

302935

# ÉPÍTŐANYAG ○ 93/3

A SZILIKÁTIPARI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET LAPJA

## **G+H MONTAGE**

Szerelőipari Kft.



H-1143 Budapest, Hungária krt. 46.

Tel./fax: (0036-1) 252-9778 • Telefon: (0036-1) 251-7152



A régi ház  
új köntösben



**TERRANOVA**

LEGSZEBB A HÁZON

KÜLSŐ-BELSŐ VAKOLATOK • HOMLOKZATFESTÉKEK



## Szerkesztőbizottság:

Elnök:  
Prof. dr. TALABÉR JÓZSEF  
Felelős szerkesztő:  
WOJNÁROVITSNÉ  
Doz. dr. HRAPKA ILONA

## Rovatvezetők:

Szilikáttudomány  
Prof. dr. JUHÁSZ A. ZOLTÁN  
Szilikátechnika  
GARAI GYÖRGY  
Újdonságok  
Dr. HILGER MIKLÓS

## Tagok:

Dr. ÁBRAHÁM Ferenc  
Prof. dr. BALÁZS György  
FODORNÉ dr. SZÖRÉNYI Márta  
GALLÉ Gábor  
Doz. dr. GÁLÓS Miklós  
Dr. KOLOSTORI János  
Dr. KOVÁCS Károly  
Dr. LIPTAY András  
PÉTER Gyula  
SEY Pongrác  
Dr. SZABÓ A. Szilárdné  
Prof. dr. TAMÁS Ferenc  
Doz. dr. TERÉNYI Gyula  
Dr. WAGNER Endre

Szerkesztőség: 1027 Budapest II., Fő u. 68.  
Telefon: 201-9360  
Kiadja az Építészeti Tájékoztatói Központ.  
Felelős kiadó: dr. Hamvai Péter igazgató.  
Készült a TYPOPRESS Kft.  
Nyomdaüzemében (930130) Budapest, 1993.  
Felelős vezető: Vincze Sándor.  
Kiadói szerkesztő: Ágoston Jánosné.  
Műszaki szerkesztő: Zaffiry Kálmán.  
Azonosítási szám: 57/93.  
Megjelent: A/4 alakban,  
5 A/5 ív terjedelemben.  
Egy szám ára: 210,- Ft.  
Külföldön terjeszti a Kultúra,  
1399 Budapest, Pf. 149 és a Magyar Média,  
1932 Budapest, Pf. 86-253  
Belföldön terjeszti az ÉTK  
1400 Budapest, Pf. 83

INDEX: 2 52 50

## TARTALOM

<i>Hencsei, P. – Jantai, Á.</i> : Acélbetétek korróziós érzékenységének összehasonlító vizsgálata	90
<i>Orbán, J.</i> : Az IMS vázszerkezet feszítőbetéteinek korróziója	93
<i>Kelemen, M.</i> : Agresszív környezetben lévő vasbetonszerkezetek teherbírás-csökkenésének előrejelzései	100
<i>Somkuti, A. T.</i> : Beton burkolókövek	104
<i>Bleuer, M.</i> : Lakóépületek állapotát meghatározó diagnosztikai vizsgálatok módszerei és tapasztalati következtetések	109
<i>Bíróné Szilágyi, E.</i> : A gyógyfürdők épületeinek és építményeinek korrózióvédelme	112
<i>Fekete, L.</i> : Egy VORTEX rőtörővel szerzett tapasztalatok a komlói kőbányázásban	116
<i>Regenhart, P.</i> : A G+H Szerelőipari Kft. bemutatkozik	121
<i>Hasson, H.</i> : Gördülőcsapágyak igen magas hőmérsékletre	123
<i>Puskás, J.</i> : Az Alföldi Porcelángyár és a Villeroy & Boch együttműködése	125

## CONTENS

<i>Hencsei, P. – Jantai, Á.</i> : Comparative Investigation of the Corrosion Resistance of Steel Reinforcement	90
<i>Orbán, József</i> : Corrosion of Stressing Elements in IMS Skeleton Structure Reinforcement	93
<i>Kelemen, M.</i> : Forecasting of Load-Bearing Characteristics of Reinforced Concrete Structures Placed in Aggressive Environment	100
<i>Somkuti, A. T.</i> : Coating Stones made of Concrete	104
<i>Bleuer, M.</i> : Methodology of and Experiences Gained with Diagnostics to Determine the State of Dwellings	109
<i>Szilágyi-Bíró, E.</i> : Corrosion Protection of Buildings in Medicinal Baths	112
<i>Fekete, L.</i> : Experiences Gained with a Vortex Impact Crusher in the Komló Quarry	116
<i>Regenhart, P.</i> : Introducing the G + H Installation Co. Ltd.	121
<i>Hasson, H.</i> : Roller Bearings for Very High Temperatures	123
<i>Puskás, J.</i> : Cooperation of Alföldi Porcelángyár (China Works of Alföld) and Villeroy & Boch	125

## INHALT

<i>Hencsei, P. – Jantai, Á.</i> : Vergleichsuntersuchung der Korrosions-empfindlichkeit von Stahlbewehrungen	90
<i>Orbán, J.</i> : Korrosion von Spanneinsätzen des Gestellaufbaus IMS	93
<i>Kelemen, M.</i> : Voraussagen für Belastbarkeitabnahme der Stahlbeton-konstruktionen in aggressiver Umgebung	100
<i>Somkuti, A. T.</i> : Betonbelegungssteine	104
<i>Bleuer, M.</i> : Diagnostische Untersuchungsmethoden für Zustand der Wohngebäude, Erfahrungsfolgerungen	109
<i>Bíróné Szilágyi, E.</i> : Korrosionsschutz für Gebäude und Bauwerke der Heilbäder	112
<i>Fekete, L.</i> : Erfahrungen mit einem Vortex-Prallbrecher in der Steingrube Komló	116
<i>Regenhart, P.</i> : G + H Szerelőipari Kft. (G + H GmbH. Montagewerk) stellt sich vor	121
<i>Hasson, H.</i> : Hochtemperatur der Wälzlager	123
<i>Puskás, J.</i> : Die Kooperation zwischen Alföldi Porcelángyár (Alföldi Porzellanfabrik) und Villeroy & Boch	125

## СОДЕРЖАНИЕ

<i>Хенцеи, П.–Янтаи, А.</i> : Сравнительные испытания чувствительности стальной арматуры к коррозии	90
<i>Орбан, Й.</i> : Коррозия напрягающей арматуры каркасной конструкции ИМС	93
<i>Келемен, М.</i> : Прогнозы уменьшения несущей способности железобетонных конструкций, находящихся в агрессивной среде	100
<i>Шомкути, А. Т.</i> : Бетонные облицовочные плиты	104
<i>Блейер, М.</i> : Методы диагностических исследований, определяющих состояние жилых зданий и экспериментальные выводы	109
<i>Биронэ Силады Е.</i> : Защита зданий и конструкций лечебных бань от коррозии	112
<i>Фекете, Л.</i> : Опыт эксплуатации ударно-отражательной дробилки Вотекс на каменном карьере в г. Комлю	116
<i>Регенхарт, П.</i> : Компания с ограниченной ответственностью Г + Х представляет себя	121
<i>Хассон, Х.</i> : Весьма высокая температура подшипников качения	123
<i>Пушкаш, Й.</i> : Кооперация между Alföldi Porcelángyár и Villeroy & Boch	125



## Acélbetétek korróziós érzékenységének összehasonlító vizsgálata

Hencsei Pál – Jantai Ádám\*

Budapesti Műszaki Egyetem Szeretlen Kémia Tanszék

\*FTV KEMOKORR Kft.

Tíz különböző minőségű acélbetét korróziós érzékenységét vizsgáltuk polarizációs potenciál mérésekkel. Méréseinket a pH függvényében, illetve a kloridion koncentráció függvényében végeztük modelloldatokban. Megállapítottuk, hogy mindkét vizsgálatsorozatban az 1500.5 jelű acél mutatta a legkedvezőbb eredményeket. A pH függvényében végzett vizsgálatsorozat alapján a B 50.36 minőségű acél korrodeál legnagyobb mértékben, míg a klorid koncentráció függvényében végzett vizsgálatok alapján az Fp 139 jelű feszítőpáaszmból származó minta a legkedvezőtlenebb.

### Bevezetés

A közelmúltban több összefoglaló közlemény is megjelent a betonacélok korróziójáról [1, 2]. Ezekben a szerzők megfogalmazzák az acélbetét korróziójának feltételeit: korrózióra hajlamos anyag és megfelelő környezet szükséges. Az acélbetétek tömegacélból készülnek, elsősorban mechanikai tulajdonságaik a döntőek, hajlamosak a korrózióra. A betonban az acélra korrozív környezetet már a levegő okozta karbonátosodás révén bekövetkező pH csökkenése biztosíthatja, egyéb agresszív hatás nélkül is. Így az acélbetét felületi kettős rétegén megszűnik a beton biztosította erős bázikus védőhatás, a határreteg depassziválódik. A beton víztartalma, ill. a vízben oldott ionok növelik a beton elektromos vezetését és ez is fokozza a korrozivitást. Ezenkívül lényeges szerepe van az oxigéndiffúzióknak is, amely a betonfedés vastagságától, tömörségétől és víztartalmától függ.

A betonacél korrózióját jelentősen befolyásolhatják esetleg adalékszerrel, vagy a már kész szerkezetbe külső hatásra bekerülő kloridionok. A kloridionok alkalikus környezetben csak helyileg támadják meg az acél felületi kettős rétegét, és így lyukkorróziót, pontkorróziót okoznak. Karbonátosodott betonban a betonacél korrózióját fokozottan gyorsítják a kloridionok, mivel a karbonátosodott zónában egyáltalán nem kötődnek meg.

Munkánkban az acélbetétek korróziójának tanulmányozása keretében az elsőként említett feltételt, a korrózióra hajlamos anyagot vizsgáltuk. Különböző acélminőségek korróziós érzékenységének összehasonlító vizsgálatát végeztük el.

The corrosional sensitivity of ten steel specimen of various properties were investigated by polarisation potential measurements. The measurements were carried out in model solutions changing pH and chloride ion concentration. The best results we obtained at both series were shown by the specimen 1500.5 steel. According to the investigation series depending on the pH value, the biggest corrosion was observed in the case of steel B 50.36 as for changing the chloride ion concentration the worst was the steel in concrete sample Fp 139.

### Vizsgálatok

A különböző minőségű acélbetétek korróziós érzékenységének összehasonlítására két vizsgálatsorozatot végeztünk. Egyrészt meghatároztuk a polarizációs potenciál változását a pH függvényében, másrészt a kloridion koncentráció függvényében mértük az egyes acélminőségek korróziós veszélyeztetettségét. Vizsgálatainkat modelloldatokban végeztük. Az építőiparban elterjedten alkalmazott betonacélok és feszítőhuzalok közül 9 különböző minőségű acélbetétet választottunk kísérleteinkhez. Ezenkívül összehasonlítás céljára egy korrózióálló acél mintát is használtunk. Az alkalmazott acélminőségek adatait az 1. táblázatban foglaltuk össze.

### Polarizációs potenciálmérés

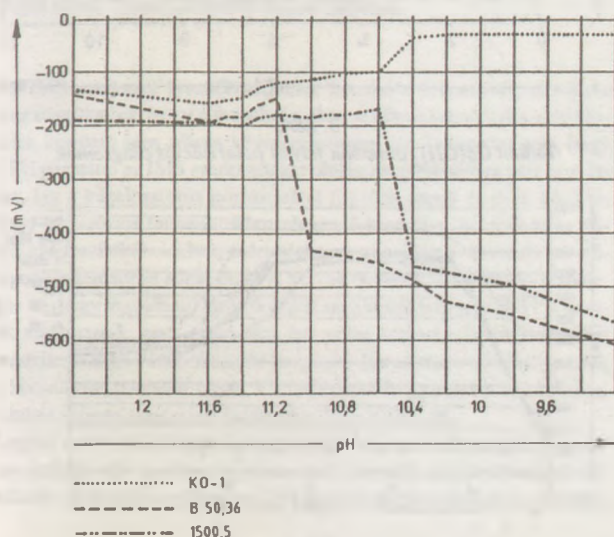
A mérésekhez az egyes acélmintákon 5 cm<sup>2</sup> szabad felületet hagytunk, a többi festékbevonattal láttuk el. A mintákat zsírtalanítás után telített mésztej oldatba helyeztük (pH = 12,4). 24 óra múlva levegő átbuborékolattal végzett kalcium-karbonát leválasztásával csökkentettük a pH-t. 12,0-es pH-érték alatt már a szabad levegőn való tárolás is biztosította a karbonátosodást. A 8 napos vizsgálat során 8–15 óránként egyidejűleg meghatároztuk a polarizációs potenciált és a pH-t. A mérésekhez telített kalomel elektródot használtunk. A mérésekből megállapítható, hogy a polarizációs potenciálnak a korrózió megjele-



1. táblázat

Acélbetétek korróziójának vizsgálatához alkalmazott acélminőségek

Megnevezés	Jel	Szilárdság [N/mm <sup>2</sup> ]	Szabvány
Melegen hengerelt betonacél	B 38.24		MSZ 339:1987
	B 50.36		
	B 60.40		
Hidegen alakított betonacél-huzal	BHS 55.50		MSZ 982:1987
Feszítőhuzal	1500.5	1630	MSZ 5720:1987
	1800.2, 5S	1820	
Hidegen húzott feszítőhuzal	Fp 93	1770	MSZ 465:1987
			MSZ 15022-2:1986
	Fp 100	1770	
	Fp 139	1670	
Ferites korrózióálló acél	KO-1		MSZ 4360:1987



1. ábra

Acélok polarizációs potenciálváltozása a pH-csökkenés függvényében

nésével egyidejű ugrásszerű megváltozása az egyes acélminőségeknél eltérő pH-értékeknél jelentkeznek.

A lágy, B 38.24 minőségű acél korróziós védettsége 10,5 pH-értéknél már nem biztosított, a hidegen húzott feszítőpázmában alkalmazott acélfajták védettsége 10,7 pH-nál szűnik meg, míg az 1500.5 jelű acélminta védettsége 10,4 pH alatt szűnik meg.

A polarizációs potenciálkülönbség adott pH-értéknél (10,5–11,0 pH között) két kiválasztott acélminőség esetén több száz mV nagyságú lehet. Ez – amennyiben a két acél fémesen érintkezik – kontakt korróziós károsodást okozhat. Így például pH = 10,8 érték mellett a B 38.24 és az Fp 139 pázmából vett minta között 215 mV potenciálkülönbség van, pH = 11,0-nél a B 38.24 és B 50.36 minőségű acélokat összehasonlítva 265 mV potenciálkülönbség jelentkezett.

A mérések során vizuálisan is érzékelhető volt az acélminták felületén a rozsdaképződés megindulása a polarizációs potenciál ugrásszerű csökkenését követően. Az adatokból megállapítottuk, hogy a telített kalomel elektrodhoz képest a -350 mV polarizációs potenciál általánosan elfogadható érték a vizsgált acélok aktív korróziós károsodásának határértékéül, azaz negatívabb érték korróziót jelöl. A legkedvezőtlenebb eredményt a B 50.36 jelű minta mutatta (pH = 11,1), míg a legjobbnak az 1500.5 jelű minta bizonyult (pH = 10,5). Az 1. ábrán a fenti két minta, továbbá KO-1 korrózióálló acél polarizációs potenciálváltozását tüntettük fel a pH függvényében. Az ábra a várakozásnak megfelelően a KO-1 acél védettségét mutatja a vizsgált tartományban, ezért ezt a mintát kiemeltük az értékelésből.

A továbbiakban az acélbetétek jellemzésére a következő mérésorozatot is elvégeztük. A pH = 9,2 értékű oldat mésztejes feltöltésével a rozsdás felületű acélbetéteket ismét telített Ca(OH)<sub>2</sub> oldatba helyeztük (pH = 12,4) a polarizációs potenciál beálló értékének ellenőrzésére. A mérést az állandó érték kialakulásáig végeztük (2. táblázat).

A mért értékek jelentősen negatívabb potenciált mutattak, mint a felületelőkészített minták a Ca(OH)<sub>2</sub> oldatban. Ezek a polarizációs potenciál értékek ugyanakkor közelebb állnak a gyakorlati állapothoz, mivel a betonba

2. táblázat

Agresszív oldatból telített Ca(OH)<sub>2</sub> oldatba helyezett acélminták nyugalmi polarizációs potenciáljának kialakulása [mV]

Óra	pH	KO 1	B 38.24	B 50.36	B 60.40	Fp 93	Fp 100	Fp 139	BHS	1500.5	1800.2,5
0	9,2	-30	-570	-610	-540	-535	-520	-610	-635	-570	-525
6	12,4	-70	-380	-390	-500	-505	-445	-600	-390	-560	-515
30	12,4	-85	-255	-270	-325	-430	-365	-440	-310	-390	-435
48	12,4	-90	-230	-230	-315	-340	-345	-320	-280	-345	-340
60	12,4	-100	-225	-220	-285	-320	-330	-305	-260	-295	-325
96	12,4	-105	-215	-200	-285	-305	-310	-280	-250	-290	-320
*	12,4	-130	-195	-140	-230	-190	-190	-185	-220	-195	-240

\* Felületelőkészített minták adatai

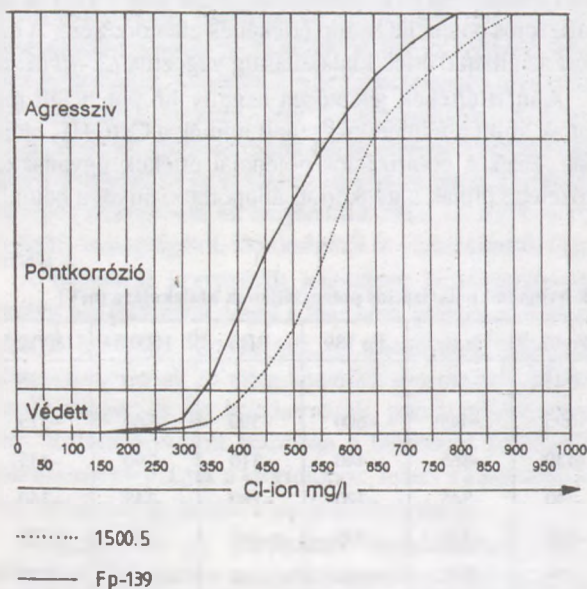


általában futó rozsdás felületű acélbetétek kerülnek, és a helyileg megmaradó rozsdá a megkötött betonban is negatívabb tartományban tartja a polarizációs potenciál értékeket.

### Korróziós érzékenység vizsgálat kloridion koncentráció függvényében

Az előzőeken kívül vizsgáltuk az egyes acélminőségek korróziós érzékenységét a kloridion-koncentráció függvényében. A kloridion-koncentrációt telített kalcium-hidroxid oldatban 150 és 900 mg/l értékek között változtattuk 50 mg/l lépésekben. Ezen oldatokban vettük fel az egyes acélfajták polarizációs diagramját az MSZ 17215-6:1984 szabvány gyorsvizsgálati eljárása szerint [3]. A korrózió fellépését, a pontkorróziós tartomány kezdetét, a polarizációs diagramban a negatív meredekségű szakasz megjelenése definiálja. Ezen pontokhoz tartozó potenciál értékek és az áramsűrűség idő szerinti integrálja nyújt módot az egyes acélfajták érzékenység szerinti sorba rendezésére. A 2. ábrán vizsgálati eredményeinket feldolgozva, a vizsgált acélfajták közül – a KO-1 acélmintától eltekintve – a két szélső értéket nyújtó acélt ábrázoltuk. Legérzékenyebbnek az Fp 139 jelű minta mutatkozott, míg legkedvezőbb eredményt az 1500.5 jelű minta adta.

A védett állapotban korrózióra utaló letörés a diagramon nem jelentkezett, de az értékelési pontban mért potenciálérték már csökkenést mutatott a kloridion-koncentráció növekedésének hatására. Az acélfelületen megjelenő zöld elszíneződés észlelésével, a vasklorid képződésével definiáltuk az agresszív tartomány kezdetét. A polarizációs potenciál abszolút értéke az értékelési pontban valamennyi acélnál negatív volt.



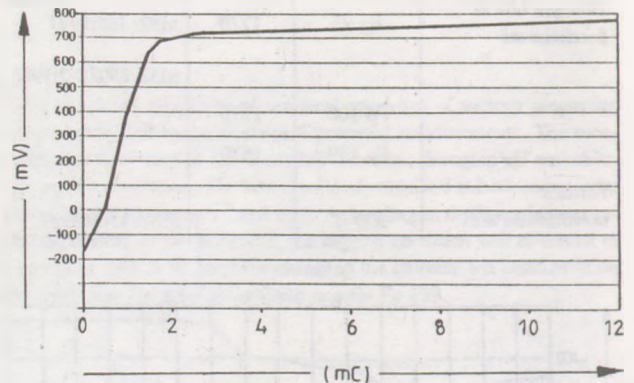
2. ábra

Acélok korróziós veszélyeztetettsége a kloridion-koncentráció függvényében (pH = 12,4)

A 3–5. ábrákon az áttekinthetőség érdekében csak a határértékként kijelölhető átmeneti állapotokat jelző polarizációs görbéket tüntettük fel. A 3. ábrán védettség, a 4. ábrán pontkorrózió megjelenése, az 5. ábrán agresszív hatás jelentkezése figyelhető meg.

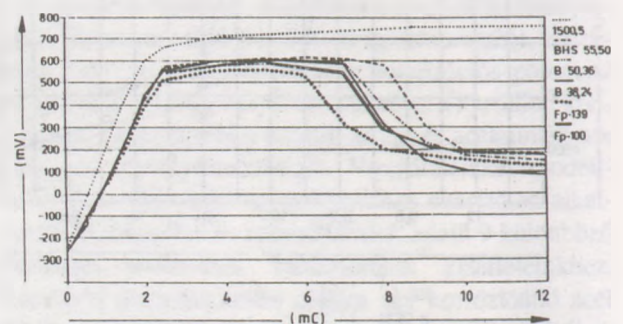
### Összefoglalás

Tíz különböző minőségű acélbetét korróziós érzékenységét vizsgáltuk polarizációs potenciálmérésekkel. Méréseinket a pH függvényében, illetve a kloridion-koncentráció függvényében



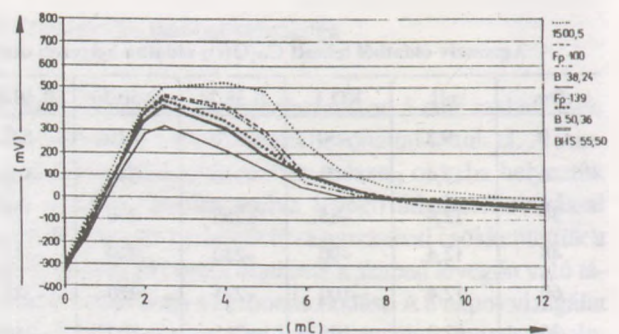
3. ábra

Telített  $\text{Ca(OH)}_2$  oldatban felvett polarizációs diagramok



4. ábra

Telített  $\text{Ca(OH)}_2$  + 350 mg kloridion-tartalmú oldatban felvett polarizációs diagramok



5. ábra

Telített  $\text{Ca(OH)}_2$  + 600 mg kloridion-tartalmú oldatban felvett polarizációs diagramok



nyében végeztük modelloldatokban. Megállapítottuk, hogy mindkét vizsgálatsorozatban az 1500.5 jelű acél mutatta a legkedvezőbb eredményeket. A pH függvényében végzett vizsgálatsorozat alapján a B 50.36 minőségű acél korrodeál legnagyobb mértékben, míg a klorid-koncentráció függvényében végzett vizsgálatok alapján az Fp 139 jelű feszítőpázmából származó minta a legkedvezőtlenebb.

A munka az 1938(OTKA)–5–381(BME) számú OTKA pályázat anyagi támogatásával készült.

## Irodalom

- [1] Balázs Gy. – Erdélyi A. – Kovács K.: A betonacél korróziója károsító anyagok betonba hatolása nélkül. Építőanyag. 43, 82. (1991).
- [2] Balázs Gy. – Erdélyi A. – Kovács K.: A betonacél korróziója kloridok hatására. Építőanyag. 43, 202. (1991).
- [3] MSZ 17215–6:1984: Beton- és vasbetonszerkezetek korrózióvédelme. A beton acélt védő hatásának vizsgálata és minősítése.

# Az IMS vázszerkezet feszítőbetétjeinek korróziója

Orbán József  
PMMF, Pécs

A 70-es években behozott jugoszláv technológia, az ún. IMS vázszerkezeti rendszer alapján Pécsen megépült egy 25 emeletes toronyház, amelynek 1988-ban végzett komplex épületdiagnosztikai vizsgálata során az ÉMI és az FTV a feszítőbetéteken igen súlyos korróziós károkat állapított meg. Emiatt (1. ábra) több száz lakó kitelepítése és a szerkezetek megerősítése vált szükségessé. Ezzel a technológiával napjainkig kb. 130 épület készült el kb. 380 000 m<sup>2</sup> alapterülettel. Mivel a kérdésnek számos építőanyag-ipari, különösképpen pedig korróziós vonatkozása van, szívesen adunk helyet Orbán József, a PMMF tanára cikkének.

Szerkesztőbizottság

Az IMS szerkezet feszítőbetétjeinek korróziós folyamatait elemezve megállapíthatjuk, hogy a feszültség alatti acélhuzalokon lejátszódó kloridos korrózió igen súlyos következménnyel jár. Tekintettel arra, hogy a PU pasztától az IMS szerkezeteket utólag megszabadítani már nem lehet, így a kábelcsatorna porozitásától függően napok és évek kérdése, hogy a korróziós folyamatokhoz elegendő kloridion oldódjék ki és jusson el a feszítőkábelekhez, ezért végleges megoldást a vázszerkezet utólagos megerősítése adhat csak. A korróziót kiváltó okok közül elsősorban az, hogy vízoldható kloridionokat tartalmazó hézagkitöltő PU pasztát alkalmaztak, amit eleve nem lett volna szabad a feszítőbetétekkel rendelkező IMS vázszerkezetbe beépíteni. Ez az alapvető hibát tetézték a kivitelezési pontatlanságok, a kábelcsatornák gyenge betonminősége, a hibás szigetelések miatt bekövetkező korróziók stb.

Legyen mindez tanulság arra, hogy az építőanyagok nem megfelelő ismerete milyen nagy kockázatot jelent mind a tervező, mind a kivitelező vállalatoknak, és milyen súlyos anyagi kárt okoz az egész társadalom számára.

## Az IMS feszített vázszerkezeti rendszer [1]

A rendszer lényege, hogy az előre gyártott vb. pillérek közé speciálisan gyártott, kazettás szerkezetű, egy vagy több darabból álló födémelemet helyeznek el. A pillérek és a födémelek kapcsolatát és együttlőzését, a födém síkjában feszítőbetétekkel (2. ábra) történő, kétirányú összefeszítés biztosítja. A pillérek és a födémelek közötti szerelési hézagot még a feszítőpázmák befűzése és megfeszítése előtt egy gyorsan szilárduló habarcsanyaggal, az ún. PU pasztával töltik ki, és ezzel biztosítják a pillér-födém csomópontoknál a megfelelő támasz- és erőátadási felületet (3. ábra). Az utólagos vizsgálatok során kiderítették, hogy ez a hézagkitöltő PU paszta igen nagy mennyiségű, vízzel könnyen kioldható Cl-iont tartalmaz, ezzel agresszív hatást fejt ki a környeze-

Author studies the corrosion of reinforcement stressing elements of tiled structures and claims that chloride-induced corrosion of stressed steel wires leads to very serious consequences. The cause of this corrosion is the void-filling PU paste, which contains water soluble chlorides; this had been used during construction. As this paste cannot be subsequently removed, chloride ions will be finally liberated; the rate of this leachout depends on the porosity of the cable channel: it may last from several days to several years to get a chloride concentration around stressing elements which is already corrosive. The main cause of structure deterioration is the chloride-bearing paste, used in spite of the fact that this is not permitted in stressed structures, while other causes are the inadequate building execution, the low quality of cable channel concrete and wrong insulations.

Author finally emphasizes the necessity of better understanding of materials choice, both for design and construction experts.

tében húzódnó feszítőbetétekre. A különböző feltárások során megállapították, hogy a bekövetkezett korróziós károkat, szerkezetkárosodásokat azon mulasztások sorozata okozta, amelyekben döntő szerepet játszott az anyagok és azok korróziós hatásainak nem kellő ismerete.

## A korróziós jelenségeket előidéző okok

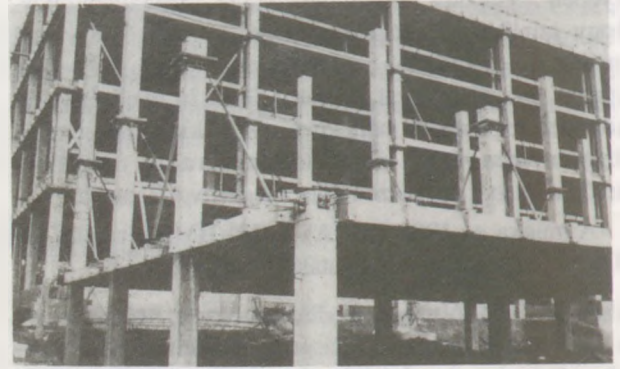
Az IMS vázszerkezet feszítőbetétjeinek korróziós károsodását, ahogy az utólagos vizsgálatok kiderítették, nemcsak a PU paszta magas kloridtartalma váltotta ki, hanem egy sor tervezői és építéstechnológiai hibásorozat együttes hatása. A szerkezet tervezőinek azon feltételezése, hogy a feszítőbetétek nem érintkezhetnek a PU pasztával,





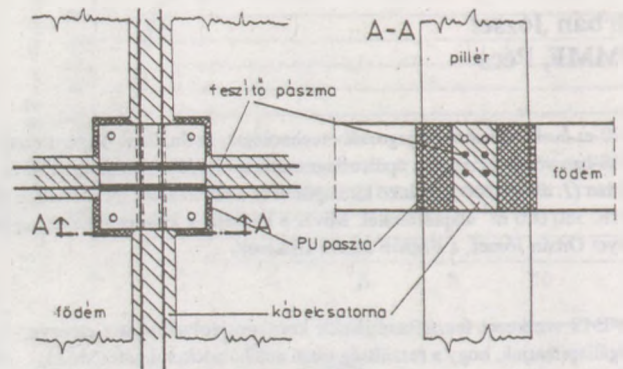
1. ábra

A pécsi 25 emeletes magasház (szerelés közben)



2. ábra

A pillér-födém és szegélytartó elemekből álló vázszerkezet



3. ábra

A hézagkitöltő PU paszta a pillér-födém csomópontokban

valamint hogy a kábelcsatorna megfelelő technológiai figyelemmel végzett kibetonozása esetén elegendő védelmet nyújt majd a feszítőhuzalok számára, tévesnek bizonyult. A vázszerkezet szerelési pontatlansága eleve lehetővé tette a feszítőbetéteknek az agresszív PU pasztához való hozzérését, ezáltal előidézte az acélszálak erős korrózióját.

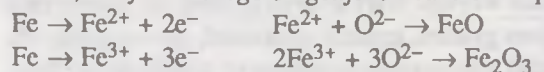
A szerkezeti megoldás szerint a pillérekben kiképzett lyukakon átvezetett feszítőpásmák a födém szélétől – így a PU pasztától is – kb. 15 mm távolságra vannak vezetve. Ez a távolság még precíz szereléstechológia mellett sem felel meg annak a betonfedésnek, amit pl. az EUROCODE-2 ír elő a feszítőbetétek korrózió elleni védelmeként agresszív környezeti hatások esetén [2].

A kloridion korróziós hatásával foglalkozó szakirodalom [3] szerint ugyanis a 0,4 víz/cement tényezőjű betonba behatoló kloridionok diffúziója kb. 3 mm/év. Ebből következik, hogy a kábelcsatornák betonanyaga önmagában nem tud védelmet biztosítani a feszítőbetétek számára.

Mindezekhez járultak az építési pontatlanságok, a födém-pillér csomópontokban jelentkező hézag megnövekedése (a PU paszta igénynövekedése, a beton kellő tömörségének hiánya, az elhúzódnó építési munkák) és a hibás szigetelések miatt bekövetkező beázások, amelyek miatt a szerkezeti csomópontok építés és szerelés közben átnedvesedtek.

### A feszítőpásmák korróziós folyamatai

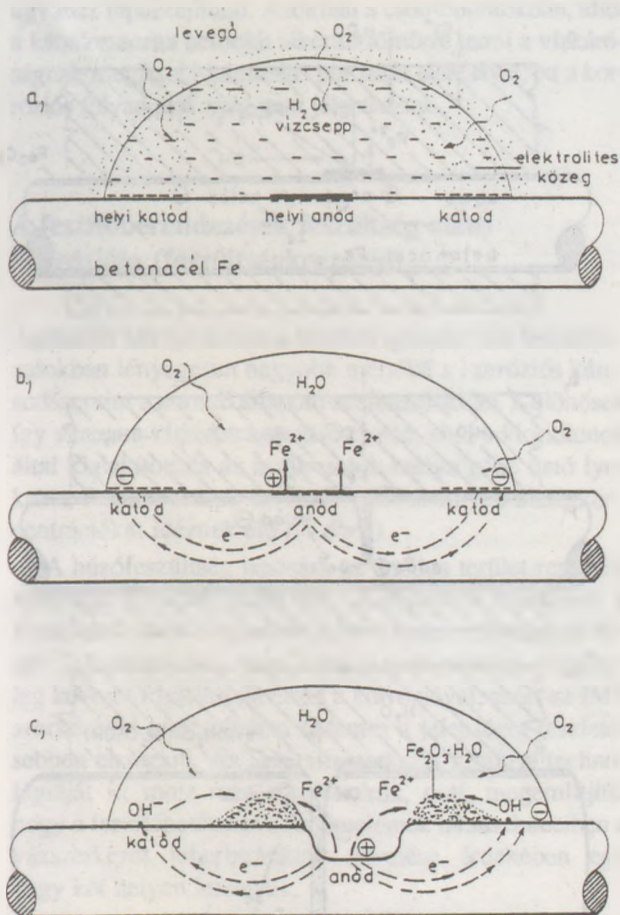
A feszítőpásmák korróziós folyamatai, mint általában a vasbeton szerkezetek betonacél anyagainál, már a betonzást megelőzően megindulnak azáltal, hogy a feszítőpászma acélhuzaljait a szabad levegőn atmoszférikus hatások érik (pl. a levegő  $O_2$  tartalma). Ennek eredményeként az acélhuzalok felületén oxidréteg alakul ki:  $FeO$ ;  $Fe_3O_4$ . Ez a fémeknél előforduló leggyakoribb kémiai korróziós jelenség, melynek során a vas ( $Fe$ ) elektront ad le és fémionok ( $Fe^{2+}$ ;  $Fe^{3+}$ ) keletkeznek az acélhuzal felületén, melyek a levegő oxigénjével reakcióba lépnek:



A feszítőhuzalok oxidációs folyamata, mint kémiai korrózió, elsősorban a fémszálak felületén játszódik le, mélyebb rétegbe való behatolását maga a kialakuló oxidréteg passzíváló hatása fékezi. A feszítőhuzalokat azonban szabad levegőn tárolni, különösen megfeszített állapotban nem ajánlatos, mivel a felületre kerülő nedvesség (esőcseppek) egy agresszívebb elektrokémiai korróziós folyamatot indítanak el (4. ábra).

A betonacél felületén a vízcsepp alatt koncentrációs elektrokémiai cella (lokálielem) alakul ki (4/a ábra), amire az jellemző, hogy a helyi anód és katód ugyanazon a

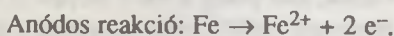




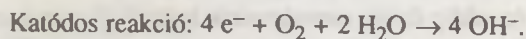
4. ábra  
Koncentrációs lokálemek kialakulása és korróziós folyamatok a betonacél felületén

fémeken van, és az elektrolit (vízcsepp)  $O_2$  koncentrációjának inhomogenitása hozza létre a potenciálkülönbséget a fém felületén.

A potenciálkülönbség hatására megindul az elektronvándorlás a helyi anódtól a katód felé; ez a vízcsepp levegővel érintkező felülete, ahol az oldott  $O_2$  töményebb. Az elektron elvándorlással egyidőben az anódon fém ( $Fe^{2+}$ )-ionok lépnek az elektrolites oldatba (4/b ábra). Ez nem más, mint a fém oldódása, az oxidáció.

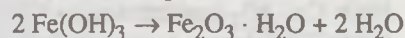
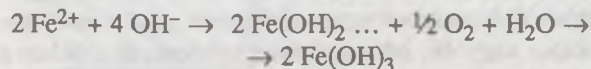


A helyi katódhoz vándorló elektronok természetesen nem tudnak közvetlenül az elektrolites közegbe (vízbe) lépni a betonacél felületéről, hanem az ott koncentrációzott  $O_2$  oxigént  $OH^-$  hidroxilionná redukálva jutnak a vizes közegbe, majd ott az anód felé áramolva, mint ionáramlás zárják az áramkört (4/c ábra).



Az elektrolitban végbemenő ionáramlás az anód közelében további másodlagos reakciókat eredményez, melynek résztvevői az anódon oldatba ment  $Fe^{2+}$  fémionok és

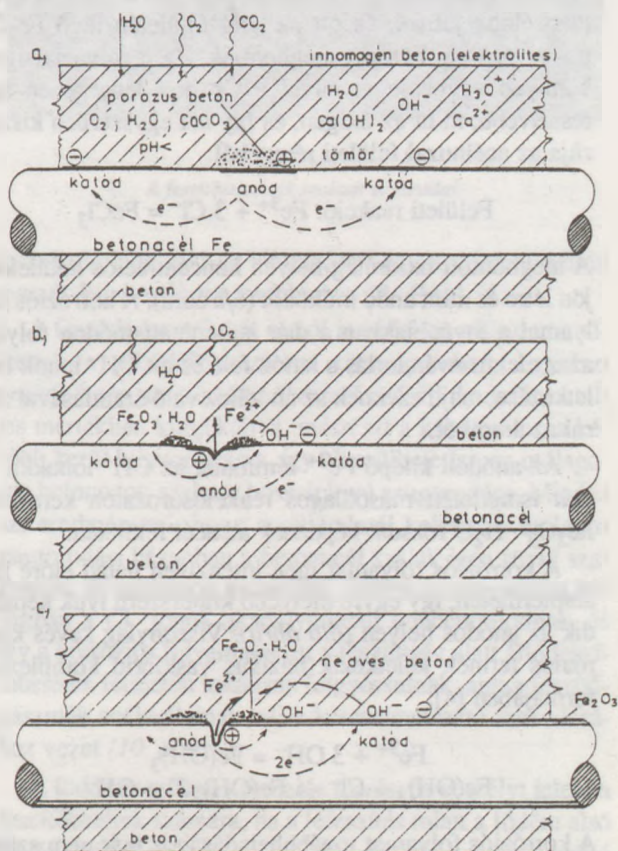
a katódon az  $O_2$  redukálásával keletkezett  $OH^-$  hidroxil ionok.



A reakció végtermékeként vörösbarna rozsdafoltok keletkeznek a betonacél felületén.

A betonacél számára elektrolites környezetet biztosít a beton is, mivel még légszáraz állapotban is tartalmaz kb. 2 térf.% nedvességet (pórusvíz). A korróziós folyamatokat nagymértékben korlátozza a beton tömörsége (vízzáró, légzáró), a beton lúgossága ( $pH > 12,4$ ), valamint a betonacél-takarás vastagsága ( $d \geq 15 \text{ mm}$ ).

A feszítőpázmákat körbevevő kábelcsatorna betonanyaga, mint a helyszínen készített vékony keresztmetszetű betonozás, viszonylagosan inhomogén a magas vízcement-tényező és a nem hatékony tömöríthetősége miatt. Az ilyen változó tömörségű és nagy porozitású betonba könnyen bejut a levegő ( $CO_2$ ,  $O_2$ ), ami egyrészt csökkenti a beton pH-értékét azáltal, hogy a cementhidratáció során felszabaduló  $Ca(OH)_2$ -ot karbonátosítja, másrészt pedig az oxigén jelenléte kedvező feltételeket teremt a katód-helyeken végbemenő redukciós folyamatokhoz.

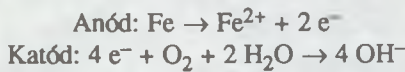


5. ábra  
Koncentrációs lokálemek kialakulása és a betonacél korróziója a betonban



A beton változó porozitása magával vonja az egyenlőtlen nedvességeloszlást is, ami azt eredményezi, hogy a betonacél felszínének egyes szakaszain, ahol a beton porozitása nagyobb, nő a nedvességtartalom, és csökken a beton  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  koncentrációja. Mindezek pedig koncentrációs lokálemek kialakulásához vezetnek a betonacél felszínén (5/a ábra). A nagyobb porozitású és nedvesebb helyek anódként, míg a tömörebb betonréteggel takart felületek katódként működve potenciálkülönbségeket hoznak létre a betonacél felületén.

Az előzőekben már ismertetett reakciók játszódnak le (5/b ábra):



A katódon keletkező hidroxilionok a nedves betonban, mint elektrolites közegben az anód felé áramolva, ott másodlagos reakcióként létrehozzák a  $\text{Fe}(\text{OH})_2$ -t, majd a  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  rozsdát az acél felületén (5/c ábra). Lokálemek kialakulhatnak a betonacél-felület inhomogenitása miatt is, például mechanikai sérüléssel, vagy a passzíváló oxidréteg helyi elvesztésével. Különösen intenzíven játszódik le a betonacélok korróziós folyamata kloridionok jelenlétében, ugyanis a koncentrációs elemek kialakulásához már egyedül a  $\text{Cl}^-$  ion jelenléte is elegendő.

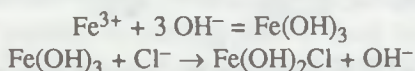
A PU pasztából igen könnyen kioldódó  $\text{Cl}^-$  ionok a betonacélhoz jutnak, és ott az acél felületén lévő  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  passzíváló oxidréteget megbontják. Ez a folyamat igen könnyen végbemegy, mivel a  $\text{Cl}^-$  ion lényegesen agresszív, mint az oxigén, és így azt egyszerűen kiszorítja az acélhuzal felületi rétegéből.



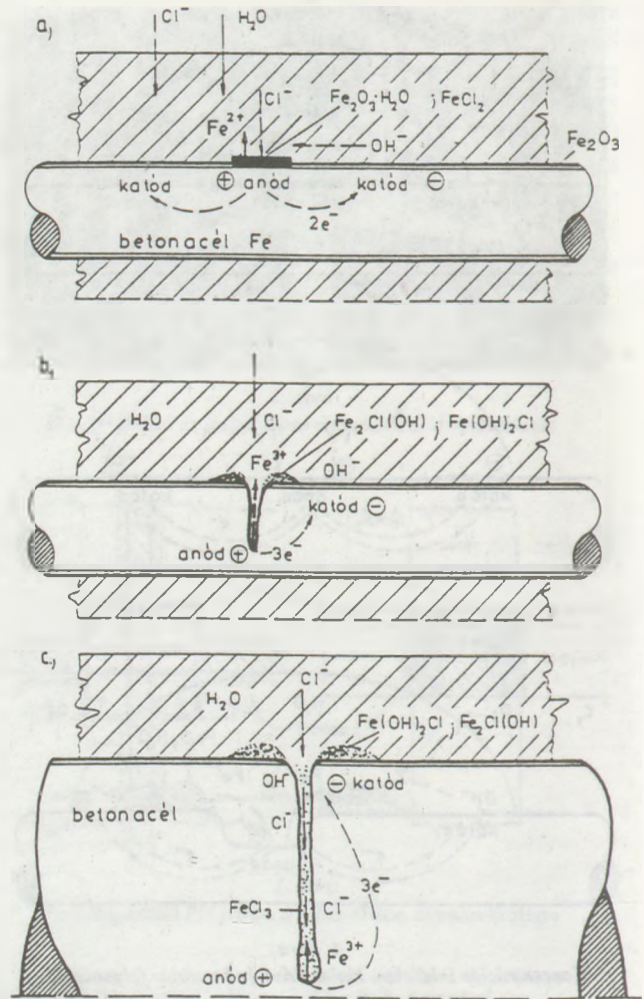
A megbontott oxidréteg-helyen koncentrációs lokálem jön létre és mint anód működik (6/a ábra). A korróziós folyamat a továbbiakban a már ismertetett módon folyik, azaz elektronvándorlás a katód felé és ott  $\text{OH}^-$  ionok keletkezése, majd ezeknek az anódhoz való áramlásával zárul az áramkör.

Az anódon kilépő  $\text{Fe}^{2+}$  fémionok az  $\text{OH}^-$  ionokkal a már ismertetett másodlagos reakciósorozaton keresztül  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  rozsdát képeznek az acél felületén.

A korróziós folyamat igen intenzíven halad előre kis alapterületen, így egyre mélyebb krátterszerű lyuk képződik az anódos helyen (6/b ábra). Viszonylag kevés korróziós termék keletkezik bázikus vasklorid komplexek formájában [4]:

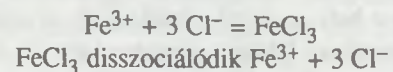


A korróziós folyamat továbbhaladásához már nem szükséges levegő ( $\text{O}_2$ ) jelenléte, mivel az anódos reakció a betonacél mélységében (6/c ábra) megállíthatatlanul folytatódik. Ugyanis a  $\text{Cl}^-$  ionok autokatalikus módon hatnak



6. ábra  
Kloridionok hatása a betonacél korróziójára

az acél korróziójára, és ehhez a pórusban található nedvesség is megfelelő elektrolites közeget biztosít.



A pórusvízben tehát mindig lesznek  $\text{Cl}^-$  ionok disszociált állapotban, és ez a kloridionok feldúsulásához vezet az anód közelében, ami pedig tovább biztosítja a korróziós folyamat fennmaradásához szükséges potenciálkülönbséget a lyuk mélységében.

Az eddigi ismeretekből azt a következtetést vonhatjuk le az IMS szerkezetre vonatkozóan, hogy ha a pillér-fődem csomóponti hézagok PU pasztával letek kiöntve, amiből a  $\text{Cl}^-$  ionok igen könnyen kioldódnak, a kloridionok a feszítőbetétekig jutva menthetetlenül annak tönkremenetelét és ezáltal szakadását idézik elő.

Az eddig feltárt csomópontok legtöbbjében a korróziós folyamat már elindult, és az már meg nem állítható. Különösen ott előrehaladott a korróziós folyamat, ahol a vázszerkezet építés közben, vagy maga a kész létesítmény többször átázott. A vizesblokk környezetében is



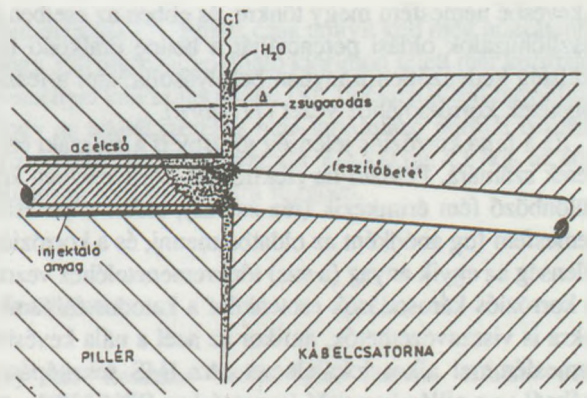
ugyanaz tapasztalható. Azokban a csomópontokban, ahol a kábelcsatorna betonját sikerült tömörré tenni a vízzáróságnak megfelelő minimális porozitás elérésével, ott a korróziós folyamatok még nem jelentkeztek.

### A feszítőberendezések feszültség alatti korróziója (feszültségkorrózió)

Agresszív környezetben a húzásra igénybe vett feszítőhuzalokban lényegesen nagyobb mértékű a korróziós károsodás, mint a normál állapotú acélhuzalokban. Különösen így van ez a kloridos korrózió esetén, ahol a kloridionok által kialakított és az acélhuzalok mélységébe ható lyukak a feszítőhuzalok keresztmetszetében feszültségkoncentrációkat idéznek elő (7. ábra).

A húzófeszültség hatására az anódos terület repedés-mélysége gyorsan növekszik. A korróziós repedések a fémkristályokon is áthatolnak, ami huzalszakadáshoz vezet. Tekintettel arra, hogy a hazai szakirodalom viszonylag keveset foglalkozik ezzel a korrózióval, ezért az IMS szerkezettel kapcsolatban érdemes a jelenséget részletesebben elemezni. Az IMS vázszerkezet feszítési technológiáját itt most nem részletezzük, csak megemlítjük, hogy a feszítőbetéteket a földemelemek támaszközeiben a vázszerkezet teherbírájának növelése érdekében egy vagy két helyen lefeszítik.

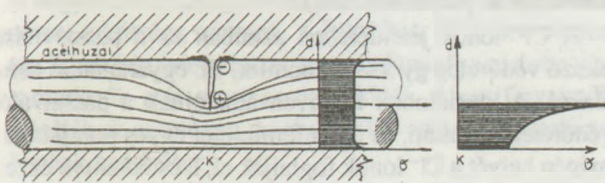
A lefeszítések miatt az iránytöréseknél (8. ábra), a feszítőerő létrehozásának pontatlansága miatt a huzalban többletfeszültségek keletkeznek, és így a létrejövő eredőfeszültség elérheti a szakítószilárdság 85–90%-át is. A feszítőbetétekben keletkező többletfeszültség különös mértékben megnöveli a pillérek közelében végbemenő kloridos korrózió agresszív hatását, mivel a PU pasztából kioldódó  $Cl^-$  ionok szinte akadálytalanul jutnak el a



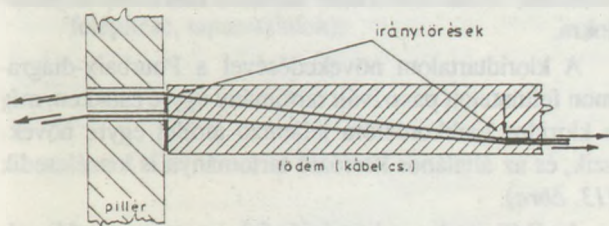
9. ábra  
Feszítőbetét a pillér-kábelcsatorna csomópontban



10. ábra  
A feszítőpázmák szakadt acélszálai



7. ábra  
Feszültségkoncentrációk kialakulása a huzal keresztmetszetében



8. ábra  
A lefeszítések miatt kialakuló iránytörések

feszültség alatt álló és lényegében betonvédelem nélkül maradt feszítőpázmák szakaszhoz (9. ábra).

A feszítőpázmák két okból is védelem nélkül maradhatnak a pillérkábelcsatorna csomópontban. Egyrészt azért, hogy a pilléreken átvezető cső, ill. lyuk nincs teljes mértékben kiinjektálva, másrészt a kábelcsatorna később kerül kibetonozásra, így elkerülhetetlen az utólagosan betonozott szakasz hosszirányú zsugorodása. Mindez azt eredményezi, hogy a pilléreknél keletkező utólagos zsugorodási hézagban a betonacél szálak igen rövid szakaszon, de szabadon maradnak. Ebben a zsugorodási hézagban a  $Cl^-$  ionok akadálytalanul koncentrálnak, és így a korróziós folyamatok itt a feszültség alatt álló feszítőbetétek felületén lokálisan felgyorsulnak, ami a feszítőpázmák acélszálainak teljes keresztmetszetű szakadáshoz vezet (10. ábra).

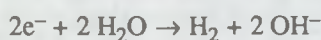
A földemmezőben korróziós forrást és veszélyt jelent a feszítőbetétek számára, ha a lefeszítés miatt a földém alsó síkjára kerülve ott az esetenként a földémpanelből kiálló nem feszített (lágý) betonacéllal érintkeznek. A két érintkező fém elektródpotenciál-különbsége alapján általában



a kevésbé nemesfém megy tönkre, és ebben az esetben a feszítőhuzalok oldási potenciálját a benne uralkodó feszültség kedvezőtlen irányban befolyásolja, ami a feszítőbetétek korróziójához vezet (11. ábra).

Ez a fajta korróziós jelenség jól ismert a műszaki emberek számára. Például ha elektrolitos környezetben két különböző fém érintkezik (réz és vas), akkor a kevésbé nemesfém fog anódként az oldatba menni, és a korróziós jelenség az egyik anyag (a vas) tönkremeneteléhez vezet. A korróziós károsodások esetenként a katódos folyamatokra is visszavezethetők, amikor az acél a nála kevésbé nemesfémekkel alkot lokálemellet. Az IMS feszítőpásmáknál ez a pilléreken való átvezetéskor állhat elő, ha az acélhuzalok az acélhüvely (csőregiszter) falához érnek, és az elektrolites közegben galvánelemet alkotnak, melynek katód pólusa a feszítőpásmá lesz.

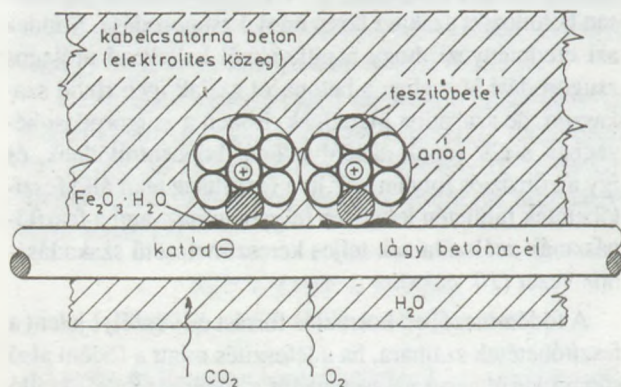
Katódos folyamatként az acélhuzalból kilépő elektronok az injektáló habarcsból  $H_2$ -t szabadítanak fel:



Az acélhuzal felületén keletkező atomos állapotú hidrogén nem mindig távozik  $H_2$  állapotban, hanem a fémcsőbe diffundál, és a fématomok közötti kötést gyengíti. A zárványokban a H atomok  $H_2$  molekulákká alakulnak, és ezzel nyomást hoznak létre, amely a repedések kialakulását segíti. Mindez a feszítőpásmák pilléren átvezető szakaszán a feszítőhuzalok szakadásához vezethet.

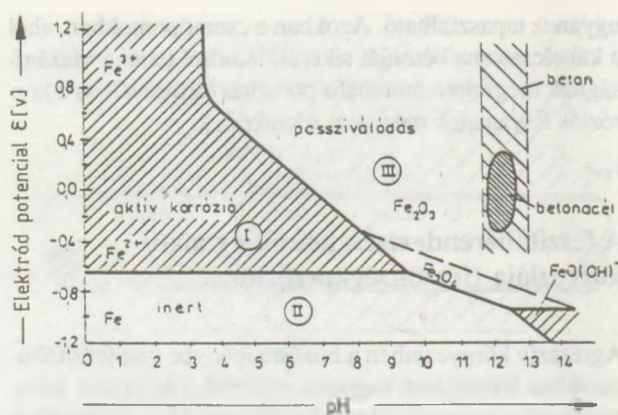
## A korróziós folyamatok elméleti magyarázata

A feszítőpásmák korróziós jelenségeinek bemutatásakor láthatjuk, hogy a reakcióegyenletekben az elektronok és az  $OH^-$  ionok szerepelnek, így a reakciók egyensúlyai és feltételei függenek a fém (betonacél) elektródpotenciáljától, valamint az elektrolites környezet (nedves beton) pH-értékétől [5]. Ezért arra a kérdésre, hogy a korróziós folyamat milyen körülmények között lehetséges és milyenek között nem, a fémek potenciál-pH diagramjából kaphatunk felvilágosítást (12. ábra).



11. ábra

Az elektród potenciálkülönbségén alapuló kontakt korrózió



12. ábra

A vas egyszerűsített potenciál pH diagramja

A Pourbaix-diagram részletes elemzését mellőzve az ábrából kiolvasható [6]:

- I. A fém aktív korróziós területe,  $Fe^{2+}$  és  $Fe^{3+}$  képződése közben.
- II. Ha a vas (betonacél) potenciál értéke  $-0,64$  (V) érték alatt van (pl. mint katódos pólus), az Fe termodinamikai okból nem tud oldatba menni, tehát inert marad és nem korrodál.
- III. A fém felületén keletkező oxidréteg ( $Fe_2O_3$ ;  $Fe_3O_4$ ), mint termodinamikusan stabilis és oldhatatlan védőréteg a betonacél felületét passzíválja, a korrózió sebessége minimális.

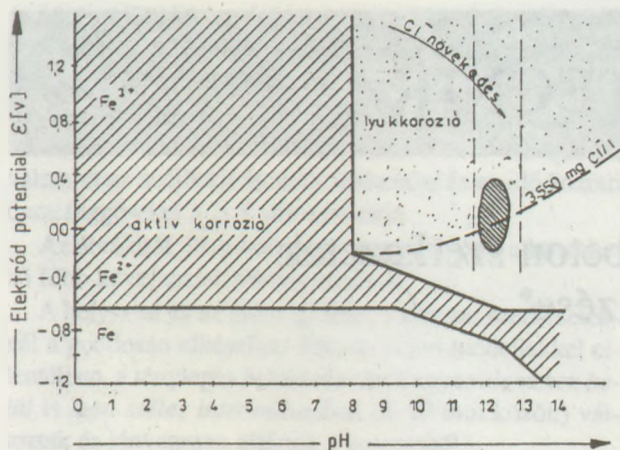
A betonacél felületén létrejövő  $Fe_2O_3$  passzív védőréteg kialakulását a megfelelő  $O_2$  ellátottságú és cementtartalmú ( $pH > 11,4$ ) betonkörnyezet biztosítja. A betonacél passzíválódását inhibitorok adagolásával, pl.  $NO_2^-$  tovább fokozhatjuk. Azáltal, hogy az acélszalag felületén  $Fe(NO_2)_3$  réteg alakul ki, és az oxigén  $NO_3$  formában leköttődik, a katódhoz áramló elektronok egyre kevesebb oxigént tudnak  $OH^-$  ionná redukálni, ami csökkenti a korróziós folyamat sebességét.

A  $Cl^-$  ionok jelenlétében azonban ez a passzivitást okozó védőréteg gyorsan lebomlik, ill. egyáltalán ki sem alakul. A kloridionok könnyen áthatolnak a passzíváló védőréteg pórusain, és így a fémfelület egyes pontjain az oxigén helyét a  $Cl^-$  ionok foglalják el, lecsökkentve ezzel a fémionok rácsból való kilépéséhez és az oldatbamenetelükhöz szükséges aktivitási energia értékét. Azt is mondhatjuk, hogy a kloridionok anódos depolarizációt okoznak, és stimulátorként hatnak a korróziós folyamatokra.

A kloridtartalom növekedésével a Pourbaix-diagramon feltüntetett passzívált tartomány egyre csökken, míg a kloridos lyukkorrózióra jellemző terület egyre növekszik, és az általános korrózió tartománya is kiszélesedik (13. ábra).

Az IMS szerkezet korróziós folyamataira az eddig elmondottak úgy értelmezendők, hogy ha az eredetileg a passzivitás tartományában lévő feszítőpásmákat eléri a





13. ábra

A kloridionok hatására megváltozott Pourbaix-diagram

vízoldható  $\text{Cl}^-$  ion koncentráció által kiterjedt pontkorrózió tartománya, úgy a kloridos korrózió feltétlen végbe megy az acélszalak felületén, még  $\text{pH} > 12$  értéknél is.

A pillér-födém csomóponti kábelcsatorna betonanyagában a PU paszta közelében vízoldható a  $\text{Cl}^-$  ion koncentráció igen magas, esetenként meghaladja a 3000 mg  $\text{Cl}^-/\text{kg}$  értéket, míg a PU pasztában 17 000 mg/kg klorid-

iont mértünk [7]. Ehhez csak annyit kell még hozzátenni, hogy 350 mg/kg vízoldható kloridion felett már korróziós veszéllyel kell számolnunk [8]. Tájékoztatásul megadjuk, hogy az adalékszereket nem tartalmazó normál beton vízoldható kloridion tartalma 50–200 mg  $\text{Cl}^-/\text{kg}$ , az adalékanyag és a víz  $\text{Cl}^-$ -től függően.

## Irodalom

- [1] IMS Részletes Technológiai Utasítás. BÁZIS. Pécs, 03/19/1986.
- [2] Szalai Kálmán: EUROCODE-2. Beton- és vasbeton tervezése. BME Kézirat. Budapest, 1989.
- [3] Kyösti Tuutti: Corrosion of Steel in Concrete.
- [4] Turner Tiborné: Az IMS rendszerű épületek fődémszerkezeteinek korrózió-vizsgálati eredményei. Feszített beton-szerkezetek korróziós kérdései. ÉTE ankét. Pécs, 1990.
- [5] Rédey László: Korróziós folyamatok elméleti alapjai. BME. MTI. VE 78. Tankönyvkiadó, Budapest, 1965.
- [6] Balázs Gy. – Erdélyi A. – Kovács K.: A betonacél korróziója kloridok hatására. Építőanyag, 1991/8.
- [7] Orbán J.: IMS vázszerkezet feszítópásmáinak acélkorróziója. Szakértői vélemény. Pécs, 1991.
- [8] Jantai Á. – Vida L.: FTV Korróziós Szakvélemény. 91/1957–42. 91/302–42. Budapest, 1991.

## KONFERENCIAHÍREK

### 8. Nemzetközi Mészipari Kongresszus (Berlin, 1994. jún. 30–júl. 1.)

A négyévenként megrendezésre kerülő eseményt az ILA német tükársága szervezi. A Rómában 1990-ben megtartott legutóbbi kongresszus tapasztalatait figyelembe véve a rendezők már most az érdeklődők szíves figyelmébe ajánlják az eseményt, amelyen a következő szakterületek kapnak hangsúlyt:

- mész- és mészkezelőtechnológia (bányászás, feldolgozás, égetés, minőségjavítás, új technológiák, üzemi viteli tapasztalatok);
- minőségbiztosítás a mésziparban (QS-rendszerek felépítése, tapasztalatok);

- mész- és mészkezelő felhasználása (új felhasználási területek, tapasztalatok pl. építőanyagiparban, környezetvédelemben, vegyiparban, mezőgazdaságban...);
- kutatás-fejlesztés (új eredmények, gyakorlati alkalmazások);
- környezetvédelmi előírások (működő mészmű hatása környezetre, tapasztalatok, megoldások);
- általános kérdések (mészipari vonzattal).

A szervezők kérik, hogy az előadással is szerepelni kívánó szakemberek a pontos témacímmel és a szerzők pontos személyi adataival ellátott 1/2 gépelt oldal terjedelmű kirovatokat 1993. május 30-ig juttassák el a következő címre:

Internationaler Kalkverband (ILA), Sekretariat: Bundesverband der Deutschen Kalkindustrie e. V., Annastr. 67–71, W-5000 Köln 51 (Sekretär: Dr. Rogmann), Ansprechpartner: Dr. Oppermann (Frau Mergens/Frau Esser), Tel.: +49-221-3769241, Fax: +49-221-3789214



## Agresszív környezetben lévő vasbeton szerkezetek teherbírás-csökkenésének előrejelzése\*

Kelemen Miklós  
FTV KEMOKORR Kft.

### A betonfedés szerepe

Elméletben a vasbeton szerkezeteket úgy kell megtervezni, hogy mentesek legyenek a korróziós problémáktól, és ennek a követelménynek hosszú ideig megfeleljenek. A tervezés alapja, hogy a megfelelő vastagságú és tömörségű betonfedés bizonyos korróziós hatásokkal szemben megfelelő védelmet biztosít az acélbetétek számára. A betonfedés védő hatása a következő kémiai-fizikai jelenségeken alapszik:

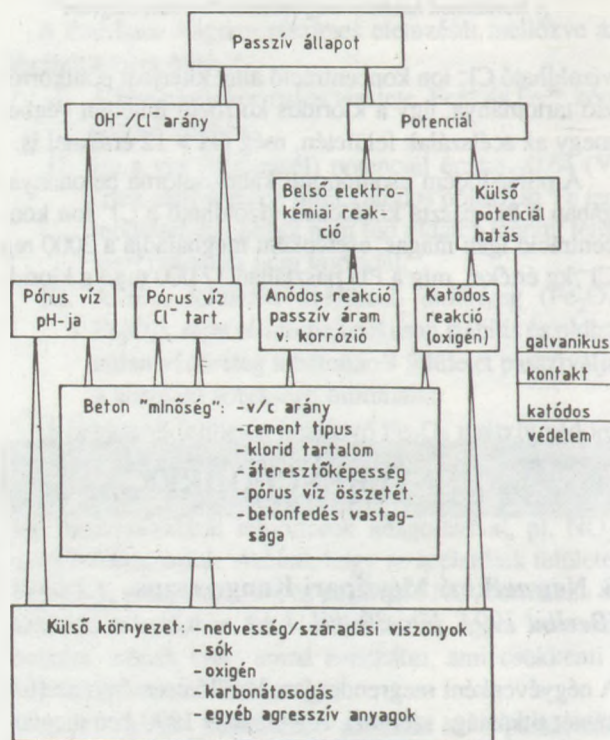
- lúgos környezetet biztosít az acélbetét számára, amelynek hatására az acélfelületen egy védő oxidfilm képződik;
- jelenlétével fizikai akadályt létesít az oldott sókat, szén-dioxidot és oxigént tartalmazó nedvesség behatolása elé;
- jelenlétével kémiai akadályt létesít az agresszív anyagok számára ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ );
- a beton alacsony elektromos vezetőképessége korlátozza az elektrolitikus korróziós áramok folyását.

A betonban lévő acélbetét passzív állapotának fenntartásában, illetve megszüntetésében szerepet játszó különböző tényezőket az 1. ábra mutatja be. Az acélbetét korrózióját a betonfedés kémiai és fizikai tulajdonságai együttesen akadályozzák meg, amiből következik, hogy egy-egy tulajdonság kedvezően irányban való változása még nem jelenti a korrózió biztos bekövetkezését, csak annak lehetősége nő.

Ha azonban a vasbeton szerkezetet olyan összetett agresszív hatások érik, amelyek együttesen biztosítják a korrózióhoz szükséges és elégséges feltételeket – nevezetesen a nedvesség és oxigén együttes jelenlétét és a betonfedés karbonátosodás vagy agresszív ionnal való szennyeződését –, a korrózió bekövetkezik.

A helyzetet bonyolítja, hogy agresszív ionok jelenlétében (pl. kloridion) a karbonátosodási folyamattól függetlenül is elkezdődhet az acélbetétek korróziója.

\* Az „Építőanyagok korrózióvédelme 1992” konferencián elhangzott előadás.



1. ábra  
Acélbetétek passzív állapotának fenntartásában szerepet játszó tényezők

### Korróziós vizsgálataink

A vasbeton szerkezetek korróziós folyamatainak tanulmányozására az elmúlt években több mint ötven 3, 4, 8 és 15 éves, szabadon lévő, ipari-városi légtérnek kitett létesítmény vasbeton szerkezetein végeztünk helyszíni vizsgálatokat, amelyek során meghatároztuk:

- a betonminőséget,
- a betonfedés vastagságát,
- a karbonátosodott rétegvastagságot,
- az acélbetétek átmérőcsökkenését,
- a repedések jelenlétét és



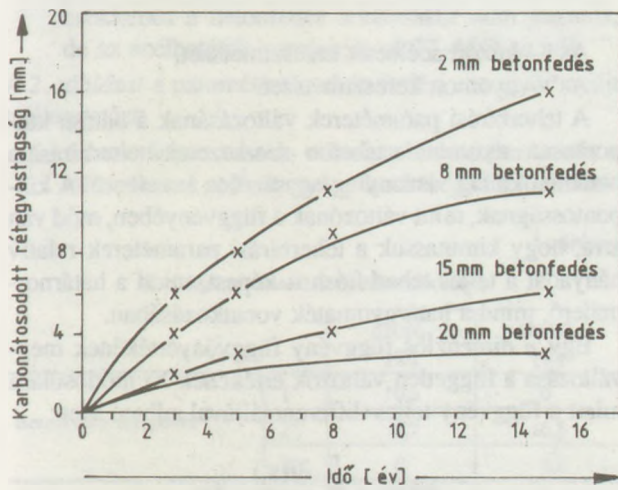
– az utóbbi három évben a potenciál-térképezési technika továbbfejlesztésével a helyszínen mértük az acélbetétek pillanatnyi korróziósebességét.

A vizsgálatok alapján a karbonátosodás és az idő; az acélbetéti átmérőcsökkenése és a betonfedés vastagsága; valamint az acélbetéti átmérőcsökkenése és az idő közötti összefüggéseket a 2–4. ábra mutatja.

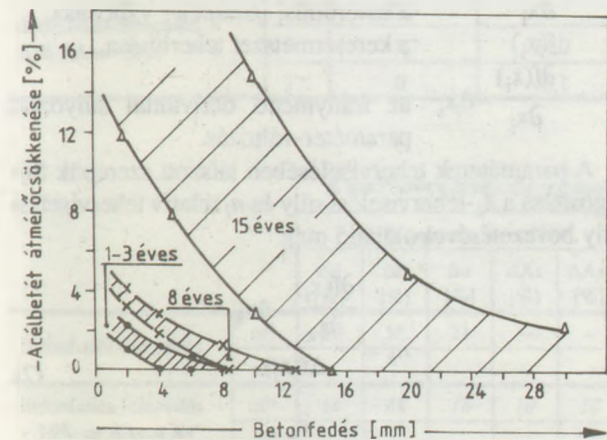
Az ábrákból, ill. a helyszíni vizsgálatokból a következő főbb következtetések vonhatók le:

A helyszíni és az előre gyártott vasbeton szerkezeteknél a gondosan elkészített laboratóriumi modellekkel ellentétben, a tényleges *betontakarások egyes elemeken belül is igen széles intervallumban (2–20 mm között) változtak és lényegesen eltértek a tervezettől.*

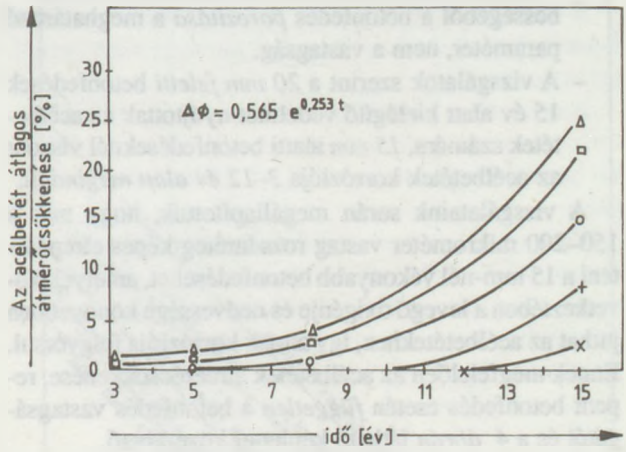
A beton karbonátosodása az egyes elemeken belül szintén széles határok között változik, ami a szerkezetek inhomogenitására utal. Ugyanakkor bizonyos korreláció figyelhető meg a karbonátosodott rétegvastagság és a beton kora között.



2. ábra  
A beton karbonátosodott rétegvastagsága az idő függvényében



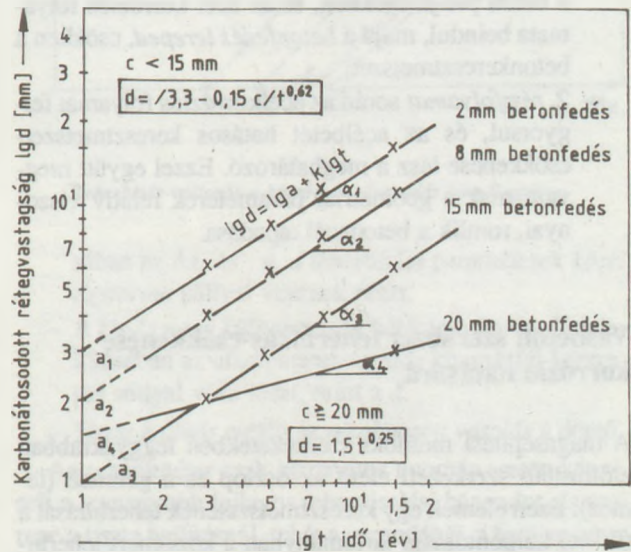
3. ábra  
Az acélbetéti átmérőcsökkenése a betonfedés függvényében (a szerkezet élettartamát figyelembe véve)



- Δ - 2 mm betonfedés
- - 4 mm betonfedés
- - 8 mm betonfedés
- + - 10 mm betonfedés
- x - 15 mm betonfedés

4. ábra

Az acélbetétek átlagos átmérőcsökkenése az idő függvényében, különböző betonfedés-vastagságok mellett



- $a_1 = 3 \quad \lg \alpha_1 = k_1 = 0,62$
- $a_2 = 2 \quad \lg \alpha_2 = k_2 = 0,62$
- $a_3 = 1 \quad \lg \alpha_3 = k_3 = 0,62$
- $a_4 = 1,5 \quad \lg \alpha_4 = k_4 = 0,25$

5. ábra

A beton karbonátosodás sebessége

Az 5. ábra alapján a karbonátosodás sebességére két különböző összefüggés adható meg, nevezetesen:

– A 15 mm alatti betonfedés-vastagság alatt a karbonátosodás sebessége sokkal nagyobb, mint a 20 mm feletti betonfedés esetén. Ez azzal magyarázható, hogy vékony betonfedéseknél a karbonátosodás se-



bességéből a betonfedés *porozitása* a meghatározó paraméter, nem a vastagság.

- A vizsgálatok szerint a 20 mm feletti betonfedések 15 év alatt kielégítő védelmet nyújtottak az acélbetétek számára, 15 mm alatti betonfedéseknél viszont az acélbetétek korróziója 3-12 év alatt megindult.

A vizsgálataink során megállapítottuk, hogy már a 150-200 mikrométer vastag rozsdaréteg képes elrepszteni a 15 mm-nél vékonyabb betonfedéseket, amelyek következtében a levegő oxigénje és nedvessége könnyebben juthat az acélbetétekhez, így annak korróziója felgyorsul. Ennek megfelelően az acélbetétek átmérőcsökkenése, repedt betonfedés esetén *független* a betonfedés vastagságától és a 4. ábrán látható képlettel közelíthető.

A korrózió vasbeton szerkezetek teherbírására gyakorolt hatásának káros volta közismert.

A szabadon álló, gyengén agresszív környezetben lévő vasbeton szerkezetek esetében a korrózió általában nem vált ki kedvezőtlen hatást a szerkezeti anyagok szilárdsági paramétereire, azaz általában nem változnak meg a szilárdsági jellemzők. A korrózió közvetlen, teherbírás csökkentő hatása a *geometriai paraméterek* kedvezőtlen megváltozásában van, azaz:

- 1. részfolyamat során a *betonfedés karbonátosodik*, a beton pH-ja csökken, és az acél korróziós folyamata beindul, majd a *betonfedés lereped*, csökken a betonkeresztmetszet;
- 2. részfolyamat során az acélkorróziós folyamat felgyorsul, és az acélbetét hatásos keresztmetszet-csökkenése lesz a meghatározó. Ezzel együtt megváltoznak a geometriai paraméterek relatív viszonyai, romlik a betonacél tapadása.

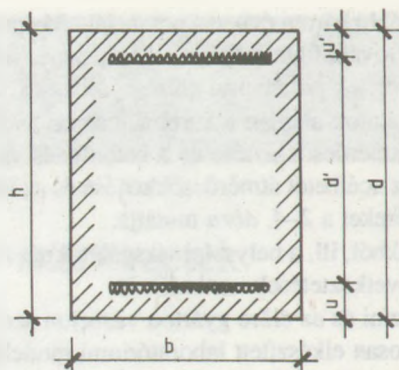
### Vasbeton szerkezet teherbírás-csökkenése korrózió hatására

A magasépítési mérnöki szerkezetekben leggyakrabban előforduló szerkezeti elem az oszlop és a gerenda (lemez). Ezen elemek egy keresztmetszetének teherbírását a  $(0; \infty)$  külpontossági tartományban a közismert teherbírasi vonalsereg írja le, ezért a normálisan vasalt beton-szerkezetek korrózió okozta teherbírás-változását a teherbírasi vonal segítségével tanulmányozhatjuk.

Egy külpontosan nyomott keresztmetszet teherbírását a 6. ábrán is látható paraméterek határozzák meg.

Az eddig elmondottak szerint a teherbírás befolyásoló paraméterek közül a korrózióra a következők érzékenyek:

- b – a keresztmetszet szélessége,
- d – a húzott acélbetét távolsága a nyomott szélső száltól,
- u – a húzott acélbetét távolsága a húzott szélső betonszáltól,
- u' – a nyomott acélbetét távolsága a nyomott szélső betonszáltól,




#### KORRÓZIÓ:

1. részfolyamat:

 betonfedés lerepedés

2. részfolyamat:

 acélbetétek korróziója

6. ábra

A vasbeton keresztmetszet paramétere

$A_s$  – húzott acélbetét keresztmetszet,

$A_{s'}$  – nyomott keresztmetszet.

A teherbírasi paraméterek változásának a hatása külpontosan nyomott vasbeton szerkezetek teherbírására matematikailag viszonylag egyszerűen kezelhető. A külpontosságnak, mint változónak a függvényében, mód van arra, hogy kimutassuk a teherbírasi paraméterek relatív hányadát a teljes teherbíráshoz képest, mind a határmódaerő, mind a határyomaték vonatkozásában.

Egy  $n$  dimenziós függvény függvényértékének megváltozása a független változók értékének  $X_i$  módosulása miatt a függvény teljes differenciáljával adható meg:

$$\Delta f(x_i) = \sum_{i=1}^n \frac{\partial f(x_i)}{\partial x_i} \cdot \Delta x_i \quad (1)$$

Ahol:  $\Delta f(x_i)$  a teherbírás megváltozása,  
 $\Delta x_i$  a teherbírasi paraméter változása,  
 $f(x_i)$  a keresztmetszet teherbírása,  
 $\frac{\partial f(x_i)}{\partial x_i} \cdot \Delta x_i$  az iránymenti deriválttal súlyozott paraméter-változás.

A paraméterek teherviselésében játszott szerepük fajlagosítása a  $\bar{n}_k$ -teherviselési súly és  $n_i$  relatív teherviselési súly bevezetésével oldható meg.

$$\bar{n}_k = \frac{\frac{\partial f(x_i)}{\partial x_k} \cdot \Delta x_k}{\Delta f(x_i)} \quad (2)$$

$$n_i = \frac{\bar{n}_k}{\sum_{k=1}^n \bar{n}_k} \quad (3)$$



Az  $n_k$  relatív teherviselési súly megállapításával lehetővé válik, hogy a szerkezeti elemen fellépő korrózió teherbírásra gyakorolt hatását a korrózió helyétől, jellegétől függően becsüljük.

A teherbírás-csökkenés miatt módosuló teherbírási vonalakat a 7. ábra mutatja be, az egyes paraméterek teherbírást csökkentő hatása pedig 1. táblázatban látható.

Mint a 7. ábrán, ill. 1. táblázatban látható:

- A *központos hatóerő* vonatkozásában, a betonfedés lerepedése a vizsgált keresztmetszet határerejében 10%-os teherbírás-csökkenéssel jelentkezik, és az acélbetétek 20%-os átmérőcsökkenésénél kb. 23%-ra nő,
- A *kis és nagy külpontosság határán a normálerő* tekintetében kimutatható teherbírás-csökkenés szimmetrikus vasalású keresztmetszet esetén nagyjából állandó, 8–10%. A nyomatéki teherbírás-csökkenés a betonfedés lerepedésekor nem jelentős, de az acélbetét korróziójával 25–35%-ra nő.
- A *tiszta hajlítás* esetén bekövetkező teherbírás-csökkenés a betonfedés leválásakor nem jelentős, de az acélbetétek korróziójával 27–46%-ra nő!

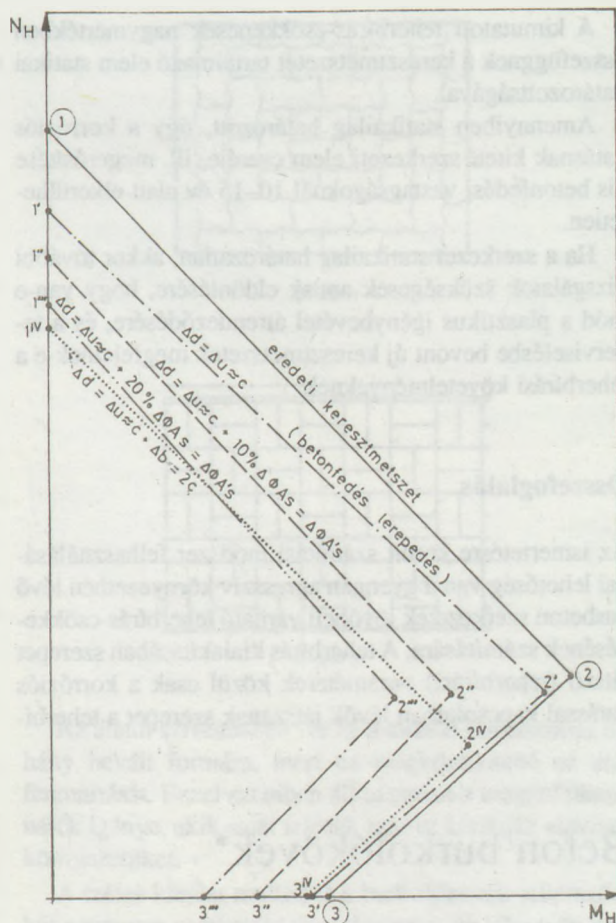
A 2. táblázat a paraméterek teherviselési szerepére nyújt tájékoztatást:

- a szokványos vasalás erősség alkalmazása esetén a *központosan terhelt oszlop* határerejének kialakítá-

1. táblázat

Korrózió okozta teherbírás-csökkenés

		$\Delta N/N_H$ [%]	$\Delta M/M_{Ht}$ [%]
Betonfedés-lerepedés	1'	10,5	0
	2'	8,7	10,8
	3'	0	5,8
Betonfedés-lerepedés + 10% $\Delta A_s + \Delta A_s'$	1''	17,0	0
	2''	8,7	23,0
	3''	0	27,0
Betonfedés-lerepedés + 20% $\Delta A_s = \Delta A_s'$	1'''	22,9	0
	2'''	8,7	34,0
	3'''	0	46,1



7. ábra

Teherbírás-változás a korróziós károsodás következtében

sában az  $A_s$ ,  $A_s'$ ,  $u$ ,  $d$  teherbírési paraméterek közel egyforma súllyal vesznek részt.

- A *kis és nagy külpontosság határán a hatóerő* kialakításában az *alkalmazott vasalás* kb. másfél-kétszeres súllyal vesz részt, mint a  $d$ .
- *Tiszta hajlítás* esetén az *alkalmazott vasalás* a döntő.

Az  $u$  paraméter csak központos nyomás esetén képviseli a legnagyobb fajlagos teherviselési hányadot, és szerepe a tiszta hajlításnál, tehát a gerendánál, a határnyomatékban nulla.

2. táblázat

A korrózióra érzékeny paraméterek teherviselésben játszott „súlya”

		1. Központos nyomás					2. Kis és nagy külpontosság határa					3. Tiszta hajlítás				
		$\Delta d$ [%]	$\Delta b$ [%]	$\Delta u$ [%]	$\Delta A_s$ [%]	$\Delta A_s'$ [%]	$\Delta d$ [%]	$\Delta b$ [%]	$\Delta u$ [%]	$\Delta A_s$ [%]	$\Delta A_s'$ [%]	$\Delta d$ [%]	$\Delta b$ [%]	$\Delta u$ [%]	$\Delta A_s$ [%]	$\Delta A_s'$ [%]
Betonfedés-lerepedés	$n^N$	21	58	21	-	-	28	72	0	-	-	-	-	-	-	-
	$n^M$	-	-	-	-	-	57	43	0	-	-	84	16	0	-	-
Betonfedés-lerepedés + 10%-os $\Delta A_s = A_s'$	$n^N$	16	48	16	10	10	16	42	0	21	21	-	-	-	-	-
	$n^M$	-	-	-	-	-	35	26	0	20	20	19	3	0	43	35
Betonfedés-lerepedés + 20% $\Delta A_s = A_s'$	$n^N$	14	39	18	16	16	12	30	0	29	29	-	-	-	-	-
	$n^M$	-	-	-	-	-	34	26	0	20	20	11	2	0	44	43



A kimutatott teherbírás-csökkenések nagymértékben összefüggnek a keresztmetszetet tartalmazó elem statikai határozottságával.

Amennyiben statikailag határozott, úgy a korróziós hatásnak kitett szerkezeti elem cseréje, ill. megerősítése kis betonfedési vastagságoknál 10–15 év alatt elkerülhetetlen.

Ha a szerkezet statikailag határozatlan, akkor további vizsgálatok szükségesek annak eldöntésére, hogy van-e mód a plasztikus igénybevétel átrendeződésére, és a teherviselésbe bevont új keresztmetszetek megfelelnek-e a teherbírás követelményeknek.

## Összefoglalás

Az ismertetésre került számítási módszer felhasználásával lehetőség van a gyengén agresszív környezetben lévő vasbeton szerkezetek jövőbeli várható teherbírás-csökkenésének számítására. A teherbírás kialakításában szerepet játszó (teherbírás) paraméterek közül csak a korróziós hatással kapcsolatban lévők játszanak szerepet a teherbí-

rás csökkenésében. Ezért az adott feladathoz esetenként kell megállapítani a teherbírás csökkenésében szerepet játszó paramétereket. Mivel a korróziós hatás általában csak szerkezeti elem keresztmetszeti méretét és esetlegesen az alkalmazott vasalást érinti kedvezőtlenül, ezért a számításba veendő paraméterek száma nem nagy (így a számítás könnyen elvégezhető).

Amennyiben kellő számú, megbízható adat áll rendelkezésünkre a gyengén agresszív közegben lévő vasbeton szerkezetek korróziójára, úgy elegendő biztonsággal állapítható meg a szerkezet jövőbeni viselkedése az adott feltételek között.

## Irodalom

- [1] *Vargáné Kemper Mária – Kelemen Miklós: Agresszív környezetben lévő betonszerkezetek időtartamának előrejelzése.* FTV kutatási jelentés. Budapest, 1983.
- [2] *Kelemen Miklós: Vasbeton szerkezetek diagnosztikai rendszerének továbbfejlesztése.* FTV kutatási jelentés. Budapest, 1987.

## Beton burkolókövek\*

Somkuti Á. Tamás  
VIACOLOR Kft.

A beton burkolókövek alkalmazása a fejlett ipari országokban évtizedek óta bevált és egyre hatalmasabb méreteket ölt. Magyarországon ez még sajnos messze nem így van, s bár a felhasználás a legutóbbi időben növekedést jelez, ennek mértéke még a legkevésbé sem kielégítő.

Akadályt jelent, hogy újra meg újra félelértések merülnek fel a megbízó és a kivitelező, illetve a tervező és a gyártó között. Határozott tapasztalataim szerint ezek a félreértések igen gyakran a kölcsönösen hiányzó megértésen, vagy egész egyszerűen a részletek ismeretének hiányán alapulnak.

Előadásommal szeretnék javítani ezen a helyzeten. Ezért rövid bevezető után csak azokkal a problémákkal, jelenségekkel foglalkozom, amelyeket e területen elsősorban tapasztaltam, és szerintem az előrelépés akadályai.

### Néhány szó a múlttól

Beton burkolókövet Németországban már a múlt század végén gyártottak, s a 30-as években már nagy forgalmú utat építettek felhasználásukkal. Alkalmazásukban minő-

ségi ugrást jelentett a kapcsolódó kövek kialakítása és a korszerű vibráció megjelenése.

Szinte minden közlekedési felületnél beváltak. Így pl. lakóterületek útjain, gyalogutakon, kerékpárutakon, gazdasági utakon, parkokban, ipari felületeken, parkolóknak, peronok, teraszok, garázsok behajtóin stb.

Alkalmazásuk rohamos növekedése a következő előnyös tulajdonságaikon alapul:

- mérettartóak, csúszásmentesek,
- jól ellenállnak fagynak, olvasztósóknak,
- üzemanyagokkal, olajokkal, zsírokkal szemben érzéketlenek,
- hőterhelést jól bírják (ez okból Angliában már repülőtéren gurulópályát is építettek felhasználásukkal),
- élettartamuk hosszú, fenntartási költségük alacsony,
- szakképzetlen dolgozók is fektethetik,
- könnyen fektethető kézzel vagy géppel,
- problémamentesen és zajterhelés nélkül felszedhető és veszteség nélkül újra felhasználható...

Csak egy példa: Budapesten egy évben kb 15–20 000 járdabontási engedélyt adnak ki. Ha egy ilyen átlag 4 m<sup>2</sup>-nek veszünk, akkor burkolókövek esetén egy évben 60–80 ezer m<sup>2</sup> felületnél nem lenne szükség a betonaszfalt feltörésére, a törmelék elszállítására, az új anyagok ki-

\* Az SZTE Beton szakcsoportjában 1992. május 27-én elhangzott előadás.



szállítására, megkeverésére, bedolgozására stb. A zajhátárról már nem is beszélve.

Esztétikus. Alkalmazási lehetőségeinek palettája olyan széles körű, hogy az építészeti kívánságoknak gyakorlatilag nincs is határa.

Ami még igen lényeges, előzőekben felsorolt előnyök mellett ezek a burkolatok a hagyományos burkolatokkal árban is versenyképesek, ugyanakkor energiataartalmuk azoknak csak mintegy 30%-át teszi ki.

Az NSZK-ban a keleti területek nélkül 80–100 millió m<sup>2</sup> beton burkolókövet raknak le évente. Ausztriában ez a mennyiség 1,8 millió m<sup>2</sup>, Magyarországon 300 E m<sup>2</sup>. A lakosság számát tekintve az NSZK-ban évente 1,5 m<sup>2</sup> lerakott útburkoló követ lehet számítani minden polgárra. Ausztriában 0,24 m<sup>2</sup>-t, Magyarországon 0,03 m<sup>2</sup>-t.

Ebben a vonatkozásban – és ez igen fontos mutatószám – a felhasználás az NSZK-ban hatszor annyi, mint Ausztriában, Ausztriában nyolcszor annyi, mint Magyarországon, és az NSZK-ban majdnem *ötvenszer annyi*, mint Magyarországon!

Véleményem szerint ezek a mutatók jelzik számunkra a lehetséges fejlődést, a jövőt ezen a területen.

Legalább műszaki-technikai ismeretek vonatkozásában el kellene kezdenünk az alapozást! Magyarországon, sajnos, nincsenek megfelelő, általánosan elfogadott alkalmazási ismertetőik, tervezési, méretezési előírások, kivitelezési előírások, vizsgálati előírások, eljárások stb.

Meglehetősen kaosz tapasztalható ezen a téren. Betonra teszik ott is, ahol nem szükséges; nem megfelelő ágyazó vagy besöprő anyagot alkalmaznak; nem biztosítanak megfelelő vízelvezetést, víztelenítést; nem raszterban terveznek; nem alkalmaznak megfelelő fugát, megfelelő betömörítést, tömörítő eszközt; nem megfelelő a besöprés; nem megfelelő tisztítási eljárásokat alkalmaznak; stb. Ezeket a problémákat rendezni kellene.

Sajnos – tisztelet a kivételnek – a leghivatottabbak, a tervezők sem rendelkeznek mindig megfelelő ismeretanyaggal.

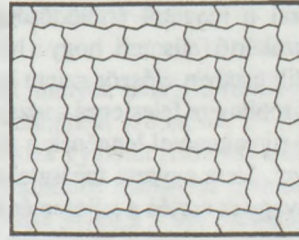
Nincs ismeretem, hogy ez a burkolatrendszer milyen mértékben szerepel nálunk a különböző közép- és felsőfokú oktatási szakintézmények anyagaiban, de tapasztalataim optimizmusra sok okot nem adnak.

Jelentős előrelépésnek tekintem azonban, hogy már létezik a beton burkolóelemekkel kapcsolatos magyar szabvány, az MSZ 4751/1991.

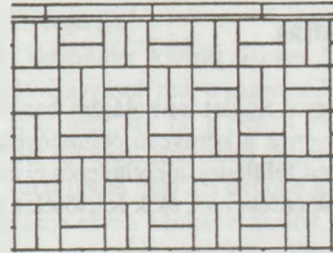
Úgy gondolom azonban, hogy egyes tisztelt gyártóknak illene feltüntetniük vagy közölniük, hogy termékük csak forma szerint hasonlít a beton burkolókövekhez. Ez alól az sem mentesít, hogy ilyen-olyan kőnek nevezik terméküket.

## Kínálat és általános tervezési előírások

A fejlett országokban a különböző formájú, méretű, színű és felületi struktúrájú burkolókövekből a kínálat óriási, szinte áttekinthetetlen.



1. ábra



2. ábra

Az állam szívesebben venné a kínálat korlátozását néhány bevált formára, mert ez megkönnyítené az utak fenntartását. Ezzel szemben áll azonban a magánfelhasználók igénye, akik saját ízlésük szerint kívánják alakítani környezetüket.

A széles kínálat mellett is a burkolókövek jellemzően két csoportra oszthatók: összekapcsolt (1. ábra) és nem összekapcsolt (2. ábra) kövekre.

A nem összekapcsolt kövekből (négyzetes, négyszög alakú kövek és ezek speciális formái) készült burkolat a közlekedésből adódó terhelést tehermegosztó hatás nélkül továbbítja az alap felé. Ezek oldalirányban határolást igényelnek (szegélyek, peremkövek).

Az összekapcsolt kövek a pontszerűen jelentkező közlekedési terhelést a burkolat nagyobb felületén osztják el. Vízszintes irányban nyomó- és húzóerőket egyaránt képesek átvinni. Legtöbb esetben nincs is szükség oldalirányú behatárolásra.

Mindenfajta burkolókőnél lehetséges a színezés. Nagyon igényes kivitelezéshez különleges felületi megmunkálással (mosott, fűvott, lángkezelt, görgetett stb.) és speciális kiegészítésekkel készült köveket kínálnak.

Nagyon fontos, hogy a célnak megfelelő kőtípus kerüljön felhasználásra, és ezek megfelelő alépítményre kerüljenek. Minél nagyobb a közúti terhelés, annál kényesebb a burkolat az alépítmény hibáira és a túl szoros fugákra! Az alépítmény, illetve a hordozóréteg hiányosságai, a lerakási, illetve a beépítési hibák természetesen kiváló minőségű burkolókövek esetében is károsodásokhoz vezetnek. Mégis azonnal a köveket kezdik vizsgálni.

Nézzünk egy példát. Ha egy belső égésű motorban vagy sebességváltóban nincs olaj, a kár elkerülhetetlen. Ugyanez a helyzet, ha nem megfelelő az alépítmény, vagy a burkolókövek között túl kicsi a fugatávolság.



Mégis ugyanazzal a magától értetődőséggel, ahogyan előző esetben a szakértő felismeri, hogy a hiba oka az olaj hiánya, a második esetben először szinte kizárólag a kő szilárdságának – többnyire felesleges – vizsgálatát végzik el anélkül, hogy figyelemmel lennének a fugatávolságra vagy alépítményre. Nem egyszer tapasztaltam, hogy be-roggyant terület vagy út esetén a teljesen ép köveket vizsgálatták. Igen fontos továbbá a megfelelő lejtés, illetve vízelvezetés biztosítása.

## Felületkialakítás

Szükséges, hogy a felület burkolására használt anyagok egyeztetve legyenek a környező építményekkel, a hasznosítani tervezett felülettel, a kivitelezés elviselhető költségeivel és azok érdekeivel, akik felelősek a terület fenntartásáért.

Egy terület a gyalogosnak lehet túl sima vagy túl egyenetlen, a köztisztaságiaknak célszerűtlen, az áruforgalomnak túl kényes, a közműveseknek problematikus, a várostervező szempontjából esztétikailag nem kielégítő. Számos tervezési szempontot kell tehát figyelembe venni, melynek során ügyelni kell magának az anyagnak a felületkialakítására, a felületi struktúrára, a kötési képre, a fugák képre, a színre, valamint az eltérő színek és struktúrák mindenkorai kontraszthatására.

Az ilyen kialakítási eszközök jelentőségét azonban óvatosan kell kezelni, nem szabad túlértékelni:

- Az úthasználó a forgalmi területet többnyire csak nagyon alacsony látószögben nézi, ezért pl. bizonyos nagy területű mintázatokat nem is lát.
- Alacsony látószögben a színek csak nedves felületen érvényesülnek. Egyébként a tervező és a felhasználó is hajlamos elfelejteni vagy egyáltalán figyelembe venni, hogy a prospektus képei – amiket általában látnak – nedvesített felületről készülnek, továbbá a színeket – kivételes esetektől eltekintve – szürke cement színezésével állítják elő, ami természetesen nem biztosíthat csodálatos élénk színeket.
- Száraz időjárásnál nem annyira a színelkülönbségek érzékelhetők, mint a sötét-világos kontrasztok, illetve a betonfelület struktúrájának kontrasztjai.

A színek közül többnyire a meleg árnyalatokat részesítik előnyben, vagyis az olyan földszíneket, mint a barna, vörös, vöröses- vagy sárgásbarna.

Tiszta színelkülönbségek csak fekete és fehér, adott esetben vörös és fekete kövek között lehetségesek. Azonos betonfelületek esetében a fekete és szürke, vagy vörös és szürke anyagok között a kontraszthatások tartósan nem maradnak felismerhetők.

Tervezői döntésekben nem nagyon törődnek azzal, hogy a gyalogos perspektívájából a legigényesebb színes alaprajzot ábrázoló minta sem érvényesül.

Már a tervezés során figyelembe kell venni, hogy a burkolatot géppel vagy kézzel fogják-e lerakni. (Egy konfekciós termék is lehet igen kiváló, de akinek fokozott igényei vannak, annak méretre kell varratni.)

Gépi lerakásnál a távtartós köveket kell előnyben részesíteni. Pontszerű vízelvezetést kerülni kell. Ha mégis alkalmazzuk, akkor a burkolatot a lefolyó közelében szárazhabarcsba kell fektetni.

## Kivitelezés és átvétel

Sajnos, gyakran előfordul (magam is tapasztaltam), hogy a burkolókövek külsejét, tulajdonságait csak akkor kifogásolják, amikor a lerakás már megtörtént, pedig ez minden érintett számára a legelőnytelenebb.

Amennyiben kétségek vannak abban a vonatkozásban, hogy a szállítmány megfelel-e a megrendelésnek, illetve a kívánt minőségnek, nem szabad elkezdni a lerakási munkát, sőt már a kiszállítást is félbe kell hagyni, míg meg nem történik a probléma tisztázása. Ilyen esetek – szinte kivétel nélkül – a színárnyalat, illetve a kivirágzási jelenségek miatt fordulnak elő.

Előfordulnak sajnos olyan próbálkozások, amelyek szándékosan azt célozzák, hogy – a köveket lerakják, majd színtónus kifogásra hivatkozva a lerakási, felszedési, ki-be szállítási költségek megtérítésével fenyegetőzve – előre elhatározott, jelentős mértékű árengedményt kényszerítsenek ki.

## Színes kövek megítélése

A színes betontermékek átvételénél gyakran kerül sor vitákra, nézeteltérésekre, elsősorban a lerakott felület kinézetével kapcsolatban. Sajnos, a hibák ebben a vonatkozásban nagyon nehezen objektiválhatók és elsősorban az egyéni ízléssel kapcsolatosak. Míg egy kopott farmer, egy féregrágtá antik fapelület szépnek számít, a terméskő színárnyalatait kellemesnek tartják és egyértelműen a felület élénkítésének tekintik, a betonfelület hasonló jelenségei gyakran szolgáltatnak kifogásra okot.

Egyértelműen ki kell tehát jelenteni, hogy az útépitésre szolgáló színes betontermékek természetes anyagokból készült tömegtermékek, amelyeknél a legnagyobb gondosság és ellenőrzés mellett is felléphetnek színárnyalatra fontos befolyások. Röviden: a színíngadozások elkerülhetetlenek!

Ilyen ingadozást számos tényező válthat ki: pl. a cement, az adalékanyagok saját színe, szemcsemérete, a víz-cement tényező, a pigmentek, a beton kötésének, érlelésének körülményei és a beton kora stb. Ezen tényezők közül számosak befolyásolhatók, de csak bizonyos határok között. Lényeges, hogy az egyes tényezők hatása összegeződik-e, vagy egymást gyengítik.



Világos színtónusú (sárga, zöld, natúr) köveknél különösen kirívó a cement tónusa, ugyanakkor sötét festékanyagoknál (sötétbarna, fekete) gyakorlatilag nincs befolyása a világosabb vagy sötétebb cementnek.

A beton színtónusa függ a beton homokliszt tartalmától (0–0,25 mm-es finom részektől). Homokdús adaléknál a színhatás jobban függ a keverési aránytól. A víz-cement tényező megváltozása ugyancsak kihat a színtónusra. A víz-cement tényező növelésével a beton színtónusa világosabb lesz. Ennek oka, hogy a beton kiszáradásánál kis pórusok képződnek, amelyeknek fényszóródása erősebb. Gyakorlatilag a jól csapolt sörnél látható hatás jelentkezik. A habkorona fehér és nem sárga, mint maga a sör, mert a finom levegőhólyagocskák a fényt szórják, és ezért világosnak tűnnek.

A beton szilárdulása során keletkező kristályok (kalciumszilikát-hidrát) a szilárdulási körülményektől függően, különböző sebességgel növekednek és különböző nagyságban jelentkeznek. Minél finomabbak a tűkristályok, annál nagyobb a fényszóró képességük. Magasabb hőmérsékleten történő szilárdulásnál vékony tűkristályok keletkeznek, amelyek világosabb színtónust adnak. Tónuskülönbségek azonban azonos hőmérsékleten való szilárdulás esetén is jelentkeznek, az egymástól eltérő rak-tározási módok miatt. Röviddel a gyártás után már szabadban tárolt betontermékeknel a hőmérsékleti és légnedvességkülönbségek a színtónusra jelentősen hatnak.

A festékadagolás egyenetlenségei csekélyebb színézésnél erőteljesebben jelentkeznek, mint erősebbeknél. 5–6%-os festékmennyiség felett a színtónus telítettsége már olyan, hogy a festékadagolás ingadozásai észrevehetetlenné válnak.

A hosszabb ideje meglévő felületeknél a sózás és a szennyeződések hatása mind a natúr, mind a színes kövek felületét megváltoztatja.

A mechanikus igénybevétel, valamint az időjárás hatására a felületen a beton adalékanyagai idővel egyre jobban láthatóvá válnak, és saját színük befolyásolja az összbennyomást.

Az időjárás viszonyok és a mechanikai igénybevétel eltérései minden betonnál, így a színezettnél is, a saját szín megváltozásához vezetnek. A változásokat a nagyon világos és a nagyon sötét színeknel lehet gyorsan észlelni.

Német vizsgálatok szerint az időjárás okozta elszíneződés szempontjából a kohósalakcement kedvezőtlenebb a portlandcementhez képest. A portlandcementeknel pedig a 450-es jobb, mint a 350-es.

Ipari klímánál magasabb színállandóságot figyeltek meg, mint a tavak és hegyek üszta levegőjében. Erre valószínűleg az is egy magyarázat, hogy ipari klímában a felszíni erózió gyorsabban végbemegy, és ezáltal állandóan a mélyebben fekvő, és még nem elszíneződött (színtelenedett) alsóbb bctonrétegek válnak szabaddá.

## Kivirágzások

A kivirágzások, melyek színezett és nem színezett betonnál egyaránt fellépnek, különösen a privát felhasználók esetében vezetnek gyakran reklamációkhoz, mert ezek a szép színekre különös hangsúlyt fektetnek, és nem hajlandók tudomásul venni a beton tulajdonságait.

A kivirágzásokat rendszerint csak a száraz terméken látni és csak akkor, ha eltérő intenzitással lépnek fel. Kivirágzás esetén a betonfelület eltérő módon és intenzitással kivilágosodik, foltos lesz, szélsőséges esetben pedig fehér lepedék vonja be.

Primer és szekunder kivirágzásokat különböztetünk meg. Primer kivirágzások már a beton szilárdulásakor jelentkeznek, azaz még mielőtt a betont időjárás hatásai érik. Szekunder kivirágzások ezzel szemben az időjárás hatásainak kitett beton első két évében jelentkeznek.

A kivirágzások olyan kémiai reakciók, amelyek a fiatal betonban a cement, a víz és a levegő között játszódhatnak le, és betontechnológiai szempontból a szilárdulási, „kötési” folyamat teljesen természetes elemei. A beton tulajdonságait egyáltalán nem befolyásolják. Jelenleg, sajnos, nincs olyan gazdaságos gyakorlati módszer, amellyel a kivirágzásokat teljes biztonsággal ki lehetne zárni a betonköveknél.

Vegyileg vízben oldott  $\text{Ca(OH)}_2$  kicsapódásáról van szó, amely a víz elpárolgása és a levegő szén-dioxidjával való reagálás után a betonfelületen kalcium-karbonátként csapódik ki ( $\text{CaCO}_3$ ). A kiütözések időnként lehetnek kalcium-szulfátból ( $\text{CaSO}_4$ ) vagy magnézium-szulfátból ( $\text{MgSO}_4$ ) is.

Az úgynevezett primer kivirágzások valószínűsége annál kisebb, minél tömörebb a beton. Tulajdonképpen azt várnánk, hogy a tömör betonon szekunder kivirágzások nem fordulhatnak elő, mert ha a  $\text{Ca(OH)}_2$  a még meg nem szilárdult betonban sem vándorolhat a beton felületére, akkor ez a szilárdulás után méginkább nem lehetséges. A kivirágzás azonban bekövetkezik. A gyakorlatban az elkészült beton nem egyformán tömör, s így a kevésbé tömör helyeken a mész megjelenhet. Valószínű, hogy az időjárás hatására a felületi cementbőr idővel mindinkább áteresztí a meszet.

Minden esetre vitathatatlan, hogy a kivirágzások a betonnal gyakorlatilag mindig és mindenhol fellépnek. Így van ez akkor is, ha kialakulása igen sokféle módon befolyásolható. Burkolókövek vonatkozásában ezt a kérdést biztonsággal, és ugyanakkor gazdaságosan a vegyi anyagok sem oldják meg. A tetőburkoló elemek gyártásánál használt eljárások itt megfelelően nem alkalmazhatók.

Megfigyelőállomásokon végzett kísérletek bizonyítják, hogy az időjárás hatásainak kitett betonköveken a kivirágzások ugyanúgy megjelentek Németországban, Hollandiában, de Floridában és Arizonában is. Megjegyzendő, hogy Arizona sivatagi klímájában a kivirágzások éppen olyan erősek voltak, mint Florida nedves-meleg



klímájában, továbbá messzemenően függetlenek voltak a kihelyezés évszakától.

Kockázatos tehát a gyártók számára színes betontermékeket évente egyszer legyártani és felhasználásáig szabadban tárolni.

Természetes időjárás és normál igénybevétel mellett csökken a kivirágásra való hajlandóság, a lágy esővíz ezeket kioldja, és általában a használat első 1-2 éve alatt eltűnnek. A beton felületén lévő oldhatatlan mészfátyol lassan a nedvességgel és a levegőben lévő szén-dioxiddal reagál, miközben kalcium-hidrokarbonát képződik. Az utóbbi vízben oldható. Ez az oka a lassú lekopásnak. Olyan vidéken, ahol a kén-dioxidtartalom a levegőben magas, a mészfátyol éppen a kén-dioxid miatt látszik feloldódni. Valószínű ez is oka, hogy iparvidékeken a mészkivirágzások gyorsabban lekopnak, mint a tiszta levegőjű környezetben. (Emiatt azonban még ne legyünk légszennyezés-pártiak.)

A kalcium-karbonát kiütkezéseket hígított savakkal – pl. 10%-os sósav, hangyasav – való lemosással el lehet távolítani. Sav használata esetén a betonfelületet előre jól meg kell nedvesíteni és a kezelés után intenzíven le kell mosni. Ügyelni kell azonban arra, hogy a felületen az oldási folyamat a finomhabarcs rétegben ne vezessen esetleges strukturális és még rosszabb színkülönbségekhez.

Meggyőződésem, hogy az esetek túlnyomó többségében egyszerűen túlbecsülik a kivirágzás jelentőségét, elfeledve, hogy beton tömegtermékről van szó. Nagyon fontosnak tartom azonban, elsősorban a gyártók részére, hogy ezt a kérdést még az eladási tárgyalások során tisztázzák, mert így nagyon sok kellemetlenség, kár elkerülhetővé válik.

## Burkolókövek lerakása

Bár a beton burkolóköveknek kétségkívül nagy előnye, hogy a lerakáshoz nincs szükség szakképzett emberekre, számos szabályt azért feltétlen be kell tartani.

A továbbiakban e területnek csak azon részeivel foglalkozom, ahol a legtöbb problémát tapasztaltam.

Lerakás előtt a burkolat ágyazatát a megfelelően kivitelezett alépítményen el kell egyengetni, és a kívánt felületre lehúzni. Az ágyazat vastagsága tömörített állapotban 3–5 cm legyen. A gyártásból adódó elkerülhetetlen magassági eltéréseket (ez a szabvány szerint  $\pm 5$  mm) az ágyazattal kell kiegyenlíteni.

Megfelelő ágyazó anyag alkalmazása igen fontos. A 3–5 súlyszázalék szennyeződést tartalmazó agyagos vagy iszapos homok éppoly kevésbé alkalmas, mint pl. a túl finom homok vagy a szítálatlan, túl durva törthomok-zúzottkő keverék.

Lerakás során a fugák szélessége nem lehet 3–5 mm-nél kisebb. A köveket raszterméret szerint kell lerakni. Ennek igen egyszerű oka van:

A burkolókövek a technika jelenlegi állása szerint (DIN 18501, MSZ 4751, ÖNORM stb.) a szükséges hosszúsági vagy szélességi méretektől  $\pm 3$  mm-rel eltérhetnek. Egy napi termelés legrövidebb és leghosszabb köve között – még optimális gyártás esetén is – 2,5 mm különbség lehet. Ezt egyszerűen adottnak kell tekinteni. Csak akkor keletkezik tehát kielégítő fugázási szélesség, ha olyan raszterméretből indulunk ki, amely tekintetbe veszi ezeket a méreteltéréseket. Az ilyen felület a kövek későbbi felszedését és újra lerakását is fáradság nélkül lehetővé teszi.

Ma már sokszor távtartókkal gyártják a köveket. Ezek megakadályozzák a kövek kritikus lerakását, azonban nem értékelhetők „fugapótlékként” és nem indíthatnak arra, hogy az ilyen köveket szorosan egymás mellé rakjuk le. Ezek a távtartók csak segédletül szolgálnak a minimális fugatávolsághoz. A raszterméret betartása, illetve a megfelelő szélességű fugák biztosítása az ilyen köveknél is elengedhetetlen. Ez okozza a legtöbb problémát a gépi lerakásnál.

A túl sűrűn lerakott burkolókövek tipikus sérülése a kagyló alakú lepattogzás a felső éleken. Ezért már a tervezés során el kell dönteni, hogy kézzel vagy géppel fogják-e lerakni a köveket.

A kézi és gépi lerakás összehasonlításánál nemcsak az idő- és költség tényezőt kell bekalkulálni, hanem azt is, hogy különbség van magában a kivitelezésben is. Csak kézi lerakás esetében lehetséges eltérő rakatokból egyszerre darabokat kivenni. Ez pedig még cementszürke (natúr) burkolatnál is ajánlatos, ha a felülettel szemben különleges optikai igényeket támasztanak.

Képzett útburkoló alapvetően keveri a különböző rakatokból származó köveket, hogy egyenletesen meľfrozott felületet kapjon. Ily módon el lehet kerülni a nagyobb, egymástól eltérő színezésű területeket, amelyek nem meľfrozottként, hanem foltosként hatnak.

Már az első kősor lerakásánál be kell tartani a raszterméretet a lerakás irányára keresztben.

Egyenes fugavezetés biztosítása céljából hosszirányban kb. 3 méterenként zsinórokat kell kifeszíteni. Igen gondosan kell ügyelni a derékszögűségre, amelyet 1–3 méterenként folyamatosan ellenőrizni kell. Ha a lerakás során csúszások vagy egyéb eltérések észlelhetők, azokat azonnal ki kell igazítani.

Fektetés után a fugákat folyamatosan fel kell tölteni. A fugák kitöltése rendszerint 0–2 mm-es száraz homok leterítésével történik. Csak tiszta anyag használható. Az iszap, az agyag bekerül ugyanis a felületi pórusokba, és teljesen elszínezi a felületet. Eltávolításukra sem a savazás, sem a mechanikus tisztítás nem hatásos.

Bevált a tört homok vagy a finom bányahomok használata is, amely a fuga gyors „megszilárdításához” vezet. Továbbá kisebb a veszélye annak, hogy a forgóseprűs tisztítóberendezések vagy az erős és nem megfelelő szögállású vízszögár a kitöltést kimossa. Éppen ezért nem sza-



bad túl széles fugákat sem alkalmazni. Ezek a hibák a burkolat komoly károsodását okozhatják.

A lerakás és a fugák kitöltése után a burkolatot egyenletesen kell a vibráció hatásának kitenni, a szélektől a közép felé, a stabilitás eléréséig. Előzőleg a burkolatot és a simítólapokat meg kell tisztítani. Színes vagy texturált kövek alkalmazása esetén nem szabad nedves felületen dolgozni.

Olyan tömörítő eszközt kell használni, melynek vibrációs ereje nem haladja meg a 16 kN-t. Hengereket alkalmazni nem szabad. Gumi- vagy műanyag lemezes vibrátorok alkalmazásánál értékes energia vész el, mégis hasznos az alkalmazásuk. Színes vagy texturált felületek esetén azonban csak ezek használhatók. A homokkal beszórt felületeknél ugyanis az acéllap az egyes szemcséket a legfinomabb lisztű dörzsöli szét. Ez a liszt – különösen ha nedves – belepréselődik a kő felületén lévő kapilláris pórusokba, és az itt jelen lévő szabad mésszel kalcium-szilikátokká kapcsolódhat.

Az ilyen szennyezés eltávolításához gyakorlatilag el kell távolítani a legfelső cementbőr réteget. Ezért színes felületeknél nagyon fontos csak száraz homokkal és gumilapokkal dolgozni.

Ha az idők folyamán a fugák kiürülnének, újra fel kell tölteni homokkal. Az utcaseprőgépek túl korai alkalmazása nagyon káros lehet. Csak akkor szabad ilyen gépeket használni, ha a fugák már kellő tömörődéssel kitöltöttek.

A közutak állagának és használhatóságának egyik fontos előfeltétele a lehulló esővíz jó elvezetése. Ezért a beton burkolókő burkolatokat kielégítő kereszt- és hosszirányú lejtéssel kell elkészíteni. Minimális mértéke 2,5%.

Az útburkoló köveket lehetőség szerint lineáris vízlevezetéssel kell ellátni. A pontszerű víztelenítéssel ellátott felületek nehézséget jelentenek. Ehhez járul, hogy a lefolyók közelében a szivárgó víz kimoshatja a homokot, ha csak nem rakják a köveket a lefolyó közelében már eleve szárazhabarcsba.

## Összefoglalva

Lehetőség van egy korszerű, tartós, gazdaságos és esztétikus burkolatrendszer bevezetésére.

Kedvező hazai tapasztalataik alapján – csatlakozva, illetve felhasználva egy, a területen évek során nem kifáradó tevékenységet tevő magyar cég tevékenységét – különböző nyugati cégek tőkebefektetéssel már hozzájárultak a gyártóháttér kialakításához.

A különösebb pénzt nem igénylő, tehát napjainkban egyszerűbb feladatot, a megfelelő műszaki-technikai ismeretek kialakítását, elterjesztését, a tervezői fantázia megmozgatását, a rövid távú gondolkodás megváltoztatását kell megoldanunk. Remélem, sikerül, mert ellenkező esetben – igen komoly károk mellett – jelentős időhátányba kerülünk.

# Lakóépületek állapotát meghatározó diagnosztikai vizsgálatok módszerei és tapasztalati következtetések\*

Bleuer Miklós  
FTV KEMOKORR Kft.

## Bevezetés

Jelen előadás a lakóépületek kezelőjéhez, használójához kíván szólni, és aktualitását a 25/1992. sz. Kormányrendelet adja, mely többek között előírja, hogy az építmény tulajdonosa az építmény állékonyságát 20 évenként, illetve átalakítás esetén mindig köteles felülvizsgáltatni. A törvényben leírtak nem újszerűek, mert eddig is voltak különböző szintű rendeletek, melyek a rendszeres felülvizsgálatot elrendelték. A rendeletek egy része az általános felülvizsgálatokat határozta meg, míg a másik részük különböző szerkezeti anyagok szakvizsgálatát írta elő.

\* Az „Építmények korrózióvédelme 1992” konferencián elhangzott előadás.

Az állapotvizsgálatok elvégzése tehát eddig is kötelező érvényű volt, amit a partnerek túlnyomórészt be is tartottak. Az állami lakások kezelői, az IKV szervezetek rendelkeztek a szükséges anyagi fedezettel, a szakértő intézetek felkészültek és folyamatosan végezték a vizsgálatokat. Így az előírásokat formailag teljesítették, de az elérendő cél, az épületállomány műszaki állapotának biztosítása nem lett megoldva. Az alapos vizsgálat ugyanis semmit sem ért, amikor pénz arra már nem jutott, hogy a minimális felújítási munkákat elvégezzék, vagy a rendszeres karbantartást biztosítsák.

Az utóbbi 3 évben a helyzet tovább romlott. Most már nemcsak a helyreállításra, de a vizsgálatokra sincs elég pénz. A 40 év tulajdonosi kezelés hiánya és a jelenlegi pénzhiány katasztrofális helyzetet teremtett, amely épüle-



teink rohamos pusztulását okozza. A károsodások gyorsulásának csak egyik oka az előbb említett tisztázatlan tulajdonosi és anyagi probléma. A károsodásokat az országra jellemző műszaki és történelmi paraméterek is befolyásolják. Ez alatt azt értjük, hogy olyan szerkezeti anyagok felhasználásával is készültek épületek, amelyekről később derült ki, hogy nem tartósak, vagy a hosszú élettartam csak megfelelő körülmények biztosításával érhető el. A megállapítás az ország egész területére jellemző, de a főváros reprezentatív egységnek tekinthető, ahol minden szerkezeti anyag megtalálható.

## Jellemző szerkezeti rendszerek ismertetése

Budapest építése jó közelítéssel időszakokra osztható. A történelmi városrész több száz éves házait leszámítva, a város arculatát meghatározó kerületek a múlt század közepétől, majd gyors tempóban a kiegyezés után épültek. Ezek kora 100–150 év. A korszerű XX. századi negyedek is 50–80 évesek. A legújabb együttesek, a jellemzően blokkos, majd panelos épületek is lassan elérik a 30–50 éves kort. A különböző időkben jellemző anyagú és szerkezetű házak épültek, természetesen egyazon időben lényeges átfedésekkel, egymás mellett több rendszer együttes alkalmazásával.

Ezzel azt kívánjuk hangsúlyozni, hogy Budapest épületei – anyagukat és szerkezetüket tekintve – nagyon inhomogének, és ezek műszaki megítélése is szelektív elbírálást igényel.

Vállalatunk 30 éve végez különböző szintű állapot- és szakvizsgálatokat, így nagy tapasztalattal rendelkezünk a különböző szerkezetű és anyagú épületek károsodási folyamatairól.

Az egész épület állapotáról, mindenre kiterjedő összetett állagvizsgálattal lehet képet alkotni. A feladat több szakág szakértőinek összehangolt munkájával oldható meg.

Jelen előadásban, idő hiányában, csak a fő vízszintes és függőleges teherviselő szerkezetek állagával kapcsolatos vizsgálatok szükségességével és módjával foglalkozunk. Ezen belül is a fizikai állapotot tárgyaljuk, és nem térünk ki az erkölcsi avulásra, amely esetenként szintén fontos lehet.

A fizikai elhasználódás, azaz a műszaki állapot romlása bonyolult fizikai, kémiai, esetleg biológiai folyamat. Lényege, hogy az épületszerkezet eredeti fizikai állapota romlik egészen addig, míg nem tudja kielégíteni a rendeltetészerű használat követelményeit.

Az élettartamról csak annyit kívánunk mondani, hogy sok tényezőtől függ, de pontos diagnosztikára alapozott rendszeres karbantartások elvégzése mellett jóval túlhaladja a normatív értéket.

Az alábbiakban röviden ismertetjük a leggyakrabban előforduló károsodásra hajlamos teherhordó szerkezeteknél jelentkező problémákat és a diagnosztikai vizsgálatuk

tapasztalatait. Az épületszerkezeteket alkalmazásuk közelítő időrendi sorrendjében tárgyaljuk.

*Elsőként* a múlt század közepéig – a fafödém mellett – a kizárólag alkalmazott boltozatokat említjük. Az általánosan alkalmazott poroszsüveg boltozattal nem szokott probléma lenni – kivéve az erősen nedves hatásnak kitett helyeket (néhány esetben függőfolyosó, erkély szerkezete és rendszerint pince). A pince akkor okozhat problémát, ha felette nagy terhelésnek kitett födém, pl. gépkocsis udvar van. Ugyanis nem erre méretezték!

Ilyenkor a tényleges méreteket – szükség esetén a szilárdságot is – meg kell határozni, és statikailag igazolni kell az állékonyságát.

Időrendben tovább haladva *másodikként* a fafödémeket kell megemlíteni. Régi épületeknél mind közbenső, mind zárófödémként előfordul, de még a XX. században is rendszeresen alkalmazták zárófödémként. Előnye a könnyű feldolgozhatóság, a kis önsúly és az a tény, hogy fával nagyobb feszítávok is könnyen áthidalhatók. Egyetlen olyan építőanyag, amely szerves eredetű, így egyes élőlények, az ún. farontó gombák és rovarok számára táplálékul szolgál. Száraz körülmények között hosszú, több száz éves élettartamot is biztosítani lehet, de nedves körülmények között gyors a károsodás, mechanikai tulajdonsága romlik, és a folyamat nem állítható meg. Bonyolítja a helyzetet, hogy a károsító élőlények kedvezőtlen körülmények között sokáig látens állapotban maradnak, és ha az életkörülmények megfelelőek, aktivizálódnak. Indokolt a rendszeres, ismétlődő vizsgálatok elvégzése.

A vizsgálat alapján készült javaslat két részből áll; a statikus meghatározza a szerkezeti beavatkozás szükségességét, a faanyagvédelmi szakember a bentmaradó faanyaggal kapcsolatos intézkedéseket írja elő.

Időrendben továbbhaladva a *harmadik* helyen a salakbeton födémeket tárgyaljuk. Hazai szabadalom a mátrai rendszerű salakbeton födém, amelyet – illetve módosított változatait – 1890-től az I. világháborúig nagy tömegben alkalmaztak. 1915-ben betiltották! Magyarországon összesen több mint 1000 épületben került beépítésre. Ebből Budapesten kb. 700 db épült. Az Osztrák–Magyar Monarchia területein kívül csak elvétve alkalmazták.

Elterjedését gazdaságos volta, könnyűsége indokolta. Lényege, hogy adalékként részben vagy teljesen szénalakot alkalmaztak, és kötőanyagként kevés cementet. Fő alkalmazási területe: födém és függőfolyosó.

Konstrukcióból eredően a beton szilárdsága nem jelentős, teherviselésben az acélbetét, illetve az acélköteg és az acéltartó vesz részt. (Ezt a tényt kísérletileg próbatelheléssel is igazoltuk.) A beton szerepe az acélbetétek védelme lenne, de a porózus beton ezt a feladatot nem tudja ellátni. Nedvesedés esetében az acélbetét gyorsan korrodálódik, és a károsodási sebességet egyéb tényezők is befolyásolják. Így a salak minősége, el nem égett szén mennyisége, cementtartalom stb.



Tekintettel arra, hogy az acélbetét mérete 5 mm alatt van, biztonsági tartalékkal nem rendelkezik, ezért nagyon érzékeny szerkezet. Az acélbetét tönkremenése az egész födém leszakadását okozhatja, de jellemző a tászkásodás is, amikor az acélbetét háló felcsúszik és a takaró salakbeton réteg nem bírja el az önsúlyát. Az így leszakadó betonréteg balesetveszélyes, és az acélbetétek védettségét tovább csökkenti.

A vizsgálat helyszíni roncsolásos és roncsolásmentes mérésekből, laboratóriumi vegyi vizsgálatból és statikai számításból áll.

Tapasztalatunk, hogy a tartók általában túlterheltek, de ha különleges változás nincs, az MI 15011. figyelembevételével megfelelőnek ítéljük.

Beavatkozást igénylő károsodás általában vizes helyeknél jelentkezik, illetve azokon a területeken, ahol a szerkezetet tartós nedvesedés éri (pl. függőfolyosó).

Statisztikánk szerint a vizsgált terület 75%-a megfelelő, 15% valamilyen beavatkozást igényel és csak 10%-ban szükséges azonnali csere.

Tekintettel a salakbeton födémek érzékenységre, és a karbantartások hiányára a rendszeres felülvizsgálat elvégzését és az intézkedések betartását nagyon fontosnak tartjuk.

Időrendben *negyedik helyen* említjük a bauxitbetonból készült szerkezeteket. A bauxitcementet 1908-ban kezdték gyártani Franciaországban. Magyarországon a gyártás 1928-ban kezdődött, és hamarosan széles körben elterjedt. Úgy tűnt, hogy forradalmi változást jelent a hidraulikus kötőanyagok felhasználásában, mert a bauxitbeton 1 napos korban elérte a portlandcementbeton 28 napos szilárdságát, és a szulfátionokkal szemben ellenálló. Már kezdetben tudták, hogy a bauxitcementnek nagy a hidratációs hője, ezért a szerkezetek gondos hűtését biztosítani kell, különösen nagy méretek esetén. Később azonban kiderült, hogy a hidratált alumínát vegyületek nem stabilak, és idővel kedvezőtlen átkristályosodás megy végbe, a végső vegyület a  $\text{CaCO}_3$  és az  $\text{Al}(\text{OH})_3$ . Az átkristályosodás térfogatcsökkenéssel jár, ami mikrorepedésekhez és szilárdságcsökkenéshez vezet. Ehhez hozzáadódik, hogy az acélbetétek sincsenek olyan védett állapotban, mint a portlandcementbetonban, de az átalakulás során kialakult közel semleges kémhatású, porózus szerkezet a korróziós veszélyeztetettségét növeli. Ezen kedvezőtlen tulajdonságok ismeretében a bauxitcement hazai gyártását 1942-ben megszüntették, de felhasználás még az 1950-es évek elején is történt.

A gyártás rövid időszaka alatt több mint 2000 épületben került felhasználásra Magyarországon. 1960-as évek elején jelentkeztek az első tragikus események, amelyek szükségessé tették a bauxitbeton szerkezetek teljes körű felmérését és rendszeres vizsgálatának megszervezését.

Az első eredmények döbbenetesek voltak, mert a szilárdsági értékek a megszokott vasbeton szerkezetekhez képest lényegesen kisebbnek adódtak, és sok helyen jelentős acélbetét-korrózió is fellépett. Figyelembe véve a

használati körülményeket, a szerkezetek 3 kategóriába sorolhatók: „A”, „B”, „C”. A besorolás elsősorban a számított határfeszültségi értékek alapján történik.

„A” kategóriás szerkezeteknél beavatkozás nem szükséges; az ismételt vizsgálatot 5–8 éven belül kell elvégezni. „B” kategória esetén az állékonyságot statikai vizsgálattal kell igazolni, és az ismételt vizsgálatot 3–5 éven belül elvégezni. „C<sub>1</sub>” kategória esetén statikai vizsgálat és évenkénti ellenőrzés szükséges. „C<sub>2</sub>” kategória esetén azonnali megerősítést kell előírni.

Az első vizsgálati periódus alatt a megvizsgált szerkezetek 51%-a „A”, 30%-a „B” és 19%-a „C<sub>2</sub>” kategóriás volt.

Jelenleg egyes épületeken már 6 vizsgálati periódust végzünk, így módunk van alapvető következtetéseket megállapítani.

1. Idők során a legrosszabb szerkezeteket kicserélték, így a megmaradók átlagos állapota javult.

2. Az átalakulás és a szilárdságcsökkenés sebessége a vártnál kisebb, az „A” és „B” kategóriás épületeknél lassú romlásra kell csak számítani. Megjegyezzük, hogy kezdetben a bauxitbeton szilárdságcsökkenését 0,05 N/mm<sup>2</sup>/év értékre becsülték, amely mint kiderült, pesszimista becslés volt.

3. Gyors károsodást okoz a nedvesség, a hőhatás. Kazánházi pilléreknél, vagy szabadon álló szerkezeteknél folyamatos ellenőrzés szükséges, és fel kell készülni a műszaki beavatkozásra.

4. A rendszeres felülvizsgálatot továbbra is szükségesnek tartjuk, de annak időszakát és módját műszakilag korszerűsíteni kell.

A *következő szerkezeti* anyag, amelyről nagyon röviden tárgyalunk, a kő. Ósidők óta alkalmazott építőanyag, így Magyarországon is sok helyen megtalálható. Mint teherhordó szerkezeti anyag a beton és az acél megjelenésével háttérbe szorult – a századfordulóig rendszeresen alkalmazták mint lépcsőszerkezet, függőfolyosó és konzol –, de mint díszítőelem napjainkban is beépítésre kerül. Az V. és VII. kerületben végzett felméréseink szerint a házak 86%-ában talákoztunk valamilyen formában kőszerkezettel, ezen belül a lépcsőszerkezet 67%-ban, a függőfolyosó 47%-ban fordult elő.

A kő – még az időjárás hatásának kitéve is – évszázadokig megtarthatja eredeti tulajdonságát. A szennyezett, agresszív levegő, a háborús sérülések, a szakszerűtlen igénybevétel, a karbantartás hiánya azonban megindították a romlási folyamatot. Néhány súlyos baleset szükségessé tette, hogy kidolgozzunk egy diagnosztikai vizsgálati módszert. Célunk jelen esetben nem az állagbiztosítása, hanem az életbiztonság és a baleset-megelőzés szempontjából az állapot meghatározása. A kőszerkezetek rendszeres diagnosztikai vizsgálatát általában nem tartjuk szükségesnek, de ahol szemmel látható károsodás észlelhető, vagy terhelésváltozással járó átalakításra kerül sor, a vizsgálatot haladéktalanul el kell végezni. En-



nek megítélése szakember feladata. Rendszeres felülvizsgálatot tartunk szükségesnek nagy forgalmú, vagy műemlék jellegű épületeknél is.

*Utoljára említjük* a paneles, blokkos épületek diagnosztikai vizsgálatánál jelentkező tapasztalatokat. Ezen épületek kora kb. 30 év, de az utolsó három évtized lakásépítésének kb. 15–20%-át teszik ki, tehát jelentős hányadot képviselnek az összes lakóépület között. A paneles épületek várható élettartamát a tervezés során 50 évben határozták meg, de ez csak rendszeres karbantartással biztosítható, ugyanakkor ennek betartásával az élettartam jelentősen megnövelhető.

Már a 70-es években jelentkeztek problémák a panelcsatlakozások acélszerkezetén. A károsodást minden esetben kivitelezési hibák, a csomópontok hiányos kitöltése, kis betonfedés okozta. Az eredményekből kitűnt, hogy az épület korával a korrózió átlagos mértéke is növekedett, bár ez magyarázható a technológia fejlődésével is.

Paneles épületek másik korán jelentkező problémája a belső tér nedvesedése és az ennek következtében fellépő gombásodás. A hiba elenyésző számban használati okokra, túlnyomórészt a panelek nem megfelelő hőszigetelésére, hőhidakra vagy beázásokra vezethető vissza. Az utóbbi időben fokozódtak a tetőszigetelés-meghibásodások is. Ritkán jelentkező hiba a panelek elmozdulására utaló repedések megjelenése.

Tapasztalataink szerint a paneles épületek is nagyon érzékeny szerkezetek. Szükségesnek tartjuk a mindenre kiterjedő állagvizsgálatot bármilyen hibajelenség gyanúja esetén azonnal, de legalább 15–20 évenként elvégeztetni, és az előírt műszaki intézkedéseket pontosan betartani.

A fentiekben arra szerettük volna felhívni a figyelmet, hogy az épületállományunk megmentése érdekében sür-

gős intézkedéseket kell tenni. A siker érdekében a tulajdonosok, a kezelők és a vizsgálók között új, hatékony együttműködés kialakítása szükséges. A diagnosztikának célszerűnek, a javaslatnak megalapozottnak kell lennie, a szükséges állagmegóvási és fenntartási munkákat viszont azonnal el kell végezni. Ehhez az új kapcsolathoz ajánljuk fel együttműködésünket.

## **Összefoglalás**

Magyarországon, elsősorban a városokban a lakóépületek műszaki állapota – az elmúlt évtizedek karbantartási hiányai és a tulajdonosi jogkör elmaradása miatt – vésszen romlik. Hiába vannak rendeletek a rendszeres felülvizsgálat kötelező érvényű elvégzésére, ha anyagi okok miatt a karbantartási munkák nem történtek meg. Fokozza a problémát, hogy az épületek sok esetben olyan szerkezeti anyagok felhasználásával készültek, amelyekről később kiderült, hogy a hosszú élettartam csak megfelelő körülmények biztosításával érhető el.

Előadásomban a különböző korú és anyagú szerkezetek és anyagok problémáival foglalkozom (boltozatok, fafödémek, salakbeton födémek, bauxitbeton szerkezetek, kövek, paneles épületek). Megállapítható, hogy sürgős intézkedések szükségesek. A siker érdekében a diagnosztikai vizsgálatnak szelektívnek és megalapozottnak, az állagmegóvási, karbantartási munkáknak célirányosnak kell lennie. Eredmény a vizsgáló, a tulajdonos (kezelő) és a karbantartó szervezetek szoros együttműködésével érhető el.

# **A gyógyfürdők épületeinek és építményeinek korrózióvédelme\***

**Biróné Szilágyi Erzsébet**  
**FTV KEMOKORR Kft.**

Magyarország területén számos gyógyvíz található, amelyekre fürdők, gyógyászati létesítmények települtek. Ahhoz, hogy ezek a fürdők akadálymentesen üzemelhessenek, betölthessék céljukat a gyógyászat területén, nemcsak a gyógyászati eszközöknek kell kifogástalanul működni, hanem a gyógyvizet magában foglaló mendencéknek, épületeknek, épületgépeszeti berendezéseknek is. Ezekhez a létesítményekhez felhasznált hagyományos építőanyagok – beton, vasbeton, téglá, acél, fa stb. – érintkezve a sok ásványi sót tartalmazó vizekkel, azok párájával általában

korróziót szenvednek. A korróziós folyamatok a ható közeg és a szerkezet kölcsönhatása következtében jönnek létre. A korrózió mértékét a közeg agresszivitása, a szerkezet anyaga, illetőleg annak védettsége határozza meg.

## **Agresszivitási viszonyok**

1. *Hazai ásvány és termálvizeink főbb csoportjai*: a termális, a szénsavas, az alkáli-hidrogénkarbonátos, a kalcium-magnézium-hidrogénkarbonátos, a kloridos, a szulfátos, a vasas, a kénes, jódos, brómos, valamint radioaktív vizek.

\* Az „Építmények korrózióvédelme 1992” konferencián elhangzott előadás.



A termálvizeink túlnyomó része a *calcium-hidrogén-karbonátos jellegű*,  $\text{HCO}_3^-$ -ion tartalma 1156–16.534 mg/l koncentráció között változó.

A vizek jelentős része *szénsavas savanyú víz*, az  $\text{CO}_2$  tartalom 1059–2938 mg/l közötti.

Ásványi sók közül *legnagyobb mennyiségben a konyhasó* fordul elő, a  $\text{Cl}^-$ -ion tartalom 1020–13.782 mg/l között ingadozik.

Korróziós szempontból a *hidrogén-szulfid-tartalomra* kell még felfigyelni, ami kénes vizeinkben 0,075–15,0 mg/l  $\text{S}^{2-}$ -ion koncentrációt is elérheti.

A fürdők légtérébe a *termálvizek párája*, nagy mennyiségű *szén-dioxid, kén-hidrogén, klór* kerülhet.

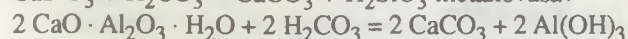
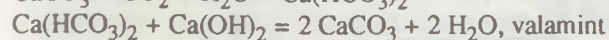
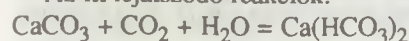
A gyógyfürdőkben *tisztításhoz* általános esetben betonszerkezetekre nem agresszív gyártmányokat használnak, de a lerakódásokat gyakorta 5-15% *sósav oldattal* távolítják el. A felületeket általában 5%-os *nátrium-hipoklorid oldattal fertőtlenítik*.

A fürdővíz *fertőtlenítését* általában forgatásos rendszerben *klórozással* oldják meg, forgatás után az aktív klórtartalom 0,3–0,5 mg/l.

2. A leggyakrabban előforduló agresszív hatóanyagok és a legnagyobb mennyiségben felhasznált építőanyag, a beton és az acél kölcsönhatását vizsgálva a következőket kell kiemelni: Szénsavas vizek esetében a betonra gyakorolt hatás a szabad szénsavtartalom és az összes keménység függvénye.

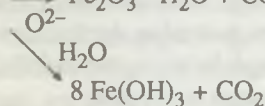
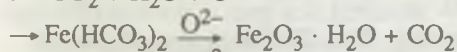
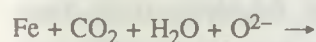
Szabad $\text{CO}_2$ tartalom mg/l	Összes keménység nkf	
	betonra agresszív	betonra nem agresszív
10	2; 4; 6;	8;>8
20	4; 8; 12;	>12
30	18-ig	>18
40	24-ig	>24

Az itt lejátszódó reakciók:



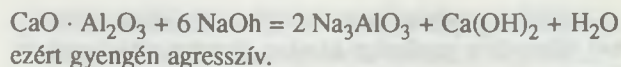
A beton kötőanyagában, a cementben lévő alkotókat ( $\text{CaO}$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) a beton porúsában lévő kalcium-hidroxidot, kalcium-karbonáttá alakítja, csökkentve annak lúgosságát.

Az acélbetétek esetében



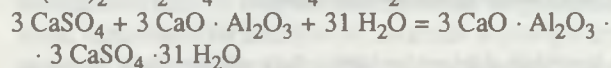
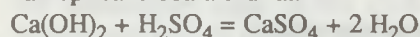
tehát rozsda keletkezik.

*Hidrogén-karbonátos* vizeknél a  $\text{KHCO}_3$  nem agresszív, a  $\text{NaHCO}_3$  lúgos bomlása következtében keletkező  $\text{NaOH}$  reakcióba lép,



A *kloridtartalmú* vizek a közül  $\text{NaCl}$  és a  $\text{KCl}$  tartalmúak közömbösek a beton anyagára, azonban a  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Al}^{3+}$  már veszélyesek. Veszélyes a kloridion az acélbetétre minden formában,  $\text{FeCl}_2$ , jól oldódó sók keletkeznek. A  $\text{NaCl}$  abban az esetben káros hatású, ha szabad párolgási felületen a párolgás következtében feldúsul, kristályosodik és ennek feszítő hatása roncsolja a betont.

*Szulfát-tartalmú* vizekben a beton  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  tartalmával lép reakcióba a szulfát:



ettringit képződik, ami térfogatnövekedéssel jár, ezáltal roncsolja a beton szerkezetét.

*Kénes vizeinkben* a hidrogén-szulfid levegővel érintkezve szulfáttá oxidálhat, és szulfát-korróziót okozhat. A szulfidion az acélbetétre káros hatású, annak korrózióját eredményezi.

Az *agresszív közegeket*, a betonra gyakorolt hatásuk szerint, osztályozó szabvány, az MI 17215/2 szerint a kiemelt komponensek káros mennyiségei:

Ható ion mg/l	Gyengén agresszív	Közepesen agresszív
$\text{CO}_2$	5–70	>70
$\text{Cl}^-$	700–3000	>3000
$\text{Na}^+$ és $\text{Mg}^{2+}$	1000–5000	>5000
$\text{SO}_4^{2-}$	500–6000	>6000
$\text{Cl}_2$ mg/m <sup>3</sup>	75% RP-ig 1–10	>75% RP 10–28000

Figyelembe véve a gyógyvizekben egyidejűleg több szó előfordulását, a fertőtlenítésre, tisztításra használt szereket, a párával a légtérbe jutó komponenseket, a fürdőterekben a vízzel vagy annak gőzével érintkező beton, vasbeton, ötvözetlen acélszerkezeteket közepesen agresszív hatás éri.

3. A ásványi sók hatásán kívül a gyógyfürdők speciális klímája által lehetővé váló *biokorróziós hatással* is számolni kell.

A fürdőkben a kedvező klimatikus viszonyok miatt igen nagy lehetőség adódik a mikroorganizmusok felületi elszaporodására. Ezek a kedvező klimatikus tényezők: a levegő magas páratartalma, a felületi páralecsapódás lehetősége, zárt vagy kis légmozgású terek megléte, az egyes technológiai folyamatokból adódó magas mikrobaszám a levegőben, optimális hőmérsékletviszonyok stb. A felületeken baktériumok, penész- és élesztőgombák szaporodhatnak el. Legveszélyesebbek a penészgombák, mivel a tűrőképességük széles, igényük kicsi, folyadék állapotú víz hiányában a levegő páratartalmának felhasználásával is telepképzésre képesek, gyorsan, nagyszámú szaporítóképlet képzésére alkalmasak, a nedvesség megvonása után is életképesek maradnak.



A felületi penészedés az esztétikai minőségromlót hatáson túlmenően gazdasági károkat okozhat a biokorrózió (felületképző anyag károsítása, degradációja) kialakulása esetén.

A felületeken szaporodó penészek nagyszámú gomba-elemet bocsátanak a környezetre. Így a levegőárammal más felületre jutva új fertőző góccok alakulhatnak ki. Idővel fertőzötté válik a helyiség levegője is, ami érzékeny egyéneknek allergiás megbetegedéseket okozhat.

## A korrózióvédelem biztosítása

A korrózióvédelem kialakításának alapfeltétele, hogy az igénybevételhez képest optimális legyen a szerkezet, a technológia és a felújíthatóság összhangja.

A tervezés három fő szempontja a szerkezet kialakítása, az igénybevétel módja és a védelem fajtája kell hogy legyen.

1. A szerkezet rendeltetése, jellege, kialakítása alapvető. Arra kell törekedni, hogy a szerkezetek behatárolhatók legyenek, legkevesebb tagoltsággal készüljenek, felületképzésük a védőanyag igényének megfelelően elkészíthető legyen. A különböző hővezető képességű épületszerkezeteken a páralecsapódás elkerülhető legyen.

A szerkezet anyagai önmaguk is korrózióállóak lehetnek, pl. KO acél vagy műanyag, de felületükön védőbevonat kialakításával korrózióállóká tehetők. A beton védelme az agresszivitástól függően a beton készítésekor betontechnológiai paraméterekkel is megoldható, vagy a szerkezet elkészülte után is felületvédelem kialakításával. Beton szerkezeteknél vízzáró, repedésmentes, kellő szilárdságú és betonfedésű műtárgyakat kell tervezni.

2. Az igénybevétel tartamának, fajtájának, gyakoriságának, a közeg agresszivitásának, hőmérsékletének ismeretében lehet az agresszivitási besorolást elvégezni és a ható közegnek ellenálló védelmet kialakítani.

3. A védelem fajtáját, anyagait, megoldásait, élettartamát, felújíthatóságát, gazdaságosságát tekintve egyidejűleg kell, hogy megfeleljen az igénybevételnek és a szerkezeti kritériumoknak, hiszen a védelem a szerkezetre ható agresszív anyag hatásának korlátozásából vagy kizárásából áll.

A védelemkiválasztás kritériumai: a közeg agresszivitási foka, a felület minősége és a védőanyagok tulajdonságai. Kiválasztásnál még sokféle igényt kell kielégíteni egyidejűleg, pl. a mechanikai hatást is ki kell küszöbölni, vagy esztétikai igény is felléphet. Például beton esetében a védőanyag fajtáját tekintve lehet festék- vagy vastagbevonat, réteges anyag és burkolat.

A védelem kivitelezésénél fontos a műveleti sorrend – a felület-előkészítés, a rétegfelépítés – betartása.

A fürdőekben a termálvizekben lévő agresszív anyagok, a fürdőterek magas páratartalma, a létesítmények szerkezeti kialakítása miatt szekunder védelem, felületvédelem tudja ellátni kielégítő módon a korrózió elleni védelmet. Biztosítani kell a járófelületek mechanikai védelmét, meg kell akadályozni a szennyeződések összegyűlését, az egészségügyi előírásokban meghatározott tisztíthatóságot lehetővé kell tenni.

A védendő szerkezet alapfelületével szemben támasztott követelmény például a vasbeton esetében a beton min. nyomószilárdsága  $20,0 \text{ N/mm}^2$ , a készítés kori legnagyobb légpórustérfogata  $0,5\%$ , az acélbetétek betonfedése  $20$ , ill.  $35 \text{ mm}$ . A felületi érdesség, a nedvességtartalom a védőanyag tulajdonságainak függvénye.

## Felületvédelem

*Légtérrel érintkező szerkezetek védelme (falak, födémek)*

A falazaton vakolat, a betonfelületen – amennyiben szükséges – felületsimítás készül. Ennek anyaga vizes epoxihabarcs vagy műgyanta adalékú cementhabarcs. A felületvédelem klórszulfonált polietilén vagy klórkaucszuk festékanyaggal készül, minimum  $200$  mikrométer összvastagságban.

Állandó folyadék hatásának kitett helyeken falburkolat készül. Ez rendszerint csempe vagy díszes mázas burkolóelem, amelyet korrózióálló habarcsba ágyaznak:

- cementkötésű, tömítőgyanta adalékú habarcs;
- hidraulikus kötőanyagot tartalmazó vizes epoxihabarcs;
- tixotropizált oldószerszegény epoxigyanta.

## Padlóburkolat

Rendszerint lapokból készült burkolat, mely padlófűtés esetén üzemi víz elleni szigetelésre készül. Elvi felépítés (alulról):

- szerkezeti beton,
- hőszigetelés,
- nedvesség elleni szigetelés,
- fűtőbeton, lejtőbeton,
- üzemi víz elleni szigetelés (bitumen, poliizobutilén, PVC, butilkaucszuk),
- aljzatbeton,
- fektetőhabarcs (állandó folyadékhatásnak kitett anyagból),
- ágyazóanyag (a fektetőhabarcs anyagából),
- burkolóelem (máztalan, égetett termékek),
- utólagos fugázás (igénybevételtől függően rugalmas vagy merev műgyanta).

Amennyiben a szerkezeti kialakítás lehetővé teszi, hézagmentes padlóburkolatot is készítenek. Ebben az esetben a felületet szemcseszórással készítjük elő, és a padlóburkolat szükség szerinti dilatálását megtervezzük. A járófelület op-



timális felületi érdességét biztosítani szükséges. Az alkalmazandó anyagok epoxi vagy poliuretán termékek.

### Medenceburkolat

Rendszerint lapokból készül a burkolat a padlóburkolatnál említett anyagok felhasználásával.

Hézagmentes burkolat készítésénél a padlóburkolatnál ismertetett felületelőkészítés után a rétegfelépítést úgy határozzuk meg, hogy a medence kisebb mozgását repedés nélkül áthidalni képes legyen:

- felületkiegyenlítés,
- alapozás,
- rugalmas közbenső réteg,
- üvegszövet,
- rugalmas közbenső réteg,
- fedőréteg.

### Biokorrózió elleni védelem

A különböző építőanyagokból készült épületszerkezetek egyrészt a páralecsapódásból adódó korrózív hatástól kell megvédeni arra alkalmas védőbevonatokkal, másrészt a lecsapódó folyadékfilmben megtelepedő és elszaporodó mikroorganizmusok biokorróziós hatását kell megakadályozni.

Ezek miatt igen fontos feladat a hatékony védekezés kialakítása.

A felületi penészedés megindulása időben visszaszorítható, ha olyan felületkezelő anyagokat alkalmaznak, amelyek nem penészedő tulajdonságúak (nem tápanyagforrások a penész számára).

Tartós penészmentesség érhető el a gombagátló felületképző anyagok felhasználásával. A gombagátló felületképző anyagok kis töredéke természetes összetételénél fogva (pl. kátrányepoxi festékek) bizonyos penészgátló hatással rendelkeznek. Nagyobb hányaduknál azonban mesterségesen juttatják az ún. biocid vagy biosztatikus (mikrobaölő, vagy gátló) adalékszereket a védendő felületre vagy az anyagba.

A biológiai minősítő vizsgálatok eredményeinek rendszerezésével módunkban állt összehasonlítani a hazai és az import anyagok tulajdonságait, alkalmazhatóságát az építőipar egyes területein. Lehetőségünk nyílt arra is, hogy új biocidtartalmú anyagokat fejlesszünk ki. A gombagátló vagy gombagátló anyagoknak nemcsak hatásosnak kell lenniük, hanem szigorú köz- és munkaegészségügyi előírásoknak is meg kell felelniük.

A már kialakult felületi fertőzőtlenség megszüntetéséhez az esetek egy részénél elegendő egy felületi lemosás, gombamentesítés. Erre olyan széles spektrumú gombaölő szerek alkalmasak, amelyek rendkívül gyors hatásúak, a felületbe mélyen beszívődve az anyag belsejében is kellő hatást fejtenek ki.

Az anyagválaszték és a termékek tulajdonságainak ismeretében akkor tervezünk helyesen, ha pontosan ismer-

jük azt a mikroklímát is, amelybe az anyagok kerülnek. Ennek megállapításához többféle felmérést végeztünk.

A biológiai felmérések során megállapítottuk a különféle területek (ipari, mezőgazdasági ágazatok, lakóterek, kommunális létesítmények stb.) biokorróziós veszélyeztetettségét.

### A korrózióvédelem megvalósításának problémái

Az elmondottak csak ideális esetben végezhetőek el. Rendszerint nem áll elég idő rendelkezésre diagnosztizálásra, szakvélemény készítésére, azonnali segítséget kell nyújtani. Sokszor nem lehet több változatot kidolgozni, mert vagy a kivitelező, vagy a piacon található kis választék csak egy védelmi rendszer alkalmazását határozza meg.

Fokozza a nehézségeket sok esetben a beruházó pénzügyi kötöttsége, mely megalkuvásra kényszeríti a tervezőt.

Hiányzik az objektív értékelési módszer a gazdaságosság elbírálására, és így rendszerint a választás az olcsóbb kivitelezési költségek mellett dönt, még abban az esetben is, ha ez bonyolult és költséges karbantartást igényel.

Tapasztalataink az bizonyítják, hogy a *felületvédelmet a penészesedés és az agresszivitás elleni védelem egyidejű biztosításával szükséges* megoldani az alábbiak szerint:

- új beruházás, rekonstrukció vagy felújítások során már a tervezés fázisában helyet kap a korrózióvédelem; a szerkezettervezés már figyelembe veszi felületvédelem szempontjait is;
- a biokorróziót is figyelembe vevő korrózióvédelmet a helyi adottságok szerint módosítják, illetőleg ahhoz igazodva végzik az anyagmegválasztást;
- a megfelelő védelem (megfelelő anyagok, megfelelő technológiák) kialakítását speciálisan képzett kivitelező csoportokkal oldják meg, helyszíni irányítással, garanciavállalással;
- rendszeres karbantartási és felújítási munkák végzését is be kell tervezni a garanciavállalás feltételei, a tervezett élettartam tartásához, amit kisüzemi feltételek között, a speciális tevékenységre felkészülten kell megvalósítani.

### Összefoglalás

Gyógyfürdők, gyógyászati létesítmények épületszerkezeti érintkezve a termálvízzel, illetve párájával, felületvédelem hiányában károsodást szenvednek.

A gyógyvizekben előforduló szervesen sók vegyi reakcióba léphetnek a beton, a habarcs, az acél és egyéb fémek anyagával, korróziós folyamatok játszódnak le. A gyógyfürdők speciális klímája miatt biokorróziós hatás is kell számolni.



A káros hatások ellen már a létesítmények tervezésekor, a szerkezetkialakításon, anyagválasztáson keresztül is lehet védekezni. A védelmi megoldások másik módja a felületek védelme burkolattal, bevonattal, tehát a víz-medencék, padlók burkolása, falak védőfestése. A biokorrózió elleni védelem lehet olyan festék alkalmazása is,

amely bioacid anyagot tartalmaz, illetőleg a gombaölő lemosószer használata.

A korrózióvédelem megvalósítása igen összetett feladat, a tervező és kivitelező szoros együttműködését igényli. A felületvédelem elkerülhetetlen eleme kell hogy legyen a karbantartási és felújítási munkák rendszeres elvégzése.

## Egy VORTEX röpítőtörővel szerzett tapasztalatok a komlói kőbányaüzemben

Fekete László

PANNOLIT Kőbányászati Vállalat

Röpítőtörőket karbonátos kőzetekben már kb. 30 éve alkalmaznak mind az első, mind a második aprítási fokozatban. Eruptív kőzetekben való alkalmazásuk a nagyobb mechanikus igénybevételre kifejlesztett típusokkal mintegy 15 éve kezdődött, térhódításuk azóta egyre növekszik. A hazai kőbányaipar ilyen gépek alkalmazását – a volt KGST-ben elsőnek – 1971-ben kezdte meg a komlói andezitbányában: 1000×800 mm garatnyílású előtörő mögé 2 db jászberényi RMK 120/50 típusú, 100 t/h átbocsátó képességű röpítőtörő épült be. Ez a típus bizonyos korszerűsítések után azóta is üzemel 0–20 mm szabványos NZK zúzalékok előállításában.

Ezt követő nagyobb lépésre Uzsabányán került sor, ahol 1200×900 mm-es pofástörő mögé X-es pofástörő helyére, 1988-ban egy SBM 13/15/2 típusú röpítőtörőt építettek be. A bázaltban nyert tapasztalatok igazolták a katalógus adatait, a törő képes a feladott 0–300 mm anyagot 65 mm alá aprítani. Ezt követően a korábbi Symons 5 1/2" kúpostörőt 1989-ben Szobon egy SBM 10-12-4, 1990-ben Nógrádkövesden, majd 1991-ben Komlón VORTEX 10-12-4 BMT röpítőtörővel cserélték fel. A jó üzemi tapasztalatok alapján 1993 márciusában a szobi üzembe is egy 10-12-4 BM VORTEX törő került a pofástörő utáni második fokozatba.

### Gépkiválasztás

A PANNOLIT Kőbányászati Vállalat a komlói kőbánya 1200×900 mm kéuingás pofás előtörője töretének feldolgozására 200-250 t/h feladási teljesítményű röpítőtörőre több helyről kért ajánlatot. A különböző ajánlatok közül a legkisebb önsúly és az ebből eredő alacsonyabb gépár, valamint a kedvező fizetési feltételek alapján az osztrák Maschinenfabrik Liezen Gépgyár VORTEX 10-12-4 BMT törőjét választottuk.

### Telepítés

A feladott anyag andezit, darabmérete 20–250 mm. A röpítőtörő egy Magdeburg-i Symons 5 1/2" kúpostörő helyére került beépítésre, melynél a gépgyár által ajánlott elrendezést követtük. Az anyagfeladás a törő tengelyére merőleges szállítoszalagra történik, a szalag a feladógarat csúszólapjára dob. A röpítőtörő után egy 250 t/h átbocsátó képességű utántörő és osztályozóüzem működik, mely képes 0/3, 2/5, 5/12, 12/20, 20/35, 35/55 mm szabványos zúzottfrakciókat előállítani.

### Beüzemelés

A beüzemeléshez a gépgyár szakembert küldött, aki a névlegesnek 75%-át elérő terheléssel az üzemet beindította. A törőrest felül 35 mm-re, alul 20 mm-re állította, a rotor kerületi sebessége 34,3 m/s volt. Néhány órai üzem után a kötőelemeket utánhuzatta. Ennek mértéke nem jelentős, de ellenőrzése és elvégzése folyamatos üzemeltetési feladat. A beüzemelés napja 1991. augusztus 21-e volt, a gép azóta a piaci igényektől függően 1-2 műszakos üzemben dolgozik.

### A röpítőtörő teljesítménye

A komlói bányákban alkalmazott röpítőtörőkkel nyert korábbi tapasztalataink alapján a törőgép optimális terhelésének azt a feladási mennyiséget tekintjük, amelynél a töretben a 0/3 mm és a 3/5 mm frakciók hányadosa a szabványelőírásoknak megfelelő kb 2 érték. A Jászberényi Aprítógépgyár 120/50 típusú gépeivel szerzett tapasztalataink szerint ez az arány mind a törő alulterhelése, mind túlterhelése esetén nő, miközben az egész töretben lévő 0/5 mm hányad a terheléssel monoton csökken. A Li-

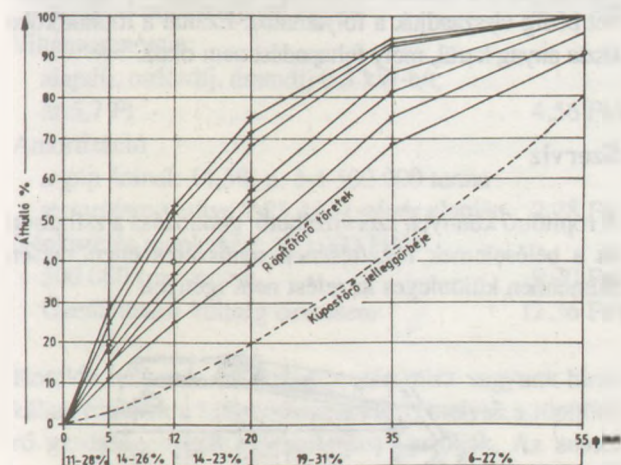


ezen-i röpitőtörő teljesítménye szűk réseknél 200 t/h, nagyobb réseknél 320 t/h volt, ugyanakkor a törőgép meghajtó motorján mért terhelés elérte a névleges 200 kW értéket. A gép ebből a szempontból a kívánalmaknak megfelelt, a 200 kW villamosterhelést a szállított villanymotor átlagos terheléseként a nyári időjárás viszonyok között is elviseli.

## A töret szemmegoszlása

A szemmegoszlást a törőrések állításával és a rotorfordulat változtatásával lehet befolyásolni. A törőrések állítása adott kerületi sebességnél egyértelműen és reprodukálhatóan változtatja a töret szemmegoszlását. Az adott rotorfordulatnál Komlón a 0/5 mm-es hányad legnagyobb és legkisebb értéke 28%, ill. 11%, a 0/20 mm-es hányad 74%, ill. 39%.

Különböző résbeállítások és feladási mennyiségek esetén, 34,3 m/s kerületi sebesség mellett kialakult szemmegoszlási görbéket az 1. ábra mutatja, valamint egy kúpostörő töretének ezekkel szembeállított jelleggörbéjét. A rotorfordulat változtatásának hatását a komlói, régi AGJ gépeken, és Nógrádkövesden ugyanezen a VORTEX géptípuson megfigyelve olyan tendencia állapítható meg, mely szerint a kerületi sebesség növelése esetén nő az ap-



Rések felül/alul	35/20	40/30	50/45	70/70	60/80	60/45	65/48
Feladás t/h	170	196	250	323	322	282	264
0/5 mm	28	25	19	17	15	19	11
5/12 mm	53 25	51 26	45 26	34 17	30 15	37 18	25 14
12/20 mm	74 21	71 20	68 23	53 19	45 15	57 20	39 14
20/35 mm	93 19	93 22	94 26	81 28	76 31	87 30	68 29
35/55 mm	100 7	99 6	100 6	99 18	96 20	99 12	90 22
+55 mm	--	100 1	--	100 1	100 4	100 1	100 10

1. ábra

A VORTEX röpitőtörő szemmegoszlási görbéi komlói andezitben 34,3 m/s kerületi sebesség, különböző résbeállítások és feladott anyagmennyiségek esetén, szembeállítva egy kúpostörő töretének jelleggörbéjével

rítási fok, tehát kisebb Dmax és több finomhányad keletkezik. A komlói géphez ez ideig csak egy ékszíjtárcsával rendelkezünk, mellyel a kerületi sebesség 34,3 m/s.

Mivel az útépitési igények a finomabb frakció felé tolódnak el, most beszerzünk egy nagyobb ékszíjtárcsát is. Összehasonlító adatokat a töretek szemmegoszlására annak birtokában fogunk kapni.

A töret szemmegoszlására a verőlécek fokozatos kopása is hatással van. Ez a kerületi sebesség csökkenését jelenti, miáltal a töret egyre durvább lesz. A folyamat igen lassan játszódik le, minthogy a verőléceket kb. 200 ezer tonna andezit aprítása után kell megfordítani, ami 3-4 hónapos üzemeltetést jelent.

A szemmegoszlási görbék frakcióhatárok közötti iránytangensei gyakorlatilag azonosak, és ugyanezt tapasztaljuk a régi AGJ gépek töreténél is. Ez arra utal, hogy a szemmegoszlás a röpitőtörők típusától lényegében független: az aprítási paraméterek (rések, rotorfordulat) beállításával, ill. azok változtatásával a szemmegoszlási görbe, főképp az 5-35 mm tartományban önmagával közel párhuzamosan tolódik el. Ez gyakorlatilag azt jelenti, hogy adott helyen a töret egy bizonyos D maximumához bizonyos mennyiségű finomszemcse tartozik, és fordítva. Ezek egymástól függetlenül nem változtathatók, mivel alapvetően az aprítás mechanizmusától (ütkezések verőlécen, páncélzaton és a zúzottkő szemcsék egymás között), továbbá a feladott kőanyagtól függenek. Alátámasztják ezt a megállapítást azok a szemmegoszlások is, melyeket a nógrádkövesdi és az uzsai 2. aprítási fokozatban üzemelő röpitőtörők más kőanyagban és más beállítási paraméterekkel produkálnak.

## A töret szemmegoszlása termékfrakció határokon belül

Ez a szempont nem volt gépkiválasztási kritérium, ugyanakkor nagyon fontos, hogy az úgynevezett széles frakciók 0/5, 5/12, 12/20 és 20/55 mm belső szemmegoszlása milyen. Elméleti kíváncsi az, hogy a frakcióhatárok közepére essen az adott töretrész tömegének felezőpontja is, pl. a 12/20 mm frakció 16 mm-nél mért hányadosa 50%, azaz 12/16 és a 16/20 mennyiség azonos legyen. Ezt az előírást a szabvány  $\pm 15\%$ -kal tolerálja.

A VORTEX törővel elért szemmegoszlás megfelelő, az 5/12 és a 12/20 jó, a 0/5 és a 20/55 a határon van, mindkettőben az alsó hányad valamivel nagyobb. Az eltéréseket osztályozással korrigálni tudjuk, a komlói üzemben minden termék szabványos minőségben gyártható.

Ezzel kapcsolatban meg kell jegyezni, hogy a zúzottkő termékek legnagyobb felhasználója, az útépitőipar, különböző technológiákat alkalmaz, azokat néha változtatja és annak megfelelően időnként módosítja az adalékanyagokkal kapcsolatos minőségi igényeit is. Példa erre a közelmúltban kiadott útépitési ágazati szabvány, melynek



egyik előírása szerint a 0/5 mm frakció alaphányad 3 mm-ről 2 mm-re módosul. Ez megszünteti azokat a problémákat, melyek helyenként a túl sok 0/1 mm hányad miatt felmerültek.

### A töret szemalakja

A szemalak minden gépbeállítás mellett kubikus. A hosszúság, lemezes szemek aránya egyik frakcióban sem éri el a 20%-ot, tehát a röpítőtörő törete a szabvány idevágó előírásainak megfelel, ami az zúzottkőtermelés további technológiai folyamatában lényeges előnyökkel jár.

### A röpítőtörő energiaigénye

Az aprítási energiaigény függ a feladott kőzetfajtától és a gép beállításától (résméret, terhelési állapot, fordulatszám). A következő adatok a 80%-os kihozatalhoz tartozó szemcseméretre és teljesen terhelt állapotra vonatkoznak.

D 80%	kW h/t
25 mm	0,82
30 mm	0,74
35 mm	0,64

A mérést optimális terhelés mellett végeztük a beépített ampermérő segítségével, a hajtómotoron feltüntetett  $\cos \varphi$  értéket figyelembe véve (0,84). A mérések egyértelmű tendenciát mutatnak: minél finomabb a töret, előállítására annál nagyobb fajlagos energiát igényel.

### Kopásértékek

A röpítőtörők alkalmazásával kapcsolatos döntést még ma is leginkább a „nagyermű kopástól” való aggodalom befolyásolja. A tapasztalatok azt mutatják, hogy ez – szembeállítva pl. hasonló aprítási teljesítményt adó kúpostörőkkel – nem indokolt.

Beüzemelés óta mintegy 500 ezer tonnát aprított a VORTEX törő, a verőléceket előbb 190, majd 398 ezer tonnánál fordítottuk meg, a 4 db-ból álló garnitúra elhasználódása ekkor következett be. A rajtuk mért kopás részalítástól függően 1,2–1,6 g/t. A gép speciális fogasrészét alkotó álló aprítószerszámok ugyancsak megfordíthatók, cseréjük megegyezik a forgó rész ciklusidejével. Gyorsabban kopnak a törőpálya elemei, ezeket – főképp kritikus helyeken – egy forgórész ciklusidő alatt 2-3 alkalommal kell cserélni.

A fajlagos alkatrészfogyasztás 400 000 tonna andezit aprítására vonatkoztatva a következőképpen alakult:

4 db verőléc	1300 kg
5 db fogasléc-elem	200 kg
2 db I. fokozatú őrlőpáncél	250 kg
2 db II. fokozatú őrlőpáncél	250 kg
4 db kalibráló elem	240 kg
Őrlőpálya páncélzat	500 kg
Rögzítőcsavarok	100 kg
Összesen	2840 kg

Fajlagos kopás 2840 kg/400 000 t = 7,1 g/t.

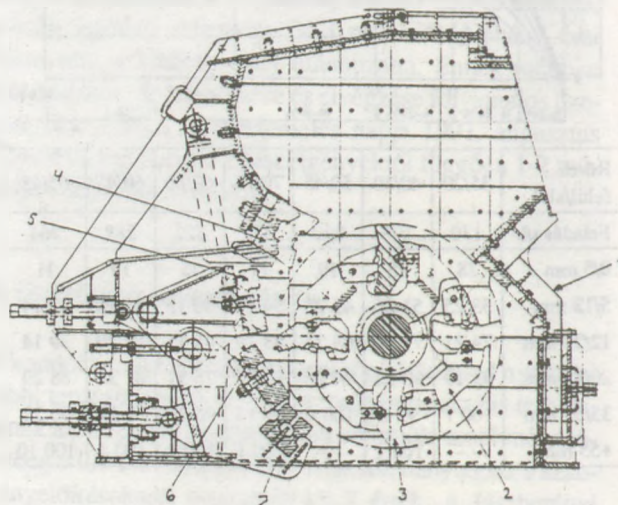
A VORTEX BMT sorozatú röpítőtörő metszetét mutatja a 2. ábra.

### Feltapadási hajlam

Nedves anyag feltapadása esetén az őrlőkamra egy része feltelemek, a törőgép terhelhetősége csökken. A feltapadást a komlói andezit köztes meddője okozza, elkerülése érdekében a vizes porlekötés a törőben, vagy közvetlen előtte csak korlátozottan alkalmazható. Ahol a köztes meddő a komlóihoz hasonlóan agyagásvány, erre figyelemmel kell lenni. Hatékony meddőelválasztás esetén ez a jelenség nem fordul elő. Megjegyzem, hogy Komlón a XII. pofástörő 0-350 mm töretét 80 mm-nél leválasztjuk és egy visszanyerő vibrátorra visszük, ahol a meddőt 20 mm-nél kirotáljuk, a haszonkővet pedig visszaadjuk a folyamatba. Ezáltal a röpítőtörőbe tiszta anyag kerül, mely feltapadást nem okoz.

### Szerviz

A röpítőtörő könnyen szervizelhető, gondozása a zsírzáson és a béléslemek rögzítésének rendszeres ellenőrzésén túlmenően különleges kezelést nem igényel.



2. ábra

VORTEX BMT sorozatú röpítőtörő metszete

1 – hidraulikával nyitható páncélozott törőház; 2 – rotor; 3 – verőléc; 4 – fogasléc; 5 – I. fokozatú őrlőpáncél; 6 – II. fokozatú őrlőpáncél; 7 – kalibráló elem



A Mecseki Kőbányászati Kft. 1992 július hóban szerződést kötött a Liezen Gépgyárral, annak alapján minden Magyarországon lévő gép üzembe helyezését és szervizelését ellátja. Alkatrészek tárolására a Liezen Hungária Kft. Budapest X., Gergely u. 81. alatti raktárában kerül sor 1993. június hónaptól kezdve.

A verőléceket a Liezen Gépgyár szállítja, és az elhasznált darabokat visszavásárolja. A törőben lévő béléselemek műhelyrajz alapján HARDOX lemezből házilag készíthetők, ezek is megfordíthatók. Rögzítőcsavarjaik hazai gyártása Diósgyőrben megoldódott.

## A röpítőtörő értékelése

A teljes körű gazdasági értékelést két tényező befolyásolja: az egyik a röpítőtörő üzemeltetési költsége, a másik a vele előállítható termékek értéke. Az utóbbi a mindenkori piaci helyzet függvénye, az előbbire a következő adatok szolgálnak.

### Kopóanyagok:

fajlagos kopás 7,1 g/t;  
ár 0,7 Ft 4,97 Ft/t

### Segédanyagok:

kenőanyagok, elektróda, a kopóanyagok cserélési munkadíjával együtt 0,35 Ft/t

### Villamosenergia:

alapidő, csúcspidő, áramdíj 0,8 kW·h/t;  
ár 5,7 Ft 4,56 Ft/t

### Amortizáció

a gép árának 14,5%-a, évi 500 000 tonna termelésre vetítve 7,85 M Ft gépar alapján 2,28 Ft/t

### Gépkezelés munkabére 100 000 Ft/év

500 000 t-ra vetítve 0,20 Ft/t  
Üzemeltetési költség összesen: 12,36 Ft/t

Komlón huzamos üzemeltetés után most vagyunk birtokában ezeknek a költségtényezőknek, melyek a röpítőtörő gazdaságosságát egyértelműen igazolják. Az adatok megbízhatóságát egyébként hasonló uzsabányai elemzések is alátámasztották.

A piaci helyzet időnként változik, attól függően, hogy az adott értékesítési környezetben milyen létesítmények épülnek. Hosszú távon kialakult adatok és az újabb tendenciák azonban azt mutatják, hogy egy zúzottkőtermelő üzemből, mint pl. a komlói kőbánya, normális években

0–20 mm zúzalékokat 500–550 ezer tonna,

35–55 mm zúzalékokat 100–150 ezer tonna

mennyiségben lehet értékesíteni.

Ezekhez az adalékanyagokhoz – amint az 1. ábrán látható – a második aprítási fokozatban dolgozó röpítőtörő sokkal jobban alkalmazkodik, mint a kúpostörő, ugyanis

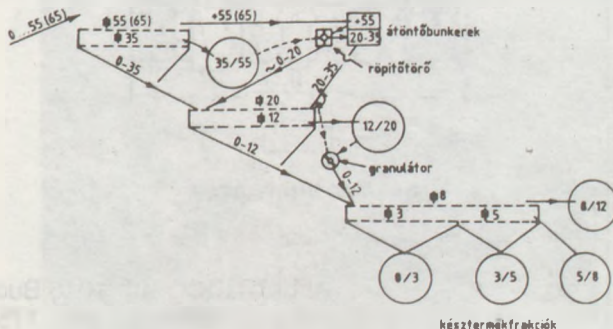
- a leginkább keresett 0–20 mm zúzalékok mennyisége a kúpostörőnél csak kb. 20%, ugyanezen röpítőtörőknél 70%-nál több is lehet;

- megfelelő gépbeállítással 35/55, ill. 35/65 mm vasúti ágyazati anyagból is elérhető legalább 30%-os kihozatal;
- a szemalak röpítőtörő esetén minden frakcióban kubikus, ugyanez még speciális kúpostörő esetén is csak a kiömlőrés közelében teljesül, kúpos másodtörő a 0–20 mm tartományban nem állít elő kubikus töretet.

Összefoglalva a komlói üzemben szerzett tapasztalatokat az a vélemény alakult ki, hogy a VORTEX 10-12-4 BMT röpítőtörő a pofás előtörő utáni második fokozatban kiválóan megfelelő gép. Töretének legalább a fele késztermék az útépités szempontjából, de vasúti ágyazati anyag eladást is figyelembe véve akár a teljes töret késztermék lehet. Meglévő zúzottkőgyártó üzem ilyen géppel mind műszaki, mind gazdaságossági szempontból igen célszerűen korszerűsíthető, általa több kúpostörőt ki lehet váltani, ami energetikai szempontból is kedvező. Előnyének kihasználása érdekében ügyelni kell arra, hogy egyenletesen, a néveleges terhelhetőséghez közeli t/h terheléssel adagoljuk és fémmérzővel biztosítsuk. Általában célszerű a pofás előtörő töretének tárolója után telepíteni, ezáltal egyrészt megfelelő mennyiségű feladható anyag áll rendelkezésre, másrészt a továbbfeldolgozó osztályozó üzem munkarendje a bányától bizonyos mértékben függetleníthető. Ez sok esetben olyan szervezési intézkedést tesz lehetővé, ami a röpítőtörő felsorolt előnyeit tovább fokozza.

## Kiegészítés

A késztermék frakciók előállítását Komlón az említett 250 t/h teljesítményű utántörő-osztályozó üzem végzi. Ez egyrészt a VORTEX törő töretéből közvetlen osztályozással, másrészt további aprítás és osztályozás által történik. Az utántörést egy RMK 120/50 jászberényi röpítőtörő és egy 900/110 Humboldt Calibrátor látja el. Utóbbi gép több mint 20 éve üzemel, és már lecserélésre szorul,



3. ábra

Az előtört 0...55(65) mm-es anyag röpítőtörővel és granulátorral való továbbaprításának és osztályozásának Komlóra tervezett sematikus technológiája



előbbit 1992. október hónapban felújítottuk egy új, korszerűsített forgórészsel. Azt tervezzük, hogy a piaci igényektől függően tovább aprítandó 20–35 és +55 mm anyagot a meglévő RMK törőre, a 12/20 mm és a 20–35 mm anyagot pedig egy újonnan beszerzendő granulátorra adjuk fel, és így a legkeresettebb NZK 0-12 mm frakci-

ókat maximális mennyiségben tudjuk előállítani. Ennek a viszonylag egyszerű technológiának sematikus rajza a 3. ábrán látható. A granulátor vagy egy vertikális tengelyű röpitőtörő, vagy egy hydrocone kúpostörő lesz. Ennek kiválasztása és kipróbálása az 1993. év közepéig megtörténik, az elért eredményekről későbbi cikk ad tájékoztatást.

# ALLIS

MINERAL SYSTEMS

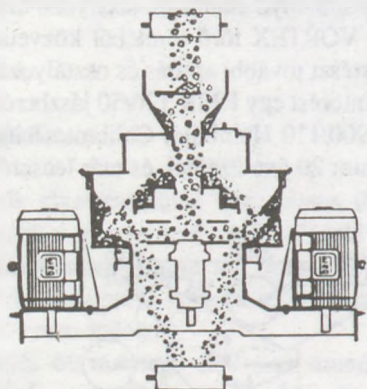
**Nyersanyag-előkészítési problémája van?  
Nem gond többé! Forduljon hozzánk!**

## ALLIS TIDCO KFT

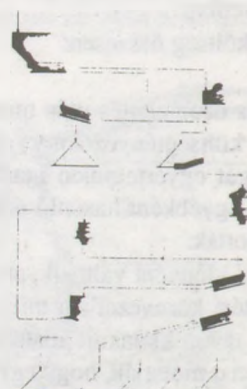
Társaságunk a SVEDALA csoport tagja. Megbízható berendezések és technológiák svéd minőséggel. Az alábbi berendezések szállításával és szolgáltatásokkal állunk rendelkezésükre:

- előtörő berendezések max. 1500 mm feladásig;
- SUPERIOR és HYDROCONE kúpos törők számítógépes vezérléssel különböző fokozatú törésekhez;
- röpitőtörők és finomőrő malmok;
- a már közismert BARMAC DUOPACTOR típusú függőleges tengelyű autogén törőberendezés;
- adagoló berendezések széles választéka;
- osztályozó berendezések a durva és finom anyagok éles elválasztására száraz és nedves üzemmódban;
- mosó, víztelenítő berendezések, szivattyúk;
- komplett technológiák tervezése, kidolgozása, anyagvizsgálat;
- félmobil és mobil törő-osztályozó berendezések, üzemegységek.

Szakembereink, szervizszolgáltatásunk, raktárunk az Önök rendelkezésére állnak.



**BARMAC DUOPACTOR**



**KOMPLETT TECHNOLÓGIÁK  
TERVEZÉSE ÉS SZÁLLÍTÁSA**

ALLIS TIDCO Kft. 1016 Budapest I., Mészáros u. 48-54.  
Telefon: 155-9884; Fax: 175-0173; Telex: 22 49 71 nixex h



A SVEDALA CSOPORT TAGJA



## A G+H Szerelőipari Kft. bemutatkozik

### Regenhart Péter

Az energiatakarékosság ma is a magyar gazdasági élet és az ipar egyik legfontosabb kérdése. Ugyancsak égetően szükséges a környezetvédelem, a levegőtisztaság problémáival foglalkoznunk, hiszen nagyvárosaink levegőjének szennyezettsége – gyakran halljuk, tapasztaljuk – igen kritikus értéket mutat.

Az energiatakarékosság és a környezetvédelem igen szoros összefüggésben van, ha meggondoljuk, hogy a levegő szennyezettsége nagyrészt a fűtőberendezések által kibocsátott égéstermékéből adódik. Ha tehát a fűtési rendszerek korszerűbbek, illetve az épületeket és az épületgépészeti rendszereket jobban szigeteljük, kevesebb fűtőanyagot kell elégetni, így a kibocsátott égéstermékek mennyisége is jelentősen csökkenhet.

Bár elmondhatjuk, hogy ma már jó néhány kisebb-nagyobb vállalat foglalkozik építészeti és ipari hőszigeteléssel, mégis örömet jelent, ha egy új, ezt a szakterületet színvonalasan művelő cég indulásáról adhatunk hírt. Ez mindig azt jelenti, hogy a fogyasztók és a felhasználók nagyobb kínálattal találkozhatnak és remélhetjük, hogy a versenyhelyzet fokozódása a hőszigetelés területén a minőség javulását is jelenti egyben.

Az új céget a G+H Montage, a legnagyobb hőszigeteléssel, zajcsökkentő szerkezetek és tűzvédelmi szigetelések kivitelezésével foglalkozó német vállalat alapította G+H Szerelőipari Kft. néven.

A G+H Montage, amely a COMPAGNIE GÉNÉRALE DES EAUX, mintegy 200 000 dolgozót foglalkoztató francia konszern tagvállalata, a felsorolt tevékenységeken kívül is jónéhány szakterületet művel.

Az új magyar vállalat – a G+H Szerelőipari Kft. – alapítójával megegyező kivitelezési profilokkal rendelkezik, a következők szerint:

### Ipari meleg- és hidegtechnológiai hőszigetelések:

- hagyományos és nukleáris erőművekben,
- fűtőerőművekben és távhővezetékeken (1. ábra),
- vegyipari berendezéseken,
- a kőolajfeldolgozás területén,
- az élelmiszeripar berendezésein,

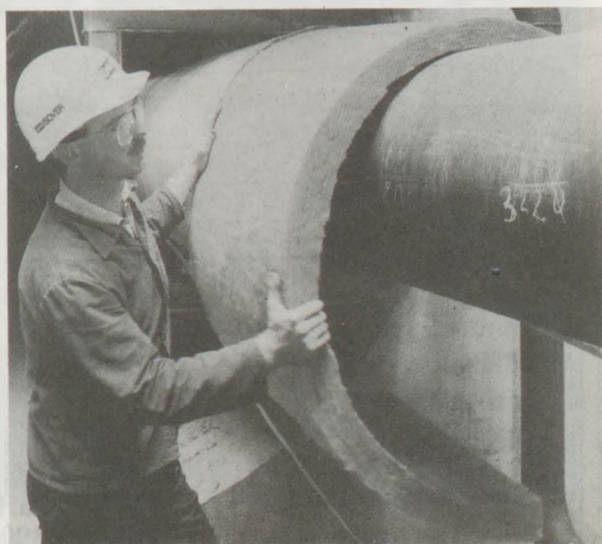
- épületgépészeti csővezetékrendszereken és hőközpontokban,
- légtechnikai vezetékeken és klímaberendezéseken,
- hűtővezeték-rendszereken és hűtőközpontokban,
- komplett hűtőházak kivitelezésében.

### Építészeti hőszigetelések:

- hő- és hangszigetelő homlokzatburkolatok ipari és kommunális épületeken,
- tetőtterek hőszigetelése (2. ábra).

### Zajcsökkentő szerkezetek:

- gázturbinák és nagyméretű ventilátorok esetében,
- zajos üzemű gyártó- és szerelőcsarnokok, komplett üzemek zajcsökkentése,
- textilüzemi és nyomdaipari helyiségek zajcsökkentése.



1. ábra  
Hőtávvezeték szigetelése





2. ábra  
Tetőtér hőszigetelése

### Belsőépítészeti:

- szerelhető válaszfalrendszerek,
- kettőspadlók és álmennyezetek szerelése irodákban, szállodákban, stúdiókban, előadótermekben és üzlethelyiségekben,

- teremakusztikai megoldások, számítógépek zajcsökkentése.

### Különleges építmények:

- szigetelési munkák hajóépítésben,
- tűzvédelmi szigetelések és burkolatok kivitelezése,
- orvosi és mérés-technikai laboratóriumok tűz- és elektromágneses védelme, zajcsökkentése,
- rádió- és tv-antennarendszerek védelme.

A G+H Szerelőipari Kft. kivitelezési munkáiban a nagy hagyományokkal és referenciákkal rendelkező anyavállalat igen korszerű technológiáit alkalmazza. A különleges követelmények teljesítését a legkorszerűbb műszaki megoldások alkalmazásával a felkészült tervező és fejlesztő háttér biztosítja. A hőszigetelési, tűzvédelmi és zajcsökkentési feladatokhoz az igen szigorú német szabványoknak és műszaki előírásoknak megfelelő ISO-VER üveg- és kőzetgyapot termékeket használják fel.

A felsorolt szakterületeken nemcsak kivitelezésben, hanem az ezzel járó szaktanácsadási és tervezési kérdésekben is kielégítik megrendelőik igényeit.

### További információk:

#### G+H MONTAGE Szerelőipari Kft.

Hupka Gyula ügyvezető igazgató  
H-1143 Budapest, Hungária krt. 46.  
Tel./fax: (0036-1) 252-9778  
Tel.: (0036-1) 251-7152

Kereskedelmi képviselőt, nagykereskedelmi elosztót keresünk kiváló minőségű festő-, tapétázó- és padlóburkoló szerszámok, eszközök forgalmazására. Írásban kérjük a jelentkezésüket a következő címre:

**TECHNO-WERKZEUG A. E. Vertriebs GmbH,**  
Gärtner str. 40.  
D-W 4300 (45128) Essen 1.



A nem különleges hőkezeléssel készült gördülőcsapágyak magasabb üzemi hőmérsékleten megváltoztatják méreteiket. Ezek a méretváltozások a szerkezeti anyag szövetszerkezeti változásaira vezethetők vissza és térfogatnövekedéssel járnak. A térfogatnövekedésnek a csapágyjátékra való negatív hatásai a szükségesnél nagyobb hézagú csapágy választásával kiegyenlíthetők. Egy másik lehetőség a csapágy magas hőfokon való méretváltozásainak stabilizálása. A magas hőfok alatt itt a 200 és 400 °C közötti tartomány értendő. Ezen hőfoktartományban történő üzemeltetés és méretstabilizálás a csapágy hordképességének csökkenésével jár. Ez a tény eleve nagyobb hordképességű csapágy választásával figyelembe vehető. A fő gondot ez esetben kétségtelenül a kenés okozza. Bár a ma ismert legjobb kenőanyagokkal 250 °C-ig a probléma megoldható, a kenőanyag használati időtartama, élettartama – a bázist alkotó olaj elpárolgása és/vagy öregevése, maradék keletkezése miatt – igen korlátozott. Ha az elhasznált kenőzsírt nem cseréljük ki idejében újjal, akkor a súrlódás megnő, és a csapágy végül meghibásodik, tönkremegy.

A magas hőfokon is használható szilárd kenőanyagok alkalmazásánál a kenőanyag csapágyba juttatása és után-öltésének megoldása a fő probléma. Bizonyos szilárd kenőanyagok, mint például a molibdén-szulfid, az említett hőfoktartományban kopást előidéző oxidokat képeznek. A 200–400 °C hőmérséklet-tartománnyal és hosszabb üzemeltetési idővel jellemezhető tipikus alkalmazási esetek a kerámiaipar kemencekocsijának kerékcsapágyai, az edzőkemencék, fényező-, és szárítókamrák, acélművek hűtőpadjainak, valamint a faipari szárítókamrák futó- és támasztógörgőinek csapágyazásai. A fordulatszámok, a fenti alkalmazási területeken ritkán haladják meg a 100 n/min értéket.

A csapágyaktól az alábbiakat követelhetjük meg:

- hosszú élettartam 350 °C-ig,
- kicsiny és állandó értékű súrlódás,
- rendszeres tisztítás és utókenés nélkül őrizték meg működőképességüket, azaz karbantartási igényük minimális legyen.

### A szilárd kenőanyag megoldja a problémát

Az SKF évek óta gyárt rendszeres karbantartást, kenést igénylő különleges, úgynevezett kemencekocsi-csapágyakat. Ezek a csapágyak a rendszeres kenés miatt, nem zárt kivitelűek, és így por vagy homok bejutása (kedvezőtlen esetben) a csapágy üzem közbeni beállítását idézhe-

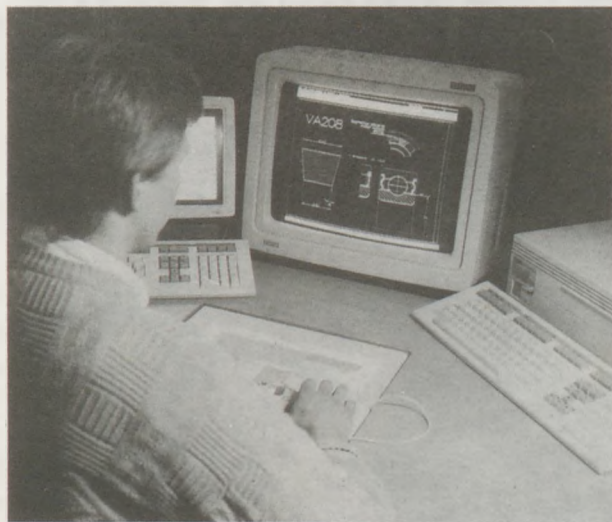
ti elő. Mivel a grafit finomszemcsés formában alkalmas kenőanyagként bizonyult, adódott egy „grafitkosár” kifejlesztésének az ötlete. (1. ábra) Itt nem egy hagyományos értelemben vett kosárról, hanem a golyók között elhelyezkedő grafitsezmensekről van szó, melyeket a csapágyba integrált takaró lemezek oldalról megvezetnek.

Az érintkezési helyeken a forgó csapágyba kis mennyiségű grafitpor hullik. Ez a lekoptatott grafit a csapágy kifogástalan működését biztosító kenéshez elegendő. Mivel a csapágy kenőanyag-szükséglete teljes élettartamára biztosítva van, így ezt a megoldást élettartam-kenésnek is nevezhetjük.

A kosárszemcsékhez egy igen értékes, különlegesen tiszta grafitot (ún. elektrogrfit) használnak, mely oxidációs vagy öregezési jelenségek fellépésének, illetve káros gázok keletkezésének veszélye nélkül egészen 600 °C-ig alkalmazható.

### Választék

Az új, magas hőfokra készített SKF csapágyak a mélyhornyú 62 és 63 jelű sorozatokra épülnek, és valamennyi kereskedelmi forgalomban lévő méretben gyárthatók. Tehát minden beépítési esetre rendelkezésre áll egy magas hőmérsékletre alkalmas, megfelelő méretű csapágy. Az ilyen kivitelű csapágyak a 2Z/VA208 kiegészítő jelzéssel vannak ellátva.



1. ábra

A magas hőmérsékletre alkalmas csapágyak fejlesztésénél a modern számítógépes tervező/CAD eszközöket alkalmazták



## Előnyök

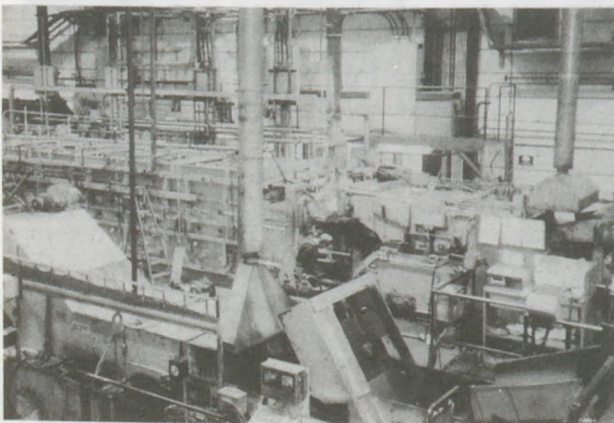
Az új, magas hőmérsékletre alkalmas SKF csapágyak felhasználók részére nyújtott legfontosabb előnyei:

- A zárt kivitel és állandó kenőanyag-ellátás biztosította *igen nagy üzembiztonság*, ami hosszú évekre kifogástalan csapágyműködést tesz lehetővé. A csapágyak beállításának veszélye gyakorlatilag nem áll fenn, és így *termelés kiesés nélkül, folyamatos üzemre* lehet számítani.
- Az indítási és üzem közbeni csekély súrlódásból adódó *energiamegtakarítás*.
- Mivel kenést nem igényelnek és üzembiztosak, *karbantartási költségük* minimális.

## Alkalmazási példák

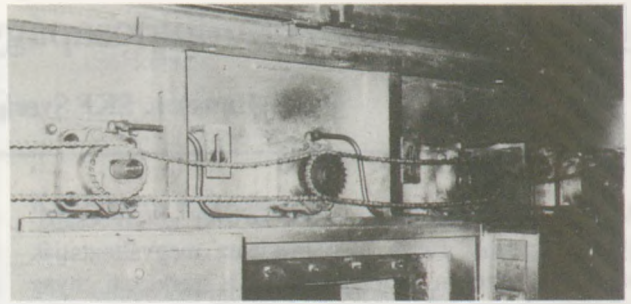
Az első példa egy hőkezelő kemence, amely 900 °C-on is üzemelhet (2. ábra). Az edzendő acélalkatrészeket a kemencén egy 3 n/min fordulatszámú hengerekkel alátámasztott és meghajtott szállítóberendezés viszi keresztül. Bár a gördülőcsapágyak a kemence külső oldalán elhelyezett házban vannak beépítve, üzemi hőfokuk eléri a 350 °C-ot.

Az eredetileg beépített Y csapágyaknál előfordult, hogy egyes hengerek már egy hét üzemeltetés után beálltak. 1987-ben az új 2Z/VA208 jelű, mélyhornyú golyóscsapágyakkal szerelték fel a hengereket. A furat utánmunkálásával az eredeti Y csapágyházak továbbra is használhatók maradtak (3. ábra). A csapágyak a tengelyen és a házban Seger-gyűrűkkel vannak rögzítve. A korábban *folyamatosan* legfeljebb 6 hónapig használható láncos szállítóberendezés már több mint négy éve kifogástalanul üzemel. A már említett előnyökön kívül a meghajtó hengerek és szállítószalagok tervezése, gyártása során is jelentős költség takarítható meg. A termelt mennyiség a minőség egyidejű javulása mellett nőtt. Ezenkívül a csapágyházaknál korábban alkalmazott vízűtést is meg lehet szüntetni.



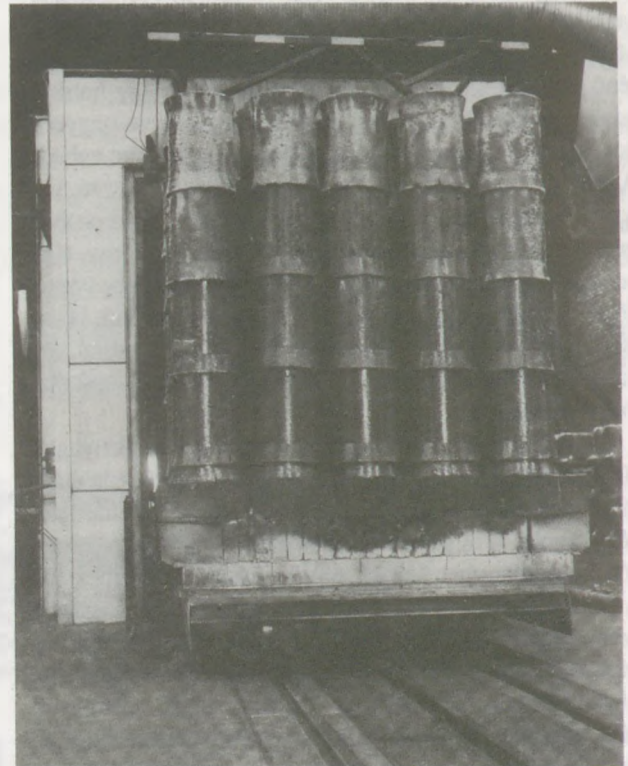
2. ábra

Folyamatos üzemi hőkezelő kemence acél alkatrészekhez



3. ábra

Az új csapágyakat a kemence külső oldalán elhelyezett, utánmunkált, régi csapágyházakba építették be



4. ábra

Acélalkatrészek szinterezésére alkalmas berendezés

A második alkalmazási példánk szigetelőlemezek előállítására vonatkozik. Itt a szigetelőanyagot két végtelenített sín között egy kemencében tömörítjük, ahol a hőmérséklet a 300 °C-ot is meghaladhatja. A lemez vastagsága a két, egyenként 1250 futógörgővel megtámasztott, sín között beállított távolságtól függ. Az eredetileg siklócsapágyazású futógörgőkkel ismétlődő problémák adódtak. Ezek megoldása érdekében – az SKF bevonásával – egy kétsoros mélyhornyú, grafitseggmens kenésű golyóscsapágyra alapozott, új futógörgőt fejlesztettek ki.

A kétéves próbaüzem alatt heti ötnapos, teljes 24 órás üzem alatt egyetlen görgő sem hibásodott meg. Mivel az új csapágyak minden tekintetben megfelelnek a vevő igény-



nyeinek, az azóta eltelt időben már számos futógörgő cserére került sor.

Harmadik alkalmazási példa egy acélpor felhordására alkalmas szinterező berendezés (4. ábra). A hosszú alagútkelemben 200 °C körüli hőmérséklet van, és több mint 600 kemencekocsi közlekedik. A kemencekocsik kerekének fordulatszámja 1 és 2 n/min között van. Mivel homok és por ezekbe a csapágyakba bejuthatott, és ezáltal meghibásodást okozott a kosáron, lehetetlen volt megfelelő időtartamot elérni. 1985-ben néhány kemencekocsi kerekébe új mélyhornyú golyóscsapágyat szereltek. Az első 6 hónapos üzemelést követő felülvizsgálat során ezeket a csapágyakat kitűnő állapotban találták, úgy néztek ki, mint amelyek „éppen bejáratódtak”. A felülvizsgálat során a korábbi csapágyakat folyamatosan az új kivitelűre cserélték. Most már 6 év használati idő után egyetlen csapágyat sem kellett kicserélni.

Ezen megoldás különleges előnye, hogy a felhasznált mentesült a kemencekocsi-kerekek ismételt bejáratásától

is, amely korábban mindig szükséges volt; ha a csapágy beállt, a kerekek a sínen csúsztak, és emiatt nem kör alakúra koptak.

## Összefoglalás

A normál kivitelű gördülőcsapágyak igen magas hőmérsékleten nem használhatók. Ezért gyárt az SKF már régóta különleges csapágyakat magas üzemi hőmérsékletre, például hőkezelő kemencék kocsijához kerék- vagy futógörgő csapágyat. Hagyományos kenőanyagok e csapágyaknál szóba sem jöhetnek. Az SKF új, hőálló, magas hőmérsékletre gyártott csapágyainál a kenőanyag-problémát egy igen értékes grafit csapágykosár szegmensekkel oldották meg. A forgó csapágyban kis mennyiségben lekopó grafitrészekké a csapágy hatásos kenését biztosítják. Az új csapágy lényeges előnyei: igen magas üzembiztonság, kicsi energiaszükséglet és karbantartási igény.

# Az Alföldi Porcelángyár és a Villeroy & Boch együttműködése

Puskás János

Alföldi Porcelángyár Rt., Hódmezővásárhely

Az Alföldi Porcelángyárat a Finomkerámiaipari Művek (FIM) alapította 1965-ben. Helyileg Hódmezővásárhely mellett születtek a kerámiai hagyományok, az itt dolgozó nagyszámú vásárhelyi fazekas és a majolika telep, továbbá a hatvanas évek elején a közelben feltárt földgázkészlet.

## A társaság termékköre

- fehér és színes formatervezett fürdőszoba- és egészségügyi berendezések (szaniter termékek);
- többszínű falburkoló csempék, mázas, ill. fagyálló padlóburkoló lapok;
- kézi festésű, kalocsai mintájú háztartási készletek és dísztárgyak;
- majolika dísztárgyak, amelyek őrzik a környék gazdag fazekas hagyományait és népművészetét;
- háztartási és vendéglátóipari porcelánedények;
- égetési segédeszközök, tokok, lapok, idomok.

## A vállalat rövid története

- 1965. Az első gyár alapkövének letétele.
- 1967. A szaniter termékek gyártásának kezdete.

- 1969. A porcelántermékek és égetési segédeszközök gyártásának kezdete.
- 1971. A Majolikagyár megvásárlása a várostól.
- 1972. A Kalocsai Festőüzem megnyitása.
- 1973. Padló- és falcsempék gyártása.
- 1982. Az ALFÖLDI leválik a Finomkerámiaipari Művekről (FIM).
- 1990. AP Majolika Kft., AP Burkolólapgyár Kft., AP-TA Kft. megalapítása.
- 1990. Az Edény Rt. vegyesvállalat megalapítása.
- 1991. Átalakulás részvénytársasággá.
- 1992. Az AP Burkolólapgyár Kft. beolvastása az AP Rt.-be.
- 1992. A BURTON-APTA Kft. vegyesvállalat megalapítása.
- 1992. Az AP Rt. vegyesvállalat létrejötte.

## Szanitergyár

A szaniter termékek (mosdók, WC-ülőkék és kiegészítők) gyártása 1967-ben, az olasz POZZI cégtől vásárolt know-how alapján, jellemzően Olaszországból és NSZK-ból származó gépekkel, gépsorokkal indult. A technológiai berendezések egy részét a NETZSCH, a kemencéket



a SITI cég szállította. A telepítés idején Közép-Európa egyik leggépesítettebb és legkorszerűbb szanitergyáraként épült meg.

Belépése Magyarországon ugrásszerű mennyiségi és minőségi javulást eredményezett, jóllehet a felfutóban lévő építkezések dinamikusan növelték az igényeket. Az eredeti termékskálát fürdőszoba, egészségügyi felporcélan kerámiatermékek alkották fehér és pasztellszínű kivitelben.

Viszonylag gyorsan megkezdődtek a fejlesztések és bővítések. A gyárban az új termékkonstrukciókat főleg a tőkés piac igényeinek megfelelően fejlesztették ki. 1978–80 között a kapacitásbővítő beruházás révén a termelőképesség megduplázódott. E beruházást a tőkés export lehetőségeinek kihasználása tette szükségessé. A kapacitás növekedése következtében a meglévő épület osztályozó üzemmel és készáruraktárral bővült. 1981–84 között került kifejlesztésre és bevezetésre a célgépesített kézi öntés.

A korábban telepített mosdó- és WC-öntőszalagokat elemes öntőpadokkal váltották ki. A beruházással párhuzamosan az NSZK-beli RIEDHAMMER cég közreműködésével felújították a két alagútkezemencét, és egy újra-égetésre alkalmas kamrás kemencét helyeztek üzembe. Egy gazdaságos nagyságú, a műszaki fejlődéssel nagyjából lépést tartó, a szakma által is számon tartott üzem alakult ki a 28 év alatt. Az AP Szanitergyár a hazai piacon meghatározó minden lényeges szempontból. Kapacitása azonban már hosszabb ideje nem helyezhető el az országon belül. Ausztriában, Németországban, Hollandiában építette ki főbb piacait. Részesedését állandóan növeli. A belföldi piac felvevőképességének csökkenését az exporttal ellensúlyozta, melynek aránya ma már eléri az 50%-ot.

## Burkolólapgyár

A szaniter termékekkel színükben harmonizáló, változatos dekorációjú falicsempék, valamint különböző méretű és alakú mázatlan és mázas padlólapok gyártásával tette teljessé a vállalat a komplett fürdőszoba kínálatát.

1972-ben kezdődött meg az olasz technológiára épült falburkoló csempe gyártása, s 1974-ben a burkolólapgyártás padlógyártó üzemmel bővült. A két üzemet közös gyárirányítási rendszer fogja össze.

A Falburkolólap-üzemet a SACMI olasz cégtől vásárolt know-how alapján telepítették. A termékskálát 15×15 cm méretű, dekorálatlan, fehér és pasztellszínű, fényesmázas, fehér fajanszcserepű falburkoló lapok képezték. Az üzem kapacitását beruházással nem bővítették, de jó üzemszervezéssel a termelést mintegy 30%-kal sikerült növelni.

A termékek megjelenése színben és dekorált felületben változatos, a mázó és dekoráló berendezések sokrétű, jó hatásfokú kihasználását kvalifikált gyártás- és gyártmányfejlesztő csoport segítette elő. A technológiai

fejlesztésben jelentős lépés volt a vörösgyag, a tokrakás, az osztályozószalag, az automata kocsirakás bevezetése. A normál dekoráló festék mellett a reaktív dekoráló festéket is bevezették. A dekorálási technikák szélesedtek, és jobban igazodtak a piac igényeihez.

A gyártmányfejlesztés következtében gyártásba került a 15×22,5 cm-es csempe. A falburkoló csempék ADRIA elnevezéssel alapszínekben, mintás és kézzel festett kivittel készültek. Funkcionális felületüket máz fedte, sav- és lúgálló, 15×15 és 15×22,5 cm-es méretben készültek.

A Padlóburkolólap-üzem szintén a SACMI cégtől vásárolt know-how alapján létesült. Termékei a telepítés idején 10×10, 15×7,5 és 5×10 cm méretű fehér és pasztellszínű, mázatlan fagyálló lapok voltak. Az üzemben a kezdeti kapacitást 20%-kal bővítették. Csökkentették a termelési költségeket új alapanyagok bevezetésével és az őrlési technológia szabályozásával.

- Fagyálló mettlachburkolatok készítésére AZZURI elnevezésű 10×10 cm-es sima, 10×10 cm-es felülnyomott, hatszögletű, nyolcszögletű, ill. ALASZKA elnevezésű piskóta formájú mázatlan padlólapokat állítottak elő.
- Mázas padlólapok 15×22,5 cm méretű ARNO, valamint RAVENNA elnevezésű piskóta formájú, nem fagyálló belsőtéri burkolatok készítésére voltak alkalmasak.
- A mázatlan padlólapgyártást kiváltva 1990-től egyszerűsített fagyálló burkolólap- és falicsempegyártást valósítottak meg. A berendezéseket, a komplett gyártás- és gyártmánytechnológiát az olasz SACMI cégtől vásárolták.

Az új üzem további 10%-kal nagyobb évi kapacitással rendelkezik, a gyártmánytípusok, az alkalmazott gépek és technikák biztosítják egy nyugat-európai színvonalon álló, funkcióban és kivitelben gazdag termékskála előállítását.

## Kalocsai Festőüzem

A festőüzem évi kapacitását és termelési értékét illetően szerényebb, mint a többi termelőegység, 1972-ben azzal a céllal hozták létre, hogy a kalocsai népi motívumok alkalmazásával segítse a hagyomány továbbélését, a népművészeti termékek díszítésbeli választékának bővülését. Az előállított termékek – elsősorban dísztárgyak és ét-készletek – a kézi festés alkalmazása révén jelentős eszmei értéket képviselnek. Az előállított termékeket az USA-ban, valamint a japán, az argentin, az osztrák, a német és a spanyol piacokon és belföldön értékesítik.

## Majolikagyár

A város évszázados kerámiai hagyományait őrzi a kézművestermékeivel a Majolikagyár. A népi fazekasság



Hódmezővásárhelyen több mint 450 éves múltra tekint vissza. Ennek fejlődési folyamata nem volt töretlen, a 19. század végén sorvadásnak indult. A hagyományok újra-élesztésére, a fazekasságnak mint foglalkozásnak a fennmaradására és a népi kerámiák átmentésére egy művész-csoport 1912-ben megalapította a Művészek Majolika és Agyagipar Telepét.

Kezdetben díszműáruk, edények és művészi agyag-szobrocskák készítésével foglalkoztak. A későbbiekben változott a termékkála, 1932-től kezdtek el épületkerámiát is gyártani. A 30-as években több világkiállításon szerepelt a gyár szép sikerrel. A II. világháború erősen megviselte a Majolikagyárat, az 1950-es államosításkor szinte a semmiből indult el újra. 1953-ban kezdték el a gyár korszerűsítését.

1971-ben vásárolták meg a városi tanácstól a Majolikagyárat, mely 1971. április 1-jétől tartozik szervezetileg az Alföldi Porcelángyárhoz.

Termékeik kezdettől fogva kézi korongozással és hagyományos kézi festéssel (írókázással) készülnek. A gyár jellemzője a munkaigényes majolika díszműáruk és használati tárgyak előállítás. Felsorolni is nehéz lenne a tálak, vázák és tányérok sokaságát, amelyek a gyár fennállása óta jelentős hírnevet szereztek a magyar kerámiaiparnak.

Forma- és dekorviláguk népi elemekre épül, emellett figyelembe veszi a mindenkori vevői igényeket. Évente 30–35 új formával és 25–35 új dekorral bővül árúválasztékuk. Jelenleg 2000 forma, 11 alapszín, kb. 900 dekor és 35–40-féle máz közül választhatnak vevőik.

Legnagyobb partnereik: Németország, Svájc, Franciaország, Ausztria, USA, Svédország, Hollandia és Finnország.

## Edénygyár

A gyár létesítését kimondó döntés ugyancsak a magyar finomkerámia-ipar fejlődésének extenzív szakaszában született.

A lényeges tervek, a know-how, a gépek többsége, az első termékek formái az NDK-ból származtak, a szakemberek képzése-továbbképzése, a gyár 1969-ben történő üzembe helyezése is közreműködésükkel történt. A gyár indításakor háztartási szervizkészlet gyártása folyt, ezt követte néhány új, helyileg kifejlesztett háztartási edény-család, kizárólag belföldi értékesítéssel.

A technológiai fejlesztésekkel új gyártástechnológiai lehetőségeket építettek ki (gépi tálgyártás, csészegyártó-gépsorok, magastűző dekorégető berendezések, matricagyártó berendezések, kemencekiszolgáló manipulátorok, dekorológépek), korszerű vonaltechnológiákat hoztak létre, a kézi műveleteket mechanizálták (öntésgépesítés, termék-utómegmunkálások), s a gyártmányfejlesztések gépi háttérét teremtették meg, amelyekhez a berendezéseket az NSZK-beli DORST, LIPPERT, ZEIDLER, RIEDHAMMER és SPS cégektől szerezték be. A szervezeti,

működési, technológiai fejlesztések, a kapacitást is bővítő beruházások mellett országosan ismert, a felhasználók és a szakmák által is elismert gyártmányfejlesztések révén fokozatosan erősödtek piaci pozíciói, hírneve. E sikersorozatból is kiemelhető betörése a szálloda- és vendéglátóiparba, ahol szerepe tartósan meghatározó lett.

Már az első években, amikor a hazai piacon nyomasztó volt a porcelánedény hiánya (különösen komplett készletekből, amelyek szállítására szinte csak ez az edénygyár mert vállalkozni), kimerészkedett az exportpiacokra, főleg a folyamatos megmérés érdekében.

A gyárra a dinamikus termékkínálat-változás a jellemző. Az exportálás beindítása a forma- és dekorfejlesztés új koncepciójának kialakítását eredményezte:

- A háztartási termékfejlesztés BNV-díjas BELLA (207) és SATURNUS (208) készletei már az új elképzeléseknek megfelelőek voltak.
- A vendéglátóipari igények erősödése miatt a termékkálát új vendéglátóipari porcelán-edénycsaláddal, az UNISSET (212) termékcsaláddal bővítették, átütő piaci sikerrel. Ezzel megteremtették a „mosogatógéppáló” dekorációk gyártásának, forgalmazásának lehetőségét.
- A BLANKA (214) készletet Formatervezési Nívódíjjal, a Fogyasztók Tanácsának díjával és BNV-díjjal tüntették ki.
- A BERILL (220) készlet egy újabb formatervezett háztartási készlet volt, amelyet Nívódíjas Ipari Forma címmel tüntettek ki. Ez a készlet klasszikus formákat idéző, a piac igényeit kielégítő termék volt, amely fehéren és a minták gazdag választékával került gyártásra.
- Az 1989-ben kifejlesztett IRIS (222) termékcsalád szintén BNV-díjat kapott.

Ma az export részaránya 50% felett van, a termékek Franciaországban, USA-ban, Olaszországban, Angliában, Kanadában, Ausztriában és Skandináviában is megvásárolhatók. Napjainkban az edénygyár évente 12 millió porcelánterméket értékesít. Választékát mintegy 250 termék és 400 minta jelenti.

## Tűzállóanyaggyár

A tűzállóanyag-ipari termékek gyártását eredetileg az Alföldi Porcelángyár és a magyar finomkerámia-ipar égetési segédeszköz igényeinek kielégítésére kezdték meg 1968 májusában az NDK-ból vásárolt know-how alapján.

Az alapításkor a préselési és extrudálási technológia tartozott a profiljába, s a termékkála háromféle összetételből 10–12-féle termék gyártására korlátozódott.

A gyár által gyártott tűzálló termékek magas élettartamú korund és szilíciumbázisú termékek. Jelentősen nagyobb használati értékűek a hagyományos samott-termékekkel szemben. A gyár az üzembe helyezése óta jelentős



fejlődésen ment át, kapacitása 1,5-szeresére bővült. A technológiai színvonal fejlesztését szolgálta az angol ACME-MARLS know-how és licencvásárlás. A RIEDHAMMER cégtől importált sapkaskemence a magas hőmérsékletű (1700 °C) égetéshez szükséges technológia megvalósítását szolgálta.

A gyártás döntő hányada két technológiára (öntés és sajtolás) épült, ezt egészíti ki a döngölési, az extrudálási és a korongozási technológia. Az utóbbi időben az ipáron kívül jelentkező igények kielégítését célzó fejlesztésekre is törekednek.

Ellátják égetési segédeszközökkel a belföldi porcelán- és kőedénygyártáson túl a szaniter, a burkolólap- és a műszaki kerámiagyártást, de gyártottak még kályhabélestesteket, öntödéknek csatornacsöveket, precíziós öntéshez beöntő tölcseket, különböző elektromos hőkezelő kemencékhez fűtőszálatartó idomokat is.

Közel 100-féle alapanyagból, 50–60-féle masszázsszetételből, több mint 700-féle terméket állítanak elő.

Főbb külföldi partnereik: Németország, Ausztria, Irán és Spanyolország.

### Az Alföldi Porcelángyár privatizációja

1990-ben jelentős szervezeti változások zajlottak le. A vállalat vezetése a gazdasági környezet változásait, a privatizációs tendencia megerősödését is időben megérezve elhatározta, hogy a cég tulajdoni és strukturális viszonyait olyan módon változtatja meg, hogy a gazdasági társaságokká alakulásban rejlő fejlődési lehetőségeket kihasználhassa. Erre az útra az Alföldi Porcelángyár – hivatalosan – 1990. július 1-jén, három gyárának egyszemélyes korlátolt felelősségű társasággá alakításával lépett. (APTA Kft., Alföldi Burkolólap Kft., AP Hódmezővásárhelyi Majolikagyár Kft.) Ezt követte 1990. október 1-jei indulással az edénygyár egyes tulajdonú részvénytársasággá alakítása, ahol az Alföldi Porcelángyár 40%-kal, 30–30%-kal pedig a COHFIN és a Table de France részese lett és részesedik jelenleg is.

A további átalakításokkal a vállalat részben pénztőké, részben szakmai jellegű támogatásokat (gyártástechnológia, termékstruktúra, fejlesztési lehetőségek, marketing stb.) kívánt bevonnani. Első lépésként az Alföldi Porcelángyár állami és önkormányzati tulajdonú részvénytársasággá alakult 1991. november 1-jével. Ezt követően 1991. december 31-i dátummal az Alföldi Burkolólap

Kft. beolvasztásra került az Alföldi Porcelángyár Részvénytársaságba. Az APTA Kft. 1992. január 1-jével BURTON-APTA vegyestulajdonú Kft. lett, ahol 51%-kal a német K-F. Hensiek GmbH és 49%-os mértékben az Alföldi Porcelángyár részesedett. Az Alföldi Porcelángyár Rt. 1992. április 3-án – Európa vezető kerámiaipari cége, a német Villeroy & Boch AG többségi tulajdonosi részvételével – vegyesvállalattá alakult át.

A Villeroy & Boch-nak azt a szándékát, hogy részesedéseket vásároljon az Alföldi Porcelángyár részvényeiből – üzleti terveit és további beruházási szándékait megismerve – stratégiai elhatározásként lehet értékelni. A Villeroy & Boch garanciát vállalt a minőségjavításhoz, a termékfejlesztéshez, az értékesítés és az irányítás fejlesztéséhez szükséges know-how korlátlan és ingyenes átadására – amely legnagyobb részét a munkatársak továbbképzése révén valósul meg –, valamint egy 4 év alatt megvalósítandó, csaknem 1 milliárd forint értékű beruházás finanszírozására. A 4 éves időszakon túl a további kapacitásnövelés a mai becslés alapján mintegy 600 millió forint nagyságrendű beruházásokat fog maga után vonni.

A beruházások elsősorban a szaniter kerámia területére koncentrálnak. A csempegyártásban az új csempeüzem kapacitásának bővítése képezi a súlypontot. A régi csempeüzemben a termelést tovább kívánják folytatni. Az a cél, hogy a piaci viszonyok keretei között, a műszaki és gazdasági lehetőségeknek megfelelően, a lehető legtöbb csempe gyártsák. Új beruházásokra, megfelelő értékesítés esetén, az adott időben kerül sor. További vállalkozói célkitűzés a szolgáltatási területek hatékonyságának növelése és tevékenységük piacgazdasági feltételek mellett történő megvalósítása. Ennek során a jelenlegi munkatársak személyes tudását és tapasztalatát a legmesszebbmértékig hasznosítani kívánják.

Az összes intézkedés célja a vállalat tevékenységének és minőségének egyértelmű növelése, a belföldi piac ellátása, az export bővítése, és a meglévő munkahelyek megtartása. Ez az üzletpolitika megegyezik a magyarországi iparpolitikai elvárásokkal. A minőségjavítás és a termékfejlesztés az „Alföldi” márka jelentős javulásával jár. A tervek szerint az Alföldi Porcelángyár Rt. az „Alföldi” márkanévet második márkaként megtartja. A „Villeroy & Boch” konszernbe történő integrálódás révén hosszú távon biztosítva lesz, hogy az „Alföldi” márka az olcsó termékek piacáról fokozatosan az értékeesebb termékek piacára kerüljön.

### További információk:

### ALFÖLDI PORCELÁNGYÁR RÉSZVÉNYTÁRSASÁG

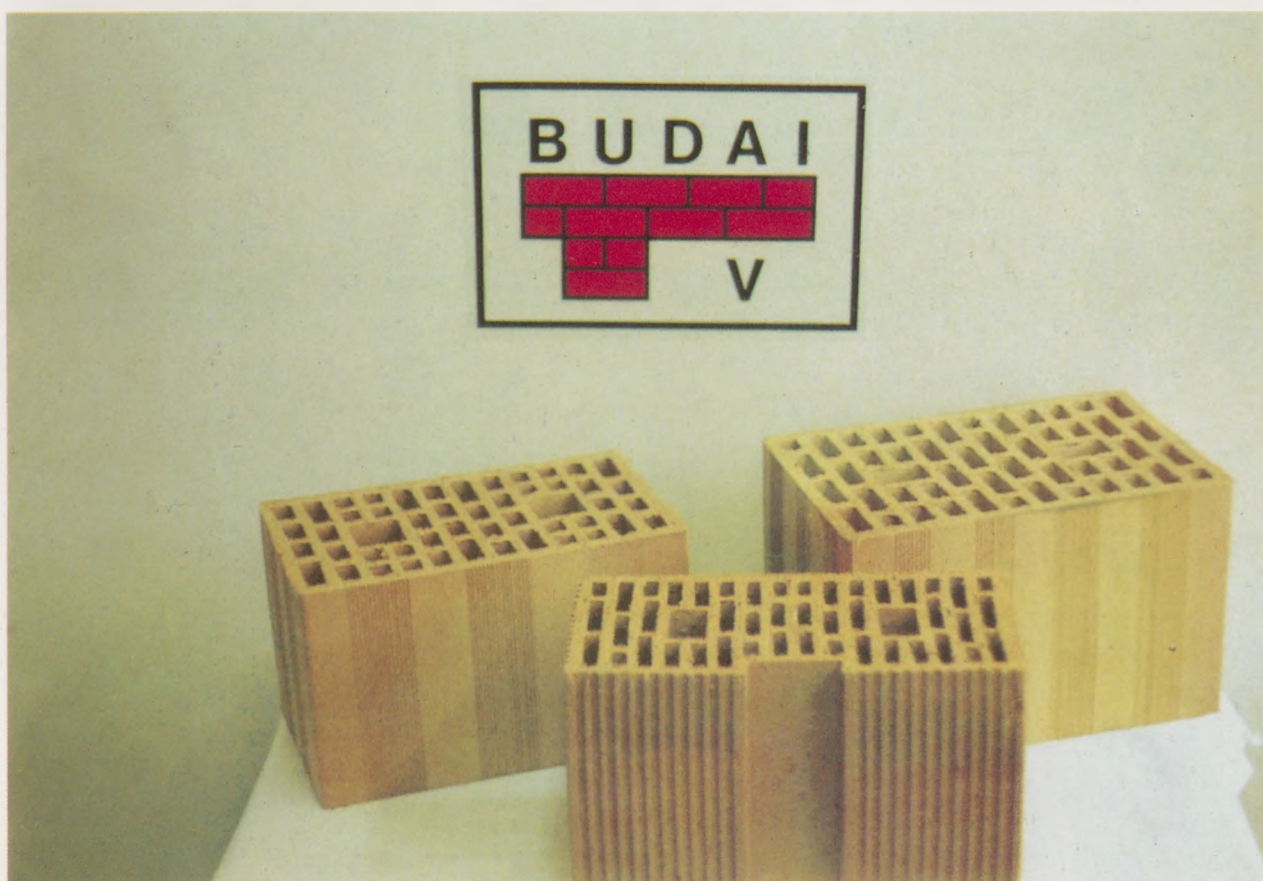
Telefon: (62) 345-222; telefax: (62) 345-476; telex: 084-226 APORC H

Levélcím: 6801 Hódmezővásárhely, Pf. 113.



# A BUDAI TÉGLAIPARI VÁLLALAT FOKOZOTT HŐSZIGETELŐ KÉPESSÉGŰ ÚJ FALAZÓBLOKK TERMÉKEI

	<b>Proton 36-os</b>	<b>Buda 36-os</b>	<b>Buda 38-as</b>
ÉMI alk.biz.sz.:	A-42/92.	A-25/92.	A-57/92.
Méret:	36×19×21,5 cm	36×21,5×21,5 cm	38×24×19 cm
Tömeg:	12 kg/db	11 kg/db	12 kg/db
Üregtérfogat (min.):	45%	40%	45%
Térfogati tömeg:	850 kg/m <sup>3</sup>	750-800 kg/m <sup>3</sup>	750 kg/m <sup>3</sup>
Nyomószilárdság:	7 MPa	10 és 7 MPa	10 és 7 MPa
Hőátbocsátási tényező (k):	0,67 W/(m <sup>2</sup> ·K)	0,69 W/(m <sup>2</sup> ·K)	0,68 W/(m <sup>2</sup> ·K)
Anyagigény:	22 db/m <sup>2</sup>	19,75 db/m <sup>2</sup>	20 db/m <sup>2</sup>
<b>1 fal m<sup>2</sup> gyári ára (ÁFA nélkül)</b>			
kézi rakodással:	878,02 Ft	793,36 Ft	844,60 Ft
egységcsomagban:	942,92 Ft	912,45 Ft	971,20 Ft
Gyártóhely:	Solymár II. Tgy.	Törökbálinti Tgy.	Törökbálint Tgy.
Telefon:	(06-26)39-122	185-2511	185-2511



**A BUDAI TÉGLA FOGALOM!**



# Villeroy & Boch

---

---

