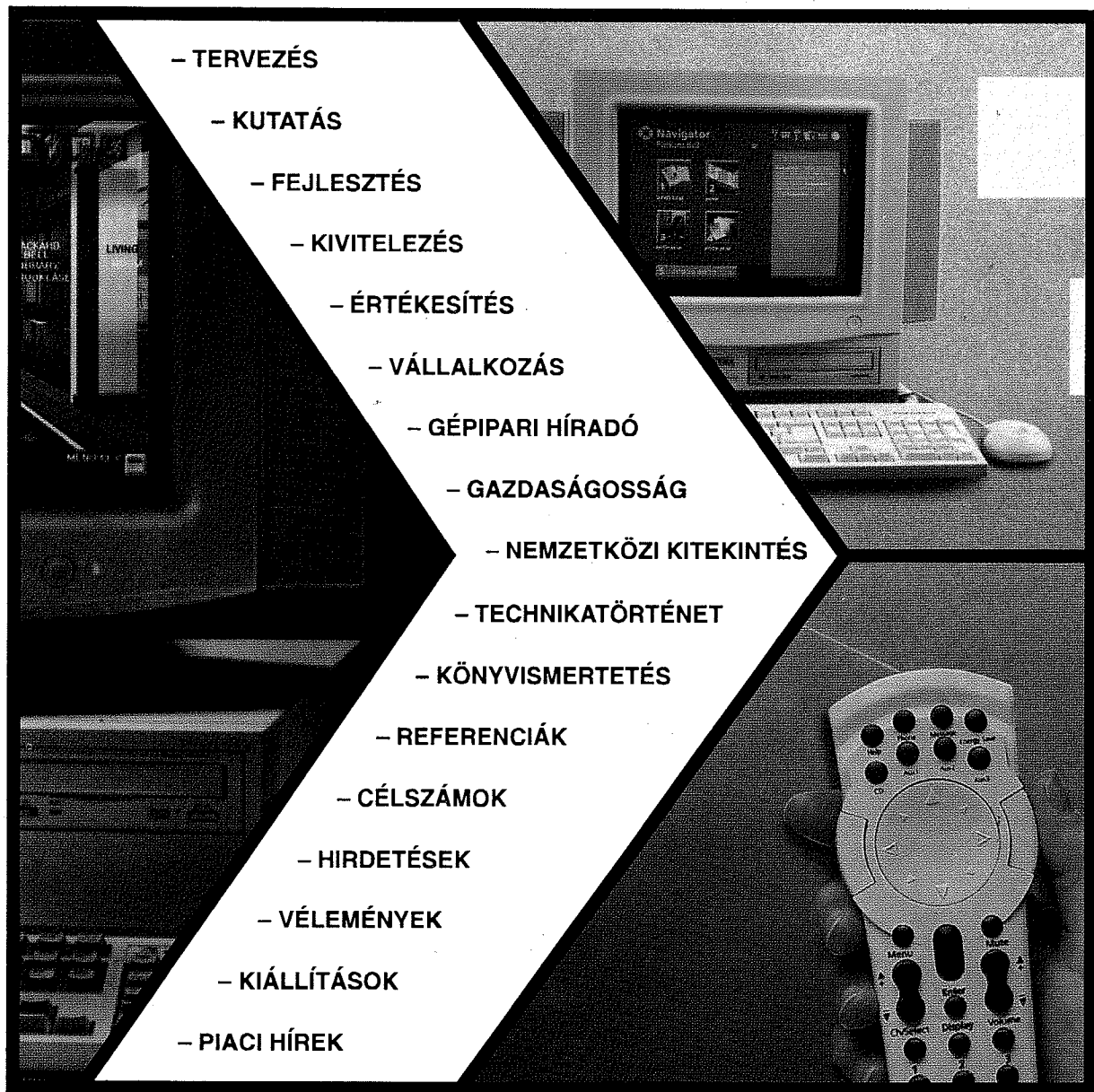


GÉP

A GÉPIPARI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET MŰSZAKI FOLYÓIRATA



1996/1

44 OLDAL
XLVIII. ÉVFOLYAM

TARTALOM

- Cselényi J. - Lévai I.: Vankó Richárd professzor 80 éves.....3**
Vankó professzor tanszékvezető utódai emlékeznek vissza a tudományos életműre, a jelenlegi tanszéki profil kialakítására. Összefoglalják azokat a tudományos és gyakorlati eredményeket, amelyek mai napig is meghatározói a szállítóberendezések tervezésének, üzemeltetésének. A logisztika alapjai is iránymutatásával alakultak ki.
- Jármái K.: Fémszerkezetek optimális méretezése és szakértői rendszerek alkalmazási lehetőségei.....5**
A szerző elfogadott akadémiai doktori értekezésének rövidített bemutatása a cikk. Az optimalizálás a mérnöki tevékenység természetes törekvése. Tudományos szerkezet, optimálási matematikai módszerek az utóbbi évtizedek eredményei. A szerző továbbfejlesztette az interaktív döntéstámogató programrendszert személyi számítógépen, valamint alkalmazza konkrét gyakorlati szerkezetek méretezésére gyártási szempontok figyelembevételével. Az ismertetett eljárások, alkalmazások ma már a gépészmérnök képzésbe is beépítették.
- Kiss L. - Szabó Gy.: Műanyag gázcső fásztásának tapasztalatai.....17**
A magyar gázvezeték hálózat gerincvezetékeinek és leágazásainak ma már mintegy 80-90 %-a kemény polietilén cső. A hálózattervezés jelenleg csak nyomvonal előírásokat tartalmaz szilárdsági méretezés nélkül. A szerzők az MSZ EN 29000-29004 szabvány bevezetéséhez, alkalmazásához műanyag csőszerkezetek fásztó vizsgálatát végzik el és összegezik annak eredményeit lehetővé téve a minőségbiztosítási rendszer kialakítását.
- Lőrincz S.: Interjú Zalán Barnabással a RÁBA Magyar Vagon és Gépgyár Rt. vezérigazgatójával.....21**
A gyár 1996-ban ünnepi alapításának 100. évfordulóját. Ez az évforduló azért is kitüntetett jelentőségű mert kevés magyar nagyvállalat van, amely napjainkban is pozitív eredményekről számolhat be. Olyan eredményekről amely szerint műszaki fejlesztés mellett jelentős nyereséggel a külföldön is eladható meghatározó minőségű korszerű termékkel tudott piacot váltani, piacon maradni. A sikeres nagyvállalat vezérigazgatója Zalán Barnabás az eredmények előzményeiről, törekvéseikről, terveikről nyilatkozik sok tanulságot nyújtva az olvasónak.
- Balogh A.: Ellenálláshégesztés technológiájának új szemléletű optimalizációja.....24**
A vékonylemezek hegesztésének meghatározó technológiája pl. személygépköcsi karosszéria, szekrénytartók stb. Alkalmazásából adódik, hogy esztétikai és szilárdságtani igényeket is ki kell, hogy elégítse az alkalmazott eljárás. A szerző cikkében az optimális technológia kiválasztásának matematikai modelljét mutatja be, ismerteti a kísérleti tervet az elvégzett vizsgálatot és annak eredményeit. Lényeges, hogy eredményei adott gépparkon azok beállíthatósági tartományára adaptálhatók.
- Jezsó L. - Lőrincz S.: Termékfejlesztési tanácsadó szakmérnök képzés a Bánki Donát Műszaki Főiskolán.....29**
Az elmúlt évtizedben a termékfejlesztés jelentős változáson ment keresztül. Kialakult a térbeli modellezésen alapuló CAD tervezőrendszer, valamint a „Szerelés és Gyártáshelyes Tervezés” (DFMA). Az említett változásnak a magyar műszaki felsőoktatásban is jelentkezni kell, így az OMF B projekt segítségével a DFMA tizenkét intézményben került bevezetésre. Másoddiplomások képzése elsőként a Bánki Donát Műszaki Főiskolán indult munkanélküli mérnökök részére. Sikerét fémjelzi, hogy a végzetek 80 %-a egy hónapon belül el tudott helyezkedni. A cikk a képzés megszervezését, tartalmát és a levonható következtetéseket mutatja be.
- Lizák J.: Könyvismertetés.....33**
Dr. Komócsin Mihály szerzőtől az elmúlt hónapokban jelent meg a „Gépipari Anyagismeret” c. szakkönyv. Mind az oktatás, mind az ipari szakember igényét szolgáló könyv a fémfelhasználás 97 %-át kitevő vas, alumínium és réz, valamint ötvözetek előállítását, hőkezelését, alkalmazását mutatja be. A jó, könnyű használhatóságot táblázatok segítik.
- Csáki T.: Pozícionáló rendszerek tervezése szakértői rendszer segítségével.....35**
A pozícionáló rendszerek tervezése egy ellentmondásos követelmények kielégítését igénylő folyamat. Maga a pozícionáló rendszer egy összetett elektromechanikus szerkezet melynek tulajdonságai mechanikai, elektromechanikai, elektronikai és informatikai moduloktól függenek. Az említett okok igazolják, hogy a tervezésük bonyolult soklépéses folyamat, melyet több szakember kölcsönös szakmai tudásával valósíthat meg. E követelmény megvalósítását elégítheti ki a Kappa® szakértői keretrendszer. A szerző a program alkalmazása, kidolgozása során végzett munkáját, eredményeit mutatja be.
- Gyártmányismertető: Brit gyártmányú villamos kábelek a magyar és cseh piacon.....40**
A privatizálás egyik velejárója a piaci lehetőségek bővülése. Így lehetőség nyílt az angol ipar korszerű villamos kábel termékeinek beszerzésére is. A cikk a gyártmány jellemzőit mutatja be.
- Kmet S.: Material Modelling and Analysis of cable Structures.....41**
A cikk bemutatja a reológiai tényezők hatását a viszkoelasztikus kábelszerkezet nem lineáris viselkedését illetve ennek a számítási modellbe való beépítését.
- Műszaki Könyvkiadó hírei:.....B4**
Megjelent a Gépjármű-technikai alapismeretek c. könyv, mely a kiadó gépjármű-technikai könyvsorozatának egyik kötete. E kötet két fejezetben tárgyalja a szükséges alapvető szakmai ismeretanyagot. A jobb megértést táblázatok és színes ábrák segítik.

FÉMSZERKEZETEK OPTIMÁLIS MÉRETEZÉSE ÉS SZAKÉRTŐI RENDSZEREK ALKALMAZÁSI LEHETŐSÉGEI

Dr. Jármái Károly*

Az optimalás tudatosan, vagy tudatalatt minden emberi tevékenységet áthat. Az emberek célokat tűznek maguk elé és a külső feltételekhez igazodva, esetleg a maguk érdekei szerint módosítva, próbálják elérni azokat. A műszakiak szakmájuk gyakorlása során sokkal inkább kötöttek, mind a cél(ok), mind a feltételek tekintetében. Igazodniuk kell ahhoz az ismeretszínhez, amelyen a szerkezetanalízis elvégezhető, igazodniuk kell ahhoz a gyártási szinthez, amelyen a szerkezet legyártható, végül, de nem utolsósorban igazodniuk kell ahhoz a környezethez, ahol a termék értékesíthető. Fokozódó igény jelentkezik a termelés racionalizálása, az adott ismeretszint melletti gazdaságossá tételére is. A szervezési, irányítási, technológiai, értékesítési, stb. területek mellett a szerkezettervezés fejlettsége meghatározó szerepet játszik. Ugyanakkor folyamatosan finomodnak azon eljárások, amelyekkel a szerkezet viselkedése jobban leírható.

A szerkezettervezés területén az anyag- és energiatakarékosságra, a tervezés megbízhatóságára és időigényének csökkentésére irányuló törekvések jelentősen befolyásolják a termék gazdaságosságát, versenyképességét (Farkas, 1982, 1984).

Az optimalás azt jelenti, hogy a lehető legjobb eredményt érjük el adott körülmények között. Az optimalis méretezés módszerei a gazdaságos szerkezetek méretezésének hatékony eszközei, amikor különböző költségtevényezők mellett történik az optimalás, vagyis a célfüggvények a szerkezet költségtevényezőiből tevődnek össze. Általában a gazdaságos szerkezetet minimális költség, illetve tömeg jellemzi, vagy bármely más jellemző, amit a tervező fontosnak tart (pl. gyártási idő, élettartam, alakváltozás, stb.).

A szakértői rendszer olyan számítógépes rendszer, amely sok tekintetben olyan feladatot lát el, mint az emberi szakértő. Az emberi szakértőhöz hasonlóan kérdez, tanácsokat ad, továbbá elmagyarázza és megindokolja, hogy miért éppen azt a tanácsot adja. Kérdéseket tesz fel, amelyek a felhasználót a probléma, vagy a cél megfogalmazásában segítik. A felhasználó válaszát a tudásbázis szabályai szerint kiértékeli, a szükséges következtetéseket elvégzi és megadja a megoldást. Annyiban különbözik az emberi szakértőtől, hogy a döntéshozatal és a tanácsadás sokszor végigvihető és megismételhető.

A szakértői rendszerek tudásbázison alapulnak és a következtető gépekben (inference engine) használják a mesterséges intelligencia elemeit. A mesterséges intelligencia (Artificial Intelligence, AI) olyan termék, általában számítógépi szoftver, amely emulálja az emberi gondolkodás bizonyos elemeit. A tudásbázis (knowledge base) az egyik fő eleme az összes ilyen típusú rendszernek.

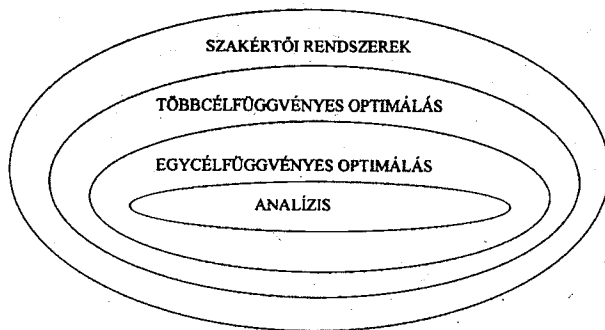
1. OPTIMÁLÓ MÓDSZEREK

Tudományos tevékenységem célja kettős volt: egyrészt az interaktív döntéstámogató programrendszer folyamatos továbbfejlesztése személyi számítógépen, amely hatékonyan alkalmazható szerkezetek optimalis méretezésére, másrészt konkrét gyakorlati szerkezetek méretezésének végigvitele gyártási szempontokat is (pl. hegeszthetőség, ragasztási technológia, stb.) figyelembe véve. A legyártott szerkezetek tesztelése révén további módosítások, átalakítások megvalósítása. Újabb célként kapcsolódott mindezekhez szakértői rendszerek tesztelése, alkalmazási lehetőségeinek vizsgálata, illetve konkrét alkalmazások kidolgozása. Az 1. ábra mutatja a szakértői rendszerek, az optimalás és az analízis hierarchiáját.

Az első területen egycélfüggvényes optimaló algoritmusok adaptálását, átdolgozását és továbbfejlesztését végeztem el úgy, hogy a programrendszerbe beépíthetők legyenek. Az egycélfüggvényes és a többcélfüggvényes optimaló algoritmusok összekapcsolása szükséges a megalapozott döntés-előkészítési folyamat megvalósításához. A programrendszer és a gazdaságos szerkezetméretezés logikai struktúrájának összekapcsolása a méretezés rendszerezettebb és tudatosabb végigvitelét teszi lehetővé. Ez az úgynevezett problematikai aspektus, ahol a problémákat legfontosabb tulajdonságaik szerint csoportosítjuk és ezek szerint rendezzük az alkalmazható módszereket.

A kutatás célja különféle szerkezet típusoknál: futódaru bordázott szekrényszelvényű főtartói, profilos fedőrétegű szendvicstartók, bordázott lemezek, acéllemez műanyagbeton kitöltésű tartók, rácsos csőszerkezetek, a gazdaságos szerkezetméretezés folyamatának bemutatása és végigvitele volt. A tervezők számára eredmények bemutatása, következtetések levonása.

* egyetemi docens, 1995. december 19-én volt a sikeres akadémiai doktori védése a MAB székházban



1. ábra

A méretezés analízis fázisában több szerkezet típusnál, (például szendvicstartó, acéllemez mőanyagbeton, futódaru bordázott főtartója) szükséges volt az elméleti alapok részletesebb vizsgálata, illetve számos statikus és dinamikai méréssel a számítások igazolása, ezért a kutatás célkitűzései között szerepelt ilyenfajta mérések elvégzése is.

Fontos szempont volt a kutatás során, hogy a méretezés a járatos méretek (pl. lemezvastagság) kiválasztásáig terjedjen, vagyis előre megadott diszkrét értéksorok felhasználásával közelebb vigyen a legyárthatósághoz.

A második területen elsősorban ipari megbízás keretében végeztünk kutatómunkát. Különbőféle présgépek öntött acél, vagy alumínium váza hegesztett lemezszerkezetre lett áttervezve. Előnyös volt, hogy a szerkezetet legyártották, vagy átalakították (az igények szerint) és így ellenőrző mérésekre volt lehetőség. Némelyik terméket nagy szériában külföldre exportálták.

A kutatás módszere a gazdaságos szerkezetméretezés kidolgozott műveleti struktúrájába illeszkedő interaktív döntéstámogató programrendszer felhasználásán, illetve statikus és dinamikai mérések elvégzésén alapszik. A mérések célja a számítások helyességének igazolása.

A gazdaságos szerkezetek méretezésének folyamata több fázisra tagolható. Az egyes fázisoktól lényegesen függ a méretezés során adódó szerkezet. A gazdaságos szerkezetméretezést hét fő fázison keresztül valósítottam meg (2. ábra).

Az interaktív, döntéstámogató programrendszer alkalmas a műszaki gyakorlatban előforduló

$$f_i(x^*) = f(x) \rightarrow \text{optimum } i=1,2,\dots,P \quad (2.1)$$

$$x \in X$$

$$g_j(x) \geq 0 \quad j=1,2,\dots,M \quad (2.2)$$

$$h_l(x) = 0 \quad l=1,2,\dots,L \quad (2.3)$$

típusú feltételes szélsőértékfeladat megoldására, ahol

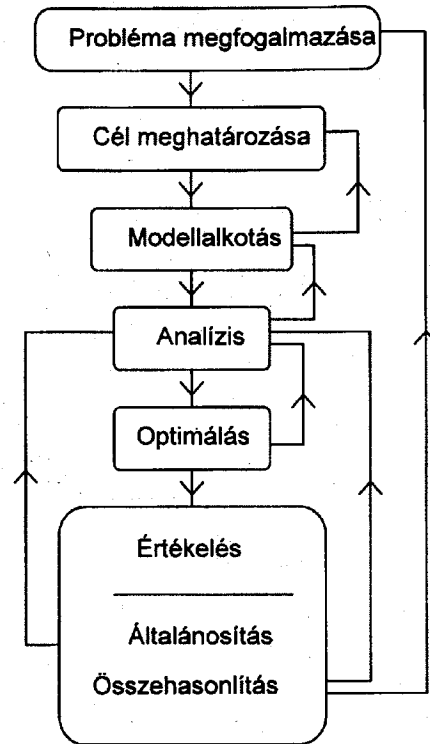
$f_i(x)$ - a célfüggvények

$g_j(x)$ - az egyenlőtlenségi feltételek,

$h_l(x)$ - az egyenlőségi feltételek,

x - a változók vektora,

x^* - a tényleges optimum vektora,
 X - a megengedett tartomány, ahol a változók vektora elhelyezkedhet.



2. ábra

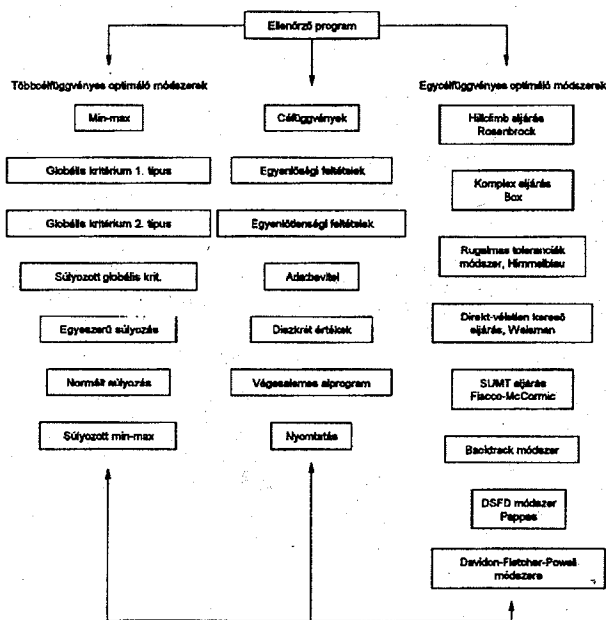
Az általánosítás és az összehasonlítás az értékelés fő elemeit jelenti.

Egycélűfüggvényes optimalásnál az optimum a célfüggvénynek a megengedett tartományon felvehető szélsőértékét jelenti, többcélűfüggvényes optimalásnál az optimum ún. Pareto optimum, amelynél egyik célfüggvény értéke sem csökkenthető szigorúan úgy, hogy a többi értéke ne növekedjék. A megoldás legtöbbször nemcsak egy pontból áll, hanem bizonyos tulajdonságú pontok együttese.

További egycélűfüggvényes optimaló algoritmusokat adaptáltam, illetve amelynek mérete megengedte beépítettem az interaktív döntéstámogató programrendszerbe. A Box-féle (1965) Komplex algoritmus (BO), a Himmelblau-féle (1971) rugalmas toleranciák (FT) módszere, a Rosenbrock-féle (1960) Hillclimb (HILL) algoritmus, a Weisman-féle (1968) direkt-véletlen kereső módszere (DRS), a Pappas-féle (1980) direkt kereső-megfelelő irány (DSFD) módszere már szerepeltek a programban. Újabb módszerként adaptáltam a Davidon-Fletcher-Powell módszert (DFP) (Powell 1965), a Megfelelő Szekvenciális Kvadratikus Programozás (FSQP, CFSQP, Zhou, Tits 1993) módszerét, a Mozgó Aszriptoták Módszerét (MMA, Svanberg 1991) módszert, a Backtrack (Walkner 1960) módszert és a Szekvenciális

Feltétel nélküli Minimáló Eljárást (SUMT, Fiacco, Mc. Cormick 1968).

Átalakítottam a beépített algoritmusokat úgy, hogy azok ugyanazon célfüggvény- és feltételrendszer kezeljék, így a számítás során változtatni lehet a felhasznált algoritmust. Azon algoritmusoknál, amelyeknél szükséges volt, olyan átalakítást végeztem, hogy nem megfelelő kezdőpontból is indulni tudjanak, továbbá, hogy ha kerekítetlen és így a gyakorlat számára közvetlenül nem használható értékeket határoznak meg, akkor egy pótlólagos eljárással, előre megadott diszkrét értéksorok alapján a szerkezet diszkrét optimális méreteit határozzák meg (Jármái 1989a). A programrendszer kidolgozása során a cél nem új optimáló eljárások kidolgozása volt, hanem meglévő eljárásoknak a műszaki felhasználásra alkalmassá tétele. A programrendszer felépítése a 3. ábrán látható.



3. ábra

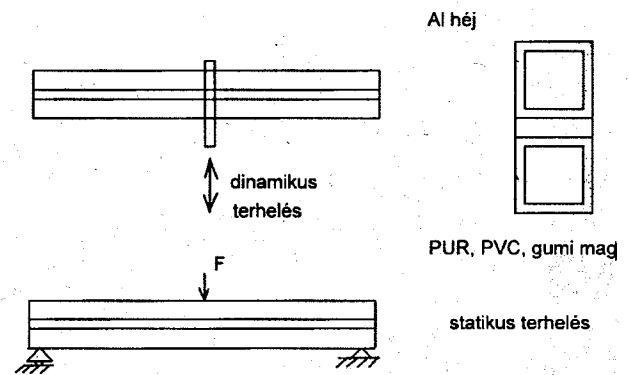
2. PROFILOS FEDŐRÉTEGŰ SZENDVICSTARTÓK OPTIMÁLIS MÉRETEZÉSE

Statikus vizsgálatokat, méréseket végeztünk, különféle anyagokat és szendvicstartókat vizsgáltuk meg (4. ábra). Ezen tartók nagy merevséggel és jó rezgéscsillapító képességgel rendelkeznek (Farkas, Jármái 1982). Ilyen típusú vizsgálatokat szendvicselemekre Timár (1985), Timár, Pálma (1992) végzett. A mérésnél használt Brüel-Kjaer műszerek újabb elemekkel gyarapodtak, pl. kétcsatornás spektrumanalizátor, tesztalapács, vezérgenerátor, a LabVIEW mérésiértékelő program, amelyek pontosabb méréseket és kiértékelést tesznek lehetővé.

Meghatároztam a profilos szendvicstartók alakváltozását, a feszültségeloszlást a szerkezetben, a rétegek anyagjellemzőit. Kimutattam, hogy a nyírást a magréteg és a fedőprofilok gerinclemeze veszi fel. Igazoltam a mért és a számított értékek egyezését.

A Brüel-Kjaer rezgésmérő műszerekkel végzett dinamikai vizsgálatokkal meghatároztam a szendvicstartó rezgéscsillapítási tényezőit, sajátfrekvenciáit, feszültségeit, a dinamikus anyagjellemzőket. Igazoltam a mért és számított értékek egyezését. Például a rezgéscsillapítási tényezőnél az eltérés 2 %-on belüli volt. A tartó rezgéscsillapítási tényezője a vizsgált vékony gumilemezes maganyag esetén a feszültség szint és a sajátfrekvencia függvényében $\eta = 0,1$ körüli értékig növekszik adott anyag és hőmérséklet esetén.

Az analitikus vizsgálatok alapján elvégeztem a háromrétegű szendvicstartók gazdaságos méretezését feszültség-, lehajlás-korlátozási, rezgéscsillapítási, öv- és gerinchorpadási és geometriai méretkorlátozási feltételek esetén, négy célfüggvény - fedőlemezek, maganyag térfogata, ragasztási felület, összköltség - mellett. Meghatároztam a célfüggvények egymásra és a méretekre gyakorolt hatását. A maganyagköltség hatása a legnagyobb a többi célfüggvény értékére (Jármái 1989b).



4. ábra

3. ACÉLLEMEZES MŰANYAGBETON SZERKEZETEK OPTIMÁLIS MÉRETEZÉSE

Az utóbbi évek újonnan kialakult és dinamikus fejlődő területe a műanyagbeton viselkedésének feltárása és felhasználása. A speciális összetételű „vasbeton” hatékonyan alkalmazható a gépgyártásban, például szerszámgépeknél. Megfelelő összetétellel biztosítható a nagy szilárdság, a jó rezgéscsillapító képesség, a kis gyártási költség és a viszonylag rövid gyártási idő. Statikus és dinamikai vizsgálatokat végeztünk a szerkezet viselkedésének meghatározására. Az 5. ábra a dinamikus gerjesztőasztalt mutatja.

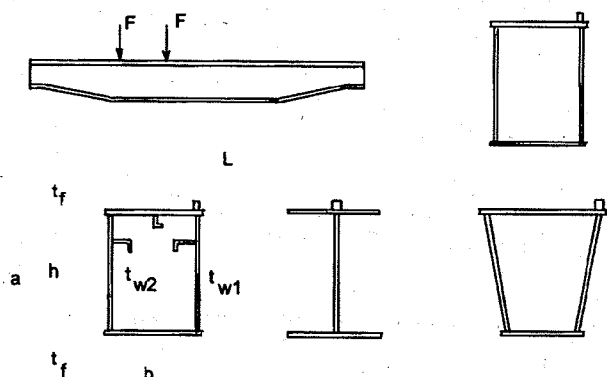
A háromrétegű műanyagbeton tartó optimalizálását az analitikus vizsgálatok alapján több célfüggvény, több

4. FUTÓDARU HÍDFŐTARTÓ OPTIMÁLIS MÉRETEZÉSE

Megvalósítottam a szimmetrikus, bordázott, hegesztett szekrényszelvényű kétfőtartós futódaru hídfőtartói gazdaságos méretezését (10. ábra). A gerinclemez merevítővel van ellátva. A merevített lemez, illetve a két gerinclemezrész horpadása külön vizsgálatot igényelt (Farkas 1986, Jármai 1990).

A méretezést feszültség-, lehajlás-korlátozási, öv- és gerinclemez-horpadási, fáradási, valamint geometriai méretkorlátozási feltételek mellett, négy célfüggvény - híd tömeg, hegesztési-, felületelőkészítési-, összköltség esetén dolgoztam ki. A méretezési feltételeknél használtam az MSZ, a TGL, a CSN, majd később a DIN, a British Standard (BS 2573 (1983), BS 5400 (1982)), végül az Eurocode 3. (1992) előírásait.

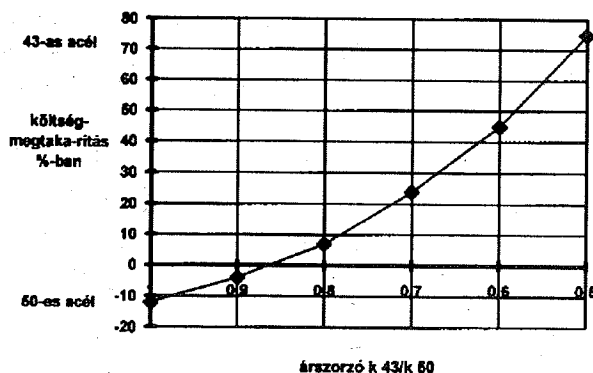
Elemeztem az egyes célfüggvények egymásra hatását, a változók értékeit az egyes Pareto optimumokban.



10. ábra

Célként tűztük ki, hogy az anyagköltség, a hegesztési költség, a felületelőkészítési költség és az összköltség minimális legyen. Ezen költségek jelentik a célfüggvényt, amelynek minimumát keressük. Meghatároztam a növelt folyáshatárú acélok alkalmazásának gazdaságosságát. Kimutattam, hogy 50-es acél alkalmazása ($f_y = 355$ MPa) az adott terhelés és feszítáv esetén 12 % körüli tömegcsökkenést eredményez a normál acélhoz (43-as acél) képest (11. ábra). Az ábráról leolvasható, hogy adott árszorító esetén az egyik minőségű acél alkalmazása mennyivel olcsóbb, vagy drágább a másik minőségű acél alkalmazásához képest. Az ok, hogy csak ilyen kicsi a különbség a költségben az 50-es acél alkalmazása esetén az, hogy a lehajlási és a fáradási feltétel nem függ az anyagminőségtől. A költségmegtakarítás számítása a következő:

$$\text{költségmegtakarítás} = \frac{k_{43} - k_{50}}{k_{43}}$$



11. ábra

5. SZAKÉRTŐI RENDSZEREK ALKALMAZÁSA FÉMSZERKEZETEK OPTIMÁLIS MÉRETEZÉSÉNÉL

A gépek és szerkezetek tervezése komplex eljárás, amely kreatív gondolkodást, intuitív tudást és pontos analízist igényel. Az elmúlt évtizedekben a számítástechnika jelentős fejlődése volt tapasztalható, mind hardver, mind szoftver oldalon. Egyre gyorsabb és olcsóbb számítógépek és számos, főként kvalitatív számítási eljárás segíti a tervezők munkáját, mint például a végeseslemes módszer, az optimálós programok, a szimulátorok, stb.

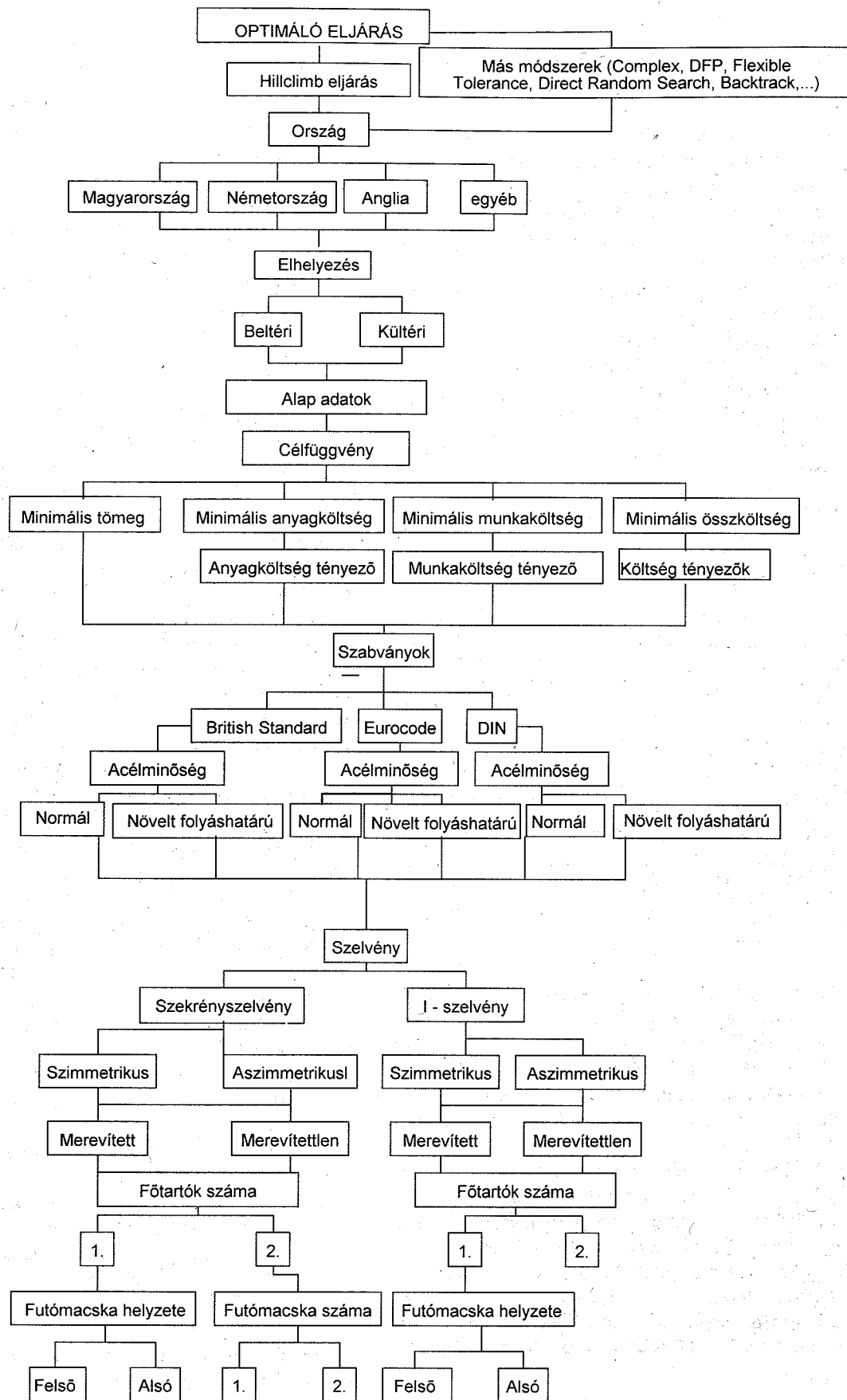
Miközben ezen programok jelentősen segítik a tervezőt a szerkezet „mennyiségi” jellemzőinek vizsgálatában, a kvalitatív eredmények levonásának lehetősége kicsi.

A mesterséges intelligencia és a tudásbázisú rendszerek lehetővé teszik a szerkezet számítógépes kvalitatív vizsgálatát. A tárolt tudásbázis segítségével a fejlett programok egy sor új problémát tudnak megoldani. Amikor a tudásbázis nagysága összemérhető egy szakértő tudásával, akkor szakértői rendszert kapunk. A szakértői rendszerek lehetővé teszik, hogy laikus felhasználó oldjon meg a számítógép segítségével problémákat, felhasználva a rendszer által felajánlott tudást.

A szakértői rendszer olyan eszköz, mellyel tudást lehet átruházni. Az adott terület szakértői ezen eszköz segítségével átadhatják problémamegoldó képességüket a felhasználóknak.

A szakértői keretrendszerek azon szoftverek, melyek lehetővé teszik egy szakértői rendszer kifejlesztését anélkül, hogy a mesterséges intelligenciához használatos LISP, vagy PROLOG programnyelveket ismerné a programfejlesztő. Természetesen ezek készülhetnek valamely magasszintű programozási nyelv felhasználásával is: FORTRAN, C, PASCAL.

A keretszoftverek előnye, hogy adott metodikát alkalmazva végigkísérik a fejlesztőt a szoftveralkotás útján. Annak ellenére, hogy általában nagy szabadságot adnak, mégis ebben áll hátrányuk is, ha valaki le kíván térni az „ösvényről” (Jármai 1991).



12. ábra Logikai struktúra futódaru főtartó méretezéséhez Level 5 Object rendszernél

5.1 A LEVEL 5 OBJECT keretrendszer rövid ismertetése

A LEVEL 5 OBJECT (L50) (1990) egy objektum-orientált szakértői rendszer. Interaktív, windows bázisú felhasználói felülettel rendelkezik. Saját nyelve van, a Production Rule Language (PRL). A PRL szintaktikai rendszere diagramokat készít a tudásbázis logikájának bemutatására. Automatikusan rendszerosztályokat hoz létre a tudásbázis beépítése során. A felhasználó széleskörű lehetőségekkel rendelkezik az eszközeztetés, a filekezelés, az adatbázis felhasználása és egyéb Windows szolgáltatások tekintetében. Számos a felhasználót segítő szolgáltatással rendelkezik:

- relációs adatbázisokat kezel (RDB),
- grafikus fejlesztő rendszere van,
- minden windows szolgáltatással rendelkezik,
- mind előre-, mind hátralancolásos következtetőgépe van.

A rendszer nagy előnye, hogy beírva a szükséges számítási összefüggéseket, a további hiányzó információkat, adatokat számítás közben maga kéri be.

A Level 5 Object használata esetén az optimalás és a szakértői keretrendszer kapcsolata sokkal szervezesebb, az optimaló program beépítésre került a keretrendszer saját

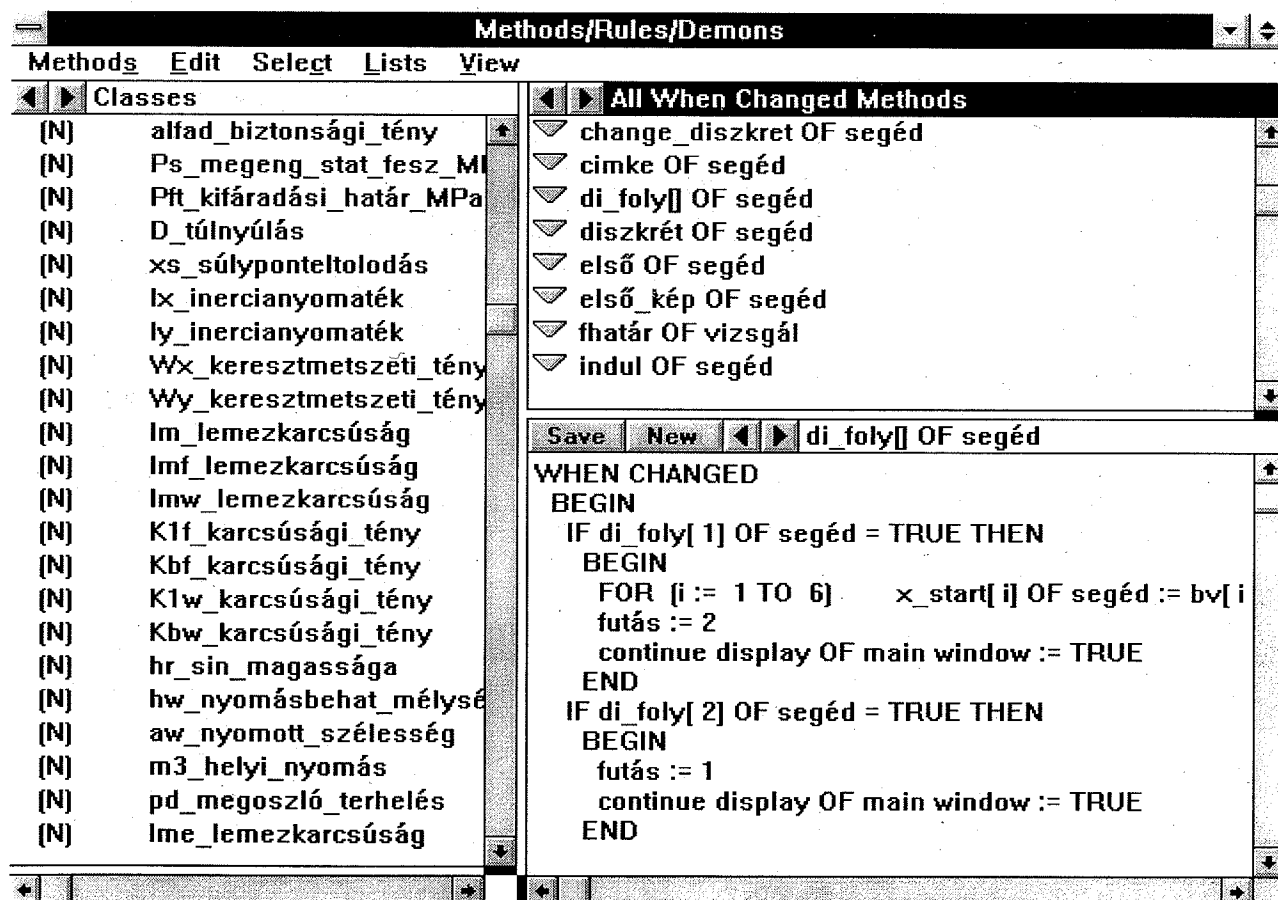
nyelvén. A számítás elvégzése során maga a keretrendszer kérdez rá a hiányzó változók értékeire. Ebben az esetben a Hillclimb algoritmus került beépítésre és egy-célfüggvényes optimalást végez tömegminimumra, ami térfogatminimumot jelent adott anyag esetén. A logikai struktúrát a 12. ábra mutatja. A 13-15 ábrák a szakértői rendszer belső felépítését, az objektumokat, az eljárásokat, az adatbevitelt és a végeredményeket (Jármai, Farkas 1994).

Fő adatok:

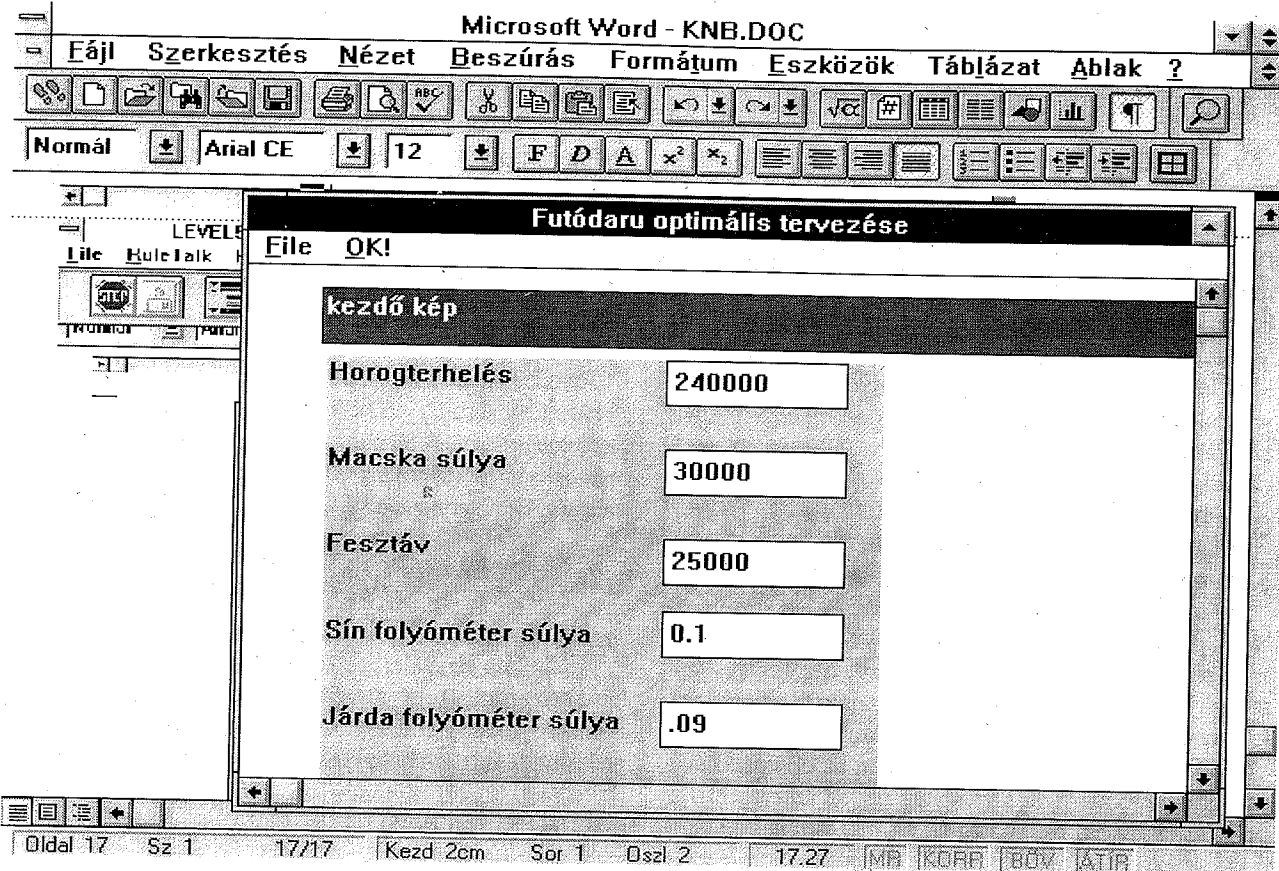
Hasznos terhelés $H = 240$ kN, fesztáv $L = 25$ m, futómacska tömeg $G_t = 30$ kN, futómacska keréktáv $k = 2,5$ m, sínmagasság $h_t = 50$ mm, sín tömeg $p_t = 80$ kg/m, Young rugalmassági modulusz $E = 2,06$ GPa, darucsoport, A7, acélminőség 43. A gerincmerevítő 120^*80^*8 mm szögacél.

6. BORDÁZOTT LEMEZEK OPTIMÁLIS MÉRETEZÉSE

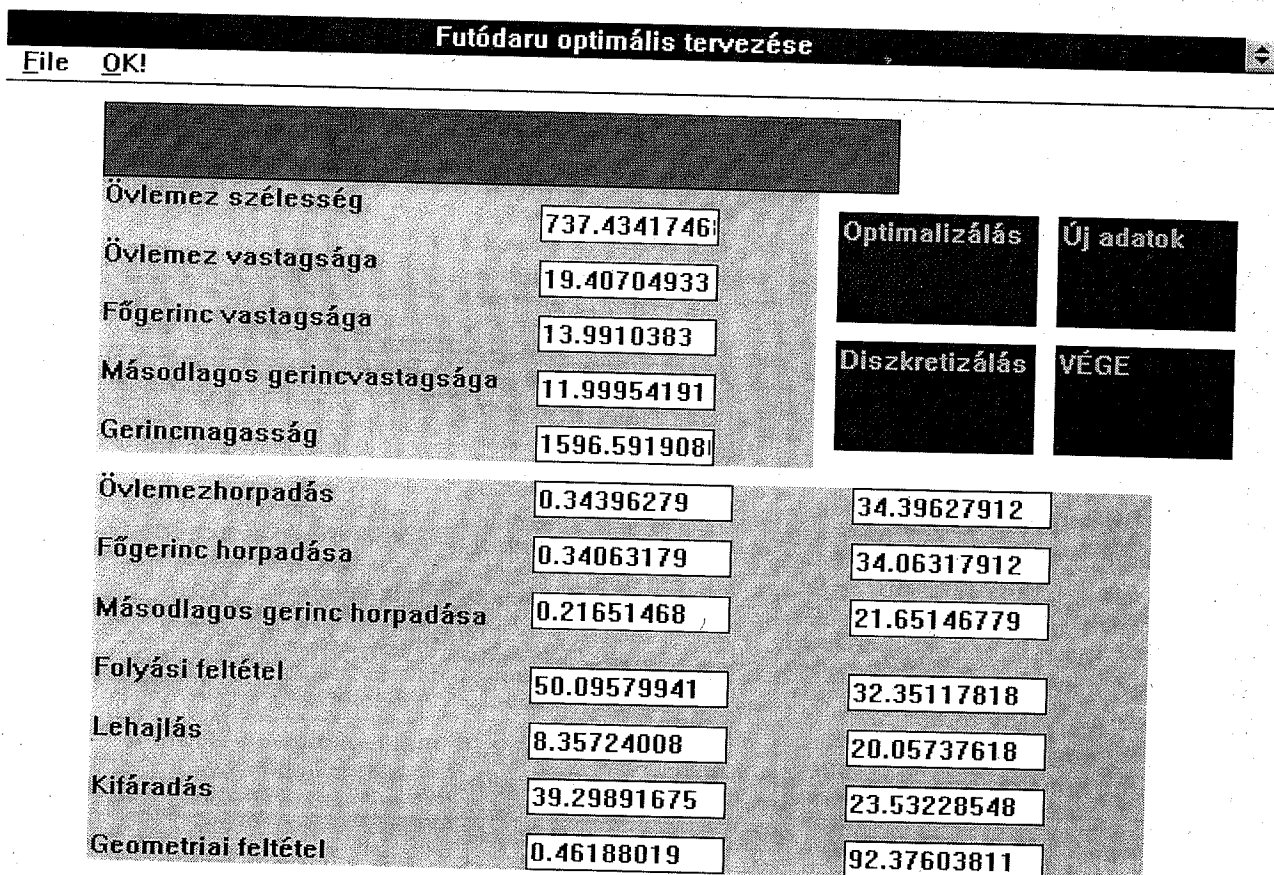
Analitikus vizsgálatok alapján kidolgoztam bordázott lemezek gazdaságos méretezését, figyelembe véve a normálfeszültség-korlátozást, a fedőlemez- és bordahorpadást, a lemez lehajlás-korlátozást, valamint a geometriai méretkorlátozási feltételeket 16. ábra (Farkas, Jármai 1994, Orbán 1985).



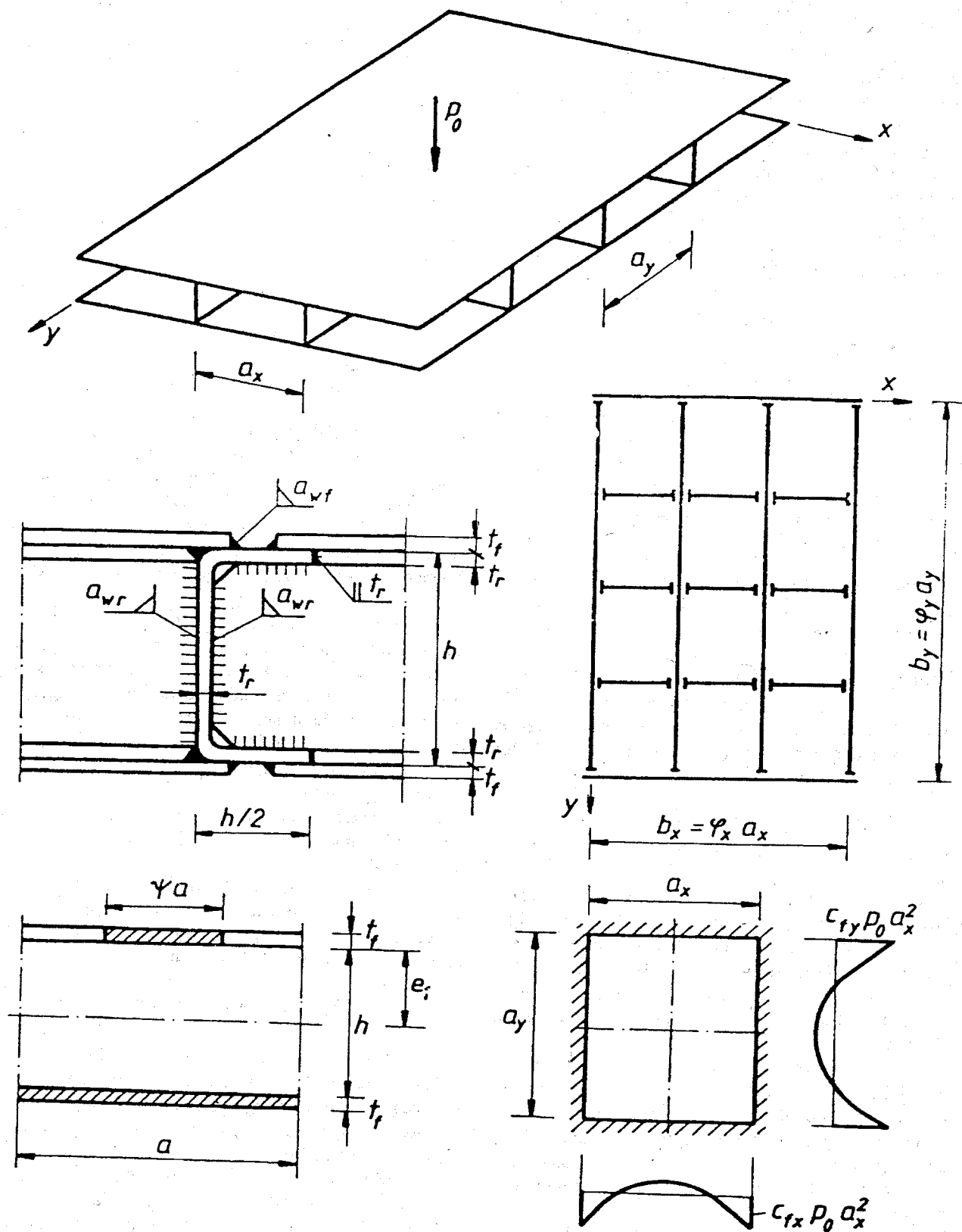
13. ábra



14. ábra Bemenő adatok



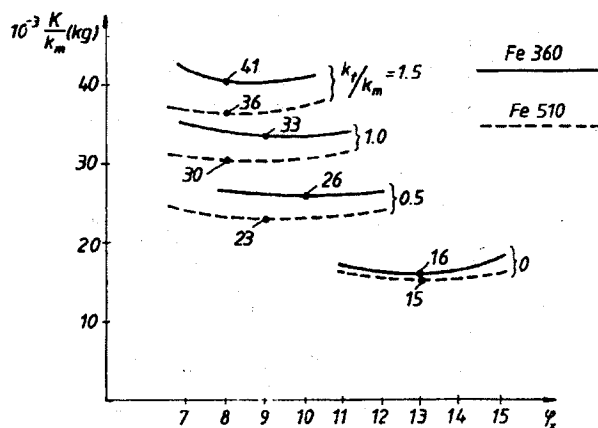
15. ábra Futási Eredmények



16. ábra

Elemeztem a szerkezet anyag és megmunkálási költségeinek hatását az optimális méretekre. Kimutattam, hogy relatíve kicsi megmunkálási költségek esetén vékony és nagyszámú borda az optimum, relatíve nagy megmunkálási költségek esetén vastag és kisszámú borda az optimum (17. ábra).

Elemeztem a növelt folyáshatárú acél alkalmazásának lehetőségeit. Kimutattam, hogy alkalmazása esetén a normál acélhoz képest csökken a költség.



17. ábra. A munkaköltség és a bordaszám kapcsolata

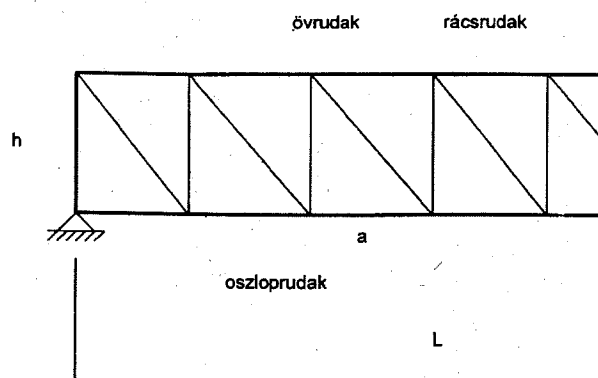
Az eredményekből látható, hogy k_f/k_m nagyobb értékei esetén - nagyobb megmunkálási költségek - ϕ_x optimuma kisebb, vagyis kevesebb borda kerül beépítésre. A méreteket meghatározó aktív feltételek a normál feszültség-korlátozási és a merevítő gerincének helyi horpadási feltételei voltak.

7. RÁCSOS CSŐSZERKEZETEK OPTIMÁLIS MÉRETEZÉSE

Kidolgoztam párhuzamos övű rácsos csőszervezetek optimális méretezését (18. ábra) úgy, hogy összekapcsolásra kerültek a szerkezetanalízishez szükséges síkbeli rácsos tartókra vonatkozó végeelemes alprogram és a szerkezetoptimalizálás matematikai módszerei (Jármai 1983, Jármai Farkas 1994).

Analitikus vizsgálatok alapján kidolgoztam rácsos csőszervezetek gazdaságos méretezését az egyes rúdelemknél normál feszültség-korlátozási, kihajlási, a tartószerkezet lehajlás-korlátozási, csomóponti stabilitási, valamint geometriai méretkorlátozási feltételei mellett. A méretezés szállítószalaghíd-szerkezet tervezését teszi lehetővé.

Elemeztem az egyes rúdelemek méreteinek alakulását, a vizsgált szerkezetnél, az övrudak távolsága függvényében. Az oszloptávolság ismeretében az optimális övrúdtávolság meghatározható.



18. ábra

8. ÖSSZEFOGLALÁS

A kutatás elsődleges célja az volt, hogy szerkezeteknek a gyakorlat számára is alkalmazható méretezését végezzük el matematikai módszerek felhasználásával. A szerkezet-szintézissel anyag- és költségtakarékos szerkezetek tervezhetők. Ez nagyon fontos, de sokszor nagyon nehezen megvalósítható követelmény, mint ahogy Cohn, Dinovitzer (1992) ismerteti a tématerületet áttekintése során.

Az egyes fejezetekben ismertetett eljárásokat és azok alkalmazásait beépítettük a gépészmérnök hallgatók képzésébe, továbbá a doktorandusz és szakmérnöki képzésbe is. A gazdaságos szerkezetméretezés kidolgozott módszerei hozzájárulnak a szerkezetméretezés tudományterületének fejlődéséhez, továbbá konkrét ipari feladatok megoldását segítik elő.

A szerkezetoptimalizálás további alkalmazását silók, rácsos csőszervezetű tetőtartók, szálerősítéses műanyag szerkezeti elemek, alumínium szerkezetek méretezése jelentette illetve jelenti.

Az értekezés eredményei beépítésre kerülnek Farkas, J., Jármai, K.: *Analysis and Optimum design of Metal Structures* című a Balkema holland-amerikai kiadó által elfogadott, kidolgozás alatt lévő szakkönyvbe.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ezúton is szeretnék köszönetet mondani elsősorban Farkas József professzornak, akitől hallgató korom óta rengeteg szakmai segítséget kaptam. Köszönöm Andre L. Tits és Jian L. Zhou professzoroknak a Marylandi Egyetemről a CFSQP algoritmus használati lehetőségét. Krister Svanbergnek a Stockholmi Műszaki Egyetem professzorának az MMA algoritmus használati lehetőségét, továbbá Bo Edlundnak, a Göteborgi Műszaki Egyetem professzorának a Personal Consultant használati lehetőségét.

Köszönöm az Országos Tudományos Kutatási Alapnak, hogy az OTKA T 4407 projekt keretében 1992-től támogatja kutatómunkámat. Köszönöm kollégáim, doktoranduszaim, diplomatervező hallgatóim segítségét.

HIVATKOZÁSOK

- Allen, H.G. (1969): **Analysis and design of structural sandwich panels.** Pergamon Press, Oxford.
- Box, M.J. (1965): **A new method of constrained optimization and a comparison with other methods.** *Computer Journal*, Vol. 8. pp. 42-52.
- BS 2573 (1983): **Rules for the design of cranes. Part 1.** British Standard Institution.
- BS 5400 (1982): **Steel, concrete and composite bridges. Part 3.** Code of practice for design of steel bridges. British Standard Institution.
- Cohn, M. Z., Dinovitzer, A. S. (1992): **Application of structural optimization.** *J. Structural Engineering, ASCE*, Vol. 120. No. 2. p. 617-650.
- Eurocode 3. (1992): **Design of steel structures. Part 1.1. General rules and rules for buildings.** CEN European Committee of Standardization, Bruxelles.
- Farkas, J. (1982): **Fémszerkezetek.** Egyetemi tankönyv, Tankönyvkiadó, Budapest.
- Farkas, J., Jármai, K. (1982): **Structural synthesis of sandwich beams with outer layers of box section.** *Journal of Sound and Vibration*, Academic Press Inc. Limited, London, Vol. 84, 1982. No.1, p. 47-57.
- Farkas, J. (1984): **Optimum design of metal structures.** Ellis Horwood Limited, Chichester.
- Farkas, J. (1986): **Economy of higher-strength steels in overhead travelling cranes with double-box girders.** *Journal of Constructional Steel Research*. Vol. 6. pp. 285-301.
- Farkas, J., Jármai, K. (1994): **Minimum cost design of laterally loaded welded rectangular cellular plates.** *Journal of Structural Optimization*, Springer Verlag, 16. p. (under publication)
- Farkas, J., Jármai, K. (1996): **Analysis and Optimum Design of Metal Structures.** Balkeman Publishers, Rotterdam, Brookfield, 350. p. (under preparation)
- Fiacco, A. V. Mc Cormick, G. P. (1968): **Nonlinear programming: sequential unconstrained minimization techniques,** Wiley, New York.
- Fletcher, R., Powell, M.J.D. (1963): **A rapidly convergent descent method for minimization.** *Computer J.* Vol. 6. No. 2. pp. 163-168.
- Himmelblau, D.M. (1971): **Applied nonlinear programming.** Mc Graw-Hill Book Co. New York.
- Jármai, K. (1986): **Analysis of three-layered polymer-concrete-steel beams.** *IABSE Colloquium on Thin-Walled Metal Structures in Buildings*, Stockholm, Sweden, June 9-12. 1986, Poster Section, p. 28-29.
- Jármai, K. (1989a): **Single- and multicriteria optimization as a tool of decision support system.** *Computers in Industry*, Elsevier Applied Science Publishers, Vol. 11, No. 3. p. 249-266.
- Jármai, K. (1986b): **Application of decision support system on sandwich beams, verified by experiments.** *Computers in Industry*, Elsevier Applied Science Publishers. Vol. 11, No. 3, p. 267-274.
- Jármai, K. (1990): **Decision support system on IBM PC for design of economic steel structures, applied to crane girders.** *Thin-Walled Structures*, Elsevier Applied Science Publisher, Vol. 10, p. 143-159.
- Jármai, K. (1991): **Szakértői keretrendszerek és a szerkezetoptimalás összekapcsolása.** *Géptervezők VIII. Országos Szemináriuma*, Miskolci Egyetem, 1991, május 30-31. Konferencia kiadvány 110-114. old.
- Jármai, K., Farkas, J. (1994): **Application of expert system at the optimum design of tubular trusses of belt-conveyor bridges.** *Tubular Structures VI. International Symposium*, 14-16. Dec. 1994. Monash University, Melbourne, Australia. 6 p. (under publication)
- LEVEL 5 OBJECT (1990), **Reference Guide,** FOCUS Integrated Data and Knowledge-Based Systems, *Information Builders*, 1250 Broadway, New York
- Orbán, F. (1985): **Bordázott lemezek optimális méretezése,** Egyetemi doktori értekezés, NME, Miskolc.
- Pappas, M. (1980): **An improved direct search numerical optimization procedure.** *Computers and Structures*, Vol. 11. pp. 539-557.
- Powell, M.J.D. (1965): **A method for minimising a sum of squares of nonlinear functions without calculating derivatives.** *Computer Journal*, Vol. 7. pp. 303-307.
- Rosenbrock, H.H. (1960): **An automatic method for finding the greatest or least value of a function.** *Computer Journal*. Vol. 3. pp. 175-184.
- Svanberg, K. (1991): **The method of moving asymptotes (MMA) with some extensions.** *Optimization of Large Structural Systems*, NATO/DFG ASI Seminar, Berchtesgaden, 1991. Lecture notes, Vol. 1. p. 55-66.
- Timár, I. (1985): **Szendvicselemezek optimális méretezése.** Kandidátusi értekezés. Veszprémi Vegyipari Egyetem.
- Timár, I., Pálma, R. (1992): **Profilos háromrétegű szendvicstartók optimalása és végelelemes el-**

lenőrzése. *MicroCAD'92*, Miskolci Egyetem, Vol. 1. 537-548. old.

Walkner, R. J. (1960): **An enumerative technique for a class of combinatorial problems, Combinatorial analysis.** *Proceedings of Symposia in Applied Mathematics* Vol. 10. American Mathematical Society, Providence R.I.

Weisman, J. (1968): **MINIMAL, a combined optimization technique** Ph. D. Dissertation, University of Pittsburgh. Pittsburgh, Pa.

Zhou, J.L., Tits, A. (1992): **User's guide for FSQP Version 3.0: a Fortran code for solving optimization problems.** *Systems Research Center*, University of Maryland, Techn. Report SRC-TR-90-60 rlf, College Park.

Abstract

The aim of the author was to make optimum design, structural synthesis at different steel structures.

The first part deals with the development of a so called decision support system, which contains 10 different single objective algorithms and 7 multiobjective optimization techniques. The application of DSS is shown at the design of asymmetric, stiffened box girders of overhead travelling cranes, sandwich beams, including static and dynamic measurements by Brüel & Kjaer equipment, truss structures, stiffened plates and polymer-concrete beams. An application of polymer-concrete composites is the design of different punch presses from welded plates, reducing the mass of the structures.

Another aim was to make the connection of expert system shells and structural optimization. Level 5 Object expert shell was applied and used for design of main girders of overhead travelling crane girders and for belt-conveyor bridge structures.

A lapot

Magyarország legnagyobb médiafigyelője a



» **OBSERVER** «

MAHIR OBSERVER MÉDIAFIGYELŐ KFT.

1091 Budapest, IX. Üllői út 51.

Tel.: 215-4713, 215-3421, 215-9932, Fax: 216-0688, 215-9934

rendszeresen szemlézi