

Mechanizmusok vegyes dinamikájának elemzése

Antonya Csaba

Transilvania Egyetem, Anyagismeret Kar, Brassó

1. Bevezetés

Komplex mechanizmusok kinematikai és dinamikai mozgásviszonyainak elemzése nélkülözhetetlen a terméktervezés első szakaszaiban. Már egyszerű modellek esetében a rendszer mozgásegyenletei nagyon bonyolultak. Ennek felírása és megoldása klasszikus módszerekkel, nagyobb bonyolultságú rendszerek esetén, lehetetlen. Az elmúlt évtizedekben a többtest-rendszerű eljárások kerültek előtérbe, amelyek alkalmasak olyan számítógépes kód létrehozására, amely automatikusan felírja és megoldja a rendszer mozgásegyenleteit. Ezek a többtest-rendszerű programok (mint például ADAMS, DYMES, Working Model, DADS, Mesa Verde, Simpack, Autosim) Lagrange, Newton-Euler, Kane vagy Hamilton egyenletek megoldására épültek.

Egy vagy több szabadságfokos mechanizmusok elemzése során a következő esetekkel találkozhatunk:

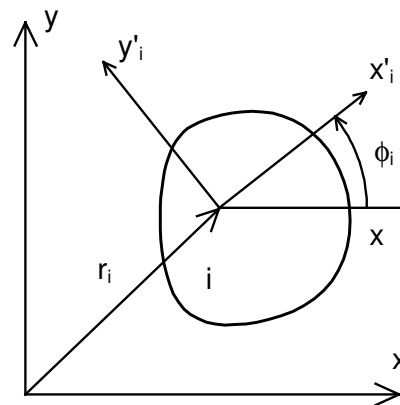
- *Mozgástani elemzés* (kinematika): ebben az esetben a szabadságfokkal megegyező számú irányító mozgás időbeni változását – forgást vagy egyenes vonalú mozgást – kell megadni. A mechanizmusok elemeinek tömegét, valamint a ható erőket nem kell ismerni, csak az elemek közötti csatlakozások helyét.
- *Dinamikai elemzés*: a mechanizmusokra ható erők eredményeként keletkezett mozgásviszonyok tanulmányozására. Ebben az esetben valamennyi hatóerőt ismerni kell, valamint a testek tömegét és tehetetlenségi nyomatékát.
- *Fordított dinamikai elemzés*: a kinematikai és dinamikai elemzés keveréke. Mozgástaniilag a többtest-rendszer meghatározott, csak nem ismertek mind azok az erők, amelyek a megadott mozgást előidézik. Ebben az esetben a kért adatok: a szabadságfokoknak megfelelő számú (irányító) mozgás, a testek tömege és az ismert hatóerők.

Több szabadságfokú mechanizmus esetén fennáll az az eset, amikor nem ismert az összes testre ható erő, de néhány test mozgása adott. Ezeket az elemzéseket vegyes dinamikai elemzésnek nevezzük.

E dolgozat célja a vegyes dinamikai elemzések egy új partícionálási módszerének bemutatása Newton-Euler egyenletekkel, abban az esetben, ha az ismert mozgások száma megegyezik az ismeretlen erők számával.

2. Kinematikai elemzés

A mechanizmust alkotó merev testek mozgásviszonyait egy külső ponthoz kötött globális koordináta-rendszerben kell tanulmányozni. A testekhez rendelt lokális koordináta-rendszerek helyzete, sebessége és gyorsulása fogja megadni a mechanizmus mozgásviszonyait. A lokális koordináta-rendszer helyzetének megválasztása tetszőleges, de dinamikai elemzéseknél ajánlott a tömegközéppontot választani.



1. ábra

Az i testhez hozzárendelt koordináta-rendszer az x'_i - y'_i (1. ábra). Tehát ennek a testnek a helyzetét meg fogja határozni a lokális koordináta-rendszer origójának helyzetvektora, a globális koordináta-rendszerben kifejezve: $r_i = [x, y]^T$, valamint a lokális koordináta-rendszer dőlésszöge (ϕ) a globálishoz viszonyítva. Az i testre jellemző általánosított koordinátáknak a globális koordináta-rendszerben a következő vektor felel meg:

$$q_i = [x, y, \phi]^T; \quad (1)$$

Ha a mechanizmus nb merevtestből áll, akkor az egész többtest-rendszert nc általánosított koordináta írja le, ahol:

$$nc = 3 \times nb \quad (2)$$

A mechanizmusra jellemző általánosított koordinátáknak a következő vektor felel meg:

$$q = [q_1^T, q_2^T, \dots, q_{nb}^T]^T \quad (3)$$

Mivel a merev testek csatlakoznak egymáshoz, a koordináták között egyenletek írhatók fel. Például csuklós vagy csúszós kapcsolatok esetén két egyenlet, két test közötti távolsági restriktió esetén egy egyenlet írható fel. Az egész mechanizmusra

nh egyenlet írható fel, ami nem függ az időtől, kifejezi a testek közötti kapcsolatot és a következőképpen írható mátrixos formában:

$$\Phi^K(q) = [\Phi_1^K(q), \Phi_2^K(q), \dots, \Phi_{nh}^K(q)] = 0 \quad (4)$$

Mivel az általánosított koordináták (nc) száma nagyobb mint az egyenletek száma (nh), az egyenletrendszert nem lehet megoldani. A kettő közötti különbség adja meg a mechanizmus szabadságfokának számát, tehát az irányító mozgások számát is. Az irányító mozgásokat matematikailag az általánosított koordináták közötti összefüggésként lehet felírni. Ezek az egyenletek függenek az időtől, alakjuk a következő:

$$\Phi^D(q, t) = [\Phi_1^D(q, t), \Phi_2^D(q, t), \dots, \Phi_{nc-nh}^D(q, t)] \quad (5)$$

A (4) és (5) egyenletrendszer együtt, nc egyenletből álló, nc ismeretlennel rendelkező egyenletrendszert alkot:

$$\Phi(q, t) = \begin{bmatrix} \Phi^K(q) \\ \Phi^D(q, t) \end{bmatrix}_{nc \times 1} = 0 \quad (6)$$

Ennek a rendszernek a megoldása adja meg a mechanizmus elemeinek helyzetviszonyát és annak időbeli változását. A megoldás csak numerikusan végezhető el, például a Newton-Raphson féle eljárással.

Mivel a helyzetviszonyok időbeni változásának matematikai formája nem kapható meg a (6)-os egyenlet megoldásával, az egyenletrendszert deriválni kell a sebesség függvényében:

$$\Phi_q \cdot \dot{q} = -\Phi_t \quad (7)$$

A gyorsulás kétszeres deriválással számítható ki:

$$\Phi_q \cdot \ddot{q} = -(\Phi_{qq} \cdot \dot{q} \cdot \dot{q} + 2 \cdot \Phi_{qt} \cdot \dot{q} + \Phi_{tt}) \quad (8)$$

ahol:

$$\Phi_{tt} = \left[\frac{\partial^2 \Phi_i}{\partial t^2} \right]_{nh \times 1}$$

$$\Phi_{qt} = \left[\frac{\partial^2 \Phi_i}{\partial q_j \partial t} \right]_{nh \times nc}$$

$$\begin{aligned} (\Phi_{qq} \cdot \dot{q}) &= \left[\frac{\partial}{\partial q_j} \left(\sum_{k=1}^{nc} \frac{\partial \Phi_i}{\partial q_k} \dot{q}_k \right) \right]_{nc \times nc} = \\ &= \left[\sum_{k=1}^{nc} \frac{\partial^2 \Phi_i}{\partial q_j \partial q_k} \dot{q}_k \right]_{nc \times nc} \end{aligned} \quad (9)$$

Ezen egyenletek megoldásával kiszámíthatók a mechanizmus elemeinek mozgásviszonyai.

3. Dinamikai elemzés

Az i test mozgása a síkban, Newton-Euler egyenletei szerint, a következőképpen írható:

$$\begin{cases} m_i \cdot \ddot{q}_i = F_i \\ I_i \cdot \ddot{\phi}_i = M_i \end{cases} \quad (10)$$

ahol m_i és I_i az i test tömege és tehetetlenségi nyomatéka, F_i és M_i a testre ható erők és nyomatékok – a külső, és a belső kapcsolatokról származó erők és nyomatékok.

A (10)-es egyenlet mátrixos formában:

$$M_i \cdot \ddot{q}_i - Q_i = 0 \quad (11)$$

ahol:

$$M_i = \begin{bmatrix} m_i & 0 & 0 \\ 0 & m_i & 0 \\ 0 & 0 & I_i \end{bmatrix} \quad (12)$$

$$Q_i = [F_{xi}, F_{yi}, M_i]^T \quad (13)$$

$$q_i = [x_i, y_i, \phi_i]^T \quad (14)$$

Az i test mozgásegyenlete:

$$\delta q_i^T [M_i \cdot \ddot{q}_i - Q_i] = 0 \quad (15)$$

többszörös esetben pedig:

$$\sum_{i=1}^{nb} \delta q_i^T [M_i \cdot \ddot{q}_i - Q_i] = 0 \quad (16)$$

Ha a testre ható külső erőket és nyomatékokat szétválasztjuk a kapcsolatokról származóktól, az egyenlet a következő formában bontható szét:

$$\sum_{i=1}^{nb} \delta q_i^T [M_i \cdot \ddot{q}_i - Q_i^A] - \sum_{i=1}^{nb} \delta q_i^T Q_i^C = 0 \quad (17)$$

ahol a Q_i^A a külső erők és Q_i^C pedig a kapcsolatokról származóak.

Newton hatás és ellenhatás törvényéből következik, hogy a kapcsolatokról származó erők mechanikai munkája nulla:

$$\sum_{i=1}^{nb} \delta q_i^T Q_i^C = 0 \quad (18)$$

Tehát a (17)-es egyenlet felírható mint:

$$\sum_{i=1}^{nb} \delta q_i^T [M_i \cdot \ddot{q}_i - Q_i^A] = 0 \quad (19)$$

Az egyenlet a Lagrange-i együtthatók elméletével oldható meg. Az egyenlet a következő formában írható:

$$\begin{aligned} [M \cdot \ddot{q} - Q^A]^T \cdot \delta q + \lambda^T \Phi_q \delta q &= \\ = [M \cdot \ddot{q} + \Phi_q^T \lambda - Q^A]^T \cdot \delta q &= 0 \end{aligned} \quad (20)$$

ahol λ a Lagrange-i együttható. Ahhoz, hogy ez az egyenlet igaz legyen, a δq együtthatójának az értéke nulla kell legyen:

$$M \cdot \ddot{q} + \Phi_q^T \lambda = Q^A \quad (21)$$

Ez az egyenlet, figyelembe véve a (21) és a (8)-as egyenleteket, rövidebben is felírható, mint:

$$\Phi_q \cdot \ddot{q} = \gamma \quad (22)$$

meghatározza a többtest rendszer mozgásviszonyait a külső erők hatására. Ez a vegyes, differenciális és algebrai, egyenletrendszer többféle képpen oldható meg, például particionálási módszerekkel.

4. Vegyes dinamikai elemzés

Vegyes dinamikai elemzésre akkor kerül sor, amikor nem ismert az összes testre ható erő, de néhány test mozgása adott. Ebben az esetben a (21) és (22)-es egyenletrendszerből nem ismert teljes egészében a Q^A - külső erők vektora, és ahhoz, hogy az egyenletrendszer megoldható legyen, egy új particionálási módszerre van szükség.

Feltételezve, hogy a többtest rendszer n testből áll, akkor ennek a rendszernek kapcsolatok nélkül $3n$ szabadságfoka van. A testek közötti kapcsolatok következtében a szabadságfokok száma k -val esik. A következőkben feltételezzük, hogy $i+k$ számú általánosított külső erő ismert (j - számú nem ismert) és j - számú mozgás ismert. Minden testre három általánosított külső erő hat, amelyek értékei lehetnek nullák is: x irányban ható erő, x irányban ható erő és egy nyomaték. Az i, j és k számok között a következő egyenlet írható fel:

$$i + j + k = 3n. \quad (23)$$

Tehát a mechanizmusnak $i+j$ szabadságfoka van. A particionálást a következő képen kell elvégezni:

- keresni kell a j számú általánosított koordináták mellé még i számú általánosított koordinátát, amelyek együtt meghatározzák a mechanizmus konfigurációját (kezelhetőek mint vezető mozgások),
- az i és j számú általánosított koordinátát, valamint az ezeknek megfelelő elemeket a (21)-es egyenletből külön kell választani.

Az így kapott egyenletrendszer a következő formában írható fel:

$$\begin{bmatrix} M_{ii} & M_{ij} & M_{ik} \\ M_{ji} & M_{jj} & M_{jk} \\ M_{ki} & M_{kj} & M_{kk} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \ddot{q}_i \\ \ddot{q}_j \\ \ddot{q}_k \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \Phi_{q_i}^T \\ \Phi_{q_j}^T \\ \Phi_{q_k}^T \end{bmatrix} \cdot \lambda = \begin{bmatrix} Q_i^A \\ Q_j^A \\ Q_k^A \end{bmatrix} \quad (24)$$

Ezt az egyenletrendszert három részre lehet osztani:

$$\begin{bmatrix} M_{ii} & M_{ij} & M_{ik} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \ddot{q}_i \\ \ddot{q}_j \\ \ddot{q}_k \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \Phi_{q_i}^T \\ \Phi_{q_j}^T \\ \Phi_{q_k}^T \end{bmatrix} \cdot \lambda = \begin{bmatrix} Q_i^A \\ Q_j^A \\ Q_k^A \end{bmatrix} \quad (25)$$

$$\begin{bmatrix} M_{ji} & M_{jj} & M_{jk} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \ddot{q}_i \\ \ddot{q}_j \\ \ddot{q}_k \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \Phi_{q_i}^T \\ \Phi_{q_j}^T \\ \Phi_{q_k}^T \end{bmatrix} \cdot \lambda = \begin{bmatrix} Q_i^A \\ Q_j^A \\ Q_k^A \end{bmatrix} \quad (26)$$

$$\begin{bmatrix} M_{ki} & M_{kj} & M_{kk} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \ddot{q}_i \\ \ddot{q}_j \\ \ddot{q}_k \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \Phi_{q_i}^T \\ \Phi_{q_j}^T \\ \Phi_{q_k}^T \end{bmatrix} \cdot \lambda = \begin{bmatrix} Q_i^A \\ Q_j^A \\ Q_k^A \end{bmatrix} \quad (27)$$

A harmadik egyenletből (27) kifejezhető a Lagrange-i együtthatók, mivel az itt szereplő külső erők mind ismertek:

$$\lambda = \begin{bmatrix} \Phi_{q_k}^T \end{bmatrix}^{-1} \cdot \left(\begin{bmatrix} Q_k^A \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} M_{ki} & M_{kj} & M_{kk} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \ddot{q}_i \\ \ddot{q}_j \\ \ddot{q}_k \end{bmatrix} \right) \quad (28)$$

A $\Phi_{q_k}^T$ mátrix invertálható, mivel nem szinguláris.

Ezt visszahelyettesítve az első egyenletbe (25) - mivel az itt szereplő külső erők is ismertek - a következő i számú egyenletet kapjuk:

$$\begin{aligned} & \left(\begin{bmatrix} M_{ii} & M_{ij} & M_{ik} \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} \Phi_{q_i}^T \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \Phi_{q_k}^T \end{bmatrix}^{-1} \cdot \begin{bmatrix} M_{ki} & M_{kj} & M_{kk} \end{bmatrix} \right) \cdot \begin{bmatrix} \ddot{q}_i \\ \ddot{q}_j \\ \ddot{q}_k \end{bmatrix} = \\ & = \begin{bmatrix} Q_i^A \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \Phi_{q_i}^T \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \Phi_{q_k}^T \end{bmatrix}^{-1} \cdot \begin{bmatrix} Q_k^A \end{bmatrix} \end{aligned} \quad (29)$$

A (29)-es egyenlet a (22)-es egyenlettel, valamint az j számú ismert gyorsulással együtt $3n$ egyenletből álló, $3n$ ismeretlennel rendelkező egyenletrendszert alkot, amelynek megoldása adja a többtest rendszer elemeinek gyorsulását. A sebesség és helyzetviszonyok kiszámítása numerikus integrálással lehetséges.

A MATLAB programozási nyelvben megírt számítógépes program ezeket az egyenleteket automatikusan írja fel és oldja meg.

5. Példa

A következő példa egy mechanizmus vegyes dinamikai elemzését és ellenőrzését mutatja be.

Feltételezzük, hogy 4 merevtest (2, 3, 4, 5-ös test, 2. ábra) egymáshoz csuklós kapcsolattal csatlakozik és a 2-es és az 5-ös test az alaphoz csuklós, valamint csúszos kapcsolattal csatlakozik (2. ábra).

1. táblázat

Pont	Koordináta-rendszer	x [mm]	y [mm]	Pont	Koordináta-rendszer	x [mm]	y [mm]
A	1	0	0	D	4	12,5	21,6506
	2	0	-25		5	-5	0
B	2	0	25	E	5	-20	0
	3	-25	0		1	60	6,6987
C	3	25	0	F	5	20	
	4	-12,5	21,6506		1	100	6,6987

Továbbá feltételezzük, hogy a 2-es és 3-as testre egyenlő értékű (500 Nmm), de ellentétes irányítású nyomaték hat és az 5-ös testre x irányba egy változó nagyságú erő hat. Ezt az erőt a következő függvénnyel lehet leírni:

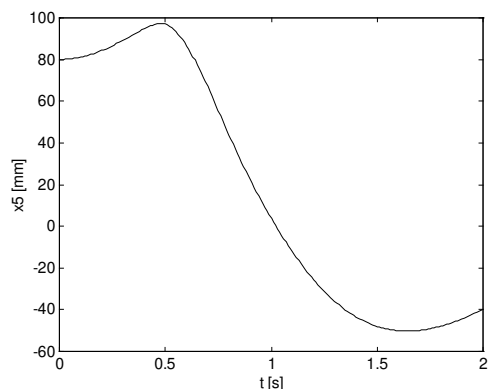
$$F_1 = 10 \sin(\pi/2) t. \quad [\text{N}] \quad (30)$$

A kapcsolatok leírásához 6 pontnak a helyzetét kell megadni, a testekhez rendelt lokális koordináta-rendszerekben (1. táblázat): az A, B, C és D pontok a csuklós kapcsolatok esetében, valamint E és F pontok a csúszós kapcsolat esetében. A koordináta-rendszerek a testek tömegközéppontjaiba vannak elhelyezve. A merev testek tömege és inerciája a 2-es táblázatban van megadva.

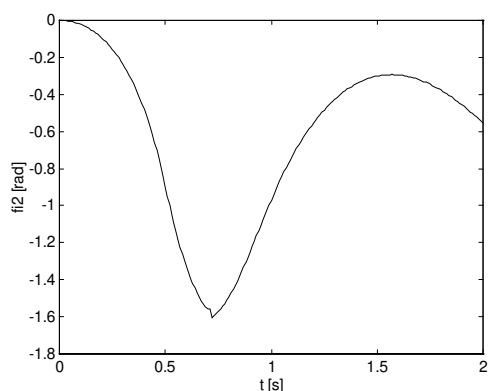
2. táblázat

Test	Tömeg [kg]	Inercia [Nmm ²]
2, 3, 4	0,0221	20,2313
5	0.00786,	50.63

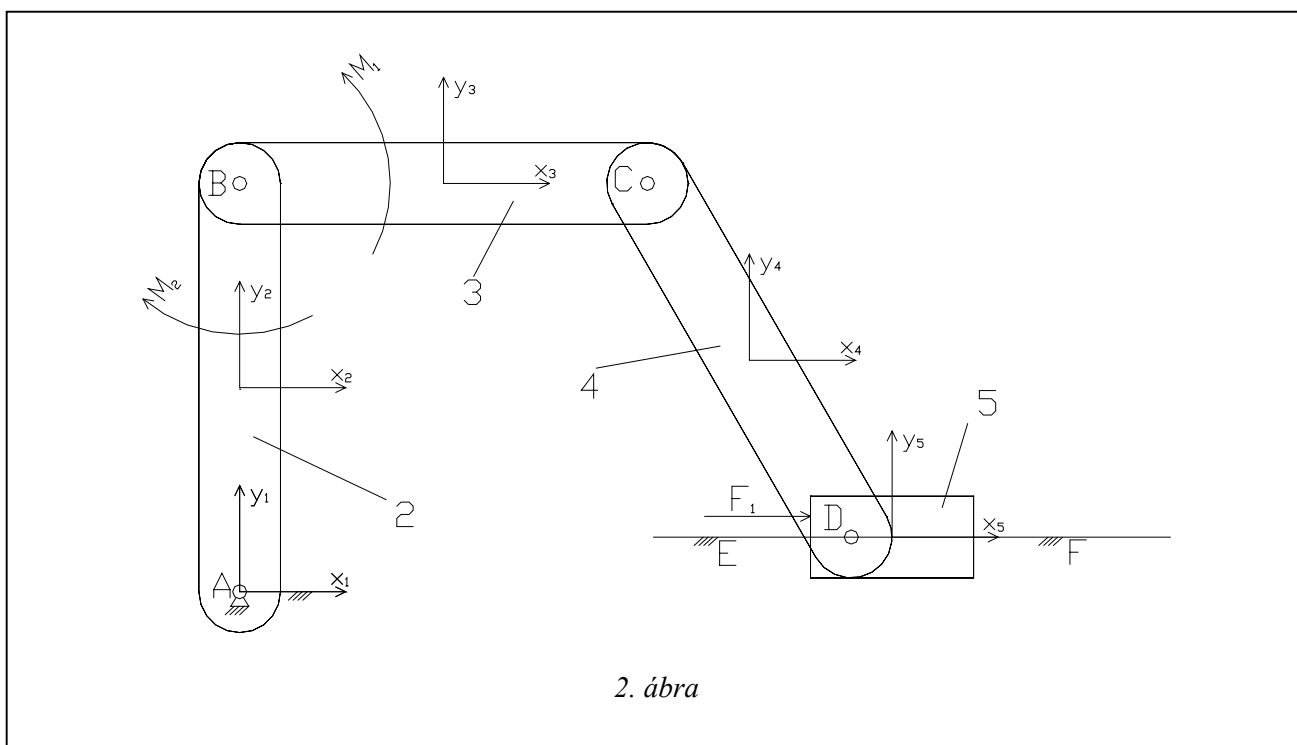
Dinamikai elemzés következtében, ezen erők és nyomatékok ismeretében, két másodpercnyi idő alatt, az 5-ös test elmozdulása a 3-as ábrán van bemutatva, a 2-es test elfordulása pedig a 4-as ábrán.



3. ábra



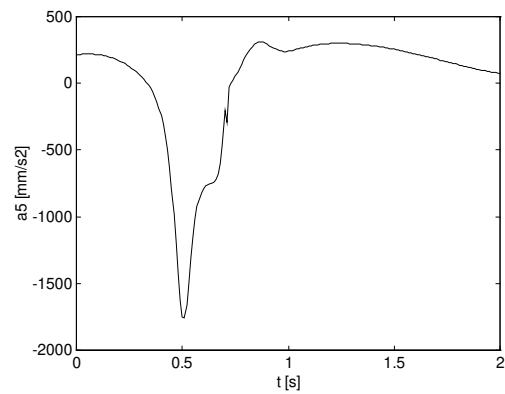
4. ábra



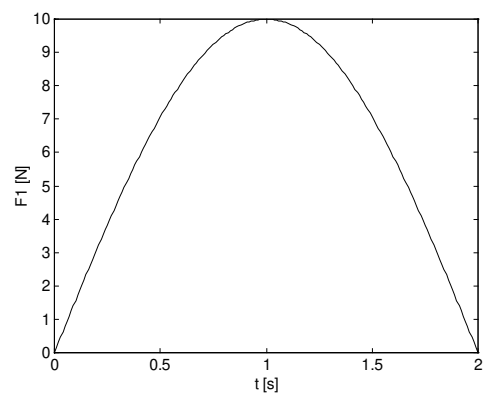
2. ábra

A továbbiakban feltételezzük, hogy az F_1 erő nem ismert, csak az 5-ös test elmozdulása adott, ami megfelel a dinamikai elemzés során kapott elmozdulásnak. Ebben az esetben a következő általánosított koordináták kiválasztása ajánlott: az x irányú elmozdulása az 5-ös testnek (mivel ez az irány felel meg az ismeretlen erőnek) és a 3-as test elfordulása. Az 5-ös test x irányú gyorsulását a dinamikai elemzés során kapjuk meg és az 5-ös ábrán van bemutatva.

A 4. fejezetben megadott egyenletrendszerek megoldása ugyanazokat a mozgásviszonyokat eredményezi, mint a dinamikai elemzés során. Az ismeretlen F_1 erőt pedig a Lagrange-i együtthatók kiszámítása során lehet megkapni. A 6-os ábra bemutatja az erő változását, amely megegyezik a (30)-as egyenletben leírt függvénnyel. Tehát a leírt módszer alkalmazható mechanizmusok vegyes dinamikájának tanulmányozására.



5. ábra



6. ábra

Autóalkatrészek kopási paramétereinek statisztikai meghatározása

dr. Bâlc Gabriel, dr. Csibi Vencel József
Kolozsvári Műszaki Egyetem, Gépészmérnöki Kar

Az autóalkatrészek kopási határértékeink megállapítására a szakirodalom több módszert is javasol [1], [2], melyek közül az analitikus és a gyakorlati módszer a legerjedtebb.

A gyakorlati, kísérleti módszerek két irányban alkalmazhatók:

- egy bizonyos alkatrész időbeni kopásgörbéjének tanulmányozása, melyből a működési időt lehet meghatározni;
- több hasonló alkatrész kopásának mérésén alapuló statisztikai számítás.

A következőkben, a második módszer, a kopás mértékét meghatározó statisztikai számítási algoritmust mutatjuk be.

1. Módszer az alkatrészek javítási függvény-tényezőinek meghatározására

1.1. Lokalizálási tényező számítás

A mért adatok egy n tagú x_i sokaságot alkotnak, mely paramétereit a következő tényezők határozzák meg:

- mérési mintaközép:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (1)$$

ha a mintát X_i középpontú osztályintervallumokon vizsgáljuk, akkor a következő összefüggést használjuk:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^k X_i n_i \quad (2)$$

- *mérési medián* – meghatározása a sokaság tagjainak n száma szerint történik:
- az n páros szám:

$$\bar{M}_e = x_{n-1} \quad (3)$$

- az n páratlan szám:

$$M_e = \frac{x_n + x_{n+1}}{2} \quad (4)$$

- *mérési módusz* – M_o - a domináns érték, egyenlő a sokaság leggyakrabban előforduló értékével:

$$M_o = \bar{x} + 3(M_e - \bar{x}) \quad (5)$$

- a sokaság középeleme – x_c :

$$x_c = \frac{1}{2}(x_{\max} + x_{\min}) \quad (6)$$

ahol x_{\max} és x_{\min} a sorozat szélső értékei.

1.2. A szórás tényezők meghatározása

- *Mintaterjedelem*

$$A = x_{\max} - x_{\min} \quad (7)$$

- *Tapasztalati szórásnégyzet*

$$S^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n n_i (\bar{x}_i - \bar{x})^2 \quad (8)$$

- *Négyzetes szórás*

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n n_i (x_i - \bar{x})^2} \quad (9)$$

- *Relatív szórás*

$$C_v = \frac{\sigma}{\bar{x}} \quad (10)$$

- *Abszolút (lineáris) szórás*

$$A_m = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n n_i |x_i - \bar{x}| \quad (11)$$

- *Ferdeség* - β_1 - a K. Pearson képlet szerint

$$\beta_1 = \frac{m_3^2}{m_2^3} = \frac{m_3}{S^2} \quad (12)$$

ahol m_2 és m_3 a másod- és harmad rangú tapasztalati centrális momentum

- *Csúcsosság* - β_2 - a Fischer képlet szerint:

$$\beta_2 = \frac{m_4}{m_2^2} = \frac{m_4}{S^2} \quad (13)$$

ahol m_2 és m_4 a másod- és negyed rangú tapasztalati centrális momentumok

Az r rangú tapasztalati centrális momentumot (m_r), a következő képlettel lehet kiszámítani

$$m_r = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n n_i (x_i - \bar{x})^r \quad (14)$$

Az r rangú módusz kiszámítási képlete a következő

$$M_r = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i^r \quad (15)$$

A csúcsosság az eloszlásfüggvény dőlésének mértékét jelenti a minta környezetében:

- $\beta_2 = 3$ – normális eloszlás;
- $\beta_2 > 3$ – alacsony, nyújtott eloszlás;
- $\beta_2 < 3$ – magas eloszlás.

1.3. A mért adatok eloszlásának ellenőrzése

Egy sokaság azon elemeit, melyek kívül esnek a normális statisztikai sorozaton, általában ki kell szűrni. Erre az Irwin, Romanovski, Grubs, stb. tesztek használják fel [3].

A mért adatok alapján és az 1.2. pontban található képletek segítségével meg lehet határozni a tapasztalati eloszlást, melyet össze kell hasonlítani a megfelelő elméleti eloszlással.

A normális eloszlást a szakirodalomból [6] ismert tesztekkel (χ^2) végezzük. Ha a tesztek nem egy normális eloszlást mutatnak, akkor az eloszlás Weibull, Rayleigh vagy exponenciális lehet.

Az eloszlás törvényszerűségének meghatározására ki kell számítani és megrajzolni a különböző intervallum-osztályok felső értékeinek függvényét. Ha a függvény megközelítőleg egy egyenest ad, akkor az elosztás normális.

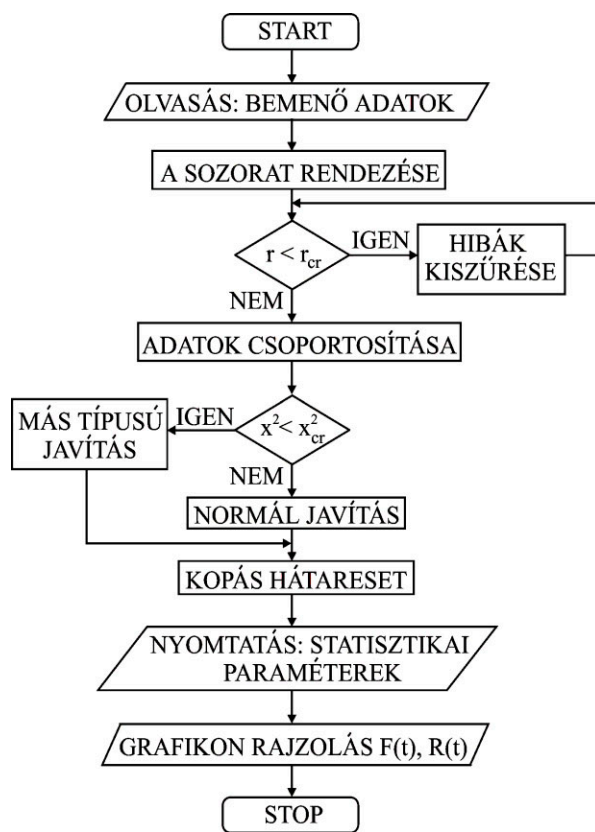
Az osztályokra való osztás, az elemek n száma függvényében a Sturges képlet szerint történik:

$$k = 1 + 3,332 \cdot \log n \quad (16)$$

Abban az esetben ha $n < 250$, tíz osztályt ajánlatos használni ($k=10$).

1.4. Az autóalkatrészek kopását tanulmányozó tapasztalati adatok feldolgoása

A kopásra vonatkozó statisztikai paramétereket, a szakirodalomban található képletek alapján, bizonyos logikai sorrendben kell kiszámítani [6]. Erre a célra, a MATHCAD -ot is felhasználó program volt kifejlesztve, az 1. ábra szerint.



1. ábra

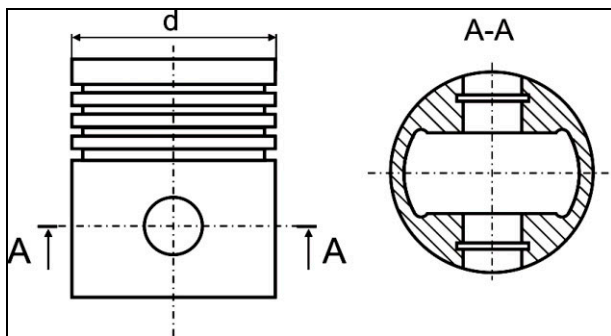
A program segítségével meg lehet határozni és megrajzolni az autóalkatrészek kopását jellemző szórásfüggvényt, mely lehet normális (szimmetrikus), vagy aszimmetrikus, főleg kis számú mérés esetében.

2. A program alkalmazása az MB 820-836 motorok dugattyúi kopásának tanulmányozásánál

A kutatás keretében, az MB 820-836 motor 96 darab kopott dugattyúját tanulmányoztuk. A tengelyre merőleges síkban levő átmérő és a fejtármérő (2. ábra) mérési eredményei hat osztályra oszthatók (1. táblázat). A dugattyúk referencia átmérője $d_{ref} = 174,025$ mm.

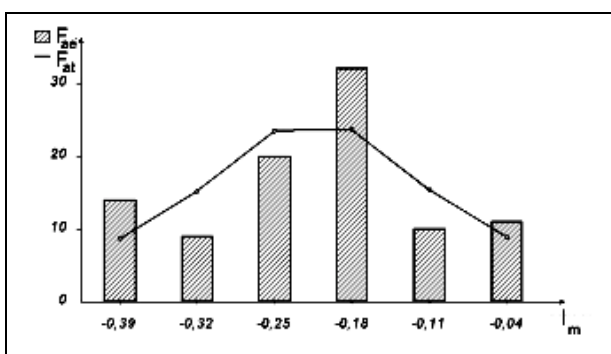
1. Táblázat

Osztályok k	Intervallum osztályok	Intervallum közepe I_m	Abszolút gyakoriság		Kumulált gyakoriság	
			tapasztalati F_{ac}	elméleti F_{at}	tapasztalati F_{ce}	elméleti F_{ct}
1.	0,36-0,43	0,390	14	8,535	14	8,535
2.	0,29-0,36	0,320	9	15,234	23	23,770
3.	0,22-0,29	0,250	20	23,504	43	47,274
4.	0,15-0,22	0,180	32	23,595	75	70,869
5.	0,07-0,15	0,110	10	15,411	85	86,280
6.	0,00-0,07	0,040	11	8,720	96	95,000



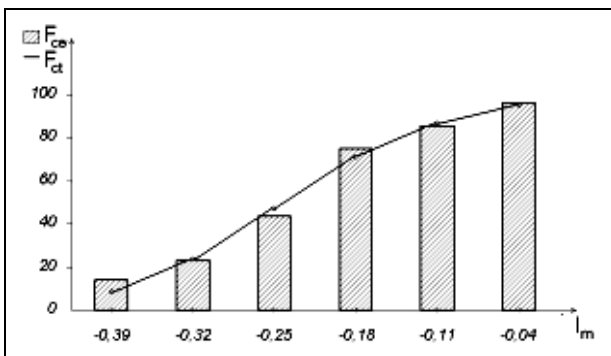
2.ábra

A mért adatok feldolgozása után, a tapasztalati és elméleti értékfüggvények abszolút gyakorisága összehasonlítható az intervallum-osztályok középértéke szerint (3.ábra). A χ tesztből következtetni lehet a normális eloszlás szimmetrikus voltára.



3.ábra

Mivel a kumulált tapasztalati és elméleti gyakoriság-függvények hasonlóak és megközelítik az egyenest, azt a következtetést lehet levonni, hogy az eloszlás normális (4.ábra).



4.ábra

A kopás javítás előtti értékét a következő képlettel lehet meghatározni:

$$u_l = u_m + \frac{2}{3}\sigma \quad (17)$$

ahol u_m a kopás középértéke.

A program segítségével a következő eredményeket kaptuk: $u_m=0,214$ mm; $\sigma=0,105$ mm; $u_l=0,28425$ mm és a maximális kopás $u_{max}=0,5288$ mm.

Mivel a fent említett modell alapján, a működési körülmények ismeretében, bármely súrlódásnak kitett forgó vagy csúszó kötés kopását lehet tanulmányozni, a program általánosan alkalmazható.

Irodalom

- [1.] Bâlc, G., Repararea automobilelor, vol I, Editura Toderco 2000, Cluj-Napoca.
- [2.] Ionuț, V., Moldovanu, G., Tehnologia reparării și fiabilității utilajului agricol, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1982.
- [3.] Constantinescu, I. ș.a., Prelucrarea datelor experimentale cu calculatoare numerice, Editura Tehnică, București, 1980.
- [4.] Mihoc, G. ș.a., Bazele matematice ale teoriei fiabilității, Editura Dacia, Cluj-Napoca, 1976.
- [5.] Csibi, V.I., Mașini și instalații de prelucrat în mecanica fină, Ed.Gloria, Cluj-Napoca, 2000;
- [6.] *** STAS 7122/1- 86, Interpretarea statistică a datelor. Reguli generale, Institutul Român de Standardizare, București.
- [7.] * * * STAS 7122-87, Prezentarea și prelucrarea datelor experimentale și de observație, Institutul Român de Standardizare, București.

A celluláris neurális hálózatok alkalmazása a robotikában

Gacsádi Sándor'
Nagyváradai Egyetem

A neurális hálózatok olyan számítási feladatok megoldására létrejött párhuzamos feldolgozást végző adaptív eszközök, melyek eredete a biológiai rendszerektől származtatható. Az ilyen típusú számítási rendszerek hasonló vagy azonos felépítésű nagyszámú, egymással összeköttetésben lévő építőelemekből állnak. A neurális hálózatok nagy mértékben párhuzamos felépítéssel és tanulási képességgel rendelkeznek, emiatt számos feladat megoldásánál nemcsak alkalmasnak, hanem alapvetően jobbnak is bizonyultak mint a hagyományos algoritmikus számítási rendszerek. Ilyen feladatok a különféle felismerési problémák (szöveg illetve kép felismerés), vagy a különféle optimalizálási feladatok. A neurális hálózatok hasonlóan fontos alkalmazási területe a nemlineáris rendszerek vizsgálata, szabályozása, amilyen például a robotika.

A neurális hálózatok tudománya egy alternatíva lehet más hagyományos eljárásokkal szemben, bár nem tökéletes megoldás bármilyen problémára.

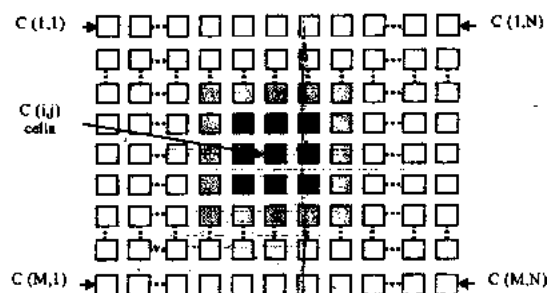
Celluláris neurális hálózatok

A celluláris neurális hálózat (CNN-Cellular neural network [1]) két – esetleg többdimenziós, szabályosan elhelyezkedő, lokális interakcióval rendelkező, nemlineáris dinamikájú cellából épített analóg processzor tömb. Legegyszerűbb esetben a hálózat egy $M \times N$ -es négyzettráccsal ábrázolható (1. ábra), amelynek minden cellája a saját közvetlen környezetével van összekötve. A cella állapotának szomszédaitól való függését súlytényezők határozzák meg, melyek együttesét template-nek nevezzük. Egy ilyen template a CNN elemi utasítása, amely önmagában egy komplex tér-időbeli dinamikát „kódol”, megoldást adva ezáltal egy-egy konkrét feladatra. Néhány template-ből és logikai műveletből készül az analogikai (analóg és logikai) algoritmus.

Az elemi processzorokat (cellákat) lokális memóriával, logikai, aritmetikai egységgel és egy globális programozó egységgel ellátva kapjuk a CNN Univerzális Számítógépet (CNN-UM [2]) amely egy tárolt programú analogikai szuperszámítógép.

A CNN kutatás fontos tárgyköre a CNN analogikai algoritmusok fejlesztése számos tudományterületen, főleg olyanokban ahol a probléma megoldása a kétdimenziós jelfeldolgozásra vezethető vissza [3]. A CNN szerkezeti felépítéséből adódóan egy cellát egy képpixelnek megfelelően, a CNN-UM számos képfeldolgozási feladatban

alkalmazható. Más típusú neurális hálózatokkal szemben, a CNN-UM nagy előnye a chip-ben való integrálási lehetősége és megvalósítása mai könnyen elérhető technológiával. Ebből adódik a párhuzamos feldolgozás, ami lehetővé teszi a jelfeldolgozást valós időben (real time). Ez különösen fontos a képfeldolgozásban, ahol nagyon nagy a számításiigény és ezért sok időbe kerül az információ feldolgozása.



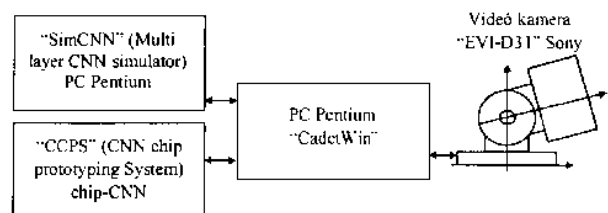
1. ábra

A CNN architektúrát ábrázoló négyzettrács

Egy mozgó objektum követése videokamerával

A robotikában a felvetődő problémák sokfélék, ezért a neurális hálózatokra mint új módszerek kipróbálására sok lehetőség adódik: pálya tervezés, pálya követés, szenzor információk feldolgozása, tehát képfeldolgozás is; illetve autonóm eszközök intelligens, irányítása.

A felhasznált kísérleti rendszert a 3. ábra szemlélteti. A két szabadságfokú robotkarhoz egy videokamera van rögzítve. A celluláris neurális hálózatok segítségével elkészült egy analogikai algoritmus, amellyel lehetséges a robotkar adaptív irányítása, felhasználva a képfeldolgozás által kapott információkat [4] azokból a képekből, amelyeket a kamera rögzít.



2. ábra

CNN alapú kísérleti rendszer egy mozgó objektum követése videokamerával

Miután először ki választották a felvett képből egy objektumot (egy meghatározott kritérium szerint), a robotkar és ezáltal a kamera is automatikusan követi az objektum mozgását.

A robotkar adaptív vezérlése celluláris neurális hálózatok segítségével, két fő lépést tartalmaz:

i.) Az objektum detektálása, követése egy síkban, abban az esetben, ha nem ismerjük annak sem mozgási irányát, sem sebességét.

ii.) Meghatározni a robotkar aktuális vezérlő értékeit.

Az CNN algoritmusnak gyorsnak kell lennie, ami korlátozza a lépések számát és időtartamát.

A kísérletek elvégzésére a "Cadetwin" fejlesztési környezet szolgált alapul (CNN application development environment and toolkit under Windows). Ez a környezet lehetőséget nyújt a CNN template-ek tanítására és kipróbálására, valamint az algoritmusok alacsony (AMC), illetve magas szintű nyelven (ALPHA) való programjainak létrehozására és a CNN-chip használatára.

A 3-as ábra egy kockát ábrázol azokból a képekből, amelyeket a mozgó kamera rögzített az algoritmus kipróbálása során.



3. ábra

*Laser mozgó nyaláb követése
egy kép síkfelületén, videokamerával*

A kísérleti eredmények igazolják, hogy a kifejlesztett CNN algoritmus lehetővé teszi egy robotkar adaptív irányítását és ezáltal egy mozgó objektum követését videó kamerával, valós időben.

Irodalom

- [1.] L.O. Chua, L. Yang, "Cellular neural networks: Theory and Applications", IEEE Transactions on Circuits and Systems, (CAS), Vo1.35, pp. 1257-1290, 1988.
- [2.] T. Roska, L.O. Chua, "The CNN Universal Machine: An analogic array computer". IEEE Transactions on Circuits and Systems II: Analog and Digital Signal Processing. (CAS-II), Vo1.40, pp. 163-173. 1993.
- [3.] L.O. Chua, T. Roska, "The CNN paradigm". IEEE Transactions on Circuits and Systems I: Fundamental Theory and Applications, (CAS-I), Vo1.40, pp. 147-156, 1993.
- [4.] A. Gacsádi, P. Szolgay, "An analogic CNN algorithm for following continuously moving objects", Proceedings of the IEEE International Workshop on Cellular Neural Networks and their Applications, (CNNA 2000), pp 99-105, Catania, 2000.
- [5.] *** "CadetWin-99, CNN application development environment and toolkit under Windows" Version 3.0, Analogical and Neural Computing Laboratory, Computer and Automation Institute, Hungarian Academy of Science. Budapest. 1999.

Versenyképes és környezetbarát termékfejlesztés

dr. Gyenge Csaba, Varga András
Kolozsvári Műszaki Egyetem

Bevezetés

A világ versenyképes vállalatainak figyelme az utóbbi évtizedben a versenyképes és környezetbarát termékekre irányul.

Korszerű, jó minőségű, környezetbarát versenyképes termékeket csak az integrált termékfejlesztés új módszereivel lehet létrehozni. A Kolozsvári Műszaki Egyetem (KME) Gépészmérnöki karának oktatói már 1993 októberében megismerkedtek a magyarországi programmal, amelyet korszerű termékfejlesztési módszerek oktatása és bevezetése céljából indítottak be és 1994 februárjában négyen részt vehettünk a Dr. Bercsey Tibor és Dr. Lőrincz Sándor által szervezett DFMA termékfejlesztési oktatókat képző tanfolyamon. Az eredményes kezdetre alapozva, aránylag rövid időn belül sikerült elsőként bevezetni és oktatni Romániában a versenyképes termékfejlesztés korszerű módszereit. Párhuzamosan a Zürichi ETH egyetemmel való együttműködés és a Svájci Nemzeti Tudományos Alap anyagi támogatása révén egy pár munkatársunkkal együtt részt vettünk a *Környezetbarát Technológiák és Termékek* c. tanfolyamon és később, szerződéses alapon, egy nagy méretű nemzetközi program keretében a gépipari technológiák környezetszennyeződései egyúthatóinak a meghatározásán dolgoztunk.

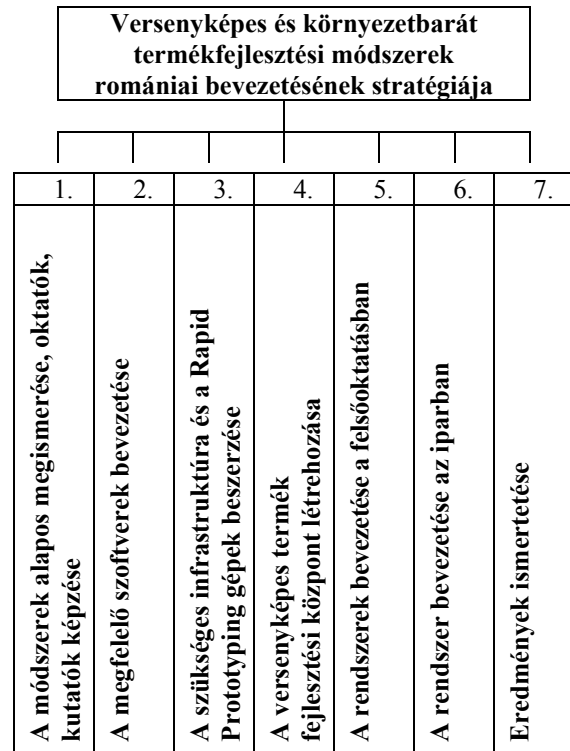
Természetesen a módszerek oktatása, kutatása és gyakorlati alkalmazása csak megfelelő magas szintű szoftverek segítségével vált lehetségessé. Tempus és SNSF pályázatokból, valamint egyetemünk támogatásával sikerült beszerezni a DFA, DFM és DFE szerelés, gyártás és környezetre való hatás elemzési és kiértékelési programokat, valamint a ProEngineer és SolidWorks 3D-s tervező és modellező programokat. A fent említett programok segítségével tervezett és kiértékelt termékek gyors gyakorlati megvalósítása is lehetségessé vált a Rapid Prototyping 4 típusú berendezéseivel (LOM, FDI, Vacuum Casting és Laser Synthering) amelyekkel sikerült ellátni tanszékünk laboratóriumait.

A felsorolt komplex tervezési, elemzési, kiértékelési módszerekkel és a gyors prototípusokat előállító berendezések segítségével sikerült egy korszerű, hatékony termékfejlesztési központot létesítenünk a K.M.E.-en, amely lényegesen hozzájárul a versenyképes és környezetbarát termékfejlesztési módszerek oktatásához (mind egyetemi mind posztgraduális szinten), alkalmazott kutatásokhoz valamint az ipari bevezetéshez.

1. A korszerű termékfejlesztési módszerek romániai bevezetésének előkészítése

Egyetemünkön a magyarországi és más külföldi példák alapján elkészítettük a korszerű termékfejlesztési módszerek romániai bevezetésének stratégiáját (1.ábra.)

A stratégia főbb lépései a következők:



1. *Lépés:* a módszerek alapos megismeréséhez, az oktatók és kutatók képzéséhez a budapesti, zürichi és nottinghami egyetemek, valamint a Székesfehérvári Kutatási Fejlesztési Tanácsadó Központ továbbképzési tanfolyamai lényegesen hozzájárultak.

2. *Lépés:* A DFA, DFM valamint a DFE szoftvereket a Boothroyd & Dewhurst Inc. Kelet-európai képviselőjétől szereztük be. A ProEngineer és SolidWorks szoftvereket az INAS Craiovától, a Catia-t a S.C. IBM-Románia-tól, a MIMICS-Materialise Belgiumból, Tempus és SNSF (Swiss National Science Foundation) támogatásból.

3. *Lépés:* A szükséges infrastruktúrát (Pentium II és III számítógépek, munkaállomások, stb.), valamint a Rapid Prototyping berendezéseket alapos megfontolások után megfelelő beszállítóktól vásároltuk, oktatási rendeltetésű kedvezményes

áron. Jelenleg tanszékünk a következő Rapid Prototyping berendezésekkel rendelkezik:

- LOM-1015- Helisys Inc. (USA)
- FDM-1650-Stratasys (USA)
- Sinterstation 2000 - DTM (USA)
- C001-PLC (Vacum Casting) – MCP - (UK)
- MK8-Metal Spraying-MCP - (UK)
- KSA 100 – Injection Moulding - MCP - (UK)

4. *Lépés:* Miután beszereztük az egyetemünk vezetésének, valamint a Székesfehérvári K+F központ jóváhagyásait, 1995. május 8-án megtartottuk a *Kolozsvári Versenyképes Termékfejlesztési Központ* hivatalos megnyitóját, számos egyetemi és ipari szakember részvételével. A megnyitó alkalomával bemutattuk a közösen írt *Szerelész helyes tervezés a DFA módszerrel* című könyvet, amely első ilyen célú romániai könyv.

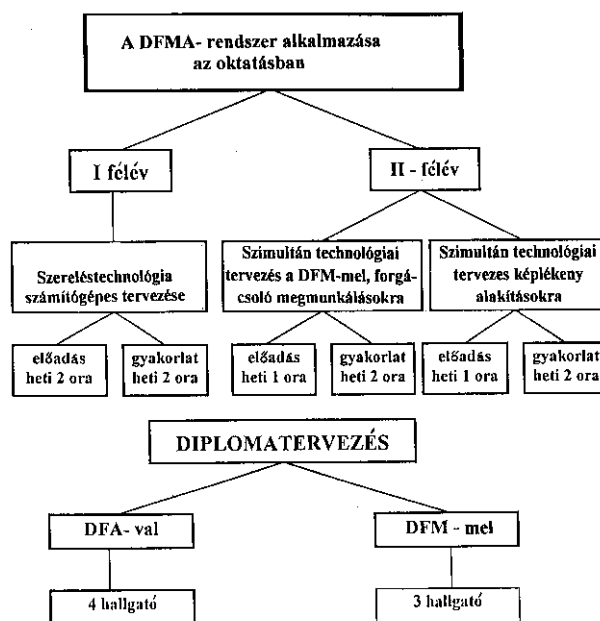
5. *Lépés:* Annak érdekében, hogy egyetemi hallgatóink, valamint a posztgraduális tanfolyamokon résztvevő szakemberek kellőképpen megismerhessék és elsajátíthassák a korszerű termékfejlesztés módszertanát, részletes munkatervet dolgoztunk ki oktatásuk bevezetése érdekében. Ennek alapján sikerült már az 1994-1995-ös egyetemi év keretében beiktatnunk a gépgyártó szak 9. félévében, 2+2 óra DFMA-val kapcsolatos előadást a *Gépgyártástechnológia* tantárgy keretében, továbbá 3+3 órát a *Szerelésztechnológia* tantárgy keretében. (2. ábra)

Igen hasznosnak bizonyult a DFMA rendszerrel kapcsolatos diplomadolgozati és doktorandusz képzési témák bevezetése (1. táblázat).

1. táblázat. A DFMA rendszerek alkalmazása diplomadolgozatok, master- és Ph.D. képzés keretében

	Diploma tervező DFA	Diploma tervező DFM	Poszt grad. DFA	Poszt grad. DFM	Doktorátusi témák
1993-94	8	-	-	-	1
1994-95	7	6	-	-	1
1995-96	4	3	4	2	2
1996-97	4	2	3	2	1
1997-98	1	1	1	-	1
1998-99	2	-	1	-	1
1999-2000	1	1	1	-	2
2000-2001	2	-	1	-	1

Mind a diplomatervezők mind a posztgraduális hallgatók komoly hozzáállással végzik el a DFA, DFM elemzéseket, kezdve a meglévő ipari konstrukciók és technológiák alapos felmérésével és végezve az általuk ésszerűen kidolgozott fejlesztett új változattal.



2. ábra

A DFMA termékfejlesztési rendszer oktatás a Kolozsvári Műszaki Egyetemen

6. *Lépés:* Az ipari bevezetés érdekében az elvégzett jellegzetes termékfejlesztési eredményeket bemutatták azokban az ipari egységekben ahonnan a téma származott és a megvitatások, megbeszélések lényegesen hozzájárultak a módszer megismeréséhez és az eredmények gyakorlati kivitelezhetőségének a vizsgálatához. 1997. október 17-én megrendeztük az első romániai *Korszerű Termékfejlesztés* című workshop-ot, melyen több mint 100 ipari, felsőoktatási szakember vett részt (3 ábra).

A résztvevőket felkértük, hogy a kiosztott kérdőíveken vázolják fel vállalatuk termékfejlesztési gondjait és ismertessék véleményüket az elhangzottokról. A kérdőívek feldolgozásával igen érdekes és hasznos információkhoz jutottunk a további tevékenységünk irányítása érdekében.



3. ábra. *Korszerű termékfejlesztés workshop (Kolozsvár 1997)*

7. *Lépés:* Eredményeink széles körű ismertetése érdekében, az előbb említett workshop-on kívül, több jellegzetes sikeres termékfejlesztési munkánkat bemutattuk magas színvonalú nemzetközi konferenciákon (DAAAM, microCAD, Termékfejlesztési konferenciák, ICIT, IMS EUROPE, stb.) valamint közöltük szakmai folyóiratokban (Gépgyártástechnológia, Construcția de Mașini, Automation und Messtechnik).

2. A korszerű termékfejlesztési módszerek gyakorlati alkalmazásában elért eredmények

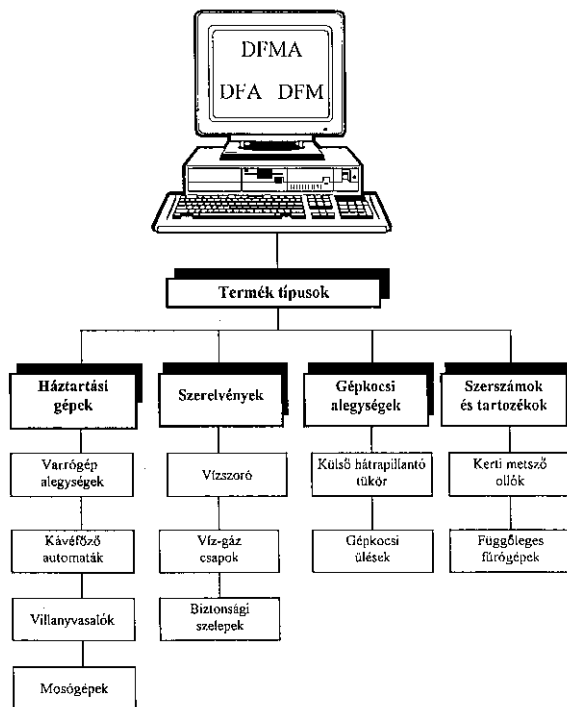
Figyelembe véve a romániai ipar helyzetét és jellegzetességeit, valamint a szakirodalomban ismertett eredményeket, kidolgoztunk egy sajátos stratégiát a korszerű termékfejlesztésre alkalmas és érdemes termékek kiválasztására, amely figyelembe vette a következőket: a termelés struktúráját, az alkatrészek számát, az alkalmazott anyagokat, az alkalmazási területet, a műszaki felszereltséget, stb. (4. ábra).

Miután a fenti stratégia alapján több mint hat reprezentatív romániai (főleg erdélyi) ipari vállalat termékeiből kiválasztottuk a legalkalmasabbakat, terméktípusok szerint négy csoportba osztottuk őket (5. ábra):

- az első csoport a háztartási gépek csoportja, ebből a csoportból került ki a legtöbb termék korszerű fejlesztésre,
- a második csoport a fémszerelvényeké, ezekből is több került DFA elemzésre és fejlesztésre,

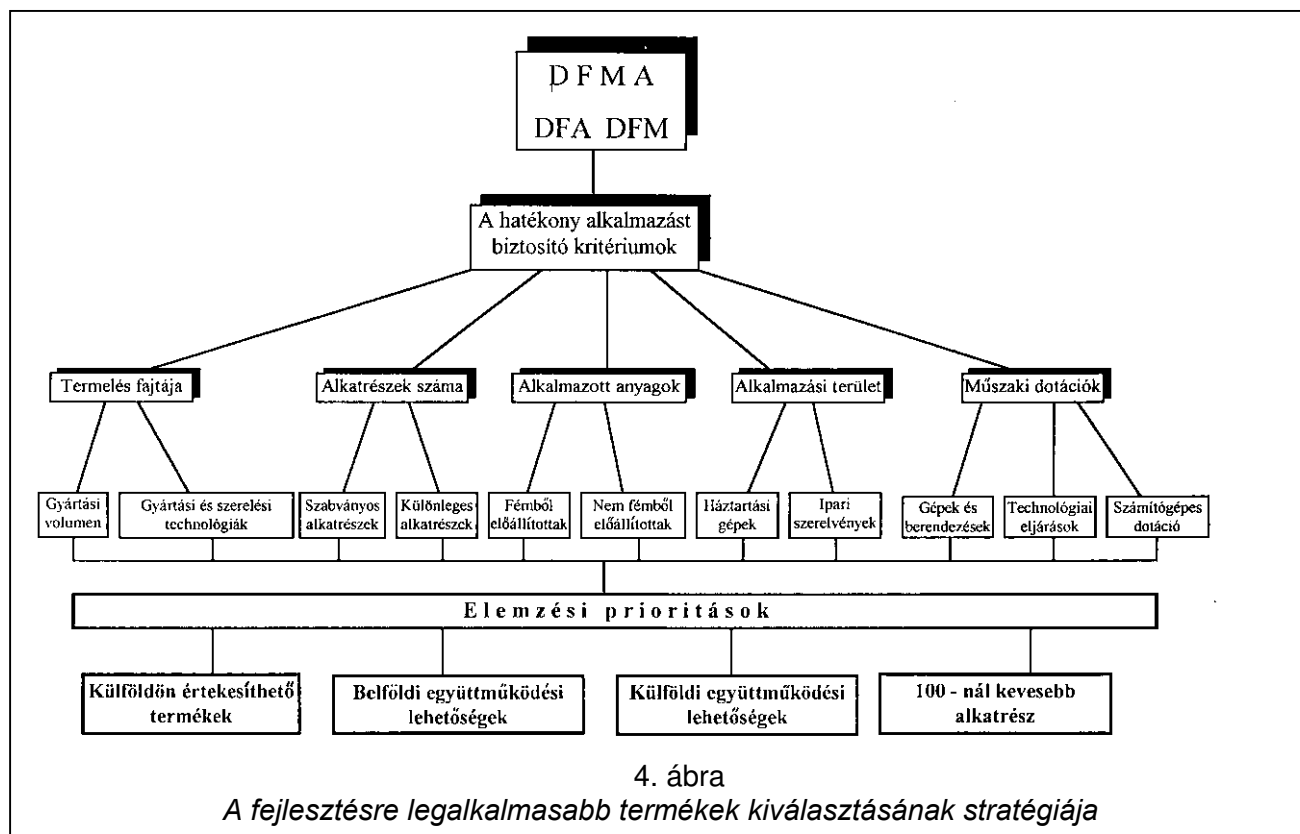
mivel tanszékünknek igen jó kapcsolatai vannak két erdélyi, szerelvényt gyártó ipari egységgel.

- a harmadik csoportba a gépkocsialkatrészek és alegységek tartoznak, például külső hátrapillantó tükör, klímaberendezések szerelvényei, stb.



5. ábra

Az első termékfejlesztési program termékcsoportosítása.



4. ábra

A fejlesztésre legalkalmasabb termékek kiválasztásának stratégiája

Az eddig elvégzett jellegzetes DFMA elemzéseket és termékfejlesztések jellemző eredményeit a 2 táblázatban ismertetjük.

Később, amint tapasztalataink gyarapodtak, összetettebb termékfejlesztési kutatásokba is becsátkoztunk mint: automata hidraulikus szelep (több mint 100 alkatrész), nagyméretű csapok, hegesztett fémszerkezetek, stb.

Ez utóbbi fejlesztések keretében célszerűen egyeztetjük a DFMA szoftverek által nyújtott lehetőségeket a rapid Prototyping technológiákkal, valamint a ProEngineer és SolidWorks által nyújtott 3D modellezési lehetőségekkel.

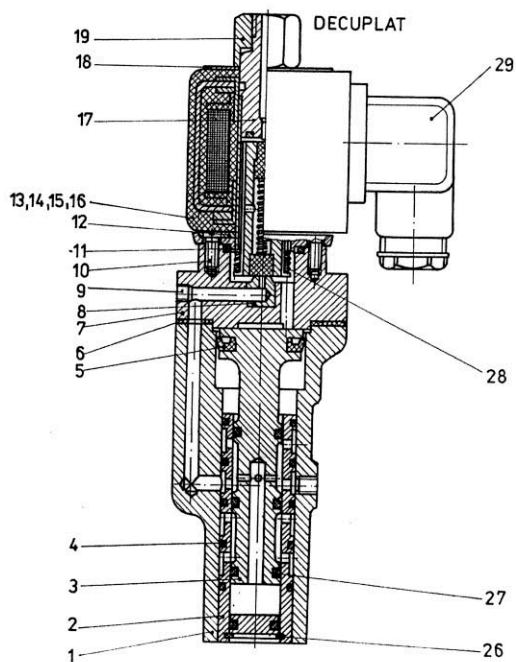
Így például a 6. ábrán látható automata hidraulikus vezérlőszelep fejlesztésénél igen hasznosan egyeztetjük a fentemlített három csoportba sorolható metodológiák: konstrukciós és funkcionális kiértékelés a DFMA-val, áttervezés a korszerű 3D modellező szoftverekkel, a gyors prototípus megvalósítás és konstrukció ellenőrzés a Rapid Prototyping technológiákkal.

Amint a 8. ábrán látható, a ProEngineer-el való modellezés hozzájárul a konstrukció alaposabb szemléltetéséhez, valamint az elemzések hitelesebb elvégzéséhez.

Az előző termék DFA indexe igen alacsony volt (2. táblázat). A lapos áttervezés után az 8. ábrán feltüntetett változat DFA indexe 29, amely már elfogadható.

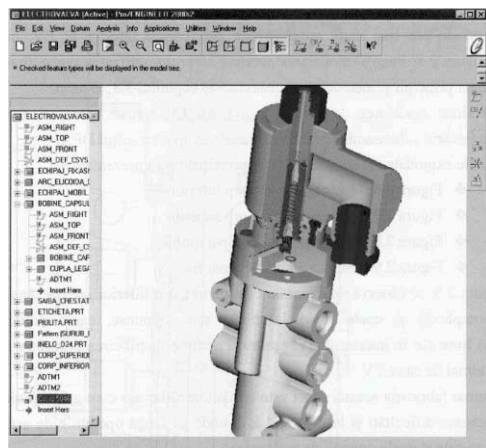
2. táblázat. A kolozsvári Műszaki Egyetemen elvégzett jellegzetes termékfejlesztések

	A DFA/DFM analíziseinek alávetett szerelvények megnevezése	Alkatrész- szám (db) Régi v./j v.	Szerelési idő (s) Régi v./Új v.	Szerelési költségek (\$) Régi v./j v.	Hatékonysági mutató (%) Régi v./j v.
1	Hordozható zsákvarrógép MCS-01 Uzina Mecanica Cugir	120/95	1596/1028	0,21/0,14	15/20,6
2	Háztartási fagylaltgép S.C. ACIFRO S.R.L.	49/44	289/219	0,6/0,5	32/42
3	Kerti Vízsóró S.C. ARMATURA S.A.-	17/8	152,8/67,2	0,6/0,3	14/38
4	Belső vezérlésű visszapillantó tükör S.C. UAMT S.A. Oradea	22/19	289/133	0,04/0,02	39/41
5	Hidraulikus elosztó S.C. ARMATURA S.A.	61/46	603/236	0,09/0,03	27/36
6	Fürdőszobai időzítő zárószelep S.C. ARMATURA S.A.	25/19	253/145	0,04/0,02	22/30
7	Nagyméretű áteresztő szelep S.C. ARMATURA S.A.	47/34	380/280	---	12/16
8	Kerti metszőolló Gyulafehérvári Szerszámgyár	13/9			16/26
9	Háztartási mérleg	39/30	419/336	0,08/0,07	14/18
10	Automata hidraulikus szelep S.C. ARMATURA S.A.	50/18	1717/176	0,48/0,05	5/29
11	Fűtőrendszer csap S.C. ARMATURA S.A.	12/7	73/63		33/34



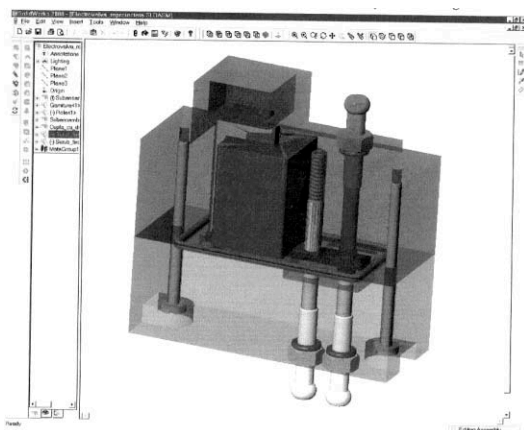
6. ábra

Az eredeti automata vezérlőszelep nyitott állapotban (S.C. Armatura Kolozsvár).



7. ábra

Automata vezérlőszelep Pro Engineer modellje

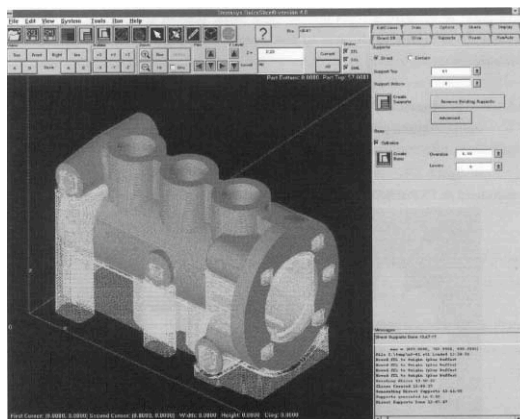


8. ábra

A SW 2000-el áttervezett vezérlőszelep modellje

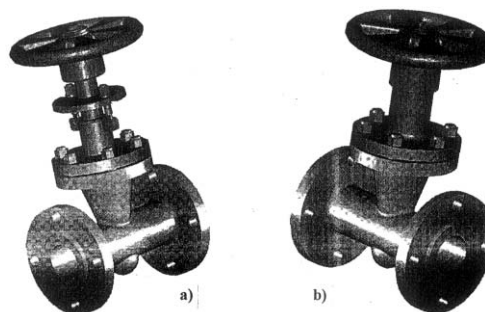
Az áttervezett szelep házának a prototípusát az FDM-1650 gépen valósítottuk meg (9-es ábra) és ki tudtuk küszöbölni a nehezen megvalósítható felületeket és pontosabban tudtuk kiértékelni a működési összefüggéseket.

A Pro/Engineer és a DFA rendszereket sikeresen alkalmaztuk együtt a Zilahi ARMATURA cég által gyártott nagyméretű áteresztőszelep (10. ábra) 3D-s modellezésénél, a szerelvény elemzésénél, a gyártási és szerelési folyamatok költségorientált optimalizálásánál, valamint a termék komplex fejlesztése céljából.



9. ábra.

QuickSlice interface az FDM 1650 gépnek



10. ábra.

Az eredeti a) és a fejlesztett nagyméretű áteresztőszelep (S.C. ARMATURA Zilah)

Az eredeti szerelvény 21 alkatrészből állt. Az ehhez szükséges 51 szerelési művelettel az összesített időtartama 383 s.

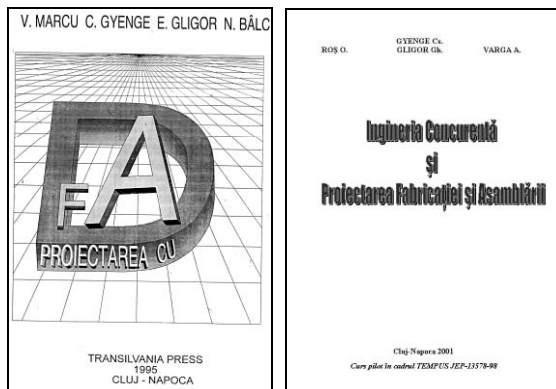
A fejlesztett változat 16 alkatrészből áll, a műveletelemek száma 37-re csökkent és így a szerelés összeitartama 280 s-ra csökkent.

3. Az eredmények ismertetése és termékfejlesztési tankönyvek szerkesztése

A termékfejlesztés terén elért eredményeinkről színvonalas nemzetközi tudományos konferencián számoltunk be:

- **DAAAM**: Maribor (1994), Krakko (1995), Dubrovnik (1997), Kolozsvár (1998), -Bécs (1999), Opatia (2000)
- **ICIT** - Maribor (1999-2001)
- **auDES** - Zürich (1999)
- **Termékfejlesztés Budapest** (1996)
- **MicroCAD** – Miskolc (1995, 1996, 1997)
- **IMS** – Europe – Lausanne, 1998

Ugyanakkor az egyetemi és posztgraduális oktatás céljából két tankönyvet szerkesztettünk (11. ábra.)



11. ábra

A korszerű termékfejlesztés oktatása céljából kiadott tankönyvek

4. Összefoglalás. További terveink

A több mint 8 éves tevékenység tapasztalatai a korszerű versenyképes termékfejlesztés oktatási, ipari alkalmazási és kutatási területein, arra a következtetésre juttattak, hogy térségünkben a mai gazdasági és piaci helyzetben, csak ezekkel a módszerekkel van esélyünk ipari és gazdasági fejlődés megvalósítására. Egyetemünk támogatásával be tudtuk szerezni a megfelelő korszerű szoftvereket, valamint a legújabb Rapid Prototyping berendezéseket. Mind az oktatási mind az ipari alkalmazásoknál lényeges támogatásban részesültünk a Székesfehérvári „K+F” fejlesztési és tanácsadó központ, valamint a Budapesti Műszaki Egyetem részéről. A korszerű, versenyképes termékfejlesztési módszerek immár 8 éves oktatásával, nagy számú egyetemi hallgatót és ipari szakembert képeztünk ki, és hozzájárulásukkal a módszer az erdélyi iparban is széles területeken elterjedt. A nemzetközi tudományos konferenciákon bemutatott eredményeinket pozitívan értékelték, és ez hozzájárult ahhoz, hogy bizalommal folytassuk munkánkat.

Ami a további terveinket illeti:

- tovább szándékozunk fejleszteni és kibővíteni a versenyképes termékfejlesztési módszerek oktatását

- az ipari gyakorlati alkalmazásokat kibővíteni és minél több termékfejlesztési munkát irányítani
- újabb kutatásokat végezni a DFMA-Rapid Prototyping-3D modellezési módszerek minél célszerűbb összekapcsolása és gyakorlati hasznosítása érdekében
- hatékonyabban beszervezni a diploma tervezőket, doktorandusokat és fiatal ipari szakembereket ezeknek a komplex módszereknek az alkalmazása és továbbfejlesztése céljából
- nagyobb mértékben ismertetni eredményeinket tudományos konferenciákon és bővebb publikációs tevékenységet megvalósítani
- továbbápolni és fejleszteni ezirányú együttműködéseinket a magyarországi és az európai egyetemi és kutatási partnereinkkel.

Irodalomjegyzék

- [1.] Lőrincz S., Bercsey T., Danyi L., : Implementation of the DFMA, Methodology in Hungarian Higher Education. Technical University of Budapest, National Committee for Technical development, Ministry of Industry & Trade Budapest, Hungary (1993).
- [2.] Boothroyd G., Dewhurst P., Product Design for Assembly. Wakefield (1991)
- [3.] Gyenge Cs., Marcu V.,: Beszámoló a DFMA módszer bevezetéséről a romániai felsőoktatásban. DFMA Felsőoktatási Fórum, Székesfehérvár 1994, Október 13.
- [4.] Gyenge, Cs., Marcu, V., Gligor, E., és Lőrincz, S. Az integrált számítógépes terméktervezési módszer romániai bevezetésének fél éves eredményei, 1995, GÉPGYÁRTÁSTECHNOLÓGIA 1995 szept. XXXV évf. 9 sz. 311-318 old.
- [5.] Balc, N. és Gyenge, Cs. : Assembly automation of the sprinklers using DFA, 1994, 5th International DAAAM Symposium Maribor / SI / 1994 okt. 27 – 29 O31 – O32 old.
- [6.] Gyenge, Cs. és Balc, N.: Aspects of the DFA Methodology Using for Designing of the Assembly Technology of some home Appliance Products, 1994, 5th International DAAAM Symposium Maribor (SL) 1994. okt. 27-29, 151-152 old.
- [7.] Gyenge, Cs., Marcu, V., és Lőrincz, S.: Az integrált számítógépes terméktervezési módszer romániai bevezetésének egy éves eredményei, 1994, Korszerű ipari termékek és technológiák Magyar-Amerikai együttműködési fejlesztési konferencia,, Székeskehérvár 1994 dec.14, 11 old.
- [8.] Gyenge, Cs., Gergely, I., : Fémszerelvények szerkezeti és gyártási fejlesztése a DFA és

- Pro / ENGINEER szoftverek segítségével, 1996, PROCEEDINGS of microCAD'96 International Computer Science Conference February 29, 1996 Section F, 57-63 old.
- [9.] Gyenge, Cs., Turc, P., Kismihály, J.: Flexible Assembly Systems Using Simulation Method, 1996, PROCEEDINGS of microCAD'96 International Computer Science Conference February 29, 1996 Section F, 97-103 old.
- [10.] Gyenge, Cs.: A Kolozsvári Műszaki Egyetem Gépgyártástechnológiai Tanszékének eredményei az integrált technológiai tervezés területén, 1996, A Magyar Tudományos Akadémia Szabolcs-Szatmár-Bereg Megyei Tud. Testületének 1996. évi Tudományos Ülése. 145-146 old.
- [11.] Gyenge, Cs., Marcu, V., Gligor, E and Holdis, D. Analysis of the Assembling possibilities for Some Straight-way Valves of Large Dimension and Improvement of their Design by Using DFA System. PROCEEDINGS of 6. Internationales DAAAM Symposium, Krakow 26-28 october 1995, p.125-126.
- [12.] Gyenge, Cs., Marcu, V., Gligor, E., Ghergheli, I. and Holdis, D. Analysis and Redesigning of some Scale Using DFA and AutoCAD Softwares. PROCEEDINGS of microCAD'96 International Computer Science Conference. Miskolc(H) February 29, 1996, Section F, p.127-133.
- [13.] Cs. Gyenge, I. Vușcan, D.S. Comșa, E. Ilie-Zudor. Achievements of the department of manufacturing engineering of the Technical University of Cluj-Napoca in the field of implementing the concurrent engineering principles in Romanian industry. Proceedings of the First International Workshop on Intelligent Manufacturing Systems, 15-17 April 1998, Lausanne, Switzerland, p. 373-382.
- [14.] Gyenge, Cs., Roș, O., Vușcan, I., Frățilă, D., The results of Cooperation between ETH Zurich and T.U. Cluj-Napoca, in the frame of SNSF, in the Direction OF Education for Environment Preservation in the Machine Building Industry. Proceedings of the 5th Conference on Environmental Education Zurich, Switzerland, April 15-17, 1999, p. 46.
- [15.] Gyenge, Cs., Petho, L., Frățilă, D., Design optimization of a car sub-assembly using the DFA method. Proceedings of the 2nd International Conference on Industrial Tools, ICIT '99, Vol.2, p.428-431.
- [16.] Roș, O., Gyenge, Cs., Petho, L., Frățilă, D., Analysis of the ecological impact of the products in the disassembly phase, using the DFE program. Proceedings of the 2nd International Conference on Industrial Tools, ICIT '99, Vol.2, p.474-477.

Az erdélyi vasútépítések előzményei

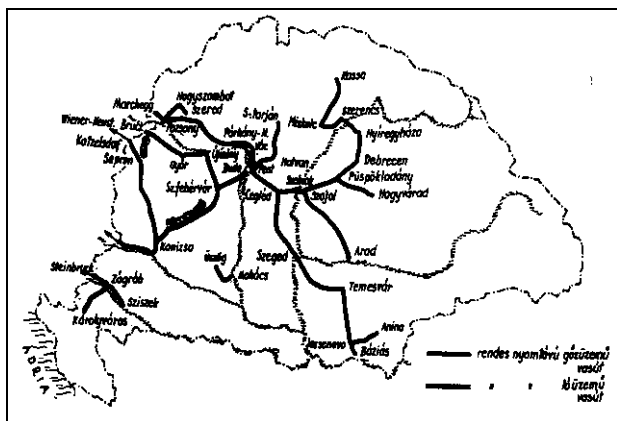
II. rész

dr. Horváth Ferenc

ny. MÁV mérnök, főtanácsos

A magyarországi vasúthálózat Nagyváradig és Aradig vezető vasútvonalai

A hazai vasúthálózat első vonalának 1846. évi megnyitása után épített vasútvonalak közül három vezetett Erdély területére Nagyváradig és Aradig. Ezek a Tiszavidéki Vasút 1858-ban üzembe helyezett Püspökladány–Nagyvárad és Szajol–Arad, valamint az Alföld–Fiumei Vasút 1870-1871-ben megnyitott Szeged–Nagyvárad vasútvonala. Az Aradig és Nagyváradig vezető vasútvonalak tehát viszonylag rövid idő múltán megépültek (1. ábra), a folytatásuk Erdély belső területére azonban még késett. Nem vezettek Erdély belseje felé az Osztrák Államvaspálya Társaság 1856 és 1863 között üzembe helyezett Szeged–Temesvár–Báziás és a Jassenova–Anina közötti vasútvonalai sem. Ezek a magyar fővárost és az Al-Duna vidékét kötötték össze és feltárták a Krassói Érchegeység bányavidékét.



1. ábra.

1867-ig Aradig és Nagyváradig megépített magyarországi vasútvonalak

A Tiszavidéki Vasút vonalának pályája

Az Osztrák Államvasút magyarországi vonalainak eladása után a Tiszántúlon csaknem 600 km-es vonalhálózatot építő Tiszavidéki Vasúttársaság jelentősen elősegítette az erdélyi vasútépítkezések megindítását azzal, hogy két vonalát Nagyváradig és Aradig megépítette, mert ezzel létrehozta a két legfontosabb erdélyi fővonal csatlakozó állomásait.

A Tiszavidéki Vasút 1856-ban, még az alkotmány nélküli kormányzás idején kapott engedélyt

többek között az Osztrák Délkeleti Államvasút által már megkezdett Szolnok–Debrecen vasútvonal építésének folytatására, illetve az ebből kiágazó Püspökladány–Debrecen, és Törökszentmiklós–Arad vasútvonalak építésének megkezdésére. A püspökladány–nagyvárad vasútvonal kiágazási pontját egy ideig vitatták, és kedvezőbbnek vélték Debrecent közvetlenül összekötni Nagyváraddal. Ez azonban a Pest–Nagyvárad közötti távolságot valamivel meghosszabbította volna. (A közvetlen összeköttetés később helyi érdekű vasút építésével valósult meg.) Megváltozott az aradi vasútvonal kiágazási pontja is, Törökszentmiklós helyett Szajolba helyezték át.

A Tiszavidéki Vasút a Püspökladány–Nagyvárad vonal földmunkáját a Bach korszakban, 1857. január 1-jén vette át az Osztrák Délkeleti Államvasúttól és a téli időjárás elmúltával folytatta az építkezést. A 68 km hosszú vonalat 8 hónappal a megszabott határidő előtt, 1858. április 24-én megnyitották.

Hasonlóan rövid idő alatt elkészült a jóval hosszabb, 143 km-es Szajol–Arad vasútvonal, amelyet 14 hónappal a befejezési határidő előtt, 1858. október 25-én adtak át a közforgalomnak.

A két vonalnak rövid szakasza esett a mai Erdély területére, az alig több mint 10 km hosszú Bors–Nagyvárad és a 20 km-es Kürtös–Arad vonalrész.

Mindkét vasútvonal síkvidéken, jórészt alacsony töltésen vezetett, így kevés földmunkával készült el. Nagyobb fahidat építettek a Berettyón Mezőtúrnál és Berettyóújfalunál, valamint a Körösön Gyománál.

A Püspökladány–Nagyvárad vonalon a legkisebb ívsugar 569 m, a szajol–aradin 984 m volt. A legnagyobb emelkedő sehol sem haladta meg az 5⁰/₁₀₀-et.

A Tiszavidéki Vasút vonalain 5,69 m hosszú, 37 kg-os „g” jelű vassíneket fektetett, amelyeket 6 db tölgytalpfa támasztott alá. A sínvégek összekapcsolásánál szilárd illesztést használtak, az illesztés melletti első aljközben az aljtávolság 87 cm, a másodikban 95 cm, a többi helyen 102,7 cm volt. Az acélsínre való cserét már a társaság megkezdte 7,0 m hosszú, 31,0 kg-os „o” jelű sínekkel, majd az államosítás után a MÁV folytatta. 1895-től először 7,5-8,0 m hosszú, 33,25 kg-os, majd 1897-től 9,0-12,0 m-es, 34,5 kg-os „c” jelű sínekkel. 1913-tól kezdve a Békéscsaba–Arad közötti szakaszban 12,0 m hosszú, 42,8 kg-os „I” jelű síneket is felhasznál-

tak. Ugyanekkor ezen a szakaszon folyt a második vágány alépitményének kialakítása, sőt egy részen a vágány fektetése is, amit azonban az első világháború végén abbahagytak.

A Tiszavidéki Vasút két vonalának a mai Erdély területére eső szakaszán csak a két végállomás volt nagyobb állomásnak minősíthető. Nagyvárad és Arad pályaudvarai eleve nagyobb vágányhálózattal épültek és mindkettőt jelentősen bővítették a Keleti és az Első Erdélyi Vasút csatlakozása alkalmából, majd később is. Biharpüspöki, illetve Kürtös ekkor még csak közepes méretű állomások voltak.

1883-ban Nagyvárad állomáson a vágányok hossza meghaladta a 17,7 km-t, két átmenő fővágánya, öt megelőző-, 14 kezelő-, 17 csonka vágánya és hat vágányos vontatási telepe volt. A vágányokat 96 kitérő és két fordító korong kapcsolta össze. A felvételi épületen kívül két nagy áruraktár, egy gabonaszín, 18 állásos mozdonyszín és több kisebb épület segítette az üzemvitelt.

Arad állomás vágányhálózata közel azonos volt, hasonló épületállaggal.

A Tiszavidéki Vasút teljes vonalhálózatát – beleértve a nagyváradit és aradi csatlakozó állomásokat is – 1880. január 1-jével az ugyanez évi XXXVIII. törvénycikk alapján államosította a magyar kormány.

A Tiszavidéki Vasút vonalain épült magasépítmények

A Tiszavidéki Vasút 1858-ban megnyílt nagyváradit vonalszakaszán Biharpüspöki, az aradit Kürtös állomáson volt a Tiszavidéki Vasútnak szép felvételi állomásépülete. A TVV felvételi épületeinek tervecsaládjából a legnagyobb – városi – épületalakzatot építették fel Aradon és Nagyváradon. Mindegyik előtt a TVV fából ácsolt, három vágányt fedő facsarnoka is állt. A századforduló idején, amikor a MÁV minden magyar városban új, a városi középületek sorába jól illő, reprezentatív és a historizmus stílusarchitektúrájában fogant új állomásépületet telepített, akkor Aradon is a MÁV Magasépítési osztályának tervei alapján új épületet emeltek, Nagyváradon viszont helyi építész közreműködésével a régit építették át.

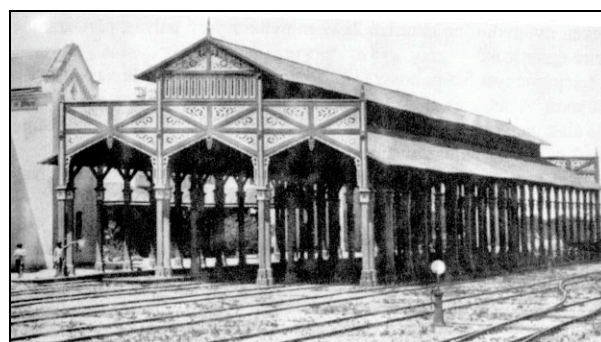
Az új aradi épület (2. ábra) is a nagy magyar pályaudvarépületek hármass tömegtagozódását mutatja, hangsúlyos középső épülettömböt, és két valamivel kisebb kompozíciójú szélső tömböt. A középső érdemben az utas-előcsarnokot reprezentálja, a szélsők, melyek háromszintesek, emeletein lakások foglalnak helyet. Az összekötő épületszárnyak kétszintesek. A posta épületszárnya még a nyugati épületvégen túl is nyújtja a kompozíciót, újreneszánsz architektúráját a szigorú funkcionalizmust tükröző perontető egyesíti a vágányok felőli oldalon a főépülettel.



2. ábra.

Arad, Pfaff Ferenc és munkatársai által (MÁV) épített új felvételi épület

Aradon az új felvételi épület mellett megtartották még egy ideig a régi TW facsarnokot is. Meg kell jegyezni, hogy a TVV facsarnokai a nagyobb, magasabb kéményű gőzmozdonyok forgalomba állításával és a csarnok faanyagának öregedésével gyakran tüzet fogtak. A legutolsót Püspökladányban 1918 őszén bontották el (3. ábra).



3. ábra.

A TTV jellegzetes facsarnoka

Nagyváradon az épület ugyanúgy a reneszánsz architektúrát tükrözi, mégis eltérő jellegű, mint azt a MÁV saját tervezésű alkotásainál ismerjük.

Mindekét épület – Arad és Nagyvárad is átalakításokkal – máig fennmaradt.

Az Alföld-Fiumei Vasúttársaság vonalának pályája

Az Alföld-Fiumei Vasúttársaság (AFVT) 393 km hosszú Nagyvárad–Eszék–Villány vonalának szintén csak egy rövid, a Nagyvárad–Nagyszalonta közötti, alig több mint 50 km-es szakasza jutott a mai Erdély területére. Az 1869. és 1871. évek között hat részletben üzembe helyezett vasútvonal Csaba és Nagyvárad közötti részét utolsóként, 1871. szeptember 14-én nyitották meg, egy évvel később mint a Nagyvárad–Kolozsvar vonalat. Ez a vonal is a Tiszavidéki Vasút Nagyvárad állomásából indult ki és hozzájárult ahhoz, hogy az állomás valóban vasúti csomóponttá váljék.

Alföld-Fiumei Vasút vonalának nagy jelentősége volt a Tiszántúl és Nagyvárad, valamint a környező terület mezőgazdasági és ipari termékeinek nyugati irányba való szállítása szempontjából. Mint az ország nagy részét átszelő átlós vasútvonal közvetlen vasúti kapcsolat volt a Duna–Tisza köze, a Dunántúl és a Dráva–Száva köze vidékével, sőt az Adriai-tengerrel is. Nem épült meg ugyan a vasútvonalnak a társaság által tervezett Eszék–Fiume szakasza, de Villányon és Baracson keresztül kapcsolódott a Déli Vasút vasúthálózatához, amelynek vonala már akkor Triesztig vezetett. Később pedig a Dráva–Száva közén létesített vasútvonalakkal Károlyvároson át megvalósult a közvetlen fiumei összeköttetés is.

A vasútnak Csabától Nagyváradig vezető szakasza síkvidéki nyomvonalú volt, kis emelkedőkkel és nagysugarú ívekkel, enyhén dombos vidéken csak a Nagyvárad–Les közötti szakasza haladt. Egyetlen nagyobb műtárgya Nagyvárad és Ősi-pusztá között a Sebes Körös felett vezetett át. Ez eredetileg 10 támközü fagerenda hídként készült el, egyenként 12 m fesztávval, összesen 120 m hosszban. A fahidat 1883-84-ben a vasúttársaság kőpillérekre nyugvó, több támaszú 2x49 m nyílású, alsó pályás, párhuzamos övű vasszerkezetre építette át.

A vasút felépítményét 5,5 m hosszú, 32,5 kg/m tömegű, „b” jelű vassínekből fektették, bükkfa aljakra. A sínek és aljak gyenge minősége miatt már a vasúttársaság fennállásának ideje alatt nagyobb

mennyiségű alkatrészcsereét hajtottak végre, az államosítás után pedig 8-12 m-es, „c” rendszerű sínekkel cserélte ki a MÁV a felépítményt.

A vasútvonal ezen szakaszának a végállomáson kívül nagyobb állomása Nagyszalonta volt.

Az építéskor a pálya mentén villamos táviró vezetékét szereltek fel. A vezetékbe Leopolder és Weirich-féle távirót és harangművet kapcsoltak be. Az állomásokat villamos ébresztőkkel ellátott védőjelzővel fedezték.

A vasúttársaság teljes vonalát a kormány az 1884. XXXIX. tc. alapján 1885. január 1-jei hatállyal államosította és a MÁV hálózatába olvasztotta be.

1.5.4. Az Alföld-Fiumei Vasút magasépítményei

Az Erdéllyel együtt Romániához került egykori AFVT vonalnak építészetileg is a legfontosabb állomása Nagyszalonta volt. A társaság többi állomásának felvételi épületeihez hasonlóan itt is két-szintes, nyerstéglával burkolt, párkányokkal és ablak-ajtókeretekkel szépen tagolt architektúrájú alkotás mutatkozik. Az épület 6 ablaktengely méretű volt, perontető nem épült. Az utasokat a vágánytól kerítéshez hasonlítható, ácsolt korlát választotta el.

(Folytatás következik)

A vegyi laboratóriumok minőségbiztosításának metrológiai vonatkozásai

dr. Kormos Fiammetta

Raluca Ripan – Kémiai Kutató Intézet, Kolozsvár

A laboratóriumok mérőeszközeinek metrológiai (mérésügyi) ellenőrzése elengedhetetlen feltétele a minőségbiztosítás megvalósításának. Bemutatjuk néhány metrológiai sajátosság meghatározását valószínűség-számítással, valamint a mérésügyi ellenőrzés lebonyolításának folyamatábráját. A metrológiai ellenőrzés szükségessége és a hibás értékek csökkenése közötti kapcsolatot grafikus módszerekkel (folyamatábra, hisztogram) tanulmányozzuk.

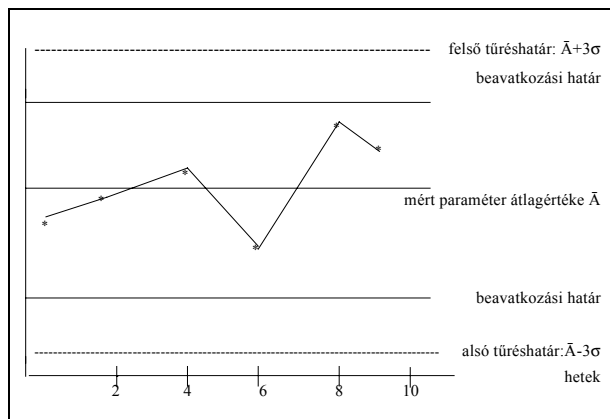
A laboratóriumok akkreditálásának és megbízhatósága megítélésének egyik legfontosabb kritériuma a minőségbiztosítás megvalósítása metrológiai szempontból is. A minőségbiztosítási rendszer azoknak a mérőeszközöknek a metrológiai ellenőrzését irányozza elő, amelyekkel végzett mérések eredménye az egészség-, környezet- vagy vagyonvédelem szempontjából fontos.

A vizsgálatok eredményét a mérési és számítási adatok feldolgozásával nyerjük. A mérés célja: egy mérhető mennyiség értékének meghatározása. A mérés eredménye tartalmazza a következő adatokat:

- a mérendő mennyiség elnevezését
- a zavaró mennyiségek határértékeit
- a referenciaszintet
- a kiválasztott mértékegységet
- a meghatározott mérőszám értékét
- a mérési bizonytalanság értéket, amely a mért mennyiség szóródását jellemzi.

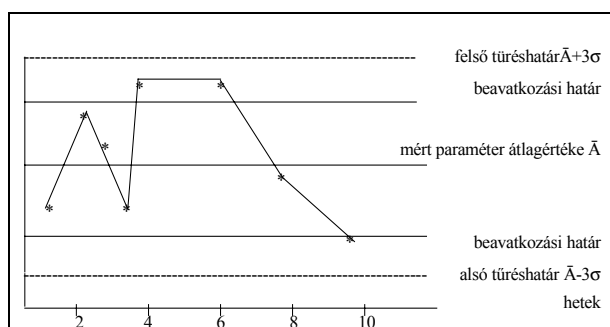
A mérések kivitelezésére a mérőeszközöket használjuk. A mérőeszközök ellenőrzését az Országos Mérésügyi Hivatal (Institutul Național de Metrologie) végzi. Ez nemcsak formális ellenőrzést jelent, hanem a mérési eredmények visszavezethetőségét is biztosítja. A visszavezethetőség a mérési eredmény azon sajátossága, hogy időben bármikor visszavezethető a nemzetközileg elfogadott etalonra.

Az ellenőrzés lebonyolításának időpontját pontosan be kell tervezni. Ehhez hozzásegíthet egy szabályozókártya kidolgozása, amely vizsgálja a metrológiai ellenőrzés időpontja és a meghibásodások gyakorisága közti összefüggést (*1-es ábra*).



1/a. ábra

Folyamat szabályozókártya: mérési értékek a metrológiai ellenőrzést követő időszak első felében



1/b. ábra

Folyamat szabályozókártya : mérési értékek a metrológiai ellenőrzés lejárta után

Ezen kártyák célja elsősorban a speciális hibaokok (metrológiai ellenőrzés lejárta) jelenléte feltárása. Ha a mérési értékek meghaladják a tűréshatárt, azonnali beavatkozásra van szükség. Abban az esetben, ha az értékek a beavatkozási határ felé tolódnak el, ez azt jelenti, hogy véletlen hibaokok jelentek meg. Ilyenkor azonnal meg kell ismételni a mérést. A tűréshatárt valószínűség-számítás alapján határozzák meg :

$$\bar{A} \pm 3\sigma$$

ahol \bar{A} - a mérésiértékek átlaga, σ -a szórást adja meg, (1-es kifejezés)

$$\sigma = \left(\frac{\sum (\bar{A} - A_v)^2}{n} \right)^{1/2} \quad (1)$$

A mért értékek hitelességét igen szemléltető módon a hisztogramok (2-es ábra) segítségével is vizsgálhatjuk. Ilyenkor az adatokat csoportokba összpontosítjuk és ezek eloszlását tanulmányozzuk. A vízszintes tengelyen a csoportba sorolt adatok, a függőleges tengelyen a mért értékek száma, az ún. gyakoriság szerepel. Az egyes gyakoriságokat, arányos magasságú oszlopokkal ábrázolják.

A leggyakrabban vizsgált metrológiai sajátságok a méréstartomány, a pontosság, ismételhetőség reprodukibilitás, a mérőeszköz ellenállóképessége egyes befolyásoló mennyiségekkel szemben, a mérési bizonytalanság, az élettartam, illetéktelen beavatkozással szembeni védettség. A reprodukibilitást (r) és a mérési bizonytalanságot (ϵ) szintén, valószínűségi számítás alkalmazva, a következő képletek (2,3) alapján számítják ki:

$$\sigma = \left(\frac{\sum (\bar{A} - A_v)^2}{n-1} \right)^{1/2} \quad (2)$$

$$\epsilon = \frac{\sum \bar{A} - A_v}{A_v} \cdot 100 \quad (3)$$

A mérésügyi eljárások alapján egy mérőeszköz hitelesíthető vagy minősíthető. A hitelesítés célja elbírálni, hogy a mérőeszköz típus megfelel-e a mérésügyi előírásoknak.

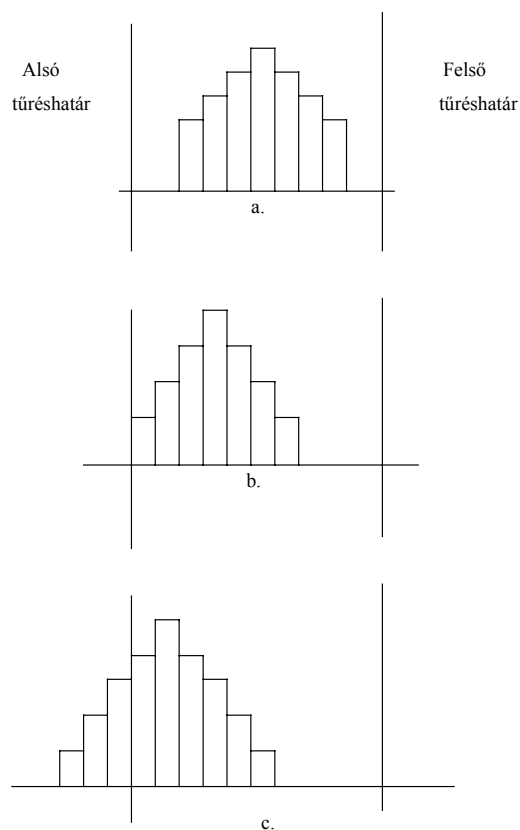
A minősítés meghatározza, hogy az illető mérőeszköz használható-e hiteles mérések végzésére. Egy mérőkészülék minősítését célzó tevékenység kötelező szakaszait egy folyamatábrán (3-as ábra) lehet bemutatni.

A minőségjavítási folyamatban a rendszeres adatgyűjtés és ezek feljegyzése, alkotja a megértés, döntés és beavatkozás alapját. A feljegyzések készítésének egyik eszköze a folyamatábra. A folyamatábra egy bizonyos folyamat eseményeinek egymásutánosságát írja le és ábrázolja. Az ábrázoláshoz szabványos jeleket használnak. A kezdés és befejezés eseménye egy-egy körbe, az egyes lépések pedig téglalapokba kerülnek. A döntéseket csúcsokra állított rombuszok, míg a folyamat irányát nyilak jelölik. A döntési helyeken a folyamat a feltett kérdésre adott válasznak megfelelően kétfelé ágazik. A folyamatábrán feltűnethető, hogy egy bizonyos szakaszért ki felel (laborfőnök, mérésügyi ellenőr, stb.).

A minősítést minden egyes meghibásodás után meg kell ismételni. Zavarok nélküli üzemeltetés esetén mérésügyi jogszabályok határozzák meg a minősítés megismétlésének periodicitását. Így nálunk évente ellenőrzik a spektrofotométereket, a pH-, mV- métereket, a konduktométereket, mérlegeket, hőmérőket. Viszont a kromatográfokat, az

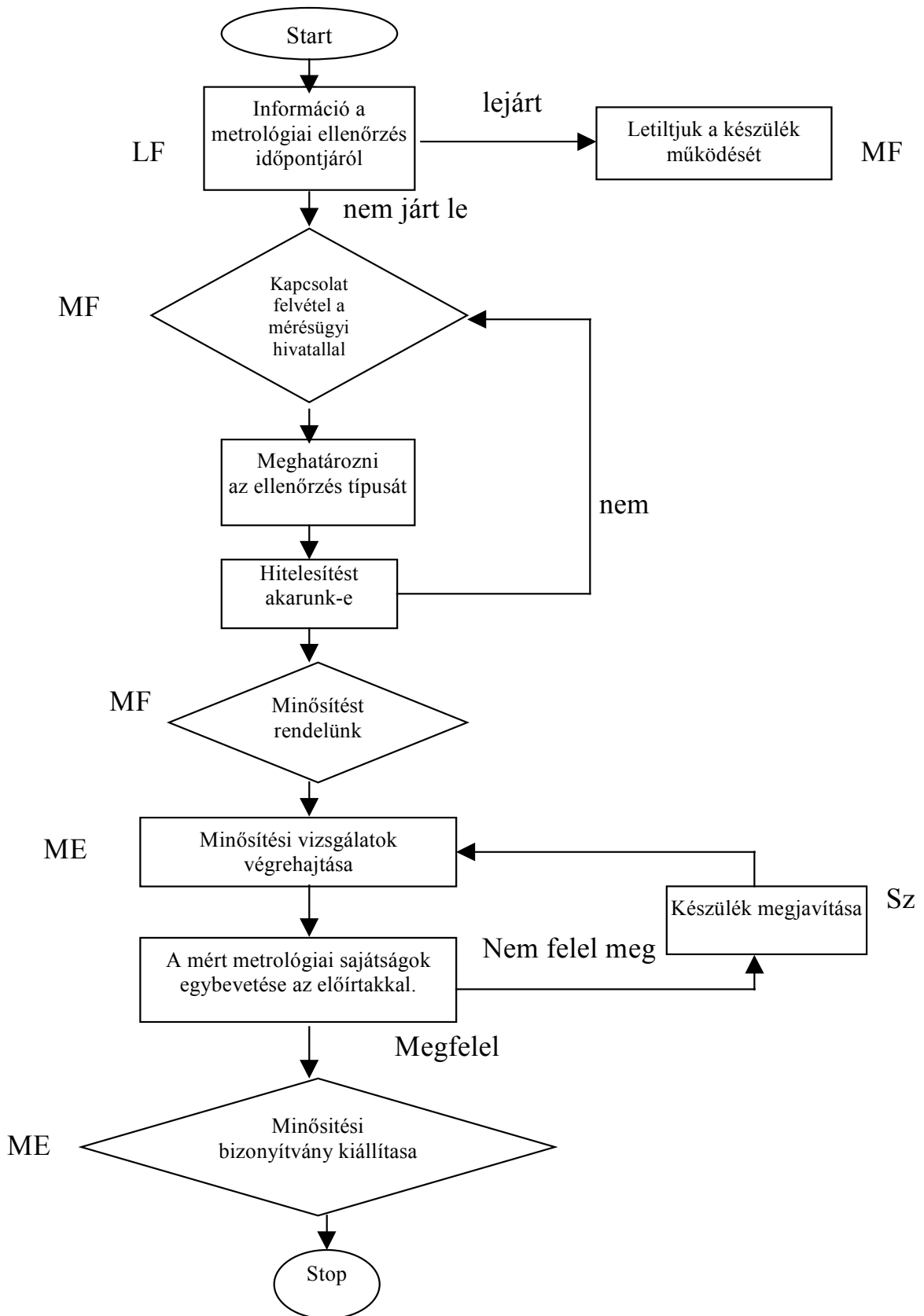
üveg mérőeszközöket (mérőhenger, mérőlombik pipetta) csak kétévenként kell minősíteni. Ha az ellenőrzés végén a mérőeszköz megfelel, a minősítés eredményeként a mérésügyi ellenőr rányomja bélyegzőjét a készülékre és metrológiai ellenőrzési bizonyítványt állít ki.

A nem kötelező hitelesítésű mérőeszközök ellenőrzésének másik változata a mérőeszközök kalibrálása. A kalibráció azon műveletek összessége, amelyekkel megállapítható az összefüggés egy mérőeszköz kijelzése és a megfelelő mennyiségek etalonnal mért vagy reprodukált, helyes értéke között. A kalibrálás eredménye lehetővé teszi a mérendő mennyiség egyes értékeinek és a mérőeszköz megfelelő jelzéseinek egymáshoz rendelését. Így az A típusú üveg mérőeszközök az ISO 9001-nek megfelelő kalibrációs tanúsítvánnyal rendelkeznek. Ezeket a legtöbb esetben elfogadják a metrológiai ellenőrzési bizonyítvány helyett.



2. ábra
Hisztogramok

- az értékek a tűréshatáron belül vannak, a szórás kicsi \Rightarrow ez egy kedvező állapot, hiteles mérési eredmények;
- az értékek a tűréshatáron belül vannak, a szórás nagyobb és nem központos \Rightarrow valószínű hibás értékek megjelenése;
- a szórás nagy, az értékek kívül kerültek a tűréshatáron \Rightarrow hibás értékek nagy számban vannak jelen, sürgős beavatkozás szükséges.



3. ábra

Mérőeszköz metrológiai ellenőrzésének folyamatábrája

Rövidítések: LF – laborfőnök; MF – mérésügyi felelős; ME – mérésügyi ellenőr; Sz – szakember

A helyes kalibrálás feltételei: az alkalmazott etalon legyen visszavezetve az országos etalonokra, vagy ha az adott mérésterületen nincs országos etalon, akkor a nemzetközi etalonokra; a kalibráláshoz használt etalon legyen pontosabb a kalibrált eszköznél; az alkalmazott kalibrálási módszer legyen dokumentálva és a kalibrálás eredményeit jegyzőkönyvben vagy kalibrálási bizonyítványban rögzítsék.

A mérőeszközök metrológiai ellenőrzése szerves részt képez a munkahelyi gazdálkodás hatékonyságának javításában. Alapköve hogy a "just in time" vezetési elv szerint, a mérőeszközök a megfelelő időben, a megfelelő helyen és a megfelelő állapotban álljanak a dolgozók rendelkezésére. Természetesen ennek elengedhetetlen feltétele az eszközök

megfelelő karbantartása. A dolgozók fegyelmezett viselkedése és minden előírás betartása, a mérőeszközök ápoltságát biztosítja. Mindezeknek a metrológiai vonatkozású feltételeknek a tiszteletben tartása garanciát képez a minőségbiztosításra.

Irodalom

- [1.] Gaál Z., Kovács Z.: Megbízhatóság, karbantartás. Veszprémi Egyetemi Kiadó, 1994.
- [2.] Balogh A., Dukáti F., Sallay L.: Minőségellenőrzés és megbízhatóság, Műszaki Könyvkiadó Budapest, 1980.
- [3.] Veress G. : A minőségügy alapjai, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1996.

Együttműködő vasúti acél-beton öszvérhídstruktúrák

dr. Köllő Gábor, Orbán Zsolt
Kolozsvári Műszaki Egyetem

Bevezetés

Az utóbbi évtizedekben az öszvérszerkezeteket egyre nagyobb mértékben alkalmazzák. Sok fejlett országban az újonnan épült hidak nagyrésze öszvérhíd. Eleinte a közúti hidakat építették ebben a rendszerben, majd mind inkább teret nyertek a vasúti hidak építésénél is.

A vasúti sebesség növelése szükségessé teszi a felépítmény ágyazatának átvezetését a kis- és középfesztávú hidakon. Így szükségessé válnak olyan hídstruktúrák, amelyek megfelelnek az új követelményeknek.

Az öszvérhídstruktúrák alkalmazása vasúti hidaknál, ágyazatátvezetéses felépítményeknél előnyösebb a klasszikus acél vagy vasbeton és feszített beton szerkezetekkel szemben:

- anyagfelhasználás szempontjából előnyösebbek a klasszikus hídstruktúráknál (acél vagy beton);
- építésük kevesebb faanyagot (zsaluzatot) igényel és gyorsabb, mint a vasbeton szerkezeteké;
- könnyebbek és szerkezeti magasságuk kisebb, mint a vasbeton meg a feszített betonszerkezeteké;
- az öszvérszerkezetek kisebb szerkezeti magasságúak, mint a szokásos acélszerkezetek, a szerkezet viszont merevebb és a dinamikus hatások szempontjából kedvezőbb;
- a vasúti pálya kisméretű korrekciója (oldalirányú eltolása, emelése stb.) nem ütközik nehézségekbe;
- az ágyazat átvezetése lehetővé teszi a feszített beton keresztaljak használatát a faaljak helyett;
- fáradás szempontjából kedvezőbb viselkedés

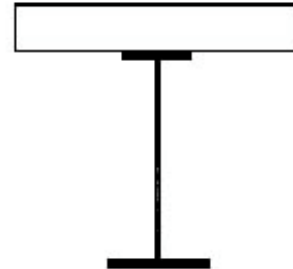
$$\left(\varphi_{\text{össz}} = \frac{\sigma_{\text{min}}}{\sigma_{\text{max}}} > \varphi_{\text{acél}} \right)$$

- az átvezetett ágyazat miatt a környezetre kisebb zajterhelés jut.

Öszvértartókból kialakított hídstruktúra

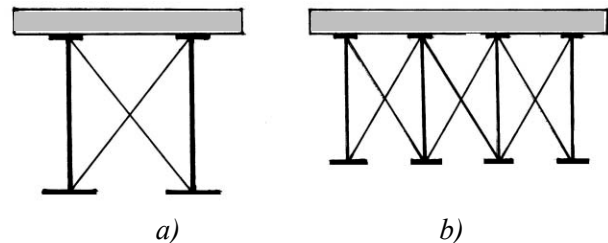
A következőkben az általam megtervezett öszvértartót mutatom be, amely alkalmas korszerű hídfelépítmény összeszereléséhez.

A klasszikus kéttámaszú öszvértartó keresztmetszetét az 1. ábra mutatja be.



1. ábra

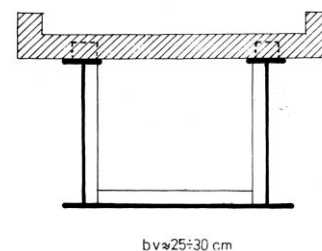
Az ilyen tartókból összeállított hídstruktúrák vázlatát a 2/a, b ábra mutatja be.



2. ábra

A 2/a, b ábrán bemutatott hídstruktúráknál a betonlemez vastagsága jelentősen (≈ 25 cm) függ a tömör gerinclemezű acéltartók távolságától.

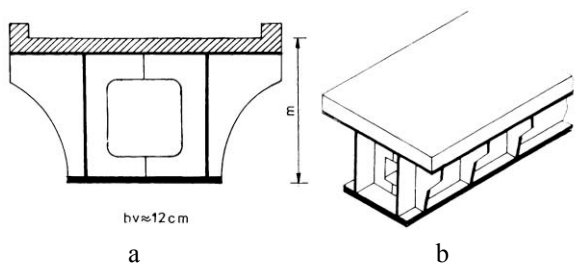
A 3. ábrán egy olyan öszvértartó látható, amelynél az acéltartó a betonlemezrel együtt zártkeresztmetszetű tartót alkot.



3. ábra

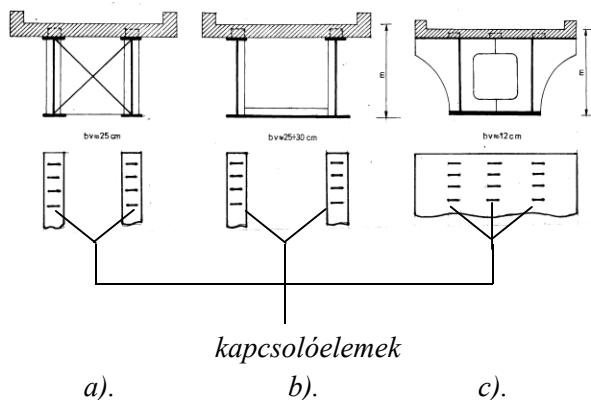
Az ilyen tartók viselkedése csavarással szemben sokkal kedvezőbb, mint az 1. ábrán bemutatott tartóké. A betonlemez ebben az esetben is 25-30 cm vastagságú.

Az általam tervezett tartók abban különböznek az eddig bemutatott tartóktól (1., 3. ábra), hogy a fő alkotóelemük egy gerinclemezű zártkeresztmetszetű acéltartó, amelynek az alsó és felső öve különböző szélességű és vastagságú, amellyel egy kis vastagságú betonlemez dolgozik együtt. (4/a, b ábra)



4. ábra

Az acéltartó felső öve szélesebb és vékonyabb, mint az alsó öv. Ez a széles felső öv biztosítja az együttlőzést a lemez egész szélességében egy 12...16 cm vastagságú betonlemezrel. Így a kapcsolóelemeket több mint két sorban lehet elhelyezni ellentétben a keskeny felsőövű klasszikus tartókkal, ahol a kapcsolóelemek csak egy vagy két sorban helyezhetők el. (5. ábra)



5. ábra

Az együttlőzést idomacélból kialakított rövid konzolok, csapos fogak vagy ún. folytonos kapcsolóelemek biztosítják.

Az 5c. ábrán bemutatott tartó nemcsak merevbb és a csavarónyomatékkal szemben igen ellenálló, hanem a vasbeton lemez kis vastagsága miatt sokkal könnyebb, mint a másik két változat (5a., 5b.).

Az 5c. ábrán bemutatott öszvértartó acéltartóját keresztirányban a belső részben üreges diafragmák teszik merevvé, a külső részben pedig külső merevítő lemezek találhatók. Ezeket a külső merevítő lemezeket hevederekkel összekapcsolva biztosítjuk a főtartók együttműködését. Az acéltartó hegesztett változatban lesz kivitelezve, amikor a hídszerkezet több tartóból állítjuk össze.

Ugyancsak a hossztartók együttműködését biztosítja a betonlemezek keresztirányú utófeszítése csúszóbetétes kábelekkel.

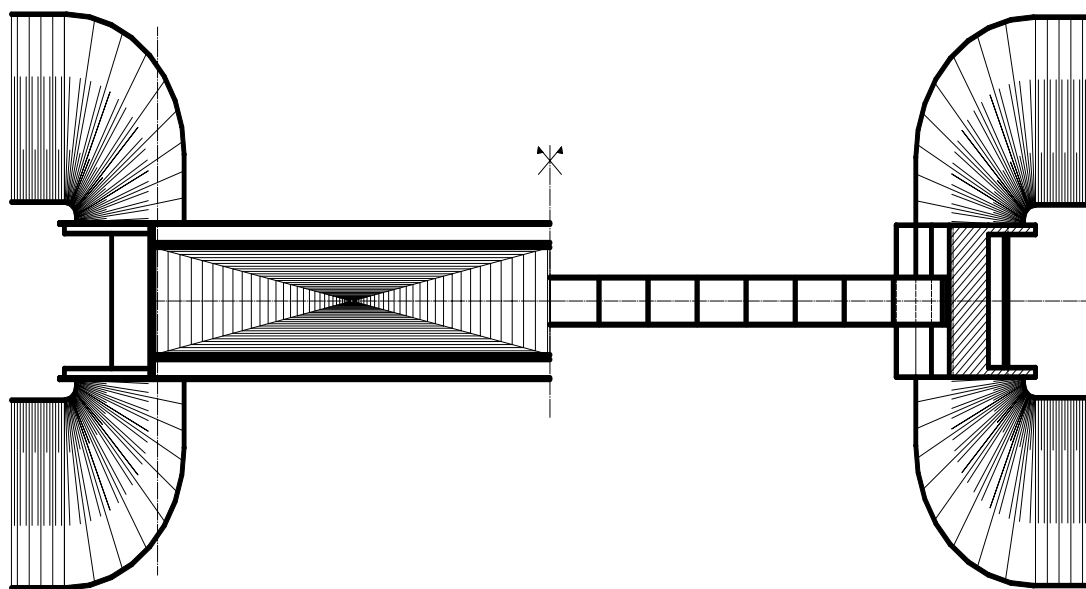
A hídpálya szélességi méreteit elsősorban a hídhhoz csatlakozó vasút (egy- vagy kétvágányú), út illetve autópálya keresztmetsvénye határozza meg és a szükséges szélesség biztosításából következik a hídszerkezetet alkotó hossztartók méreteinek és számának a megválasztása.

A következőkben egy megtervezett hídfelépítményen keresztül mutatjuk be a 4. ábrán látható szerkezetet.

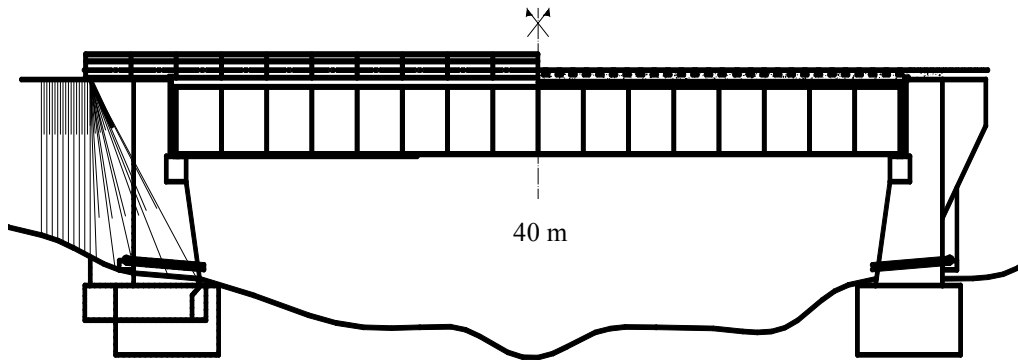
A hídszerkezet 40m fesztávú és egy vágány számára van megtervezve. Az acéltartó zártkeresztmetszetű és hegesztett változatban készül.

A híd a 6. ábrán látható.

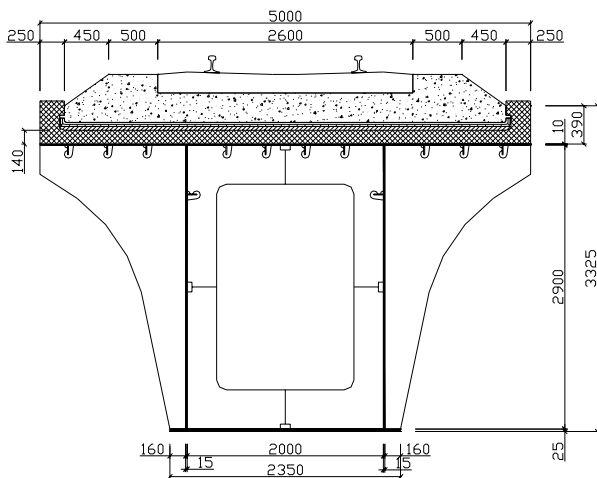
A keresztmetszet méreteit a 6/c. ábrán mutatjuk be.



6/a



6/b



6/c

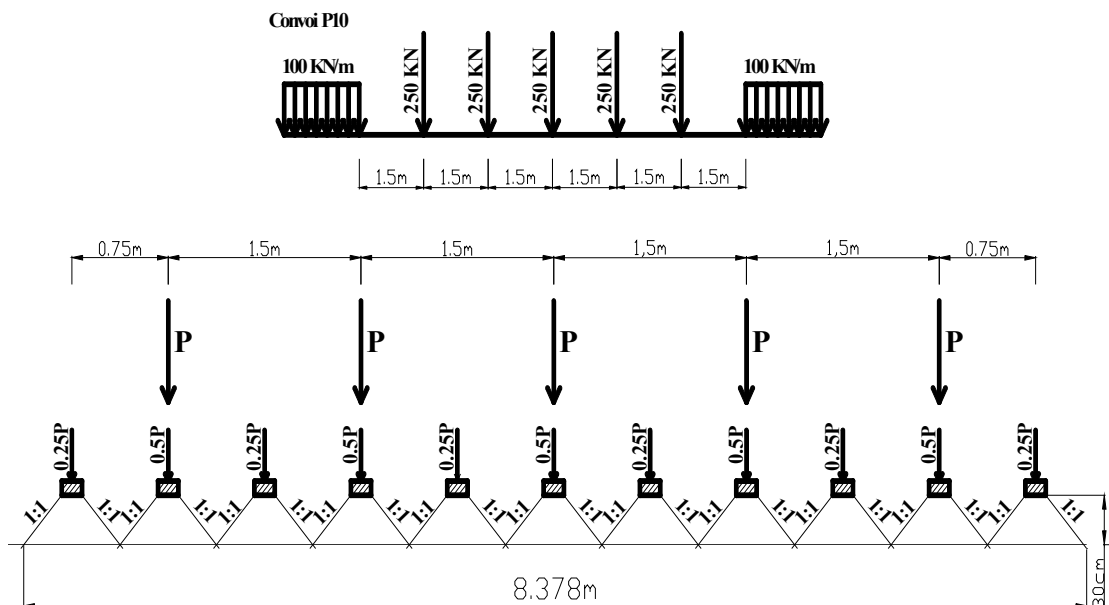
A terhelés (önsúly + vasúti felépítmény és vonatterhelés) a 7. ábrán láthatók). Mivel a hazai szabvány által megadott vonatterhelés P10 nagyobb igénybevételt gerjeszt mint UIC71 az előbbit használjuk.

A keresztmetszeten normál σ és csúszófeszültség τ eloszlását a 8/a,b. ábrák szemléltetik.

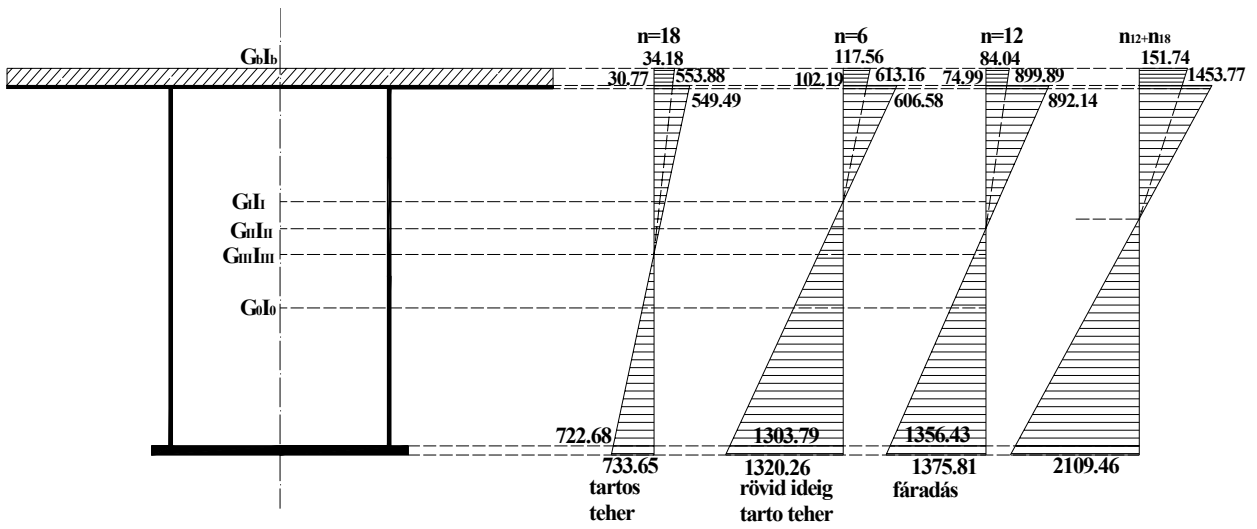
A merev kapcsolóelemek helyzetét a 9. ábrán láthatjuk (U idomvasakat használtunk, 4×15 U22).

A számításokat rugalmas tartományban végeztük el.

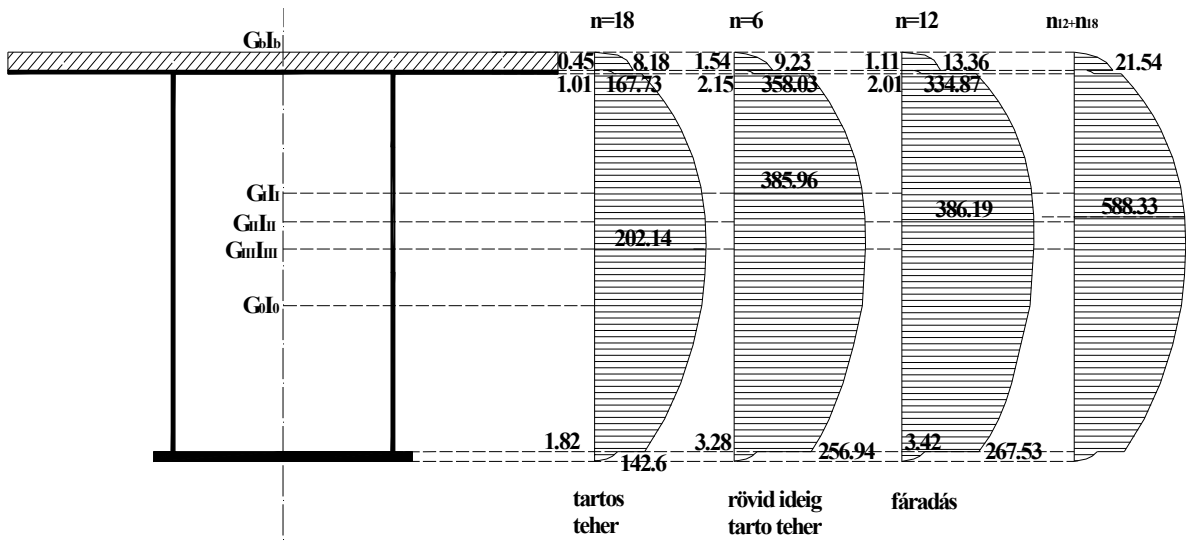
A szerkezet a kivitelezés folyamatában végig teljesen hosszában meg van támasztva.



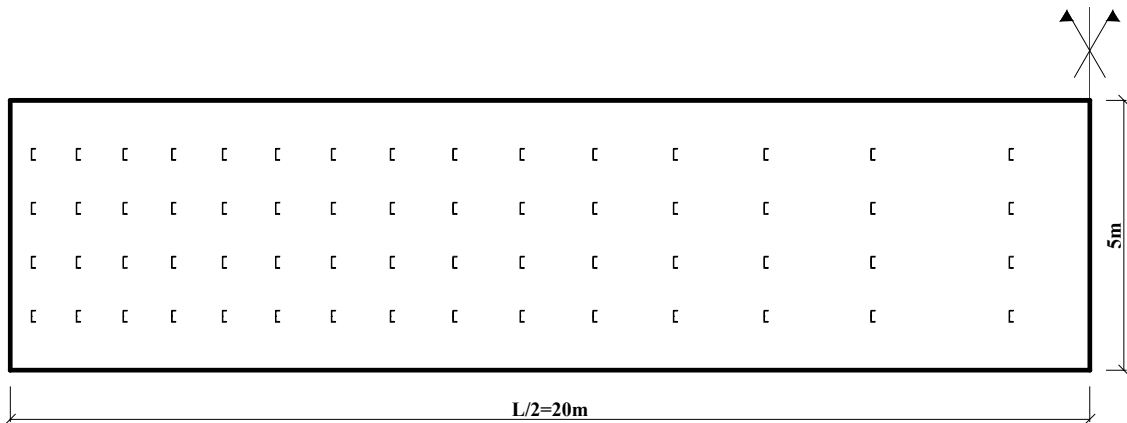
7. ábra



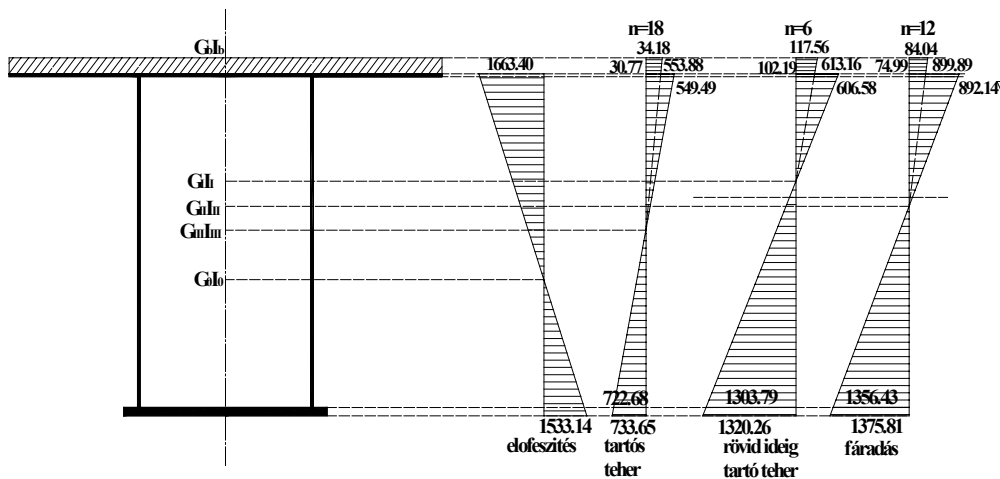
8/a. ábra



8/b. ábra



9. ábra



10. ábra

Ha előfeszítést alkalmazunk (acéltartóknál), például segédjárműs módszert, akkor a normálfeszültségeloszlást a 10. ábrán láthatjuk.

Ebben az esetben csökkenthető a tartószerkezet magassága.

Egy pár számadat a hídszerkezetről

Az acéltartó teljes önsúlya: $G_{acél} = 696$ kN

Az öszvértartó teljes önsúlya: $G_{öszv} = 1521$ kN

A vasúti felépítmény és az öszvértartó teljes önsúlya: $G_{fp} = 3285$ kN.

Az önsúly hatására létrejövő legnagyobb lehajlás $f_g = 3,49$ cm.

Az önsúly és vonatteher hatására létrejövő legnagyobb lehajlás $f_{g+p} = 8,25$ cm.

A hídszerkezetet ellenívben kell összeszerelni. (11. ábra)

$$f_c = f_g + \frac{1}{4} f_p$$

Az acélszerkezetet három $\frac{40}{3}$ m hosszú elemként

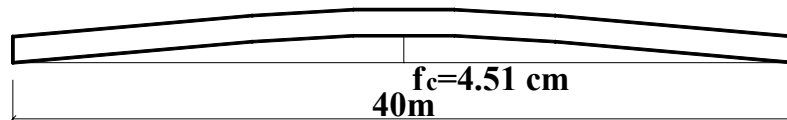
szállítják a helyszínre ahol ezeket a szekrénytartó elemeket hevederekkel és feszített csavaros illesztésekkel szerelik össze.

A hídszerkezet teljes magassága

$$h_{öszv} = 3.325 \text{ m} \left(\frac{L}{12.03} \right)$$

A hídszerkezet szerkezeti magassága

$$h_{sz} = 3.755 \text{ m} \left(\frac{L}{10.65} \right)$$



11. ábra

Az első magyar betonépítmény mint a világ első, teljesen betonból épült hajózsilipje

dr. Mihalik András

Nagyvárad Egyetem, Építőmérnöki tanszék

„Az elméletre egy cédulát kéne függeszteni:
figyelemmel, óvatossággal használandó!
Nem több, mint egy csepp egy liter tapasztalathoz.”
K. Terzaghi

A szerző tanulmányában egy általános képet kíván bemutatni egy érdekes műszaki létesítményről, az első magyar betonépítményről, amely nem más, mint a világnak az első, teljesen betonból épült hajózsilipje. Tudatában van annak, hogy a mérnöki társadalom egy részének, érdeklődőknek sok olyan részletet mutat be, amelyek megvilágítják és feleletet adnak eddig ismeretlen, őket foglalkoztató kérdésekre, ami az első magyar beton műtárgyat érinti, felelevenítvén építőjének emlékét – aki korát messze megelőzte. Ez az egyedüli cél, amely a szerzőt e tanulmány megírására készítette.

1. Bevezetés, történelmi előzmények

A Kárpát-medencében már a rómaiak végeztek folyó- és tószabályozási munkálatokat. Traianus császár hadi hidat és hajóvontató utat építtetett az Al-Dunán, Galerius császár pedig kiásatta a Sió csatornát és zsilipet építtetett a Balaton vízszintjének szabályozására. A vízimalmokhoz malomárkokat és mederelzárásokat építettek. Élénk hajóforgalmat bonyolítottak le. A honfoglaló magyarok a folyók mellékágait településük védelméül használták, azokon átkelőhelyeket létesítettek. A Tiszán és a Maroson vízi úton biztosították a sóellátást Erdélyből. A Csallóközben végrehajtott mederátvágrásról már IV. Béla idejéből vannak feljegyzések.

A gyakori háborúk, a tatárjárás, a törökidőszak, a kuruc-labanc háborúk nem tették lehetővé a középkorban, sőt egészen a XVIII. századig nagyobb folyószabályozási munkák végrehajtását a Kárpát-medencében.

Nyugat-Európában – Olaszországban és Franciaországban – ugyanakkor már a XII. és XIII. században hajócsatornákat és hajózsilipeket építettek.

A folyószabályozási munkák terén a XVIII. században történt kedvező fordulat. Megindult a szakemberképzés, a térképészeti és tervezési munkák is elkezdődtek, amelyek a tervszerű szabályozási munkák alapfeltételei. Ekkor készült a Duna-Tisza-csatorna első terve is.

A XIX. század elején megépítették a Ferenc-csatornát, mederfelvételeket, sőt vízsebességi méréseket és keresztzelvény-felvételeket és szabályozási terveket készítenek a Dunáról, a Tiszáról és nagyobb mellékfolyóikról.

Széchenyi kezdeményezésére egyrészt hajózási, másrészt árvízvédelmi érdekből nagyarányú szabályozási munkát indítanak el a Dunán, a Tiszán és több mellékfolyón. A kanyargós folyómedreket elsősorban átvágásokkal, illetve a mellékágak elzá-

rásával szabályozták. Az Al-Dunán pedig robbantással alakították ki a hajózáshoz szükséges medret, ami ekkor európai viszonylatban is elismerésre méltó eredmény volt.

A szabályozási munkák 1846. augusztus 27-én indultak meg Széchenyi István jelenlétében a tiszadadaai-szederkényi átmetszéssel. A kivitelezések kezdeti időszakában a folyószabályozás és kétoldali töltések építésével beinduló árvízmentesítés még szervesen összefüggő egységet alkotott, s kezdetét vette a Tisza nagyvízi szabályozása.

A Dunát és a Tiszát összekötő csatorna létesítésével már több mint 200 éve foglalkoznak a szakemberek. Az első tervek még kizárólag a hajózást tartották szem előtt. Nagyon sok változatot megvizsgáltak, s később már az öntözés és a vízerőhasznosítás is szerepelt a csatorna feladatai között. A változatok között mély és magas vezetőségű csatornák voltak.

Tulajdonképpen 1715-ben merült fel először a Duna-Tisza-csatorna terve. Az 1792-ben szervezett hajózási társaság 1793–1802 között építette meg a Ferenc-csatornát, majd 1872–1879 között – Türr István kezdeményezésére – épül meg a Ferenc-csatorna vízellátását szolgáló Baja-Bezdáni tápcatorna és a Ferenc József-csatorna. A vízépítés fejlődésének történelmi előzményei pozitívan járultak hozzá az első magyar betonműtárgynak a megjelenéséhez.

2. Az első magyar betonépítmény

Amint a Ferenc-csatorna egyike a legrégebbi csatornáknak (körülbelül egyidős az Erie-csatornával az Egyesült Államokban), úgy büszkék lehetünk rá, hogy az első teljesen betonból kivitelezett hajózsilipet a Kárpát-medencében építették 1854-ben, a Ferenc-csatorna dunai torkolatánál. Ezt külföldön akkoriban rendkívül merész dolognak

tekintették, és az építésnek a híre rövid idő alatt messze földön elterjedt. A hajózsilip, az úgynevezett Ferenc József-zsilip tökéletesen megfelelt az elvárt műszaki igényeknek.

Építője Mihálik János miniszteri építészeti felügyelő volt, egyike a legkitűnőbb és legleleményesebb magyar mérnököknek. Cementgyár akkor még nem volt, a cementet kamenicai márgából saját maga égette.

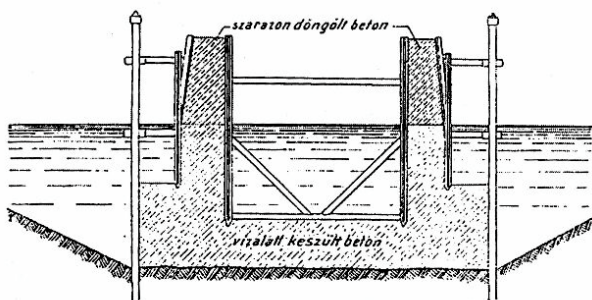
A különben rendkívüli gonddal és körültekintéssel végrehajtott építést 1860-ban Berlinben megjelent könyvében írta le: „Praktische Anleitung zum Beton-Bau nach eigenen Versuchen und Erfahrungen von Johann von Mihálik K. K. Ministerial-Bau-Inspector. Berlin 1860. Theobald Grieben.”

Bár ez a könyv német nyelven és Berlinben jelent meg, mégis sok tekintetben ez képezi azt az alapot és kiindulópontot, amelyre a további betonépítések hazánkban támaszkodtak. Hogy mennyire méltányolták Mihálik könyvét külföldön, jellemzi az, hogy két kiadást ért meg.

Mivel az építésnek sok részlete nemcsak történelmi szempontból érdekes, hanem műszakilag is figyelemreméltó, a következőkben röviden ismertetjük a betonműtárgy kivitelezését.

3. A betonműtárgy kivitelezésének körülményei

A Duna 1823-ban egy nagy árhullám levonulása alkalmával új medret hozott létre magának, és elhagyta a monostorszezi kanyart, melybe a Ferenc-szatorna torkolati zsilipje nyílt. Ez, az ilyen módon az élővíztől elzárt ág, a lassú feliszaposodás következtében már nem biztosította a mindenkori hajózást, sőt végeredményben a Dunától való teljes elzárás veszélyével fenyegetett.



1. ábra

*A Ferenc József zsilip keresztmetszete
A falak felső része
szárazon tömörített betonból készült*

Ezért elhatározták, hogy a Ferenc-szatornát Monostorszeztől kiindulva, folytatólag Bezdán érintésével meghosszabbítják, és hasonló eset elkerülése végett Batinával szemben torkoltatják a Dunába,

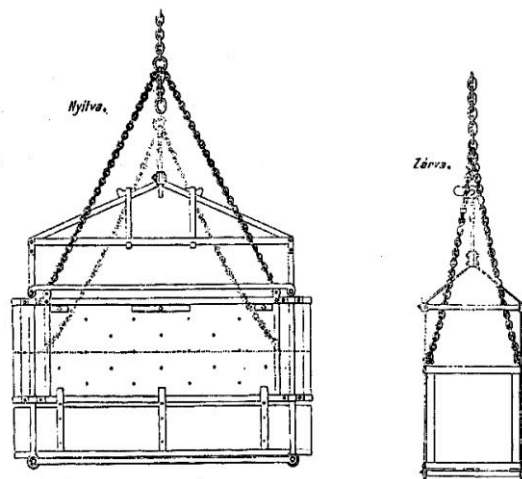
ahol a meder már természetből fogva biztosítva volt. A Ferenc József-zsilipet itt építették.

Minthogy ezen a helyen az altalaj erősen vízátteresztő homok volt, és ezért a 2050 m² alapterületű munkagödörnek szivattyúzással való szárazon tartása lehetetlennek látszott, az alapot és a falak egy részét egy darabból víz alatti betonozással készítették.

A küszöbök a legkisebb vízszint alá 1,80 méterre kerültek. A 2,50 m fenéklemez és a 11,0 m magas falak mintegy 7,0 m magassáig süllyesztő szekrények segítségével víz alatti betonozással készültek. A falak felső része szárazon tömörített betonból készült (1. ábra).

A betonozás éjjel-nappali munka mellett 90 napig tartott. A napi teljesítmény a víz alatt készített alapnál átlag 161 m³, az összes betonmunka tömege pedig mintegy 19.000 m³ volt.

A munka menete röviden a következő volt: a munkagödört a talajvíz szintjéig szárazon, ezután pedig úszókotróval emelték ki, és a zsilip alapját vezércölöpök között egymás mellé levert 30 cm erős pallókból álló szádfallal vették körül. A víz alatti betonozást összesen hat süllyesztő szekrényrel végezték. A süllyesztő szekrények hossza 2,50 m, magassága és szélessége 0,80 m volt (2. ábra).

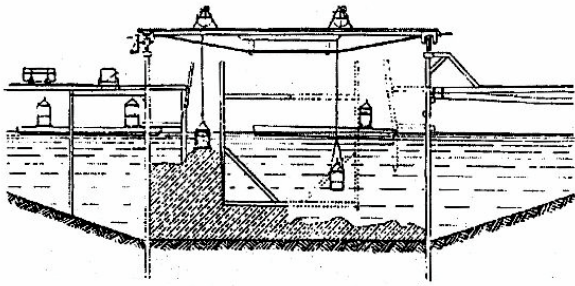


2. ábra

A víz alatti betonozásnál használt süllyesztő szekrények rajza

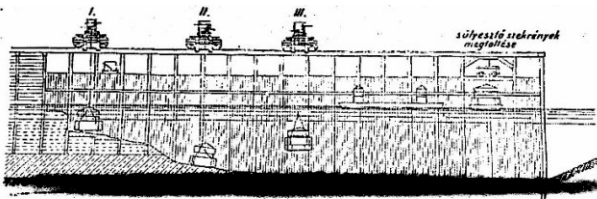
Egy ilyen szekrényel egyszerre 1,7 m³ betont lehetett elhelyezni. A süllyesztő szekrényeket kereken járó csörlőkkel emelték és süllyesztették, melyek a munkateret áthidaló tolópadokon keresztirányban, tehát az alapgödör szélességében voltak tovább mozgathatók.

A tolópadokat viszont a szádfal vezérlőcölöpeire erősített vágányon a munkagödör hosszirányában lehetett továbbtolni (3., 4. ábra).



3. ábra

A Ferenc József-zsilip építése – keresztmetszet



4. ábra

A Ferenc József-zsilip építése – hosszmetset

Egy-egy, a munkagödör hosszában mozgó tolópadon két süllyesztő szekrény felváltva dolgozott. Három ilyen tolópadon összesen hat szekrény működött. A betonozást a felső fejnél a III. számú tolópadról kezdték meg 7,0 méter mély vízben. A 2,50 m vastag fenéklemezt három egymás után haladó tolópadról három egyenlő, vastagon terített rétegből készítették.

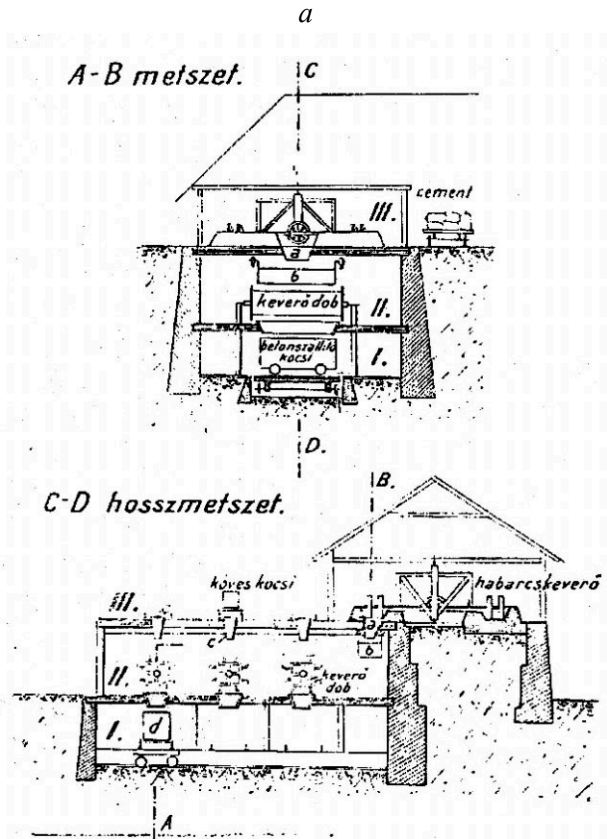
Egy szekrénnel egyszerre 0,85 m magas réteget lehetett elkészíteni.

Minthogy abban az időben még nem voltak cementgyárak, és a cement nem volt kereskedelmi cikk, a betonozáshoz szükséges cementet a helyszínen készítették. A cement készítéséhez használt nyersanyag a Kameniezáról szállított márga volt (25–30 százalék anyag, 55–60 százalék mész). A nyersanyag égetésére öt kemence épült. A kiégetett anyagot három őrlőmalomban őrlték meg és hordókban raktározták. A beton anyagát az említett mészmárgából gyártott cement, Duna-homok és a közeli batinai bányákban termelt zúzott kő képezte. A zúzott követ adagolás előtt alaposan megmosták.

Mihálik a betonkészítéshez határozottan jobbnak tartotta a sarkos zúzott követ, mint a sima kavicsot. Igen fontosnak tartotta azt is, hogy a felhasznált kőanyag portól és piszoktól gondosan meg legyen tisztítva.

Az adagolást térfogat szerint végezte. A keverési arány a zsilipnél 1 rész cement, 2 rész Duna-homok és 4 rész zúzott kő volt (1:2:4). Ezzel a keverési aránnyal készült betonnak 1 m³ súlya nedves álla-

potban lazán 1500 kg, beépítve megkeményedés után 2057 kg volt. Ezt a súlygyarapodást Mihálik a tömörítésnek tulajdonította. Megjegyzi, hogy 1 m³ 1:2:4 arányban kevert beton előállításához 1 1/3–1 1/4 m³, 1:2:5 arányú betonból pedig 1 1/5 m³ nedves anyag volt szükséges.



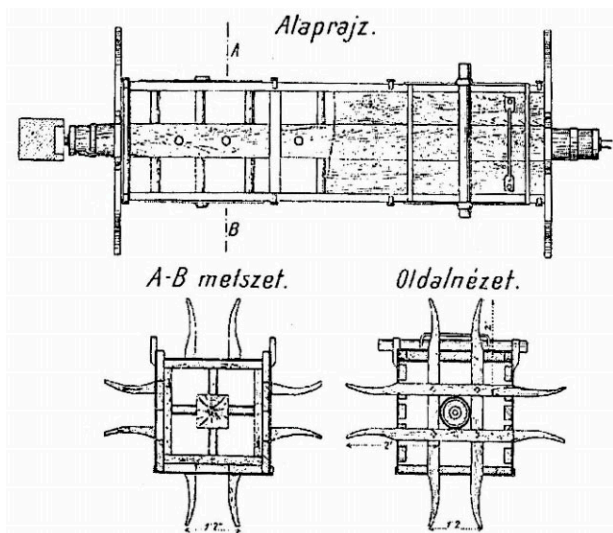
5. ábra

A Ferenc József zsilip építésénél használt betonkeverő berendezés vázlatos rajz
Az építkezés beton „üzeme”

Megemlíti, hogy a zsilip előtti partfal építésénél, ahol a keverési arány 1:2:5 volt, a tömörítés következtében előállott térfogatcsökkenés kisebb méretű volt, és jobb betont kapott. Ezt azzal magyarázza, hogy az 1:2:5 arányban kevert betonnál a habarcs éppen kitöltötte a kő hézagait, és nem volt habarcsfelesleg; mint az 1:2:4 arányban kevert betonnál.

Kísérletei a beton szilárdsági vizsgálatára is kiterjedtek. A kísérletek egyes próbatestek készítéséből és töréséből állottak. A próbatestek mérete, kora a töréskor nem volt egyenlő, és ezért az eredmények egymással összefüggésbe alig hozhatók.

A beton készítése két részből állott: először habarcsot készítettek, és aztán külön keverődobokban a habarcsot a zúzott kővel betonná keverték.



6. ábra

A Ferenc József zsilip építésénél használt betonkeverő dob vázlatos rajza
Vízszintes tengelyű keverődobok

A betonkeverő berendezés és annak működése röviden a következő volt. A keverőtelep három emeletből állott. A legfelső, III. emeleten négy habarcskeverő volt felállítva. A keverést egy kör alakú vályúban két egymásra merőlegesen álló tengelyre erősített nyolc darab keverőkerék végezte. A megkevert habarcs a keverővályúból egy kis zsilip („a”) megnyílásával (5. ábra) az alacsonyabban fekvő II. sz. emeleten, függő pályán futó, nyitható fenekű habarcsszállító szekrénybe esett („b”). A habarcsszállító szekrények a II. emeleten elhelyezett betonkeverő dobok felett mozogtak. A habarccsal megtöltött szállítószekrényt (b) a keverődob feletti állásában kinyitva, a habarcs a keverődobba esett. Ezután a keverődobok felett alkalmazott tölcésérek (c) segítségével (a III. emeleten futó kavicskocsik fenekét kinyitva) adagolták a keverődobba a zúzott kavicsot.

A keverődobok négyoldalú hasáb alakú szekrények voltak, melyeket vízszintes tengely körül lehetett forgatni. A keverést a tengelyre erősített keverőkarok végezték. Miután a betont a keverődobnak 8-12-szer való körülforogatásával megkeverték, kinyitották a keverődob fenekét és a betont az I. emeleten várakozó szállítókosiba („d”) öntötték.

Innen a kész betonnal megtelt kocsikat a munkahelyen víz felett felállított állványra tölték (4.

ábra), mely alatt a töltésre várakozó, süllyesztő szekrényeket szállító tutaj állt. A betonszállító kocsik fenekének nyílásával a beton az alatta lévő süllyesztő szekrénybe ömlött, melyet azután a tutajjal a süllyesztő csörlőkhöz továbbítottak.

Egy habarcskeverő három keverődob részére szükséges habarcsot kevert egyszerre; egy keverődob pedig éppen annyi betont kevert, amennyi egy süllyesztő szekrény megtöltéséhez volt elegendő. Az összes anyagszállító eszköz ehhez a mennyiséghez volt méretezve. A beton készítése, szállítása és elhelyezése tehát meglehetősen körülményes volt. Ilyen nagy apparátust csak megszakítás nélküli éjjel-nappali munkánál lehetett kihasználni. Elgondolhatjuk, hogy a naponként megszakított üzemnél ilyen nagy gépezet – betonnal érintkező – egyes elemeinek tisztítása mennyi anyag- és idővesztéssel járt volna.

4. Összefoglaló értékelés

Érdekes, hogy a keresztmetszélynyt és a munkaberendezések elvét illetően a nussdorfi zsilip építése mennyire hasonló a Ferenc József-zsilip építéséhez. Lehet, hogy ez csak a pusztán véletlen játéka, annyi azonban bizonyos, hogy Mihálik könyvét külföldön jobban keresték és többet forgatták, amit világosan bizonyít az a tény, hogy ez az értékes technikai mű rövid időn belül két kiadást ért el.

Mihálik zseniális és nagyszabású építési módja és berendezése – még ha az akkori primitív hazai viszonyokból folyó nagy nehézségeket nem is tekintjük – méltó arra, hogy az utókor meghajtsa előtte az elismerés zászlóját.

Irodalom

- [1.] Mihálik, J.: Praktische Anleitung Zum Beton-Bau, nach eigenen Versuchen und Erfahrungen von Johann von Mihálik, K. K. Ministerial-Bau-Inspector, Berlin 1860. Theobald Grieben
- [2.] Lampl, H., Sajo, E.: A beton. Budapest 1914
- [3.] Bogdany, Ö.: a vízierő I-II. Budapest 1914
- [4.] Viczián, E.: Magyarország vízierői. Budapest 1913
- [5.] Mihálik, A.: ÉPKO '98. Székelyudvarhely 1998. június 5–7. Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság – EMT.

Főbb erdélyi homoktípusok

dr. Szőcs Katalin

A természetes kőzetek képződésüktől függően lehetnek vulkánikusak, mint a gránit, bazalt, üledékesek, mint a márga, mészkő és átalakulással képződtek, mint a kvarc, márvány, pala stb.

A légköri nedvesség és a hőmérséklet-ingadozások hatására a legkülönbébb ásványok és kőzetek felaprózásával homok keletkezik. A homok jelentős hányadát kvarcsemcsék alkotják. A homokot az ember régóta felhasználja elsősorban építőanyagként, edények készítésére és később a fémek öntésénél. Ma is nélkülözhetetlen a beton és vakolat készítésénél, az üvegyártásban és a fémiparban. A természetes homok összetevői a kvarc és 5-25% egyéb ásványtörmelék, de ritkábban lehet cirkon, olivin vagy krómérc-homok is.

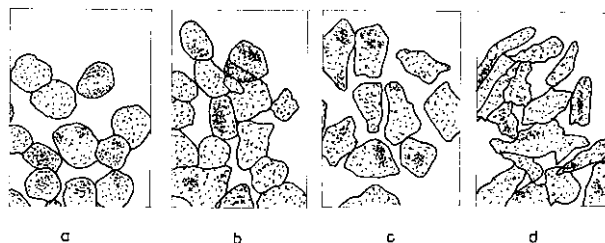
A kvarc a hatszöges rendszernek tetraéderez osztályába tartozó alakban kristályosodik. A kristályok hatszöges bipiramisok vagy oszloposak. Az egy tömbben található kvarc nem hasad és töréssel szilánkossá válik. Át nem alakuló homoknak nevezzük a kvarc felaprózásából kialakult homokot; átalakuló homoknak a más ásványból keletkezett homokot. A mészkő, a dolomit, glaukonit és minden vízben viszonylag kis mértékben oldódó ásvány átalakuló homokot ad. A kvarc számos kőzetnek: gránit, gnájsz, csillámpala, kvarcporfir, homokkő, lényeges részét alkotja.

Tiszta kvarcra beszélünk, ha szilícium-dioxid-tartalma meghaladja a 95%-ot. Nálunk Orsova határában bányásznak jó minőségű kvarcot 98,0-98,8% SiO₂ tartalommal. Megőrölve 5 mm szemcsenagyságnál kisebb közüzalékként igen értékes nyersanyaggá válik a fémipar számára. Jó szigetelő-képessége, hőállósága és térfogat-állandósága révén az elektromos indukciós kemencék béleléséhez a zúzott kvarc nélkülözhetetlen. A fémipar drága alapanyagai közé tartozik, mert nagy keménysége miatt kitermelése és őrlése igen nehéz és költséges. A kvarc a Mohs-féle keménységi skálán a hetedik fokozatot foglalja el.

Az apróra zúzott kvarc 1-2% bórsavval keverve bedöngölés és szinterizálás után hőálló bélésanyagot képez a savanyú salakkal dolgozó fémolvasztó kemencék esetében. Bázikus salak jelenlétében is használható, de fajlagos fogyasztása nagyobb a savas jellegű kvarc és a salak közti kölcsönhatás miatt. Mind a felhasznált zúzott kvarc minősége, mind a bedöngölés módja szigorú biztonságtechnikai követelményeknek kell hogy megfeleljen, mert a bélésen keletkezett bármely kis rés a fémfűrdő jelenlétében robbanáshoz vezet a kemencét hűtő vízköpeny miatt. A jó tömöríthetőség érdekében a

0,1 mm-nél kisebb kvarcüzalék részaránya 35-40% kell hogy legyen. Nálunk a Kolozsvári Bányai Kutatóintézet készíti a szabványnak megfelelő kvarc-bórsav keveréket. A zúzott kvarc üvegyártásra is kitűnő nyersanyagként használható, de magas ára miatt jelenleg az olcsóbb és kevesebb szilícium-dioxidot tartalmazó mosott bányahomokot részesítik előnyben.

A légköri hőmérséklet-ingadozások hatására keletkezett homokszemcsék szögletesek, szilánkosak. A víz és a szél által mozgatott kőzettörmelék sarkai legömbölyödnek, különböző alakú és méretű kavics, homok keletkezik. A nagyobb fajsúlyú kőzetek egyenletesebb méretű szemcséket adnak, mint a könnyű palás kőzetek. A könnyebb kőzetek hamar porrá aprózódnak fel. Minél keményebb fajta a kőzet, a kapott szemcse a kopásnak annál tovább ellenáll. Gömbölyű szemcséjű homok és kavics csak a keményebb kőzetnemekből képződik. A szemcsék formája nemcsak a kőzet minőségétől, hanem a koptatási időtől is függ. Épp ezért a folyami homok kevésbé gömbölyű mint a tengerparti. A homokszemcsék formája a homok egyik minőségi jellemzője, mely az eladási árat is befolyásolja. Eszerint négy minőségi csoportot különböztetünk meg, ezek: gömbölyű, tojásdad, sarkos és szilánkos.



1. ábra. A homokszemcsék alakja:
a - gömbölyű; b - kerekded;
c - szögletes; d - szilánkos

Az építőipar előszeretettel használja, a fémipar pedig kimondottan igényli a gömbölyű szemcséjű homokot. Mindez azért van, mert a felhasználáshoz szükséges kötőanyag-mennyiség illetve a keletkezett öntött felület minősége is függ a homokszemcse alakjától. A kötőanyag-szükséglet annál nagyobb minél jobban eltér a szemcse alakja a gömbölyű formától. Így például egy szilánkszerű homok 10% betonittal ugyanolyan szilárdságú keveréket ad, mint egy gömbölyű szemcséjű homok 5% betonit hozzáadásával. A gömbölyű szemcséjű homok használatának egy másik nagy előnye, hogy simább felületű betont, illetve szebb felületű öntvényt csak ilyen homokkal nyerhetünk, mert a keverék folyékonysága annál nagyobb, minél göm-

bölyűbb a homok szemcséje. Egy domborművet vagy bonyolultabb felületű öntvényt csakis gömbölyű szemcséjű homok felhasználásával kaphatunk. Ezért az építő- és fémipar az adott kötőanyagból és homokból kapott keverék folyékonyságát megfelelő mérőműszerekkel állandóan ellenőrzi.

A 0,063 mm-nél kisebb átmérőjű részecskéket lebegőanyagoknak nevezzük. Egy homok agyagtartalma, akárcsak a szemcsék alakja keletkezési módjára is utal. A folyóvíz által sodort homok szemcséi sarkosak vagy épp szilánkszerűek és a lebegőanyag-tartalmuk is nagyobb. A tengervíz által görgetett homok szemcséi gömbölyűbbek és agyagtartalmuk alacsony, rendszerint 3-5% között változik. Ugyanakkor a lebegőanyag szilícium-dioxid-tartalma is magasabb, legtöbbször 85% feletti.

sekkel való mosás után a különböző szitafrakciók nem csak a szita méretének megfelelő szemcseméretet tartalmaznak. A szemcsék méretét, átmérőjét [D] mm-ben fejezzük ki. Üveggyártásra gyakorlatilag a pár centiméteres kavicsból az egész apró homokig bármely méretű és egyenletességi fokú mosott homok felhasználható. Gazdasági okokból az olvasztási idő rövidítése érdekében előszeretettel használják az apróbb homokot, ha a szilícium-dioxid-tartalma elég magas. Az építőipar a betonkeverékbe a nagyobb méretű kavicsból a finom mosott homokig vegyi összetételétől függetlenül mindent felhasznál. A fémipar egyenletesebb szemcséjű és meghatározott szemcsenagyságú homokot igényel. Nagyobb szemcsenagyságú homok a nagyobb öntvények, az apróbb granulációjú pedig a kisebb öntvények gyártásához kell. A fémipar jelenleg a legnagyobb homokigénylő és négy granu-

1. táblázat. Az agyagos homokok osztályozása (STAS 5609-87)

Osztály	Elnevezés	Összetétel %					
		Lebegő anyag	SiO ₂ min.	CaO+MgO max.	Fe ₂ O ₃ max.	Na ₂ O+K ₂ O max.	Kén szulfidok formájában
N10	Gyenge	1,51-10,0	-	2,0	-	-	-
N20	Közép	10,1-20,0	-	2,0	+	-	-
N30	Erős	20,1-30,0	-	2,0	-	-	-

A lebegőanyag-tartalom a természetes homok egyik minőségi jellemzője, mely szerint a homok lehet gyenge, közép és erősen agyagos.

Az építőipar a gyengén agyagos homokot használja. A fémipar az erős, 12-18%-os lebegőanyag-tartalmú homokot előszeretettel használja főként színes fémek öntéséhez, gazdaságossága révén. Víz jelenlétében az agyag kötőanyagként viselkedik és bizonyos szilárdságot kölcsönöz a belőle készített formának. Olcsó nyersanyag azért is, mert öntés után újra felhasználható kis mennyiségű friss agyag pótlásával.

A természetes homok minősége rétegenként változik. Az agyag és por kimosásával javíthatók a homok fizikai tulajdonságai. Ez azért is szükséges, mert egy jobb kötőanyag használatánál – cement, betonit, furángyanta – a lebegőanyag rontja a keverék minőségét. Mosás után három minőség forgalmazható a megfelelő kereskedelmi árral: 0,25%, 0,5% és 1% lebegőanyag-tartalmú homok.

Mosott homokot igényel az üvegipar, az építő- és a fémipar is. A mosott homok másik fontos minőségi jellemzője a szemcseméret és a szemcsék egyenletességi foka. A meglevő ipari berendezé-

lációs csoportba tartozó homokot használ: 0,1-0,2 mm, 0,2-0,3 mm, 0,3-0,4 mm és 0,4-0,5 mm közepes szemcsenagyságút. A közepes szemcsenagyság a homok egyik fontos minőségi jellemzője, az a méret, amely a halmaz szemcséinek 50%-át képezi. Ezért egyezményes jele M50. Az egyenletességi fok az M50-hez közeli méretű szemcsék arányát jelenti, jele GU, melyet az 1. ábrán feltüntetett granulációs görbe segítségével a következő képlettel számítják ki:

$$GU = 4/3 \times M50 - 2/3 \times M50$$

Mosás és egy szitasorozaton való átrostálás után lemérjük a szemcsefrakciókat.

A frakciók százalékban kifejezett értékét a 2. táblázatban tüntettük fel. Az 2. ábrán látható granulációs görbe abszcisszáján tálalhatjuk a szemcse illetve a szitaméretet, és az ordinátán a megfelelő szemcseméretnél kisebb méretű összesített frakciókat. A granulációs görbe a közepes szemcsenagyság M50 és az egyenletességi fok GU kiszámítására szolgál.

2. táblázat. A szemcsék eloszlása a különböző méretű szitán

Szemcse- és szitaméret, mm	A szitán maradt homok, %	A szitán átment homok, %
1	2	3
1,0	3,0	97
0,63	5,0	92
0,40	17,0	75
0,315	15,0	60
0,20	38,0	22
0,16	9,0	13
0,10	7,0	6
0,063	4,0	2
Tal	2,0	-

Az abszcisszán a szemcseméretnek megfelelő logaritmusérték található, mégpedig $\lg D+2$ azért, hogy a számításokat a koordináta-rendszer első negyedében végezhessük el. A szemcsék 50%-ának megfelelő méret 0,275 mm, mely a közepes szemcsenagyság, M50. Az abszcisszán leolvassuk a 4/3M50 és 2/3M50-nel megfelelő $\lg D+2$ értéket, melyet antilogaritmálva 0,365 mm ill. 0,183 mm-t kapunk, melyek értékének 70% illetve 18% felel meg. Így az egyenletességi fok értéke: $GU = 70-8 = 52\%$

Ez az érték közepes minőségű homoknak felel meg. Egyenletes homoknak számít a 60-70%-os egyenletességi fokkal rendelkező homok.

Vizsgálati eredmények

Erdélyben a Kárpátok gyűrűjében számos, többé-kevésbé gazdag homoklelőhely van. A folyók sodrásával több építkezésre használható homoklelőhely alakult ki az idők folyamán. A legtöbb homok- és kavicslerakódás csak helyi építkezésekhez használható fel. Kutatásainkat ezekre nem terjesztettük ki.

Tanulmányoztuk a nagyobb tömegben található és egyenletesebb szemcséjű, főleg Erdélyben található homokbányák nyersanyagát. Vizsgáltuk vegyi összetételüket, szemcsézetüket, a szemcsék alakját és lebegőanyag-tartalmukat. Vizsgálataink eredményeit a 3. és a 4. táblázat tartalmazza.

Egeres nemcsak Erdély, hanem országunk egyik

3. táblázat. A homokok vegyi összetétele

Sorszám	Összetevő %	Egeres	Pappfalva	Doklány	Văleni de Munte	Szeltersz	Hídvég
1.	SiO ₂	97,19	82,5	70,14	95,85	89,24	96,86
2.	Fe ₂ O ₃	0,57	0,85	1,2	0,85	1,48	1,75
3.	Al ₂ O ₃	1,05	7,8	8,1	3,7	5,02	1,51
4.	CaO	0,28	2,5	6,73	0,85	2,66	1,10
5.	MgO	0,29	1,8	0,54	0,10	0,18	0,38
6.	Na ₂ O+K ₂ O	0,31	0,61	0,43	0,20	0,65	0,18
7.	Izzítási veszteség	0,30	3,68	5,3	1,12	0,91	0,65
8.	Lebegőanyag-tartalom	0,50	15,6	19,8	1,2	11,3	1,5

4. táblázat. A homokszemcsék mérete

Sorszám	Jellemző	Egeres	Pappfalva	Doklány	Văleni de Munte	Szeltersz	Hídvég
1. Granuláció szita mm, %-ban							
	1,0	3,0	-	0,5	-	0,2	-
	0,63	5,0	-	13,8	0,50	0,4	-
	0,40	17,0	1,58	62,2	8,80	0,4	10,0
	0,315	15,0	2,43	13,0	7,20	3,4	32,0
	0,20	38,0	14,23	3,0	20,0	22,6	53,5
	0,16	9,0	30,2	5,1	17,40	20,0	1,0
	0,10	7,0	31,0	2,0	32,55	18,6	3,0
	0,063	4,0	13,0	0,25	13,0	18,6	0,5
	tal	2,0	8,75	0,25	2,5	13,4	0,01
2. Közepes szemcsenagyság, M50, mm-ben							
		0,275	0,130	0,440	0,162	0,132	0,170
3. Egyenletességi fok, %-ban							
		52	56	34	53	36	56

legjelentősebb homoklelőhelye. Az egeresi lelőhelyen a kvarchomok viszonylag tisztán található, mosás előtt alig 2-5% lebegőanyagot tartalmaz. Az egeresi homok lényegében melléktermék, mivel a bányászás a perlittartalom miatt indult el és folytatódik ma is. Nem elhanyagolható a homok jó minőségű 5-15%-os kaolintartalma sem.

A 3. ábra a homok szemcséit mutatja negyven-szeres nagyításban. Szemcséi inkább sarkosak, az élek egy kissé legömbölyítettek. A szemcsesforma után ítélve víz által görgetett homokok közé tartozik, a kis lebegőanyagtartalma viszont a tenger vizére utal. Országunkban itt található az egyetlen olyan mosó- és rostáló berendezés, amely a kerámia-, az üveg- és a fémipar számára tiszta kvarchomokot állít elő négy szemcsesfrakcióban. Vegyi összetétele (3. táblázat) 97,19% SiO_2 -nak felel meg mosás után.

Az eltávolított lebegőanyag fele szilícium-dioxid és fele alumínium-oxid. A kis kalcium-oxid-tartalom nagyon kevés kagylótöredék jelenlétére utal. A legnagyobb méretű szemcsesfrakciót, mely több milliméter nagyságrendű szemcséket is tartalmaz, az üvegipar használja fel, valamint a kerámiaiparban csempegyártásra használják. A fémipar a három kisebb átmérőjű szemcséket tartalmazó frakciót értékesíti.

A Micske (Măscă – Bihor) völgyében található a legtisztább erdélyi kvarchomok, Báródtól északra. Ez felső-krétai eredetű. Ipari hasznosítása még várat magára. [12]

Kisebb kvarchomoklerakódás található a Déli Kárpátok déli lejtőjén Văleni de Munte határában.

A fémipar számára mosással egyetlen 0,1-0,2 mm-es szemcsesfrakciót állít elő.

Vegyi összetétele a 3. táblázatban, granulációs jellemzői a 4. táblázatban található. Apróbb és gömbölyűbb szemcséjű homok, mint az egeresi. A belőlük készített keverékek folyékonyasága is különbözik. A 10% bentonitot és 2,6% nedvességet tartalmazó keverék folyékonyasága egeresi homokkal 45-50%, míg a Văleni homokkal 55-60%-ot ad. A Văleni de Munte-i homok szemcséinek alakja a 4. ábrán látható. Gömbölyűbb szemcséjű és drágább homok mint az egeresi. Mosott formában az üvegipar is felhasználja zöld üveg gyártására.

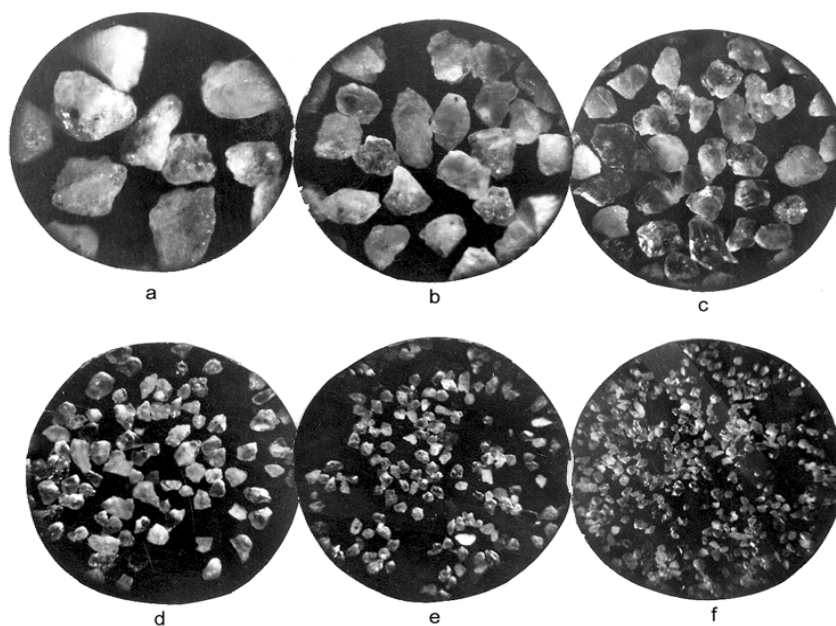
Kisebb tengeri homoklerakódás található Caraorman határában is. Nagy kalcium-oxid tartalma miatt a fémipar számára nem megfelelő hőállósággal rendelkezik. Gömbölyű szemcséjű, egyenletes homok. Kitermelésre vár.

Tengeri homokhoz hasonló gömbölyű szemcséjű kavicsos homoklerakódás található a Zsibóhoz közeli Sárkányok kertjében. (5. ábra)

Lebegőanyagtartalma alacsony, 4-5%, szemcséi gömbölyűek, mely tengeri eredetre utal. A gömbölyű forma szemmel látható a benne található 1-2 cm átmérőjű kavicsokon is. A Sárkányok kertjéből vett homokminta vegyi összetétele a következő: 96,4% SiO_2 , 1,31% Al_2O_3 , 0,51% Fe_2O_3 , 1,5% CaO , 0,30% MgO . A kémiai összetétel szerint a kvarcot kevés kalcium- és magnéziumtartalmú ásvány kíséri. Természeti ritkaságként jelennek meg a homoklerakódásból az eső és szél által kialakított érdekes formák.

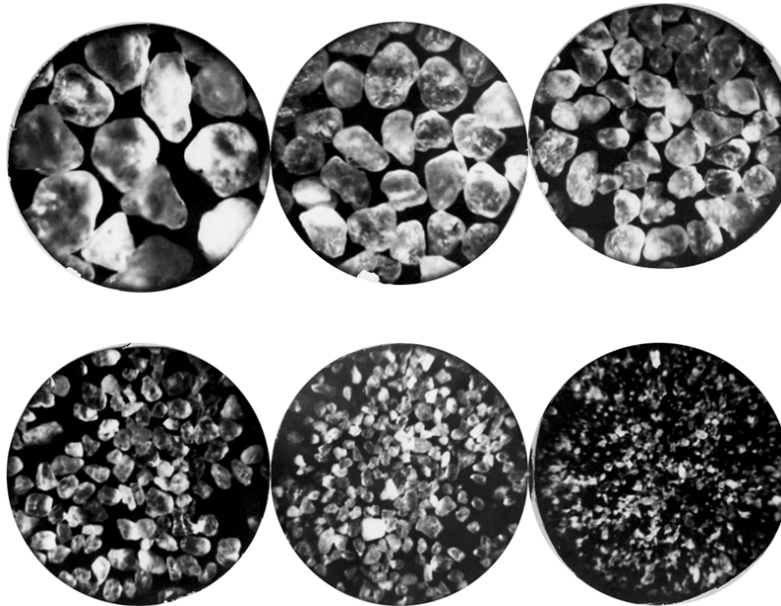
A nagyobb lebegőanyag tartalmú homokokat a folyóvizek sodrása gyűjtötte össze. Nádas-szentmihály (Mihăiești) és Nádaspappfalva (Popești) határában az építő- és fémipar számára igen kedvelt agyagos homok található. Lebegőanyagtartalma 12–18% között van. Közepes szemcsenagysága kisebb mint más agyagos bányahomoknak és egyenetlenségi foka is nagyobb. Épp ezen jellemzői miatt kiválóan alkalmas kis, igényes felületű öntvények formázására. Különösen színes fémek öntésénél nélkülözhetetlen. Vegyi összetételében a 78-89% kvarc mellett agyagásványok találhatóak. Közepes szemcsenagysága 0,11-0,14 mm, egyenetlenségi foka 55-56% között mozog. Erdély egyik legrégebbi idők óta használt bányahomokja. A szemcsék alakját a 6. ábra

szemlélteti. A felvételen láthatjuk a lekoptatott sarkú szemcséket. A pappfalvi homok kitermelése egyidős az erdélyi fémiparral. Koch [13] is említést tesz a pappfalvi homokról, és meghatározza korát a fauna lista segítségével. Három feltárást ír le, az egyik szintben *Pecten solarium* formát említ, ami a Kórodi-formációra utal, ahol „porhanyó, rozsdasárgás, csillámdús a homok”. Ásványtani összetevőjekét említi az ilmenitet, rutilt, leukokrát alkotókat, magnetitet, piritet stb. [14]. Főbb összetevői a kvarc 84-95%-ban, a muszkovit 1,7-3,9%-ban és földpát 1,9-3,3%-ban. Magas agyagásvány tartalma miatt jelentős ioncserélő-képességgel rendelkezik: 3,49 Ca^{2+} ; 1,28 Mg^{2+} ; 0,41 K^{+} ; 0,90 Na^{+} , összesen 6,08.



3. ábra. Az egeresi kvarchomok szemcséi. Nagyítás 40x.

A szemcsék átmérője [mm]: a - 1, b - 0,63, c - 0,40, d - 0,31, e - 0,20, f - 0,10.



4. ábra. A Văleni de Munte-i kvarchomok szemcséi. Nagyítás 40x.

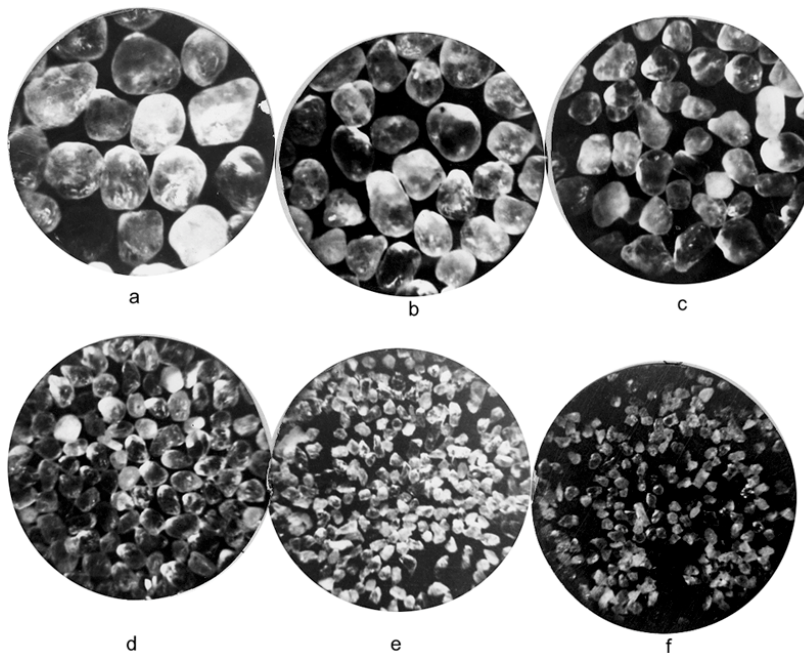
A másik igen hasznos nagy agyagtartalmú homokunk a Krassó-Szörény megyében található doklányi homok. A doklányi agyagos homoknak a legkisebb a szilíciumdioxid-tartalma és a legnagyobb az alumíniumdioxid-tartalma. Szemcséinek alakját a 7. ábra szemlélteti.

Az eddig feltárt és kitermelt legnagyobb agyagtartalmú és szemcsenagyságú homokunk. Lebegőanyag-tartalma 18-25%, szemcsenagysága 0,22-0,31 mm között van. Egyenletességi foka csak 30-

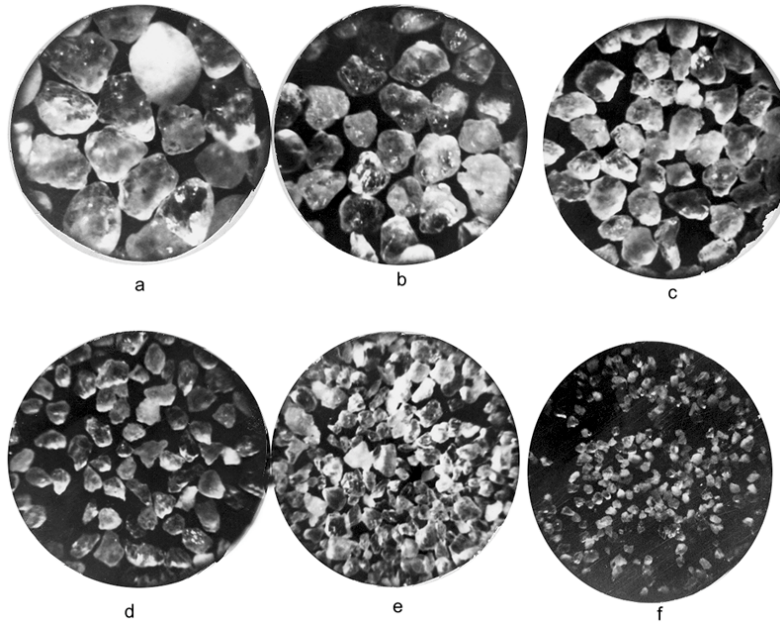
40%. Nagy méretű öntvények formázásához használata gazdaságos.

Az 5. táblázat a fontosabb, iparilag kitermelt homok technikai jellemzőit szemlélteti.

A Kárpátok lejtőin gyakran találunk kisebb-nagyobb mennyiségben homoklerakódásokat. Lebegőanyag-tartalmuk közepes, beton készítéséhez nem a legjobb, de a helyi lakosság mégis használja. Természetes agyagtartalmuk miatt egyeseket öntőhomokként használnak fel, mint a szelterszi, muzsnai,



5. ábra. A Sárkányok kertjében található homok szemcséi. Nagyítás 40x.
A szemcsék átmérője [mm]: a - 1, b - 0,63, c - 0,40, d - 0,31, e - 0,20, f - 0,16.



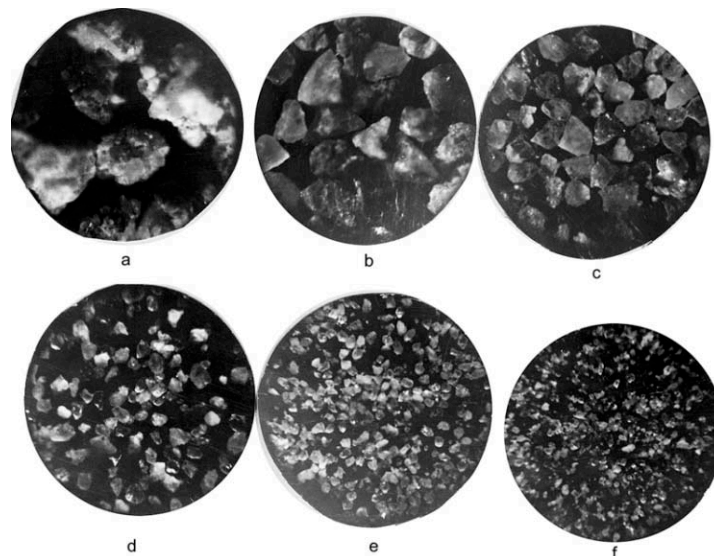
6. ábra. A nádasszentmihályi homok szemcséi. Nagyítás 40x.

A szemcsék átmérője [mm]: a - 1, b - 0,63, c - 0,40, d - 0,31, e - 0,20, f - 0,10.

rókadombi homokot. Nem elhanyagolható a váritikói vagy a moigradi homok sem. A hídvégi homok kvarctartalma elég magas, 96,86%, de kisebb lerakot lévén ipari mosására nem került sor. A 3. táblázatban található vegyi összetételt és a 4. táblázatban található granulációs jellemzőit laboratóriumi mosás után kaptuk. Szemcséi sarkosak, szilánkosak. (8. ábra) Ezeket a folyami eredetű homoklerakódásokat a helyi fémipar gyakorta felhasználja döngölt forma készítésére.

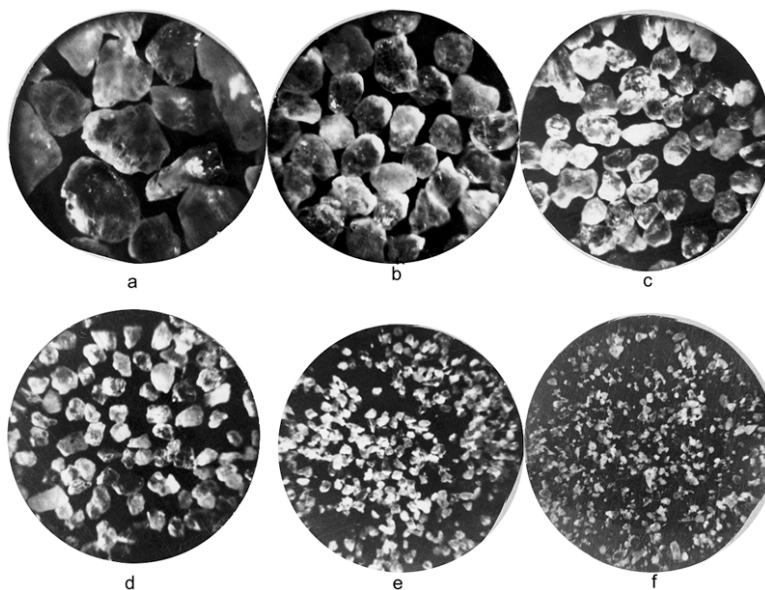
A rókadombi (Kolozs) agyagos homokról Koch Antal [13] is említést tesz: „Kolozsvártól délre, a monostori Papp-patak völgyének északi lejtőjén sárga homokból a Pecten solarium cserepei nagy mennyiségben találhatóak. A Rókadombnál (Coasta cel Mare) a homokréteg vastagsága 30 m-re becsülhető. Uralkodó a sárga, finom szemű homok. Itt 10-24 m hosszú tárnákat is hajtottak a hegyoldalba.”

A folyami eredetű kisebb homoklerakódások



7. ábra. A doklányi homok szemcséi. Nagyítás 40x.

A szemcsék átmérője [mm]: a - 1, b - 0,63, c - 0,40, d - 0,31, e - 0,20, f - 0,16.



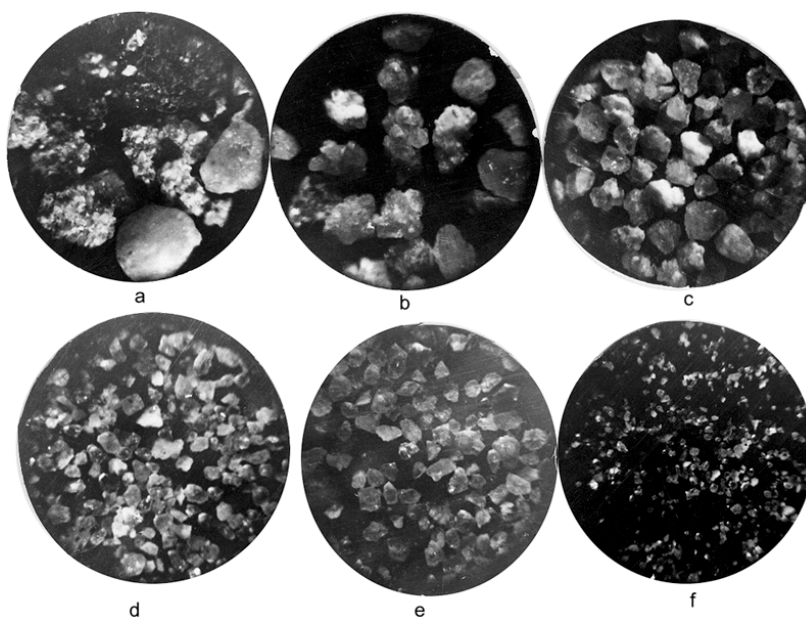
8. ábra. A hidvégi homok szemcséi. Nagyítás 40x.

A szemcsék átmérője [mm]: a - 1, b - 0,63, c - 0,40, d - 0,31, e - 0,20, f - 0,10.

szemcséi nagyon sokszor több rész konglomerátumot tartalmaznak, mint például a szelterszi homok. (9. ábra). Az ilyen homok beton készítéséhez hasznosítható, ha agyagtartalma nem túl magas. A fémipar számára nem felel meg, mert az öntési hő hatására könnyen széthull apró darabokra és a forma gázáteresztő képességét csökkenti. Ez a folyamat az öntési selejt növekedéséhez vezet.

Vizsgálatainkat a nagyobb lelőhelyeken található kvarc- illetve homokféleiségekre terjesztettük ki.

Felhasználásuk minőségi jellemzőiktől függ, mint az agyagtartalom, a szemcsék alakja, mérete és egyenletessége, vegyi összetétele. Tanulmányozásukat tovább lehet folytatni. Kutatásaink nem terjedtek ki a Kárpátok lejtőin található féldrágakövekre, melyek zömét kvarc képezi; hogy hol található a tiszta kvarcot tartalmazó hegyikristály, a szénnel és nitrogénnel szennyezett füstkvarc, a vasrodanitos ametiszt, a titán-oxidos rózsakvarc, a vasoxihidrátos jáspis stb.



9. ábra. A szelterszi homok szemcséi. Nagyítás 40x.

A szemcsék átmérője [mm]: a - 1, b - 0,63, c - 0,40, d - 0,31, e - 0,20, f - 0,10.

Irodalom

- [1.] WINTERHALTER, J., *Wirkung feinförmiger Bestandteile*, Giessereiforschung, 32, 1980, nr. 1, 17-18
- [2.] ȘTEFĂNESCU, C., *Materiale și amestecuri de formare*, Editura Tehnică, București, 1971
- [3.] HOFFMAN, F., *Handbuch der Giessereitechnik*, 1980, 2, 910
- [4.] COSNEANU, C., *Materiale auxiliare pentru turnătorii*, Editura Tehnică, București, 1983
- [5.] BUDNICOV, P.P., *Tehnologia produselor ceramice*, Editura Tehnică, București, 1953
- [6.] NOWACKI, K., BINDERNAGEL, I., ORTHS, K., *Zur Beschreibung und Bewertung von Formstoffsystemen*, Giesserei, 57, 1970, nr. 21, 661
- [7.] DELEZEK, J., *Grundeigenschaften von Quarzsanden für Formmischungen mit organischen Bindemitteln*, Livarski Vest., 25, 1978, nr. 3, 65
- [8.] WINTERHALTER, *Wirkung feinförmiger Bestandteile*, Giesserei-Forschung, 1980, nr. 1, 17-28
- [9.] SZŐCS K., *Analiza nisipurilor din zona Harghitei*, Metalurgia, 29, 1977, nr. 5, 252
- [10.] KLEINHEYER, U., *GIFA 79*, Formverfahren, Form- und Hilfsstoffe
- [11.] Mészáros, N., Barbu, O., Codrea, V., *The nanoplankton from the Șuncuiș formation, lower liassic, Pădurea Craiului Mountains, Western Romania*. Studia Universitatis Babeș-Bolyai, Geologie, XL IV, 2, 1999 Cluj
- [12.] Mészáros, N., Lebenzon, C., Ianolin, C., Pion, N., *Stratigraphisches studium der Senon-Ablagerungen auf Grund der Nannoplankton des Boroder-beckens*. Nymphaea IV, p. 115-132, 1976 Oradea
- [13.] Koch, A., *Az erdélyrészi medence harmadkori képződményei. I. Neogén csoport*. Magyarhoni Földtani Társulat, Budapest 1900
- [14.] Doc. Transgex, 108/1997, *Evaluarea rezervelor de nisipuri cuarțo-caolinoase din zăcămintul Popești, jud. Cluj*, Krauthner, Études géologiques dans la Pădurea Craiului. CR. Inst. geol. Roum. 1941.