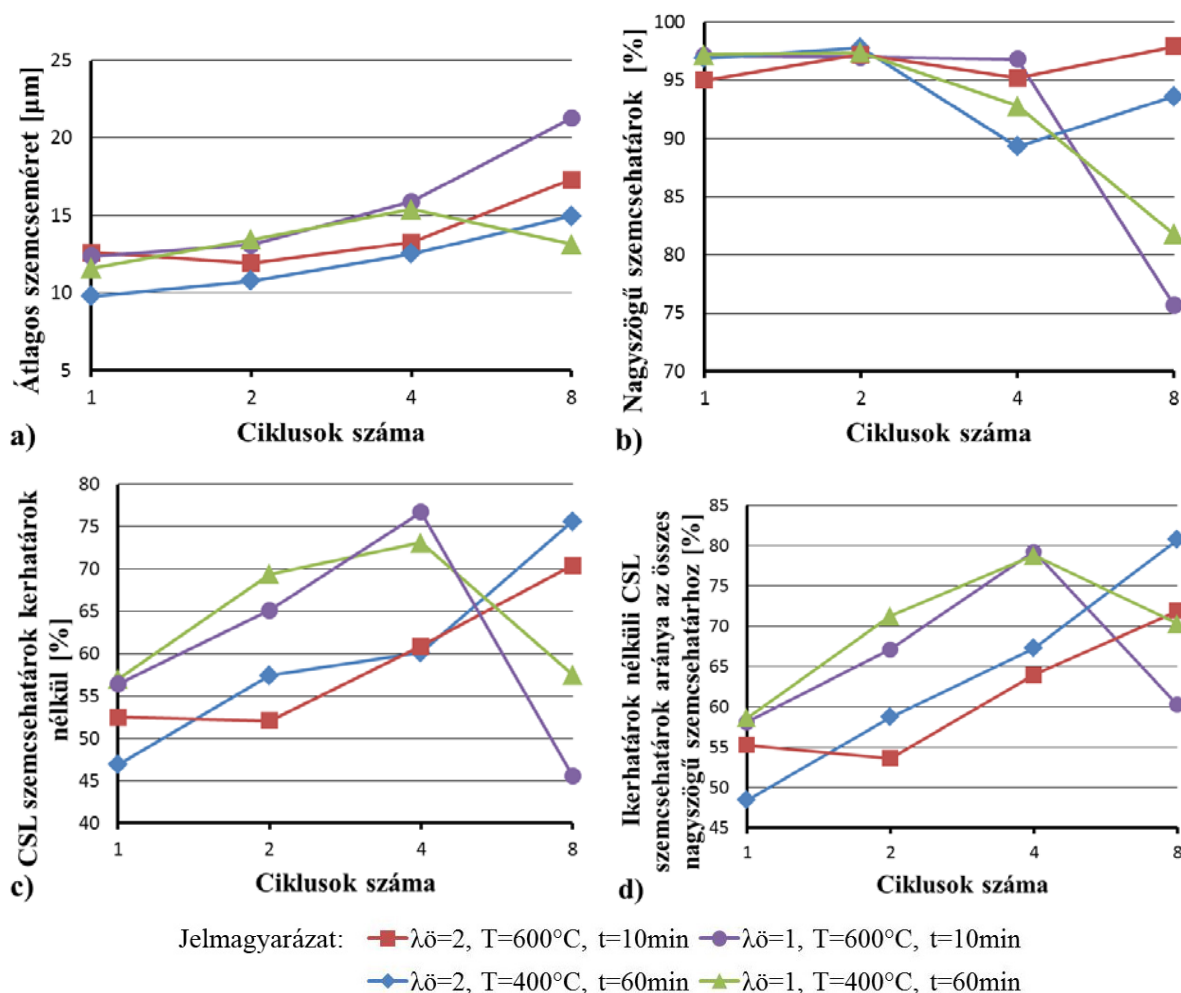
A mikroszerkezeti és orientációs adatok gyűjtése és elemzése a pásztázó elektronmikroszkópia EBSD (elektron diffrakciós) berendezésével, illetve orientációs képalkotó (OIM) szoftver segítségével történt.

Az elektrtopolízott próbatesteken a vizsgálati terület $300 \times 350\text{ }\mu\text{m}$ méretű volt 250-szeres nagyítás mellett. Minden területen 30537 pont került azonosításra $2\text{ }\mu\text{m}$ -es lépésközzel. Az elektronmikroszkóp beállításai a következők voltak. Gyorsítófeszültség: 25 kV, munkatávolság: 13 mm, spot méret: 6.

Amennyiben két szomszédos szemcse orientáció különbsége meghaladta a 15° -ot, az őket elválasztó szemcsehatárt nagyszögűnek tekintettem. A szemcsehatárok közül a $\Sigma 3^n$ ($n = 1, 2, 3$) értékeket lettek speciális (CSL) határként definiálva. A szemcseméret meghatározásakor az ikerhatárok és a vizsgált területből kifutó szemcsék nem lettek figyelembe véve.

3. Eredmények

Az 1. ábrán látható diagramok tartalmazzák a vizsgálat eredményeit. A diagramokon látható jelölők a számolt értékeket reprezentálják. Az ezeket összekötő vonalak csupán a könnyebb tájékozódást segítik, nem trendeket jelölnek.



1. ábra. A szemcseméret és a különböző típusú szemcsehatárok mennyiségének alakulása az alkalmazott ciklusok számának függvényében

Azon próbatestek esetén, ahol az összes alakváltozás $\lambda_0 = 2$ volt, a speciális szemcsehatárok aránya a ciklusok számának emelkedésével nő. A $\lambda_0 = 1$ összes alakváltozást szenvedett próbatestek esetén a CSL határok arányának maximuma van 4 és 8 ciklus között (1. c diagram).

Amennyiben a CSL szemcsehatárok mennyiségét a nagyszögű szemcsehatárokhoz viszonyítjuk (1. d diagram) (figyelmen kívül hagyva tehát a kisszögű határokat), $m = 4-8$ esetben csökkennek a CSL aránybeli különbségek $\lambda_0 = 2$ és $\lambda_0 = 1$ összes alakváltozást szenvedett próbatestek között.

4. Értékelés

A vizsgálatok eredményeiből úgy tűnik, a CSL szemcsehatárok mennyiségének tekintetében létezik egy optimális ciklusszám. Amennyiben az összehasonlítás alapja a lépésként elszenvedett alakváltozás (1. táblázat), fény derül arra, hogy a CSL szemcsehatárok aránya az alakítás mértékétől függ.

1. táblázat. A CSL szemcsehatárok aránya a ciklusonkénti alakváltozás függvényében

	Ciklusonkénti alakváltozás (λ_0 [-])	Összes alakváltozás (λ_0 [-])			
		$\lambda_0 = 2$		$\lambda_0 = 1$	
		T = 600°C	T = 400°C	T = 600°C	T = 400°C
Ikerhatárok nélküli CSL szemcsehatárok aránya az összes nagyszögű szemcsehatárhoz [%]	2	55.26	48.40	-	-
	1	53.60	58.69	58.08	58.64
	1/2	63.97	67.30	67.11	71.25
	1/4	71.91	80.77	79.24	78.77
	1/8	-	-	60.24	70.29

Teljes újrakristályosodást feltételezve a lágyítások során alkalmazott közepes (az újrakristályosodási határhőmérséklet és az olvadáspont tekintetében) hőmérsékleteken a keletkező CSL határok mennyiségében nincs jelentős eltérés.

5. Következtetések

- A CSL határok mennyisége az egyes lépésekben elszenvedett alakváltozástól függ (teljes újrakristályosodást feltételezve).
- A CSL szemcsehatárok aránya az alakváltozás mértékétől függően maximummal rendelkezik.
- A hőkezelések paramétereinek csekély hatása van a speciális határok kialakulására.

Irodalom

- [1] O. V. Mishin, V. Y. Gertsman, G. Gottstein: *Distributions of orientations and misorientations in hot-rolled copper*, Materials Characterization 38, 1997, 39-48 oldal
- [2] V. Randle, Y. Hu, M. Coleman: *Grain boundary reorientation in copper*, J Mater Sci 43, 2008, 3782-3791 oldal
- [3] V. Randle, M. Coleman: *A study of low-strain and medium-strain grain boundary engineering*, Acta Materialia 57, 2009, 3410-3421 oldal
- [4] C. A. Schuh, M. Kumar, W. E. King: *Analysis of grain boundary networks and their evolution during grain boundary engineering*, Acta Materialia 51, 2003, 687-700 oldal
- [5] S. Xia, B. Zhou, W. Chen: *Effect of single-step strain and annealing on grain boundary character distribution and intergranular corrosion in Alloy 690*, J Mater Sci 43, 2008, 2990-3000 oldal
- [6] C. B. Thomson, V. Randle: *"Fine tuning" at $\Sigma 3^n$ boundaries in nickel*, Acta Mater. Vol. 45 No 12, 1997, 4909-4916 oldal
- [7] V. Randle, R. Jones: *Grain boundary plane distributions and single-step versus multiple-step grain boundary engineering*, Materials Science and Engineering A 524, 2009, 134-142 oldal



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

ÚJ TIPUSÚ SZERSZÁMKONCEPCIÓ FOGASKEREKEK INDUKCIÓS EDZÉSÉRE

NEW HEATING TOOL CONCEPT, FOR INDUCTION HARDENING OF GEARS

VÁRI Győző

AAGES Ltd. str. Agricultorilor nr. 16, 547530 Sângeorgiu de Mureș, Románia, tel: +40-753-805935, gy.vari@aages.ro

Abstract

The goal of induction hardening of gears is to provide a fine-grained, fully martensitic layer on specific areas of the gear to increase hardness and wear resistance. These areas vary from flank hardening to tooth-tip hardening, root hardening, contour hardening or particular combinations of the processes enumerated before. External spur and helical gears, worm gears, internal gears, racks and sprockets are among the parts that are typically induction hardened. The increase in hardness improves contact fatigue strength. The applied hardening processes are using medium or high frequency, in some cases both. This processes are typically performed on "scanner" machines. For gears with considerably large diameters and modules larger then 8, the typical hardening technologies are the gap-by-gap or the tooth-by-tooth hardening [1]. In this paper, a new induction heating tool concept is presented, one that is based on the gear manufacturing process of *Hobbing*.

Keywords: induction, hardening, gears, hob-type tool

Összefoglalás

A fogaskerekek indukciós edzésének célja a fogprofil részleges vagy teljes felületén minél egyenletesebb eloszlású finomszemcsés, teljesen martenzites réteg kialakítása, a keménység és ennek következményeként kopásállóság növelése végett. Az edzett felületek foggeometriához viszonyított illeszkedése függvényében megkülönböztetjük a profil menti edzést, a fogfej edzést, betétedzést, teljes profil menti edzést és ezek kombinációját. Indukciós edzést alkalmaznak külső fogazatú hengeres fogaskerekek, ferde fogazású fogaskerekek, csiga kerekek, belső fogazású fogaskerekek, fogaslécak valamint lánckerekek edzésére. A felületi keménység növekedésével javul a kapcsolódás és erőátadás okozta fáradással szembeni ellenállás is. Az alkalmazott eljárások zöme közép- vagy magas frekvenciás indukciós eljárás, néhány sajátos esetben mindkét típus kombinációja, amelyeket sajátos felépítésű, úgynevezett "szkenner"-típusú gépeken végeznek. A meglehetősen nagy átmérőjű és $m=8$ mm-nél nagyobb modulú fogaskerekek esetében a „gap-by-gap” (fogárkonkénti) vagy „tooth-by-tooth” (fogankénti) szukcesszív edzési módszert alkalmazzák [1]. Jelen dolgozat egy olyan lehetséges szerszámfelépítést mutat be, amely jelentősen megnövelné a termelékenységet, a szakaszos eljárást folytonossá tenné, mivel a munkadarabhoz viszonyított relatív mozgása a csigamarós lefejtéshez hasonló. A dolgozat a szerszám geometriáját, felépítését, működési és alkalmazási elvét tárgyalja.

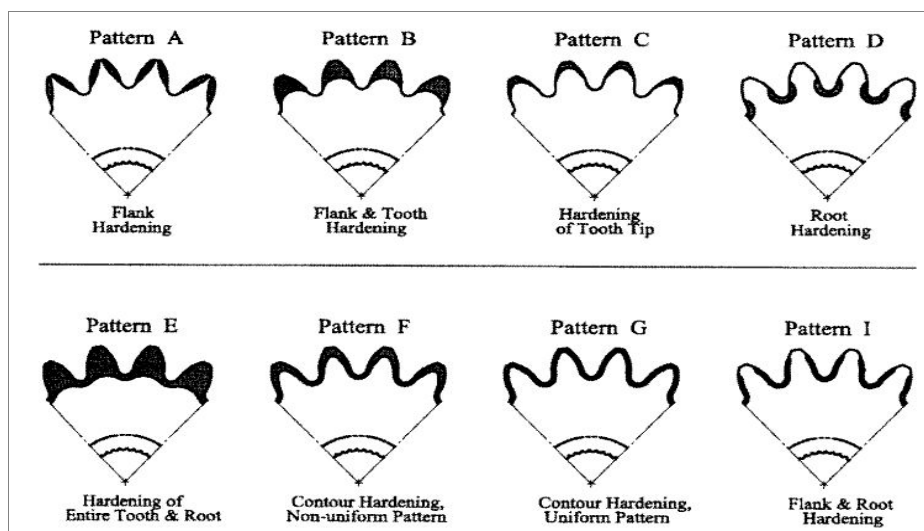
Kulcsszavak: indukciós edzés, fogaskerekek, csigamaró-típusú szerszám

1. A fogaskerek indukciós edzésének jelenlegi technológiájának alapfogalmai

Az indukciós edzés elve abban áll, hogy az anyag előhevítését az edzési hőfokra nem konvekciós, klasszikus hevítéssel, hanem áramindukció létrehozásával érjük el.

Ha egy elektromos vezetőben periodikusan változó áram folyik, az maga körül váltakozó elektromágneses teret hoz létre. Ebbe a térbe helyezett másik vezetőben, a tér hatására szintén váltakozó elektromos áram folyik. Indukciós hevítés esetén, az első vezető az induktor, a második a munkadarab. Ha a jól megválasztott frekvenciájú és kellően nagy áram folyik, akkor a munkadarab felhevül [1], [2].

Az indukciós edzés előnyei közé tartozik az, hogy az edzési frekvencia változtatásával változik a behatolási mélység, azaz a kéregvastagság a „skin-effektus” miatt. Az indukált áramok a munkadarab felületi rétegében folynak. Alacsony frekvenciát használva, a behatolási mélység jelentősen nagy (pld. rozsdamentes acél esetén 8 kHz-es edzési frekvencián 6.2 mm a behatolási mélység.). 2.5..8 kHz-es frekvencián már kovácsolási művelethez végeznek előhevítést, amit a teljes tömbbéli áthevítés jellemez, viszont a munkadarab lényegesen több időt tölt a szerszám belsejében. A frekvencia növekedésével a kéregvastagság jelentősen csökken [1]. Ez annak köszönhető, hogy a magas frekvencián történő indukciós edzési folyamat alatt, az edzőszerszám a „skin” efektusnak köszönhetően, a felülethez közeli rétegekben indukál áramot (eddy currents). Ez a jelenség különösen kedvező fogaskerek edzésére, mivel magas frekvencián, a fogprofil mentén alakul ki a martenzites réteg, relatív vékony kéregvastagsággal. Közép- vagy alacsony frekvenciát alkalmazva, teljes töbeedzést végeznek a fogaskerekeken. Vagyis a teljes fogaskerék test átedződik, amely hátránya, hogy a fogprofil rugalmassága nagy mértékben lecsökken. Sok esetben, a beedzett fogaskeréken repedések jelenhetnek meg közvetlen edzés után [1], [2]. A kéregvastagság változása és az edzett réteg sajátos elhelyezkedését az 1. ábrán tüntettük fel.



1.ábra. A kéregvastagság és az edzett réteg eloszlása [1]

Átlagban a kisebb modullal ($m < 8$) és átmérővel ($D_a < 300$ mm) rendelkező fogaskerek edzésére „szkennelő”, vagy „spin hardening” módszereket alkalmaznak – ezek a módszerek többnyire egyfrekvenciás műveletekből állnak (CDFC – conventional single frequency concept). [1], [4].

A szkennelő- eljárás abban áll, hogy az edzőszerszám elhalad az edzendő felület előtt, és végigpásztázza azt, a felületi rétegekben pedig vándorló áramot indukál, így az egész felület áthévül. Fogaskerekek edzése esetén, szkennelő eljárásnál a munkadarab nem végez mozgást. Ezzel szemben a „spin hardening” módszer esetében, a munkadarab forog az őt körülvevő szerszám belsejében. [1], [4].

Technológiától vagy felhasználástól függően még végezhető lüktető egyfrekvenciás edzés (PSFC - pulsing single frequency concept) vagy lüktető kétfrekvenciás edzés (PDFC – pulsing dual frequency concept). Ezen módszerek egyedüli hátránya az, hogy az edzőszerszám geometriája – főként nagy átmérőjű kerek esetében – jelentősen elbonyolódik. [1],[4].

Nagy, $m=8$ mm-nél nagyobb modulú és $D_a=300$ mm-nél nagyobb fejkörátmérőjű fogaskerekek esetében, a „gap-by-gap” vagy a „tooth-by-tooth” módszereket alkalmazzák. A „gap-by-gap” azaz a fogárokkénti módszer lényege, hogy a szerszám egy fogárokba van helyezve, így egy-egy fogprofil és maga a fogárok van hevítve. Ezzel szemben a „tooth-by-tooth” eljárásnál a szerszám burkolja a fogat.[1], [4].

Az említett eljárások előnye abban áll, hogy a megfelelő alakú edzőszerszám alkalmazásával igen pontosan lehet befolyásolni a kéregeloszlás alakját. A szakaszos hevítés-hűtés- léptetés ciklusok viszont rengeteg segédidőt igényelnek, ami a termelékenységet erőteljesen korlátozza. Az elmondottakból egyértelműen következik, hogy megalapozott olyan szerszám kifejlesztését megcélozni, amely a termelékenységet megsokszorozza, de a klasszikus eljárások előnyeit megtartja.

2. A klasszikus szkennner típusú edzőgépen történő edzés jellegzetességei

Fogaskerekek indukciós edzését a leggyakrabban pásztázó (szkenner) edzőgépeken végzik. Ezeknek két alaptípusa létezik: a függőleges (VHM) illetve a vízszintes (HHM). Ezen edzőgépek általában osztó- vagy forgó-asztallal rendelkeznek. A függőleges edzőgépeken a főmozgást a szerszám, míg a mellékmozgást minden esetben a munkadarab végzi. Vannak esetek („one-shot”) edzés amikor a munkadarab mozdulatlan. Vízszintes (HHM) edzőgépeken a munkadarab végzi a főmozgást, a szerszám pedig beállító mozgásokat.

A VHM típusú pásztázó-edzőgépek termelékenysége, a jelenlegi helyzethez viszonyítva, közepes. Ennél nagyobb a vízszintes edzőgépek termelékenysége, mivel a munkadarabok adagolása folyamatos.

Mindkét edzőgép konstrukciónak a legfontosabb jellemzője az edzési ciklus idő és a teljes ciklus idő. Ez esetben, a teljes ciklus idő tartalmazza a munkadarab behelyezési-, kivételi időt, a munkadarab mozgatási időt és az edzési ciklus időt (mozgatási ciklus alatt, a munkadarab edzési pontba való mozgatási idő és kivételi pontba való mozgatási idő együttesét értjük).

Fogaskerek edzés esetén, kicsi és közepes méretű (és modulú) fogaskerekek, VHM típusú szkennner gépen történő edzés esetén a ciklusok (ciklusidők) hasonlóak a fentebb leírtakhoz. Viszont „gap-by-gap” és „tooth-by-tooth” módszerek esetében jelentősen megnövekedik a teljes ciklus idő, mivel minden fogat külön-külön kell megadni. Ez esetben:

$$T_{teljes} = T_{behelyezés} + T_{kivétel} + Z \cdot T_{Edzés} \quad (1)$$

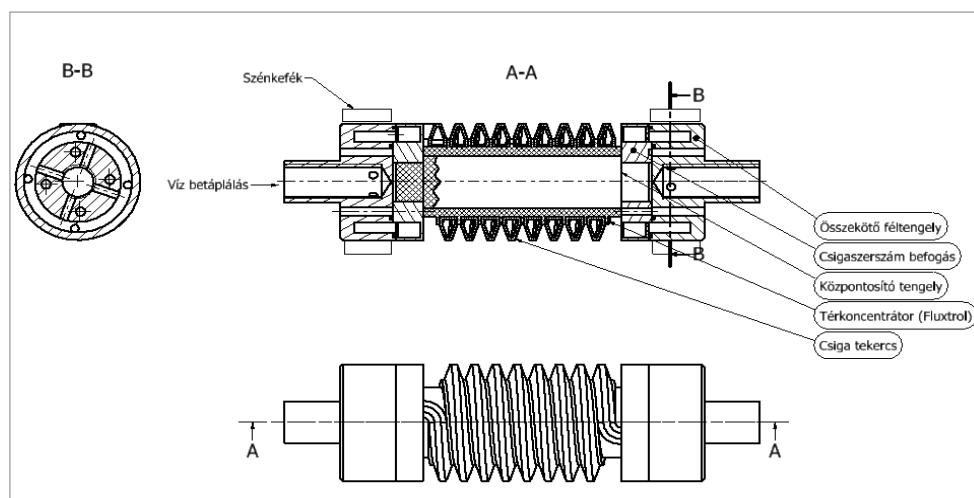
3. A csiga típusú szerszám

Jelen dolgozatban bemutatott szerszámkoncepció a fentebb említett módszerek termelékenységét növelné. A javasolt konstrukció egy csiga típusú szerszám, amely szerepében egy klasszikus, több menetes induktorral azonos. A szerszám és a munkadarab

relatív elmozdulása a csigamarós fogaskerék-lefejtéssel megegyező [3]. A lényeg az, hogy optimális légrést kell biztosítani a szerszám és a munkadarab-felület között.

Az edzőszerszám két féltengely közé van szerelve. A reaktív áramot szénkefék adják át a féltengelyeknek, és innen a szerszámnak. A szerszám hűtése (desztillált vízzel) a féltengelyeken keresztül történik. A féltengelyek forgását pedig egy-egy szíjhajtással biztosítjuk, amely egy közlőtengelyről van leosztva. Fontos, hogy a két féltengely szinkronban mozogjon.

A szerszám, egy trapéz keresztmetszetű csőből kialakított „csiga-csavar”, amely belsejében mágneses térkoncentrátor található (pld. *Fluxtrol*). Ez az együttes, egy villamos szigetelő anyagból készült tengelyre lenne szerelve (2. ábra). A szerszám két végén található a befogótárcsák, amelyeken keresztül desztillált vízzel táplálhatjuk a szerszámot.



2.ábra. A csiga-típusú edzőszerszám felépítése

A szerszám által gerjesztett mágneses tér, csakis a szerszám külső átmérőjén lenne használható. Ennek hátránya viszont, hogy a mágneses tér hatásfoka relatív alacsony. Emiatt, a tápláló reaktív áram növelése szükséges.

4. További fejlesztési lehetőségek

A javasolt szerszám működésének optimalizálása további feladatsort tűz ki, amelyek közül a legfontosabbak a szerszám befogó-hajtó rendszerének hatékony és biztonságos kialakítása, a szerszám indukálta mágneses tér eloszlásának tanulmányozása, a fogfelület topológia függvényében kialakult távolságeloszlás tanulmányozása, a szerszámprofil optimális kialakítása, és a kísérletsorozat beállítása.

Irodalom

- [1] Valery Rudnev, Don Loveless, Raymond Cook, Micah Black: *Handbook of induction heating*, Marcel Dekker AG, 2003, Hivatkozási oldalak.
- [2] Farkas Árpád: *Indukciós hevítési és edzési eljárások*, Inductoheat Europe GmbH, 2011.
- [3] Hollanda Dénes, Máté Márton: *Așchiere și scule*, Edit. "Petru Maior", Târgu Mureș, 2003.
- [4] Valentin Nemkov: *Induction hardening of gears and sprockets*, Gear expo 2013, Indianapolis, 2013.



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

DINAMIKUS JELLEMZŐK MÉRÉSE A KOLOZSVÁRI MŰSZAKI EGYETEM EGYIK ÉPÜLETÉN

DYNAMIC PROPERTIES MEASUREMENT OF A BUILDING FROM THE TECHNICAL UNIVERSITY OF CLUJ-NAPOCA

VEKOV Imre

Temesvári Műszaki Egyetem, Építőmérnöki kar, 300006, Románia, Temesvár, Piața Victoriei; Telefon / Fax: +407382690, wimrew@gmail.com

Abstract

The seven storey building of the Technical University of Cluj-Napoca is situated in the center of Cluj-Napoca. For being aware of the real behaviour of every building it is necessary to know the exact dynamical properties. In an ideal case these properties are verified through the whole lifetime of the structure. The determination of the dynamical properties of a structure is possible by the use of finite element software or by the use of experimental methods. By comparing the results of the two approaches we get to know important details regarding the real behavior of a building.

Keywords: dynamical, finite element, experimental

Összefoglalás

A Kolozsvári Műszaki Egyetem „V.” épülete Kolozsvár központjában helyezkedik el. Minden épület valós viselkedésének ismeretéhez szükség van a dinamikus tulajdonságok pontos ismeretére. Ezeket a tulajdonságokat ideális esetben az épület teljes élettartama alatt rendszeresen ellenőrizni kell. A dinamikus tulajdonságok meghatározása lehetséges az épület tartószerkezetének egyszerűsített modellezésével, véges elemes modellező program segítségével vagy kísérleti módszerek felhasználásával. A két módszerből származó eredmények összehasonlítása fontos részleteket árul el az épület tényleges viselkedéséről.

Kulcsszavak: dinamikus, végeselem, kísérlet

1. Az épület

A Kolozsvári Műszaki Egyetem „V.” épülete egy, elsősorban tanítási célokra felhasznált héteemeletes épület Kolozsvár központjában, a Constantin Daicoviciu (Bástya) utcában. A vasbeton keretszerkezet, amely a tartószerkezet szerepét tölti be 40x50 cm keresztmetszetű oszlopokból, valamint 30x55 és 25x40 cm keresztmetszetű gerendákból áll. A vasbeton födém vastagsága 15 cm. Az épület hosszanti irányultsága kelet-nyugati irányú. Hosszanti irányban az épület 6x4,4 méteres oszlopközzel rendelkezik. Ez keresztirányban 6+2,5+6 méter tagoltságú.

Az épület alaprajza téglalap alakú, részben az ebből adódó merevségkülönbség kerül kompenzálásra a téglalap és nem négyzet keresztmetszetű oszlopok által. Az épületet az 1970-es években építették, 2008-ban pedig egy komolyabb felújítást végeztek el az épület

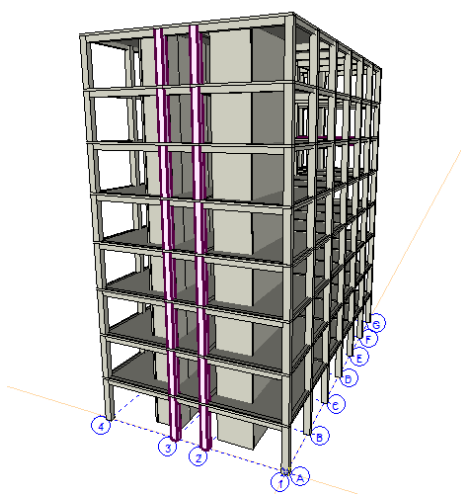
homlokzatain a függönyfalak felújításával. A homlokzatok fontos részei az emeletenként elhelyezett 4 darab előregyártott vasbeton merevítő és díszítőelem.

2. A dinamikus tulajdonságok fontossága

Egy épület tervezési folyamata során, majd a tervezés lezárultjával, az épület használata során is nagy hangsúly tevődik az épület rezgésalakjainak és a hozzájuk tartozó frekvenciáknak a pontos ismeretére. Egy adott teherkombináció alatt ezeknek a dinamikus tulajdonságoknak az ismerete az, amely elárulja az épület pontos viselkedését. Ideális esetben az épület dinamikus tulajdonságait a teljes élettartam alatt vizsgáljuk. Ezek a jellemzők az idő múlásával lassan módosulnak. Ez a változás jellemzően lassúnak tekinthető az idő függvényében. Rendszeres mérések esetén egy esetleges hirtelen változás egyből észrevehető. A viselkedés ugrás jellege a struktúrában bekövetkezett változást jelez, mely alapvetően negatívan befolyásolja a szerkezet viselkedését. Egy betonvas esetleges elszakadása, egy nagy jelentőségű új repedés megnyílása, egy új szellőzőnyílás áttörése példák a viselkedés gyors változására. A hidaknál, ahol nagyon komoly jelentősége van például a fáradásos repedések gyors észrevételének és kezelésének, a rendszeres mérés és ellenőrzés különösen fontos. Sokszor nagyon komoly károkat okozó változásokat lehet kiszűrni a dinamikus tulajdonságok rendszeres vizsgálatával. Épületeknél például egy felülemelekezés esetében szükséges tudni azt, hogy az épületnek a felülemelekezés pillanatában milyen a viselkedése, milyenek a tulajdonságai. Ez alapján lehet majd a módosult viselkedéssel számolni.

3. A dinamikus tulajdonságok meghatározása

A Kolozsvári Műszaki Egyetem „V.” épületének vizsgálatakor alapvetően két különböző megközelítésben vizsgálhatjuk a dinamikus tulajdonságokat. Beszélhetünk a modellezés által meghatározott tulajdonságokról, illetve kísérleti úton, kísérleti módszerekkel meghatározott értékekről. Az épület modellezésére az AxisVM 11 végelelemes modellezőprogram lett felhasználva. A programba a szerkezetet bizonyos egyszerűsítések feltételezésével lehet bevezetni, majd a program meghatározza a saját rezgésalakok kinézetét, illetve a hozzájuk tartozó frekvenciákat. Ezek az értékek alapvetően a tervezett értékek, amelyek ideális, pontosan a modell szerinti kivitelezés esetén is csak az épület szolgálati idejének az első részére vonatkoznak.



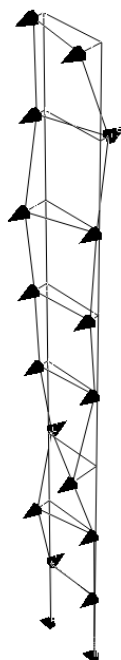
1. ábra. Az AxisVM11-ben készített számítógépes modell



2. ábra. A kísérleti Bruel&Kjaer felszerelés

A szerkezet modellezése során különböző egyszerűsítéseket fogadunk el, amelyek lehetővé teszik az egyszerűsített számítási modellek felhasználását. Egy teljesen pontos modellezés véghezvitele hatalmas idő- és energia-befektetést igényel, és jellemzően nem kifizetődő és használatos a mérnöki gyakorlatban. Ezáltal a nem szerkezeti elemeket egy modell alapon történő meghatározás nem veszi figyelembe. Hasonlóképpen, a modell az épület egy feltételezett terhelését, terhelési kombinációját veszi figyelembe és nem az épület egy bizonyos időpontbeli valós helyzetét. Egy egyszerűsített modell egyenletes és időben állandó betonmerevséget feltételez, esetünkben C20/25-ös betont, valamint nem veszi figyelembe a kisebb átalakításokból, az épület melletti közlekedésből stb. adódó repedéskialakulásokat.

A modellezés ezen hiányosságára nyújtanak megoldást a kísérleti módszerek, melyek egy bizonyos időpillanatban határozzák pontosan meg a rezgésalakokat és a frekvenciákat. A kísérleti mérések során Bruel&Kjaer mérőfelszerelést felhasználva az épületre egy gyorsulásmérőt erősítettünk az ötödik emeleten, majd az épületre ütésekkel mértünk egy speciális kalapáccsal (2. ábra). A mérés gyakorlata az egyetemen végzett hasonló mérések alapján valósult meg [1]. A mérések során az épület keleti homlokzatán elhelyezkedő két oszlopsort ütöttünk végig (1. ábra), csomópontonként 3-3 ütéssel, hogy az esetleges hibás eredményeket kiszűrjük. A mért adatokból ezután a Pulse programcsomag segítségével generáltunk rezgésalakokat, és nyertük ki a frekvenciákat. Sajnos a visszafogott mennyiségű felszerelés miatt a kísérleti mérés során csak a harmadik rezgésalakot sikerült meghatározni, melyet a 3. ábrán is láthatunk, amely egy hosszirányú hajlással kombinált csavarodó torzulást feltételez. A modellezés során ezt a rezgésalakot 1,97 Hertz-nél sikerült meghatározni, míg a kísérleti mérések során a harmadik rezgésalak 2,3 Hertz-nél volt megfigyelhető.



3. ábra. A kísérleti úton meghatározott harmadik rezgésalak

4. Következtetések / Összefoglaló

A kapott eredményekből, frekvenciákból látható, hogy az épület jelenleg merevebb, mint a modellezett struktúra. A betonmerevség módosításával, a hasznos teher szorzójának kalibrálásával az eredményeket még inkább közelíteni lehet egymáshoz. Ez a különbség az eredményekben alátámasztja a két módszer közötti különbséget, valamint arra enged következtetni, hogy a nem szerkezeti elemek (függönyfal stb.) számottevően merevítik a szerkezetet a feltételezethez képest. Bár elsősorban ennek tudható be az értékek közötti különbség, de ugyanakkor nem szabad elfeledkeznünk a beton kora miatt módosult merevségről sem, hiszen ez is számottevően befolyásol. A mért eredmények tekinthetők a valós eredményeknek. Egy esetleges továbbszámolásnál, átalakításnál ezeket javallott figyelembe venni. Bár a felszerelés beszerzése nagyon költséges, nagy beruházásoknál, sérülésekre nagyon érzékeny struktúráknál ajánlott a kísérleti úton való rendszeres mérés is, hogy a tartószerkezet minőségbeli leromlását idejében meg lehessen akadályozni.

Irodalom

- [1] Nedelcu M.: *Analiză Modală Experimentală*,
<http://users.utcluj.ro/~mnedelcu/Analiza%20Modala%20Experimentală.pdf>



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

SZOCIÁLISAN ÉRZÉKENY ÉPÍTÉSZET

SOCIAL SENSITIVE ARCHITECTURE

VÖRÖS Erika

*Pécsi Tudományegyetem, Pollack Mihály Műszaki és Informatikai Kar, Breuer Marcell
Doktori Iskola, 7624, Magyarország, Pécs, Rókus utca, 2; Telefon / Fax: +36-72-503650,
erikavorosg@gmail.com*

Abstract

My purpose is to create a social sensitive architectural method that thinking about not only the building planning and workmanship, but also pay attention for the buildings life cycles and the economical and social aspects and effects. This kind of architectural approach promote so much better the given social stratum levels out. If we create a real relationship between the architecture team and the periphery standing towns's management, inhabitants and the relief organizations members whoes are keep the a daily connections with them, we will promote to evolve the equality there.

Keywords: solid, social sustainable

Összefoglalás

A távlati cél egy olyan szociálisan érzékeny építészeti metodika megalkotása, amely nem csak a tervezési és kivitelezési folyamatokra szorítkozik, hanem figyelmet fordít az épület elő és utóéletére, valamint gazdasági, társadalmi, szociális hatásaira is. Egy ilyen fajta építészeti látásmód eredményesebben segíti elő az adott társadalmi réteg felzárkóztatását és befogadását, azzal, hogy az építész tervezőcsapat valódi kapcsolatot teremtsen az elmaradott, perifériára szorult települések vezetőségével, lakóival és a társadalmi szakadékokat áthidaló segélyszervezetekkel, támogatva ezzel az esélyegyenlőség kialakulását is.

Kulcsszavak: szolidaritás, szociális fenntarthatóság

1. Szociális építészet / Mit tehet az építész?

A falvainak folyamatos elnéptelenedését figyelve a témaválasztás időszerűsége és indokoltsága jól tetten érhető. Magyarország hátrányos helyzetű térségei közül is az Ormánság és annak környéke mondható az egyik legszegényebb területnek, ahol a munkanélküliségi mutatók kiemelkedően magasak. Az Ormánság területe teljes mértékben magában hordozza azokat a gazdasági, társadalmi és szociális problémákat, amelyek a hasonló gondokkal küzdő térségek nehézségeire is reflektálnak.



1. ábra. Gilvánfa új és megújuló épületei

A program távlati célja egy komplex vizsgálati módszer és építészeti tervezési anyag összeállítása, amely bemutatja egy település szociális lakásépítészeti fejlesztését és annak eredményeit a kezdetektől egészen az utóéletéig. Egy ilyen anyag egyfajta útmutatóként szolgálhat olyan falvaknak, amelyek gondolkoznak szociális fejlesztésekben, hiszen a kutatás végigkísér egy teljes folyamatot.



2. ábra. A helyben, helyi erővel préselt vályogtéglák

Ennek az anyagnak az alapját és egyben prototípusát képezi egy két évvel ezelőtti belügyminisztériumi megbízás, melynek értelmében, első ütemben 8 új szociális családi ház épül Gilvánfára, a szociálisan rászorulóknak részére, a már említett Ormánsági települések szociális fejlesztés program keretében. A projektben, mint tervező vehettem részt a Doktori Iskola vezetőjével és egy doktorandusszal együtt, így folyamatos rálátásom volt a tervezés és az egyeztetés minden területére, így a projekt megfelelő alapot jelent a kutatás számára. Kutatási témámban a szociális lakásépítés társadalmi hasznossága nem csak a szociálisan rászorulóknak lakáshoz jutásáról szól, hanem annak egy sokkal fontosabb és távlati hasznosságot eredményező aspektusáról, a képzésről, integrációról, amit az épületek tervezés során már előre meghatározhatunk.



3. ábra. A helyben, helyi erővel préselt vályogtéglák

A tervezés elsődleges és legfőbb szempontja, hogy olyan épületeket tervezzünk, melyek szem előtt tartják az adott társadalmi réteg igényei és lehetőségeit, érzékenyek környezetükre, fenntarthatóak. A tervezés fontos kritériuma a megfelelő technológia és anyagok kiválasztása, melyek elterjedtek, könnyen tanulhatóak és használhatóak. Mivel a gilvánfai szociális épületek közmunkaprogram keretében épülő házak, így az építésben részt vevő helyi lakosok szakemberek mellett tanulhatták meg az egyes szakmákat a 8 lakóház felépítése alatt. A tervezés során ezért esett a választás a vályogra, melynek elkészítése és használata nem idegen a 100%-ban roma lakosú falu embereinek. Az építkezés során megtanulták a vályog préselési, és beépítési technikáját és a fa tetőszerkezet és fa földém készítését, ahol képzett ácsok és kőművesek vezették be a mesterségek rejtelmeibe a lakosokat. A példa jól mutatja, hogy építéssként milyen társadalmi, szociális hatásai lehetnek egy épület felépítésének, ha jól választjuk meg a beépítésre szánt anyagokat és a technológiát. A 8 db szociális lakás a közmunkaprogram keretén belül állami támogatással 2013 végére elkészült, melynek elkészítése alatt munkát és képzést kaptak falu lakosai, akik már tervezgetik, hogy a jövőben hogyan hasznosítsák a fél éves építkezés alatt megszerzett tapasztalatokat. Ezek a tervek nyújtanak perspektívát és lehetséges a felzárkóztatáshoz a falunak és lakóinak egyaránt.



3. ábra. Átadó ünnepség

2. Következtetések / Összefoglaló

Összességében elmondható, hogy bár a belügyminisztériumi megbízás 8 családi ház megtervezéséről szólt, még is a távlati társadalmi hasznosság mellett a 8 épület csak eszközként működött közre a program végére. A gilvánfai lakosok eddigi céltalan jövőképe sokat változott. Egyrészt várják a program második ütemét, hogy még többen tanulhassanak bele az építéssel járó szakmákba, másrészt tervezik, hogy a szomszédos faluk építkezéseihez ők készítsék a nekik ajándékozott vályog préselővel a szükséges építési anyagot, valamint kamatoztathatnák építési tapasztalataikat. Összességében elmondható nem csak 8 szociális házat hanem lehetőséget kaptak az integrációra.

Irodalom

- [1] Déry Attila: *Öt könyv az építészetről*; TERC 2010
- [2] Dr. Barakonyiné Viniczai Klára: *Településszociológia*; PTE
- [3] Fodor István: *Környezetvédelem és regionalitás Magyarországon*; Dialóg Campus 2001
- [4] Fodor István: *Társadalom és környezet*; Dialóg Campus 2001
- [5] Meggyesi Tamás: *Települési kultúráink*; TERC 2008
- [6] Medgyasszay Péter, Novák Ágnes: *Föld és szalmaépítészet*; TERC 2006
- [7] Tóth Zoltán, Hübenr Mátyás: *Településtervezés tankönyv I., II., III.*; PTE 2003-2009
- [8] Az EU Interreg II C - Case: *Városok a társadalmi kirekesztés ellen elnevezésű projekt keretén belül*; 2006
- [9] Hoffmann Istvánné: *Lakáskörülmények*; Kossuth Könyvkiadó 1981
- [10] [Olasz Lóránt, Schmidt Béla: *A lakásterületi programok vizsgálata és a használati tapasztalatok elemzése*; BME Lakóépület tervezési Tanszék 1985



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

EXTRÉM NAGY ALAKVÁLTOZÁSI SEBESSÉG HATÁSA AZ ALAKÍTÁSI SZILÁRDSÁGRA

EFFECT OF EXTREME HIGH STRAIN RATE ON FLOW STRESS

WITTMANN Péter⁽¹⁾, GONDA Viktor⁽²⁾

(1) Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, 1081 Budapest, Népszínház utca, 8, Magyarország, Telefon/fax: +36-1-666-5310/+36-1-666-5423 peee77@gmail.com

(2) Óbudai Egyetem, BGK, Anyag- és alakítástechnológiai szakcsoport, 1081 Budapest, Népszínház utca, 8, Magyarország, Telefon/fax: +36-1-666-5310/+36-1-666-5423, gonda.viktor@bgk.uni-obuda.hu

Abstract

In this paper, we present results of a finite element simulation, which can represent the split-Hopkinson pressure bar (SHPD) test for measuring high strain rate flow curves. I built a model in LS-DYNA, which is suitable for modeling extreme high strain rate or high speed processes occur in SHPD tests. In the simulations, I employed the Johnson-Cook material model to describe the workpiece behavior. I compared the simulation results with test results of same conditions, this way the model was validated. Then I tested different materials mechanical properties on different strain rates and I show the results in diagrams.

Keywords: finite element simulation, SHPD, strain rate

Összefoglalás

A dolgozatomban a fő célja az volt, hogy készítsek egy olyan végeselemes modellt, amely képes reprezentálni az osztott Hopkinson rudas vizsgálatot. Ezt a modellt az LS-DYNA nevű szoftverrel készítettem el, amely jól alkalmazható nagy sebességű, illetve magas alakváltozási sebességű folyamatok esetén. A modellben az alakítandó munkadarab anyagmodelljére a Johnson-Cook anyagmodellt alkalmaztam, mert ez az anyagmodell figyelembe veszi az alakítás sebességét. A dolgozatom során az elkészült modellemnek az eredményeit összehasonlítottam más hasonló körülmények között lezajló vizsgálatok eredményeivel, amelyek megmutatták a modell helyességét. Majd a modell használatával különböző anyagoknak vizsgáltam a mechanikai tulajdonságait különböző alakváltozási sebességeken és az eredményeket diagramok formájában ábrázoltam.

Kulcsszavak: végeselemes model, osztott Hopkinson rudas vizsgálat, alakváltozási sebesség.

1. Bevezetés

Nagy alakváltozási sebességen (10^2 - 10^4 1/s) történő alakítás esetén az anyag a mechanikai tulajdonsága eltérő a szokványos alakítási sebességekhez képest. Éppen ezért lényeges ismerni az anyag mechanikai tulajdonságát ilyen körülmények esetén. Az osztott Hopkinson

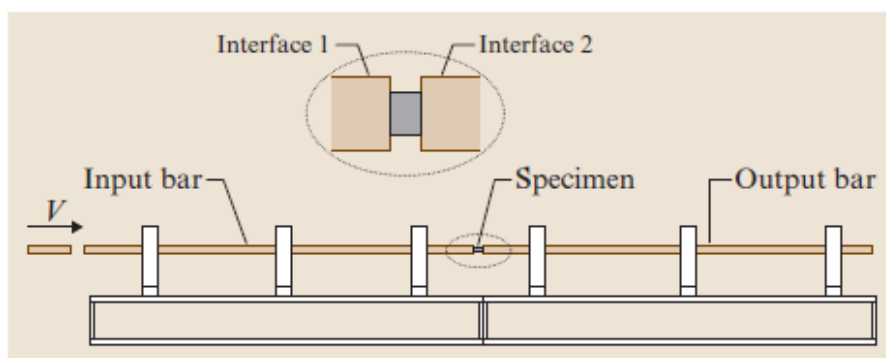
rudas vizsgálat segítségével nagy alakváltozó sebességeken vehető fel a folyásgörbe különböző anyagminőségekre. Gyakorlati használata az ilyen sebességen történő alakításoknak pl.: az elektrodinamikus alakítás és a robbantásos alakítás.

2. Osztott Hopkinson rudas vizsgálat

A vizsgálat célja megállapítani az anyag dinamikus viselkedését nagy alakváltozási sebességen. Az elérhető alakváltozási sebesség nagysága $10^2 < \dot{\epsilon} < 8 \times 10^3$ 1/s [1, 2]. A kísérleti elrendezés két hosszú rúdból áll, amelyeket belső és külső rudaknak hívunk. A folyamat közben ezek a rudak csak rugalmas alakváltozást szenvedhetnek, képlékeny alakváltozást nem. A két rúd között helyezkedik el a próbatest, mely általában a rudaknál jóval lágyabb anyagú, henger alakú, amely képlékenyen változik a folyamat közben [1, 2]. Az 1. ábrán látható a vizsgálat kísérleti elrendezése. Az ábra bal oldalán látható a gáz pisztolyból kilőtt lövedék, ami becsapódik a belső rúd. A becsapódás hatására feszültség hullámok generálódnak a belső rúd, melyek a munkadarab felé terjednek, majd hatásukra alakítják azt. Fontos, hogy a folyamat során ezek a hullámok egy dimenziósan terjedjenek, amit pontos megmunkálással, kenéssel és hosszú rudak alkalmazásával tudunk elérni. Az osztott Hopkinson rúd működési elve az egy dimenziós hullám terjedés.

A folyamat alatt a következő feszültség hullámok alakítják a darabot:

- σ_i = bevitt impulzus;
- σ_r = visszavert impulzus;
- σ_t = átvitt impulzus.



1. ábra. Az osztott Hopkinson rudas vizsgálat kísérleti elrendezése [1]

3. Johnson-Cook anyagmodell [3]

A Johnson-Cook anyagmodell megmutatja az alakítási szilárdság, (σ) változását fémes anyagok vizsgálata során, a képlékeny alakváltozás mértékének (ϵ) függvényében, az alakváltozási sebesség ($\dot{\epsilon}$) és a hőmérséklet (T) figyelembe vételével:

$$\sigma = \left[A + B \epsilon^n \right] \left[1 + C \ln \frac{\dot{\epsilon}}{\dot{\epsilon}_0} \right] \left[1 - \left(\frac{T - T_r}{T - T_m} \right)^m \right] \quad [3]$$

ahol A, B, C, n, m anyagminőségtől függő illesztett paraméterek, $\dot{\epsilon}_0$ a referencia alakváltozási sebesség, T_r, T_m referencia hőmérsékletek.

4. Végeselemes modell

A végeselemes modellt az LS-DYNA programmal készítettem el. A modellel 4 különböző anyagminőséget vizsgáltam, eltérő alakváltozási sebességeken (1300; 2400; 3100 1/s). Az alakváltozási sebességeket különböző lövedéksebességekkel értem el. A modellben alkalmazott különféle anyagi paraméterek értékei a 1. táblázatban találhatók.

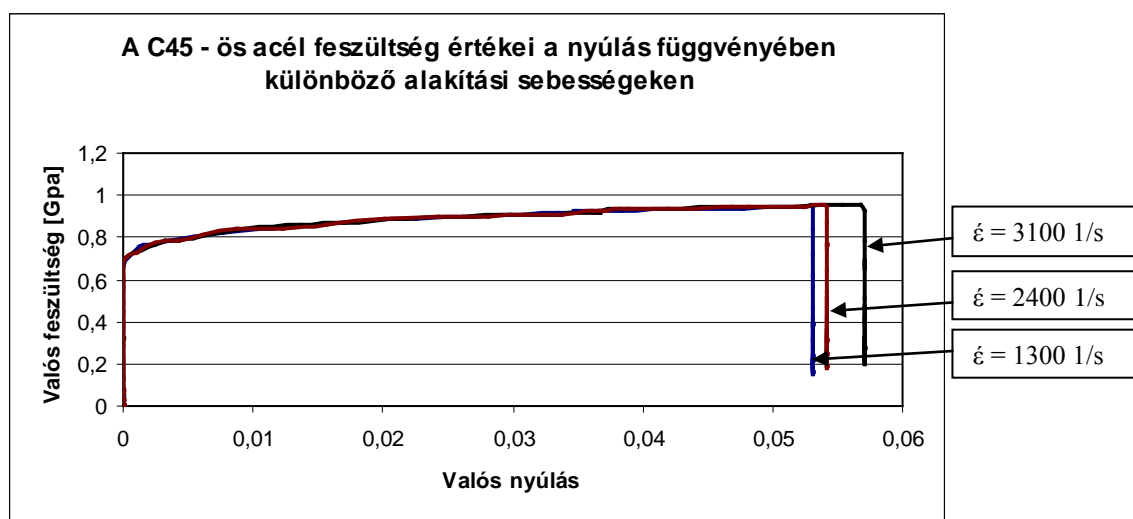
1. táblázat. Az alkalmazott anyagjellemzők különböző anyagminőségekre vonatkozóan (ahol a sűrűség: ρ [kg/m³], rugalmassági modulusz: E [GPa], Poisson-tényező: ν [-], nyírási modulusz: G [GPa], a Johnson-Cook modell paraméterei: A , B , C , n , m , T_m , T_r).

Név:	ρ	E	ν	G	A	B	C	n	m	T_m	T_r
Acél C45	7850	210	0.3	80	553.1	600.8	0.0134	0.234	1	1460	20
Alumínium 5083 T5	2650	72	0.33	26.4	167	596	0.001	0.551	0.859	570	20
Réz	8690	117	0.33	43	90	292	0.025	0.31	1.09	1084	20
Alumínium 6082 T6	2650	72	0.33	26.4	428.5	327.7	0.00747	1.008	1.31	1128	20

5. Eredmények

A 2. ábrán látható a C45-ös acélra vonatkozóan a valódi feszültség a valódi nyúlás függvényében különböző alakváltozási sebességeken.

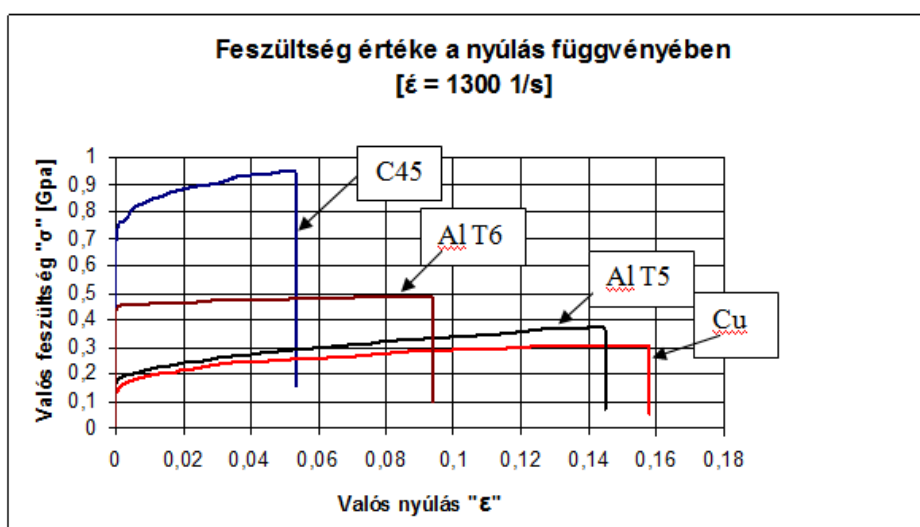
A szimuláció eredményei alapján arra a következtetésre jutottam, hogy az alakváltozási sebesség különböző nagyságú, de azonos nagyságrendű, így a feszültség nagyságát csak kis mértékben befolyásolja. Mivel a különböző alakváltozási sebességeket különböző lövedéksebességgel értem el, ezért különböző mozgási energiával csapódott be a lövedék. A mozgási energia növekedésével nagyobb az alakítási energia is, ez látható az alakváltozás mértékének növekedésében is, de ez a növekedés is csak kis mértékű.



2. ábra. A végeselemes szimulációval meghatározott valódi feszültség--valódi alakváltozás diagram C45-ös acél próbatestre vonatkozóan, három különböző alakváltozási sebesség esetén.

A 3. ábrán a négy különböző anyagminőség folyásgörbéit ábrázoltuk 1300 1/s alakváltozási sebesség esetén.

A diagramból látható, hogy lágyabb anyagok esetén ugyan az a terhelés ugyan az a munka nagyobb maradó alakváltozást mutat, mint keményebb anyagok esetén. Mivel a réznek a legalacsonyabb a folyáshatára az kezd el először megnyúlni a többi anyaghoz képest. A C45 egy jóval erősebb anyag az itt szereplő anyagok közül, ezért ott a legkisebb a maradó alakváltozás és a legnagyobb a darabban ébredő feszültség érték.



3. ábra. A végeselemes szimulációval meghatározott valódi feszültség-valódi alakváltozás diagram 4 különböző anyagminőség esetén egy alakváltozási sebességen

Irodalom

- [1] K.T. Ramesh - 33. *High Strain Rate and Impact Experiments*
www.smf.phy.cam.ac.uk/.../666StrArmstrongIMR.pdf letöltve: 2013.09.18
- [2] S.T. Marais, R.B. Tait, T.J. Cloete and G.N. Nurick - *Material testing at high strain rate using the split Hopkinson pressure bar* www.lajss.org/index.php/LAJSS/article/download/.../47
letöltve: 2013.09.18
- [3] ICHSF2012 5th International Conference on High Speed Forming



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

3D MODELL ROBOTKAR MOZGATÁSÁNAK BETANÍTÁSA IPARI ESZKÖZÖKKEL

3D MODEL OF ROBOT ARM MOVING AND TEACHING BY INDUSTRIAL DEVICES

ZILAHÍ Krisztián László⁽¹⁾, TÓTH János⁽²⁾

(1) Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Villamosmérnöki és Mechatronikai Tanszék, 4028, Magyarország, Debrecen, Ótemető utca, 2-4, imkrisztian@hotmail.com

(2) Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Villamosmérnöki és Mechatronikai Tanszék, 4028, Magyarország, Debrecen, Ótemető utca, 2-4; Telefon / Fax: +36 (52) 415-155/77742, tothjanos@eng.unideb.hu

Abstract

Processions controller devices and Human-Machine Interfaces (HMI) are quite important in automated systems. They provide the necessary informations about the system's functioning for the user. The aim of this paper was to create communication between humans and machines with industrial devices, which is completed with a teachable system. In this case the teachble system is a 3D model of robot arm, controlled by a Programable Logic Controller (PLC). Teaching is a greatly important part of industrial systems. It makes easier the programming of sequential or time based controlling. The machine-operator have to control and move the system manually only once, and then the system can make the process and moves automatically.

Keywords: robot arm, PLC, HMI, programming, teaching

Összefoglalás

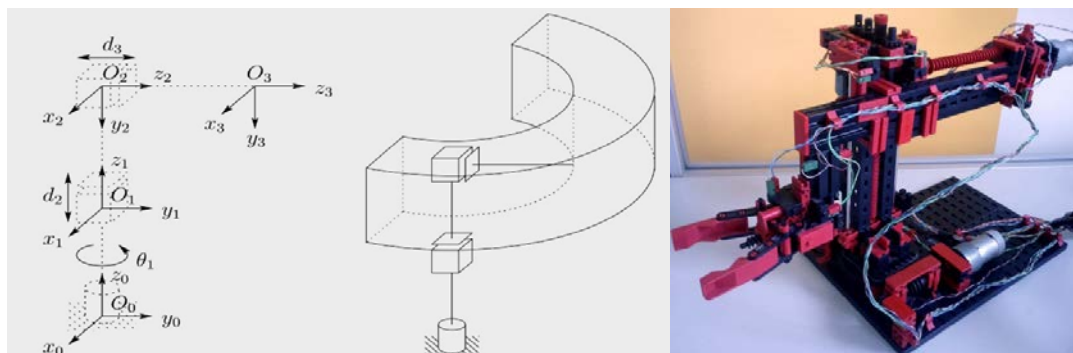
Az automatizált rendszerekben fontos szerepet töltenek be a folyamatokat irányító, szabályozó berendezések, valamint az ipari megjelenítő egységek (HMI), melyek a felhasználó számára biztosítják a berendezés működtetéséhez szükséges információkat. A dolgozat célja az iparban használt eszközökkel megvalósított ember-gép kommunikáció létrehozása volt, melyet egy betanítható rendszerrel egészítettük ki. A betanítható rendszer - ebben a cikkben - egy programozható logikai vezérlővel (PLC) irányított 3D robotkar modell. A betaníthatóság fontos szerepet tölt be az ipari rendszereknél. A sorrendi és idő alapú vezérlések esetén megkönnyítheti a folyamatok, mozgások leprogramozását. Elegendő a gépkezelőnek egyszer kézzel végig irányítani, mozgatni a rendszert, majd az automatikusan ismétli azt.

Kulcsszavak: robotkar, PLC, HMI, programozás, betanítás

1. A felhasznált 3D robotkar modell kinematikája

A cikk során a Fishertechnik nevű cég által gyártott építőelemekből felépített robotkar modellt használtuk. A vezérléséhez szükség van a robotkar kinematikájának ismeretéhez. A robotkar kinematikai láncá szerint egy RTT típusú, amely egy rotációs és az ahhoz csatlakozó

csuklóval és két translációs ízülettel rendelkezik. A kinematikai lánc nyílt, melynek végén egy megfogó található.



1. ábra. A felhasznált RTT - típusú robot kinematikai láncja és munkatere

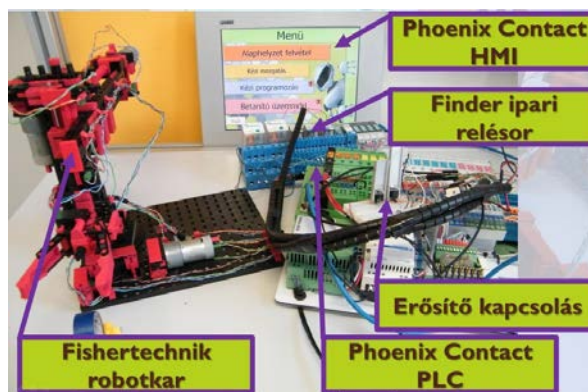
Az RTT típusú robotok munkatere egy hengergyűrű (1. ábra), tehát henger koordináta rendszerben dolgozik. A robotkar kinematikájából adódóan érdemes az O_0 ponthoz rögzíteni a bázispontot, mely ponthoz csatoljuk a világi koordinátarendszert, valamint a robot koordinátarendszert. A robot koordináták meghatározzák a robot manipulátor effektorának (megfogó) helyzetét. Ennek pozíciója a Descartes-féle koordinátarendszer koordinátái (x, y, z) segítségével, írható le, orientációja a módosított Euler-szögekkel adható meg (φ, θ, ψ). Az ízületek koordináta rendszereit a Denavit-Hartenberg konvekció alapján vettük fel. A felvett koordináta rendszerekre felírjuk az egyes ízületekhez tartozó Denavit-Hartenberg transzformációs mátrixokat (1) [1].

$${}^0D_1 = \begin{pmatrix} \cos(\theta_0) & -\sin(\theta_0) & 0 & 0 \\ \sin(\theta_0) & \cos(\theta_0) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} {}^1D_2 = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & d_2 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} {}^2D_3 = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & d_3 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad (1)$$

Ezután az O_0 rögzített ponthoz kötött Denavit-Hartenberg féle homogén transzformációs mátrix (2) az egymást követő koordináta rendszerek szorzatával határozható meg.

$${}^0T_3 = {}^0D_1 \cdot {}^1D_2 \cdot {}^2D_3 = \begin{pmatrix} \cos(\theta_0) & -\sin(\theta_0) & 0 & d_3 \cdot \cos(\theta_0) \\ \sin(\theta_0) & \cos(\theta_0) & 0 & d_3 \cdot \sin(\theta_0) \\ 0 & 0 & 1 & d_2 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad (2)$$

2. A mozgatóshoz és betanításhoz használt ipari eszközök



2. ábra. A mozgatóshoz és betanításhoz használt ipari eszközök

A robotkar mozgatásához olyan programozható eszközöket használtunk fel, amelyek segítségével a kezelő vezérelni tudja a megépített robotkard. A felhasználó számára a rendszerrel való kapcsolatot Phoenix Contact TP 12T típusú HMI biztosítja. A HMI és a robotkar között egy Phoenix Contact ILC-150ETH típusú PLC tartja a kapcsolatot, a PLC digitális kimenetei a motort kapcsoló relék tekercseihez vannak bekötve, a roboton lévő mikrokapcsolók jelei a PLC digitális bemeneteibe érkeznek. A HMI és PLC kapcsolata egy INTERBUS - OPC (Object Linking and Embedding for Process Control) szerveren keresztül történik, TCP/IP protokollon keresztül, mely egy ipari kommunikációs szabvány [2].

3. A megjelenítő egységre létrehozott menüstruktúra

A HMI felületéről a kezelő információkat kap a rendszerről, valamint utasításokat is adhat. A HMI által továbbított információkat és parancsokat, valamint a robotkaron lévő szenzoroktól származó adatokat is a PLC-re megírt program dolgozza fel.



3. ábra. A létrehozott menüstruktúra és a hozzá tartozó kezelőfelületek

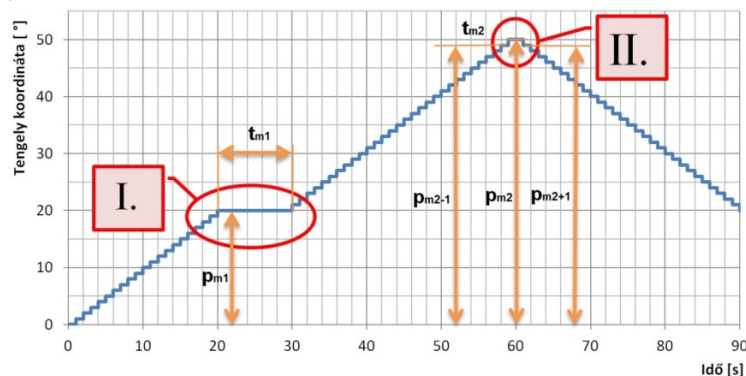
A kezelő felületet (3. ábra) menüpontokra tagoltuk. Figyelembe véve a különböző pontok jelentőségét a felhasználó szempontjából. Az első menüpont az „Alaphelyzet felvétel”, melyben a robotkar beáll az alaphelyzetébe, hogy az útmérő rendszerét bekalibrálja. A „Kézi mozgatás” pont alatt lehet a robotot manuálisan irányítani, megismerkedni a mozgatásért felelős felülettel. A „Kézi programozás” funkcióban a felületen manuálisan megírt program vihető be a PLC-nek. A „Betanító üzemmód” esetén a már ismert „Kézi mozgatás” felületére épülő struktúrával mozgatható a robot, kiegészítve egy betanító funkcióval, mellyel tetszőleges mozdulatsorra (tengelyenként 1000 pozícióra) tanítható meg. „A megfogó helyzete” funkció a „Kézi programozás” és a „Betanító üzemmód” menüpontokból érhető el. Itt a robotkar effektorának mozgása követhető grafikonokon, melyet egy piros kereszt jelöl.

4. A betanítás módszere

Kielemezve a tengelyek mozgásának időbeni változásának lehetőségeit arra a következtetésre jutottunk, hogy elegendő két feltételt vizsgálni a mozdulatsor megjegyzéséhez. A számláló mechanizmus miatt, a tengely pozíció időbeni változásának értéke nem folytonos (lépcsős függvény).

Az első feltétel, amikor a tengely egy pozíción áll adott ideig (4. ábra I. rész). Ezt úgy vizsgáltuk, hogyha a tengely koordináta értéke nem változik $t = 0,5$ s-on belül, akkor a pozíciót (p_{m1}) és a pozíción töltött időt (t_{m1}) kell megjegyezni. A második feltétel szerint

lokális szélső értékeket kell keresni (4. ábra II. rész), azaz, ha megváltozik a tengely mozgásának iránya, akkor a tengely koordináta – idő grafikonon lokális minimumok vagy maximumok keletkeznek. Itt elegendő csak a szélsőérték koordinátáját (p_{m2}) megjegyezni, $t_{m2} = 0$ s-ot rendelve hozzá. Ez a pozíció úgy határozható meg, hogy figyelni kell az utolsó két (p_{m2-1} , p_{m2}) és az aktuális pozíciót (p_{m2+1}). Ha teljesül a $p_{m2-1} = p_{m2+1}$, akkor a p_{m2} koordinátát kell megjegyeztetni.



4. ábra. A pozíció rögzítésének lehetséges feltételei

A feltételeket figyelembe véve elkészítettük az azokat figyelő programrészletet. A feltételek teljesülését egy számlálóval (rot_CTU1) számolom. A tanulási folyamat (5. ábra) alatt (tanul_rot), az események bekövetkeztével növeljük a számláló értékét (rot_CTU1.CV). A koordináták és idők mentésére tengelyenként egy-egy tömböt definiáltunk (pl.: memory_pos_rot, memory_time_rot). A tömbökbe való mentés során a számláló értékének megfelelően a tömbök sorindexe (i) változik, így a megjegyzendő értékek a tömbök aktuális sorindexű sorába menthetők. A tárolt adatokat a visszajátszásért felelős programrész használja fel.

```

17 rot_CTU1(CU:=(tanul_rot AND (rot_rtrig.Q OR rot_rtrig2.Q)),
18 RESET:= NOT(tanul_rot), PV:= 1000);
19 i:=rot_CTU1.CV;
20 IF rot_rtrig.Q THEN
21   memory_pos_rot_1[i] := rot_M2;
22   memory_time_rot_1[i] := t#0s;
23 END_IF;
24 IF rot_rtrig2.Q THEN
25   memory_pos_rot_1[i] := rot_M1;
26   memory_time_rot_1[i] := (rot_ido + t#0.5s);
27 END_IF;

```

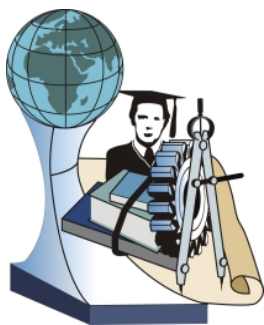
5. ábra. A koordináták és a hozzátartozó idők mentési folyamata

5. Összefoglalás

Elkészítettünk egy megjelenítő alkalmazást, melyen keresztül létre jött a felhasználó és a rendszer közötti kommunikáció. Az alkalmazás segítségével a kezelő igénybe tudja venni az általunk megírt különböző funkciókat, mint például a robotkar kézi vezérlése, betanítása, programbevitel. Az általunk megvalósított rendszer vezérlési része alkalmas a hasonló feladatok ellátására, így kiválóan felhasználható ismétlődő mozgássorok megtanítására és azok visszajátszására [3].

Irodalom

- [1] Spong Mark W., Hutchinson Seth, and Vidyasagar M. Robot Modeling and Control. New York: John Wiley and Sons, 2005. 496 pp. ISBN: 9780471649908
- [2] Ajtonyi István: Ipari kommunikációs rendszerek I. 1. kötet. kiadó: AUT-INFO Kiadó, Miskolc, 2008. 431 p. ISBN szám: 9789630658133
- [3] 3D modell robotkar mozgásának betanítása ipari eszközökkel – videó:
<http://www.youtube.com/watch?v=we8ZYFfWjUs>



FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA XIX.

Kolozsvár, 2014. március 20–21.

AZ INNOVATÍV MUNKAKÖRNYEZET KIALAKÍTÁSÁNAK SZÜKSÉGESSÉGE ÉS LEHETŐSÉGEI AZ 1960-AS ÉVEK TÍPUSIRODÁIBAN

NECESSITY AND POSSIBILTY OF INNOVATIVE WORKPLACE DESIGN IN THE OFFICE BUILDINGS FROM THE 1960S

ZOLTÁN Erzsébet Szeréna

*Pécsi Tudományegyetem, Pollack Mihály Műszaki és Informatikai Kar, Építőművészeti és
Vizuális Ismeretek Tanszék, 7624, Hungary, Pécs, Rókus u. 2, Telefon: +36 72 501 500 /
2364,6 betty.zoltan@pmmik.pte.hu*

Abstract

The paper takes the form of a literature review, considering the history and functionality of the work environment and its widening scope to consider how it would be possible to use the existing office buildings more sustainable, healthier by having more productive workplaces at the same time. It is argued that the preservation of post-war concrete skeleton structures can be used sustainable. Sustainability is usually considered only in terms of construction but it should be complemented in the work environment by satisfaction and wellbeing of the users. In case of reduced productivity this paper suggests that activity based design practices will result in optimized space quality of office buildings and improved health for their occupants.

Keywords: innovation, sustainability, workplace, architecture, space efficiency

Összefoglalás

A tanulmány a munkakörnyezet funkcionalitásának és történetének vizsgálatával a már megépült irodaépületek fenntarthatóbbá, élhetőbbé, egészségesebbé tételének lehetőségeit elemzi, a munkahelyek produktivitásának egyidejű növelésével. Az egyértelmű, hogy a vasbeton vázák megtartása a fenntarthatóságot szolgálhatja, viszont a munkakörnyezet összefüggéseiben nem elegendő az épületszerkezetek elemzéséből erre vonatkozó következtetéseket levonni, hanem a használati értékkel kiegészítve érdemes vizsgálni. Amennyiben a termelékenység csökkenése kimutatható, érdemes az alternatív irodahasználat bevezetésének lehetőségeit megvizsgálni, illetve hogy az eredendően nem az egyterűség szempontjai szerint tervezett épület esetében milyen kompromisszumok mellett alkalmazható, ill. hol a határ a gazdaságosság és fenntarthatóság tekintetében.

Kulcsszavak: innováció, fenntarthatóság, munkakörnyezet, építészet

1. A munka minősége és a munkakörnyezet összefüggései

1.1. Irodák tegnap, ma... holnap

1.1.1. Paradigmaváltás az irodaépítészetben

A 2009-ben bekövetkezett gazdasági válságot megelőző időszakban rendkívüli ütemben növekedett a bérirodák mennyisége, a minőségi szempontok viszont nem mutatkoztak meg a térszervezésben. Ahogy általában minden rosszban van valami jó, a válság ráébresztette mind a használókat, mind az építetőket, hogy változásokra van szükség. A gazdasági termelés, az

értékteremtés, - főként a tercier és kvaterner szektorban,- nagyrészt irodaházakban zajlik, ezért kiemelten fontos, hogy foglalkozzunk építészetével.

1.1.2. A múlt irodaterei

Az Uffizi Firenzében az az épület, aminek nevéből az angol office szó is eredeztethető, a 16. században épült és az irodaházak prototípusának tekinthető. [1] Az ipari forradalom azonban nemcsak a termelési folyamatokra volt hatással, hanem a háttér infrastruktúrára, az irodákra is. 1880-as évekig hagyományosnak tekinthető a működésük, de ez idő után a munkamegosztás az irodákban is kialakul, a jórészt máig jellemző hierarchiával együtt: az alsóbb szinten dolgozók egyterű irodákban kaptak helyet, a középső réteg 2-3 személyes irodákban és az egyszemélyes, tágas helyiségekben a főnökök ültek.

Annak ellenére, hogy az ergonómia még nem volt olyan kulcsfontosságú kérdés, mint napjainkban, mégis ergonomikusan építkeztek: nagy emeletmagasságokat tartva, hogy minél kevesebb mesterséges fényre legyen szükség és persze az ablakok is nyithatóak voltak.

1.1.3. Az információs társadalom hatása a munkahelyek viszonylatában

A számítógépes munkahelyek elterjedése volt a meghatározó lépés az ipari társadalom információs társadalommá válásában. Manapság az irodai alkalmazottak többsége direkt vagy indirekt módon kommunikációval, adatfeldolgozással foglalkozik, ezért nagyon fontos az irodák mai formáinak vizsgálata, és a tendenciák megismerése. Az egyre változó munkamódszerek ellenére is még a közelmúltban, sőt még napjainkban is leginkább elterjedt a hagyományos középfolysós, cellás kialakítású irodaház. A fenntartható fejlődés előtérbe helyezi a munkavégzés formáit, idejét, körülményeit is. A munkamánia napjainkra betegséggé vált, a rehabilitációs programok hemzsegnek a magát teljes kiégésig hajszó, mások által sikeresnek tekintett menedzserektől. Egyetlen munkáltatónak sem célja legsikeresebb, legproduktívabb munkavállalóit elveszíteni, így az egészséges munka-élet egyensúly feltételeinek megteremtéséhez egyre gyakrabban az esztétikus, változatos, inspiratív munkakörnyezet biztosításában látják a megoldást.

1.1.4. A fenntartható fejlődés szempontjai

A gazdasági válság egyre szélesebb körben a fenntarthatósági szempontokra irányította a hangsúlyt: az épület kedvező energiamérlegén túl az egy főre jutó négyzetméterek csökkentése is cél. Ez már nem csak a cellás irodából az egyterűre történő váltásról szól, ami gyakran a munka minőségének romlását is maga után vonná. A fő szempont jól működő, pozitív alternatívák kidolgozása: előtérbe kerül az elmélyült, egyéni munkavégzés mellett az állandó kommunikáció fontossága, ami nem csak tárgyalótermekben kaphat helyet. Az informális találkozások közben spontán alakuló beszélgetések vitathatatlanul fontos elemei az információáramlásnak: az igazán eredeti, innovatív ötletek 80%-ban ilyen helyzetekben jönnek létre. [2]

1.2. Kooperáció+Koncentráció=Innováció

1.2.1. A vegyes használatú irodatér, a business club eredete

A mai munkavállaló bárhol és bármikor képes dolgozni. Hosszú ideig a rugalmas időbeosztás és a távmunka kombinációja tűnt a megoldásnak, mind a *burn-out* megelőzésére, mind az ökológiai lábnyom mérséklésére. Az ingázással töltött idő felszabadul, több jut a személyes igényekre, ill. minden egyes megspórolt kilométerrel redukálható az ökológiai lábnyom, viszont a kommunikáció innovatív erejét nem lehet személyes, mindennapi találkozások nélkül kiaknázni. Egy sikeres koncepció kulcsa a sokféleségben, a választási lehetőségek ésszerű kombinálásában rejlik. A rendszer a változatosság és az egyediség különleges kombinációja, ami nem feledkezik meg a dolgozók privátszférájáról, egyéni igényeiről sem. Míg a menedzserek jórészt a *brainstorming*ban, a csapatmunkában hisznek, a legzséniálisabb, legkreatívabb emberek gyakran introvertáltak, belőlük más körülmények

között lehet kihozni a maximumot. [3] A vegyes használatú irodater azért mutatkozik kiemelkedően hasznosnak, mivel mindenki megtalálja a személyiségéhez és a munkájához legalkalmasabb konfigurációt – mind csapatban, mind egyénileg. A kutatások eredménye szerint senki nem képes 8 órán keresztül folyamatosan ugyanazt a teljesítményt nyújtani – az ember sokkal inkább „lemerül-feltölt üzem mód” –ban hatékony, így a munkáltatóknak is érdekében áll a munkavállalókat arra ösztönözni, hogy kisebb nagyobb megszakításokat ütemezzenek be napjaikba. Az erre szolgáló terek kiemelt fontosságúak, hiszen az informális találkozások közben spontán alakuló beszélgetések vitathatatlanul fontos elemei az információáramlásnak, az invencióknak.

1.2.2. Búcsú a hierarchikus térszervezéstől- a business club térhódítása

A szervezeti felépítések hierarchikussága is egyre inkább háttérbe szorul, a munkaidő rugalmasabbá válása mellett. A hangsúly arra helyeződik, hogy az egyéni munkafolyamatok beilleszthetők legyenek egy kollaboráción és kommunikáción alapuló rendszerbe. Mindezt úgy, hogy körültekintő tervezés és szervezés mellett még drága négyzetméterek is megspórolhatók legyenek. A gyakorlatban a terület kihasználtságának látványos eredményei abból adódnak, hogy senki nem rendelkezik „saját” munkaállomással: mindig az aznapi feladataihoz választja ki a helyét, sőt ez napközben is változhat. Egy alternatív, vegyes használatú irodater szervezési sémáját mutatja a 1. ábra:



1. ábra. A tevékenységekhez kapcsolódó modulok szervezési sémája

A személyesség hiánya kifogásolható, pozitív hozadéka viszont az ún. „clean desk effect”: nem lehet az aktákat az asztalon hagyni, hiszen másnap senki nem ott folytatja, ahol előző nap abbahagyta a munkát. A személyes akták, hordozható telefon stb. egy központi helyen található, zárható tároló rendszerben kapnak helyet. A koncepció működésének alapfeltétele a körültekintően megtervezett információtechnikai rendszer, amely biztosítja, hogy bárhol, bármikor hozzáférhetőek legyenek a munkavégzéshez szükséges fájlok, adatok. A helymegtakarítás ezekből még nem is következne egyértelműen, de a törekvés, hogy az üzleti és magánügyből adódó távollétek alatti üresjáratokat csökkentsék, merész lépést generált. Ahol rendelkezésre áll kimutatás a dolgozók jelenlétéről, ott egyértelműen látható, hogy egyszerre 70% feletti kihasználtság ritkán van egy nagyobb szervezet mindennapjaiban. A non-territoriális irodaszervezetek esetében ezért a teljes értékű munkaállomások száma általában csak az összlétszám 75-80%-a. A felsorolt lépésekkel csökkenthető a kihasználatlan négyzetméterek száma, kisebb az ökológiai lábnyom, mégis a szokványostól eltérő kialakítás a termelékenység, a dolgozói elégedettség szintjén is mérhető. Kudarcba jellemzően akkor fordul, ha a vezetőség nem jár el példamutatóan, nem adja fel privilégiumait...

1.3. Gazdálkodás a meglévőségekkel

Nem szabad megfeledkeznünk arról a tényről, hogy az irodai munka kb. 80%-a még évtizedek múlva is a ma már álló épületekben zajlik majd. Kutatásunkban azt vizsgáljuk, hogy mennyiben lehet ezt a koncepciót a mára használati értékükben megkopott, az 50-es, 60-as, 70-es években emelt különféle típusú irodaépületek esetében alkalmazni. Hazánkban egyre gyakrabban előfordul, hogy ezeket az épületeket inkább lebontják, viszont a fenntartható fejlődés pontjából nem elhanyagolható az így keletkező építési hulladék környezeti hatása. Kutatási projekt alapja, hogy a mára kevésbé preferált irodaépületek megbecsülését visszaadja. Nem szabad elfeledkezni arról a tényről, hogy ezek az épületek a maguk korában a kiemelkedőt, a minőséget jelentették, ugyanúgy, mint a mai, tervtanácsokat megjárt épületek jó része. Az építész az utókor elismeréséért küzd a jelenkori megrendelővel és lehetőségeivel, pedig az örökérvényű épületek ideje lejárt, szűkül a hely a Földön. Régen is voltak lebontott házak és átváltozások, de egy város, egy ház életében a korszakok egymásra rétegződése, egymás mellett élése fontos a fejlődés szempontjából. A levéltári gyűjtőmunka megmutatta, a vizsgált épületek nagy része racionálisan szerkesztett, viszont az előregyártott szerkezetek gyakori használata kis fesztávokat, épületmélységeket realizált, ami nem kedvez a könnyen átlátható, kooperatív tereknek. Az épületek vázas szerkezete ellenben előny, hiszen a merevítő falak kivételével a tér szabadon alakítható, a homlokzat pedig teljesen függetleníthető. A munkaállomások térbeli kimozdításához régi épületek esetében egy alacsony magasságú monolitikus álpadló szükséges lenne a megfelelő infrastrukturális ellátás biztosítására (kb. egy lépcsőfoknyi) - ez sok esetben az alacsony belmagasság miatt nem lehetséges, ennek megoldása új kihívást jelent.

2. Következtetések / Összefoglaló

A vizsgált irodaházak időtálló anyagokból épültek, a vasbeton életciklusa emberöltőkben mérhető, a vázas szerkezet terei sokféle funkció befogadására alkalmasak, leginkább szellemiségük avul el. Egy 30 éves épület esetében bátran kijelenthetjük, hogy az életciklusa felénél jár, így érdemes lehet a felújítás költségeit 20-30 évre kalkulálva összevetni egy bontással, új szerkezetépítéssel 50-60 évre tervezett beruházás megtérülésével. A bontás, és az egyre dráguló hulladékkezelés költségei miatt a belvárosi szövetben, egy korszerűen felújított épület is versenyképes lehet a város peremkerületein megvalósuló komplex beruházásokhoz képest. Emellett a városok történetében, szövetében fontos, hogy a folytonosság képviselve legyen. Persze vannak vis maior esetek, mint például a háborúk, ill. természeti katasztrófák, de valahol mindenképpen fájó, amikor az ember saját művének elpusztítója

Az elkövetkező időszakban a kutatás célja minél több irodaépület típus elemzése és vizsgálata alternatív munkakörnyezet koncepcióra átalakítva, költségelemzésekkel az életciklus tekintetében.

A kutatás a TÁMOP-4.2.4.A/2-11/1-2012-0001 azonosító számú Nemzeti Kiválóság Program – Hazai hallgatói, illetve kutatói személyi támogatást biztosító rendszer kidolgozása és működtetése konvergencia program című kiemelt projekt keretében zajlott. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Irodalom

- [1] Cságoty F. Középületek, TERC, Budapest, 2004. 450.old
- [2] Allen T., Henn G. The Organization and Architecture of Innovation, Elsevier, 2007, p. 16-19
- [3] Furnham, A. The Brainstorming Myth. Business Strategy Review, (2000), 11: 21–28.

SZERZŐK JEGYZÉKE

LIST OF AUTHORS

A

ÁDÁM Balázs, 65
ALBERTAZZI Armando G.Jr., 329
ALVARENGA Paulo José Lage, 401
ANDRÉ Anita, 405

B

BABLENA Adrienn, 41
BAEYENS Bart, 165
BAGYINSZKI Gyula, 45,73
BARRETO Aldebaro Da Rocha
Klautau Jr., 421
BARROS COELHO Thiago, 421
BARTHA László, 301
BARÁNYI István, 49
BARTÓK Roland, 53
BENKŐ Tamás, 405
BERA József, 57, 333
BÉRCESI Gábor, 61
BÉRES Gábor, 65, 233
BERNÁTH Mihály, 69
BITAY Enikő, 45, 73, 77, 81, 281, 309
BOCSI Róbert, 85, 189
BODNÁR Ildikó, 185, 425
BODNÁR István, 89
BODZÁS Sándor, 93
BONFIM Thiago, 97
BORSOS Ágnes, 101
BUZA Gábor, 25

C

CARNEIRO Fernando Nascimento Dias, 105
CORTES Tarcisio Ribeiro de Oliveira, 109
CSIZMADIA Béla, 353
CZAP László, 113
CZIFRA Árpád, 49, 321

D

DÄHN Rainer, 165
DANYI József, 117
DÁNYI Tibor Zoltán, 121
DARVAY Zsolt, 125, 129
DEZSŐ Gergely, 133

DIENES Alpár, Forgó Zoltán, 137
DOBRÁNSZKY János, 77
DOMJÁN Alexandra, 141
DRÉGELYI-KISS Ágota, 409
DUDÁS Illés, 93
DUGÁR Zsolt, 65, 233

F

FÁBIÁN Enikő Réka, 145
FÁBIÁN Margit, 165
FARIA Yan, 153
FALUVÉGI Erzsébet, 149
FAZEKAS András, 201
FEIKEN Petra, 157
FORGÓ Zoltán, 325, 357
FÓRIÁN Sándor, 161, 425
FRIED Zoltán, 349
FURKÓ Mónika, 145

G

GENUINO Igor Martins, 153
GERGELY Felicián, 165
GONDA Viktor, 465
GYENGE Csaba, 229
GYULAI Dávid, 169
GYULAI Zoltán, 173

H

HAERTEL Maryah E.M., 329
HAICK Bruno Gomes, 421
HANÁK László, 85, 189
HANSÁGHY Pál, 65, 233
HARANGOZÓ József, 177
HERVAY Péter, 181
HÉVIZI Márton, 185
HODAI Zoltán, 85, 189
HOLCZER Emil, 281
HORVÁTH Géza, 85, 189
HORVÁTH Ildikó, 193
HORVÁTH Magdolna, 197
HORVÁTH Richárd, 181, 201, 205
HRICZÓ Krisztián, 209

I

IMECS Mária, 213, 225
INCZE János Jób, 213

J

JOHANYÁK Zsolt Csaba, 261
JUHÁSZ Botond, 217
JUHÁSZ György, 217
JUHÁSZ Krisztina, 69, 221

K

KACSO Zoltán, 225
KÁDÁR Norbert, 229
KALÁCSKA Gábor, 49
KECSKÉS Bertalan, 117
KELEMEN András, 225
KIS Dávid, 65, 233 ,
KISFALUDI-BAK Zsombor, 237
KOCSIS Dénes, 161
KÖHÁZI-KIS Ambrus, 241. 245
KORMOS Fiammetta, 281
KÓSA Balázs, 249
KOVÁCS-ANDOR Krisztián, 253
KOVÁCS-COSKUN Tünde, 257, 373
KOVÁCS László, 261
KOVÁCS Péter, 293
KUTI János , 157, 177

L

LÁSZLÓ István, 349
LEAL Brauliro, 97
LEHÓCZKI Bettina, 265
LEPSÉNYI Ákos, 269
LÍSKA János, 273
LÍSKA Katalin, 273
LŐRINC Zsuzsanna, 277

M

MAJZIK István, 369
MANCIULA Dorin, 281
MARQUES Marie, 165
MÁRTON László, 389
MÁTÉ Márton, 33
MÁTRAI Zsolt, 285
MÁTYÁSI Gyula, 201

MEDVEGY Gabriella, 289
MEZEI Balázs, 161
MEZŐFI Diána, 293
MICSKEI Zoltán, 369
MIHÁLYI Martin, 297
MIZSEY Péter, 405
MUCSI András, 337

N

NAGY Roland, 301
NAGY Tibor Sándor, 389
NOVÁK Mátyás, 305

O

OLASZ Sándor, 309
OLDAL István, 353
ORBÁN György, 313, 393
OROSZ Tamás, 317
OSÁN János, 165

P

PALÁSTI-KOVÁCS Béla, 321
PAPP Ingrid-Magdolna, 125
PÁSZTOR Judit, 325
PEREIRA Guilherme M., 329
PETRÓCZKI Károly, 61
PINKE Péter, 257, 373
PINTÉR László, 321
PINTÉR Judit Mária, 113
POKORÁDI László, 57, 333, 361, 377
POPA-MÜLLER Izolda, 81
POVORAI Gábor, 337

R

RÁCZ Pál, 341
RADNAY László, 265
RAMOS Ricardo, 97
RÉGER Mihály, 345
RÉTI Tamás, 349
RIPPELNÉ PETHŐ Dóra, 85, 189

S

SAFRANYIK Ferenc, 353
SALLAI Rubina, 301
SÁNDOR Roland, 273

SILVA Gustavo Adriano, 153
STEIGER Balázs, 217
STEFÁN Viktória, 293

SZ

SZABÓ Csaba, 213
SZABÓ Márk, 433
SZABÓ Szilárd, 365
SZAKÁLLAS Anna, 317
SZAMOSI Barna, 361
SAMPAIO NETO Nelson Cruz, 421
SZASZÁK Norbert Tibor, 365
SZATMÁRI Zoltán, 369
SZŐKE Enikő, 213
SÜTŐ Szabolcs, 357
SZILÁGYI Gábor, 373
SZILI Tamás, 377
SZÖSZ Klaudia, 381
SZTRANYÁK Gergely, 385

T

TAKÁCS Petra-Renáta, 129
TALPAS János, 393, 389
TAMÁS Anna Mária, 397
TÂNIA Dias Ribeiro, 401
TÖRÖK Szabina, 165
TRINDADE BATISTA Cassio, 421
TROHÁK Attila, 43
TÓTH András József, 405
TÓTH Georgina Nóra, , 409
TÓTH János, 417, 469
TÓTH Levente Ferenc, 413
TÓTH Xénia Erzsébet, , 417
TRUZI Alexandra, 425
TURI Tamás, 429

V

VÁGÓ Árpád, 301
VAJDA István, 317
VÁMOSSY Zoltán, 297
VARGA Attila, 433
VARGA Attila Károly, 437, 445
VARGA Levente, 445
VARGA István, 133
VARGA Péter, 449

VÁRI Győző, 453
VÉGVÁRI Ferenc, 117, 221
VEHOVSZKY Balázs, 145
VEKOV Imre, 457
VERESS Erzsébet, 281
VICSI Klára, 113
VICZIÁN Csaba, 265
VÖRÖS Erika, 461

W

WINDISCH Gergely, 297
WITTMANN Péter, 465

Z

ZILAHÍ Krisztián László, 469
ZOLTÁN Erzsébet Szeréna, 473

Támogatók

KOLOZSVÁRI VÁROSI TANÁCS
CONSACT CONSULTING Kft.
HARTPLAST RT.



BETHLEN GÁBOR
Alap

ERDÉLYI MÚZEUM-EGYESÜLET
MŰSZAKI TUDOMÁNYOK SZAKOSZTÁLYA

Ro, 400009 Kolozsvár/Cluj, Jókai/Napoca utca 2–4.

Postafiók: O.P. 191., Tel/Fax: +40-264-595 176,

Mobil: +40-75-1016063, Honlap: <http://www.eme.ro>

e-mail: titkarsag@eme.ro, fmtu@eme.ro

