

**A szerkesztőség címe:**

3400 Kolozsvár,  
B-dul 21. Decembrie 1989., nr. 116.  
Tel/fax: 40-64-190825, 194042  
Levélcím: RO - 3400 Cluj,  
C.P. 1-140.  
E-mail: szemle@emt.ro  
Web-oldal: http://www.emt.ro  
Bankszámlaszám:  
Societatea Maghiara Tehnico-Stiintifica  
din Transilvania  
BCR-Cluj 2511.1-815.1 (ROL)

**Szerkesztobizottság elnöke:**

Dr. Köllő Gábor

**Szerkesztobizottság tagjai:**

Dr. Bíró Károly, Dr. Kása Zoltán,  
Dr. Majdik Kornélia, Dr. Maros Dezso,  
Dr. Puskás Ferenc

**Kiadja:**

Erdélyi Magyar Muszaki  
Tudományos Társaság – EMT  
Societatea Maghiara  
Tehnico-Stiintifica din Transilvania  
Ungarische Technisch-Wissenschaftliche  
Gesellschaft in Siebenbürgen  
Hungarian Technical Sciences Society of  
Transylvania

**Felelos kiadó:**

Égly János  
az EMT kiadói elnökhelyettese

**Nyomda:**

Incitato Kft.

ISSN 1454-0746

[www.emt.ro](http://www.emt.ro)[emt@emt.ro](mailto:emt@emt.ro)**Tartalomjegyzék**

<b>Turda Dan, Cucu Liviu, Dr. Gobesz Zsongor, Dr. Chiorean Cosmin, Homorodean Daniel</b>	<b>3</b>
Az épületek tartószerkezeti analízisének és optimalizálásának egyfajta szakaszos megközelítése	
<b>Dr. Horváth Ferenc, Dr. Kubinszky Mihály</b>	<b>7</b>
Az erdélyi vasútépítészeti elozményei – V. rész	
<b>Dr. Kazinczy László</b>	<b>15</b>
A dinamikus vasúti járműterhelés elméleti meghatározása a pálya tényleges állapotának figyelembevételével	
<b>Dr. Köllő Gábor, Dr. Kopenetz Lajos, Orbán Zsolt</b>	<b>21</b>
Acélcsövekből kialakítható öszvérszerkezetek	
<b>Dr. Mihalik András</b>	<b>33</b>
Eloregyártott vasbetonelemekből kivitelezett támasztó szerkezetek, vasalt földtámrendszerek a mélyépítési, vízepítészeti és közlekedési gyakorlatban, ezek pozitív hatása az építkezés környezetére – III. rész	
<b>Liegner Nándor</b>	<b>39</b>
Módosított összetett koszinusz-átmenetiíves kitéró és vágánykapcsolás geometriai terve és kizugási adatai	

A kiadvány megjelenését támogatta



ILLYÉS KÖZALAPÍTVÁNY – BUDAPEST

OKTATÁSI ÉS KUTATÁSI MINISZTERIUM – BUKAREST

# Az épületek tartószerkezeti analízisének és optimalizálásának egyfajta szakaszos megközelítése

*Turda Dan, Cucu Liviu, Dr. Gobesz Zsongor,  
Dr. Chiorean Cosmin, Homorodean Daniel*  
Kolozsvári Muszaki Egyetem, Románia

## 1. Bevezeto

A számítástechnika fejlődése természetszeruen maga után vonja más tudományterületek eszköztárának a minoségi és mennyiségi bovuését, ezáltal lehetoséget teremtve új elméleti modellek alkotására, illetve alkalmazására is. Az e cikkben vázlatos leírásra kerülo kutatás még jóformán gyerekcipoben jár. Mind a bemutatásra kerülo eszköztár, mind maga a nézopont, valamint az eddig meghatározott jellemzők valószínűleg többszörös átalakuláson illetve fejlődésen fognak átesni az elkövetkezo hónapokban. Az eszköztár saját szerkesztésu komponensei több programozási nyelven íródtak (Java, C, C++, perl és XML), többségük jelenleg is kísérleti fejlesztés alatt áll, ezért még nem üzemképesek.

### 1.1. Genetikai algoritmusok és genetikai programozás

A genetikai algoritmusok (GA) legfőbb jellemzője a biológiai fejlődés utánzása, vagyis: a legmegfelelőbb túlélése. Ennek megfelelően, egy bizonyos népességi alakzatra – több tervezési szempont figyelembevételével – véletlenszerű operátorokat alkalmazunk (determinisztikus operátorok helyett) a körülhatárolt népesség minden egyes tagja esetében. Ezek az operátorok, mint például a mutáció, az átfedés vagy a kiválasztás, biztosítják a szükséges egyedek népességen belüli számát, egyúttal biztosítva a legmegfelelőbb egyedek túlélését a következő generáció kialakulásához.

Lépésenként fogalmazva egy ilyen algoritmus a következőképpen íródna:

01. Tartószerkezetek véletlenszerű népességének a létrehozása;
02. Minden egyed kiértékelése, a feladat megszorításai, valamint a kizáró szabályok alapján;
03. Minden egyed megfelelésének a kiértékelése és a legmegfelelőbb egyedek kiválasztása;
04. Újrateremtés a mutáció és az átfedés genetikai operátorok alkalmazásával;
05. Visszatérés a második lépéshez, ha a kimeneti feltétel nem teljesül.

A genetikai megközelítés magába foglalja a genetikai programozást is. Míg a genetikai algoritmusok egy kromoszómát sorként (vagy egyéb lineáris alakzatként) ábrázolnak, a genetikai programozás az egyedek adatait ágazatként próbálja kezelni. Ezen ágazatokat pedig következetesen fel lehet használni az egyes egyedek genetikai adatainak a módosítására, egy jobb hatékonyság elérése érdekében. A genetikai programozás alkalmazása figyelemre méltó a tudáshalmazok (tudás-bázisok) keretén belül, amennyiben egy genotípusra alkalmazott eljárás általában egy jobb egyed eredményez.

### 1.2. Algoritmusok gradiens -alapú eljárásokhoz

Egy ilyen algoritmus a következőképpen festene:

01. A javasolt tartószerkezet elemzése (belső erők, elmozdulások, feszültségek stb.);
02. Minden egyes tervezési változó tartalmi ártértékelése egy csekély mennyiséggel;
03. Az érzékenység (befolyásoltság) elemzése;
04. A tartószerkezet megváltoztatása a kapott érzékenység alapján;
05. Visszatérés az első lépéshez, amennyiben a kimeneti feltétel nem teljesül.

A gradiens-alapú eljárást szekvenciális kvadratikus programozási (SQP) eljárásaként határozzuk meg [2]. Az efféle eljárások a helyi görbületi információkat használják fel (melyek az eredeti függvények linearizálásából származnak), az optimalizációs folyamat során kapott pontokban a tervezési változók figyelembevételével.

Helyi optimalizáláshoz ezeket az algoritmusokat folytonos tervezési változókkal vesszük figyelembe. Egy esetleges példaként megemlíthetjük a gerendákat egy sík keretszerkezetben, mely esetben a gerendákon keresztmetszeti optimalizálást hajthatunk végre. A tartószerkezet alkati optimalizálása során a gerendákat kizárhatjuk a véletlenszerű generálásból, idot nyerve ezáltal

Ezek az algoritmusok nem szükségeltetnek ágazatos ábrázolást.

### 1.3 Különálló változók

Egy ágazat-és-kötélék algoritmus van leírva a [4]<sup>1</sup>-ben. Az eljárás tágasan alkalmazható döntéshozó feladatokban, ahol az eredmények csak átrendezés által viszonyulnak egymáshoz vagy többszörös objektív függvényeknek vannak alávetve.

Röviden, egy ilyenfajta algoritmus: inicializálást, particionálást és kiértékelést, kizárást illetve teljesülést foglal magába.

Ezek az algoritmusok nagyon alkalmasak ágazatos ábrázoláshoz.

#### 1.1 1.4 Egy pár szó a tudás-alapú rendszerekről

Egy tudás-alapú rendszer (*KBS*) nagyon összetett objektum. Bár nem áll szándékunkban meghatározni e cikk keretében, hogy mit is jelent egy tudás-alapú rendszer, meg kell azért említenünk, hogy a mi szempontunkból melyek azok a leglényegesebb jellemzők, amelyek egy ilyen rendszer kéne kínáljon.

Egy tudás-alapú rendszer lehetőséget kéne nyújtson:

- (i.) a tudás tárolására, többszörös összefüggések (elágazások) és feladatkörök szerint;
- (ii.) keresésre;
- (iii.) frissítésre.

Nem térünk ki arra, hogy miként születnek, tárolódnak vagy módosulnak az ágazatok. Viszont, hadd szemléltessünk egyszerű példaként egy többé-kevésbé XML-ben írt tudást ábrázoló ágazati részletet (lásd az 1.1-es ábrát).

```
01 <frame>
02 ...
03   <action>
04     ...
05     <increase>
06       <beam:analysis="elastic", cause="failure",\
07         value="yes, what="height", check="Iy_Iz_ratio"/>
08     </increase>
09     ...
10   </action>
11 ...
12 </frame>
13 ...
14 <Iy_Iz_ratio>
15   <seismic_strong maxvalue="3"/>
16   <seismic_medium maxvalue="5"/>
17   <seismic_weak maxvalue="10" check="stability_local"/>
18   ...
19 </Iy_Iz_ratio>
20 ...
21 <stability_local>
22   <rect_sect action="null"/>
23   ...
24 </stability_local>
```

#### 1.1

*Egy egyszerű XML példa.*

Persze, egy ilyen ágazatos ábrázolás kialakítása nagyon sok munkát igényel. Mérnöki körökben viszont számszerint aránylag kevés szó, kifejezést illetve adatábrázolási módot használunk. Amennyiben ezeket az elemeket sikerül jelentések és problémakörök szerint rendszerezni, akkor tudás- illetve szabály-forrást alkothatnak egy szakértoi rendszerhez. Miután sikerül a tudás-bázist létrehozni, ez kell majd a különböző tervfuttatások során az összegyűlt tudást az általunk megszabott utasítások alapján beiktassa. Amint ezt az adathalmazt be iktatják és szervezik, értékes információforrást fog képezni mind az emberi szakértők, mind a gépi programok számára.

---

<sup>1</sup> Az eredeti kutatás szerzői Herve[5] és Roy[6]. Az ágazat-és-kötélék algoritmusok területe nagyon szerteágazó, mivel nagyon sok kutatást és fejlesztést foglal magába. Mivel tetszetosnek találjuk a szerkezetét és feltételezzük, hogy jó eredmények érhetőek el vele, tesztelni szeretnénk a fenti művekben említett algoritmust.

## 2. Ember-gép kölcsönhatás

Bár az ember-gép kölcsönhatás olyan pszichológiai kérdéseket is érint, melyek messze állnak kutatási céljainktól, néhány megjegyzést mégis fontosnak tartunk ejteni róla.

Egy terv szervezett lebonyolítása során tudás- és képességszerzés történik. Nevezhetjük ezt egyszerűen tapasztalatnak. A mérnöki munka esetében a tapasztalat fontos szerepet játszik az elemzési folyamatban és nagyon fontosnak bizonyul az optimalizáló folyamatokban.

Nincs szándékunkban az emberi szakértelmet úgynevezett gépi szakértelemmel helyettesíteni. Bár korábban már említést tettünk a szakértői rendszer fogalmáról, a következő paradigmához kívánjuk kötni magunkat:

$$\text{szakértői rendszer} = (\text{emberi kreativitás} + \text{emberi képességek} + \text{emberi tudás}) + \text{gép} - \text{tárolt tudás} \quad (1)$$

Ez a korlátozás a saját értékelésünkből adódik a jelenlegi kutatás illetve ipari implementálás szintjeire alapozva [1]. Véleményünk szerint a tudás-alapú rendszerek nem nyertek eddig sem tágas sem elégséges le-szűkített alkalmazási területet. Mérnöki körökben pedig eddigi megfigyeléseink szerint aránylag kevés efajta technikát karoltak fel.

Mindezek mellett létezik egy félig-meddig filozófiai értékelés is. Azok a próbálkozások, melyek öszszességükben az emberi tapasztalatot a gépivel próbálják helyettesíteni, a *soft computing* (lágy programozás) fogalmához vezetnek. Ez a fogalom abban különbözik a szokványos (*hard*) programozástól, hogy ez utóbbtól eltérően az előbbi eltűri a pontatlanságot, a bizonytalanságot és a részleges igazat. Végül is ez természetes, hiszen a lágy programozás által követett modell az emberi agy működését próbálja utánozni [3].

Bár egyetértünk azzal, hogy a lágy programozás, vagy még inkább a *fuzzy* rendszerek, fontos szerepet játszanak a tartószerkezeti elemzés és optimalizálás területén, mégsem tudják helyettesíteni az előbbi ((1)-es jelölt) kifejezésben az emberi alkotóképességet és találékonyságot. Ahhoz, hogy a *fuzzy* ábrázolást valamenynyire érzékeltessük, elég, ha az 1.1-es ábrával szemléltetett példában a 15., 16. és 17. sort megváltoztatjuk. Az eredmény a következő (2.1-es) ábrán követhető.

```
...
15 <seismic_strong maxvalue="3" tolerance="10%"/>
16 <seismic_strong maxvalue="5" tolerance="20%"/>
17 <seismic_strong maxvalue="10" tolerance="30%" \
    check="stability_local,stability_general"/>
...
```

### 2.1

*Turés határ bevezetése, fuzzy-bb változat.*

Ez a megközelítés lehetővé teszi, hogy amennyiben népességként kezeljük az érintett halmazt, több olyan egyedet kapjunk, amelyek megfelelnek a kiválasztási feltételeknek. Ennek a változatosságnak a lecsökkenése pedig az ember feladata lenne.

## 3. Használt eszköztár

### 3.1. Egy pár szó a nyitott rendszerekről

A számítástechnika különböző területein a nyitott rendszerek (*Open Systems*) fogalmát nagy általánosságban olyan programcsomagokra alkalmazzák, amelyek magukba foglalják, minden felhasználó számára hozzáférhetően, a forráskódot is.

Ez a forráskód tulajdonképpen egy adag tudás. Saját tapasztalatunk szerint legalább olyan nehéz egy jó könyvet írni, mint egy jó programcsomagot. Ugyanakkor senki sem állíthatja teljességgel azt, hogy amit alkotott az mindenekfelett eredeti és egyedi (bár kikerüljük a tudományos kutatás berkeiben kerengő misztikus vitákat, ki kell hangsúlyoznunk, hogy az abszolút igazság valahol felettünk van – példának okáért ez a cikk is tartalmazhat hibákat!).

A továbbiakban is szabadon fogunk elméleteket, kijelentéseket és más tudományos munkákat használni. Gauss, Legendre, Bernoulli és még sokan mások sem igényelnek anyagi juttatásokat azért, hogy eredményeiket és eljárásaikat mi is használhassuk. A fontos az, hogy elismerjük bárkinek a munkáját, nem pedig az, hogy önző alapon elrejtjük a tudást.

Nem tartozik ezen írás céljához egy kiterjedő elemzés alkotása a kulturális (tudományos) kereskedelmi nézetekről, de optimisták kéne legyünk. Ez az optimizmusunk a nyitott rendszerek világára és ezen belül a nyílt forrás mozgalomra (*Open Source Movement*) alapozódik. Ez utóbbi talán érdemel egy pár sort ebben a cikkben.

Minden munkánk nyílt forrású programcsomagokra alapozódik. Mindenki számára nyilvánvaló, hogy egy olyan nyílt forrású operációs rendszer mint a Linux® megelőzi a kereskedelmieket, legalábbis ami a hálózati működést illeti. Egy igen hatékony relacionális adatbázis (RDBMS), a PostgreSQL kínál számunkra számos hasznos jellemzot. A földgolyón talán leghasználtabb hálózati szerver (Apache) segítségével „böngészhetünk szerkezeteket”. Nem hagyhatjuk említés nélkül a Java® platformot sem, valamint az XML-hez fuzodo eszközök rengetegét.

Reméljük, az elolbi sorokból is kitunik, nyitott rendszerek segítségével stabil és megbízható alkalmazási modellekhez vezetett az eredetileg elméleti kutatók által elindított munka. Sajnos nincs tudomásunk e téren eredményes közreműködésekrol más mérnöki szakterületeken.

Talán az XML, valamint a szakterület-specifikus sémák<sup>2</sup> elterjedésével a közeljövoben lehetőség nyílik legalább a strukturált tudás-bázisok kialakulására és megjelenésére.

### 3.2. Szerverek és kliensek

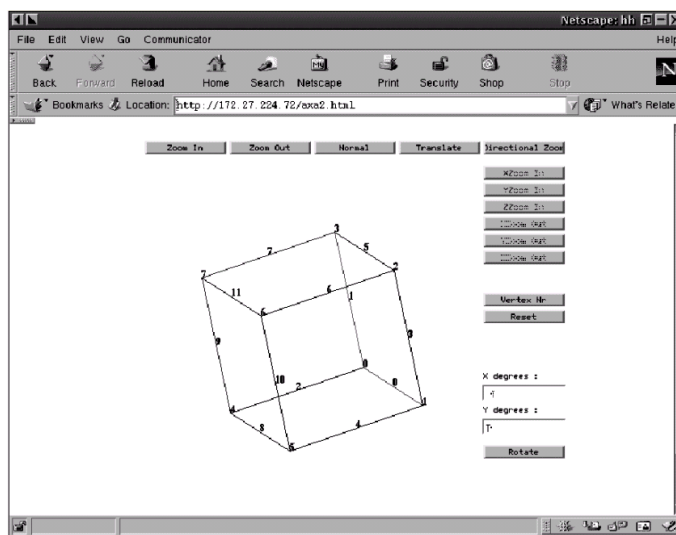
Végezetül, visszatérve az általunk javasolt rendszerhez, tulajdonképpen egy kliens-szerver megoldást alkalmazunk. A hardver felol közelítve, a rendszer működéséhez gyakorlati szinten elégséges egy számítógép. A szoftver szempontjából viszont egy olyan architektúrát igyekszünk fejleszteni, ami a következő szervereket csoportosítaná:

- ? hálózati (Apache),
- ? adatbázis (PostgreSQL),
- ? számítási (Linux).

A számítási szerverrel való összeköttetés egy hálózati böngésző segítségével valósul meg, elméletileg korlátlan számú<sup>3</sup> kliens számára. A tartószervezetek adatai adatbázisok keretén belüli táblázatokban tárolódnak (minden egyes projekthez egy külön adatbázis van rendelve). A tervbeli adatokat szabadon fel lehet használni, a felhasználónak pedig nem kell az adatmentéssel törödni.

### Irodalom

- [1.] GOBESZ F.Zs.: Contributii la realizarea sistemelor expert în domeniul constructiilor. Doktori disszertáció, Kolozsvári Muszaki Egyetem, Románia, 2000.
- [2.] PAPADRAKAKIS M., LAGAROS N.D.: Advances in structural optimization. Szerkezetelemzési és földrengéskutatási intézet, Nemzeti Tehnikai Egyetem, Athén, Görögország, 1997.
- [3.] VOSS M.S.: Complex Adaptive Systems + Soft Computing = Emergent Design Systems. Harmadik nemzetközi IASTED konferencia, Mesterséges intelligencia és lágy programozás, Banff, Alberta, Kanada, 2000.
- [4.] CELLA A., SOOSAR K.: Discrete Variables in Strutural Optimization. Optimum Structural Design c. könyvbol, John Wiley & Sons kiadó, editorok: Gallagher R.H., Zinkiewicz O.C., 1973.
- [5.] HERVE P.: Les Procedures Arborescentes d'Optimisation. Revue d'Ing. et de Rech. Oper., #14, 69-80. old., 1968.
- [6.] ROY B.: Procedure d'Exploration par Separation et Evaluation. Revue d'Ing. et de Rech. Oper., #3, V-1, 61-90. old., 1966.



### 3.1

*Egyszeru modell szerkezeti megjelenítése közismert hálózati böngészővel.*

<sup>2</sup> Tájékoztatóhoz nagyon jó kiindulópontként szolgálhat a <http://www.aecxml.org/> címen összegyűjtött és rendszerezett kutatások stádiuma. A problémakör interoperabilitási kérdésekkel is összefügg, de ezt a jelen írásban inkább mellozzük.

<sup>3</sup> Gyakorlatilag a felvázolt rendszer tesztelését öt kliens egyidejű csatlakozásával végezzük.

# A Magyar Keleti Vasút Nagyvárad–Kolozsvár–Brassó fovonala és a hozzácsatlakozó szárnyvonalak

*Dr. Horváth Ferenc<sup>1</sup>, Dr. Kubinszky Mihály<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>ny. MÁV mérnök, fotanácsos, <sup>2</sup>ny. egyetemi tanár

*(folytatás a Muszaki Szemle elozo számából)*

Erdély fovonalának építéséért folyó harc 1864-ben az arad-gyulafehérvári vasút javára dolt el, amikor ennek a vonalnak az építését engedélyezte elsoként az osztrák kormányzat. A Nagyvárad-Kolozsvár vasútvonal létesítésének hívei azonban tovább folytatták küzdelmüket az Erdély fovárosába vezető vasút érdekében. Törekvéseiket végül siker koronázta. Két évvel később, 1866-ban megkapták a vonal építési engedélyét. 1868-ban megkezdtek az építkezést és 1870 szeptemberében befutott Nagyváradról Kolozsvárra az első vonat. Csaknem pontosan egy évvel később pedig, 1871 novemberében Kolozsvár felől is elérte a vasút Gyulafehérvárt.

A Nagyvárad-Kolozsvár vonal elomunkálatainak engedélyezése nem kis mértékben annak az enyhülő politikai légkörnek volt köszönhető, amely az 1867-es kiegyezést megelőzte. Az építkezés megkezdése pedig már a második felelős magyar kormány érdeme. A szárnyvonalakkal együtt 603 km hosszú Nagyvárad-Kolozsvár-Brassó fovonal sok nehézség árán, többször módosított határidőkkel, de végül is öt év alatt elkészült, és utolsó részét is megnyitották 1873 nyarán.

1870-ben helyezték üzembe a nagyvárad-kolozsvári vonalszakaszt, 1871-ben a kocsárd-tövis-gyulafehérvárt és a kocsárd-marosvásárhelyit, 1872-ben a tövis-kiskapus-medgyesit, a medgyes-segesvárit és a kiskapus-nagyszebenit, 1873-ban a segesvár-brassóit és a kolozsvár-kocsárdit (23. ábra).

A Magyar Keleti Vasút vonalainak 1876. évi államosítása után a MÁV még két rövid vonalat épített és helyezett üzembe a fovonalhoz csatlakozóan:

1879. június 10-én Brassó és Tömös országhatár közötti nemzetközi vonalat (25 km) Románia felé.

1883. július 19-én, a Gyéres-Torda szárnyvonalat (9 km), amelynek építésére engedélyt annak idején a Keleti Vasút kapott.

### *3.1. A Nagyvárad–Kolozsvár–Brassó vasútvonal engedélyezésének elozményei*

A nagyvárad-kolozsvári vasútvonal építésének terve már az 1835. és 1848. évek között készített hazai vasúthálózati tervekben felmerült. 1848-ban pedig a pozsonyi országgyűlés megszavazta a XXX. törvénycikket, amely 8 millió Ft hitel felvételére hatalmazta fel az első felelős magyar kormányt. Ebből az összegből több vasút, köztük a Nagyvárad-Kolozsvár vonal építéséhez is anyagi támogatást szándékozott nyújtani az országgyűlés. A vasút területének felméréséhez szükséges mérnöki munkákat ekkor meg is kezdték, de a mérési adatok a szabadságharc után a budai haditörvényszék irattárában valami módon elvesztek. Ebben valószínűleg közrejátszott az is, hogy az osztrák kormány eleve az arad-gyulafehérvári vonal építését részesítette előnyben.

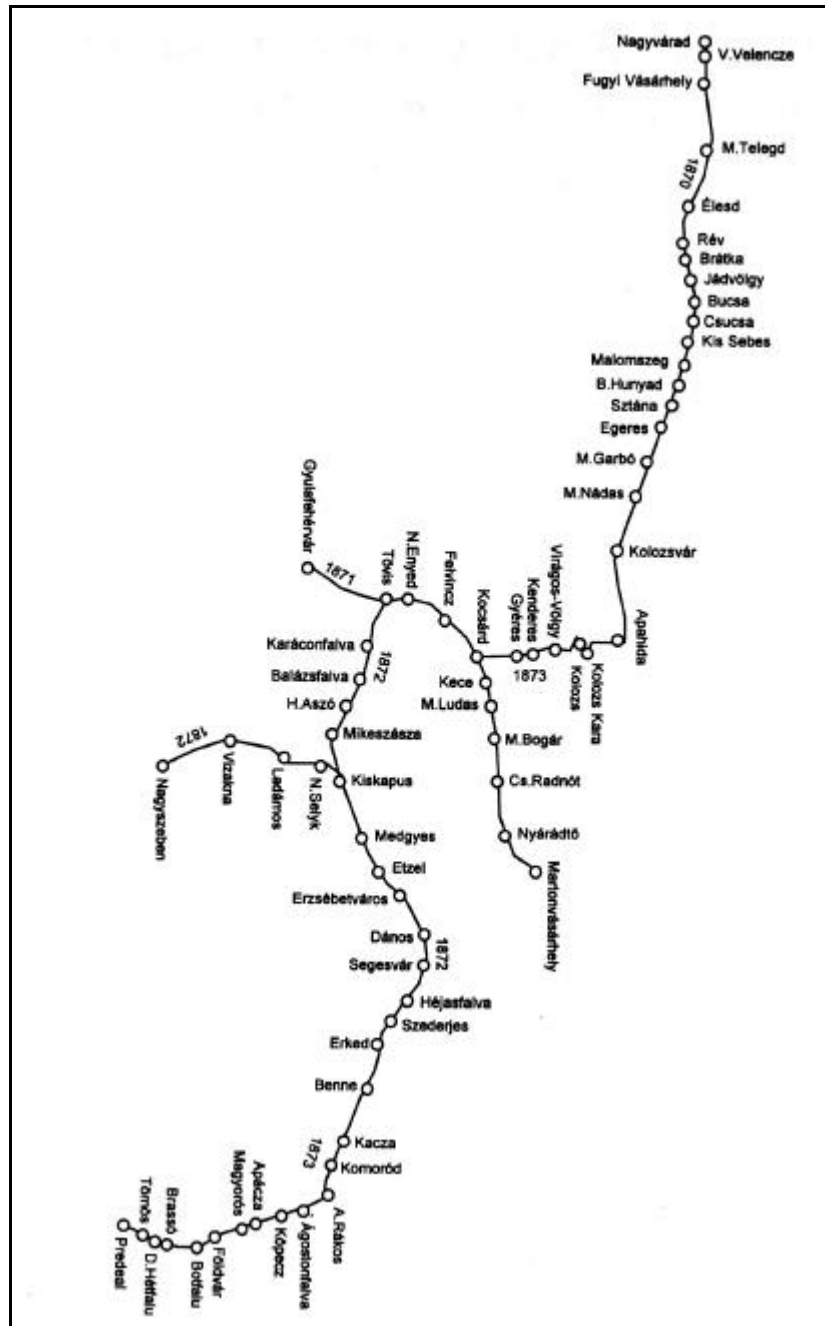
1850. után, az abszolutizmus időszakában a magyar országgyűlés nem ülésezett. A nyilvánosság hiányában a gazdasági szakemberek és a politikusok az Országos Magyar Gazdasági Egyesületben vitatták meg a hazai vasúthálózat fejlesztési terveit és emlékiratban fejtették ki erről a véleményüket. Ennek a megalkotásánál az 1848. évi XXX. törvénycikket tekintették kiindulási alapnak. Álláspontjuk szerint a magyar érdekeket ez a törvény foglalta össze a leghívebben és az osztrák kormány vasútépítési programjának magyarországi hiányosságait csak ehhez a törvényhez való visszatéréssel lehet megszüntetni. A hazai közélet élénkítése megmutatkozott abban is, hogy Erdélyben néhány évvel a szabadságharc bukása után, már 1856-ban gróf Toldalagi Ferenc elnöklétével vasúti bizottság alakult, amely a nagyvárad-kolozsvári vasútvonal megépítését tuzte ki céljául és elhatározta a vasút elomunkálatainak újbóli elindítását, valamint a vasútépítéshez részvénytársaság alapítását.

Az építkezés megkezdése érdekében a bizottság kemény harcot folytatott, amelynek végül is az lett az eredménye, hogy az osztrák kormányzat elvben már 1866-ban, a kiegyezést megelőző évben hozzájárult a vasútvonal építéséhez. Az Osztrák Vasútépítési Igazgatóság a bécsi cs. kir. Vasúti és Hajózási Fofelügyelőséget – a később megalakult budai fofelügyelőség elodját – bízta meg a nyomvonal kituzésével. A kituzési mun-

kák el is kezdődtek, de nagyobb mértékben csak a kiegyezés után, 1867 nyarán folytatódtak, amikor az újonnan összeült magyar országgyűlés is foglalkozni kezdett a vasút építésével (24. ábra).

A magyar képviselőház 1867. július 2-án hozott határozatot a Nagyvárad-Kolozsvár-Brassó vasútvonal építésére, kimondván a Nagyvárad-Kolozsvár vonalszakasz sürgösségét. A következő évben, 1868-ban a XLV. törvénnyel erősítette meg az építési engedélyt. A törvény a Nagyvárad-Brassó fővonalon kívül három szárnyvonal (Gerend-Marosvásárhely, Kiskapus-Nagyszeben és Tövis-Gyulafehérvár) építését is előírta. A törvényben megszabott nyomvonalat az országgyűlés két ízben, az 1869. évi XXIX. és az 1870. évi XLVII. törvénnyel kisebb mértékben módosította. Ennek következtében a marosvásárhelyi vonalat Kocsárdról ágaztatták ki és a fővonal nem Tordán, hanem Gyéresen vitt át, Torda csak szárnyvonalat kapott.

Vitatott volt a vasútvonal Nagyvárad-Kolozsvár közötti szakaszának vonalvezetése is, végül a kormányzat a legrövidebb, de ugyanakkor a nagy munkával járó Nagyvárad-Rév-Bánffyhanud-Kolozsvár irány mellett döntött:



23. ábra

*Korabeli „Térvázlat” a magyar Keleti Vasút fo- és szárnyvonalairól a fontosabb állomások feltüntetésével. Az ábra feltünteti a vonalszakaszok üzembehelyezési éveit is*

**M. kir. közmunka és közlekedési miniszterium.**

Jegyzőkönyvi szám: 4876 1867. Együttel előtervezési szám: \_\_\_\_\_

Megj.: Köz. M.

A beadvány:   
 száma: 1675   
 kelt: 1/9   
 beérkezése: 2/9

Határozat: \_\_\_\_\_   
 Kiadó hivatalba érkezési: 1/6   
 Munka: \_\_\_\_\_   
 Összeírása: 1/10   
 Munkalelt: 1/10   
 Az írtak hivatalban kiemeltetett: \_\_\_\_\_   
 Irattárba érkezési: 1/10   
 Előírt száma: \_\_\_\_\_   
 Utóírt száma: \_\_\_\_\_

**Tárgy:**   
A cs. kir. vasúti fofelügyelőség   
lejtmerési a Nagyvárad   
Kolozsvári vasútvonalon   
vonattal lejtmerési jegyzőkönyveit   
megküldésére megküldés.

Kelirat

a beadvány és csatolmányai

1867. július 9-én

6/10. r. M. V.

A magy. kir. vasúti   
építési igazgatóság   
felügyelőségének részéről

1867. július 9-én

1867. július 9-én

4876	1867	
Kutató	Tétel	Alapszám
<u>103</u>	<u>9</u>	

MAGYAR KÖZLÉS

24. ábra

1867. július 9-én a cs. kir. Vasúti Fofelügyelőség megküldi a Nagyvárad-Kolozsvár vasútvonal lejtmerési jegyzőkönyveit a M. kir. Vasúti Építészeti Igazgatóságnak

### 3.2. A Magyar Keleti Vasúttársaság megalakulása

A vasútvonal első, Nagyvárad és Kolozsvár közötti szakaszának építésére a minisztérium pályázatot írt ki. A kiegyezést közvetlen követő években azonban hazánkban még nem alakult ki teljesen a vasútépítés és az üzemeltetés rendszere. Többen javasolták emiatt az építkezés és az üzemeltetés összevonását, és a pályázatot kiterjesztették az üzemeltetésre is a kamatbiztosítás engedélyezésével együtt.

Az 1868. augusztus 23-án megtartott engedélyezési tárgyalásra két magyar és egy angol cég ajánlata érkezett meg. Gróf Bánffy Miklós és társai 53000 Ft, báró Szentkereszty és társai 55000 Ft, az angol Charles Waring és társai 39800 Ft összegű évi állami garanciát kértek mérföldenként.

A minisztérium az angol Waring Brothers & Eckersley céget bízta meg az építkezéssel, nemcsak azért, mert a legkedvezőbb ajánlatot adta, hanem mellettük szólt az is, hogy a cégnek megfelelő vasútépítési gyakorlata volt. Az angol cég vasútépítési munkákat végzett Európa és a világ több államában, Olaszországban, Spanyolországban, Törökországban, Brazíliában és Kelet-Indiában. Angliában a Themse alagút, az Alpokban a Monte Cenisén átmenő vasút építése fűződik a vállalat nevéhez. A Waring Brothers & Eckersley cégnek forgalmi (üzleti) és építészeti osztálya működött. Az építkezéseket William Eckersley személyesen irányította, segédje és üzletvezetője A. Garner, a Waring testvérek megbízottja pedig Petler Herz lovag volt.

A kivitelezési szerződést a minisztérium a Waring céggel a Nagyvárad-Kolozsvár vonalra 1868. augusztus 21-én kötötte meg. Ezután azonban a kormány célszerűnek tartotta, ha a Brassóig tervezett vonalat teljes hosszában a Waring cég építi meg. Ennek érdekében felszólították a vállalatot, hogy az egész vonalra nyújtson be pályázatot. Ez így is történt.



A Waring cég idközben megszerezte Herz Gyula főmérnök terveit, amelyet korábban az Országos Magyar Gazdasági Egylet megbízásából készített. Ez alapján 1868. november 1-jén tette meg a cég ajánlatát, amelyben az egész vasútvonalra a törlesztési hányadon kívül mérföldenként évi 48 ezer Ft kamatbiztosítást kért. A kormányzat az ajánlatot elfogadva terjesztette az engedélyezést az országgyűlés elé, amely azt az 1868. évi XLV. törvényekben jóváhagyta.

A törvény alapján kiadott engedélyokmányban Waring és társai jogot nyertek részvénytársaság alapítására, amit rövidesen létre is hoztak. A Magyar Keleti Vasúttársaság néven megalakult részvénytársaság ezután részvényeket adott ki. Ugyanakkor az állam vállalta, hogy a teljes vonalhosszra is a megnyitás napjától kezdve évenként és mérföldenként 46750 osztrák értékű forint tiszta jövedelmet biztosít, ha a bevétel ezt az összeget nem érné el. Ezen kívül az engedély időtartamára, 90 évig a kormány által jóváhagyott törlesztési terv alapján, ugyancsak évenként és mérföldenként 600 Ft-ot fizet, ha a vállalat nyereségéből nem tudja fedezni a törlesztési hányad kifizetését.

A Waring cég az egész építési területet négy fő és 16 alszakaszra osztotta. Az I. szakasz: Nagyvárad-Kolozsvár, a II. szakasz: Tövis-Gyulafehérvár és Gerend-Marosvásárhely, a III. szakasz: Kiskapus-Nagyszében, a IV. szakasz: Kolozsvár-Gerend-Segesvár-Brassó lett. Az egyes szakaszokon elvégzendő munkák mennyisége és értéke nem volt azonos. A vállalkozó ennek ellenére a teljes építési költséget négy egyenlő részre osztotta fel, ami aztán később a visszaélések forrása lett. A vállalat a kivitelezést Chappmann, Roter, Winger, Lien és Kilgaur angol mérnökök irányításával kezdte el, akik valamennyien kiválóan képzett, jó szakemberek voltak. A munkát az 1867-ben megalakított M. kir. Vasútépítészeti Igazgatóság ellenőrizte, amelynek építési felügyelősége Nagyváradon, építési osztályai Mezotelegden, Feketetón, Bánffyahunyadon és Kolozsvárott működtek Lott Gyula, Stromszky Sándor, Hegyi Sándor, Nagy István és Nagy Károly mérnökök vezetésével.

A kivitelezés a kezdeti időszakban nagy erővel folyt, sok ezer munkás dolgozott az építkezésnél. Ekkor történt az első visszaélés. A vállalkozó már az elomunkálatokra és az első munkarészekre az elvégzett munkamennyiségnél jóval nagyobb összegű követeléseket nyújtott be. Ennek következtében a rendelkezésre álló tőke gyorsan fogyott és nagyjából már akkor kimerült, amikor a vasútvonalnak még csak az első szakasza készült el. Az előre látható pénzügyi nehézségek miatt a vasúttársaság vezetése az 1870. év végi kereseti kimutatás kifizetésének csak egy részét engedélyezte a kivitelező számára. A vállalkozó többlet munkákra hivatkozva 1870. év elején újabb követeléseket támasztott. A vasúttársaság igazgatótanácsa a békés egyezkedéstől elzárkózó Waring fővállalkozót szerződésesszegenek nyilvánította és a szerződést érvénytelennek minősítette. Ezzel a vasúttársaság elvesztette minden kártérítési jogát a Waring céggel szemben. Waring a munkát befejezetlenül és mintegy 15 millió Ft-os hiányt maga után hagyva eltávozott Magyarországról anélkül, hogy felelősségre lehetett volna vonni.

A Keleti Vasúttársaság újabb hitelek felvéve és részvényeket kibocsátva saját vállalkozásban, Lott Gyula mérnök építésvezetővel, hazai mérnökök irányításával, hazai vállalkozókkal folytatta a munkát és az eredetileg kitűzött határidőkhöz viszonyítva késésekkel ugyan, de befejezte az építkezést.

A vasútvonal építési költsége az előirányozottnál jóval magasabb lett, meghaladta kilométerenként a 178 ezer Ft-ot. Így az építkezés befejezésekor a társaságnak már 17 millió Ft bankadóssága volt. A vasút megmentése érdekében a kormány hajlandó volt megváltani a vasutat és a társaság adósságait átvállalni. 1876 januárjában a részvényesek rendkívüli közgyűlésükön a kormány ajánlatát elfogadták és így a Magyar Királyi Államvasút a társaság vonalainak kezelését 1876. február 1-jén átvette. Az államosítást az országgyűlés az 1876. évi L. törvények jóváhagyta. A vasút irányítását a MÁV csaknem két évig önálló szervezetben hagyta, majd 1878. január 15-én beolvasztotta az államvasúti hálózatba. A Magyar Keleti Vasúttársaság államosított és egyéb erdélyi vasutak vonalainak irányítására alakult meg 1876. november 1-jén a MÁV kolozsvári üzletvezetősége.

Az államosítás kamatgarancia címén az állam 25,1 millió Ft-ot fizetett ki a vasúttársaságnak.

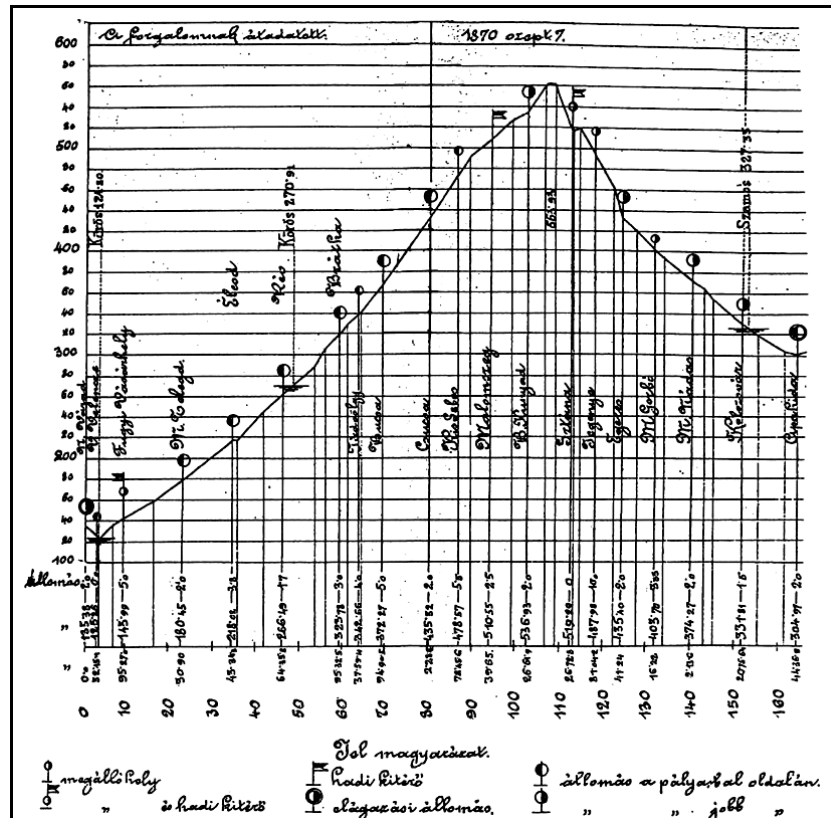
### 3.3. A Magyar Keleti Vasút vonalainak építése

A Magyar Keleti Vasút a fővonalát három, a szárnyvonalait szintén három szakaszban építette és adta át a közfoglalomnak.

#### 3.3.1. A Nagyvárad-Kolozsvár vasútvonal

A Nagyvárad-Kolozsvár vasútvonal a hazai vasútépítés egyik legnagyobb és legszebb alkotása. A vonal a Tiszavidéki Vasút már korábban üzemben lévő püspökladányi vonalának nagyvárad-i végállomásából indult ki. Az állomást a kolozsvári vonal forgalmának fogadására megfelelően bővítették és használatára a Magyar Keleti Vasúttársaság a Tiszavidékivel szerződést kötött. Nagyvárad később valószínű vasúti csomóponttá fejlődött. A régi állomásból kiágazó vasútvonal a város északi részén, művelt területen, leginkább szőlőskerteken át haladt, ahol a terület-kiszájtítás meglehetősen nagy költséget emésztett fel. A vasút a várost

elhagyva a Sebes–Körös völgyébe tért, amelynek hol tágabb, hol szűkebb völgye okozott több-kevesebb nehézséget az alépítmény kialakításánál. A Sebes–Körös, majd később a Nádas patak völgyében haladó, Bihar és Kolozs vármegyét átszelő vasútvonalat északon és délen is magas hegyek zárták el Erdély többi részétől, északon a Réz és a Meszes hegység, délen a Bihari hegység, a Vigyázó és a Gyalui havasok. Ez az oka annak, hogy a rövid bánffyhunad-kiskalotai helyiérdeku és a jádvavölgyi iparvasút kivételével vonalak csak a két végállomáshoz csatlakoztak.



25. ábra

A Nagyvárad-Kolozsvár vasútvonal magassági hossz-szelvénye.  
A pálya folyamatosan emelkedik a Bánffyhunad-Sztána közötti zsoboki vízválasztóig, onnan lejtésben halad

A vasút magassági vonalvezetését és ívviszonyait a Sebes–Körös völgye szabta meg. A pálya Nagyváradtól a Bánffyhunadon túl fekvő zsoboki vízválasztóig állandó 49 ‰-es emelkedőben haladt, ugyanis Nagyvárad állomás 136 m magasan van a tengerszint felett, a vízválasztó pedig 564 m magasságban (25. ábra). A pályát a folyó kanyarulatai miatt csak sok ívvel lehetett kialakítani, amelyek között volt 300 m, kivételesen 275 m sugarú is. A vízválasztót átlépve Sztána után a Nádas patak völgyében Kolozsvárig átlag 3-7 ‰-es lejtőn vezetett a pálya, de a lejtő helyenként elérte a 10 ‰-et is.

A Sebes–Körös hol tágabb, hol szűkebb völgyének egyes szakaszai kedvező területet biztosítottak a vasútépítés számára (26. ábra), más szakaszokon azonban csak sok és nehéz munka árán lehetett a pályát kialakítani.

A Körös-völgy szélesebb szakaszain az áradások vízszintje és romboló hatása miatt kellett nagyobb földmunkát végezni és a töltést burkolattal védeni (27. ábra). A völgy keskeny szakaszain, ahol a folyó évezredek alatt a sziklák alá vájta be magát, az alépítmény kialakításához helyenként 50-70 m magasságig kellett a sziklát kibontani. Még a távirádoszlopok elhelyezéséhez sem volt elegendő hely, a vezetéket is a sziklára erősítették fel.

A vasút mindenütt a Királyhágón keresztül vezető közúttól délre haladt. A tervező megvizsgálta ugyan a Sebes–Körös völgyének elkerülését, de ez csak hosszabb alagút építésével lett volna lehetséges, amit a magas költségek miatt nem javasolt.

A Sebes–Körös megmutatta erejét már az építkezés időszakában is. Az egyik nagyobb esőzés után a patakok vízhozama miatt a Körös vízszintje órák alatt több mint két méterrel megemelkedett és az ár nagy hosszban elmosta a már kész töltést. Ezt a szakaszt később az ár elvonulása után szilárd alapon újra kellett építeni és rézsűjét burkolni.



26. ábra

Nagyvárad-Kolozsvár vasútvonal egyik szakasza a Sebes-Körös völgyében



27. ábra

1868. augusztus 21-én jóváhagyott építési terv  
a 10+500-14+700 km-ek közötti szakasról.

A terv több szakaszon feltünteteti a tervezett Sebes-Körös szabályozás helyét.

A terv eredetijét aláírták:

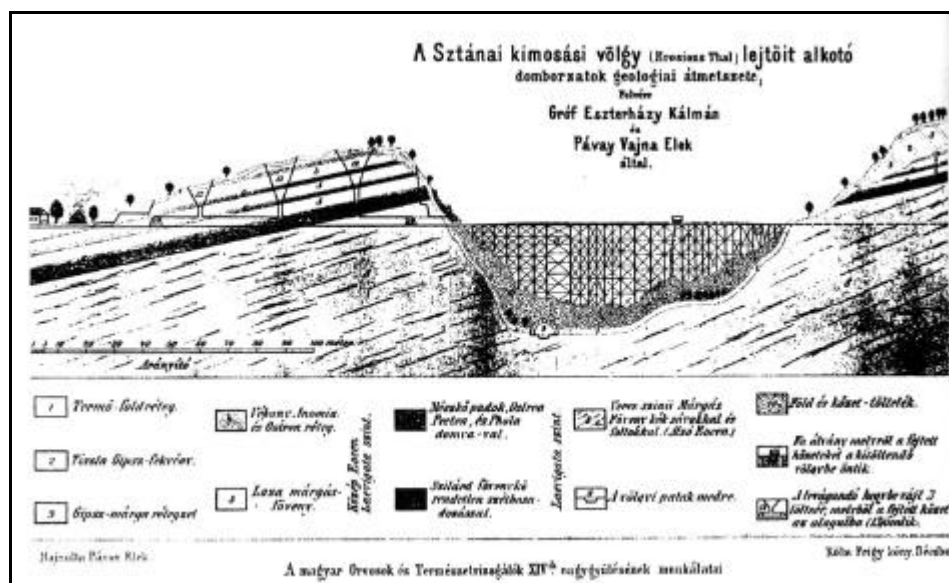
Gróf Mikó Imre miniszter, Achilles Thommen a M. kir. Vasútépítészeti igazgatóság vezetője,  
Henri Waring és William Eckersley vállalkozók, Hegyi Sándor szekció vezető.  
(A nevek mellett feltüntetett m.p. - manu propria - saját kezűleg kifejezés rövidítése)

A zsoboki vízvásztón áthaladva a vasútépítés nehézségei tovább növekedtek. Zsobokig csak a szuk folyóvölgy és az árvizek okoztak nehézségeket, ezen túl a talajviszonyok is. A kolozsvári medencében ez a terület ugyanis már a Mezoség széléhez tartozott, amelynek talaja vasútépítésre nem volt alkalmas.

A Nagyvárad-Kolozsvár vasútvonal építésekor a tervezők még nem vizsgálták meg a vasút nyomvonalán alaposabban sem az altalaj szerkezetét, sem a töltésepítésre felhasznált földanyag minőségét. Nem volt még talajmechanikai ismeretük sem. A véletlennek tulajdonítható, hogy a vasútvonal építésének kezdetével nagyjából egyidőben, 1869-ben tárták fel a Magyar Földtani Társulat geológusai a kolozsvári medence talajviszonyait. Megállapításuk szerint a medence egykor tengerszem volt, amelynek feltöltődésekor homok és mészkő, valamint agyagrétegek rakódtak egymásra. A vasútépítésnél átmetszett agyagrétegek különféle képpen viselkedtek. A meredekebben fekvő, vastagabb agyagrétegeknél az átázás után gyorsan megkezdődött a csúszás, az enyhébb hajlásúak viszont inkább süllyedtek. Az egymás felett többször változó agyag és homok rétegek között több csúszólap alakult ki. A vasútvonal megnyitása után 1871-ben az építés közben és ezt követően bekövetkezett hiányok miatt a Magyar Keleti Vasút újból kérte a talaj földtani szerkezetének vizsgálatát. A feltárást vezető dr. Pávay Elek geológus részben az előző években végzett, részben új vizsgálatok alapján ismertette a talaj szerkezetét és megállapította, hogy a vasutat az építkezés közben előfordult alépitményi hibák miatt már a mutanrendőri bejárásán sem lehetett volna üzembe helyezni. Véleményét a megnyitás óta, sőt a tanulmány készítésének idején végbement csúszások, omlások és süllyedések ismertetésével is alátámasztotta (28. ábra).

A tanulmányban dr. Pávay Elek megjegyezte, hogy a sztánai bevágásban a csúszás jeleit már az építkezés közben észrevette a lakosság a fatörzsek mozgásából. Kifogásolta azt is, hogy az átvágott rétegeknél nem készült semmiféle vízelvezető, szárító műtárgy és hangsúlyozta, hogy az újra meginduló csúszások ellen egyedül a támfalak nem nyújtanak elegendő védelmet, hanem csak a felszínt és az altalajt átgondolt tervek alapján készített víztelenítő hálózat, árkok, csatornák, szivárgók, tárnák, alagcsövek együttes létesítése hozhat eredményt. A Földtani Társulat vezetője már ekkor jelezte, hogy a vasút Kolozsváron túli szakaszán is keletkezhetnek hasonló csúszások a talajviszonyok miatt. A zsoboki vízvásztó és Egeres közötti szakasz alépitményi szempontból az építés idején és később is valóban a pálya legveszélyesebb szakaszának bizonyult a földmozgások miatt. A legnagyobb földmunkát Sztána közelében kellett végezni, ahol egymáshoz csatlakozóan először egy 43 m mély, közel 500 m hosszú bevágásban, majd ezt követően 37 m magas töltésen haladt a pálya. A bevágásban bekövetkezett rézsúcsúszások miatt 220 m-es szakaszon kénytelenek voltak a pályát utólag beboltozni, a faállványzatról épített töltést pedig a nagymértékű süllyedése miatt hosszú időn át utántöltéssel kiegészíteni.

Az egeresi részen előfordult talajmozgások magállítására menet közben támfalakat építettek, majd a vonal megnyitása után 1872. és 1877. évek között a töltések és bevágások vízmentesítéséhez utólag 16 km hosszban szivárgót létesítettek, sőt később 2 km hosszban a pályát is át kellett helyezni. A folyóvölgy gyors feliszapolódása folytán 1880-ban a Nádas patak árvize a pályát több helyen megrongálta, emiatt 1881-ben a pályaszintet 4 km hosszban fel kellett emelni és új partvédo műveket építeni.



28. ábra

Dr. Pávay Elek geológusnak a Földtani Szemlében megjelentetett cikkéből vett ábra, amely a Sztána melletti pályaszakasz agyag és homok rétegekből álló altalaját, valamint a lecsúszott vasúti töltést mutatja meg

A Magyar Keleti Vasút Nagyvárad-Kolozsvár közötti vonalának 152 km hosszú első szakaszát a kivitelező cég változása, a nehéz építési terep, az árvizek, a talajmozgások okozta akadályok ellenére, nyolc hónapos késéssel, 1869. december 31. helyett, 1870. szeptember 7-én sikerült megnyitni.

Az építkezést a vasúttársaság saját irányítással, magyar mérnök vezetésével fejezte be, de az építkezést megkezdő, és egy részét végrehajtó Waring cég és angol mérnökei a vállalkozó pénzügyi visszaélései és a menet közben felmerült építési hibák ellenére is elismerésre méltó munkát végeztek, és sok segítséget adtak a vasútépítésben akkor még kezdő magyar mérnökök számára.

Az építési nehézségeken kívül más szomorú események is megzavarták az építkezés menetét. Több szerencsétlenség, baleset is bekövetkezett, amelynek halálos áldozatai is voltak, akiket Köröstopánnál temettek el, és emléküket szobor is őrzi.

A Nagyvárad-Kolozsvár vasút vonalvezetésének egyes szakaszait többen kifogásolták, részben közlekedéspolitikai, részben gazdasági és muszaki szempontból. Az egyik kifogás az volt, hogy a vasút nagyobb részt lakatlan, erdős területen haladt ahelyett, hogy délebben vezetve Kalotaszeg falvait, Gyalu és Szászfenes településeit kapcsolta volna be a vasúti közlekedésbe. Muszaki szempontból azt észrevételezték, hogy a tervek túlságosan ragaszkodtak a folyóvölgyekhez, hogy nem kerültek el a zsoboki vízvásztót, ahol csak hatalmas földmunkával lehetett átvezetni a pályát, és nem kerültek el Egeres és Kolozsvár között azokat a területeket sem, ahol a talajviszonyok nem voltak kedvezőek a vasútépítésre. A vasútvonal helyén sok volt az ingoványos terület, az agyagos és átázásra hajlamos altalaj, a hirtelen áradó hegyi patak. Ezért helyesebbnek vélték volna a pályát hosszabb alagúton át, az 5-6 km-rel délebbre folyó Kapus patak völgyében vezetni. Véleményük helyességét igazolták az építkezés alatt és az azt követő időkben beállott aléptményi hiányok.

Dr. Horváth Ferenc – Dr. Kubinszky Mihály  
*MAGYAR VASÚTI ÉPÍTKEZÉSEK ERDÉLYBEN* című könyv alapján

*(Folytatása következik)*

# A dinamikus vasúti járműterhelés elméleti meghatározása a pálya tényleges állapotának figyelembevételével

*Dr. Kazinczy László*

egyetemi docens

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem  
Út és Vasútépítési Tanszék

## 1. A dinamikus járműterhelés elméleti meghatározásának körülményei

A vasúti járművek függőleges irányú dinamikus kerékterhelését ( $Z_{din}$  [N]) a vasútépítési gyakorlat a statikus kerékterhelés ( $Z_{stat}$  [N]) sebességi tényezővel történo felszorzásával határozza meg

$$Z_{din} = \psi \cdot Z_{stat}$$

ahol

$\psi$  – a sebességi szorzó [-],

$Z_{stat}$  – a függőleges irányú statikus kerékterhelés [N].

A vasutak a  $\psi$  - szorzóban egészen az elmúlt évtizedekig közvetlen módon csak a járművek sebességét vették figyelembe, eltekintve a pálya tényleges állapotától. A képletekben szereplő állandók átlagos pálya-, és járműállapotokat képviseltek.

• Közép-Európai Vasútegylet (1936):

$$\psi = 1 + \frac{V^2}{30000}$$

• Schramm – Betzhold (1957):

$$\psi = 1 + \frac{4,5 \cdot V^2}{100000} + \frac{1,5 \cdot V^3}{10000000}$$

• Schramm (1963):

$$\psi = 1 + \frac{3 \cdot V^2}{100000} + \frac{V^3}{10000000}$$

A vasúti pálya állapotát tükrözö dinamikus tényező eloször a Müncheneri Műszaki Egyetem által az 1970-es években végzett nagyszámú helyszíni mérések alapján született képletekben jelent meg. A Zimmermann-Eisenmann féle elmélet a kísérleti eredményekre alapozva a mértékadó kerékterhelést a

$$Z_M = \psi \cdot Z_{stat} \cdot t \cdot s$$

összefüggés révén határozza meg az 1. ábra alapján, ahol

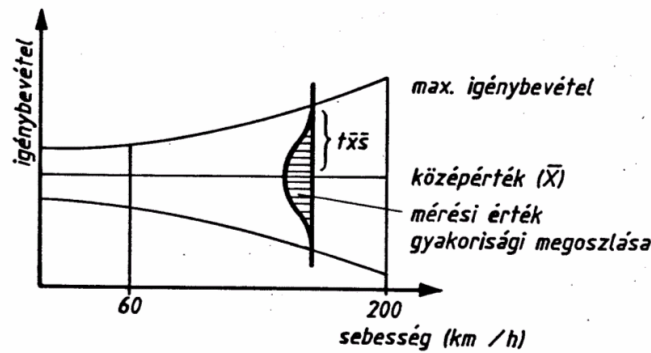
$t$  – a megkívánt valószínűségtol függö tényező:

$t = 1$  0,683-as valószínűségnél,

$t = 2$  0,955-ös valószínűségnél,

$t = 3$  0,997-es valószínűségnél (a vasúti felépítmény méretezésénél  $t = 3$ ),

$s$  – az igénybevételek középértékére vonatkoztatott szórás.



$$X_{\max} = \bar{x} + t \bar{x} s = \bar{x}(1 + t s)$$

### 1. ábra

A vasúti pályában jármüterhelés hatására ébredő igénybevételek közép-, és szélsőértékeinek alakulása a sebesség függvényében Eisenmann szerint

Az igénybevételek középértékére vonatkoztatott szórás a vizsgálati adatok értékelése nyomán

$$s = \dots$$

formában számítható, ahol az  $\alpha$ -tényező a pálya állapotától, a  $\beta$ -tényező a jármű sebességétől függ.

A pálya állapotától függő tényező

$\alpha = 0,1$  ha a pálya állapota kiváló (építési állapot),

$\alpha = 0,2$  ha a pálya állapota jó (üzemi állapot),

$\alpha = 0,3$  ha a pálya állapota rossz (fenntartási határállapot).

A jármű sebességétől függő tényező

$$\beta = 1, \quad \text{ha } V \leq 60 \text{ km/h,}$$

$$\beta = 1 + \frac{V - 60}{140}, \quad \text{ha } 60 \text{ km/h} < V < 200 \text{ km/h.}$$

Megvizsgálva az előzőekben vázolt összefüggéseket, megállapítható, hogy a Zimmermann-Eisenmann féle elmélet a tényleges pályaállapotokat legfeljebb csak a szélső viszonyoknál veszi figyelembe. Ugyanakkor a vasúti pálya mért geometriai hibái (nyomtávolság eltérés, irány- és fekszínhibák, túlemelek hiánya, vagy többlet stb.) és az  $\alpha$ -tényező között semmilyen közvetlen kapcsolat nincs. E hiányosságot igyekeznek pótolni a következő, 2. fejezetben levezetett elmélet.

## 2. A dinamikus jármüterhelés elméleti meghatározása a pálya tényleges állapotának figyelembevételével

A függőleges dinamikus kerékterhelés meghatározása a

$$Z_{din} = \frac{Z + \beta Z}{g} \gamma g + a_z \quad \text{[N]}$$

összefüggésből indul ki, ahol:

$Z$  – függőleges kerékterhelés a jármű nyugalmi helyzetében [N]

$\beta Z$  – a járműre ható oldalról származó kerékero-többlet (-hiány), [N]

$a_z$  – a függőleges síkban létrejövő fekszínhibán átgördülő kerék függőleges gyorsulása, [m/s<sup>2</sup>]

$g$  – a nehézségi gyorsulás, [m/s<sup>2</sup>]

A járművön a vágánytengellyel párhuzamos tengelyű forgatónyomaték ébredhet, amelynek nagysága a 2. ábra alapján

$$M = \beta Z t = Y_M h \quad \text{[Nm]}$$

melyből a többlet kerékterher:

$$Z = Y_M \frac{h}{t} \quad \text{N}$$

ahol

- $Y_M$  – a mozgó járműre mértékadó oldalero, [N]
- $h$  – a jármű súlypontjának távolsága a pálya síkjától, [mm]
- $t$  – a sínszalak középtengelyeinek távolsága, [mm].

A mozgó járműre ható mértékadó oldalero az

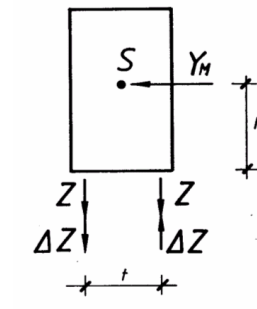
$$Y_M = \frac{SY}{g} (g + a_y) \quad \text{N}$$

összefüggéssel határozható meg, ahol

- $SY$  – a mozgó járműre ható oldaleroak összege, [N]
- $a_y$  – a vízszintes síkban létrejött irányhibán átgördülő kerék vízszintes gyorsulása, [m/s<sup>2</sup>]

A mozgó járműre ható oldaleroak összege

$$SY = Y_{kigyó} + Y_{iv} + Y_{?m} + Y_{szél} \quad \text{N}$$



**2. ábra**

*A vasúti járművön fellépő külső erők hatásai*

alakban írható fel, ahol

- $Y_{kigyó}$  – a jármű kigyózó mozgását (színuszvonalaszerű mozgását) eloidézo oldalero, [N]
  - $Y_{iv}$  – a szabad oldalgyorsulás következtében fellépő oldalero, [N]
  - $Y_{?m}$  – a pálya túlemelési hibájából származó oldalirányú erő, [N]
  - $Y_{szél}$  – a jármű oldalfelületén fellépő szélterhelés, [N]
- Az oldaleroak rendre az alábbi módon határozhatók meg:
- $Y_{kigyó}$  – a jármű kigyózó mozgását eloidézo oldalero

$$Y_{kigyó} = \frac{2Z}{g} a_{kigyó} \quad \text{N}$$

ahol

$a_{kigyó}$  – a kigyózó mozgás oldalirányú gyorsulása, [m/s<sup>2</sup>]

$$a_{kigyó} = \frac{V^2 d j}{3,6^2 R_0 t_f} \quad \text{m/s}^2$$

ahol

- $V$  – a jármű sebessége, [km/h]
- $d$  – a sínszalak dolésének mértéke, [-]
- $j$  – a kerékpár távolságából és a nyomtávolságból fakadó ún. játék, [mm]

$$j = t_0 - v \quad \text{mm}$$

ahol

- $t_0$  – 1433–1435 mm nyomtávolság,
- $v$  – 1412–1426 mm a kerékpár távolsága,

továbbá

- $R_0$  – a kerék futókörének sugara, [mm]
- $t_f$  – a futókörök távolsága, [mm]



$Y_{iv}$  – a szabad oldalgyorsulás következtében fellépo oldalero

$$Y_{iv} = \frac{2Z}{g} a_0 \quad \text{?N?}$$

ahol

$a_0$  – a szabad oldalgyorsulás, [m/s<sup>2</sup>]

$Y_{?m}$  – a pálya túlemelési hibájából származó oldalirányú ero

$$Y_{?m} = 2 Z \frac{?m}{t} \quad \text{?N?}$$

ahol

$?m$  – túlemelés eltérés, [mm]

$Y_{szél}$  – a jármu oldalfelületén fellépo szélterhelés

$$Y_{szél} = L h_k p ? a Z \quad \text{?N?}$$

ahol

$L$  – a jármu átlagos tengelytávolsága, [m]

$h_k$  – a kocsiszekrény magassága, [m]

$p$  – szélintenzitás, [N/m<sup>2</sup>]

$?$  – szélteher szorzó, [-]

A pályahibákon átgördülő kerekek mértékadó gyorsulása

? függoleges síkban az

$$a_z ? G_{zmax} \frac{? V ?^2}{? 3,6 ?} \quad \text{[m/s}^2\text{]}$$

? vízszintes síkban az

$$a_y ? G_{ymax} \frac{? V ?^2}{? 3,6 ?} \quad \text{[m/s}^2\text{]}$$

összefüggésekkel határozható meg, ahol

$G_{zmax}$ ,  $G_{ymax}$  – a feltételezett hibaalakot leíró függvények maximális görbülete, [1/m]

Egyenes vágányra vonatkozóan „koszinusz-B” jelu, íves vágányra vonatkozóan „koszinusz-A” jelu hibaalakot feltételezve a maximális görbületek értéke:

? „koszinusz-B” jelu hiba esetén:

$$G_{max} = 2,25 ?^2 \frac{f}{l_0} \quad \text{?1/m?}$$

? „koszinusz-A” jelu hiba esetén:

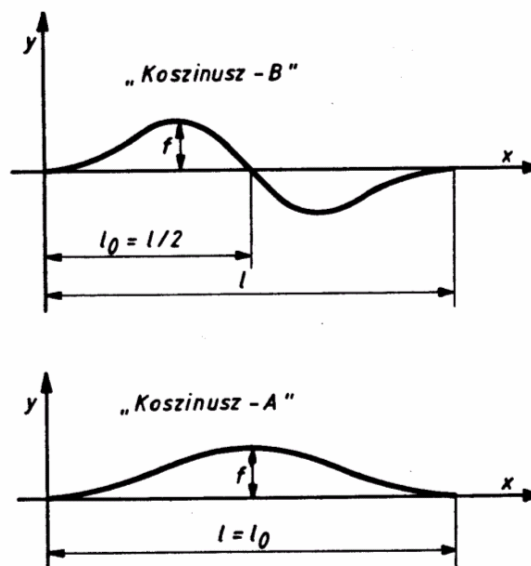
$$G_{max} = 2,00 ?^2 \frac{f}{l_0^2} \quad \text{?1/m?}$$

ahol

$f$  – húrmagasság, [m]

$l_0$  – zéruspontok távolsága, [m]

Az  $f$  és  $l_0$  mennyiségek értelmezése és a hibaalakok rajzolata a 3. ábrán látható.



**3. ábra**  
A feltételezett pályahiba alakok

Mindezek figyelembevételével a függoleges dinamikus kerékterherre vonatkozó

$$Z_{din} = \frac{Z + Z}{g} (g + a_z) \quad \text{N?}$$

kifejezés a helyettesítések elvégzése után

$$Z_{din} = \frac{Z + \frac{2Z}{g} a_{kigyó} + \frac{2Z}{g} a_0 + 2Z \frac{m}{t} + aZ}{g} + g + a_y + \frac{h}{t} + g + a_z \quad \text{N?}$$

formában írható fel.

A dinamikus szorzó értéke a

$$Z_{din} = ? Z \quad \text{N?}$$

elvi kifejezés figyelembevételével felírt

$$? = \frac{1}{g^2} + \frac{2}{g} a_k + \frac{2}{g} a_0 + \frac{2m}{t} + \frac{h}{t} + g + a_y + g + a_z$$

összefüggés alapján határozható meg.

### 3. A vasúti pálya tényleges állapotának figyelembe vételére alkalmas igénybevétele számítási mód elemzése

Az előző, 2. fejezetben a ?-dinamikus szorzóra levezetett képlet tehát a dinamikus tényező és a pályahibák között teremt kapcsolatot:

$$? = f(f_z, f_y, m, t)$$

Az **1. táblázatban** szemléltetés céljából –  $V = 60 \text{ km/h}$  járműsebesség,  $R = 450 \text{ m}$  sugarú körív,  $m = 27 \text{ mm}$  nagyságú túlelemelés,  $a_0 = 0,52 \text{ m/s}^2$  értékű szabad oldalgyorsulás figyelembevétele mellett – a vízszintes

és a függőleges síkú pályahibák (irány-, és fekszinthibák) húrmagasságának ( $f_z, f_y$ ) függvényében meghatározott dinamikus szorzók (?) értékei találhatók.

**1. táblázat.** Dinamikus szorzó (?) értéke különböző irány- és fekszinthiba kombinációk esetén  
( $V = 60 \text{ km/h}$ ,  $R = 450 \text{ m}$ ,  $m = 27 \text{ mm}$ ,  $a_0 = 0,52 \text{ m/s}^2$ )

Fekszinthiba	Irányhiba $f_y$ [mm]										
$f_z$ [mm]	0,00	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00
0,00	1,163	1,172	1,181	1,190	1,199	1,209	1,218	1,227	1,236	1,245	1,254
1,00	1,236	1,246	1,255	1,265	1,275	1,285	1,294	1,304	1,314	1,323	1,333
2,00	1,309	1,320	1,330	1,340	1,350	1,361	1,371	1,381	1,391	1,402	1,412
3,00	1,382	1,393	1,404	1,415	1,426	1,437	1,447	1,458	1,469	1,480	1,491
4,00	1,456	1,467	1,478	1,490	1,501	1,513	1,524	1,535	1,547	1,558	1,570
5,00	1,529	1,541	1,553	1,565	1,577	1,589	1,600	1,612	1,624	1,636	1,648
6,00	1,602	1,614	1,627	1,639	1,652	1,664	1,677	1,690	1,702	1,715	1,727
7,00	1,675	1,688	1,701	1,714	1,727	1,740	1,754	1,767	1,780	1,793	1,806
8,00	1,748	1,762	1,775	1,789	1,803	1,816	1,830	1,844	1,858	1,871	1,885
9,00	1,821	1,835	1,850	1,864	1,878	1,892	1,907	1,921	1,935	1,950	1,964
10,00	1,894	1,909	1,924	1,939	1,954	1,968	1,983	1,998	2,013	2,028	2,043

Építési és fenntartási méreturések mértékadó szélsőértékeire is elvégezve a számításokat, az elozokban vázolt elmélet az Eisenmann-féle mérési eredményeket, illetve a kísérletek nyomán született összefüggések számszerűségét közelíti meg.

Ha a most levezetett összefüggés a Zimmermann-Eisenmann elmélet

$$Z_{din} = Z \cdot \sqrt{1 + t \cdot s} = Z \cdot \sqrt{1 + t \cdot ?} \quad [N]$$

képletével kerül összevetésre, ahol

- $t$  – valószínűségi tényező,
- $s$  – az igénybevételek középértékére vonatkoztatott szórás,
- $?$  – felépítmény állapotától függő tényező,
- $?$  – a sebességtől függő tényező,

$$I. \quad Z_{din} = ? \cdot Z \quad [N]$$

$$II. \quad Z_{din} = (1 + t \cdot ?) \cdot Z \quad [N]$$

$$I = II. \quad ? = 1 + t \cdot ?$$

egyenletek formájában, akkor a zúzottkoágyazatú vágányok esetén kapcsolat teremthető a pályahibák mértéke és az Eisenmann féle „?”-tényező között, s így az a 0,1-0,3 közötti intervallumban finomítható.

A levezetett elmélet szerint a vasúti jármű egyenesben, illetve körívben függőleges és vízszintes irányú pályahibákon (nyomtávolság hiba, síndolés hiba, irány- és fekszinthiba, túlemelés eltérés) egyidejűleg halad keresztül különböző sebességgel. Az elmélet révén tehát meghatározhatók:

1. A különböző pályahiba-kombinációkhoz tartozó igénybevételek,
2. A különböző pályahiba-kombinációkhoz tartozó igénybevétel-szórások,
3. Az adott igénybevételt létrehozó pályahibák kombinációja,
4. A méreturések (dinamikai oldalról),
5. Az egyenértékű pályahiba-kombinációk (dinamikai, szilárdsági igénybevételek szempontjából),
6. A különböző pályahibák egymáshoz viszonyított súlya.

## Acélsövekből kialakítható öszvérszerkezetek (lemezszerkezetek)

*Dr. Köllö Gábor<sup>1</sup>, Dr. Kopenetz Lajos<sup>1</sup>, Orbán Zsolt<sup>2</sup>*

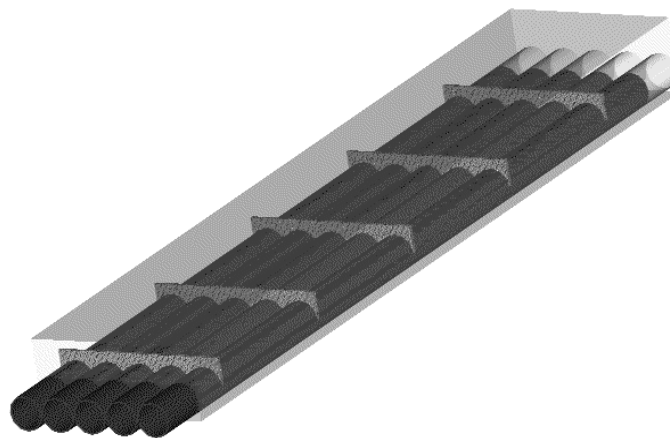
<sup>1</sup>Kolozsvári Műszaki Egyetem, <sup>2</sup>PFT, Kolozsvár, okl. mérnök

A következőkben bemutatjuk az acélsövekből kialakítható együttműködő (öszvér) acél-beton szerkezetek számítását rugalmas tartományban. Ezeknek a szerkezeteknek az alkalmazási területe a kis, és közép-feszítávú hidak felépítménye.

A híd felépítményét a következő szerkezeti kialakításban képzeljük el:

- a) Az acélsövek érintik egymást
- b) Az acélsövek  $b$  távolságra vannak egymástól

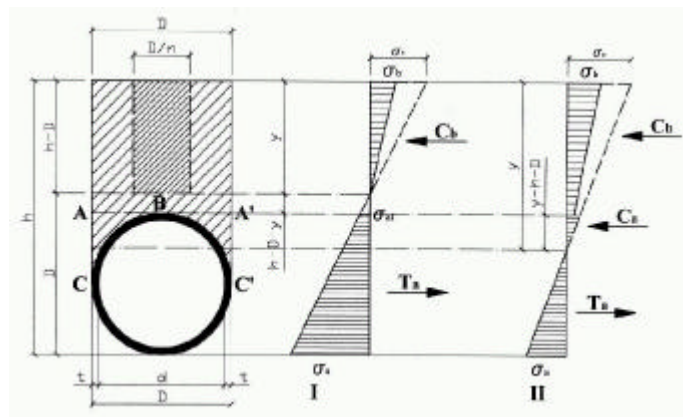
A b) esetben a betonlemez vastagsága nagyobb, mint az a) esetben.



**1. ábra**

- a) Az acélsövek érintik egymást

A számítási modell a 2. ábrán látható:



**2. ábra**

Két esetet különböztetünk meg:

I. A semleges tengely csak a beton keresztmetszetet metszi:

$$y < h < D$$

II. A semleges tengely az acélsövet metszi:

$$y > h > D$$

Az ABC és A'B'C' beton keresztmetszet területeket elhanyagoljuk a számításban.

Az egyensúlyi feltételből meghatározható a semleges tengely helyzete „y” (közelítő számítást alkalmaztunk, a húzott betonkeresztmetszetet elhanyagoltuk.)

$$I. \quad C_b = T_a = y$$

$$s_e = \frac{y}{h-y} s_a \quad s_b = \frac{y}{h-y} \frac{s_a}{n} \quad (1)$$

$$s_{a1} = \frac{h-y-D}{h-y} s_a \quad (2)$$

$$C_b = \frac{D y^2 s_a}{2n(h-y)} \quad (3)$$

$$T_a = \frac{D(2h-2y-D)s_a}{h-y} \quad (4)$$

$$C_b = T_a = y^2 - 4nt(2h-D) = 0 \quad (5)$$

Megoldva az (5) egyenletet, megkapjuk a semleges tengely helyzetét (6):

$$y = \frac{\sqrt{16n^2t^2 + 8nt(2h-D)} + 4nt}{2}$$

$$y = \sqrt{4n^2t^2 + 2nt(2h-D)} + 2nt \quad (6)$$

Az ideális keresztmetszet tehetetlenségi nyomatéka:

$$I_I = \frac{Dy^3}{3n} + D^4 \frac{p}{64} + D^2 \frac{p}{4} h + y \frac{D}{2} \quad (7)$$

A keresztmetszet szélső öveiben a normál feszültség a következő képpen számítható:

$$s_e = \frac{My}{I_I} \quad s_b = \frac{s_e}{n} \quad (8)$$

$$s_a = \frac{M(h-y)}{I_I} \quad (9)$$

Az ideális keresztmetszeti modulusz (W), terület (A) és a statikai nyomaték (S) a következő képletekkel számíthatók.

$$W_s = \frac{I_I}{y} \quad W_i = \frac{I_I}{h-y}$$

$$A_I = \frac{Dy}{n} + \frac{p}{4} D^2 + d^2$$

$$S_I = \frac{D}{n} y \frac{y}{2} + \frac{Dy^2}{2n}$$

II.

$$C_b \neq C_a \neq T_a \neq y$$

$$s_b \neq \frac{y}{h} \neq \frac{s_a}{n} \quad (10)$$

$$s_{al} \neq \frac{y \neq D - h}{h} \neq s_a \quad (11)$$

$$s_{alb} \neq \frac{y \neq D - h}{h} \neq \frac{s_a}{n} \quad (12)$$

$$C_b \neq \frac{D \neq h - D \neq 2y \neq D \neq h \neq s_a}{2n \neq h \neq y} \quad (13)$$

$$C_b \neq \frac{t \neq y \neq D \neq h \neq s_a}{h \neq y} \quad (14)$$

$$T_a \neq t \neq h \neq y \neq s_a \quad (15)$$

$$C_b \neq C_a \neq T_a \neq y \neq \frac{2nth^2 \neq D \neq h \neq D \neq 2nt \neq h \neq D}{2D \neq h \neq D \neq 4nt \neq h \neq D \neq 4nth} \quad (16)$$

Az ideális keresztmetszet tehetetlenségi nyomatéka (I), keresztmetszeti modulusza (W), területe (A), statikai nyomatéka (S) a következő összefüggésekkel számíthatók:

$$I_{II} \neq \frac{D \neq h - D \neq p}{12n} \neq \frac{D}{n} \neq h \neq D \neq y \neq \frac{h \neq D}{2} \neq D^4 \neq d^4 \neq \frac{p}{64} \neq D^2 \neq d^2 \neq \frac{p}{4} \neq h \neq y \neq \frac{D}{2} \quad (17)$$

$$W_s \neq \frac{I_{II}}{y} \quad W_i \neq \frac{I_{II}}{h - y}$$

$$A_{II} \neq \frac{D \neq h - D \neq p}{n} \neq \frac{p}{4} \neq D^2 \neq d^2$$

$$S_{II} \neq \frac{D}{n} \neq h \neq D \neq y \neq \frac{h \neq D}{2} \neq 2t \neq y \neq h \neq D \neq \frac{y \neq h \neq D}{2}$$

A keresztmetszetet szélső öveiben ébredő normál feszültség:

$$s_e \neq \frac{My}{I_{II}} \quad s_b \neq \frac{s_e}{n} \quad (18)$$

$$s_a \neq \frac{M(h - y)}{I_{II}} \quad (19)$$

Az n ekivalencia tényezot differenciálva kell alkalmazni:

$$n = \frac{E_a}{E_b} \cdot n_r$$

$$n = \frac{E_a}{E_b} \cdot 3 \cdot n_r$$

$$n = \frac{E_a}{E_b} \cdot 2 \cdot n_r$$

## 1. Számpélda

A beton osztályának (C35/45) megfelelő ekivalencia tényező  $n=6,268$

A semleges tengely (S.T.) helyzete  $y=14,27\text{cm}$  [(6) képlet vagy 1. táblázat]

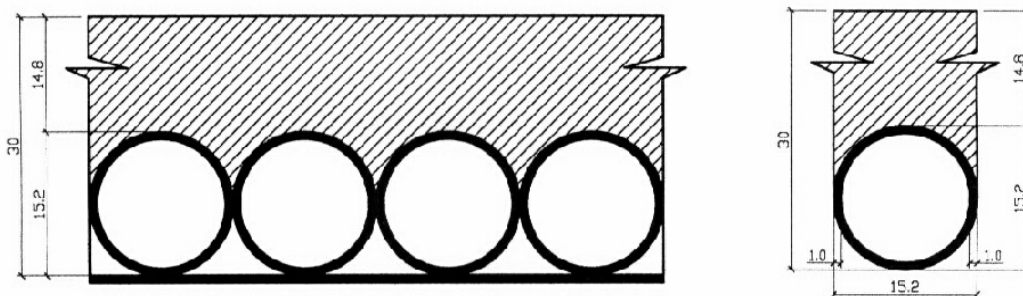
A S.T. a betont metszi

$$n=6,268 \quad I = 6426.64 \text{ cm}^4 \quad [(7) \text{ képlet vagy 1. táblázat}]$$

állandó terhelés  $g = 5.5 \text{ kN/m} \quad n_a = 3 \cdot n = 18.040$

$$n_a = 18.040 \quad y = 18.16 \text{ cm} \quad [(16) \text{ képlet vagy 1. táblázat}]$$

$$I = 3534.96 \text{ cm}^4 \quad [(17) \text{ képlet vagy 1. táblázat}]$$



1. számpélda. 1. ábra

Az állandó teher által létrehozott nyomaték  $M_g = \frac{5.5 \cdot 4.40^2}{8} = 13.31 \text{ kNm}$

A szélső ívekben létrejött normálfeszültség  $\sigma_s$

$$\sigma_{eg} = \frac{133100 \cdot 18.16}{3534.96} = 683.77 \frac{\text{daN}}{\text{cm}^2} \quad \sigma_{bg} = \frac{683.77}{19.040} = 37.90 \frac{\text{daN}}{\text{cm}^2}$$

$$\sigma_{ag} = \frac{133100 \cdot (30 - 18.16)}{3534.96} = 445.81 \frac{\text{daN}}{\text{cm}^2}$$

A hasznos teher által létrehozott nyomaték  $M_p = \frac{16.5 \cdot 4.40^2}{8} = 39.93 \text{ kNm}$  (a hasznos teher egyenletesen eloszló)

$$\sigma_{ep} = \frac{399300 \cdot 14.27}{6426.64} = 886.62 \frac{\text{daN}}{\text{cm}^2} \quad \sigma_{bp} = \frac{886.62}{6.268} = 141.45 \frac{\text{daN}}{\text{cm}^2}$$

$$s_{ag} = \frac{399300 \cdot 30 - 14.27}{6426.64} = 977.34 \frac{\text{daN}}{\text{cm}^2}$$

A hasznos teher nagy gyakorisággal ismétlődik (fáradás):  $n_f = 2 \cdot n = 12.536$

$$n_f = 12.534 \quad y = 16.83 \text{ cm} \quad [(16) \text{ képlet vagy 1. táblázat}]$$

$$I = 4437.01 \text{ cm}^4 \quad [(17) \text{ képlet vagy 1. táblázat}]$$

$$s_{epf} = \frac{399300 \cdot 16.83}{4437.01} = 1514.58 \frac{\text{daN}}{\text{cm}^2} \quad s_{bpf} = \frac{1514.58}{12.534} = 120.84 \frac{\text{daN}}{\text{cm}^2}$$

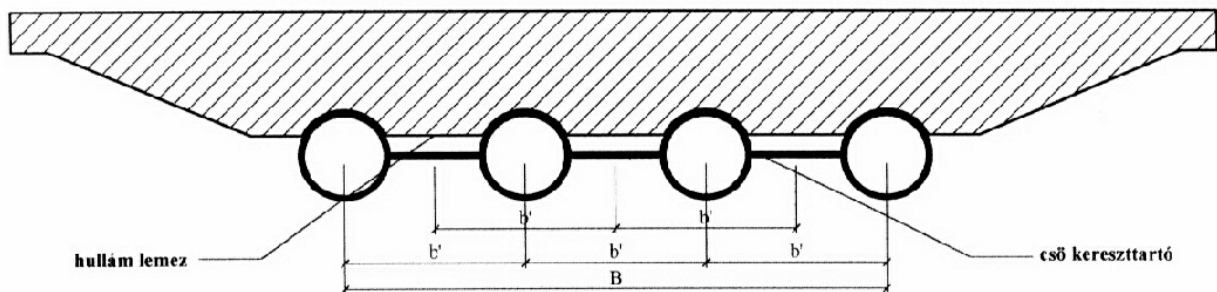
$$s_{apf} = \frac{399300 \cdot 30 - 16.83}{4437.01} = 1185.21 \frac{\text{daN}}{\text{cm}^2}$$

$$s_{bmax} = \max\{s_{bg}, s_{bp}, s_{bg}, s_{bpf}\} = \max\{179.35; 158.74\} = 179.35 \frac{\text{daN}}{\text{cm}^2}$$

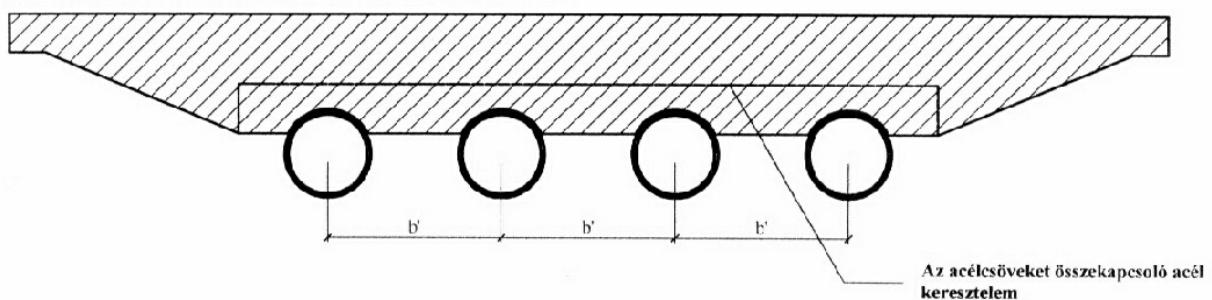
$$s_{amax} = \max\{s_{ag}, s_{ap}, s_{ag}, s_{apf}\} = \max\{423.15; 1631.02\} = 1631.02 \frac{\text{daN}}{\text{cm}^2}$$

Tehát 30 cm lemezszerkezettel áthidalható 4,4 m fesztív.

b) Az acélcövek "b" távolságra vannak egymástól.



3/a. ábra



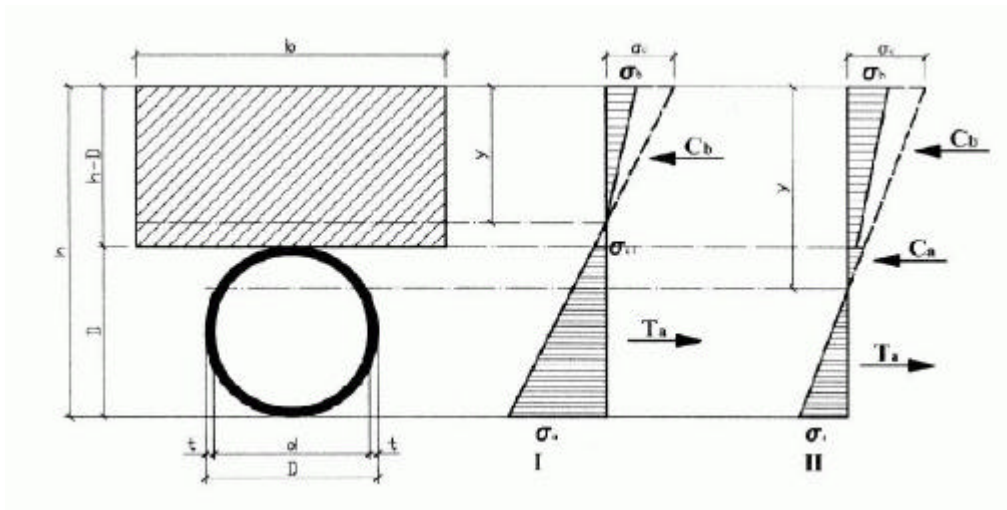
3/b. ábra



A betonlemez szélessége, amelyet a feszültségek számításánál figyelembe veszünk „b’”. Ezt a következő képlettel számítjuk.

$$\frac{b'}{b} = \sqrt{1 + 12 \frac{b'^2}{b^2}} \quad ? \quad b = \frac{b'}{\sqrt{1 + 12 \frac{b'^2}{b^2}}} \quad (20)$$

Ennek megfelelően a számítási modell:



4. ábra

Kivitelezéskor a betonlemez érinti az acélsövet vagy pedig a betonlemez egy bizonyos magasságban „befogja” az acélsöveket.

I. A semleges tengely a beton keresztmetszetet metszi:

$$C_b = \frac{1}{2} \cdot y \cdot \frac{y}{h} \cdot \frac{s_a}{n} \cdot b = \frac{b y^2 s_a}{2n h y} \quad (21)$$

$$T_a = \frac{D t (2h - 2y) D s_a}{h y} \quad (22)$$

$$C_b = T_a = \frac{b y^2 s_a}{2n h y} = \frac{D t (2h - 2y) D s_a}{h y}$$

$$b y^2 = 2n t D (2h - 2y) D$$

$$b y^2 = 4n t D y - 2n t D (2h - D) \quad (23)$$

(23) az egyenlet amelyből meghatározható a semleges tengely helyzete:

$$y = \frac{\sqrt{4n^2 t^2 D^2 - 2n t b D (2h - D)} + 2n t D}{b} \quad (24)$$

Az ideális keresztmetszet tehetetlenségi nyomatéka:

$$I_I = \frac{by^3}{3n} + D^4 + d^4 + \frac{p}{64} D^2 + d^2 + \frac{p}{4} h + y + \frac{D^2}{2} \quad (25)$$

Az ideális keresztmetszet területe:

$$A_I = \frac{by}{n} + \frac{p}{4} D^2 + d^2$$

A statikai nyomaték:

$$S_I = \frac{b}{n} y \frac{y}{2} + \frac{by^2}{2n}$$

II. A semleges tengely az acélcsővet metszi:

$$C_b = \frac{b(h - D) + 2y + D - h s_a}{2n(h + y)} \quad (26)$$

$$C_a = \frac{t + y + D - h^2 s_a}{h + y} \quad (27)$$

$$T_a = t + h + y s_a \quad (28)$$

$$C_b + C_a + T_a = y + \frac{2nth^2 + D^2 h + D^2 + 2nt(h + D)^2}{2b(h + D) + 4nt(h + D) + 4nth} \quad (29)$$

(29) a semleges tengely pozícióját meghatározó összefüggés.

Az ideális keresztmetszet tehetetlenségi nyomatéka:

$$I_{II} = \frac{b(h - D)^3}{12n} + \frac{b}{n} h + D + y + \frac{h + D}{2} + D^4 + d^4 + \frac{p}{64} D^2 + d^2 + \frac{p}{4} h + y + \frac{D^2}{2} \quad (30)$$

Az ideális keresztmetszet területe:

$$A_{II} = \frac{b(h - D)}{n} + \frac{p}{4} D^2 + d^2$$

A statikai nyomaték:

$$S_{II} = \frac{b}{n} h + D + y + \frac{h + D}{2} + 2t + y + h + D + \frac{y + h + D}{2}$$

Az ideális tehetetlenségi nyomaték képlete megegyezik a (7) és a (17) összefüggésekkel, azzal a különbséggel, hogy a beton keresztmetszet-szélesség nem D hanem b.

## 2. Számpélda

Egy 5,00 m széles, 5,00 m hosszú, 4,40 m fesztávú, 0,36m vastag lemez; (11 darab, 152 mmátméroju csotartóból alkotott) amelynek a hasznos terhelése  $p=54 \text{ kN/m}$   $\approx 250 \text{ kN}$  állandó terhelés  $g=7,4 \text{ kN/m}$  ( $n=6,268$ ).

A számításba veheto lemezszélesség:

$$b = \frac{50}{\sqrt{1 + 12 \frac{50^2}{440}}} = \frac{50}{1.0747} = 46.52 \text{ cm}$$

A beton osztályának (C35/45) megfelelő ekvivalencia tényező  $n=6,268$

A semleges tengely (S.T.) helyzete  $y=11,70$  cm

Az állandó terhelés  $g = 7.4$  kN/m  $n_a = 3 \cdot n = 18.804$

$n_a = 18.040$   $y = 16.85$  cm

$I = 11026.73$  cm<sup>4</sup>

Az állandó teher által létrehozott nyomaték  $M_g = \frac{7.4 \cdot 4.40^2}{8} = 17.908$  kNm

A szélső ívekben létrejött normál feszültség  $\sigma_s$

$$\sigma_{bg} = \frac{179080 \cdot 16.85}{18.804 \cdot 11026.73} = 14.55 \frac{\text{daN}}{\text{cm}^2}$$

$$\sigma_{ag} = \frac{179080 \cdot (36 - 16.85)}{11026.73} = 311.01 \frac{\text{daN}}{\text{cm}^2}$$

A hasznos teher  $p = 54$  kN/m  $n_p = 6.268$

$n_p = 6.268$   $y = 11.70$  cm

$I = 17534.98$  cm<sup>4</sup> (2.táblázat)

A hasznos teher által létrehozott nyomaték  $M_p = \frac{54 \cdot 4.40^2}{8} = 130.68$  kNm (a hasznos teher egyenletesen eloszló)

$$\sigma_{bp} = \frac{1306800 \cdot 11.70}{6.268 \cdot 17534.98} = 139.11 \frac{\text{daN}}{\text{cm}^2}$$

$$\sigma_{ap} = \frac{1306800 \cdot (36 - 11.70)}{17534.98} = 1810.96 \frac{\text{daN}}{\text{cm}^2}$$

A hasznos teher nagy gyakorisággal ismétlődik (fáradás):  $n_f = 2 \cdot n = 12.536$

$n_f = 12.534$   $y = 14.88$  cm [(24) képlet vagy 2. táblázat]

$I = 13358.94$  cm<sup>4</sup> [(25) képlet vagy 2. táblázat]

$$\sigma_{bpf} = \frac{1306800 \cdot 14.88}{12.536 \cdot 13358.94} = 116.11 \frac{\text{daN}}{\text{cm}^2}$$

$$\sigma_{apf} = \frac{1306800 \cdot (36 - 14.88)}{13358.94} = 2066.00 \frac{\text{daN}}{\text{cm}^2}$$

$$\sigma_{bmax} = \max\{\sigma_{bg}, \sigma_{bp}, \sigma_{bpf}\} = \max\{14.55; 139.11; 116.11\} = 139.11 \frac{\text{daN}}{\text{cm}^2}$$

$$\sigma_{amax} = \max\{\sigma_{ag}, \sigma_{ap}, \sigma_{apf}\} = \max\{311.01; 1810.96; 2066.00\} = 2066.00 \frac{\text{daN}}{\text{cm}^2}$$

Mivel a legnagyobb húzófeszültség a megengedett feszültségnél nagyobb, ezért egy nagyobb átméروju csövet kell használni:  $D=24,5$  cm. (keresztmetszeti jellemzők: 3. táblázat)

Elvégezve a számításokat:

$$s_{bmax} = \max \{ s_{bg} = s_{bp} \cdot s_{bg} = s_{bpf} \} = \max \{ 145.67; 122.16 \} = 145.67 \frac{daN}{cm^2}$$

$$s_{amax} = \max \{ s_{ag} = s_{ap} \cdot s_{ag} = s_{apf} \} = \max \{ 1871.32; 2106.55 \} = 2106.55 \frac{daN}{cm^2}$$

A lemezek tervezését, az acél és beton keresztmetszet méreteinek megválasztását meggyorsíthatjuk, ha a különböző keresztmetszetek jellemzőit (I, A, W, S) táblázatba foglaljuk. Példaként bemutatunk három táblázatot az ideális keresztmetszeti jellemzőkkel (I, A, W, S).

Az 1. táblázat b=D=15,20 cm, a 2. táblázat D=15,20 cm, b=46,52 cm és a 3. táblázat D=24,50 cm, b=46,52 cm

**1. táblázat**

D = 15,20 cm			Számított értékek							
d = 13,20 cm										
t = 1,00 cm										
b = 15,20 cm			y cm	A cm <sup>2</sup>	I cm <sup>4</sup>	Ws cm <sup>3</sup>	Wi cm <sup>3</sup>	S cm <sup>3</sup>	S.T. helyzet	
h <sub>1</sub>	30,00	n <sub>r</sub>	6,2680	14,27	79,22	6426,64	450,24	408,66	247,04	S.T.a betont metszi
		n <sub>f</sub>	12,5360	16,83	62,56	4437,01	263,60	336,96	173,39	S.T.az acélt metszi
		n <sub>a</sub>	18,8040	18,16	56,57	3534,96	194,61	298,66	140,09	S.T.az acélt metszi
h <sub>2</sub>	32,00	n <sub>r</sub>	6,2680	15,19	81,45	7746,34	509,86	460,90	279,89	S.T.a betont metszi
		n <sub>f</sub>	12,5360	17,98	64,98	5317,20	295,72	379,27	196,55	S.T.az acélt metszi
		n <sub>a</sub>	18,8040	19,46	58,19	4199,28	215,80	334,86	157,26	S.T.az acélt metszi
h <sub>3</sub>	34,00	n <sub>r</sub>	6,2680	16,08	83,61	9241,09	574,58	515,77	313,63	S.T.a betont metszi
		n <sub>f</sub>	12,5360	19,12	67,41	6320,32	330,64	424,61	221,56	S.T.az acélt metszi
		n <sub>a</sub>	18,8040	20,73	59,81	4961,89	239,31	374,03	175,98	S.T.az acélt metszi
h <sub>4</sub>	36,00	n <sub>r</sub>	6,2680	16,95	85,71	10916,24	644,17	572,91	348,20	S.T.a betont metszi
		n <sub>f</sub>	12,5360	20,23	69,15	7452,80	368,32	472,73	248,23	S.T.a betont metszi
		n <sub>a</sub>	18,8040	21,99	61,42	5827,67	265,02	415,96	196,28	S.T.az acélt metszi
h <sub>5</sub>	38,00	n <sub>r</sub>	6,2680	17,78	87,74	12776,69	718,41	632,03	383,51	S.T.a betont metszi
		n <sub>f</sub>	12,5360	21,33	70,47	8722,58	408,97	523,20	275,78	S.T.a betont metszi
		n <sub>a</sub>	18,8040	23,23	63,04	6801,29	292,80	460,44	218,19	S.T.az acélt metszi
h <sub>6</sub>	40,00	n <sub>r</sub>	6,2680	18,60	89,72	14826,96	797,13	692,87	419,50	S.T.a betont metszi
		n <sub>f</sub>	12,5360	22,40	71,77	10134,64	452,51	575,72	304,10	S.T.a betont metszi
		n <sub>a</sub>	18,8040	24,45	64,38	7887,49	322,58	507,28	241,64	S.T.a betont metszi
h <sub>7</sub>	42,00	n <sub>r</sub>	6,2680	19,40	91,65	17071,23	880,16	755,22	456,13	S.T.a betont metszi
		n <sub>f</sub>	12,5360	23,44	73,03	11693,41	498,83	630,08	333,14	S.T.a betont metszi
		n <sub>a</sub>	18,8040	25,65	65,35	9092,16	354,45	556,15	265,95	S.T.a betont metszi
h <sub>8</sub>	44,00	n <sub>r</sub>	6,2680	20,17	93,53	19513,38	967,38	818,90	493,35	S.T.a betont metszi
		n <sub>f</sub>	12,5360	24,46	74,27	13403,07	547,86	686,08	362,84	S.T.a betont metszi
		n <sub>a</sub>	18,8040	26,83	66,30	10419,67	388,36	606,84	290,94	S.T.a betont metszi
h <sub>9</sub>	46,00	n <sub>r</sub>	6,2680	20,93	95,36	22157,02	1058,67	883,78	531,11	S.T.a betont metszi
		n <sub>f</sub>	12,5360	25,47	75,49	15267,57	599,52	743,54	393,18	S.T.a betont metszi
		n <sub>a</sub>	18,8040	27,99	67,23	11873,90	424,27	659,17	316,57	S.T.a betont metszi

2. táblázat

D = 15,20 cm				Számított értékek						
d = 13,20 cm										
t = 1,00 cm										
b = 46,52 cm				y cm	A cm <sup>2</sup>	I cm <sup>4</sup>	Ws cm <sup>3</sup>	Wi cm <sup>3</sup>	S cm <sup>3</sup>	S.T. helyzet
h <sub>1</sub>	30,00	n <sub>r</sub>	6,2680	10,06	119,24	10443,24	1038,51	523,63	375,26	S.T.a betont metszi
		n <sub>f</sub>	12,5360	12,64	91,53	7876,61	622,98	453,81	296,60	S.T.a betont metszi
		n <sub>a</sub>	18,8040	14,20	79,74	6491,31	457,21	410,79	249,35	S.T.a betont metszi
h <sub>2</sub>	32,00	n <sub>r</sub>	6,2680	10,62	123,46	12562,88	1182,56	587,69	418,81	S.T.a betont metszi
		n <sub>f</sub>	12,5360	13,42	94,39	9499,32	708,09	511,14	333,93	S.T.a betont metszi
		n <sub>a</sub>	18,8040	15,11	81,99	7824,93	517,86	463,29	282,42	S.T.a betont metszi
h <sub>3</sub>	34,00	n <sub>r</sub>	6,2680	11,17	127,51	14925,46	1336,22	653,76	463,00	S.T.a betont metszi
		n <sub>f</sub>	12,5360	14,16	97,16	11325,12	799,75	570,85	372,07	S.T.a betont metszi
		n <sub>a</sub>	18,8040	15,99	84,18	9334,95	583,70	518,40	316,38	S.T.a betont metszi
h <sub>4</sub>	36,00	n <sub>r</sub>	6,2680	11,70	131,43	17534,98	1499,05	721,53	507,76	S.T.a betont metszi
		n <sub>f</sub>	12,5360	14,88	99,84	13358,94	897,65	632,59	410,94	S.T.a betont metszi
		n <sub>a</sub>	18,8040	16,85	86,29	11026,73	654,45	575,77	351,16	S.T.a betont metszi
h <sub>5</sub>	38,00	n <sub>r</sub>	6,2680	12,21	135,22	20395,05	1670,65	790,75	553,04	S.T.a betont metszi
		n <sub>f</sub>	12,5360	15,58	102,43	15605,27	1001,52	696,09	450,48	S.T.a betont metszi
		n <sub>a</sub>	18,8040	17,68	88,35	12905,13	729,91	635,11	386,67	S.T.a betont metszi
h <sub>6</sub>	40,00	n <sub>r</sub>	6,2680	12,70	138,89	23508,94	1850,69	861,22	598,80	S.T.a betont metszi
		n <sub>f</sub>	12,5360	16,26	104,95	18068,21	1111,13	761,12	490,62	S.T.a betont metszi
		n <sub>a</sub>	18,8040	18,49	90,35	14974,67	809,90	696,16	422,88	S.T.a betont metszi
h <sub>7</sub>	42,00	n <sub>r</sub>	6,2680	13,18	142,46	26879,64	2038,88	932,79	644,98	S.T.a betont metszi
		n <sub>f</sub>	12,5360	16,92	107,41	20751,56	1226,30	827,49	531,33	S.T.a betont metszi
		n <sub>a</sub>	18,8040	19,28	92,30	17239,50	894,26	758,71	459,71	S.T.a betont metszi
h <sub>8</sub>	44,00	n <sub>r</sub>	6,2680	13,65	145,93	30509,90	2234,94	1005,31	691,56	S.T.a betont metszi
		n <sub>f</sub>	12,5360	17,57	109,80	23658,78	1346,83	895,02	572,55	S.T.a betont metszi
		n <sub>a</sub>	18,8040	20,05	94,21	19703,50	982,86	822,60	497,13	S.T.a betont metszi
h <sub>9</sub>	46,00	n <sub>r</sub>	6,2680	14,11	149,31	34402,23	2438,65	1078,68	738,51	S.T.a betont metszi
		n <sub>f</sub>	12,5360	18,19	112,13	26793,12	1472,58	963,60	614,24	S.T.a betont metszi
		n <sub>a</sub>	18,8040	20,80	96,06	22370,25	1075,57	887,66	535,09	S.T.a betont metszi

### 3. táblázat

D = 24,50 cm				Számított értékek						
d = 22,50 cm										
t = 1,00 cm										
b = 46,52 cm				y cm	A cm <sup>2</sup>	I cm <sup>4</sup>	W <sub>s</sub> cm <sup>3</sup>	W <sub>i</sub> cm <sup>3</sup>	S cm <sup>3</sup>	S.T. helyzet
h <sub>1</sub>	30,00	n <sub>r</sub>	6,2680	10,93	114,65	11372,76	1040,22	596,46	363,55	S.T. az acélt metszi
		n <sub>f</sub>	12,5360	13,34	94,24	8881,99	665,85	533,11	277,58	S.T. az acélt metszi
		n <sub>a</sub>	18,8040	14,49	87,43	7799,92	538,30	502,89	240,56	S.T. az acélt metszi
h <sub>2</sub>	32,00	n <sub>r</sub>	6,2680	11,24	129,49	13835,60	1230,85	666,48	430,95	S.T. az acélt metszi
		n <sub>f</sub>	12,5360	13,95	101,66	10614,09	760,64	588,17	325,65	S.T. az acélt metszi
		n <sub>a</sub>	18,8040	15,36	92,38	9117,42	593,76	547,77	277,04	S.T. az acélt metszi
h <sub>3</sub>	34,00	n <sub>r</sub>	6,2680	11,72	144,33	16488,18	1406,81	740,05	496,39	S.T. az acélt metszi
		n <sub>f</sub>	12,5360	14,64	109,08	12552,26	857,58	648,25	374,93	S.T. az acélt metszi
		n <sub>a</sub>	18,8040	16,24	97,33	10626,79	654,39	598,33	315,44	S.T. az acélt metszi
h <sub>4</sub>	36,00	n <sub>r</sub>	6,2680	12,31	159,18	19378,51	1573,58	818,17	560,98	S.T. az acélt metszi
		n <sub>f</sub>	12,5360	15,37	116,50	14709,44	956,97	713,04	425,56	S.T. az acélt metszi
		n <sub>a</sub>	18,8040	17,14	102,28	12336,45	719,83	654,04	355,78	S.T. az acélt metszi
h <sub>5</sub>	38,00	n <sub>r</sub>	6,2680	12,98	170,19	22552,84	1737,03	901,52	625,56	S.T.a betont metszi
		n <sub>f</sub>	12,5360	16,14	123,92	17099,49	1059,13	782,40	477,65	S.T. az acélt metszi
		n <sub>a</sub>	18,8040	18,05	107,23	14255,17	789,81	714,50	398,05	S.T. az acélt metszi
h <sub>6</sub>	40,00	n <sub>r</sub>	6,2680	13,65	175,11	26077,69	1910,94	989,53	691,07	S.T.a betont metszi
		n <sub>f</sub>	12,5360	16,95	131,35	19736,74	1164,39	856,27	531,29	S.T. az acélt metszi
		n <sub>a</sub>	18,8040	18,97	112,17	16392,03	864,11	779,45	442,27	S.T. az acélt metszi
h <sub>7</sub>	42,00	n <sub>r</sub>	6,2680	14,29	179,87	29971,60	2097,61	1081,56	757,62	S.T.a betont metszi
		n <sub>f</sub>	12,5360	17,78	138,77	22635,79	1273,03	934,63	586,56	S.T. az acélt metszi
		n <sub>a</sub>	18,8040	19,90	117,12	18756,28	942,57	848,67	488,45	S.T. az acélt metszi
h <sub>8</sub>	44,00	n <sub>r</sub>	6,2680	14,91	184,50	34241,17	2296,34	1177,13	825,10	S.T.a betont metszi
		n <sub>f</sub>	12,5360	18,62	142,93	25818,27	1386,54	1017,29	643,34	S.T.a betont metszi
		n <sub>a</sub>	18,8040	20,84	122,07	21357,30	1025,03	921,99	536,58	S.T. az acélt metszi
h <sub>9</sub>	46,00	n <sub>r</sub>	6,2680	15,52	188,99	38892,46	2506,53	1275,85	893,44	S.T.a betont metszi
		n <sub>f</sub>	12,5360	19,44	145,97	29311,37	1507,79	1103,59	701,19	S.T.a betont metszi
		n <sub>a</sub>	18,8040	21,78	127,02	24204,60	1111,40	999,30	586,68	S.T. az acélt metszi

A betonosztály szerint az ekivalencia tényező a tartós, rövid ideig tartó és fáradási igénybevétel esetére.

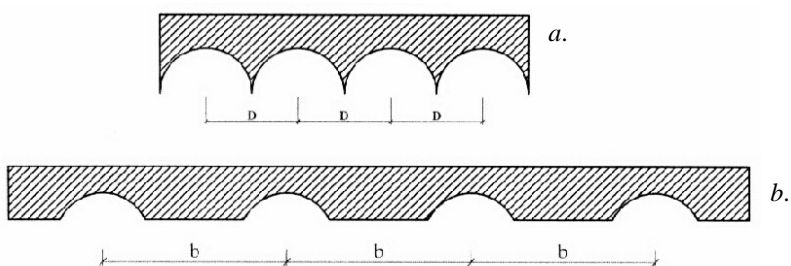
### 4. táblázat

	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55	C50/60
$n \cdot \frac{E_a}{E_b}$	6,5625	6,268	6,00	5,833	5,675
<b>3n</b>	19,6875	18,804	18,00	17,499	17,025
<b>2n</b>	13,125	12,536	12,00	11,666	11,35

A beton és az acélsövek együttlőgözása az acélsövekre hegesztett kapcsolóelemek segítségével valósl meg.

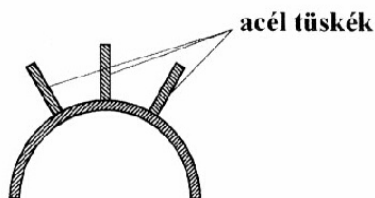
Az acélsöveket összefogó keresztlemek (1. ábra) mint kapcsolóelemekként működnek.

Keresztelelem az egymáshoz érintőlegesen elhelyezett csöveknél. (5/a. ábra)  
 Keresztelelem az egymástól távol elhelyezett csövek esetén. (5/b. ábra)



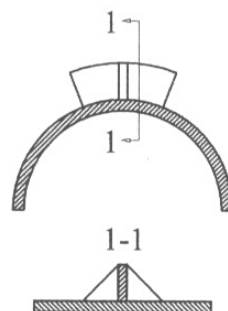
5. ábra

Ezeket a kereszttelemeket a csövek felső felületére folytonos hegesztési varrattal kapcsoljuk.  
 Más típusú kapcsolóelemek:

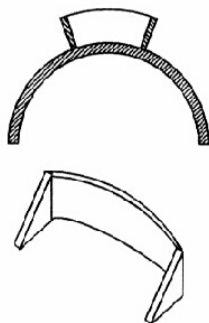


6. ábra

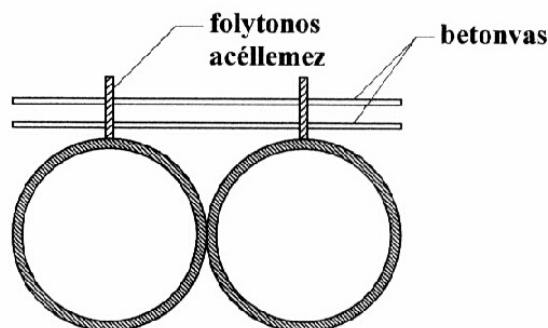
merevített acéllemez



7. ábra



8. ábra



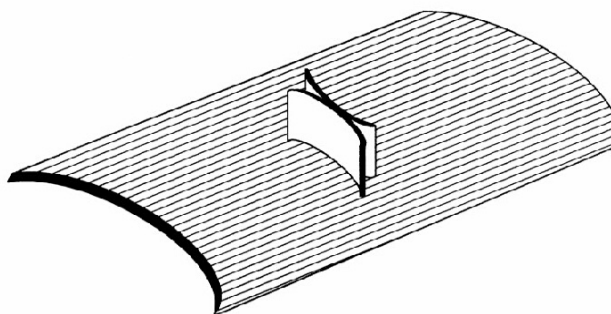
9. ábra

Két irányban ugyanolyan merevségű hengerfelületű kapcsolóelem: (10. ábra)

Ebben a tanulmányban bemutatott szerkezetekkel szeretnénk felhívni a tervezők figyelmét arra, hogy az acélcsövek felhasználhatók az öszvérszerkezetek kialakításánál. Az acélcsövek alkalmazása további lehetőségeket is tartogat a mérnökök számára.

Készült a SAPIENTIA alapítvány támogatásával.

Kopenetz L., Köllö G.: Az acélcsövek alkalmazhatósága az öszvérszerkezetek kialakításánál szabályozási eljárás alatt van.



10. ábra

# Eloregyártott vasbetonelemekből kivitelezett támasztó szerkezetek, vasalt földtámrendszerek a mélyépítési, vízépitészeti és közlekedési gyakorlatban, ezek pozitív hatása az építkezés környezetére

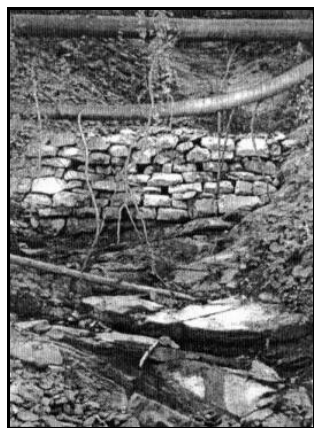
*Dr. Mihalik András*

Nagyváradai Egyetem, Építőmérnöki Tanszék

*(folytatás a Muszaki Szemle előző számából)*

## 3.3. Torrens gátak, küszöbgátak, előre gyártott vasbetonelemekből

Az ide vonatkozó munkákban a torrens vizeket vízmosásoknak, vadpatakoknak, hegyi patakoknak stb. nevezik. Lényegében ezek ugyanazon fogalomkörbe vonható rohanó vizeket jelentenek, annak ellenére, hogy keletkezésük helye szerint egymástól igen eltérő jellegűek lehetnek. Más jellege van a magas hegyvidékeken, más a közép és dombos vidékeken keletkezett torrensnek, de nagy mértékben befolyásolhatja annak kialakulását az is, hogy milyen a vidék talajának a minősége. Az aránylag rövid, többé-kevésbé meredek ágyban folyó, gyorsan áradó víz nevezhető vadpatakknak, mely medrét és partjait mozgásba hozza, miközben anyagokat, hordalékot ragad magával és azokat rendszerint kárt okozóan rakja le a mélyebben fekvő területeken.



**39. ábra**

*Torrens gát terméskövekből kivitelezve.*



**40. ábra**

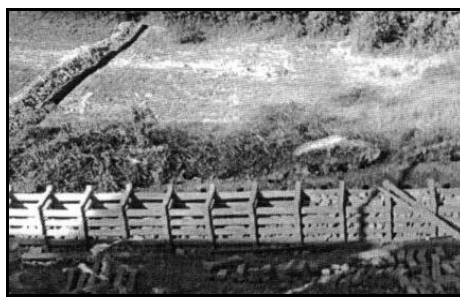
*A kövekből kivitelezett gát alatt épül az előre gyártott vasbetonelemekből a következő gát.*

A vadpatakok nincsenek a leírt módon állandóan működésben, csak bizonyos esetekben záporok, hóolvadások után, ilyenkor azonban nagy víztömegeket fékevesztetten és hordalékkal telítve visznek a völgybe, mindent lerombolva ami az útjukba kerül.



**41. ábra**

*A fent bemutatott torrens eltömi a vasúti áterest, a pályát és a forgalmat veszélyeztetve.*



**42. ábra**

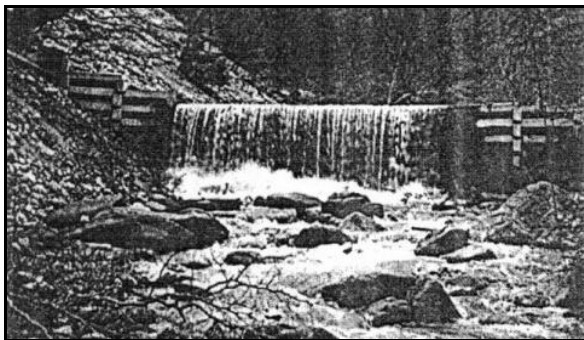
*Egy torrens gát építés közben, a vadpatak alsó szakaszán*



Ez tekinthető legjellemzőbb tulajdonságuknak.

Sok olyan vadpatakot találunk, mely az év legnagyobb részében száraz. Ha a vízgyűjtő talaja nem vízáteresztő, akkor az eső vagy zápor megszűntével szinte egy időben a torrens medrében is megszűnik a vízfolyás, míg ha a talaj átértesztő, akkor a vízbeszivárgás következményeképpen raktározott víz ideig-óráig még a csapadék megszűnté után is mutatkozik.

A védekezés általában a torrens medrének és partjának megvédése céljából az árvíz sebességének és így az elragadó erejének megtöréséből áll. Az e célt szolgáló biztosítási munkákat a torrens medrében hajtjuk végre.



**43. ábra**  
*Egy működő torrens gát,  
valahol a bihari hegyekben.*

A klasszikus, monolitikus gátak több hátránnyal is rendelkeznek. Körülményes kivitelezés, gondos alapozás, a cementszálló elokészítése, évszakhoz van kötve a kivitelezés, mivel nem szivárgó rendszerű, csak ún. nyílásokkal ellátott, egy bizonyos ideig a hordaléknyomás mellett hidrodinamikus nyomásnak is alá van vetve.

Ezeket a hátrányokat küszöböli ki az előre gyártott vasbetonelemekből kialakított gátstruktúra. Alapozás nélkül, a hordalékra szerelik a szilárdsági vázat. A struktúra megtöltése a mederben helyben található kőanyagból történik. A gát végeinek a befogása a parti oldalakon különös gondosságot igényel. Az alámosások kivédésére mind a hegyi, mind a völgy felé lévő oldalon a vasbetonelemekből ún. védő „vízpárnát” kell kialakítani négyzetek formájában, amelyek szintén nagyobb kővel vannak kitöltve. A hordalékmozgás nagy „frekvenciájának” köszönhetően a szivárgó „testű” gát elég hamar átalakul monolitikus szerkezetűvé, utána a víz átbukik a gát koronáján.

Ez a struktúra rugalmasan követi a torrens „lüktetését”, ugyanis a gát magasságát az elemek „hozzáadásával” növelni lehet. Még egy nagyon fontos előny: kis gátmagassággal lehet kezdeni, mely könnyebben elviseli a vízfolyás nyomását, és amikor kialakult a számított hosszanti lejto, a gát koronáját le kell betonozni. A kivitelezés a termelékenység szempontjából igen előnyös, egy képzett vezető jelenlétében napszámokkal, kénytelen munkásokkal összeszerelhető.

Sok esetben, amikor a megfelelő torrens szakaszon a víz nagyobb köveket is görget, célszerű a támadott oldalon korakással megvédeni a közvetlen ütésektől a vasbetonelemeket.

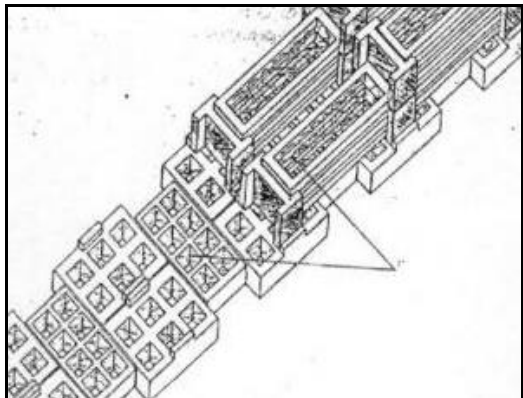
Abban az esetben, ha az ilyen típusú gátakat kisebb, állandó hozammal rendelkező folyók medrében kivitelezik, küszöbgátaknak, fenékgátaknak nevezik. Ezeknek a gátaknak a rendeltetése egy adott helyen a vízmagasság növelése. Ha ez a hely például egy part menti vízmu, a magasság növelésével fokozódik a part menti szivárgás a vízmu hosszanti árok szivárgói felé, biztosítva ezáltal a szükséges vízhozamot az adott településnek. Ha előre gyártott vasbetonelemeket használunk az illető küszöbgát építésekor, akkor a part hosszanti megerősítését egy szivárgó típusú támfallal hajtjuk végre, amely a partbiztosítás mellett állandó szivárgást biztosít a hosszanti drének, szivárgók felé. Ilyen típusú rendszerrel alakították ki. Élesd és Belényes városok vízmuveinek a megfelelő vízhozambiztosítását.

A nagyváradi 4-es vízmu-nél 1987-ben egy előre gyártott vasbetonelemekkel kivitelezett küszöbgát valósult meg, mint egyedüli ilyen konstrukció a vízépítészeti gyakorlatban. A műszaki irodalomban ilyen építményekkel nem találkoztunk. A meglévő terméskövekből kivitelezett küszöbgátat az árvizek után mindig újra kellett építeni, s ebből kifolyólag született meg az elhatározás egy végleges küszöbgát megépítésére. A megfelelő engedélyekkel és tervezéssel a nagyváradi vasbetonművek gyártották le a már ismert és speciális vasbetonelemeket. Az ábrán is látható módon, 40 cm-es vastagságú, megfelelő méretű üreges fenéklemezekre (alaplamezek) kerültek szerelés formájában a speciális előre gyártott vasbetonelemek.

A víz sebességének megtörésére szolgálnak az esést mérséklő gátak, amelyeket a torrens lejtőjének figyelembe vételével egymástól olyan távolságra helyeznek el és olyan magasra építenek, hogy a víz sebessége károkat ne okozhasson. Általános elv, hogy az egymást követő gátak fenékpontját és koronáját összekötő vonal lejtője 30%-nál nem lehet nagyobb, míg finomszerű hordalék esetén 4–10%-ig lehet mérsékelni.

A klasszikus gátak építési anyaga még ma is a cementszállóba rakott termésköfal. Ezeknek a klasszikus gátaknak az építkezési anyagát, a technológiáját, valamint a működési elvének a megváltoztatását tűzték ki célul az előre gyártott vasbetonelemeknek a segítségével.

Az alapozási elem üregeibe éles sarkú terméskövek kerültek, amelyek belemélyedve ezeken a pontokon a fenéklemez alatti hordalékba, mintegy lehorgonyozták ezt, növelvén a hosszanti súrlódási erőt a fenéklemez és a hordalék között.



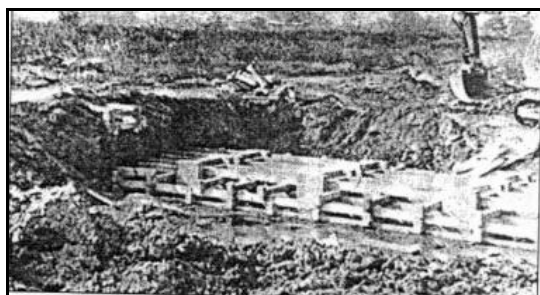
**44. ábra**

*A küszöbgát gerince, alaplemezek és fektetett speciális eloregyártott vasbetonelemek.*

A küszöbgát végleges keresztmetszetét a már ismert két típusú elem segítségével alakították ki, mind a hegy felőli, mind a völgy felőli részen. A küszöbgát struktúrája terméskövel gondosan töltötték ki, a szabad felületet pedig 20 cm-es vastagságú speciális hidrotechnikai betonnal alakították ki.

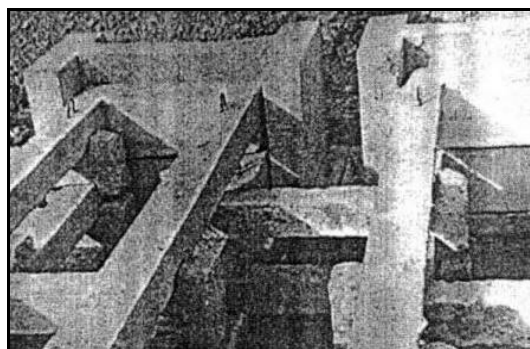
A küszöbgát betonnal lehorgonyozott végeit két keresztirányú travers-szal rögzítették speciálisan kialakítva az árvízvédelmi töltésekhez, megakadályozva ezáltal a gát végeinek az alámosását. Lényegében a küszöbgát nem más, mint egy rugalmas, a végeken mereven befogott szerkezet, amely már 14 éve működik megfelelően az előírásoknak.

Egy ilyen muszaki létesítmény viselkedését követni kell, karbantartani kell, ami sajnos a jelen esetben nem történt meg a vízmu tulajdonosa részéről. Mint egyedüli ilyen építmény a hidrotechnikai gyakorlatban a vízügyi szervek részéről is figyelmet, valamint muszaki kiértékelést érdemelne 14 év után.



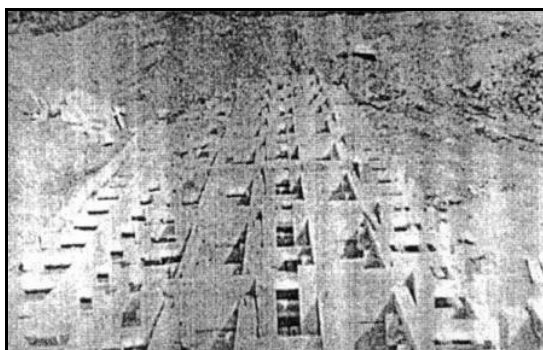
**45. ábra**

*A küszöbgát végének a befogása lebetonozással.*



**46. ábra**

*Az eloregyártott speciális vasbetonelemek szerelése a gát „gerincében”*



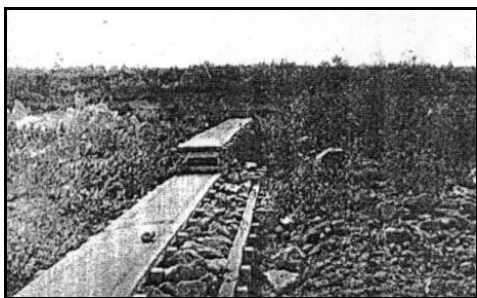
**47. ábra**

*A kialakított küszöbgát keresztmetszete, a már ismert két típusú kiselemekkel.*



**48. ábra**

*A struktúra feltöltése terméskövekkel és a felület betonozása.*



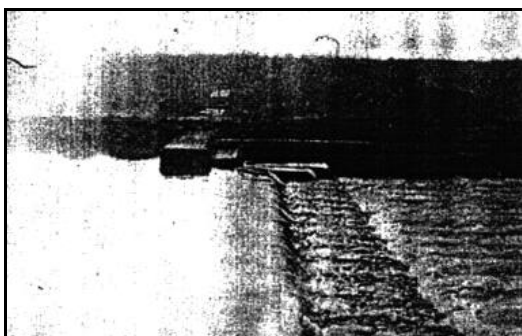
**49. ábra**

*A gát végének bekötése egy travers-szal az árvízvédelmi töltésben*



**50. ábra**

*Tavaszi jégzajlás a küszöbgát felületén*



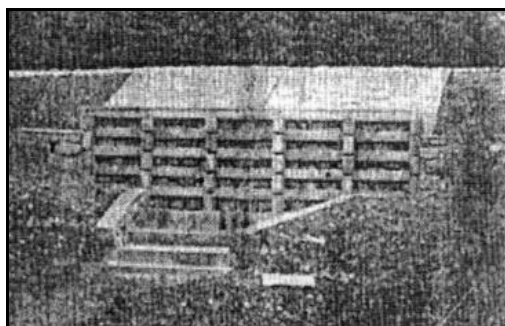
**51. ábra**

*A működő küszöbgát 1987-2000.*



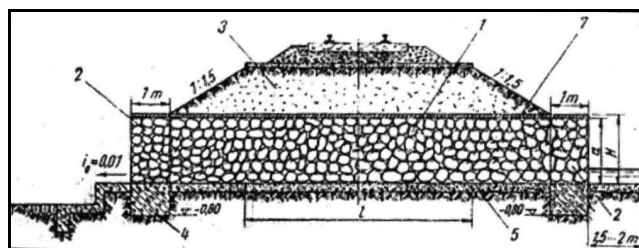
**52. ábra**

*Az árvíz által elmosott vasúti töltés*



**53. ábra**

*Az elmosott vasúti töltés, előregyártott vasbetonelemekből kivitelezett töltés szivárgóval helyettesítve.*

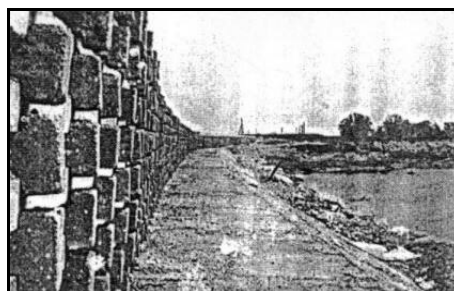


**54. ábra**

*A szivárgó töltés keresztmetszete, az elmosott vasúti töltés helyén*

#### **4. Befejezés, következtetések**

A földművek építése egyike a legrégebb emberi tevékenységnek. Alig van muszaki alkotás, amely a természettel oly szoros kapcsolatban lenne mint a mérnöki létesítmények közül a földművek. A földművek létesítése során a mérnök nem csak holt, hanem élő biológiai építőanyagot is felhasznál. Ez a tevékenység nem nélkülözheti az éghajlat, a talajösszetétel és a vízháztartás szempontjait. A fejlődés, technológia és méretezési módszer mindig sokat köszönhetett az építmények viselkedésének megfigyeléséből fakadó ismereteknek.



**55. ábra**

*Part menti, hosszanti szivárgó gát, a Sebes-Körösön, Nagyvárad alatt.*

Ezek a megfigyelések alkalmasak az elméleti úton levezetett tételek igazolására és ellenőrzésére, ugyanakkor arra is, hogy figyelmünket azokra a problémákra irányítsa, amelyek gyakorlati vonatkozásban meghatározó jelentőségűek.

A magas százalékban a támasztószervezeteknél károsodott struktúrák megfigyelése meghatározta kutatásaink a célját, amely még most, negyven év elteltével is, mint aktuális problémaként jelentkezik a kivitelező mérnöki gyakorlatban.

Jelen tanulmányból kitunik, hogy olyan támasztószervezeteket terveztünk és kivitelezteztünk, amelyek konkrétan megoldották azokat az elméleti problémákat, amelyeket a kohéziós talajok viselkedése a megfelelő esetekben, a vasút alépítményénél felvetett.

Az eloregyártott vasbetonelemekből kivitelezett szerkezetek a tervezés és különösen a kivitelezés fázisában szigorú elemzésnek voltak alávetve az üzembiztonság szempontjából, az illető vasúti muszaki szerveknél.

A kísérleti szakaszok engedélyezése, az elért eredmények elemzése után egy hosszú idő telt el míg a minisztérium Vasúti Muszaki Igazgatósága kutató- és tervezőközpont ajánlása alapján bevezetésre kerültek előírással alapon az ország minden pályamesteri szakaszán. Az előírás alapján minden pályamesteri szakasz saját maga kellett legyártsa ezeket az elemeket, készenlében tartva a károsodások jelentkezése esetén, a forgalom biztonsága és folytonossága érdekében. (148/297. Col. 1969 rendelet MT.D.CF)

Mint említettem, ezzel magyarázható a több évtizedes kutató, tervező és kivitelezési munka eredményeinek – a konkrét struktúrára vonatkoztatva – a gyakorlatba való átültetése (szivárgó rendszerű támfalak, vasalt földtám szerkezetek, torrensek stb.) az elért pozitív paraméterek figyelembevételével.

A kutatások eredményeképpen kimutattuk ezeknek a rendszereknek a hatékonyságát a kohéziós talajokban, a földfelületek állandó szelvezése, s ennek alapján az agyagban elhelyezkedő rugalmas páratartalom kikényszerített kicsapódása folytán víz formájában. Ennek a jelenségnek a hatására növekedtek a belső ellenállás paraméterei, a földtömeg statikai biztonsága.

Megváltozott a karbantartás elve (mélyszivárgók), megjelent a termoozmózis jelensége. A közbeavatkozások gyorsasága biztosított egy „repülő” technológiát a károsodások helyreállításának különböző pontjain. A torrens gátaknál követni lehet a torrens „lüktetését” hidrológiai tanulmányok előzetes elvégzése nélkül. Egyes növények bevonása a mozgó talajvíz kimutatására vagy a csúszólapoknak a rézsüfelületen való megjelenésére nagyban befolyásolták a biztonságos kivitelezést. Az elért eredmények még egyszer aláhúzták a mérnökbioológiának a hasznosságát, alkalmazását még a középszintű muszakiak mindennapos aktivitásában is.

A küszöbátak esetében egyedülálló, eloregyártott, rugalmas szerkezetet alakítottunk ki a közepes vízfolyásokra (Körösök stb.) vonatkoztatva, ami a hordalék dinamikus egyensúlyának a biztosításánál nem elhanyagolható elméleti probléma.

A hosszanti szivárgó partbiztosítások nagyban járultak hozzá a folyók menti vízmuvek vízhozamának állandósulásához.

A tanulmányban bemutatott struktúrák nem befolyásolják érezhetően „idegen test”-ként a vízháztartásban, s mint egyedüli természetkímélő, természetbarát mérnöki létesítmény dolgoznak kéz a kézben a természettel.

## Szakirodalom

- [1.] Collin A. – Recherches expérimentales sur les glissements spontanés des terrains agilleux accompagnés de considerations sur quelques principes de la mécanique terrestre. Paris, Cavillan Coeury et Valmont editors. 1846.
- [2.] Grusevoj L. G. – Deformacij naszipej Moszkva. Trudi V. N. I. I. ZS. T. 1959.
- [3.] Terzaghi K. – Teorija mehaniki gruntov. Moszkva G. I. L. S. ASM 1961.
- [4.] Kézdi A., Markó J. – Földmuvek víztelenítése. Budapest M. K. 1974.
- [5.] Mihalik A. – Ziduri de sprijin din rame de elemente prefabricate din beton armat: Revista Căilor Ferate Nr. 3., 1969.
- [6.] Mihalik A. – Transformarea podetelor de cale ferată în ramblee filtrante. Revista Căilor Ferate Nr. 2., 1970.
- [7.] Mihalik A. – Tiefendranen aus vorgefertigten Eisenbeton bestandteilen. Vorfestigung im ingenieurbausymposium. Budapest 11–14. september 1973.
- [8.] Mihalik A. – Comportarea in situ a constructiilor de sprijiniri din elemente prefabricate de beton armat la consolidarea terasamentelor instabile de cale ferată. Buletinul stiintific Nr. 1–2. Institutul de Constructii Bucuresti. 1977.
- [9.] Mihalik A. – Metodă de investigare în urmărire comportării stabilității terasamentelor de cale ferată. Buletinul stiintific Nr. 1–2. Institutul de Constructii Bucuresti. 1979.

- [10.] Mihalik A. – Studiu comparativ asupra eficientei tehnico-economice a folosirii prefabricatelor la construirea zidurilor de spirjin. Teza de doctorat, Institutul de Constructii Bucuresti. 1980.
- [11.] Mihalik A. – Podpornie szteni iz szbornih zselezobetonnik ram. Danube European Conferance on Soil Machanics and Foundation Engineering. Varna. 1980.
- [12.] Mihalik A. – Baraje din elemente prefabricate de beton armat destinate stingerii torentilor. INCERC Bucuresti. 1982.
- [13.] Mihalik A. – Podpornic sztenki szpecialnik Konzstrukcij na drenurujuscjih osznovanijah. 10. Kongresz Osznovanij. BRNO. 1982.
- [14.] Mihalik A. – Praguri de fund din elemente speciale de beton armat prefabricat pe Crisul Repede. A XIV. Conferință de Betoane. 11–13. octombrie 1988., Cluj-Napoca.
- [15.] Mihalik A. – The causes and rezults of failure in railway embaukments. Danube European Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering. Budapest, october 2–5. 1990.
- [16.] Mihalik A. – Comportarea fundatiilor speciale din elemente prefabricate de beton armat. Conferinta Natională Comportarea in situ a constructiilor: Băile Felix 20–21. octombrie 1994.
- [17.] Mihalik A. – Vasalt földtámszerkezetek szivárgást gátló árvízvédelmi töltések stabilitásánál. A „Tisza-völgy rendezése”, Tudományos Konferencia Tiszadob, augusztus 25–27. 2000.
- [18.] Mihalik A. – Fundatii speciale drenante la structurile de sprijiniri din elemente prefabricate de beton armat. A IX-a Conferință Natională de Geotehnică si Fundatii. Cluj-Napoca 27–29. septembrie 2000.
- [19.] Mihalik A., Spînu M. – Sisteme de sprijiniri cu geogriile, la consolidarea terasamentelor. A IX-a Confereință Natională de Geotehnică si Fundatii. Cluj-Napoca 27–29. septembrie 2000.
- [20.] Mihalik A. – Brevet de inventie: RO78305/1981; RO90768/1986; RO99469/1988; RO101454/1990. OSIM Bucuresti România.

# Módosított összetett koszinusz-átmenetiíves kitéró és vágánykapcsolás geometriai terve és kituzési adatai

Liegner Nándor

egyetemi tanársegéd

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem  
Út és Vasútépítési Tanszék

## 1. A módosított – összetett koszinusz átmenetiíves kitéró és a vágánykapcsolás alapadatai

Tervezési sebesség kitéró irányban:	$V$	=	80 km/h
Vágánytengely távolság:	$p$	=	4,00 m
Maximális oldalgyorsulás-változás:	$h$	=	0,40 m/s <sup>3</sup>
Maximális szabad oldalgyorsulás:	$a_0$	=	0,65 m/s <sup>2</sup>
Görbületváltozást érzékelő hossz:	$d$	=	17,0 m
Nyomtávolság:	$t$	=	1435 mm

## 2. A koszinusz átmenetiíves eltérítéss geometria meghatározása

Az eltérítő ágba átmenetiíves kitéró és vágánykapcsolás geometriai tervezése a négy koszinusz átmenetiívvvel történő vágányszéthúzás geometriájára épül.

Az átmenetiív hosszát az

$$L \approx \frac{V}{3,6} \sqrt[3]{\frac{V^2 p}{4h}} \quad [\text{m}], \quad (1)$$

a minimális görbületi sugár értékét az

$$R_2 \approx \frac{2L^2}{p} \quad [\text{m}] \quad (2)$$

összefüggésből határozhatjuk meg, ahol:

$L$ [m]:	a vágánykapcsolás második és harmadik átmenetiívének hossza;
$R_2$ [m]:	minimális görbületi sugár;
$p$ [m]:	vágánytengely távolság;
$V$ [km/h]:	tervezési sebesség az eltérítő ágba;
$h = 0,4 \text{ m/s}^3$ :	a maximális engedélyezett oldalgyorsulás-változás.

A koszinusz geometria elején, a csúcspont hosszának csökkentése céljából az első és a negyedik átmenetiív elejét lemetsszük úgy, hogy a gyorsulásváltozás értéke ne haladja meg a maximális engedélyezett értéket —  $h_{\max} = 0,4 \text{ m/s}^3$ . A kitéró elején a görbületi sugár értéke az

$$R_1 \approx \frac{V^3}{3,6^3 h d} \quad [\text{m}] \quad (3)$$

összefüggésből számítható. A módosított — lemetsett — átmenetiív hossza:

$$L_0 \approx \frac{V^3 (R_1 + R_2)}{3,6^3 h R_1 R_2} \quad [\text{m}] \quad (4)$$

A (3) - (4) képletek jelölései:

$L_0$ [m]:	a vágánykapcsolás módosított — első és negyedik — átmenetiívének hossza;
$R_2$ [m]:	minimális görbületi sugár;

$R_l$  [m]: görbületi sugár a módosított átmenetiív elején;  
 $V$  [km/h]:tervezési sebesség az eltérítőágban;  
 $h = 0,4 \text{ m/s}^3$ : a maximális engedélyezett oldalgyorsulás-változás.

Az 1. fejezet kiindulási adatai alapján az (1) – (4) mennyiségek értékei:

Az átmenetiív hossza:  $L = 47,5833 \text{ m}$   
 A módosított átmenetiívek hossza:  $L_0 = 20,8797 \text{ m}$   
 A koszinusz geometria hossza:  $L_0 + L = 68,4630 \text{ m}$   
 Minimális görbületi sugár:  $R_2 = 905,6663 \text{ m}$   
 Görbületi sugár a módosított átmenetiív elején:  $R_l = 1613,8142 \text{ m}$

Az első és a negyedik átmenetiív elejének lemettsége miatt egyszerű vágánykapcsolás esetén a kapcsolás középső szakaszában a második és a harmadik átmenetiívek között

$$e = \frac{p + 2Y_{cv}}{\sin \varphi_{cv}} \quad [\text{m}] \quad (5)$$

nagyságú egyenes adódik, ahol

$Y_{cv}$  [m]: a koszinusz geometria végpontja — a második átmenetiív eleje;  
 $p$  [m]: a vágánytengely távolság;  
 $\varphi_{cv}$ : a koszinusz geometria végérintőszöge.

Párhuzamos vágány kiágazása esetén az  $e$  egyenes az

$$e = \frac{p}{2} + \frac{Y_{cv}}{\sin \varphi_{cv}} \quad [\text{m}] \quad (6)$$

összefüggésből számítható.

A vágánykapcsolás geometriáját az 5.1. ábra tünteti fel.

Az első átmenetiív —  $0 = l = L_0$  — görbületi viszonyait a

$$G_I = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{2R_2} + \frac{1}{R_1} \cos \frac{\varphi}{L} + \frac{1}{m^2}, \quad (7)$$

a második átmenetiív görbületi viszonyait a

$$G_{II} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{2R_2} \cos \frac{\varphi}{L} + \frac{1}{m^2} \quad (8)$$

görbületfüggvénnyel írhatjuk le.

Az eltérítő ág első részében — az első átmenetiívben — ( $0 = l = L_0$ ) az érintőszög függvénye:

$$\varphi_l = \int_0^l G_I dl = \frac{l}{R_1} + \frac{l}{2R_0} + \frac{L_0}{2R_0} \sin \frac{\varphi}{L}, \quad (9)$$

az ordináta függvénye:

$$y_l = \int_0^l \varphi_l dl = \frac{l^2}{4R_1} + \frac{l^2}{2R_0} + \frac{L_0^2}{2R_0} \cos \frac{\varphi}{L} + \frac{1}{m^2} \quad [\text{m}]. \quad (10)$$

Az eltérítőág második átmenetiívében ( $L_0 = l = L + L_0$ ) az érintőszög függvénye:

$$y_{II} = y_{L_0} + \int_{L_0}^l G_{II} dl = \frac{L_0}{R_1} + \frac{L_0}{2R_2} + \frac{L_0}{2R_0} + \frac{l}{2R_2} + \frac{L}{2R_2} \sin \frac{L_0}{L} \quad (11)$$

Az érintőszög értéke a koszinusz geometria végén — a második és a harmadik átmenetiív elején:

$$\alpha_{cv} = \frac{L_0}{2R_1} + \frac{L_0}{2R_2} \quad (12)$$

A vágánykapcsolás középső részén a közbenso egyenes hajlásszögét a (12) összefüggésből határozhatjuk meg, értéke a (15) szerinti számadat.

Az eltérítőág második átmenetiívében ( $L_0 = l = L + L_0$ ) az ordináta függvénye:

$$y_{II} = y_{L_0} + \int_{L_0}^l G_{II} dl = \frac{L_0^2}{4R_1} + \frac{L_0^2}{2R_0} + \frac{L^2}{2R_2} + \frac{L_0 l}{2R_1} + \frac{l^2}{4R_2} + \frac{L^2}{2R_2} \cos \frac{L_0}{L} \quad (13)$$

A (7)-(13) képletek jelölései:

- $l$  [m]: az ívhossz paraméter;
- $L$  [m]: a vágánykapcsolás második és harmadik átmenetiívének hossza;
- $L_0$  [m]: a vágánykapcsolás módosított – első és negyedik – átmenetiívének hossza;
- $R_2$  [m]: minimális görbületi sugár;
- $R_1$  [m]: görbületi sugár a módosított átmenetiív elején;
- $R_0$  [m]: az átlagos görbületi sugár, mely az

$$R_0 = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \quad [m] \quad (14)$$

összefüggésből számítható.

Az 1. fejezet kiindulási adatai alapján, a (7) – (13) összefüggésekből a következő mennyiségek határozhatók meg:

• A módosított átmenetiív végpontjának koordinátái ( $l = L_0$ ):

$$x(L_0) = 20,8788 \text{ m}$$

$$y(L_0) = 0,1665 \text{ m}$$

• Az érintőszög értéke a módosított átmenetiív végpontjában ( $l = L_0$ ):

$$\alpha(L_0) = 1^\circ 01' 52,01''$$

• A koszinusz-geometria végpont koordinátái ( $l = L_0 + L$ ):

$$X_{c,v} = 68,4289 \text{ m}$$

$$Y_{c,v} = 1,9007 \text{ m}$$

• A koszinusz geometria végérintőszöge:

$$\alpha_{c,v} = 2^\circ 32' 10,53'' \quad (15)$$



? A kitéró szerkezet végpont koordinátái ( $y = 1,750$  m):

$$x_{\text{kit,v}} = 65,0272 \text{ m}$$

$$y_{\text{kit,v}} = 1,7500 \text{ m}$$

? A kitéró szerkezet végpontjában az ívhossz paraméter értéke ( $y = 1,750$  m):

$$l_{\text{kit,v}} = 65,0580 \text{ m}$$

? Érintoszög értéke a kitéró végpontjában ( $l = L_0$ ):

$$\alpha_{\text{kit,v}} = 2^\circ 32' 07,27''$$

? Az ívhossz paraméter értéke az elméleti keresztezési pontban:

$$l_{\text{kr}} = 57,8964 \text{ m}$$

? Az elméleti keresztezési pont koordinátái:

$$x_{\text{kr}} = 7,9041 \text{ m}$$

$$y_{\text{kr}} = 0,7175 \text{ m}$$

? Érintoszög értéke az elméleti keresztezési pontban:

$$\alpha_{\text{kr}} = 2^\circ 30' 35,28''$$

A kitérot, a módosított átmenetiív és a koszinusz geometria végpontjának helyzetét az 5.1 ábra szemlélteti.

A fenti adatok alapján, a vágánykapcsolás középso részén az  $e$  egyenes hajlásszöge — a koszinusz geometria végérintoszöge — nem egyezik meg a kitéró végének hajlásszögével. A módosított-összetett átmenetiív hossza ( $L_0+L$ ) nagyobb, mint a kitéróé. A vágánykapcsolás elágazó ágában a kitéró után a vágánytengely átmenetiívben folytatódik, melynek geometriáját az 5.1. ábra tünteti fel.

A vágánykapcsolás görbületi ábrája az 5.2. ábrán látható. A kitéróirányban  $V = 80$  km/h sebességgel haladó járműben fellépo oldalgyorsulás nagyságát az első (módosított) átmenetiívben az

$$a_{I} = \frac{V^2}{3,6^2} \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{2R_2} + \frac{1}{R_1} \right) \cos \frac{l}{L}, \quad (16)$$

a második átmenetiívben az

$$a_{II} = \frac{V^2}{3,6^2} \left( \frac{1}{R_2} + \frac{1}{2R_2} \right) \cos \frac{L_0 + l}{L}, \quad (17)$$

függvény írja le. A fellépo oldalgyorsulás maximális értéke

$$a_{\text{max}} = \frac{V^2}{3,6^2 R_{\text{min}}} = \frac{80^2}{3,6^2 \cdot 905,666} = 0,545 \text{ m/s}^2, \quad (18)$$

ahol:  $a$  [ $\text{m/s}^2$ ]: a szabad oldalgyorsulás,  
 $V$  [km/h]: sebesség,  
 $l$  [m]: az ívhossz paraméter,  
 $L$  [m]: a vágánykapcsolás második és harmadik átmenetiívének hossza,  
 $L_0$  [m]: a vágánykapcsolás módosított – első és negyedik – átmenetiívének hossza,  
 $R_2$  [m]: minimális görbületi sugár,  
 $R_l$  [m]: görbületi sugár a módosított átmenetiív elején.

A kitéróívbén  $V = 80$  km/h sebességgel haladó járműben fellépo oldalgyorsulás ábrája az 5.3. ábrán látható.

### 3. A csúcscsín lemetszés vizsgálata

A csúcscsín lemetszés végpontjának azt a pontot tekintjük, ahol a fo és a mellékirány ordináta különbsége

$$y_m = 5 \text{ mm.} \quad (19)$$

A csúcscsín lemetszés végpontjában, (7) és (8) alapján az ívhossz paraméter értéke

$$l_m = 3,9832 \text{ m,}$$

a végpont abszcisszája

$$x_m = 3,9832 \text{ m}$$

és a pontbeli érintő  $\varphi_m$  hajlása:

$$\varphi_m = 0^\circ 08' 40,81". \quad (20)$$

A csúcscsín lemetszés végpontjában a gyorsulás-változás értéke nem lehet nagyobb az engedélyezett maximális értéknél. A gyorsulás-változás értéke a

$$h \varphi \frac{V^3}{3,6^3 d} \varphi \quad [\text{m/s}^3] \quad (21)$$

képletből számítható, ahol

$\varphi$ : a csúcscsín lemetszés szöge;  
 $d \varphi 17 \text{ m}$ : a jármű forgócsap távolsága.

(21) alapján a csúcscsín lemetszési szög maximális értéke:

$$\varphi_{m,eng} = 0^\circ 36' 12,80". \quad (22)$$

A csúcscsín lemetszési szög (20) értéke kisebb, mint a (22) szerinti maximális érték, ezért a csúcscsín lemetszés kinematikailag megfelel.

A csúcscsín lemetszés vázlata a 3.1 ábrán látható. Ennek figyelembe vételével:

$$u \varphi \frac{y_m}{\text{tg} \varphi_m} = 1,9802 \text{ m} \quad (23)$$

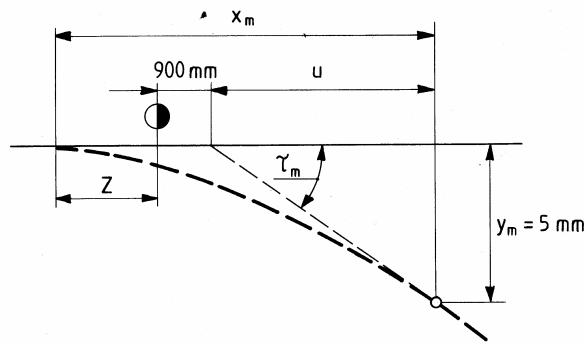
ahol:

$y_m = 0,005 \text{ m}$ : a csúcscsín lemetszés végpontjának ordinátája;  
 $\varphi_m$ : a csúcscsín lemetszés végpontjában az érintő hajlása.  
 A kitéró elejének távolsága az első átmenetiív matematikai elejétől:

$$Z \varphi x_m \varphi u \varphi 0,9 = 1,1030 \text{ m} \quad (24)$$

ahol:

$x_m$  [m]: a csúcscsín lemetszés végpontjának abszcisszája;  
 $u$  [m]: (23) alapján a 3.1 ábra szerint számítandó mennyiség.



**3.1. ábra**  
A csúcscsín lemetszés elvi vázlata

#### 4. A kitéró tengelyábrája

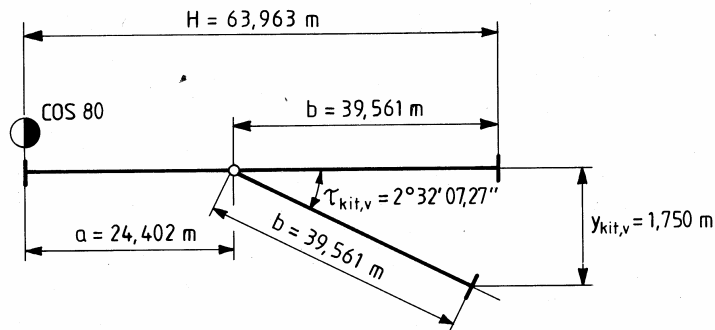
A kitéró tengelyábrája a 4.1., a tengelyábra számításánál felhasznált mennyiségek a 4.2 ábrán láthatók. A fobb méretek:

$$b \cdot \frac{y_{kit,v}}{\sin \tau_{kit,v}} = 39,5607 \text{ m}$$

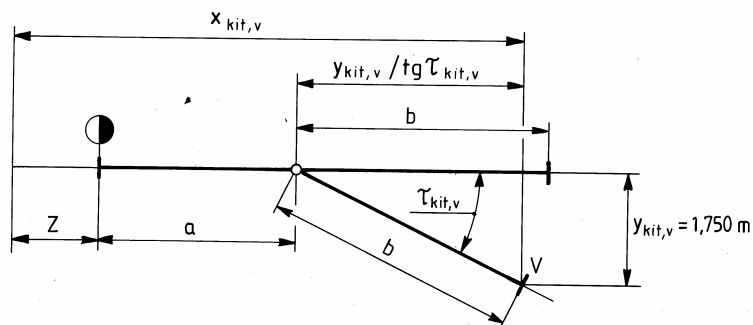
$$a \cdot x_{kit,v} \cdot b \cdot \cos \tau_{kit,v} \cdot Z = 24,4022 \text{ m}$$

A kitéró hossza:  $H = a + b = 63,9629 \text{ m}$

A kitéró végérinto szöge:  $\tau_{kit,v} = 2^\circ 32' 07,27''$ .



**4.1. ábra**  
A kitéró tengelyábrája



**4.2. ábra**  
A kitéró tengelyábrájának számításánál felhasznált mennyiségek

## 5. A vágánykapcsolás tengelyábrája

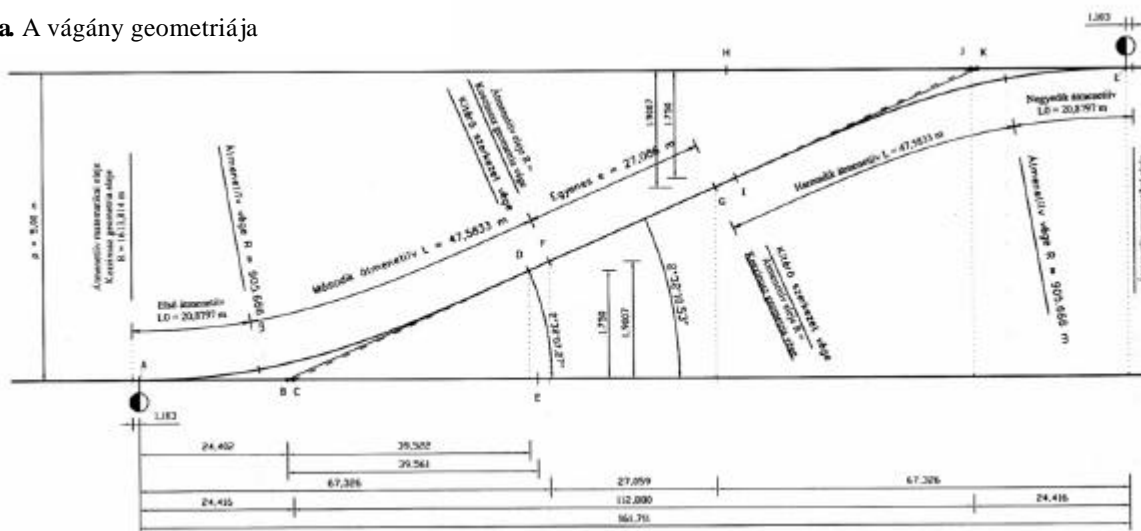
A vágánykapcsolás tengelyábrája az 5.4. ábrán látható  $p = 5,00$  m vágánytengely távolság esetén. A vágánykapcsolás, a közbenso  $e$  egyenes hosszát és az ábra szerinti C – J távolságot az 5.1. táblázat tünteti fel  $p = 4,10, 4,75$  és  $5,00$  m tengelytávolság esetén.

**5.1. táblázat:** Az  $e$  egyenes, az 5.1. ábra szerinti C – J távolság, valamint a vágánykapcsolás teljes hossza

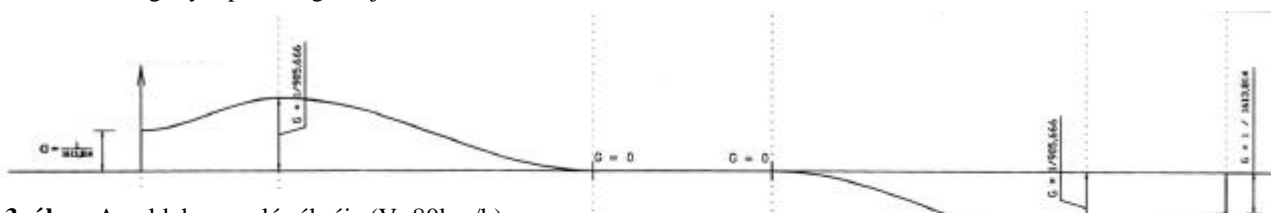
Vágánytengely távolság $p$ [m]	Az $e$ egyenes hossza [m]	C–J távolság [m]	A vágánykapcsolás hossza [m]
4,10	6,748	92,652	141,373
4,75	21,437	107,341	156,062
5,00	27,086	112,990	161,711

A vágánykapcsolás középső részén az  $e$  egyenes hajlásszöge nem egyezik meg a kitéró végének hajlásszögével. A módosított-összetett átmenetiív hossza ( $L_0+L$ ) nagyobb, mint a kitéróé. A vágánykapcsolás elágazó ágában a kitéró után a vágány átmenetiívben folytatódik, melynek geometriáját az 5.1. ábra szemlélteti. Az eltérítő ág görbületét az 5.2, a kitéróirányban  $V = 80$  km/h sebességgel haladó járműben fellépo oldalgyorsulást az 5.3. ábra tünteti fel. A vágánykapcsolás kituzési vázlatát az 5.4. ábrán látható.

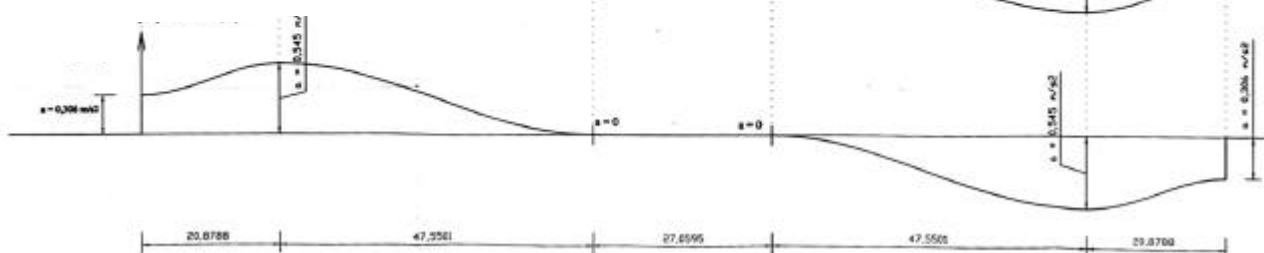
5.1. ábra A vágány geometriája



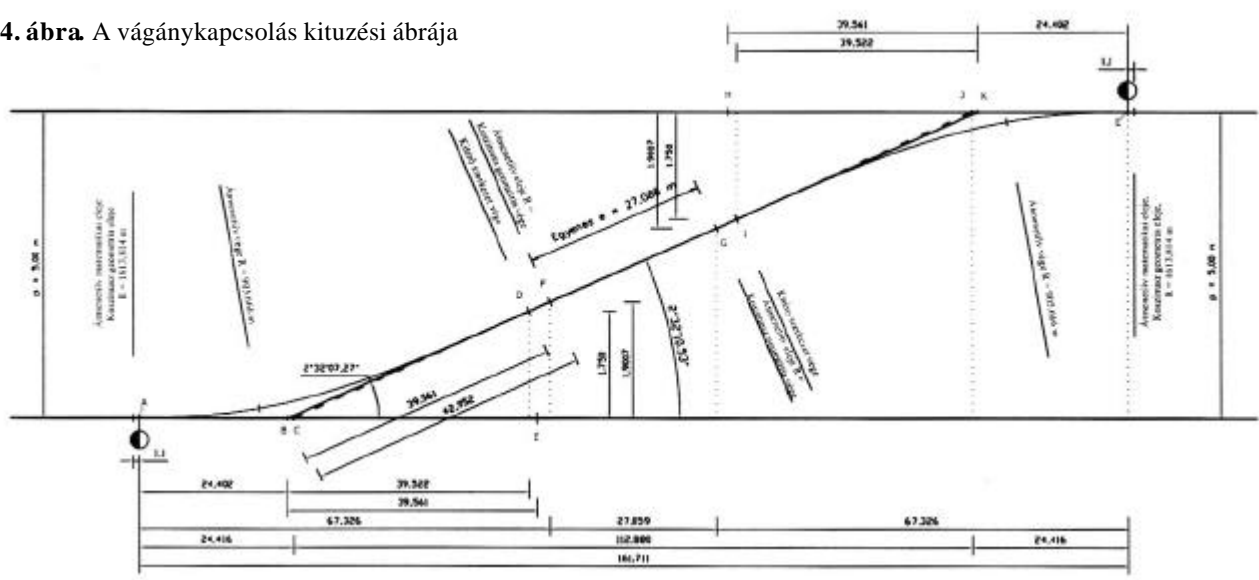
5.2. ábra A vágánykapcsolás görbéje



5.3. ábra Az oldalgyorsulás ábrája ( $V=80$ km/h)



5.4. ábra A vágánykapcsolás kituzési ábrája



### Felhasznált irodalom

- [1.] A számítást és tervezést a „Dr. Megyeri Jenő: Vasúti mozgásgeometria, Muszaki Könyvkiadó, Budapest, 1986”-ban kiadott szakkönyv 5. fejezete alapján végeztem.

# Cuprins – Content

<b>Turda Dan, Cucu Liviu, Dr. Gobesz Zsongor, Dr. Chiorean Cosmin, Homorodean Daniel</b>	<b>3</b>
--	----------

O abordare modulara a analizei si a optimizarii structurale  
A Modular Approach in Structural Analysis and Optimization

<b>Dr. Horváth Ferenc, Dr. Kubinszky Mihály</b>	<b>7</b>
---	----------

Începuturile constructiilor de cai ferate în Transilvania  
The precedents of the railway construction in Transilvania

<b>Dr. Kazinczy László</b>	<b>15</b>
----------------------------	-----------

Determinarea teoretica a încarcarilor dinamice produse de vehicule feroviare  
luând în considerare starea reala a liniei  
Theoretical Determination of the Dynamical Railroad Vehicular Load  
Taking into Consideration the Actual State of the Track

<b>Dr. Köllő Gábor, Dr. Kopenetz Lajos, Orbán Zsolt</b>	<b>21</b>
---	-----------

Structuri mixte alcatuite din tuburi de otel  
Composite Structures Built of Steel Tubes

<b>Dr. Mihalik András</b>	<b>33</b>
---------------------------	-----------

Structuri de sprijinire din elemente de beton armat prefabricat,  
utilizate la constructiile hidrotehnice si la cai de comunicatii  
si efectul pozitiv a acestora asupra mediului – partea finala  
Earth-supporting structures made of reinforced-concrete precast elements  
used in foundation engineering, hydraulic engineering and roadworks  
and their positive impact on the surrounding environment – final part

<b>Liegner Nándor</b>	<b>39</b>
-----------------------	-----------

Proiectul si planul de trasare a geometriei modificata a curbei de racordare cosinusoidala  
utilizata la aparate de cale  
Geometrical design of turnouts with a geometry of a modified-composed-cosine transition curve