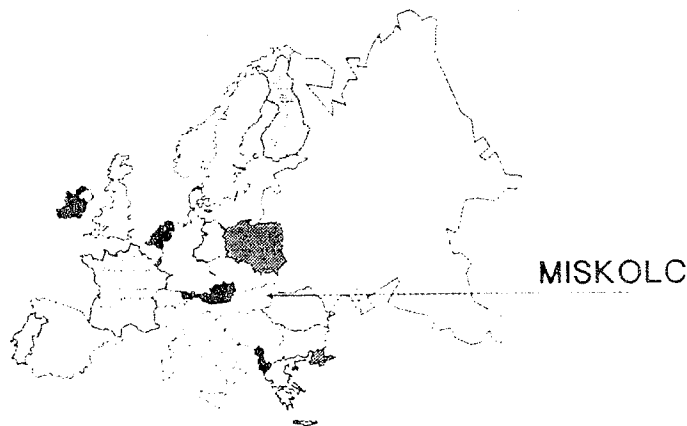


a

microCAD '91

konferenciák előadásai

I. kötet



1. A Számítástechnika Műszaki Alkalmazásai Konferencia

Miskolc-Egyetemváros,
1991. február 26.-március 2.

Gördülőcsapágyazású főorsó-csapágy rendszerek
többcélfüggvényes optimalása

Dr. Jármai Károly műsz.tud.kand.
Miskolci Egyetem, Szállítóberendezések Tanszéke
Dr. Tompa Sándor
Miskolci Egyetem, Szerszámgépek Tanszéke

Bevezetés

A szerkezetoptimalás célja az, hogy olyan konstrukciók kialakítása tegye lehetővé, amely nemcsak, hogy kielégíti az összes méretezési feltételt (feszültségkorlátozás, lehajláskorlátozás, méretkorlátozás, sajátfrekvencia-korlátozás, rezgéscsillapítás, stb.), hanem általában minimális költségű vagy tömegű szerkezetet adjon. Ha a tervező számára több olyan szerkezetjellemző van, melyek szélsőértéke számára fontos - költségminimum, tömegminimum, merevségmaximum, elmozdulásminimum, frekvenciamaximum - akkor a többcélfüggvényes optimalás kompromisszumos megoldást eredményez, mely - a sokszor ellentétes hatású célfüggvényeket tekintve - nem a legjobb az egyes célfüggvényekre, de kompromisszum esetén a legelőnyösebb [3,4,5]. A kifejlesztett döntéstámogató programrendszer öt különféle egycélfüggvényes és hét különféle többcélfüggvényes algoritmust tartalmaz, melyek eltérő hatékonyságuk a különböző feladatok megoldásánál, illetve összehasonlítási lehetőséget teremtenek.

Az egycélfüggvényes direkt kereső módszerek a következők:

- rugalmas toleranciák módszere;
- direkt-véletlen kereső módszer;
- Hill-Climb algoritmus;
- komplex algoritmus;
- Davidon-Fletcher-Powell módszere.

A többcélfüggvényes optimaló módszerek a következők:

- min-max módszer;
- súlyozott min-max módszer;
- globális kritérium módszere, I. típus;
- globális kritérium módszere, II. típus;
- súlyozott globális kritérium módszere;
- egyszerű súlyozás;
- normált súlyozás.

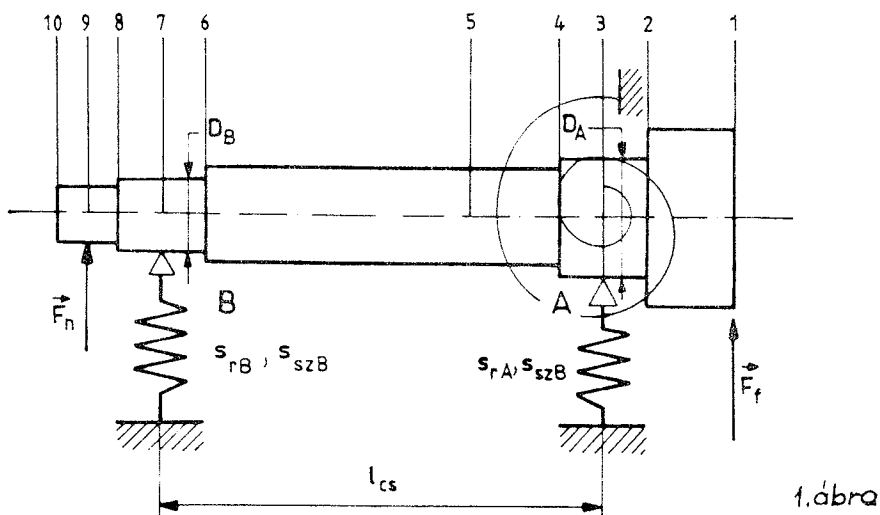
1. Célfüggvények

Osszetett, különböző technológiai feladatok megvalósítására alkalmasak a szerszámgépek és ebből adódóan igen változatosak, esetenként egymásnak ellentmondóak is a felvehető célfüggvények:

1. a főorsóvég radiális ütése (δr_1) legyen minimális;
2. a főorsóvég radiális (hajlító) merevsége (S_H) legyen maximális;
3. a főorsó-csapágy rendszer hajlító rezgéseinek első sajátkörfrekvenciája maximális, ill. egy adott érték feletti legyen;
4. a főorsó tömege legyen minimális;
5. a főorsó-csapágy rendszer előállítási költsége legyen minimális. (A költségszámítás alapjait és a szükséges programot az [1] tartalmazza.)

2. Mechanikai modell

Az optimalizálás első lépéseként a nagy, szerszámgépipítési célokra alkalmas csapágyakat is gyártó cégek ajánlásai alapján a főorsó csapágyazási megoldását választjuk ki. A [2]-ben ismertetett tipikus megoldások számát 4-re szűktettük, mivel a csapágyak áraitól nem álltak rendelkezésünkre megbízható adatok. Természetesen használható adatok esetén a bővítés megoldható. A programcsomag az 1. ábrán látható, két helyen csapágyazott főorsó-modell alapján működik.



1. ábra

3. Analízis

A főorsó-csapágy rendszer optimalizálása során változónak tekintjük (az 1. ábra jelöléseivel):

$LCS = L(3) + L(4) + L(5) + L(6)$ - csapágytávolság [mm];

$DA = Dk(2) = Dk(3)$ - mellső csapágyhely átmérője [mm];

$DB = Dk(6) = Dk(7)$ - hátsó csapágyhely átmérője [mm];

A csapágyhelyek átmérője diszkrét érték, melyet a megfelelő csapágykatalógus-file-ből választja a program az optimalizálás során.

SrA, SrB - csapágyak radiális merevsége [$N/\mu m$];

$SszA, SszB$ - csapágyak szögirányú merevsége [Nm/rad];

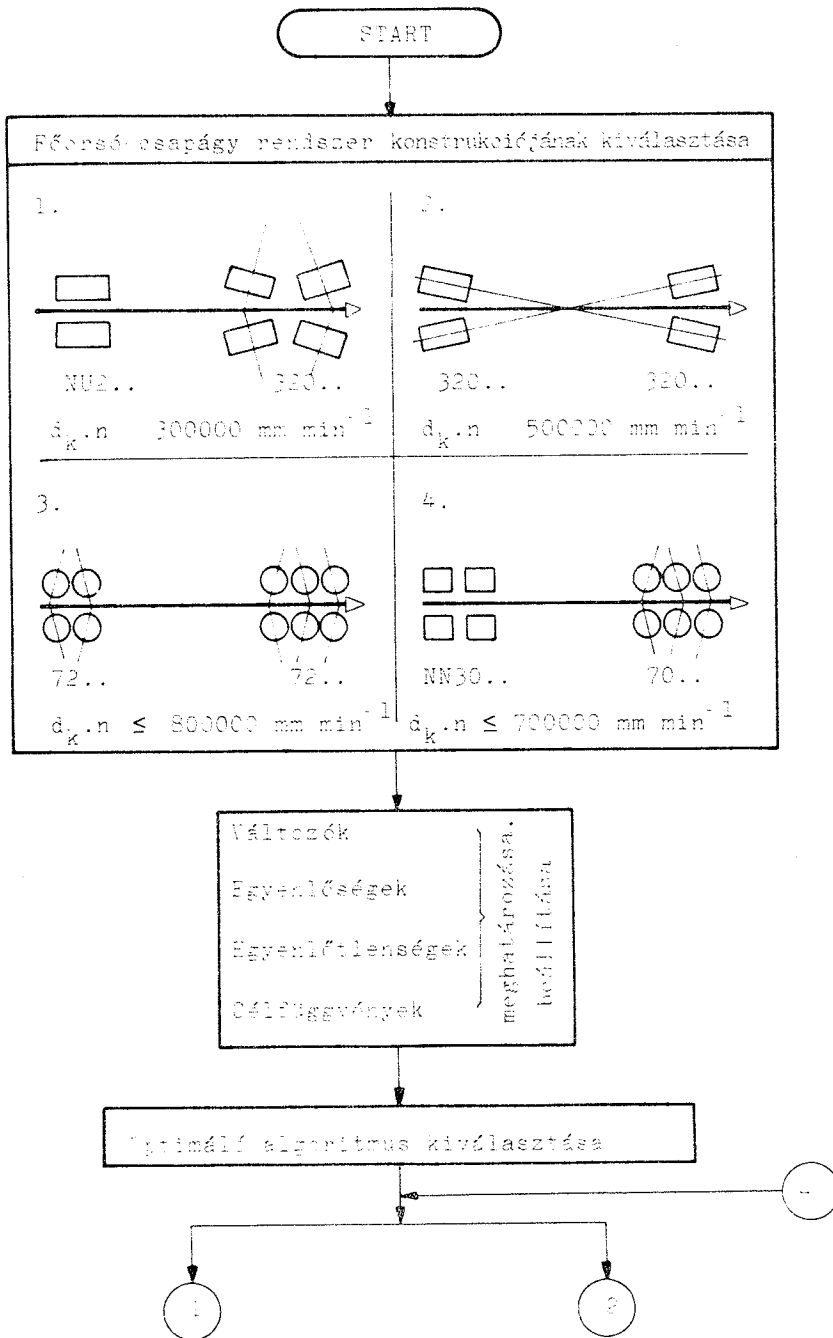
A csapágyak merevsége függ a csapágyhelyek (azaz a csapágyak furatának) átmérőjétől, azonban a programcsomag felépítésénél ettől eltekintünk.

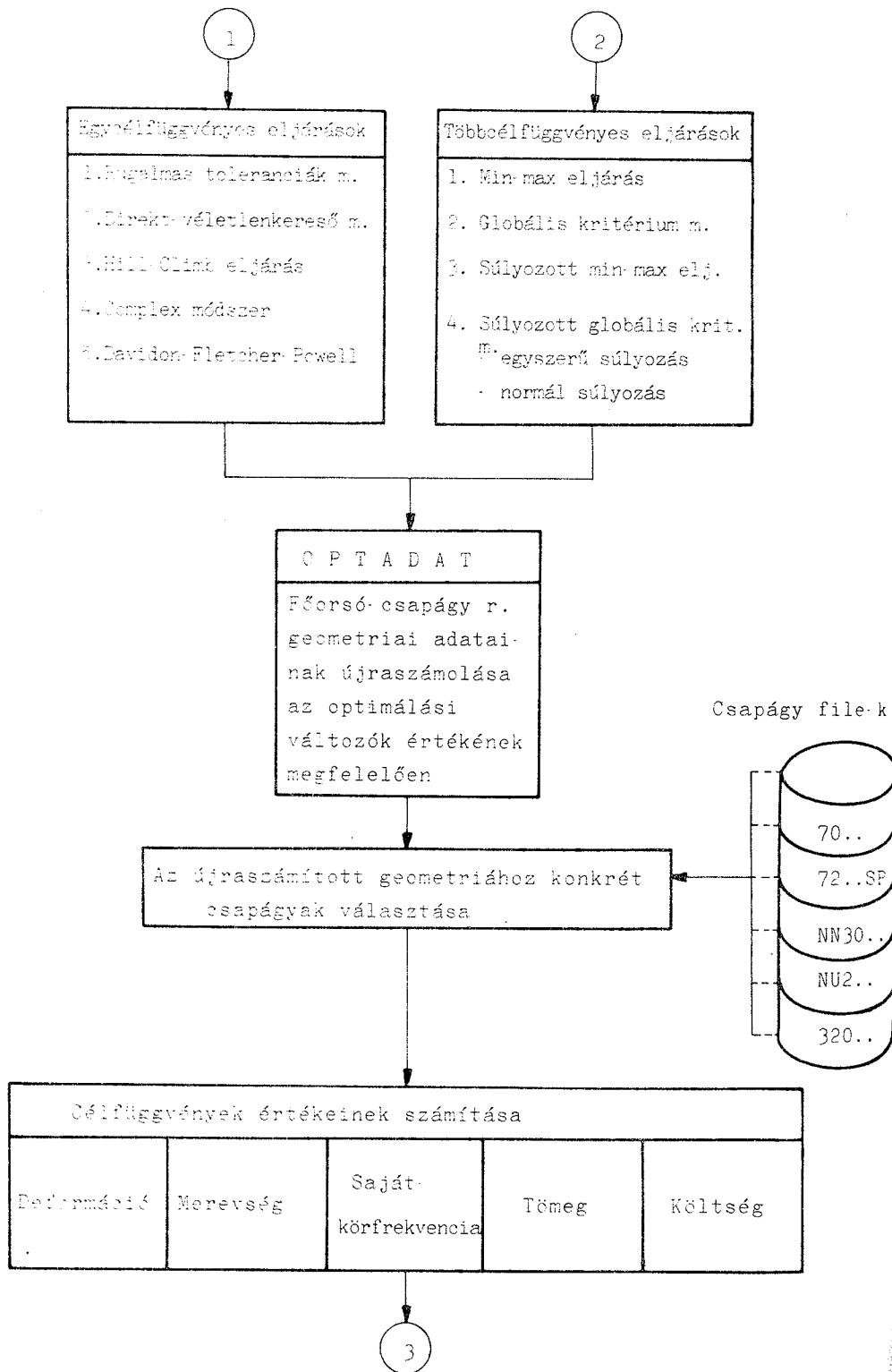
A főorsó-csapágy rendszer terhelése a terhelési helyek koordinátái a megvalósítandó fordulatszám tartomány bemenő adatokként ismertek.

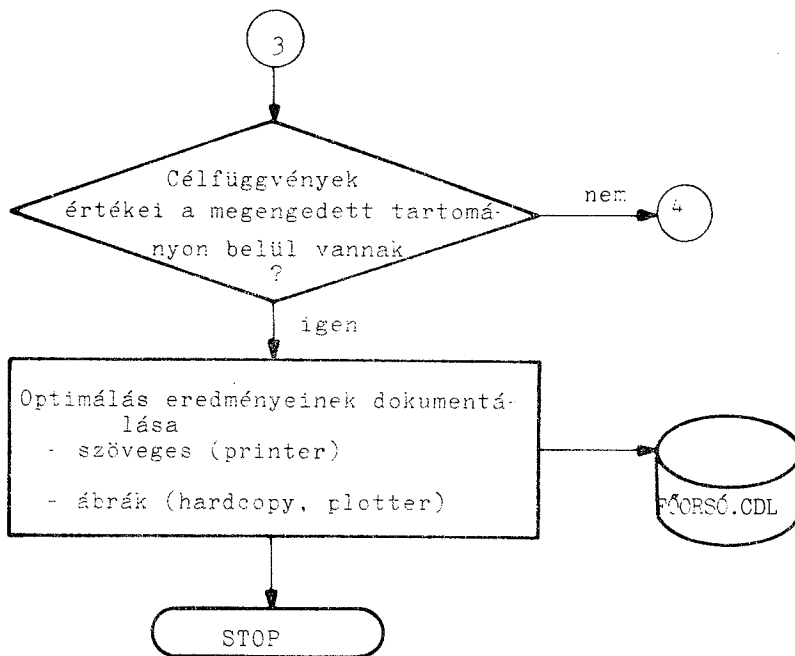
4. Tervezési feltételek

A tervezendő főorsó üzemeltetési, technológiai körülményei ismeretében némely célfüggvény tervezési korlátozásként is megfogalmazható.

2. ábra: Főorsó-csapágy rendszer többcélű függvényes optimalizálásának folyamata







Tervezési feltételek:

1. geometriai: $5 \leq L(4) \leq 100$ [mm]
 $80 \leq DA \leq 120$ [mm]
2. radiális elmozdulás $2.5 \leq \delta_r \leq 25$ [μm]
3. radiális merevség $500 \leq S_{H1} \leq 1500$ [$\text{N}/\mu\text{m}$]
4. hajlító sajátkorfrekvencia $4000 \leq \alpha_{H1} \leq 15000$ [rad/sec]

Célfüggvény(ek):

- minimális tömeg
- minimális költség
- minimális elmozdulás
- maximális merevség
- adott érték fölötti sajátkorfrekvencia.

Egycélfüggvényes optimaláskor ezek közül valamelyik érvényesítésére van lehetőség, többcélfüggvényes eljárásoknál az ott lehetséges célfüggvény kombinációja fogalmazható meg.

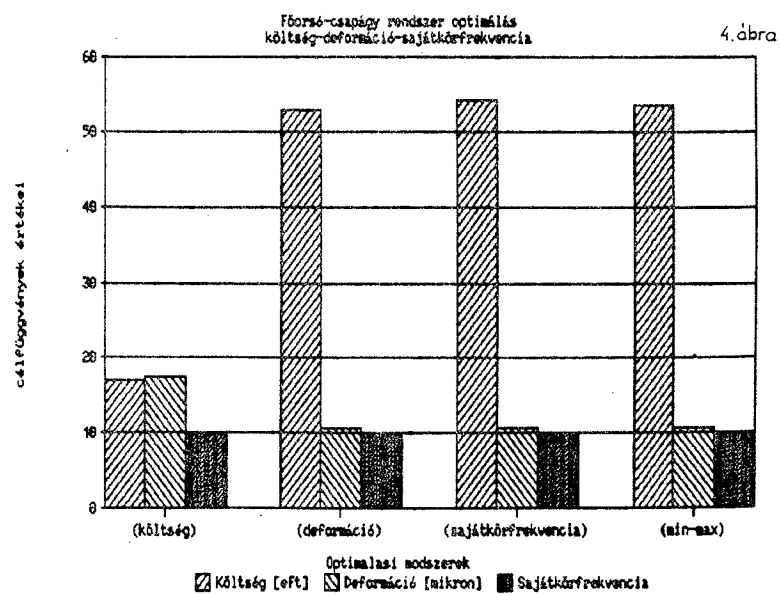
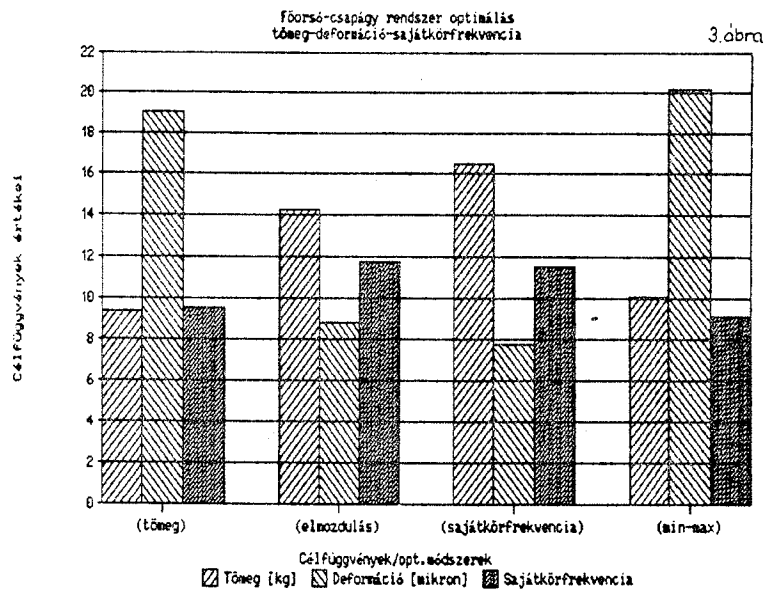
B. Eredmények értékelése, következtetések

Az 7. fejezetben ismertetett példát különböző célfüggvény kombinációkkal vizsgáltuk meg.

A. Célfüggvények:

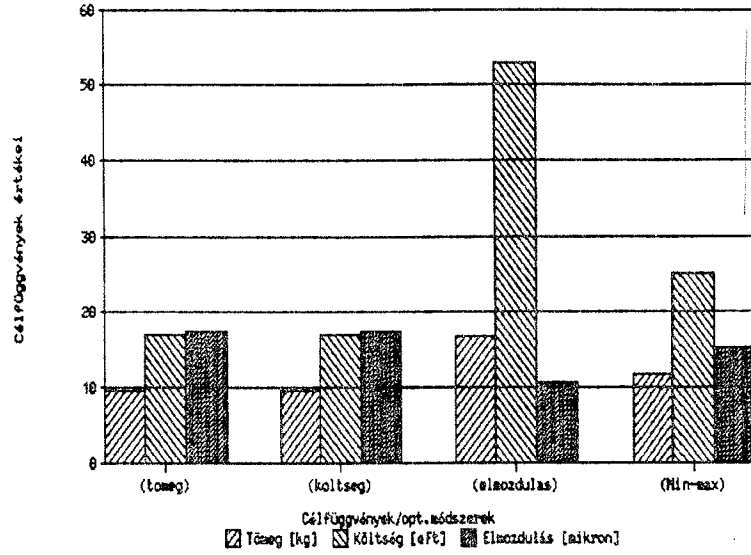
- (1) minimális tömeg
- (2) minimális elmozdulás
- (3) adott érték fölötti sajátkorfrekvencia

Az eredmények a 3. ábrán láthatók és megállapítható, a célfüggvények közötti kompromisszum $DA = 80$ mm, $LCS = 225$ mm esetén érhető el (min-max eljárás eredménye).



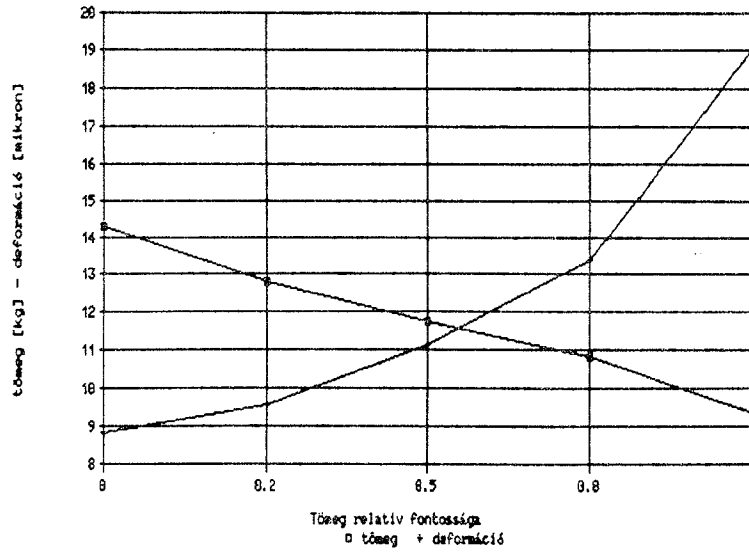
Főrső-csapó rendszer optimális tömeg-költség-elmozdulás

5. ábra



Relatív fontossági diagram

6. ábra



B. Célfüggvények:

- (1) minimális költség
- (2) minimális deformáció
- (3) adott érték fölötti sajátkőrfrekvencia

Az eredmények az 4. ábrán láthatók és megállapítható, hogy a célfüggvények közötti kompromisszum $dA = 120$ mm, $LCS = 195$ mm esetén érhető el (min-max eljárás eredménye).

C. Célfüggvények:

- (1) minimális tömeg
- (2) minimális költség
- (3) minimális deformáció

Az eredmények a 5. ábrán láthatók és megállapítható, hogy a célfüggvények közötti kompromisszum $dA = 95$ mm, $LCS = 150$ mm esetén érhető el (min.-max.).

Az 6. ábrán a deformáció és tömeg célfüggvényének változását foglaltuk össze a tömeg relatív fontosságának függvényében. A két célfüggvény fontossága közti kapcsolat ill. ennek az eredményekre való hatása az A,B,C esetekben is nyomonkövethető.

Megállapítható, hogy más-más követelmények kielégítése más-más geometriai adatokkal valósítható meg. Ezek meghatározására az elkészített programcsomag jól használható.

Irodalomjegyzék

- [1] Jármai, K., Tompa, S., Péhl, T.: Szerkezetek gazdaságos méretezésére szolgáló AMT programcsomag kifejlesztése. II.rész, OMFB AMTP 6.1.10. projekt, 1990. Nov.25. 106 old.
- [2] Jármai, K. - Péhl, T. - Tompa, S.: Szerkezetek gazdaságos méretezésre szolgáló AMT programcsomag kifejlesztésére OMFB, 1989. AMTP-6.1.10. részjelentés
- [3] Jármai, K.: Single- and multicriteria optimization as a tool of decision support system. Computers in Industry Elsevier Applied Science Publishers. 1989, Vol.11. No.3. p.249-266.
- [4] Jármai, K.: Application of decision support system on sandwich beams, verified by experiments. Computers in Industry. Elsevier Applied Science Publishers. 1989, Vol.11, No.3. p.267-274.
- [5] Jármai, K.: Decision support system on IBM PC for design of economic steel structures, applied to crane girders Thin-Walled Structures, Elsevier Applied Science Publishers. 1990. Vol.10. p.143-159.
- [6] MS FORTRAN 5.0, MS Corporation, 1988.
- [7] MS Quick BASIC 4.5, MS Corporation, 1988.
- [8] CADKEY User Reference Guide, Cadkey, Inc, 1988.

A téma kidolgozása kapcsolódik az NME Gépészmérnöki Kar OMFB AMTP 6.1.10. számú kutatási fejlesztési munkájához.