

302935



ÉPÍTŐANYAG

**A Szilikátipari
Tudományos Egyesület
folyóirata**

5

**XLI. ÉVFOLYAM
BUDAPEST, 1989
ÉPÍTŐANYAG, 41 (5), 161—200 (1989)**

A mész és cement-,
az üveg-, a finomkerámiai-,
a tégl- és cserép-,
a kő-kavics- és a betonipar,
a szigetelőanyagok iparának
tudományos szakirodalmi
folyóirata

Szerkesztőbizottság:

elnöke:
Dr. Talabér József

felelős szerkesztő:
Dr. Székely Ádám

tagjai:
Dr. Balázs György

Dr. Bálint Pál

Dr. Csizi Béla

Dr. Grofcsik Elemér

Iffy László

Dr. Jilek József

Dr. Kacsalova Lídia

Dr. Kertész Pál

Dr. Kovács Róbert

Dr. Kunvári Árpád

Lenkei György

Dr. Mátrai József

Dr. Mihócs Ferenc

Dr. Opoczky Ludmilla

Riesz Lajos

Sápi Lajos

Szerédi Béla

Szentmártony Gusztáv

Dr. Tamás Ferenc

Trefil István

Dr. Träger Tamás

Wilwenger Ferenc

TARTALOM

Talabér József: A XV. Szilikátipari és Szilikát tudományi Konferencia megnyitója	161
Schulle, Wolfgang: Automatizálható, újszerű módszerek technológiai paraméterek meghatározása a szilikátipar kerámia ágában	163
Skvorecz Tibor - Bálint Pál: Téglaipari kemencékben keletkező éghető gázok hasznosítási lehetőségei	167
Kausay, Tibor: Homokok felhasználása különleges építési célra	170
Mészáros István: Termékszerkezet bővítés új technológiai eljárásokkal az Északmagyarországi Kőbánya Vállalatnál	173
Opoczky Ludmilla - Horváth Imre: Gipszkömentes, nagyszilárdságú cement hidratációjának, szilárdulásának sűrűségei	175
Ujhelyi János: A beton nyomószilárdságának előbecslése és összetételének tervezése II. rész	180
Scheuer Gyula - Schweitzer Ferenc: A süttői forrásvízi mészkő előfordulás építőipari vizsgálata	188
Török Endre: Durva törmelékű üledékes kőzetek anyagi (ásványi-, közettani) összetevőinek változása és hatásuk fizikai tulajdonságaikra	195

CONTENTS

Talabér, József: Opening Address of the Fifteenth Conference on Silicate Industry and Silicate Science	161
Schulle, Wolfgang: Novel methods for the determination of technological index data for the ceramic industries	163
Skvorecz, Tibor - Bálint, Pál: Energy content of coal gasification products formed in brick kilns	167
Kausay, Tibor: The use of sand for special building purposes	170
Mészáros, István: Widening of product palette by new technological methods at the North Hungarian Quarry Co	173
Opoczky, Ludmilla - Horváth, Imre: Hydration and Hardening of gypsum-free, high strength cements	175
Ujhelyi, János: Prediction of Compressive Strength of Concrete and Mix Design, Part II.	180
Scheuer, Gyula - Schweitzer, Ferenc: Construction Examination of the Freshwater Limestone Deposit at Süttő	188
Török Endre: The Change of Mineralogical - Petrographical Factors of Coarse Sediments and Their Effect upon Physical Properties	195

INHALT

Talabér, József: Eröffnungsrede zur XV. Konferenz der Silikatindustrie und Silikatwissenschaft	161
Schulle, Wolfgang: Automatisierungsfähige neuartige Methoden zur Ermittlung technologischer Kennwerte im Bereich Keramik der Silikatindustrie	163
Skvorecz, Tibor - Bálint, Pál: Energiegehalt der in den Ziegelöfen entstehenden Schwelgase	167
Kausay, Tibor: Verwendung von Sand für spezielle Bauzwecke	170
Mészáros, István: Erweiterung der Produktauswahl durch neue technologische Verfahren im Bereich des Nordungarischen Steinbruch-Unternehmens	173
Frau Opoczky, Ludmilla - Horváth, Imre: Die Eigenschaften Hydratation, bzw. Erhärtung gipsseinfreier, hochfester Zemente	175
Ujhelyi, János: Voraussage der Druckfestigkeit von Beton und Planung seiner Zusammensetzung, II. Teil	180
Scheuer, Gyula - Schweitzer, Ferenc: Die bautechnische Prüfung des Süßwasserkalksteins von Süttő	188
Török, Endre: Veränderungen in der Stoffzusammensetzung (mineralogisch-geologisch) grober Sedimentgesteine und deren Auswirkung auf die physikalischen Eigenschaften	195

СОДЕРЖАНИЕ

Талабер, Й.: Открытие XV. Конференции Силикатной промышленности и науки о силикатах	161
Шулле, В.: Новые автоматизируемые задания технологических директив в силикатной промышленности, в особенности в керамическом производстве	163
Шкворец, Т. - Балинт, П.: Содержание энергии в швелевых газах кирпичнообжигательных печей	167
Каушай, Т.: Использование песков для специальных строительных целей	170
Мессарош, И.: Расширение ассортимента продукции путем введения новых технологических приемов на каменных карьерах Северной Венгрии	173
Опоцки, Л. - Хорват, И.: Особенности гидратации и твердения безгипсового высокопрочного цемента	175
Уйхей, Я.: Предсказывание прочности при сжатии бетона и проектирование его состава	180
Шеуер, Д. - Швейтцер, Ф.: Испытания месторождения известняка шютоского источника с точки зрения строительной промышленности	189
Төрөк, Е.: Влияние изменения материальных (минерало-геологических) составляющих грубых осадочных пород на их физические свойства	195

A XV. Szilikátipari és Szilikáttudományi Konferencia

Budapest, 1989. június 12-16.

Dr. Talabér József

az Egyesület elnökének megnyitója



A Szilikátipari Tudományos Egyesület a XV. Szilikátipari és Szilikáttudományi Konferenciáját rendezi meg. A kezdetben két, majd később négy évenként rendezett "Siliconf"-ok a szilikátipar és a szilikáttudomány jóformán minden jelentős kérdését megtárgyalták. Esetenként a technika és a tudomány fejlődésének megfelelően, egy-egy témára néha visszatértünk.

Csak néhány fő témát az utolsó konferenciák anyagából:

— *Környezetkímélő és energiatakarékos eljárások a szilikátiparban.*

- Amikor hatalmas területeken pusztulnak ki az erdők a tüzelőanyag kéntartalma, illetve a füstgázak SO_2 tartalma miatt, amikor az emberek fulladoznak a levegőbe kerülő szilárd szennyezőanyagok miatt, kevés ennél fontosabb témája lehet egy konferenciának.

Furcsa érdekessége ennek a kérdésnek az, hogy a termelés minden inputjának forrása és outputjának nyelője az ember. Az emberiségnek sürgősen fel kell oldania ezt a kettősséget.

Vagy az *energiatakarékosság* kérdése, melyet soha nem lehet levenni a napirendről. A konferencia ar-

ra is rámutatott, hogy nem lehet klinkert kilogrammonként 8000 KJ-al, vagy üveget 15-20.000 KJ-al előállítani.

— *A minőség kérdése a szilikátiparban.*

A minőség számunkra nemcsak azt jelenti, hogy egy termék jó, vagy rossz, szép, vagy kevésbé szép, hanem jelenti egy ipar, egy egész ország ipari kultúrájának színvonalát.

— *A szilikáttudományok interdiszciplináris megközelítésben.*

Ez a téma klasszikus témája a szilikátiparban, amelyre a fizikai, kémiai, mechanikai műveletek a jellemzők, sőt ezek kombinációi, a fizikai-kémia, mechanika-kémia, szilárd test fizika, anyagvizsgálatok és szerkezetkutatások.

A mostani konferenciának két vezető motívuma:

— *Összefüggés a szilikátipari anyagok belső szerkezete és műszaki tulajdonságai között, a másik:*

— *Számítástechnikai és irányítástechnikai kérdések a szilikátiparban.*

Mindkét témakör rendkívül fontos a szilikátiparban. Néhány szót az első témacsoportról:

A szerkezeti anyagok használati/műszaki/tulajdonságai, és az összetétel között igen szoros összefüggés van. Ezen összefüggés egyik kitüntetett elemét a kémiai összetétel, a kémiai tulajdonságok jelenti.

A kémiai tulajdonságok fogalmát általában kétféle megközelítésben használjuk. *Egyik* az alapanyagok, a közties és a végtermékek kémiai összetételét, a főalkotók, a módosító, a stabilizáló, az ötvöző, sőt a szennyező anyagok koncentrációját jelenti. A *másik* megközelítést, a kémiai behatásokkal szembeni viselkedés jellemzi.

A kétféle értelmezés ugyanannak a kérdésnek kétféle megközelítése. Az *első esetben* azt vizsgáljuk, hogy a technológiai folyamatok milyen változásokat hoznak lét-

re az anyag belső szerkezetében és ennek eredményeképpen milyen tulajdonságok alakulnak ki. A második esetben azt keressük, hogy bizonyos tulajdonságok milyen kémiai folyamatokkal hozhatók kapcsolatba. Pl. korróziós jelenségek.

A feladatok is eltérőek attól függően, hogy hagyományos, vagy újszerű anyagokkal foglalkozunk. A kétféle anyag közötti igen jelentős különbségek egyikét a nyersanyagokban és azok előkészítettségében kereshetjük. A hagyományos anyagok nyersanyagai általában könnyen hozzáférhetők, bányászati úton előállíthatók. A korszerű anyagok gondosan válogatott, esetleg szintetizált alapanyagokat kívánnak meg, amelyeket igen gondosan kell tisztítani, rendkívül finom porrá kell őrölni/előkészíteni/keverni, homogenizálni, majd szigorúan ellenőrzött körülmények között hőkezeln.

Az első csoportba tartoznak a cement, mész, a durva-kerámiai és üvegyipari termékek, a második csoportba a korszerű műszaki kerámiák és egyes üvegyipari termékek. Melyek azok a tulajdonságok, amelyek a belső szerkezet, az összetétel és a műszaki tulajdonságok közötti összefüggésekre jellemzők? Csak néhány példát sorolnék fel ezek közül.

Képződési, bomlási, oldódási hőmérséklet a gyártási technológiára ad kötelező előírásokat, de meghatározza az anyag alkalmazhatóságát is, pl. tűzálló anyagok alkalmazása magas hőmérsékleten, de meghatároz más tulajdonságokat is, pl. a magas hőmérsékleti szilárdságot, a kuszást, a hőmérsékletingadozással szembeni ellenállást.

A *hőtágulási együttható* az anyag azon tulajdonságát fejezi ki, hogy a hőmérséklet emelésével az anyag lineáris méretei, illetve térfogata megváltoznak. Jól ismert, hogy a szilikátipari anyagok hőtágulási együtthatója általában jóval alacsonyabb, mint a fémeké. Jelentősek azonban a különbségek az egyes szilikátipari anyagok között.

Az Al_2O_3 hőtágulási együtthatója $8,8 \cdot 10^{-6} / 1^\circ\text{C}$, az MgO -é $13 \cdot 10^{-6} / 1^\circ\text{C}$, a kordierité már csak $2,5 \cdot 10^{-6} / 1^\circ\text{C}$, a kvarcüvegé pedig csak $0,5 \cdot 10^{-6} / 1^\circ\text{C}$.

Oxidos és nem oxidos anyagoknál egyaránt előfordul a hőtágulási együttható anizotrópiája, amikor a hőtágulási együttható nem azonos a sajtolási, vagy a sajtolásra merőleges irányban /Pl. bór-nitrid, grafit/.

A *fajhő* értéke kizárólag az anyag összetételétől, esetenként a kristály-módosulat változásaitól függ és nem függ a kristályok méretéből, a porozitástól.

Sorolni lehetne még az összetételtől függő tulajdonságokat. így:

Elektromos vezetőképesség. Gondoljunk csak a ma igen sokat emlegetett *szupravezető anyagokra*, de itt említhetjük meg a dielektromos állandót, veszteségi tényezőt, stb.

A mechanikai szilárdság, a rugalmassági modulusz. A keménység, a szívóosság. (Pl. a *Sialon*, amely a Si_3N_4 és az Al_2O_3 szilárd oldatának tekinthető). Ide sorolhatjuk a *kopásállóságot* is és a szuperkemény anyagokat /pl. bór-nitrid/. *Optikai tulajdonságok.* Így a szín /üveg és kerámiai termékeknél/, vagy a fényáteresztőképesség, melynek kitűnő példája a transzparens Al_2O_3 /lualox/, amelyre a nagy tisztaság és a rendkívül finom szövetszerkezet a jellemző.

Hőlkésállóság, tűzállóság, mely tulajdonságok a rakéatechnikában vagy a tűzállóanyagokban fontosak.

Konferenciánk másik vezérmotívuma a *mikroelektronika szerepe* a szilikátiparban.

A mikroelektronika tulajdonképpen egy gyűjtőfogalom. A számítástechnikát, automatizálást, folyamatszabályozást, miniatürizálást, a robottechnikát érthetjük ez alatt, amely alapvetően alakítja át életünket már most is és hatást fog gyakorolni a munkahelyen, otthon, a tudományban és információs technikában és az egész társadalomban.

A mikroelektronikai áramkörökre épülő, a mesterséges intelligencia felhasználásával működő gyártási folyamatok elterjedése csak jól képzett szakemberek és ezen a téren kitűnően képzett szakemberek révén képzelhető el. Ez nyomatékosan hívja fel a figyelmet az oktatásra és annak ilyenirányú feladataira.

A mikroelektronika új erőként jelenik meg világunkban, mely kissé bizonytalan önmagában, megkérdőjelezi meglévő értékeit és néha még jövőendő sorsában is kételkedik.

Meggyőződésem, hogy a mikroelektronika széleskörű elterjedése a gazdaságban és egyéb területeken döntő *politikai tényezővé* is válik a következő néhány évtizedben. Ez az erő jelentős mértékben befolyásolja majd a nemzeti, sőt a nemzetek közötti munkamegosztást és végül minden országot érint, függetlenül azok ideológiai, kulturális és nemzeti hagyományaitól. Gondoljunk itt a nyugateurópai országok *EUREKA* programjára, vagy a KGST országok sokkal szerényebb *komplex programjára*.

Ez új stratégia, mondhatnám világstratégia felállítását jelenti, amely az új technológiákra épül. A *kulcskérdés* annak megértése, hogy harmonikus világrend csak a népek és nemzetek közötti közös érdekek felismerésén alapszik.

A mikroelektronika hatalmas fejlődése már nemcsak a jövő, hanem napjaink valósága. A mikroelektronikai forradalom azonban csak akkor lehet igazi forradalom, ha el tud vezetni a gondolkodás új formáihoz is.

A talán nem is olyan távoli jövőben két út lesz az emberiség előtt. Egyik a gépi világ, amely az ember elidegenedéséhez, a másik amely az élet gazdagodásához vezet.

A *római klub* megbízásából Günter Friedrichs és Adam Schaff foglalkozott ezzel a kérdéssel. A *mikroelektronika és a társadalom* c. munkájuk mottója: *átok, vagy áldás.*

Nekünk, de elsősorban fiatalságunknak kell eldönteni, hogy melyik utat választja. Mindnyájunk nevében, egész jövőnk érdekében kívánom, hogy ezen munka nyomán ne átok, hanem áldás fakadjon.

Talabér, József

Opening Address of the Fift-nth Conference on Silicate Industry and Silicate Science

Talabér, József:

Eröffnungsgrede zur XV. Konferenz der Silikatindustrie und Silikatwissenschaft

Талабер, Й.: Открытие XV. Конференции Силикатной промышленности и науки о силикатах

Automatizálható, újszerű módszerek technológiai paraméterek meghatározására a szilikátipar kerámia ágában*

Schulle, Wolfgang
Bányászati Akadémia, Freiberg

Bevezetés

A szilikátipar kerámia ágának gyorsan fejlődő automatizálása egyre erélyesebben követeli automatizálásra ellenőrző módszerek bevezetését, melyek olyan, a folyamatot leíró mérési eredményeket szolgáltatnak, amik alapján a folyamat vezérelhető.

A következőkben két automatizálható módszert ismertetünk, amelyek a technológiai kerámiaformázás számára fontos technológiai paraméterekkel szolgálnak.

Első példánk kerámiai nyersanyagok, valamint öntőmasszák cserépképző tulajdonságainak meghatározására alkalmas.

A második példa a présformázás granulátumainak értékelésével kapcsolatos.

Módszer a cserépképző tulajdonságok meghatározására nyomásos szűréssel

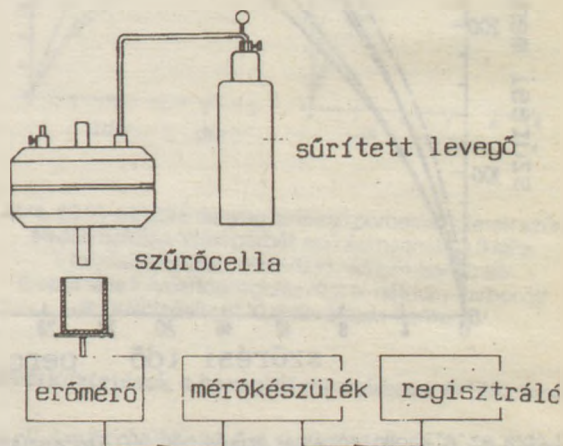
Természetes kerámiai agyagot tartalmazó nyersanyagok és finomkerámiai öntőmasszák cserépképző viselkedése a technológiai értékelés fontos paramétere. Kerámiai masszák és önthető szuszpenziók cserépképző viselkedésének meghatározására a hagyományos módszer a meghatározott jellemzőjű gipszformákban való cserépképződés mérése. Ez a módszer alig automatizálható. Mivel a gipszformák nedvszívó hatása nehezen tartható konstans értéken -- ami erősen befolyásolja a cserépképződést -- az ilyen vizsgálatok relatív hibája gyakran eléri a 20 %-ot.

A cserépnövekedés mint szűrési folyamat a porágy átteresztő képességének alapvető egyenletekkel matematikailag jól leírható [1]. Ezen összefüggések célirányos alkalmazása lehetővé teszi kerámiai nyersanyagok és formázómasszák cserépképző tulajdonságainak leírását próbaszűrés segítségével [2].

A kísérleti mérőberendezés felépítése

A mérőberendezés két főrészből áll. Az első a nyomásos szűrő és tartozékai mint tulajdonképpeni mérőeszköz, a másik a mérési eredmények ábrázolására és kiértékelésére szolgáló műszerrész /1. ábra/.

A nyomásos szűrőberendezés nyomáscsökkentő szeleppel ellátott sűrített levegős palackból, nyomásos szűrőcellából és mérőhengerből áll. A szűrőcella öntött hengeres köpeny, rajta fedél nyílásokkal a sűrített levegő be-



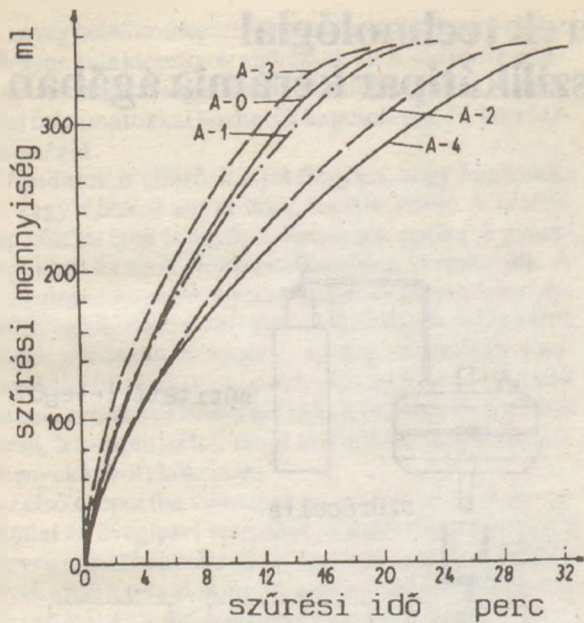
1. ábra. A cserépképző viselkedés meghatározására szolgáló mérőberendezés nyomásos szűrés segítségével.

vezetésére, a légtelenítésre és a slikker betöltésére, továbbá a köpenyre csavarozott kúpos fenék, központi szűrődék elvezető nyílással. A köpeny és a fenékrész között lyuggatott acéllemez van ráfeszített szűrőszövettel. Méréskor az előkészített slikker pontosan meghatározott mennyiségét betöltjük a szűrőcellába, ezt lezárjuk és beállítjuk az előírt nyomást. Az előkísérletek alapján a legcélszerűbb nyomásérték 0,2 - 0,6 MPa tartományban van. Mivel a cserépképződés az időtől függően egyenesen arányos a szűrődék mennyiségével, ezért a cserépképző hajlamot ábrázolhatjuk a szűrődéknek időtől függő változásaként. A szűrődék mennyiségét erőmérő dobozzal folyamatosan mérjük és ezek változását az időtől függően regisztráljuk. A kapott szűrési görbe jellemző a cserépképződésre és a cserépképző hajlamot meghatározó paramétereket szolgáltat. A módszer jól automatizálható, alkalmas a folyamat ellenőrzésére, eredményei 5 % relatív hibán belül reprodukálhatók.

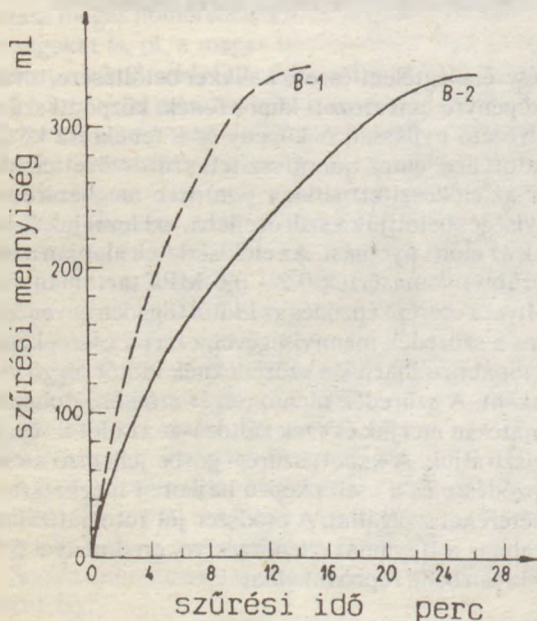
Mérési eredmények timföldtartalmú nyersanyagokkal

Kétféle kaolinból /"A" és "B" próba/ eltérő jellemzőjű kaolin szuszpenziókkal szűrési görbéket határoztunk meg, először folyósító elektrolit hozzáadása nélkül /2. és 3. ábra/. Feltűnő, hogy a különféle kaolinpróbák szűrési görbéi tisztán megkülönböztethetők, és a görbék lefutása jó korrelációban van a próbák eltérő paramétereivel.

* A XV. Szilikátipari és Szilikáttudományi Konferencia plenáris ülésén elhangzott előadás



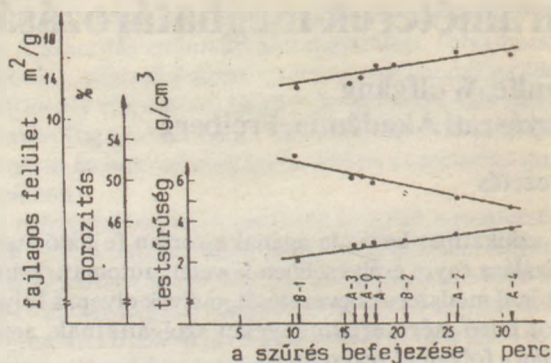
2. ábra. Az "A" kaolin próbáinak szűrési görbéi 0,3 MPa szűrési nyomás és a slikker 25 %-os szilárdanyag tartalma esetén elektrolit hozzáadás nélkül.



3. ábra. A "B" kaolin próbáinak szűrési görbéi 0,3 MPa szűrési nyomás és a slikker 25 %-os szilárdanyag tartalma esetén elektrolit hozzáadás nélkül.

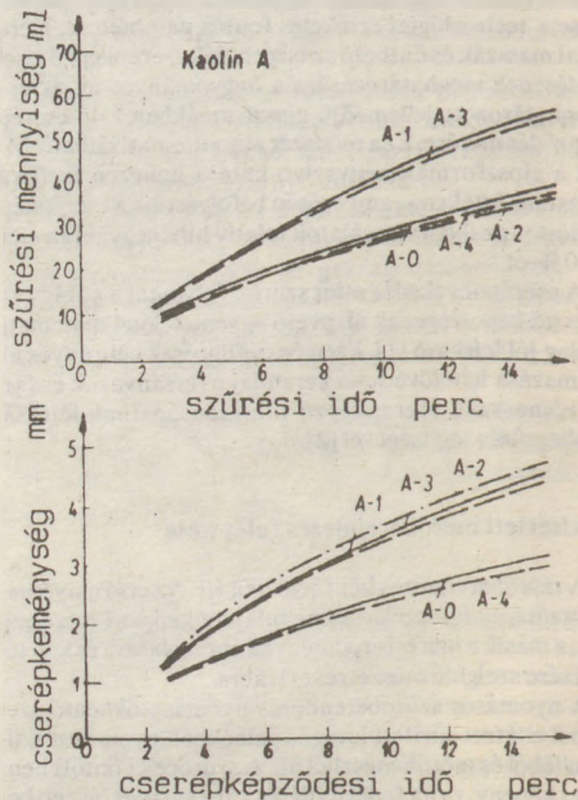
Durvább szemcse, illetve a kiindulási próba nagyobb agglomerációs foka a szűrési folyamat gyorsításához vezet. Fel kell figyelni az ásványösszetételtől való függésre is. A 4. ábra jól szemlélteti a szűrőlepleny paraméterek ill. anyagértékek és a szűrési görbék paraméterét jellemző szűrési végpont közötti összefüggést.

A második esetben a kaolinokat nátrium-karbonát adagolással optimálisan folyósítottuk, miközben a slikker szilárdanyag tartalma 50 % volt. A megnövekedett szilárdanyag koncentráció és az agglomerációs hatások

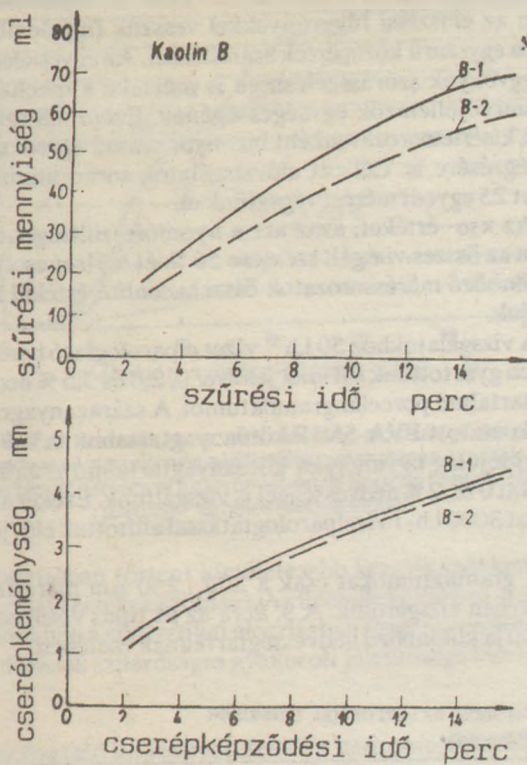


4. ábra. Korrelációs összefüggések a 2. és 3. ábra szerinti szűrési végértékek, valamint az "A" és "B" kaolinpróbák anyag-szűrőlepleny paraméterek alapján.

csökkenéséből javuló diszpergálás az adalék nélküli próbáktól eltérő szűrési görbéket ad. Most már nem ismerhető fel egyértelműen az összefüggés a kiinduló anyagok paramétereivel. Nem ismerhető fel a 4. ábrán látható korreláció. Összehasonlításul az adalékos kaolinpróbák mellett meghatároztuk a cserépképződést gipszformában is, az eredményeket az 5. és 6. ábra mutatja.



5. ábra. Az "A" típusú kaolin szűrési és cserépképződési görbéi optimális Na_2CO_3 elektrolit adagolással, a kaolinslikker 50 %-os szilárdanyag koncentrációjánál; szűrési nyomás 0,3 MPa.



6. ábra. A "B" típusú kaolin szűrési és cserépképződési görbéi optimális Na_2CO_3 elektrolit adagolással, a kaolinszikkerek 50 %-os szilárdanyag koncentrációjánál; szűrési nyomás 0,3 MPa.

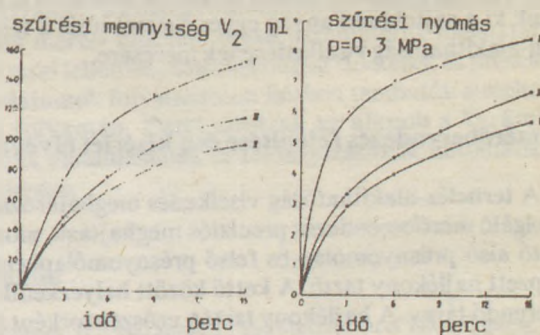
A szűrési és cserépképződési görbék lefutása között viszonylag jó egyezés állapítható meg, ha figyelmen kívül hagyjuk az A-2 és B-2 próbák eltéréseit. Ezen próbák folyósított szikkere a többi próbákkal szemben erősebben tixotróp viselkedést mutat. Ez eltérő cserépparamétereket eredményez nagyobb nedvességtartalommal és kisebb cseréptömörödéssel. Az adalékos kaolinszikkerek szűrési görbéi csak akkor mutatnak a cserépképződési görbékkel egyező lefutást, ha az összehasonlítható tixotrópiájú szikkerekkel hasonlítjuk össze őket.

Finomkerámiai szikkerekkel kapott eredmények

Konstans nyersanyag összetételű, szilárdanyag- és nedvességtartalmú szikkerekkel — amely csak folyósítási fokában tér el — mind a hagyományos, gipszformában mért cserépképző hajlamot, mind pedig a nyomásos szűrés műveletidejét mértük /7. ábra/.

A szikkerek folyósítási fokában mutatkozó eltérések a két ábrából egyértelműen bizonyíthatók. Az ismert tendenciát igazolja, hogy "alul-" illetve "túlfolyósított" szikkerekkel nagyobb cserépképző sebesség érhető el.

Már viszonylag rövid mérési idő után reprodukálhatóan láthatók a folyósítási paraméterek eltérései. A mérési idő meghosszabbításával és a szűrési nyomás változtatásával mérés technikailag már jól kimutathatók a szikkerek cserépképző hajlamának kis változásai is.



7. ábra. 60 %-os szilárdanyag tartalmú porcelánszikkerek szűrési és cserépképződési görbéi; szűrési nyomás 0,3 MPa.
I. folyósító adalék nélkül /0 % nátrium-karbonát/
II. optimális folyósítódagolás /0,2 % nátrium-karbonát/
III. "túlfolyósított" /0,8 % nátrium-karbonát/

Következtetések a bemutatott módszer értékelésére

- 0,2 - 0,6 MPa szűrési nyomástartományban alkalmazott, módosított nyomásos szűrés jól alkalmazható kerámiai nyersanyagok és öntőmasszák cserépképző hajlamának meghatározása szűrési görbe felvételével.
- Az említett szabványos mérési eljárás kisebb munkaidő ráfordítással végezhető el, mint a hagyományos, gipszformákkal történő cserépképzési görbék felvétele. A kapott értékek megbízhatók és reprodukálhatók, relatív mérési hibájuk 5 % alatt van.
- A módszer automatizálható és alkalmasnak látszik a gyártási folyamat folyamatos ellenőrzésére.
- Agyagásványtartalmú, természetes nyersanyagok /kaolinok és agyagok/ vizsgálatoknál a folyósító anyag nélküli anyagokkal készült szűrési görbék nem adnak a cserépképző hajlamra utaló mérési eredményeket, míg a nyersanyagok kiindulási anyagparamétereinél jó és érdekes korreláció állapítható meg.
- A folyósító anyagokkal adalékolts nyersanyagok vizsgálata és értékelése olyan műszaki görbéket eredményez, amelyekből jó következtetések vonhatók le a cserépképző tulajdonságokra. Ügyelni kell azonban az összehasonlítható próbák azonos tixotropia szintjére.
- Finomkerámiai öntőszikkerek szűrési görbéi jól vágnak a cserépképző hajlammal és érzékenyen reagálnak a szikkerek paramétereinek változásaira.

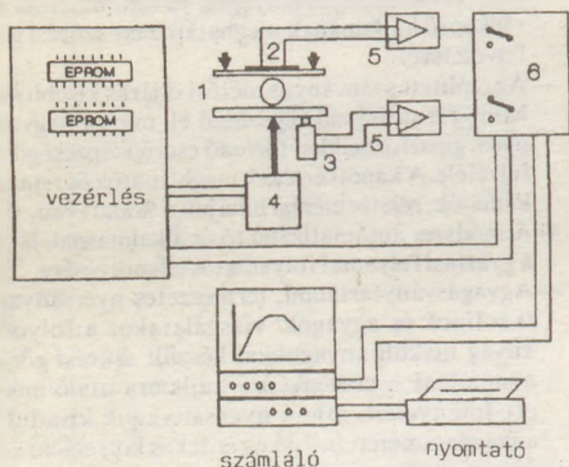
Módszer a présgranulátumok egyedi szemcséi feszültség- alakíthatóság viselkedésének meghatározására

A présformázás eredménye lényegesen függ a présgranulátumok sajtolhatóságától. A granulátumok roncsolásával kell elérnünk a sajtolás közben a jó tömörödést. A granulátumok nedvességtartalma és szemcseeloszlása nem elegendő az értékelésre. új paraméternek tartják az egyes szemcsék szilárdságát, illetve feszültség- alakíthatóság viselkedését [3]. Mindkét jellemző jobb értékelési

alap a granulátumok tömöríthetőségére illetve sajtolás közbeni viselkedésére. Ebből kiindulva módszert dolgoztunk ki a sajtolandó anyag egyes szemcséiből a feszültség-alakíthatóság viselkedésének mérésére.

A mérőberendezés felépítése és a kísérlet elvégzése

A terhelés-alakíthatóság viselkedés meghatározására szolgáló mérőberendezés precíziós meghajtású, mozgatható alsó présnyomólap és felső présnyomólapként kialakított hajlékony tartó. A kettő között helyezkedik el a mérendő tárgy. A hajlékony tartón erősenzorként nyúlásmérő bélyeg van. A sajtolási út hitelesítésével az erőfelvétel kezdetekor a szemcséátmérő rögzíthető /gömbalakú szemcsét feltételezve/. A prés mozgására kettős orsójú léptetőmotor szolgál, amely szabadon programozható. Ezáltal az alsó préslap különböző előtolási sebessége és pulzáló terhelése érhető el. Számítógépes adatfeldolgozó rendszer segítségével másodpercenként 20 komplett mérési érték érzékelhető. Ezeket a dimenzió nélküli közbenső adatokat minden mérés után kiszűrjük, dimenzióval ellátott mérési eredménnyé alakítjuk és ki nyomtatjuk. A mérőrendszert a 8. ábra mutatja be.



8. ábra. Egyedi szemcsék feszültség-alakítás viselkedésének mérésére szolgáló berendezés összesített sémája.

1. szemcsé; 2. erőmérő szenzor /nyúlásmérő csík/; 3. útérzékelő /induktív/ szenzor; 4. meghajtás; 5. A/D jelátalakító; 6. kapcsoló.

Mérés eredmények különféle szemcsetípusokkal

Az egyedi szemcsék feszültség-alakíthatóság viselkedésének meghatározására szolgáló mérőrendszer alkalmas teljes alakítási görbék regisztrálására és kiértékelésére. Érzékenysége elegendő ahhoz, hogy különféle szemcsehalmazok kis eltéréseit is mérje.

A kísérleti eredmények kiértékelését úgy végeztük el, hogy a számításokhoz felhasználtuk a szemcsenagyságot, az alakváltozást és a törőerőt is. A nyomószilárdságot a szemcsé ténylegesen terhelt keresztmetszetére vonatkoztatjuk, így ilyenformán mechanikailag tudjuk értelmezni [4].

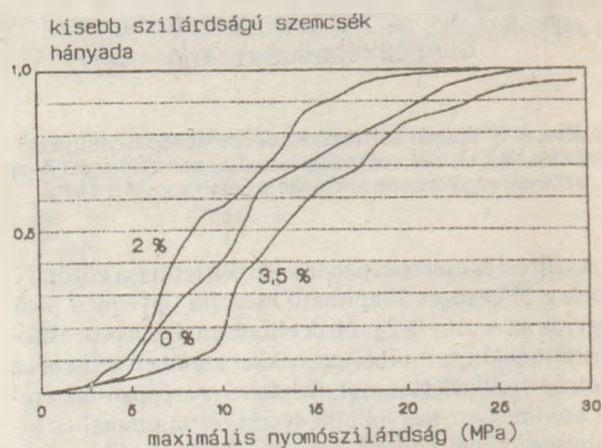
Mivel a granáliák előállításához használt szórásos /porlasztó/ szárító eljárás a tulajdonságok szórását ered-

ményezi, az egy mérési sorozaton belül meghatározott szilárdsági adatok is szórnak. Ezt a kiértékeléskor legjobban az eloszlási függvényekkel vesszük figyelembe, de nem egyszerű középérték számítással. Az egyes eloszlási függvények szórászsélessége is mértéke a mechanikai szemcszejellemzők egységességének. Ezenfelül szükség van kísérletsorozatontként bizonyos számú egyedi mérés elvégzésére is. Célzott elővizsgálatok során minimumként 25 egyedi mérést végeztünk el.

Az x50- értéket, azaz azt a nyomófeszültséget, amelyen az összes vizsgált szemcsé 50 %-át széttroncsoljuk, a különböző méréssorozatok összehasonlító értékül használjuk.

A vizsgálatokhoz 50 l.h^{-1} vizet elpárolgató berendezéssel gyártottunk /M-mel jelölve/ 0, 2,0 és 3,5 % nedvességtartalmú porcelángranulátumot. A szárazanyagra vonatkoztatott PVA 55/12 kötőanyagtartalma 0,3 % volt. Egyidejűleg ugyanolyan kötőanyagtartalmú granulátumokat 0 ill. 2 % nedvességgel is vizsgáltunk. Ezeket a próbákat 3000 l.h-1 vízpárolgatóval állítottuk elő /jelzés I/.

A granulátumokat csak a 200...250 μm mérettartományban vizsgáltunk. A 9. ábra az M típus viselkedését mutatja különböző nedvességtartalmak esetében.

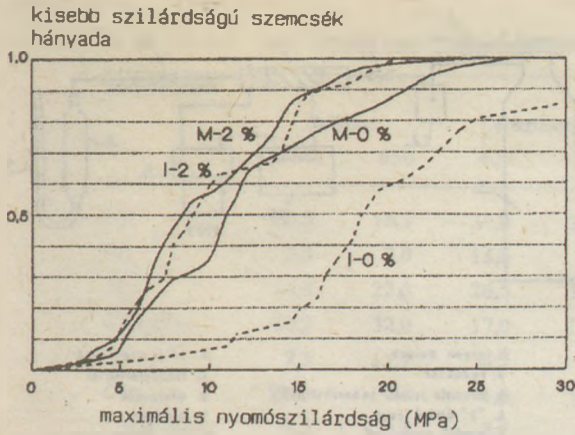


9. ábra. "M" granulátum nyomószilárdság-eloszlás görbéi a nedvesség függvényében; terhelési sebesség $360 \mu\text{m.min}^{-1}$

Legkisebb szilárdságot a 2 % nedvességtartalmú próba mutatta. Az eredmények szórászsélessége ugyancsak 2 %-nál a legkisebb. Ilyenformán a sajtolhatóság optimumát ennél a nedvességtartalomnál kell feltételezni. Nagyobb nedvességtartalomnál a szemcsék képlékeny alakíthatósága olyan jó lesz, hogy a mérhető maximális nyomóerő csak erős alakváltozás után éri el legnagyobb értékét. Száraz szemcsehalmazok ridegebbek.

Kötőanyagtartalmú granulátumoknál döntő jelentősége van a porlasztásos szárítóban való előállítás gyártási körülményeinek. Erősen túlhevített porlasztó szárítóval előállított szemcsék /I típus/ különösen kis nedvességtartalommal lényegesen szilárdabbak, amint az a 10. ábrán jól látható.

Ez, a kötőanyagnak a szemcsfelületen történő részleges megszilárdulásán alapul. 2 % nedvesség tartalomnál találtuk a legkisebb értékeket. Az M típusnál a porlasztá-



10. ábra. Granulátum nyomószilárdság-eloszlás görbéi a nedvességtartalom és a különféle porlasztásos szárítók gyártási körülményei függvényében /M típusú és I típusú/ 360 $\mu\text{m}\cdot\text{min}^{-1}$ terhelési sebességgel.

sos szárítóban történt kíméletesebb kezelés csökkenti a szilárdsági értékek szórását. Az üzemileg gyártott granulátumokban a statisztikai eloszlásban meglévő nedvesség ingadozások szilárdságra gyakorolt jelentősége kisebb.

Összefoglaló következtetések a bemutatott módszer értékeléséhez

A leírt terhelés-alakítás vizsgáló berendezést számítógépes kiértékelő egységgel ellátva a sajtolási granulátumok feszültség- alakítás viselkedése reprodukálható mérésadatokkal meghatározható.

Eltérő szemcsetulajdonságok esetében a szilárdság világosan eltérő eloszlási görbéit kapjuk, amelyek alkalmasak a szemcsék törési és sajtolási viselkedésének értékelésére. Ezáltal lehetővé válik sajtolási granulátumok sajtolási és tömörödési viselkedésének folyamatos ellenőrzése.

Téglaipari kemencékben keletkező éghető gázok hasznosítási lehetőségei*

Skvorecz Tibor - Bálint Pál

Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet, Budapest

BEVEZETÉS

A fokozott hőszigetelőképeségű téglatermékek gyártása szükségszerűen maga után vonta a cserép porozitásának növelését. A cserép porozitásának növelésére habosított polisztirolyöngy, az éghetőt tartalmazó hulladékhanyagok közül a fűrészporsz és a kis fűtőértékű, nagy illótartalmú, nagy salaktartalmú szén áll a téglaiipar rendelkezésére.

* A XV. Szilikátipari és Szilikáttudományi Konferencia előadása

Záró megállapítások

A kerámiai formázás automatikus ellenőrzésére ajánlott két mérési módszer olyan paraméterek meghatározását teszi lehetővé, amikkel öntési slikkerek és préselési granulátumok folyamatosan kézben tarthatók a technológia folyamán. Ezzel adottak az alapok a kerámiai masszák előállításának és feldolgozásának automatikus vezérlésére.

Irodalom

- [1] Ddcock, D. - McDowall, I.: The Mechanism of Filter Pressing and Slip Casting. Journ. Amer. Ceram. Soc. 40/1957/ 10. p. 355- 362.
- [2] Schulle, W. - Rudolph, W. - Plüschke, R.: Bewertung des Scherbenbildungsverhaltens von Schlickern durch Druckfiltration. Silikat-technik, 33/1982/ 9. p. 264-266.
- [3] Schulle, W. - Bartusch, R.: Untersuchung der Pressformgebung von Geschirrkemik. Keram. Zeitschr. 40/1988/ 1. p. 9-11.
- [4] Dreyer, G. - Münder, E.: Formelsammlung und Musterbeispiele zur Festigkeitslehre und Elastizitätslehre. VEB Fachbuchverlag, Leipzig, 2. kiad. 1970.

Schulle, Wolfgang

Novel methods for the determination of technological index data for the ceramic industries

Schulle, Wolfgang:

Automatisierungsfähige neuartige Methoden zur Ermittlung technologischer Kennwerte im Bereich Keramik der Silikatindustrie

Шулле, В.: Новые автоматизируемые методы задания технологических директив в силикатной промышленности в особенности в керамическом производстве

Ezen energiavesztés mennyiségi meghatározására végzett kutatási munka eredményeit ismertetjük jelen tanulmányunkban.

Kísérleti rész

A hazai iparág által nagy mennyiségben használt, szenek közül nagy és kis illóanyagtartalmú szeneket választottunk ki.

Ezek a következők:

- Oroszlányi A porszén
- balinkai A porszén
- dudari C porszén
- sajómercsei daraszén
- komlói iszapszén

A szeneket 60 °C hőmérsékletű, 24 órás szárítás után porrá őröltük, majd meghatároztuk

- égéshőjüket
- kigázosodásukat, a bomlástermékek mennyiségét és összetételét, ill. ezek égéshőjét,
- 200, 400, 650 °C hőmérsékletű hőkezelés függvényében.

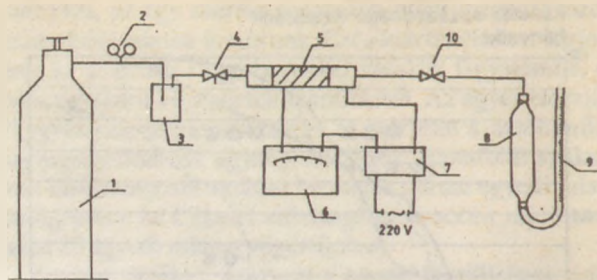
A hevítést az 1. ábrán látható készülékben végeztük el argonban és levegőn.

A felszabaduló gáz összetételét Perkin-Elmert 3920 típusú gáz tromatográfval állapítottuk meg. Az elemzést kétféle kolonnával végeztük el.

- 5 A típusú molekulaszűrőn határoztuk meg a minták H₂, O₂, N₂, CH₄ és CO tartalmát, és
- Parapak Q típusú kolonnával választottuk szét a minta metán, CO₂, telített és telítetlen szénhidrogén komponenseit.

A vonatkozó eredményeket az 1. és 2. táblázatban közöljük.

A téglagyártás modellezésére a vizsgált szenek közül nagy illótartalmú /balinkai A-porszenet és dudari C-porszenet/, ill. kis illótartalmú /komlói/ szenet választottuk ki és kevertük hazai típusagyagokba. Típusagyagok: debre-



- | | |
|---------------------------------|---------------------|
| 1. argon palack | 6. tűlő szabályzó |
| 2. reduktor | 7. transzformátor |
| 3. áramlás-jelző, buborékállító | 8. mérőcső |
| 4. "3" állású csap | 9. bűrtetta |
| 5. hevítő kvarc cső | 10. "3" állású csap |

1. ábra. Hevítőkészülék

ceni, mezőtúri, bakonyzentlászlói agyagok és a kerámia téglagyár agyaga.

A vizsgálati feltételek miatt az agyagokba az iparágban szokásos szénbekeverésnél lényegesen többet kevertünk be, azaz 25 %-t.

Tekintettel arra, hogy 200 °C hőmérsékletű hevítésnél kismértékűek a változások, csak 400 °C és 650 °C hőmérsékleten bekövetkezett tömegváltozást, gázhozamot és a felszabadult gáz égéshőjét vizsgáltuk a háromfajta szén és négy típusagyag keverékéből készített próbatesteken. Ezen adatokból a legfontosabbat az égéshő változását a 3. táblázatban közöljük.

A kísérleti eredmények alapján elméleti anyag és energiamérleget készítettünk négyféle keverékre 400 °C és 650 °C hőmérsékletre

- karbonátos agyag + kigázosodó szén,
- karbonátos agyag + nem kigázosodó szén,
- nem karbonátos agyag + kigázosodó szén,
- nem karbonátos agyag + nem kigázosodó szén.

1. táblázat

Égéshő és kalóriaértékek változása a hőmérséklet függvényében

Megnevezés	Szén				
	Balinkai	Oroszlányi	Komlói iszap	Sajómercsei	Dudari
Égéshő, MJ/kg	17,0	16,95	17,8	17,7	14,6
Kalóriaérték változása, %					
- hőmérséklet: 200 °C	13,0	10,0	15,4	9,0	7,6
400 °C	29,0	37,5	39,0	37,2	41,5
650 °C	85,0	86,0	49,6	60,0	81,0
A keletkezett gáz mennyisége, dm ³ /kg /levegő nélkül/					
- hőmérséklet: 200 °C	7,0	16,0	2,0	15,0	13,0
400 °C	43,0	40,0	12,0	52,0	50,0
650 °C	117,0	124,0	65,0	120,0	110,0
Bomlástermékek égéshője, MJ/m ³					
- hőmérséklet: 200 °C	—	—	—	—	—
400 °C	13,0	14,4	13,8	8,8	7,4
650 °C	21,3	23,7	23,4	21,5	16,8

400 és 650 °C hőmérsékleten képződött bomlástermékek összetétele

Megnevezés	Szén bomlástermék									
	Balinkai		Oroszlányi		Komlói iszap		Sajómercsei		Dudari	
	400	650	400	650	400	650	400	650	400	650
H ₂	26,5	16,5	31,0	27,1	47,4	22,3	34,2	28,6	30,1	15,8
O ₂	5,3	3,0	15,0	0,2	6,7	2,6	8,3	2,7	9,5	8,7
N ₂	14,8	22,0	26,5	10,9	16,4	14,2	33,1	8,6	41,0	20,5
CH ₄ /C ₁ /	20,2	32,0	17,0	39,7	10,8	39,0	5,4	35,1	4,5	25,6
CO	7,3	11,7	4,7	6,8	7,7	8,1	2,6	5,7	1,7	11,6
CO ₂	25,1	9,4	1,5	11,1	7,0	9,6	14,3	16,0	11,6	14,6
C ₂ H ₄ /C ₂ -/	0,2	0,8	2,5	0,78	0,92	0,65	0,45	0,5	0,3	0,5
C ₂ H ₆ /C ₂ /	0,4	1,54	2,0	1,45	1,75	1,31	0,73	1,0	0,6	0,9
C ₃ H ₆ /C ₃ -/		0,75		1,1		0,54		0,42		0,4
C ₃ H ₈ /C ₃ -/	0,2	0,86	0,8	0,51	0,62	0,54	0,52	0,58	0,4	0,5
C ₄ H ₁₀ /C ₄ -/		0,57		0,16		0,66		0,36		0,4
Benzol	—	0,68	—	0,2	0,71	0,50	0,4	0,44	0,3	0,5

3. táblázat

A felszabadult gáz égéshője

Megnevezés	Égéshő, MJ/m ³							
	400 °C				650 °C			
	Bakonysztlászló	Debrecen	Kerámia	Mezőtúr	Bakonysztlászló	Debrecen	Kerámia	Mezőtúr
Komlói	9,8	6,4	6,9	11,3	10,3	13,8	8,9	14,5
Dudari	10,1	12,7	8,5	10,5	12,2	12,4	10,2	16,4
Balinkai	12,1	12,0	7,1	12,0	12,5	14,5	14,2	15,9

Karbonátos agyag: bakonyszentlászlói, nem karbonátos agyag: mezőtúri.

Nagy illótartalmú szén: balinkai; kis illótartalmú szén: komlói iszapszén.

A számításoknál 100 kg keveréket vettünk alapul és az eredmények reális értékelhetősége érdekében a kapott eredményeket átszámítottuk az ipar átlagos energiafelhasználásának — 2094 KJ/kg égetett árúnak — megfelelő értékre [1, 2].

Az átszámításnál figyelembe vettük az agyag - a bekevert szén -, s az égetett árú tömegét, az agyag izzítási veszteségét, a szén hamutartalmát és égéshőjét. /Az égéshő fűtőértékre való átszámítását az MSZ-KGST 1643-78. szabvány alapján végeztük el,

[3], továbbá az égésnél felszabaduló gázok /svélgázok/ éghető alkotóinak mólhőjét [4] vettük figyelembe. A svélgázokkal elvitt energiaveszteségeket a bekevert szén adatai és a kigázosodás bomlástermékeinek adatai alapján is kiszámoltuk. Az összehasonlító számítások eredményei nagyon jó egyezést mutatnak [5].

Adott agyag és szén keverékéből különböző hőmérsékleten képződő, távozó svélgáz vonatkozó energiátartalmát a 4. táblázat tartalmazza.

Összefoglalás

Az elvégzett kísérletek és az összehasonlító számítások eredményeit értékelve megállapítható, hogy

- a kísérleti adatok alapján végzett számítások az adott hőmérsékleten távozó /400 és 650 °C/ svélgázok energiátartalmának szén alapon, illetve gázoldalról való számítási eredményei jó egyezést mutatnak;
- 400 °C-on a svélgázokkal kevesebb energia távozik, mint 650 °C-on,
- a vizsgált négyféle keverék közül a nem karbonátos agyag + kigázosodó szén keverékéből távozó svélgázok energiátartalma a legnagyobb, és a karbonátos agyag + nem kigázosodó szén keverékéből távozó svélgáz energiátartalma a legkisebb,
- a távozó svélgáz energiátartalma annál nagyobb, minél nagyobb a bekevert szén illótartalma /minél jobban kigázosodó a szén/;
- a távozó svélgáz energiátartalma elsősorban a bekevert szén minőségétől függ és elérheti az 1 kg é.á-ra vetített energiafelhasználás 20-24 %-t is.

Anyag + szén megnevezése	A távozó svélgáz energiatartalma, 2,01 MJ/kg/é.á. százalékban, %	
	400 °C	650 °C
Bakonyszentlászlói agyag	6,1	18,0
+ balinkai szén	/0,127 MJ/kg. é.á./	/0,377 MJ/kg. é.á./
Bakonyszentlászlói agyag	1,0	6,9
+ komlói iszapszén	/0,02 MJ/kg. é.á./	/0,144 MJ/kg. é.á./
Mezőtúri agyag	8,3	23,9
+ balinkai szén	/0,172 MJ/kg. é.á./	/0,499 MJ/kg. é.á./
Mezőtúri agyag	2,1	8,0
+ komlói iszapszén	/0,04 MJ/kg. é.á./	/0,17 MJ/kg. é.á./

— A 650 °C-on távozó svélgázok energiatartalmának %-os átlagolását, majd felkerekítését elvégezve, a veszteség

- balinkai szén esetén 21 %,
- komlói szénnél 7,5 %

Ha ezen értékekkel végigszámoljuk a veszteségeket 12 millió db km-t előállító üzemre 3 kg égetett tömeget és 2094 KJ/kg. é.á. fajlagos energiafelhasználást feltételezve, továbbá a jelenleg érvényes

- balinkai A porszén: Fc = 13,461 KJ/kg, és 1.149 Ft/t szén árával,
- komlói iszapszén: Fc = 9,790 KJ/kg és 601.- Ft/t szén árral

számlálva, akkor az *energiaveszteség és annak értéke:*

- balinkai szén felhasználása esetén -1.176 t szén/év
-1.350.924 Ft/év
- komlói szén esetén pedig - 577,4 t szén/év
- 340.027 Ft/év

A fentieket figyelembevéve igen fontos, hogy hazánkban is foglalkozzunk a svélgázok utólagos elégetésével, hasznosításával, melyek korszerű megoldásainak a Hässler-Morgante féle, Wienerberger féle és Esseni füstgáz, svélgáz visszavezetési eljárások nevezhetők.

Irodalom

1. SKVORECZ T.: Kutatási jelentés, SZIKKTI Témaszám: 16-10-III/4.1., 1987. november
2. SKVORECZ T.: Kutatási jelentés, SZIKKTI Témaszám: 16-10-III/4.1., 1988. március
3. Hazai kereskedelmi széntermékek minőségi katasztere Magyar Szénbányászati Tröszt, 1980.
4. BENEDEK, P.: A kémiai technológiai számítások alapjai I. Anyag és energiamérlegek Nehézipari Könyv- és Folyóiratkiadó V. 1951.
5. SKVORECZ T. - Hámosi Tné: Kutatási jelentés, SZIKKTI Témaszám: 16-10-III/4.1., 1988. június.

Skvorecz, Tibor - Bálint, Pál
Energy content of coal gasification products formed in brick kilns

Skvorecz, Tibor - Bálint, Pál:
Energiegehalt der in den Ziegelöfen entstehenden Schwelgase

Шкворец, Т. – Балинт, П.: Содержание энергии в швелевых газах кирпичнообжигательных печей

Homokok felhasználása különleges építési célra*

Kausay Tibor

Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet, Budapest

A homokbeton fogalma

A homok építési célú felhasználása akkor különleges, ha a homok az előállított finom struktúrájú építőanyagnak kizárólagos vagy uralkodó adalékanyaga, és az építőanyag előállítása hidratáción vagy polimerizáción alapul.

Az ilyen építőanyag homokbetonnak nevezhető. A homokbeton tehát olyan építési célú kompozit, amelynek - a beton rugalmas fázisát képviselő és a kötés szempontjából kémiaiilag passzív vagy aktív - 4 mm-nél nem nagyobb szemcsenagyságú adalékanyaga döntő mértékben kvarchomok és szilárdságát szilikátos kötés vagy műgyanta po-

* A XV. Szilikátipari és Szilikáttudományi Konferencia elődása

limerizátuma adja. E meghatározás szerint nem soroljuk e fogalomkörbe például sem a duzzasztott perlit vagy polisztirolgyöngy adalékanyagú hőszigetelő anyagokat, sem a pernye adalékanyagú habarcsokat, sem a pernye alapú gázbetonokat, sem a kalcium-hidro- karbonát kötési anyagokat, mint amilyen a mészhabarcs.

A homokbetonok fajtái a kötési rendszer és a struktúra alapján a következők: homokcementbeton, homoksejtbeton (homokhabbeton, homokgázszilikát, homokmikroporit), homokpolimerbeton.

E homokbeton fajták egymással kombinálhatók — így áll elő például a homokgázbeton vagy a homokpolimercementbeton —, de lehetnek alkotói vagy hordozói is más anyagoknak. A homokbeton alkotórésze például a normálbetonnak, alkotója a normálbeton finom struktúrájának, diszperziós közege a normálbeton kavics vagy zúzottkő adalékanyagának. A normálbeton adalékanyagának homoktartalma azonban legfeljebb 50 tömeg % körül mozog, és ezért a homok nyersanyag minőségi jellemzői homokbetonban sokkal határozottabban jelentkeznek. A homokbeton ugyanakkor más anyagoknak — például pernye, duzzasztott perlit, erősítő szálas anyag, vagy akár szerkezeti vasalás — is lehet a hordozója.

A homokbeton struktúrája a felhasználási célnak megfelelően lehet normál, sajtolt vagy lött, sejtített, ami tulajdonságait nagymértékben befolyásolja.

A különleges építési célra felhasznált homokok funkciója a homokcementbetonban, a homokhabbetonban, a homokpolimerbetonban adalékanyag, a homokgázszilikátban egyidejűleg kötőanyag és adalékanyag is.

A homokok tulajdonságai

A homokok homokbetonbeli funkciójával is összefüggésben a homokoknak gyakorlatilag általános és különleges tulajdonságait különböztethetjük meg.

Általános tulajdonságok azok, amelyek az MSZ 18293 szabvány szerinti termék minőségnek kritériumai, mint az agyag-iszap tartalom által meghatározott minőség, a szerves és szervetlen szennyezettségtől függő tisztaság, továbbá a szemmegoszlás. E tulajdonságok vizsgálati módszereiben és értékelésében vannak újabb eredmények.

Kerestük a túlzott agyag-iszap tartalom káros betontechnológiai hatását jobban kifejező vizsgálati módszert, és összehasonlítottuk a különböző ülepítési, hidrometrálásos és szítálásos vizsgálati módszerekkel kapott eredményeket. Megállapítottuk, hogy az Andreasen-féle ülepítés az agyag-iszap tartalmat nagyobbak mutatja, mint az ultrahang gerjesztésű finom szítavizsgálat, a hidrometrálás pedig még ennél is kisebb számértéket eredményez. Több mint 60 minta vizsgálata alapján arra a következtetésre jutottunk, hogy a mérőhengerben meghatározott és 24 órás ülepedés után térfogat %-ban megadott agyag-iszap tartalom mintegy kétszerese a hidrometrálással, az Andreasen-féle ülepítéssel, az ultrahang gerjesztésű szítálással tömeg %-ban adódó agyag-iszap tartalomnak. E kísérletek eredményeképpen az MSZ 18288 szabvány sorozatban módosítottuk a térfogatossá ülepítő vizsgálatot, az Atterberg-féle iszapolást, a hidrometrálást, és szabványosítottuk az Andreasen-féle ülepítést, az ultrahang gerjesztésű szítálást.

A megengedhető szulfát- és kloridtartalomra vonatkozó szigorítási indítvány ma még csak javaslat. Elemzésünk szerint a szabványos homokkal 25-ször annyi szulfátiont és 36-szor annyi klorid-iont lehet bevinni a betonba, mint amennyi a keverővízzel, és 225-ször annyi klorid-iont, mint amennyi a szilárdulásgyorsító adalék szerrel bevihető. A szigorítás alapelve az lenne, hogy a betonba bekeverhető összes szulfát tartalom 0,15 tömeg %-nál, az összes klorid tartalom 0,03 tömeg %-nál több ne legyen. E feltétel akkor teljesül, ha az adalékanyag szemek felületén lévő megengedett szulfát- és klorid tartalmat az eddiginek tized részére csökkentjük. Ez a csökkentés összhangban van a hazai homokok minőségével. Megjegyezzük, hogy a szulfát tartalom nem csak só alakjában lehet káros, hanem például gondot okozhat akkor is, ha pirit alakjában fordul elő. A piritből levegő és esővíz hatására kénsav és limonit képződik, ami például a panelház homlokzatokon intenzív vasas lefolyást eredményez.

Építőipari vállalatok külföldi vállalkozásai során gyakran találkoznak a hazaitól eltérő tulajdonságú homokokkal. Így például a Tengiz (SU) környéki félsivatagi, tengizi tengeri mély földi — egyébként 75-85 tömeg % SiO_2 tartalmú, 8-16 térfogat % agyag-iszap tartalmú, 1 mm-nél finomabb — homokok sósak, klorid tartalmuk a hazai homokéinak mintegy 50-szerese, a megengedett értéknek átlag 7-szerese. A homok mosásával a felületi sótartalom negyedére csökkenthető és ezáltal ha minden esetben nem is, de átlagban közelítőleg megfelelnetne a hazai követelményeknek. Tengizben a kőolaj- és gázipari komplexum építkezésén a víz nagy érték, ezért vizes osztályozást vagy mosást nem alkalmaznak, és a sómentes homokot nagy távolságról kényszerülnek az építéshelyre szállítani.

A homokok igen fontos általános tulajdonsága a szemmegoszlás és az abból számítható szemmegoszlás jellemzők, mint a finomsági modulus, a térfogati fajlagos felület, szórásnégyzet, átlagos szem nagyság, amelyek a javaslatunk szerinti MSZ 18288/5 szabvány alapján egyszerűen meghatározhatók. A számítás eredményességének előfeltétele, hogy a szemmegoszlás görbe koordináta rendszerében az abszcissa beosztást egyenes egységben tévedésmentesen vegyük fel, nem úgy, mint ahogyan hibásan az MSZ 16000/2 szabványban szerepel.

A homokok különleges tulajdonságai a kémiai és ásványi összetétel, a mikro-Deval aprózódás, a Zcisel-féle örölhetőség, amelyek vizsgálatára elsősorban a kalcium-hidro-szilikát kötésű homokbetonok esetén van szükség.

Az ilyen kötésű homokbetonokat, például mészhomokotéglákat, gázbetonokat vagy gázszilikátokat az jellemzi, hogy a 160 °C hőmérséklet feletti autoklávus szilárdítás során a homok szilícium-dioxid tartalma teljes értékűen oldódik és vegyileg reagál a kalcium-hidroxiddal. Ebből következik, hogy a felhasználni kívánt homok kémiai összetételét feltétlenül ismerni kell. A kőzetalkotókra nézve követelmény, hogy a homok szilícium-dioxid tartalma lehetőleg érje el a 70 tömeg %-ot, a földpát és csillám tartalom együttesen kisebb legyen mint 10 tömeg %, a magnézium-oxid tartalom a 2,5 tömeg %-ot, a vas-oxid tartalom a 2 tömeg %-ot, a szulfát tartalom a 0,06 tömeg %-ot ne érje el. Az 1000 °C-os izzítási veszteséget 5 tömeg % alatt célszerű tartani. Tízféle hazai homokelőfordulás teljes kémiai elemzése, normál röntgen-diffrakciós feltétele és mennyiségi röntgen-diffrakciós

fáziselemzése alapján arra a következtetésre jutottunk, hazai homokjaink a szilícium-di-oxid, magnézium-oxid, vas-oxid tartalom és az izzítási veszteség szempontjából általában megfelelőek, míg földpát és szulfát tartalmuk sokszor magas. Vizsgáltuk e nézőpontból a tengizi homokokat is. Az izzítási veszteségtől és a szulfát tartalomtól eltekintve a vizsgált hat előfordulás mindegyike megfelelné gázbetongyártási célra.

Természetes előfordulású homokjaink uralkodó szemnagysága a 0,09–0,50 mm tartományba esik, és ezt lehet mondani a tengizi homokról is. Mint hogy a kalcium-hidro-szilikát mind teljesebb kialakulásához lehetőleg olyan homokra van szükség, amelyeknek legalább 80 tömeg %-a átesik a 0,09 mm lyukbőségű szitán és 0,5 mm-nél durvább szemeket egyáltalán nem tartalmaz, következnek, hogy ezek a homokok — főképp a 0,09 mm alatti szemek kis mennyisége miatt — őrlés nélkül nem alkalmasak mészhomoktéglára, vagy gázbeton, gázsilikát gyártására. Az örletlen és az örölt homokok granulometriai különbségét jól szemléltetik a megváltozó szemmegoszlás jellemzők. A lineáris finomsági modulus például 0,33 mm-ről 0,15 mm alá, az átlagos szemnagyság 0,21 mm-ről 0,11 mm alá, a Spindel-féle finomsági modulus 7,55 értékről 6,8 érték alá csökken, a térfogati fajlagos felület $61 \text{ mm}^2/\text{mm}^3$ -ről $80 \text{ mm}^2/\text{mm}^3$ fölé nő.

A homokok örölhetősége az önszilárdság függő mikro-Deval aprózódással vagy a Zeisel-féle örölhetőségi munkaiqényel hozható kapcsolatba, vagy fejezhető ki.

A mikro-Deval aprózódási vizsgálat hazai bevezetésére a BME Ásványtani Tanszékével közös kísérletet végeztünk és kidolgoztuk az MSZ 18287/6 szabványt. Kísérleti eredményeink szerint a hazai 2/4 mm szemnagyságú homok minták mikro-Deval aprózódása szárazon általában 2–15 tömeg %, vizesen általában 3–25 tömeg %. A mikro-Deval aprózódás mérőszáma alkalmas arra is, hogy általa a homokokat közetfizikai csoportokba soroljuk.

A Zeisel-féle örölhetőségi vizsgálattal az őrlés során képződő új felület előállításához szükséges munkát mérjük. A gázbeton alkalmassági vizsgálatokat 150 N terhelés és 200–2800/perc malom fordulat mellett végeztük. A kiindulási anyag szemnagysága a homokjainkra jellemző 0,09–0,50 mm volt. A mérési eredmények szerint a $100 \text{ m}^2/\text{kg}$ fajlagos felületről az $500 \text{ m}^2/\text{kg}$ fajlagos felületre való őrléshez mintegy 55–135 kJ/kg fajlagos energiafelhasználás szükséges.

A homokok a homokbeton tulajdonságainak nagytömegű és nagyhatású hordozói, így a homok nyersanyagok minőségi jellemzőit gondosan meg kell vizsgálni. A homokok különleges építési célra való felhasználásának minőségi feltételei olykor szigorúak, de több-kevesebb előkészítés után hazai homokjaink nagy része e követelményeknek megfelel. A homok tulajdonságok és minőségi követelmények termékgyártástechnológiai szempontok szerinti összehasonlítása, továbbá a homokbetonok tulajdonságainak tanulmányozása előmozdítja a homokok ilyen különleges célú felhasználásának fokozottabb elterjedését.

A homokbetonok tulajdonságai és alkalmazása

A homokcementbetonok, homokhabbetonok, homokpolimerbetonok alkalmazása Magyarországon megtalál-

ható. Vannak ágazataink, mint például a vízzáróhabarcs és különleges ágyazóhabarcs készítés, a szálerősítésű homokbeton előállítás, könnyített falazóelem készítés, a betoncserélgártás, acélnyomócső bélelés, betoncsatorna bélelés, falburkolólap gyártás, padlóburkolat készítés, hőszigetelő habbetonréteg beépítés, korróziós hibák javítására szolgáló homokpolimerbetonok előállítása, amelyek e tevékenységből eredményesen gazdálkodnak. Ez a magyarországi homokbeton alkalmazás azonban korántsem mondható olyan széleskörűnek, és olyan kifogástalannak, ami a további kutatásokat és fejlesztéseket feleslegessé tenné. Vannak kísérleti eredményeink, amelyek hasznosítása még várat magára.

A homokcementbetonok szilárdsági, kopásállósági, hidrotechnikai, hőtechnikai tulajdonságai jórészt a beton struktúrájától és testsűrűségétől függenek. Ismeretes, hogy a mikropórusokban (0,001–0,01 millimikron) az adszorbeált víz -160°C , a mezopórusokban (0,01–0,2 millimikron) a strukturált víz -43°C , a makropórusokban (0,2–20 millimikron) a kapillaris víz -15°C hőmérsékleten fagy meg, ami rámutat a pórusméret eloszlás fontosságára. A 20–1000 millimikron méretű légpórusok is külön szerephez juthatnak. A légpórusképzőszerek azáltal, hogy 50–200 millimikron méretű, egymástól független pórusokat hoznak létre, számottevően növelik a fagyállóságot. A hidratáció előrehaladtával a pórustérfogat csökken. A különböző homokcementbetonok testsűrűsége az anyagtani összetételtől és sajátosságoktól, a vibrálástól vagy sejtesítéstől függően 400–2000 kg/m^3 között változhat, miközben a nyomószilárdság általában 1–12 N/mm^2 , a hővezetési tényező 0,1–0,8 W/mK értéket vesz fel, de ezeknél akár jelentősen is nagyobb lehet. Ha a struktúrát 100–200 N/mm^2 sajtolóerővel állítják elő, akkor az alkalmazandó vízcementtényező legfeljebb 0,15 értékű és így a 0,33 körüli egyensúlyi vízcementtényezőnél feltétlenül kisebb. Ilyenkor a homokcementbeton a szilárdulás folyamán a környezetéből vizet von el, és nyomószilárdsága a cement tartalomtól függően elérheti a 100 N/mm^2 értéket is. Érdekes, hogy míg a homokcementbeton cementtartalmának növelése a nyomószilárdságot növeli, addig a Böhme-féle kopásállóságot csökkenti. A homokcementbetonok vizes állapotú kopási térfogat vesztesége 25 cm^3 -nél nagyobb, és ezért azok legfeljebb kopásállónak minősülnek. A 4 mm-nél nagyobb legnagyobb szemnagyságú betonok cementkővét tulajdonképpen e kopásra érzékeny homokcementbeton képezi, ami magyarázatát adja annak, hogy miért nehéz fokozottan vagy igen kopásálló betont készíteni. Gyakori jelenség, hogy az adalékanyag szemcsék közül a cementkő kikopik és funkciója csak az adalékanyag szemcsék beágyazására korlátozódik.

A homokon kívül csak örölt égetett meszet tartalmazó homokgázsilikátok és a cementet is tartalmazó homokgázbetonok gyártása Magyarországon eddig csak kevéssé vagy egyáltalán nem terjedt el, de a legutóbbi időkben ezen termékek korszerűsítésében illetve alkalmazásában rejülő lehetőségek kiaknázása egyes ágazatokban megkezdődött, vagy előkészítés alatt áll. Így például a hagyományos mészhomoktéglára gyártás a termékek nem kielégítő hőtechnikai tulajdonságai miatt korszerűsítésre szorulnak, amelyet részben már meg is valósítottak. Homokalapú gázsilikát vagy gázbeton gyártás Magyarországon sosem folyt. Egy kisteljesítményű homokgázbetongyár lé-

tesítésével az utóbbi időben készült beruházási javaslat foglalkozik, továbbá intézkedések történtek a homok meglévő pernyegázbetongyári alkalmazásáról is. Így korántsem időszertlenül a mészhomok termékek és homokgázbetonok tulajdonságait kutatni.

A mészhomoktégla gyártás korszerűsítésével foglalkozva sikerült az alapanyag változatlanul tartása mellett olyan homoksejtbetont előállítanunk, amelynek testsűrűsége a mészhomoktégla 1700 kg/m^3 -es testsűrűségével szemben csak 1050 kg/m^3 , nyomószilárdsága $2,5 \text{ N/mm}^2$, azaz eléri a G2 minőségű gázbeton nyomószilárdságát, hővezetési tényezője a mészhomoktégla $0,8 \text{ W/mK}$ értékű hővezetési tényezőjével szemben csak $0,285 \text{ W/mK}$, ami megfelel egy képzeletbeli G8 minőségű (10 N/mm^2 átlagos blokkzilárdságú) gázbeton hővezetési tényezőjének. Az ilyen minőségű homoksejtbetonból 40 cm vastag falat rakva a szilárdsági és az MSZ 04-140/2 szabvány szerinti hőtechnikai követelmények egyaránt kielégíthetők.

Termékszerkezet bővítés új technológiai eljárásokkal az Északmagyarországi Kőbánya Vállalatnál

Mészáros István

Északmagyarországi Kőbánya Vállalat, Tarcsl

Bevezetés

Magyarországon az 1980 évtől kezdődően, fokozatos átmenettel, jelentősen lecsökkent a hagyományos zúzottkő frakciók iránti kereslet. A kényszerű termékcsökkentésből eredő árbevételekiesés részbeni ellensúlyozása, valamint a felszabaduló munkaerő foglalkoztatása céljából, több új termék gyártásának bevezetésével bővítette termékstruktúráját a vállalat.

1/ A tarcslai kőbányaüzemben meglévő, használaton kívül lévő állóeszközök áttelepítésével és $2,3$ millió Ft kiegészítő beruházással, - a tervezési és kivitelezési időt is beleszámítva - 6 hónap alatt évi 40 ezer tonna kapacitású *vízépítési termésköleválasztó technológiai sort* létesített. A terméskő felső darabméretének (400 mm) bekalibrálására, a bedöntőbukerra épített kaliberrácsra a hagyományos - balesetveszélyes és nehéz fizikai munkát jelentő - kézi rácsbunkózást, kotrógépre szerelt nagyteljesítményű hidraulikus batározó kalapáccsal kiváltottuk. A technológiai sor egyéb előnye, hogy a melléktermékként képződő $20/150 \text{ mm}$ -es anyag is jól értékesíthető a piacon. Ugyanis útalapba kiválóan alkalmas.

A létrehozott mű alkalmas arra is, hogy a nagy meddőtartalmú - út és vasútépítéshez nem alkalmas, és ezért korábban közvetlen a meddőhányóra kihordott - lerobbanott vegyes anyagból a haszonanyagot kinyerjük. Ez esetben a leválasztó vibrátor alsó síkján mezőcseret kell végrehajtani.

A Vállalat a mű létesítésénél kihasználta a konkurenciával szemben azon előnyét, hogy az üzem vasúti iparváz-

Mindezen eredmények alapján és ismeretek birtokában úgy véljük, hogy a homokbetonok további térhódítására és választékának bővítésére lehetőség van. Az ehhez szükséges megfelelő minőségű homok hazánkban rendelkezésre áll, illetve előállítható.

Kausay, Tibor

The use of sand for special building purposes

Kausay, Tibor,

Verwendung von Sand für spezielle Bauzwecke

Каушай, Т.: Использование песков для специальных строительных целей

gánnal is rendelkezik, így ezirányú kiszállítást is vállalni tud.

1988. évben - vízépítési termésköből 29 ezer tonnát
- Z 20/200-as anyagból 7 ezer tonnát
értékesített az üzem $7,1$ Mill. Ft értékben.

2/ Ugyancsak a tarcslai kőbánya üzemben, meglévő épületben, eredetileg mezőgazdasági takarmánykeverő (csigás rendszerű) berendezés üzembeállításával, mindössze 100 ezer Ft ráfordítással, *ásványkeverő, üzemszerű létesítettünk*.

Ezt elsősorban a "FLOKKULIT" márkanevű szennyvízderítő anyag gyártására alapoztuk. Az összekeverendő komponensek aránya a szennyvíz jellegétől függően változik. Ezideig zsíros és olajos szennyvíz derítésére alkalmast gyártottunk. Az alkalmazás elterjesztése még folyamathat van. 1988. évben a "FLOKKULIT"-ból 17 tonnát gyártottunk (zsákos kiszerezésben) $0,3$ Mill. Ft értékben.

Ezen üzemszerűben most indult be, a riolit tala javító $2; 5; 20$ és 40 kg -os zsákos csomagolása. (Erről bővebben lásd az 5. pontban)

3/ A Gyöngyössolyos Kishegy-i és bodrogkereszturi üzemekben, a régi kézi faragásos *díszítő lábazati és falburkoló kő* gyártását, fűrészgépek beállításával gépesítettük. Tulajdonképpen ezzel vált lehetővé, a $15-20$ éves kihagyás után a díszítő lábazati és falburkoló kő gyártás, a réginél méretpontosabb és esztétikusabb formában.

A Kishegy-i riolit, színhatása miatt különösen dekoratív jellegű. Nyomószilárdsága lehetővé teszi, hogy járműforgalomtól elzárt területen útburkolásra is használható

* A XV. Szilikátipari és Szilikátudományi Konferencia elődása

legyen. Ezért kisebb mennyiségben 8/10-es kiskockagyártást is végzünk.

1988. évben, a két üzemben, fűrészelt lábazati kőből összesen 1517 m²-t gyártottunk, 1,7 Mill. Ft értékben.

Mivel a Kishegy-i fűrészelt riolit lábazati köre a piaci igény hosszú távon biztosított, így megkezdjük a fűrészgép hidraulikus előtolásának megvalósítását, valamint tervbe vettük (egy éven belüli megvalósítással) 4 db fűrészgép elhelyezésére alkalmas, télen is üzemeltethető épület építését, egyben megoldva a vágási kőporral szennyezett hűtővíz ülepítését és a megtisztult víz újrafelhasználását.

4/ A régi városrészek rekonstrukciója során, úgy belsőföldön mint külföldön, jelentős piaci igény jelentkezik a természetes útburkolóköre. Ezen igény kielégítésére, 10-15 éves kihagyás után, újból bevezettük a *kiskocka és szegélykő gyártását*, a recski és tállyai kőbánya üzemekben. Az évente gyártott 800-900 tonna, 4000-4500 m² útfelület burkolását teszi lehetővé. A gyártás teljes egészében kézi munkával történik. A gyártás során kipróbáltunk egy korszerű hidraulikus kőhasító gépet, de a viszonylag magas (30 %) selejt, és minőségi szempontból nem megfelelő méret és alakúréss miatt lemondtunk annak megvásárlásáról. A negatív eredmény nem a gép hibája, hanem a kőzet (andezit) hasadási tulajdonságából adódik. Végül is a beszerzett műszaki és gazdasági információk, továbbá a gyakorlati tapasztalatok alapján az a véleményem, hogy a kőhasítás folyamatának gépesítésénél, csak egy művelet gépesítése nem hozhat kedvező eredményt. A géplánc-szerű gépesítés viszont, igen jelentős tőkebefektetést igényel, és ennek megtérüléséhez, az előbbieken közölt mennyiség minimum 15 szörösét kellene előállítani. Ilyen nagy volument viszont a piac nem igényel.

1988. évben hasított útburkolóköből a két üzemben együttesen 938 tonnát gyártottak, 4,2 Mill. Ft értékben.

5/ Jelentősnek ítélt *termékszerkezet bővítés indult be a bodrogkeresztúri üzemünkben*. Az üzem főtevékenysége a 12/150-es zúzott riolittufa termelés, amit a Beton és Vasbetonipari Művek Bodrogkeresztúri Gyára használ fel kézi falazóblokk gyártására.

- 1988. IV. és 1989. I. negyedévében 4,4 Mill. Ft beruházási költséggel különálló "zeolitos zúzalékot" gyártó technológiai sort létesítettünk. Az előállított 4/8 és 8/12-es termékeket az áltartó telepek használják a híg trágyalésűrésére. A telítődött szűrőanyag (4-5 hónap után) a szántófeldekre kiszórva talajjavítóként tovább hasznosul. Ezen termék gyártásához 50 %-ban bodrogkeresztúri mordenit, és 50 %-ban a rátkai klinoptilolit zeolitos ásványt használjuk fel.

- új termék a riolit talajjavító anyag. Ezen célra a főtevékenységből kikerülő 0/5-ös másodlagos meddőanyagot értékesítjük. Az anyag szerkezete, és közel 20 féle mikroelem tartalma eredményeként javítja a talaj víz és hőháztartását, valamint kedvezően hat a növények fejlődésére és a termés minőségére.

A hasznosításra, 5 éves kutatási szerződést kötött a Vállalat a Debreceni Agrártudományi Egyetem Terme-

lésfejlesztési Intézetével, valamint 0,5 Mill. Ft alaptőkével belépett a Kecskeméti Mezőgazdasági Földtani Gazdasági Társaság-ba. Ez utóbbi főleg a homokos talajok környezetbarát javítását tűzte ki célul.

- Jelenleg még csak kísérleti célból, legyártottunk klinoptilolit zeolitos ásványból 4,2 tonna 0,5/1,5 mm-es és 0,5 tonna 0/0,063 -es anyagot sugárszennyezett víz (atomerőmű) kezelésére. Az eredményt még nem ismerjük.

- Nem új termék, de felhasználása bővül a kerámiai alapanyagoknak. Ezen célra a 0/12 és 0/5-ös meddőanyagot értékesítjük.

- A 0/5-ös meddőanyag iránt - talajjavító és kerámiai alapanyagoknak - olyannyira megnőtt az igény, hogy a főtevékenységből kikerülő 0/5-ös mennyiség már nem elegendő. Ezért a zeolitos technológiai soron (jelenleg még van szabad kapacitása) megkezdtük a főtevékenység elsődleges 0/12-20 mm-es meddőanyagának feldolgozását.

Az előbbieken ismertetett termékek volumenét és termelési értékét (1988. év) a következők szemléltetik.

Megnevezés	Volumen tonna/év	Term. érték Mill. Ft
Zeolitos zúzalék	822	1,2
0/5 talajjavító	2.750	0,25
kerámia alapanyag	11.234	1,9

Összefoglalás

Az ismertetett termékszerkezet bővítés összességében 16,6 Mill. Ft termelési értéket eredményez. Ez jelenleg a vállalat össz. termelési értékének csak 4,5 %-a. A későbbi években ez várhatóan eléri az 5,5-6 %-ot. Csak a számokat nézve, ez nem jelentős érték, de elősegíti az ügynevezett több lábbon állást, és 30-35 főnek munkalehetőséget biztosít. Továbbá azt is figyelembe kell venni, hogy a hagyományos zúzottkő termékek 1 tonnára vonatkozó értékéhez viszonyítva, az új termékek értéke eléri az 5-15 szörös értéket, vagy például a riolittufa esetében az eddig meddőként jelentkező anyag jelentős részben hasznos terméké válik.

Mészáros István

Widening of product palette by mew technological methods at the North Hungarian Quarry Co

Mészáros, István:

Erweiterung der Produktauswahl durch neue technologische Verfahren im Bereich des Nordungarischen Steinbruch-Unternehmens

Месарош, И.: Расширение ассортимента продукции путем введения новых технологических приемов на каменных карьерах Северной Венгрии

Gipszkőmentes, nagyszilárdságú cement hidratációjának, ill. szilárdulásának sajátosságai

Opoczky Ludmilla - Horváth Imre

Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet, Budapest

Bevezetés

Intézetünkben már több éve foglalkozunk a gipszkőmentes, módosított kötési, nagyszilárdságú cement (továbbiakban MNC) előállításával. Az MNC alapja egy nagyfinomságú, egyenletes szemcseméreteloszlású, kétlépcsős őrlési technológiával előállított klinkerörlemény, melyhez - a kötés és szilárdulás szabályozása céljából - Ca-lignoszulfonát (továbbiakban LS) és Na-karbonát (továbbiakban N) keveréket (továbbiakban LSN) adagolunk 1-1,5 m/m %-nyi mennyiségben /1,2/. A gipszkőmentes, nagyszilárdságú cement előállításának alapon-dolata amerikai kutatóktól származik /3/.

Az MNC-cement a kis víz-cement tényező /0,2-0,35/ mellett is jól bedolgozható, jellemző rá a szilárdság gyors növekedése és igen nagy szilárdság (70-80 MPa) elérése.

Közismert, hogy egy cement fizikai-mechanikai tulajdonságait a fázisösszetétel mellett a cementkő mikroszerkezete határozza meg. E kutatás során tanulmányoztuk az MNC cement hidratációs folyamatát, valamint szilárdsága és mikroszerkezete közötti összefüggéseket.

Kísérleti rész

Kísérleti anyagunk laboratóriumi malomban előállított MNC, melynek fajlagos felülete (Blaine szerint) 566 m²/kg, n egyenletességi tényezője 0,913, \bar{x} finomsági mérőszáma 8 μ m, az LSN adagolás pedig 1,25 m/m % volt (1. ábra). Az MNC cementből 0,25 v/c mellett cementpépet készítettünk. Az összehasonlítás céljából 450-es minőségű portlandcementből (továbbiakban OPC, fajlagos felülete 300 m²/kg, n egyenletességi tényezője 0,899, \bar{x} finomsági mérőszáma 21 μ m) is készítettünk cementpépet 0,31 v/c mellett (2. ábra). Vizsgálatokat végeztünk továbbá a csak Ca- lignoszulfonátot 0,4 m/m -ban, ill. csak Na-karbonátot 0,8 m/m %-ban tartalmazó gipszkőmentes cementpépekkel is, 0,25-ös v/c tényező mellett. Az MNC és OPC cementek ásványi összetétele az I. táblázatban látható.

I. táblázat

MNC-cement, Ff=566 m²/kg, 1,25 % LSN

A minta jelle:

AZ ÉRTÉKELÉS ADATAI

X (micron)	R (%)	D (%)
1.0	84.2	15.8
1.5	81.5	18.5
2.0	77.5	22.5
3.0	71.3	28.7
4.0	63.3	36.7
6.0	54.5	45.5
8.0	45.6	54.4
12.0	33.6	66.4
16.0	21.2	78.8
24.0	7.1	92.9
32.0	1.1	98.9
49.0	0.0	100.0
64.0	0.0	100.0
96.0	0.0	100.0
128.0	0.0	100.0
192.0	0.0	100.0

Az értékelés eredményei:

$$r = 0.9879$$

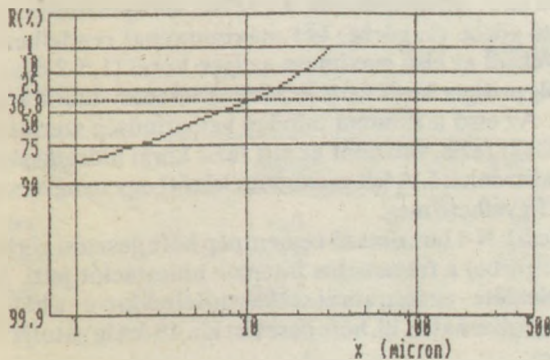
$$n = 0.9134$$

$$\bar{x} = 8.9256$$

A ROSIN-RAMMLER egyenlet:

$$R(x) = 1 - D(x) = \text{Exp}(-(x/8.9256)^{0.9134})$$

A ROSIN-RAMMLER GÖRBE:



1. ábra. MNC-cement szemcseméret eloszlása

Cementek ásványi összetétele és modulusai

	MNC	OPC
C ₃ S	63,6	52,8
C ₂ S	12,9	20,2
C ₃ A	8,6	8,4
C ₄ AF	10,5	10,3
CaSO ₄	0,2	4,7
CaO _{SZ}	0,48	0,45
MgO	1,41	1,39
SO ₃	0,12	2,75
SM	2,383	2,399
AM	1,587	1,572
TI	0,921	0,880

A cementpépek hidratációs folyamatának, és mikroszerkezetének vizsgálatához a következő módszereket használtuk: röntgendiffrakciós, termoanalitikai (DTA-DTG-TG), differenciál kaloriméteres, scanning elektronmikroszkópi, EDAX, valamint nagynyomású Hg-po-

OPC-cement, $F_f=300 \text{ m}^2/\text{kg}$

A minta jele:

AZ ÉRTÉKELÉS ADATAI

x (micron)	R (%)	D (%)
1.0	92.7	7.3
1.5	91.6	8.4
2.0	88.9	11.1
3.0	84.9	15.1
4.0	79.5	20.5
6.0	73.8	26.2
8.0	67.4	32.6
12.0	59.9	40.1
16.0	49.8	50.2
24.0	36.7	63.3
32.0	23.7	76.3
48.0	11.3	88.7
64.0	3.9	96.1
96.0	0.0	100.0
128.0	0.0	100.0
192.0	0.0	100.0

Az értékelés eredménye:

$$r = 0.9966$$

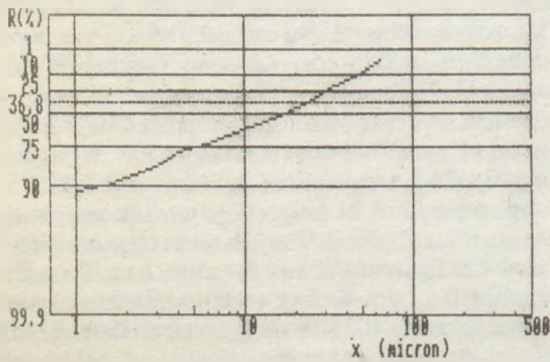
$$n = 0.8998$$

$$\bar{x} = 21.5230$$

A ROSIN-RAMMLER egyenlet:

$$R(x) = 1 - D(x) = \text{Exp}(-x/21.5230)^{0.8998}$$

A ROSIN-RAMMLER GÖRBE:



2. ábra. OPC-cement szemcseméret eloszlása

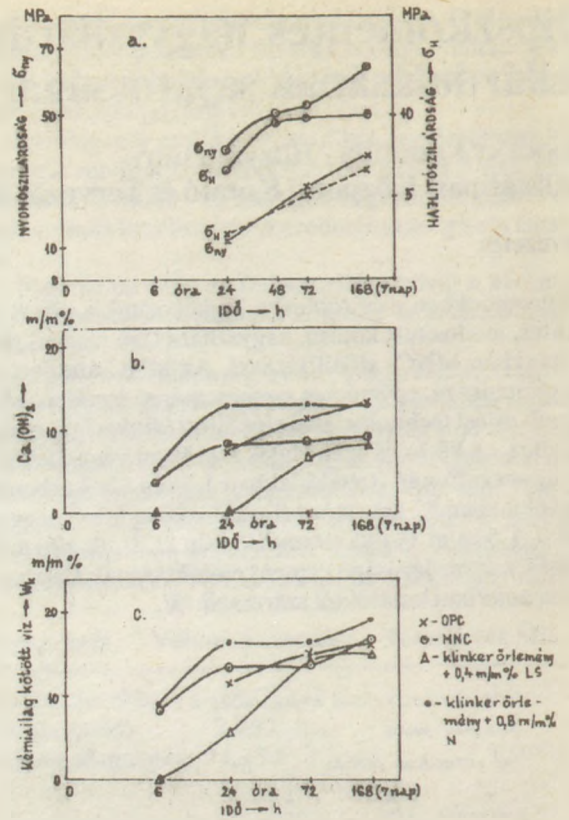
rozometria. A C-S-H fázis polikondenzációs fokának tanulmányozására a Tamás-féle trimetilszililezési módszert alkalmaztuk [4].

A cementek mechanikai szilárdságát az MSz 523 szabvány szerint 0,35 (MNC), ill. 0,5 (OPC) víz-cement tényező mellett határoztuk meg. A cementhabarcsok konzisztenciája, ill. területe azonos volt.

A 3. ábra az MNC és OPC cementek szilárdságát (a), valamint termogravimetriás görbéiből meghatározott $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (b), ill. kémiailag kötött víz (c) mennyiségét mutatja a szilárdulási idő függvényében. A 3.b ill. 3.c ábrán feltüntettük a csak LS-t, illetve csak N-t tartalmazó pépek jellemző görbéit is.

Az MNC-re a szilárdság igen gyors növekedése (1 nap $\delta_n=39,4 \text{ MPa}$; $\delta_h=6,7 \text{ MPa}$) és a nagyobb szilárdság elérése (28 nap $\delta_n=68,1 \text{ MPa}$; $\delta_h=10,4 \text{ MPa}$) a jellemző.

Az MNC-nél a $\text{Ca}(\text{OH})_2$ mennyisége 24 óras korig növekszik, majd ezt követően alig változik. Hasonlóképpen változik a kémiailag kötött víz mennyisége is, azzal a különbséggel, hogy a 72 ill. 168 óra (7 nap) között további növekedés tapasztalható. A $\text{Ca}(\text{OH})_2$ mennyisége az MNC-nél 24 óras korban közel azonos, későbbi korosz-



3. ábra. MNC és OPC cementek szilárdsága /a/; $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -mennyisége /b/; kémiailag kötött víz mennyisége /c/

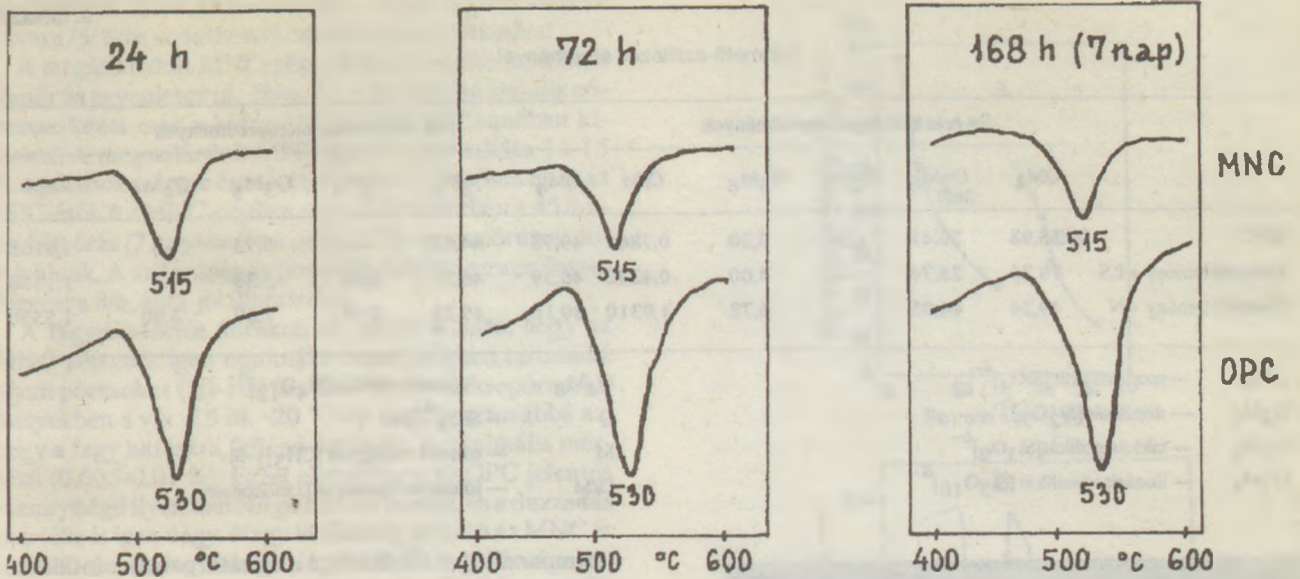
tálynál mindig kisebb, mint az OPC-nél. Megfigyeltük, hogy a $\text{Ca}(\text{OH})_2$ bomlására jellemző endoterm csúcs az MNC-nél általában 15-20 °C-kal kisebb hőmérsékleten jelenik meg, mint az OPC-nél (4. ábra).

A csak LS-t tartalmazó cementpép esetében a $\text{Ca}(\text{OH})_2$ bomlására jellemző csúcs csak 72 óras korban jelenik meg, a kémiailag kötött víz mennyisége is minimális a korai időszakban. A legintenzívebb hidratáció a csak N-t tartalmazó cementpépnél figyelhető meg, amikor is a $\text{Ca}(\text{OH})_2$, ill. a kémiailag kötött víz mennyisége is a legnagyobb.

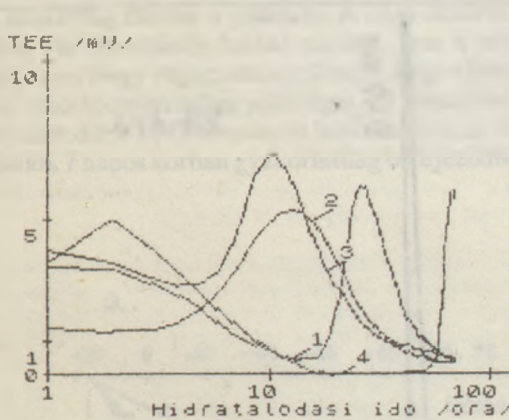
A differenciál kaloriméterrel mért hidratációs hő értékek az 5. ábrán láthatók. Az MNC hőfejlesztésére jellemző görbe (1. görbe) két maximummal rendelkezik, melyekből az első maximum az igen korai (1,5-2 óra), a másik pedig a későbbi (18-24 óra) intenzív hidratációt jelzi. Az első maximum minden valószínűség szerint az aluminát fázis, valamint az alit fázis korai hidratációjának köszönhető. A két maximum között egy nyugvó szakasz figyelhető meg.

A csak N-t tartalmazó cementpép hőfejlesztési görbéje (3. görbe) a folyamatos intenzív hidratációt jelzi. Az LS jelenléte - az igen korai szakasztól eltekintve - a hidratációs folyamatot, ill. hőfejlesztést kb. 48 óráig gátolja (4. görbe).

Az oldáshőmérésének alapján meghatározott hidratációs hő értékeket az II. táblázatban foglaltuk össze. Látható, hogy 24 óras korban az MNC és OPC cement hidra-



4. ábra. MNC és OPC cementek DTA görbéi



5. ábra. A mért termoelektromos erő az idő függvényében /1. görbe - MNC, 2. görbe - OPC, 3. görbe - klinkerőrlemény + 0,8 m/m % N, 4. görbe - klinkerőrlemény + 0,4 m/m % LS/

II. táblázat

Oldáshő mérések alapján mért hidratációs hő értékek /J/g/

Korosztály	MNC	OPC
6 óra	75,3	—
1 nap	215,8	216,6
3 nap	257,6	290,9
7 nap	290,2	429,2

tációs hője gyakorlatilag azonos, de a szilárdulási idővel a különbség egyre nő. Így 7 napos korban (168 óra) az MNC hidratációs hője 33 %-kal kisebb, mint az OPC-jé.

A bemutatott eredményekből megállapítható, hogy az MNC cementnél az igen nagy nyomó- és hajlítószilárdság viszonylag kis hidratációs fokkal párosul.

A derivatográfiai, valamint a röntgendiffrakciós vizsgálatok szerint az MNC-nél a hidratáció kezdetén a hexagonális kalcium- alumínát-hidrátok (C-A-H) mellett C-S-H fázis is keletkezik, mely a korai szilárdság alakulásában is fontos szerepet játszik. A későbbiekben (24 és 48 óra között) a C-S-H fázis fejlődésében bizonyos lassulás, ill. stagnálás következik be, de ennek ellenére a cement szilárdsága jelentős mértékben tovább növekszik.

A C-S-H fázis szilárdsága nagymértékben függ a SiO_4^{4-} anionok polikondenzációs fokától. A III. táblázatban foglaltuk össze az MNC hidratációjának során keletkezett kalcium-hidroszilikátok anionszerkezetére vonatkozó vizsgálati eredményeinket. A vizsgálatokat trimetil-szililezési módszerrel végeztük. Látható, hogy az MNC már 24 órás korban a jelentős mennyiségű dimer- szilikáthidrátok mellett, trimer-szilikáthidrátok is keletkeznek, melyeknek mennyisége az idővel növekszik.

Az LS adagolása a kalcium-szilikátok kezdeti hidratációját (24-48 óráig) gátolja, minek következtében kevesebb mennyiségű hidratációs termék keletkezik, de ugyanakkor az anionok polikondenzációs folyamatát gyorsítja, minek eredményeként a 24 órás termék már jelentős mennyiségű trimer-szilikáthidrátot tartalmaz. A N jelenléte mind a kalcium-szilikátok hidratációját, mindpedig az anionok polimerizációs folyamatát nagymértékben meggyorsítja; a 168 órás (7 napos) termékben már 3-nál nagyobb polikondenzációs fokú oligomerek is megtalálhatók.

A megszilárdult MNC-pép fő alkotója a C-S-H fázis, tömör, homogén mikroszerkezetében nem mutathatók ki a hagyományos portlandcementre jellemző morfológiájú portlandit oszlopos kristályai (6. ábra). Az EDAX vizsgálatok során a C-S-H fázis törésfelületein olyan helye-

A trimetil-szililezés eredményei

	24 óras korban mért eredmények					168 óras korban mért eredmények					
	QM ₄	Q ₂ M ₆	Q ₃ M ₆	Q ₃ M ₈	O/M	QM ₄	Q ₂ M ₆	Q ₃ M ₆	Q ₃ M ₈	Q ₄ M ₈	O/M
MNC	55,98	39,43	1,39	3,20	0,7861	49,73	44,82	—	5,75	—	1,0168
klinkerörlemény + LS	70,26	25,74	—	4,00	0,4232	46,39	46,23	2,06	5,33	—	1,1550
klinkerörlemény + N	49,24	44,05	—	6,72	1,0310	39,16	49,25	0,90	7,69	3,00	1,5530

QM₄ — monoszilikát [SiO₄]⁴⁻
 Q₂M₆ — diszilikát [Si₂O₇]⁶⁻
 Q₃M₆ — ciklotriszilikát [Si₃O₉]⁶⁻
 Q₃M₈ — lineáris triszilikát [Si₃O₁₀]⁸⁻

Q₄M₈ — ciklotetraszilikát [Si₄O₁₂]⁸⁻
 Q — SiO₄⁴⁻ jele
 M — trimetil-szililgyök [CH₃]₃-Si-
 O/M — [dimer+oligomerek]/monomer



MNC

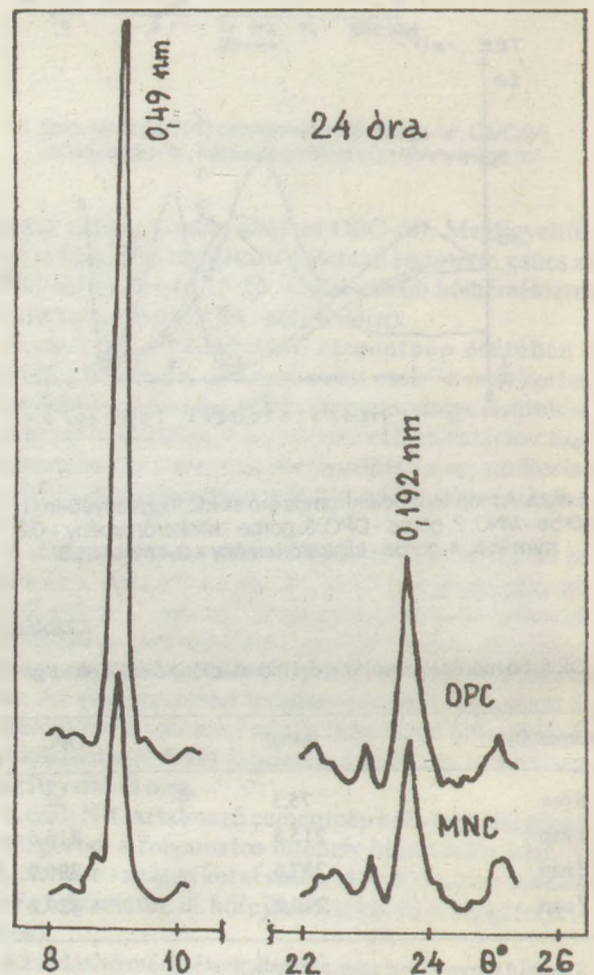


OPC

6. ábra. MNC és OPC cementek elektromikroszkópi felvételei

ket találunk, ahol a CaO/SiO₂ arány az 56-os értéket is elérte. Hozzá kell tenni, hogy a röntgendiffrakciós vizsgálatok során a gyakorlatilag azonos portlandit-tartalmú

(termoanalitikai módszerrel meghatározott) minták esetében az MNC-nél a portlanditra jellemző csúcsok (0,192, 0,49 nm) intenzitása mindig kisebb volt, mint az OPC-nél (7. ábra). Feltehető, hogy az MNC pépben igen finom eloszlású portlandit keletkezik, mely a C-S-H fá-



7. ábra. MNC és OPC cementek röntgendiffrakciós vizsgálata /24 óras hidratáció után/

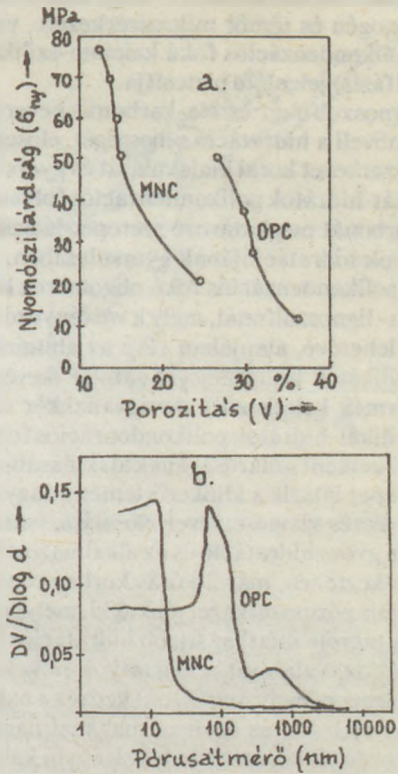
zist átszövi. Ezek az eredmények összhangban vannak Skvara /5/ erre vonatkozó korábbi megállapításaival.

A megszilárdult MNC-pép pórusszerkezete rendkívül tömör és egyenletes (8. ábra, b.), a viszonylag stabilis pórusszerkezet már a hidratáció kezdeti stádiumában kialakul. A megszilárdult MNC-pép összporozitása 13-15 %, a pórusok mérete és méreteloszlása jelentősen eltér az OPC-étől. Az MNC-pépben már 24 órában a 45 nm-es, 168 órában (7 nap) korban pedig a 25 nm-es pórusok dominálnak. A szilárdság és porozitás közötti szoros összefüggést a 8/a. ábra jól illusztrálja.

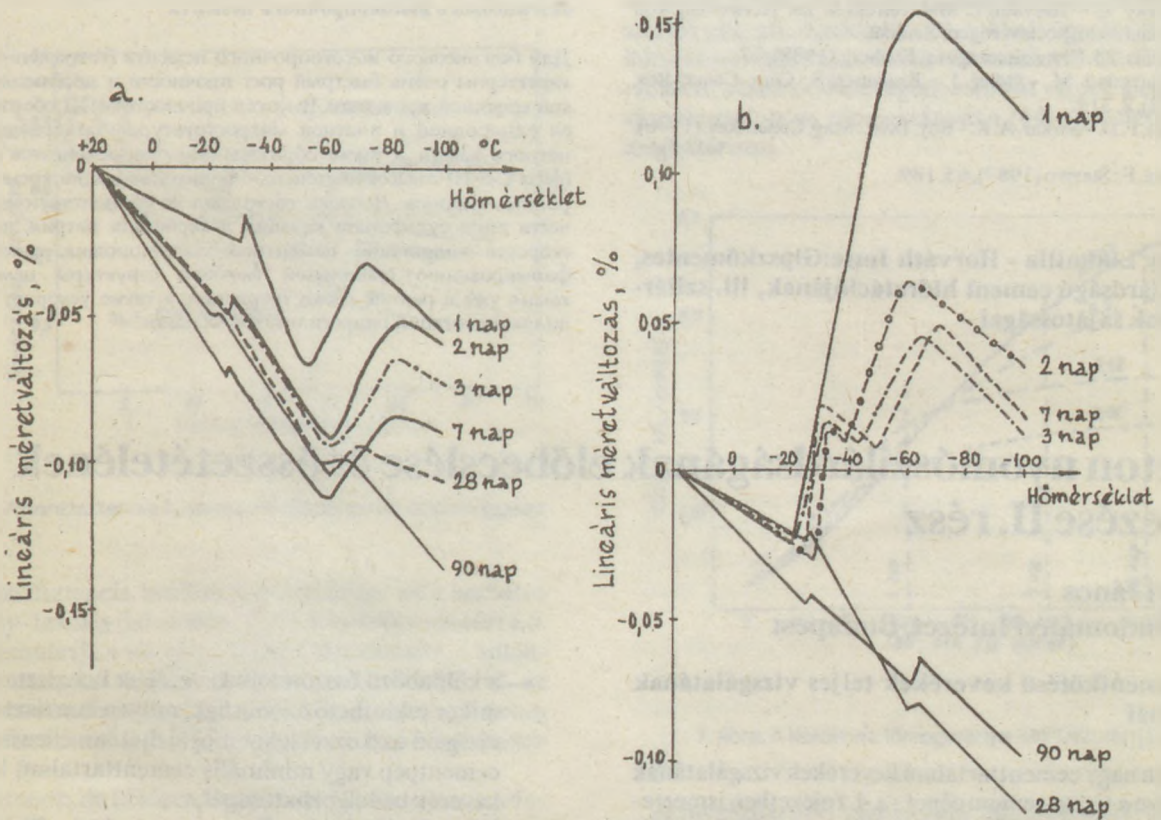
A fagydilataációs ábrákon (9. ábra) látható, hogy az MNC-pép csak igen minimális mennyiségben tartalmaz olyan pórusokat (10-100 nm közötti ún. makropórusok), melyekben a víz -15 ill. -20 °C-on megfagy, továbbá az, hogy a fagy hatására fellépő duzzadás is minimális mértékű (0,005-0,01 %). Ezzel ellentétben, az OPC jelentős mennyiségű ilyen méretű pórust tartalmaz, és a duzzadás mértéke is igen nagy. Nagy különbség látható az MNC és az OPC-pépek fagydilataációs görbéi, ill. fagyállósága között.

Fontosabb megállapítások

Az MNC-cementre a szilárdság igen gyors növekedése és nagy szilárdság elérése a jellemző. A nagy szilárdság viszonylag kis hidratációs fokkal párosul, azaz a teljes hidratáció nem megy végbe, annak ellenére, hogy a hidratációhoz sztöchiometriailag szükséges víz mennyisége rendelkezésre áll. Az MNC-cement hidratációja, ill. szilárdulása kb. 7 napos korban gyakorlatilag befejeződik.



8. ábra. Pórusszerkezet és szilárdság közötti összefüggések
a/ összefüggés az összporozitás és szilárdság között,
b/ MNC és OPC pépek pórusméret-eloszlása 7 nap hidratáció után



9. ábra. MNC és OPC cement fagydilataációs görbéi
a/ MNC, b/ OPC

A megszilárdult MNC-cement nagy szilárdságát a cementkő homogén és tömör mikroszerkezete, valamint a nagyobb polikondenzációs fokú kalcium-szilikát-hidrátok (C-S-H fázis) jelenléte biztosítja.

A Ca-lignoszulfonát és Na-karbonát keverék (LSN) adagolása növeli a hidratáció sebességét, elősegíti a stabilis pórusszerkezet korai kialakulását és gyorsítja a kalcium-szilikát-hidrátok polikondenzációs folyamatát.

A Na-karbonát meghatározó szerepet játszik a kalcium-szilikátok hidratációjának gyorsulásában, valamint a nagyobb polikondenzációs fokú oligomerek keletkezésében. A Ca-lignoszulfonát, mely a v/c tényező csökkentését teszi lehetővé, alapjában véve az alumínátok és a kalcium-szilikátok hidratációját gátolja (kevesebb hidratációs termék keletkezik), de ugyanakkor elősegíti a kalcium-szilikát-hidrátok polikondenzációs folyamatát.

Az MNC-cement szilárdságának alakulásában meghatározó szerepet játszik a klinkerőrlemény nagy finomsága, ill. egyenletes szemcseméret-eloszlása, valamint az a tény, hogy a gyors hidratáció és az alkalmazott kis v/c tényező következtében, már 24 óras korban rendkívül tömör és stabilis pórusszerkezet alakul ki, melyben a pórusok igen kis mérete miatt az újabb hidratációs termékek kialakulásához, valamint a kristályok növekedéséhez már nincs elegendő hely. Ez viszont kedvez a nagyobb polikondenzációs fokú, és egyben, magánál nagyobb szilárdságot hordozó, kevesebb helyet igénylő kalcium-szilikát-hidrát oligomerek kialakulásának.

Irodalom

- [1] Magyar találmány 2670/86. (1986).
- [2] Opoczky, L. - Horváth, I.: Mahlverfahren zur Herstellung von gipssteinfreiem hochwertigem Zement. Preprints. 25. Diskussionstagung, Freiberg (1988), 77.
- [3] Yudenfreund, M. - Odler, I. - Brunauer, S.: Cem. Concr. Res. (1972), 2. 313.
- [4] Tamás, F. D. - Sarkar, A. K. - Roy, D. M.: Mag. Concr. Res. (1976), 55.
- [5] Skvara, F.: Stavivo (1987), 65. 189.

Opoczky Ludmilla - Horváth Imre: Gipszkömentes, nagyszilárdságú cement hidratációjának, ill. szilárdulásának sajátosságai

A beton nyomószilárdságának előbecslése és összetételének tervezése II. rész

Ujhelyi János
Építéstudományi Intézet, Budapest

6. A cementkötésű keverékek teljes vizsgálatának problémái

Az igen nagy cementtartalmú keverékek vizsgálatának - beleértve a tiszta cementpépet - a 4. fejezetben ismertett tömörítési gondokon kívül még két alapvető problémája van:

Az MNC-cementre a szilárdság igen gyors növekedése és nagy szilárdság elérése a jellemző. A megszilárdult MNC-cement nagy szilárdságát a cementkő homogén és tömör mikroszerkezete, valamint a nagyobb polikondenzációs fokú kalcium-szilikát-hidrátok (C-S-H fázis) jelenléte biztosítja. A Ca-lignoszulfonát és Na-karbonát megfelelő arányú keverékének adagolása növeli a cement-hidratáció sebességét, elősegíti a stabilis pórusszerkezet korai kialakulását és gyorsítja a kalcium-szilikát-hidrátok polikondenzációs folyamatát.

Opoczky, Ludmilla - Horváth, Imre: Hydration and Hardening of Gypsum-Free, High Strength cements

Title cement (MNC) is rapid hardening and attains a high strength. The high strength of MNC is a consequence of a dense and homogeneous microstructure as well as the presence of a C-S-H phase containing highly condensed silicate anions. The adequate mixture ratio of Ca-lignosulphonate and Na-carbonate controls the early formation of a stable pore structure, increases the rate of cement hydration and accelerates the polycondensation process of the calcium silicate hydrates.

Frau Opoczky, Ludmilla - Horváth, Imre: Die Eigenschaften Hydratation, bzw. Erhartung gipssteinfreien, hochfester Zemente

Für die MNC-Zemente sind die rapide Steigung der Festigkeit und die Erreichung der hohen Festigkeit charakteristisch. Die hohe Festigkeit des erhärteten MNC-Zementes wird durch die homogene und kompakte Mikrostruktur des Zementsteines, weiters durch die Anwesenheit der Kalzium-Silikat-Hydrate /C-S-H-Phase/ höheren Polykondensationsgrades. Die Zugabe von Ca-Lignosulfat und Na-Karbonat in entsprechendem Verhältnis vermischt, erhöht die Geschwindigkeit der Zementhydratation, fördert frühzeitige Entstehung der stabilen Porenstruktur und beschleunigt den Polykondensationsprozess des Kalzium-Silikat-Hydrates.

Опоцки, Л. - Хорват, И.: Особенности гидратации и твердения безгипсового высокопрочного цемента

Для безгипсового высокопрочного цемента (сокращенно МНЦ) характерны очень быстрый рост прочности и достижение высокой конечной прочности. Высокая прочность МНЦ обеспечивается однородной и плотной микроструктурой затвердевшего цементного камня, а также образованием гидросиликатов кальция (фаза С-S-II) с высокой степенью поликонденсации кремнекислородных анионов. Добавка, состоящая из соответствующих количеств лигносульфоната кальция и карбоната натрия, повышает скорость гидратации цементных составляющих, способствует формированию стабильной поровой структуры цементного камня уже в ранние сроки твердения, а также ускоряет процесс поликонденсации гидросиликатов кальция.

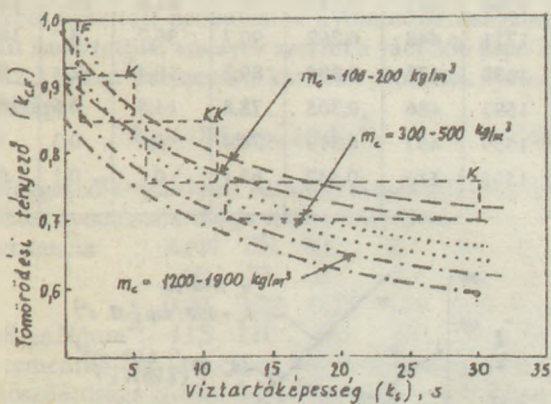
- a különböző összetételű keverékek konzisztenciája mikor tekinthető azonosnak, milyen konzisztencia-vizsgáló eszközzel lehet megbízhatóan ellenőrizni a cementpép vagy minimális cementtartalmú betonkeverék bedolgozhatóságát,
- hogyan lehet homogén cementpép-keverékeket készíteni, milyen következményekkel jár a FN-KK ce-

mentpépek csekély víz-cement tényezője, az ennek következtében csökkenő hidratációs fok, a növekvő hidratációs hő és repedezés-veszély.

A konzisztencia-vizsgálatok gondjait már a [3]-ban említettük. A minimális cementtartalmú ($m_c \approx 100 \text{ kg/m}^3$) keverékek konzisztenciája általában nem vizsgálható roskadással, terüléssel, átformálással és VEBE-eszközzel, mert egyrészt a kohézió nem elegendő arra, hogy a kúpformába bedolgozott beton szétpergését a kúp levétele után megakadályozza (legfeljebb a nagy finomhomoktartalmú adalékanyaggal készített keverék marad egyben), másrészt a péptartalom olyan csekély, hogy a VEBE eszköz ellenőrző lapjának felületét nem képes maradéktalanul bevonni (legfeljebb a kis pépigényű adalékanyaggal készített kis cementtartalmú keverékek k_v értéke mérhető).

A RILEM-GLANVILLE készülék hátránya, hogy a k_{CF} mérőszám nem független a cementtartalomtól: minél nagyobb a cementtartalom, annál ragacosabb a keverék s így laza állapotban még akkor is csekély halmazsűrűségű, ha a vibrálás hatására 1-2 s alatt szétterül, tömörödik.

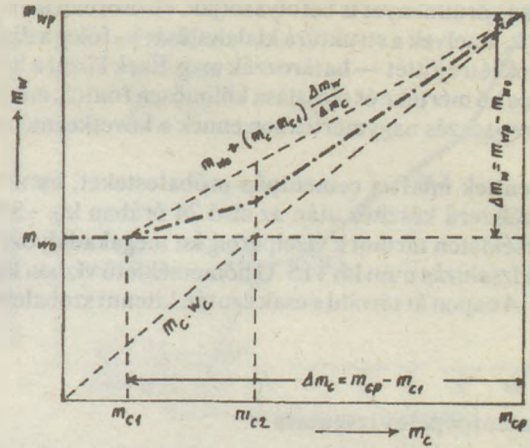
Ezért az azonos konzisztencia beállítására a [2]-ben leírt k_s víztartókéesség vizsgálatát vezettük be, amellyel az adalékanyag-víz keverék és a cementpép egyaránt ellenőrizhető. Ennek a vizsgálati módszernek az a hátránya, hogy az erősen képlékeny-önthető tartományban a k_s értékének néhány tized s-mal való megváltozásához tetemes konzisztenciaváltozás tartozhat s így a folyósabb betonok konzisztenciájának szabatos ellenőrzése bizonytalan. E bizonytalanságok feloldására célszerű a k_s és k_{CF} konzisztencia-mérőszámokat párhuzamosan megállapítani. E kettős értékelés várható tendenciáira az 5. ábrából lehet következtetni.



5. ábra. A konzisztencia k_s és k_{CF} mérőszámainak összefüggése

A konzisztencia beállításához segítséget ad a szabatos vízigény-becslés (bővebben [2]). A teljesség kedvéért a 6. ábra bemutatja a vízigény-becslés elvi vázlatát, a különböző cementtartalmú keverékek víztartalmát, ill. az adott víz-cement tényezőjű, előírt konzisztenciájú beton cementtartalmát a (33)-(43) egyenletekkel lehet számítani.

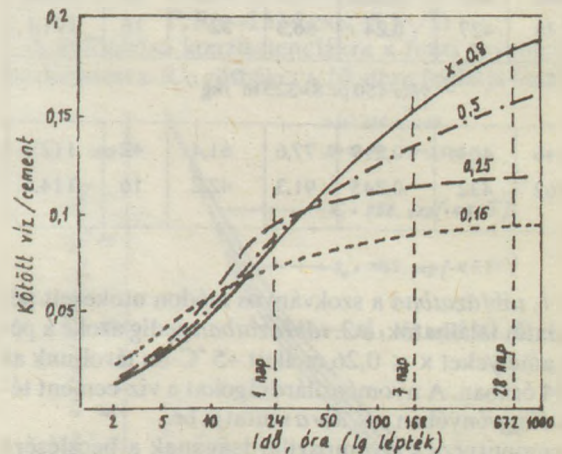
A betonok, de különösen a cementpépek készítésekor fokozott jelentősége van a keverésnek és az utókezelésnek. A nagy cementtartalmú AFN-KK keverékek hajlamosak



6. ábra. A vízigény-becslés értelmezése

a csomósodásra, ennek eredményeképpen az összetapadt cementszemcséknek csak a külső burka hidratálódik, a magja hidratálatlan marad. Ezt intenzív keveréssel lehet kiküszöbölni, amelynek során a keverésen kívül kenőhatás is érvényesül (erre a célra pl. cukrászati keverő bizonyult alkalmasnak). A keverődobba először a vizet kell önteni, majd a cement egy részét beszórni s lassú keverés mellett hozzáadni a cement többi részét (kb. 30 s keverés), ezt követően a leggyorsabb keverési fokozaton kell még kb. 60 s időtartamon át tovább keverni.

A hidratáció mértéke nem független a víz-cement tényezőtől; TAPLIN vizsgálatai alapján [15], [16] a 7. ábra szerint változik. Ezekkel az adatokkal végzett számításaink szerint szokványos utókezelés mellett (+20 °C, 7 napig víz alatt, utána szobalevegőn) a kötött víznek a cementre vonatkoztatott w_k tömegarányát a (44) egyenlettel lehet meghatározni.



7. ábra. A kötött víz tömegaránya TAPLIN után [15]

A megszilárdult cementpép tulajdonságait azonban nemcsak a hidratációs fok, hanem a kötés és a korai szil-

Cementpép-testek vizsgálatának eredményei ($x \leq 0,26$ mellett tárolás 24 órán át +5 °C-on)

m'c	m'w	x _p	R	V ₁ =V _{1b}	k _s	R ₀ =R'0
váci 350 kspc 20 R _c =42,3 N/mm ² S=295 m ² /kg						
1862	399	0,215	64,1	87,0	42	114,8
1860	400	0,215	89,6	56,2	40	124,6
1840	407	0,231	88,8	45,7	30	114,3
1826	411	0,225	96,8	24	20	108
1779	426	0,24	84	37	10	101,8
1779	426	0,24	89,1	35	12	106,3
1779	426	0,24	91,1	21	10	99,9
1778	427	0,24	93,4	25,6	16	105,2
1690	455	0,269	85,1	23	2,5	94,4
1690	455	0,269	78,7	22	1,5	86,8
1672	447	0,267	83,7	18	2	90,2
1595	485	0,304	66,6	15	1,2	70,7
1568	494	0,315	72,1	0	0,5	72,1
1509	513	0,34	54,5	0	0,5	54,5
1509	513	0,34	58,9	0	0,4	58,9
1498	517	0,345	57,2	0	0	57,2
1483	522	0,352	52,3	0	0	52,3
váci 450 pc R _c =54,7 N/mm ² S=325 m ² /kg						
1846	404	0,219	90,8	64,2	42	134,5
1762	432	0,245	97	41,8	16	121,4
1711	448	0,262	90,7	36,7	8	109,6
1638	472	0,288	89,2	19,4	2	96,9
1593	486	0,305	78,8	14,8	0,5	83,5
1559	497	0,319	76,4	0	0,3	76,4
1505	515	0,342	63,1	0	0,1	63,1

1. táblázat

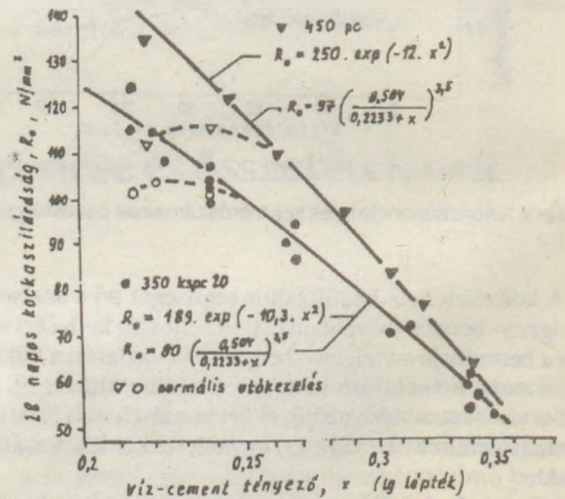
Szokványos módon utókezelt cementpép-testek vizsgálatának eredményei

m'c	m'w	x _p	R	V ₁ =V _{1b}	k _s	R ₀ =R'0
váci 350 kspc 20 S=295 m ² /kg						
1860	400	0,215	73,8	54,8	40	101,6
1840	407	0,221	79,3	48,3	30	104,0
1778	427	0,24	86,3	32	16	101,1
váci 450 pc S=325 m ² /kg						
1846	404	0,219	77,6	61,4	42	112,4
1762	432	0,245	91,3	42,2	16	114,6

Az 1. táblázatban a szokványos módon utókezelt pépek adatai találhatóak, a 2. táblázatban pedig azoké a pépeké, amelyeket $x \leq 0,26$ mellett +5 °C-on tároltunk az első 24 órában. A nyomószilárdságokat a víz-cement tényező függvényében a 8. ábra mutatja be.

A cementpépek nyomószilárdságának a becslésére egyrészt az ABRAMS képlet exponenciális alakját, másrészt a POWERS-képletet használtuk. Számításaink szerint az ABRAMS-képletben a víz-cement tényező négyzetét kell alkalmazni, mert x -R₀ korrelációja így kielégítő. A függvényeket a 8. ábrán megadtuk.

A függvényalakok magyarázatoként megjegyezzük, hogy a megszilárdult pép levegőtartalma a víz-cement té-



8. ábra. Cementpép-vizsgálatok eredményei

nyező növekedésével rohamosan nő. Az adott víz-cement tényezőjű pép cement- és víztartalmát a (38)-ból lehet meghatározni: pl. $x=0,6$ mellett $m_{cp}=1084 \text{ kg/m}^3$ és $m_{wp}=650 \text{ kg/m}^3$, a kémiailag kötött víz a (44) szerint: $w_k \approx 0,16$ tömegrész, tehát 177 kg/m^3 , így a 28 napos megszilárdult pép levegőtartalma kb. 470 liter/m^3 , közel 50 térf. %. Ebből következik, hogy $x=0,6$ mellett már csak igen csekély pépszilárdság várható. A 8. ábrán megadott ABRAMS(x^2) egyenletből pl. 350 kspc 20 cementtel $x=0,6$ -ra $R_0=4,6 \text{ N/mm}^2$, a POWERS- függvényből $R_0=14,4 \text{ N/mm}^2$ számítható. Elegendő vizsgálat hiányában egyelőre nem lehet eldönteni, hogy melyik függvény alkalmasabb a pépszilárdság becslésére, mert az AFN-Ö konzisztenciájú pépeknek viszonylag szűk a víz-cement tényező tartománya (0,22-0,35) s erre a tartományra mind az ABRAMS(x^2), mind a POWERS függvény kielégítően illeszkedik.

Dolgozatunkban az ABRAMS(x^2) képletet használjuk, mert ezzel kihangsúlyozható a pépszilárdság-alakulás eltérése a betonszilárdságétól.

Adott konzisztenciájú cementkötésű anyagok nyomószilárdságának egyik szélső értékét — a cementpép nyomószilárdságát — az ismertetett módon vizsgálni, ill. $x=R_{p0}$ összefüggését elegendő vizsgálati eredmény birtokában számítani lehet. Feltételezhető, hogy a cementpépek szilárdságvizsgálatával további információkhoz lehet jutni a cementkötésű keverékek teljes tartományában várható nyomószilárdságok becsléséhez.

8. Vizsgálatok különböző konzisztenciájú betonkeverékekkel

A 7. fejezetben a különböző konzisztenciájú cementpépekből készített próbatestek nyomószilárdságának adatait ismertettük, amelyek szerint a váci 350 kspc 20 ($R_c=42,3 \text{ N/mm}^2$) cementből készített péptestek nyomószilárdsága

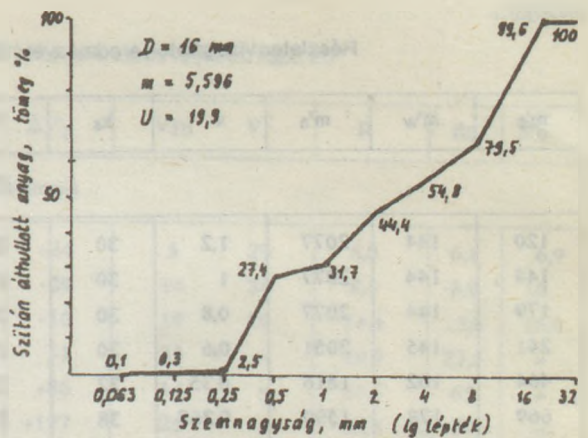
$$R_{p0}=189 \cdot \exp(-10,3 \cdot x^2) \quad (46)$$

összefüggésből számítható. Az adott cementből készített péptestek nyomószilárdsága tehát a következő:

konzisztencia	: AFN	FN	KK	K	F	Ö
k_s, s	: 40	25	10	2	0,1	0
x_p	: 0,22	0,23	0,25	0,28	0,31	0,35
$R_{p0}=R'_{p0} \text{ N/mm}^2$:	115	110	99	84	70	54

A cementkötésű keverékek víz-cement tényezője és nyomószilárdsága közötti összefüggésnek, az ezt ábrázoló görbéknek egyik végpontja a különböző konzisztenciájú cementpép-próbatestek nyomószilárdsága, másik végpontja az ugyancsak változó konzisztenciájú, kis cementtartalmú - tehát nagy víz-cement tényezőjű - betonkeverékek nyomószilárdsága. E két pont ismeretében - az 5. fejezet megállapításainak megfelelően - az $x-R_0$, ill. $x-R'_0$ összefüggések állandói az ABRAMS-féle (20) függvényből \sqrt{x} behelyettesítésével számíthatók. Feltételezhető tehát, hogy ugyanazon cementből, adott szemeloszlású adalékanyagból készített különböző konzisztenciájú keverékek szabatos vizsgálatainak eredményei alapján a teljes $x-R'_0$ összefüggés számíthatóvá válik.

Ennek a hipotézisnek az igazolására első lépésben a 9. ábra szerinti szemeloszlású adalékanyaggal, azonosan $x=1$ víz-cement tényezővel, különböző konzisztenciájú



9. ábra. Homokos-kavics szemeloszlása (1988. évi vizsgálat)

betonkeverékek készítettünk. Az adalékanyag vízigényét a (33), a cement vízigényét a (34), a betonkeverék összetételét a (35)-(43) függvényekből számítottuk. Az adatokat a 3. táblázat tartalmazza.

A 7. fejezetben ismertetett cementpép-vizsgálatok és a táblázat $x=1,0$ -hez tartozó adatai alapján a különböző konzisztenciájú betonkeverékek teljes tartománya $x-R'_0$ függvényeinek a számításához szükséges értékpárok:

- FN: $x_1=0,23$ és $R'_{01}=110 \text{ N/mm}^2$; $x_2=1$ és $R'_{02}=10,5 \text{ N/mm}^2$
- KK: $x_1=0,25$ és $R'_{01}=99 \text{ N/mm}^2$; $x_2=1$ és $R'_{02}=9,2 \text{ N/mm}^2$
- K: $x_1=0,28$ és $R'_{01}=84 \text{ N/mm}^2$; $x_2=1$ és $R'_{02}=8,1 \text{ N/mm}^2$
- F: $x_1=0,31$ és $R'_{01}=70 \text{ N/mm}^2$; $x_2=1$ és $R'_{02}=6,7 \text{ N/mm}^2$

Ezekkel az értékpárokkal a feltételezhető szilárdság-becslő egyenletek a következők:

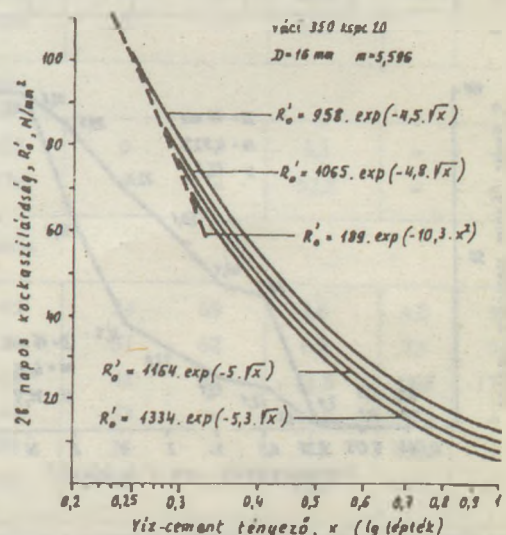
$$\text{FN: } R'_0=958 \cdot \exp(-4,5\sqrt{x}) \quad (47)$$

$$\text{KK: } R'_0=1065 \cdot \exp(-4,8\sqrt{x}) \quad (48)$$

$$\text{K: } R'_0=1164 \cdot \exp(-5,0\sqrt{x}) \quad (49)$$

$$\text{F: } R'_0=1334 \cdot \exp(-5,3\sqrt{x}) \quad (50)$$

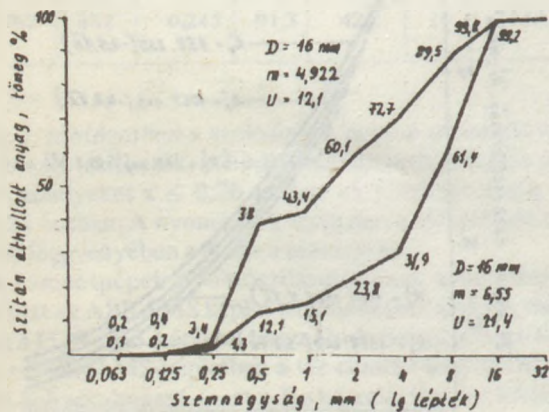
A különböző konzisztenciákra a fenti egyenletekből szerkesztett $x-R'_0$ görbéket a 10. ábra foglalja össze.



10. ábra. Feltételezett $x-R'_0$ összefüggés a cementpép vizsgálatok alapján

Részletes vizsgálatok eredményel (1988. okt.-dec., václ 350 kspc 20, m=5,596, U=19,9)

m'c	m'w	m'a	x	k _s	V _{po}	V _p	ΔV _p	V _{1b}	V ₁	R	R _o	R' _o
FN konzisztencia												
120	144	2077	1,2	30	213	183	-30	6	36	7,2	7,3	8,7
144	144	2077	1	30	213	190	-23	20	43	8,3	9,1	10,5
179	144	2077	0,8	30	213	202	-11	31	42	13,3	14,9	16,2
241	145	2051	0,6	30	213	223	+10	46	-	20,8	26,8	-
464	162	1816	0,35	32	213	312	+99	34	-	58,7	69,5	-
669	178	1599	0,267	38	211	394	+183	30	-	77,6	89,8	-
1400	318	607	0,227	31	213	770	+557	48	-	86,2	112,8	-
KK konzisztencia												
118	166	2039	1,4	10	228	204	-24	18	42	4,1	4,4	5,1
166	166	2039	1	10	228	220	-8	37	45	7,2	8,7	9,2
208	166	2024	0,8	10	228	233	+5	36	-	12,3	14,8	-
464	186	1758	0,4	12	225	335	+110	18	-	51,7	55,7	-
679	204	1523	0,3	18	214	423	+209	19	-	70,5	76,4	-
1133	295	898	0,26	13	223	660	+437	23	-	80,3	89	-
K konzisztencia												
136	189	2003	1,4	4	241	233	-8	10	18	3,9	4,0	4,2
188	188	1985	1	4	241	248	+7	25	-	7,2	8,1	-
235	189	1942	0,8	2	248	264	+16	21	-	12,5	13,7	-
540	216	1609	0,4	2	248	390	+142	6	-	50,1	51,1	-
983	295	1025	0,3	2	248	612	+364	13	-	69,6	73,1	-
F konzisztencia												
152	212	1953	1,4	0,4	254	260	+6	0	-	5,3	-	-
212	212	1901	1	0,5	256	280	+24	0	-	6,7	-	-
377	226	1722	0,6	0,5	256	348	+92	2	-	26,1	-	-
944	321	987	0,34	1,6	249	626	+377	5	-	59,4	60,2	-



11. ábra. Homokos-kavics szemeloszlása (1988. évi vizsgálat)

Hipotézisünk igazolásának második lépéseként a 9. és a 11. ábra szerinti szemeloszlású adalékanyagokkal konzisztenciánként 10-14, különböző összetételű betonkeverékeket készítettünk $x=1,4$ víz-cement tényezőtől kezdve, fokozatosan csökkenő víz-cement tényezővel és fokozatosan növekvő cementtartalommal a tiszta cementpépig bezárólag, FN, KK, K és F konzisztenciával. A 15 cm élhosszúságú próbatestek nyomószilárdságát 28 napos korban vizsgáltuk meg. A teljes vizsgálat sorozat több, mint 150 keverékből állt, a 4. táblázatban — terjedelmi okokból — csak egy részének az eredményeit adjuk meg, de a 12.-14. ábrákon valamennyi vizsgálati eredményt feltüntettük.

A 12.-14. ábrákból megállapítható, hogy hipotézisünk — amelyet a 10. ábra mutatott be — alapelveit tekintve helytálló, mert az azonos adalékanyaggal készített keverékek szilárdsága valóban a konzisztencia szerint rendeződött.

Részletes vizsgálatok eredményeinek a folytatása 1988. okt.-dec., váci 350 kpsc 20

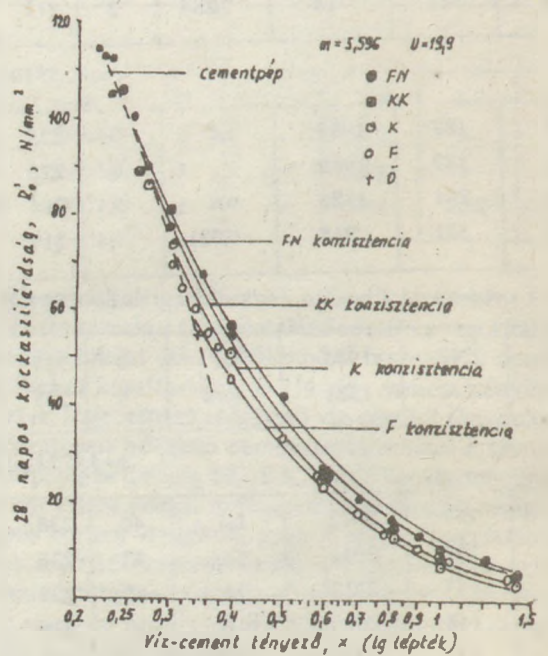
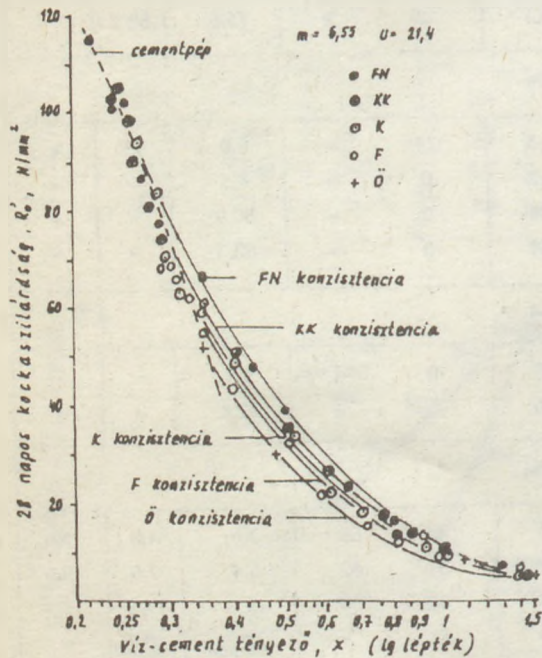
m'c	m'w	m'a	x	k _s	V _{po}	V _p	ΔV _p	V _{1b}	V ₁	R	R ₀	R' ₀
m=6,55 U=21,4 FN konzisztencia												
100	128	2154	1,277	25	184	160	-24	5	29	6,0	6,1	6,9
123	123	2158	1	30	183	163	-20	14	34	8,4	8,9	10
154	123	2158	0,8	30	183	173	-10	19	29	14,4	15,6	16,6
189	123	2154	0,65	30	183	184	+1	33	-	19,9	23,5	-
400	140	1930	0,35	30	183	269	+86	14	-	61,5	65	-
500	149	1822	0,297	30	183	310	+127	25	-	68,8	77	-
572	155	1745	0,27	35	182	339	+157	27	-	76,6	87	-
1000	235	1167	0,235	32	182	558	+376	58	-	71,9	101,4	-
m=6,55 U=21,4 KK konzisztencia												
100	144	2120	1,438	10	197	176	-21	20	41	3,1	3,4	3,9
144	144	2116	1	10	197	190	-7	5	12	8,5	8,6	8,9
192	144	2097	0,75	10	197	206	+9	1	-	15,8	-	-
300	152	1982	0,508	10	197	249	+52	0	-	36,4	-	-
599	179	1657	0,299	25	184	373	+189	17	-	68,8	73,8	-
1199	305	813	0,255	10	197	692	+495	38	-	80,1	97,7	-
m=6,55 U=21,4 K konzisztencia												
117	164	2068	1,401	2	217	202	-15	0	15	4,4	-	4,7
164	164	2063	1	1,6	219	216	-3	14	17	8,8	9,3	9,4
359	179	1862	0,5	2	217	295	+78	0	-	33,5	-	-
572	200	1624	0,35	2,8	214	385	+171	0	-	58,7	-	-
1200	341	718	0,284	2	217	728	+511	23	-	75,5	83,7	-
m=6,55 U=21,4 F konzisztencia												
133	187	1988	1,4	0,1	225	230	+5	24	-	6,0	6,7	-
187	187	1988	1	0,1	225	247	+12	0	-	8,5	-	-
335	201	1825	0,6	0,1	225	309	+84	0	-	20,9	-	-
1000	331	915	0,331	1,4	219	653	+434	0	-	62,3	-	-
m=6,55 U=21,4 Ö konzisztencia												
144	202	1985	1,4	0	225	248	+23	0	-	5,2	-	-
500	240	1581	0,48	0	225	401	+176	0	-	32,8	-	-
m=4,922 U=12,1 FN konzisztencia												
112	157	2012	1,4	40	238	193	-45	24	69	3,6	4,0	5,6
157	157	2012	1	42	238	207	-31	31	62	6,4	7,6	9,6
195	157	2012	0,8	40	238	220	-18	42	60	11,8	14,8	17
262	158	2000	0,6	39	239	242	+3	53	-	22,2	30,2	-
501	175	1750	0,35	35	239	337	+98	33	-	53,4	63,1	-
672	188	1570	0,28	55	238	405	+167	43	-	69,8	88,1	-

4. táblázat folytatása

m'c	m'w	m'a	x	ks	V _{po}	V _p	ΔV _p	V _{1b}	V ₁	R	R ₀	R'0
m=4,922 U=12,1 KK konzisztencia												
128	179	1968	1,4	10	255	221	-34	20	54	3,7	4,0	5,1
179	179	1968	1	10	255	237	-18	44	62	6,3	8	9,1
306	184	1894	0,6	10	255	283	+28	32	-	20,6	24,1	-
725	218	1448	0,3	13	250	452	+202	36	-	64,7	77,9	-
m=4,922 U=12,1 K konzisztencia												
144	201	1914	1,4	2	275	248	-27	30	56	2,8	3,2	3,9
201	201	1896	1	2	275	266	-9	46	53	5,9	7,6	8,0
748	245	1355	0,328	4	268	487	+219	18	-	61,7	66,6	-
1369	383	463	0,28	3	271	825	+554	5	-	79,8	80,9	-
m=4,922 U=12,1 F konzisztencia												
161	226	1894	1,4	0,3	283	278	-7	8	15	3,5	3,6	3,7
225	225	1853	1	0,3	283	298	+15	33	-	7,2	8,5	-
287	229	1790	0,8	0,3	283	322	+39	22	-	10,2	11,2	-
401	240	1664	0,6	0,2	283	370	+87	23	-	20,8	23,1	-
665	266	1372	0,4	0,3	279	480	+201	0	-	44,2	44,2	-

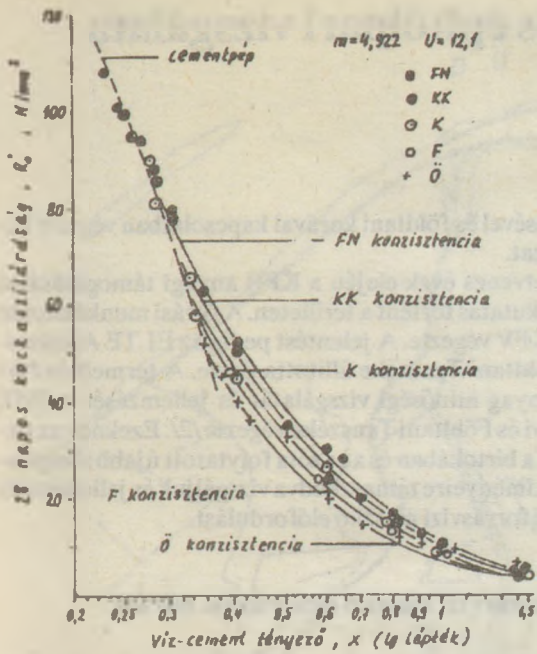
ződik, de pontosítani kell. A 12.-14. ábrákból ugyanis azt lehet leolvasni, hogy a különböző konzisztenciájú betonkeverékeknek x-R'0 görbéi a cementpép x-R'p0 görbéjét

nem az adott konzisztenciához tartozó víz-cement tényező, hanem ennél valamivel nagyobb víz-cement tényező függőlegesébe metszik. Ennek bemutatására a 15. ábrán az m=5,596 finomsági modulusú adalékanyaggal készí-

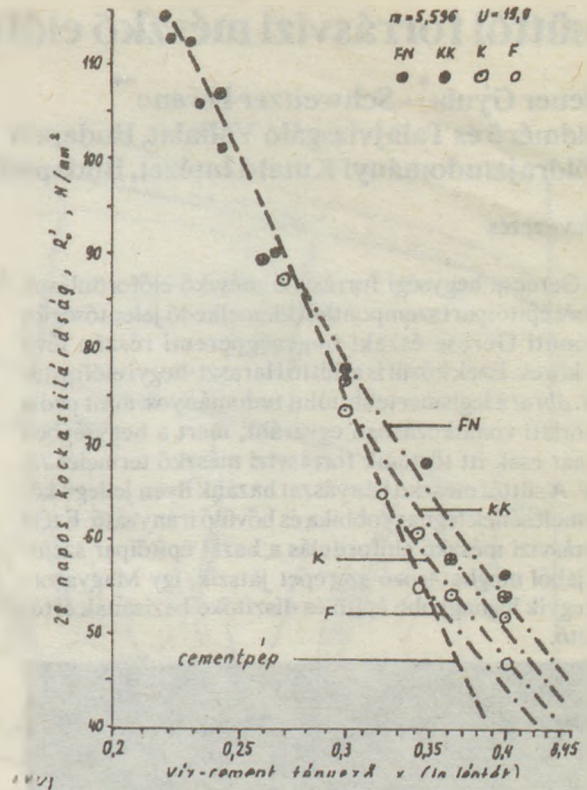


12. ábra. Az $m=6,53$ és $U=21,4$ jellemzőjű homokos-kavicsos készített betonkeverékek adatai (1988. évi vizsgálat)

13. ábra. Az $m=5,596$ és $U=19,9$ jellemzőjű homokos-kavicsos készített betonkeverékek adatai (1988. évi vizsgálat)



14. ábra. Az $m=5,024$ és $U=12,1$ jellemzőjű homokos-kavicsos készített betonkeverékek adatai (1988. évi vizsgálat)



15. ábra. Kis víz-cement tényezőjű betonkeverékek vizsgálatának eredményei (1988. évi vizsgálat)

tett kis víz-cement tényezőjű betonkeverékek adatait ki-nagyítva szerkesztettük meg.

A 15. ábra szerint a betonkeverékek nyomószilárdsá-ga a cementpép 7. fejezetében részletezett (46) függvény-görbéjét követi, ha

- FN konzisztencia mellett $x_1 \geq 0,27$ ($R'_{01}=89,2$ N/mm²)
- KK konzisztencia mellett $x_1 \leq 0,3$ ($R'_{01}=74,5$ N/mm²)
- K konzisztencia mellett $x_1 \leq 0,33$ ($R'_{01}=63,7$ N/mm²)
- F konzisztencia mellett $x_1 \geq 0,35$ ($R'_{01}=53,5$ N/mm²)

Az ABRAMS(\sqrt{x}) függvény csak a fentiéknél na-gyobb víz-cement tényezőjű betonkeverékekre ad meg-felelő összefüggést. Indokolt tehát a szilárdságbecslő függvényt a fent megadott $x_1-R'_{01}$, valamint a 3. táblázat szerint az $x_2=1,0$ -hez tartozó R'_{02} értékpárookra megha-tározni. Ennek eredményeként az alábbi egyenletekhez jutunk:

- FN: ha $x \geq 0,27$, akkor $R'_0=900 \cdot \exp(-4,4\sqrt{x})$ (51)
- KK: ha $x \geq 0,3$, akkor $R'_0=940 \cdot \exp(-4,6\sqrt{x})$ (52)
- K: ha $x \geq 0,33$, akkor $R'_0=990 \cdot \exp(-4,8\sqrt{x})$ (53)
- F: ha $x \geq 0,35$, akkor $R'_0=1090 \cdot \exp(-5,0\sqrt{x})$ (54)

A következő fejezetben azt vizsgáljuk, hogy egyrészt mi indokolja a szilárdságbecslő képletek víz-cement té-nyezőtől függő korlátait, másrészt az áttérés R'_0 elméleti nyomószilárdságról az R_0 gyakorlati nyomószilárdságra milyen következményekkel jár.

Irodalom

- [15] Taplin, J. H. (1959) Australian J. Appl. Sc. Melbourne. No. 10.
- [16] Taplin, J. H. (1962) Australian J. Appl. Sc. Melbourne. No. 13.
- [17] Berger, R. L. - Lawrence, F. V. - Young, J. F. (1973) Cem. and Concr. res. No. 3.

Ujhelyi, János

Prediction of Compressive Strength of Concrete and Mix Design, Part II.

Ujhelyi János:

Voraussage der Druckfestigkeit von Beton und Planung seiner Zusammensetzung, II. Teil

Уйхей, Я.: Предсказывание прочности при сжатии бетона и проектирование его состава

A süttöi forrásvízi mészkő előfordulás építőipari vizsgálata

Scheuer Gyula* - Schweitzer Ferenc**

*Földmérő és Talajvizsgáló Vállalat, Budapest

**Földrajztudományi Kutató Intézet, Budapest

1. Bevezetés

A Gerecse hegységi forrásvízi mészkő előfordulások sorából építőipari szempontból kiemelkedő jelentőségű a Központi Gerecse északi-hegységperemi részén lévő mészkövek. Ezek közül is a Süttö Haraszt-hegyi előfordulás /1. ábra/ a legismertebb, mint tudományos, mint pedig gyakorlati vonatkozásban egyaránt, mert a hegységben ma már csak itt történik forrásvízi mészkő termelés /2. ábra/. A süttöi mészkő bányászat hazánk ilyen jellegű kő-kitermelésének legnagyobbika és bővülő irányzatú. Ezért e forrásvízi mészkő előfordulás a hazai építőipar szempontjából meghatározó szerepet játszik, így Magyarország egyik legnagyobb építő és díszítőkö bázisának értékelhető.



2. ábra. Tömbkőtermelés az 1/1 bányában.

A süttö Haraszt-hegy környezetében a forrásvízi mészkő kitermelés visszanyúlik a római korba. A felszabadulás előtt is intenzív kő-kitermelés folyt. Jelenleg a bányákat a Kőfaragó és Épületszobrászipari Vállalat üzemelteti. A kő-kitermelés főleg burkolólap készítés céljára történik. Jelenleg 4 bánya üzemel.

A süttöi forrásvízi mészkő földtani és építőipari jelentőségével kapcsolatban több szakcikk és kutatási jelentés foglalkozik. Schréter Z. /6/ a mészkő keletkezésével, ki-

fejlődésével és földtani korával kapcsolatban végzett kutatásokat.

A hetvenes évek elején a KFH anyagi támogatásával átfogó kutatás történt a területen. A fúrás munkálatokat az OFKFKV végezte. A jelentést pedig az ELTE Alkalmazott Földtani Tanszéke állította össze. A termelt és fűrt kőzetanyag minőségi vizsgálatát és jellemzését a BME Ásványi és Földtani Tanszéke végezte /2/. Ezeknek az adatoknak a birtokában és az azóta folytatott újabb vizsgálatok eredményeire támaszkodva vizsgáljuk és jellemezzük a süttöi forrásvízi mészkő előfordulást.

2. A forrásvízi mészkő előfordulás leírása.

2.1. Általános geomorfológiai és földtani viszonyok.

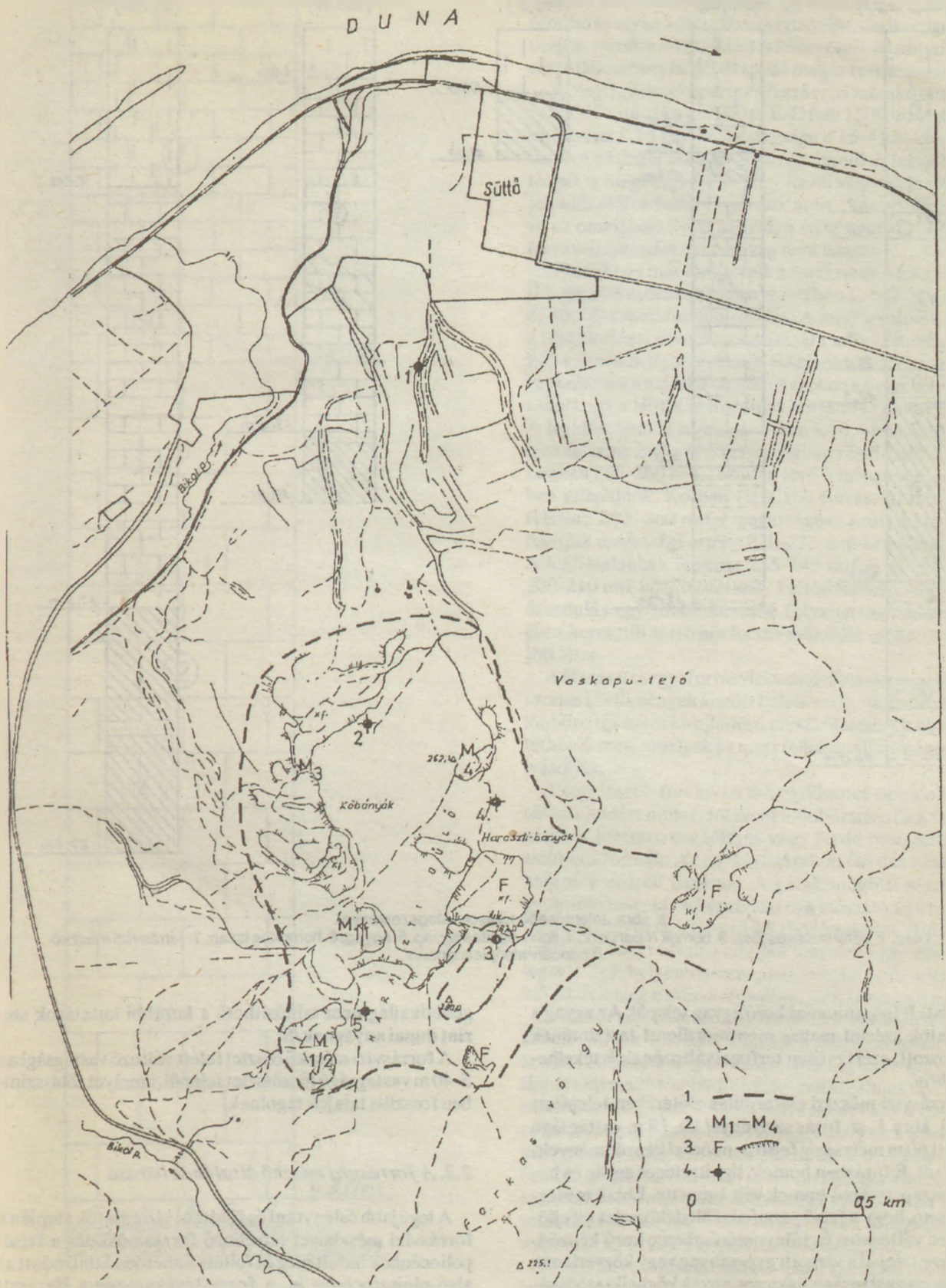
A Süttö községtől délre emelkedő Haraszt-hegy ahol a forrásvízi mészkövet bányásszák, morfológiailag a Központi Gerecse északnyugati részén helyezkedik el, a Duna és a Bicol patak völgyei zárják le elterjedését északi és nyugati irányban, míg K és D-felé domborzatilag kapcsolódik a hegység rész többi tagjaihoz. A forrásvízi mészkő előfordulás legmagasabb pontja 283 m Bf-ot ér el. A Haraszt-hegyet és környezetét több meredek esésű mellék-völgy teszi domborzatilag változatossá. /Farkasvölgy, Diósvölgy/ A Haraszt-hegy völgyoldalai meredek és környezetétől féldalasan elkülönül. Az ilyen települési helyzet és morfológiai adottságok elősegítették a bányanyitást és kő-kitermelést.

A Haraszt-hegy forrásvízi mészkő előfordulás környezetében igen változatos földtani viszonyok mutathatók ki. Az alaphegység mezozoos, túlnyomórészt karbonátos kifejlődésű kőzetekből áll. A forrásvízi mészkő előfordulás alatt is kimutatták a mezozoikumot 222 m tengerszint feletti magasságban. A fúrás egyértelműen igazolta, hogy a forrásvízi mészkő területen a karsztos hévízet tározó és felszínre vezető mezozoos karbonátos kőzet, amelyből az egykori hévforrások származtak és karbonát anyaguk kicsapódásából keletkezett a bányászott kőanyag, nem nagy mélységben kiemelt helyzetben megtalálható.

A vizsgálatok szerint a forrásvízi mészkő előfordulás környezetében a felső pannoniai képződmények mutatkoznak a leggyakoribb elterjedésben agyag, iszap, homok, kavics kifejlődésében /3. ábra/.

A felsőpannon rétegeket egyes bányák /1/2 bánya/ talpánál és a peremi részeken vagy a dombtetőkön közvetlenül tanulmányozhatjuk. A mélyebben települő rétegek kifejlődésére pedig a fúrásokban harántolt anyagfelesek adnak felvilágosítást.

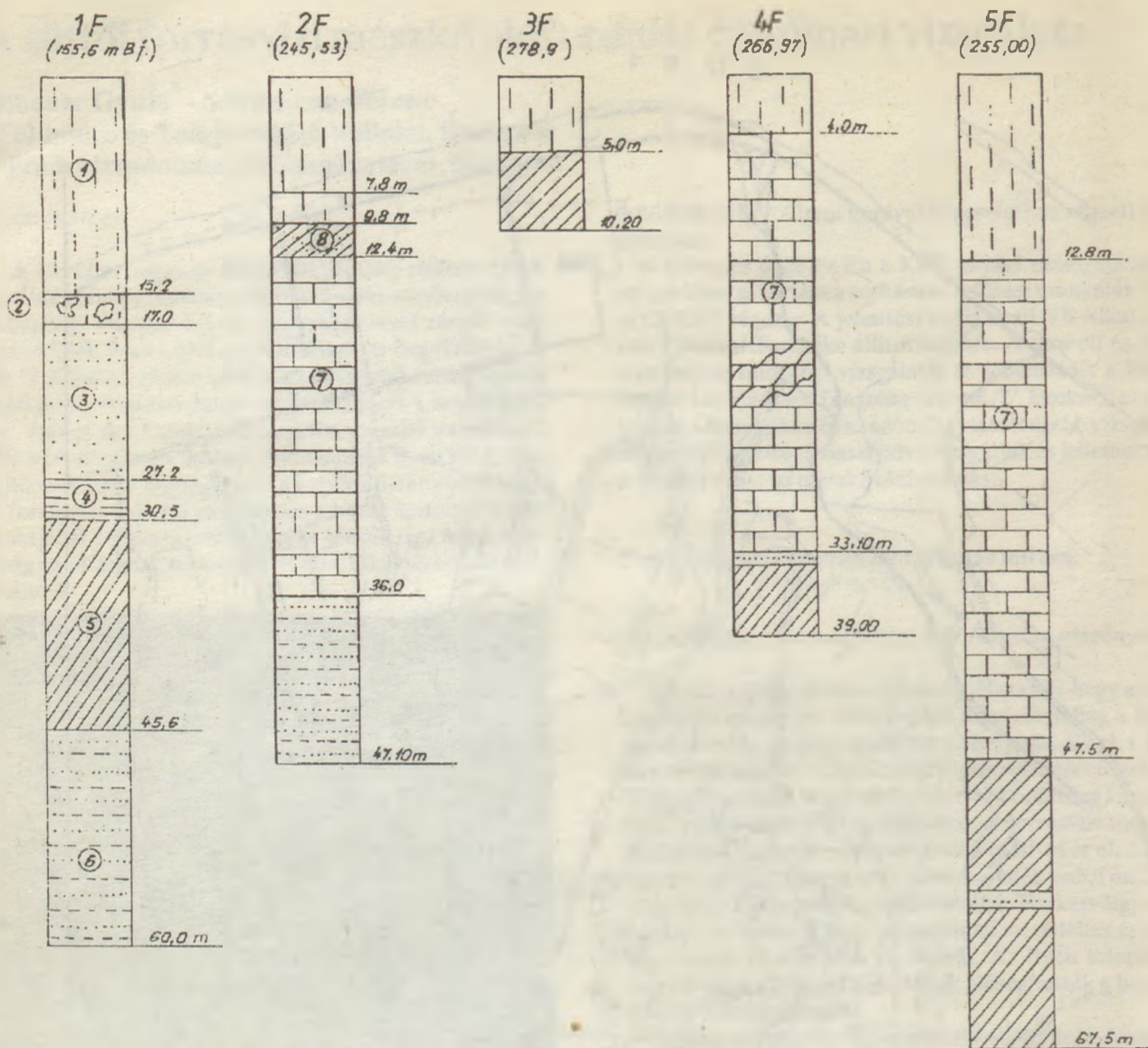
Az 1/2 bányánál a forrásvízi mészkő fekvőjét kb. 0,5 m vastagságú mészsanyaggal cementált kevésbé koptatott helyi mezozoos kőzetekből álló homokos kavics alkotja,



1. ábra. Helyszínrajz a süttői forrásvízi mészkő elterjedéséről és bányaműveléséről.

1. A forrásvízi mészkő elterjedési vonala.

2. Működő bányák: M1/1-bánya, M1/2-bánya, M3-diósvölgyi bánya, M4-ujharaszi bánya. 3. Felhagyott bányák. 4. jelentősebb fúrások.



3. ábra. Jelentősebb fúrások rétegszelvényei.

1. Löss, 2. kötörmelékös lösz, 3. homok /f.pannon/, 4. lignit, lignites agyag, 5. agyag, 6. homokos iszap, 7. forrásvízi mészkő /f.pliocén-alsópleisztocén/, 8. /f.pliocén-alsópleisztocén/.

mely alatt felsőpannoniai korú agyag települ. Az agyag a vizsgálatok szerint magas montmorillonit tartalmúnak mutatkozott, ezért erősen térfogatváltozónak értékelhető /4. ábra/.

A forrásvízi mészkő előfordulás előterében telepített fúrás /3. ábra 1. sz. fúrás szelvénye/ kb. 15 m vastagságú lösz alatt 60 m mélységig felsőpannoniai képződményekben haladt. E fúrásban homok, lignitréteges agyag és homokos iszap, iszapos homok vált ismertté. Ebből is megállapítható, hogy a felsőpannoniai üledékösszlet kifejlődése igen változatos és túlnyomórésztben e korú képződményekre települ a vizsgált gyersanyag vagy közvetlenül, vagy kisebb vastagságú kavicsos anyag közbeiktatódásával.

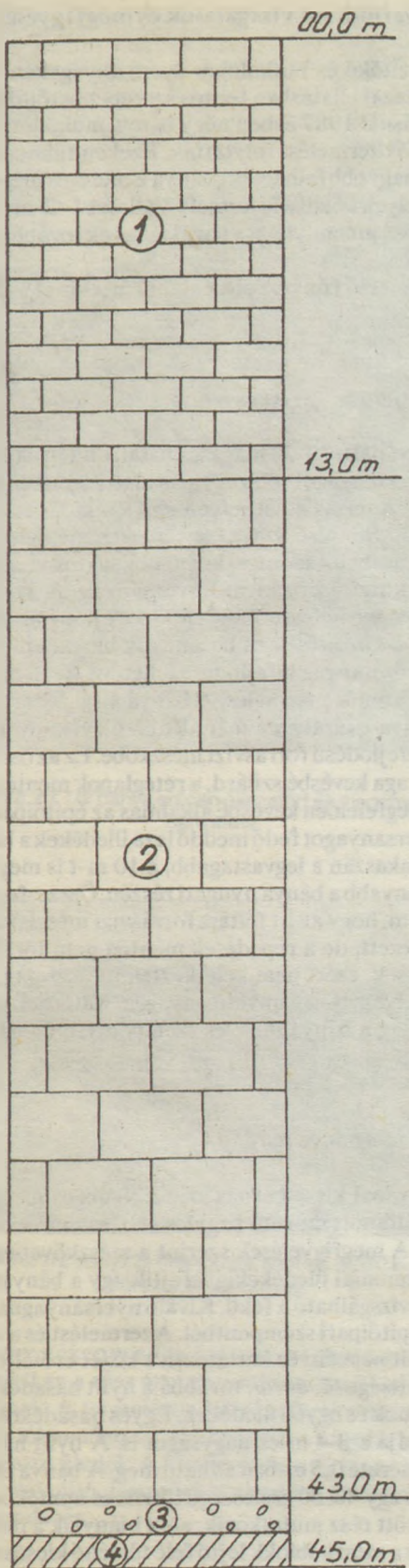
A felsőpannon összlet felett feltárt összcementált homokos-kavicsos réteg kora felsőpliocénre rögzíthető és

genetikailag nem minősíthető a korábbi kutatások szerint dunai anyagnak /8/.

A forrásvízi mészkő összlet felett változó vastagságban 5-40 m vastagságú löszösszlet települ, amelyet több szintben fosszilis talajok talognak.

2.2. A forrásvízi mészkő általános leírása

A legújabb őslénytani és földtani vizsgálatok alapján a forrásvízi mészkövet létrehozó forrásműködés a felsőpliocénben indult meg és feltételezhetően áthúzódott az alsópleisztocénbe is. A forrástevékenység a Haraszti hegy 283 magassági pontja környezetében indult meg és az egész Gerecse hegység egyik legjelentősebb forrásműködési területévé vált. Ebben az időben olyan környezeti



4. ábra. Az 1/2 bánya bányaföldtani szelvénye.
1. vékony rétegezett mészkő, 2. kemény tömbkőfejlésre
alkalmas helyenként töredezett mészkő, 3. cementált kavics,
4. agyag.

és fizikai adottságok uralkodtak, amelyek nagyon kedveztek a mészkőképződésnek. Így a süttői igen jelentős előfordulás olyan időszakban képződött, amikor igen kedvezőek voltak a vízföldtani és környezeti viszonyok /nagy csapadék mennyiségéből eredő magas forráshozamok/.

A megfigyelések szerint a forrásvízi mészkő elterjedése NY-K-i irányba kb. 900 m É-D felé 1500 m így nagysága eléri az $1,35 \text{ km}^2$ -t. Vastagsága a 15-45 m között változik. Az átlagérték 30 m-ben rögzíthető. E felsorolt adatokból is megállapítható, hogy hazai vonatkozásban igen jelentős előfordulásról van szó, mert 1-2 esettől eltekintve az országban ilyen nagyságú és készlettel rendelkező forrásvízi mészkő nyersanyag nem ismert.

Mint ahogy már említettük a forrásműködés a Haraszi hegy 283 csúcsának környezetében indult meg és kezdődött el a mészfelhalmozódás. A megfigyelések szerint a földtörténeti események hatására a forrástevékenység 2-3 esetben mélyebb szintre áthelyeződött, és ennek következtében a mészkőképződés ezeken a helyeken folytatódott. Így a süttői előfordulás kortanilag nem egységes. A legidősebbek a legmagasabban levő mészkövek, amelyek felszíne 280 mtf-i magasságban rögzíthető. Ezek általában 255-260 mtf-i szinten levő felsőpannoniai rétegben települnek. Korban fiatalabb forrásvízi mészkövek felszíne 250-260 mtf-i magasságban mutatható ki és a fekvük magassági értéke 230-235 mtf-ben adható meg. A legfiatalabbak felszíne 235-245 mtf ér el és fekvük 200-210 mtf között változik. Feltételezhető, hogy az előfordulás egy többé-kevésbé folyamatos többszáz ezer éven keresztül tartó hévforrás működés eredményeként jött létre.

A Haraszi hegyi forrásvízi mészkőösszlet genetikailag azonos körülmények között keletkezett, de ezen belül különböző típusú és kifejlődésű mészkőfejlések különböztethetők meg, amelyek az ipari felhasználhatóságot befolyásolják.

A legidősebb forrásvízi mészkőösszlet típusos tetarátás kifejlődést mutat. Jól megkülönböztethetők a tetarátákra jellemző függőleges vagy ferde rétegzettség ill. alakulati formák. Az egykori gátakon élő dús növényzet hatására erősen likacsos. A gátak mögötti kisebb-nagyobb medencékben képződött és a mészanyag a helyi fácians viszonyokra jellemző kifejlődést mutat. Hol törmelékes, hol vegyi kiválás alapján lemezes vagy vékonyrétegzett. Sok helyen összemosott inkrustációs törmelékből áll. Jelenleg e mészkőfejlést nem hasznosítják.

A süttői előfordulás ipari szempontból legértékesebb kőzetfajtája a források közvetlen környezetében keletkezett rétegezetlen igen tömör, kemény csak vegyi kiválásból származó tömbkőfejtésre igen alkalmas tavi típusú mészkőfejlés. Ilyen mészkő helyenként eléri a 20-25 m-es vastagságot. Kiváló nyersanyag. Hiányzik a meddőnek minősíthető réteg közbetelepülése is. A tavi keletkezés és az alulról feltörő hévforrás tevékenységet a mészkőben kimutatható forrásjáratok és annak falára kivált aragonit-kalcit ásványok bizonyítják. Ilyen mészkövet bányásznak az I/1, I/2 bányákban többek között.

A tavi kifejlődés partközeli- parti fáciansü mészkőfejlései is megtalálhatók Süttőnél. Ezek rétegezettek, a dús növényzet miatt erősen likacsosak, kevésbé tömörök, réteglap mentén gyakran elválhatnak. Így a belső meddő keletkezésének nagyrésztben genetikai okai vannak.

A mészkő-összletet keletkezése után különböző földtani folyamatok érték. Ilyennek értékelhetők a tektonikai erőhatások, valamint az üledék képződési és jellegzetes lepusztulási folyamatok, amelyek a mai állapot létrehozásában döntő szerepet játszottak. /5. ábra/.



5. ábra. Az 1/1 bánya látképe a gépi művelési formával.

A mészkőképződés után több szakaszban megemelkedett a terület. A szerkezeti mozgások révén vetődések, törések keletkeztek. A közvetett fekvű képező mezozoos kőzetekből álló rögök diapiroid mozgása a felettük lévő üledékeket egyenlőtlenül megemelte, erősen összetörte és kibillentette eredeti településükből. A függőleges mozgást végző mezozoos rög feletti összetört mészkőblokkok különböző irányokban szétbillentek és ahol a legerőteljesebb volt a mozgás, ott jelentős függőleges elvonszolódások is megfigyelhetők. Ennek szép példáját találjuk meg 1/2 bányánál. A kimutatott erős tektonizáltság, különböző korban és irányokban keletkezett törések azzal a körülménnyel magyarázhatók, hogy e terület rész a Központi Gerecse egyik sarokpontjának tekinthető, ahol a hegységet és a Duna völgyet létrehozó fő törésrendszerek találkoznak. Továbbá e részen alakult ki a hegységet átszelő legjelentősebb szerkezeti vonal is, amelyet a Bikol patak völgye jelez. Tehát e területen és környezetében találkoznak a fő törésrendszerek, amelyek meghatározzák a szerkezeti és tektonikai adottságokat.

Az erős és helyenként igen jelentős kőzetösszetördezetttséghez szellazulást okozó tektonikai okok mellett hozzájárultak a fekvűben a terhelés hatására végbement egyenlőtlen süllyedésből eredő törések, kibillenések és az egyes blokkok lecsúszása a lejtőn.

Az üledékképződés hatására a törések, hasadékok különböző genetikájú és anyagú üledékekkel kitöltődtek, nehezítve a termelést és növelve a belső meddő mennyiségét.

A pliszotocén folyamán a forrásvízi mészkő felszínére jelentős vastagságú, nagyrészt hullóporból és annak áthalmozott anyagából helyenként a 30 m-es összlet is felhalmozódott. A meddő fedőüledékek eltávolítása a nyersanyag felszínéről jelentős földmunkát igényel, növelve ezzel az önköltséget, sőt egyes helyeken annyira kivastagszik, hogy az alatta lévő kőanyag kitermelését megakadályozza.

3. Bányaföldtani vizsgálatok és megfigyelések

A díszítőkö és burkolólap nyers anyagaként felhasznált és hazai ellátásban fontos szerepet betöltő süttői előfordulásnál 1987 évben négy bánya működött, ahol intenzív kőtermelést folytattak. Ezeket túlmenően több kisebb-nagyobb felhagyott bánya ismeretes még e területen, amelyek közül a kitermelő Vállalat 1-2-nél újrainyítást tervez, amennyiben a hazai igények tovább emelkednek.

Az üzemelő bányákról az alábbi áttekintő ismertetést adjuk:

3.1. 1/1 jelű bánya ismertetése

E bányánál a 30-40 magasságú falban táruul fel a mészkő. A nyersanyagot több egymás alatti szintben termelik /5. ábra/. A termeléssel helyenként a fekvű is feltárták. A mészkő-összlet alsó szakasza tömeges megjelenésű, tömött, likacsoktól mentes, kemény kagylós elválású burkolólap készítésére kiváló nyersanyag. A kőzetanyag tömbkö kitermelésre megfelelő kifejlődésű. A nyersanyagot a kőzetrések és hasadékok blokkokra tagolják. Ahol a kőzetanyag kifejlődése lehetővé teszi, ott fűrészgéppel történik a termelés. A bánya által feltárt rétegsor felső 5-6 m-es szakasza már átfelődik vékony pados, lemezese kifejlődésű forrásvízi mészkőbe. Ez az összlet-szakasz anyaga kevésbé szilárd, a réteglapok mentén elválik, ennek megfelelően kevésbé alkalmas az építőipar számára. A nyersanyagot fedő meddő laza üledékek a bánya középső szakaszán a legvastagabb, a 10 m-t is meghaladja. Legvékonyabb a bánya nyugati részén. Összefoglalva leírható, hogy az itt feltárt forrásvízi mészkő blokkokra töredezett, de a repedések mentén nem történtek elmozdulások, ezért nem keletkeztek nyitott, tág hasadékok, amelyek utólag meddő anyaggal töltődtek volna. Ez az adottság a bányaművelés szempontjából kedvezőnek ítélnélhető.

3.2. 1/2 jelű bánya leírása

E bányánál kissé barnás színű, tömeges megjelenésű kemény, tömött szövű kagylós elválású mészkövet termelnek. A megfigyelések szerint a mészkövet egészen a felső-pannoniai üledékekig lefejtik, így a bányánál közvetlenül vizsgálható a fekvű. Kiváló nyersanyagnak minősíthető építőipari szempontból. A termelést és a tömbkiváratalt nehezíti és korlátozza a kőzet erőteljes összetördezetttsége /6. ábra/, továbbá a nyílt hasadékokat kitöltő homok és egyéb üledékek. Egyes hasadékok mérete meghaladja a 3-4 m-es nagyságot is. A nyílt hasadékok átlagos mérete 0,5 m-ben adható meg. A bánya északi oldalán kb. egy 40-50 szélességű löszös és homokos anyaggal kitöltött rész mutatkozik, ahol hiányzik a mészkő /7. ábra/. Ez a mészkőblokk lejtő felé történő kicsúszását bizonyítja. A kőzet erős összetördezetttsége miatt az 5-8 m szélességű repedésmentes blokkok minősíthetők a legkedvezőbbeknek a termelés szempontjából. Helyenként a kőzet minőségét rontja az alulról feltörő hévforrások okozta oldási üregek és járatok. A bányánál feltárt kőzetösszlet felső szakasza a tömeges rétegzettlen kifejlődés-



6. ábra. Az 1/2 bánya erősen összetört és megemelt K-l bányafala.

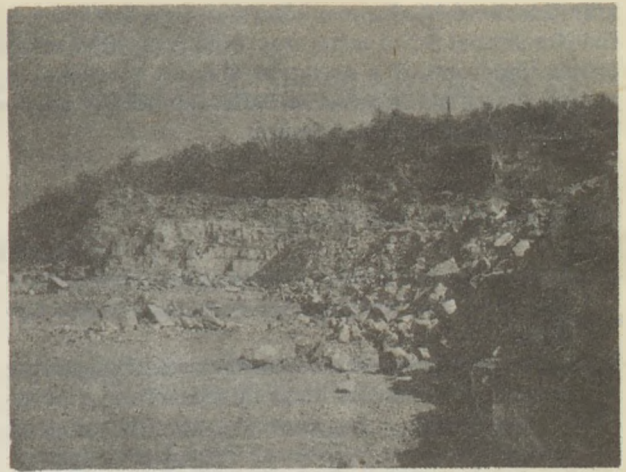


7. ábra. Az 1/2 bánya É-l bányafala, ahol kb. 40 m hosszban hiányzik a nyersanyag.

ből átmegy vékonypados lemezesen elváló rétegekbe, amely miatt ez a rész már nem minősíthető kedvező kőzetanyagának. A termelést a kőzet erőteljes összetöredezetttségén túlmenően tovább nehezíti a nagyobb vastagságú fedő löszös üledék. A közelmúltban történt a fedő üledékeket eltávolító, jelentős költségekkel járó, földmunka és tereprendezés.

3.3 Diósvölgyi bánya leírása

E bánya is jelentős nagyságú területen fekszik. A forrásvízi mészkő kb. 10-15 m vastagságú összletét termelik /8. ábra/. A mészkő rétegzett kifejlődésű. Erősen lika-

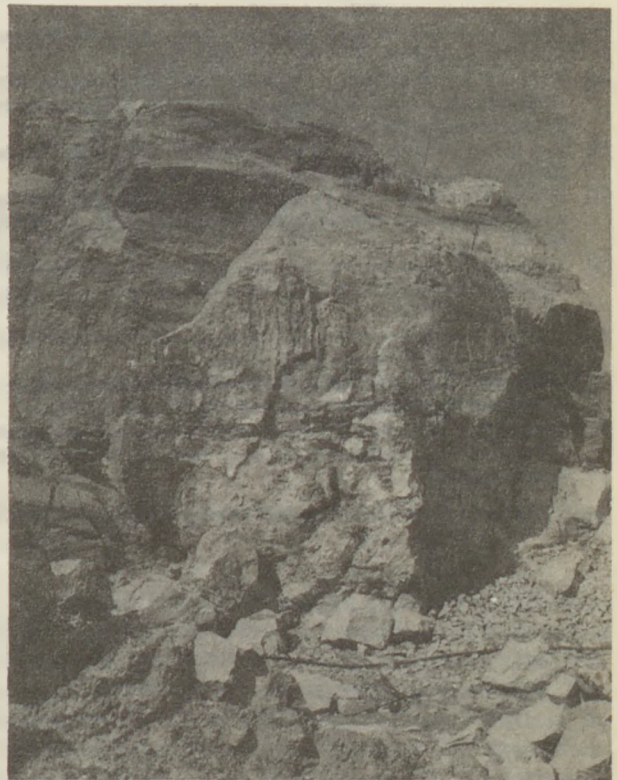


8. ábra. A Diósvölgyi Bánya kevésbé tömör, vékony rétegzett mészköve.

csos, törőszilárdsága változó. Réteglap mentén elváló. A legfelső rész fagyhatásra erősen fellazult, kőtermelésre alkalmatlan kifejlődésű. Szakaszosan töredezett, ami a termelési feltételeket tovább nehezíti. A mészkőösszlet a tavi kifejlődés parti -partközeli fáciensét képviseli. A mészkő világosszürke- fehéres színű és a nyitott részeket különbözőgenetikájú anyagok töltik ki. A mészkövön 2-6 m vastag lösz települ.

3.4. Uj haraszi bánya

E bányánál is kétféle kőzet-típus jelentkezik. Alul a tömör kagylóstörésű kemény rétegzetlen mészkövet termelik /9. ábra/, míg felül pados réteglap mentén elváló tömb-



9. ábra. Az Uj haraszi bánya alsó részén fejtett rétegzetlen tömör nyersanyaga.

kőfejtésre kevésbé alkalmas kőzettípus figyelhető meg. A fedő löszösszlet 2-5 m vastagságú. A bányászott kőanyag erősen töredezett, és a nyitott kitöltődött hasadékok is nagyon gyakoriak. Ilyen bányaföldtani adottságok korlátozzák a kitermelés hatékonyságát.

4. Összefoglalás - kiértékelés

- 4.1. A hazai forrásvízi mészkő kitermelés legjelentősebbike Süttő, ahol jelenleg négy bányában történik termelés.
- 4.2. A nyersanyag annak a hévforrás tevékenységnek az eredménye, amelynek megindulását a felső pliocénre rögzíthetjük. A forrástevékenység áthúzódott az alsó pleisztocénre és ebben az időszakban is igen jelentős mészfelhalmozódás történt.
- 4.3. A megfigyelések szerint a fejlett kőanyag nagy része tavi típusú és annak különböző faciális részeit termelik. A mélyebb vízben keletkezett mészkő tömött, kemény, rétegzetlen, kiváló nyersanyag, míg a sekély vízben lerakódott mészkő már minőségileg kifogásolható.
- 4.4. Nehezíti a termelést és fokozza az összköltséget a fedő lösz nagy vastagsága, a kőzetanyag nagyfokú repedezettsége és a hasadék kitöltések, amelyek részben szerkezeti mozgásokra, részben pedig a fekü kőzetfizikai adottságaira vezethetők vissza. Az előfordulás olyan nagyságrendű, hogy a jelenlegi kitermelés mellett több évtizedre elegendő készlet áll rendelkezésre.

Irodalom

- [1] Gálos M. - Kertész P.: Kőzettani szabványok a kőzet rendszertan tükrében. Építőanyag. 37. 1985. 225-232.
- [2] Kertész P. és munkatársai: A süttői díszítőkövek kutatáshoz kapcsolódó kőzetfizikai és kőzettechnológiai vizsgálatok. BME. Ásvány és Földtani Tanszék Budapest, 1971. Kézirat.
- [3] Konda J. - Mészáros M.: A magyarországi építő- díszítőkövek kutatás stratégiája és eredményei. Földtani kutatás. 27. 1984. 43-54.
- [4] Scheuer Gy. - Schweitzer F.: A Budai, Gerecse hegységi édesvízi mészkövek kőzettöredezettségi jelenségei. Építőanyag. 37. 1985. 60-64.
- [5] Scheuer Gy. - Schweitzer F.: A Gerecse hegység felhagyott édesvízi mészkő bányák építőipari hasznosítási lehetőségei. Építőanyag. 38. 1986. 104-109.
- [6] Schréter Z.: A Budai és Gerecse hegységperemi édesvízi mészkő előfordulásai. MÁFI Évi jel. 1951-ről. Bp. 1953. 111-146.
- [7] Vitális Gy. - Hegyi I.-né: Adatok a Budapest térségi édesvízi mészkövek genetikájához. Hidrológiai Közlemény. 52. 1982. 73-84.
- [8] Végh S.-né és munkatársai: A süttői díszítőkövek kutatás összefoglaló földtani jelentése és készletszámítása. Budapest. 1971. MÁFI Adattár Kézirat.

Scheuer Gyula - Schweitzer Ferenc: A süttői forrásvízi mészkő előfordulás építőipari vizsgálata

A fővárostól ÉNY-ra emelkedő Gerecse hegységben található hazánk legnagyobb és legjelentősebb forrásvízi mészkő előfordulása, amelynek jelenleg intenzív kitermelés történik. Ezért a forrásvízi mészkő előfordulás a hazai tömbkő és burkolólap termelés szempontjából meghatározó szerepet játszik. Az előfordulást a felső pliocén-alsó pleisztocén hévforrások hozták létre. A nyersanyag átlagvastagsága 30 m és az összlet nagyrésze kiváló minőségű. A termelés összköltségét jelentősen növeli a nagyvastagságú fedő és a termelt kőanyag erős összetöredezettsége. A kutatás szerint több évtizedre elegendő nyersanyag áll a rendelkezésre.

Scheuer, Gyula - Schweitzer, Ferenc Construction Examination of Freshwater Limestone Deposit at Süttő

Süttő limestone deposit (in the Gerecse Mts, north of Budapest) is intensively quarried and its material covers Hungarian stone block and coating block production almost entirely. The deposit was formed by hot springwater in the Upper Pliocene and Lower Pleistocene ages. The deposit has an av. thickness of 30 m, the overall quality is high. Unfortunately the overburden is very thick and the rock itself fractured. The stock is sufficient for several decades.

Scheuer, Gyula - Schweitzer, Ferenc: Die bautechnische Prüfung des Süßwasserkalksteins von Süttő

In dem nordwestlich von der Hauptstadt befindlichen Gerecse Gebirge befindet sich das grösste und bedeutendste Süßwasserkalkstein-Vorkommen Ungarns, aus dem derzeit ein intensiver Abbau stattfindet. Deshalb spielt dieses Kalksteinvorkommen in der Block- und Verkleidungsplattenerzeugung eine entscheidende Rolle. Das Vorkommen entstand aus Thermalquellen des oberen Pliozäns und des unteren Pleistozäns. Die Mächtigkeit der Rohstoff-Flöze beträgt durchschnittlich 30 m und ist zum Grossteil von einwandfreier Qualität. Die Gesamtkosten des Abbaus werden durch die Mächtigkeit des Hangenden und durch die starke Zerbröckelung des Gesteins erhöht. Laut jüngster Schürfergebnisse kann mit Reserven für mehrere Jahrzehnte gerechnet werden.

Шеуер, Д. - Швейцгер, Ф.: Испытания месторождения известняка шюттовского водяного источника с точки зрения строительной промышленности

В северо-западном направлении от столицы находится гористость Герече, являющаяся одной из наибольших и наиболее значительных месторождений известняков водяных источников, где и в настоящее время ведется интенсивная выработка. В связи с этим это месторождение играет определяющую роль с точки зрения производства отечественных каменных блоков и облицовочных плит. Это месторождение возникло под влиянием горячих источников верхнеплиоценового-нижнеплейстоценового периодов. Средняя толщина сырьевого материала составляет 30 м и большая часть слоя имеет очень хорошее качество. Общие расходы производства значительно увеличиваются за счет очень сильной разрушенности покрывающего слоя большой толщины, а также вырабатываемой породы. Согласно проведенным испытаниям запасы сырьевого материала являются достаточными на многие десятки лет.

Durva törmelékes üledékes kőzetek anyagai (ásvány-kőzettani) összetevőinek változása és hatásuk fizikai tulajdonságaikra

Török Endre

Budapesti Műszaki Egyetem, Ásvány- és Földtani Tanszék

Bevezetés

1. táblázat

Építési célokra felhasználásra kerülő durva törmelékes kőzetek (homokos kavics, belőlük előállított termékek) némely jellemző tulajdonsága az igényeknek megfelelően alkalmazható, változtatható, pl. legnagyobb szemnagyság, a felhasználási célnak megfelelő szemmegoszlás, stb. A törmelékes üledékes kőzetek tartalmazhatnak a megengedett értéknél nagyobb mennyiségű agyag-, iszaptartalmat, ami a felhasználás során (elsősorban betontechnológiai szempontok miatt) nem kívánatos [6]. A finomszemcse anyagrészt különböző technológiai eljárásokkal távolítják el.

Más további jellemző értékeket, fizikai tulajdonságokat (pl. szilárdság, időállóság, stb.), a *halmaz anyagi minősége* (ásvány- kőzet összetevője) határozza meg [6, 7]. Utóbbiak a lehordási terület földtani felépítésének megfelelően alakulnak, arányaikban módosulnak [1, 6]. A hordalék szállítása során egy másik fontos módosító tényező a kőzetek kopása alakítja a főbb anyagi összetevőket. Ennek következtében egyes kőzetváltozatok (pl. mészkövek, további mállott gyenge kőzetmódosulatok, stb.) rövid szállítódás után elaprózódnak, elkopnak [1, 7].

1. Kőzethalmazok alakja

A törmelékes üledékes kőzeteknek a hordalékszállítás során nyert alakijellemzői felvilágosítást nyújtanak a kőzetminőség és kopás következtében létrejött alak kapcsolatára [1, 7]. Felhasználásuk alkalmával (pl. adalékanyagként) fontos jellemző értékek [3, 6].

1.1 Eltérő kőzetföldtani környezetből származó üledék alakja

Különböző lehordási területről származó üledékek szemalak megoszlásában a *kőzettani jellemzők* szerepe meghatározó. Vizsgálatainkból a magyarországi Duna-szakasz és közvetlen környezetében települő kavicsos ösztetek-, valamint nyugat- dunántúli folyóvízi durva üledékek mérési eredményeit foglaljuk össze szemléltetés céljából, 1. táblázat.

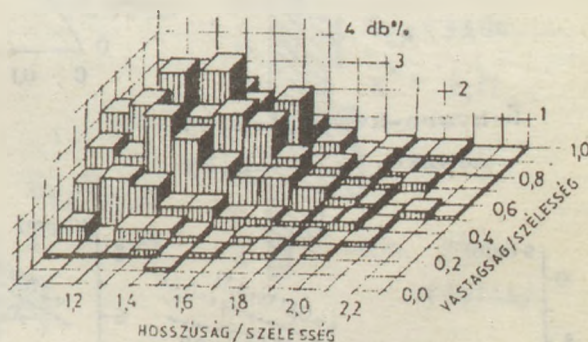
A Duna elsősorban Kárpátok, magyarországi és szlovákiai középhegységi, alárendelten Alpok területéről származó magmás-, átalakult és üledékes kőzetanyagot halmaz fel hazai szakaszán. A Rába és mellékfolyói üledéke nagy tömegében alpi lehordási övezetből származik. Uralkodóan metamorf kvarcitok, továbbá átalakult kőzetváltozatok ezek.

A dunai származású üledékek és hordalékok leginkább zömök, a Rába és mellékfolyói hosszúkás és lemezes ala-

Duna-, Rába és mellékfolyói pleisztocén üledékének és hordalékának szemalak jellemzői.

Jellemzők mennyiségek.	Duna és mellékfolyói üledéke.	Rába
Szemnagyság, d mm.	4 - 32	4 - 32
Szemcsék száma, darab.	2.483	2.308
zömök-,	62 db %	56 db %
lemezes-,	10 "	11 "
hosszúkás-,	26 "	30 "
lemezes és hosszúkás-,	2 "	3 "
	100 db %	100 db %

kuak [6]. A dunai üledékek jellemzőit az 1. ábra szemlélteti.



1. ábra. Dunai pleisztocén üledékek szemalak jellemzőinek gyakorisági megoszlása. 4-32 mm-es szemcsehalmaz.

1.2 Halmazban foglalt kőzetszemcsék gömbalakúsága, alakja

A szemcse főméretei alapján egyes kutatók három alapformát (zömök, lemezes, hosszúkás) különítenek el [4], 2. ábra, felső rajzrészlet. Ugyanazon mintavételi hely anyagából, 5-8 mm szemcse nagyságú dunai üledék (Dunakeszi felső - pleisztocén terasz) kvarc - kvarcit, ill. mészkő kőzetváltozatok alakjellemezőit (Φ_p) szemléltetjük előbbi ábrán, 2. ábra, középső rajzrészlet. A kvarcitok $\Phi_p = 0,65-0,95$, mészkövek $\Phi_p = 0,30-0,65$ gömbölyödöttségű értékűek.

tékét határozza meg, a halmaz minőségére jellemző érték. A független változót szorzat alakjában tartalmazó tag, amely az egyenes meredekségét adja, elsősorban a szemalak hatását fejezi ki.

Az egynemű, tömött és finomszemcsés mészkő változatok lapos- lemezes formájúak, a kvarc-kvarcit kőzetek pedig zömök alakúak.

Az ábrán feltüntetett főméretekhez tartozó regressziós együtthatók számtani középértékével fejezzük ki az alak értékét.

Zömök halmazok regressziós együtthatója (b) $> 0,5$, a hosszúkás, lemezes halmazoké pedig $< 0,5$,

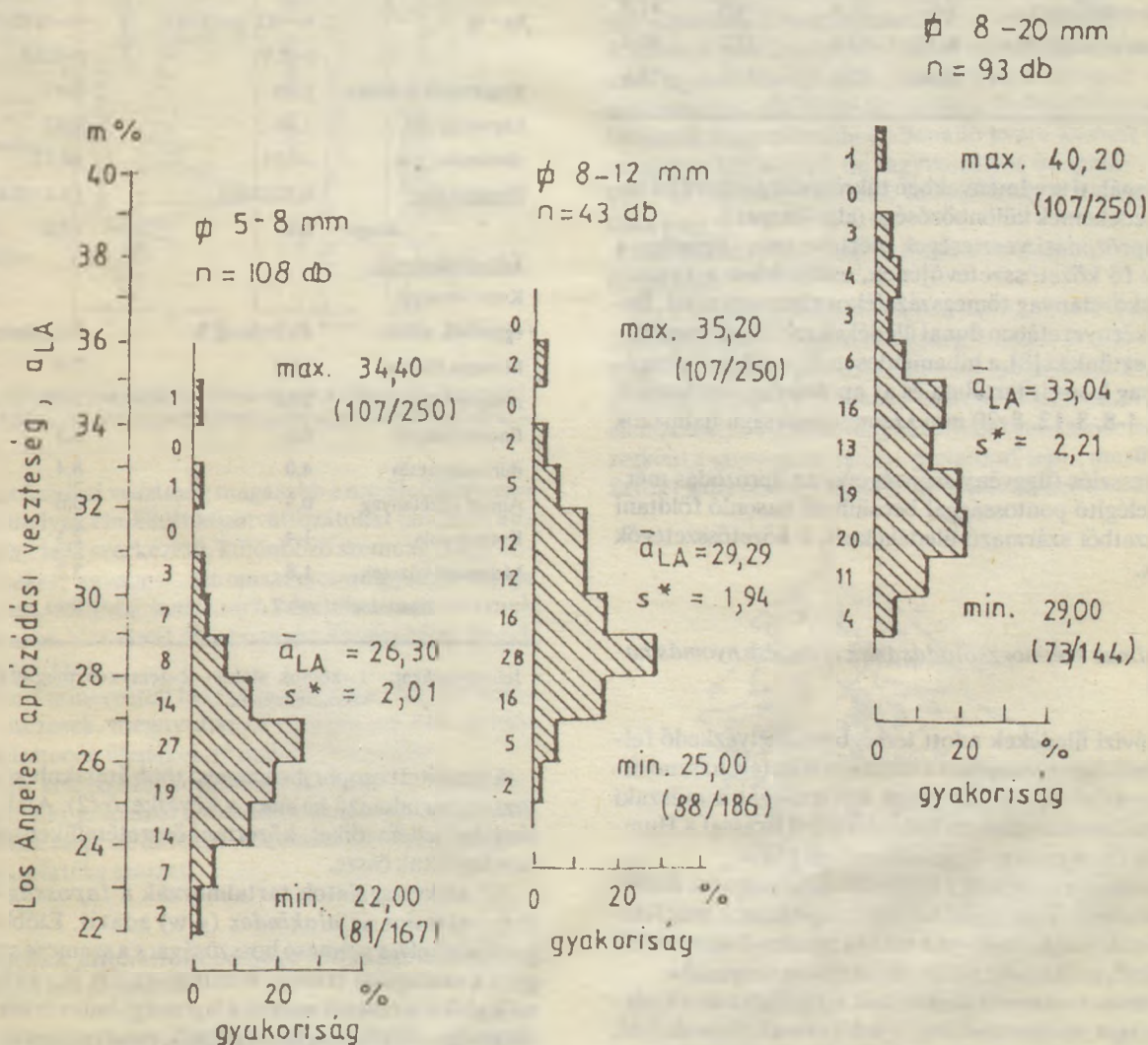
2. Kőzethalmazok szilárdsága

Természetes településből származó kőzetanyagok, illetve halmazok esetében keressük annak megállapítását,

milyen összefüggés valószínűsíthető az ásványi nyersanyagból vett kőzet *anyagai összetevője és szilárdsági jellemzői* között. Célunk, általánosítható következtetés levonása az aprózódás mértékére, a halmazt alkotó kőzetösszetevőinek függvényében. Kutattuk, azonos genetikájú kavicsmezőn belül változik-e az ásványi nyersanyag szilárdsága. Los Angeles-, Hummel aprózódás eredményeket vizsgáltunk és értékeltünk e fejezetben, a mechanikai hatások következtében beálló változások nyomán.

2.1 Halmaz aprózódása dinamikus (koptató és ütő) igénybevételek hatására

Adott halmaznak főleg ütőhatással, kisebb mértékben surlódással szemben való ellenállóképességét vizsgáljuk Los Angeles forgódobos eljárással. Korábbi kísérleteink, valamint jelen vizsgálataink [3, 6, 8] alapján azt tapasztal-



3. ábra. Los Angeles-aprózódás eredményeinek gyakorisági eloszlása. Rajka-Ordas közötti Duna-szakasz. Meghatározott legmagasabb (max.)-, közepes (a_{LA})-, legalacsonyabb (min.) veszteség, s^* =korr.szórás. (Mintavételi helyek sorszáma zárójelben). Legalacsonyabb Gönyű (holocén üledék), Duna 1734 fkm (holocén üledék), Kisalföld (felső-pleisztocén üledék) IX. 5. fúrás, a d mm növekvő sorrendjében. Legmagasabb Rákoseresztúr (felső- pliocén), mindhárom értéknl.

taltuk, hogy a bekövetkező aprózódás szemnagyság szerint változik, és pedig nő a d mm (vizsgálati osztályok) szerint, a legalacsonyabb, az átlagos, a legmagasabb értéket figyelembe véve, 3. ábra. A magyarországi Duna-völgy (középhegységi, alföldi szakaszok), valamint a Rába és mellékfolyói halmazszilárdsági értékeit a 2. táblázat segítségével foglajuk össze.

2. táblázat

Duna-, Rába és mellékfolyói pleisztocén üledékeinek és hordalékának Los Angeles-aprózódás vizsgálat eredményei.

Vizsgált területszakasz megnevezése.	Szemnagyság, mm.	Los Angeles aprózódási veszteség (a_{LA}), m %.		
		Min.	Ált.	Max.
Duna középhegységi,	5-8	22,0	26,3	34,4
alföldi szakasz.	8-12	25,0	29,3	35,2
Vizsgálatok száma: 244.	8-20	29,0	33,0	40,2
Rába és mellékfolyói.	5-8	31,4	34,9	41,8
Vizsgálatok száma: 35.	8-12	33,6	37,2	50,4
	8-20	37,0	41,4	59,6

A vizsgálati eredményekben tükröződik a lechordási terület üledékeinek különbözősége (alpi-kárpáti).

Az aprózódási veszteségek mértéke nem független a halmaz fő kőzetösszetevőjének, esetünkben a kvarc-kvarcit kőzetanyag tömegszázalékos részesedésétől. Budapest környezetében dunai üledékek esetében összefüggést fejeztünk ki [8], a hibamentesen összeállított vizsgálati anyag kvarcit tartalma és az aprózódási veszteségek között, 4-8, 8-12, 8-20 mm szemcse nagyságú halmazok kapcsán.

Regressziós függvény segítségével az aprózódás mértéke kielégítő pontossággal becsülhető hasonló földtani környezetből származó üledékeknel, a kőzetösszetevők alapján.

2.2 Halmaz szétmorzsolódásának elemzése nyomás hatására

Folyóvízi üledékek adott térségben elhelyezkedő felszinközeli durva törmelékes üledékes kőzetek, hasznosítható ásványi (építő-) anyagok szilárdságát a műszaki gyakorlatban általánosan használatos eljárással a Hummel-féle módszer segítségével kutattuk [7].

Tanulmányoztuk, hogy az üledékek (a magmás, üledékes, átalakult- a lechordási terület felépítésének megfelelő-) kőzetanyaga, amelyen a mállás minden fokozata felismerhető, szilárdságcsökkentő hatása érvényesül-e.

A halmaz szétmorzsolódásának vizsgálatához a kísérleti anyagot acélmozsárban, sajtolópofo alkalmazásával, hidraulikus berendezés segítségével fokozatosan megterheljük, 1,5 perc alatt 200 kN értékig. A halmazok szemnagysága 4-32 mm volt a fentiekben megfogalmazott célok kutatása miatt (a részhalmazok értéke 4/8, 8/16, 16/32 volt). A szilárdságot, a halmaz szétmorzsolódását az alsó szítán átesett tömeg veszteségével fejeztük ki. Ismétlések száma a 3 volt.

A durva törmelékes üledékek kőzettani változása alakjellemzőinek változását is eredményezi. A vizsgálati halmazt alaki sajátságai alapján kezeltük, 3. táblázat. A nagyrészt kvarc-kvarcit kőzeteket tartalmazó kísérleti anyag (1) magába foglalta a gyengén kristályos, üvegszerű, izotrop anyagokat, továbbá a nagy tömegben megjelenő egynemű, tömött szerkezetű kőzeteket, az üreges, likacsos, rétegzett, valamint a különböző méretű szemcsés kvarcitokat.

3. táblázat

Különböző alakú és kőzetösszetételű halmazok Hummel aprózódás vizsgálat eredményeinek csoportosítása.

Alakjellemzők:	1	2
$h_x - s_y$	$s = -0,45 + 0,70h$	$s = -0,19 + 0,61h$
	$r = 0,98$	$r = 0,91$
$s_x - v_y$	$v = 0,59 + 0,74s$	$v = -0,01 + 0,49s$
	$r = 0,95$	$r = 0,87$
$h_x - v_y$	$v = -0,17 + 0,53h$	$v = -0,42 + 0,36h$
	$r = 0,91$	$r = 0,81$
Regressziós e. átlaga	0,66	0,49
Lapossági ind.	1,46	2,02
Alakindex, $\pm w$	+0,01	+0,17
Hummel apr.	6,3 7,7 6,7	10,6 9,3 10,7
" átlaga	6,9	10,2
Kőzetösszetevők:		
Kvarc-kvarcit:		
egynemű, tömött	46,0 tömeg %	31,2 tömeg %
hézagos, likacsos	11,0	7,9
rétegzett, lemezes	29,0	36,0
finomszemcsés	6,0	6,3
durvaszemcsés	4,0	8,4
Amorf kőzetanyag	0,5	3,6
Kvarcit-pala	1,4	2,5
Metamorf kőzetek	1,8	3,2
összesen:	99,7	99,1

Jelmagyarázat: 1=zömök alakú-, 2=lemezes, megnyúlt alakú szemcsehalmaz.

Az említett csoporthoz képest több átalakult kőzetváltozatot tartalmazó halmaz a következő (2). Alak és szilárdsági jellemzőiket, kőzettani összetételüket táblázatban foglaltuk össze.

Az alakvizsgálatok tartalmazzák a lapossági index (Li), valamint az alakindex ($\pm w$) adatát. Előbbi (Li) = $h + s/2v$, ahol h a szemcse hosszúsága, s a szemcse szélessége, v a vastagsági értéke (Wentworth, Ch. K., 1932). Zömök alakú szemcsék esetén a lapossági index értéke 1. Az alakindex (Williams, E. M., 1965. megfogalmazása szerint), ha $\pm w = 0$, zömök alakú szemcsehalmaz, + w, amennyiben lemezes, -w, ha hosszúkás tartományú.

Magasabb az aprózódás a lemezes, megnyúlt szemeket magában foglaló, nagyobb tömegben átalakult kőzeteket tartalmazó kísérleti mintáknál.

Különböző dunai üledékek Hummel aprózódás vizsgálatát mutatjuk be kvarc-kvacit kőzetösszetételük tömege, valamint halmaz alakjellemzőjük figyelembe vételével, 4. ábra.

3.1 Ásvány- kőzettani elemzések

Tájékoztató vizsgálatokkal, közelítő (makroszkópos) kőzettani meghatározással, elemző kőzettani vékonycsiszolat kimérés segítségével pontos kőzettani besorolást adhatunk. Felvilágosítást kapunk a kőzetösszetételről, annak mállottságáról stb.

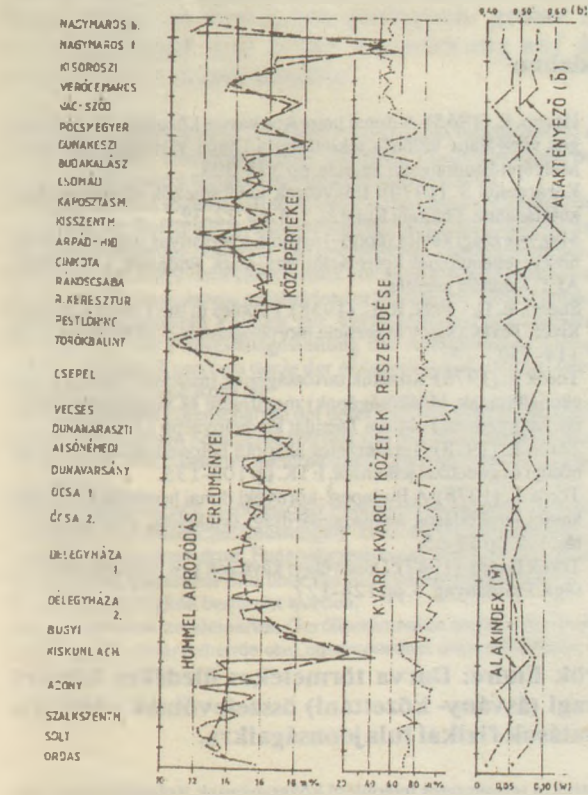
3.2 Időállóság megtétele fagyasztási- és kristályosodási folyamatok hatására történő változás alapján

Amennyiben a kőzettani elemzések során csökkent időállóságunkat ítéljük meg az anyagot, kerül sor az alábbiakban összefoglalt vizsgálatokra.

3.2.1 A kőzet halmaz tartós ellenállóképessége a kifagyással szemben adja az anyag fagyállóságát. A halmazban foglalt kőzetek folyamatos figyelemmel követéséből, a bekövetkezett elváltozások leírásából, valamint az elváltozást még nem okozó fagyasztás- felengedési ciklusok számából következtethetünk az ellenállóképességre. A kőzetek szerkezete, a hézagok mérete és mennyisége, azok egyenletessége, stb. játszik fontos szerepet. A természetes elaprózódású törmelékes üledékekben a fagyhatásnak nagymértékben ellenálló kvarc-kvacit és alárendelten különböző, de fagyveszélyes (magmás-, átalakult- és üledékes eredetű) kőzetféléseket határozhattunk meg.

Hűtőszekrényes vizsgálatokat szabvány előírások tartalmazzák.

Az FTV kivitelezésében lemélyített kutatófúrások kőzetanyagának vizsgálatát foglaljuk össze az alábbiakban, 5. ábra. Néhány kavicsbánya kőzetanyagának értékelését is elkészítettük. A Duna kisalföldi szakaszán elvégzett elemzésekből kitűnik, fagyhatásnak kevésbé ellenálló kőzetként a savanyú magmás-, metamorf (epi-, mezó-változatok) kőzetek, továbbá a mészkövek azon csoportja,



4. ábra. Alföldi Duna-szakasz üledékének szilárdsága (Hummel aprózódása), kvarc-kvacit tartalma és alakjellemzői szerinti.

Az aprózódási veszteség magasabb azon üledékek esetében, amelyek elmállott kőzetváltozatokat (andezit, andezittufa), laza szerkezetű, különböző szemnagyságú homokköveket, agyagos-, finomszemcsenagyságú márga anyagokat, továbbá metamorf kőzeteket tartalmaznak (Nagymaros, Vác-Sződ, Pócsmegyer, Délegyháza, Bugyi, Kiskúnlacháza).

Említett mintavételi helyek halmazában foglalt szemcsék lemezese, megnyúltak. Felső-pleisztocén és idősebb pleisztocén üledékek az imént felsoroltak.

Azonos keletkezési körülmények során kialakult üledékek fizikai jellemzői alakulását, az anyagi összetevők határozzák meg, az ásványi-kőzettani összetevők tágaságának mértéke szerint.

3. Üledékek ellenállóképessége időjárási-környezeti hatásokkal szemben

A természetes települési kőzetanyagok az atmoszférikus igénybevételek hatására (fizikai-mechanikai-, vegyszerves-, stb.) tulajdonságaikban (időben és térben) megváltozhatnak. A lehetséges változások és más további környezeti hatások következtében végbemenő mállási folyamatok olyan mértékben hatnak, amilyen mértékben a kőzet a hatásokra érzékeny.



5. ábra. Felszínközeli pleisztocén kavicsos összetek (fúrások feltárások, kavicsbányák anyagának) időállósági (fagyasztási és kristályosítási) anyagveszteséget.

amelyek kitöltetlen repedéshálózattal rendelkeznek jöhetnek számításba.

A kvarc-kvarcít kőzetek közül a likacsos-üreges anyagok aprózódnak leginkább. Holocén, peisztocén üledékek.

3.22 *Kristályosítási* vizsgálatoknál a szulfátoldattal telített kőzetekben a kristályosítási feszültség helyettesíti a fagy hatást. A szulfát kristály térfogatnövekedése következtében a kőzetszemcse felületközeleli rétege, anyag és kőzetszerkezettől függően fellazul, aprózódik.

Kísérleteinknél az oldat megfelelő állapotát a párolgás és a hőmérséklet okozta sűrűségváltozást figyelemmel követtük.

A Duna kisalföldi szakasza üledékeinél a szulfátosítási veszteség a magmás-, metamorf-, alárendelten üledékes anyagok igénybevétele során (mállott gránit, kvarcporfir, arkóza, fillit, kloritpala, csillámpala, stb.) jött létre, 5. ábra. Nem érte károsodás a különböző genetikájú kvarcít kőzeteket, egyes mészköveket, kvarcítpalákat. Ellenálló kőzetként ismertük meg a finom- és durvaszemcséjű kvarcítokat, homokköveket.

Kutatásokat végeztünk dunai származású üledékek felhasználásával, úgy, hogy csak kvarcít, máskor eredeti kőzetösszetételű anyagok aprózódását értékeltük, 6. ábra. A vizsgálati ciklus száma 10 volt. Felhasznált kőzetanyag 4-16 mm volt, a 4-8 ill. 8-16 mm-es halmaz mintacsoportból párhuzamos elemzések készültek, külön-külön a kvarcít és a teljes kőzetanyag felhasználásával.

A vizsgálati halmaz kristályosítási veszteségét 10 tömegszázaléknak vehetjük (az ábrán a teljes kőzetanyag részlet), a kvarcítokét 1,5 %-nak (1-2 jelű és összetételű

halmazokból vizsgálva). A mállott kőzetek tömege amennyiben 30 %-ra tehető (3-4 halmazt alapul véve) a kőzetanyag vesztesége 29,8 % értékű. Említett kísérletekből arra következtethetünk, hogy az aprózódás mértéke a halmaz anyagi minőségével kapcsolatba hozható.

Irodalom

- [1] Hornis, E. (1965): A dunai homokos kavics kőzettani és technológiai vizsgálata, különös tekintettel a Dunai Vízierőmű építésére. Mélyépítéstudományi Szemle. pp 375-394.
- [2] Karácsonyi S. (1970): Irányelvek kavicsmezők építőanyagipari kutatásához. Földtani Kutatás. 3-4. pp. 22-32.
- [3] Magyarországi kavics (építő-) ásványi nyersanyag genetikai és minőségi jellemzőinek korrelációs vizsgálata. Budapest, 1978. BME. ÁFT. Kutatási jelentés.
- [4] Sneed, E. D. - Folk, R. L. (1958): Pebbles in the Lower Colorado River, Texas a study in particle morphogenesis. J. of Geology. 2. pp 114-150.
- [5] Török E. (1978): Kőzetek tartósságának (mállással szemben való ellenállásának, időállóságának) megítélése és vizsgálati módszerei. Magyarhoni Földtani Társulat kiadványa. pp 175-209.
- [6] Török E. (1978): Természetes állapotú betonadalkanyagok minőségi és genetikai jellemzői. ÉTK. pp 108-135.
- [7] Török E. (1978): A Budapest-környéki dunai hordalék és idősebb kavics lerakódások halmazszilárdsági értékelése. Földtani Kutatás. 1-2. pp 59-65.
- [8] Török Endre. (1987): Dunavölgyi kavicsok Los Angeles-i szilárdsága. Építőanyag. 4. pp 124-127.

Török Endre: Durva törmelékes üledékes kőzetek anyagi (ásvány- kőzettani) összetevőinek változása és hatásuk fizikai tulajdonságokra.

Kutattuk, a természetes települést kőzetanyagok (folyóvízi durva üledékek) atmoszférikus igénybevétele és további környezeti hatások következtében tulajdonságaikban miként változnak meg.

Fizikai tulajdonságaikat a halmaz anyagi minősége (ásvány- kőzettani összetevője) határozza meg vizsgálataink szerint. Különböző lehordási területről származó üledékek szemalak jellemzőinek alakulásában a kőzettani tényezők meghatározó fontosságúak. Általánosítható következtetés vonható le a kavicsos összetételek szilárdságának alakulására a kőzetösszetevők függvényében. Az anyagi minőség meghatározza a halmaz szilárdságát. Szerepe van itt a halmazban foglalt szemcsék alakjának is.

Azonos keletkezési körülmények során kialakult üledékek fizikai jellemzői alakulását, az anyagi összetevők határozzák meg, az ásvány- kőzettani összetevők tágasságának mértéke szerint.

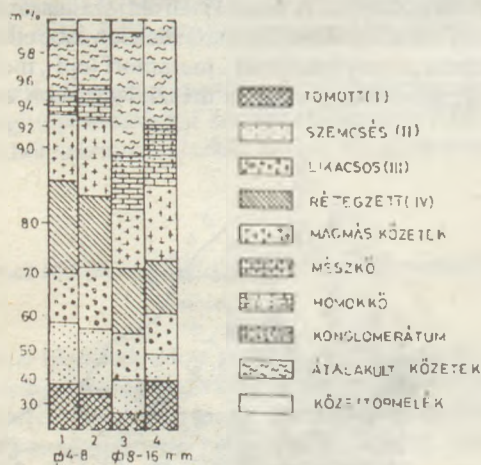
Ásvány- kőzettani jellemzők (makroszkópos meghatározások és vékonycsiszolat kimérések) segítségével, a finomabb részletek kimunkálása révén (kőzetek szerkezete, hézagok mérete, nagysága, azok egyenletessége, stb.) pontosabb képet formálhatunk az anyagi összetevőkről és becsülhetjük időállóságukat.

A természetes elaprózódású törmelékes üledékekben a fagyhatásnak nagymértékben ellenálló-, és alárendelten különböző, de fagyvesztélyes (mags- , átalakult és üledékes) kőzetváltozatokat különítettünk el.

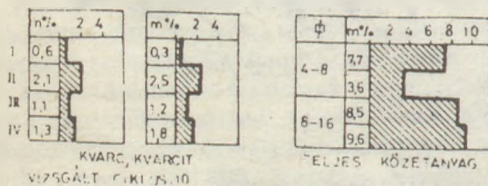
Török, Endre: The Change of Mineralogical - Petrographical Factors of Coarse Sediments and Their Effect upon Physical Properties

Coarse particulate sediments, deposited from riverwater undergo several atmospheric and environmental changes and as a consequence their properties are changed too. The physical properties of these sediments are primarily determined by their mineralogical and petrographical compositions. This latter factor is of utmost importance from the point of particle shape. The strength of the sediment is determined primarily by the material composition, but particle shape plays a special role too. The mineralogical- petrographical factors can be well studied by bulk and thin-section studied, including the determination of texture, void and

KŐZETÖSSZETÉTEL



APRÓZÓDÁS



6. ábra. Dunai származású kőzethalmazok kristályosítási vizsgálata.

morphology parameters; these data in turn enable a better prediction of the durability of the sedimentary rock. Rock of natural comminution frost resistant and (to a lesser extent) frost sensitive sorts can be distinguished.

Török, Endre: Veränderungen in der Stoffzusammensetzung /mineralogisch-geologisch/ grober Sedimentgesteine und deren Auswirkung auf die physikalischen Eigenschaften

Es wurden Untersuchungen angestellt, wie sich die Eigenschaften natürlich gelagerter Gesteine /grober Flusskies/ durch atmosphärische Beanspruchung und sonstiger Umwelteinflüsse verändern.

Die physikalischen Eigenschaften wurden — laut unserer Untersuchungen — von der Stoffqualität /mineralogisch-geologische Zusammensetzung/ der Ablagerung bestimmt. Die geologischen Faktoren sind bei der Entstehung der Kornformcharakteristik von Sedimentgesteinen unterschiedlichen Ursprunges von entscheidender Wichtigkeit. In Funktion der Gesteinskomponenten können zur Verallgemeinerung geeignete Schlüsse über die Festigkeitsgestaltung der Ablagerungen gezogen werden. Auch der Kornform der in der Ablagerung befindlichen Gesteinstücken kommt eine Rolle zu.

Die physikalischen Eigenschaften der unter gleichen Entstehungsbedingungen entstandenen Sedimente werden von den Stoffkomponenten in Abhängigkeit vom Mass der mineralogisch-geologischen Komponenten bestimmt.

Mit Hilfe mineralogisch-geologischer Parameter /makroskopische Bestimmungen und Dünnschliffmessungen/ kann durch Ausarbeitung der Feindetails /Gesteinstruktur, Fugenabmessungen, deren Gleichmassigkeit, usw./ ein genaueres Bild über die Stoffkomponenten erstellt und deren Wetterfestigkeit bestimmt werden.

Aus den natürlich zerkleinerten Geröllsedimenten wurden der Forsteinwirkung gut widerstehende und untergeordnet unterschiedliche und

frostempfindliche /magmatische, metamorphe und Sedimentgesteine/ Gesteinsvarianten isoliert.

Терек, Е.: Влияние изменения материальных (минерало-геологических) составляющих грубых осадочных пород на их физические свойства

Были исследованы изменения свойств естественных пород (грубые породы осадочного происхождения речных вод) под действием атмосферных и других влияний окружающей среды.

Было установлено, что физические свойства пород определяются качеством материальных составляющих (минерало-геологических составляющих). В формировании формы зерна осадочных пород различных месторождений определяющую роль играют геологические факторы. Можно сделать заключение общего характера в отношении формирования прочности гравийных запасов в зависимости от составляющих породу компонентов. Качество материала определяет прочность массы, причем определенную роль играет также и форма зерен, составляющих массу.

Формирование физических характеристик осадочных пород, образовавшихся в аналогичных условиях, определяется материальными составляющими, количеством отдельных минерало-геологических составляющих.

С помощью минерало-геологических характеристик (макроскопические измерения, исследования в тонких шлифах), путем определения более тонких показателей (структуры пород, размеров, величины и размерности пустот и т. д.) были получены более подробные данные о материальных составляющих пород и сделаны предположения в отношении их долговечности.

В осадках обломочных пород, образовавшихся в результате естественного разрушения, были разделены типы пород, устойчивые против замораживания, и различные менее важные, опасные с точки зрения замораживания варианты (магматические, подвергнутые превращению и осадочные) пород.

A szerkesztésért felel: Dr. Székely Ádám

Szerkesztőség: Budapest I., Anker köz 1-3. 1368
Telefon: 1226-497

Felelős kiadó: Budai Ferenc főigazgató

Kiadja:
Delta Szaklapíró és Műszaki Szolgáltató Leányvállalat
Budapest Kossuth L. u. 17. 1053
Telefon: 1174-793

Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető bármely hírlap-kézbesítő postahivatalnál, a hírlapkézbesítőknél, a Posta hírlapüzleteiben és a Hírlapelőfizetési és Lapellátási Irodánál (HELIR) Budapest XIII., Lehel u. 10/a -1900- közvetlenül vagy postautalványon, valamint átutalással a HELIR 215-96 162 pénzforgalmi jelzőszámmal.

Egy szám ára 26,— Ft.

Külföldön terjeszti a Kultúra, 1389 Budapest, Pf. 149 és a Magyar Média 1392 Budapest, Pf. 86-253

INDEX 2 52 50

HU ISSN 0013-970 X

