

1302935



# ÉPÍTŐANYAG

A Szilikátipari  
Tudományos Egyesület  
folyóirata

**8**

XXXVII. ÉVFOLYAM  
BUDAPEST, 1985. AUGUSZTUS  
ÉPÍTŐANYAG 37 (8) 225–256 (1985)

# ÉPÍTŐANYAG

A mész- és cement-, az üveg-, a finomkerámia-, a téglá-, a cserép-, a kő-kavics- és betonipar, 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

A rajzokat készítette:  
Loósz Józsefné

XXXVII. ÉVFOLYAM, 1985. 8. SZÁM, AUGUSZTUS

## TARTALOM

<i>Gálos Miklós – Kertész Pál: Kőzettani szabványunk a kőzetrendszertan tükrében . . .</i>	225
<i>Scheuer Gyula – Schweitzer Ferenc: Az édesvízi mészkövek építőipari felhasználását befolyásoló mérnökgeológiai tényezők . . . . .</i>	235
<i>Mattyasovszky Zsolnay Tamás – Bálint Pál: Homlokzati- és burkolótéglák – a fagyállóság javításának feltételei . . . . .</i>	242
<i>Pádár József – Horváth Zsolt: Kádkemencék olvasztástechnológiai folyamatai és vizsgálati lehetőségeik. I. . . . .</i>	247
A világ szilikátiparából . . . . .	233, 254
Konferencia hírek . . . . .	234
Pályázati felhívás . . . . .	255

## СОДЕРЖАНИЕ

<i>Галос, М. – Кертеcs, П.: Наш петрографический стандарт в отражении систематики петрографии . . . . .</i>	225
<i>Шеуер, Дь. – Швейццер, Ф.: Инженерно-геологические факторы, влияющие на применимость пресноводных известняков в строительной промышленности . . . . .</i>	235
<i>Маттышовский, Ж. Т. – Балнт, П.: Фасадные и облицовочные кирпичи. Предпосылки повышения морозостойкости . . . . .</i>	242
<i>Падар, Й. – Хорват, Ж.: Технологические процессы стекловарения в ваннах печах и возможности их исследования I. . . . .</i>	247

## INHALT

<i>Gálos, Miklós – Kertész, Pál: Unsere Gesteinnorm hinsichtlich der Gesteinsystematik . . . . .</i>	225
<i>Scheuer, Gyula – Schweitzer, Ferenc: Ingenieurgeologische Parameter der bautechnischen Verwendung von Süßwasser-Kalksteinen . . . . .</i>	235
<i>Mattyasovszky Zsolnay, Tamás – Bálint, Pál: Fassaden- und Verblendziegel. Die Bedingungen der Verbesserung der Frostbeständigkeit . . . . .</i>	242
<i>Pádár József – Horváth, Zsolt: Schmelztechnologieische Vorgänge von Wanneöfen und derer Untersuchungsmöglichkeiten. I. . . . .</i>	247

## CONTENTS

<i>Gálos, Miklós – Kertész, Pál: The Hungarian Petrological Standard and Rock Systematics . . . . .</i>	225
<i>Scheuer, Gyula – Schweitzer, Ferenc: Factors of Engineering Geology which Affect the Application of Freshwater Limestone in the Building Industry . . . . .</i>	235
<i>Mattyasovszky-Zsolnay, Tamás – Bálint, Pál: Facade and Walling Bricks – How to Improve their Frost Resistance . . . . .</i>	242
<i>Pádár, József – Horváth, Zsolt: Melt Technology and Examination Possibilities of Glassmelting Tank Kilns I. . . . .</i>	247

## Kőzettani szabványunk a kőzetrendszeren tükrében

GÁLOS MIKLÓS—KERTÉSZ PÁL

Budapesti Műszaki Egyetem, Ásvány- és Földtani Tanszék

### Bevezetés

Az építési kőanyagok szabványsorában 1979-ben jelent meg az „Építési kőanyagok kőzettani megnevezése és osztályai” című MSZ 18281–79 számú szabvány, amely a kőzeteket mint földtani folyamatok révén keletkezett, a földkéreg nagy tömegben alkotó, szilárd állapotú — ásványok határozott társulásából álló — természetes anyagokat első sorban keletkezésük, továbbá egyéb meghatározó jellemzőik — kőzetalkotóik, vegyi összetételük, kőzetszövetük — alapján osztályozza és azonosító kőzettani névvel látja el.

A rendszerezés alapját a hazai és nemzetközi műszaki — elsősorban építőmérnöki — gyakorlatban általánosan használt kőzetrendszeren jelentette, amely a földtani kőzetrendszeren alapszik, és a műszaki célnak megfelelő egyszerűsítésekkel él.

A szabvány jelentőségét aláhúzza, hogy a szabványrendszeren belül alapszabványként szerepel, és így a rávaló hivatkozás a vizsgálati és termékszabványokban teljeskörű. Mindezek mellett azt tapasztaljuk, hogy a műszaki élet egyéb területein — pl. geotechnikában, kőzetmechanikában — egyre inkább e szabvány jelenti a kőzetek osztályozásának és megnevezésének alapját.

A kőzettani nevezéktan az utóbbi években jelentős változásokon ment át és eddig szokásos nevek érvényessége megszűnt, újabb kőzettani megnevezések váltak ismertté. E szempontból szükségesnek látszik annak áttekintése, hogy e kőzettani szabvány hogyan illeszkedik a tudományos kőzetrendszerhez és használata során mire kell figyelemmel lennünk.

A kőzetosztályozás csak akkor tölti be feladatát, ha az nemzetközileg is egységes, azonos nevek mindenütt azonos kőzetfogalmakat takarnak és nincsen ellentmondás a különböző tudományágak és szakmacsoportok nevezéktana és osztályozása között, leszámítva azt a különbséget, hogy egy adott szempontból részletesebb osztályozás lehet szükséges, mint egy másiktól. Az osztályozásra a tudomány fejlődésével számos javaslat születik, ezekből a tapasztalatok összegezésével kristályosodhat ki egy egységesen használt osztályozási rendszer. Az osztályozás elve jelenti az alapot, erre épülően az egyes

osztályok megjelölésére rendelt kőzetnevek csak az osztályok azonosítására szolgálnak.

A kőzettani fogalmak és megnevezések egységesítésének szakmai gazdája a *Nemzetközi Földtani Unió (IUGS)*, színtere pedig ennek bizottságai és négyévenkénti kongresszusa. Az itt jóváhagyott ajánlások az osztályozás és megnevezés általános alapját képezik, amelyeket helyi vagy szakmai szempontból ki lehet egészíteni.

A XXIV. montreáli nemzetközi geológiai kongresszuson (1972) fogadta el az IUGS magmás kőzetrendszerezési (u. n. Streckeisen-féle) bizottsága a a mélységi kőzetek új osztályozási rendszerét (Streckeisen, 1973). Ezt a kiömlési és telér kőzetekre való osztályozás 1979-ben követte (Streckeisen, 1979). A XXVII. moszkvai földtani kongresszus teljesebbé tette ezt az ajánlást és elhatározta az üledékes kőzetek rendszerének korszerűsítését is.

A mérnökgeológiai térképezést is összefoglaló *Nemzetközi Mérnökgeológiai Egyesület (IAEG)* felmérévén egy, a térképezés céljaira egyszerűsített kőzetrendszeren szükségességét, 1976-ban létrehozott egy bizottságot avval a céllal, hogy a mérnökgeológiai (építésföldtani) térképezéshez szükséges osztályozásra és nevezéktanra tegyen javaslatot. A javasolt rendszer egységes, és igen leegyszerűsített (Matula, M., 1981).

A kőzettani szabvány és a nemzetközi ajánlások szerinti nevezéktan mellett a gyakorlatban továbbélnék régebben szokásos elnevezések, megmaradnak olyan kőzetnevek, amelyeket csak az iparban használnak, sok esetben olyanok is, amelyek kőzettani tartalmuk is hibás (pl. a kék belga gránit elnevezés tömött mészkövet takar).

### A kőzettani osztályozás elve és gyakorlata

A kőzeteket nagyon sokféle módon lehet osztályozni. Az osztályozás célja az, hogy egy osztályba (egy kőzetnév alá) olyan kőzetek kerüljenek, amelyek lényegi tulajdonságai egységesnek vehetők. Az osztályozási rendszerek egymástól abban is különböznek, hogy mely tulajdonságokat tekintenek e rendszerben lényegesnek.

Az osztályozás az emberi gondolkodás kategóriája:

az egymáshoz átmenetekkel, éles határ nélkül kapcsolódó kőzetek között merev határokat alkot; fel-fogás kérdése, hogy a kőzetek egy sorát 3 vagy 13 osztályra bontjuk. Gyakorlati munkákhoz az az osztályozás megfelelő, amelyben műszaki szempontból egységesnek vehető kőzetek foglalnak helyet. Az osztályozás így akkor célszerű, ha az egyes kategóriákat egyértelmű és egyszerűen meghatározható jellemzők választják el egymástól.

Az építőmérnöki gyakorlat és az építőanyagipar is két fő csoportra osztja a kőzeteket: az összeálló kőzetek mellett a laza kőzetek (talajok) csoportját különbözteti meg, ez utóbbiak a földtani osztályozásban csak az üledékes kőzetek egy csoportját alkotják. E gyakorlati osztályozás is lényegében — de ki nem mondva — az elegyrészek közötti kötést tekint az elválasztás kategóriájának.

A szovjet mérnökgeológiai irodalom a laza és összeálló kőzetek nehezen elválasztható átmenetei, (pl. lösz, márga, vulkáni tufák) miatt a vízerzékeny kőzetekre egy közbülső osztályt is alkotott. E „félíg összeálló” (fordításban gyakran félig sziklásnak nevezett) kőzetek nincsenek keletkezési kőzetcsoport-hoz kötve. E kategória nem honosodott meg általánosan (Magyarországon sem).

A kőzetek osztályozására műszaki szempontból számos kísérlet történt. A tapasztalat azonban azt bizonyítja, hogy csak az a rendszer alkalmazható a gyakorlatban, amely geológiai-kőzettani alapokon nyugszik.

A *kőzettani osztályozás* alapja lehet

- a kőzetkeletkezés folyamata
  - az anyagi (ásványos, vegyi) összetétel
  - a kőzetszövet
  - a kőzetalkotók közötti kötés
  - a kőzetalkotók szem nagysága, szemalakja
- illetőleg e tényezők valamely kombinációja.

Az osztályozásnál nem mindig hivatkozunk annak alapjára. Nem említjük külön, hogy az összeálló és laza kőzeteket a kötés alapján választjuk el, azaz azt, hogy az összeálló kőzetek ásványai között anyagszerkezeti a kötés, míg a laza kőzet szemcséit időleges (állapotfüggő) kötési kapcsolat rögzíti. Hasonlóképpen nem említjük a laza kőzetek osztályait elvileg és lényegileg elválasztó sajátságokat, hanem azokat szem nagysági határral helyettesítjük. (Így például a homokot és kavicsot elvileg az választja el, hogy a kavics kőzettörmelék lévén még őrzi a kőzetszövetet, míg a homokszemek önálló ásványtörmelékek).

A kőzetosztályozás általános nehézsége, hogy műszaki szempontból lehetőleg hasonló elvek szerinti kőzetosztályozás célszerű valamennyi kőzetre vonatkozóan. A földtani tudomány a különböző kőzet-csoportokat nem osztályozza egységes alapelvek szerint. Megítésünk szerint a kőzetek műszaki osztályozásának alapja egy — minden kőzetcsoportra kiterjedő — szöveti azonosítás lehet. Ezzel szemben a földtani osztályozás szöveti kategóriái nem alkotnak egységes rendszert, sőt üledékes kőzeteknél alig néhány éve beszélünk szövetről.

A műszaki gyakorlatban is van jelentős különbség a kőzetosztályozással szembeni igényekben:

- *építési kőanyagként* a tagolatlan kőzettömböt jellemezzük és igyekszünk annak kőzetfizikai jellegét már a kőzetnévből megbecsülni,
- mérnökgeológiai térképezés esetén elsősorban *építési kőzetkörnyezetként* értékeljük a kőzetet. Így a kőzettestek sajátságait keressük, amelyekben a kőzetfizikai sajátságok rovására jelentőssé, sok esetben mértékadóvá válik a település, a tagoltság szerepe.

A földtan fejlődése — részben az egyre finomodó anyagvizsgálati módszerek eredményeként — a kőzettani nevezéktan változását is megkívánja. E változások a műszaki gyakorlatba csak hosszabb idő múltán kerülnek át, különösen akkor, ha nem új megnevezések születnek, hanem régiekhez kapcsolnak új fogalmakat. Így pl. a századforduló előtt a trachit gyűjtőfogalom volt, amelynek jelentése a későbbiekben szűkült le. A felszabadulás utánig ezért keveredett a műszaki nyelvben a trachit és andezit fogalma.

A változások ma nemzetközi egységesítésekhez kötöttek, amely során minél egységesebb tulajdonságú kőzeteket nevezünk egy névvel, így a kőzet-nevek száma nő, és a műszaki információkat is hordozó kőzetnév érvényessége változik; a régebbi adatokhoz nem is mindig kapcsolhatóan.

Az *MSZ 18281-79 szabvány* földtani alapokon a fő kőzetkeletkezési folyamatoknak megfelelően

magmás  
üledékes  
átalakult

kőzeteket különböztet meg.

Vegyük sorra az egyes kőzetosztályokat és tekintsük át a szabvány, valamint a nevezéktan új irányzatainak azonosságait és különbözőségeit.

### Magmás kőzetek osztályozása

A magmás kőzetek a képződési- megszilárdulási folyamat alapján

mélyégi  
átmeneti (telér)  
kiömlési és  
vulkáni törmelékes

csoportra oszthatók. Az építési kőanyagszabvány a telér kőzeteket megemlíti, de nem osztályozza.

E kőzet-csoportok egymástól elsősorban *szövetükben* különböznek; a mélyégi kőzeteket a kristályos szemcsés, a kiömlési kőzeteket a porfiros vagy üveges kőzetszövet jellemzi, a vulkáni törmelékeket pedig a gyűjtőfogalomként használt tufás szövet elnevezéssel illetjük.

A magmás kőzeteket *kémiai jellegük* alapján is szétválaszthatjuk kovasavtartalmuk, illetőleg alkáli összetevőik szerint. A csökkenő *kovasavtartalom* ( $\text{SiO}_2$ ), valamint az abból következő ásványos összetétel alapján a magmás kőzetek

- savanyú (túltelített)
- semleges (telített)

- bázikus (telítetlen)
  - ultrabázikus
- csoportokra oszthatók.

Az *alkáliák* viszonylagos mennyisége alapján megkülönböztetjük az

- alkáli kőzetek és
- alkáli mészkőzetek

provinciáit. Az előbbiben a Na-K tartalmú ásványok uralkodnak, az utóbbiban jelentősek a Ca-Mg tartalmúak. A földön általában elválnak az alkáli kőzetekből álló kéregrészek az alkáli-mészkőzetekből állóktól. Hazánkban az alkáli-mész-kőzetek mennyisége túlnyomó.

A vegyi összetétel önmagában azért nem alkalmas a gyakorlati osztályozásra, mert meghatározása bonyolult, ezért a vegyi jelleget követve a kőzetalkotók szerinti osztályozás vált általánossá. Ez akkor használható egyértelműen, ha valóban minden kőzetalkotó kristályos. Alkattalan kőzetalkotó (pl. kőzetüveg a kiömlési kőzetekben) esetén az ásványok szerinti osztályozás alkalmazhatatlanná válik. Ez a magyar kőzetek esetén (pl. riolitban, andezitben, bazaltban) gyakori jelenség.

A mélységi és kiömlési kőzetcsoporthoz a *Streckeisen féle osztályozás* három-három meghatározó kőzetalkotó százalékos megoszlása alapján egységössze-függő rendszerben tárgyalja az alkálímész és alkáli kőzeteket.

Az osztályozásra egy részletesebb és egy egyszerűsített beosztás nyújt lehetőséget. Az első a kőzettani tudományban szükséges részletességgel határozza meg a kőzetfajtákat, míg az egyszerűsített osztályozás (1. ábra) az építési kőanyag-szabványnak megfelelő, kivéve azt, hogy a gránit mezejét (a diagramban I–II jellel) a szabvány gránit (I) és gránodiorit (II) kőzetekre választja szét. Eme osztályozás hátránya, hogy a műszaki szempontból igen fontos diorit és gabbró (anortozit), de különösen az andezit-bazalt kőzetek (IV. mező) nem válnak el.

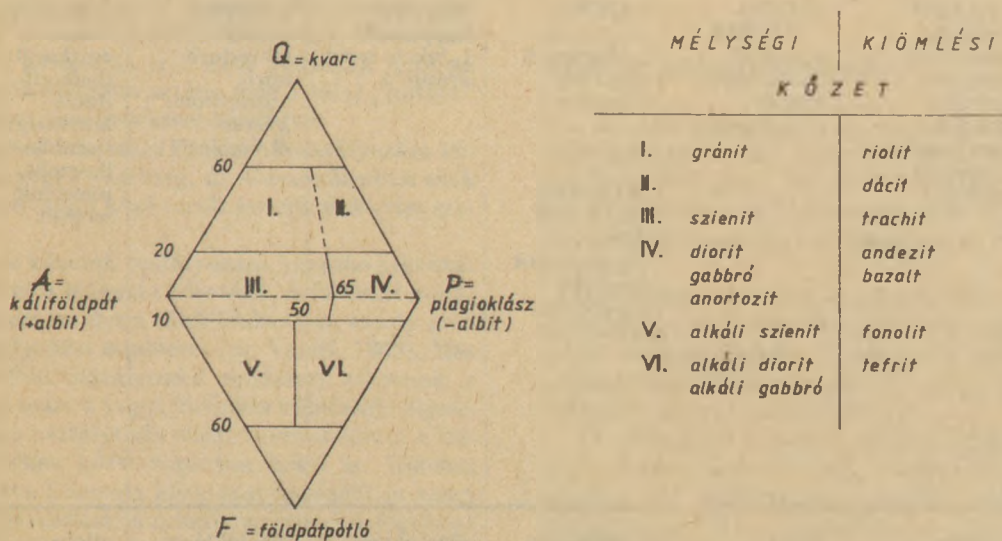
A hazai *műszaki gyakorlatban* a *Rosenbusch-Scharzik* féle egyszerűsített rendszer honosodott meg,

ennek alapján Vendl A. (1953) külön táblázatban osztályozza az alkáli és az alkáli-mész kőzeteket. Az újabb hazai kézikönyvek (pl. *Műszaki Lexikon, Mérnöki Kézikönyv*) is e rendszert követik, úgy, hogy az osztályozó táblázat az alkálímész kőzetekre közlik, a Magyarországon fontos néhány alkáli kőzetet a megfelelő rendszertani helyen, elkülönítve tüntetik fel. A vizsgált szabvány osztályozó táblázatát ugyan nem közöl, de szintén e rendszer szerint sorolja fel a kőzeteket, megemlítve, de ki nem emelve az alkáli kőzetek közé tartozó fonolitot. Ez a besorolás megfelel a mérnökgeológiai térképezés céljaira kidolgozott osztályozási rendszernek is (Matula, 1981).

A magmás kőzeteket az 1. táblázat e rendszerben foglalja össze, ahol a jelenleg érvényes rendszertani nevek mellett mindazon kőzetnevet is feltüntetjük, amelyekkel a gyakorlatban találkozhatunk.

A *vulkáni törmelékes kőzetek* (piroklasztikumok) a szabványban a magmás kőzetek egyik csoportját alkotják. Ezek képződésében a magmás folyamat (olvadék megszilárdulása) mellett az üledékes kőzetképződési folyamat egyes elemei (pl. lerakódás, diagenezis) is szerepet játszanak, sőt ezek üledékes kőzetanyaggal keveredhetnek is, tufit néven átmenetet képezvén a magmás és üledékes kőzetek között. E kőzeteket így az üledékes kőzetekhez is sorolják, sőt vannak olyan törekvések is, amelyek szerint a vulkáni törmelékek a három meglévőön kívül egy negyedik, önálló kőzetcsoporthoz tartoznának.

Megítélésünk szerint a vulkáni törmelékes kőzetek (régében tágabb értelemben vett vulkáni tufák) az eddiginél részletesebb osztályozása műszaki szempontból is indokolt. Ez esetben a képződés hely szerinti körülményei (szárazföldi vagy vízalatti képződés), illetőleg a kőzetalkotók eloszlási és szemnagysági tulajdonságai, valamint az üledékes kőzetanyaggal való keveredés mértéke lehetnek az osztályozás alapjai, azt is lehetővé téve, hogy e kőzetek kőzetfizikai tulajdonságai a kőzetnévben is jobban követhetők legyenek. Ehhez azonban az szükséges, hogy először a földtani irodalomban tisztázott legyen e kőzetcsoporthoz tartozó rendszere.



1. ábra. A magmás mélységi és kiömlési kőzetek egyszerűsített osztályai a Streckeisen (1974, 1979)-féle ú. n. QAPF diagramban

A magmás kőzetek egyszerűsített rendszere (az alkáli mészkőzetek rendszerében csak a Magyarországon fontos kőzeteket helyeztük el)

Vegyijelleg	túltelített		telített		telítetlen		Kőzet-szövet
	SiO <sub>2</sub>	savanyú	65%	semleges	52%	bázikus ultrabázikus	
VULKÁNI TÖRME-LÉKES	vulkáni tufák, vulkáni breccsák, vulkáni agglomerátumok, összetétel szerinti besorolással						tufás
	RIOLITTUFA horzsakőtufa	DÁCITTUFA RIODÁCITTUFA	TRACHITTUFA puzzolán	ANDEZITTUFA szantorinföld	BAZALTITUFA DIABÁZITUFA palagonit peperino		
KIÖMLÉSI	RIOLIT (kvareporfir) (kvarekerato- fir) (felzitporfir) (liparit) (mikrogránit) pantellerit  üveges válto- zatok  habkő hólyagkő horzsakő obszidián perlit szurokkő	DÁCIT (kvareporfir)	TRACHIT (porfir (ortofir) (keratofir) LÁTIT <b>FONOLIT</b>	ANDEZIT (porfir) „porfido rosso antico” madeirit	BAZALT DIABÁZ (melafir) anamezit banakit dolerit oceanit spilit tholeit trachidolerit trapp („fekete svéd gránit”) („zöld görög márvány”) „porfido verde antico” <b>ALKÁLI BAZALT BAZANIT TEFRIT</b> leucitit nefelinit vesurit	PIKRIT (pikritporfir) augitit limburgit kimberlit	porfíros, üveges
KŐZETEK	PORFÍROK előtagként a megfelelő mélységi kőzetnévvel		PORFIRITOK		LAMPROFÍROK		kristályos szemcsés porfíros
	APLITOK PEGMATITOK mikrogránit				sonnait kamptonit		
MÉLYSÉGI	GRÁNIT alaszkit amazonit gránitit greizen peracidit protogin rapakivi silexit	GRANO- DIORIT adamellit kvarediorit tonalit trondhjemit	SZIENIT monzonit nordmarkit („norvég labrador”)  <b>ALKÁLI SZIENIT</b> dítroit eleolit szienit laurvikit („svéd kék gránit”)	DIORIT napoleonit („fekete svéd gránit”)	GABBRÓ anortozit labradorit nórit („granitono”) „verde di Corsica”	PERIDOTIT broznitit cortlandit diallagit dunit harzburgit hornblendit lherzolit píroxenit werhilit	kristályos szemcsés
Lényeges kőzetalkotó ásványok	kvarc káliföldpát (plagioklász) (amfibol)	kvarc plagioklász (káliföldpát)	káliföldpát földpátpótló (plagioklász- amfiból)	plagioklász (amfiból) (píroxén) (esillám)	plagioklász (olivin) (píroxén) (amfibol)	olivin píroxén amfibol ércásványok	

◀ Jelölések magyarázata:

KÖZET	szabványban nem szereplő, érvényes kőzetnév
KŐZET	szabványban nem szereplő érvényes magmás alkáli kőzetnév
KŐZET	szabványos kőzetnév
KŐZET	szabványos magmás alkáli kőzetnév
kőzet	szabványban nem szereplő helyi speciális kőzetnév
kőze!	szabványban nem szereplő, magmás alkáli helyi vagy speciális kőzetnév
(kőzet)	régebben használatos, ma nem érvényes kőzetnév
(kőzet)	régebben használatos, ma nem érvényes magmás alkáli kőzetnév
(„kőzet”)	kereskedelmi elnevezés helytelen kőzettani tartalommal
(„kőzet”)	u. az magmás alkáli kőzetnél
„kőzet”	kereskedelmi elnevezés
„kőzet”	u. az magmás alkáli kőzetnél

### Üledékes kőzetek osztályozása

Az üledékes kőzeteket szabványunk a kőzetkeletkezés alapvető különbségei alapján, (amely alatt a mállástól a lepusztuláson, szállításon, lerakódáson át a kőzettéválásig tartó folyamatot értjük), kihagyva a szerves üledékes kőzeteket (pl. kóolaj, kőszén) az alábbi fő osztályokba sorolja:

A mállás jellege (fizikai vagy vegyi) alapján megkülönböztet

törmelékes és  
vegyi

üledékes kőzeteket. A törmelékes üledékes kőzeteket a kőzettéválási folyamat jellege alapján

laza törmelékes és  
összeálló törmelékes

csoportra választja szét. A műszaki életben használt kőzettani osztályozás a szemcsék genetikai jellegű határolása helyett szemnagysági elválasztást alkalmaz mind a laza, mind az összeálló kőzeteknél. Kivételt képez a laza üledékes kőzeteket osztályozó építőmérnöki gyakorlat (pl. MSZ 14043/2), ahol az agyagásványok jelenléte szabja meg a talaj „kötött” jellegét a plasztikus indexszel kifejezve.

A szabvány és a műszaki gyakorlat osztályozása között nincs lényegi különbség, de a szabványban csak az építési kőanyagok közé sorolt homok és kavics szerepel.

Az üledékes kőzetek osztályozása kevésbé kikristályosodott, mint a magmás kőzeteké. A földtani irodalomban gyakori az olyan üledékkőzettan, amely nem is közöl osztályozási rendszert (pl. Vendl, 1953). Más esetekben külön osztályozási rendszert alkotunk a törmelékes és mást a vegyi üledékes kőzetekre. Gyakran a részletes osztályozás eltérő elveket követ a különböző üledékes kőzetcsoporton belül is. Nincsen még egységesen követett kőzettani nevezéktan, ezért a különböző szerzők nem mindig ugyanazt a fogalmat használják, vagy nem egyformán vonják meg a kőzeteket elválasztó határokat.

A törmelékes üledékes kőzetek osztályozásánál (2.

táblázat) feltüntettük a genetikai és a különböző határokat alkalmazó szemnagysági osztályozási rendszert. A kőzettéválási folyamat során anyagszerkezeti kötésbe kerülő kőzetalkotókból (szemcsékből) állnak az összeálló törmelékes kőzetek. A laza kőzettörmelékek között különválaszthatók a lényeges kőzettanra át nem esett kőzettörmelékek (kőtömb, murva) a gömbölyítettéktől (görgeteg, kavics). Ezt az elkülönítést az összeálló kőzetek sorában a breccsa és konglomerát elnevezés követi. A kisebb szemnagyságú tartományban a földtani irodalomban a kőzetliszt (aleurit), a műszaki gyakorlatban az iszap megnevezés vált általánossá. Az e rendszerbe illeszthető iszapkő elnevezés (a már használatos agyagkővel szemben) nem honosodott meg. Ennek oka részben talán az, hogy az annak megfelelő képződményeket a műszaki gyakorlat gyakran homokkőnek tekinti. A műszaki gyakorlat nem ismeri viszont a földtani irodalomba a szövet forrásokból átkerült aleurit megnevezést e kőzetfajtára.

A törmelékes üledékes kőzetek egységes osztályozásával szemben a vegyi üledékekre különböző osztályozási rendszereket alkalmaznak. Kiindulhat az osztályozás az ionszerkezeti sajátosságokból (pl. karbonátos, szulfátos, kovasavas üledékeket megkülönböztetve), lehetséges a genetikai környezet alapján elválasztani a kőzeteket (pl. mélytengeri, sekélytengeri, forrásvízi üledékek), de előfordul a szöveti alapú osztályozás is. A 2. táblázatban a vegyi üledékes kőzetek közül csak az építési kőanyagoknak számíthatókat tüntettük fel, a genetikai, ionszerkezeti és szemnagysági sajátosságokat figyelembe véve.

A karbonátos kőzeteket az utóbbi évtizedben igen sok szerző osztályozta, egységesen elfogadott osztályozási rendszert a nemzetközi irodalom még nem ismer.

Építési kőanyagként igen fontos a mészkövek elválasztása. A forrásvízi mészkő a tengeri mészkövektől genetikai és szöveti alapokon egyaránt elválasztható, a durva és tömött mészkő éles határ nélkül válik el, a durva mészkövek ebben az értelmezésben a szemcsékből álló, porózus kőzeteknek felelnek meg.

### Átalakult kőzetek osztályozása

Az átalakult kőzetek változatossága nagyon nagy mértékű a kiindulási kőzet és az átalakító folyamatok sokfélesége alapján. Ez az osztályozást bonyolultabbá teszi, ezért a fejlődés során igen részletes és túlegyszerűsített osztályozási rendszerek egyaránt ismertek.

Hazánkban az átalakult kőzetek jelentősége és változatossága a felszíni elterjedés és a műszaki felhasználás alapján csekély, ezért a szabvány csak néhány hazai kőzetet sorol fel, megemlítve az importált márványt és szerpentint is.

Az átalakult kőzetek között leggyakoribbak a regionális metamorfózissal átalakultak. míg a tektonikai és érintkezési (kontakt) metamorfózissal átalakult kőzetek elterjedése és fontossága csekélyebb.

A regionális metamorfózissal átalakult kőzeteket Becke-Grubenmann rendszere alapján osztályozták

## Az üledékes kőzetek egyszerűsített rendszere

Kőzet csoport		Kőzetfajták					kőzet szövet	
TÖRMELEKES ÜLEDÉKES			kőzettörmelék	ásványtörmelék	új kőzetalkotó		szemeses, pelyhes	
	földtani határ		60 mm	2 mm	0,06 mm	0,005 mm		
	MSZ szerinti határ		200 mm	2 mm	0,02 mm			
	laza	GÖRGETEG KÖTŐMB	KAVICS MURVA	HOMOK	KÖZETLISZT ISZAP	AGYAG		szemeses, pelyhes
			durva apró	durva közepes finom homokliszt	LŐSZ aleurit			
összeálló	KONGLOMERÁTUM puddingkő		HOMOKKŐ ortokvarcit arkóza flis grauwacke „alföldi padka” ítakolumit molasz	ISZAPKŐ aleurolit	AGYAGKŐ	ragasztott		
	BRECCSA							
		meszes agyag agyagmárga <b>MÁRGA</b> mész márga agyagos mészkő					ragasztott	
		alkotók szerinti szemnagysági megnevezések	pszefit rudit	pszammit arenit	pelit sziallit allit sziltit	lutit		
VEGYI ÜLEDÉKES	Karbonátos		<b>DURVA MÉSZKŐ</b> lajta mészkő („mészhomokkő”) puha mészkő kréta  <b>TÖMÖTT MÉSZKŐ</b> kemény mészkő oficalcit rommárvány („vörösmárvány”) („kereskedelmi márvány”) („ipari márvány”)  <b>DOLOMIT</b> („kereskedelmi márvány”) („ipari márvány”)				karbonátos	
	tengeri	szemeses, porózus kálcium-karbonát						
	édesvízi	tömött kálciummagnézium-karbonát					kristályos szemcsés	
Kovásavas			<b>FORRÁSVÍZI MÉSZKŐ</b> mésztufa tavi kréta réti mészkő travertino („onix”)					
		<b>HIDROKVARCIT</b> forráskvarcit édesvízi kvarcit limnokvarcit onix				kristályos szemcsés		



Az átalakult kőzetek egyszerűsített rendszere

Átalakuló eredeti kőzet	MAGMÁS				ÜLEDÉKES			kőzetesövet
	Savanyú Semleges		Bázikus Ultrabázikus		Törmelékes		karbonátos jellegű	
Az átalakulás jellege	mélyégi telér	kiömlési vulkáni törmelék	mélyégi telér	kiömlési vulkáni törmelék	agyagos jellegű	homokos homokköves jellegű		
<b>EPIZÓNÁS ÁTALAKULÁS</b>  kis mértékű metamorfózis	lényeges átala- kulás nem követ- kezik be	<b>POR- FIROID</b>	lényeges átalakulás nem kö- vetkezik be	<b>KLORIT- PALA TALK- PALA SZER- PENTIN- PALA</b>	<b>AGYAGPALA FILLIT</b>	<b>KVARCPALA</b>	<b>KRISTÁ- LYOS MÉSZKŐ ofikalcit KRISTÁ- LYOS DOLOMIT</b>	palás (leveles)
<b>MEZÓZÓNÁS ÁTALAKULÁS</b>  közepes mértékű metamorfózis	<b>GNÁJSZGRÁNIT</b>		<b>AMFIBOLIT SZERPENTIN</b>		<b>CSILLÁM- PALA AMFIBOL- PALA AKTINOLIT- PALA</b>	<b>KVARCIT</b>	<b>MÁRVÁNY csippolino DOLOMIT- MÁRVÁNY</b>	kristályos szemcsés irányított
<b>KATAZÓNÁS ÁTALAKULÁS</b>  nagy mértékű metamorfózis	<b>GRANULIT</b>		<b>GNÁJSZ</b>			<b>KVARCIT</b>	<b>MÁRVÁNY DOLOMIT- MÁRVÁNY</b>	irányítatlan
előfordulható lényeges kőzetalkotó ásványok	kvare földpát csillám		földpát csillám gránát		rétégrácsos szilikátok	kvare rétégrácsos szilikátok	kalcit dolomit	

## ▲ Jelölések magyarázata:

<b>KŐZET</b>	szabványban nem szereplő, érvé- nyes kőzetnév
<b>KŐZET</b> kőzet	szabványos kőzet név
(kőzet)	szabványban nem szereplő, helyi vagy speciális kőzetnév
(„kőzet”)	régebben használatos, ma nem érvé- nyes kőzetnév
„kőzet”	kereskedelmi elnevezés helytelen kőzettani tartalommal
„kőzet”	kereskedelmi elnevezés

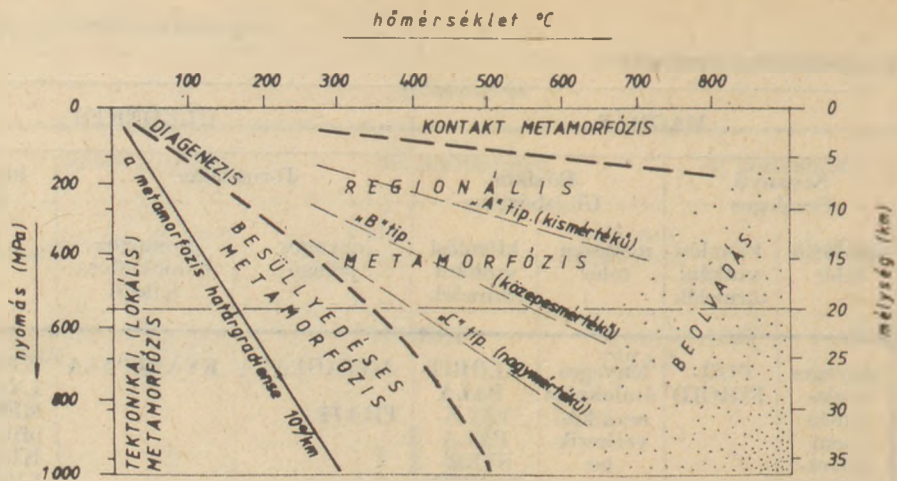
## ◀ Jelölések magyarázata:

<b>KŐZET</b>	szabványban nem szereplő, érvé- nyes kőzetnév
<b>KŐZET</b> kőzet	szabványos kőzetnév
(kőzet)	szabványban nem szereplő, helyi vagy speciális kőzetnév
(„kőzet”)	régebben használatos, ma nem érvé- nyes kőzetnév
„kőzet”	kereskedelmi elnevezés helytelen kőzettani tartalommal
„kőzet”	kereskedelmi elnevezés

az átalakulás mértéke és jellege alapján felső (epi-), középső (mezo-) és alsó (kata-) zónás kőzetekre kis, közepes és nagy mértékű átalakulással. Vendl (1953) az átalakult kőzeteket a kiindulási kőzet jellege alapján osztályozta, míg Winkler (1965) az átalakulási formákat a nyomás és hőmérséklet függvényében ábrázolta (2. ábra).

A különbségek részben a kőzetesövet irányított-ságában jelentkeznek (regionális átalakulás), részben pedig a kőzetek tagolódásában (tektonikai átalaku-lás), míg a növekvő energiaszintek megfelelő új ásvá-nyok minden csoportban képződnek, de legnagyobb a változatosság az érintkezési átalakulással kialakult kőzetekben.

A 3. táblázatban a regionális metamorfózissal átala-kult kőzetek zónák szerinti osztályozását mutatjuk be az eredeti kőzeteknek megfelelően, feltüntetve a lénye-ges kőzetalkotókat is.



2. ábra. Az átalakult kőzetek képződése a nyomás és hőmérséklet függvényében Winkler (1965) nyomán

## Összefoglalás

Az építési kőanyagok szabványsorának kőzettani szabványát kettős céllal tekintettük át. *Általános célunk* volt a korszerűsítést megalapozandó, a szerkesztés óta eltelt tíz év múltával, a szabvány összevetése az alkalmazás tapasztalataival és a földtan-kőzettan tudományának újabb eredményeivel.

Bármely műszaki szabályozásban, így e szabványban is tükröződnie kell a gyakorlati élet követelményei mellett a tudomány alkalmazható eredményeinek is. A tudománynak pedig kölcsönhatásként figyelembe kell vennie a gyakorlati tapasztalatokat. Ennek alapján az a kőzetrendszerezés látszik megfelelőnek, amely a kőzetek teljes sorára vonatkozóan tudományos igénnyel összeállított egységes elveken alapul és amellet lehetőséget nyújt a rendszeren belül az igényeknek megfelelően alkalmazható egyszerűsítésekre.

*Második célunk* az volt, hogy a névhasználat egyértelműsége céljából a szabvány rendszerébe illeszünk minden, a gyakorlatban előforduló kőzetmegnevezést, például az érvényüket veszített vagy megváltozott fogalmú kőzettani neveket, illetve az ipar és kereskedelem használta, gyakran egyszerűsített vagy helytelen kőzettani tartalmú megnevezéseket.

Felkérve olvasónkat a szabvány módosítására vonatkozó esetleges javaslatának közlésére, a magunk részéről úgy látjuk, hogy a kőzettani szabvány

– a *magmás kőzetek* vonatkozásában (az osztályozási rendszer felvázolása nélkül) megfelel a nemzetközileg elfogadott nevezéktannak. A vulkáni törmelékes kőzetek egységes földtani osztályozását követve lehet ezek műszaki osztályozását a gyakorlathoz közelebb vinni.

– a *törmelékes üledékes kőzetek*nek a szabványban szereplő fajtái kiegészítendőek a murva fogalmával, az iszapkő vagy aleurolit megnevezés általánossá válása esetén a szabványt ennek megfelelően kell javítani.

– a *vegyi üledékes kőzetek* osztályozása a jelenlegi állapotban megfelel a (még nem teljesen egységes) nemzetközi gyakorlatnak, de szükség lenne legalább a mészkövek részletesebb osztályozására

– az *átalakult kőzetek* hazai kisebb fontossága miatt kiegészítés nem látszik szükségesnek.

A szabvány teljességét elősegítené, ha függelék-jelleggel az osztályozó táblázatok, vagy diagrammok is helyet kapnának benne.

## IRODALOM

- Kertész Pál (1981): A természetes kőanyagok in: Palotás: Mérnöki Kézikönyv 1. pp. 325-347 Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1981
- Kleb B. – Török E. (1978): Geológiai praktikum Közlekedési és Távközlési Műszaki Főiskola jegyzete Tankönyvkiadó, Budapest 1978. p. 226.
- Matula M. (1981): Rock and soil description and classification for engineering geological mapping. Report by the IAEG Commission on Engineering Geological Mapping Bulletin of the International Association of Engineering Geology N° 24 pp 235-274 Aachen/Essen 1981.
- Papp F. – Kertész P. (1966): Geológia Tankönyvkiadó, Budapest 1966 p. 299
- Streckeisen, A. (1974): Classification and nomenclature of Plutonic Rocks. Recommendations of the IUGS Subcommission. Geol. Rundschau 63. pp. 773-786.
- Streckeisen, A. (1979): Classification and nomenclature of volcanic rocks Recommendations and suggestions of the IUGS Subcommission Geology Newsletter pp. 331-335.
- Vendl A. (1953): Geológia I, Tankönyvkiadó, Budapest 1953. p. 623.
- Winkler H. GF (1965): Die Genese der metamorphen Gesteine Springer Verlag Berlin, Heidelberg, New York 1965.

Галюц, М. – Кермес, П.: Наш петрографический стандарт в отражении систематики петрографии

Gálos, Miklós – Kertész, Pál: Unsere Gesteinnorm hinsichtlich der Gesteinsystematik

Gálos, Miklós – Kertész, Pál: The Hungarian Petrological Standard and Rock Systematics

# A világ szilikátiparából

## Erőművi pernye termelése és felhasználása az USA-ban

A Nemzeti Pernye Szövetség (National Ash Association) Washingtonban közzétett adata szerint az USA erőművei 1983-ban 63,5 Mt pernyét, salakot bocsátottak ki. Négy év óta ez volt az első eset, hogy a keletkezett erőművi pernye és salak mennyisége meghaladta a 60 Mt-át, de még így is alatta marad az 1979. évi 68,2 Mt-ás mennyiségnek. A keletkezett pernyének csak 18,2%-át sikerült hasznosítani, a többit hányóra kellett vinni. Az NAA programot dolgozott ki az USA legfontosabb „ásványának” jobb hasznosítására, mert ez a melléktermék értékes nyersanyagforrás lehetne. Ugyanakkor az erőművi pernyével ugyanazok a gondok mint a legtöbb melléktermékkel: a termelés a széntüzelésű erőművek villamosenergia termelésétől függ, a telephelyük rendszertől távol van a pernye lehetséges felhasználótól, a kisértékű pernye nem bírja el a hosszútávú szállítási költségeit. Az NAA becslése szerint több mint 700 Mt az USA-ban eddig tárolt erőművi pernye mennyisége és közel ugyanennyi keletkezik a következő tíz évben. A cél a képződő pernye legalább 80%-ának felhasználása.

(Industrial Minerals, 1984. szeptember)

## Európai szálás szénttermékek jövője

Európában francia-német verseny határozza meg a szénalapú szálgyártás fejlődését. A francia Soficar (Société des Fibres de Carbon) 1985. áprilisában 300 t/év kapacitású, a nyugatnémet Enka AG 1985 végén vagy 1986 elején 350 t/év teljesítményű szénalapú szálgyártó üzemét akar indítani. A két üzem beindítása még akkor is véget vet az európai szénalapú szálanyag hiánynak, ha a japán, vagy amerikai szállítók el is maradnának a piacon.

A Soficar és az Enka jelenleg a japán Toray Industria Inc. és a Toho Beslon Co. Ltd. cégek nyugat-európai kizárólagos képviselői. Most üzlettársaik alapanyagát (PAN = poliakrilnitril) és know-how-ját saját új üzemekben akarják hasznosítani. Az USA termelői Európában csak igen kevés szálás széntterméket tudnak eladni, mert az európai árak hagyományosan 10–15%-kal alacsonyabbak az USA árszinténél. Nem volt jelentős az angol Courtaulds Plc szénszáleladása sem a német sporteszköz iparban. A Soficar-Toray-Elf-Pechiney vegyesvállalat 1985 közepén kezdte meg a termelést Abidos-ban és eladási területként kívánja megnyerni Délkelet-Ázsiát is.

A Thoray cégnek hasonló vegyesvállalata van az Union Carbiddal az Észak-Amerikai-i piacra. A Pechiney és az Elf/Société Nationale Elf-Aquitaine = SNEA) új holding vállalatot alapított Fibres et Matériaux Composites SA (Fimac) névvel, amely megvette az SNEA 65%-os érdekeltségét jelentő részvénycsomagját, biztosítva a lehetőséget a Thoray cégnek, hogy később tőkebevitellel 50%-ra emelje 35%-os tőkerészesedését.

Érdemes megemlíteni, hogy 1982 elején a Pechiney és Hercules cégek 60/40 tőkerészesedéssel 180 t/év kapacitású üzem építését kezdték el, de az építkezést 1983 nyarán váratlanul leállították. Pechiney szerint a becsült 35–40%-os igénynövekedés 1983-ban 20–25%-ra csökkent és 1986–87-ben 18%-ra is visszaeshet, ezért induláskor túltermeléssel számolnak. 1993–95 időszakig nagyobb felhasználó megjelenésére csak akkor számíthatnak, ha csökken az ár és jobb gyanta felhasználásával javul a termék hőállósága. Európában a gépkocsi-, akkumulátor-, doboz-, röntgenberendezés gyártás az igénynek csak 10%-át teszi ki (Japánban 80%), a horgászatok, vitorlarudak, hajók és egyéb sporteszközök 35%-ot és a hőállóságra rendkívül érzékeny repülőgépipar 55%-ot.

Enka 210 M USD-os létesítménye ugyanarra az időpontra készül el, mint a holland Emmen-i szénszállúzem, amelynek termékét az aramidban hasznosítják. Az aramid és a szénszál között kutatásban tovább fejlesztve óriási lökést adhat ezen két új anyag termelésének és felhasználásának.

(American Metal Market, 1984. szeptember)

## Új felhasználási terület a bentonit számára?

Az 1983-as év katasztrofális igénycsökkenése után (1,54 Mt), 1984-ben újból nőtt a Wyoming-i bentonit felhasználása. Javult az öntődei és az építőipar termelése, ugyanakkor a fűrészi tevékenység és a vasérc pelletezés terén még nincs változás. Ugyanakkor a Wyoming Oil and Gas Conservation Commission (Wyoming-i Olaj- és Gáz készletgazdálkodási Bizottság) néhány fűrészvállalat és bentonit termelő közreműködésével eredményes kísérleteket folytatott szeizmikus fűrészek tömítő anyagaként. Egy sor szeizmikus próbafűrésze a robbantás előtt bentonitot helyeztek. A bentonit leülepedett a furat vizes aljára és jól záró dugót képezett, ami megakadályozta, hogy a fűrészlukból a robbantáskor bármilyen anyag kirepüljön. Száraz fűrészlukban is kipróbálták az anyagot és jó ered-

ményeket értek el. A szeizmikus adatok regisztrátumai jobbakk voltak, mert nem következett be „kifújás” és nem képződött kráter a fűrészlukakon a robbantás során.

A jelenlegi gyakorlat szerint a fűrészlukakat bentonitzaggal és vízzel töltik fel, miután a robbantást elvégezték és néha a lyukba a fűrészt vissza kell vezetni. Az új technológia a robbantás előtt végzi el a lyukak feltöltését. Lyukanként 75–80 kg bentonitot használnak fel. Wyoming-ben 1984-ben több mint 91 000 szeizmikus robbantáshoz fűrészlukakat 3600 cm átlagmélységgel ez kb. 5600 t bentonit örlemény felhasználását jelenti. Az örlemény 6–18 mm-es frakcióban kerül felhasználásra, ez a frakció többnyire a bentonit feldolgozás hulladéka, amely kismértékű osztályozással, esetleg aprítással előállítható, s ezért rendkívül olcsó. Egész évben alkalmazható, eltömíti a lyukakat, megelőzve a talajvíz felszennyeződését.

(Industrial Minerals, 1984. szeptember)

## Különleges magnéziát gyártó üzem Izraelben

Az izraeli Dead Sea Periclase Ltd vállalat bejelentette, hogy magnéziagyártó tevékenységének diverzifikálására 10 M USD beruházási költséggel magnézia alapú vegyszereket gyártó üzemet épít. A 8000 t/év kapacitású üzem 1986. első felében kezd el az üzemszerű termelést. A termékeket a gyógyszer-, gumi- és műanyagipar számára gyártják elsősorban, de a vevőkörbe beszámítják a vegyipart és a transzformátoracél gyártását is.

Az új üzem részben a hagyományos módszerrel marónátronnal termel, részben az Aman eljárást alkalmazva természetes MgCl<sub>2</sub> bontásával állítja elő a magnéziát. Ezzel az eljárással a Dead Sea Periclase Ltd 1973. óta dolgozik, és közel 40 kt/év kapacitást ért el. Mivel az eljárás MgCl<sub>2</sub> sólt használ, a termelt magnéziumoxid tisztább mint a hagyományos, kicsapási módszerrel nyert termék. A klóralkáli elektrolízis melléktermékeként nyert marónátront a hagyományos technológiához a Dead Sea Bromine Co-tól vásárolják. A termelt magnéziumoxidot elsősorban acélgyártó kemencék bélelésére gyártott tűzállóanyagokhoz adják el. A magnézium-hidroxidot, bázikus magnézium-karbonátot és különböző mértékben kalcinált magnéziumoxidot az Israel Chemicals Csoporttal együttműködő Ginlini Chemicals Ltd (NSZK) segítségével értékesítik a gyógyszeriparban.

(Industrial Minerals, 1984. szeptember)

# Konferencia hírek

## III. Pneumatikus anyagszállítási konferencia

Pécs, 1985. március 20 – 22.

Pécssett, a Pollack Mihály Műszaki Főiskolán rendezte meg a Gépipari Tudományos Egyesület, a Pollack Mihály Műszaki Főiskola és a MTESZ KAB a III. Pneumatikus Anyagszállítási Konferenciát. A konferenciát a 100 éve született nagy magyar műszaki tudós, Pattantyús Ábrahám Géza emlékének szentelték.

Pattantyús Á. Géza akadémikus professzor az 1950-es évek elején – 1956-ban bekövetkezett haláláig – intenzíven foglalkozott a magyarországi pneumatikus szállítás fejlesztésével. Kezdeményezésére a Budapesti Műszaki Egyetemen pneumatikus szállításal foglalkozó kutatómunka indult. A kutatás célja: pneumatikus szállítóberendezések méretezési alapjait és az ehhez szükséges elméleti alapokat megteremteni. A mezőgazdaság (szemestermények), a malomipar (liszt és féltermékek), az építőanyagipar (cement) és a hőerőművek (pernye) egyidőben jelentkező korszerű berendezések létesítésének igényével. Pattantyús Á. Géza tudományos eredményei ezen a szakterületen: az üzemtani és áramlástechnikai jellemzők megkülönböztetése, a szállításokor jelentkező nyomásesések számítási módjának tisztázása. A hígáramú szállításra vonatkozó megállapításai – az áramkép megfelelő kiegészítésével – sűrűáramú szállításra is alkalmazhatók.

A konferencián 8 bolgár, 7 csehszlovák, 2 dán, 19 keletnémet, 11 nyugatnémet, 186 magyar, 2 olasz, 1 japán, 16 lengyel, 7 szovjet, 1 svájci és 2 jugoszláv; összesen 262 szakember vett részt. A 186 magyar résztvevőből 28 (15%) a szilikátipart képviselte.

A 3 napos konferencián 4 szekcióban 8 bolgár, 4 csehszlovák, 11 keletnémet, 7 nyugatnémet, 29 magyar, 1 olasz, 1 japán, 13 lengyel, 9 szovjet, 1 jugoszláv (svájci társszerzővel); összesen 84 előadás hangzott el. Az előadások a különböző rendszerű pneumatikus anyagszállítások elméletével, méretezési módszereivel, tervezési problémáival, üzemeltetési kérdéseivel; a pneumatikus szállítóberendezéseknél felhasznált porleválasztók fejlesztésével, gazdaságos üzemeltetésével foglalkoztak.

A szilikátipar szemszögéből a fontosabb előadások:

Lajos T. (H): A szűrési folyamat időbeni változásának vizsgálata

Rayman, V. (CSSR): Elektrosztatikusan leválasztott porok pneumatikus szállítás

Teisseyre, M. (PL): Pneumatikus szállítóberendezések vezetékeiből vett átlagos porminták

Bologa, M. K. – Berkov, A. B. – Puskov, V. V. – Somoljanczuk, V. L. (SSSR): Az elektromos tér hatása a pneumatikus szállításra

Müller, W. – Michalik, W. (DDR): Nagy távolságra történő szénpor-szállítás tapasztalatai

Arnold, G. (DDR): Ömlesztett anyagok osztályozásának lehetőségei

Knabe, B. (DDR): A fluidizált anyag jellemzői

Knabe, B. (DDR): Anyagáram vizsgálata mozgóágyban

Knabe, U. – Knabe, B. (DDR): Fluidizált mozgóágy nyomásesése

Löffler, F. – Sievert, J. (BRD): Tömlőszűrők leválasztási és tisztítási folyamatai sűrített levegőjű lefűtással

Iliev, T. – Dinkov, B. – Mirvakov, P. – Ilkova, N. – Czavkov, N. (BG): Szűrőszövetek aerodinamikai paramétereinek cement és liszt porának leválasztásánál

Fodor, I. – Uitz, Zs. – Karczub, M. (H):

Automatikus tisztítású zsákos és táskás szűrő kísérleti vizsgálata

Pátkay, F. – Sircz, J. (H): Ipari por-szűrők tűzött nemez szűrőanyagainak fejlesztési eredményei

Preszler, L. – Lajos, T. – Marschall, J. (H): Zsákos porleválasztók gazdaságos üzemeltetésének feltételei

Somolík, J. (CSSR): Louvre típusú leválasztók működésének vizsgálata

Lomev, M. – Jankov, S. (BG): Új módszer ömlesztett anyagokat adagoló és keverő gép portalanítására

Bohnet, M. (BRD): Ciklonos leválasztók számításában elért újabb eredmények

Iliev, T. – Dinkov, B. – Mirvakov, P. – Ilkova, N. – Czavkov, N. – Budinov, K. (BG): Ciklonok összehasonlító vizsgálata

Jendrusik, M. (PL): Elméleti és kísérleti módszer a részecskék pályagörbéinek vizsgálatára az elektrofilter elektródái közötti térben

Giemza, S. J. (PL): Centrifugális porleválasztó réselt kimenettel

Osvay, K. (H): Néhány üvegipari alappanyag pneumatikus szállításának üzemi tapasztalatai

Pápai, L. – Váradi, S. (H): Folyamatos üzemi nyomótartályos pneumatikus szállítóberendezés

Dimítrova, R. – Stojanov, Z. (BG): A pneumatikus szállítás energia-költségeinek analízise

Dedegil, M. Y. (BRD): Air-lift módszer tapasztalatai, alkalmazási területek és sajátosságok

Tallán, A. – Verba, A. (H): Aerokinetikus és aerációs csatorna légeosztó rendszerének áramlástechnikai méretezése.

A konferencia a szilikátipari szakembereknek is nagy segítséget nyújt a korszerű pneumatikus szállítóberendezések tervezéséhez, gazdaságos és üzembiztos üzemeltetéséhez, valamint a korszerű leválasztó-berendezések kiválasztásához.

# Az édesvízi mészkövek építőipari felhasználását befolyásoló mérnökgeológiai tényezők

SCHEUER GYULA\*—SCHWEITZER FERENC\*\*

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

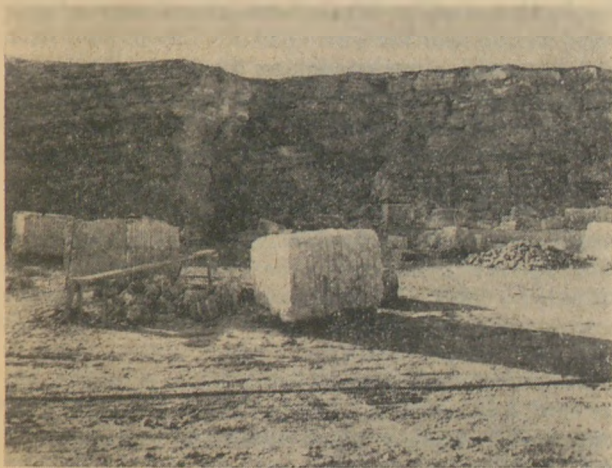
## 1. Bevezetés

A magyarországi építőkö-díszítőkö felhasználás területén jelentős helyet foglal el az édesvízi mészkő (az MSZ 18281 szerint forrásvízi mészkő).

Napjainkban felhasználási területe viszonylagosan leszűkült a másfajta olcsóbb építési anyagok megjelenése és elterjedése következtében. Ma már az építőiparon belül zömmel burkolólapként hasznosítják, de nem mellékes még a szobrászati és sírkő-díszítőkö felhasználása sem. A jelentkező igények következtében t ö m b k ő k é n t f e j t i k (1. ábra) és ezeket a későbbi felhasználási céloknak megfelelően különböző módon dolgozzák fel.

Az édesvízi mészkő bányászata csak akkor hatékony és gazdaságos, ha a kőzet tömbökben fejthető és a termelés gépesíthető. Ezért a kitermelés a kőzet-tömbök bányászatának irányába tolódott el. Az édesvízi mészkő-bányászatnak a felhasználók igényeihez való alkalmazkodása, a kifizetődő és nyereséges művelés megvalósítása megkövetelte, hogy csak olyan kifejlődésű kőzetet termeljenek ki, amelyek a minőségi és gazdaságossági feltételeknek optimálisan megfelelnek. Így a kitermelés szempontjából elsődlegesen csak azok az édesvízi mészkőfelelések vehetők figyelembe, amelyek tömbkő fejtésre alkalmasak.

Az édesvízi mészkövek keletkezési adottságaik miatt nagyfokú változékonyságot mutatnak, amelyekre más építőipari kőzeteknél alig találunk példát. Továbbá a felszínfejlődési folyamatok is, amelyek e kőzetet keletkezése óta érték nagymértékben befolyásolják és egyben szűkítik felhasználhatóságát.



1. ábra. Működő édesvízi mészkőbánya Budakalásznál tömbkő kitermeléssel



2. ábra. A tömbkő bányászat során keletkezett belső meddő (Budakalász)

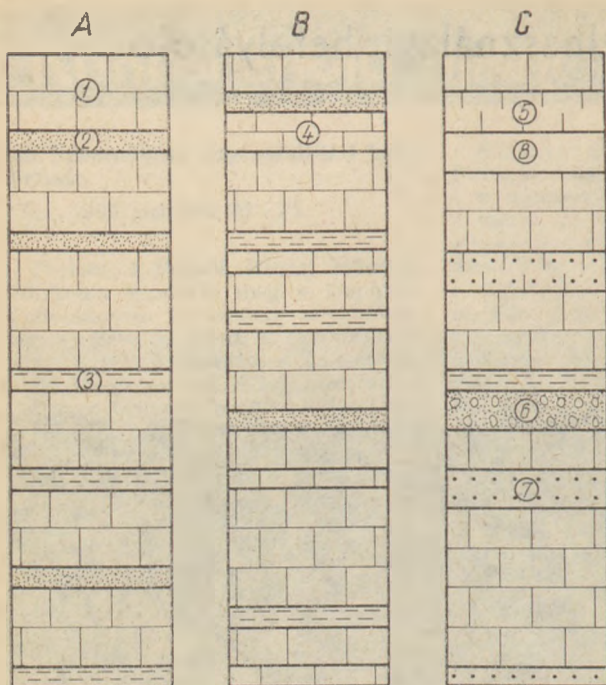
## 2. Az édesvízi mészkövek bányászatát befolyásoló tényezők

A forrásvizekből közvetlenül vagy közvetve keletkező édesvízi mészkövek igen szerteágazó üledékköszlet-csoportot képviselnek. A speciális keletkezési körülményeik miatt az általános üledékképződési adottságokon túlmenően olyan egyedi vonásokkal rendelkeznek, amelyek csak ezekre a lerakódásokra jellemzőek.

E körülményekkel összefüggésben megállapítható, hogy a ma is működő édesvízi mészkőbányáknál a termelés során jelentős mennyiségű belső meddő keletkezik (2. ábra), amely károsan visszahat a hatékonyságra és a gazdaságosságra.

Vizsgáljuk meg az ezzel kapcsolatos jelenségeket és törvényszerűségeket, mert ezzel olyan megállapítások tehetők, amelyek a későbbi kutatások irányait és szempontjait meghatározzák.

A korábban közöltek alapján (Scheuer Gy.—Schweitzer F. 1983.) lerögzíthető, hogy a forrásvizekben oldva kerül a felszínre a kicsapódó mészanyag, amely közvetlenül kiválhat rögtön kemény réteggé, de úgy is keletkezhet, hogy szemcseként (mésziszap és homok, oolit) lebegve tovább szállítódik és a forrástól messzebb halmozódik fel, vagy a kiválás a növényeken bekéregzést — bevonatot képezve ezek elhalála után görgetve vagy csúsztatva tovább szállítódnak és erre alkalmas helyeken rakódnak le. Továbbá édesvízi mészkőösszleteket osztó szemcsés rétegek — mésziszap, homok, inkrusztációs törmelék stb. — az oldatok révén vagy víztelenedéssel különböző keménységű kőzetté diagenizálódnak. De elő-



3. ábra. Homogén és heterogén édesvízi mészkőösszletek; „A” homogén összetípus saját anyagú kőzetes üledékekkel. „B” homogén összetípus lazán cementált mészkő és saját üledékanyaggal (mésziszap). „C” heterogén édesvízi mészkőösszlet, idegen anyagú kőzetelepülésekkel 1. kemény édesvízi mészkő, 2. mészhomok, 3. mésziszap, 4. kiszilárdosított (közzel törhető) édesvízi mészkőréteg, 5. lösz, 6. kavicsos homok, 7. kvarchomok, 8. vörösbarna fosszilis talaj

fordulhat, hogy az utólagos cementáció elmarad, így a rétegek lazák maradnak. (1. táblázat)

Így a termelés hatékonyságát befolyásoló mérnök-geológiai tényezők részben a kőzet keletkezési adottságaival, részben pedig azokkal a folyamatokkal állnak kapcsolatban, amelyek utólagosan érték az édesvízi mészkövet (2. táblázat).

Ezek alapján megkülönböztethetők:

- elsődleges tényezők,
- másodlagos vagy utólagos tényezők.

● (Az 1. és 2. táblázat a 240–241. oldalon található!)



4. ábra. Vízszintesen rétegzett, réteglap mentén elváló édesvízi mészkőösszlet (Békásmegyér)

2.1 Az elsődleges termelést befolyásoló tényezők azok, amelyek a keletkezéssel kapcsolatosak. Mivel a különböző vastagságú édesvízi mészkőelőfordulások összetetet alkotnak, azon belül a rétegzettségi adottságok alapvető és meghatározó tényezőként értékelhetők a tömbkőbányászat szempontjából.

Ilyen szempontból megkülönböztethetők homogén és heterogén édesvízi mészkőösszletek. Homogénnek akkor nevezhető a rétegösszlet, ha genetikailag azonos vagy rokon rétegekből áll. Heterogén összetetnél pedig olyan üledékek települnek közbe, amelyek genetikailag nincsenek összefüggésben az édesvízi mészkövek képződésével és keletkezésük olyan földtörténeti eseményekkel állnak kapcsolatban, amelyek az édesvízi mészkőképződésnek nem kedveztek, vagy azt gátolták (3. ábra).

A homogén édesvízi mészkő összetetek kifejlődési és rétegzettségi adottságai és az ezekhez kapcsolódó adottságok igen különbözőek lehetnek.

Az összetet lehet: 1. tömeges, rétegzetlen, 2. részben rétegzetlen, 3. rétegzett.

A tömeges, rétegzetlen kőzettípus az elsődleges tényezők alapján bányászati szempontból kedvező. Ennek minőségét csak a másodlagos vagy utólagos tényezők ronthatják le.

A homogén összetetek rétegzettségi adottságai is igen különbözőek lehetnek (vastagpados, vékonyrétegzett stb). Mellőzve ezek ismertetését csak olyan jelenségekre kívánunk kitérni, amelyek a tömbkőbányászatra kihatással vannak vagy rontják az anyag minőségét. Ilyen szempontból a rétegzettségen belül négyféle jelenséget kell megemlíteni: 1. réteglap menti elválás, (4. ábra) 2. saját anyagú laza üledék kőzetelepülés, 3. változó kőzet szilárdság, 4. elsődleges üregek és hézagok.

A megfigyelések szerint vannak olyan összetetek, amelyeknél az egymás után következő rétegek között nincs semmiféle cementáció, így a réteglapok mentén elválnak (5. ábra).

Ez a kifejlődési típus tömbkőbányászatra alkalmatlan. Ilyen édesvízi mészkőelőfordulások a hasznosításból kizárhatók. Vannak olyan összetetek, amelyeknél a réteglap menti elválás gyakori és ez horizontálisan és vertikálisan szeszélyesen jelentkezik. Ilyen mészkőfelelések csak kisebb vagy közepes nagyságú tömbkő kitermelésre alkalmasak, jelentős mennyiségű belső meddő keletkezése mellett.

A harmadik típusba azok az összetetek sorolhatók, ahol az édesvízi mészkő rétegek között erőteljes cementáció alakult ki és csak esetenként figyelhető meg réteglap menti elválás. Természetesen ez a bányászat számára a legkedvezőbb kifejlődés típusa.

A rétegek közötti cementáció a megfigyelések szerint nagyon változó erősségű lehet, mind horizontális és vertikális irányokban, így helyről-helyre különböző lehet. Erőssége szerint megkülönböztethető: gyenge, laza, kötés amikor kisebb ütésre, vagy nyomásra rétegekre esik szét a kőzet. Közepes mértékű cementációról akkor beszélhetünk, ha az olyan fokozatot ér el, hogy csak nagyobb erő hatására esik szét rétegeire a kőzet. Akkor erős a cementáció, amikor eléri a rétegek szilárdsági értékét.

A réteglap menti cementáció lehet elsődleges, amikor az alsó és a felsőréteg között a réteglapok felületén

már a keletkezés vagy a diagenezis során kialakul a különböző szilárdságú kötés. De lehet *másodlagos* vagy *utólagos*, amikor eredetileg az alsó és felső réteg réteglapjai között a kiválás során az üledék képződési körülmények hatására nem alakult ki kötés, de a szivárgó vizekből kivált karbonátanyag révén utólagosan összecementálódtak.

A réteglap menti cementáció horizontális irányban lehet *teljes*, amikor a rétegek vízszintes irányú kiterjedésében mindenütt kialakult, de lehet *részleges* is, csak helyenkénti, az üledékképződési körülményektől függően.

A megfigyelések szerint a réteglapok felületének adottságai igen változatosak. Megkülönböztethetők: sima, érdes, egyenetlen, csomós, párnás, hullámos, mikro-tetarátás stb. felületi megjelenés formák és szerkezetek. Keresve a réteglapok felületeinek kifejlődése és a rétegek cementációs adottságai közötti kapcsolatot, szoros összefüggés nem mutatható ki. A megfigyelések arra utalnak, hogy a rétegződést előidéző üledékképződési szünetek hosszával és a réteglapok közti cementációt gátló tényezőkkel magyarázhatjuk cementáció elmaradását. Minél hosszabb volt az üledékképződési szünet, annál kisebb mértékűvé vált a réteglapok cementációja. A cementációt gátolja még a réteglapok felületén sok esetben tapasztalható agyaghártya és egyéb anyag (pl. mészszip).

A homogén édesvízi mészkő összletek másik típusát képviselik azok az előfordulások amikor nagyobb szilárdságú kőzetek közé teljesen laza, cementálatlan mészhomok — mészszip rétegek iktatódnak közbe. Genetikailag az összletnek szerves tartozékai, de keletkezésük olyan üledékképződési viszonyokra vezethetők vissza, amelyek a szilárd mészkiválásnak nem kedveztek.

Nyilvánvaló, hogy e laza közbetelepülő rétegek a bányászat számára kedvezőtlenek. Növelik a belső meddő mennyiségét vastagságuktól függően — ez néha az 1 m-t is elérheti — továbbá befolyásolják a tömbkőfejtést, mert közbetelepülésük gyakorisága meghatározza a fejthető tömb méreteit. Kedvezőbb az az eset, amikor egy összleten belül csak 2–3 ilyen réteg települ közbe, ekkor még csak zavaró tényezőként értékelhető és a bányászattal ezekhez az adottságokhoz alkalmazkodni lehet. De abban az esetben, ha 30–50 cm-enként vagy még sűrűbben következnek egymás után, akkor ilyen összlet nem felel meg a kívánalmaknak. Sajnos a Budai és Gerecse hegységi édesvízi mészkőösszletek jelentős részének minőségét ilyen rétegek rontják le.

A homogén édesvízi mészkőösszletek felhasználhatóságát befolyásolják még az előzőekben felsoroltakon túlmenően a kőzetek változó szilárdsági viszonyai is, mert egyes összletek változó szilárdságú rétegekből épülnek fel. Az ilyen összleteket is több csoportra lehet bontani:

a) amikor a rétegösszlet teljes vastagságában laza, kézzel könnyen fejthető kisebb szilárdságú kőzetekből áll. Egy avval magyarázható, hogy a források karbonát-kapacitása kicsi volt és így nem állt elegendő mészszipanyag az erőteljesebb szilárdságú kőzetek létrehozásához. Ez a típus csak helyi igények — családi házas — kielégítésére vehető figyelembe,



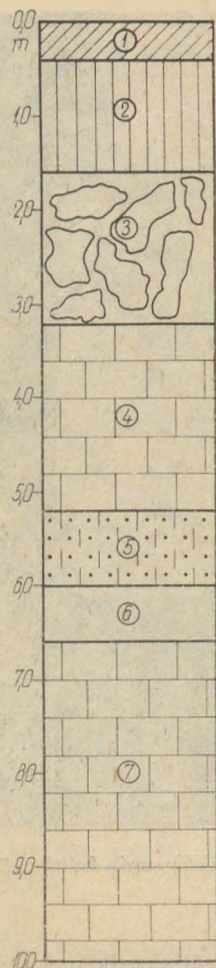
5. ábra. Az üledékképződés során keletkezett réteghézagosság. (Budai Vár)

b) a rétegösszlet váltakozik kedvező szilárdságú és lazább, kisebb szilárdságú rétegekkel,

c) a harmadik típusnál a megfelelő szilárdságú összletbe több-kevesebb laza, kevésbé szilárd réteg iktatódik közbe. Ezek is elválási felületekként jelentkeznek és befolyásolják a fejthető tömbkő méretviszonyait.

Az édesvízi mészkő minőségi adottságait és szilárdságát befolyásolják a kőzetre annyira jellemző hézagosság, likacsosság, üregesség, amelyek keletkezése lényegében e kőzet különleges lerakódási képződési körülményeire vezethető vissza. A megfigyelések szerint nagyon változó, szeszélyes formában jelentkezhetnek. Van réteglap mentén kimutatható hézagosság. Ezek lényegében képződési hiányok, amelyek gyors üledékképződésre vezethetők vissza. Ennek egy másik változata az, amikor tömör és likacsos rétegek váltogatják egymást az összleten belül (5. ábra). Szabálytalan és rendezetlen hézagosságot és likacsosságot okoznak a növényi részek — ág, sás, nád, szarak —, amelyek betemetődésük és a karbonátanyag megszilárdulása után később eltűnve visszahagyják a nagyságuknak és alakjuknak megfelelő méretű hézagokat.

Más, eltérő jellegű folyamatok is létrehozhatnak likacsosságot. Az üledékgyűjtőben élő, vagy bekerülő növényi részekre kicsapódik a mész vékonyabb, vagy vastagabb kérget képezve. Az ilyen inkruztációs törmelékanyag azután összemósodik és később összecementálódik és nagy hézagterefogatú köztes réteggé jelenik meg az összletben.



6. ábra. Ipari hasznosításra kedvezőleg adottságú heterogén édesvízi mészkőösszlet (Almásneszmély) 1. talaj, 2. lösz, 3. fagyhatásra összetöredezett édesvízi mészkő, 4. helyenként lazán cementált édesvízi mészkő, 5. homokos lösz, 6. vörösbarna fosszilis talaj, 7. kemény, tömör, ipari hasznosításra kedvező kifejlődésű édesvízi mészkő



7. ábra. Homok-betelepüléssel édesvízi mészkő. (Gerecse, Leshegy)



8. ábra. Oldási üreg Budakalásznál

A heterogén rétegösszletre az jellemző, amikor olyan üledékek települnek az édesvízi mészkőrétegek közé, amelyek azokkal nincsenek genetikai összefüggésben (6. ábra). Ilyenek lehetnek fosszilis vörösbarna talajok, lösz, löszös homok, homok, kavicsos homok, stb. (7. ábra). Ezek vastagsága 5–10 cm-től a 6–8 m-ig terjedhet. Így előfordulnak olyan összletek, amelyeken belül uralkodóvá válnak. Az ilyen előfordulások legnagyobb része ipari célokra nem alkalmas.

2.2 A másodlagos tényezők, amelyek az édesvízi mészkőösszleteket keletkezésük után érték, szintén jelentősen befolyásolják bányászati hasznosításukat. Ezeket két nagy csoportba sorolhatjuk: a) oldási üregek és járatok; b) kőzetösszetöredezettesség (tagolt-ság).

2.2.1 A hazai édesvízi mészkőösszleteknél gyakran figyelhetők meg karsztos járatok, oldási üregek és járatok (8. ábra). Ezek genetikailag másodlagos formák az összletben, mert az édesvízi mészkőképződés után, illetve közben keletkeztek.

Eredetüket az édesvízi mészkövet lerakó források oldási tevékenységével magyarázhatjuk. A megfigyelések szerint a forrásfeltörési helyek környezetében volt igen intenzív az üreg és járat képződés. E kőzetszakaszon az erőteljes üregesedés miatt a tömbkő kitermelésben nehézségek jelentkeznek, továbbá jelentősen rontják a minőséget a kisebb-nagyobb üregek, amelyek a fejtés során a tömbökben jelentkeznek. Az egykori forrásfeltörési helyektől távolodva fokozatosan csökkennek, majd megszűnnek az üregek és a járatok. Méreteik rendkívül változatosak, a kis oldási üregek mellett helyenként járható méretűek is vannak. Nagyon sok üreg utólag különböző agyagos üledékekkel kitöltődött, növelve a belső meddő mennyiségét. A termelésre zavarólag hatnak és minőségi problémákat okoznak.

2.2.2 A kedvezőtlen kifejlődési adottságokon túlmenően — amelyek miatt jelentősen korlátozódik a hasznosításra számbajöhető előfordulások száma — a különböző folyamatok révén létrejött kőzet összetöredezettiségének is ilyen irányba hatnak. Erre vonatkozó megfigyeléseket már részletesen ismertettük (1985).



## IRODALOM

- Báldi T.: A történeti földtan alapjai. Tankönyvkiadó Budapest, 1978. 12 – 42.
- Benkő F. és munkatársai: Ásványkutatás és bányaföldtan. Műszaki Könyvkiadó. Budapest, 1970.
- Kertész P.: A műszaki létesítmények természetes építőanyagai. In: Műszaki Földtan. Budapest, 1959. 309 – 325.
- Kertész P.: Mérnökgeológia. Tankönyvkiadó Budapest, 1977.
- Konda J. – Mészáros M.: A magyarországi építő-díszítő-kutatás stratégiája és eredményei. Földtani Kutatás, 27. 1984. 43 – 54.
- Langbein R. – Peter H. – Schwahn H. J.: Karbonat und Sulfatgesteine. Deutscher Verlag. Leipzig 1982.
- Scheuer Gy – Schweitzer F.: A Budai és a Gerecse-hegységi édesvízi mészkőösszetek építőipari hasznosításának lehetőségei. Építőanyag 35. 1983. 447 – 454.
- Scheuer Gy. – Schweitzer F.: A Budai és Gerecse-hegységi édesvízi mészkővek közettöredezettségi jelenségei. Megjelentetésre leadva az Építőanyag folyóiratnak. Kézirat 1984.
- Schréter Z.: A Budai és Gerecse-hegység peremi édesvízi mészkő előfordulásai. MÁFI Évi Jel. 1951-ről, (1953) 111 – 146.
- Vitális Gy. – Hegyi I.-né: Adatok a Budapest térségi édesvízi mészkővek genetikájához. Hidrológiai Közlemény 52. 1972. 73 – 84.

Scheuer Gyula – Schweitzer Ferenc: Az édesvízi mészkővek építőipari felhasználását befolyásoló mérnökgeológiai tényezők

Az édesvízi mészkő bányászata csak akkor hatékony és gazdaságos, ha a kőzet tömbökben fejthető és a termelés gépesíthető. Ezért a kitermelés a kőzettömbök bányászati irányába tolódott el. Az édesvízi mészkő bányászatiának a felhasználók igényeihez alkalmazkodása, a kifizetődő és nyereséges művelés megvalósítása megkövetelte, hogy csak olyan kifejlődésű kőzetet termeljenek ki, amelyek a minőségi és gazdaságossági feltételeknek a legoptimálisabban megfelelnek. Így a kitermelés szempontjából elsődlegesen csak azok az édesvízi mészkő-féleségek vehetők figyelembe, amelyek tömbkő fejtésre alkalmasak.

Az édesvízi mészkővek keletkezési adottságaik miatt nagyfokú változékonyságot mutatnak, amelyekre más építőipari kőzeteknél alig találunk példát. Továbbá a felszínfejlődési folyamatok is, amelyek a kőzetet keletkezése óta érték nagymértékben befolyásolják és egyben szűkítik felhasználhatóságát. Így többszáz előfordulás közül csak 6 – 8-ra becsülhető azoknak a száma, amelyek korszerű és hatékony kitermelésre alkalmasak.

Шеуен, Дь., – Швейтцер, Ф.: Инженерно-геологические факторы, влияющие на применимость пресноводных известняков в строительной промышленности

Горная добыча пресноводного известняка только тогда является эффективной и экономической, если порода

может вырабатываться в виде блоков и производство может быть механизировано. В связи с этим выработка данной породы производится в виде блоков. Стремление горнодобывающей промышленности при выработке пресноводного известняка удовлетворить требования потребителя, а также необходимость осуществления экономического и прибыльного производства, в свою очередь ставят задачу выработки таких видов пород, которые являются наиболее оптимальными как с качественной, так и экономической точки зрения. В соответствии с этим в первую очередь могут быть приняты во внимание такие виды пресноводного известняка, которые пригодны для выработки блоками.

Пресноводные известняки в связи и особенностями их геологического развития являются очень неогнородными. На их качество оказывают влияние также и процессы развития поверхностных слоев, которые уже со времени образования этих пород значительно влияют на их качество и одновременно суживают область их применения. В связи с этим среди многочисленных месторождений данной породы, только некоторые из них — 6—8 месторождений-пригодны для современной и эффективной выработки.

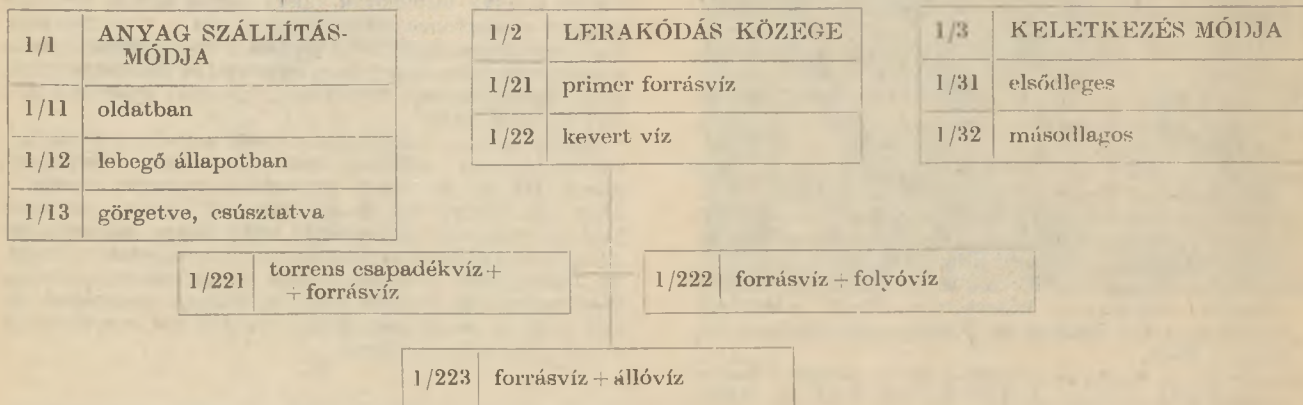
Scheuer, Gyula – Schweitzer, Ferenc: Ingenieurgeologische Parameter der bautechnischen Verwendung von Süßwasser-Kalksteinen

Die Förderung des Süßwasser-Kalksteines ist nur in jenem Falle effektiv und wirtschaftlich, wenn der Gestein in Blöcken abbaubar, ferner die Produktion mechanisierbar ist. Deshalb hat sich die Produktion in der Richtung der Förderung von Gesteinblöcken verschoben. Hinsichtlich der Produktion kann hauptsächlich nur solcher Süßwasser-Kalkstein berücksichtigt werden, der für den Blocksteinabbau geeignet ist. Die Süßwasserkalksteine zeigen eine hochgradige Vielfältigkeit infolge ihrer Entstehungsgegebenheiten auf, wofür man bei anderen bautechnischen Gesteinen Beispiele kaum finden kann. Ferner die seit der Entstehung des Gesteines vorhandenen Entwicklungsvorgänge beeinflussen und zugleich verengen auch die Verwendbarkeit. So aus den mehreren Hundert Vorkommen ist nur 6 – 8 die Anzahl derer, die für den modernen, effektiven Abbau geeignet sind.

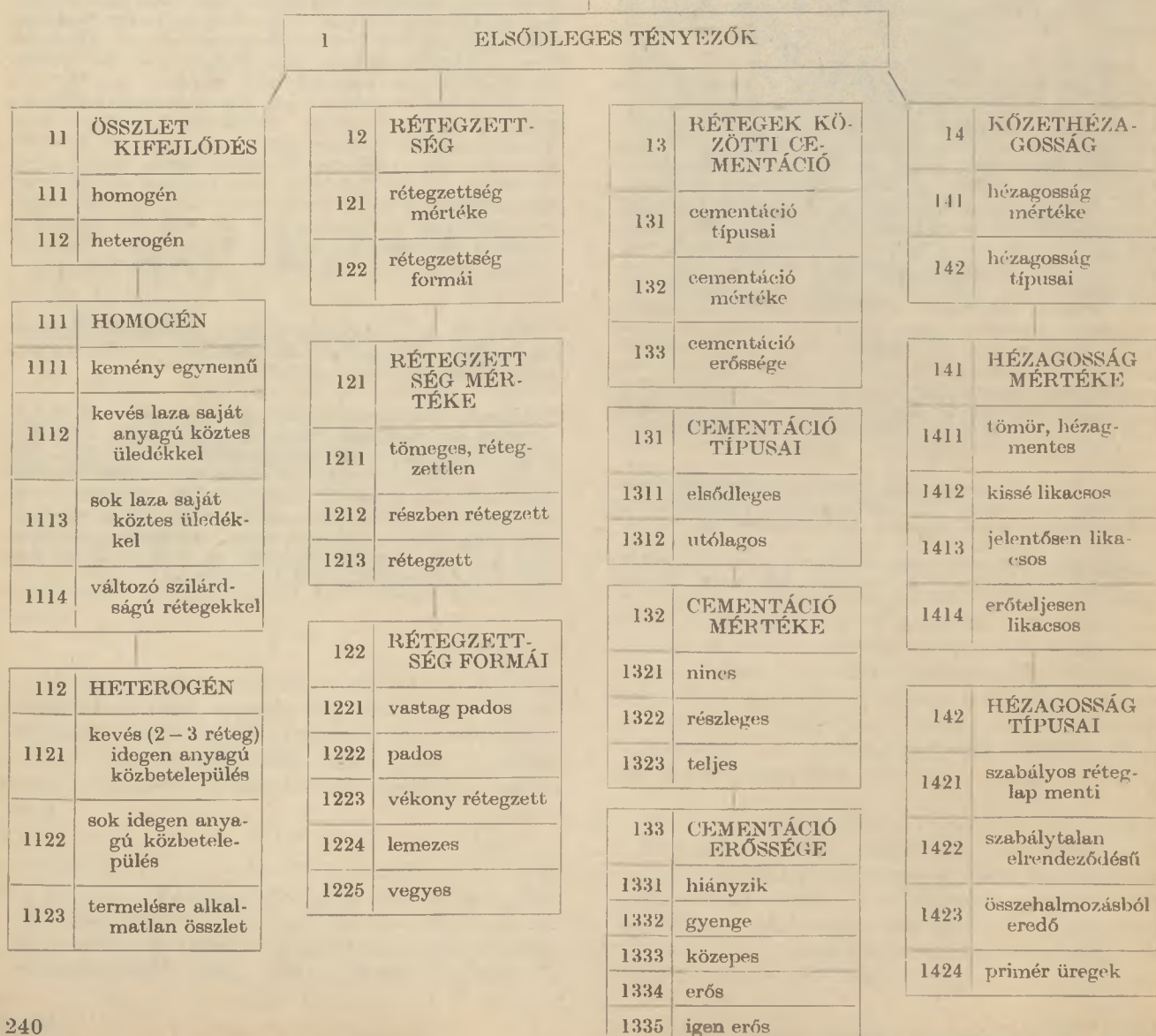
Scheuer, Gyula – Schweitzer, Ferenc: Factors of Engineering Geology which Affect the Application of Freshwater Limestone in the Building Industry

Freshwater limestone quarrying is possible only if it is effective and economic, i.e. if the rock can be stoped in large blocks and a full mechanisation is possible. This means a serious limitation: although several hundred freshwater limestone deposits exist in Hungary, only 6 – 8 of them can be exploited with up-to-date, effective quarrying. Freshwater limestones are more variegated than any other building rock, as even surface formations may reduce the applicability of the rock.

1 Az édesvízi mészkőösszletek keletke



Az édesvízi mészkövek termelését



zésének, származásának szempontjai

1/4	<b>KIVÁLÁS FORMÁI</b>
1/41	közvetlen (szervetlen)
1/42	közvetett (szerves)
1/43	összetett (a kettő együtt)

1/5	<b>LERAKÓDÁS HELYEI</b>
1/51	helyben képződött (autochton)
1/511	a forrás közvetlen környezetében
1/512	a feltörési helytől távolabb

1/6	<b>DIAGENEZIS</b>
1/61	kiválás után azonnal kemény
1/62	cementáció oldatok révén
1/63	viztelenedéssel
1/64	nincs cementáció, a lerakódott anyag nem cementálódott össze

1/52	szállítás után lerakódott allochton
------	-------------------------------------

2. táblázat. A termelés hatékonyságát befolyásoló mérnökgeológiai tényezőket összefoglaló táblázat

befolyásoló mérnökgeológiai tényezők

2 **MÁSODLAGOS TÉNYEZŐK**

21	<b>KÖZETTÖREDEZETTSÉG EREDETE</b>
211	fagyaprózódás
212	szerkezeti mozgások
213	atektonikus
214	tömegmozgások

22	<b>OLDÁSI ÜREGEK JÁRATOK</b>
221	nagyság
222	oldási formák

23	<b>UTÓLAGOS KITÖLTŐDÉS</b>
231	saját anyagú
232	idegen anyagú

221	<b>NAGYSÁG</b>	m
2211	kisméretű	< 0,5 m
2212	közepes	2 m-ig
2213	nagy	> 2 m

231	<b>SAJÁT ANYAGÚ</b>
2311	cseppkő
2312	oldalfal bevonat
2313	ásvány kiválás

222	<b>OLDÁSI FORMÁK</b>
2221	járat
2222	üreg
2223	barlang

232	<b>IDEGEN ANYAGÚ</b>
2321	lössz
2322	futóhomok
2323	kőtörmelékes kevert anyag

# Homlokzati- és burkolótéglák — a fagyállóság javításának feltételei

MATTYASOVSKY ZSOLNAY TAMÁS—BÁLINT PÁL

Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet, Budapest

## 1. Bevezetés

A homlokzati- és burkolótéglák egyik fontos alkalmazástechnikai követelménye a fagyállóság. A termék fagyállósága befolyásolható, javítható

- a formázás, sajtolás folyamán fellépő struktúrát csökkentő,
- a száradási érzékenységet csökkentő és
- a massa ásványi összetételét célszerűen módosító adalék anyagnak a masszába keverésével, valamint
- megfelelő technológia alkalmazásával.

A következőkben az irodalom és saját méréseink figyelembe vételével elemezzük a fagyállóság javításának lehetőségeit.

## 2. A struktúra képződést és a száradási érzékenységet csökkentő adalékanyagok

Korábbi közleményünkben [1] említettük, hogy a fagyálló tetőcserép-masszában a 2  $\mu\text{m}$ -nél kisebb szemcsék aránya 40–53% között van. A viszonylag nagy finomszemcse arány miatt a csigaprésben végzett sajtolás folyamán a massa szétosztályozódása, rétegződése, az agyagásvány szemcsék irányítotttsága következik be, azaz leveles szerkezetű, gyűrűs rétegződésű, textúrák lehet a présből kilépő agyagszalag, ami a termék fagyállóságának csökkenését okozhatja [2, 3].

A massa soványítása, illetve a textúraképződés csökkentése és ezzel a fagyállóság növelése céljából alkalmazott adalékok hatása az adalék és a massa jellegétől is függ [4]. Általában 15%-ig javító hatásúak, de 15% felett már rontják a termék fagyállóságát.

A lemezes szemcsék növelhetik a masszában a textúrák mértékét.

A *sima felületű, zömök, kerek szemcsék* csak kismértékben hatnak kedvezően.

A *zömök alakú pórusképző adalékok* textúracskökkentő hatásúak lehetnek, de fagyállóság módosító hatásuk az adalék okozta pórusméret eloszlástól függ. Finomszemcsés adalék (polisztírol gyöngy, keményfa fűrészpor, szénpor, éghető tartalmú szállóhamu) esetén a téglá esztétikus megjelenésű és fagyállóságától függetlenül belső — fagytol védett — vakolatlan felület képzésére lehet alkalmas. Amennyiben a növelt porozitású termék fagyálló, vakolatlan külső felületű alkalmazása korlátozott, mert csapó eső esetén a téglá vízháztartása bizonytalan.

A *durva törésfelületű, éles szemcsék* általában alkalmasak a textúra képződés csökkentésére. Ilyenek: habüveg, kemény duzzasztott perlit, granulált kohósalak-örlemény.

Az adalék szemcseméretétől, alakjától, jellegétől függő hatásáról a textúraképződésre és a fagyállóságra tájékoztatást nyújt az 1. táblázat [3].

## 3. Az ásványi összetételt módosító adalékanyagok

A tetőcserép fagyállóságának feltétele a massa megfelelő szemcse- és ásványi összetétele. A fokozott fagyállóságú tetőcserép agyagásvány-tartalma 32–43% között van.

A massa ásványi összetétele javítható az agyaghoz legalább 12% megfelelő minőségű agyag keverésével. Sovány agyag esetén olyan agyag kerülhet szóba, amelynek agyagásványtartalma nagy (> 50%).

Kedvező száradási tulajdonsága miatt legelőnyösebb — a massa agyagásvány-tartalmának növelésére — a kaolinit adagolása. Más agyagásvány esetében a száradási érzékenység növekedésével kell számolni.

Általános szabályt a kívánatos ásványi adalék minőségére nem lehet előírni, mivel a gyártmány fagyállóságát az alkalmazott gyártástechnológia is befolyásolja. Így a homlokzati-, burkolótéglák esetében a tetőcseréphez viszonyítva más a helyzet, az előbbieket ásványi összetétele és szemcsearánya sok esetben lényegesen eltér a tetőcseréptől. Ez az eltérés lehetővé teszi a téglá — a tetőcserép szokásos égetési hőmérsékleténél — 200 °C-kal magasabb égetési hőmérsékletet. A magasabb égetési hőmérséklet következtében kedvezőbb lesz a masszakomponensek egymáshoz kötődése [4].

Az esseni kutató intézetben vizsgálták a különböző ásványi alkotók hatását gyengén fagyálló, sovány és jól fagyálló képlékeny masszákra. A vizsgálatok eredményeit a 2. és 3. táblázatban foglaltuk össze.

Megállapítható, hogy a sovány és a nagy agyagásvány-tartalmú masszák esetében az ásványi adalékok hatása nem minden esetben azonos mértékű és jellegű.

Sovány agyagok esetén s montmorillonit, illit és a fireclay-kaolinit adagolás nagymértékben növeli a massa fagyállóságát, képlékeny massa esetében a montmorillonit és illit adagolás csak kismértékben növeli, s fireclay-kaolinit adagolás pedig rontja a termék fagyállóságát.

A szericit és földpát adagolás gyakorlatilag fagyállóság csökkentő hatású.

A kalcit és a homok hatása változó, de hatásuk nem lényeges.

## 4. A fagyállóságot javító technológiai feltételek

A technológiai berendezések fejlesztése, a fajlagos beruházási költségek csökkentése, a fajlagos mutatók részben erőltetett csökkentése, az üzemek kapacitásának növelése következtében a korszerűnek nevezett égetett agyag falazóelem gyárakban nagymértékben — sok esetben a termék minőségének rovására — megváltozott a megmunkálás módja, megnőtt a szárítás és égetés sebessége, csökkent az égetési hő-

## Adalékanyagok hatása a textúraképződésre és a fagyállóságra

Az adalékanyag jellemzője	Az adalékanyag jellemzése	Hatása a textúrára	Hatása fagyállóságra	Adalékanyag
Szemcseméret	Finom 0,06 – 1,5 mm Közepes 0,2 – 1,2 mm Durva 0,8 – 5,0 mm	Kismérvű textúra-csökkentés	±0 ±0 +1	Minden durva felületű adalékanyag
Szemcsealak	Kerek szemcse	Erős textúra-csökkentés	-2	-
	Zömök (kőbős) szemcse		±0	Homok, tégláőrlemény, salak, gázzilikát, fűrészpor
	Szilánkos, fogazott felületű szemcse		+2	Duzzasztott agyagkavics őrlemény, habüveg
Szemcsefelület	Síma	Textúra csökkentés	-2	Duzzasztott agyagkavics, habüveg, salak, fűrészpor
	Durva		±0	Gázzilikát, tégláőrlemény
Szemcse tömörség	Tömör	Textúra csökkentés	+1	Duzzasztott agyagkavics őrl. homok, salak, üreges üveg
	Porózus		±0	Gázzilikát, tégláőrlemény
	Üreges		±1	Habüveg, fűrészpor, kisszemcséjű agyagkavics
Összetétel	Felülete az égetési hőmérsékleten mineralizátor hatású	Textúra csökkentés	+1	Tégláőrlemény
	Felülete az égetési hőmérsékleten kémiaileg ható		+2	Olvadékok

2. táblázat

## Ásványi adalék hatása a gyengén fagyálló, sovány agyagmasszára

	Massza jele	F [8]				E [9], S [13]		G [9]	
	Massza jellege	Nagy földpát tartalmú				Mészszegény burkolótégla agyag		Tetőcserép agyag	
		Adalék %	Hatás	Adalék %	Hatás	Adalék %	Hatás	Adalék %	Hatás
	Montmorillonit	15	++				15	++	
	Fireclay-Kaolinit	15	+	30	++	20	++	30	++
	Illit	15	+	30	++	20	++	30	++
	Szericit	15	-	30	0			30	-
++ fagyállóság nagymértékben nő	Kalcit	12	0	24	0	2)	+	24	0
+ fagyállóság kismértékben nő	Vörösiszap								
- fagyállóság kismértékben csökken	Kvarc (homok)	10	+	20	0			20	0
0 fagyállóság nem változik lényegesen	Földpát					10	-		
	Tufa					10	0		

3. táblázat

Ásványi adalék hatása a fagyálló, képlékeny agyagmasszára

Massza jele	G [8]				F [9], M [13]		H [9]	
Massza jellege	Nagy agyagás-ványtartalmú				Burkoló-tégla-agyag-mészart.		Tetőcserep-agyag	
	Adalék %	Hatás	Adalék %	Hatás	Adalék %	Hatás	Adalék %	Hatás
Montmorillonit	15	+					14	+
Fireclay-kaolinit	15	-	30	=	20	-	30	-
Illit	15	+	30	+	20	++	30	+
Szericit	15	-	30	-			30	-
Kalcit	12	=	24	0			24	0
Vörösiszap								
Kvarc (homok)	10	0	20	-	10	=	20	0
Földpát					10	=		
Tufa					10	-		

++ fagyállóság nagymértékben nő  
 - fagyállóság kicsimértékben nő  
 0 fagyállóság nem változik lényegesen  
 - fagyállóság kismértékben csökken  
 = fagyállóság nagymértékben csökken

4. táblázat

A technológiaváltozás hatása a termékre

Régebbi technológia	Újabb technológia	Újabb technológia hatása
Szelektív bányaművelés	Átlagminőségű agyag kitermelés, megmunkálás	Agyag-minőség romlás
Agyag-, masszapihentetés (teletetés, maukolás)	Korábban elmaradt, újabban eltérő módon alkalmazzák	Massza-minőség csökken
Technológiai sor	Nincs meg a teljesítmény azonosság, elérésére csökkentették a megmunkálás mértékét	Nem kellő a megmunkálás, massa-minőség romlás
Sajtolás kis teljesítményű, kis szalagssebességű csigaprésel, vákuum nélkül	Nagy teljesítményű, nagy szalagssebességű csigaprés Massza minőségének nem megfelelő vákuum alkalmazása	Fokozott struktúra-, textúra képződés, belső feszültség növekedés, pórusszerkezet megváltozása
Aránylag nagy megmunkálási nedvesség	Megmunkálási nedvesség csökkentése	Termékben a pórusméret- és -szerkezet megváltozása
Szárítás szabad- és nagytérszárítóban	Szárítás kamrás- és alagútszárítóban, a szárítás sebesség növelése	Belső feszültség növekedése, pórusszerkezet megváltozása, fokozott repedés
Égetés körkemencében	Áttérés két tűzre, tűzsebesség növelés, égetési hőmérséklet csökkentés	Egyenlőtlen égetés, pórusszerkezet megváltozása, égetési repedés
Égetés alagútkemencében	Tűzsebesség növelés, égetési hőmérséklet csökkentés	
Ritka rakás kemencében	Tömör egységakat képezés	Egyenlőtlen égetés, égetési repedés, fajlagos hőenergia igény növelés

mérséklet. Az újabb technológiákat és ezek hatását a gyártmány minőségére a 4. táblázatban vázoljuk. A minőségváltozás hatása elsősorban a homlokzati-, burkolótéglák fagyállóságcsökkenése volt.

A fejlett építőanyag gyártási technológiát alkalmazó országok pár éve keresik a minőségváltozás okait és a minőség, a fagyállóságjavítás lehetőségeit. Piltz és Schmidt vizsgálták azokat a technológiai szempontokat, amelyek segítségével a megfelelő vagy megközelítőleg megfelelő szemcse- és ásványi összetételű nyersanyag vagy masszakeverék esetében is javítható a termék fagyállósága.

4.1. Az anyagkitermelés és a megmunkálás folyamán — a termék fagyállóságának növelése céljából — az agyagtelepülés jellegétől, az agyagminőség és a masszakomponensek minőségétől függően figyelembe veendő szempontok [5, 6, 7]:

- az agyagkitermelés folyamán lehetőleg a nyersanyagok kívánt arányú kitermelése és keverése,
- az agyag- és masszakomponensek keverési arányának betartása,
- keverő-hányó alkalmazása, vízszintes terítéssel és függőleges kitérővel, vagy
- a masszakomponensek önálló adagolóberendezéssel történő adagolása,
- intenzív agyagapritás, feltárás, jó homogenizálás, formázásra kész massa pihentetése.

Korábbi közleményünkben [1] említettük, hogy az essen Intézetben és a SZIKKTI-ben végzett mérések szerint a megmunkálás hatására nő a massa 2  $\mu$ m alatti szemcsetartománya [8, 9] és ezzel nő a massa képlékenysége. Ezért nagyképlékenyséű masszák esetében erre a körülményre figyelemmel kell lenni.

4.2 A csigapréssel végzett sajtolás folyamán — a termék fagyállóságának növelése céljából — a massa minőségtől függően figyelembeveendő szempontok [5, 6, 7, 10]:

- a nagy csigafordulatszám helyett közepes csigafordulatszám alkalmazása, ezzel az agyagszalag sebességének csökkentése,
- a nagyképlékenyséű mézszegény massa esetén puhább massa alkalmazása a sajtolásnál,
- az agyag, illetve massa minőségének megfelelő — előzetes kísérletekkel meghatározott — nagyságú és időtartamú vákuum alkalmazása,
- az agyagszalag teljes keresztmetszetében egyenletes áramlási sebesség,
- feszültségmentes, struktúra és textúramentes termék sajtolása.
- a massa- és préhulladéknak a megmunkáló gép-sor elé történő visszaadagolása.

Korábbi közleményünk 3. táblázatában látható, hogy az NSZK-ban az agyagoknak, illetve üzemi masszáknak — a függőleges üregű elemek esetében — két típusa van: a kb. 4–6 és a 6–9% lineáris száradási zsugorodású illetve kb. 18–25 és 24–33% megmunkálási nedvességtartalmú anyagok, masszák. A kevésbé képlékeny masszát vákuummal, a nagyobb képlékenyséű masszát vákuum nélkül sajtolják.

A vákuum hatása az agyagtípusoktól is függ. De még jól vákuumozható masszák esetében is fontos az egyenletes vákuumozás. A prés vákuumkamrájának egyenlőtlen töltése, a gyakori présleállítás következtében a massa hosszabb-rövidebb ideig van a vákuum hatásának kitéve. Textúra képződést okozhat a prés-massa magas hőmérséklete is, mert a vákuumkamrában a nagy vákuum hatására a masszában levő víz elérheti a forrás-hőmérsékletét és a vízgőz egy része lecsapódhat a hidegebb masszarészek felületén, ami textúraképződést okozhat.

4.3 A szárítás folyamán — a termék fagyállóságának növelése céljából — a masszaminőségtől és a termék jellegétől függően figyelembeveendő szempontok [5, 6, 7]:

- a sajtoló termék anyagának, nedvességtartalmának és méretének megfelelő szárítási sebesség alkalmazása,
- a szárítási feszültség- és szárítási repedésmentes szárítás,
- egyenletes szárítás biztosítása,
- tökéletes száraz áru továbbítása,
- a nedvesség reabszorpció elkerülése reabszorpcióra érzékeny massa esetében.

4.4 Az égetés folyamán — a termék fagyállóságának növelése céljából — a masszaminőségtől és a termék jellegétől függően figyelembeveendő szempontok [2, 5, 7, 11]:

- a massa organikusanyag tartalmát és a kémiai reakciókat figyelembevevő felfűtési sebesség alkalmazása a redukációs mag, felfűvődés, leválás elkerülésére,
- az égetési hőmérséklet növelése, hogy az közelítse meg a massa deformációs hőmérsékletét,
- a hőtartási idő növelése,
- olyan masszakeverék biztosítása, amelynek aránylag nagy a zsugorodási hőmérséklet-tartománya,
- megfelelő kemence atmoszféra biztosítása,
- az égetési hőmérsékleten terhelés alatt deformálódó termék esetén a rakatmagasság csökkentése megfelelő kemence keresztmetszet alkalmazásával,
- hülési repedés elkerülése.

A hőtartási idő és az égetési hőmérséklet megválasztásának szempontja még, hogy a termék *telítési-értéke* (Sättigungwert) 0,75 alatt legyen. A hosszabb hőtartási idő előnye még, hogy a kemencehőmérséklet kiegyenlítődik és egyenletesen égetett árut kapunk.

A dániai Hammersholt-i téglagyárban — 16 órás 100 °C-ig történő előmelegítés után — 1080 °C hőmérsékleten 10 órás hőtartás mellett az égetési idő 80 óra.

Az égetési hőmérséklet megválasztásánál figyelembe kell venni, hogy az ásványi adalékok megváltoztatják az agyag optimális égetési paramétereit.

Vizsgálatok szerint az égetés hőmérsékletének legalább olyan magasnak kell lennie, hogy a kívánatos reakciók végbemenjenek; ellenkező esetben nem kapunk a légköri hatásoknak ellenálló, időálló terméket.

#### 4.5. A felületkezelés szempontjai

A késztermék esztétikai hatásának és fagyállóságának javítása céljából figyelembeveendő szempontok [5, 6]:

- csapóesőnek kitett épület felületen beépítésre kerülő fagyálló téglá, vagy a gyengébben fagyálló téglá vízfelvétele csökkenthető és ezzel fagyállósága növelhető megfelelő impregnáló anyaggal,
- a termék kipattogzását okozó mészkonkréciók hatástalanítására a késztermék vízbemerítése.

A gyártás folyamán történő felületszínézésnél a termék fagyállóságának biztosítása céljából figyelembeveendő szempontok [5, 6]:

- fényes angobot a felület pórusainak lezárása miatt mellőzni kell,
- az angobozott felület porozitását biztosítani kell,
- a felhordás folyamán az angobszuszpenzió sűrűsége kicsi legyen,
- az angob hőtágulási együtthatója lehetőleg a termék hőtágulási együtthatójával azonos nagyságú legyen.

#### 5. Összefoglalás

A homlokzati- és burkolótéglák egyik legfontosabb követelménye a fagyállóság, amely különféle adalékanyagokkal és megfelelő gyártástechnológiával javítható.

Adalékanyagként az agyagásványtartalmú nyersanyagok (főleg a fireclay, kaolinit típusúak) a legmegfelelőbbek, s a fokozott fagyállóság 32–43% agyagásványtartalmú massa esetén érhető el. Adalékanyagként ritkábban legfeljebb 15% mennyiségben soványító anyagok is alkalmazhatók.

A fagyállóságot javító technológiai feltételek közül a megfelelő agyagapritás, -feltárás, -homogenizálás, textúra és struktúra mentes formázás, kéméletes szárítás és megfelelő égetési technológia szükséges.

A fagyállóság javításában jelentős szerepe van az égetési hőmérséklet és a hőtartási idő növelésének, az égetési sebesség csökkentésének, valamint megfelelő kemenceatmoszféra biztosításának a téglá kellő tömörségének és szilárdságának elérése céljából.

#### IRODALOM

- [1] *Mattyasovszky-Zsolnay, T. – Bálint, P.*: Homlokzati- és burkolótéglák. A gyártásra felhasznált agyagok minősége, Építőanyag, 1985. 5. 133.
- [2] *Albert, J.*: A téglá- és tetőcserép fagyállóságát és víztartóképeségét befolyásoló tényezők ÉaKKI 14. sz. jelentése 1955.
- [3] *Grätz, R.*: Veränderung des Ziegelscherbens durch Zuschlagstoffe, Zerkleinerung und Evakuierung Ziegeleitechnisches Jahrbuch 1974. 227. Bauverlag GmbH. Wiesbaden
- [4] *Schmidt, H. – Piltz, G.*: Über die Erhöhung der Frostfestigkeit von Dachziegeln und Verblendern Ziegelindustrie International 1977. 10. 458.
- [5] *Piltz, G. – Schmidt, H.*: Beziehungen zwischen Massezusammensetzung und Frostfestigkeit Ziegeleitechnisches Jahrbuch 1973. 254. Bauverlag GmbH. Wiesbaden

- [6] *Schmidt, H.*: Möglichkeiten zur Verbesserung der Frostwiderstandsfestigkeit von Verblendern und Dachziegeln Ziegeleitechnisches Jahrbuch 1982. 52. Bauverlag GmbH. Wiesbaden
- [7] *Piltz, G.*: Regeln zur Sicherung der Frostbeständigkeit von Dachziegeln Die Ziegelindustrie 1974. 10. 408.
- [8] *Schmidt, H.*: Tabellen und Ablesediagramme Ziegeleitechnisches Jahrbuch 1974. 138. Bauverlag GmbH. Wiesbaden
- [9] *Mattyasovszky-Zsolnay, T.*: Bátaszéki Cserép- és Vázkerámiagyár felülvizsgálata. Az üzemeltetés optimális feltételeinek vizsgálata. SZIKKTI Kutatási Jelentés 1977. február Téma-szám: 9 – 76/75
- [10] *Seifert, B. – Berge, A.*: Ziegleilexikon, Handbuch für die gesamte baukeramische Industrie Sändig Verlag K. – G. Wiesbaden 1954.
- [11] *Albert, J.*: Téglagyagok és felhasználásuk a durva-kerámiaparban Akadémiai Kiadó, Budapest, 1967

*Mattyasovszky Zsolnay Tamás – Bálint Pál: Homlokzati- és burkolótéglák. A fagyállóság javításának feltételei*

A fagyállóság javításának két alapvető feltétele van: a nyersanyag illetve a massa megfelelő ásványi- és szemcseösszetétele, valamint a megfelelő gyártástechnológia. A kívánt ásványi- és szemcseösszetétel szükség esetén adalékanyagokkal is elérhető. A gyártástechnológiai feltételek között jelentős szerepe van az égetési hőmérséklet és a hőtartási idő megfelelő növelésének az égetési sebesség egyidejű csökkentése mellett.

*Матъясовский, Ж. Т., Балит, П.: Фасадные и облицовочные кирпичи. Предпосылки повышения морозостойкости*

Имеется две основные возможности повышения морозостойкости: соответствующий минералогический и зерновой состав сырьевых материалов и их смесей, а также соответствующая технология производства. Желательные минералогический и зерновой составы могут быть установлены путем использования соответствующих добавок. Среди предпосылок, связанных с технологией производства, значительную роль играют температура обжига и время выдержки при этой температуре, повышение которых с одновременным снижением скорости обжига приводит к улучшению морозостойкости.

*Mattyasovszky-Zsolnay, Tamás – Bálint, Pál: Fassaden- und Verblendziegel. Die Bedingungen der Verbesserung der Frostbeständigkeit*

Die Verbesserung der Frostbeständigkeit hat zwei grundlegende Bedingungen: die entsprechende mineralische- und Kornzusammensetzung der Grundstoffe, sowie der Masse und die entsprechende Herstellungstechnologie. Die entsprechende Zuhahme der Brenntemperatur und der Brenndauer haben eine bedeutende Rolle unter den technologischen Bedingungen bei der gleichzeitigen Abnahme der Brenngeschwindigkeit.

*Mattyasovszky-Zsolnay, Tamás – Bálint, Pál: Facade and Walling Bricks – How to Improve their Frost Resistance*

The two basic factors to answer the title question are: body (mineralogical and granulometric composition) and manufacturing technology. The first can be adjusted by additives, if necessary, while the second can be improved by increasing firing temperature and soaking time at top temperature, with the simultaneous decrease of heating rate.



# Kádkemencék olvasztástechnológiai folyamatai

## és vizsgálati lehetőségeik

### I. Az üvegolvasztás technológiai folyamatai, értékelési és vizsgálati módszereik összefoglalása

PÁDÁR JÓZSEF\*—HORVÁTH ZSOLT\*

\* Üvegipari Művek Kutató Intézete, Budapest

\*\* Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet, Budapest

#### Bevezetés

Az olvasztás az üvegyártás legenergiaigényesebb folyamata, amely egyben az üvegyártás műszaki és gazdasági eredményességét is alapvetően meghatározza. A hagyományos lángtüzelésű kemencék fejlesztése az elmúlt évtizedekben a fejlett ipari országokban elért olyan szintet, hogy attól további előrelépés már nem — vagy legalábbis csak kis mértékben — várható. Ugyanakkor megállapíthatjuk, hogy a kemencékben az olvasztásra felhasznált energia többszöröse az üveg megolvasztásához szükséges elméleti hőmennyiségnek, mint azt KRÖGER [1] általános üvegösszetételekre vonatkozó elméleti olvasztáshő számításai mutatják (1. táblázat). A hazai öblösüvegyártás teljes energiaszükséglete átlagosan 5,8–8,0 MJ/kg olvadt üveg, a nemzetközi szinten élenjáró értékek pedig 4,5–5 MJ/kg o. ü. értékek között vannak.

Mind az elméleti, mind a kiemelkedő nemzetközi gyakorlati fajlagos értékek jelzik a legfejlettebb hazai olvasztástechnikák viszonylag mérsékelt, abszolút és relatív képességeit. Ez az összehasonlítás önmagában is indokolja az olvasztási folyamatok mind teljesebb feltárására irányuló erőfeszítéseket, különös tekintettel a meglévő berendezések korszerűsítésére, illetve az alapjaiban új olvasztástechnikai eljárások kidolgozására.

A témával összefüggésben az alábbiakban egyrészt képet kívánunk adni a kádkemencékben lejátszódó alapvető olvasztástechnológiai folyamatokról és azok jelentőségéről, másrészt összefoglaljuk a kapcsolódó vizsgálati lehetőségeket s ezen belül — közleményünk második részében — részletesen foglalkozunk a modellezési eljárások ismertetésével.

1. táblázat

Az általános összetételre vonatkozó adatok KRÖGER szerint

Üvegtípus	Reakcióhő (MJ/kg üveg)	Teljes hőigény 1200 °C-on (MJ/kg üveg)	Teljes hőigény 1500 °C-on (MJ/kg üveg)
Öblösüveg	0,473	2,123	2,613
Síküveg	0,703	2,412	2,935
Boroszilikát üveg	0,410	1,825	2,248

#### 1. Az üvegolvasztás folyamatainak elméleti áttekintése

##### 1.1. Az üvegolvasztás szakaszai

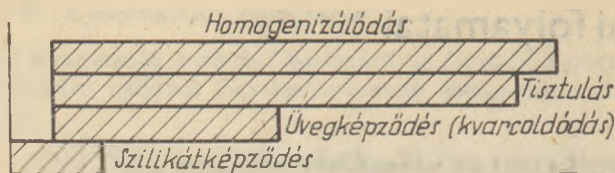
##### 1.1.1. Az olvasztókemence részegységeinek funkciói

Folyamatos üzemű üvegolvasztó kádkemencék egyes konstrukciós részegységei különböző feladatot látnak el. Az olvasztókád szerepe a beadagolt keverék megolvasztása és egy kémiaiilag homogén, buborékmentes üvegolvadék szállítása a munkakádba (vagy kidolgozóterbe) az átfolyón keresztül. Az átfolyó, amelybe már nem a maximális olvasztási hőmérsékleten kerül az olvadék, mint egy hűtő, tovább csökkenti a benne átáramló üvegolvadék hőmérsékletét, és így juttatja a munkakádba, aminek a feladata az üveg termikus homogenizálása kevéssel a kidolgozási hőmérséklet felett. Így lehetséges pl. öblösüvegyártás esetén a feedereken a kidolgozási hőmérséklet pontos beállítása és az üvegnek ezen a hőmérsékleten történő megfelelő termikus homogenizálása, ami a kidolgozás, illetve formázás egyik alapvető feltétele. Hagományos lángtüzelésű kemencék esetén a kemencéhez kapcsolódó hővisszanyerő (regenerátor vagy rekupe-rátor) feladata a füstgázzal távozó hő hasznosítása a tüzeléshez szükséges égési levegő előmelegítésére.

Az olvasztás energetikai gazdaságosságára és a végtermék minőségére a fentiek közül legjelentősebb hatása az olvasztókádnak van. Ezért a továbbiakban csak az olvasztókádban lejátszódó folyamatokat vizsgáljuk. Ezek:

- szilikátképződés,
- üvegeképződés (kvarcoldódás),
- tisztulás,
- homogenizálódás.

A szilikátképződés azokat a reakciókat, átalakulásokat foglalja magában, amelyek során a nyersanyagkeverék folyamatos felmelegedése közben szilikátok olvadéka alakul ki. Ez az olvadék azonban még kémiaiilag inhomogén, valamint buborékokat és oldatlan részeket (elsősorban kvarcszemcséket) tartalmaz. Az üvegeképződés alatt ezek az oldatlan kvarcszemcsék feloldódnak az olvadékban. Ezért szokás ezt a részfolyamatot a maradék kvarc oldódásának is nevezni. A tisztulás feladata az olvadékban levő buborékok eltávolítása. A homogenizálódás alatt a belső inhomogenitások diffúzió és konvekció útján történő kiegyenlítődéset értjük, úgy, hogy az átfolyóba már buborékmentes, kémiaiilag homogén olvadék kerüljön [2].



1. ábra. Az üvegolvasztás részfolyamatainak lejátszódása az idő függvényében HINZ szerint

Az egyes részfolyamatok időigényét és időbeli lejátszódását HINZ [3] szerint az 1. ábra mutatja.

Az üveg minősége és a fajlagos energiafelhasználás szempontjából elsősorban a tisztulásnak és homogenizálódásnak van nagy jelentősége, ugyanis ezeknek a leghosszabb az időigényük, és így az olvasztási idő is elsősorban ezek lerövidítésével csökkenthető. A továbbiakban ezért részletesebben foglalkozunk ezekkel a részfolyamatokkal.

Az üvegolvasztás folyamatának vizsgálata során nem elemzünk olyan jelenségeket, mint a porzás és az elpárolgás (ami szintén inhomogenitásokat okoz az üvegolvadékban, továbbá a felépítmény és a hővisszanyerő kamra szennyeződéséhez, korróziójához, valamint környezetszennyezéshez vezet [4], habképződés az olvadékfelszínen, tűzállóanyag korróziója, beoldódása stb.

### 1.1.2. Szilikátképződés és kvarc oldódás

A szilikátképződési részfolyamat maga is egy összetett folyamat. Számos fizikai és kémiai reakció, átalakulás játszódik le, miközben a beadagolt nyersanyagkeverék fokozatosan felmelegszik. A beadagolt nyersanyagkeverék hővezetőképessége  $0,2-1,5 \text{ W/mK}$  körüli, míg a benne levő légzárványok miatt – amelyek hővezetőképessége körülbelül  $0,03 \text{ W/mK}$  – az egész keverék együttes hővezetőképessége  $0,1-0,2 \text{ W/mK}$ . [2] Emiatt a nyersanyagkeverék jó hőszigetelő, benne nagy hőmérsékleti gradiensek alakulnak ki. Ez egyben megszabja a felmelegedés ütemét, és a keverékben lejátszódó reakciók kinetikáját is. Mivel a felmelegedés lassú, így a reakciók is viszonylag lassan mennek végbe. A szilikátképződési reakciókra, a beoldódás gyorsaságára tehát a keverékben kialakult hőmérsékleteloszlásnak van döntő szerepe. Tradicionális lángtüzelésű kemencék esetére FUHRMANN [5], elektromos fűtésű kemencék esetére pedig SCHILL [6] és OBERST [7] készítettek matematikai modellt a keverék beoldódására, valamint a keverékben belüli hőmérsékleteloszlás meghatározására. A keverékek beoldódásának sebességét különböző hőátadási viszonyok mellett, valamint a granulált keverék beoldódási viszonyait DANIELS [8] fizikai modell kísérletekkel vizsgálta.

Alkáli-alkaliföldfém üvegek esetén a teljes  $\text{SiO}_2$  mennyiségnek kb.  $70-90\%$ -a használandó fel a szilikátképződés során, a visszamaradt  $\text{SiO}_2$  kristályos kvarcsemese formájában van jelen az olvadékban [2]. Ezeknek az szemecskének a kvarc oldódás során kell feloldódnuk az üvegolvadékban. Az egyes oldódó kvarcsemesék mérete egymáshoz való távolságukhoz képest elhanyagolhatóan kicsi, ezért egymást nem zavarva oldódnak fel. A feloldódás akkor tekinthető befejezettnek, ha a legnagyobb szemese is fel-

oldódott. Ebből is látszik, hogy a feloldódás mértéke nem a visszamaradó szemcsék össz tömegétől, hanem méretétől függ. A kvarc oldódást tehát segíti a minél finomabb frakciójú és egyenletes szemcseméret-eloszlású homok alkalmazása. (A túl finom frakciókat viszont kerülni kell, mert ezek a tisztulás során a fázishatárokon a gázkiválást segítik, és a sok apró buborék képződésével a tisztulást gátolják.) Tapasztalat szerint a visszamaradt kvarcsemesék feloldódási ideje arányos a szemcseméret négyzetével, és fordítottan arányos a diffúzitívással [4]. Az áramló olvadékban a sebességgradiens is gyorsítja a beoldódást.

A kvarc oldódás befejeztével ún. „nyersolvadékok” kapunk, amely még buborékokat, valamint kémiaiailag inhomogén részeket tartalmaz.

### 1.1.3. Tisztulás

Az olvadékban levő buborékok elsősorban a nyersanyagkeverékből, a szilikátképződési reakciók során fejlődött gázokból és a keverék nedvességtartalmából kerülnek az olvadékba. Cél ezeknek a buborékoknak az eltávolítása, ami elsősorban az olvadékfelszínre történő felemelkedéssel és részben az olvadékban történő feloldódással (reszorpció) történhet.

Az olvadékban a gázbuborékok felszállási sebessége – a Stokes képlet szerint – arányos az olvadék sűrűségével és a gázbuborék sugarának négyzetével, valamint fordítottan arányos az olvadék viszkozitásával. Innen látszik, hogy a hőmérséklet növelésével az olvadék sűrűsége csak kis mértékben, viszkozitása viszont nagyon erősen csökken, a buborék térfogata erősen nő, így a buborék felszállási sebessége is gyorsan nő, hamarabb tud a buborék eltávolítani az olvadékból. A magasabb hőmérsékleten történő olvasztás tehát a fent leírtak miatt a tisztulási időt csökkenti. A nyersanyagkeverékhez adagolt tisztulást segítő adalékanyagok általában úgy hatnak, hogy magas hőmérsékleten hirtelen nagy mennyiségű gázképződést eredményeznek az olvadékban. Ezek nagy buborékokat alkotnak, amelyek viszonylag gyorsan fel tudnak szállni az olvadékban, és felszállás közben „magukkal ragadják” az útjukba kerülő kisebb buborékokat, amelyek különben sokkal lassabban vagy egyáltalán nem kerültek volna felszínre. A különböző tisztulást segítő adalékanyagokról és hatási mechanizmusokról NÖLLE [2] ad áttekintést.

A tisztulást az olvadék áramlása is befolyásolja. A gyakorlatban a folyadék áramlásának fokozására különböző módszereket (keverés, buborékolgatás...) is alkalmaznak. A megfelelően beállított áramlási kép lerövidíti azt az utat, amelyet a buboréknak meg kell tenni az olvadékfelszínre való jutáshoz, így gyorsítja a tisztulást.

A buborék mérete egy egyensúlyi folyamat eredményeképpen jön létre. Az egyes buborékban megtalálható gázok elsősorban a  $\text{CO}_2$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ . A buborék gáztartalmát a buborékban levő és az olvadékban oldott gázok parciális nyomásainak egyensúlya szabja meg. A buborékban levő gáz nyomását a kemence tűzterének atmoszferikus nyomása, a buborék fölött levő olvadékoszlop hidrosztatikai nyomása és a buborék-olvadék fázishatár felületi feszültségéből származó nyomás határozzák meg. Az egyes gázkom-

ponensek parciális nyomása pedig ezen túlmenően a buborékban a gázkomponensek molarányától függ. A fenti összefüggést az (1) képlet írja le [9]:

$$\sum_{i=1}^n P_i = P_{at} + \rho \cdot g \cdot h + \frac{2 \cdot \sigma}{r} \quad (1)$$

Az olvadékokban oldott gáz parciális nyomása függ az olvadékokban feloldott gáz mennyiségétől, valamint az olvadékokban a gáz oldhatóságától. Ez erősen hőmérsékletfüggő, és az üvegoldvadékokban a hőmérséklet növelésével a gázok oldhatósága csökken. Ezért az olvasztás során, amíg az olvadék hőmérséklete növekszik, újabb gázfeljődés figyelhető meg. A tisztulás során szükséges, hogy ezek a gázok ne sok apró buborékot alkossanak — ami pl. akkor következik be, ha nagyon sok apró még oldatlan kvarcsemese van jelen az olvadékokban —, hanem a meglévő buborékok méretét növeljék, vagyis kevés nagy buborékot hozzanak létre, amely gyorsan el tud távozni.

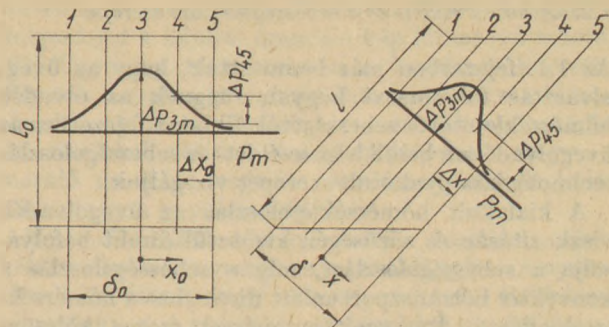
Mivel növekvő hőmérséklettel a gázképződés mindig folytatódik, ezért a gyakorlatban sohasem sikerül olyan állapotot elérni, hogy az olvadék teljesen buborékmentes legyen oly módon, hogy az összes buborék az olvadékfelületen keresztül eltávozik. Az olvadék viszont az átfolyóba már a maximális olvasztási hőmérsékletnél alacsonyabb hőmérsékleten kerül, majd az átfolyóban és a munkakádban tovább hűl a kidolgozási hőmérsékletéhez közeli hőmérsékletre, mialatt a gázok oldhatósága a hőmérséklet csökkenése miatt ismét megnő, s így a buborékok újra fel tudnak oldódni az olvadékokban (reszorbcio). Természetesen erre csak a megfelelően kis buborékok képesek, amelyek sugara egy bizonyos kritikus sugárnál kisebb. Ha ennél nagyobb méretű buborék kerül az átfolyóba, akkor az a lehűlés során nem tud teljes mértékben reszorbeálódni, és a kész üvegben is megmarad, s ekkor az üveg „hólyagos” lesz.

Az üvegoldvadékokban a buborékok képződésének feltételeit és összetételeit MULFINGER [10, 11] vizsgálta laboratóriumi és üzemi körülmények között végzett mérésekkel. NEMEC és MÜHLBAUER [9] a buborék méretének változására, összetételének meghatározására és a tisztulási idő számítására, KRÄMER [12, 13] pedig a buborék méretének változására, a gázdifúzió sebességére vezetett le számítási eljárást.

#### 1.1.4. Homogenizálódás

A kész üvegtermékekben gyakran találunk szál vagy rétegszerű inhomogenitásokat, u.n. slireket vagy huzalosságokat, amelyek optikai és egyéb fizikai tulajdonságaik alapján jól elkülöníthetők az alapüvegtől. Ezek az inhomogenitások az üvegoldvasztás folyamatában a nem megfelelő homogenizálódás következményei. Ezek a huzalosságok úgy keletkeznek, hogy az olvadékok belül valamilyen olvadék komponens (pl.  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) lokálisan feldúsul, majd a lamináris áramlás a sebességgradiensnek megfelelő mértékben ezt széthúzza szál, vagy ha nagyobb területen helyezkedett el, szalag formájában [2].

A homogenizálódás során ezek a kémiai inhomogenitások — huzalosságok és csomósodások (valamelyik komponens helyi feldúsulása) — kiegyenlítődnek, és egy kémiailag homogén üvegoldvadék alakul ki. Eza



2. ábra. A slirdeformáció hatása a koncentráció-eloszlásra RHIEL [15] szerint

Jelölések:  $l$  — slir hossza,  $\sigma$  — slir szélesség,  $\rho$  — koncentráció,  $x$  — rétegvastagság,  $\rho_m$  — környezeti koncentráció átlagérték az olvadékokban,  $\rho_i$  ( $i = 1, 2, 3, 4, 5$ ) — az  $i$  helyen a konc. értéke

folyamat konvekció és diffúzió útján történik. Ennek megfelelően az  $i$ -dek komponens koncentrációjának változását a (2) egyenlet írja le [14]:

$$\frac{\partial c_i}{\partial t} = D_i \cdot \nabla^2 c_i - v \cdot \nabla c_i \quad (2)$$

Az egyes komponensek diffúziós állandója erősen hőmérsékletfüggő, és a hőmérséklet növekedésével nő. A diffúzióval történő koncentráció kiegyenlítés sebessége tehát növelhető a diffúziós együttható növelésével, úgy, hogy a hőmérséklet növekszik, valamint a koncentráció-gradiens növelésével úgy, hogy a sebességgradiens növelésével felgyorsul a slirek képződése, és ezek a slirek egyre vékonyabbak lesznek, és megnövekszik a slir hosszára merőleges irányban a koncentrációgradiens. (Ez utóbbi folyamat a 2. ábrán látható szemléletesen. [15]) Ebből is látszik, hogy a homogenizálódás nem csak az olvadék áramlási sebességétől, hanem sebességgradiensétől is függ. A megfelelő áramlási kép kialakítása tehát nagyban befolyásolja a homogenizálódás mértékét.

A hőmérséklet növelése és maga a hőmérséklet-eloszlás a kemencében szintén döntően befolyásolja mind a diffúziót, mind a kialakult sebességeloszlást. A hőmérséklet növelése így jelentősen lerövidíti a benttartózkodási időt, pl. kb.  $50^\circ\text{C}$ -os hőmérséklet-növeléssel a szükséges benttartózkodási időt a felére lehetne csökkenteni [4].

A homogenizálódás folyamata már a tisztulás folyamatával egyidőben elkezdődik, sőt magának a tisztulásnak is van homogenizáló, azaz keverő hatása, a felszálló buborékok ugyanis kényszerkonvekciót hoznak létre. A buborékok közvetlen közelében nagy sebességgradiens alakul ki, minden felszálló buborék egy „szálat” húz maga után, miközben áthalad különböző rétegeken. Így a buborékok felszállásuk során erőteljes keverő hatást fejtenek ki. Hasonló keverő hatása van a kemencébe fúvatott levegőnek (bubbling) is [2].

A diffúzióval és az áramlásnak a homogenizálódásra gyakorolt hatására BECKER [16, 17, 18] végzett kísérleteket, valamint COOPER [14] egy számítási eljárást vezetett le a diffúzióval szabályozott keveredés számítására.

## 1.2. A hőmérséklet- és a sebességeloszlás szerepe

Az 1.1. fejezetben már bemutattuk, hogy az üvegolvasztás folyamatai hogyan függenek az olvadékhőmérsékletétől és sebességétől. Ebben a fejezetben az üvegolvadékon belüli hőmérséklet- és sebességeloszlás technológiára gyakorolt szerepét vizsgáljuk.

A kialakult hőmérsékleteloszlás az üvegolvadék viszkozitásán és sűrűségén keresztül direkt befolyásolja a sebességeloszlást, míg a sebességeloszlás a konvektív hőtranszport miatt direkt hat a hőmérsékleteloszlásra. Így ezek egymással szoros kölcsönhatásban vannak, a kemence stacionárius állapotában együttesen állnak be egy egyensúlyi állapotra. Ezért csak együtt lehet őket vizsgálni.

### 1.2.1. A hőmérséklet szerepe

Vizsgáljuk meg a hőmérséklet növelésének hatását az olvasztási technológiára, a kemence energiaháztartására és az üvegolvadékban lezajló folyamatokra nézve [4]:

A hőmérsékletnövelés előnyei:

- a viszkozitás csökkentésével növeli az áramlások sebességét,
- az 1.1. pontban foglaltak miatt gyorsítja a kvarcoldódás, a tisztulás és a homogenizálódás folyamatait,
- ezáltal csökkenti a szükséges benntartózkodási időt,
- így növeli a kemenceteljesítményt.

A hőmérsékletnövelés hátrányai:

- egy bizonyos ponton túl megnő az elpárolgás,
- növeli a tűzállóanyag korróziójának mértékét, és ez az üveg homogenitásának romlásához, esetleg üveghibákhoz vezethet,
- a tűzállóanyag nagyobb termikus igénybevétele miatt más, drágább tűzállóanyagra van szükség,
- csökken a kemence élettartama,
- emelkednek a tüzelési költségek.

### 1.2.2. Az olvadékaáramlás szerepe

Az üvegolvadékban az áramlások két részre, ún. kidolgozási és konvekciós áramlásra bonthatók. A kialakult áramlási kép e két áramlás eredője. A kidolgozási áramlás a folyamatos adagolás és kidolgozás eredményeként, a termikus konvekció az olvadékon belüli eltérő hőmérsékletek következtében kialakuló sűrűség különbségek miatt jön létre. A konvekciós áramlás során ún. hengeráramlások – cirkulációk – alakulnak ki. A kialakult áramlási kép jelentősen függ a kemence terhelésétől, és a kétfajta áramlás egymáshoz viszonyított arányától. A konvekciós áramlásokat szokták bukógát elhelyezésével, buborékoltató (bubbling) vagy elektromos pótűtés alkalmazásával is stabilizálni és intenzifikálni.

Az üvegáramlások szerepe az olvasztási technológiában [19]:

- a szabad olvadékfelszínen felvett hő egy részének a keverékszönyeg alá történő szállítása és ezáltal a keverék beolvasztásának segítése,
- a kvarcoldódási, tisztulási és homogenizálódási folyamatok intenzifikálása megfelelő áramlási profil kialakításával,

– a benntartózkodási idő függvényének szabályozása.

A fentiekben vázoltak alapján belátható, hogy bármely komoly hatékonyságú olvasztástechnikai fejlesztés kiindulópontja az olvadéktér sebesség- és hőmérsékleteloszlásának meghatározása kell legyen, akár új berendezés tervezéséről, akár egy meglévő egység felújításáról van is szó.

## 2. Az olvasztástechnológia hatékonyságának értékelése

Az üvegolvasztási folyamat hatékonyságának növelése, energiaigényének csökkentése empirikus módszerekkel, rutin „fogásokkal” már nem vagy legalábbis nem jelentős mértékben lehetséges. A kemencék konstrukciójának és üzemeltetésének kialakításánál egyre inkább érvényesülni kell a korszerű vizsgálati módszereknek és a matematikai értékelési eljárásoknak. Következésképpen mindinkább törekedni kell az üvegolvasztással kapcsolatos feladatok matematikai megfogalmazására és megoldására.

A kemencék hatékonyságát, gazdaságosságát különféle szempontok alapján értékelhetjük. Fejezzük ki ezeket  $y_i$  ( $i = 1, \dots, n$ )-vel, és értsük ezek alatt a gazdasági és technológiai jellemzőket. Ezek közé tartoznak az olvasztás energiaigénye, az egyes energiavesztések nagysága, a leolvasztott üveg mennyisége, minősége homogenitás, illetve üveghibák szempontjából, valamint az olvasztott üveg fizikai tulajdonságai, a késztermékkel szemben támasztott követelmények stb. Ezeket az  $y_i$  jellemzőket meghatározzák az  $x_j$  ( $j = 1, \dots, m$ ) konstrukciós és operációs változók. Ezek közé tartoznak a kemence alakja, méretei, a kemence egyes részeinek kialakítása, szigetelése, az egyes technológiai és tüzeléstechnikai paraméterek, a nyersanyagkeverék összetétele és tulajdonságai stb. Egy már meglévő, üzemelő kemencén csak az operációs változókat tudjuk változtatni, a konstrukciós változók változtatására csak a következő kemenceátépítés során van mód [20].

Szükséges tehát ismernünk olyan matematikai képleteket, amelyek

$$y_i = f(x_j) \quad (3)$$

formában adják meg az összefüggéseket, és jelzik hogy az üvegolvasztás folyamata során az  $y_i$  technológiai és gazdasági jellemzők miképp függenek az  $x_j$  konstrukciós és operációs változóktól. Ilyen összefüggések ismerete rendkívül fontos új kemencekonstrukciók kialakításánál, új kemencék tervezésénél, illetve a régi kemencék átépítésénél. Szükségesek még ezek az összefüggések a technológiai és energetikai optimum beállítására, valamint alapot adnak a kemence és a teljes olvasztási technológia automatizálására is.

A fenti összefüggések feltárására két alapvető módszer van: a statisztikus és az analitikus eljárás.

A statisztikus eljárás adott technológiával működő kemencéken végzett nagyszámú mérést és azok statisztikus matematikai kiértékelését, majd ennek alapján matematikai összefüggések felállítását jelenti. Ez egy gyakorlatban jól használható, megbízható eljárás. A fenti összefüggések meghatározására a sta-

tisztikus módszernek csak olyan országokban van létjogosultsága, amelynek nagy és fejlett üvegipara van, vagyis minden egyes modern technológiára nagyszámú, jól működő kemence üzemel. Ilyen üvegipara csak kevés országnak van. A statisztikus eljárás további hátrányai: az ezzel az eljárással kapott összefüggések nem használhatók, csak olyan körülmények, feltételek között, amelyek mellett a statisztikus számítások alapját képező méréseket végezték, valamint ezek az összefüggések nem árulnak el semmit az olvasztási folyamatokról.

Az analitikus módszer nyomon követi az egyes üvegolvasztási folyamatokat, és vizsgálja azok változását  $x_j$  változók függvényében, majd tanulmányozza azok hatását  $y_i$  paraméterekre. Így végeredményben nemcsak a fent leírt összefüggéseket kapjuk eredményül, hanem az üvegolvasztás egyes folyamatainak analízisét, magyarázatát is. Természetesen az üvegolvasztási folyamatok összetettsége és bonyolultsága miatt ez egy sokkal nehezebben járható út. Ennek az eljárásnak során a vizsgálatot két részre kell bontani. Az üvegolvasztás során az egyes részfolyamatok egy térbeli hőmérsékleti és áramlási mezőben játszódhatnak. Ezért az első feladat ezeknek a mezőknek a meghatározása  $x_j$  függvényében, majd a második feladat a már ismert hőmérséklet- és sebességeloszlás ismeretében az olvasztási folyamatok nyomonkövetése és következtetések levonása az  $y_i$  paraméterekre.

### 3. Az olvadéktér hőmérséklet- és sebességeloszlásának meghatározása

Üzemelő üvegolvasztó kemencében az olvadék hőmérséklet- és sebességeloszlásának meghatározása történhet direkt és indirekt módszerekkel, míg kemencetervezés során a felépítendő kemencére ugyanez csak indirekt úton határozható meg. Direkt módszer alatt a hőmérsékletek és áramlások üzemi kemencén történő mérését, indirekt módszer alatt pedig ugyanezek modellezés segítségével történő meghatározását értjük.

#### 3.1. Mérések az üzemi kemencén

Az üvegolvadék hőmérsékletének mérése gyári kemencéken többféleképpen történhet. Sok helyen alkalmaznak a kemence boltozatba épített sugárzásmérőket, amelyek az olvadékfelszín hőmérsékletét mérik. Az olvadék belsejének hőmérsékleteloszlása az olvadékba benyúló, megfelelően védett hőelemekkel, azaz mérőszondákkal lehetséges [21].

A kemencében áramló üvegolvadék áramlási mezőjének mérésére is számos módszert használtak, amelyeket a következőképpen csoportosíthatunk [21, 22]:

- mérések úszókkal,
- mérések nyomjelzőkkel,
- benntartózkodási idő mérése,
- kádköveken az eróziós vonalak vizsgálata.

Az úszók segítségével történő vizsgálat elsősorban az olvadékfelszín áramlásának mérésére szolgál, de megfelelő merülő úszók használata lehetővé tette az olvadék belsejében történő áramlás mérését is. [22] Az úszók mozgásának figyelése kemenceperiszkóppal

történik, és megfelelő erősítővel, digitális adatfeldolgozással a felületi áramlási kép láthatóvá tehető. [23] Ugyanígy természetesen a leszakadt keverékszigetek mozgása is regisztrálható, amiből szintén az olvadék felületi áramlásaira következtethetünk. Az úszókkal történő áramlásméréseknek nagy, a merülő úszókkal végzett áramlásméréseknek különösen nagy a pontatlanságuk.

Nyomelemekkel történő direkt áramlási mérés kétféle lehet a nyomelem anyagától függően. A nyomelem lehet izotóp vagy valamilyen kémiai indikátor, színezőanyag. A radioaktív izotópokkal történő áramlásmérés a keverékszőnyeg definiált helyén adagolt pontszerűnek tekinthető, nagy erősségű  $\gamma$ -sugárzó, kis térbeli kiterjedésű izotóppal történik, és ezek detektálását a kemence mellett oldalról és felülről elhelyezett detektorok végzik. Ennek a módszernek is viszonylag nagy a pontatlansága, amelynek okai a következők [22]:

- az olvadékban a diffúzió és homogenizáció miatt a kezdetben pontszerű sugárforrás szétkenődik (ennek kiküszöbölésére 1984-ben az ÜMKI-ben bevezettük a zárt, szét nem kenődő pontforrás alkalmazását, ami javította a mérések megbízhatóságát),
- a  $\gamma$  sugárzás szórása, valamint a detektor nyílászöge miatt a sugárforrás pontos helyének meghatározása nehéz,
- a mérés nehezen reprodukálható, mert alig biztosítható, hogy az izotóp ismételten ugyanarra az áramlási pályára kerüljön,
- a méréseket a kemence közelében nehéz körülmények között kell végezni, így nem mindig lehet a detektorokat és a műszereket megfelelően elhelyezni.

Direkt áramlásmérést színezőanyagokkal úgy hajtottak végre, hogy a keverékhez impulzusszerűen tömény színezőanyagot adagoltak. Amikor a kivételnél a színezőanyag először megjelent, a kemencét gyorsan befagyasztották, majd a kemencében megszilárdult üveget rétegenként eltávolították, és a színeloszlásból következtettek a kemencében az olvadék áramlására. A módszer pontatlanságának az oka, hogy a lehülés során változik az áramlási profil. Továbbá ez az eljárás nem használható a kemence üzemelése közbeni mérésre.

Nyomelemekkel, elsősorban radioaktív izotópokkal a kemencében az üvegolvadék benntartózkodási idő függvénye nagy pontossággal mérhető, és ebből az üvegolvadék áramlására néhány hasznos következtetés vonható le [24, 25, 26]. Levezethető az átlagos benntartózkodási idő, a kemence olvasztóterének térfogatkivhasználási együtthatója (ez az áramlások számára holtterek nagyságáról ad információt), az átlagos benntartózkodási idő relatív szórása, a kemencében kialakult hengeráramlások ciklusideje stb. Ezekből következtetni lehet a kemencében kialakult áramlás jellegére [26], valamint a kemencében maximális áramlási sebesség nagyságára [24]. Ezek a vizsgálatok nagyon hasznos információkat tartalmaznak az áramlások jellegére, a kemencében kialakult áramlási kép összehatására vonatkozóan, de sajnos magára a sebességeloszlásra nem tudunk következtetni belőle.

A kádköveken az eróziós vonalokról, kopások, letörések helyéről, elszíneződésekből is lehet a fal-felület menti áramlásokra következtetni. Pontosabb információ csak rövidebb üzemi periódusban beállt változásról nyerhető, különben a hatásoknak csak az összegét láthatjuk [21]. Ehhez viszont rövidebb üzemi periódusok után le kellene állítani a kemencét, ami a termelés folyamatos üzemét gátolná.

A direkt hőmérséklet- és áramlásmérésekről összefoglalva elmondhatjuk [23]:

- előnye a modellezéssel szemben, hogy nem korlátoznak a matematikai modell elhanyagolásai vagy a fizikai modell nem kielégítő hasonlósági feltételei,
- hátrányai a modellezéssel szemben, hogy nagyon nagy a mérési pontatlanság, különösen az áramlásmérések esetében, valamint nehezen hozzáférhető, nehezen reprodukálhatók a mérések, és néhány módszer a kemence folyamatos üzemét zavarja,
- általában mindegyik mérési módszer nagy anyagi költséggel jár.

### 3.2. Az olvasztókád modellezése

Az olvasztókád modellezésének célja az olvadék sebesség- és hőmérsékleteloszlásának a meghatározása, majd olyan összefüggések levezetése, amelyek leírják, miképp függ a kialakult hőmérsékleti és áramlási mező a kemence konstrukciós és operációs változóitól.

Az üvegolvasztás áramlásának modellezésére – az eddigi gyakorlatot tekintve – három modellezési módszert lehet használni. Ezek:

- matematikai modellezés,
- fizikai modellezés,
- elektromos modellezés.

Mindegyik modellezési módszerben a felsoroltak közül közös, hogy jelenséget leíró differenciálegyenlet-rendszer és peremfeltétel-rendszer felírásából indul ki. A megoldáshoz, vagyis az áramlási és hőmérsékletmező meghatározásához azonban mindegyik módszernél elvileg más-más út vezet. A matematikát tehát mindhárom módszer felhasználja, más-más szinten. A három modellezési módszer részletes ismertetését cikkünk második része tartalmazza.

A modellezés általános előnyei a kemencén történő direkt méréshez képest:

- számos variáció vizsgálhatóságának lehetősége,
- a vizsgálatok reprodukálhatósága,
- nem zavarja az üzemi termelést,
- vizsgálati körülmények sokkal kedvezőbbek,
- viszonylag olcsó,
- a tervezéshez nélkülözhetetlen.

### 4. Az olvasztókádban lejátszódó folyamatok vizsgálata a sebesség- és hőmérsékleteloszlás ismeretében

Számos publikáció jelent meg, amely az – általában modellezés útján meghatározott – sebesség- és hőmérsékleteloszlás ismeretében a kemencében kiala-

kult áramlásokat, valamint a tisztulási és homogenizálódási folyamatokat értékeli.

RHIEL [15, 27] egy kétdimenziós matematikai modellen a keverékszönyeg különböző helyén az olvadékba bevitt definiált méretű buborék méretét és pályáját, valamint definiált inhomogenitás lebontását a különböző áramvonalak mentén vizsgálja. A buborék méretének változására, valamint egy adott áramvonalról való eltávolodására és az inhomogenitás koncentrációváltozásaira vezet le matematikai összefüggéseket. Ilyen módon definiál egy tisztulási és egy homogenizálódási mutatót, amelyet minden egyes áramvonalra alkalmaz. Ezek a mutatók megmondják, hogy az átfolyóba kerülő áramvonalakon áramló olvadékkal kerül-e buborék az átfolyóba, illetve hogy egy inhomogenitás a keverékszönyeg aljától az átfolyóig milyen mértékben bomlott le. Ennek alapján értékeli az egyes kemencéket. SUZUKI, KATO és MISHIMA [28] is kétdimenziós matematikai modellel meghatározott áramlási mezőben vizsgálják RHIEL összefüggései alapján a tisztulást és homogenizálódást.

PIEPER és ROSENTHAL [29] egy fizikai modell segítségével határozták meg a sebesség- és hőmérsékleteloszlást, majd ennek alapján számították a buborékok útját. Kritikus áramvonalnak definiálták azt az áramvonalat, amelyen egy 1 mm-es buborék eltávolodása az áramvonalról minimális. Megállapították, hogy a kritikus áramvonal a legnagyobb sebességű áramvonal. A kritikus áramvonalon az a pont, ahonnan már újabb buborék nem képződik (kritikus pont), a kritikus áramvonalnak a legmagasabb hőmérsékletre tartozó izotermával alkotott metszéspontja. Ennek alapján vizsgálták, hogy egy a kritikus ponttól induló 1 mm-es buborék átfolyóba került-e? Meghatározták továbbá azokat a területeket a kemencében, amelyek  $< 0,1$  mm,  $< 0,5$  mm,  $< 1$  mm és  $\geq 1$  mm méretű buborékokat tartalmaznak, és ennek alapján értékelték, hogy milyen minőségű üvegolvasztás várható a kemencéből való elvételnél. Ilyen módon értékelték különböző kemencéket különböző terhelések mellett. Hasonló elven számították FOJTKOVÁ, SKRIVAN és STEFAN [30] is a buborékok útját elektromos olvasztó kemencékben, ahol az áramlási és hőmérsékleti mezőt két-, illetve háromdimenziós matematikai modellel határozták meg. Ennek alapján tudták a különböző elektromos fűtésű üvegolvasztó kemencéket tisztulás szempontjából értékelni. KRUSZEWSKI [31] és GEROIMENKOVA [32] fizikai modell segítségével határozták meg az áramlási és hőmérsékleti mezőt, valamint az olvadék tisztulás zónájára definiáltak egy tisztulási faktort. Ez a faktor az olvadék tisztulási zónában való tartózkodási idejének, valamint e zóna viszkozitásának az arányát adja meg. Ezt a faktort kemencék optimális beállításához használták.

Üzemelő olvasztó kemencén történő mérések alapján meghatározott sebességmezővel számították a kvarcolódást és homogenizálódást KNAP, KRIVÁNKOVÁ és LORENC [33]. A kvarcolódásra azt a kritériumot állították, hogy a mellékcirkulációba már nem kerülhet odatlan kvarcsemse. Ennek megfelelően azt az áramvonalat definiálták kritikus áramvonalnak, amelyen a kvarcsemse a leggyor-

sabban jut el a keveréktől a forráspontig. A megengedett legnagyobb kidolgozási teljesítmény (kemence-terhelés) tehát az, amely mellett a kritikus áramvonalon a kvarcsemeke a forráspontban még éppen feloldódik. Ennek megfelelően értékelték a kemencéket különböző kidolgozási teljesítmények mellett.

Az ismert sebességeloszlásból az olvadék benntartózkodási idő függvénye is számolható, amiből néhány az olvasztás szempontjából lényeges technológiai és szabályozástechnikai paraméterre is következtethetünk [26, 34]. Az átlagos benntartózkodási időből a kidolgozási teljesítmény ismeretéből meghatározhatjuk a kemence olvasztóterének térfogatkihasználási koefficiensét, az átlagos benntartózkodási idő relatív szórása, valamint a benntartózkodási idő függvényből levezetett néhány hasonló karakterisztikus érték alapján pedig meghatározhatjuk, hogy a kemencében kialakult áramlások közül mennyire dominálnak a hosszirányú, illetve keresztirányú áramlások [26]. A kritikus áramvonal benntartózkodási idejének ( $t_p$ ) és az átlagos benntartózkodási időnek ( $t_g$ ) az aránya az olvasztókemencében a keveredés mértékére, és így az átfolyóba kerülő üveglvadék homogenitására ad információt. Az átfolyóba kerülő olvadék homogenitása annál jobb, minél nagyobb a  $t_p/t_g$  arány, vagyis az áramlás jellege minél jobban közelít a dugóáramláshoz. Lángtüzelésű kemencékben  $t_p/t_g \approx 0,03 - 0,08$  (ez öblösüveget olvasztó kemencékre érvényes), míg elektromos fűtésű kemencékben  $t_p/t_g \approx 0,2 - 0,3$  [34]. Szabályozástechnikai leírás szempontjából lényeges a benntartózkodási idő függvény holtidejének ismerete, valamint, hogy a kemence hány ideális keverő sorbakapcsolásával modellezhető. A benntartózkodási idő függvényének ismeretében ezekre a paraméterekre is következtethetünk.

Számos kísérlet történt eddig már a sebesség- és hőmérsékleteloszlás ismeretében a kemencék értékelésére, ahol az értékelés alapját az átfolyóba kerülő üveglvadék minősége képezi. Hiányzik azonban még az az eljárás, amely ezeket a módszereket általánosítaná, az üveglvadék minőségén túlmenően az energetikai kritériumokat is szem előtt tartva a (3) egyenletnek megfelelő matematikai összefüggések levezetését irányozná elő. Ennek azonban még hosszú kutatómunka a feltétele, de mindenképpen ez lesz a követendő út.

## IRODALOM

- [1] Kröger, C.: *Glastechnische Berichte* 26 (1953), 202–214.
- [2] Nölle, G.: *Technik der Glasherstellung*. VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig (1978).
- [3] Hinz, W.: *Silikate – Grundlagen der Silikatwissenschaft und Silikattechnik*, Band II. VEB Verlag für Bauwesen, Berlin (1971).
- [4] Cable, M.: *Glasteknik Tidskrift* 29 (1974) 11–20.
- [5] Fuhrmann, H.: I. rész: *Glastechnische Berichte* 46 (1973) 201–208. II. rész: *Glastechnische Berichte* 46 (1973) 209–218.
- [6] Schill, P.: I. rész: *Silikaty* 26 (1982), 155–162. II. rész: *Silikaty* 26 (1982), 209–222.
- [7] Oberst, G.: 8. IBAUSIL, Weimar (1982), Konferenciakiadvány; 4. kötet, 48–52. o.
- [8] Daniels, M.: *Glastechnische Berichte* 46 (1973), 40–46.

- [9] Nemeč, L.; Mühlbauer, M.: *Glastechnische Berichte* 54 (1981), 99–108.
- [10] Mulfinger, H. O.: *Glastechnische Berichte* 45 (1972) 238–243.
- [11] Mulfinger, H. O.: *Glastechnische Berichte* 49 (1976) 232–245.
- [12] Krämer, F.: *Glastechnische Berichte* 52 (1979), 43–50.
- [13] Krämer, F.: XIII. ICG, Hamburg (1983), Konferenciakiadvány: *Glastechnische Berichte* 56K (1983), Bd.1. 72–75. o.
- [14] Cooper, A. R.: *Glasteknik Tidskrift*, 28 (1973), 27–33, 42.
- [15] Rhiel, F. F.: *Glastechnische Berichte* 49 (1976), 217–226.
- [16] Becker, H.: *Glastechnische Berichte* 35 (1962), 387–392.
- [17] Becker, H.: *Glastechnische Berichte* 39 (1966), 519–524.
- [18] Becker, H.: *Glastechnische Berichte* 40 (1967), 124–136.
- [19] Stanek, J.: 6. IBAUSIL, Weimar (1976), Konferenciakiadvány, 3. kötet, 203–217. o.
- [20] Hrma, P.: *Sklár a keramik* 31 (1981), 36–40.
- [21] Steinke, G.: *Sprechsaal* 99 (1966), 329–339.
- [22] Zschocher, H.: I. rész: *Silikattechnik* 21 (1970), 97–98. II. rész: *Silikattechnik* 21 (1970), 179–182.
- [23] Voss, H.-J.; Muschick, W.: XIII. ICG, Hamburg (1983), Konferenciakiadvány: *Glastechnische Berichte* 56K (1983), Bd.I., 119–124. o.
- [24] Smrček, J.; Šimunek, J.: *Sprechsaal* 113 (1980), 330–336.
- [25] Zschocher, H.: *Silikattechnik*, 24 (1973), 83–88.
- [26] Zschocher, H.: 5. IBAUSIL, Weimar (1973), Konferenciakiadvány: 671–680. o.
- [27] Rhiel, F. F.: *Glastechnische Berichte* 49 (1976), 251–256.
- [28] Suzuki, J.; Kato, T.; Mishima, M.: XII. ICG, Albuquerque, Konferenciakiadvány: *J. Non-Crystalline Solids* 38 & 39 (1980), 861–866.
- [29] Pieper, H.; Rosenthal, J.: XIII. ICG, Hamburg (1983), Konferenciakiadvány: *Glastechnische Berichte* 56K (1983) Bd.I., 130–135.
- [30] Fojtková, M.; Skriván, M.; Stefan, J.: 7. IBAUSIL, Weimar (1979), Konferenciakiadvány, 4. füzet: 109–114.
- [31] Kruszevski, S.: *Journal of the Society of Glass Technology* 41 (1957), 259–275 T.
- [32] Geroimenkova, L. G.: XI. ICG, Prague (1977), Konferenciakiadvány, 4. kötet: 89–95.
- [33] Knap, M.; Krivánková, D.; Lorenc, J.: XI. ICG, Prague (1977), Konferenciakiadvány, 4. kötet: 377–386.
- [34] Smrček, J.: *Glastechnische Berichte* 57 (1984), 307–310.

## Pádár József – Horváth Zsolt: Kádkemencék olvasztástechnológiai folyamatai és vizsgálati lehetőségeik. I.

Üveglvasztó kemencék tervezéséhez, korszerűsítéséhez, illetve üzemeltetésének fejlesztéséhez szükséges az olvasztókádban lejátszódó olvasztáskinetikai és hidrodinamikai folyamatok ismerete. Ez célkitűzésben magában foglalja az olvasztástechnológia konstrukciós változóktól, tüzeléstechnikai paraméterektől és olvadék tulajdonságoktól való függésének matematikai leírását is.

Az összefüggések feltárásához foglalkozni kell az olvadék képződésének, homogenizálódásának és tisztulásának alapvető kérdéseivel, továbbá az e folyamatok lefutását döntően meghatározó olvadék hőmérsékleteloszlási és áramlási viszonyokkal.

Az üveglvasztás folyamatának vizsgálati lehetőségeit e két fő szakaszban mutatjuk be.

Падар, Й., Хорват, Ж.: Технологические процессы стекловарения в ваннах печах и возможности их исследования, I.

Для проектирования, модернизации и развития эксплуатации стекловаренных печей необходимо изучить

kinetiku процессов стекловарения и их гидродинамику. Поставленная задача включает в себя также и математическое описание зависимости технологии стекловарения от изменяющихся конструкционных данных, параметров техники сжигания топлива и свойств стеклорасплава.

Для выявления этих зависимостей необходимо изучить принципиальные вопросы образования стеклорасплава, его гомогенизацию и осветление, а также температурные распределения и течение расплава, которые являются определяющими с точки зрения прохождения процессов. Возможности испытания процессов стекловарения будут изложены авторами в разбивке на эти две основные стадии.

### Pádár, József – Horváth, Zsolt: Schmelztechnologischer Vorgänge von Wanneöfen und derer Untersuchungsmöglichkeiten. I.

Für die Projektierung, Modernisierung bez. für die Entwicklung des Betriebes von Glasschmelzöfen ist die Kenntnis der in den Schmelzwannen ablaufenden schmelzkinetischen und hydrodynamischen Vorgänge notwendig. Diese Zielsetzung enthält auch die mathematische

Beschreibung der Abhängigkeit der Schmelztechnologie von den Konstruktionsänderungen, feuerungstechnischen Parameter und Schmelzeigenschaften.

Für den Aufschluss dieser Zusammenhänge ist mit den grundlegenden Fragen der Bildung, Homogenisierung, Klärung der Schmelze, ferner mit den – den Ablauf dieser Vorgänge entscheidend beeinflussenden – Temperaturverteilungs- und Strömungsverhältnissen zu beschäftigen.

Die Untersuchungsmöglichkeiten des Schmelzvorganges werden in diesen zwei Phasen dargestellt.

### Pádár, József – Horváth, Zsolt: Melt Technology and Examination Possibilities of Glassmelting Tank Kilns

The knowledge of melting kinetics and flow dynamics taking place in the glassmelting tank is essential for the design of new and updating of existing kilns; this aim includes the mathematical description of melting technology as functions of construction-, firing- and melting property parameters. The two main sections for the development of these equations are the fundamental questions of melt formation, -homogenisation and -refining, and the dynamics (temperature distribution and flow properties) of the melt.

## A világ szilikátiparából

### Növekvő cementimport várható az USA-ban

Több műszaki gazdasági hírben beszámoltunk az USA cementiparában történő változásokról. Az USA számos cementüzeme megszüntette működését, nagyon sok vállalatot pedig külföldi cégek vettek át. Ezzel párhuzamosan jelentősen változott az USA cement külkereskedelme is. Míg 1983-ig az importra csak a hazai termelés kiegészítésül volt szükség. Az USA cementiparában elmulasztott korszerűsítés eredményeképpen egyre versenyképesebb lett a külföldi cement, amit még az erős dollár is segített. Ha az USA cementhelyzetét visszamenőleg vizsgáljuk, 15 év távlatában két cementhiányos évet figyelhetünk meg: 1973-ban 6,7 Mt-t, 1979-ben 9,4 Mt-t importált az USA. 1990-re pedig 12 Mt cementimporttal számolnak az Egyesült Államok hivatalos körei. Az import eredet és rendeltetési hely szerinti megoszlását az alábbi táblázat szemlélteti.

Források	1973	
Kanada		42%
Egyesült Kir.		17%
Bahama szgk.		14%
Norvégia		10%
Spanyolország		5%
	1979	
Kanada		47%
Japán		16%
Egyesült kir.		8%
Spanyolország		6%
Mexikó		6%

Éves összes mennyiség 6,686 Mt  
9,413 Mt

Érdekes megfigyelni az USA cementimportja ingadozásának okait és következményeit. Mikor 1973-ban a felújítások és beruházások elhagyása miatt az első cementhiányos év beköszöntött, számos amerikai betonfelhasználó hosszúlejáratú szerződéssel próbálta megfelelő áron biztosítani cementszükségletét. A második cementhiány a nyugati partján következett be. Külön cementfogadókat létesítettek, hogy onnan közvetlenül szolgálják ki a beton felhasználókat. Az import részben előnyös volt, mert jól egészítette ki a hazai termelést, de részben kedvezőtlen, mert versenyt jelentett.

Az USA cementiparát összehasonlíthatjuk a vas- és acéliparral. A védettség tudatában mindkét ipar némileg elkényelmesedett és versenyhiányában könnyebben ért el eredményeket. A külföldi versenytársak megjelenésére azután a hazai ipar védelemért kiált és protekcionista intézkedéseket követel.

Az USA cementipara tanul az eredményekből, racionalizálják a gyártást, gondosabban takaróskodnak az energiával. Ennek ellenére megmarad a cementpiac ciklikus jellege, és az import változatlanul fontos tényezője marad az USA cementgazdálkodásának, nemcsak mellékes kiegészítő, hanem számottevő haszonszerzési eszközként.

(Industrial Minerals, 1984. november)

### A PPG Industries bővíti nagytisztaságú szilíciumdioxid gyártását

A PPG Industries, az USA legnagyobb precipitált SiO<sub>2</sub> gyártója bejelentette, hogy Lake Charles-ben lévő üzemét

35 M USD költséggel bővíti. A bővítést öt év alatt két lépcsőben hajtják végre. Az első beruházási lépés, amely 1984. októberében fejeződött be 20%-os kapacitásbővítést jelentett és ezzel az üzem háromszorosát termeli az USA bármely egyéb üzeménél. A Lake Charles-i üzem bővítésével egyidejűleg a PPG megszüntette a gyártást a már korszerűtlenné vált Baberton-i (Ohio) gyárában. A korszerűsítési munkák elsősorban gazdaságosabb energiahasznosításra irányulnak. A termelés nagy részét a gumipar kapja, de új alkalmazási területeként számolnak mikropórusos diafragmák készítésével ólomakkumulátorokba.

(Industrial Minerals, 1984. szeptember)

### Ötödik cementgyárat építi Indiában a Krupp-Polysius

A J.P. Rewa Cement Co. New Delhi cég megbízásából 3000 t/nap teljesítményű cementgyárat épít a Krupp-Polysius és a Buckan Wolf Pimpri Puna. A beruházás értéke 70 M DEM és a gyár telephelye a Madhya Pradesh államban fekvő Naubasta település. A beruházás kiviteli munkáit 1985-ben kezdik és a befejezést 1986. közepére tervezik. A főbb berendezések egy db 280 t/h teljesítményű görgőmalom, 12 000 t befogadó képességű multifold siló, 3000 t/nap teljesítményű Prepol AS rendszerű kalcinálókemence, tolórácsos hűtő, 35 t/ó kapacitású széndrőmalom és 2 db 100 t/ó kapacitású cementmalom. Ezzel a gyárral a két vállalat Indiában az ötödik cementüzemét valósítja meg.

(Cement-Kalk-Gips, 1984. 9.)



# Pályázati felhívás

## Az Országos Találmányi Hivatal és a Szakszervezetek Országos Tanácsa

a KISZ KB, a MTESZ, valamint a minisztériumok (országos hatáskörű szervek) egyetértésével és támo-

gatásával hazánk felszabadulásának 40. évfordulója és az MSZMP XIII. Kongresszusa tiszteletére

### országos pályázatot hirdet

## „ÚJÍTÓK ÉS FELTALÁLÓK ORSZÁGOS VERSENYPÁLYÁZATA”

címmel. A pályázaton a műszaki szellemi alkotások hazai szerzője, illetve szerzői, azaz csak természetes személyek indulhatnak. Ha a szellemi alkotással nem a szerző rendelkezik, a pályamű benyújtásához a rendelkezési jogot gyakorló szervezet hozzájárulása szükséges (például, szolgálati találmány, vállalati tevékenység körében kidolgozott újítás esetén).

A pályázatban nem vehetnek részt azok, akik a pályázat kiírásában és lebonyolításában, valamint a Bíráló Bizottság munkájában közvetlenül is közreműködnek.

*A pályázat célja:* a műszaki szellemi alkotó munka kibontakoztatásának elősegítése, az alkotó erőfeszítéseknek a legfontosabb feladatokra való összpontosítása, az alkotókedv fellendítése, az újítások, találmányok megvalósításának, hasznosításának ösztönzése, mindezekkel a gazdasági hatékonyság növelése, a kiemelkedő jelentőségű megoldások széles körű megismertetése, az újítók és feltalálók népgazdaságilag is jelentős tevékenysége, társadalmi elismerésének növelése.

### *A pályázat tartalmi feltételei*

A pályázatra benyújtható a népgazdaság valamennyi (termelő és szolgáltató) ágazatát érintően mindazon újítás, illetve találmány, amelyet — elősegítve valamely műszaki, szervezési feladat magasabb szintű, eredményesebb megoldását — az 1985. január 2-től 1985. december 31-ig terjedő időszakban jelentettek be, valósítottak meg.

A beküldött pályaművek rangsorolásánál elsőbbséget élveznek azok, amelyek

- a mikroelektronikával,
- a biotechnológiával,
- az anyag (hulladékanyag) megtakarítással,
- az energiamegtakarítással,
- a munka- és környezetvédelemmel

kapcsolatosak, gazdaságos exportnövelő vagy importcsökkentő, illetve devizamegtakarító hatásúak, továbbá széles körben, több gazdálkodó szervezetnél alkalmazhatók.

A pályaművek széles körű megismertetése fontos népgazdasági érdek. Ezért, ha ezt a pályázó nem

ellenzi, a nyilvánossághozatalt elősegítendően csatolnia kell az elterjesztést előmozdító előnyleírást. Amennyiben a pályázó elzárkózik a nyilvánossághozatal elől, úgy azt a pályázatban külön jeleznie kell.

A beérkezett pályaműveket a meghirdetők által kijelölt személyekből alakult Bíráló Bizottság vizsgálja meg. A díjakat a Bíráló Bizottság javaslata alapján az Országos Találmányi Hivatal Elnöke ítéli oda, a Szakszervezetek Országos Tanácsa egyetértésével.

A pályázatot meghirdetők — az Országos Találmányi Hivatal, az Egészségügyi Minisztérium, az Ipari Minisztérium, a Közlekedési Minisztérium, a Magyar Posta, valamint az Országos Vízügyi Hivatal anyagi hozzájárulása alapján — szakterületenként az első három helyezetteket díjazza a következők szerint:

- I. díj 30.000,— Ft (max. 3 db),
- II. díj 15.000,— Ft (max. 5 db),
- III. díj 10.000,— Ft (max. 10 db),

a fenti díjakon túl:

- a Szakszervezetek Országos Tanácsa (a munka- és környezetvédelem témakörben) 50.000,— Ft
- a KISZ Központi Bizottsága, (kiemelkedő alkotást benyújtó ifjúsági kollektíva részére) 10.000,— Ft
- a Belkereskedelmi Minisztérium (szakággal kapcsolatos munkaszervezés témakörben) 30.000,— Ft
- az Építésügyi és Városfejlesztési Minisztérium (a szakággal kapcsolatos anyag (hulladékanyag) és energiamegtakarítás, munka- és környezetvédelem témakörben) 30.000,— Ft
- az Ipari Minisztérium (a szakággal kapcsolatos energiatakarékosság témakörben) 50.000,— Ft
- a Magyar Iparjogvédelmi Egyesület 10.000,— Ft
- a Mezőgazdasági és Élelmezésügyi Minisztérium (a szakággal kapcsolatos biotechno-

lógia, növényvédőszergyártás, anyag- és energia megtakarítás, munka- és környezetvédelem, mikroelektronika témakörben)	50.000,— Ft
— a Fogyasztási Szövetekezetek Országos Tanácsa (a szakággal kapcsolatos anyag- és energiamegtakarítás, munka- és környezetvédelem témakörben)	10.000,— Ft
— a Termelőszövetekezetek Országos Tanácsa	20.000,— Ft

összeget tűzött ki az arra érdemes pályaművek szerzői különdíjaira. Az egyes szervek által feljánlott díjak általában több pályamű között kerülnek megosztásra.

A helyezést elért pályaművek alkotói elismerő oklevelet kapnak. A nyertesek nevét, valamint a pályaművek címét a meghirdetők mindazon fórumon ismertetik, ahol a pályázat meghirdetése történt.

A Bíráló Bizottság külön javaslatára az Országos Találmányi Hivatal Elnöke a Szellemi Tulajdon Világszervezet (WIPO) által alapított érmet a legjobb pályamű szerzőjének adományozza.

#### *A pályázatok beérkezési határideje:*

1986. február 28.

A határidő után beérkezett pályaműveket a Bíráló Bizottság a díjak odaitélésénél nem veszi figyelembe. A pályázatokat a következő címre kell postázni:

**ORSZÁGOS TALÁLMÁNYI HIVATAL**  
Budapest, Garibaldi u. 2.  
1370, Pf. 552

A pályázat eredményhirdetésére előreláthatóan

1986. május 15. napjáig

kerül sor.

#### *A pályázatok benyújtásának alaki és egyéb feltételei*

A pályázatokat, ideértve azok valamennyi mellékletét is jelígesen kell benyújtani, a pályamű jeligéjén kívül azt bármely jellel, aláírással ellátni nem szabad. Nem tartalmazhatja a munkahely megnevezését és olyan utalást sem, melyből a szerző(k) személyére lehet következtetni. Ugyanez vonatkozik a beküldéshez szükséges, vagy felhasznált író- és rajzpapírokra, borítékokra, az esetleges mellékelt ábrákra, stb., is.

A pályázatokat két egyező példányban kell kizárólag postán beküldeni. Egy küldeményben csak egy pályázat (2 példány) helyezhető el. A megfelelő (szállításbiztos) csomagolásért a pályázó felel.

A pályázók adatait a pályázati anyag mellékleteként lezárt borítékban kell csatolni, több szerző esetén a szerzői részarány %-os feltüntetése mellett.

Az adatokat tartalmazó lezárt borítékot a pályázat csomagjában kell elhelyezni, de címezéssel vagy egyéb — a pályamű jeligéjén kívül — nem szabad ellátni.

Amennyiben a pályázati anyag vagy annak része, mint szellemi alkotás jogi oltalom alatt áll, vagy ilyen oltalom megszerzése folyamatban van, a pályázat fedőlapján

„Jogi oltalom alatt áll” vagy  
„Jogi oldalom megszerzése folyamatban van”  
megjelölést kell feltüntetni.

A pályamű szerzőiről az alábbi adatokat kell közölni:

Név: .....  
Lakcím: .....(irányító szám is) ...  
Munkahely: .....  
Személyi száma: .....  
Szerzői részarány: .....  
A szellemi alkotás jogosultja, címe, a jogosult engedélye a pályázaton való részvételhez: .....  
A jogi oltalom típusa, száma: .....  
Nyilatkozat a nyilvánossághozozatal megtiltásáról .  
.....

A nyilvánossághozozatal céljából be kell csatolni a pályázatok mindkét példányához legfeljebb 2 szabványos kis oldal (25 sor, soronként 50 leütés) terjedelemben a pályázat publikálásra alkalmas tömörítvényét is. Ez olyan adatot, amely közlési tilalom alatt áll, nem tartalmazhat.

A tömörítvény lényeges része a tárgy ismertetése, az előny leírása, valamint a potenciálisan szóba jöhető hasznosítási szakterületre való hivatkozás. A pályázatokat gépirással, folyamatos oldalszámozással ellátva kell beküldeni. A pályázat maximális terjedelme 40 szabványos kis oldal.

A részszámításokat, táblázatokat, rajzokat, stb. számozott mellékletként kell csatolni. A szövegben nem hivatkozott mellékleteket a Bíráló Bizottság nem veszi figyelembe.

A részvételi és egyéb feltételeknek meg nem felelő pályázatokat a Bíráló Bizottság kizárja.

A pályázaton szereplő, arra érdemes pályaművek hasznosítását a Bíráló Bizottság azok megfelelő publikálásával kívánja előmozdítani.

A Bíráló Bizottság, a pályázat kapcsán benyújtott, illetve létrejött szellemi termékekre vonatkozóan rendelkezési jogot semmilyen esetben sem igényel.

*Dr. Pusztai Gyula s.k.*

az Országos Találmányi Hivatal  
elnöke

*Gál László s.k.*

a Szakszervezetek Országos Tanácsa  
főtitkárhelyettese

# VISKOMENT

**melamin alapú nagyhatású  
betonfolyósító adalékanyag**

A nagyhatású folyósítók alkalmazásával a különféle betonok, cementhabarcsok és gipszvakolatok viszkozitása — víz hozzáadása nélkül, mert esetleg káros hatású lehet — nagymértékben csökken.

A beton és habarcs jobb tömörítése lehetővé teszi a falazatnál a hibák elkerülését. A nagyhatású folyósítók sikeresen alkalmazhatók az adalékvíz csökkentésére. A kis keresztmetszetű és egyidejűleg nagy szilárdságú falazatok készítése iránt támasztott követelmények a Viskoment segítségével kielégíthetők. Továbbá alkalmazásával a munkaráfordítás jelentősen csökken.



VEB Kombinat Agrochemie  
Piesteritz  
DDR – 4602 Wittenberg Lutherstadt  
Telefon: 6 80

Exporteur:  
CHEMIE-EXPORT-IMPORT  
Volkseigener Außenhandelsbetrieb  
der DDR  
DDR – 1055 Berlin  
Storkower Straße 133  
Telefon: 4 32 20

*A szerkesztésért felel:*

Dr. Székely Ádám

*Szerkesztőség:*

Budapest VI., Anker köz 1 – 3. 1388  
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 hírlaphétszáz 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



85/2225 Franklin Nyomda, Budapest  
Felelős vezető: Mátyás Miklós igazgató

**Index: 25 250**

**HU ISSN 0013–970 X**

Oldószermentes és hidegen is felhordható a

## **BITULAX®**

tetőszigetelő és -javító rendszer

Rétegei:

Bitulax® alapozó-emulzió

anyagszükséglet: 1 kg/m<sup>2</sup>

Bitulax® szigetelőmassza

anyagszükséglet: 2×3–4 kg/m<sup>2</sup>

Bitulax® fedőemulzió

anyagszükséglet: 1 kg/m<sup>2</sup>

Alkalmazható bitumenes lemezfedések felújítására és új, betonlajzatú lapostetők szigetelésére.

Gyártja: a



Építőanyagipari Vállalat

Építési és Műanyagfeldolgozó Gyára  
7571 Barcs, Verbina utca

