

**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

**Dr. Horváth Ferenc, Dr. Kubinszky Mihály**

Az erdélyi vasútépítészeti elozményei – IV. rész.....3

**Kovács Lehel István**

Adaptív algoritmusok használata  
a programozási nyelvek modern fordítási módszereiben .....7

**Dr. Köllő Gábor**

A hézag nélküli vágány kivetodés biztonsága  
Roncsolásmentes vizsgálat RailScan készülékkel ..... 15

**Dr. Mihalik András**

Eloregyártott vasbetonelemekből kivitelezett  
támasztó szerkezetek, vasalt földtámrendszerek  
a mélyépítési, vízepítészeti  
és közlekedési gyakorlatban, ezek pozitív hatása  
az építkezés környezetére – II. rész .....20

**Nagy Szilárd**

A H<sub>2</sub> molekula egyszeres ionizációja  
e<sup>+</sup> és e<sup>-</sup> lövedékekkel történő ütközéssel.....28

**Dr. Szocs Katalin**

A ferroötvözetekben található  
fémes magnézium hatóerejének meghatározása.....33

www.emt.ro

emt@emt.ro

### **Az erdélyi vasútépítészet elozményei** Az Elso Erdélyi Vasút Arad-Gyulafehérvár fovonala és Piski-Petrozsény szárnyvonala

*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

#### **Az Elso Erdélyi Vasút magasépítési munkái**

Az Elso Erdélyi Vasút, amely ugyan a Brassói Bánya és Huta Egyletnek volt a vállalkozása, mind pénzügyi, mind a kivitel jellegét erosen befolyásoló muszaki tekintetben összefonódásban maradt az építését kezdeményező Tiszavidéki Vasúttal. Ennek következménye az architektúra hasonlatossága is, amely a Tiszavidéki Vasút és az Elso Erdélyi Vasút épületeinek elrendezése és foként romantikus stílusa között mutatkozik, maradandó elonyére az itt épített állomásoknak.

Az Elso Erdélyi Vasút marosvölgyi törzsvonalán Arad és Gyulafehérvár között 14 pályaudvaron és 2 megállóhelyen 15 „indóház” épült. Ebbol háromnak volt „fedett peronja” az épület vágány feloli oldalán: Alvinc és Gyulafehérvár felvételi épületeihez illesztettek verandaszeru peronteteket, míg Aradon a Tiszavidéki Vasút háromhajós faváza szép csarnokát használták. 12 áruaktár, 4 futóház, 12 víztorony és több kisebb üzemi épület is létesült. A vonalon 117 orház épült, ami a 211 km vonalhosszon mintegy 2 km-enkénti elhelyezkedésüket mutatja. A Piski-Petrozsény 79 km hosszú szárnyvonalon 7 állomás épült, 46 vonalorházzal.

A legnagyobb felvételi épülettel Gyulafehérvár állomáson találkozunk. A két egyenként 7 ablaktengelyes, emeletes, tekintélyes kontyvetos épülettömböt egy hosszú földszintes épület köti össze, melynek vágányoldali nyeregtetosíkjá a veranda-perontetoben folytatódik. Az épület párkánya és a jól tagolt oldalhomlokzati oromzatos rizalitok a romantikus stílust idézik. Ugyanez a stílus érvényesül az ugyancsak tekintélyes kompozícióban, amelyet Alvinc felvételi épülete mutat (19. ábra).



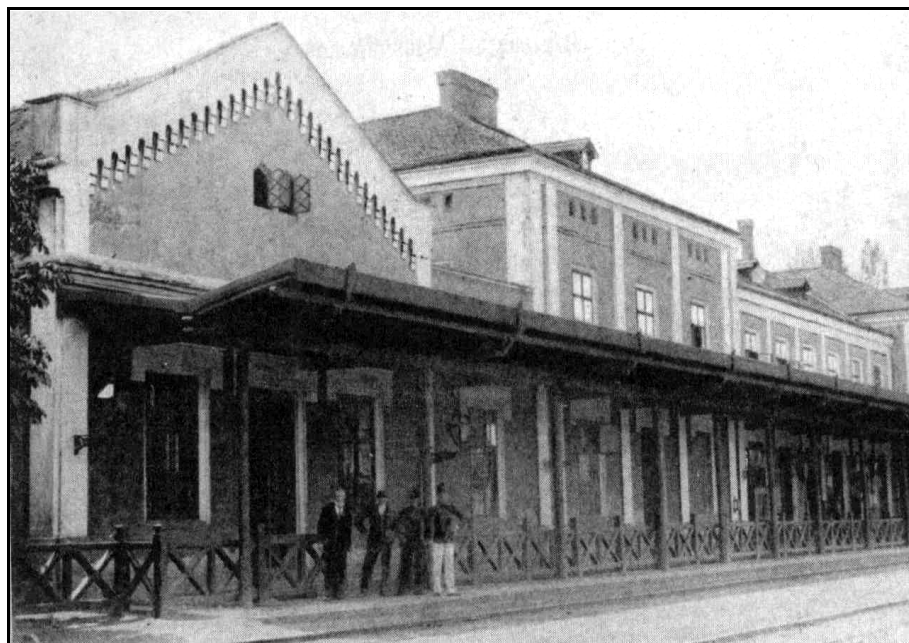
19. ábra.

*Alvinc állomásépülete*

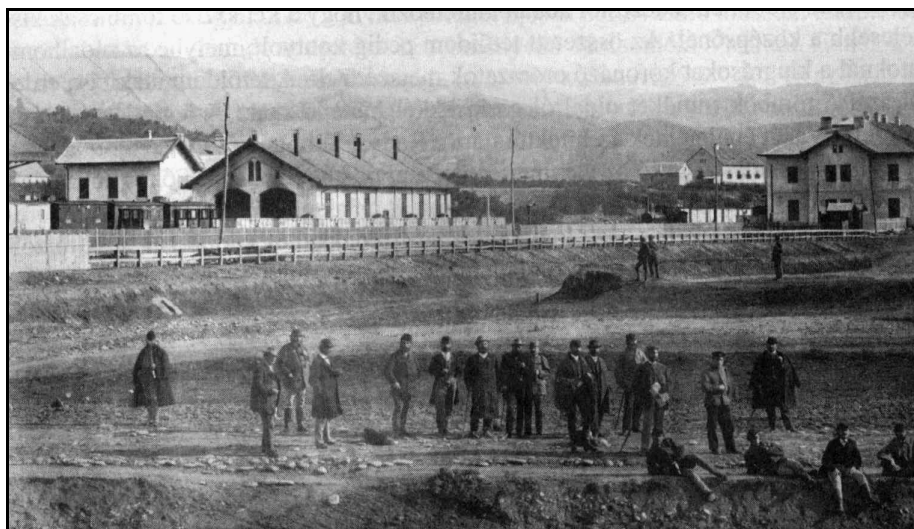
Itt végig kétszintes az elrendezés, de az emelet a veranda-peronteto fölött „visszalép”, amivel az épület tömegkompozíciója és tetoidoma nagy H betu alakúnak mutatkozik. Az ugyan csak egészében kétszintes épület, mely hasonló módon épült Piski (20. ábra) és Petrozsény (21. ábra) állomásokon, az elolbi elrendezéstol

abban különbözik, hogy a két szélso tömb csak kissé szélesebb a középsonél. Az összetett tetoidom pedig kontyolt, melybe az oldalhomlokzatoknál a kiugrásokat koronázó oromzatok metszodnek. A tetoidom alakítása érdekes, a szélso tömbök mindkét oldalról gerincekkel mutatkoznak. A legjellemzobb az Elso Erdélyi Vasút épületeinek architektúrájára a Radna, Soborsin és Déva állomásokon épített alakzat, amely hasonló az alavinci épülethez, de annál kisebb. Fohomlokzatát a két szélso tömbbel közrefogott középso szakaszon öt ablaktengely alkotja, az oldaltömbökön ketto-ketto mutatkozik. Az oldalhomlokzat lizénákkal és párkányokkal kirajzolt keretébe mindkét szinten négy-négy nyílás rajzolódik. Az architektúrán meghatározó a párkány. Az épület a Tiszavidéki Vasút Karcag és Forró-Encs állomások típusaihoz hasonló.

A Hátszeg állomáson épült kétszintes felvételi épület a „Radna” típusától annyiban tér el, hogy a romantikus stílusú párkány helyett nagykiülésu eresz épült, ahogy ez a MÁV akkori új épületeinél is ismert. Ez a különbség azt bizonyítja, hogy az Elso Erdélyi Vasút építésének idejében milyen érzékenyen reagált a stílusváltozásokra, követve a romantika eltunését. Zám állomás is arról tanúskodik, hogy a bevált épület-elrendezést megtartották, de a romantikus stílust elvetették. Itt még két kisebb földszintes toldalékot is illesztettek az épülethez. A petrozsényi szárnyvonalat egyébként földszintes, félkontyotos felvételi épületek szegélyezik (Banica).



20. ábra. Piski régi állomásépülete



21. ábra. Petrozsény állomás az 1871. évi megnyitás idején

Az Elso Erdélyi Vasút üzemi épületei közül az állomási vízházak kimagasló középső épülettömbjükkel – a víztoronnyal – igen tetszetosek, holott a romantikus stílus egyetlen jegyét itt is a párkányvonal jellegzetes törései és íves vonaldekoriációja képezik.

A színek és áruraktárak érdemben – a kor vasúti építészetének felfogását követve – dísztelen, célszerű csarnoképületek.

Arad állomáson a Tiszavidéki Vasút felvételi épületétől és az elötte álló facsarnoktól mintegy 100 méterrel keletre állt az Elso Erdélyi Vasút épülete, amely kétszintes, két oldalrizalitos, fohomlokzatán 1+7+1 ablaktengely ritmussal alakított szép épület volt, s a vonal ismertett állomásépületeitől abban különbözött, hogy a homlokzat dekorációjaként a két oldaltömb emeletén – nagyon is szokatlan, mégis tetszetos architektúrával kis zárterkély motívumok ékesítették megjelenését. Mivel az utasforgalom a TVV épületére összpontosult, ebben az épületben nyilván az üzem és az igazgatás helyiségeit találhatjuk. Meg kell jegyezni, hogy az EEV üzemvitele lényegileg Piski állomására koncentrálódott. Ennek állomását ezért többször is bővítették. Az épület nyugati végéhez még a régi romantikus stílushoz igazodva, oromzattal mutatkozó földszintes éttermi szárnyat toldottak.

A MÁV a századforduló utáni első években a Piski épületét átépítette Pfaff Ferenc és munkatársainak építészeti tervei alapján. Az új épülettől keletre megtartottak egy H-alaprajzú, markáns nyeregtetos épületet, nyilvánvalóan lakás vagy üzemviteli célokra. Az új épület tekintélyes hosszát 3+12+3+12+3 ablaktengelyritmus képezi. A két szélső 3-3 ablaktengelyes tömb háromszintes, a többi kétszintes. A középső tömb párkányával és tetoidomáival képez központi hangsúlyt. Az egész épület kontyolt tetozetu, homlokzatait finom párkányvonalak és saroklizénák tagolják. Ablakai íves záradékúak. A vágányzat felöl az egész tömböt egységes hosszú peronteto szegélyezi, amely még a két épületvégen mutatkozó kis földszintes tömböket is takarja. Az állomás-elöter felöli oldalon hasonló ablaktengely-osztás mellett külön hangsúlyt kapott a bejárati tömb. Az épület a MÁV egyik legnagyobb felvételi épülete volt. Piski állomás jelentőségét a fontos zsilvölgyi széntelepekhez kiágazó vonalon kívül az itt felépült fohmehely is aláhúzta. Meg kell jegyezni, hogy már az első világháború elötte felmerült – elsőként – a petrosényi vonal villamosításának a terve. Magyarország érdekességének a zsilvölgyi szénbányászatban csak a második világháború követó szovjet parancsuralom vetett véget, mivel azt 1918. után a román királyság még tiszteletben tartotta.

A MÁV további építkezései közül a petrosényi vonalon épített Merisor és Bolibarlang (22. ábra) állomások felvételi szabványépületeit (II. osztályú felvételi épületek fohvonalak részére) kell megemlíteni. Vakolt homlokzatos, kváderköves szegély-változatban épültek. Tekintélyesek az egyes állomások lakóépületei is, ezek Petrosény állomás épületegyüttesében különösen szépen mutatkoznak.



22. ábra. Boli-barlang MÁV szabványépülete

## Piski-Vajdahunyd mellékvonal

Az Elso Erdélyi Vasút által épített fo- és szárnyvonalon kívül ezekhez a vonalokhoz csatlakozva Piski és Vajdahunyd között 15,4 km hosszú vasutat épített a M. Kir. Bányakincstár Vajdahunydalon lévo vasércbányájának és vasgyárának a vasúti forgalomba való bekapcsolása érdekében, és a vasutat a MÁV-nak átadta üzletkezelésbe. Az építkezést 1883-ban kezdték el és a vonalat 1884. június 1-jén nyitották meg. A vasút építésére már ezt megelőzően történtek próbálkozások. 1870-ben először az Elso Erdélyi Vasúttársaság, később egy olyan bankcsoport vállalta az építést amely bérbe akarta venni a bányát. Végül az államkincstár építette meg a vasutat másodrangú mellékvonalként. A kivitelezést Deutsch Lajos vállalkozó végezte és az Elso Erdélyi Vasút látta el az építkezés felügyeletét, mert az építkezést még az Elso Erdélyi Vasút államosítása előtt kezdték el, és az üzemkezeléssel a vasúttársaságot kívánták megbízni.

A vasút végig a Cserna folyó völgyében haladt, azt egyszer keresztezte egy 29 m támaszközü, Schiffkorn rendszeru vasszerkezettel. Fahíd épült először a Bósz patak felett, amit később szintén Schiffkorn rendszeru híddá alakít ottak át. Ezen kívül 15 áteresz és 7 kisebb nyílású híd készült. Jelentékenyebb földmunkát nem kellett végezni az alépítmény kialakításához. A vasút vonalvezetésére jellemző, hogy a legnagyobb emelkedője 6 ‰, a legkisebb ívsugara 300 m volt.

A vasút felépítményét használt, 30 kg-os „h” jelu sínekből fektették, amit később 30 kg-os „dt” jelu és a régebbi típusú 33,25 kg-os „c” jelu acélsínekkel cseréltek ki.

A vasútvonal jelentősebb közbenso állomása Csernakeresztúr, végállomása Vajdahunyd volt. A vasútvonal építésekor a csatlakozás miatt Piski állomás vágányhálózatát bővítették. A mellékvonal építése kilométerenként 69870 Ft-ba került.

A végállomáshoz Vadu-Dobráig vezető 32 km hosszú kötélpálya csatlakozott a vas- és faszénzállítás céljaira. 1900-ban pedig megépítették a Vajdahunyd-Gyalári HÉV 16 km hosszú, 760 mm nyomtávolságú bányavasútját Retyisoráig.

# Adaptív algoritmusok használata a programozási nyelvek modern fordítási módszereiben

*Kovács Lehel István*

Babes-Bolyai Tudományegyetem,  
Információs Rendszerek Tanszék, Kolozsvár

## I. Bevezető

A mindennapi élet kommunikációs folyamataiban természetes nyelveket használva akkor is megértjük partnerünk mondanivalóját, ha mondataiban hibák vannak. Ezek a hibák lehetnek mondatszerkezeti, szórendi, szóferdítési, lexikális, szintaktikai, szemantikai, szemiotikai hibák. Az emberi agy képes arra, hogy elég jeles hibákat kijavítson úgy, hogy figyelembe veszi a szöveggörnyezetet és egyszerűen átértelmezi a hibás részeket, fényt derítve így a mondatok igazi értelmére. Sajnos a programozási nyelvek értelmezésekor, fordításakor teljesen más a helyzet.

A programozási nyelvek hagyományos, klasszikus fordítási módszerei (a környezet független grammatikákra épülő módszerek) csodót mondanak a legkisebb nyelvi bizonytalanságnál is. Az első adódó hibánál a forráskódot visszautasítja a fordítóprogram. Célunk olyan fordítóprogram megírása, amely felismeri a hibát, kijavítja a hibás forráskódot és folytatja az elemzést és a fordítást, míg végül a forrásszöveg helyes értelmezését kapjuk. Más szavakkal élve: meg kell, hogy keressük a levezetési fa azon legjobb közelítését, amely a legáltalóbb mondatforma lebontását adja a megfelelő hibás forráskód résznek.

Ennek érdekében a hibás forráskód részt átadjuk egy genetikus algoritmust használó elemzőnek, amely kijavítja a hibát és egy neuronháló segítségével megtanulja, rögzíti a folyamatot. Az új mondatforma előállításához, ha másképp nem tudja a genetikus algoritmus kijavítani a hibás részt, módosíthatjuk a programozási nyelv leíró grammatikáját is – így biztos találunk egy legjobb levezetési fa közelítést.

A genetikus algoritmus a következő elemekre épül: a kromoszómák a grammatika parciális levezetési fái, az alkalmasságot vizsgáló függvény a hibás forrásszöveg és megközelítései közötti legkisebb különbséget méri, a kezdeti generáció az eredeti grammatikát és levezetési fát tartalmazza, a következő generációkat pedig a reprodukció, keresztezés és mutáció műveletek segítségével állítjuk elő. A genetikus keresés akkor ér véget, amikor megtaláltuk a legjobb megközelítést, vagy a keresési iteráció átlép egy bizonyos küszöbértéket.

A genetikus keresés folyamatát egy neuronháló megtanulja, így második alkalommal ez már sokkal kevesebb ideig fog tartani. A neuronháló minden grammatikabeli módosítást megőrzi.

Megjegyzendő, hogy a genetikus algoritmusok párhuzamos volta miatt a fordítóprogram és az elemzési módszer is párhuzamos lesz.

**II. Kulcsszavak:** környezetfüggetlen grammatikák (CFG), fordítóprogramok, hiba kiküszöbölés, levezetési fa, genetikus algoritmusok (GA), neuronhálók, természetes nyelvek

<i>klasszikus fordítóprogram</i>	
<i>Elemzés (analízis)</i>	<i>Szintézis</i>
Forrás kód ?	Ha minden helyes volt ?
Lexikális ? <i>lexikális hiba?</i>	Kód generálás ?
Szintaktikai ? <i>szintaktikai hiba?</i>	Kód optimalizálás ?
Szemantikai ? <i>szemantikai hiba?</i>	Tárgykód (végrehajtható program)

<i>intelligens fordítóprogram</i>	
<i>Elemzés (analízis)</i>	<i>Szintézis</i>
Kijavítja a hibát. Elfedi a hibát. Megtanulja a hibát. Megérti a hibás forráskódot is.	

### III. Környezetfüggetlen grammatikák

#### III.1. Definíció - CFG fogalma

Egy  $G$  grammatika a következő rendezett négyes:  $G = (N, T, S, P)$ , ahol:

- ?  $N$  – a nemterminális jelek véges ábécéje
  - ?  $T$  – a terminális jelek véges ábécéje ( $N \cap T = \emptyset$ )
  - ?  $S$  – a nemterminális, kitüntetett kezdőszimbólum
  - ?  $P$  – a szabályok halmaza, a halmaz elemeire a következő írásmódot használjuk:  $(x, y) \in P: x \neq y$ , ahol  $x$  a baloldali,  $y$  pedig a jobboldali szimbólum. Az  $(N \cup T)^*$  szimbólum a grammatika üres szavát jelöli, és az  $x \rightarrow y$  szabályt törlési szabálynak nevezzük.
- Egy  $G$  grammatika környezetfüggetlen, ha a szabályai:  $x \rightarrow y$  alakúak és  $x \in N, y \in (N \cup T)^*$ .

#### III.2. Definíció - a levezetés fogalma

Egy  $G$  grammatika  $P$  szabályhalmaza egy " $\rightarrow$ " levezetési relációt indukál az  $(N \cup T)^*$  fölött. Azt mondjuk, hogy  $x \rightarrow y$  akkor és csakis akkor, ha  $x = x_1 \alpha x_2, y = y_1 \beta y_2$  és  $\alpha \rightarrow \beta \in P$  bármely  $x, y, x_1, x_2, y_1, y_2, \alpha, \beta \in (N \cup T)^*$ .

A " $\rightarrow$ " levezetési relációt ha reflexíven és tranzitíven lezárjuk, akkor egy általános, többlépéses " $\Rightarrow$ " levezetési relációt kapunk, és azt mondjuk, hogy egy  $w \in T^*$  szó levezethető egy  $G$  grammatika szabályaival, ha  $S \Rightarrow^* w$ .

Hasonlóan a  $G$  grammatika generálja az  $L$  nyelvet, ha ennek minden szava levezethető a szabályok felhasználásával:  $L(G) = \{w \mid S \Rightarrow^* w, w \in T^*\}$ .

Két grammatika ekvivalens, ha ugyanazt a nyelvet generálják.

#### III.3. Definíció - a legbaloldalibb, legjobboldalibb levezetés fogalma

A környezetfüggetlen grammatikák osztályán értelmezhetünk egy " $\rightarrow_l$ " legbaloldalibb levezetési relációt a következőképpen:  $x \rightarrow_l y \in (N \cup T)^*$ ,  $x \rightarrow_l y$  akkor és csakis akkor, ha:

$$x = w \alpha A \beta, y = w \gamma \delta, \alpha \beta \in (N \cup T)^*, \alpha \rightarrow \gamma \in P, w \in T^*, A \in N, \beta \delta \in (N \cup T)^*.$$

Hasonlóan, a legbaloldalibb levezetéshez szimmetrikusan definiálhatjuk a legjobboldalibb levezetési " $\rightarrow_r$ " relációt is:  $x \rightarrow_r y \in (N \cup T)^*$ ,  $x \rightarrow_r y$  akkor és csakis akkor, ha:

$$x = \alpha A w \beta, y = \gamma \delta w, \alpha \beta \in (N \cup T)^*, \alpha \rightarrow \gamma \in P, w \in T^*, A \in N, \beta \delta \in (N \cup T)^*.$$

Ezen relációk reflexív és tranzitív lezárása eredményeként kapjuk a " $\Rightarrow_l$ " és " $\Rightarrow_r$ " relációkat.

### IV. Levezetési fák

#### IV.1. Definíció - a felismerési probléma

Adott egy  $G = (N, T, S, P)$  környezetfüggetlen grammatika és egy  $w \in T^*$  szó.

Felismerési problémának nevezzük a  $w \in L(G)$  eldöntését.

#### IV.2. Definíció - az elemzési probléma

Adott egy  $G = (N, T, S, P)$  környezetfüggetlen grammatika és egy  $w \in T^*$  szó.

Elemzési problémának nevezzük a  $w \in L(G)$  eldöntését és egy konkrét  $S \Rightarrow^* w$  levezetés megadását.

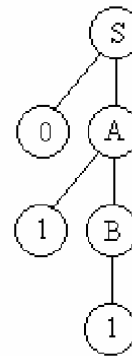
A levezetést megadhatjuk legbaloldalibb vagy legjobboldalibb alakban is.

A levezetéseket célszerű grafikusan levezetési fa segítségével megadni. Természetesen egy adott  $G$  környezetfüggetlen grammatikához több levezetési fa is megadható.

#### IV.3. Definíció - a levezetési fa

Adott egy  $G = (N, T, S, P)$  környezetfüggetlen grammatika. A  $G$ -hez tartozó levezetési fákat a következőképpen adhatjuk meg:

- ? Minden csomóponthoz egy címkét rendelünk, amely nem más, mint egy  $N \cup T \cup \{?\}$ -beli szimbólum.
- ? A gyökér címkéje S.
- ? Ha egy belső pont címkéje A, akkor  $A \in N$ .
- ? Ha egy  $n$  csúcs címkéje A, és  $n_1, n_2, \dots, n_k$  az  $n$  fiai, és a hozzájuk tartozó címkék:  $X_1, X_2, \dots, X_k$ , akkor:  $A \rightarrow X_1 X_2 \dots X_k \in P$ .
- ? Ha egy  $n$  csúcs címkéje  $?$ , akkor  $n$  levél és egyedüli leszármazott.



A

$G = (\{0,1\}, \{S, A, B\}, S, \{S \rightarrow 0A, A \rightarrow 1B \mid B, B \rightarrow 1\} \cup \{0\})$   
*grammatika levezetési fája a  $w = 011$  szóra.*

#### IV.4. Definíció - hibamentes elemzés

Egy adott  $G = (N, T, S, P)$  környezetfüggetlen grammatikára akkor állítható elő egy egyértelmű, hibamentes  $w$ -programelemzés, ha:

- ? (klasszikus) fel tudunk építeni egy  $w$ -hez tartozó levezetési fát ( $w \in L(G)$ ).
- ? (intelligens) felépítjük a  $w \in L(G)$  fát, ha  $w \in L(G)$ , de  $w'$  a  $w$  legjobb megközelítése.

#### IV.5. Definíció - A legjobb megközelítés

Azt mondjuk, hogy  $w'$  a  $w$  legjobb megközelítése, ha  $w'$  a legkevesebb terminális jelben tér el a  $w$ -tól és az adott szövegkörnyezetben  $w'$ -nek is értelme van.

Intelligens fordítóprogram:

Mit old meg?	Milyen módszerekkel?
? Hibaelfedés.	? Genetikus algoritmusok (a legjobb megközelítés kiválasztása).
? Az elemzés folytatása az újabb hibák megtalálása érdekében, nem áll le az első hibánál.	? Neuronháló (megtanulják, elmentik a folyamatot).
? Hibajavítás.	? Párhuzamos elemzés (A GA értelemszerűen párhuzamos).
? Természetes nyelvek felismerése.	

### V. Genetikus algoritmusok

Nagyon sok olyan feladat van, amelyre még nem fejlesztettek ki elég gyors, hatékony algoritmusokat. A legtöbb ilyen feladat az optimalizációs és a keresési feladatok osztályába tartozik. A nehéz optimalizációs feladatoknál megelégszünk a közelítő megoldásokkal is, és ezekre keresünk hatékony algoritmusokat. Ilyen algoritmusok a Genetikus Algoritmusok, olyan sztochasztikus algoritmusok, melyek keresési módszerei természetes folyamatokat modelleznek, mégpedig a genetikusan öröklődést és a darwini küzdelmet az életben maradásért.

#### V.1. Definíció - A Genetikus Algoritmus (D. Goldberg, 1989)

„A genetikusan algoritmus egy olyan keresőalgoritmus, amelynek alapja a természetes szelekció és természetes géntechnológiák, eredménye pedig egy olyan hatékony keresőalgoritmus, amely az emberi keresési stratégia újító hajlamait tartalmazza. A genetikusan algoritmusokat megalapozó hasonlat a természetes evolúció hasonlata. Az evolúció során az egyes fajok feladata az, hogy minél jobban alkalmazkodjanak egy bonyolult és változó környezethez. A tapasztalat, amelyet az egyes fajok az alkalmazkodás során szereznek, beépül az egyedek kromoszómáiba.”

„Genetic Algorithms are search algorithms based on the mechanism of natural selection and natural genetics resulting in a search algorithm with some of the innovative flair of human search.”



A genetikus algoritmusok a szakkifejezéseket a genetikából vették át. A *populáció*, *népesség* (*population*) tagjai az *egyedek* (*individuals*), más néven *kromoszómák* (*chromosome*) vagy *stringek*. Az egyedek *gén*ekből (*gene*) állnak, és minden gén bizonyos jellegzetesség öröklődését szabályozza.

Minden egyed, kromoszóma egy potenciális megoldását fogja képezni a megoldandó feladatnak. Az egyedek populációján végbemenő evolúciós folyamat a potenciális megoldások terében történő keresésnek felel meg.

### A GA elemei

A Genetikus algoritmusok a következő alapelemekkel rendelkeznek:

- ? Bememo sztring vagy kromoszóma:  $X = \langle x_1, x_2, \dots, x_n \rangle$ , a probléma ábécéje.
- ? Gén:  $x_i \in X$ .
- ? Költségfüggvény: minden kromoszómához hozzárendelünk egy minőségi súlyt  $f(\text{kromoszóma})$ ,  $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ .
- ? Reprézntációs séma: az ábécé, a kromoszómák hossza, a paraméterek kódolása, minden, ami az illeto problémára jellemzo.
- ? Populáció:
  - Kezdeti populáció: valószínű eredmény.
  - Következo populáció: az evolúció eredménye.
- ? Genetikus operátorok:
  - Kiválasztás: a költségfüggvény szerint kiválasztunk egy kromoszómát.
  - Keresztezés: két kromoszómából keresztezéssel újabb két kromoszómát állítunk elő: 1111|000001 és 0000|111110-ból: 1111|111110, valamint: 0000|000001 lesz, ahol | jelölta a vágási pontot.



- Inverzió: a kromoszómában megfordítunk egy génsorozatot: pl. 1|234|567-ből 1|432|567 lesz.
- Mutáció: egy kromoszómában véletlenszerűen kicserélünk egy vagy több gént.
- Reprodukció: kiválasztunk egy egyedet a populációból és átvisszük a következő populációba.

Minden műveletet egy rá jellemző valószínűséggel végzünk el.

### V.2. Definíció - Alapvető Genetikus Algoritmus

1. Megadjuk a kezdeti populációt.
2. Minden kromoszómát kiértékelünk és kiválasztjuk a következő populáció szülőit.
3. A reprodukció és más műveletek segítségével létrehozunk egy új populációt.
4. Az új populáció lesz a kezdeti populáció.
5. Újraértékelés, iterálás.
6. MEGÁLL, ha lejárt az iterálási idő, vagy megvan a megoldás.

Vagy formalizálva:

#### Eljárás GA

$t \leftarrow 0$

inicializál  $p(t) := \{x_1^t, \dots, x_k^t\}$ .

kiértékel:  $p(t): \{f(x_1^t), \dots, f(x_k^t)\}$ .

amíg ( $i(p(t)) = false$ ) végezd el

keresztezés:  $x_i^{t+1} \leftarrow k_{p_c}(p(t), i \in \overline{1, k})$ .

mutáció:  $x_i^{t+1} \leftarrow m_{p_m}(x_i^t, i \in \overline{1, k})$ .

kiértékelés:  $p''(t) := \{x_1^{t+1}, \dots, x_k^{t+1}\}, \{f(x_1^{t+1}), \dots, f(x_k^{t+1})\}$ .

kiválasztás:  $p(t+1) \leftarrow S_{p_s}(p''(t))$ , ahol  $p_s(x_i^{t+1}) \leftarrow \frac{f(x_i^{t+1})}{\sum_{j=1}^k f(x_j^{t+1})}, i \in \overline{1, k}$ .

$t := t+1$

(amíg) vége

(Eljárás) vége

A  $t$ -edik idopillanatban a GA fenntartja a  $p(t) := \{x_1^t, \dots, x_k^t\}$  a lehetséges megoldásoknak. Minden  $x_i^t$  megoldást kiértékelünk, így bizonyos költség-értékeket kapunk. A  $t+1$ -edik idopillanatban megalkotjuk a következő populációt, megtartva a legjobb képességű egyedeket. Új megoldások létrehozása érdekében bizonyos egyedek a keresztezés és mutáció segítségével változásokon mennek át. A folyamat addig tart, ameddig megkapjuk a megoldást, vagy letelik az iterációra szánt idő.

## VI. Hibaelfedés genetikus algoritmusok segítségével

### VI.1. Feladat

Adott egy  $G = (N, T, S, P)$  környezetfüggetlen grammatika és egy  $w$  bemeneti mondat (program), amely hibás. Meg kell keresni  $w$ ' legjobb megközelítését  $w$ -nek, vagyis fel kell építeni egy lehető legjobb levezetési fát.

A feladatot genetikus algoritmus segítségével oldjuk meg. Ehhez kódolni kell a problémát, felhasználva a genetikus algoritmus alapelemeit, megkeresni a megfelelő valószínűségeket és megállapítani az iterációs lépésszámot.

#### 1. A reprezentációs séma

A reprezentációs séma tartalmazza a kromoszómák hosszát (csak azonos hosszúságú kromoszómákkal dolgozhat az algoritmus), az ábécét és a keresési teret.

Természetesen a keresési tér az összes előállítható levezetési fa lesz.

A probléma ábécéje:  $A \cup N \cup T$ , vagyis a terminális és nemterminális szimbólumok összessége.

A kromoszómák hossza meg kell, hogy egyezzen, ezért a javasolt kódolási mód vagy maga a levezetési fa egyik szintje (a szabálynak megfelelően), vagy megszámozzuk a levezetési szabályokat és ezeket átkódoljuk azonos hosszúságú bináris számokká.

#### 2. A költségfüggvény

A költségfüggvény minden kromoszómához hozzárendel egy bizonyos értéket. Ez az eltérés minősége és súlya, valamint a hiba pozíciójának kódja lesz.

#### 3. A kezdeti populáció

A környezetfüggetlen grammatika szabályaihoz tartozó levezetési fák.

#### 4. A következő populáció

A következő populáció mindegyik tagja szintaktikusan helyes kell, hogy legyen. A következő populációt úgy határozzuk meg, hogy alkalmazzuk a genetikus operátorokat a megfelelő paraméterekkel, valószínűséggel.

#### 5. Paraméterek, valószínűségek

- ? A populáció mérete ( $M$ ).
- ? A generációk száma ( $G$ ).
- ? Iterációs szám ( $R$ ).
- ? A reprodukció valószínűsége ( $p_r$ ).
- ? A keresztezés valószínűsége ( $p_c$ ).
- ? A mutáció valószínűsége ( $p_m$ ).

Mindezen paraméterek a feladat komplexitásától függenek, nincsenek pontos matematikai számítások, melyeknek eredményeképp megkaphatnánk ezeket az értékeket.

A konkrét feladat megoldásakor kikísérletezett kontrollértékeket használtunk. A következő táblázat ezeket foglalja össze:

Teszt	Paraméterek	Hatékonyság
1.	$M = 100, G = 50, R = 100, p_r = 5\%, p_c = 90\%, p_m = 5\%$ .	96%
2.	$M = 100, G = 50, R = 100, p_r = 30\%, p_c = 70\%, p_m = 0\%$ .	85%
3.	$M = 50, G = 50, R = 100, p_r = 10\%, p_c = 90\%, p_m = 0\%$ .	13%
4.	$M = 50, G = 50, R = 100, p_r = 30\%, p_c = 70\%, p_m = 0\%$ .	18%

### 6. Befejezés, megállás

Az algoritmus akkor áll meg, ha megkapta a jó megoldást, elérte az adott lépésszámot, vagy nem lehet újabb populációkat előállítani (ismétlődnek a populációk).

### Példa

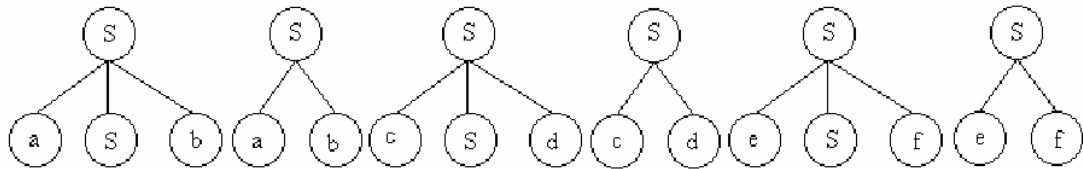
Legyen  $G = (N, T, S, P)$  a következő környezetfüggetlen grammatika:  $N = \{S\}$ ,  $T = \{a, b, c, d, e, f\}$ ,  $P$ :

$S \rightarrow aSb \mid ab \mid cSd \mid cd \mid eSf \mid ef$ .

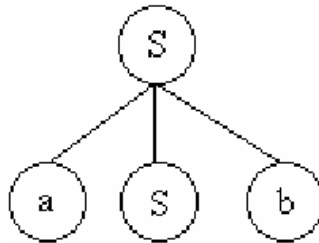
Az algoritmus elemei:

? Az ábécé:  $A = \{S, a, b, c, d, e, f\}$ .

? A kezdeti populáció:

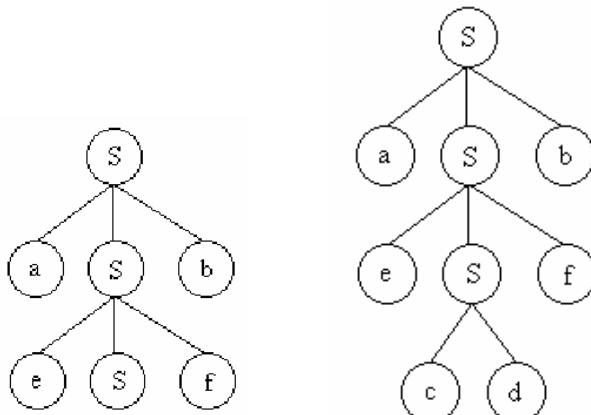


? Következő populáció:



Kiválasztjuk mondjuk:

-t és iterálunk:

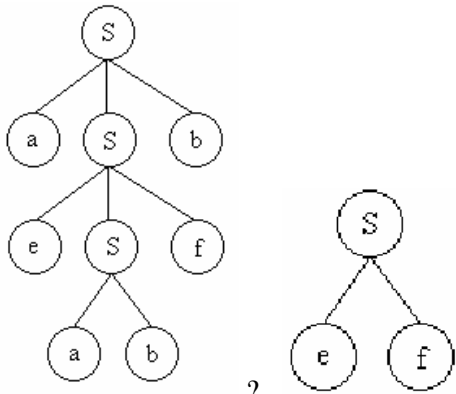


, majd

...

? Reprodukció:

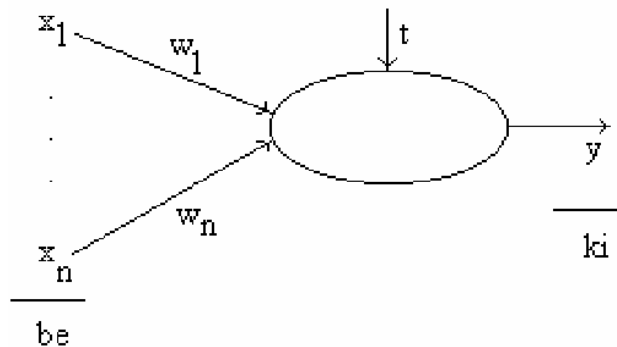
?



és ezeket a lépéseket folytatjuk, míg meg nem kapjuk  $w'$ -et.

## VII. Neuronhálók

A neuronhálók alapvetően az osztályozás folyamatát segítik elő. A minimális neuronháló a *perceptron*, amely egy hipersík segítségével két részre osztja a teret a következőképpen:



$x = \begin{pmatrix} x_1 \\ \vdots \\ x_n \end{pmatrix}$  bemenetvektor, mindegyik rendelkezik egy  $w = \begin{pmatrix} w_1 \\ \vdots \\ w_n \end{pmatrix}$  súllyal. Ezen kívül a perceptron rendelkezik egy  $t$  küszöbvel, és egy  $y$  kimenettel.

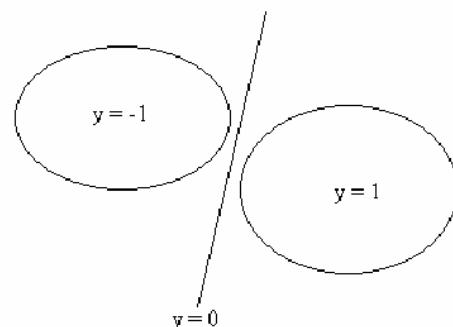
delkezik egy  $t$  küszöbvel, és egy  $y$  kimenettel.

A perceptron súlyozott összeget számít:

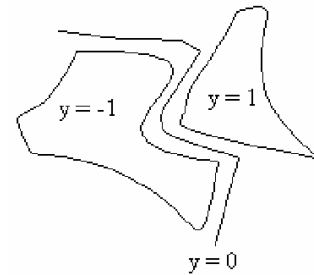
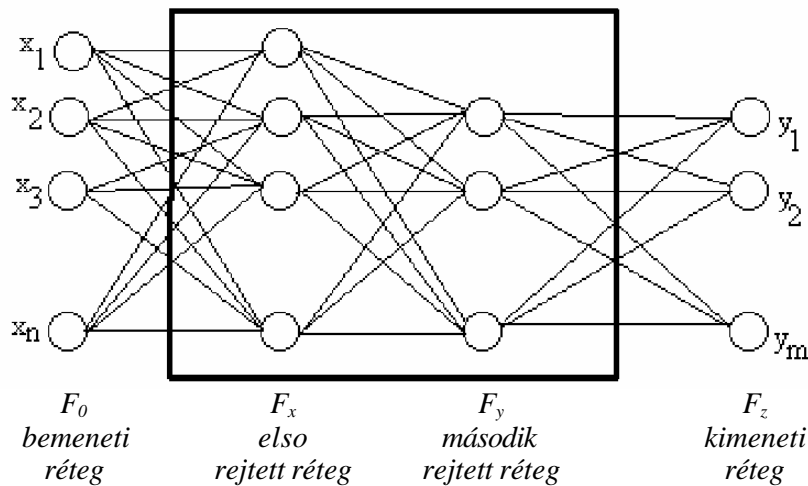
$s = \sum_{i=1}^n w_i x_i$ . A teret pedig a következőképpen osztja fel:

fel:

- ? Ha  $s$  kisebb, mint  $-t$ ?  $y = -1$ .
- ? Ha  $s$  nagyobb, mint  $-t$ ?  $y = 1$ .
- ? Ha  $s$  egyenlő  $-t$ -vel?  $y = 0$ .

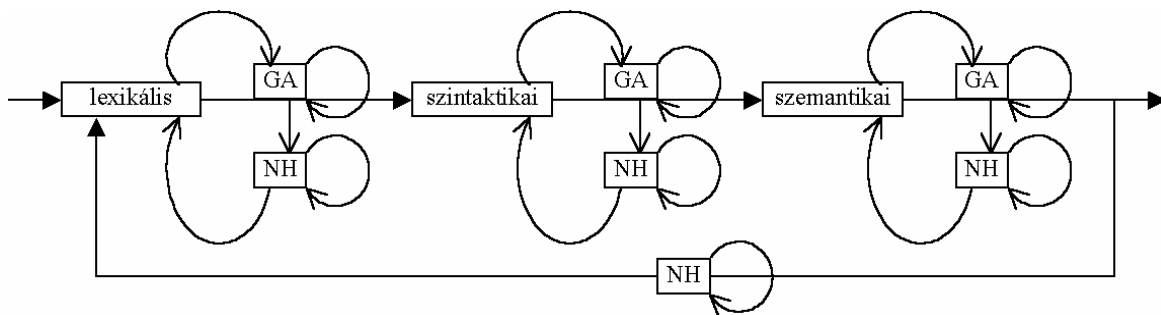


A perceptron csak ilyen egyszerű osztályozást tud megvalósítani. Komplexebb osztályozások esetén (pl. konvex halmazok) több perceptront kell használni, ezeket hálózatba kötni. Ezek a rendszerek a *neuronhálók* vagy a *rejtett réteges neuronhálók*.



### VIII. Az intelligens fordítóprogram

A következő ábra az intelligens fordítóprogramot szemlélteti. A különböző elemzési fázisok kiegészülnek egy-egy hibafedési genetikus algoritmussal (GA) és egy-egy osztályozást szolgáló neuronhálóval (NH).



Köszönetemet fejezem ki az Erdélyi Magyar Muszaki Tudományos Társaságnak (EMT), hogy ösztöndíjával hozzájárult a téma kutatásához.

### Könyvészet

- [1.] A. V. Aho, J. D. Ullman, *The theory of Parsing, Translation and Compiling*, Pentice Hall, 1972.
- [2.] N. Alon, Efficient Simulation of Finite Automata by Neural Networks, *Journal of ACM*, Vol. 38, No. 2, 1991.
- [3.] Bill P. Buckles, F. E. Petry, *Genetic Algorithms*, IEEE Computer Society Press, 1991.
- [4.] M. Chytil, M. Crochemore, B. Monien, W. Rytter, *On the Parallel Recognition of Unambiguous Context-free Languages*, *Theoretical Computer Science* No. 81, 1991.
- [5.] Csörnyei Zoltán, *Bevezetés a fordítóprogramok elméletébe*, ELTE Budapest, 1997.
- [6.] David E. Goldberg, *Genetic Algorithms in Search, Optimization & Machine Learning*, Addison Wesley, 1989.
- [7.] L. Langlois, *Systolic Parsing of Context-free Languages*, *IJPP* Vol. 19. No. 4, 1990.

# A hézagnélküli vágány kivetodés biztonsága

## Roncsolásmentes vizsgálat RailScan készülékkel

Dr. Köllő Gábor

Kolozsvári Műszaki Egyetem

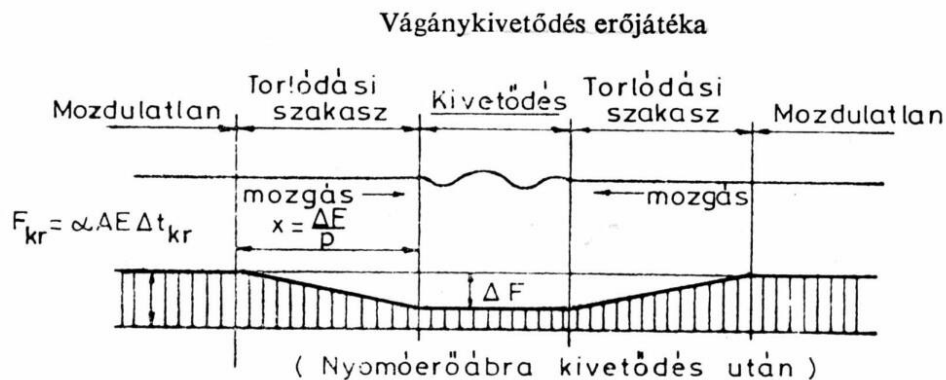
### 1. Kivetodés biztonsága

A hézagnélküli vágányok sínszárait az ún. semleges homorsékleten, illetve a semleges homorséklethez megengedett turési sávon belül hegesztik össze.

A semleges homorsékleten tehát elméletileg nem ébred hofeszültség, kivételt csak a lélegző szakasz képezhet. A semleges homorséklet megfelelő megválasztása és fektetési betartása a hézagnélküli vágányoknál alapvetően fontos követelmény, mert ezáltal befolyásoljuk a szélső homorsékleten ébredő legnagyobb nyomó-, illetve húzóerő nagyságát.

Nyáron, nagy melegben a hézagnélküli vágányban nagy nyomóerők keletkeznek, amelyek, ha a vágány stabilitása nem megfelelő, kihajlást, vasúti szaknyelven vágánykivetodést okozhatnak.

Ha a vágány kivetodik akkor az 1. ábra szerint a vízszintes síkban több fél hullámból összetett, kígyózó alakot vesz fel, amelynek jelentős ívhossz növekedése a homorsékleti nyomóerők csökkenését eredményezi.



1. ábra

A kivetodott vágányra ráfutott szerelvény súlyos balesetet okozhat. Éppen ezért a vágány stabilitásának biztosítása a karbantartó cégek egyik legfontosabb feladata.

A vágányban keletkező legnagyobb homorsékleti nyomóerő a következő képlettel számolható.

$$P_{\max_t} = a \cdot E \cdot A \cdot t_{\max} \quad (1)$$

ahol:  $t_{\max} = t_{\max} - t_0$ ;

$$A = 2 \cdot A_{\sin}$$

$$t_{\max} = 60^\circ \text{C}$$

$$a = 11.5 \cdot 10^6$$

$$E = 2.15 \cdot 10^6 \text{ daN/cm}^2$$

A román állami vasutaknál (CFR) használt szabvány szerint a semleges homorsékletet a következő homorsékletintervallumból lehet meghatározni (hézag nélküli vágány fektetési intervalluma).

Figyelembe véve a legkisebb semleges homorsékletet  $t_{0_{\min}} = 17^\circ \text{C}$  a (1) képlet:

$$P_{\max_t} = a \cdot E \cdot 2 \cdot A_{\sin} \cdot (60 - 17) = 11.5 \cdot 10^6 \cdot 2.15 \cdot 10^6 \cdot 2 \cdot A_{\sin} \cdot 43 = 2126.35 \cdot A_{\sin}$$

$$P_{\max_t} = 2126.35 \cdot A_{\sin}$$

A  $P_{max_t}$  a vágányban elméletileg a legnagyobb nyomóero Románia éghajlati viszonyait figyelembe véve, ahol a sínben mért legnagyobb homérsékletet  $60^\circ\text{C}$  határozták meg.

Érdekességként említém meg különbözo országok legkisebb, illetve legnagyobb sínben mért homérsékletét és azt a homérsékletintervallumot amelybol meghatározható a semleges homérséklet  $t_0$ .

Ország	$t_{min}$ [ $^\circ\text{C}$ ]	$t_{max}$ [ $^\circ\text{C}$ ]	$t_0$ [ $^\circ\text{C}$ ]
Románia	-30	+60	+17 - +27
Magyarország	-30	+60	+15 - +23
Anglia	-7	+32	+21 - +32
Olaszország	-10	+60	+30
Svédország	dél	+55	+10 - +20
	közép	+55	+5 - +15
	észak	+55	0 - +10
Franciaország	-20	+60	+20 - +32

A Romániában használt sántípusok a vágányban a követezo elméleti maximális nyomóerot eredményezik.

49 típusú sín  $P_{max_t} = 2126.35 \cdot 61.78 = 131365.903 \text{ daN}$

60 típusú sín  $P_{max_t} = 2126.35 \cdot 76.86 = 163431.261 \text{ daN}$

65 típusú sín  $P_{max_t} = 2126.35 \cdot 82.56 = 175551.456 \text{ daN}$

Ezek olyan nyomóerok, amelyeknél a nem megfeleloen karbantartott vágány kivetodhet.

A legfontosabb mérnöki feladat a kritikus kivetodo ero, nyomóero  $P_{kr}$  meghatározása.

A kritikus nyomóero egyik legismertebb képletét mutatom be, amely íves és egyenes vágányszakasza is érvényes.

$$P_{kr} = \frac{K_1 \cdot \frac{E \cdot I}{l^2} + K_2 \cdot q_0 \cdot \frac{l^2}{f} + K_3 \cdot C \cdot l^2 + \frac{2 \cdot r}{a}}{1 + K_5 \cdot \frac{l^2}{f \cdot R}} \quad (2)$$

Ezt az összefüggést az energia módszerrel lehet meghatározni.

A (2) összefüggés különbözo típusú fekvéshibák esetén érvényes. (A, B, C, D, E típusú fekvéshibák)

pl. A  $K_1 = 44.1, K_2 = 0.087, K_3 = 0.064, K_4 = 0.752, K_5 = 0.0816$

A kritikus nyomóeroben szereplo paraméterek: az ágyazat oldalirányú ellenállása (q), a sínek vízszintes síkú merevsége (EI), a vágány keretmerevsége  $\frac{2 \cdot r}{a}$ , valamint a pályában létezo fekvéshibákat jellemzo  $1 -$

húrhossz és f – húrmaasság döntomódon meghatározzák a kritikus ero nagyságát.

Ahhoz, hogy a hézagnélküli vágány „stabil” legyen:

$$c \cdot P_{max_t} > P_{kr_{min}} \quad (3)$$

ahol c egy biztonsági tényezo  $c > 1$

$$c > \frac{P_{kr_{min}}}{P_{max_t}}$$

$P_{kr_{min}}$  - a hézagnélküli vágányban fellépo legkisebb kritikus nyomóero. Mivel a  $P_{kr}$  lényegében két független változós függvény  $P_{kr} = F(l, f)$

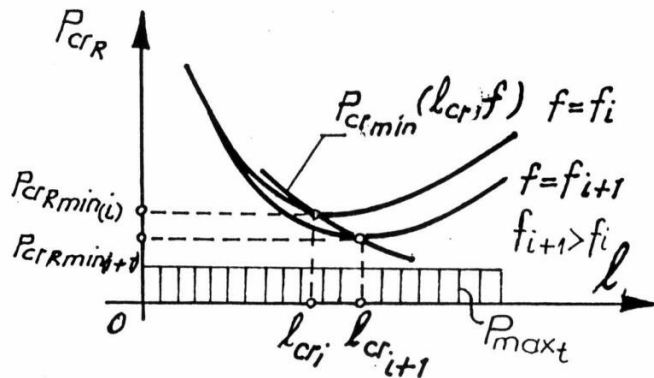
Egy lehetséges ábrázolási mód:

A vasúti pályában elfordulható f értékekre  $f = f_1; f_2; f_3; \dots; f_n$  kiszámíthatjuk a  $P_{kr}(f)$  függvény szélső értékét, minimumát:

$$\frac{dP_{kr}}{dl} \stackrel{!}{=} 0 \quad ? \quad l_{kr}$$

$$P_{kr \min} \stackrel{!}{=} P_{kr} \stackrel{!}{=} P_{kr}$$

grafikusan ábrázolva:



2. ábra

$$f_1 \stackrel{!}{=} f_2 \stackrel{!}{=} f_3 \stackrel{!}{=} f_4$$

$$l_{kr1} \stackrel{!}{=} l_{kr2} \stackrel{!}{=} l_{kr3} \stackrel{!}{=} l_{kr4}$$

$$P_{kr \min_1} \stackrel{!}{=} P_{kr \min_2} \stackrel{!}{=} P_{kr \min_3} \stackrel{!}{=} P_{kr \min_4}$$

A vágány stabilitása biztosítva van ha:

$$\frac{P_{kr \min_i}}{P_{max_i}} \stackrel{!}{=} c \stackrel{!}{=} 1.3 \dots 1.5 \text{ és } l \stackrel{!}{=} l_{kr_i}$$

Közívekben, ha az R sugarú ívek minél kisebbek, annál jobban csökken a kivetodés megakadályozására ténylegesen ható q oldalirányú ágyazati ellenállás.

Ez annak a következménye, hogy a meglévő tényleges q ellenállásnak jelentős részét, az íves vágány nyomóerő hatására való kifelé tolódásának megakadályozására, a statikai egyensúly tartása emészti fel.

Az ívben tehát csak egy q ? q ? q' oldallellenállással számolhatunk.

$$q_R \stackrel{!}{=} q \stackrel{!}{=} \frac{P}{R} \stackrel{!}{=} \frac{2 \sin \frac{a}{2}}{\text{arca}} \stackrel{!}{=} q \stackrel{!}{=} \frac{P}{R}$$

Mind az egyenesben mind az ívben a vágány kivetodés biztonsága nagymértékben függ a semleges homéroséklet helyes megválasztásától. A semleges homéroséklet sokféle ok miatt nem marad fektetés kori értékén. Továbbá az is megtörténhet, hogy nem tartották be teljes mértékben a fektetési homéroséklet intervallumot. Azért ennek a homérosékletnek a pontos ismerete éppen a sínben keletkező homéroséklet által okozott feszültség minél pontosabb meghatározása végett nagyon fontos a hézagnélküli pályák karbantartói számára.

## 2. Semleges homéroséklet meghatározása RailScan készülékkel

### 2.1. A mérés elve

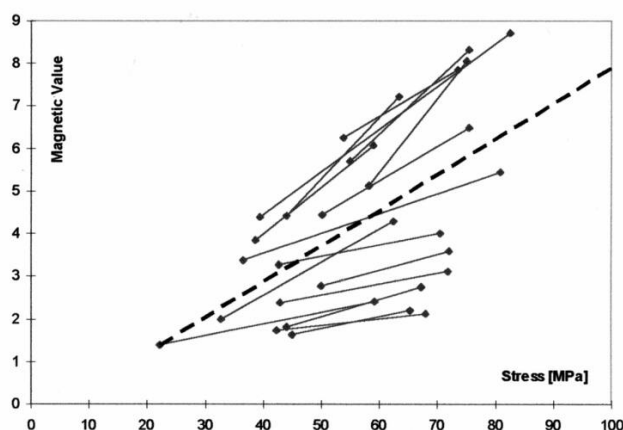
A RailScan készülék működése mágneses Barkhausen–zaj mérés elvén alapul. A mért felület a sínnek a gyártási maradófeszültség szempontjából nullátmeneti része, a sín nyakán található. Ezzel szemben a gyártási maradófeszültség értéke akár egy sínszálon belül is változhat a hossz mentén. A RailScan a mért felület hossz- és keresztirányban is átmágnesezve kapott Barkhausen–zajból egy mágneses jellemzőt határoz meg.

A mérést két különböző homérosékleten kell végrehajtani. A hézagnélküli vágányban a két eltérő homéroséklet egy, elvileg számolható feszültségváltozást eredményez. Az ugyanazon pontokban (felületeken) két különböző feszültségállapotban végrehajtott mérés az adott pontra egy kalibrációt jelent, meghatározva az adott pontban mért mágneses jellemző feszültség-érzékenységét. Ilyen módon tehát a sín minden mért pontja egyedi kalibrációt kap, mely a változó anyagszerkezettől, vagy gyártási maradófeszültségtől független. Ennek a kalibrációnak a kérdéses pontja a nullfeszültségű állapot.



A nullfeszültségű állapotra az említett, helyről helyre változó szerkezet és a változó maradófeszültség eloszlás miatt nem lehet jellemző valamilyen kitüntetett mágneses Barkhausen-zaj érték.

Azonban kísérletekkel vizsgálható a mérési pontban meghatározott mágneses jellemző feszültség érzékenysége és a nullfeszültségű állapotban meghatározott mágneses jellemző értéke közötti összefüggés. Ezek a kísérletek azonos gyártótól származó, azonos típusú és szilárdságú, de különböző előéletű (új és használt) síneken történnek. A tapasztalatok szerint a kísérletek nyomán a kérdéses összefüggés felállítható. Például Olaszországban gyártott UIC 60 – as típusú síneken (szilárdság 900 Mpa), melyek használatuk különböző mértékű volt, feszítóművel végzett feszítéssel a 3. ábra szerinti eredmények adódnak.



3. ábra

*Mágnes Barkhausen-zaj mérésekből számolt mágneses jellemző feszültségfüggése új és használt sínek feszítóművel végzett vizsgálata során*

## 2.2. A RailScan muszer

A RailScan muszer sínen tolható kézikocsiból, a kocsira rászerezhető központi muszeregységből és mérőfejből áll (4. ábra). A muszeregység fólia tasztatúrás, számítógépezérelt mérőelektronikát tartalmaz. A készülék áramellátását külső akkumulátor biztosítja.

A mérőfej két pófából áll (5. ábra), melyeket rugó ellenében lehet méréskor a sín nyakára rászorítani. A mérőfej a megrendeléstől függően a sín típusának megfelelő méretű, vagy cserélhető kialakítású lehet. A mérőfej felfüggesztése a magassági kopás mértékétől függetlenül pozicionálást tesz lehetővé. A sín hőmérséklete a mérőfejhez kapcsolt kis hőmérsékletű mérővel mérhető.

## 2.3. Mérés a RailScan muszerrel

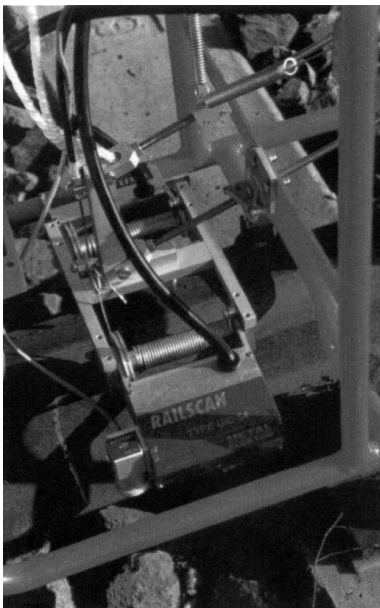
A vizsgálni kívánt síneken a mérés megismételhetősége érdekében a mérési keresztmetszeteket jelzofestékkel előre ki kell jelölni.

A mérési pontok távolságát célszerű úgy megválasztani, hogy a 21-36 méteres síndarabonként legalább 4-5 mérési pont legyen oly módon, hogy a mérési pontok ne essenek hegesztések és szigetelt kötések közelébe (min. távolság 3 aljköz); ez átlagosan 4-10 aljközökénti mérést eredményez. Erre azért van szükség, mert számos esetben a pályában mért feszültség a gyári sínszálak hossza szerint periodikus feszültségeloszlást mutat (6. ábra). Ilyenkor a pálya semleges hőmérsékletét csak kelletlenül mérés adja meg helyesen. Ugyanígy az egyes hegesztések közvetlen közelében végzett mérések a hegesztések lokális feszültségát adják vissza és csak kevésbé a pálya átlagos feszültségét, semleges hőmérsékletét.

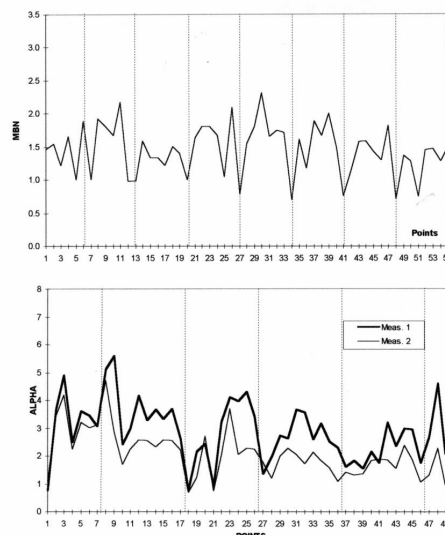
A mérő program egy mérési blokkban ötven keresztmetszet mérését teszi lehetővé. Ennek hossza 100...300m lehet, a mérés ideje átlagosan 20...30 perc. Méréskor a működtető kar segítségével lehet a mérőfejet a sínen zárni. A zárás jóságaról légrés mérés tájékoztat. Erosan kopott sínen, pl. ha az oldalkopás, vagy a legyurodás a vezetési felület alsó 16 mm-es részében nyúlik, a mérés nem lehetséges.



4. ábra  
A RailScan készülék



5. ábra  
A RailScan készülék mérőfeje és mechanizmusa

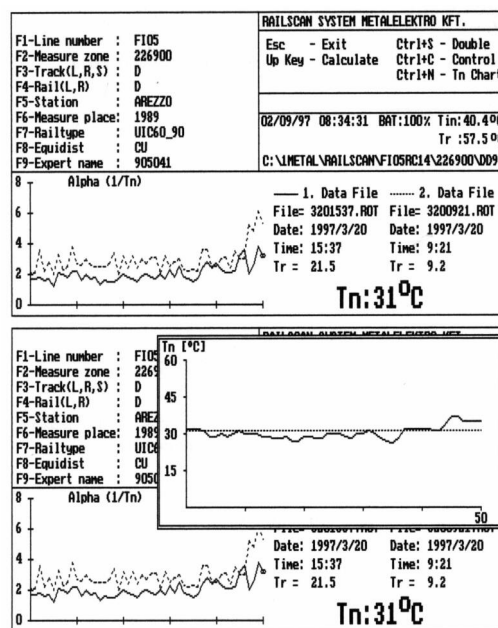


6. ábra  
Gyári sínzálanként periodikus mágneses jellemző eloszlás AT hegesztett vágányban UIC 5 típusú sínen Magyarországon (fent), és UIC 60 típusú sínen Olaszországban (lent)

A mérés során a muszeregység képernyőjén folyamatosan figyelemmel kísérhető a mérési eredményekből számolt mágneses jellemző értékének alakulása. Az így megjelenített értékek arányosak az adott keresztmetszet mechanikai feszültségállapotával és anyagjellemzőivel.

A semleges hőmérséklet számítása két, különböző hőmérsékleten végzett mérésből lehetséges. A két mérés sínhőmérséklete között legalább  $7^{\circ}\text{C}$ -nak kell lennie. A két mérés egy grafikonon való megjelenítése lehetővé teszi a lélegző szakaszok felismerését (hőmérsékletváltozás hatására nem változik a feszültség). Ez után a képernyőn már a semleges hőmérséklet eloszlása is megjeleníthető (7. ábra). A mérés bármikor megismételhető és  $7^{\circ}\text{C}$ -nál nagyobb eltéréssal korábbi méréssel összevethető.

A RailScan készüléket a METAL ELEKTRO Ltd. gyártja és a MÁV-THERMIT Ltd. forgalmazza.



7. ábra  
A RailScan készülék képernyőjén megjeleníthető mérési eredmények: a semleges hőmérséklet eloszlással arányos, két mérési hőmérséklethez tartozó mágneses jellemzők eloszlása (fent), és a számolt semleges hőmérséklet eloszlása (lent).

## Felhasznált irodalom

- [1.] Roncsolásmentes módszerek és eszközök. METAL ELEKTRO HUNGARY
- [2.] Alexandru Herman. Calea fara joante Ed. MIRTON, Timisoara, 2000
- [3.] Köllö G. Utilizarea calculatorului în urmarirea stabilitatii caii fara joante. Revista Transporturilor si Telecomunicatiilor nr.1/1989, pag.16-20

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

Dr. Mihalik András

Nagyvárad Egyetem, Építőmérnöki tanszék

„A matematikai formula a mérnöknek csak az,  
ami a nyelvtan az írónak.  
Vezeti a gondolatot, de nem ad gondolatot”  
Dupuit

(folytatás a *Muszaki Szemle* előző számából)

## 3. A megoldás keresése, kutatása, kísérleti szakaszok, a végleges építmény struktúrája a kohéziós talajok támasztó szerkezeteinél

Az alépítmény állékonysága különböző keresztmetszetekben, sajátos hidrogeológiai környezetben általában a vízvezetés – felszíni és felszín alatti – függvénye. Ha ez a feltétel nincs biztosítva, a földtömeg deformálódik és bekövetkezhet a csúszás jelensége.

A földtömegek megtámasztásának egyik módja az ún. súlytámfalak, gravitációs falak alkalmazása.

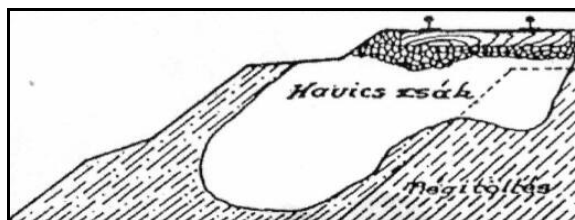
### 3.1. Súlytámfal előregyártott vasbetonelemekből

A Román Államvasutaknál (CFR) először 1958-ban alkalmazták az ilyen típusú falakat a Nagyvárad–Vaskőh-i vasútvonalon, az L<sub>3</sub> pályafenntartási fonökségen.

A felépítmény gyengesége (30, 34, 5 típusú rövidsínek, a kavicságy nem megfelelő keresztmetszete), az irányvonalak vízszintes és függőleges gyakori váltakozása (kis sugarú körívek átmeneti ívek nélkül, 15 %-nál nagyobb emelkedések) rányomta a bélyegét az agyagos talajú alépítmény állékonyságára és a kavicszsákok eroteljes kialakulására.

A forgalom folytonossága megkövetelte a károsodások megelőzését és a megfelelő helyreállításokat. Ez a körülmény kényszerített ki egy olyan beavatkozási technológiát, amelynek segítségével a károsodások hamar és biztonságosan kivédhetővé váltak. A károsodások gyakoriságának róható fel talán, hogy miért éppen ezen a vasútvonalon jelent meg először a fent említett technológia. Az eredmények és tapasztalatok ezeknél a „repülő” beavatkozásoknál a végleges szivárgó támfalnak a létrehozását eredményezték a kohéziós talajokban. (lásd az ábrát).

A támfalnak a szilárdsági struktúrája két típusú vasbetonelemből csuklósan van összeszerelve, melynek a belső tere 140 m/m-nél nagyobb kövekkel gondosan van kitöltve. Az így kialakított támfal tulajdonképpen egy szivárgó rendszer – mint ahogy az előzőekben is aláhúztuk – az alapozástól a fal koronájáig. A struktúra rugalmas mind függőleges, mind vízszintes irányban, igazodik az agyag képlékenységéhez, ami nem veszélyezteteti a szerkezet biztonságát. Az állandóan mozgásban lévő levegő hatására az agyag víztartalma a pára kondenzálásának következtében távozik el az alapozáson kialakított beton folyókán. Egyes bevágásokban sikerült az uralkodó szél irányát is „beépíteni” ebbe a szellőztető tevékenységbe.



6. ábra

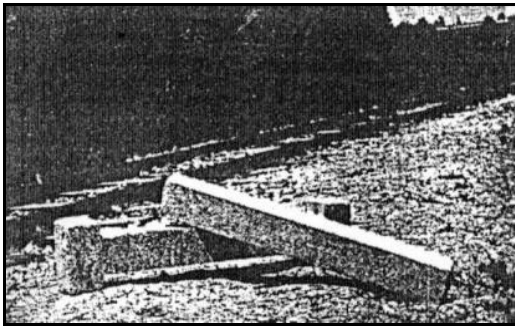
A kavicszsák kialakulása kohéziós talajban.

A vasköhi vonalon a kavicszsák mélysége meghaladhatja egyes helyeken a 3,5m-t.



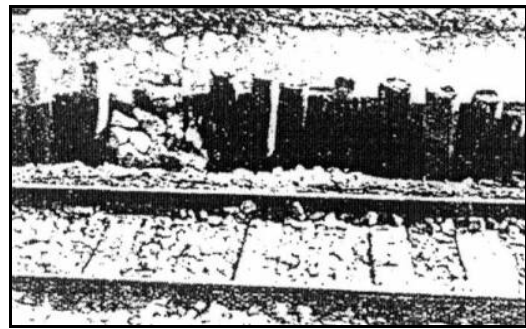
7. ábra

A kavicszsák kialakulását a részű megcsúszása követheti.



8. ábra

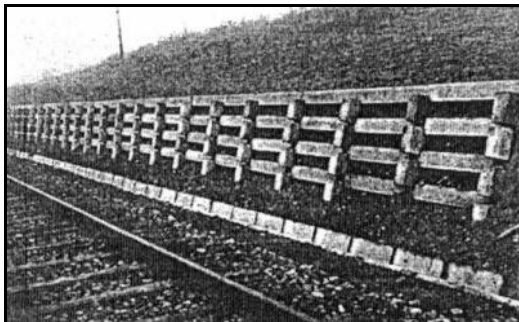
*A két vasbetonelem, amelyekkel csuklósan kialakítható a támasztó szerkezetek struktúrája*



9. ábra

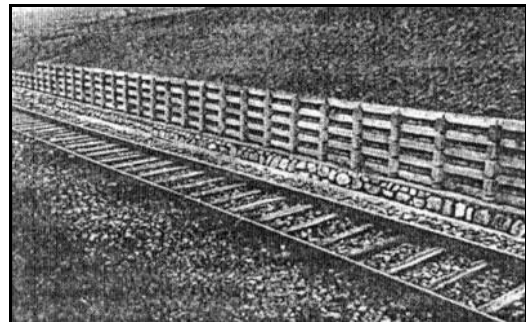
*Az agyagos rézsu mozgásának megakadályozása a kihegyezett talpfákból készült cölöpökkel és sövényke-rítéssel. Kevés ideig bírta, utána „ráfeküdt” a vasútra.*

Ha a számítások alapján nagyobb földnyomások adódnak, a struktúrát rugalmasan lehet növelni mind a két irányban, igazodva az előírt méretezéshez. A gyors és egyszerű kivitelezés mellett, a szezonmunka eltunik mint olyan, a fal mindjárt az elkészítése után átveheti a nyomóterhelést, ellentétben a beton monolitikus falakkal. Abban az esetben, ha egy ilyen fal elveszti állékonyságát, a betonelemek visszanyerhetők, s a csúszott föld eltávolítása után az így visszazserzett elemekből megépíthető az új támfal. Esztétikai szempontból szervesen illeszkedik a környezethez, ami urbanisztikai kivitelezésben különösen szembeötölő! A gond csak az, hogy a vasúti körülmények szigorú előírásai nagyban fékeztek a kísérletezést, a véglegesítést, az elterjesztést, s megtörtént olyan eset is, amikor a belföldi szakemberek külföldi tudományos konferenciákon értesültek a hazai eredményekről. Ezzel magyarázható az a sajnálatos helyzet is, hogy az új struktúra véglegesítéséhez alig volt elég egy mérnöki karrier időtartama.



10. ábra

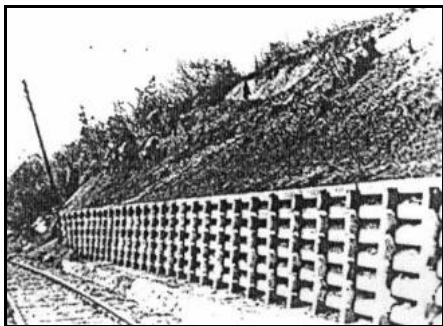
*Az első támfal előregyártott vasbetonelemekből (1958) a 12+100-as szelvény, Félix-fürdő és Nyárló között. Az ideiglenes megtámasztás a 9. ábrán látható.*



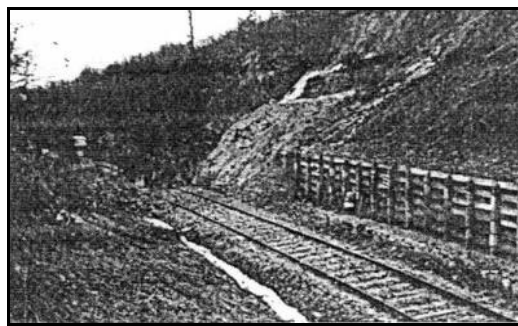
11. ábra

*A második kísérleti szakasz 60 cm-rel magasabb az első támfalnál és az alapja a sánc felső széléig még betonozott.*

Egy modellkísérlet eredeti nagyságú támfallal. (11. ábra), Egy meredek rézsu bevágás legmagasabb pontján csúszásra jellemző repedések jelentek meg kb. 50 m hosszúságban. Elhatároztuk, hogy ezt a természetes jelenséget felhasználjuk a támfal stabilitásának a kipróbálására. 25m hosszban nagy figyelemmel megépítettük a támfalat és vártuk a csúszás megindulását. Egy pár kiadós eső után a rézsu megcsúszott. Ott, ahol a fal megépült, a csúszás nem következett be, ott ahol nem volt támfal a földtömeg elborította a vasúti pályát. A fal kiállta a próbát. A földtömeg eltávolítása után megépítettük a másik 25 m-t is. (12., 13., 14. ábra)



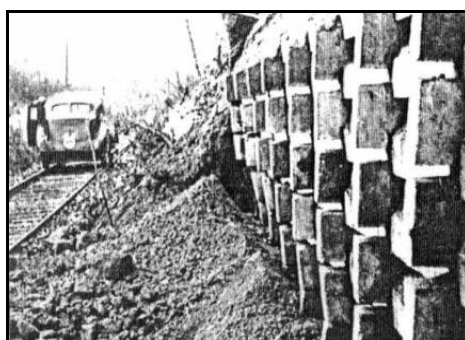
12. ábra  
A csúszás kezdeti fázisa



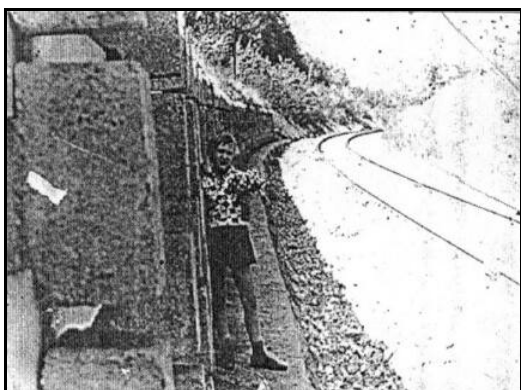
13. ábra  
A csúszó földtömeg közeledik a felépítményhez



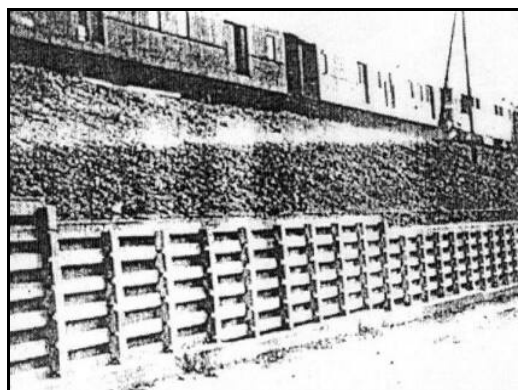
14. ábra  
A felépítmény részlegesen betakarva, a vonal lezárva



15. ábra  
A csúszó rézsu és a támfal végénél a súrlódás okozta elváltozások. Az elég gyorsan csúszó rézsu csak a két utolsó sorban mozgatta meg vízszintesen az elemeket, a fal nem dolt el. A kísérlet azt mutatja, hogy a fal nem fordul el.



16. ábra  
A fal a teljes kivitelezés után a bevágásban. Az első szivárgó alapozással kialakított struktúra.

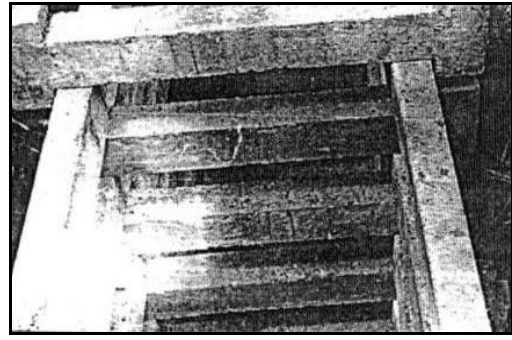


17. ábra  
Egy szivárgó alapozású támfal városi környezetben. Nagyvárád 1968.



18. ábra

*A szivárgó alapozás kivitelezés közben, a terméskovet történő feltöltés előtt*



19. ábra

*A szivárgó alapozás csuklós szerelése*

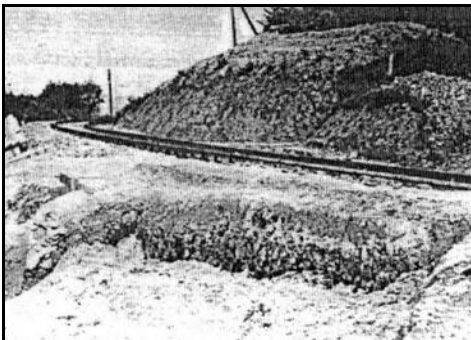


20. ábra

*Az eltérített és tömörített homokon megjelenik a repedés.*



21. ábra



22. ábra



23. ábra



24. ábra

Egy másodlagos csúszásnak az analízise: 21., 22. ábra. Kezdeti csúszások. (23. ábra). A rézsu teljes csúszása. (24. ábra). A „repülő” technológia munkában.

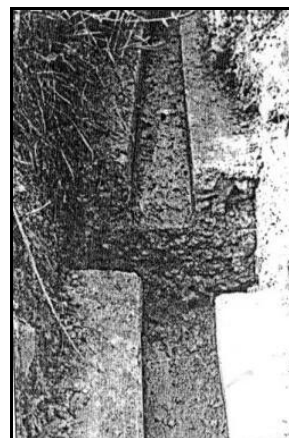
### 3.2. Mélyszivárgók – drének – előre gyártott vasbetonelemekből

A felszín alatti vizek klasszikus értelemben vett eltávolítása a mai napig mélyszivárgók segítségével történik. A vasutak esetében ezek a mélyszivárgók majdnem rendszeresen a deformációk kezdeti fázisában, de az esetek többségében a károsodás után kerülnek kivitelezésre.



25. ábra

*Egy régi eliszaposodott mélyszivárgó károsodása. Vízszintes irányban a szivárgó „elnyíródott” és együtt mozog a földtömeggel.*



26. ábra

*A mélyszivárgó folyókája elrepedt és elcsúszott. A keletkezett vízpárna a kohéziós talajban tovább katalizálta a csúszó lapon a mozgást.*



27. ábra

*Kohéziós talajban épített mélyszivárgó – 10 évvel az építkezés után a szivárgók közötti földtömeg kicsúszik a vasúti pálya alól.*

Ezek az építmények nagyon költségesek mindamelllett, hogy a kivitelezés után a karbantartásával nemigen foglalkoznak, ugyanis a karbantartás lényegében a kotömeg eliszaposodási fokát kéne ellenőrizze, ami egy bonyolult probléma, szinte egy új szivárgó létesítésével egyenlo.

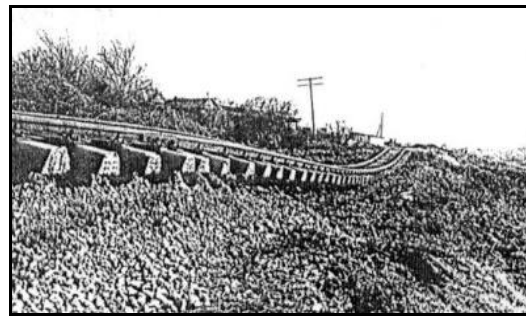
Bonyolódik a helyzet akkor, amikor a mélyszivárgót agyagos talajban kivitelezik. A mai napig sokan még a muszakiak közül sem értik meg, hogy az agyag gravitacionálisan nem adja le a vizet, s ha nincs szerves kapcsolat, állandó kapcsolat a környező levegovel), tehát ha nincs (állandó légmozgás a megtámasztott agyagfelülettel, a szivárgónak a hatékonysága nagyon alacsony nívón mozog.

Példának okáért már több mint két éve be van zárva a vaskóhi vonal Nyárló és Rogoz között, (50 km hosszban), mivel a földcsuszamlások a klasszikus szivárgók között indultak csúszásnak a szellozteto, ellenorzo aknák között, amelyek csak a hegy feloli részen vannak kivitelezve. Az ábrák szemléletesen mutatják ezt a károsodást.

A szivárgó kotömege az esetek többségében támbordaként sem tud muködni, a csúszás megindulásakor ugyanis vízszintes irányban elnyíródnak és együtt mozognak a csúszó földtömeggel.

Olyan esettel is találkoztunk, hogy a lassú és a felszínhez képest egyenlotlen mozgás következtében a szivárgóbeton folyókája elreped, megcsúszik, s az itt álló víz még serkenti, gyorsítja a csúszási folyamatot.

Elemzéseink, kutatásaink során ezekre a problémákra kerestük a megoldást, amely elég nehezen adódott, ugyanis a bevágások elkezdésével mindig más, de muszakilag érdekes kérdések merültek fel. Olyan életveszélyes helyzetekkel is találkoztunk, hogy a 14 m mélységig kiásott szivárgó árka az egyik oldal lassú csúszása következtében 1,30 m-ről 0,70-ig nyomódott össze a támasztások elmozdulásával hosszanti irányban, amikor is a mélyszivárgó árkában 10 munkás tartózkodott. Elképzelhető a kivitelező muszaki felelőssége ilyen helyzetekben, amikor a munka szünetel és a munkások többsége nem hajlandó ilyen körülmények között dolgozni.

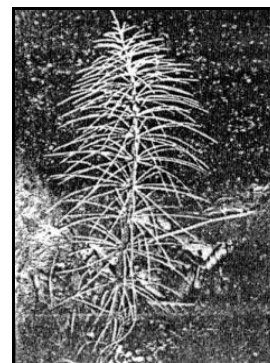


28. ábra  
A csúszás utáni panoráma.  
A felépítmény tartórendszere a „levegőben”

Ez az eset (de még sok más is) vezetett el oda, hogy mit is kéne muszakilag tenni először a biztonságos munka érdekében, valamint az agyagtalajokban a vízcsökkentés problémáját megoldani, a víztelenített földtömeg stabilitását növelni. Itt merült fel először az építkezési terület mérnökbiológiai betájolása, azoknak a növényeknek a hidrogeológiai jelzése, amelyek a rézsuk talppontjában a csúszólapok helyét pontosan megmutatják, vagy a hegy feloldó oldal bevágásánál a talajvíz mélységére utalnak. (tozegpáfrány – *Dryopteris thelypteris*, zsurló – *Equisetum*)



29. ábra  
A tozegpáfrány a csúszólap megjelenését mutatja  
a rézsú aljában



30. ábra  
A zsurló a mozgó talajvíz jelenlétére és mélységére  
utal (kb. 90 cm ez a mélység)

Ami a mélyszivárgó struktúráját illeti, itt is arra a következtetésre jutottunk, hogy szükséges egy szilárd altalajra elhelyezett váz, amely biztosítja az oldalnyomások felvételét, és a hosszanti súrlódási erő megnövekedésével a struktúra mozgását behatóan csökkenti.

Ezzel magyarázható a vasbetonelemek megjelenése a mélyszivárgók esetében is.

Mivel a muszaki irodalomban ilyen problémákkal nem találkoztunk, a saját tapasztalatra, kísérleteinkre támaszkodva alakítottuk ki elgondolásunkat és határoztuk meg az elemek súlyát úgy, hogy két ember a legnehezebb terepi körülmények között is viszonylag egyszerűen tudja mozgatni és szerelni az ergonomiailag is tanulmányozott keretek között. Így a keresztirányú elem 82 kg, míg a hosszanti elem csak 42 kg súlyt képviselt.

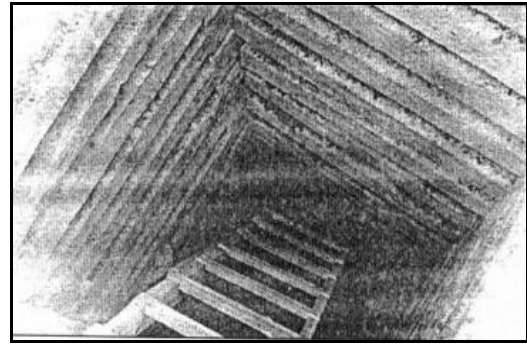
A szerelés az árok alján kialakított folyókától indult el, amíg a terepszintet el nem érte. A szerelés befejeztével egymástól függetlenül „kutak” alakultak ki, amelyekbe a kb. 25 kg köveket gondosan helyezték be.





31. ábra

*A mélyszivárgó vasbetonelemeinek a szerelése*



32. ábra

*A kialakított "kút" rendszer egyike a terméskövek berakása előtt.*

Hosszanti irányban minden hatodik „kút” üresen maradt, olyan elgondolásból, hogy az évszak bármelyik napján egy létrán lemenve, ellenorizhető legyen a vízhozam, az elemek stabilitása, s általában jelzéseket kapjunk az idő folyamán a szerkezeti rendszerrel kialakított mélyszivárgó „munkájáról”.

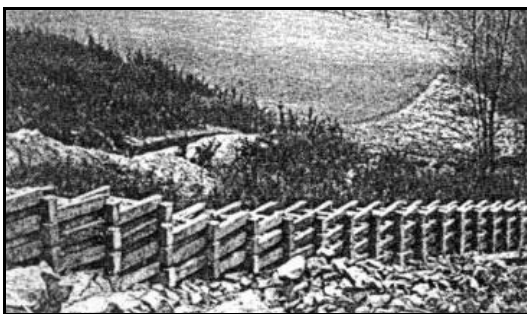


33. ábra

*A mélyszivárgó áthalad a vasúti pálya alatt.*

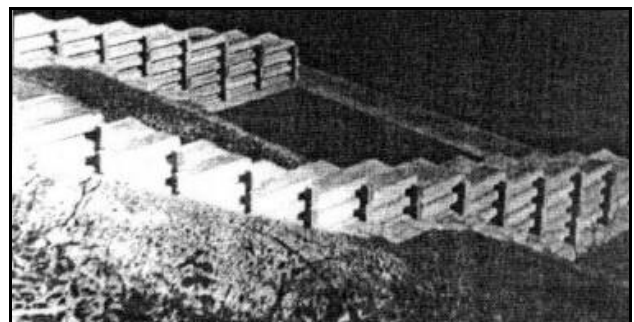
A későbbiekben itt mértük meg a földnyomás nagyságát a mélység függvényében és ellenoriztük a talaj és a mélyszivárgó hőmérsékletét a felszíni hőmérséklethez viszonyítva mind a nyári, mind a téli hónapokban. A hőmérsékletkülönbségek hatására, valamint a külső levegő mozgásának hatására – amit növeltünk azzal, hogy a struktúrát a föld felszínére emeltük min. 0,90 m-rel – a kifeszített húrra aggatott sztraniol „lovacsák” állandó mozgásban voltak.

A levegő mozgását bizonyította az is, hogy egyes munkások huzatra, fogfájásra panaszkodtak.



34. ábra

*A mélyszivárgó rézsu feletti része. Nagy szerepe van a levegő mozgásában, a szelloztetésben.*

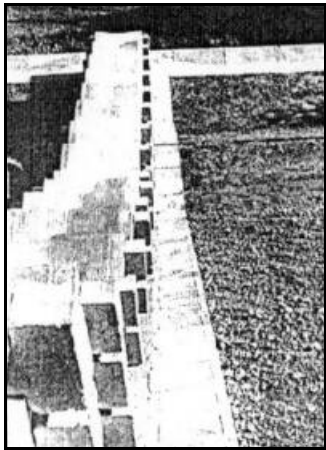


35. ábra

*Egy sajátos egyedi építmény a szivárgó támborda, támfallal kombinálva.*

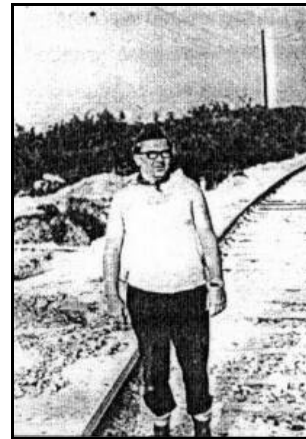
A fentiek megerősítettek abban a tudatban, hogy megjelent a termoozmózis jelensége, mint hatékony eszköz az agyag rugalmas páratartalmának a kondenzálására. Az agyagfelület „izzadása”, a vízhozam alig észlelhető jelenléte pozitív, hatékony irányba mutatott.

Lényegében megváltoztattuk a mélyszivárgókról alkotott elgondolást. Akármikor ellenőrizni lehet a struktúrát, és ha netán megjelenne az eliszaposodás problémája, kutanként ki lehet szedni a köveket, megtisztítani a mélyszivárgót anélkül, hogy szükséges lenne a faanyag felhasználása a megtámasztáshoz.



36. ábra

*A szivárgó alapozású támfal és a szivárgó támborda csatlakozása, mint premier a támasztó szerkezeteknél.*



37. ábra

*A szerző mint kutató, tervező és kivitelező*



38. ábra

*Támfal és rézsu szivárgó kombinációja*

*(Folytatása következik.)*

# A H<sub>2</sub> molekula egyszeres ionizációja e<sup>+</sup> és e<sup>-</sup> lövedékekkel történő ütközéssel

Nagy Szilárd

Babes–Bolyai Tudományegyetem, Fizika Kar, Kolozsvár

**Kivonat.** Ebben a cikkben bemutatjuk a H<sub>2</sub> molekula egyszeres ionizációjára végzett hatáskeresztmetszet számításainkat a torzított hullámú Born-közelítés segítségével. A molekula lapállapotának leírására kétcentrumú Heitler-London típusú hullámfüggvényt használtunk. e<sup>-</sup> lövedék esetén a kicserélődést elhanyagoltuk. Eredményeinket összehasonlítottuk Fromme [1] és Moxom [2] kísérleti eredményeivel, valamint más elméleti számításokkal.

## Bevezetés

Az ütközési folyamatok szisztematikus tanulmányozása képezi az információszerzés alapját az eros-, elektromágneses- és gyenge-kölcsönhatások kutatásakor. Ütközéses kísérleti eredményeknek köszönhetjük mai modern képünket az anyagról, azt, hogy az anyag kvarkokból és leptonokból áll.

A pozitron illetve elektron lövedékekkel megvalósított ionizációs folyamatok jó néhány tudományos dolgozat témájául szolgáltak az utóbbi években. Viszont nagyon kevés ezek közül azon munkák száma ahol a céltárgy molekulákból áll.

Kísérleti méréseket a H<sub>2</sub> molekulán több kutatócsoport is végzett a kilencvenes években, mi a Fromme [1] és a Knudsen [3] által vezetett kutatócsoportok eredményeivel hasonlítottuk össze eredményeinket. Elméleti számításokat erre a folyamatra Chen és társai [4-5], valamint Campeanu [6] és társai tettek közzé. Eredményeik többé-kevésbé összhangban vannak a kísérletekkel.

Mi a DWBA (Distorted wave-Born approximation) módszert alkalmaztuk az ionizációt jellemző  $T$  mátrix elemeinek a kiszámítására. Ezzel a módszerrel kiszámítottuk a teljes ütközési hatáskeresztmetszetet e<sup>+</sup> és e<sup>-</sup> lövedék esetén. e<sup>-</sup> lövedék esetén az elektron kicserélődést nem vettük figyelembe. Az általunk kapott eredményeket összehasonlítottuk a kísérleti eredményekkel valamint más elméleti számításokkal. A molekula kezdeti kötött állapotát Heitler-London típusú kétcentrumú molekuláris hullámfüggvénnyel jellemeztük [8]. A végállapot leírására összesen hat különböző közelítéssel próbálkoztunk. Az alkalmazott közelítéseket két nagy csoportba sorolhatjuk, a CCA-típusú és a CPE-típusú közelítések. Ezek jelentéséről a következő bekezdésben részletesen beszélünk.

## Elméleti alapok

A teljes hatáskeresztmetszet a következőképpen írható:

$$\int_0^E \sigma(E_e) dE_e \quad (1)$$

ahol  $E_e$  az e<sup>-</sup> kilökött elektron maximális mozgási energiája és  $I$  az ionizációs energia. Az energia szerinti differenciális hatáskeresztmetszetet felírjuk a parciális hullámok amplitúdóinak segítségével  $a_0^2$  egységekben:

$$\sigma(E_e) = \frac{16}{E_e} \sum_{l_i, l_b, l_f, L} (2L+1) |f_{l_i, l_b, l_f, L}(E_e)|^2 \quad (2)$$

ahol  $l_i$  és  $l_f$  a lövedék kezdeti illetve végállapotát jellemző melékkvantumszámok,  $l_b$  a kötött elektront, míg  $l_e$  a kilökött elektront jellemzi.  $L$  a teljes orbitális impulzusmomentumot jellemzi. Az  $f_{l_i, l_b, l_f, L}(E_e)$  ionizációs amplitúdó, ami egy orbitális faktorból és egy radiális részből áll:

$$f_{l_i, l_b, l_f, L}(E_e) = \int_0^{\infty} \int_0^{\infty} f_{l_i, l_b, l_f, L}(r_1, r_2) \frac{r_1^2}{r_2^2} y_i(r_1) y_b(r_2) dr_1 dr_2 \quad (3)$$



függetlenül, szabadon mozog. Ez a modell eléggé pontatlan, mert nem veszi figyelembe a maradékmolekula-ion leárnyékolásának lehetőségét.

1. Táblázat.

Approximation	$E_i$	$E_f$	$E_e$
CCA	0	$1/r_1$	$-1/r_2$
CCA*	0	$2/r_1 - V(r)$	$-2/r_2 + V(r)$
CCA**	$2/r_1 - V(r)$	$2/r_1 - V(r)$	$-1/r_2 + V(r)$

A CPE-modellben a reziduális iont mindig leárnyékolja a lassabban mozgó részecske. A potenciálok teljes listája a 2 sz. táblázatban van feltüntetve.

2. Táblázat.

Approximation	$E_e < E_f$			$E_e > E_f$		
	$V_i$	$V_f$	$V_e$	$V_i$	$V_f$	$V_e$
CPE	0	0	$-1/r_2$	0	$1/r_1$	$-2/r_2$
CPE*	0	0	$-1/r_2 + V(r)$	0	0	$-1/r_2 + V(r)$
CPE4	0	0	$-(1 - E_e/E_e)/r_2$	0	$1/r_1$	$-2/r_2$

A táblázatban előforduló  $V(r)$  jelenti a statikus potenciált amivel az elektronfelhót jellemeztük.

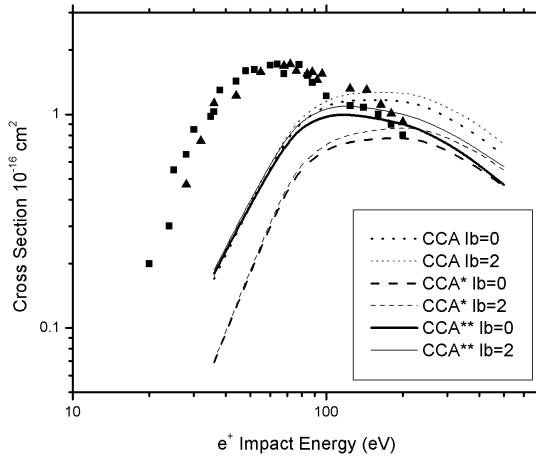
$$V(r) = \int_{r_2}^{r_3} \frac{dr_3}{r_2 r_3} \quad (10)$$

és  $E_{ef}$  értékét pedig a következő egyszerű kifejezés adja meg:  $E_{ef} = E_e + E_f + 2\sqrt{E_e E_f}$ .

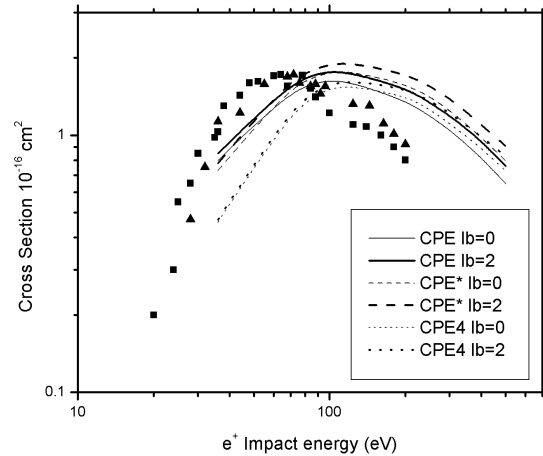
E modellek közül a legrafináltabbnak a CPE4 tunik. Ebben a közelítésben a kilökött elektron mindig a maradék-ion és a szóródott lövedék kombinált terében mozog. A legjobb eredményeket viszont a CPE\* modellel kaptuk, ahol a  $V(r)$  statikus potenciált is figyelembevettük.

### A kapott eredmények bemutatása

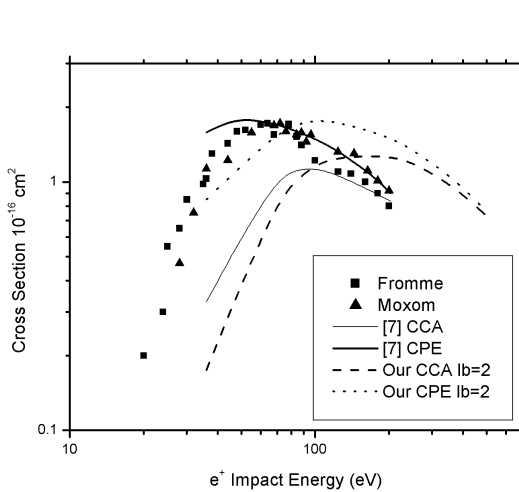
A hatáskeresztmetszet kiszámítására az 1 sz. összefüggést használtuk, a tanulmányozott energiaintervallum 30-500eV. Elektron lövedék esetén elhanyagoltuk a kicserélődést. A stacionárius szórási állapotokat a 8 sz. radiális Schrödinger egyenlet segítségével határoztuk meg. Ezt az egyenletet numerikusan oldottuk meg a NUMEROV módszer segítségével, így kaptuk meg a folytonos állapoti hullámfüggvényeket. A 3 sz. képletben szereplő kétszeres integrált SIMPSON módszerrel határoztuk meg. A kilökött elektron energiája szerinti integrál meghatározásához egy 6 pontra felírt Gauss-Legendre féle kvadraturaképletet használtunk. A parciális hullámok szerinti összegzés  $l_e = 7$  valamint  $l_i = 15$  értékig történt. Az  $l_f$  értékét a háromszög-szabály segítségével határoztuk meg.



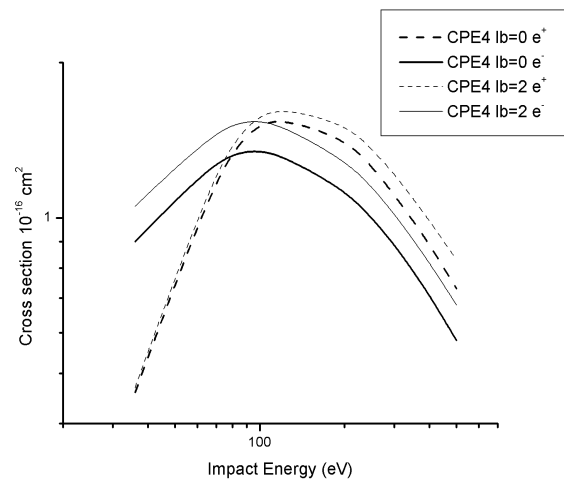
1. ábra



2. ábra



3. ábra



4. ábra

Az 1. ábrán láthatóak a CCA típusú közelítéssel számított hatáskeresztmetszetek a lövedékenergia függvényében, összehasonlítva a kísérletekkel. A kísérleti eredményeket háromszög és négyzet szimbólumok jelentik a grafikonon.

A 2. ábrán láthatóak az általunk számított hatáskeresztmetszetek a lövedékenergia függvényében a CPE típusú közelítéssel. Összehasonlítva a két típusú közelítést, észrevehető, hogy a CCA közelítés alacsony energián jóval kisebb hatáskeresztmetszeteket ad mint a CPE és mint a kísérleti mérések. A CPE közelebb van alacsony energiákon a kísérleti eredményekhez, de nagy energián túlbecsüli azokat.

A 3. ábrán összehasonlítottuk a CCA és CPE-vel kapott eredményeinket Fromme és Moxom kísérleteivel valamint R. I. Campeanu elméleti számításaival. Itt jól látszik, hogy a CCA nagyon a kísérletek alatt van, ennek oka az, hogy a CCA-szerű modellek nem vesznek figyelembe semmilyen árnyékolást. Ez egyezik R. I. Campeanu tapasztalataival.

A 4. sz. ábrán a CPE4 modell elektronra illetve pozitron lövedékre kapott hatáskeresztmetszeteket hasonlítjuk össze. Ezen a grafikonon megfigyelhetjük, hogy alacsony energián  $e^-$  lövedékre kapunk nagyobb hatáskeresztmetszetet, míg nagy energián  $e^+$  lövedékre kapunk nagyobb hatáskeresztmetszeteket.

## Következtetések

Számításainkból kiderül, hogy a végállapotban az árnyékolási jelenségeknek fontos szerepük van.

Az eredmények mutatják, hogy a CPE-szeru modellek jobbak mint a CCA-típusúak.

A legjobb eredményt a CPE\* modellel kaptuk, de nagy energiákon itt sem jó az egyezés. Ennek az oka valószínűleg a használt hullámfüggvények sajátosságaiban rejlik. Az egész számítás konzisztensebb volna ha a kilökött elektronnak a végállapotú hullámfüggvénye szintén kétcentrumú volna.

## Köszönetnyilvánítás

A Szerzo ezúton mond köszönetet az EMT és a SAPIENTIA alapítványnak a kapott támogatásért.

## Irodalomjegyzék

- [1.] Fromme D, Kruse G, Raith W and Sinapius G J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys. 21 (1998) L261
- [2.] Moxom J, Ashley P and Laricchia G Can. J. Phys. 74 (1996) 367
- [3.] Knudsen H, Brun-Nielsen L, Charlton M and Poulsen M R J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys. 23 (1990) 3955
- [4.] Xiao Xi Chen, Ji Chen and Jiyun Kuang J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys. 25 (1992) 5489-5494
- [5.] Xiao Xi Chen, Ji Chen Phys. Rev. A 46 No. 11 (1992)
- [6.] R I Campeanu, J W Darewych and A D Stauffer J. Phys. B: At. Mol. Phys. 30 (1997) 5033-5041
- [7.] L. Nagy, L Vegh, Phys. Rev. A 46, 284 (1992)
- [8.] H Schull, D. Ebbing, J. Chem. Phys. 28, 866 (1958)
- [9.] R I Campeanu, R P McEachran and A D Stauffer J. Phys. B: At. Mol. Phys. 20 (1987) 1635-1643
- [10.] R. I. Campeanu, R. P. McEachran, A. D. Stauffer Positron Impact Ionization of Hydrogen and Noble Gases, to be published in Canadian Journal of Physics (2001)

# A ferroötvözetekben található fémes magnézium hatóerejének meghatározása

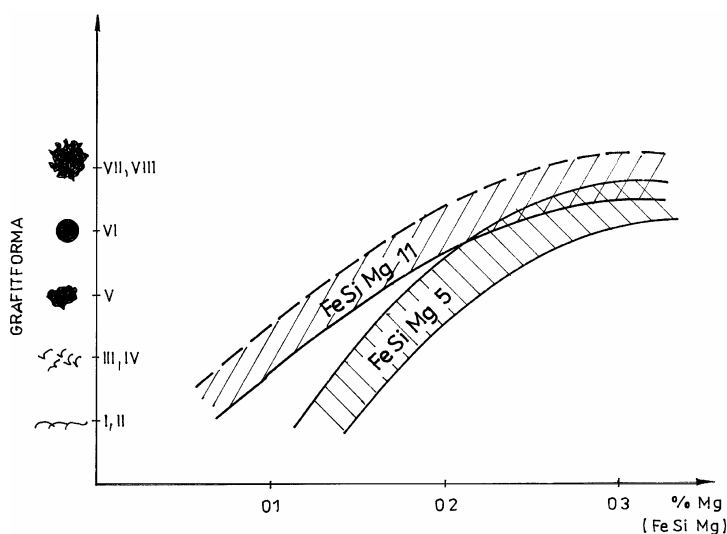
Dr. Szocs Katalin  
Kolozsvár

A gömbgrafitos vas gyártásánál szükséges magnéziumtartalmú eloötvözetek hatóereje attól függ, hogy az összmagnéziumból mennyi fémes magnéziumot és mennyi magnéziumoxidot tartalmaz. A leírás tárgyalja a fémes magnézium kísérleti értékelését volumetriás módszerrel és ipari mennyiségeken követve a gömbgrafit alakját. A volumetriás módszer a magnézium vízzel való reakcióján és a keletkezett bázis sósavval való semlegesítésén alapszik.

A magnéziumot tartalmazó ferroötvözeteket a vas és acél módosítására, finomítására használják. Ezek az eloötvözetek különösen gömbgrafikus ötvények gyártásánál nélkülözhetetlenek. Vegyi összetételükben 40–50% szilícium, 45–48% vas, 5–15% magnézium, 1–2% alumínium, esetenként 1–2% kalcium, cérium vagy bárium található. Egyezményes jele a FeSiMg vagy FeSiMgCe, valamint a végén található szám a magnézium koncentrációját jelöli: FeSiMg5, FeSiMg11 stb.

A magnéziumot tartalmazó fémelegy a folyékony vas-szén olvadékhoz adagolva, a folytvas felületi feszültségének növelésével a szén gömb alakúvá tömöríti és a fémmatrixot is apróbbá és kerekébbé alakítja át. Ezen szerkezetmódosulások a kialakult fém csiszolatán mikroszkóppal figyelhetők meg. A magnéziumot tartalmazó ferroötvözet hatóereje egyenesen arányos annak magnéziumtartalmával. A gyakorlat azt bizonyítja, hogy a ferroötvözetben található magnéziumnak egy része nem aktív, nincs felületi feszültségkelto hatása. Az eddig ismert analitikai módszerrel az összmagnézium-tartalom határozható meg. A meghatározások alapja az oxidáló oldás és a magnézium komplexometriás titrálása.

Ahhoz, hogy minél jobb minőségű gömbgrafitos ötvényt kapjunk, a folyékony vashoz jól meghatározott aktív magnézium-mennyiséget kell adagolnunk, és a kapott vasfűrdöt minél hamarabb formába kell öntönnünk. A magnézium hatóereje ugyanis idovel csökken. Elektropozitív jellege miatt a vasfűrdobe bekerülő magnézium könnyen oxidálódik nemcsak a levego oxigénjével, hanem a fűrdobben található oxidokkal is. Ezenkívül fennáll a magnézium elpárolgásának a veszélye is, mivel a folyékony fém hőmérséklete 1500 °C és a magnézium forráspontja 1110 °C. Ezen okok miatt a magnézium módosító hatása idoben változik. A gyakorlatban öntési ido alatt értjük a módosítástól a formába öntésig eltelt idoszakot. Ez rendszerint 5–30 perc közé tehető a muszaki és technológiai feltételektől függően. A módosító hatás idobeni változása könnyen mérhető a megszilárdult fém mechanikai jellemzőin és a fémkristályok alakján. A szakirodalom a teljes indukált felületi feszültség csökkenését „lecsengés”-ként ismeri. A lecsengést sietteti a folyékony vasban lévő szilícium, kén, foszfor stb.

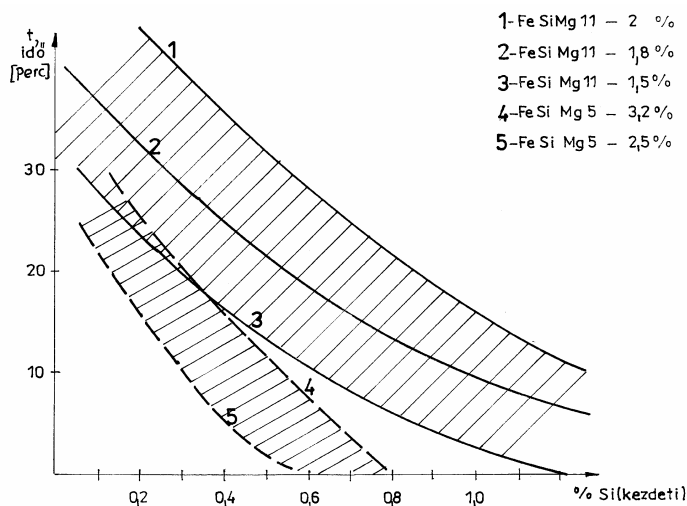


1. ábra

A grafít alakjának változása a magnézium-adagolás hatására



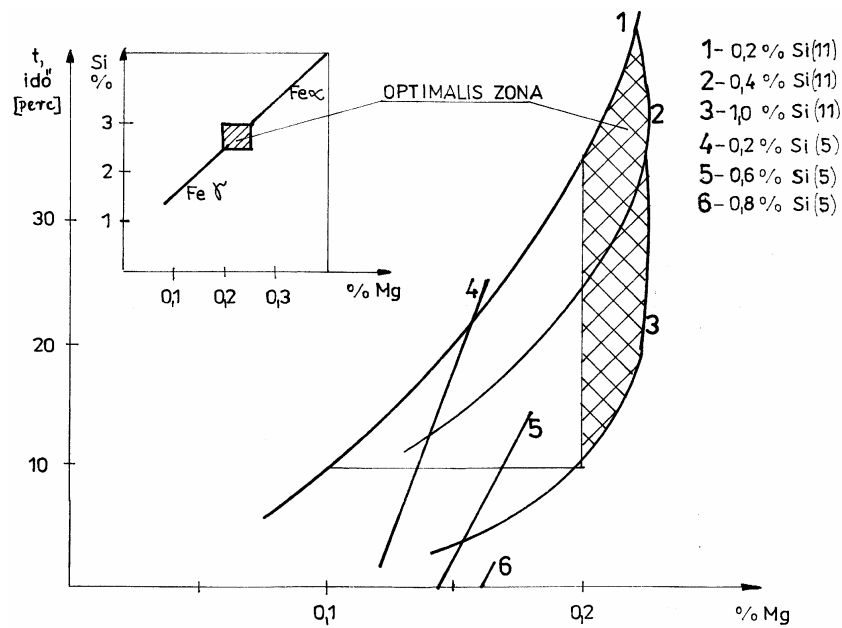
A ferroötvözetben található magnézium hatóerejének ismerete nagyon fontos az öntési idő és a lecsengés egybehangolásáért. A szükséges magnéziumdózist csak ipari méretű mennyiségeken lehet meghatározni; mindig a termelési feltételeknek megfelelően kell kiszűrni a párolgási és oxidálási veszteségeket. Így, egy 500 kg-os öntetnél a grafit alakjának változása a magnéziumötvözet adagolásával az 1. ábrán feltüntetett kísérleti eredmények szerint alakul. Az elovas 0,6% szilíciumot, 0,03% ként és 0,036% foszfort tartalmazott. Az ábrán az összmagnézium-tartalom található és a mikroszövet vizsgálatára a mintákat a módosítás után 5 percre öntöttük. A kevesebb magnéziumot tartalmazó ferroötvözetből többet kell adagolni – a magnézium-veszteség is nagyobb – ahhoz, hogy megfelelő gömbösítő hatást érjünk el.



2. ábra

*A lecsengési idő, az olvadék szilíciumtartalma és a magnéziumadagolás közti összefüggés*

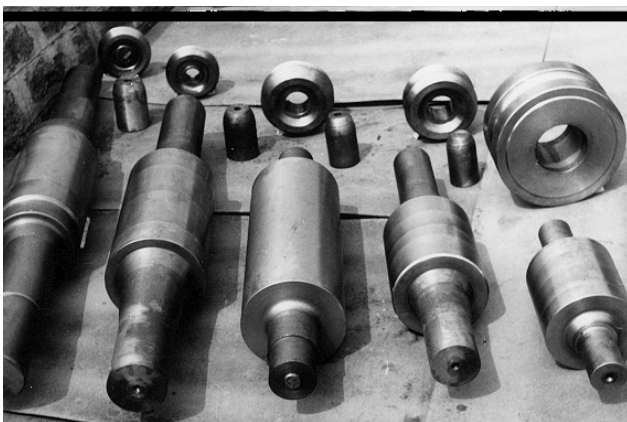
A 2. ábra a lecsengési idő és az olvadék szilíciumtartalma közti összefüggést mutatja különböző mennyiségű és minőségű magnéziumötvözet adagolásánál. A fürdő szilíciumtartalmának a növekedése a gömbgrafit gyorsabb szétesését eredményezi. Ugyancsak rövidebb lecsengési időhöz vezet a kisebb magnéziumtartalmú ötvözet és ugyanolyan magnézium-tartalomnál a kisebb adagolási mennyiség. Ha a műszaki körülmények miatt nagyobb öntési időre, vagy a minőség biztosításáért későbbi lecsengésre van szükségünk, kisebb szilíciumtartalommal és/vagy nagyobb magnéziumadagolással kell dolgoznunk. A magnéziumötvözet részarányát azonban a végsőkig nem lehet növelni épp a módosítás után keletkezett folytvias szilíciumtartalmának növekedése miatt, valamint a grafit flotálásának veszélye miatt. Ahhoz, hogy a keletkezett gömbgrafitos vas szilárd-sági jellemzői megfelelő szintet érjenek el, a végső szilíciumtartalom nem haladhatja meg a 3% -ot. Nagyobb szilíciumtartalom esetén rendszerint a próbapálcák nyúlása kezd csökkenni, mely nyúlást a szakítószilárdság meghatározásánál mérünk meg. A szilíciumtartalom további növekedésének hatására a szakítószilárdság csökken. A helyzetet bonyolítja, hogy nemcsak a magnéziumötvözzel bevitt szilíciumnövekedéssel kell számolnunk. A gömbgrafitos vas gyártásánál módosítására mindig ferroszilíciumot is kell alkalmazni a gömbösítő anyag mellé. Ez azért szükséges, mert a magnézium hatására az  $\gamma$ -vasból (tércentrált köbös), melyet ferrit néven ismerünk,  $\delta$ -vas (lapcentrál köbös) keletkezik, mely a törekenyebb perlitet és cementitet tartalmazza. A gömbgrafitos vasra jellemző szívósság eléréséért a magnéziummal való gömbösítés után a fémfürdőbe olyan anyagot is kell adagolni, mely a cementitet perlitte, a perlitet vagy annak egy részét ferritté alakítja vissza. Ez egyben felületi feszültségcsökkentő anyag és csak pontos adagolásban szabad alkalmazni, mely a kívánt vastípusnak megfelelően 0,4–2,4% között változik. Az utómódosítást a jelenlegi technika színvonalának megfelelően ferroszilíciummal végzik, mely a fürdő szilíciumtartalmának újabb növekedéséhez vezet. Ezért a gömbösítéshez használt elovasnál minél kisebb szilíciumtartalommal kellene dolgoznunk. Szükség esetén a vas szilíciumtartalmát finomítással csökkentenünk kell. Az eljárás gazdaságosságát ezen kezelési technikák összehangolása határozza meg. A ferroszilícium adagolásának változtatásával elérhetjük a vastípusnak megfelelő szilárdsági paramétereket, illetve a kívánt ferrit/perlit arányt.



3. ábra.

*A lecsengési ido a magnéziumadagolás függvényében az optimális technológiai adatokkal*

A gömbösítésre használt magnéziumötvözet módosító hatása függ a magnéziumtartalomtól kívül a gyártási technológiától és a raktározási időtől is. A gyártás és a tárolás ideje alatt is a fémes magnéziumot a levego oxigénje könnyen oxidálja. Az eddig szabványosított módszerekkel a módosító anyag öszsmagnéziumtartalma határozható meg. Így a termelési gyakorlatban olyan helyzetek adódnak, hogy egy 12% magnéziumot tartalmazó ferroötvözet hatása egy 8%-os tartalomnak megfelelő gömbösítő hatással rendelkezik. Ezért a módosító anyag magnéziumtartalmát igazoló minőségi bizonylat alapján nem határozható meg pontosan a gömbösítési technológia. Általában 1,6–4,6% FeSiMg-ot adagolnak a fémfúrdohöz. A gömbösítő anyagból mindig a minimálisan szükséges mennyiséget kell használni, mert túladagolása nagyon sok veszéllyel jár. Nemcsak a minőséget rontja, hanem adott esetben lehetetlenné teszi a szükséges vastípus elnyerését. A magnéziumötvözet reális gömbösítő hatását csak ipari mennyiségeknél lehet meghatározni, melyhez 300–500 kg folyttvas szükséges. A 4. ábra gömbgrafitos vasból készült öntvényeket mutat be.



a



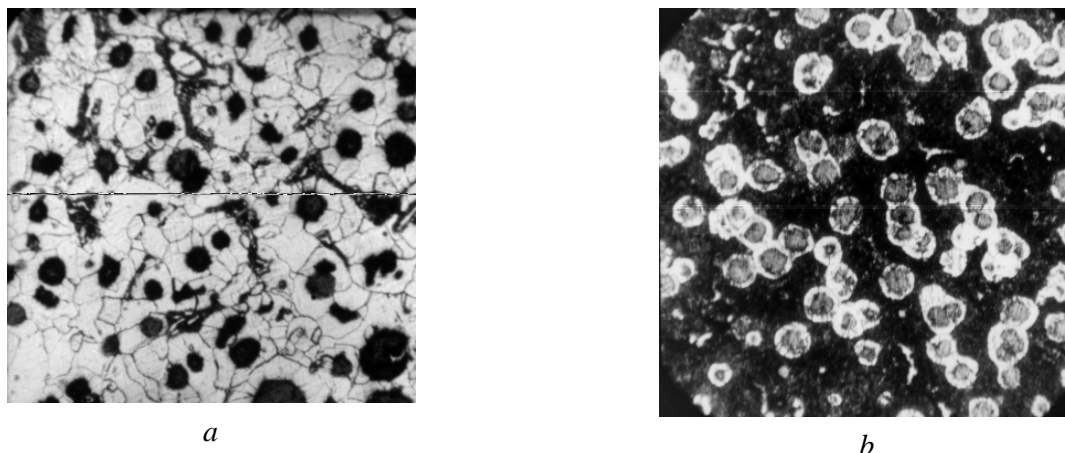
b

4. ábra

*Gömbgrafitos vasból készült öntvények*

*a – hengerek, tárcsák; b – bütykös tengely, kerékagy, karter*

Az optimális dózist 0,1% pontossággal kell megállapítani, mely megannyi vasvesztésget eredményez. Ezen kívül több óra termelés kiesést is jelent. Az eljárás gazdaságtalanná válhat különösen akkor, ha gömbgrafitos vasat csak nagyobb időközönként gyártanak, mert az optimális dózist mindig újra meg kell állapítani.



5. ábra  
A gömbgrafitos vas alapszöveve  
a – 90% ferrit; b – 90% perlit

Célunk az aktív magnézium mennyiségének meghatározása volt egy adott FeSiMg esetében és a gömbösítéshez szükséges dózis megállapításához szükséges kísérleti anyagvesztések csökkentése.

Az eljárás a fémes magnézium vízben való oldékonyságán alapszik, és a keletkezett bázikus oldat sósavval való semlegesítésén. A kemény ferroötvözetet agátmozsárban porítottuk és átszitáltuk a 0,069 mm lyuknagyságú szitán. Desztillált víz hozzáadásával a következő reakció játszódik le:



Desztillált vízben a többi jelenlévő elem, mint a vas, szilícium, alumínium nem oldódik. A ferroötvözetben jelenlévő oxidált magnézium is reakcióba léphet a vízzel:



Kísérleteink azt igazolják, hogy normál hőmérsékleten és 5 perc keverési idő alatt a MgO vízzel való reakciója kevésbé játszódik le, mint az 1. reakció. Ilyen rövid idő alatt a granulált anyagból a fémes magnézium sem tud mind hidroxiddá alakulni, csakis a felületi rétegekből.

A reakcióból keletkezett magnéziumhidroxidot 0,1 n sósavval való titrálással határoztuk meg fenolftalein jelenlétében a következő reakció szerint:

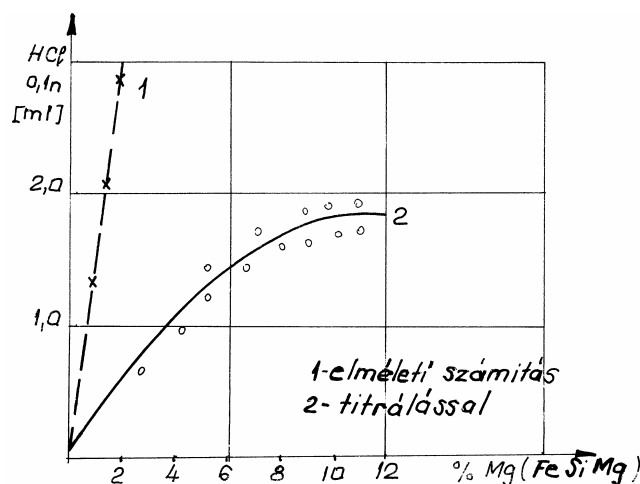


Onnan is észrevehető, hogy az (1) reakció nem teljes, hogy a titrálás után 10 percre az oldat színe újból vörösré vált vissza. A titrálásból kapott eredményt kiinduló információként használtuk fel a gyakorlati magnéziumdózis meghatározásához, lényegesen lerövidítve a kísérleti időt, esetenként kizárva a szükséges folytvásvesztéseket. A titrálásból és a gömbösítési kísérletekből kapott adatokat az 1. táblázat tartalmazza.

#### 1. Táblázat

A gömbösítéshez használt magnéziumötvözet jellemzői

Elnevezés	Összmagnézium-tartalom (%)	0,1 n sósavfogyasztás 0,2 g próbára (ml)	Gömbösítő hatás	A gömbösítéshez szükséges dózis (%)
FeSiMg5	4-6	0,9-1,0	gyenge	3,5-4,5
FeSiMg11	10-12	1,3-1,4	jó	2,2-3
FeSiMgCe	10	1,6-1,9	nagyon jó	1,6-2
FeSiMgBa	10	1,6-1,9	nagyon jó	1,6-2



6. ábra

A sósavfogyasztás a ferroötvözet magnéziumtartalma függvényében

A 6. ábrán látható, hogy a titrálási görbe egy nem teljesen végbement reakcióra utal, és jóval eltér az elméleti számítástól.

A ferroötvözet gömbösítő hatásának a fenti módon való hozzávetőleges meghatározása több elonnyel jár:

1. A meghatározás 15 perc alatt elvégezhető és gyors információként szolgál a gömbösítési technológia meghatározásához.

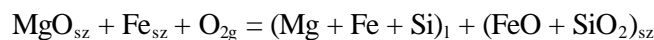
2. Lényegesen csökkenti az optimális dózis meghatározásához szükséges termelőkiesést és a villamosenergia fogyasztást.

3. Csökkenti a kísérleti vasfogyasztást.

A szakirodalomban eddig nem találtunk adatot a fémes magnézium és a magnéziumoxid vízzel való reaktivitásának kimutatásáról, sem a gömbösítéshez szükséges hatáskülönbségről. A magnéziumgyártást a stratégiai ipar monopolizálja. Az oxidált magnézium nagyobb része a gyártási eljárásból is adódhat. A magnéziumtartalmú ferroötvözetet magnezitből, ritkábban dolomitből nyerik. A kalcinált magnezit az alábbi anyagokat tartalmazza:

85-88% MgO, 6-4% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 2-1% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 3-2% SiO<sub>2</sub>, 5-2% CaO

A magnéziumoxid redukálását rendszerint elektromos kohóban, meleg levego befúvásával végzik, redukáló anyagként használhatnak fémes alumíniumot, kokszt és kvarchomokot (C + Al + SiO<sub>2</sub>) vagy fémes alumíniumot és ferroszilíciumot (Al + FeSi). Ez utóbbi eljárást gyakrabban alkalmazzák, mert biztonságosabb, ugyanakkor drágább is. A reakcióból fémes magnézium, vas és szilíciumelegy keletkezik, az oxigén pedig a salakkal SiO<sub>2</sub> formájában eltávozik:



Ha a reakció nem teljes vagy túl nagy az olvasztási hőmérséklet, a keletkezett ferroötvözet MgO-ot is tartalmaz. A magnéziumoxid meghatározása jelenleg nem tartozik a gyártási eljárás ellenőrző módszerei közé.

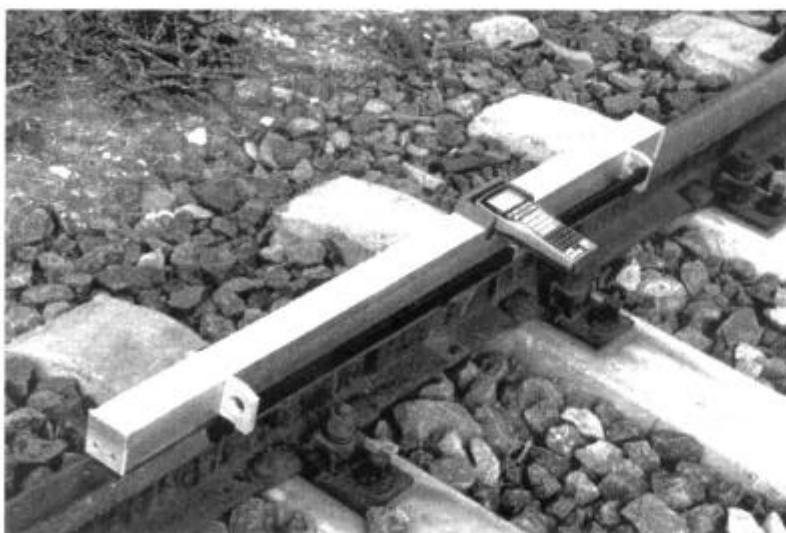
A gyártási és gömbösítési eljárás további tanulmányozása szükséges, valamint analitikai módszer kidolgozása a fémes magnézium és a MgO meghatározására.

Következésképpen a magnézium tartalmú porított ferroötvözet hatóerejét csak hozzávetőleg lehet értékelni a leírt volumetriás titrálási módszerrel. A titrálásnál kapott sósavfogyasztás egyenesen arányos az ötvözet aktív magnéziumtartalmával. Az így kapott információ így is lényegesen lerövidíti a gömbösítési technológia meghatározásához szükséges kísérletek számát és egyben csökkenti a kísérletekhez szükséges anyagmennyiséget és időt.

## Cuprins – Content

Dr. Horváth Ferenc, Dr. Kubinszky Mihály _____	3
Începuturile construcțiilor de cai ferate în Transilvania	
The precedents of the railway construction in Transilvania	
Kovács Lehel István _____	7
Folosirea algoritmilor adaptivi în tehnicile moderne de compilare	
Using adaptive algorithms in the modern compiler technics	
Dr. Köllö Gábor _____	15
Siguranta stabilitatii caii fara joante	
Security of weld rail stability	
Dr. Mihalik András _____	20
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 a II-a	
Earth-supporting structures made of reinforced-concrete precast elements used in foundation engineering, hydraulical engineering and roadworks and their positive impact on the surrounding environment – part II:	
Nagy Szilárd _____	28
Ionizarea simpla a moleculei de H <sub>2</sub> prin impact cu pozitroni si electroni	
Simple ionization of molecular hydrogen by positron and electron impact	
Dr. Szocs Katalin _____	33
Determinarea reactivitatii magneziului metalic din feroaliaje	
Determination of reactivity of metallic magnezium included in feroalloys	

# Roncsolásmentes módszerek és eszközök



Balra fent:  
Nagyszilárdságú  
feszítőcsavaros kapcsolat  
vizsgálata hídon.

Jobbra fent:  
Semleges hőmérséklet  
mérése hézag nélküli  
vágányban.

Lent:  
Vasúti sín hegesztésének  
egyenesség vizsgálata.



MÁV-KFV Ltd.  
H-1097 BUDAPEST Péceli u. 2/d HUNGARY  
Tel: +36 1 2826820 E-mail: mavkfiv@mail.matav.hu



METALELEKTRO Ltd.  
H-1116 BUDAPEST Turkeve u. 13. HUNGARY  
Tel: +36 1 2030387  
E-mail: metalelektro@mail.datanet.hu



MÁV-THRMIT Ltd.  
H-2030 ÉRD Tolmács u. 18. HUNGARY  
Tel: +36 23 365906  
E-mail: mavterm@mail.matav.hu