

302935



# ÉPÍTŐANYAG

A Szilikátipari  
Tudományos Egyesület  
folyóirata

**2**

XXXVII. ÉVFOLYAM  
BUDAPEST, 1985. FEBRUÁR  
ÉPÍTŐANYAG 37 (2) 33–64 (1985)

A mész- és cement-, az üveg-, a finomkerámia-, a téglá- és cserép- a beton-, a kő-kavicsipar és a szigetelőanyagok iparának tudományos szakirodalmi folyóirata

Szerkesztőbizottság:

elnöke:

Dr. Talabér József

felelős szerkesztő:

Dr. Székely Ádám

tagjai:

Dr. Bálint Pál

Dr. Beke Béla

Csáktornyai Béla

Dr. Csizi Béla

Dr. Grofcsik Elemér

Hajnal Lajos

Dr. Jilek József

Dr. Kolostori János

Dr. Kovács Róbert

Lenkei György

Riesz Lajos

Száder Rudolf

Szentmártony Gusztáv

Dr. Tamás Ferenc

Dr. Tóth Kálmán

Dr. Träger Tamás

Vajda László

### TARTALOM

<i>Beke Béla</i> : Fél évszázad az őrléstechnikában .....	33
<i>Víg Jenő</i> : Az építő- és építőanyagipar helyzete, távlati feladatai .....	38
<i>Ujhelyi János</i> : A cementtakarékos betonkészítés problémái .....	42
<i>Magyari Béla</i> : Az építőipar tapasztalatai a cementellátás területén .....	46
<i>Nagy Géza - Puskás Ferenc - Szemmelveisz Tamásné</i> : Tűzálló döngölőmasszák salak korróziója .....	48
<i>Marczisz József</i> : A Dorogi-medence édesvízi mészköveinek gazdaságos felhasználási lehetőségei .....	53
<i>Scheuer Gyula - Schweitzer Ferenc</i> : A Budai és Gerecse hegységi édesvízi mészkövek kőzettöredettségjelenségei .....	60
Szabadalom Figyelő .....	59
Lapszemle .....	64

### СОДЕРЖАНИЕ

<i>Beke, B.</i> : Полвека в межнике измельчения .....	33
<i>Vig, E.</i> : Настоящие и перспективные задачи развития строительной и промышленности строительных материалов .....	38
<i>Уйхей, Я.</i> : Проблемы цементно-экономичного изготовления бетона .....	42
<i>Магьяри, Б.</i> : Опыт строительной промышленности в области обеспечения цементом .....	46
<i>Над, Г. - Пушкаш, Ф. - Семмелвейс, Т-не</i> : Шлаковая коррозия огнеупорных трамбовочных масс .....	48
<i>Марциш, Й.</i> : Возможности экономичного использования пресноводных известняков Дорогского бассейна .....	53
<i>Шейер, Д. - Швейтцер, Ф.</i> : Растрескивание пресноводных известковых пород Буддийской и Геречской гористости .....	60

### INHALT

<i>Beke, Béla</i> : Ein halbe Jahrhundert im Mühlentechnik .....	33
<i>Vig, Jenő</i> : Die Lage und perspektivische Aufgaben der Bau-, und Baustoffindustrie .....	38
<i>Ujhelyi, János</i> : Probleme der zementersparenden Betonherstellung .....	42
<i>Magyari, Béla</i> : Die Erfahrungen der Bauindustrie auf dem Gebiet der Zementversorgung .....	46
<i>Nagy, Géza - Puskás, Ferenc - Szemmelveisz, Tamásné</i> : Schlackekorrosion von feuerfesten Stampmassen .....	48
<i>Marczisz, József</i> : Ökonomische Verwendungsmöglichkeiten der Süßwasserkalksteine von Dorog-Becken .....	53
<i>Scheuer, Gyula - Schweitzer, Ferenc</i> : Gesteinebrucherscheinungen der Süßwasserkalksteine in Gebirgen Buda und Gerecse .....	60

### CONTENTS

<i>Beke, Béla</i> : Half of a Century in Grinding Technology .....	33
<i>Vig, Jenő</i> : Status and Perspectives of the Hungarian Building Materials Industry .....	38
<i>Ujhelyi, János</i> : Problems of Cement-Saving Concrete Manufacture .....	42
<i>Magyari, Béla</i> : Cement Availability - the Experiences of the Building Industry .....	46
<i>Nagy, Géza - Puskás, Ferenc - Szemmelveisz Tamásné</i> : Slag Corrosion of Refractory Ramming Bodies .....	48
<i>Marczisz, József</i> : Economic Application Possibilities of Freshwater Limestones of the Dorog Basin .....	53
<i>Scheuer, Gyula - Schweitzer, Ferenc</i> : Rock Fracture Phenomena of Freshwater Limestones .....	60

## Fél évszázad az őrléstechnikában

BEKE BÉLA

### 1. Bevezetés

Visszatekintésem időtartamául a fél évszázadot nem a kerek szám kedvéért, még kevésbé személyes élményeim alapján választottam. Századunk történetének megrázkódtatásai a 30-as évek közepén az őrléstechnika fejlődésében bizonyos nyugalmi állapotot hoztak létre.

Előre kell bocsájtani, hogy e tanulmányban, amely a MTA Vegyipari Gépészeti és Szilikátkémiai Munkabizottságai ülésére készült, az őrlőberendezések fejlődését elsősorban a legnagyobb fogyasztó, a cementgyártás nézőpontjából tárgyalom. Nem mulaszthatom el megemlíteni, hogy Tarján Gusztáv professzor az ércelőkészítés erősen eltérő szemszögéből hasonló tanulmányt tett közzé 10 évvel ezelőtt [1]. A vizsgált őrlési műveletekben napjainkban és bizonyára még sokáig a golyós malmok túlnyomó szerepet játszanak, ezek fejlődése és ezek más malomtípusokra való kölcsönhatása irányjelzőinek számít.

Golyósmalmot először 1876-ban Németországban alkalmaztak (Sachsenberg és Brückner), finomőrlő hosszabb csőmalmot pedig Dániában Davidsen alkalmazott 1892-ben. Ipartörténeti érdekességű a két gyártó cég (Krupp és Smidth) két évtizedes szabaddalmi vitája [2], amely Fischer professzor átlátszó homlokfalú malmokban végzett első tudományos igényű kísérleteit eredményezte [3]. Az 1904-ben közzétett tanulmány ma már primitívnek tűnő ábrái feltűnő módon még a legújabbban megjelenő szakkönyvekben is megtalálhatók.

Visszatérve bevezető mondatukra: az első háborút követő és a 20-as évek második felében tetőző gazdasági fellendülés túltermelést idézett elő, amely egyik oka volt a 30-as évek fordulóján fellépett és a gazdaságtörténetben mindmáig példátlan válságnak. Ebből a kilábolást a 30-as évek második felében megindult rohamos fegyverkezési konjunktúra hozta magával, de — és szempontukból ez a fontos — a hozzá szükséges cementgyártási-őrléstechnikai berendezéseket készen találta, a fejlődés újabb felgyorsulása csak a háborút követő években következett be.

Fejtegetéseink kiindulásául tehát az őrléstechnika helyzetének az 1930-as évek derekán fennálló helyzetének ismertetése szolgál.

### 2. Őrléstechnika a 30-as évek derekán

#### 2.1 Őrlélmélet

Nagy szellemi energiákat lekötő és merőben meddő viták folytak az aprítás alaptételeként tekintett és még a múlt századból származó, egymásnak ellentmondó Tittinger féle felületi és a Kick féle térfogati (1867 ill. 1885) „elméletek” igazolására [4].

A törés bekövetkezésének feltételéül szolgáló és ma is elfogadható elméleti alapok: Griffith kimutatta (1921) [5], hogy a törés tovaterjedéséhez a test belsejében egy mikrométer nagyságrendű szakadóhossz, az ún. Griffith hosszúság elengedhetetlen, másrészt Smekal hibahelyelmélete (1937) [6] (test belsejében mindenkor jelenlevő szakadások, rácshibák stb.), amely megmagyarázza, hogy a törés valóságos erőszükséglete az elméleti erőszükséglettől 2–3 nagyságrenddel elmarad.

Az őrlési finomság vizsgálatára szitákat használtak és a finomsági előírások kb. az  $R(0,09) = 5 - 20\%$ -nak feleltek meg, ami persze az őrlemény túlnyomó hányadának szemcseméreteloszlásáról semmiféle tájékoztatást sem ad. Andreasen ülepítési eljárása a 20-as évektől már ismeretes volt, üzemi bevezetésre ez nem került, de megadta a lehetőséget a szemcseméreteloszlás módszeres vizsgálatára. Két eloszlásfüggvény vált ismeretessé: a Gaudin Schumann féle (1926–1940) [7] (GS eloszlás) és a Rosin-Rammler–Sperling féle (1933) [8] (RR) eloszlás. Mindkettő félempirikus és két állandót tartalmaz, az egyik egy jellemző szemcseméretet ad meg, a másik az eloszlás szórására utal.

Az őrlés időbeli végbemenetelére, az őrléskinetikára Aljavin állított fel, formailag az RR képlettel analóg képletet, amely egyetlen szemcseméretre vonatkoztatott maradék időfüggvényét írja le [9].

Ebben az időben végezte Rebinder a felületaktív anyagoknak őrlést segítő hatására vonatkozó alapvető kísérleteit, de ezek csak később váltak általánosan ismertté. E témakörnek, a mechanokémiának első rendszerezését egyébként Hedval már 1912-ben elvégezte.

## 2.2 Malomszerkezetek

Naske 1925-ben megjelent könyve [10] bemutatja az első háború időszakának sokféle malomszerkezetét, a 30-as évek derekán már csak kevés élte túl az elavulást.

Számban és kapacitásban messze kimagasló elterjedtségűek a golyós malmok. Legfontosabb fejlemény a nagyobb átmérőjű rövid előőrle malom és a kisebb átmérőjű hosszabb csőmalom egyetlen, többkamrás malomban való egyesítése. E rendszerint háromkamrás, kamránként csökkenő méretű golyókkal és cilpebszkekkel feltöltött malmok képezik az időszak legkorszerűbb nagyüzemi berendezését, amelyhez már kialakultak a ma is használt fogaskoszorús és koaxiális hajtóművek. Az idősakra jellemző „nagyteljesítményű” malmok főmérete 2,0–2,2 m Ø, 10–14 m hosszú, száraz és nedves eljárásra egyaránt.  $R(0,09) = 5$  10% finomság mellett 10–15 t/h kapacitás volt elérhető 300–450 kW hajtómotorral.

A golyósmalmok mechanikájának alapvető összefüggései már ismertek voltak.

A golyómozgás parabolikus röppályájának, a katarakt működésének teljes elméletét, beleértve még a golyókopásra vonatkozó első képleteket is Davis már 1920-ban közzétette [11]. A golyó visszacsúszásának, a kaszkád működésnek törvényeit Uggla 1930-ban tette közzé [12]. A golyóméretnek a szemcseméretre való viszonyára Starke 1925-ben adott meg egyszerű képletet [13].

A 30-as években jelent meg a piacon főként lágyabb anyagok finomórlására a görgős malmok első képviselője, a Loesche malom, a már korábban is ismert ingás malmok (Raymond, Bradley) továbbfejlesztése. Főleg szénórlésre a hasonló elvű golyóscsapágymalom (Fuller) is feltűnik. Ugyancsak a 30-as években nyer rohamosan tér, főleg szénportüzelésű kazánok táplálására az akkor még csak néhány t/h teljesítőképességű verőlapátos (ventillátor) malom.

Igen nagy finomságok elérésére szakaszos őrlésre és néhány kg-os adagokra feltűnnek a rezgőmalmok is, amelyek mechanikájára vonatkozó vizsgálatait Bachmann csak 1940-ben publikálta [14].

## 2.3 Őrlési technológia

Az uralkodó szerepet betöltő többkamrás golyós malmok nyílt folyamatban, egyszeri átfolyással érik el a kívánt finomságot. A finomság szűk határok között az adagolás változtatásával szabályozható. Vannak próbálkozások körfolyamatos rendszerekkel is, de az akkor még ellenlápát nélküli szélosztályozókkal csak mérsékelt finomság vagy igen kis teljesítmény érhető el.

Őrlőszáritásra statikus szélosztályozóval kapcsolt, légáramkihordású körfolyamatos rendszerek használatosak, közepes őrlési finomságra, viszonylag rövid golyós malommal, Loseche malommal ingás, verőlapátos malmokkal.

## 3. Fejlődés a 40-es és 50-es években

### 3.1 Őrlélmélet

A sok évtizedes Rittinger-Kick vitát Bond zárta le az ismert „harmadik” elméletével (1952) [15]. Mindhárom elmélet egyetlen szemcsemérettel számol, legyen ez a halmaz 80%-os, vagy az RR képlethez igazodó 63,2%-os áthulláshoz tartozó méret. Charles (1957) [16], de egyidejűleg Holmes és Svensson is tovább finomítva a problémát egy n kitevő bevezetésével az őrlemény szemcseméreteloszlására is utal (Schuhmann, 1960) [17]. E „negyedik” elméletnek az előző három speciális esete.

A szemcseméreteloszlásra Svensson három állandót tartalmazó képletet javasolt (1955), amely kiküszöböli a GS eloszlás 100% fölé vivő hibáját és magában foglalja mind a GS, mind az RR eloszlást [18]. A szovjet valószínűségi számítási iskola elméletileg kívánta a kérdést megoldani. Kolmogorov (1941) [19] és Rényi (1950) [20] az aprózódást homogén folyamatnak feltételezve levezették a lognormális eloszlás képletét, amellyel az eloszlás valamennyi jellemzője ellentmondásmentesen kiszámítható. De a folyamat a valóságban nem homogén, a továbbaprózódás a momentán állapottól nem független, ezért a kiszámított jellemzők (pl. fajlagos felület) a valóságostól erősen eltérnek. Ennek kiküszöbölését szolgálja a  $0 - \infty$  határok helyett egy fiktív felső határra való renomálás (Fáy-Zselev 1960) [21], tehát ugyan csak egy harmadik állandó bevezetésével.

Az őrlésdinamika terén figyelemreméltók Heywood vizsgálatai (1950–52) [22], ő a szemcseméreteloszlás időbeli változását térbeli ábrázolásban megadva rámutatott a folyamatnak igénybevételestől és anyagtulajdonságtól függőségére. A folyamat mélyebb megismerésére javasolta Hüttig az őrlési függvényeket, amelyek szemcseméret és idő szerinti deriválással az anyagi jellemzőkre is fényt vetnek (1952) [23].

Az őrlési finomságnak az energia túladagolásakor való leromlására, az agglomerációra már a 40-es – 50-es években és felfigyeltek. Papadakis megállapította és képletbe foglalta (1960) [24], hogy az egyedi behatások túl nagy energiája a folyamatot átfodítja, az őrlemény durvulni kezd.

Rebinder már említett, még a 30-as években végzett kutatásaiban – eredetileg vízöblítéses mélyfúrásnál – felületaktív anyagok ezrelékes mérvű adagolásával a morzsolást, őrlést nagy mértékben előmozdító hatását észlelte [25]. Götte kimutatta a vizsgálatokat száraz őrlésre kiterjesztve (1952) [26], hogy az anyagi szemcsék belsejében fennálló erőegyensúly a felületen megbomlik, a felület/tömeg viszony növekedésével a szemcsék közelítésével a szabadabb váló felületi erők újbóli összeszőrését eredményeznek. Ezen telítetlen felületi erők lekötését szolgálják az „őrlési segédanyag” néven bevezetett felületaktív adalékok. Az ötvenes évek kezdetétől egyre mélyrehatóbban vizsgálták ezeket a mechano-kémiai körébe eső jelenségeket.

### 3.2 Malomszerkezetek

Továbbra is a golyós malmoké az uralkodó szerep. A gazdasági fellendülés éveiben egyre nagyobb egységeket építenek, 1950-re általános a 2,5–2,6 m  $\varnothing$ , 1960-ra a 3 m, a cementőről kapacitás 1950-ben kb. 25 t/h, hajtómotor kb. 750 kW, 1960-ban 35 t/h ill. 1000 kW. Európában az 50-es években még egyed-uralkodó a nyílt folyamatú háromkamrás malom  $L/D = 5-6$  viszonyal. A háborús években nyert tért az USA-ban – szemben az Európában dogmaként kezelt nyílt folyamattal – a körfolyamatos cementőrlés, először túlságosan rövid, de azután  $L/D$  kb. 3–3,5, napjainkig is általános értékekkel. A körfolyamatos rendszer Európában csak az ötvenes évek végén terjedt el. Előfeltétel volt a hatásos szélesztályozók bevezetése. A finomság és szelektivitás fokozására az osztályozóba beépítették a forgó ellenlapátkoszorút, amely utóbb csőtengelyes megoldással és változtatható fordulatszámú második motorral menet közbeni szabályozást is lehetővé tett. Még újabb fejlemény a külső keringetésű, az osztályozót kívülről körülvevő finomelválasztó ciklonos megoldás.

A golyósmalmok elméletét is tovább vizsgálták. Joisel a katarakt működésnél számításba vette a szomszédos golyók egymástól, a parabola röppályát torzító hatását (1951–52) [27], Rose monográfiájában pedig a dimenzióanalízis eszköztárát alkalmazta (1958) [28].

A malomátmérőhöz, a szemcseméretre és őrlési finomsághoz megfelelően megválasztandó őrlőtestméretre Razumov (1947) javasolt egyszerű képletet, amelyben csak a malom és az őrlőtest mérete szerepel [29]. Az őrlendő anyag tulajdonságait és a malom üzemviszonyait is figyelembevevő, ma is elterjedten használt képletet Bond javasolta (1958) [30].

A golyós malmokkal analóg működésűek az őrlőtestek nélkül vagy csak kevés számú nagy golyóval feltöltött nagy átmérőjű rövid malmok ( $D/L = 5-6$ ). Ezek napjainkban az ércelőkészítésben túlnyomó szerephez jutottak. Pl. 8,25  $\varnothing \times 1,86$  m főméretű Aerofall malom 170 t/h nyerslisztet állít elő  $R(0,2) = 1\%$  finomságra. Utánőrlés szükséges.

A golyós malmokkal párhuzamosan a görgős malmok kapacitása is hasonló mértékben növekedett és megjelentek más cégeknek a Loesche malomtól csak szerkezeti részletekben eltérő gyártmányai is.

Fokozott tért nyertek egyre növekvő méretekkel főként szénőrlésre az ütközéses őrlés készülékei, amelyek elméletét Rumpf kiváló tanulmánya foglalja össze (1959) [31].

Megjelentek igen nagy finomságú őrlésre a folyamatos üzemű rezgőmalmok és a sugármalmok is. Ezek kifejlődése és elméletük feldolgozása már a következő időszakra esik.

### 3.3 Őrlési technológia

Az  $L/D = 3-4$  karcsúságú körfolyamatos golyós malom az uralkodó szerepű. Időszerűvé vált ezek anyagfolyamainak mennyiségi vizsgálata is.

Az átfolyó és a kinyerhető anyagmennyiségek arányára laboratóriumi módszerekkel Tuncov már a

30-as években javasolt nedves éroőrlésre rekurziós képletet [29]. A Rittinger és Aljavidin képletek alapján Razumov elméleti megfontolásokkal lényegében a Tuncov féle képletekhez jutott (1949) [29].

Az átfolyó és kinyerhető mennyiségek arányára, fajlagos felületekkel számolva Tanaka dolgozott ki szemléletes diagrammatikus eljárást (1957–1961) [32]. Beke a Tittinger és Rosin–Rammler képletekből kiindulva vezette le az átfolyó és kifolyó anyagfolyamatok mennyiségi kapcsolatát (1958) [33].

A [29]–[33] alattiak az osztályozó ideális működését, az egyetlen szemcseméretnél való leválasztást tételeznek fel. A valóságos helyzetet, az osztályozó Tromp görbéjének menetét szemcseközökre felbontva lehet számításba venni, kontroll a minden szakaszra azonos körbejárás tényező. E fáradságos számítást teszi elkerülhetővé az őrléstechnikába Broadbent és Callcott által bevezetett mátrixalgebra (1956) [34]. Az egyes szemcseközök aprózódásának méreteloszlását háromszögmátrixszal, a Tromp görbét diagonálmátrixszal leírva az egyes anyagfolyamatok vektorként kapjuk (Brown 1959) [35].

Száraz anyagőrlésre, szénőrlésre a légáramkihordású, statikus osztályozóval működő törzsfák terjedtek el, a ventilátorok energiafogyasztása itt a malom energiafogyasztásának felét is elérheti vagy túlhaladhatja.

## 4. Fejlődés a 60-as, 70-es években

### 4.1 Őrlésemélet

Az őrlésemélet terén a fejlődés forradalmi felgyorsulását hozták magukkal a néhai Rumpf professzor által a Karlsruhe-i egyetemen kifejlesztett iskola és az általa 4–5 évenként megrendezett aprítási szimpoziumok (1962: Frankfurt, 1966: Amsterdam, 1971: Cannes, 1975: Nürnberg, 1980: Amsterdam). Az öt szimpozium az aprításelmélet minden vonatkozását elmélyedt matematikai felkészültséggel, kiváló műszerezettséggel, alapos és költséges kísérletekkel dolgozta fel. A szimpoziumok teljes anyaga közzétételre került [36–40], ezekből tájékozódás nyerhető az aktuális kérdésekről, a tudomány állásáról. Rumpf el nem múló érdeme, hogy az ő fellépése előtt az egyes kutatók egymásról alig tudva dolgoztak téziseiken, ő volt az, aki a világszerte folyó kutatásokat egységes tudományággá forrasztotta össze. Rumpf korai halála után ez a szerep Schönert professzor kezébe került.

A szimpoziumok vaskos köteteinek tartalmi ismeretése messze meghaladja egy ilyen történeti ismertetés kereteit. Inkább csak felsoroljuk a főbb témaköröket:

Egyedi aprítás és a törés végbemenetele, energetika őrlésdinamika, keverék őrlése, mechanokémia, de mindenekfölött a folyamatok és részfolyamatok matematikai modelljei és ezzel az automatizálás előkészítése. Anélkül, hogy ez rangsorolást jelentene, néhány előadás mégis említést érdemel.

Az egyedi aprítás kérdésével és általában az aprítási művelet tudományos megalapozásával Rumpf foglalkozott az I. szimpozium bevezető előadásában [36], a kérdés további vizsgálata a II. szimpozium

anyagában található (Rumpf et al). Schönert és Steier az apríthatóság határát állapították meg a mikrométeres nagyságrendben [41], ezután a szemcse megszűnik rideg lenni és mikroplasztikussá válik. A ridegség tehát nem abszolút, hanem méretfüggő tulajdonság.

Az aprítás energetikájával, a művelet vélelmezett és erősen vitatható hatásfokával a II. szimposiumon több előadás is foglalkozott (Rose, Hiorns, Hukki) [37]. A gyakorlat részére megfelelő értelmezést Stairmand adott [38], ez az egyedi és a kollektív aprítás energiafogyasztásának viszonyzáma.

Az őrléskinetika egyenletének legelfogadottabb alakja Austin és Klimpeltől származik (1964, 1967) [37], ahol külön van választva a törési és kiválasztási függvény.

Anyagkeverékek őrlésének, a kétféle anyag kölcsönhatásának lehetőségeit Tanaka taglalta [36], erről magyar szerzőtől monográfia is jelent meg [42].

Az őrlési segédanyagok alkalmazása és a mechanokémia mélyreható elemzése (aktiválás, részecske kölcsönhatás, anyagszerkezeti változások) Juhász és Opoczky monográfiájában van összefoglalva [43]. Az őrlési folyamatnak a finomsággal való leromlása szoros kapcsolatban van a szemcseméreteloszlás szórásával [44].

A golyósmalomban való axiális mozgási sebesség hosszmenti eloszlásfüggvényével részletesen foglalkoztak a Cement folyóiratban sorozatosan közzétett tanulmányaikban Kafarov és Verdian.

A különböző igénybevételek hatásosságát vizsgálva Schönert [45] a tiszta nyomó igénybevétel előnyös voltát mutatta ki és ezzel teljesen új őrlési technológiára tett iránymutató javaslatot.

## 4.2 Malomszerkezetek

Ezt az időszakot a malomteljesítmények rohamos növekedése jellemzi, aminek az olajsokk vetett véget. A fejlődés a 70-es évek elejére elérte az 5,5 m Ø-t,  $L/D = 3 - 3,5$  viszonyal, kétkamrás kivitelben a cementteljesítmény 170–200 t/h, a hajtómotor a 7000 kW-ot közelíti. A páncélozás csonkakúp alakú elemekből van kialakítva. A nagy egységek építési és gépészeti beruházásban egyaránt tekintélyes megtakarítást tesznek lehetővé [46].

Az óriás méretek a hajtásban is reformot követeltek, megjelent a piacon a kis periódusszámú, a malomköpenyt körbevevő gyűrűs motor, tirisztoros, eddig ki nem használt fordulatszabályozási lehetőséggel.

Az általánosan elterjedt körfolyamatos rendszer kerüli meg az F. L. Smidth cég „minipebs” néven forgalombahozott kétfokozatú malma, ahol a sorbakapcsolt finomórló malom 4–8 mm-es cilpebszekkel van feltöltve.

Rohamos javulást értek el az őrlőtestek és páncélzat anyagának megválasztásával, Ni-Mo ötvöztetésű acéllal a korábbi 1000 g/t kopás 50 g/t-ra volt redukálható, az üzemiidő megsokszorozásával. A kopás ideje katarakt igénybevételnél az őrlőtest súlyával ( $d^3$ ), kaskádnál felületével ( $d^2$ ) arányos, különböző szerzők 2,5–2,8 kitevővel számolnak. Az optimális őrlőtestösszetétel még kutatási téma.

Szárítóőrlésnél a nagytömegű szárítógáz beömlésére

a csapágy furata nem ad helyet, újabban csúszósarus megtámasztást alkalmaznak a beömlőoldali nyakcsapágy helyett.

Görgős és ütköztető malmoknál is figyelemreméltó a nagy teljesítmény. Görgős malmoknál az említett kopásálló ötvözetekkel, ütköztető őrlésnél egyoldali csapágyazással, gyors lapátkerékcserével érik el a hosszú üzemiidőt.

Az igen nagy finomságot biztosító, kisebb kapacitású malmok a rezgőmalmok, még nagyobb finomságra a sugármalmok. Ezek elméleti vonatkozásai Rose [36] és Mori [36] munkáiban találhatók. Az igen nagy finomságú osztályozás készülékei közül úttörő az Alpine „mikroplex” osztályozója. Hasonlókat már mások is gyártanak.

## 4.3 Őrlési technológia

A golyós malmos őrlésnél minőségi fejlődést nem tapasztaltunk. A legújabb törekvések a körbejárási tényező, tehát az adagolás és osztályozás beállításának optimalizálására irányulnak. Ennek legfőbb nehézsége a recirkuláció finomságának on line folyamatos mérésének megoldatlansága. Nem vitás, a körfolyamat optimalizálásnak a számítástechnika módszereivel való megoldása és bevezetése soron levő feladat.

Külön szót kell ejteni a golyós malom – görgős malom versenyéről. Egyértelműen bizonyított, hogy görgős malommal kb. 20%-os energiamegtakarítás érhető el. Nyersőrlésnél ezt már az ipar tudomásul is vette, több nyersmalom készül görgős, mint golyós rendszerrel. Más a helyzet cementőrlésnél. A szokásos légáramkihordás más szemcseméreteloszlást produkál és ezt igen nehéz a cement kötési és szilárdulási követelményeihez beállítani. [47]. Újabb kísérletek a görgős malom körbejáratására is serleges elevátorral dolgoznak [48] és bár a szemcseméreteloszlást így sikerül is elérni, a szemcsék eddig nem vizsgált morfológiája zavart okozhat. Nem vitás, a görgős malomok a cementőrlés területén is előbb-utóbb előtérbe kerülnek.

Történiék még említés két, a közelmúltban megvédett magyar disszertációról:

Opoczky Ludmilla doktori disszertációja: Szilikátipari rideg anyagok finomórlésének folyamata,

Verdes Sándor kandidátusi disszertációja: Golyósmalmi őrlés kinetikai modellje.

## IRODALOM

- [1] Tarján, G. (1972): BKL Bányászat 105 554–561
- [2] Müllag, C. (1953): Die Hartzerkleinerung, Springer Verlag Berlin
- [3] Fischer, H. (1904): Z. VDI 437–441
- [4] Hönig, F. (1936): VDI Forschungsheft 378
- [5] Griffith, A. A. (1921): Phil. Trans. Roy. Soc. A. 221 163–198
- [6] Smekal, A. (1937): Z. VDI 81 1321–1326
- [7] Gaudin, A. M. (1926) Trans. Am. Inst. Min. Met. Eng. 73 253–316
- Schuhmann, R. (1940): Am. Inst. Min. Met. Rechn. Publ. 1189

- [8] *Rosin, P. – Rammler, E. E. – Sperling, K.* (1933): Ber. C. 52 d. Reichskohlenrates
- [9] *Aljavin, V. V.* (1938): Izd-vo Giprocementa
- [10] *Naske, C.* (1926): Zerkleinerungsvorrichtungen und Manlanlagen
- [11] *Davis, E. W.* (1920): Trans. AIMME LXI 250–296
- [12] *Ugglä, W. R.* (1930): Rev. Mat. Constr. 447–453
- [13] *Starke, H. R.* (1935): Rock Prod. 6 40–46
- [14] *Bachmann, D.* (1940): Z. CDI Verfahrenstech. 43–55
- [15] *Bond, F. C.* (1952): AIME Trans. 193 (Min. Eng. 484–494)
- [16] *Charles, R. T.* (1957): AIME Trans. 208 (Min. Eng. 80–88)
- [17] *Schuhmann, R. Jr.* (1960): Min. Eng. 161–164
- [18] *Svensson, J.* (1955): Trans. Roy. Inst. Techn. Stockholm
- [19] *Kolmogorov, A. N.* (1941): Dokl. A. N. sz. Sz.) R. Nov. szer. XXXI 2
- [20] *Rényi, A.* (1950): Építőanyag 2 177–183
- [21] *Fáy, G. – Zselev, B.* (1960): Energia és Atomtechnika 13 333–344
- [22] *Heywood, H.* (1950–52): J. Imp. Coll. Chem. Eng. Soc. 6 26–38
- [23] *Hüttig, G. et al.* (1953): Radex Rundschau 489–493
- [24] *Papadakis, M.* (1960): Rev. Mat. Constr. 542 295–308
- [25] *Rebinder, P. A.* (1944): Izd. A. N. Sz. Sz. Sz. R.
- [26] *Götte, A.* (1952): Z. K. G. 5 383–394
- [27] *Joisel, A. – Birebent, A.* (1951–52): Rev. Mat. Constr. 434–439
- [28] *Rose, H. E. – Sullivan, R. M. E.* (1958): Ball, Tube and Rod Mills, Constable, London
- [29] *Perov, V. A. – Brand, V. Ju.* (1950): Izmeljesnje rud. Metallurgizdat
- [30] *Bond, F. C.* (1958): AIME Trans. 211 (Min. Eng. 592 ff)
- [31] *Rumpf, H.* (1959): Chem. Ing. Techn. 31 323–337
- [32] *Tanaka, p.* (1957): Z. K. G. 10 409–413  
*Tanaka, T.* (1961): Aufbereitungs Tedhn. 2 198–211
- [33] *Beke, B.* (1958): Z. K. G. 11 529–543
- [34] *Broadbent, S. R. – Callcott, T. G.* (1956): J. Inst. of Fuel 29 524–539
- [35] *Brown, M. A.* (1959): Brit. Chem. Eng. 463–466
- [36] Symposium Zerkleinern. Verlag Chemie-VDI Verlag (1962)
- [37] Zerkleinern. Dechema Monographien Band 57 (1967)
- [38] Zerkleinern. Dechema Monographien Band 69 (1972)
- [39] Zerkleinern. Dechema Monographien Band 79 (1976)
- [40] European Symposium Particle Technology (1980) Preprint A–B
- [41] *Schönert, K. – Steiner, K.* (1971): Chem. Ing. Techn. 43 773–777
- [42] *Reményi, K.* (1974): The Theory of Gindability and the Comminution of Binary Mixtures, Akadémiai Kiadó, Budapest
- [43] *Juhász, A. Z. – Opoczky, L.* (1982): Szilikátok mechanikai aktiválása finomórléssel, Akadémiai Kiadó, Budapest
- [44] *Opoczky, L.* (1977): Powder Techn. 17 1–7
- [45] *Schönert, K.* (1979): Z. K. G. 32 1–9
- [46] *Duda, F. W.* (1977): Cement Data Book. Bauverlag GmbH Wiesbaden
- [47] *Schauer, S.* (1977): Z. K. G. 30 576–578
- [48] *Feige, F. et al.* (1983) Z. K. G. 36 628–632

*Beke, B.* Полвека в межнике измельчения

*Beke, B.*: Ein Ein halbe Jahreundes im Mühleutechnik

*Beke, B.*: Half of a Century im Grindung Technology

## KITÜNTETETTÜNK

A MTESZ Országos Elnöksége, Egyesületünkben végzett közéleti–  
társadalmi munkájáért

**Dr. Mihócs Ferenc** főtitkárhelyettes elvtársat

**MTESZ – Díjjal**

tüntette ki.

Kitüntetéséhez gratulál, további sikereket, jó egészséget kíván

a SZILIKÁTIPARI TUDOMÁNYOS  
EGYESÜLET  
vezetősége

# Az építő- és építőanyagipar helyzete, távlati feladatai\*

VIG JENŐ

Építésügyi és Városfejlesztési Minisztérium, Építőanyagipari Főosztály

## Bevezetés

A III. Cementipari Napok programja a cementgyártás és a cementfelhasználás műszaki – gazdasági kérdéseit, az ésszerű anyag- és energiatakarékosság problémáit érinti. Az építési kivitelezési feladatok változása indokoltta az említett kérdések napi-rendre tűzését, az építőanyag gyártás lehetőségeinek, és a felhasználók igényeinek egyeztetését. Úgy vélem, hogy ezen rendezvény jól szolgálhatja a kitűzött célok elérését.

## 1. A szilikátipari helyzete

Az építőanyagipar VI. ötéves tervidőszaki termelői tevékenységét jelentősen befolyásolta az a körülmény, hogy az országos építési tevékenység nem fejlődött, 1985-ben várhatóan az 1980. évi színvonalon marad. Az építőanyagokkal szembeni igények ugyanakkor termékenként eltérően alakultak, mivel a kivitelező építőipar termelésében jelentkező 14%-os csökkenés mérsékelte a korszerű építőanyag igényeket. Ugyanakkor a házilagos építőipar, valamint a magánépítési tevékenység 10–18%-os növekedése felfokozta a hagyományos építőanyagokkal szembeni keresletet.

Az országos építési tevékenység ezen strukturális változása 1982. II. félévében következett be különösen markánsan. Ennek hatására több fontos építőanyagnál a kereslet – kínálat korábbi viszonylagos egyensúlya megbomlott. 1983-ban feszültté vált az ellátási helyzet elsődlegesen a falazó- és tetőfedő-, valamint a fűdémszerkezeti anyagok terén.

Az állami beruházások erőteljes csökkenése, a rekonstrukciós jellegű fejlesztések előtérbe kerülése, a közlekedési beruházások visszaesése következtében számottevően csökkent az igény adalékanyagokban, cementben és egyes betonelemgyártási termékekben. A kő- és kavicsiparban ennek nyomán a kapacitás kihasználási gondok kiéleződtek és a gazdálkodásban tartós problémák alakultak ki.

1985-ben cementből a tényleges igényekhez igazodóan – amelyben része van a kedvező cement-takarékossági eredményeknek is – a termelés 700 e. tonnával kisebb lesz, mint amivel a középtávú terv 1985 évre a felhasználói igények kielégítése érdekében számolt.

A felhasználói igényekben jelentkező változások hatására sok területen fennmaradtak, illetve kiéleződtek a kapacitások és igények közötti strukturális feszültségek. A kiemelt építési anyagok mellett a fej-

lesztési források hiánya korlátozta az igények hazai forrásból való kielégítését csomagoló üvegekből, tűzállóanyagokból és csiszolókorongokból. Ennek áthidalására terven felül fokozni kellett a tőkés importot.

Összességében az állapítható meg, hogy az építőanyagipar termelés a középtávú terv keretei között valósul meg, szakági, illetve termékösszetétele viszont a tényleges szükségletekhez igazodóan a tervezettől lényegesen eltér.

Az építőanyagipar energiafelhasználására vonatkozóan megállapítható, hogy 1980 évhez viszonyítva a VI. ötéves tervidőszak első három éve alatt az energiafelhasználás 5,93 PJ-al, 10,5%-kal csökkent, miközben a változatlan árszinten számított bruttó termelési érték mintegy 2,4%-kal növekedett. Ez az eredmény azért tekinthető kiemelkedőnek, mert azt gyakorlatilag nagy beruházások nélkül, kisebb műszaki tökéletesítésekkel, veszteségfeltáró vizsgálatokkal és szervezési intézkedésekkel sikerült megvalósítani.

Az ÉVM egészét tekintve is meghatározó jelentőségű a Cement- és Mészművek energiagazdálkodási tevékenységének jelentős eredménye, a klinkerégetés fajlagos energiaigényének 2%-os csökkentése. Az ezzel kapcsolatos főbb intézkedések a termelés célszerű átcsoportosítása, a veszteségfeltáró vizsgálatok eredményeinek hasznosítása voltak, melyeket több kisebb hatású intézkedés egészített ki. Az órlés villamosenergia igényének növekedését a nagyszilárdságú cementek arányának növekedése okozta. A mész fajlagos égetési energiaszükséglete – a korszerű beremendi mészüzem működésének eredményeként – 28,0%-kal csökkent.

Az ÉVM felügyelete alá tartozó vállalatok által felhasznált energiahordozók összetételének alakulásában figyelmet érdemel a földgáz részarányának dinamikus növekedése és a folyékony szénhidrogének részarányának erőteljes csökkenése, 1980 évhez viszonyítva a folyékony szénhidrogén felhasználás évi 540 000 t-ról 318 000 t-ra csökkent, ami mintegy 40%-os csökkenésnek felel meg. E jelentős eredmény elérésében alapvető szerepe van a bélapátfalvi és a váci cementgyárak földgázzal történő üzemeltetésének, számos tüzelőolaj kiváltásra irányuló beruházás megvalósításának és a különböző takarékosági intézkedéseknek.

A szénfelhasználás részaránya az 1980. évi 19,0%-ról 17,3%-ra csökkent, melynek okai: a tatabányai cementgyár leállítása, a lábatlani cementgyár és a TCST szabadszárítás gyárainak termelés-csökkenése.

Fontos részt vállalt a szilikátipar az építmények hőhártartásának racionalizálása terén. A fokozott hőszigetelési követelményeket előíró szabvány érvényesülése szükségessé tette a szigetelőanyagok jelen-

\* A III. Cementipari Napokon, (1984) elhangzott bevezető előadás.



tős fejlesztését és a jobb hőszigetelést biztosító falazóanyagok termelésének növelését.

A gazdaságpolitikai irányváltás, nemzetközi fizetőképességünk megőrzése, a beruházási források jelentős, terven felüli szűkítését igényelte. Ehhez igazodóan a beruházási folyamatot igen szelektív módon kellett vezényelni. Több, a középtávú tervben előirányzott és a termelőalapok állapota szempontjából egyébként szükséges fejlesztést késleltetni, illetve halasztani kellett. Ezeknek a kényszerű intézkedéseknek hatására az építőanyagipar VI. ötéves tervi 16–19 milliárd Ft-os fejlesztési előirányzatából várhatóan a tervidőszak egészében 12 milliárd Ft fog teljesülni.

A vállalatok eladósodása illetve a beruházási források szükségessége miatt a megvalósuló fejlesztések alapvetően a strukturális feszültség enyhítését célozzák, amely mellett kényszerűen háttérbe szorulnak a pótlási célok. Mindezek hatására az állóeszközállományban erőteljes leromlási folyamat indult meg. A nullára leírt állóeszközállomány a tervidőszak végére közel megkétszereződik. Több fontos környezetvédelmet szolgáló beruházás halasztást szenvedett.

Az ágazati létszám a középtávú előirányzattal lényegében összhangban van. Az élőkommunka hatékonyság javítása szempontjából kedvező hogy a termelékenység növekedés öt év alatt meghaladja a 12%-ot.

## 2. Az építőanyagipar aktuális és távlati feladatai

A VI. ötéves tervidőszakban elért teljesítés színvonalára alapozva készítjük elő a VII. ötéves terv fejlesztéspolitikai céljait és megvalósításának feltételrendszerét.

A középtávú tervezőmunka az év hátralevő részében felgyorsul. Erre lehetőséget ad az a körülmény, hogy

- fontos és befejező szakaszához érkezik a VII. ötéves tervidőszak bázisévét jelentő 1985. évi népgazdasági terv kialakítása;
- befejeződött a KGST tagállamokkal a tervkoordináció első szakasza;
- a párt Központi Bizottsága határozatot hozott a gazdaságirányítási munka korszerűsítésének több évre kiterjedő programjáról.

A VII. ötéves tervidőszakban várhatóan érvényesülő feltételek között az építőanyagipari fejlesztés fő irányai és csomópontjai a következők:

- A magánlakásépítés, valamint a fenntartási építés további kiszélesedéséhez a hagyományos építőanyagok termelésének mennyiségét és választékát növelni szükséges a termelőalapok egyidejű fejlesztésével.
- A termékek versenyképességének növelésével, új árupiacok bekapcsolásával bővíteni kell az építőanyagipari termékek exportját mindkét fő relációban. Megfelelő gyártmányfejlesztés útján és a korszerű termelőalapok bővítésével meg kell alapozni a jelentős mértékűre felduzzadt tőkés import kiváltását hazai termékek útján. A teendők e téren tüdőanyagokra, csiszolókorongokra és speciális szigetelőanyagokra koncentrálnak.

- További előrelépés szükséges az energiaracionalizálás terén mind a gyártás technológiában mind az épületek hőveszteségének csökkentését elősegítő gyártmányfejlesztés útján.
- Jobban ki kell használnunk hazai ásványgyőnyunkat, az alapanyagok minőségi színvonalának javítása útján és a helyi nyersanyag lelőhelyek fokozottabb igénybevételével.
- Ki kell szélesíteni és fel kell gyorsítani az anyagtakarékossági programból adódó szerteágazó teendőinket. Megkülönböztetett gondot kell fordítani a hulladékanyagok és melléktermékek hasznosítására, ahol tartalékaink még igen jelentősek.
- A folyamatos üzemmenet szempontjából tovább már nem halasztható, az előző években felhalmozódott állóeszköz pótlási igények kielégítésére megfelelő pénzügyi eszközöket kell fordítani. Magasabb szintre kell emelni az alkatrészellátást, a tervszerű megelőző karbantartást.
- Nagyobb gondot kell fordítani azokra a környezetvédelmi fejlesztésekre, ahol a környezetkárosítás már elérte a kritikus pontot és további halasztások már nem engedhetők meg.

A szilikátipar szerepe a gazdaságépítés következő szakaszában megtartja jelentőségét. Szoros összefüggésben van a munka hatékonyságát javító energia- és anyagtakarékossági programjainkkal, a lakásépítés fontos társadalompolitikai céljaival, és nem utolsósorban azokkal a környezetvédelmi teendőkkel, amelyek elejét veszik a minket körülvevő természeti környezet további károsításának.

## 3. A cementipar felkészülése a VII. ötéves tervre

A kiegyensúlyozott cementellátás népgazdasági szempontból stratégiai jelentőségű. A korábbi tervidőszakok (1968–75) kedvezőtlen tapasztalatai alapján a minisztérium kiemelten foglalkozott a cementipar helyzetével. A Cement- és Mészművek 1984/85 évi és VII. ötéves tervi termelési-gazdálkodási kérdései 1983. november hóban és 1984. augusztusban szerepeltek a miniszteri értekezlet napirendjén. A vállalat helyzetéről, feladatairól a közelmúltban miniszteri konzultációra is sor került.

A hazai cementiparnak időben fel kell készülnie az ellátás zökkenőmentes biztosítására. A VI. ötéves tervben elmaradt fejlesztések a szakágazatban a termelőképeség és műszaki színvonal romlásához vezetnek. A fejlesztések költség- és időigényességére való tekintettel elengedhetetlen, hogy a tervező szervek időben áttekintsék a következő tervidőszak feladatait és a problémák megoldásáról határozzanak.

A VII. ötéves tervidőszakra való felkészülés feladatait egyrészt a cementfelhasználás várható alakulása, a cementbehozatal aránya, másrészt a cementipar termelőképesége határozzák meg.

A cementszükséglet a népgazdasági fejlődés egészének függvénye. Az előkészítő munka során elvégzett vizsgálatok azt mutatják, hogy a belföldi piaci igények a tervidőszak első éveiben stagnálnak, később kis mértékben növekedhetnek. Az éves cementfelhasználás 4,8–5,5 millió tonna között prognosztizálható.

A cementipar *termelési készségét* a gyárak műszaki állapota, valamint az elavult technológiával, elhasznált berendezésekkel működő üzemek munkaerőellátása determinálják.

A Váci Gyár termelése állószközállományának állapota, a nyersanyagellátási, környezetszennyezési és munkaerő problémák miatt kritikus. A Lábatlani Gyár üzemeltetése az elavult technológiából adódó magas hőenergia igény és nagymértékű környezet-szennyező hatása miatt hátrányos. Az említett problémák mindkét gyár esetében távlatilag a kapacitás kihasználás elfogadható színvonalát veszélyeztetik.

A korszerű gyárak (Berecsény, Hejőcsaba) 10–15 évi üzemelés után — az elmúlt évek szűkös fejlesztési lehetőségeit is figyelembe véve — fokozott fenntartási tevékenységet, a műszaki színvonal romlásának megakadályozására pedig az eddigénél nagyobb összegű szinttartó pótló beruházásokat igényelnek.

A Bélapátfalvi Gyár kijavítása az Állami Tervbizottság határozatának megfelelően megkezdődött, és az üzemnek az előirányzott kapacitásra 1986-ban kell felkészülnie. Ennek révén az ipar termelőképesége mintegy 10%-kal növekszik.

A vállalat fejlesztési feladatait a kiegyensúlyozott cementellátás, az energiaracionalizálás, a környezetvédelem, az állagmegújítás és a hatékonyság növelés követelményei határozzák meg. *VII. ötéves tervben termelés növelésére* kisebb részben a meglévő és terhelhető kapacitások jobb kihasználásával, jelentősebben (kb. 10%) a Bélapátfalvi Gyárban megkezdett kijavítási program 1986-ban történő befejezésével van lehetőség. Az így számított 4,8–5 millió tonnás átbocsátóképeség növelése csak termelésbővítő fejlesztésekkel lehetséges.

A cementipari fejlesztések költség- és időigényessége is a kapacitás növelésének időbeni megkezdését indokolja. Ennek elmulasztása az évtized fordulóján a 70-es évek elejéhez hasonló ellátási feszültséget eredményezhet, amikor a — különösen a felhasználási csúcsidejében — súlyos cementhiányt jelentős tőkés relációjú termékimporttal sem lehetett megszüntetni.

A vállalat kiemelt fejlesztési feladatai a következők:

A *Váci Gyár* termelőképeségének kritikus helyzete, Budapest és Közép-Magyarország ellátásában betöltött szerepe miatt az üzem rekonstrukciója halaszthatatlan. A rekonstrukció eredményeként a gyár termelése kb. 1,4 millió tonnára növekszik, a fajlagos hőfelhasználás 27%-kal csökken, a poremisszió az előírásokban megengedett minimális szint alatt lesz, a cementtermelés élőmunka igénye a jelenleginek kétharmadára mérséklődik.

A *Lábatlani Gyár* rekonstrukcióját a környezetvédelmi követelmények és energiaracionalizálási lehetőségek mellett a cementtérítési szempontok is indokolják.

A cementipar korszerű gyáraiban (Hejőcsaba, Berecsény, Bélapátfalva) a *részleges széntüzelés bevezetése* a szénellátási helyzet változása miatt áthúzódik a VII. ötéves terv időszakára. A fűtőolaj kiváltás előtérbe kerülése miatt Berecsényen első lépésben gáztüzélést kell megvalósítani. A részleges széntü-

zelés bevezetésének feltétele, hogy a szénbányászat kemencekész szénét szállítson a cementipar részére.

A fejlesztéseket a vállalat saját erejéből megvalósítani nem tudja, ahhoz külső forrásokra van szüksége.

#### 4. Az energiatakarékos cementfelhasználás helyzete

Az 1032/1982. (VIII.1.) MT sz. határozattal jóváhagyott program fő célja a fajlagos anyagfelhasználás *ésszerű mérséklése* olyan gazdasági feltételek és eszközök létrehozásával, melyek segítségével az anyagmegtakarítást eredményező folyamatok a gazdasági munka középpontjába kerülnek. A program hangsúlyozza, hogy a célok az irányító szervek együttes munkájával és széles körű társadalmi aktivitással, a piac értéktételének és a gazdaságosság messze menő figyelembevételével, az energiagazdálkodási és a hulladékhasznosítási programokkal összhangban valósíthatók meg.

A határozathoz kapcsolódó Akcióprogram tizenöt termékre vonatkozóan részletezte a gazdaságirányító és a vállalati gazdaságszervező tevékenységgel összefüggő feladatokat.

Az 1985-től, változatlan áron előirányzott 17 Md Ft-os évi megtakarításból a cement mintegy 0,5 Md-ot képvisel. Az előirányzat teljesítése feltételezi, hogy fajlagosan mintegy 10%-kal csökkenthető a cementfelhasználás.

Az intézkedések eredetileg számításba vett feltételei időközben jelentősen változtak. Az építési feladatok összetétele tovább módosult, a nagy betonigényű ipari beruházások, illetve az állami (paneles) lakásépítés erőteljesen mérséklődött. Ennek hatására a szervezett építőipar cementfelhasználása csökkent, ugyanakkor növekedett a magánépítés és a lakóház felújítás, illetve ezek kevésbé ellenőrizhető, befolyásolható cementigénye. A súlyponteltolódás mértékére jellemző, hogy amíg a nagy felhasználók cementfogyasztása 1983-ban az előző évihez képest 200 ezer tonnával mérséklődött, a TÚZÉP ugyanakkor 107 ezer tonnával többet értékesített.

A cementtakarékosági program végrehajtása kezdeti szakaszában van. A kormányhatározatok és az Akcióprogram elvi célkitűzéseit az ÉVM intézkedési terve számszerűsítette. E szerint az 500 ezer tonna cementmegtakarítást a következő intézkedésekkel kell elérni:

- a cementválaszték bővítésével,
- osztályozott kavics betonadalekanyag arányának növelésével,
- a betontechnológia korszerűsítésével,
- a transzportbeton felhasználási körének kiterjesztésével,
- a kémiai adalekszer alkalmazásának fokozásával.

A cementválaszték növelésére intézkedések történtek. A nagyüzemi felhasználásnál a fajlagos anyag- és energiamegtakarítást lehetővé tevő speciális nagyszilárdságú cementek (S100, 550) gyártásának megszervezését a minisztériumi Akcióprogram 1984. októberéi irányozta elő.

Alacsonyabb szilárdságú betonok előállításához

növeltük az ún. heterogén cementek gyártását. Ezek nagyobb hidraulikus kiegészítő anyagtartalma a fajlagos klinkerigény csökkenését és ezáltal relatív cementmegtakarítást eredményez. A nagyobb volumenű gyártásra a cementipar felkészült.

Az új betonszabvány, tehát a korszerű, cement-takarékos betontechnológia alkalmazásához jó minőségű homokoskavics adalékanyag, illetve az adalékanyagok minőségének pontos ismerete szükséges. Az ÉVM 1983-ban felmérte az igényeket és ennek alapján programterv készült az osztályozott kavics használatának elterjedését akadályozó körülmények elhárítására. A programterv tartalmazza a műszaki szabályozás, a gazdasági érdekelttség megteremtése, illetve a szükséges termelőkapacitások fejlesztése érdekében 1984. év végéig megteendő intézkedéseket.

A beton bedolgozhatósági, illetve végleges szerkezeti tulajdonságai cement túladagolással vagy ennél előnyösebben, kémiai adalékszerek hozzáadásával egyaránt javíthatók. Az adalékszerek előnyösebb alkalmazásának elterjedését azonban műszaki, technológiai, import alapanyagbeszerzési, gyártási, gazdaságossági tényezők akadályozzák.

A népi ellenőrzés által 1983-ban végzett vizsgálatok

tapasztalatai bizonyították, hogy a megtakarítás lehetőségei ma még koránt sincsenek kihasználva. Az eddigi eredmények elsősorban az ÉVM építőipar területére korlátozódnak és a cementfelhasználás nagyobb részét jelentő tanácsi, házilag, szövetkezeti és magánépítés területén alig érzékelhető még elmozdulás.

Az előírt felhasználás-csökkenés megvalósítása érdekében fokozni kell az erőfeszítéseket a program minél szélesebb körben való egységes értelmezésére, a takarékos szemlélet elterjesztésére, különösen a végrehajtás szintjén. Ebbe a folyamatba igen szerencsésen illeszkedik a Tudományos Egyesület rendezvénye.

*Вуз, Е.: Настоящие состояние и перспективные задачи развития строительной промышленности и промышленности строительных материалов*

*Víg, Jenő: Die Lage und perspektivische Aufgaben der Bau-, und Baustoffindustrie*

*Víg, Jenő: State and Perspectives of the Hungarian Building Materials Industry*

## KITÜNTETETTJEINK

A Magyar Népköztársaság Elnöki Tanácsa eredményes munkája elismeréseként

**BÁTORI JÓZSEF**-nek a Hollóházi Porcelángyár műszaki igazgatóhelyettesének a

**MUNKA ÉRDEMREND**

ezüst fokozata kitüntetéssel adományozta.

Az építésügyi és városfejlesztési miniszter a Nagy Októberi Szocialista Forradalom évfordulója alkalmából, eddig végzett munkájuk elismerésül

**HERTELENDY CSABÁ**-nak az Alföldi Porcelángyár osztályvezetőjének,

**DR. BÉNYEI KÁROLY**-nak a Cement- és Mészművek Beremendi Gyár műszaki gazdasági tanácsadójának,

**MRÁKOVICSNÉ**

**TÖRÖK KATALIN**-nak a Szilikátipari Kutató és Tervező Intézet tudományos munkatársának,

**DR. KALMÁR ISTVÁNNÉ**-nek az Építéstudományi Intézet osztályvezetőjének,

**KIVÁLÓ MUNKÁÉRT**

kitüntetéssel adományozott.

**A KITÜNTETETTEKNEK GRATULÁL  
A SZILIKÁTIPARI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET  
VEZETŐSÉGE**

# A cementtakarékos betonkészítés problémái\*

ÚJHELYI JÁNOS

Építéstudományi Intézet, Budapest

## 1. Bevezetés

Az építőipar anyag- és energiatakarékossági feladatai között kiemelt helyet foglal el a cementtakarékoság, ahogy ezt az 1032/82. (VIII.1.) Mt számú határozat részletezi. A határozat megjelenése óta az ÉVM intézkedései és a vállalatok erőfeszítései következtében számos eredmény született. Ezeket most csak egyetlen adattal jellemzem: amíg 1982. évben  $1 \text{ N/mm}^2$  nyomószilárdságot  $16,7 \text{ kg/m}^3$  cement felhasználásával ért el az állami építőipar, addig 1983–84. években – az ÉTI Betontechnológiai Tanácsadó Szolgálat részletes felmérése szerint –  $14,8 \text{ kg/m}^3$  cementtel.

Lehetne tehát eredményekről, méghozzá jó eredményekről is beszámolni. Ennek az előadásnak azonban – mint ahogy címe is mutatja – nem az eredmények bemutatása, hanem a problémák elemzése a célja annak érdekében, hogy – ha lehet – megoldásukra javaslatot adhassunk. Elsősorban azokról a problémákról szeretnék itt szólni, amelyek a cementtel kapcsolatosak.

A következőkben jóminőségű beton alatt elsősorban egyenletes szilárdságú betont fogok érteni, mert a cementtakarékos betonösszetétel alapfeltétele a csekély szilárdsági szórás. Hogy egyformán értelmezhesük az egyenletességet, szükséges ezt a fogalmat tisztázni.

## 2. A betonminőség egyenletességének értelmezési problémái

A betonokat az MSZ 4720 szerint kell minősíteni, mégpedig a szabvány „paraméteres”, vagy „nem paraméteres” matematikai statisztikai értékelési módszere segítségével.

A paraméteres módszer ismertnek tételezi fel a betonszilárdság valószínűségi eloszlását, előírja a szórás vizsgálatát és ennek segítségével számítja a minősítési szilárdságot

$$R_x = R_m - k \cdot t \cdot s \quad \text{N/mm}^2$$

kifejezésből, ahol

$R_x$  = az 5% alulmaradási valószínűséghez tartozó küszöbérték, az ún. minősítési szilárdság,  $\text{N/mm}^2$

$k$  = a szilárdság eloszlásától függő tényező

$t$  = a vizsgált próbatestek számától függő tényező

$R_m$  = a beton átlagos nyomószilárdsága,  $\text{N/mm}^2$

$s$  = a szilárdság szórása,  $\text{N/mm}^2$

\* Elhangzott a III. Cementipari napokon, Balatonmárdi, 1984.

A nem paraméteres módszer szerinti értékeléshez 14 mintaelem szilárdságát kell megvizsgálni és az eredmények közül a legkisebb tekinthető minősítési szilárdságnak.

Egy szabványon belül kétféle becslési eljárás akkor állja meg a helyét, ha ezek külön-külön hatásosak és ha a kétféle módszerrel kapott becslés egyforma minősítést tesz lehetővé. Ennek eredményeképpen

- elegendő biztonságot ad a tervező részére a szerkezet teherbíróképességéről, állékonyságáról, továbbá
- segíti a beton készítőjét a szükséges minőségű beton gazdaságos – cementtakarékos – előállításában.

A tervező akkor kap elegendő biztonságot, ha a minősítés eredményeképpen csak minimális annak a valószínűsége (mégpedig 5%), hogy a készített betonban a minősítési szilárdságnál kisebb szilárdságú keverékek is előfordulhatnak.

A betontechnológust akkor segíti a minősítés, ha az egyébként egyenletes szilárdságú beton készítése során véletlenszerűen keletkező, a szükségesnél nagyobb szilárdságú betonkeverék vizsgálati eredménye nem okozza a minősítési szilárdság hirtelen csökkenését.

Vizsgáljuk meg tehát egyrészt a betonszerkezetet méretező mérnök, másrészt a beton összetételét meghatározó betontechnológus szemszögéből az MSZ 4720 kétféle minősítési módszerét, először B 50 szilárdsági jelű betonra (az előadásban az 1984 előtt érvényes MSZ 4719 szerint használok a B jelet). A B 50 jelű beton előírt minősítési szilárdsága 20 cm élhosszúságú próbakockán ellenőrizve:  $R_{k,20, \text{nom}} = 3,7 \text{ N/mm}^2$ . Álljon rendelkezésünkre 14 vizsgálati eredmény.

A tervező akkor érezheti magát biztonságban, ha a próbatestek közül egy sem kisebb szilárdságú, mint  $3,7 \text{ N/mm}^2$ . Számítsuk ki az MSZ 4720 paraméteres módszere segítségével, hogy ha 14 elem szilárdsági eredményei  $3,7$  és  $5 \text{ N/mm}^2$  értékűek, ill. a legkisebb szilárdsági eredmény az előírt minősítési szilárdságnál 10–60%-kal kisebb, milyen értékelést ad a paraméteres módszer. A részletes számítás mellőzésével csak a végeredményeket sorolom fel:

- ha 4 minta szilárdsága  $3,5 \text{ N/mm}^2$  és 10 mintáé  $5 \text{ N/mm}^2$ , akkor  $R_x = 3,7 \text{ N/mm}^2$ , azaz B 50 jelű betonnak minősíthető
- ha 3 minta szilárdsága  $3,3 \text{ N/mm}^2$  (–10%) és 11 mintáé  $5 \text{ N/mm}^2$ , akkor  $R_x = 3,8 \text{ N/mm}^2$
- ha 2 minta szilárdsága  $3,0 \text{ N/mm}^2$  (–20%) és 12 mintáé  $5 \text{ N/mm}^2$ , akkor  $R_x = 3,8 \text{ N/mm}^2$
- ha 1 minta szilárdsága  $2,6 \text{ N/mm}^2$  (–30%) és 13 mintáé  $5 \text{ N/mm}^2$ , akkor  $R_x = 4,0 \text{ N/mm}^2$

- ha 1 minta szilárdsága 2,2 N/mm<sup>2</sup> (-40%) és 13 mintáé 5 N/mm<sup>2</sup>, akkor  $R_k = 3,9$  N/mm<sup>2</sup>
- ha 1 minta szilárdsága 1,9 N/mm<sup>2</sup> (-50%) és 13 mintáé 5 N/mm<sup>2</sup>, akkor  $R_k = 3,7$  N/mm<sup>2</sup>
- ha 1 minta szilárdsága 1,5 N/mm<sup>2</sup> (-60%) és 13 mintáé 5 N/mm<sup>2</sup>, akkor  $R_k = 3,6$  N/mm<sup>2</sup>.

Ezeknek a halmazoknak a vizsgálata azt mutatja, hogy akár 50%-kal is kisebb lehet 14 mintából 1 minta szilárdsága, mint 3,7 N/mm<sup>2</sup>, a beton mégis megfelelőnek minősíthető.

A nem paraméteres módszer szerint azonban, ha 14 elemből egyetlen minta szilárdsága kisebb az előírt minősítési szilárdságnál, akkor a betont - nagyon helyesen - nem szabad B 50 jelűnek tekinteni.

A betontechnológus olyan betonösszetételt igyekszik B 50 jelű betonra előírni, amely 5 N/mm<sup>2</sup> szilárdságot ad s akkor érzi magát biztonságban, ha valamennyi minta szilárdsága eléri vagy meghaladja ezt az értéket. Vizsgáljuk meg, hogy alátámasztja-e biztonságérzetét az MSZ 4720 paraméteres módszere szerint végzett minősítés. A részletes számítás mellőzésével csak a végeredményeket sorolom fel:

- ha 11 minta szilárdsága 5 N/mm<sup>2</sup>, 3 mintáé 9 N/mm<sup>2</sup> (+80%), akkor  $R_k = 3,6$  N/mm<sup>2</sup>
- ha 11 minta 5 N/mm<sup>2</sup> és 3 minta 10 N/mm<sup>2</sup> (+100%), akkor  $R_k = 3,4$  N/mm<sup>2</sup>
- ha 7 minta 5 N/mm<sup>2</sup> és 7 minta 12,5 N/mm<sup>2</sup> (+150%), akkor  $R_k = 3,4$  N/mm<sup>2</sup>
- ha 13 minta 5 N/mm<sup>2</sup> és 1 minta 12,5 N/mm<sup>2</sup>, akkor  $R_k = 2,9$  N/mm<sup>2</sup>

E szerint, ha 14 mintából csak egyetlen elem szilárdsága haladja meg 150%-kal a többi, a beton-halmazt már nem szabad B 50 jelűnek minősíteni a paraméteres módszerrel. Ez pedig arra kényszerítheti a beton készítőjét, hogy egyre több cementtel egyre nagyobb - de szükségtelenül nagyobb - szilárdságú betonkeveréket állítson elő.

A nem paraméteres módszer szerint természetesen valamennyi, minimálisan 5 N/mm<sup>2</sup> szilárdságú elemet tartalmazó betonkeverék-halmaz 5 N/mm<sup>2</sup> minősítési szilárdságú, azaz nagy biztonsággal B 50 szilárdsági jelűnek minősíthető.

Ezekben a példákban lényegében két, különböző tételből származó betonkeverék-halmaz együttes értékelése látható és ez okozza a számítások eltérő eredményeit. Az MSZ 4720 intézkedik arról, hogy csak azokat a betonkeverék-halmazokat lehet egy tételbe sorolni, amelyekben a szilárdság ingadozása csak véletlenszerű. Véletlenszerű ingadozást okoz pl. egy adalékanyag-szállítmányon belül a szemmegoszlás változása, vagy egy cementszállítmányon belül a szilárdság eltérése, de az új szállítmány cementből készített betonok szilárdság-ingadozása nem tekinthető véletlenszerűnek.

A gyakorlatban lehetetlen elkülöníteni a munkahelyen a silókban a különböző cement-, ill. a depóniákban a különböző adalékanyag-szállítmányokat. Emiatt nagyon sokszor lehet találkozni több tétel együttes értékelésével s ezért tartom a gyakorlathoz közelláálóknak a példák szerinti szélsőséges eseteket is. A tételek elkülönítésére tehát további szabályokat

célszerű keresni; a fenti módon végzett elemzések ezek megfogalmazásához is hozzásegíthetnek.

Megvizsgáltam, hogy a különböző átlagszilárdságú halmazok esetében melyek azok a szélső szilárdsági értékek, amelyek mind a paraméteres, mind a nem paraméteres módszer alkalmazásával egyforma és a teherbírást ténylegesen tükröző értékelést tesznek lehetővé. A vizsgálatok az alábbi kifejezésekhez vezettek:

Ha a halmaz átlagszilárdsága  $R_m$  N/mm<sup>2</sup>, a minta elemei akkor tekinthetők egy tételbe tartozóknak, ha a halmaz elemeinek a minimális szilárdsága legalább

$$R_{i, \min} = 0,75 \cdot R_m$$

és a halmaz elemeinek a maximális szilárdsága legalább

$$R_{i, \max} = R_m \cdot \left(1 + \frac{0,5}{\lg R_m}\right)$$

A minimális és a maximális értékeket különböző átlagszilárdságok mellett az alábbi táblázat tartalmazza:

14 mintaelem átlagos nyomó- szilárdsága, $R_m$ , N/mm <sup>2</sup>	Az egy tételbe tartozás feltétele:	
	min. egyedi szilárdság, $R_{i, \min}$	max. egyedi szilárdság, $R_{i, \max}$
5	3,7	8,6
10	7,5	15
15	11,3	21,4
20	15	27,7
25	18,8	33,9
30	22,5	40,2
35	26,3	46,3
40	30	52,5
45	33,8	58,6
50	37,5	64,7
55	41,3	70,8

A következőkben egyenletes minőségű beton alatt az olyan betonkeverék-halmazokat értem, amelyekre a fenti feltételek fennállnak.

### 3. A kötőanyag-minőség problémái

Egyenletes minőségű beton készítéséhez egyenletes minőségű alapanyagokra van szükség. Ezt az általános igazságot szükséges azonban részletesebben is megvizsgálni annak eldöntésére, hogy milyen jellemzők alapján mondhatunk ítéletet a cement egyenletes minőségéről.

A betonkészítő ipar kívánsága, hogy a cement szilárdságingadozása csekély legyen, a tényleges kötőerő ne haladja meg túlzottan a névelegeset. A cement kötőereje alatt a szabványos habarcs-próbatesteken mért 28 napos nyomószilárdságot értjük. A beton szilárdsága első közelítésben függ a cement kötőerejétől és vizsgálataim szerint a hazai cementekből készült betonokra az alábbi összefüggés áll fenn:

$$R_b = A \cdot R_c \cdot e^{-B \cdot x}$$

ahol  $R_b$  = a beton 28 napos kockaszilárdsága,  $N/mm^2$

$R_c$  = a cement tényleges kötőereje,  $N/mm^2$

$x'$  = a módosított víz-cement tényező

A és B = a cement őrlésfinomságától, ásványi összetételétől, vízerzékenységétől függő állandók.

Első közelítésben:

$$R_b = 2,4 \cdot R_c \cdot e^{-1,8 \cdot x'}$$

A cement  $R_c$  kötőerejét 0,5 víz-cement tényezőjű cementhabarcskeveréken kell vizsgálni, azaz egyetlen vízmennyiséggel. A kötőerőből tehát nem lehet következtetni a cement vízerzékenységére. Következésképpen egyenletes kötőerejű, de különböző szilárdságú származó cementek felhasználásakor nem lehetünk biztosak abban, hogy a különböző konzisztenciájú vagy víz-cement tényezőjű betonok szilárdsága is egyenletes lesz.

Az Építéstudományi Intézetben 1979–83 között különböző időpontokban vizsgált 450 jelű cementekre  $A = 1,81-3,18$  és  $B = 1,41-2,86$  értékeket kaptam. A különböző időpontokban gyártott,  $R_c = 45 N/mm^2$  kötőerejű cementekkel készített betonok szilárdsága az alábbi néhány adattal jellemzett módon változott:

$x'$	A = 2,4	2,93	3,58	2,76	3,13	1,97
	B = 1,8	2,2	2,6	2,2	2,6	1,6
0,35	57,5	61,0	64,8	57,5	57,5	50,6
0,5	43,9	43,9	43,9	41,3	38,9	39,8
1,0	17,9	14,6	12,0	13,8	10,6	17,9

A fenti példa alapján egyenletes minőségű cement alatt az egyenletes kötőerejű és egyenletes vízerzékenységű cementet kellene értenünk. Kérdés csak az, hogy képes-e a cementipar ezt az igényt egyáltalán kielégíteni és ha igen, milyen költségekkel. Feltételezem, hogy ilyen cement ára meghaladná az építőipar lehetőségeit.

A cement minőségi választéka bővült, bár a felhasználók egyelőre nem igénylik pl. a 250 jelű cementet. Az ÉTI-BTSZ 1983–84. évi felmérésének adatai szerint a kisebb szilárdságú betonok (B50–B140) jelentős, 40–100%-os többletszilárdsággal készülnek. A betonszerkezetek minimális megengedett cementtartalma  $125 kg/m^3$ , ennél kevesebb cementtel már nem lehet homogén, összetartóképes betonkeveréket készíteni, de 350 jelű, ténylegesen  $40-45 N/mm^2$  kötőerejű cementből még ilyen csekély cementtartalommal is alig lehet  $10 N/mm^2$ -nél kisebb szilárdságot elérni.

Néhány betonszerkezet — pl. az utak alapbetonja — előírt szilárdsága  $7 N/mm^2$ , ezt nehezen lehet más cementtel, mint 250 jelűvel készíteni. Ez a cement volna elsősorban alkalmas a lakossági betonépítkezéseken is, a TÚZÉP azonban elzárkózik ettől a cementtípustól. A nagyobb hidraulit tartalmú cementek felhasználását gátolja, hogy ezek kísérleti gyártása során nem megfelelő kötőanyag is készült, s az erre alapozott alkalmazási engedély szerint felhasználása hűvösebb időjárás mellett nem javasolható (pl. a 350 ppc 20 cementtel készített betonokat csak 60 nap után lehetett kitenni fagyhatásnak

az alkalmazási engedély előírása értelmében, és ez a megkötés szinte kizárta a cement felhasználását).

Az ÉTI Betontechnológiai osztály 1983–84. évi hidegérzékenységi és fagyállósági vizsgálatai szerint a beton viselkedése, szilárdulása hűvös vagy hideg időben nem a cement fajtájától, hanem a beton jellemzőitől függ. Ha a beton B 140 vagy ennél nagyobb szilárdsági jelű, akkor legkorábban 14 napos korban, ha pedig legfeljebb B 100 szilárdsági jelű, akkor legkorábban 21 napos korban tehető ki fagy hatásának, és eddig az időpontig meg kell teremteni a normális szilárdulás feltételeit. Ez a megkötés valamennyi cementfajtaival készített betonra egyaránt érvényes, akár 250 kpc 60 vagy 350 ppc 20, akár 450 pc a felhasznált cement.

A nagyobb szilárdságú 550 cementet a B 400 vagy ennél nagyobb szilárdságú beton biztonságos előállításához igényli a betonipar. Az ÉTI-BTSZ 1983–84. évi felmérése szerint a B 400 jelű betonokat hazánkban átlagosan  $39 N/mm^2$ , a B 500 jelűeket  $46 N/mm^2$  és a B 560 jelűeket  $50 N/mm^2$  szilárdsággal készítik. Jelenleg nincs tehát ez utóbbi két betonfajtahoz jól alkalmazható kötőanyag.

#### 4. A problémák feloldási lehetőségei

Előadásomban négy problémakört említettem meg: a betonszerkezetek minősítésével, a cementek minőségigadozásával, a kis szilárdságú és a nagy szilárdságú betonok készítésével kapcsolatos gondokat.

A betonszilárdság-egyenletesség vizsgálatának és az erre alapozott matematikai-statisztikai minősítésnek az ellentmondásait az MSZ 4720 további finomításával lehet feloldani. A Szilikátipari Tudományos Egyesület keretében megkezdődött a vállalati minőségellenőrök rendszeres klubösszejövele, amelynek legközelebbi ülésén — október hónapban — ismét foglalkozunk az MSZ 4720 alkalmazásának a gyakorlati tapasztalataival. Ezen az októberi ülésen megvitattunk egyéb javaslatokat is és a közösen kialakított véleményünket felterjesztjük az illetékes szabványbizottság elé. Reméljük, hogy ezzel nyugvópontra juthat a mintegy 10 éve tartó vita, s megszűnhetnek lesznek a szabvány félreértéséből származó ellentétek is.

A cementek minőségének egyenlőtlensége, amely a kötőerő és a vízerzékenység változását, ingadozását jelenti, egyelőre nem látszik megszüntethetőnek a cementgyártás költségei miatt. A beton készítőinek meg kell elégedniük az MSZ 4720 adta biztosítékokkal, elsősorban azzal, hogy a cement kötőereje nem lehet kisebb a névlegesnél és őrlésfinomságának a megadott határok között kell lennie. A cement kötőerejének 30–50%-os többlete a beton teherbíróképességét nemhogy csökkenti, hanem javítja, de hogy ezt a szabványos minőségellenőrzés is kimutassa, arról az MSZ 4720 szabványnak kell gondoskodnia.

Ha a cement többlet-kötőerejét ki akarjuk használni, akkor alkalmazása előtt gyorsvizsgálattal kell a cementet ellenőriznünk. Ez nem lehet szabványvizsgálat 0,5 víz-cement tényezőjű habarccsal, hanem azt a betonösszetételt kell gyorsvizsgálattal

ellenőriznünk, amelyhez a cementet felhasználjuk. Plyn gyorsvizsgálatra alkalmas a DUTÉP módszere, vagy az ÉTI-ben kidolgozott termoszmódszer is.

A kis szilárdságú, klinkertakarékos beton 250 kspc 60 cementtel készíthető. A cementipar ennek gyártására felkészült, de megrendelés nélkül nem gyárthatja, a megrendeléseket azonban hátráltatja, hogy a betonipar a cement fogadásához nem rendelkezik elegendő silóval, a TÚZÉP-nek is kevés a tárolókapacitása. Ennek a cementnek ugyan csekély a hidratációs hője, de a vizsgálatok szerint ennek ellenére is felhasználható hűvösebb időben is.

A nagyszilárdságú betonokat nagyszilárdságú cementtel lehet biztonságosan előállítani. A cementek vízerzékenységén segít a képlékenyítő vagy a folyósító adalékszer, és ezek a vegyi anyagok a nagyobb betonszilárdság eléréséhez is hozzájárulnak.

Végezetül hangsúlyozni kell, hogy az 1032/82. (VIII. 1.) Mt számú határozat ésszerű cementtakarékoskosságot ír elő. Az állami építőipar — a legutóbbi évek adatai alapján — kihasználta a legtöbb lehető-

séget, mert a B 200 jelű betonokat kb. 300 kg/m<sup>3</sup> cementtartalommal készíti. Ennél kevesebbet már csak az acélbetétek korrózióvédelme miatt sem szabad alkalmazni. A cementmegtakarítás legnagyobb lehetősége a magánépítkezéseken van, s ezeket a lehetőségeket akkor lehet valóra váltani, ha egyrészt fokozható a lakosság ellátása központi üzemben készített betonnal, másrészt a konferencia résztvevői, de minden más szakember, aki ért a beton készítéséhez, széles körben átadja, ismerteti tapasztalatait.

*Чухеу, Я.: Проблемы цементно-экономичного изготовления бетона*

*Ujhelyi, János: Probleme der zementersparenden Betonherstellung*

*Ujhelyi, János: Problems of Cement-Saving Concrete Manufacture*

## KITÜNTETETTÜNK

- A Magyar Népköztársaság Elnöki Tanácsa eredményes munkája elismeréseként

**SIRCZ JÁNOSNAK**, az Országos Munkavédelmi Képző-  
és Továbbképző Intézet igazgatójának a

**MUNKA ÉRDEMREND** ezüst fokozata

kitüntetés adományozta.

Kitüntetéshez gratulál és további sikereket kíván

a SZILIKÁTIPARI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET  
vezetősége

# Az építőipar tapasztalatai a cementellátás területén\*

MAGYARI BÉLA

Duna-Tisza közti Állami Építőipari Vállalat, Kecskemét

A beton az utóbbi 20 év során bekövetkezett műszaki fejlődési irányzatok ellenére is (pl. könnyűszerkezetes program) az építőipar legfontosabb és legnagyobb mennyiségben használt építőanyaga maradt. A beton- és vasbetonszerkezetek mennyisége az építőipari termelési volumen növekedését követve, dinamikus emelkedett. A mennyiségi növekedés a 80-as évek elejére megtorpant, a beton- és vasbetonszerkezetek mennyisége egyes vállalatoknál jelentősen visszaesett.

Az 1032/82. Minisztertanácsi rendelet kötelezően előírja a gazdálkodó szervezeteknek az ésszerű gazdálkodást a felhasznált anyagokkal és energiával. Az Építésügyi és Városfejlesztési Minisztérium 14/1983. számú közleménye részletezi azokat a feladatokat, melyeket a vállalatoknak többek között a cementtakarékoság szolgálatában kell végrehajtania.

Ha a betonok szilárdság szerinti megoszlását vizsgáljuk az elmúlt 15 évben – megállapítható, hogy jelentősen növekedett a nagyobb szilárdságú betonok aránya a kisebb szilárdságú betonokkal szemben.

Év	B 100-ig %	B 140 – B 200 %	B 280 és felette %
1969	32,5	52,7	14,8
1984	13,0	52,0	35,0

Az építőipari vállalatok a piaci kereslet csökkenése következtében versenyre kényszerültek egyes építési feladatok megszerzésére – a kedvező ajánlatok megtételének reális feltétele a termelési költségek leszorítása, ezen belül a racionális anyag- és energiafelhasználás. A központi utasítások mellett tehát fokozódik a belső kényszer is, az anyag- és energia-költségek csökkentésére.

A hetvenes években a teherhordó szerkezetek méretezésére új szabványok jelentek meg, melyek további korszerűsítése folyamatban van. Az új előírás az úgynevezett félvalószínűségi elmélet alapján áll. Ez azt jelenti, hogy az építményekre ható terheket és a teherviselő szerkezetek anyagának határfeszültségeit matematikai – statisztikai értékelés alapján határozzák meg, s a szabvány előírásai néhány elvi kérdésben a valószínűségi elméletre is támaszkodnak. Betonra lefordítva a félvalószínűségi módszert, ez azt jelenti, hogy a beton teherbíró-képességét nem az átlag, hanem meghatározott valószínűséggel előforduló legkisebb érték alapján vesszük figyelembe matematikai – statisztikai számí-

tás alkalmazásával, a vizsgálati adatok szórásának figyelembevételével. Az új tervezési szabványok egyértelműen kényszerítik a kivitelezőt a jobb minőségű beton előállítására, jelentősen növelik az ellenőrzési feladatokat, a laboratóriumi munkát – a háttérpart egyelőre nem érintik ezek a változások.

A szakmai közvéleményben még ma is téves elképzelések tapasztalhatók a beton szilárdsági szórásával, a cement túladagolással kapcsolatban: olyan véleményeket rögzítenek, hogy a nagy szilárdsági szórás (10–20%) oka kizárólag a betont előállító fegyelméletlensége, s a vállalatokat különböző kategóriákba sorolják: jó, közepes, rossz betont előállító munkahely. Kétségtelen, hogy jó alapanyagból is lehet selejt betont előállítani – azonban a háttér- ipar munkáját is minősíteni kell.

A hetvenes évek adalékanyag ellátását a mennyiségi igények mindenáron történő kielégítése jellemezte – a jól felszerelt betongyárak is magas agyag-, iszaptartalmú adalékanyagot kaptak (6–12 tf.%), az értékek relatív szórása elérte a 40%-ot is, így a beton szórásának legfőbb okaként az adalékanyag minőségi problémáját lehetett megjelölni. A 80-as évek elején a kétoldalú kapcsolatok révén sikerült lassú javulást elérni az adalékanyag minőségében, amely 83-ra jó minőségi színvonalat eredményezett, pld. vállalatunknál, a DUTÉP-nél is, s néhány más házgyáras vállalatnál is.

A cementellátás terén látványos minőségi fejlődésről nem beszélhetünk. Kétségtelen tény, hogy ez idáig cement minőségre visszavezethető épületkárról nem tudunk – bizonyára tervezői és kivitelezői túlbiztosítások miatt is. A cementekkel szemben támasztott minőségi követelmények erőteljes növekedésének vagyunk tanúi napjainkban: ezt erősítik a hatósági anyagtakarékosági utasítások, az erőteljes piaci verseny, valamint a magasabb szilárdságú szerkezetek részarányának növekedése. A különböző cementgyáraink az azonos cementosztályba tartozó cementeket más-más minőségi színvonalon gyártják – egyik cementgyárunk 7–10% relatív szórással tud gyártani 350-es cementet, egy másik cementgyárunk ugyanazt a cementfajtát 11–15% relatív szórással állítja elő. A 350-es cementek esetén az átlagszilárdsággal döntően nincs gond – aggasztóak viszont a szilárdsági hullámvölgyek, melyek változatlan cementadagolás mellett selejt betont és szerkezetet eredményezhetnek.

A cementek szabványa, minőségellenőrzése, hatósági ellenőrzése, minőségtanúsítása nem tart lépést a kivitelezői elvárásokkal, a fokozódó minőségi követelményekkel. A beton – vasbetonszerkezetek előregyártása során gyakran előfordul, hogy az a szerkezet, melyet már összeszereltek, olyan cementből készült, amelynek 28 napos szilárdsága még a

\* A III. Cementipari Napokon (Balatonzamárdi, 1984.) elhangzott előadás.



cementgyárnál sem ismeretes. A cementgyárak laboratóriumi mérők ugyan a korai szilárdságot, de a minőségi bizonyítványon laboratóriumi adat nem jelenik meg. Az MSZ 4702/1-7 szabvány a cementek minősítését nem matematikai—statisztikai elven (szórással) írja elő, ezért is tapasztalható éles ellentmondás az MSZ 4720. beton minőségellenőrzési szabványokkal.

A beton-vasbetonszerkezeteink tervezése, gyártása, kivitelezése hatóságilag jól szabályozott — selejtből származó épületkár esetén a tervező — kivitelező büntetőjogi felelősségrevonása is megtörténik. A kivitelezők általában átérzik ezt a nagy felelősséget, s bizonyos túlbiztosítással tervezik a beton cementadagolását. A cement túladagolás hidalja át a cementek szilárdsági mélyhullámát is.

Beton-vasbetonszerkezeteink egyik fő alkotója a cement — így a cementtel szemben egyrészt mindazon követelményeket támasztanunk kell, melyek a kész szerkezetre vonatkoznak, másrészt a cementnek ki kell elégíteni azokat az igényeket is, melyek a cementből betonná-, szerkeztettévalás folyamatából fakadnak. Így a cementnek mindenekelőtt ki kell elégíteni a teherbírási-, alakváltozási-, repedésérzékenységi-, tartóssági követelményeket — mind a végleges terhek időszakában, mind a feszítőerő ráengedésekor vagy a kizsaluzáskor. A betongyártás technológiájából, a szerkezet formázásából további igények is felmerülnek a cementtel szemben: így a kedvező kötési idő, jó vízmegtartó képesség, nagy korai szilárdság, jó hőérlelhetőség.

Nagyon fontos hangsúlyozni, hogy a cement anyagjellemzőit a kivitelező időben STABIL MINŐSÉGI SZÍNVONALON várja el. Elfogadhatónak tartjuk az anyagjellemzők időbeli hullámzásában a 7-10% relatív szórást. A cementet minőség szem-

pontjából ismertnek lehetne feltételezni, ha a kivitelezőhöz érkező szállítmány korai szilárdsági adatai a szállítmánnyal együtt a kivitelező rendelkezésére állnak. Jelenleg a kivitelező a minőséggel kapcsolatban csak a hitére hagyatkozhat, vagy saját maga végez, vagy végeztet cement szilárdsági gyorsvizsgálatot. A cementgyáraknak minden eszközzel meg kellene akadályozni, hogy a cement szilárdsági osztályának meg nem felelő minőség elhagyja a gyárat, s így az a kivitelezőhöz kerüljön. A meg nem felelő szilárdságú cementre utólag már nem használ esetleges értékcsökkentés, a csere pedig megvalósíthatatlan.

Összefoglalásként elmondható, hogy a cementekkel szemben érezhetően erősödnek a minőségi követelmények, melynek alapját az 1032/82. Mt. rendelet, a piaci igények csökkenése, az igényesebb szerkezetek részarányának növekedése, a vállalatok takarékosabb költséggazdálkodása, a tervezési szabványok korszerűsítése adja meg. *A kivitelezők jogos elvárása: a cementek stabil minőségi jellemzőinek biztosítása, a szilárdsági relatív szórások 7-10%-ra leszorítása, az elvárt korai szilárdságok biztosítása, a minőségtanúsítás aritmassá tétele, korszerűsítése.*

*Магъари, Б.: Опыт строительной промышленности в области обес печения цементом*

*Magyari, Béla: Die Erfahrungen der Bauindustrie auf dem Gebiet der Zementversorgung*

*Nagyari, Béla: Cement Availability — the Experiences of the Building Industry*

# Tűzálló döngölőmasszák salakkorróziója

NAGY GÉZA\*—PUSKÁS FERENC\*\*—SZEMMELVEISZ TAMÁS NÉ\*

\* Nehézipari Műszaki Egyetem, Tüzeléstani Tanszék, Miskolc

\*\*Mosonmagyaróvári Timföld- és Műkorundgyár

A kohászat egyre nagyobb arányban alkalmazza a korszerű, előnyös műszaki—gazdasági paraméterekkel rendelkező tűzálló döngölőmasszákat a kemencék, üstök és egyéb technológiai berendezések monolitikus falazatainak, illetve falazatrészeinek kialakításához. A nagyhőmérsékletű tűz- és technológiai terek határolására szolgáló tűzállóanyagok egyik legfontosabb alkalmazástechnikai jellemzője a salakállóság.

Ismeretes, hogy a tűzálló építőanyagok, valamint a kemencék betétanyagai, illetve a technológia megvalósítása során keletkező porok, gázok és gőzök jelentős kémiai kölcsönhatásba lépnek egymással. A korrózió gyakorlati megnyilvánulása a falazat tönkremeneteléhez vezető tűzállóanyag-elhasználódás, mely alatt a kémiai oldódást, illetve a mechanikus hatásokkal szembeni ellenállóképesség-csökkenést értjük.

A tűzállóanyagok korrózióállósága növelhető mind a gyártásnál, mind a kemencék üzemeltetésénél alkalmazott megfelelő intézkedésekkel. A megfelelő intézkedések meghatározásához nélkülözhetetlen az adott tűzállóanyag salakállóságának ismerete. Sajnos e tulajdonság meghatározására ma sem rendelkezünk nemzetközileg elfogadott és általánosan alkalmazott módszerrel. Ez természetesen nem azt jelenti, hogy nem vizsgálják a tűzállóanyagok ezen tulajdonságát. Megemlíthető például a szakemberek előtt közismert „Tűzállóanyagismeret” című, F. Harders—S. Kienow által írott igen értékes munka [1].

E könyvben a szerzők részletesen ismertetik azt a több évtizedes vitát, melyet az egyes módszerek alkalmazásáról folytattak a témával foglalkozó kutatók. A vita lényeges eredménye úgy summázható, hogy a salakállósági vizsgálat során a tűzállóanyagból készült próbatesteket laboratóriumi körülmények között olyan hatásnak kell kitenni, amely a valóságos felhasználás során is jelentkezik. Éppen ez a közösnek tekinthető konklúzió az, amely az egyszerű, gyors és jól reprodukálható módszer kialakítását akadályozta, illetve akadályozza napjainkban is. A vizsgálatok végzésének szükségessége azonban néhány alapvető — mint például az üregecs tégely, a felszórásos, illetve rotációs — módszert egyes országokban a szabványosított vizsgálati módszerek szintjére emelt. Ennek ellenére a katalógusok általában ma is megmaradnak a vegyi hatásokkal szembeni ellenállás kifejezésére alkalmazott, csupán tendencijelleget kifejező jelölésnél, amelyre tulajdonképpen a tűzállóanyagok kémiai összetételéből is lehet következtetni.

Az utóbbi évtizedben publikált, témába vágó szakirodalmi forrásmunkák is csak a vizsgálat körülményeinek pontos leírásával vállalkoznak egyes

tűzállóanyagok egymáshoz viszonyított salakállóságának meghatározására [2...9].

Az általunk alkalmazott módszer is tartalmazza a salakállóság-vizsgálat során alkalmazott legalapvetőbb elemeket, mégis úgy érezzük, komplexebb, mint az eddig ismert módszerek. Kiemelhető sajátossága, hogy kifejezetten döngölt tűzállóanyagok relatív salakállóságának számszerű meghatározására alkalmas. Jóllehet tartalmaz empirikus elemeket, de az általunk végzett nagyszámú vizsgálatok a reprodukálhatóságát igazolták, amely egyik legfontosabb feltétele lehet a széles körű elterjedésének.

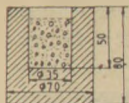
A következőkben bemutatjuk a relatív salakállósági módszert, az alkalmazott próbatestet, valamint a kiértékelés módját.

## A tűzállóanyagok és a korrozív olvadékok fizikai-kémiai kölcsönhatásának vizsgálata

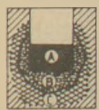
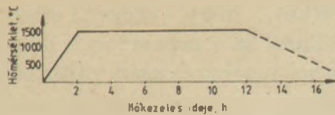
Első lépésként az e célra kialakított acélsablonba döngöléssel kialakítjuk az üregecs próbatestet, amit a sablonból történő eltávolítás után a gyártó cég által előírt szárítási, illetve hőkezelési technológia pontos betartásával hozunk vizsgálható állapotba. Így betarthatjuk a gyártó előírásait, és modellezhetjük a felhasználási helyen jelentkező döngölési, felfűtési hatásokat.

A második lépésben a próbatest üregébe 50 g porított (1 mm alatti szemcsézetű) korróziós közeget teszünk az éppen vizsgált technológia salakjából, szállóporból vagy egyéb szilárd olvadékból. Az így előkészített próbatestet 10 órán át — a szóban forgó technológia jellemző hőmérsékletén — hőntartjuk. A lehűtött hengeres próbatesteket tengelysíkjuk mentén kettévágjuk és vizsgáljuk a salakbeszívódás mértékét. A salakbeszívódás differenciált vizsgálata érdekében az elmetszett szelvényen belül három különböző területet mérünk meg (planimetrálással), és súlyozottan ( $f^\circ$ . B) vesszük figyelembe a salakállósági szám ( $R_s$ ) meghatározásánál. A területek elvi elkülönítését, illetve a salakállósági szám meghatározására alkalmas összefüggést az 1. ábra tartalmazza. Az 1. ábrán feltüntettük továbbá azokat a jellemző eseteket is, amikor a „C” terület nem értelmezhető egyértelműen és emiatt becsült nagyságú faktorokat szükséges alkalmazni.

Az ábrán bemutatott elv alkalmazása alapján mód van arra, hogy a gyakorlatban előforduló bonyolult kölcsönhatás bármelyikét számszerű értékekkel fejezzük ki. Meg kell azonban jegyezni, hogy olyan szélsőséges esetben, amikor például az összes salak a furatban marad, mint pl. karbonnal telített tűzállóanyag esetében, feltételezhető, hogy a kémiai



A próbatest eredeti szelvénye, dróttal szalakkal



A planimetriás soron külön mért területek



A próbatest szelvényéből kifutó „B” és „C” terület

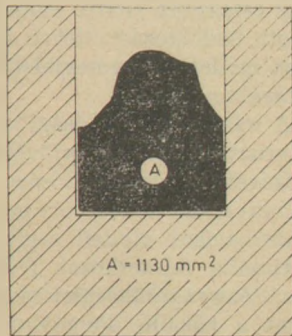


A próbatest szelvényéből kifutó „B” és „C” terület

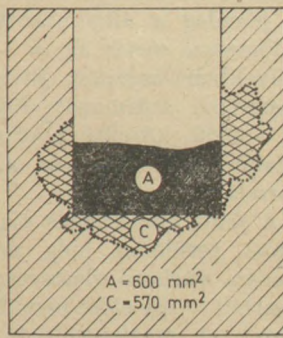
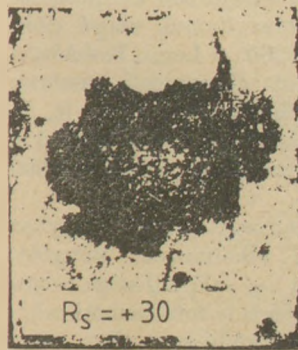
$$R_s = A - f \cdot B - f' \cdot C$$

R - salakállósági szám  
 A - az üregben maradt salak metszete, mm<sup>2</sup>  
 B - a feladott próbatest-szelvény, mm<sup>2</sup>  
 C - az infiltrálódott szelvény, mm<sup>2</sup>  
 $f=2$  / a „B” terület súlyozott figyelembevételével /  
 $f=1$ , vagy  $f'$ , vagy  $f''$  / konkrét esetből függ /

1. ábra. A salakállósági szám ( $R_s$ ) meghatározására kidolgozott módszer szemléltetése



2. ábra. Karbontartalmú, samott csatornamassza és kohósalak kölcsönhatása, 1450 °C-on (kokságyban) 10 órás hőkezelés után



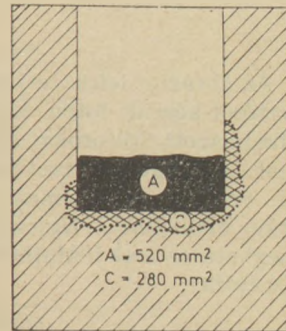
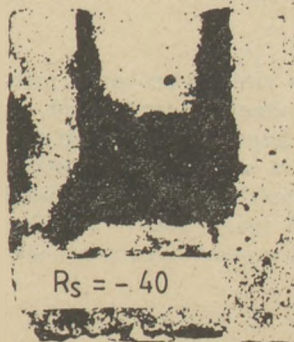
3. ábra. Almotim A 10 jelű döngölőmassza és hengerműi reve kölcsönhatása, 1450 °C-on, 10 órás hőkezelés után

kölcsönhatás létrejöttét a nedvesítési körülmények (fizikai tényezők) akadályozták meg. Más esetben, például döngölési vagy hőkezelési hiba (repedés) miatti salakelfolyásnál pedig az tételezhető fel, hogy a salaknak csak töredéke vett részt a kémiai kölcsönhatásban. Az utóbbi esetben a vizsgálat megismétlése ad választ arra, hogy a salakelfolyást valamilyen gyártás közbeni hiba, illetve az intenzív lokális oldódás okozta-e. Ha bebizonyosodott, hogy nem anyaghibával van dolgunk, a salakállósági szám értékénél  $f''$  faktor alkalmazandó.

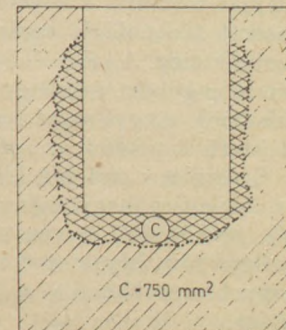
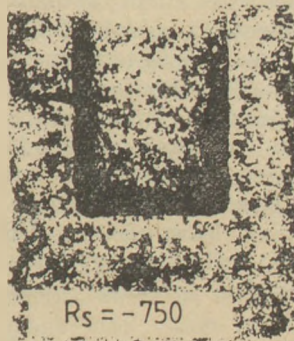
Megemlítjük továbbá, hogy a módszer kifejlesztése során a kohászati gyakorlat négy fontos területén

(kúpolókemencebélés, nagyolvasztócsatorna döngölőmasszája, acélműi üstbélés, hengerműi izzítókemence-padozat) jelenleg alkalmazott, valamint a Magyaróvári Timföld- és Műkorundgyár által előállított nyolc féle tűzálló döngölőmassza salakállósági vizsgálatát végeztük el az említett négy alkalmazási területről származó salak, illetve reve felhasználásával.

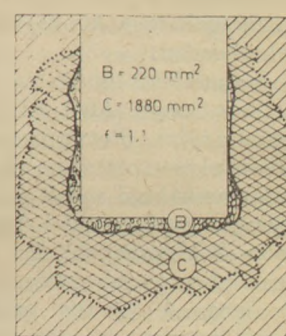
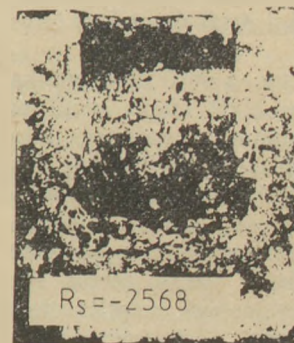
Az előzőekben röviden ismertetett módszer alkalmazhatósága és reprodukálhatósága bizonyítható volt. A teljességre törekvő igénye nélkül 2-7. ábrákon bemutatunk néhány jellegzetes konkrét példát.



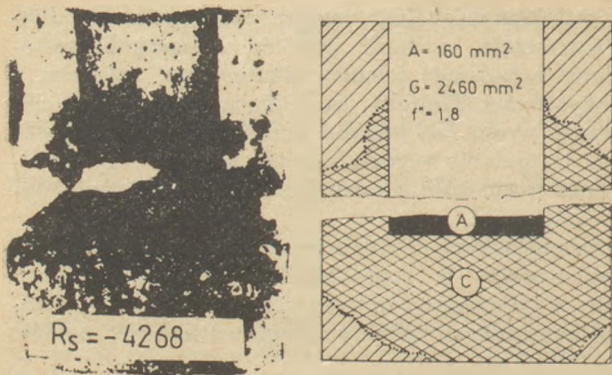
4. ábra. Zirmotim 30 C jelű döngölőmassza és LD salak kölcsönhatása, 1550 °C-on, 10 órás hőkezelés után



5. ábra. Króm-korund döngölőmassza és nagyolvasztósalak kölcsönhatása, 1450 °C-on, 10 órás hőkezelés után



6. ábra. Zirmotim P jelű döngölőmassza és kúpólosalak kölcsönhatása 1450 °C-on, 10 órás hőkezelés után



7. ábra. Almotim AR 15 jelű döngölőmassza és hengerműi reve kölcsönhatása 1450 °C-on, 10 órás hőkezelés után

Az ábrákon feltüntetjük a vizsgált próbatest metszetéről készült fotót, a planimetrált területeket, az alkalmazott faktorokat és a kapott salakállósági számot. A vizsgált 36 esetből azt a 6 félélt választottuk ki, amelyen figyelemmel kísérhető a salakállósági szám alakulása a legjobbtól (nagy pozitív érték) a meghatározónak tekinthető legrosszabbig (nagy negatív érték).

**A salakállósági szám hasznosítása az acélműi öntőüstök bélés kialakításához leggazdaságosabban alkalmazható döngölőmassza kiválasztásánál**

A tűzállóanyagok kiválasztása mindig sok jellemző alapján történik. A követelményeket mindig az alkalmazott technológia során felvetődő igénybevételek szabják meg. A salakállósági tulajdonság természetesen a nagyhőmérsékleten olvadákkorrózióknak kitett falazatok megválasztásánál jelentős. Ilyen gyakorlati terület például az acélműi öntőüstök falazata is.

E terület azért bír kitüntetett jelentőséggel, mert az eredetileg hagyományos eljárásra (SM acélgyártás, tuskóöntés) tervezett, majd korszerűsített (LD acélgyártás, folyamatos öntés) acélművek egyik legnagyobb problémája a megfelelő üstellátás biztosítása.

A probléma fő okai között szerepel, hogy az acél – az üstben való tartózkodási idő növekedése miatt – nagyobb hőmérsékleten csapolják. A nagyobb hőmérsékleten az olvadákkorrózió exponenciális növekedésével kell számolni, amit hagyományos samottégla illetve döngölt savanyú bélek már nem, vagy csak igen kis tartóssági értékek mellett képesek elviselni.

Nemzetközi tendencia, hogy az öntőüstök munkabéléseit nagy  $Al_2O_3$  illetve  $MgO$  alapú, mullitot, króm-oxidot, illetve zirkon-oxidot tartalmazó, általában olvasztott szemcsékből álló vegyikötésű döngölőmasszákból alakítják ki. Ezek a masszák többnyire nagyságrenddel drágábbak, mint a hagyományos bélésanyagok, így alkalmazásuk a nagyságrenddel nagyobb béléstartósság elérése esetén gazdaságos. A pontos gazdaságossági számításoknál természetesen számos műszaki, biztonságtechnikai és gazdasági szempont együttes figyelembevételével lehet csak összevetni a falazóanyagokat.

Anélkül, hogy ezeket részletesen elemeznénk kiemelhető az a tapasztalat, hogy – azokon a helyeken, ahol mechanikusan váltották fel a hagyományos falazóanyagokat a jobb paraméterekkel rendelkező korszerű termékekkel – számos új probléma jelentkezett. Így előfordult például, hogy a nem megfelelő hőkezelési illetve előmelegítési technológia miatt a monolitikus üstbélés nem nyerte el a kellő szilárdságot és az első csapolás során tönkrement, vagy a lényegesen nagyobb hővezetőképességű falazaton az öntés során jóval több hő távozott és az acél még az öntés befejezése előtt beledermedt az üstbe.

Ezek a kudarcok egyes felhasználók fenntartásait növelték ugyan, de ma már elmondható, hogy a tudományos kutatás valamint a gyakorlati tapasztalatok összekapcsolása révén egyre inkább sikerül a korszerű tűzállóanyagokkal az elvárható tartóssági értékeket elérni. Ennek oka a gyártó által megadott bedolgozási illetve hőkezelési eljárások betartása mellett a legmegfelelőbb falazatszerkezet kialakításában van.

A relatív salakállósági szám ( $R_s$ ) lehetővé teszi az alternatívaként szóbaeső tűzállóanyagok sorrendbe állítását, korrózióállóság szempontjából. A tűzállóanyagok hővezetőképességének ismeretében egy matematikai modell segítségével lehetőség van az optimális falszerkezet (rétegvastagságok) illetve a tűzállóanyagigény meghatározására. Ezek, valamint a tűzálló döngölőanyagok beszerzési árának ismeretében lehetőség van a műszaki és gazdasági szempontból optimális üstbélés megtervezésére.

Ha abból indulunk ki például, hogy az előző fejezetben ismertetett vizsgálattal meghatározott salakállósági szám értéke a Dunai Vasműben kifejlesztett és jelenleg is alkalmazott kvarchomok alapú döngölőmassza esetén  $R_s = -3960$ , a Lenin Kohászati Művekben használt Stirodut elnevezésű (osztrák importból származó) döngölőmassza esetén  $R_s = -3062$ , közelítő pontossággal meghatározható a salakállósági szám és a tartóssági érték közötti korreláció.

A fenti összefüggés alapján egy-egy új, vagy az adott területen még nem alkalmazott döngölőmassza várható élettartama – salakállósági szempontból – így előre becsülhető, a laboratóriumi módszerekkel meghatározott salakállósági ( $R_s$ ) szám ismeretében. Ez az eredmény azonban a gyakorlatban csak akkor biztosítható, ha a falazatkialakítás és hőkezelés előírás szerint történik, illetve a falazat hőveszteségét azonos értéken sikerül tartani. Az előbbi munkafegyelmet és kellő berendezések meglétét igényli, az utóbbi azonban minden konkrét döngölőmassza esetében más és más falazatszerkezettel (hőszigeteléssel) biztosítható.

Ennek meghatározása érdekében dolgoztunk ki egy-egy matematikai modellt, amelyeket röviden a következőkben ismertetünk: A számítások elvégzéséhez ismerni kell a döngölőmasszák fizikai paramétereit (hővezetőképesség:  $\lambda(T)$ ) a munkatérben (a falazat belső hőmérséklete  $T_b$ ; a hőátadási tényező  $\alpha_b$ ), és az üst környezetében (a külső köpeny hőmérséklete  $T_k$ ; hőátadási tényező az üst és a környezeti között  $\alpha_k$ ) uralkodó viszonyokat.

$$S_1 + S_2 + S_3 = S$$

$$\bar{S}_1 + \bar{S}_2 + \bar{S}_3 = S$$

$$S = n \cdot \Delta$$

$$n = \frac{S}{\Delta} = \frac{12}{2} = 6$$

$$S_{\min} = k \cdot \Delta$$

$$1 \leq k < n; \quad k = 1$$

$$S_{\min} = k \cdot \Delta = 1 \cdot 2 = 2$$

2	2	8
2	4	6
2	6	4
2	8	2
4	2	6
4	4	4
4	6	2
6	2	4
6	4	2
8	2	2

8. ábra. A véges halmaz elemeinek képzése 12.

$$q = \frac{T_b - T_k}{\frac{1}{\alpha_b} + \frac{S_1}{\lambda_1} + \frac{S_2}{\lambda_2} + \frac{S_3}{\lambda_3} + \frac{1}{\alpha_k}} \quad [W/m^2]$$

$$T_1 = T_b - \frac{q}{\alpha_b} \quad [K]$$

$$T_2 = T_1 - q \frac{S_1}{\lambda_1} \quad [K]$$

$$T_3 = T_2 - q \frac{S_2}{\lambda_2} \quad [K]$$

$$T_4 = T_3 - q \frac{S_3}{\lambda_3} \quad [K]$$

$$T_{1dH} = \frac{T_1 + T_2}{2} \quad [K]$$

$$T_{2dH} = \frac{T_2 + T_3}{2} \quad [K]$$

$$T_{3dH} = \frac{T_3 + T_4}{2} \quad [K]$$

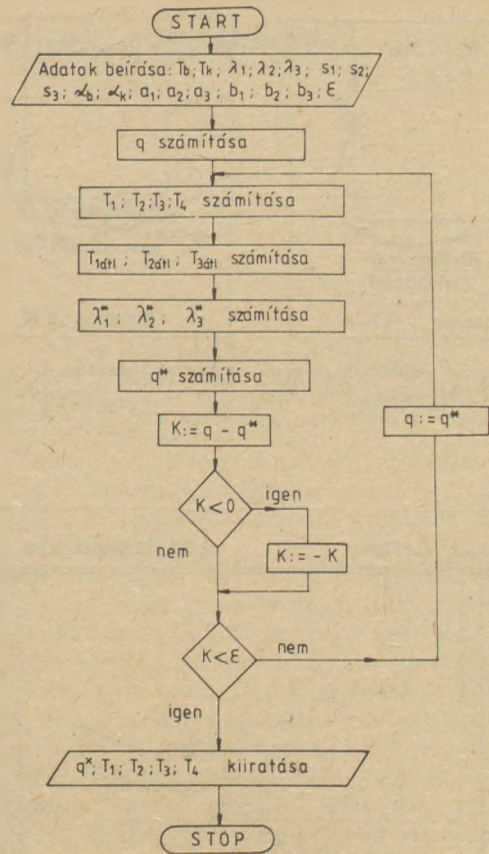
$$\bar{\lambda}_1 = a_1 + b_1 T_{1dH} \quad [W/mK]$$

$$\bar{\lambda}_2 = a_2 + b_2 T_{2dH} \quad [W/mK]$$

$$\bar{\lambda}_3 = a_3 + b_3 T_{3dH} \quad [mK]$$

$$q^* = \frac{T_b - T_k}{\frac{1}{\alpha_b} + \frac{S_1}{\bar{\lambda}_1} + \frac{S_2}{\bar{\lambda}_2} + \frac{S_3}{\bar{\lambda}_3} + \frac{1}{\alpha_k}} \quad [W/m^2]$$

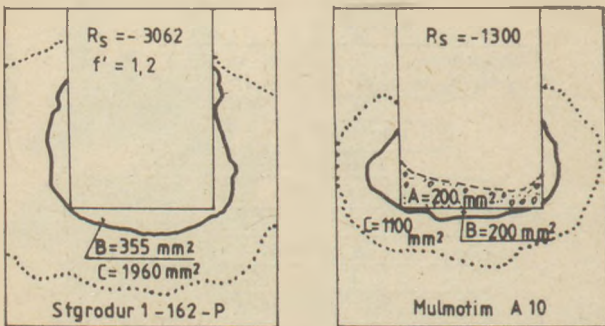
9. ábra. A hőveszteség számításának összefüggései



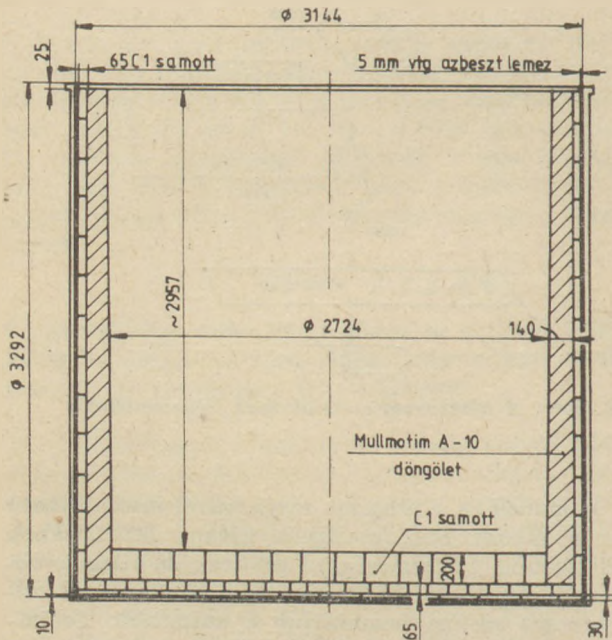
10. ábra. A hőveszteség számításának folyamatábrája

A modell és a program segítségével kiválasztható az a falszerkezet, amely a kívánt feltételeknek (élettartam, hőveszteség) eleget tesz, és a legolcsóbban megépíthető. Példaként egy háromrétegű falszerkezet esetére bemutatjuk a számítást. Tekintsünk egy olyan háromrétegű falat, amelyben az egyes rétegek vastagsága  $S_1; S_2; S_3$  és  $S_1 + S_2 + S_3 = S$  fennáll. Ha  $S_1$ -t,  $S_2$ -t,  $S_3$ -t úgy módosítjuk  $\bar{S}_1; \bar{S}_2$ ; és  $\bar{S}_3$ -ra, hogy  $\bar{S}_1 + \bar{S}_2 + \bar{S}_3 = S$  továbbra is érvényben marad, ez az új rétegvastagságok bevezetése miatt maga után vonja mind a réteghatások hőmérsékleteinek, mind pedig a falveszteség értékének megváltozását.  $S$  végtelen sokféleképpen bontható fel három nem negatív szám összegére. Ebből a végtelen halmazból egy speciális eljárással kiválasztható egy véges halmaz. A módszert a 8. ábrán mutatjuk be [12].

Az ily módon kialakított különböző rétegvastagságú falszerkezetek esetén a hőveszteséget és a réteghatárok hőmérsékletét a 9. ábrán bemutatott algoritmus és a 10. ábrán látható folyamatábrán alapján számítógéppel számíthatjuk. Az így nyert véges halmaz elemei közül kiválasztható a kívánt falszerkezet. A módszer előnye, hogy számos szempontot figyelembe lehet venni. Így például — szigetelőréteg alkalmazásával — biztosítható, hogy a nagyobb hővezetőképességű, de a korrózióknak jobban ellenálló döngölőanyaggal bélelt üst hővesztesége ne legyen nagyobb mint a hagyományos falazatú üstöké. Egyidőben figyelembevehető az üst térfogatával, a döngölhető rétegvastagsággal, valamint a



11. ábra. A példában szereplő import (Styrodur 1-162-P) és MOTIM előállítású (Mullotim A 10) döngölanyagok salakállósági száma és a jellegzetes területek (A, B, C)



12. ábra. 80 tonna befogadóképességű üst, optimális falazatkialakítása Mullotim A 10 minőségjelű hazai anyagból

rendelkezésre álló szigetelőanyag tulajdonságaival összefüggő előírások is.

Végezetül a számpélda részletes ismertetésének mellőzésével bemutatunk egy üstbélés-megoldást a 12. ábrán.

A számítással meghatározott falszerkezet esetén az üst befogadóképessége nem csökken, a falazaton át távozó hőmennyiség nem növekszik a hagyományos samottbélés alkalmazásához képest. Ugyanakkor a Styrodur anyagnak Mullotim A 10 jelű hazai döngöl masszával való helyettesítése kb. 23%-os falazóanyag költségmegtakarítást eredményez. A várható élettartam pedig a salakállósági vizsgálat tanúsága szerint (11. ábra) eléri, vagy meghaladja a Styrodur-1-162-p döngölanyag alkalmazásával elért 120 adagos értéket.

## IRODALOM

- [1] F. Harders, S. Kienow: Feuerfestkunde 1960.
- [2] Dr. Antal Boza József: Salakbeszűrődés a kemencék tűzálló bélésébe NME Magyar nyelvű közleményei 1967.
- [3] Nagy Géza: Alumíniumszilikát öntőszerelevények korrózióállóságának fokozása karbon infiltrációval BKL Kohászat, 1972. 12. p. 532-535.
- [4] Nagy Géza: A beszüremlett karbon hatása az olvadékkal érintkező bázikus és átmeneti jellegű tűzállóanyagok kémiai ellenállóképességére Műszaki egyetemi doktori értekezés Miskolc, NME 1973.
- [5] Dr. Nagy Géza: Az LD acélglyártás bevezetése következtében felvetődő tűzállóanyag-igények importmegoldás nélküli történő kielégítésének lehetőségei NME Tüzeléstani Tanszék Tudományos Ülésszak kiadv. 1975. nov. 25-26. p. 139-147.
- [6] Gorris R. és társai: Bestimmung der Korrosionsrate von feuerfesten Material Durch Glasschmelzen bei erzwungener Konvektion Glastechn. Berichte 1978. 11. p. 294-302.
- [7] Obst, K. H., Münchberg, W.: Vergleichende Untersuchungen an Bad- und Spitzschacken aus Elektrolichtbogenöfen beim Angriff auf verschiedene basische feuerfeste Stoffe Sprechsaal, 1978. 2. p. 101-107.
- [8] Dr. Nagy Géza: Kemencék építőanyagai III. Szakmérnöki jegyzet Tankönyvkiadó, Budapest, 1980. p. 182.
- [9] Kutatási zárójelentés: Minősítő módszer kidolgozása és alkalmazása tűzálló döngölmasszák korrózióállóságának meghatározására Készült az NME Tüzeléstani Tanszékén, Miskolc, 1982. november. p. 85. (Témavezető: Dr. Nagy Géza)
- [10] Dr. Nagy Géza, Puskás Ferenc: Tűzálló döngölmasszák salakállósági számának meghatározása IV. Tudományos Ülésszak, NME Tüzeléstani Tanszék Miskolc, 1983. Kiadvány: p. 195-205.
- [11] Dr. Nagy Géza, Puskás Ferenc: Hazai előállítású tűzálló döngölmasszák kohászati salakkal szembeni ellenállóképességének vizsgálata BKL Kohászat 1984. 1. szám p. 7-15.
- [12] Gárdonyi Sándor: Kemencefal szerkezet hőtechnikai vizsgálata NME Doktori disszertáció, Miskolc 1976.
- [13] Hodvogner Katalin: Iszledovanyije teplotehničeskovo szosztajanija ognepurnoj kladki konvertera dija razedinenija metana VI. ISK Karl-Marx-Stadt 9-14. jun. 1980.

Надь, Г. - Пушкаш, Ф. - Семмелвейс, Т-не: Шлаковая коррозия огнеупорных трамбовочных масс

Nagy, Géza - Puskás, Ferenc - Szemmelweis, Tamásné: Schlackekorrosion von feuerfesten Stampmassen

Nagy, Géza - Puskás, Ferenc - Szemmelweis Tamásné: Slag Corrosion of Refractory Ramming Bodies

# A Dorogi-medence édesvízi mészköveinek gazdaságos felhasználási lehetőségei

MARCSIS JÓZSEF

Magyar Állami Földtani Intézet, Budapest

A Dorogi-medence több éven át történt részletes földtani térképezése során, a medence délnyugati, nyugati, illetve északnyugati részén, a Gerecse hegység keleti peremterületein, valamint a kisebb-nagyobb eróziós völgyekben települő – karsztos hévíz eredetű – édesvízi mészkövek részletes vizsgálata is előtérbe került [11, 12]. Az elmúlt évtizedekben ezekről számos közlemény jelent meg [1, 2, 3, 7, 9, 15, 16, 20, 21, 22, 24]. A jelen munka során a saját megfigyeléseim mellett felhasználtam mindazokat az adatokat és eredményeket, amelyek nagy általánosságban foglalkoznak az édesvízi mészkövekkel, illetve azok földtani korával, de a téma számára alapvető információkat is tartalmaznak [4, 5, 6, 8, 10, 13, 14, 17, 18, 19, 23, 25].

## Az édesvízi mészkövek földtani és ásvány-kőzettani vizsgálata

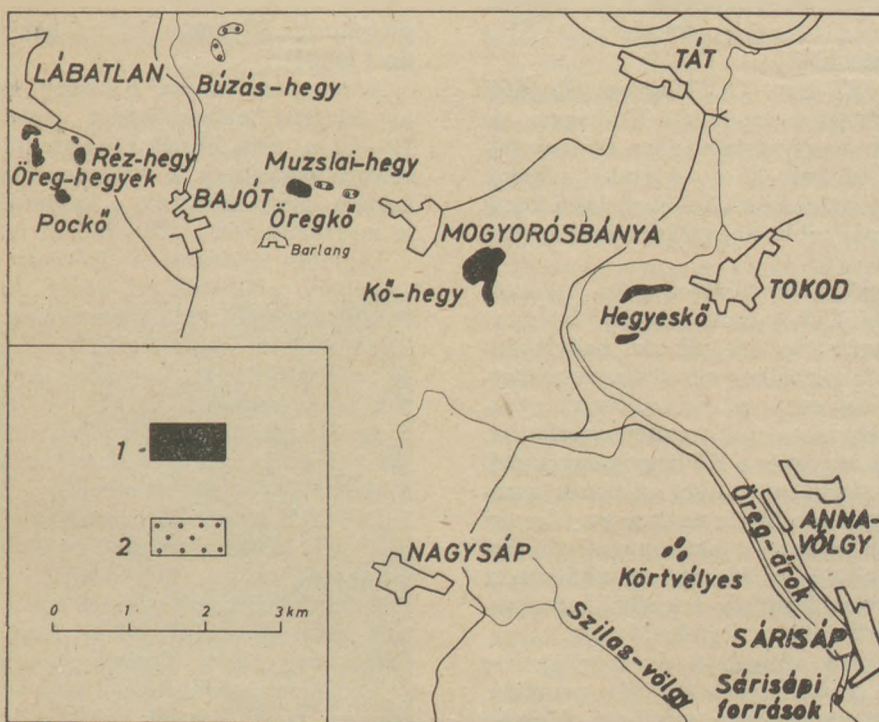
A Dorogi-medence jelentősebb édesvízi mészkő képződményei Tokod és Annabánya között, a Hegyeskőn, a sárisápi Öreg-árokától nyugatra levő Kört-

vélyes-hegy északnyugati oldalán, a mogyorósbányai Kő-hegyen, valamint a bajóti Muzslai- és Réz-hegyen találhatók (1. ábra).

A földtani és ásvány-kőzettani vizsgálat során részletesen elemezzük az édesvízi mészkövek üledékföldtani és szerkezeti viszonyait, valamint földtani fejlődéstörténetét.

*Kis-kő–Hegyeskő.* A Kis-kő–Hegyeskő (triász időszaki) dachsteini mészkővonulat nyugati és északnyugati oldalán az Öreg-árok völgyében több szinten képződött édesvízi mészkő, amelyet legtöbb helyen vastag lösztakaró borít. Tanulmányozásuk ezért csak a mély, 20 m-t is elérő vízmosásokban volt lehetséges. A legfelső 250 m tszf-i magasságú édesvízi mészkőszint igen kemény, rétegzetlen, tömött, míg az alacsonyabb szinten fekvők (220–180 m tszf-i magasságig) ferde vagy függőlegesen rétegzett, szivacsos szerkezetű tetarátás kifejlődésűek.

A mélyebb szinteken kialakult édesvízi mészköveket (180–140 m-ig) az észak felé lefutó vízmosásokban figyelhetjük meg, itt már mindenütt a laza, porózus szerkezet uralkodik. Csak a tetaráták homlokfala mutat tömörebb szerkezetet, s igen bonyolult



1. ábra. A Dorogi-medence édesvízi mészkő előfordulásai (Schréter Z. után kiegészítéssel)  
1. Édesvízi mészkő, 2. Kavics.

rétegzettséget. A tetaráták medencéiben rétegzett mésziszap, löszös, átmosott deluvium, továbbá édesvízi mészkőtörmelékkal, s görgetett kvarokavicssal kevert homokos-iszapos rétegek uralkodnak, amelyek magasabb felszínről vagy az árvízi forráshozam, vagy pedig nagyobb záporok alkalmával kerültek a tetarátá medencékbe.

Az édesvízi mészkő növénymaradványokban gazdag. Megjelenése, kifejlődése alapján lejtő (tetarátás) típusba sorolható. A tavi–mocsári típusra utaló szerkezet egyetlen egy feltárás esetén sem mutatható ki. A forrásvíz a Kis-kő–Hegyeskő dachsteini mészkőrögéből lépett ki, s ehhez építette az Öreg-árok völgyének oldalában 240 m tszf-i magasságtól a hatalmas lépcsőket. A forrásműködés első nyomát egy 5 m hosszú, mintegy 1,5 m széles, tipikus forrásbarlang jelzi, amit a Kis-kő–Hegyeskő dachsteini mészkővonulat északi oldalán találunk 292 m tszf-i magasságban. A források később a Kis-kő–Hegyeskő dachsteini mészkővonulat nyugati oldalán fakadtak (250–230–220 m tszf-i magasságban), majd feltörési helyük újra áttevődött az észak–északnyugati oldalra 180–140 m tszf-i magasságig. Működésük a würm végéig tartott.

**Körtvélyes-hegy.** A Körtvélyesen 250 m tszf-i magasságban elszórtan, kisebb tömbökben, zömében törmelék formájában találjuk az édesvízi mészkövet. Szöveti szerkezetét tekintve erősen likacsos, porózus, vékonyrétegzett. Az édesvízi mészkőtörmelékről *Jaskó S.* említést tesz a medencéről szóló összefoglaló jelentésében [2]. Szerinte az édesvízi mészkőtörmelék a mészkőhegyekből elötörő hajdani meszes források lerakódása.

**Marczis J.** [12] szerint az édesvízi mészkő a karszt-, illetve a hévízforrások által érintett mészkőből kioldott kalcium-karbonátból keletkezett a pleisztocén alsó szakaszában. Ezt a feltevést alátámaszthatja az a tény is, hogy *Krolopp E.* az édesvízi mészkőtörmelékben a *Fagotia acicularis* (FÉR.) víziésiga fajt mutatta ki [7].

**Mogyorósbányai Kő-hegy.** A Mogyorósbányától keletre, illetve délkeletre emelkedő Kő-hegyen és közvetlen környékén nagy vastagságban és nagy felszíni elterjedésben alakult ki az édesvízi mészkő. A vizsgált terület édesvízi mészkő előfordulásai közül ez itt az egyik legnagyobb, nagyszámú természetes feltárással.

Az édesvízi mészkő feküjét itt egyrészt harmadidőszaki agyag, homokkő, homokos agyag, valamint márgarétegek, másrészt a felsőpliocén heglábfelszínhez kapcsolódó kavicsos-homokos összletek alkotják, amelyek több helyen – pl. az eróziós völgyekben és vízmosásokban – jól tanulmányozhatók.

Ezt látjuk a Látó-hegyet és a Kő-hegyet egymástól elválasztó eróziós völgyben is, ahol az eocén nummuliteszes mészkő rétegek bukkanak ki az édesvízi mészkő alól, máshol főként az északnyugati oldalon a harmadidőszaki fekvő és az édesvízi mészkő között a felsőpliocén heglábfelszínre települt homokos-kavicsos rétegek betelepülése figyelhető meg.

**Schréter Z.** részletes vizsgálata és megfigyelése alapján, a Budai- és a Gerecse hegység peremén, valamint a Dorogi-medencében található édesvízi mészkő a felsőpliocén végén (levantei emelet) és a



2. ábra. Felsőpliocén édesvízi mészkő szikla a mogyorósbányai Kő-hegy északi szegélyén



3. ábra. Széles hasadék a felsőpliocén édesvízi mészkőben, a mogyorósbányai Kő-hegy északi szegélyén. A kép felső részén a szántóterületet pleisztocén lösz, a lapos részt a Duna holocén ártéri üledéke fedi

pleisztocén folyamán feltörő hévízforrásokból rakódott le [21].

A mogyorósbányai Kő-hegy északkeleti oldalán az édesvízi mészkőösszlet (amelynek vastagsága 10–15 m) nem fekszik közvetlenül az eocén-oligocén rétegesoportoknak a pleisztocénben lepusztult felszínére, mert közöttük a kavicspárkánysík nyomai is megtalálhatók 220–250 m tszf-i magasságban.

Legjobb feltárásai a Kő-hegy északi és keleti szegélyén található (2. ábra). Az édesvízi mészkő részint eróziós, részint tektonikai hatásokra elváló tömbjei (3. ábra) a repedések mentén leszakadoznak, és a pleisztocén lösz felszínén kisebb, nagyobb rögökben mutatkoznak.

Az édesvízi mészkő jól rétegzett, likacsos, gyakran nád-, sás- és különböző növényi lenyomatokat tartalmaz. Az egyik rétegben az *Unio cf. brusinai* PENECKE kagyló jó megtartású lenyomatai, kőbellei, helyenként héjjas példányai (4. ábra) tömegesen találhatók.

A felsőpliocénbe (levantei emelet) sorolható édesvízi mészkőben található hévforrás kürtők a pleisztocén hévforrás tevékenységre utalnak.

A Kő-hegyi felsőpliocén heglábfelszínre települt édesvízi mészkőösszlet helyenként rendkívül változatos kőzetkifejlődésű. Cukorszövetű, rétegzetlen, egynemű, vastagpados, tömött, sík felszínen kép-



zódott tavi-mocsári és a lazább szerkezetű, növény-maradványokban rendkívül gazdag, már a lejtős felszínen képződött szivacsos szerkezetű tetarítás kifejlődés különböztethető meg.

*Bajót, Muzslai-hegy.* A bajóti Öregkő dachsteini mészkővonulatára települ a Muzslai-hegy édesvízi mészkőösszlete 250–300 m tszf-i magasságban. A kemény tömött mészkő alsó részében a lágyabb, fehér, márgás rétegekből *Abida* sp., *Radix ovata* (DRAP.) stb. fajok és *Potamon* maradványok kerültek ki.

Az édesvízi mészkő kifejlődése, szerkezete jól tanulmányozható a hegy keleti oldalán nyitott kőbányában. A bánya kb. 7–8 m vastagságban tárja fel a mészkövet. A feltárás alsó összetételében a mészkő tömör, egynemű, cukorszövetű és rétegzetlen, amelyet három, mintegy 25–30 cm vastag erősen növénymaradványos, szivacsos szerkezetű réteg tagol. Ennek az összetételnek a zárótagja 25–30 cm vastag mészsizapos, mészkőtörmelékes szint, amelyet a rákövetkező édesvízi mészkő képződés cementált. A feltárás felső összetete az alsótól eltérően vékonyan rétegzett.

A vékony rétegzettség kedvezett a fagyaprózódási folyamatoknak, több helyen, egészen a tömör, rétegzetlen édesvízi mészkőig lehatoló fagyjelenségek észlelhetők, amelyeket löszös-homokos és homokos mészkő törmelék tölt ki. Tektonikai mozgások hatására a mészkőben tág hasadékok keletkeztek, amelyeket főképpen homokos-lösz tölt ki.

A Muzslai-hegy nyugati és északi oldalán a Duna teraszos völgyoldalán kb. 200 m tszf-i magasságig több édesvízi mészkőszint mutatható ki, sok esetben tetarítással tagolva.

Az édesvízi mészkőtakaróval borított Muzslai-hegy környezetében több helyen és több szintben találunk dunai származású kavicsot. Ez legmagasabban 280–290 m tszf-i magasságban figyelhető meg, amely azt valószínűsíti, hogy az édesvízi mészkő lerakódása előtt itt is volt párkánysíkkavics lerakódás.

*Öreg-hegyek.* Az Öreg-hegytől délre és az Új-hegyen az édesvízi mészkő előfordulásait jórészt törmelékben találjuk. Többnyire tömött és kristályoszemcsés szövetű. *Schréter Z.* [21] *Acer* levéllenymatot talált a mészkőben.



4. ábra. *Unio* cf. *brusinai* PENECKE lenyomatai a felső-pleiocén édesvízi mészkőben, a mogyorósbányai Kőhegy fennsíkján

Az édesvízi mészkőelőfordulások környezetében homokos lösz fedi az idősebb képződményeket, de elszórta ópleisztocén párkánysíkkavics is mutatkozik. A vizsgálatokat a területet borító nagyvastagságú lösz megnehezíti.

*Bajót, Réz-hegy.* Lábatlantól délre, a Réz-hegyen megtalálható az édesvízi mészkő É–D-i irányú keskeny vonulatát. Ez a középsőeocén rétegcsoport lepusztult felszínére települ, kb. 180–220 m tszf-i magasságban. Vastagsága 5–10 m, többnyire barnásszínű.

A vizsgálatok szerint lejtői tetarítás kifejlődésűek. A tetarítása medencék részben észak felé a Duna-völgy irányába, részben pedig a nyugatra levő völgy felé alakultak ki.

A mészkő egyes helyeken tömött, rétegzetlen, növényi maradványok: nád, sás és levélnyomok, továbbá a *Succinea oblonga* DRAP., valamint az *Abida frumentum* (DRAP.) lenyomatai és kőbelei találhatóak. Joggal valószínűsíthető, hogy a forrásvíz az édesvízi mészkővel elfedett karsztos rögből származott, mert környezetében nem találunk alaphegységi kőzeteket a felszínen.

#### Az édesvízi mészkő képződési körülményei

A Dorogi-medence, illetve a Gerecse hegység keleti peremén települő édesvízi mészkővek a levantei emelet végén és a pleisztocén folyamán itt felfakadó hévforrásokból rakódtak le.

A neogén folyamán — különösen a Budai-hegység területén — amikor a mai dolomit és mészkő hegyrögök még nem a jelenlegi helyzetükben települtek és a harmadkori üledékek sokkal jobban elfedték azokat, nagyobb hőmérsékletű hévizek törtek fel a hasadékok mentén. Ezek főleg kovasavas kiválásokat eredményeztek.

Ez a régebbi hévforrástevékenység a harmadidőszak vége felé megszűnt és a levantei emeletben hegységeink kissé jobban felemelkedtek az általános felszínmelkedés révén. Az erózióbázis mélyebbre kerülve, a lepusztítás megkezdődött. A lepusztulás a levantei emelet vége felé mezozoos hegységeink előterében a lágyabb harmadidőszaki üledékcsoportok fölött nagyjából egyengetett felszínt, félsíkot hozott létre [21].

A levantei emelet végén és a pleisztocén folyamán ezen a felszínen törtek fel néhol — főként a triász mészkő és dolomit hegyrögök szélein — a hévforrások, amelyek édesvízi mészkövet raktak le. A hévforrások mindig a viszonylag legmélyebb felszínen és mindig egy-egy vetődés mentén fakadtak fel.

A levantei és a pleisztocén hévforrások feltörése a triász mészkőből és dolomitból álló hegységeinkben felhalmozódott karsztvíz szintjének állásától függött. Amint a karsztvíz szintje az erózióbázis mélyebbre kerülésével süllyedt, a hévforrások feltörési helyei is mélyebbre kerültek, és ezzel kapcsolatban egykori édesvízi mészkő lerakódásaik is mélyebb szintekre húzódtak.

Vannak idősebb, levantei és ópleisztocén, továbbá fiatalabb, újpleisztocén édesvízi mészkőlerakódások. Mivel a vastagabb édesvízi mészkőtömegek lerakódásához hosszú időt kell számításba vennünk, azt állíthatjuk, hogy az édesvízi mészkő lerakódásaink

a süllyedő karsztvíztükör egy-egy hosszabb nyugalmi állapotát jelzik.

A levantei és pleisztocén kori hévforrások hőmérsékletét pontosan megadni nem lehet. Annyi bizonyos, illetve valószínű, hogy a pleisztocénben is különböző volt a feltörő hévzitek hőmérséklete. Azokról az édesvízi mészkőelőfordulásokról, amelyekben aragonit üregkitöltést és borsókövet találunk, feltételezhető, hogy legalább 30 °C hőmérsékletű forrásokból származtak. A többi langyosabb vízből rakódhatott le. A hévforrások az édesvízi mészkövet szárazföldön és nem vízzel borított felszínen rakták le.

Az egykori hévforrások feltörési csatornáinak helyén rendszerint aragonit-teléreket (amelyek ma kalcitanyagból állnak) és borsóköveket találunk.

A meredek rétegzésű vagy rétegzetlen szemcsés édesvízi mészkövet az egykori hévforrások feltörési helyeinek közvetlen közelében lerakódott üledékeknek tekintjük. A vízszintes vagy közel vízszintes rétegzésű és néha homok, homokkő, vagy agyagrétegekkel is váltakozó forrásmészkő a hévforrások feltörési helyétől távolabb rakódott le, valószínűleg az akkori felszín mélyedéseiben. Itt a forrásból, esetleg forrásokból a felfakadó melegvíz kis tavacskákból vagy sekélyvízű pocsolókban gyűlt össze. A lehűlő, elpárolgó vízből a mészanyag lassanként egymás fölé települő rétegekben rakódott le. Ezekben a melegebb és részben hidegebb vízű tavacskákból a víz növényzet, nád és sás telepedett meg, a vízből kiváló mészanyag a növények szárait és a vízbe hulló leveleket kérgezte be. A többé kevésbé meleget kedvelő csigafajok jelenlétéből arra következtethetünk, hogy a hévforrások elfolyó vizének hőmérséklete 17–30 °C körül lehetett.

Édesvízi mészköveink *Fagotia*-kat tartalmazó része valószínűleg nem álló, hanem folyó meleg, vagy langyos vízből rakódott le. Amikor a kedvező hőmérsékleti és egyéb fizikai körülmények megszűntek, eltűnt ez a csigafauna is. Ezek a csigafajok a harmadidőszakból visszamaradt ún. reliktum alakoknak tekinthetők, amelyek a felsőpleiocén és a pleisztocénkori melegvízű források védelmében tovább tudtak élni a zordabb éghajlat alatt is és élnek még ma is. Az édesvízi csigákon kívül szárazföldi csigafajok maradványait is megtaláljuk édesvízi mészköveinkben. Jelenlétüket úgy magyarázhatjuk, hogy a vízből kiálló növényzeten élhettek és elhalásuk után hullottak házaik a meszet lerakó vízbe.

#### Az édesvízi mészkő viszonya a Duna párkánysíkjához

Az édesvízi mészkő lerakódását felsík kialakulásának kellett megelőznie. Ilyen felszínen rakódott le édesvízi mészköveink jó része, illetőleg erre települt helyenként párkánysíkkavics vagy helyenként a kavicsra az édesvízi mészkő. Kérdés tehát, melyik földtani időszakban történt az a lepusztulás, melynek során ez a felsík kialakult.

Kétségtelen, hogy az a tekintélyes lepusztulás, amely idősebb és fiatalabb harmadidőszaki medenceképződésményeink felszínét nagyjából egyforma magas-

ságúra lepusztította, a pannoniai emelet képződésményeinek lerakódása után történt.

*Felsőpleiocén párkánysíkkavics.* Helyenként az édesvízi mészkő alatt, a mészkőbe ágyazva és fölötté is találunk elszórtan folyami homok- és kavicslerakódásokat (Süttő, Mogyorósbánya). A mészkövekben és a felettük található kvarckavicsok azt bizonyítják, hogy az édesvízi mészkő lerakódása közben vagy utána is ellepte az édesvízi mészkő feltöltését az Ősduna egyik ága.

*Ópleisztocén párkánysíkkavics.* Ezt a párkánysíkkavicsot már *Hofmann K.* térképezte, de nem különítette el a mélyebben fekvő fiatalabb pleisztocén párkánysíkkavicsoktól. Korábban *Vitális S.* [25] írt róluk és felemlíti, hogy ezt a párkánysíkkavicsot Neszmélytől délre kb. 800 m-re egy fúrásban a lösz alatt 3,62 m vastagságban harántolta. Mivel ez a gyengén kifejlődött kavicspárkánysík átlag 80 m-re fekszik a Duna mai szintje fölött és sem a jóval magasabban fekvő felsőpleiocén párkánysík-kavicsokkal, sem a mélyebben fekvő párkánysík-kavicsaival nem azonosítható, legvalószínűbbnek tartom, hogy ez képviseli az ópleisztocén párkánysíkot, tehát ez lenne az ún. „fellegvári terasz” (*Kéz II. terasza*).

*Fiatal pleisztocén párkánysíkkavics.* A fiatal pleisztocén kavicspárkánysíkokat Almásneszmély és Piszke vidékén elég jól kifejlődve találjuk meg, és a Duna partja fölött kb. 140 m tszf-i magasságban végigkövethetjük. Piszken túl Esztergomig, miként azt már *Vitális S.* [25] leírta, mint kavicssterasz eltűnik és csak morfológiailag érzékelhető.

#### Hegységszerkezeti viszonyok

Az édesvízi mészkőelőfordulások területén jelentős pleisztocén kori vetődések léptek fel, ezek részben a medencerész besüllyedésével, részben emelkedésével kapcsolatosak.

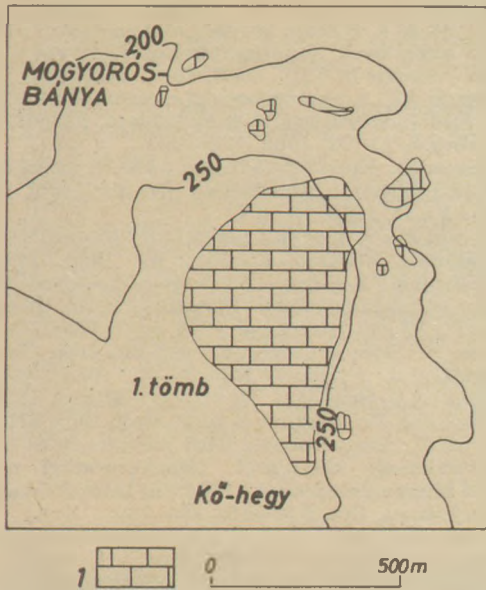
Az édesvízi mészkövek területi elhelyezkedéséből és a mai hévforrások feltörési pontjaiból a hegységszerkezetre vonatkozóan több értékes adatot kapunk. A felsőpleiocén édesvízi mészkőelőfordulások ÉÉK–DDNy-i és ÉNy–DK-i irányban sorakoznak egymás mellé, ami a törések lefutásával magyarázható. Az édesvízi mészkövet lerakó hévforrások helyenként telérszerű vonulatokat hoztak létre.

Holocén kori vagy legalább is a holocénben felújuló ÉK–DNy-i irányú törés húzódik a Duna óholocén terasza mentén, és ennek irányában fakad fel az almásneszmélyi fürdő langyos hévize is.

Az édesvízi mészkőelőfordulások által jelzett törések iránya nagyjából megegyezik a Magyar-középhegység fő törésirányaival. Csak a Gerecse hegységtől északra eső területeken kell a Dunával párhuzamos irányú, nagyjából Ny–K-i irányú vetődésekkel számolnunk.

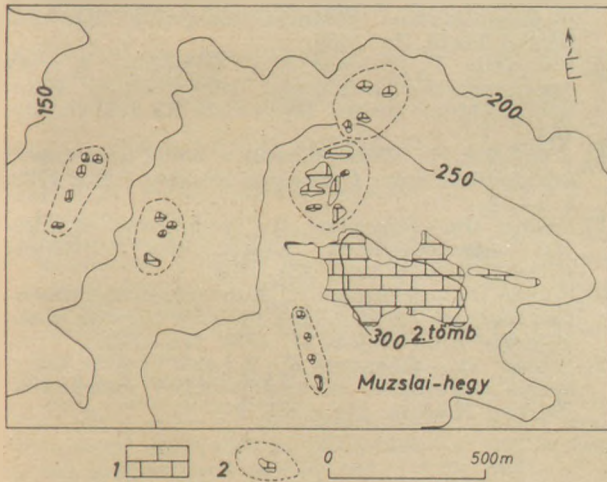
#### Gazdaságföldtani viszonyok

Az édesvízi mészkő jól rétegzett, likacsos, továbbá tömött szövetű kemény mészkő, kőfaragásra kiválóan alkalmas. Néha többé-kevésbé kristályos-szemcsés, cukorszövetű, alárendelten nád-, sás- és különböző növényi lenyomatokat tartalmaz.



5. ábra. A mogyorósbányai Kő-hegy vázlatos földtani térképe (A MÁFI térképadatai után)

1. Édesvízi mészkő



6. ábra. A bajóti Muzslai-hegy vázlatos földtani térképe (A MÁFI térképadatai után)

1. Édesvízi mészkő, 2. Levált édesvízi mészkő rögök

Az édesvízi mészkövek vegyi jellegét illetően megjegyezzük, hogy azok CaO tartalma 47,83–53,82%, MgO tartalma pedig 0,12–2,12% között változik.

A területen levő édesvízi mészköveknek főleg építő- és díszítőköként való hasznosítását, illetve hasznosíthatóságát vizsgáltuk.

Az édesvízi mészkövek földtani kifejlődése alapján, az építő- és díszítőköként való gyakorlati felhasználás tekintetében, a mogyorósbányai Kő-hegy, a Muzslai-hegy, illetve Réz-hegy területe jöhet számításba. A további mészkőelőfordulások (Kis-kő, Hegyeskő, Körtvélyes-hegy) csak a földtani kifejlődési viszonyok tekintetében érdekesek.

**Mogyorósbányai Kő-hegy.** A Mogyorósbányától délkeletre emelkedő Kő-hegyen és közvetlen kör-

nyékén nagy vastagságban és nagy felszíni elterjedésben alakult ki az édesvízi mészkő (5. ábra).

A felsőpliocén hegyláb felszínre települt édesvízi mészkőösszetétel változatos kifejlődést mutat. Elkülöníthető itt a cukorszövetű rétegzetlen, egynemű, a vastagpados, tömött, sík felszínen képződött tavi-mocsári, és a lazább szerkezetű, növénymaradványokban rendkívül gazdag, már a felszínen képződött szivacsos szerkezetű tetarátás kifejlődés.

Az édesvízi mészkő – felületi csiszolat alapján – tömött szövetű, 8 m vastagságú, jól fejthető, épületek belső díszítésére kiválóan alkalmas.

**Bajót, Muzslai-hegy.** Az édesvízi mészkőösszetételben, melynek vastagsága 10–15 m, a hegy nyugati és keleti oldalán, illetve a Duna-völgy teraszos oldalán kb. 200 m tszf-i magasságig több édesvízi mészkő szint mutatható ki, sok esetben tetarátákkal tagolva (6. ábra).

Az édesvízi mészkő a felületi csiszolat alapján tömött szövetű, 7 m vastagságban leművelhető, részben külső illetve belső díszítésre alkalmas.

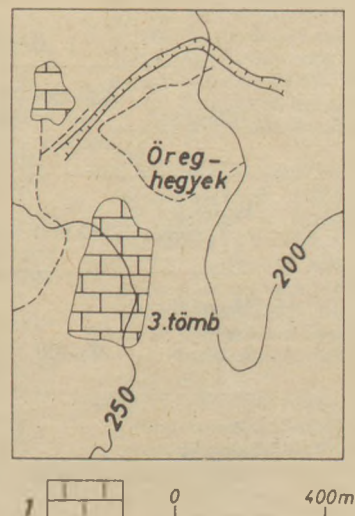
**Öreg-hegyek.** A kőzet kifejlődése alapján tavi keletkezés állapítható meg (7. ábra). Az alacsonyabb szinten levő mészkőrétegek már lazábbak, nem annyira tömötték, a növényi részek, lenyomatok ismerhetők fel benne. A rétegzettség helyenként lehajló, tetarátás lejtő kifejlődést mutat.

Az eddigi ásvány-kőzettani vizsgálatok alapján, a mészkő csak részben tömött szövetű, 5 m vastagságban fejthető, s csak részben jöhet számításba mint díszítőkö belső felhasználásra.

**Réz-hegy.** Az édesvízi mészkő ásvány-kőzettani vizsgálata alapján közepesen tömött szövetű, 5 m vastagságban fejthető. Mivel kis mennyiségben fordul elő, csak részben jöhet számításba díszítőköként történő külső felhasználásra (8. ábra).

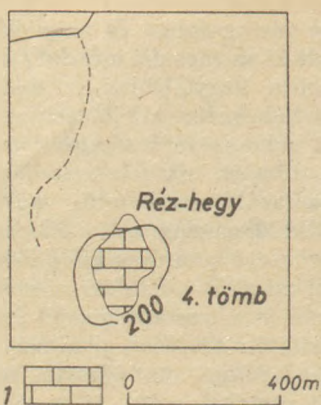
\*\*\*

A díszítő- és építőköként történő hasznosíthatóság mellett, a kőbányászati meddőanyagok főleg talaj-



7. ábra. A lábatlani Óreg-hegyek vázlatos földtani térképe (A MÁFI térképadatai után)

1. Édesvízi mészkő



8. ábra. A lábatlani Réz-hegy vázlatos földtani térképe (A MÁFI térképadatai után)

1. Édesvízi mészkő

javitási célra hasznosíthatók. A kőzet helyenkénti töredezettsége és a fiatalabb hőforrások kőzetbontó hatása következtében létrejött porozitása miatt a kőfejtés során jelentékeny meddő képződhet, amelyet mind a táj-, mind a környezetvédelem szempontjából a leggazdaságosabban el kell tüntetni.

\* \* \*

A műrevaló készleteket illetően megjegyzem, hogy az édesvízi mészkőterületek kiterjedését, illetve földtani készletét az 1. táblázat foglalja össze. Az édesvízi mészkőtömbök területét az 1:10 000-es méretarányú topográfiai térkép segítségével határoztam meg.

#### IRODALOM

- [1] *Gidai L.*: A Dorogi-medence részletes földtani vizsgálata. *A MÁFI Évi Jelentése az 1961. évről*, 1964. 309–313.  
 [2] *Jaskó S.*: Összesítő jelentés a Dorogi-medence 1956-évi részletes földtani térképezéséről. 1957. Kézirat, *MÁFI Adattár* (T.: 354).

- [3] *Kormos T. – Schréter Z.*: Előzetes jelentés a Budai hegyek és a Gerecse hegység szélein előforduló édesvízi mészkövek tanulmányozásáról. *Földtani Intézet Évi Jelentése az 1915. évről*, 1916. 542–544.  
 [4] *Kretzói M.*: A magyarországi quarter és pliocén szárazföldi biosztratigráfiájának vázlatja. *Földrajzi Közlemények*, 17 (93) 1969. 179–203.  
 [5] *Kriván P.*: Erőzióbázis feletti édesvízi mészkőalakulatok földtani vizsgálatának elvi alapjairól. *Őslénytani Viták*, 1964. 13–18.  
 [6] *Kriván P.*: A magyar negyedkorföldtan helyzete és feladatai. *Földtani Közöny*, 97. 1967. 326–330.  
 [7] *Krolopp E.*: A Dorog – Esztergomi-medence pleisztocén képződményeinek biosztratigráfiai vizsgálata. *A MÁFI Évi Jelentése az 1963. évről*, 1965. 133–147.  
 [8] *Láng S.*: Gerecse peremhegységi részeinek geomorfológiája. – *Földrajzi Értesítő*, 2. 1955. 143–157.  
 [9] *Láffa A.*: Geológiai jegyzetek Sáríásap vidékéről. *Földt. Int. Évi Jelentése az 1903. évről*, 1903. 215–232.  
 [10] *Lóczy L.*: Magyarország felső pleisztocén és holocén korszakának klímájáról. (Magyarországi negyedkori klímaváltozásairól.) *Földtani Intézet Gyakorlati Kiadványa*, Bp., 2.3. 1910. 69–76.  
 [11] *Marczisz J.*: Adatok a dél-dorogi terület negyedkori képződményeinek vizsgálatához. *A MÁFI Évi Jelentése az 1962. évről*, 1964. 257–267.  
 [12] *Marczisz J.*: A Dorogi-medence negyedkori képződményei hasznosításának gazdaságföldtani lehetőségei. *Építőanyag*, XXXII. 1. 1980. 23–31.  
 [13] *Papp F. – Vitális Gy.*: Magyarország műszaki földtana. Mérnöki Továbbképző Intézet, M., 182. Tankönyvkiadó, Bp. 1967.  
 [14] *Pécsi M.*: A magyarországi Duna-völgy kialakulása és felszínalaktana. *Földrajzi Monográfiák III.* Akadémiai Kiadó, Bp. 1959.  
 [15] *Rozlozsnik P. – Schréter Z. – Telegdi-Róth K.*: Az esztergomvidéki szenterület bányaföldtani viszonyai. *Földtani Intézet Gyakorlati Kiadványa*, Bp. 1922.  
 [16] *Schafarzik F.*: Visszapillantás a budai hőforrások fejlődéstörténetére. *Hidrológiai Közöny*, (1921) 1928. I. 9–14.  
 [17] *Scheuer Gy. – Schweitzer F.*: Szempontok az édesvízi mészkőösszletek képződéséhez. *Földrajzi Értesítő*, XIX. 4. 1970. 381–392.  
 [18] *Scheuer Gy. – Schweitzer F.*: A magyarországi travertino összletek képződésének fázisai a negyedkorban. *Földrajzi Közlemények*, 21. 1973. 141–143.  
 [19] *Scheuer Gy. – Schweitzer F.*: A hazai édesvízi mészkövek származása és összehasonlító vizsgálatuk. *Földtani Közöny*, 111. 1981. 67–97.

1. táblázat

Az édesvízi mészkőterületek készletadatai

Tömbök	Kiterjedés m-ben	Törfo-gatsúly t/m <sup>3</sup>	Átlag-vas-tagság m	Kate-gória	Földtani készletek	
					m <sup>3</sup> -ben	to-ban
Kőhegy 1. tömb	210 000	2 4618	15	C <sub>2</sub>	3 153 020 000	6 870 080,40
Muzslai-hegy 2. tömb	93 200	2 4618	15	C <sub>2</sub>	1 395 010	3 441 586,20
Öreg hegyek 3. tömb	65 500	2 4618	6	C <sub>2</sub>	408 400	993 882,50
Réz-hegy 4. tömb	26 200	2 4618	8	C <sub>2</sub>	203 200	512 262,20

- [20] Scheuer Gy. – Schweitzer F.: A Budai- és a Gerecse-hegységi édesvízi mészkőösszetek építőipari hasznosításának lehetőségei. *Építőanyag*, XXXV. 12. 1983. 447–454.
- [21] Schréter Z.: A Budai- és Gerecsehegység peremi édesvízi mészkőelődülései. *A MÁFI Évi Jelentése az 1951. évről*, 1953. 111–146.
- [22] Schweitzer F. – Balogh J. – Balogh J.-né: A Központi és Keleti Gerecse édesvízi mészkőösszetek kutatása, Különös tekintettel a díszítőként való esetleges felhasználhatóságára. MTA Földrajztudományi Kutató Intézet. Tsz.: FKI 17/1978. Kézirat, Budapest, 1978. KFH-MÁFI Adattár (KFH 2 241/1).
- [23] Vitális Gy.: A Dunazug-hegység hévizeinek vízföldtana és természeti erőforrás potenciálja. *Földrajzi Értesítő*, XXXI. 1. 1982. 67–81.
- [24] Vitális Gy. – Hegyi I.-né: Adatok a Budapest térségi édesvízi mészkövek genetikájához. *Hidrologiai Közlemény*, 62.2. 1982. 73–84.

- [25] Vitális S.: Dunajobbparti terraszkok Dunaalmás – Esztergom között. *Földtani Intézet Évi Jelentése az 1933–35. évekről*, 4. 1940. 1565–1578.

Марциш, Й.: Возможности экономичного использования пресноводных известняков Дорогского бассейна

Marczis, József: Ökonómische Verwendungsmöglichkeiten der Süßwasserkalksteine von Dorog – Becken

Marczis, József: Economic Application Possibilities of Freshwater Limestones of the Dorog Basin

## Szabadalom figyelő

### SZABADALMI KÖZLÖNY, 1984. 5. sz.

- 842/84. Eljárás cementtakarékos, bármely szilárdságú, főleg szórt vagy szállított beton előállítására (728. old.)
- 948/84. Eljárás fedőmáz előállítására (728. old.)
- 834/84. Fokozott vízállóságú ragasztóhabarcs. (729. old.)
- 923/84. Eljárás szerkezeti szendvicsfal készítésére, a falrészt képező végleges külső felülettel rendelkező, előre-gyártott hőszigetelő blokkból épített bentmaradó zsaluzat felhasználásával (730. old.)
- T/31 574 Rekuperátoros porleválasztó, főleg ciklon. (750. old.)
- T/31 594 Eljárás szilikátartalmú anyagok hidraulikus aktivitásának meghatározására (753. old.)
- T/31 604 Berendezés idomdarabáru, előnyösen U-profilűveg rakodásra alkalmas elrendezésére (755. old.)
- T/31 605 Eljárás üvegolvasztóberendezésekbe betáplált nyersanyag termikus előkezelésére (755. old.)
- T/31 606 Eljárás kalciumszilikát és alumínát tartalmú klinkeranyagok előállítására (755. old.)
- T/31 608 Adalékanyag önthető padlómasszához (755. old.)
- T/31 609 Kerámiába ágyazott korundkőszőrűzemce (756. old.)
- T/31 815 Menezhető kavicságytisztító gép rostáló berendezéssel (803. old.)
- T/31 827 Porleválasztó (805. old.)
- 183.401 Eljárás mozaik lapszőnyeg előállítására szilikátbázisú alaktestek és felületkezelt üvegszál textíliák társítása révén (817. old.)
- 183.413 Eljárás oxidkerámia előállítására apoláris közegű szuszpenzió alkalmazásával (818. old.)
- 183.481 Eljárás magnézium és cementklinker vagy kalcium- és cementklinker metallotermikus előállítására (822. old.)

- 183 557 Eljárás nagyhőmérsékletű fűrőlyukak cementezésére alkalmas cementtej előállítására (827. old.)
- 183 559 Üvegolvasztókemence tápcsatorna (828. old.)
- 183 600 Eljárás és berendezés beton és hasonló öntött anyagok karbonizációval történő gyors kikeményítésére (831. old.)
- 183.719 Vegyeskötőanyagú aszfaltkeverékek (839. old.)
- 183 764 Eljárás fokozott hajlítoszilárdságú műanyagbetontermékek előállítására (842. old.)
- 183.788 Eljárás kerámia anyagú nagy nyomású gázkiszűrőcsövek végelzárására (843. old.)
- 183 800 Eljárás ásványi olajat tartalmazó iszapok felhasználására égetett agyagipari termékekben (844. old.)

### SZABADALMI KÖZLÖNY, 1984. 6. sz.

- 991/84. Foggyökér implantátum, valamint eljárás ennek alkalmazására (903. old.)
- 1144/84 Üreges falazóidom hőhídmentes szövet szerkezeti fal készítéséhez (906. old.)
- 1090/84. Dekoratív burkoló elem és eljárás sík felületek főként épületek belső falfelületeinek hőszigetelő hatású borítására (906. old.)
- 1141/84. Hőszigetelő homlokzatburkolat (906. old.)
- 1292/84. Eljárás és szerkezet beton és vasbeton szerkezetek érlelésére szolgáló energiatakarékos elektromos zsalufűtésre, betonérlelésre (906. old.)
- 1014/84 Eljárás téglaburkolattal ellátott betonelemek főleg homlokzati falpanelek gyártására (907. old.)
- 1236/84 Tetőfedő lap és eljárás tetőzet kialakítására (907. old.)
- 1276/84. Üvegelem (907. old.)

- 1292/84. Eljárás közetek réselésére, valamint berendezés ezen eljárás foganatosítására (907. old.)
- 1128/84. Eljárás kerámia, porcelán tárgyak, csempék felületének fényképpel való díszítésére, több csempéből összerakható képek, csempeszterek készítésére (909. old.)
- H/2918 Markolós úszókotrógép, vízalatti ásványi anyagok – mint pl. kavics-kitermelésére. (910–911. old.)
- T/32 015 Eljárás és berendezés betonelemek önműködő formakialakítására és előállítására (937. old.)
- T/32 018 Eljárás gipsz átalakítására (937. old.)
- T/32 022 Berendezés szőnyeg előállítására tűzálló kerámiaszálakból (938. old.)
- 183 840 Eljárás utószilárduló építőanyagok, különösen beton szilárdságának előrebecslésére (984. old.)
- 183 894 Berendezés hőszigetelések és folyadék elleni szigetelése állapotának ellenőrzésére (987. old.)
- 183 939 Eljárás és berendezés síküveg-szalag folyamatos előállítására (990. old.)
- 183 973 Vízszintesen sorolt hőszigetelő üvegtáblákból szerelt homlokzati fix üvegfal és eljárás annak előállítására (993. old.)
- 183 977 Kerámiái kötőanyag és eljárás porózus korundkőszőrű testek előállítására (993. old.)
- 184 030 Berendezés fényforrások buráinak elektrosztatikus bevonására (996. old.)
- 184 077 Tűzálló test fémkohászati edények csúszólapos zárószervezeteihez, ezzel kialakított zárószervezet és eljárás a tűzálló test előállítására (1000. old.)

# A Budai Gerecse hegységi édesvizi mészkövek közöttöredezetségi jelenségei

SCHEUER GYULA\*—SCHWEITZER FERENC\*\*

\*Földmérő és Talajvizsgáló Vállalat, Budapest \*\*MTA Földrajztudományi Kutató Intézet, Budapest

## 1. Bevezetés

Az építőkö bányászat hatékonyságát, gazdaságosságát az emberi tényezők mellett nagymértékben befolyásolják a kitermelt kőzet fejtési lehetőségein túlmenően azok a felszínfejlődési folyamatok kiváltotta jelenségek, amelyek az adott kőzetet keletkezése óta érték. Az édesvízi mészköveknél is mindazok a földtörténeti események valamilyen formában — gyengén vagy igen erőteljesen — jelentkeznek, nyomot hagyva, amelyek képződésétől kezdve az adott területen lezajlottak, sőt specifikusan is megnyilvánulhattak, mert csak kifejezetten az édesvízi mészkövekhez kapcsolódva mutathatók ki.

A felszínfejlődési eseményeken belül e közleményben csak azokkal a folyamatokkal és jelenségekkel kívánunk foglalkozni, amelyek az édesvízi mészkövek eredeti település viszonyaiban változásokat okoztak vagy a fellépő erők hatására közöttöredezetségi, kőzetaprózódás jött létre olyan mértékben, hogy azok már kihatottak a kőzet bányászhatóságára, felhasználására megkérdőjelezve a kitermelés gazdaságosságát. Így pl. a kőzetösszetöredezetségnak — amelyek lehetnek *nyíltak*, szemmel láthatók és törvényszerűségeik jól felismerhetők és *rejtettek*, amelyek csak később már a bányászat után jelentkeznek tönkre téve az addig befektetett munkát — mértéke erőteljesen befolyásolja és meghatározza felhasználhatóságát pl. a tömbkő és ebből adódóan a díszítőkö kihozatal mennyiségét egy adott bányánál. E jelenségek váratlan fellépése oly mértékig fokozhatja a belső meddő mennyiséget és minőségét, hogy a kitermelés fenntartásának és gazdaságosságának felülvizsgálatát teszi indokolttá.

A fentiekben elmondottak szerint a terület kutatása során a szokványos megfigyelésekben túlmenően e jelenségek miatt alaposabb elemző tevékenység szükséges.

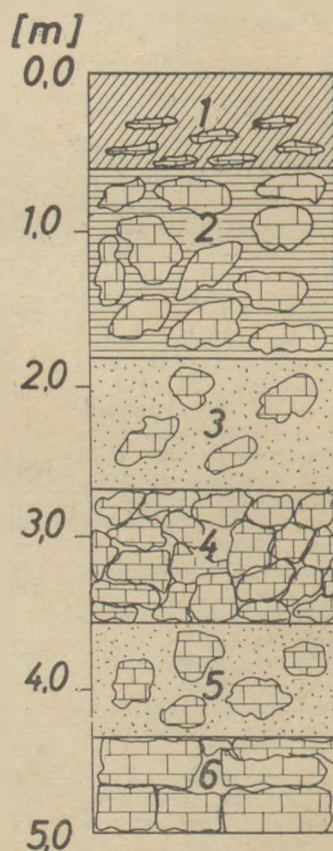
E jelenségekre azért kívánjuk felhívni a figyelmet, hogy készletek meghatározása során ezekkel is feltétlenül számolni kell és ilyen közetszakaszokat a kellő biztonság érdekében a készletszámítás során indokolt kihagyni.

## 2. Az édesvízi mészköveknél megfigyelhető töréses és töredezettségi jelenségek leírása és tipizálásuk

A bevezetőben említettek szerint az építőkö termelés mennyiségét és minőségét — különösen a tömbkő bányászatot — nagy mértékben befolyásolják a megfigyelhető töréses, közöttöredezetségi és aprózódási adottságok, amelyek a Budai és Gerecse hegységi édesvízi mészköveknél gyakran megfigyelhetők. Meg-

figyeléseink és vizsgálataink szerint e jelenségek a jelenleg termelő bányáknál is jelentős problémákat okoznak, mert e miatt csökken a hatékonyság és sok a termelés során keletkező belső meddő mennyisége. A bányák egyes részein annyira összetöredezett a kőzet, hogy tömbkőkitermelésre teljesen alkalmatlanná vált, ezért e szakaszokon a termeléssel felhagytak.

Az édesvízi mészköveknél tapasztalható kőzetösszetöredezetségi jelenségek különböző folyamatok révén keletkeztek, amelyeknek végtermékeit ma láthatjuk és vizsgálhatjuk. Megállapításaink szerint négy egymástól független folyamatok révén kelet-



1. ábra. A Gerecse hegység köpüci édesvízi mészkő felszínén kialakult többször megisméllődő talajfagyjelenségek rétegszelvénye

1. édesvízi mészkőtörmelékes talaj, 2. utólagosan a felette levő talajból kioldódott mésszel összecementálódott édesvízi mészkőtörmelék, 3. édesvízi mészkőtörmelékes kőzetliszt, 4. fagyhatásra és keverő mozgásra koptatott „látszólagosan görgetett” édesvízi mészkőtörmelék, 5. édesvízi mészkőből keletkezett kőzetliszt édesvízi mészkőtörmelékkel, 6. fagyrepezés miatt darabokra töredezett, de helyben maradt édesvízi mészkő

keztek, de működésük során egymásra is hatottak fokozva evvel a hatást.

Ezek a következők:

1. Periglaciális fagyaprózódás és fagyjelenségek
2. Atektónikus megnyilvánulás formák
3. Lejtőmozgások
4. Szerkezeti mozgások

Vizsgáljuk meg a fent felsoroltakat részletesen.

### 2.1. Fagyaprózódás és egyéb fagyjelenségek

E jelenség csoportba tartozó formák döntően az édesvízi mészkőösszletek felszínén, alárendeltebben az összletben is jelentkeznek. A fagyrepszés hatására az édesvízi mészkő tetején különböző frakciójú törmelékanyag keletkezett. Ez a több m<sup>3</sup>-es kőzet tömbtől a kőzetlisztig változhat (1. ábra). A vizsgálatok szerint a legegyszerűbb formák a fagyrepszésből és fagyaprózódásból keletkeztek amikor 2–3 m mélységig az előfordulás felszíne különböző nagyságú kőzettörmelékre darabolódott fel (2. ábra).

Ennek mértékét a fagyhatás erősségén túlmenően a rétegzettségi adottságok erőteljesen befolyásolták. A kőzetaprózódás csak mintegy előkészítője volt sok helyen a további fagyjelenségeknek, ahol már fagyemelés és poligonképződés is történt. Néhol a fagyjelenségek különböző generációi is kialakultak. A fagyaprózódás hatására az édesvízi mészkő a legdurvább hatalmas több m<sup>3</sup>-es kőzetblokkoktól kezdve egészen a finom kőzetlisztig mindenféle frakcióra szétesett. Az édesvízi mészkőtörmelék egy része „látszólagos” görgetettséget mutat, ami avval magyarázható, hogy a törmelék élei fagyrepszéssel tovább apróztak, továbbá a fagyhatásra egymáson elmozduló kőzetdarabok koptatták egymást. Egyes összleteknél az édesvízi mészkőképződés éghajlati hatásra időlegesen megszakadt és az ún. belső fagyjelenségek keletkeztek. Az éghajlat kedvezőbbé válásával az újból meginduló édesvízi mészkőképződés ezeket a belső fagyjelenségeket befedte és konzerválta.

Ezek a talajfagyformák lényegében építőipari felhasználás szempontból alkalmatlanná teszik a kőzetet növelve ezzel a fedő meddő vastagságát ami fokozza az önköltséget.



2. ábra. Édesvízi mészkő felszínén 4–5 m mélységig lehatoló fagyaprózódásos jelenség Gerecse hegység Les-hegyi felhagyott kőbányában



3. ábra. Nyitott fiatal (felsőpleisztocén) fekvű megsüllyedésből eredő még kitöltetlen hasadékok (Tata)



4. ábra. Kőtörmelékes, löszös anyaggal kitöltődött tág 5 m-t meghaladó hasadék Süttőnél. (A nyíl jelzi a hasadék helyét)

### 2.2. Atektónikus megnyilvánulási formák

Ezek olyan szerkezeti elemek, amelyek keletkezése nem hozható összefüggésbe a tektonizmussal, hanem létrejöttüknek mérnökgeológiai okai vannak és visszavezethetők a fekvőzetek egyenlőtlen teherbírására és különböző mértékű összenyomódására.

A vastag (15–30 m) édesvízi mészkővel terhelt fekvőrétegek gyakran – szemcsés és kötött üledékek, amelyek a vizek hatására laza és plasztikus állapotba kerülve – a terhelés hatására összenyomódtak, valamint oldalirányba kitértek. A plasztikussá vált üledékekben gyüredezettségek, rétegkihengerlődések, elvékonyodások léptek fel, míg a rideg édesvízi mészkőben az egyenlőtlen alátámasztás miatt törések, hasadékok (3. ábra), kibillenések jöttek létre. E formaelemek lehetnek szín- vagy posztgenetikusak.

Az alátámasztás nagy fokú csökkentése miatti blokkokra töredezés és a blokkok egymáshoz viszonyított különböző irányú kibillenése és szétcsúszása miatt igen változatos nagyságú hasadékok képződtek. Egyes helyeken az 5 m-t is meghaladják (4. ábra), mint pl. Süttőnél az egyik bányában, de lehetnek kisebbek is (5. ábra). E hasadékok nagy



5. ábra. Blokkokra töredezett rétegzetlen tömbkőfejtésre alkalmas édesvízi mészkő Süttőnél



6. ábra. Kisebb méretű kitöltődött hasadék felső szakasza. Jól látható, hogy hasadéknál nincs vertikális elmozdulás csak horizontális

része utólag kitöltődött különböző anyagokkal (6. ábra). A fiatal korú (holocén) repedések még kitöltetlenek. A hasadékok kitöltő anyaga lehet futóhomok, lösz, törmelékes lösz, vörös agyagok stb. A kitöltődésben különböző üledékek képző folyamatok vettek részt. Egy részét a szél által szállított anyag töltötte ki (lösz, futóhomok) másik része szoliflukciós, talajfolyásos úton került a hasadékokba, de a behullás is jelentős volt. E repedéseknél, hasadékoknál a vetőkre jellemző dörzsbreccsa hiányzik így kőbányászat szempontjából egyik nehézséget a blokkokra töredezés miatti kibillenés okozta fejtési problémák jelentenek. A másik és jelentősebb

gondot a hasadékokat kitöltő anyag okozza, amely esetenként nagyobb mennyiségű lehet. Az ilyen idegen anyagi belső meddő termelés akadályozó és költségnövelő tényező.

### 2.3. Lejtőmozgások

Nagyon gyakran megfigyelhető a magasabban fekvő (150 m felett) édesvízi mészkőelőfordulásoknál, hogy a lejtő irányában a peremeken eredeti településéből kibillent mészkőblokkok vannak, sőt ilyen blokkok lecsúszva a lejtőn 100–200 m-t is eltávolodtak származási helyüktől. Ezek a jelenségek jól tanulmányozhatók a Gerecsében: Almásneszmély-Süttő, Bajót, Mogyorósbánya Murzslai-hegynél; a Budai hegységben Budakalász határában, valamint a budai Várhegy területén. Tömegmozgásos jelenségek csak a lejtő irányában mutathatók ki. Annál az előfordulásnál, amelyek szigethegyként emelkednek környezetük fölé ott mindenütt kimutatható. A budakalászi előfordulásnál csak a Dera-patak völgye felé történt az édesvízi mészkő blokkok lecsúszása, mert a másik oldalán csatlakozik a Kevély vonulathoz így a felszíni adottságok a lejtőmozgás kialakulását nem teszik lehetővé. A budai Várhegyen morfológiai adottságai miatt körkörösén kimutathatók az előfordulás pereméről leszakadt és megcsúszott blokkok.

Az édesvízi mészkőelőfordulásoknál megfigyelhető, hogy a levált blokkok egyenlőtlenül mozogtak. Az egyik gyorsabban mozgott mint a másik. Ezért igen szeszélyes elhelyezkedés mutatható ki az előfordulás előterében.

Az is tapasztalható, hogy az előfordulás peremén nem mindenütt voltak meg e lejtőmozgások kialakulásához szükséges feltételek. Ezért csak az előfordulás azon részén alakult ki ahol a fekvő kifejlődés miatt erre a lehetőségek kialakultak. Így vannak helyek, ahol a stabil peremi rész csak 1–2 pontján csúszott ki 20–30 m-es blokk a lejtőre. Ennek helyét a lejtőmozgás lezajlása utáni üledékképződés eltakarta.

*Ezért van az, hogy több helyen függőleges törés mentén az édesvízi mészkő közvetlenül érintkezhet löszös üledékekkel. Ez a jelenség tehát nem fiatal szerkezeti mozgásokat jelez, hanem keletkezése lejtőmozgásokra vagy atektonikus folyamatokra vezethető vissza.*

A lejtőmozgások kiváltásában gyakran szerepet játszanak az előző pontban tárgyalt folyamatok is, mint előkészítőként azoknak, de gyakran a két folyamat összetevődik, nem választható szét.

E felszínmozgás jelenségek is emelik a kitermelés költségeit és csökkentik a hatékonyságot.

### 2.4. Szerkezeti mozgások

Az előzőekben felsorolt és tárgyalt kőzettöréseket, hasadékokat kőzetaprózódást okozó folyamatokon túlmenően felismerhetők olyan ténylegesen szerkezeti mozgásokra visszavezethető deformációs és töréses alakulati formák, amelyeket tektonikai erők okoztak.

A vizsgálatok és megfigyelések szerint lényegében kétféle típusát lehet megfigyelni, amelyek gyengébb vagy erőteljesebb mértékben összetörték a kőzetet és ennek következtében a kitermelésben fokozták a belső meddő mennyiségét.

*Az első típusba sorolhatók a vetődések, amelyek*





7. ábra. A fekéiben levő mezozoós karbonátos kőzet pszeudodiapir mozgásának hatására erősen kibillent édesvízi mészkő Süttőnél



8. ábra. A fekéi pszeudodiapir mozgásának hatására erősen összetöredezett édesvízi mészkő. A kép jobboldalán látható az összetöredezett zóna, ahol a kőzet fokozottan összetöredezett. Tömbkőfejtésre csak helyenként alkalmas az anyag (Süttő)

kisebb, nagyobb mértékben elvetették valamilyen irányba az édesvízi mészkövet. A vetőket a töredezett zónák, és litoklázisok kísérik.

A másik típusba a pszeudodiapir mozgás formák tartoznak, amelyek egyes területeken erőteljesen pl. Süttőnél jelentkeznek és nagyfokú kőzetösszetöredezettséget okoznak. E mozgásformát a fekéiben elta- kart a forrásvizet szállító mezozoós karbonátos sas- bérc függőleges irányú mozgása okozza, amely gyorsabb a környezeténél. Az édesvízi mészkővel fedett karbonátos sasbérc mozgása helyileg és egyenlőtlenül megemeli a felette levő édesvízi mészkövet, eredeti településéből kibillentíti (7. ábra) és erőteljesen összetöredezi. A kibillenés és a töredezettség ott a leg- erősebb ahol a függőleges mozgást végző rög határa húzódik. Így alakulnak szétrnyílások, szétcsúszásos nyitott hasadékok és repedések, rózsaszerűen szétr- nyíló blokkok tehát minden irányba féloldalasan megbillenve nekiszorulnak a lasabban mozgó kőzet- testeknek. Ilyen részeken torlódásos feszültségek lép- nek fel és a nagy erők miatt az édesvízi mészkő erőteljesen összetöredezik (8. ábra).

E pszeudodiapir mozgásformák nemcsak Süttő, hanem pl. Budakalász határában is található: de nem olyan erőteljesen. Ennek a mozgásnak tulaj- donítható a legerőteljesebb kőzetösszetöredezettsé- g a fellépő nagy erőhatások miatt olyan mértékig, hogy a tömbkő kihozatalt erőteljesen akadályozza, esetleg lehetetlenné teszi. Nehézséget okoz, hogy a repedéseket különböző anyagok kitöltik, ezért nagy mennyiségű idegen anyagú belső meddő elszállítá- sáról kell gondoskodni még.

Összefoglalóan megállapítható, hogy a Budai és Gerecse hegységi édesvízi mészkőveknél esetenként bányászatot akadályozó és az önköltséget emelő kőzetösszetöredezettsé- g mutatható ki. Ezek külön- féle folyamatok révén keletkeztek. A készlet meg- határozásánál azt megelőző vizsgálatoknál és kutató- soknál indokolt figyelembe venni.

## IRODALOM

- [1] Kertész P.: A műszaki létesítmények természetes építőanyagai. In: Műszaki Földtan. Bp. 1959. 309 – 325.
- [2] Scheuer Gy. – Schweitzer F.: A Budai és Gerecse hegységi édesvízi mészkőösszetek építőipari haszno- sításának lehetőségei. *Építőanyag*, 35. 1983. 447 – 454.
- [3] Scheuer Gy.: Atektikus deformációs és töréses szer- kezetek a Gerecsei és a Budai hegységi édesvízi mészkő- kővekben. Kézirat. Nyomtatás alatt a *Földtani Köz- lönyben*.
- [4] Schréter Z.: A Budai és Gerecse hegység peremi édes- vízi mészkőelfordulásai. *MÁFI Évi Jel. 1951-ről*, Bp. 1953. 111 – 146.
- [5] Vitéz Gy. – Hegyi I.-né.: Adatok a Budapest tér- ségi édesvízi mészkővek genetikájához. *Hidrológia Köz- löny*, 52. 1982. 73 – 84.
- [6] Wein Gy.: A Budai hegység tektonikája. *MÁFI kiadvány Bp. 1977.*

*Scheuer Gyula – Schweitzer Ferenc: A budai és Gerecse hegység édesvízi mészkővek köztöredezettségi jelenségei*

A felszínfejlődési eseményeken belül e közlemény csak azokkal a folyamatokkal és jelenségekkel foglalkozik, amelyek az édesvízi mészkővek eredeti település viszo- nyaiban változásokat okoztak vagy a fellépő földtani erők hatására köztöredezettsé- g, kőzetaprózódás jött létre olyan mértékben, hogy azok már kihatottak a kőzet bányászhatóságára, felhasználására megkérdőjelezve a kitermelés gazdaságosságát.

A köztöredezettsé- g négy egymástól független folya- mat: 1. periglaciális fagyaprózódás és fagyjelenségek, 2. atektikus megnyilvánulás formák, 3. lejtőmozgá- sok, 4. szerkezeti mozgások.

Megállapítható, hogy a Budai és Gerecse hegységi édes- vízi mészkőveknél esetenként bányászatot akadályozó és az önköltséget emelő kőzetösszetöredezettsé- g mutatható ki. A készlet meghatározásánál és a megelőző vizsgálatok- nál, kutatásoknál indokolt figyelembe venni.

*Шеуер, Дь. – Швейтцер, Ф.: Растрескивание пресновод- ных известняковых пород Буддийской и Гереческой гора- стости*

Настоящая статья останавливается только на таких процессах и явлениях, которые оказали влияние на исходное размещение пресноводных известняков, или же на таких по размерам явлениях растрескивания, измельчения пород-проходивших под влиянием геологических сил-которые оказали влияние на горную выработку этих пород и поставили под вопрос эконо- мичность выработки.

Растрескивание пород состоит из четырех, независимых друг от друга, процессов: I. периглациальное измель-

чение под влиянием замораживания, явления замораживания. 2. атектонические формы, 3. наклонные движения, 4. структурные движения.

Можно сделать заключение, что для пресноводных известняков Будийской и Геречской гористостей в некоторых случаях можно наблюдать такие растрескивания пород, которые препятствуют торной выработке и повышают затраты. При определении запасов пород и в ходе предварительных испытаний и исследований эти явления необходимо принимать во внимание.

*Scheuer, Gyula-Schweitzer, Ferenc: Gesteinebruchscheinungen der Süßwasserkalksteine in Gebirgen Buda und Gerece*

Innerhalb der Oberflächeentwicklung-Begebenheiten beschäftigt sich der Artikel nur mit jenen Vorgängen und Erscheinungen die in der originalen Vorkommen-Verhältnissen Änderungen ursachen, oder zufolge der aufgetretenen geologischen Kräfte Gesteinbruch, Gesteinzerkleinerung in jenem Mass ereigneten, dass diese auf den Bergbau und Verwendbarkeit der Gesteine auswirkte.

Der Gesteinbruch besteht aus vier unabhängigen Vorgängen:

1. Periglatale Frostzerkleinerung und Frosterscheinungen, 2. Atektionische äusserungsforme, 3. Abhangbewegungen, 4. strukturelle Bewegungen.

Es kann festgestellt werden, dass bei den Süßwasserkalksteine in Gebirgen Buda und Gerece ein selbstkostensteigender und den Bergbau beschränkender Gestein-zusammenbruch ausgezeigt werden kann. Es ist zweckmässig diese Tatsache bei der Bestimmung der Vorräte und der vorläufigen Untersuchungen zu beachten.

*Scheuer, Gyula-Schweitzer, Ferenc: Rock Fracture Phenomena of Freshwater Limestones*

Those title phenomena and processes are discussed which have caused deleterious effect in the rock stock in such a way that the quarrying operation became difficult or ineconomic. Rock fracture is a complex phenomenon, including four major independent processes; 1. periglacial frost action, 2. atectonic processes, 3. slope movements and 4. structural movements. These processes were studied in freshwater limestones of the Buda and Gerece areas. Fracture properties must be taken into consideration in stock determinations and quarry economy.

## Lapszemle

STAUB, Bonn, 1984, 1. sz.

Riediger, Günther: *Szervellen szálak ipari munkahelyeken*. 38-45. p.

Az azbesztszálak fényoptikailag látható része a levegőben 4 és 30% között mozoghat, függően a munkahelytől. Ezzel szemben a mesterséges úton előállított ásványi szálaknál ez többnyire lényegesen a 80% fölött van. Általánosan érvényes átszámítási módot a fénytechnikai és az elektronoptikai szálszámlálás között nem lehet megadni. Ez érvényes a szálszámkoncentrációnak a gravimetrikus azbeszt finom porkoncentrációval való összehasonlítására is munkahelyekre. A szálszámkoncentráció azbesztes munkahelyen rendszerint nagyobb, mint olyan munkahelyeken, ahol mesterségesen előállított ásványi szálak fordulnak elő.

TECHNISCHE INFORMATIONEN, Grossräschen, 1984. 5. sz.

Weissbach, E.: *Egy UB 1252 típusú kotró átalakítása elektromos üzemmódra*. 3-5. p.

Az anyag- és energiatakarékosság érdekében célszerű a gázolaj helyettesítése elektromos energiával. A nordhauseni kavicsbánya kotrójának átalakítási szempontjai. A dieselmotor cseréje egy 75 kW-os, 1480/perc fordulatszámú elektromotorral. A fordulatszám csökkentése. Fordulatátvitel csúszógyűrűs megoldással. A szervovezérlés, az olajhűtés és a kapcsolópult átalakítása. Az átalakított kotró 1983. május óta három műszakban kifogástalanul üzemel. Az átalakítás 60 500 M ráfordítása a karbantartási és energia-költség csökkenés révén egy éven belül megtérül.

TIZ - FACHBERICHTE, Coburg, 1984. 6. sz.

Frey, R.-Funk, D.: *Klorid-vándorlás különböző korú betonokban*. 381-382. p.

A cementkő-porozitás kialakulása betonok esetén több hónapig is eltart. Az időtartamnak megfelelően nyomószilárdsága növekszik, klorid-vándorlási koefficiense pedig csökken. A klorid-vándorlás sebessége nagymértékben függ a beton korától. 20 különböző betonmintát vizsgáltak, 20 cm x 20 cm x 20 cm méretű, kockaalakú normál nyomószilárdságú próbatesteket használva. A betont különféle cementekből készítették, a víz/cement tényező 0,4-0,6 között volt. A nagyolvasztó cementbetonok a portland-cement-betonokhoz képest jelentősen kisebb nyomószilárdságot mutattak, s mi a klorid-korrozióknak tulajdonítható.

---

*A szerkesztésért felel:*

Dr. Székely Ádám

*Szerkesztőség:*

Budapest VI., Anker köz 1 – 3. 1368

Telefon: 226-497

*Kiadja:*

A Delta Szaklapkiadó  
és Műszaki Szolgáltató Leányvállalat  
1442 Budapest VII., Garay u. 5.

Telefon: 415-583, 215-440

*Felelős kiadó:*

Faklen Pál igazgató

Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető a hírlapkézbesítő postahivataloknál, és a Posta Központi Hírlap Irodánál (Budapest, V., József nádor tér 1. (1290) közvetlenül, vagy postautalványon, valamint átutalással a KHI 21 – 96162 pénzforgalmi jelzőszámlára. Előfizetési díj: negyedévre 78, – Ft, félévre 156, – Ft, egyes szám ára 26, – Ft.

Megjelenik havonként



85/2052 Franklin Nyomda, Budapest

Felelős vezető: Mátyás Miklós Igazgató

**Index: 25250**

**HU ISSN 0013–970 X**

