

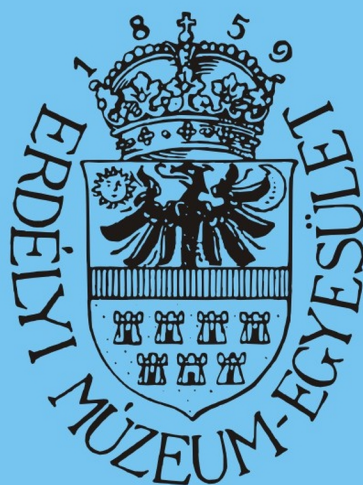
*MŰSZAKI TUDOMÁNYOS FÜZETEK*

---



*FIATAL MŰSZAKIAK  
TUDOMÁNYOS  
ÜLÉSSZAKA*

*XVI.*



*Erdélyi Múzeum-Egyesület kiadványa*

*Kolozsvár, 2011*

*XVI. FMTÜ*

*NEMZETKÖZI TUDOMÁNYOS  
KONFERENCIA*

*INTERNATIONAL SCIENTIFIC  
CONFERENCE*



*Kolozsvár  
2011. március 24–25.*

**Programbizottság***Gyenge Csaba*  
*Talpas János**Bitay Enikő*  
*Baki-Hari Zoltán-Gábor***Tudományos bizottság**Elnök: *Gyenge Csaba*  
Titkár: *Bitay Enikő**Alpek Ferenc (Budapest)*  
*Csibi Vencel (Kolozsvár)*  
*Csizmadia Béla (Gödöllő)*  
*Danyi József (Kecskemét)*  
*Dávid László (Marosvásárhely)*  
*Dobránszky János (Budapest)*  
*Dudás Illés (Miskolc)*  
*Delesega Gyula (Temesvár)*  
*Guttman Szaboles (Kolozsvár)*  
*Hollanda Dénes (Marosvásárhely)*  
*Imecs Mária (Kolozsvár)*  
*Kakucs András (Marosvásárhely)*  
*Kerekes László (Kolozsvár)*  
*Kis Zoltán (Kolozsvár)*  
*Kodácsi János (Kecskemét)*  
*Kovács-Cuskon Tünde (Budapest)*  
*Maros Dezső (Kolozsvár)**Márton László (Gyergyószentmiklós)*  
*Máthé Márton (Marosvásárhely)*  
*Orbán Ferenc (Pécs)*  
*Péter László (Nyíregyháza)*  
*Pinke Péter (Nagyszombat)*  
*Pokorádi László (Debrecen)*  
*Réger Mihály (Budapest)*  
*Réti Tamás (Győr)*  
*Roósz András (Miskolc)*  
*Sándor László (Kolozsvár)*  
*Sikolya László (Nyíregyháza)*  
*Székely Gyula (Marosvásárhely)*  
*Tiba Zsolt (Debrecen)*  
*Tisza Miklós (Miskolc)*  
*Varga Béla (Brassó)*  
*Végyári 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://dspace.eme.ro/handle/10598/13964>

Kiadó: **Erdélyi Múzeum-Egyesület**  
Felelős kiadó: **Biró Annamária**  
Szerkesztő: **Bitay Enikő**  
Műszaki szerkesztő: **Baki-Hari Zoltán-Gábor, Talpas János**

*Kolozsvárt, 2011. március 23-án.*

## TARTALOMJEGYZÉK

<b>Gyenge Csaba</b> ELŐSZÓ.....	XVII
<b>1. Imecs Mária</b> A VILLAMOS GÉPEK MODERN SZABÁLYOZÁSI MÓDSZEREI A TÉRFÁZOR ELMÉLET ALAPJÁN.....	XIX
<b>2. Tisza Miklós</b> ANYAGTUDOMÁNYI ÉS TECHNOLÓGIAI FEJLESZTÉSEK A KÉPLÉKENY LEMEZALAKÍTÁSBAN.....	XLV
<b>3. Árendás Csaba</b> SMARTVINEYARD™ (SZŐLŐŐR) - SZENZORHÁLÓZAT SZŐLÉSZETI NÖVÉNYVÉDELEMHEZ.....	1
<b>4. Bagyinszki Gyula, Bitay Enikő</b> ANYAGTUDOMÁNYI GYAKORLAT-MODULOK A GÉPÉSZ- ÉS MECHATRONIKAI MÉRNÖK KÉPZÉSBEN.....	5
<b>5. Baki-Hari Zoltán-Gábor</b> A GYÁRTÁSI IDŐ CSÖKKENTÉSÉNEK LEHETŐSÉGEI GYORS PROTOTÍPIZÁLÁS ESETÉN.....	17
<b>6. Balassa Gábor Péter, M. Csizmadia Béla, Katona Gábor</b> KÉSZÜLÉK ÉS MÓDSZER KIDOLGOZÁSA TÉRD PROTÉZISEK MINŐSÍTÉSÉHEZ.....	21
<b>7. Bata Attila, Dugár Zsolt</b> KOVÁCS HENGERLÉS OPTIMALIZÁLÁSA Q-FORM SZIMULÁCIÓ SEGÍTSÉGÉVEL.....	25
<b>8. Bári Gergely</b> FORMULA STUDENT VERSENYAUTÓ FUTÓMŰTERVEZÉSI FOLYAMATÁNAK BEMUTATÁSA.....	29
<b>9. Bera József</b> KÖRNYEZETVÉDELMI TERVEZÉS AKTUÁLIS KÉRDÉSEI.....	33
<b>10. Bihari Zoltán, Sente József</b> FORGÁSIRÁNY KAPCSOLÓ TANGELYKAPCSOLÓK ELEMZÉSE.....	37
<b>11. Biró Szabolcs, Sipos Sándor, Nagy Attila</b> KORSZERŰ GEOMETRIÁJÚ FORGÁCSOLÓLAPKÁK AZ OKTATÁSBAN.....	41

<b>12. Bitay Enikő, Bagyinszki Gyula</b> A MŰSZAKI ANYAGTUDOMÁNY GYAKORLATORIENTÁLT OKTATÁSI STRUKTÚRÁJA.....	47
<b>13. Bíró Csongor, Hadi Szabolcs, Kádár György, Kis Alpár, Péntek Máté</b> SZERKEZET-MODELLEZÉSHEZ HASZNÁLT NEM-KONVENCIONÁLIS ANYAG TESZTELÉSE.....	59
<b>14. Borka Andrea, Hoffecker Ákos, Kósa Balázs, Lőke Ferenc, Németh István</b> PÉCS 2010 – INDÓHÁZ TÉR ÉS KÖRNYÉKE RENDEZÉSE.....	63
<b>15. Csorba Ádám</b> A HIPERSPEKTRÁLIS TECHNOLOGIA BEMUTATÁSA ÉS A SZOLGÁLTATOTT ADATOK MEGBÍZHATÓSÁGA.....	67
<b>16. Dénes Szabolcs</b> A FRÖCCSENTŐ SZERSZÁMOK MEGMUNKÁLÁSÁNÁL HASZNÁLT SZIKRAFORGÁCSOLÓ TECHNOLOGIÁK OPTIMALIZÁLÁSA.....	71
<b>17. Domokos Erzsébet</b> BIOCÖNOLÓGIAI KUTATÁSOK ROMÁNIÁBAN.....	75
<b>18. Drégelyi-Kiss Ágota, Németh Emil</b> TÁRCSAFÉK GYÁRTASTECHNOLÓGIÁJÁNAK JAVÍTÁSA KÍSÉRLETTERVEZÉSSSEL.....	79
<b>19. Dudás Illés, Bodzás Sándor</b> CSIGAKERÉK LEFEJTŐMARÓ ÉLEZHETŐSÉGI TARTOMÁNYÁNAK MEGHATÁROZÁSA KÖZELÍTŐ MÓDSZERREL.....	83
<b>20. Dugár Zsolt, Szűcs András, Belina Károly, Végyári Ferenc</b> C60 MEGERESZTÉSÉNEK VIZSGÁLATA DMTA BERENDEZÉSBE.....	87
<b>21. Fábrián Enikő Réka</b> A MARADÓ ALAKVÁLTOZÁS HATÁSA A DC04EK ACÉLOK PIKKELYESEDÉSI HAJLAMÁRA.....	91
<b>22. Fórián Sándor</b> DEBRECENBEN MÉRT CSAPADÉK ADATOK ELEMZÉSE, MÉRTÉKADÓ CSAPADÉK MEGHATÁROZÁSA 100 ÉVES IDŐSOR ALAPJÁN.....	95
<b>23. Fried Zoltán</b> GNU/LINUX HARDENING.....	99
<b>24. Gaál Sarolta, Rétfalvi Donát, Hutter Ákos</b> GYEREKSAROK – EGY KORTÁRS ÓVODAÉPÜLET BEMUTATÁSA.....	103
<b>25. Gulyás Eleonóra</b> MISKOLC-VASGYÁR LAKÓPARK ÉPÍTÉS.....	105

<b>26. Gyergyák János, Zsolt László</b> VIDÉKI EGYENSÚLY – FALUSI SZÁLLODA TARDONÁN.....	109
<b>27. Gyurkó Vivien</b> A KÖZÖSSÉGI ÉS A KERÉKPÁROS KÖZLEKEDÉS MENETIDEJEINEK ÖSSZEHASONLÍTÁSA DEBRECENBEN.....	113
<b>28. Hansághy Pál, Szűcs András</b> GUMIK MECHANIKAI JELLEMZŐINEK SZIMULÁCIÓJA.....	117
<b>29. Haraszko Csaba, Németh István</b> FORGÁCSOLÓ GYÁRTÓRENDSZER SZIMULÁCIÓJA ÉS ELEMZÉSE.....	121
<b>30. Hervay Péter, Mikó Balázs</b> FORD A-MODEL VÍZPUMPA FELÚJÍTÁSA.....	125
<b>31. Hofer Norbert</b> A DOROGI PERNYETÁROZÓ KÖRNYEZETVÉDELMI ÁLLAPOTFELMÉRÉS.....	129
<b>32. Horváth Magdolna, Turi Tamás</b> SILÓ TÍPUSÚ MÉLYGARÁZS TERVEZÉSE.....	133
<b>33. Horváth Roland, Keppler István</b> EFCE SZABVÁNYNAK MEGFELELŐ NYÍRÓKÉSZÜLÉK TERVEZÉSE SZEMCSEHALMAZOK MIKRO-MECHANIKAI JELLEMZŐINEK MEGHATÁROZÁSÁRA.....	137
<b>34. Jakab Hunor Sándor</b> A LENGŐ ATWOOD GÉP VEZÉRLÉSE MEGERŐSÍTÉSES TANULÁSSAL.....	141
<b>35. Kapitány Norbert, Szűcs András, Ádám Balázs</b> JÁRMŰIPARI MŰANYAG HULLADÉKOK ÚJRAHASZNOSÍTÁSÁNAK LEHETŐSÉGEI.....	145
<b>36. Kodácsy János, Molnár Viktor</b> HŐJELENSÉGEK ÉS SZERSZÁMKOPÁS VIZSGÁLATA FORGÁCSOLÁSKOR.....	149
<b>37. Kondor Tamás, Nagy Viktor, Durkó András</b> RAVATALOZÓ KÁPOLNA NAGYBODOLYA - HORVÁTORSZÁG.....	153
<b>38. Kovács-Andor Krisztián</b> VISEGRÁD ÚJ VÁROSKÖZPONTJÁNAK KIALAKÍTÁSA.....	157
<b>39. Kovács-Coskun Tünde, Pinke Péter</b> A CSEPPÁTMENET VIZSGÁLATI LEHETŐSÉGEI KÜLÖNBÖZŐ HEGESZTÉSI TECHNOLOGIÁKNÁL.....	161
<b>40. Kovács-Coskun Tünde, Pinke Péter</b> ACÉL PRÓBATESTEK ÖSSZEHASONLÍTÓ VIZSGÁLATA MIKROKEMÉNYSÉGMÉRÉSEL.....	165

<b>41. Kulcsár Béla, Hajdu Sándor, Szabó Zoltán, Vitális Csaba</b> EGYOSZLOPOS MAGASRAKTÁRI FELRAKÓGÉPEK VÁZSZERKEZETÉNEK IGÉNYBEVÉTELEI.....	169
<b>42. Kuzsella László</b> ROSTIRÁNYÚ TÖMÖRÍTÉS HATÁSA A BÜKK LOGARITMIKUS DEKREMENTUMÁRA.....	173
<b>43. Lágymányosi Attila</b> NÖVÉNYI APRÍTÉK FELÜLETÉNEK KÉPFELDOLGOZÁSSAL TÖRTÉNŐ MEGHATÁROZÁSA.....	177
<b>44. Liska János</b> FORGÁCSOLÁSI HŐMÉRSEKLETEK KOMPOZIT ANYAGOK FORGÁCSOLÁSAKOR.....	181
<b>45. Liska Katalin</b> CAM STRATÉGIÁK HATÁSAI A FELÜLETEK MIKRO ÉS MAKROGEOMETRIAI TULAJDONSÁGAIRA.....	185
<b>46. Marosvölgyi Béla, Papp Viktória</b> A PELLETTÁLÁS ÉS BRIKETTÁLÁS ENERGIAMÉRLEGÉNEK VIZSGÁLATA.....	189
<b>47. Máté Márton, Hollanda Dénes</b> ÚJ FELÉPÍTÉSŰ ALAKOS TÁRCSAMARÓ SZERKEZETÉRŐL ÉS GEOMETRIAI SAJÁTOSSÁGAI RÓL.....	193
<b>48. Medgyes Krisztián</b> KISVÁLLALATI SZERVER TERHELÉS OPTIMALIZÁLÁSA <i>OPENWRT</i> SEGÍTSÉGÉVEL.....	197
<b>49. Medgyesi Gréta Dalma</b> A TÖRTÉNETI JELLEG FELHASZNÁLÁSA.....	201
<b>50. Molnár Tamás</b> TEMPORARY CITY – A 2010-ES EURÓPA KULTURÁLIS FŐVÁROSOK EGYETEMEINEK EGYÜTTMŰKÖDÉSE.....	205
<b>51. Mucsi András</b> DSC MÉRÉSI EREDMÉNYEK FELDOLGOZÁSA.....	209
<b>52. Nagy Gábor Lajos, Dezső Gergely</b> CSOMAGOLÓ ROBOT ÉPÍTÉSE ÉS STABILITÁSÁNAK VIZSGÁLATA.....	213
<b>53. Nagy Péter, Katona Bálint, Lengyel Ákos, Bognár Eszter, Hirschberg Kristóf, Dobránszky János</b> LÉZERSUGARAS TECHNOLÓGIA FEJLESZTÉSE NITINOL SZTENTEK VÁGÁSÁHOZ.....	217

<b>54. Nagyné Halász Erzsébet</b> FELÜLETKEZELT PRÓBATESTEK ELEKTRONMIKROSKÓPOS VIZSGÁLATAI.....	221
<b>55. Oláh László Miklós, Gyenge Csaba, Mészáros Imre</b> VÁLTOZÓ EMELKEDÉSŰ ÉS VÁLTOZÓ PROFILÚ MENETEK NAGYPONTOSSÁGÚ KEMÉNYMEGMUNKÁLÁSA.....	225
<b>56. ifj. Orbán György, Guttmann Szabolcs</b> A KOLOZSVÁRI UNITÁRIUS PÜSPÖKI HÁZ RESTAURÁLÁSA.....	231
<b>57. Ozsváth Gábor, Tóth Ilona, Godó Zoltán Attila</b> A JÖVŐ KÖRNYEZETMÉRNÖKEINEK EGÉSZSÉGTUDATOSSÁGA.....	235
<b>58. Pataki Bernadeth, Bratu Ioan, Gindele Róbert, Veress Erzsébet</b> AZ FTIR SPEKTROSKÓPIA ALKALMAZHATÓSÁGA RÉGÉSZETI KERÁMIÁK EREDETVIZSGÁLATÁBAN.....	239
<b>59. Pintér Kristóf</b> ALUMÍNIUM ELLENÁLLÁS-PONTHEGESZTÉS KÖZÉPFREKVENCIÁS EGYENÁRÁMÚ INVERTER SEGÍTSÉGÉVE.....	243
<b>60. Rácz Pál, Zafner Gábor</b> AUTOMATIZÁLÁS A SZERSZÁMGYÁRTÁSBAN.....	249
<b>61. Ráczkövi László</b> SZUPERKEMÉNY SZERSZÁMOK ÉLTARTAMA EDZETT FURATOK ESZTERGÁLÁSAKOR.....	253
<b>62. Renner Tamás, Barányi István, Pék Lajos</b> SÖRÉTEZETT ÉS KORUNDSZÓRÁSSAL FELÜLETKEZELT ACÉL ALKATRÉSZEK MIKROTOPOGRÁFIAI VIZSGÁLATA.....	257
<b>63. Réger Mihály, Verő Balázs</b> A KARBON AKTIVITÁS SZÁMÍTÁSÁN ALAPULÓ DIFFÚZIÓS MODELL.....	261
<b>64. Rétfalvi Donát</b> A TEMPORARY CITY KONTEXTUSA – GONDOLATOK EGY WORKSHOPRÓL.....	265
<b>65. Réti Tamás, Bitay Enikő</b> GRÁF-ELMÉLETI TOPOLOGIAI DESZKRIPTOROK DISZKRIMINÁCIÓS KÉPESSÉGÉNEK ELEMZÉSE.....	269
<b>66. Sebők Gergely, Fodor Antal</b> POLIMEREK FÁRASZTÓ VIZSGÁLATA CIKLIKUS IGÉNYBEVÉTELLEL.....	279
<b>67. Sipos Sándor, Horváth Richárd</b> ÚJABB EREDMÉNYEK GYÉMÁNTSZERSZÁMMAL ESZTERGÁLT FELÜLETEK TOPOLOGIAI KUTATÁSÁBAN.....	283



<b>68. Skapinyecz Róbert, Illés Béla</b> AZ IPARI MELLÉKTERMÉKEK GYŰJTÉSI RENDSZERÉNEK OPTIMÁLIS KIALAKÍTÁSA.....	287
<b>69. Szabó Gergely</b> KEMÉNYESZTERGÁLÁS SORÁN FELLÉPŐ KÉPLÉKENY ALAKVÁLTOZÁS MECHANIZMUSÁNAK VIZSGÁLATA.....	291
<b>70. Szakálosné Mátyás Katalin, Vágvölgyi Andrea, Horváth Attila László</b> HAVÁRIÁVAL SÚJTOTT TERÜLETEK HASZNOSÍTÁSA ENERGETIKAI CÉLÚ FATERMESZTÉSRE.....	295
<b>71. Szalay D. Kornél</b> A TEREPI ÉS LABORATÓRIUMI SPEKTORADIOMETRIA ÉS SZEREPE A LÉGI HIPERPSEKTRÁLIS TECNOLÓGIÁBAN.....	305
<b>72. Szilágyi Judit</b> INFORMÁCIÓS RENDSZEREK A VEZETŐI SZÁMVITELBEN. INFORMÁCIÓ FELDOLGOZÁS, ELŐKÉSZÍTÉS A VEZETŐI DÖNTÉSEKHEZ.....	309
<b>73. Szűcs András, Ádám Balázs, Kapitány Norbert</b> JÁRMŰ- ÉS CSOMAGOLÁSIPARI MŰANYAG HULLADÉK KEVERÉKEK TERMIKUS ANALÍZISE.....	315
<b>74. Szűcs András, Pósa Márk</b> FRÖCCSÖNTŐ SZERSZÁM KITÖLTÉSÉNEK VIZSGÁLATA.....	319
<b>75. Szűcs András, Tóth Gergely</b> FRÖCCSSZIMULÁCIÓS PROGRAMOK ANYAGMODELLJEINEK MEGHATÁROZÁSA.....	323
<b>76. Tamás Anna Mária</b> PÉCS – EKF VÁROSRESZ KÖZTERÜLETEINEK MEGÚJÍTÁSA.....	327
<b>77. Tamás Levente</b> 3D LÉZER MÉRÉSEK.....	331
<b>78. Tamás Péter, Kovács György, Illés Béla</b> SZEMLÉLETVÁLTÁS A LOGISZTIKAI OUTSOURCING VIZSGÁLATÁBAN.....	333
<b>79. Tállai Péter, Mózes András</b> CSÚCSTECHNOLÓGIÁT KÉPVISELŐ MARÓSZERSZÁMOK ALKALMAZÁSI SAJÁTOSSÁGAI.....	337
<b>80. Tollár Sándor, Illés Béla</b> TEHERLENGÉSEK ÉS LENGÉSIDŐK MINIMALIZÁLÁSA FÜGGŐSÍN-PÁLYÁS DARUKNÁL.....	341
<b>81. Tolner Imre Tibor</b> HAZAI ESETTANULMÁNYOK AZ <i>AISA DUAL</i> HIPERSPEKTRÁLIS LÉGI RENDSZER ALKALMAZÁSÁHOZ.....	345

<b>82. Tomkovics Tamás, Kovács László</b> ESET ALAPÚ SZAKÉRTŐRENDSZER TERVEZÉSE LOGISZTIKAI PROBLÉMÁK MEGOLDÁSÁRA.....	349
<b>83. Torkos Zoltán</b> HAGYOMÁNYOS KARDIÓ GÉP ÁTALAKÍTÁSA TERHELÉSES VIZSGÁLATOK CÉLJÁRA.....	353
<b>84. Tóth Georgina Nóra</b> SZÁMÍTÁSI FELHŐ ÉS INFORMÁCIÓBIZTONSÁGI KÉRDÉSEI.....	357
<b>85. Turi Tamás, Horváth Magdolna</b> KÖZSZOLGÁLTATÁSOK KOMPLEX AKADÁLYMENTESÍTÉSE A GYAKORLATBAN.....	361
<b>86. Varga Péter, Barányi István, Kalácska Gábor</b> FELÜLETI ÉRDESSÉG MÉRÉSEKOR ALKALMAZOTT SZÜRÉSTECHNIKA GYAKORLATI KÉRDÉSEI.....	365
<b>87. Végyári Ferenc</b> HIDEGEN ALAKÍTOTT EZÜST LÁGYÍTÁSA.....	369
<b>88. Vén Zoltán, Popovics Gergely, Pfeiffer András, Monostori László</b> ÚJRAKONFIGURÁLHATÓ GYÁRTÓRENDSZEREK RUGALMASSÁGI MUTATÓJA.....	373
<b>SZERZŐK JEGYZÉKE.....</b>	<b>377</b>

## CONTENTS

<b>Gyenge Csaba</b> <b>PREFACE</b> .....	XVII
<b>1. Imecs Mária</b> MODERN CONTROL PROCEDURES OF THE ELECTRICAL MACHINES BASED ON THE SPACE-PHASOR THEORY.....	XIX
<b>2. Tisza Miklós</b> MATERIALS SCIENCE AND TECHNOLOGICAL DEVELOPMENTS IN SHEET METAL FORMING.....	XLV
<b>3. Árendás Csaba</b> SMARTVINEYARD™ – A WIRELESS SENSOR NETWORK FOR PROFESSIONAL VITICULTURE.....	1
<b>4. Bagyinszki Gyula, Bitay Enikő</b> MATERIALS SCIENCE PRACTICE-MODULES IN TRAINING OF MECHANICAL AND MECHATRONICAL ENGINEERS.....	5
<b>5. Baki-Hari Zoltán-Gábor</b> THE POSSIBILITIES OF MANUFACTURING TIME REDUCTION IN CASE OF RAPID PROTOTYPING .....	17
<b>6. Balassa Gábor Péter, M. Csizmadia Béla, Katona Gábor</b> DEVELOPMENT OF DEVICE AND METHOD FOR KNEE PROSTHESIS QUALIFICATION.....	21
<b>7. Bata Attila, Dugár Zsolt</b> OPTIMIZATION OF FORGE ROLLING WITH THE HELP OF Q-FORM SIMULATION SOFTWARE.....	25
<b>8. Bári Gergely</b> SUSPENSION DESIGN OF A FORMULA STUDENT RACECAR.....	29
<b>9. Bera József</b> ACTUAL QUESTIONS OF ENVIRONMENTAL PLANNING.....	33
<b>10. Bihari Zoltán, Szente József</b> THE ANALYSIS OF THE FREE RUNNING CLUTCH .....	37
<b>11. Biró Szabolcs, Sipos Sándor, Nagy Attila</b> USE OF CUTTING INSERTS WITH MODERN GEOMETRY IN HIGHER EDUCATION.....	41

<b>12. Bitay Enikő, Bagyinszki Gyula</b> PRACTICE-ORIENTED EDUCATIONAL STRUCTURE OF ENGINEERING MATERIAL SCIENCE.....	47
<b>13. Bíró Csongor, Hadi Szabolcs, Kádár György, Kis Alpár, Péntek Máté</b> TESTING OF A NON-CONVENTIONAL MATERIAL USED FOR STRUCTURE MODELS.....	59
<b>14. Borka Andrea, Hoffecker Ákos, Kósa Balázs, Lőke Ferenc, Németh István</b> PÉCS 2010 - DISPOSING THE INDÓHÁZ SQUARE AND IT'S SURROUNDINGS.....	63
<b>15. Csorba Ádám</b> INTRODUCTION OF THE HYPERSPECTRAL TECHNOLOGY AND THE RELIABILITY OF THE PROVIDED DATA.....	67
<b>16. Dénes Szabolcs</b> THE OPTIMIZATION OF EDM MACHINING TECHNOLOGIES, APPLIED AT THE MACHINING OF INJECTION MOLDS.....	71
<b>17. Domokos Erzsébet</b> BIOCENOLOGICAL STUDIES IN ROMANIA.....	75
<b>18. Drégelyi-Kiss Ágota, Németh Emil</b> IMPROVEMENT OF DISC BRAKE MANUFACTURING PROCESS WITH DESIGN OF EXPERIMENTS.....	79
<b>19. Dudás Illés, Bodzás Sándor</b> DEFINING OF THE BACKWARD TURNING AREA OF HOB BY ADVANCING METHOD.....	83
<b>20. Dugár Zsolt, Szűcs András, Belina Károly, Végvári Ferenc</b> STUDY OF ANNEALING OF C60 BAY DMTA INSTRUMENT.....	87
<b>21. Fábrián Enikő Réka</b> PLASTIC DEFORMATION EFFECT ON FISH SCALE SUSCEPTIBILITY AT DC04EK GRADE STEEL.....	91
<b>22. Fórián Sándor</b> ANALYSIS OF PRECIPITATION DATA IN DEBRECEN, THE DETERMINE OF DESIGN STORM BASED IN THE LAST 100 YEARS.....	95
<b>23. Fried Zoltán</b> GNU/LINUX HARDENING.....	99
<b>24. Gaál Sarolta, Rétfalvi Donát, Hutter Ákos</b> KIDS CORNER – CONTEMPORARY KINDERGARTEN.....	103
<b>25. Gulyás Eleonóra</b> BUILDING OF MISKOLC-VASGYÁR RESIDENTIAL AREA .....	105

<b>26. Gyergyák János, Zsolt László</b> COUNTRYSIDE BALANCE - RESORT HOUSE IN TARDONA.....	109
<b>27. Gyurkó Vivien</b> ROAD TIME COMPARISON OF COMMON TRANSPORTATION AND BICYCLE IN DEBRECEN.....	113
<b>28. Hansághy Pál, Szűcs András</b> SIMULATION OF THE MECHANICAL CHARACTERISTICS OF RUBBERS.....	117
<b>29. Harasztkó Csaba, Németh István</b> SIMULATION AND EVALUATION OF A METAL-CUTTING MANUFACTURING SYSTEM.....	121
<b>30. Hervay Péter, Mikó Balázs</b> RESURRECTION OF <i>FORD A-MODEL</i> WATER PUMP.....	125
<b>31. Hofer Norbert</b> ENVIRONMENTAL INVESTIGATION OF THE DOROG FLY ASH DISPOSAL SITE AND ITS SURROUNDINGS.....	129
<b>32. Horváth Magdolna, Turi Tamás</b> UNDERGROUND SILO-TYPE GARAGE DESIGN.....	133
<b>33. Horváth Roland, Keppler István</b> DESIGN OF AN <i>EFCE</i> STANDARD SHEAR TESTING EQUIPMENT FOR THE DETERMINATION OF GRANULAR ASSEMBLIES' MICRO-MECHANICAL PROPERTIES.....	137
<b>34. Jakab Hunor Sándor</b> CONTROLLING THE SWINGING ATWOOD'S MACHINE USING REINFORCEMENT LEARNING.....	141
<b>35. Kapitány Norbert, Szűcs András, Ádám Balázs</b> POSSIBILITIES OF PLASTICS RECYCLING IN AUTOMOTIVE INDUSTRY .....	145
<b>36. Kodácsy János, Molnár Viktor</b> INVESTIGATION ON THE THERMAL PHENOMENA AND THE TOOL-WEAR BY CUTTING .....	149
<b>37. Kondor Tamás, Nagy Viktor, Durkó András</b> MORTUARY CHAPEL NAGYBODOLYA - CROATIA.....	153
<b>38. Kovács-Andor Krisztián</b> CREATION OF THE NEW TOWN CENTRE OF VISEGRÁD.....	157
<b>39. Kovács-Coskun Tünde, Pinke Péter</b> THE DROP TRANSFER TESTING FACILITIES IN CASE OF DIFFERENT WELDING TECHNOLOGIES.....	161

<b>40. Kovács-Coskun Tünde, Pinke Péter</b> COMPARATIVE TEST BY MICROHARDNESS TESTER IN CASE OF DIFFERENT STEEL SAMPLES.....	165
<b>41. Kulcsár Béla, Hajdu Sándor, Szabó Zoltán, Vitális Csaba</b> STRESS RESULTANTS OF ONE-MAST STORAGE AND RETRIEVAL MACHINE STRUCTURES.....	169
<b>42. Kuzsella László</b> EFFECT OF THE LONGITUDINAL COMPRESSION OF BEECHWOOD ON THE LOGARITHMIC DECREMENT.....	173
<b>43. Lágymányosi Attila</b> INVESTIGATION OF CHAFF SURFACE WITH IMAGING.....	177
<b>44. Liska János</b> CUTTING TEMPERATURES AT MACHINING OF COMPOSITE MATERIALS.....	181
<b>45. Liska Katalin</b> CAM STRATEGIES ON THE MICRO- AND MACROGEOMETRICAL PROPERTIES OF SURFACES.....	185
<b>46. Marosvölgyi Béla, Papp Viktória</b> RESEARCH OF THE ENERGY BALANCE OF PELLET AND BRIKETT PRODUCTION.....	189
<b>47. Máté Márton, Hollanda Dénes</b> A NEW CONCEPTION ABOUT THE CONSTRUCTIVE PECULIARITIES OF A PROFILED DISK MILL AND ITS GEOMETRY.....	193
<b>48. Medgyes Krisztián</b> SMALL BUSINESS SERVER LOAD OPTIMIZATION USING <i>OPENWRT</i> .....	197
<b>49. Medgyesi Gréta Dalma</b> THE USE OF HISTORICAL CHARACTER.....	201
<b>50. Molnár Tamás</b> TEMPORARY CITY – COOPERATION BETWEEN UNIVERSITIES OF EUROPEAN CAPITALS OF CULTURE.....	205
<b>51. Mucsi András</b> PROCESSING OF <i>DSC</i> MEASUREMENT RESULTS.....	209
<b>52. Nagy Gábor Lajos, Dezső Gergely</b> CONSTRUCTING A PACKAGING LINE AND INVESTIGATING ITS STABILITY.....	213
<b>53. Nagy Péter, Katona Bálint, Lengyel Ákos, Bognár Eszter, Hirschberg Kristóf, Dobránszky János</b> IMPROVEMENT THE LASER CUTTING TECHNOLOGY OF NITINOL STENTS.....	217

<b>54. Nagyné Halász Erzsébet</b> ELECTRONMICROSCOPIC TESTING OF SURFACE TREATED SPECIMENS.....	221
<b>55. Oláh László Miklós, Gyenge Csaba, Mészáros Imre</b> HIGH PRECISION HARD MACHINING OF BALL SCREW WITH NON-CONSTANT CROSS-SECTION AND VARIABLE-PITCH.....	225
<b>56. ifj. Orbán György, Guttman Szabolcs</b> RESTORATION OF THE RESIDENCE OF UNITARIAN BISHOP IN CLUJ.....	231
<b>57. Ozsváth Gábor, Tóth Ilona, Godó Zoltán Attila</b> THE HEALTH AWARENESS OF FUTURE'S ENVIRONMENTAL ENGINEERS.....	235
<b>58. Pataki Bernadeth, Bratu Ioan, Gindele Róbert, Veress Erzsébet</b> FTIR SPECTROSCOPY APPLICABILITY TO PROVENIENCE STUDY OF ANCIENT CERAMICS.....	239
<b>59. Pintér Kristóf</b> RESISTANCE SPOT WELDING OF ALUMINIUM WITH INTERMEDIATE FREQUENCY DC INVERTER.....	243
<b>60. Rácz Pál, Zafner Gábor</b> AUTOMATED MANUFACTURING SYSTEM IN MOULD MAKING.....	249
<b>61. Ráczkövi László</b> TOOL LIFE OF SUPERHARD TOOL IN CASE OF TURNING OF HARDENED BORE.....	253
<b>62. Renner Tamás, Barányi István, Pék Lajos</b> THE EXAMINATION OF SHORT BLASTED AND CORUNDUM BLASTED STEEL PARTS MICROTOPOGRAPHY.....	257
<b>63. Réger Mihály, Verő Balázs</b> DIFFUSION MODEL BASED ON CALCULATION OF ACTIVITY OF CARBON.....	261
<b>64. Rétfalvi Donát</b> CONTEXT OF THE TEMPORARY CITY.....	265
<b>65. Réti Tamás, Bitay Enikő</b> ON THE DISCRIMINATING POWER OF GRAPH THEORETICAL DESCRIPTORS.....	269
<b>66. Sebők Gergely, Fodor Antal</b> POLYMERS CYCLIC STRESS FATIGUE TESTING.....	279
<b>67. Sipos Sándor, Horváth Richárd</b> NEW RESULTS IN TOPOLOGICAL RESEARCH OF CUTTING SURFACE WITH DIAMOND TOOL.....	283

<b>68. Skapinyecz Róbert, Illés Béla</b>	
OPTIMAL DEVELOPMENT OF THE COLLECTION SYSTEM OF INDUSTRIAL BYPRODUCTS.....	287
<b>69. Szabó Gergely</b>	
RESEARCH OF THE MECHANISM OF PLASTIC STRAIN IN CASE OF HARD TURNING.....	291
<b>70. Szakálosné Mátyás Katalin, Vágvölgyi Andrea, Horváth Attila László</b>	
UTILIZATION OF AVERAGE DISTRESSED AREA FOR AIM OF WOOD CROPPING.....	295
<b>71. Szalay D. Kornél</b>	
THE FIELD- AND LABORATORY SPECTRORADIOMETRY AND ITS ROLE IN THE AIRBORNE HYPERSPECTRAL REMOTE SENSING.....	305
<b>72. Szilágyi Judit</b>	
INFORMATION SYSTEMS IN THE MANAGEMENT ACCOUNTS. INFORMATION PROCESSING, PREPARATION FOR THE MANAGEMENT DECISIONS.....	309
<b>73. Szűcs András, Ádám Balázs, Kapitány Norbert</b>	
THERMAL ANALYSIS OF RECYCLED POLYMER BLENDS OF VEHICLE- AND PACKAGING INDUSTRY.....	315
<b>74. Szűcs András, Pósa Márk</b>	
STUDY OF THE FILLING OF INJECTION MOULD.....	319
<b>75. Szűcs András, Tóth Gergely</b>	
DETERMINATION OF MATERIAL MODELS OF INJECTION MOLDING SIMULATION SOFTWARE.....	323
<b>76. Tamás Anna Mária</b>	
REVIVAL OF PUBLIC SPACES OF THE ECC DISTRICT IN PÉCS.....	327
<b>77. Tamás Levente</b>	
3D LASER MEASUREMENTS.....	330
<b>78. Tamás Péter, Kovács György, Illés Béla</b>	
APPROACH CHANGING IN THE FIELD OF LOGISTICS OUTSOURCING.....	333
<b>79. Tállai Péter, Mózes András</b>	
APPLICATION OF MILLING TOOLS IN THE FIELD OF STATE-OF-THE-ART TECHNOLOGY.....	337
<b>80. Tollár Sándor, Illés Béla</b>	
LOAD SWING DAMPING AND MINIMIZING BY MONORAIL CRANES.....	341
<b>81. Tolner Imre Tibor</b>	
THE APPLICATION OF THE AISA DUAL AIRBORNE HYPERSPECTRAL SYSTEM: HUNGARIAN CASE STUDIES.....	345



<b>82. Tomkovics Tamás, Kovács László</b> DEVELOPING CASE-BASED EXPERT SYSTEM TO SOLVE LOGISTICS PROBLEMS.....	349
<b>83. Torkos Zoltán</b> REGULAR CARDIO EQUIPMENT MODIFICATION FOR ANALYSIS UNDER LOAD PURPOSE.....	353
<b>84. Tóth Georgina Nóra</b> QUESTIONS OF INFORMATION SECURITY IN CLOUD COMPUTING.....	357
<b>85. Turi Tamás, Horváth Magdolna</b> COMPLEX ACCESSIBILITY OF PUBLIC-UTILITY SERVICES IN PRACTICE.....	361
<b>86. Varga Péter, Barányi István, Kalácska Gábor</b> PRACTICAL QUESTIONS OF FILTERING TECHNOLOGY APPLIED IN SURFACE ROUGHNESS MEASURING.....	365
<b>87. Végyári Ferenc</b> ANNEALING OF COLD WORKED SILVER.....	369
<b>88. Vén Zoltán, Popovics Gergely, Pfeiffer András, Monostori László</b> FLEXIBILITY INDEX FOR RECONFIGURABLE MANUFACTURING SYSTEMS.....	373
<b>LIST OF AUTHORS .....</b>	<b>377</b>

## ELŐSZÓ

A tudományos és a szervező bizottság nevében sok szeretettel üdvözlöm a 16. FMTÜ-konferencia valamennyi résztvevőjét

Amint már az előző kiadványainkban is kiemeltem, igen szép eredményként könyvelhetjük el, hogy a a Fiatal Műszakiak Tudományos Ülészaka ilyen szépen fejlődött és megérdemelten vált a kárpát-medencei fiatal magyar műszaki értelmiség rendszeres évi színvonalas eseményévé.

Évről évre nőtt a jelentkezők száma és javult a tudományos dolgozatok színvonala, hozzájárulva ezzel mind a magyar műszaki tudományok fejlesztéséhez, mind országaink ipari fejlődéséhez. Gondolom, egyetértenek velem abban, hogy fiataljaink kutatásai, ha nem is túl nagy mértékben, de mégis nem elhanyagolhatóan járulnak hozzá gazdaságaink kilábalásához a válságból.

Valamennyiünk számára ismeretes, hogy gazdasági fejlődést csak versenyképes termékekkel és technológiákkal lehet elérni. Ugyanakkor nem kis jelentősége van a környezetvédelemnek és az energia gazdálkodásnak sem. Amint a kötetből láthajuk, fiataljaink komolyan foglalkoznak ezekkel a témákkal, és megállapíthatjuk, hogy tudományos irányítóikkal közösen szép és értékes eredményeket értek el.

A kötetben szereplő tudományos dolgozatok mind a gépészet különböző területein, mind az alkalmazott informatika, anyagtudományok, építészet, környezetbarát technológiák, korszerű üzemi karbantartás, számítógéppel integrált gyártás és villamosságtan szakterületein értékes és korszerű kutatások eredményeit ismertetik.

A tudományos eredmények bemutatása és megvitatása mellett a konferencia megfelelő keretet biztosít a partneregyetemek és ezek tanszékei kutatási irányzatainak és azok eredményeinek a megismerésére, hasznos együttműködések megalapozására mind a nemzeti, mind az európai programok keretében.

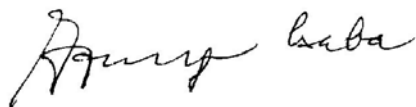
A kiadványból láthatjuk, hogy a 88 dolgozat szerzői között felvidéki, erdélyi valamint magyarországi fiatal kutatók (doktorandus, szakdolgozat-író, egyetemi hallgató és ipari kutató) vannak. Az idejében beérkezett dolgozatokat idén is a tudományos bizottság tagjai értékelték ki, akik az észrevételeiket ismertették a szerzőkkel.

Végezetül szeretném megköszönni valamennyi szerző és kiértékelő professzor, valamint a lelkes és kitartó szerkesztőbizottság hozzájárulását a kiadvány létrejöttéhez. Ugyanakkor ezúttal szeretném megköszönni az egyetemi tanároknak és tudományos köröknek az igen hasznos munkát, amit e fiatalok oktatása és fejlődése céljából végeznek

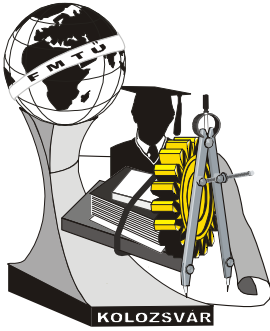
Az FMTÜ Tudományos Bizottságának elnöke,

Dr. Gyenge Csaba

Az MTA külső tagja



Kolozsvár, 2011. febr. 27.



# XVI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2011. március 24–25.

## VILLAMOS GÉPEK MODERN SZABÁLYOZÁSI MÓDSZEREI A TÉRFÁZOR ELMÉLET ALAPJÁN

IMECS Mária

### Abstract

The state-space mathematical models of the three-phase electrical machines with general character, written in two-phase perpendicular coordinates may be deduced based on the transformation named after R. H. Park, who employed it at first run in 1929 for the synchronous generators. The general character of the method is given by the fact there is no condition for the time depending phase quantities shape, being valid not only for sinusoidal ones. The space-vector method was developed by K. P. Kovács and I. Rác. It is suitable for analysis and physical interpretation of the phenomena in the electrical systems in quasi steady-state and dynamic operation mode, which at that time couldn't be treated with the classical methods. The various names of the space-phasor (instantaneous symmetrical component, space vector, three-phase/resultant/spatial-temporal phasor, sinor) reflect the different interpretation levels of the physical phenomena based on the mathematical model. That is, what leads in 1971 to the idea of the field-orientation principle of F. Blaschke. Based on the field-orientation are deduced the DC models of the AC machines, more accessible for linearization, which offers the basis of the modern vector control procedure. As a consequence, the control of the AC machines is made with DC structures achieving high dynamic performances. The general character of the vector control procedure based on the space-phasor theory is consisting of the extension of it to all types of motor drive systems and generating running in energy production, where not only field-, but- also current- and voltage-orientation is applied.

### Key words:

Park-vector, coordinate- and phase transformation, general equations, field-orientation principle, vector control, analogy of AC and DC machines.

### Összefoglalás

A három-fázisú váltakozó áramú villamos gépek általános jelleggel rendelkező, merőleges kétfázisú, állapotváltozós matematikai modelljei R. H. Park-ról elnevezett – a szinkron generátoroknál először 1929-ben alkalmazott transzformáció segítségével vezethetők le. A módszer általános jellegét az adja, hogy érvényes nemcsak szinuszos, hanem a fázismennyiségek bármilyen időbeli változására. A térvektoros módszer kidolgozása Kovács K. P. és Rác I. nevéhez fűződik, mellyel sikerült tárgyalni és megmagyarázni a fizikai értelmét a villamos gépekben lejátszódó olyan kvázi-állandósult és tranziens jelenségeknek, melyek a klasszikusnak számító villamos gép elmélettel nem voltak kezelhetők. A térfázor különböző megnevezései (pillanatértékű szimmetrikus összetevő, 3F eredő vektor, térvektor, szinor, stb.) a matematikai modell fizikai értelmezésének a különböző szintjeit tükrözi, ami fokozatosan vezetett el 1971-ben az F. Blaschke-féle mező-orientációs elv ötletéhez. Mező-orientációval egyenáramú modellekhez jutunk, melyek könnyebben lineárizálhatók, s melyeknek alapján a villamos gépek modern vektoriális szabályozási módszerei lehetővé váltak. Következésképpen a váltakozó áramú gépek szabályozása egyenáramban történik, mely kiváló szabályozási minőséget biztosít. A térfázoros elméleten alapuló vektoriális szabályozás általános jellege abban áll, hogy gyakorlatilag kiterjesztették minden típusú villamos motoros hajtásra és generátoros üzemmódra, ahol nemcsak mező-, hanem áram- és feszültség-orientációt is alkalmaznak.

### Kulcsszavak:

Park-vektor, koordináta- és fázis-transzformáció, általános egyenletek, mezőorientációs elv, vektoriális szabályozás, váltakozó- és egyenáramú gépek analógiája.

## 1. Bevezetés

A megtermelt villamos energia több mint 75%-a szabályozott villamos hajtásokon keresztül használódik fel, azaz alakul át mechanikai energiává. Kezdetekben az optimálisan felépített egyenáramú gépekkel (EÁG) termelték a villamos energiát és később, mikor már a villamos energia termelését váltakozó áramú (VÁ) szinkron generátorok vették át, mégis az egyenáramú motorokkal (EÁM) szabályozták a meghajtott munkagépeket. Az EÁG konstrukciója megengedi a fordulatszám vagy/és a nyomaték, valamint a mágneses mező szabályozására a kéthurkú szétcsatolt (egymástól független) beavatkozást, mely nagy stabilitást és kiváló dinamikát biztosít a villamos hajtásnak.

Napjainkban, a modern szabályozási módszerek és beavatkozó teljesítményelektronikai eszközöknek köszönhetően a villamos hajtásokban a legelterjedtebbek a háromfázisú (3F) VÁ kefenélküli gépek, ilyen a kalickás forgórészű indukciós (aszinkron) motor és a permanens-mágneses forgórészű szinkron gép (melyet mind motorként, mind generátorként is alkalmaznak). Több előnnyel is rendelkeznek, úgy mint a kisebb méret, az egyszerűbb felépítés, az igénytelen karbantartás, olcsóbbak és a viselkedésük is robusztusabb. A hátrányok közé tartozik, hogy a bonyolult matematikai modelljük (MM) miatt a konvencionális időfázoros eljárásokkal nehezen voltak tanulmányozhatók, ugyanakkor a klasszikus skaláris módszerekkel szabályozott váltakozó áramú gépek (VÁG) dinamikája jóval alul marad az EÁM-os hajtásokéhoz képest. A modern szabályozási módszerek vektoriálisak és a térfázor- (azaz a Park-vektoros) elmélet (TFE) elterjedésének és annak alkalmazásának köszönhetően találták fel.

## 2. Történelmi visszatekintés a térfázor-elmélet előzményeiről és elterjedéséről

A XIX. század vége fele *Ch. P. Steinmetz* az 1898-ban megjelent könyvében alkalmazta először az időfázorokat (IF) az áramkörök és VÁG-ek szinuszos mennyiségeinek a szimbolikus ábrázolására állandósult állapotban [1]. A XX. század elején *C. L. Fortescue* az 1918-ban közölt cikkében bemutatja az IF-os szimmetrikus összetevők alkalmazását kiegyensúlyozatlan 3F rendszerek tanulmányozására [3], majd 1927-ben *S. Bekku* általánosít és a tranziens folyamatok tárgyalására bevezeti a pillanatértékű szimmetrikus összetevők fogalmát [6].

A térfázoros modell gyökereit *L. Dryfus*-nak egyik 1916-ban megjelent [2] írása szolgáltatta *Park*-nak, mely alapul szolgált az 1929-ben közölt ötletéhez a szinkron generátorok modellezésében [7]. *Park* ugyancsak hivatkozik *A. Blondel* 1922-ben megjelent cikkére, melyben a VÁG két merőleges tengely szerinti modellezését tárgyalja [4]. *R. E. Doherty* és *C. A. Nickle* 1925-1929 között közölt cikk-sorozat első három részében [5] továbbfejlesztik a *Blondel* által javasolt kétfázisú VG modellezést, mely később ötletül szolgált *Park*-nak a róla elnevezett modellezés kidolgozásában.

*R. H. Park* 1929 és 1933-ban közli az elhíresült cikkét „*Two-reaction theory of synchronous machines. Generalized method of analysis*” két részben, melyben összegezve az addig felvetett modellezési ötleteket, a szinkron generátorokra alkalmazva, kidolgozta a 3-fázisú VÁG-ek általános jelleggel rendelkező, dinamikus üzemmódra is érvényes, állapotváltozós, merőleges két-fázisú (2F) MM-ezésének az alapjait, melyet kombinált (tömörített fázis- és koordináta-) transzformáció segítségével

vezetett le. Az eredeti számításokat az állórész-változókra is a forgórészhez rögzített *Descartes*-féle koordináta rendszerben, azaz a *Gauss*-féle komplex számsíkban végezte el [7]. A Park-módszer általános jellegét az adja, hogy érvényes nemcsak szinuszos, hanem a fázismennyiségek bármilyen időbeli változására, tehát alkalmas tranziensek számításra is. 1933-ban *Kron Gábor* – aki az AEÁ-ban kutatót – már *R. H. Park* II. cikkének a hozzászólásában utalt arra, hogy a komplex síkban értelmezett áramvektor fizikailag megfelelne a gerjesztés térbeli elosztásának. 1942-ben *Kron* közöli a mátrixos (tenzoros) eljárást [9], mely később az egységes VG elméletéhez vezetett. 1943-ban *E. Clarke* kiterjeszti a fázis-transzformációt 3F statikus hálózatoknak a komplex síkban való 2F számítására [10]. A közös koordináta-rendszer alkalmazása a lüktető kölcsönös induktivitások átalakítása állandó értékű paraméterek céljából történik. Az indukciós (aszinkron) motor (IM) esetében először *H. C. Stanley* alkalmazta 1938-ban megjelent cikkében, ahol a forgórész mennyiségeinek a változó-cseréjét az állórészre transzformálta át [8]. 1951-ben *Kron* alkalmazza az álló- és forgórész mennyiségek változó-cseréjét egy közös szinkron sebességgel forgó koordináta rendszerre (KooR) vonatkoztatva [12]. Majd 1957-ben *D. S. Brereton*, *D. G. Lewis* és *C. G. Young* egy cikkükben a Park-transzformációhoz hasonlóan az IM állórészét a forgórészhez kötött KooR-re alakítják át [18].

A TFE vektoriális kidolgozása *Kovács K. Pál* és *Rácz István* nevéhez fűződik, akiknek az 1954-ben magyarul megjelent könyvét [16] öt évvel később 1959-ben a Magyar Tudományos Akadémia németül is kiadta [19], s ezzel a “Magyar Villamos Gép Iskolát” (mely még ma is használja a Park- és térvektor megnevezéseket) világhírnévre emelte. *Kovács K. Pál* 1970-ben megjelentetett könyvében számos példával illusztrálva viszi tovább a térvektor elmélet alkalmazását a VÁG üzemtanának a tanulmányozására, valamint kiegészíti az IM, az akkor modernnek számító, analóg szimulálási struktúráival [30]. A román nyelvű kiadást a szerző kérésére a fordítók kiegészítették a mátrixos módszerrel, a *J. Stepina* által közölt térbeli felharmonikusok analitikus számításával [26], valamint a gerjesztett csillapító-tekerces szinkron gép (SzG) analóg szimulálási struktúrájával [66]. A vektoriális módszer kifejlesztésével sikerült tárgyalni és szemléletesen megmagyarázni a fizikai értelmét a 3F VÁG-ekben és teljesítmény elektronikai áramirányítóknak (TEÁI) lejátszódó olyan kvázi-állandósult és tranziens jelenségeknek, melyek az akkor klasszikusnak számító IF- és VG- elmélettel, nem voltak kezelhetők. Ilyenek például a modern automatizált rendszerek nélkülözhetetlen beavatkozó eszköze, a TEÁI-ról (általában inverterről) táplált hajtások, melyek négyszög hullámú árammal, feszültséggel vagy szaggatott, azaz impulzus-szélesség modulált (ISzM) feszültséggel üzemelnek. 1987-ben *Lázár József* is közli angolul a már jó pár évvel azelőtt kidolgozott és magyar tankönyvekben fellelhető Park-vektorok alkalmazása a három-fázisú hálózati-kommutációs egyenirányítókra [59].

A Park-, azaz a térvektorral a térfázorra (TF) való átnevezésére később került sor. *Stepina* 1967-ben megjelentetett két német nyelvű cikkében is foglalkozik már a térvektor időbeli jellegének a megmagyarázásával és javasolja a német “*Raumzeiger*” megnevezést, ami magyarul a TF-nek, angolul pedig a “*space phasor*”-nak felel meg [24], [25].

N. V. Nedelcu is már 1968-ban a Bukarestben román nyelven megjelenő könyvében a “fázor spatio-temporal reprezentativ” (angolul: „representative spatial-temporal phasor”, németül: „raum-zeitlicher Verallgemeinert Zeiger”, franciául: „phaseur spatiaux-temporaux représentatif”) megnevezést javasolja [28]. Később az 1978-ban („post mortem”) megjelenő könyvében átnevezte „sinor reprezentativ”-ra (angolul: „representative sinor”, németül: „repräsentativer Sinor”, franciául: “sinor représentatif”) [43]. Előtte egyszerűen csak a sinor megnevezéssel közölt külföldön, főleg Németországban, ahol hosszabb ideig kutatóként alkalmazták.

V. J. Jones az 1967-ben megjelenő könyvével megveti az egységes (általános) VG-elméletnek az alapját. Retter Gyula erről az elméletről szóló könyve magyarul több kiadást is megért (1975, 1980), majd. Később, 1987-ben a Magyar Tudományos Akadémia angolul is kiadta megváltoztatott címmel. Már az új cím is szuggereálja, hogy a mátrixos valamint a TF-os módszerek alkalmazása ugyanannak az elméletnek a két különböző ábrázolási és számítási eljárásai, melyet az általános VG-elméletben, a MM-ben, majd később a vektoriális szabályozásban (VSz) is használnak.

A térfázor különböző megnevezései (pillanatértékű szimmetrikus összetevő, Park-, Rác-, Kovács- vagy Gorev-vektor, 3F tér- vagy eredővektor, szinor, stb.) a MM fizikai értelezésének a különböző szintjeit tükrözi. A térfázor fizikai értelmének a megmagyarázása fokozatosan vezetett el a mezőorientációs elvének (MOE) az ötletéhez, mely a VG-ek modern VSz-ának az alapját képezi.

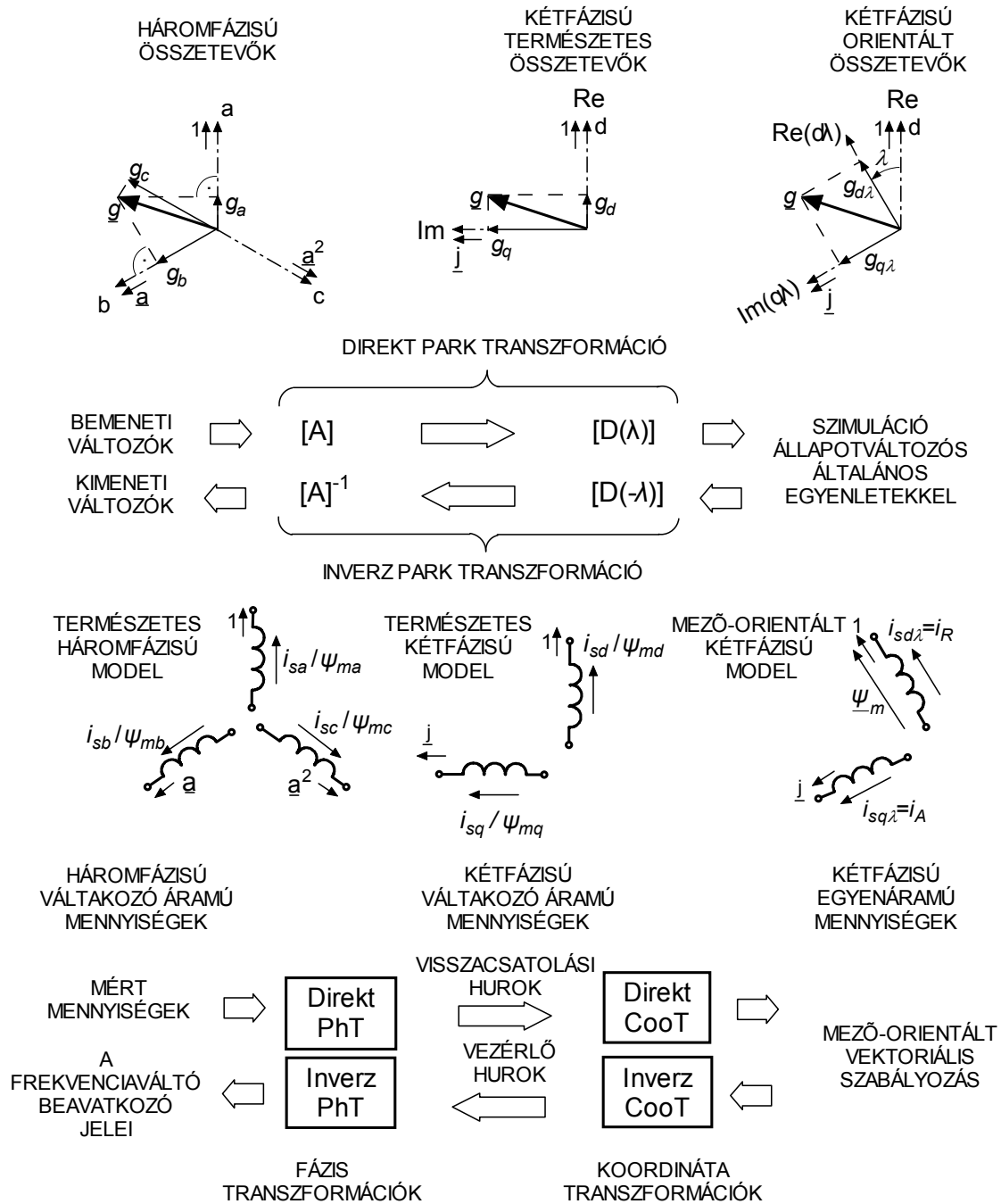
### 3. A térfázor-elmélet alapjai

A TF általános meghatározása a 3F tekercselés eredő mágneses hatásán alapszik, melyet alkalmaztak a villamos mennyiségekre is. Ezek szerint a TF arányos a három fázisnak megfelelő pillanatértékű térvektorok összegével (a  $\underline{g}^{\Sigma}$  eredőjével):

$$\underline{g} = k_{ph} (\underline{g}_a + \underline{a} \underline{g}_b + \underline{a}^2 \underline{g}_c) = k_{ph} \underline{g}^{\Sigma} = \underline{g}_d + \underline{j} \underline{g}_q \quad (1)$$

ahol  $\underline{a}$  és  $\underline{a}^2$  az egységvektorok, melyek  $\pm 120^\circ$ -os szöggel forgatnak a térben a 3F tekercsek mágneses tengelyének az irányába, mint ahogyan az 1. ábra is mutatja. A  $\underline{g}_a$ ,  $\underline{g}_b$  és  $\underline{g}_c$  a fázismennyiségek, mint például légrés- (LR), állórész- (ÁR) vagy forgórész- (FR) fluxus, áramok, gerjesztések, kapocs-, ohmos- vagy elektromotoros feszültségek, stb.) pillanatértékei, melyekre semmiféle kikötés nincs. A TF nagy előnye, hogy nemcsak időben szinuszosan változó, állandósult állapotbeli mennyiségek ábrázolására szolgálnak, hanem bármilyen tetszőleges időbeli változással rendelkező 3F rendszerekre vonatkozik, melyek tartalmazhatnak bármilyen felharmonikust vagy lehetnek akár egyenáramok, aszimmetrikus, nem-szinuszos, lecsengő vagy növekvő tranzienst folyamat alatt jelentkező fázis- vagy vonal-mennyiségek. Villamos gépek esetében az egyetlen kitétel a mező szinuszos kerület-menti térbeli elosztása és a VG szimmetrikus felépítése a fázisokra nézve, azaz a tekercsek térbeli szimmetriája.

A TF-nak hatféle változata használatos a nemzetközi szakirodalomban, melyek csak a koefficiensekben különböznek a (lásd az 1. táblázatot).



1. ábra. Térfázor- és mátrix-módszerek a váltakozó áramú villamos gépek elméletében, matematikai modellezésében és mező-orientált vektoriális szabályozásában

A TF  $k_{ph}$  (angolul „Phasor”) koeficiensének az értékét tetszés szerint megválaszthatjuk, attól függően, hogy melyik változat felel meg az elvégzendő számítások megkönnyítésére vagy az eredmények interpretálására.

A zérus-sorrendű pillanatértékű összetevő általános meghatározása

$$g_0 = k_0(g_a + g_b + g_c). \tag{2}$$

ahol a  $k_0$  koeficiens ugyancsak az 1. táblázatban van feltüntetve.



1. táblázat. A nemzetközi szakirodalomban fellelhető térfázor változatok

	A térfázornak megfelelő vektor megnevezése	Térfázor- modulus $ \underline{g} $	Térfázor koefficiens $k_{ph}$	A zérus-sorrendű összetevő koefficiense $k_0$	Nyomaték-és teljesítmény-koefficiens $k_{M1}$	A fázismennyiségek lépték-koefficiense $k_{sc}$
1	Fázismennyiségeknek megfelelő <b>EREDETI TÉRFÁZOR</b> *	$\hat{g} = G_{max}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{3}{2}$	1
2	<b>EFFEKTÍV ÉRTÉKŰ IDŐFÁZOR</b> -nak megfelelő térfázor	$g^{eff} = G_{eff} = G_{max} / \sqrt{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{3}$	$\frac{1}{3}$	3	$\sqrt{2}$
3	<b>HÁROMFÁZISÚ EREDŐ VEKTOR</b> -nak megfelelő térfázor	$g_R = \frac{3}{2} G_{max}$	1	$\frac{1}{3}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$
4	<b>EGYSÉGNYI NYOMATÉK-KOEFFICIENS</b> -nek megfelelő térfázor **	$\frac{\sqrt{3}}{2} G_{max} = \sqrt{3} G_{eff}$	$\frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}}$	$\frac{1}{\sqrt{3}}$	1	$\frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}}$
5	<b>PILLANATÉRTÉKŰ SZIMMETRIKUS ÖSSZETEVŐ</b>	$G_{max} / 2$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$	6	2
6	<b>PILLANATÉRTÉKŰ VONALMENNYSÉGEK</b> -nek megfelelő térfázor	$\frac{\sqrt{3}}{2} G_{max} = \sqrt{\frac{3}{2}} G_{eff}$	$\frac{1}{\sqrt{3}}$	$\frac{1}{\sqrt{3}}$	2	$\frac{2}{\sqrt{3}}$

\* az 1. a Clarke-féle *aszimmetrikus* nem-teljesítményinvariáns fázis-transzformáció (angolul „Power Non-Invariant Transformation”) és

\*\* a 4. a Concordia-féle *szimmetrikus* teljesítmény invariánciának megfelelő fázis-transzformáció („Power Invariant Transformation”).

Ha az (1)-ben megnevezett  $\underline{g}$  TF-t analitikusan komplex számnak tekintjük, akkor felírhatjuk a  $g_d$  valós- és a  $g_q$  imaginárius komplex síkbeli összetevőkkel (lásd az 1. ábrát) is. A TF modulusa a következő összefüggésekkel számítható ki:

$$|\underline{g}| = g = \sqrt{g_d^2 + g_q^2} = k_{ph} \sqrt{(g_a^2 + g_b^2 + g_c^2) - (g_a g_b + g_b g_c + g_c g_a)} = k_{ph} \sqrt{\frac{3}{2}(g_a^2 + g_b^2 + g_c^2) - \frac{1}{2}\left(\frac{g_0}{k_0}\right)^2} \quad (3)$$

A 3F gépek elektromágneses nyomatéka (EMNy) a valamelyik eredő fluxus és áram TF-ának a vektoriális szorzatával (angolul „Cross Product,„) írható fel. Például az IM esetén, ahol három (sztátor, légrés, rotor) eredő fluxust  $\underline{\psi}_{s,m,r}$  különböztetünk meg, az EMNy képlete felírható mind az  $i_s$  ÁR-, mind az  $i_r$  FR-árammal:

$$\underline{m}_e = k_{M1} z_p (\underline{\psi}_s \times i_s) = k_{M1} z_p (\underline{\psi}_m \times i_s) = k_{M1} z_p (i_r \times \underline{\psi}_m) = k_{M1} z_p (i_r \times \underline{\psi}_r) = \frac{k_{M1} z_p}{1 + \sigma_r} (\underline{\psi}_r \times i_s) = \frac{k_{M1} z_p}{1 + \sigma_s} (i_r \times \underline{\psi}_m) \quad (4)$$

ahol  $\sigma_r$  és  $\sigma_s$  a rotor, illetve a sztátor szórási tényezője,  $z_p$  a pólus-párok számát jelzi, a  $k_{M1}$  koefficiens pedig megfelel az egy pólus-pár által kifejtett nyomatéknak, melynek az értékei az 1. táblázatban található. Mivel az aszinkron és szinkron gépek állórésze azonos, a (4)-ben felírt képlet első két formája (ahol nem szerepel rotor-mennyiség) érvényes a SzG-re is.

A lépték (angolul „Scale”) koefficiense az alábbi képlettel határozható meg:

$$k_{sc} = \frac{g_a - g_0}{Pr_a(g)} = \frac{g_b - g_0}{Pr_b(g)} = \frac{g_c - g_0}{Pr_c(g)} = \frac{g_a - g_0}{Pr_{Re}(g)} = \frac{g_a - g_0}{g_d} \quad (5)$$

ahol  $Pr_{a,b,c,Re}$  a TF-nak a megfelelő („a”, „b” vagy „c”) fázis-tengelyre eső vetülete (angolul „Projection”), mint ahogyan megfigyelhető az 1. ábrán is. Mivel a valós tengely egybeesik az „a” fázis tengelyével, a képletet felírhattuk közvetlenül a  $g_d$  valós összetevővel is. Az (5) összefüggés nem érvényes az 1. táblázat 6. esetére, csak akkor, ha a zérus-sorrendű összetevő nulla.

A térfázor  $k_{ph}$ oefficiense nem befolyásolja az állapotváltozós MM feszültség-, áram- és fluxus általános egyenleteit, viszont a teljesítmény valamint a nyomaték képleteknél számításba jön, a nyomatékoefficiense által. A felsorolt háromoefficiens között a következő összefüggések állnak fenn:

$$k_{Sc} = \frac{2}{3}(k_{ph})^{-1} = k_{ph}k_{M1}, \quad k_{M1} = \frac{3}{2}(k_{Sc})^2 = \frac{2}{3}(k_{ph})^{-2}, \quad k_{ph}k_{Sc} = \frac{2}{3}. \quad (6)$$

Csak egyoefficienset választhatunk meg szabadon, mely bármelyik lehet a fent említett három közül, ugyanis a másik kettő ennek a függvénye lesz.

#### 4. A térfázor a váltakozó áramú villamos gépek matematikai modellezésében

Az (1) összefüggés az 1. táblázatban bemutatott direkt PhT fázis-transzformációt (angolul „*Direct Phase Transformation*”) írja le vektoriális formában. A PhT a három  $g_{a,b,c}$  fázismennyiségből az úgynevezett  $g_{d-q}$  2F változók, azaz a TF komplex-síkbeli két összetevőjének a kiszámítását végzi el, melyek merőlegesek egymásra. A PhT matematikailag annak a változócsereének felel meg, melyet az [A] mátrixos operátorral is elvégezhetünk, ahogyan az 1. ábrán is látszik. Az inverz PhT-t az [A]<sup>-1</sup> mátrixszal számíthatjuk. A PhT nem változtatja meg a mennyiségek alaphérvenciáját. A mátrixmódszer esetén a 3F- és 2F összetevőket oszlopmátrixba írjuk, amit a tenzor-elméletben nem véletlenül ugyancsak vektornak neveznek.

A komplex sík egy forgó vektor irányába történő orientációjával a VÁ mennyiségeket EÁ összetevőkre (vagy más hérvenciájú komponensekké) alakíthatók át. A KooR forgatása a CooT transzformációnak felel meg, melyet a [D(λ)] mátrixoperátorral végezhetünk el. Ha a KooR-t előre forgatjuk, akkor a forgatási szög pozitív és direkt transzformációról van szó. Az inverz CooT a KooR visszafelé forgatásának felel meg és az ennek megfelelő operátor [D(λ)]<sup>-1</sup> = [D(-λ)].

A két egymást követő transzformációt egybevonva, tömörített formában, *Park*-ról nevezték el. Ezek szerint a direkt *Park*-transzformációt a [DA(λ)] = [D(λ)] [A] mátrixszal végezhetünk el (lásd az 1. ábrát). Az inverz *Park*-transzformáció viszont [DA(λ)]<sup>-1</sup> = [A]<sup>-1</sup>[D(-λ)] ≠ [DA(-λ)] – mint látható – kompakt formában nem számítható a CooT-hez hasonló módon, azaz a forgatási szög előjelének egyszerű megváltoztatásával.

Az 1. ábrán láthatók a blokkokra jellegzetes TF-diagrammok, a bemeneti és kimeneti változók és a megfelelő direkt és inverz transzformációk, úgy a MM-ezésben, mind a szabályozási hurkokban. Az 1. ábra összefoglalva mutatja be, hogyan juthatunk a VÁG-ek TF-os MM-re és a szimulációs eredmények interpretálására, azaz, hogyan kapcsolódik a TR-os 2F orientált KooR-ben felírt modell (amiben számolunk és amivel szimulálunk) a természetes 3F bemeneti és kimeneti változókkal. Ahhoz, hogy a VÁG-ek MM-je állandó mágneses paraméterekkel rendelkezzen, matematikai manipulációval meg kell szüntetni az ÁR és FR közötti relatív mozgást. Következésképpen az ÁR és a FR *Park*-transzformációs forgatását más és más szöggel kell elvégezni, hogy azonos KooR-be legyenek felírva a fluxus-egyenletek, ahol státor és rotor kölcsönös induktivitásaiban természetes

módon jelentkezik a kölcsönös pozíciót jellemző  $\theta$  elfordulási szög. Az ÁR-változókat a közös Koor  $\lambda$  pozíciószögével forgatjuk el, míg a FR-változókat a  $\lambda$ - $\theta$  szögműködéssel.

Az árammal gerjesztett kiálló-pólusú csillapító-kalickával rendelkező szinkron gép (SzG) MM-je a legáltalánosabb, melyből le lehet vezetni, nemcsak az összes VÁG modelljét, melyeknek a légrésben szinuszos a mágneses tér kerület-menti térbeli elosztása, hanem az EÁG modelljét is.

A nagyteljesítményű SzG-ek (melyeket főleg generátorként használnak) a 3F VÁG-ek kategóriájába tartoznak a közepes és nagyteljesítményű aszinkron IM-mel együtt. A két különböző típusú gépnek az állórésze, mely létrehozza a forgó mágneses mezőt, s melyet a szinkron gépeknél armatúrának hívnak, teljesen egyforma. A különbség a FR felépítésében van, mely a GP-eknél nagyon változatos lehet.

Ahhoz, hogy a rotor szinkronban forogjon az armatúra által létrehozott forgómezővel, a FR-t gerjesztéssel („*Excitation*”) kell ellátni, mely egyenárammal (Ex) vagy permanens mágnessel (PM) történhet. Vannak hengeres (állandó LR-vel rendelkező) vagy kiálló pólusú (változó LR-vel rendelkező) FR-es gépek. Ha a SzG nincs gerjesztve, akkor kiálló pólusokkal, azaz változó reluktanciával (VR) kell rendelkeznie. Úgy a gerjesztés, mind a kiálló pólus, szinkron nyomaték megjelenését eredményezi. A gerjesztés nélküli gépet reluktancia („*Variable Reluctance*”) vagy reaktív motornak nevezik. Vannak SzG-ek, melyek mindkét sajátossággal (szinkron nyomatékkal) rendelkeznek.

Az IM-ek FR-e (mivel nem rendelkeznek a szinkron nyomaték létrehozásához szükséges feltételekkel) csúszással („*slip*”), azaz aszinkronban forog az indításkor az ÁR által létrehozott (terhelés alatt az eredő) forgómezőhöz képest. A FR lehet csúszógyűrűvel ellátott tekercselt, mely hasonló az ÁR felépítéséhez, vagy lehet rövidre-zárt kalickás („*Squirrel Cage*”), mely rudakból van kiképezve. Gyakran a SzG-eknek a FR-be is rövidre-zárt kalickát (SqC) építenek be, mely úgynevezett aszinkron nyomatékokot hoz létre, s mely csak a tranziens folyamatok alatt lép fel, ha a rotor csúszik a forgómezőhöz képest, azaz indításkor, fékezéskor, terhelésváltozáskor, stb., valamint csillapításként, amikor a FR beleng. Ezért a SzG-ek kalickáját, vagy a rotorba beépített (a végükön rövidre-zárt) rudakat csillapító („*Damping / Amortisation*”) tekercsnek is nevezik.

Az általános (mindhárom-féle – két szinkron és az aszinkron – nyomatékkal rendelkező) SzG MM-jéből, nemcsak a különböző típusú SzG-ek MM-je következik, hanem még az IM-é is. A három felépítési jellegzetességet (gerjesztés, változó reluktancia / légrés és rövidre-zárt rudak) különféleképpen lehet kombinálni: hármasával (Ex-VR-SqC és PM-VR-SqC), kettesével (Ex-VR, PM-VR, Ex-SqC, PM-SqC, VR-SqC) vagy egyesével (Ex, PM, VR). Ha azt is figyelembe vesszük, hogy a gerjesztés is kétféle lehet (árammal vagy permanens mágnessel, akkor összesen tíz alaptípusú SzG modelltől lehet szó. A tizenegyedik variánsnak (SqC) az IM felel meg, ami a FR-ben kalickával rendelkezik, de lehet a tekercselt FR-ű is, ugyanis a kalickának a modellje tekercselt helyettesítő kapcsolásnak felel meg [30], [34], [40]. Ha pedig azt vesszük figyelembe, hogy felépítésüket tekintve az EÁG-ek megfordított szinkron gépek (ahol az ÁR és a FR fel vannak cserélve), akkor rájövünk arra

is, hogy az EÁG modellje is származtatható az általánosnak tekintett SzG modelljéből. Ezek után világossá válik, hogyan jutott el a tudomány az általános, azaz egysége villamosgép-elméletig.

### 5. A villamos gépek általános egyenletein alapuló matematikai modellek hasonlósága

A SzG általános egyenleteit (lásd a 2. táblázatot) rotor-orientált  $d\theta$ - $q\theta$  KooR-ben szokták felírni, a FR-re jellemző hosszanti tengely szerinti szimmetria miatt. A  $\theta$  a FR elektromos szögelfordulása, melynek a deriváltja adja a rotor  $\omega$  szögsebességét, elektromos szögben mérve.

2. táblázat. A szinkron gép általános állapot-változós egyenletei rotor-orientált koordinátákban

Feszültség-egyenletek:	Fluxus-egyenletek:
$u_{sd\theta} = R_s i_{sd\theta} - \omega \Psi_{sq\theta} + \frac{d\Psi_{sd\theta}}{dt}; \quad (7)$	$\Psi_{sd\theta} = L_{sd} i_{sd\theta} + L_{md} (i_{A_d} + i_e); \quad (12)$
$u_{sq\theta} = R_s i_{sq\theta} + \omega \Psi_{sd\theta} + \frac{d\Psi_{sq\theta}}{dt}; \quad (8)$	$\Psi_{sq\theta} = L_{sq} i_{sq\theta} + L_{mq} i_{A_q}; \quad (13)$
$u_e = R_e i_e + \frac{d\Psi_e}{dt}; \quad (9)$	$\Psi_{A_d} = L_{Ad} i_{A_d} + L_{md} (i_e + i_{sd\theta}); \quad (14)$
$u_{A_d} = R_{A_d} i_{A_d} + \frac{d\Psi_{A_d}}{dt}; \quad (10)$	$\Psi_{A_q} = L_{sq} i_{A_q} + L_{mq} i_{sq\theta}; \quad (15)$
$u_{A_q} = R_{A_q} i_{A_q} + \frac{d\Psi_{A_q}}{dt}; \quad (11)$	$\Psi_e = L_e i_e + L_{md} (i_{A_d} + i_{sd\theta}); \quad (16)$
	<hr/> <p><u>Szögsebesség:</u></p> $\omega = \frac{d\theta}{dt} \quad (17)$
Nyomaték-egyenletek:	
$m_e - m_L = m_j = \frac{J_{tot}}{z_p} \frac{d\omega}{dt} \quad (18)$	
$m_e = k_{M1} z_p (\Psi_{sd\theta} i_{sq\theta} - \Psi_{sq\theta} i_{sd\theta}) = m_F + m_R + m_A \quad (19)$	
$m_F = k_{M1} z_p L_{md} i_e i_{sq\theta} = k_{M1} z_p \Psi_{me} i_{sq\theta} \quad (20)$	
$m_R = k_{M1} z_p (L_{md} - L_{mq}) i_{sd\theta} i_{sq\theta} = 3 z_p \Delta L i_{sd\theta} i_{sq\theta} \quad (21)$	
$m_A = k_{M1} z_p (L_{md} i_{A_d} i_{sq\theta} - L_{mq} i_{A_q} i_{sd\theta}) = k_{M1} z_p (\Psi_{mA_d} i_{sq\theta} - \Psi_{mA_q} i_{sd\theta}) \quad (22)$	

A feszültség-egyenleteknél az ÁR-feszültségeknél megjelenik a forgási elektromotoros feszültség (EMF), mint elektromágneses kereszt hatás (KH) (angolul: „Cross-effect”), mely matematikai nemlinearitást (MNL) visz be. A KH a FR feszültség-egyenleteiben ( $e$  – a gerjesztés,  $A_d$ - $A_q$  – a csillapító rudak) azért nem jelenik meg, mert a választott rotor-orientált koordináta-rendszer a FR szempontjából természetes jelleggel bír. A PM-es SzG esetében a gerjesztő áramkör mennyiségei

eltűnnek, csupán a PM fluxusa kerül be az egyenletekbe a  $\Psi_{PM} = L_{md} i_e$  kifejezés alapján.

A 3. táblázat az IM általános egyenleteit tartalmazza. Az  $\omega$  a rotor villamos szögsebessége, hasonlóképpen a SzG modelhez.

**3. táblázat.** Az aszinkron gép általános állapotváltozós egyenletei tetszőleges koordinátákban

Feszültség-egyenletek:	Fluxus- és áram-egyenletek
$\begin{cases} u_{sd\lambda} = R_s i_{sd\lambda} + \frac{d\Psi_{sd\lambda}}{dt} - \omega_\lambda \Psi_{sq\lambda} \end{cases} \quad (23)$	$\begin{cases} \Psi_{sd\lambda} = L_s i_{sd\lambda} + L_m i_{rd\lambda} \end{cases} \quad (28)$
$\begin{cases} u_{sq\lambda} = R_s i_{sq\lambda} + \frac{d\Psi_{sq\lambda}}{dt} + \omega_\lambda \Psi_{sd\lambda} \end{cases} \quad (24)$	$\begin{cases} \Psi_{sq\lambda} = L_s i_{sq\lambda} + L_m i_{rq\lambda} \end{cases} \quad (29)$
$\begin{cases} u_{rd\lambda} = R_r i_{rd\lambda} + \frac{d\Psi_{rd\lambda}}{dt} - (\omega_\lambda - \omega) \Psi_{rq\lambda} \end{cases} \quad (25)$	$\begin{cases} \Psi_{rd\lambda} = L_r i_{rd\lambda} + L_m i_{sd\lambda} \end{cases} \quad (30)$
$\begin{cases} u_{rq\lambda} = R_r i_{rq\lambda} + \frac{d\Psi_{rq\lambda}}{dt} + (\omega_\lambda - \omega) \Psi_{sd\lambda} \end{cases} \quad (26)$	$\begin{cases} \Psi_{rq\lambda} = L_r i_{rq\lambda} + L_m i_{sq\lambda} \end{cases} \quad (31)$
	$\begin{cases} i_{md\lambda} = i_{sd\lambda} + i_{rd\lambda} \end{cases} \quad (32)$
	$\begin{cases} i_{mq\lambda} = i_{sq\lambda} + i_{rq\lambda} \end{cases} \quad (33)$
<hr/>	
A koordináta-rendszer forgási szögsebessége:	Elektromágneses nyomaték:
$\omega_\lambda = \frac{d\lambda}{dt} \quad (27)$	$m_e = k_{M1} z_p (\Psi_{sd\lambda} i_{sq\lambda} - \Psi_{sq\lambda} i_{sd\lambda}) \quad (34)$

A feszültség-egyenletek közötti kapcsolatot a fluxus-egyenletek biztosítják, hasonlóképpen, mint a gépekben lejátszódó alapvető fizikai jelenségek. Ugyanis a mágneses mező segítségével lehet az energiát a légrésen átvinni (hasonlóképpen, mint a transzformátorok esetében is), és ugyancsak a mágneses mezőnek köszönhetően jön létre a VG által kifejtett EMNy. A SzG nyomaték-összetevőit úgy kapjuk meg, hogy a (19) általános nyomaték-képletbe behelyettesítjük a fluxusokat az áramok függvényében a (12)-(16)-ból. Így nyerjük az (19)-(21) összefüggéseket, ahol  $m_F$  a hengeres, azaz a gerjesztési nyomaték (angolul „*Field-torque*”), az  $m_R$  a reluktancia nyomaték (mindkettő szinkron típusú), valamint az  $m_A$  az aszinkron nyomaték, ha a gép csillapító-rudakkal rendelkezik.

A fluxusok állapotváltozókként jelennek meg, de lehet őket részben vagy teljesen áramokkal is helyettesíteni. A mozgásegyenlet a szögsebességet határozza meg állapotváltozónak. Az EMNy-ban az elektromechanikai KH mutatkozik, mely ugyancsak MNL-t visz be az egyenletrendszerbe. Ha a FR szögelfordulását is számításba vesszük, akkor a SzG-nek maximum két mechanikai és öt elektromágneses állapotváltozója van.

Az IM-nak eggyel kevesebb állapotváltozója van, mint a gerjesztett csillapító-rudas SzG-nek. A 3. táblázatban szereplő általános egyenletekhez még hozzátartozik a (18) mozgásegyenlet valamint a (33), mely az EMNy-nak a 2F összetevős kifejezése, s melyet a (4) alapján más változókkal is fel lehet írni, például:

$$m_e = k_M (\psi_{s,md} i_{sq} - \psi_{s,mq} i_{sd}) = k_M (\psi_{r,mq} i_{rq} - \psi_{r,md} i_{rj}) \quad (35)$$

ahol a nyomaték koefficiens  $k_M = k_{MI} z_p$ .

Aszinkron motor esetében a KooR tetszőleges  $\lambda$  pozíció-szögét a célnak megfelelően többféleképpen lehet megválasztani. Sztátor-orientációt, azaz nyugvó koordinátákat akkor használunk, amikor az TEÁI a meghajtó motor ÁR-be avatkozik be. Ebben az esetben  $\lambda=0$  és a forgó EMF az ÁR feszültségegyenletéből eltűnik, azaz belefoglaltatik a fluxus deriváltjába. A rotor-orientációnál (hasonlóképpen a SzG-hez)  $\lambda=\theta$ . Ennek alkalmazására főleg akkor kerül sor, mikor a TEÁI a FR-be avatkozik be, például a kaszkád-kapcsolásokban, amikor az indukciós gép generátorként (is) üzemel, például a modern szélturbinás hajtás-rendszerekben. A szinkron és aszinkron motorok TF-es MM-jének a hasonlósága azonnal észrevehető, ha az IM modelljét rotor-orientált koordinátákkal írjuk fel, kiiktatjuk a gerjesztő áramkört és a csillapító kalicka indexeit átnevezzük  $A_d-A_q$ -ról  $rd\theta-rq\theta$ -ra. Ebben az esetben a rotorból tűnnek el a forgó EMF-ek, ugyanis a szögsebességek különbsége nulla lesz. Ugyanakkor, mivel hengeres forgórészű motorról van szó:  $L_{md}=L_{mq}=L_m$ .

A sztátor-orientáció esetén a közös nyugvó KooR-ben az összes villamos és mágneses mennyiségek alapfrekvenciája azonos lesz az ÁR-t betápláló feszültségével, azaz a ÁR-mennyiségek természetes frekvenciájával. A rotortal együttforgó KooT-ben viszont mindnek a frekvenciája megegyezik a FR-mennyiségek természetes frekvenciájával, azaz arányos a csúszásnak megfelelő relatív szögsebességgel, mely a forgó mágneses tér és a rotor sebességkülönbségének felel meg villamos-szögben mérve.

A modern vektoriális szabályozási struktúrákban mező-orientáció (MO) esetén  $\lambda=\lambda_s, \lambda_m$  vagy  $\lambda_r$  (attól függően, hogy az ÁR-, LR- illetve FR-mező szerint orientálunk) az összes mennyiségek frekvenciája nulla lesz, ami azt jelenti, hogy gyakorlatilag EÁ-ú mennyiségekkel fogunk dolgozni. Vektoriális rendszerekben még lehet szó, áram-orientációról, amikor  $\lambda=\varepsilon_s$  vagy  $\varepsilon_r$  valamint feszültség-orientációról, amikor  $\lambda=\gamma_s$  vagy  $\gamma_r$ , attól függően, hogy sztátor- vagy rotor-mennyiségről van szó, ami ugyancsak EÁ változókra vezet. Mindezen esetekben a FR feszültség-egyenleteiben a forgó EMF-ben megjelenik a csúszásnak megfelelő villamos szögsebesség-különbség, mely a forgórész-mennyiségek frekvenciájával arányos.

A 2. és 3. táblázatokban az úgynevezett motor-modell szerepel, azaz a bemenő változók a feszültségek és az  $m_L$  (angolul „Load”) terhelő nyomaték, a kimenők pedig a sebesség és az EMNy mellett az áramok vagy a fluxusok. A generátormodellnél a bemenő mennyiségek a villamos terhelésnek felelnek meg, tehát a generátorból szívott áramok és a turbina sebessége (ami a VG-é is egyben) és amit szabályozni lehet, a kimenő mennyiségek viszont a feszültségek (beleértve azok frekvenciáját és fázis-szögét is) és a turbina által kifejtett nyomaték, mely ebben az üzemmódban a meghajtó. Tehát a turbina modelljére is szükség van szimuláláskor.

Mint tudnivaló bármelyik típusú modellel szimulálni lehet mindkét üzemállapotot, mind a motorosat, mind a generátorosat, akár hajtásról, akár kimondott energiafejlesztésről van szó, ha az üzemmódnak van fizikai értelme.

## 6. A mező-orientációs elv feltalálása

A MOE feltalálása a TFE elterjedésének és annak a VG-ek MM-ezésében való széleskörű alkalmazásnak köszönhető. Forgó vektor irányába történő orientációval a VÁG-ek EÁ modelljeihez jutunk, melyek könnyebben lineárizálhatók, s melyeknek alapján megszületett az egységes vagy általánosnak is nevezett VG-elmélet. Ugyanabban az időben jutottak el a MO ötletéhez is, melynek alapján egységessé vált a VG-ek szabályozási elve is, melyet vektoriális jelleg jellemez. Következésképpen a VÁG-ek modern szabályozása EÁ-ban történik, az EÁG-ek mintájára, így biztosítva a jó dinamikát, stabilitást és kiváló szabályozási minőséget.

A MOE-nek az ötlete *F. Blaschke* nevéhez fűződik. Igaz ugyan, hogy a Darmstadt-i Műszaki Egyetemen *K. Hasse* 1969-ben a doktori disszertációjában már alkalmazta sebesség-szabályozásra a közvetett (indirekt) MO-t, melyet viszont nem nevezett meg, de már a TF-os állapotegyenletek alapján építette fel a VSz-i struktúráját. A MO-t 1971-ben a „*SIEMENS Zeitschrift*” nevű folyóirat egyazon számában közölt 5 német nyelvű tudományos dolgozattal mutatták be, ahol az elvet „*Feldorientierung*”-nak nevezték. A nyitó cikkben *F. Blaschke* a MOE fizikai értelmének a részletes magyarázatával szolgál, melyet a kalickás IM és a kompenzált külsőgerjesztésű EÁ motor analógiájára épített fel. Csak két év múlva 1973-ban védi meg a doktori disszertációját a Braunschweig-i Műszaki Egyetemen *W. Leonhard* védnöksége alatt. Az említett folyóirat többi cikke a MO elve alapján kifejlesztett „*Transvektorregelung*”-nak nevezett VSz-i rendszer főbb alkalmazásait írja le. Külön cikkekben mutatták be a mező-orientált aszinkron motoros és a gerjesztett szinkron motoros hajtást, kísérleti eredményekkel bizonyítva az elv létjogosultságát. Ugyanabban a cikksorozatban mutatták be a VÁ hajtások sebesség-szabályozására szolgáló frekvenciaváltót, valamint a VÁG-ek orientációs fluxusának a sztatóiban elhelyezett Hall-generátoros mérés technikáját.

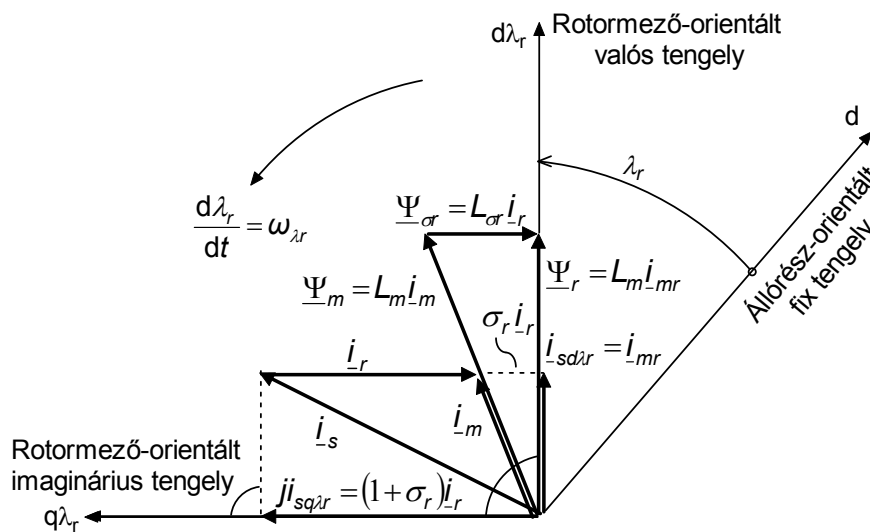
A MO-s szabályozási rendszerek összefoglaló leírására *W. Leonhard* az 1974-ben németül megírt hajtástechnika tankönyvében egy egész fejezetet szánt, mely 1985-ben átdolgozva angolul is megjelent. De már előtte 1983-ban egy nemzetközi tudományos konferencián bemutatta és közlte angolul egy összefoglaló plenáris dolgozat formájában. Ugyanebben az időben *Kelemen Árpád* is az 1975-ben megjelent, majd 1979-ben átdolgozva újranyomatott román nyelven írt tankönyvébe már belefoglalja a MO részletes leírását és annak alkalmazását. A mező-orientációs szabályozási rendszerekről az első önálló könyv 1987-ben íródott ugyancsak a Kolozsvári Műszaki Egyetemen, melyet a Román Tudományos Akadémia 1989-ben átszerkesztve újra kiadott és később a „*Traian Vuia*” Akadémiai Díjjal is kitüntette. Angol fordításban a Retter Gyula által szerkesztett „*Electrical Engineering Library*” sorozatban jelent meg két kötetben (1991-ben, illetve 1993-ban) átdolgozva és kiegészítve egészen új fejezetekkel. A négyfázisú TFE és annak alkalmazása a léptető motoros hajtásokra a második kötetben jelenik meg, de előzőleg már 1987-ben leközölték több tudományos konferencián. A többfázisú (öt, hét, stb.) TFE-et pedig valamivel később 1994 és 95-ben jelentették meg különböző nemzetközi tudományos rendezvényeken.

**7. A mező-orientációs elv lényege**

A külsőgerjesztésű kompenzált EÁG a felépítésénél fogva alkalmas a szétcsatolt (SzCs) két-hurkú szabályozásra, ahol a nyomatékot létrehozó két áramot függetlenül lehet vezérelni az előírt munkaponton való üzemeltetésre. A gerjesztő- (ÁR-) áram  $i_e$  segítségével az eredő mező  $\Psi_e$  állandó értéken tartható (vagy a névleges sebesség felett át lehet menni mezőgyengítésbe) és ezért a nyomaték közvetlenül az  $i_a$  armatúra- (FR-) áram függvénye lesz. Ennek köszönhetően rendelkeznek az EÁ hajtások a legjobb dinamikával és a stabilitásuk is nagyon megbízható.

A 3F forgómezős VÁG-ek elektromágneses szempontból nehezen tanulmányozhatók, ezért a VÁ hajtások sebességének és/vagy nyomatékának valamint a fluxusának a szabályozása sokkal bonyolultabb, mint az EÁ motoroké. A nyomatékot létrehozó két áram természetes szétcsatolása nem adott. A fluxus és mechanikai mennyiségek két-hurkú SzCs szabályozása skaláris struktúrákra vezet, melyeknek nemcsak a dinamikája gyengébb, hanem stabilitási gondok is felléphetnek. A VÁG-ek kéthurkú vektoriálisan SzCs szabályozása a MOE-en alapszik.

A kalickás IM esetében a 2. ábán bemutatott Blaschke által indítványozott rotormező-orientáció klasszikusnak számít.



**2. ábra.** Rotor-mező-orientált kalickás aszinkron motor fázor-diagramja: az áramok és fluxusok  $i_r \perp \Psi_r$  esetén és az állórész-áram RFO összetevői.

A rövidre-zárt FR miatt  $u_r=0$ , és állandó rotor-fluxus esetén, amikor ennek a deriváltja nulla (állandósult állapotban és amikor a fluxus szabályozva van) a (24) és (25) vektoriálisan felírt egyenlet alapján  $i_r \perp \Psi_r$ . Következésképpen a nyomaték felírható a két vektor modulusának a szorzatával:

$$m_e = -k_{M1} z_p \Psi_r i_r \tag{36}$$

Ugyancsak ebből a merőlegességből következik, hogy a két rotormező-orientált sztátor-áram összetevő  $i_{sd\lambda r}$  és  $i_{sq\lambda r}$  arányos a (36)-ban szereplő nyomaték-képező két rotor-mennyiséggel  $\Psi_r$  és  $i_r$  vel., mint ahogyan a 2. ábra is mutatja.



A kalickás IM-nál MO-s szabályozási stratégia abban áll, hogy az  $\dot{A}R$ -áram két összetevőjével, melyek a gép EMNy-át létrehozó két mennyiségnek felelnek meg, a szabályozási struktúrát két hurokra csatoljuk szét, ami matematikailag azt jelenti, hogy ugyancsak két referencia alapjelt lehet elő írni. A MO-t gyakorlatilag úgy kivitelezük, hogy a VÁG áram-vektorát a kiválasztott mágneses mező irányába orientált komplex síkban két, egymásra merőleges összetevőre bontjuk fel, mely lehetővé teszi az egymástól független kéthurkú SzCs szabályozást. A fluxus irányában a  $d\lambda$  (valós) tengely mentén az  $i_R$  reaktív komponenset kapjuk, mellyel a mágneses mennyiségeket (fluxus, mágnesezési áram) szabályozzuk. A fluxusra merőleges  $q\lambda$  (imaginárius) tengely irányában az  $i_A$  aktív komponens számítható ki, mellyel a mechanikai mennyiségeket (pozíció, sebesség, nyomaték) szabályozzuk. A két szabályozási hurok újracsatolása a gép TFE-én alapuló MM-vel történik, mely ugyancsak vektoriális jellegű és a rendszer beavatkozó TEÁI vezérlési mennyiségeinek a generálásából áll.

A mező-orientált szabályozási struktúrákban a fluxusnak csak a valós tengely irányában van összetevője, mely egyenlő a fluxus-vektor modulusával:

$$\Psi_{d\lambda} = \underline{\Psi} = |\underline{\Psi}| = \Psi \quad \text{és} \quad \Psi_{q\lambda} = 0. \quad (37)$$

Ennek tulajdonítható, hogy a nyomatékszámítás leegyszerűsödik az EÁG-hez hasonló nyomaték-képletre ugyanis a (19) és (34)-ben a második tag nullává válik, úgy a (4) alapján felírhatjuk:

$$m_e = k_M \Psi_{s,m} i_{sq\lambda_{s,m}} = -k_M \Psi_{r,m} i_{rq\lambda_{r,m}} = \frac{k_M}{1 + \sigma_r} \Psi_r i_{sq\lambda_r} = -\frac{k_M}{1 + \sigma_s} \Psi_s i_{rq\lambda_s} \quad (38)$$

A fentiek alapján az analógia a VÁG-ek és az EÁG között a nyomaték alapján könnyen kimutatható.

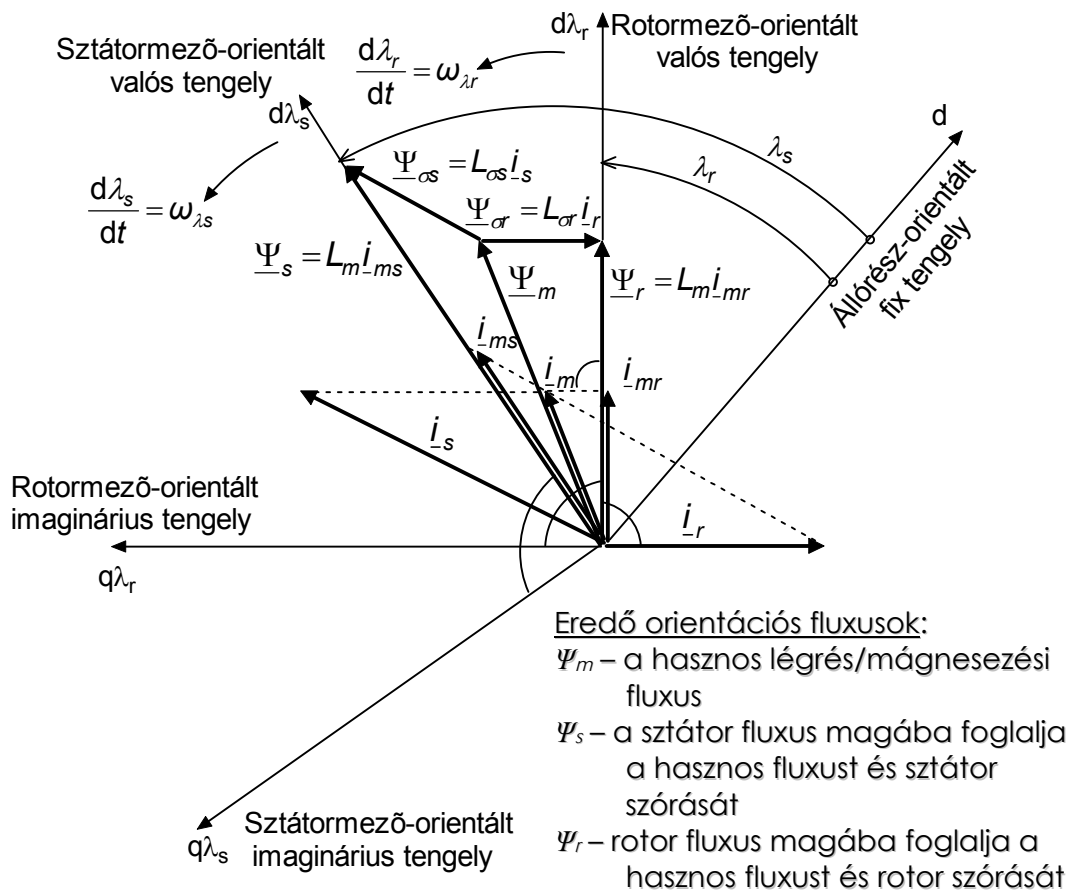
A mező-orientált VÁG-ek analógiája a külső-gerjesztésű EÁG-ekkel, megadja a választ arra, hogy miért lesz olyan kiváló dinamikája és stabilitása a MO-s VÁ VSz-i rendszereknek.

## 8. A mező-orientációs fluxus kiválasztása

Mivel az IM-ban három eredő-fluxusról beszélhetünk, mint ahogyan a 3. ábrán is látszik, a MO-t három irányba lehet elvégezni. Az IM három orientációs fluxusa, mind modulusban, mind térbeli irányban különböznek. A különbség a  $\Psi_{os}$  és  $\Psi_{or}$  szórési fluxusoknak tulajdonítható.

A 3. ábrán be vannak jelölve az sztátor- és a rotor-fluxus orientációnak (SFO, illetve RFO) megfelelő komplex síkok tengelyei. Mindegyiknek megvan az előnye és a hátránya. Az áram-ISzM-vel vezérelt inverterről táplált IM-nak RFO-t érdemes alkalmazni, ugyanis ezzel kapjuk meg a legegyszerűbb, gyakorlatilag paraméter-független és a legjobb szabályozási minőséggel működő VSz-i struktúrát. A klasszikusnak tekinthető RFO egyszerűsége a rotor-fluxus és rotor-áram TF-jeinek a merőlegességéből következik, viszont nagyon bonyolult és paraméter-függő a beavatkozáshoz szükséges változók kiszámítása, ha az IM-et feszültség IMSz-vel vezérlük. SFO esetén ez a számítás leegyszerűsödik, viszont a szabályozás minősége leromlik. Ebben az esetben a kombinált kettős MO ajánlott.

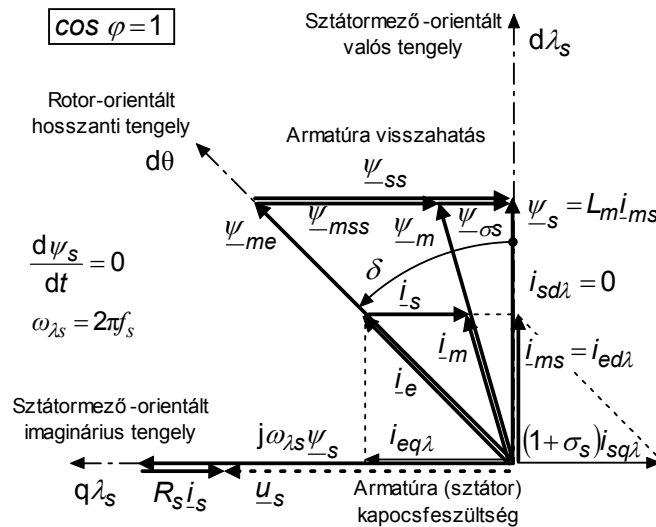
A két-oldalról táplált csúszó-gyűrűs IM-nak a légrés-fluxus orientáció javasolt, mely paraméter-független és nagyon jó stabilitást biztosít.



3. ábra. Az aszinkron motor orientációs fluxusai és a sztátor- és rotormező-orientált komplex síkok

A SzG-nél van egy negyedik orientációs fluxus is, melyet a gerjesztő árama vagy a PM hoz létre a rotor hosszanti tengelyének az irányában. A SzG-ek esetében a sztátor-fluxus-orientáció a gyakori, ugyanis a gerjesztő áram szabályozása megengedi, hogy az  $\dot{A}R$  teljesítménytényezőjét (TT) is előírjuk, és mint tudott ez az armatúra- ( $\dot{A}R$ -) áram és az eredő armatúra-fluxus kölcsönös pozíciójától függ. Ha a TT nem maximális, akkor a SzG az elforgatott keféjű kompenzált EÁG-vel lesz analóg. A kefék csak akkor lesznek az analóg EÁG semleges mágnesezési tengelyén, ha a SzG TT-je maximális (azaz  $\cos\varphi_s = 1$ ). A gerjesztett SzG-eknél nemcsak az  $\dot{A}R$ -áram, hanem az  $i_e$  gerjesztő áramot is mező-orientáljuk aktív és reaktív összetevőkre, mint ahogyan a 4. ábrán is látható. Ebben az esetben SzG sztátormező-orientált TF-diagram szembeszökően hasonló lesz a 2. ábrán bemutatott rotormező-orientált kalickás IM diagramjához. Ennek alapján is már láthatóvá válik a MO-s VSz-i eljárás egységes jellege, függetlenül attól, hogy szinkron vagy aszinkron gépről van szó, motor vagy generátor üzemmódban.

A nagy légréssel kivitelezett PM-es FR SzG-ek szabályozási struktúrájára a gerjesztő PM-fluxus-orientáció (azaz rotor-orientáció) jellemző, ugyanis az armatúra-visszahatás elhanyagolható. Ezért ezek a SzG-ek a nemkompenzált EÁG-ekkel lesznek analógok.



4. ábra. Sztátor-mező-orientált gerjesztő-tekerceses szinkron generátor fázor-diagramja

## 9. Mező-orientációs vektoriális szabályozási struktúrák

A VÁG-ek nehezen szabályozható viselkedése a MM-jükkel magyarázható, melynek a hátrányai a következők: többváltozóság, bonyolult belső kapcsolatokkal, visszacsatolásokkal, matematikailag nemlineáris szerkezettel (a KH-oknak megfelelő állapotváltozók szorzatának a következtében) és ráadásul változó paraméterűek (hőmérséklettől, frekvenciától, mágneses telítéstől, stb. függők).

A MNL-eket a KH-k hozzák be a MM-be a motorban végbemenő sajátos fizikai jelenségeknek tulajdonáthatóan. Alapvetően kétféle KH-ról beszélhetünk:

- az elektromágneses KH – Faraday törvénye (elektromágneses indukció) alapján a forgó EMF keletkezése:  $e \sim \Psi\omega$ ,
- az elektromechanikus KH – Ampere törvénye alapján az elektrodinamikus erők keletkezése, mely létrehozza az EMNy-t:  $m_e \sim \Psi i$ .

A fenti mennyiségek: a  $\Psi$  fluxusok, az  $\omega$  szögsebességek (lehet a szinkron vagy a csúszásnak megfelelő szögsebesség (melyek a megfelelő mennyiségek frekvenciájával arányosak) és az  $i$  áramok állapotváltozók, vagy azokból kiszámított kimenő-mennyiségek.

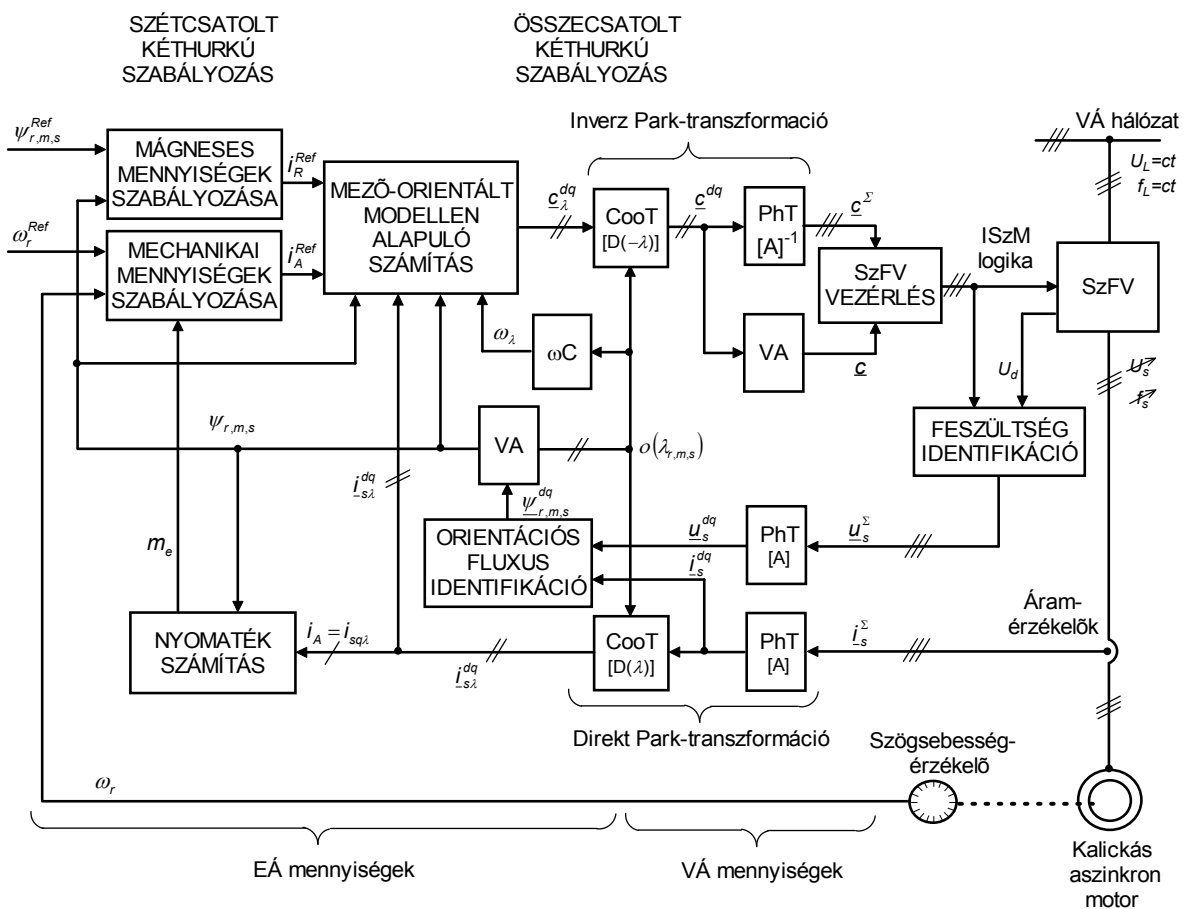
A villamos motorok optimális működése adott fordulatszámon, változó terhelés mellett a következő feltételekre terjed ki:

- a motor által a hálózatról felvett áram legyen minimális és szinuszos;
- a feszültség paramétereinek (amplitúdó és frekvencia) megfelelő beállítása a sztatikus frekvenciaváltó (a teljesítmény-elektronikai beavatkozó szerv) megfelelő vezérlésével;
- a gép optimális mágnesezése a fluxus amplitúdóját az állandó névleges értéken való tartásával.

Ez utóbbi a VG tanulmányozása szempontjából is jelentős, ugyanis a MM-t részben lineárizálni lehet. A fent említett feltételeket csak a MOE alapján lehet megvalósítani VSz-i struktúrákkal.

Egy VSz-i struktúra szerkezete függ a VG típusától, üzemmódjától (hajtás vagy energiatermelés), a beavatkozó TEÁI típusától (áram- vagy feszültség-inverter) és ISzM-s (nyílt-hurkú feszültség- vagy zárthurkú áramimpulzus-modulációs) módszerétől, a terhelés karakterétől, a visszacsatolás változóinak a mérés és identifikációs módszereitől, a megválasztott orientációs fluxustól (SFO, RFO vagy LFO), a szabályozandó mechanikai mennyiségektől, a DSP implementációs lehetőségeitől, stb.

Az 5. ábra egy általános IM-os VSz-i struktúrát mutat be, ahol az orientációs-fluxus identifikációja a manapság leggyakrabban használt módszer szerint történik, azaz a megmért  $\dot{A}R$ -áramok és az ISzM-logika jeleiből identifikált szaggatott feszültségből, az  $\dot{A}R$ -EMF-ek közvetlen integrálásával az  $\dot{A}R$  feszültség-egyenletének az alapján a saját természetes KooR-jében.



5. ábra. A kalickás aszinkron motor mező-orientált szabályozásának összefoglaló blokkvázlata

A sztatikus frekvenciaváltó (SzfV) vezérléséhez szükséges, hogy a SzCs VSz-i hurkok által generált  $i_A$  aktív és  $i_R$  reaktív MO-s egymásra merőleges referencia-változókat természetes 3F változókká számítsuk át. A MO MM-en alapuló számításra akkor van szükség, ha a SzfV nem áramban, hanem feszültségben kell vezérelni, vagy ha a reaktív áram nem egyezik meg a státor-áram reaktív komponensével (például SFO vagy LFO esetében, mint ahogyan a 4. táblázatból is kiolvasható). A feszültség-számoláskor általában szükség van a forgómező  $\omega_\lambda$  szinkronsebességének az identifikációjára, amit az  $\omega_C$  blokkal oldunk meg az elfordulási szög  $o(\lambda_{r,m,s})$ -vel jelölt sin és cos

függvényeiből.

4. táblázat. Összefüggések a villamos gépek áramának a mező-orientált összetevői között.

	ÁRAMÖSSZETEVŐK	Reaktív / direkt / hosszanti mágnesező összetevő	Aktív / merőleges / keresztirányú nyomaték-képző összetevő
	A VILLAMOS GÉP MODELLJE		
1	Kompenzált egyenáramú gép a szénkefékkel a semleges mágnesezési tengelyen	$i_e$	$i_a = -i_c$
2	Rotor-mező-orientált kalickás (rövidre-zárt) forgórészű aszinkron (indukciós) gép ( $\underline{j} \perp \underline{\psi}$ )	$i_{sd\lambda_r} = i_{mr}$	$i_{sq\lambda_r} = -(1 + \sigma_r)i_r$
3	Légrés-mező-orientált két-oldalról táplált tekercselt forgórészű (csúszógyűrűs) aszinkron (indukciós) gép	$i_{rd\lambda_m} \neq i_m$	$i_{rq\lambda_m} \neq i_r$
4	Sztátor-mező-orientált kalickás (rövidre-zárt) forgórészű aszinkron (indukciós) gép	$i_{sd\lambda_s} \neq i_{ms}$	$i_{sq\lambda_s} \neq i_r$
5	Maximális teljesítménytényezővel működő sztátor-mező-orientált szinkron gép ( $\underline{j}_s \perp \underline{\psi}_s$ ) *	$i_{ed\lambda_s} = i_{ms}$ és $i_{sd\lambda_s} = 0$	$i_{eq\lambda_s} = -(1 + \sigma_s)i_{sq\lambda_s}$
6	Kapacitív teljesítmény-tényezővel működő sztátor-mező-orientált szinkron gép ( $i_{sd\lambda_s} > 0$ ) **	$i_{ed\lambda_s} = i_{ms} - (1 + \sigma_s)i_{sd\lambda_s}$	$i_{eq\lambda_s} = -(1 + \sigma_s)i_{sq\lambda_s}$
7	Hosszanti armatúra-visszahatás nélkül működő rotor-orientált szinkron gép ( $\underline{j}_s \perp \underline{\psi}_s$ ) ***	$i_e = i_{md\theta}$ és $i_{sd\theta} = 0$	$i_{sq\theta} = i_s = i_{mq\theta}$
8	Maximális teljesítménytényezővel működő rotor-orientált szinkron gép ( $\underline{j}_s \perp \underline{\psi}_s$ ) ****	$i_e = i_{msd\theta} + (1 + \sigma_s)i_{sd\theta}$	$i_{msq\theta} = (1 + \sigma_s)i_{sd\theta}$

\* Maximális (egységnyi) teljesítménytényezővel működő *szttátor-mező-orientált* szinkron gép analóg lesz egy olyan külsőgerjesztésű (KG) kompenzált egyenáramú géppel, melynek a szénkeféi a semleges mágnesezési tengelyen vannak.

\*\* Ha a teljesítmény-tényező nem maximális (kiseb mint 1), akkor a *szttátor-mező-orientált* szinkron gép analóg lesz egy olyan KG kompenzált egyenáramú géppel, melynek a szénkeféi el vannak elforgatva a semleges mágnesezési tengelyhez képest.

\*\*\* Hosszanti armatúra-visszahatás nélkül működő *rotor-orientált* szinkron gép analóg lesz egy olyan nem-kompenzált KG egyenáramú géppel, melynek a szénkeféi a semleges mágnesezési tengelyen vannak.

\*\*\*\* Maximális (egységnyi) teljesítménytényezővel működő *rotor-orientált* szinkron gép analóg lesz egy olyan nem-kompenzált KG egyenáramú géppel, melynek a szénkeféi el vannak forgatva a semleges mágnesezési tengelyhez képest.

Miután kiszámítottuk a megfelelő 2F MO  $\underline{c}_\lambda^{dq}$  összetevőket, ezeket először természetes 2F  $\underline{c}^{dq}$  koordinátákká alakítjuk egy CooT blokk segítségével, majd az ISzM eljárásnak megfelelő vezérlő-mennyiségek formájára hozzuk a 5. táblázat utolsó sorában szereplő blokkoknak megfelelően. A VA vektor-analizátor a (3) alapján számolja ki a vezérlési vektor modulusát és a d-q komponensek segítségével a TF szögelfordulásának az értékét, mellyel meghatározzuk a  $\underline{c}$  vezérlő vektor poláris koordinátáit.

Amikor a vezérlő vektor  $\underline{c}^2$  3F pillanatértékeire van szükség, akkor PhT fázis-transzformációt alkalmazunk. Ebben az esetben a két egymást követő CooT+PhT transzformáció, mint már az előzőkben is leírtuk, az inverz Park-transzformációnak felel meg, mely a vezérlő hurokra jellemző. A visszacsatolási mennyiségek számítására viszont a két egymást követő PhT+CooT transzformációnak megfelelő direkt Park-transzformáció a jellemző.

Mint ahogyan a táblázatban is látható, a vezérlő mennyiségek TF-je négyféleképpen számítható az (1)-nek megfelelően, attól függően, hogy áram vagy feszültség TF 3F vagy az Euler-féle poláris koordiná-

**5. táblázat.** Inverter típusok, impulzus-modulációs eljárások és a vektoriális beavatkozó jelek

INVERTER TÍPUSOK	IGBT / MOS-FET tranzistoros "VSI" FESZÜLTÉG-INVERTER (Voltage-Source Inverter)		GTO / közönséges tirisztoros "CSI" ÁRAM-INVERTER (Current-Source Inverter)	
INVERTER KIMENET	FESZÜLTÉGFORRÁS JELLEGŰ		ÁRAMFORRÁS JELLEGŰ	
IMPULZUS-MODULÁCIÓS ELJÁRÁSOK	Feszültség impulzus-szélesség moduláció ISzM (PWM) Nyílthurkú feszültség szélesség-moduláció		Áram-ISzM (PWM) Zárthurkú áramszélesség-moduláció	Áram amplitúdó-moduláció (PAM) vagy áramszélesség moduláció (PWM)
INVERTER SZABÁLYOZÁSI / VEZÉRLÉSI ELJÁRÁSOK	"Carrier-wave" Vivő- (hordozó-) hullámú moduláció	"SVM" Térfázoros moduláció (Space-Vector Modulation)	"Bang-bang" Kétpontos (hiszterézises) áram-szabályozás	"PAM" áramszabályozás az egyenáramú közbensőkörben („DC link”) vagy "PWM" nyílthurkú áram ISzM
AZ INVERTER VEKTORIÁLIS JELLEGŰ VEZÉRLŐ JELEI	A feszültség-vektor 3-fázisú koordinátái: a feszültségek pillanatértékei: $u_{a,b,c}$	A feszültség-vektor poláris koordinátái: modulusa $u$ és térszöge $\gamma$	Az áram-vektor 3-fázisú koordinátái: az áramok pillanatértékei: $i_{a,b,c}$	Az áram-vektor poláris koordinátái: modulusa $i$ és térszöge $\varepsilon$
AZ INVERTER VEZÉRLÉSI JELEINEK SZÁMÍTÁSA	Inverz Park-transzformáció-val	Koordináta transzformáció- és vektor-analízissel	Inverz Park-transzformáció-va	Koordináta transzformáció- és vektor-analízissel
SZÁMÍTÁSI BLOKKOK	CooT + PhT Koordináta-transzformáció és fázis-transzformáció	CooT + VA Koordináta-transzformáció és vektor-analízátor	CooT + PhT Koordináta-transzformáció és fázis-transzformáció	CooT + VA Koordináta-transzformáció és vektor-analízátor

táira van szükség az alábbi képletek szerint:

$$\underline{i} = i e^{j\varepsilon} = k_{Ph} \left( \underline{i}_a + a \underline{i}_b + a^2 \underline{i}_c \right), \text{ és } \underline{u} = u e^{j\gamma} = k_{Ph} \left( \underline{u}_a + a \underline{u}_b + a^2 \underline{u}_c \right). \quad (39)$$

Itt az  $i_{a,b,c}$  és  $u_{a,b,c}$  a pillanatértékeket jelölik, melyek magukba foglalják a megfelelő TF vektoriális jellegére vonatkozó információt, ezért az 5. ábrán  $\underline{i}_s^\Sigma$  és  $\underline{u}_s^\Sigma$  jelöléssel szimbolizáltuk. Az  $\varepsilon$  és  $\gamma$  szögek az áram, illetve a feszültség TF-jének a pozícióját jelöli a térbeli komplex síkban, melyek viszont természetesen tartalmazzák a tápfrekvencia értékére vonatkozó információt, ugyanis ezen szögek deriváltja arányos a TF-nak megfelelő  $3f$  mennyiségek frekvenciájával.

A térfázoros elméleten alapuló VSz általános jellege nemcsak abban áll, hogy gyakorlatilag kiterjesztették minden típusú villamos motoros hajtásra és generátoros üzemmódra, hanem ezenkívül megfelel a többfázisú sztatikus konverterek vezérlésére (mint ahogyan a 4. táblázat is mutatja) és a VÁ-ú hálózatok valamint szállítónalak tanulmányozására is, ahol a MO mellett, áram-orientációt és feszültség-orientációra is szükség van.

A MOE-n alapuló VSz jelentősége annak tulajdonítható, hogy figyelembe veszi a VG-ben végbemenő fizikai jelenségeket, azaz a gép természetes viselkedését mind a szabályozási hurkok kialakításában a beavatkozó változók generálásában mind a visszacsatolás mennyiségeinek a becslésében, a térfázor (a Park vektor) elmélete alapján. Ennek tulajdonítható, hogy a tranziens folyamatok alatt is nagyon jó dinamikát és stabilitást lehet biztosítani a rendszernek, mely megközelítik az EÁ hajtások minőségét.

## 10. Következtetések

Mező-orientációval EÁ modellekhez jutunk, melyek könnyebben lineárizálhatók, s melyek alapján egységessé válik a villamos gépek elmélete és szabályozási elve. Következésképpen a VÁ gépek szabályozása EÁ-ban történik, mely kiváló szabályozási minőséget biztosít.

A térfázor elmélet az általános villamosgép-elmülethez vezet, ezek alkalmazása a MO pedig a villamos gépek egységes szabályozási elvének az alapjait adta meg. A térfázoros elmületen alapuló VSz általános jellege nemcsak abban áll, hogy gyakorlatilag kiterjesztették minden típusú villamos motoros hajtásra és generátoros üzemmódra, hanem ezenkívül megfelel a többfázisú teljesítményelektronikai áramirányítók (sztatikus konverterek) vezérlésére és a VÁ hálózatok és energia-szállító távvezetékek, háromfázisú transzformátorok tanulmányozására is, ahol általában a mező-orientáció helyett áram- és feszültség-orientációt is alkalmaznak.

VÁ hajtások mező-orientáción alapuló vektoriális szabályozási struktúrái mindenképpen javított dinamikát és stabilitást biztosítanak a skaláris rendszerekkel szemben. A mező-orientációt akkor is érdemes előnyben részesíteni, ha csak egyszerűsített formában lehet kivitelezni vagy gyakorlatilag kvázi-vektoriális jelleggel rendelkezik a struktúra.

A magyarázat a villamos gépek áramokon és fluxuson alapuló nyomatékképzésének tulajdonítható természetes viselkedésében van. Az áram mező-orientációja alapján vektoriálisan kialakított szétcsatolt kéthurkos szabályozás, majd a vektoriálisan összecsatolt vezérlési változók kiszámítása kiváló dinamikát biztosít a rendszernek a terhelésben beállt hirtelen változás vagy az előírt alapjelek hirtelen megváltoztatása esetén.

A tranziens folyamatok időtartalmát még jobban lecsökkenthetjük, ha a vezérlő mennyiségek áramról feszültségre való átszámításában figyelembe vesszük a VÁ gép térfázoros matematikai modelljét.

A térfázor-elmélet intuitív és szuggesztíven szemléletes tanulmányozási módszert biztosít, melynek eredményei könnyen áttekinthetők és mellyel a VG-ben lejátszódó fizikai jelenségeket kísérletileg is reprodukálhatók és értelmezhetők. A TFE egyedülállóan alkalmas a VG-TEÁI-rendszer egységes vizsgálatára. Ezért tud általános képet nyújtani az egész hatás-rendszer dinamikus viselkedéséről és állandósult állapotáról.

Észre kell venni, hogy már az időben szinuszos mennyiségek egyszerűsített szimbolizálására alkalmas *Fresnel*-típusú időfázor esetében is ugyanezt a két alap-transzformációt (PhT+CooT) azaz a Park-transzformációt végeztük el, anélkül, hogy megneveztük és anélkül, hogy a fizikai értelmezésén mélyebben elgondolkoztunk volna. Gyakorlatilag az aszinkron motor állandósult állapotának megfelelő időfázoros diagramm és a nyomaték-képlet ismeretében állíthatjuk, hogy akár fél évszázaddal előtte is már megvolt a matematikai alapja a mező-orientáció ötletéhez.

## Irodalom

- [1] Steinmetz, Ch. P.: *Theory and Calculation of Alternating Current Phenomena*, New York/USA, 1898.
- [2] Dryfus, L.: *Ausgleichvorgänge beim plötzlichen Kurzschluss von Synchron Generatoren*, Archiv f. Elektrotechnik, 1916, 5 S 103.
- [3] Fortescue, C. L.: *Method of symmetrical co-ordinates applied to the solution of poly-phase networks*, AIEE Trans. Vol. 37, Pt. II, 1918, pp. 1027-1115.
- [4] Blondel, A.: *A complements a la théorie des alternateus á deux réactions*, Rev. Gen. Electr. 12, 1922, pp. 203-235.
- [5] Doherty, R. E.; Nickle, C. A.: *Synchronous machines*, Trans. AIEE, Parts I and II: *An extension of*

- Blondel's two-reaction theory*, Vol. 45, 1925, pp. 912-947; Part III: *Torque angle characteristics under transient conditions*, Vol. 46, 1927, pp.1-18; AIEE Quarterly Trans, Part IV: *Single phase short circuits*, Vol. 47, No. 2, April, 1928, pp. 457-492; Part V: *Three phase short circuits*, Vol. 48, No. 2. April, 1929.
- [6] Bekku, S.: *Sudden short circuit of alternator*, Researches of the Electrotechnical Laboratory, No. 203, 1927.
- [7] Park, R. H.: *Two-reaction theory of synchronous machines. Generalized method of analysis*, Transactions of AIEE, Part I: Vol. 48, 1929, pp. 716-730; Part II: Vol. 52, 1933, pp. 352-355.
- [8] Stanley, H. C.: *An analysis of the induction motor*, Transactions of AIEE, Vol. 57 (Supplement) 1938, pp. 751-755.
- [9] Kron, G.: *The application of tensors to the analysis of rotating electrical machinery*, General Electric Rev., Schenectady/New York/USA, 1942.
- [10] Clarke, E.: *Circuit Analysis of A-C Power Systems, Symmetrical and Related Components*, Vol. I: 1943; Vol. II, 1950, John Wiley and Sons, Inc., New York, N.Y.
- [11] Gorev, A. A.: *Transient Processes of the Synchronous Machines* (in Russian *Perehodnie procesi sinhronoi masini*), Gosenergoisdat, Moscow/Soviet Union, 1950.
- [12] Kron, G.: *Equivalent Circuits of Electric Machinery*, John Wiley and Sons, Inc., New York, N.Y., 1951.
- [13] Concordia, Ch.: *Synchronous Machines*, New York/USA, 1951.
- [14] Concordia, Ch.: *Synchronous machines damping and synchronizing torques*, Trans. AIEE, 1951.
- [15] Lyon, W. V.: *Transient Analysis of Alternating-Current Machinery*, Technology Press of MIT and John Wiley and Sons, Inc., New York, N.Y., 1954.
- [16] Kovács, K. P.; Rácz, I.: *Váltakozóáramú Gépek Tranziens Folyamatai* (in Hungarian), Akadémiai Kiadó, Budapest, Hungary, 1954.
- [17] Nedelcu, N. V.: *Perehodnie procesi v iavnopoliusnih sinhronih masinah* (in Russian), PhD Dissertation, MEI Energetic Institute, Moscow/Soviet Union, 1955.
- [18] Brereton, D. S.; Lewis, D. G.; Young, C. G.: *Representation of induction motor loads during power system stability studies*, Transactions of AIEE, Vol. 76 August, 1957, pp. 451-461.
- [19] Kovács, K. P.; Rácz, I.: *Transiente Vorgänge in Wechselstrommaschinen* (in German), Verlag der Ungarischen Akademie der Wissenschaften, Budapest, Hungary, 1959.
- [20] Pfaff, G.: *Zur Dynamik des Asynchronmotors bei Drehzahlsteuerung mittels veränderlicher Speisefrequenz*, ETZ-A 85, H. 22, 1962, pp. 719-724.
- [21] Nedelcu, N. V.: *Eine neue Methode zur Ableitung allgemeiner Betriebsgleichungen von Synchronmaschinen*, Bul. Inst. Pol. Buc. XXV, fasc. 3, 1963, pp. 113-132.
- [22] De Carli, A.; Ruberti, A.: *Modello matematico di un motore asincrono controlatto in frequenza*, L'Elettrotecnica, Vol. 52, No 12, 1965, pp. 851-859.
- [23] Jones, V. J.: *The Unified Theory of Electric Machines*, London, Butterworths, 1967, 542 pgs.
- [24] Stepina, J.: *Raumzeiger als Grundlage der Theorie der elektrischen Maschinen*, ETZ-A Elektrotech. Z. 88, No. 23, 1967, pp. 584-588.
- [25] Stepina, J.: *Verwertung der Raumzeiger bei den Problemen der Nutungsoberefelder in der Asynchronmaschinen*, Acta Technica, CSAV 12, 1967.
- [26] Stepina, J.: *Fundamental equations of the space vector analysis of electrical machines*, Acta Technica, CSAV Nr. 2, 1968.
- [27] Naunin, D.: *Ein Beitrag zum dynamischen Verhalten der frequenzgesteuerten Asynchronmaschine*, PhD Thesis, Technischen Universität of Berlin, 1968.
- [28] Nedelcu, N. V.: *Performances of AC Electrical Machines* (in Romanian *Regimurile de funcționare ale mașinilor de curent alternativ*), Editura Tehnica, Buchrest, Romania, 1968.
- [29] Hasse, K.: *Zur Dynamik drehzahl geregelter Antriebe mit stromrichter gespeiste Asynchron-Kurzschlussläufermaschinen* (in German), PhD Dissertation, T. H. Darmstadt, 1969.
- [30] Kovács, K. P.: *Villamos gépek tranziens folyamatai*, Műszali Könyvkiadó, Budapest, 1970.
- [31] Blaschke, F.: *Das Prinzip der Feldorientierung, die Grundlage für die Transvektor-Regelung von Drehfeldmaschinen* (in German), Siemens-Zeitschrift 45, Heft 10, 1971, pp. 757-760.
- [32] Flöter, W.; Ripperger, H.: *Das Transvektor-Regelung für den feldorientierten Betrieb einer Asynchronmaschine* (in German), Siemens-Zeitschrift 45, Heft 10, 1971, pp. 761-764.
- [33] Bayer, K. H.; Waldmann, H.; Weibelzahl, H. D.: *Die Transvektor-Regelung für den feldorientierten*



- Betrieb einer Synchronmaschine* (in German), Siemens-Zeitschrift 45, Heft 10, 1971.
- [34] Langweiler, F.; Richter, M.: *Flusserfassung in Asynchronmaschinen* (in German), Siemens-Zeitschrift 45, Heft 10, 1971, pp. 768-771.
- [35] Böhm, K.; Wesselak, F.: *Drehzahlregelbare Drehstromantriebe mit Umrichterspeisung* (in German), Siemens-Zeitschrift, 45, Heft 10, 1971.
- [35] Szablya, J. F.; Bressane, J. M.: *Transfer function of AC machines*, T-PAS, Jan/Febr, USA, 1973, pp. 177-186.
- [35] Leonhard, W.: *Regelung in der elektrischen Antriebe* (in German), Teubner Studienbücher, Stuttgart, Germany, 1974.
- [38] Retter, Gy.: *The Unified Theory of Electrical Machines*, (in Hungarian: *Egységes Villamosgép-elmélet*), Műszaki Könyvkiadó, Budapest, Hungary, 1<sup>st</sup> edition, 1975, ISBN 963 10 0879 7; 2<sup>nd</sup> edition, 1980, ISBN 963 10 2689 2.
- [39] Kelemen, Á.: *Electrical Drives* (in Romanian: *Accionări electrice*), Editura Didactică și Pedagogică, București, Ediția I-a 1975, Ediția a II-a 1979.
- [40] Späth, H.: *Steuerverfahren für Drehstrommaschinen* (in German), Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New-York, Tokyo, 1977.
- [41] Lipo, T. A.: *Flux sensing and control of static AC drives by the use of flux coils*, IEEE Trans. On Magn., Vol. MAG-13, No 5, Sept. 1977.
- [42] Naunin, D.: *The calculation of the dynamic behaviour of electric machines by space-phasors*, International Conference on Electrical Machines ICEM '78, Brussels, Belgium, T/5, 1978, pp. 1-11.
- [43] Nedelcu, N. V.: *Theory of Electrical-mechanical Conversion* (in Romanian: *Teoria conversiei electromecanice*), Editura Tehnica, Buchrest, Romania, 1978.
- [44] Kelemen Á., Imecs Maria: *Mutatoare* (in Romanian), Editura Didactică și pedagogică, București, 1978, 408 pgs.
- [45] Kelemen Á., Imecs Maria, Matlac I., Titz, G.: *Mutatoare, aplicații* (in Romanian), Editura Didactică și pedagogică, București, 1980, 400 pgs.
- [46] Kovács, K. P. (1980) *Analiza regimurilor tranzitorii ale mașinilor electrice* (in Romanian), translated and completed by Á. Kelemen and Maria Imecs, Technical Press, Bucharest, Romania.
- [47] Kelemen A., Imecs Maria: *Power Electronics* (in Romanian: *Electronică de putere*), Editura Didactică și pedagogică, București, 1983, 544 pgs.
- [48] Boldea, I.; Atanasiu, Gh.: *The Unified Analysis of Electrical Machines* (in Romanian: *Analiza unitară a mașinilor electrice*), Romanian Academy Press, Bucharest, Romania, 1983.
- [49] Leonhard, W.: *Control of AC machines with help of microelectronics*, 3<sup>rd</sup> IFAC Symposium on Control in Power Electronics and Electrical Drives, Survey Paper, Lausanne, Switzerland, 1983.
- [50] Vauhkonen, V.: *A cycloconverter-fed synchronous motor drive having isolated output phases*, Proceedings of International Conference on Electrical Machines, ICEM '84, Lausanne, Switzerland, 1984.
- [51] Leonhard, W.: *Control of Electrical Drives*, Springer Verlag, Berlin, 1985.
- [52] Naunin, D.: *Space-phasor representation of damper currents in synchronous machines at different wave-forms*, Electric Machines and Power Systems, Vol. 10, Nr. 1, 1985.
- [53] Kelemen, Á., Imecs, Maria: *Analogy between DC- and synchronous machine for field-oriented control*, Proceedings of Beijing International Conference on Electrical Machines BICEM '87, Beijing, China, China Academic Publishers, 1987.
- [54] Kelemen A., Imecs Maria: *Analogy between dc-and synchronous machine for field-oriented control*, Proceedings of the Conference on Optimization of Electric, Electronic Driving, Automation ant Computing Equipments OPTIM'87, Brasov, Romania, Nov. 1987, pp. 293-300.
- [55] Kelemen, Á., Imecs, Maria, Trifa, V.: *Vector control of stepping motors.*, Proceedings of the Conference on Optimization of Electric, Electronic, Driving, Automation and Computing Equipments, OPTIM'87, Brasov, Romania, 1987, pp. 325-336.
- [56] Kelemen A., Imecs, Maria, Trifa, V.: *Fundamentals of the vector control of stepping motors*, Part I. and Part II. Proceedings of the 5<sup>th</sup> National Conference on Electrical Drives CNAE'88, Timisoara, Romania, May, 1988, pp. 3.25-3.36.
- [57] Kelemen A., Trifa, V., Imecs Maria, Székely A.: *The identification of PM-hybrid stepping motor for the field orientation control*, Proceedings of the International Conference on Electrical Drives, ICED'88, Poiana Brasov, Romania, Sept. 1988, pp. C 2.13-1/14.

- [58] Retter, Gy.: *Matrix and Space-phasor Theory of Electrical Machines* (revised and enlarged version of *Az egységes villamosgép-elmélet* in Hungarian published in 1975 and 1980, see above), Academic Press, Budapest, Hungary, 1987.
- [59] Lázár, J.: *Park-Vector Theory of Line-commutated Three-phase Bridge Converters*, OMIKK-Publisher, Budapest, Hungary, 1987, ISBN 963 592 727 4, ISSN 0238-4744.
- [60] Kelemen, Á., Imecs, Maria: *Field-Oriented Control Systems of the AC Machines* (in Romanian *Sisteme de reglare cu orientare după câmp ale mașinilor de curent alternativ*), IPCN Press, Cluj-Napoca, Romania, 1987.
- [61] Imecs, Maria: *Vector Control Systems for Positioning of Induction Motors Fed by Static Converters* (in Romanian: *Sisteme de reglare vectorială a poziției motoarelor asincrone alimentate de la convertoare*), PhD Thesis, Supervisor Prof. Á. Kelemen, Polytechnical Institute of Cluj-Napoca, Romania, 1989.
- [62] Kelemen, Á.; Imecs, Maria: *Field-Oriented Control Systems of the AC Machines* (in Romanian *Sisteme de reglare cu orientare după câmp ale mașinilor de curent alternativ*), Romanian Academy Press, Bucharest, Romania, 1989, 320 pgs.
- [63] Kelemen, Á., Imecs, Maria: *Procedure and Driving Device for Unitary Automatic Vector Control of the Active and Reactive Power of Synchronous Generators by Means of Frequency and Voltage Regulation* (in Romanian: *Procedeu si dispozitiv pentru reglarea automata, vectoriala, in mod unitar a puterii active si reactive a generatoarelor sincrone, prin reglarea frecventei si tensiunii*, Brevet de inventie CNST OSIM, Romania, Nr. 104278/30.10.1989, Patent of Invention ISI.
- [64] Kelemen, Á., Imecs, Maria: *Vector control system for frequency and voltage of synchronous generators*, Proceedings of International Conference on Electrical Machines, ICEM '90, Cambridge, Massachusetts, USA, 1990, pp. 416-421.
- [65] Kelemen, Á.; Imecs, Maria: *Vector Control of AC Drives*, Vol. 1: *Vector Control Of Induction Machine Drives* OMIKK-Publisher, Budapest, 1991, 304 pgs.
- [66] Kelemen, Á., Imecs, Maria: *Vector Control Of AC Drives*, Vol. 2: *Vector Control of Synchronous Machine Drives*, Ecrire Publisher, Budapest, 1993, Hungary, ISBN 963 593 140 9, 302 pgs.
- [67] Kelemen Á.; Imecs Maria: *Polyphase space-phasor theory for vector control of servo drives*, Vol.: *A Romanian Contribution to International Electrical Engineering Science*, Acta Electrotehnica Napocensis, Technical University of Cluj-Napoca, Romania, Mediamira Science Publisher, Cluj-Napoca, Vol. 35, Nr. 1, 1994, pp. 13-24.
- [68] Kelemen, Á., Imecs, Maria: *Poly-phase space-phasor theory for vector control of servo drives*, Electric Drive Design and Applications EPE'94 Symposium, Lausanne, Switzerland, 1994, pp. 301-306.
- [69] Imecs, Maria, Kelemen, Á.: *Comparison between multiphase servo drives using the poly-phase space-phasor theory*, Proceedings of the Twenty-Seventh International Conference on Power Conversion, Intelligent Motion and Power Quality – PCIM'95, Nürnberg, Germany, June 20-22, 1995, pp. 79-91.
- [70] Imecs, Maria: *Synthesis about pulse modulation methods in electrical drives*, Part 1 and 2, Proceedings of CNAE '98, Craiova, Romania, 1998, pp. 19-33.
- [71] Imecs, Maria: *Open-loop voltage-controlled PWM procedures*, Proceedings of ELECTROMOTION '99, Patras, Greece, Vol. I, 1999, pp. 285-290.
- [72] Imecs, Maria: *How to correlate the mechanical load characteristics, PWM and field-orientation methods in vector control systems of AC drives*, Bulletin of Polytechnic Institute of Iassy, Tomul XLVI (L), Fasc. 5, 2000, pp. 21-30.
- [73] Imecs Mária: *Villamos hajtások szabályozása mai szemmel*. Plenáris előadás, ENELKO 2000, Energetika - Elektrotechnika Konferencia, Kiadó: EMT, Kolozsvár, 2000, pp. 7-16.
- [74] Szabó Csaba, Imecs Mária: *Permanens mágnes forgórészű szinkron motorok szabályozásának szimulációs modelljei*. Szekció előadás, ENELKO 2000, Energetika - Elektrotechnika Konferencia, Kiadó: EMT, Kolozsvár, 2000, pp. 44-49.
- [75] Incze János, Imecs Mária: *Aszinkron motorok általánosított modellje és szimulációja*. Szekció előadás, ENELKO 2000, Energetika - Elektrotechnika Konferencia, Kiadó: EMT, Kolozsvár, 2000, pp. 32-37.
- [76] Imecs Mária: *Villamos hajtások*, Terminológia, Magyar nyelvű szakelőadások a 2000-2001-es tanévben, Kolozsvári Műszaki Egyetem, Villamosmérnöki Kar, Kiadó: Erdélyi Magyar Műszaki

- Tudományos Társaság, Kolozsvár, 2001, pp. 64-68.
- [77] Imecs Mária: *Teljesítményelektronika*, Terminológia, Magyar nyelvű szakelőadások a 2000-2001-es tanévben, Kolozsvári Műszaki Egyetem, Villamosmérnöki Kar, Kiadó: Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság, Kolozsvár, 2001, pp. 69-73.
- [78] Szabó Cs.: *Permanens-mágnes forgórészű szinkronmotoros hajtások*, Terminológia, Magyar nyelvű szakelőadások a 2000-2001-es tanévben, Kolozsvári Műszaki Egyetem, Villamosmérnöki Kar, Kiadó: Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság, Kolozsvár, 2001, pp. 74-79.
- [79] Imecs Mária, Szabó Csaba, Incze János Jób: *Frekvenciaváltós villamos hajtások négyegyeddes üzemmódban*, ENELKO 2002, Energetika - Elektrotechnika Konferencia, Kiadó: EMT, Kolozsvár, 2002, pp. 53-58.
- [80] Imecs Mária, Incze János Jób, Szabó Csaba, Ádám Tihamér: *Váltakozó áramú motorok skaláris és vektoriális szabályozási strukturái*, Plenáris előadás, ENELKO 2003, Energetika - Elektrotechnika Konferencia, Kiadó: EMT, Kolozsvár, 2003, pp. 82-98.
- [81] Imecs, Mária; Szabó, Cs.: *Control structures of induction motor drives - state of the art*, WESIC 2003 Lillafüred, Ed. Miskolc University, 2003, ISBN 963 661 570, pp. 495-510.
- [82] Incze, I. I.: *Implementation of Scalar and Vector Control Structures for Induction Motors* (in Romanian: *Implementarea unor structuri de comandă scalară și reglare vectorială pentru motoare de inducție*), PhD Thesis, Supervisor Prof. Maria Imecs, Technical University of Cluj-Napoca, Romania, 2004.
- [83] Imecs Mária, Szabó Cs.: *Villamos hajtások matematikai modellezése és szimulálása (I): Külső gerjesztésű kompenzált egyenáramú motorok*. Terminológia, Magyar nyelvű szakelőadások a 2002-2003-es tanévben, Kolozsvári Műszaki Egyetem, Villamosmérnöki Kar, Kiadó: Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság, Kolozsvár, 2004, pp. 39-46.
- [84] Imecs Mária, Szabó Cs.: *Villamos hajtások matematikai modellezése és szimulálása (II): Impulzus-szélesség-modulációs áramirányítók*. Terminológia, Magyar nyelvű szakelőadások a 2002-2003-es tanévben, Kolozsvári Műszaki Egyetem, Villamosmérnöki Kar, Kiadó: Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság, Kolozsvár, 2004, pp. 47-55.
- [85] Imecs Mária Szabó Cs.: *Villamos hajtások matematikai modellezése és szimulálása (III): permanensmágneses-forgórészű szinkronmotor*. Terminológia, Magyar nyelvű szakelőadások a 2002-2003-es tanévben, Kolozsvári Műszaki Egyetem, Villamosmérnöki Kar, Kiadó: Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság, Kolozsvár, 2004, pp. 56-64.
- [86] Imecs Maria, Incze I. I., Szabo Cs., Ádám T., Szőke Benk Enikő: *Kis és nagy teljesítményű hálózatbarát egyenáramú közbenső-körös frekvenciaváltós hajtások*, Plenary paper, International Conference of Energetics and Electrical Engineering ENELKO 2004, Cluj-Napoca, Romania, 2004, ISBN 973-86852-9-X, pp. 86-96.
- [87] Incze I. I., Imecs Maria, Matis St., Szabó Cs.: *Korszerű kísérleti próbapad szabályozott váltakozóáramú hajtások fejlesztésére*, International Conference of Energetics and Electrical Engineering ENELKO 2005, Cluj-Napoca, Romania, 2005, ISBN 973-7840-06-2, pp. 62-68.
- [88] Incze I. I., Szabó Cs. Mátis I., Imecs Maria, Zoltán E. A.: *Váltakozóáramú villamos hajtások vezérlésének kísérleti implementációja*, International Conference of Energetics and Electrical Engineering ENELKO 2005, Cluj-Napoca, Romania, 2005, ISBN 973-7840-06-2, pp. 69-75.
- [89] Imecs, Maria; Trzynadlowski, A. M.; Incze I. I.; Szabó, Cs.: *Vector control schemes for tandem-converter fed induction motor drives*, IEEE Transactions on Power Electronics, Vol. 20, No. 2, 2005, pp. 493-501.
- [90] Incze, I. I.; Imecs, Maria; Szabó, Cs.; Vásárhelyi, J.: *Orientation-field identification in asynchronous motor drive systems*, 6<sup>th</sup> IEEE-ICCC International Carpathian Control Conference, Lillafüred, Ed. Miskolc University, Vol. I, 2005, ISBN 963 661 644 2, pp. 131-136.
- [91] Incze I. I.; Szabó Cs.; Imecs, Maria; Matis, S.; Szőke, Enikő: *Computer controlled up-to-date experimental equipment for ac drive development*, 6th International Symposium of Hungarian Researchers on Computational Intelligence, HUCI 2005, Budapest, Hungary, 2005, ISBN .963 7154 43 4, pp. 355-365.
- [92] Imecs, Maria; Szabó, Cs.; Incze, I. I.: *Stator-field-oriented control of the variable-excited synchronous motor: numerical simulation*, The 7th International Symposium of Hungarian Researchers on Computational Intelligence HUCI '06, Budapest, Hungary, 2006, ISBN 963 7154 54 X, pp. 95-106.

- [93] Szabó, Cs.: *Implementation of Scalar and Vector Control Structures for Synchronous Motors* (in Romanian *Implementarea unor structuri de comandă scalară și reglare vectorială pentru motoare sincrone*), PhD Thesis, Supervisor Prof. Maria Imecs, Technical University of Cluj-Napoca, Romania, 2006.
- [94] Imecs, Maria; Szabó, Cs.; I. I. Incze: *Stator-field-oriented vectorial control for VSI-fed wound-excited synchronous motor*, International Aegean Conference on Electric Machines and Power Electronics and International Symposium on Advanced Electromechanical Motion Systems ACEMP & ELECTROMOTION'2007 Joint Conference, Bodrum, Turkey, 2007, ISBN 978-975-93410-2-2, pp. 303-308.
- [95] Szabó, Cs.; Imecs, Maria; Incze, I. I.: *Synchronous motor drive with controlled stator-field-oriented longitudinal armature reaction*, The 33<sup>rd</sup> International Conference of the IEEE Industrial Electronics Society, IECON 2007, Taipei, Taiwan, CD-ROM, 2007, IEEE Cat. No. 07CH37855D, ISBN: 1-4244-0783-4, ISSN: 1553-572X, and Conference Digest p. 105.
- [96] Maria Imecs, Csaba Szabo, Ioan Iov Incze: *Modelling and simulation of controlled bi-directional power electronic converters in a DC energy distribution line with AC grid- and motor-side active filtering*, 12th European Conference on Power Electronics and Applications EPE 2007, Aalborg, Denmark, 2007, CD-ROM, ISBN: 9789075815108/IEEE Catalog No. 07EX1656C. Proceeding ISI (Web of Knowledge)
- [97] Imecs, Maria; Incze, I. I.; Szabó, Cs.: *Control of the energy flow in a dc distribution line, autonomous synchronous generator and ac grid by means of power electronic converters: modeling and simulation*, ICCS 2008, 9<sup>th</sup> International Carpathian Control Conference ICCS 2008, Sinaia, Romania, 2008, ISBN 978-973-746-897-0, pp. 255-258.
- [98] Imecs, Maria; Incze, I. I.; Szabó Cs.: *Stator-field oriented control of the synchronous generator: numerical simulation*, Proc. of the 12<sup>th</sup> IEEE International Conference on Intelligent Engineering Systems INES 2008, Miami, Florida (USA), 2008, CD-ROM, pp. 93-98, ISBN 978-1-4244-2083-4, IEEE Catalog Number: CFP08IES-CDR, Library of Congress: 2008900450.
- [99] Imecs, Maria; Szabó, Cs.; Incze, I. I.: *Modelling and simulation of a vector controlled synchronous generator supplying a DC energy distribution line coupled to the AC grid*, 19<sup>th</sup> International Symposium on Power Electronics, Electrical Drives, Automation and Motion, SPEEDAM 2008, Ischia, Italy, 2008, CD-ROM, pp. 538-543, IEEE Catalog Number CFP 0848 A-CDR, ISBN: 978-1-4244-1664-6, Library of Congress: 2007936381.
- [100] Szabo Cs., Incze I. I., Imecs Maria: *Synchronous motor current-model-based flux identification* (in Hungarian: *Szinkronmotor fluxusának áram-modellen alapuló identifikációja*), 9th International Conference on Energetics, Electrical Engineering and Informatics, ENELKO 2008, 9-11 oct. 2008, Șumuleu-Ciuc, Romania, pp. 64-69, ISSN 1842-4546.
- [101] Imecs, Maria; Szabó, Cs.; Incze, I. I.: *Vector control of the cage induction motor with dual field orientation*, CINTI 2008, Budapest, Hungary, 2008, ISBN 978-963-7154-82-9, pp. 47-58.
- [102] Imecs, Maria (2009): *A survey of speed and flux control structures of squirrel-cage induction motor drives*, Acta Universitatis Sapientiae Vol. Electrical and Mechanical Engineering, Scientific Journal of Sapientia University of Transilvania, Vol. 1, Scientia Publishing House, ISSN 2065-5616, <http://www.acta.sapientia.ro> and pp. 5-28.
- [103] I. I. Incze, Cs. Szabó, Maria Imecs: *Voltage-model-based flux identification in synchronous machine drives*, 10th International Carpathian Control Conference ICCS 2009, Zakopane, Poland, 2009, ISBN 8389772-51-5, pp. 253-256.
- [104] Maria Imecs, I. I. Incze, Cs. Szabo, *Dual Field Orientation for Vector Controlled Cage Induction Motors*, in Proc. of the 11<sup>th</sup> IEEE International Conference on Intelligent Engineering Systems, INES 2009, Barbados, 2009, CD-ROM, ISBN: 978-1-4244-4111-2, pp 143-148.
- [105] Imecs Maria, Incze J. J., Szabó Cs. *Flux identification and control procedures of the squirrel-cage induction motors in field-oriented drive systems* (in Hungarian: *Fluxus-identifikációs és szabályozási módszerek kalickás indukciós motorok mező-orientált hajtásrendszereiben*), 10th International Conference on Energetics, Electrical Engineering, ENELKO & 19th International Conference on Computer Science SzamOkt, 2009, Târgu Mureș, Romania, 2009, ISSN 1842-4546, pp. 60-65.
- [106] Imecs Maria: *Comparison of the rotor- and stator-field-oriented vector control systems of the squirrel-cage induction motors* (in Hungarian: *Kalickás indukciós motorok forgó- és állórész mező-orientált vektoriális szabályozási rendszereinek összehasonlítása*), 10th International Conference on

- Energetics, Electrical Engineering, ENELKO & 19th International Conference on Computer Science SzamOkt, 2009, Târgu Mureş, Romania, 2009, ISSN 1842-4546, pp. 66-71.
- [107] Imecs Maria, Szabó Cs., Incze J. J. *Vector control with dual field-orientation of the squirrel-cage induction motors* (in Hungarian: *Kalickás indukciós motorok vektoriális szabályozása kettős mezőorientációval*), 10th International Conference on Energetics, Electrical Engineering, ENELKO & 19th International Conference on Computer Science SzamOkt, 2009, Târgu Mureş, Romania, 2009, ISSN 1842-4546, pp. . 72-77.
- [108] Szabo, Cs.; Incze, I. I.; Imecs, Maria: *Double-field orientation of unity power factor synchronous motor drive*, 14th IEEE International Conference on Intelligent Engineering Systems INES 2010, Las Palmas of Gran Canaria, 2010, CD-ROM, ISBN 978-1-4244-7651-0.A.
- [109] Imecs, Maria: *Vector control of the current-excited synchronous generators*, Proceedings of the 2nd International Conference in Recent Achievements in Mechatronics, Automation, Computer Science and Robotics MACRo2010, Tg. Mures, Scientia Publishing House, Cluj-Napoca, 2010, ISBN 978-973-1`970-39-4, pp.143-154.
- [110] Maria Imecs: *Unitary Control Theory of the electrical machine drives*, Vol.:*Förderung der nachhaltigen Entwicklung im Donauraum durch kulturelle und wissenschaftliche Zusammenarbeit (Promovarea dezvoltării durabile în spațiul dunărean prin cooperare culturală și științifică)*, Humboldt-Kolleg Cluj-2010, Alexander von Humboldt Stiftung/Fundation, Humboldt-Transilvania Club Klausenburg/Cluj-Napoca, Rumanian/Romania, Editura Mediamira, Cluj-Napoca, 2010, pp. 328-338.
- [111] I. I. Incze, Cs. Szabo, M. Imecs: *Modeling and simulation of an incremental encoder used in eElectrical drives*, Vol.: *Studies in Computational Intelligence* Editors: Imre J. Rudas, János Fodor, Janusz Kacprzyk, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, ISBN 978-3-642-15219-1, e-ISBN 978-3-642-15220-7, DOI 10.1007/978-3-642-15220-7, 2010, pp. 287-300.
- [112] Cs. Szabo, Maria Imecs, I. I. Incze: *Synchronous Motor Drive at Maximum Power Factor with Double Field-Orientation*, Acta Universitatis Sapientiae Vol. Electrical and Mechanical Engineering, Scientific Journal of Sapientia University of Transilvania, Vol. 2, 2010, Scientia Publishing House, Cluj-Napoca, ISSN 2065-5616, <http://www.acta.sapientia.ro> and pp. 16-26.
- [113] I. I. Incze, A. Negrea, Maria Imecs, Cs. Szabo: *Incremental encoder based position and speed identification. Modeling and simulation*, Acta Universitatis Sapientiae Vol. Electrical and Mechanical Engineering, Scientific Journal of Sapientia University of Transilvania, Vol. 2, Scientia Publishing House, Cluj-Napoca, 2010, ISSN 2065-5616, pp. 27-39, <http://www.acta.sapientia.ro>
- [114] N. S. Preda, D. C. Rus, I. I. Incze, Maria Imecs, Cs. Szabó: *Analysis and DSP implementation of flat-top space-vector modulation*, Scientific Bulletin of “Politehnica University of Timișoara, Romania, Transactions on Automation Control and Computer Science (BS-UPT TACCS), Vol. 55 (69), No. 2, June 2010, pp. 73-80.
- [115] N. S. Preda, D. C. Rus, I. I. Incze, Maria Imecs, Cs. Szabó: *Fixed-point DSP implementation of advanced discontinuous PWM methods*, 11<sup>th</sup> International Carpathian Control Conference – ICC 2010, Eger, Hungary, 2010, ISBN 978-963-06-9289-2, pp. 149-152.

**dr. IMECS Mária**, professor

Munkahely: Kolozsvári Műszaki Egyetem, Villamosmérnöki Kar, Villamos Hajtások és Robotok Tanszék

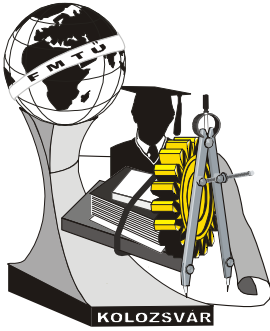
Cím: Románia, Technical University of Cluj-Napoca, 28 Memorandumului Str, RO-400114.

Postacím: Románia, RO-400750 Cluj-Napoca, Post Office 1, Box 99.

Telefon: +40-264-401-242/+40-264-432-025

Fax: +40-264- 592-055 (Rektorátus)

E-mail: [imecs@edr.utcluj.ro](mailto:imecs@edr.utcluj.ro)



# XVI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2011. március 24–25.

## ANYAGTUDOMÁNYI ÉS TECHNOLÓGIAI FEJLESZTÉSEK A KÉPLÉKENY LEMEZALAKÍTÁSBAN

dr. TISZA Miklós

### Abstract

Metal Forming is one of the most dynamically developing fields among manufacturing technologies. The automotive industry may be regarded as the main field of metal forming applications. This is the main reason that most of the recent developments in metal forming are stimulated by the developments and the requirements of the automotive industry. These developments may be often characterised by contradictory requirements stated by the global competition such as more and more economical and user friendly vehicles together with the continuous increase of safety and comfort. Due to these challenges and the ever increasing demand new material classes have been developed: however, the more and more wide application of high strength materials meeting the requirements stated by the mass reduction lead to increasing difficulties concerning the formability which requires significant technological developments as well. In this paper, the recent materials science and technological developments will be overviewed from the point of view of the automotive industry.

### Key words:

Materials science, technological developments, metal forming, automotive industry.

### Összefoglalás

A képlékenyalakítás napjaink egyik legdinamikusabban fejlődő technológiai ágazata. E korszerű anyag- és energiatakarékos eljárás egyik fő alkalmazási területe az autópár, ezért nem véletlen, hogy az elmúlt években a képlékenyalakítás terén megvalósult fejlesztések jelentős részét az autópári fejlesztések ösztönözték, illetve határozták meg. Az elmúlt évtizedek autópári fejlesztéseit mind az alkalmazott anyagokat, mind pedig az új technológiai eljárásokat illetően alapvetően azok a folyamatosan növekvő követelmények határozták meg, amelyek a világméretű globális versenyben az autópár egészét érintették. E követelmények között egyre nagyobb szerepet játszanak gyakran egymásnak is ellentmondó olyan követelmények, amelyek gazdaságosabban üzemeltethető és minél inkább környezetbarát járművek fejlesztését irányozzák elő, egyidejűleg a biztonsági és kényelmi követelmények fokozódó törvényi előírásaival együtt. E versenynek és a fokozódó követelményeknek köszönhetően új anyagok különleges típusai láttak napvilágot: a tömegcsökkentési követelmény szempontjából kívánatos növelt szilárdságú anyagok alkalmazása azonban gyakran alakíthatósági problémákat vet fel és megmunkálásuk természetesen új technológiai megoldásokat is igényelnek és ösztönöznek. Az előadás a képlékenyalakítás anyagtudományi és technológiai fejlesztéseit tekinti át elsősorban az autópári alkalmazások szemszögéből.

### Kulcsszavak:

Anyagtudományi, technológiai fejlesztés, képlékenyalakítás, autópári alkalmazás.

### 1. Bevezetés

A képlékenyalakítás a gépipari megmunkáló eljárások között az egyik leginkább anyag- és energiatakarékos eljárás. A képlékenyalakítás – különösen a lemezalakítás – egyik legfontosabb alkalmazási területe az autópár, így nyilvánvaló, hogy fejlesztésének is egyik motorja és meghatározója. Az autói-

pari fejlesztéseket számos, gyakran egymásnak is ellentmondó követelmények ösztönzik: a fejlesztést mindenek előtt a világméretű globális verseny és ezen belül is elsősorban a fogyasztói követelmények és a különböző törvényi előírások határozzák meg.

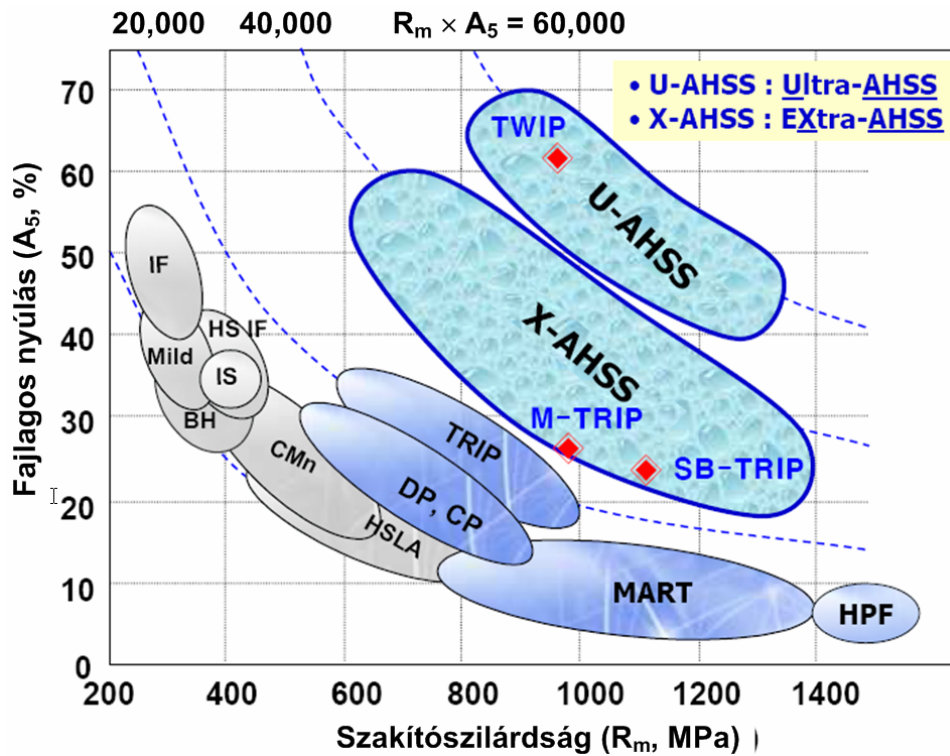
Fogyasztói oldalról a követelmények között a minél gazdaságosabban üzemeltethető, ugyanakkor minél biztonságosabb és minél magasabb szintű kényelmi funkciókat biztosító járművek iránti igény fogalmazódik meg. Ehhez járulnak még azok a törvényi előírások, amelyek a környezet védelme érdekében a gépjárművek káros anyag kibocsátásának egyre szigorodó követelményeit írják elő és ugyancsak számos törvényi szabályozás vonatkozik a személygépkocsikban utazók biztonságának növelésére. Ezek a fogyasztói igények és törvényi előírások részben összhangban vannak, részben olyan ellentmondásos követelményeket támasztanak, amelyek kielégítése gyakran komoly nehézségekbe ütközik, és amelyek az anyagtudományi és technológiai fejlesztések egyik fő hajtóerejét is jelentik [1].

Az előzőekben vázolt követelmények közül egyidejűleg több szempont kielégítésében is fontos szerepet játszik a személygépkocsik tömegének a csökkentése. A tömegcsökkentéssel egyrészt a kisebb fogyasztás, gazdaságosabb üzemeltetés fogyasztói követelménye, másrészt a kisebb fogyasztás révén a káros anyag kibocsátás törvényi mértékének kielégítése is elérhető. Ahhoz azonban, hogy az autók tömegének jelentős részét kitevő karosszéria elemek tömegét a biztonsági követelmények fokozódásának egyidejű teljesítése mellett megvalósíthassuk egyre nagyobb szilárdságú anyagok alkalmazására van szükség. A szilárdság növelésével azonban az anyagok alakíthatósága jellemzően csökken: ugyanakkor az alakíthatóság a karosszéria elemek gyártásának egyik kulcskérdése, tehát igen ellentmondásos követelmények között kell megfelelő egyensúlyt teremtenünk [2]. A következőkben ennek az ellentmondásos fejlesztési követelménynek a feloldását célzó anyagtudományi és technológiai fejlesztéseket tekintjük át röviden.

## 2. Az autóiipari anyagtudományi fejlesztések főbb területei

A személyautók tömegének csökkentése számos nagy nemzetközi fejlesztési projekt középpontjában áll. A tömegcsökkentést már az autók tervezésénél, a különféle tervezési koncepciók megalkotásánál kell kezdeni: e területen az ún. könnyűsúlyú konstrukciók (széles körben elterjedt angol megnevezéssel *light weight construction*) alkalmazása jelenti a fő irányt. A tömegcsökkentés fő irányait anyagtudományi oldalról a különböző nagyszilárdságú acélok, a könnyűfémek (elsősorban az alumínium és a magnézium ötvözetek), valamint a különféle szálerősítéses polimer mátrixú kompozitok alkalmazása jelenti. Ezek a konstrukciós elvek alapvetően érintik az autókarosszéria tervezési koncepciót is, ugyanakkor az alkalmazott tervezési koncepciók jelentős mértékben függenek az autók kategóriájától és a gyártási volumentől is. Az autó karosszéria elemek gyártásában mind a mai napig a különféle acél-ötvözetek játsszák a fő szerepet. Az anyagfejlesztési eredmények hatását a különféle autóiipari acél-ötvözetek mechanikai tulajdonságaira az 1. ábra szemlélteti [3].

Az ábrán jól látható az a jól ismert összefüggés, hogy a növekvő szilárdsággal az alakváltozóképeség monoton csökken, azaz miközben a tömegcsökkentés szempontjából lényeges szilárdsági jellemzők



1. ábra A szakítószilárdság – fajlagos nyúlás kapcsolata korszerű lemezanyagokra

dinamikusan növekednek, ezen anyagok alakíthatósága komoly technológiai problémákat vet fel. Azt is érdemes megfigyelni, hogy míg az ún. „klasszikus, nagy szilárdságú acélokra” a szakítószilárdság fajlagos nyúlás szorzata a  $C=10,000$  konstanssal jellemezhető hiperbola mentén helyezkedik el, a TRIP acélok a  $C=20,000$ , míg a legutóbbi évek fejlesztését jelentő X-AHSS (Extra nagy szilárdságú) acélokra a  $C=40,000$ , az U-AHSS (Ultra nagy szilárdságú) acélokra a  $C=60,000$  konstanssal jellemezhető hiperbola mentén található.

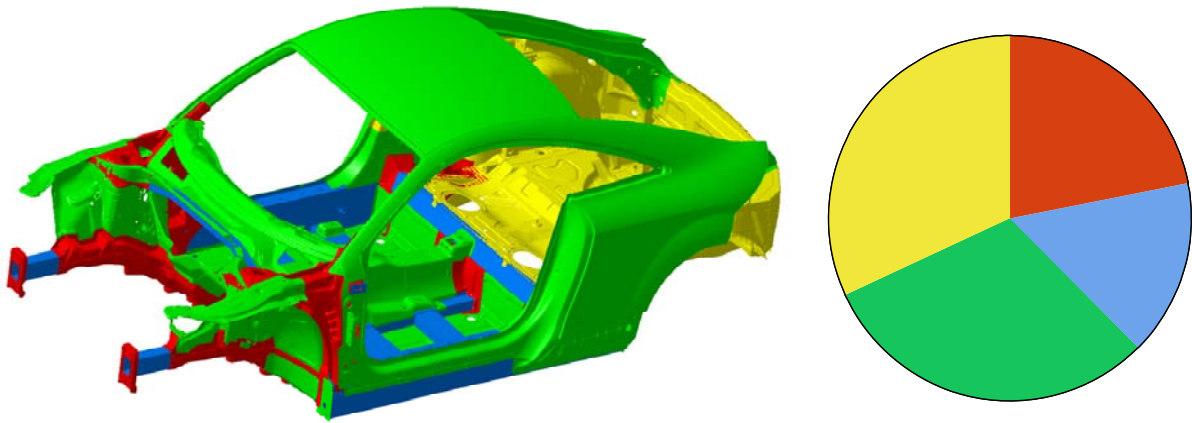
A nem-vas fémek közül az alumínium ötvözetek autóiipari alkalmazásában figyelhető meg a legnagyobb fejlődés. Míg 1978-ban az egy autónál felhasznált alumínium átlagos mennyisége mindösszesen 32 kg és ezen belül az öntött alumínium aránya 90 % volt, ugyanakkor az alumínium átlagos mennyisége 2008-ban már 130 kg és az öntött és alakítható alumínium ötvözetek aránya lényegében megegyezik.

A tömegcsökkentést célzó autóiipari anyagfejlesztések érdekes eredménye az a tanulmány autó, amelyet a 2. ábra mutat. A teherviselő elemek nagy szilárdságú acélból, míg a karosszéria számos eleme a tömegcsökkentés szempontjából nagy jelentőségű alumínium ötvözetekből készül.

### 3. Technológiai fejlesztések

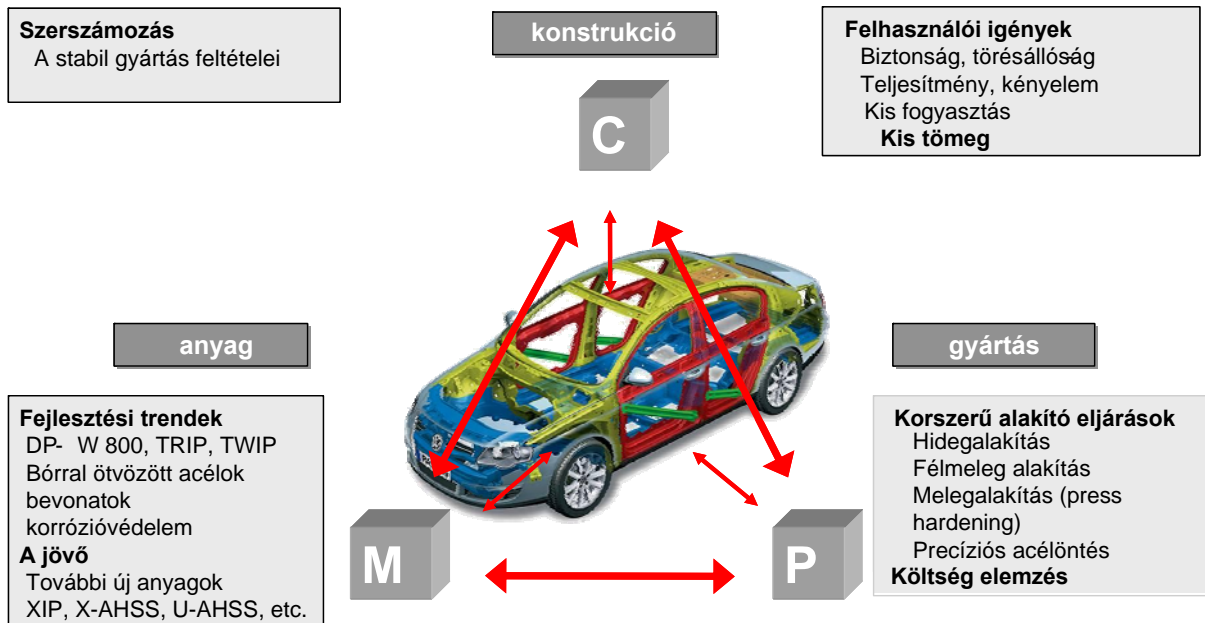
Az új anyagok alkalmazása a gyártási-alakítási technológiában is lényeges változtatásokat, fejlesztéseket igényel. E fejlesztések megjelennek az autóiipari innovációs lánc teljes folyamatában a lemez alapanyag gyártásától kezdve a tovább feldolgozáson, különféle kezeléseken keresztül a végső lemezmege-





2. ábra Több komponensű (multi-material) koncepció a tömegcsökkentés érdekében [4]

munkáló eljárásokig. Az előadás korlátozott terjedelme miatt ennek csak egy szűk szegmensére, nevezetesen a végső lemezmezmunkálásra vonatkozó néhány technológiai fejlesztés rövid bemutatására vállalkozhatunk.



3. ábra Integrált autóiipari termékfejlesztési koncepció [5]

A technológiai fejlesztéseknél is hangsúlyozni kell azonban, hogy eredményes fejlesztés csak a konstrukció, az anyagválasztás és a technológiai eljárás szinergikus egységével valósítható meg, amint azt a 3. ábra is mutatja [5].

Az autóiipari lemezalakítási fejlesztések közül mindenképpen kiemelésre kívánkozik a lemezek hydroform alakítása (sheet hydroforming), a lézeres alakítás, a félmeleg- és a melegalakítás, a szuperképlékeny alakítás, az inkrementális lemezalakítás, a technológiai folyamatok átfogó számítógépes tervezése és modellezése, valamint a gyártás közbeni folyamatos monitoring és beavatkozás lehetősége. E

témakörök mindegyike önálló előadást igényelne, ezért közülük is csak néhány szemelvény bemutatására vállalkozhatunk.

### 3.1. Sheet HydroForming – Lemezek HydroForm alakítása

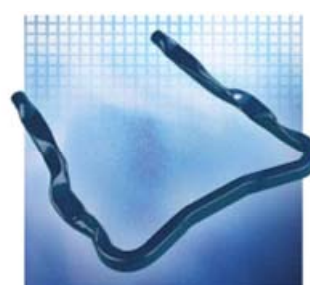
A HydroForm eljárás alapötlete abból a jól ismert alapelvből következik, hogy minél negatívabb az alakítás során a hidrosztatikus feszültségkomponens, annál nagyobb az anyagok alakváltozó képessége, következésképpen kevésbé alakítható anyagok is jobban alakíthatóvá válnak, illetve hagyományos módszerekkel nem, vagy csak több lépésben alakítható komplex munkadarabok is gyakran egyetlen lépésben készre alakíthatók. Az eljárás lényege röviden abban foglalható össze, hogy nagynyomású folyadékkal és egyidejűleg – az alakítás típusától függő irányú – alakító erővel, jelentős hidrosztatikus nyomással kényszerítjük az anyagot az alakot adó üreg kitöltésére.



Önhordó vázszerkezetek



Első-hátsó tartókeretek



Motor bölcső



Kipufogó rendszer elemek



Aljlemez



Csőszerű tartó elemek

#### 4. ábra HydroForm eljárással gyártott autóiipari alkatrészek

A HydroForm eljárást széles körben alkalmazzák az autóiiparban egyszerű lemezalkatrészekről kezdve, bonyolult, összetett dupla falú lemezalkatrészek, teherviselő első- és hátsó vázszerkezetek, motortartó bölcsők, kipufogó rendszer elemek gyártására. A HydroForm alakító eljárás néhány autóiipari alkalmazására mutat példát a 4. ábra.

### 3.2. Nagyszilárdságú acélanyagok melegalakítása – A *Press hardening* eljárás

A HydroForm eljárás mellett napjaink egyik „sláger témája” az autóiipari lemezalakításban a különféle nagyszilárdságú acélok melegalakítása. Az autóiiparral szemben megfogalmazott fő követelmények között az egyre nagyobb követelményeket kielégítő töréstereszték is fontos szerepet töltenek be. A nagyszilárdságú anyagok csökkenő alakváltozó képességét hivatott kompenzálni egy olyan technológiai

fejlesztés, amelynek az alapjai valójában az anyagtudományi fejlesztés eredményeiben gyökereznek. Tipikusan autóiipari alkalmazásokra kifejlesztett nagyszilárdságú acél a 22MnB5 anyagjelű, bórral mikro-ötvözött acél, amely számottevő ötvöző mennyiséget csak mangánból tartalmaz ( $Mn = 1,2-1,4\%$ ). A Mn mellett a mikro-ötvözött acéloknál megszokott minimális mennyiségben Al-Ti-Cr ötvözőket



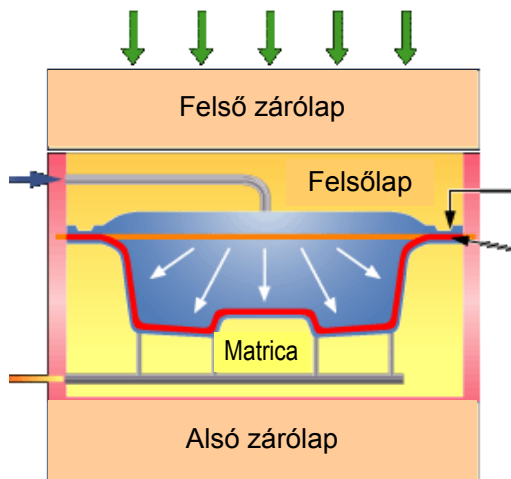
5. ábra 22MnB5 acélból készült B-oszlop fényképe

találunk. A szállítási állapotban  $R_{p0,2} = 300-350$  MPa folyási határral és kedvező alakváltozási jellemzőkkel ( $A_{80} = 20\%$ ) rendelkező acélt austenites állapotban  $T = 900-950^\circ\text{C}$  hőmérsékleten alakítva, az alakító szerszámban hűtik  $v_h > 50$  °C/s hűtési sebességgel. Az alakítás és az azt követő gyors hűtés eredményeként nagyszilárdságú ( $R_m > 1500$  MPa), stabil martenzites szövetszerkezetet kapunk. E különleges és kiváló tulajdonságokkal rendelkező acél tipikus autóiipari alkalmazási területe a különféle teherviselő autóelemek alakítása (az ún. A- és B-oszlop, oldalütközés védelmi megerősítések, karosszéria váz elemek, első- és hátsó keresztartók, ajtó- és tetőpanel keretek).  $s = 1,85$  mm lemezvastagságú anyagból ezzel az eljárással készített B-oszlopot mutat az 5. ábra.

### 3.3. Gyors prototípus gyártási technológiák a lemezalakításban

A gyors prototípus gyártás iránti igény az utóbbi évtizedekben számos területen került a kutatások homlokterébe. A gyors prototípus gyártás jellemzően az egyedi, illetve a kissorozat gyártás technológiája: az autóiipar – a jellemzően nagy volumenű, tömeggyártási igény miatt – alapvetően nem tartozik ebbe a kategóriába. Azonban az autóiiparban is vannak olyan területek, ahol ezeknek az eljárásoknak is van létjogosultsága, sőt egyértelműen fontos igényt elégítenek ki: Ez a terület az egyre szigorodó törésvizsgék elvégzése a fejlesztés minél korábbi szakaszában, amikor a szükséges változtatások még nem igényelnek a tömeggyártáshoz elkészített szerszámot és berendezést. Erre a feladatra is alkalmas innovatív, új technológiák a szuperképlékeny alakítás és az inkrementális alakítás. Mind a két technológia alapvetően azáltal jelent gazdaságos alternatívát más eljárásokkal szemben, hogy nem, vagy alig igényelnek szerszámot.

A 6. ábra a szuperképlékeny alakítás elvi megoldásának egy lehetőségét mutatja. Az alakítást rugalmas közeggel (gyakran levegővel, esetenként aktív védelmet biztosító védőgázzal) végzik az alakot csak az egyik oldalról meghatározó szerszámban. Az alakításhoz a szuperképlékenység feltételeit kell biztosítani, azaz ultrafinom ( $d_{\text{átl}} = 2-5$   $\mu\text{m}$ ) szemcseméretű, kétfázisú szövetszerkezet, szélsőségesen kis ( $\dot{\varphi} \approx 10^{-4} - 10^{-5}$   $\text{s}^{-1}$ ) alakváltozási sebesség és nagy sebességérzékenység ( $m > 0,5$ ) szükséges. E feltételek fennállása esetén szélsőségesen nagy alakváltozások (egyes ötvözeteknél 1000-1500 % nyúlás) törés, repedés nélkül megvalósítható, ezáltal rendkívül összetett munkadarabok is egy lépésben



1. ábra A superképlékeny alakítás elvi vázlata

hogy egy legalább 3 tengelyes CNC vezérléssel rendelkező univerzális marógépen is megvalósítható, így valóban minimális költséggel tudunk egészen bonyolult alakokat a hagyományos eljárásokhoz viszonyítva lényegesen nagyobb alakváltozással létrehozni. Az inkrementális lemezalakítás két gyakran alkalmazott alapesetét mutatja a 2. ábra [7].

### 7. Következtetések

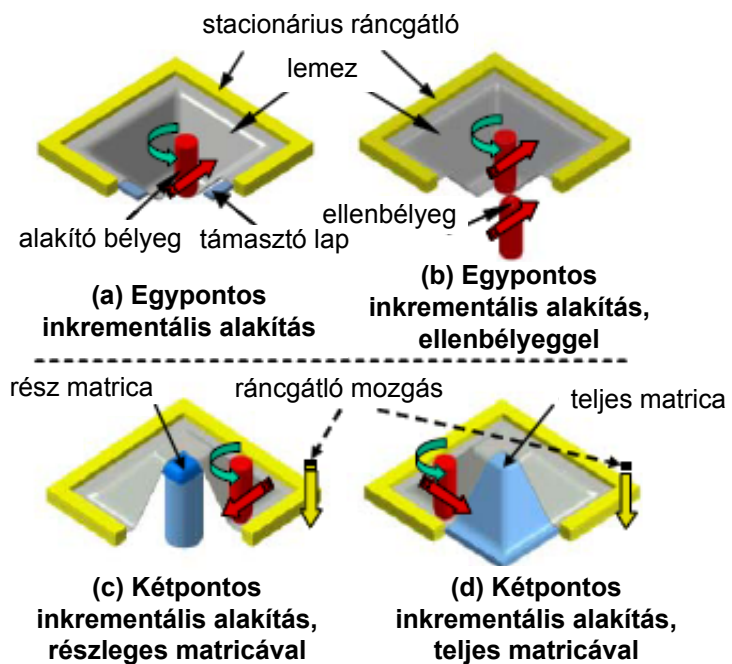
Az előadásban a képlékeny lemezalakítás területén az utóbbi években tapasztalható fejlesztési törekvéseket tekintettük át. E fejlesztéseket elemezve egyértelműen megállapítható, hogy a fő hajtóerő az autóipar és az a világméretű verseny, amely az autóipari fejlesztéseket is alapvetően motiválja. A fejlesztések egymást kölcsönösen meghatározó két fő területe az alkalmazott anyagok és technológiák fejlesztése. Az elmúlt évtizedekben számos olyan új anyag jelent meg, amelyek sikeres alkalmazása jelentős technológiai innovációt igényelt, és megfordítva olyan technológiai fejlesztések láttak napvilágot, amelyek új anyagok kifejlesztését, bevezetését tették szükségessé.

### Köszönetnyilvánítás

Az előadásban ismertetett kutatómunka a PowerForm Európai projekt és az EUREKA\_HU NKTH-projekt támogatásával készült. A projektek pénzügyi támogatását a szerző ezúton is megköszöni a Pro Factory Európai projekt ügynökségnek és a Nemzeti Kutatási és Technológiai Hivatalnak.

készre alakíthatók.

A rugalmas innovatív alakító eljárások egyik közelmúltbeli jelentős fejlesztési eredménye az inkrementális lemez-alakítás. Szemben a hagyományos képlékenyalakító eljárásokkal, amelyeknél a munkadarab alakját megfelelően kiképzett merev alakító bélyeggel és matricával határozzák meg, inkrementális alakításnál az alakot egy rendszerint gömbvégződéssel rendelkező alakító bélyeg matrica nélkül határozza meg. Az alakító bélyeget a munkadarab térbeli alakjának megfelelő pályán CNC vezérléssel mozgatjuk. Az eljárás nagy előnye,



2. ábra Egy pontos és kétpontos inkrementális lemezalakítás

**Irodalom**

- [1] KOPP, R., *Innovations in metal forming in the World*, Proc. of the 9<sup>th</sup> ICTP Conference, Gyeongju-Korea, 7-11. September 2008. pp. 7-24
- [2] TISZA, M., *Developments in Sheet Metal Forming for the Automotive Industry*, Proc. of ICME, Bratislava, 29-30. November 2007. pp. 171-178
- [3] CHUNG, J., KWON, O., *Development of high performance auto steels at Posco steels*, Proc. of the 9<sup>th</sup> ICTP Conference, Gyeongju-Korea, 7-11. September 2008. pp. 3-8
- [4] WALTL, H., VETTE, V., GRIESBACH, B., *Tool Making for Future Car Bodies*, Proc. of IDDRG 2007, Győr-Hungary, 21-23. May 2007. pp. 31-46
- [5] KOLLECK, R., FEINDT, J., LENZE, F.-J.: *Manufacturing methods for safety and structural body parts for light weight body design*, Proc. of IDDRG 2004, Sindelfingen-Germany, 24-26 May 2004. pp. 121-128
- [6] TURETTA, A., GHIOTTI, A., BRUSCHI, S.: *Investigation of 22MnB5 Mechanical and Phase Transformation at High Temperature*, Proc. of IDDRG 2007, Győr-Hungary, 21-23. May 2007. pp. 147-156
- [7] HAGAN, E., JESWIET, J.: *A review of conventional and modern single point sheet metal forming*, *IMECHE part B*, Journal of Eng. Manufacture, 2003. v. 217. pp. 213-225

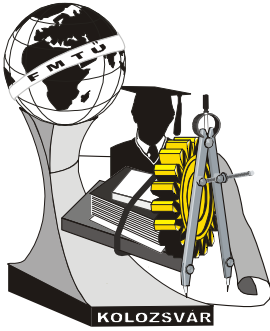
**Dr. Tisza Miklós**, DSc, a műszaki tudomány doktora

Munkahely: Miskolci Egyetem, Gépészmérnöki és Informatikai Kar, Mechanikai Technológiai Tanszék

Cím: 3515 Miskolc-Egyetemváros

Telefon / Fax: +36 46 565 164

E-mail: [tisza.miklos@uni-miskolc.hu](mailto:tisza.miklos@uni-miskolc.hu)



# XVI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2011. március 24–25.

## SMARTVINEYARD™ (SzőlőŐr) – SZENZORHÁLÓZAT SZŐLÉSZETI NÖVÉNYVÉDELEMHEZ

ÁRENDÁS Csaba

### Abstract

Plant protection in viticulture is a serious problem world wide due to various plant diseases. Generally, with the usage of extreme doses of chemicals grape plants can be protected. Unfortunately, it requires huge financial investments meanwhile it generates extreme environmental pollution. If the precise spraying schedule is missed – allowing diseases to appear- the quality of grapes and the wine will be much lower. Applying wireless sensor networks allow us to deploy small measurement units at several locations over the vineyards. In such way, the microclimate of the -usually hilly- terrain can be precisely monitored. Hence, feeding disease prediction algorithms with such a great granularity of data, predictions' preciseness can be massively increased. Spraying schedules can be optimized, reducing the unnecessary chemical usage when possible. This results healthier grapes, wine and environment with significant financial savings.

### Key words:

wireless sensor networks, plant protection in viticulture

### Összefoglalás

A szőlészeti növényvédelem egy jelentős probléma világszerte a számos növénybetegség miatt. Általában jelentős vegyszerfelhasználással a szőlőtőkék megvédhetőek a betegségekkel szemben. Ennek sajnos számottevő költségei vannak, emellett viszont rendkívül környezetszennyező. Ha nem megfelelő időben történik a vegyszeres növényvédelem, a szőlőbetegségek nagyon könnyen megjelennek károsítva a szőlő és a majdani bor minőségét is. Vezeték nélküli szenzorhálózatokat alkalmazva, lehetőség nyílik több ponton mérőeszközöket elhelyezni a szőlőterületen. Ilyen módon az általában dombos szőlő mikroklímája pontosan megfigyelhető, mérhető. Ilyen pontosságú adatokat nyerve, ezeket felhasználva sokkal nagyon precizitással alkalmazhatóak a különböző növénybetegség előrejelző algoritmusok. Ebből következően a permetezési döntések sokkal megalapozottabban meghozhatóak a pontos adatok birtokában, minimalizálva a vegyszerfelhasználást. Ez egészségesebb szőlőt, bort és környezetet eredményez, jelentős pénzügyi megtakarítás mellett.

### Kulcsszavak:

szenzorhálózat, szőlészeti növényvédelem

## 1. Bevezetés

Mint közismert a szőlészeti növényvédelem egy nehéz probléma. Laboratóriumi körülmények között ugyan pontosan lemérhető, hogy éppen milyen betegség várható az adott időjárási körülmények mellett, a valóságban a terepen ez azonban nagyon nehéz feladatnak bizonyul. Ennek elsődleges oka, hogy a szőlő domborzatából fakadóan mikroklímáról beszélhetünk. Már 20 méteres szintkülönbség mellett akár 2-3 fokal hőmérséklet különbség is előfordulhat. Emiatt nagyon nehéz egy több tíz hektáros szőlőültetvényen megmondani, hogy pontosan milyen növényvédelmi megoldást kell alkalmazni a

termény biztos megvédéséhez. A jelenlegi legfejlettebb megoldások az úgynevezett agrometeorológiai állomások, amelyek több tíz négyzetkilométeres területenként egy ponton végeznek méréseket (hőmérséklet, páratartalom, stb.). A szőlő mikroklímája miatt azonban akár dűlök szintjén 300 méterenként eltérő időjárási viszonyokról beszélhetünk, így ez a megoldás nem elégíti ki a jelenlegi igényeket precizitás és pontosság tekintetében.

## 2. Szenzorhálózat szőlészeti alkalmazása

Amennyiben tehát sok ponton, a szőlőföld domborzatához igazodva tudnánk méréseket végezni, jelentős mértékben javulnának a növényvédelmi előrejelzések. Ennek technikai megvalósítása számos műszaki kérdést vet fel. Jelen cikk témája erre a problémára egy újszerű megoldást nyújtása. Domborzattól függően, négy hektáronként célszerű mérőpontokat elhelyezni, így pontosan monitorozhatóak a környezeti események a szőlőföldön. Egyes állomásokon a következő környezeti paramétereket szükséges mérni: hőmérséklet, páratartalom, napsütési órák száma, csapadékmennyiség és levélnedvesség. Az állomás prototípusa látható az [1.] ábrán a BME campuson kiállítva, illetve szőlőföldön felszerelve.



*1. ábra A SmartVineYard™ (SzőlőŐr) rendszer prototípusa a BME előtt, illetve szőlőföldön felszerelve*

Így például egy 80 hektáros területen 20 darab állomás elhelyezése válik szükségessé. Ezen eszközök folyamatosan végeznek méréseket percenkénti bontásban, majd rögzítik az adatokat. Itt jelentkezik az adatok továbbításának problémája, mert GSM vagy 3G alapú hálózatot használva ez felesleges költségeket indukálna. A SzőlőŐr projekt esetében egy a 2.4 GHz ISM (díjmentesen használható) sávba tartozó frekvenciasávot használunk, és e felett építünk ki egy multihop (többugrásos) kommunikációs hálózatot. Így adott esetben 20 mérőállomás esetén is lehetőség van egy állomás segítségével letölteni az összes mérési adatot. Ezt követően egy érintőképernyős kézi számítógépet felhasználva a szőlőföldön

már kiértékelhetőek az adatok. Minden jellemző növénybetegségre (peronoszpóra, lisztharmat, botritisz, stb.) állomásonkénti precíz mérési adatokat felhasználva kiszámíthatóak a pontos betegség terjedési valószínűségi értékek. Ezen adatokat a felhasználói felületen ([2.] ábra) megjelenítve egy komoly döntéstámogató rendszert kapunk. Ezen adatokból kiindulva további javaslatok adhatóak a permetszer típusára és fajtájára. Ily módon egy optimum pont közelíthető meg, amely csak a szükséges mennyiségű vegyszerfelhasználást alkalmazza az ideális időpontban.



*2. ábra A SmartVineYard™ (SzőlőŐr) felhasználói felülete, mérési adatokkal, illetve egyes növénybetegségek fertőzési kockázatának megjelenítésével*

### 3. Mérési eredmények, eddigi tapasztalatok

Alkalmazott kutatási és kísérleti fejlesztési projekt révén az egyik legfontosabb kérdés, hogy van-e tényleges, számértékben kifejezhető haszna egy ilyen rendszer fejlesztésének, alkalmazásának. A rendszerhez kizárólag olyan növénybetegség előrejelző algoritmusokat alkalmaztunk [2], amelyek széles körben bemértek, teszteltek, akár több éven keresztül, több kontinensen is. Ezek alapján 30-50%-os növényvédelmi megtakarítás érhető el. A védhető terület nagyságát csak a mikroklíma változása határozza. Így indokolt több állomás használata, hogy ezt a megtakarítást ne csak egy szűk parcellán lehessen a gyakorlatban megvalósítani. Viszont a hagyományos agrometeorológiai állomások drágák, így ez a multiplikatív hatás (sok állomás vásárlásával nem) nem érvényesíthető a rendkívül jelentős befektetés miatt (e mellett az állomások számának növelésével egyenesen arányos módon nő a telefonszámla a hagyományos kommunikáció biztosításához).

Borászokkal és szőlészekkel folytatott interjúink során (kb. 60 magyarországi szakember) egy hektár szőlő növényvédelmi költsége cca 240.000 HUF (875 EUR). 30%-os megtakarítást feltételezve így



262 EUR/ha/év a megtakarítható költség. Mivel a mérőállomásokat négy hektáronként célszerű elhelyezni 1051 EUR/ha/év a pénzügyi megtakarítás mértéke. Egy berendezés ára 1935 EUR, így két év alatt megtérül (2102 EUR a két évi megtakarítás mértéke). Ez a jelenlegi visszajelzések alapján egy vállalható érték. Mindezek mellett a megtérülés számításánál nem vettük figyelembe a nem megfelelő permetezésből származó károkat, nevezetesen: Magyarországon 2010-ben a szőlőtermény 60%-a tönkrement [1] a rendkívül változékony időjárás okozta növénybetegségek miatt (főként peronoszpóra). Igaz, hogy nem minden esetben lehetett volna jelen rendszerrel ezt megakadályozni, de kétség kívül nagyon jelentős segítséget adhatott volna.

#### **4. Következtetések / Összefoglaló**

A projekt megvalósítása rendkívül összetettnek bizonyul az interdiszciplináris volta miatt. Jelenleg már működőképes prototípusokkal rendelkezünk, amelyek a kezdeti feltételezéseket, illetve alapkutatási eredményeket a gyakorlatban is alátámasztják. A visszajelzések alapján egy valós probléma megoldására nyújthat megoldást ez a rendszer. Pillanatnyilag keressük a nyitott szőlészeket, akik szeretnék kipróbálni a saját szőlőterületükön ezt a rendszert. Számos továbbfejlesztési lehetőség és irány is felmerült, mint például még fejlettebb, illetve további szenzorok beépítése. Ugyancsak jelentős igény mutatkozik precízebb növénybetegség előrejelző algoritmusok fejlesztésére.

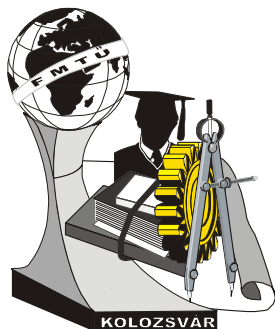
A SmartVineYard™ (SzőlőŐr) projekt kutatása és fejlesztése, illetve az eredmények publikálása az Új Magyarország Fejlesztési terv, illetőleg a Visegrádi Alap támogatásában zajlik.

#### **Irodalom**

- [1] Dr. Dula Bencéné: *2010-es évjárat növényvédelmi tapasztalatai*, Szőlészeti és Borászati Kutatóintézet Eger, XII. Szőlészeti – Borászati Konferencia Eger, 2011. január 19-22, 10-11 oldal
- [2] W. D. Gubler, M. R. Rademacher and S. J. Vasquez. C. S. Thomas: *Control of Powdery Mildew Using the UC Davis Powdery Mildew Risk Index*, Department of Plant Pathology University of California, Davis, 1999, APSnet Feature online

#### **Árendás Csaba, ing. sys. com. dipl. EPF**

Munkahely: QuantisLabs Kft. – Spin off cég a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemen  
Cím: 1111, Magyarország, Budapest, Szent Gellért tér 4., földszint 9.  
Telefon / Fax: +36-1-463 2689  
Mobil: +36-70-242 7069  
E-mail: csaba.arendas@quantislab.com  
Web: www.smartvineyard.com, www.szőlőőr.hu



# XVI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2011. március 24–25.

## ANYAGTUDOMÁNYI GYAKORLAT-MODULOK A GÉPÉSZ- ÉS MECHATRONIKAI MÉRNÖK KÉPZÉSBEN

BAGYINSZKI Gyula, BITAY Enikő

### Abstract

The material science is very important part of the higher education of the engineering sciences. The practical and laboratory lessons gives better understanding of the structural materials explained in the lectures. This publication shows its function and structural contents.

### Key words:

materials science, engineering training, laboratory practice, classroom practice, methodology

### Összefoglalás

A műszaki felsőoktatás fontos részterülete az anyagtudomány oktatása. Az előadásokon bemutatott szerkezeti anyagok jobb megismerését szolgálják a tantermi és a laboratóriumi gyakorlati foglalkozások. Jelen cikk ezek szerepéről és tartalmi szerkezetéről ad áttekintést.

### Kulcsszavak:

anyagtudomány, mérnökképzés, laboratóriumi gyakorlat, tantermi gyakorlat, módszertan

### 1. Bevezetés

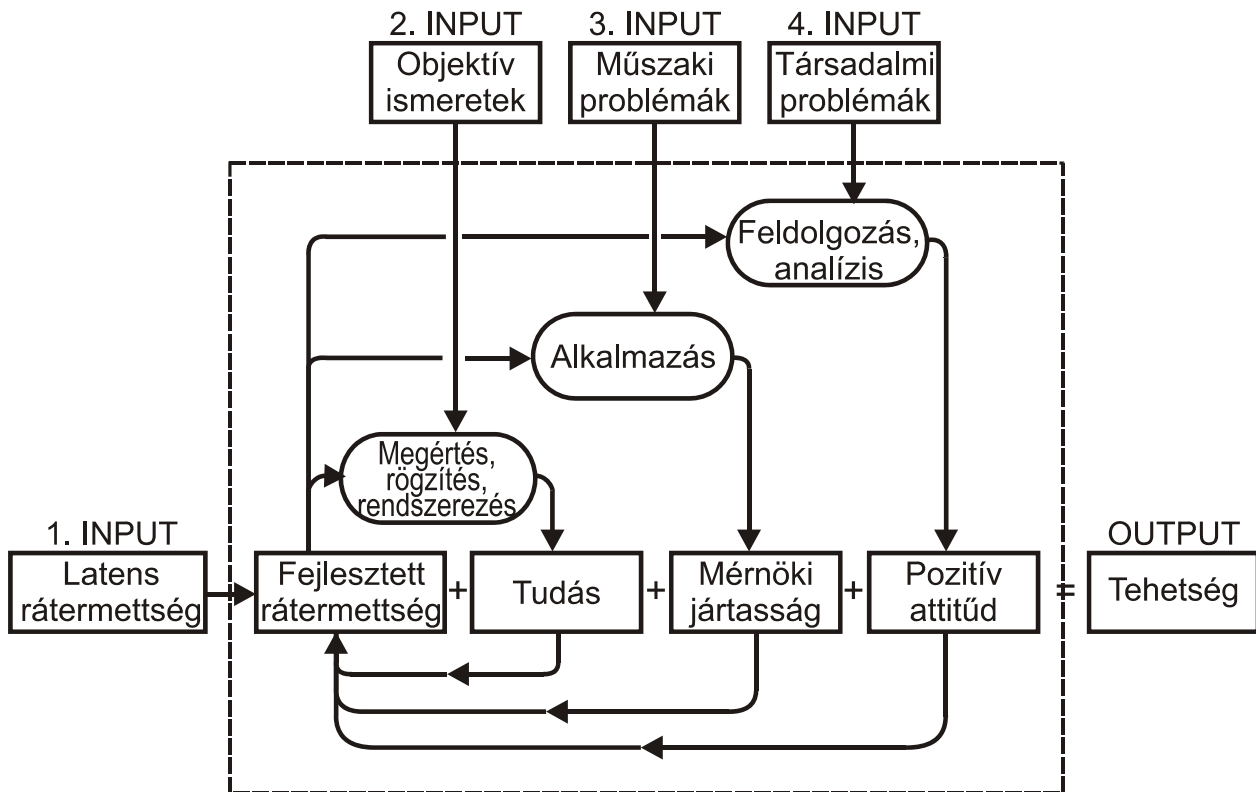
A mérnökképzés célja a hallgatók felkészítése a technika alkalmazása és fejlesztése terén végzendő munkára, olyan elméleti és gyakorlati ismeretekkel látva el őket, hogy tanulmányaik befejezése után képesek legyenek műszaki szakterületük fejlődési irányainak előrejelzésére, új problémák megoldására saját szakterületükön és más, a rokon tudományágak, illetve az alaptudományok határterületein.

Megnövekedik a posztgraduális képzés szerepe is azáltal, hogy a graduális képzésben általános, univerzális ismereteket kell oktatni, és így a speciális, szakosított oktatás a szakmérnökképzésre és más továbbképzési formákra hárul.

A mérnökképzés egy lehetséges algoritmusát (**1. ábra**) tekintve, három cirkulációs kört különböztethetünk meg:

- Az 1. cirkulációs körben folyik az objektív ismeretek (tananyag) megértése, rögzítése és rendszerezése. Ennek eredményeképpen a szubjektív ismeretek (tudás) mennyisége növekszik, a latens rátermettség fejlődik, kibontakozik.

- A 2. cirkulációs körben műszaki problémák megoldása történik, ami növeli az első körben lejátszódó folyamat hatékonyságát. Itt fejlődnek ki a mérnöki készségek, tovább csiszolódnak a hallgatók adottságai és műszaki érzéke.
- A 3. cirkulációs körben – társadalmi problémák feldolgozása révén – tovább javul az első két körben lejátszódó folyamat hatékonysága, kifejlődik a mérnöki (értelmiségi) hivatáshoz szükséges pozitív hozzáállás (attitűd).



1. ábra. A mérnökképzés algoritmusa

Jól szervezett képzés esetén a cirkuláció mindhárom körben egyszerre indul meg, és mindháromban a képzés végéig tart. A kibontakoztatott rátermettség, a szilárd tudás, a mérnöki készségek és a pozitív társadalmi hozzáállás eredőjeként kialakul a képzés végeredménye: a mérnöki tehetség.

Ha a mérnökképzés elején csak az első körben van cirkuláció – amikor a beáramló ismeretek túlnyomórészt általánosak, elméletiek, elvontak –, akkor annak negatív következményei lehetnek:

- a szakmai motiváció kezdeti hiánya;
- az elmélet és az alkalmazás közötti széles szakadék;
- az egyébként is nagyon időigényes készségfejlesztésnek bepótolhatatlanul későn való kezdése.

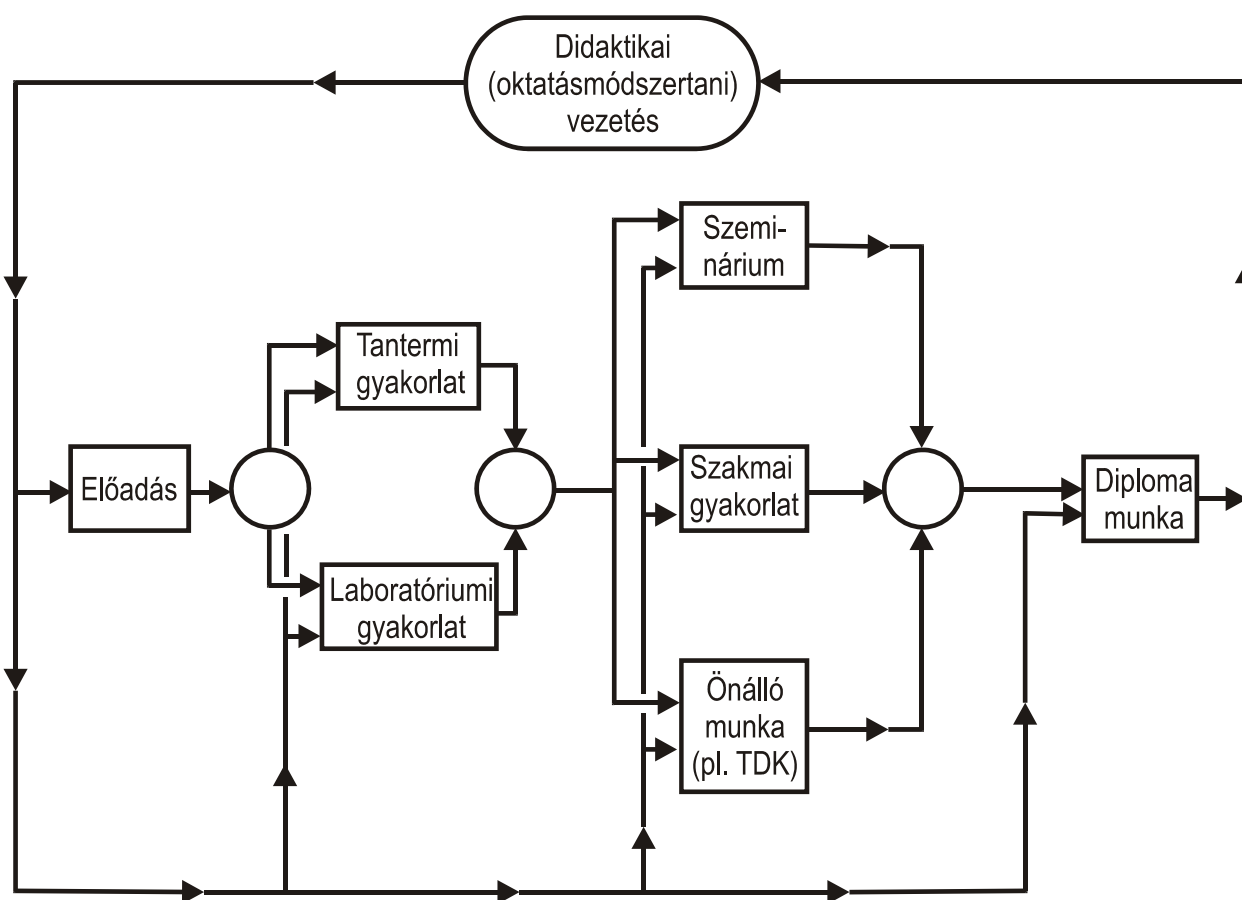
Hogy a képzés elején mindhárom körben meginduljon a cirkuláció, többek között a gyakorlati-műszaki problémákat is az első évtől kezdve kell behívni a képzési folyamatba. Mint ahogy az objektív ismeretek halmazának is csak egy töredékét lehet a hallgatóknak megtanítani, ugyanúgy a műszaki problémákból is

csak a legjellegzetesebbeket kell (és szabad) a képzési folyamatba bevinni. E feladat megoldásának hatékony eszközei a gyakorlati foglalkozások.

## 2. A gyakorlatok helye és jelentősége a felsőoktatásban

A gyakorlat – a legáltalánosabb értelemben – egy-egy foglalkozással, szakmai tevékenységgel összefüggő legkülönbözőbb cselekvések, munkálatok elsajátítását foglalja magában. Ebben az értelemben a felsőoktatás gyakorlata nemcsak a tényleges gyakorlati órákat, hanem a képzés legkülönbözőbb formáit is jelenti, vagyis a gyakorlással szerzett mindenféle hozzáértést, jártasságot; a szakma, a kutatási ismeretanyag alkalmazását, termelésben történő felhasználását.

A gyakorlati foglalkozások helyét az egyetemi foglalkozások rendszerében a **2. ábra** szemlélteti.



2. ábra. Felsőoktatási foglalkozások rendszere

A gyakorlat(ok) jelentőségét az adja meg, hogy általában kiscsoportokban, az előadásokhoz képest „életsezerűbb” környezetben zajlik, és lehetőséget nyújt az adott tárggyal kapcsolatos hétköznapi, közismert, gyakorlati példákon keresztül történő fogalomtisztázásra, az aktualitások, legújabb eredmények, alkalmazások, érdekességek, kuriózumok megismerésére a tantervben szereplő feladatokon, készségfejlesztő tevékenységeken kívül.

### 3. A gyakorlatok feladata és funkciói

I. Az előadott, önállóan elsajátított elmélethez kapcsolódva:

- egyes elméleti tételek alátámasztása, igazolása, esetleg előkészítése (az elméleti ismeretek gyakorlati alkalmazása);
- információszerzés arról, hogy a hallgatók mennyire értették meg az elméleti tananyagot;
- az elméleti ismeretanyag kiegészítése, elmélyítése;
- a mindenkor aktualizálható tananyagminimum alkalmazása, ismétlése.

II. Készségek fejlesztése:

- manuális készségek, ügyesség kialakítása, begyakorlása;
- megfigyelési, gondolkodási, kritikai készség kialakítása;
- speciális szakkészségek kifejtése;
- kifejező, előadási, anyagátadási készségek kibontakoztatása.

III. Nevelési feladatok megvalósítása:

- a személyiség kibontakozásának elősegítése;
- tanulás-, tudás-, és alkotásvágy felkeltése, ébrentartása;
- önálló és csoportmunkára való nevelés (munkamorál és felelősségtudat kialakítása);
- oktató és hallgató kölcsönös segítése jelentőségének megértése.

IV. Műszerek, eszközök rendeltetésszerű használatának megismertetése:

- műszerek és más berendezések szerkezetének, működtetésének bemutatása, illetve begyakoroltatása;
- kézikönyvek, szakirodalom, szakterületi táblázatok használatának megtanítása.

V. Felkészítés az életre:

- ismeretek önálló alkalmazásának gyakoroltatása;
- praxisból vett feladatok megoldása;
- munkahelyi (üzemi) gyakorlatok.

VI. Felkészítés a kutatómunkára:

- önálló alkotómunka (bekapcsolódás a tanszéki kutatásokba, tudományos diákköri tevékenység, diplomamunka);
- komplex (szaktárgyi) feladatok megoldása.

Természetesen nincs olyan gyakorlat, amelynél a felsorolt feladatok és funkciók mindegyikével számolni kellene, vannak viszont olyan általános funkciók, amelyek minden gyakorlatra érvényesek:

- dinamikus szellemi aktivitás;
- alkotó gondolkodás;
- jelenségek közötti összefüggések, viszonyok keresése, megértése, kifejezése;
- a jelenségek részfolyamatainak lépésről lépésre logikus és tudatos követése;
- a szabályok, törvényszerűségek önálló megfogalmazása.

Egyes demonstrációs gyakorlatok beépülhetnek az előadássorozatba, annak szerves részét alkotják, színesebbé téve az előadást, illetve felhívva a figyelmet egy-egy fontos részre.

#### 4. Gyakorlati foglalkozások fajtái

A műszaki felsőoktatás gyakorlatainak csoportosítása történhet jellegük és helyszíneik alapján.

Jellegük szerint lehetnek:

- előadáshoz kapcsolódó félévközi gyakorlatok (tantermi, rajztermi, laboratóriumi és műhelygyakorlatok);
- szemináriumok (pl. a társadalomtudományi tárgyak esetében);
- termelési gyakorlatok (üzemben, az alapképzés keretében);
- szaktárgyi gyakorlatok (üzemben, a szakképzés keretében);
- önálló tárgyként szereplő komplex gyakorlatok;
- diplomatervezési gyakorlatok;
- konzultációk;
- üzemlátogatások, tanulmányi kirándulások;
- tudományos diákköri tevékenység;
- tanszéki kutatómunkák.

Helyszíneik alapján lehetnek:

- tantermi gyakorlatok: szeminárium (tananyag-feldolgozás), példamegoldás, konzultációk, előkészítő megbeszélések, szakdolgozat, diplomaterv készítés, irodalomkutatás, referálás;
- rajztermi gyakorlatok: szerkesztési és tervezési feladatok, mérési adatok grafikus feldolgozása;
- laboratóriumi gyakorlatok: manuális készségfejlesztés, mérések, bevizsgálások, kísérletelőkészítések és kísérletek, mérésösszeállítások, kutató-fejlesztő munkák, bemutatók, különféle (speciális) számítógépes feladatok, diplomamunka;
- műhelygyakorlatok: manuális készségfejlesztés, technológiák megismerése, berendezések bemutatása, illetve üzemeltetése, üzemviteli mérések elvégzése, technológiai irányítás, diplomamunka;
- üzemi gyakorlatok: manuális készségfejlesztés, termelőmunka végzése, technológiák megismerése, berendezések üzemeltetése, üzemviteli mérések végzése, üzemvezetési ismeretek szerzése, fejlesztő- és kutatómunka végzése, diplomaterv-feladatok kidolgozása, végrehajtása;
- terepgyakorlatok: felmérések végzése, objektumok tanulmányozása, esettanulmányok készítése.

A tantárgyi célkitűzések szükségessé tehetik, hogy az ismeretanyag alapos elsajátításához többféle gyakorlatfajtát is alkalmazzanak, de ezek csak kellő összhangban biztosítják a kívánt hatást. A továbbiakban az anyagtudomány szempontjából legfontosabb gyakorlatfajtákkal – a tantermi és a laboratóriumi (műhely) gyakorlatokkal – foglalkozunk.

## 5. Tantermi és laboratóriumi gyakorlatok

A tantermi és a laboratóriumi foglalkozásoknak kell biztosítaniuk az elmélet és a gyakorlat kapcsolatát. Éppen ezért gyakran kezdődnek a legfontosabb tudományos elméleti általánosítások felidézésével, mivel ezek szolgálnak a hallgatók munkájának kiindulópontjául. Természetesen a legjobb az, ha a hallgatók maguk idézik fel ezeket, mivel ennek tudatában jobban felkészülnek a gyakorlatra.

### *Tantermi gyakorlatok:*

Az ilyen gyakorlatok tematikája rendszerint az elméleti ismeretek gyakorlati alkalmazását jelentő különböző példák és feladatok megoldása, illetve az ezekhez kapcsolódó ismeretanyag rendszerezése és lehetőségek szerinti szemléltetése.

Az ilyen jellegű foglalkozásokra való felkészülés megköveteli, hogy a foglalkozás vezetője gondosan válassza ki az egyes feladatok számát és tartalmát azok megoldásával együtt úgy, hogy a hallgatók idejéből „kiteljék” a feladatok megoldása, a foglalkozásvezető pedig minden pillanatban korrigálni tudja a módszertani, a számolási hibákat és a pontatlanságokat is. A jövődő mérnököket kezdettől fogva pontosságra és számítási eredményeikkel kapcsolatos felelősségük tudatára kell szoktatni, az elemi számolási hibákkal kapcsolatban pedig azonnal meg kell magyarázni az ilyen hibáknak a gyakorlatban mutatkozó gazdasági és műszaki következményeit.

A példák és feladatok kiválasztásakor fokozatosan haladjunk az egyszerűbb és könnyebb feladatoktól a nehezebbek felé arra is ügyelve, hogy lehetőleg közel álljanak a tényleges gyakorlati problémákhoz, megoldásuk ne csak egyik vagy másik képlet formális alkalmazása legyen a hallgató számára, hanem reális, gyakorlati tartalom, valósághoz igazodó nagyságrendek jellemezzék.

Az adott foglalkozásra tervezett feladatok gondos kiválogatása és megoldása még nem meríti ki a foglalkozásra való felkészülést. Ugyanilyen alaposan át kell gondolni és ki kell dolgozni a foglalkozás levezetésének módszerét is. A helyesen levezetett tantermi gyakorlat ugyanolyan elemekből épül fel, mint a jó előadás:

- a témába való bevezetésből;
- a téma kifejtéséből
- és rövid szintetizáló összefoglalásból.

A tanulókori vagy fél tanulókori keretek között lefolytatott tantermi gyakorlat az egyik tipikus gyakorlati forma. Ez a létszám lehetővé teszi, hogy a hallgatók maguk is gyakran szerepeljenek, az oktató pedig közelebb kerülve a hallgatókhoz, bizonyos fokig egyénileg is figyelemmel kísérhesse fejlődésüket.

### *Laboratóriumi (műhely-) gyakorlatok:*

A laboratóriumi oktatás célkitűzései közül kiemelhető:

- a felszereléssel való megismerkedés;
- a gyakorlati készségek és a pontos megfigyelés képességének kialakítása;
- a tudományos módszer beidegződése;

- az eredmények értékelésében és értelmezésében való jártasság kialakítása;
- megfigyelések feljegyzésének, illetve az eredmények bemutatásának képessége.

A gyakorlati-kísérletező foglalkozási forma közvetlen, aktív cselekvésre készíti a hallgatókat, s ezzel optimális feltételeket teremt maximális aktivizálásukhoz. Az aktivitás foka – az adott laboratóriumi foglalkozás jellegétől függően – különböző lehet. Függ a különböző tudományágak sajátosságaitól, valamint azoktól a céloktól is, amelyeket az egyes laboratóriumi gyakorlatoknak meg kell valósítaniuk. Ezeket a célokat nemcsak az adott tudományág sajátosságai differenciálják, hanem a hallgatók előrehaladása is tanulmányaikban, valamint az önálló kísérletezésre való felkészültségük.

A laboratóriumi gyakorlatoknak szinte elmaradhatatlan tartozékai a kulturáltan vezetett, jól tagolt, áttekinthető jegyzőkönyvek, amelyek maradéktalanul rögzítik:

- a gyakorlati óra lényegét, menetét;
- az alkalmazott berendezések, eszközök vázlatos szerkezeti rajzát és fontosabb adatait;
- a megoldások módját;
- a számításokat, a grafikonokat;
- továbbá az elért, „felfedezett” eredményt.

A képzés folyamán, a laboratóriumi gyakorlatok keretében a hallgatóknak egyre nehezebb műveleteket kell elsajátítaniuk, és ezek adják meg az alapokat az önálló munkák, elsősorban a diplomamunka elvégzéséhez. Ezenkívül nagyszerű alkalmat adnak a tudományos kutatás módszereinek megismerésére is.

A képzés kezdetén bizonyos manuális készségek kifejlesztése, alapvető laboratóriumi eszközök megismerése és használatuk begyakorlása; a későbbiekben mérő, analízáló, kísérleti (kutató-) munkák végzése folyik a gyakorlatok keretében.

Ha a laboratóriumi gyakorlatok az előadással párhuzamosan folynak, az egyes foglalkozások tematikáját össze kell hangolni az előadások tartalmával úgy, hogy ne legyen szükség minden foglalkozás előtt érdemi bevezetésre, s a bevezetést a módszertani útmutatásokra lehessen korlátozni. Ha a gyakorlatokra az előadássorozat befejezése után kerül sor, lehetőség nyílik a tematika komplex megragadására és a hallgatók nagyobb fokú önállóságának megkövetelésére.

## **6. Anyagtudományi gyakorlatmodulok és előkészítésük**

A **3. ábra** a műszaki – gépész és mechatronikai szakirány – mérnökképzés anyagtudományi gyakorlatmoduljaira tesz javaslatot, figyelembe véve a magyar műszaki felsőoktatás hagyományait is. Egy-egy modul kéthetenkénti 2 órás gyakorlatot feltételez, lehetővé téve (kellő órakeret esetén) egy másik modul párhuzamos teljesítését is.

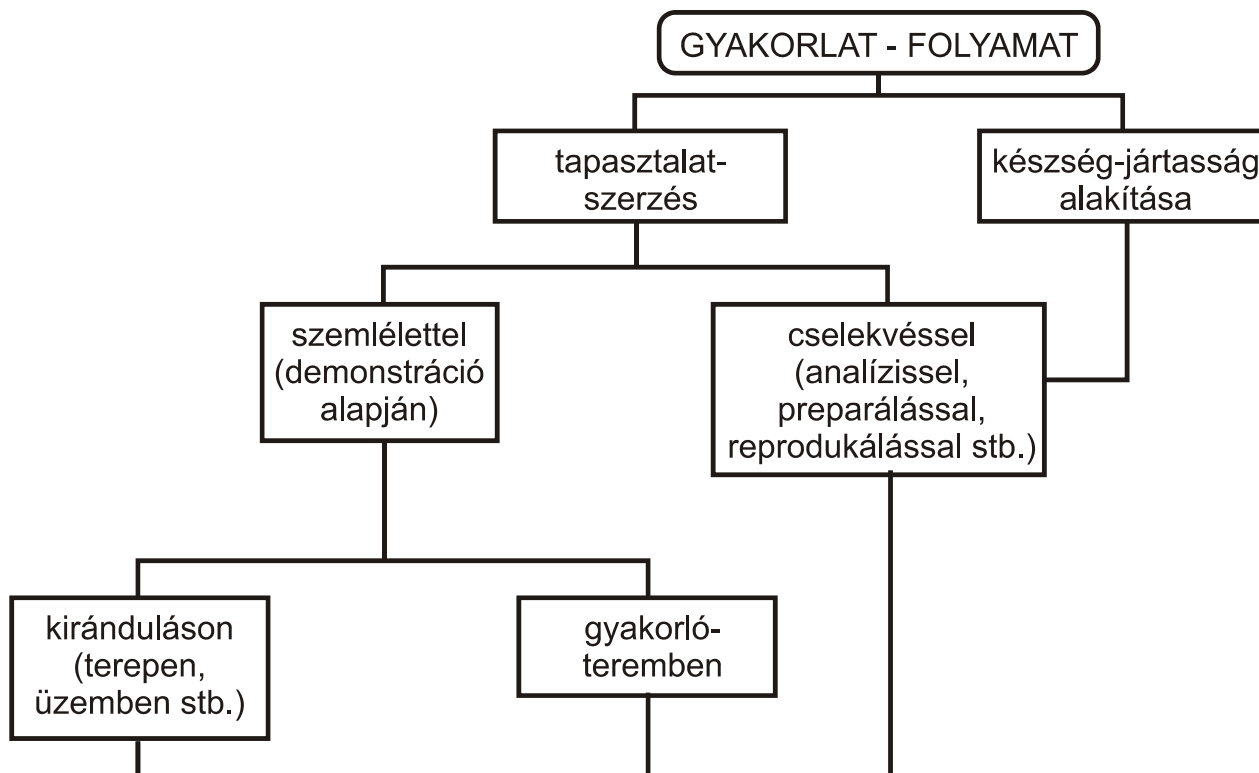


<b>ANYAGSZERKEZET-TANI VIZSGÁLATOK MODUL</b>	<b>TULAJDONSÁGMINŐSÍTŐ VIZSGÁLATOK MODUL</b>
Bevezetés, gyakorlati program; laborrend, baleset- és tűzvédelem	Bevezetés, gyakorlati program; laborrend, baleset- és tűzvédelem
Vizuális és roncsolásmentes anyagvizsgálatok	Szakítóvizsgálat és kiértékelése
Fénymikroszkópi vizsgálatok, szemcsenagyság meghatározása	Keménységmérések és alkalmazásaik
Elektronmikroszkópi vizsgálatok, diffrakciós számítások	Törésmechanikai vizsgálatok és ellenőrző számítások
Krisztallográfiai modellek és szám adatok	Kúszás és kifáradás elemzése számítással
Digitális anyagszerkezeti képkalkotás, képelemzés	Anyagazonosító próbák és szempontok
<b>FÉMTANI VIZSGÁLATOK MODUL</b>	<b>MEGMUNKÁLHATÓSÁGI VIZSGÁLATOK MODUL</b>
Bevezetés, gyakorlati program; laborrend, baleset- és tűzvédelem	Bevezetés, gyakorlati program; laborrend, baleset- és tűzvédelem
Lehülési görbék felvétele, állapotábra-szerkesztés	Folyásgörbe felvétele hidegalakítással
Fe-Fe <sub>3</sub> C állapotábra elemzése	Kilágulás vizsgálata melegalakítással
Acélok és öntöttvasak metallográfiája	Lemezalakíthatósági próbák
Újrakristályosodás vizsgálata	Hegeszthetőségi vizsgálatok és számítások
Kiválásos keményedés vizsgálata	Véglapedző vizsgálat és alkalmazásai

**3. ábra.** Anyagtudományi gyakorlatmodulok

Míg az első két modul a anyagtudomány-előadásokat támogató klasszikus gyakorlatsorozat, addig a második két modul már előkészíti az anyagtudományhoz viszonylag szorosan kötődő anyagtechnológiák jobb megismerését is.

A gyakorlat nagyon komplex folyamat, amelynek elágazó részletei közötti belső összefüggéseket a 4. ábrán látható vázlat mutatja.



4.ábra. A gyakorlat-folyamat összefüggései

A gyakorlatok mint a tapasztalatszerzés legfőbb forrásai általában társas foglalkozások. Éppen ezért a megfelelő munkalétkört a legmesszebbmenően biztosítani kell. Ennek elsősorban a munkahelyek legkedvezőbb kialakítása, azután a megfelelő felszerelés biztosítása, a hallgatók jó csoportba osztása és a kulturált hangneme a legfőbb feltétele.

A kiscsoportos oktatási formához az optimális hallgatólétszám: 8–12 fő, esetenként párosítva. E létszámból következik a helyiség kérdése. A hallgatókhoz csatlakozik egy gyakorlatvezető és egy laboráns, így a gyakorlóterem minimálisan 15–20 m<sup>2</sup> alapterületű, illetve 3 m belmagasságú legyen. Biztosítani kell a szellőztetést és a működőképes tűzoltókészülékek felszerelését is. A gyakorlóhelyiség tökéletes megvilágításához az esetek legnagyobb részében árnyéktól mentesítő szórt fényre van szükség.

Speciális megoldás a gyakorlóhelyiségben az ún. „forgószínpad” elrendezés, amikor is minden munkahelyen másféle gyakorlati feladatot végeznek ugyanabban az időben. Olyankor indokolt ez a módszer, amikor a felszerelés mennyisége nem elegendő. Az elrendezés már készen kell hogy várja a hallgatót, és mindaddig fennmarad, amíg a csoport minden tagja vagy párosa el nem végezte az összes munkahely feladatait. A forgószínpados gyakorlatra jobban fel kell készülnie a hallgatónak megfelelő útmutató alapján, mint az azonos feladatú (szimultán) gyakorlat esetében. A megfelelő sorszámú munkahelyen ott találja a szükséges eszközöket és az elvégzendő feladat vázlatát, amelyre már bővebben felkészült az útmutatóból.

A laboráns a gyakorlatvezető „jobbkeze”, akit esetenként irányítani kell, mert a gyakorlatok tematikája nem végleges, időszakonként fejlesztést igényel. A gyakorlatvezető tehát megbeszéli a laboránssal, hogyan kívánja levezetni a soron következő gyakorlatot, mire kell ügyelni. A gyakorlatvezető megvizsgálja a laboráns által elkészített kellékeket, a begyűjtött anyagot. Felülvizsgálja a gyakorlati helyiség rendjét és tisztaságát is, amit a laboráns a takarító személyzet segítségével biztosított.

Az már nem tartozik szorosan az előkészítéshez, mégis nagyon fontos, hogy a gyakorlatvezető maga is kipróbálja, mennyi idő alatt sikerül hibátlanul elvégeznie a hallgatók számára előírt manuális feladatokat.

Jó a gyakorlat, ha minden részletre felkészült a vezető. Ezt egy munkavázlat segíti elő legjobban. Ezen gyakorlati munkavázlat kidolgozása elképzelhető úgy is, hogy egy-egy gyakorlatnak kijelölt oktatófelelőse van, aki az adott téma legjobb tanszéki művelője. Ő készíti el ezt a vázlatot, és a többiek rendelkezésére bocsátja, illetve felel a gyakorlat előkészítésének összes fázisáért, és az esetleges változásokról értesíti a kollégákat.

Egy ilyen munkavázlat felépítése a következő lehet:

#### GYAKORLAT MEGNEVEZÉSE

A gyakorlat célja.

A gyakorlat felépítése.

1. A téma helye a tantárgy, illetve a tudományág rendszerében.
2. (A kísérletekhez szükséges berendezések bekapcsolására figyelmeztetés, ha megfelelő állapotba hozásuk hosszabb időt igényel, pl. kemencék, próbatestek felhevítéséhez.) A berendezés rövid bemutatása.
3. Tárgyi ismeretek közlése I.
  - a vizsgálat, kísérlet előzményei,
  - számpéldák elméleti, matematikai alapjai,
  - a begyakorlandó tevékenység elvi alapjai,
  - bemutatandó objektumok, folyamatok elméleti háttere (felsorolva az ismertetendő anyag címszavai).

4. Kísérletek elvégzése.

Mintapéldák bemutatása.

Begyakorlandó tevékenység és eszközei bemutatása.

Szemléltetőeszközök bemutatása (modell, tabló stb.).

5. Tárgyi ismeretek közlése II.

- a vizsgálat, kísérlet következményei,
- számpéldák gyakorlati háttere, alkalmazása,
- a begyakorlandó tevékenység, gyakorlat üzemi alkalmazása,
- bemutatandó objektumok, folyamatok alkalmazási területe (felsorolva az ismertetendő anyag címszavait).

6. Anyagvizsgálatok elvégzése (előkészítés pl. maratás, végrehajtás, regisztrátumok felvétele).

Szám példák megoldása.

Tevékenység begyakorlása.

Bemutató.

7. Kiértékelés (jegyzőkönyvek, eredmények összehasonlítása, gyártott darabok vagy gyakorlati fogások értékelése, a látottak összefoglalása);

Kísérletek adatai: próbatestek mérete, anyaga, előállapota, nem mérendő tulajdonságparaméterek, gépek, eszközök adatai stb.

Szám példák és helyes megoldásuk.

Begyakorlandó tevékenység paraméterei, eszközszükséglete.

Bemutatandó objektumok és folyamatok kiegészítő információi.

## 7. Összefoglalás, következtetések

A tantermi és a laboratóriumi gyakorlatokra vonatkozóan megfogalmazott tartalmi és formai szempontok egyfajta didaktikai, módszertani útmutatót ad(hat)nak a gépészeti, illetve a mechatronikai szakirányú felsőfokú képzésben részt vállaló oktatóknak. Segíthetik a gyakorlatok tervezését, előkészítését, valamint lebonyolításuk hatékonyabbá tételét.

## Irodalom

- [1] Bagyinszki Gyula: *A szaktanár oktató-nevelő munkájának fejlesztése előkészítő és tervező-szervező tevékenységgel.* (Mérnök-tanári szakdolgozat) BME Tanárképző és Pszichológiai Intézet, 1989.
- [2] Bagyinszki Gyula: *Tudományos kutatás „sikeressége” gépiparunkban.* (TMB Társadalom- és Gazdaságtudományi Intézet) BME Szociológia Tanszék, 1990.
- [3] Karsai István (szerk.): *Anyagszerkezettan és Fémek technológiája gyakorlati jegyzet.* Tankönyvkiadó, Budapest, 1987.
- [4] Czinege Imre, Kisfaludy Antal, Kovács Ágoston, Vojnich Pál, Verő Balázs: *Anyagvizsgálat.* Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1990.
- [5] Réti Pál: *Korszerű fémipari anyagvizsgálat.* Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1983.
- [6] Papp József: *Gépipari anyagvizsgálat és mérés-technika.* Tankönyvkiadó, Budapest, 1987.
- [7] Bagyinszki Gyula, Galla Jánosné, Harmath József, Jurcsó Péter, Kerekes Sándor, Tóth László: *Mérési gyakorlatok.* KIT Képzőművészeti Kiadó és Nyomda Kft., Budapest, 1999.
- [8] Nádasy Ferenc: *Alapmérések – Anyagvizsgálatok.* Nemzeti Tankönyvkiadó – Tankönyvmester Kiadó, Budapest, 2001.

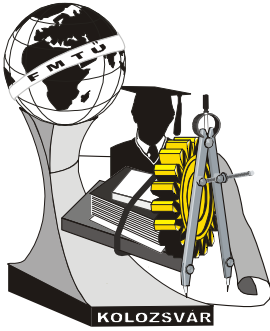
- [9] Bagyinszki Gyula, Tar Albert: *Anyagok szubmikroszkopikus és makroszkopikus krisztallográfiája*. *Anyagok Világa (Materials World) – Független Elektronikus Szakmai Folyóirat* (ISSN:1586-0140) VII. évfolyam 2. szám, 2007. október, Vol. 2. No. 1
- [10] Pinke Péter, Kovács-Coskun Tünde: *Mérnöki anyagtudomány. Példatár I.* Óbudai Egyetem – Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, Budapest, 2010.

**dr. Bagyinszki Gyula**, egyetemi docens

Óbudai Egyetem  
Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar  
H-1081 Budapest, Népszínház u. 8, Hungary  
E-mail: bagyinszki.gyula@bgk.uni-obuda.hu

**dr. Bitay Enikő**, egyetemi docens

Sapientia – Erdélyi Magyar Tudományegyetem  
Műszaki és Humántudományok Kar  
Marosvásárhely  
E-mail: ebitay@gmail.com



# XVI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2011. március 24–25.

## A GYÁRTÁSI IDŐ CSÖKKENTÉSÉNEK LEHETŐSÉGEI GYORS PROTOTIPIZÁLÁS ESETÉN

**BAKI-HARI Zoltán-Gábor**

### **Abstract**

As know, at the selection of Rapid Prototyping technologies should take into account the production time. In the paper the author discusses in detail this time and makes proposals to optimization.

### **Keywords:**

Rapid Prototyping (RP), manufacturing time, optimization

### **Összefoglalás**

Mint ismert, a gyors prototipizálási eljárások kiválasztásánál, nagy mértékben figyelembe kell venni a gyártási időt. A dolgozat keretében a szerző részletesen tárgyalja ezt az időt és javaslatokat ad az optimalizáláshoz.

### **Kulcsszavak:**

gyors prototipizálás, gyártási idő, optimalizálás

### **Bevezetés**

Közismert, hogy napjaink rohanó világában a megfelelő gyártási technológia kiválasztásának egyik fő kritériuma a munkaidő. Ugyanakkor ez az idő minél optimálisabb kell hogy legyen, ami ebben az esetben azt jelenti, hogy minimális.

Tehát a célfüggvényt röviden így fejezhetjük ki:

$$T_K \rightarrow \min \quad (1)$$

ahol:

$T_K$  - a kivitelezési idő az adott technológiai eljárásnál.

Napjainkban már számos modern gyártástechnológiai eljárás létezik, amelyek alig különböznek egymástól, ezért a gyártási idő pontos meghatározása és optimalizálása komoly problémákat vethet fel. Ezért pontosan kell elemezni az eljárás minden egyes kis részletét az összetevő részeit pontos feltérképezésével és tanulmányozásával.

Az előbb említett esetben található a gyors prototipizálás, vagy gyors prototípusgyártás, illetve más néven a Rapid Prototyping (RP). Mint ismeretes, ezek aránylag elég új keletű technológiák, amelyek látványos fejlődésen mentek és mennek keresztül a kivitelezési eljárások kiszélesedésével, az elérhető pontosság (minőség) javulásával, illetve a felhasználható anyagok skálájának majdnem hihetetlen bővülésével. Így mára már oda jutottunk, hogy egy-egy gyors prototipizálási technológiacsoport több alcsoportra is felosztható, annak függvényében, hogy például milyen anyagot használ nyersanyagként, illetve támasztékanyagként. Ez természetesen a különböző modell-tulajdonságokon kívül meghatározza a kivitelezési időt is.

### A kivitelezési idő gyors prototipizálás esetén

Gyors prototipizálás esetén is a kivitelezési idő nem más mint a termék – ezen esetben az RP modell – gyártási ideje, amit modellezési időnek is nevezhetünk:

$$T_k = T_m \quad (2)$$

Mint minden gyártástechnológiai eljárás esetében, az RP modellek gyártási ideje is több részből tevődik össze, éspedig előkészítési, kivitelezési és utómegmunkálási idők [3]:

$$T_m = T_e + T_k + T_u \quad (3)$$

ahol:

$T_m$  - a modell gyártási ideje (modellezési idő);

$T_e$  - az előkészítési idő;

$T_g$  - a gyártási idő;

$T_u$  - utómegmunkálási idő.

### A kivitelezési idő optimalizálása gyors prototipizálás esetén

Gyors prototipizálás esetén, figyelembe véve az (1) és (2) összefüggéseket a kivitelezési idő (modellezési idő) optimalizálása a következő képlettel írható le:

$$T_m \rightarrow \min \quad (4)$$

Tehát egy részből összetevődő időt kell optimalizálni, vagyis minimalizálni. Ez azt jelenti, hogy az összetevők legalább egyike kell csökkenjen, esetleg mindenik, vagy csak egyesek. Az is meglehet, hogy egyes összetevők csökkenjenek, míg mások növekszenek, de úgy hogy a csökkenés nagyobb legyen.

A gyors prototipizálási technológiák esetében ezen utolsó eset inkább fennáll, mivel a gyártási idő

csökkentése a felhasznált nyersanyagok és „megmunkálási paraméterek” változtatásával általában a felületi minőség rovására megy, így több időt fog felvenni az utómegmunkálás, ami általában egy simítás.

De nézzük meg mi a helyzet mindenik részidővel.

**a) Az előkészítési idő vizsgálata**

Nem igazán csökkenthető, mivel ez szorosan összefügg a használt számítástechnikai és kivitelezési eszközökkel és berendezésekkel, illetve a kiszolgáló személyzet tapasztalatával. És ha ide számítjuk be optimalizálást, vagyis az erre szánt időt is, növekedést figyelhetünk meg.

**b) A gyártási idő vizsgálata**

A gyártási idő, amely kimondottan a „gépidő”, ezen gyártástechnológiai eljárások esetén a legjobban a következő képlettel határozható meg [3]:

$$T_g = \sum_{i=1}^n t_i \tag{5}$$

ahol:

$t_i$  - az  $i$  réteg megvalósítási ideje, amely a következő összefüggéssel adható meg [3]:

$$t_i = \frac{A_i}{vD} + \frac{S_i}{kvD} + T_d \tag{6}$$

ahol:

$A_i$  - az  $i$  modellréteg felülete;

$v$  - átlagos pásztázási sebesség;

$D$  - az aktív elem karakterisztikája – például lézernyaláb átmérője;

$S_i$  - az  $i$  támaszték/alap réteg felülete;

$k$  - korrekciós tényező, ugyanis a támasztékok/alap ritkábban vannak pásztázva, a kisebb szilárdság elérése céljából – ami a könnyebb eltávolításhoz szükséges;

$T_d$  - osztási idő.

Optimalizálásnál ez az összeg kell csökkenjen, vagyis:

$$\frac{A_i}{vD} + \frac{S_i}{kvD} + T_d \rightarrow \min \tag{7}$$

Mivelhogy a felületek adottak, úgyszintén az aktív elem karakterisztikája, illetve az osztási idő, ezen idő minimalizálására nem marad más, mint a pásztázási sebesség és a korrekciós tényező növelése.



Az (5) összefüggés minimalizálása a rétegek számának a csökkentésével is lehetséges, ami a rétegvastagság növelését feltételezi, ez pedig más nyersanyag használatával érhető el általában.

### c) Az utómegmunkálási idő vizsgálata

Lényegében ez sem módosítható egy adott eljárás esetében. Csökkenthető esetleg az alap és támasztékok gépesített eltávolításával illetve a gépesített simítással.

### Következtetések

Mint a dolgozattól kitűnik, a gyártási idő optimalizálására a gyors prototipizálási technológiák esetében több alternatíva is létezik. Viszont ezek különböző hatékonyságúak, így ezek közül is a legmegfelelőbbet kell kiválasztani. Ugyanis sokszor a kivitelezési idő csökkentése a minőség rovására történik – épp mint más technológiai eljárásoknál.

Így nagy figyelmet kell szentelni a darab elforgatásának a munkatérben, illetve a nyersanyag megváltoztatásának, mivel ezek egyenesen befolyásolják az RP modellek felületi minőségét. A pásztázási sebesség és sűrűség változtatásának a modell mechanikai tulajdonságaira van általában hatással.

### Irodalom

- [1] BAKI-HARI, Z. G.: *Gyors prototípusgyártási technológiák kiválasztása a kivitelezési idő függvényében*, Műszaki Tudományos Füzetek, Fiatal Műszakiak Tudományos Ülésszaka X, Kolozsvár, 2005, 11 – 14 old., ISBN 973-8231-44-2
- [2] BAKI-HARI, Z. G.: *Új tendenciák és lehetőségek a gyors prototípusgyártásban*, Műszaki Tudományos Füzetek, Fiatal Műszakiak XIII. Tudományos Ülésszaka, Kolozsvár, 2008, 17 – 20. old., ISBN 978-973-8231-75-7
- [3] BAKI-HARI, Z. G.: *A gyártási idő meghatározása gyors prototipizálás esetén*, Műszaki Tudományos Füzetek, Fiatal Műszakiak Tudományos Ülésszaka XV, Kolozsvár, 2010, 17 – 20 old., ISSN 2067 - 6 808
- [4] BÂLC, N.: *Tehnologii neconvenționale*, Editura Dacia, Cluj-Napoca, 2001, ISBN 973-35-1130-7
- [5] BERCE, P.: és mások, *Fabricarea rapidă a prototipurilor*, Editura Tehnică, București, 2000, ISBN 973-31-1503-7
- [6] [http://www.nyme.hu/fileadmin/dokumentumok/fmk/tgyi/tervmod/Terv\\_modsz\\_11.pdf](http://www.nyme.hu/fileadmin/dokumentumok/fmk/tgyi/tervmod/Terv_modsz_11.pdf)

**Baki-Hari Zoltán-Gábor**, okleveles gépészmérnök, doktorandus

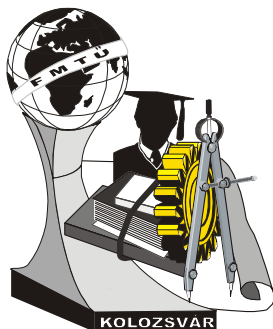
Munkahely: Erdélyi Múzeum-Egyesület

Cím: Románia; 400009, Kolozsvár (Cluj-Napoca), Napoca utca, 2-4 szám

Tel: +40-723-206 415; +40 741 064 799

Fax: +40-264-595 176

E-mail: bakihari@eme.ro



# XVI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2011. március 24–25.

## KÉSZÜLÉK ÉS MÓDSZER KIDOLGOZÁSA TÉRD PROTÉZISEK MINŐSÍTÉSÉHEZ

BALASSA Gábor Péter, dr. M. CSIZMADIA Béla, KATONA Gábor

### Abstract

The biomechanics is a relatively new topic; it describes the behaviour of living organisms which is developed by the synergy of biology and mechanics. The Biomechanical Research Team of the Szent István University is working for a long time with the human knee joint which is the most complex joint of the human body. The research team designed an experimental apparatus for the measurement of cadaver knee movements. The designing of new generation of prosthesis is based on the measurements made on the apparatus. A new part was designed to the experimental apparatus to make it suitable for testing and qualifying the new prosthesis. Hereby we made the apparatus suitable for knee prosthesis movement measurement and for qualification as well. Under the prosthesis certification process we compare the results with the rotation - flexion and force graphs which are measured on the cadaver knee. We make the prosthesis movement the help of a stepper motor, because it allows us to measure in the whole flexion range (120°).

### Keywords:

biomechanics, knee, kinematics, prosthesis, experimental apparatus

### Összefoglalás

A biomechanika az élő szervezetek mechanikai viselkedését leíró, viszonylag új tudományterület, amely a biológia és a mechanika fejezeteiből alakult ki. A térdízülettel, mint a legösszetettebb ízület biomechanikájával a Szent István Egyetem Biomechanikai Kutatócsoportja hosszabb ideje foglalkozik. Munkájuk során halott (cadaver) személyek térdének mozgásvizsgálatára alkalmas berendezést hoztak létre. Az eszközzel végrehajtott kísérleti mérések képezték egy új generációs protézis kifejlesztésének alapját. Az új protézis mozgásának vizsgálatához a cadaver vizsgálóberendezéshez egy kiegészítő berendezést készítettünk. Ezáltal alkalmassá tettük a készüléket protézis mozgásvizsgálatára és minősítésére is. A protézis minősítési folyamattal a cadaver térdén kimért – rotáció-flexió; előfeszítő erő- flexió – diagramot a protézis mozgatása során is meghatároztuk. A protézis mozgatását egy léptetőmotorral valósítottuk meg, így a protézis megközelítőleg a teljes térdbehajlítás (120°) mozgástartományában vizsgálható.

### Kulcsszavak:

biomechanika, térd, kinematika, protézis, kísérleti berendezés

### 1. Bevezetés, célkitűzés

A XXI. század egyik nagy ortopédiai problémája az emberi ízületekben levő porcszövet kopása (arthrózis), amely idővel kezelésre szorul. Az ízületekben a csontok egymáshoz viszonyított súrlódás és kopásmentes elmozdulását az íz felszíneket borító tükörporc és az ízületi folyadék biztosítja. A kor előrehaladtával romlik tribológiai tulajdonságuk, ami a felszínek kopásához vezethet.

Gyógyíthatatlan arthrózisos megbetegedés esetén teljes porc pótlásos térdprotézis (TKR) beültetése válhat szükségessé. A mai térdprotézisek nem valósítják meg az emberi térd valós mozgását [4], így egy az emberi térd mozgását leképező térdprotézis megalkotásához elengedhetetlen a térdmozgások

pontosabb megismerésére. Jelen tanulmányban az emberi térdízület vizsgálatát emelnénk ki, ugyanis kutatócsoportunk évek óta foglalkozik a térdízület mozgásvizsgálatával.

Ennek vizsgálata érdekében a Szent István Egyetem Biomechanikai Kutatócsoportja egy kísérleti mérőberendezést [3] hozott létre. A cadaver térdet, mint az emberi térd mozgását legpontosabban leíró modellt [2] alkalmaztuk a kutatás során. A kutatócsoport eredményeit is felhasználva Krakovits Gábor orvosprofesszor új térdprotézist szabadalmaztatott, így felmerült az igény a cadaver térden végzett mérési eredmények és a kifejlesztett protézis mozgásának összehasonlítására.

A kutatómunka célja egy olyan automatizált protézisvizsgáló berendezés tervezése, amely a cadaver térd vizsgáló berendezés kiegészítéseként, azt alkalmassá teszi protézis vizsgálatára és minősítésére is. Célkitűzésünk egy olyan készülék tervezése volt, amely a protézis mozgását automatizáltan, emberi beavatkozás nélkül valósítja meg a teljes térdbehajlítási tartományban. Diszkrét mérési eredményeket biztosít, és a nagyszámú mérési ismétlések eredményeként a mérési pontatlanság a minimális hibahatáron belül marad.

## 2. A protézis

A térdízületet alkotó, egymáson elmozduló combcsontfej és lábszárcsontfej geometriája nem hengerfelszint alkot, hanem folyamatosan változó görbületi sugárral rendelkező felületet képez. *Ezek geometriája határozza meg a lábszár combcsonthoz viszonyított mozgását egy térdbehajlás során.* Ez a mozgás a 3. ábrán látható három jellemzővel írható le: hajlítás (flexió), lábszártengely körüli elfordulás (rotáció) és oldalirányú kitérés (abdukció).

A térdet alkotó ízület nem merev anyagokból épül fel, úgy mint a combcsontfej, lábszárcsontfej és a felületek között elhelyezkedő meniskus. Ebből adódóan egyszerű geometriai másolással nem készíthető el a kívánt mozgást teljesítő térdprotézis. Ugyanakkor egy protézis a térdízület mechanikai modellje kell legyen. De a protézis kobalt-molibdén ötvözetből és műanyagból áll, így egy olyan protézisre van szükség, amely a természetes és a mesterséges anyagok eltérő tulajdonságaiból és a meniskus létezéséből adódó problémákat kompenzálva, a valós mozgás megvalósítását biztosítja. *Következésképpen nem geometriai modellt, hanem kinematikai - kinetikai modellt kell létrehozni.*

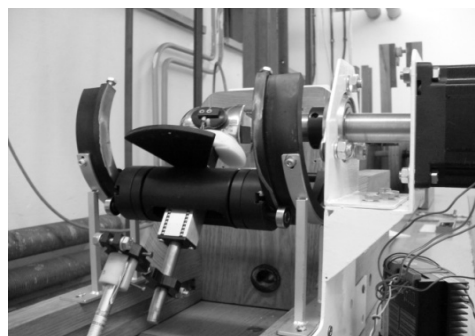
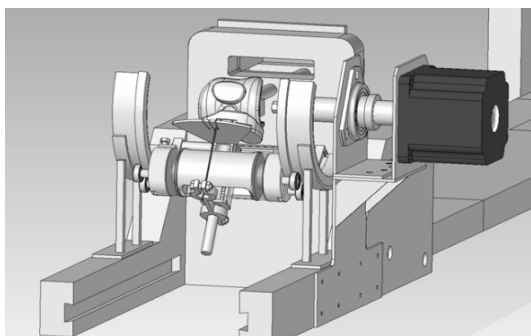
A jó protézisnek a cadaver térden korábban meghatározott mozgást – térd rotáció-flexió; előfeszítő erő-flexió – leíró diagramot kell követnie. Mindemellett a készüléket úgy kellett kialakítani, hogy ezt a protézis által vezérelt összetett mozgást a készülék szabadon megengedje, semmilyen módon ne korlátozza.

## 3. A készülék, eredmények

A készülék két fő részegységre tagolható: a protézisvizsgáló részre illetve a protézis mozgását végző mozgató mechanizmusra. A vizsgáló rész poliamidból készült. Kialakítását tekintve szimmetrikus berendezés, kétoldali vezetőpályával van ellátva. A pálya szükségessége a folyamatos terheléssel, és a protézis összetartásával indokolható. A protézis lábszárcsonti komponenséhez kapcsolódik a rotációt mérő tengely, így az a lábszárcsont modellje. Fontos megjegyezni, hogy a méréseket ugyanabban

az anatómiai meg határozott koordináta-rendszerben kell elvégezni, mint amit a cadaver méréseknél [1] alkalmaztak. Ezáltal a két mérés eredményei összevethetőek. A koordináta-rendszer egyeztetése végett egy csuklós kapcsolatot hoztunk létre a lábszárcsont modell és a protézis tibiális komponense között, amivel a lábszártengely változtatható.

Figyelembe véve Krakovits Gábor orvosprofesszor megállapítását – miszerint a protézis mozgását kizárólag a protézis felszínek határozzák meg – egy térdbehajlítás során egyedül a hajlító erőt vezéreljük. A többi mozgás a konstrukcióból adódóan szabadon, a *protézisfelszín által meghatározottan* képes létrejönni. A behajlításhoz szükséges erőt egy léptetőmotor segítségével hoztuk létre.



**1. ábra.** A készülék 3D modellje és a méréshez előkészített berendezés

A mérés során regisztráljuk a rotációt a behajlítás függvényében, illetve a flexióhoz szükséges erő változását is rögzítjük. A készülékkel kapott eredményeket és a cadaver térden meghatározott és publikált eredményeket felhasználva az orvos csoport folyamatosan tökéletesíti a protézis felszíneket.

#### 4. Protézis minősítése

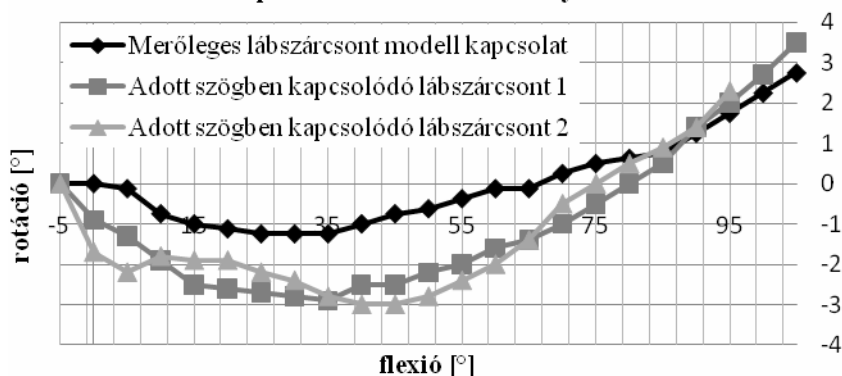
A protézis minősítés folyamata a következő megállapításokat tehetjük. A készülék a megközelítőleg teljes (120°-os) behajlítási tartományban alkalmas a protézis által létrehozott mozgásvizsgálatra. A minősítés során azonban elegendő csak az első 60°-os flexiós tartományt értékelni, ugyanis anatómiai szempontból a mozgás kényszerített szakasza eddig tart.

A minősítéshez a protézissel kapott rotáció-flexió görbét 60°-os tartományig a cadaver méréseknél ki-mért görbékhez viszonyítjuk úgy, hogy a cadaveren meghatározott 0°-os flexió esetén a rotáció értéke 7° legyen, az emberi test anatómiájának megfelelően.

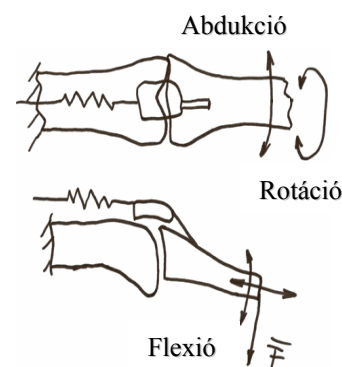
*Az így kapott hibafüggvénnyel jellemezhető a protézis jósága.* Ennél a megoldásnál elkerülhetetlen arra figyelni, hogy a rotáció-flexió görbe alakja a koordináta-rendszer felvételétől is függ. Ahhoz, hogy a hibafüggvény reális eredményt adjon a cadaver térden felvett koordináta-rendszer és a protézisen felvett koordináta-rendszer meg kell egyezzen. Ennek beállíthatóságát a készülék biztosítja.

Ha a tibiális protéziskomponenshez rögzített koordináta-rendszer helyzete változik a komponenshez képest, a mért rotáció-flexió görbe jellege változik. A 2. ábrán egy protézis mérési eredményeit mutatjuk be kétféle koordináta-rendszer beállítással, több mérés átlagaként. Az első esetben a lábszárcsont modell merőlegesen kapcsolódott a protézis tibiális komponenséhez, majd egy adott szögben. A két di-

## Bal protézis mérési eredmények



2. ábra. A protézis rotációja a flexió függvényében



3. ábra. A térdízület mozgásformái

agram között egyértelmű eltérés látható, így megállapíthatjuk, hogy a koordináta-rendszer helyes felvétele elengedhetetlen a minősítési folyamat során. (A kimért protézis egy kísérleti darab. Az ábra csak a koordináta-rendszer felvételének hatását szemlélteti.)

A készülék tervezése során korszerű mérnökinformatikai rendszereket alkalmaztunk. A protézisvizsgáló berendezés egyes alkatrészeinek egymáshoz viszonyított megfelelő kényszerítése segítségével már a 3D modellbe beillesztett protézisen is elvégezhetőek az előzetes ellenőrző mérések.

## 5. Összefoglalás

Munkánk célja egy térdprotézis minősítésére alkalmas vizsgálóberendezés létrehozása. A berendezés univerzális kialakításából adódóan bármely kutatócsoport által fejlesztett, és a jelenleg használatban lévő térd protézis vizsgálható. A készülékkel végzett mérési eredmények összehasonlíthatóak a cadaver térden végzett mérési eredményekkel, így igazolható a protézis megfelelő funkcionális működése. A berendezés a mérnöki és az orvosi gyakorlatban egyaránt általánosan alkalmazható.

## Irodalom

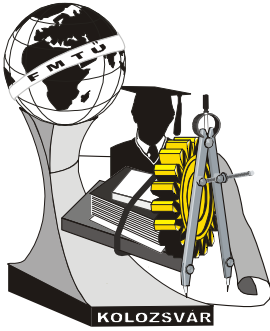
- [1] Andrónyi Kristóf, Szobonya László: *A térdízületi tengelyek meghatározásának jelentősége az emberi térd vizsgálatnál*; A-0042; III. Magyar Biomechanikai Konferencia
- [2] Bíró I., Csizmadia B. M., Katona G.: *New approximation of kinematical analysis of human knee joint*, Bulletin of the Szent István University, ISSN 1586-4502 2008, p. 330-338
- [3] dr. M. Csizmadia Béla, Katona Gábor, Szakál Zoltán, dr. Bíró István: *Kísérleti berendezés cadaver térdízület mozgásanalíziséhez, kísérleti mérésorozat értékelése*, Gödöllő, 2005
- [4] M.A.R. Freeman, V. Pinskerova: *The movement of the tibio-femoral joint*, Journal of biomechanics 38 (2005) 197-208

**Balassa Gábor Péter**, egyetemi hallgató – balassag@gmail.com

**dr. M. Csizmadia Béla**, egyetemi tanár CSc – csizmadia.bela@gek.szie.hu

**Katona Gábor**, egyetemi adjunktus – katona.gabor@gek.szie.hu

Munkahely: Szent István Egyetem – Gépészmérnöki Kar – Mechanika és Műszaki Ábrázolás Tanszék  
Cím: H-2103 Gödöllő, Páter Károly utca 1.  
Telefon:+36-28-522-000



# XVI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2011. március 24–25.

## KOVÁCSHENGERLÉS OPTIMATIZÁLÁSA Q-FORM SZIMULÁCIÓS PROGRAM SEGÍSGÉVEL

BATA Attila, DUGÁR Zsolt

### Abstract

By changing manufacturing process, our aim is to reduce energy in the case of chipper type. We reduce the heating temperature with the help of Q-FORM simulation program on the given chipper types. Based on the results of the software we can reduce the temperature of the forge rolling, and so we can save a lot of energy compared to the increase of shearing load caused by temperature drop.

### Key words:

optimization, forge rolling, simulation

### Összefoglalás

Gyártási technológia megváltoztatásával energiacsökkentés a célunk, különböző vésőtípusok estében. A hevítési hőmérséklet csökkentjük a Q-Form szimulációs program segítségével az adott vésőtípusokon. A szoftver által kapott eredmények alapján tudjuk a kovácshengerlés hőmérsékletét csökkenteni, ezáltal nagymennyiségű energiát takarítunk meg, a hőmérséklet csökkenés által fellépő nyíróerő növekedéshez képest.

### Kulcsszavak:

szimuláció, hengerlés, optimalizálás

### 1. Bevezetés

Célunk a hatszög, és poligon alakú vésők gyártási technológiájának változtatása, az energia felhasználásának csökkentésével. A jelenlegi technológia szerint a melegalakítás kiinduló hőmérséklete 980 °C, amelyet csökkenteni szeretnénk 860°C-ra. Ezáltal csökkenthető az energia felhasználása, viszont a szerszám igénybevétele a növekvő alakítási szilárdság miatt megnő. A vizsgálat tárgya, hogy a csökkenő hőmérséklet miatt a szerszámelemeket felerősítő csapok a nagyobb nyíró igénybevételt elviselik-e. A Q-Form [1] szimulációs program segítségével szimulálni fogjuk a három vésőtípus alakítási technológiáját. A lapos vésőfej alakítása során keletkezik a legnagyobb nyíróerő, mivel csak két szerszámfél hengerli a vésőt. A másik két vésőfej alakítása során a több szerszámfél alkalmazása miatt, a csapokat terhelő nyíróerő kisebb, nem éri el a lapos véső nyírási maximumát. A hatszög és a poligon alakú vésők gyártása során annyira csökkenthettük az alakítási hőmérsékletet, hogy a kisebb hőmérsékleten fellépő, nagyobb alakítási szilárdság által megnövekedett alakító erő, ne okozzon a lapos vésők alakítása során fellépő nyíróerőnél nagyobbat. Szimulációnk során az alakítási hőmérsékletet 860°C-ig csökkentettük.

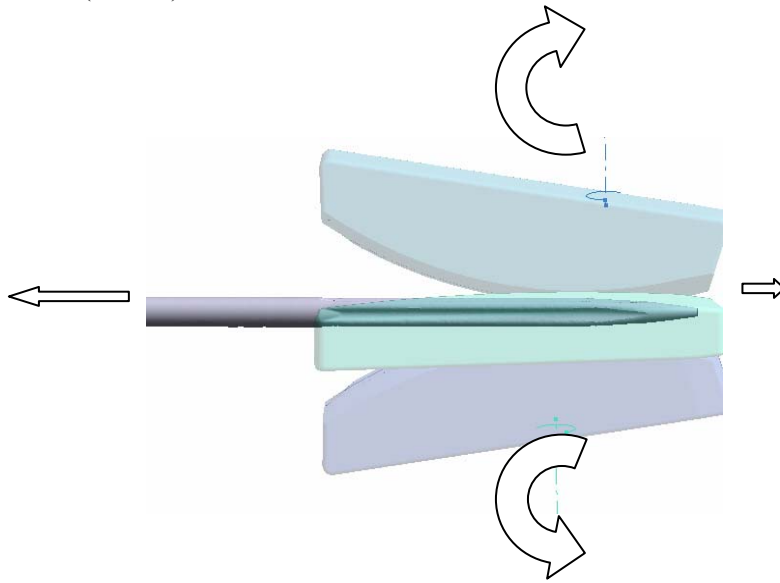
## 2. Kísérlet körülményeinek leírása

A kutatásunkhoz felhasznált Q-Form szimulációs szoftvert, berendezést a Kecskeméti Főiskola GAMF Karának Mechanikai Technológiai Szakcsoportjának laborjában használtuk. Az ott található Q-Form 5.1.-es verzió segítségével szimuláltunk az alábbi vésőtípusokat alakítási technológiáját.

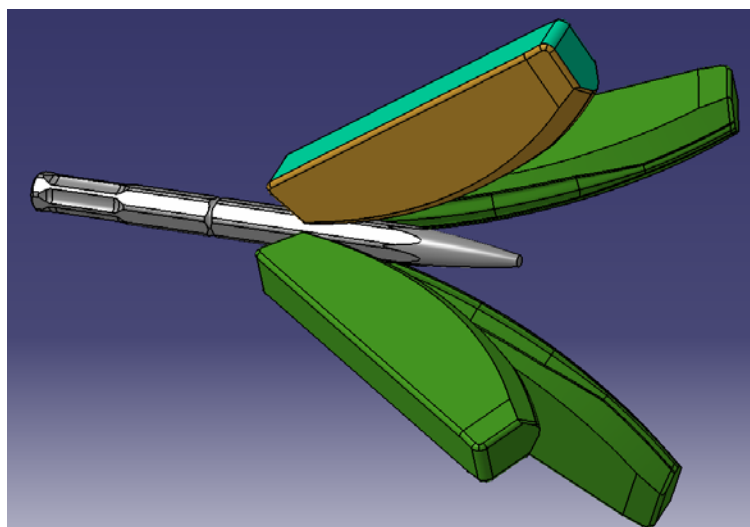
A vésők anyagául jelenleg alkalmazott acél C45 típusú.

### 2.1. Az alakító szerszámok kialakítása

A poligon véső hengerlése három szerszámfélével történik (1. ábra). A hatszögű vésők kialakítása négy szegmenssel történik (2. ábra).



*1. ábra Poligon véső hengerlésének vázlata*



*2. ábra Hatszögű véső és szerszáma*

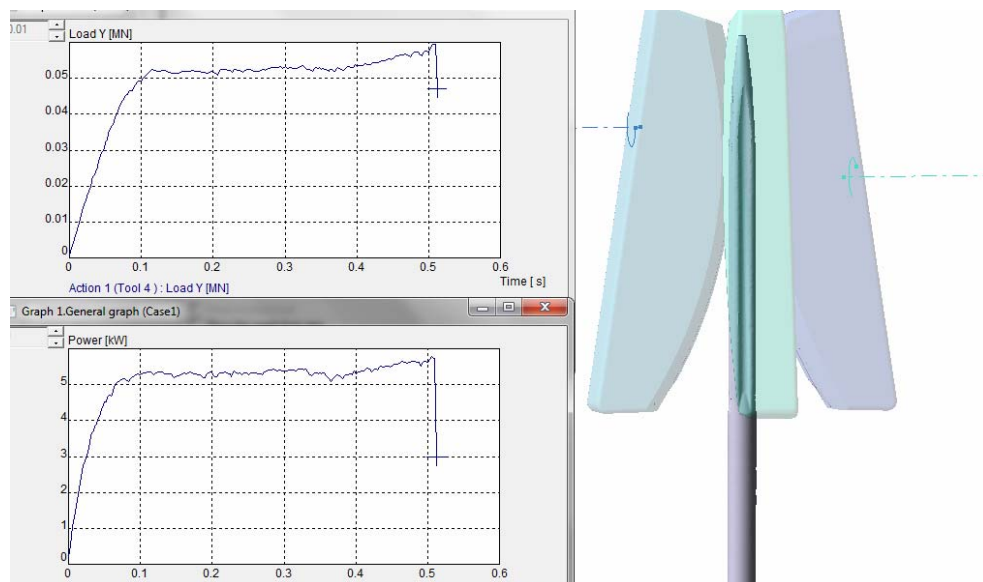
A bemenő modellek után a technológiai paraméterekre is szükség van. A vésőket jelenleg 980°C-on hengerlik. A hengerlés ideje kb. 0.7 másodpercig tart. A jelenlegi technológiához kenőanyagot alkal-

maznak, amelyet az alkalmazás során fellépő problémák miatt szeretnénk számúzni a technológiából. A végeselem modellezéshez behálóztuk a munkadarabot. A modelleken a bedugó végeket levágtuk, a túlságosan bonyolult hálózás miatt. Ez nem változtatja meg jelentősen a szimulációnkat, de figyelembe kell venni a hűlés miatt.

### 3. Szimuláció eredményei

A szimulációt három fajta véső alakítási technológiájával végeztük el (poligon véső, hatszög véső, lapos véső). A szolgáltatott információk a szimulációból:

- Csapon fellépő nyírórő diagram
- Felvett teljesítmény diagram

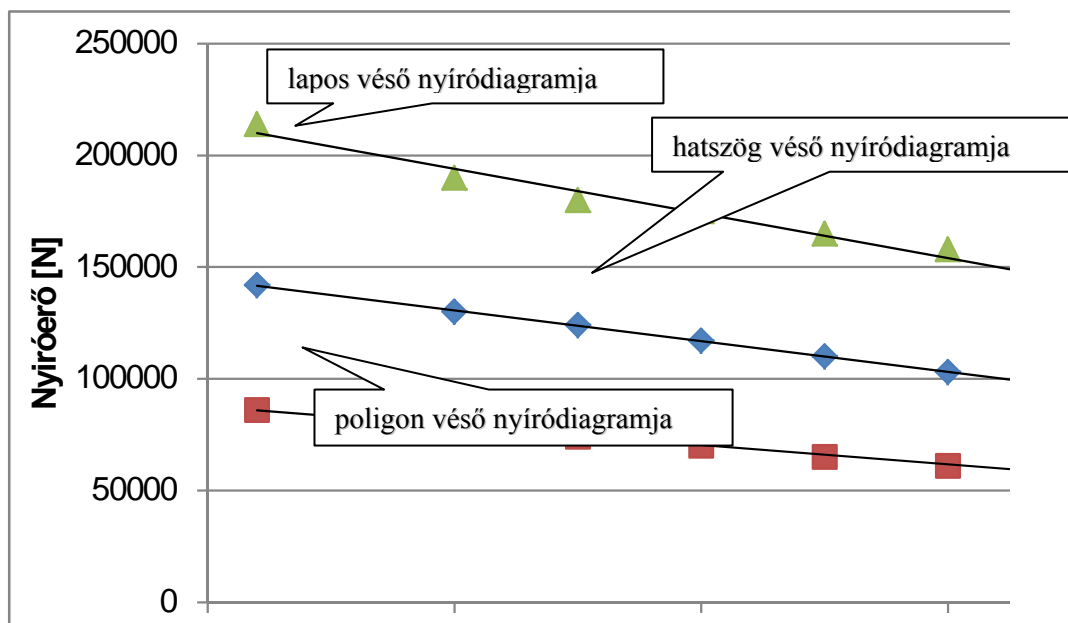


**3. ábra** Szimulációból származó eredmények

A fenti diagramon poligon véső egy adott hőmérsékleten való szimulációs eredménye látható. A diagram mutatja a fellépő nyírórő, és a hengerléshez használt teljesítményszükségletet. 860°C alatt nem munkálhatjuk meg a vésőt, mert edzési hőmérséklet alá kerülünk.

Az egyes szimulációkból kapott értékeket egy összesített táblázatban foglaltuk össze, melyben jól látható, hogy mind a három típusnál a kovácsolási hőmérséklet csökkentésével, jó közelítéssel lineárisan növekszik a nyírési erő, de egyik esetben sem haladja meg a lapos véső alakítása során fellépő maximális nyírórőt.





4. ábra Nyíróerő változás az alakítási hőmérséklet függvényében

#### 4. Következtetések

A Q-Form segítségével elvégzett szimuláció alapján kijelenthetjük, hogy a poligon véső és a hatszög-véső is készülhet 860°C-on, csaptörés veszélye nélkül.

A szimulációs eredményből megállapíthatjuk, hogy a hatszög-véső és a poligonvéső esetében, a kovácsolás hőmérsékletét le tudjuk vinni 860°C-ra anélkül, hogy a megmunkáló gépet esetlegesen túlterhelnénk. A szimulációs vizsgálat eredménye sikeres volt, eredményeink alapján kevesebb energia felhasználással lehet ugyanolyan minőségű vésőket gyártani.

#### Irodalom

- [1] QFORM 2D/3D Metal forming simulation program, Version 4.1, *3D simulation User's Guide*, © QuantorForm Ltd. 1991-2006

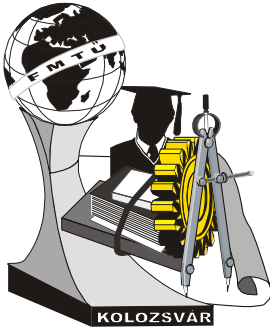
**Bata Attila, Dugár Zsolt** (műszaki ügyintéző)

Munkahely: Kecskeméti Főiskola Gépipari Automatizálási Műszaki Főiskolai Kar Mechanikai Technológiai Szakcsoport

Cím: H-6000, Magyarország Kecskemét Izsáki út 10.

Telefon / Fax: +36-76-516300

E-mail: bata.attila@gamf.kefo.hu, dugar.zsolt@gamf.kefo.hu



# XVI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2011. március 24–25.

## FORMULA STUDENT VERSENYAUTÓ FUTÓMŰTERVEZÉSI FOLYAMATÁNAK BEMUTATÁSA

BÁRI Gergely

### Abstract

The Formula Student competition is a design competition for students, and its goal is to design, build, and race a formula type racing car. In this work the suspension design of a Formula Student racecar will be presented. First, the requirements of this type of race car will be defined. According to these requirements, the basic layout will be shown, and the important questions about the concept of the car will be addressed. Next, the main steps of the design process will be shown, and the work will be ended by a short summary.

### Key words:

Formula Student, suspension, design process

### Összefoglalás

A Formula Student egy felsőoktatási hallgatók számára kiírt nemzetközi tervezési verseny, ahol a feladat egy formula típusú versenyautó megtervezése, legyártása, és üzemeltetése. Ezen munka keretében egy Formula Student autó futóműtervezési folyamata kerül bemutatásra. Először egy ilyen versenyautó futóművével szemben támasztott követelmények kialakításával kapcsolatos szempontok elemzése történik, majd a követelményeknek megfelelő futómű, kialakításához szükséges folyamat főbb szakaszainak leírásával folytatjuk. A munka egy rövid összefoglalással zárul.

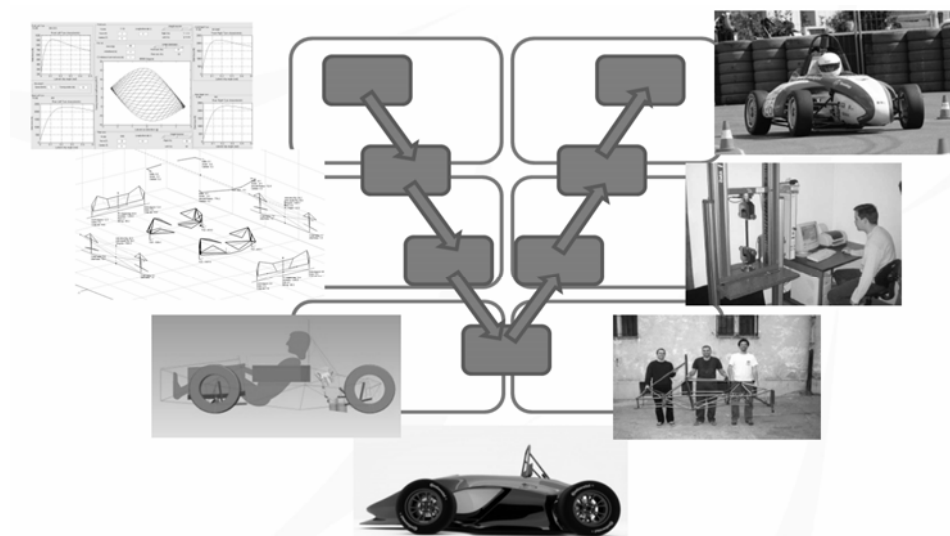
### Kulcsszavak:

Formula Student, futómű, tervezési folyamat

## 1. Bevezetés

Műfaját tekintve a Formula Student egy diákoknak kiírt, alapvetően konstruktóri verseny. Így a járművek pályán zajló küzdelme mellett nagy szerepe van az autó tervezési folyamatának, és diákok elméleti felkészültségének is.

A tervezési folyamatban, a nagy és komplex rendszerek tervezésénél általában használt ún. V-modellt követjük. A modellt a Kecskeméti Főiskola Formula Student csapata a saját igényeinek megfelelően módosította, így alakítva ki a saját tervezési folyamatát. Az 1. ábrán látható folyamat három fontosabb szintre van osztva. Fentről lefelé haladva, az első szint az ún. elrendezési szint, a második az ún. csontváz szint míg a harmadik az ún. alkatrész szint. Legalul, a V-modell csúcsán az elkészült tervek állnak, így innen, „jobbra, felfelé” továbbhaladva az autó gyártási folyamata található. Jelen cikkben a futóműfejlesztés folyamatával, azaz a 1. ábrának a bal oldali ágával foglalkozunk.



1. ábra A V-modell alapján kialakított tervezési folyamat sematikus ábrája

## 2. Követelmények

A tervezési folyamat minden szintjén a legfontosabb dolog a pontos, és műszakilag is kézzelfogható követelmények felállítása. Ezek megalapozott felállításához, a csapat 3 fontos szempontot határozott meg. Először is a csapat céljainak megfogalmazása történt, melynek kapcsán rövid távon, a 2011-ben Győrben rendezett verseny teljesítése, míg hosszabb távon a legjobb 10 Európai csapat közé kerülés fogalmazódott meg. A fentiek természetesen még nem konkrét műszaki célok. A második csoportot, a műszaki célokat a tervezési folyamat mindhárom szintjén meghatároztuk, ezekről röviden majd később az egyes tervezési szintek bemutatása során esik szó. A harmadik fontos szempont, bizonyos prioritások, azaz egyfajta fontossági sorrend meghatározása volt. A csapat egyeztetései során ezekre több lehetőség is felmerült, melyeket az 1. táblázat mutat:

1. táblázat A tervezés során használt lehetséges prioritások

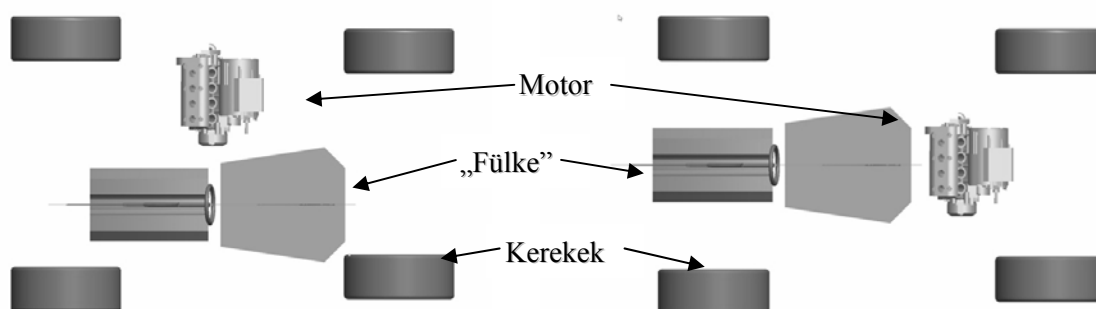
Fontosság	1. lehetőség	2. lehetőség	3. lehetőség
1	Egyszerűség	Innováció	Megbízhatóság
2	Alacsony tömeg	Alacsony súlypont	Egyszerűség
3	Alacsony súlypont	Kicsi legyezési inercia	Költségek
4	Alacsony legyezési inercia	Egyszerűség	Alacsony tömeg
5	Házon belüli gyárthatóság	Alacsony tömeg	Alacsony súlypont

Nyilván, attól függően, hogy milyen stratégiát választ a csapat, annak megfelelően választ prioritásokat is. Hosszas elemzések után, döntés végül a 3. lehetőség mellett született. Ennek az egyik legfőbb oka, hogy egy újonc csapat számára a legfontosabb és legnagyobb kihívás egy megbízható jármű elkészítése. Ezen prioritások meghatározása azért különösen fontos már a tervezés legelején, hogy később az egymásnak ellentmondó kérdések könnyebben eldönthetőek legyenek. A tervezés során használt

döntéshozatali eljárás részletes bemutatása azonban jelen cikknek nem tárgya.

### 3. Elrendezési szint

Az autó fejlesztési folyamat tehát az elrendezési szinten indul. Ezen szint bemenő adatai, a pálya jellemző vonalvezetése, a versenyzők várható vezetői képességei, valamint nyilvánvalóan a verseny szabályzata. Ezen a szinten az autó legfelső szintű modelljének főbb paraméterei dőlnek el. Ezek a paraméterek tulajdonképpen a legfőbb egységek, azaz a kerekek, a vezető, és a motor egymáshoz viszonyított helyét határozzák meg. Példaként két lehetséges elrendezés látható az 2. ábrán.



*2. ábra Két lehetséges elrendezés. Bal oldali: előnyös a kis legyezési inercia miatt, míg a jobb oldali: előnyös az egyszerűbb hajtáslánc-elrendezés miatt*

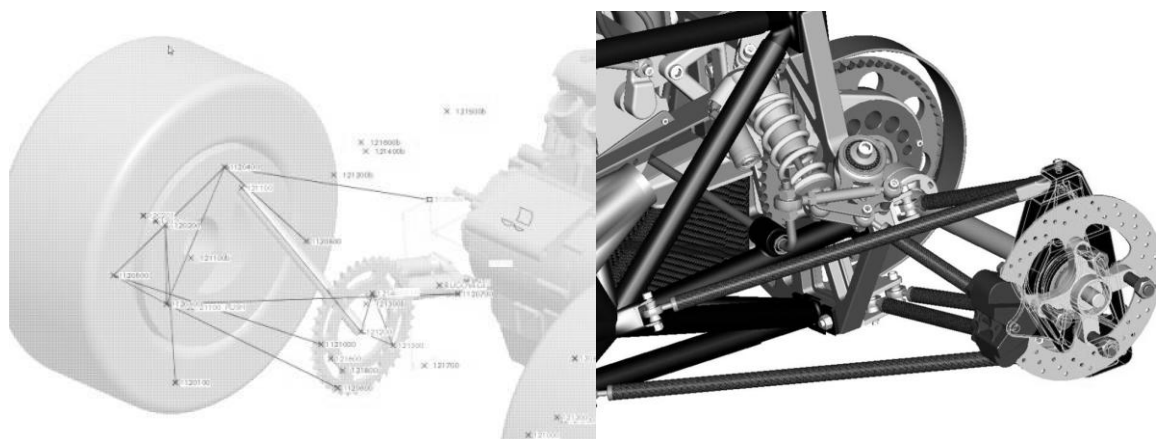
Az ezen a szinten eldöntendő paraméterek optimális értékeinek meghatározásához használt matematikai, fizikai modellek olyan összetettségek amik illeszkednek az elrendezési szinten rendelkezésre álló információkhoz. Például nem használunk olyan járműmodelleket, amik bizonyos rugózási paraméterek használatát igényelik, hiszen az elrendezésben ezekről még nincs információnk.

Itt alapvetően a járművet egyetlen, síkban mozgó merev testnek tekintjük, melyet minél rövidebb idő alatt kell végigvezetni egy megadott trajektória mentén úgy, hogy közben szem előtt tartjuk, hogy a tömegközéppontjára ható erőknek egy jól definiált határfelülete van. Ezen gondolatnak megfelelően, az egyes paraméterek változtatásával pedig tulajdonképpen a test inercia adatait, illetve az erők határfelületét változtatjuk.

### 4. Csontváz szint

Ezen a szinten már a jármű futóművét meghatározó alapvető geometria alakul ki. Olyan paraméterek kerülnek meghatározásra, mint például a futómű vázhoz való csatlakozásának pontjai, vagy épp a rugózás lengéstan paraméterei. Az ezen a szinten használt számítások, analízisek alapvetően a merevtest dinamikára épülő modelleket használnak, és az egyes iterációk során a végső cél, hogy a keréktalponti erők minden üzemállapotban a maximális mértékben ki legyenek használva. Ezen analízisek szolgálhatnak továbbá a következő szinten végezendő szilárdsági méretezésekhez, vagy éppen egyes gépelemek, csapágyak, kötőelemek kiválasztásához szolgáló bemenő adatokkal, az egyes csomópontokban ébredő erőkkel, azok időbeli lefutásával. A 3. ábra bal oldalán a bal hátsó futómű csontváz mo-

csontváz mo-dellje látható. Jól megfigyelhetőek a bekötési pontok térbeli helyzetét mutató pontok, és az egyes futó-műelemeket reprezentáló vonalak.



*3. ábra Bal oldalon a bal hátsó futómű csontváz modellje, jobb oldalon pedig az alkatrész modell*

## 5. Alkatrész szint

Miután a jármű csontvázmodellje is elkészült, tervezési folyamat utolsó része, az egyes alkatrészek és összeállítások megtervezése. Ezen a szinten zajlik a tényleges szilárdságtani méretezés, hiszen itt már a legrészletesebb modelleket használjuk, az egyes alkatrészek nem merev testekként vizsgáljuk, mint a csontváz szinten, hanem valós alakkal, és anyagra jellemző rugalmassággal rendelkező alkatrészekként tekintünk rájuk. Az alkatrész modellre mutat példát a 3. ábra jobb oldala. Ezen a szinten amennyiben megfelelő adatok állnak rendelkezésre topológiai optimalizálást, hő- és áramlástanai szimulációkat, vagy épp kifáradási számításokat végezhetünk.

## 6. Összefoglalás

A cikkben röviden bemutatásra került a Kecskeméti Főiskola Formula Student csapata által használt tervezési folyamat, melyet három főbb szakaszra bontottunk. Az egyes szakaszok bemutatása során szót ejtettünk az adott szinten használt modellekről, és az adott szakasz bemenő és kimenő adatairól. A tervezési folyamat ilyen szintű tagolásával jól tervezhetővé és nyomon követhetővé válik a diákok munkája, ami rendkívül nagy előny egy olyan tervezési projektben, amiben a résztvevők lényegileg a munka közben tanulják meg hogyan is lássák el feladataikat.

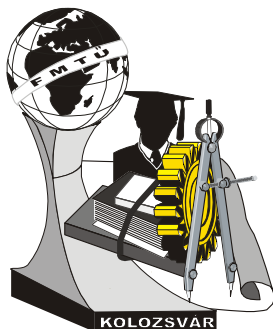
**Bári Gergely**, Tudományos Segédmunkatárs

Munkahely: Kecskeméti Főiskola, GAMF Kar, Mechanikai Technológia Szakcsoport

Cím: H-6000, Kecskemét, Izsáki út 10.

Tel: +36 76 516 488

E-mail: bari.gergely@gamf.kefo.hu



# XVI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2011. március 24–25.

## KÖRNYEZETVÉDELMI TERVEZÉS AKTUÁLIS KÉRDÉSEI

BERA József

### Abstract

During planning environmental protection arises as additional aspect in the commonly applied or rather traditional proceedings. The environmental effect of the establishments or the environmental load bearing on the buildings after the realization has a determinant role in the development of the circumstances of usage and functioning. Therefore, by nowadays the demand for environmental planning as wide as possible has appeared for which the results of the disposable and accomplished researches of various specialities can be applied. In the essay we have summarized those questions and answers of current concern that will be the hinges of the relation of planning and environmental protection in the future.

### Key words:

environmental protection, planning, sustainable development

### Összefoglalás

Tervezési feladatok során a szokásosan alkalmazott, illetve a hagyományos eljárásoknál járulékos szempontként jelenik meg a környezetvédelem. Létesítmények környezeti hatása, vagy az építményeket érő valamely környezeti terhelés ugyanakkor a megvalósulást követően már meghatározó szerepet kap a használati és a működési körülmények alakulásában. Ezért napjainkra megfogalmazódott az igény a minél szélesebb körű környezetvédelmi tervezésre, amihez a rendelkezésre álló, különböző szakterületeken elvégzett kutatások eredményeit használhatjuk fel. A dolgozatban azokat az aktuális kérdéseket és válaszokat foglaltuk össze, melyek a tervezés és a környezetvédelem kapcsolatának sarokkövei lesznek a jövőben.

### Kulcsszavak:

környezetvédelem, tervezés, fenntartható fejlődés

### 1. Bevezetés

A beruházási döntés előkészítésétől az építmény megtervezéséig, majd az építés utáni feladatok, így a használati funkciók szerinti belső terek kialakítása vagy egy technológia betelepítése olyan összetett folyamat, ami épületekre és épületcsoportokra irányul, ugyanakkor kezelnie kell a környezeti adottságokból eredő tényezőket is. A tervezési folyamat ezzel négy nagyobb feladatcsoportot fog át, így a települések és településrészek tervezését, egyes épületek kialakítását, a funkciók szerinti belső feltételek biztosítását és a technológiák működtetésének tervezését.

E négy feladatkör egymástól nem lehet független, kölcsönös viszonyukat egyenes és visszacsatolási kapcsolatok egyaránt jellemzik [1]. A keretet, így az alapvető feltételek megteremtését az épületnek helyet adó településrész és ingatlan környezeti adottságai jelentik. A külső környezeti adottságok több olyan jellemzővel bírnak, melyek az építmény és a kialakuló környezet minőségét egyaránt meghatározzák. Az elképzelt építmény – legyen épület vagy egy közút – megvalósíthatóságát tehát nemcsak a benapozás dönti el, számos tényezőt kell még figyelembe vennünk, mint a talajvíz és a vízelvezetés, a

környezeti zajterhelés, a légszennyezés, az infrastruktúra és a közlekedés hatása.

## **2. Környezetvédelmi szempontok**

A tervezési feladatokhoz kapcsolódó környezetvédelmi vizsgálatok eredménye, így az értékelés és amennyiben szükséges, a tervezett intézkedés (pl. műszaki megoldás a légszennyezés csökkentésére) a környezetvédelmi szempontú határértékeken alapul. Határértékkel való összevetés alapján mondjuk ki a környezetvédelmi megfelelést, vagy a várható környezetszennyezést.

A jelenleg széles körben elterjedt tervezési módszerek a határérték alapú minősítést követik, ennek megfelelően készül javaslat egy kiválasztott megoldásra, pl. műszaki zajcsökkentésre, porleválasztóra, vagy a csapadék- és a szennyvíz kezelésére. Ez sok esetben ahhoz vezet, hogy a határérték adta lehetőségek maximális kihasználása gátat szab a későbbi fejlesztéseknek, vagy már a tervezés és az engedélyezés fázisában az a következtetés vonható le, hogy az építmény megvalósítása csak korlátozottan lehetséges, illetve túl nagy költséggel oldható meg.

Ez a probléma egy új, a korábbiakhoz képest eltérő, jelenleg még kevés figyelmet kapott tervezői koncepció bevezetésével kezelhető, miszerint az előzetes tervezési fázisokban a lehetséges megoldások vizsgálata a tervezési folyamat szerves része legyen. Kutatási adatok [2] igazolják, hogy egy építési tevékenységnél, amikor a környezetvédelmi jellegű határértékek túllépése miatt látszólag lehetetlen vagy jelentős korlátozással valósulhat meg a tervezett építmény, egy másik, de hasonló eredménnyel bíró technológia választása megoldást nyújt az eredeti helyzetben becsült határérték túllépés megszüntetésére, a környezetterhelés csökkentésére.

Tehát célszerűnek látszik az olyan tervezési módszerek kidolgozása és bevezetése, melyek előnyben részesítik a lehetséges műszaki megoldások vizsgálatát, vagy legalább két alternatíva összehasonlító értékelését a környezetvédelmi követelményekre tekintettel, a kíméletes környezethasználatot megcélozva. Erre leginkább az előzetes, azaz a korai tervezési ütemekben nyílik lehetőség, megszabva a továbbtervezés szempontjait is.

## **3. Környezetvédelmi tervezés rendszere**

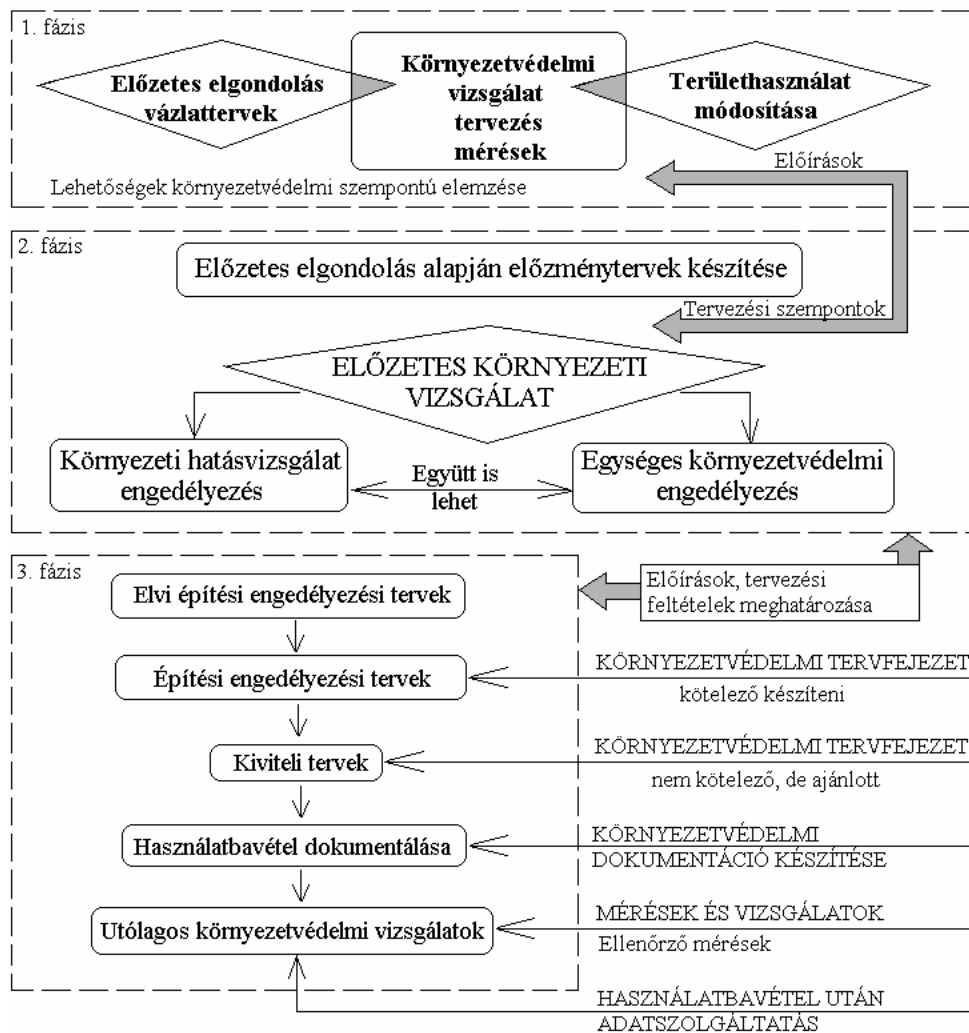
Beruházásoknál a tervezési, az építési és a megvalósulást követő üzemeltetési fázisokban tehát egyaránt visszatérő feladat egy-egy környezetvédelmi probléma megoldása. Ennek vonatkozásában hangsúlyozni kell azt a tényt, hogy a környezetvédelmi jellegű beavatkozások – pl. zajárnyékoló fal telepítése, porleválasztó beépítése – utólagosan mindig nagyobb költséggel végezhető el, mint előzetes tervezés alapján, a beruházás alapvető elemeként. De nem hanyagolható el az a szempont sem, hogy a környezetvédelmi követelmények „nem teljesülése” a működés megkezdésének akadálya is lehet.

Ezért a tervezés folyamatában a megelőzés elsődleges szerepet kap, vagyis előzetes vizsgálat, becslés vagy számítás alapján kell megmondanunk a várható környezeti hatás mértékét, a környezeti zajterhelést, a légszennyezést, a szennyvíz kibocsátás és a keletkező hulladékok adatait. Az előzetes vizsgálat

eredményét felhasználva már tervezhető lesz a környezetvédelmi intézkedés vagy beavatkozás is, ami visszahat az elképzelt építményre.

A megelőzés elvét tekintve azonban válaszra vár egy, a tervezési munka valamennyi fázisával összefüggésben felmerülő kérdés. Milyen mélységben és részletességgel szükséges a környezetvédelmi vizsgálatokat elvégezni, hogy a tervek adattartalma megfelelő legyen? Számolni kell a költség- és időtényezővel is, ami szintén befolyásolja egy-egy építés sikerességét vagy költséghatékonyágát.

A feltett kérdésre úgy adhatunk választ, ha a tervezés folyamatát és a kapcsolódó környezetvédelmi vizsgálatokat ütemekre bontjuk. Ezt az elvet tükrözi az Európai Unió számos országában az elmúlt évtizedben megjelent törekvés is, azonban a mai napig hiányosságot jelent annak pontos megítélése, hogy a különböző szintű tervezési fázisokhoz milyen jellegű és részletességgel kidolgozott vizsgálatra van szükség, illetve milyen pontosságú adatot állítsunk elő. Ezt a fajta bizonytalansági tényezőt kezelünk kell a tervezési folyamat egésze során akár a tervezési bizonytalanságok elkerülése, akár a beruházó és az érintett lakosság között kialakuló későbbi konfliktushelyzet megelőzése érdekében. A környezetvédelmi tervezésben fellelhető bizonytalanság áttekintéséhez nyújt segítséget az 1. számú ábra.



1. ábra. Környezetvédelmi tervezés folyamata



Fontos hangsúlyozni, hogy eltérő tervezési fázisokban más-más a tervek tartalma, tehát eltér a környezetvédelmi adatok részletességével szemben támasztott igény is, ami többek között abból adódik, hogy pontos, vagy véglegesített építési-, gépész- és technológiai tervek csak az építési engedélyezési fázisban állnak rendelkezésre. Éppen ezért az elvi építési engedélyezési fázis szintje előtt arra kell helyezni a hangsúlyt, hogy a környezetvédelmi szempontból kizáró okokat feltárjuk, illetve a továbbtervezés és az építés környezetvédelmi feltételeit meghatározzuk.

Tapasztalatunk szerint a gyakorlatban a tervezők nem használják fel kellő hatékonysággal a kutatási eredményeket, azaz elmarad a vizsgálati adatok figyelembe vételével tett megállapítások adaptálása. Ennek oka elsősorban annak tudható be, hogy a környezetvédelmi tervezési folyamat, illetve a tervezési fázisok feladatai nem ismertek kellő mértékben.

Mindeközben új kihívásként jelent meg a különböző lehetőségek, eltérő megoldások keresése a tervezés folyamatában annak biztosításával, hogy lehetőséget adjunk az eredeti elképzelésre való visszahatásra a tervezés során.

#### **4. Következtetések**

Környezetvédelmi tervezési folyamatokban a különböző tervfázisokhoz való kapcsolódás mellett az egymás feletti fázisok közötti egyenes és visszacsatolási kapcsolatok meghatározó szerepet játszanak abban, hogy a tervezett építmény minden tekintetben illeszkedjen környezetének kereteihez, vagyis a tevékenység és az épület – az ott elhelyezett technológia, az infrastruktúra, esetleg egy közút – között ne alakuljon ki környezetvédelmi eredetű konfliktushelyzet. A kutatási-fejlesztési eredmények mind hatékonyabb felhasználása a gyakorlatban olyan tervezési módszerek alkalmazását igényli, amikor a jelenleginél nagyobb hangsúlyt kapnak azok a környezetvédelmi tervezési feladatok, melyek szerepe – pl. előzetes vizsgálatok alapján – a kizáró okok keresése és feltárása, valamint a továbbtervezés környezetvédelmi feltételeinek meghatározása. Mindez elképzelhetetlen a tudományos kutatási eredmények megfelelő adaptálása útján nyert környezetvédelmi adatok felhasználása nélkül, egyben vizsgálni kell az adatok tartalmából és az értékelési módszerekből származó bizonytalanság csökkentésének lehetőségét is.

#### **Irodalom**

- [1] Reis Frigyes: *Az épületakusztika alapjai*, Terc, Budapest, 2003., 13. oldal
- [2] Bera József: *Ipari helikopteres repülés környezeti hatása*, Műszaki Tudomány az Észak-Alföldi Régióban konferencia előadásai, Debrecen, 2010., 89-94. oldal

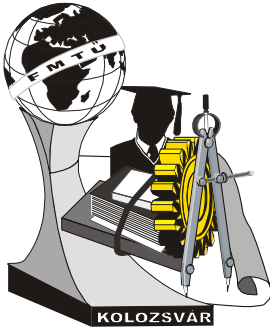
**Bera József** környezetvédelmi szakértő

Munkahely: Közép-Duna-völgyi Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Felügyelőség

Cím: Magyarország, 1072 Budapest, Nagydíófa utca 10-12.

Telefon: +361 478-4400

E-mail: bera@kdvktvf.kvvm.hu; berajo@kabelnet.hu



# XVI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2011. március 24–25.

## FORGÁSIRÁNY KAPCSOLÓ TENGELYKAPCSOLÓK ELEMZÉSE

BIHARI Zoltán, dr. SZENTE József

### Abstract

The roller freewheels are typically used in automotive starters, so-called Bendix drives. In this paper the operation is summarized shortly, and a method for the reconstruction of the geometry is presented.

### Key words:

Freewheel, clutch, logarithmic spiral

### Összefoglalás

A görgős szabadonfutókat leggyakrabban a gépjármű indítómotorokban alkalmazzák. Ezeket a szerkezeteket bendixnek is nevezik. A cikk röviden összefoglalja a görgős szabadonfutók működését, majd a geometriai rekonstrukció lehetőségeivel foglalkozik.

### Kulcsszavak:

görgős szabadonfutó, tengelykapcsoló, logaritmus spirális

## 1. Bevezetés

A gépjármű indítómotorok feladata az, hogy a belsőégésű motort az indításhoz szükséges fordulatszámmal megforgassák. A hajtás egyik eleme egy forgásirány-kapcsoló tengelykapcsoló. Ennek az a feladata, hogy a nyomatékot a hajtott oldalra továbbítsa, a hajtott oldalt megforgassa, majd a belsőégésű motor beindulását követően, amikor a hajtott oldal fordulatszáma meghaladja a hajtóét, oldja a kapcsolatot.

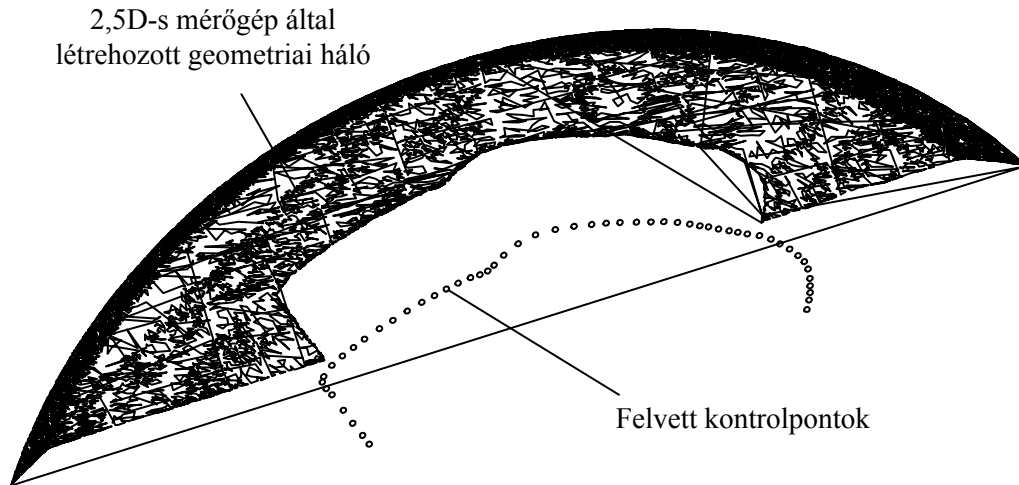
Korábbi cikkekben áttekintettük a görgős szabadonfutók működését, geometriáját, megvizsgáltuk a terhelhetőséget, a deformációk és a kopás hatását a tengelykapcsoló működésére [4], továbbá meghatároztuk az állandó zárószöget biztosító geometria feltételét [5]. Jelen dolgozatban egy olyan módszert mutatunk be, amely segítségével meghatározható a csillagkerék profilgörbéjének az alakja. A módszer lehetővé teszi ismeretlen szabadonfutók rekonstrukcióját.

## 2. A geometria meghatározása

A további feladat a csillagkerék profiljának rekonstrukciója. A feladatot először egy 2,5 D-s scannerrel végeztük el. Ennek eredménye a modell geometriai hálója (1. ábra), mely CAD rendszerrel közvetlenül megjeleníthető. A profil digitalizálására egy Roland gyártmányú PICZA Pix-4 típusú 2,5D-s mérőgépet használtunk. A letapogatás x és y irányban egyaránt 0,05 milliméteres hálósűrűséggel végez-

hető el. A függőleges, z koordináta pontossága 0,005 milliméter.

Az eljárás hátránya, hogy a burkológörbe közvetlenül nem olvasható le, a további vizsgálathoz szükséges kontrolpontok kijelölése manuálisan történhet az 1. ábrának megfelelően.

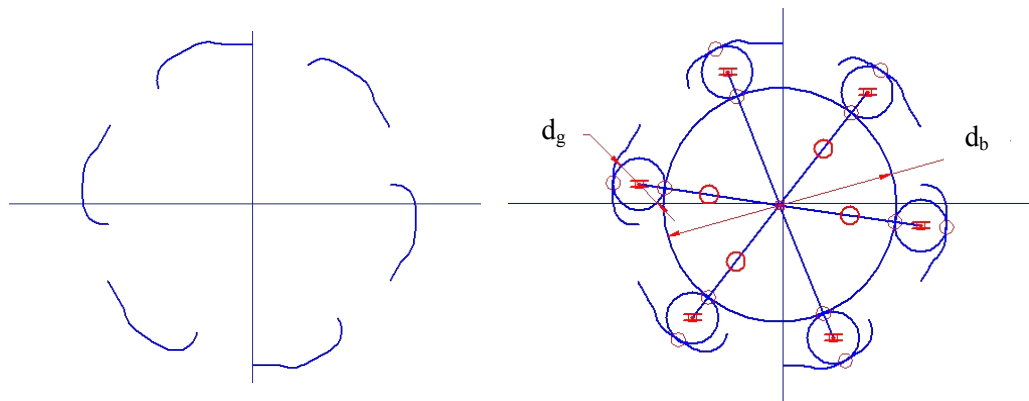


1. ábra 2,5 D-s scannelési eljárás

Ennek elkerülése érdekében a mérést egy DEA-IOTA 0102, portál típusú 3D-s mérőberendezésen megismételtük. Ennek eredménye a mért pontok x-y-z koordinátái voltak. Ezek a pontok CAD rendszerben megjeleníthetők, és görbe illeszthető rájuk. Az eljárás előnye, hogy a vizsgálat reprodukálható. A kérdéses zárószög vagy geometriai úton, vagy matematikai úton meghatározható. A hiba kizárólag a mérőműszer pontatlanságából, illetve a vizsgált darab gyártási pontatlanságából adódik. A mérőgép tengelyenként 0,002 milliméter pontossággal dolgozik.

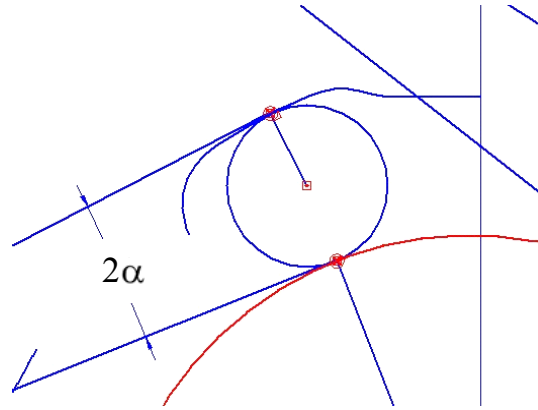
A mért pontokat a Solid Edge V20 CAD rendszerben jelenítettük meg, oly módon, hogy egy folytonos spline-t – Lagrange polinomot – illesztettünk a koordináták által leírt pontokra.

A következő lépésben az ábrán megjeleníthetők a görgők, valamint az agy átmérőjének megfelelő kör. Ezek helyzete geometriai kényszerek lekötésével megadható. Ha a megfelelő érintő kényszereket minden egyes görgő esetében lerögzítjük, megkapjuk a szabadonfutó egy lehetséges érintkezési állapotban lévő pozícióját (2. ábra).



2. ábra A görgők érintkezési pontjai

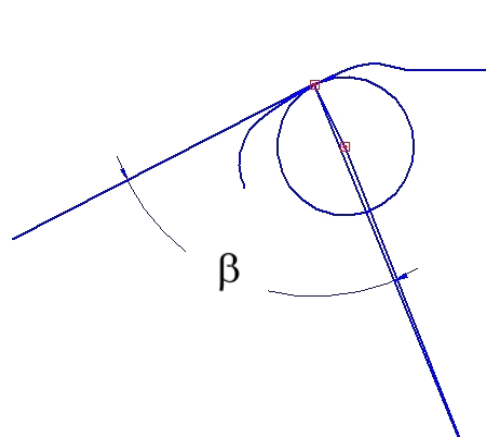
A szakirodalom szerint a ház profilja logaritmus spirális. Ez a görbe azzal a tulajdonsággal rendelkezik, hogy bármely pontjában történik is az érintkezés, az érintő szöge ( $\beta$ ) állandó, és ezzel a zárószög értéke is közel állandó marad. Megvizsgálva a felépített geometriai modellt, leolvashatók az egyes görgők esetében az érintkezési pontbeli zárószög értékek (3. ábra).



3. ábra A zárószög meghatározása

További feladat még a logaritmus spirális egyenletének felírása, és a benne szereplő paraméterek meghatározása. A görbe egyenlete a következő összefüggéssel határozható meg.

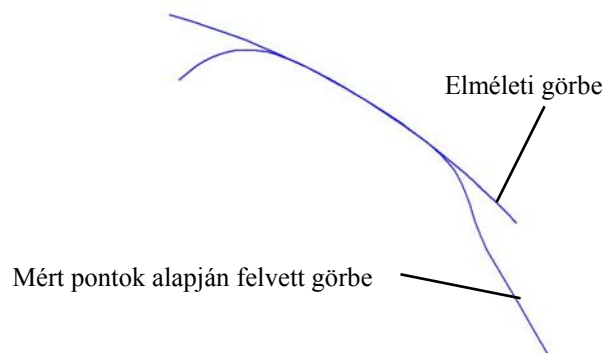
$$r_k = r_0 \cdot e^{\text{ctg} \beta \cdot \theta} \quad (1)$$



4. ábra Az érintőszög meghatározása

A logaritmus spirális polár-koordinátás alakjában szereplő két paraméter ( $r_0$ ,  $\beta$ ) ismerete elegendő információt nyújt a görbe rekonstrukciójához. A  $\beta$  szög a számítógépes modelltől leolvasható (4. ábra). Az  $r_0$  a logaritmus spirális egy adott tetszőleges kezdőszöghöz tartozó sugara. Ez a szerkesztett ábráról lemérhető.

Az egyenlet ismeretében a kérdéses görbe tetszőleges pontossággal megszerkeszthető és összehasonlítható a mérésből származó pontseregre illesztett szplájjal.



**5. ábra** Az elméleti és a valóságos görbe összehasonlítása

Az ábrán jól látható, hogy a két görbe jó egyezést mutat a kérdéses szakaszon. Méréssel meghatározható, hogy az elméleti görbe, valamint a mért pontok által felvett görbe legnagyobb eltérése esetünkben nem nagyobb, mint 0,01 milliméter.

### 3. Következtetés

Megállapítható tehát, hogy a mérőgéppel felvett pontokból rekonstruált görbe valóban logaritmus spirális, és a módszer az egyenlet meghatározására megfelelő pontosságú eredményt ad.

### Irodalom

- [1] Stölzle K., Hart S.: *Freilaufkupplungen*, Springer Verlag. Berlin, 1961
- [2] Terplán Z., Nagy, G., Herczeg, I.: *Különleges tengelykapcsolók*, Műszaki Könyvkiadó. Budapest, 1971. p. 689-709
- [3] Niemann G., Winter H.: *Maschinenelemente*, Band III. Springer Verlag. 1983. p. 270-290
- [4] Bihari Z., Sente J.: *Az állandó zárószög feltétele görgős szabadonfutóknál*, Gép LXI. évfolyam. 2010/9-10. p. 11-13
- [4] Sente J., Bihari Z.: *Szabadonfutó tengelykapcsolók vizsgálata*, Gép LVI. évfolyam 2005/11-12

Név: **Bihari Zoltán** egyetemi adjunktus

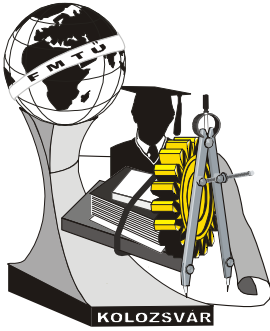
**dr. Sente József** egyetemi docens

Munkahely: Miskolci Egyetem Gép- és Terméktervezési Tanszék

Cím: 3515 Miskolc-Egyetemváros

Telefon / Fax: +36-46-327-643

E-mail: machbz@uni-miskolc.hu



# XVI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2011. március 24–25.

## KORSZERŰ GEOMETRIÁJÚ FORGÁCSOLÓLAPKÁK AZ OKTATÁSBAN

BIRÓ Szabolcs, dr. SIPOS Sándor, NAGY Attila

### Abstract

The present lecture is going to deal with the examination of modern products of three world-famous manufacturers within the scope of specialized higher education. A detailed introduction will be given about the examinations, carried out on inserts with the latest chipbreakers, and about the excellent chipbreaking performance and favorable force effects of the geometry. With the results of the measurements an opportunity has arisen for a novel type of modeling the force calculation.

### Keywords:

cutting, tool examination

### Összefoglalás

Az előadás három világhírű gyártó cég korszerű termékeinek a szakmai oktatás keretében történt vizsgálatával foglalkozik. Részletesen beszámol a legújabb forgácstörővel végzett kísérletekről, a geometria kiváló törőképességéről és kedvező erőhatásairól. A mérési eredmények alkalmat adtak az erőszámítás újszerű modellezésére is.

### Kulcsszavak:

forgácsolás, szerszámvizsgálat

### Bevezetés

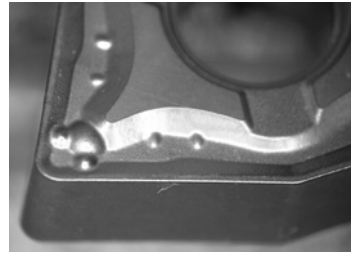
Az Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépészmérnöki Karán már hosszú ideje folynak kutatások a szerszámok forgácsolóképességének és az anyagok forgácsolhatóságának meghatározása céljából [1, 2]. Jelen cikkben két vizsgálatról számolunk be, amelyet a TaeguTec lapkákon, valamint két híres gyártó szerszámain végeztünk.

### Új fejlesztésű TaeguTec lapkák forgácstörő-képességi vizsgálata

A forgácsolás zavarmentes végrehajtásának igénye a felügyeletsszegény gyártás alapkövetelménye. Ezen belül fontos feladatot jelent a forgácstörés tervezhetősége, azaz a forgácsok kezelhető alakúra és kedvező méretűre történő feldarabolása már a művelet közben. Ezért került sor a forgácstörő-képesség komplex vizsgálatára, amelyet egy korábbi fejlesztésű WNMG080408-MT (**1. ábra**) és a legújabb törőgeometriával ellátott WNMG080408-PC (**2. ábra**) jelű lapkán végeztünk el a Forgácsolástechnológia számítógépes tervezése tantárgy keretén belül.



1. ábra MT geometria



2. ábra PC geometria

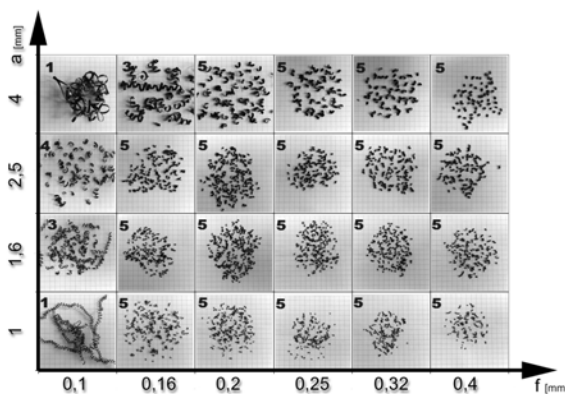
A hagyományosnál (MT jelű) nagyobb töröküszöböt tartalmaz a PC jelzésű. A tesztelt lapkákon elhelyezett alakzatok bemélyedéseket és kitüremkedéseket (ún. noppokat) tartalmaznak.

### Forgácstörési tabló felvétele

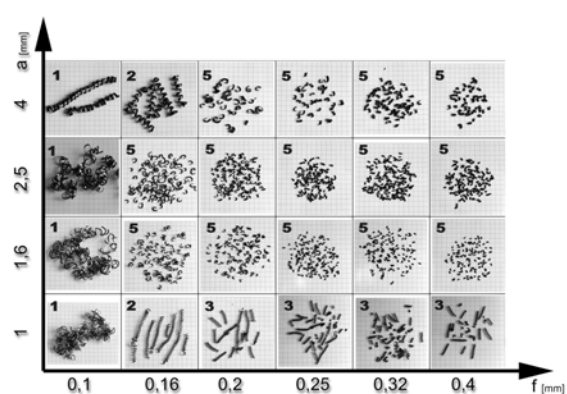
A DugardEagle BNC1840 típusú CNC-esztergán elvégzett forgácstörési vizsgálatokhoz C45 jelű, HB180-185 keménységű ötvözetlen szerkezeti acélt használtunk fel. Az Ø85×250 mm méretű próbadarabokat egységesen  $v_c=160$  m/min sebességgel forgácsoltuk, a következő fogásmélység és előtolás-értékekkel:

fogásmélység,  $a$ , mm: 1-1,6-2,5-4      előtolás,  $f$ , mm: 0,1-0,16-0,2-0,25-0,32-0,4

A forgácstörés hatékonyságának minősítése az egyes beállításokkor keletkezett forgácstípusok osztályokba való sorolásával történik [3]. Az ún. forgácsalak-osztály (FAO) öt csoportot különböztet meg: a legkedvezőtlenebb (hosszú, gubancos) forgácsalak 1 osztályzatú, a hosszú, spirál alakú már 2 érdemjegyű, a rövid, tömör spirál alakú forgács 3, a rövid spirál 4, míg a legkedvezőbb (C- vagy G-alakú) forgács ötös osztályzatot kap. A 3. ábra az MT, a 4. ábra pedig a PC törőgeometriával leválasztott forgácsok fotóit összesíti. Az egyes képek tartalmazzák az adott pontszámokat is.



3. ábra MT jelű forgácstörő



4. ábra PC jelű forgácstörő

A vizsgált geometriák komplex értékelése a [4] alapján hajtható végre. E szerint a 24 lehetséges beállítás maximálisan elérhető pontszáma  $5 \times 24 = 120$ . Az osztályzatokat összegezve és a maximális pontszámhoz viszonyítva olyan adathoz jutunk, amely - a vizsgált tartományon belül - kiválóan jellemzi a törőgeometria komplex forgácstörő-képességét.

1. táblázat Forgácsok alakváltozásai

	Fogásmélység, a, mm					
	1,6		2,5		4	
Előtolás, f, mm	MT	PC	MT	PC	MT	PC
0,1	2,53	2,56	2,76	2,51	2,56	2,40
0,16	2,39	2,24	2,28	2,37	2,20	2,01
0,2	2,13	2,29	1,99	2,26	2,14	1,94
0,25	2,02	2,13	1,62	2,23	2,14	1,99
0,32	2,07	2,24	1,64	2,23	2,04	1,91
0,4	1,85	2,51	1,87	1,78	1,91	1,93

	<b>MT lapka</b>	<b>PC lapka</b>
<b>Pontszám:</b>	<b>90</b>	<b>107</b>
<b>Százalék:</b>	<b>75%</b>	<b>~89,2%</b>

A 3. és 4. ábrákon közölt tabló legjellemzőbb pontja az a kritikus beállítás, amikor a forgács legalább közepes osztályzatú [5]. Bár mindkét forgácstörő közepes megmunkálási adatokhoz ajánlott, figyelemre méltó, hogy a PC jelzésű

változat már az a=1 mm fogásmélységnél is kezelhetőbb forgácsot választ le, mint az MT jelű. Ez az új fejlesztésű lapka fölényét és sokkal univerzálisabb alkalmazhatóságát mutatja: nemcsak nagyolás körülményei között, hanem félsimítási adatok beállításakor is kedvezően dolgozik.

### A forgácsalakváltozás vizsgálata

A leválasztott forgács mérésel megállapított vastagsága ( $h_{ch}$ , mm), valamint az elméleti forgácsvastagság hányadosa ( $h$ , mm) a forgács ún. makroszkopikus alakváltozását ( $\lambda_{ch}$ ) adja meg. Értéke acélok-nál: 1,5...6. Ennek a tényezőnek, valamint a működő homlokszögnek ( $\gamma_{eff}$ ) az ismeretében számítható a nyírási sík  $\Phi$  hajlásszöge, amely a forgácsalakváltozás mellett közvetett információt ad a forgácsleválasztás hatékonyságáról. Az 1. táblázat a forgács makroszkopikus alakváltozását adja meg a kétféle törőgeometria esetén.

A közölt értékekből az állapítható meg, hogy:

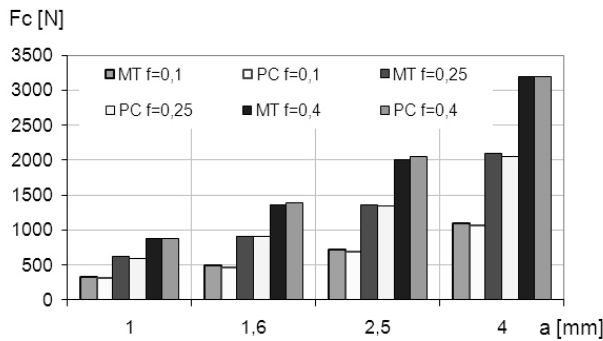
- a PC lapka az a = 4 mm fogásmélység esetében általában kb. 10 %-kal kisebb alakváltozást idéz elő;
- ennél kisebb (a < 4 mm) fogásmélységek esetén viszont rendre nagyobb alakváltozásra kényszeríti a forgácsot PC törőgeometriájú lapka. Ez érthető is, mert a forgácstöréshez mindig valamilyen meghatározott mértékű pótlólagos alakváltozást kell a forgácsnak kapnia ahhoz, hogy elfogadható mértékű feldarabolódást érjen el;
- A kisebb fogásvételeknél a mérési adatok bizonytalansága nagyobb, mert a csúcssugar környezetében leválasztott forgácsrészek vastagsága ingadozik. Evvel magyarázható a különböző előtolásoknál kapott alakváltozási értékek szóródása is.

### Az erőkomponensek vizsgálata

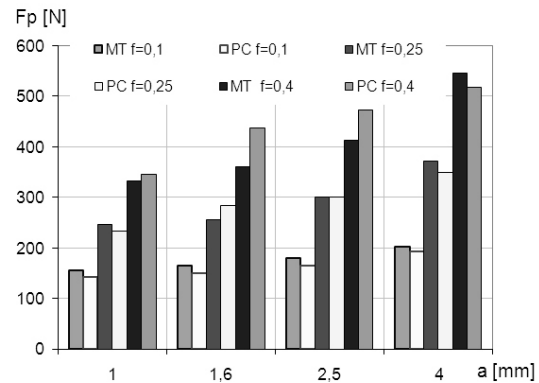
A forgácsoláskor fellépő erőkomponensek közvetlen hatással vannak a pontosságra (passzív erő), másrészt az ébredő forgácsolóerő egyenes arányban van a teljesítménnyel, így műveletnél elfogyasztott villamos energiára is hat. Ezek vizsgálata tehát kulcsfontosságú a lapkák minősítésekor. A vizsgálat elvégzéséhez Kistler 5019 típusú, 3 komponenses berendezést alkalmaztunk. Elemzésre



került mindhárom összetevő, tehát a forgácsolóerő ( $F_c$ ), az előtolás irányú ( $F_f$ ), valamint a passzív erő ( $F_p$ ). A mért átlagértékek egy részletét az 5. és 6. ábrán tüntettük fel.



5. ábra Az  $F_c$  forgácsolóerő alakulása



6. ábra Az  $F_p$  passzív erő alakulása

A közölt ábrákból kiderül, hogy lényeges eltérés nem mutatkozik a két lapka erőigénye között sem a forgácsolóerő, sem pedig a passzív erő vonatkozásában. Az utóbbi komponens vizsgálatából az állapítható meg (6. ábra), hogy a PC forgácsoló lapka némileg kedvezőbb értékeket produkál kis és nagy fogásvétel mellett, azonban a vizsgált adattartományban a legnagyobb különbség sem éri el a 10%-ot, azaz hatása nem számottevő.

### Az erőkomponensek modellezése

A korszerű vizsgálati módszerek lehetővé, a megváltozott forgácsolási körülmények pedig szükségessé tették modellek részbeni felülvizsgálatát. A tesztelt lapkákra az (1) egyenlet vonatkozik, az eredeti képlet szerint a „ $b$ ” forgácsolási szélesség lineárisan befolyásolja az erő alakulását. Ez a valóságban azonban nem így van, hiszen akkor minden egyes fogásmélység beállításakor a  $k_{1,1}$ , és  $q_c$  értékeinek – a mérési bizonytalanságot figyelembe véve – közel azonosnak kellene lenniük. Az általunk ajánlott modell számításba veszi azt a tény, hogy a szerszám „ $r_c$ ” csúcssugara miatt a fogásban lévő élvonalhossz nagysága nagyobb a forgácsolási szélességnél, valamint azt a jelenséget, hogy a forgácsnak a szerszám csúcssugarával érintkező része pótlólagos alakváltozást szenved. Ezek együttes hatását a (2) és (3) egyenletek fejezik ki. A forgácsolóerő komponensek számításához az általunk korrigált, (4) alakú képlet a 2. táblázatban szereplő  $k_{1,1}$  értékeket, valamint  $x_c$ ,  $C$  és  $y_c$  kitevőket tartalmazza.

2. táblázat Számított adatok

		$k_{1,1}$	$x_c$	$C$	$y_c$
$F_c$	MT	1614	-0,03	0,3	-0,20
	PC	1662	-0,03	0,3	-0,20
$F_f$	MT	434	0,12	0,7	-0,15
	PC	439	0,16	0,6	-0,17
$F_p$	MT	495	-0,53	0,5	-0,35
	PC	635	-0,66	0,3	-0,15

$$F_c = k_{c1.1}^* \cdot b \cdot h^{1-q_c^*} \quad [N] \quad (1)$$

$$k_{c1.1}^* = k_{c1.1} \cdot b^{x_c} \quad [N/mm^2] \quad (2)$$

$$q_c^* = C \cdot b^{y_c} \quad (3)$$

$$F_c = k_{c1.1} \cdot b^{1+x_c} \cdot h^{1-C \cdot b^{y_c}} \quad [N] \quad (4)$$

Az általunk kidolgozott (4) alakú modell mindhárom erőkomponens esetében adekvát módon írja le a beállított adatok és a mért erők összefüggését.

### Az erőkomponensek arányának modellezése

Az ébredő erő három komponense közül általában a forgácsolóerő a legnagyobb. A munkadarab anyagminősége és hőkezeltsége, valamint a szerszám kialakítása nagyban befolyásolja a másik két

3. táblázat Kétfaktoros regresszió eredményei

	$F_p/F_c$ erőarány	$F_f/F_c$ erőarány
<b>MT</b>	$\frac{F_p}{F_c} = 0,3 \cdot a^{-0,61} \cdot f^{-0,13}$	$\frac{F_f}{F_c} = 0,3 \cdot f^{-0,37}$
<b>PC</b>	$\frac{F_p}{F_c} = 0,4 \cdot a^{-0,64}$	$\frac{F_f}{F_c} = 0,3 \cdot a^{0,11} \cdot f^{-0,34}$

összetevő értékét. A kétféle forgácsoló alkalmazásával mért erőkomponensek hányadosát kétfaktoros regresszióval modelleztük, az eredményeket a 3. táblázat tartalmazza.

A modelleket elemezve látható, hogy:

- a passzív erő érzékeny a fogásmélységre, kitevője mindkét lapkánál szinte megegyezik és az  $F_p/F_c$  hányados értéke csökken. Az előtolás kitevőiből az olvasható ki, hogy az előtolás növelésével az MT esetében hányados csökken, a PC jelűnél viszont nem okoz szignifikáns változást.

- Az előtolás irányú erő modelljénél az látható, hogy a vizsgált hányados meghatározó mértékben az előtolástól függ, csökkenő tendenciájú, és, hogy a PC jelűnél a fogásvétel nagysága is befolyásoló tényezők közé tartozik.

### Összefoglalás, további feladatok

A két, különféle célból elvégzett vizsgálat összegzéseként megállapítható, hogy a TaeguTec cég sikeres innovációt hajtott végre forgácsolóiparjában a kifejlesztésekor. Az új, PC jelzésű törőgeometria csaknem minden szempontból eredményesebben szerepelt: bár az erőszükségletnél lényeges eltérés nem mutatkozott, a forgácsolás tekintetében viszont sokkal hatékonyabb volt. A kutatás eredményeként új erőmodellt alkottunk (lásd képlet), amelynek verifikálását a jövőben tervezzük. Az általunk vizsgált szerszámok jól segítették a szakirányú oktatást, e kezdeményezést továbbiakkal is bővíteni szeretnénk.

### Irodalomjegyzék

[1] dr. Sipos, S., Biró Sz.: *Forgácsolószerszámok vizsgálata a BMF Bányai Karán* Gépgyártás, XLVIII. évf. 2008/3. p. 96-99.

[2] dr. Sipos, S., Biró, Sz., Tomoga, I.: *A termelékenység és a minőség egyidejű növelése wiper élgeometriával* Gépgyártás, XLVI. évf., 2006/4. p. 17 – 24.

[3] Az ISG által gyártott lapkák forgácsolási tulajdonságainak vizsgálata (I. fázis) *A forgácsolás vizsgálata és számítógépes tárolásának megoldása* (Témavezető: dr. Sipos Sándor) Kutatási jelentés, ISG-BDGMF kutatás, SzM 523/1989. pp. 42.

- [4] dr .Palásti, K. B., Dajcs, L, dr .Sipos, S.: *ISG-gyártmányú lapkák forgácstörési tartományának vizsgálata* *Gépgyártástechnológia*, 1990/8. p. 346-351.
- [5] Li Zhou: *Machining Chip-Breaking Prediction with Grooved Inserts in Steel Turning*  
Ph.D. Research Proposal, Worcester Polytechnic Institute, USA, Dec. 2001. p.154.

**Biró Szabolcs**, intézeti mérnök

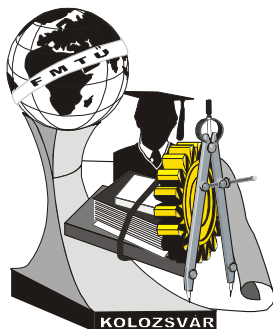
Munkahely: Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépészmérnöki Kar  
Cím: 1081 Budapest, Népszínház utca 8.  
Telefon: +36/1-666 5343  
E-mail: [biro.szabolcs@bgk.uni-obuda.hu](mailto:biro.szabolcs@bgk.uni-obuda.hu)

**dr. Sipos Sándor**, mestertanár

Munkahely: Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépészmérnöki Kar  
Cím: 1081 Budapest, Népszínház utca 8.  
Telefon: +36/1-666 5427  
E-mail: [sipos.sandor@bgk.uni-obuda.hu](mailto:sipos.sandor@bgk.uni-obuda.hu)

**Nagy Attila**, III. évf. hallgató

Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépészmérnöki Kar



# XVI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2011. március 24–25.

## A MŰSZAKI ANYAGTUDOMÁNY GYAKORLATORIENTÁLT OKTATÁSI STRUKTÚRÁJA

BITAY Enikő, BAGYINSZKI Gyula

### Abstract

On the field of engineering material science the interpretation of the accumulated huge experience and wide knowledge should be the systematized practice oriented (practical approach completed with exercises) education. This publication gives a schematic overview of the topics of the education of the engineering material science (firstly its mechanical engineering approaches) as a possible teaching structure with the help of illustrated figures.

### Key words:

structural materials, material properties, material structure, damaging of material, materials selection

### Összefoglalás

A műszaki anyagtudomány területén felhalmozott nagy mennyiségű és szerteágazó ismeret áttekintésének célszerű megoldása lehet a rendszerező szemléletű, gyakorlatorientált (praktikus megközelítésű, gyakorlatokkal kiegészített) oktatás. A cikk rendszerező ábrákkal illusztrálva, vázlatosan áttekinti a műszaki – azon belül is elsősorban a gépészeti irányultságú – anyagtudomány oktatása során tárgyalandó témaegységeket mint egy lehetséges oktatási struktúrát.

### Kulcsszavak:

szerkezeti anyagok, anyagjellemzők, anyagszerkezet, anyagkárosodás, anyagkiválasztás

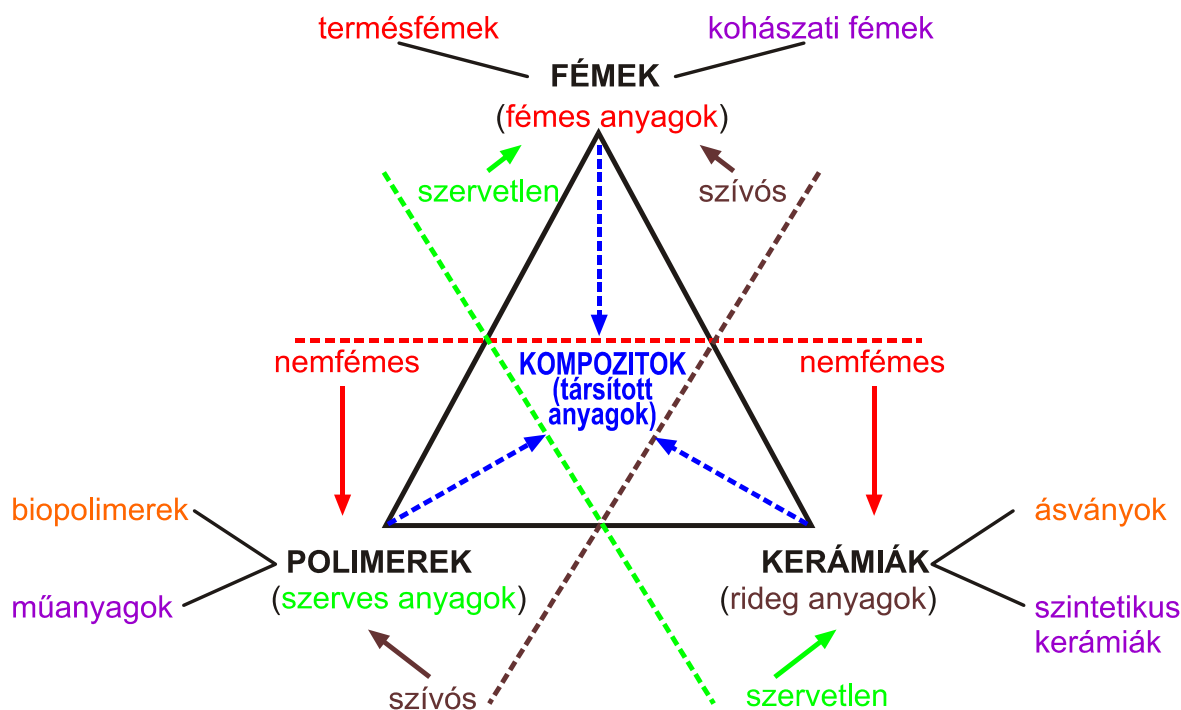
## 1. Bevezetés

A műszaki anyagtudomány tantárgyi keretében elsősorban azokkal a szilárd anyagokkal foglalkozunk, amelyek használati tárgyaink, eszközeink, szerszámaink, háztartási, illetve ipari berendezéseink, járműveink, épületeink és építményeink készítésére alkalmasak lehetnek. Ezen ún. szerkezeti anyagok különböző mechanikai, termikus, elektromos, mágneses, optikai és akusztikai, egyszóval fizikai tulajdonságai fontosak, azok teszik célszerű felhasználásra alkalmassá őket. A többi halmazállapot annyiban érdekes, amennyiben hozzájárulnak e szilárd szerkezeti anyagok, illetve a belőlük létrehozandó félgyártmányok (félkész vagy részben megmunkált termékek) és késztermékek előállításához.

## 2. Anyagok választéka

A szerkezeti anyagok (fizikai anyagok) köre szerves és szervesetlen anyagokat egyaránt tartalmaz (1. ábra). A szerves (organikus) anyagok élő szervezetek (élőlények) produktumaiból, bontás- vagy bomlástermékei-

ből származnak, melyek alapvetően szénvegyületek. Nem tartoznak ezek közé a szerves szén-oxidok és a karbonátok, de így is igen nagyszámú variációt reprezentálnak, mivel egy szénatom négy másik atommal (köztük további szénatomokkal) tud kötést létesíteni, ami az anyagfelépítés lehetőségeit rendkívüli mértékben megsokszorozza.



1. ábra. Szerkezeti anyagok rendszerezése

A szerves anyagok bioanyagok és műanyagok – közös elnevezéssel polimerek – lehetnek. A biopolimerek (szerves természetes anyagok) az állat- és növényvilág (fauna és flóra) közvetlenül nyerhető származékai. A szintetikus polimerek (szerves mesterséges anyagok) vagy műanyagok előállíthatók bioanyagokból (természetes alapú műanyagok), illetve leggyakrabban kőolaj-feldolgozási termékekből (mesterséges alapú műanyagok).

A szerves anyagok a különböző kémiai elemek és a vegyületeik, kivéve a már említett szerves vegyületeket. A szerves szilárd anyagok két nagy csoportja a többnyire jól alakítható (képlékeny, szívós), elektromosan vezető (kis fajlagos elektromos ellenállású) fémek és az alakíthatatlan (törékeny, rideg), többnyire elektromosan szigetelő (nagy fajlagos elektromos ellenállású) nemfémes kerámiák. Ezek részben a természetben is megtalálhatók felhasználható állapotban mint természetes fémek, illetve ásványok, részben különböző technológiák segítségével, bányászott földkéregbeli anyagokból állíthatók elő, mint kohászati fémek, illetve szintetikus kerámiák.

A szerkezeti anyagokat az alkotó atomcsoportjaikban lévő atomok száma szerint is megkülönböztethetjük. Nagyszámú atomot tartalmazó vegyületek alkotják a szerves természetes és mesterséges polimereket. Néhány atomot tartalmazó szerves vegyületek képezik a kerámiák csoportjának tagjait, míg a fémek jellemzően elemeket (esetleg nagyon egyszerű szerves vegyületeket) tartalmaznak.

A polimerek csoportján belül nagyjából fát, növényi és állati eredetű rostokat, szálakat, azaz biopolimereket dolgoznak fel. A különféle – általános vagy speciális alkalmazásokra kifejlesztett – szintetikus polimerek képezik a felhasznált polimerek mennyiségileg kisebb hányadát.

A keramikus anyagok esetében is hasonlóak az arányok, a természetes kerámiák (kőzetek, homok stb.) mellett a szintetikus úton előállítottak mennyiségi hányada kisebb, de minőségi választéka nagyobb. Míg a természetes kerámiák zömmel oxidosak, addig a mesterséges kerámiák választékában sokféle nemoxidos vegyület is fellelhető.

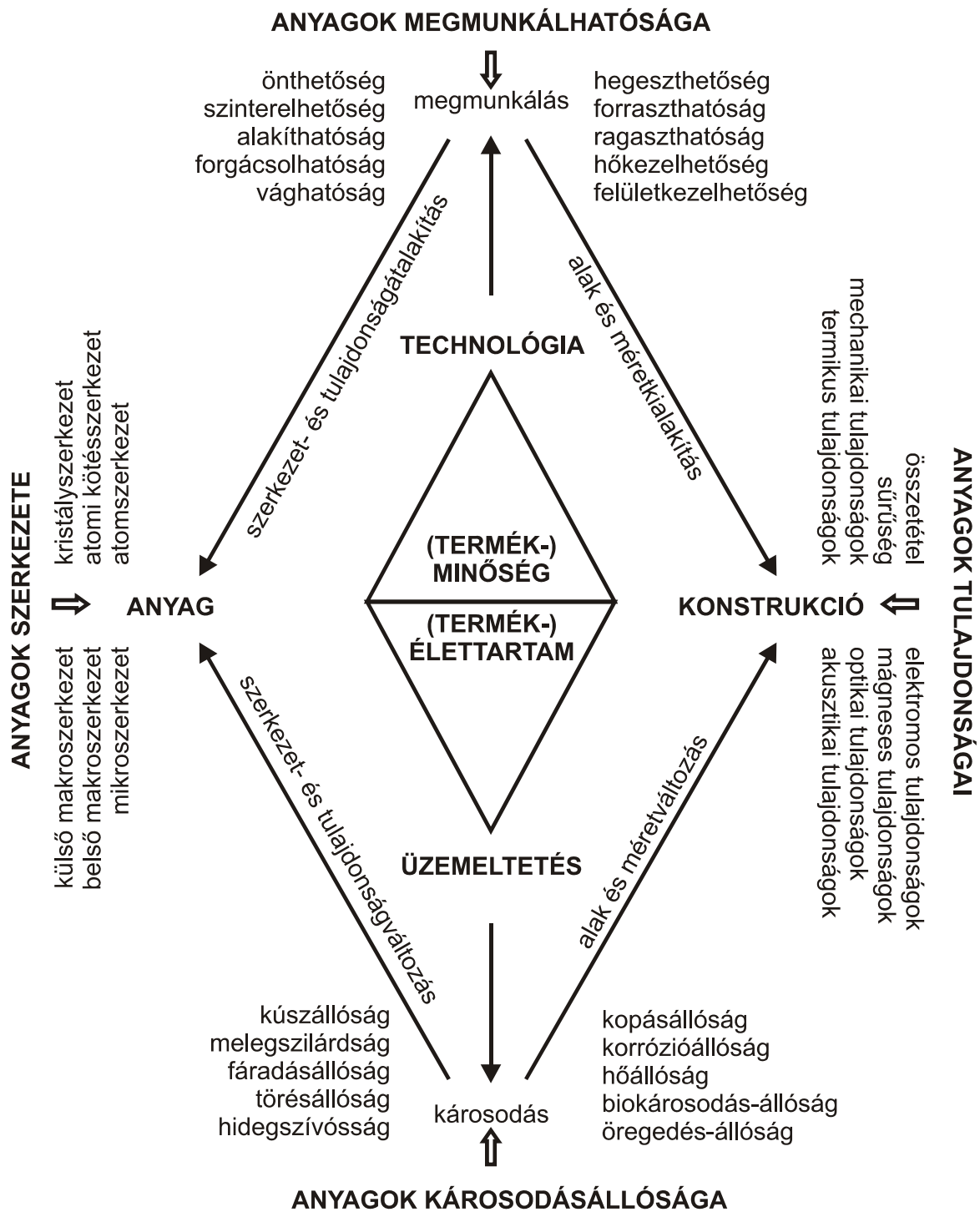
A fémek közül nagyon kevés és igen kis mennyiségben fordul elő tiszta formában a természetben, így ipari méretekben csak emberi beavatkozással előállított (kohászati) fémekről beszélhetünk. A felhasznált fémek körén belül a vasötvözetek dominálnak, jóval megelőzve az alumínium- és a rézötvözeteket. A többi fém együttes részesedése a fémfelhasználásból csak néhány százalékot tesz ki.

Nagyon különböző szerkezetű anyagok társítása, tulajdonságaik kombinálása során a különböző halmazállapotok adta lehetőségek is kihasználhatók. Ha az egyik szilárd, a másik olvadási állapotban van, akkor az olvadási állapotot a szilárd anyag szemcséivel összekeverve vagy kimerevített szálai közé öntve vagy hidrosztatikus nyomással folyamatosan bejuttatva (infiltráció) és megdermesztve szemcsés, illetve szálak kompozit hozhatunk létre. Ha az egyik anyag szilárd, a másik gőz állapotban van, akkor a gőzt a szilárd anyag felületére lecsapva (kondenzálva) bevonatos kompozit nyerhető. Ha mindkét anyag szilárd állapotban van, akkor a köztük juttatott kötőanyaggal pl. réteges kompozit gyártható.

### 3. Anyagok jellemzői

A szerkezeti anyagokból tervezett konstrukciókat készítünk különféle megmunkálási, gyártási folyamatokkal (technológiákkal). A létrehozott (termék)minőséget tehát a felhasznált anyag(ok), a kialakított konstrukció és az alkalmazott technológiá(k) határozzák meg. A megfelelőnek tartott anyaggal, konstrukcióval és technológiával a gyártó („eladó”) által létrehozott minőség önmagában nem tudja biztosítani a tervezett (termék)élettartamot. Tekintetbe kell venni a felhasználó („vevő”) általi üzemeltetést is, melynek során elhasználódási, károsodási folyamatok indulnak meg. Ezen termékminőség- és élettartam-tényezők kapcsolatszerét és egyben az anyagtudomány oktatásának javasolt témaegységeit szemlélteti a **2. ábra**.

Tehát célszerű, illetve szükséges foglalkozni az anyagok szerkezetével, választékával, konstrukciós tervezéshez alapot adó fizikai tulajdonságaival, technológiai szempontú megmunkálhatóságával, valamint üzemeltetés közbeni károsodásállóságával és ezek mérhetőségét, számszerűsíthetőségét, ellenőrizhetőségét – azaz az anyagminősítést – lehetővé tevő fontosabb vizsgálati módszerekkel. Ezeknek megfelelően – a **2. ábra** szellemében – állítható össze egy lehetséges gyakorlatorientált oktatási struktúra, melynek fő fejezetei a következők:



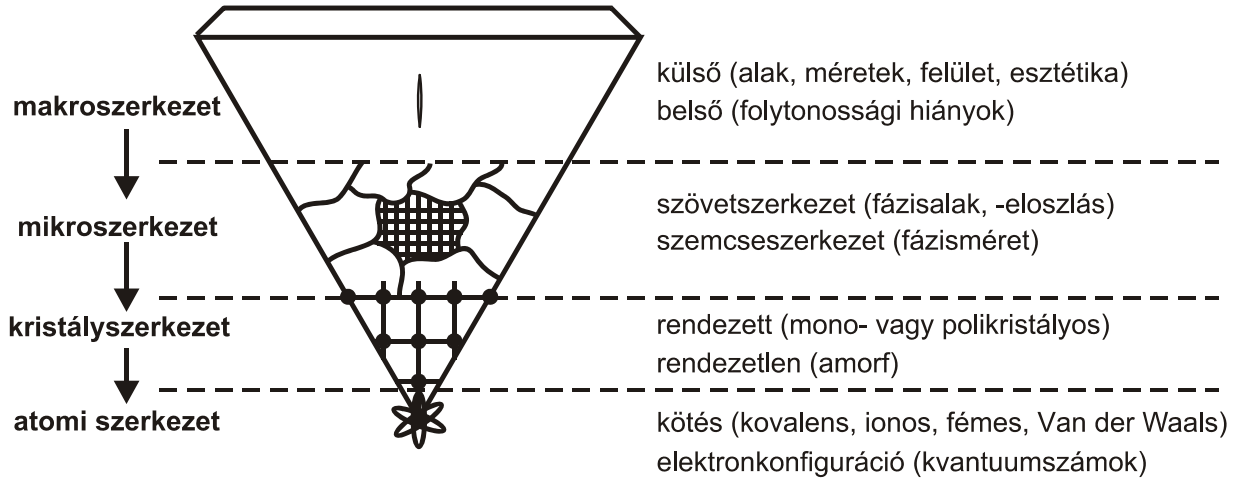
2. ábra. Anyagtudomány oktatási struktúrája

### 3.1. Anyagok szerkezete és szerkezetvizsgálata

A szilárd (fizikai) anyagok szerkezete pl. az egésztől a rész(let)ek felé (a nyilvánvalótól a kevésbé egyértelműig) haladva tekinthető át, hozzárendelve az anyagszerkezet egyes szintjeihez a jellemző szerkezetvizsgálati módszereket. Az anyagszerkezet vizsgálata magában hordja azt az igényt, hogy közvetlenül, vagy közvetetten (vizsgálóeszközök felhasználásával) „láthatóvá” tegyük az anyagfelépítés különböző szintjeit, illetve az azokra valamilyen formában utaló jeleket és a kapott információk alapján értelmezzük

az anyagok tulajdonságait.

A vizsgálóeszköz felbontóképességéhez igazodva szokás makroszkopikus, mikroszkopikus, szubmikroszkopikus és atomi szintű szerkezetről beszélni (3. ábra). Ezek az emberi szem, a fénymikroszkóp és a különböző elektronmikroszkópok felbontóképességével észlelhető részletekre utalnak.



3. ábra. Anyagok szerkezeti szintjei

A makroszerkezet értelmezhető az anyag(darab) külső megjelenésére (geometria) mint külső makroszerkezetre és belsejére (folytonosság) mint belső makroszerkezetre. Tovább részletezve beszélhetünk a mikro-szerkezetről, majd a mikroszerkezetet boncolgatva eljutunk a szubmikroszkopikus kristályszerkezethez. Végül az anyag számunkra fontos tulajdonságait még lényegesen befolyásoló atomi szintű kötés szerkezethez, illetve az atomszerkezethez érünk.

A szerkezetvizsgálatok, illetve azok technikai háttere ismertetésének célja vizsgálati elvek bemutatása és ezen keresztül annak igazolása, hogy az anyag szerkezetének különböző szintjei megfelelő eszközökkel észlelhetők, azaz nem csak modelleken, feltételezéseken alapulnak. A vizsgálati eszközök, illetve módszerek noha eléggé különbözőek, abban közösek, hogy információjuk előállítója, illetve hordozója valamilyen sugárzás, ami kétféle lehet: elektromágneses (fény-, röntgen-) vagy korpuszkuláris, azaz részecske- (elektron-, neutron-) sugárzás. A vizsgálatok nagyobb része az anyagminta felületén (külső felszínen), kisebb része annak térfogatán (belső egészen) végezhető el. A felület lehet az anyagi test külső határa, belsejét láttató metszete vagy törete.

### 3.2. Anyagtulajdonságok és minősítésük

Az anyagok konstrukciós tulajdonságai és az azokhoz kapcsolódó vizsgálati módszerek a tervezési (anyagkiválasztási) követelményeket elégítik ki, továbbá lehetőséget adnak összehasonlításra, illetve a szabványosítást is szolgálják (4. ábra). A szerkezeti anyagok fizikai anyagok, ezért tulajdonságaik közül a fizikai (mechanikai, termikus, elektromos, mágneses, optikai, akusztikai) tulajdonságaik szolgálnak minősítésük alapjául.





4. ábra. Szabványos anyagminősítés tulajdonságegyüttese

Mivel színállapotban (nagy tisztasággal) kevés anyag áll rendelkezésre, sőt legtöbb esetben többalkotós anyagok előállítására törekszünk, így fontos a szerkezet- és tulajdonságbefolyásoló összetétel ismerete is. Szintén nagy jelentőségű az anyagszerkezetből következő sűrűség is, mely meghatározza a készítő termék tömegét, és lehetőséget ad az anyag kiválasztáshoz, összehasonlításokhoz fajlagos mutatók (pl. szilárdság és sűrűség hányadosaként értelmezett fajlagos szilárdság) számítására.

Szerkezeteink jelentős része összetett igénybevételeknek van kitéve, az összetevők elemzésénél el kell dönteni, melyik közülük a mértékadó, azaz a stabilitást, biztonságot, élettartamot leginkább befolyásoló. Pl. egy hídszerkezet esetében a statikus (időben állandó → önsúlyból származó) és dinamikus (időben változó → rajta lévő forgalom ingadozásából eredő) mechanikai igénybevételek a meghatározók, ha a termikus igénybevétel káros hatásának kiküszöbölését célozva az egyik megtámasztást görgősre tervezzük, hogy az akadályozott hőtágulásból ne keletkezzenek belső feszültségek, azaz a híd dilatációra (szabad „hőmozgásra”) legyen képes. A szintén fellépő, anyagvastagság-csökkentő hatású korróziós igénybevétel káros következményeit megelőzhetjük gondosan tervezett és kivitelezett védőbevonat-rendszer alkalmazásával.

Vagy pl. az elektromos távvezetékek anyagainak egyszerre kell megfelelniük elektromos, mechanikai, korrózióállósági és gazdaságossági követelményeknek. Elsődlegesnek tűnő szempont a minél jobb elektromos vezetőképesség, ami elsősorban színtémekre teljesül, viszont ezeknek kicsi a mechanikai terhelhetőségük, ráadásul közülük kevésbé jöhetnek szóba a nagyobb sűrűségű anyagok, hiszen a mechanikai terhelés nagyobb részét a sűrűséggel arányos önsúly jelenti. Tehát kisebb sűrűségű és a teherbírásnövelés céljából ötvözött (bár így rosszabb vezetőképességű) anyagokra van szükség. Ha ezeket figyelmen kívül hagyjuk,

akkor sűrűbben (jelentős többletköltséggel) kell a tartóoszlopokat telepíteni, hogy a maximálisan megengedett belógást ne lépjük túl. A korrózióállóság kevésbé jelent problémát, mert a jó elektromos vezetékanyagok általában jó korrózióállóságúak.

### 3.3. Anyag megmunkálhatósága és technológiai próbái

Az előállított szerkezeti anyagainkat rendszerint további technológiai műveleteknek vetjük alá, ezért az anyagok adott célra történő kiválasztásánál azok szükséges, illetve lehetséges technológiákkal való megmunkálhatóságára (technológiai tulajdonságaira) is tekintettel kell lenni (**5. ábra**).

Az előállított alapanyagokból, illetve félkész gyártmányokból (előgyártmányokból, pl. rúd, lemez, cső, tömb, por) további megmunkálásokkal gyárthatók a különféle rendeltetésű késztermékek. Az alkalmazható anyagtechnológiák három nagy csoportja az alakadó, a kötő és a szerkezetváltoztató technológiák:

- az alakadó technológiák alkatrészek alapanyagokból vagy félkész termékekből kiinduló előállítására, illetve megmunkálására;
- a kötő technológiák alkatrészek egyesítésére, illetve szerelésére;
- a szerkezetváltoztató technológiák – az előző technológiák valamely szakaszán – az alkatrész anyaga szerkezetének és ezáltal tulajdonságainak módosítására irányulnak. Az egyes anyagtechnológiai folyamatok során különböző segédanyagok alkalmazására is szükség van, melyek elsősorban hűtő-kenő vagy védő funkciót ellátó, az egyes megmunkálások végtermékébe nem beépülő anyagok.

Az anyagok technológiai jellemzői sokszor nem adhatók meg számszerűen, képletek segítségével, mint az előzőekben említett fizikai tulajdonságok nagy része. A technológiákra való alkalmasság megítélése általában sokváltozós probléma, a minősítési célú technológiai vizsgálatok elsősorban adott körülményekre érvényes rangsor megállapítására (anyagok összehasonlítására), illetve relatív értékek képzésére adnak módot. Tulajdonképpen az anyagok megmunkálhatóságát minősítő technológiai vizsgálatok (próbák) jó része a technológia egyfajta – bizonyos szempontokat kiemelő – modellje, illetve bonyolult folyamatok helyettesítése egyszerűbben kivitelezhetővel.

### 3.4. Anyagok károsodásállósága és károsodásvizsgálatai

A technológiaként alkalmazott megmunkálási, gyártási folyamatokkal a megtervezett konstrukció alakját és méreteit alakítjuk ki, illetve a kiválasztott anyagok szerkezetét és tulajdonságait átalakítjuk a követelményeknek, igényeknek megfelelően.

MEGMUNKÁLHATÓSÁG ALAKADÓ TECHNOLÓGIÁKKAL				
önthetőség	szinterelhetőség	alakíthatóság	forgácsolhatóság	vághatóság
elvesző (keramikus keverékből készített) öntőformába	porkohászattal (fémes és keramikus komponensekből)	térfogatalakítással („hosszú” félkész gyártmányból indulva)	szabályos szerszámélekkel, ill. éllelrendezéssel	szilárd elmozduló vágóélekkel
elvesző (pl. viasz) vagy tartós (pl. fa) mintával kialakított formaüregbe	álötvetetek előállítása céljából	hidegen ( $T_0 \leq T \leq T_{\text{rekr.}}$ ) vagy melegen ( $T_{\text{rekr.}} \leq T \leq T_{\text{olv.}}$ )	egyélű vagy többélű (egy vagy több ponton ható) szerszámmal	alakító vagy forgácsoló vágással
tartós (fémes ötvözetből készített) öntőformába	porkeramizálással (csak keramikus komponensekből)	lemezalakítással („hosszú” félkész gyártmányból indulva)	szabálytalan szerszámélekkel, ill. éllelrendezéssel	nem szilárd átáramló vágóközegekkel
gravitációs, nyomásos vagy centrifugális kokillaöntéssel	szinterkeramiák előállítása céljából	hidegen ( $T_0 \leq T \leq T_{\text{rekr.}}$ ) vagy melegen ( $T_{\text{rekr.}} \leq T \leq T_{\text{olv.}}$ )	egyélű vagy többélű (egy vagy több ponton ható) szerszámmal	eróziós vagy termikus vágással
MEGMUNKÁLHATÓSÁG KÖTŐ ÉS RÖGZÍTŐ TECHNOLÓGIÁKKAL			MEGMUNKÁLHATÓSÁG ANYAGSZERKEZET- VÁLTOZTATÓ TECHNOLÓGIÁKKAL	
hegeszthetőség	forraszthatóság	ragaszthatóság	hőkezelhetőség	felületkezelhetőség
kisebb T hőmérsékleten			anyagszerkezeti egyensúlytól eltérítő hatással	anyagfelvitel nélküli felületkezeléssel
$T \leq T_{\text{olv.}}$ hőmérsékletű sajtoló hegesztéssel	$T \leq 450^\circ\text{C}$ hőmérsékletű lágyforrasztással	$T \leq 100^\circ\text{C}$ hőmérsékletű hidegragasztással	általában nagyobb hőmérsékletről (gyors) hűtéssel	kezelendő felület olvasztásával vagy anélkül
nagyobb T hőmérsékleten			anyagszerkezeti egyensúlytól irányuló hatással	anyagfelvitellel járó felületkezeléssel
$T_{\text{olv.}} < T < T_{\text{forr.}}$ hőmérsékletű ömlesztő hegesztéssel	$450^\circ\text{C} < T < T_{\text{olv.}}$ hőmérsékletű keményforrasztással	$100^\circ\text{C} < T < 200^\circ\text{C}$ hőmérsékletű melegragasztással	általában kisebb hőmérsékletről (lassú) hevítéssel	kezelendő felület olvasztásával vagy anélkül

5. ábra. Anyagok megmunkálhatósági szempontjai

Az üzemeltetés során azonban olyan elhasználódási, károsodási folyamatok indulnak meg, melyek a gyártmány, termék élettartamát befolyásoló alak-, méret-, illetve szerkezet- és tulajdonságváltozásokat eredm-

nyeznek. Az üzemeltetés tárgyi és személyi feltételeitől egyaránt függ, hogy ezek a változások mikor (a tervezett élettartamon belül vagy kívül) érik-e el a kritikus (használhatóságot megkérdőjelező) értéket. Például a repülőgép szárnyának fáradásállóságát – a változatos időjárási, légköri viszonyok miatt – a repülőgép útvonalai is befolyásolják. Egy tengerjáró hajó testének töréssel szembeni biztonságát – pl. a jéghegyek mechanikai és hőmérsékleti hatásai miatt – szintén befolyásolják az üzemeltetési útvonalak.

Az üzemelés során a terméket, illetve annak anyagát érő mechanikai, termikus, vegyi, biológiai, elektromos, mágneses, sugár- és hanghatások, igénybevételek által kiváltott elhasználódási, károsodási formák (**6. ábra**) sokfélék. A rövid üzemelés során fellépő károsodási folyamatok nem lehetnek meghatározók egyetlen termék esetében sem, ezek megelőzése alapvető tervezési, gyártási, üzemeltetési és ellenőrzési (állapotfelügyeleti) feladat.

A hosszabb üzemelés (tartós használat) során fellép(het)ő károsodás-felhalmozódási folyamatok érint(het)ik a termék anyagának egészét (nem lokalizáltak), vagy egy résztartományát (lokalizáltak), miközben a biztonságos üzemeltetés szempontjából eredetileg helyesen megválasztott anyagtulajdonságok megváltoz(hat)nak.

Ezen károsodás-felhalmozódási folyamatok vizsgálatával lehet az anyagok károsodásállóságát (károsodással szembeni ellenállását) megítélni, rangsorolni, illetve az ún. maradék-élettartamot (hátralévő üzemidőt) becsülni. A károsodásállóság – az anyagok megmunkálhatóságához hasonlóan – sok esetben nem jellemezhető konkrét mérőszámokkal, hanem a (rendszerint nagyszámú) befolyásoló tényezők segítségével háttértékeket, kritériumokat lehet felállítani, tervezési, gyártási és üzemeltetési szempontokat lehet megadni. Az igazán korrekt károsodásállósági jellemzőket nem modell- (próbatest-) kísérletekből, hanem üzemzerű (gyártmány-) vizsgálatokból lehet nyerni, egy-egy konkrét esetben.

#### **4. Anyagkiválasztási szempontok**

Az anyagkiválasztás szempontjai (**7. ábra**) egyrészt mérnöki (műszaki), másrészt menedzseri (gazdasági) oldalról közelíthetők meg. Ha egy termék funkcióját nem, vagy nem a megkövetelt biztonsággal vagy nem az elvárható élettartamig képes ellátni, akkor a gazdaság(osság)i megfelelésége ellenére a piac elutasítására talál. Természetesen a műszakilag tökéletes termék gyártásának is akkor van értelme, ha annak előállítási költségét vagy a vele elérhető költségmegtakarítást a piac az árban elismeri, azaz a termék vevőre talál. Például növelt szilárdságú könnyűfém-ötvözetekből készült járművekben az elért súlycsökkenés jelentős üzemanyag-megtakarítást s ezáltal kisebb üzemeltetési költségeket, sőt károsanyag-kibocsátás csökkentést tesz lehetővé, mindemellett az ilyen ötvözetek újrahasznosítása is nagyobb arányú szokott lenni.

rövidebb üzemelés során fellépő, makroszkopikusan lokalizált károsodási folyamatok				hosszabb üzemelés során fellépő, makroszkopikusan nem lokalizált   lokalizált károsodás-felhalmozódási folyamatok			
tervezési, kivitelezési hibával és/vagy nem rendeltetésszerű használattal összefüggő folyamatok				fizikai elváltozásokkal és/vagy kémiai átalakulásokkal összefüggő folyamatok		folytonossági hiányok keletkezésével és/vagy növekedésével összefüggő folyamatok	
rugalmas		képlékeny		anyagfolytonosság megszakadása			
nagy deformáció	instabilitás	nagy deformáció	instabilitás				
beszorulás	kihajlás	megfolyás	kontrakció	törés	<p><b>reológiai károsodás:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- kúszás (alakváltozás)</li> <li>- relaxáció (feszültségváltozás)</li> </ul> <p><b>melegszilárdság-csökkenés:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- kilágyulás (terhelhetőség csökken)</li> <li>- megeresztődés (kopásállós. csökk.)</li> </ul> <p><b>öregedés:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- sugárzásos ridegedés</li> <li>- klimatikus ridegedés</li> </ul> <p><b>kopás:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- adhéziós kopás: <ul style="list-style-type: none"> <li>- hideghegedéses kopás</li> <li>- meleghegedéses kopás</li> </ul> </li> <li>- tribokémiai kopás: <ul style="list-style-type: none"> <li>- kenéstechnikai kopás</li> <li>- illesztéstechnikai kopás</li> </ul> </li> <li>- felületi korrózió: <ul style="list-style-type: none"> <li>- passzíváló korrózió</li> <li>- egyenletes korrózió</li> </ul> </li> <li>- anyagon belüli korrózió: <ul style="list-style-type: none"> <li>- szelektív korrózió</li> <li>- általános korrózió</li> </ul> </li> <li>- oxidáció</li> <li>- gyulladás</li> <li>- lebomlás (vegyhatásos károsodás)</li> </ul> <p><b>hidegszívósság-csökkenés:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- üttömunka-csökkenés</li> <li>- átmeneti hőmérséklet-növekedés</li> </ul> <p><b>törés:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- képlékeny (stabil) törés</li> <li>- rideg (instabil) törés</li> </ul> <p><b>hidegszívósság-csökkenés:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- üttömunka-csökkenés</li> <li>- átmeneti hőmérséklet-növekedés</li> </ul> <p><b>kopás:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- abrazív kopás: <ul style="list-style-type: none"> <li>- forgácsoló kopás</li> <li>- erodáló kopás</li> </ul> </li> <li>- fáradásos kopás: <ul style="list-style-type: none"> <li>- pittingképződéses kopás</li> <li>- rétegfelbomlásos kopás</li> </ul> </li> </ul> <p><b>korrózió:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- behatoló korrózió: <ul style="list-style-type: none"> <li>- lyukkorrózió</li> <li>- feszültségkorrózió</li> </ul> </li> <li>- anyagok közötti korrózió: <ul style="list-style-type: none"> <li>- réskorrózió</li> <li>- kontaktkorrózió</li> </ul> </li> </ul> <p><b>hőkárosodás:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- termikus fáradás</li> <li>- hősokk</li> </ul> <p><b>biokárosodás:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- elfogyás (rágásos károsodás)</li> </ul>		

6. ábra. Anyagkárosodás formák

A 7. ábrán látható szempontok köre korántsem teljes, egy-egy konkrét esetben más fejlemények is felmerül(het)nek, vagy nem kell minden szempontot figyelembe venni a végső döntés mérlegelésekor, meghozatalakor.

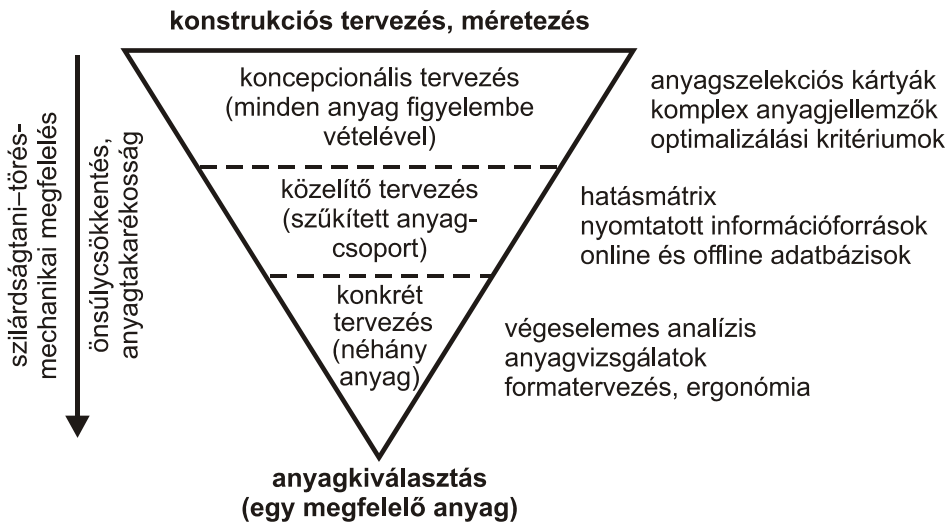
A szerkezeti anyagok úgymond piaci választéka igen nagy számú és folyton bővülő anyagféleséget jelent, amit hagyományos módszerekkel áttekinteni, elemezni gyakorlatilag lehetetlen. A problémát tovább bonyo-

<p><b>TERVEZÉSI SZEMPONTOK:</b></p> <p>Konceptcionális tervezéshez:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- komplex anyagjellemzők</li> <li>- anyagszelekciós kártyák</li> <li>- optimalizálási kritériumok</li> </ul> <p>Közelítő tervezéshez:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- hatásmátrix módszer</li> <li>- nyomtatott információforrások</li> <li>- online és offline adatbázisok</li> </ul> <p>Konkrét tervezéshez:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- végeelemes analízis</li> <li>- anyagvizsgálatok</li> <li>- formatervezés (design)</li> </ul>	<p><b>BIZTONSÁGI SZEMPONTOK:</b></p> <p>Biztonsági tényező:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- anyagtulajdonság várható értéke</li> <li>- igénybevétel várható értéke</li> <li>- várható értékek hányadosa</li> </ul> <p>Meghibásodási valószínűség:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- antagtulajdonságok szórása</li> <li>- igénybevétel szórása</li> <li>- eloszlásfüggvény értéke</li> </ul> <p>Megbízhatóság:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- teherbírás-variancia együtthatója</li> <li>- terhelésvariancia együtthatója</li> <li>- variancia-együtthatók különbsége</li> </ul>
<p><b>SZABVÁNYÜGYI SZEMPONTOK:</b></p> <p>Szabványos anyagminőségek:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- mechanikai tulajdonságok szerint</li> <li>- kémiai összetétel szerint</li> <li>- félgyártmány alak és méret szerint</li> </ul> <p>Szabványos konstrukciók:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- alkatrészek</li> <li>- részegységek</li> <li>- szerkezetek</li> </ul> <p>Szabványos jelölésrendszerek:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- MSZ (Magyar Szabvány)</li> <li>- (MSZ) EN (Euronorm)</li> <li>- (MSZ) ISO (International Standard)</li> </ul>	<p><b>MINŐSÉGÜGYI SZEMPONTOK:</b></p> <p>Szervezeti feltételek:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- működőképes minőségügyi rendszer</li> <li>- akkreditált beszállítók</li> <li>- üzemalkalmasság, referenciák</li> </ul> <p>Személyi feltételek:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- vezetőség egyértelmű hatáskörökkel</li> <li>- megfelelő (szak)személyzet</li> <li>- minőségügyi megbízottak</li> </ul> <p>Tárgyi feltételek:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- beszállítói jegyzék</li> <li>- műbizonylat</li> <li>- jelölés, raktározás, kezelés</li> </ul>
<p><b>ÖKOLÓGIAI SZEMPONTOK:</b></p> <p>Energiatartalom:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- tömegegységre vonatkoztatva</li> <li>- térfogategységre vonatkoztatva</li> <li>- termékegységre vonatkoztatva</li> </ul> <p>Reciklálási hányad:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- mért újrahasznosítási mérték</li> <li>- becsült újrahasznosítási mérték</li> <li>- számított újrahasznosítási mérték</li> </ul> <p>Környezetkonformitás:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- biomimetrikai kialakítás</li> <li>- biokompatibilitás</li> <li>- környezetszennyezés</li> </ul>	<p><b>ÖKONÓMIAI SZEMPONTOK:</b></p> <p>Anyagköltségek:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- nyersanyag</li> <li>- alapanyag</li> <li>- segédanyag</li> </ul> <p>Feldolgozási költség:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- amortizáció (gép, eszköz, épület)</li> <li>- munkabér és járulékai</li> <li>- energia (elektromos, kémiai, hő)</li> </ul> <p>Geológiai, politikai helyzet:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- szállítási távolság és lehetőség</li> <li>- hozzáférés, rendelkezésre állás</li> <li>- importkorlátozások</li> </ul>

7. ábra. Anyagkiválasztási szempontok

nyolítja az anyagok piaci árának naponkénti változása, azaz az aktuális (naprakész) gazdasági helyzetképi gyakori hiánya. Természetesen az ma már nem lehet korrekt megoldás anyagkiválasztáskor, hogy mindig csak az anyagok egy szűk körében (pl. csak acélok) gondolkodunk.

Akárcsak az élet számos más területén, úgy itt is az informatika fizikai és szellemi vívmányainak alkalmazása kínálja a megoldás kedvező lehetőségét. Ehhez számítógépes – tervezőrendszerekbe „lehívható” – anyagadatbázisok szükségesek, összekapcsolva a piaci ármozgások naprakész követését biztosító hálózati információforrásokkal. Önmagában azonban még ez is kevés, hiszen az adatokat fel kell dolgozni, meg kell határozni a köztük való szelektálás kritériumait, az optimális (vagy kvázioptimális) megoldáshoz való eljutás lépéseit (8. ábra), szempontjait.



8. ábra. Anyagkiválasztás lépcsői

## 5. Összefoglalás, következtetések

A műszaki anyagtudomány oktatásának előzőekben felvázolt fejezetei olyan ismereteket foglalnak magukba, amelyek a gyakorlati tapasztalatokkal jól egyeztetethetők. Feldolgozásuk is könnyebb lehet, mivel nem (feltétlenül) igénylik a túlzottan elméleti tárgyalásmódot, ezáltal mind a BSc, mind az MSc képzésben tárgyalhatók. A kapcsolódó anyagadatbázisok, anyagkiválasztó szoftverek is egyszerűbben értelmezhetők a gyakorlatias ismeretek birtokában.

## Irodalom

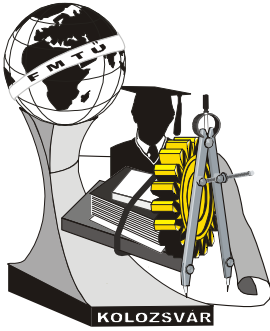
- [1] Horst Czichos és társai (szerk.): *Hütte: A mérnöki tudományok kézikönyve*. Springer Hungarica Kiadó Kft., Budapest, 1993.
- [2] Bagyinszki Gyula, Kovács Mihály: *Gépipari alapanyagok és félkész gyártmányok – Anyagismeret*. Nemzeti Tankönyvkiadó – Tankönyvmester Kiadó, Budapest, 2001.
- [3] Bagyinszki Gyula, Kovács Mihály: *Gépipari alapanyagok és félkész gyártmányok – Gyártásismeret*. Nemzeti Tankönyvkiadó – Tankönyvmester Kiadó, Budapest, 2002.
- [4] Michael F. Ashby, David R. H. Jones: *Engineering materials 1-2*. Pergamon Press, Oxford, 1986–1988.
- [5] Bagyinszki Gyula: *Anyagismeret és minősítés*. Budapesti Műszaki Főiskola, Budapest, 2004.
- [6] Bagyinszki Gyula: *Gyártásismeret és technológia*. Budapesti Műszaki Főiskola, Budapest, 2004.
- [7] Bagyinszki Gyula, Czinege Imre: *Fémek gyártási eljárása*. Széchenyi István Egyetem, Győr, 2007.
- [8] Michael F. Ashby: *Materials Selection in Mechanical Design*. Pergamon Press, Oxford, 1993.
- [9] Bagyinszki Gyula, Bitay Enikő: *Bevezetés az anyagtechnológiák informatikájába*. Erdélyi Múzeum-Egyesület, Kolozsvár, 2007.

**dr. Bitay Enikő**, egyetemi docens

Sapientia – Erdélyi Magyar Tudományegyetem  
Műszaki és Humántudományok Kar  
Marosvásárhely  
E-mail: ebitay@gmail.com

**dr. Bagyinszki Gyula**, egyetemi docens

Óbudai Egyetem  
Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar  
H-1081 Budapest, Népszínház u. 8, Hungary  
E-mail: bagyinszki.gyula@bgk.uni-obuda.hu



# XVI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2011. március 24–25.

## SZERKEZET-MODELLEZÉSHEZ HASZNÁLT NEM-KONVENCIONÁLIS ANYAG TESZTELÉSE

BÍRÓ Csongor, HADI Szabolcs, KÁDÁR György, KIS Alpár, PÉNTEK Máté

### Abstract

The goal of the experiments is to determine the mechanical properties of different types of pasta used in the design process of a bridge superstructure model. The first step is the observation of the selected specimens in order to record any cracks, discoloration, spots and geometric irregularities which influence the behavior of the material and may significantly alter the results. A geometrical classification is needed dividing the types of pastas according to length and cross sectional shape. The specific gravity is also determined. Some of the specimens are subject to axial tension, others to axial compression, until failure occurs. The variation of the applied force and deformations is recorded. All the results are centralized, thus the  $\sigma$ - $\epsilon$  diagram can be obtained. Elasticity is also observed using bending tests. As a result, the main mechanic characteristics are assessed: breaking force, ultimate tensile stress, ultimate strain and modulus of elasticity. Compared to the usual building materials, pastas behave very similarly to high-strength concrete. In conclusion, the usage of spaghetti, macaronis, pennes and cannellonis in structural design is briefly presented.

### Key words:

pasta, spaghetti-bridge, non-conventional material

### Összefoglalás

A leírt kísérletek célja egy híd tartószerkezet modellhez használt különböző laskafélék szilárdságtani tulajdonságainak a meghatározása. Első lépés a laskafélék megfigyelése, a repedések, elszíneződések, mértani szabálytalanságok feljegyzése, mivel ezek is befolyásolják az anyag viselkedését és a mérési adatokat. Ezt követi a vizsgált elemek osztályozása mértani szempontból és a fajsúly meghatározása. Egyes elemeket húzásnak vetünk alá, másokat pedig tengelyirányú nyomásnak, végül pedig hajlításnak. Az igénybevétel során rögzítjük az erő-megnyúlás alakulását. A mérések elvégzésével összesítjük az eredményeket, felrajzoljuk a  $\sigma$ - $\epsilon$  diagramokat. A rugalmasságot hajlítási igénybevétel esetén is tanulmányozzuk. Ezáltal meghatározzuk a szakítóerőket, szakítófeszültségeket, maximális fajlagos megnyúlásokat és a rugalmassági együtthatókat. Az így kapott szilárdságtani tulajdonságok a laskaféléket az építkezésben használt anyagok közül a nagyteljesítményű betonokhoz közelítik. Mindezek alapján tárgyaljuk a spagettik, makarónik, pennék és cannellonik felhasználását bizonyos tartószerkezetek kialakításában.

### Kulcsszavak:

laskafélék, spagetti-híd, nem-konvencionális anyag

### 1. Bevezetés

A laskafélék – a tesztelt nem-konvencionális anyagok – búzaliszt, tojás és víz keverékéből készült termékek. A hozzávalók adagolása és összekeverése meghatározza az elemek tulajdonságait, alapos keverés esetén az elkészült anyag homogénnek és izotropnak tekinthető, a tömegeloszlása pedig folytonos. A gyártási folyamatokban az elemekben szemmel látható hibák alakulhatnak ki, amelyek befolyásolják és elváltoztatják a mért eredményeket. Feljegyezzük az észlelt elszíneződéseket, a hossz- és keresztirányú repedéseket, görbületeket és más mértani pontatlanságokat. A laskafélék közül olyanokat



teszteltünk, amelyek formailag szabályosnak mondhatók. Ezeket két kategóriára osztottuk: *a*) hosszú és vékony elemek, amelyeket elsősorban húzásnak vetettünk alá; *b*) rövid és szélesebb elemek, amelyeket összenyomtunk törésig. Az elsőkhöz tartoznak a spagetti- és makarónifélék, az utóbbiakhoz a pennék és cannellonik, mindegyiknek jellemzője a kör vagy gyűrű alakú keresztmetszet.

A laskaféléket gyártók szerint is kategorizáltuk, majd meghatároztuk a mértani tulajdonságaikat és fajsúlyukat. Az *a*) kategória termékei: *A1* (spag), *B1* (mak), *B2* (spag), *B3* (spag), *D* (mak). A *b*) kategória termékei: *A2* (pen), *B4* (pen), *B5* (tor), *E* (pen), *F* (can), *G* (can), *H* (can). A mért és kiszámított adatok: *l* (maximális hossz);  $d_e$ ,  $d_i$  (külső és belső átmérők); *A* (keresztmetszet területe); *I* (másodrendű nyomaték); *K* (keresztmetszeti modulus);  $\gamma$  (fajsúly).

A cikkben használt jelölések:  $\sigma_{max}$  – maximális feszültség,  $\varepsilon_{max}$  – maximális fajlagos megnyúlás/rövidülés, *E* – rugalmassági együttható.

## 2. Próbaelemek és befogások előkészítése

Első lépésként készítettünk pár rövid elemet spagettiből (kb. 15 cm hosszúakat), amelyeket hatonként ragasztottunk szemes acélgyűrű köré. Az egyik végét egy kampó és kötél segítségével fára rögzítettük, a túlsó végét folyamatosan terheltük súlyokkal. 40 kg súlynál kifogytunk a terhelő elemekből. Végül egyikünk súlya alatt törött a szál. Ebből következtettünk arra, hogy a próba valahol 40 és 65 kg súly közötti terhelést bírt. Így körvonalazódott, hogy milyen nagyságrendű igénybevételekről lesz szó, és milyen precizitású műszerre lesz szükségünk.

A húzott próbákat a mérőeszközbe két erős, apró fémfogakkal rendelkező szorítóba lehet csak belehelyezni. Ezek a vékony és hosszú darabokat egyszerűen szétromcsolták volna. Ezért a szorítóba fémkampókat fogtunk be. A húzott spagettik és makarónik végeit keményfából készült hasábokba ragasztottuk, amelyeket előzőleg átfűrtünk. A hasáb egyik végébe egy szemes acélcsavart helyeztünk, a másik felébe pedig a laskát. Az előzőleg kifűrt lyuk biztosította a szemes csavar és húzott elem hosszanti centrikusságát. Az effektív szakítás előtt a szemes csavarokat a fémkampókba akasztottuk, így sikerült kialakítani egy csuklós rendszert.

Az összenyomott laskák végét vágtuk és csiszoltuk, így alakítottuk ki a végeken a párhuzamos felületeket. Ezeket a présbe helyzetük. Az igénybevétel centrikus nyomás, az esetlegesen fellépő nyírás és hajlítás csak az elemek geometriai hibái és a csiszolás miatt léphettek fel.

A hajlítást első fázisban házilag teszteltük: a spagettiket és makarónikat két sima támaszra tettük, amelyek közt a nyílás 150 mm; középre kötöttünk egy üres edényt, ezt lassan töltöttük fel sóval; egy fényképezőgép és csikozott mérőlap segítségével rögzítettük a lehajlást, és bizonyos idő elteltével mértük a súlyt. Az eredmények többszörös tesztelés esetén ismétlődtek, pontosnak tűntek. Utólag vettük észre, hogy a törés pillanatában a maximális lehajlás  $l/10$ ,  $l/15$  (ahol *l* a támasz közti nyílás), ebben az esetben már nem helyesek az egyensúlyi alakot figyelembe vevő számítások, amelyekkel mi dolgoztunk [1].

### 3. A kísérlet menete, kezdeti adatok

A húzáspróba során a spagettik esetében egyéni szálaknál a szakadás 45 és 68 N erők között jelentkezik, makarónik esetében ez az érték a 100–110 N-t is eléri. Ezek az eredmények 19 MPA körüli  $\sigma_{max}$ -hoz vezetnek, az  $E$  pedig 2600 és 3000 MPA között mozog. 6–9 párhuzamos szál esetén a  $\sigma_{max}$  7–14 MPA-ra csökkent, az  $E$  pedig változott. Tehát több szál esetén ezek nem egy időben kezdenek el feszülni, abban a pillanatban, amikor az egyikben a feszültség eléri a szakítást, a többi szál még csak 75% körül van terhelve. Az  $E$  változása azért következik be, mert az egyes szálak fahasábokba vannak ragasztva, a ragasztó másként tapad fához, más elmozdulást enged, míg a több párhuzamos szál esetén a rögzítés szemes acélcsvárhoz történt. A sodronyok teherbírás szempontjából nem mutattak észlelhető javulást az ugyanolyan keresztmetszettel rendelkező, nem sodort elemekkel szemben, viszont a szakadás pillanatában mért megnyúlás 15%-kal kisebb, javult a szilárdság. A szakadás mindig az anyagban történt, legtöbbször a ragasztáshoz egészen közel. Tehát a ragasztó erősebb, mint a laska, de végleg befolyásolja a befogás környékét, illetve ragasztási pontatlanságok miatt kialakulnak más igénybevételek is.

Nyomáspróbán először pennéket teszteltünk, különböző hosszal. 45–55 mm esetén (ez 2 elemet jelent, 1 köztes ragasztással) minden termék 1500 N fölötti maximális erőt bírt. Ez 50–60 MPA közötti  $\sigma_{max}$ -ot jelent. Ahogy növeltük a hosszat, 120 mm-nél ez az érték felére csökkent. Az illesztések száma kihangsúlyozta a mértani pontatlanságokat és a kihajlás jelenségét. Az  $E$  1800 és 2300 MPA között volt, terméktől függően, de hosszról függetlenül. A tortiglionek esetén a mért értékek nem konstansak, ez a szabálytalan alaknak tulajdonítható. A cannellonik tesztelése volt a legnehezebb, mivel vékony falúak, változó ellipszis keresztmetszetűek. Végeiket csiszolni kellett, sokszor már csiszolás közben berepedeztek. Ahol sikerült elérni a végek párhuzamosságát, 2700 N fölött volt a végterhelés, ez 40 MPA  $\sigma_{max}$ -ot jelent 95 mm hosszú és 10 g tömegű elemnél. A ragasztás nélküli rövid (23–26 mm) pennék törése igazolta, hogy kompresszió esetén is erősebb a ragasztás, mint a laska.

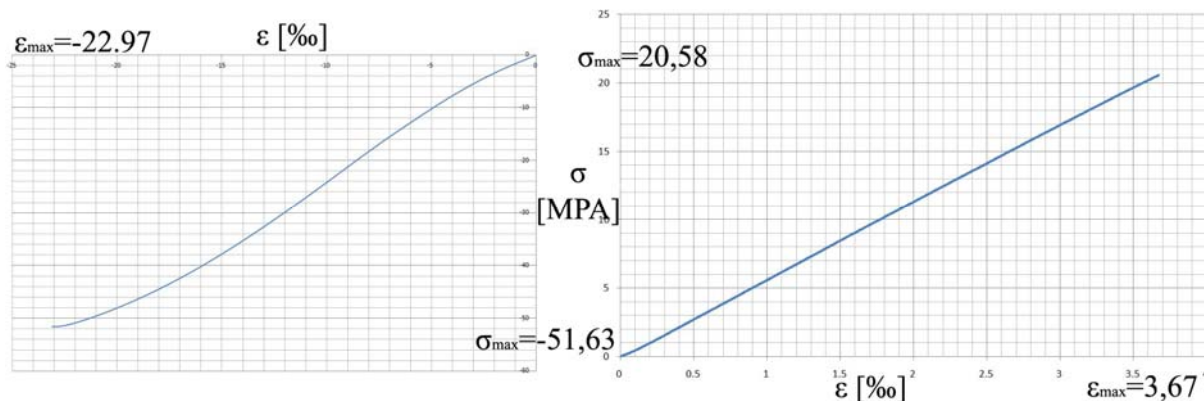
A hajlítás-tesztet elvégeztük hosszú és vékony elemek esetén. A mérés során 1/50 volt a lehajlás megszabott értéke, amelyre még érvényes a nem deformált alakon végzett számítás. Az így kapott  $E$  5600 MPA, ami a reális érték, mivel nem léphetett közbe ragasztás vagy befogás által okozta hiba.

### 4. Anyagjellemzők

A mérési vizsgálatok kimutatták, hogy a nyomott próbák viselkedése parciálisan elasztikus, míg a húzott elemeké lineárisan rugalmas [2].

### 5. Következtetés

A laskafélék anyagtulajdonságai leginkább a nagyteljesítményű betonokét közelítik meg. A B termékcsoporthoz általános esetben elért 50 MPA  $\sigma_{max}$  a C50/60-as betonéval egyenértékű, míg a húzás során



**1. ábra** a vizsgált anyagok reprezentatív viselkedése nyomás (balra) és húzás (jobbra) esetén (B termékcsoport  $\sigma$ - $\varepsilon$  diagramja) karakterisztikus értékekkel

elért 19 MPa-os  $\sigma_{max}$  4-szerese a C90/105-ös betonénak, az  $E$  pedig 1/11—1/7-e.

A mi feladatunk egy 1 m nyílást áthidaló szerkezet elkészítése laskafélékből, amelynek össztömege (terhelőelemmel és ragasztóval együtt) 1000 g [3]. A szerkezetet a nyílás felénél terhelik, függőlegesen lefele 50 mm/perc elmozdulással. Az általunk választott statikai modell a külső igénybevételt az alátámasztási pontokhoz nagyrészt tengely menti erőkkel juttatja el. A szerkezet önsúlya a méretezett külső erőhöz képes elhanyagolható, a csomópontokat egy félkörív mentén helyeztük el, így a húzott radiális elemek az ívre merőleges koncentrált erőkkel hatnak. A csomópontok közötti pennék nyomásnak vannak alávetve. A szabályos mértani forma 90%-ban egyenlő igénybevételt eredményezett a szerkezeti elemekben. A teljes szerkezet stabilitását keresztirányú merevítésekkel oldottuk meg, ezek húzott, nyomott, csavart és hajlított spagetti darabok.

## Irodalom

- [1] V. Ille, C. Bia, M. V. Soare: *Rezistența materialelor și teoria elasticității*, EDP, București, 1983, 75, 176–179.
- [2] S. Timoshenko: *Strength of Materials, Part I*, Van Nostrand, New York, 1940, 1–8.
- [3] *Reccs 2011 versenyszabályzat*: <http://www.reccs.hu>.

**Bíró Csongor**, hallgató; e-mail: csongorbiro@yahoo.com

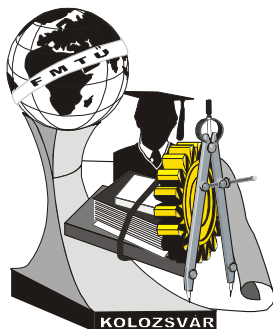
**Hadi Szabolcs**, hallgató; e-mail: hadi\_szabolcs@yahoo.com

**Kádár György**, hallgató; e-mail: kadargyuri@yahoo.com

**Kis Alpár**, hallgató; e-mail: alpha\_sqrt@yahoo.com

**Péntek Máté**, hallgató; e-mail: mpentek@gmail.com

Tudományos irányító: **dr. Chira Nicolae** okl. mérnök, egyetemi docens  
Kolozsvári Műszaki Egyetem, Építőmérnöki Kar  
400020, Kolozsvár, C. Daicoviciu utca, 15 szám



# XVI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2011. március 24–25.

## PÉCS 2010 – INDÓHÁZ TÉR ÉS KÖRNYÉKE RENDEZÉSE

**BORKA Andrea, HOFFECKER Ákos, KÓSA Balázs, LÓKE Ferenc, NÉMETH István**

### Abstract

The essay describes in details the actual problems of Indóház square (railway station) in Pécs, and their solutions. This point of junction is not only significant to those who arrive on train, but with the buses coming and going, is highly important in local traffic. The central bus terminal is now on this most important traffic junction of the city, and the long-distance bus terminal – the southern towngate – can be reached through the nearby Domus square. There are problems with the traffic organization, the approach of the parking places near the square is complicated. The places meant for pedestrian traffic don't make any rational scheme and their condition is critical due lack of any repair. It can be laid down as a fact that the surrounding squares are monofunctional, with the domination of traffic – mostly ruled by cars and the demand of parking. There are only few street furnitures, all being in bad state, there are hardly any statues and works of art, there is no water, the drinking fountains don't work. This together cause that these squares don't have original faces, nor any power to create a community. "Green roads for everyone!" With this slogan we desired to show the mentality that led us through our work. We want the nowadays so fashionable 'green principles' not only to be good stereotypes, but a real standpoint of organization. The green of the traffic lamp is in harmony with the freedom given by nature, and we want to show this duality by planning such an important point of junction. We gathered the information needed for elaborating our subject by local inspections, photo documentation, library research, visiting websites, studying the present traffic and development order. We crosschecked several times so far with the competent specialists of the Transport Service of Pécs.

### Key words:

railway station, Pécs 2010, Indóház square, Móricz Zsigmond square

### Összefoglalás

A dolgozat részletesen ismerteti a pécsi Indóház – tér és környéke jelenlegi problémáit és az ezekre való megoldásokat. Ez a csomópont nemcsak a vasúton érkezők számára meghatározó hely, de innen induló, ide érkező vagy áthaladó buszjárataival a helyi közlekedésben is kiemelkedő szerepe van. A város legfontosabb közlekedési csomópontjában helyezkedik el jelenleg a belvárosi buszpályaudvar, valamint a közeli Domus – parkon keresztül érhető el a belváros déli kapujaként a távolsági buszpályaudvar. A környék közlekedési rendje problémás, a tér melletti parkolók megközelítése nehézkes. A gyalogos közlekedés céljára szánt területek nem alkotnak racionális rendszert a területen, és a karbantartás hiánya miatt állapotuk kritikus. Megállapítható, hogy az Indóház tér környékének közterei monofunkcionálisak, a közlekedés dominanciájával. Ezen belül is a gépjárművel való közlekedés, illetve a parkolási igények uralkodnak. Kevés, és rossz minőségű utcabútor található a területen, köztéri szobor, műalkotás alig van, víz nem jelenik meg, az ivó kutak nem működnek. Mindezek együttesen azt eredményezik, hogy a terület közttereinek nincs sem egyedi arculata, sem közösségszervező ereje. „Zöld utat minden közlekedő számára!” Ezzel a szlogennel érzékeltetni kívántuk azt a mentalitást, ami vezetett bennünket munkánk során. A manapság divatos „zöld elveket” nem csupán hangzatos sztereotípiáknak szánjuk, hanem valódi rendezési szempontnak. A közlekedési lámpa zöldje összecseng a természet nyújtotta szabadságérzettel, s ezt a kettősséget kívánjuk érzékeltetni egy ilyen fontos csomópont megtervezésekor. A témánk feldolgozásához szükséges anyagot többszöri helyszíni szemlével, fotódokumentációval, könyvtári kutatással, weboldalak megtekintésével, jelenlegi forgalmi és beépítési rend tanulmányozásával összegyűjtöttük. Több ízben egyeztetünk a Pécsi Közlekedési Vállalat illetékes szakembereivel.

### Kulcsszavak:

vasútállomás, Pécs 2010, Indóház tér, Móricz Zsigmond tér

## 1. „Zöld utat mindenkinek!”

Tervezési területünk a pécsi Indóház térre és környékére korlátozódik. Tervezési koncepciónk szlogen-jével érzékeltetni kívántuk azt a mentalitást, ami vezetett bennünket munkánk során. A manapság divatos „zöld elveket” nem csupán hangzatos sztereotípiáknak szánjuk, hanem valódi rendezési szempontnak. A közlekedési lámpa zöldje összezseng a természet nyújtotta szabadságérzettel, s ezt a ket-tösséget kívánjuk érzékeltetni egy ilyen fontos csomópont megtervezésekor.

A manapság egyre fontosabbá váló személyi- és vagyonsbiztonság megteremtésére a köztereken a már bevált módszert követve kamerákat helyeznénk el. Ezzel védénénk az esztétikai szempontból egységesre alakított táblákat, egyedi ülőbutorokat, melyek ellen tudnak állni a vandál emberek erőszakos cselekedeteinek, és szeméttárolóval vannak egybeépítve. A városba érkező turisták számára egyértelmű információkat közvetítő táblákat állítanánk fel. Az ugyancsak egységes közvilágítási rendszer harmonizál a kényelmi szolgáltatást nyújtó ivókutakkal. Tervezésünk során fontos szempontot jelentett a helyszínen már kialakult formák tiszteletben tartása és a meglévő magántulajdonok megközelíthetősége. Tudni kell az itt élőknek, hogy a beruházás eredményeként ingatlanuk értéke jelentősen meg fog növekedni.

## 2. Téralakítás

A tervezési területet a jelenleg kelet-nyugat, észak-dél irányú közlekedési szerkezeti vonalak tagolják több térre, térrészre. Ezek egyértelműségét tompítottuk azzal, hogy ezen közlekedési vonalakat nem erősítjük, valamint a terek közötti hangulati és funkcionális kapcsolatot az egységes, de térrészekhez illeszkedő burkolat, valamint a hangsúlyos zöldfelületi kapcsolatok erősítik. Mindemellett megmarad a terek önállósága, de egységes szerkezetben jelennek meg és reprezentálják a gyalogosok által egyértelműen uralt terület határait.



*1. ábra A tervezési terület bemutatása*

Mivel a nyugati terület zsákutca jellegű, ezért úgy gondoltuk, hasznosabb lehetne, ha a 19158/2 hrsz-ú telek parkolójával összevonnánk, mivel így további parkolóhelyek alakulnának ki, köztük többet a mozgáskorlátozottaknak tartanánk fenn. Előnye továbbá, hogy közvetlenül el lehetne jutni mind a postához mind az állomás épületéhez. „PARKOLJ ÉS TÖMEGKÖZLEKEDJ!” Ezt az elvet szeretnénk megszerettetni a helybéliekkel és az ide látogatókkal egyaránt. Távlati javaslat: a meglévő MÁV P+R parkoló vertikális növelése a növekvő igények kielégítésére. Természetesen nem mindegy, hogy hova és hogyan. Kellemes érzetet vált ki az emberekből az, ha virágos, zöld terület várja megérkezésekor, növeli a komfortérzetet, ha a tér a várakozás ideje alatt egyben pihenést is biztosít az átutazó számára. A zöld terület növekedésével egy olyan oázis fogadja az érkezőt, ami egyben kiindulópont is lehet, megkönnyítve ezzel a továbbutazást. A csend biztosítása érdekében átcsoportosítottuk a helyi járatos buszok induló, illetve érkezési pontjait.

A megfelelő számú buszok parkolása a MÁV Igazgatósági épületétől nyugatra, az átalakított busz és személyautó parkoló helyére kerül. A parkolóból induló buszok a közutak igénybevétele nélkül jutnak el az induló helyekre. Limitáltuk a téren várakozásra jogosult taxik számát tízre, s korlátozzuk az ide célforgalommal behajtó járművek várakozási idejét 5 percre. Az árufeltöltés így megoldható, de a zajos tehergépjárművek nem zavarják meg a várakozók nyugalmaát. A forgalmi irodát az Indóház jelenleg is meglévő, de nem használt nyugati szárnyába telepítenénk át, így a keleti oldalán lebontásra kerül a környezethez és magához az épülethez sem illő toldott épületrész. Ugyanakkor egy rövid idejű, színvonalas tartózkodásra alkalmas Hostelt alakítanánk ki az Indóháztól nyugatra található MÁV tulajdonú épületben, meghonosítva Pécsen a nemzeteken átívelő közösségformáló, hátizsákos turizmust. A tér fő attrakciójának meghagyjuk az Indóházat, új beépítésnek, az északi térfal visszaállítására az erre kijelölt telekre, a PÉSZ szabályainak megfelelő gesztus értékű építményt javaslunk, amely mind beépítés, mind megjelenésében is a hely szelleméhez kötődik, de nem akar uralkodni a téren, tiszteletben tartja annak múltját, jelenét és jövőjét. A létesítmény különböző funkciókkal gazdagítaná Pécs városát és a vasútállomás terét. A tervezett inkubátorház funkció mellett helyet kapnak az épülettömegben kisebb, térkapcsolatot igénylő funkciók (kerékpárkölcsonzó, kávézó, cukrászda, gyorsétterem stb). Szükséges parkoló igény a földszinten, térszint felett megoldott. A tervezett tömeggel egységet alkot, de attól elkülönül a teljesen körüljárható „KAPU ÉPÜLET”. A Szabadság utca beépítését lekövetve a zárótűzfal kontúrját „kihúztuk”, az így kialakult nyers kaput erősítendő tükröződő üvegfelületet terveztünk, melyben az Indóház épülete és az ide látogató visszatükröződik, optikailag is megerősítvén ezzel a megérkezés és elutazás első benyomását. Hasznos segítséget jelentene a kapu épületben elhelyezett infopont, ajándékbolt, látványpékség és zöldséges. A tervezett épület kivitelezésekor éppúgy törekednénk az energiatudatos építkezésre, mint a köztéri napelemes lámpák elhelyezésére. Hasznosítanánk a csapadékvizet és a napenergiát egyaránt, hogy az „ökoház” megfeleljen XXI. század követelményeinek. A főkapun kilépve a városban található főbb épületek, nevezetességek méretarányos, épített modelljén szemlélhetné meg a tájékozódni vágyó a város hírességeit, mely a kiválasztott haladási irányt egyértelművé teszi. A kőből készült építmény víz- és fényjátékkal kápráztatná el a turistákat. Talán

pont ez lenne az, ami az amúgy továbbutazni szándékozót még néhány napig Pécs városában tartaná. Ehhez rögtön a helyszínen segítséget is kapna. A MÁV Igazgatósága által használt parkoló az épület északi oldalára, a Kálvin utcába került, az egykori parkoló helyét az észak-déli gyalogos forgalomnak adtuk át. Ezen terület mellett kapott helyet a buszok parkolója az OTÉK szabályainak megfelelően, a tervezett forgalmi rend szerint beérkező buszok a parkolóban eltöltött várakozási idő után, közút használat nélkül térhetnek vissza az induló állásokhoz. A kiíró által meghatározott számú buszok elhelyezésre kerültek, a kért hét induló állás helyett nyolcat javaslunk a nem helyijáratos és vonatpótló autóbuszok számára. Az általunk tervezett buszállomás decentrumként működhet, melynek zavartalan működését egy esetleges hiba (út, közmű) sem zavarhatja meg, ideiglenesen a tervezett utakon a forgalom átcsoportosításával a folytonos működés megoldható. A Vasút utcai buszos közlekedés megszűnik, ezen a vonalon tervezzük a gyalogosok akadálymentes elvezetését a belváros felé, a díszburkolaton a meglévő funkciókhoz (irodaház, játékterem) napi néhány autó közlekedhet. A Szabadság és Kálvin utca találkozásánál forgalmi rend változást javaslunk. A tervezett balra kanyarodó sávban elhelyezett nyomásérzékelő segítségével biztosítjuk a csomópont forgalmának zavartalan haladását.

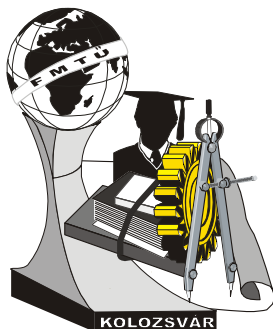
Összességében egy olyan próbálkozásnak tekinthető a munkánk, amely érdekes kérdéseket boncolgat, felvet problémákat. Számunkra fontos volt ennek a térnek a kitalálása, magasabb színvonalra helyezése. Reményeink szerint ez minimum elgondolkodtatja a város vezetőségét az Indóház tér problémáival kapcsolatban.

## Irodalom

- [1] Pilkhoffer Mónika: *Pécs építészete a századfordulón*, Pro Pannónia Kiadói Alapítvány, Pécs, 2004.
- [2] Szentkirályi Zoltán: *Az építészet története*, Nemzeti Tankönyvkiadó, Bp., 2004.

**Kósa Balázs**, doktorandusz hallgató

Munkahely: Pécsi Tudományegyetem, Pollack Mihály Műszaki Kar, Építéskivitelezés Tanszék  
Cím: 8315, Magyarország, Gyenesdiás, Bem József utca 23.  
Telefon / Fax: +36 30 539 9616  
E-mail: kosa.balazs.84@gmail.com



# XVI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2011. március 24–25.

## A HIPERSPEKTRÁLIS TECHNOLÓGIA BEMUTATÁSA ÉS A SZOLGÁLTATOTT ADATOK MEGBÍZHATÓSÁGA

CSORBA Ádám

### Abstract

The new data acquisition service using the airborne hyperspectral imaging system (AISA DUAL) and the ground-based spectroradiometer (ASD FieldSpec 3 MAX) offered by the Hyperspectral Working Group of the Hungarian Institute of Agricultural Engineering has opened up a new perspective in the remote sensing market in European relations as well. The high-tech instrumentation, the expert knowledge of our specialists of different applied sciences, and our technology improvements ensuring high reliability data supply provide the potential clients with an even wider scope and a more precise service of the hyperspectral technology.

### Key words:

remote sensing, hyperspectral, data processing, atmospheric correction

### Összefoglalás

A VM Mezőgazdasági Gépesítési Intézet Hiperspektrális Csoportja által kínált új adatgyűjtési szolgáltatás, amely a légi képalkotó hiperspektrális rendszert (AISA DUAL) és terepi spektrométert (ASD FieldSpec 3 MAX) alkalmazza, európai viszonylatban is új távlatokat nyit a távérzékelési piacon. A csúcstechnológiát képviselő műszerpark, az alkalmazott tudományok legkülönbözőbb területeiről érkező kutatóink szakértelme, és az adatszolgáltatás megbízhatóságának növelésének érdekében tett erőfeszítéseink biztosítják a hiperspektrális technológia minden eddiginél nagyobb precizitását és szélesebb körben megvalósítható szolgáltatását a leendő felhasználók számára.

### Kulcsszavak:

távérzékelés, hiperspektrális, adatfeldolgozás, atmoszférikus korrekció

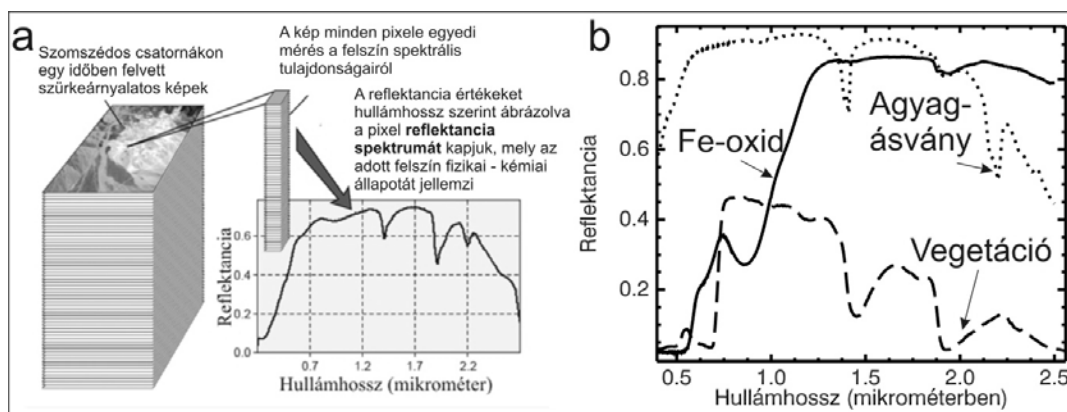
### 1. Bevezetés

Magyarországon a hiperspektrális távérzékelési technológia felhasználása a mezőgazdaság-, környezet- és földtudományi területeken jelentős áttörés előtt áll. A VM MGI Hiperspektrális Csoportja az AISA DUAL légi képalkotó rendszer és ASD FieldSpec 3 MAX terepi spektrométer tudományos kutatásokban és piac-orientált projekteken való alkalmazása során a legmagasabb színvonalú szolgáltatást kívánja nyújtani. Ennek elengedhetetlen feltétele a légi felvételezés alatt fellépő torzító, természeti tényezők hatékony kiszűrése, melyek közül az atmoszféra méréseket befolyásoló hatása az egyik legfontosabb megoldandó probléma. A dolgozat célja a hiperspektrális technológia rövid jellemzésén túl a légi felvételezést követő képfeldolgozási folyamatok során tapasztalt légköri hatások okozta problémák felvázolása, és azok megoldására tett erőfeszítéseink bemutatása.



## 2. A hiperspektrális technológia bemutatása, alapelvei

A Föld felszínének vizsgálatát célzó távérzékelés fogalmkörébe minden olyan technika, módszer és eszköz tartozik, mellyel a Föld felszínének tanulmányozása történik úgy, hogy a vizsgált objektum és a megfigyelő között közvetlen érintkezés nem alakul ki. A fizikai kapcsolatot a felszín által visszavert elektromágneses sugárzás teremti meg. A hiperspektrális távérzékelés során ezt a visszavert sugárzási fluxust rögzítjük akár több száz keskeny, szomszédos csatornán. Az egymással szomszédos spektrális sávokon egyidejűleg szürkeárnyalatos képek készülnek, amelyeket sávonként elkülönülten rögzítenek. Ez az adatrögzítési mód az **adatkocka elv**. Az eljárás során az adatkocka minden térbeli pixeléhez egy-egy nagy-felbontású spektrumot rendelnek, és így a felszín sűrű geometriai mintavételezésével a felszín spektrális tulajdonságai egyszerre több száz csatornán térképezhetők.



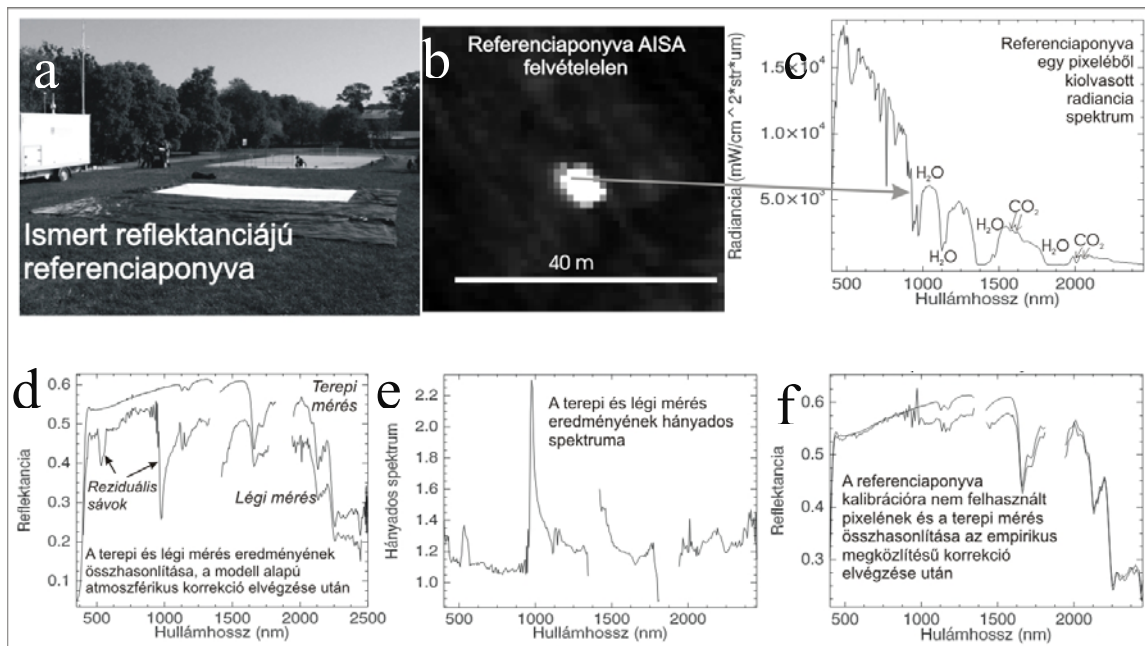
1. ábra (a): a Hiperspektrális képalkotás folyamata, (b): példák Fe-oxid, agyagásvány és vegetáció reflektancia spektrumaira

Az adatokból számított mennyiség a reflektancia, mely annak a mérőszáma, hogy a felszíni objektumok a rájuk eső elektromágneses sugárzást milyen arányban verik vissza. A felszíni objektumok fényvisszaverő képességének spektrális sajátosságait a kémiai vegyületekre jellemző hullámhossz szelektív abszorpciós jelenségek teszik egyedivé. Ezek az elnyelési sávok az anyagok reflektancia spektrumain olyan jellegzetes mintázatot alakítanak ki, melyek alapján bizonyos kémiai kötéssel rendelkező anyagok közvetlenül felismerhetők. Ez a **spektrális lenyomatok elve**, melyet követve a különböző fizikai - kémiai tulajdonságokkal rendelkező felszíni objektumokat nagyobb magasságból a spektroszkópia eszközeivel tanulmányozhatjuk.

## 3. Az atmoszféra hatása az adatok megbízhatóságára, és hatásának kiküszöbölése

A felszíni objektumok legmegbízhatóbb spektrális mutatója a spektrális reflektancia, mely mennyiség kiszámításáig számos feldolgozási lépés vezet. A nyers felvételek elsőként a radiometrikus korrekción esnek át, amely során a szenzor által gyűjtött adatokat fizikailag értelmezhető mennyiséggé számítjuk át, mely a radiancia. A szenzorba jutó spektrális radiancia csak a felszínről visszavert sugárzásról tájékoztat, a felszínre beesőről nem, a spektrumok továbbá magukon hordozzák az atmoszférikus összetete-

vők abszorpciós és szóródási tulajdonságait, illetve a Nap sugárzásának a hullámhossztól függő intenzitását (2/c ábra). Mindebből következik, hogy a felszíni objektumokról a szenzorba érkező sugárzás intenzitása függ az évszaktól, a napszaktól és az időjárástól is, így idősoros vizsgálatokra nem alkalmasak. Mivel kutatásaink során csak a felszín spektrális tulajdonságait kívánjuk vizsgálni, a Nap és az atmoszféra hatásait ki kell szűrni. Ahhoz, hogy a felvételek egyes képpontjaiban a reflektancia spektrumokat kinyerhessük, a tényleges hatásokat pontosan közelítő atmoszférikus korrekció elvégzése elengedhetetlen.



2. ábra Az atmoszférikus korrekció folyamata

Az atmoszférikus korrekció két fő eljárásból áll, melynek első lépéseként felhasználva az elméleti modellezéshez használt sugárzás-átviteli egyenletet megállapítjuk a felvételezés időpontjában az atmoszféra pillanatnyi hatását, és ebből megbecsülhetjük a felvételezéskor uralkodó légköri paramétereket (látótávolság, vízpára tartalom, aeroszolok mennyisége). Az atmoszféra e térben és időben is igen nagy változékonyságot mutató paraméterei a felvételezett kép radiancia spektrumaiból pixelről pixelre megbecsülhetőek a légkör hatására kialakuló abszorpciós sávok feldolgozásával. Ennek az eljárásnak a során kapott atmoszférikusan korrigált radiancia spektrumok lesznek a reflektancia spektrumok, amelyek már alkalmazhatóak spektrális vizsgálatokra. Azt tapasztaltuk azonban, hogy a modellezés bizonyos hullámhosszakon nagyobb hibákat visz be, mint az eredeti mérési hibák, ami a korrigált spektrumok erős fluktuációját, instabilitását okozza. Ezek az adatok megbízhatóságát csökkentő hatások reziduumként visszamaradnak (2/d ábra). E nem kívánatos hatásokat a korrekció második lépésében távolítjuk el, melynek során a repüléssel azonos időben, terepi spektrométerrel felvett referenciamérések felhasználásával a modell eredményeit számottevően pontosíthatjuk. Ennek az empirikus korrekciónak az alapelve az, hogy a modell alapú atmoszférikus korrekció hibáit a terepi spektrummal va-

ló összehasonlítás révén meghatározhatjuk, és további korrekcióhoz felhasználhatjuk. E korrekció elvégzéséhez a légi felvételen is jól lehatárolható, térben és spektrálisan is homogén felszín kell kijelölni (2/a, b ábra), és a repüléssel egy időben az objektum reflektanciáját meg kell mérni. A kalibrációs terület terepi és légi adatok alapján számított reflektancia spektrumainak eltérését egy egyszerű hánycsúszós spektrummal határozhatjuk meg (2/e ábra), mely számítás eredményét a felvétel többi pixelére is alkalmazva a reziduális hibák korrigálására kerülnek (2/f ábra).

#### 4. Konklúzió

A légi hiperspektrális felvételezés során számos felmerülő – az adatok kiértékelését nehezítő – probléma közül az atmoszféra okozta jelenségek kiküszöbölésére tett erőfeszítéseink is sikeres eredményekkel szolgálnak. Az atmoszférikus korrekciós eljárások modell és empirikus alapú megközelítésének együttes alkalmazása a légi felvételek reflektancia adatainak meghatározását teszi lehetővé.

Kutatócsoportunk tagjai az alkalmazott tudományok legkülönbözőbb területeiről érkeztek, így a hiperspektrális technológia széles körű alkalmazása biztosított. Sikeres kutatások bizonyítják, hogy a precíziós mezőgazdaságban [1], növénytermesztésben [2] és a földtani környezetvédelemben [3] a technológia jelentős eredményekkel szolgálhat.

#### Irodalom

- [1] Tolner, I., Deákvári, J., Kovács, L., Szalay, K., Papp, Z., Kardeván, P., Fenyvesi, L.: *Hiperspektrális információk alkalmazási lehetőségei a mezőgazdasági technológiában*, Térinformatikai konferencia és szakkiállítás, Konferencia-kaidvány, Debrecen, 2010, 167 oldal
- [2] Szalay, K., Balla, I., Tolner, I., Tarnawa, Á., Fenyvesi, L.: *Spectral Analysis of the effect of various foliar fertilizer on winter wheat variety „Alföld 90” (Triticum aestivum L.)*, 18<sup>th</sup> International Poster Day and Institute of Hydrology Open Day, Bratislava, 2010, 585 - 589 oldal
- [3] Csorba, Á., Jordán, Gy.: *Preliminary Results of Airborne and Ground-Based Hyperspectral Mineral Mapping of Acidic Mine Waste in the Recsk Mining Area, Hungary*, Contribuții Științifice în Tehnologii și Echipamente Pentru Evaluarea și Protecția Mediului, Simpozion Național, Arcaia (Bistrița-Năsăud), Caiet de rezumate, 2010, 33 - 34 oldal

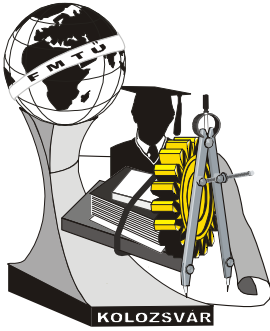
**Csorba Ádám**, geológus MSc

Munkahely: Vidékfejlesztési Minisztérium, Mezőgazdasági Gépesítési Intézet

Cím: 2100, Magyarország, Gödöllő, Tessedik Sámuel u. 4.

Telefon / Fax: +36-20-275-8266

E-mail: csorba.adam@gmail.com



# XVI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2011. március 24–25.

## A FRÖCCSÖNTŐ SZERSZÁMOK MEGMUNKÁLÁSÁNÁL ALKALMAZOTT SZIKRAFORGÁCSOLÓ TECHNOLOGIÁK OPTIMALIZÁLÁSA

**DÉNES Szabolcs**

### **Abstract**

The first part of my thesis I present the electrical discharge machining. In the next chapter I studying the typical injection mold electrical discharge machining. The third chapter I present the electrodes construction and these machining.

### **Key words:**

electrical discharge machining, injection mold, mold manufacturing

### **Összefoglaló**

Dolgozatom első részében az elektromeróziós megmunkálást ismertetem. A következő fejezetben egy jellegzetes fröccsöntő szerszám tömbszikraforgácsolással való megmunkálási technológiáját tanulmányozom. A harmadik fejezetben a megmunkálásnál használt elektródák konstrukcióját és technológiáját mutatom be.

### **Kulcsszavak:**

elektroerózió, fröccsöntő szerszám, szerszámgyártás

### **1. Bevezetés**

Amint ismeretes, a szikraforgácsolás a villamos kisülés (szikra) erózió hatásán alapszik és a szerszámot elektródának nevezzük.

Az erózió mint fogalom, egy anyag felületén külső hatásra létrejövő helyi roncsolódás, mely ha folyamatosan ismétlődik egy egész felületre kiterjed és egyre mélyebbre hatol. Ilyen eróziós hatás keletkezik villamos kisülések alkalmával a szerszám és a munkadarab felületén. A kisülések folyamatát irányítva térbeli felületek kialakítására alkalmas módszert nyerünk, amelyet elektroeróziós megmunkálásnak neveznek. Előnyeinek köszönhetően ezt a módszert egyre gyakrabban használják a komplex felületek megmunkálásánál.

Ezen eljárással, széleskörű megmunkálási folyamatokat tudnak megvalósítani, amely nagy méretpontossággal, alakhúséggel és felületi simasággal bír. A szikraforgácsolás fő felhasználási területe egyrészt szerszámgyártásnál, másrészt kis keresztmetszetű nyílások, üregek, bonyolult alakzatok megmunkálása olyan anyagú munkadarabokon, amelyek más módon nem munkálhatóak meg.

Dolgozatom keretében a fröccsöntő szerszámok megmunkálásánál alkalmazom. Ezirányú eredményeimet az alábbiakban ismertetem.

## 2. A „hűtőberendezés” nevű termék szerszámának, szikraforgácsolással való megmunkálása

A székelyudvarhelyi MatPlast cég már több mint 20 éve foglalkozik a különböző műanyag, gumi, alumínium stb. alkatrészek fröccsöntésére alkalmazott szerszámok előkészítésével. Diploma dolgozatom



1. ábra A szerszám aktív része, megmunkálás után

keretében egy hűtőberendezésnél alkalmazott alkatrész (1. ábra) fröccsöntő szerszámának a megmunkálásával foglalkozok.

Az aktív felületek megmunkálásánál a tömbszikraforgácsolási módszert alkalmazzuk, amelyik a CNC marást követi és a sarokfelületek megmunkálását biztosítja. Ennek érdekében a Roboform típusú (2. ábra) megmunkáló gépet alkalmazzuk.

A megmunkálás érdekében a munkadarab betájolása után a hosszabb oldalt párhuzamosra állítjuk az  $x$  tengellyel és rögzítjük a munkadarabot. A beálló-



2. ábra Roboform 55, amellyel a tömbszikraforgácsolási folyamatot végezték

cscap segítségével megkeressük a darab nullpontját az  $x$  és  $y$  tengelyen. Ezt a gépben levő különféle beállási programok segítségével tesszük lehetővé. Ezután az elektróda hosszabb oldalát párhuzamosan állítjuk be az  $x$  tengelyel. Megérintjük a munkadarab legmagasabb pontját vagy a választósíkot (ettől a ponttól adják meg a mélységet a tervezők a rajzon). Ezután  $x$ - $y$  tengelyen elküldjük a rajz szerinti méretre.

Tekintettel a megmunkálandó felület alakjára több változó keresztmetszetű elektródára volt szükség. Ezeket szükség szerint cserélik és ez elég nagy időt vesz igénybe. A szikraforgácsolás egy elég költséges megmunkálási folyamat, ezért csak abban az esetben használják, ha másképpen nem tudják megoldani, vagy ha a felületi érdességet ezzel a megmunkálási folyamattal szeretnék elérni.

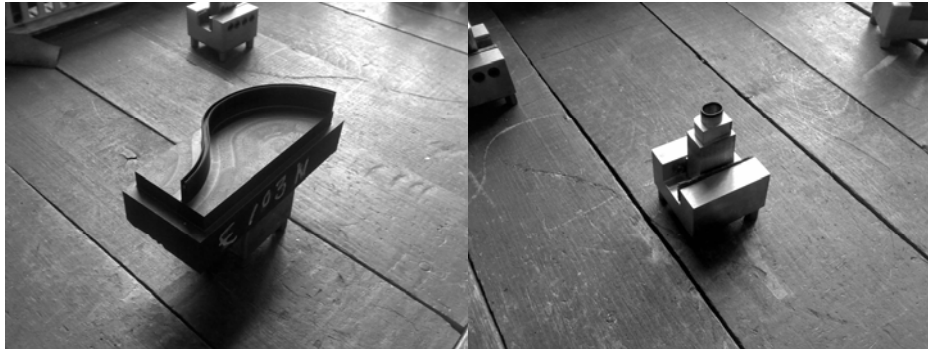
A fröccsöntő szerszámok esetében a VDI 3400-as szabvány szerinti 27-es nagyságrendű érdességet ajánlanak, ami

$$R_a = 0.2 \mu\text{m-nek felel meg.}$$

### 3. Az alkalmazott szikraforgácsolási technológia

A megmunkálásnál használt árramerősség 7A. A szikraközt a felületi érdesség függvényében, táblázatokból válasszuk ki, úgy réz mint grafit elektródák esetében.

A székelyudvarhelyi cégnél jelenleg két típusú elektródát használnak, réz - és grafit elektródákat. A termelésben a réz 40% vesz részt, míg a grafit 60%. Az általunk kiválasztott aktív lap megmunkálásához réz- és grafit elektródát is használtunk (3. ábra).



3.ábra Az aktív lap megmunkálásánál használt grafit és réz elektródák.

### 4. Az elektródák megmunkálása

Az elektródák megmunkálásához szükséges megmunkálási folyamatok a következők: fúrás, CNC marás, csiszolás.

#### A megmunkálásnál a következő technológiai paramétereket alkalmaztuk:

A vágási sebesség Grafitnál, gyémánt szerszám esetén  $v_c=1000$  m/min valamint réz esetében  $v_c=150$  m/min;

A megmunkálási idő akár 1/3 - 1/5-re is lecsökkenthető grafit alkalmazása esetén.

A grafit elektródának a következő előnyei vannak:

- a grafit elektróda megmunkálásakor nem szükséges több lépcsős nagyoló megmunkálás, mely csökkenti a megmunkálási időt;
- lényegesen kisebb kopás kevesebb elektróda;
- vékony, karcsú alkatrészek megmunkálhatósága, új lehetőségek a formatervezésben;
- könnyen eltávolítható az üledék a dielektrikumból;
- kisebb tömeg (kb. 21%-a réznek);
- kedvező gyártási költségek;
- a kézi megmunkálás is rövidebb;
- simítás előtt nem szükséges feszültségcsökkentő hőkezelés;
- a megmunkálási sebesség növekedésével lineárisan csökken a megmunkálási idő.

A réz elektródának a következő előnyei vannak:

- nincs porszennyezés;

- kisebb hajlam ívképződésre (kisebb szikraköznél);
- szélső tartományokban jobb felületi finomság érhető el mint a finomszemcsés grafitokkal.

## 5. Összefoglaló

Szikraforgácsolásnál az elérendő pontosság és érdesség javulásával meredeken csökken az alkalmazott teljesítmény. A ráhagyás viszont az előző megmunkálás érdességétől függ, így pontos, sima felületet több pontosítási lépcsővel csökkenő teljesítménnyel kell megmunkálni. Nagyolásnál a maximális teljesítményre, emellett minimális elektródafogyásra, nagy érdességre törekszünk. Ebből következik, hogy a felületi érdesség minőségi javításának érdekében a teljesítményt is változtatni kell. Simításnál az előírt érdességből, nagy pontosságból indulunk ki ezért általában nem érünk el nagy teljesítményt.

## Irodalomjegyzék

- [1] Ungur P., Moga I., Buidoş T.: *Introducere în tehnologia de prelucrare prin eroziune a materialelor*, Ed. Universităţii Oradea, 2000.
- [2] Gavrilăş I.: *Prelucrarea prin electroeroziune și electrochimic abrazivă*, Editura Tehnică, Bucureşti, 1980.
- [3] Roth A.: *Szikraforgácsoló eróziós gépek*, Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1986.
- [4] Török B.: *Szikraforgácsolás keményfémek megmunkálásához*, webcím:  
[http://www.galika.com/userfiles/file/pdfs\\_ungarn/Kem%C3%A9nyf%C3%A9mek\\_Szikraforg%C3%A1csol%C3%A1sa.pdf](http://www.galika.com/userfiles/file/pdfs_ungarn/Kem%C3%A9nyf%C3%A9mek_Szikraforg%C3%A1csol%C3%A1sa.pdf)
- [5] dr. Pintér J.: *Különleges technológiák*, webcím:  
[http://www.sze.hu/~pinter/NGB\\_AJ008\\_1\\_Gy%E1rt%E1stechnol%F3gia/2010/2010\\_PDF/gyt-10\\_K%FCl%F6nl\\_techn\\_PJ\\_2010.pdf](http://www.sze.hu/~pinter/NGB_AJ008_1_Gy%E1rt%E1stechnol%F3gia/2010/2010_PDF/gyt-10_K%FCl%F6nl_techn_PJ_2010.pdf)
- [6] Major T.: *Szikraforgácsolás elektródakopás nélkül*, webcím:  
[http://galika.ch/userfiles/file/pdfs\\_ungarn/iQ\\_technol%C3%B3gia.pdf](http://galika.ch/userfiles/file/pdfs_ungarn/iQ_technol%C3%B3gia.pdf)

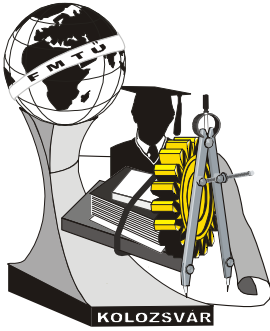
**Dénes Szabolcs**, egyetemi hallgató

Munkahely: Műszaki Egyetem, Gépgyártó Ipari Kar, Virtuális tervezés és kompetitív gyártás

Cím: 537076, Románia, Székelymúzsna, 138 szám.

Telefon: +40 742 609 088

E-mail: szabi987@yahoo.com



# XVI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2011. március 24–25.

## BIOCÖNOLÓGIAI KUTATÁSOK ROMÁNIABAN

DOMOKOS Erzsébet

### Abstract

This study aim is to present the main evolution stages of the biocoenology and all the achievements of this science. The synthesis is an overview of the Romanian researchers and their works in the light of the international biocoenological studies.

### Key words:

biocenology, biocenosis, community ecology

### Összefoglalás

Az alábbi tanulmány bemutatja a biocönológia fejlődésének főbb szakaszait és megvalósításait. A szintézis egy átfogó képet szeretne nyújtani a nemzetközi tanulmányok háttérében a romániai kutatókról és munkáikról.

### Kulcsszavak:

biocönológia, biocönózis, életközösségek ökológiája

## 1. Bevezetés

A tudományok kialakulásának és fejlődésének történelmi áttekintése nem egy közkedvelt kutatási terület. Ennek ellenére segít megérteni különböző kutatási irányzatokat, ötleteket szolgáltat a jövő kutatóinak és elvezet a helyes kutatási útvonalhoz. Az elkövetkezendőkben bemutatom röviden a biocönológiában elért eredményeket.

## 2. A biocönológia előtörténete, kialakulása és megalapozása

A biocönológia története, jóval neve megalkotása előtt kezdődött. Az életközösségekben való gondolkodási mód már az ókorban jelen volt. Ezzel szemben a „biocönózis” mint fogalom 1877-ben jelent meg Möbius munkásságának eredményeként [1]. Thienemann (1920, 1934) megfogalmazza a biocönológia alaptörvényeit kiemelve a faj- és egyedszám viszonyát adott természeti körülmények között. Krogerus és Monard (1932) kibővíti ezen alapelveket utalva a szervezetek tűrőképességére. Franz elmélete (1952) szerint a tartósan uralkodó környezeti tényezők növelik az életközösségek fajgazdagságát és stabilitását. A megfogalmazott gondolatok érvényesek vagy megcáfoltak, elősegítették a biocönológia mint új tudományág kialakulását. Ma már a biocönológiának, Kratochvil (1999) több kutatási tárgyát írja le, mint a cönomorfológia, szervezetek közötti kapcsolatok, cönökológia, cönokorológia,



cönodinamika, cönofilógia, cönotaxonómia és a kísérleti biocönológia [2][3][4]. Szintén mérvadónak bizonyult, a biocönológia fejlődésében, a XX. század közepén kialakuló rendszerelmélet. Van Bertalanffy osztrák biológus 1952-ben megfogalmazza, hogy „a rendszer olyan elemek halmaza, amelyek állandó kölcsönhatásban vannak egymással és az egészet alkotják.” Az ökológiában a „rendszer” fogalmát Odum vezeti be 1953-ban [5][6]. Juhász Nagy Pál operativizálási elmélete a hatvanas évek végén, a „milyen mértékben?” és „miért?” alapkérdésekre keresett válaszokkal, elhatárolja a szünfenobiológiát és a ökológiát míg a szünbiológiát a kettő együtteseként fogja fel. A világegyetem rendszer-szemlélete egy újabb fontos kérdést generált, amely az ökológiai prognózist vagy előrejelzést szolgálja: „mi történik, akkor ha...?” [5]. Fontos aspektus a biocönológia történetében, hogy a szárazföldi ökológia külön vált a növénytan és az állattani diszciplínákra. Ezek után alakultak ki a növények és majdnem 50 évvel később az állatok közösségeit kutató irányzatok. 1800-ban Floerke, 1805-ben pedig Alexander Humboldt a „növényzeti formációkról” írtak. Humboldt bevezette a „növényasszociáció” fogalmát. A Zürich-Montpellier-i növénytársulási iskola megalapozója Braun-Blanquet (1921, 1928) volt. Az állati közösségeket elsők között, Brems (1846), Lorenz (1863) és von Post (1867) tanulmányozta. Munkáikban a Braun-Blanquet által kidolgozott, növényasszociációkban alkalmazott szakszavakat használják. A gerinctelen állatközösségekkel kapcsolatos fontosabb munkásságok Dudich, Balogh, Loksa-1952, Balogh, Loksa-1948, Balogh-1953 által készültek. A gerinces állatközösségekkel Turček (1951, 1952) foglalkozott. Balogh Jánossal együtt a zoocönológiai kutatások módszertanát dolgozták ki [7][8].

1961-ben Sukacev bevezette a biogeocönózis fogalmát, amely szintén hozzájárult a biocönológia további alakulásához. Egyre fontosabbá vált a három „cönózis” (fito-, zoo- és mikrobiocönózis) együttes kutatása [5].

### 3. Életközösségek kutatása hazánkban

Romániában Grigore Antipa nevéhez fűződnek az első ökológiai kutatások, a Fekete-tenger és a Duna ártéri területeinek vizsgálata kapcsán (1924, 1941). Munkásságának jegyében dolgoztak tovább N. Băcescu és N. Botnariuc a hatvanas évek elején [3]. Szintén ökológiai tanulmányokat kezdeményez Gh. Bujorean 1930-ban. A növényzetről szóló leírások a XX. század első két évtizedében jelennek meg több sorozatban. A Borza, Nyárádi E. I., I. Grințescu, M. Gușuleac, G. Bujoreanu, Soó R. publikálnak cikkeket. A romániai növényzociológia 1931 és 1934 között alakult ki Al. Borza kezdeményezésével. A Retyezát-hegység növénytársulásairól készült műve példaként szolgált a következő generációk számára (N. Zitti, E. Soroceanu, A. Paucă, E. Țopa, V. Borza). Az elkövetkezendő évtizedekben fitozociológiai kutatásokat végeztek A. Borza, T. Săvulescu, E. Ghișă, S. Pașcovschi, A. Buia, I. Morariu, M. Răvăruț, E. Țopa és mások [9]. Az állatökológia kezdeteit Romániában A. Popovici-Bâznoșanu és M. Ionescu kutatásai jelentették (1937). A talajvíz és a barlangok ökológiája E. Racoviță nevéhez fűződik. Tanítványai C. Moțaș és Tr. Orghidean (1969) folytatták ezen kutatási irányzatot [3]. Az ökoló-

gia mint tantárgy az egyetemi oktatásban 1963-ra vezethető vissza. Átfogó, szintetikus munkák ettől az évtől voltak várhatók. Onoriu Rațiu (1977) egyetemi kurzusaiban a „geobotanikát” hirdette és ennek jegyében is munkálkodott. Szerinte a geobotanika a vegetációt tanulmányozza ökológiai, fitocönológiai és fitogeográfiai szempontból. Sukacev biogeocönózis iskoláját követve, Kovács A. és munkatársai 1965-1970 között igen alapos kutatási tevékenységet indítványoztak a Kolozsvár környékén levő erdőkben. Florisztikai, fitocönológiai, pedológiai, enzimológiai, mikroklimatikus és ornitocönológiai felméréseket végeztek [10][11][12]. I. Popescu-Zeletin irányítása alatt zajlott le a Babadag fennsík ökológiai leírása (1961-1966). A szintézis jellegű mű a helyi környezeti tényezők és az életközösségek kölcsönhatásait összegezte. Popescu-Zeletin és munkatársainak tevékenysége elő vetülete a Nemzetközi Biológiai Programnak (IBP - International Biological Program) [13]. Egy másik munkacsoport, Taras Seghedin, Alexandru Filipașcu és Nicolae Boșcaiu 1977-ben végeznek biocönológiai felméréseket egy klimax állapotba levő tölgyesben, a Szeret felső folyásán (Lunca Zanostei Rezervátum) [14]. A rendszerelmélet és a szerveződési szintek hirdetői Romániában Botnariuc és Vădineanu voltak (1964, 1985) [15]. A szünökológiai kutatásokat Csűrös István és munkatársai kezdeményezték. A következőkben teret hódított a közösségi ökológia, az autökológia és a demökológia mellett. A szünökológia jegyében zajlanak le N. Tomescu szerződéses kutatásai különböző gerinctelen és gerinces állatközösségekre nézve. Tanítványai is számos szünökológiai dolgozatot jelentettek meg az elmúlt 15 évben. Chifu és munkatársai (2008) a Kelemen-havasok Nemzeti Parkban végeztek biocönológiai és produkciobiológiai tanulmányokat. Ezek az egyes fajok ökofiziológiai és anatómiai tulajdonságaira vonatkoztak a helyi adottságok függvényében [5][16][17].

#### 4. Következtetések

- A dolgozatban a főbb hazai biocönológiai kutatások irányzatai vannak bemutatva, amelyek egy átfogó képet adhatnak a biocönológiai kutatások kialakulásáról, szerepéről és jelentőségéről;
- A biocönológia kutatások kezdetben általános tanulmányok voltak és leíró jelleggel rendelkeztek;
- A növények életközösségeinek tanulmányozása korábban elkezdődött mint az állatközösségeké;
- Fokozatosan a gyakorlati megfigyelések felváltották a leíró jellegű munkákat, inter- és multidiszciplináris sajátosságokat adva a biocönológiának;
- A biocönológiai kutatás különböző szakterületeken képzett munkatársakat, kutatócsoportokat igényel;
- A kutatások az életközösségek anyag- és energiaforgalmának irányában is kiterjedtek;
- A monográfiák analitikus és szintetikus sajátosságaik mellett gyakorlati megoldásokat is szolgáltatnak az illető területek szociális, gazdasági és környezetvédelmi problémáinak megoldásában;
- A biocönológiai tanulmányok segítenek a természeti források ésszerűbb értékesítésében;
- Az eddig elért eredmények alapját képezhetik a jövőbeni kutatásoknak.

**Irodalom**

- [1] STUGREN, B.: *Ecologie teoretică*, Casa de Editură Sarmis, Cluj-Napoca, 1994, 14-19 oldal
- [2] MARGALEF, R., *Objet et perspectives fondamentales de l'Ecologie*, Publ. O.C.D.C.E., Paris, 1964, 6-8 oldal
- [3] STUGREN, B.: *Ecologie generală*, Editura didactică și pedagogică, București, 1975, 14-17 oldal
- [4] SCHULZE, E.: és mások: *Plant ecology*, Springer, Berlin-Heidelberg, 2005, 586-603 oldal
- [5] CRISTEA, V.: és mások: *Fitosociologie*, Presa Universitară Clujeană, Cluj-Napoca, 2004, 18-25 oldal
- [6] URÁK, I.: *Általános ökológia, Egyetemi jegyzet*, Kolozsvár, 2007, 41-80 oldal
- [7] BALOGH, J.: *Grundzüge der Zoozoologie*, Akadémia Kiadó, Budapest, 1953, 15-17 oldal
- [8] BALOGH, J.: *Lebensgemeinschaften der Landtiere: ihre Erforschung unter besonderer Berücksichtigung der zoozoologischen Arbeitsmethoden*, Verlag der Ungarischen Akademie der Wissenschaften: Akademie Verlag, Budapest; Berlin, 1958, 15-20 oldal
- [9] CRISTEA, V.: *Fitosociologia românească: bilanț și perspective*, Cluj-Napoca 2011
- [10] KOVÁCS, A., és mások, *Cercetări biocenologice în pădurea Lomb-Cluj*, Contribuții Botanice, Cluj, 1968, 361-383 oldal
- [11] KOVÁCS, A.: és mások, *Cercetări biocenologice în pădurea Mănăstur-Cluj*, Contribuții Botanice, Cluj, 1970, 271-304 oldal
- [12] KOVÁCS, A.: és mások, *Cercetări biocenologice în pădurea Dezmir-Cluj*, Contribuții Botanice, Cluj, 1969, 260-283 oldal
- [13] POPESCU-ZELETIN, I.: *Cercetări ecologice în Podișul Babadag*, Editura Academiei Republicii Socialiste România, București, 1971
- [14] SEGHEDEIN, T., és mások, *Cercetări biocenologice în rezervația naturală Lunca Zamostei*, Studii și comunicări de ocrotirea naturii (4), Suceava, 1977, 79-86 oldal
- [15] BOTNARIUC, N.: *Concepția și metoda sistemică în biologia generală*, Editura Academiei, București, 1976
- [16] TOMESCU, N.: *Cercetări morfologice, biologice și ecologice la izopodele terestre*, doktorátusi szakdolgozat, Cluj, 1973
- [17] CHIFU, T.: *Parcul Național Călimani: studii ecologice și de biodiversitate*, Alma Mater, Cluj-Napoca, 2008

**Domokos Erzsébet**, doktorandus

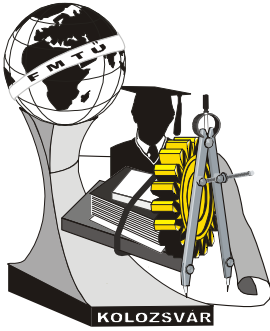
Munkahely: Babeș-Bolyai Tudományegyetem, Biológia Kar, Taxonómia és Ökológia Tanszék

Cím: RO-400015, Románia, Kolozsvár, Republicii utca, 42 szám

Tele: +40-264592152 /

Fax: +40-264591906

E-mail: e\_gomba@yahoo.com



# XVI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2011. március 24–25.

## TÁRCSAFÉK GYÁRTÁSTECHNOLÓGIÁJÁNAK JAVÍTÁSA KÍSÉRLETTERVEZÉSEL

DRÉGELYI-KISS Ágota, NÉMETH Emil

### Abstract

The first step of manufacturing of disc brake pads in trucks is the pressing of brake pad carrier on the base sheet. The process is technologically strictly supervised by the parameters such as press load, temperature and cycle time. The technological parameters are hold at optimum with statistical analysis of compressibility data.

The most critical step of the manufacturing process is the press of the brake pad. Therefore there were made designed experiments in order to study and to optimise the press process. The input parameters and their examination interval are determined. There were 4 important input parameters and 1 spatial parameter, and  $2^5$  full factorial design were made, with replications in the centre point.

As a result it is stated that the most important factors have been managed to identify and the temperature differences in the press tool have been decreased to an appropriate level.

### Key words:

disc brake, manufacturing, process improvement, design of experiments, DOE

### Összefoglalás

A teherautó tárcsafék betétek gyártása a fékbetét anyag hordozó alaplemezre préselésével kezdődik. A folyamat szigorúan előírt présterhelés, hőmérséklet és ciklusidő paraméterek pontos technológiai felügyelete mellett zajlik. A technológiai paramétereket a betétek kompresszibilitási adatainak statisztikai folyamatkezelésével tartjuk optimális értéken.

A gyártási folyamat legkritikusabb része a fékbetét préselése. Ezért a préselési folyamat jobb megismerése és optimalizálása érdekében tervezett kísérleteket folytattunk le. A préselési folyamat bemeneti faktorait és azok vizsgálati tartományát meghatároztuk. Mivel 4 fontos bemeneti paraméter és egy térbeli paramétert határoztunk meg, ezért  $2^5$  teljes kísérlettervet hajtottunk végre, és a terv centrumában ismételt vizsgálatokat is végeztünk.

Eredményként elmondható, hogy a legfontosabb faktorokat sikerült azonosítani és a présszerszámban lévő hőfokeltéréseket sikerült olyan mértékben csökkenteni, hogy kompresszibilitási hibával attól kezdve nem kellett zárolni tételeket.

### Kulcsszavak:

tárcsafék, gyártás, folyamatjavítás, kísérlettervezés

### 1. Bevezetés

A teherautó tárcsafék betétek gyártása szigorúan előírt présterhelés, hőmérséklet és ciklusidő paraméterek pontos technológiai felügyelete mellett zajlik. A technológiai paramétereket a betétek kompresszibilitási adatainak statisztikai folyamatkezelésével tartjuk optimális értéken.

A préselés után a fékfelületet előcsiszoljuk, majd előírt paraméterek szerint hőkezelésnek vetjük alá a termékeket. Ekkor alakulnak ki a fékbetétek végleges kémiai, mechanikai, súrlódástechnikai tulajdonságai. Ezután a végmegmunkálás egy automatizált gyártósoron történik. A megmunkáló soron a betétek fékfelületét hornyoljuk, síkba csiszoljuk, a hordozó alaplemezt por festjük, a fékfelületet kezdeti súrlódási tényező növelését biztosító bevonattal látjuk el, kopásjelző furatot készítünk, majd a típustól függő feliratozással fejeződik be a megmunkálás. Végül a terméket előírás szerint csomagoljuk, pótalkatrészek esetén szerelési anyagokkal látjuk el.

A gyártási folyamat legkritikusabb része a fékbetét préselése. A fékbetét olyan keverék, mely áll kötőanyagból, vázanyagból, és töltőanyagokból. A kötőanyag általában módosított, vagy módosítatlan fenol-formaldehid gyanta, melynek a térhálósodása (poli-kondenzációja) a préseléskor és a hőkezeléskor megy végbe. A vázanyagok olyan szálas anyagok, melyek a fékbetét mechanikai tulajdonságaira vannak hatással. Az alkalmazott töltőanyagok szabályozzák a fékbetét hő stabilitását, valamint kopásállóságát. Ez azt eredményezi, hogy terhelő erő hatására a fékbetét jól mérhető rugalmas alakváltozást szenved, amelyet kompresszibilitásnak nevezünk. Az összenyomhatóságnak a mértéke a préselési paraméterektől függ, amely paraméterek beállításával tudjuk szabályozni a présciklus alatt a fékbetéttel közölt energia mennyiségét.

A préselési folyamat feltérképezésére tervezett kísérleteket végeztünk, amelyek segítségével leírható a modell-tér a préselési paraméterek függvényében.

## 2. Kísérleti terv meghatározása

A préselési folyamat fő bemeneti paraméterei a préselési paraméterek, kimeneti paramétere a kompresszibilitási érték  $\mu\text{m}$ -ben. A tervezett kísérletek során célunk a bemeneti és a kimeneti változók közötti matematikai összefüggés meghatározása [1].

A préselési paraméterek:

- Hőmérséklet ( $z_1$ ): A présesszám hőfokának az energia közlésében közvetlen a hatása, önmagában képes beindítani a vegyi reakciót;
- Nyomás ( $z_2$ ): A fékbetétre gyakorolt felületi nyomás szintén energiát közöl a rendszerrel, de önmagában nem indítja be a vegyi reakciót. A présgép által kifejtett erőt jelenti e paraméter szintjeinek a beállítása;
- Formatér mélysége ( $z_3$ ): Mivel a fékbetét keverékkel a formatér fel van töltve, ezért a préselt anyag mennyiségére van hatása;
- Szellőzés ( $z_4$ ): A préselési ciklusba épített szellőzések számának az összes időre van hatása.

A préselési paraméterek az 1. táblázatban található intervallumok szélső értékeiben vették fel értékeiket, például a hőmérsékletet két szinten vizsgáltuk,  $60^\circ\text{C}$ -on és  $90^\circ\text{C}$ -on.

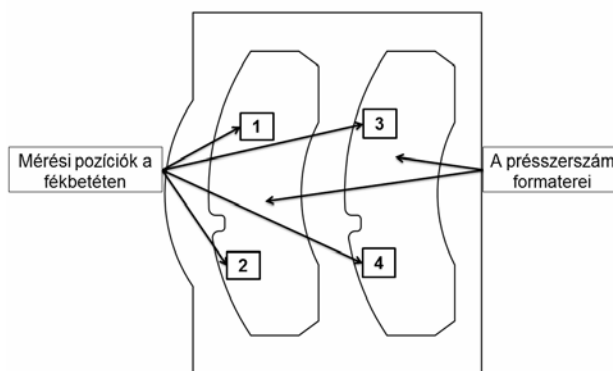
Minden faktort két szinten vizsgáltunk, amely 16 kísérletet jelent. Egy kísérletből két darab fékbetét keletkezik, mivel a szerszám két fészkes. A két darab fékbetéten négy darab kimeneti értéket lehet

mérni, mivel a kompresszibilitást az 1. ábra szerinti pozíciókban kell megmérni. A bemeneti és kimeneti változók közötti kapcsolat megfelelőségének igazolása miatt a centrumponiban is végeztünk kísérleteket.

1. táblázat A faktorok beállított értékei természetes egységekben

Főhatás kódja	-1	Közéérték (0)	+1
$z_1$	60 °C	75 °C	90 °C
$z_2$	$350 \cdot 10^4$ N	$450 \cdot 10^4$ N	$550 \cdot 10^4$ N
$z_3$	52 mm	58 mm	64 mm
$z_4$	0 db	2 db	4 db

A kísérlettervet az ismételhetőség és statisztikai próbák alkalmazása miatt megismételtük, vagyis összesen  $(4 \cdot 16 + 4) \cdot 2 = 136$  mérést hajtottunk végre.



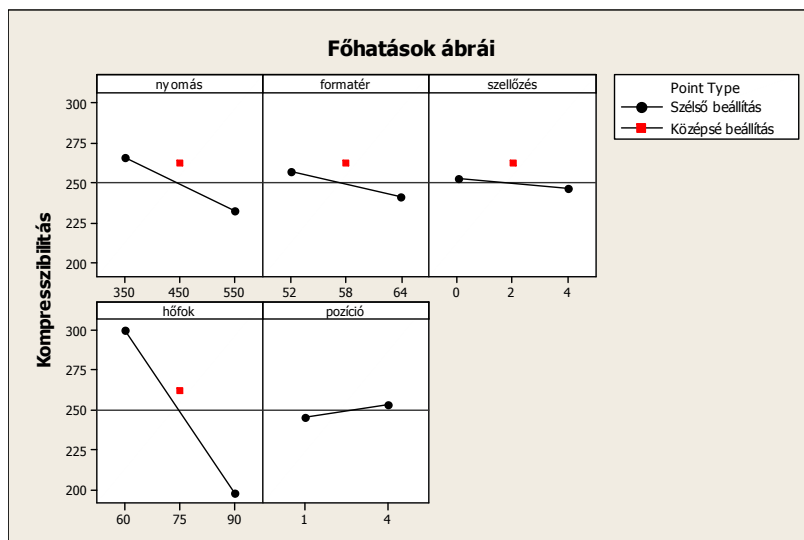
1. ábra Kimeneti értékek mérése a fékbetéteken

### 3. Eredmények és értékelésük

A tervezett kísérletek elvégzésével az egyes paraméterek hatását a kompresszibilitás értékekre a 2. ábrán láthatjuk. A pozíciónak láthatóan nincs jelentősége, amely azt is jelenti, hogy a prészerszám nem hibás, tehát egyetlen a hőfoka, valamint a nyomásfelvétele. Látszik az ábráról, hogy a hőfok gyakorolja a kompresszibilitás értékére a legnagyobb hatást. Következő faktor fontosságban a nyomásérték, majd a formatér mélysége, mely a préselt fékanyag mennyiségét szabályozza. A szellőzési számnak, ami a préselési ciklus idejére hat, nem volt jelentős hatása a kimenetre.

Az elvégzett kísérletek rávilágítottak arra, hogy a hőfok hibák okozhatnak ilyen, eddig megmagyarázhatatlan eltéréseket. A hőfok főhatás ábrájából látszik, hogy 30 °C-os hőfokváltozás ( a prészerszám belsejében mérve ) 100 egység kompresszibilitás változást eredményezhet. Ez érdekes adat, mert ha ennek a mértéke több kísérletnél is igazolható, akkor a 20 °C-os technológiában megengedett hőfokeltérés nincs összhangban a kompresszibilitás 30 egységben megengedett változásával.

A gyártási folyamat javítása céljából a legfontosabb tennivaló, hogy be kell vezetni a hőfok-ellenőrzést. Erre egy lehetőség a vizsgálati terv módosítása, mely szerint a prészerszámok hőfokának az el-



2. ábra A főhatások ábrái

lenőrzése történik hőmérővel beállításkor, majd rendszeres időközönként. Ha a megengedett tartományon kívüli hőfokértékek észlelhetőek, a gyártás nem indul meg addig, amíg a hibát a karbantartó személyzet el nem hárítja. Ez utóbbi megoldással rendszeres időközönként előforduló nem megfelelő kompresszibilitás miatti zárolások elmaradtak.

#### 4. Következtetések

A vizsgálati tervbe be lett építve olyan hőfok beállítási eljárás, melynek segítségével el lehet kerülni a jelentős hőfokeltéréseket. Az intézkedések bevezetése előtt a prészszámok hőfok hibáit nem lehetett észlelni sem gyártás indításakor, sem a folyamatos gyártás alatt. A megengedett tartományon kívüli hőfokértékek azt eredményezték, hogy a gyártott termékek kimeneti értéke a megengedett tartományon kívül esett. Ennek következménye az lett, hogy rendszeres időközönként a termékek jelentős része zárolva lett, át lett válogatva, majd átlagosan harmad részük selejtezve lett. A vizsgálati terv módosítása után a megengedett tartományon kívüli hőfokértékek észlelhetőek, és a gyártás nem indul meg addig, amíg a hibát a karbantartó személyzet el nem hárítja. Ezáltal a mintavételek alkalmával nincsenek hibás minták, nem kellett 100%-ban válogatni a zárolt tételeket.

#### Irodalom

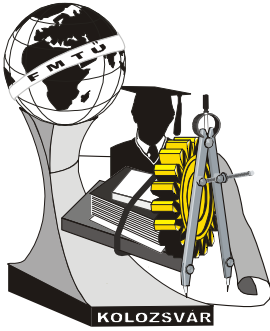
[1] Kemény, S., Deák, A.: *Kísérletek tervezése és értékelése*, Műszaki Könyvkiadó, Bp. 2000. 367. o.

**Drégelyi-Kiss Ágota**, adjunktus

Munkahely: Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, Anyagtudományi és Gyártástechnológiai Intézet  
 Cím: H-1081 Budapest, Népszínház u. 8, Hungary  
 Telefon / Fax: +36-1-666-5432  
 E-mail: dregelyi.agota@bgk.uni-obuda.hu

**Németh Emil**, műszaki osztályvezető

Munkahely: Caroflex Fékbetétgyár Kft.  
 Cím: H-4600 Kisvárd, Árpád u. 123, Hungary  
 Telefon / Fax: 06-45-500-600  
 E-mail: emil.nemeth@gmail.com



# XVI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2011. március 24–25.

## CSIGAKERÉK LEFEJTŐMARÓ ÉLEZHETŐSÉGI TARTOMÁNYÁNAK MEGHATÁROZÁSA KÖZELÍTŐ MÓDSZERREL

dr. DUDÁS Illés, BODZÁS Sándor

### Abstract

Knowing the main characteristics and production geometry of the hob is important for the accurate and appropriate quality production, because we produce the various worm gears with this tool based on the direct motion mapping method.

The hob is resharpened along face surface that is why it can be sured that we always get the same undistorted profile after resharpening. Knowing the hob tip diameter, the centre distance and its tolerance level and the  $\alpha$  backward angle we define that maximum grinding angle till a hob can be resharpened so the centre distance and the profile distortion of worm gear is in the tolerance level.

### Key words:

worm gear, hob, centre distance, maximum angle

### Összefoglalás

A lefejtőmaró főbb tulajdonságainak, gyártásgeometriájának ismerete fontos a pontos és megfelelő minőségű gyártáshoz, mivel ezzel a szerszámmal állítjuk elő a különféle csigakerekeket a közvetlen mozgásleképezés elve alapján.

A lefejtőmarókat a homloklapfelületeik mentén élézzük újra, ezáltal biztosítható, hogy újraélezés után is mindig ugyanazt a torzulásmentes profilt kapjuk. A maró fejkörátmérő, a tengelytávolság és annak tűrése és az  $\alpha$  hátraesztergálási szög ismeretében meghatározzuk azt a köszörülési határszöget ameddig a maró újraélezhető, azaz tengelytávolság és a csigakerék profiltorzulása tűréstartományon belüli.

### Kulcsszavak:

csigakerék, lefejtőmaró, tengelytávolság, határszög

## 1. Bevezetés

Alakos felületek nagy pontosságú megmunkálásához csak olyan szerszámok használhatók, amelyeknek a szelvénye újraélezéskor nem változik. Erre a célra a hátraesztergált fogú marók felelnek meg (1. ábra).

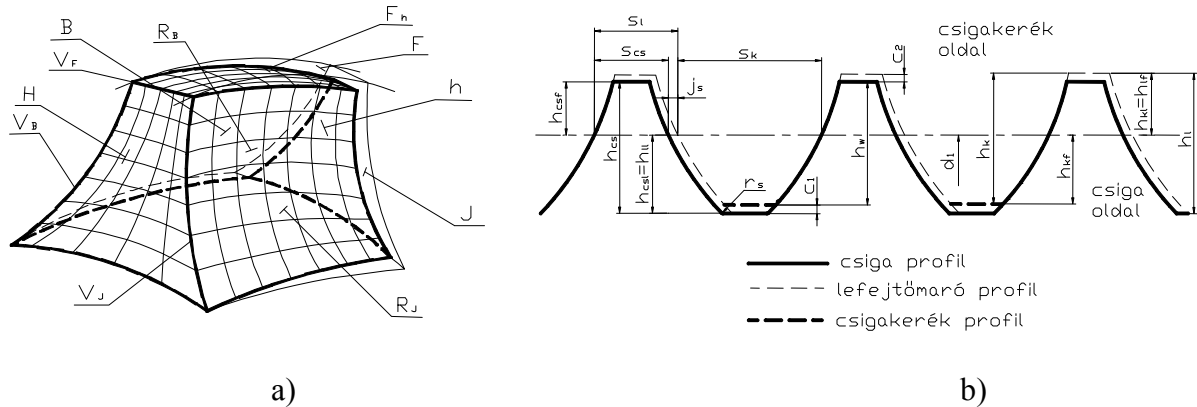


1. ábra Hátraesztergált fogú maró



A maró fogprofilja normálmetszetben az alapcsiga profillal egyezik meg. A csigakerék lefejtőmaró tengelyét olyan mértékben kell megdönteni, hogy a munkadarabbal kapcsolt marófogak normálsíkja a fogazandó kerék fogirányvonalára merőleges legyen. A megoldás előnye: nincs fogról fogra való osztás, így megszákítás nélküli a munka. A szerszám kinematikus nyoma hozza létre a fogprofil.

## 2. A lefejtőmaró geometriai kialakítása



2. ábra A lefejtőmaró felületelemei, élei (a) és a csiga-, csigakerék- és lefejtőmaró alaprofilja (b)

1. táblázat A fogat határoló legfontosabb felületek, élek (2.a. ábra)

A fogat határoló legfontosabb felületek, élek			
Felületek		Élek	
H	homlokl felület	$V_B$	bal oldalél, amely a B fogfelület és a H homlokl felület metszéseként keletkezik
$R_B, R_J$	hátfelületek (bal ill. jobb fogoldal)	$V_J$	jobb oldalél, mely a J jobb fogfelület és a H homlokl felület metszéseként keletkezik
$F_h$	fejszalag - hátfelület	$V_F$	fejél, mely a lefejtőmaró F fejszalag és a H homlokl felületének metszészvonala
F	fejszalag		

Az  $R_B$  és  $R_J$  hátfelületek kialakításakor a forgácsolási folyamatra való hatásán túl főként a szerszám újraélezhetőségére gyakorolt hatását (profilpontosság biztosítása) kell figyelembe venni [3].

Mivel a lefejtőmarók bonyolult geometriájú, drága szerszámok, nagy jelentőségű a szerszám minél többszöri újraélezésének lehetővé tétele már a szerszám geometriai kialakításakor.

A 2.b. ábrán látható, hogy a lefejtőmaró profilja a  $j_s$  hézaggal szélesebb, mint a csiga profilja, mivel a szerszám fogszélessége határozza meg a kerék fogszélességét. A helyes, üzemszerű működéshez biztosítanunk kell a csigakerék és a csiga kapcsolódó felületei között egy a már említett  $j_s$  hézagot többek között az üzemközbeni hőtágulás miatt is.

Az is látszik, hogy a csigakerék lábmagassága ( $h_{kl}$ ) egyenlő a lefejtőmaró fejmagasságával ( $h_{lf}$ ). Ezzel szemben a lefejtőmaró lábmagassága ( $h_{ll}$ ) nem egyezik meg a csigakerék fejmagasságával ( $h_{kf}$ ), mivel a lefejtőmarónak a csigakerékhez való állításakor biztosítanunk kell egy  $c_1$  lábhézagot a geometriailag

helyes megmunkálás miatt. A lefejtőmaró lábmagassága ( $h_{ll}$ ) megegyezik a csiga lábmagasságával ( $h_{csl}$ ). A középátmérőn maró fogárokszélessége megegyezik a csigakerék fogszélességével ( $S_k$ ).

**2. táblázat** Csiga-, csigakerék- és lefejtőmaró alapprofilja (2.b. ábra)

Jelölés	Megnevezés	Jelölés	Megnevezés
$S_l$	Lefejtőmaró fogvastagság	$c_1$	Lábhézag
$S_{cs}$	Csiga fogvastagság	$c_2$	Fejhézag
$S_k$	Csigakerék fogvastagság	$h_w$	Hasznos fogmagasság
$j_s$	Foghézag	$d_1$	Csiga osztókörátmérő
$h_{csf}$	Csiga fejmagasság	$h_k$	Csigakerék fogmagasság
$h_{cs}$	Csiga fogmagasság	$h_{kf}$	Csigakerék fejmagasság
$h_{csl}$	Csiga lábmagasság	$h_{kl}$	Csigakerék lábmagasság
$h_{ll}$	Lefejtőmaró lábmagasság	$h_{lf}$	Lefejtőmaró fejmagasság
$r_s$	Fogtő görbületi sugár	$h_l$	Lefejtőmaró fogmagasság

### 3. A hátraesztérgálási görbe megválasztása

Hátraesztérgálási görbének nevezik azt a görbét, melyen a maró fogainak hátfelületei elhelyezkednek [1]. A hátraesztérgálási görbének biztosítani kell:

- a hátraesztérgált fogak bármely pontjában, tengelymetszetben mindig torzítás nélküli profil adódjék;
- a profil magassága sugárirányban a hátraesztérgálási görbe mentén állandó maradjon;
- a maró fogainak  $\alpha$  hátszőge állandó legyen a hátraesztérgálási görbe mentén.

A hátraesztérgálási görbét a maró tengelyére merőleges metszetben kell vizsgálni [2]. A hátraesztérgálás mértéke radiális metszetben mérhető sugár irányú méretváltozás.

### 4. Kösörülési határszőg meghatározása

A 3. ábrán a maró kösörülési tartománya látható. Az ábrán a szaggatott vonal a maró fejkörátmérőjét, a vastag vonal pedig a kösörülési terület kontúrját jelöli.

A 3.a. ábrából az MCH kontúrt közelítve derékszögű háromszöget kapunk (3.b ábra):

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\Delta a}{k} \rightarrow k = \frac{\Delta a}{\operatorname{tg} \alpha} \quad (1)$$

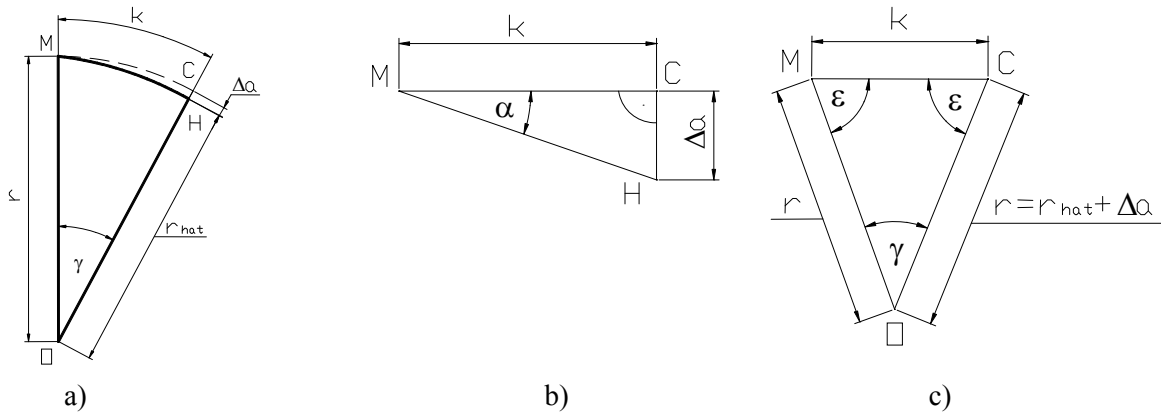
A 3.a. ábra alapján az MCO kontúrt közelítve egyenlőszárú háromszöget kapunk (3.c. ábra). Felírva a Koszinusz tételt az MCO háromszögre:

$$k^2 = r^2 + r^2 - 2 \cdot r^2 \cdot \cos \gamma \quad (2)$$

Ezek alapján a levezetések mellőzésével a lefejtőmaró kösörülési határszőge:

$$\gamma = \arccos\left(1 - \frac{\Delta a^2}{2 \cdot (r \cdot \operatorname{tg} \alpha)^2}\right) \quad (3)$$

Ez az összefüggés az ipar számára is könnyen kezelhető. Ehhez ismerni kell a maró fejkör sugarát ( $r$ ), hátraesztergálási szögét ( $\alpha$ ) és a tengelytávolság tűrését ( $\Delta a$ ).



3. ábra A maró köszörülési tartománya

## 5. Összefoglaló

A csiga geometriája határozza meg azt a szerszámot, amellyel a csigakereket megmunkáljuk. Ebből az következik, hogy a csigakerék fogazatát egyedi, különleges szerszámmal kell megmunkálni. A csigakerék pontos, megfelelő minőségű gyártáshoz rendkívül fontosak a kerékhez kapcsolódó csiga és a szerszám gyártásgeometriai ismeretei.

Közelítő eljárással meghatároztuk a lefejtőmaró köszörülhetőségi tartományát. Ezzel a módszerrel az ipar számára is könnyen kezelhető összefüggést kaptunk.

### Köszönetnyilvánítás

Ez a kutatás a Nyíregyházi Főiskola Műszaki Alapozó és Gépgyártástechnológia Tanszék “Csavarfelületek, Me-netfelületek Kutatócsoport” keretében készült munka.

Témavezető: dr. Dudás Illés, egyetemi tanár.

### Irodalom

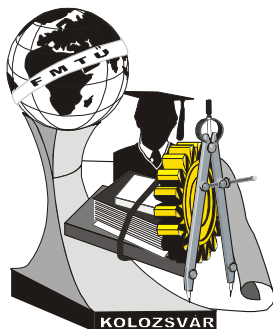
- [1] dr. Bakondi Károly: *Hátraesztergált marók és fogazószerszámok tervezése*, Tankönyvkiadó, Budapest, 1976.
- [2] dr. Dudás Illés: *Gépgyártástechnológia III.*, Miskolci Egyetemi Kiadó, 2005, ISBN 963 661 572 1
- [3] dr. Dudás Illés: *The Theory and Practice of Worm Gear Drives*, Penton Press, London, 2000, ISBN 1 8571 8027 5

**dr. Dudás Illés**, DSc professzor

Munkahely: Miskolci Egyetem,  
Gépgyártástechnológiai Tanszék  
Cím: Miskolc, Egyetemváros, 3515  
E-mail: illes.dudas@uni-miskolc.hu

**Bodzás Sándor**, PhD hallgató

Nyíregyházi Főiskola, Műszaki Alapozó és  
Gépgyártástechnológia Tanszék  
Nyíregyháza, Sóstói u. 31/b, 4400  
bodzassandor@citromail.hu



# XVI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2011. március 24–25.

## C60 MEGERESZTÉSÉNEK VIZSGÁLATA DMTA BERENDEZÉSSEN

DUGÁR Zsolt, SZŰCS András, dr. BELINA Károly, dr. VÉGVÁRI Ferenc

### Abstract

The viscoelastic properties of solid polymeric materials can be studied by dynamical mechanical analysis. The sample is driven by a sinusoidal mechanical force and the deformation is measured. The mechanical properties of a heat treated sheet steel sample were studied as function of temperature and frequency. It was found that the mechanical properties depend on either the temperature or the frequency, therefore structural change of the material can be easily detected by dynamic mechanical thermal analysis.

### Key words:

DMTA, material testing, modulus, steel, annealing

### Összefoglalás

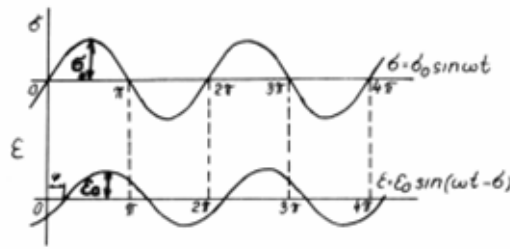
A műanyagok viszkoelasztikus tulajdonságainak tanulmányozására az úgynevezett dinamikus mechanikai termoanalízist (DMTA) használják. A mérés során szinuszos mechanikai erővel gerjesztjük az anyagmintánkat, és mérjük a válaszként adott deformációt. Kutatásom során egy edzett acéllemez mechanikai jellemzőit határoztam meg a hőmérséklet és a frekvencia függvényében. Az eredmények alapján megállapítható, hogy a mechanikai jellemzők mindkét esetben változnak, azaz a megeresztés során létrejövő szerkezet változások, ha kis mértékben is, de mérhető mechanikai tulajdonság változást eredményeznek.

### Kulcsszavak:

DMTA, anyagvizsgálat, modulus, acél, megeresztés

## 1. Bevezetés

Műanyagok időfüggő mechanikai tulajdonságainak vizsgálatára számos technika létezik. Az egyik legmegbízhatóbb a dinamikus mechanikai analizátor (DMTA) mérőberendezés. Kezdetben szabadlengéses, majd kényszerített rezgéses gépek terjedtek el [1]. A műszer alkalmas hőmérséklet- és frekvenciafüggő mechanikai tulajdonságok mérésére. A mérési módszer nagy előnye, hogy a mért mechanikai jellemző (veszteségi- és tárolási modulus) kapcsolatba hozhatók az anyag szerkezetének változásával. A szilárd polimerek viszkoelasztikus anyagok, így mechanikai feszültség hatására rugalmas és maradó alakváltozást is elszenvednek. A méréseinkhez a Kecskeméti Főiskola GAMF Kar Műanyag- és Gumiotechnológiai Szakcsoportjának laboratóriumában található TA Q 800 típusú berendezést használtuk. A befogott próbatestet dinamikus és periódikus változó feszültséggel gerjesztjük, és a deformációt mérjük szintén az idő függvényében. Az 1. ábrán látható egy tipikusan viszkoelasztikus anyag feszültség - deformáció összefüggése, ahol a deformáció  $\delta$  szögeltolódással van elmaradva a feszültséghez képest [1].



1. ábra Szinuszosan gerjesztett jel (feszültség) és válaszjel (alakváltozás)

$$E'_{\text{tárolási}} = \frac{\sigma_o}{\epsilon_o} \cdot \cos \delta = |E^*| \cos \delta$$

$$E''_{\text{vesztési}} = \frac{\sigma_o}{\epsilon_o} \cdot \sin \delta = |E^*| \sin \delta \tag{1}$$

A berendezésben lehetőség van húzó, kétpontos hajlító, kompressziós, nyíró vizsgálat elvégzésére. A műanyagok dinamikus mechanikai jellemzőit már több mint 30 éve ismerik és vizsgálják kutatók. A kutatásunk célja, hogy a fémek mechanikai tulajdonságait hőmérséklet, frekvencia függvényében, a terhelés módjának változtatása mellett meghatározzuk. A mechanikai tulajdonságok és a szerkezeti változások között kapcsolatot teremtsünk. Ezen kiadványunkban egy edzett fémlemez megeresztését tanulmányoztuk.

**2. Kísérlet**

A kísérletekhez C60 anyag minőség jelű, 0,5 mm vastagságú lemezből készített próbatesteken használtuk. Ez az anyag egy ötvözetlen acél, kézi szerszámok, tengelyek anyagának alkalmazzák. Széles felhasználási területű, nemesíthető acél. A vizsgálat megkezdése előtt a vizsgálati próbatesteket Foundry Master Pro asztali spektrométerrel vizsgáltam az eredményeket táblázatba foglaltuk.

1. táblázat C60 alapanyagának vegyi összetétele

Kémiai összetétel [%]										
Elem	C	Mn	Si	S	P	Cr	Mo	Ni	Cu	Ti
Minta	0,63	0,764	0,131	0,005	0,005	0,236	0,006	0,0346	0,01	0,02

**Anyag előkészítése, próbatestek elkészítése**

A lemezből 10× 40× 0,5mm-es próbatesteket vágunk ki lemezollóval. Ezután a darabokat az előre edzési hőmérsékletre állított kemencébe helyeztük. Hőkezelés körülményei, paraméterei a 2. táblázatban foglaltuk össze [3,4].

2. táblázat Hőkezelés paraméterei

Hőkezelés paraméterei		
Edzési hőmérséklet	Hőntartási idő	Hűtémódja
850°C	2 min	víz

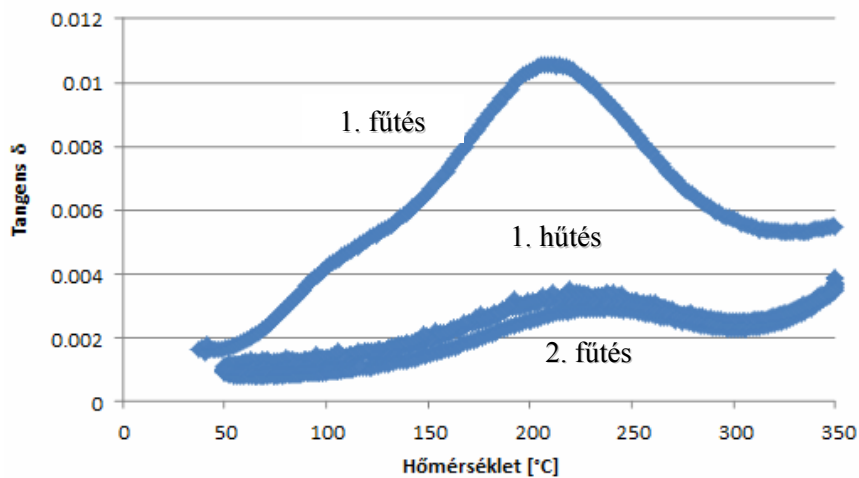
A hőkezelés után keménységméréssel ellenőriztük a hőkezelés eredményességét. A darab keménységének átlaga 780HV1-re adódott.

Keménységmérést követően a darabokat DMTA berendezésben megeresztettük és a megeresztés folyamata alatt mértük a mechanikai jellemzők változását.

A mérésünkhöz egyoldali befogást használtunk. A veszteségi és a tárolási modulusának hőmérsékletfüggését mértük. Ezek a mennyiségek a viszkoelasztikus anyagoknál, mint pl a műanyag egyértelműen definiálhatók. A fémek elvileg egy adott tartományban ideálisan rugalmas anyagok, ezért a rugalmassági modulusuk nem függ a deformáció sebességétől, azonban méréseink során sebességfüggés is mérhető volt.

### 3. Eredmények

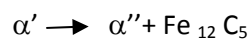
Az 1. ábrán folyamatos, 1°C/perces fűtés és hűtési sebesség mellett mért veszteségi tényező (tangens  $\delta$ ) görbe látható. Az első felfűtés során mért modulus alacsonyabbnak bizonyult, mint az azt követő hűtés és a második felfűtés során mért. Az eredmény alapján azt mondhatjuk, hogy az első felfűtés alatt irreverzibilis folyamatok zajlódhatnak le. A hűtés és a második fűtés görbéje között kismértékű különbség, hiszterézis látható, ez azzal magyarázható, hogy a minta hőmérséklete kismértékben elmarad a kemence hőmérsékletétől.



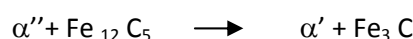
1. ábra. Fém minta tangens  $\delta$  hőmérséklet függése.

A mérések egyértelműen bebizonyítják, hogy a mért jel valamilyen átalakulást jelez az acél próbatestben. A méréseket ugyanezek és más paraméterek mellett is megismételtük. Az eredmények minden esetben reprodukálhatóak voltak.

Szakkönyvek szerint maradék ausztenit és



átalakulás játszódik le az anyagban 100-150°C között, magasabb hőmérsékleten



karbiddá alakul [5]. Ezzel a méréssel azt szeretném igazolni, hogy DMTA berendezéssel átalakulást vagy szerkezet változást tudunk mérni. A megeresztést követően a minta keménysége 650 HV1, ami a minta szerkezetváltozásával magyarázható.

A mérés során 350°C-ig vizsgáltuk az átalakulást, a felfűtési sebességet 1°C/min, a frekvencia 10; 3, 2; 1 Hz-en változott a vizsgálati idő alatt. A mérés közben mindvégig rugalmas tartományban volt az anyag. A vizsgálat menete 2 felfűtésből állt. Az elsőben a vizsgált próbatest előéletére kapunk információt (irreverzibilis folyamatok nyomon követése), a másodikban az anyagra jellemző görbét kapjuk meg.

A mért eredmények jól mutatják, hogy a vizsgálati próbatest valamilyen szerkezetváltozáson ment keresztül.

#### 4. Következtetések

A műanyag iparban használt berendezés nagy valószínűséggel mondható, hogy a fémek esetében is használható a szerkezetátalakulás mérésére. Pusztán a mechanikai tulajdonságok változásának méréséből, ki tudjuk mutatni az anyagban történt változásokat. Keménységmérés segítségével kijelenthetjük, hogy valamilyen átalakulás történt a munkadarabom szerkezetében a megeresztés során. Ezt a szerkezetváltozást a mechanikai tulajdonságok változásából meg tudjuk határozni DMTA berendezés segítségével.

#### Irodalom

- [1] Szűcs András, dr. Belina Károly: *Hőre lágyuló mátrixú kompozitok vizsgálata DMTA berendezéssel*, Műanyag és Gumi folyóirat, 2010
- [2] dr. Marossy Kálmán: *A műanyagfeldolgozás gyakorlati útmutatója*, Kézirat, Kazincbarcika 1985, 32-35 oldal
- [3] dr. Smóling Kálmán: *Szerkezeti acélok kézikönyve*, Szabványkiadó, Budapest, 1988, 78-80. oldal
- [4] Jürgen Orlich, Hans-Joachim Pietrzeniuk: *Atlas zur Warmebehandlung der Stähle*, Verlag Sahleisen M.B.H., Düsseldorf, 1976, 109-160 oldal
- [5] dr. Verő József, dr. Káldor Mihály: *Vasötvözetek fémtana*, Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1971, 133-134 oldal

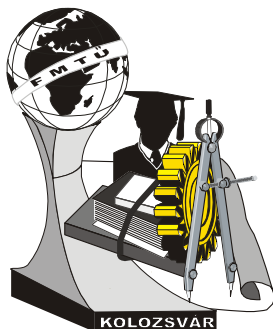
**Szűcs András** (főiskolai adjunktus), **Dugár Zsolt** (műszaki ügyintéző)

Munkahely: Kecskeméti Főiskola Gépipari Automatizálási Műszaki Főiskolai Kar Műanyag- és Gumiotechnológiai Szakcsoport

Cím: H-6000, Magyarország Kecskemét Izsáki út 10.

Telefon / Fax: +36-76-516300

E-mail: szucs.andras@gamf.kefo.hu; dugar.zsolt@gamf.kefo.hu



# XVI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2011. március 24–25.

## A MARADÓ ALAKVÁLTOZÁS HATÁSA A DC04EK MINŐSÉGŰ ACÉLOK PIKKELYESEDESI HAJLAMÁRA

FÁBIÁN Enikő Réka

### Abstract

The cold deformation effects on the hydrogen permeability were studied on four annealed enamel-grade steel sheets. Depending on the ferrite grains orientation the normalized hydrogen permeation times increase or decrease after low deformation degrees. Blisters appear on the steel sheets surfaces, where the hydrogen atoms are adsorbed and absorbed. Increasing the deformation degree the blisters sizes increase. Certain blister diameter can become 2-3 mm, if the deformation degree is very high.

### Key words:

hydrogen, low carbon steel, cold deformation, enamel

### Összefoglalás

Hidegen hengerelt és lágyított, zománcozási célra gyártott acéllemezeket képlékenyen alakítva, előfordulhat, hogy a kezdeti alakváltozások hatására a normált hidrogén áthatolási idő csökken, részben a ferritszemcsék orientációjának változása következtében. Lágyított állapotban hosszú normált hidrogénáthatolási idejű (nagy  $T_H$  értékű) acéloknál, a  $T_H$  érték az alakváltozás mértékével nő.

Ha a zománcozási célra gyártott acélok felületén atomos hidrogént fejlesztünk, az részben diffundál, részben csapdázódik a belépő felületen hólyagosodást okozva A hólyagok mérete az acél alakíthatóságának mértékével nő. Erőteljes alakváltozások után néhány hólyagnál az alapterület átmérője akár 2-3 mm-t is eléri.

### Kulcsszavak:

hidrogén, hideg alakítás, lágyacéllemez, zománc

### 1. Bevezetés

Ismert tény, hogy a zománcozott termékek pikkelyesedését a zománcozás során az acéllemezbe abszorbeálódott és diffundáló, majd az acéllemez/zománc határfelületen megjelenő és rekombinálódott hidrogén váltja ki. Úgy a gyakorlatban, mint a szakirodalomban némi ellentmondásossággal találkozunk a pikkelyesedés és alakíthatóság kapcsán. Albert P. [1] szerint pikkely az edények kevésbé megmunkált részein keletkezik; ugyanakkor gyakran előfordul, hogy az erőteljesebben alakított részeken, külső hajlatokban jelenik meg a pikkely. Alexandru P [2] A3 típusú (STAS 9485-80) (acéllal végzett kísérletei során úgy találta, hogy miközben 0-10 % alakváltozás utáni zománcozáskor nem keletkezett pikkely, 20-40 %-os alakítás után pikkelyesedett a lemez. A zománcipari szakemberek tapasztalták, hogyha egy elvileg pikkelyálló lemezt erőteljesen alakítanak, a nagyon erőteljesen alakított részen pikkelyek jelennek meg, miközben irodalmi adatok szerint [3-5] a szinvasban is és az acélokban is az alakítás mértékének növekedésével egyre több hidrogén csapdázódik.

Az ötvözetlen, kis karbontartalmú acéllemezek pikkelyesedési hajlamának minősítésére elsősorban a hidrogénáthatolás mérőszámát (a  $T_H$  értéket) veszik alapul. A pikkelyállóság érdekében, ezeknél az a-



céllemezeknél  $T_H = \frac{t_0}{d^2} \geq 6,7$  kell legyen [EN10209:1996, MSzEN10209:2000], ahol  $t_0$ - a hidrogén áthatolási ideje [min],  $d$  a lemez vastagsága [mm].

## 2. Kísérleti anyag, kísérleti technika

A kísérleteimhez hagyományos kétoldalú zománcozásra alkalmas, kis karbon tartalmú, alumíniummal csillapított acéllemezt használtam, melynek vegyi összetételét az 1. táblázatban láthatjuk.

1. táblázat. A vizsgált acéllemezek vegyi összetétele

Acélminőség/ vastagság	C	Mn	Si	P	S	Cu	Ni	Cr	Al	N	Fe
DC04EK/ 1,5mm	0,035	0,33	0,007	0,012	0,009	0,02	0,02	0,03	0,051		többi
DC04 EK / 1mm	0,029	0,27	0,01	0,007	0,017	0,03	0,03	0,05	0,039	0,0054	többi
DC04EK/ 0,99mm	0,04	0,219	0,008	0,011	0,009	0,026	0,02	0,021	0,042	0,0046	többi
DC04EK / 0,6 mm	0,05	0,21	0,008	0,016	0,012	0,05	0,026	0,037	0,038		többi

Az acélokat LD konverterben állították elő, majd a folyamatos öntött brammákat hatállványos meleg hengerson hengerelték és nagy hőmérsékleten cséválták. A melegen hengerelt lemezeket pácolás után hidegen hengerelték, gáztüzelésű harangkemencében laza tekercsben lágyították és dresszírozták. A szállítási állapotú lemezekből kimunkált 40×210 mm-es mintalemezeket quatro hengerállványon, illetve ZWICK Z050 típusú számítógép vezérlésű univerzális szakítógépen alakítottam tovább.

A vizsgálati minták szövetszerkezetét, felületét Leica MEF 4 típusú fénymikroszkóppal vizsgáltam. Ferritszemcsék orientációjának, a kis és nagyszögű szemcsehatároknak a vizsgálata Philips XL-30 pásztázó elektronmikroszkópra szerelt EDAX-TSL-el történt

A minták hidrogénáthatolási idejét 40×70 mm-es mintalemezeken a Bay Zoltán Anyagtudományi és Technológiai Intézetben kifejlesztett DIPERMET-H berendezéssel mértem. Elektrolitként vizes kén-sav oldatot (60 ml/l H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) használtam, amelyhez 0,5 g/l As<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-ot és 0,3 g/l HgCl<sub>2</sub>-ot adagoltam. Az áramerősség 1,25 mA/cm<sup>2</sup> volt.

## 3. Vizsgálati eredmények és azok értékelése

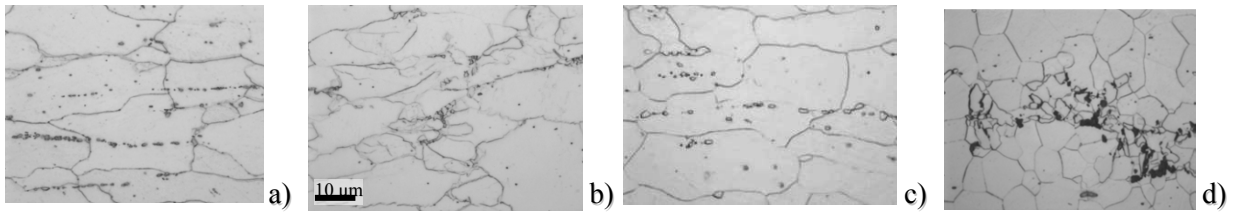
Az alakváltozások mértékének összehasonlíthatóságának céljából  $\varphi_6$  az összehasonlító alakváltozást vettem alapul:

$$\varphi_6 = \frac{\sqrt{2}}{3} \sqrt{(\varphi_x - \varphi_y)^2 + (\varphi_y - \varphi_z)^2 + (\varphi_z - \varphi_x)^2} \quad (1)$$

ahol  $\varphi_x$  a hengerlés irányú-,  $\varphi_y$  keresztirányú,  $\varphi_z$  pedig a vastagság irányú tényleges alakváltozás.

Az acéllemezek szövetszerkezetét ferrit és masszív karbidok jellemezték. Az acélszalagok zárványtartalma nem volt számottevő. A karbidok mérete, eloszlása és jellegzetes helyzete a ferritszemcsékhez viszonyítva az 1 ábrán látható.

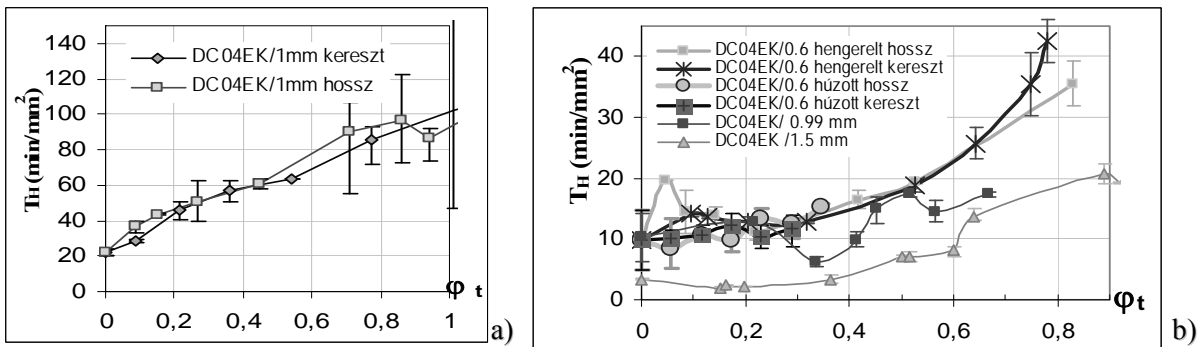
A hidrogénáthatolás idejének vizsgálata során azt tapasztaltam, hogy a DC04EK/1mm lágyított állapotú lemeznél a  $T_H$  érték 20 perc/mm<sup>2</sup> fölöttinek adódott, a szórás minimális volt. Alakítás hatására a hidrogénáteresztő képesség mérőszáma folyamatosan nőtt függetlenül attól, hogy a későbbi alakítások,



**1. ábra.** Szállítási állapotú DC04EK minőségű acéllemez szövetszerkezete nitállal való maratás után  
 a) DC04EK/1,5 mm<sup>2</sup> b) DC04EK/1 mm c) DC04EK/0,99 mm d) DC04EK/ 0,6 mm

az eredeti hideghengerműi alakításoknak megfelelően, hossz vagy kereszt irányban történtek-e az eredeti alakítási irányokhoz viszonyítva. (2. a)ábra). A kezdeti alakváltozások után a  $T_H$  érték szórása minimális, nagy szórás csak az erőteljes alakváltozásoknál volt tapasztalható, akár csak az irodalmi adatokban [6]. A DC04EK/1,5mm jelű lemeznél a kezdeti alakváltozások után a rövid normált hidrogén áthatolási idő csökkent, majd nőtt; a szórás nem jelentős (2. b) ábra). Hasonló jelenséget tapasztaltak Martinez és társai [6] hidegen alakított szín vasban.

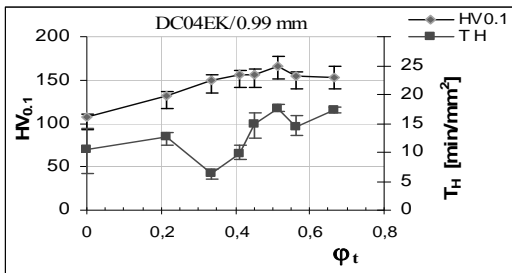
A DC04EK/0,99mm-es lemeznél valamint a DC04EK/0,66mm-es lágyított állapotban a  $T_H$  értékeknek relatív nagy volt a szórása, egyes mért értékek a nem megfelelőségi tartományba estek. Kismértékű alakítások után a  $T_H$  érték szórása nem volt jelentős. Bizonyos mértékű alakváltozások után előfordult, hogy rövidebb  $T_H$  érték adódott, mint kisebb alakváltozás után. A jelenség előfordult húzott és hengerelt mintalemezeknél is (2.b) ábra).



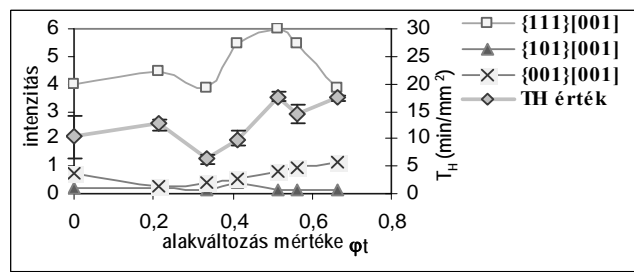
**2. ábra** A hidegalakítás hatása a hidegen hengerelt és lágyított acéllemez hidrogénáthatolási idejére  
 a) kezdeti nagy  $T_H$  érték b) kezdeti kis és közepes  $T_H$  érték

A legerőteljesebb eltérés a DC04EK/099 mm-es lemeznél adódott:  $\phi_t=0.21$  alakváltozás után a  $T_H$  érték átlagosan 12.7min/mm<sup>2</sup> volt, ami  $\phi_t=0.34$  után a  $T_H$  érték 6.2min/mm<sup>2</sup>-re csökkent, miközben a keménysége nőtt (3.ábra). Megvizsgálva a hengerlési felülettel párhuzamosan a ferritszemcsék orientációs eloszlását azt tapasztaltuk, hogy  $\phi_t=0-0,5$  között, ahol a  $T_H$  érték lecsökkent, a (111) orientációjú ferritszemcsék mennyisége is csökkent (4. ábra).

Vizsgálataink során azt tapasztaltuk, hogy ha bevonat nélküli acéllemez felületén hidrogént fejlesztünk, az a felület, amely közvetlenül érintkezett az atomos hidrogén szolgáltató közeggel, hólyagosodott. A lemez „kilépő” oldalán sem szabad szemmel, sem mikroszkópos vizsgálattal semmiféle változást nem lehetett megállapítani a még több órán át tartó hidrogénfejlesztés után sem. A hólyagok mérete jelentősen nőtt az alakváltozás mértékével. Az erőteljes alakításon átesett lemeznél néhány hólyag



3. ábra A hidegalakítás hatása a DC04EK/0,99 minta hidrogénáthatolási idejére és a keménységre

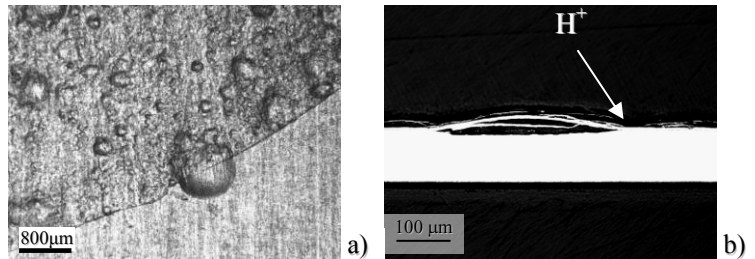


4. ábra A hidegalakítás hatása a hidrogénáthatolási időre és a ferrit szemcsék orientációs eloszlására a DC04EK/0,99 mm -nél

átmérője a 2-3 mm-t is elérte (5. ábra).

Azt, hogy a hólyagosodás csak az abszorbeáló felület közelében jön létre, magyarázzák az irodalomban talált adatok, melyek szerint a felület alatti részben sokkal nagyobb a hidrogén koncentrációja [7-8], mint az anyag közepén. Jiang szerint [9] a hidrogén a vas felületi helyeit jobban „preferálja”, mint a belsejét.

A kísérletek magyarázatul szolgálhatnak azon jelenségre, hogy 20-40 %- mérnöki alakváltozásoknak kitett acélminta miért



5. ábra. Hólyagossá vált acélemezrész ( $\phi_t=2,712$ )  
a) felületi makrofelvétel b) keresztmetszet

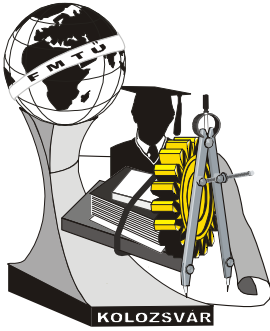
pikkelyesedhetett [2]. Ugyanakkor, ha a zománcolni kívánt termék a fritt felvitele előtt közvetlen, jelentős alakváltozást szenvedett, beégetés során a hidrogén a frittből bediffundál az acélba, ahol jelentős mértékű hólyagosodást okozhat, és a közben megszilárduló zománc a termék felületén károsodhat, pikkelyesedhet.

### Irodalmi hivatkozás

- [1] Albert Péter Pál: *Tűzománcozás*, Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1975; 30. oldal
- [2] Alexandru P.: *Deformarea plastică a tablelor din otel pentru emailare si tendinta de formare a defectelor de tip „solzi de peste” in stratul de email*, Metalurgia 2005/3, 16. oldal
- [3] M. Nagumo, K. Takai, N. Okuda: *Nature of Hydrogen Trapping Sites in Steels Induced by Plastic Deformation* - Journal of Alloys and Compounds 293-295 (1999)
- [4] K. Kiuchi, R.B. McLellan: *The solubility and diffusivity of hydrogen in well-annealed and deformed iron*, Perspectives in Hydrogen in Metals, Pergamon Press, 1986 p. 29-52
- [5] Hideki Hagi: *Diffusion coefficient of Hydrogen in Iron without Trapping by Dislocations and Impurities*, Materials Transactions, JIM, Vol.35, No.2 1994 pp.114
- [6] M. Martinez-Madrid, S.L. I Chan, J.A. Charles: *Hydrogen occlusivity and embrittlement in iron - effect of grain structure and cold work*, Mat. Sci. and Tech., VI, p.456 /1985
- [7] T. Zakroczymski: *Electrochemical Determination of Hydrogen in Metals*, Journal of Electroanalytical Chemistry 475 (1999) 86
- [8] U. Hadam és T. Zakroczymski: *Absorption of Hydrogen in Tensile Strained Iron and High-Carbon Steel Studied by Electrochemical Permeation and Desorption Techniques*, International Journal of Hydrogen Energy 34 (2009) 2458
- [9] D. E. Jiang, Emily A. Carter: *Diffusion of Interstitial Hydrogen Into and Through bcc Fe from First Principles*, Physical Review B 70, 064102 (2004) ;064102-5

Fábián Enikő Réka, egyetemi tanársegéd

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Anyagtudomány és Technológia Tanszék  
1111 Budapest, Bertalan Lajos u 7. MT épület  
Tel: +36-1-463 2836 E-mail: fabianr@eik.bme.hu



# XVI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2011. március 24–25.

## DEBRECENBEN MÉRT CSAPADÉK ADATOK ELEMZÉSE, MÉRTÉKADÓ CSAPADÉK MEGHATÁROZÁSA 100 ÉVES IDŐSOR ALAPJÁN

FÓRIÁN Sándor

### Abstract

The environment pollution caused by human activity has recently become global problem. The exorbitant appearance of the weather turning into extreme one, precipitations is the possible consequence of this. More than the meteorological data of 100 years stand for our provision. These data make it possible in order for us to try to model what follows this in the weather. It is not possible to leave the establishment of the precipitation out of consideration at the time of cities', settlements', economic areas' planning in the actual area. Besides the agriculture, the water management, the flood-prevention, the water management and number other area strongly precipitations pendant. The quantitative, spatial and temporal distribution of this is important equally. The channel and the precipitation depot play a big role in the forming of systems on the expected or other name design storm in an urban environment. The 100 year meteorological ones put at my disposal based on data onto Debrecen referring I deducted making a conclusion based on models. Temperature and precipitation data justify the global trend, which prognosticated the irregular appearance of getting warm or the precipitations.

### Key words:

precipitation, trend, design storm

### Összefoglaló

Az emberi tevékenység okozta környezetszennyezés napjainkra globális problémává vált. Ennek lehetséges következménye az időjárás szélsőségessé válása, csapadékok „szertelen” megjelenése. Több mint 100 év meteorológiai adatai állnak rendelkezésünkre. Ezek az adatok lehetővé teszik, hogy modellezni próbáljuk azt, ami ezután következik az időjárásban. Városok, települések, gazdasági területek tervezésekor nem lehet figyelmen kívül hagyni a csapadék alakulását az adott térségben. Ezenkívül a mezőgazdaság, a vízgazdálkodás, az árvízvédelem, a belvízvédelem és számos más terület is erősen csapadékok függő. Ennek mennyiségi, térbeli és időbeli eloszlása egyaránt fontos. Egy városi környezetben a csatorna és a csapadéktározó rendszerek kialakításában nagy szerepet játszanak a várható, vagy más néven mértékadó csapadékok. A rendelkezésemre bocsátott 100 éves meteorológiai adatok alapján Debrecenre vonatkoztatva modellek alapján következtetéseket vontam le. A hőmérséklet illetve a csapadék adatok igazolják a globális trendet, ami a melegedés illetve a csapadékok rendszertelen megjelenését prognosztizálta

### Kulcsszavak:

csapadék, trend, mértékadó csapadék

### 1. Bevezetés

A NÉS (Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia) az ENSZ égisze alatt működő Éghajlatváltozási Kormányközi Testület legújabb jelentésére hivatkozva hangsúlyozza, hogy a XX. század második felében végbement átkagosan mintegy 0,5°C fokos melegedés igen nagy valószínűséggel, az emberi tevékenység (termelés, fogyasztás, stb.) következménye, és gyakorlatilag kizárható, hogy természeti eredetű in-

gadozásról volna szó. A világgazdaság és az emberi társadalom fejlődését, valamint a földi éghajlat érzékenységét számításba véve a tudományos közösség értékelése szerint mintegy 1,1-6,4°C közötti felmelegedés várható 2100-ra az előző évszázad végéhez képest. A csapadékviszonyok ennél bonyolultabb képet mutatnak.

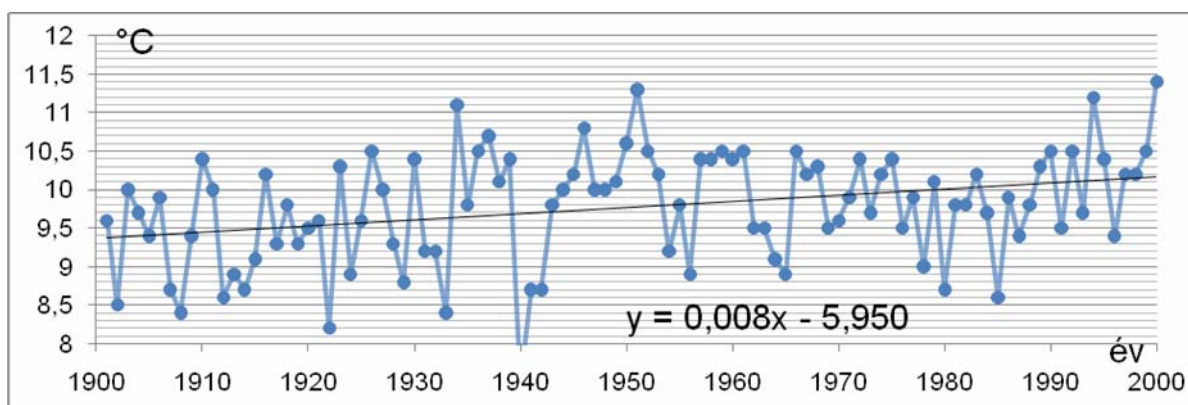
## 2. Modellek és eredményeik

Fizikai, műszaki megfontolások alapján belátható, hogy a növekvő léghőmérséklet intenzívebbé teszi a hidrológiai ciklust, s így a globális csapadékmennyiségnek növekednie kellene. Mivel a melegebb légkör több nedvesség hatására válik telítetté, ezért a melegebb levegő több nedvességet képes magába fogadni. Azonban a nem kielégítő mérések és más pontatlanságok miatt nehéz megfelelő pontosságú globális következtetéseket levonni [1].

A szóban forgó jelentést megalapozó számítógépes modellfutások szerint, az előttünk álló időszakban:

- további melegedés várható, mely:
  - télen Észak- és Kelet-Európában;
  - nyáron Dél- és Közép-Európában lesz jelentős;
- jobban változnak a minimum- és maximumhőmérsékletek, mint az átlag (közép-)hőmérséklet;
- Észak-Európában a csapadék éves mennyisége növekszik (főképpen télen), és Dél-Európában csökken (főképpen nyáron);
- a napi csapadék-szélsőségek mindenfelé növekszenek, még ott is, ahol egyébként az éves összes csapadék csökken.

A Debrecenben lévő meteorológiai állomás 100 éves adatsorának elemzése alapján nálunk is megfigyelhető a melegedés jelensége, amit az alábbi saját készítésű ábrán szemléltetnek



1. ábra Éves középhőmérsékletváltozás Debrecenben 1900-200 között

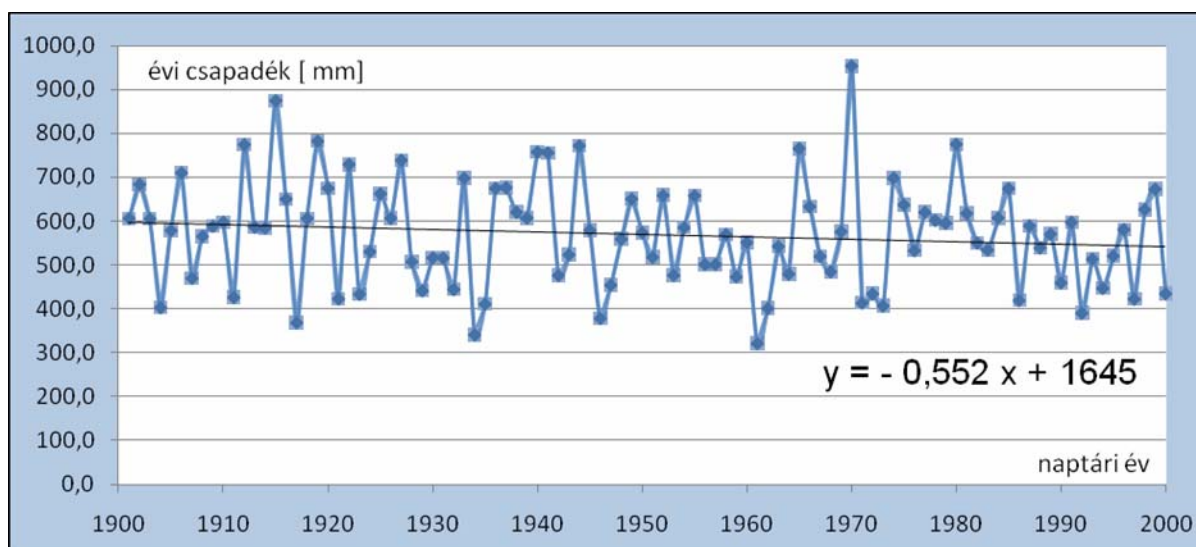
Az ábrán lévő trendvonal és az egyenes meredeksége révén látható, hogy száz év alatt városunkban 0,8°C átlaghőmérséklet emelkedés volt tapasztalható.

### 2.1. Kevesebb csapadék

A csapadék esetében már kevésbé egyértelmű a kép, mert a modellek eredményei nem minden aspek-

tusban egyeznek meg. Ráadásul a változások csak igen kevés esetben bizonyulnak statisztikailag szignifikánsnak. Egységesek a projekciók abban, hogy a 2021–2050-es időszakban az éves csapadék mennyisége némileg csökken, de ez a csökkenés nem haladja meg az 5%-ot. A nyári csapadék átlaga ebben az időszakban már 5-10 százalékkal lesz kisebb. Vannak azonban olyan területek is (észak-északkeleten), ahol egyes modelleredmények a nyári csapadéknövekedés valószínűségére hívják fel a figyelmet. A modellek többsége alapján 2021-2050-re télen csökkenő tendencia várható, ami az ország keleti és északnyugati tájain meghaladhatja a 10 százalékot. [2]

Az évszázad végére (2071-2100) az éves csapadékátlag tovább csökkenhet, mértéke ekkor már nagy valószínűséggel túllépi az öt százalékot. Nyáron most már mind a négy modellkísérlet alapján 10 százalékot meghaladó csökkenés várható az ország egész területén. Tavasszal és ősszel az évszázad közepén tapasztalt változások folytatódnak, növekvő mértékkel.



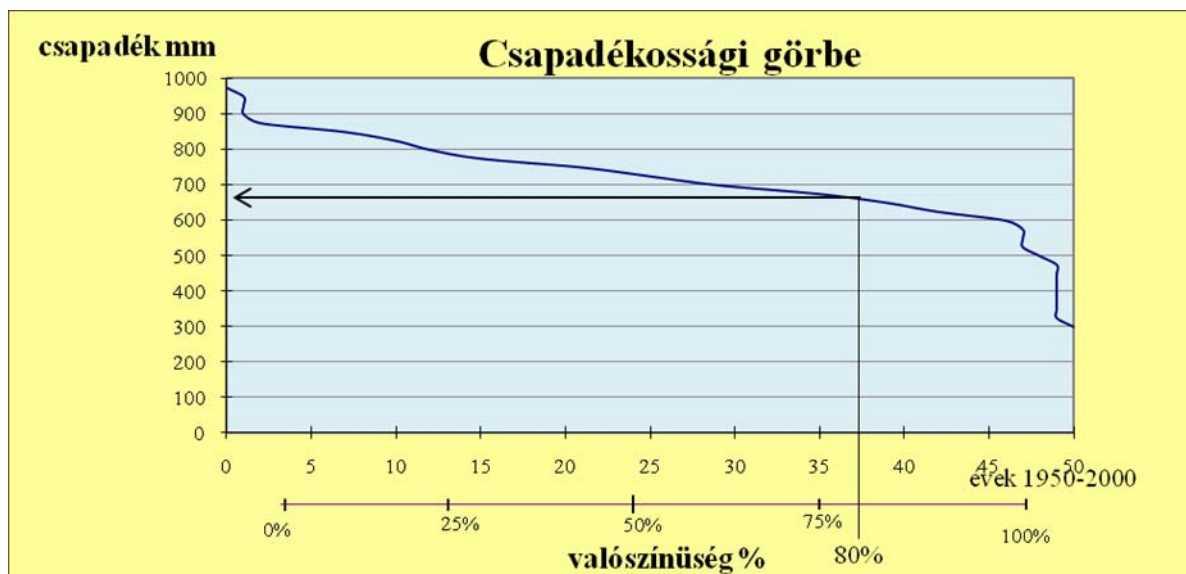
2. ábra Éves csapadékváltozás Debrecenben 1900-2000 között

A 2. ábrán látható 100 éves csapadékadatsor és a ráillesztett trendvonal igazolja az éves csapadékcsökkenés jelenségét Debrecenben is, ami 600mm-ről 550mm-re csökkent a vizsgált időintervallumban. Ez az országos átlagnál is nagyobb mértékű volt. (Itt azonban megjegyezném, hogy a 2010-es évben viszont csapadékrekordot döntöttünk 1001mm-es szinttel!!).

## 2.2. Mértékadó csapadék

Ez az a csapadékmennyiség, amelyre adott klimatikus viszonyok között és adott időszakban, meghatározott valószínűség mellett biztosan számítani lehet. Hazánkban pl. az öntözéstervezéshez a 75-85%-os gyakoriságot meghaladó csapadékmennyiség vagyis ami 100 évből 75-85 évben biztosan lehullik. A rendelkezésre álló adatok alapján elkészítettem a csapadékosági függvényt amiből a 80%-os valószínűséggel előforduló csapadék mennyiségét meghatároztam. Ez a 3. ábrán látható.

A csapadékadatok rendezése és osztályozását követően a diagramról megállapítható, hogy adott 80%-os valószínűséggel 680mm csapadék várható.



3. ábra Debrecenben 80%-os valószínűséggel előforduló csapadék meghatározása

### 3. Összefoglalás

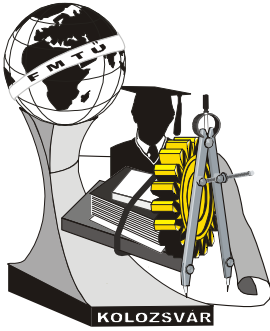
A meteorológiában általánosan elfogadott nézet szerint körülbelül 2 hét az az időtartam, amelyet - a tudomány jelenlegi állása szerint - előre tudunk jelezni. A műszaki világban pl egy település csatornarendszere, vagy egy záportározó létesítéskor nem napi információk szükségesek a méretezéshez, hanem a várható gyakoriságú (nem extrém) esetek adatainak ismerte. Így nagy biztonsággal lehet tervezni települési és más egyéb területen működő műtárgyakat, berendezéseket.

### Irodalom

- [1] Houghton, J.Z., Ding, Y., Griggs, D.J., Noguer, M. van der Lindem, P.J., Da, X., Maskell, K. és Johnson, C.A. (szerk.) (2001) *Climate Change 2001: The Scientific Basis*. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change
- [2] Zágonyi Miklós: *Az Európai éghajlat változásának fő irányai* („A mediterrán térség éghajlata a 2010-es években” c. előadás szerkesztett változata, mely elhangzott az MTA Társadalomkutató Központjának „Délkelet-európai éghajlatváltozások hatásai” című konferenciáján 2006. március 21.-én)

**Fórián Sándor**, adjunktus (doktorjelölt)

Munkahely: DE Műszaki Kar, Környezet- és Vegyészmérnöki Tanszék  
 Cím: 4028 Hungary Debrecen, Ótemető u. 2-4.  
 Telefon: + 36-52/415-155 (77781 mellék)  
 E-mail cím: forian@eng.unideb.hu



# XVI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2011. március 24–25.

## GNU/LINUX HARDENING

**FRIED Zoltán**

### **Abstract**

The linux hardening is a process of making linux even more secure. There are many ways to do that - from tweaking network policies to installing and configuring softwares and kernel security modules. For a desktop pc or a small home server, you don't need to worry about that since linux is already secure enough by default.

### **Key words:**

Linux, hardening, security

### **Összefoglalás**

A linux hardening egy olyan biztonságtechnikai folyamat, amely azt a célt szolgálja, hogy a linux szerverünk még biztonságosabb legyen. Az, hogy ebbe mi tartozik bele, és mi nem, már egy másik probléma. Ezért az első feladat mindig az, hogy meghatározzuk, hogy mit jelent számunkra a biztonság.

### **Kulcsszavak:**

Linux, biztonságtechnika

## **1. Bevezetés, alapfogalmak**

### **1.1 Az informatikai biztonság**

Az informatikai elemek védelme érdekében a megelőző és javító eljárások összessége, a jogosulatlan hozzáféréseken vagy használaton keresztül érkező támadásokkal szemben. Nincs teljes - 100%-os biztonság, ezért az adott rendszer biztonságát az un. tudatos kockázatvállalással jellemezhetjük. A védekezőknek minden lehetséges támadási pontot védenie kell, míg a támadónak elég egyetlen támadható pontot találnia, ezért a biztonság egyben folyamatos és konzisztens éberséget jelent a rendszer minden pontján.

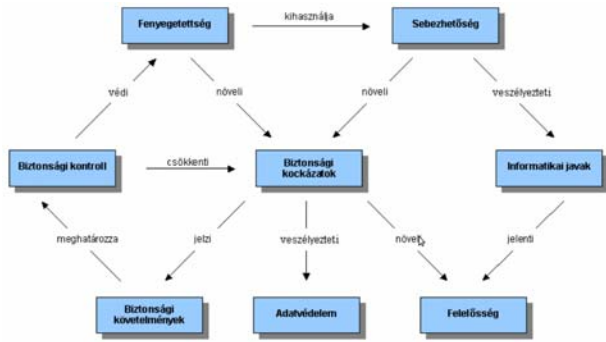
### **1.2 Az adatvédelem és adatbiztonság**

Az adatvédelem az egyén adatainak a védelme, míg az adatbiztonság az adatok fizikai és logikai biztonságát jelenti a különböző fenyegetettségekkel szemben.

### **1.3 Kockázatelemzés és kockázatkezelés**

Az informatikai rendszerek támadásoknak vannak kitéve. A támadások különböző forrásból a sebezhetőségeket keresve igyekeznek célt érni. A védekezések a támadások ellen a sebezhetőségek számának mielőbbi csökkentését jelentik. A fenyegetettségek és a védekezések mértékétől függ az adott rendszer kitévősége. A kockázatelemzés a fenyegetettségek bekövetkezési valószínűségét és a várható kárt méri fel, és ehhez rendeli a védekezési szintek vagy megoldások költségét. Az elemző munka alapján lehet egyes kockázatokat kezelni (védekezési eljárással) vagy felvállalni, de a végeredmény tudatos lesz. Az elemzéseket időszakosan újra el kell végezni egyrészt a védekezés hatékonyságának felmérésére, másrészt az esetleges új fenyegetettségek felfedésére.





1. ábra Az informatikai biztonság elemei és összefüggései [1]

## 1.4 A linux

A Linux egy Unix szerű operációs rendszer, amely a linux kernelmagot használja. A szabad szoftverek és a nyílt forráskódú programok egyik legismertebb példája. A Linux-rendszermagot Linus Torvalds 1991-ben kezdte el fejleszteni. A hétköznapi nyelvben gyakran a teljes operációs rendszerre utalnak vele, amely a



Linux-rendszermagra és az 1983-ban, Richard Matthew Stallman vezetésével indult GNU projekt keretében született programokra épül. A Linux pontosabb neve ebben az értelemben **GNU/Linux**.

## 1.5 A GNU/linux részei

Kernel, feltelepített szoftverek, és azok beállításai, a felhasználói interfész (gyakran shell), a fájlrendszer, a függvénykönyvtárak és a fordító. A GNU/linux hardening keretein belül általában az első öt rész biztonsági kérdéseivel foglalkozunk.

## 2. Mennyire biztonságos a linux?

Ha az operációs rendszereket össze kell hasonlítani, sokszor halljuk, hogy a Linux mennyire biztonságos. Amikor a Linux biztonságosságáról beszélgetünk, folyton a biztonsági problémák, megoldások sokaságáról esik szó. Akkor most a Linux biztonságos vagy nem? A válasz attól függ, milyen Linux disztribúciót és abban alkalmazható megoldásokat használunk, illetve mennyire szeretnénk biztonságosnak a rendszerünket.

### 2.1. Főbb biztonsági kockázatok

A Linux biztonsági hibáit jellegük szerint alapvetően két csoportba sorolhatjuk. Az első csoportba a helyi biztonság kérdések, a másodikba a távoli (hálózati) biztonsági hozzáférések kérdései tartoznak. A helyi biztonság kérdése, azaz a szerverünkre bejelentkezett felhasználók, vagy a felhasználók nevében futó alkalmazások kordában tartása is annyira fontos, mint a hálózati biztonságé. A szerverükre történő betörés nagy része a helyi folyamatokon keresztül történik, mert a biztonsági hibák a legtöbb esetben egy program nem várt – általában számunkra helytelen működése – vagy általunk elvégzett rossz konfigurációk okozzák.

### 2.2. Védekezési lehetőségek

Az első lépés a kockázati tényezők felmérése, és csak a második a kockázatok csökkentése. A mindenféle hibából eredő kockázatokat jelentősen csökkenthetjük, ha a felesleges jogokat megvonjuk a programoktól, valamint a működésüket kontrolláljuk. Erre alkalmas megoldások többek között a PaX [2], a GrSecurity [3], az RSBAC [4], a LIDS [5], a SELinux [6], stb. Sajnos ezeket nem lehet egyszerre feltelepíteni rendszerünkre, mert ezek közül számos megoldás kizárja vagy értelmetlenné teszi a másikat, illetve tartalmazza annak funkcióját. Egy rendszeren természetesen ezeken kívül alkalmazha-

tunk, sőt kell is alkalmaznunk olyan technikákat, amelyek megnehezíthetik rendszerünk kiismerését, még akkor is, ha hatásuk átfedik egymást. Az adatok lopásvédelme már egy érdekesebb kérdés.

### **3. Hozzáférés-vezérlési modellek Linuxon**

Régen úgy tűnt hogy kiváló módszer a hozzáférés-vezérlésre az hogy az erőforrásokat jelképező objektumokat (file), ellátják olyan attribútumokkal, amikből kiderül hogy ki férhet ahhoz hozzá, és milyen műveletet végezhet az egyes fájlokon. Természetesen valakinek képesnek kell lennie arra a műveletre hogy ezeket a jogosultságokat beállítsa. Ilyenkor az erőforrás tulajdonosára van bízva, hogy ki nek milyen jogosultsága lesz az erőforráshoz. Az ilyen módszereket nevezzük diszkrecionális hozzáférési modelleknek. Azok a modelleket, amelyek azon alapulnak, hogy az adatoknak és a felhasználóknak címkéi vannak, amik megmondják hogy az adat mennyire titokzatos, illetve milyen jellegű, és a felhasználó mennyire titkos és milyen jellegű adatokhoz férhet hozzá kötelező hozzáférés-vezérlésű (MAC, Mandatory Access Control) modelleknek hívjuk. Ezek a modellek olyan szabályokat definiálnak, amiket az informatikai rendszer minden elemének és felhasználójának be kell tartania.

#### **3.1 Diszkrecionális hozzáférési modellek**

A diszkrecionális hozzáférési modellekben általában a felhasználók és a felhasználói csoportok alapján osztanak ki jogokat.

##### **3.1.1 Szabványos unix hozzáférés-vezérlés**

A Linux/Unix rendszereken hagyományosan a felhasználó-csoport-bárki más alapú hozzáférés-vezérlési modellt implementálják. Ez a modell egy bonyolultabb igényeket támogató rendszeren gyakran nem elégséges. Egy állományhoz egy felhasználó tartozik, aki egyúttal annak tulajdonosa is, és egy csoport, valamint mindenki mást. A műveletek is kevesen vannak, név szerint írás, olvasás, végrehajtás.

##### **3.1.2 Hozzáférési listák**

Mint a legtöbb komoly Unix változaton, Linuxon is lehetséges ennél komolyabb hozzáférés-vezérlést megvalósítani. Másik nagyon elterjedt diszkrecionális hozzáférés-vezérlési módszer a hozzáférési listák, ACL-ek (Access Control List) használata[7][8]. Az ACL-eket is a felhasználó és felhasználói csoport alapján osztjuk ki, de egy állományhoz több szabály is tartozhat, és nem csak olyan szabályt osztunk ki ami megad egy hozzáférést, hanem olyan is ami azt megvonja. Az ACL típusú rendszereken öröklődő szabályokat is létrehozhatunk, ekkor egy könyvtár hozzáférési jogai öröklődnek az abban lévő file-okra is. Az írás, olvasás, végrehajtás műveleteken felül további műveletek is definiáltak.

##### **3.1.3 Hálózati hozzáférés-vezérlés**

Amikor hálózati hozzáférés-vezérlésről beszélünk, a felhasználót nem csak felhasználónév vagy csoport, hanem az általa használt gép IP címe alapján is azonosíthatjuk. Léteznek olyan hálózati alkalmazások, melyek saját hozzáférés-vezérléssel rendelkeznek, illetve használják a fájlrendszer hozzáférés-vezérlését is. A szabványosnak tekinthető hálózati hozzáférés-vezérlési módszer unixokon a tcpwrapper [9] használata, amely a hosts.allow és hosts.deny állomány alapján dönti el hogy egy adott

IP cím a szolgáltatáshoz hozzáférhet-e. Az alacsonyabb szinten végzett hozzáférés-vezérlés a csomag-szűrés. A csomagszűrés mint hozzáférés-vezérlési módszer szegényes eszköztárral rendelkezik, mivel alacsony szinten dolgozik, nagyon kevés információja van a hálózati szolgáltatásokról, és nagyon kevés műveletet ismer.

### 3.1.4 A diszkrecionális hozzáférés-vezérlési módszerek hátrányai

A diszkrecionális hozzáférés-vezérlési módszerek a trójaiak, a rosszindulatú felhasználók és a rosszul megírt applikációk ellen nem véd. Vegyük például azt az esetet, amikor András elkészít egy titkos dokumentumot. A dokumentum annyira titkos, hogy csak Béla láthatja, Cecília, a titkárnő már nem. András beállítja a dokumentum hozzáférési jogait úgy hogy csak Béla láthassa. De Béla nyúl, és a dokumentumról készít egy másolatot Cecília részére, hogy helyette ő végezze el a feladatot. Igen ám, de Cecília a versenytárs cég felbérelt ügynöke, és elküldi a dokumentumot az konkurenciának. Ilyen és hasonló esetekre kivédésére találták ki a kötelező hozzáférés-vezérlési modelleket.

### 3.2 Kötelező hozzáférés-vezérlési modellek

A kötelező hozzáférés-vezérlés (MAC, Mandatory Access Control) olyan szabályokat definiálnak, amiket az informatikai rendszer minden elemének és felhasználójának be kell tartania. Ezek a modellek azon alapulnak, hogy az adatokra és a felhasználókra címkéket ragasztunk, amik megmondják hogy az adat mennyire titkos, illetve milyen jellegű, és a felhasználó mennyire titkos és milyen jellegű adatokhoz férhet hozzá. Kötelező hozzáférés-vezérlési modell többféle létezik, attól függően hogy az adatoknak melyik tulajdonságát (bizalmasság, vagy integritás) kell jobban védeni, illetve hogy milyen lehetőségeket nyújt a használt informatikai rendszer.

## 4. Összefoglaló

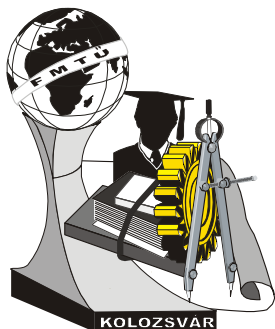
A dolgozatban igyekeztünk kitérni a fontosabb alapfogalmak bevezetésére és az alapvető modellek főbb jellemzőinek rövid ismertetésére. A tömörségből látható, hogy a téma sokrétűbb, mint ahogy elsőre gondolnánk; és összetettebb, mint ahogy kinéz.

### Irodalom

- [1] Kincses Zoltán: *Biztonsági kérdések a korszerű hálózati adatátvitelben és üzemeltetésben*; Doktori értekezés Budapest, 2005
- [2] <http://pax.grsecurity.net>
- [3] <http://www.grsecurity.net>
- [4] Rule Set Based Access Control (RSBAC) for Linux (<http://www.rsbac.org>)
- [5] LIDS: Linux Intrusion Detection System: <http://www.lids.org>
- [6] NSA Security-enhanced Linux <http://www.nsa.gov/research/selinux>
- [7] Trusted unix working group (trusix) rationale for selecting access control list features for the unix (r) system (<http://nucia.unomaha.edu/dspace/documents/NCSC-TG-020-A.pdf>)
- [8] Extended attributes and ACL for Linux (<http://acl.bestbits.at>)
- [9] W.Z. Venema, „TCP WRAPPER, network monitoring, access control and booby traps”, Mathematics and Computing Science, 2000

### Fried Zoltán

Munkahely: Unicredit Leasing Kft.  
 Cím: 1016, Magyarország, Budapest, Hegyalja út 7-13.  
 Telefon: 06-20-4155548  
 E-mail: [kolozsvar@deirf.hu](mailto:kolozsvar@deirf.hu)



# XVI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2011. március 24–25.

## GYEREKSAROK – EGY KORTÁRS ÓVODAÉPÜLET BEMUTATÁSA

GAÁL Sarolta, dr. RÉTFALVI Donát DLA, dr. HUTTER Ákos DLA

### Abstract

The new requirements of the kindergartens of the 21<sup>st</sup> century. Child-friendly buildings and furniture. Starring in the cheerfulness. Lets learn laughing. Lets go outside! Watch out for me!  
Presentation of a project proposal.

### Key words:

kindergarten, contemporary architecture, competition project, interior design

### Összefoglalás

Egy 21. századi óvoda követelményei. Gyermekbarát környezet – épületek és bútorok. Főszerepben a vidámság. Nevetve tanulni. Ki a szabadba! Vigyázz Rám! Egy pályázati anyag bemutatása.

### Kulcsszavak:

óvoda, kortárs építészet, pályázati példa, gyerekbarát, belsőépítészet

### Telepítés

A telekadottságok és a szabályozás adta paraméterek kielégítésén túl a megfelelő tájolás, a csoportszobák kellő benapozásának biztosítása volt, ami az épület telepítését nagyban alakította. Ez a telepítés szolgálja azt a koncepcionális alapvetésünket is, miszerint a zöldfelületek differenciált kialakítása – intim játszóudvar, nyugodt pihenőkert és nagyobb sport udvar – jobban szolgálja a megfelelő, változatos funkcionális kialakítást, mint a helyiségek kinyitása egy nagyobb egybefüggő zöldfelületre. A tájolás eredményeként napos átrium udvarok kapcsolódhatnak a csoportszoba egységekhez. A telepítés meghatározója a két elkülönülő funkció (családsegítő, gyermekjóléti, civil szervezetek és az óvoda funkció) külön működése, külön megközelíthetősége, bejáratainak elkülönítése az egységes tömeg és architektúra mellett.

### Tömegalakítás

A Vezér utcai többszintes tömb északról zárja, keretezi a kertre nyíló földszintes épületrészt, amelynek átrium udvarokkal való felszakítása biztosítja a csoportszobákhoz kapcsolható intim kertrészeket. A földszintes tömeg kihásátásából kapjuk a Podhorszky utca mentén húzódó pihenőkertet.



1. ábra Az óvoda főbejárata az utca felől

### Funkcionális kialakítás

A bejáratoknak a Vezér utca felől a több szintes tömeg ad hangsúlyt, az épület előtt kialakuló teresedéssel. A földszinten az aula, a kapcsolódó közlekedő rendszer a megérkezőt a belépés pillanatában eligazít-

ja, erről a pontról átlátható a tér, nem csak a földszinten, de az emeleti tereket is érzékeljük.

Az aula térből „kicsúszó” földszintes tömeg páros egységekben 6db csoportszobát foglal magában, amelyek teljes üvegfelülettel nyílnak a szervesen kapcsolódó átrium udvarokhoz.

A földszinten orvosi szoba, elkülönítő és kiszolgáló funkciók kaptak helyet a csoportszobák mellett.

### **Kertészeti koncepció**

A kertészeti koncepció, a tájolás és tömegalakítás szoros összefüggésben alakult. A zöldfelületek többféle minőségét kívántuk kialakítani a területen, úgymint játszóudvar, pihenőkert, sportudvar. Lehetőséget biztosítva a különböző csoportok vagy különböző aktivitású tevékenységek szétválaszthatóságának.

### **Színhasználat**

A belső térben dominálnak a színek az eligazodást segítő. A kertre nyíló homlokzati felületek árnyékolói is ennek megfelelően színezettek, de a homlokzaton nagyobb hangsúlyt kapnak a belső térből kiszűrődő színektől. A Vezér utcai homlokzaton a tetőbeugrásokban alkalmazott színek bizonyos perspektívából villannak elő, hol eltűnnek, hol kisebb részleteiben megmutatkoznak.

A csoportszobák egy-egy falfelülete kap hangsúlyos színezést, a többi felületen figurális elemek jelennek meg. Az öltözőblokkban alkalmazott színek a csoportszobában alkalmazott színek árnyalatai, kombinációi, mintegy segítve az eligazodást.

### **Anyaghasználat**

A Vezér utcai óvoda tömb és családsegítő blokk elkülönülését az alkalmazott homlokzati anyagok elválása is hangsúlyozza. A családsegítő vakolt tömege mellett az óvoda faburkolatot kap, amelynek struktúrája lehetőséget ad (illesztés iránya) finom utalást tenni a funkció játékosságára. A faburkolat felhasad az üvegfelületek előtt, a felület struktúrája megváltozik. A vakolt földszinti tömeg fogja össze a két egységet, lábamatot képez a „fatömb” alatt. A bejárati tömeg tetőbeugrásaiban színes panelek homogén felülettel jelennek meg, az utcáról bizonyos szögből előbújva.

### **Irodalom**

[1] Ferenc Cságyoly DLA: *Középiletek*, Terc Kiadó, Budapest 2004.

[2] Ernst Neufert, Bauentwurfslehre: *Grundlagen, Normen, Vorschriften über Anlage...* „Építés- és tervezéstan” Dialóg Campus Kiadó, Budapest–Pécs, 1999

[3] Internet

### **Gaál Sarolta**, doktorandus

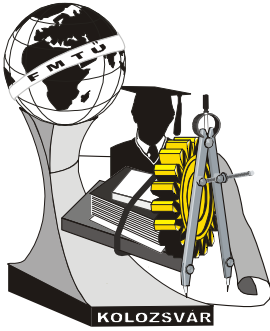
Munkahely: Pécsi Tudományegyetem, Pollack Mihály Műszaki Kar, Tervezési és Építészeti Ismeretek Tanszék / Breuer Marcell Doktori Iskola

Cím: H-7624, Magyarország, Pécs, Rókus u. 2.

Telefon / Fax: +36303116324

E-mail: gaalsarolta@gmail.com

Honlap: www.rga.hu



# XVI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2011. március 24–25.

## MISKOLC-VASGYÁR LAKÓPARK ÉPÍTÉS

GULYÁS Eleonóra

### Abstract

The Ironworks is situated between the present day Miskolc and Diósgyőr town part and even today we can notice their unity and uniformed architecture. The aim is to create a housing estate which would attract the wealthy social layer with the standard of flats, attracted services so this way we could create nowadays fashionable and usable surroundings. At the same time the ironworks abandoned halls would get a new function being a part of city life.

At the first part a bigger investment the aim is to renovate a hall at the edge of the industrial park, which could be a kind of reference for further investors. In our point of view reconstructing the screw factory block and its surrounding will be an indicator of raising and solving problems and it will be a model project for the revitalization of the whole area. To the highest degree with the renovation of the area's other buildings a new part of town could be created so the town could get new areas to be developed. In the area besides residential functions, new ones could appear to make this part of town more complex.

### Key words:

Miskolc Ironworks, house park, revitalization, industrial hall

### Összefoglalás

A Vasgyár a jelenlegi Miskolc, és Diósgyőr városrész között helyezkedik el ma is megfigyelhető a városrész zárt egysége, egységes építészete.

Egy lakópark létrehozása a cél, mely a lakások színvonalával, és a lakásokhoz tartozó szolgáltatásokkal egy olyan napjainkban divatos, és használható környezet jönne létre, mely a környékre vonzaná a tőkeerős társadalmi réteget. Ezzel egy időben a vasgyár elhagyott csarnokai új funkciót kapva a város életének része lehet.

Egy nagyobb volumenű beruházás első részeként, az ipari telep szélén lévő csarnok felújítása a cél, amely egyfajta referenciaként, állhatna az érdeklődők számára.

Álláspontunk szerint a csavargári épülettömb és környezetének rekonstrukciója a probléma felvetések és megoldások indikátora lesz valamint mintaprojektként szolgál a teljes terület revitalizációja során.

A projekt sikerességének függvényében a területen lévő további épületek felújításával egy új városrész jöhetne létre, mellyel a város új fejlesztési területeket kaphatna.

A területen a lakásfunkció mellett, új funkciók is megjelenhetnek, így komplexebbé téve a terület hasznosítását.

### Kulcsszavak:

Miskolc-Vasgyár, lakópark, revitalizáció, ipari csarnok

### 1. A gyár története

A terv a Miskolcon lévő Vasgyár területére készült, mely történelme hosszú múltra tekint vissza.

Miskolc múltjához szervesen hozzátartozik a nehézipar, területileg, technikatörténetileg egyaránt.

A diósgyőri kohászat eredetét a Bükk hegységben találjuk meg. A kedvezőtlen helyen épült, völgybe zárt gyár helyett új vasgyárat kellett építeni, és ennek helyszínéül választották ki a mai területet, Diósgyőr és Miskolc között.

A vasgyártáshoz olyan helyet kerestek, ahol vélhetően rendelkezésre állt, vagy viszonylag könnyen

szállítható volt a szükséges nyersanyag, a gyártáshoz szükséges víz, és további feltétel volt, katonailag védhető legyen.

A kolónia, a gyárral együtt 1868-ban Diósgyőr közigazgatási területén annak *egyéb* lakóterületeként jött létre a Vasgyárban dolgozó munkások részére, miszerint a munkásoknak egészséges és olcsó lakásokra van szükségük. A század elején a Monarchia legszebb kolóniájaként tartották nyilván a szecessziós stílusban épült lakótelepet, mely különösen a korai időszakban a vörös téglá varázslatos építészeti formájában jelent meg. A kolónia a legtöbb ellátó intézményét önmaga építette ki és tartotta fenn, így a vízhálózat, a villanyvilágítást és a közutakat is, gyógyszertárat, vágóhidat, élelmiszerboltot, iskolát, orvosi rendelőt. Az épületek közül több Svetlik Mátyás és Murányi Lajos tervei alapján készült.

A Diósgyőr-vasgyári kolónia sosem volt önálló közigazgatási egység. A vasgyár, a kolónia és a környező települések kapcsolata, közigazgatási rendezése első pillanattól kezdve vitákat indított el.

A közigazgatási huzavona mellett az elnevezések, a ráragasztott jelzők mutatják azt a folyamatot ahogyan az önállónak álmódott gyártelep Miskolc szerves részévé válik.<sup>1</sup>

A két világháború és a köztes időszakban a vasgyár jelenléte gazdaságilag jótékonyan hatott Miskolcra, az ország egyik legfontosabb nehézipari központjává lett. 1945. januárjában, a szovjet megszállás idején rendelettel vonták össze az addig különálló környékbeli településeket Miskolccal. Így jött létre az akkori Nagy-Miskolc, amelynek akkor így kialakult területe ma is a városhatárt jelenti.

89-ben jött létre az LKM, majd a rendszerváltás után a gyár egyes részei különváltak és leányvállalatként működtek tovább. 1991-ben privatizálták a gyárat, majd 96-ban leállították a gyár egy részét, majd több tulajdonos váltás után véglegesen 2009-ben szűnt meg a diósgyári kohászat.

A történeti áttekintésből adódóan látszik, hogy jelenlegi területen bár működtek kisebb üzemek, a területet összefogó ipari tevékenység a 90-es évek közepén megszűnt.

## 2. A csarnok

A területen lévő nagyobb csarnokok, mint pl. a projekt témájaként szolgáló egykori csavargyár műemléki védelem alatt álló épület, mely nehezíti a kivitelezés folyamatát.



1. ábra A csarnok

A választott épületem az egykori Csavargyár épülete, ami a gyár 1 sz. kapujához közel helyezkedik el (1. ábra).

Jelenleg ebben a csarnokban a működik a Factory sport aréna, amely tevékenység számára a csarnok egyik hajójának hátsó részét beépítetlenül hagytam.

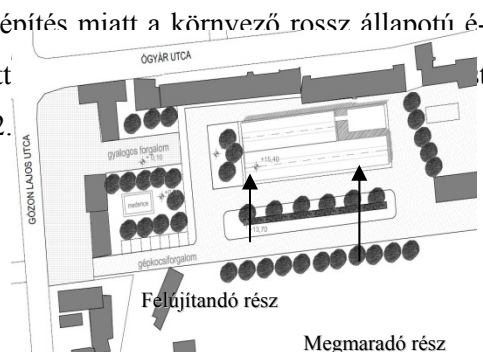
Téglaburkolat megjelenésű, Bazilikális bevilágítású 2 hajós csarnok-szerkezet, közelében sűrűn helyezkednek el hasonló megjelenésű, de kisebb épületek.

<sup>1</sup> Dobák Judit *Miskolc ipari társadalmának kialakulása a befogadó települések tükrében (Esettanulmány)*

### 3. Konceptió

A csarnok megközelíthetősége és a viszonylag sűrű ipari beépítés miatt a környező rossz állapotú épületeket lebontottam, ill. a városrészhez való kapcsolás miatt a tér irányában a gyalogos forgalom számára megnyitottam (2. Ezen keresztül történik a gyalogos közlekedés, a meglévő 1 sz. kapunál pedig a gépkocsiforgalom.

Az felújítás nélkül maradó ipari terület látványát elkerülendő, egy zöldfal került az épület mellé, ami ezen felül egy intímabb környezetet hoz létre a csarnok körül. A csarnok pilléreinek kiosztásából arra lehet következtetni, hogy eredetileg szimmetrikus szerkesztésű volt, valószínű a háború során sérülhetett az egyik hajó hátsó része, így a jelenlegi megjelenése aszimmetrikus. A csarnok mellé tervezett új épületem beépítésével, a csarnok arányait próbáltam helyreállítani.



2. ábra Beépítés

A csarnokot, szerkezetéig igazodva, 10 részre osztottam, melyben 9-ben lakásokat, 1-ben pedig közösségi terek, ill. egy fogadó tér került elhelyezésre. A lakásokat kívülről, mint egy sorházat lehet megközelíteni, lakásonként 2 garázsbeállóval, ill. bejárattal, a látogatók, számára egy portaszolgálattal ellátott fogadótér felől egy belső utcáról is megközelíthetőek a lakások. A lakások megfelelő megvilágítása céljából a hajó egy részét leválasztottam, így minden lakás számára egy belső homlokzat jött létre, ami lakásonként egy saját használatú átriumra néz, mely nyitható üvegtető részeivel, egy bizonyos átmeneti teret hoz létre a lakók számára, félig külső, félig belső teret eredményezve. Ezen a homlokzaton kapott helyet a „tűzlépcső szerű” lakáson belüli közlekedést szolgáló lépcső. A földszinten kapott helyett a garázs, ill. a külső megközelítés esetén egy előtér, a második szinten a zártabb, privát szféra, az emeleti nyitott térbe kerül a nappali konyha, étkező blokk, melyről 2 galéria szintre, juthatunk, ill. innen közelíthető meg egy kisebb tetőterasz is (3. ábra).

A fogadó tér emeletén egy kisebb tárgyalások megbeszélések helyszínéül szolgáló tárgyalótermet alakítottam ki, feltételezett vevőkör társadalmi üzleti igényének kielégítése céljából.

Erről a szintről egy hídon keresztül közelíthető meg az új épület, ami mintegy belefűrődik az épület első emeletébe. Ebben az épületben kapott helyett a medence, a konditerem, ill. a kávézó, mely a szomszédos skate park látogató számára is látogatható. A homlokzattól elhúzva középen alakítottam ki egy belső magot, mely az öltözőket és raktárt tartalmazza, így a homlokzat körbe nyitott üvegfelületet is megenged. Az épület alsó része az első emelet parapet magasságáig tömör betonszerkezet, felette nyitott üvegfelület található. A terület megközelíthetőségének érdekében az 1. számú kapu melletti zárt beépítésű egységet megbontottam, így közvetlen megközelítést biztosítva a csarnokhoz. Itt jelenleg kisebb boltok, vendéglátó ipari egységek üzemelnek. Ezek egy részét kibontva, mely a csarnok tengelyében lévő épületek, a csarnok szervesen bekapcsolódik a lakótelep életébe. Ezzel együtt a gyalogos



közlekedés útvonala is kijelölésre került, így a tömegközlekedési eszközök megállójától a lebontás következtében egy kisebb parkosított részen keresztül közelíthető meg a csarnok területe. A park zöld felülete kiegyensúlyozza a gyár és az ipartelep zord komor hangulatát. A gépkocsi forgalom számára a meglévő egykori gyár bejáratán keresztül történik, ill. a Factory aréna megközelíthetősége is. A vendégek számára a bejárat mellett parkolók kerülnek kialakításra, így a megoldott a környék csökkentett gépkocsi forgalma is, amely biztosítja a lakók nyugodt életét. Így a meglévő úthálózatot megtartva és kiegészítve egy használhatóbb, élhetőbb terek jöttek létre. A lakásokat a gyár területéről elválasztott zöld fal helyén álló épületek jelenlegi állapota rossz minőségű, így ezek lebontásra kerülnek. A zöld fal biztosítja a gyár felújításra váró részeinek zavaró képét, ill. ezzel egyidejűleg kijelöl egy intímabb környezetet a csarnok körül. A lakások megközelíthetősége miatt új útrendszer kerül kiépítésre, ami a kényelmes közlekedést biztosítja a napjaink elvárásaihoz mérten.

#### 4. Összefoglaló

A beruházás helyszíne rendkívül kényes terület. A nehézipar szétzilálása, és a terület koncepció nélküli privatizációja éppoly mély sebet ejtett a városszöveten, mint amekkora kárt okozott a környezetnek még üzemi időszakában. A terület revitalizációja kulcsfontosságú lehet a város fejlesztése szempontjából, ám a tulajdoni és birtokviszonyok tisztázatlansága az építészeti és városépítészeti kiút keresésének komoly gátja.

A projekt sikerességének függvényében a területen lévő további épületek felújításával egy új városrész jöhetne létre, mellyel a város új területeket kaphatna fejlesztésre.

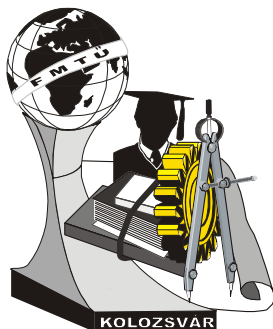
A területen a lakásfunkció mellett, új funkciók is megjelenhetnek, mellyel komplexebbé lehetne tenni a városrészt. Kulturális, és közintézmények létesítésével a városnak egy új központja alakulhat ki ezen a területen.



3. ábra A csarnok jelenlegi és tervezett állapota

**Gulyás Eleonóra**, hallgató

Munkahely: Debreceni Egyetem Műszaki Kar, Műszaki Menedzsment és Vállalkozási Tanszék  
 Cím: 4028, Magyarország, Debrecen, Ótemető utca 2-4  
 Telefon: 0036-20-2156077  
 E-mail: leo\_gulyas@yahoo.de



# XVI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2011. március 24–25.

## VIDÉKI EGYENSÚLY – FALUSI SZÁLLODA TARDONÁN

**GYERGYÁK János, ZSOLT László**

### **Abstract**

Nowadays, the tourism in the village has become more and more important. The villages with special value can attract easily the citizens escaping from the city rush. This kind of the amusement is more and more popular, we can meet more investments that lead to the development of the village, create jobs and keep the population of the village.

Then again, we have to be careful with this quick spread. The investments have to be jibe into the existing values. This new additions have to be integrated into the body of the village, musn't demolish but improve the value of the village.

Besides the settlements and functions the architectural figure is acute question, too. We have to plan a building in a historical surrounding with using the wants of the modern society. The real difficult work is using the traditionality and modernity in the same time.

### **Key words:**

countryside, balance, tradition, modern

### **Összefoglalás**

Napjainkban egyre fontosabbá kezd válni a falusi turizmus. A különleges értékekkel bíró kistelepülések könnyen magukhoz vonzzák a városi rohanásból menekülő városlakókat. A kikapcsolódás újfajta megjelenése egyre népszerűbb, egyre több ilyen jellegű befektetéssel találkozhatunk, melyek a falu fejlődéséhez, munkahelyek kialakulásához - és ezáltal - az ott lakók helyben maradásához vezet.

A gyors terjedés azonban óvatosságra is int. Az új bővítéseknek, építkezéseknek a meglévő értékek közé kell illeszkednie. Az új beavatkozásoknak a nagyon érzékeny meglévő épített környezetbe szervesen kell integrálódni, hogy annak megjelenése a falu értékeit ne rombolja, hanem azt segítse, fejlessze.

A telepítéseken és funkciókon kívül az építészeti megjelenése is komoly kérdés. A tradicionális környezetbe olyan elemek használatával kell épületet tervezni, mely szellemiségében és részleteiben a modern társadalom igényét tükrözi. A tradíció és modernitás egyszerre való alkalmazása a feladat igazi nehézsége.

### **Kulcsszavak:**

vidék, egyensúly, tradíció, modern

### **1. Falusi szálloda Tardonán – tervezési gondolatok**

Mi vonzza a városlakókat vidékre? Mitől érzik magukat a hétköznapi megszokott közegével egyre inkább szöges ellentétben álló vidéki nyugalomban mégis otthon? Melyek azok az ideális feltételek amelyek között mind fizikai, mind szellemi értelemben megtalálják a vendégek az egyensúlyt, hogy feltöltődve térhessenek vissza urbánus világukba. Cél-e a minél falusiasabb érzés és hangulat, vagy van

egy bizonyos határ, ami után ez kezd már zavaróvá válni? A válasz nyilván szubjektív, mégis szeretnénk a kikapcsolódás ideális feltételeit megteremteni. Azt vizsgálni, hol a határ a tradicionális, és korszerű térkapcsolati rendszerben, anyaghasználatban, épületek által sugárzott hangulatban, ami a vidéki turizmus alanyinak lehető legtöbb igényét kielégíti úgy, hogy ez a település állandó lakóinak életét nem zavarja, sőt a lehető legpozitívabb módon befolyásolja.



*1. ábra Meglévő földszintes házak, háttérben a Bükk alsó vonulataival*

A megbízó a gyönyörű Bükk lábánál fekvő Tardona településen egy kb. 600m<sup>2</sup>-es falusi szálloda megtervezésére, meglévő funkciók bővítésére kért fel minket. Jelenleg a család birtokában van 3 épület – egyik a saját házuk, kiegészülve vendégszobákkal, a másik kettő egy fizikai és egy lelki felfrissülést segítő épület, yoga és konferenciaterem funkciókkal. A család által vezetett vállalkozás épületét szeretnénk bővíteni közösségi, éttermi és szállás funkciókkal (tehát a meglévő konferencia terem és yoga terem egységet összekötni, plusz terekkel bővíteni). Fontos tervezési szempont volt a kiinduló lépéstől, hogy az épületnek környezetbarátnak kell lennie. A megbízó kiemelte, hogy lehetőség szerint természetes anyagokból képzele el az új épületrészeket. A működést - amennyire csak lehet - megújuló energiákkal; nap, talajhő, esővíz kell kialakítani. A tervezési program szerint egy 4 csillagos épületet kíván építtetni, azonban első ütemben még 3 csillagos szolgáltatásokkal működne az ingatlan.

A koncepcióterv elkészítése során a legnagyobb feladatunk a hatalmas alapterületű tervezési igény megfelelő elosztása volt. A meglévő két épület mögötti területen jelentős lejtés van, ezért itt lehetőségünk nyílt bizonyos, nem attraktív funkciók elhelyezésére, ezáltal is védve a kialakult faluképet egy nagyobb épület megjelenésétől. Az elsődleges feladat a két földszinti szárny összekapcsolása volt. A kereszt irányú traktusba képzele el a megérkezést a maga funkcióival, recepció, bár, csomagmegőrző és vezetői iroda. Mögötte helyeztük el a konyha, gépészeti és személyzeti tereket, egy különálló meg-

közelítési lehetőséggel kintről. Az épület északi oldalán már meglévő folyosót folytatva alakítottuk ki az irodát, csomagmegőrzőt, tárolót és egy gyermekjátzó szobát. A földszintől a felső szintre egykarú lépcsőn, illetve felvonón keresztül lehet feljutni, ide felérve rögtön a felső szintű társalgóba érkezünk, mely a telek teljes hátsó részét feltárja. Mellette található a bővítés legvonzóbb eleme az étterem, mely mind kelet, mind nyugat irányba gyönyörű kilátással rendelkezik. Az étterem úgy lett kialakítva - max 30 ember befogadására -, hogy maradéktalanul élvezni lehessen a napfelkeltét és naplementét akár bent, akár az étteremhez csatlakozó két kisebb teraszról.



*2. ábra Az újonnan kialakított étterem, mely kelet-nyugat irányú transzparens szerkezetei a táj teljes panorámáját feltárja*

A közösségi térből lehet egy fedett, oldalról szakaszosan védett, növényvel borított folyosón feljutni a 12 db. vendégházhoz. A 12 teljesen különálló vendégház beépítésénél a telek korlátai adta lehetőségekkel kellett megküzdeni. A beépítetlen telken jelenleg értékes fák vannak, illetve az oldalkert és hátsókertek „levétele” után az épületek elhelyezésére kevés hely maradt, így egy racionálisabb ötlet alapján a házakat egymás fölé pakoltuk 8 illetve 4 darabos elrendezésben, északról zárt, délről nyitott, tornácos kialakításban. A felhasznált anyagoknál különösen ügyeltünk a meglévő adottságokra, a befektető lehetőségeire. A megrendelő tulajdonában van egy nagyobb erdőterület, melyből az építési anyagot és az utána használt ház működését is el tudja látni. Az épület további tervezése során vizsgáltuk talajszondák kiépítését, esővíztározó létesítését a wc-k öblítéséhez, napkollektorok telepítését a tetők déli oldalára melegvíz ellátására. Ezen kívül sok olyan építészeti tervezési megoldást kerestünk ami szintén a környezettudatosság mellett szól, a vendégépületeknél árnyékoló veranda a túlzott felmelegedés ellen. Ugyan itt természetes építőanyag használata, fa szerkezetű, vályog kitöltésű épületek, a fürdő felett egy nagyobb nyílással (természetes szellőzés, szabad érzete). A házak tetőfelületeinek tudatos észak-dél irányú tájolása.

## 2. Következtetések / Összefoglaló

Értékes, tradicionális környezetben kialakított kortárs, értéket képviselő épületekből kevés példát tudunk felmutatni, ezért ennek lehetőségeit vizsgáltuk, válaszul alakítottunk ki egy épületet, mely egy megoldás lehet e probléma kezelésére.

### Irodalom

[1] dr. Szűcs Miklós: *Föld- és vályogfalú házak építése és felújítása*, Építésügyi Tájékoztatási Központ Kft, Budapest, 2008

[2] dr. Gilyén Nándor, Barabás Jenő: *Magyar népi építészet*, Mezőgazda kiadó, Budapest, 2005

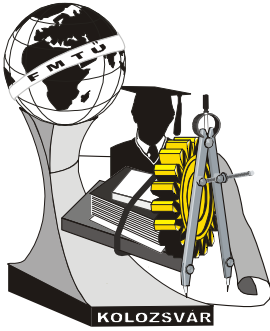
**Gyergyák János** (építész, építőművész doktorandus hallgató)

Munkahely: PTE PMMK (Műszaki Kar, Urbanisztika Tanszék)

Cím: 7624, Magyarország, Pécs, Boszorkány u. 2.

Telefon / Fax: +36-20/20-313-20

E-mail: janos.gyergyak@gmail.com



# XVI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2011. március 24–25.

## A KÖZÖSSÉGI ÉS A KERÉKPÁROS KÖZLEKEDÉS MENETIDEJEINEK ÖSSZEHASONLÍTÁSA DEBRECENBEN

GYURKÓ Vivien

### Abstract

Nowadays the world is rush and we have to spend less time with travel. So because of this I compare different means of transport at same line in my studying. Additionally I examined that which is the best (fast) way of travel in Debrecen? Is the bicycle with bad cycle track infrastructure or the local bus service? In my studying I compare the bus and bike journey times in 2 phases.

### Key words:

traffic, infrastructure, public transport, bike transport

### Összefoglalás

Manapság nagyon fontos, hogy minél kevesebb időt töltsünk utazással, mert mindenki siet és kevés az ideje. Ezért dolgozatomban összehasonlítottam a különböző közlekedési alternatívákat ugyanazon nyomvonalon. Továbbá vizsgáltam azt is, hogy a rosszabb kerékpáros infrastruktúra mellett is hatékonyan és gyorsan lehet-e közlekedni Debrecenben kerékpárral a közösségi közlekedéshez viszonyítva. Tanulmányomban 2 szakaszon kerékpárral, mind tömegközlekedési eszközzel mért a menetidőket hasonlítom össze.

### Kulcsszavak:

közlekedés, infrastruktúra, közösségi közlekedés, kerékpáros közlekedés

### Jelenlegi közlekedési helyzet leírása [1,2]

- Kerékpárút-hálózat

Jelenleg Debrecenben nem beszélhetünk összefüggő kerékpáros úthálózatról. Az egyes kerékpárutak döntő részben a városból kivezető főútvonalak mentén helyezkednek el (Balmazújvárosi, Böszörményi, Pallagi, Sámsoni, Vámospércsi és Mikepércsi utak mentén), az összeköttetésük a város belső zónáiban nem megoldott. Sajnos a külterületi kerékpárutak nincsenek karbantartva megfelelően ezért veszélyes ott is kerékpározni.

- Közösségi közlekedési hálózat

Debrecenben 47 db buszjárat, 5 db trolibuszjárat és 1 db villamosjárat található. Jelenleg a DKV Zrt. üzemelteti a városi közösségi közlekedési eszközöket, amiknek útvonalai jól lefedik Debrecen területét. Viszont az átszállási kapcsolatok szempontjából kedvezőtlen, hogy a trolibuszok, az autóbuszok és

a villamos megállói több helyen nem fedik egymást, felesleges gyaloglási utat jelentenek az átszállóknak.

Kevés buszsáv van a városban, ezért a csúcsidőkben hosszú utazási időre lehet számítani, és ekkor túl is vannak terhelve a járatok. Csúcsidőn kívül viszont sokszor kihasználatlanok a járatok.

A helyi közösségi közlekedés üzemideje nem alkalmazkodik a felmerülő igényekhez. Nincsenek éjszakai közforgalmú közlekedési lehetőségek, és a Nagyállomásra érkező utolsó, illetve hajnalban induló első vonatok utasai számára a városon belüli közlekedés lehetőségei sem adottak.

### **Vizsgált szakaszok:**

#### **1. szakasz:** Csonkatemplom – Malompark

A szakasz hossza kerékpárral 2,08 km. A szakasz hossza busszal 3,10 km.

Az első szakaszon majdnem teljesen végig van kerékpáros infrastruktúra, ezért a kiválasztás fő szempontja az volt, hogy a meglévő kerékpáros infrastruktúra hatékonyságát lemérjem.

#### **2. szakasz:** Csonkatemplom – Vágóhid utca

A szakasz hossza kerékpárral 2,40 km.

Ezen a szakaszon egyáltalán nincs kerékpáros infrastruktúra, csak az úton lehet kerékpározni, ami veszélyes, mert nagy a forgalom és rossz minőségű az útburkolat. Így a kiválasztási szempont itt is a meglévő infrastruktúra felmérése volt.

E szakaszon csak átszállással lehet eljutni a kezdőpontból a végpontba. Én a Verestemplom irányába indultam el. A „Klaipeda utca” megállóhelyig többféleképpen is el lehet jutni, így csak a 15-ös buszra felszállva indítottam el a stoppert, ezáltal rövidebb szakaszt mértem, mint kerékpárral.

### **Méréseket befolyásoló körülmények**

A kerékpárral történt mérések eredményei nagyban függenek a következő befolyásolási tényezőktől:

- jelzőlámpák gyakoriságától és azok periódusidejétől;
- az útburkolat minőségétől;
- egyes szakaszokon a gyalogosok számától is;
- egy kicsit a megtett út hosszától is;
- valamint attól hogy az úttesten vagy a járdán lehet-e közlekedni;
- esetleg a szembeszéltől, mint időjárási tényezőtől.

A közösségi közlekedési eszközzel mért menetidők függenek

- a gépkocsiforgalomtól;
- a jelzőlámpák gyakoriságától;
- az utasok számától;
- az útburkolat minőségétől is;
- és talán az időjárástól is, mert ha rossz az idő, akkor többen az egyéni közlekedést választják így megnövekedik a gépkocsiforgalom, ami torlódásokhoz vezethet.

Hétvégén kevesebb a befolyásolási tényező pl. kevesebb gépkocsi van az utakon és az utasok száma is kevesebb stb.

## Hétköznapi mérések (fő mérések)

*1. táblázat Hétköznapi mérések*

Szakasz	Mérési időpont	Mérési irány	Menetidő kerékpárral percben és átlagsebességek	Menetidő köz.közl. eszközzel percben és átlagsebességek	Időjárás a mérések időpontjában	
					kerékpárral	köz.közl. eszközzel
1. szakasz	7:30	Malompark felé	6:52 (18,2 km/h)	15:29 (12 km/h)	napos (-1°C)	napos (-1°C)
		Csonkatemplom felé	8:43 (14,3 km/h)	13:10 (14,1 km/h)		
1. szakasz	11:00	Malompark felé	8:10 (15,3 km/h)	13:21 (13,9 km/h)	napos (22°C)	napos (14°C)
		Csonkatemplom felé	7:00 (17,8 km/h)	10:49 (17,2 km/h)		
1. szakasz	16:00	Malompark felé	8:10 (15,3 km/h)	15:17 (12,2 km/h)	napos (23°C)	napos, szeles (8°C)
		Csonkatemplom felé	8:37 (14,5 km/h)	11:45 (15,8 km/h)		
2. szakasz	7:30	Vágóhid utca felé	10:49 (13,3 km/h)	8:18 (13,7 km/h)	napos (-1°C)	borult (11°C)
		Csonkatemplom felé	10:52 (13,25 km/h)	10:47 (10,6 km/h)		
2. szakasz	11:00	Vágóhid utca felé	12:06 (11,9 km/h)	8:15 (13,8 km/h)	napos, szeles (10°C)	napos (15°C)
		Csonkatemplom felé	11:02 (13,05 km/h)	6:03 (18,8 km/h)		
2. szakasz	16:00	Vágóhid utca felé	10:29 (13,7 km/h)	9:05 (12,5 km/h)	eső (11°C)	napos, szeles (10°C)
		Csonkatemplom felé	11:00 (13,1 km/h)	11:34 (9,85 km/h)		

### Mérési körülmények, észrevételek [3]

- Kerékpárral történt mérések körülményei

Különböző időjárási viszonyokban és napszakokban mértem, hogy megvizsgáljam befolyásolja-e az időjárás és a forgalom nagysága a menetidőket. Így a gyalogos ill. a gépkocsi forgalom is változó volt. A jelzőlámpák gyakorisága különböző a szakaszokon, van ahol nem annyira befolyásolja a mérési eredményeket, de volt olyan szakasz ahol nagyon eltérő eredményeket kaptam attól függően, hogy hogyan érkeztem oda a lámpás kereszteződésekhez, és mennyit kellett várnom.

A KRESZ szabályai szerint csak ott lehetne járdán kerékpározni, „ahol az úttest kerékpár közlekedésre alkalmas.” Ez jelenthetné a nagy forgalmat és a rossz minőségű útburkolatot is, viszont rendőrségi



értelmezés szerint akkor alkalmatlan az út kerékpározásra, ha az pl. földút, így csak ebben az esetben lehetne 10km/h sebességgel haladni a járdán, a gyalogos forgalom zavarása nélkül. Szerintem a 10km/h nem igazán betartható, és nem is sokan tartják be. Egyes szakaszokon, a felüljárókon én is a járdán közlekedtem, mert veszélyesnek ítéltém meg az úton való kerékpározást.

A kerékpáros KRESZ hiányos és pontatlanul fogalmaz, szükség lenne egy új szabályozásra, ami pontosan és világosan fogalmaz minden helyzetre.

- Közösségi közlekedési eszközzel történt mérések körülményei

Szintén különféle időjárási viszonyokban és napszakokban mértem, így változó volt a gépkocsiforgalom. A gépkocsiforgalom nagyban befolyásolja a menetidőket, azaz ha torlódások vannak a közösségi közlekedési eszközök nyomvonalán, akkor lassabban tudnak közlekedni. Valamint ha rossz az időjárás, és rosszak a látási körülmények akkor is csak lassabban tudnak közlekedni a közösségi közlekedés járatai.

A jelzőlámpáknál való várakozási idők is jelentősen megnövelhetik a menetidőket, emellett a fel- és leszálló utasok száma is nagyban befolyásolja a menetidőket.

## Összefoglalás

A mérési eredményeket nézve a csúcsforgalmak idején gyorsabban lehet közlekedni kerékpárral, viszont csúcsidőn kívül és hétvégén elvileg gyorsabbak a közösségi közlekedés járatai. De ha figyelembe vesszük a megállóba való eljutás és a megállóban való várakozás idejét is, akkor a mért szakaszon hétköznap biztos, hogy gyorsabb kerékpárral közlekedni.

Összegzésül elmondhatom, hogy Debrecenben szükséges lenne a kerékpáros infrastruktúrát fejleszteni, mert meg van rá az igény. Emellett fontos a jó tömegközlekedési hálózat is, mert környezetvédelmi szempontból fontos, hogy minél kevesebb gépjármű legyen az utakon.

## Felhasznált irodalom

[1] [www.debrecen.hu](http://www.debrecen.hu)

<http://portal.debrecen.hu/upload/File/varoshaza/onkormanyzat/Hirdetmenyek/mellekletkerekpar.pdf>

[http://portal.debrecen.hu/upload/File/Egyeb/dmjevKozlekedesfejlesztésiTerve\\_2.pdf](http://portal.debrecen.hu/upload/File/Egyeb/dmjevKozlekedesfejlesztésiTerve_2.pdf)

<http://portal.debrecen.hu/gazdasag/fejlesztés/kerekperutepites>

[2] [www.dkv.hu](http://www.dkv.hu)

[3] Közúti Rendelkezések Egységes Szabályozása (KRESZ)

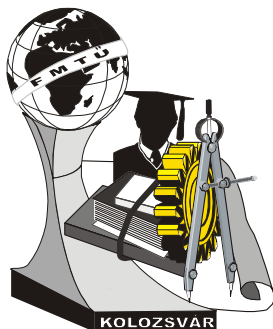
**Gyurkó Vivien**, hallgató

Munkahely: DE Műszaki Kar, Építőmérnöki Tanszék

Cím: 4028 Debrecen, Ótemető u. 2-4.

Telefon: + 36-52/415-155

E-mail: [gyurkovivien@gmail.com](mailto:gyurkovivien@gmail.com)



# XVI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2011. március 24–25.

## GUMIK MECHANIKAI JELLEMZŐINEK SZIMULÁCIÓJA

HANSÁGHY Pál, SZÚCS András

### Abstract

Our material testing was performed by using a variety of rubber components. Material models were developed using our results. These models were introduced in finite element simulations by ANSYS v12 software. The simulation results of simple geometry were compared to the measured values. It was found that the developed models describe the behaviour of the material.

### Key words:

Ansys, finite element analysis, material models

### Összefoglalás

Munkák során különböző gumikeverékeken végeztünk anyagvizsgálatokat, és a mérési eredményekből anyagmodelleket állítottunk fel. Ezen modellek felhasználásával végelelemes szimulációs futtatásokat indítottunk ANSYS v12-es szoftver segítségével. Az egyszerű geometriákon végzett szimulációk eredményeit összehasonlítottuk a mért értékekkel, és azt találtuk, hogy jó egyezés mutatható ki a számított és a mért anyagi jellemzők között.

### Kulcsszavak:

Ansys, végelelemes analízis, anyagmodell.

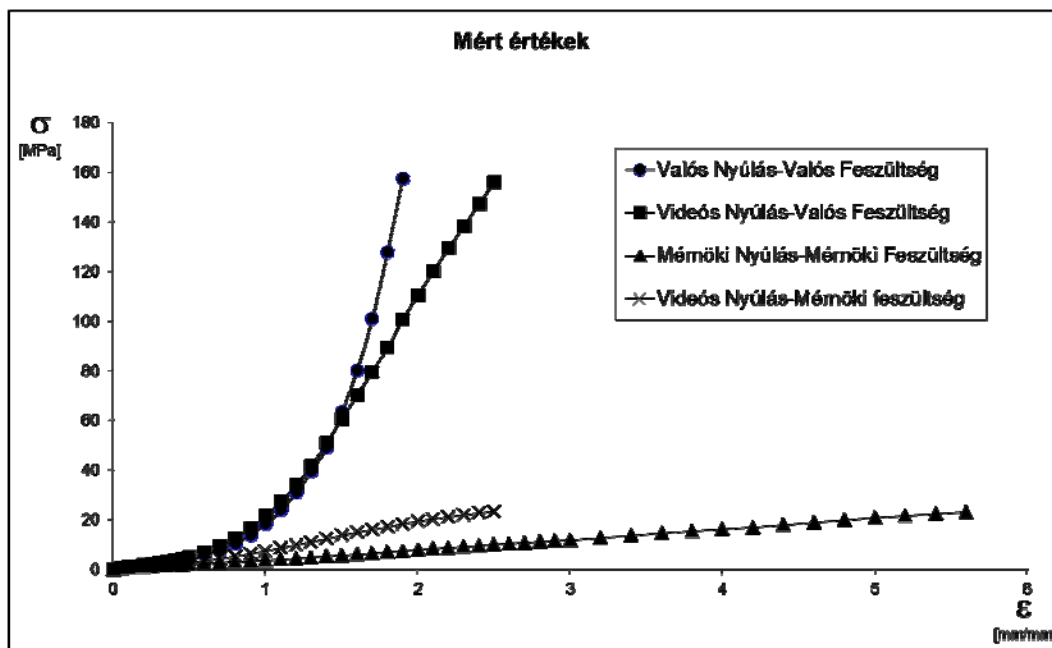
## 1. Bevezetés

Az anyagvizsgálatok elve az évek során nem sokat változott, de a technika és a tudomány fejlődésével új, fejlettebb gépek és szoftverek állnak a rendelkezésünkre. Napjaink piaci versenyhelyzete már megköveteli a gyártó cégektől a selejtmentes termékgyártást. Egy termék bevezetése vagy módosítása esetén, még a gyártósor beüzemelése, a technológia módosítása előtt jó, ha tudunk információkkal szolgálni a majdani termék viselkedéséről és mechanikai jellemzőiről. A végelelemes szimulációs szoftve-  
rekkel elvégzett futtatások a legalkalmasabbak erre a célra. A szimuláció eredményét természetesen befolyásolja, hogy mennyire tudjuk pontosan megadni az anyagi jellemzőket, amit az anyagvizsgálatok során határozunk meg. A legpontosabb anyagmodell elkészítéséhez a következő anyagvizsgálatok elvégzésére van szükség: uniaxiális húzás, biaxiális húzás, nyíróvizsgálat és kompressziós vizsgálat.

## 2. Anyagvizsgálat

A munkák során különböző gumikeverékből készült próbatesteken az uniaxiális húzóvizsgálatokat a rendelkezésünkre álló univerzális anyagvizsgáló berendezéssel (Instron 3366) végeztük. A mérések során a nyúlásértékeket videóextenzométerrel is meghatároztuk. A szakítóvizsgálatok eredményeiből

egy anyag esetén 4 féle húzógörbét tudunk elkészíteni (1. ábra).



1. ábra Mért mennyiségekből készült húzógörbék

Az ábrán bemutatott görbék egyértelműen mutatják, hogy a valós és a mérnöki értékek számottevő eltérést mutatnak a nagyobb deformációk tartományában.

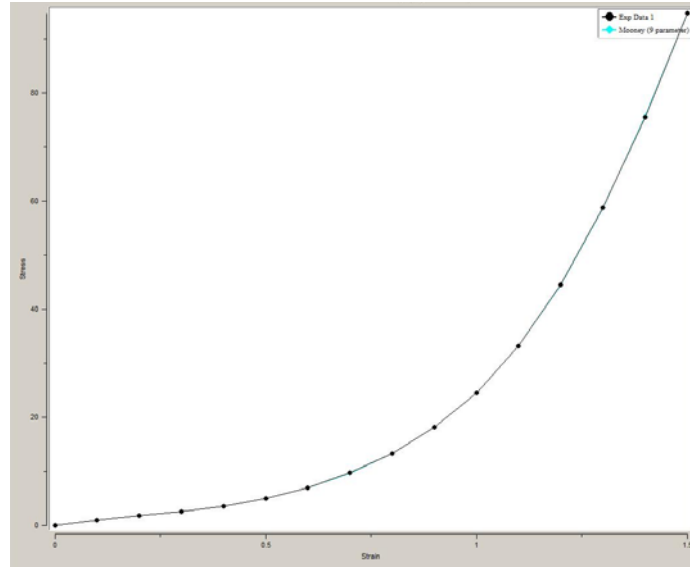
### 3. Anyagmodellek készítése

Az anyagmodelleket az ANSYS-ban úgy tudjuk definiálni, hogy beolvassuk a nyúlási értékeket mm/mm-es dimenzióban és a hozzájuk tartozó feszültségeket MPa-ban. A gumik (melyek nyugodtan tekinthetők hiperelasztikus anyagoknak) mechanikai jellemzői igen bonyolult matematikai modellekkel írhatók le. A szoftver a számoláshoz nem a húzógörbét használja. Egy matematikai formulával, Mooney–Rivlin egyenletek, paramétereket határoz meg és a későbbiek során ezekkel az állandókkal definiál egy-egy anyagmodellt. Használhatunk három-, öt-, hét- és kilencparaméteres egyenleteket. A legpontosabb eredményt kilenc paraméterrel való számolással kapjuk, de bonyolultabb geometriák esetén nagyon meghosszabbítja a futtatás idejét.

A 2. ábrán egy ötparaméteres egyenlettel illesztett görbét mutatunk be. Szemmel láthatóan a mért és a modell alapján számított értékek kifejezetten jó egyezést mutatnak. Természetesen több paraméter használata esetén az egyezés tovább fog javulni, azonban alapvető célkitűzés az, hogy megkeressük azt a legkisebb számú paraméter együttest, amellyel elfogadható a pontosság, hiszen a paraméterek számának növelése nagyon erősen megnöveli a számítási időt.

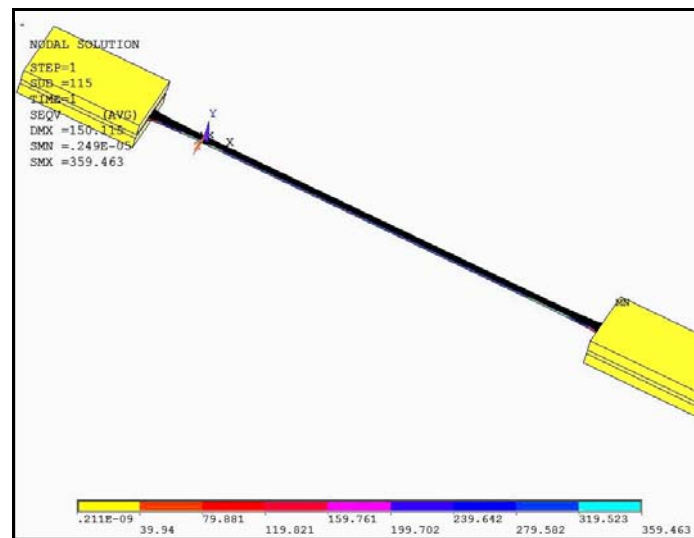
### 4. Modellelés vége-selemes programmal

Az ötparaméteres egyenlettel készített anyagmodell felhasználásával elvégeztünk egy futtatást. A mo-



2. ábra 5 paraméteres Mooney-Rivlin egyenlettel illesztett görbe

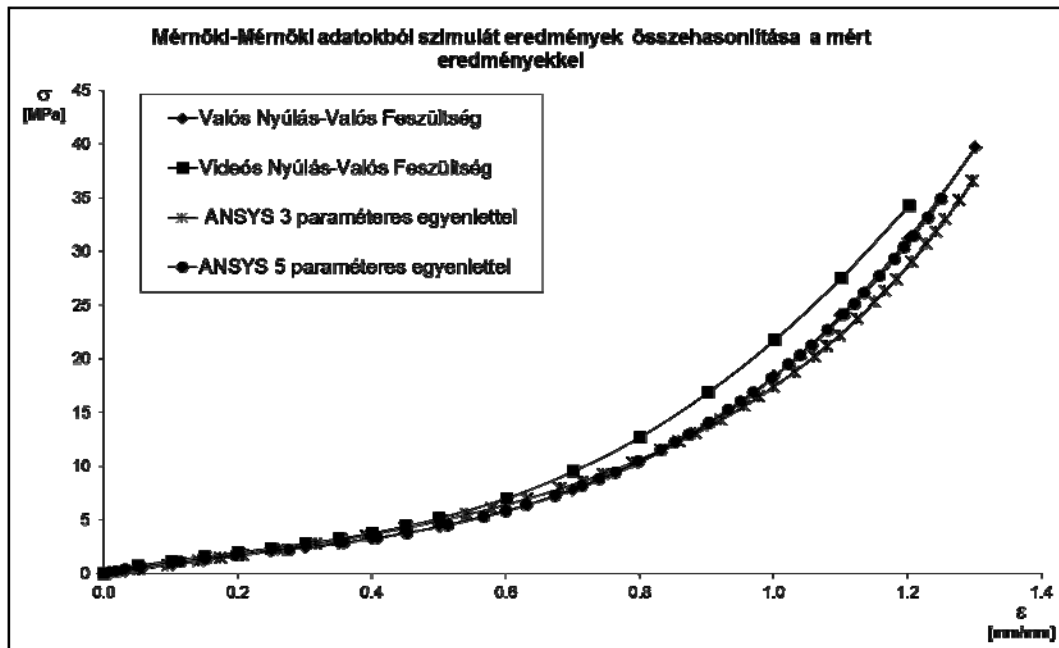
dellezés során beállított körülmények megegyeztek a szakítóvizsgálat során alkalmazottaknak. A 3. ábrán a számítással meghatározott megnyúlt darabot mutatjuk be.



3. ábra Modellezett anyag vizsgálata a véghelyzetben

A 4. ábrán a mérnöki nyúlás - mérnöki feszültség adatokból készített anyagmodell felhasználásával elvégzett szimulációs vizsgálatból nyert feszültség – nyúlás görbét együtt ábrázoltuk a mérőgéppel elvégzett szakítóvizsgálat eredményeként kapott valós nyúlás - valós feszültség adatokból készített görbével. Az eredményeken jól látszik, hogy az ötparaméteres egyenlet alkalmazásával elvégzett futtatás eredménye szinte teljesen megegyezik a mérőgépen mért valós mennyiségekkel. A háromparaméteres egyenlet használatával, pontatlanabb eredményeket értünk el, de a futtatás ideje lecsökkent. A paraméter számot a felmerülő igények határozzák meg, mivel a bonyolultabb geometriák esetén a futtatások ideje között lényeges különbség lehet. A szimuláció elindítása előtt mérlegelni kell mi a célunk, gyors

san szeretnénk eredményeket, amelyek nem a legpontosabbak, vagy a pontosság elsőbbséget élvez a futtatás idejével szemben.



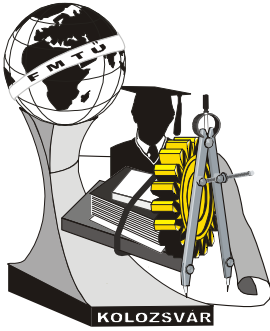
4. ábra Mérnöki - mérnöki adatok felhasználásával készült futtatás eredményeinek összehasonlítása a mért valós nyúlás – valós feszültség adatokkal

## 5. Összefoglalás

Az anyagvizsgálatokat elvégeztük, az eredmények feldolgozásra kerültek és azokból elkészültek az anyagmodellek felállításához szükséges görbék és táblázatok. Az anyagmodelleket az ANSYS v12-es szoftverben definiáltuk, valamint ezek pontosítása és az összetett anyagvizsgálatok (biaxiális húzás, nyírás) kidolgozása folyamatban van. A szabványos geometriájú próbatest vizsgálatának modellje elkészült. Megállapítottuk, hogy a végesesemes modellezéssel számított eredmények kiváló egyezést mutatnak az anyagvizsgálat során mért feszültség és nyúlás értékekkel. Kimutattuk, hogy a végesesemes szimulációk során az anyagmodellt a mérnöki nyúlás – mérnöki feszültség adatokból kell definiálni, a futtatás eredményeként pedig valós nyúlás és valós feszültség értékeit kapjuk.

**Hansághy Pál** hallgató

Kecskeméti Főiskola, Gépipari és Automatizálási Műszaki Főiskolai Kar, Fém- és Műanyagfeldolgozó Technológiai intézet, Műanyag- és Gumitechnológiai Szakcsoport  
Cím: 6000 Magyarország Kecskemét, Izsáki út 10.  
Telefon: +36-20-220-2004  
E-mail: hansaghy@gmail.com



# XVI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2011. március 24–25.

## FORGÁCSOLÓ GYÁRTÓRENDSZER SZIMULÁCIÓJA ÉS ELEMZÉSE

HARASZKÓ Csaba, dr. NÉMETH István

### Abstract

The main objective of the thesis is to create a discrete event simulation model with the Plant Simulation software tool of a metal-cutting manufacturing system which is under design and manufacturing. Furthermore, the aim was to examine, evaluate and create additional layout variations and analyse them according to various criteria. The paper presents the current manufacturing system and its modified alternatives with their physical arrangements and simulation models, and the simulation results. The evaluation criteria were the following: annual volume that can be manufactured, the number of input and output buffers, the number of workpiece carriers (manipulators), the utilisation of production machines, and the expected energy consumption. Moreover, the effects of the programmed speed of the robot and the availability of the machines on some selected characteristics were also examined.

### Key words:

manufacturing systems, discrete event simulation, automated metal-cutting manufacturing line

### Összefoglalás

A dolgozat fő célja egy tervezés és gyártás alatt álló forgácsoló gyártórendszer diszkrét eseményvezérelt folyamatmodelljének létrehozása Plant Simulation szoftver segítségével, annak vizsgálata, kiértékelése, majd további elrendezési variációk létrehozása és elemzése különböző szempontok alapján. Bemutatásra kerül a tervezett gyártósor és annak néhány módosított változata, azok fizikai megoldási alternatívái illetve szimulációs modelljei, és a szimulációs vizsgálatok eredményei. Vizsgálati szempontok a következők voltak: éves gyártható darabszám, be- és kimeneti tárolók száma, munkadarab hordozók (manipulátorok) száma, az egyes gyártóberendezések kihasználtsága és az egyes rendszerek várható energiafogyasztása. További vizsgálódások tárgya volt a robot programozott sebességének és az egyes gépek hozzáférhetőségének hatása a vizsgált jellemzőkre.

### Kulcsszavak:

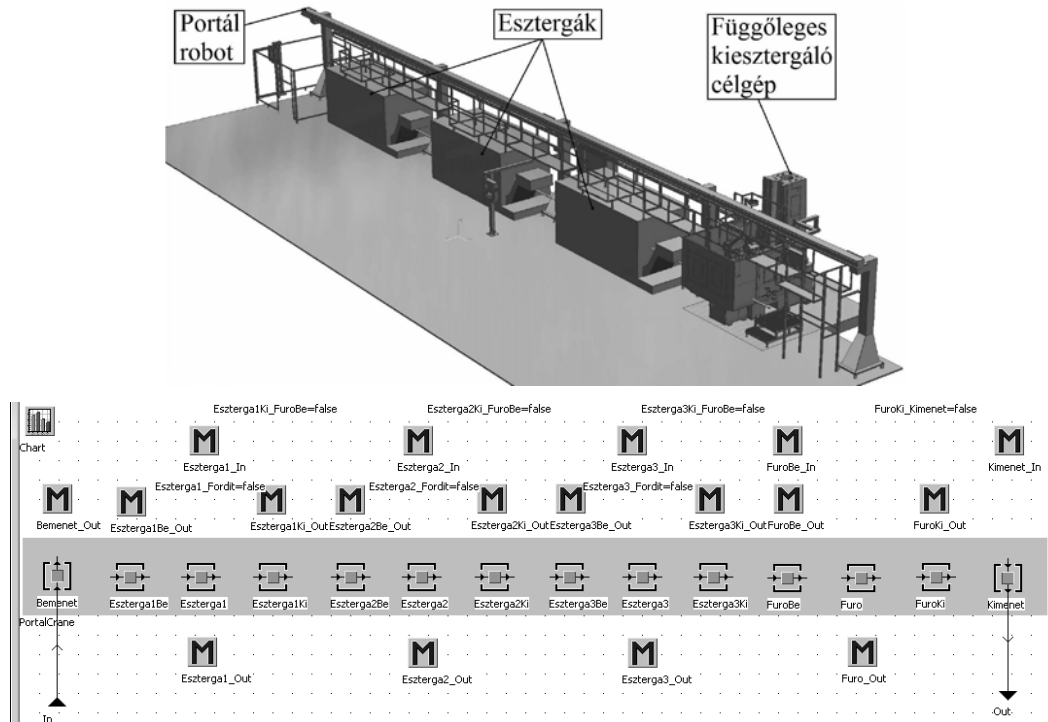
gyártórendszer, diszkrét eseményvezérelt szimuláció, automatizált forgácsoló gyártósor

### 1. Bevezetés

A dolgozat fő célja az Excel-Csepel Szerszámgépgyártó Kft-nél egy tervezés és gyártás alatt álló forgácsoló gyártórendszer diszkrét eseményvezérelt folyamatmodelljének létrehozása Plant Simulation szoftver segítségével, annak vizsgálata, kiértékelése, majd további elrendezési variációk létrehozása és elemzése különböző szempontok alapján. Első lépésben bemutatásra kerül a vizsgált gyártórendszer és a gyártási folyamat, majd a szimulációs modellek. Ezek után pedig az eredmények ismertetésére és a következtetések levonására kerül sor.

## 2. A vizsgált gyártórendszer és gyártási folyamat felmérése

Részletes adatgyűjtés történt a forgácsoló gyártórendszerrel, a gyártandó termékkel, a termelési adatokról, a jelenlegi elrendezésről, a gépekről és berendezésekről, valamint a gyártási folyamatról.



*1. ábra A vizsgált forgácsoló gyártórendszer jelenlegi elrendezése. Felül: tervezett elrendezés. Alul: az elrendezés szimulációs modellje.*

A gyártórendszer oroszországi megrendelésre készül, ahol nagyméretű csöveket fognak gyártani rajta atomerőműi alkalmazás részére. A gyártósor éves termelési követelménye 70 000 db. A gyártási folyamat esztergán két felfogásban történő esztergálásból és függőleges főorsójú célgépen egy felfogásban történő kiesztergálásból áll. A munkadarab szállítást és az esztergálások közti átfordítást portál robot végzi.

## 3. Szimulációs vizsgálat

A szimuláció egy rendszer leképezése dinamikus folyamataival együtt egy olyan modellben, amellyel kísérletezni lehet. Célja olyan eredmények szerzése, amelyek a valóságban felhasználhatók [1].

A szimulációs vizsgálat célja a következő volt:

- a be és kimeneti tárolók vizsgálata, azok szükségességének és számának meghatározása;
- a rendszerben használt berendezések számának csökkentése, vagy növelése;
- vezérlési stratégiától függően a rendszer viselkedésének vizsgálata.

Szemponatok a következők voltak:

- gyártható éves darabszám;
- egyes gyártóberendezések kihasználtsága;

- munkadarab hordozók száma;
- be- és kimeneti tárolók száma és mérete;
- becsült energiafogyasztás;
- a robot vízszintes sebességének hatása a vizsgált jellemzőkre;
- a gépek hozzáférhetőségének hatása a vizsgált jellemzőkre.

A létrehozott modellek:

- a gyártórendszer jelenlegi elrendezése: 3 db eszterga után 1 db függőleges kiesztergáló célgép, minden gépnek van egy munkadarab fogadására képes ki- és bemeneti tárolója is, 1 db 1 manipulátoros portál robot, a fenti elemekből bemutatott gyártósorból 2 van párhuzamosan;
  - az első kísérleti elrendezésben növeltük a ki- és bemeneti tárolók számát kettőre;
  - a második kísérleti elrendezésben nem voltak tárolók a rendszerben;
  - a harmadik kísérleti elrendezésben volt egy ki- és bemeneti tárolója a gépeknek, továbbá két manipulátoros robotot használtunk;
- a negyedik kísérleti elrendezésben csökkentettük az esztergák számát eggyel, 5 db eszterga, 2 db függőleges kiesztergáló célgép, továbbá minden gépnek van egy ki- és bemeneti tárolója is és 1 db 2 manipulátoros robot van egy sorba integrálva;
  - az ötödik kísérleti elrendezésben kombináltuk az első és a harmadik elrendezést, azaz a gépeknek két ki- és bemeneti tárolói vannak, továbbá két manipulátoros robottal rendelkezik a két sor;
  - a jelenlegi elrendezést további vizsgálatoknak vetettük alá, kísérlet sorozatokkal változtattuk a robot vízszintes sebességét, majd az egyes gépek hozzáférhetőségi idejét.

#### 4. Következtetések

A gépeken a műveleti idők csökkentésével egyértelmű javulást érhetünk el, hiszen a függőleges kiesztergáló célgépek és a robot egyik esetben sincsenek teljes mértékben kihasználva, azaz elbírnák a megnövekedett anyagáramot.

Az éves gyártott darabszám tekintetében:

- ha növeljük a ki- és bemeneti tárolók számát, akkor 2%-os az éves darabszám növekedés;
- ha a manipulátorok számát növeljük, akkor a tervezetthez képest 2,5%-os az éves gyártási darabszám növekedés.
- ha csökkentjük az esztergák számát, akkor nem tartható az éves termelési követelmény.

Az energiafelhasználás tekintetében:

- ha növeljük a ki- és bemeneti tárolók számát, akkor kb. 150 órával hamarabb fejeződik be a gyártás és csak kismértékű a többlet energiafogyasztás, tehát ez egy ésszerű módosítás lehet;
- ha a manipulátorok számát növeljük, akkor ugyan 179 órával fejeződik be hamarabb a gyártás, viszont jóval több lesz az energiafogyasztása a rendszernek, mint a két pufferes esetben, mindemellett ez egy drágább megoldás a két manipulátor miatt, tehát e tekintetében ez a megoldás nem javasolt;



- ha nem lennének a rendszerben tárolók, akkor ugyan megnövekedne a gyártási idő kb. 250 órával, viszont a robot általi áthelyezések száma a jelenlegi egy tárolós elrendezéshez képest nagyjából a felére csökken, ami mellett a gépek is kevesebbet fogyasztanak az alacsonyabb kihasználtság révén, tehát energiafelhasználás szempontjából ez egy kedvező megoldás lehetne.

Egyéb szempontok alapján:

- ha a darabszám tekintetében a két legjobb eredményt biztosító megoldást keresztezzük egymással, azaz dupla tárolós és dupla manipulátoros a modell, akkor sem kapunk jobb megoldást, tehát ez a kombináció nem javasolt;

- általános javaslatként érdemes vizsgálni a robot beállított sebességének hatását a végeredményre, ugyanis lehet egy olyan optimális sebességtartomány, ami mellett kedvezőbb eredményeket kaphatunk a vizsgált elrendezés esetében;

- a gépek hozzáférhetőségét érdemes maximalizálni, ugyanis ha csak a hosszabb megmunkálási idejű terméket gyártaná a sor, akkor a jelenlegi elrendezés esetében nem lehetne biztosítani az éves termelési követelményt.

Az éves gyártási darabszám tekintetében a szimulációs eredmények alapján két változat jobb eredményt mutatott, mint az eredeti kialakítás. Majd egy másik aspektusból, az energiafogyasztás szempontjából vizsgálva a modelleket a végkövetkeztetés tovább finomodott. Az is megfigyelhető, hogy adott elrendezés és programozási struktúra esetén van egy olyan sebesség tartomány, ami mellett az éves gyártott darabszám és a gépek kihasználtsága optimális, tehát érdemes ilyesféle vizsgálatokat is elvégezni. Az eredmények alapján javaslatként történt az ajánlott módosításokra, fejlesztési és megvalósítási lehetőségekre. Fontos megjegyezni, hogy ez a gyártósor már egy majdnem kész rendszer, tehát valamilyen szempontok alapján már megtervezték, éppen ezért a feladatunk ennek a továbbfejlesztése, optimalítása volt, azaz próbáltunk egy jobb alternatívát javasolni.

#### **Köszönetnyilvánítás**

Az szerzők szeretnék köszönetüket kifejezni az Excel-Csepel Szerszámgépgyártó Kft.-nek az esettanulmány biztosításáért, és Schwarzenberger Józsefnek a szakmai segítségnyújtásért.

#### **Irodalom**

[1] Steffen Bangsow: *Manufacturing Simulation with Plant Simulation and Simtalk*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2010, 19. oldal

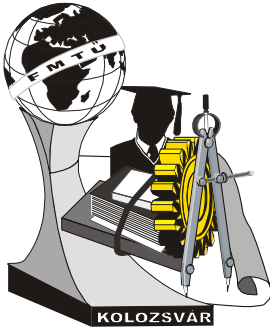
**Haraszko Csaba**, doktorandus, **dr. Németh István**, egyetemi docens

Munkahely: Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Gépészmérnöki Kar,  
Gyártástudomány és -technológia Tanszék

Cím: 1111 Magyarország, Budapest, Egry József u. 1. T épület, 4. em. 44/A

Telefon / Fax: +36-1-463-2512 / +36-1-463-3176

E-mail: haraszko@gmail.com, inemeth@manuf.bme.hu



# XVI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2011. március 24–25.

## FORD A-MODEL VÍZPUMPA FELÚJÍTÁSA

HERVAY Péter, dr. MIKÓ Balázs

### Abstract

The article presents the restoration process of two engine parts of a Ford A-model from 1928. During the restoration and rebuilding process the up-to-date methods were applied like computer aided design and manufacturing (CAD/CAM), rapid prototyping and CNC manufacturing. The new and rebuild parts provide new power for the 80 years old automobile.

### Key words:

restoration, machine part redesign, CAD modelling, rapid prototyping

### Összefoglalás

A cikk bemutatja egy 1928-as gyártású Ford A-model két alkatrészének restaurálási folyamatát. A restaurálási illetve rekonstruálási folyamat során a legkorszerűbb tervezési és gyártási eljárásokat alkalmaztuk, mint a számítógépes tervezés és gyártás (CAD/CAM), a gyors prototípus gyártás és a CNC megmunkálás. A folyamat eredményeként előállított alkatrészek új erőt adtak ennek a több mint 80 éves járműnek.

### Kulcsszavak:

restaurálás, alkatrész rekonstrukció, CAD modellezés, gyors prototípus gyártás

### 1. Bevezetés

Az Óbudai Egyetem (akkor még Budapesti Műszaki Főiskola) a Ford T-model 100-éves évfordulójának megünneplésére restaurált egy 1922-es T-model gépkocsit (*1. ábra*). Az egyetem vezetősége akkor úgy gondolta, hogy a gépkocsi a későbbiekben reklámhordozója lesz az Óbudai Egyetemnek. Rendezvényeken, kiállításokon megjelenve, hirdette volna az oktatási tevékenységünket, kutatási-fejlesztési munkáinkat, kapacitásainkat.

Rövid idő elteltével be kellett látni, hogy a választott gépkocsi nem alkalmas a mai forgalomban való részvételre, még erős kompromisszumokkal sem, ezért a Bánki Donát Karhoz köthetően egy 1928-as gyártású Ford A-model (*1. ábra*) megvásárlásáról és restaurálásáról döntött az Egyetem vezetősége. Az A-modelnek is van a Bánki Kar jogelődjének hallgatójához Galamb Józsefhez köze. A technikai megoldásai (négy kerékfék, hagyományos pedálrend, váltó kiosztás) már lehetővé teszi, hogy a jármű a mai forgalomban is mozogjon. Ez a gépkocsi is teljes körű restauráláson esett át. A cikkben szeretnénk bemutatni a vízpumpa felújításának folyamatát.



*1. ábra Ford T-modell (1922.) és Ford A-modell (1928.)*

## **2. A rekonstrukciós folyamat**

A felújítási folyamat elején alapelveként fogadtuk el azt, hogy minél több eredeti alkatrészt megőrizzünk. A vízpumpa esetében egy erősen kopott tengely és korrodált, sérült lapát javításáról volt szó. A fenti egység az Amerikai Egyesült Államokból pár tíz dollárért beszerezhető, de úgy gondoltuk, hogy a Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar adottságai, felszereltsége elegendő a munka elvégzésére.

A tengely volt az egyszerűbb eset. Egyengetés után, köszörüléssel a tömítő felületeket felszabályoztuk. Az alkalmazott tömítés klasszikus filctömítés, így nem okozott gondot a köszörülés következtében kisebb tengely átmérő.

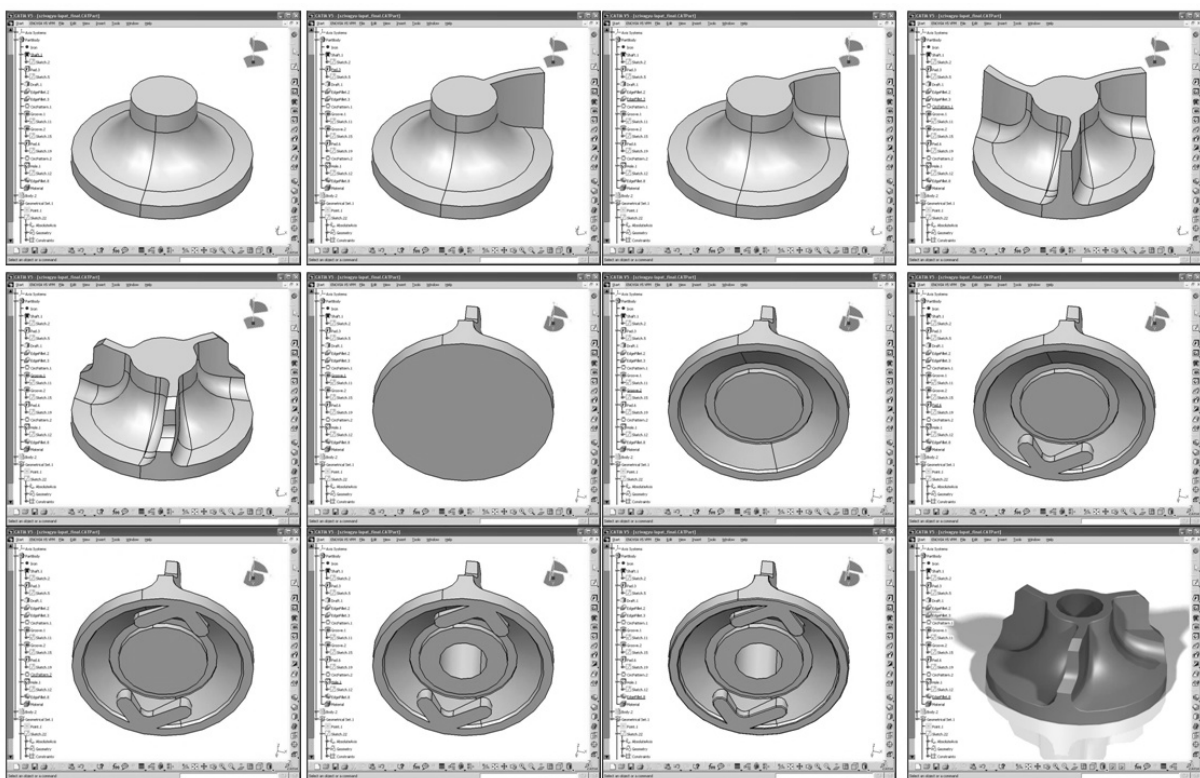


*2. ábra Eredeti vízpumpa lapát*

A szivattyú lapátja viszont menthetetlen volt (2. ábra), ezért a rekonstrukció mellett döntöttünk. Végiggondoltuk, hogy a minta alapján mi lehetett a tervezés és gyártás módszere 1928-ban. A tervezéshez a Ford múzeum adatai alapján is a rajztablás tervezési eljárást feltételezzük. A járókerék geometriája bemérés alapján egy tórusz-belső negyedrésze, a lapátok pedig hajlított, kör mentén épülnek be a járókerékbe. Öntött alkatrészből van szó, tehát mindenképpen öntő mintát kellett annak idején ké-

szíteni. Az öntőmintát mintaasztalos készítette, esztergálással kialakították a járókerék tórusz felületét. A lapátok külső felülete is esztergálással készült, majd a tömör tömbből körmentén lettek kivágva a lapátok. A járókerékbe bemetszéssel és ragasztással illesztették be a lapátokat, ügyelve a mintázhatóság egyszerűségére. A járókerék hátulján található „V” alakú kiemelkedések, a tömítő szelence elfordulását hivatottak megakadályozni. Forgácsoló megmunkálás csak a járókerék agyrészén van, itt illeszkedik a tengelyre.

Első lépésként elkészítettük a járókerék és lapátok CATIA v5 3D-s modelljét. A modellezés során 4 alak-elemere bontottuk a lapát testet. Ezek modellezési sorrend szerint a következők voltak: (1) alaptest, (2) lapát, (3) tömítő oldali üreg, és a (4) V alakú kiemelkedés.



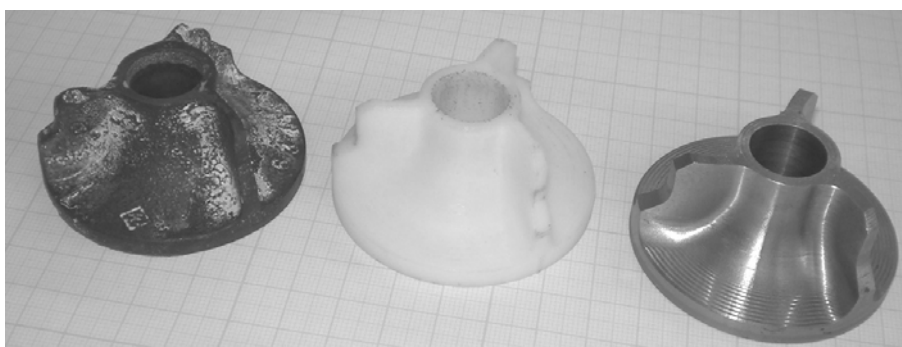
3. ábra A CAD modellezés lépései

Az alap testet a járókerék bemért kontúrjának felhasználásával 360°-os forgatással kaptuk meg, az alap modell tehát egy forgástest. Ebből a testből növesztettük ki tengely irányú kihúzással a lapát alakot, amelynek ezután oldalferdeséget adtunk és az alap testel érintkező élnél lekerekítettük. Ezután kör mentén történő kiosztással még 2 lapát testet hozunk létre, így megkaptuk a kívánt lapátszámot. A házba való elhelyezkedése miatt a lapátokat a ház profiljának megfelelően körbe levágtuk. Ezzel az első oldal modellje elkészült.

A második oldal modellezését az alakos belső profil forgatásos kivágással való létrehozásával kezdődött. Ezt követően a V alakú kiemelkedést kihúzással és kör mentén történő kiosztással kaptuk meg. A

tengely átmérőjének megfelelő furatot kivágással készítettük el, az utolsó modellezési műveletben pedig egy általános 0,3 mm-es lekerekítést tettünk az élekre.

Az elkészült 3D-s CAD modellről gyors prototípus eljárással fizikai modellt készítettünk egy Dimension BST 768 típusú FDM elven működő berendezéssel. Erre azért volt szükség, mert a hengerfej szerves részét képező szivattyú állóház profiljához kellett illeszteni a járókeretet, hozzáférhetetlenség miatt itt mérni nem tudtunk. A profil kismértékű módosítása után a CATIA v5 rendszerből CNC alkatrészprogram fájlt generáltunk, melye alapján újabb próbadarab készült egy MAZAK NEXUS A410-II megmunkálóközponton, melyet ismételten az állórészbe bepróbáltuk. A sikeres próba után rozsdamentes acélból elkészült a végleges járókerék.



*4. ábra* Az eredeti, a gyors prototípus és a végleges járókerék

### 3. Összefoglalás

Mivel a vízpumpa forgórésze tartalék alkatrészként beszerezhető – nem túl nagy összegért – ezért a fent bemutatott megoldást az motiválta, hogy bemutathassuk az Óbudai Egyetem Bánki Karának a-dottságait, felkészültségét. Megoldási sablonként lehet a módszert alkalmazni minden olyan veterán gépjármű alkatrész esetében, ahol már nincs utángyártás, raktárkészlet, mint például egy több tíz éve megszűnt gyártás, vagy gyártó esetében. A másik indok, hogy a restaurálás folyamán minél több eredeti alkatrész megtartása a kívánatos, ezért a forgórész egységből a tengely maradt, a járókereket pedig rekonstruáltuk.

**Hervay Péter**, egyetemi adjunktus

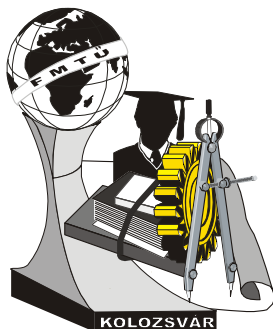
**dr. Mikó Balázs**, egyetemi docens

Munkahely: Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar,  
Anyagtudományi és Gyártástechnológiai Intézet

Cím: 1081, Magyarország, Budapest, Népszínház u. 8.

Telefon / Fax: +36-1-6665382

E-mail: [hervay.peter@bgk.uni-obuda.hu](mailto:hervay.peter@bgk.uni-obuda.hu)



# XVI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2011. március 24–25.

## A DOROGI PERNYETÁROZÓ KÖRNYEZETVÉDELMI ÁLLAPOTFELMÉRÉSE

HOFER Norbert

### Abstract

Lake Palatinus is one of the most beautiful mine-lakes in the Dorog-Kesztlőc-Esztergom region. Obviously, it has to be preserved. This research is aimed at presenting the environmental impact of the recultivation of the Dorog fly ash pond in the immediate vicinity of the lake as well as the possibility of pollutants to be released in the environment in case of unexpected disasters. This research applied the results of the former state of the environment assessments of the fly ash pond and its surroundings together with the analysis of the recordings of the monitoring system facilitating to draw conclusions on the temporal and spatial changes in the state of the environment. Given that the most important solvent and transport material of nature is water the modelling of the changes in its flow pattern and composition is of particular importance. The results of the modelling enabled to make some predictions for longer time intervals concerning the eventual spread of the specific pollutants with special attention to Lake Palatinus.

### Key words:

recultivation, flow modeling, infiltration

### Összefoglalás

A Dorog-Kesztlőc-Esztergom térség egyik legszebb és mindenképpen megőrzendő bányatava a Palatinus-tó. Jelen tanulmány célja, hogy bemutassa a bányató közvetlen környezetében elhelyezkedő Dorogi pernyetározó rekultivációjának környezeti hatását, és egy esetleges havária esetén bekövetkező szennyezőanyag környezetbe való kijutásának a lehetőségét. Kutatásaim során felhasználtam a pernyetározó és a környezetében elvégzett korábbi állapotfelmérések eredményeit és a monitoring rendszer kiértékeléseit, amelyek segítségével következtetéseket tudtam levonni a környezet állapotának időbeli és térbeli változásáról. Mivel a természet legfontosabb oldó és szállító anyaga a víz, így áramlásának és tulajdonságainak változásának modellezése kiemelt jelentőségű feladat. Az elvégzett modellezés eredménye alapján hosszabb időintervallumra tudtam következtetéseket levonni, az egyes szennyezőanyagok lehetséges szétterjedésével kapcsolatban, kiemelt figyelmet szentelve a Palatinus tóra.

### Kulcsszavak:

rekultiváció, infiltrációs vizsgálat, havária esemény, modellezés

### Bevezetés

A „modern” ember azon anyagokat, melyek a jelen kor technológiája alapján már nem hasznosíthatóak, vagy ahhoz hosszú évek szükségesek, azokat felhalmozza környezetétől elzárva, míg a jövő fejlesztései megoldást nem nyújtanak azok felhasználására, ártalmatlanítására. A XXI. Századi környezetvédelem egyik legfontosabb feladata, a felhalmozott hulladékok kezelése, és a szennyezett területek rekultivációja. A Dorog-Kesztlőc-Esztergom térség egyik legszebb és mindenképpen megőrzendő bányatava a Palatinus-tó, ezért fontos a közvetlen közelében található pernyetározó környezeti kockázatának a vizsgálata.

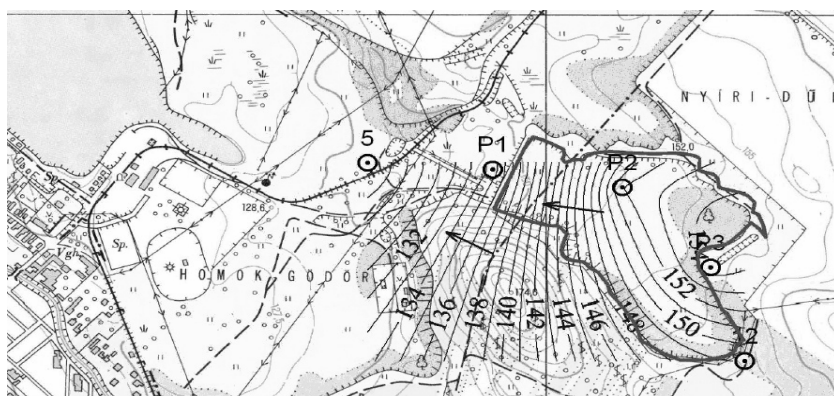
### A vizsgálatok célja

A kutatás célja a felszín alatti vizek vizsgálati eredményeinek kiértékelése az új 6/2009.(IV.14.)

KvVm-EüM-FVM rendelet határértékeinek figyelembevételével, 8 évre visszamenőleg. A pernyetározó felső, mesterséges talajrétegének in-situ szivárgási vizsgálata és mérési eredményeinek feldolgozása. Egy feltételezett havária esemény kapcsán kialakult környezetszennyezés modellezése, a Palatínus-tó veszélyeztetettségének figyelembe vételével.

### A vizsgálatok bemutatása

A Dr. E. Wessling Kémiai Laboratórium Kft. által végzett vízminta elemzéseinek eredményeit az új 6/2009.(IV.14.) KvVm-EüM-FVM együttes rendelet alapján értékeltem. A kiválasztott jellemzőket úgy vizsgáltam, hogy a 12-es kútban mért vízminták eredményeit vettem háttér-koncentrációknak, mivel ez a monitoring kút a pernyetározón kívül helyezkedik el, a talajvízszint a tározóban mértnél magasabb szinten van, eredeti településű sekélytengeri üledékben (homok, homokkő). A P1-es és a P5-ös kút mintáinak kémiai elemzése a pernyetározóból a talajvíz és a felszíni lefolyás által kimosott szenny-



**1. ábra** Talajvíz áramlásának iránya

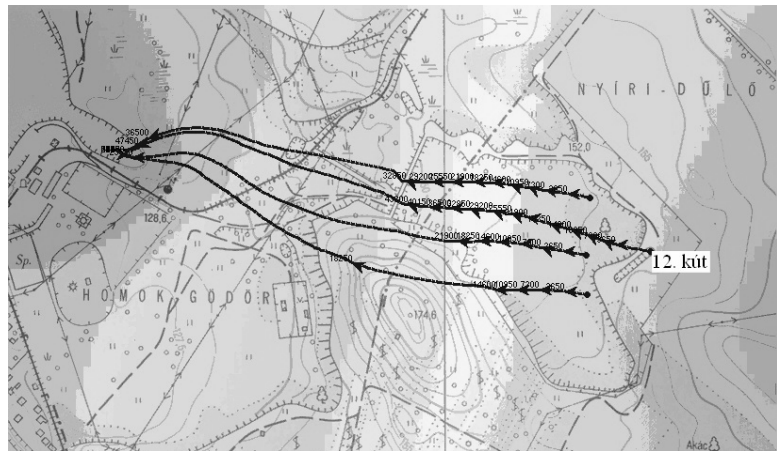
(a NATURAQA Kft. adatai alapján szerkesztette: Hofer Norbert)

anyagok megjelenését mutatja. A talajvíz a 12-es kút felől áramlik a P2-es majd P1-es végül a P5-ös kút felé. A kutakban mérhető pH érték az elmúlt 8 évben nem változott. A viszonylag magasabb 9,5-es pH érték a pernye kémhatásának, illetve a magas mésztartalomnak tulajdonítható. A magasabb pH pufferál, és gátolja a savashoz közeli pH értéken kötéseikből felszabaduló anyagok mobilizálódását. A P1-es kútban a tározót követően a háttér pH értéknél magasabb értéket lehet mérni, ami a pernye talajvízre gyakorolt lúgosító hatásának tudható be. A P2-es kútban mért magasabb szervesanyag tartalom összefüggésben lehet az eredeti terület mocsaras jellegével. Mivel a pernye alját a talajvíz mossa, így a fűtő kútban is megjelenhetnek szerves anyagok. A fajlagos vezetőképesség az ionos alkotókkal jól korrelál, így az összes sótartalom változása nyomon követhető. A magas klorid illetve nátrium tartalom a háttérből nem származhat, az ottani alacsony értékek miatt. Nagy valószínűséggel olyan anyagot égethettek a fűtőműben, amelynek magas volt az ásványi só tartalma. A szulfát tartalom a P2-es kútban az elmúlt 4 évben a határérték alá csökkent. A környezetben a szulfát koncentrációja a megengedett  $250 \text{ mg/dm}^3$  felett,  $450 \text{ mg/dm}^3$ -en stagnál, és a 12-es kút esetében még enyhe emelkedés is tapasztalható. Az biztos, hogy nem a pernyéből származik, hiszen akkor a P1-es illetve a P3-as kutakban is emelkedést kellett volna tapasztalni. Nitrit és nitrát csak elhanyagolható, kimutatási érték alatti koncentrációban voltak jelen. A tározón mért  $50 \text{ mg/dm}^3$  feletti ammónium koncentráció a terület eredeti, mocsaras jellegével magyarázható. Alifás szénhidrogént, cianidot, nehézfémeket nem tartalmazott a pernye, csak elvétve voltak kimutathatók.

Mivel a szennyeződések a felszín alatti vizek áramlásával terjednek, így a vízrészecskék nyomon követéséhez kétdimenziós numerikus modellezést használtam. A talajvíztükör szintjét elérő vízrészecske terjedésének kiszámítását a GW Contour nevű modellező programmal végeztem el. A modellezés során a legrosszabb esemény bekövetkezésével számoltam. A részecskék haladásának sebességét és irányát, amelyek elsősorban az esési gradienstől, a szivárgási tényezőtől és a porozitástól függenek, grafikusan a Golden Software Surfer nevű programmal jelenítettem meg.

A modellezett terület kiterjedése 1400x900m. A jellemző regionális talajvíz áramlási irány DDK-NyÉNY-i. A talajvízszint döntően a vízadó homokrétegben állt be, a keleti oldalon a Palatinus-tó vízszintje határozta meg. Az effektív porozitás értéke a homokréteg esetén 0,1; a pernye és fedő rétegekre 0,015; amely értékeket a 2000-ben készült modellezés során már használtak [1].

A korábbi modell nem számolt a csapadék felszínétől a talajvíz szintig történő eljutásának idejével, ezért az elérési idő meghatározásához a szivárgási sebességeket is meghatároztam. Ehhez Darcy egyenletét használtam fel ( $V_s = k \cdot I / n$ , ahol  $V_s$ - szivárgási sebesség,  $k$ - szivárgási tényező,  $I$ - hidraulikus esésgradiens,  $n$ - hézagtérfogat [2]). Eredményeimet az 1. táblázatban foglaltam össze.



2. ábra A tározó nyugati végétől indított vízrészecskék útja, és szivárgási idejük a Palatinus-tóig

1. táblázat Szivárgási sebesség számítása

	Szivárgási tényező (m/s)	Porozitás	Hidraulikus esésgradiens	Szivárgási sebesség (m/s)
Mesterséges talajréteg	$1 \cdot 10^{-5}$	0,1	1	$1 \cdot 10^{-4}$
Pernyeréteg	$1 \cdot 10^{-7}$	0,015	1	$6.66 \cdot 10^{-6}$

A szivárgási sebesség és a rétegvastagság ismeretében meghatároztam a felszínről beszivárgó vízrészecskének talajvízszint elérési idejét, ami a 2. táblázatban olvasható.

2. táblázat Talajvízréteg elérési idejének számítása

	Szivárgási sebesség (m/s)	Rétegvastagság (m)	Elérési idő
Mesterséges talajréteg	0.0001	0.35	1 óra
Pernyeréteg	$6.66 \cdot 10^{-6}$	6	230 óra

A fenti számítás eredményeként megállapítható, hogy a vízrészecskének a felszíntől a talajvízszintig történő átlagos áramlási ideje közel 11 nap. A számítás elvégzésénél nem vettem figyelembe a pernyeréteg rétegzettségét, amely az időszakos hidromechanizációval jött létre.



## Összefoglalás, és következtetések

A pernyetározón létesített megfigyelő kutak vízminőségi adatait értékelve megállapítható, hogy a tározó környezetére nem veszélyes. Ugyan a pernyetározón kívül eső P1-es kút vizében mért egyes kémiai értékek korrelálnak a tározón lévő P2-es kútéval, de megnyugtató tény, hogy e jelenség a Palatinus-tóhoz közelebb eső 5-ös kútban nem mutatkozik. A megfigyelő kutak vizének ammónium koncentrációjában az elmúlt 5-6 évben emelkedés volt tapasztalható, amelynek oka egyenlőre nem tisztázott. Az azonban kijelenthető, hogy a megnövekedett ammónium értéke semmiképp sem friss szennyezés, mivel annak oxidációja során keletkező nitrit és nitrát koncentrációkban nem tapasztalható változás. Az ammónium egyik lehetséges oka az, hogy a tározó területe és közvetlen környezete egykor mocsár volt, és a benne felhalmozódott szerves anyagok bomlottak le. Ezt támasztja alá az a tény is, hogy a mért értékek a tározó területén kívül elhelyezkedő P1-es kútban is emelkedtek. A szulfát koncentráció a tározó területén lévő kutak vizében határérték alatt van, míg a környezetének kútvizében határérték feletti, és már 8 éve stagnál. Ennek oka valószínűleg a mocsári környezet, az azonban biztos, hogy nem a pernyetározó területéről származik. Ezt a talajvíz áramlás iránya is alátámasztja. A nehézfém koncentrációk a méréshez használt műszerek kimutatási határa alatt voltak, azaz a pernye nem tartalmaz toxikus nehézfémet. A tározón mért  $1 \cdot 10^{-5}$  m/s szivárgási tényezővel jellemezhető mesterséges fedőtalanj a csapadékot hosszabb időre nem képes visszatartani. Azonban a sűrű növényzet a párologtatása és vízmegkötése révén gátolja a víz mélyebb rétegekbe való eljutását, azaz feltételezhető, hogy a lehulló csapadék a pernyeréteget gyakorlatilag nem éri el. A tározóból a rekultiváció során történő lefedés következtében a felszín alatti kimosódás veszélye nagyban lecsökkent, és felszíni vízfolyások sem alakulhatnak ki rajta. Havária esemény bekövetkezése ebben az esetben csakis a növényzet és a felső takaró réteg eltűnése, vagy a szokásosnál jóval nagyobb csapadékmennyiség esetén lehetséges.

A terepen mért eredményeim alapján a pernye  $1 \cdot 10^{-7}$  m/s-os szivárgási tényezője (gyakorlatilag vízzáró, agyagszerű réteg) eleve lassítja a talajvíz áramlását. Ugyanakkor a pernyetározó környezetét felépítő homok-, homokkő rétegekben, utóbbiak jóval nagyobb szivárgási tényezőjének köszönhetően, a tározót elhagyó vízrészecskék pár év alatt eléri a Palatinus-tavat. A numerikus modellezésem eredményei szerint a vízrészecske (és az általa szállított szennyeződés) kijutásának az ideje a tározóból első sorban a beszivárgás helyétől függ. A gáthoz közel eső területekről 25-30 év alatt kijuthatnak, míg a távolabb eső részektől ez akár 100 évig is eltarthat. A felhasznált modellezés eredményeinek pontosítása a jövő feladata, melynek során további tényezőket is figyelembe kell venni.

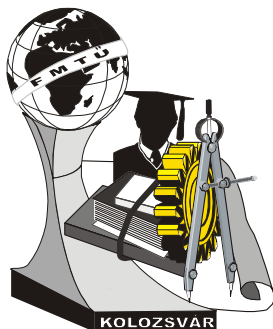
## Irodalomjegyzék

- [1] NATURAQUA Kft.: *Dorogi pernyetározó környezeti kockázatelemzés I. Kézirat*, 2009, Budapest  
 [2] Juhász József: *Hidrogeológia*. Akadémia Kiadó, 1987, Budapest

**Hofer Norbert**, okleveles-környezetkutató

Tel.: 0036-30/820-3178

E-mail: hofernorbert4@gmail.com



# XVI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2011. március 24–25.

## SILÓ TÍPUSÚ MÉLYGARÁZS TERVEZÉSE

HORVÁTH Magdolna, TURI Tamás

### Abstract

Miskolc, Hungary's other cities are equally serious problem in the crowded parking situation. A large part of their transport vehicles are parked or are looking for parking, pedestrian traffic and thus interfere with the occupied areas of the city's valuable. Forced by the motorization of the parking needs and at the same time providing an opportunity for relief car storage below ground surface, by implementation of underground garage building. The garage building will allow the existing surface parking lots in other areas occupied by the recovered direction, pedestrians, public transport facilities in return, developing parks and green spaces.

### Keywords:

underground garage, curtain wall, planning

### Összefoglalás

Miskolcon az ország más nagyvárosához hasonlóan komoly problémát okoz a zsúfolt parkolási helyzet. A gépjárművek közlekedési idejük nagy részében állnak, parkolnak vagy parkolóhelyet keresnek, így zavarják a gyalogos forgalmat és elfoglalják a város értékes területeit. A motorizáció által kikényszerített parkolási igények kielégítésére és ezzel egyidejűleg az utcafelületek tehermentesítésére nyújt lehetőséget a gépkocsi tárolás terepszint alatti, mélygarázsépítéssel történő megvalósítása. A mélygarázs építéssel lehetővé válna a jelenlegi felszíni parkolók által elfoglalt területek más irányú hasznosítása, gyalogosoknak, tömegközlekedési eszközöknek történő visszaadása, parkok és zöldfelületek kialakítása.

### Kulcsszavak:

mélygarázs, résfal, tervezés

### 1. Bevezetés

Minden nagyobb város üzemeltetése szempontjából fontos a forgalomban részt vevő gépjárművek tárolása. Bár a motorizáció rohamos terjedésével a lakosonkénti egy gépkocsi csak átlagértéknek vehető, mert a lakóövezetekben ez a szám inkább a lakosonkénti egy két gépkocsihoz közelít. Ezt a területi igényt rendkívül nehéz kielégíteni. A szabad területek végessége és a magas telekárak miatt szükségesé vált többszintes parkolók létesítése, legfőképp a belső városrészekben. A felszíni parkolás problémáját tovább növeli a parkolóhelyek csökkenésével párhuzamosan növekvő gépkocsik száma, így egyre több parkolóhelyre lesz szükség. A növekvő igények kielégítése, csak parkolóházak, gépkocsi tárolók építésével oldható meg. A földalatti gépjárműtárolókat elsősorban a felszíni parkoló helyek hiánya miatt kell létesíteni, viszont jóval drágábbak a felszíni parkolóhelyeknél. Témám egy Miskolcra tervezett siló típusú, résfalas technológiával létesítendő mélygarázs. A jelenkor modern technológiáinak köszönhetően ez a mélygarázs típus minimális területet vesz el az amúgy is meglehetősen kevés és zsúfolt köztereinkből, valamint kezelőszemélyzetet sem igényel, hiszen teljesen automatikusan üzemel. A kerek forma pedig lehetővé teszi a maximális hely kialakítását a járművek minimális mozgása mellett.

Témaválasztásom oka, hogy a motorizáció, és az általa gerjesztett zsúfoltság és környezeti terhelés napjainkban egyre nagyobb kihívások elé állítják a mérnököket. Egyre égetőbb problémát okoz az európai régi mintára tervezett nagyvárosokban a rengeteg jármű közlekedése, és tárolása. Hiszen nem elég azok károsanyag kibocsátását mérsékelni, hanem azok tárolásáról is gondoskodni kell, amikor éppen nem használják őket.

## 2. Előzmények

A Miskolcra tervezett mélygarázs alapvető célja a környék parkolási helyzetének javítása, a területtel szomszédos középületek (irodaépületek) dolgozóinak valamint a Szinva patak-part rendezvényeit látogatók parkolási gondjainak enyhítése volt. Tervezési szempontként merült fel, hogy a területet a garázs működése a lehető legkisebb mértékben zavarja, a parkolási igényekre tekintettel a lehető legtöbb parkolóhely biztosítása az adott területen. A mélygarázs elhelyezésére a Kandia utca és Csizmadia köz találkozásánál, a rendelkezésre álló megközelítően háromszög alakú területet lehetett igénybe venni.



*1. ábra Siló típusú mélygarázs elhelyezése a Kandia utca és Csizmadia köz találkozásánál*

Jelenleg a helyszínen működő, a felszínen meglévő parkolóhely további bővítésére nincs lehetőség, használhatósága és zsúfoltsága napszaktól függően esetleges és változó. A gépjárműszám folyamatos növekedése ellenére további parkolóhelyek nem alakíthatók ki, az ott lakók és dolgozók a környező utcákban gépjárműveiket már nehezen tudják elhelyezni.

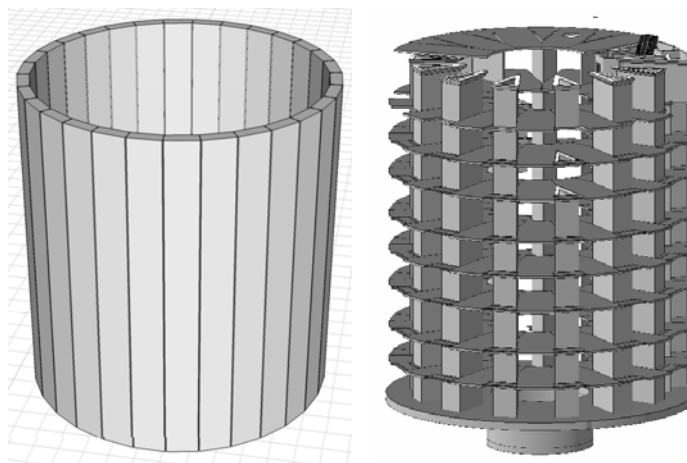
## 3. Helyszín ismertetése

A Kandia utca és Csizmadia köz találkozásánál lévő háromszög alakú sarokterület az Önkormányzat tulajdonában van, egyik oldalát a Szinva patakkal párhuzamosan futó Kandia utca határolja, a másik két oldalán a Csizmadia köz csatlakozási bővülte mentén elhelyezkedő telkek találhatók. A területen történő mélygarázs elhelyezés jól illeszthető a patakrendezéssel kialakított új funkciók „kiszolgálásához” és viszonylag egyszerűen bekapcsolható a Csizmadia köz – Kandia utca forgalmi rendjébe. A kilenc szintes automata mélygarázs megépítése 108 db személygépkocsi tárolását tenné lehetővé és

egyben biztosítaná a felszín zöldfelület arányának megtartását ill. növelését.

#### 4. Mélygarázs leírása

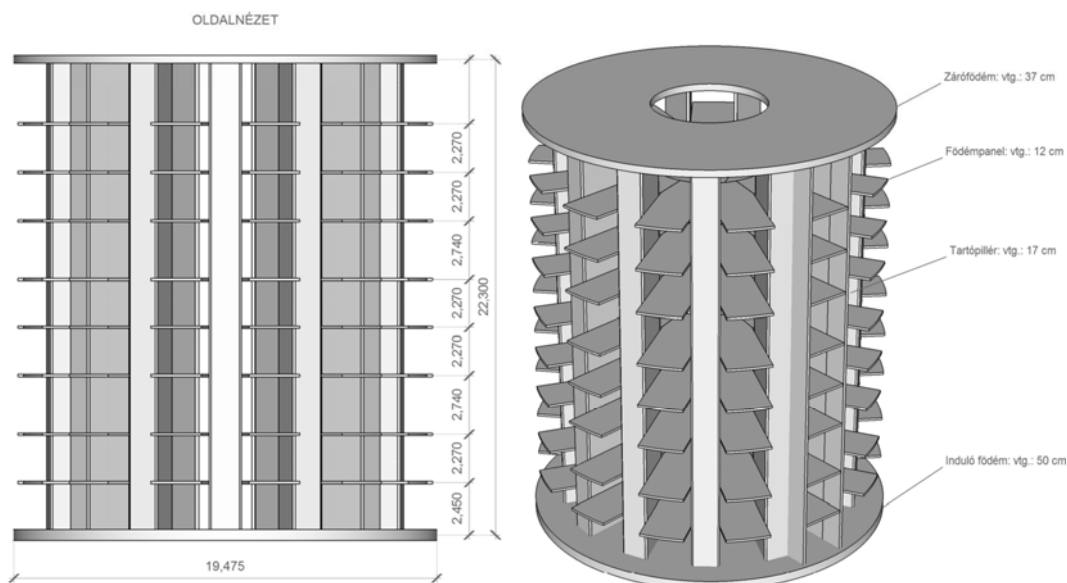
A gépjárműparkoló rendszer moduláris szerkezete négy, egymástól jól elhatárolható részből áll, ezek: a körítő palást-szerkezet, a parkoló-állások, a teherhordó szerkezet és a járműveket befogadó - kiadó berendezés. A fő teherhordó szerkezet általában körformájú, mivel ez az alakzat teszi lehetővé a maximális hely kialakítását a járművek minimális mozgása mellett. A falszerkezet folyamatosan kiöntött hengeres membrán szerkezetű betonfalból áll (résfal). Az épületszerkezet többi részétől szabadon áll és méretezése minden egyes létesítési hely sajátos adottságaihoz (pl. talaj típusa, talajvíz tulajdonságai és szintje, szeizmikus feltételek, a parkoló szolgál-e a fölötte építendő épület alátámasztására) igazított. Az ilyen parametrizált hengeres palást-szerkezet csökkenti a radiális terhelés által okozott alakváltozást és a már meglévő épületekhez közel lehet megépíteni. A gépjármű siló alja és teteje vasbetonból épül. A fenéklemezben kialakított gödör a felvonó ütközőket és a zsomp szivattyúkat fogadja be. A mélyalapozást igénylő műtárgyak szerkezeti építési követelményeivel összhangban különös figyelmet kell fordítani a felszín alatti talajviszonyoknak és a szerkezet szilárd alátámaszthatóságának, a későbbi megsüppedések, illetve a szomszédos épületszerkezetekre esetleg gyakorolt kedvezőtlen hatások elkerülése érdekében. Minden egyes projekt esetében – az egyedi helyszíni, talaj és környezeti feltételek miatt – talajmechanikai fúrások mélyítése és földtani elemzések végzése követelmény a szerkezet stabilitásának biztosítása érdekében.



**2. ábra** Siló típusú mélygarázs külső palástszerkezete (résfal) és a műtárgy

A gépjárműveket befogadó parkoló-állások a siló körül sugárirányban helyezkednek el. A garázs vb. szerkezete egy 80 cm vastag résfalas munkagödör határolással készül. A résfal munkaszintje a környezethez igazodik, biztosítva a fák és a közművek, illetve a téren lévő épületek védelmét. A résfal beköt az agyagfekübe, így az építés alatt a közbezárt munkagödör víztelenítése biztosított. A körbezárt munkagödör víztelenítése a környezetre semmilyen hatással nincs. A műtárgy a henger alakú befoglaló résfal szerkezettől függetlenített, a műtárgy alsó monolit vasbeton lemezszerkezetére terhelő előre-

gyártott 16 cm falvastagságú és háromszög alakú pillérekkel és 12 cm vastag földémszerkezettel készül.



3. ábra. Siló típusú mélygarázs műtárgy és metszete – falak, pillérek, födémek

## 5. Összefoglaló

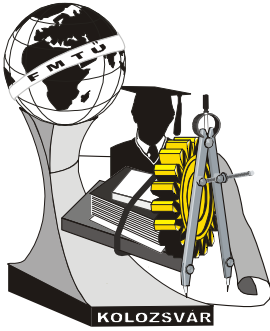
Napjaink parkolási gondjainak megoldásához számos ilyen járműtárolóra lenne szükség. Szerkezete sok szempontból előnyös. A kör alaprajz a résfal belső erőjátékát is előnyösen befolyásolja, a beltérben pedig így lehet a lehető legkisebb helyen a legtöbb járművet úgy elhelyezni, hogy azokat csak minimális helyen keljen mozgatni. A földalatti telepítés pedig azzal az előnnyel jár, hogy a parkoló járművek nem az értékes és szűkös köztérből foglalják el a helyet, vagy akár épület alá is lehet telepíteni. Így előnyös lenne, ha tipizálni lehetne a szerkezetet, hiszen a résfal teljesen különálló szerkezet a belső teherhordó szerkezettől, ezért csak a résfalat kell a környezet elvárásaihoz igazítani. A manapság széles körben alkalmazott számítógépes programok segítségével pedig az anyagfelhasználást lehetne a lehető legkisebb szinten tartani, ami a gyors helyszíni építéssel együtt meglehetősen gazdaságossá tenné az ilyen beruházásokat.

**Horváth Magdolna**, okleveles építész, okleveles építőmérnök, DLA hallgató

Munkahely: Pécsi Tudományegyetem, Pollack Mihály Műszaki Kar, Épületszerkezettan Tanszék  
 Cím: H-7624, Magyarország, Pécs, Boszorkány út 2.  
 Telefon / Fax: +36 (72) 503-650 / 3810, +36 (72) 503-650 / 3815  
 E-mail: horvathm@pmmk.pte.hu

**Turi Tamás**, okleveles építőmérnök, PhD hallgató

Munkahely: Pécsi Tudományegyetem, Pollack Mihály Műszaki Kar, Építéskivitelezési Tanszék  
 Cím: H-7624, Magyarország, Pécs, Boszorkány út 2.  
 Telefon / Fax: +36 (72) 503-650 / 3810, +36 (72) 503-650 / 3815  
 E-mail: turi.tamas.tuki@gmail.com



# XVI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2011. március 24–25.

## EFCE SZABVÁNYNAK MEGFELELŐ NYÍRÓKÉSZÜLÉK TERVEZÉSE SZEMCSEHALMAZOK MIKRO-MECHANIKAI TULAJDONSÁGAINAK MEGHATÁROZÁSÁRA

HORVÁTH Roland, dr. KEPPLER István

### Abstract

From the mechanical point of view, two different type of material model can be established: the whole assembly, modelled as a continuum (continuum model) or solving the equation system consisting of the distinct grain particles' kinetic equations. This paper represents the design of equipment for granular assemblies' shear test and the determination of the material parameters of the sample's discrete element model by comparing the results of the shear test with the DEM model.

### Key words:

granular assemblies, shear cell, EFCE, discrete element method

### Összefoglalás

Szemcsehalmazok mechanikai tulajdonságait kétféleképpen modellezhetjük: a halmazt folytonos közegnek tekintve (kontinuum modell) vagy az egyes szemcsék mozgásegyenletét külön-külön felírva és ezt az egyenlet-rendszert megoldva (diszkrét elemes modell). Dolgozatunkban egy szemcsehalmaz nyírókísérletének elvégzésére alkalmas készüléket terveztünk és a nyíróvizsgálat eredményeit hasonlítjuk össze a kísérlet diszkrét elemes (DEM) modelljével, annak érdekében, hogy az anyagminta DEM modelljének anyagi paramétereit meghatározzuk.

### Kulcsszavak:

szemcsehalmaz, nyírókészülék, EFCE, diszkrét elemek módszere

### 1. Bevezetés

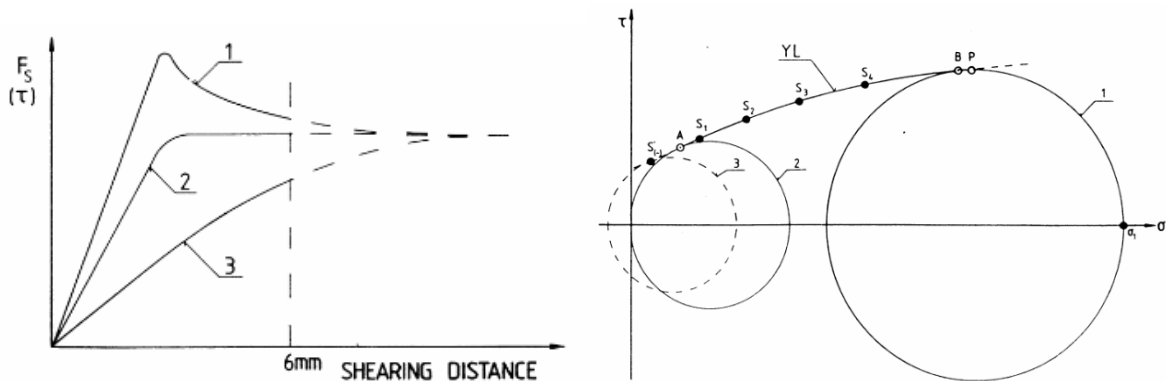
A mérnöki gyakorlatban számos területen [1] (mezőgazdaság, gyógyszeripar, építőiparban) találkozunk olyan problémákkal, melyben valamilyen szemcsehalmaz tárolására, kezelésére van szükség. Az ilyen esetekben elengedhetetlen a szemcsehalmazok mechanikai tulajdonságainak ismerete.

Jelen munka a szemcsehalmazok mechanikai tulajdonságainak vizsgálatáról, és a vizsgálatra használt nyírókészülék tervezéséről szól. Célunk az, hogy kapcsolatot teremtsünk egy adott anyag szemcséinek tulajdonságai (mikro jellemzők: az egyes szemcsék közötti kapcsolatot meghatározó fizikai jellemzők) és az egész szemcsehalmaz, mint kontinuum tulajdonságai (makro jellemzők) között. Amennyiben az elvégzett nyírókísérletekből kapott és a DEM (Diszkrét Elemes Modell) szimulációk eredményeképpen meghatározott tönkremeneteli határgörbék jól közelítenek, akkor feltételezhetjük, hogy a szimuláció során használt paraméterek a halmaz elméleti mikro-mechanikai paramétereit.

## 2. Nyírókísérlet

A nyírókísérlet során meghatározott mennyiségek (a belső súrlódás és a kohézió) a szemcsehalmazok tönkremeneteli jellemzői, és feltételezzük, hogy az anyaghalmoz tulajdonságait legnagyobb mértékben ezek a jellemzők határozzák meg.

A nyírás folyamán a készülék nyírótégelyébe ömlesztett szemcsehalmazt egy normál irányú erővel ( $F_N$ ) elő kell terhelni, majd elvégezni a nyírást ( $F_T$ ), ahogy ez a 3. ábrán is látható. Az elméleti nyírási diagram az 1. ábrán látható. Törekedni kell a 2. számú görbe (kritikus tömörítettség) kialakulására. A vizsgálatot több előterheléssel kell elvégezni. A kapott előterhelő és nyíróerőket a nyírási felület méretétől való függetlenség érdekében normál- és nyírófeszültségekké kell átszámolni. A feszültségekhez tartozó Mohr-köröket egy diagramban ábrázolva, és ezekre burkológörbét fektetve meghatározható a szemcsehalmaz tönkremeneteli határgörbéje (lásd a 2. ábrán).



1. ábra Ideális nyíróerő – elmozdulás diagram [3]

2. ábra Tönkremeneteli határgörbe [3]

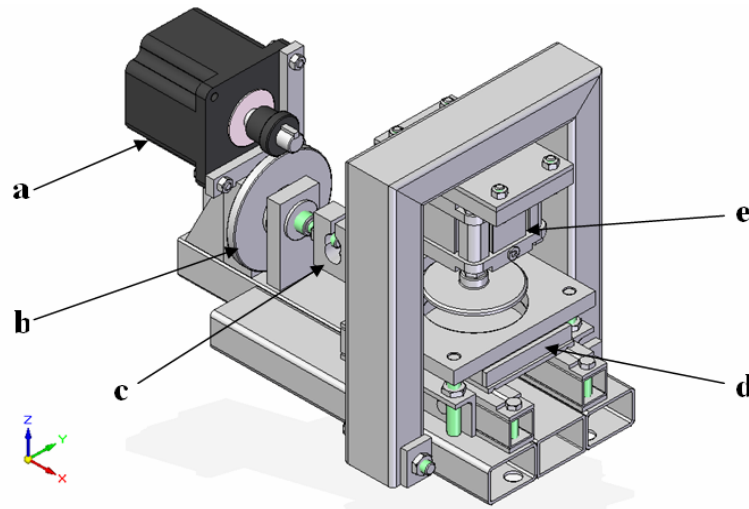
A 2. ábrán látható burkológörbét (YL) a gyakorlatban egyenessel közelítjük [2]. Az egyenes meredeksége megadja a szemcsehalmaz *belső súrlódási szög* tangensét, függőleges tengelymetszete pedig a *kohézió* értékét. Az előzőekben leírt nyíróvizsgálat elvégzésének és kiértékelésének részletes módszerét az EFCE SSTT [3] szabványa tartalmazza.

## 3. Szabványos automatizált nyírókészülék tervezése

A vizsgálatok módszerén felül a nyírókészülék kialakítását is rögzíti a szabvány, ezért a hiteles mérési eredmények érdekében szükség volt egy – a szabványnak megfelelő – nyírókészülék megtervezésére és legyártására.

A megtervezett berendezés kompakt kialakítású. A megtervezett nyírókészülék 3D-s modellje a 3. ábrán látható. A készüléket meghajtó fokozatmentesen vezérelt léptetőmotor (a) forgómozgását egy fogaskerék (b) és egy menetes orsó alakítja át transzlációs mozgássá. A nyíróerő egy erőmérő cellán (c) keresztül jut el a szemcsehalmazt tartalmazó alumínium nyírótégelyig (d). A tégelyt pozícionáló szán egy golyósoron gördül, ezzel is csökkentve a súrlódásból származó hibákat. A változtatható előterhelő erőt egy arányos nyomásszabályozó szeleppel vezérelt egyszeres működésű pneumatikus munkahen-

ger (e) fejt ki a szemcsehalmazra. A készülék vezérlése és a mérő-adatgyűjtési feladat, egy National Instruments mérőkártyán keresztül, számítógépes felületen, LabView 2009 szoftverrel történt.



3. ábra A nyírókészülék 3D-s modellje

#### 4. Diszkrét elemes modell

A diszkrét elemes modellek minden esetben véges számú elemből (szemcséből) és a közöttük kialakuló kapcsolatokból állnak [4].

A diszkrét elemes modell vizsgálata során az egyes szemcsék mechanikai tulajdonságait és mozgásjellemzőit külön-külön figyelemmel kell kísérni. Tömeggel rendelkeznek, és egymással kölcsönhatásba lépve erők és nyomatékok ébrednek közöttük. A szemcsék száma a vizsgálat során több százazres nagyságrendű, és minden egyes időpillanatban a halmaz minden egyes elemére fel kell írni a lendület és a perdülettételt, és numerikus módszerrel megoldani ezeket. Ehhez az EDEM nevű diszkrét elemes módszert alkalmazó programban elkészítettem a nyírt szemcsehalmaz számítógépes modelljét, és elvégeztem a nyíróvizsgálat szimulációját.

A szimuláció helyes lefutásához a modell számos paraméterének értékét meg kell adnom, ezek képezik a szemcsehalmaz diszkrét elemes modelljének „mikro” jellemzőit, melyek a következők: kohézió, belső súrlódási szög, rugalmassági modulus, poisson tényező, sűrűség, ütközési tényező, súrlódási tényező és gördülési tényező.

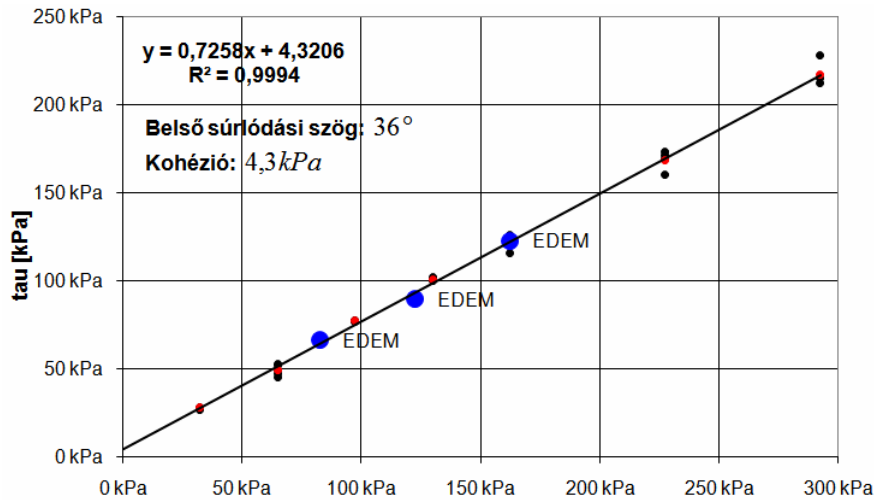
#### 5. Eredmények

A nyírókísérletekből kapott mérési pontok helyességét statisztikai módszerrel ellenőriztem, majd a kísérleti módszernek megfelelően diagramban ábrázoltam őket. A pontokra egy egyenest illesztettem, (4. ábra) és számszerűleg meghatároztam a belső súrlódási szög és a kohézió értékét.

A DEM szimulációval meghatározott mérési pontokat ábrázoltam a nyíróvizsgálat eredményeit tartalmazó diagramban. Addig változtattam a DEM modellben szereplő 8 paraméter értékét, amíg a szimulációból kapott mérési pontok jól nem illeszkednek a nyírókísérlettel meghatározott egyenesre (lásd a



4. ábrán).



4. ábra A nyíróvizsgálat eredménye

## Összefoglalás

Szemcsés anyaghalmozok diszkrét elemes modelljének gyakorlati alkalmazásához meg kell adnunk a modellhez tartozó mikro-paraméterek értékeit.

Ezen mikro-paraméterek meghatározására fejlesztettünk ki egy módszert és egy automatizált nyírókészüléket, amely a szemcsehalmozok nyírókísérletének és annak diszkrét elemes modelljének összehasonlításával teszi lehetővé a mikro-paraméterek meghatározását.

További vizsgálatot igényel a paraméterérzékenység elemzése valamint a kapott eredmények egyértelműségének vizsgálata más kísérletekkel (pl.: triaxiális vizsgálat) modellezésével.

## Irodalom

- [1] Sitkei György: *A mezőgazdasági anyagok mechanikája*, Akadémiai Kiadó, Budapest, 1981.
- [2] Dr. M. Csizmadia Béla: *Sajátos anyagmodellek alkalmazása a mezőgépezésben*, FVM Mezőgazdasági Gépesítési Intézet, Gödöllő, 2009
- [3] IChemE, EFCE: *Standard shear testing technique for particulate solids using the Jenike shear cell (SSTT)*. Rugby, Warwickshire, UK (1989), ISBN-0-85295-232-5
- [4] Bagi Katalin: *A diszkrét elemek módszere*, BME Tartószerkezetek Mechanikája Tanszék, 2007

## Köszönetnyilvánítás:

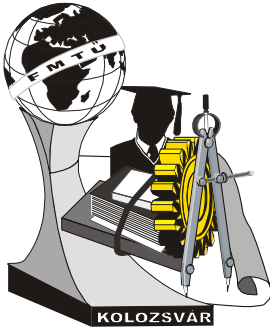
A cikket a Magyar Tudományos Akadémia Bolyai János Kutatási Ösztöndíja támogatta.

**Horváth Roland**, egyetemi hallgató

Munkahely: Szent István Egyetem  
 Gépészmérnöki Kar  
 Cím: H-2100, Gödöllő, Páter Károly u. 1.  
 Tel: +36-28-522080  
 E-mail: roland.horvath@hotmail.com

**Dr. Keppler István**, egyetemi docens, tanszék-  
 vezető

Munkahely: Szent István Egyetem  
 Gépészmérnöki Kar  
 Cím: H-2100, Gödöllő, Páter Károly u. 1.  
 Tel: +36-28-522080  
 E-mail: keppeler.istvan@gek.szie.hu



# XVI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2011. március 24–25.

## A LENGŐ ATWOOD GÉP VEZÉRLÉSE MEGERŐSÍTÉSES TANULÁSSAL

JAKAB Hunor Sándor

### Abstract

Controlling dynamic systems using reinforcement learning is a challenging task. To facilitate testing and performance evaluation throughout the literature many toy problems have been introduced for example: pole balancing, inverted pendulum, park on the hill etc. In this paper we present a new toy problem setup for dynamic reinforcement learning control which is based on controlling the swinging Atwood's machine. To maintain stability and achieve optimal performance the control signal needs to be constrained and it needs to be drawn from a continuous interval. We present our approach to solving the learning problem with the help of approximated action-value functions and direct policy search algorithms.

### Key words:

control, reinforcement learning, swinging Atwood's machine, dynamic systems

### Összefoglalás

Dinamikus rendszerek megerősítéses tanulással történő vezérlése számos nehézséget rejt magában. A szakirodalomban erre a célra kidolgozott módszerek tesztelésére érdekében több klasszikus kísérleti feladatot is megfogalmaztak. Ilyenek a rúdegyensúlyozás, fordított inga, hegyre parkolás stb. Ezen dolgozatban egy új kísérleti feladatot vezetünk be amely a lengő Atwood gép vezérlésén alapszik. A szóban forgó rendszer stabilitásának megőrzése, valamint optimális teljesítmény elérése érdekében a vezérlési jel egy korlátolt de ugyanakkor folytonos tartományból kell származzon, ezért egy megszorításokkal rendelkező vezérlési feladatról van szó. Bemutatjuk a feladat megoldására kidolgozott saját megközelítésünket melyben közelített értékelfüggvényt és egy gradiens alapú stratégia kereső algoritmust használunk.

### Kulcsszavak:

irányítás, megerősítéses tanulás, lengő Atwood gép, dinamikus rendszerek

## 1. Vezérlés és megerősítéses tanulás

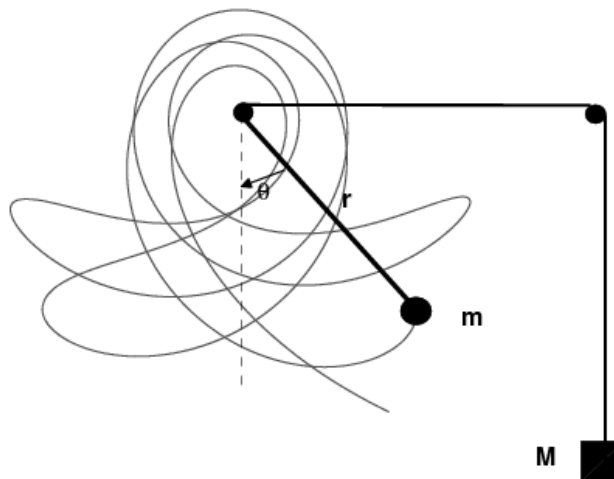
Dinamikus rendszerek vezérlése esetében a feladatot a következő képpen fogalmazhatjuk meg. Rendelkezésünkre áll egy rendszer melynek dinamikáját nem ismerjük. Ezen rendszer állapota egy adott időpontban leírható egy állapotvektor segítségével. A rendszerre külső hatást gyakorolhatunk egy vezérlési jeleket tartalmazó művelet vektor segítségével. Külső beavatkozás hatására a rendszer aktuális állapotából egy újabb állapotba kerül. Ugyanakkor rendelkezésünkre áll egy jutalom függvény amely kiértékeli az adott állapot előnyösségét az aktuális feladat végrehajtása szempontjából. Ezen elemekből álló feladatok matematikai leírását Markov Döntési folyamatokkal adhatjuk meg[3]:  $M(S, A, P, R)$  amely a következő elemeket tartalmazza:  $S$  az állapotok halmaza;  $A$  a műveletek halmaza;

$P(s' | s, a) : S \times S \times A \rightarrow [0, 1]$  az állapot átmeneti valószínűségek és  $R : S \times A \rightarrow \mathbb{R}$ ,  $R(s, a)$  a jutalom függvény. A Markov döntési folyamaton kívül a tanuló rendszerünk a következő elemekkel rendelkezik: *paraméterezett stratégia*:  $\pi_\theta : S \times A \rightarrow \mathbb{R}$ , amely egy valószínűségi eloszlás állapot-művelet téren, és minden  $s \in S$  állapot és  $a \in A$  művelet esetében visszatéríti az adott művelet választásának valószínűségét:  $\pi(a | s, \theta)$ . Ez tölti be tulajdonképpen a sztochasztikus vezérlő szerepét. A feladat megoldását a stratégia paramétereinek oly módon történő változtatásával érhetjük el, melyeknek segítségével maximalizáljuk a hosszú távú várható jutalmat:

$$\pi^* = \pi_{\theta^*} = \arg \max_{\pi} (J^\pi), \quad \text{ahol} \quad J^\pi = E_\pi \left( \sum_{t=0}^{\infty} \gamma^t r_{t+1} \right) \quad (1)$$

## 2. A lengő Atwood gép vezérlése

A lengő Atwood gép egy dinamikus rendszer amely két előre megadott tömeggel rendelkező testből és az ezeket összekötő huzalból valamint két csigából áll. Egyike a súlyoknak ( $m$ ) tetszőlegesen kilenghet a kétdimenziós térben, a második súly ( $M$ ) viszont csak függőleges irányban mozdulhat el. A rendszer gravitáció hatása alatt működik, szerkezete az 1. ábrán látható.



**1 ábra** A lengő Atwood gép szerkezete. A négyzettel jelölt súly függőleges pályán mozdulhat el, a megjelenített görbe a szabadon elmozduló súly pályáját szemlélteti külső behatás hiányában.

Az Atwood gép állapotát egy adott pillanatban egy állapot vektor jellemzi állapotvektor  $s_t = [\theta \ r \ \dot{\theta} \ \dot{r}]^T$  ahol  $\theta$  a második súly kilengése által eredményezett függőlegessel bezárt szög,  $r$  a kötel hossza a második csigától számítva, az utolsó két elem pedig ezek időbeli változása (1. ábra). A rendszer energiájának leírása Hamiltoni dinamikával [2] a következő képlettel adható meg:

$$H(r, t) = \frac{1}{2} M \dot{r}^2 + \frac{1}{2} (\dot{r}^2 + r \dot{\theta}^2) + gr(M - m \cos(\theta)) \quad (2)$$

ahol  $g$  a gravitációs együttható, a surlódást pedig figyelmen kívül hagyjuk. Amint látható a lengő Atwood gép két szabadságfokkal és egy négy dimenziós fázistérrel rendelkezik. A vezérlési feladat célja olyan erőkkel hatni a függőleges irányban elmozduló súlyra a gép működése során, amelyek hatására a szabadon elmozduló súly egy konstans sugarú körhöz lehetőleg legjobban közelítő pályát írjon le. Ennek érdekében definiálnunk kell az 1. részben említett jutalom függvényt, mely három különböző komponensből tevődik össze:

$$R(s_t, a_t) = \exp\left[-\frac{|\dot{\theta} - \omega|}{2\sigma^2} - |r - R| - |\dot{r}|\right] \quad (3)$$

A második és harmadik komponens az  $r$  változónak a kívánt sugar  $R$ -től való eltérését valamint az  $r$  időbeli változását penalizálja. Ideális esetben  $r = R$  és  $\dot{r} = 0$ . Az első komponens esetében  $\omega$  a kívánt tartandó szögsebesség, ezen komponens enyhébben befolyásolja a jutalomfüggvény végső értékét. Mivel a paraméterezett vezérlők tanítása esetében viszonylag sok kísérlet végrehajtására van szükség, ezért a rendszer szimulációját használjuk módszereink kiértékelésére. A lengő Atwood gép alapbeállítása esetén a tömegek aránya  $\frac{M}{m} = 3$ , ebben az esetben a rendszer integrálható ami fontos a számítógépes szimulációk stabilitása szempontjából, viszont ez a tulajdonság könnyen érvényét veszti amennyiben a külső behatások nagy mértékben felborítják a tömegek közti arányt. Ennek elkerülése érdekében a műveletvektor értéktartományát a  $[-1, 1]$  tartományra korlátozzuk.

### 3. A vezérlő tanítása

Mivel megerősítéses tanulást használva szeretnénk az előbbieken leírt vezérlési feladat megoldására jó stratégiát kialakítani, ezért csupán a konkrét kísérletek végrehajtása során szerzett információkat használhatjuk fel információ forrásként. Ezen adatokból szeretnénk következtetéseket levonni, ennek érdekében gradiens alapú stratégia optimalizációs módszerekhez fogunk folyamodni. Ennek értelmében a stratégiánk  $\theta$  paramétereit a következő sztochasztikus gradines szabály alapján változtatjuk:

$$\theta_{t+1} = \theta_t + \alpha \nabla_{\theta} J(\theta) \quad (4)$$

ahol  $J$  a (1)-ben definiált hosszú távú várható jutalom,  $\alpha$  a tanulási együttható,  $\nabla_{\theta} J(\theta)$  pedig a stratégia paramétereinek parciális deriváltjait tartalmazza a várható jutalom függvényében.

$$\nabla_{\theta} J(\theta) = E_{\tau} \left[ \sum_{t=0}^{H-1} \nabla_{\theta} \log \pi(a_t | s_t) R(\tau) \right] \quad (5)$$

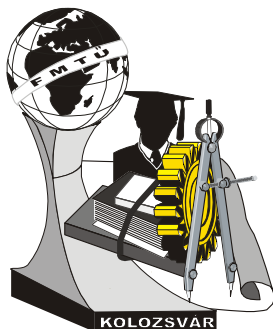
Látható, hogy a gradiens kifejezhető egy várható értéként ahol  $\tau$  egy  $H$  lépésből álló kísérlet során bejárt állapotokat és az ezekhez tartozó azonnali jutalmakat tartalmazza  $\tau = \{(s_1, a_1, R(a_1, s_1))(s_H, a_H, R(a_H, s_H))\}$ . Szükségünk van tehát egy pontos és lehetőleg kis szórással rendelkező gradiens becslésre, melynek segítségével lépésenként finomíthatjuk a stratégiánkat. Williams REINFORCE [4] módszere egyike az első olyan algoritmusoknak amely megoldást kínál erre a problémára. A gradienst olya módon becsüli, hogy felcseréli az (5) képletbeli  $R(\tau)$  tagot az egyes állapotokból elérhető várható jutalmak Monte Carlo mintáival, amelyek pontos de zajos gradiens becslést eredményeznek. Ezen a módszeren nagy mértékben javítani lehet állapot-művelet téren értelmezett függvényközelítők használatával. Ez megvalósítható Gauss folyamatok segítségével is, ahogyan azt bemutattuk [1]-ben. A Gauss folyamat segítségével közelített állapot-művelet értékelőfüggvény használata csökkenti a becsült gradiens szórását, ezáltal gyorsabb konvergenciát eredményez. A módszer jól alkalmazható a lengő Atwood gép vezérlésére, hiszen lehetővé teszi a folytonos állapot-műveletek lekezelését, ugyanakkor a stratégiánk paraméterein végrehajtott változtatás mértékét megfelelően alacsonyan tartja ahhoz, hogy a rendszer stabilitása megmaradjon.

## Irodalom

- [1] Hunor Jakab, Lehel Csató: *Using Gaussian processes for variance reduction in policy gradient algorithms*, In ICAI2010: *Proceedings of the 8th International Conference on Applied Informatics*, 2010
- [2] Radford M. Neal.: *MCMC using Hamiltonian dynamics*, In Steve Brooks, Andrew Gelman, Galin Jones, and Xiao-Li Meng, editors: *Handbook of Markov Chain Monte Carlo*. Chapman & Hall/CRC Press, 2010
- [3] Richard S. Sutton and Andrew G. Barto: *Reinforcement Learning: An Introduction*, MIT Press, 1998
- [4] Ronald J. Williams: *Simple statistical gradient-following algorithms for connectionist reinforcement learning*, *Journal of Machine Learning*, 8:229-256, 1992

**Jakab Hunor Sándor**, doktorandus

Munkahely: Babes-Bolyai Tudományegyetem, Matematika Informatika Kar  
 Cím: 400084, Románia, Kolozsvár, Kogălniceanu, 1  
 Tel: +40-747-253 683  
 E-mail: jakabh@cs.ubbcluj.ro



# XVI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2011. március 24–25.

## JÁRMŰIPARI MŰANYAG HULLADÉKOK ÚJRAHASZNOSÍTÁSÁNAK LEHETŐSÉGEI

KAPITÁNY Norbert, SZŰCS András, ÁDÁM Balázs

### Abstract

Nowadays it is very important to think about revering of accessories of cars those are taken out of circulation. At present around 80% of the car components have to be renewable according to regulations. It is remarkable that 10% of the accessories of motor vehicles are made of polymer. An average car is made of about 143 kg polymer. The most typical materials are LDPE, HDPE, PP, ABS, PA, PVC, PC, POM, PBT. These basic commodities can be renewed after a long procedure. The problem is, these materials do not solved in each other, therefore some kind of separation is necessary. The produced blends will not have as good quality as the pure materials. The aim of our research is to examine the mechanical property of blends considering the concentration of basic commodities. We attempted to get more information about the attribution of plastic garbage and blends, thus we would be able to produce products.

### Key words:

injection moulding, mechanical properties, recycling

### Összefoglalás

Napjainkban egyre inkább hangsúlyozott terület a forgalomból kivont autók alkatrészeinek újrahasznosítása. Jelenleg megközelítőleg a forgalomból kivont autó alkatrészeinek 80%-ka újra felhasználhatónak kell lennie. Fontos hangsúlyozni, hogy a gépjárművek alkatrészeinek 10%-ka (tömeg százalék, 70% térfogat százalék) műanyagból készül. Ez a mennyiség egy átlagos autóban kb.143kg. A legjellemzőbb műanyagok az LDPE, HDPE, PP, ABS, PA, PVC, PC, POM, PBT. Ezek az alapanyagok szétválogatva tisztítás után problémamentesen újra felhasználhatók. A probléma alapját az adja, hogy ezen alapanyagok nem elegyednek egymásba, így csak válogatás után saját anyagukban újra hasznosíthatók. A válogatás nélkül elkészített keverékek tulajdonságai lényegesen rosszabbak lesznek, mint az originál mintáké. Kutatásunk célja, hogy megvizsgáljuk a különböző körülmények között előállított keverékek mechanikai tulajdonságait az összetevők koncentrációjának függvényében. Tanulmányoztuk az autóiipari műanyag hulladékok és a keverékek tulajdonságait, és ezek ismeretében a későbbiekben egyéb termékek előállítására legyen lehetséges.

### Kulcsszavak:

fröccsöntés, mechanikai tulajdonságok, újrahasznosítás

### 1. Bevezetés

Az összes műanyag-felhasználásnak 8 százalék köthető az autóiiparhoz. Egy kg műanyag felhasználása az autó életciklusában 7,5 liter üzemanyagot takarít meg. Pozitív, hogy a 30 fajtaból 7-8 autóiipari műanyag maradt, s természetesen ezzel az autóiipari beszállítók száma is csökkent. A műanyagok tömege már több mint 10 százalék egy átlag autóban – mára 143 kiló műanyag van egy átlag autóban. Ahogy nő a jármű átlagsúlya a sok kényelmi és biztonsági felszereléstől, úgy emelkedik a műanyag részaránya is. Ami nagyon fontos: 15-20-ad részét emittálja egy jármű ma, mint 30-40 éve. A szakma szerint

2020-ra 20 százalékra is emelkedhet a műanyag aránya az autóban, ezt a véleményt azonban nem osztja mindenki. Lökharítók, ülések, műszerfalburkolat – itt van a legtöbb műanyag. Tovább nem nagyon érdemes menni, legalábbis az újrahasznosítás megközelítéséből. Fontos lenne az is, hogy ingyen átvegyék a roncsutót. A 3 fő alkatrészen kívül sok-sok kicsi műanyag van egy járműben, a gazdaságos előbontás nem nagyon megy, az autóbontó ezért nem is kínlódik vele [1]. A forgalomból végleges kivonásra szánt járművek - közismert kifejezéssel autóroncsok - a hatályos hazai jogszabályok értelmében - éppen úgy, mint az Európai Unió országaiban - veszélyes hulladékok, további kezelésüket is ennek megfelelően kell végezni [2]. A veszélyes hulladékok kezelése Magyarországon 1981. óta szabályozott. A hulladékká vált járművek kezelését kormányrendelet szabályozza. Kutatásunk célja, hogy megvizsgáljuk a különböző körülmények között előállított keverékek mechanikai tulajdonságait az összetevők koncentrációjának függvényében. A keverékeket extrúder és IDMX keverő berendezéssel állítottuk elő. A keverékekből fröccsöntéssel állítottunk elő próbatesteket, melyeken Charpy, és húzóvizsgálatokat végeztünk el.

## 2. Kísérleti rész

A kísérletekhez újrahasznosított polipropilén (PP) és polietilén (PE) granulátumot használtunk fel, amit személyautó alkatrészekből állítottunk elő darálással, majd extrúder és IDMX keverő berendezéssel. A vizsgálat célja, hogy a keletkező járműipari műanyag hulladékot újra lehessen hasznosítani minimális válogatással, és tisztítással, ami azt jelenti, hogy a keverékekben szennyező anyag is maradhat. Az így keletkezett keveréken végeztünk mechanikai vizsgálatokat. A későbbiekben termék gyártása lesz a cél, amihez előbb az új anyag tulajdonságait kell megismernünk. Vizsgálatokat végeztünk még autóalkatrész és újrahasznosított PET keverésével is. A keletkezett autóalkatrészek darálékához ABS és EVA alapanyagot is kevertünk a tulajdonságok módosítása érdekében. A keverékeket extrúderrel és IDMX keverő berendezéssel állítottuk elő. Az elkészült keverékeken mechanikai és termo analitikai vizsgálatokat végeztünk. A keletkezett PP-PE keverékből 16mm külső és 12 mm belső átmérőjű csövet gyártottunk, amit fel is használtunk levegő vezetésére, 5 bar nyomást vezettünk rajta, amit probléma nélkül tartott is. 2mm-es átmérőjű szálát gyártottunk még a keverékből, amit hegesztőpálcaként alkalmaztunk jármű alkatrészek törött elemeinek javítására. Későbbiekben egyéb fröccsöntött és extrudált termékek gyártása is célként tűztük ki.

## 3. Ütésállósági vizsgálatok eredményeinek ismertetése

Minden egyes keveréknek meghatároztuk a fajlagos ütőmunkáját, amiket így össze tudtunk hasonlítani. A 40%-os és 60%-os PET keverék fajlagos ütőmunkája olyan alacsony értékű volt, hogy a 15J-os műszerezett kalapáccsal nem tudtuk mérni. Az elkészített keverékek fajlagos ütőmunka értékeit az 1. táblázatban foglaltuk össze.

A mérési eredmények alapján arra a következtetésre jutottunk, hogy a PP-PE keverékhez adott PET darálék nagymértékben rontja az ütőmunkát. Már a legkisebb %-os keverék is nagymértékű ütőmunka

**1. táblázat: Fajlagos ütőmunka**

Anyag	Fajlagos ütőmunka [kJ/m <sup>2</sup> ]	Szórás
PP-PE	77,661	9,015
PP-PE40%+PET60%	-	-
PP-PE60%+PET40%	-	-
PP-PE80%+PET20%	11,461	1,502
PP-PE80%+ABS20%	44,599	2,928
PP-PE50%+ABS50%	13,801	1,14
PP-PE20%+ABS80%	16,833	2,2
PP-PE80%+EVA20%	79,67	1,828
PP-PE darálék	80,876	15,506

romlást eredményez. ABS-sel való keverés esetén szintén romlik a fajlagos ütőmunka. ABS és PET-es keverékek eredményeiből megállapítható az, amit tanulmányaink során is már megismertünk, hogy a PP-PE sem a PET-tel sem az ABS-sel nem elegyedik. Az EVA-val való keverés kismértékben javította az ütőmunkát és a szórás nagymértékben csökkent, mivel az EVA lágyító hatása érvényesült. A PE-PP keverékből előállított granulátumból készített szabványos próbatest ütőmunkáját összehasonlítva a darálékból fröccsöntötttel látszik, ha egy feldolgozással kevesebb a gyártási folyamat jobb ütőmunkát kapunk. Az IDMX keverő használatával homogénebb szerkezet hozható létre ez a szórás mértékéből látszik, de ez a mechanikai jellemzőkben mérhető változást nem okozott.

#### 4. Húzóvizsgálatok eredményeinek ismertetése

A keverékeken a húzóvizsgálatot szobahőmérsékleten végeztük, a mért görbékből meghatároztuk a rugalmassági modulus, a szakítószilárdságot, a szakadási nyúlást, valamint a nyakképződési feszültséget. Az általunk használt mérőberendezésen (INSTRON 3366) ez a 0.5-500 mm/perc-es keresztfej elmozdulás tartományába esik. A mérőberendezés által rajzolt görbékből leolvasható a nyakképződési feszültség és a hozzá tartozó nyúlás, a szakadás pillanatában fellépő feszültség és a hozzá tartozó nyúlás értéke. Méréseink alapján meghatároztuk a keverékek rugalmassági modulusát az MS EN ISO 527-1 alapján. Az eredményeket a 2. és 3. táblázatban táblázatban foglaltam össze.

**2. táblázat: Rugalmassági modulus**

Anyag	Rugalmassági modulus [MPa]	Szórás
PP-PE	1071	14,8
PP-PE40%+PET60%	1498	28,1
PP-PE60%+PET40%	1731	43,168
PP-PE80%+PET20%	1812.865	53,402
PP-PE80%+ABS20%	1202.039	31,835
PP-PE50%+ABS50%	1416.516	33,011
PP-PE20%+ABS80%	1666.370	38,885
PP-PE80%+EVA20%	910.113	12,104
PP-PE darálék	1048.317	22,531

A PP-PE alapanyaghoz kevert PET és ABS növelte a merevséget. Minél nagyobb százalékban kevertük az alapanyaghoz annál jobban növekedett a modulusa, a darabnak. Egyedül a EVA lágyító hatása csökkentett a merevségen.



3. táblázat: Szakítás erőszükséglete

Anyag	Szakítás erőszükséglete [N]	Szórás
PP-PE	493	75.9
PP-PE40%+PET60%	556.5114	24,711
PP-PE60%+PET40%	451.71127	52,879
PP-PE80%+PET20%	352.9955	69,414
PP-PE80%+ABS20%	563.78908	82,993
PP-PE50%+ABS50%	860.14818	57,318
PP-PE20%+ABS80%	1193.0365	45,860
PP-PE80%+EVA20%	453.41364	24,944
PP-PE darálék	522.6237	25,875

A szakítás erőszükségleti diagramjában megfigyelhető hogy a PET-tel való keverés csökkentette a szakításhoz szükséges erőt. ABS-sel való keverés esetén a százalékos növekedéssel nő a szakítás erőszükséglete. Az EVA-val való keverés kis mértékben csökkenti az erőszükségletet. Mérési eredmények alapján azt találtuk, hogy a kristályos PE-PP és a PET keverékek mechanikai tulajdonságai minden keverék esetén csökkentek az original anyagok tulajdonságaihoz képest, azaz az alapanyagokból képzett keverékek termék gyártására nem alkalmasak. A PE-PP-ABS keverékeknél azonban a keverék tulajdonságai a koncentráció függvényében közel lineárisan változnak.

## 5. Összefoglalás

A kutatást azzal a céllal végeztük, hogy megismerjük az autóiipari műanyag hulladékok (elsősorban PP, PE) tulajdonságait, és ezek ismeretében a későbbiekben készterméket állíthassunk elő. Az újrahasznosított PP-PE-t különböző anyagokkal kevertük (ABS, PET, EVA), hogy megismerjük hatásukat és javítsuk a keletkezett hulladék alapanyag mechanikai tulajdonságait. A PP+EVA esetében a fajlagos ütőmunka kis mértékben javult. Nyakképződés csak a PP-PE, a PP-PE+20%ABS és PP-PE+20%EVA keverékek esetén volt megfigyelhető, a többi esetben nyakképződés nélkül szakadt a próbatest. Az EVA-val való keverés eredményeként nőtt a nyúlás, a többi keverékben 0.006-0.07 mm/mm közötti nyúlás jött létre. PP-PE alapanyaghoz kevert PET és ABS növelte a rugalmassági moduluszt, míg az EVA lágyította az anyagot. PET-es keverék szakításához kisebb erő szükséges, viszont az ABS-sel való keverés növelte a szakító erőt.

## 6. Irodalom jegyzék

[1] Lukács Pál: *Az autóiipari hulladékok újrahasznosítása a vonatkozó EU-s direktívák tükrében c.* előadása

[2] 267/2004. (IX. 23.) Korm. rendelet

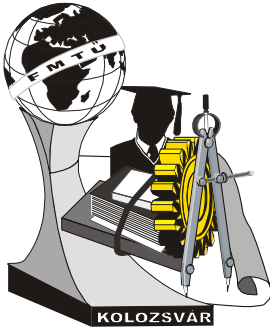
**Kapitány Norbert**, hallgató; **Szűcs András** doktor jelölt; **Ádám Balázs**, tanszéki mérnök

Munkahely: Kecskeméti Főiskola GAMF Kar. FMTI Műanyag-, és Gumitechnológiai Szakcsoport

Cím: Magyarország, 6000 Kecskemét, Izsáki út 10.

Telefon: +36 70/458-3927

E-mail: kapitany.norbert@citromail.hu



# XVI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2011. március 24–25.

## HŐJELENSÉGEK ÉS SZERSZÁMKOPÁS VIZSGÁLATA FORGÁCSOLÁSKOR

KODÁCSY János, MOLNÁR Viktor

### Abstract

On the Department of Manufacturing Engineering of Kecskemét College, and the Department of Production Engineering of University of Miskolc we have been researching the monitoring of the cutting processes for several years. We investigate especially the change of the temperature regarding the tool wear. This article gives some results of the common part of the researches of the two institutes.

### Key words:

dry cutting, tool-wear, cutting temperature

### Összefoglalás

A Kecskeméti Főiskola és a Miskolci Egyetem Gépgyártástechnológiai Tanszékein több éve kutatjuk a forgácsolási folyamat felügyeleti módszereit. A kutatásaink egy része speciálisan a szerszámkopás hatása a forgácsoláskor ébredő hőmérsékletre. Jelen cikk a két intézmény kutatási témáinak metszetéből mutat be néhány eredményt.

### Kulcsszavak:

szárazforgácsolás, szerszámkopás, forgácsolási hőmérséklet

## 1. Bevezetés

A nagysebességű forgácsolás és az ultraprecíziós gyártás következtében napjainkban igen nagy szerepe van a forgácsolási folyamat hőjelenségei vizsgálatának.

A számos hőmérsékletmérési eljárás közül jelen cikk a hőkamerával történő mérőrendszerre tér ki részletesebben. Ebben az esetben viszonylag könnyen detektálható a sugárzás érintkezés nélkül. A hőmérséklet arányos az infravörös sugárzás mértékével, mely hőkamerával, illetve optikai szálal eszközökkel is mérhető. A cikkben kitérünk a hátkopás és a hőmérséklet összefüggéseire, illetve a hőmérsékletmérés problematikájára is.

## 2. Kísérleti körülmények és a mérési módszer

A kísérleteket csúcsesztergán végeztük el. A KO36Ti (X6CrNiTi 18-10) anyagminőségű munkadarab átmérője 170 mm, hossza 600 mm volt. A munkadarabot tokmányba fogtuk és csúccsal támasztottuk meg. A nagyoló szerszám jele PSBNR 2525 M12, a befogott lapka jele pedig SNMM 120408FN.

A lapka anyaga P20 wolfram-karbid, a forgácsolást éles szerszámmal kezdtük. A munkadarab anyaga

ausztenites korrózióálló acél. Tulajdonságai közül kiemelendő a nagy nyúlás és szívósság. A hővezetőképessége viszonylag alacsony, 30%-a a szénacélénak, továbbá élrátét-képződésre hajlamos.

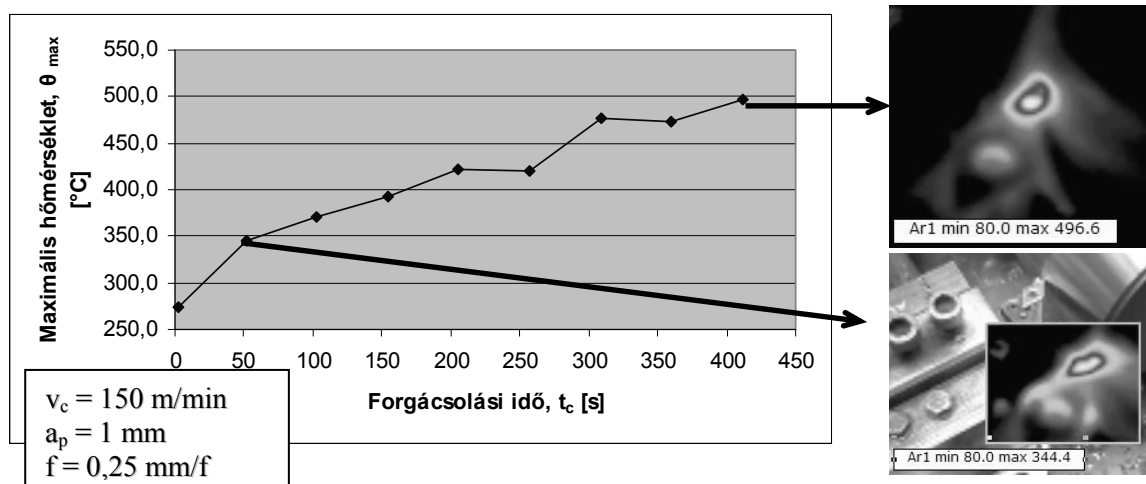
A szerszáméltartam és a munkadarab felületi rétegének tulajdonságait tekintve a forgácsolási folyamat hőjelenségeinek vizsgálata alapvető fontosságú a nagysebességű forgácsolás és az ultraprecíziós gyártás kutatása során.

Hőkamera alkalmazásával a hőtérkép egy lehetséges megoldás az adatok értékelésére. Ennek felvételével a hőmérsékleti adatok a forgácsolási zóna egy meghatározott tartományában pontonként elemezhető. A nagy felbontású kamerát a forgácsolási zónától távol helyezzük el, máskülönben a leváló forgács zavarhatja az érzékelést a folyamat során. Hátrányként említendő, hogy a kamerával nem lehetséges a folyamatos, csak a felvételenkénti adatrögzítés. Ezeket a problémákat kiküszöböli, ha az infravörös sugárzás detektálásához nagysebességű, optikai szálal, fotodiódás mérőrendszert használunk, aminek hátránya viszont, hogy csak a vizsgált zóna átlaghőmérsékletét jelzi ki.

A kísérleteink súlyponti része volt a szerszámkopás hőmérsékletre gyakorolt hatásának vizsgálata. Az adott technológiai feltételeket figyelembe véve a hátkopást tekintettük meghatározónak. Ennek maximális értékét ( $VB_{max}$ ) vettük fel előre meghatározott helyeken és CCD-kamerás mikroszkópot használtunk a méréshez.

### 3. A vizsgálat eredményei

Az 1. ábrán a hőmérséklet diagramot és néhány pontban 2D-s hőtérképeket láthatjuk. A diagram pontjai az idő függvényében a vizsgált területek helyi maximum hőmérsékleteit jelölik. A hőtérképet a FLIR QuickReport 2.1. szoftver segítségével rögzítettük és elemeztük. A mérés körülményei megegyeztek egy korábbi optikai szálal mérés körülményeivel, az itt bemutatott eredmények annak eredményeit validálják, azokkal jól egyeznek.

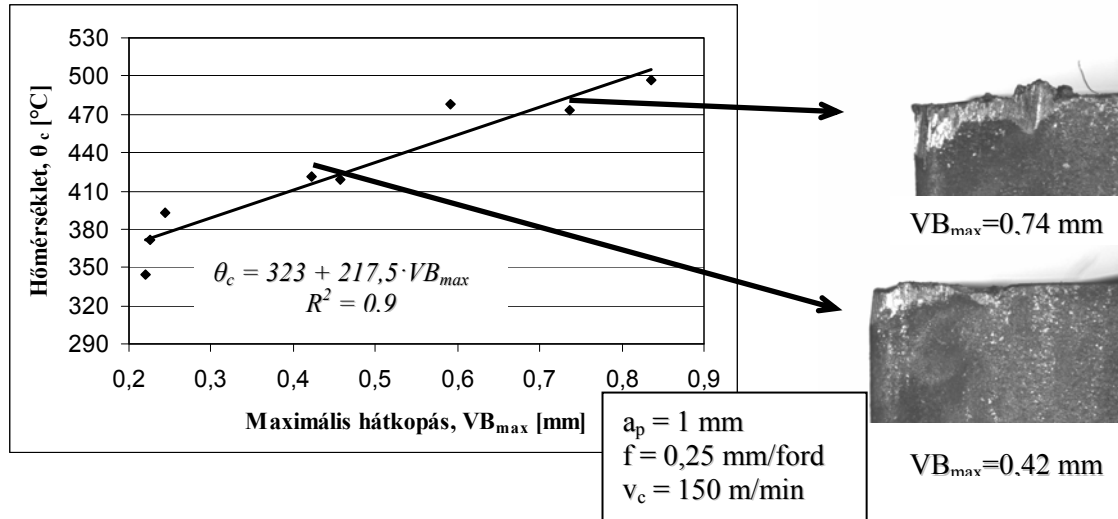


1. ábra A mérési elrendezés és a hőmérséklet diagram szárazforgácsoláskor

A forgácsolást egytetemes csúcseztergán végeztük. A munkadarabot tokmányba fogtuk és csúcscsal támasztottuk meg. A technológiai paramétereket a diagramhoz csatolt szövegdobozban mellékeljük.

A maximális hőmérsékletet mindig a szerszám csúcsánál mértük, ami az éles szerszámon ( $VB_{max} \approx 0$ ) körülbelül fele akkora volt, mint a teljesen elkopotton.

A hőmérséklet mellett – megszakítva a forgácsolási folyamatot – mértük tehát a  $VB_{max}$  hátkopást is. A hőmérséklet és a hátkopás között közel lineáris kapcsolatot tapasztaltunk, hasonlóan az ezt megelőző optikai szálás méréshez. A 2. ábra a két változó közötti regressziós egyenest mutatja be annak egyenletével, feltüntetve az illeszkedés jóságára utaló determinációs együtthatót.



2. ábra Szerszámkopás – hőmérséklet diagram

#### 4. További vizsgálati lehetőségek

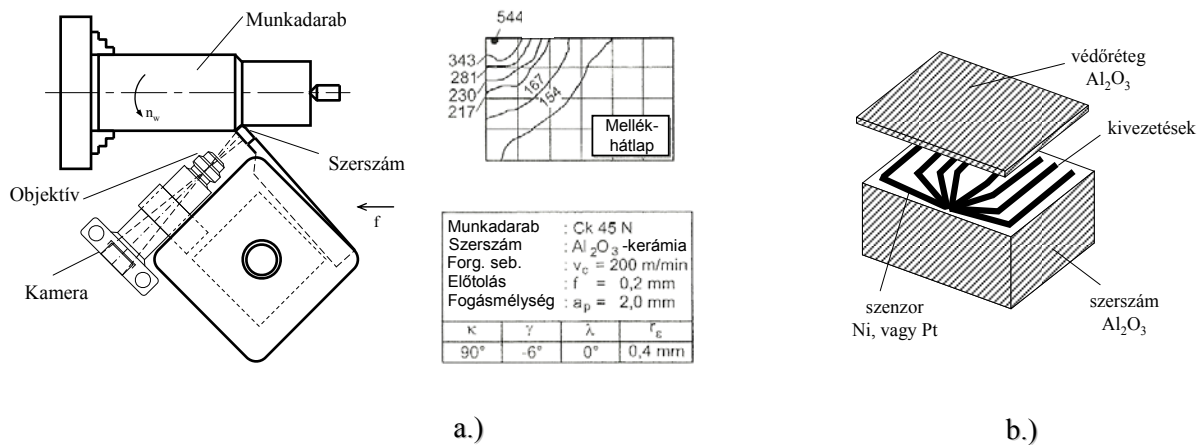
A hőmérsékletmérés pontosságát illetően számos fejlesztési lehetőség ismeretes, az alábbi felsorolás példaként mutat be néhányat:

1. Hőkamerás mérés nagyobb felbontású objektív segítségével;
2. A hőkamerával szerszám mellékhátlap hőmérsékleteloszlását rögzítik, hőtérképét vesznek fel szintvonalakkal. Az elrendezést és az izotermákat a 3. ábra a. részén láthatjuk;
3. Vékonybevonatos szenzorral mérnek (3. ábra b. része);

További célként tűzhető ki többek között a mérések kiterjesztése változó forgácsolósebességek esetére, illetve a nagysebességű forgácsolás tartományának vizsgálata.

#### 5. Következtetések, összefoglalás

A bemutatott infravörös sugárzáson alapuló mérési rendszerek segítségével mértük a forgácstő hőmérsékletét. A hőkamerával végzett hőmérséklet mérés eredményei jól illeszkednek az optikai szálás mérési eredményekhez, egyező forgácsolási körülmények mellett. A hátkopás és a hőmérséklet közötti kapcsolat elemzésének az eredménye szintén megegyezett. Az optikai szálás mérő és elemző rendszer alkalmas a forgácsolás folyamatos követésére. E rendszer használatával megelőzhető például a költséges szerszámok élének leégése, mely főképp CNC szerszámgépeken történő megmunkálás esetén lényeges.



3. ábra Hőmérsékletmérés a háttapon és izotermák (a); mérés vékonybevonatos szenzorral (b)

A hőkamerával történő mérés legfőbbképp forgácsolási kísérletekhez alkalmazható, diagnosztikai célokból. Emellett alkalmas a nagysebességű forgácsolási tartományban történő mérésekhez, de nem alkalmazható folyamatos mérésre.

### Irodalom

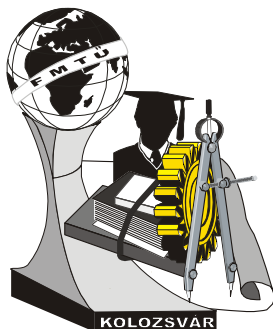
- [1]Kodácsy, J.: *Investigation on the thermal phenomena of cutting processes*, Academic Journal of Manufacturing Engineering, 2009/3. pp. 30-35
- [2]Koenig, W.: *Fertigungsvefahren*, Band 1. VDI Verlag GmbH, Düsseldorf, 1981. p. 167
- [3]Micheletti, G.F. et al.: *In Process Tool Wear Sensors for Cutting Operation*. Ann. of the CIRP, Vol. 25/2/1976
- [4]Tönshoff, H. & Dankena, B.: *Spanen (Grundlagen)*, Springer Verlag, Berlin, 2004

**Kodácsy János**, PhD (főiskolai docens)

Munkahely: Kecskeméti Főiskola, GAMF Kar,  
Gépgyártástechnológia Szakcsoport  
Cím: Magyarország, 6000 Kecskemét,  
Izsáki u. 10.  
Telefon: +36 76 516381  
E-mail: kodacsy.janos@gamf.kefo.h

**Molnár Viktor** (tanársegéd)

Munkahely: Miskolci Egyetem, GÉIK,  
Gépgyártástechnológiai Tanszék  
Cím: Magyarország, 3515 Miskolc –  
Egyetemváros  
Telefon: +36 20 2293982  
E-mail: viktor.molnar@uni-miskolc.hu



# XVI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2011. március 24–25.

## RAVATALOZÓ KÁPOLNA NAGYBODOLYA – HORVÁTORSZÁG

dr. KONDOR Tamás, NAGY Viktor, DURKÓ András

### Abstract

In Croatia We have a project on conservation of built heritage and on value-creating activities. In our research we have reached a stage when we had to design a new mortuary chapel for a little village called Nagybodolya which inhabitants are left alone Hungarians. At first the vision of the future does not sound positive. We had to draw up a function that express this problem and achieve it by giving strength and insistence to the Hungarians who want to keep their roots and faith in the beauty of life.

### Key words:

mortuary chapel, Hungarians, identity

### Összefoglalás

Horvátországi értékmentő kutatásainknak és értékteremtő tevékenységünknek egy olyan szakaszához értünk, mikor egy magára maradt, magyarok által lakott kicsiny település – Nagybodolya – számára, egy új ravatalozót kellett terveznünk. Ezt az első hallásra korántsem pozitív jövőképet sejtető funkciót kellett úgy megfogalmaznunk, hogy annak megvalósításával, az élet szépségét hangsúlyozó hitet, a magyarság gyökereit megtartani akaró erőt és kitartást adjunk az ott élőknek.

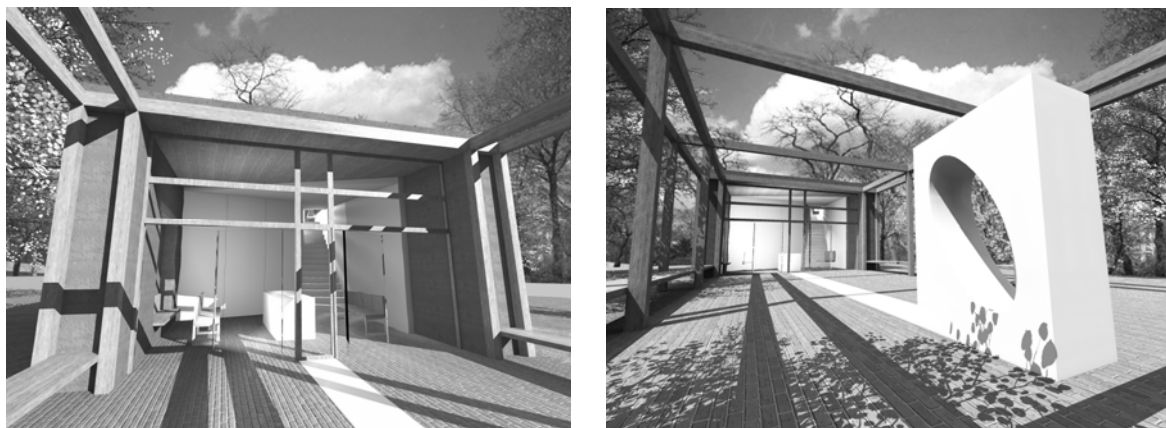
### Kulcsszavak:

ravatalozó kápolna, magyarság, identitás

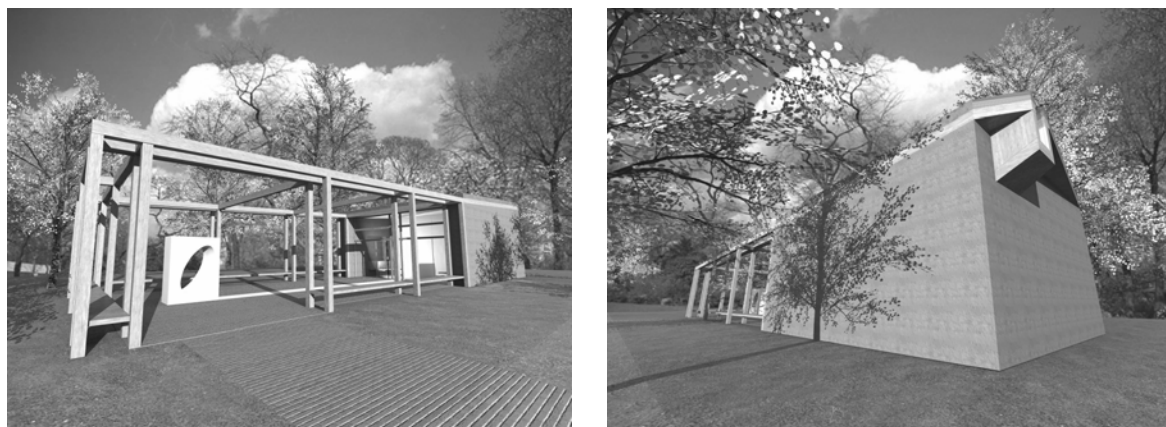
## 1. Bevezetés

A történelem során, a hazánk határain kívül rekesztett magyarság, egyre nehezebb helyzetbe szorult. Többségi társadalmon belüli arányuk, politikai – gazdasági – kulturális státuszuk folyamatosan erősödő negatív tendenciát mutat. Lélekszámuk megfogyott. Korábbi tömbszerű közösségük elszórványosodott, identitásában egyre gyengülő diaszpórában él. Közösségi intézményrendszerük felbomlott, a magyar nyelvű oktatási intézmények száma a korábbinak töredéke. Programunk, melyet 2006-ban a Horvátországi Magyarok Szövetségével közösen kezdtünk el, egy társadalmi ügyet, a horvátországi magyarság szülőföldön való megmaradását, gazdasági megerősödését, a civil társadalom intellektuális gyarapodását, identitásuk megőrzését és megerősítését szolgálja.

Építészeti felméréseink hatására erősödött a magyar kultúra épített szimbólumaiként fennmaradt házak megbecsülése. Együttműködésünk keretében eddig öt tájház került kialakításra és az elmúlt években több felújított közösségi épületet és egy népfőiskolát avattunk, melyek segítségével újra száll a magyar szó, művelődik, társadalmi közösséget épít a magyar kisebbség.



*1. ábra Nagybodolyai ravatalozó kápolna két nézete a belső átrium kertből*



*2. ábra Nagybodolyai ravatalozó kápolna nézete a keresztút irányából, ill. a temetőkert felől.*

## **2. Az identitás erősítése az építészet által**

Nem olyan régen, tevékenységünknek egy olyan kihívásához értünk, mikor egy magára maradt, magyarok által lakott kicsiny település – Nagybodolya – számára, egy új ravatalozót kellett terveznünk. Ezt az első hallásra korántsem pozitív jövőképet sejtető funkciót kellett úgy megfogalmaznunk, hogy annak megvalósításával, az élet szépségét hangsúlyozó hitet, a magyarság gyökereit megtartani akaró erőt és kitartást adjunk az ott élőknek. Ennek eléréséhez fontos előfeltétel volt, hogy a lokális identitásra alapozva, a helyi anyagokból, az itt élőkkel közösen tervezzük meg és építsük fel a ravatalozó kápolnát. A terv elkészült, most az elhagyott, háborúban elpusztult, romként megmaradt épületek anyagának gyűjtése, a föld téglává formálása, az építés alkotó folyamata és lélekkel való feltöltése következik.

A nagybodolyai ravatalozókápolna helyéül, a település temetődombját választottuk. A kálváriásor templommal átellenes végén, az új sírok felett, északi oldalról azokra nyitottan, míg déli oldalról a természet által visszahódított, több száz éves temető sírkövei közt felnövő fák lombjai által takarva találtuk meg a helyet, hol élő és holt, Isten és ember egymással találkozik. Az épület funkciójának megha-

tározásakor a „búcsúszertartás” helyett a találkozást, az emlékezést, a lét örök körforgását, a test és a lélek szétválását és újraegyesülését vettük meghatározónak. A külső pergolás tér elsősorban egy pihenő kert, s csak másodsorban a ravatalozó bővíthető fogadótere. Padok, melyekre leülve, visszaidézhetjük a múltat, „beszélgethetünk” elhunyt szeretteinkkel.



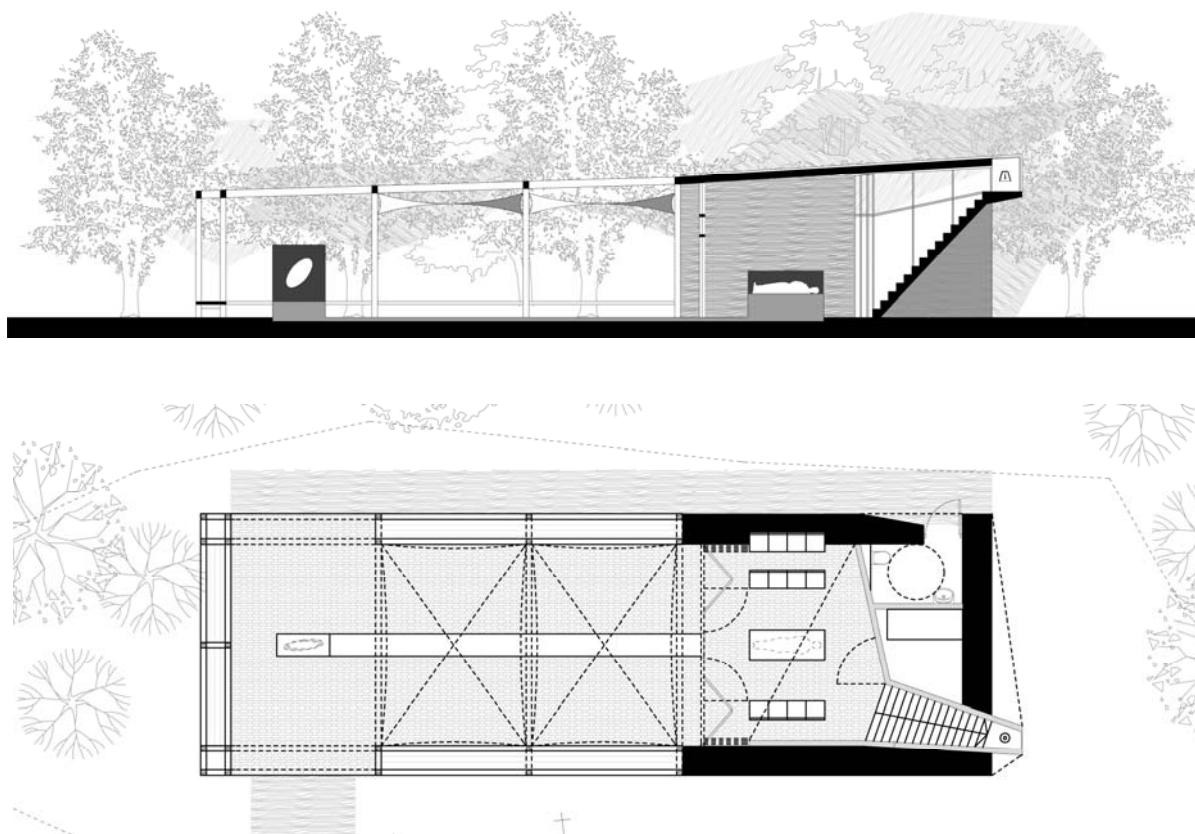
**3. ábra** Nagybodolyai temető helyszínrajza a meglévő templommal, a felvezető keresztúttal és a tervezett ravatalozó kápolnával

A ravatalozókápolna tere létünk kettősségét, földből és istentől eredeztetett elemeinek harmonikus egységét, és azok szétválását szimbolizálja. Mi földi anyánktól ered - a „test” – agyagból, fából, téglából tervezett. Mit Isten adott nekünk – a „lélek” - csupa fehér fényesség, napfény, mész, harangszó. Az elhunyt, e két létforma – testi és lelki – határán, azok találkozási pontján fekszik ravatali „ágy”-án. Lelke a mennybe vezető szimbolikus „lajtörjén” át, a harang megkondulásával a fény felé távozik, míg földi porhüvelye, szerettei által kísérve a temetőkertbe. Az utat végigkíséri a ravatal fehér mészkő tömbjének padlósíkba süllyesztett vonala, melynek másik végén az öröklét szoborba faragott gondolatísága áll.

### 3. Összefoglaló

Ez a kápolna az életről szól! Megvalósításába igyekszünk bevinni mindazokat, akik Nagybodolyán élnek, innen elvándoroltak, vagy éppen kutatni érkeztek ide. Mindenkit, akit ez a hely valamilyen módon magához kötött. A falak múltból teremtett anyagának újraformálásával, nemcsak felfelé terjeszkedünk, de belül a lelkünkben, mély gyökereket is eresztünk e tájba. A kápolna és az összetartó közösség egyszerre épül!





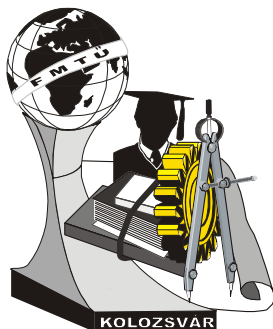
**4. ábra** Nagybodolyai ravatalozókápolna metszeti és alaprajzi kialakítása

## Irodalom

- [1] Sipos Zsivics Tünde, dr. Kondor Tamás: *Bilogorai Magyarok – Mađari Bilogore*, Magyar Egyesületek Szövetsége „Sztárai Mihály Oktatási és Kulturális Központ – PTE PMMK Beruer Marcell Doktori Iskola, Pélmonostor-Pécs, 2008, 6-13 oldal
- [2] dr. Kondor Tamás: *XV. Fiatal Mszakiak Tudományos Ülésszaka konferenciakötet / Értékmentés - Értékkeremtés*, Erdélyi Múzeum - Egyesület, Kolozsvár, 2010, 173-176 oldal, ISSN 2067-6-808
- [3] dr. Kondor Tamás és dr. Kiss Tamás: *A horvátországi magyarság kutatása és jövőképefejlesztése*, EÖKiK - MEH, Budapest, 2010
- [4] dr. Kondor Tamás: *Conference on Engineering Research, Sixth International PhD & DLA Symposium / Verstärkerung der Identität durch die Architektur*, PTE Pollack Mihály Műszaki Kar, Pécs, 2010, C:46, ISBN 978-7298-40-0

## dr. Kondor Tamás

Munkahely: Pécsi Tudományegyetem - Pollack Mihály Műszaki Kar - Építéskivitelezési Tanszék  
 Cím: 7624 Magyarország, Pécs, Boszorkány utca 2.  
 Telefon / Fax: +36-72-503-650/3708  
 E-mail: kondor@kondor.hu



# XVI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2011. március 24–25.

## VISEGRÁD ÚJ VÁROSKÖZPONTJÁNAK KIALAKÍTÁSA

dr. KOVÁCS-ANDOR Krisztián

### Abstract

At the moment Visegrád is a small settlement near the famous Danube Bend with a population of ca. 1700. However, owing to its historic significance, the village was granted the status of a town in the year 2000. It has been a lifelong dream of the leaders of the town to provide the settlement, which used to be a significant royal centre, with a new town centre worthy of its new status. The preparations to establish the new town centre began several years ago. Since then the regulatory plan for the new town centre has been made and two rounds of the design competition were also completed as a result of which the designer of the new town centre has been selected. The long process of designing the new town centre has reached a point when Phase No I is undergoing the authorization procedure. The talk is going to introduce this highly complex historic, development and design process analyzing its theoretical and architectural questions.

### Key words:

urban planning, urban development, urban design, public spaces

### Összefoglalás

Visegrád jelenleg egy 1700 fős kis település a Duna-kanyarban, amely azonban történelmi jelentősége kapcsán 2000-ben városi rangot kapott. A város vezetésének régóta dédelgetett álma, hogy az egykor jelentős királyi székhely városi rangjához méltó, új városközponttal gazdagodjon. Az új városközpont kialakításának előkészítése évekkel ezelőtt kezdődött, azóta elkészült az új városközpont szabályozási terve, valamint lezajlott két tervpályázati forduló, amelynek végén a városközpont tervezője kiválasztásra került. A városközpont tervezésének több éves folyamata jelenleg az 1. ütem engedélyezési szakaszánál jár. Az előadás ezt a nagyon összetett, komplex történeti, városépítészeti és építészeti folyamatot mutatja be, annak elméleti és tervezési kérdéseit elemzi.

### Kulcsszavak:

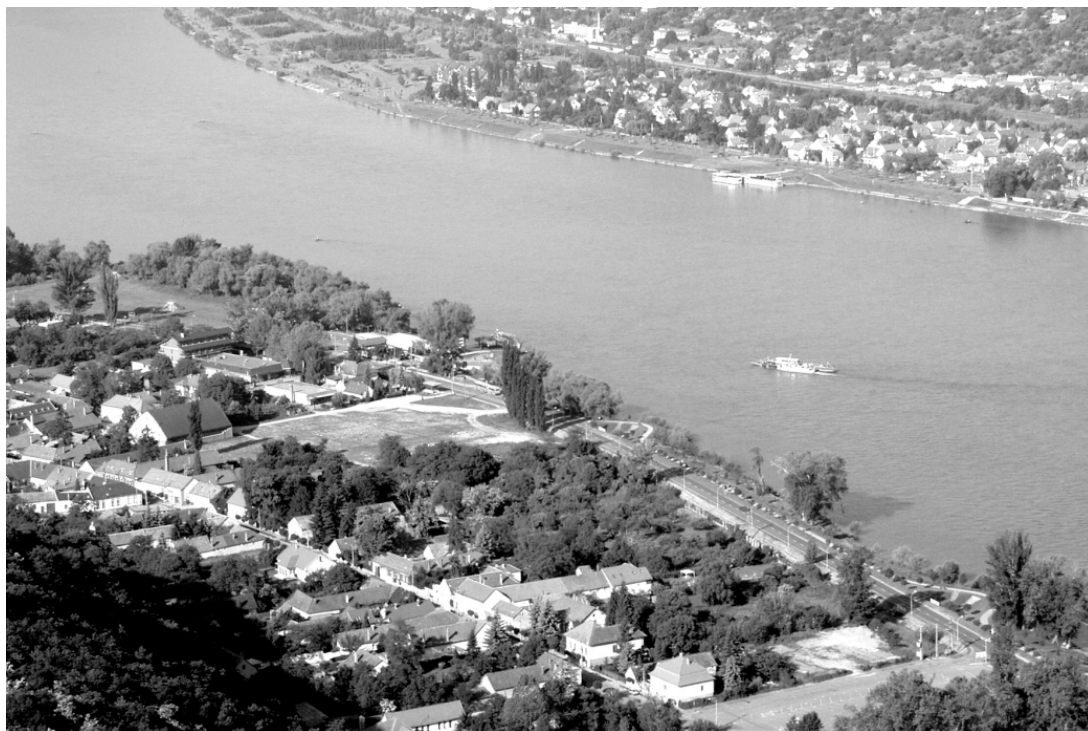
várostervezés, városfejlesztés, közterület-fejlesztés

### 1. Előzmények

Visegrádnak jelenleg nincs kialakult városi főtere. A beépítés falusias jellegű, a ma látható település a Dunával párhuzamos és az arra merőleges völgy útjára szerveződött. A régészeti feltárások alapján feltételezhető azonban, hogy a mára már teljesen elpusztult középkori városnak igen nagy főtere lehetett. A városi rang visszaszerzésével és a település intenzív fejlődésével együtt egyre inkább szükségessé vált egy városközpont és egy találkozási pontként, rendezvénnyterként szolgáló új főter kialakítása, melynek helyszíne megegyezik a középkori városközpont és főter helyszínével.

A Visegrádi Önkormányzat 2004 őszén ötletpályázatot hirdetett, amelynek eredményei alapján elké-

szült a terület szabályozási terve. A 2007 őszén kiírt építészeti tervpályázatban már konkrét építészeti megoldásokat vártak a tervezőktől. A tervezési feladat igen összetett volt, hiszen 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 főtér és a Duna part kapcsolatának kezelése. A feladat további nehézsége volt, hogy a területen számos régészeti emlék is található, melyek bemutatásáról, megóvásáról gondoskodni kellett.



*1. ábra A tervezési terület*

## **2. Tervpályázat**

Visegrád történelmi múltját és természeti adottságait tekintve unikális jelentőségű Magyarországon. Azonban a nyugodt, kisvárosias miliő egy folyamatában megszakadt, középületek és városközpont nélküli települést takar. A tervezés során az építészeti és történelmi kontextus definiálása és az arra adott építészeti válasz volt a fő koncepcionális elem. Olyan megoldást kerestünk, mely nem archaizál, hanem absztrakt módon idézi meg a város múltját. Fontos szempont volt továbbá, hogy megtaláljuk a település méretéhez megfelelő léptéket, és olyan középületeket tervezzünk, amelyek bár kiemelkednek társaik közül, azokat mégsem nyomják el.

A városháza - funkciójából adódóan - az új főtér legfőbb eleme. Helyének kiválasztásakor fontos szerepet játszott, hogy a 11-es úton érkezők számára a feltáruuló új főtér szemközti térfalán legyen, mivel ez jelenti a tér hierarchiájában a súlypontot. A területen két jelentős vizuális, virtuális tengely található: az egyik a tér szimmetriatengelyén keresztüli irány, mely egyenes összeköttetésben van a Duna túl-

oldalán elhelyezkedő nagymarosi templom előtti főtérrel és templom tornyával, a másik az új főteret a fellegvárral összekötő tengely. Ezeknek a metszéspontjában helyezkedik el az új városháza.

A főtér szintjének megemelésével egy térszín alatti parkoló elhelyezésére nyílt lehetőség, amit a szabályozási terv is javasolt. Így az épületek külső homlokzatához igazítva egy 140 állásos mélygarázst terveztünk a főtér alá.



*2. ábra Visegrád új főtere (pályázati terv)*

### 3. Engedélyezési tervek

2009 őszén a Visegrádi Önkormányzat megbízást adott, hogy a *Visegrádi városközpont* 1. ütemének engedélyezési terveit készítsük el. Az 1. ütemben a pályázatban meghatározott „kulturális és közintézményi zóna” egyes épületei (városháza, díszterem, kézműves piac) kerültek megtervezésre az azt övező közterület kialakítással és fejlesztéssel.

Az önkormányzati irodák jelenleg több épületben elszórva található meg a városban. A polgármesteri hivatal a Fő utca 81. szám alatt, egy egykori lakóépületben lett kialakítva. A város részéről felmerült az igény egy mind funkcionálisan, mind építészeti szempontból megfelelőbb városháza építésére, amely a tervezett új főtérre kerülne. A városháza „U” alakú udvaros beépítése összekötötte jelenet a város eddigi központja, a Fő utca és az új főtér között. Az épület fő homlokzatával és bejáratával az új főtérre néz, azonban hátulról, az udvar felől és déli oldalon található árkádsoron keresztülhaladva is megközelíthető.

A városháza életéhez szorosan kötődő funkció az ünnepi ülések, rendezvények megtartására alkalmas díszterem, ugyanakkor az új kulturális központ épülete is igényel egy hasonló léptékű rendezvény-

termet. Azonban egy Visegrád méretű településen ilyen közelségben nem indokolt ennek a funkciónak a duplázása, ezért komoly dilemmát okozott a tervezés során annak eldöntése, hogy a városháza, vagy a kulturális központ épületében kapjon helyet a terem. Végül az a kompromisszumos megoldás született, hogy a dísztermet különálló épületben, de a városházával egységet alkotva, a városháza mellé helyeztük el. A rendezvényterem így kapcsolódik a városházához, szerves építészeti egységet alkot vele, azonban nem zavarja a hivatal belső életét, funkcionális működését. A rendezvényterem így nem csak az esküvők, ünnepi ülések megtartására lesz alkalmas, hanem kisebb rendezvények (zeneiskolai koncertek, irodalmi estek) megtartására is.

A díszterem és a városháza geometriai megformálásuk alapján rokonok, működés szempontjából mégis egyedi elemek. A két épület együtt képez egységes kompozíciót.

Az új épületek anyagválasztáskor két szempontot vettünk figyelembe. Az egyik, hogy lehetőség szerint helyi, természetes anyagokat használjunk, melyek „szépen öregednek” az időbeliség kifejezésére a legalkalmasabb, maradandó, időtálló anyagok. A másik, hogy az épületek burkolatának anyaga az épületek közötti funkcionális hierarchiát is kifejezi, ezért a városháza és a hozzá kapcsolódó díszterem természetes kőburkolatot, míg a kézműves piac bontott téglaburkolatot kapott.

#### **4. Összefoglaló**

A tervek az Országos Központi Tervtanács elé kerültek, amely megállapította, hogy a pályázati terv továbbfejlesztésével készített városközpont fejlesztés 1. ütemének terve megalapozott, körültekintő építészeti magatartásról tanúskodik. Az épületek kedvezően viszonyulnak a környezet léptékéhez, és kellően határozottak, karakteresek. Ezért a Tervtanács a bemutatott tervet engedélyezésre ajánlotta.

A tervek jelenleg engedélyezési stádiumban vannak. Bízunk benne, hogy mind az 1. ütem, mind pedig a városközpont későbbiekben tervezett, további részei is magas minőségben valósulnak meg, és hosszú távon adnak maradandó értéket Visegrád városának.

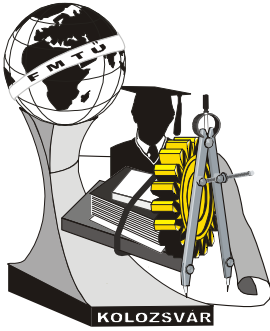
**dr. Kovács-Andor Krisztián**, DLA (egyetemi docens)

Munkahely: Pécsi Tudományegyetem Pollack Mihály Műszaki Kar, Építész Intézet

Cím: 7623 Magyarország, Pécs, Rókus utca 2.

Telefon / Fax: +36-72-501562

E-mail: k-andor@pmmk.pte.hu



# XVI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2011. március 24–25.

## A CSEPPÁTMENET VIZSGÁLATI LEHETŐSÉGEI KÜLÖNBÖZŐ HEGESZTÉSI TECHNOLOGIÁKNÁL

dr. KOVÁCS-COSKUN Tünde, dr. PINKE Péter

### Abstract

In case of the thin sheet welding is very important the drop transfer. The most welding machine company has an own special technology to assure the welding parameters in case of special situation. The fast regulation by time the current intensity and the arc power give us a special sign form what we can't measure by the traditional technique. These signes measurement can make by the digital oscilloscopy.

### Key words:

drop transfer, welding

### Összefoglalás

A vékony lemezek fogyóelektródás hegesztése során az anyagátvitel, cseppátmenet szabályozása igen fontos. A legtöbb hegesztőgép gyártó rendelkezik saját technológiával, mely a stabilitást biztosítja valamint speciális esetekben is lehetővé teszi a hegesztést. Az áramerősség valamint az ívfeszültség időben történő gyors szabályozása miatt speciális jelalakok jönnek létre, melyek kimérése hagyományos módszerekkel nem lehetséges. A speciális jelalakok kimérésére digitális oszcilloszkóppal történhet.

### Kulcsszavak:

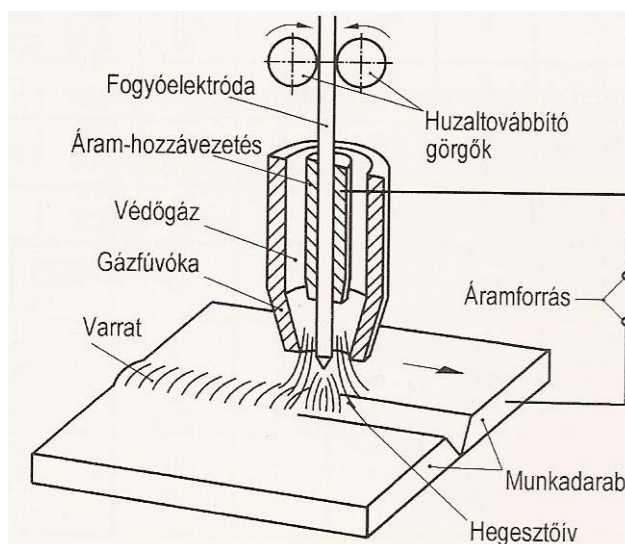
cseppátmenet, hegesztés

### 1. Bevezetés

A fogyóelektródás védőgázos ívhegesztési technológiák fejlesztése igen fontos feladat. A technológia hátránya, hogy nem megfelelő beállítások alkalmazása esetén fröcskölést tapasztalunk valamint. A stabil ív beállításához számos paraméter vizsgálata valamint az alkalmazott hegesztő berendezés ismerete szükséges. Az egyes hegesztő berendezéseket gyártó cégek, adott technológiát kínálnak, melyek lehetnek teljes mértékben irányított rövidzárlatos folyamatú, speciális jelalakot létrehozó technológiák, valamint a kettőt kombináló megoldások. A gyártók azonban nem ismertetik katalógusaikban ezeket a megoldásokat, ezért adott berendezés esetén célszerű saját vizsgálatok elvégzése a megfelelő technológiai paraméterek beállításához. Az oszcilloszkópos vizsgálattal igen sok információt szerezhetünk a berendezésről.

## 2. Fogyóelektródás védőgázos ívhegesztés

Fogyóelektródás védőgázos ívhegesztésnél a hegfürdő villamos ív keltette hő hatására alakul ki. A hegfürdőt a levegőtől védőgázzal választják el. Azt az eljárást, amikor a kapcsolat a munkadarab a leolvadó hegyanyag valamint a villamos ív között létesül, fogyasztóelektródás védőgázos ívhegesztésnek nevezük. Ezeket az eljárásokat az alkalmazott hozaganyag és az alkalmazott védőgáz szerint csoportosítják. A védőgáz szerint lehet semleges védőgázos eljárás, ebben az esetben a hegfürdő és a védőgáz között nem jön létre kémiai reakció, valamint az aktív védőgázos eljárás mely esetben a hegfürdő és a védőgáz között kémiai reakciók jönnek létre. [1, 2] Hozaganyagok lehetnek tömör vagy porbeles, kör-szelvényű huzalok vagy szalagok. Ezek alapján a következő elnevezéseket különbözteti meg a szabvány (MSZ ISO 4063:2002) fogyasztóelektródás, semleges védőgázos ívhegesztés (MIG), fogyasztóelektródás aktív védőgázos ívhegesztés (MAG) fogyasztóelektródás aktív védőgázos ívhegesztés porbeles huzalelektródával, fogyasztóelektródás semleges védőgázos ívhegesztés porbeles huzalelektródával. [3, 4, 5]

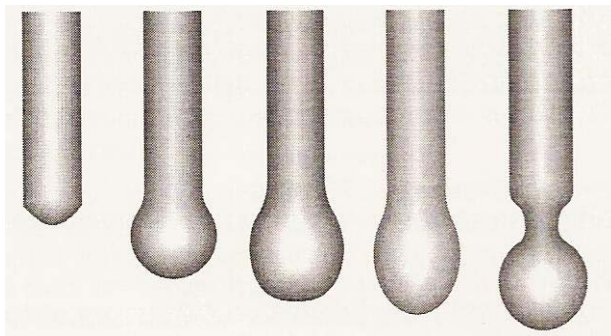


1. ábra. Fogyóelektródás, védőgázos ívhegesztés elve [5]

A fogyasztóelektródás ívhegesztés anyagátvitelét meghatározó hatás a Lorentz-törvényből származtatható, az áramjárta vezető körül kialakult mágneses térrel származtatható. Ez az erő jelentősen függ az áramerősségtől. Az anyagátvitel gyakorlatilag a hozaganyag végéről csepp formájában leváló olvadék munkadarabra jutása, mely akkor jön létre, ha a cseppre ható leválasztó erő tengely irányú eredője egyenlő vagy nagyobb, mint azt ott tartani igyekvő erő.

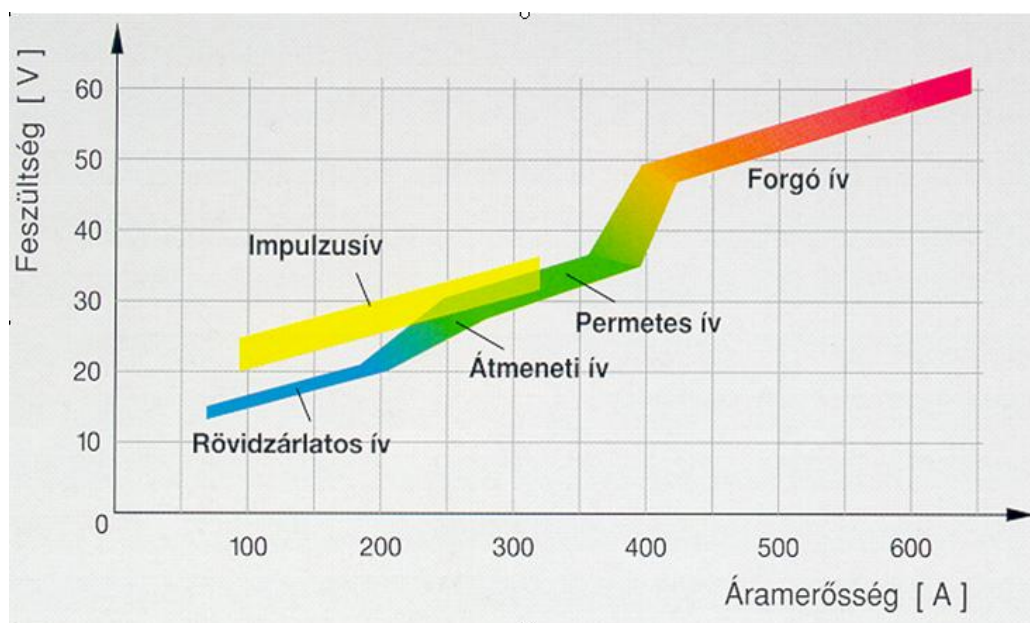
## 3. Normál cseppátmenet fogyasztóelektródás védőgázos hegesztésnél

Egy adott munkadarab hegesztéséhez választott technológia, különböző anyagátviteli módokat, ívtípusokat eredményezhet (1. ábra) [1]. Kis teljesítmény tartományban (vékonylemezek, gyökhegesztés, stb.) ún. rövidzárlatos ívről beszélünk. Az ív, ill. rövidzárlat felváltva alakul ki ez azt jelenti, hogy az ív rövid időre ki is alszik, majd a csepp leválása után ismét kigyullad. A rövidzárlati frekvencia, és a



2. ábra. A csepp képződése és leszakadása [5]

rövidzárlati áram függ a huzalelőtolás sebességétől (áramerősség), a szabad huzalhossztól, az ívfeszültségtől és az alkalmazott védőgáz típusától, valamint a hegesztőgép fojtásától. A frekvencia értéke, még normál (hegesztésre alkalmas) ívet feltételezve 50-150 Hz közötti. A hegesztés során problémát okoz, hogy a cseppleválás spontán jön létre, a rövidzárlatok gyakorisága döntően véletlenszerű, a rövidzárlati szakasz, és az ívszakasz ideje folyamatosan változik [1].



3. ábra. Hagyományos ívtípusok, anyagátviteli módok stabil munkatartománya [1]

A cseppleválás folyamatát szabályozni kell. A cseppek szabályozott leolvadása az áramforrás által meghatározott áram és feszültség időbeli változása szerint megy végbe. A szabályozott stabil hegesztési folyamatra jellemző, az egy impulzusra egy csepp leválás, melyet a huzalelőtollással (frekvenciával) összehangolva tudunk létrehozni. Az ív karakterisztikáját oszcilloszkópos vizsgálattal tudjuk kimérni.

#### 4. Oszcilloszkópos vizsgálatok

Az oszcilloszkóp elektromos jelek, feszültség, fáziseltolás, frekvencia, periódusidők, stb., jelleggörbéinek kimérésére, vizuális megjelenítésére alkalmas mérőberendezések. A megjelenítés elektrosztatikus



vagy mágneses eltérítésű katódsugárcső segítségével valósul meg, melynek elektronsugarát vízszintes irányban periodikus időjel téríti ki, míg függőleges irányban a vizsgált jellel arányos feszültség, ezáltal periodikus jelenségekről állókép kapható [3].

## 5. Összefoglaló

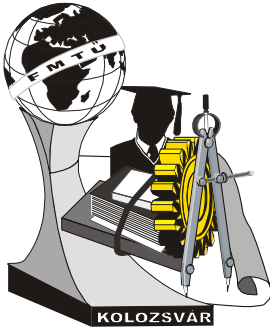
Megállapítható tehát, hogy a hegesztési technológia paramétereinek megválasztásához szükséges az adott berendezés részletes ismerete. Ez úgy oldható meg, hogy számos kísérletet végzünk az adott berendezés alkalmazásával különböző beállítások mellett. Igen széleskörű információkra tehetünk szert a digitális oszcilloszkópos vizsgálatok alkalmazásával, melyek segítséget nyújthatnak a fröcskölés csökkentésére és stabil ív szabályozására a hegesztési technológia során.

## Irodalom

- [1] Gyura L., Fehérvéri G., Balogh D.: *Szabályozott anyagátvitelű fogyóelektródás védőgázos hegesztések vizsgálata*, 25. Jubileumi Hegesztési Konferencia, pp.235-253. Budapest, 2010
- [2] Bagyinszki Gy., Bitay E.: *Hegesztéstechnika I.: Eljárások és gépesítés*, Erdélyi Múzeum-Egyesület, pp. 11-18. 2010. Kolozsvár
- [3] Bagyinszki Gy., Bitay E.: *Hegesztéstechnika II.: Berendezések és mérések*, Erdélyi Múzeum-Egyesület, pp.164-169. 2010. Kolozsvár
- [4] Bagyinszki Gy., Bitay E.: *Nagy energiasűrűségű hegesztési eljárások több szempontú rendszerezése*, Fiatal Műszakiak Tudományos Ülésszaka XV. Erdélyi Múzeum-Egyesület, pp.55-66. Kolozsvár, Románia, 2010
- [5] Gáti J. szerk.: *Hegesztési zsebkönyv*, Cokom Mérnökiroda Kft., pp.188-245. Miskolc 2003
- [6] Bagyinszki Gy., Bitay E.: *Ívhegesztő robotok alkalmazástechnikai jellemzői*, Fiatal Műszakiak Tudományos Ülésszaka XV. Erdélyi Múzeum-Egyesület, pp. 9-16. Kolozsvár, Románia 2010

**dr. Kovács-Coskun Tünde**, főiskolai docens  
 Óbudai Egyetem  
 Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai  
 Mérnöki Kar  
 H-1081 Budapest, Népszínház u. 8, Hungary  
 Tel: +36/1 666 5327  
 E-mail: kovacs.tunde@bgk.uni-obuda.hu

**dr. Pinke Péter**, egyetemi adjunktus  
 Szlovák Műszaki Egyetem Pozsony  
 Anyagtechnológiai Kar Nagyszombat  
 Paulínska 16, 917 24 Trnava,  
 Slovenská Republika  
 Tel.: +421/33 552 1007  
 E-mail: peter.pinke@stuba.sk



# XVI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2011. március 24–25.

## ACÉL PRÓBATESTEK ÖSSZEHASONLÍTÓ VIZSGÁLATA MIKROKEMÉNYSÉGMÉRÉSEL

KOVÁCS-COSKUN Tünde, PINKE Péter

### Abstract

In our age the surface coating and the surface modification is very common technology in case of the tools and the piece of the manufactory. These samples are much cheaper than the other made by the traditional technology, because the bulk material can be cheap and only the surface have to be hard and strong. The surface layers are very thin it means some micrometer or nanometer thickness. Usually we have very poor information about the surface layers chemical composition and the surface technology, because this is almost industrial secret, but we have to say something about these samples lifetime and quality. The most usable parameter about these products is the hardness. The traditional hardness test in case this thin films can't give us the result about the layer hardness, because the hardness tester tool penetration depth is much bigger than the thickness of the film. So, we have to need some other measurement technique who can give us usable result.

### Key words:

micro hardness, thin film

### Összefoglalás

A szerszám és alkatrészgyártás területén egyre jobban terjed a vékony felületi rétegek alkalmazása. Ez lehetővé teszi, hogy olcsóbb alapanyagot felhasználva, majd azt kopásálló réteggel bevonatolva, vagy a felületet módosítva nagy élettartamú szerszámot illetve alkatrészt gyárthassanak. Ezek a rétegek a technológiák fejlődésének köszönhetően egyre vékonyabbak, jelenleg mikro-, illetve már nanométeres rétegvastagságú szerkezetekről beszélhetünk. Sok esetben természetesen a technológia és a bevonat kémiai összetétele nem hozzáférhető, azonban a bevonat viselkedését mindenképpen vizsgálni szükséges, hogy az darab élettartamára valamilyen becslést mondhassunk. Elsődleges vizsgálatként a keménységmérést használjuk, azonban ezeknél a vékony rétegeknél a hagyományos mérési eljárások alkalmazása korlátokba ütközik. Elsődleges korlát a rétegvastagság és a keménységmérő szerszám behatolási mélységének aránya, ami ebben az esetben azt jelenti, hogy hagyományos mérés esetén a szerszám a réteget átszakítva mélyebbre hatol, ezáltal a mérési eredmény nem ad információt a bevonat keménységéről. Olyan eljárást kell tehát alkalmazni, mely esetében ez a geometriai korlát figyelembe vehető és a méréssel használható eredményt kaphatunk.

### Kulcsszavak:

mikrokeménység, vékony réteg

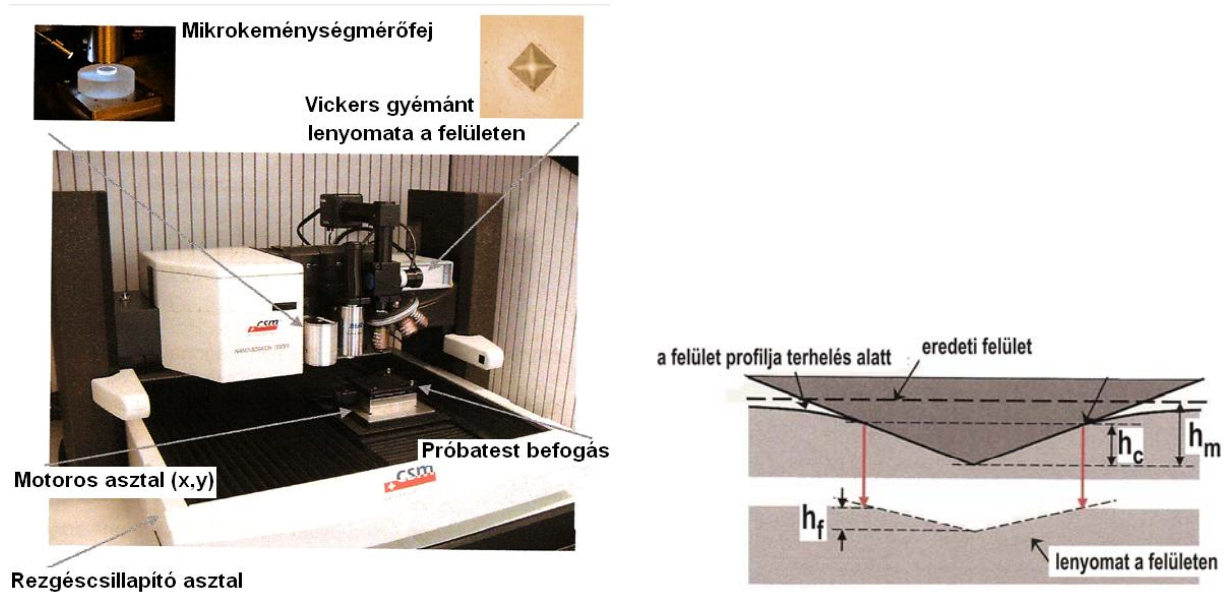
### 1. Bevezetés

A dolgozó felületen a vékony rétegek keménysége jelentősen, akár nagyságrendekkel meghaladhatja a hagyományos technológiával elérhető keménységet. A felületi rétegek (PVD, CVD, lézeres felületkezelés, stb.) élettartamának előzetes becslése nem egyszerű feladat. Mivel a kopásállóság a keménység-

gel jól korrelál, ezért célszerűnek tűnik a keménységmérés, mely természetesen más kísérletekkel kiegészítve nyújthat támpontot az adott réteg viselkedéséről. Hagyományos keménységmérési módszerekkel, mint a Rockwell vagy a Vickers ezek a bevonatok nem minősíthetőek, mivel a méréskor alkalmazott erő hatására a gyémánt mérőfej a bevonatot átszakíthatja, így a rétegről információt nem ad. Szükséges tehát a mikro- vagy nanokeménységmérés, amely esetén valóban a felületi réteg keménységét mérhetjük. [1, 2 ,3 ,4 ,5] A mérések elvégzéséhez a CSM Instruments cég MHT (mikrohardness tester) berendezése használható, a keménységmérés feltételeit is erre a berendezésre vonatkozóan foglaltuk össze.

**2. Az alkalmazott mikrokeménységmérő**

A keménységmérő (1. ábra) motoros mozgatású, a próbatestet mikronos elmozdulás pontosságú asztalára fogtuk fel. A keménységmérés elve Vickers gyémánt behatolási mélységének mérésén alapul (maximális behatolási mélység 200 µm), a környezetből származó rezgések nem kívánt hibát okozhatnak, ezért a berendezés rezgéscsillapító asztalon áll. A berendezés mind a felterhelés, mind a leterhelés ideje alatt folyamatosan méri a behatolás mélységét (2. ábra), melyből szoftvertámogatás segítségével keménységet és rugalmassági modulust is meg tudunk határozni.



1. ábra. Az alkalmazott CSM mikrokeménységmérő

2. ábra A leterhelés alatti és utáni lenyomat a felületen

**3. Az eredmények meghatározásának összefüggései**

Keménység a behatolási mélységből: 
$$h_c = h_m - \varepsilon \frac{F_m}{S} \tag{1}$$

ahol  $h_c$  a terhelés alatti behatolási mélység,  $h_m$  a gyémánt gúla hegye és az eredeti felület közötti távolság,  $F_m$  a terhelő erő,  $\varepsilon$  az alakváltozás mértéke és  $S$  pedig a terhelés változásának függvényéből szár-

maztatott meredekségi tényező.

$$\text{Számított érintkezési felület: } A_p = C_0 h_c^2 + C_1 h_c + C_1 h_c^{\frac{1}{2}} + \dots + C_8 h_c^{\frac{1}{128}} \quad (2)$$

$$\text{Számított keménység: } H_{IT} = \frac{F_m}{A_p} \quad (3)$$

A vizsgált anyag rugalmassági modulusa ahol  $\nu$  a Poisson tényező [1,2]:

$$E_{IT} = \frac{(1 - \nu^2)}{\frac{1}{E_{IT}^*} - \frac{(1 - \nu^2)}{E_i}} \quad (4)$$

### 3. Összehasonlító keménységmérések

A vizsgált acélminőségek egyike hagyományosan csapágyak készítésére alkalmas edzett BG42 jelű acél (ezután A), melynek kémiai összetételét az I. táblázat mutatja meg, míg a másik két vizsgált acélminőségről a gyártó nem közölt adatokat, csak annyit, hogy porkohászati eljárással készült anyagokról van szó (jelölésük B, C). Az összehasonlító vizsgálat célja, hogy a három anyagminőséget összehasonlítva, keménységi szempontból javaslatot tegyünk, hogy a hagyományos igen költséges anyag, kiváltható-e a másik két vizsgált acélminőség valamelyikével.

Mérések során az A és B próbatesteken 5-5 mérést, míg a C jelű próbatesten 4 mérést végeztünk el. Ezek eredményeként a mikrokeménységet (HV) valamint a rugalmassági modulust (E) határoztuk meg. A méréseket mikrokeménységmérő szoftverével értékeltük ki. Ennek segítségével vettük fel a keménységmérés során a terhelés maximumig történő növekedéséből, majd a leterhelés függvényéből a dódó behatolási mélységet.

*1. táblázat Az A jelű próbetest kémiai összetétele*

C %	Mn %	Si %	Cr %	Mo %	V %
1,15	0,50	0,30	14,50	4,00	1,20

A mérési eredmények átlagértékeit valamint minimum, maximum és medián értékeit a 2. táblázat foglalja össze. Jól látható, hogy a HV keménységi értékek mindhárom próbatest esetén közel azonos eredményt adtak. Az A jelű acél keménysége a legnagyobb, de ettől csak igen kis mértékben marad el a B és C jelű.

#### Vizsgálati körülmények:

- Választott Poisson tényező: 0,3;
- Felületi érdesség:  $R_a=0,63 \mu\text{m}$ ;
- Terhelési sebesség: 2000 nm/ min;
- Maximális terhelés: 1000mN.

A próbatestek előkészítése valamint a mérések során alkalmazott vizsgálati körülmények azonosak voltak.

2. táblázat. A mérési eredmények kiértékelése

	B	A	C
	<b>HV</b>		
<b>Átlag</b>	800.487	1095.729	865.728
<b>Min</b>	753.703	1003.806	833.901
<b>Max</b>	822.908	1229.974	914.271
<b>Median</b>	810.029	1081.612	849.067
	<b>E (GPa)</b>		
<b>Átlag</b>	240.720	265.414	254.526
<b>Min</b>	230.518	250.322	239.931
<b>Max</b>	245.564	274.731	268.418
<b>Median</b>	242.505	265.692	251.798

#### 4. Következtetések / Összefoglaló

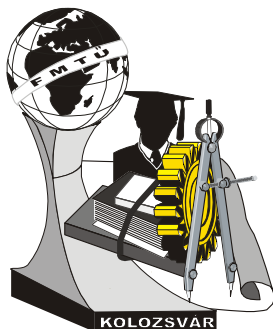
Mivel a három anyag vizsgálata során a gyakorlatban csapágyakhoz alkalmazott A jelű anyagtól kismértékben eltérő jellemzőket mutattak a B és C jelű próbatestek, egyértelműen nem mondható ki, hogy helyettesíthetik az A jelű anyagot. Az általunk végzett vizsgálati eredményeket tehát további anyagvizsgálatokkal szükséges kiegészíteni a gyakorlati alkalmazást megelőzően.

#### Irodalom

- [1] Kovács-Coskun T., Pinke P.: *CSM MHT keménységmérő alkalmazása vékony felületi rétegek vizsgálatánál*, Nemzetközi Gépész, Mechatronikai és Biztonságtechnikai Szimpózium, 2010. november 10-11, Óbudai Egyetem, Budapest
- [2] *CSM Handbook on Instrumented indentation*, CSM Instruments, Switzerland, Peseux 2010
- [3] Bitay E.: *Ceramic Particle Dispersion Analysis in Laser Surface Alloying*, Material Science Forum Vol. 508-509. pp. 295-300. Switzerland, 2006
- [4] Bitay E., Roosz A.: *Acélfelületek keménységének növelése lézeres átolvasztással*, Fiatal Műszakiak Tudományos Ülésszaka III. Erdélyi Múzeum Egyesület pp.253-256. 1998. Kolozsvár, Románia
- [5] Bitay E.: *Lézeres felületkezelés és modellezés*, Erdélyi Múzeum-Egyesület, 2007. pp. 21-26. Kolozsvár, Románia

**dr. Kovács-Coskun Tünde**, főiskolai docens  
Óbudai Egyetem  
Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai  
Mérnöki Kar  
H-1081 Budapest, Népszínház u. 8, Hungary  
Tel: +36/1 666 5327  
E-mail: kovacs.tunde@bgk.uni-obuda.hu

**dr. Pinke Péter**, egyetemi adjunktus  
Szlovák Műszaki Egyetem Pozsony  
Anyagtechnológiai Kar Nagyszombat  
Paulínska 16, 917 24 Trnava,  
Slovenská Republika  
Tel.: +421/33 552 1007  
E-mail: peter.pinke@stuba.sk



# XVI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2011. március 24–25.

## EGYOSZLOPOS MAGASRAKTÁRI FELRAKÓGÉPEK VÁZSZERKEZETÉNEK IGÉNYBEVÉTELEI

dr. KULCSÁR Béla, HAJDU Sándor, SZABÓ Zoltán, VITÁLIS Csaba

### Abstract

During our work we deal with the employment of the one-column automatic warehouse elevating grader's (here in after elevating grader) carcass, we would like to introduce its method of determining within the limits of our competitive design. Did complex calculations in the dangerous cross-sections of the steel structure according to the prescribed standards ([1] and [2]). We determined the loads of the structure and the generated employments and we also did the static control of the steel structure.

### Key words:

storage and retrieval machine, loads on steel structures

### Összefoglalás

Munkánk során az egyoszlopos magasraktári felrakógép (továbbiakban felrakógép) vázszerkezetének igénybevételeivel foglalkoztunk, azok meghatározási módját fogjuk bemutatni jelen cikkünk keretei közt.

Az előírt szabványoknak ([1] és [2]) eleget téve komplex számításokat végeztünk az acélszerkezet veszélyes keresztmetszeti pontjaiban. Meghatároztuk a szerkezeteket érő terheléseket és az ezekből keletkező igénybevételeket, illetve acélszerkezetük szilárdságtani ellenőrzését is elvégeztük.

### Kulcsszavak:

magasraktári felrakógép, acélszerkezetek terhei

### 1. Bevezetés

A cikkünkben bemutatott kutatási munkánk az egyoszlopos magasraktári felrakógépek acélszerkezetének szabványos méretezéséhez kapcsolódik. Ennek során olyan acélszerkezet-méretező számítási eljárás megalkotása volt a kitűzött cél, amely segítségével a valóságos munkakörnyezet által támasztott követelményeknek minden szempontból megfelelő szerkezet tervezhető. Munkánkat bizonyos bemenő paraméterek felvételével kellett kezdeni (például: a szerkezet jellemző sebességei és gyorsulásai), majd az előírt szabványok segítségével megállapítani a terheléseket (üzem közben és azon kívül fellépő erők, illetve nyomatékok) és meghatározni az ezekből származó igénybevételeket, majd a folyamat végén az igénybevételekből származó feszültségek meghatározása következett a szilárdságtani ellenőrzéshez.

A magasraktárak darabárak tárolására szolgáló olyan tárolólétesítmények, ahol speciális állványkiszolgáló gépekkel történik az anyagmozgatás, továbbá ide sorolandók még az olyan magasépítésű raktárak is, ahol az általános tároló magasság meghaladja az emelőtargoncák által elérhető legnagyobb emelési magasságot; az ilyen raktárak tárolótéri magassága elérheti akár az 50 m-t is. Az áruk be-, illetve kitérítését különleges (általában erre a célra kifejlesztett) felrakógépek végzik. Az ilyen raktári rendszerben főleg rakodólapos egységtrakományok tárolhatók, de kisebb méretű egységtrakományképző eszközök esetében is alkalmazható rendszer.

## 2. Acélszerkezet

A felrakógép acélszerkezete két alapvető részből áll, az oszlopból és a kerékszekrényből.

Az oszlop általában szekrényes, ritkább esetben rácsos szerkezetű és elsődleges feladata az emelt terhekből származó igénybevételek felvétele és az emelőkocsi megvezetése. Magasságára tekintettel több szekcióból szokás elkészíteni, ez költséghatékonyabb eljárást eredményez. A szerkezet haladó mozgásáért fellelős szerkezeti elem a kerékszekrény, csatlakozási pontjuknál adódik át a terhelés az oszlopról a kerékszekrényre és onnan a sínekre. A kerékszekrény sínen való futását egy hajtott, ill. egy szabadonfutó kerék biztosítja, az egész gép megvezetését pedig vezető görgők végzik. Szerkezeti kapcsolatok általában csavarozott, ill. hegesztett kötés.

## 3. Szabvány rövid ismertetése

Az acélszerkezet méretezésével a FEM 9.311. nemzetközi szabvány foglalkozik részletesebben. A szabvány három terhelési esetet határoz meg, azokat a terhelések üzem közbeni fellépése szerint csoportosítja, mivel ritkán fordul elő egy időben az összes terhelés. Ezen felül az egyes terhelési eseteket külön-külön tényezővel való szorzással kell figyelembe venni a számítások során.

### Főterhelések:

- *sajáttömegek*: azoknak a szerkezeti elemeknek a tömege, amelyek állandó jelleggel részét képezik a berendezésnek, például az oszlop és kerékszekrény tömege;
- *emelt terhek*: tartalmazzák a hasznos teher tömegét; az egységtrakományt kezelő berendezés, például kezelővilla tömegét; valamint az emelőkocsi ide tartozó részének tömegét; stb.

### További terhelés:

- *ferde futás miatt kialakuló erők*: ferdefutáskor, akkor beszélünk, amikor a felrakógép a haladás irányához képest bizonyos ( $\alpha$ ) szögben halad, ami súrlódási erőket eredményez, ezen erők a vezető elemekre hatnak;
- *terhek járdákon, lépcsőkön és korlátokon*: ha ezeken a szerkezeti részekon a közlekedő személyen kívül egyéb terhek is előfordulhatnak (például szerszámok, anyagok, stb.) akkor ezek hatását 300 kg koncentrált teher segítségével kell figyelembe venni, ha csak a közlekedő személy lehet, akkor ennek a tehernek az értéke 150 kg. A szabvány vízszintes járulékos teher figyelembe vételét is előírja, mely ér-

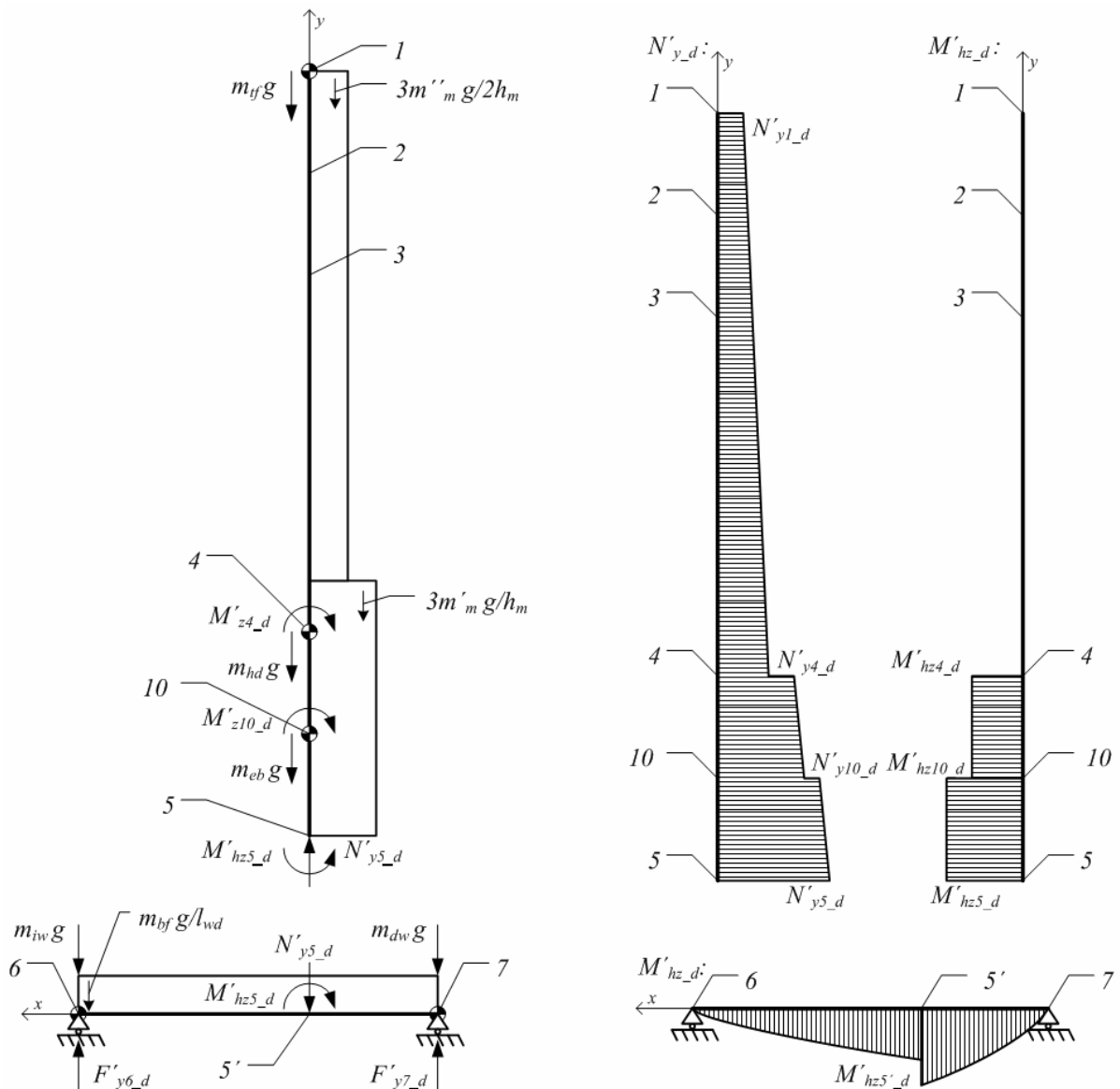
téke az első esetben 30 kg a második esetben pedig 15 kg.

**Rendkívüli terhelés:**

- *ütköző erők:* ez az erőhatás a pályavégi ütközőkre való felfutás esetén lép fel;
- *teher próba:* a névleges terhelés 125 % - val megterhelik a szerkezetet, még az üzembe helyezés vagy nagyobb felülvizsgálatok alkalmával;
- *zuhanásgátló fogószerkezet működésbe lépése:* ha az emelőkocsi túllép egy megengedett sebesség-értéket, akkor lép működésbe az alábbi szerkezet (üzemi balesetek elkerülése végett építik be).

**4. Terhelésekből származó igénybevétel**

Az acélszerkezetet igénybevételeinek meghatározásához első lépésként a valóságnak megfelelő statikai modellt kellett elkészíteni, amire már fel lehet írni statikai egyenleteket és a továbbiakban a szilárdságtan módszerével méretezhető, ill. ellenőrizhető. Az 1. ábrán kiemeltük a *sajáttömegek hatására*



1. ábra Ébredő erőhatások és igénybevételi ábrák a sajátömegek hatására



keletkező erőhatásokat és igénybevételeket, mindezek mellett még számolni kell az *emelt terhek súlyának hatására* -, az *emelt terhek x-irányú gyorsulásának hatására* -, a *sajáttömegek x-irányú gyorsulásának hatására* és a *hasznos teher z-irányú gyorsulásának hatására* keletkező igénybevételekkel.

## 5. Következtetések / Összefoglaló

Cikkünkben az egyoszlopos magasraktári felrakógép vázszerkezetének igénybevételeivel és azok meghatározásával foglalkoztunk.

A témához íródott szabványok alapján elvégeztük számításainkat az acélszerkezet veszélyes keresztmetszeti pontjaiban. Meghatároztuk a szerkezeteket érő terheléseket és az ezekből keletkező igénybevételeket, továbbá szilárdságtanilag ellenőriztük.

A kapott eredmények alapján nagy valószínűséggel kijelenthetjük, hogy az általunk tervezett szerkezet esetleges legyártása után megfelelne a valóságos környezetben támasztott követelményeknek, ezeket számításaink is bebizonyították.

## Irodalom

- [1] FEM 9.311: *Rules for the Design of Storage and Retrieval Machines – Structures*, 1978
- [2] MSZ 15024/1: *Építmények acélszerkezeteinek erőtani tervezése*, Budapest, 1985
- [3] dr. Felföldi László: *Anyagmozgatás kézikönyv*, Budapest, 1975

### Prof. dr. Kulcsár Béla, Dékán

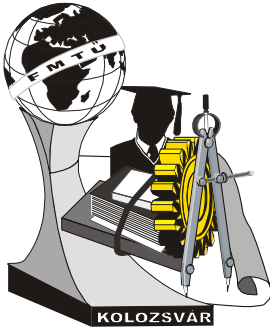
Munkahely: Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Közlekedésmérnöki Kar,  
Építőgépek, Anyagmozgatógépek és Üzemi Logisztika Tanszék  
1111, Budapest, Bertalan Lajos u. 7-9.  
E-mail: kulcsar-bela@eagt.bme.hu

### Hajdu Sándor, főiskolai adjunktus

Vitális Csaba, hallgató

Szabó Zoltán, hallgató

Munkahely: Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Gépészmérnöki Tanszék  
Cím: 4028, Debrecen, Ótemető u. 2-4.  
E-mail: hajdusandor@eng.unideb.hu  
v431102@gmail.com  
zoltan1201@gmail.com



# XVI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2011. március 24–25.

## ROSTIRÁNYÚ TÖMÖRÍTÉS HATÁSA A BÜKK LOGARITMIKUS DEKREMENTUMÁRA

KUZSELLA László

### Abstract

The improvement of science and technology have emerged a high number of applications to change the structures and properties of almost all materials. Wood is not an exception either with new technologies to change its properties since its area of application has continuously been extended. One of the most perspective is the wood compression in fiber direction. This process changes the properties of the wood material and results in a number of new applications. This publication based on the usage a very simple method which shows the effect of the fiber direction compression on beechwood.

### Key words:

longitudinal compression of wood, logarithmic decrement, damping characteristics internal friction

### Összefoglalás

A tudomány és a technológia fejlődésével egyre több módszer születik az anyagok szerkezetének és ezzel együtt tulajdonságainak megváltoztatására valamint ezek vizsgálatára. Nem kivétel ez alól a fa sem. Újabb és újabb technológiák születnek a faanyag megváltoztatására, miáltal alkalmazási területe is folyamatosan bővül. Rostirányú tömörítés hatására a faanyag mikroszerkezete megváltozik, aminek eredményeképpen a faanyag tulajdonságai drasztikusan megváltoznak. A cikk egy rendkívül egyszerű módszert mutat be a logaritmikus dekrementum meghatározására, melynek segítségével nyomon követhető a rostirányú tömörítés hatása bükk faanyagon.

### Kulcsszavak:

rostirányban tömörített faanyag, logaritmikus dekrementum, csillapítási tényező, belső súrlódás

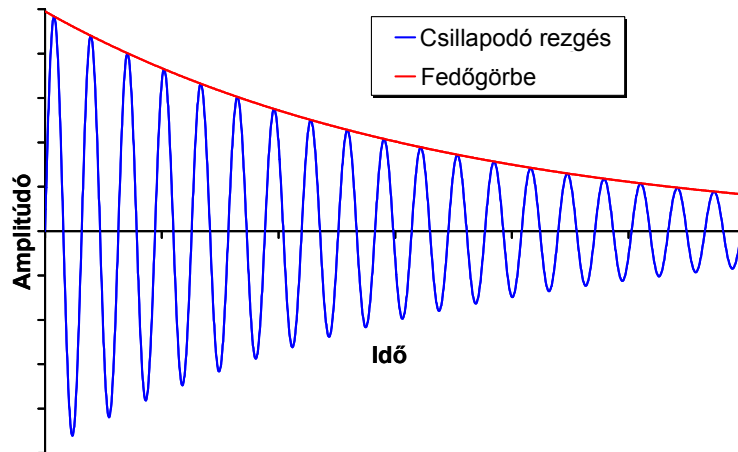
### 1. Rezgés csillapodása, logaritmikus dekrementum

Rezgésbe hozott szilárd test rezgése az idő múlásával fokozatosan csillapodik, amplitúdója csökken, majd elhal. A rezgésbehozáskor bevitt energia egyrészt hang formájában kisugárzódik valamint, hővé alakul a test megfogási pontjain, alátámasztásain a súrlódás következtében, valamint az anyag belső súrlódása következtében elnyelődik. Ezt nevezzük csillapodásnak. A csillapítás eredményeképpen a rezgések a szilárd testben nem pontosan harmonikus rezgések. Időben csillapodó rezgést általános alakban a következő függvény írja le.

$$x(t) = x_0 \cdot e^{-\beta t} \cdot \sin(2\pi \cdot f \cdot t + \alpha) \quad (1)$$

Ahol,  $x$  – kitérés mértéke;  $x_0$  – kitérés a kezdő időpillanatban;  $f$  – a csillapított rezgés frekvenciája;  $\alpha$  – a fáziseltolódás szöge;  $t$  – idő;  $\beta$  – csillapítási tényező.

A következő, 1. ábrában megfigyelhető a csillapodó rezgés és a burkológörbéje.



1. ábra Csillapodó rezgés és exponenciális fedőgörbéje

A függvény felbontható két függvény szorzatára – a (1) egyenletnek megfelelően – egy szinuszos függvényre és egy exponenciális részre. Az exponenciális rész a csillapodó rezgés fedőgörbéjeként is felfogható [1].

A csillapítási tényezőtől több csillapítást leíró paraméter is elterjedt, ezek közül az egyik legfontosabb a logaritmusos dekrementum ( $\Lambda$ ), mely két egymást követő amplitúdó hányadosának a természetes alapú logaritmus.

$$\Lambda = \ln \frac{A_n}{A_{n+1}}, \text{ általános esetben pedig } \Lambda = \frac{1}{k} \ln \frac{A_n}{A_{n+k}} \quad (2)$$

Ahol,  $k$ : = a lengések száma.

A logaritmusos dekrementum használatának előnye, hogy független a rezgés frekvenciájától és segítségével megadható a csillapító erők által befolyásolt rezgés frekvenciája a következő összefüggéssel [2].

$$f_0 = f \sqrt{1 + \left(\frac{\Lambda}{2\pi}\right)^2} \quad (3)$$

Ahol,  $f_0$ : a csillapítatlan rezgés frekvenciája.

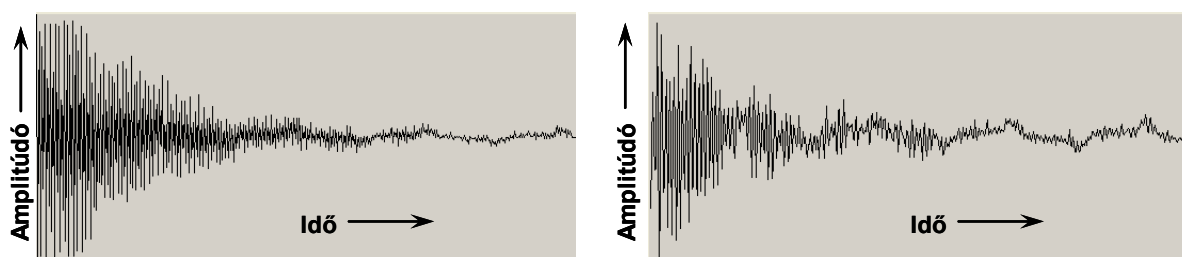
A logaritmusos dekrementum meghatározása az előző képletek alapján egyszerűnek tűnik. A csillapodó rezgést rögzíteni kell digitálisan, és a fedőgörbe egyenletéből a kitevő és a frekvencia segítségével kiszámítható. Ez a gyakorlatban úgy történik, hogy elvégezzük kétszer időben eltolva a digitális jel Fourier transzformációját. Kiválasztjuk valamelyik tetszőleges karakterisztikus csúcsot és a csúcs-

amplitúdók aránya és az időeltolás ismeretében a logartmikus dekrementum kiszámítható a (2) egyenlettel [3].

A karakterisztikus csúcs kiválasztásakor célszerű olyat választani, amelynek amplitúdója minél nagyobb és a többi csúcstól jól elkülönül. Ebből az okból kifolyólag a longitudinális hullámok sajátfrekvencia csúcsa a legkézenfekvőbb. A módszer kivitelezése számítógépet és megfelelő szoftvert használva viszonylag egyszerű. Az időeltolást ( $k \cdot T$ ) úgy kell megválasztani, hogy 3...5 periódus idejétől nagyobb legyen, és ne legyen túl nagy sem, mert a második Fourier transzformált a zaj tartományába eshet.

## 2. Mérések

Rostirányban tömörített bükk faanyag logartmikus dekrementumát mértük nagyérzékenységű mikrofon, számítógép és célprogram segítségével. Az érték, a rezgés digitalizálása után az alkalmazott FFT szoftver segítségével kisebb átalakítással meghatározható. Alátámasztásnak polietilén habot, a rezgés keltésére pedig kisfejű acélkalapácsot használtunk. A 1. ábrában egy tömörítetlen, és egy 15%-kal tömörített bükkfa csillapodó rezgései figyelhetők meg. Megfigyelhető, hogy a nagyobb tömörítés gyorsabb csillapodást eredményez.



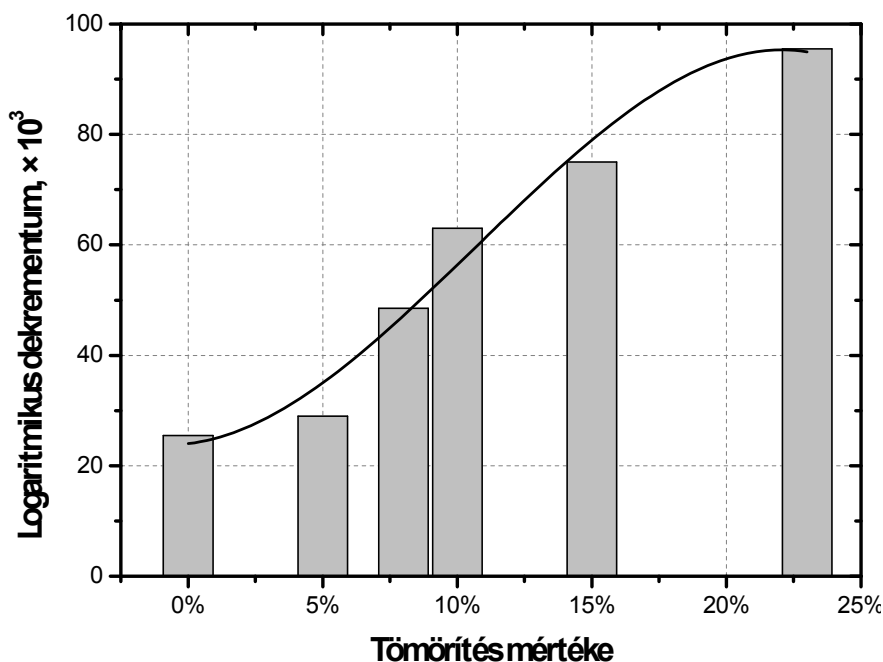
a) Tömörítetlen

b) Tömörítés mértéke 15%

2. ábra Bükkfa csillapodó rezgései

A vizsgálatokat összesen hat tömörítés szinten végeztünk. Az eredeti hosszhoz képest tömörítetlen, 5%, 8%, 10%, 15% és 23%-ban tömörített fahasábokon.

A diagramon jól látható (3. ábra), hogy a rostirányú tömörítés következtében a logartmikus dekrementum növekszik. Az eredeti hosszhoz viszonyított 23%-ban tömörített bükk faanyag esetében négyszeres értékre nő.



3. ábra Logaritmiikus dekrementum változása a rostirányú tömörítés függvényében

### 3. Összefoglalás

Adott anyag logaritmiikus dekrementuma jellemzi az anyag veszteségi tényezőjét ( $tg\delta$ ) és belső súrlódását, ezzel együtt az anyag viszkoelasztikus viselkedésére is következtetni lehet belőle. Minél nagyobb a logaritmiikus dekrementum értéke, annál inkább viszkoelasztikusan viselkedik az anyag.

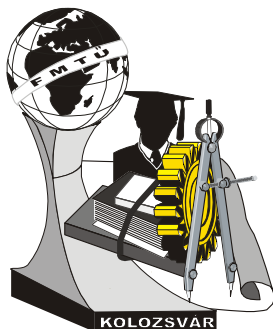
Vizsgálatok eredménye alapján megállapítható, hogy a logaritmiikus dekrementum értéke a tömörítés mértékének növekedésével növekszik. A növekedés a tömörítés függvényében előre tervezhető, vagyis a rostirányú tömörítéssel a bükk skálázható csillapítási tényezővel rendelkezhet. Ez az alkalmazások széles skáláját nyitja meg a technológia előtt.

### Irodalom

- [1] Heinrich Kuttruff: *Acoustics – An introduction*, Taylor & Francis, London, 2007
- [2] Voichița Bucur: *Acoustics of Wood*, Springer Series in Wood Science, Berlin, 2006
- [3] Lawrence E. Kinsler, Austin R. Frey, Alan B. Coppens: *Fundamentals of Acoustics*, J. Wiley, New York, 2000

**Kuzsella László**, okleveles mérnök-fizikus

Munkahely: Miskolci Egyetem, Műszaki Anyagtudományi Kar, Polimermérnöki Tanszék  
 Cím: 3515, Magyarország, Miskolc–Egyetemváros  
 Telefon / Fax: +36 46 565 111 - 2074  
 E-mail: femkuzsy@uni-miskolc.hu



# XVI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2011. március 24–25.

## NÖVÉNYI APRÍTÉK FELÜLETÉNEK KÉPFELDOLGOZÁSSAL TÖRTÉNŐ MEGHATÁROZÁSA

LÁGYMÁNYOSI Attila, SZABÓ István

### Abstract

In the field of agriculture and in many other cases digital image processing is a popular and important application [3]. For example the visual appearance of food is a key factor in quality assessment. In the field of agricultural energy plants the visual inspection are important parameters. The different chaff are power source in agricultural plants. The chaff many parameters are be determine with visual inspection. The surface of wood/plant choppings utilised for energy production is an important parameter [7]. The exact measurement of the surface with conventional means turns out to be quite difficult sometimes even impossible. In the framework of wood/plant chopping assessment the article suggests digital image processing for the purposes of surface measurement.

### Key words:

chaff, imaging, informatics

### Összefoglalás

A digitális képfeldolgozás egy népszerű és fontos alkalmazás a mezőgazdaság különböző területein [3]. A vizuális jellemzők az élelmiszeripar területén is kulcsfontosságúak pl. a minőség-ellenőrzés területén. A mezőgazdasági energianövények alkalmazása feldolgozása osztályozása során is gyakran alapszempontra a vizuális jellemzők meghatározása. A különböző növényi aprítékok alkalmazhatók egyebek között energiaforrásként is. Az energiaforrásként alkalmazott apríték felülete egy fontos paraméter [7]. Az apríték felületének meghatározása hagyományos eszközökkel igen nehézkes és néha lehetetlen is. A cikk a digitális képfeldolgozást, mint egy a felület meghatározására is alkalmas eszközt mutatja be növényi aprítékok vizsgálatára során.

### Kulcsszavak:

növényi apríték, képfeldolgozás, informatika

### 1. Bevezetés

Az energiaforrásként felhasznált növényi aprítékok leggyakrabban valamilyen égetés vagy fermentációval előállított biogáz formájában kerülnek hasznosításra. Mindkét esetben fontos paraméter az aprítottság mértéke valamint az adott aprítékban előforduló méretosztályok összetétele, eloszlása [5]. Az apríték felületének ismerete a fermentáció során a gázképződést befolyásoló tényezőként jelentkezik. Halmaz égetéskor az égés felületi kémiai reakció formájában megy végbe. Ez azt jelenti, hogy az égés sebessége és a hő-teljesítmény a halmaz égés szempontjából mérhető effektív felületétől függ. Az égéstérben tartózkodási idő, mely alatt az anyag elég az éghető anyag térfogatával arányos. A károsanyag kibocsátás pedig a levegő és az anyaghalmaz effektív felületén keletkező éghető anyag aránytól függ. A takarmánycélú felhasználás során sem tetszőleges az apríték mérete és összetétele, ezért a fe-

lület, mint jellemző paraméter ismerete az illetéknéppen történő felhasználás során is fontos információt jelent.

A felület meghatározása hagyományos mérőeszközökkel nagyon körülményes, sőt esetenként szinte lehetetlen, mivel már az egyes apríték darabok is alapvetően nem szabályos síkokkal határolt szabadformák, amik igen nehezen méretezhetőek. A halmaz szintjén vizsgált aprítékok a mérésekhez alig szolgáltatnak stabil viszonyítási pontokat és kontakt mérés közben könnyen átrendeződnek meghamisítva az addig felvett mérési pontok helyzetét.

## **2. A képfeldolgozás nyújtotta lehetőségek**

A hagyományos módszerek nehezen alkalmazható és pontatlan eredményeinek kiküszöbölésére a képfeldolgozást már több mint két évtizeddel ezelőtt elkezdtek alkalmazni a növényi aprítékok osztályozásában [2]. Az eltelt időszakban az osztályozást (méretbesorolást, idegen anyag kiszűrést) meg is változtatták, igen bonyolult gépsorok segítségével szétválogatott egyrétegű egymástól jól elkülönülő apríték esetében [1]. Ezt a technikát jelenleg leginkább apró granulátumszerű, élelmiszeripari termékek, mezőgazdasági termények, vagy ipari termékek esetében alkalmazzák. Ezen eljárások gyakran az anyagi jellemzők alapján a közeli infratartományban [6] készített képek felhasználásával szín alapján válogatnak. A méretosztályozást végző eljárások alapvetően a síkbeli vetületek alapján hoznak döntéseket és végeznek méréseket. Megállapítható tehát, hogy már jól kidolgozott és működő eljárások a síkbeli vetület méreteinek meghatározására vagy éppen az osztályozásra kiválóan alkalmazhatók, de felület meghatározásra nem [4].

A képfeldolgozásban a felület meghatározás egyik legismertebb területe a térinformatika, ahol a felületi, domborzati viszonyokat több eltérő pozícióból készített fénykép alapján állítják elő. Ezeket jól alkalmazzák domborzati viszonyok és az épületek modellezése során is. Ezen a területen alkalmazott eljárás elsősorban jónak tűnik az apríték felületének meghatározására is, azonban itt a jó eredmények eléréséhez számos a képkészítést kiegészítő referenciamérés és referenciapont szükséges. A növényi aprítékok esetében az ilyen kiegészítő mérések elvégzése a kis méretek és az apríték elmozdulása miatt nehezen kivitelezhető.

A molekuláris biológia és az orvos elektronika területén alkalmazott 3D modellezések és számítások jó eszközrendszert kínálnak felület meghatározásra, de a határoló felületek itt szabályosak és alapvetően alakzatok ismétlődésének azonosításával kalkulál, ami az aprítékok esetében csak korlátozottan alkalmazható.

## **3. A képkészítés megvalósítása**

A szabad felületek digitalizálására az ún. 3D szkennelés kínál viszonylag új módszereket. Itt valamilyen vonallal kijelölt, egymáshoz képest eltolt és folyamatosan elmozduló sávokat rögzítenek egymás után sorról sorra kamerával. A kamerával rögzített sorokat utána egyetlen képpé összeállítva kapjuk a

3D képet. Az elkészült képek a vonalak illetve sávok finomságától és a képkészítési pozíciók számától függően szolgáltatnak részletes képet a vizsgált objektumról. Ilyen módszereket használnak számos ipari termék előállításánál az ún. „Reverse Engineering” alkalmazásának keretein belül.

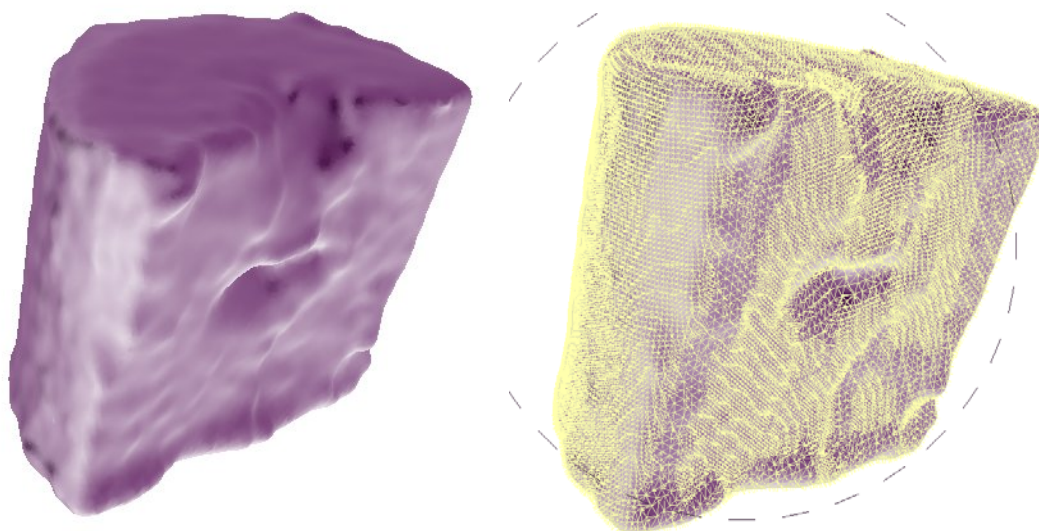
A 3D- szkennelés, tehát egy jó módszernek tűnik az aprítékok 3D képének elkészítésére. A reverse engineering azonban nem kínál kész megoldásokat a beszkennelt objektum felületének meghatározására. A már elkészült képből a felület meghatározását valamilyen matematikai eszközzel célszerű elvégezni.

#### 4. A 3D felület meghatározása

A felület meghatározására egy már meghatározott pontfelhőt feltételezve, azokat megfelelő mátrixba rendezve felületi háló kifeszítése válik lehetővé. A háló kifeszítése már a háló csomópontjainak ismeretében az elemi felületrészek kiszámítását teszi lehetővé.

Az elemi felületértékeket összeadva megkapjuk a teljes objektum felületét.

A felület nominális mértékegységet is kifejező értéke természetesen az alkalmazott mátrix pontjainak távolságától függ. Ennek a távolságnak a meghatározására az objektumon elhelyezett referenciapontok nyújthatnak segítséget. Van azonban arra is lehetőség, hogy referenciapontok felvétele nélkül is meghatározható legyen a képpontok nagysága, ill. távolsága. Ha ismert a kép felbontása valamint a teljes kép mérete, akkor a pixelméret és távolság már számítható, így referenciapontok nélkül is van lehetőség mérőszámokkal jellemzett számítások végzésére is. A számítások elvégzéséhez a MATLAB programcsomag jól alkalmazható, hiszen itt a mátrixok kezelése valamint a felületekre történő háló illesztése megoldható feladatot jelent.



1. ábra Elemi aprítékról készült háromdimenziós kép és az illesztett modell

#### 5. Következtetések / Összefoglaló

Összefoglalóan megállapítható, hogy a 3D lézer szkennelés használható megoldást nyújt növényi aprí-





## 2. *ábra* Rendezetlen apríték halmazról készült háromdimenziós kép

tékok háromdimenziós képének elkészítésére. Az elkészített képek felületének meghatározására MATLAB programmal lehetséges. A kapott eredmények további kutatások alapjául szolgálhatnak a növényi aprítékok vizsgálataiban.

### Irodalom

- [1] BOCKISH, F-J, AUMÜLLER, C (1989): *Anforderungen an die Häckselqualität*, Gießen, Landtechnik 4/1989 p. 135-137
- [2] SZENDRŐ, P. (1995): Szálas zöldtakarmányok szecskázása, Akadémiai kiadó Budapest, 43p
- [3] GRANITTO, P.M. et al (2002): *Weed seeds identification by machine vision*, Computers and Electronics in Agriculture 33 (2002), 91-103
- [4] SZABÓ I., KÁTAI L., BENSE L. (1996): *A digitális képfeldolgozás alkalmazási lehetőségei a mezőgazdaságban*, MTA-Agrárműszaki Bizottság Kutatási és Fejlesztési Tanácskozása, Gödöllő, 3. kötet, p. 126-131
- [5] SZENDRŐ, P., KIS, P., BENSE, L. (1998): *Analysing chopped green maize forages by the fractions*, Hungarian Agricultural Engineering, 11: 33-35
- [6] K. D. SZALAY, I. T. TOLNER, J. DEÁKVÁRI, L. KOVÁCS, P. KARDEVÁN, L. FENYVESI (2010): *The potential of using and expanding the hyperspectral applications in Hungary*, 7<sup>th</sup> International Conference of PHD Students University of Miskolc, Hungary 59-62 pp
- [7] BENSE L., L. FENYVESI, P. TÓVÁRI, I. SZABÓ, P. SZENDRŐ: *Combustion-kinetic investigation of lignous chips*, Synergy and Technical Development in the Agricultural Engineering, Gödöllő, Hungary, 30. August - 02. September 2009. ISBN 978-963-269-111-4

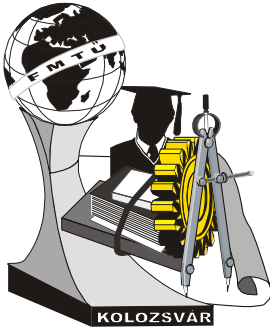
**Lágymányosi Attila**, egyetemi tanársegéd / PhD hallgató

Munkahely: Szent István Egyetem Gépészmérnöki Kar

Cím: H-2103 Gödöllő Páter K. u. 1.

Telefon / Fax: +36-28-5220801

E-mail: lagymanyosi.attila@gek.szie.hu



# XVI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2011. március 24–25.

## FORGÁCSOLÁSI HŐMÉRSÉKLET KOMPOZIT ANYAGOK FORGÁCSOLÁSAKOR

LÍSKA János, PhD.

### Abstract

At the present time composite materials are used in many areas of industry. The main bearing is still in the aircraft industry. The main problem by the composite materials machining is tool-wear, tool life and temperature during the machining of polymer composite materials. This paper deals with the problematic of a cutting temperature by the machining GFRP (Glass Fibre Reinforced Plastics) composite materials, one coated milling tool and three differently cutting conditions ( $v_c$ ,  $f_z$ ,  $a_p$ ). In the end of this paper I evaluate these results illustrated in a graph and figures.

### Key words:

cutting temperature, composite, milling, infrared camera

### Összefoglalás

Napjainkban a kompozit anyagok egyre több ipari ágazatban alkalmazzák, főként a repülő iparban. A kompozit anyagok forgácsolása közben különböző problémák lépnek fel: kopás, forgácsolási hőmérséklet. Ebben a jegyzetben a forgácsolási hőmérsékletek alakulásával foglalkozom az üvegszál GFRP kompozit anyagok marása közben, különböző forgácsoló feltételek ( $v_c$ ,  $f_z$ ,  $a_p$ ) mellett. Az eredményeket táblázatokba és grafikonokba foglaltam össze.

### Kulcsszavak:

forgácsolási hőmérséklet, kompozit, marás, infrakamera

### 1. Kompozit anyagok tulajdonságai és felosztása

A kompozitok olyan összetett anyagok, amelyek két vagy több különböző szerkezetű, makro-, mikro- vagy nanoméretben elkülönülő anyagkombinációkból épülnek fel úgy, hogy az anyagok előnyös tulajdonságai kiemelkednek, a hátrányos tulajdonságok pedig háttérbe szorulnak. Az alapanyagot mátrixnak, a többi elemet pedig második (vagy erősítő) fázis (ok)nak nevezzük [3].

A kompozitok csoportjába leggyakrabban olyan anyagot sorolunk, amelyre érvényesek a következő követelmények:

- mesterséges kialakítás;
- legalább kémiailag két különböző összetevőből állnak;
- az összetevőknek makroszkópikus szinten egyenletes a térbeli eloszlásuk;
- a kompozitok eredő tulajdonságai különböznek az összetevők tulajdonságaitól [3].

Ezek a feltételek kizárják a vegyes természetű anyagokat (pl. fa lignid mátrixsal, szálakkal erősített celluloid, bambusz, szövetek, csontok), szőtt anyagokat és másokat [2], [3].

Napjainkban a kompozit anyagokat a mátrix típusa és a gyártás módja szerint tudjuk felosztani.

A mátrix típusa szerinti felosztás:

- poliméres (termoplasztok);
- fémes (szálakkal erősített);
- kerámiás.

A gyártás módja szerint:

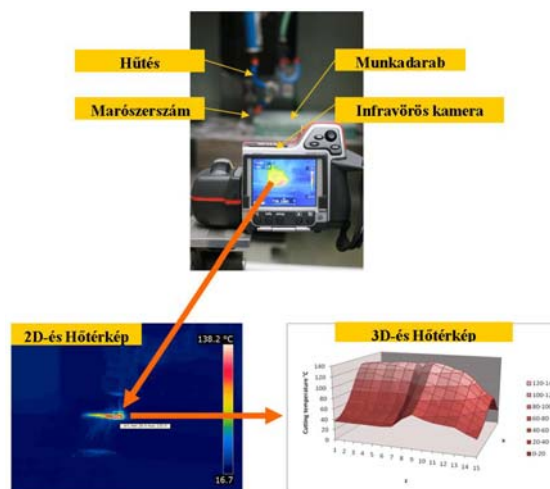
- oxidációval;
- keveréssel;
- alakítással;
- infiltrációval [2], [3], [4].

## 2. Forgácsolási hőmérséklet mérése GFRP kompozit anyag marásakor

A mérések a Kecskeméti Főiskola Gépipari és Műszaki Főiskola Karán végeztük el. Fő célunk a forgácsolási hőmérséklet meghatározása volt az üvegszál erősítésű, GFRP anyagok marása közben keményfém TiSiN bevonatú kis átmérőjű ( $\varnothing$  6 mm) maróval és különböző forgácsolási feltételekkel, hideg levegős hűtéssel.

A mérések során a Tomill 250 3D CNC-vezérlésű marógépet használtuk. A forgácsolási körülmények az 1. táblázatban láthatók.

Az 1. ábra a mérés folyamatát mutatja egészen a kiértékelésig. A mérések egy FLIR T360-as hőkamerával valósítottuk meg. A kiértékelési folyamat lényege, hogy a 2D-es hőképből egy szoftver segítségével, amely tartozéka a berendezésnek, az adatokat át lehetett konvertálni egy táblázatkezelőbe, és az adatokból létre lehetett hozni a 3D-s hőképet, amely hatékony segítséget nyújt az adatok feldolgozásakor [1].



1.ábra A kiértékelés folyamata FLIR T360 hőkamerával

**1.táblázat** Forgácsolási körülmények és eredmények

	$v_c$ [m/min]	$f_z$ [mm]	$a_p$ [mm]	$a_e$ [mm]	$z$ [-]	$v_f$ [mm/min]	Hőmérséklet [°C]
1	150	0,05	1,5	3	4	1592,4	95,1
2	250	0,05	1,5	3	4	2653,9	100
3	250	0,05	2,5	3	4	2653,9	142,4
4	150	0,05	2,5	3	4	1592,4	133,8
5	150	0,1	1,5	3	4	3184,7	87,8
6	250	0,1	1,5	3	4	5307,9	94,1
7	250	0,1	2,5	3	4	5307,9	144,6
8	150	0,1	2,5	3	4	3184,7	111,4
9	200	0,05	2	3	4	2123,1	154,4
10	250	0,075	2	3	4	3980,0	105,8
11	200	0,075	2,5	3	4	3184,7	134,7
12	150	0,075	2	3	4	2388,5	100,1
13	200	0,1	2	3	4	4246,3	112,6
14	200	0,075	1,5	3	4	3184,7	98,6
15	200	0,075	2	3	4	3184,7	114,9

A méréseket a teljes faktoriális kísérlettervezés alapján állítottam össze. Összesen 15 mérést végeztem el, három különböző változóval ( $v_c$ ,  $f_z$ ,  $a_p$ ). A 2. táblázat a variációs intervallum és a kísérleti beállítások szintjeit láthatjuk kiszámítva különböző állandókra.

A Taylor-féle összefüggés alapján felírhatjuk a priori összefüggést:

$$\Theta = C_{\Theta} \cdot v_c^m \cdot f_z^{XT} \cdot a_p^{YT} \quad (1)$$

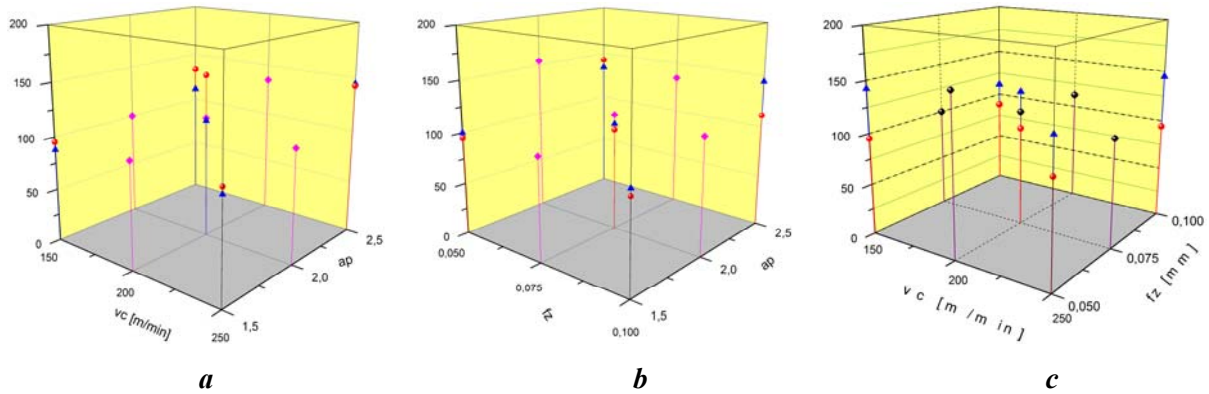
ahol a  $C_{\Theta}$  az ismeretlen állandó és az  $m$ ,  $XT$ ,  $YT$  az ismeretlen hatványkitevők. Az (1) összefüggés logaritmizálása és transzformációja után a következő összefüggést kapjuk:

$$y = b_0 + b_1 \cdot x_1 + b_2 \cdot x_2 + b_3 \cdot x_3 \quad (2)$$

E polinom állandóit már meg lehet állapítani. A mátrixszámítás egyszerűsítéséhez az EXCEL táblázatkezelőt használtam. A behelyettesítés után a következő kitevős egyenletet kaptam:

**2.táblázat.** Kísérleti beállítások szintjei

Variációs intervallum és a kísérleti beállítások szintjei	Forg. sebesség $x_1 = \text{m/min}$	Fog. előtolás $x_2 = \text{mm}$	Fog. mélység $x_3 = \text{mm}$
	$x_1$	$x_2$	$x_3$
alapszint $x_i = x_{i0} = 0$	200	0,075	2
variációs interv. $\Delta x_i$	50	0,025	0,5
alsószint $x_i = x_{ia} = -1$	150	0,05	1,5
felsőszint $x_i = x_{if} = +1$	250	0,1	2,5



**2.ábra.** Forgácsolási hőmérsékletek alakulása *a* –  $v_c$ - $a_p$  arányában, *b* –  $f_z$ - $a_p$  arányában, *c* –  $v_c$ - $f_z$  arányában

$$\Theta = 14,72 \cdot v_c^{0,21} \cdot f_z^{-0,187} \cdot a_p^{0,657} \quad (3)$$

Az eredményeket a jobb szemléltetés érdekében a 2. ábrán láthatjuk.

### 3. Következtetések, megállapítások

A (3) kitevős összefüggéssel kimutattam, hogy az üvegszál erősítésű GFRP anyagok marása közben a keményfém alapanyagú, TiSiN bevonatú, kis átmérőjű ( $\varnothing 6$  mm) maróval a forgácsoló sebesség ( $v_c$ ) és a fogásmélység ( $a_p$ ) növelésével a forgácsolási hőmérséklet növekszik.

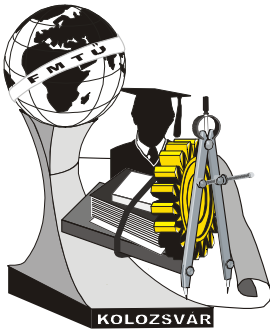
Megállapítottam, hogy a fogankénti előtolás ( $f_z$ ) növelésével a forgácsolási hőmérséklet csökken. Ez azzal magyarázható, hogy a kis fogankénti előtolásoknál a szerszám csak az erősen abrazív üvegszálakat vasalja, nem forgácsolja a töltőanyag és a mátrix kompozitját, így növekszik a forgácsolási hőmérséklet és ez negatívan hat ki a szerszám élettartamára is. Ezért, előnyösebb a vizsgált határok közt ( $f_z = 0,05 \dots 0,1$  mm/fog) a nagyobb fogankénti előtolásokat használni az üvegszálás kompozit anyagok forgácsolásakor.

### Irodalom

- [1] KODÁCSY, J.: *Investigation on the thermal phenomena of cutting processes*, Academic Journal of Manufacturing Engineering, Vol. 7, 30-35 (3/2009).
- [2] SKOČOVSKÝ, P. a kol.: *Náuka o materiáli pre odbory strojnícke*, 2 vydanie. EDIS. Žilina 2006.
- [3] TÁBORSKÝ, L., ŠEBO, P.: *Konštrukčné materiály spevnené vláknami*, Alfa 1982.
- [4] VASILKO, K. a kol.: *Nové materiály a technológie ich spracovania*, Alfa, Bratislava 1990.

**Liska János**, PhD.

Munkahely: Kecskeméti Főiskola, GAMF Kar, Fém- és Műanyagfeldolgozó Technológiai Intézet, Gépgyártástechnológiai Szakcsoport  
Cím: Magyarország, 6000 Kecskemét, Izsáki út 10  
Telefon: 003620/3370355  
E-mail: liska.janos@gamf.kefo.hu



# XVI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2011. március 24–25.

## CAM STRATÉGIÁK HATÁSAI A FELÜLETEK MIKRO ÉS MAKROGEOMETRIAI TULAJDONSÁGAIRA

LÍSKA Katalin, PhD.

### Abstract

Contribution is established on the determination of CAM finishing strategy influence on the dimensional and shape accuracy of single and shaped surfaces in the milling process. These surfaces are classified on the basis of surface investigation from the all possible aspects. The technological aspect was preferred at this division.

Paper also deals with CAD/CAM systems, specifically with CAM strategies, which are nowadays often utilized. In contribution is also mentioned the question of shape and dimensional accuracy measurement and all resources of measurement presently utilized in praxis are described as well.

Experiments, which were proposed, were oriented on the milling process, specifically on the finishing process. The partial experiment – proposal and milling of surfaces – was planned. It was one factorial experiment. The factors, that were investigated, were the CAM strategies. The other conditions such as cutting parameters, the MTWP system, etc. were kept unchanged. After accomplishment of partial experiments the deviations of shape and dimensional accuracy of milled surfaces were determined. Experiments run repeatedly over a set of directions, without big errors and imperfections.

### Key words:

Finishing CAM strategies, dimensional accuracy, shape accuracy, roughness.

### Összefoglalás

A dolgozat a simító CAM-stratégiák hatásaival foglalkozik a különböző felületek méretpontosságára és alakpontosságára, marásnál. Ezek a felületek különböző szempontból osztottam fel. A cikkben a technológiai szempont volt az elsődleges. A dolgozat foglalkozik a CAD/CAM-rendszerekkel is, pontosabban a CAM-stratégiákkal, amelyek ma nagyon fontosak a CNC-vezérléssel megvalósított 3D-s alkatrészgyártás szempontjából.

Foglalkozom továbbá a felületek méretpontosságával és alakpontosságával, jellemzem a napjainkban használatos mérési lehetőségeket, azok használhatóságát.

A megtervezett és a marási folyamatra elvégzett kísérletek a simítási folyamatra összpontosultak. A kísérletek egyik részét, vagyis a felületek tervezését és megmunkálását, egyfaktoros kísérletként terveztem meg. Ez az egy faktor a különböző CAM-stratégiák típusa volt. Az egyéb feltételek, mint a forgácsolási paraméterek és az MKGS rendszer, változatlanok maradtak a megmunkálás folyamán.

A megmunkálás után a mérethibák és alakhibák mérése következett a felületeken. A mért méret- és alakhibákat grafikusán és statisztikailag is kiértékeltek, táblázatban rögzítettük a kapott eredményeket. A kísérletek és mérések az előre összeállított tervek alapján történtek.

### Kulcsszavak:

simító CAM-stratégiák, méretpontosság, alakpontosság, felületi érdesség.

## 1. Bevezetés

Napjainkban ismert, hogy az alkatrészek alakjára és méreteire sok tényező van hatással a gyártás folyamán. Ezeket a tényezőket be tudjuk állítani még a konkrét gyártási folyamat előtt. A helyes beállításhoz azonban szükséges minden tényezőt jól ismerni.

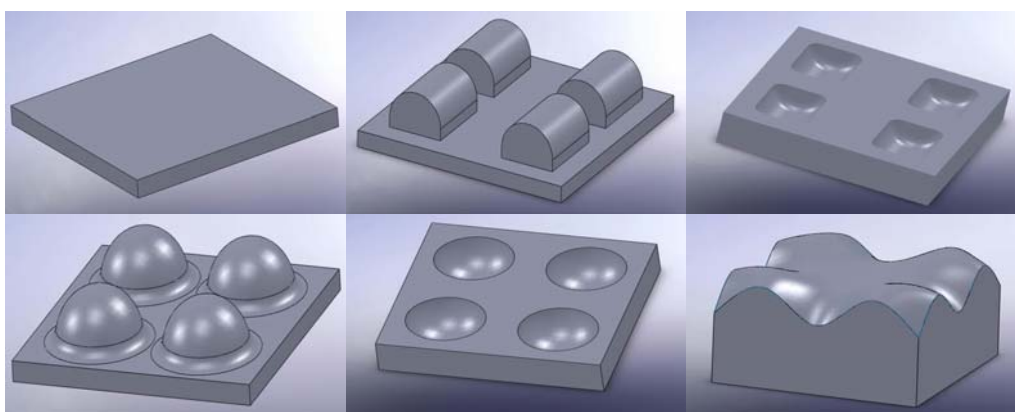
Ez a dolgozat az egyik tényezőre irányul, mégpedig a CAM-stratégiára. CAM-stratégiának nevezzük a szerszám mozgásának módját és irányát a mart felületen. A dolgozatban a simító CAM-stratégiákkal foglalkozok.

## 2. Forgácsolási kísérletek

A kísérletek során a CAM-stratégiák hatásait figyeltük meg az alakpontosságra, méretpontosságra és felületi érdességre a különböző felületeken. A kísérleteket egy részét – a felületek marása, alakpontosság és méretpontosság mérése – a Szlovák Műszaki Egyetem Anyagtechnológiai Karán végeztük, Nagyszombatban. A forgácsolást a HSC 105 Linear öttengelyes marógépen végeztük.

A kísérleteknél a következő szerszámokat használtuk: nagyolásnál a HPM nagyteljesítményű, Ø 10 mm átmérőjű marót, simításnál pedig a TiAlN bevonatú, szintén Ø 10 mm-es gömbvégű ujjmaró. Mindkettő a SECO cég terméke. A munkadarab C45+C ISO szabvány szerinti anyag volt, melynek méretei: 100x100x30 mm. Ez az anyag a régebbi szakirodalomban 12.050.1 acélként van feltüntetve. Mintaanyag, szabvány szerint hőkezelt, normalizált. A forgácsolási körülmények a simításkor a következők voltak:  $a_p = 0,3$  mm,  $a_e = 0,2$  mm,  $f_z = 0,08$  mm/fog,  $v_c = 220$  m·min<sup>-1</sup>,  $v_f = 2100$  mm/min,  $n = 7006$  ford/min.

A következő simító CAM-stratégiák hatásait vizsgáltam: BOX, SPIRAL, RASTER, RADIAL. Ezeket a stratégiákat az 1. ábrán látható felületeken használtuk: síkfelület, homorú és domború hengerfelület, homorú és domború gömbfelület, komplex felület (színuszfelület).



1. ábra Megmunkált felületek különböző simító CAM-stratégiákhoz

## 3. Alakpontosság és méretpontosság mérése

A kísérlet második fázisában a megmunkált felületek alakpontosságának és méretpontosságának megállapítási módját kellett meghatározni. Mint legmegfelelőbb eszközt az alakpontosság és méretpontos-

ság együttes mérésére, háromtengelyes koordináta mérőgépet választottam, pontosabban a Duramax mérőgépet. A mért alakhibák a következők voltak: egyenesség, párhuzamosság, hengeresség, profilalak. A mért mérethibák: henger átmérője, gömb átmérője.

Az alakhiba és mérethiba mérése után a kapott értékeket statisztikailag és grafikailag is feldolgoztuk. A statisztikai feldolgozás alapján több kisebb adatbázist hoztam létre ki, amely tartalmazza az egyes ajánlott CAM-stratégiákat az elért alakpontosságra és méretpontosságra nézve. A kísérletek kiértékelése alapján a 2. és 3. táblázat tartalmazza az ajánlások összegzését, amelyet felhasználhatunk a simító CAM-stratégia kiválasztásakor. Ezeket az ajánlott simítási stratégiákat annak függvényében választottam ki, hogy az eltérési átlagértéket nem haladja meg, valamint a mért eltérés értéke legyen a legalacsonyabb a többi stratégiánál mért eltérés közül. Létrehoztam egy olyan táblázatot, amelyben az ajánlott simítási stratégiák találhatók a különféle felületekre. Az 1. táblázatban található az alakpontosság szempontjából ajánlott simítási stratégiák, míg a méretpontosság szempontjából ajánlottak a 2. táblázatban tekinthetők meg.

*1. táblázat Ajánlott simítási stratégiák alakpontosság szempontjából*

Felület-szám	Felület típusa	Mért eltérés az adott stratégiánál (mm)	Alakpontossági eltérés átlagértéke (mm)	Ajánlott simítási stratégia alakpontosság szempontjából
1.	Síkfelület	0,006	0,01	RASZTER
2.	Hengerfelület (homorú)	0,02	0,06	SPIRÁL
3.	Hengerfelület (domború)	0,01	0,03	SPIRÁL
4.	Gömbfelület (homorú)	0,05	0,1	RADIÁL
5.	Gömbfelület (domború)	0,02	0,06	RADIÁL
6.	Komplex felület	0,7	0,7	BOX
7.	Komplex felület	0,3	0,7	RADIÁL

*2. táblázat Ajánlott simítási stratégiák méretpontosság szempontjából*

Felület-szám	Felület típusa	Mért eltérés az adott stratégiánál (mm)	Méretpontossági eltérés átlagértéke (mm)	Ajánlott simítási stratégia alakpontosság szempontjából
1.	Hengerfelület (homorú)	0,0003	0,09	SPIRÁL
2.	Hengerfelület (domború)	0,03	0,1	SPIRÁL
3.	Gömbfelület (homorú)	0,01	0,05	RADIÁL
4.	Gömbfelület (domború)	0,02	0,02	RADIÁL

A táblázati adatok alapján megállapíthatjuk, hogy az adott kísérleti feltételeknél a RADIÁL simítási stratégia legmegfelelőbb gömbfelületek megmunkálására. A SPIRÁL simítási stratégia leginkább alkalmas volt a hengerfelület forgácsolására. A RASZTER simítási stratégia mutatkozott alkalmasnak a síkfelületre.

#### 4. Felületi érdesség mérése

Az alak- és méretpontosság mérése után következett a felületi érdesség mérése, amelyet a Kecskeméti



Főiskola GAMF Karán végeztünk.

A mérésekhez a Mitutoyo Formtracer SV-C3100 kontúr és felületi érdességmérőt használtuk. A felületeken a következő paramétereket mértük:  $R_a$ ,  $R_t$ . A legjobb eredményt elért simító CAM-stratégiákat a 3. táblázatban találjuk.

**3. táblázat** Ajánlott simítási stratégiák felületi érdesség szempontjából

Felület-szám	Felület típusa	$R_a$ ( $\mu\text{m}$ )	$R_t$ ( $\mu\text{m}$ )	Ajánlott simítási stratégia felületi érdesség szempontjából
1.	Síkfelület	0,44	4,15	RADIÁL
2.	Hengerfelület (domború)	0,99-1,05	3,35-4,84	RADIÁL, SPIRÁL
3.	Hengerfelület (homorú)	1,02	4,1	SPIRÁL
4.	Gömbfelület (domború)	0,68	3,05	RADIÁL
5.	Gömbfelület (homorú)	0,85	5,37	RADIÁL
6.	Komplex felület	0,62	5,52	SPIRÁL
7.	Komplex felület	0,7	4,48	BOX

## 5. Következtetések

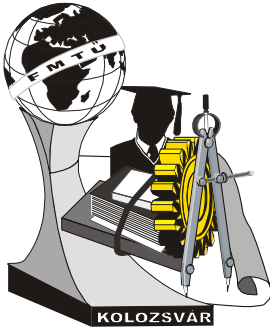
Az elvégzett kísérleti adatok alapján megállapítottam, hogy a közölt forgácsolási feltételeknél makrogeometriai szempontból hengeres felületek megmunkálására (homorú és domború) a SPIRÁL simító CAM-stratégia alkalmas, míg a gömbfelületek (homorú, domború) megmunkálására a RADIÁL simító CAM-stratégia a megfelelő. Komplex (szinusz) felület szempontjából a RADIÁL és a BOX simító CAM-stratégia ajánlott.

Kimutattam, hogy mikrogeometriai szempontból a hengeres felületeknél a felületi érdesség értéke a SPIRÁL és RADIÁL stratégiák használatakor volt a legkisebb, míg gömbfelületnél a legjobb felületet a RADIÁL stratégia alkalmazásakor érték el. Komplex felületnél ez változott, itt a legkisebb felületi érdességet SPIRÁL és BOX stratégia adta.

Amint a mérési eredmények is mutatják, makro- és mikrogeometriai szempontból hengeres és gömbfelületeknél az ajánlott simító CAM-stratégiák megegyeznek, tehát a hengeres felületeknél a SPIRÁL, a gömbfelületeknél pedig a RADIÁL simító CAM-stratégia az ajánlott.

**Liska Katalin**, PhD. (műszaki ügyintéző)

Munkahely: Kecskeméti Főiskola, GAMF Kar, Fém- és Műanyagfeldolgozó Technológiai Intézet,  
Gépgyártástechnológiai Szakcsoport  
Cím: 6000 Kecskemét, Izsáki út 10  
Telefon: +36/ 20 335 9000  
E-mail: liska.katalin@gamf.kefo.hu



# XVI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2011. március 24–25.

## A PELLETTÁLÁS ÉS BRIKETTÁLÁS ENERGIAMÉRLEGÉNEK VIZSGÁLATA

dr. MAROSVÖLGYI Béla, PAPP Viktória

### Abstract

Due to a European Union engagement, we have to increase the proportion of renewable energies in Hungary. The percent of renewable energies should be 14,7% up to 2020. There are huge possibilities in the biomass utilization, indeed in our country herbaceous and woody plants, forestry and agricultural byproducts are available in large quantities. Because of the small bulk density of primary materials, we want to facilitate the transport and the utilization therefore the energetical compressed are received more attention. There are two new branches of energy industry were developed, the pellet and the briquet production. Our searching was performed with pelleting different types of lignocelluloses. At first the energy substance of primary materials was examined in a laboratory, after the factory inspections were performed. In our study both of fuels and manufacturing process were researched. At the end of the searching of energy balance of pellet and briquet, the two energetical results were compared. Moreover, the energetic multiple related to the product and the energetic efficiency was also calculated. We can conclude that producing of pellet and briquet with the simplest technology (without drying and long-distance transport) we can make high quality materials with a good energetical efficiency.

### Keywords:

pellet, briquet, energy balance, renewable energy

### Összefoglalás

Magyarországon az Európai Unióban vállalt kötelezettségek miatt, 2020-ra minimum 14,7%-ra kell növelni a megújuló energiák arányát. A biomassza energetikai felhasználásában hatalmas lehetőségek rejlenek, ugyanis hazánkban fás és lágyszárú növények, erdészeti, faipari és mezőgazdasági melléktermékek nagy mennyiségben rendelkezésünkre állnak. Az alapanyagok kis térfogati sűrűsége miatt, a felhasználás és szállítás megkönnyítésére egyre nagyobb hangsúlyt kapnak az energetikai tömörítvények. Két fő ágazat indult fejlődésnek, a pellet, valamint a brikettgyártás. A kísérleteket különböző lignocellulózok laboratóriumi pellettálásával, illetve az alapanyagok energiatartalmának és egyéb (pl. hamutartalom, kémiai összetétel, stb.) laboratóriumi meghatározásával végeztük, majd üzemi vizsgálatokra került sor. A tanulmányban mindkét tömörítvény, valamint a gyártási folyamat energetikai jellemzőit határoztuk meg. Kiszámítottuk a termékekre vonatkoztatott energetikai többszöröst, majd az energetikai hatásfokot. Megállapíthatjuk, hogy a brikett és a fapellet-gyártás (szárítást, távolsági szállítást nem tartalmazó) legegyszerűbb technológiájával, viszonylag kis energiafelhasználással és jó energiahatékonysággal lehet jó minőségű brikettet és pelletet előállítani.

### Kulcsszavak:

pellet, brikett, energiamérleg, megújuló energia

### Bevezetés

Napjaink egyik fontos feladata a megújuló energiaforrások felhasználásának növelése, a fosszilis energiahordozók felhasználásának csökkentése. Hazánkban 2020-ra teljesítenünk kell az EU-ban vállalt 13%-os (20,0 %-os) megújulás arányt, tehát a megújulók hasznosítását jelentősen növelni kell. Magyarország lehetőségei nagymértékben a biomasszában rejlenek, a fás és lágyszárú növények, erdészeti, faipari, mezőgazdasági melléktermékek energetikai felhasználásában. A fa apríték energetikai hasznosítása mellett egyre nagyobb szerephez juthatnak az energetikai tömörítvények, melyek az egyre na-

gyobb lakossági- és kis kommunális energia felhasználóknál is alkalmazhatóak úgy, hogy felhasználásakor a hőtermelés komfortossága és szabályozottsága megközelíti/eléri a gázalapú energiatermelés hasonló jellemzőit. A pellet és brikett jelenleg tiszta fából készül (fapellet), de a jövőben kérget is tartalmazó fából, energetikai faültetvények anyagából, egyéb lignocellulózokból, égethető hulladékokból is készülhet pellet.

### **A vizsgálatok célja**

A vizsgálatok a brikett, ill. a fapellet előállításának technikai/technológiai lehetőségeivel kapcsolatosak. A kutatások egyik fontos területe az energetikai elemzés, amelyben a pellettálás ill. brikettálás legkisebb energiafelhasználásával kapcsolatos vizsgálatokat végeztük a felhasználóhelyig történő szállítás nélkül. A kutatás során meghatároztuk a gyártási folyamatok energiahatékonyágát, valamint az energetikai hatásfokot. A későbbiekben az alap energiamérleg vizsgálatát kiterjesztjük az agripellet gyártási technológiára.

### **A termékek és a gyártás bemutatása**

A pellettálás nem egy új eljárás, hiszen már rég óta állítanak elő takarmány-pelletet állati takarmányozás céljából. Így tehát a faalapú, energetikai felhasználásra szánt pellet a tűzipellet, amely 5-12mm átmérőjű, 10-50mm hosszú, csigás vagy cellás adagolással könnyen, és jól szabályozhatóan betáplálható a tüztérbe. Kisebb és nagyobb teljesítményű kazánok esetén is biztonságosan és jó hatásfokkal alkalmazható.[1.] Nagy előnye az automatizált betáplálás, mellyel a fűtés komfortossága a gázalapú kazánokéval egyenértékű. Elterjedését a pelletkazánok magas ára korlátozza hazánkban, a magyar termelők nagy része sajnos csak külföldön tudja értékesíteni a fapelletet.

A brikettálás szintén egy tömörítési eljárás, de sokkal egyszerűbb, mint a pellet előállítása. Formája lehet hengeres vagy szögletes alakú, átmérője 4cm-től 12-ig, hossza 10-35cm között változik. Égetéséhez nincs szükség speciális tüzelőberendezésre, hagyományos kályhákban, kandallókban is felhasználható. Természetes alapanyagokból (faporok, faforgács, faapríték, mező- és erdőgazdasági melléktermék, energiafa) készül - idegen kötőanyagot nem tartalmaz,- nedvességtartalma 10-13% ezért könnyebben és jobb hatásfokkal ég, mint a hagyományos tűzifa.[2.]

### **A vizsgálatok bemutatása**

A vizsgálatok helyszíne a PelletProdukt Kft Petőháza-i üzeme, és a szomszédságában levő anyagvizsgáló, melyet a NyME KKK Kft működtet. Első célunk az energetikai jellemzők értékelése volt. Ehhez vizsgáltuk az alapanyag és a termék energetikai jellemzőit, valamint a villamosenergia-felhasználást a fontosabb műveleteknél és összesen.

Az energetikai jellemzők meghatározása laborvizsgálatokkal történt. A fűtőérték méréséhez kaloriméteres mérésekre volt szükség. A pellet, brikett és az alapanyag nedvességtartalmának meghatározására is sor került, valamint a különböző nedvességtartalmú, ill. száraz alapanyag fűtőértékét is vizsgáltuk. A

hamutartalmat izzító kemencében való égetéssel és visszaméréssel határoztuk meg. A táblázatban jól látható, hogy mindkét termék magas fűtőértékkel rendelkezik, a hamutartalmuk pedig nagyon alacsony, még az 1%-ot sem éri el.



1. ábra Pellet fenyő alapú faforgácsból (foto: Papp V.)



2. ábra Brikett fenyő alapú faforgácsból (foto: Papp V.)

A mért, illetve számított értékek felhasználásával számítottuk a legfontosabb fajlagos energetikai mutatókat:

- az energia hatékonysági mérleg (a termék energiataralma a bevitt primerenergia 1t termékre vonatkoztatva);
- az energetikai hatásfok ( a termék energia bevittel csökkenett energiataralma / a termék energiataralma \*100) %.

1. táblázat Az alapanyag és termék energetikai jellemzői  
W= víztartalom, FÉ= fűtőérték (MJ/kg), AS= hamutartalom (%)

Anyag	W (%)	FÉ (MJ/kg)	AS (%)
alapanyag	10,9	18,25	0,4
pellet	9,0	19,38	0,4
brikett	9,11	18,92	0,4

2. táblázat A gépsorok közvetlen villamosenergia-felhasználása (t/h termék tömegáram mellett)

Gépsor-egység	kWh	MJ	t/h	kWh/t	MJ/t
aprítógép	38,6	139,1	1,3	27,7	99,7
pelletáló gép	121,5	437,5	1,3	87,1	313,5
Egyéb villamos gép	28,2	101,6	1,3	21,7	78,1
összesen	168,3	678,2	1,3	136,5	491,3
Erőművi hatásfokkal	454,4	1831,1		368,5	1326,5
brikettáló gép	12	43,2	0,4	108	388,8
erőművi hatásfokkal	32,4	116,64		291,6	1049,7

A számolásokhoz figyelembe kell venni a szállítás energiáit. A beszállítás speciális tároló kocsikban történik, egy Landini Power Farm traktorral. A 3-mas táblázatban tüntettük fel a faforgács szállítására vonatkozó adatokat. A beszállítás az alapanyag kis térfogati sűrűsége miatt sok energiát vesz igénybe, ezért fontos, hogy kis távolságon belül történjen. A vizsgált üzemben ez megvalósul, ugyanis a faforgácsot egy közeli, 4 km-re lévő bútorgyártó üzemből hozzák.

### Az eredmények bemutatása, következtetések

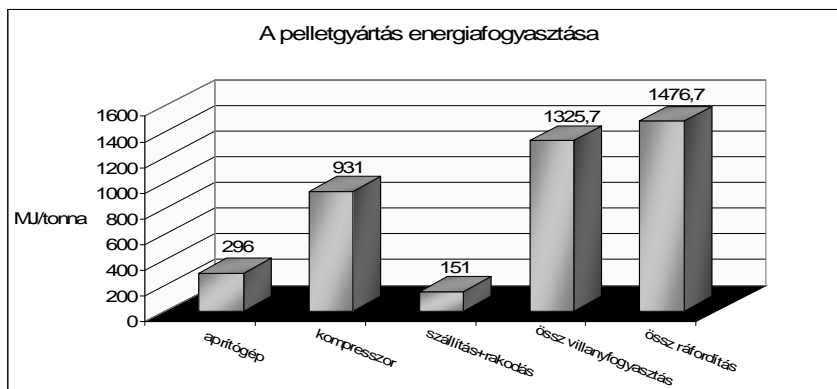
A pelletgyártás során a ráfordított energiák a 3. ábrán vannak feltüntetve. A brikettálást nem előzi meg aprítási folyamat, így az energiamérleg számolása is egyszerűbb, magára a préselésre fordítják a legtöbb energiát. A beszállítási energiák pedig mindkét terméknél ugyan azok.

3. táblázat A beszállításra fordított energia \*MJ/t a gázolaj literenkénti fűtőértéke alapján

Landini traktor adatai	Üzemanyag tartály (liter)	Átlagos szállított menny.(kg)	102 literrel megtett forduló(db)	Fordulónkénti fogyasztás(liter)	Tonnánkénti gázolaj fogyasztás(liter)	*MJ/t
	102	1930	14,5	7	3,6	140,4

### Az eredmények bemutatása, következtetések

A pelletgyártás során a ráfordított energiák a 3. ábrán vannak feltüntetve. A brikettálást nem előzi meg



aprítási folyamat, így az energiámérleg számolása is egyszerűbb, magára a préselésre fordítják a legtöbb energiát. A beszállítási energiák pedig mindkét terméknel ugyan azok.

A diagramon jól látható, hogy a ráfordított energiák közül a villamos energia a legtöbb,

### 3. ábra A pelletgyártás energiafogyasztása technológiai részekre bontva

ebből is jelentős részét maga a kompresszor, vagyis a forgács tömörítése teszi ki. Az összes ráfordításnál már a primer energiákat látjuk, a kérdés már csak az, mennyi energiát nyerhetünk vissza. A fapellet fűtőértékének szabvány szerint 18,5 MJ/ kg felett kell lennie, ami a bejövő forgács nedvességtartalmától függően kicsit ingadozik. Jelen esetben ez az érték 19,38 MJ/kg.

Az input/output értékeket figyelembe véve az energia hatékonysági mérleg a pellet esetén 1:13,1-hez, tehát a befektetett energia körülbelül 13-szorosát lehet visszanyerni. ( Ebben nem jelenik meg a technológia egyéb elemeinek energiaigénye). A brikettálás energia hatékonysági mérlege pedig 1:15,9-hez, ami nagyon jó értéknek mondható. A másik jelzőszám az energetikai hatásfok, ami a következő képlettel számolható:  $H = (E_{output} - E_{input}) / E_{output} * 100$ . A képletbe helyettesítve az energia bevitelt és a kihazatalt a pelletálás esetében a következő értéket kapjuk:

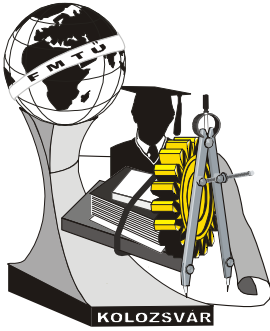
$H = (19350 - 1476) / 19350 * 100 = 92,37\%$ , ami egy jó értéknek mondható. Nedvesebb alapanyagból is lehet jó minőségű pelletet előállítani, nyilvánvalóan nagyobb energiaráfordítással. A brikettálás energia hatékonysági mérlege kicsivel jobb, 93,7%. Összességében elmondható, hogy mindkét folyamat energetikailag is megéri, azonban az alapanyagok kis térfogati sűrűsége miatt, a beszállításra sok energia megy el.

### Irodalomjegyzék:

- [1] dr. Sembery P., dr. Tóth L., Pecznik P.: *Hagyományos és megújuló energiák*, Szaktudás kiadóház Bp. (2006) 260-264. oldal
- [2] Kocsis Á.: Szalmából környezetbarát fűtőanyag, *Agronapló-Országos mezg-i szakfolyóirat* (2010/03)

**Papp Viktória**, doktorandusz hallgató

Munkahely: Nyugat-Magyarországi Egyetem EMK-Környezettechnika Intézet  
 Cím: H-9400 Sopron, Ady Endre u.5.  
 E-mail: pappviktoria@emk.nyme.hu



# XVI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2011. március 24–25.

## ÚJ FELÉPÍTÉSŰ ALAKOS TÁRCSAMARÓ SZERKEZETÉRŐL ÉS GEOMETRIAI SAJÁTOSSÁGAIRÓL

dr. MÁTÉ Márton, dr. HOLLANDA Dénes

### Abstract

Profile mills are usually cutting tools in monolithic buildup with relieved teeth. The negative consequences of relieving consist in the slightness of teeth, the relative small number of teeth, the unbecoming cutting geometry due to the plane form of the rake face, and last but no least– the difficulty of grinding the relief face. This paper presents a new profile disk mill construction where the teeth are mounted on bolts. This construction allows new possibilities to shape the rake face of teeth in order to obtain the optimal cutting geometry. The disadvantage of the proposed solution is determined by the accuracy of manufacturing and assembling, but this can be limited on acceptable value. The teeth can be turned around the bolts axis opening through this the rake face. In the new position, rake face can be profiled by other curved surfaces. Completely grinding of the relief faces becomes possible by removing every second tooth. By this the second relieving operation becomes unnecessary.

### Key words:

profile, disk mill, geometry, sharpening, tilting teeth, curved rack face

### Összefoglalás

Az alakos tárcsamarók monolit szerkezetű, hátraesztergált fogú szerszámok. A hátraesztergálás bizonyos hátrányokkal jár, melyek közül ki kell emelni a fog karcsúságát, a kis fogszámot, a sík homloklfelület következményeként előálló elönytelen működő élgeometriát, és nem utolsósorban a hátfelület köszörülésének körülményességét. Jelen dolgozat egy szerelt fogazatú alakos tárcsamaró geometriai modelljét mutatja be, melynek szerkezete sokkal több lehetőséget tár fel az optimális élgeometria kialakítására. A javasolt műszaki megoldás hátránya a szerelési hibákból eredő pontatlanság, ami viszont jó tájolóással elhanyagolható értékűre csökkenthető. A fogak a maró testében illeszkedő csapokra vannak szerelve és ezek tengelyei körül elforgathatóak. Az elforgatás következtében kinyílik a forgácsorony, a homloklfelület szabaddá lesz, így kialakítása nem csak a hagyományos síklfelülettel lehetséges. A fogak elmozdíthatósága lehetővé teszi a nagyobb kifutási szögű létrejöttét, így a homloklfelület teljesen köszörülhetővé válik, anélkül, hogy kétszeres hátramunkálást kellene alkalmazni.

### Kulcsszavak:

tárcsamaró, profil, geometria, élezés, billenő fogazat, görbült homloklfelület

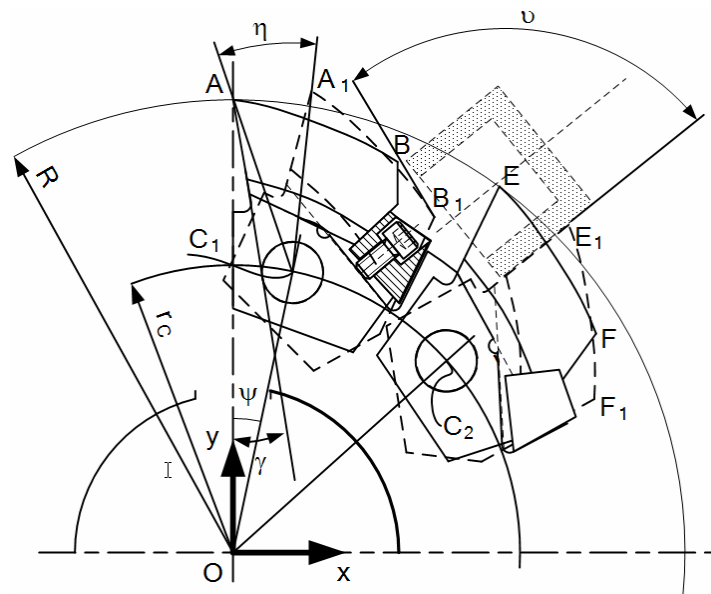
### 1. A hagyományos felépítésű alakos tárcsamaró hátrányai

A hagyományos, monolit szerkezetű alakos tárcsamaró fogainak alakja szilárdsági és merevségi szempontból elönytelen, de a hátraesztergálás ezt az alakot megköveteli [1,2,3]. A hagyományos, hátramunkált fogak homloklfelülete egyszerű síklfelület, a legtöbb esetben nulla homlokszög-beállítással, mivel a szűk forgácsorony nem tesz lehetővé más, a homloklfelület előnyösebb kialakítását eredményező élezést. Habár a forgácsolólél csúcspontjában a homlokszög értékét megfelelőnek lehet választani, az él más pontjaiban, a síklfelülettel való élezés elégtelen értékű oldalhomlokszöveget eredményez.

Ezen úgy lehet segíteni, hogy a síkfelület helyett görbült felületet, körhengert, vagy egyenes körkúpot alkalmazunk [4]. Ez esetben megnő az oldalhátszög értéke, de a monolit felépítés és a szűk forgácsolóhorony miatt a homloklapfelülethez elég körülményes hozzáférni, és ezért az említett élezési módszer alkalmazása nem minden esetben lehetséges. A szerszám másik hátránya a hátfelület köszörülésekor felmerülő technológiai problémákból adódik. Ahhoz, hogy a hátraköszörülés lehetségessé váljon, kettős hátramunkálást kell alkalmazni, aminek következtében a fogmagasságot növelni kell, ami a merevség szempontjából hátrányos.

## 2. A billenthető fogú alakos tárcsamaró geometriai sajátosságai

Az előbbieken ismertetett hátrányok kiküszöbölhetőek, ha megvalósíthatóvá válik a szerszám homloklapfelületének felszabadítása az élezés során. A köszörűszerszám biztonságos tájolása megköveteli, hogy az élezendő fog homloklapfelülete eltávolodjon az előző fog hátfelületétől. Így a köszörűkorong oldalán a homloklapfelülethez.



1. ábra A billenthető fogú alakos tárcsamaró felépítésének geometriai elemei

Az javasolt műszaki megoldás az 1. ábrán látható, amelyen két egymás után következő fogat szemléltettünk. A fogak hátfelületeinek alapállása az  $AB$ , illetve  $EF$  ívek helyzetének megfelelő. E két ív a  $\tau = 2\pi / z_m$ , az  $O$  központ körüli, szöglépés-értékű szögelfordulással egymásra forgatható. Feltételezzük, hogy a homloklapfelület beállítása pozitív  $\gamma$  profilcsúcs-homlokszögöt eredményez. A fogak  $C_1$  illetve  $C_2$  tengelyű, a maró tengelyével párhuzamosan szerelt csapok körül  $\eta$  szöggel elforgathatók. Az elforgatás következtében a hátfelületek archimédeszi spirális-ívei az  $A_1B_1$ , illetve  $A_2B_2$  helyzetbe kerülnek, így az előző fog hátfelülete és az élezendő fog homloklapfelülete a működési helyzethez viszonyítva lényegesen nagyobb  $\nu$  szöget zárja, ami lehetővé teszi a köszörűkorong megfelelő elhelyezését. A geometriai viszonyokat, illetve a méreteket úgy kell megválasztani, hogy a profil legmélyebb pontja nagyobb sugarú körre kerüljön, mint az előző fog hátfelületének  $B$  pontja. Az interferenciát így el lehet

kerülni. A maró tengelyére, és a fogcsúcsra tájolt  $Oxy$  koordináta-rendszerben a B pont koordinátái az  $A\hat{O}B = \varphi_\alpha$  szög és a  $k$  hátramunkálás segítségével

$$\begin{aligned} x_B &= \left( R - \frac{k z_m}{2\pi} \varphi_\alpha \right) \sin \varphi_\alpha \\ y_B &= \left( R - \frac{k z_m}{2\pi} \varphi_\alpha \right) \cos \varphi_\alpha \end{aligned} \quad (1)$$

Ha a koordinátákat a csapok tájoló  $\psi$  szögével és elhelyezési körök  $r_C$  sugarával fejezzük ki, akkor

$$\begin{aligned} x_B &= r_C \sin \psi + \overline{C_1 B} \sin \theta \\ y_B &= r_C \cos \psi + \overline{C_1 B} \cos \theta \end{aligned} \quad (2)$$

ahol  $\theta$  a  $C_1 B$  sugár és az  $y$  tengely által bezárt szög. A két koordinátafüggvény egyenlővé tételéből  $\theta$  és  $C_1 B$  számítható. Elforgatás után a B pont  $B_1$ -be kerül, és a  $CB_1$  sugár az  $y$  tengellyel a  $\theta + \eta$  szöget zárja, így

$$\begin{aligned} x_{B_1} &= r_C \sin \psi + \overline{C_1 B} \sin(\theta + \eta) \\ y_{B_1} &= r_C \cos \psi + \overline{C_1 B} \cos(\theta + \eta) \end{aligned} \quad (3)$$

A következő fog homloklfelületének E pontja az elforgatás után  $E_1$  helyzetbe kerül, melynek koordinátáit hasonló módon számítjuk, figyelembe véve a  $\tau$  szöglépés-értéket:

$$\begin{aligned} x_{E_1} &= r_C \sin(\psi + \tau) + \overline{C_2 E} \sin(\theta_1 - \tau) \\ y_{E_1} &= r_C \cos(\psi + \tau) + \overline{C_1 B} \cos(\theta_1 - \tau) \end{aligned} \quad (4)$$

A  $\theta_1 = O\hat{A}C_1$  szöget és az  $AC_1$  sugarat az  $OC_1A$  háromszög megoldásából nyerjük. Az elforgatott homloklfelület generátorának  $x$  tengellyel bezárt szöge

$$\beta_1 = \pi / 2 + \gamma - \eta - \tau \quad (5)$$

A (4) és (5) képletekkel felírható a köszörűszerszám keresztmetszetét határoló egyenesek egyike. A másik határegyenes az archimédeszi ív  $B_1$  pontbeli érintője lesz. Ennek számítására felírjuk az  $OB$  sugár és az archimédeszi ív B-beli érintője által közrezárt szöget [1]:

$$\zeta = \arctg \left( 1 - \frac{k z_m}{2\pi R} \varphi_\alpha \right) \quad (6)$$

Ezzel az elforgatott fog hátfelület-érintője  $B_1$ -ben az  $x$  tengellyel az alábbi szöget zárja:

$$\beta_2 = \pi / 2 - \varphi_\alpha + \zeta - \tau \quad (7)$$

A (3) és (7) eredményekkel felírható az érintő egyenlete, amely a köszörűkorong második határegyenesét képezi. Világos, hogy a megmunkálás akkor lehetséges, ha a köszörűkorong keresztmetszete a  $\nu = \beta_2 - \beta_1$  szög által meghatározott negyedterbe illeszkedik.

### 3. A tárcsamaró méreteinek meghatározása

Figyelembe véve az előző pontban tárgyalt összefüggéseket, a csapok helyzetparamétereit, valamint a fogak kibillentési szögét az alábbi feltételrendszerből számítjuk ki:



$$\sqrt{x_{E_1}^2 + y_{E_1}^2} - H_{profil} - \delta_{bizt} \geq \sqrt{x_{B_1}^2 + y_{B_1}^2} \quad (8)$$

$$\beta_2 - \beta_1 \approx \pi / 2$$

A  $\delta_{bizt}$  biztonsági távolság a  $H_{profil}$  profilmagasság ötödének jó közelítéssel választható. A második feltétel nem mindig tartható be, anélkül, hogy a maró átmérőjét túlzott méretűre ne kelljen növelni. Ezért, amennyiben ismert a köszörűszerszám átnérője, pontosabban meg lehet modellezni a helyfoglalás feltételét azzal, hogy kikötjük, hogy a köszörűkorong tengelyszelvényének és a kérdéses fog szelvényének ne legyenek közös pontjai.

### 3. Következtetések / Összefoglaló

A vázolt megoldás további fejlesztéseket tesz lehetővé, és a szokásástól eltérő műszaki megoldások lehetőségét tárja fel. A fogak szerelt állapota lehetővé teszi a teljes hátfelület-köszörülést, anélkül, hogy a második hátramunkálást el kellene végezni. A köszörűkorong helyét azzal biztosítjuk, hogy minden második fogat kisserelünk, és minden második fogra végezzük a hátraköszörülést. A következő fázisban a kisserelt fogakat helyezzük újra a szerszámtestre. Ügyelni kell arra, hogy mindegyik fog a saját helyére kerüljön vissza, a szöglépés-hibák által adott profileltolódások kikszöbölésére.

### Irodalom

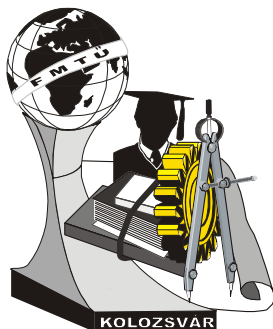
- [1] Hollanda, D., Máté, M.: *Așchiere și scule*, „Petru Maior” Egyetemi Kiadó, Marosvásárhely, 2004
- [2] Hollanda, D.: *Așchiere și scule*, Marosvásárhelyi Felsőoktatási Intézmény, 1983
- [3] Secară, Gh.: *Proiectarea sculelor așchietoare*, E.D.P., Bukarest, 1979
- [4] Máté, M., Hollanda, D.: *Alakos tárcsamarók forgácsképzésének javítása henger-homlokfelület kialakítással*, Országos Gépész Találkozó, Brassó, 2008, Konferenciakötet a „Műszaki Szemle” különszámában, p.217-222. ISSN 1454-0746

**Máté Márton**, PhD, egyetemi docens

Munkahely: Sapientia Egyetem, Marosvásárhelyi Műszaki és Humán Tudományok Kar,  
Gépészmérnöki Tanszék  
Cím: 540485, Románia, Marosvásárhely (Koronka), Segesvári út, 1.c  
Telefon / Fax: +40-721-255079  
E-mail: mmate@ms.sapientia.ro

**Hollanda Dénes**, PhD, egyetemi tanár

Munkahely: Sapientia Egyetem, Marosvásárhelyi Műszaki és Humán Tudományok Kar,  
Gépészmérnöki Tanszék  
Cím: 540485, Románia, Marosvásárhely (Koronka), Segesvári út, 1.c  
Telefon / Fax: +40-721-208951  
E-mail: hollanda@ms.sapientia.ro



# XVI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2011. március 24–25.

## KISVÁLLALATI SZERVER TERHELÉS OPTIMALIZÁLÁSA OPENWRT SEGÍTSÉGÉVEL

MEDGYES Krisztián

### Abstract

In my research I tried to find possible cost-effective alternatives for developing small business network environments in order to replace the currently almost exclusively used Microsoft Windows Server. During my research I examined several alternatives and I found that one of the most cost effective solutions for us could be the open-source OpenWRT.

### Key words:

server load, server optimization, server with OpenWRT

### Összefoglalás

Kutatásomban arra kerestem választ, hogy milyen költséghatékony megoldások lehetségesek kisvállalati számítógépes hálózati környezet kialakítására, amelyek alternatívát biztosíthatnak a jelenleg szinte egyeduralgó Microsoft Windows Serverrel szemben. Kutatásom során több lehetőséget megvizsgálva jutottam arra következtetésre, hogy valószínűleg az egyik leginkább költséghatékony megoldást a nyílt forráskódú OpenWRT kínálja.

### Kulcsszavak:

szerverterhelés, szervertimalizálás, szerver OpenWRT-vel

## 1. Bevezetés

Kutatásomban arra kerestem választ, hogy milyen költséghatékony megoldások lehetségesek kisvállalati hálózati környezet kialakítására, amelyek alternatívát biztosíthatnak a jelenleg szinte egyeduralgó Microsoft Windows Serverrel szemben. Kutatásom során több lehetőséget megvizsgáltam, amelyek közül talán a leginkább költséghatékony megoldás a nyílt forráskódú OpenWRT.

## 2. A feladat

Napjainkban egyre nagyobb hangsúlyt kap a környezet védelme. Az emberi beavatkozások Földünkre nézve káros hatásait tudatosan csökkenthetjük a megfelelően megválasztott energiatakarékos eszközökkel. Kutatásomban egy kisvállalkozás (vagy akár oktatási laboratórium, tudományos iroda, stb.) számára szükséges informatikai infrastruktúrát modelleztem. Számos követelményt támasztottam, aminek maradéktalanul meg kellett felelnie a létrehozott modellnek.

Fontosnak tartottam, hogy a rendelkezésre állás minél jobban közelítsen egy napon belül a 24 órához

és az év 365 napjához, ezen felül szükséges a minél magasabb szintű megbízhatóság és biztonság [3], [4] az adat tárolás és adatkiszolgálás terén.

### 3. Lehetőségek

Olyan eszközt kerestem, ami megfelel a következő igényeknek. Adott egy laboratórium, melyben egy mástól időben és kutatási témában függetlenül dolgoznak a kutatók. Az aktív asztali munkaállomások száma elérheti egy időben akár a 30-35-öt is. A munkaállomásokon Windows és Linux operációs rendszerrel is dolgoznak. A kutatók néha otthonról is szeretnék biztonságos adatkapcsolattal elérni a laborban lévő szerveren tárolt adatokat. Szeretnék a laboron belül egyszerűen hozzáférni a saját kutatási eredményeikhez, illetve a kollégák egymás megosztott eredményeihez. Legvégül talán a két legfontosabb igény:

- legyen olcsó (vagy ingyenes) a szükséges szoftverhalmaz;
- minél alacsonyabb energia igényt támasszanak a kiszolgálásra szánt eszközök.

Az igények rögzítése után nyilvánvalóvá vált, hogy egyetlen kiszolgáló számítógép képes lenne elvégezni ezeket a feladatokat. Továbbá a költséghatékonyságot nézve az is egyértelművé vált, hogy ingyenesen hozzáférhető operációs rendszert kell alkalmazni. Ezeknek a kritériumoknak egy Linux disztribúció felel meg a legjobban. Kutatásaim alapján a feladatok megoldására leginkább megfelelő operációs rendszer az Ubuntu Server 10.04 LTS. Ennek magyarázata igen egyszerű. Az Ubuntu Server 10.04 LTS [1] egy ingyenes és szabadon felhasználható disztribúció. Az Server-LTS disztribúciókhoz híven ez is 5 éves terméktámogatással rendelkezik a folyamatos biztonságot figyelembe tartva. Alacsony hardver igényével akár egy szerényebb teljesítményű notebookra is feltelepíthető, mégis teljes mértékben kiszolgálja a hálózatot.

Másik lehetséges megvalósítást egy teljesen más platformon kerestem. Az eddig kevesek által ismert és használt Router OS világban. Ez az alternatíva ugyancsak szabadon terjeszthető és fejleszthető, és OpenWRT [2] névre hallgat. Ez egy router operációs rendszer, amely nem igényel saját számítógépet. Elegendő hozzá egy olyan router, amiben módosítható a gyári szoftver (firmware), és ha szeretnénk használni hálózati fájlkiszolgálónak, akkor rendelkeznie kell legalább egy USB adatcsatlakozóval, a külső adattároló csatlakoztathatósága miatt.

### 4. Teljesítmény és fogyasztás

Igyekeztem mindkét platformon azonos feltételeket biztosítani a szoftver csomagokat illetően. Ebben az is segített, hogy az Ubuntu-n használt szoftver csomagok nagy része elérhető OpenWRT 10.03 BackFire disztribúcióra is (1. ábra). A feltelepített csomagok a következők voltak (igényeknek megfelelően):

- „A munkaállomásokon Windows és Linux operációs rendszerrel is dolgoznak” → Samba csomag;

• „Néha otthonról is szeretnék biztonságos adatkapcsolattal elérni a laborban lévő szerveren tárolt adatokat.” → vsFTPD + SSL Tunneling védelem;

- Gyorsítótárazott fájlkiszolgáló és forgalomszűrő → Squid proxy szerver;
- Hálózati forgalom optimalizáló (a router hálózati réteg szintjén dolgozó) → QoS csomag [3];
- A hálózati forgalom mennyiségének rögzítése, kimutatás készítése → RRDTools csomag.

A tesztben résztvevő router egy TPLink WR1043ND típusú hálózati útvonal választó volt. Különlegessége, hogy a routerben egy 400 MHz-es ARM processzor dolgozik, mely vezérli a 300 Mbit/sec-os WiFi hálózati kapcsolatot, továbbá a beépített 5 portos gigabites switch-et is.

Az Ubuntu Server 10.04-et futtató gép egy régebbi típusú használt számítástechnikai boltokban is könnyűszerrel beszerezhető IBM T41-es típusú notebook volt. Technikai adatai pedig a következők: 1,4 GHz Banias magos processzor, 256 MB RAM, 20 GB Hitachi HDD. A notebook hálózati működtetéséhez szükség volt továbbá egy gigabites hálózati routerre, amely kapcsolatot tartott a belső és külső hálózattal illetve a notebookkal.

A tesztek azonos működési és terhelési körülmények között készültek. A tesztek eredményét, három mérési eredmény átlagából számoltam ki. Mindkét esetben ugyanaz a külső USB-s adattároló szolgáltatja a nyersanyag forrását, ami egy 1024 MB-os adatállomány volt.

*1. táblázat A teljesítmény adatok*

	OpenWRT Backfire 10.03 + TPLink WR1043ND	Ubuntu Server 10.04 + IBM T41 laptop
FTP másolás →USB HDD	7813 KB/sec	20373 KB/sec
FTP másolás ←USB HDD	13139 KB/sec	28073 KB/sec
Samba másolás →USB HDD	6397 KB/sec	19071 KB/sec
Samba másolás ←USB HDD	11979KB/sec	22373 KB/sec

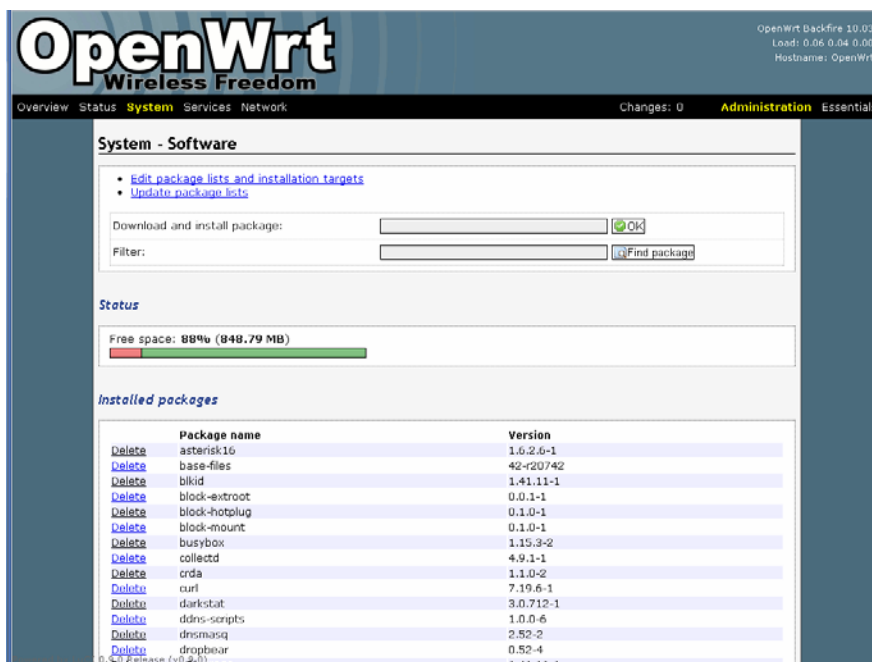
*2. táblázat A fogyasztás adatok*

	OpenWRT Backfire 10.03 + TPLink WR1043ND + usb hdd	Ubuntu Server 10.04 + router + IBM T41 laptop + usb hdd	Ubuntu Server 10.04 + router + AMD Server+2x1TB HDD
Terhelés nélküli állapot	9,4 W/h	31,2 W/h	151,4 W/h
Közepes terhelés (3 szál)	11,3 W/h	44,1 W/h	163,1 W/h
Magas terhelés (10 szál)	11,5 W/h	48,7 W/h	169,8 W/h
Extrém terhelés (50 szál)	12 W/h	51,1 W/h	182,3 W/h

## 5. Következtetések

A tesztekben különböző hálózati terhelésnek tettem ki az eszközöket. Az elsőben (1. táblázat) a két platform fájlkiszolgáló sebességét mértem, a másodikban (2. táblázat) pedig az egyik fő szempontot, az energiafogyasztást. A mért adatok alapján azt lehet mondani, hogy ha nincs szükség kiemelkedően magas teljesítményre (aminek előnyeit csak egy modern gigabites hálózat kiépítése után lehet élvezni, mert 100 megabites hálózat esetén a teljesítmények közel megegyeznek), akkor az OpenWRT 10.03

BackFire által nyújtott teljesítmény egy TPLink WR1043ND router-re telepítve kiszolgálja minden igényünket, ráadásul energiafogyasztásban jelen cikk írásakor verhetetlen.



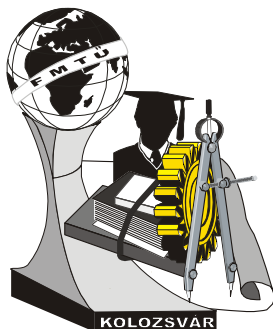
1. ábra. Az általam feltelepített csomagok listájának részlete (OpenWRT Backfire 10.03)

## Irodalom

- [1] <http://wiki.ubuntu.hu/index.php/Kezdőlap>
- [2] <http://wiki.openwrt.org/>
- [3] IEEE Std. 802.11e-2005: *Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications: Medium Access Control (MAC) Quality of Service (QoS) Enhancements*, November 2005
- [4] Jahanzeb Farooq, Bilal Rauf: *An Overview of Wireless LAN Standards IEEE 802.11 and IEEE 802.11e*, 2006

**Medgyes Krisztián**, tanszéki mérnök

Munkahely: Kecskeméti Főiskola – GAMF kar, Informatika szakcsoport  
 Cím: 6000, Magyarország, Kecskemét, Izsáki út 10.  
 Telefon / Fax: +36-76-516504  
 E-mail: medgyes.krisztian@gamf.kefo.hu



# XVI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2011. március 24–25.

## A TÖRTÉNETI JELLEG FELHASZNÁLÁSA

MEDGYESI Gréta Dalma

### Abstract:

The study provides a brief summary of the layer-based architectural operation methods used when buildings of historical value are under examination. In accordance with this, I introduce the exemplary solutions of three significant architects, Carlo Scarpa, Heinz Tesar, and Karljosef Schattner. All three took into consideration the historical character of the place and its manifestations, integrating them into their own designing approaches in different ways. By surveying them and utilizing the results, a new approach may be acquired in a domestic context as well.

**Key Words:** historical monument, rehabilitation, layer, strata

### Összefoglaló:

A tanulmány röviden összefoglalja a történeti értékeket képviselő épületek építészeti beavatkozásainak rétegekre épülő módszerét. Ennek kapcsán három jelentős építész, Carlo Scarpa, Heinz Tesar és Karljosef Schattner példaértékű megoldásait mutatom be. Mindhárman tudatosan foglalkoztak a hely történetiségével, és annak lenyomataival, más-más módon építették azt be tervezői szemléletükbe. Áttekintésükkel és a kapott tapasztalatok alkalmazásával új közelítésmód sajátítható el hazai vonatkozásban is.

**Kulcs szavak:** felhasználás, műemlék, réteg

Nemzetközi probléma a meglévő történeti épületállomány figyelembevétele a kortárs tervezői feladatokban. Erre a különböző korok és országok eltérő válaszokat adtak. Ennek bemutatásához három elveikben egymáshoz közel álló építészeti vizsgálatok a közelmúlt és a jelen alkotói közül, és tőlük emelek ki megoldásokat. Mindhárman korszerű eszközökkel nyúltak a műemlék épületekhez, s tették ezt az épületben rejlő értékekre érzékenyen reagálva.

### 1. Carlo Scarpa (1906-1978)

Scarpa szerint az épített örökséggel való foglalkozás mindig is része volt az építészeti feladatnak. Az új gesztus minden esetben kapcsolatban van környezetével, hol kisebb, hol nagyobb mértékben. Scarpa rétegekben gondolkodik. Terveiben úgy az urbánus környezet, mint a feladattal közvetlen kapcsolatban álló épületek részleteit vizsgálja a nagyobb egységek felé haladva, és így tárja fel a háttérben meghúzódó összeköttetéseket. Épületei nem választhatóak el a helytől, ahol állnak. Formai megjelenésük, anyaghasználatuk, felületkezelésük, motívumviláguk és még ezer szál köti őket gyökereikhez,

ami az észak-olasz milió. Ez többek között egy egészen egyedi síkon, a padlók kialakításában is megjelenik. Velencében a Fondazione Querini Stampalia-ba a város identitását adó vizet bevezette a belső terekbe oly módon, hogy a falak mentén kialakított szegéllyel ellátott vályúkba terelte azt. A belső tér mikroklímáját a benne folyamatosan mozgásban lévő víz hangjával és párolgásával tette egyedivé, velenceivé.

De ez a viselkedés szemléletének egy másik oldalát is megvilágítja. A függőleges és vízszintes felületek elválasztása utal arra az analitikus módszerre, mellyel az egyes tektonikai elemeket finoman elválasztva helyezi egymás mellé. „... szerkezeti részletképzésére az elhúzás, a megmutatás, a szünet által való kihangsúlyozás és a kettőzés a legjellemzőbb kifejezések.”[1] Hasonlóképpen idézi fel az olasz hangulatot a napfényhez való kötődése. Meggyőződése, hogy a természetes fénynél nem öltözteti jobban a teret egyetlen más fényforrás sem. Ezért igyekszik azt mindig oly módon bevezetni a belsőbe, hogy az nem csak pusztán léteivel, de a belépés módjával is gondolatot közvetítsen. (1. kép)



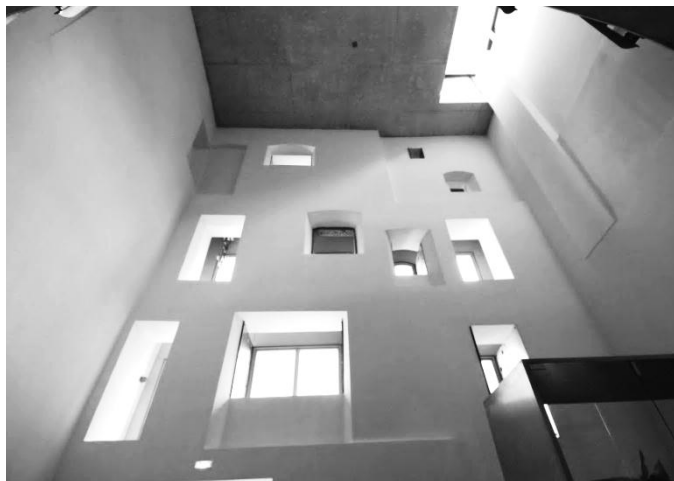
1. kép Museo de Castelvechio, Verona;  
Ablakok kialakítása belülről  
[Fotó: Italo Zannier, 1965]

## 2. Heinz Tesar(1939-)

Scarpa-hoz hasonlóan Tesar is erősen kötődik a környezethez. Rá olyannyira igaz a rétegekben való gondolkodás, hogy egész életfilozófiáját átható, tervezési folyamatának egészét meghatározó elvrendszerről van szó. A mottójának tekinthető “Rétegek” kifejezés német Schichten megfelelőjét az alábbi összetevőkre bontotta fel (mintegy bebizonyítva, hogy már maga a szó is, mennyi jelentés rétegből tevődik össze): „A Schicht jelenti a földrajzi réteget, lerakódást, az anyag rétegét, az idő rétegét, a gondolkodás rétegét, az érzékelés rétegét, a bevonatot, úgymint bőr, ruha, parfüm, divat, ...”[2] Ebben az értelemben az építész nem saját szubjektivitásában tevékenykedik minden környezeti hatástól mentes terepen, hanem a helyet folyamatosan mérlegelve és értelmezve továbbépíti azt.

Az egymásra épülő rétegek gondolata sehol sem nyilvánul meg egyértelműbben, mint a hallein-i Kelta múzeumban. Itt is különösen az előcsarnok falára gondolok. A régi épület homlokzati fala elé Tesar

egy vasbeton falat épített fel. A két szerkezet között a kapcsolat a nyílásoknál jön létre áttört acéllemezeken révén. Az egymás mögött elhelyezkedő síkokon átjutó fény, és a korábbi szintek összenyitása során létrejött nagyobb belmagasság sajátos atmoszférát kölcsönöz a térnek. A külső fal másrészt tartószerkezeti feladatot is ellát. Az eredeti fal merevségét biztosítja, mintegy pótolva az elbontott földemet. (2. kép)



**2 Kép** Hallein, Kelta Múzeum, Előcsarnok fala belülről  
[Fotó: Kovács Péter DLA]

Elméletében fontos szerepet játszik még az a gondolat, mellyel önmagához viszonyul. *„Feladatunk az ellentmondásokat megoldani, és közben egy szép új épületet alkotni.”* Hozzáteszi továbbá, hogy *„a szép fontosabb, mint a különleges.”*

### **3. Karljosef Schattner (1924-)**

A felső-bajorországi Eichstätt városához köthető Karljosef Schattner munkásságának jelentős része. Az épségére oly büszke település életében egészen hamar jogosan merült fel a műemlékvédelem folyamatának szabályozása. Schattner volt az építész, aki számos átalakításával, beépítésével, toldásával gazdagította és modernizálta az épületállományt. Ő maga 1965-től kezdett el tudatosan foglalkozni a meglévő épület terveibe való *„beengedésével”*. A további épületeiben mind megfigyelhető az a jellegzetes kontraszt, amit alkalmaz. Mind anyagban, mind szerkezetben egyértelműen látható mi az új, és mi a régi. Nem próbálkozott a korabeli szerkezetek másolásával, utánzásával, mert azzal, ahogy mondja, az „illúzióművészek” foglalkoznak. Az eichstätt-i Willibaldsburgban, a jura-kori maradványokat bemutató kiállításnak helyet adó tereket tervezett. A középkori vár meredek sziklára épült, s tornyaival és méretével mindig is uralta a tájat. Azon túl, hogy az útvonalat mesteri módon szerkesztette, érdemes megfigyelnünk itt is a régi-új kapcsolatot. Egy esetben a részlegesen fennmaradt boltozatot meghagyta, s fölé határozottan különböző vasbeton kazettás lezárást tervezett. (3. kép)

Schattner épületeivel és elveivel erős indulatokat gerjesztett műemlékvédelmi körökben. Két vélemény közé került. Egyrésztől azok bírálták, akik kissé purista módon szentségtörést láttak minden modern





**3. kép** Boltozat-töredék és vasbeton kazettás födém  
[Foto: Sigrid Neubert]

szerkezetben, ami régi mellé lett helyezve, másrészt azok, akik a modern építészet híveiként nem tekintik értéknek a múlt ilyen mérvű kihangsúlyozását. [3] Schattner számára azonban egy építmény történelmi hitelessége az örökölt állag megőrzését és felfedését jelenti, továbbá annak saját nyelvén történő továbbvitelét a jelen nyelvére. Éppen ezért nála a régi régiként, az új újként jelenik meg.

A bemutatott példák annak ellenére, hogy csak kiragadott szegmensek, mégis megmutatják, hogy a hely és az idő lerakódott nyomait több módszerrel, és hozzáállással is lehet úgy integrálni a mai tervezési koncepciókba, hogy azzal egy új, értékkel bíró réteg szülessen.

## Irodalom

- [1] Varga Titanilla: *Gondolatok a tektonika fogalmáról Carlo Scarpa kapcsán*, In: *Architectura Hungariae*, II. évf.
- [2] Heinz Tesar: *Rétegek*, Magyar Építőművészet 1989/4. Fordította: M. Gyöngy Katalin
- [3] Wolfgang Pehnt: *Karljosef Schattner, Ein Architekt aus Eichstätt*, Hajte, Stuttgart, 1988

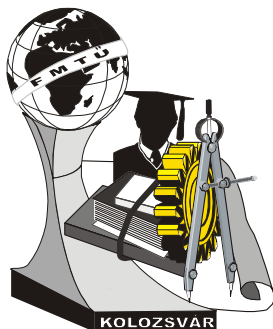
**Medgyesi Gréta Dalma**, IV. évf. építészmérnök hallgató

Debreceni Egyetem Műszaki Kar, Építészmérnöki Tanszék

Cím: 4028 Debrecen, Ótemető u. 2-4.

Telefon: +36 30/ 336-9468

E-mail: medgyesigreta@gmail.com



# XVI. FIA TAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2011. március 24–25.

## TEMPORARY CITY – A 2010-ES EURÓPA KULTURÁLIS FŐVÁROSOK EGYETEMEINEK EGYÜTTMŰKÖDÉSE

dr. MOLNÁR Tamás DLA

### Abstract

The program of Temporary City supplies the cooperation between the Universities of European Capitals of Culture 2010 (ECOC). In the course of the program architect, environmental, and settlement designer students of the Technical Universities of Ruhr Area, Pécs and Istanbul worked together in workshops in the hosting locations.

### Keywords:

temporary, architecture, workshop

### Összefoglalás

A Temporary City program a 2010-es Európa Kulturális Fővárosok (EKF) egyetemeinek együttműködéséről szól. A program keretében a Ruhr-vidék, Pécs és Isztambul műszaki egyetemeinek építész, környezet-, és településtervező hallgatói dolgoztak együtt mindhárom helyszínen workshopok keretében.

### Kulcsszavak:

ideiglenes, építészet, workshop

## 1. A Temporary City program

A Temporary City program részeként megvalósult workshopokon a 2010-es Európa Kulturális Fővárosok műszaki egyetemei működtek együtt. A Ruhr-vidékről az RWTH Aachen, a Dortmundi Műszaki Egyetem és a Siegeni Egyetem, Pécsről a Pécsi Tudományegyetem Pollack Mihály Műszaki Kara, míg Isztambulból a Yildiz és a Bilgi Egyetem vett részt a programban. Mindhárom kulturális fővárosban megrendezésre került egy-egy workshop a 2008-2010 közötti időszakban 50-60 hallgató részvételével. A workshopok során a résztvevők megismertek egy adott, valamilyen szempontból beavatkozást igénylő városi helyszínt. Az egyhetes terepmunka során a hallgatók vegyes csoportokban – németek, magyarok és törökök együtt – megismerték, analizálták a helyszínt. A workshopok végén bemutatták, hogy mire jutottak a különböző szempontok szerinti vizsgálódások során. A program pályázati részeként a hallgatók hazatérve kidolgozták a beavatkozási javaslatukat. A beérkezett pályaműveket nemzetközi zsűri értékelt és kiválasztotta a 2010-ben az EKF programjaihoz kapcsolódóan időszakos létesítményként megvalósítandó nyertes alkotást [1].

## 2. A workshopok

2008 őszén, a Ruhr-vidéken zajlott le az első workshop. A hallgatók Gelsenkirchenben dolgoztak a Stadtbaukultur NRW épületében. Ez a szervezet a Temporary City program ötletgazdája. A vizsgálandó helyszín Duisburg városában volt. A város mai gyalogos zónája az új bevásárlóközpont mellett helyezkedik el. A régi városközpont a városházával és a templommal szintén a közelben található egy belső kikötőág partján. A gyalogosok nem igazán látogatják a régi belvárost, mivel egy széles, nagy forgalmú út választja el azt az új gyalogoszónától. A nyertes pályaművet „Időjárás változás” címmel Anne Lerch és Mavie Lakenbrink készítette a Dortmundi Műszaki Egyetemről. Terveik szerint a széles útra hatalmas zebrákat festenek, ezzel biztosítva a gyalogosok átjutását, mivel mindenki tudja, hogy a német autósok megállnak a zebrák előtt. [2]

2009 tavaszán Pécsre érkezett a Temporary City program. A vizsgálandó urbanisztikai probléma bizonyos szempontból hasonló volt az előző workshop feladatához. Pécsen az Európa Kulturális Főváros program egyik kulcsprojektjeként a Zsolnay Gyár területének nagy részét Zsolnay Kulturális Negyedé alakítják. Ez a terület a mai belvárostól keletre helyezkedik el. A belvárosi gyalogos zóna és a Zsolnay Kulturális Negyed között lakózóna helyezkedik el. A workshop feladata volt, hogy feltárja a közlekedési lehetőségeket a két helyszín között, másrészt, hogy javaslatot adjon miért fognak elindulni az emberek a Zsolnay Negyed felé. A nyertes pályamű a „2010 szék” címet viselte. Készítői Daniel Spruth és Sofia Rivadeneira az RWTH Aachen hallgatói. Elképzeléseik szerint Pécs városának fontos közterein, melyek szintén a Kulturális Főváros program keretében újultak meg, megjelenik 2010 szék különféle elrendezésben. A székek minden nap másik közteret foglalnak el a városközpont és a Zsolnay Kulturális Negyed között ezzel utat mutatva a megvalósuló fejlesztések felé [3].



*1. ábra A „2010 szék” pályamű látványterve*

2009 őszén harmadik állomásként Isztambulban került megrendezésre a Temporary City workshop. A vizsgálandó helyszín itt a Haliç szárazdokk volt a híres Aranyszarv-öböl partján. Ez Isztambul legrégebbi hajójavító dokkjá, amit mára egyre kevésbé használnak. Az Európa Kulturális Főváros évben különféle kulturális programokat kívánnak ezen a helyszínen megrendezni. Kérdés az volt, hogy egy 15 milliós metropoliszban, hogyan tudja magára felhívni a figyelmet ez a terület, hogyan csalogatja i-

de a látogatókat. A terület látványát távolról egy hatalmas, pirosra festett kikötői daru uralja. Ezt használták fel a nyertes pályaművet készítő hallgatók Ceyda Cihangir, Duygu Kinsoglu, Fazil Efe Ilgen és Müge Yorganci a Yıldız és a Bilgi Egyetemekről „Úszó felületek” című munkájukban. A darura függesztettek egy hatalmas sátrat, ami árnyékolóként, tetőként szolgált a három szárazdokk közül az egyikbe beúsztatott színpad fölött. A színpad kulturális programoknak tud helyet adni [4].

### 3. Megvalósítás

A megvalósításra mindhárom helyszínen a 2010-es esztendőben került sor. Az első Isztambul volt, ahol júliusban valósult meg a hallgatók által tervezett ideiglenes létesítmény. A Haliç szárazdokkba beúsztatott színpad koncerteknek adott helyet, amire a daru hívta fel a figyelmet.

Németországban sajnos nem kaptak engedélyt a megvalósításra, mivel a tervezett szeptemberi időpont előtt nem sokkal történtek Duisburgban a Loveparade sajnálatos tragikus eseményei.

A Temporary City Pécs2010szék program 2010.10.03-10. között valósult meg Pécs közterein. A Pécsi Tudományegyetem Pollack Mihály Műszaki Kar hallgatóinak bevonásával zajlott le a székek hajtogatása a Kar épületének főbejárata előtt és az aulában. A nagy megmozdulásban a Pécs 2010 Menedzsmetközpont önkéntesei közül is többen részt vettek.



*2. ábra 2010 szék a Pécsi Tudományegyetem Pollack Mihály Műszaki Karán*

A székek először a város főterén jelentek meg, ahova a Nagy Lajos Gimnázium 750 diákja hozta ki őket egy Flash mob keretében. Délután és este Pécs főterére, a Széchenyi térre rengeteg ember jött, hogy valamit építsen a székekből. Jöttek a kisgyermekes családok, általános és középiskolások, de még az idősebb korosztályból is többen érdeklődtek a program iránt. Másnap a székek költöztetéséhez egy székekből kirakott nagy nyíl mutatta az irányt. A Vasarely tér felé, a főtértől a Színház térig dobálva egyik-kézből a másikba adogatva jutottak el a székek. A látványos megmozdulásba szintén bárki

becsatlakozhatott. A székek nagyobb része a 48-as térre költözött, ahol a Belvárosi Általános Iskola 200 kisdíákja különböző játékokat játszott a székekkel. Volt körverseny, sorverseny és toronyépítés is. A program végeztével minden résztvevő kapott egy-egy széket ajándékba, amit emlékként hazavihett. Az egyhetes program záróeseményére a Dél-Dunántúli Regionális Könyvtár és Tudásközpont parkolójában került sor egy nagyszabású party keretében. A záróbuli végeztével szabad volt a vásár, bárki vihetett a székekből. Másnapra maradt kb. 500 darab szék, de az eredeti 2010 darab többi része eltűnt, Pécs lakosainak, látogatóinak tulajdona lett. A Pécs2010szék programjának ötletgazdái szerették volna, ha legalább szimbolikusan eljutnak a székek eredeti céljukhoz a Zsolnay gyárba. Így vasárnap három széket bedobtak a Balokány-tó vízébe, 1 széknek pedig sikerült elérni a Zsolnay Kulturális Negyedet, ami még mindig építési terület volt [5].

A Pécs2010szék program sikere talán abban rejlett, hogy a nagy darabszám, a 2010 szék miatt mindenki egy kicsit magáénak érezhette a programsorozatot, valahogy részt vett benne, hajtogatással, szállítással, építéssel, játékkal vagy egyszerűen csak ráülve a székekre.

## Irodalom

- [1] Molnár T.: *Temporary City*, Pollack Periodica, Akadémiai Kiadó, Budapest, 2010. vol. 5. No. 3. pp 27-33.
- [2] <http://www.temporaere-stadt.de/start.html> 2010.09.05
- [3] [http://epitesz.pmmk.pte.hu/tc\\_workshop](http://epitesz.pmmk.pte.hu/tc_workshop) 2010.09.05
- [4] <http://www.temporarycityistanbul.org> 2010.09.05
- [5] <http://www.pecs2010chairs.com> 2011.02.02

**dr. Molnár Tamás DLA**, okleveles építész, tanársegéd

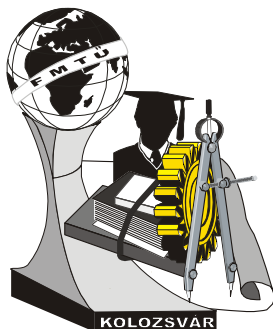
Munkahely: Pécsi Tudományegyetem, Pollack Mihály Műszaki Kar  
Tervezési és Építészeti Ismeretek Tanszék

Cím: H-7624, Magyarország, Pécs, Rókus utca 2/B.

Tel: +36-20-447-6762

Fax: +36-72-501-562

E-mail: [tmolnar@pmmk.pte.hu](mailto:tmolnar@pmmk.pte.hu)



# XVI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2011. március 24–25.

## DSC MÉRÉSI EREDMÉNYEK FELDOLGOZÁSA

MUCSI András

### Abstract

This paper deals with the processing of differential scanning calorimetry measurements. It is necessary to correct this result in several cases. There is an example for the transformation kinetic calculated from the corrected and not corrected results is different.

### Key words:

differential scanning calorimetry, recrystallization, deconvolution

### Összefoglalás

A cikk differenciál scanning kaloriméterrel végzett mérési eredmények feldolgozásáról szól. Ezeket a mérési eredményeket egyes esetekben korrekciózni kell. A cikkben példát láthatunk arra, hogy a korrekciózott illetve a korrekció nélküli mérési eredményből megállapított átalakulási kinetika jelentősen különbözik.

### Kulcsszavak:

differenciál scanning kalorimetria, újrakristályosodás, dekonvolúció

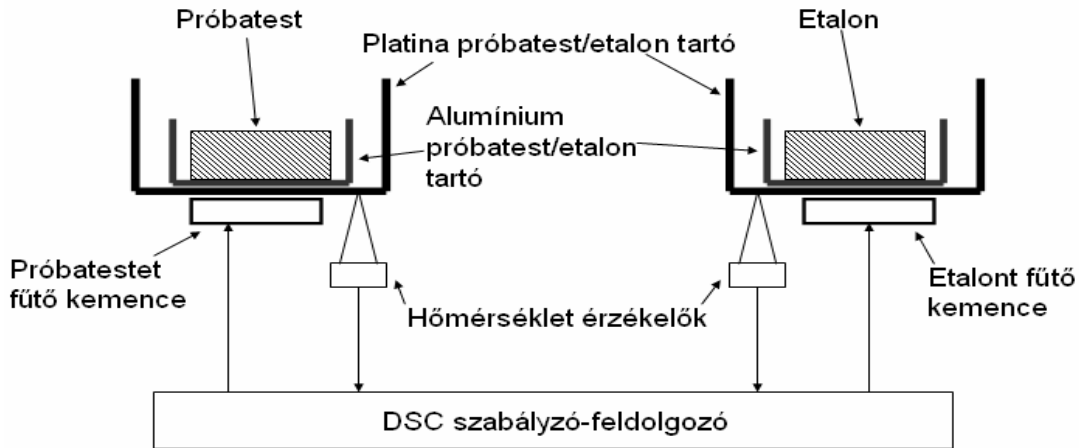
## 1. Bevezetés

A DSC (differential scanning calorimeter) készülékeknek rengeteg típusa létezik, a legelterjedtebbek a teljesítmény kompenzációs és a hőfluxusos készülékek. A méréseimet teljesítmény kompenzációs készüléken végeztem, ezért a továbbiakban ennek a típusnak a sajátosságairól számolok be. A berendezés felépítése az 1. ábrán látható.

## 2. A mérési elv bemutatása

A mérési elv lényege, hogy az etalont és a próbatestet igen pontos szabályzás mellett úgy hevítjük, hogy azoknak a hőmérséklete megközelítőleg azonos legyen és lineárisan változzék az idő függvényében. Az etalon anyagát érdemes termikusan semleges tulajdonságúnak választani, azaz hevítés közben ne játszódjon le benne exo- vagy endoterm folyamat, illetve a védőgázzal ne lépjen reakcióba. Az etalon tömegét úgy érdemes megválasztani, hogy annak hőkapacitása a próbatest hőkapacitásával megközelítőleg megegyezzen, a próbatest tömegét pedig a hőkezelés közben lejátszódó hőeffektus mértéke és a berendezés érzékenysége szabja meg. Az etalon termikus tulajdonságainak nem szabad hirtelen változniuk a hőmérséklet függvényében. A mérés során tehát mind a próbatestet, mind az etalont pon-

tosan akkora teljesítménnyel kell fűteni, hogy azok hőmérséklete lineárisan változzék. Ha a próbatestben valamilyen hőelnyeléssel vagy hőtermeléssel járó folyamat játszódik le, akkor a fűtéshez szükséges teljesítmény megváltozik. A mérési eredmény a próbatest és az etalon fűtéséhez szükséges teljesítménykülönbség lesz az idő/hőmérséklet függvényében.



1. ábra A teljesítménykompenzációs DSC berendezések elvi felépítése

A DSC berendezések felépítését vizsgálva könnyen észrevehetjük, hogy a termoelem nem közvetlenül a próbatest hőmérsékletét, hanem a platina anyagminőségű cella alsó részének hőmérsékletét méri. A hőátadási tényező a próbatest és a cella között igen nagy, de véges értékű. Az előbbiekből következik, hogy amennyiben nagy hevítési sebességet alkalmazunk és a próbatestben hirtelen lejátszódó átalaku-

lási folyamat játszódik le (a  $\frac{dq}{dt}$  differenciáhányados nagy), akkor a berendezés nagyobb hőmérsékletek mellett jelzi ugyanazt az átalakulási folyamatot.

A kimeneten megjelenő jelet a következőképp írhatjuk [1, 2]:

$$q_{\text{mért}}(t) = (f \otimes q_{\text{valós}})(t) \tag{1}$$

Ahol  $q_{\text{mért}}(t)$  a mért jel az idő függvényében (mért hőfluxus),  $q_{\text{valós}}(t)$  a próbatestbe áramló valós hőfluxus az idő függvényében, az  $f$  függvény pedig egy berendezéstől függő átviteli függvény,  $\otimes$  a konvolúciós művelet jele. Az (1) egyenletből a konvolúciós integrált a következőképp írhatjuk:

$$q_{\text{mért}}(t) = \int_0^t f(t-\tau) \cdot q_{\text{valós}}(\tau) d\tau \tag{2}$$

Illetve diszkrét mérési pontok esetén:

$$q_{\text{mért}}(\tau_n) = \sum_{i=1}^n f(\tau_n - \tau_i) \cdot q_{\text{valós}}(\tau_i) \Delta\tau \tag{3}$$

A konvolúciós integrál felírható a következő alakban is:

$$F[q_{\text{mért}}(t)] = F\left[\int_0^t f(t-\tau) \cdot q_{\text{valós}}(\tau) d\tau\right] = F(f) \cdot F(q_{\text{valós}}) \tag{4}$$

ahol  $F(\dots)$  a Fourier-transzformáltat jelenti. Ezekkel a feltételekkel a valós hőfluxus a következőképp számítható:

$$q_{\text{valós}} = F^{-1} \left\{ \frac{F(q_{\text{mért}})}{F(f)} \right\} \quad (5)$$

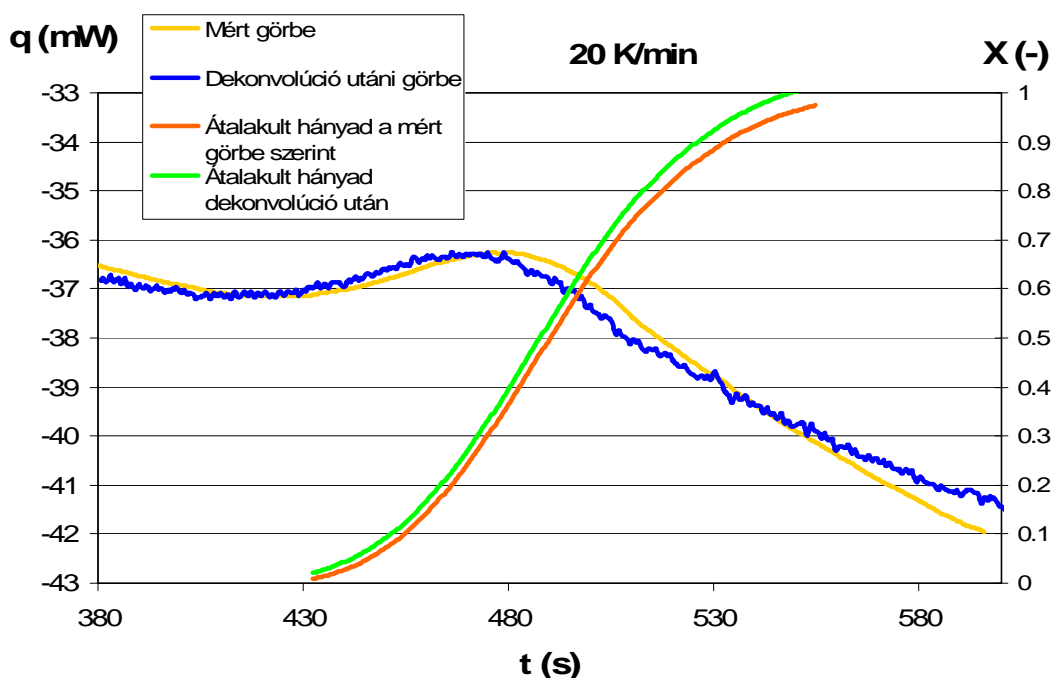
ahol  $F^{-1}$  az inverz Fourier transzformáció jele. A dekonvolúciós számítások során Fourier transzformáció igen nagymértékű zajerősítést eredményez (melyet a 2.-3. ábrán is könnyen észrevehetünk), de ez jellemző más dekonvolúciós eljárásokra is (pl. Van Cittert-féle eljárás). Az  $f(t)$  függvényt a következő alakúnak érdemes választani [1-2]:

$$f(t) = C \cdot \exp\left(-\frac{t}{K(T)}\right) \quad (6)$$

Ahol  $C$  konstans, ún. normalizáló faktor;  $K(T)$  pedig a berendezés időállandója (hőmérsékletfüggő). A berendezés időállandóját olvasztási görbék felvételével állapítottam meg. Nagy tisztaságú (99.999%) indium, ón és cink 1, 2, 5, 10, 20, 50 és 80 K/min-es hevítési sebességekkel felvett olvasztási görbéit kiértékelve megkaptam az időállandó értékét és annak hőmérsékletfüggését.

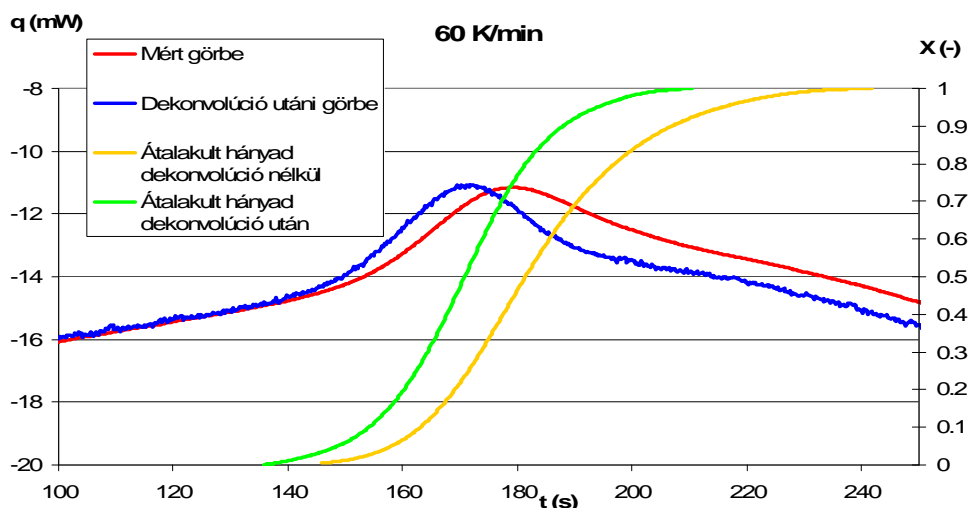
### 3. A korrekció bemutatása egy konkrét példa kapcsán

A következő ábrák hidegen hengerelt elektrolitréz próbatetek DSC görbéit mutatják különböző hevítési sebesség mellett dekonvolúcióval és anélkül. Az újrakristályosodás miatti hőfelszabadulás összefüggésbe hozható az átalakult hányaddal, annak segítségével pedig átalakulási kinetikát számolhatunk.



2. ábra A dekonvolúció hatása 20K/min-s hevítési sebességgel végzett kísérlet esetén





3. ábra A dekonvolúció hatása 60K/min-s hevítési sebességgel végzett kísérlet esetén

A változó hőmérsékletű hőkezelések eredményeiből visszaszámolhatók az izoterm kinetika paramétereit. 60 K/min-es hevítési sebesség mellett igen nagymértékben különböznek ezek a paraméterek. Például a 3. ábra szerinti lineáris hevítés melletti átalakulás esetén (a változó hőmérsékletű- izoterm átszámítás után) a következő (Avrami típusú) izoterm kinetikákat kapjuk:

Dekonvolúció nélkül:	Dekonvolúcióval:	
$x = 1 - \exp\left(-1.1988 \times 10^{-5} \cdot t^{2.9}\right)$	$x = 1 - \exp\left(-1.135 \times 10^{-5} \cdot t^{3.2}\right)$	(7-8)

A kinetikák 500K-re vonatkoznak, a k sebességi állandó hőmérsékletfüggését itt is az ismert Arrhenius-típusú összefüggés írja le.

#### 4. Összefoglaló

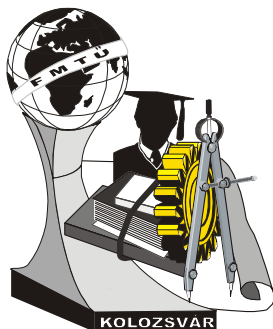
Az eddigi eredmények alapján megállapíthatjuk, hogy a DSC mérési eredmények korrekciója nélkül gyakran torz eredményt kapunk az átalakulási kinetikáról. A korrekció szükségességét az átalakulás paramétereit, a berendezés adatait valamint az általunk megszabott hibahatár dönti el.

#### Irodalom

- [1] E Moukhina, E. Keisersberger: *Temperature dependence of the time constants for deconvolution of heat flow curves*, Therm. Acta, Vol. 492., 2009., pp. 101-109.
- [2] P. Pananakis, E. W. Abel: *A comparison of methods for the deconvolution of isothermal DSC data*, Therm. Acta, Vol. 315., 1998., pp. 107-119.

#### Mucsi András, BSc

Munkahely: Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar  
 Cím: 1081, Magyarország, Budapest, Népszínház u. 8.  
 E-mail: mucsi.andras@freemail.hu



# XVI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2011. március 24–25.

## CSOMAGOLÓ ROBOT ÉPÍTÉSE ÉS STABILITÁSÁNAK VIZSGÁLATA

NAGY Gábor Lajos, DEZSŐ Gergely

### Abstract

A team of students involved in the „Robots and CNC machines” talent management project at the Department of Production engineering at College of Nyíregyháza, designed and made a packaging line from prefabricated parts by a call up of a company. Main challenge during this project was ensuring stability. In this paper we demonstrate solutions which it managed to achieve by.

### Key words:

Packaging, Lego Mindstorms, mobile robot, folding

### Összefoglalás

A Nyíregyházi Főiskola Műszaki Alapozó és Gépgyártástechnológiai Tanszékén működő „Robot és CNC berendezések” tehetségműhelyének diákjaiból alakult csoport külső felkérés alapján, előre gyártott alkatrészekből csomagoló sort tervezett és készített el. A projekt során a fő probléma a stabilitás biztosítása volt. Ebben a cikkben leírjuk azokat a megoldásokat, amelyekkel sikerült ezt elérni.

### Kulcsszavak:

Csomagolás, Lego Mindstorms, mobil robot, hajtogatás

## 1. Bevezetés

A Nyíregyházi Főiskola Műszaki és Mezőgazdasági Karán működő „Robot és CNC berendezések” tehetségműhely munkatársait azzal a kéréssel kereste fel a Lego Manufacturing Kft., hogy vállalja el egy olyan műszaki megoldás megvalósítását, amely bemutatja a Lego Mindstorms robotépítő készlet lehetőségeit. Erre a célra alkalmasnak látták egy csomagoló sor elkészítését. Ebből született meg a pontos műszaki célkitűzés: kizárólag Lego elemekből készüljön egy olyan teljesen automatizált berendezés, amely emberi beavatkozás nélkül képes lapra hajtogatott dobozokat alakra formázni, azokat megtölteni és leragasztani. Később a célkitűzés kiegészült azzal, hogy az elkészült dobozokat egy mobil robot rakja egymásra úgy, hogy négy dobozból álló mini göngyöleget képezzen belőlük. A Lego Mindstorms robotépítő készletek tartalma: NXT vezérlőegység, szervomotorok, érintés szenzor, ultrahangos távolságszenzor, hangszensor, fényszensor és egyszerű építő- és kötőelemek.

## 2. Moduláris szerkezet

Az elkészült csomagoló sor a mobil robottal együtt hat modulra bontható, sorrendben: dobozadagoló, alakra formálás ragasztással, doboztovábbító és -töltő egység, felső fülek behajtása, felső fülek leragasztásaa, targonca (mobil robot).

A teljes berendezés főbb adatai: 30 szervomotor, 21 szenzor, 16 vezérlő és több, mint 5000 építőelem. Alapterülete: csomagolósor  $\sim 1,6 \text{ m}^2$ , targonca mozgáster:  $\sim 2,5 \text{ m}^2$ .

### 3. Vezérlők

Minden modul sok mozgó alkatrészt tartalmaz (összesen több, mint 5000 alkatrészből áll a berendezés), ezek közül a legtöbb szervomotor által mozgatott kar, melyek a doboz füleinek hajtogatását, illetve a doboz pozicionálását végzik. Tartalmaz még fogaskerék soron át meghajtott kerek továbbító rendszert alsó és oldalsó megoldásban is, vagy a fogasléceken fel-le haladó adagolótálcát. Ezen szerkezetek mindegyikét az NXT „tégla” vezérlik.

A mozgó szerkezetekhez mozgásának összehangolása volt a kulcsa a megbízható működésnek. Ezt alapvetően két úton értük el:

1. Az egymás után következő mozgások pontos időzítésével. Ez olyan mozgáscsoportok esetében működött jól, amelyek között a doboz pozíciója nem változott. A második modulban található a legtöbb ilyen megoldás, a hajtogatások során.
2. Érzékelőkön keresztül visszacsatolással. Szinte mindig ezt alkalmaztuk a modulok közötti kommunikációban, de más helyeken is.

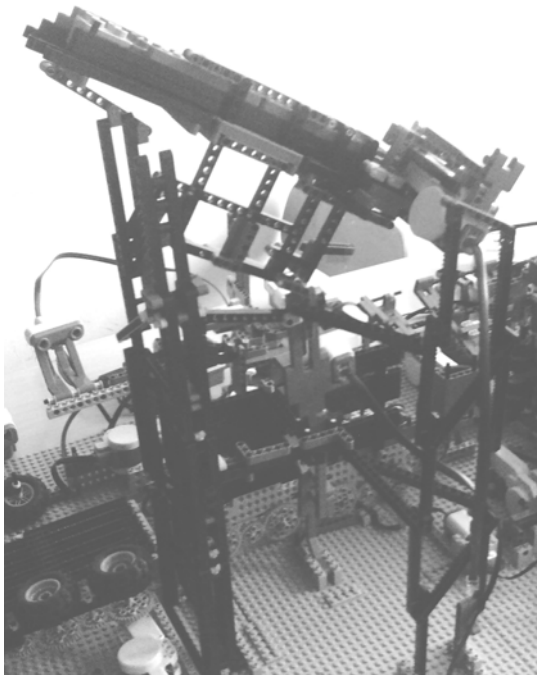
### 4. Stabilitási kérdések

A csomagoló sor fő feladata, hogy rugalmas lemezekből készült összetett szerkezetet hajtogasson, pozicionáljon és mozgasson nagy pontossággal. A pontosság nem csak a műszaki elvárások miatt lényeges szempont, hanem esztétikai okokból is. Tekintettel arra, hogy behatárolt alkatrész készletből (Lego) kellett dolgozni, több lehetőség (pl. pneumatikus manipulátorok) mérlegelése után a teljes egészében mechanikai megoldás mellett döntöttünk.

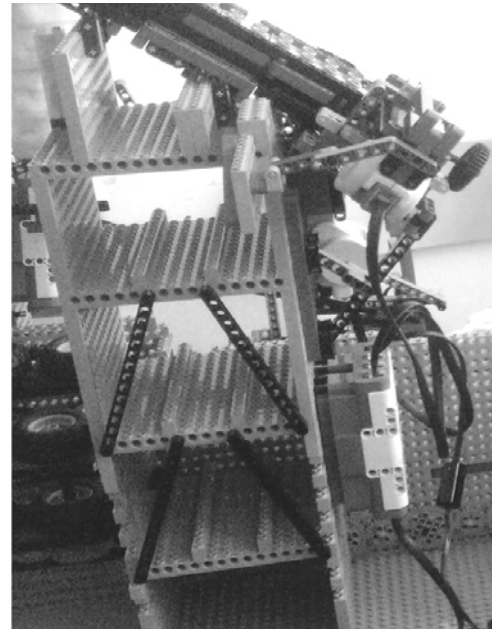
A folyamat során többször is viszonylag nagy erőkre van szükség ahhoz, hogy a dobozt formálni lehessen, ilyen például amikor a sík alakból, motorok és karok egy íves pályán mozogva hajtják ki a dobozt úgy, hogy az felvegye a négyzet alapú hasáb alakját, aminek a füleit már lehet tovább kezelni. A csomagolósor nagyon érzékeny az elhelyezésére, mert nagy sík felületre van szüksége, és nem szabad kis hajlást sem engedni a felületen, mert akkor a pontos mozgásra pozicionált karok alaphelyzete vagy mozgató motorjuk elállíthat és megakaszthatja a folyamatot. A csomagolósor 38×38 centiméteres platformokra van felépítve, amiből 10 darab lett felhasználva 2×5-ös elrendezésbe. Az instabilitást tehát a Lego alkatrészek okozzák több szempontból is.

A vékony és lapos elemek rugalmassága, amely a nagyobb méretű összeépítések után is fenn áll, mivel műanyag alapanyagúak, kicsi a tömegük és rugalmasak, hajlékonyak, hogy bírják a különböző igénybevételeket is amelyeknek ki lehetnek téve. Eredetileg nem ilyen nagy méretű és összetett berendezések építéséhez tervezték őket, hanem kisebb méretű robotok, gépek összeállításához, ahol nincs szükség ekkora terhelések elviselésére. Ezen tulajdonságok miatt nehéz olyan magas építményeket emelni

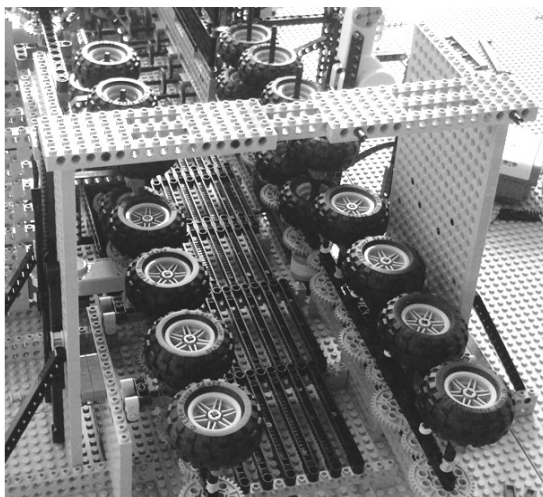
előle amikre nekünk szükség volt, mint például az adagolót tartó torony (1. ábra). A toronynak ebben az első változatában a felül lévő motor működése közben nagy rezgések keletkeztek.



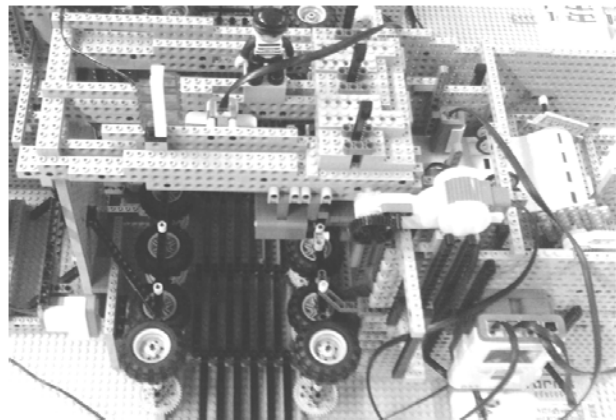
1. ábra Adagoló torony első változata



2. ábra Adagolótorony végső megerősített változata



3. ábra Ötödik modul tervszerű ötlete



4. ábra Ötödik modul végső változat

A 2. ábrán látható torony már a végleges változat, melyen látszik a struktúra változása, és másfajta gerendaelemek felhasználása. Itt már nemcsak az adagolót működtető motor rezgéseit, hanem a oldalára rakott vezérlő súlyát is bírja a torony hosszú távon is.

Az ötös modul vázánál első változatában (3. ábra) a két oldalsó falat csak egy vékonyabb áthidalás köt össze, viszont amikor a már elkészült a felülről működő ragasztófej és az azt mozgató motort is, fel kellett rá szerelnünk, akkor megerősítettük a szerkezetet. Ez látható a 4. ábrán. Ebben a megoldásban már a felső hídra felkerült a mozgó ragasztófej, a mozgató motor és ultrahangos érzékelő is. A jobb ol-

dalsó falat egy masszívan megépített, bunkerszerű építmény támasztja, melyben a dobokra felteker-  
csezt ragasztószalag és azokat mozgató motorok valamint vezérlő található.

## 5. Összefoglalás

A csomagolósort építése során felmerülő kihívások közül a működés mechanikai stabilitásának biztosí-  
tása volt a legkomolyabb. Ezt sikeresen megoldottuk csapatmunkában, a mechatronikai tervezés, vala-  
mint a kísérletezés módszereit felhasználva.

A projekt megvalósítása teljes mértékben megfelelt a megbízó cég elvárásainak, bizonyos részfelada-  
tokban felül is múlta azokat. A csomagolósort nemcsak a Nyíregyházi Főiskolán mutattuk be, hanem a  
nyíregyházi Lego Manufacturing Kft. telephelyén is, ahol a helyi és nemzetközi vezetők, valamint a  
tulajdonos is megtekintették. Jelenleg is ott van kiállítva, működőképes állapotban.

### **Nagy Gábor Lajos** (hallgató)

Munkahely: Nyíregyházi Főiskola, Műszaki és Mezőgazdasági Kar, Műszaki Alapozó és  
Gépgyártástechnológia Tanszék.

Cím: 4400 Magyarország, Nyíregyháza, Kótaji út, 9-11.

Telefon / Fax: +36-42-599-434

E-mail: mmfk@nyf.hu

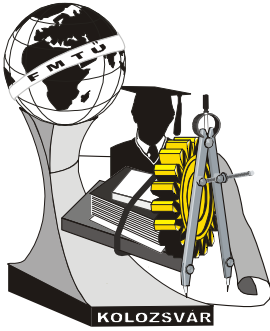
### **dr. Dezső Gergely** (főiskolai tanár)

Munkahely: Nyíregyházi Főiskola, Műszaki és Mezőgazdasági Kar, Műszaki Alapozó és  
Gépgyártástechnológia Tanszék.

Cím: 4400 Magyarország, Nyíregyháza, Kótaji út, 9-11.

Telefon / Fax: +36-42-599-400

E-mail: dezsog@nyf.hu



# XVI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2011. március 24–25.

## LÉZERSUGARAS TECHNOLÓGIA FEJLESZTÉSE NITINOL SZTENTEK VÁGÁSÁHOZ

**NAGY Péter, KATONA Bálint, LENGYEL Ákos, BOGNÁR Eszter,  
HIRSCHBERG Kristóf, DOBRÁNSZKY János**

### Abstract

In the European Union the most often reason of deaths is the disease of the cardiovascular system. The so called stent is a biocompatible metal mesh which is inserted in the narrowed section of the artery to dilate and prop it up; hereby it ensures continuous flow of blood. In pursuance of our research stents made of shape memory Ni-Ti alloy (nitinol) were investigated which can be exceedingly applied in peripheral arteries.

During our experiments, we examined a laser cut and etched nitinol tube. In the course of cutting the amount of burr and the surface quality after etching is the most important in the later usage of the stent. So our primary goal is to define the optimal parameters of laser cutting, and time interval of etching.

If we know these parameters, than we can create equal quality stents with high confidence for further researches and contingent medical usage.

**Keywords:** nitinol, stent, laser cutting, chemical etching

### Összefoglalás

Az Európai Unióban a halálesetek leggyakrabban a szív- és érrendszeri betegségekre vezethetők vissza. A sztent egy olyan speciális biokompatibilis fémháló, amelyet a szűkült érszakaszba helyezve kitágítja és megtámasztja az eret, így biztosítja a vér akadálymentes átáramlását. Vizsgálatainkban alakemlékező nikkeltitán-öt-vözetből (nitinolból) készült sztentekkel foglalkoztunk, amelyeket kiválóan alkalmazhatunk perifériás erekben.

Kutatásunk során egy nitinol csőből lézerrel kivágott, majd maratott sztentet vizsgáltuk. A vágás során keletkező sorja mennyisége és a maratással elért felületi minőség döntő szempont a sztent későbbi felhasználása szempontjából, így elsődleges célunk a lézervágás optimális paramétereinek meghatározása, és az így kialakított sztent megfelelő maratási idejének meghatározása volt.

Az optimális vágási és maratási paraméterek ismeretében nagy biztonsággal lehet azonos minőségű sztenteket készíteni a további kutatások és az esetleges orvosi felhasználások céljából.

**Kulcsszavak:** sztent, lézERSUGARAS VÁGÁS, kémiai maradás

### 1. Bevezetés

Az Európai Unióban a halálestek leggyakrabban a szív- és érrendszeri betegségekre vezethetők vissza. A sztent egy olyan speciális biokompatibilis fémháló, amelyet a szűkült érszakaszba helyezve kitágítja és megtámasztja az eret, így biztosítja a vér akadálymentes átáramlását. Vizsgálatainkban alakemlékező nikkeltitán-öt-vözetből (nitinolból) készült sztentekkel foglalkoztunk, amelyeket a nitinol különleges tulajdonságait kihasználva kiválóan alkalmazhatunk perifériás erekben [1,2].

A nitinol sztentek vágásához leggyakrabban Nd:YAG lézERSUGARAS berendezéseket alkalmaznak. A

szakirodalomban az említett lézersugaras berendezésen változtatható paraméterek hatásvizsgálataival foglalkoznak elsősorban. A vágási paraméterekkel és a felület minőségével számos tanulmány foglalkozik, de csak kevés esetben találunk olyan alkalmazási példát, amelyben a vágott felület minősége és a berendezésen változtatható paraméterek hatásait együttesen vizsgálják [3-5]. Az általunk elvégzett kísérletek nehézségét a kis átmérő, valamint az egyedi mintázat kialakítása jelentette.

A lézeres vágást követően a sztentek felületkezeléséhez, a megfelelő felületi minőség kialakításához kémiai maratást és elektropolírozást alkalmaznak [5]. A sztent részegységeként bordának nevezzük a sztent-mintázatot kialakító elemeket.

## 2. Nitinol csövek vágása Nd:YAG lézerrel

A sztenteket 1,04 mm belső átmérőjű és 0,10 mm falvastagságú Ni-Ti (nitinol) csőből Nd:YAG lézerrel vágtuk ki. A lézersugaras vágás paramétereinek meghatározásához kísérletsorozatokon keresztül jutottunk. Tekintettel arra, hogy egy adott paraméter megváltoztatása hatással van az összes többi beállításra, ezért adott kísérletsorozatban csak az adott paramétert módosítottuk. Célunk egy olyan munkatartomány meghatározása volt, amelynél az anyagot át lehet vágni. Az alábbiakban bemutatjuk a kísérletek során elért főbb eredményeinket:

- 3 mJ vagy annál nagyobb energiabeállítás átvágta az anyagot, azonban az 5 mJ energiával való vágás során az anyag már beégett. A sztent bordáinak kialakításához 3 mJ energia is elegendő, és ekkor a vágással szemközti oldal nem károsodik, így a későbbiekben ezt tekintettük irányadó értéknek;
- megállapítottuk, hogy nitinol cső vágásához megfelelő a szokásosan alkalmazott 6 bar nyomású argon gáz;
- kisebb, 2,8 mJ energia is elegendőnek bizonyult, viszont a mintázatból a kivágott darabok nem estek ki, amelyre a maratás azonban megoldást adhat;
- a fókuszávolság optimális beállítását a gyártó tudásbázisából felhasznált paraméterhalmaz segítségével tettünk meg, így a kivágott darabok is kiestek a mintából;
- a teljes sztent-mintázat kivágásához 2,4 mJ energia is elegendő, és így kisebb a kialakult hőhatás-övezet, mint a nagyobb energiával történő vágás során.

A kísérletek eredményeinek kiértékelésével kapott paraméterhalmaz alkalmas nitinol sztentek gyártására. Ezekkel a paraméterekkel elkészítettük a maratási kísérletekhez megfelelő számú mintadarabot.

## 3. Nitinol sztentek maratása

A finomabb felületi minőség eléréséhez a legyártott sztenteket kémiai maratással kezeltük. Ennek során egy ultrahangos tisztító berendezést és maratópácot (hidrogén-klorid (HCl) és salétromsav (HNO<sub>3</sub>) elegye, 1:3 arányban hígítva, 50 ml maratópác és 150 ml desztillált víz keverékeként) alkalmaztunk. Célunk a maratási idő meghatározása volt, amelyhez 18 darab nitinol sztentet használtunk fel. A maratási folyamatot 60 másodperccel kezdtük és minden egyes mintánál 30 másodperccel növeltük ezt az i-

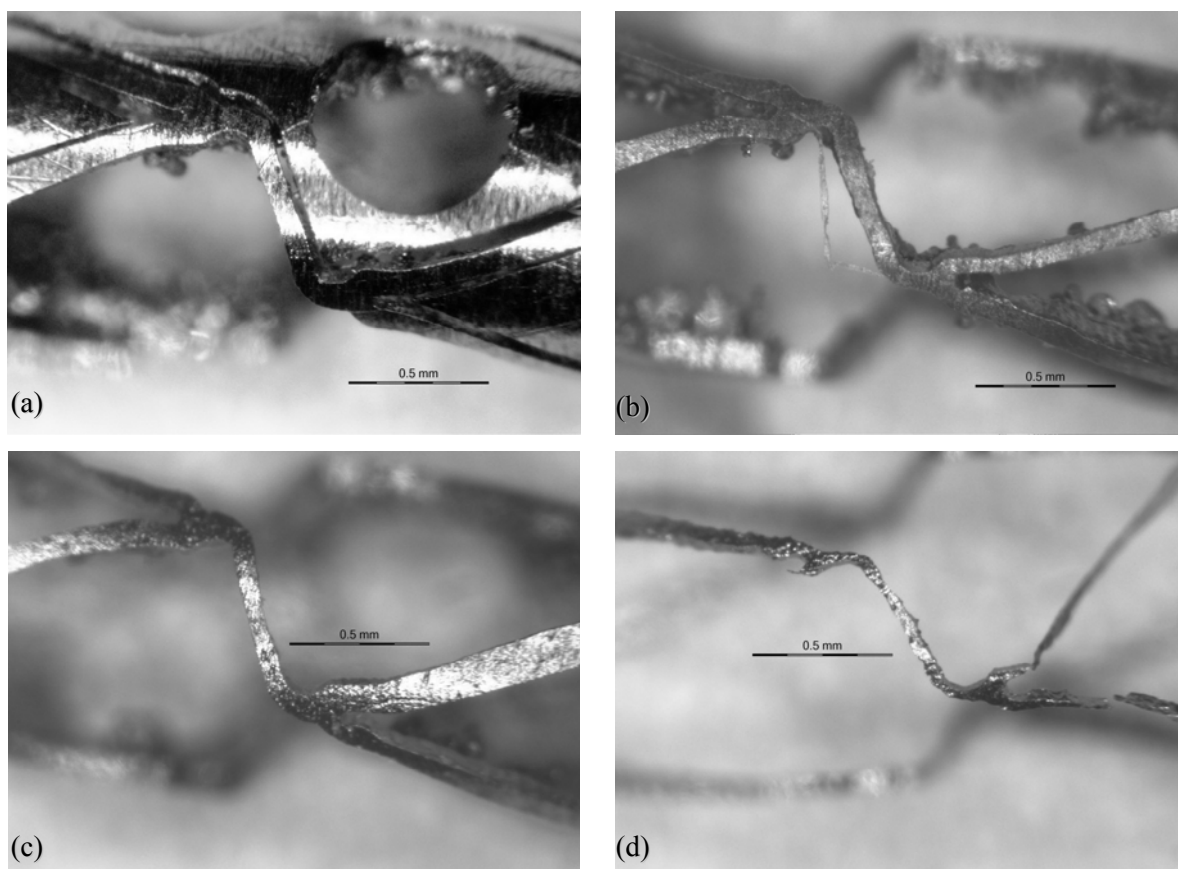
dőt, amelyet az 1. táblázat mutat.

*1. táblázat. A lézervágott sztentek maratási ideje*

Minta sorszáma	Maratási idő (sec)	Minta sorszáma	Maratási idő (sec)	Minta sorszáma	Maratási idő (sec)
1. minta	60	7. minta	240	13. minta	420
2. minta	90	8. minta	270	14. minta	450
3. minta	120	9. minta	300	15. minta	480
4. minta	150	10. minta	330	16. minta	510
5. minta	180	11. minta	360	17. minta	540
6. minta	210	12. minta	390	18. minta	570

A maratást akkor tekintettük sikeresnek, ha a vágás során keletkezett sorja eltűnt és a ki nem esett részek kiestek (segédvágások), továbbá a sztent nem fogyott el.

A kísérletek elvégzését követően a mintákat megvizsgálva azt tapasztaltuk, hogy a 180 másodpercnél rövidebb maratási idő nem elegendő, mivel ekkor a lézervágás után bent maradt darabok nem estek ki. Azonban azt is megállapítottuk, hogy az 300 másodpercnél hosszabb maratási idő a sztentet annyira roncsolja, hogy az a későbbiekben nem használható fel, ekkor ugyanis a hidak és bordák túlságosan elvékonyodtak, bizonyos esetekben pedig el is tűntek (1. ábra). Az optikai mikroszkópos vizsgálatok alapján arra az eredményre jutottunk, hogy a sztenteket ~240 másodpercig kell maratni.



*1. ábra A nitinol sztent felületkezelésének lépcsői: (a) maratás előtt, (b) 90 sec maratást követően, (c) 240 sec maratást követően, (d) 360 sec maratást követően*



#### 4. Összefoglalás

Eredményeink alapján kijelenthetjük, hogy 1,04 mm belső átmérőjű és 0,10 mm falvastagságú nítinol csőből Nd:YAG lézerrel megvalósítható a megfelelő minőségű sztent kivágása, az optimális paraméter-beállítások mellett. A minimális vágási energia 2,4 mJ. A pontos fókusz távolság beállítása jó vágási minőséget eredményezett. Az optikai mikroszkópos vizsgálatok alapján arra az eredményre jutottunk, hogy a sztenteket ~240 másodpercig kell maratni, mert így a sztent eléri azt a felületi minőséget, amely megfelelő a későbbi felhasználáshoz.

#### Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozunk Stefán Gábornak a lézersugaras vágásban nyújtott segítségével. A munka szakmai tartalma kapcsolódik a „Minőségorientált, összehangolt oktatási és K+F+I stratégia, valamint működési modell kidolgozása a Műegyetemen” c. projekt szakmai célkitűzéseinek megvalósításához. A projekt megvalósítását az ÚMFT TÁMOP-4.2.1/B-09/1/KMR-2010-0002 programja támogatja.

#### Felhasznált irodalom

- [1] E.G. Nabel: *Cardiovascular Disease*, N Engl J Med. 349 (2003) 60-72.
- [2] T.A. Pearson et al: *AHA Guidelines for Primary Prevention of Cardiovascular Disease and Stroke*, 2002 Update. *Circulation* 106 (2002) 388-391
- [3] R. Pfeifer, D. Herzog, M. Hustedt, S. Barcikowski: *Pulsed Nd:YAG laser cutting of NiTi shape memory alloys-Influence of process parameters*, *Journal of Mat. Proc. Techn.* 210 (2010) 1918–1925
- [4] X.J. Yan, D.Z. Yang, X.P. Liu: *Influence of heat treatment on the fatigue life of a laser-welded NiTi alloy wire*, *Materials Characterization* 58 (2007) 262–266
- [5] M.P.C. Heßing, J. Frenzel: *Electrolytic processing of NiTi shape memory alloys*, *Materials Science and Engineering A* 378 (2004) 191–199

**Nagy Péter**, PhD-hallgató,

**Katona Bálint**, BSC-hallgató,

**Lengyel Ákos**, BSC-hallgató,

**Bognár Eszter**, egyetemi adjunktus

Munkahely: BME, Gépészmérnöki Kar,  
Anyagtudomány és Technológia Tanszék.

Cím: H-1111 Magyarország, Budapest,  
Bertalan Lajos utca 7.

Telefon / Fax: +36 (1) 463-1934

E-mail: npeter@eik.bme.hu

E-mail: eszter@eik.bme.hu

**Hirschberg Kristóf**, tudományos munkatárs

Munkahely: Semmelweis Egyetem, Kardiológiai  
Központ; Labor Herzchirurgie,  
Universitätsklinikum Heidelberg

Cím: Universitätsklinikum Heidelberg  
Im Neuenheimer Feld 326. II.Stock, 297a  
69120 Heidelberg

Telefon / Fax: 06-22-156-60-95

E-mail: hirschbergkristof@gmail.com

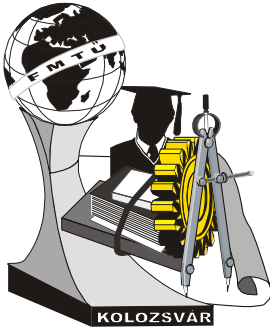
**Dobránszky János**, tudományos főmunkatárs

Munkahely: MTA–BME, Fémtechnológiai  
Kutatócsoport.

Cím: H-1111 Magyarország, Budapest,  
Bertalan Lajos utca 7.

Telefon / Fax: +36 (1) 463-1934

E-mail: dobi@eik.bme.hu



# XVI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2011. március 24–25.

## FELÜLETKEZELT PRÓBATESTEK ELEKTRONMIKROSKÓPOS VIZSGÁLATAI

**NAGYNÉ HALÁSZ Erzsébet**

### **Abstract**

The development of the surface technology gave us many possibilities to make tools and samples. That's mean we can use like bulk material some cheaper steels and the working surface have to be only hard and wear resistant. Certainly the surface technology not a very new invention, it nows the nitridation, carburation, boridation, carbonitridation, etc. These surface layers hardness are much higher than the hardness of the bulk material, but about the new requirement they can't be suitable. Nowadays the industry use and research some new technology like laser surface modification technology, PVD, CVD, and some different coating combination technology. In case of this surface qualification and testing we can use Scanning electronmicroscope.

### **Key words:**

scanning electron microscope, surface modification, thin film

### **Összefoglalás**

Az anyagtechnológia fejlődése lehetővé teszi, hogy egyre újabb felületmódosító technológiákkal készüljenek alkatrészek. Ez gyakorlatilag azt jelenti, hogy az alkatrészek, szerszámok tervezése során olcsóbb alapanyagok használata is lehetővé válik, a dolgozó felületek kopásállóságát a felületi réteg biztosítja. Természetesen felületmódosító eljárásokat már régóta alkalmaznak az alkatrészgyártásban, ilyenek pl. a betétedzés, nitridálás, boridálás, karbonitridálás, stb. Ezen felületi rétegek keménysége meghaladja a munkadarab magkeménységét, viszont a mai elvárásoknak már nem minden esetben tudnak megfelelni. A jelenleg alkalmazott és folyamatosan fejlesztés alatt álló technológiák pl. a lézeres felületátolvasztás, és módosítás, a PVD, a CVD eljárások valamint a különböző rétegek kombinációjával kapott felületi bevonatok. Ezen felületek minősítése és vizsgálatait során a pásztázó elektronmikroszkóp jól használható.

### **Kulcsszavak:**

pásztázó elektronmikroszkóp, felületmódosítás, vékony réteg

### **1. Bevezetés**

Az elektronmikroszkópok (transzmissziós elektronmikroszkóp TEM, pásztázó elektronmikroszkóp SEM) használata a fémek anyagok vizsgálata során igen széles körben alkalmazott. Természetesen önmagában nem elégséges valamely alkatrész minősítéséhez, viszont az igen nagy nagyítás és a látható kép mélységélessége segítséget nyújt a vizsgált darab anyagszerkezetének jobb megismeréséhez. A modern felületmódosító eljárások, mint a duplex felületkezelés, lézeres átolvasztás és ötvözés valamint a különböző kémiai és fizikai elvű bevonatolások réteg szerkezet és rétegvastagság vizsgálatához igen fontos a SEM. [1, 2]

A felület kopásállóságának növelése érdekében alkalmazott technológiák fejlesztése gazdasági és tech-

nológiai érdek. Az egyes alkatrészek, szerszámok élettartama jelentősen növelhető, míg az anyagköltség csökkenthető. Ilyen technológiák a duplex felületkezelési technológiák, melyek több felületkezelő technológia kombinációjaként hozhatók létre, pl. a plazmanitridálás és a lézerezés kombinációjaként [3], a lézeres felületötvözés kerámia szemcsék vagy karbidporok diszpergálásával, amelyek a felületötvözés gyorsan fejlődő új technológiai módszerei [4,5].

## **2. Felületmódosító technológiák**

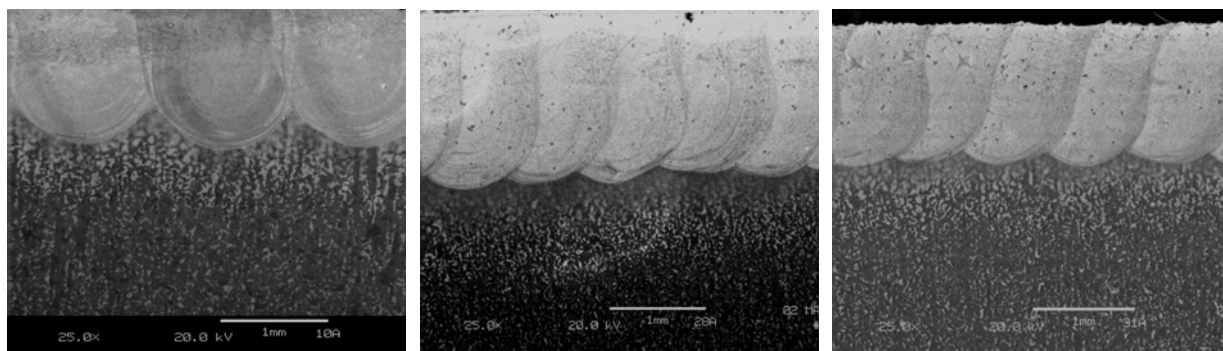
A felületmódosítási eljárások egyik típusa a lézeres felületötvözés, mely során nem csak a hagyományos ötvözők felületbe való bejuttatása, hanem nemfémes anyagok (kerámia-, karbidporok) diszpergálásáról is szó van. Ezeknek a szemcséknek az eloszlását, mélységét a felületi rétegben vizsgálnunk szükséges, mert ezáltal tudunk képet alkotni arról, hogy milyen folyamatok mentek végbe a technológia során, illetve valamilyen támpontot szerezni a felületi réteg minősítéséhez. A felületi rétegek minősítése során a keménységmérés, kopási vizsgálatok is igen fontosak, melyek a SEM vizsgálatokkal kiegészítve adnak közelebbi információt a kopásállóságot és élettartamot illetően [6, 7, 8, 9, 10].

A felületkezelések másik nagy csoportja a gőzfázisú bevonatolások, melyek lehetnek kémiai (CVD) vagy fizikai (PVD) elvű technológiák. Ezekben az esetekben a felületre kerülő vékony, nagykeménységű réteg néhány mikrométer vastagságú. Ezeket a technológiákat az ipari gyakorlatban természetesen a felület kopásállóságának a növelésére fejlesztették ki. [11, 12, 13] Mivel mint említettem, ezen felületi rétegek vastagsága mikrométeres nagyságrendbe esik, minősítésük és élettartamuk meghatározása igen bonyolult, speciális mérőeszközöket és berendezéseket igénylő feladat. A vékony rétegek tulajdonságainak vizsgálata során fontos a mikrokeménység mérés, valamint a bevonat szerkezetének ismerete, melyhez a SEM vizsgálatok jelentős segítséget nyújtanak.

## **3. Felületi rétegek SEM vizsgálatai**

A felületi rétegek minősítése és vizsgálatai, mint említésre került igen bonyolult feladat. A következő SEM felvételeken (1. ábra) a lézeres kezelés eredményeképpen kapott felületi rétegek láthatóak. Azonos nagyítás mellett is jól láthatóak a különbségek, a beolvadás mélységét, a beolvadt sorok alakját és morfológiáját tekintve. [11] A karbidszemcsék eloszlása a beolvadt rétegben jól követhető. Ezek a képek támpontot nyújtanak a lézerparaméterek beállításához, a kívánt rétegvastagság valamint poreloszlás eléréséhez. A kopásállóság megítéléséhez természetesen más kiegészítő vizsgálatokra is szükség lehet.

A másik nagy felületkezelési technológiával a felületen egy új réteget hozunk létre, „növesztünk”, mely a munkadarab működése során a súrlódási, kopási igénybevételeket viseli majd. Igen fontos vizsgálnunk ezeknek a rétegnek a keménységét, vastagságát, szerkezetét, porozitását. Vastagságuk meghatározására számos módszer ismert, szerkezetüket, porozitásukat azonban csak a SEM felvételek segítségével ismerhetjük meg. [2, 12, 13]

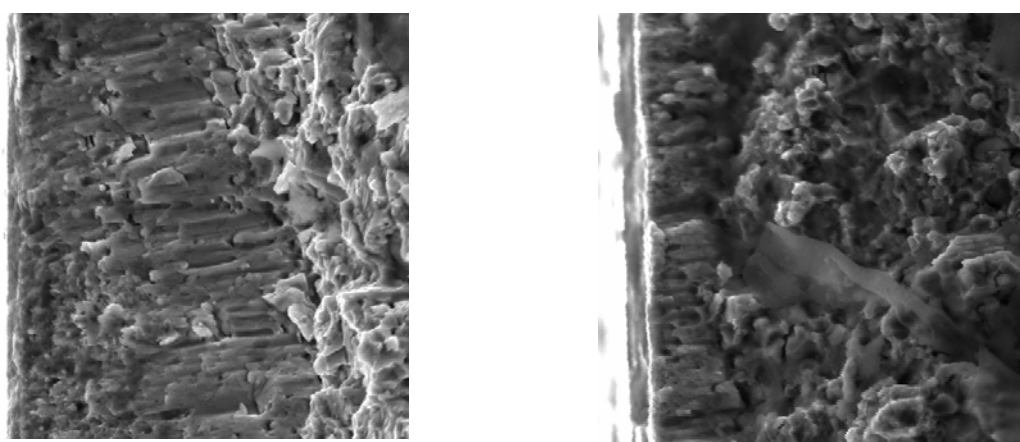


*Lézeres felületötöztetés WC*

*Lézeres felületötöztetés TaC*

*Lézeres felületötöztetés NbC*

**1. ábra** SEM felvételek különböző karbidporokkal végzett lézeres felületötöztetés eredményéről [5,9,10]



**2. ábra** TiN bevonatok szerkezetének SEM felvételei 2000x nagyításnál [12]

#### 4. Összefoglaló

A dolgozatban természetesen nincs lehetőség az összes felületi technológia ismertetésére, de ez nem is volt cél, hiszen a szakirodalomban jelentős mennyiségű publikáció található ezekkel kapcsolatban. [3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10] A felületi rétegek vizsgálati lehetőségeit illetően is találunk támpontot a szakirodalomban [1, 2, 11, 12, 13]. Azonban meg kell jegyezni, hogy a SEM vizsgálatok a hagyományos vizsgálati technikákhoz képest jelentős mennyiségű kiegészítő információt adnak, így a felületi technológiáknak nem csak az igénybevételekkel szembeni ellenállására, kopásállóságára, keménységére, de a technológia mélyebb elemzésére a kialakuló rétegek fizikai, kémiai mechanizmusára is rávilágítanak. A minták előkészítése és az eredmények értékelése nem jelent nagyobb feladatot, mint a hagyományos fémmikroszkópi vizsgálatok esetén, sőt a SEM előnyösen alkalmazható mélységélessége miatt töretfelületek vizsgálatához mely főként olyan esetekben előnyös, ha a vékony réteg szerkezetét kívánjuk tanulmányozni. Összességében meg kell állapítani, hogy a modern felületi technológiákkal létrehozott felületi rétegek minőségének és vizsgálatának egyik jól használható, számos információt nyújtó eszköze a SEM.

**Irodalom**

- [1] Nagyné Halász E.: *SEM a gyakorlatban*, Erdélyi Múzeum-Egyesület, FMTÜ XIV. Kolozsvár, Románia, 2009. pp. 139-142
- [2] Nagyné Halász E.: *Felületi rétegek SEM vizsgálatai*, Erdélyi Múzeum-Egyesület, FMTÜ XV. Kolozsvár, Románia, 2010. pp. 243-246
- [3] Bitay E., Bagyinszki Gy.: *Duplex felületkezelés – plazmanitridálás és lézerezés kombinálása*, Erdélyi Múzeum-Egyesület, FMTÜ XIV. Kolozsvár, Románia, 2009. pp. 45-52
- [4] Bitay E.: *Kerámiaszemcsék diszpergálása lézeres felületötvöztetésnél*, Múzeum-Egyesület, FMTÜ IV. Kolozsvár, Románia, 1999. pp.169-172
- [5] Bitay E.: *Karbidporok diszpergálásának vizsgálata acélban, CO<sub>2</sub>-os lézer felületötvöztetésnél*, Múzeum-Egyesület, FMTÜ IV. Kolozsvár, Románia, 1999. pp. 173-176
- [6] Bagyinszki Gy., Bitay E.: *Kopásálló felületkezelt rétegek minősítése*. Erdélyi Múzeum-Egyesület, FMTÜ XIV. Kolozsvár, Románia, 2009. pp. 13-16
- [7] Bagyinszki Gy., Bitay E.: *Felületkezelési eljárások több szempontú rendszerezése*, Erdélyi Múzeum-Egyesület, FMTÜ XIII. Kolozsvár, Románia, 2008. pp. 5-12
- [8] Sebestyén A., Nagyné Halász E., Bagyinszki Gy., Bitay E.: *Felületmódosítási eljárások hatása acélok kopásállóságára*, Múzeum-Egyesület, FMTÜ XII. Kolozsvár, Románia, 2007. pp.161-168
- [9] Bitay E.: *Lézeresen kezelt felületek kopásállósága*, Múzeum-Egyesület, FMTÜ VI. Kolozsvár, Románia, 2001. pp. 111-118
- [10] Bitay E., Kovács T.: *The effect of the laser surface treatments on the wear resistance*, Material Science Forum Vols. 649. Trans. Tech. Publications Switzerland, 2010. pp. 107-112.
- [11] Kovács, T., Dévényi, L.: *The effect of microstructure on the wear phenomena*, Material Science Forum Vols. 537–538. Trans. Tech. Publications Switzerland, 2007. pp. 397–404.
- [12] Kovács-Coskun T.: *Vékony rétegek vizsgálatai*, Erdélyi Múzeum-Egyesület, FMTÜ XV. Kolozsvár, Románia, 2010. pp. 189-192
- [13] Kovács-Coskun T.: *Nano-mechanical and surface morphological properties of TiN coating produced by PVD on tool steel*, Material Science Forum Vols. 659. Trans. Tech. Publications Switzerland, 2010. pp. 191-196

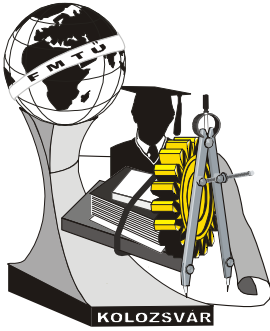
**Nagyné Halász Erzsébet**, mestertanár

Munkahely: Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar

Cím: Budapest, 1081 Népszínház u. 8, Hungary

Tel: 0036/1 666 5315

E-mail: nagyne.halasz@bgk.uni-obuda.hu



# XVI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2011. március 24–25.

## VÁLTOZÓ EMELKEDÉSŰ ÉS VÁLTOZÓ PROFILÚ MENETEK NAGYPONTOSSÁGÚ KEMÉNYMEGMUNKÁLÁSA

OLÁH László Miklós, dr. GYENGE Csaba, dr. MÉSZÁROS Imre

### Abstract

The rolling transmission wheels have variable pitch and variable screw profile surface section. In this paper is presented the screw geometric profile and machining technology. Machining with high precision turning is a promising solution. The profile manufacturing can only be made on high precisions machines, which are available at Direct-Line Ltd.

### Key words:

precision turning, roller transmission

### Összefoglalás

A gördülő elemes hajtásban résztvevő kerek horonyprofilja változó emelkedésű és változó keresztmetszetű csavar felület. A dolgozatban bemutatjuk a horonyprofil geometriai felépítését és a megmunkálási technológiát. Ezen geometriájú felületek megmunkálására a nagypontosságú keményesztergálás egy ígéretes megoldás. A pontos horonykialakítást csak nagy merevséggel, mozgó pontossággal és precizitással rendelkező gépekkel lehet megvalósítani, melyek a Direct-line Kft-nél rendelkezésre állnak.

### Kulcsszavak:

nagypontosságú esztergálás, gördülő elemes hajtás

### 1. Bevezetés

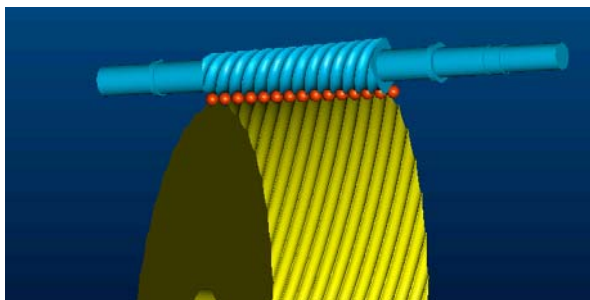
A CAD/CAM rendszerek fejlődése megadta a lehetőségét, hogy újabb, egyre bonyolultabb és jobb termékeket hozzunk létre. Jó példa erre a gördülőelemes hajtás, [1] amely a golyósorsó-anya kapcsolat analógiájára a fogaskerekek és a csigakerekek között teremt tiszta gördüléshez közeli kapcsolatot. A gördülőelemes hajtómű kiküszöböli a hagyományos hajtóművek hátrányait, előnyös tulajdonságai miatt a 21. század hajtóművének tekinthetjük [2]. A tiszta gördülés feltételeinek megteremtése, valamint a golyók be – és kilépésekor elkerülendő ütközések miatt a golyó pályák alakja a kapcsolási ív mentén nem marad állandó. A fogaskerekek, csiga- és csigakerekek terhelést átvivő felületei, változó emelkedésű és változó profilú csavarfelületek lesznek. Ilyen felületek megmunkálása, forgácsolással, általános esetben 5 tengelyes szerszámmozgással lehetséges. A CAD/CAM rendszerek alkalmazása megad-

ta a lehetőségét az ilyen felületek gyártására, de a gyártás gazdaságossága számos problémát vet fel. Különösen edzett állapotú acéloknál, ahol a viszonylag kisméretű szerszám miatt jelentős merevségi problémával találkozunk és a kis anyagleválasztási sebesség miatt jelentős forgácsolási idővel és költséggel kell számolnunk. Ismert tény, hogy a gömbfejű maróval végzett felületmarás nagyon időigényes és ez nagyon meg növeli a gyártási időt. Napjainkban jobb terméket gyorsabban, pontosabban kell gyártani a kiélezett konkurenciaharc miatt, ezért a technológusok feladata, hogy egyre hatékonyabb technológiák alkalmazásával valósítsák meg a kitűzött célt. Ez a szempont vezetett minket is, amikor a változó emelkedésű és szelvényű csavarfelületek megmunkálására ultraprecíziós CNC esztergagépet választottunk. A nagy pontosságú eszterga alkalmazása, kemény edzett anyagból készült golyósorsók és anyák forgácsolására már kilépett a laboratóriumi keretek közül és bevezetett ipari technológiának számít [3, 4, 5].

Periodikusan ismétlődő, változó emelkedésű és változó szelvényű csavarfelületek nagy pontosságú keménysztergálása egy olyan új technológia, amely a kutatásaink és kísérleteink eredménye szerint, adott geometriai tartományban, iparilag alkalmazható és versenyképes megoldás lesz.

## 2. Periodikus, változó emelkedésű és szelvényű menet alkalmazási területe

A változó emelkedésű és szelvényű csavarfelület, a gördülő elemes hajtás kapcsolódó elemeinek aktív felülete. Az 1. ábrán egy kapcsolódó elempár elvi ábráját látjuk. A képen bemutatott példa egy  $45^\circ$ -os szöveget bezáró tengelyelrendezésű hajtómű fő elemeit mutatja.

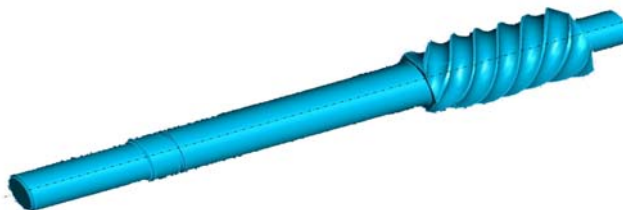


*1. ábra* Változó emelkedésű és szelvényű menet alkalmazása a gördülő elemes hajtásban

A gördülő elemes hajtásban résztvevő kerekek között a forgást és a nyomatékot átadó golyó egy térbeli görbe mentén gördül, melyet kapcsolási pályának is nevezünk. Ahhoz hogy a hajtó- és a hajtott kerekek között a gördülő golyó érintkezési pontjaiban ne lépjenek fel csuszások (amely az evolvens profilú fogazásnál elkerülhetetlen), szükséges, hogy a kerék testeken a hornyok mentén a menetemelkedés változó legyen (matematikai feltételekből következik), és a szelvény keresztmetszete is változó legyen (terhelés egyenletes elosztása). A horony mentén a menetemelkedés minden pontban eltér az előzőtől, növekszik vagy csökken. A horony szelvény több körívből áll, melyeknek sugarai változnak a menet irányába.

### 3. Változó emelkedésű és szelvényű menet geometriai elemzése

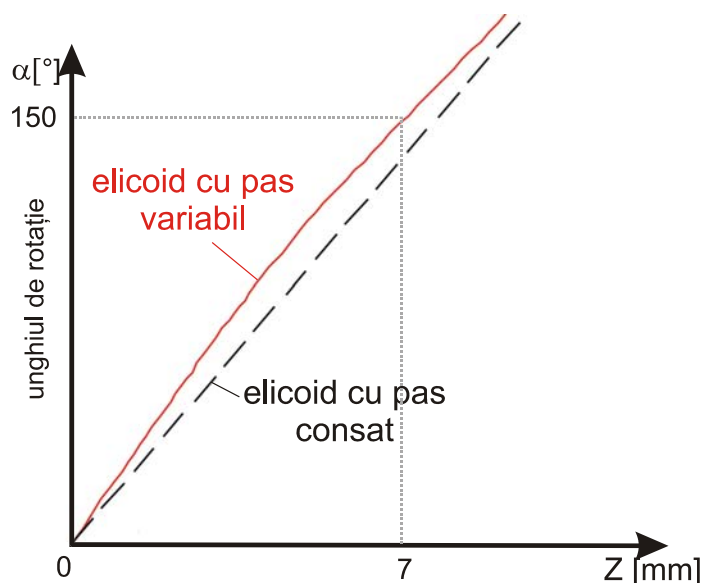
A geometriai elemzés során megvizsgáltuk egy adott kerék menetemelkedését és a szelvény keresztmetszetét a keréktest hossz tengelye mentén. A változó emelkedésű és szelvényű menettel fogazott csiga a 2 ábrán látható. A 3D-s modellt a ProEngineer program segítségével terveztük meg.



2. ábra Változó emelkedésű és szelvényű menetes csiga

#### A menetemelkedés elemzése (3. ábra)

A 3 ábrán folytonos vonallal jelöltük a menetemelkedés változását a horony mentén. Összehasonlításképpen ugyanazon ábrán berajzoltunk egy állandó emelkedésű menetemelkedést, melyet fekete szaggatott vonallal jelöltünk. Jól látható hogy a menetemelkedés eltér az egyenestől.

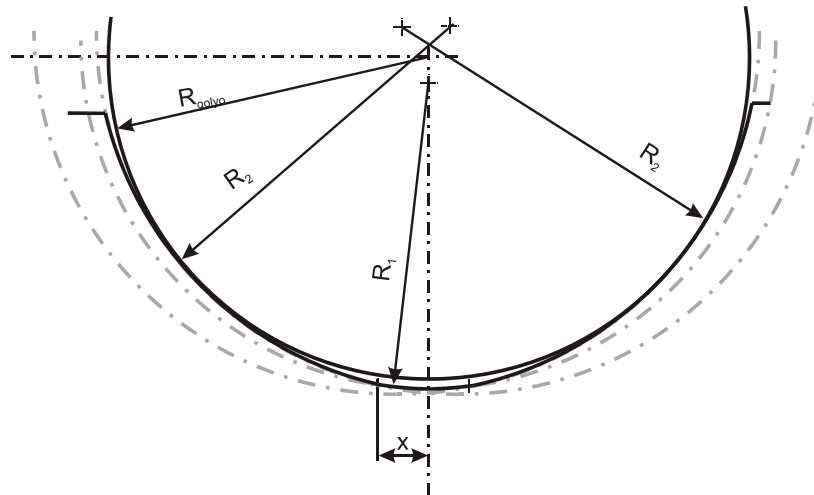


3. ábra A menetemelkedés változása

#### A szelvény keresztmetszetének vizsgálata

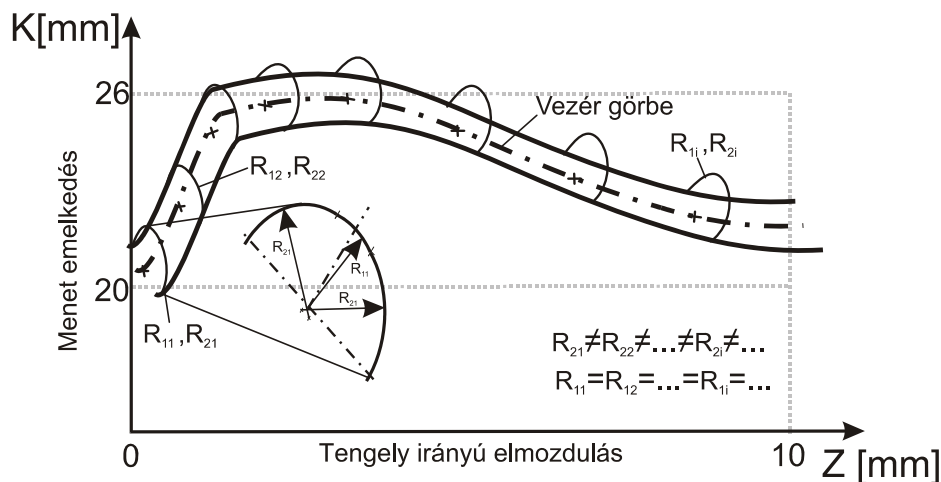
A golyóscsapágy terhelhetőséget nagymértékben befolyásolja az érintkezési tartományban kialakított rádiusz. Adott geometriájú golyó és csapágygyűrű esetében, a Hertz-féle feszültség számítási elmélet szerint, jó közelítéssel számíthatóak az érintkezési paraméterek (az érintkezési tartomány méretei és az érintkezési nyomás maximuma). A 4. ábra az általunk vizsgált a menet normál metszetét ábrázoltuk. Látható, hogy a horony fenékrádiusza kisebb, mint az oldal rádiusz ( $R_1 < R_2$ ).





4. ábra. Horony normál keresztmetszete

A horony keresztmetszete változó a menet emelkedése mentén, ez a változtatás  $R_{21}, R_{22}, R_{23}, \dots R_{2n}$ , rádiuszok módosításával történik. A rádiuszok a csvarvonalt egyes pontjaira vannak számítva úgy, hogy a golyókra eső terhelés egyenletes legyen. Az egymást követő keresztmetszetek a vezér görbe mentén össze vannak kötve, így minden pontban más keresztmetszetet kapunk, amint azt 5. ábrán szemléltettük.



5. ábra Horonykeresztmetszet változás a menet görbe mentén

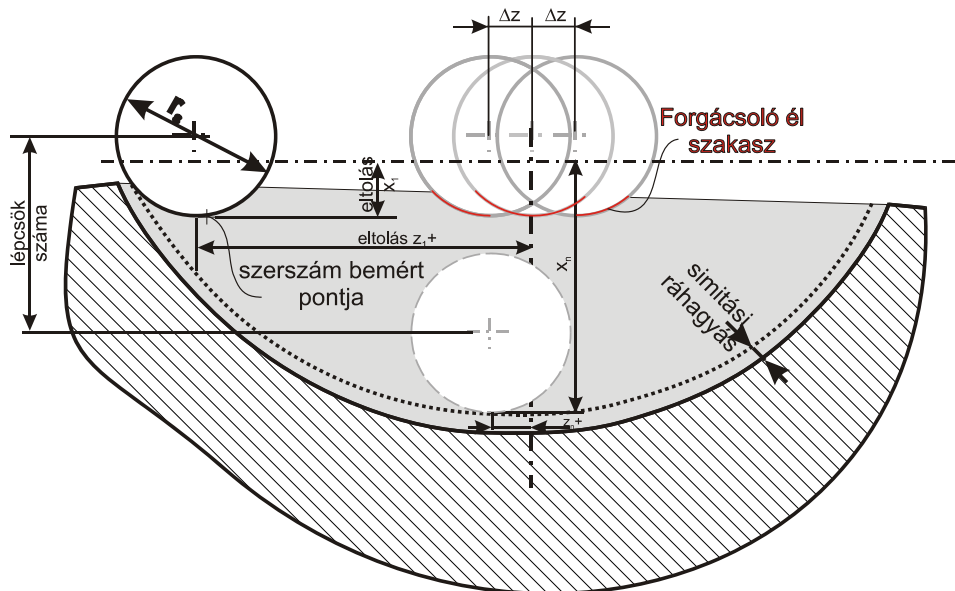
#### 4. Változó emelkedésű és szelvényű menet esztergálása

Változó emelkedésű és szelvényű menet megmunkálása két részből áll: a horony nagyolása és simítása. Mind két esetben menetláncokat programoztunk. Menetlánc esztergálásakor a szerszám mozgása szinkronba van a főorsó forgásával. A szerszám tengely irányú a főorsó fordulatszámából függ, ennek következtében azokon a szakaszokon ahol a menetemelkedés nagy, (átlagos érték 23mm/ford.), szerszám tengelyirányú mozgásának a sebessége szintén nagy kell legyen, ezért a főorsó fordulatszámának a szánok gyorsítási és megállási feltételei szabnak határt. Szükséges pontosság eléréséhez, megfelelő nagyságú gyorsítási és lassítási szakaszt kell programozni. Ahhoz hogy a szerszám megfelelően kövesse a

menetláncban programozott menet spirál szakaszokat, a főorsó maximális fordulatszáma korlátozva van.

### Nagyoló esztergálás

A nagyolásnál nem szükséges a menet profil ekvidisztanciáját mikron pontosan közelíteni, mert a simítási ráhagyás nagyobb, mint a horony keresztmetszet változása. A horony vezér görbéje ismert (CAD rendszerrel előállítjuk a pontsorozat X, Y, Z koordinátáit). A pontsorozatból kiválasztunk annyi pontot amennyi a közelítés pontosságához szükséges. A pontok kiválasztása úgy történik, hogy archimédeszi spirálokat fektetünk a szakaszokra, majd vizsgáljuk a maximális eltérést, mely nem léphet át egy megszabott értéket. A pontok kiválasztása után kiszámoljuk azokat a programozási pontokat, melyek szükségesek a menetlánc programozásához. CAD program segítségével kiszerkesztjük a szelvény keresztmetszetét tengely metszetben, amelyet egy ismert szerszámél csúcssugarával érintünk (lásd 6. ábra). A 6. ábrán szaggatott vonallal ábrázoltuk a horonyprofil, melyet nagyoláskor állítunk elő. A fogárok ki-munkálása közben a szükséges lépcsők számát technológiai feltételekből (szerszám megengedett éltelhelése) szabjuk meg. Geometriai adatok felhasználásával létrehoztunk egy programot, mely egy változó emelkedésű állandó szelvényű menetet esztergál. A program tesztelésére tervezett csigakerék 6 be-kezdésű, ezért egy adott fogást mind a 6 menetárokban megismételjük, ezáltal biztosítjuk a hornyok e-gyenletes hőterhelését, illetve az egyenlőtlen hőbevitel miatti méret eltérést. A nagyolás edzett állapot-ban CBN anyagú, 0.4mm csúcssugarú szerszámmal végeztük.



6. ábra Nagyolási horony profil tengely irányú keresztmetszetben

### Simító esztergálás

A simításhoz kifejlesztett programmal, változó emelkedésű és változó szelvényű csavarfelületet esztergálunk. A nagyolásnál bemutatott számítási módszertől eltérően, itt minden fogáshoz más-más vezér-görbe tartozik. A vezérgörbét CAM program segítségével állítottuk elő. Az így kapott X, Y, Z koor-

dináták pontosan követik a horony profilját. A pontokat archimédeszi spirálokkal kötjük össze, így megkapjuk a szükséges programozási pontokat. A simítás CBN anyagú, 0.8mm csúcssugarú szerszámmal végeztük.

## 5. Összefoglalás

A csiga nagy pontosságú keményesztérgálással készült felületét összehasonlítottuk a mart felülettel, megállapítottuk, hogy az esztérgált felület, a golyók gördülési irányában, egyenletesebb, mint a mart felület. Ez a tény önmagában is elegendő indok lenne ahhoz, hogy az esztérgálást válasszuk. A marás kiszámított forgácsolási idejét az esztérgálás tényleges idejével összehasonlítva megállapítható, hogy esztérgálással jelentős anyagleválasztási sebesség növekedés, ezáltal jelentős gyártási idő csökkenés érhető el. A forgácsolt darab pontossága megfelelt az előírt pontossági értékeknek. Ugyanakkor megállapítható, hogy a gördülő elemes hajtás gazdaságos sorozatgyártásához még számos kutatási feladatot kell megoldani.

## Irodalom

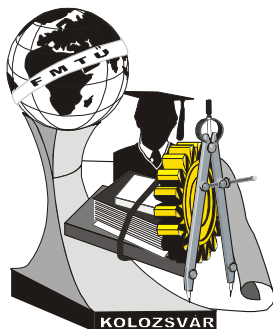
- [1] Inventor: István Bogár: *Roller Transmission Gearing Mechanism* Patent publication No.: WO 2007/077470 A1
- [2] Bogár I., Reith J., Mészáros I., Oláh L. M.: *Technological problems of roller gearing mechanism*, Gépészet 2010. Budapest, 2010. Május 25-26
- [3] I. Mészáros, D. Szepesi, *Hochpräzisions-Hartdrehen als optimierter Prozess*, Werkstatt und Betrieb 138 Jahrgang 11.11.2005, pp.58-62
- [4] Mészáros I., Huijbers, M.: *Hartgewindedrehen verkürzt die Prozesskette*, Werkstatt und Betrieb 9/2002 p 33-35
- [5] Mészáros I., Huijbers M.: *Das Hartdrehen bekommt neue Anwendungsfelder*, Werkstatt und Betrieb 4/2003 pp 26-28
- [6] Oláh László Miklós: *Változó emelkedésű és változó szelvényű menetek nagy pontosságú kemény-megmunkálása*, Gyártás 2010. Október 20-21

drd. ing. **Oláh László Miklós**, Prof. dr. ing. **Gyenge Csaba**

Kolozsvári Műszaki Egyetem, Románia  
 RO-400641 Cluj-Napoca B-dul Muncii, nr. 103-105  
 Tel/fax: +40-264-451001  
 E-mail: olahlasz@gamil.com, cs\_gyenge@yahoo.com

**dr. Mészáros Imre**

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem  
 Tel.: 06-1/463-2641  
 E-mail: imesaros@manuf.bme.hu



# XVI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2011. március 24–25.

## A KOLOZSVÁRI UNITÁRIUS PÜSPÖKI HÁZ RESTAURÁLÁSA

ORBÁN György, GUTTMANN Szabolcs

### Abstract

Scope of this paper is, to present the architectural activities and research related to restoration of the building situated in 1989 december 21 street nr. 14 in Cluj-Napoca/Kolozsvár. Scope of restoration is to develop the episcopal residence for unitarian church in Cluj with complementary functions and to present the architectural values of the building.

### Key words:

architecture, restoration, rehabilitation, historic city center

### Összefoglalás

A dolgozatban a kolozsvári 1989 december 21 utca 14. szám alatti épület restaurálási munkálataival kapcsolatos építészeti tevékenység és kutatás kerül bemutatásra. A restaurálás célja a kolozsvári püspöki ház kialakítása, kiegészítő funkciókkal és az épület értékeinek feltárása, bemutatása.

### Kulcsszavak:

építészet, restaurálás, rehabilitálás, történelmi városközpont

### 1. Bevezetés

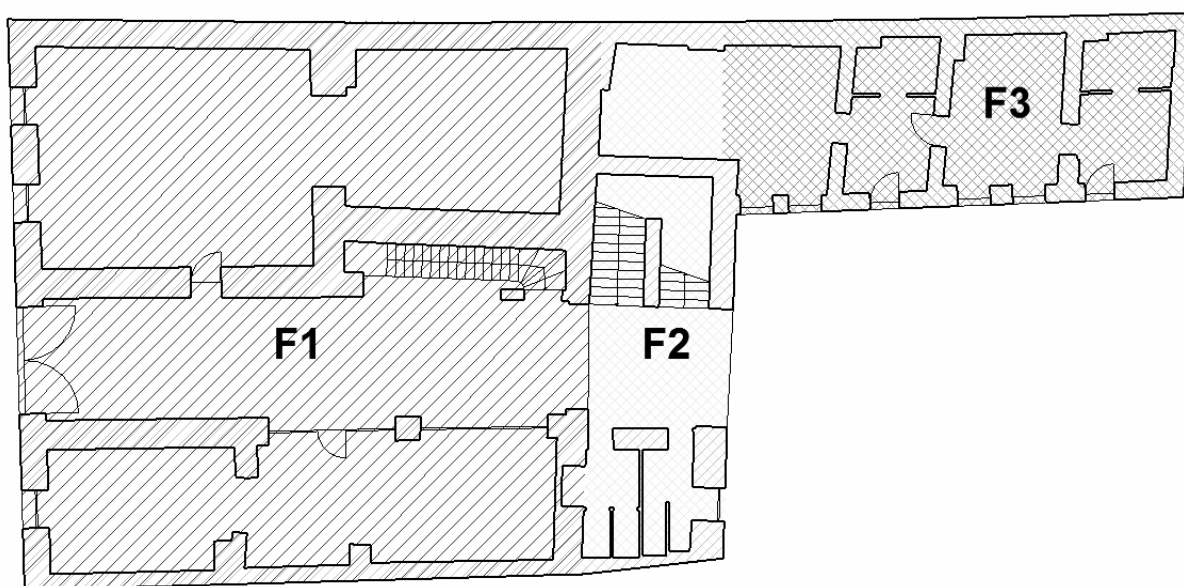
Az unitárius püspök hivatalos lakhelye Kolozsvár egyik legrégebbi háza. Nagyjából Mátyás király szülőházával egy korból származik. A patinás belvárosi épület a Főtérről induló hajdani Magyar utcában található az unitárius püspöki templommal átellenes oldalon. Az eredeti városszövetben fennmaradt műemlék, számos átalakítást és átépítést élt át, mai formáját a XIX. században nyerte el. Az épületben található az unitárius püspök szolgálati lakása, két szolgálati lakás és üzlethelyiségek. A ház jelenlegi állapota sajnos igen leromlott. A környező épületek lebontása, átépítése és egyéb beavatkozások miatt statikai viszonyosságoknak volt kitéve, illetve az építészeti burkolóanyagok és nyílászárók természetes úton elavultak. Az épület fűtése és víz- csatornahálózata a hozzá tartozó szerelvényekkel, anyagokkal úgyszintén nem elégíti ki korunk elvárásait. Különböző ötletszerű átépítések és felfalazások az eredeti térrendszert és sajátos építészeti jellegét átformálták. Az épület tükrözi a történelmi korok sokszínűségét, a hajdani gótikus házra gyakorolt reneszánsz, majd barokk és klasszicista a XX.

század eleji és napjaink beavatkozásainak eredményét. Általános és értékelvű restaurálásra sajnos eddig még nem volt lehetőség. Így szükségessé vált az épület kutatása, restaurálása és egy napjaink igényeinek megfelelő a társadalmi élet és kulturális programok szervezésére alkalmas püspöki lakás kialakítása, a ház értékeinek feltárása és bemutatása, helyreállítása, az eredeti értékek sérülése nélkül, az anyagi hasznosíthatóság figyelembevételével.

## 2. Az épület leírása, épülettörténeti kutatás

Az épület egy nagyjából négyzet alakú középkori mag köré szerveződik. A falak vastagsága és a kialakítás módja alapján, nagyjából egy téglalap alakú épületrész a középkori ház. Az utca teljes frontját elfoglalja és középen egy nagy gótikus kapuív alatt, boltozott gangon át érhető el az udvar, illetve a belső helységek. Korabeli dokumentumok tanulsága szerint már a XIV. században az utca egyik legjelentősebb lakóépülete. A művészettörténeti kutatások és a kapuíven található címer alapján valószínűsíthető, hogy a középkorban keresztes lovagok lehettek a tulajdonosai, építtetői. Erre utal a címer, mely a Szent Mihály templomban és ugyanott egy sírkövön is megtalálható, illetve a szakirodalmi címerjellemezés. Az 1590-es évektől fennmaradt adólajstromok tanulsága szerint jelentős épület és a fizetett adó alapján messzemenően a legtekintélyesebb az utcában. A XVIII. Század első évtizedeiben kerül a Wesselényi család birtokába. A család az emeleten lakik és egyes dokumentumok szerint a belső udvari szárnyat és a földszinti helységeket mesteremberek bérelték. 1851-ben az épület a Biasini kereskedőcsalád birtokába kerül, majd tőlük 1883-ban vásárolja meg az Unitárius egyház, szolgálati püspöki lakás kialakítása céljából.

A fenti történeti leírás és az épület felmérése alapján és korszakonként összevetve több építési fázis is megállapítható, illetve nyomon követhető.



*1. ábra Az építés történelmi fázisai, földszint*

a. Az F1-el jelölt földszinti rész, a középkori ház, amit kereskedelmi célra alakítottak át. Az emeleten a püspöki lakás lakószobái találhatóak. A gangon bemenet bal fele található két egymásba nyíló boltozott helység. A jelenlegi állapot szerint egy áttört utcai ajtón át érhető el. Ez alatt a rész alatt található a középkori boltozott pince, ahova egy jelenleg befalozott és megszüntetett lépcsőn lehetett lejutni. A jobboldali földszinti részen úgyszintén az utcáról nyíló, egymásba torkoló boltozott helységek találhatóak. A földszinten, a boltozatok, falkutatások alapján egyértelművé vált, hogy egy dupla traktusú boltozott bejárati térrendszer képezhette a közkorban a pincelejárát nyitott előterét. A gang kapu felől eső bejárati részében befalozott, feltöltött ülőfülkékre bukkantunk. A középkori építészeti kialakítás miatt Kolozsváron egyedinek tekinthető és Erdélyben is igen ritka sajátos elemekkel (ülőfülke) rendelkezik. A dupla traktusú gang úgyszintén egyedi. A ház már a középkorban emelettel rendelkezett. Erről árulkodik, egy az F2 részbe nyíló ablak, faragott kő-ablakkerete is. A jelenlegi homlokzatot, valamikor a XVIII. században alakíthatták ki, újrafalazással, köpenyezéssel.

b. Az F2-vel jelölt rész, valószínűleg a XVIII. században épült hozzá a meglévő középkori házhoz, minden bizonnyal egy kényelmesebb és nagyvonalúbb megközelíthetőséget biztosítandó az emeleti helységeknek. Az emeleti lépcsőfeljárát alatt új lejáratot alakítottak ki a pincébe és valószínűleg ez alkalommal építették, illetve falazták el az eredeti pincelejárót. Az épület teljes szélességében toldott rész meghosszabbítja a bejárati gangot, a csatolt földszinti helységek szintén boltozottan lettek kialakítva. A hozzáépítés alkalmával az emeletről a lépcsőházba nyíló ablakkeretek is tanúskodnak az építési fázisokról.

c. Az F3-al jelölt rész minden bizonnyal a legkésőbbi nagyobb beavatkozást igénylő, hozzáépítés. A meglévő épülettömböt immár bevilágítási problémák miatt L alakban lehetett bővíteni. Így egy traktus szélességben, külső megközelítéssel egy pár lakószobát alakítottak ki. Az emeleti terek egybenyitásával a püspöki lakás személyes jellegű használatát tették lehetővé és így a középkori ház, emeleti részén közösségi terem kialakítására és fogadások bonyolítására nyílna lehetőség.

A tetőszerkezetet a XIX. század folyamán kicserélték. A hajdani tető kialakításnak már csak a kéményeken megmaradt meredek dőlésnyomuk maradt fenn. Az unitárius püspökség, a XIX. századi elképzeléseket folytatva, a házban kívánja felújítani a püspöki lakást, szolgálati lakásokat, üzlethelységeket és kiállításra alkalmas múzeumteret szeretne létrehozni. A fentiek alapján szükségessé vált, az immár jól körülhatárolható funkcióknak megfelelően az épület teljes restaurálása, illetve rehabilitálása.

### **3. A püspöki ház funkciói**

Az előzetes leírás szerint a pincébe kerülne kialakításra egy múzeum, vagy kiállítóter. A pincébe vissza lenne állítva a gangból az eredeti lejárát. A földszinten a gangot nagy értékhorozónak tekintjük, ugyanis itt bemutatathatók az egyedi ülőfülkék, illetve a dupla traktusú gangrész. A kétoldali üzlethelységeken, a parazita elemek elbontása után, az eredeti boltozatok élvezhetőek lesznek, az üzletekbe látogatók számára. A dupla traktusú gang visszaállítása miatt az üzlethelységet üvegfallal választjuk el. A gang tere a kapun belül látogatható lesz a nagyközönség számára, így megcsodálhatják a ház ér-

tékeit. Az emeleti feljáró rész (F2) egy előszobaként le lesz választva úgyszintén üvegfallal a gangtól, itt lehet majd egy immár az eredeti beavatkozáshoz hű lépcsőn az emeletre jutni. Az udvaron a burkolatot köre cseréljük. Az udvari földszinti szárnyban szolgálati lakásokat alakítunk ki a mai kór igényei szerint. Az emeleten a középkori magnak megfelelő termekben restaurálás után a fogadó és házi iroda kap helyet. Az udvari szárnyban helyezkedik majd el püspöki hálórész és konyha, korszerű szereléssel ellátva. Az emeleti (F3) rész helyiségei a külső gang befordításával immár külön is elérhetőek lesznek a lépcsőházból. Az (F2) részben, a lépcsővel átellenes ellenkező traktusú helyiségekben, egymás felett lesznek kialakítva a közös mellékhelyiségek, immár férfiak és nők számára egyaránt. A vizesblokknak megfelelően, az épület padlásán helyezkedik, majd el a technikai helyiség. Az emeletről a padlásig, a földszintihez hasonló kialakítású lépcső fog vezetni. A padlás teljes terét a gerendázat felett padlózattal látjuk el, esetleges későbbi hasznosítás és rendezvények céljára. A főhomlokzaton az esedékesen kialakított földszinti bejárásokat és ablakok vissza lesznek állítva az eredeti valószínűsíthető kiosztás szerint.

#### **4. Következtetések**

A műemlék épületek történelmük által és fennmaradt anyagi mivoltukban önmagukban is értékesek. Az értéket nem a régiség, hanem az egyediség határozza meg igazán. A ritkán fennmaradt és különleges építészeti megoldások feltárása, megőrzése és szakszerű bemutatása növeli az épület vonzerejét, értékét és megbecsülését, különösen, ha méltó és az eredeti funkcionalitást, aktualizáló vagy nem sértő hasznosítással párosul.

#### **Irodalom**

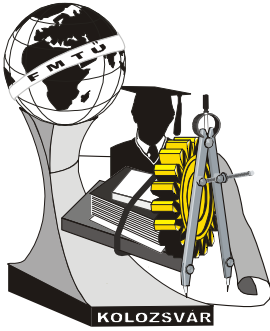
[1] dr. Kovács Zsolt: *Studiu Istoric*, Arh Service Guttmann & Co. Srl, proiect nr. 23/2009, Kolozsvár, 2009

#### **Orbán György**, építész

Munkahely: Arh Service Guttmann & Co. Srl.  
Cím: Románia, 400165 Kolozsvár/Cluj-Napoca, str. E. Racovită, nr. 51  
Telefon: +40-735-229092  
E-mail: orban.gyorgy@gmail.com

#### **Guttmann Szabolcs**, építész

Munkahely: Arh Service Guttmann & Co. Srl.  
Cím: Románia, 550182 Szeben/Sibiu, Piața Mică nr. 7.  
Telefon: +40-720-080300  
E-mail: guttmann61@gmail.com



# XVI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2011. március 24–25.

## A JÖVŐ KÖRNYEZETMÉRNÖKEINEK EGÉSZSÉGTUDATOSSÁGA

OZSVÁTH Gábor, TÓTH Ilona, dr. GODÓ Zoltán Attila

### Abstract

In this paper environmental engineering students' lifestyle has been examined in relation to their immediate environment, their own health and habits. The major points of our study focused on determining how self-contaminating the subjects' lifestyle was, whether they cared about their own health or if they protected themselves against various chemicals. In the strict meaning of the word human beings are also part of the environment, therefore protecting our health is just as important as taking care of our environment.

Students were requested to fill in an anonymous survey regarding their habits and illnesses in their immediate environment. Some of the survey questions were aimed at revealing their eating habits including their salt and sugar consumption. Other questions investigated their attitude towards consuming alcohol, using drugs and smoking. Moreover, their weight and hip perimeter were measured, too. Our goal was to find a correlation between the measured values and students' habits as the above mentioned factors are the main risk factors for diabetes and hypertension.

### Key words:

environmental engineer, health, self-contamination

### Összefoglalás

A dolgozatban környezetmérnök hallgatók életmódját vizsgáltuk, a legszűkebb környezetüket és saját maguk egészségét és szokásait tekintve. Mennyire élnek önszennyező életet, törődnek-e egészségükkel, hiszen ugyanolyan fontos saját egészségünk védelme, mint környezetünké, szigorúbban nézve mi is a környezet részei vagyunk. A környezet védelme mellett, figyelnek-e saját maguk védelmére a különböző vegyi anyagokkal szemben? Erre kerestük a választ.

Anonim kérdőívet töltöttek ki a hallgatók, szokásaikról, környezetükben előforduló betegségekről, majd a végén testsúlyt, centrális kerületet, magasságot, vérnyomás értéket mértünk. Étkezéssel, só-, cukorhasználattal kapcsolatos magatartásukat, alkohol-, drog-, cigaretta-fogyasztási attitűdjeiket, mint önszennyezésüket vizsgáltuk. Összefüggéseket kerestünk a mért értékek és szokások között, mint kockázati tényezői cukorbetegségnek, magas vérnyomás betegségnek.

### Kulcsszavak:

környezetmérnök, egészség, önszennyezés

### 1. Bevezetés

Napjaink egyik legfontosabb kérdése a környezetvédelem. Arról azonban sokszor elfelejtkezünk, hogy mi emberek is a környezet részei vagyunk. Saját egészségünk védelme a környezetvédelem szerves részét képezi. Egészségtudatosságunk és önszennyezésre való hajlamunk nagyrészt fiatal korban dől el. Ekkor alakulnak ki legjellemzőbb szokásaink. Különösképpen érdemes megvizsgálni az egyetemista populáció ilyen irányú magatartásformáit, hiszen ők az egyik legveszélyeztetettebb korosztály. Kilép-



ve középiskolai korlátaikból hirtelen környezetváltozást élnek meg, a rájuk nehezedő óriási teljesítménykényszerrel és stresszel már önállóan kell szembenéznük. Ezek hatására megjelennek a különböző kockázati magatartásformák (alkohol- és drogfogyasztás, dohányzás), melyek későbbiekben kihatnak az egészségükre. Az egyetemisták között vannak olyan hallgatók, akik tanulmányaik során szembesülnek a különböző vegyszerek és mérgek környezetre és egészségre gyakorolt hatásaival, mint például a környezetmérnökök. Környezetüket óvják mindezekről, de saját egészségükkel szemben megteszik-e ezt? Egy felméréssel erre kerestük a választ.

## 2. A kutatás

A felmérések esetünkben a Debreceni Egyetem környezetmérnök szakos hallgatói körében történtek. A vizsgált populáció 18 és 25 év közötti fiatal, összesen 109 alany.

A hallgatók által kitöltött tesztlapon vizsgáltuk a hallgatók étkezési szokásait, különös tekintettel a két legnagyobb népbetegsége (magas vérnyomás, cukorbetegség) vonatkozó kockázati tényezők kapcsán. Vizsgáltuk káros szenvedélyekkel való viszonyukat, valamint hogy milyen környezeti hatásokkal szembesülnek, melyek befolyásolhatják ezekhez fűződő kapcsolatukat. Majd a kérdéssor végén megmértük az alanyok magasságát, testtömegét, centrális kerületét és vérnyomását, pulzusát. Az adatlapot a hallgatók anoníman töltötték ki, egy azonosító jelszót kértünk csak tőlük, hogy a teszt a jövőben megismételhető legyen, s az akkor kapott eredményeket ezen azonosító alapján össze lehessen kapcsolni.

## 3. Cukorbetegség

A cukorbetegség egy anyagcsere-betegség, mely szövődményei révén rontja a beteg életminőségét és életkilátásait. A cukorbetegségben általános az erek elmeszesedése, mely az egész szervezet érhálózatát érintheti. Ez szív- és agyi infarktust okozhat, a végtagok vérellátási zavaraihoz is vezethet, illetve romolhat a veseműködés és a látás is.

Ugyan vércukorszint mérésre nem volt lehetőségünk, így az általános cukorhasználati szokásról, sportolás gyakoriságáról, a családban előforduló szívinfarktusról és cukorbetegségről tettünk fel kérdést.

Mint kiderült a megkérdezettek jelentős többsége, 85%-a a cukrot részesíti előnyben, noha használhatnának más természetes édesítőszer is, pl. mézet, barnacukrot.

A rendszeres testmozgás csökkenti a betegség kialakulásának kockázatát. Vizsgálataink szerint a hallgatók körülbelül 3/4 része rendszeresen űz valamilyen sportot, mely viszonylag jó arány, de életkorukat tekintve ez lehetne akár 100% is.

Itt meg kell említeni egy fontos hajlamosító tényezőt is, az elhízást. Ezt leginkább a BMI indexszel (1) lehet jellemezni.

$$BMI = \frac{\text{testtömeg (kg)}}{\text{magasság (m)}^2} \quad (1)$$

Valamilyen mértékű túlsúllyal rendelkezők aránya igen magas, 37%.

A családi kórelőzményeket tekintve a válaszadóink majdnem felénél van vagy volt cukorbeteg a családban, illetve közel 1/3-uk tud infarktusról közvetlen rokonaik között. Bár utóbbihoz több ok is vezethet, ezek az arányok mégis lesújtóak.

Rendszeres testmozgással, a cukorbevitel és a túlsúly mérséklésével, a káros szenvedélyek elhagyásával a cukorbetegség aránya csökkenthető lenne.

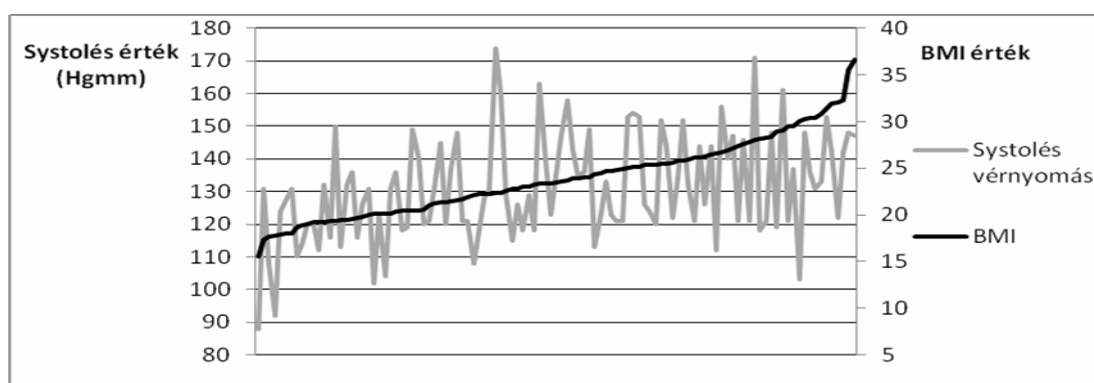
#### 4. Magas vérnyomás

Magas vérnyomásról beszélünk, ha a vérnyomás értéke eléri vagy meghaladja a 140/90 Hgmm értéket. A felnőtt lakosság közel 1/4-ét érinti ez a probléma, mely számos betegség kiváltó oka lehet.

Életkorukat tekintve meglepő, hogy vizsgált alanyaink 1/3-ának volt magas a vérnyomása.

Egyik kiváltó oka lehet a teljesítménykényszer miatti stressz és a magas koffeinfogyasztás is. A hallgatók csaknem 25%-a minden nap kávézik.

Korábbi vizsgálatok kimutatták, hogy fiatalabb korban a férfiaknál gyakoribb a hipertónia. Ennek aránya esetünkben is megmutatkozott, a magas vérnyomásúak 98%-a férfi volt. A következőkben őket vizsgáljuk. Közülük 24%, aki kerüli a zsíros ételeket és BMI adataik szerint több mint 50%-uk túlsúlyos. Megfigyelhető, hogy a magasabb BMI indexszel rendelkezőeknek jellemzően magasabb a vérnyomása:



*1.ábra Vérnyomás és elhízás összefüggése*

40%-uk válaszolta azt, hogy étkezések során az ételt jelentősen utána sózza. A fokozott Na bevitel a hipertónia ismert és jelentős kockázati faktora. Az érintettek több mint fele dohányzik, mely szintén növeli a vérnyomást. A hipertónia nem gyógyítható betegség, ezért a megelőzés, a korai felismerés, az életmód megváltoztatása, illetve helyes megválasztása a megoldás kulcsa.

#### 5. Káros szenvedélyek

Ma a magyar lakosság több mint fele dohányzik. A környezetmérnök hallgatóknál is hasonló arány mutatkozik. A dohányzással együtt megjelent a passzív dohányzás is, sajnos a nem dohányzó hallgatók 55%-a passzív dohányos. Ők saját hibájukon kívül vannak kitéve a dohányzás ártalmainak.

Érdemes pár szót ejtenünk az alkoholfogyasztásról is. A megkérdezett hallgatók csak 7%-a, aki egyáltalán nem fogyaszt alkoholt. Az alkoholt fogyasztók több mint fele stresszesnek érzi magát, melyből rövid időre ezzel talál kiutat. Nemek arányát tekintve a társadalom egészére jellemző arányok mutatkoznak, miszerint a fogyasztók többségben férfiak.

Fontos még szót ejteni a droghasználatról, mely napjainkban is nagymértékben terjed. Fogyasztásának okai az alkoholéhoz hasonló. Megkérdezetteink 1/3-a már kipróbált valamilyen drogot. A kipróbálók közül 24% ráadásul rendszeresen él ilyen tudatmódosító szerek használatával. A kipróbálók nagytöbbsége hasonlóan az alkoholfogyasztás mintájához, férfi.

Korábbi felmérések igazolták, hogy a férfiak nagyobb arányban használnak tiltott drogot, míg a nők többsége inkább a legális drogot részesíti előnyben.

A drogot rendszeresen fogyasztók 86%-a rendszeresen dohányzik is és kivétel nélkül mind fogyasztanak alkoholt is és mindegyiküknek magas a vérnyomása.

## 6. Következtetések, összefoglalás

Látható, hogy a környezetmérnök hallgatókban sem tudatosan eléggé, mennyire fontos saját egészségük védelme. Célszerű lenne ezen eredményeket megismertetni velük és egy későbbi kutatás alkalmával vizsgálni, hogy ennek ismeretében, mennyire változtatnak életmódjukon, életvitelükön.

Továbbá érdemes lenne a kiváltó okokat is megvizsgálni és még részletesebb kérdőívet készíteni.

## Irodalom

- [1] Baranyi É., Winkler G., Bánvölgyi Gy.né: *Cukorbetegség, túlsúly és étrendi kezelésük*, Golden Book, 2002.
- [2] Halmos T.: *Metabolikus X szindróma. Elhízás, diabetes, szív- és érbetegségek kapcsolata*, Springer, 1995.
- [3] *Hypertonia és Nephrologia*, A Magyar Hypertonia Társaság és a Magyar Nephrologiai Társaság lapja, 2008. 12 (S1):1-84.
- [4] Pikó B.: *Egészségtudatosság serdülőkorban*, Akadémia Kiadó, Budapest, 2002.
- [5] Elekes Zsuzsanna, Paksi Borbála: *A magyarországi középiskolások alkohol és drogfogyasztása*, Népjóléti Minisztérium, Budapest, 1996

**Ozsváth Gábor**, hallgató

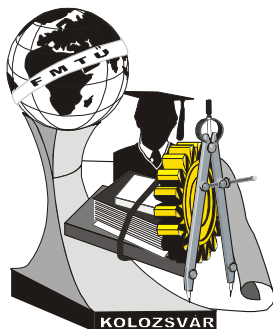
DE, Műszaki kar, Környezet- és Vegyészmérnöki Tanszék  
Cím: 4242. Hajdúhadház, Szőlős u. 14.  
Telefon: +36-70/550-8552  
E-mail: ogabry@gmail.com

**Tóth Iлона**, hallgató

DE, Műszaki kar, Környezet- és Vegyészmérnöki Tanszék  
Cím: 4025. Debrecen, Dobozi u. 27/b. fsz.1.  
Telefon: +36-30/237-7189  
E-mail: tilona87@gmail.com

**dr. Godó Zoltán Attila**, adjunktus

DE, Műszaki kar, Környezet- és Vegyészmérnöki Tanszék  
Cím: 4028, Debrecen, Ótemető u. 2-4.  
Telefon: +36-20/532-1513  
E-mail: godoz@dragon.unideb.hu



# XVI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2011. március 24–25.

## AZ FTIR SPEKTROSKÓPIA ALKALMAZHATÓSÁGA RÉGÉSZETI KERÁMIÁK EREDETVIZSGÁLATÁBAN

PATAKI Bernadeth, BRATU Ioan, GINDELE Róbert, VERESS Erzsébet

### Abstract

The paper presents the FTIR spectroscopic study of five pottery shards collected from the very same archaeological site located at Tasnád-Melegházak. In order to proceed to their detailed analysis, FTIR spectra recorded in the full mid-infrared range ( $4000\text{--}400\text{ cm}^{-1}$ ) were deconvoluted in their characteristic regions: the  $3800\text{--}2800\text{ cm}^{-1}$  (hydroxyl) band, the  $1400\text{--}1500\text{ cm}^{-1}$  (primary Si-O/Al-O/Si-O-Al) band and respectively the  $600\text{--}400\text{ cm}^{-1}$  (secondary Al-O/Si-O-Al) region. The data obtained permitted the identification of the mineral phase composition of the samples as well as of some technological conclusions regarding the ceramics manufacturing, in fairly good agreement with the formerly obtained optical microscopic, XRD, and TG-DTA results.

The prevailing mineral phase of the shards is quartz ( $\text{SiO}_2$ ), alkaline feldspars also appearing in every sample. However, on basis of the experimental data, although the mineral phase composition of the shards studied show similarities, the samples can be classified in three distinct groups.

The firing of the samples presumably was conducted at relatively moderated temperatures ( $800\text{--}950^\circ\text{C}$ ) in oxidizing condition, the estimated firing interval of the aforementioned groups differ.

As the multiphase composition of the ceramics follow quite well that of the local soil samples, the local provenance of the raw materials cannot be excluded.

### Key words:

archaeometry, FTIR spectroscopy, ceramic artifacts provenance.

### Összefoglalás

A dolgozat öt, a Tasnád melletti „Melegházak” régészeti lelőhelyről egymás közvetlen közeléből előkerült cseréplelet FTIR spektroszkópiai vizsgálatának eredményeit mutatja be. A mintákon  $4000\text{--}400\text{ cm}^{-1}$  között felvett FTIR spektrumok részletes elemzését a fő spektrumtartományokban jelentkező kiszélesedett abszorpciós sávok ( $3800\text{--}2800\text{ cm}^{-1}$  között az OH-sáv,  $1400\text{--}1500\text{ cm}^{-1}$  között a fő Si-O/Al-O/Si-O-Al sáv,  $600\text{--}400\text{ cm}^{-1}$  között pedig a másodlagos Al-O/Si-O-Al sáv) dekonvolúciója tette lehetővé. Az így nyert adatok általánosságban megfelelnek az előző méréseink (ásvány-közzetani mikroszkópiai, XRD, és TG-DTA) során nyert eredményeknek, bizonyítva, hogy az FTIR spektroszkópiai adatok alapján kellő pontossággal meghatározható a minták ásványfázis összetétele, és egyes fazekastechnológiai következtetések is levonhatók.

Elvárt módon a cserépek fő ásványkomponense a kvarc ( $\text{SiO}_2$ ), és mindegyik mintában található földpátok. Mivel az összes minta ásványos alapösszetétele nagyjából megfelel a velük azonos helyről vételezett agyagos talajminták alapján elvárhatónak, helyben készítésük nem zárható ki.

Minden hasonlóságuk ellenére azonban a minták három jól elkülönülő csoportba sorolhatók.

A minták kiégetése nagy valószínűséggel viszonylag alacsony hőmérsékleten ( $800\text{--}950^\circ\text{C}$  között), oxidatív körülmények között történt, az ásványösszetételük alapján azonosítható csoportok égetési hőmérséklete pedig ugyancsak szignifikánsan különbözik.

### Kulcsszavak:

archeometria, FTIR spektroszkópia, régészeti kerámiák eredetvizsgálata

### 1. Bevezetés

Tasnád-Melegházak környéke a korai neolitikumtól kezdve folyamatosan lakott. A tasnádi termálfürdő

bővítése miatt 2002 és 2007 között itt lefolytatott mentőásatásokat során negyvennél több újkőkori, bronzkori, illetve római kori régészeti komplexumot tártak fel. Bár a római kori leletanyag viszonylag szegényes, jelentősége nagy, mivel hasonló régészeti kontextusban (a környéken eddig) egyedülálló; az ide sorolható kerámia leletanyag pedig változatos (pecsételt díszítésű korongolt edények, kézzel formázott sűrke és hólyagdíszítésű vörösesbarna kerámiák, csésze, edénylábak).

Kutatásunk során öt, a legutóbbi mentőásatás során egyazon helyről előkerült római kori cseréptöredéket, továbbá két, ugyanonnan begyűjtött agyagos talajmintát vizsgáltunk, a nyersanyagok származási helyének és az alkalmazott fazekastechnológiá(k)nak feltételezhető azonossága vagy eltérése megállapítására. Vizsgálati módszereink: makroszkópos vizsgálat, közettani mikroszkópia, RXD, elemanalízis (a mikroelemek meghatározásával), FTIR spektroszkópia, termikus analízis (TG-DTG-DTA).

Jelen dolgozatunk a minták FTIR vizsgálata során nyert eredményeket teszi közzé.

## 2. Kísérleti háttér, kísérleti eljárás

Az IR spektroszkópia a régészeti cserepek archeometriájának egyik legkönnyebben alkalmazható, érzékeny, az általánosan használt ásvány-közzetani vizsgálatokat jól kiegészítő kísérleti módszere. Az FT-IR spektrumok segítségével jó közelítéssel következtethetünk a cseréptárgyak kiégetése során bekövetkező termikus átalakulási folyamatokra (vízvesztés, dehidroxiláció, szerves anyag hőbomlása, redox átalakulások, egyes szerkezeti átalakulások), illetve az eltemetődés során bekövetkező rehidratációra, mállásra, egyes elszennyeződésekre. A legtöbb agyagásvány oktaéderes rétegeinek dehidroxilációja végbemegy  $300\text{--}500^\circ\text{C}$  között (a folyamat során az Al-OH kötés  $920\text{ cm}^{-1}$  hullámszámú síkrezgéséhez, illetve az OH  $522\text{ cm}^{-1}$ -nél jelentkező torziós rezgéséhez rendelhető IR elnyelési sávok intenzitása jelentősen csökken),  $600^\circ\text{C}$  felett pedig a jellegzetes  $3700\text{ cm}^{-1}$ ,  $1100\text{ cm}^{-1}$  és  $920\text{ cm}^{-1}$  körüli OH sávok gyengülnek, esetleg el is tűnnek. A dehidroxiláció következményeként a kristályos szilikát szerkezet kezd összeomlani. A folyamatot az IR spektrumon egy nagy intenzitású, széles, közel szimmetrikus abszorpciós sáv megjelenése kíséri  $1050\text{ cm}^{-1}$ -es maximummal. Ha tehát egy cserépminta FT-IR spektrumán gyenge vagy hiányzik a  $3700\text{ cm}^{-1}$  körüli tartományban várható jellemző OH sáv, és erős, széles,  $1050\text{ cm}^{-1}$ -re centrált sávot látható, a mintát  $600^\circ\text{C}$  fölött égették, a mintában levő agyagásványok szerkezete pedig feltehetően rendezetlen.

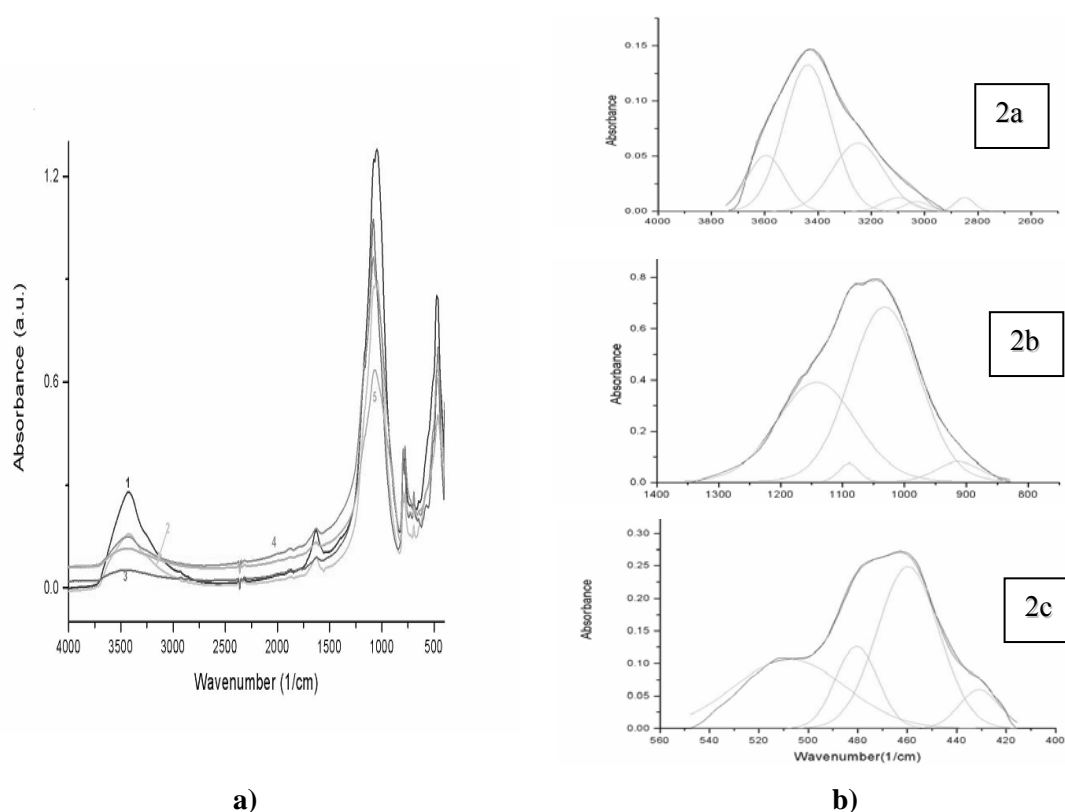
A spektrumvonalak sávvá szélesedése az egymás melletti vonalak átfedésének (is) köszönhető. Az elnyelési sávokat átfedő alkotóikra bontva (dekonvoluálás), a komponensek frekvenciamaximuma, illetve intenzitásuk aránya további szerkezeti (adott esetben az ásványösszetételre vonatkozó) következtetéseket tesz lehetővé.

A kerámiaminták esetében a *mintaválasztás* elsődleges szempontja technológiai változatosságuk volt (az, hogy makroszkóposan megfigyelhető különbségeik legyenek). A talajminta vételhez két, kézi talajfúróval mélyített fúrásból választottuk ki a megfelelő talaj-, illetve üledéktípusokat, majd a fúrásból származó minták közül megmunkálhatóságuk (agyagtartalom, képlékenység) alapján választottuk ki azokat, amelyeken a kerámiákkal való összehasonlító vizsgálatokat végeztük.

Az **FT-IR spektrumok** JASCO FT-IR-6100 spektrométerrel készültek, KBr pasztillákon (a pasztillák készítéséhez 2 mg mintaőrlemény és 300 mg KBr homogén keverékét 200 at nyomáson tablettáztuk), a 4000-400  $\text{cm}^{-1}$  hullámszám tartományban (felbontás: 1  $\text{cm}^{-1}$ ). A jellemző spektrumtartományok fő elnyelési sávjait Origin 8 adatfeldolgozó programmal, a Gauss-módszerrel **dekonvoluáltuk**.

### 3. Eredmények, következtetések

A teljes spektrumtartományban felvett FT-IR spektrumok (4000-400  $\text{cm}^{-1}$ ) az **1. ábrán** láthatók, a fő dekonvolúciós spektrumvonalak abszorpciós frekvenciáját a megfelelő hozzárendelésekkel az **1. táblázatban** foglaltuk össze. A statisztikai adatok alapján (lásd az **1. táblázatban**) a modellezett dekonvolúciós görbék illeszkedése minden esetben megfelelő, így ezeket e dolgozatban csak a 2. minta esetére mutatjuk be.



**1. ábra FT-IR spektrumok.**  
**a)** Az öt kerámiaminta FT-IR spektruma a teljes mérési tartományban.  
**b)** A 2. minta spektrumdekonvolúciója a teljes mérési tartományban.  
 2a. 3800-2800  $\text{cm}^{-1}$ ; 2b. 1400-800  $\text{cm}^{-1}$ ; 2c. 600-400  $\text{cm}^{-1}$

Az FTIR adatok szerint (a fénymikroszkópos és az XRD adatokkal egybecsengően) a soványító valószínű folyami homok, a mintacsoportok pedig: (1 minta), (2 és 3 minta), illetve (4 és 5 minta).

A dekonvolúciós eredmények szerint a domináns kvarc (kvarcit) mellett mindhárom minta tartalmaz (bár eltérő arányban) három agyagásványt: kaolinitot, montmorillonitot és muszkovitot. Az eredmény kissé eltér a közettani mikroszkópos, illetve az XRD vizsgálatok eredményeitől, amelyek szerint az ásványösszetételben minden esetben található földpát, muszkovit és biotit is.

Az eltérések tisztázása végett a minták vizsgálatát elemi összetételük meghatározásávak folytatjuk.

**I táblázat** Dekonvolúciós eredmények a teljes spektrumtartományban (4000-400  $\text{cm}^{-1}$ ). K: kaolinit, Q: kvarc, kvarcit, Mo: montmorillonit, Mu: muszkovit;  $\chi^2$ ,  $R^2$  a dekonvolúció (Gauss-modell) statisztikai paraméterei; \* Az öt minta adataiból számolt középértékek

Minta	Számolt spektrumvonalak [ $\text{cm}^{-1}$ ]					Mért* [ $\text{cm}^{-1}$ ]	Hozzárendelések
	1	2	3	4	5		
3800- 2800 $\text{cm}^{-1}$ O-H sáv			3635				Al-O-H (K,Mo,Mu)
	3435	3438	3423	3435	3435	3430	Al-O-H <sup>5</sup> (Mo)
	3290			3291	3290	3280	
		3250					H-O-H (Mo)
	3103	3100		3103	3103		
	2940			2940	2940	2930	
	2850			2850	2850	2855	
1500-800 $\text{cm}^{-1}$ Si-O-Si sáv	1164		1170		1158	1165	
	1090	1090	1084	1086	1079	1080	Si-O <sup>5</sup> , Si-O (K,Mo,Mu)
	1043	1032	1054			1048	Si-O-Si <sup>6</sup> , Si-O <sup>5</sup> , Si-O-Si (K,Mo,Mu)
				1012			Si-O-Al <sup>5</sup> (K)
					990		Si-O-Al (Mu)
	911	913		916			Al-OH <sup>5</sup> , Si-O-Si <sup>8</sup> , Al-O-H (K,Mo,Mu)
600-400 $\text{cm}^{-1}$ Al-O és Si-O-Al sáv		508	509	505	513	511	Si-O <sup>8</sup> (Q)
	481	480	484	479	483	476	Si-O <sup>8</sup> (Q,Mo,Mu)
	461	460	461	460	457	461	Si-O <sup>8</sup> (Q,Mu)
				448			Si-O-Fe (Mo)
	433	431	428		427	433	Si-O <sup>8</sup> (K,Q,Mo,Mu)
$\chi^2$	0.00003	0.00006	0.00004	0.00006	0.00001		
$R^2$	0.99847	0.99207	0.99799	0.99397	0.99605		

## IRODALOM

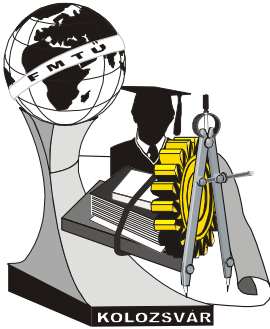
- [1] Pataki, B., és mások: *Provenance study of ceramic artefacts from Tasnad "Sere", Satu Mare County, Romania*, Proc. Spring Wind 2010 Conf., Bornus 2009 KFT. Pécs, 2010, 452-458 old
- [2] Madejová, J., Komadel, P.: *Baseline Studies of the Clay Minerals Society Source Clays: Infrared Methods*, Clays and Clay Minerals, 49, 2001, 410-432 old
- [3] De Benedetto, G. E., és mások: *Infrared spectroscopy in the mineralogical characterization of ancient pottery*, J. Cultural Heritage, 3, 2002, 177-186 old

**Pataki Bernadeth**, doktorandus

MTA MFA  
H 1121 Budapest, Konkoly Thege u. 29-33  
Telefon: +36-1-392-2680, Fax: +36-1-392-2226  
E-mail: bernadeth\_pataki@yahoo.com

**Veress Erzsébet**, külső munkatárs

EME Kutatóintézet  
RO 400009 Kolozsvár/Cluj, Napoca u. 2-4  
Telefon / Fax: 00-40-264-595176  
E-mail: veresserzsebet@gmail.com



# XVI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2011. március 24–25.

## ALUMÍNIUM ELLENÁLLÁS-PONTHEGESZTÉSE KÖZÉPFREKVENCIÁS EGYENÁRAMÚ INVERTER SEGÍTSÉGÉVEL

PINTÉR Kristóf

### Abstract

The study contains the presentation of the intermediate frequency DC inverter, what a new fitting of resistance welding technology. Test welds in carried out, to illustrate the benefits and limitations of the equipment. The material of the welding test was an aluminum alloy, because the benefits of the equipment are during welding of the aluminum constructions utilized most. The widespread practice of industrial welding machines, welds and operating conditions were carried out. So we wanted to, that the inverter is suitable for the preparation of the quality of welds in the industry under the prevalent conditions. The successful of the welds was tested with a tensile machine. The welds were defined by the measured maximum shear traction forces.

### Key words:

aluminum, resistance spot welding, intermediate frequency DC inverter.

### Összefoglalás

A dolgozat az ellenállás-hegesztés technológiájának egy új berendezésével, a középfrekvenciás egyenáramú inverterrel foglalkozik. Az elvégzett próbahegesztéseken keresztül mutatja be a berendezés előnyeit és korlátait. A próbahegesztések alapanyaga egy alumíniumötvözet volt, mert a berendezés előnyei az alumíniumszerkezetek hegesztése során hasznosíthatóak a leginkább. A hegesztéseket az ipari gyakorlatban elterjedt hegesztőgéppel és üzemi körülmények között végeztük, vagyis a hegesztendő lemezeket nem felületkezeltük előzetesen. Így arra kerestük a választ, hogy az inverter milyen minőségű varratok elkészítésre alkalmas az iparban elterjedt feltételek mellett. A hegesztések sikerességének vizsgálata szakítóvizsgálattal történt, az ekkor mért maximális nyíró-húzó erőkkel minősítettük a varratpontokat.

### Kulcsszavak:

alumínium, ellenállás-ponthegesztés, egyenáramú középfrekvenciás inverter

### 1. Bevezetés

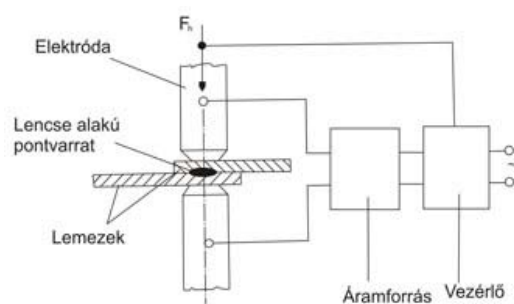
Az alumínium – metallográfiai sajátosságai miatt – az acélokétól eltérő hegesztéstechnológiát igényel. A legjelentősebb eltérést az acéloktól az alumínium felületét borító nagy olvadáspontú, természetes oxidréteg, a kis olvadáspont, valamint a jó elektromos- és hővezető-képesség jelenti. Mivel az ellenállás-hegesztés, azon belül is az ellenállás-ponthegesztés leginkább a karosszériagyártásban terjedt el, ahol nagyarányú az alumíniumötvözetek felhasználása, nélkülözhetlenné vált olyan az technológiák és berendezések kifejlesztése, amelyekkel megfelelő minőségű varratok készíthetők. Az egyik új fej-



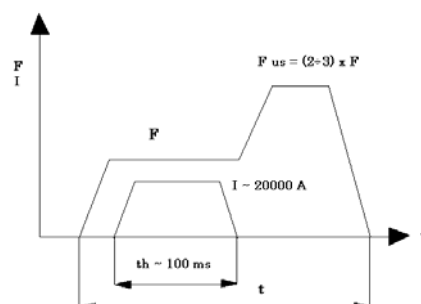
lesztés ezen a területen, az egyenáramú középfrekvenciás inverter, ami kiváló szabályozhatóságot tesz lehetővé, és kellően nagy áramerősséget tud biztosítani. A dolgozat elsősorban ennek az új fejlesztésnek és a hozzá tartozó technológiának a bemutatására koncentrálna, elvégzett próbahegesztések révén.

## 2. Ellenállás-ponthegesztés (MSZ EN ISO szerinti 21-es eljárás) jellemzői

Ellenállás-hegesztés során a varrat létrejöttéhez erő- és hőhatás együttesen szükséges. Elve a fémek elektromos ellenállásán alapszik, mivel a szükséges hő úgy fejlődik, hogy a fémeken átvezetett áram ellenállásba ütközik, és ezért felmelegíti a munkadarabokat. Ponthegesztés (1. ábra) során a munkadarabokba vezetett hő a hegesztő áramkörben fejlődő Joule-hővel lesz megegyező, amely az átfolyó „I” áram, a munkadarabok és elektródák „R” ellenállása és a „t” hegesztési idő függvénye:  $Q=I^2 \cdot R \cdot t$  [J]. A kialakuló varratpontok minőségét befolyásoló negyedik tényező a lemezeket összeszorító F erő, amit az elektródák közvetítenek a munkadarabokra. A vizsgálatok során ezeket a paramétereket változtattuk és vizsgáltuk hatásukat a varratok minőségére.



1. ábra A ponthegesztés elvi vázlatja



2. ábra Az alumínium tipikus hegesztési ciklusa

## 3. Az alumínium ellenállás-ponthegesztése

A szakirodalom az alumínium hegesztésére úgynevezett kemény munkarendet (2. ábra), utánsajtoló erőt, és felületi előkészítést javasol. A kemény munkarend során az összehegesztendő munkadarabokon rövid hegesztési idő alatt, nagy áramerősséget vezetnek át. Ez jó elektromos vezető anyagok hegesztéséhez megfelelő technológia. A rövid hegesztési időből következik, hogy a hálózati áramot nagyon gyorsan kell több ezer amperre feltranszformálni és a beállított áramerősségen tartani. Ez nagyteljesítményű transzformátort, valamint gyors szabályozhatóságot igényel.

Az utánsajtoló erőre ( $F_{us}$ ) az alumínium hűlésekor bekövetkező nagymértékű zsugorodás miatt van szükség. Ennek az erőnek a kifejtéséhez egy, a hegesztő berendezés pneumatikus rendszerébe beépített proporcionális szelep szükséges. Ez az alkatrész megdrágítja a gép árát, és megfelelő pneumatikus csőrendszer hiányában nem is alkalmazható megfelelően. A felületek előkészítése alatt az oxidréteg mechanikai vagy kémiai úton való eltávolítását értjük, ugyanis a felületen hagyott oxidréteg szórását okozhat az egyes varratpontok szilárdságában, valamint meggyorsítja az elektródák kopását. Mivel az

oxidréteg eltávolítása megnöveli a gyártási időt és költséget, ezért az ipari gyakorlatban – ha lehetőség van rá – ezt a lépést gyakran elhagyják.

Az elvégzett kísérletek során egy hagyományos, ipari körülmények között is elterjedt hegesztő berendezést alkalmaztunk, korszerű vezérléssel. A hegesztés beállított paramétereit középfrekvenciás egyenáramú inverter szabályozta. A vizsgálatokat úgynevezett üzem-körülmények között végeztük, vagyis az alumíniumlemezek felületéről nem távolítottuk az oxidréteget a hegesztés előtt. Utánsajtoló e-rőt sem alkalmaztunk, mert az iparban használt berendezések többsége sem rendelkezik az előállítás-hoz szükséges alkatrészekkel. A legfőbb kérdésnek azt tekintettük, hogy az új technológia ilyen körülmények között, milyen varratminőségek előállítására képes, és hogyan reagál a hegesztési paraméterek változására.

#### **4. A középfrekvenciás egyenáramú hegesztőberendezés**

A középfrekvenciás egyenáramú technika csak nagyfrekvenciás váltóval és primer oldali inverterrel valósítható meg. Ez az egység a hálózati áramot feltranszformálás után egyenirányítja, a frekvenciáját felszabályozza, majd a szekunder oldalon visszaalakítja. Az egyenáramot a vezérlés tartja beállított állandó szinten azáltal, hogy egyik periódusban mér, a másikban ennek megfelelően szabályoz. A közel állandó áramerősség tartásához sűrű beavatkozásra van szükség, ami sok rövid periódust igényel. A középfrekvenciás technika erre lehetőséget biztosít. A középfrekvencia 1000-1500 Hz-es egyenáramot jelent ez esetben, ami 0,001 szekundumos periódusidőt eredményez. Ez azt jelenti, hogy 100 milliszekundum alatt 100000 periódus áll a vezérlés rendelkezésére, ebből 50000-szer tud beavatkozni. Ezzel a technológiával már megvalósítható az ideális kemény munkarend. Az egyenáram további előnye a váltakozó árammal szemben, hogy nem lép fel az impedancia jelensége, ami az ablakhatást eredményezi.

A hegesztő berendezést vezérlő inverter adatai: gyártó: HARMS+WENDE; típus: HWI 2808L; IQR HAND 5102; teljesítmény: 80 KVA; tápfeszültség:  $3 \times 400V/50Hz$ ; inverter kimenő feszültség:  $500V/1000Hz$ . A hegesztési paraméterek a számítógépen futó, ugyancsak HARMS+WENDE fejlesztésű, Pegasus programmal kerültek beállításra. Ez a program felhasználó-barát környezetben, jól áttekinthetően, a hegesztés több mint 70 paraméterét optimalizálva kezeli, mint pl.: az áramerősség, a hegesztési idő, az áramimpulzus lefutása stb.

#### **5. Alumínium ellenállás-ponthegesztési kísérletek**

A kísérletekhez használt lemezek anyaga EN AW 5754; H22 (AlMg3; félkemény) minőségű, nem nemesíthető alumíniumötvözet. A 1,5mm vastagságú, 150×30mm méretű lemezcsíkokat 30mm-es átlapolással hegesztettük össze. A hegesztési elrendezés állandóságát úgy biztosítottuk, hogy hegesztés előtt a lemezeket készülékbe helyeztük.

A hegesztési paraméterek közül a nyomóerőt, az áramerősséget és a hegesztési időt változtattuk. Az első mérési sorozatok alatt a paraméterek változtatásával a beállítható paraméterek határait kerestük. Az első két mérési sorozat alatt felső határnak a gép korlátait, illetve a kifröcskölést tekintettük, alsó határnak azt, ahol a hegesztett kötés már nem tudott kialakulni. Az egyenáramú hegesztőáram 1kHz-es volt végig, így egy periódus 1ms alatt futott le. Az első két mérési sorozat eredményei alapján további próbahegesztéseket végeztünk: itt már csak a korábbiak alapján, a legerősebb varratokat eredményező beállításokat vizsgáltuk részletesebben. Állandó áramerősség mellett növeltük a hegesztési időt, majd a szélsőértékek elérése után megnöveltük az áramerősséget és előlről kezdtük a mérési sorozatot. Felső határnak továbbra is a gép korlátait, illetve a kifröcskölést tekintettük.

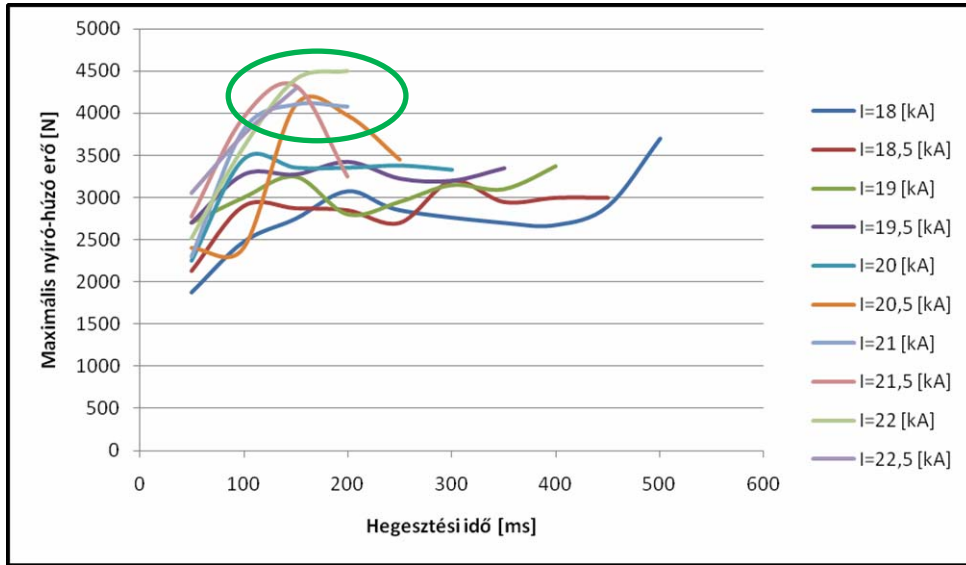
Az elkészült varratokon szakítóvizsgálatokat végeztünk. Az ellenállás-ponthegesztés egy szokásos vizsgálatáról van szó, ahol nem nyíró-húzó szilárdság meghatározása a cél, hanem a maximális nyíró-húzó erő értékének mérése, amit még éppen el tudott viselni a kötés. A szilárdság számítása már azért sem cél, mert a pontvarratok pontos keresztmetszeti értéke nem határozható meg egyértelműen. A varratpontok szakítóvizsgálata alatt egy varrat sem gombolódott ki az alapanyagból, igaz ez a jelenség inkább az acélokra jellemző.

## 6. Vizsgálati eredmények

Az áramerősséget 18kA-ról növeltük 22,5kA-ig, mert az előzetes mérések azt bizonyították, hogy a legerősebb varratok ezekkel a beállításokkal érhetőek el. A **3/a. ábrán** látható bekarikázott tartományban alakultak ki a legnagyobb nyíróerejű varratpontok ( $F_{\max} \geq 4000\text{N}$ ). A diagramból jól leolvasható, hogy ezek a varratok 20kA-nél nagyobb áramerősséggel készültek, és látszik, hogy rövid 100-200ms-os idő alatt. Ez megfelel a korábban tárgyalt kemény munkarend beállításainak. Mint a dolgozat mérési eredményei tanúsítják a nagy áramerősség szükséges az alumínium ponthegesztéséhez, a rövid hegesztési idő viszont nem csak az esetleges kilágyulás veszélye és az alumínium jó hővezetése miatt szükséges.

Látható, hogy az alumínium hegesztéséhez szükséges nagy áramerősségek miatt, már a gép teljesítménykorlátja is korlátot szab a beállítható hegesztési időnek (az a tartomány ahol a görbék nem folytatódnak) Mivel az 50ms még túl rövid hegesztési idő, és 200ms-nál már problémák jelentkeznek, ezért megállapítható, hogy a 1,5 mm-es lemezek hegesztéséhez a  $100 [\text{ms}] \leq t \leq 200 [\text{ms}]$  hegesztési idő a legoptimálisabb. Alacsonyabb áramerősségek mellett nem mutatkozik összefüggés a hegesztési idő növelése és a varratpontok nyíróerejének változása között, igaz, az ebbe a tartományba tartozó varratpontok szilárdsága elmarad a nagy áramerősséggel hegesztett varratpontok szilárdságától.

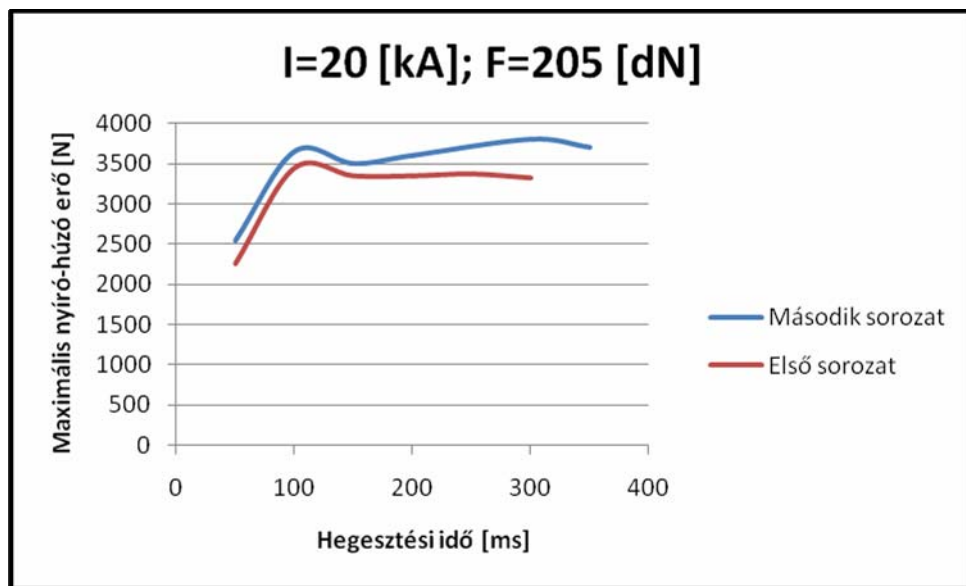
A **3. ábra** görbéit külön-külön megvizsgálva nem találunk általános érvényű összefüggést a hegesztési idő növekedése és a nyíró-szakító erő változása között, mint ahogy az áramerősség növekedésével monoton nő a nyíró-szakító erő. Viszont együttesen vizsgálva görbéket, láthatjuk, hogy mindegyik egy



3. ábra A maximális nyíró-húzó erő változása a hegesztési idő függvényében

szűk, a beállított áramerősség nagyságától függő sávban halad. Ezek sávok általában 600-1000 N szélesek, vagyis hegesztési idő növelése során ennyi különbség alakul ki a legerősebb és a leggyengébb varratok nyíróereje között, annak ellenére, hogy a hegesztési idő csaknem tízszeresére nő. Az is megfigyelhető, hogy ezeknek a szűk sávoknak a középvonalai az áramerősség értékek növekedésével emelkednek. Ebből megint csak a nagy áramerősség jelentősége tükröződik, vagyis minél nagyobb áramerősséggel dolgozunk annál erősebb varratpontokat kapunk.

A negyedik mérési sorozatban 20kA-es sorozatból, egymás után kettőt készítettünk ugyanolyan körülmények között, hogy megvizsgálhassuk a gép megbízhatóságát nagy áramerősség mellett történő hegesztések alatt is. A mérési eredmények alapján a 4 ábrán látható diagram készült. A két görbe párhuzamosan



5. ábra Két egymás után, ugyanolyan értékekkel felvett görbe

zamosságából, és hogy közel azonos eredményeket kaptunk, megállapítható, hogy a gép viszonylag magas áramerősség és hosszabb hegesztési idő mellett is megbízhatóan állítja elő a beállított értékeket és előre kalkulálható szilárdságú varratokat készít.

## 7. Összefoglalás

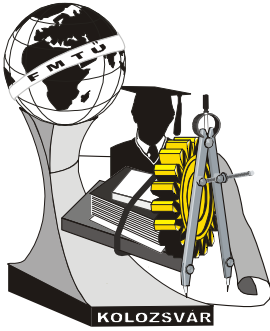
A varratok nyíró-szakító ereje az esetek többségében a várt eredményekkel megegyezett, az oxidréteg a mérések kiértékelését lehetetlenné tevő szórást nem okozott. Külön ilyen célból végzett kísérletek is azt mutatták, hogy az oxidréteg előzetes eltávolítása nélkül is az azonos beállítások ugyanazokat az eredményeket produkálják, vagyis nincs jelentős szórás az eredményekben. Hegesztési sorozatok összehasonlítása bebizonyította, hogy az áramerősségnek van legnagyobb hatása a varrat minőségére. Helytelenül megválasztott áramerősséget nem lehet kompenzálni a többi paraméter javításával.

## Irodalom

- [1] Varga István: *Az alumíniumhegesztés technológiája I. – Sajtoló hegesztések*. Magyar Alumíniumipari Tröszt
- [2] Gáti József (szerk.): *Hegesztési zsebkönyv*, COKOM Mérnökiroda Kft., 2003
- [3] Kovács Mihály: *Hegesztés*, Nemzeti Tankönyvkiadó – Tankönyvmester Kiadó, Budapest, 2002
- [4] Bagyinszki Gyula, Kovács Mihály: *Gépipari alapanyagok és félkész gyártmányok – Gyártásismeret*, Nemzeti Tankönyvkiadó – Tankönyvmester Kiadó, 2002
- [5] Bagyinszki Gyula, Bitay Enikő: *Hegesztéstechnika I. - Eljárások és gépesítés*, Erdélyi Múzeum-Egyesület, Kolozsvár, 2010 (ISBN 978-606-8178-04-2).
- [6] Bagyinszki Gyula, Bitay Enikő: *Hegesztéstechnika II. - Berendezések és mérések*, Erdélyi Múzeum-Egyesület, Kolozsvár, 2010 (ISBN: 978-606-8178-05-9).

**Pintér Kristóf**, egyetemi hallgató

Munkahely: Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar  
Cím: H-1081 Budapest, Népszínház u. 8, Hungary  
E-mail: christopf@citromail.hu



# XVI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2011. március 24–25.

## AUTOMATIZÁLÁS A SZERSZÁMGYÁRTÁSBAN

dr. RÁCZ Pál, ZAFNER Gábor

### Abstract

These days the strong market competition forces to improve productivity and efficiency of manufacturing processes and systems in mould making as well. One of the fundamental solutions is employing modern machine tools, and automated manufacturing systems. The automated handling of machine tools can be done on different levels, from robotic cells of one or two machines, to the level of more machines and other tools included in an integrated manufacturing system. This paper summarizes the basics of job and work preparation, the fundamentals of palletising methods, which allow the robotic handling of the individual parts. Additionally beside the integrated machine tools, and elements of handling system this presentation introduces requirements against the production management system and methods applied for inspection and measurement of machined parts.

### Key words:

automation, integrated manufacturing system, digital factory, mould making

### Összefoglalás

Napjainkban az egyre erősebb verseny a szerszámgépgyártásban is kikényszeríti a termelékenység, a hatékonyság növelését. Az egyik alapvető megoldást a korszerű szerszámgépek automatizált kiszolgálása jelenti. Az automatizált szerszámgép kiszolgálásnak különböző szintjei képzelhetők el az egy vagy két gépes cella szintű automatizálástól a több gépet és egyéb eszközöket is magukba foglaló integrált automatizált gyártó rendszerekig. Jelen cikk összefoglalja a munka előkészítési, palettázási módszerek alapjait, amelyek lehetővé teszik az egyedi alkatrészek robotizált kezelését. Ezekon túl a rendszerbe integrált szerszámgépek, a kiszolgáló rendszer elemei mellett, bemutatja a gyártás irányítással szemben támasztott követelményeket, valamint az elkészült alkatrészek ellenőrzésére szolgáló módszereket.

### Kulcsszavak:

automatizálás, integrált gyártó rendszer, digitális gyár, szerszámgépgyártás

### 1. Bevezetés

A szerszámgépgyártó ipar műszaki fejlettségét, hozzáadott érték termelő képességét tekintve mindig az ipari fejlődés élvonalába tartozott. A szerszámok gyártási költségén, a szerszám elkészítésének átfutási idején keresztül szinte minden iparágban hatással van a versenyképességre, a hatékonyságra, a termék innovációs és fejlesztési folyamatban is fontos szerepet játszik. A szerszámgépgyártás költsége, a szerszám készítés átfutási ideje a tervezési és gyártási folyamatokban alkalmazott integrált digitális megoldások alkalmazásával kézben tarthatók, illetve csökkenthetők. A megoldások alapja a teljes tervezési és gyártási folyamat digitális leírása, az elektronikus termék leírás, a papíron megjelenő rajz nélküli gyártás, a gyártásközi és a végellenőrzés integrálása a termelési folyamatba, annak minél nagyobb fokú automatizálása mellett. További kulcskérdés a vállalati folyamatok és szervezeti felépítés olyan

megszervezése, átalakítása, hogy azok illeszkedjenek az automatizáláshoz, támogassák az automatizált folyamatok működését. Az automatizálás fokának emelkedésével kevesebb, de egyre jobban képzett szakemberre van szükség, a rendszer dolgozói egyszerre akár több gépen is bonyolult megmunkálási programok futását felügyelik.

Az automatizálási projektek megoldása a gép és berendezés gyártók, valamint a megrendelő közötti szoros együttműködést kíván meg. A gépek és berendezések integrációja a szabványok hiányában nehéz feladat, mind a berendezések fizikai kapcsolata, mind a berendezéseket vezérlő, a gyártó-rendszert felügyelő szoftverek tekintetében.

A nullpont referencia rendszerek használatával kiküszöbölhető a gépen való többszöri egyedi beállítás okozta hiba lehetősége, míg paletta azonosítását, a rászertelt chip segítségével a teljes gyártási folyamatban leolvasó eszközével a kiszolgáló robot automatikusan végzi.

## **2. Az automatizált gyártás szintjei**

A szerszámgyártás automatizálásnak több szintjét különböztethetjük meg, az egyes megoldások egyedi jellemzőit összefoglalva a közöttük lévő hasonlóságok és eltérések megvilágíthatók.

Az **egyedi gépek automatizált kiszolgálásakor** minden egyes szerszámgépet egyedileg dedikált manipulátor, robot szolgál ki. A szerszámok, és különösen a munkadarabok előzetes bemérésével a megmunkálási nullpontot a megmunkáló gépen kívül lehet meghatározni. A megmunkálási programok automatikusan a központi adatbázisból tölthetők le és rendelhetők hozzá az előzetesen bemért munkadarabokhoz. A gépen betárazott különböző palettákra szerelt munkadarabok megmunkálási sorrendjét a termelés programozó rendszerből nyert adatok alapján a gépkezelő határozza meg. Az adott gépen elkészült munkadarabok ellenőrző mérés után jó esetben a következő műveletre a palettára felfogva kerülhetnek tovább, de jellemzően a művelet után a munkadarabokat leveszik a palettáról. Az egyedi gépek automatizált kiszolgálása főleg kisebb cégek által alkalmazott megoldás.

A **két gépes robotos kiszolgálású rendszerek** lehetnek homogén vagy vegyes cellák. A homogén cellák azonos típusú gépekből állnak, leggyakrabban tömbös szikraforgácsoló gépeket szolgálnak ki egyetlen robottal. Ez a megoldás csökkenti a beruházási költséget, míg a termelés hatékonyságát a kezelők számának esetleges csökkenése javíthatja. A vegyes cellákban eltérő technológiájú szerszám-gépeket szolgálnak ki egy robottal. Az ilyen megoldások több hasznot hoznak, mint a homogén cellák. A hatékonyság akkor növekszik számottevően, ha az alkatrészekeken mind két géppel végeznek megmunkálást, és a két megmunkálás között az alkatrészt nem veszik ki a rendszerből. A cella vezérlés egyik fontos feladata a robot terhelésének, kihasználásának követése, a túlterhelés elkerülése. A két gépes cellákat kis és közepes üzemek egyaránt használhatják.

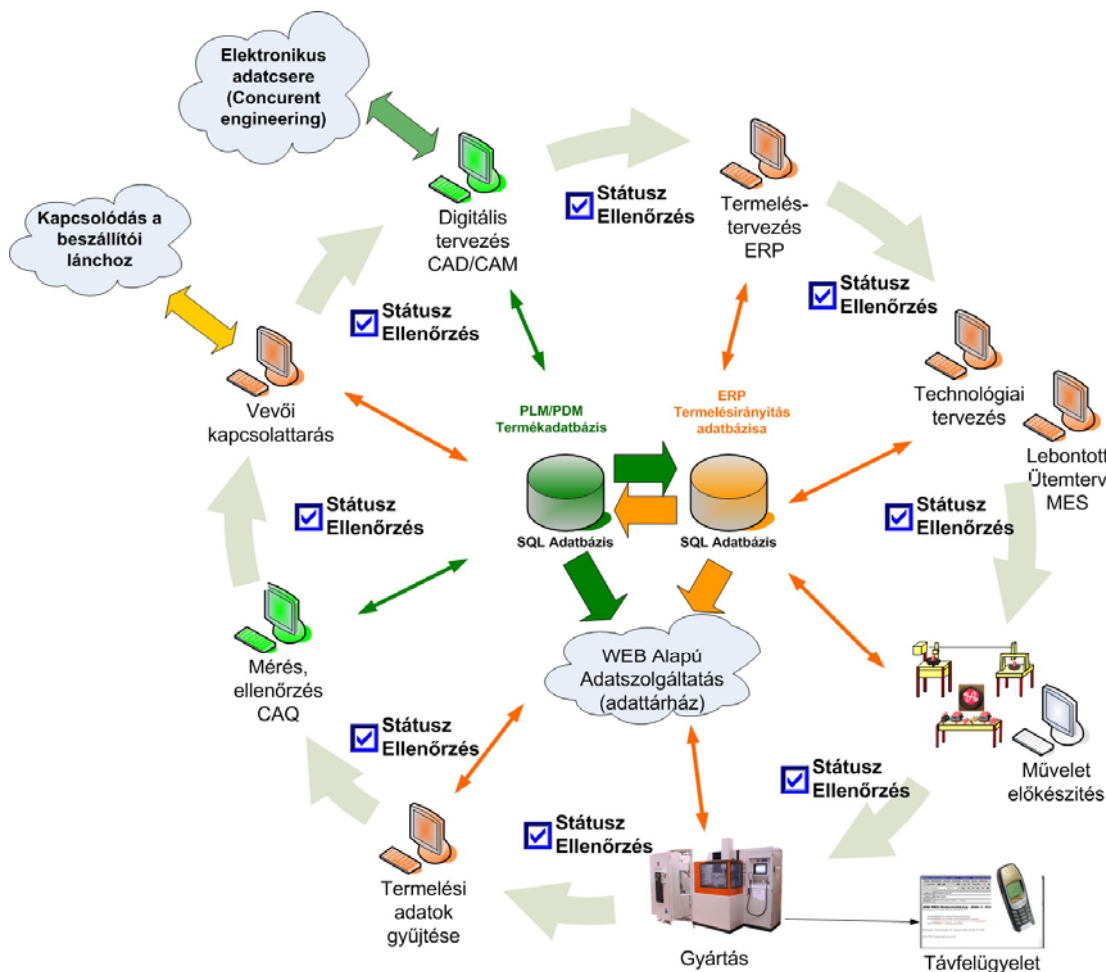
A **többgépes integrált robotos kiszolgálású automatizált rendszer** minőségileg jelent új szintet a szerszámgyártásban. A többgépes automatizált gyártó rendszer bár nagyon rugalmas, mégis egyedi felépítésű, hiszen alkalmazkodni kell a gyártó üzem igényeihez, a gyártott alkatrészek választékához, valamint a szerszámgép gyártók sem tudnak mindenki számára alkalmazható teljesen kulcsrakész meg-

oldásokat ajánlani. Az egyedi igények szerinti felépítés követelménye magába foglalja a modularitást, és ezen keresztül a tovább fejleszthetőség igényét is.

A többgépes rendszert általában egyetlen robot szolgálja ki, amely elterjedt megoldás szerint lineáris pályán mozog, a sorban elhelyezett megmunkáló gépek, tároló helyek között. Mivel a robotnak többféle palettát kell kezelnie a megfogó készüléke minden esetben cserélhető, és rendelkezik chip leolvasóval is. A pálya mentén elhelyezett tároló helyek sokfélék lehetnek, hiszen elektródákat, palettázott munkadarabokat, forgácsoló szerszámokat kell befogadniuk. A hely takarékoság érdekében a kezelendő kisebb méretű eszközöket forgó polcos rendszerű tároló helyeken lehet tárolni, a nagyobb méretű paletták polcos tárákban helyezhetők el.

### 3. A digitális gyár

Ma amikor, a szerszámgártásban szóba kerül az automatizálás, akkor egy elektronikus modellel jól leírható digitális gyárról beszélünk. Ez egy a vevői igényeket rugalmasan és gyorsan kiszolgáló gyár, ahol a folyamatos visszacsatolás lehetővé teszi a gyors módosításon keresztül a folytonosan változó igények követését és mindezek mellett jó gépkihasználatot eredményez. Az alapelv igen egyszerű, első pillanatban azt is mondhatnánk, hogy igen ez egy modern ERP rendszer.



1. ábra A digitális gyár modellje



A digitális modellünk nagyon sok, egymásra épülő kockából, egymáshoz kapcsolódó elemből áll, amelyekre nincs egy mindent lefedő program, magunknak kell összeválogatni a megfelelő elemeket.

Az automatizált gyártó rendszerben a karmester, vagyis a job menedzsment rendszer:

- összegyűjti az előre ütemezett gyártási feladatokat;
- leellenőrzi, hogy a gyártáshoz minden rendelkezésre áll-e;
- nyomon követi a munkadarabok státuszát;
- figyeli a szerszámokat, nyilvántartja a fogásban töltött időt, az élettartamuk lejártakor kivesszi őket;
- utasítást ad a CNC gépnek, hogy végezze el az előírt feltételeknek megfelelő ütemezett műveletek közül a soron következőt.

A karmestertől

- elvárjuk azt az intelligenciát, hogy a műveleti terv alapján ellenőrizze az előző művelet elkészültét, elvégezze a feladatok optimalizálását;
- azt is elvárjuk, hogy az ellenőrző mérést végezze el, méret eltérés esetén korrigáljon, vagy csak az eltérést okozó hiba elhárítása után folytassa csak azt a feladatot, ahol a rossz méretet észlelte;
- az is kötelessége, hogy jelezze, ha egy művelet közben a megmunkálás megszakad.

Az egyes feladatokhoz kötődő alkatrészeket az azonosító chip segítségével tudjuk követni, ezek segítségével lehet bármely részfeladat teljesítése után egy, a vevői igényeket követő átütemezést végrehajtani anélkül, hogy akár egyetlen pillanatra is elveszítenénk a gyártási határidő feletti ellenőrzést.

#### 4. Következtetések / Összefoglaló

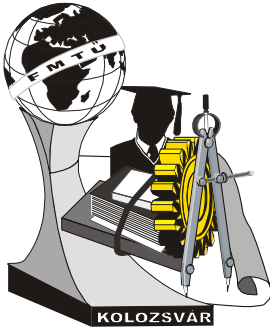
A teljes gyártásinformatikai, mérési és megmunkálási rendszer a hatékonyságot a szerszámgépek jelentősen javuló kihasználásával növeli. A többgépes, robotizált kiszolgálású automatizált gyártó rendszer kiépítése általában egy hosszú, sok évig tartó fejlődési folyamat eredménye. A folyamat során meg kell szerezni azokat a technológiai, szervezési, programozási és szoftver ismereteket, amelyek egy ilyen rendszer üzemeltetéséhez elengedhetetlenek. A cikkben bemutatott elvek alkalmazásával a Bekomold Szerszámgyártó Kft. folyamatosan fejleszti gyártó berendezéseit, dolgozik egy olyan, műanyag fröccsöntő szerszámok elektródáit és alkatrészeit gyártó rendszer megvalósításán, amelynek számos műszaki és gazdasági eredménye már az üzemeltetés kezdeti szakaszában is jól mérhető.

**dr. Rác Pál**, PhD, egyetemi docens

Óbudai Egyetem, Bánki Donát Kar  
Magyarország, Budapest, Népszínház utca 8.  
Telefon +36-1-666-5310  
E-mail: racz.pal@bgk.uni-obuda.hu

**Zafner Gábor**, fejlesztő mérnök

Bekomold Szerszámgyártó Kft.  
Magyarország, Budapest, Bojtár utca 74.  
Telefon +36-1-250-4445  
E-mail: gabor.zafner@bekomold.hu



# XVI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2011. március 24–25.

## SZUPERKEMÉNY SZERSZÁMOK ÉLTARTAMA EDZETT FURATOK ESZTERGÁLÁSAKOR

RÁCZKÖVI László

### Abstract

The wear and tool life of tools applied to precision cutting have huge significance, because we perform the finishing of parts with expensive tool materials and the advantageous chip removal properties of these materials are valid in a narrow range of technological parameters. Until recently grinding was used in finish machining; nowadays hard turning is used instead of or in addition to grinding. Grinding requires a lot of cooling and lubricating liquid, whereas hard turning is dry machining, therefore it is very advantageous from the point of view of environmental load.

This paper presents the examination of the wear of PCBN tools and the results of determining the tool life of these tools. The experimental results were processed using the tool life relation, valid in the whole range of cutting speed.

### Key words:

tool life, hard turning

### Összefoglalás

A precíziós forgácsoláshoz alkalmazott szerszámok kopása és éltartama nagy jelentőséggel bír mivel drága szerszámanyagokkal végezzük az alkatrészek befejező megmunkálását és ezek kedvező forgácsleválasztási tulajdonságai a technológiai adatok szűk tartományában érvényesülnek. Befejező műveletekben az eddig alkalmazott köszörülés mellett vagy helyett egyre gyakrabban alkalmazzák a keményszertergálást. Amíg a köszörülés nagy mennyiségű hűtő – kenő folyadék alkalmazását igényli, addig a keményszertergálás száraz megmunkálás. ezért a környezetterhelés szempontjából nagyon előnyös.

A cikkben PCBN szerszámok kopásának vizsgálatát és éltartamuk meghatározásának eredményei kerülnek bemutatásra. A kísérleti eredmények feldolgozását a teljes sebességtartományban érvényes éltartam összefüggés segítségével végezzük el.

### Kulcsszavak:

éltartam, keményszertergálás

### 1. Bevezetés

A forgácsleválasztás során a forgácsoló szerszám, illetve annak éle jelentős igénybevételnek van kitéve. A magas hőmérséklet, az anyagleválasztáshoz szükséges erő, a szerszám és a forgács, illetve a szerszám és a forgácsolt felület között lejátszódó súrlódási folyamatok stb. mind elősegítik a szerszám eléletlenedését, kopását, végső soron a tönkremenetelét. A kopás intenzitása jelentősen függ a szerszám- és munkadarab anyag párosításától, a forgácsolási adatoktól és a megmunkálás egyéb feltételeitől pl.: az alkalmazott hűtő-kenő folyadéktól.

A kemény, edzett felületek megmunkálását hosszú időn keresztül abrazív szerszámokkal, elsősorban köszörüléssel végezték. A fejlődés következményeként, a szerszámanyagok fejlesztése révén létrehozták a szuperkemény szerszámoknak nevezett forgácsoló szerszámok csoportját. Ezekből az anyagokból már olyan határozott élű szerszámok is előállíthatóvá váltak, amelyekkel lehetővé vált a HRC 45-50

keményiség feletti anyagok megmunkálása is.

Edzett anyagok esztergálásakor – amit keményszertergálásnak neveznek – a munkadarab anyag nagy keménysége mellett az 1000°C feletti hőmérséklet, a speciális geometria okozta forgácsoló erő megszólás, valamint a hűtő-kenő anyag hiánya is növeli a szerszám igénybevételét.

## 2. Forgácsolási kísérletek és azok eredményei

A PCBN szerszámok éltartamát különböző mértékben befolyásolja az előtolás és a fogásmélység is. A szuperkemény szerszámmal végzett kísérletek célja a fogásmélység éltartamot befolyásoló szerepének a vizsgálata volt. A kísérleteket az alábbi feltételek mellett végeztük el [1]:

- forgácsolószerszám: Kompozit 01;
- élgeometria:  $\gamma=-5^\circ$ ;  $\alpha=\alpha'=15^\circ$ ;  $\lambda_s=0^\circ$ ;  $\kappa_r=45^\circ$ ;  $\kappa'_{r1}=2^\circ$ ;  $\kappa'_{r2}=15^\circ$ ;  $b\varepsilon=0,3$  mm;
- munkadarab: edzett csapágyacél: 100Cr6 HRC 62±2;
- a vizsgált átmérő:  $d=75$ mm
- szerszámgép: E400-1000 egytetemes csúcseszterga;
- forgácsolási adatok:  $f=0,025\div 0,125$ mm/ford;
- fogásmélység:  $a_p=0,05\div 0,25$ mm;
- forgácsoló sebesség:  $v_c=11\div 120$  m/min;
- kopáskritérium:  $VB=0,4$  mm.

A kísérletek során golyóscsapágy gyűrűt munkáltunk meg. A kopás kezdetén minden fogásvétel után, a kopás mértékének csökkenése után – a kopás állandósult szakaszában – öt fogásvételt követően mér-tük a szerszám hátkopását.

A kísérletek során kapott mérési eredményeket az 1. táblázat foglalja össze.

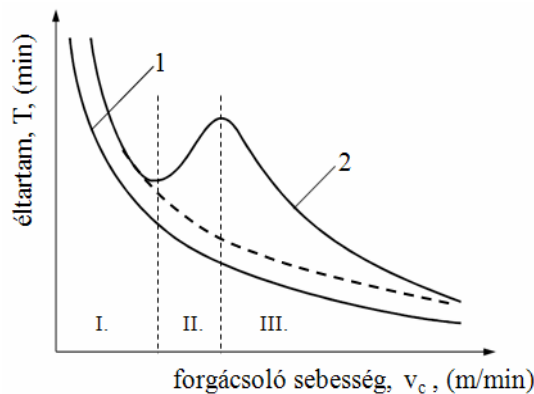
1. táblázat A mért éltartam értékek

f mm/ford.	a <sub>p</sub> mm	v <sub>c</sub> [m/min]								
		11	20	29	40	50	68	92	105	120
		Mért éltartamok T [min]								
0,05	0,05	328	238	246	246	258	142	43	25	19
0,05	0,15	258	194	203	216	216	93	25	14	10
0,05	0,25	229	179	184	202	183	70	18	10	7

## 3. A kísérleti eredmények kiértékelése a teljes sebességtartományban érvényes éltartam egyenlettel

A mérési eredményeket tanulmányozva (1. táblázat), azt tapasztaljuk, hogy a forgácsoló sebesség növekedésével, adott fogásmélység mellett a mért éltartam értékek nem csökkenő tendenciát mutatnak, ahogy azt a Taylor-féle éltartam egyenlet [2] ismeretében várnánk, hanem van olyan forgácsoló sebesség tartomány, ahol az éltartam növekedik. Ilyen jellegű változást mutat az 1. ábra 1. számú jelleggörbéje, míg a 2. számú a Taylor által meghatározott éltartam egyenlet alapján szemlélteti az éltartam vál-

tozását a forgácsoló sebesség függvényében [3]. Az 1. ábrán az is látható, hogy a teljes forgácsoló sebesség tartományban a kísérleteknél kapott értékeknek megfelelő változásokat bemutató jelleggörbe lokális szélsőértékekkel rendelkezik. Például, ha az oxidációs kopás eredményeként a szerszám felületén egy stabil védőréteg alakul ki, akkor az éltartam görbén lokális maximumhely figyelhető meg, de erős oxidációs kopásnál ilyen stabil védőréteg hiányában lokális minimumhely figyelhető meg [4]. Az ilyen jellegű változásokat célszerű három sebességtartománnyal jellemezni (1. ábra). Ezért számos kutató foglalkozott olyan éltartam egyenlet felállításával, amely pontosabban megközelíti ezen változásokat, mint a Taylor által meghatározott összefüggés [4].



**1. ábra** A teljes sebességtartományban érvényes éltartam görbe [3]  
 1: Taylor-féle klasszikus éltartamgörbe, 2: újabb keletű a teljes sebességtartományban érvényes éltartamgörbe

A valós éltartam változás leírására alkalmas, a teljes sebességtartományban érvényes éltartamegyenlet (Kundrák 1996) a következő alakban írható fel [5]:

$$T = \frac{C_{T1}}{v_c^3 + C_{T2}v_c^2 + C_{T3}v_c} \quad (1)$$

ahol:

T – a forgácsoló szerszám éltartama;

$v_c$  – a forgácsoló sebesség;

$C_{T1}$ ,  $C_{T2}$ ,  $C_{T3}$  – a forgácsolás technológiai feltételeitől függő állandók.

A mért értékek alapján az (1) összefüggésben szereplő állandók meghatározása regresszió számítással történik. A számítást MathCad14 szoftverrel végeztük el. A számított értékeket a 2. táblázat foglalja össze.

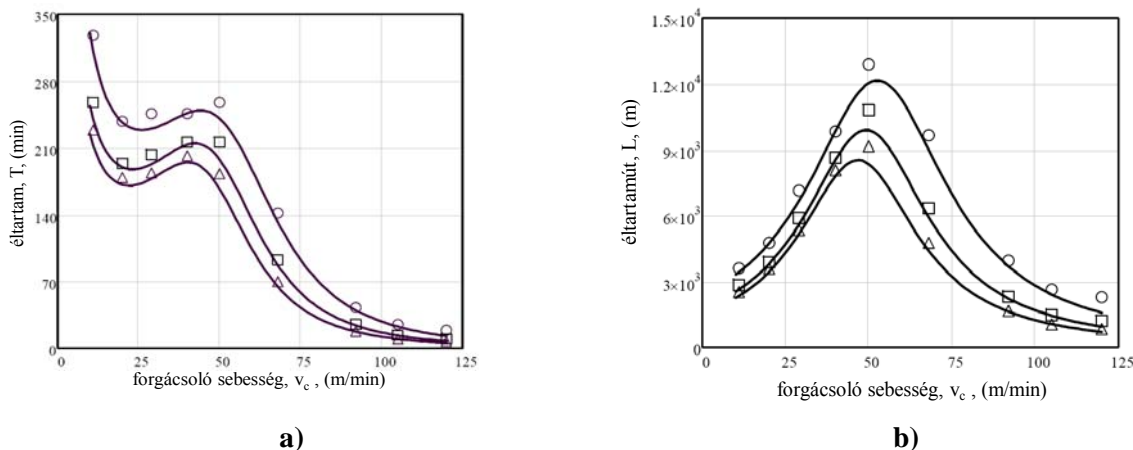
Az éltartam és az éltartam út változását a forgácsoló sebesség függvényében a 2. ábra mutatja. Látható, hogy a fogásmélység növelésekor az éltartam csökkenés nem olyan jelentős, mert a szerszám egységnyi élvonalhosszára eső terhelés nem nő, csupán a szerszámél hőmérséklete növekszik kismértékben. Ezért különböző fogásmélységek esetén is közel azonos forgácsoló sebességek tartoznak az egyes görbék jellegzetes pontjaihoz.

#### 4. Következtetések

A kiértékeléshez alkalmazott éltartam egyenlet együtthatói Mathcad14 szoftverrel meghatározhatók.

2.táblázat A számított  $C_{T1}$ ,  $C_{T2}$ ,  $C_{T3}$  együtthatók

f mm/ford.	$a_p$ mm	Composite 01		
		$C_{T1}$	$C_{T2}$	$C_{T3}$
0,05	0,05	$8,22 \cdot 10^6$	-105,13	3440
0,05	0,15	$5,24 \cdot 10^6$	-98,31	2946
0,05	0,25	$4,11 \cdot 10^6$	-93,46	2665



2.ábra. A számított éltartamok és éltartam utak a forgácsoló sebesség függvényében  
( $\circ$ :  $a_p=0,05$  mm,  $\square$ :  $a_p=0,15$  mm,  $\Delta$ :  $a_p=0,25$ mm.)

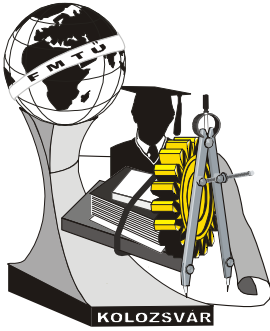
Ismeretükben a mérési eredményeket olyan éltartam görbével lehet helyettesíteni, amely a forgácsolás-kor lezajló valóságos viszonyokat tükrözi. Ezáltal adott szerszám munkadarab anyag párosítás és forgácsolási adatok esetén tetszőleges sebességre az éltartam meghatározható. Az éltartam görbe ismeretében PCBN szerszámoknál is lehetőség nyílik az optimális forgácsolási paraméterek tartományának meghatározása, ahol a szerszám éltartama a maximális.

## Irodalom

- [1] Kundrák J.: *A furatátmérő hatása a szerszám éltartamára keménysztergálásnál*, X. Országos Gépész Találkozó (OGÉT 2002) Erdélyi Műszaki Tudományos Társaság, Székelyudvarhely, 2002. április 25-28. pp. 169-174. (ISSN 1454-0746)
- [2] F.W. Taylor, *On the art of metal cutting*, Transactions ASME. 28, 1901
- [3] Pálmai Z.: *Fémek forgácsolhatósága*, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1980. p. 336
- [4] Bali, J.: *Forgácsolás*, Tankönyvkiadó, Budapest, 1988. p.539
- [5] Kundrák, J.: *The Scientific Principles of Increasing the Effectiveness of Inner Surfaces Cutting with CBN Tools.*, Harkov, 1996. p. 368

**Ráczkövi László**, PhD hallgató

Munkahely: Miskolci Egyetem, Gépészmérnöki Kar, Gépgyártástechnológiai Tanszék  
Cím: 3515, Magyarország, Miskolc-Egyetemváros  
Telefon / Fax: +36-46-565-160  
E-mail: laszlo.raczkovi@uni-miskolc.hu



# XVI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2011. március 24–25.

## SÖRÉTEZETT ÉS KORUNDSZÓRÁSSAL FELÜLETKEZELT ACÉL ALKATRÉSZEK MIKROTOPOGRÁFIAI VIZSGÁLATA

RENNER Tamás, BARÁNYI István, dr. PÉK Lajos

### Abstract

Roughening the surfaces of metal plates before vulcanization is needed to enhance the bond between the metal and rubber parts. The same goes to the metal plates and energy absorbing elements of dampers. The appropriate microtopography of the shot blasted or alumina sprayed surfaces supports the formation of the adhesive bond thus increasing the service life of the elements of the damper.

In this paper we are investigating the effects of the surface roughness parameters of the microtopography of the surface engineered plates.

### Key words:

shot blasting, alumina spraying, micro topography, roughness

### Összefoglalás

A lengéscsillapító elemek fém fegyverzeteit a vulkanizálási folyamat előtt megfelelő felületkezelési eljárással szükséges érdesíteni. A sörétezéssel vagy korundszórással felületkezelt alkatrészek mikrotopográfiájának megfelelő kialakítása segíti az adhéziós folyamatot, így a megfelelően kiválasztott eljárás növeli a lengéscsillapító elemek élettartamát.

Jelen cikkünkben a felületkezelési eljárás során kialakult mikrotopográfiák érdességi paramétereit vizsgáljuk a szórási idő függvényében.

### Kulcsszavak:

sörétezés, korundszórás, mikrotopográfia, érdesség

### 1. Bevezetés

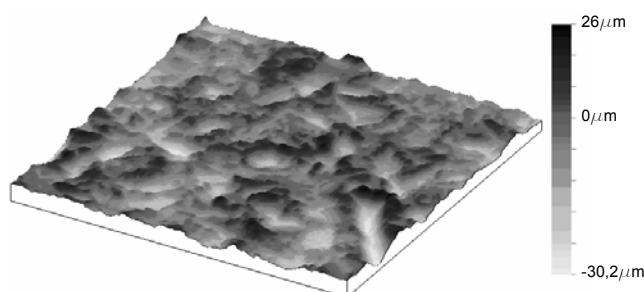
Napjaink korszerű ipari berendezéseivel szemben támasztott alapkövetelmény, hogy magas színvonalon működjenek meghibásodás nélkül. Ennek az eléréséhez a gép alkatrészeit is előírt műszaki igényességgel kell elkészíteni. A gépek és gépelemek működés során fellépő rezgéseit és lengéseit megfelelően kialakított lengéscsillapítók segítségével tudjuk csökkenteni.

A lengéscsillapítók kialakításánál a géphez való csatlakoztathatáson és az energiaelnyelésen kívül fontos szempont, hogy a fegyverzethez az alkalmazott ragasztó, valamint a ragasztóhoz a vulkanizált gumi megfelelő kötési erővel kapcsolódjon. Az ipari gyakorlatban erre a célra alkalmazott ragasztók előírják a fegyverzet mechanikus előkészítését (érdesítését). Jelen cikkben a mechanikus felület előkészítési technológiák közül a korund és a sörétezéssel kezelt felületek mikrotopográfiáját vizsgáljuk meg a szórási idő függvényében, valamint összehasonlítjuk a jellemző érdességi paraméterek és a lengéscsillapító tönkremeneteléhez szükséges erő függvényében.

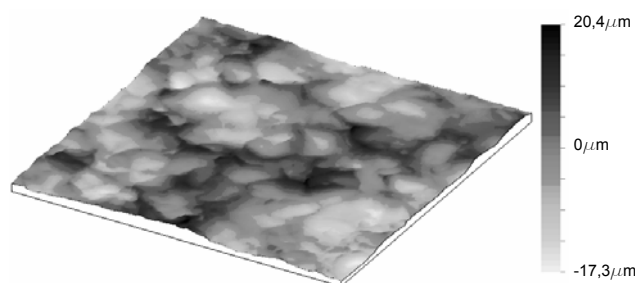
## 2. A felületi mikrotopográfia ismertetése és kiértékelése

A érdességmérés kiértékeléstechnikája az utóbbi fél évszázadban jelentős változásokon ment keresztül. A számítógépek teljesítményének növekedése, valamint a mérőgépek folyamatos fejlődése lehetővé tette, hogy az alkatrészek felületének minőségét pontosabban tudjuk jellemezni. A mérés technika fejlődésének hatására a kiértékeléstechnika is jelentős változáson ment keresztül. A napjainkban már „tradicionálisnak” mondható Ra és Rz és Rq paraméterek mellett megjelentek a 3 dimenziós felületeket jellemző paraméterek. Ezek a paraméterek egyrészt a profil kiértékelési technikájából eddigiekben már jól ismert mérőszámok három dimenzióba való kiterjesztéséből fejlődtek ki, másrészt új matematikai metódusok segítségével kerültek kifejlesztésre [2]. Napjaink üzemi gyakorlatában nagy hányadban még mindig csak az Ra és Rz paraméterekkel írják elő a felületi érdességet [3]. Az ilyen típusú hagyományos felületjellemzés az orientált és a nem orientált megmunkálási nyomok jellemzése esetében sem elegendő, ugyanis a profil, geometriai jellemzőiről és alakjáról nem ad megfelelő műszaki információt.

Vizsgálatunk során sörétezett és korundszórt alkatrészek felületi mikrotopográfiájának változását vizsgáltuk az idő függvényében. A mérendő felületeket STEM TWS röpítőkerekes szemcseszóróval készítettük elő. A felületeket szabványos szemcseméretű korund és sörétszemcsékkel végeztük. A mérést Mahr Perthen felületi érdesség mérő készülékkel 1mm×1mm-es felületrészen 2 $\mu$ m lépésközzel vizsgáltuk. A kialakult topográfiákat az 1. és a 2. ábrán láthatjuk, 60 s szemcseszórás után.



1. ábra Korundszórás után kialakult mikrotopográfia



2. ábra Sörétezés után kialakult mikrotopográfia

Az 1. és a 2. ábrán látható, hogy a ragasztáshoz előkészített felületek mikrotopográfiája nem csak az időtől, hanem a szemcseszórás anyagától (annak keménységétől és méretétől) nagymértékben függ. A mérések során kapott érdességi paramétereket foglalja össze az 1. táblázat.

1. táblázat A mért mikrotopográfiai felületi érdességi paramétere

szórt anyag	szórás idő [s]	Amplitúdó paraméterek			Térközi paraméter	Hibrid paraméterek				
		Sa [μm]	Sq [μm]	Sz [μm]	Sds [1/mm <sup>2</sup> ]	SΔq [-]	SΔq [fok]	Ssc [1/μm]	Ssr [1/μm]	Sdr [%]
korund	60	5,25	6,60	48,61	3378,94	0,621 3	31,85	0,1865	5,36	16,89
korund	120	6,18	7,84	63,10	2867,68	0,640 5	32,64	0,1989	5,03	17,86
korund	210	5,80	7,34	54,95	3109,80	0,599 3	30,93	0,1851	5,41	15,82
sörét	60	5,57	7,12	55,09	1864,27	0,324 0	17,95	0,0871	11,57	4,68
sörét	120	4,82	5,96	36,59	2181,09	0,307 2	17,06	0,0934	10,88	4,20
sörét	150	5,02	6,27	40,47	2323,83	0,314 2	17,44	0,0988	10,26	4,38
sörét	180	5,41	6,82	51,20	2430,22	0,331 9	18,36	0,1017	9,84	4,93

A mért értékekből látható, hogy a szórás időre és a szórt anyag típusára mely értékek érzékenyek. A műszaki gyakorlatban használatos Sa, Sq, Sz paraméterek és a próbatestek felületkezesi technológiája között trendet nem találtunk, korundszórásnál ezek a paraméterek maximum, sörétezésnél pedig minimum értékkel rendelkeznek.

### 3. A felület előkészítő technológiát jellemző mikrotopográfiai paraméterek ismertetése

A 1. táblázatból látható, hogy az amplitúdó paraméterekkel történő jellemzés helyett érdemes a térközi és hibrid paraméterekkel jellemezni a szórás folyamat után kialakult felületet [2]. Ezt az állítást támasztja alá az a tény, hogy a mérések alapján az Sdr technológiától függő közel állandó érték. Az Sdr paraméter elméleti háttérét definiálja az (1) egyenlet, mely a valós felület és a mért felület különbségét adja meg fajlagosítva a mért felületre:

$$S_{dr} = \frac{\sum_{j=1}^{N-1} \sum_{i=1}^{M-1} A_{i,j} - (M-1)(N-1)\Delta x \Delta y}{(M-1)(N-1)\Delta x \Delta y} \quad (1)$$

A térközi paraméterek közül az Sds paraméter mutat technológiától függő változást, sörétezésnél a paraméter értéke a vizsgált időintervallumban nő, tehát sörétezésnél a vizsgált felületre jutó csúcsok száma nő a vizsgálati idő függvényében.

Részletes jellemzést a hibrid paraméterek segítségével tudunk végezni. Ezeket a paramétereket az amplitúdó és a térközi paraméterek segítségével tudjuk számolni. Az így meghatározott paraméterek alaki leírásra alkalmasak.

A mikrotopográfia alakját legjobban leíró paraméterek egyike az SΔq paraméter, mely a felületi mikrotopográfia hajlásának (dőlésének) négyzetes középértékét adja meg a mintavételi felületen belül.

Az SΔq matematikai meghatározása az ISO 25178-2 szabvány szerint (2), (3) egyenletek alapján történik:



$$S_{\Delta q} = \sqrt{\frac{1}{(M-1)(N-1)} \sum_{j=2}^N \sum_{i=2}^M \rho_{i,j}^2}, \quad \rho_{i,j} = \sqrt{\left(\frac{\delta\eta(x,y)}{\delta x}\right)^2 + \left(\frac{\delta\eta(x,y)}{\delta y}\right)^2} \Big|_{x=x_i, y=y_j} \quad (2,3)$$

Az eredmények alapján elmondható, hogy a korundszórt felületek  $S_{\Delta q}$  paramétere nagyobb a sörétezett felületek értékénél és az általunk alkalmazott időintervallumon belül állandó. Ezt a megállapítást támasztja alá az a tény, hogy az 1. táblázat  $S_{sc}$  paraméterei is a mért adatok alapján a szóráskor alkalmazott anyagot jellemzik, mivel a paraméter a csúcsok főgörbületeinek átlagát írja le a mintavételi felületen belül.

#### 4. Összefoglalás, következtetések

Méréseinkből megállapítottuk, hogy a mikrotopográfiát leíró érdességi paraméterek közül a szemcse-szórt alkatrészeknél a jellemzésre a hibrid és a térközi paraméterek megfelelőbbek a technológiai jellemzésének szempontjából, mint az amplitúdó paraméterek. A technológiákat sikerült a vizsgálati intervallumon belül paraméter alapon szétválasztani és a kialakult felületet jellemezni. Sörétezéskor a vizsgálati idő alatt az érdességcsúcsok száma megnőtt, a csúcsok hajlása és a csúcsok főgörbülete kisebb értéket vett fel, mint korundszórás esetén. A mérések eredményeit továbbiakban hullámhossz-spektrum analízis [3] segítségével és a ragasztó-felület kötési energiájának figyelembevételével szeretnénk folytatni.

#### Irodalom

- [1] Horváth, S., Czifra, Á.: *Új módszerek a felületi érdesség és hullámosság vizsgálatában*, OGÉT XVII. Nemzetközi Gépész Találkozó, Gyergyószentmiklós, 2009, pp. 169-173
- [2] Horváth S.: *A felületi hullámosság jelentősége, a hullámosság 3D-s értelmezése*, GÉP 2005/9-10, p. 82-85, 2005
- [3] Czifra Á.: *Sensitivity of power spectral density (PSD) analysis for measuring conditions*, Rudas I. J., Fodor J., Kacprzyk J. (Eds.): *Towards Intelligent Engineering and Information Technology*, 2009, p. 505-517

**Barányi István**, doktorandusz

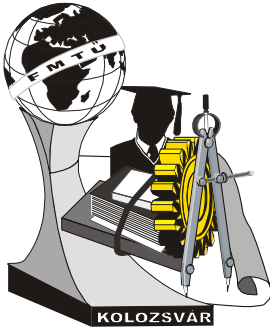
Munkahely: SZIE, Gépészmérnöki Kar,  
Gépipari és Technológiai Intézet  
Telefon / Fax: 06-28-522-949  
E-mail: baranyi.istvan@gek.szie.hu

**Renner Tamás**, doktorandusz

Munkahely: SZIE, Gépészmérnöki Kar,  
Gépipari és Technológiai Intézet  
Telefon / Fax: 06-28-522-949  
E-mail: tamas@rennerbt.hu

**dr. Pék Lajos**, főiskolai tanár

Munkahely: SZIE, Gépészmérnöki Kar,  
Gépipari és Technológiai Intézet  
Cím: 2100, Gödöllő, Páter Károly út 1.  
Telefon / Fax: 06-28-522-949  
E-mail: Pek.Lajos@gek.szie.hu



# XVI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2011. március 24–25.

## A KARBON AKTIVITÁS SZÁMÍTÁSÁN ALAPULÓ DIFFÚZIÓS MODELL

dr. RÉGER Mihály, VERŐ Balázs

### Abstract

The paper deals with the stability of centerline inhomogeneity of the continuously cast slabs. The pattern of the centerline segregation was modeled physically by preparing a sandwich structure of steel plates with different levels of carbon and alloying elements. The eligibility of sandwich structured samples for diffusional experiments, i.e. the permeability of the metal-metal boundaries in the samples from diffusional point of view was checked by the comparison of measured and theoretically calculated hardness value for plain carbon steels. Diffusional homogenization experiments were performed and the samples were examined metallographically. The paper deals with the details of mathematical approach including the cross effects between carbon and manganese during the diffusional process.

### Keywords:

centerline segregation, carbon activity, effect of manganese, diffusional homogenization

### Összefoglalás

Ez a fejezet a már létrejött középvonali dúsulás természetével, illetve a dúsulás csökkentésének lehetőségével foglalkozik. A középvonali szegregáció a lemezbuga hengerlése során elnyúlik, a durvalemezek és sokszor a tekerselet szalagok középvonalában is kimutatható. Ez a jelenség a feldolgozás során elsősorban a durvalemezek esetében jelent problémát (rétegenség, hegesztési, alakítási nehézségek). Általános tapasztalat, hogy a lemezbugában kialakult középvonali szegregáció a hengerlést követően a durvalemezek utólagos hőkezelésével alig méréselhető. A kutatási munka során arra a kérdésre kerestük a választ, hogy milyen tényezők, milyen mechanizmussal befolyásolják a középvonali szegregáció stabilitását. A dolgozat a karbon és mangán közötti kölcsönhatást is magában foglaló diffúziós modell matematikai leírásával foglalkozik.

### Kulcsszavak:

középvonali dúsulás, karbonaktivitás, mangán hatása, diffúziós homogenizálás

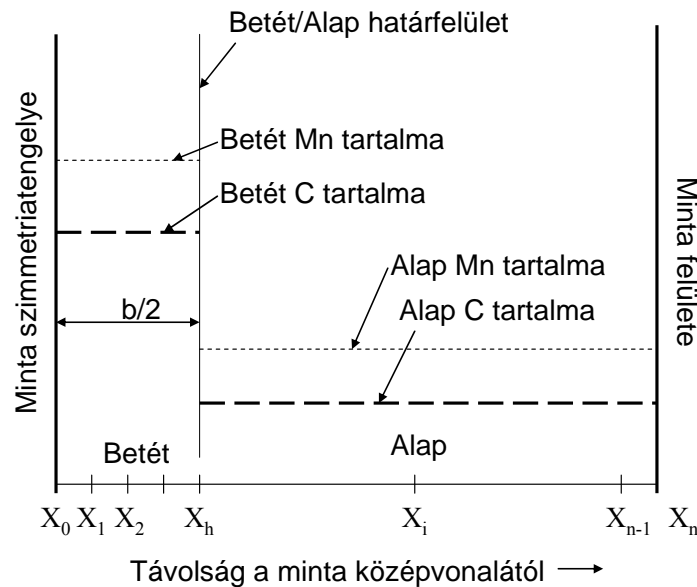
### 1. Bevezetés

A lemezbugák középvonali szegregációja részben a makrodúsulással, részben a megszilárduló olvadék zsugorodásának eredményeként kialakuló porozitással kapcsolatos jelenség. A kristályosodást követő meleghengerlés során a bonyolult alakú, dendritközi fogyási üregek záródásának mértéke az alakváltás függvénye, de a tapasztalatok szerint a kémiai összetételben megmutatkozó különbség még a relatíve gyorsan diffundáló elem, a karbon tekintetében is megmarad. A jelenség fizikai modellezése céljából „mesterséges középvonali dúsulást” tartalmazó szendvicsmintákat állítottunk elő, ezek kísérleti hőkezelése és vizsgálata lehetőséget adott a diffúziós folyamatokban a dúsult elemek kölcsönhatásának

értékelésére [1-3]. A folyamat matematikai leírására újfajta, a karbon aktivitásának elemzésén alapuló számítási modellt dolgoztunk ki, mely a karbon és a mangán diffúziós folyamatokban kialakuló kölcsönhatását is figyelembe veszi. A dolgozat a számítási modell részleteit ismerteti.

**2. A modell leírása**

A karbon aktivitásán, illetve annak a szendvics mintán belüli különbözőségén alapuló diffúziós számításához véges differencia módszer alkalmazását választottuk. A szendvics minták általános szerkezetét az 1. ábra mutatja vázlatosan. A szimmetria miatt elegendő a minta fél vastagságára redukálni az elemzéseket és számításokat.



1. ábra A szendvics minták általános szerkezete

Osszuk fel az  $s$  vastagságú minta fél vastagságát  $n$  egyenlő részre, és jelöljük az így létrejött osztáspontok  $x$  irányú koordinátáját rendre  $x_0, x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_{n-1}, x_n$ -el, a köztük lévő távolságot jelölje  $\Delta x$ . Ekkor az

$$x_i = i \cdot \Delta x \quad (i=0,1,2,3 \dots n) \text{ és} \tag{1}$$

$$x_n = s/2. \tag{2}$$

Legyen a „Betét” anyagrész vastagsága  $b$  ( $b < s$ ) és tegyük fel, hogy a  $h$ -edik osztáspontra (1. ábra)

$$x_h = b/2 \tag{3}$$

teljesül.

Jelölje  $C_0, C_1, C_2 \dots C_i, \dots, C_n$  sorrendben az osztáspontoknál a karbon koncentrációját,  $Mn_0, Mn_1, Mn_2 \dots Mn_i, \dots, Mn_n$  pedig rendre a mangántartalmat ugyanezen pontokban.

A  $t = 0$  időpillanatra vonatkozóan definiáljuk a kezdeti koncentráció-eloszlást az alábbiak szerint:

$$C_i^0 = C_B \text{ és } Mn_i^0 = Mn_B \text{ ha } i < h \text{ és}$$

$$C_i^0 = C_A \text{ és } Mn_i^0 = Mn_A \text{ ha } i \geq h,$$

ahol  $C_B$  és  $C_A$ , illetve  $Mn_B$  és  $Mn_A$  a „Betét” és az „Alap” karbon-, illetve mangántartalma.

Definiáljuk a

$$CA_i = f(C_i, Mn_i, T) \text{ és} \quad (4)$$

függvényt, ahol  $CA_i$  a karbon aktivitása az  $x_i$  osztáspontban a  $t = 0$  időpillanatban. A  $T$  a hőmérséklet konstans értékű a számítás során. A  $CA_i$  függvény vizsgált típusai a ismertetett szakirodalmi hivatkozásokban megtalálhatók [4-6].

Jelölje  $\Delta t$  a számítás időfelosztásának lépésközét és vezessük be az

$$r = \frac{\Delta t}{(\Delta x)^2} D \quad (5)$$

paramétert, ahol  $D$  az aktív karbonra (karbonaktivitásra) érvényes ún. „effektív” diffúziós tényező. Az „effektív” diffúziós tényező meghatározási módjának leírását a korábbi munkák ismertetik [1-3].

Legyen az  $x_i$  osztáspontban és a  $t_j = j \cdot \Delta t$  időpontban az aktivitás aktuális értéke

$$CA_i^j = f(C_i^j, Mn_i^j, T). \quad (6)$$

A  $t_j$  időpontra és  $x_i$  osztáspontra felírható a véges differencia módszer algoritmusa szerinti

$$CA_i^{j+1} = r \cdot CA_{i+1}^j + (1 - 2 \cdot r) \cdot CA_i^j + r \cdot CA_{i-1}^j \quad (7)$$

egyenlet.

Képezzük a

$$\Delta CA_i^j = CA_i^j - CA_i^{j-1} \quad (8)$$

különbséget, mely az  $x_i$  osztáspontban az aktív karbon értékében bekövetkezett változást jellemzi a  $t_j$  időpontban. A valódi karbontartalom is ezzel az értékkel csökken az  $x_i$  osztáspontban a  $t_j$  időpontban ezért

$$C_i^j = C_i^{j-1} + \Delta CA_i^j. \quad (9)$$

Íly módon számítható az  $x_i$  osztáspontban a  $t_j$  időpontra vonatkozó karbontartalom aktuális értéke. Ennek ismeretében a fenti formulák alapján meghatározható a karbonaktivitás értéke a  $t_{j+1}$  időpillanatra.

### 3. Összefoglalás

A ausztenit diffúziós homogenizáló hőkezelése során a karbon és a mangán között kialakult kölcsönhatás és annak következményei a bemutatott modellel leírhatók, ezt bizonyítja a számított és mért keménység adatok jó egyezése. Az eredmények összhangban vannak a gyakorlati tapasztalatokkal is [1-3].

A mangán kettős szerepet játszik a középvonali dúsulások stabilitásában. Mivel nagyon lassan diffundál, így a hagyományos homogenizáló hőkezelési eljárások alkalmazásával a mangántartalom kiegyenlítődése nem kerül sor, vagyis a nem egyenletes mangáneloszlás megmarad. Ez a nem egyenletes mangáneloszlás befolyásolja egyrészt a karbontartalom homogenizálódását a bemutatott mechanizmuson keresztül, másrészt a Betét oldali mangán a perlit mennyiség növekedését és esetenként nem egyensúlyi szövetelemek megjelenését eredményezi. A viszonylag kicsi karbontartalom különbség e-

rőteljesen hozzájárulhat a mangántartalom különbség okozta szövetszerkezeti eltérések kialakulásához és nagyobb mennyiségű perlit, és/vagy akár nem egyensúlyi szövetelemek (bénit, martenzit) megjelenését is eredményezheti a normalizáló jellegű hőkezelés során. Az ilyen jellegű és mértékű szövetszerkezeti és keménységi inhomogenitás okozhatja a bevezetésben is említett lemezfeldolgozási problémákat.

### Irodalom

- [1] M. Réger, B. Verő, I. Kardos, P. Varga: *The Effect of Alloying Elements on the Stability of Centerline Segregation*, DEFECT AND DIFFUSION FORUM 297-301: pp. 148-153. (2010)
- [2] Reger M, Vero B, Felde I, Kardos I: *The Effect of Heat Treatment on the Stability of Centerline Segregation*, JOURNAL OF MECHANICAL ENGINEERING 56:(2) pp. 143-149. (2010)
- [3] Reger M., Vero B., Kardos I., Fábrián E. R., Kaptay Gy.: *Diffusion of Carbon in the Centerline Region of CC Slabs*, MATERIALS SCIENCE FORUM (ISSN: 0255-5476) 659: pp. 441-446. (2010)
- [4] M. Hillert, M. Waldenström: *Metal. Trans. A*, 1977, vol.8A, pp.5-13
- [5] W. Huang: *Metal. Trans. A*, 1991, vol.22A, pp. 1911-1920
- [6] T. Wada, H. Wada, J. F. Elliott, J. Chipman: *Metal. Trans.*, 1972, vol.3, pp.1657-1662

**dr. Réger Mihály**, főiskolai tanár

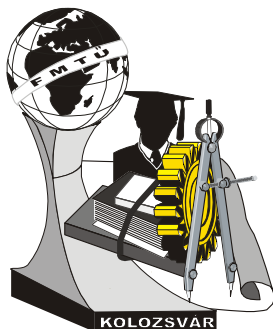
Munkahely: Óbudai Egyetem, BGK Anyag és Gyártástechnológiai Intézet

Cím: 1081 Budapest, Népszínház u. 8.

Tel: +36-16665430

Fax: +36-16665423

E-mail: [reger.mihaly@bgk-uni.obuda.hu](mailto:reger.mihaly@bgk-uni.obuda.hu)



# XVI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2011. március 24–25.

## A TEMPORARY CITY KONTEXTUSA – GONDOLATOK EGY WORKSHOPRÓL

dr. RÉTFALVI Donát DLA

### Abstract

What cultural value do temporary events and spatial productions have? What contribution can they make to a vivid European urban built environment? These questions are the subject of a joint project of the European Capitals of Culture in 2010. During this year of the European Capitals of Culture there will be a series of temporary interventions into city spaces in Istanbul, Pécs and in Duisburg, acting for the Ruhr Area. These will bring attention to the various cultural shapes of the “European City” and test out new design ideas.

### Key words:

temporary city, pécs2010, ruhr2010, istanbul2010

### Összefoglalás

„Temporary City” különleges helyen 2008-2010- között - Három nemzetet összefogó kísérlet az időre gyakorolt hatásáról. A 2010-es kulturális fővárosok egyik közös programja a „Temporary City” elnevezésű projekt volt, mely azt kutatta, hogy temporális események és térbeli rendezvények milyen kulturális értékeket képviselnek, és milyen hatással lehetnek egy élő európai város építkezési kultúrájára. A 2010-es évben, Európa Kulturális Fővárosaiban, Isztambulban, Pécsen és a Ruhr – vidéket képviselő Duisburgban, időben behatárolt események zajlottak a városok területein, melyek kulturális kifejezőerőként az „európai város”-ra hívták fel a figyelmet.

### Kulcsszavak:

temporary city, pécs2010, ruhr2010, istanbul2010

### 1. Temporális események és térbeli rendezvények Európa Kulturális Fővárosaiban

Nemrégiben zárult le a Temporary City Workshop, mely több évet, országot, és helyszínt ölelt fel.

2006-ban az Európai Unió Bizottsága úgy döntött, hogy 2010-re elnyerte városunk, Pécs az Európa Kulturális Fővárosa címet. Pécs mellett 2010-ben Isztambul és a Ruhr-vidéki Essen is viselte az Európa Kulturális Fővárosa címet. A történelmi és kulturális hagyományok mindegyik város számára fontossá tették a testvér-fővárosokkal való együttműködést. Míg a németországi partnerekkel a már meglévő, kitűnő kulturális kapcsolatok, addig Isztambullal a közös múlton túl a nyitottság, a kíváncsiság és a kezdeményezőkézség nyújtott alapot az együttműködésre. A 2010-es kulturális fővárosok egyik közös programja a „Temporary City” elnevezésű projekt, melynek témája azt kutatja, milyen kulturális értéket képviselnek, és milyen hatással lehetnek egy élő európai város építkezési kultúrájára temporális események és térbeli rendezvények. A Temporary City Workshop 2008 és 2010 között zajlott,

különböző szakaszokban, és helyszíneken. Viszont maga a téma alap gondolata 2004 környékén született Németországban. A témát és annak kérdéskörét az 1990-es évek vége felé született építészeti és művészeti alkotások, installációk inspirálták. Ezek az alkotások gondolatiságukban túlmutattak a hagyományos installációkon. Provokatív eszközökkel próbálták felhívni a figyelmet városépítészeti, vagy szociális problémákra, mindezt a hétköznapi emberek bevonásával.

## **2. „PARK” – Holzminden, Andreas Kaiser 1997**

A városi terek nem önmagukban, hanem a városi struktúrába fonódva, intenzív közlekedési hálózatba kapcsolódva működnek. Ha a közlekedési feltételek megváltoznak, megváltoznak a városon belüli terek használatának funkciói is. Holzminden 1997-ben az ötödik szobrászati szimpóziumot tartotta. Az evangélikus templom előtt felállított sátor adott helyet a szobrászoknak, ahol kőből és fából készítették alkotásaikat, mely alkotások később a város egyes pontjait díszítették. A sátor közvetlen közelében volt a vásártér, a város „Szent Tere”, amely egy évvel a szimpózium előtt lett újonnan térkövezve. A szombati vásárokon és az autósalon évenként egyszeri bemutatóján kívül, még labdázó gyerekeket se engedtek a terre. Ők ki lettek szorítva a környező utcákra, ahol a parkoló autóktól nem lehetett játszani. A tér eredeti trapéz formája a helyszínen nem érvényesült. A 70-es évek fotóin látható, hogy a téren autóparkoló volt. A belváros közlekedésének leterheltsége volt 1997-ben a fő téma, valamint egy várost elkerülő út foglalkoztatta mind a privát, mind az üzleti szféra polgárait. Ekkor jött az én egy évig tartó intervencióm, 1500 m fényvisszaverő építkezési szalaggal! A tér trapéz formája ismét láthatóvá vált, az elkerülő út is a központba került. A vásárt át kellett helyezni a környező utcákba a kiállítás megnyitójának idejére. Többek között ez a projekt is szerepet játszott abban, hogy a város vezetése azóta megoldotta a Weseren át egy új híddal az elkerülő út problémáját. A belváros kihasználtsága és a városi terek, valamint a városkép ennek hatására vehemensen megváltozott.

## **3. „Hátizsákos ház” – Stefan Eberstadt 2004**

Stefan Eberstadt „hátizsákos ház”-a, mely Lipcsében, Kölnben és Essenben valósult meg. Az alkotás címe: „Parazita perspektíva – azaz a város, ahogy még nem láttuk.” Ez egy hátizsák a művészet és az építészet határán, egy lebegő megvilágított tér, mely ideiglenes minimalista építményként is és járható szoborként is funkcionál. Ez a mini ház az épület homlokzatára csatolható, mint egy hátizsák. Az alkotásban mozogva, azt a benyomást kelti a szemlélőben, hogy a köztér felett úszik, lebeg. A doboz áttört plexi felületei szokatlan perspektívát kínálnak a város felé. A falak egy része úgy működik, mint egy öszszecsukható bútor, igény szerint változtatható íróasztallá, polccá, alvófelületté. A konstrukció egy hegesztett acélkabin, mely acélkábelekkel a homlokzatra vagy a tetőre rögzíthető. A kabin belülről nyírfafurnérral borított, miközben kívül vízhatlan műgyanta réteggel borított. Ebben az alkotásban az önállóan épített, anarchisztikus faházak (fára épített bunkerek) élednek újjá, természetesen egy korszerűbb technológiával. Az élősködő, parazita jellegű szerkezet újszerű teret generál, ráépül egy meglévő épületre, és annak infrastruktúráját használja.

#### **4. „Vörös szőnyeg effektus” – Braunschweig, Kühn & Malveizz 2004**

A Red Carpet-et, azaz a vörös szőnyeget jól ismerhetjük nagyszabású rendezvények protokolljából, amikor is a hírességek megérkeznek a rendezvény helyszínére. Ez ihlette a vörös szőnyeg effektus alkotót, mely egy ideiglenes lépcsőzetes alkotás a braunschweigi állami színház számára. 2002-ben tíz napon keresztül volt a braunschweigi állami színház színházi rendezvények helyszíne. A rendezvény keretében a színház a fesztivál központjává alakult, melyben nem csak a jegyek voltak megvásárolhatóak, de információs pontként is funkcionált kávézóval, és könyvtárral. A színházterem az első emeleten található, melyhez kapcsolódik az a tér, ahol általában a szünetekben a közönség tartózkodik. A fesztivál alatt ez a belső tér, a színházi programoktól függetlenül, szabadon látogatható köztérre alakult. A strukturális beavatkozás egy állvánnyal megtámasztott széles lépcső építéséből állt, mely két nap alatt összeszerelhető, és a színház előtti teret a már említett első emeleti rendezvényteret teraszával kötött össze. A lépcső tribünt képezve nyújtott kilátást a színház és Braunschweig óvárosa közötti jellegzetes városi tengelyre. A fesztivál alatt a közönség erről a már messziről is jól látható lépcsőről közelíthette meg a színházat, mely rendezvényterként is funkcionált. A vörös szőnyeg alkotás a fesztivál emblémájává is vált.

#### **5. „Táncoló kubusok”, a Kubik projekt – Berlin, Modulo 2006**

2006-ban Berlinben a Spree folyó partján egy elhagyott iparépület udvarán indult útjára a Kubik projekt. Az installáció eredetileg egy zenei fesztiválra készült, azóta a világ több mint 22 városát bejárta. A koncepció egy térszervező, elbontható installáció 1000 literes ITC víztartályokból. A fémvázba rögzített plasztik ballonokba, fényvezető folyadék, valamint fények kerültek, melyek vezérelhetőek. Az elemekből tetszőleges térelhatárolások, térformák alakíthatóak ki, így mindig a helyszín adottságaihoz alakítható az építmény. A rendezvény során kialakítható így bárpult, táncter, színpad. A variációk lehetősége végtelen. Ez a lenyűgöző hatású fénylő építészeti darab, a zenéhez és a közönség hangulatához hangolható, akár video falként is használható. Annak ellenére, hogy egyszeri alkalomra készült, a projekt nagy hatást gyakorolt az emberekre, sikerének köszönhetően önálló életre kelt, újabb és újabb városokban (Barcelona, Lisszabon, Eindhoven, Milánó). Párizsban a Szajján átívelő gyalogoshidat építették be a világító kockákkal.

#### **6. „Az Én Terem!”, Temporary City – Düsseldorf, 2004**

Az „Ideiglenes építészet különleges helyeken” című projektsorozat bevezetésére 2004-ben került sor a Stadtbaukultur NRW és a dortmundi egyetem szervezésében. Az általuk kiírt hallgatói pályázat helyszíne Düsseldorf egy prominens, egyben különleges területe. A Gustaf-Gründgens tér, a fiatal düsseldorfi építészettörténet két jelentős épületének közvetlen környezetében található, mely épületek időközben a város szimbólumává, ismertetőjeleivé váltak. Ezek a Dreischeibenhaus, az 1960-as években épült irodaház és az 1970-es években épült düsseldorfi színház. Az itt elterülő tér eredeti formájában városi rendezvények tereként funkcionált, mérsékelt kihasználtsággal. A program felvetése szerint en-



nek a térnek többnek kell lennie, mint egy színháztér. A nyertes hallgatók a köztetek radikális privátizációjával adták meg a választ a tér kihasználására. Pályaművük címe: „Mein Platz!”, melyben felajánlották a düsseldorfi polgároknak, hogy ideiglenesen használati jogot szerezzenek a tér egy részén, melyet aztán a saját elképzeléseik szerint használhattak, így a tér életét mindenki a saját kezébe vehette. A terület négyzetméterét 1,5 euróért lehetett kibérelni egy napra. Két héten keresztül szolgált a városi tér egy új, különleges társadalmi kereskedelmi térként, a privát városi élet köztéri színpadaként.

### **7. „stAIRWAYS” Temporary City – Mönchengladbach, 2006**

2006-ban folytatódott a projektsorozat, melynek témája Hans Hollein által tervezett Mönchengladbach-i Abteiberg Múzeum térbeli kapcsolata a környező terekkel, valamint e terek épített minősége volt. A múzeum bejárata eredetileg egy híddal kapcsolódott volna a sétálóutcához, ez a koncepció sajnos akkor nem valósulhatott meg. Így a tulajdonképpeni múzeumbéjárat rejtett, és nehezen megközelíthető. A Bochumi egyetem építészhallgatói tették azt a javaslatot, hogy figyelembe kellene venni az eredeti elképzelést, és egy ideiglenes lépcső-híd konstrukcióval kellene a látogatókat két háztömb felett a múzeumhoz vezetni. 2007 szeptemberében, nem sokkal a felújított múzeumépület átadása előtt három hétre felépítették a Stairways-t. Az ideiglenes légi utca lehetőséget adott a város polgárainak arra is, hogy eddig nem látott perspektívából csodálhassák a városukat.

### **8. Összefoglalás**

A nyilvános terek térben és szociális értelemben is az európai városok gerincét képezik. A temporális térbeli rendezvények kulturális értékeket képviselnek és konkrét erővel hatnak a város további fejlődésére. Az ilyen időleges építészeti megoldások az önkormányzati városépítészeti gyakorlattól igen távol állnak, ugyanakkor megváltoztathatják egy város jövőképét, új városépítészeti minőséget hozhatnak létre. Ezért fontos, hogy ezek az időleges impulzusok akkor is az emlékezetben maradjanak, amikor már eltűntek a térből. A kérdés az, hogy kizárólag egy konkrét építészeti megoldás oldhatja meg a városépítészeti kérdéseket – vagy érdemes ezeket a problémákat ilyen, térben és időben ideiglenes alkotásokkal felerősíteni, túlzóbbá tenni, hogy a szükséges változásokat kiprovokáljuk?!

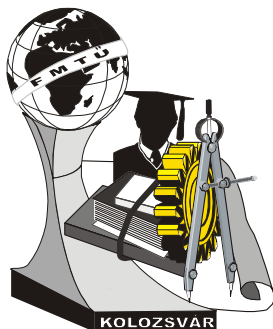
**dr. Rétfalvi Donát, DLA**

Munkahely: PTE, Pollack Mihály Műszaki Kar, Tervezési és Építészeti Ismeretek Tanszék

Cím: 7624, Magyarország, Pécs, Rókus u. 2.

Telefon / Fax: +36-72-501562

E-mail: retfalvi@pmmk.pte.hu Web: www.rga.hu



# XVI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2011. március 24–25.

## GRÁF-ELMÉLETI TOPOLÓGIAI DESZKRIPTOROK DISZKRIMINÁCIÓS KÉPESSÉGÉNEK ELEMZÉSE

dr. RÉTI Tamás, dr. BITAY Enikő

### Abstract

In the fields of chemical graph theory and structural chemistry the applications of graphs to the description of quantitative structure-property relationships implies the representation of molecules by so-called molecular descriptors often referred to as topological indices. The topological indices which often have a direct structural interpretation are numerical parameters of a connected undirected graph which characterize its topology. In present study, we have performed comparative tests on a set of simple biregular graphs to analyse and assess the discrimination performance of various topological descriptors.

### Key words:

topological descriptors, biregular graphs, Zagreb indices

### Összefoglalás

A kémiai gráfelméletben, illetve a szerkezeti kémiában elterjedten alkalmaznak gráfokat a molekulászerkezet és a tulajdonságok közötti összefüggések leírására, és e célra ún. molekuláris deszkriptorokat használnak, amelyeket szokás szerint topológiai indexeknek neveznek. A topológiai indexek - ezeknek gyakran szemléletes jelentés is tulajdonítható -, a gráf topológiai szerkezetét jellemző számszerű paraméterek. Jelen dolgozatban összehasonlító vizsgálatokat végeztünk bireguláris gráfok egy véges halmazán azzal a céllal, hogy elemezzük és értékeljük a különféle topológiai deszkriptorok diszkriminációs képességét.

### Kulcsszavak:

topológiai deszkriptorok, bireguláris gráfok, Zágráb indexek

### 1. Bevezetés

A szerkezeti kémiában (structural chemistry) általános az törekvés, hogy a szerves vegyületek (molekulák) fizikai és kémiai tulajdonságai valamint e vegyületek kémiai képletének topológiai szerkezete között (pl. szénhidrogén vegyületek szerkezeti képlete és forráspontja között) „viszonylag erős” korrelációval jellemezhető kvantitatív összefüggést, egyfajta függvény kapcsolatot találjanak. E célra ún. topológiai deszkriptorokat (topological descriptor) szokás definiálni illetve használni, ezeknek számtalan változata ismert a szakirodalomból [1–8]. A legrégebbi gráfelméleti deszkriptor az 1947-ben bevezetett Wiener-index, amely nevét felfedezőjéről kapta [2]. Jelen dolgozatban néhány ismert topológiai deszkriptor diszkriminációs képességének (discriminating performance) elemzésével foglalkozunk, és arra kívánjuk felhívni a figyelmet, hogy ezek diszkriminációs képessége bizonyos esetekben

meglehetősen korlátozott. Különösképp igaz ez a megállapítás az elterjedten használatos ún. Zágráb-indexekre, amelynek két legismertebb változatára az első  $M_1$  és a második  $M_2$  Zágráb indexként szokás hivatkozni a szakirodalomban. Tekintettel arra, hogy a topológiai deskriptorok értelmezése alapvetően gráfelméleti megfontolásokon alapul, a következőkben – a tárgyalás megkönnyítése végett – bevezetünk néhány, a témakörbe vágó matematikai definíciót.

## 2. Gráfelméleti definíciók

A szerkezeti képletükkel jellemzett karbon-vegyületeket (szerves molekulákat) véges összefüggő gráfokkal reprezentáljuk. Jelölje  $V$  és  $E$  a  $G$  gráf csúcsainak és éleinek halmazát. Feltételezzük, hogy az összefüggő gráfnak  $n$  számú csúcsa és  $m$  számú éle van,  $n \geq 2$ . Egy összefüggő gráf  $D$  átmérője két leg-távolabbi csúcsának távolsága. Definíció szerint a gráf egy  $u$  csúcsának  $d(u)$  valenciája (fokszáma) az  $u$  csúcsban található élek száma, a gráf átlagos valencia-száma  $[d] = 2m/n$ . Egy gráf csúcsainak, éleinek számát, átmérőjét, átlagos valencia-számát a gráf globális topológiai invariánsainak szokás tekinteni.

A továbbiakban  $r$ -csúcsnak nevezzük a gráf azon csúcsát, amelynek valenciája  $r$ , valamint  $(r,s)$  élnek pedig a gráf azon élét, amelynek végpontjaiban a csúcsok fokszáma  $r$  és  $s$ , ahol  $r \geq s \geq 1$ . A gráfban az  $r$ -csúcsok számát  $n_r$ -el, az  $(r,s)$  típusú élek számát pedig  $g(r,s)$ -el jelöljük.

Egy gráfot regulárisnak ( $R$ -regulárisnak) nevezzük, ha valamennyi csúcsának fokszáma azonos, nevezetesen  $R \geq 1$ . Egy  $G$  gráfot páros gráfnak nevezünk, ha csúcsainak  $V$  halmaza felosztható  $V_a$  és  $V_b$  diszjunkt részhalmazokra úgy, hogy a gráf minden egyes élének egyik végpontja  $V_a$ -ban, a másik pedig  $V_b$ -ben van. Teljes páros gráfnak (complete bipartite graph) nevezünk valamely  $G(V_a, V_b)$  páros gráfot, ha bármely  $u_a \in V_a$  és  $u_b \in V_b$  csúcspárra létezik  $(u_a, u_b)$  él.

A gráfot biregulárisnak nevezünk, ha csúcsainak valenciája pontosan két különböző értékű, nevezetesen  $\Delta$  és  $\delta$ , ahol  $\Delta > \delta$  és  $\delta \geq 1$ . Egy összefüggő gráfot erősen páros bireguláris gráfnak (strongly bipartite biregular graph) nevezünk, ha minden éle  $(\Delta, \delta)$  típusú, azaz minden egyes él egyik végpontjának valenciája  $\Delta$ , a másik végpontjának valenciája pedig  $\delta$ . E definícióból következik, egyrészt az, hogy az erősen páros bireguláris gráfokra  $m = g(\Delta, \delta)$  teljesül, másrészt az, hogy a bireguláris teljes páros gráfok az erősen páros bireguláris gráfok részhalmazát képezik. Könnyű belátni, hogy van olyan összefüggő, erősen páros bireguláris gráf, amely nem tartozik a teljes páros gráfok halmazába. Példa erre az **1. ábrán** látható síkbeli bireguláris gráf, amelynek 8 darab  $\delta=3$  fokszámú valamint 6 darab  $\Delta=4$  fokszámú csúcsa van. E gráfnak 24 éle van és valamennyi él  $(4,3)$  típusú. (Itt jegyezzük meg, hogy az **1. ábrán** látható sík-gráf a rombikus dodekaéder (rhombic dodecahedron) elnevezésű poliéder élgráfja, e poliédernek 12 rombusz lapja van.)

## 3. Topológiai deskriptorok

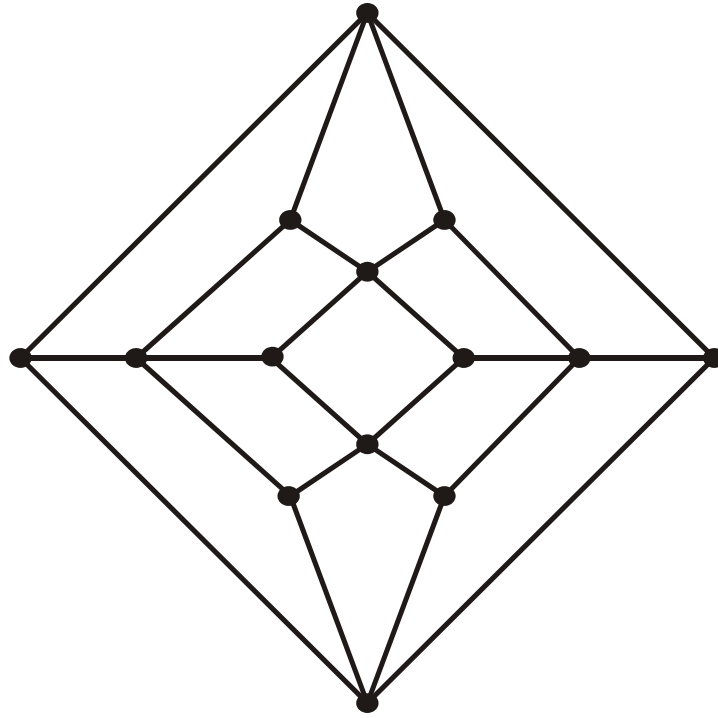
A szakirodalomban a szerves molekulákat reprezentáló gráfok struktúrájának számszerű jellemzésre

sokféle topológiai invariánst (deszkriptort) javasoltak az elmúlt két évtizedben. Ezek között a legismertebbek a  $M_1$  és  $M_2$  ún. első és második Zágráb indexek, amelyek egy véges összefüggő  $G$  gráfra nézve az alábbi formulákkal definiáltak:

$$M_1 = M_1(G) = \sum_{u \in V(G)} d^2(u) = \sum_r r^2 n_r \quad (1)$$

és

$$M_2 = M_2(G) = \sum_{(u,v) \in E(G)} d(u)d(v) = \sum_r \sum_{s \leq r} g(r,s)rs \quad (2)$$



1. ábra A rombus dodekaéder élgráfja

Kiegészítésképpen definiáljuk az  $M_3$  topológiai deszkriptort

$$M_3 = M_3(G) = \sum_{u \in V(G)} d^3(u) = \sum_r r^3 n_r \quad (3)$$

amelyet az egyszerűség kedvéért a harmadik Zágráb indexnek nevezünk. Könnyen igazolható, hogy  $M_2$  és  $M_3$  között fenn áll

$$M_3 = \sum_r r^3 n_r = \sum_r \sum_{s \leq r} g(r,s)(r^2 + s^2) \geq 2 \sum_r \sum_{s \leq r} g(r,s)rs = 2M_2 \quad (4)$$

egyenlőtlenség.

A következőkben egy  $G$  gráfra vonatkozóan definiáljuk a topológiai deszkriptorok egy általános osztályát (halmazát), ennek elemeit „valencia alapú éldeszriptoroknak” nevezzük. A  $\Phi_D(G)$  valencia alapú éldeszriptort (továbbiakban VE-deszkriptort) az alábbi képlettel értelmezzük:

$$\Phi_D = \Phi_D(G) = \sum_r \sum_{s \leq r} g(r,s) W_{r,s}(r,s,n,m) \quad (5)$$

Az (5) formulában  $W_{r,s}(r,s,n,m)$  az  $(r,s)$  típusú élekhez rendelt nem-negatív súlyfüggvények. Ezek 4-változós függvények, és alapvető jellegzetességük, hogy az  $r$  és  $s$  változókra nézve szimmetrikus függvények, következésképpen a  $W_{r,s}(r,s,n,m) = W_{r,s}(s,r,n,m)$  összefüggés teljesül. Megjegyezzük, hogy a  $W_{r,s}$  súlyfüggvények általánosabb formában is definiálhatók, azaz az  $n$  csúcshoz és az  $m$  élszámhoz kívül több más globális topológiai paramétert (pl.  $D$  gráfátmérő, a gráf átlagos valenciaszáma, Wiener indexe, stb.) is tartalmazhatnak. Könnyen belátható, hogy  $M_1$ ,  $M_2$  és  $M_3$  Zágráb indexek mindegyike VE-deszkriptor. A szakirodalomból számtalan különféleképpen értelmezett VE-deszkriptor ismert [4–8]. Példaként említjük az  $S(G)$  ún. Gordon-Scantlebury indexet [1], amely az alábbi alakban írható fel:

$$S(G) = \frac{1}{2} \sum_{u \in V(G)} [d(u)(d(u)-1)] = \frac{1}{2} \sum_{u \in V(G)} d^2(u) - m = \sum_r \sum_{s \leq r} g(r,s) \frac{(r+s-2)}{2} \quad (6)$$

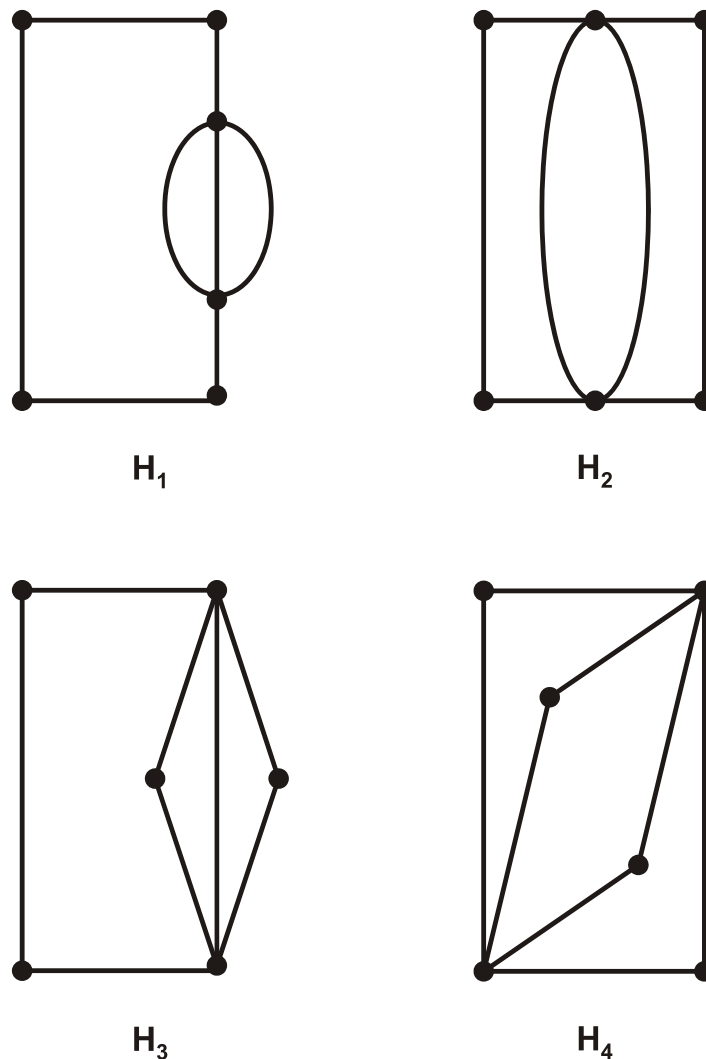
#### 4. Bireguláris gráfok strukturális jellemzése topológiai deszkriptorokkal

Gyakorta felmerülő kérdés, hogy az egyes topológiai deszkriptorok milyen hatékonysággal alkalmazhatók a „hasonló jellegű”, de nem izomorf gráfok közötti strukturális különbségek kimutatására, számszerű minősítésére. Ilyen jellegű vizsgálatok céljára előnyösen jönnek számításba a bireguláris gráfok, közülük is főként azok, amelyek azonos csúcshozammal ( $n$ ), élszámmal ( $m$ ), valamint azonos maximális ( $\Delta$ ) és minimális ( $\delta$ ) valencia-számmal rendelkeznek. Ezen megfontolásból kiindulva, a topológiai deszkriptorok diszkriminációs képességének összehasonlító elemzésére kis csúcshozamú bireguláris gráfokat választottunk. Itt jegyezzük meg, hogy bireguláris gráfok a kémiai gráfelmélet egy fontos területét reprezentálják, ezen belül is központi jelentőségű a benzoid szénhidrogének tulajdonságainak predikciója [9]. Mint ismeretes, a bireguláris gráf négy topológiai alapparamétere ( $\Delta$ ,  $\delta$ ,  $n$ ,  $m$ ) az  $M_1$  Zágráb index értékét egyértelműen meghatározza [10].

$$M_1 = 2m(\Delta + \delta) - n\Delta\delta \quad (7)$$

A fenti formulából közvetlenül adódik, hogy az  $M_1$  Zágráb index diszkriminációs képessége erősen behatárolt, alkalmatlan az azonos ( $\Delta$ ,  $\delta$ ,  $n$ ,  $m$ ) paraméterekkel rendelkező bireguláris gráfok megkülönböztetésére. A **2. ábrán** látható bireguláris gráfok közös jellemzője, hogy azonos ( $\Delta=4$ ,  $\delta=2$ ,  $n=6$ ,  $m=8$ ) paraméterekkel rendelkeznek, és mind a négy gráfra vonatkozóan azonos az első Zágráb index

értéke,  $M_1 = 48$ . Amint az **1. táblázat** adataiból kitűnik, a  $H_1$  és  $H_2$  gráfoknak  $D=3$ , a  $H_3$  és  $H_4$  gráfoknak  $D=2$  az átmérője. Megállapítható továbbá, hogy  $M_1$ -hez képest az  $M_2$  deskriptor illetve a  $D$  gráf-átmérő hatékonyabb a gráfok közötti strukturális különbségek detektálására, továbbá  $M_2$  értéke – a négy gráf közül – a  $H_4$  teljes páros gráfra a legkisebb,  $M_2(H_4)=64$ . A vizsgálatokat a bireguláris gráfok egy másik, bővebb csoportjára kiterjesztve, arra következtettünk, hogy az  $M_2$  deskriptor „szelektivitása” sem tökéletes, a diszkrimináció hatékonysága olykor ugyancsak korlátozott. A **3. ábrán** látható gráfok nem izomorfak, jóllehet globális topológiai paramétereik közül hat ( $\Delta=4$ ,  $\delta=3$ ,  $n=7$ ,  $m=12$ ,  $D=2$ ,  $M_1=84$ ) azonos.



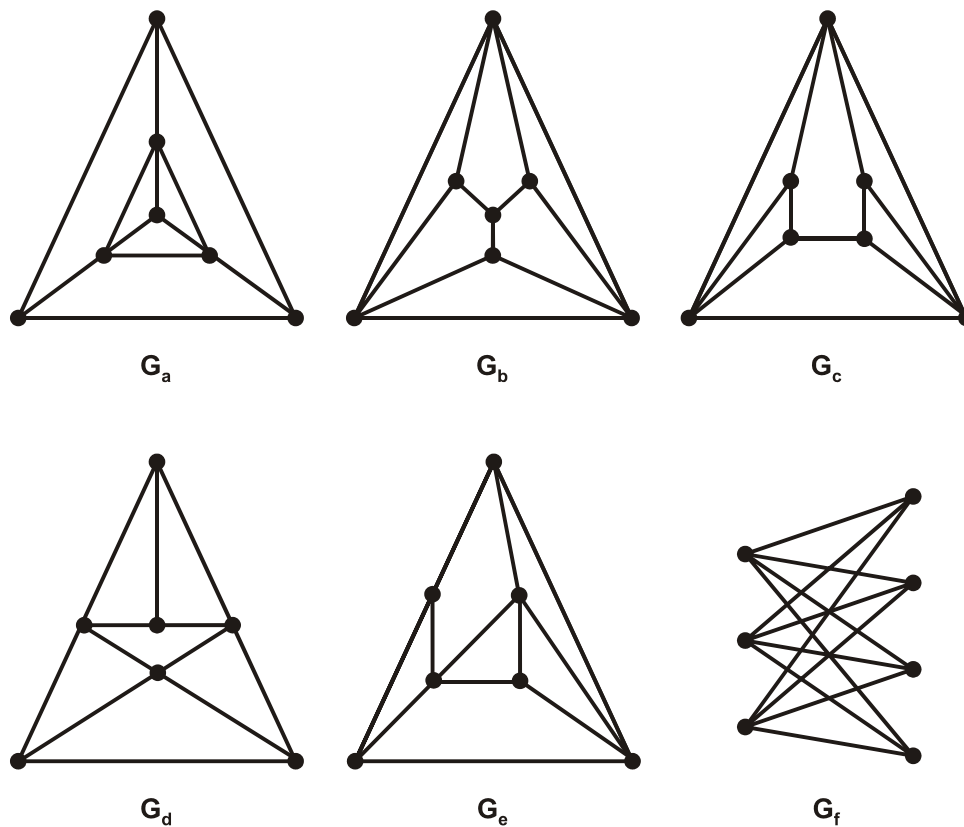
**2. ábra** Négy nem izomorf bireguláris gráf ( $n=6$  és  $m=8$ ).

A **2. táblázat** adataiból kitűnik, hogy az  $M_2$  deskriptor alapján a  $G_a$ ,  $G_b$  és  $G_c$  gráfok egymástól nem különböztethetők meg, hasonló megállapítás érvényes a  $G_d$  és  $G_e$  gráf-párra is. Ez esetben is a  $G_f$  teljes páros gráfra nézve (amely nem síkgráf) a legkisebb a második Zágráb index értéke ( $M_2(G_f) = 144$ ).

1. táblázat Négy bireguláris gráf topológiai paramétere (Δ=4, δ=2, n=6, m=8, M<sub>1</sub> =48)

Gráf	Topológiai paraméterek				
	g(2,2)	g(4,2)	g(4,4)	D	M <sub>2</sub>
H <sub>1</sub>	3	2	3	3	76
H <sub>2</sub>	2	4	2	3	72
H <sub>3</sub>	1	6	1	2	68
H <sub>4</sub>	0	8	0	2	64

Ez esetben is a G<sub>f</sub> teljes páros gráfra nézve (amely kivételesen nem síkgráf) a legkisebb a második Zágráb index értéke (M<sub>2</sub>(G<sub>f</sub>)=144)

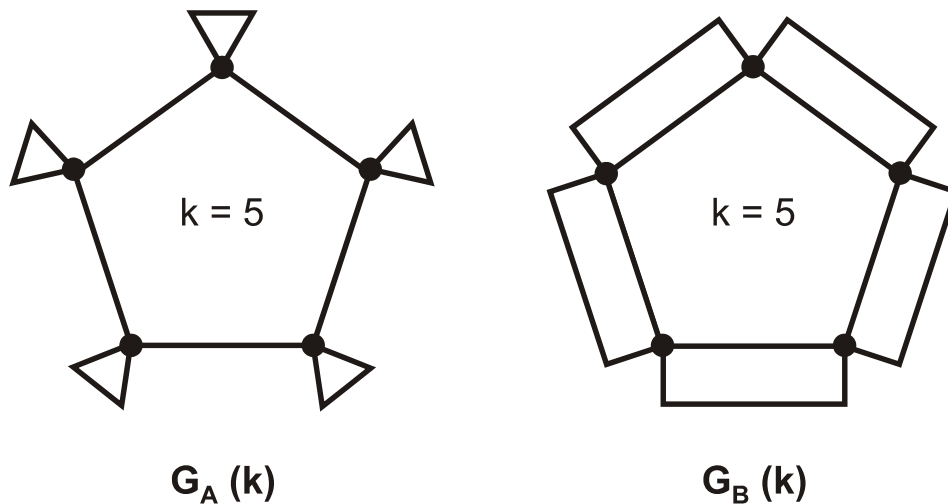


3. ábra Hat nem izomorf bireguláris gráf (n=7 és m=12).

Könnyen konstruálható bireguláris síkgráfoknak (pontosabban fogalmazva gráf-pároknak) olyan végtelen sorozata, melyben a gráf-párok az M<sub>1</sub> és M<sub>2</sub> Zágráb indexek alapján nem különböztethetők meg egymástól annak ellenére, hogy e gráf-párok struktúrája meglehetősen különböző. A 4. ábrán feltüntetett G<sub>A</sub>(k) és G<sub>B</sub>(k) gráf-párok több topológiai paramétere – fix k≥3 esetében, ahol k a központi sokszög oldalszáma – megegyezik.

2. táblázat Hat bireguláris gráf topológiai paramétereit ( $\Delta=4, \delta=3, n=7, m=12, M_1=84$ )

Gráf	Topológiai paraméterek				
	$g(3,3)$	$g(4,3)$	$g(4,4)$	D	$M_2$
$G_a$	3	6	3	2	147
$G_b$	3	6	3	2	147
$G_c$	3	6	3	2	147
$G_d$	2	8	2	2	146
$G_e$	2	8	2	2	146
$G_f$	0	12	0	2	144



4. ábra  $G_A(k)$  és  $G_B(k)$  bireguláris gráf-párok végtelen sorozata ( $k \geq 3$ )

Nevezetesen a  $G_A(k)$  és  $G_B(k)$  gráf-párokra  $\Delta=4, \delta=2, n=3k, g(2,2)=k, g(4,2)=2k, g(4,4)=k, m=4k$ . Következésképpen tetszőleges  $k \geq 3$  esetében a Zágráb indexek is azonosak lesznek:  $M_1(G_A(k))=M_1(G_B(k))=24k, M_2(G_A(k))=M_2(G_B(k))=36k$  és  $M_3(G_A(k))=M_3(G_B(k))=80k$ . Ebből adódik az a felismerés, hogy  $G_A(k)$  és  $G_B(k)$  gráf-párok a hagyományos valencia alapú  $\Phi_D(G)$  éldeszkríptorokkal - például a Gordon-Scantlebury indexszel - nem különböztethetők meg egymástól.

### 5. Topológiai deszkriptorok diszkriminációs képességének elvi korlátai

Bireguláris gráfokra vonatkozóan a hagyományosan topológiai deszkriptorok jelentős hányadára érvényes az a megállapítás, hogy ezek diszkriminációs képességének elvi korlátai vannak. Ennek igazolására definiáljuk a  $G_B$  bireguláris gráfra vonatkozóan a



$$\Psi(G_B) = g(\Delta, \Delta)W_1(\Delta, \delta, n, m) + g(\Delta, \delta)W_2(\Delta, \delta, n, m) + g(\delta, \delta)W_3(\Delta, \delta, n, m) \quad (8)$$

topológiai deszkriptort, ahol  $W_1(\Delta, \delta, n, m)$ ,  $W_2(\Delta, \delta, n, m)$  és  $W_3(\Delta, \delta, n, m)$  nem-negatív súlyfüggvények. Fontos megemlíteni, hogy az (5) képletben szereplő  $W_{r,s}$  súlyfüggvények definíciója nem azonos a  $W_1(\Delta, \delta, n, m)$ ,  $W_2(\Delta, \delta, n, m)$  és  $W_3(\Delta, \delta, n, m)$  súlyfüggvényekével. Az utóbbiak definíciója némileg általánosabb, ugyanis  $W_1$ ,  $W_2$  és  $W_3$  nem szükségképpen szimmetrikus függvényei a  $\Delta$  és  $\delta$  változóknak.

Legyenek  $G_1$  and  $G_2$  nem-izomorf összefüggő bireguláris gráfok, amelyekre nézve az  $(\Delta, \delta, n, m, M_2)$  topológiai mennyiségek azonosak. (Nevezetesen tételezzük fel, hogy a  $G_1$  és  $G_2$  gráfokra  $\Delta(G_1)=\Delta(G_2)$ ,  $\delta(G_1)=\delta(G_2)$ ,  $n(G_1)=n(G_2)$ ,  $m(G_1)=m(G_2)$  és  $M_2(G_1)=M_2(G_2)$  összefüggések teljesülnek.)

**Állítás:** Ez esetben a  $G_1$  és  $G_2$  bireguláris gráfokra fenn áll a  $\Psi(G_1)=\Psi(G_2)$  azonosság, függetlenül a  $W_1(\Delta, \delta, n, m)$ ,  $W_2(\Delta, \delta, n, m)$  és  $W_3(\Delta, \delta, n, m)$  súlyfüggvények megválasztásától.

**Bizonyítás:** Elég megmutatni, hogy tetszőleges  $G_B$  bireguláris gráfra értelmezett  $\Psi(G_B)$  deszkriptor felírható

$$\Psi(G_B) = X * W_1(\Delta, \delta, n, m) + Y * W_2(\Delta, \delta, n, m) + Z * W_3(\Delta, \delta, n, m) \quad (9)$$

alakban, ahol  $X$ ,  $Y$  és  $Z$  egyértelműen definiált 5-változós függvényei a  $(\Delta, \delta, n, m, M_2)$  topológiai mennyiségeknek. Kiindulásul tekintsük a bireguláris gráfokra érvényes alábbi azonosságokat:

$$m = m(G_B) = g(\Delta, \Delta) + g(\Delta, \delta) + g(\delta, \delta) \quad (10)$$

$$M_2 = M_2(G_B) = \Delta^2 g(\Delta, \Delta) + \Delta \delta g(\Delta, \delta) + \delta^2 g(\delta, \delta) \quad (11)$$

$$n = n(G_B) = \frac{2}{\Delta} g(\Delta, \Delta) + g(\Delta, \delta) \left( \frac{1}{\Delta} + \frac{1}{\delta} \right) + \frac{2}{\delta} g(\delta, \delta) \quad (12)$$

A (10) és (11) egyenletekből

$$m\Delta^2 - M_2 - \Delta(\Delta - \delta)g(\Delta, \delta) = (\Delta^2 - \delta^2)g(\delta, \delta) \quad (13)$$

valamint a (10) és (12) formulákból kapjuk

$$\delta(\Delta + \delta)(\Delta n - 2m) = (\Delta^2 - \delta^2)g(\Delta, \delta) + 2(\Delta^2 - \delta^2)g(\delta, \delta) \quad (14)$$

Másrészt a (13) és (14) egyenletekből következik

$$2m\Delta^2 + \delta(\Delta + \delta)(2m - \Delta n) - 2M_2 = (\Delta - \delta)^2 g(\Delta, \delta). \quad (15)$$

Könnyen belátható, hogy a  $g(\Delta, \Delta)$ ,  $g(\Delta, \delta)$  és  $g(\delta, \delta)$  mennyiségek kifejezhetők  $(\Delta, \delta, n, m, M_2)$  topológiai paraméterek öt-változós függvényeként az alábbi megfontolások alapján:

A (15) formulából adódóan

$$g(\Delta, \delta) = \frac{2m\Delta^2 + \delta(\Delta + \delta)(2m - \Delta n) - 2M_2}{(\Delta - \delta)^2} = Y(\Delta, \delta, n, m, M_2) \quad (16)$$

Továbbá a (14) egyenlet szerint

$$\delta(\Delta n - 2m) = (\Delta - \delta)g(\Delta, \delta) + 2(\Delta - \delta)g(\delta, \delta) \quad (17)$$

Mivel  $g(\Delta, \delta) = Y(\Delta, \delta, n, m, M_2)$  ezért

$$g(\delta, \delta) = \frac{\delta(\Delta n - 2m)}{2(\Delta - \delta)} - \frac{g(\Delta, \delta)}{2} = Z(\Delta, \delta, n, m, M_2) \quad (18)$$

A fentiekből következően a bizonyítás utolsó lépéseként az alábbi

$$g(\Delta, \Delta) = m - Y(\Delta, \delta, n, m, M_2) - Z(\Delta, \delta, n, m, M_2) = X(\Delta, \delta, n, m, M_2) . \quad (19)$$

végeredményhez jutunk.

Fontos következményként adódik: az azonos  $(\Delta, \delta, n, m, M_2)$  topológiai paraméterekkel jellemzett összefüggő bireguláris gráfok a hagyományos VE topológiai deskriptorokkal egymástól meg nem különböztethetők. Egy további következmény, hogy (16) egyenletből az

$$M_2 = \frac{1}{2} \{2m\Delta^2 + \delta(\Delta + \delta)(2m - \Delta n) - (\Delta - \delta)^2 g(\Delta, \delta)\} \quad (20)$$

összefüggés származtatható. Mint megállapítható, azonos  $(\Delta, \delta, n, m)$  paraméterekkel jellemzett bireguláris gráfokra a második Zágráb index értéke kizárólag a  $g(\Delta, \delta)$  mennyiség függvénye. Mivel összefüggő bireguláris gráfokra  $g(\Delta, \delta) \leq m$ , ezért a (20) formulából

$$M_2 \geq \frac{1}{2} \{2m\Delta^2 + \delta(\Delta + \delta)(2m - \Delta n) - m(\Delta - \delta)^2\} \quad (21)$$

becslés adódik eredményül. Egyenlőség itt csak abban a speciális esetben áll fenn, ha a bireguláris gráf erősen páros, ugyanis  $g(\Delta, \delta) = m$  csak ez utóbbi esetben teljesül. Erősen páros bireguláris gráfra  $M_2 = m\Delta\delta$ . (Szemléletes példa erre az 1. ábrán látható bireguláris poliéder-gráf, melyre  $g(4,3) = m = 24$  és  $M_2 = m\Delta\delta = 24 \cdot 4 \cdot 3 = 288$ .)

**Irodalom**

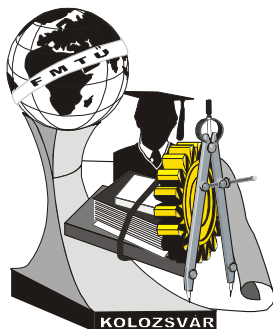
- [1] N. Trinajstić: *Chemical Graph Theory*, 2<sup>nd</sup> revised ed. CRC Press, Boca Raton, USA, 1992.
- [2] B. Lučić, S. Nikolić and N. Trinajstić: *Távolságfüggő molekuláris deskriptorok*, Magyar Kémiai Folyóirat, Vol. 114 (2008) p. 171–176.
- [3] I. Gutman and K. Ch. Das: *The first Zagreb indices 30 years after*, MATCH Commun. Math. Comput. Chem. Vol. 50 (2004) p. 83–92.
- [4] B. Zhou and N. Trinajstić: *On a novel connectivity index*, J Math Chem Vol 46, (2009) p. 1252–1270.
- [5] J. Zheng: *The general connectivity indices of catacondensed hexagonal systems*, J Math Chem. Vol. 47 (2010) p. 1112–1120.
- [6] B. Zhou and N. Trinajstić: *On a novel connectivity index*, J Math Chem Vol 46, (2009) p. 1252–1270.
- [7] B. Fortula, A. Graovac and D. Vukičević: *Atom-bond connectivity index of trees*, Discrete Applied Mathematics, Vol. 157 (2009) p. 2828–2835.
- [8] D. Vukičević and B. Fortula: *Topological index based on the ratios of geometrical and arithmetical means of end-vertex degrees of edges*, J Math Chem (2009) Vol 46 (2009) p. 1369–1376.
- [9] R. Ponc, S. Fias, P. Bultinck, I. Gutman and S. Stankovic: *Benzoid Szénhidrogének aromás és lokális aromás tulajdonságairól*, Magyar Kémiai Folyóirat, Vol. 114 (2008) p. 177–182.
- [10] K.C. Das: *Maximizing the sum of the squares of the degrees*, Discrete Mathematics, Vol. 285, (2004) p. 57–66.

**dr. Bitay Enikő**, egyetemi docens

Sapientia – Erdélyi Magyar Tudományegyetem  
Műszaki és Humántudományok Kar, Marosvásárhely  
E-mail: ebitay@gmail.com

**dr. Réti Tamás**, egyetemi tanár

Óbudai Egyetem, Budapest  
H-1081 Budapest, Népszínház u. 8, Hungary  
E-mail: reti.tamas@bgk.uni-obuda.hu



# XVI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2011. március 24–25.

## POLIMEREK FÁRASZTÓ VIZSGÁLATA CIKLIKUS IGÉNYBEVÉTELEL

SEBŐK Gergely, FODOR Antal

### Abstract

The use of “technical plastics” has accelerated in the last period. The use of such parts is more and more common; however they need to meet extreme stress circumstances. The fast and exact definition of the material property is very expensive, however this is needed in each planning phases. This document presents the development of equipment, which enables several repeating bending stresses (high cycle fatigue test) on standard plastic specimen.

### Key words:

fatigue test, fatigue life, polymer

### Összefoglalás:

A „műszaki műanyagok” felhasználása az utóbbi időben felgyorsult. A felhasználók egyre gyakrabban terveznek ilyen anyagokból alkatrészeket, amelyeknek szélsőséges igénybevételnek is meg kell felelni. Az anyagtulajdonságok gyors, pontos meghatározása nagyon költséges eljárás, ennek ellenére a tervezés minden fázisában az anyagtulajdonságok definiálására szükségünk van. Ebben a munkában egy olyan berendezés kifejlesztését mutatjuk be, amelynek segítségével szabványos műanyag próbatesteket ismétlődő, többszörös hajlító igénybevétellel lehet terhelni, vagyis nagyciklusú fárasztás valósítható meg.

### Kulcsszavak:

fárasztóvizsgálat, kifáradási élettartam, polimer

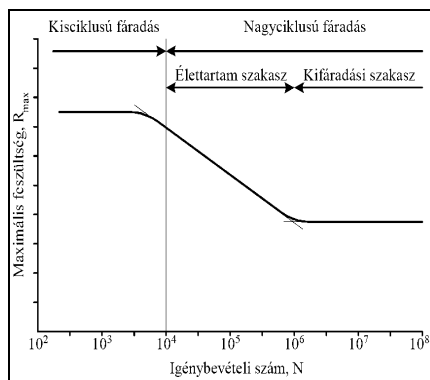
## 1. Bevezetés

Napjainkban a műanyagok térhódítása igen jelentős, melyeknek a fémekkel ellentétben kevesebb anyagjellemzőjét ismerjük. Természetesen a műszaki műanyagok rendelkeznek szilárdsági mutatókkal, ilyen például a szakítószilárdság, nyúlás, vagy a Young modulus, viszont egy ciklikus igénybevétellel szemben mutatott ellenállását nem ismerjük olyan széles körben, mint a fémek esetén. A polimerekkel kapcsolatos kutatásokhoz elengedhetetlen ilyen mérő, vagy vizsgálóberendezések használata. Fejlesztési munkánk célja egy olyan gép tervezése volt, amellyel szabványos műanyag próbatestet ismétlődő, többszörösen hajlító igénybevétellel lehet terhelni, az-az nagyciklusú fárasztás valósítható meg. A kereskedelemben kaphatóak ilyen fárasztó berendezések, de a vizsgálat céljának megfelelő kialakítással és ár/érték arányban jobbat nem forgalmaznak. A tervezendő fárasztógépnek több kritériumnak is meg kellett felelnie, mint például könnyű kezelhetőség, egyszerű kialakítás, különböző anyagú próbatestek vizsgálatakor gyors átalakíthatóság, továbbá munkabiztonsági előírásokat is figyelembe vettünk a

tervezés során. Célszerűségi okokból a gép egyszerre 40 db próbatestet szükséges vizsgálni, ugyanis a kifáradás sztohasztikus folyamat, ezért nem lehet átlagolni. A matematikai statisztikai kiértékeléshez így egy adott feszültség szinten több próbatest vizsgálata szükséges.

## 2. Anyagjellemzők meghatározása ciklikus igénybevétel segítségével

Fémek esetében egy adott anyag kifáradását, a próbatestben létrejövő képlékeny alakváltozás; diszlokációs mozgás, elcsúszás okozza. Különösen kis terhelések esetén a felülettel érintkező, csúszásra orientált szemcsékben következik be a képlékeny alakváltozás. A terhelés növekedésével egyre több szemcse szenved képlékeny alakváltozást, mígnem arányuk eléri a 100%-ot, ami folyáshatárnak megfelelő terhelést jelent. Természetesen a terhelés növekedésével arányosan a próbatest élettartama fokozatosan csökken, a fáradási folyamat további részleteinek, a repedés-keletkezés és terjedés fázisainak megismerésével jutunk el, a hagyományos Wöhler-görbéhez [1].



1. ábra Szerkezeti acélok Wöhler-görbéje

törési valószínűséghez tartozó igénybevételi számot adnak meg kifáradási határként. A szakirodalomban gyakran a kifáradási határ és a rövid idejű terhelés esetén mért szilárdsági értékek hányadosát adják meg. A polimerek tönkremeneteléről átfogó mérésekkel alátámasztott módszer a fémekkel ellentétben nincs kidolgozva. Elsősorban gyártó cégek saját anyagaira érvényes javaslatokat adnak meg [2].

1. táblázat. Néhány műanyag hajlító kifáradási határa[2]

Anyag	Hajlító kifáradási határ $\sigma_{-1, Dhj}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	Hajlító szilárdság $R_{chj}$ [N/mm <sup>2</sup> ]
Poliamid B (PA 6)	25	60
Polipropilén (PP)	18	45
Poliacetál (Delrin)	35	100
Polikarbonát (PC)	28	90
Poliészter 60% üvegszállal	100	420
Textilbakerlitek	23,5	100

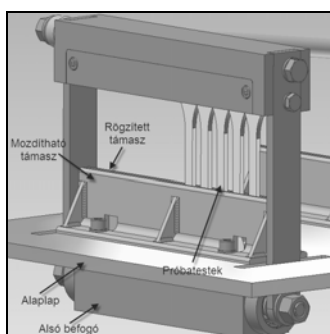
## 3. A fásztógép kifejlesztésének folyamata

A tervezési folyamatot több fázisban oldottuk meg. Először a próbatesteket befogó készülékeket alakítottuk ki. Ennek méretei határozzák meg a többi részegység geometriáját. Ezután a hajlító mechanizmus elemeit, majd a nyomaték átviteli egységet a villanymotorral együtt alakítottuk ki. Fontos tervezői szempont volt a villanymotor megválasztása úgy, hogy az „elasztikus” és a „ridegebb” polimerek vizsgálatához is alkalmazható legyen a berendezés. A tervezés során több alternatívából választottuk ki a

megvalósított megoldást.

### A próbatest befogó készülék kialakítása

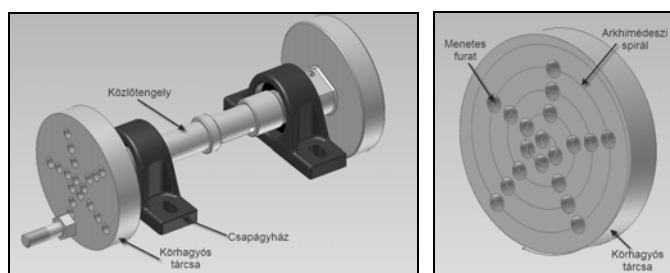
Elvárás volt, hogy a berendezést kezelő személy egyszerűen és gyorsan tudjon próbatestet behelyezni, vagy cserélni a készülékben. Az alsó befogó (2. ábra) szimmetria tengelyében egy csapágyazott tengely foglal helyet, mely lehetővé teszi, hogy a felső befogó szerkezet közel súrlódásmentesen tudjon elmozdulni.



2. ábra A befogó készülék kialakítása

### A hajtogató mechanizmus megvalósítása

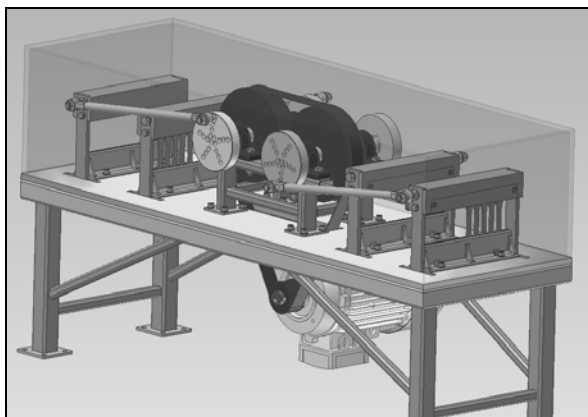
A tervezett fárasztógép a rezonancia elvén működik, vagyis a vizsgáló gépbe szerelt próbatest a hozzácsatlakoztatott befogórészsel együtt lengőrendszert alkot. A gép vizsgálati frekvenciája megegyezik a vizsgált próbatestek frekvenciájával. A próbatestre ható terhelést a gépek mechanikusan, elektromágnessel vagy pneumatikusan adhatják át. Ezek közül a gép fejlesztése során a mechanikus nyomtatékvitel mellett döntöttünk. A berendezés működtetése előtt, a vizsgálati frekvenciát, majd a hajtogatás amplitúdóját állítjuk be. A villanymotor forgó mozgását a közlőtengely (3. ábra) alakítja át alternáló mozgássá. A közlőtengely mindkét végére rögzített körhagytás tárcsán kialakított furatrendszer segítségével alakul át a forgómozgás, alternáló mozgássá.



3. ábra Közlőtengely és a végére rögzített körhagytás tárcsa

A körhagytás tárcsán (3. ábra) 19 furat található arkhimédeszi spirális mentén úgy, hogy a spirális kezdőpontjától (tengelyvonalától) mérve különböző sugarú körök metszéspontjában helyezkednek el a furatközéppontok. A spirál segítségével a furatok közel egyenlő távolságban helyezkednek el egymástól. A metszőkörök sugárnövekedésével lehet beállítani az amplitúdó értékét. A legkisebb beállítható amplitúdó 3 mm, a legnagyobb pedig 50 mm. A koncentrikus körök a szimmetriatengelyek metszéspontjától nem egyenletesen növekednek, hiszen rideg anyagok esetén lényegesen finomabb amplitúdó be-

állítás szükséges. Ebből következően az amplitúdó 3-12 mm-ig 2 mm-ként, 12 mm-től 2,5 mm-ként szabályozható a vizsgált anyag függvényében.



2. ábra A berendezés végleges modellje

#### 4. Összefoglalás

A tervezés folyamán fontos szempont volt az egyszerűség és a gyárthatóság, továbbá a költség hatékony kivitelezhetőség. Törekedtünk arra, hogy a berendezés megfeleljen a munkavédelmi szabályoknak. Ezért olyan megoldást, választottunk, amelyben a befogókészülékek könnyen kezelhetők, de a gép működése közben emberi kéz nem férhet a mozgó elemek közelébe. A folyamat automatizálásával az igénybevételi szám elérése után, a fásasztógépet a vezérlés önműködően leállítja. Erőmérő cella rögzítése után mérhetővé válik egy adott anyag fásasztásához szükséges erő. Az igénybevételi szám, a vizsgálati frekvencia és a mért erő értékek szoftveres formában tárolhatóak, illetve kiértékelhetőek.

#### Irodalom jegyzék:

- [1] M. De Monte, E. Moosbrugger, K. Jaschek, M. Quaresimin: *Multiaxial Fatigue of a shortglassfibrereinforcedpolyamide 6.6 – Fatigue and fracturebehaviour*, International Journal of Fatigue 32. (2010) 17-28
- [2] Fodor Antal, dr. Boza Pál: *Bepattanó kötések vizsgálata végeelem-módszer alkalmazásával*, pp.:287-291, AGTEDU 2009
- [3] Fodor Antal, dr. Boza Pál: *Kritikus igénybevételnek kitett alkatrészek nem lineáris viselkedésének időfüggő vizsgálata végeelemes módszer alkalmazásával* (OGÉT) XVII. 2009. pp.:68-73

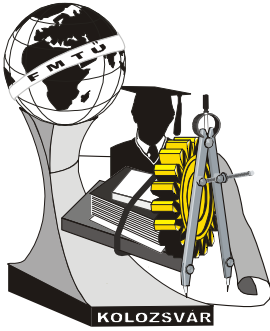
**Sebők Gergely** tanszéki mérnök

**Fodor Antal** műszaki tanár

Munkahely: Kecskeméti Főiskola GAMF Kar Cím: H-6000 Kecskemét, Izsáki út 10.

Telefon: +3676/514300

E-mail: sebok.gergely@gamf.kefo.hu, fodor.antal@gamf.kefo.hu



# XVI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2011. március 24–25.

## ÚJABB EREDMÉNYEK GYÉMÁNTSZERSZÁMMAL ESZTERGÁLT FELÜLETEK TOPOLÓGIAI KUTATÁSÁBAN

dr. SIPOS Sándor, HORVÁTH Richárd

### Abstract

Fine turning operation of aluminium alloys with polycrystalline diamond inserts is a common and very efficient manufacturing method in case of automotive parts. The present lecture deals with the expectable tribological behaviour of the surface roughness profile, developed during machining operation. After the definition of term „topological map” the conditions will be summarised, affecting the asymmetry and the intensity of outstanding peaks of the arithmetical roughness parameters. It deals – amongst others – with the effects of cutting conditions, insert shape and tool angles, chosen to the given operation. From the behaviour of 3D texture, conclusions will be drawn about the limited validity of surface roughness models, applied till now and the definition of a new theoretical model will be recommended.

### Key words:

topological maps, hypereutectic aluminium, polycrystalline diamond

### Összefoglalás

Az alumíniumötvözetek polikristályos gyémántlapkákkal végzett finomesztergálása autóiipari alkatrészeknél megszokott és nagyon hatékony előállítási módszer. Az előadás a megmunkálás során létrejött érdességi profil várható tribológiai viselkedésével foglalkozik. A topológiai térkép fogalmának definiálása után számba veszi azokat a körülményeket, amelyek a magasságirányú érdesség jellemzők aszimmetriájára és kiemelkedés-intenzitására hatnak. Foglalkozik többek között a forgácsolási adatok választásának hatásaival. A 3D-s textúra viselkedéséből következtetéseket von le az eddig alkalmazott érdességi modellek korlátozott érvényességéről és új elméleti modellt javasol.

### Kulcsszavak:

forgácsolás, esztergálás, alumínium, topológiai térkép, polikristályos gyémánt

### 1. Bevezetés

Az előadás az autóiiparban alkalmazott gyémántszerszámos finomesztergálással foglalkozik. Célunk a különböző gyártási körülmények között esztergált felületek érdesség vizsgálata, a mért érdességi paraméterekből levonható következtetések elemzése és egy ún. topológiai térkép létrehozása volt.

### 2. Gyémántszerszámmal esztergált felületek érdességi mérőszámainak információtartalma

Az általánosan használt magasságirányú paraméterek (pl.  $R_a$  és  $R_z$ ) nem jellemzik elég jól az alkatrészek megmunkált felületeinek működés közbeni (várható) viselkedését. A legalkalmasabbnak a hibrid és a működési paraméterek tűnnek, azonban ezeket csak megfelelő mérőműszerekkel tudjuk mérni [1]. Újabb lehetőséget jelentenek az érdességi profil leírásakor a statisztikai módszerek alkalmazása, a véletlen folyamatok analízise és a fraktálapú módszerek elterjedése [2]. A megmunkálás során létrejött érdességi profil meghatározza a felület tribológiai viselkedését [3]. Vizsgálataink a ferdeségi



( $R_{sk}$ ) és kurtosis ( $R_{ku}$ ) paraméterek megállapítására irányultak. Arra kerestük a választ, hogy a különböző körülmények között esztergáló gyémántlapkák mennyire aszimmetrikus ( $R_{sk}$ ) és milyen kiemelkedés-intenzitású ( $R_{ku}$ ) felületprofilt hoznak létre. A lapkák anyagminőségének, élkiképzésének, élgeometriájának változtatásával  $4v_c \times 4f$  kísérlettervet végeztünk, háromszoros replikával. A vizsgálati körülményeket az 1. táblázat tartalmazza.

1. táblázat Vizsgálati körülmények

Szerszámgép	Munkadarab	Felszanált gyémánt szerszámok	Forgácsolási paraméterek	Mérőeszközök
Típus: EuroTurn 12B (NCT Kft.) Vezérlés: NCT2000	Alapanyag: AS17 (Rencast Reyrieux) 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%)	DCGW11T304FST KD1425 (Kennametal) DPGW11T304FST KD1425 (Kennametal) DPGW11T304FWST KD1425 (Kennametal) CCGW09T304FST KD1425 (Kennametal) CPGW09T304FST KD1425 (Kennametal) CCGT09T304-CB1 (PDC, WNT) CCGT09T304-CB1 (CVD, WNT)	$a = 0,5 \text{ mm}$ (constant) $v_c = 1000 \dots 2000 \text{ m/min}$ (varied) $f = 0,05 - 0,063 - 0,08 - 0,1 \text{ mm}$ (ISO) $f = 0,1 - 0,125 - 0,16 - 0,2 - 0,25 \text{ mm}$ (wiper)	SurfTest SJ301 (Mitutoyo, Japan) Perthometer Concept 3D (Perthen-Mahr, Germany) Electron microscope JSM-5310 (Jeol Co., Japan)

### 3. A ferdeség és a kurtosis alakulása a forgácsolási adatok függvényében

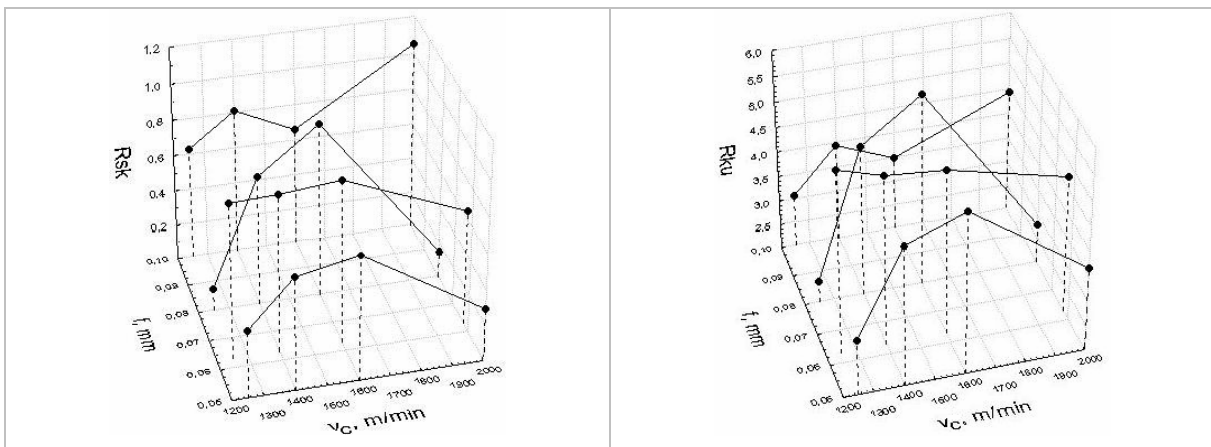
A ferdeségi mérőszám relatív összehasonlítást ad a megmunkált felületről, ha a mért profil csúcsai nagyobbak, mint a völgyek mélységei, akkor a felület pozitív ferdeségű. Ha azonban a völgyek mélyebbek a csúcsok nagyságnál, akkor a ferdeség negatív. Ez a paraméter nagyon fontos műszaki és a gyakorlati jelentést hordoz a valós működő felületekről. A következő formulával számolható:

$$R_{sk} = \frac{1}{Rq^3} \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i)^3 \quad (1)$$

A másik statisztikai paraméter a kurtosis, ha  $R_{ku} > 3$  az egymáson elcsúszó felületeket intenzív kopás jellemzi, ha  $R_{ku} < 3$ , akkor sokkal kedvezőbb működési tulajdonságú. Számítása a következő:

$$R_{ku} = \frac{1}{Rq^4} \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i)^4 \quad (2)$$

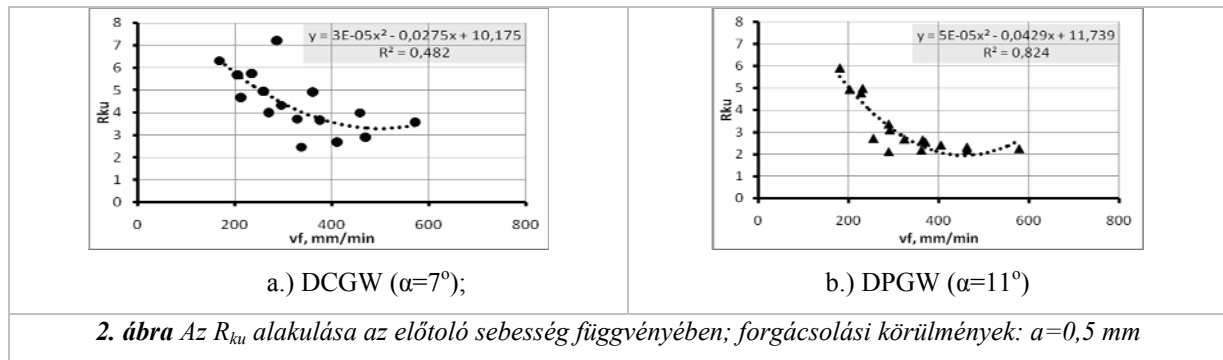
Minden érték mérésénél háromszor ismételtünk. Az 1. ábra alapján azt vonhatjuk le, hogy a beállított forgácsolási adatok a  $R_{sk}$ -t rendszertelenül befolyásolják, az  $R_{ku}$  viszont összefüggést mutat.



1. ábra Az  $R_{sk}$  és az  $R_{ku}$  alakulása a forgácsolási adatok függvényében  
forgácsolási körülmények:  $a = 0,5 \text{ mm}$ ; szerszám: DCGW11T304FST

A 2. ábra az előtoló sebesség függvényében mutatja a  $R_{ku}$  alakulását. A vizsgált adattartomány lokális minimummal rendelkezik. Magyarázata, hogy a kis előtoló sebességeknél az alacsony forgácsolási hő-

mérséklet miatt korlátozott élrátét alakul ki, míg nagy előtolási sebességnél álforgács képződik. További ok, hogy kis előtolásoknál az egyenletes forgácsképződés is nehezített.

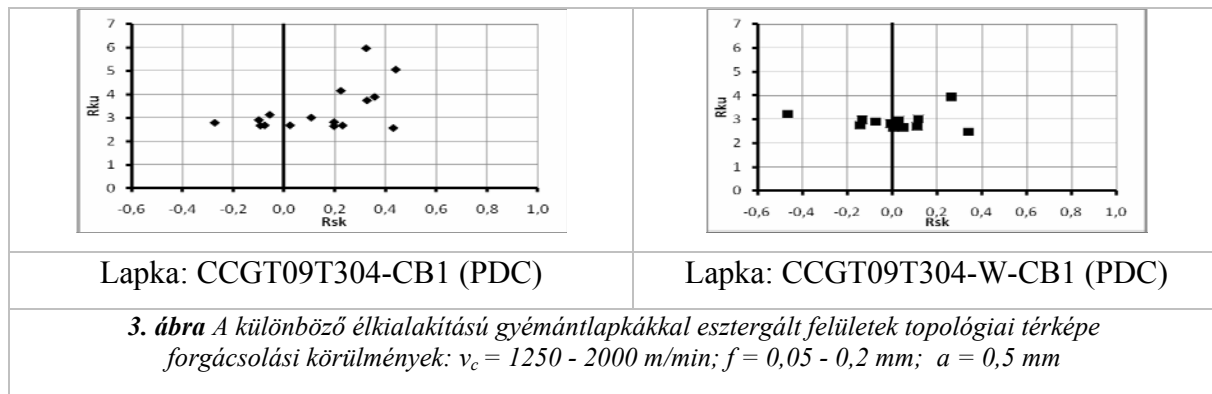


#### 4. A topológiai térkép fogalma

A topológiai térkép egy  $R_{sk} - R_{ku}$  síkon ábrázolt pontsor, amellyel egy-egy felületszakasz egyidejűleg mért érdességparamétereit adják meg.

##### 4.1. Az élkialakítás jelentősége

A 3. ábra ISO és wiper élalakkal esztergált felületek topológiai térképét mutatja 16 különböző beállítás esetén. Az ISO lapkát  $f = 0,05 - 0,1$  mm értékek között, a wiper élüt pedig  $f = 0,1 - 0,2$  mm tartományban alkalmaztuk. Az ISO geometriával esztergált felületek többségében pozitív  $R_{sk}$  és nagy  $R_{ku}$  értékűek, ami a létrehozott textúra éles kiemelkedéseire utal. Az ilyen jellemzőkkel rendelkező felületek az [1] szerint kevésbé kopásállóknak bizonyulnak.



##### 4.2 Az élgeometria jelentősége

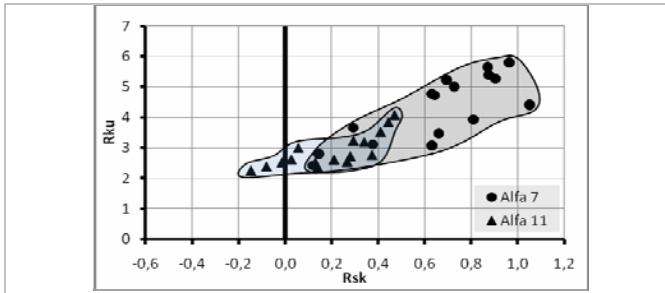
Két különböző hátszögű lapkára mutatjuk be az  $R_{sk} - R_{ku}$  összefüggést (4. ábra). Megállapítható, hogy a kisebb hátszög a működés szempontjából egyértelműen kedvezőtlen érdességi profilt hoz létre.

#### 5. Érdességi modell érvényességére végzett vizsgálatok első eredményei

Alkalmazható-e ebben az esetben a felületi érdesség leírására a Brammertz-féle képlet:

$$R_{thBr} = 125 \cdot \frac{f^2}{r_\epsilon} + \frac{h_{min}}{2} \cdot \left( 1 + \frac{h_{min} \cdot r_\epsilon}{f^2} \right) [\mu m] \quad (3)$$

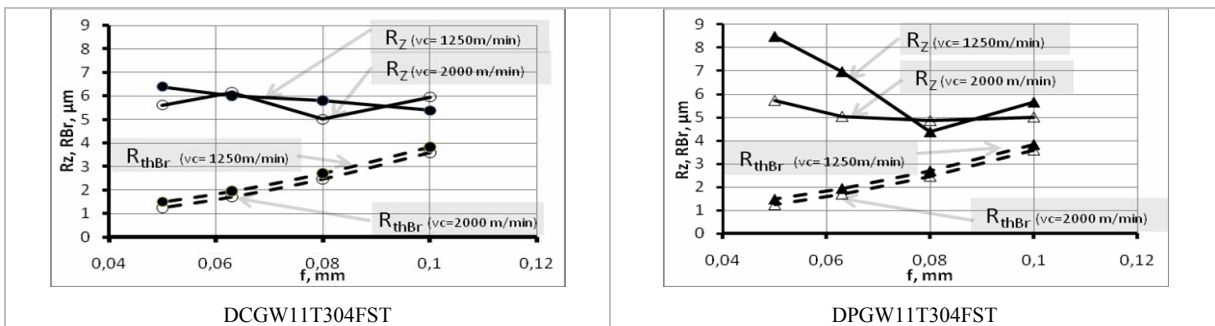
Az 5. ábra az egyenetlenség magasság ( $R_z$ ) és (3) egyenlet szerint számított elméleti érdesség ( $R_{Br}$ ) alakulását mutatja. A mért érdesség változását az elméleti görbe nem követi. Többek között az az oka,



4. ábra. A különböző hátszögű lapkákkal esztergált felületek topográfiai térképe; forgácsolási körülmények:  $v_c=1250 - 2000 \text{ m/min}$ ;  $f = 0,05 - 0,1 \text{ mm}$ ;  $a = 0,5 \text{ mm}$ ; szerszámok: CCGW09T304FST; CPGW09T304FST

hogy a  $h_{\min}$  érték megállapítására csak acél – keményfém párosításra van közelítő érték. A polikristályos gyémánt – eutektikus alumínium-ötvözet súrlódási együtthatója és a két anyagpárosítás képlékenységi tulajdonságai nagy eltérést mutatnak. Vizsgálati eredményeink alapján tehát egy olyan új érdességmodell megalkotása a feladat, amellyel jobban leírható a forgácsolási adatok (elsősorban az

előtolás) hatása. Az erre vonatkozó biztató eredményeket az [5] irodalomban már részben publikáltuk.



5. ábra Az elméleti ( $R_{Br}$ ) és a mért érdesség ( $R_z$ ) összefüggése a forgácsolási adatokkal  
Forgácsolási körülmények:  $a=0,5 \text{ mm}$

## 6. Összefoglalás, további feladatok

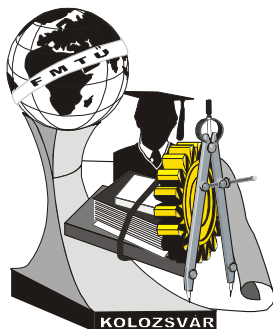
A kísérletsorozat jelen fázisában a lapkaminőség és forgácsolási adatok függvényében figyeltük az érdességi jellemzők alakulását. A vizsgálatok eredményeinek elemzéséből értékes következtetéseket vontunk le a minél kedvezőbb érdességi adatok elérésére vonatkozóan. További feladatunk még a lapkák újabb kísérleti körülmények közötti kipróbálása, az eredmények verifikálása mind a minimális forgácsvastagság, mind pedig más jellegű érdességmodell kidolgozása tekintetében.

### Irodalom

- [1] dr. Palásti Kovács, B., Dr. Czifra, Á., dr. Horváth, S., dr. Sipos, S.: *Műszaki felületek mikro-geometriájának, mikrotopográfiájának vizsgálata és értékelése*, Gép (LXI. évf.), 2010/8. p. 12-15
- [2] István Barányi, Árpád Czifra, Sándor Horváth: *Power spectral density (PSD) analysis of worn Surfaces*, Gépészet 2010 Proceedings of the seventh conference on mechanical engineering, Budapest, 2010. május 25-26, ISBN 978-963-313-007-0
- [3] G.P. Pertopoulos: *Multi-parameter analysis and modelling of engineering surface texture*, JAMME, Vol 24., Sept. 2007. p. 91 – 100
- [4] *WNT gyártmányú gyémántlapkák vizsgálata hipereutektikus alumínium-ötvözetek esztergálásakor*, Kutatási jelentés, Budapest, 2010. pp. 44 + mell
- [5] R. Horvath, dr. B. Palasti-Kovacs, dr. S. Sipos: *New results in fields of aluminium automotive parts, machined by cutting operation*, Nemzetközi Gépész, Mechatronikai és Biztonságtechnikai Szimpózium, Budapest, 2010. november 10-11

dr. Sipos Sándor, mestertanár  
Munkahely: Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar  
Cím: 1083 Magyarország, Budapest, Népszínház u. 8.  
Telefon: +36-1-666-5427  
E-mail: sipos.sandor@bgk.uni-obuda.hu

Horváth Richárd, intézeti mérnök  
+36-1-666-5326  
horvath.richard@bgk.uni-obuda.hu



# XVI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2011. március 24–25.

## AZ IPARI MELLÉKTERMÉKEK GYŰJTÉSI RENDSZERÉNEK OPTIMÁLIS KIALAKÍTÁSA

SKAPINYEZ Róbert, dr. ILLÉS Béla

### Abstract

Nowadays the proper handling of industrial byproducts represents an increasingly significant problem. One of the aspects of this question is the recycling of the nascent waste products that arise during the industrial processes. The paper presents the development aspects of such collection systems that could form the basis of the recycling process.

### Keywords:

industrial byproducts, reverse logistics, optimization

### Összefoglalás

Napjainkban egyre jelentősebb problémát jelent az iparban keletkező melléktermékek megfelelő kezelése. Ennek a problémakörnek az egyik vetületét a gyártási folyamatok során keletkező hulladékok (szakszerűbben másodlagos nyersanyagok) újrahasznosítása képezi. A cikk során egy olyan gyűjtő rendszer kialakítási szempontjai kerülnek bemutatásra, amely hatékony megoldást kínál a fentebb vázolt problémakörre.

### Kulcsszavak:

ipari melléktermékek, reverz logisztika, optimalizálás

### 1. A feladat lehatárolása

A legtöbb gyártási folyamat során keletkeznek olyan melléktermékek, amelyeket a gyártó már nem képes hasznosítani a gyártás további szakaszaiban, így ezek számára a továbbiakban hulladéknak minősülnek. Az általános gépgyártásban jó például szolgálhatnak erre a CNC gépeknél alkalmazott különböző hűtőfolyadékok és kenőanyagok. A megmunkálás folyamata során ezek emulziót képezhetnek egymással, mely összekeveredik a munkadarabról leválasztott fémforgáccsal is. Ez a keverék (elsősorban olaj tartalma miatt) már veszélyes hulladéknak minősül, amelyet az újrafelhasználás, illetve semlegesítés előtt összetevőire kell bontani. Ma már gyakori, hogy ezt a műveletet részben már a helyszínen elvégzik, mivel így helyben újrahasznosíthatóvá válik a hűtőfolyadék, ami jelentős megtakarítást jelent a termelő vállalat számára. Ugyanakkor a kenőanyaggal szennyezett fémforgács további kezelést igényel, amellyel a helyszínen már nem foglalkoznak, tehát ez a feladat külső szereplők bevonását igényli.

Az előző példa is jól mutatja, hogy a gépgyártás, de bármely egyéb gyártási tevékenység esetén is számolni kell az elszórtan és nagy mennyiségben jelentkező, különböző tulajdonságokkal rendelkező ipa-

ri melléktermékek kezelésének problémájával. A probléma megoldása jelentős részben egy olyan gyűjtő rendszeren alapul, amely hatékonyan, gazdaságosan és kellő biztonsággal képes elvégezni a helyi szinten már nem hasznosítható melléktermékek gyűjtését és a megfelelő hulladéknyelőbe történő eljuttatását.

## 2. A feladatok elvégzésére szolgáló rendszer modelljének magalkotása

Az 1. pontban lehatárolt feladat vizsgálatára egy logisztikai modell megadása szükséges. A modellben előforduló három fő statikus elem:

- $S_i$ : az  $i$ . hulladékforrás, ahol  $i$  a hulladékforrás futóindexe ( $i = 1, 2, \dots, n$ );
- $R_j$ : a  $j$ . hulladéknyelő, ahol  $j$  a hulladéknyelő futóindexe ( $j = 1, 2, \dots, m$ );
- $B_k$ : a gyűjtésbe bevont gyűjtő-és szállítóeszközök  $k$ . telephelye, ahol  $k$  a telephely futóindexe ( $k = 1, 2, \dots, p$ ).

Az ezek között megvalósuló lehetséges járatípusok a következők:

- gyűjtő járat, amelynek során a telephelyről induló (üres) jármű általában több forrást is érint és az ezeknél begyűjtött hulladékokat a telephelyre viszi vissza átmeneti tárolás céljából;
- ingajárat egy telephely és egy hulladéknyelő között;
- közvetlen járat (egy vagy több forrás érintésével).

A járatokhoz kötődően érdemes bevezetni egy folytonosan ismétlődő járattervet is, amelyet a járművek a rendszer minden egyes munkaciklusában megismételnek. Ehhez meg kell állapodni egy ciklusi időben is, amely a járattervezés alapját képezi (ez jellemzően lehet egy hét). Ezen munkaciklus egy tetszőleges napját jelöljük  $d$ -vel, az összes napok számát pedig  $f$ -el ( $d=1, 2, \dots, f$ ).

A modell építőelemeit jellemző alapvető paraméterek rendszerelemenként a következők:

- A hálózat struktúrája ( $N$ ):
  - $P = \{s_1, s_2, \dots, s_i, \dots, s_n, r_1, r_2, \dots, r_j, \dots, r_m, b_1, b_2, \dots, b_k, \dots, b_p, x_1, x_2, \dots, x_t\} = \{p_1, p_2, \dots, p_z\}$ : a hálózat pontjainak halmaza, amelyben  $s_i$  a források,  $r_j$  a nyelők,  $b_k$  a telephelyek,  $x$  pedig az egyszerű csomópontok hálózatban elfoglalt helyét jelöli;
  - $E = \{e_1, e_2, \dots, e_n\}$ : a hálózat pontjai között meglévő „élek” (útszakaszok) halmaza;
  - $N = (P, E)$ : a hálózat pontjaiból és éleiből képezhető gráf;
  - $s(e)$ : a hálózat éleinek hosszát megadó függvény, ahol  $e \in E$ ;
  - $v(e)$ : a hálózat élein (útszakaszain) elérhető átlagsebességet megadó függvény ( $e \in E$ );
  - $t(p)$ : a hálózat  $p$  pontjában jelentkező várakozási idő.
- Hulladékforrások ( $S_i$ ):
  - $S_i$ : az  $i$ -edik hulladékforrás hálózatban elfoglalt helyzetét megadó paraméter;

- $W_{ig}^s$  : az i-edik hulladékforrásnál jelentkező g-edik hulladéktípusból a ciklusidő alatt keletkező mennyiség (kg);
- $T_i^s$  : a hulladékok elszállításának szükséges gyakorisága;
- $t_i^s$  : az i-edik hulladékforrásnál fellépő átlagos várakozási idő, azaz a rakodáshoz szükséges idő ( $t(s_i) = t_i^s$ ).
  - Hulladéknyelők ( $R_j$ ):
    - $r_j$  : a j-edik hulladéknyelő hálózatban elfoglalt helyzetét megadó paraméter;
    - $W_j(g)$  : a j-edik hulladéknyelőnél a g-edik hulladéktípus feldolgozhatóságát eldöntő logikai függvény;
    - $t_j^r$  : a j-edik hulladéknyelőnél fellépő átlagos várakozási idő, azaz a kirakodáshoz szükséges idő ( $t(r_j) = t_j^r$ ).
  - Telephelyek ( $B_k$ ):
    - $b_k$  : a k-adik telephely hálózatban elfoglalt helyzetét megadó paraméter;
    - $W_{kg}^b$  : a k-adik telephely átmeneti hulladéktároló kapacitása az egyes g hulladéktípusok szerint (kg).
  - Szállítóeszközök ( $V_l$ ):
    - $l = 1, 2, \dots, r$  : járműazonosító index;
    - $b_l$  : az l-edik jármű telephelyének hálózati azonosítója (minden esetben valamely  $b_k$ -val egyenlő);
    - $W_l(g)$  : az l-edik szállítóeszköz g-edik típusú hulladék szállítására való alkalmasságát eldöntő logikai függvény;
    - $W_{l,max}^v$  : az l-edik jármű maximális szállító kapacitása (kg);
    - $w_l(d, p, g)$  : az l-edik jármű munkatervét leíró függvény;
    - $F_{ld}$  : az l-edik jármű d-edik napra tervezett útvonala.
  - Hulladékok (g):
    - $g = 1, 2, \dots, u$  : hulladéktípus azonosító kód.

### 3. A modell vizsgálatára alkalmas célfüggvény meghatározása

A gyűjtési feladat megoldásánál a legfontosabb cél az, hogy a szállító járművek által végzett anyagmozgatási munka legyen minimális. Ez matematikailag a következő célfüggvénnyel írható le:

$$\sum_{l=1}^r \sum_{d=1}^f \sum_{e \in F_{ld}} s(e) \rightarrow \min ! \quad (1)$$

amely a rendszerben lévő járművek által az egy munkaciklus alatt megtett összes utat minimalizálja. A fenti célfüggvénynél a következő peremfeltételeket kell figyelembe venni:

- A meghatározott gyűjtési periódus (munkaciklus) alatt minden jelentkező gyűjtési igényt meg kell oldani:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{g=1}^u w_{ig}^s = \sum_{l=1}^r \sum_{d=1}^f \sum_{i=1}^n \sum_{g=1}^u w_l(d, s_i, g). \quad (2)$$

- A meghatározott gyűjtési periódus (munkaciklus) alatt összegyűjtött hulladékot maradéktalanul el kell juttatni a végső hulladéknyelőkhöz:

$$\sum_{l=1}^r \sum_{d=1}^f \sum_{i=1}^n \sum_{g=1}^u w_l(d, s_i, g) = - \sum_{l=1}^r \sum_{d=1}^f \sum_{j=1}^m \sum_{g=1}^u w_l(d, r_j, g). \quad (3)$$

- A járatok megvalósulási ideje egy megadott határérték ( $T_{\max}$ ) alatti legyen:

$$\sum_{e \in F_{ld}} \frac{s(e)}{v(e)} + \sum_{p \in F_{ld}} t(p) \leq T_{\max} \quad \forall F_{ld}. \quad (4)$$

#### 4. Összefoglalás

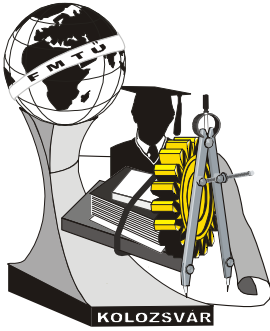
A fentiekben egy olyan gyűjtő rendszer általános modellje került bemutatásra, amely alapként szolgálhat a gyártási folyamatok során keletkező hulladékok újrahasznosításához. A cikk első részében továbbá bemutatásra került egy konkrét probléma is az általános gépgyártás világából, amely esetében előnyös lenne a fenti modell szerint működő gyűjtő rendszer alkalmazása. A jövőbeni kutatás fő feladata a modell további finomítása lehet, majd egzakt megoldási algoritmusok keresése az utolsó fejezetben ismertetett célfüggvényekhez.

#### Irodalom

- [1] Cselényi, J., Illés, B.: *Logisztikai rendszerek I*, Miskolci Egyetemi Könyvkiadó, Miskolc 2004.
- [2] dr. Illés Béla, dr. ing. Elke Glistau, dr. ing. Norge I. Coello Machado: *Logisztika és Minőségmenedzsment*, Miskolc 2007, Kiadvány: ISBN 978-963-87738-0-7, 1-206. old.

**Skapinyecz Róbert**, doktorandusz

Munkahely: Miskolci Egyetem, Anyagmozgatási és Logisztikai Tanszék  
 Cím: 3519, Magyarország, Miskolc, Bencések u. 67  
 Telefon / Fax: +36-20-229-56-57  
 E-mail: skaprob@gmail.com



# XVI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2011. március 24–25.

## KEMÉNYESZTERGÁLÁS SORÁN FELLÉPŐ KÉPLÉKENY ALAKVÁLTOZÁS MECHANIZMUSÁNAK VIZSGÁLATA

SZABÓ Gergely

### Abstract

In this paper was compared the process of change the morphology of plastic strain in function of the cutting speed. This paper deals with the strains of removed chip and the root of the chip occurring in hard turning as finish manufacturing procedure, in case of orthogonal cutting. It examines the connections of thermal occurrence and plastic strains by the means of Finite Element method simulation. For the simulation data of experiments done previously were used.

### Key words:

hard turning, plastic strain, FEM-simulation

### Összefoglalás

A cikkben során összehasonlításra került a forgácsképződés morfológiájának változása a forgácsoló sebesség függvényében. A cikk a keménysztergálás, mint befejező megmunkálás során a forgácsoló és a leválasztott forgács alakváltozásival foglalkozik ortogonál forgácsolás esetén. Vizsgálja a forgácsképződés során fellépő termikus jelenségek és a képlékeny alakváltozás kapcsolatát végelem módszerrel végzett szimuláció segítségével. A szimulációhoz korábban végzett forgácsolási kísérletek adatait használtuk fel.

### Kulcsszavak:

keménysztergálás, képlékeny alakváltozás, FEM-szimuláció

## 1. Bevezetés

A gépipari termékek napjainkban a fokozódó igénybevételek miatt egyre nagyobb pontosságot, minőséget követelnek meg (pl. kopásállóság, stb.). Ennek egyik teljesítési módja, ha az alkatrészekben a kemény, edzett felületek (>45 HRC) számát növeljük. Hagyományos befejező megmunkálásként a köszörülés jól bevált, kidolgozott technológiával rendelkezik, ám az anyagválasztás sebessége és a művelet koncentráltasága ebben az esetben viszonylag alacsonynak mondható. Az edzett acélok, és a PCBN szerszámanyag fizikai és mechanikai tulajdonságai, a szükséges élkialakítás és az alkalmazott forgácsolási adatok miatt a forgácsleválasztás folyamata eltérő a hagyományos esztergálástól. A végeleemes (FEM) szimulációval igazolni kívánjuk szakirodalom alapján [1, 2, 3] a keménysztergálás során kialakuló jellegzetes forgácsalakot, valamint a képződés mechanizmusát.

## 2. Forgácsleválasztás keménysztergálás során

Keménysztergáláskor a leválasztott forgács általában különleges mechanizmussal válik le. A negatív szerszám homlokszög nagy nyomó feszültséget okoz mind a szerszám anyagban, mind a megmunkált



anyagban. Ennek következtében a megmunkált anyag a forgácsképződés során részben törik, részben képlékenyvé válik és forgácsá alakul. A forgácstőről szegmentált forgácsként (válik) törik le. Az anyag törékenysége (ridegsége) miatt (köszönhetően) a nagy nyomó feszültség hatására kezdetben a forgács nem megfolyik, hanem megreped. Ez a repedés felszabadítja a tárolt energiát, ezáltal csúszó felületként működik az anyag-szegmens számára, lehetővé téve, hogy a szegmens kilökődjön a szétváló felület között [4]. A képlékeny alakváltozással egy időben a munkadarab jelentős felmelegedése is megjelenik a szerszámél közvetlen környezetében. Amint a forgácsszegmens megcsúszott, az új forgácsoló nyomás új repedés és forgács szegmens kialakulásához vezet. A forgácsanyag egy kis darabja képlékenységehez szükséges hőmérsékletnövekedést az a hő adja, mely a forgácsoló folyamat során keletkezik. A hőmérséklet kiszámítható a megmunkálás során ébredő erő, leginkább a főforgácsoló erő alapján. Az utóbbit a szerszám és a munkadarab anyagának és az őket körülvevő közegnek a hővezető képessége határozza meg. Az egyes forgács szegmensek a képlékenyen átalakult és magas hőfokra hevült anyag piciny része (hányada) által kapcsolódnak egymáshoz. Egy folytonos, összehegedt alsó él-szalaggal rendelkező szegmentált forgácsalak jön létre [3].

### 3. A forgácsképződés modellezése keménysztergálás esetén VEM szimulációval

A forgácstőben végbemenő képlékeny alakváltozás sebességének vizsgálatához rendelkezésünkre áll a forgácsolási folyamatokra optimalizált Third Wave AdvantEdge™ 5.3. programcsomag 2D-s változata. A program a képlékeny alakváltozás, illetve annak sebességének kiszámításához a Johnson-Cook egyenletből indul ki [5, 6]

$$\sigma_{red} = \left( A + B \cdot e^n \right) \cdot \left( 1 + C \ln \left( \frac{\dot{\epsilon}}{\epsilon_0} \right) \right) \cdot \left( 1 - \left( \frac{T - T_{room}}{T_m - T_{room}} \right)^m \right) \quad (1)$$

Ahol  $\sigma_{red}$ - a redukált feszültség,  $\epsilon$ - a képlékeny alakváltozás mértéke,  $\dot{\epsilon}$  - a képlékeny alakváltozási sebesség,  $\epsilon_0$  - a referencia képlékeny alakváltozási sebesség,  $T$ - a munkadarab hőmérséklete,  $T_m$ - a munkadarab anyagának olvadási hőmérséklete,  $T_{room}$ - a megmunkálás környezetének hőmérséklete,  $A$ - a folyási határ,  $B$ - a szakítószilárdság,  $C$ - a képlékeny alakváltozás érzékenységi hányadosa,  $n$ - a felkeményesdési tényező,  $m$ - pedig a kilágyulási együttható. A munkadarab anyagminőségének Johnson-Cook féle paraméterei a következők:  $\sigma_{red}$ =400 MPa;  $A$ =588 MPa;  $B$ =680 MPa;  $C$ = 0,057;  $n$ =0,4;  $m$ =0,7; [6]. Vizsgáltuk (elemeztük) a forgácsolási adatok változtatása milyen befolyással van a szegmentált forgács kitüremkedéseinek képződési gyakoriságára.

### 4. Kísérleti feltételek

A FEM- szimuláció bemenő paraméterei az 1. táblázatban vannak összefoglalva.

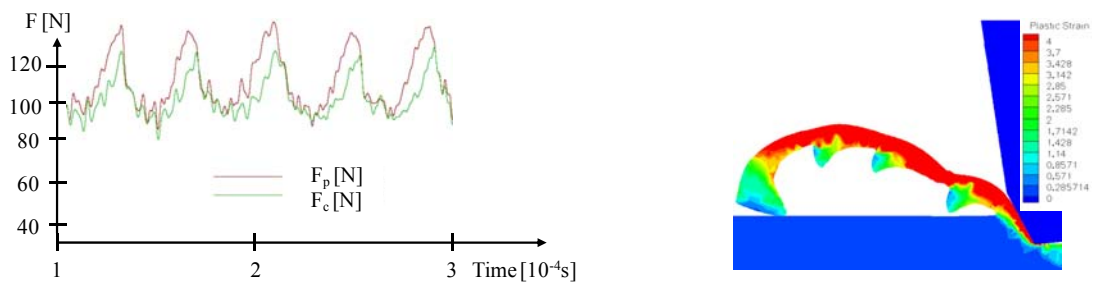
### 5. A FEM- szimuláció eredményei

A FEM- szimulációt elvégezve az 1. ábrán egy kiragadott egy forgácsolási rögzített előtolás értékre

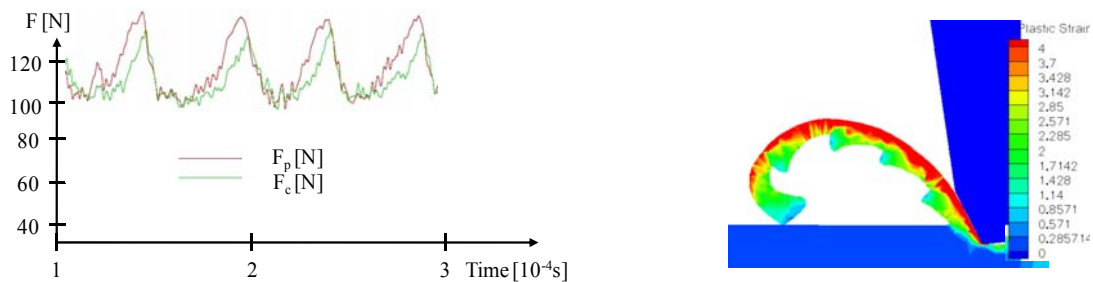
1. táblázat A kísérlet vizsgálati bemenő adatai

Forgácsoló szerszám		Forgácsolási adatok	
Ortogonal homlokszög	-6°	Fogásmélység ( $a_p$ )	0.1...0.2 mm
vizsg. homlokél- szakasz	3.0 mm	Vizsgált forg. úthossz	3 mm
Ortogonal hátszög	6°	Előtolás (f)	0.05...0.2 mm/rev
Szaeszám anyag	PCBN	Forgácsoló sebesség ( $v_c$ )	90...240 m/min
Éllekerekítés sugara	0.01 mm	Coulomb-tényező ( $\mu$ )	0.35
Munkadarab anyaga	16MnCr5	Hűtés-kenés	nincs

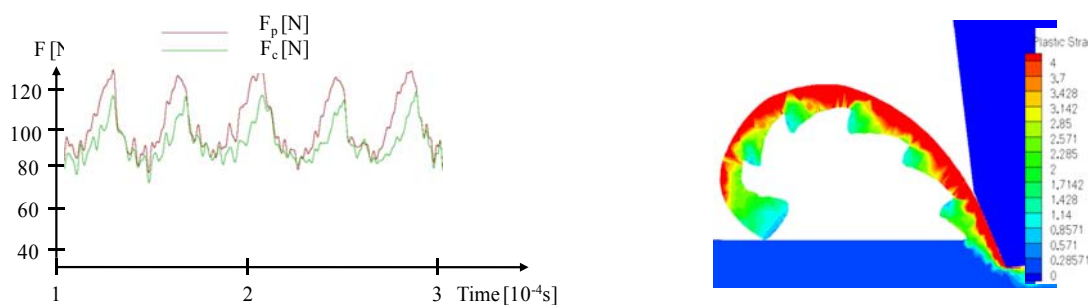
( $f=0,1$  mm/ford) és forgácsolási sebességre ( $v_c=150$  m/min) esetén három különböző fogásérték mellett a kialakuló forgács morfológiát és a két forgácsolási erőkomponens változását.



a)  $a_p=0,10$  mm



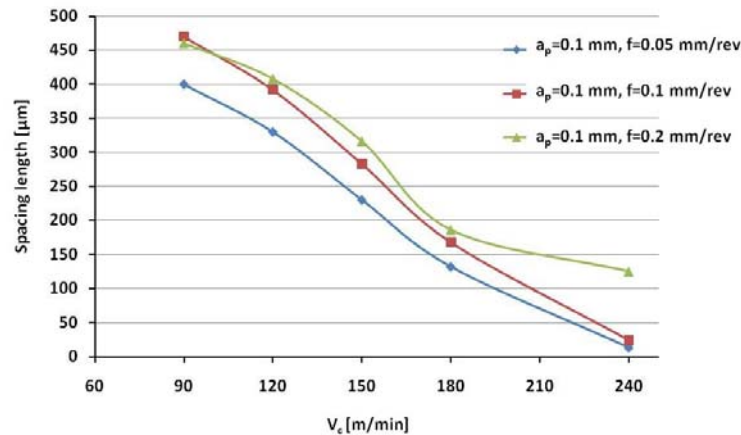
b)  $a_p=0,15$  mm



c)  $a_p=0,20$  mm

1. ábra A képlékeny alakváltozás mértéke, a forgácsképződés és a forgácsolóerő- komponensek morfológiája

Ezt a folyamatot a szakirodalom [3, 4] a kitérkedések osztástávolságával jellemzi, ezért ebben az esetben is ezt vizsgáltuk és ezért a nyírásból származó kitérkedések osztástávolságának kapcsolatát a 2. ábrán mutatjuk be.



2. ábra. A forgács kitüremkedéseinek és a forgácsoló sebességnek a kapcsolata

## 6. Következtetések / Összefoglaló

A FEM- szimulációból következően megállapítható, hogy a forgácsleválasztáskor kialakuló „fűrészfogas” struktúra függ a forgácsolási paraméterektől. Ez a képződési morfológia összefüggésbe hozható a leválasztási folyamatra jellemző hőképződéssel és így hatással lehet a munkadarab felületi rétegének állapotára. Ezen összefüggések kutatása további kísérleteket kíván.

## Irodalom

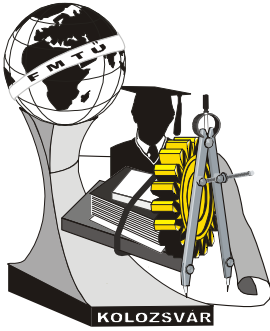
- [1] Pálmai, Z.: *Fémek forgácsolhatósága*, Műszaki könyvkiadó. Budapest, 1980. pp. 61-69
- [2] Al-Zkeri, I.: *Finite Element Modeling of Hard Turning*, VDM Verlag Dr. Müller. Saarbrücken, 2008. ISBN 978-3-639-110340
- [3] Davies, M. A., Evans, C. J., Chou, Y.: *On Chip Morphology, Tool Wear and Cutting Mechanics in Finish Hard turning*, Annals of the CIRP Vol. 45/1. 1996. 77-82. old
- [4] König W., Klinger R., Link R.: *Machining Hard Materials with Geometrically Defined Cutting Edges- Field of Applications and Limitations*, Annals of the CIRP Vol. 39/1/1990, pp. 61-65.
- [5] ČSN 41 4220/ISO 683/11-70
- [6] Kundrak J., Mamalis A. G., Markopoulos A.: *Finishing of hardened boreholes: Grinding or hard cutting?*, Materials and Manufacturing Processes 19 (6): 979-993 2004
- [7] Varga Gy., Otko T.: *Examination of Machining*, ProcessesmicroCAD 2009, International Scientific Conference, Section N, Production Engineering and Manufacturing Systems, Miskolc, March 19-20, 2009. pp.: 219-224, ISBN 978-963-661-866-7 ö, ISBN 978-963-661-878-0

## Köszönetnyilvánítás

A kutatást az OTKA támogatta (Nysz.: K 78482), melyért a szerző is köszönetét fejezi ki.

**Szabó Gergely**, doktorandus

Munkahely: Miskolci Egyetem, Gépészmérnöki- és Informatikai Kar, Gépgyártástechnológiai Tanszék  
 Cím: H-3515, Miskolc, Egyetemváros  
 Telefon / Fax: 0036/46 565-160, 15-18 mellék  
 E-mail: gergely.szabo@uni-miskolc.hu



# XVI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2011. március 24–25.

## HAVÁRIÁVAL SÚJTOTT TERÜLETEK HASZNOSÍTÁSA ENERGETIKAI CÉLÚ FATERMESZTÉSRE

SZAKÁLOSNÉ MÁTYÁS Katalin, VÁGVÖLGYI Andrea, HORVÁTH Attila László

### Abstract

The ratio of damaged areas was increased recently in Hungary (e.g. red sludge disaster, flood, inland inundation, etc.). The utilization of these areas imposes difficulties even after averting the emergency. One possible solution is to plant energy plantations. This can solve the utilization of the area and the produced timber can be used for energy production. Before the afforestation the site survey is highly important. Based on the results the tree species can be chosen and the corresponding cultivation technologies can be planned. Energy plantations are generally man-made forests with fast-growing species and the rotation period is short. Therefore it is necessary to determine the method of harvesting and the corresponding machine system already at the planning phase. After harvesting the timber should be transported in a short period of time in order not to prevent the development of the next tree stand. At the transport large amount of wood chip must be moved for shorter or longer distance. Thus the applied logistic plays very important role in the whole process, by making the operation of timber utilizing power plants as profitable as possible.

### Key words:

energy plantation, damaged areas, red sludge disaster, afforestation, harvesting, applied logistic

### Összefoglalás

Az elmúlt időszakban a haváriával sújtott területek aránya megnövekedett hazánkban (pl.: vörösiszap katasztrófa, árvíz, belvíz, stb.). Ezen területek hasznosítása a vészhelyzet elhárítása után, nehézségekbe ütközik. Egyik lehetséges mód az energetikai faültetvények telepítése az adott területen, melynek eredményeképpen a terület hasznosítása megoldódik és a rajta megtermelt faanyag energetikai célra felhasználható. Elengedhetetlen fontosságú az ültetvény telepítése előtt a szakszerű termőhely-feltárás, amely eredményei alapján a természeteni kívánt fafaj kiválasztható, a termesztés- technológia kidolgozható. Az energetikai célú erdők, többnyire telepített, gyors növekedésű, rövid vágásfordulójú ültetvények, ezért már a létesítés megtervezésekor szükséges a fakitermelési (betakarítási) rendszer meghatározása, és a megfelelő géprendszer kiválasztása. Az energetikai célú ültetvények faanyagát a betakarítást követően, lehetőség szerint minél rövidebb időn belül el kell szállítani, azért is, hogy a következő állomány fejlődését ne akadályozza. Az aprítékiszállítás során nagy mennyiségű biomasszát kell mozgatni hosszabb-rövidebb távolságokra. Az aprítéktermelési logisztikának rendkívül nagy szerepe van abban, hogy a meg- és kitermelt faanyagra alapozott működése a fűtőműveknek, erőműveknek illetve „nagyfogyasztóknak” gazdaságos legyen.

### Kulcsszavak:

energetikai faültetvény, havária, vörösiszap, ültetvény telepítés, fakitermelés, aprítéktermelési logisztika

## Bevezetés

Hazánkban is rendkívüli jelentőséggel bír a legoptimálisabb földhasznosítási lehetőségek megtalálása és azok kiaknázása, főként a gyenge termőképességű talajok esetében. A talajok termőképességét befolyásolják a földtani, éghajlati, domborzati, biológiai tényezők, ill. a talajok kora, de ma már hangsúlyosan kell megemlítenünk az antropogén (emberi) hatásokat is. Az emberi tevékenység talajfejlődésre gyakorolt hatása lehet pozitív, de sajnos negatív is (havaria). Az elmúlt év „ajkai vörösiszap katasztrófája” egy ilyen hatás szörnyű példája. Ha a talajszennyezés mértéke és összetétele miatt a terület mezőgazdasági termény-féleségek termesztésére nem, de erő telepítésére alkalmas, akkor az így megtermelt faanyag energetikai célra hasznosítható.



**1. ábra** Légifelvétel az iszapömlésről  
(Forrás: mandiner.hu)



**2. ábra** Mentésben résztvevő kihordó  
Forrás: MTI-fotó

## 1. Energetikai célú faültetvények létesítése és ápolása

Az energetikai faültetvények létesítését megelőzően termőhelyfeltárási szakvélemény kell hogy készüljön, mely leírja a terület adottságait. A szakvélemény alapján készül a tervezési fázisban hozam-, és hatásvizsgálat ill. a termesztés-technológiai kidolgozása, vagy az esetleges fejlesztési lehetőségek ki-munkálása. A fafajmegválasztáshoz kb. 5 hektáronkénti talajszelvény nyitás és vizsgálat szükséges. A vételezett talajminták általános laboratóriumi vizsgálata javasolt (pl.: pH, CaCO<sub>3</sub>, fizikai talajféleség, összes só %, humusztartalom %. AL- foszfor, kálium, összes nitrogén mérése). Az ültetvény megfelelő növekedési intenzitásnak eléréséhez sok esetben tápanyag utánpótlásra van szükség. Ennek tervezéséhez átlagminta-vétele javasolt 5 hektáronként, legalább a 0-30 és 30-60 (60-90) cm-es talajrétegekből (fontos a növények gyökerének lehatolási mélysége). Az átlagmintából bővített vizsgálattal – az előzőekben felsorolt tényezőkön túl – mérjük a talaj K<sub>A</sub>, vízdoldható összes só, NO<sub>2</sub>+NO<sub>3</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, Na, Mg, SO<sub>4</sub>, Mn, Zn, Cu tartalmát. Ezen vizsgálatok évenkénti elvégzésével nyomon lehet követni az egyes paraméterek változását a talajban, ezáltal megállapítható, hogy milyen tápanyag-utánpótlására van szükség, ill. hogy hogyan alakulnak az ültetvény hozama.

Haváriával sújtott területek esetében természetesen figyelembe kell venni, hogy milyen szennyezés érte az adott területet, milyen mélységben, hiszen ez is befolyásolhatja a fafaj megválasztását.

Az energetikai ültetvények termesztés-technológiáját egyedileg kell megválasztani a helyi adottságokat figyelembe véve. Az alkalmazandó technológiákat: az ültetvény mérete, a területi adottságok, a rendelkezésre álló erő- és munkagépek és a logisztikai befolyásoló tényezők határozzák meg [2]. Az ültetési hálózat alapvetően a fafajtól, illetve a klóntól, az előrelátható vágásfordulótól, a termőhelytől, a termés hasznosítási módjától és az alkalmazni kívánt betakarítási eljárástól függ. Kialakítható egysoros ill. ikersoros ültetési hálózat. Az egysoros ültetési hálózat minden, közepesen hosszú és hosszú vágásfordulóban termelt fafajhoz javasolható, de amennyiben rövid vágásfordulóra törekszünk, az ikersoros ültetési hálózat javasolható. Az ikersorok közötti távolság a hatékony gépi betakarítás miatt 70-75 cm és az egyes sorokban a növények közötti tőtávolság 50 cm [4]. Az ültetés többféle módon valósítható meg: ékásóval; fűróval; suhángültetővel; kis-, közepes, nagyteljesítményű csemete- vagy dugványültető géppel stb.

Az ültetés évében általában sűrű gyomvegetációra számíthatunk, mely többszöri gyomirtással kezelhető. Sík területeken elegendő a növénytörzsek között végzett mechanikai gyomirtás, talajmaró helyett ajánlott rotációs gép, vagy kultivátor alkalmazása. Humid és szemihumid területeken a szárazúzó használata kedvezőbb, mivel a feltalaj tömöttebb marad, ezáltal az erózió kevésbé veszélyezteti a talajt. Lejtős területeken, a talajon a víz-és szél-eróziója ellen a haszonnövények között alacsony növésű, élő szárasságtűrő növényfajok alkalmazása javasolt, melyeket egy adott növekedési magasság elérésekor vissza kell vágni (szárazúzózás). Környezet- illetve természetvédelmi szempontok figyelembevételével a mechanikai gyomirtás mellett vagy helyett vegyszeres gyomirtási technológia alkalmazása is szükségessé válhat. A kenési technológiával végrehajtott gyomkorlátozás alternatív kezelési módok közé tartozik. A vegyszerkenő gépek folyadékfilm formájában viszik fel a vegyszer koncentrációjú kenőlevet a növényzet lombzatára. Permetezési technológia esetén talajmaróra szerelt permetező-egység segítségével egy menetben elvégezhető a mechanikai és vegyszeres gyomirtás.

A tápanyag-utánpótlás mértékét befolyásolja a termesztés-technológia, ill. a terület jellemzői. Az ültetést megelőzően, a betakarítások után, valamint az ültetvény felszámolását követően a fontosabb tápanyagok mennyiségét szükséges ellenőrizni. Ha a talajnak megfelelő a tápanyag-ellátottsága, akkor a lombhullás és azt követő mineralizáció eredményeként elég a termés által kivont tápanyagot visszapótolni. A tápanyag-visszapótlás mértéke függ a fafajtól, a termőhelytől, a vágásfordulótól, valamint a termés hozamtól. Minél hosszabb a vágásforduló, annál nagyobb a tápanyagban szegény törzsek aránya az összes terméshez viszonyítva. Minél kisebb a vékony ágak aránya, annál kisebb a nettó N-, P-, K-, Ca- és Mg-kivonás a területéről [4]. A tápanyag-utánpótlására számos lehetőség kínálkozik: szerves trágyák, egyéb biológiai hulladékok, műtrágyák, száraz stabilizációs komposzt, iszapkomposzt és hamu.

## 2. Energetikai célú faültetvények betakarítása

Az ültetvények betakarítása a rotációs időtől függ, de minden esetben a vegetációs időszakon kívül történik. Törekedni kell a teljes vegetációs nyugalmi időszakban végrehajtott munkára. Ilyenkor az állomány lombtalan állapotban van, valamint a következő évi gyökér és hajtásnövekedés sem indult el. Ez időjárástól is függően november-március közötti időszakot jelenti. A betakarításra a legkedvezőbb az enyhe fagy, mivel akkor a talaj jól járható, nem szenved károkat a gyökérszóna. Az első betakarítás alkalmával a kialakult csonkoknak (vágásfelületeknek) a talaj felszínéhez közel kell elhelyezkedniük, mivel a következő betakarítások alkalmával az előző vágási magasság felett kell végrehajtania a kitermelést, az ideálisnál nagyobb vágási felületek elkerülése érdekében. A kitermelés során törekedni kell a lehető legsimább vágásfelület kialakításra. A gyakorlatban bevált betakarítási időpontban a termés víztartalma 50-55%, szélsőséges esetekben a szárazanyag tartalom 45-60% -ot is elérheti.

Az ültetvények szélső sorai az előnyösebb termőhelyi viszonyokból (nagyobb növő tér, több fény és víz) kifolyólag nagyobb töltésmérvével rendelkeznek, mint az ültetvény többi egyede. Egyes esetekben a fák (vesszők) betakarítása nagyobb teljesítményű gépeket, ill. más kitermelési technológiát igényel. A betakarítás költségei az összes ráfordítás függvényében a termelési költségek 50-80%-át teszik ki, ezért a kis betakarítási költség, valamint az optimális betakarítási eljárás megválasztása kulcsfontosságú [4].

A rövid vágásfordulójú fás szárú energetikai ültetvények fakitermelési (betakarítási) munkarendszerét alapvetően meghatározza termesztés-technológia (vágásforduló, ültetési hálózat), a betakarítás módja (apríték, köteg vagy teljes fa) és terület mérete.

### Betakarítási munkarendszerek

A betakarítás gépesítettségének mértékétől függően a következő munkarendszereket különíthetünk el:

- kézi eszközös betakarítás;
- gépi többtagú betakarítás (szakaszos, több fázisú, többmenetes);
- gépi egytagú betakarítás (egymenetes).

Az állomány típusát – sarjzattatásos vagy hengeres fás szárú energetikai ültetvény – figyelembe kell venni a munkarendszer-változat kiválasztásánál.

#### *Kézi eszközös betakarítás*

Kisebb területű ültetvények esetében alkalmazható módszer. A tőtől való elválasztás és az irányított döntés eszköze – a sarjzattatásos típusú állományoknál – a tisztítófűrész, a kengyeles motorfűrész és a motorfűrész. A kengyeles motorfűrész legfeljebb 10 cm átmérőjű törzsek döntésére alkalmazható. A

hengeres típusú ültetvények kitermelésének fő eszköze a motorfűrész. A kitermelt faanyag aprítása a következő módokon valósulhat meg:

- Mobil aprítógépekkel aprítják a faanyagot, majd az aprítékot elszállítják a felhasználás helyére.

- A faanyagot a terület szélére vagy külön erre a célra kialakított rakodóra közelítik, ahol a későbbiek során megvalósul az aprítás, mobil vagy telepített aprítógéppel. Az aprítékot teherautókkal szállítják a felhasználókhoz.

#### *Gépi többtagú betakarítás*

A gépi többtagú betakarítás esetén a faanyag kitermelése és aprítása eltérő időpontban – esetenként különböző helyszínen – valósul meg. A kitermelés, anyagmozgatás és feldolgozás munkaműveleti különböző gépekkel valósulnak meg. Az apríték előállítását megvalósulhat vágásterületen, rakodón és a felhasználás helyén.

#### *Gépi egytagú betakarítás*

Gépi egytagú betakarításnál a töelválasztás és az aprítás egy időben valósul meg. Az alkalmazott gépek elvégzik kitermelést, az aprítást és az apríték tárolóegységbe (konténerbe, pótkocsira) való eljuttatását.

Az egyes munkarendszerekhez tartozó géptípusokat és csoportosításukat a *1. táblázat* tartalmazza az ültetvény típusoknak megfelelően. A gazdasági szempontokat figyelembe véve, törekedni kell azon gépek alkalmazására, melyeknek a holtszezonban mező- ill. erdőgazdasági területeken munkát tudnak biztosítani.

A betakarítási és szállítási feladatokat sokféle tényező befolyásolja. Önmagában is bonyolult tervező munkát igényel a betakarítás technológiájának kiválasztása, melyet a különböző szállítási lehetőségek meghatározása tovább nehezít. A folyamatosan változó és hirtelen fellépő befolyásoló tényezők, mint pl. az időjárás, bármikor felboríthatják a tervezést és gyors újratervezési feladatokat indukálnak.



1. táblázat Munkarendszerekhez tartozó géptípusok és csoportosításuk

Betakarítási munkarendszerek gépi			Sarjaztatásos energetikai ültetvény	Hengeres energetikai ültetvény
Kézi eszközös betakarítás			Tisztítófűrész	Motorfűrész
			Kengyeles motorfűrész	
			Motorfűrész	
Gépi többtagú betakarítás	Tőelválasztást és irányított döntést megvalósító gépek	Tőelválasztó gépek	Függesztett fakitermelő gép	
			Darus erőgép körfűrészkes döntő fejjel (pl.: Bracke C12.a)	
		Döntő-rakásolók	Darus erőgép nyomottkéses döntőfejjel (pl.: Schnitt-Griffy HS 850)	Darus erőgép döntő-gyűjtő fejjel (pl.: Naarva Grip 1500)
			Darus erőgép döntő-gyűjtő fejjel (pl.: Naarva Grip 1500)	Döntő-rakásolók (pl.: TimberPro TB630)
	Kitermelt faanyag feldolgozását megvalósító gépek		Vékonyfa-kötegelő gépek (pl.: John Deere 1490D)	Mobil aprítógépek (pl.: Mus-Max Wood Terminator 8XL)
			Mobil aprítógépek (pl.: Junkkari HJ500)	
	Közelítést megvalósító gépek		Kihordó szerelvények (traktor + pótkocsi)	Kihordó szerelvények (traktor + pótkocsi)
			Kihordók (pl.: Valmet 860.3)	Kihordók (pl.: Valmet 860.3)
			Gyűjtő-kihordók (pl.: Ponsse Bio)	Gyűjtő-kihordók (pl.: Ponsse Bio)
				Csörlős vonszolók (pl.: LKT 80)
				Szorítózsámolyos vonszolók (pl.: HSM 904F Kurz)
	Tőelválasztást és feldolgozást együttesen megvalósító gépek		Járvakötegelők (pl.: Salix maskiner)	Harveszterek (pl.: Valmet 911.3)
			Járvaalázók (pl.: Biobaler-WB 55)	Döntő-kötegelők (pl.: Valmet-Fixteri)
			Döntő-kötegelők (pl.: Valmet-Fixteri)	
	Tőelválasztást és közelítést együttesen megvalósító gépek		Rendrevágó-gyűjtő-kihordók (pl.: Sagerslätt Empire 2000)	Döntő-gyűjtőfejjel felszerelt kihordók (pl.: Valmet 860.3 + Bracke C16.b)
Döntő-gyűjtőfejjel felszerelt kihordók (pl.: Valmet 860.3 + Bracke C16.b)			Szorítózsámolyos döntő-rakásoló (pl.: TimberPro TS840)	
Gépi egytagú betakarítás	Függesztett munkagépekkel		Három pont felfüggesztéses (pl.: OPTIGÉP 2.)	
			Front kapcsolású (pl.: Göttinger gyártmányú)	
	Vontatott munkagépekkel		Vontatott járvaaprító (pl.: Opti VFA)	
	Önjáró kivitelű munkagépekkel		Normál járvaaprítók (pl.: New Holland+130FB adapter)	Aprító-harveszter konténerrel (pl.: Valmet 801 Combi BioEnergy)
Konténeres járvaaprítók (pl.: Claas Jaguás HS2 +konténer)			Döntő-aprító konténerrel (pl.: Preuss-Silvatec)	

### 3. Energetikai faültetvények faanyagának hasznosítása

Az energiaerdők kitermelése során – azok méreti, alaki és minőségi tulajdonságaiktól függően – képződhet ipari fa, de leggyakrabban apríték vagy egyéb termék állítható elő. Az ipari fa választékok közül leginkább csak rostfa, forgácsfa, papírfa képződik, melyek a rétegeltlemez-, karton-, cellulózgyártás alapanyagát adhatják. Az apríték leggyakrabban fűtő- vagy erőműbe kerül, de alapanyagát adja a

pellet, brikett és biohajtóanyag (Bimassa to Liquid) előállításnak. Egyéb hasznosítási lehetőségként kell megemlíteni a kertészeti, virágkötészeti hasznosítást és dísz tárgyak, fonott kosarak készítését.



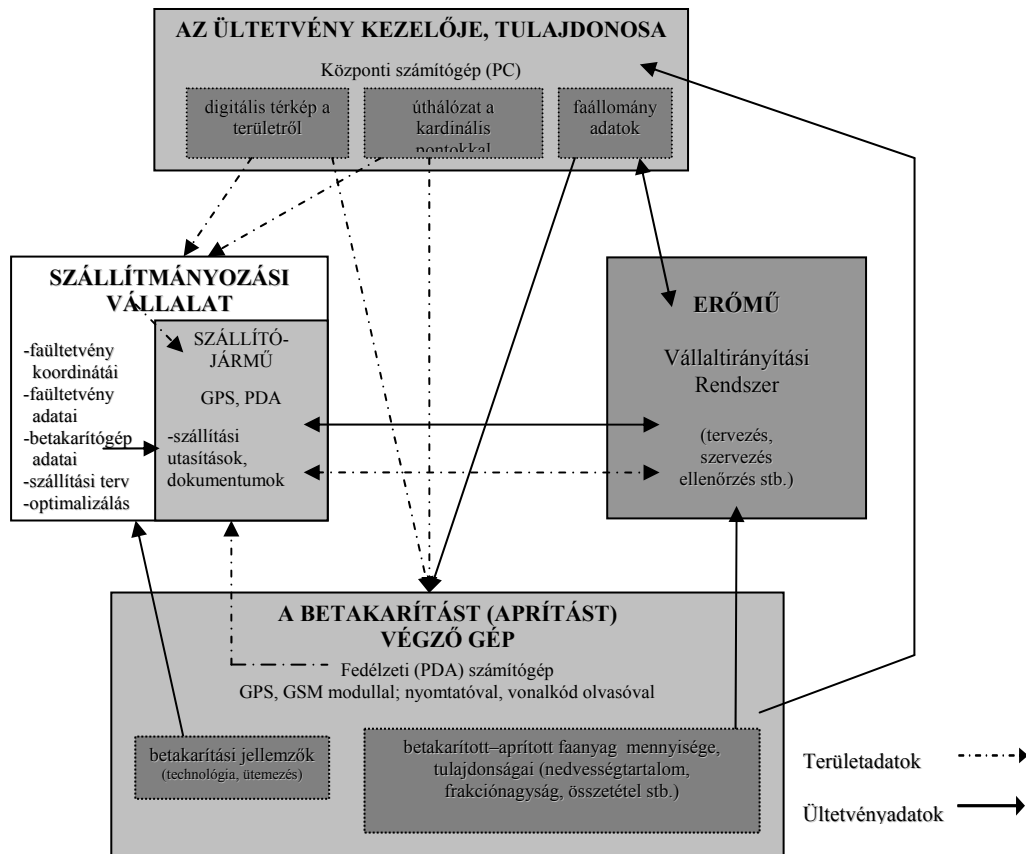
Fotó: Karl Döhrer



### 3. ábra Energetikai faültetvények faanyagának hasznosítása

Az energetikai célú faültetvények faanyagának felhasználóhoz történő eljuttatása egyszerűbb feladatnak tűnhet, mint a fatermesztési célú erdőkből kikerülő választékok szállítása, ez azonban nem felel meg a valóságnak. Az energetikai ültetvényekből kikerülő faanyag apríték formában történő elszállítását erőművi felhasználását gördülékennyé teszi a jól kiépített logisztikai rendszer, melyhez szükség van:

- A betakarítandó energetikai célú faültetvény, vagy a faapríték-depó helyének koordinátáira;
- Az erőműbe történő szállítás számítógépes tervezésére;
- A rendszer résztvevői között fenntartott folyamatos, naprakész adatforgalomra (3. ábra);
- A betakarítás (aprítás, szárítás), rakodás és szállítás számítógépes irányítására.



3. ábra Faapríték- termelés és szállítás logisztikai rendszere

A fakitermelő (aprító) és szállító eszközök tartozékának tekintendő a fedélzeti számítógép, a PDA és a mobiltelefon, melyek segítségével – a kézi modemen keresztül – adatok, információk küldésére van lehetőség. Az információk és a GPS/GIS rendszerek által támogatva létrehozható egy digitalizált térkép a területről; illetve a betakarítógép típusára, a kitermelt faanyag mennyiségére a szállításra vonatkozó adatok és az egyéb paraméterek rögzítésére és küldésére is lehetőség nyílik. A rendszerbe tartozó valamennyi energetikai faültetvényről – egy optimalizáló programmal – elvégezhető a betakarítási és a szállítási tervezés. A szállítási szakaszok és rakományok adatai, paraméterei internetes hálózat segítségével közölhetők. Az alapvető információkon kívül megadhatóak az esetleges új útszakaszok, útzáratok, kocsifordulóhelyek stb., melyek szimbólumai a digitalizált térképre kerülnek. Az üzembe vezető úton a járművek pozícióját a sofőr bármikor leolvashatja és továbbíthatja a szállítmány valamennyi adatával együtt. Az üzembe történő érkezésre a felhasználó rendelkezésére áll valamennyi ismérv a rakományról, s az információkat már csak a szükséges szárítás, tömegmérés és laborvizsgálatok eredményeivel egészítik ki.

A logisztikai rendszerben történő apríték szállításból eredően számos előny realizálható. A faaprítékot felhasználó pl. erőmű pontos, naprakész információval rendelkezik az anyag mennyiségéről, minőségéről és a beszállítás idejéről. A szállítás szervezésének hatékonysága javítható, hiszen gyors és op-

timális tervezésre van lehetőség melyről részletes és könnyen újra alakítható szállítási terv is készíthető. A kitermelt faanyag mennyisége a központi adatbázisból ismert, ezért a szállítókapacitások a tényleges mennyiségekhez igazíthatók. A gépkezelők (betakarító-, aprítógép kezelője) online információval rendelkeznek, megfelelő koordináták ismeretében a munka helyszíne könnyen és gyorsan felkereshető. Munkájuk teljesítményadatai naprakészen rögzíthetők. A terület tulajdonosa illetve kezelője számára az energetikai ültetvény helye és területe pontosan meghatározott, a hozam adatok és a faanyag minősége rendelkezésre áll.

**2. táblázat Energetikai ültetvények költség- és hozamadatai [4]**

1. Telepítési költségek (euró/ha) <i>Talajművelés, Ültetés, egyéb</i>	2160
2. Művelési költségek (euró/ha) <i>Trágyázás, növényvédelem betakarítás, területrendezés</i>	23070
3. Egyéb költségek	4000
4. Bevételek <i>Apríték, kifizetések, támogatások</i>	33495
5. Eredmény (nyereség/vesztés), euró/ha/év	
<i>Költségek</i>	29230
<i>Bevételek</i>	33495
<b><i>Bevételek - Költségek</i></b>	<b>4265</b>

Az összköltségek 25 évre 5 termelési ciklusra vonatkoznak (irányszámok).

**4. Energetikai faültetvények felszámolása**

Az energetikai ültetvények felszámolását FVM rendelet kötelezően előírja, mely során a telepítést megelőző állapotot kell visszaállítani. Az utolsó betakarítás után a töveket, gyökereket el kell távolítani és a területen mélyszántást kell végrehajtani, amihez három-pont felfüggesztésű, TLT meghajtású, központos elhelyezkedésű, megerősített speciális tuskómaró a legmegfelelőbb. Az eljárás célja, hogy a tő és a gyökérrészek jelentős hányadát szétforgácsoljuk és így lehetővé váljon a mélyszántás, mellyel a földterület mezőgazdasági hasznosíthatósága biztosított.

**Következtetések**

Természetes vagy antropogén hatások következtében kialakult mezőgazdaságilag nehezen, ill. nem hasznosítható területek esetében megoldást jelenthet a fás szárú állományok létesítése. Speciális esetekben – mint például az Ajka környékén bekövetkezett ipari katasztrófa – az energetikai ültetvények előnyt élveznek a hagyományos erdőgazdálkodással szemben. Az ültetvényekből – a rövid vágásforduló következtében – hamarabb származik bevétel. Az előállított termékek értékesítésekor – szemben a mezőgazdasági terményekkel – nem jelentkezik problémaként az esetleges veszélyes, ill. káros anyag tartalom, ugyanis a felhasználás döntő többségében fűtő-, ill. erőművekben valósul meg.

**Irodalom**

- [1] Benkő J. (2000): *Logisztikai tervezés*; Dinasztia Kiadó, Bp. 199 p
- [2] Barkóczy, Zs.: *A dendromassza alapú decentralizált energiatermelés alapanyagbázisának tervezése*, PhD értekezés Sopron, 2009
- [3] Kladiva T.: *Technológiai vizsgálatok energiaerdő telepítésénél az EGERERDŐ ZRt területén*, Diplomamunka NymE, Sopron, 2007
- [4] Liebhard, P.: *Energetikai faültetvények*, Cser Kiadó, Budapest, 2010
- [5] Marosvölgyi B., Horváth B.: *Biomassza-előállítás és – hasznosítás*, FVM Vidékfejlesztési, Képzési és Szaktanácsdási Intézet, 2010
- [6] Riesing I.: *Tápanyag-utánpótlási kísérletek energetikai faültetvényeken*, Diplomamunka NymE, Sopron, 2007
- [7] Rumpf J., Szakálosné Mátyás K. (2004): *Logisztikai rendszerek alkalmazása az erdőgazdálkodásban*, Logisztika Évkönyv; MLE, Budapest 137-142.p

**Szakálosné Mátyás Katalin**, egyetemi adjunktus;

**Vágvölgyi Andrea**, tanársegéd;

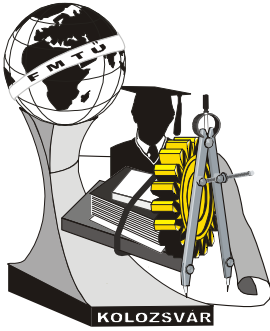
**Horváth Attila László**, doktorandus

Munkahely: Nyugat-Magyarországi Egyetem, Erdészeti-műszaki és Környezettechnikai Intézet

Cím: H-9400, Magyarország Sopron Bajcsy-Zsilinszky utca 4.

Telefon: +36-99/518-346 Fax: +36-99/518-111

E-mail: mkata@emk.nyme.hu, avagvolgyi@emk.nyme.hu, ahorvath@emk.nyme.hu



# XVI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2011. március 24–25.

## A TEREPI ÉS LABORATÓRIUMI SPEKTORRADIOMETRIA ÉS SZEREPE A LÉGI HIPERSPEKTRÁLIS TECNHOLÓGIÁBAN

SZALAY D. Kornél

### Abstract

The field- and laboratory spectroradiometry are indispensable components of airborne hyperspectral remote sensing by giving reference information for image processing. At the same time, 'in' and 'ex situ' ground spectroradiometric measurements can be used for analysis in various application fields in a self-contained manner, too. In this paper, we present the ASD Field Spec<sup>®</sup>3 MAX spectroradiometer together with its role in airborne remote sensing and the main methodological details of the field- and laboratory spectroscopy.

### Key words:

remote sensing, hyperspectral, spectroradiometry

### Összefoglalás

A légi hiperspektrális távérzékelés nélkülözhetetlen összetevői a terepi- és laboratóriumi spektrometriai mérések, azáltal, hogy referenciaként szolgálnak a képfeldolgozáshoz. A spektrométerrel végzett földi 'in' és 'ex situ' mérések ugyanakkor önmagukban is alkalmasak különböző spektrális elemzések elvégzésére. Az előadásban bemutatjuk az ASD Field Spec<sup>®</sup>3 MAX spektrométert, kitérve a légi távérzékelésben betöltött szerepére, és a fontosabb módszertani részletekre.

### Kulcsszavak:

távérzékelés, hiperspektrális, spektrometria

### 1. Bevezetés

A Mezőgazdasági Gépesítési Intézetben (MGI) – továbbiakban MGI – létrehozott Hiperspektrális Munkacsoport által üzemeltetett eszközök az adatszolgáltatási módszerek új generációját kínálják. Az optikai távérzékelés egyik legmodernebb képviselője a hiperspektrális távérzékelés, mely a terepi- és laboratóriumi spektrometriai mérésekkel kiegészítve nagy területek gyors, pontos és költség-hatékony elemzését teszi lehetővé [1, 2]. Ezzel a modern mintavételi eljárással mennyiségi összefüggéseket állíthatunk fel a talajt [3, 4, 5], a növényzetet [6, 7] és a klímát [8] jellemző paraméterek és azok reflektanciával jellemezhető spektrális tulajdonságai között. A képalkotó légi hiperspektrális technológiával ellentétben a terepi spektrométeres méréseknél a vizsgált felület egyetlen pixelnek felel meg, melynek átlagspektrumát rögzítjük. Az ismertetett spektrométer detektorai a látható

fény [9] érzékelési tartományát (400-700 nm) kiterjesztik a NIR – közeli infra – és a SWIR – rövid hullámhosszú infra – tartományokat is magában foglaló teljes optikai sávba is (350-2500 nm). A terepi mérés földrajzi koordinátáit rögzítve a terepen a felvételezés alatt felvett spektrum megfeleltethető a légi felvétel adott pixelének, így közvetlenül felhasználható annak kiértékeléséhez. A terepi mérések száma és azok minősége meghatározza a felvétel feldolgozhatóságát, illetve azok maximális pontosságát.

## 2. Problémafelvetés

A mérési pontosságok jelentősen különböznek egymástól, mivel a spektrális méréstechnológiát alkalmazók módszerei rendkívül heterogének, elsősorban az eltérő mérési elrendezéseket illetően [10]. Sok esetben találkozhatunk hibás mérési beállításokkal, pontatlan eredményekkel, amelyek gyakran nem feleltethetők meg egymásnak megnehezítve, vagy ellehetetlenítve azok összehasonlíthatóságát. A leggyakoribb problémák a környezeti reflexiók hatások figyelmen kívül hagyása és a helytelenül megválasztott, nem homogén – a vizsgálati cél szempontjából nem reprezentatív – mintavételi területek, illetve magasság megválasztása.

## 3. Célkitűzés

Az Hiperspektrális Munkacsoport célja, hogy terepi és laboratóriumi körülmények között egyaránt, az adott vizsgálati cél függvényében megválasztott szükséges és elégséges pontosságot garantáló méréstechnológiák kidolgozásával segítse elő a technológia fejlődését és elterjedését a régióban. Bemutatjuk a terepen alkalmazandó helyes mérési elrendezést és a nagy pontosságú laboratóriumi mérések elérése céljából tervezett laborszekrényt. A fejlesztés mellett a technológia szolgáltatás formájában történő értékesítése és a módszer oktatásának bevezetése a cél.

## 4. Anyag és módszer

Az Intézet 2010. évben egy ASD Field Spec<sup>®</sup>3 MAX spektroradiométerrel bővítette a Hiperspektrális Munkacsoport technológiai mérőeszköz parkját. E műszer alkalmazásával – a légi mérések nélküli, önálló alkalmazására épülő vizsgálatok elvégzése mellett – lehetővé vált a légi felvételek terepi és laboratóriumi mérésekkel történő korrekciója, valamint hitelesítése. A laboratóriumi mérésekhez saját tervezésű laborszekrényt építettünk (1. ábra), mely kiemelkedően pontos 'ex situ' mérési környezetet biztosít a külső fényhatások kizárásával, illetve a mérési térben fellépő nem-kívánt reflexiók minimalizálásával (2. ábra). A tárgyasztal és a szekrény belső felületének anyagát úgy választottuk meg, hogy a lehető legkisebb fényvisszaverő hatása legyen a vizsgálatok során a műszer által érzékelt teljes – (350-2450 nm) – tartományban. A terepi mérések során a helyes térbeli elrendezéssel (3. ábra), megfelelő számú referencia-, és a szórt fény korrigálására szolgáló naptárcsás mérés (4. ábra) bevezetésével az eredmények pontossága nagymértékben javítható. A mérést az úgynevezett principális síkból – a beeső fénysugár síkjából –merőleges irányba kilépve kell elvégezni. A mérésre a nyári hóna-

pok magas napállása és a felhőmentes idő az optimális.



**1. ábra** Egyedi tervezésű laborszekrény



**2. ábra** Laboratóriumi kísérleti elrendezés



**3. ábra** Terepi mérési elrendezés a principális síkra merőlegesen



**4. ábra** Naptárcsás mérés a principális síkra merőlegesen

## 5. Következtetés

Felhívva a figyelmet a mérések során fellépő hibás tényezőkre, és azok korrekciójának lehetőségére, a helyes módszerek integrált és önálló bevezetésével a légi hiperspektrális távérzékelés, illetve a spektrométerre alapozott terepi, és/vagy laboratóriumi vizsgálatok számos alkalmazási területen válnak nagy pontosságú, költséghatékony és gyors mintavételezési eljárássá, mely képes biztosítani az egyre növekvő adat és információ iránti szükségletet, miközben az adatok összehasonlítása biztosított lesz. A technológia megismerését, valamint a módszertan elsajátítását segítve elméleti és gyakorlati oktatása indult a Szent István Egyetemen.

## 6. Irodalom

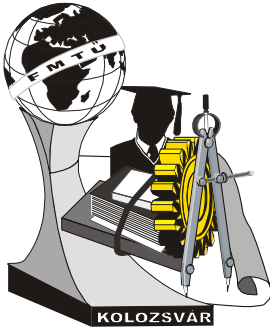
[1] Milics G.; Virág I., Farouk M. A., Burai P., Lénárt Cs. (2010): *Airborne hyperspectral imaging for data collection for resilient agro-ecosystems*, 9 th Alps-Adria Scientific Workshop. Növénytermelés. Špičák, Czech Republic, 2010. 04. 12-17., Edited by M. Harcsa. Akadémiai Kiadó, Vol. 59., pp. 593-596.



- [2]Erdeiné Késmárki-Gally Sz., Papp Z., Fenyvesi L. (2009): *Agro-ökorend-szerek vizsgálata távérzékeléssel*, Növénytermelés 58, no. 1 (Március 1, 2009): 11-24. pp.
- [3]Csorba, Á., Jordán, Gy. (2010): *Preliminary Results of Airborne and Ground-Based Hyperspectral Mineral Mapping of Acidic Mine Waste in the Recsk Mining Area, Hungary*, *Contribuții Științifice în Tehnologii și Echipamente pentru Evaluarea și Protecția Mediului*. Simpozion Național, Arca-  
lia (Bistrița-Năsăud), September 24 - 26, Caiet de rezumate, 33 - 34 pp
- [4]Máthé, L., Pillinger, Gy., Kiss, P. (2010): *Vályogtalaj mechanikai jellemzőinek vizsgálata a nedvességtartalom és ülepedettség függvényében*, XV. Fiatal Műszakiak Tudományos Üléssza-  
kának konferencia kiadványa, Kolozsvár, Románia, 2010, pp. 201-204. ISSN 2067-6 808
- [5]Tolner L., Vágó I., Kovács A., Tolner I., Füleky György (2010): *Energy forests for the environmentally compatible nutrient management*. 40318 Konferencia kiadvány Gyöngyös
- [6]Tarnawa, Á. – Klupács, H.: (2006.) *Element and energy transport model for an agricultural site*, *Cereal Research Communications*, Vol. 34 No. 1 pp 85-89.
- [7]I. Balla, Cs Mátyás., P. K. Gergő, J. Márton, M. Neményi (2010): *Site-specific Nutrient Replenishment For Winter Wheat (Triticum aestivum L.)*, *Proceedings of the IX. Alps-Adria Scientific Workshop*. Špičák, Czech Republic 629-632 pp.
- [8]Erdélyi, É. (2009): *Sensitivity to Climate Change with Respect to Agriculture Production in Hungary (2009)* *Precision Agriculture '09* Edited by: E.J. van Henten, D. Goense and C. Lokhorst, Wageningen Academic Publisher, 559-567 pp.
- [9] Lágymányosi A., Szabó I.: *Calibration procedure for digital imaging*, *Synergy and Technical Development (Synergy2009)*, Gödöllő, Hungary, 30. August – 02. September, 2009. CD-ROM Proceedings
- [10] NCAVEO Field Experiment (2006): *Instrument configurations*,  
[http://www.ncaveo.ac.uk/special\\_topics/field\\_spectroscopy/configurations/](http://www.ncaveo.ac.uk/special_topics/field_spectroscopy/configurations/)  
(utoljára elérhető: 2011.02.12.)

**Szalay D. Kornél**, doktorandus

Munkahely: Vidékfejlesztési Minisztérium Mezőgazdasági Gépesítési Intézet,  
Szent István Egyetem Kihelyezett agrár-műszaki tanszék  
Cím: 2100 Magyarország. Gödöllő, Tessedik Sámuel utca 4.  
Telefon: 00-36-70-935-47-99  
E-mail: szalay@fvmmi.hu



# XVI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2011. március 24–25.

## INFORMÁCIÓS RENDSZEREK A VEZETŐI SZÁMVITELBEN. INFORMÁCIÓ FELDOLGOZÁS, ELŐKÉSZÍTÉS A VEZETŐI DÖNTÉSEKHEZ

SZILÁGYI Judit

### Abstract

Information plays an important role in many territories of life, such as education, administration, research and development, entertainment facilities and at last but not least in economic life. The companies' need for information expands in the outer environment (the tendency of production, the necessary number of employees for production, using norms). The company itself must give information for the people involved in it (company owners, leaders, employees, partners, creditors, etc.). Giving information is the task of accountancy, its system is grouped by the provided information's type. The Financial accounting reports about the incoming and the expenditure of a company and how the economic events influenced the financial situation. The management accounting means the expense pay-off, the accomplishment pay-off, many other pay-offs (planning, investing) and other statistics of companies. In the last few years the exponentially developed information technology made it possible to process huge amount of data. The processing of information is helped by the introduction of Enterprise Resource Planning. This is a modular system in a modular way which covers the working process of a company. The aim of its use is to select the most important pieces of information, to select the relevant information and to help the leaders in making the right economical decision.

### Key words:

information, financial accounting, management accounting, Enterprise Resource Planning, modular system

### Összefoglalás

Az információ az élet minden területén fontos szerepet játszik, így az oktatásban, a közigazgatásban, a kutatásban és fejlesztésben, a szórakoztatásban, és végül, de nem utolsósorban a gazdasági életben is. A vállalatok információigénye kiterjed a külső környezetre (várható kereslet, eladási, beszerzési, ár, piaci, gazdasági helyzet) és belső környezetre egyaránt (termelési előirányzatok, termelés létszámigénye, felhasználási normák). A vállalat maga is köteles információt nyújtani a vállalat érintettjei számára. (tulajdonosok, vezetők, alkalmazottak, partnerek, hitelezők, stb.) Az információ nyújtás a számvitel feladata, rendszerét aszerint csoportosítják, hogy milyen információt közöl a vállalatról. A pénzügyi számvitel arról ad számot, hogy a vállalkozás bevételei és ráfordításai hogyan alakultak, hogyan hatottak a gazdasági események a vagyoni, és pénzügyi helyzetre. A vezetői számvitel a költségelszámolást, a teljesítmény-elszámolást, különféle (pl. tervezési, beruházási) számításokat, a vállalati statisztikákat jelenti. Az utóbbi években exponenciálisan fejlődő információs technológia megteremtette a nagy tömegű adattárolás és kezelés technikai lehetőségét. Az információ feldolgozást nagy mértékben segíti az integrált vállalati rendszerek bevezetése. Ez egy modulárisan felépített rendszer, ami lefedi egy vállalat működési folyamatát. Használatának célja, hogy a sok információból kiválassza az igazán fontos információkat, azokat feldolgozva segítsen a vezetőknek a gazdasági döntésekben.

### Kulcsszavak:

információ, pénzügyi számvitel, vezetői számvitel, integrált vállalati rendszerek, moduláris rendszer

## Számvitel, mint információs rendszer

A számvitel egy gyakorlati tevékenység, mely során információszolgáltatásra kerül sor. Olyan nyilvántartási rendszer, amely a vállalkozásoknál bekövetkezett változások (gazdasági események) megfigyelését, mérését és feljegyzését végzi. A számvitel általános rendszerét többféleképpen csoportosítják, annak megfelelően, hogy milyen információs igénynek kell megfelelnie. Az egyik megközelítés szerint a számvitel külső és belső számvitelre tagolható. Külső számvitel keretébe a pénzügyi könyvelés és az annak adataiból összeállított beszámoló elkészítése tartozik, ez a pénzügyi számvitel, ami arról ad számot, hogy a vállalkozás teljesítménye és ráfordításai hogyan alakultak, és hogyan hatottak a vagyoni, pénzügyi helyzetre. A belső számvitel a költségelszámolást, a teljesítmény-elszámolást, különféle (pl. tervezési, beruházási) számításokat, a vállalati statisztikákat jelenti, ez a vezetői számvitel, feladata a tevékenység folyamatának teljes körű megfigyelése. A pénzügyi számvitel által készített beszámoló tartalmazza a érleget, az eredménykimutatást, és a kiegészítő mellékleteket. Ezeknek az összeállítását törvény szabályozza. A vezetői számvitel által készített dokumentumoknak nincsenek kötött szabályai, mélységét és módszereit a vállalkozás vezetői alakítják.

Magyarországon, a piacgazdaság megjelenésével a számviteli információs rendszerrel szemben olyan követelmény alakult ki, hogy felépítése nemcsak a központi információs igényeket elégítse ki, hanem a bel- és külföldi befektetőket, hitelezőket, versenytársakat is.

Az információs szükségletet egyrészt a tervezési és ellenőrzési folyamat elégíti ki, ugyanakkor ezeknek a folyamatoknak az elindításához is szükségünk van információkra, ami alapján el lehet indítani a tervezést és ellenőrzést. Az információ, mint a döntések alapja az egyik legfontosabb erőforrása egy vállalatnak. Az utóbbi években exponenciálisan fejlődő információs technológia megteremtette a nagy tömegű adattárolás és kezelés technikai lehetőségét. Széles körben megfigyelhető, hogy a vállalkozások jóval több adatot termelnek és tárolnak, mint amennyit valójában felhasználnak. Az információs rendszerek sokat segítenek az információk rendszerezésében, döntés előkészítésben.

## Vállalati információs rendszerek kiépítése

A vállalatirányítási információs rendszer, a szakirodalomban egyre inkább ERP-ként (Enterprise Resource Planning<sup>1</sup>) emlegetett [információs rendszer](#) – a [vállalat](#) környezetére, belső működésére és a vállalat – környezet tranzakcióira vonatkozó információk koordinált és folyamatos beszerzését, feldolgozását, tárolását és szolgáltatását végző személyek, tevékenységek, valamint a funkciók ellátását lehetővé tevő hardver- és szoftvereszközök összessége.

Az információs rendszer fő összetevői: az [ember](#), mint döntés-előkészítő és döntéshozó; a külső és belső [információ](#); és a külső és belső [hardver](#) és [szoftver](#) elemek, szervezeti megoldások (azaz az [orgver](#)).

Az információ ellátási feladatot több fázisra lehet bontani [1]:

---

<sup>1</sup> Vállalkozási forrástervezés

1. Az információ szükséglet megállapítása - milyen információkra, milyen pontossággal, milyen időközökkel és melyik címzettnek van szüksége az információra;
2. Információ beszerzés és feldolgozás – a belső és külső információs források kiválasztása, az információk költségeinek és hasznainak figyelembe vétele, az információk részletezése, összekapcsolása;
3. Információátadás és –értelmezés – bemutatási lehetőségek kiválasztása (grafikus, táblázatos, stb.) a számok és értékek értelmezése, okok és hatások kimutatása, cselekvési alternatívák és döntési szabályok előterjesztése;
4. Információtárolás és feldolgozás – a tárolóeszköz és számítástechnikai háttér megválasztása.

Tartalom szempontjából az információ szükséglet lehet operatív, ezek azok az információk, amik a feladatok elvégzéséhez folyamatosan szükségesek, és lehet stratégiai, amelyek a hosszú távú vállalati fejlődéshez szükségesek.

Az információ feldolgozása során különböző mutatószámokat lehet kiszámítani, amelyek segítenek abban, hogy értékeljék a vállalkozás teljesítményét, feltárják a kritikus pontokat. Ezek a mutatók törtek, mindig van egy viszonyítandó adat és egy viszonyítási alap, ezért meg van az információ vesztes veszélye, ha nem tudjuk egyértelműen meghatározni a mutató értékének változását. (például nem tudhatjuk hogy egy tört értékének változását a nevező, vagy a számláló értékének változása okozta. Ezért általában egy mutatót további almutatókra kell bontani – bővítéssel, felbontással- így egy mutatószámrendszert kapunk. Az irodalom rengeteg mutatószámrendszert ismer, ami segít a vállalat vagyoni, pénzügyi, jövedelmezőségi, vagy hatékonysági helyzetfelmérésében. A két legismertebb mutatószám rendszer:

1. A DuPont- mutatószámrendszer, ismertebb néven a ROI (Return On Investment<sup>2</sup>) mutatószám Ezt 1919-ben dolgozta ki a DuPont vegyipari konzern.[2] Ez a mutató az osztóke megtérülést méri, egy %-os érték. Annak hatékonyságát méri, hogy a vállalkozás milyen hatékonyan ruház be a minél nagyobb profit érdekében. Kifejezi a beruházás által elérendő cél mértékét. Másképpen fogalmazva az elérendő eredmény és a ráfordítások viszonya. Kiszámítása az alábbiak szerint történik:

$$ROI = \frac{\text{Eredmény}}{\text{Ráfordítás}}$$

A Du Pont mutatószámrendszer a vállalati gyakorlatban gyakran jelent tervezési és utólagos elemzési (ellenőrzési) eszközt is;

2. A ZVEI- mutatószámrendszer (Zentralverband der elektrotechnischen Industrie<sup>3</sup>) – Az Elektronikai Ipari Szövetség 1969-ben hozta nyilvánosságra.[3] Többször kibővítették, módosították, ma is a legfontosabb monetáris mutatószám rendszer. Két fő célja van, hogy tervezéskor a célértékeket a mutatószámok segítségével számszerűsíteni lehessen, valamint időbeli és üzemi összehasonlítások segítségével kell használni az elemzési lehetőségeket. A ZVEI vegyes mutatószámrendszer ahol részben

<sup>2</sup> Befektetés visszatérítése

<sup>3</sup> Villamos ipari központi társaság

matematikai, részben logikai összefüggések érvényesülnek. A rendszer viszonyszámokat és abszolút adatokat egyaránt tartalmaz. Felhasználja a számviteli beszámoló, valamint a költségek és teljesítmények, a belső eredményszámítások adatait. A ZVEI rendszer alapvetően két megközelítésben vizsgálja a vállalkozást, egyrészt a vállalat növekedését, fejlődését értékeli (növekedéselemzés), másrészt a működés, a gazdálkodás különböző megközelítésű vizsgálatát (struktúraelemzés) jelenti

### **Számítástechnikai támogatás a tervezésben és számvitelben**

Akkor beszélhetünk integrált vállalatirányítási rendszerről, ha szoftver támogatja a vállalat pénzügyi, kereskedelmi, vagy, gyártási tevékenységének legalább két komponensét. A standard programok alkalmazásának meg vannak az előnyei és hátrányai. Előny, hogy nincs a programnak fejlesztési ideje, jól kalkulálható a beszerzése, a szoftware-ek rugalmassága lehetővé teszi újabb modulok beépítését. Hátrány lehet, hogy olyan funkciókat is tartalmaz, ami felesleges, időközönként meg kell újítani a licence szerződést, és bármilyen új paraméterezést csak a programot forgalmazó cég tehet meg. Az egyedi software kifejlesztése nagyobb költségekkel jár és időigényes a fejlesztési és tesztelési idő miatt, de a vállalat a saját szempontjai szerint építheti fel, nem tartalmazza csak azokat a funkciókat ami a vezető tervezési és ellenőrzési feladatait segíti. Előny a saját fejlesztésű programnál a bővítés egyszerűbb lehetősége is.

Ahhoz, hogy az alkalmazott információs rendszer hatékony legyen, szükséges, hogy a vállalat irányítási logikájának megfelelően moduláris felépítésű legyen, és egyes moduljai legyenek egyenként, és akár korlátozott funkció terjedelemben is bevezethetők. Az integrált rendszer moduljai közt logikai kapcsolat kell legyen, közös adatbázist kell felépíteni, ami biztosítja a modulok közti kapcsolatot. A moduláris felépítés nem csak egyes modulok használatát teszi lehetővé, hanem újabb modulokat lehet integrálni.

Egy jó felépített rendszer moduljai közös adatbázison dolgoznak, nincs szükség az egyes funkciókat ellátó modulok közötti külön adatátvitelre. Egy-a vállalati életben szokásos eseménysort feltételezve a raktáros miközben a raktárkezelő modult használja, közli a rendszerrel, hogy egy bizonyos áru beérkezett hozzá, az információ azonnal megjelenik a főkönyvben is, amit az arra jogosult könyvelő a pénzügyi és számviteli modult használva, akár meg is nézhet. A beszerző látja, hogy a megrendelt áruból mikor mennyi érkezett meg, s az értékesítési osztály dolgozója, vagy a termelés szervezéséért felelős személy szintén az aktuális állapot ismeretében dolgozhat. Egy felhasználó szemszögéből nézve az integráció egyrészt a különböző alkalmazási területek (pl. készletgazdálkodás, értékesítés) integrált együttműködését jelenti, másrészt a területileg, szervezetenként elkülönülő felhasználó csoportok adatainak egységes kezelését is. Egy értékesítő pl. a vevőinek nem csak a saját tagvállalatával szembeni tartozását látja, hanem a teljes vállalattal szemben fennállót is. Az integráció középpontja egy olyan egységes adatállomány, mely lehetővé teszi, hogy egy vállalat valamennyi szervezeti egysége automatikusan ugyanazt a számlakeretet, anyagszám rendszert, vevő ill. szállító azonosítót használja. A rendszer egyszerre biztosítja a vállalat egységes információigényét és a szervezeti egységek önálló gazdálkodá-

sát. A vállalatok többségénél az SAP (Systeme, Anwendungen und Produkte<sup>4</sup>) integrált rendszert vezették be. Ez egy moduláris rendszer, ami a teljes vállalati folyamatot lefedi. Lehetővé teszi a minőségellenőrzést, az anyaggazdálkodást, a termelés tervezését, a pénzügyi könyvelés, az eszköznyilvántartást és a költségszámítást. Az SAP után a második helyért folyik a harc. Erre a helyre jó eséllyel pályázik az Oracle Financials, amely elsősorban pénzügyi területen és az államigazgatásban erős. Az Oracle főleg ott próbálja bevinni a cégekhez az Oracle Financialst, ahol adatbázis-kezelője és alkalmazásai révén már amúgy is megvetette a lábát. Ugyancsak a második helyért száll ringbe a BPCS (Business Planning and Control System<sup>5</sup>) is, amelynek specialitása az, hogy elsősorban AS/400-as platformon fut. Mivel ez a megkötés szűkítette a BPCS piacát, ezért elkészítették a rendszer UNIX-os verzióját is, így a BPCS teljes mértékben fel tudja venni a harcot a konkurens rendszerekkel. A BPCS rendkívül nagy rekordszámot tud kezelni, ilyen nagyságrendű feladatokra csak az SAP és a BPCS alkalmas. Az árban egy kategóriát jelentő SAP- Oracle Financials- BPCS hasonló piaci pozíciókkal rendelkezik Magyarországon is, mint a nagyvilágban. Ez nem érvényes a többi, e kategóriában tartozó, de valamivel olcsóbb programcsomagra, pl. a Baan-ra, [4] (A vállaltirányítási integrált programot két testvér, Jan Baan és testvére Paul Baan fejlesztette ki).

### Összegzés

Az információ az egyik legfontosabb erőforrása egy vállalatnak. Egy vállalat életében többféle információról beszélhetünk. Nevezhetjük bemeneti információknak azokat, amik a vállalat környezetéről tájékoztatják a vállalat vezetését. Ezek lehetnek információk a fogyasztási szokásokról, versenytársakról, eladási árról, vagyis mindarról, ami alapján a vezető eldöntheti a termelés irányát. A vállalat is köteles információt adni saját működéséről, ezeket készíti el a pénzügyi számvitel, ez a mérleg, az eredménykimutatás és a kiegészítő melléklet, ami a vállalat vagyoni és pénzügyi helyzetéről ad információt a vállalat érintettjeinek. A vállalati integrált rendszerek sokat segítenek az információk hasznos feldolgozásában, a vezetők számára a döntés előkészítésre és döntéshozatalra. alkalmassá tételében. A mai felgyorsult világban előfordulhat, hogy túl sok információ áll rendelkezésre, ezért szükség van ezek rendszerezésére, kiválogatására, hogy csak azok az információk álljanak a vezető rendelkezésére, amelyek igazán befolyásolják a döntéseket. A számítástechnikai támogatás felgyorsítja, és hatékonyabbá teszi a vállalati tervezést és ellenőrzést.

### Irodalom

- [1] Horváth & Partner: *Controlling, Út egy hatékony controlling rendszerhez*, Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó Budapest, 1997, 154.old
- [2] Horváth & Partner: *Controlling, Út egy hatékony controlling rendszerhez*, Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó Budapest, 1997, 158.old

<sup>4</sup> Rendszerek, használatok termékek

<sup>5</sup> Üzleti tervezés és ellenőrző rendszer

[3] Hanyecz Lajos: *Controlling és üzleti tervezés*, Saldo Kiadó, Budapest, 2009, 223.old

[4] webhely: [mai.kando.hu/documents/tantargy/gazdinfo/ADUIVR.doc](http://mai.kando.hu/documents/tantargy/gazdinfo/ADUIVR.doc)

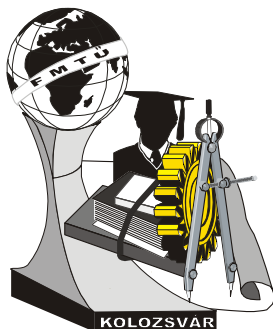
**Szilágyi Judit**, Phd hallgató

Munkahely: Wekerle Sándor Üzleti Főiskola

Cím: 1083 Budapest Jázmin u. 10.

Tel.: 36-70-314-0385

E-mail: [szkj@freemail.hu](mailto:szkj@freemail.hu)



# XVI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2011. március 24–25.

## JÁRMŰ- ÉS CSOMAGOLÁSIPARI MŰANYAG HULLADÉK KEVERÉKEK TERMIKUS ANALÍZISE

SZŰCS András, ÁDÁM Balázs, KAPITÁNY Norbert

### Abstract

In this research we compounded the most widely used polymeric materials (PE, PP, PET) of the automotive and packaging industry. DSC measurements were carried out on the original and the compounded blends. There were constant heating rate, and different cooling rate during the DSC measuring. We experienced that the slowest cooling rate causes the largest degree of crystallinity of the samples. Melting heats varied according to the concentrations and the melting peaks completely separated from each other showing the separated crystalline phases.

### Key words:

thermo-analytics, Melting, polymer blends, recycling

### Összefoglalás

Kutatómunkánk során a járműipar, és a csomagolásipar legnagyobb mennyiségben előállított hulladékait, a poli-etilént (PE), a polipropilént (PP), és a poli(etilén-tereftalát)-ot (PET) kevertünk össze különböző százalékban. Az originál anyagokon és az elkészített keverékeken a DSC mérés során állandó fűtési sebességet használtunk és változtattuk a hűtési sebességekkel. Azt tapasztaltuk, hogy a leglassabb hűtési sebesség okozza a legnagyobb kristályossági fokot, a minták összetevőiben. A koncentrációnak megfelelően változtak az olvadáshők, valamint az olvadási csúcsok teljesen elkülönültek egymástól, ami a kristályos fázisok szeparációjával magyarázható.

### Kulcsszavak:

thermo-analitika, kristályolvadás, műanyag keverék, újrahasznosítás

### 1 Bevezetés

A műanyag hulladékok kezelése egyre fontosabb feladat, hiszen egyre több terméket állítunk elő műanyagokból, kiváltva a korábban használt hagyományos anyagokat. Minden terméknek van egy életútja, így előbb, vagy utóbb hulladék válik belőle. Az egyik olyan terület, ahol egyre több műanyag termék kerül beépítésre, és válik később hulladékká, a járműipar. A legnagyobb mennyiségben felhasznált anyag a polipropilén (PP), és a polietilén (PE). A másik nagy műanyag hulladék előállító iparterület a csomagolástechnika, ahol az üres PET (poli(etilén-tereftalát)) palack okoz komoly környezetvédelmi problémát, ezért újrafeldolgozhatóságának vizsgálata szintén fontos feladat.

Kutatásaink célja ennek a két nagy terület alapanyagainak vizsgálata; a három alapanyag darálékainak keverésével. Ezt az indokolja, hogy a szétválogatás igen költséges művelet, ezért először meg kell vizsgálnunk, hogy válogatás nélkül milyen tulajdonságokkal rendelkeznek a keverékek. Ehhez először meghatározott összetételű keverékeket kell készíteni, feltérképezve a különböző százalékban össze-



kevert „új” alapanyag tulajdonságait. Közleményünkben az elkészített keverékek termikus tulajdonságait ismertetjük.

## 2 Kísérleti rész

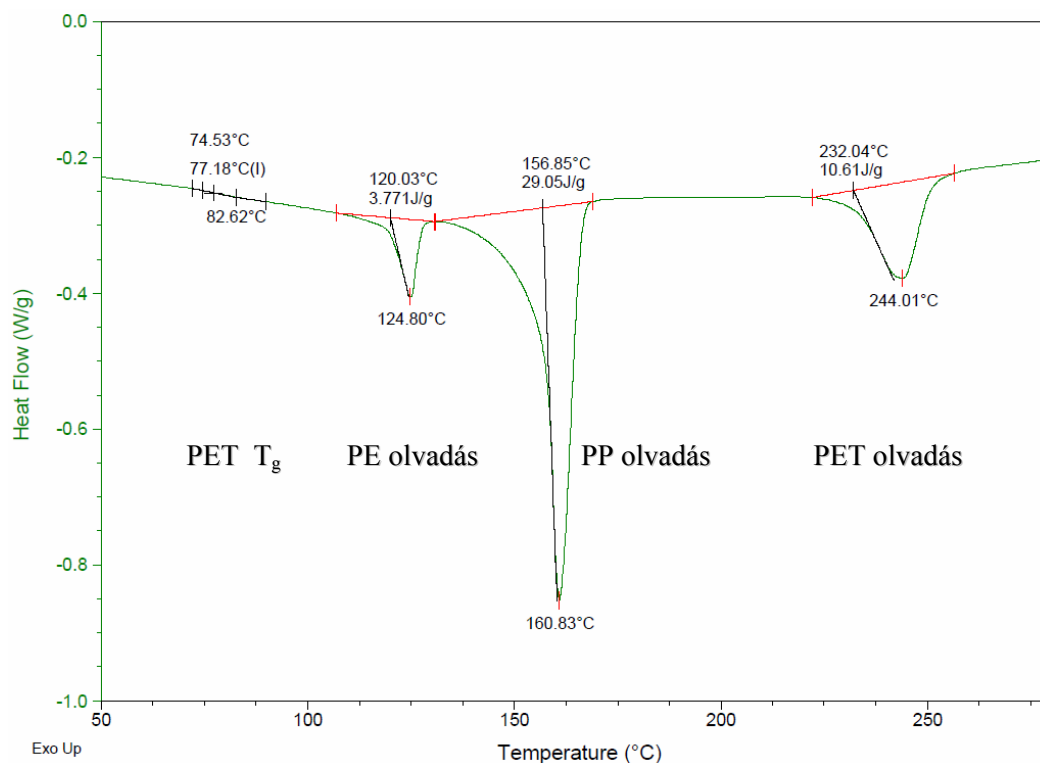
A kísérletekhez PE, PP, és PET darálékokat használtunk fel, amit járműalkatrészekből, és palackokból állítottunk elő. A darálékokból meghatározott összetételű keverékeket készítettünk egy feldolgozó extruderhez kapcsolt független meghajtású IDMIX keverővel. A keverékekből granulátumot készítettünk a későbbi próbatest fröccsöntéshez, a mechanikai tulajdonságok meghatározásához.

Az vizsgálatok során először meghatároztuk az autóiipari hulladékok, és a PET anyag olvadási jellemzőit, majd a különböző koncentrációjú keverékeket, 20%, 40%, és 60%-os, készítettünk és jellemeztük. Az extrudálási hőmérséklet PE-PP keverék esetén 220°C, a PET-et tartalmazó keverékeknél 265°C volt. Az extruder fordulatszáma 100 f/perc volt.

Az ötféle keverékmintán termikus analízist végeztünk TA Q200 DSC mérő berendezéssel. DSC mérés során az entalpiaváltozásból következtetünk az anyagban lejátszódó változásokra, mint például kristályolvadás, kristályosodás, üvegesedési átmenet, vagy újrakristályosodás. A PE-PP keveréket 220°C-ig, a PE-PP és PET keverékeket 280°C-ig vizsgáltuk nitrogén gáz atmoszférában.

## 3 Mérési eredmények

DSC mérés során a mintákat több ciklusban hevítettük és hűtöttük. A szabályozott sebességű hűtés alkalmazásával kialakított szerkezetet tudjuk vizsgálni a következő fűtési ciklusban.



1. ábra A 40% PET tartalmú keverék DSC mérés görbéje

Az 1. ábra a 40% PET tartalmú keverék DSC mérés görbáját mutatja, ezen mutatjuk be a görbe jellegzetes pontjait.

Az átalakulások a görbe csúcsaihoz köthetőek. A lefele mutató csúcsok endoterm a felfele mutató csúcsok exoterm átalakulást jelölnek.

Jól látható, hogy először a PET üvegesedési hőmérséklete jelenik meg 80°C körül, ezt a PE olvadása követi 124°C-os csúccsal, ezt rögtön követi a PP olvadása, 160°C-os csúccsal. A PET kristályolvadása csak magasabb hőmérsékleten, 244°C-os hőmérsékleten következik be. A csúcsok alatti terület a kristályolvadáshoz szükséges entalpiát mutatja J/g-ban, ebből következtethetünk a keveréket alkotó komponensek kristályainak mennyiségére, mivel a felhasznált anyagok részben kristályos szerkezetűek.

A különböző összetételű keverékek vizsgálatánál több fűtési-hűtési ciklust alkalmaztunk, mert a hűtést követő fűtésből az anyag termikus előéletére kapunk információt. Minden esetben 10 °C/perces fűtési sebességet alkalmaztunk és 1, 5, 10, és 20 °C/perces sebességgel hűtöttük a mintákat. Ezáltal megvizsgálhatóvá válik, hogy a kristályos fázisra a keverék összetételén kívül a hűtési sebesség is hatással van-e.

A különböző összetételű keverékekben az alkotó alapanyagok olvadáshői az 1. táblázatban láthatóak.

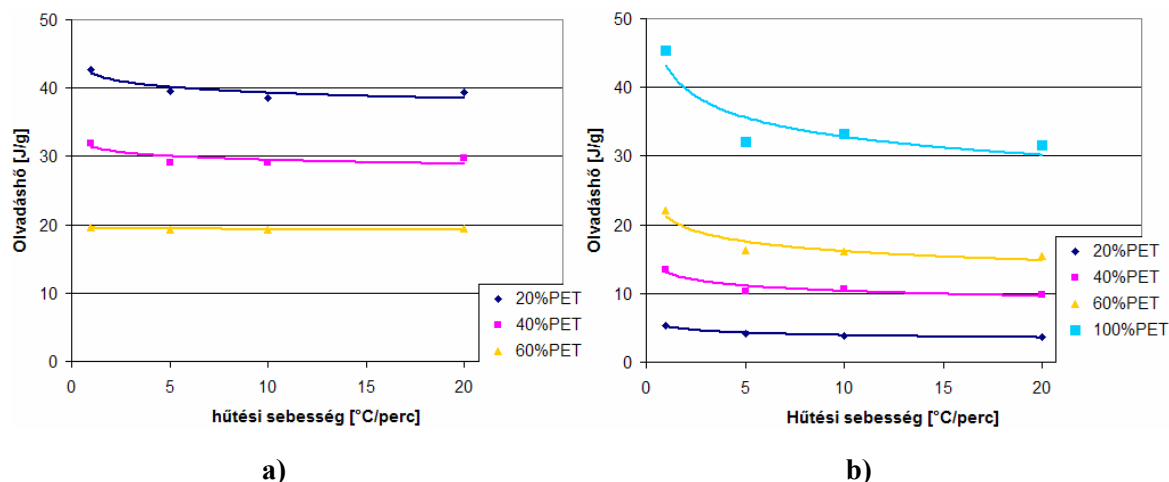
**1. táblázat** Az olvadási hő változása az összetétel és a hűlési sebesség függvényében

Keverék összetétel és alapanyag		Olvadáshő [J/g] ...°C/perc hűtési sebesség után			
		1 °C/perc	5 °C/perc	10 °C/perc	20 °C/perc
100 %	PE	-	-	4,36	-
100 %	PP	-	-	49,81	-
20 % PET keverék	PE	4,284	4,307	4,428	4,844
	PP	42,62	39,53	38,52	39,36
	PET	5,279	4,188	3,819	3,65
40 % PET keverék	PE	2,918	3,183	3,771	3,342
	PP	31,95	29,10	29,05	29,70
	PET	13,52	10,26	10,61	9,826
60 % PET keverék	PE	1,967	2,299	2,231	1,737
	PP	19,65	19,22	19,22	19,44
	PET	22,08	16,29	16,09	15,42
100 % PET		45,29	31,99	33,26	31,57

Az olvadási hő változásaiból látható, hogy a PET mennyiségének növelésével a PE, és a PP olvadáshői értelemszerűen folyamatosan csökkentek, mivel a keverékben található anyagmennyiség is kevesebb lett. Ennek megfelelően a PET olvadáshői növekedtek. A mérési eredmények alapján azt mondhatjuk, hogy műanyag keverékek összetételének mennyiségi meghatározására alkalmas a DSC módszer.

A hűtési sebesség változása legkevésbé a PE kristályosodási folyamatát befolyásolta, mind a négy értéken hasonló maradt, az eltérések szóráson belül vannak. Ez a polietilén molekulák nagy mozgékonyságának, flexibilitásának a következménye.

A PP, és a PET esetén a mért értékek változásait a 2. ábra szemlélteti.



2. ábra Olvadási hő változása az összetétel és a hűtési sebesség hatására  
a) - PP esetén; b) - PET esetén

A PP és a PET anyagok kristályossági foka a legkisebb hűtést követően volt a legnagyobb. A hűtési sebesség növelésével az olvadáshő csökkent, és jó közelítéssel állandó értéken marad. A hűtési sebességre kevésbé érzékeny PP kristályossági foka is változott a hűtési sebességgel, hasonlóan a PET-hez, azonban a változás lényegesen kisebb volt.

#### 4 Összefoglalás

Kutatómunkánk során a járműipar, és a csomagolásipar legnagyobb mennyiségben keletkező hulladékeit, a polietilént (PE), a polipropilént (PP), és a poli(etilén-tereftalát)-ot (PET) kevertünk össze különböző mennyiségben. A keverékeken DSC mérést végeztünk. A fűtési sebesség minden esetben 10°C/min volt a hűtési sebességet azonban változtattuk. Azt tapasztaltuk, hogy a leglassabb hűtési sebesség okozza a legnagyobb kristályossági fokot. A hűtésre kevésbé érzékeny PP-nél is észleltünk változást, ami valószínűleg a PET kristályosságának változásából eredhet. A DSC görbéken látható, hogy a PE, PP és a PET alapanyagok olvadása teljesen elválik egymástól, így a keverékek összetevői nem elegyednek egymással.

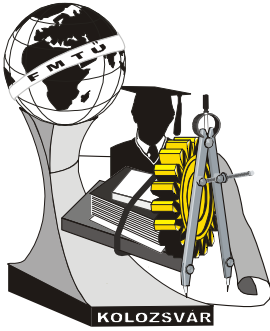
Szűcs András, főiskolai adjunktus; Ádám Balázs, tanszéki mérnök; Kapitány Norbert, hallgató

Munkahely: Kecskeméti Főiskola GAMF Kar. FMTI Műanyag-, és Gumitechnológiai Szakcsoport

Cím: Magyarország 6000 Kecskemét Izsáki út 10.

Telefon: +36 70 551 62 82, +36 76 516 395

E-mail: adam.balazs@gamf.kefo.hu



# XVI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2011. március 24–25.

## FRÖCCSÖNTŐ SZERSZÁM KITÖLTÉSÉNEK VIZSGÁLATA

SZÜCS András, PÓSA Márk

### Abstract

The molten polymers are non-Newtonian materials because their viscosity apart from the temperature depends on the shear rate, pressure, the molecular weight, molecular weight distribution, flow geometry. The properties of the injection moulded part depend on the filling process. The goal of our research is to study the filling of the injection moulds. An instrumented injection mould was designed for the measurements. As against a standard injection mould, it has an open cavity so the material can flow out from the mould. Due to the technique, the filling time can be extended up to some seconds. The flow rate, in this manner the deformation rate, material and mould temperature was changed during the measurements. Due to the new technique, the cavity filling was studied and the pressure gradient was determined as function of process parameters. The flow properties were determined in wide shear rate range of the polyethylene (Tipolen FA 2210) material.

### Key words:

Polymer, rheology, injection moulding, polyethylene, viscosity

### Összefoglalás

A műanyag ömledékek nem-newtoni folyadékok, így a viszkozitásuk a hőmérsékleten kívül a deformáció sebességétől, a nyomástól, molekula tömegtől és molekula tömeg eloszlástól, és az áramlási geometriától is függ. Ennek következtében a fröccsöntő szerszámban leképzett műanyag termék tulajdonságait a kitöltés folyamata erősen meghatározza. Kutatásunk célja a fröccsöntő szerszámok kitöltésének a tanulmányozása. Méréseinkhez terveztünk egy műszerezett fröccsöntő szerszámot, melyben egy zárt formaüreg helyett egy nyitott rést munkáltunk ki, így az anyag a szabadba ki tud áramolni. A módszernek köszönhetően a kitöltés tartósan, néhány másodpercig is fenntartható. A mérések során változtattuk az anyag térfogat áramát, így a deformáció-sebességet, a szerszám és az anyag hőmérsékletét. A vizsgálati módszerrel sikerült meghatározni a vizsgálati paraméterek hatását a kapilláris kitöltése alatt felépülő nyomás gradiensre, továbbá széles deformációsebesség tartományban meghatároztuk a vizsgálati LDPE (Tipolen FA2210) anyag folyási jellemzőit is.

### Kulcsszavak:

Műanyag, reológia, fröccsöntés, polietilén, viszkozitás

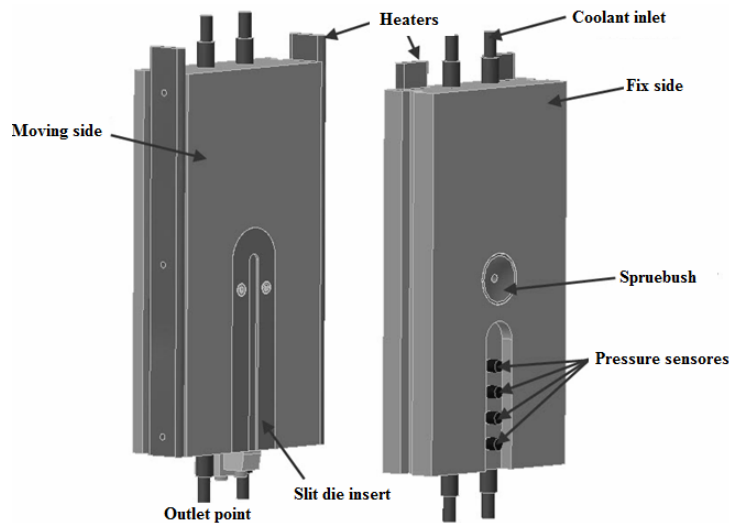
### 1. Bevezetés

Egyre több műszaki alkalmazásban használnak műanyag alapanyagot. Ezt elsősorban a műanyagok viszonylag alacsony árával, az olcsó gyártási költségekkel, és az anyag kis fajsúlyával magyarázhatjuk. Az egyik legelterjedtebb feldolgozási technológia a fröccsöntés, mely során műanyag ömledéket nagy sebességgel és nagy nyomással préselünk egy fröccsöntő szerszám zárt formaüregébe. A végtermék szerkezete és minősége a leképzési folyamat hatására megváltozhat, azaz a kitöltési folyamat pontos ismerete egyre inkább nélkülözhetetlen. Műanyagok reológiai jellemzői számos labor műszerrel és néhány új típusú berendezéssel is meghatározható [1, 2, 3]. Kutatásunk célja az volt, hogy az anyag áramlási jellemzőit a feldolgozási körülmények között tudjuk tanulmányozni, ezért terveztünk egy spe-

ciális fröccsöntő szerszámot. A szerszámban több helyen tudjuk mérni az anyag nyomását. Vátoztattuk az anyaghőmérsékletet, szerszám hőmérsékletet az anyag áramlási sebességét és mértük az üregben kialakuló belső nyomást.

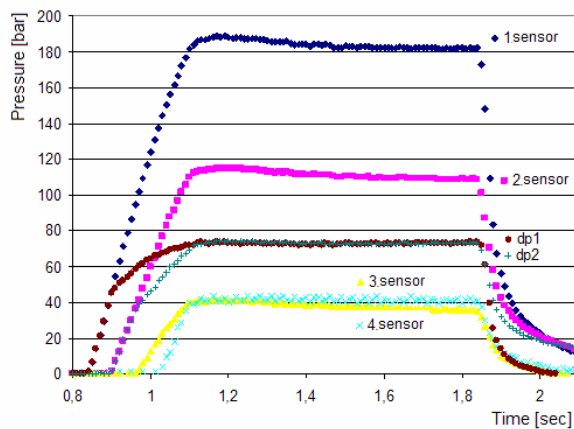
## 2. Kísérleti rész

A kísérleti szerszám álló- és mozgó-oldali formalapja az 1. ábrán látható. Az anyag a beömlő perselyen keresztül jut a négyzet keresztmetszetű áramlási részbe, a szerszám betétbe. Az álló oldali formalapban találhatóak a nyomásérzékelők. Az áramlási rész egy cserebetétben lett kimunkálva, így a méréseket többféle keresztmetszettel is elvégeztük.



1. ábra Kísérleti szerszám felépítése

A 2. ábrán a mért nyomásértékek láthatóak az idő függvényében. A rés kitöltése két jól elkülöníthető fázisra bontható. Az elsőben az anyag az üregben áramlik és sorra eléri a nyomásérzékelőket, a nyomás növekszik. Majd az anyag kilép a kapillárisból és beáll egy állandó maximális nyomásérték.

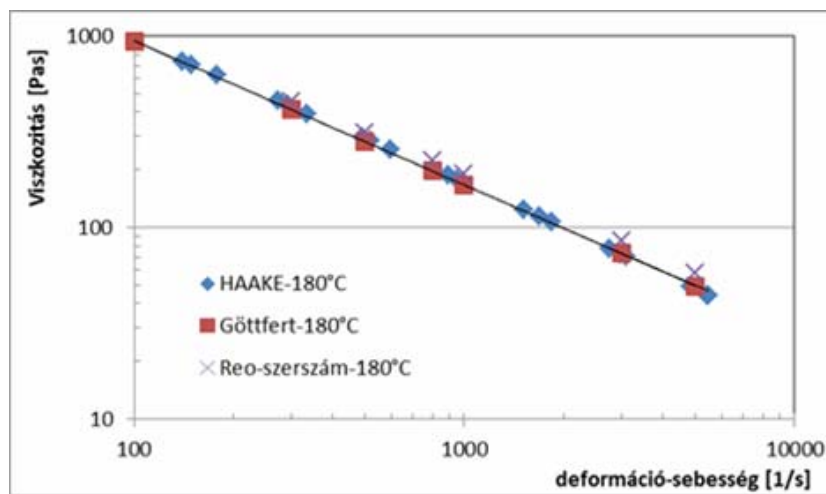


2. ábra Primer mérési eredmények

A kiértékeléshez az állandósult nyomásértékeket használtuk. A mért eredményekből a réskapillárisokra érvényes összefüggésekkel meghatároztuk az anyag viszkozitás görbéjét.

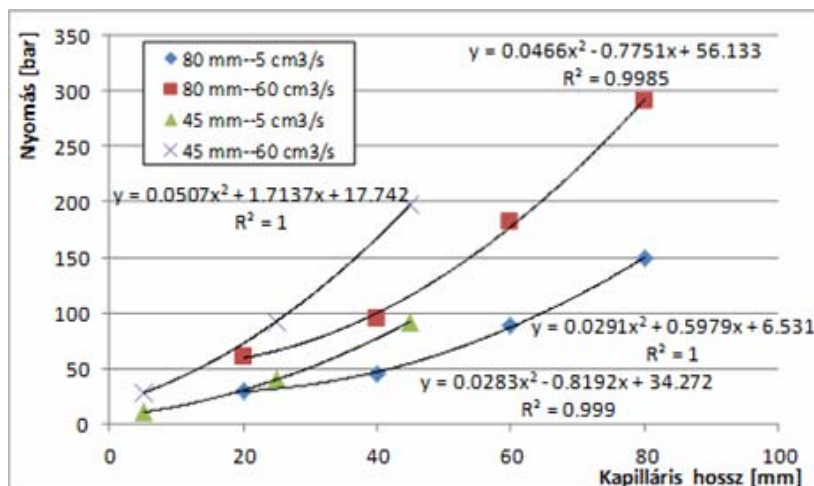
### 3. Mérési eredmények

A vizsgálat anyag viszkozitás görbáját több hőmérsékleten, és több mérőberendezéssel is meghatároztuk. A 180°C-os anyag és szerszám hőmérsékleten mért eredményeket a 3. ábrán mutatjuk be. A mérési eredmények alapján azt mondhatjuk, hogy a berendezés alkalmas reológiai mérésekre, a különböző módszerekkel meghatározott viszkozitás görbék jó közelítéssel azonosnak mondhatóak. A kifejlesztett módszer nagy előnye, hogy a szerszámhőmérsékletének változtatásával (a szerszám hűtésével) anizoterm körülmények között is méréseket tudunk végezni, így a mérési eredmények azonosak a fröccsöntés körülményeivel. A mérési eredményekből a kitöltés termikus körülményei is számíthatóvá válnak [4].



3. ábra Különböző berendezésekkel meghatározott viszkozitás görbék

A mérések során változtattuk a térfogat áramot és a kapillárisbetétek hosszát. A 4. ábrán az üregben kialakuló nyomás gradiens látható a kapillárisbetét hosszának függvényében. Megállapítható, hogy a belső nyomás nem lineárisan csökken az áramlási út függvényében. Ez a jelenség az úgynevezett kilépési veszteséggel és az áramló anyagban lezajló relaxációs folyamatokkal magyarázható.



4. ábra Nyomás gradiens a részben

#### 4. Összefoglalás

A kutatásunk során létrehoztunk egy olyan mérőberendezést, amely alkalmas műanyag ömledékek folyási jellemzőinek meghatározására. A berendezés szabadalmaztatási folyamata elkezdődött. Meghatároztuk egy kis sűrűségű polietilén alapanyag folyási jellemzőit. A mérési eredmények jó egyezést mutattak a szabványos berendezésekkel mért értékekkel. Meghatároztuk a kapillárisbetétben ébredő belső nyomás függvényét. Változtattuk az anyag és a szerszám hőmérsékletét és nyomás értékekből és a nyomás gradiensből következtetni tudunk a szerszám fala közelében kialakult megdermedt héjréteg vastagságára.

#### Irodalom

- [1] I. Clavería, C. Javierre, L. Ponz: *Method for generation of rheological model to characterize non-conventional injection molding by means of spiral mold*, Journal of Materials Processing Technology, 162–163, 477–483. (2005)
- [2] S.C Chen, R.I. Tsai, R.D. Chein, T.K. Lin: *Preliminary study of polymer melt rheology behaviour flowing through micro-channels*, International Communications in Heat and Mass Transfer, **32**, 501-510. (2005)
- [3] Szűcs András: *Fröccsöntés technológiai paramétereinek hatása az üregnyomásra*, II. Mechano-plast Országos Doktorandusz Konferencia, 2005. november 12.
- [4] Hans Martin Laun: *Pressure dependent viscosity and dissipative heating in capillary rheometry of polymer melts*, Rheol Acta 42, 295–308. (2003)

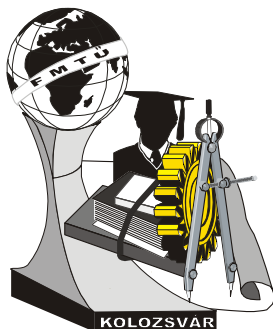
**Szűcs András**, főiskolai adjunktus (doktorandusz)

Munkahely: Kecskeméti Főiskola Gépipari Automatizálási Műszaki Főiskolai Kar Műanyag- és Gumitechnológiai Szakcsoport

Cím: H-6000, Magyarország, Kecskemét Izsáki út 10.

Telefon / Fax: +36-76-516300

E-mail: szucs.andras@gamf.kefo.hu



# XVI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2011. március 24–25.

## FRÖCCSSZIMULÁCIÓS PROGRAMOK ANYAGMODELLJEINEK MEGHATÁROZÁSA

SZŰCS András, TÓTH Gergely

### Abstract

Different material properties were measured in order to do injection moulding simulation. The aim of our study was to determine their effect on the simulations. It was also our aim to find out the differences between the literature and measured data. The measurements were designed according to the “real life” circumstances. It was found that the developed material models improved the simulation technique.

### Key words:

polymer, injection moulding, moulding simulation, material properties

### Összefoglalás

Munkánk során anyagjellemzőket mértünk, amiket fröccs szimulációs programban használtunk fel. A célunk az volt, hogy tanulmányozzuk, milyen módon befolyásolják a szimulációkat azok a különbségek, amelyek a „gyári” adatok és az általunk kimért tulajdonságok között vannak. A méréseket igyekeztünk a lehető legkörültekintőbben elvégezni, valamint figyeltünk arra, hogy a mérési eljárások közel essenek a valós feldolgozási körülményekhez. Saját anyagmodellek felhasználásával sikerült közelebb kerülni a szimulációkkal a valós mérhető paraméterekhez.

### Kulcsszavak:

műanyag, fröccsöntés, fröccs szimuláció, anyagtulajdonságok

### Bevezetés

Kutatásaink során a Moldex 3D fröccs szimulációs programmal dolgoztunk. A Moldex3D a világ egyik vezető CAE (Computer Aided Engineering) szoftvere a műanyag fröccsöntés területén. Szimulációs technológiájával a legszélesebb körű műanyag fröccsöntési eljárások vizsgálhatók, ezzel az adott termék optimalizálható terméktervezés és gyárthatósági szempontok alapján. Az optimalizációs eljárással lerövidíthető a termék piacra kerülési ideje, és maximálható a termék befektetésének a megtérülése. A Moldex3D szoftvercsaládból az *eDesign* számos eszközt nyújt a szerszámtervezők számára, melyekkel a termék és a szerszám majdani viselkedése vizsgálható, még a szerszámgyártást megelőzően. Munkánk során a szimulációkhoz felhasznált anyagjellemzők hatását vizsgáltuk a számított eredményekre. A program rendelkezik saját anyagbankkal, amiben megtalálhatunk számos hőre lágyuló alapanyagot és a hozzájuk tartozó anyagmodelleket. Lehetőségünk van azonban saját anyagmodelleket létrehozni, és azokat felhasználni a futtatások során. Az anyagmodell felépítéséhez meg kell határoz-



nunk az anyag különböző hőmérsékleten mért folyásgörbéit, viszkozitás görbéit, PVT diagramját, hővezetési tényezőjét valamint fajhőjét és különböző időfüggő mechanikai tulajdonságait. Kutatásunk célja az, hogy általunk meghatározott anyagmodellek felhasználásával végezzünk szimulációs futtatásokat és azokat vessük össze a valós fröccsöntés eredményeivel, illetve a gyári anyagmodellből kapott értékekkel. Arra keressük a választ, hogy jobban közelítenek-e a valósághoz azok a szimulációk, melyek során az általunk kimért anyagjellemzőket használtuk fel.

### **Kísérleti rész**

A méréseket két olyan alapanyagon végeztük, melyek a Moldex 3D anyagbankjában is megtalálhatók. Vizsgáltunk egy Lexan 500R típusú üvegszál töltésű polikarbonátot és egy Zytel 101L NC010 típusú natúr poliamidot. Az üvegszál töltetű anyag esetében érdekesség, hogy a szimulációs program hogyan kezeli a töltőanyag okozta anizotrop viselkedéseket, orientációs jelenségeket.

### **Viszkozitás görbék, PVT diagram, és hővezetési tényező meghatározása**

A viszkozitás, hővezetés és PVT méréseket egy Göttfert Rheograph 25 típusú kapilláris reométeren végeztük. (1. ábra.) A viszkozitás görbék meghatározásához különböző hőmérsékleteken vizsgáltuk a viszkozitás változását a deformációs sebesség függvényében [1]. PVT diagram mérés során a hőmérsékletet és nyomást szabályozzuk, miközben mérjük az anyag fajtérfogatát [2].

A Göttfert Rheograph 25-ös alkalmas hővezetés tényező kimérésére is. A hővezetési tényező egy anyagi jellemző, amely a hőmérsékletnek a térbeli és időbeli eloszlásának jellemzésére szolgál, miután a rendszer adott helyén egy hőmérsékletváltozás következett be [3]. A hőközlés kétféle módon történhet: vagy állandó térfogaton (izochór folyamatban), vagy állandó nyomáson (izobár folyamatban) [4].



*1. ábra Göttfert Rheograph*

### **Fajhő mérése**

A fajhő méréséhez a TA Instruments által gyártott DSC Q200-as (Differential Scanning Calorimetry) készüléket használtunk (2. ábra.). A differenciális pásztázó kaloriméterek olyan készülékek, amelyek a hőáram regisztrálására alkalmasak. Endoterm hőeffektus esetén a minta hőmérséklete elmarad a refe-

rencia anyagéhoz képest. Exoterm reakció esetében a helyzet fordított. Az energiakompenzációs DSC berendezésekben a bekövetkező entalpiaváltozás közvetlenül mérhető [4].



2. ábra DSC készülék

### Időfüggő mechanikai tulajdonságok meghatározása

Az anyagok viszkoelasztikus tulajdonságait a TA Instruments által gyártott DMA (Dynamic Mechanical Analysis) Q800-as készülékkel (3. ábra.) határoztuk meg. A DMTA berendezéssel műanyagok viszkoelasztikus, valamint időfüggő mechanikai tulajdonságait határozhatjuk meg. A mérés eredményeképpen elsősorban a hőmérséklet ( $T$ ), a frekvencia (deformáció sebesség) ( $f$ ) és az amplitúdó (deformáció) ( $A$ ) függvényében lehet meghatározni a minták tárolási- ( $E'$ ), és veszteségi modulusát ( $E''$ ). Ugyancsak meghatározható a veszteségi tényező ( $tg\delta$ ) is. A minták anyagai lehetnek hőre keményedő gyanták, gumyszerű anyagok, amorf, töltött vagy töltetlen hőre lágyuló anyagok, bár napjainkban a fémek mechanikai tulajdonságainak meghatározására is egyre gyakrabban használják [5].



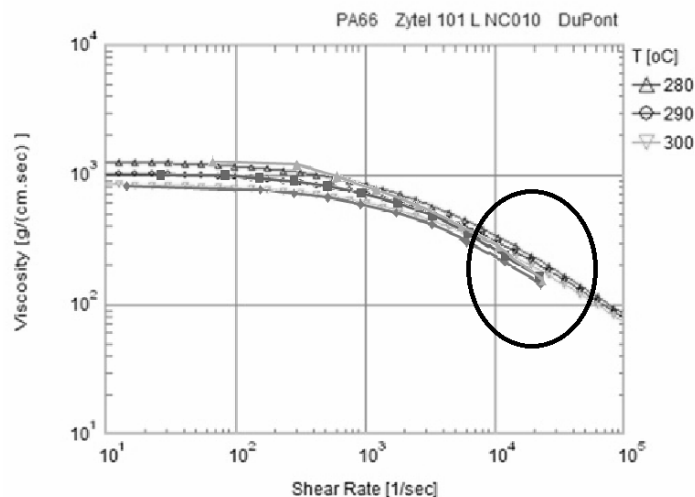
3. ábra DMTA berendezés

### Értékelés

A fröccs-szimulációk során a vizsgálati szabványos próbatest kitöltését vizsgáltuk. A kitöltési analízisek eredményei során mértük az üregnyomást, a zsugorodást és vetemedést. Viszkozitás görbéknél megfigyeltük, hogy magas deformációs sebesség tartományban eltérés tapasztalható a program adatbázisában található görbékhez képest (4. ábra.). Mivel fröccsöntésnél jellemzően az ömledék nagy sebességgel áramlik így ennek befolyásoló hatása nem elhanyagolható. Természetesen más eltéréseket is tapasztaltunk, de a cikk terjedelmének korlátozottsága miatt ezt nem részletezzük.

Jövőbeni célunk kidolgozni egy izobár PVT mérést ugyanis jelenleg izoterm méréseket végzünk melynek során állandó hőmérsékleten változó nyomással terheljük az anyagot, és így mérjük annak fajtér-

fogat változását. Az izobár mérési eljárás lényege, hogy állandó nyomáson tartva az anyagot folyamatosan hűtjük, miközben mérjük annak fajtérfogát változását. Az izobár mérési eljárás előnye, hogy sokkal közelebb áll a mérési folyamat a valós fröccsöntési körülményekhez.



4. ábra Viszkózitás görbék

## Összefoglalás

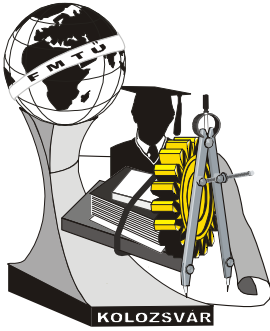
Az eredményekből megállapítható, hogy minden esetben közel áll a valósághoz az a szimuláció amely során saját mérési eredményekből meghatározott anyagmodellt használtunk, így feltételezhetjük, hogy olyan anyaggal is tudunk szimulációt futtatni ami nem áll rendelkezésre a szoftver anyagbankjából.

## Irodalom

- [1] Leonor Pérez-Trejo, José Pérez-González, Lourdes de Vargas :*About the determination of the steady state flow for polymer melts in capillary rheometers*, Polymer Testing, Volume 20, Issue 5, 2001, Pages 523-531
- [2] Halász László, Molnár Imre, Mondvai Imre: *A polimerek feldolgozásának reológiai alapjai*, Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1978
- [3] <http://hu.wikipedia.org>
- [4] Verhás József: *Termodinamika és reológia*, Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1985, Műanyag és gumi 2004. 41 évfolyam 1. szám
- [5] E. Kaisersberger: *Determination of viscoelastic properties with TMA, DMTA and DSC*, Thermochemica Acta, Volume 93, 15 September 1985, Pages 291-293

**Szűcs András**, doktor jelölt; **Tóth Gergely**, gépészmérnök

Munkahely: Kecskeméti Főiskola GAMF Kar. FMTI Műanyag-, és Gumitechnológiai Szakcsoport  
 Cím: Magyarország 6000 Kecskemét Izsáki út 10.  
 Telefon / Fax: +36 70 554 08 56  
 E-mail: toth.gergely@gamf.kefo.hu



# XVI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2011. március 24–25.

## PÉCS - EKF VÁROSRÉSZ KÖZTERÜLETEINEK MEGÚJÍTÁSA

A KÖZTERÜLET FEJLESZTÉS AKTUÁLIS KÉRDÉSEI

dr. TAMÁS Anna Mária

### Abstract

In 2010 Pécs was the European Capital of Culture. In the framework of this several public spaces have been renewed and the rehabilitation of the so called ECC district has also been carried out among others. The first part of the talk deals with the current issues of the development of public spaces, analyzing various strategies for town development and public spaces development and introducing the influence they exert on society and culture. Designing public spaces serves as an indicator specifying various social problems. It is an area where the private sphere and the opportunities of the community to create value are connected to one another, so it may be considered as a value for the whole society.

In the second part of the talk using a concrete example from Pécs we shall further analyze and answer the above mentioned issues from the perspective of the actual implementation. The experiences gained in the course of design and implementation will be introduced and conclusions will be drawn.

### Key words:

urban planning, urban development, urban design, public spaces

### Összefoglalás

Pécs 2010-ben Európa Kulturális Fővárosa volt. Ennek keretében számos közterülete újult meg, többek között az újonnan EKF városrésznek nevezett terület rehabilitációja is megtörtént. Az előadás első része a közterületek fejlesztésnek aktuális kérdéseivel foglalkozik, a város és közterület fejlesztési stratégiákat elemzi, azok társadalmi és kulturális hatásait mutatja be. A közterület tervezés indikátor szerepet tölt be, a társadalmi problémákat igen konkrétan jeleníti meg. Az a terület, ahol a személyesség és a közösség értékteremtő lehetőségei egybekapcsolódnak, ezért össztársadalmi értéként tekinthetünk rájuk.

Az előadás második részében egy pécsi konkrét példán keresztül, a gyakorlati megvalósítás szempontjából történik feltett kérdések tovább elemzése, és megválaszolása, a tervezés és megvalósulása során szerzett tapasztalatok bemutatása és a következtések levonása.

### Kulcsszavak:

várostervezés, városfejlesztés, közterület-fejlesztés

### A közterület fejlesztés aktuális kérdései

A város és annak közterei, a közösségi lét színtere, a kor és a társadalom egyértelmű lenyomata. Az utóbbi évtizedben a közterület használat mind mennyiségében, mind minőségében változáson ment keresztül. A bevásárló központok megjelenése új feladatok elé állítja a tervezőket. Míg a történeti belvárosok - például Pécs esetében is - kihalttá válnak, legjobb esetben is a turisták töltik meg azokat, addig a plázákban nyüzsg az élet. Fontos feladat, hogy ezt a tendenciát megállítsuk, és a köztereket újra vonzóvá tegyük a használók számára. A probléma megoldását lehetne a szigorú szabályozásban és fő-

képp egyéni gazdasági érdekeknek a várost kiszolgáltató városvezetési gyakorlat megváltoztatásában keresni. Ez kétségtelenül egy megoldandó probléma. Másrészt tisztán tervezői kérdésként kezelve is egyértelmű kihívást jelent. Olyan közterületeket kell tervezni, melyek valós alternatívái tudnak lenni a plázák komfort szempontjából vonzóbb tereinek.

A város-rehabilitáció az épületállomány megújításával együtt, vagy attól függetlenül, önálló akció keretében is történhet. Leggyakrabban az épületállomány megújulásától függetlenül történik, sőt sokszor azzal a célkitűzéssel, hogy a közterületek megújítása a teljes városrész, ezáltal épületállomány felértékelődését fogja eredményezni. Az elmúlt időszakban elsősorban az infrastruktúra fejlesztésén alapuló rehabilitáció volt jellemző Európa városaiban. Ezt követően kialakultak a helyi identitás megőrzésére, vagy megteremtésére irányuló kulturális alapú fejlesztések. A módszer már számos esetben bizonyított, a következtetések levonása már megtörtént.

A közterület használat a folyamatos életmódváltozással együtt dinamikusan változik. Ha ebből a szempontból ma megpróbáljuk kategorizálni az egyes típusokat, akkor az egyik oldalon azok a köztetek találhatók, amelyek kapcsán inkább a politikai/hatalmi elit által definiált és működtetett kulturális formáról van szó, a skála másik oldalán olyan köztetek találhatók, amelyek különféle szubkulturális csoportok öntevékenységének eredményeképp jönnek létre.

Magyarországon ma a közterület rehabilitáció leginkább a történeti városmagok, és azok környezetében történik. Ez annyiban befolyásolja a tervezést, hogy a helyi jelleg már adott, csak a körülmények, a területtel kapcsolatos igények változtak meg. A közterület fejlesztés célja ebben az esetben a meglévő értékek megőrzésén túl, azok újraértelmezése, a köztudatba betöltött identitáserősítő funkciójuk hangsúlyozása. Ezen felül a mai köztér a kultúra egy jelentős platformja is, ezért fontos hogy a mindenki számára jól elérhető megoldások magas színvonalúak és előremutatóak legyenek. A gyakorlatban ez leginkább a vizuális színvonal emelésén, a látkör kiszélesítésén keresztül mutatkozik meg.

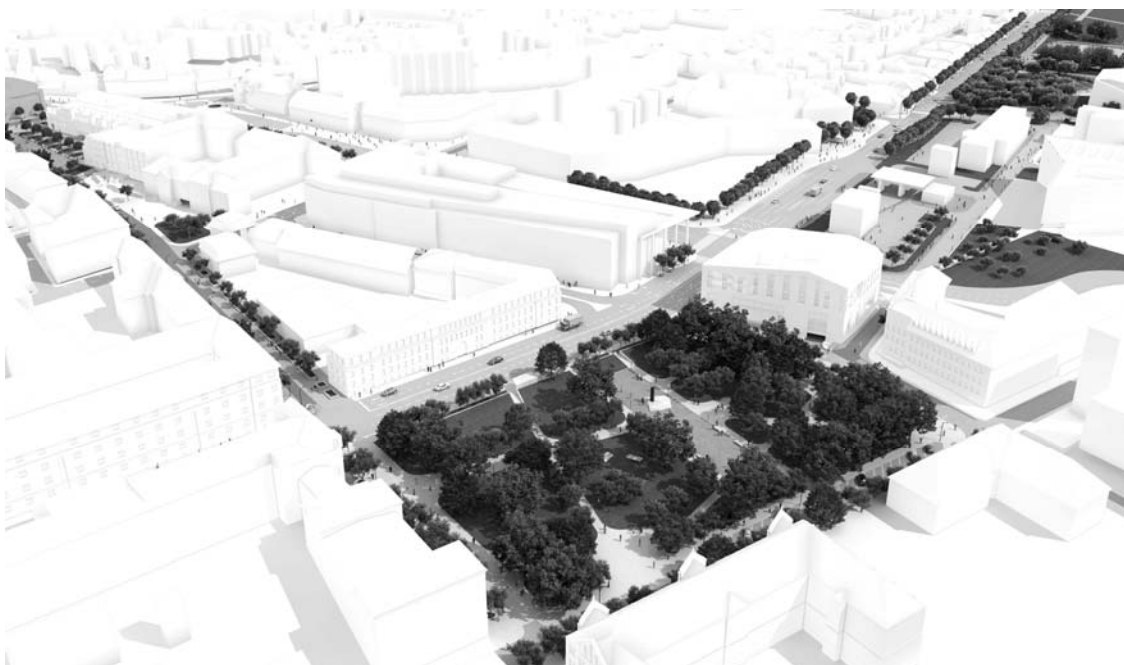
A történeti városmagok terei jórészt elvesztették eredeti funkciójukat. A meglévő tereink legtöbb esetben az eredetileg piactér funkcióval rendelkező főterek, és a történeti városmag szélén lévő, ma már a belvárosnak számító régi vásárterek, ill. a nagyrészt a XX. században kialakított közparkok. Ma általában – mivel funkciójuk már jó ideje nem tisztázott – elég lepusztult állapotban vannak. Az utóbbi időben megvalósult példák alapján elmondható, hogy legtöbb esetben ezek fejlesztése a burokkaltok cseréjén, a zöldfelület rendbehozatalán és néhány utcabútor elhelyezésében merülnek ki, holott jóval többről van szó, ill. sokkal többről kellene szólnon. Az egyes területekre – a már korábban említett társadalmi problémák kapcsán – csak akkor tér vissza ténylegesen és hosszú távon az élet, ha azok új célját és szerepét meghatározzuk, ha azok erős és konzekvens arculattal rendelkeznek.

### **Pécs - EKF városrészrész közterületeinek megújítása**

Célkitűzésünk egy olyan városrész kialakítása volt, mely a meglévő - és sok esetben kiküszöbölhetetlen hiányosságok ellenére is - egy hosszú távon is élhető városi környezetet tud biztosítani. A káros jelenségek csökkentésével, és a meglévő kedvező adottságok kibővítésével, visszakerülhessen a most

még szürke foltként létező térség a városlakók mentális térképére, az utcákra, terekre visszatérjenek az emberek, visszatérjen az élet.

Egyszerűen megvalósítható, minőségi, tartós, a helyi hagyományokra épülő, előremutató megoldásokat kerestünk. Fontos szempont volt továbbá a feladat azon kettősségéből származó igény kielégítései is, hogy a Kulturális Főváros látogatói, az itt élők és az egyetemisták egyaránt magukénak érezhesek a városrészt. Legyenek személyes kötődési pontok, de a különböző csoportok, generációk egyszerre, közösen töltsék meg a tereket, utcákat. Az „EKF városrész” a történelmi belváros közvetlen szomszédságában kerül el, gyakorlatilag a város közepén. Korábban kaotikus, városszéli hangulat jellemezte, annak ellenére hogy a területen olyan patinás épületek is megtalálhatók, mint az egyetem épületei, vagy a valaha szebb napokat látott Balokány liget.



*1. kép Pécs-EKF városrész közterületei - látványterv*

A feladat sokszorosán összetett volt, egy teljes városrész rehabilitációja, fejlesztése volt a cél, mely túlmutatott egy hagyományos tervezési feladaton, városépítészeti, szociális, kulturális szempontok figyelembevétele nélkülözhetetlen volt. A rövid határidő és a szűk keretek miatt a megvalósíthatóság kérdése elsődleges volt. Olyan józan, ütemezhető megoldásokat kerestünk, melyek garantálni tudják, hogy a terv 2010-ig kivitelezhető, mivel ennek hiányában a teljes EKF beruházások minősége csökkenhet. Kerültük a túlzó ötleteket (felül- aluljárók, nagyobb szabású tereprendezések), inkább kevesebb, de jó minőségű megoldásokat kerestünk, melyek könnyen kivitelezhetők, finanszírozhatók és nem utolsó sorban, a hosszú távon fenntarthatók.

A nagy forgalmú utak által okozott káros hatásokat zöld védőfolyosóval, védőfallal és gyalogos sétányok átvezetésénél - a forgalomtechnikai megoldásokon túl - egyértelmű burkolati jelekkel oldottuk

meg (sétány burkolatának átvezetése). Szintén „zöld térfalat” alakítottunk ki a városszéli funkciók el-  
takarására is.

Az EKF városrést megközelítő elsődleges tengelyeket, gyalogos és kerékpáros utakat, úgy alakítottuk  
ki, hogy egyértelmű, tiszta vonalvezetésű, karakteres sétányok jöjjenek létre. A tájékozódást az egyes  
csomópontokban képzőművészeti alkotásokkal kívántuk segíteni, a Király utca végén lévő EKF szo-  
borral, a Felsővámház és Lánc utca csomópontjánál tervezett Zsolnay szoborral, vagy a keleti EKF vá-  
roskapuval, azonban ezek a fejlesztések a megfelelő finanszírozási kereteke hiányában nem valósultak  
meg. Fontos szempont volt, hogy a fogyatékkal élők számára is használható utak, terek, parkok jöjje-  
nek létre, ezért síkban lévő padka nélküli gyalogos utakat terveztünk a mozgáskorlátozottak számára,  
melyen vakvezető burkolat is kialakítható.

## Összegzés

Napjainkban a tervezési folyamatok átalakulnak, mind alapvető, módszertani és szellemi síkon, mind  
gyakorlati szinten. Magyarországon is már megjelentek előremutató, pozitív tendenciák, amelyek az  
alkotó folyamatok körülményeit meghatározzák. Ilyenek voltak például az egyes közterület rehabilitá-  
ciós projekteket megelőző tanulmányok, a pályázatok lefolytatása, a fejlesztés céljainak meghatá-  
rozása. Sajnos – a tapasztalatok azt mutatják – hogy ezt követően, az eddig többé-kevésbé sikeresen  
működő rendszer felborul, és a közös célok partnerség alapú megoldása, az osztársadalmi értékterem-  
tés helyett, az egyéni érdekek bonyolult hálójában, csapdájába kerül a folyamat. A társadalom által fel-  
ismert értékek az emberi tevékenység, az élet olyan mozgatóerői, amelyek nélkül a társadalom e-  
gyetlen csoportja, közössége sem tud élhető életet élni. Mára a környezetépítés és a kultúramegőrzés, -  
teremtés feladata az anyagiakon túlmutató olyan eszközök birtokában valósítható meg, amelyekkel ed-  
dig nem rendelkezünk. Új lehetőségek nyíltak, a látókörünk szélesebb, a társtudományokkal, társmű-  
vészetekkel együttműködő építészeti tervezési folyamatok finomodtak. Az persze kérdés – hogy a mai  
krízishelyzetben – mennyire tudjuk célravezetően használni a birtokunkba került eszközöket.

A közterület tervezés indikátor szerepet tölt be, a társadalmi problémákat igen konkrétan jeleníti meg.  
Az a terület, ahol a személyesség és a közösség értékteremtő lehetőségei egybekapcsolódnak. A világ-  
építészet tágulásával a differenciálódás és specifikáció, az egyetemesség és regionalitás együtt és egyi-  
dejűleg jellemzi az építészeti gondolkodást. Ezért a személyes fejlődés és a közösségi értékteremtés  
egymástól elválaszthatatlan.

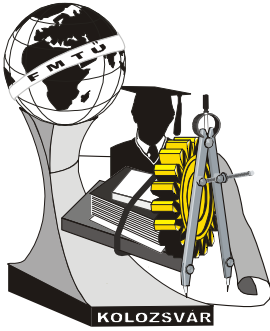
**Tamás Anna Mária** DLA (egyetemi tanársegéd)

Munkahely: Pécsi Tudományegyetem, Pollack Mihály Műszaki Kar, Tervezési és Építészeti Ismeretek  
tanszék

Cím: 7623 Magyarország, Pécs, Rókus u. 2.

Telefon / Fax: +36 20 924 8002

E-mail: anima@pmmk.pte.hu



# XVI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2011. március 24–25.

## 3D LÉZER MÉRÉSEK

TAMÁS Levente

### Abstract

This paper is about the promising 3D technology for mobile robots, automation industry or manufacturing. The first part of the paper describes the design details of 3D a time of flight measurement system based on 2D laser range finder, while in the second part there are shown the laser scan data assembler together with experimental results as well.

### Key words:

3D perception, Laser range finder, 3D mapping

### Összefoglalás

A dolgozat egy 3D mérés technológiát ismertet a mobilis robotok valamint az építészetben hasznosítható domíniumban. Az első részben a felépítést ismerteti, míg a második rész a mért adatok feldolgozását taglalja.

### Kulcsszavak:

3D percepció, lézeres mérések, 3D térképezés

## 1. Bevezetés

Több módszer is ismert ahhoz, hogy 3D méréseket lehessen elvégezni. Ezek a módszerek 3 kategóriába oszthatóak annak függvényében, hogy milyen technológiát használva mérnek: kamrák, lézerek. Az egyik legpontosabb módszer a lézeres méréseken alapul [1].

## 2. Készülék megtervezés

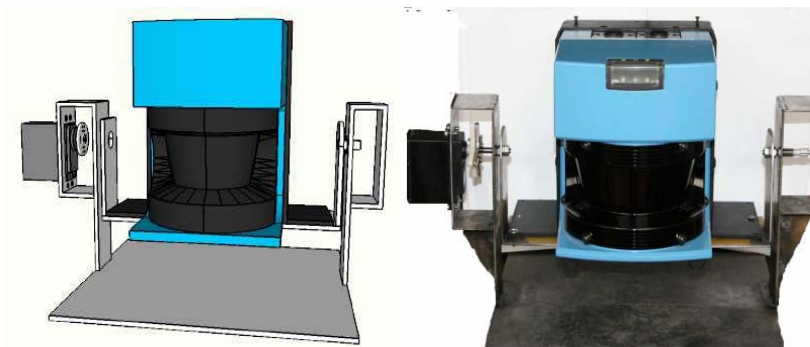
Ez a fejezet a 3D lézer készülék megtervezését valamint működési elvét írja le. A tervezett mérőeszköz egy SICK LMS 210 ipari mérőműszerre alapul.

A terv részét a már említett mérőműszer valamint egy forgó platform képezi, amely segítségével a 3.-ik dimenziót sikerül a mérésekbe behozni [2]. A terv, valamint annak a megvalósítása az 1-es ábrán látható.

A mért pontokat  $(p_i, \theta_i, \gamma_i)$  koordinációkkal lehet leírni, ahol  $\rho$  a távolságot jelöli,  $\theta, \gamma$  pedig a mért pont szögeltérései. A Cartesian rendszerben ezt a következő képen lehet leírni:

$$p = \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \gamma & 0 & \sin \gamma \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin \gamma & 0 & \cos \gamma \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \rho \cos \theta \\ \rho \sin \theta \\ 0 \end{pmatrix}$$

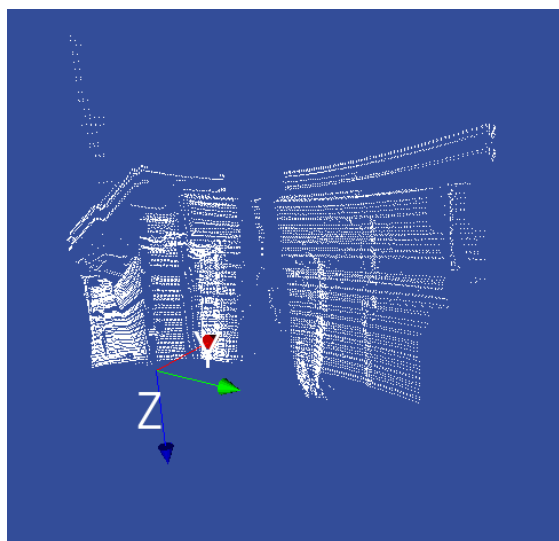




*1. ábra A terv valamint a megépített prototípus*

### 3. Következtetések / Összefoglaló

A leírt mérési rendszerrel készített első irodai mérések eléggé biztatóak. Az emelkedési szöget csökkentve, akár centiméteres pontosságot is el lehet érni.



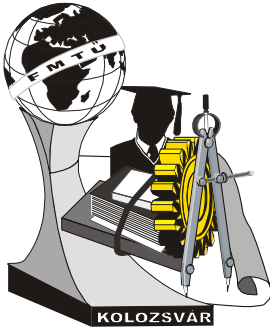
*2. ábra Egy mérés minta*

#### Irodalom

- [1] W. Brugard, S. Thrun, D. Hähnel: *Learning compact 3d models of indoor and outdoor environments*, in IJCAI, 2001
- [2] O. & Wagner, B. Wulf: *Fast 3D-Scanning Methods for Laser Measurement Systems*, in Proceedings of the International Conference on Control Systems and Computer Science, Bucharest, 2003

#### dr. Tamás Levente

Munkahely: Kolozsvári Műszaki Egyetem, Automatizálás Kar  
 Cím: Románia, Kolozsvár, Daicovicu u. 12. sz.  
 Tel: +40-726-280 667  
 E-mail: levente.tamas@aut.utcluj.ro



# XVI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2011. március 24–25.

## SZEMLÉLETVÁLTÁS A LOGISZTIKAI OUTSOURCING VIZSGÁLATÁBAN

TAMÁS Péter, dr. KOVÁCS György, dr. ILLÉS Béla

### Abstract

Outsourcing process for finished goods storage activities is introduced in our paper. Recently applied processes are described in the study and a process was elaborated which can increase the efficiency of the outsourcing process. The defined process will be more efficient by the application of a Virtual Logistics Enterprise (VLV) which uses unified data-structures and decision making- or optimization methods. The details of the conception relating to the VLV were introduced in paper [3]. In addition advantageous of establishment and operation of VLVs are also described. The VLV is applied not only for examination of outsourcing possibilities but also for verification of the outsourced activities. These functions require the establishment and application of Virtual Logistics Enterprises.

### Key words:

logistics, outsourcing, warehousing

### Összefoglalás

A dolgozat a késztermék-raktározási tevékenységek kiszervezési folyamatával foglalkozik. Bemutatja a gyakorlatban jelenleg alkalmazott-, valamint egy több éves kutató munka során meghatározott eljárást a kiszervezési folyamatok hatékonyságának növelésére. A kidolgozott eljárás a kiszervezési vizsgálatot egy Virtuális Logisztikai Vállalat (továbbiakban: VLV) alkalmazásával teszi hatékonyabbá egységes adatstruktúra, valamint döntési és optimalási eljárások alkalmazásával. Ezen VLV működési koncepciója a [3] publikációban kerül ismertetésre. Továbbá a dolgozat feltárja a VLV rendszer kiépítésének és használatának előnyeit is. Ezen módszer alkalmazásával nem csupán a késztermék-raktározási tevékenységek kiszervezésének vizsgálata, hanem a már kiszervezett tevékenységek felülvizsgálata is megvalósítható lesz, ezzel biztosítva a VLV használata iránti igény folyamatosságát.

### Kulcsszavak:

logisztika, outsourcing, raktározás

## 1. Bevezetés

Napjainkban a termelő vállalatok a költséghatékonyabb gazdálkodás érdekében logisztikai tevékenységeiket egyre gyakrabban szervezik ki logisztikai szolgáltatók számára. A logisztikai outsourcing növekedésében jelentős szerepet játszik az, hogy az utóbbi időszakban Magyarországon is létrejöttek olyan logisztikai szolgáltató vállalatok, amelyek magasabb szakmai színvonalon és/vagy gazdaságosabban tudják ellátni a termelő vállalatok bizonyos logisztikai tevékenységeit mint maguk a termelő vállalatok [4]. A beszerzési-, termelési-, az újrahasznosítási és az elosztási logisztikai rendszerek esetén számos logisztikai tevékenység (szállítás, raktározás, kommissiózás, stb.) outsourcing-ba adási vizsgálata lehetséges. A logisztikai tevékenységek közül a késztermék-raktározási tevékenységek kerültek kiválasztásra. Ezen kutatási terület megválasztása a gyakorlati igények alapján történt.

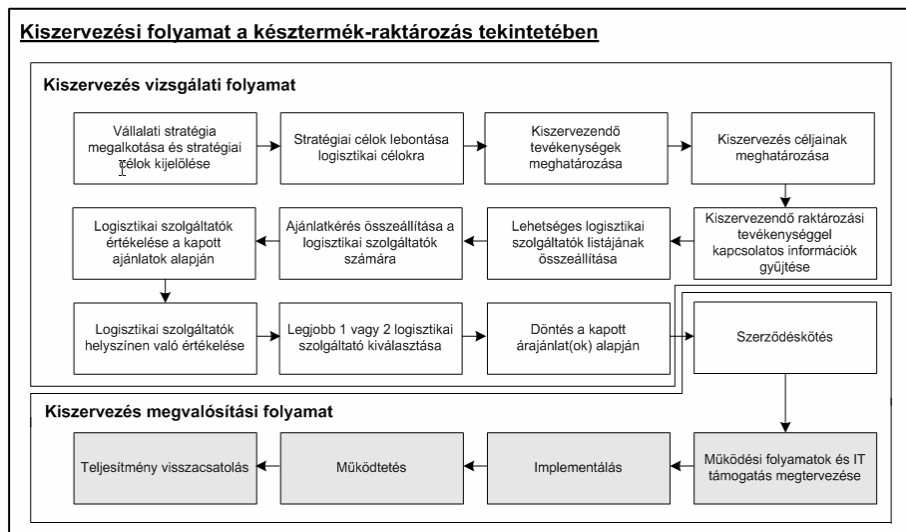
Számos felmérés eredményei azt mutatják, hogy – a termelő vállalatok szemszögéből – az alábbi logisztikai célok elérése bizonyul a legfontosabbnak [1]:

- átfutási idők csökkentése;
- rugalmasság növelése;
- raktározási költségek-csökkenése;
- logisztikai menedzsment leterheltségének csökkenése;
- logisztikai információk jobb elérhetősége, stb.

Ezen célok elérésének egyik, ha nem a legfontosabb eszköze a megfelelően kialakított raktározási rendszer. A vevők körének és igényének dinamikus változása miatt, valamint a termékek életciklusának rövidülése miatt a termelő vállalatok raktározási rendszerét időszakonként szükséges felülvizsgálni és racionalizálni. Ez manapság az outsourcing lehetőségének figyelembevétele nélkül nem történhet meg.

## 2. Kiszervezési folyamat a gyakorlatban (késztermék raktározásnál)

A kiszervezési folyamat két részfolyamatra tagolható, vagyis a **kiszervezés vizsgálati** és a **kiszervezés megvalósítási** folyamatra.



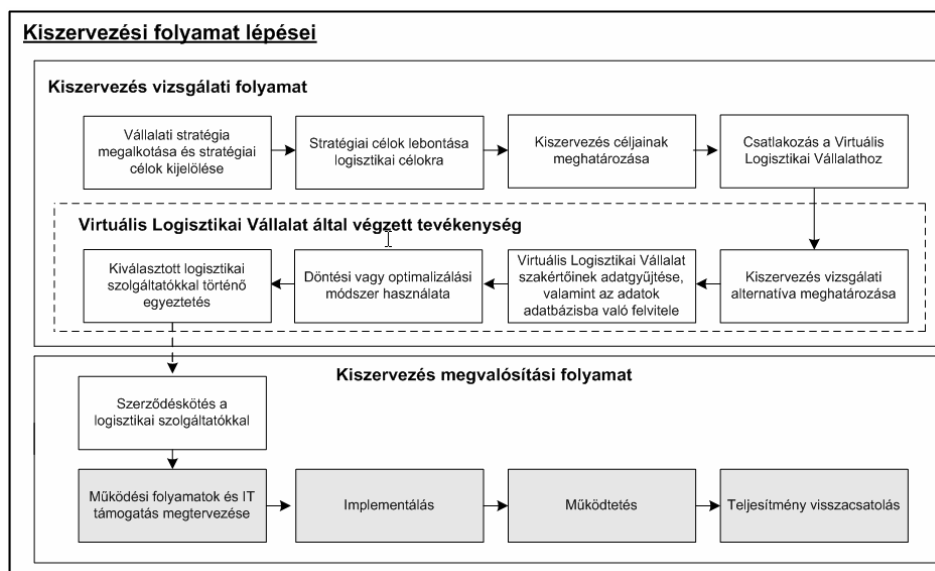
1. ábra Kiszervezési folyamat a gyakorlatban

A kiszervezés vizsgálati folyamat a vállalati stratégiai célok megalkotásától a kiszervezés céljainak meghatározásán keresztül az outsourcing-ba vevő felek kiválasztásáig tart. A vizsgálati folyamat során előfordulhat olyan eset, amikor nyilvánvalóvá válik, hogy a vállalat céljait teljesülését a kiszervezés nem szolgálja, ebben az esetben a kiszervezés, mint alternatíva nem vizsgálandó tovább.

A kiszervezés megvalósításának folyamata az outsourcing-ba adó fél és a logisztikai szolgáltató vállalat közötti szerződéskötéssel kezdődik, illetve az implementáláson keresztül a teljesítmény visszacsatolásig tart. A kiszervezési folyamat elemeinek részletes ismertetése a [2] dolgozatban kerül bemutatásra.

### 3. Kiszervezési folyamat virtuális logisztikai vállalattal (késztermék raktározásnál) [3, 4]

A kiszervezési folyamat ebben a tekintetben is két részfolyamatból, vagyis a kiszervezés vizsgálati és a kiszervezés megvalósítási folyamatból áll.



2. ábra Kiszervezési folyamat virtuális logisztikai vállalattal

A különbség csupán a kiszervezés vizsgálati folyamatban van. Ezen részfolyamatnál ugyanis a késztermék raktározás tekintetében kitűzött célok meghatározását követően a kiszervező vállalat csatlakozik egy VLV-hez, mely a késztermék raktározási tevékenységek kiszervezésének vizsgálatát, valamint szükség esetén a már kiszervezett tevékenységek felülvizsgálatát végzi el. A kiszervezés vizsgálatánál a VLV szakértői és az esetlegesen kiszervező vállalat képviselői több mint 20 vizsgálati alternatíva [5] közül kiválasztják a megbízó fél céljainak eléréséhez leginkább megfelelő vizsgálati alternatívát. A kiszervezési döntés a VLV-hez korábban- vagy csupán a kiszervezési vizsgálatkor csatlakozott logisztikai szolgáltatók egységes struktúrában és formában tárolt adatainak, valamint a kiszervező vállalat kiválasztott vizsgálati alternatívájához meghatározott a szakértők által feltárt adatok felhasználásával a VLV döntési vagy optimalizálási szoftverei segítségével kerül meghozásra. A kiszervezési döntés során meghatározásra kerül, hogy az adott vizsgálati alternatíva esetén a vizsgált raktározási tevékenységek mikor és mely raktár(ak)ban kerüljenek elvégzésre. Ez egy komplex döntés, hiszen különféle költségeket (szállítási, raktározási, rakodási, stb.), valamint minőségi és kapacitás szempontokat is figyelembe kell venni.

### 4. Kiszervezés folyamatok összehasonlítása

Egyértelműen megállapítható, hogy minden tekintetben a virtuális logisztikai vállalattal integrált kiszervezés vizsgálati folyamat hatékonyabb a gyakorlatban jelenleg alkalmazott megoldásoknál, mivel:

- a vizsgálatra fordított idő- és költség jelentős mértékben csökken, így a vállalat nagyobb rugalmassággal tud válaszolni a piac kihívásaira;

- a VLV a több- szempontot figyelembe vevő döntési- vagy optimalizálási feladat megoldásával jelentős mértékben növelheti a vállalat versenyképességét a szolgáltatási színvonal növelésével és/vagy logisztikai költségek csökkentésével;
- a VLV szakértői függetlenek, így olyan raktárakat is vizsgálhatnak melyeket a megbízók nem.
- a logisztikai szolgáltatók egységes struktúrában és módon adják meg adataikat (pl. kapacitás, tárolási módok stb.), így az adatok összehasonlíthatóvá válnak;
- A VLV nem csak a kiszervezés vizsgálatára, hanem felülvizsgálatára is alkalmas, stb.

## 5. Következtetések/összefoglaló

A dolgozat a vállalatok versenyképességét növelő kiszervezési folyamat hatékonyság növelésére ad választ egy döntési- és optimalizálási módszereket is tartalmazó VLV segítségével. Fontos megemlíteni, hogy ezen VLV gyakorlati alkalmazása hosszú távon is megvalósulhat, mivel működésével a kiszervezés vizsgálata mellett, a már kiszervezett tevékenységek felülvizsgálata is végrehajtható. Ezen vizsgálatok tudományos alapokra helyezett szakszerű elvégzésére jelentős gyakorlati igény mutatkozik.

## Irodalom

- [1] KPMG TANÁCSADÓ KFT. TANULMÁNYA: *Logisztikai outsourcing Magyarországon 2009.*, elérhetőség: [www.kpmg.hu](http://www.kpmg.hu)
- [2] James A., Tompkins, Jerry D. Smith: *The Warehouse Management Handbook*, ISBN: 0-9658659-1-6, pp 63-88
- [3] Tamás Péter, Illés Béla, Kovács György: *Outsourcing examination for finished goods storage activity with virtual logistics company*. COMEC 2010. Conference, Villa Clara, Cuba, ISBN: 978-959-250-602-2
- [4] Tamás Péter, Kovács György, Illés Béla: *Késztermék-raktározási tevékenység outsourcing-ba adási vizsgálatának költségmodellje*, MicroCAD 2010. Konferencia, P: Anyagáramlási rendszerek, Logisztikai informatika szekció kiadványa, pp.: 111-118. ISBN 978-963-661-925-1-Ö, ISBN 978-963-661-920-6, Miskolc, 2010
- [5] Tamás Péter, Cselényi József: *Alternatives for outsourcing possibilities of finished goods storage activity of production companies*, MicroCad 2007, International Scientific Conference Miskolc, pp. 101-110

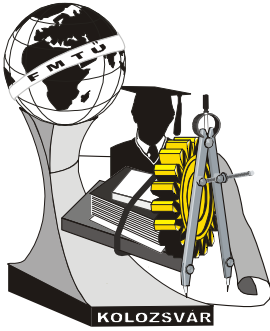
**Tamás Péter**, tanszéki mérnök

Munkahely: Miskolci Egyetem, Gépészmérnöki és Informatikai Kar, Anyagmozgatási és Logisztikai Tanszék

Cím: 3515, Magyarország, Miskolc-Egyetemváros

Telefon: +36-70-4095713

E-mail: [alttpeti@uni-miskolc.hu](mailto:alttpeti@uni-miskolc.hu)



# XVI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2011. március 24–25.

## CSÚCSTECHNOLÓGIÁT KÉPVISELŐ MARÓSZERSZÁMOK ALKALMAZÁSI SAJÁTOSÁGI

TÁLLAI Péter, MÓZES András

### Abstract

The aim of our researches was to find an answer to the question: what are the differences between the different types of ISCAR's Co. end mill cutters. In order to compare the tools in a better way, they have been used with three different milling methods (shoulder-, slot- and pocket milling-ramping). During the machining we have measured 2 components of cutting forces (axial- and feed forces). For a better comparison we have measured surface roughness parameters, too.

### Key words:

end mill cutters, milling methods, surface roughness, axial direction cutting force, feed force

### Összefoglalás

Vizsgálataink célja az Iscar cég új fejlesztésű száras marói alkalmazási sajátosságainak feltárása volt. A jobb összehasonlíthatóság érdekében a szerszámokat három forgácsolási eljárás (sarok-, horony- és lejtőmarás) közben vizsgáltuk. A megmunkálás alatt mértük a tengely- valamint az előtolás irányú erőket. Azért, hogy pontosabb képet kapjunk a szerszámok forgácsolóképességéről, a mart felületek érdességét is megvizsgáltuk.

### Kulcsszavak:

száras maró, forgácsolási eljárás, tengely irányú erő, előtolás irányú erő, érdesség

## 1. Bevezetés

A vizsgálataink fő célja az volt, hogy az Iscar cég által rendelkezésünkre bocsátott, csúcstechnológiát képviselő, különféle konstrukciójú száras marószerszámok alkalmazási sajátosságait összehasonlítsuk. A szerszámokat három különböző eljárás (sarok-, horony- és lejtőmarás) közben vizsgáltuk. A kísérletek alatt on-line mérőrendszer felhasználásával regisztráltuk az előtolás- és tengelyirányú forgácsolóerő komponenseket. A jobb összehasonlíthatóság érdekében a különböző megmunkálási paraméterek hatását a mért erőkre matematikai képletekkel modelleztük. A forgácsolóképesség összevetésében nem csak a mért erőhatásokat vettük alapul, hanem a marással megmunkált felületek érdességének alakulását is.

## 2. A kísérleti körülmények

A vizsgálatainkhoz négy különböző kialakítású, cserélhető lapkás szerszámot használtunk fel. A jelentős konstrukciós különbségek a következők voltak: a horonyemelkedési szög, a lapkák száma, azok

geometriája és rögzítése (radiális, illetve tangenciális), valamint a szerszámok „magátmérője. Ezek mind természetesen hatással voltak az alkalmazhatóságukra.

A megmunkálások során négy forgácsolási adatot ( $a_e$  és  $a_p$  fogásvételek,  $f_z$  fogankénti előtolás és  $\alpha$ -lejtőszög) változtattuk, de a forgácsolósebességet konstans (120 m/min) értéken tartottuk. A vizsgálatokat szárazon, azaz hűtő-kenő folyadék nélkül végeztük.

A kísérletekhez egy 280x55x55 méretű, CrMo (HB 290) anyagminőségű acéltáblát használtunk. Az alkalmazott szerszám gép Mazak VC Nexus 410A-II megmunkálóközpont volt. Az erőket a Kistler cég által gyártott erőmérő padokkal és Dynoware szoftver segítségével mértük. Az eredmények kiértékelésére a Mitutoyo cég Surftest SJ301 típusú érdességmérő műszere szolgált.

### 3. A kapott eredmények

A vizsgálatokban szereplő négy szerszám közül egy radiális lapka-elhelyezésű, egy hibrid kialakítású és két tangenciális lapka-elhelyezésű (1. ábra). A három marási módszer során mért erőkomponensek értékeiből egyértelműen kiderült számunkra, hogy az egyes szerszámok milyen módon reagálnak a forgácsolási adatok változására.



Radiális kialakítású szerszám



Hibrid kialakítású szerszám



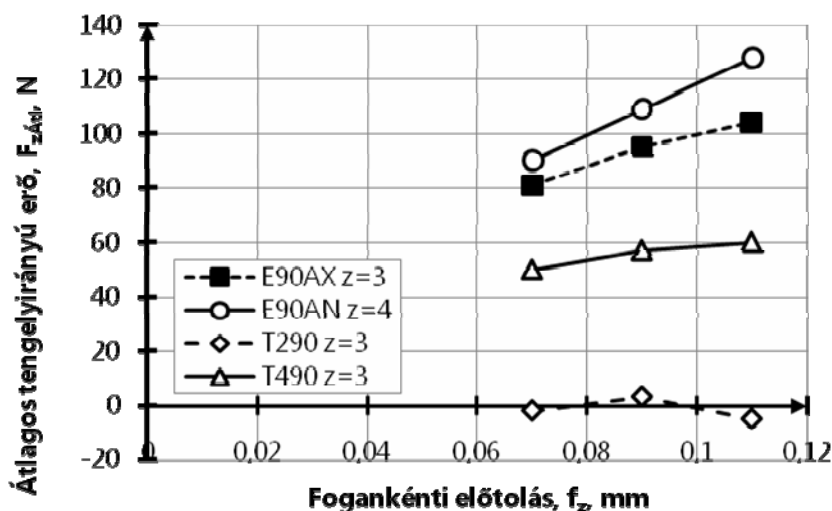
Tangenciális kialakítású szerszám

1. ábra A vizsgálatok során alkalmazott szerszámok

A **sarokmarás** során az előtolás irányú erők változása – kivéve a radiális szerszámkonstrukciót – nagyrészt az  $a_e$  sugárirányú fogásmélység nagyságától függ. A nagyobb eltérés a tengelyirányú erőkben jelentkezett. Azt a szokásos tendenciát figyeltük meg, hogy a radiális és hibrid szerszámok esetén a fogásmélység csökkenésével az erőhatás is mérséklődik. Meglepő módon azonban a tangenciális elrendezésű marók esetén a fogásmélység növelésével a nyomó hatást kifejtő tengely irányú erő csökkent, sőt egyes beállítások esetén még húzóerő is alakult ki. Ebből arra a következtetésre jutottunk, hogy létezik olyan optimális adatbeállítás, amivel szinte kioltható a tengelyirányú erőkomponens. Ez nagyon lényeges előny a vékonyfalú és/vagy a bizonytalan megfogású munkadarabok sarokmarásakor. Azt is ki kell emelnünk, hogy a T290 típusjelű szerszám erőigénye – még a legnagyobb forgácsolási adatoknál is – bőven alul maradt a többi tesztelt szerszámhoz képest.

A **horonymarás** során mind a radiális, mind a tangenciális szerszámok előtolás irányú erőigénye növekedett a fogásmélység és az előtolás fokozásával. A radiális szerszámokhoz képest mindkét tangen-

ciális szerszám kisebb tengelyirányú erő fellépése mellett forgácsolt. A sarokmarásnál a már említett T290 típusjelzésű maró itt is sokkal jobban szerepelt. A tengelyirányú erők vizsgálatakor azt tapasztaltuk, hogy mind az előtolás, mind a fogásmélység növelése csökkentette a mért értékek nagyságát. Ez a tulajdonság alkalmassá teszi a T290 típusjelzésű szerszámot nagytermelékenységű megmunkálásra még abban az esetben is, amikor az egyéb körülmények (munkadarab megfogás, geometria) ezt nem tennék lehetővé.



2. ábra Tengelyirányú erők horonymarásakor az E90AX, E90AN, T290, T490 maróknál  $a_p = 3 \text{ mm}$ ,  $a_e = 20 \text{ mm}$

A 2. ábrán látható, hogy a T290 és T490 jelű tangenciális szerszámok kisebb erőigényűek, mint az E90AX és E90AN típusúak. A megmunkálás során fellépő rezgések és hangjelenségek is jóval kisebbek voltak a T290 jelzésű szerszám esetén, amit a horony alján mért  $R_a$ ,  $R_z$  érdességek számszerűen is jól mutattak. (Az érdességet a jó ismételhetőség és összehasonlíthatóság érdekében a horony falától mindig ugyanakkora távolságra mértük mindegyik szerszám esetén).

A **lejtőmarásra** konstrukciós okok miatt csak a T290 jelzésű tangenciális és az E90AN típusú hibrid szerszám volt alkalmas. Ennél a megmunkálási módszernél a fogásmélységét, a fogankénti előtolás nagyságát és a fogásbalépés lejtési szögét változtattuk. Ezt a szöget a lapkák hátszöge befolyásolja. Minél nagyobb a belépés szöge, a szerszám annál hamarabb éri el az előírt axiális fogásmélységet. Az előtolás irányú erőknél a két vizsgált szerszám hasonló eredményeket hozott: mind a belépés szöge, mind az előtolás növelte az erőigényt. A vizsgált két szerszám között a tengelyirányú erőknél mutatkozott eltérés: a T290 szerszám erőigénye a fogásmélység és a belépési szög növelésével is nagymértékben csökkent. A hibrid szerszám esetén a fogásmélység növelés nem befolyásolta olyan jelentősen a maró igénybevételét, mint a belépési szög növelése, ami közel háromszorosára emelte az erőigényt.

#### 4. Következtetések / Összefoglaló

A vizsgálataink egyértelműen megmutatták az alkalmazástechnikai különbségeket a rendelkezésünkre



bocsátott szerszámok között. Mindegyik szerszám jól szerepelt és a megfelelően körülmények között kiválóan alkalmazható. Kiderült az is, hogy nagytermelékenységű megmunkáláshoz a tangenciális szerszámok választása kedvezőbb bizonyul, mert minden általunk alkalmazott eljárásváltozat esetén meggyőzően teljesített, sőt, nagy fogásmélységek beállításakor a tengelyirányú erők is csökkennek. Mivel a tangenciális lapkaelhelyezés miatt a szerszám magátmérője nagyobb, ezért rezgésre kevésbé hajlamos, ennek köszönhetően nagymélységű horony marása esetén is kedvezően alakultak az érdességi paraméterek.

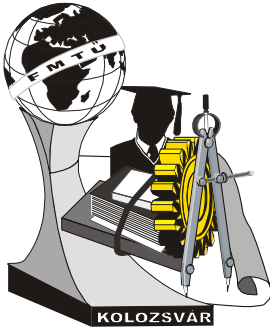
**Összességében** arra a megállapításra jutottunk, hogy a tangenciális szerszámokkal akkor lehet elérni nagy anyagleválasztási sebességet és jelentős költségmegtakarítást, ha nagytermelékenységű megmunkálásokhoz alkalmazzuk őket. Abban az esetben, ha nem kell nagy fogásmélységgel marni, akkor ugyanolyan jó választásnak bizonyul a többi tesztelt szerszám is!

**Tállai Péter**, intézeti mérnök

Munkahely: Óbudai Egyetem - Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar,  
Anyagtudományi és Gyártástechnológiai Intézet, Gépgyártástechnológiai Szakcsoport  
Cím: 1081 Budapest, Népszínház utca 8.  
Telefon / Fax: 06-1666 5332/ 06-1666 5480  
E-mail: tallai.peter@bgk.uni-obuda.hu

**Mózes András**, III. évfolyamos hallgató

Munkahely: Óbudai Egyetem - Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar  
Cím: 1081 Budapest, Népszínház utca 8.  
E-mail: mozes\_andras@freemail.hu



# XVI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2011. március 24–25.

## TEHERLENGÉSEK ÉS LENGÉSIDŐK MINIMALIZÁLÁSA FÜGGŐSÍN-PÁLYÁS DARUKNÁL

TOLLÁR Sándor, dr. ILLÉS Béla

### Abstract

Load swing is a typical phenomenon by cranes. The load swing damping and minimizing is a cardinal question for automated cranes. For exactly position of the suspended load we must attend this problem. In this paper we present the reasons of the load swim, the damping or minimizing methods and we suggest the right way to automate monorail cranes.

### Key words:

load swing, monorail cranes, damping, minimizing

### Összefoglalás

A teherlengések mindig jelen vannak a függesztett teher szállítása során. Ez a jelenség kezelendő problémát okoz különösen az automatizált daruk esetében. A szállított rakomány pozícionálását megnehezíti a teher lengése. Napjainkban egyre több megoldást találhatunk ezen lengések kiküszöbölésére. Ebben a cikkben összegyűjtöttük a teherlengések kialakulásának okait, valamint azokat a megoldásokat, melyekkel a darukat ebből a szempontból automatizálhatóvá tudjuk tenni. Kiválasztottuk azokat a módszereket, melyekkel ezek közül függősín-pályás daruk esetében is jó eredményt érhetünk el.

### Kulcsszavak:

teherlengés, függősín-pályás daruk, csillapítás, minimalizálás

### 1. Bevezetés

A modern gyártási, raktározási folyamatok működtetésének egyik feltétele a szükséges alkatrészek, részegységek, elő-gyártmányok, kötélemek kellő időben történő helyszínre juttatása, valamint az elkészült gyártmányok továbbítása, illetve átadása a folyamatban soron következő egység számára. Ezt a feladatot számos anyagmozgató berendezéssel oldhatjuk meg, melyek különböző szempontok szerint illeszthetők a gyártási technológiába. Ezen berendezések közül jó megoldás a darubárú, egység-rakományok szállítására a függősín-pálya. Számtalan speciális alkalmazásuk mellett – melyek jól automatizálhatók – általánosan elterjedtek az egyszerű láncos emelő-berendezésekkel ellátott függősín-pályás daruk. A híd, illetve portáldarukkal ellentétben ezekhez a berendezések nincsenek kész automatizálási csomagok a gyártók kínálatában. A gyártási folyamatok anyagáramlási rendszerében alkalmazott függősín-pályák automatizálásának feladatait egy korábbi cikkben már sorra vettük. Ezek közül a leg-

nagyobb problémát a teher pozicionálása jelenti, mivel az automatizált tehermegfogók alkalmazását függősin-pályák esetében nagymértékben megnehezíti, hogy a láncos, illetve sodronyköteles emelő-szerkezetek a szállítás során nem tudják fixen rögzíteni a terhet a futómacskához, mindenképpen lengések lépnek fel, melyek megnehezítik a megfogó, illetve a teher pozicionálását a felvételi, illetve a leadási ponton. Első lépésként tehát erre a problémára kell fókuszálnunk.

## **2. A teherlengések kialakulásának okai**

A teherlengések minden olyan daru esetében fellépnek, melyek tehermegvezetés nélküli emelő-berendezésekkel működnek. A lengések kialakulásának alapvető oka, hogy a teher szabadon, megvezetés nélkül van függesztve a futómacskára. A kapcsolat a teheremelő berendezés és a terhet megfogó, megakasztó eszköz között lehet drótkötél, vagy lánc. A drótkötél, illetve a lánc maradéktalanul felveszi az emelésből származó függőleges – vagy pontosabban „kötélirányú” erőket. Az attól eltérő erőhatásokkal szemben azonban nem fejt ki ellenállást. A megemelt teher mozgása során a teher gyorsulási ellenállása a d’Alembert elv értelmében időbeli eltolódást okoz a futómacskán lévő függesztési pont és a teher között. Más szóval a futómacska elindul, azonban a kötélnem tud pálya irányú erőt átadni, ezért a teher tehetetlensége okán nem indul el azonnal a futómacskával. Emiatt a kötélnem kitér a függőlegesből és kicsit „megdől” a pálya irányába – ezzel egyidejűleg kis mértékben a teher függőlegesen felfelé mozdul. Csak amikor már megjelenik a kötélerő pálya irányú komponense, akkor indul a teher is a futómacska után. A futómacska mozgásában fellépő gyorsulásváltozások, illetve a fékezés további lengéseket indukálnak.

A teher mozgása során fellépő gyorsulások, lassulások, illetve irányváltozások belengetik a függesztett terhet. Vizsgálatunk ez esetben a függősin-pályás darukra terjed ki, ezért itt a pálya irányváltozása is szóba jöhet, ami tovább bonyolítja a lengésképet. Amikor a futómacska a pályán haladva eltér az egyenes iránytól - praktikusán íves pályaszakaszon halad – a teher az előzőek okán nem tudja azonnal követni a pálya vonalát.

További oka lehet még a kialakult lengéseknek, ha a teher tömegközéppontja nem esik a függesztési pont alá. Ezen kívül a légmozgások, illetve a pályaeegyenlenségek is okozhatnak további lengéseket. A teherlengések megakadályozzák a kívánt célpozíció pontos elérését. Ezért kell minimálisra csökkenteni a lengéseket.

## **3. A teherlengések kialakulásának megakadályozása**

Amennyiben meg tudjuk akadályozni a lengések kialakulását, akkor értelemszerűen nem kell tovább foglalkoznunk a probléma kezelésével.

A legegyszerűbb megoldás a teher, illetve a tehermegfogó készülék legmagasabb pozícióban történő mozgatása. Ha felemeljük a terhet a legmagasabb pozícióba, akkor a lengő rendszer karját - kötélnem, lánc - a legkisebbre állítjuk, így lesz a legkisebb a lengés amplitúdója, illetve a teher megállítását követően így lesz a legkisebb az esetlegesen mégis fellépő lengés lecsillapodásához szükséges idő. A teher füg-

gőleges mozgatása csak álló helyzetben, a lengések lecsillapodását követően történhet. Egyes alkalmazások esetében az így elérhető pontosság elegendő lehet. Ennél a megoldásnál számolnunk kell a pálya irányú mozgatást megelőző és azt követő teljes hosszon történő függőleges mozgás többlet időigényével.

Egy másik megoldás, ha fizikailag megakadályozzuk a lengések kialakulását. Ez történhet egy pótlólagos tehermegvezetés beépítésével, amely lehet például egy teleszkópos pozicionáló készülék, mely a futómacskához kerül felszerelésre. Ez a berendezés lehetővé teszi a teher felemelését és letételét, miközben gondoskodik a teher pozíciójának megtartásáról horizontális síkban a futómacskához képest.

Ugyancsak jó megoldás lehet, ha a terhet a futómacskához rögzített dokkolóba húzzuk a megemelt állapotban. Ez esetben az emelés álló helyzetben történik a dokkolásig. A letétel szintén álló helyzetben történik, azonban nem kell várni a teher lengésének csillapodására.

#### **4. A teherlengések kezelése**

Előfordulhat, hogy a szállított teher tömege miatt nem tudunk merev kapcsolatot létesíteni a teher és a futómacska között. A nagy tömegű teher mozgatása során tehetetlenségéből adódóan az íves szakaszokon erősen megterhelné a pályát, ami kerülendő. Ilyen esetben alkalmazhatunk csuklós kapcsolatot, melyet lengéscsillapítóval látunk el. A teher tehetetlenségéből eredő erőket rugókkal vetjük fel, melyek engedik ugyan az elmozdulást – ez esetben kilengést, – de az erő megszűntekor a lengéscsillapítóval egybeépített rugós szerkezet rövid idő alatt az alaphelyzetbe állítja vissza a terhet. Ezzel a megoldással jól kiegészíthetjük az előző fejezetben említett rögzítő berendezéseket. Ugyanakkor nem szabad elfelejtenünk, hogy egy általánosan elterjedt egyszerű függősín-pályás rendszert szeretnénk automatizálni, ügyelnünk kell tehát arra is, hogy a megoldás ne legyen gazdaságtalanul bonyolult és drága. Természetesen lehetőségünk van a már korábban is említett egyszerű megoldásra is, amikor is a teher letételi pontján megállítva a futómacskát megvárjuk amíg a lengések a kívánt szintre csökkennek és csak ezt követően tesszük le a terhet. Itt is meg kell azonban jegyeznünk, hogy ez jelentős idővesztéssel jár, ami az adott technológiánál nem biztos, hogy megengedhető.

#### **5. A teherlengések csillapítása szabályozással**

Egy kifinomultabb megoldás a teher mozgásának szabályozásával történő lengéscsillapítás.

Ennek feltétele, hogy a futómacska mozgását szervomotoros hajtással valósítsuk meg. Ez esetben folyamatosan mérjük a teher horizontális elmozdulását a függesztési ponthoz képest és a teher pillanatnyi kilengésének függvényében állandó sebesség-korrekciót hajtunk végre. A mérést megvalósíthatjuk egy kamerával, mellyel felülről figyeljük a terhet. De gyorsulásmérők adatainak összevetéséből is számíthatjuk a futómacska, illetve a teher pozíció-eltérését pályairányban és arra merőleges függőleges síkban egyaránt.

A feladat a kilengés mérése nélkül is, a lengés matematikai modelljéből kiszámítható a mozgás sebessége az idő, vagy az út függvényében. Ez esetben ismernünk (mérnünk) kell a teher és a teheremelő

berendezés tömegét, a súlypont pozícióját, a felfüggesztés hosszát. Ez a módszer csak zárt térben alkalmazható, mivel a légmozgás (szél) hatásait nem tudja figyelembe venni.

Ez utóbbi két megoldás nagyfokú automatizáltságot feltételez (érzékelők, szervomotor, gyors kommunikáció a vezérlés és a végrehajtó egységek között). Ezen felül függősín-pályák esetében nem tudjuk egzakt módon kezelni a pálya irányváltásából adódó lengéseket, hiszen azok kilépnek a haladás iránya és a függőleges alkotta síkból. Ilyen irányban viszont nem tudjuk befolyásolni a mozgást.

## 6. Következtetések

Mindezen szempontok figyelembevételével és az általános kiépítettséget szem előtt tartva a következő módszer tűnik alkalmasnak a függősín-pályák teherlengés problémáinak kezelésére: Mivel a futómacska mozgatása általában nem fokozatmentesen állítható sebességű hajtással van megvalósítva, hanem egy, vagy két sebességfokozatú hajtással, nem tudjuk precízen szabályozni a mozgatást a lengések függvényében. A pálya irányváltásai miatt keletkező lengéseket sem tudjuk a hajtás szabályozásával kezelni.

Ezért a lengések minimalizálására a teher legmagasabb pozícióba történő emelése a legcélszerűbb. Ha a szállítandó teher alakja lehetővé teszi, akkor javasolt a felső pozícióban dokkolatnia terhet. Ez a megoldás finomítható lengéscsillapítók felszerelésével. Ily módon a teher a lehető legkisebb lengéssel érkezik a célpozíció fölé és a pályatest terhelése sem lesz nagy. Amennyiben ezzel a módszerrel kezelhető mértékűre tudjuk csökkenteni a teherlengéseket, úgy a függősín-pályás daruk automatizálásához szükséges pozícionálási feladatok legkritikusabb problémáját megoldottuk.

## Irodalom

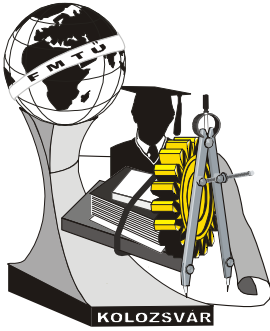
- [1] Cselényi J., Illés B.: *Logisztikai rendszerek I. Tankönyv*, Miskolci Egyetemi Kiadó, Miskolc, 2004
- [2] Horn P., Smolyaninov D.: *Lastpendeldämpfung bei automatisierten Kranen*, COMEC, Santa Clara, 2006
- [3] Tollár S., Illés B.: *A gyártási folyamatok anyagáramlási rendszerében alkalmazott függősín-pályák automatizálásának feladatai*, Manufacturing 2010, Budapest, 2010

**Tollár Sándor**, kutató

Munkahely: Miskolci Egyetem;  
 Anyagmozgatási és Logisztikai Tanszék  
 Cím: 3515 Hungary, Miskolc, Egyetemváros  
 Telefon: +3646565111-1752  
 E-mail: tollar.sandor@gmail.com

**Prof. dr. Illés Béla**, egyetemi tanár

Munkahely: Miskolci Egyetem;  
 Anyagmozgatási és Logisztikai Tanszék  
 Cím: 3515 Hungary, Miskolc, Egyetemváros  
 Telefon: +3646565111-1737  
 E-mail: altilles@uni-miskolc.hu



# XVI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2011. március 24–25.

## HAZAI ESETTANULMÁNYOK AZ *AISA DUAL*

### HIPERSPEKTRÁLIS LÉGI RENDSZER

### ALKALMAZÁSÁSHOZ

TOLNER Imre Tibor

#### Abstract

The Hyperspectral Workgroup of HIAE operates a hyperspectral system including airborne, field and laboratory based technology, which is unique in the region. The main part of the system is the AISA DUAL twin-sensor, which spatial resolution can achieve up to submeter level. The examined spectral region is the visible, near infrared and short wave infrared part of the electromagnetic spectrum. Compared to the conventional data acquisition methods this technology offers a time and cost-effective way for characterization of the surficial properties on large spatial coverage, and requires less human and financial resources. The state-of-the-art technology, and the small time delay between the data collection and evaluation the technology can serve as useful data source for precision agriculture, forestry, hydrology, different sectors of industry and several applications of governmental agencies.

#### Key words:

hyperspectral remote sensing, AISA DUAL, airborne system

#### Összefoglalás

A VM MGI Hiperspektrális Munkacsoportja egy regionálisan egyedülálló hiperspektrális eszközrendszert hozott létre, beleértve légi, terepi és laboratóriumi technológiát. Rendszer fő eleme a SPECIM gyártmányú AISA DUAL ikerszenzor. Melynek térbeli felbontás akár szubméteres is lehet, spektrális érzékelés pedig a látható fénytől egészen a rövidhullámú infra tartományig terjed. A technológia a földi adatgyűjtő módszerekhez képest gyorsabb, kevesebb erőforrást, munkaerőt köt le, ezáltal költséghatékonyabb. A detektálás és az adatok kiértékelése közötti rövid időeltolódás miatt alkalmazása előnyös a precíziós mezőgazdaságban, erdészetben, vízgazdálkodásban, az iparban, hatósági eljárások esetén.

#### Kulcsszavak:

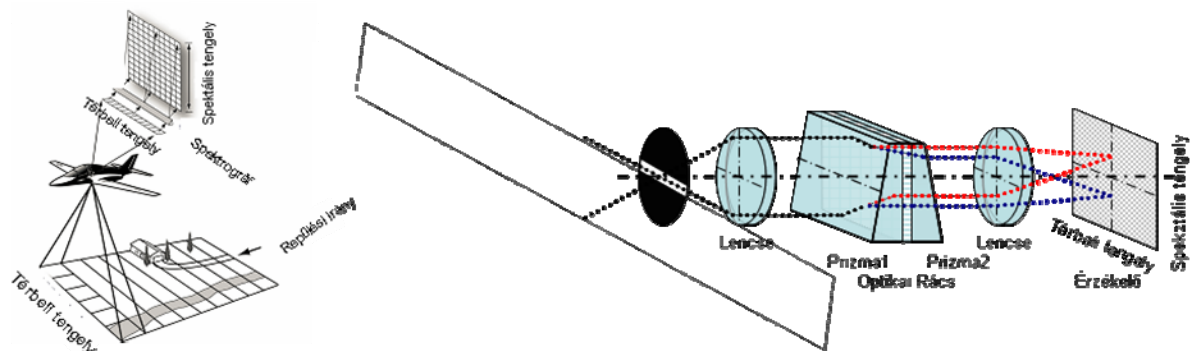
hiperspektrális távérzékelés, AISA DUAL, Légi felvételező rendszer

#### Bevezetés

Az AISA DUAL szenzor vonal menti (pushbroom) szkennerek családjába tartozik. A rendszer két önmagában is működőképes Eagle (400-970nm) és Hawk (970-2450nm) szenzorból építették össze úgy, hogy optikai tengelyüket párhuzamosították. A két szenzor működési elve azonos, a tárgyról visszavert elektromágneses hullámokat detektálják. A látható tartományban működő szenzor hagyományos kamera rendszert alkalmaz, 1000 nm felett viszont speciális anyagokra van szükség.

## Légi felvételezés módszere

A bejövő fénysugár a külső optika után egy 2 nm-es optikai résen halad keresztül. Ezt a vonal mentén leképzett elektromágneses hullámnyalábot, két prizma közé helyezett optikai ráccsal (Specim által szabadalmaztatott optikai rendszer) bontják szét különböző hullámhossz tartományokra, és rávetíti a mátrixdetektorra. A detektor vízszintes tengelyén a térbeli információ függőlegesen pedig a spektrográf által szétbontott a beérkező fluxus intenzitásának függvényében a spektrális információ jelenik meg. A mozgás következtében háromdimenziós adatkockát kapunk melynek két térbeli és egy spektrális tengelye van.



1. ábra A felvételezés elvi vázlatja

Az AISA DUAL légi felvételező rendszer része egy adatfeldolgozó ipari PC cél-specifikus Windows alapú vezérlőprogramokkal. A repülőn uralkodó mostoha körülmények, és az UV fény szükségessé teszi egy nagy fényerejű monitor használatát. A GPS/INS egység a navigációs és térbeli orientáció adatokat szolgáltatja. A kiegészítő Fodis szenzorok a repülő szintjén beeső direkt napsugárzást detektálják. (Manapság már nem használják őket mert a repülőgép szintjén mért direkt fénysugárzás nem azonos a területen mérhető értékkel így alkalmatlan radiometriai korrekciókra) Az EAGLE és HAWK szenzorok pedig egy állványzaton optikailag párhuzamosítva vannak.

Az Intézet számos módszert dolgozik és dolgozott ki, talaj növény és élővilág, emberi hatások okozta fizikai jelenségeinek vizsgálatára. Ezen hatások vizsgálata nem egyszerű feladat, mert az összetett folyamatokat együtt lehet csak vizsgálni. Ha például egy növényt vizsgálunk a talaj, a hatását is számításba kell venni, egyrészt azért mert a felvétel pixelein keveredik a növényi és talaj spektrum más-résről a talaj tápanyag tartalmának és hidrológiai paramétereinek változása, különböző fertőzések, élelőlények okozta károk megmutatkoznak a növény egészségi állapotában közvetett módon a színének elváltozásában. A rendszer működését az előkészítéstől a kiértékelésig a 2010-es évi repülési kampány parlagfű (*Ambrosia artemisifolia*) detektálás projektjén keresztül mutatom be.

## Parlagfű légi felvételezési kampány

A Vidékfejlesztési Minisztérium költségvetési témájának keretében egy többéves projekt valósult meg, melynek célja a Parlagfű elterjedési térkép készítése volt korszerű hiperspektrális távérzékelési techno-

lógiaival. Kísérleti terület több volt ezek közül Mosonmagyaróvárt mutatom be. A terület sík a felbontást 1m-esre lett beállítva.

A légi felvételezés előtt előzetes terepi felmérés történt, amelynek során geometriai pontosítást segítő élek, sarokpontok, az osztályozáshoz szükséges tanítópontok, referencia fólia helyének meghatározására kerül sor.

A jó minőségű felvétel készítéséhez elengedhetetlen a tiszta, felhőmentes idő, a magas (10-15 óra közötti) napállás. Mivel szenzor előzetesen nem volt gépbe szerelve, el kell végezni egy tájolási kalibrációt. A kalibráció során 120 fok-os keresztirányú repüléseket kell végezni egy 10 km-es hosszúságú sáv olyan pontján, ahol jól meghatározható terepi pontok találhatóak. A felvételezéssel egy időben kerül sor az előre kijelölt terepi pontokon a terepi spektrumok felvételére.

### Adatok kiértékelése

A parlagfű felvételezés során készült nyers adatkockán még számos korrekciót kellett végezni mielőtt osztályozni, kiértékelni lehetett az összegyűlt információt. Az AISA rendszerek által generált adatstruktúra nyers adatfájlból (\*.raw) hozzá tartozó fejléc adatokból (\*.hdr), navigációs adatokból (\*.nav) és logfájlokból (\*.log) áll. Az elő-feldolgozás során először radiometriailag kell korrigálni a felvételeket utána geometriailag. Ehhez a Specim biztosítja a Caligeo IDL alapú szoftvert.



2. ábra Parlagfű detektálás repülési kampánya

Az előfeldolgozást követte egy FLAASH alapú atmoszférikus korrekció. A korrigált adatok és a terepi spektroradiométer adatai közel megegyeztek ami bizonyította a korrigált adatok megbízhatóságát, és megfelelő alapot nyújtott az osztályozáshoz. A kiértékelést követően egy utólagos terepbejárással igazoltuk a parlagfű osztályozás helyességét.

### Következtetések

A légi hiperspektrális távérzékelés, nagy pontosságú, költséghatékony és gyors mintavételezési eljárás, amely képes biztosítani az egyre növekvő adat és információ iránti szükségletet. Az Intézet a Szent István Egyetemmel közösen a felhasználói közösséget célzó elméleti és gyakorlati oktatást indított, amely a technológia megismerését, valamint a metodológia elsajátítását foglalja magában.



**Köszönetnyilvánítás**

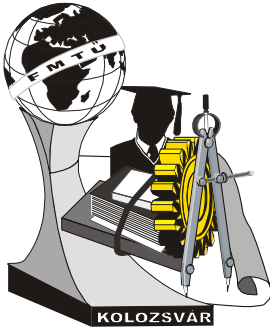
A kutatás a Nemzeti Innovációs Hivatal, Munkaerő Megőrzése fejlesztés program kapcsán VM MGI-ben alkalmazott új kutatási potenciál létrehozásával valósulhatott meg. A SPECIM gyártmányú AISA DUAL hiperspektrális távérzékelő rendszer a Gazdasági Versenyképesség Operatív Program pályázata keretében, EU-s támogatással került beszerzésre az VM MGI és a Debreceni Egyetem Víz- és Környezetgazdálkodási Tanszékkel közösen.

**Irodalom**

- [1] Csorba, Á., Jordán, Gy. (2010): *Preliminary Results of Airborne and Ground-Based Hyperspectral Mineral Mapping of Acidic Mine Waste in the Recsk Mining Area, Hungary*. Contribuții Științifice în Tehnologii și Echipamente pentru Evaluarea și Protecția Mediului. Simpozion Național, Aralia (Bistrița-Năsăud), September 24-26, Caiet de rezumate, 33-34 pp
- [2] K. D. Szalay, I. T. Tolner, J. Deákvári, L. Kovács, P. Kardeván, L. Fenyvesi (2010): The potential of using and expanding the hyperspectral applications in Hungary, 7<sup>th</sup> International Conference of PHD Students University of Miskolc, Hungary 59-62 pp, ISBN: 978-963-661-935-0
- [3] Tolner. I., Deákvári J., Kovács L., Szalay D. K., Papp Z., Kardeván P., Fenyvesi L. (2010): *Hiperspektrális információk alkalmazási lehetőségei a mezőgazdasági technológiában*, The possibilities of using Hyperspectral information in agricultural technologies, Térinformatikai konferencia és szakkiállítás Debrecen 2010.0610-11 Konferencia kiadvány 167o. ISBN: 978-963

**Tolner Imre Tibor MSc,**

Munkahely: Vidékfejlesztési Minisztérium Mezőgazdasági Gépesítési Intézet  
 Cím: 2100 Magyarország. Gödöllő, Tessedik Sámuel utca 4.  
 Telefon / Fax: (+36-70) 453-47-94 / (00-28) 420-960  
 E-mail: tolner@fvmmi.hu



# XVI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2011. március 24–25.

## ESET ALAPÚ SZAKÉRTŐRENDSZER TERVEZÉSE LOGISZTIKAI PROBLÉMÁK MEGOLDÁSÁRA

TOMKOVICS Tamás, dr. KOVÁCS László

### Abstract

There were several research and development (R&D) activities in the recent past made by the Department of Materials Handling and Logistics of University of Miskolc about developing new automated systems. Planning these systems is very complex task, because it has several components which effect individual solutions. For these problems it is necessary to develop a case based expert system having experience of similar problems and solutions.

### Key words:

expert system, case-based knowledge representation, sorter system

### Összefoglalás

A Miskolci Egyetem Anyagmozgatási és Logisztikai Tanszéke által a közelmúltban végzett innovatív, alkalmazott kutatási-fejlesztési (K+F) megbízások között számos olyan fordult elő, amelyeknél esetenként került sor új, automatizált rendszer tervezésére. Ezek megtervezése összetett feladat, mert nagyon sok paramétert és jellemzőt kell figyelembe venni, ami konkrét esetekben egyedi megoldásokat eredményez. Előzőek és a közeljövőben várható újabb ipari megbízások miatt célszerű egy olyan eset alapú szakértői rendszer kidolgozása, amely azt eredményezheti, hogy nem kell minden feladatra külön-külön szimulációs vizsgálatot is tartalmazó tervező eljárást kidolgozni, hanem a hasonló feladatok tapasztalatai alapján előállítja az optimális megoldást.

### Kulcsszavak:

szakértőrendszer, eset alapú tudásreprezentáció, osztályozó rendszer

## 1. Bevezetés

Korszerű termelési rendszerekben, logisztikai központokban célszerű automatizált rendszereket létrehozni, melyek megtervezése összetett feladat, mert nagyon sok paramétert és jellemzőt kell figyelembe venni, ami konkrét esetekben egyedi megoldásokat eredményez. A tervezésnél ismerni kell:

- az anyagáramlás jellemzőit (pl.: sorozatnagyság, ütemidő);
- a rendszer anyagáramlás-technikai eszközeinek változatait, azok képességeit (pl.: targoncák, robot kiszolgálási ideje, kiszolgáló eszközök száma, képességeik, stb.);
- a környezeti adottságokat;

és még sok más jellemzőt, amelyek döntően befolyásolják a kiépítendő osztályozó rendszert. A megoldás nagyon sok esetben egy szimulációs vizsgálat segítségével található meg, amely sok paraméter figyelembevételével modellezi, megfigyelhetővé, vizsgálhatóvá és értékelhetővé teszi a tervezett rendszert.

## 2. A szakértőrendszer kifejlesztésének okai

A Miskolci Egyetem Anyagmozgatási és Logisztikai Tanszéke által a közelmúltban végzett innovatív, alkalmazott kutatási-fejlesztési (K+F) megbízások között számos olyan fordult elő, amelyeknél esetenként került sor új rendszer tervezésére, meglévő rendszer termelésfelfutás, termékfeleség növekedés, hatékonyság fokozás miatti áttervezésére. Például:

- Electrolux Lehel Kft. jászberényi és nyíregyházi készáruraktára;
- a Porszívógyár nagy műanyag alkatrész beszállító rendszere;
- a Hűtőszekrény Gyár habosított szekrénytest műveletközi tárolója, stb.

Ezen feladatok kidolgozása és vizsgálata során számos tapasztalat gyűlt össze. Minden konkrét feladat eredményes megoldása érdekében elkerülhetetlen volt a szimulációs módszer alkalmazása.

Előzőek és a közeljövőben várható újabb ipari megbízások miatt célszerű egy olyan eset alapú szakértői rendszer kidolgozása, amely azt eredményezheti, hogy nem kell minden feladatra külön-külön szimulációs vizsgálatot is tartalmazó tervező eljárást kidolgozni, hanem a hasonló feladatok tapasztalatai alapján előállítja az optimális megoldást.

## 3. Az általános szakértőrendszer bemutatása

Egy szakértőrendszer olyan eszköz, amely probléma-specifikus ismeret megértésére képes, és intelligensen használja a tématerület ismeretanyagát egy tevékenység különböző megvalósítási útjainak felvetéséhez. A szakértőrendszerek nem csak az ismeretátadás technikáit alkalmazzák, hanem analitikus, elemző eszközöket is az ismeret kiértékelésére, valamint tanulási technikákat.

Egy szakértőrendszer moduljai: ismeretszerző modul, tudásbázis, következtető mechanizmus, munkamemória, magyarázatadó képesség, felhasználói interface.

A szakértőrendszerek feladataik megoldásához általában nem rendelkeznek egzakt megoldó algoritmussal - a megoldást a rendelkezésre álló heurisztikákból építik fel a probléma és a tárgykör függvényében. A feladat specifikációjának és részben a megbízó céljainak figyelembevételével a rendelkezésre álló tudásra és képességekre támaszkodva oldja meg a feladatot.

### 3.1. Esetalapú rendszerek

Az eset alapú rendszerek célja a régebbi feladatok megoldásakor szerzett tapasztalatok hasznosítása hasonló aktuális feladatok megoldásához. Egy eset összetevői a probléma leírása, a probléma megoldásának leírása és a megoldás jóságának/rosszaságának minősítése. Az eset leírása történhet bármilyen ismeretrepresentációs módszerrel, leggyakoribb a keretalapú szemléltetés. A probléma leírásánál olyan formalizmust kell alkalmazni, amely olyan metrikát értelmez, amely révén az esetek problémaleírásai egymással számszerű eredménnyel összehasonlíthatók (Közelség).

### 3.2. Az esetalapú következtetés működése

1. Visszakeresés: Az esetbázisban megkeressük a megoldandó aktuális problémához legjobban hasonlító, az alkalmazott metrika szerint legközelebbi korábbi problémaleírást.

2. Újrafelhasználás: amennyiben a hasonlóság egy megadott nagy értéket elér, a korábbi eset megoldását használjuk fel az aktuális probléma megoldására.

3. Hozzáigazítás: Amennyiben a legközelebbi eset hasonlósága nem éri el a kívánt szintet, a rendszer interaktív módon hozzáigazítja az eset problémaleírását az aktuális problémához, eközben természetesen az eset megoldás oldalát is módosítva. Az ily módon előállt megoldást használjuk fel az aktuális probléma megoldására.

4. Tanulás: A 3. pontban előállt hozzáigazított esetet az esetbázishoz adja, a megoldás jóségának/rosszaságának minősítésével együtt.

#### **4. A darabáru osztályozó rendszerek tervezésére szolgáló szakértőrendszer paramétere**

Ahhoz, hogy a szakértőrendszer megfelelően működjön, nagyon pontosan összehangolt adatokra, eredményekre és következtetésekre van szükség. A rendszer által felhasznált adatok az input paraméterek, tapasztalatok útján szerzett adatok és a környezeti, helyi, vagy egyéb korlátok, feltételek miatt bevezetett, előre definiált adatok csoportokba oszthatók.

##### **4.1. Input paraméterek**

Az input paraméterek egyik fontos csoportja az osztályozó rendszer input és output kiszolgálásának jellemzői, mely magában foglalja a rendszer anyagáramlás-technikai eszközeinek változatait, azok képességeit (pl.: a kiszolgálás lehetséges módjai, eszközei, eszközök száma, kiszolgálási idők minimuma, maximuma, átlaga, eloszlása, stb.).

Egy másik fontos csoport az anyagáramlás jellemzői, paramétere (pl.: féleségek száma, sorozatnagyság, beáramlási frekvencia, ütemidő, stb.). Ennek teljes összhangban kell lennie a kiszolgáló egységekkel, az egyik módosítása, szinte mindenképpen a másik módosításával is jár.

Harmadik fontos csoportba sorolható az áramló anyag fizikai, viselkedési jellemzői (méret, súly, darabáru anyaga, szállíthatósági jellemzői, egységgrakomány képző eszköz jellemzői, igényei, stb.).

Ezek mind az osztályozó rendszerrel kapcsolatos fizikai egységek jellemzői. Ahhoz, hogy ezekkel a paraméterekkel helyesen működjön a rendszer, meg kell vizsgálni az osztályozót megelőző, az azt követő, és az a „melletti” egységeket:

- az osztályozót megelőző, saját szempontjából input oldali rendszer (pl. raktár, szerelősor, előző megmunkáló cella, stb.) jellemzői;
- az osztályozást követő gyártó/anyagáramlási/tároló rendszer (raktár, következő megmunkáló cella, szerelősor, stb.) jellemzői, kapacitása;
- az osztályozó rendszer „melletti” egységek, az osztályozó környezetével, kialakításával kapcsolatos fizikai korlátok (fizikai határok, környezeti korlátok).

##### **4.2. Tapasztalatok útján szerzett adatok**

Ebben a csoportban legfőképp az irányítási stratégiákkal kapcsolatban definiálhatók feltételek. Megoldásokat kínál különböző működési, osztályozási, kiszolgálási nehézségek leküzdésére, kiküszöbölésére

re kipróbált, más rendszereknél már bevált módszerek felhasználásával.

Az osztályozó rendszer rendeltetészerű működéséhez a tervezés során célszerű megfogalmazni bizonyos célfüggvényeket és korlátokat a megrendelő igényei szerint. Ezeken felül még számos olyan összetevő felsorolható, amely figyelembevétele meghatározhatja, vagy módosíthatja a tervezett rendszert. Előfordul gyakran, hogy ezek közül többet is figyelembe kell venni egyidejűleg, és az is, hogy ellentmondanak egymásnak a kitűzött célok, ilyenkor összesített célfüggvényt kell alkalmazni, melyben az egyes célfüggvény komponensek különböző súllyal szerepelnek.

#### 4.3. A szakértőrendszerrel szemben elvárt eredmények

Nagyon sok különböző szimulációs vizsgálat, azok különböző változatai, kiértékelései, statisztikái, ezek összehasonlítása segítségével a kapott bemenő adatok és a következtető automata helyes működésével a rendszer megtervezi a felhasználó számára ideális osztályozó rendszert, megadja annak fizikai paramétereit, működési-, osztályozási- és kiszolgálási stratégiáit.

### 5. Összefoglalás

A bemutatott rendszer egyelőre tervezés alatt áll. Az eddig elvégzett munkában megtörtént a probléma és a feladat beazonosítása, rendszer viselkedésének behatárolása, a szükséges tudás behatárolása. Számos esettanulmány született a témában, amelyek mind segítséget nyújtanak a tervezésben. A cél: részletesebben kidolgozni a szakértőrendszer adatfeldolgozási, osztályozási és következtetési moduljait, megvalósítani azt, hogy helyes döntések szülessenek. El kell készíteni egy kisméretű rendszert, mellyel bizonyítható az elv helyessége, közben folyamatos felülvizsgálatok és ellenőrzések elvégzése szükséges.

#### Irodalom

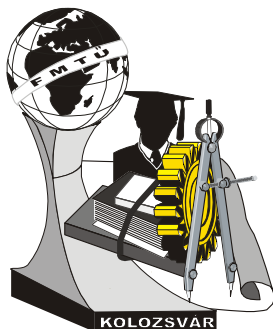
- [1] Dr. Kovács László, Tomkovics Tamás: *Automatizált darabáru osztályozó rendszerek tervezése*, Miskolc, XXIV. microCAD International Scientific Conference, Miskolci Egyetem Innovációs és Technológia Transzfer Centruma, 2010. 65-67. old
- [2] dr. Dudás László: *Mesterséges intelligencia alapjai*, Miskolci Egyetem, előadás jegyzet, 8. ea., 27-40 old.
- [3] Ladányi Zoltán: *Adaptív rendszerek*, Budapesti Műszaki Főiskola, 2007  
<http://mobil.nik.bmf.hu/tantargyak/adaptiv/AR-1.pdf>
- [4] Tamás Tomkovics, dr. László Kovács: *Supply scheduling for automated component supplier and sorter system to serve assembly lines*, Central European Conference on Logistics, 2010. november 26., Miskolc, ISBN: 978-963-661-946-6, Konferencia kiadvány

**Tomkovics Tamás**, Ph.D. student

Miskolci Egyetem, Gépészmérnöki- és Informatikai Kar, Anyagmozgatási és Logisztikai Tanszék  
Honlap: [www.alt.uni-miskolc.hu](http://www.alt.uni-miskolc.hu)  
Tel.: +36 46 565-111 / 17-52  
E-mail: [altomko@uni-miskolc.hu](mailto:altomko@uni-miskolc.hu)

**Dr. Kovács László**, Associate Professor

Miskolci Egyetem, Gépészmérnöki- és Informatikai Kar, Anyagmozgatási és Logisztikai Tanszék  
Hungary, 3515, Miskolc, Egyetemváros  
+36 46 565-111 / 20-27  
[kovacs@Snowwhite.alt.uni-miskolc.hu](mailto:kovacs@Snowwhite.alt.uni-miskolc.hu)



# XVI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2011. március 24–25.

## HAGYOMÁNYOS KARDIÓ GÉP ÁTALAKÍTÁSA TERHELÉSES VIZSGÁLATOK CÉLJÁRA

**TORKOS Zoltán**

### **Abstract**

The scope of this project is to further develop the Life Fitness high quality treadmill, for sport, medical-diagnostic, and special trainings analysis under loads (military, police, fireman, etc.) in that way, that the analyzed physiological parameters like (ECG, Blood pressure, breath, skin temperature, etc.) can less distortion contrary to actually used similar equipments.

### **Key words:**

design, development, product, fitness equipment

### **Összefoglalás**

A projekt tárgya a Life Fitness által gyártott magas minőségű futópad tovább fejlesztése sport, orvos-diagnosztikai, speciális kiképzések terheléses vizsgálata (katona, rendőr, tűzoltó, stb.) oly módon, hogy a vizsgált élettani paramétereket (EKG, vérnyomás, légzés, bőrhőmérséklet stb.) a legkevésbé torzítják, szemben a jelenleg használatos ilyen típusú eszközökkel.

### **Kulcsszavak:**

tervezés, fejlesztés, termék, fitneszgép

### **1. Bevezetés**

A projekt tárgya a Life Fitness által gyártott magas minőségű futópad tovább fejlesztése oly módon, hogy a vizsgált élettani paramétereket (EKG, vérnyomás, légzés, bőrhőmérséklet stb.) a legkevésbé torzítják, szemben a jelenleg használatos ilyen típusú eszközökkel. Az elérendő cél érdekében átfel-  
lesztésre kerül a pad lépés-rezgéscsillapítása, a merekségi tartomány állítása kibővül és beállítási módját manuálisan és programból vezérelve is lehetővé tesszük, a jelenleginél szélesebb tartományban. A sebesség állítását csak manuális, ellenőrzött módon, a biztonság maximális figyelembe vételével kívánjuk tovább fejleszteni. További megoldandó feladat, hogy a hajtási paraméterek – amelyet, a vizsgálatot végző orvos, vagy tréner állít be – elmenthető legyenek, valamint az ebből képezhető protokollok is. A fejlesztés két alapvető tevékenységre bontható, első feladat a kiindulási alapszámrendszer átfel-  
lesztéséhez szükséges tervezési feladatok és egy módosított alapkészülék kivitelezése és

ennek alapján egy előzetes technológiai terv kidolgozása. A feladat szoros kooperációban készül az Experimetria Kft. szakembereivel, megosztva a feladatokat egymás közt.

## **2. Feladatok megosztása a két fejlesztő csoport között (Life Fitness, Experimetria Kft.)**

A Life Fitness szakember csoportja fogja végezni a mechanikai módosítások tervezését, kivitelezését, az Experimetria Kft. szakemberei végzik az EKG, és a hozzá további műszerek tervezését tesztelését, a két egység összehangolása közös csoportmunka lesz. Az egység tesztelése a Semmelweis Orvostudományi egyetem Testnevelési és Sporttudományi (TF) karán fog történni.

A főegységek tervezési feladatainak nagy részét, mint a hajtáslánc, váz, emelő mechanizmus és elektronika, a burkolatok, kijelzők, és a rendszer valamint a technológiai tervet a Life Fitness végzi.

Az Experimetria Kft. tervezi meg és gyártja a vizsgálathoz szükséges diagnosztikai rendszereket az egyes berendezésekhez megvásárolva, A TF feladata az egység tesztelése, a vizsgálatok monitorozása, az eredmények statisztikai értékelése, az eredményeknek kiértékelése közösen történik.

## **3. Feladatok lebontása, részletezése**

### **➤ Tervezési feladatok:**

- Gépészeti tervezés:
  - A hajtás rendszer áttervezése, hogy a sebesség tartomány és az állíthatóság, sebesség növelés/csökkentés fokozatok megfeleljenek az új igényeknek;
  - A futópád dőlési szögének a megnövelése a szükséges tartományig, valamint az emelési fokozatok lépéseinek az újragondolása a tesztek alapján;
  - A futó felület áttervezése, láthatóságának a növelése gyengébben látók részére is olyan módon, hogy a világújdonságnak számító „DX3™Belt and Deck System and FlexDeck™” technológia ne veszítse el a hatékonyságát, mert e nélkül az EKG mérések pontatlansága hatványozottan romlik, mely befolyásolja az érdemi értékeléseket;
  - A műanyag burkolatok áttervezése a módosítások függvényében a jelenlegi design megtartásával;
  - Az összes alkatrész szerszámainak az áttervezése, újratervezése igény szerint.
  
- Elektronikai tervezés:
  - A konzolnak a módosítása, elektronikájának az újratervezése, a jelenlegi

fitness alkalmazású pulzusmérés leváltása az Experimetria Kft. által fejlesztet egységgel, valamint ezen egységek összehangolása és mérésadatainak továbbítása a szükséges számítógépes feldolgozás részére;

- Az Experimetria Kft. által kifejlesztett EKG áttervezése rádiófrekvenciás kommunikációs működésre is alkalmas műszerré. Valamint a konzollal történő összehangolása;
- A vezeték nélküli vérnyomás és bőrhőmérséklet mérésének a megoldása, összehangolása a rendszerrel (Experimetria Kft.);
- A légzés paramétereinek a vizsgálata, feldolgozása és integrálása a rendszerbe (Experimetria Kft.).

➤ **Tesztelési feladatok:**

- el kell végezni a biomérnöki és ergonómiai vizsgálatokat (a gép módosítása következtében a használata nem káros-e az egészségre, például nem koptat-e előnytelenül bizonyos ízületeket);
- napi 24 órás és két évig tartó folyamatos használatra kell méretezni minden alkatrészt;
- a jelenlegi hegesztett szerkezet újraméretezése a változások figyelembevételével, optimális (szükséges és elégséges) átmérőjűre, falvastagságúra, merevítettségre kell méretezni a vázat és a ráépített elemeket;
- 150 kg-os személyterhelésű üzemre kell méretezni;
- A TÜV minősítés megszerzése;
- Az EKG és a többi műszer tesztelése, a rádiófrekvenciás és hagyományos kábeles kapcsolat esetében;
- A műszerek hitelesítése után a kontrolcsoporttal végzett eredmények összegyűjtése, kiértékelése majd összehasonlítása a hagyományos vizsgálatok eredményeivel;
- A szükséges protokollok tesztelése, és hitelesítése;
- Új tesztelési protokollok kidolgozása a speciális kiképzésű állományok valamint a sportolók részére, figyelembe véve e sportágak egyediségeit és specifikusságait, ezek letesztelése, hitelesítése és visszaellenőrzése.

➤ **Gyártási feladatok:**

- Az összes alkatrész szerszámainak az áttervezése, újratervezése igény szerint;
- A műszerek gyártási technológiájának a megtervezése, a folyamatok kidolgozása.



#### **4. A projekt kiértékelése és piaci bevezetése**

Egy már létező Life Fitness futópadnak az áttervezése, kiegészítése a terheléses vizsgálatokhoz szükséges műszerekkel úgy hogy újdonságokkal is szolgáljon a piaci felhasználás részére, nem egy könnyű feladat, ezért a piaci bevezetés előtt nagyon komoly vizsgálatok, teszteléseken kell átesnie, úgy gyártási és minőségi, mint sportorvosi és klinikai szempontból is. Nagyon komoly feladatot jelent a TF számára a rendszer vizsgálata, hiszen nem csak a hagyományos terheléses szempontokat kell figyelembe vennie, és a meglévő orvosi protokollok szerint ellenőrizni a rendszert, hanem új speciális protokollokat kell kidolgoznia úgy a különböző sportágak, mint a különböző speciális kiképzésű csoportok számára is. Tehát a projekt teljes sikerét csak az után tudjuk majd kimondani, ha ezekkel a vizsgálatokkal születet eredményeket is vissza tudtuk igazolni.

#### **5. Következtetések**

A sikeresen együttműködéseknek köszönhetően, olyan széleskörű összefogás valósul meg, mely hosszú távon befolyásolja majd a kollaboráló partnerek kapcsolatát, valamint a projekt végén az értékeléseknek igazán csak akkor tudunk teljes sikert megszavazni, ha az összes témában sikeresek voltunk. Természetesen az együttműködés sikerét nem csak a sikeres projekt lezárás jelenti, hanem a folyamat, és az ez alatti időszakban kialakuló közös gondolkodás, amely újabb közös projekteket fog előrevetíteni.

**Torkos Zoltán**, K+F Központ vezető

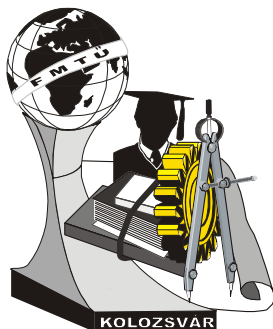
Munkahely: Brunswick Magyarország Kft. (Life Fitness divízió)

Cím: 1027, Magyarország, Budapest, Tölgyfa utca, 28

Telefon: +36-1-3363270

Fax: +36-1-3363261

E-mail: zoltan.torkos@lifefitness.com



# XVI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2011. március 24–25.

## SZÁMÍTÁSI FELHŐ ÉS INFORMÁCIÓBIZTONSÁGI KÉRDÉSEI

TÓTH Georgina Nóra

### Abstract

The cloud computing were appeared, which simplify the companies' IT life. New information safety questions arose with this. A related regulation turn into increasingly more pressing with the cloud computing.

### Key words:

cloud computing, information security, regulation

### Összefoglalás

Az új, informatikai költségek csökkentésére is alkalmas számítási felhők megjelenésével a vállalatok számára egyrészt könnyebbé vált az üzleti élet, másrészt új potenciális fenyegetések jelentek meg információikra nézve. A számítási felhőkkel kapcsolatos szabályozás egyre sürgetőbbé vált.

### Kulcsszavak:

számítási felhő, információbiztonság, szabályozás

## 1. Bevezetés

A számítástechnikai eszközök rohamos fejlődésével, egyre elterjedtebb használatával az üzleti élet szereplői növekvő költségeket fordítottak az informatikával kapcsolatos erőforrások fenntartására, szolgáltatások igénybevételére és megfelelő szaktudású kiszolgáló személyzet alkalmazására. Megjelent egy új lehetőség a költségek csökkentése érdekében, a számítási felhők, amelyek esetén csak a felhasznált erőforrások mértékétől, a kihasználtság idejétől függ a bérleti díj.

A bérleti díj ellenében kisebb vállalatok is hozzájuthatnak olyan szoftverekhez, amelyeket korábban csak nagyobb cégek engedhettek meg maguknak. A nagyobb vállalatok számára pedig költségcsökkentést jelenthet számítási felhők használata, hiszen így jelentős megtakarítást érhetnek el a munkaerő szükséglet és az üzemeltetési költségek áthárításával. Egyre több informatikai cég kezdett számítógép „farmok” kiépítésébe. Az informatikai eszközök és az Internet fejlődésével, mind az egyéni mind a vállalati felhasználók esetében a számítási felhők használatának tendenciája növekszik.[1]

## 2. Számítási felhők

A számítási felhők a „számítógépek csoportja, amely egy csoport birtokában van. A felhasználók bérlet révén hozzáférhetnek az egyesített teljesítmény egy adott részéhez.”[2].

A felhő technológiák Internet alapúak, a felhő elnevezés tulajdonképpen az Internet egy metaforája, amely utal a számítógépes hálózatok összetettségére. Alapvetően a felhő technológiák segítségével különböző lehetőségek állnak rendelkezésre. A végtelen számítási képesség illúzióját kelti, valamint kis erőforrások mellett elérhetőek a szükséges alkalmazások, virtuális gépek, erőforrások. Mindezek mellett hatalmas előnye, hogy az ilyen jellegű szolgáltatás igénybevételével nincs szükség helyi szinten szerverek létrehozására illetve megfelelő képzettségű szakemberek alkalmazására, amely jelentős költségmegtakarítást jelenthet egy vállalat számára. Minden esetben a költségek a megvásárolt licencek mennyiségének és az erőforrások használatának függvényében változnak.

Ugyanakkor felmerül a kérdés, hogy ezen kényelmes és költségkímélő megoldások választása esetén az adatok hol és hogyan tárolódnak valamint a szolgáltatás esetleges szünetelése, hibája miatt milyen veszteségek érhetik az adott vállalatot. Természetesen a cég profilja erősen befolyásolja az esetleges problémák következményeinek súlyosságát [2] [3] [4] [5].

### **3. „Felhő” szolgáltatások**

A felhő szolgáltatásoknak több szintje létezik, annak függvényében, hogy a bérleti konstrukció milyen erőforrásokra, szolgáltatásokra terjed ki. A továbbiakban három típust szeretnék ismertetni.

#### **3.1. Software as a Service (SaaS)**

Az SaaS-en keresztül találkoznak a felhasználók leggyakrabban a felhő technológiákkal. A kifejlesztett, jól definiált alkalmazások az Interneten keresztül érhetőek el és menedzselhetők. A hagyományos webes alkalmazásokhoz képest a SaaS alkalmazások tartalmaznak információt a felhasználókra vonatkozóan, továbbá az alkalmazott osztott adatmodell lehetővé teszi egyszerre több felhasználó kiszolgálását. Az alkalmazások böngésző segítségével érhetőek el, használhatók, nincs szükség helyi telepítésre. Tömegesen használt, jól uniformizálható alkalmazásokról van szó [2].[3].[4].[5].

#### **3.2. Platform as a Service (PaaS)**

Az absztrakció első szintje, amely biztosítja a felhő típusú alkalmazások fejlesztői, valamint a teszteléséhez és futtatásához szükséges környezetét. Ebben az esetben egy teljes platformot bérelhetünk. Ezt a lehetőséget biztosítja például a Microsoft Windows Azure és a Google App Engine [2].[3].[4].

#### **3.3. Infrastructure as a Service (IaaS)**

Az IaaS tulajdonképpen számítógépes infrastruktúra bérbeadását jelenti, beleértve szervereket, ahhoz kapcsolódó szoftvereket, hálózati eszközöket. A felhő technológia legalapvetőbb szolgáltatása. (Amazon, Mosso) Előnye, hogy az adott cégnek, amelyik igénybe veszi a szolgáltatást nem szükséges az előírásoknak megfelelő szerverszobát, adatközpontot létrehozni, valamint szervereket és szoftvereit megvásárolni. A szolgáltatáshoz hozzá tartozik a szolgáltató részéről megfelelő szaktudású személyzet

biztosítása is. A vevők kihelyezett szolgáltatásként veszik igénybe az infrastruktúrát. A költségek a felhasznált erőforrások mennyiségének függvényében változnak [2] [3] [4] [5].

Előfordul olyan eset, amikor az ügyfél minden szolgáltatást igénybe kíván venni, ebben az esetben beszélhetünk az Everithing as a service (XaaS) szolgáltatásról [2] [3] [4] [5].

#### **4. IT biztonság és a „felhők”**

A számítási felhők megjelenésével és terjedésével a korábbi adatvédelemmel, adatbiztonsággal kapcsolatos szabályozásokat kevésnek érezhetjük. Számos kérdés az adatvédelemmel kapcsolatban nincs, vagy nem egységesen szabályozott még az Európai Unió belül sem. Az adatokkal kapcsolatos megőrzési időre vonatkozóan sincs egységes követelmény rögzítve.

A számítási felhők esetében további problémákat okoz, hogy az adattárolás helyileg nem kötődik az adott vállalat székhelyéhez. Elképzelhető hogy egy másik országban történik a tárolás, kezelés. Az adatok, információk bizalmasságával valamint elérhetőségével kapcsolatban így a szolgáltatást igénybe vevő vállalat kiszolgáltatottabb helyzetben van, mintha saját telephelyén végezné az említett feladatokat.

Mivel az egyes üzletfelek adatai akár a telephelyhez képest akár egy másik ország területén tárolódnak, így nemzetközi egységes szabályozásra lenne szükség az adattárolás területén.

A Microsoft vezető főtanácsadója Brad Smith ezzel a fontos kérdéssel kapcsolatban szólalt fel 2010-ben és kérte az Európai Uniót a megfelelő jogi háttér megteremtésére. „A Cloud-Computing esetében a helyi PC-k és a szerverek adatait olyan rendszereken tárolják, amelyeket fizikailag és közigazgatás-technikailag harmadik személy felügyel. Ez a személy pedig többnyire egy harmadik országban található. A Microsoft azt szeretné, hogy az Európai Unió a Cloud Computing szolgáltatások üzemeltetőinek jogbiztonságot teremtsen” [7].

Elhangzott továbbá, hogy az adatvédelemmel kapcsolatos előírások elkészítésekor szükséges lenne figyelembe venni a Számítási felhők megjelenésével kapcsolatos további kihívásokat és a jelenlegi elavult szabályozáshoz képest egy korszerűbb rugalmasabb rendszer kialakítása a cél. Tekintettel kell lenni az Európai Unió belül és kívül tárolt adatok védelmére. A felhő alapú szolgáltatások esetén történt támadásokkal kapcsolatos egységes nemzetközi szabályozás kialakítása szükséges.[7][8]

#### **Összefoglalás**

A számítási felhők megjelenése az üzleti világban az IT rendszerekkel kapcsolatban jelentős fejlődést tesz lehetővé. Amellett, hogy viszonylag költséghatékonyan és egyszerűen tudja egy nagyobb vállalat is megoldani az informatikai szolgáltatások igénybevételét, felmerülnek különböző problémák is, ami az adatvédelmet, információbiztonságot érinti. A cégeknek a költségek leszorítása és kiváló színvonalú szolgáltatás igénybevétele mellett számolniuk kell bizonyos –az üzleti folyamatokat is érintő – az ada-

tok biztonságát és elérhetőségét érintő kockázatokkal is. Ugyan a kockázatok áthárítása szerződésben szabályozható, ugyanakkor egy esetleges probléma során a nemzetközi jogi szabályozás elavult, rugalmatlan, nem egységes az adatbiztonsággal kapcsolatban, így a jogbiztonság nem garantált.

Jelenleg az ISO/IEC 27001:2005 szabvány bevezetésében a számítási felhőket üzemeltető cégnél látják a lehetőséget az információbiztonsági kérdésekkel kapcsolatban, azonban a szabvány önkéntes jellegű.

## Irodalomjegyzék

- [1] Molnár József: *Gartner: figyeljünk a felhőkre!* (<http://nonstopuzlet.hu/gartner-figyeljunk-a-felhokre-20091112.html>)
- [2] Krauth Péter: *Közműszerű IT-szolgáltatás*, ([http://www.nhit-it3.hu/index.php?option=com\\_content&task=view&id=15565&Itemid=347](http://www.nhit-it3.hu/index.php?option=com_content&task=view&id=15565&Itemid=347))
- [3] Alexandros Marinos, Gerard Briscoe: *Community Cloud Computing*, M.G. Jaatun, G. Zhao, and C. Rong (Eds.): CloudCom 2009, LNCS 5931, pp. 472–484, 2009. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2009.
- [4] Jinzy Zhu, Xing Fang, Zhe Guo, Meng Hua Niu, Fan Cao, Shuang Yue, and Qin Yu Liu: *IBM Cloud Computing Powering a Smarter Planet*, M.G. Jaatun, G. Zhao, and C. Rong (Eds.): CloudCom 2009, LNCS 5931, pp. 621–625, 2009. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2009.
- [5] Laura M. Haas, Aya Soffer: *New Challenges in Information Integration*, T.B. Pedersen, M.K. Mohania, and A. M. Tjoa (Eds.): DaWaK 2009, LNCS 5691, pp. 1–8, 2009. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2009
- [6] Kristóf Csaba: *Biztonságosabbá tehető felhők*, 2009. november 24. (<http://nonstopuzlet.hu/biztonsagosabba-teheto-felhok-20091124.html>)
- [7] *Az adatvédelmet a Cloud Computing korszakhoz kell igazítani* (2010. január 29.) ([http://www.sg.hu/cikkek/72178/az\\_adatvedelmet\\_a\\_cloud\\_computing\\_korszakhoz\\_kell\\_igazitani](http://www.sg.hu/cikkek/72178/az_adatvedelmet_a_cloud_computing_korszakhoz_kell_igazitani))
- [8] Molnár József: *Felhő törvényért lobbizik a Microsoft* (2010. január 21.) (<http://nonstopuzlet.hu/felho-torvenyert-lobbizik-a-microsoft-20100121.html>)

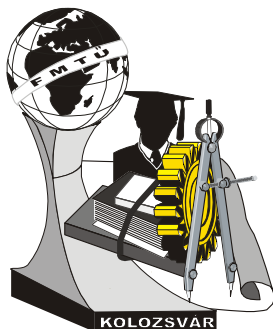
**Tóth Georgina Nóra**, tanársegéd, doktorandus

Munkahely: Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar,  
Anyagtudományi és Gyártástechnológiai Intézet

Cím: Magyarország 1081 Budapest Népszínház u. 8.

Telefon / Fax: +36-1-66-65-339

E-mail: [toth.georgina@bgk.uni-obuda.hu](mailto:toth.georgina@bgk.uni-obuda.hu)



# XVI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2011. március 24–25.

## KÖZSZOLGÁLTATÁSOK KOMPLEX AKADÁLYMENTESÍTÉSE A GYAKORLATBAN

TURI Tamás, HORVÁTH Magdolna

### Abstract

Providing equal access to the environment not only improves the living conditions of disabled persons, but the elderly, the sick, the people using everyday stroller much easier. The barrier-free environment and the formulation of public services in different groups of people, respectively. situations should be taken into account. That everyone is equally able to observe that the built environment and equal opportunities to use public services, the architect is a very important role.

### Keywords:

accessibility, architecture, public-utility services

### Összefoglalás

Az egyenlő esélyű hozzáférést biztosító környezet nem kizárólag a fogyatékos személyek életkörülményeit javítja, hanem az időskorú, a beteg, a babakocsit használó emberek mindennapjait is megkönnyíti. A környezet és a közszolgáltatás akadálymentes kialakításánál különböző embercsoportokat, ill. szituációkat kell figyelembe vennünk. Abban, hogy mindenki egyaránt képes legyen arra, hogy az épített környezetet és a közszolgáltatásokat egyenlő esélyekkel használhassa, az építészeknek rendkívül fontos szerep van.

### Kulcsszavak:

akadálymentesítés, építészet, közszolgáltatás

### 1. Bevezetés

Magyarországon az akadálymentesítés 1997-től vált kötelezővé. 1998. január 1-jét követően minden új építésű vagy felújítandó, átalakítandó épület tervezésekor, vagy kivitelezése során kötelezően figyelembe kell venni az akadálymentesítés szempontjait. Az Esélyegyenlőségi törvény (1998. évi XXVI törvény) már konkrétan szabályozza, hogy a közintézményeknek akadálymentesnek kell lenniük. Az egyenlő esélyű hozzáférést biztosító környezet nem kizárólag a fogyatékos személyek életkörülményeit javítja, hanem az időskorú, a beteg, a babakocsit használó emberek mindennapjait is megkönnyíti. A környezet és a közszolgáltatás akadálymentes kialakításánál különböző embercsoportokat, ill. szituációkat kell figyelembe vennünk: idősek, hátrányos helyzetűek - mozgáskorlátozottak, látássérültek, vakok, nagyothallók, sietek, ill. értelmi fogyatékosok ..., átmeneti fogyatékkal élők - kismamák, végtag törtek ..., szituációk, helyzetek – csomagcipelés, bébi hordozós közlekedés, hátizsákos közlekedés, zajos környezetben való munkavégzés ... Egyre több az időskorú ember és így a hozzáférhető

környezetet igénylő személy. Növekszik a megváltozott munkaképességű személyek száma is. Abban, hogy mindenki egyaránt képes legyen arra, hogy az épített környezetet és a közszolgáltatásokat egyenlő esélyekkel használhassa, az építészeknek rendkívül fontos szerep van.

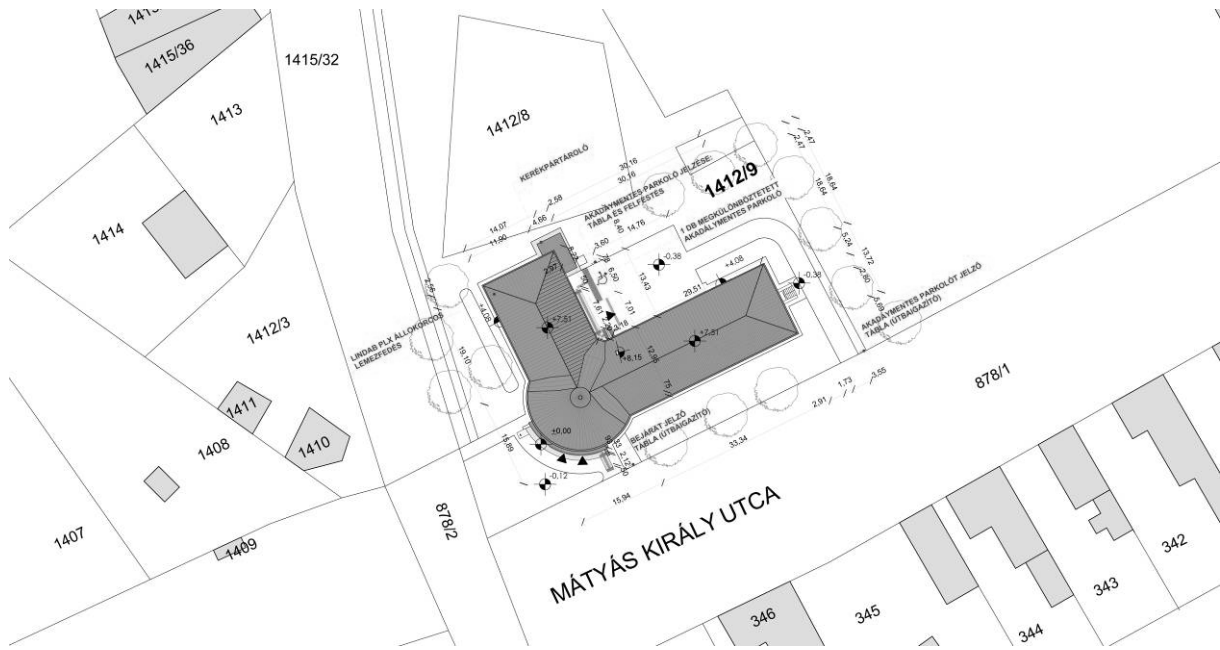
## **2. Tervezési elvekről általánosan**

Az akadálymentesség szempontjából legoptimálisabb építészeti megoldás megtalálásához a beruházó és tervező közös munkájára van szükség, amely nem nélkülözheti az adott épület funkcióinak, műszaki állapotának és szerkezeteinek részletes ismerete. A tervezési folyamatba célszerű bevonni az épületet használókat is, az ügyfelek és dolgozók tapasztalatainak figyelembevételével. A tervezési koncepció megfogalmazásánál fontos szempont a fogyatékossgal élő személyek véleménye is. Az igényeket és megvalósításukat komplexen kell kezelni, az épület használhatóságának jelentős javulását szem előtt tartva. Az épületeket és környezetüket nem csak a jelen igényekre, hanem a jövőbeni (használat és használók szempontjából változatos) folyamatosan változó igények figyelembevételével akadálymentesen kell megtervezni és kivitelezni vagy felújítani. Az épületek (közösségi épületek) kialakításánál a másik fő szempont az épületben elérhető, igénybe vehető szolgáltatások igénybe vevőinek, használóinak eltérő képességei.

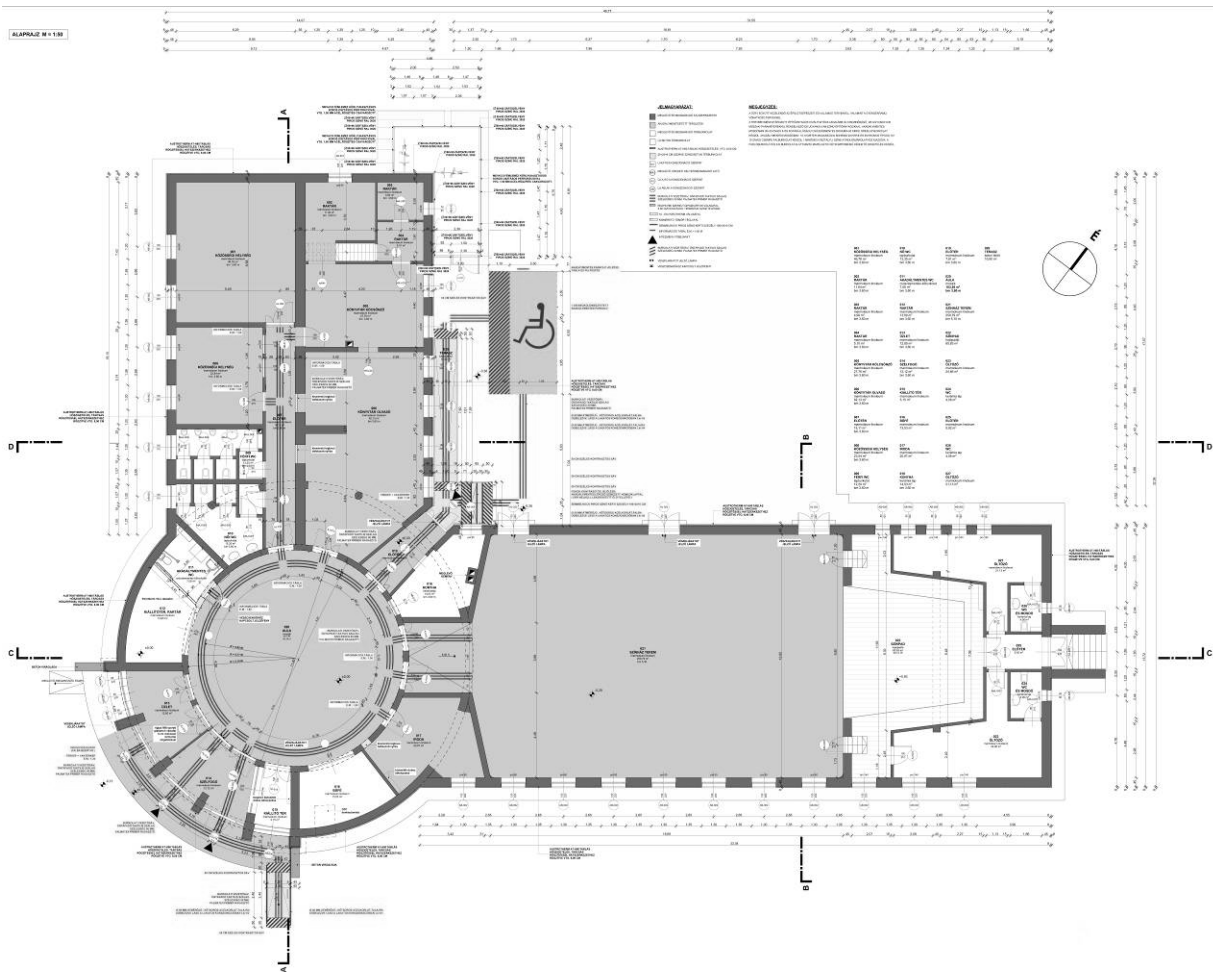
## **3. Műszaki követelmények és megoldások grafikai megjelenítése**

Az építészek és szakmérnökök közreműködésével az akadálymentesítés témakörében kiírt pályázatok tervezési programjait, az intézmények (földhivatalok, óvodák, bankok ...) komplex akadálymentesítését, a közszolgáltatások egyenlő esélyű hozzáférését az építészek által kidolgozott műszaki tervdokumentációk elkészítésével biztosítják. A műszaki dokumentációk (tervek, műszaki leírás ...) az épületek teljes – és vagy részleges akadálymentesítést érintő fő funkcionális elemein keresztül mutatják be a fizikai és infokommunikációs akadálymentesség műszaki követelményeit. Az akadálymentesség műszaki követelményei:

- épület körüli környezet kialakítása (parkolók, járdák, gyalogutak ...);
- megközelítés (rampák, bejáratok, szélfogók ...);
- belső közlekedés (folyosók, felvonók, lépcsők, korlátok ...);
- belső helységek kialakítása (járófelület, falburkolat, ügyfélszolgálat ...);
- vizesblokk kialakítása (alaprajzi elrendezés, nézetrajzok, részletrajzok);
- akadálymentes közlekedés helyigényei;
- térbeli tájékozódás elemei (információs táblák, megvilágítás, tipográfia, piktogramok, vezetősávok, térképek ...);
- szolgáltatásszervezés (sérültek szempontjából, ügyféltér, ügyfélhívó ...).



1. ábra. Művelődési Ház és Könyvtár környezetének komplex akadálymentesítése – helyszínrajz



2. ábra. Művelődési Ház és Könyvtár épületének komplex akadálymentesítése - alaprajz



#### 4. Összefoglaló

Napjainkban sajnos számos középület „használatlan” ezen emberek számára. Saját munkáink során több középület komplex akadálymentesítését kellett építési engedélyezési és kiviteli terv formájában kidolgoznunk, megterveznünk (földhivatal, orvosi rendelő, művelődési ház, óvoda ...) majd a kivitelezés folyamán műszaki ellenőriznünk. Úgy gondoljuk, az építészek feladata, hogy az egyetemes tervezési elvek alkalmazásával olyan környezetet formáljanak, amely mindenki számára egyenlően használható. Ezeknek a fontos elveknek a műszaki nyelvre való lefordítását és műszaki rajzi közérthetőségét, ábrázolását igyekeztünk terveinken keresztül megfelelő építészeti minőségben előadni.

#### Irodalom

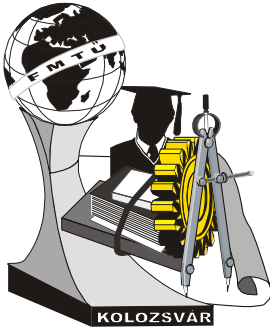
- [1] R. Palkovics, A. Pandula, Zs. Farkas, P., B. Prónay, Á. Ruttkay-Miklián: *Segédlet a közszolgáltatások egyenlő esélyű hozzáféréseinek megteremtéséhez, Komplex akadálymentesítés*, 2009
- [2] Pandula András, Farkas Zsuzsa, Zsilinszky Gyula: *Tervezési segédlet az akadálymentes épített környezet megvalósításához*, BM Építésügyi Hivatal, 2007
- [3] Fischl Géza, Pandula András: *Tervezési Segédlet az akadálymentes épített környezet megvalósításához*, Váti Kht., 2002

**Turi Tamás**, okleveles építőmérnök, PhD hallgató

Munkahely: Pécsi Tudományegyetem, Pollack Mihály Műszaki Kar, Építéskivitelezési Tanszék  
 Cím: H-7624, Magyarország, Pécs, Boszorkány út 2.  
 Telefon / Fax: +36 (72) 503-650 / 3810, +36 (72) 503-650 / 3815  
 E-mail: turi.tamas.tuki@gmail.com

**Horváth Magdolna**, okleveles építész, okleveles építőmérnök, DLA hallgató

Munkahely: Pécsi Tudományegyetem, Pollack Mihály Műszaki Kar, Épületszerkezetan Tanszék  
 Cím: H-7624, Magyarország, Pécs, Boszorkány út 2.  
 Telefon / Fax: +36 (72) 503-650 / 3810, +36 (72) 503-650 / 3815  
 E-mail: horvathm@pmmk.pte.hu



# XVI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2011. március 24–25.

## FELÜLETI ÉRDESSÉG MÉRÉSEKOR ALKALMAZOTT SZÜRÉSTECHNIKA GYAKORLATI KÉRDÉSEI

VARGA Péter, BARÁNYI István, dr. KALÁCSKA Gábor

### Abstract

The roughness profile could be created by applying suitable filters to the measured profile. The standard defines the input parameters of the digital filters with the help of the general surface roughness. By this method the suitable length of the measurement could be defined, from which the wave length of the signs to be filtered out could be defined.

In this paper we cast light on the arising questions of the filtering technology of profiles in practice.

### Key words:

roughness measurement, length of measurement, filtering technology

### Összefoglalás

Érdességméréskor a mért profilból megfelelő szűrők alkalmazásával tudjuk előállítani az érdességi profilt. A digitális szűrők bemeneti paramétereit a szabvány az átlagos felületi érdesség segítségével definiálja. Az így meghatározott mérési hossz segítségével tudjuk meghatározni, hogy a jelben milyen hullámhosszúságú jeleket szeretnénk kiszűrni.

Jelen cikkben a profilok szűréstechikájának gyakorlati kérdéseire világítunk rá.

### Kulcsszavak:

érdességmérés, mérési hossz, szűréstechika

## 1. Bevezetés

Érdességméréskor a mért profilt – annak jellegétől függően – több szűrő segítségével tudjuk hullámossági és érdességi profillá szétválasztani. Az alkalmazott szűrési eljárás átviteli függvényéből adódóan különböző érdességi és hullámossági eredményekhez jutunk.

## 2. Az alkatrészek elméleti felülettől való eltéréseinek ismertetése, a szűréstechika szükségessége

A hatályos DIN 4760-as szabvány a felületi eltéréseket és annak okait 6 csoportja osztja és 1.-6. rendű egyenetlenségként definiálja:

- -1. rendű eltérés: alakhiba (egyesség-, síklapúság- és köralakhiba);
- 2. rendű eltérés: hullámosság;

- 3. rendű eltérés: érdesség (barázdák);
- 4. rendű érdesség (karcok, pikkelyek, dudorok);
- 5. rendű érdesség (szövetszerkezet);
- 6. rendű érdesség: szubmikroérdesség (kristályszerkezet mintázata).

A 3.-5. rendű eltérések nagyságrendje bár különböző, de határozott szétválasztásukra jelenleg nincs előírás, ezért gyűjtőfogalomként kezelik.

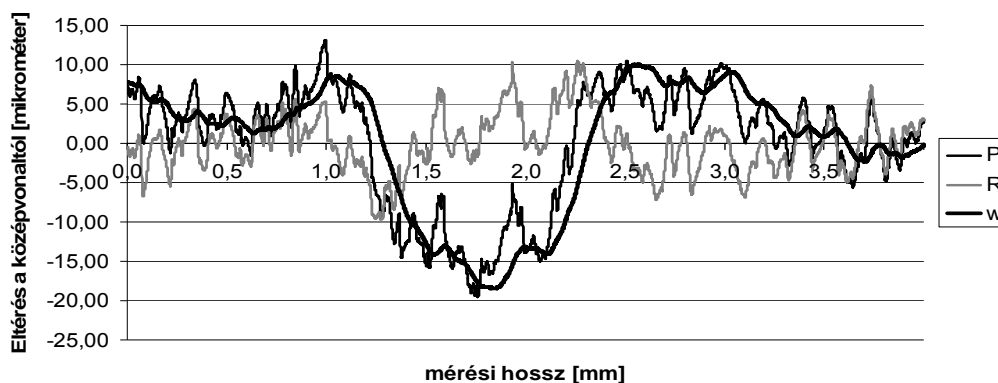
Az érdességméréskor alkalmazott szűrők az első és másodrendű hibákat választják el az érdességi profiltól. A szétválasztás alapja a profil érdességének értéke, mely definiálja a határhullámhosszt az 1. táblázat szerint. Vizsgálatunkban különböző szabványos szűrők alkalmazásával vizsgáltuk a kimeneti paramétereket.

**1. táblázat.** Az átlagos felületi érdesség és a határhullámhossz kapcsolata [1]

Ra [ $\mu\text{m}$ ]	Ra $\leq$ 0,02	0,02<Ra $\leq$ 0,1	0,1<Ra $\leq$ 2	2<Ra $\leq$ 10
$\lambda_c$ [mm]	0,08	0,25	0,8	2,5
$\Delta x$ [ $\mu\text{m}$ ]	5	10	10	10

### 3. A mérési eredmények ismertetése

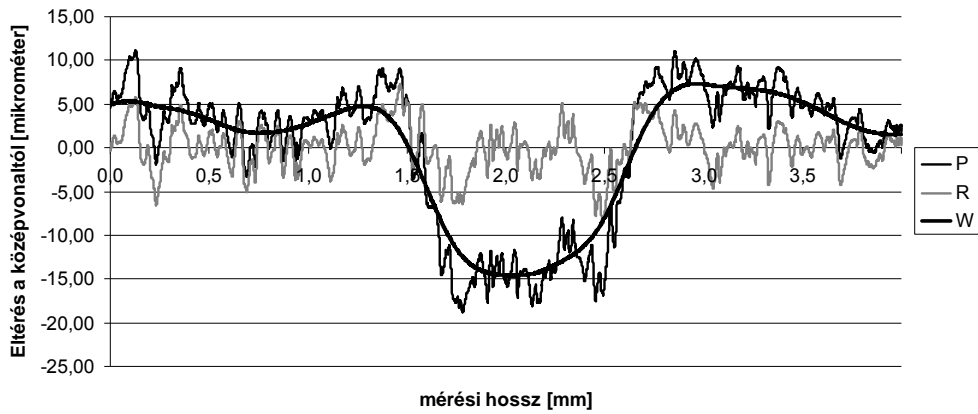
Méréseinket szikraforgácsolt felületen végeztük, melyet VDI 27-es érdességi kategóriába sorolható beállításokkal készítettünk el. A mért profilt, valamint a mérési eredmények segítségével előállított elsőleges, érdességi és hullámossági profilokat mutatja be a 1.-3. ábra.



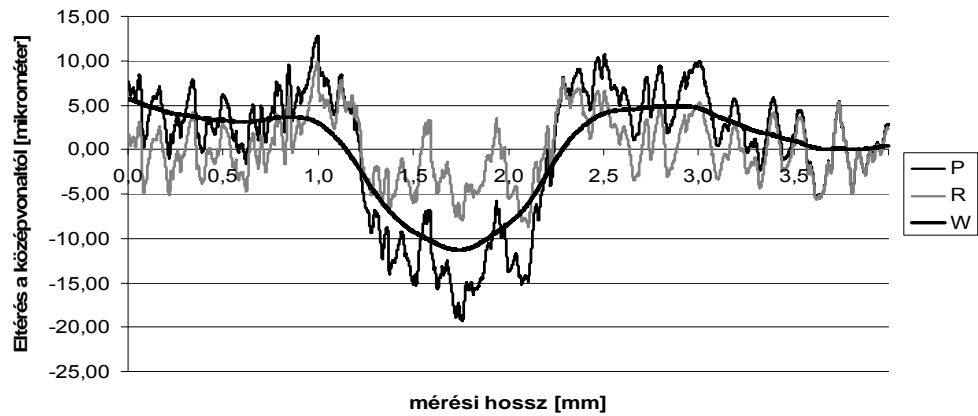
**1. ábra** A mért, az érdességi és a hullámossági profil 2RC szűrő alkalmazása esetén ( $\lambda_c=0,8\text{mm}$ )

A mérési eredményekből látható, hogy az azonos  $\lambda_c$  érték mellett a szűrt profil alakja megváltozik. Az alkalmazott szűrők a határhullámhosszúság figyelembevételével különböző karakterisztikával szűrik a mért jeleket (4.ábra).

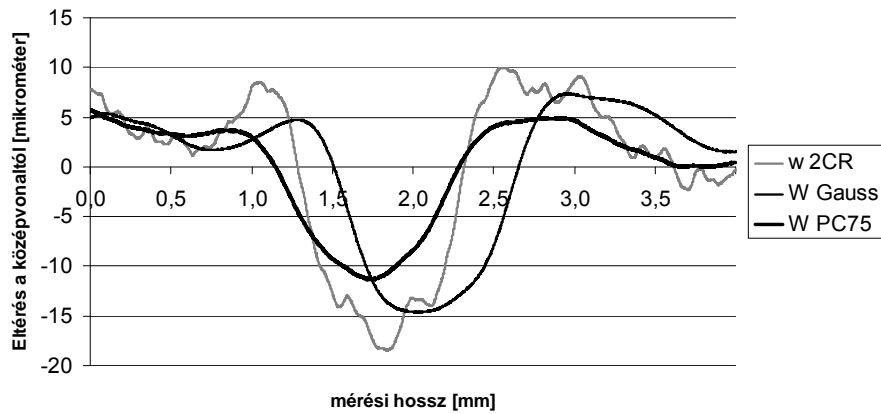
Ez a szűrésbeni különbség egyrészt a hullámossági, másrészt az érdességi paraméterek megváltozását is magával vonja, ugyanis a jelek érdességi paramétereinek meghatározása előtt a középvonalra rendezés különböző alakú szűrt profilokra történik. Az 1. táblázatban a mért eredményekből láthatjuk, hogy méréskor bár az Ra érték változása nem okoz méréshatárbeli ugrást, de értéke szűrőtípustól függően akár 1,5-szeres is lehet.



2. ábra A mért, az érdességi és a hullámossági profil Gauss szűrő alkalmazása esetén ( $\lambda_c=0,8mm$ )



3. ábra A mért, az érdességi és a hullámossági profil PC75 szűrő alkalmazása esetén ( $\lambda_c=0,8mm$ )



4. ábra Különböző szűrők által meghatározott hullámossági profil ( $\lambda_c=0,8mm$ )

1. táblázat. Az érdességi paraméterek értékei az alkalmazott szűrési eljárás függvényében

Szűrő típusa	Ra [ $\mu m$ ]	Rz [ $\mu m$ ]	Rq [ $\mu m$ ]	Rp [ $\mu m$ ]	Rv [ $\mu m$ ]	Rku	Rsk
Gauss	2,01	11,21	2,55	5,28	5,94	2,95	-0,19
2CR	2,8	12,71	3,49	6,43	6,28	2,59	0,18
PC75	2,95	12,83	3,42	6,79	6,04	2,07	0,04

A mért szikraforgácsolt felületnél az egyenetlenség magasság értéke nem mutat jelentős változást, de a szűrés különbségéből adódó középvonal eltolódás megváltoztatja a profil maximális csúcsmagasságának és a maximális völgymélységének értékét. A kopási folyamat kezdeti részét jellemző vizsgált mérési hosszban az  $R_{sk}$  (ferdeségi mérőszám) paraméter közel állandó értéket vesz fel, viszont az  $R_{ku}$  (lapultsági mérőszám) értéke nagymértékben változik a szűrő típusától függően [4, 5].

#### 4. Összefoglaló

Az érdességmérés segítségével jellemezett profilok kiértékelésekor fontos szempont az alkalmazott szűrők tulajdonságainak ismerete. A megfelelően kiválasztott szűrő karakterisztikája egyrészt a mérési eredményeket, másrészt az érdességi profil alakját is meghatározza, tehát a szűrő választásakor fontos figyelembe venni a mért profil jellegzetességét és annak kiszűrési vagy szűrési művelet utáni megtartásának lehetőségét.

#### Irodalom

- [1] Horváth, S., Czifra, Á.: *Új módszerek a felületi érdesség és hullámosság vizsgálatában*, OGÉT XVII. Nemzetközi Gépész Találkozó, Gyergyószentmiklós, 2009, pp. 169-173
- [2] Horváth S.: *A felületi hullámosság jelentősége, a hullámosság 3D-s értelmezése*. GÉP 2005/9-10, p. 82-85, 2005
- [3] Czifra Á.: *Sensitivity of power spectral density (PSD) analysis for measuring conditions*, Rudas I. J., Fodor J., Kacprzyk J. (Eds.): *Towards Intelligent Engineering and Information Technology*, 2009, p. 505-517
- [4] R. Horváth, S. Sipos: *Topological maps of surfaces, machined with diamond inserts*, MicroCAD 2011, Miskolc, 2011, megjelenés alatt
- [5] R. Horváth, B. Kovács-Palásti, S. Sipos: *Environmental Al-friendly cutting of automotive parts, made of aluminium castings*, Hungarian journal of industrial chemistry Vol. 38(2), 2010, p. 99-105

#### Varga Péter, tanársegéd

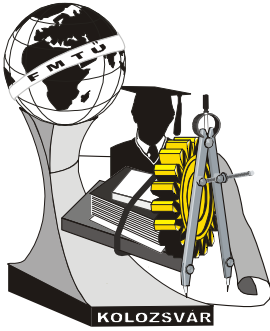
Munkahely: OE-BGK,  
Anyagtudományi és Gépgyártástechnológiai Intézet  
Cím: 1081, Budapest, Népszínház utca 8.  
Telefon / Fax: 06-1-666-5402  
E-mail: varga.peter@bgk.uni-obuda.hu

#### Barányi István, doktorandusz

Munkahely: SZIE, Gépészmérnöki Kar,  
Gépipari és Technológiai Intézet  
Cím: 2100, Gödöllő, Páter Károly út 1.  
Telefon / Fax: 06-28-522-949  
E-mail: baranyi.istvan@gek.szie.hu

#### dr. Kalácska Gábor, egyetemi tanár

Munkahely: SZIE, Gépészmérnöki Kar,  
Gépipari és Technológiai Intézet  
Cím: 2100, Gödöllő, Páter Károly út 1.  
Telefon / Fax: 06-28-522-949  
E-mail: kalacska.gabor@gek.szie.hu



# XVI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2011. március 24–25.

## HIDEGEN ALAKÍTOTT EZÜST LÁGYÍTÁSA

dr. VÉGVÁRI Ferenc

### Abstract

The hardness of metals is increasing during cold working. In case of further deformation or utilization of cold worked metal components there is often need for softening them. The recrystallization temperature depends on the degree of former deformation. Our paper presents the determination of the recrystallization temperature of cold worked silver both by traditional model test and advanced DMTA (Dynamic - Mechanic - Thermo Analyser) equipment. We obtained similar results by these two experimental methods.

### Key words:

recrystallization, DMTA, annealing of silver

### Összefoglalás

A fémek hidegalakítás hatására felkeményednek. A további alakítás, vagy a felhasználás számára szükséges lehet a lágyításuk. Az újrakristályosítás hőmérséklete függ az előzetes alakítás mértékétől. Munkánkban egy hidegen alakított ezüst újrakristályosító lágyításának hőmérsékletét határoztuk meg hagyományos kisminta kísérlettel, illetve egy korszerű DMTA (Dynamisch-Mechanische Thermo-Analyse) berendezéssel. A két mérési eljárással hasonló eredményeket kaptunk.

### Kulcsszavak:

újrakristályosító lágyítás, DMTA, ezüst lágyítása

### 1. Bevezetés

Az ezüstszalagok gyártása hideghengerléssel történik. Hengerlés során a szalag felkeményedik. A további alakítás végett lágyítani, újrakristályosítani kell. Az ezüstszalagok felhasználása során szintén gyakran előfordul, hogy adott célra a túl kemény szalag nem használható fel, ki kell lágyítani.

Az újrakristályosítás hőmérséklete nagymértékben függ az előzetes hidegalakítás mértékétől. Ismeretlen mértékben alakított szalag esetén úgy kell megválasztani a lágyítási hőmérsékletet, hogy ne legyen túl magas, mert az a szemcseszerkezet durvulását idézheti elő. A szükségesnél alacsonyabb hőmérsékleten a mechanikai tulajdonságok nem változnak meg kedvezően, nem csökken kellően a keménység. Ilyen esetben előzetes kisminta kísérletekkel meghatározható a szükséges újrakristályosítási hőmérséklet. Egy ilyen kísérletsorozat több mintából áll és hosszabb idő kell a vizsgálatok elvégzéséhez.

Az újrakristályosodási, lágyítási hőmérséklet pontos meghatározására az utóbbi időben a polimerek kutatási területén alkalmazást nyert Dynamisch-Mechanische Thermo-Analyse (DMTA) készüléket is kipróbáltuk. A készülék az anyag több mechanikai jellemzőinek változását méri adott sebességű felhívás során.

Munkánkban összehasonlítottuk a hagyományos módon végzett kisminta kísérletek eredményét a DMTA vizsgálattal nyert eredménnyel.

## 2. Az előzetes kisminta kísérletek végzése

A technológiai paraméterek meghatározására kísérleti sorozatot végeztünk. Az újrakristályosító lágyítás hőmérsékletet 150°C-tól 350°C-ig 50 fokként növeltük. A hőntartási idő minden hőmérsékleten 30, 60, 90 perc volt. A hőkezelést termikus visszacsatolással ellátott OH 63 típusú kamrás kemencében végeztük védőléggör alkalmazása nélkül. Hőkezelés után mértük a minták keménységét.

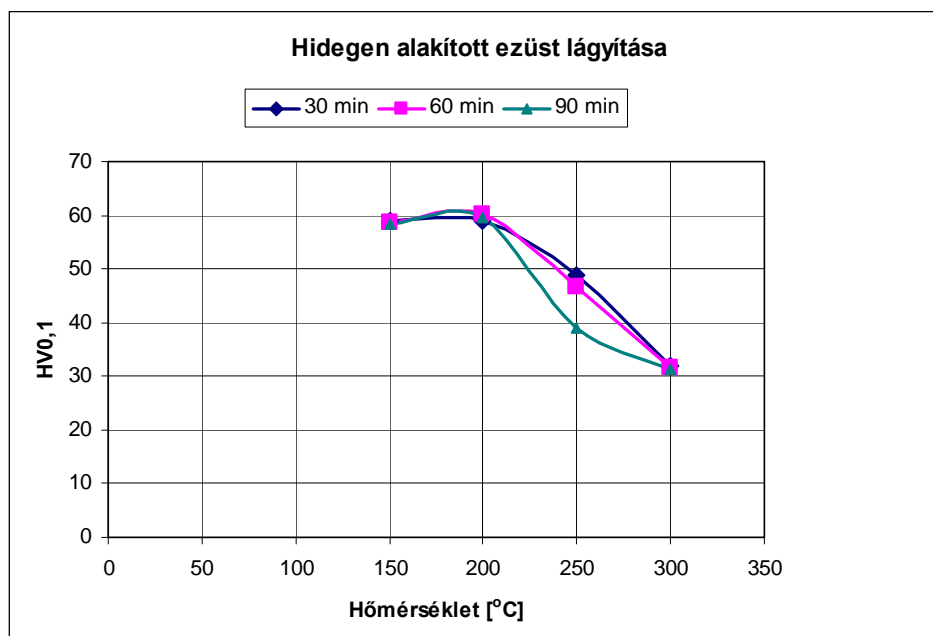
## 3. Mérési eredmények

Az előzetesen ismertett módon hőkezelt mintákból kisebb darabokat melegbeágyazással hőre keményedő műanyagba öntöttük és mikro- Vickers eljárással 1 N terhelőerővel mértük a keménységüket. (A vékony lemez vastagsági mérete nem engedi meg a nagyobb terhelőerők alkalmazását!). A mérési eredmények átlagértékeit az 1. táblázatban adjuk meg.

1. táblázat Keménységmérés eredményei

Idő [min]	Hőmérséklet				
	150 °C	200 °C	250 °C	300 °C	350 °C
	HV0,1				
30	58,8	59,1	49,9	31,8	31,7
60	58,6	59,5	46,3	31,7	31,8
90	58,5	59,5	37,0	31,2	31,8

Az 1. ábrán bemutatjuk a hőmérséklet függvényében a különböző hőntartási idő után mért keménységi értékek változását.

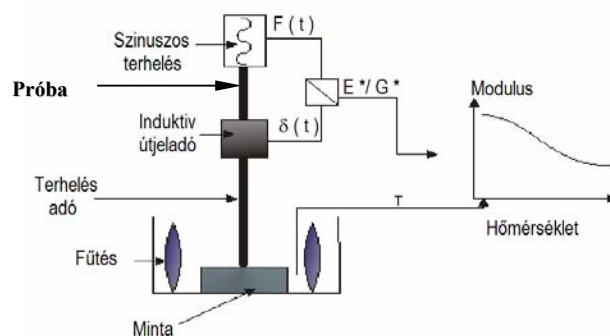


1. ábra Az ezüst keménységének változása lágyítás során

Az 1. ábra alapján az látható, hogy a hidegen alakított ezüst lágyulása 200°C-on kezdődött meg és növelve a hőmérsékletet 300°C-on befejeződött. Tovább növelve a hőmérsékletet a keménység már nem változott.

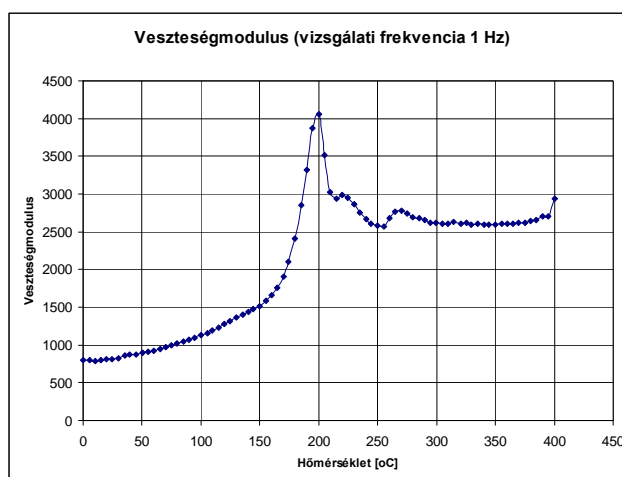
#### 4. Lágyítási hőmérséklet meghatározása DMTA berendezéssel

Az újrakristályosodási, lágyítási hőmérséklet meghatározására a Főiskolán rendelkezésre álló Dynamisch-Mechanische Thermo-Analyse (DMTA) készüléket használtuk. Előzetes vizsgálataink alapján azt tapasztaltuk, hogy a műanyagok vizsgálatára kifejlesztett készülék alkalmas az alacsonyabb hőmérsékleti tartományban a fémekben lezajló folyamatok vizsgálatára is. A készülék elvi vázlatát a 2. ábrán mutatjuk be [1, 2].



2. ábra DMTA készülék elvi felépítése

A vizsgálat során az állandó feszültséggel terhelt próbát adott sebességgel hevítjük a kívánt hőmérsékletig nitrogén védőgáz alatt. A mintára adott feszültségnek a mindenkori rugalmassági határ alatt kell lennie. Adott mintavételezési időpontokban a próbát különböző frekvenciájú választható amplitudójú feszültséggel meglengetjük és mérjük ezen terhelésre adott válaszokat. A mérési eredményekből meghatározható a rugalmassági modulus, a veszteség modulus, a kettő hányadosa az un. tangens  $\delta$ , a minta nyúlása, a minta mindenkori teljes hossza stb. A készülék alkalmazásának előnye, hogy egy minta alapján már meghatározhatók a paraméterek.

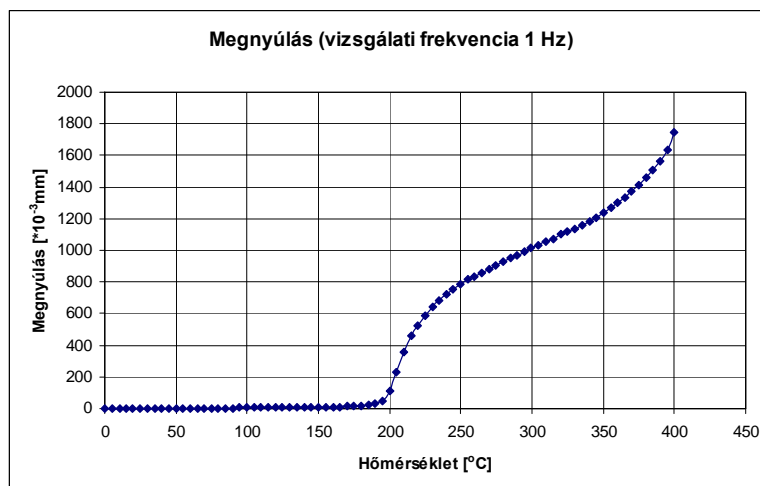


3. ábra Veszteségmodulus változása a hőmérséklet függvényében

A vizsgálat során a felfűtési sebesség  $0,5 \text{ }^\circ\text{C}/\text{min}$ , volt nitrogén atmoszférában. Az állandó terhelést biztosító feszültség  $27\text{MPa}$ , amelyre méréskor három különböző frekvenciával (1Hz, 3,2Hz és 10Hz)  $8\mu\text{m}$  nagyságú megnyúlást okozó lengő-igénybevételt szuperponáltunk. A vizsgálat során mértük a



veszteségmodulust (3. ábra), a minta megnyúlását (4. ábra), a vizsgálati amplitúdó változását, a rugalmassági modulust, a tangens  $\delta$  értékét. A 3. és 4. ábrákon bemutatjuk az első két tulajdonság változását a hőmérséklet függvényében. Mindkét tulajdonság élesen változik 200°C elérése után, ami azt jelenti, hogy megkezdődött az újrakristályosodás. Ez megegyezik a kisminta kísérletek eredményével.



4. ábra A minta megnyúlása a hőmérséklet függvényében

## 5. Összefoglalás

Az elvégzett kísérletek alapján megállapítható, hogy a DMTA készülék alkalmas az újrakristályosodási hőmérséklet meghatározására. Az újrakristályosodás kezdeti hőmérsékletét határozottan érzékeli.

- Kismintás kísérletekkel a meghatározott újrakristályosodási hőmérséklet (200÷ 300)°C közt megy végbe;
- DMTA vizsgálat alkalmas az újrakristályosodás nyomon-követésére;
- DMTA vizsgálattal meghatározott újrakristályosodási hőmérséklet szintén (200÷ 300)°C;
- További vizsgálatok szükségesek a mérési eredmények pontosítására.

## Irodalom

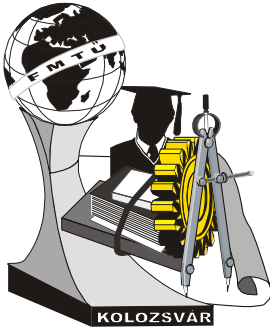
[1] DMA Installationshandbuch

[2] <http://en.wikipedia.org/wiki/DMTA>



dr. Végvári Ferenc, főiskolai tanár

Fém- és Műanyagfeldolgozó  
Technológiai Intézet,  
Mechanikai Technológiai Tanszék  
vegvari.ferenc@gamf.kefo.hu



# XVI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2011. március 24–25.

## ÚJRAKONFIGURÁLHATÓ GYÁRTÓRENDSZEREK RUGALMASSÁGI MUTATÓJA

VÉN Zoltán, POPOVICS Gergely, PFEIFFER András, MONOSTORI László

### Abstract

Today's manufacturing systems exposed to special and fast changing demands and rapid disturbances have to respond to the challenges of their environment even more effective and flexible way. The concept of the reconfigurable manufacturing systems has been designed for the flexibility problems. The paper gives a short description about the reconfigurable manufacturing systems, and defines the main types of flexibility of manufacturing systems. The dimensional- as well as the performance flexibilities in the dimensional- and performance spaces of the reconfigurable manufacturing systems are also outlined.

### Key words:

reconfigurable, manufacturing system, flexibility index, changeable factory

### Összefoglalás

Napjaink gyorsan változó és egyedi igényeknek, valamint hirtelen zavaroknak kitett gyártórendszereinek mind hatékonyabb és rugalmasabb módon kell választ adniuk környezetük kihívásaira. A rugalmassági problémák kezelésére került kidolgozásra az újrakonfigurálható gyártórendszerek koncepciója. A dolgozat rövid ismertetőt ad az újrakonfigurálható gyártórendszerekről, és megadja a gyártórendszerek főbb rugalmassági típusait. Az újrakonfigurálható gyártórendszerek tervezési- és teljesítmény terében értelmezhető dimenzionális- és teljesítmény rugalmasságok szintén felsorolásra kerülnek.

### Kulcsszavak:

újrakonfigurálható, gyártórendszer, rugalmasság mutató, változóképes gyár

### 1. Bevezetés

A gyártó tevékenységet folytató vállalatok mindinkább szembesülnek a gyors választ megkövetelő, hirtelen változó megrendelői igényekkel, melyek teljesítése esetén továbbra is tartani kell az elvárt magas minőséget és alacsony árat. Az ilyen kihívásokra azok a cégek tudnak reagálni a leghatékonyabban, amelyek olyan dinamikus termelő-rendszert hoznak létre, ami alkalmazkodik a növekvő, kiszámíthatatlan piaci igényekhez, a termékvariánsok sokaságához és a gyorsan változó termék- és folyamattechnológiákhoz [1].

Az újrakonfigurálható gyártórendszerek koncepciója megfelel a fent említett követelményeknek, vagyis kiváló feltételeket biztosít a gyártórendszerek teljesítményének magas szinten tartására a gyártási folyamat elemeinek mind hardveres, mind szoftveres újrakonfigurálása által (konfiguráció alatt egy rendszer felépítését, szerkezetét értjük), az összetett működési követelmények teljesítése, és az üzemi feltételek változása mellett [1, 2]. További feltétel a rendszerrel szemben, hogy mindezt elfogadható i-

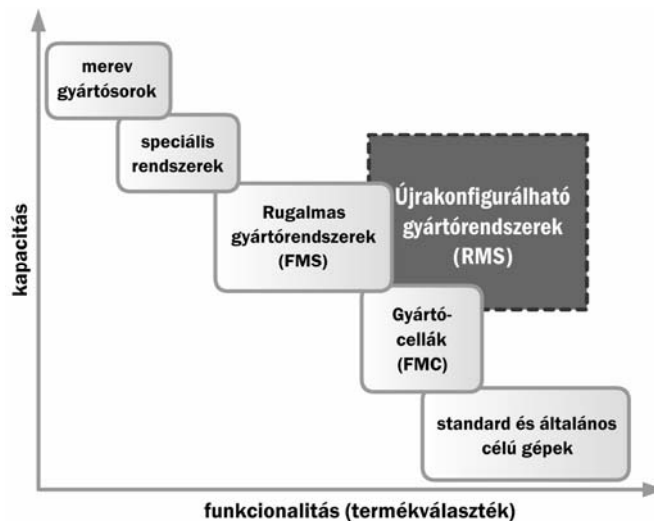
dő és költség vonzattal tegye. Az 1. ábra szemlélteti azokat az eseteket, amikor indokolt az újrakonfigurálható gyártórendszerek használata.



1. ábra. Az újrakonfigurálhatóság szükségessége [2]

A három fő igény egyike a rendszer azon képessége, hogy összetett feladatokat hajtson végre egy időintervallumban, de nem egyidejűleg. A másik szükséges képesség az, hogy a rendszer át tudjon alakulni egy jövőben tervezett, vagy nem tervezett konfigurációba. Harmadik a túlélés képessége, amely biztosítja, hogy a rendszer még akkor is legalább részlegesen működhessen, amikor meghibásodások fordulnak elő az alrendszerekben.

Összehasonlításképpen a 2. ábra szemlélteti, hogy különböző típusú gyártórendszerek a funkcionalitás függvényében milyen kapacitásra képesek. Az ábrán látható gyártórendszerek különböző rugalmassággal rendelkeznek, amik a következő fejezetben kerülnek bemutatásra.



2. ábra. A különböző gyártórendszerek kapacitása a funkcionalitás függvényében [3]

## 2. Gyártórendszerek rugalmasságának típusai

Egy rendszer rugalmasságát a következőképpen definiálhatjuk: a rugalmasság egy tulajdonság, mely

leírja egy rendszer azon képességét, hogy az adott rendszer milyen könnyen változtatható [2].

Rugalmas gyártórendszerek esetében a szakirodalom az alábbi főbb rugalmasság-típusokat különbözteti meg [4, 5]:

- *Gép rugalmasság*: adott alkatrészcsalád termeléséhez szükséges változtatások végrehajtásának lehetősége;
- *Anyagkezelési rugalmasság*: függ a felhasznált útvonalaktól, és az összes gép közti lehetséges útvonaltól;
- *Folyamat rugalmasság*: adott alkatrészcsalád termelésének képessége, esetlegesen más-más anyagok felhasználásával, különböző utakon;
- *Termék rugalmasság*: annak a képessége, hogy új termék/termékcsalád gyártására nagyon gazdaságosan és gyorsan lehessen átállni;
- *Útvonal rugalmasság*: olyan esetek kezelésének képessége, amikor meghibásodások történnek és adott alkatrészcsaládok termelését kell folytatni;
- *Mennyiségi rugalmasság*: a termelés gazdaságossága különböző termelési mennyiségeknél;
- *Bővítési rugalmasság*: lehetőség a rendszer bővítésére egyszerű és moduláris módon;
- *Működési rugalmasság*: azon képesség, hogy az egyes alkatrészcsaládokhoz tartozó műveletek sorrendje milyen mértékig változtatható;
- *A vezérlő program rugalmassága*: a rendszer azon képessége, hogy gyakorlatilag zavartalanul fusson, köszönhetően az intelligens gépeknek és rendszervezérlő szoftvereknek;
- *Termelési rugalmasság*: az alkatrészcsaládok száma, melyek az adott gyártórendszerrel előállíthatóak.

### 3. Újrakonfigurálható gyártórendszerek rugalmassága

Az újrakonfigurálható gyártórendszerek esetében a rugalmasságot értelmezhetjük mind tervezési-, mind pedig teljesítmény térben. Ezt Ferguson és szerzőtársai az alábbiak szerint mutatják be [2].

A tervezési tér magában foglalja a lehetséges terveket és a tervparamétereket, melyek megfelelnek egy adott probléma korlátainak. A tervezési tér rugalmasságát a következő dimenzionális rugalmasságokkal írhatjuk le:

- *Tömeg dimenzionális rugalmasság*;
- *Hossz dimenzionális rugalmasság*;
- *Idő dimenzionális rugalmasság*.

A teljesítmény teret számos tényező befolyásolhatja, többek között az üzemi feltételek, számos működési követelmény változása, valamint a megrendelői igények változása. A teljesítmény tér három teljesítmény rugalmassággal reprezentálható:

- *Összetett-képesség teljesítmény rugalmasság*;
- *Fejlődés teljesítmény rugalmasság*;
- *Robusztusság teljesítmény rugalmasság*.

Az újrakonfigurálható gyártórendszerekre jellemző modularitás a tömeg dimenzionális rugalmasság segítségével jellemezhető, a szintén újrakonfiguráció sajátosság, az alkalmazkodóképesség pedig a hossz dimenzionális rugalmassággal írható le.

#### 4. Összefoglaló

Mivel az újrakonfigurálható gyártórendszerek igen bonyolult módon írhatók le, ezért a jelen dolgozat terjedelmi korlátai miatt a téma igen tömör bemutatása volt csak lehetséges. A további kutatási munkák adhatnak választ arra a kérdésre, hogy a jelen dolgozatban felvázolt rugalmasságok miként köthetők össze és milyen módon jeleníthetők meg konkrét újrakonfigurálható gyártórendszer esetén. A feladat komplexitása felveti annak a kérdését, hogy szükség van-e a fent említett rugalmasságok mindegyikére, vagy esetleg újabb rugalmassági típusokat kell bevezetni, hogy a modell jobban közelítse a valóságot.

A kutatás az OTKA T-73376 és az NKTH OMFB-01638/2009 projekteknek, valamint a magyarországi Fraunhofer Projektközpontnak köszönhetően indulhatott el.

#### Irodalom

- [1] Du, J., Jiao, Y.-Y., Jiao, J.: *A Real Option Approach to Flexibility Planning in Reconfigurable Manufacturing Systems*, International Journal of Advanced Manufacturing Technology, Vol. 28, No. 11/12, 2006, 1202-1210 oldal
- [2] Ferguson, S., Siddiqi, A., Lewis, K., L. de Weck, O.: *Flexible and reconfigurable systems: nomenclature and review*, ASME Design Engineering Technical Conferences, Design Automation Conference, Las Vegas, NV, DETC2007/DAC-35745, 2007
- [3] dr. Németh, I.: *Szerszámgépek – Gyártórendszerek segédlet*
- [4] Prof. Chryssolouris, G.: *Flexibility and Its Measurement*, Elsevier, CIRP Annals - Manufacturing Technology, Volume 45, Issue 2, 1996, 581-587 oldal
- [5] Malhotra, V., Raj, T., Arora, A.: *Excellent Techniques of Manufacturing Systems: RMS and FMS*, International Journal of Engineering Science and Technology, Vol. 2(3), 2010, 137-142 oldal

**Vén Zoltán**, tudományos segédmunkatárs, Ph.D. hallgató

**Popovics Gergely**, tudományos segédmunkatárs, Ph.D. hallgató

**Pfeiffer András**, tudományos főmunkatárs, Ph.D.

**Monostori László**, akadémikus

Munkahely: MTA SZTAKI, 1111 Budapest, Kende utca 13-17, Magyarország

Telefon: +36-1-279-6176

E-mail: ven.zoltan@sztaki.hu

SZERZŐK JEGYZÉKE

LIST OF AUTHORS

A		D	
<i>Ádám Balázs</i>	145, 315	<i>Dénes Szabolcs</i>	71
<i>Árendás Csaba</i>	1	<i>Dobránszky János</i>	217
		<i>Domokos Erzsébet</i>	75
		<i>Drégelyi-Kiss Ágota</i>	79
		<i>Dudás Illés</i>	83
		<i>Dugár Zsolt</i>	25, 87
		<i>Durkó András</i>	153
B		F	
<i>Bagyinszki Gyula</i>	5, 47	<i>Fábián Enikő Réka</i>	91
<i>Baki-Hari Zoltán-Gábor</i>	17	<i>Fodor Antal</i>	279
<i>Balassa Gábor Péter</i>	21	<i>Fórián Sándor</i>	95
<i>Barányi István</i>	257, 365	<i>Fried Zoltán</i>	99
<i>Bata Attila</i>	25		
<i>Bári Gergely</i>	29	G	
<i>Belina Károly</i>	87	<i>Gaál Sarolta</i>	103
<i>Bera József</i>	33	<i>Gindele Róbert</i>	239
<i>Bihari Zoltán</i>	37	<i>Godó Zoltán Attila</i>	235
<i>Biró Szabolcs</i>	41	<i>Guttman Szabolcs</i>	231
<i>Bitay Enikő</i>	5, 47, 269		
<i>Bíró Csongor</i>	59	Gy	
<i>Bodzás Sándor</i>	83	<i>Gyenge Csaba</i>	XVII, 225
<i>Bognár Eszter</i>	217	<i>Gulyás Eleonóra</i>	105
<i>Borka Andrea</i>	63	<i>Gyergyák János</i>	109
<i>Bratu Ioana</i>	239	<i>Gyurkó Vivien</i>	113
Cs			
<i>M Csizmadia Béla</i>	21		
<i>Csorba Ádám</i>	67		
D		H	
<i>Dezső Gergely</i>	213	<i>Hajdu Sándor</i>	169

H		K	
<i>Hansághy Pál</i>	117	<i>Kovács György</i>	333
<i>Haraszko Csaba</i>	121	<i>Kovács László</i>	349
<i>Hervay Péter</i>	125	<i>Kovács-Coskun Tünde</i>	161, 165
<i>Hirschberg Kristóf</i>	217	<i>Kovács-Andor Krisztián</i>	157
<i>Hollanda Dénes</i>	193	<i>Kulcsár Béla</i>	169
<i>Horváth Attila László</i>	295	<i>Kuzsella László</i>	173
<i>Horváth Magdolna</i>	133, 361		
<i>Horváth Richárd</i>	283		
<i>Horváth Roland</i>	137	L	
<i>Hofer Norbert</i>	129	<i>Lágymányosi Attila</i>	177
<i>Hoffecker Ákos</i>	63	<i>Lengyel Ákos</i>	217
<i>Hutter Ákos</i>	103	<i>Liska János</i>	181
		<i>Liska Katalin</i>	185
		<i>Lőke Ferenc</i>	63
I			
<i>Illés Béla</i>	287, 333, 341	M	
<i>Imecs Mária</i>	XIX		
		<i>Marosvölgi Béla</i>	189
J		<i>Máté Márton</i>	193
<i>Jakab Hunor Sándor</i>	141	<i>Medgyes Krisztián</i>	197
		<i>Medgyesi Gréta Dalma</i>	201
		<i>Mészáros Imre</i>	225
K		<i>Mikó Balázs</i>	125
<i>Kalácska Gábor</i>	365	<i>Molnár Tamás</i>	205
<i>Kapitány Norbert</i>	145, 315	<i>Molnár Viktor</i>	149
<i>Katona Bálint</i>	217	<i>Monostori László</i>	373
<i>Katona Gábor</i>	21	<i>Mózes Árpád</i>	337
<i>Kádár György</i>	59	<i>Mucsi András</i>	209
<i>Keppler István</i>	137		
<i>Kis Alpár</i>	59	N	
<i>Kodácsy János</i>	149	<i>Nagy Attila</i>	41
<i>Kondor Tamás</i>	153	<i>Nagy Gábor Lajos</i>	213
<i>Kósa Balázs</i>	63		

N		S	
<i>Nagy Péter</i>	217	<i>Sebők Gergely</i>	279
<i>Nagy Viktor</i>	153	<i>Sipos Sándor</i>	41, 283
<i>Nagyné Halász Erzsébet</i>	221	<i>Skapinyecz Róbert</i>	287
<i>Németh Emil</i>	79		
<i>Németh István</i>	63, 121	Sz	
		<i>Szabó Gergely</i>	291
		<i>Szabó Zoltán</i>	169
		<i>Szakálosné Mátyás Katalin</i>	295
		<i>Szalay D. Kornél</i>	305
		<i>Szente József</i>	37
		<i>Szilágyi Judit</i>	309
		<i>Szűcs András</i>	87, 117, 145, 315, 319, 323
O			
<i>Oláh László Miklós</i>	225		
<i>Orbán György</i>	231		
<i>Ozsváth Gábor</i>	235		
P		T	
<i>Papp Viktória</i>	189	<i>Tamás Anna Mária</i>	327
<i>Pataki Bernadeth</i>	239	<i>Tamás Levente</i>	331
<i>Pinke Péter</i>	161, 165	<i>Tamás Péter</i>	333
<i>Pintér Kristóf</i>	243	<i>Tállai Péter</i>	337
<i>Pék Lajos</i>	257	<i>Tisza Miklós</i>	XLV
<i>Péntek Mmáté</i>	59	<i>Tollár Sándor</i>	341
<i>Pfeiffer András</i>	373	<i>Tolner Imre Tibor</i>	345
<i>Popovics Gergely</i>	373	<i>Tomkovics Tamás</i>	349
<i>Pósa Mark</i>	319	<i>Torkos Zoltán</i>	353
		<i>Tóth Georgina Nóra</i>	357
		<i>Tóth Gergely</i>	323
		<i>Tóth Ilona</i>	235
		<i>Turi Tamás</i>	133, 361
R		V	
<i>Rácz Pál</i>	249	<i>Varga Péter</i>	365
<i>Ráczkövi László</i>	253		
<i>Renner Tamás</i>	257		
<i>Réger Mihály</i>	261		
<i>Rétfalvi Donát</i>	265		
<i>Réti Tamás</i>	269		



V		Z	
<i>Vágvölgyi Andrea</i>	295	<i>Zafner Gábor</i>	249
<i>Veress Erzsébet</i>	239		
<i>Verő Balázs</i>	261		
<i>Végyvári Ferenc</i>	87, 369	<b>Zs</b>	
<i>Vén Zoltán</i>	373		
<i>Vitális Csaba</i>	169	<i>Zsolt László</i>	109

## **Támogatók**

**Dr. Báródy Imre – Anglia**

**CONSACT CONSULTING Kft.**

**GOODWILL Consulting**

**GORDON Prod**

**HARTPLAST Rt.**

**KOLOZSVÁRI VÁROSI TANÁCS**

**KOLOZSVÁRI MŰSZAKI EGYETEM**

**LUBEXPERT**

**ROMSOUND S.R.L.**

---

***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: +40-740-589 718, Honlap: <http://www.eme.ro>

e-mail: [titkarsag@eme.ro](mailto:titkarsag@eme.ro), [fmtu@eme.ro](mailto:fmtu@eme.ro)