



GÉPIPARI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET

VIII. HEGESZTÉSI SZEMINÁRIUM

SOPRON

1990. Október 16...18.

HEGESZTETT SZERKEZETEK OPTIMÁLIS MÉRTEZÉSE KÖLTSÉGELEMLÉSS

Dr. Jármai Károly
Bernáth Attila

Összefoglaló

Módszert ismertet a hegesztett szerkezet méretezése és költségelemzés önálló kidolgozására, illetve a két, választottan különböző mélységű elemzés összekapcsolására vonatkozó Futódaru hídfőtartó optimális méretezését ismerteti angol célszerkezeti szabványok felhasználásával.

1. Bevezetés

A gazdaságos szerkezetmértézésnél két fő terület van egyik a szerkezet "mérnöki" vizsgálata, vagyis mechanikai lezárkón (feszültség, alakváltozás, stabilitás, fáradás, jártfrekvencia stb.) keresztül a szerkezet viselkedésének rása [1,2]. A másik a gazdaságossági vizsgálat, vagyis alapanyagok beszerzése, megmunkálása, az elemek összekapcsolása, a kész gyártmány értékesítése, stb. területein felmerő költségek elemzése, illetve prognosztizálása.

A szoftverfejlesztésnél elsődleges szempontunk volt, megbízható mechanikai és gazdaságossági elemzések alapján lehetővé tegyük a felhasználónak különféle mélységű elemzést elvégzését. A tervező a rendelkezésére álló információmentés és idő függvényében eldöntheti, milyen mélységű elemzést végez.

2. A gazdaságos szerkezetmértézés mérnöki oldala

2.1 A probléma megfogalmazása

Cél olyan gazdaságos hegesztett futódaru hídfőtartó tervezése, mely elegendő tesz a BS szilárdsági előírásainak. A terhelés, a daru fő méretei az anyagjellemzők.

2.2 A cél megfogalmazása

A hegesztett szerkezet különféle költségeit figyelembe véve, minimális költségű szerkezet meghatározása a cél. Részletes költségelemzést a 3. fejezet tartalmazza.

2.3 A modell meghatározása

A futódaru hídfőtartó különböző konstrukciós kialakításai lehetőségei az 1. ábrán láthatók.

Kétfőtartós, hegesztett szekrényszelvényű a model hasznos terhelés és az önsúlyterhelés figyelembevételével függőleges és vízszintes (tömegű gyorsításból, lassítási ütemekkel). A gerinclemezek szögacél borda lehet igénytől függően (2. ábra) [3].

bejegyzési Szerelési Úzenbe, gyűjti a hegesztők selejtadatait, számolja a radiográfiai film féltartókat, stb. A rendszerfelelős minőségellenőr a Meős Üzenő segítségével követheti nyomon az általa ellenőrzött rendszerekben felgyűlt érdemi információkat, a még szükséges lépésekre a gép felhívja a meős figyelmét. A program fel kell legyen készítve minden lehetséges szituációra, hiszen csak így lehet hatékony eszköze a bonyolult adminisztrációs tevékenységet nem nélkülöző termékosztások, és szuperkontroll eseményeknek is.

A szerelés készültési fokának növekedésével nyomkövetőket állíthatunk össze a nyilvántartási egységekből (varrat, izometria, csőszakasz), és a készültési állapotra jellemző statisztikai jellegű adatok kiadását kérhetjük a géptől egyrészt, másrésztől kérhetjük a még ki nem javított varratokat, és egyéb szereleési hiányosságokat összegező listát. Ha a gép nem talál hibát, úgy engedélyt kér a dokumentáció kinyomtatására. A dokumentáció tartalmazza a varratnyomkövetőket, a minőségi bizonyítvány összesítőjét, minőségi bizonyítványok másolatát, a hegesztő névsort, és még több különböző nyilatkozatot. Az izometria megvalósulási rajzait ma még nem kezeli a gép.

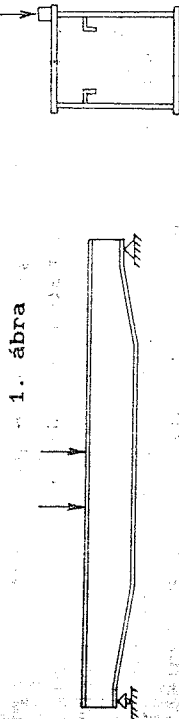
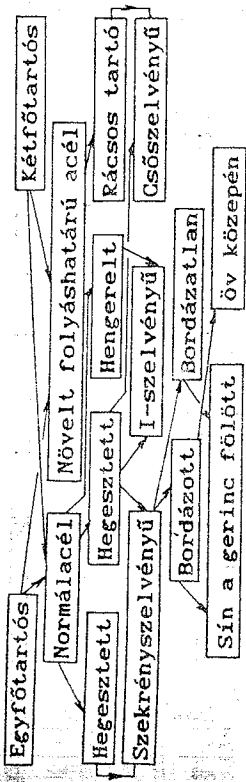
Teljes részletességgel nem ismertethető ez a program, mert a különböző létesítmények kivitelezésekor egyéni megfontolások alapján az általánostól eltérő dokumentálási módszerek lehetségesek, a dokumentációs eljárások egyedisége miatt egyedi dokumentálási programok írására van szükség.

A programot ma üzemi szereleési körülmények között vizsgáljuk.

A szerző neve, és címe

Egyed László
Gyár-és Gépszerező Vállalat
Minőségellenőr Leányvállalata

1063 Budapest, Szinyei M u.1.



2. ábra

2.4 Analízis a BS 2573 és 5400 alapján [4.5]

Statikus feszültségmeghatározás

Az alsó övlemez kétirányú hajlításból a következő feszültség adódik:

$$\frac{M_x}{W_x} + \frac{y}{W_y} \leq \sigma_d P_s$$

ahol az x - irányú hajlítónyomaték

$$M_x = \frac{L^2}{8} (1.05 \rho A + P_r + P_s) \epsilon + \frac{F}{2L} (L - \frac{k}{2})^2$$

a macska kerekén átadódó erő

$$F = \frac{\psi_d H + G_t}{4} ; \rho = 78.50 \text{ kg/m}^3 ; \epsilon = 9.81 \text{ m/s}^2$$

H a horogteher

k a macska keréktávolsága

G_t daruhídmozgató gépészet súlya

P_r és P_s a sín és a kezelőjárda folyómétertömege

V_x és V_y keresztmetszeti tényezők

σ_d csoporttényező

ψ_d dinamikus tényező

az y -irányú hajlítónyomaték

$$M_y = 0.03 \frac{Z_b L^3}{2L} (1.05 \rho A + P_r + P_s) \epsilon + \frac{G_L}{8L} (L - \frac{k}{2})^2 + M_w$$

Z_b, Z_t a macska fékezett és össz kerékszám.

A 0.3 jelenti a DIN 15018 [6] szerinti tömegerdőhatást.

M_w a szélterhelésből származó tömegerdő

P_s a megengedett statikus feszültség.

Dinamikus feszültségmeghatározás

$$\frac{M_{xf}}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} \leq P_{ft}$$

$$M_{xf} = \frac{L^2}{8} (1.05 \rho A + P_r + P_s) \epsilon + \frac{F}{2L} (L - \frac{k}{2})^2$$

$$F_f = \frac{K_{\psi_d} H + G_t}{h}$$

A K_p spektrumtényező és a ψ_d dinamikus tényező ért daru csoportbesorolásának és a terhelés ciklusszámának nyel.

A megengedett fátadási feszültség P_{ft} = 167 MPa.

Övlemezhorpadás

$$m_{cf} + m_{bf} \leq 1$$

$$m_{cf} = \frac{\sigma_{1f}}{P_s K_{1f}} ; m_{bf} = (\frac{\sigma_{bf}}{P_s K_{bf}})^2$$

A nyírást elhanyagolva kétirányú hajlítást veszünk figy

$$\sigma_{1f} = \frac{M_x}{W_x} ; \sigma_{bf} = \frac{M_y}{W_y}$$

$$\lambda_f = \frac{b}{t_f} \sqrt{\frac{R_{yf}}{355}}$$

A lemez karcsúsága: λ_f = b/t_f a folyási határ

K_{1f} meghatározása a karcsúsági tényező alapján

$$\lambda_f \leq 24 ; K_{1f} = 1 ; 24 < \lambda_f \leq 47 ; K_{1f} = (\frac{24}{\lambda_f})^2$$

$$47 < \lambda_f \leq 130 ; K_{1f} = (\frac{24}{\lambda_f})^2 \cdot 0.85 ; 130 < \lambda_f \leq 300 ; K_{1f} = 0.274 - \frac{\lambda_f}{7000} ; \lambda_f > 300 ; K_{1f} = 1.3 - 0.0027 \lambda_f$$

A főgerinc lemezhorpadása hajlítás, nyírás és helyi (macska kerekéről) figyelembevételével:

$$m_{cw} = \sqrt{m_{1w} + m_{2w}} ; m_{1w} = (\frac{0.8 \sigma_{1b} + \sigma_{bw}}{P_s K_{1w}})^2 ; m_{2w} = (\frac{\sigma_{cw}}{P_s K_{2w}})^2 ; \sigma_{bw} \approx \sigma_{bw}$$

$$m_{bw} = (\frac{0.2 \sigma_{1f}}{P_s K_{bw}})^2 ; \sigma_{cw} = \frac{F}{t_{w1} a_w} ; a_w = 50 + 2(t_r + t_f - 5)$$

ahol a K_{1w}, K_{2w}, K_{qw}, K_{bw} tényezők meghatározása

vány alapján, a karcsúsági tényezők ismeretében történi

gyelembe véve a merevítőborda feletti és alatti lemezré

csúságát.

A segédgerinc horpadásszámítása a főgerinchez hasonlóa

ténik, figyelembe véve hogy ott nincs kontakt nyomás.

Statikus alakváltozás

Statikus alakváltozás

$$w_{max} = \frac{H/4 (L-h)}{48 EI_x} [3 L^2 - (L-h)^2] \leq w_p$$

ahol H a horogteher

$w_p = L/(800+1000)$ a megengedett lehajlás.

2.5 Szintézis

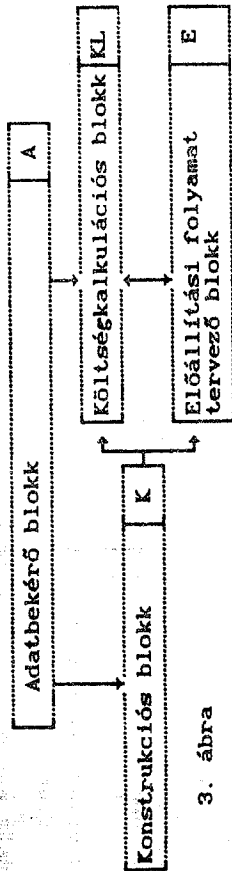
Az optimalás során egy célfüggvény van: a költség, 16 egyenlőtlenégi feltétel van, mely a statikus feszültségre, a fátadási feszültségre, az övlemezhorpadásra, a fő- és segédgerinc horpadásra és a statikus lehajlásra, továbbá a méretkorlátosokra vonatkozik. A kifejlesztett szoftver hatékonyságának bemutatása 24 t 25 m fesztávú futódaru tervezésével történik.

3. Gazdaságossági vizsgálat

3.1. Gazdaságos konstrukció tervezésének modellje

A piacnak megfelelés követelménye felvet néhány igényt minden konstrukcióval szemben, melyre a gyártónak illő válasszal reagálni kell, ha a csúcson kíván maradni. Amellett az alapvető követelmény mellett, hogy az elkészített konstrukció valamennyi az élettartósság, a megbízhatóság, szolgáltatások köre tekintetében támasztott követelménynek maradéktalanul megfeleljen, a gyártónak a következőkre is gondot kell fordítania :

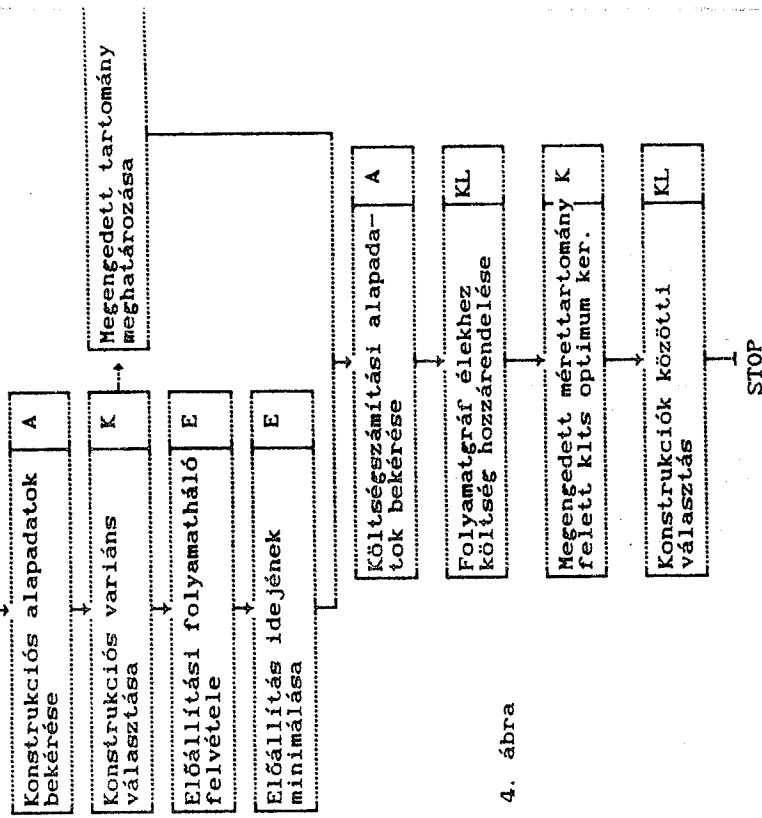
- A kívánt minőségben, de a lehető legkisebb költség mellett előállításra → ennek segédeszköze a pontos és minél teljesebb költségkalkuláció.
- Arra, hogy a sok lehetséges konstrukció közül az kerüljön megvalósításra, mely minden kívánalomnak megfelel, de a legkisebb költséggel jár. → Ennek a célnak az elérését a megengedett konstrukciók felett keresett költségoptimum biztosítja.
- Hogy az előző két feltétellel teljesíthetővé váljon a teljes előállítási folyamatra részletező rálátást kell biztosítani.
- Itt a folyamatháló felállításával.
- S végül, e cselekvésvárossor időigényét is ismerni kell, hogy a mikor kérdésre feleletet nyerjünk. → Ezt a hálóterv időtervező szolgáltatása kínálja.



3. ábra

A fentiek tükrében végcélként, mely több pontján még kitekintés, a következőkben leírt szoftver fejlesztése tű ki. A 3. ábra ennek funkcióblokkjait, illetve ezek kapcsos szemlélteti. A szoftver működésének algoritmusát pedig ábrán követhetjük: A blokkok jobb oldalán látható betűjel ábra funkcióblokkjaira utal vissza.

START



4. ábra

fogadjuk el:

- Csak egy típusú konstrukciót : két főtartós, négy szekrényszelvényű, bordákkal merevített szerk vizsgálunk.
- Egy rögzített folyamatban állítható elő a konstrukció.
- Az időigény problematikkal nem foglalkozunk e vizsésorán.

3.2. A konstrukcióról

A konstrukciós szempontból megengedett, az igé kielégítő szerkezet méretlehetőségeinek kijelölését a 2. tárgyalta részleteiben.

a. közvetlen anyagköltséggel kapcsolatban:

- A piacon és saját forrásból elérhető lemezvált rögzítése minőségi és méret adatokkal.
- Szakítószilárdság.
- Lemeztáblák méretei (hosszúság, szélesség, vastagság)
- Az egyes lemezárak egységköltsége, azaz szabványos bekerülése (m /ft).
- Kitekintést jelenthet az azonos minőségű i tényleges beszerzési árainak (piacvizsgálat + száll anyagár + rakodás + raktározás) költségeinek k vizsgálata.
- Hegesztés fogyóeszközeinek egységára, egységnyi h vetítve, rögzített keresztmetszet mellett az varratnál .

b. Közvetlen bérköltséggel kapcsolatban:

- Milyen formában kívánja a fázis bérköltségeit kifi órabér, teljesítménybér (varrathosszal ará csoportbér (egyösszegű bérkijelölés, a fázis vala munkálataira)
- Ennek az összege .
- Órabér esetén a munkára szánt idő.
- Bérek járulékanak összege %-ban kifejezve.

3.5. Költséganalízis. A költségkalkuláció és költségszámítási módja

A kijelölt aggregált, illetve az illeszkedő op folyamatelemekhez, azaz az előállítás cselekvéseihez - gráfékként jelennek meg - a továbbiakban a lehe költségkalkulációkat elemezzük.

3.5.1. A költséganalízist befolyásoló tényezők

A konstrukció gyártásához viszonyított i elhelyezkedése szempontjából a költségeket, előkalk során becsljük meg. Feltétlenül kitekintést utókalkulációval a tényleges költségek rögzítése, tapasztalatgyűjtés újabb kalkulációkhoz. A szakirodalom [8] több eltérő kimenetelű kalkulációra mutat lehetős (pótlékoló kalkuláció, rezsinormás kalkuláció, cs közvetlen költség kalkulálása stb.) Hogy melyik alkalmazásra, azt a következők határozzák meg:

a. A költségszámításba bevonható költségek köre. Célsz lehetőségtöbb költségtényezőt összegyűjteni, s csak meghatározni az optimális méretkombinációt. Má valamennyi költség ismerete vagy prognosztizálása számíthatunk csak teljes önköltséget./

b. A vizsgálatra fordítható idő ↔ illetve a pon követelménye./Lehetőséget biztosít szoftverünk arra, az előállítás egyes fázisaiban, sőt akár mozzanataib

3.3. Az előállítás folyamatának leírása

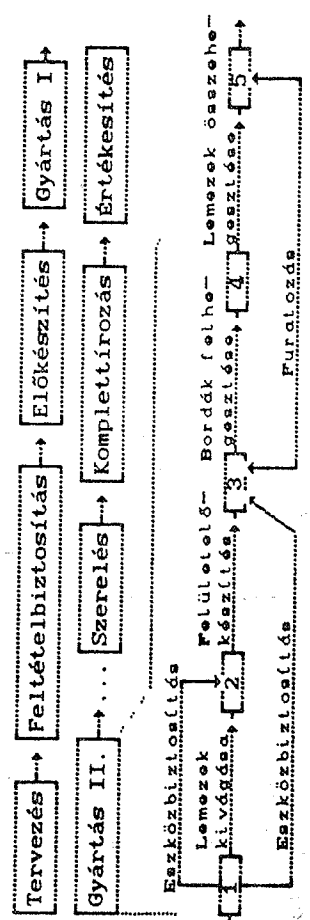
A 3.1. pontban bemutatott 3. és 4. ábrának az előállítási folyamatot leíró blokkjai hivatottak a kérdéses konstrukció előállítási folyamat hálója felállítására. Itt határozza meg a felhasználó, e folyamat bontásának részletességével az ezt követő költséganalízis fázisait, azaz azokat a tevékenységelemeket, melyeket költségkalkuláció szempontjából önállóan kíván kezelni.

A konstrukció előállítás eseménysora feldolgozására az úgynevezett tevékenységbázisú háló a legmegfelelőbbek. Ezeknél a gráf élei mutatják az idő- és/vagy eszközigényes munkaráfordításokat.

A folyamatot leíró gráf a hálótervezés irodalmából ismert. Problémánk ezirányu megközelítése újabb potenciális képességekkel gyarapítja szoftverünk szolgáltatásait:

- a. Képessé válhatunk a gyártási folyamat teljes átlátására, a gyártás tökéletes szervezésére.
- b. S ha a gyártás mozzanatonkénti időigényének meghatározásával járó fáradságot is vállaljuk, úgy a gyártás idejének hossza ismertté válik, illetve ezen időhossz csökkentése megoldható.

Az előállítási folyamat költségkalkuláció mélysége különböző lehet. Általános esetben a felhasználó dönti el, hogy milyen struktúrájú és mélységű tevékenységbontást - költséganalízist választ. Ennek megfelelően egy hierarchiába illeszkedő, de többszintű hálóterv állhat elő. Az 5. ábra szemlélteti az aggregált vagy durva hálótervbe illeszthető operatív vagy finom hálós szervezési tervet.



5. ábra

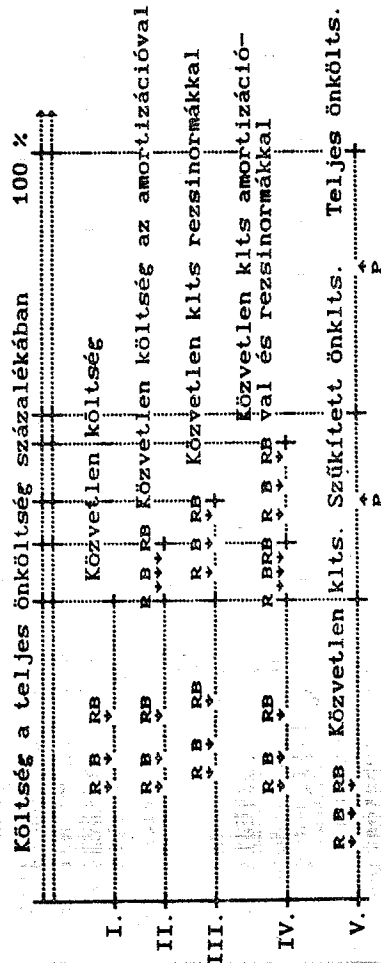
3.4. Költség alapadatok bekerése

A 3.1. és a 3.5.3. pontok egyszerűsítő feltételeit figyelembe véve csak a közvetlen anyag és bérköltség számításához szükséges adatokra szorítkozunk, így a következőket kell megadnia a felhasználónak:

- más-más mélységű költségbecslés készüljön. Lehetőség van a teljes munkafázis egyösszegű költségbecslésétől a legmélyebb elemzésig (lásd később).
- A gyártó költségkalkulációs gyakorlata. A pótlékoló kalkulációt alkalmazó cégek számára e szoftver a "teljes önköltség" számítását is lehetővé teszi. Ahol a pótlék-kulcsok nem állnak rendelkezésre, ott már csak az ismert költségek minimálása lehet a cél.
- A költségszámítás célja lehet:
 - Teljes önköltség számítása pl. árajánlat előkészítéséhez.
 - Más megrendelésekkel összevető jövedelmezőségi számítás (fajlagos fedezetek összehasonlítása) a belső kapacitások terhelési prioritásainak kialakításához.
 - A gyártató kezében a gyártóhelyek tetszetlenségének és összehasonlításának eszköze.
 - Az optimális szerkezet előállítása minimális költség felett.

3.5.2. A folyamatlemek költséganalízisének mélysége, megközelítései

A költségszámítás valamennyi fázis költség becslésével válhat csak teljes. A lehetséges költségkimenetek illetve ezek elérésének "értelmes" útjai a 6. ábrán követhetők.



- Levegőszárazat:** 6. ábra
- R > részletes számítás
 - B > becsléssel
 - P > pótlékkulcs alkalmazásával számítható
 - BR > vegyesen részletes számítással és becsléssel
- E kimenetek értéküket tekintve változók. Különböző minőségben szolgálják a 3.5.1. "d" pontjában bemutatott célok elérését. Az viszont, hogy az előállítás egyes fázisaiban más mélységű (kimenet) költségszámítás készüljön, nem megengedhető.

3.5.3. A költségkalkuláció, a költségoptimum és a konstans viszonya

Példaként kiemelve a 5. ábra aggregált hálóterve 6. II. blokkjának operatív hálója 4-5, azaz az összehegesztése elemét, mutatjuk be a költségkalkuláció egyszerűsítő feltételként, csak a közvetlen költségszámításnak mélységéig.

A 2. pontban ismertetett konstrukciós te következményekkel jár a költségsszámításra nézve. A mérő mérettartomány valamennyi pontjához külön-külön rendelhető a szükséges alapanyagok teljes jegyzéke, ezek összeállításának módja, így a szükséges varratok hossza, keresztmetszete. A közvetlen költségek tervezése alapadatok segítségével történik meg, a következő megfelelő részletezésben.

a. közvetlen anyag költségek:
A konstrukciós méretezés során kiderül, hogy szilárdságtani és méretjellemzőkkel rendelkező lemezek kerülnek felhasználásra. A 3.4. pontban leírtak szerinti felhasznált lemezanyagok egységköltségei ismertek, lemezköltség:

$$K_{KL} = L_1 K_{L1} + L_2 K_{L2} + \dots + L_n K_{Ln} = \sum_{i=1}^n L_i K_{Li}$$

ahol: L_i : i-edik típusú lemezről az egységmennyiség kifejezett szükséges darabszám [db]
 K_{Li} : i-edik típusú lemez egységmennyiségköltsége [Ft/db]

A fogyóeszközök költség számítása varrat típusra történik, úgy hogy az alaptípusban mint alapegység többi varrat típus, illetve keresztmetszet kifejező kerül. Alapfeltevés, hogy a varratösszeg arán fogyóeszköz tömegével. Így a fogyóeszközök költsége:

$$K_{KF} = K_o \left\{ L_{11} A_{11} + L_{12} A_{12} + \dots + L_{kl} A_{kl} \right\}$$

$$K_{KF} = K_o \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^l (L_{ij} A_{ij})$$

- Ahol: K_o : az alapvarrat egység hosszának fogyóeszköz sége [Ft/m]
 L_{ij} : i-edik varrat típus j-edik keresztmetszet konstrukcióhoz elkészítendő varrat hossz
 A_{ij} : i-edik varrat típus j-edik keresztmetszet az alapvarratban kifejezve [m²/m²]

b. közvetlen bérköltségek:

Csoport vagy egyösszegű bémegjelölés egyben a közvetlen bérköltségek felel meg. Az órabér és a teljesítménybér viszonya a következő módon írható le, a varratosszal arányosan:

$$B_0 t_f = B_l \quad \text{ahol: } B_0 : \text{órabér [Ft/h]}$$

t_f : alapvarrat egységösszárára eső időszükséglet [h/m]

B_l : teljesítménybér az alapvarrat egységösszárára nézve [Ft/m]

Órabér esetén választhat a felhasználó a szoftver költségsszámítása /lásd következő bekezdés/, illetve annak beírása között, hogy mennyi időt vesz igénybe a fázis munkaórákban. A költségfüggvény ez utóbbi esetben:

$$K_{KB} = t B_0 \quad \text{ahol: } t : \text{a munkaórák száma}$$

A közvetlen bérköltségek számítása a következőképpen lehetséges: órabér esetén, kalkulációval:

$$K_{KB} = B_0 t_f \left\{ L_{11} A_{11} v_1 + L_{12} A_{12} v_1 + \dots + L_{kl} A_{kl} v_k \right\}$$

$$K_{KB} = B_0 t_f \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^l (L_{ij} A_{ij} v_i)$$

Ahol: L_{ij} és A_{ij} megegyezik a fogyóeszközököltségek hasonló változóival

v_i , a varratípustól függő nehézségi fokot tükröző változó

Igy a vizsgált előállítási mozzanatok közvetlen költsége:

$$K_K = K_K + K_K + K_K J_K$$

$$K_K = \sum_{i=1}^n L_i K_{1i} + K_{1i} \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^l (L_{ij} A_{ij}) + B_0 t_f J_K \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^l (L_{ij} A_{ij} v_i)$$

ahol: J_K , a közvetlen bérek járulékaival %-ban kifejezve,
 $J_K = ((100 + J_K) / 100) [\%]$

K_K minimumát keresve a konstrukciósan megengedett méretek tartománya felett, eljutunk az optimális méretkombinációhoz, s egyúttal a kívánt mélységű költségbecsléshez is.

4. Irodalomjegyzék

- Jármai, K.: Single- and multicriteria optimization tool of decision support system. Computers in Industrial Applied Science Publishers. 1989. Vol. 11. No. p. 249-266.
- Farkas, J., Jármai K.: Kétfőtartós futódaru szerény nyú főtartóinak optimális méretezése. Oktatási és NME, Miskolc, 1987. OKKFT G/6. V. oktatási alprogram OS/11. 23. old.
- Jármai, K.: Decision support system on IBM PC for economic structures, applied to crane girders. Their structures, Elsevier Applied Science Publishers. 1990. p. 143-159.
- BS 2573: Rules for the design of cranes. Part 1: Specification for classification, stress, calculations and criteria for structures. British Standard Institution, London, 1983.
- BS 5400: Steel, concrete and composite bridges. Code of practice for design of steel bridges. British Standard Institution, London, 1982.
- DIN 15018, Krane, Grundsätze für Stahltragwerke, nung, 1974.
- Alapi, I., Patóh, L., Scholcz, R., Tompa, M.: Költségek és önköltségszámítás az iparban. Számviteli tudományi utmutató, Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest, 1981.
- Ladó, L., Deli, L., Kocsis, J.: A komplex iparvállalatok működésének vizsgálata. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest, 1971.
- Papp, O.: Hálótérvezés az ipari gyakorlatban. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest, 1985.

Szerzők címe: Dr. Jármai Károly egyetemi docens
 Szállítóberendezések Tanszéke
 Bernáth Attila tanszéki munkatárs
 Szervezési és Vezetési Tanszék
 Miskolci Egyetem
 3515 Miskolc-Egyetemváros
 Tel: 46/65-111