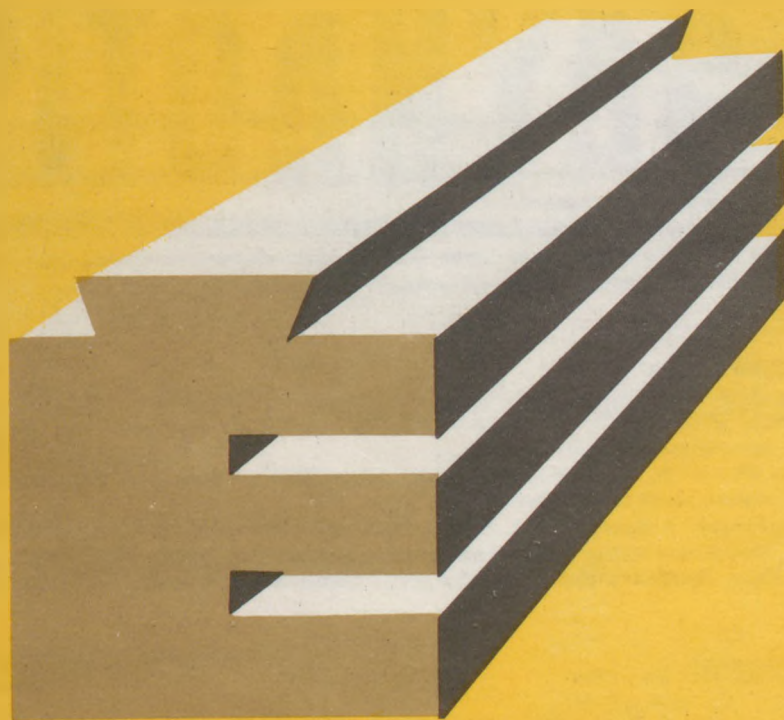


302935.



ÉPÍTŐANYAG

A Szilikátipari
Tudományos Egyesület
folyóirata

4

XXXIX. ÉVFOLYAM
BUDAPEST, 1987. ÁPRILIS
ÉPÍTŐANYAG, 39 (4) 97—128 (1987)

A mész- és cement-,
az üveg-, a finomkerámia-,
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 Lidia
Dr. Kertész Pál
Dr. Kovács Róbert
Dr. Kunvári Árpád
Lenkei György
Dr. Mátrai József
Dr. Mihócs Ferenc
Dr. Opoczky Ludmilla
Riesz Lajos
Sápi Lajos
Serédi Béla
Szetmártony Gusztáv
Dr. Tamás Ferenc
Trefil István
Dr. Träger Tamás
Wiiwerger Ferenc

TARTALOM

<i>Kovács Róbert-Reuter Ottó:</i> Hidraulikus cement-kiegészítőanyagok alkalmazásának egyes kérdései	97
<i>Scheuer Gyula-Schweitzer Ferenc-Szlaboczký Pál:</i> A budakalászi forrásvízi mészkő-előfordulás mérnökgeológiai vizsgálata	102
<i>Balázs György-Demené Csányi Erika-Liptay András:</i> Burkolatalap pernye-mész kötőanyaggal	108
<i>Pádár József-Szepesvári István:</i> Görbe- és felületillesztések mérés-adatfeldolgozás céljára	118
<i>Török Endre:</i> Dunavölgyi kavicsok Los Angeles-i szilárdsága	124

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Ковач, Р.—Рейтер, О.:</i> Некоторые вопросы применения гидравлических добавок при производстве цемента	97
<i>Дь. Шейер—Ф. Швейцер—П. Слабоцки:</i> Применимость известняка м. р. Будакалас в строительной промышленности	102
<i>Дь. Балаж—Э. Чани-Деме—А. Липтай:</i> Основание покровного лоя дороги т. д. Селешвари: Построение кривых и поверхностей с целью обработки данных измерений	108
<i>Э. Тэрж:</i> Прочность гравия из долины Дуная, определяемая по методу Лос Анжелес	124

CONTENTS

<i>Kovács, Róbert-Reuter, Ottó:</i> Some Problems of Using Hydraulic Additives in Cement	97
<i>Scheuer, Gyula-Schweitzer, Ferenc-Szlaboczký, Pál:</i> Freshwater Limestone of Budakalász—its Investigation for Building Applications	102
<i>Balázs, György-Csányi-Deme, Erika-Liptay, András:</i> Road Foundations made with Flyash-Lime Binders	108
<i>Pádár, József-Szepesvári, István:</i> Curve and Surface Fitting for Data Processing	118
<i>Török, Endre:</i> Los Angeles Strength of Danube Gravel	124

INHALT

<i>Kovács, Róbert-Reuter, Ottó:</i> Einige Fragen der Anwendung von hydraulischen Zementersatzstoffen	97
<i>Scheuer, Gyula-Schweitzer, Ferenc-Szlaboczký, Pál:</i> Bauindustrielle Untersuchung des Quellwasserkalkstein-Vorkommens von Budakalász	102
<i>Balázs, György-Frau Deme, Csányi, Erika-Liptay, András:</i> Pflasterungsgrund mit Flaugasche-Kalk-Bindemittel	108
<i>Pádár, József-Szepesvári, István:</i> Krümm-, bzw. Oberflächepassungen zwecks Messdatenverarbeitung	118
<i>Török, Endre:</i> Los Angeles — Festigkeit von Donautalschottern	124

Hidraulikus cement-kiegészítőanyagok alkalmazásának egyes kérdései*

KOVÁCS RÓBERT—REUTER OTTÓ

Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet, Budapest

Az energiatakarékosság lehetőségei a cementgyártásnál

A szilikát cement és az ezzel készített beton-, valamint habarcsféleségek a bekövetkezett új műszaki fejlődési irányzatok és a kialakult új helyzet ellenére is még mindig az építőipar egyik legfontosabb és legnagyobb mennyiségben használt építőanyaga, s a prognózisok alapján várhatóan az marad, nemcsak az 1990-es években, hanem az ezredforduló táján is.

A cement gyártása igen energiaigényes folyamat. Egy tonna cement előállításához hazánkban napjainkban mintegy 4,97 MJ (1,19 Mcal) hő- és kb. 117 kWh villamosenergia szükséges. Ez a fűtőenergia mennyiség cca 135 l, a villamosenergia pedig további 48 l energia egyenértékben számított fűtőolajat jelent. Ennek az energiának csaknem 90%-a a klinker előállításához szükséges.

Hazánk energiahordozókban szegény ország, ezért különösen fontos feltárni egyrészt a gyártástechnológiában rejlő energia-megtakarítási lehetőségeket, másrészt ezen energiaigényes termékkel való ésszerű takarékoság módjait.

Ez utóbbiak:

- megfelelő termékválaszték (amire az új magyar termék-szabvány már lehetőséget biztosít),
- a betontechnológia,
- a gazdaságos felhasználásra ösztönző szabályozási és árrendszer.

Fentiek természetesen egymással összefüggnek. A termékválaszték és az ehhez kapcsolódó egyéb szempontok alapján vizsgálva a kérdést, elsődrendű fontosságúnak tartjuk a gyártott cementfajták arányának helyes kialakítását, aminek során a gyártás és felhasználás szempontjait egyaránt figyelembe veszik. Így:

- a) A kötőerő hatékonyabb kihasználása szempontjából célszerű növelni egyes termékfajták örlési finomságát. Ez különösen ott gazdaságos, ahol az örlésre fordított többletmunka ennél nagyobb értékű cement-megtakarítást eredményez, vagy az előregyártásnál, ahol a

hőerlelési időt csökkenti, esetleg feleslegessé teszi. Harmadsorban ott, ahol a felhasználásnál fontos a nagy kezdőszilárdság (450 R_{pc}, 550 pc);

- b) Az átlagos követelmények kielégítését természetesen továbbra is az átlagos tulajdonságokkal rendelkező, nálunk tömegcementként használt cementekkel kell biztosítani (350 k_{spc} 20, ill. 40, 350 p_{pc} 10);
- c) Kisebb követelmények kielégítésére a nagyobb mennyiségű hidraulikus kiegészítőanyagot tartalmazó cementeket kell gyártani, és felhasználni, ill. ezt szorgalmazni (250 k_{spc} 60, 250 k_{sp} 80, 350 p_{pc} 20);
- d) A szulfátálló S 54 350 pc jelentős hányada kiváltható lesz az olcsóbb S 100-as mérsékelt szulfátálló, illetve egyes heterogén cementekkel;
- e) Az egyes cementfajták árait úgy kell megállapítani, hogy azok a tényleges népgazdasági ráfordításokkal legyenek arányosak, és megfelelőképpen ösztönözzék mind a gyártókat, mind a forgalmazókat, mind pedig a felhasználókat. A jelenlegi cementárak ugyanis nem tükrözik a termelési ráfordításokat, és torzítják a hagyományos és korszerű építési anyagok, valamint az építési technológiák közötti arányokat.

Heterogén cementek és néhány sajátosságuk

Régóta ismert az energia-megtakarításnak az a módja a cementgyártásnál, hogy égetést nem igénylő hidraulikus kiegészítőanyagokat kevernek be. Ez nem a cement hígítását, hanem új, bizonyos mértékben más tulajdonságokkal rendelkező termékek előállítását jelenti. Külföldi adatok szerint a 0, 20, 30 és 50% kohósalakot tartalmazó portlandcement előállításának energiaigénye megfelelően 100, 88, 82, ill. 71%.

Jelenleg hazánkban évente mintegy 1,6—1,8 millió tonna kohósalak és kb. 5 millió tonna pernye keletkezik. A cementipar ebből az utóbbi években kb. 350—450 et. granulált kohósalakot és 140—150 et. pernyét használt fel.

A nagy kiegészítőanyag-tartalmú cementeknek van néhány, a portlandcementektől bizonyos mértékig eltérő sajátossága, melyek ismerete lehetővé teszi számos előnyös

* A XVIII. Szilikátkémiai Ankéton (Balatonalmádi, 1986) elhangzott előadás.

tulajdonságuk kihasználását, gondolunk itt pl. a kis kezdeti hidratációs hőfejlődésre, vagy általában nagyobb korrózióállóságukra, ill. azokra, amelyekre felhasználásuk során figyelemmel kell lenni, mint pl. kis hőmérsékleteknél történő alkalmazásuk hőmérséklet-érzékenységek miatt.

Ismeretes, hogy ezeknek a cementeknek a szilárdulási üteme az adalékanyag-tartalomtól függően lassúbb, mint a tiszta portlandcementé, különösképpen a kezdeti szilárdságok alacsonyabbak. Később, az idő előrehaladtával, ez a különbség csökken (ami már 7 és 28 napos korban is észlelhető), igen hosszú idő után pedig szilárdságuk el is érheti, sőt bizonyos esetekben meghaladhatja az azonos korú, tiszta portlandcementből készült cementek szilárdságát. Anélkül, hogy a lassúbb szilárdulási ütem okait részletesebben taglalnánk, közvetlenül belátható, hogy ezzel egyenesen összefügg a kisebb hidratációs hőfejlésztés, különösen a szilárdulás kezdeti szakaszában és ugyanitt a fokozottabb hőmérséklet-érzékenység. Az alábbiakban néhány ilyen alkalmazási jellegű tulajdonságot tárgyalunk bővebben.

a) Hőfejlésztés

Az 1. táblázatban megadjuk néhány üzemi cement oldáshő kaloriméterrel meghatározott hidratációs hő értékét.

A mérési adatokat a szemléletesség érdekében oszlopdiaigramokon is ábrázoltuk (1. ábra).

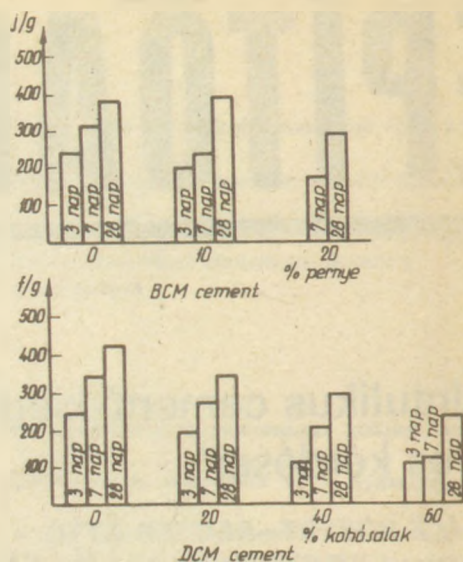
A tiszta portlandcement hidratációs hőjét 100%-nak tekintve látható, hogy a hidraulikus kiegészítőanyag-tartalom növekedtével az azonos idő alatt felszabaduló hidratációs hő nagysága jelentős mértékben csökken.

Pl. a 60% kohósalak-tartalmú cement 3 napos hidratációs hője csak mintegy 44%-a a tiszta portlandcementből ugyanannyi idő alatt felszabaduló hőmennyiségnek. A hidratáció mértéke, így a felszabaduló hő nagyon sok tényezőtől függ (klinkerösszetétel, őrlési finomság, hidraulikus kiegészítőanyag minősége stb.), ezért a közölt értékek csak tájékoztató jellegűeknek tekinthetők. Az adatok, mint már utaltunk rá, üzemi gyártású cementek mérési eredményei, melyeket más és más időszakokban gyártottak.

1. táblázat

Üzemi cementek hidratációs hő-értékei

cementfajta	3 nap		7 nap		28 nap	
	J/g %	cal/g	J/g %	cal/g	J/g %	cal/g
DCM 450 pc	243 100	58,0	344 100	82,1	424 100	101,3
DCM 350 kspc 20	192 79	45,8	267 77,6	63,7	341 80,4	81,4
DCM 350 kspc 40	115 47,3	27,5	207 60,2	49,4	291 68,6	69,5
DCM 250 kspc 60	107 44	25,5	116 33,7	27,7	236 55,6	56,4
BCM 450 pc	246 100	58,7	314 100	75,0	381 100	91,0
BCM 350 ppc 10	199 80,9	47,5	236 75,1	56,4	387 101	92,4
BCM 350 ppc 20	—	—	169 53,8	40,4	287 75,3	68,5



1. ábra. Heterogén cementek hidratációs hői

A nagy kiegészítőanyag-tartalmú és ezért kis hőfejlésztésű cementek használata elsősorban nagy tömegű betonozásoknál előnyös, ahol a betontest felmelegedése komoly károsodás forrása lehet, és ugyanakkor kezdetben nincsenek jelentős szilárdsági követelmények a betonnal, illetve kötőanyaggal szemben.

b) Hidegérzékenység

A lassúbb szilárdulási ütem és az ezzel együtt járó kisebb hőfejlésztő-képesség szorosan összefügg ezeknek a cementtípusoknak a hidegérzékenységével a kötés és szilárdulás folyamán. Kis hőmérsékleteknél a reakciósebesség a cementben lecsökken, ennek folytán még kisebb lesz a felszabaduló, amúgy sem jelentős reakció-, ill. hidratációs hő, és nem képes kompenzálni a környezeti hatást. A vonatkozó műszaki irányelvek ezért ajánlják az ilyen cementekből készült betonoknál a meghatározott szilárdság elérése után történő kiszalasztást.

A 2. táblázatban bemutatjuk néhány, ugyancsak üzemi gyártású, különböző mennyiségű őrlött granulált kohósalakot tartalmazó cement kötéseidejének és szilárdságának alakulását 20 °C-on és 3 °C-on. Az értékeket kifejeztük %-ban is a 20 °C-on mért szilárdságra, mint 100%-ra vonatkoztatva. A 3. táblázatban bélépátfalvi 450 pc, ill. 350 ppc 10 és ppc 20 mért értékeit tüntettük fel hasonló módon. A heterogén cementek kötéseidejét a 2. ábrán, nyomószilárdságát a 3. ábrán mutatjuk be grafikusán.

Látható, hogy mind a kötéskezdet, mind a kötésvég ideje 3 °C-nál a 20 °C-osnak 2–3-szorosára növekedhet. Ennek mértéke annál nagyobb, minél több hidraulikus kiegészítőanyagot tartalmaz a cement. Lényegében hasonló jellegű (de nem értékű) a szilárdság alakulása is alacsony hőmérsékleten történő tárolásnál. A hidraulikus kiegészítőanyag-tartalom növekedésével a csökkenés mértéke nagyobb. A 40% kohósalaknál többet tartalmazó cementeknél 3 °C-os tároláskor 3 napos szilárdságokat még nem tudtunk mérni, mert a próbatesteket nem lehetett kiszalasztani.

A szilárdságcsökkenés mértéke a hosszabb idős korosztályoknál már kisebb. (Hasonló tendenciát tapasztaltunk a hidratációs hőnél is.) A nyomószilárdság csökkenése kis hőmérsékleten történő tárolásnál jelentősebb, mint a hajlítószilárdságé.

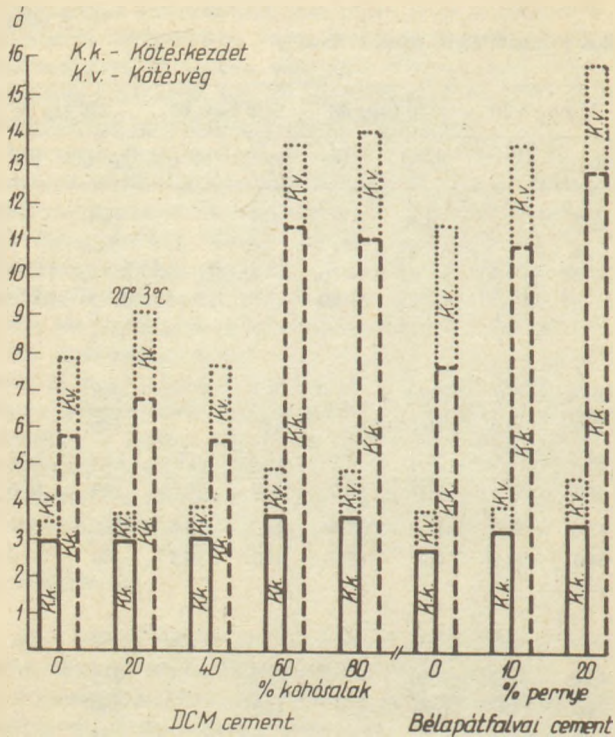
DCM-ben gyártott különböző kohósalak tartalmú cementek fizikai-mechanikai jellemzői 20 °C-on és 3 °C-on

	450 pc		350 kspc 20		350 kspc 40		250 kspc 60		250 ksc 80	
	20 °C	3 °C	20 °C	3 °C	20 °C	3 °C	20 °C	3 °C	20 °C	3 °C
Fajlagos felület m ² /kg	340		273		264		252		243	
Víz a szabványos folyóssághoz %	28		26		26		29		28,6	
Kötés kezdet: óra — perc	2—55		5—50		2—55		6—50		3—05	
Kötés vége: óra — perc	3—35		7—50		3—45		9—10		3—55	
Nyomószilárdság $\frac{\text{MPa}}{\%}$										
3 napra	33,9	11,2	20,02	6,6	20,08	—	9,7	—	8,8	—
	100	33,0	100	32,9	100	—	100	—	100	—
7 napra	48,0	27,0	28,9	14,9	29,4	14,9	16,5	4,8	14,4	2,42
	100	56,2	100	51,5	100	50,7	100	29,0	100	16,0
28 napra	61,6	53,0	42,5	31,9	42,9	35,4	28,7	15,6	28,2	8,0
	100	86,0	100	73,9	100	82,5	100	54,3	100	28,0
Hajlítószilárdság $\frac{\text{MPa}}{\%}$										
3 napra	6,53	2,67	4,00	1,52	4,00	—	2,52	—	218	—
	100	40,9	100	38	100	—	100	—	100	—
7 napra	7,29	5,87	4,99	3,25	5,48	3,53	3,49	1,2	3,29	0,68
	100	80	100	65,1	100	64,4	100	34,4	100	20,7
28 napra	8,38	7,61	7,00	6,00	6,94	6,47	6,52	2,8	6,50	2,11
	100	90,8	100	75,7	100	93,2	100	42,9	100	32,4

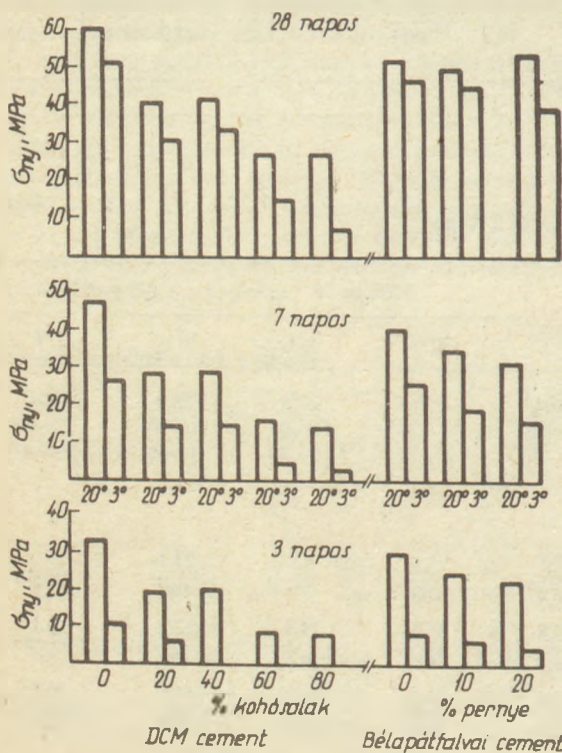
3. táblázat

Bélapátfalvi 450 pc, 350 ppc 10 és 350 ppc 20 fizikai-mechanikai jellemzői 20 °C-on és 3 °C-on

	450 pc		350 ppc 10		350 ppc 20	
	20 °C	3 °C	20 °C	3 °C	20 °C	3 °C
Víz a szabványos folyóssághoz, %	26,4	26,4	27,6	27,6	28,4	28,4
Kötés kezdete óra — perc	2—50	7—50	3—20	11—05	3—30	13—00
Kötés vége óra — perc	3—50	11—30	4—00	13—45	4—40	15—50
Nyomószilárdság $\frac{\text{MPa}}{\%}$						
3 napra	30,3	9,2	25,6	6,8	23,1	5
	100	30,4	100	27	100	21,6
7 napra	40,8	25,8	35,6	19,4	32,2	16,1
	100	63,2	100	54,5	100	50
28 napra	53,1	47,9	51,3	46,1	55,5	40,2
	100	90,2	100	89,9	100	72,4
Hajlítószilárdság $\frac{\text{MPa}}{\%}$						
3 napra	5,78	2,38	5,03	1,78	3,9	1,1
	100	41,2	100	35,4	100	28,2
7 napra	7,43	5,54	6,16	3,89	5,66	3,37
	100	74,5	100	63,1	100	59,5
28 napra	8,4	7,63	8,05	7,39	8,73	6,57
	100	90,8	100	91,8	100	75,3



2. ábra. Heterogén cementek kötési ideje 20 és 3 °C-on



3. ábra. Heterogén cementek nyomószilárdsága 20 és 3 °C-on

c) Szulfátállóság

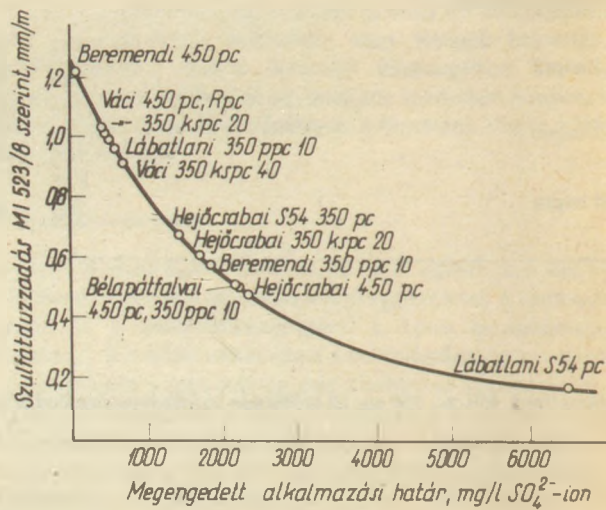
Közismert, hogy hazánk taljainak és taljvizeinek nagy része fokozott szulfáttartalmú, ezért már a 30-as évektől viszonylag nagy mennyiségben gyártják és alkalmazzák a szulfátálló S-54 portlandcementet mélyépítési célokra. Ez a meglehetősen

drága cementfajta a hazai cementtermelésnek mintegy 5%-át teszi ki, ami világviszonylatban is magas aránynak számít.

A SZIKKTI-ben folytatott többéves kutatás során megállapítottuk, hogy a szulfátállóság a szabványban előírt mérsékelt alumínáttartalom mellett egy sor egyéb tényezőtől, egyebek között a gyártástechnológiai paraméterektől és a cementek hidraulikus kiegészítőanyag-tartalmától, sőt annak minőségétől is nagymértékben függ.

Kimutattuk, hogy a nagy kiegészítőanyag-tartalmú cementek a portlandcementhez képest általában nagyobb korrózióállóságuk, szulfátállóságuk megközelíti, esetenként pedig eléri a mérsékelt szulfátálló S-100 cementét. Így a szulfátálló cementek iránti hazai igény jelentős része az S-54 és S-100 cementnél jóval olcsóbb, nagy kiegészítőanyag-tartalmú cementekkel kielégíthető, ami évi több tízmillió forint nagyságrendű megtakarítást eredményezhet.

A 4. táblázatban, ill. a 4. ábrán több, különböző időpontokban korábban vizsgált lábatlani, váci, beremendi, hejőcsabai és bélapátfalvai cementminta MS 523/8-78 szerint vizsgált, ill. minősített szulfátállósági értékét mutatjuk be. A táblázatban azt is feltüntettük, hogy a szulfátállóság alapján — egy



4. ábra. Különböző cementek alkalmazási határai

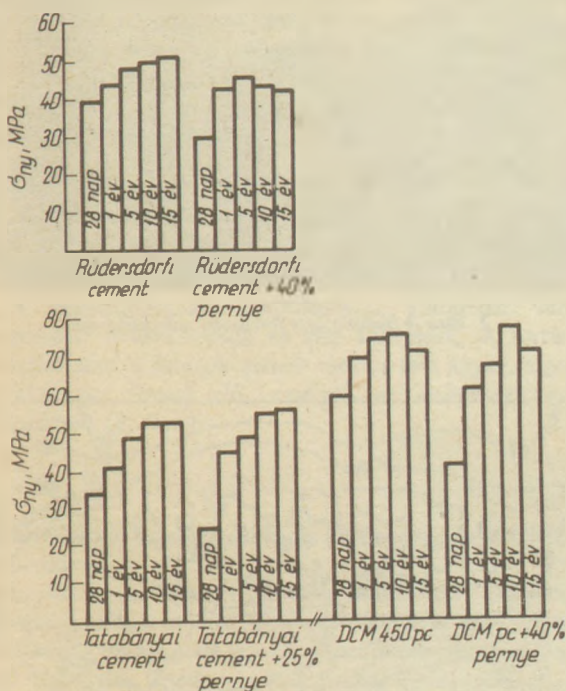
4. táblázat

Néhány hazai cementminta szulfátduzzadása és minősítésük MSz 523/9-78 szerint

A cement megnevezése	28 napos szulfátduzzadás mm/m	Minősítés	Megengedhető SO ₄ ²⁻ -ion koncentráció mg/liter
Váci 450 Rpc	0,966	C	680
Váci 450 pc	0,964	C	680
Hejőcsabai 350 kspc 20	0,579	B	1430
Beremendi 450 pc	1,177	N	510
Lábatlani S-54 350 pc	0,180	SZ	7950
Lábatlani 350 ppc 10	0,909	C	740
Beremendi 350 ppc 10	0,544	B	1590
Hejőcsabai 450 pc	0,431	A	2210
Váci 350 kspc 20	0,948	C	700
Váci 350 kspc 40	0,879	C	780
Hejőcsabai S-54 350 pc	0,638	B	1160
Bélapátfalvai 450 pc	0,453	A	2120
Bélapátfalvai 350 ppc 10	0,456	A	2080

Különböző pernyetartalmú cementek szilárdsága

A cement megnevezése	Pernye-tartalom, %	Nyomószilárdság, MPa				
		28 n	1 év	5 év	10 év	15 év
Tatabányai cement + bányai pernye	0	35,2	42,1	50,2	54,3	54,3
	25	24,6	46,4	49,5	56,4	56,8
Váci cement + visontai pernye	0	61,3	71,2	76,4	77,5	72,1
	40	42,4	62,3	68,9	78,9	72,7
Rüdersdorfi cement + vockerodei pernye	0	40,6	45,2	49,1	50,6	51,8
	40	30,4	43,4	46,4	44,1	43,4



5. ábra. Különböző pernyetartalmú cementek hosszú idős szilárdságai

általunk javasolt közelítő kategorizálás szerint — milyen talajvíz szulfátkoncentráció esetén megengedhető az adott cement felhasználása.

d) Időállóság

A nagy mennyiségű kiegészítőanyagot tartalmazó cementek esetében — a bauxitcementekkel szerzett kedvezőtlen tapasztalatokra hivatkozva — néha felmerül az időállóság kérdése is.

Mivel az időállóság kizárólag mészszegény rendszerekben kerülhet veszélybe, a kohósalakok viszont önmagukban is mintegy 40% CaO-t tartalmaznak, az időállóság vizsgálatát clegendő a pernyetartalmú cementekre korlátozni.

A pernyés cementek időállóságának részletes vizsgálatát az 1969—70-es években kezdtük meg a SZIKKTI-ben. Hazai és NDK cementekhez max. 40% pernyét adagolva, a hidratált cementeket atmoszferikus tényezők váltakozó hatását imitáló mesterséges öregítésnek tettük ki, emellett hosszú idős

szilárdságvizsgálatok céljaira is tettünk félre próbatesteket. Utóbbi vizsgálatokhoz a DCM laboratóriuma is értékes segítséget nyújtott.

A gyorsított öregítési vizsgálatok eredményeiből annak idején azt a következtetést vontuk le, hogy a max. 30% savanyú pernyét tartalmazó cementek még időállóak.

Különlegesen kedvezőtlen körülmények (40% pernyetartalom, nedvesség és CO₂ koncentrált hatása) esetén megfigyelhető volt, hogy a cement időállóságát biztosító szabad Ca(OH)₂ teljesen eltűnt a (hidratálódó) rendszerből, azaz lekötődött szilikáthidrátok és karbonát alakjában. Kevésbé savanyú (CaO > 10%) pernyék esetében még ennek veszélye is kisebb.

Az említett, különböző pernyetartalmú cementekről jelenleg már 15 éves szilárdságvizsgálati adatok is rendelkezésünkre állnak. Ezekből megállapítható, hogy korábbi következtetéseink helytállóak voltak, a pernyés cementek időállóak. Példaként az 5. táblázatban, ill. az 5. ábrán néhány cement összehasonlító szilárdságát mutatjuk be.

Ezekről a vizsgálati eredményekről részletesebb közlemény készül, melyet a szakajtóban kívánunk megjelentetni.

Kovács, Róbert—Reuter, Ottó:

Some Problems of Using Hydraulic Additives in Cement

The heat of hydration, low-temperature sensitivity, sulphate resistance and durability of cements containing blast furnace slag or fly ash was examined. Initial and final set time are much longer at 3 °C than at 20 °C. The strength reduction is approximately proportional to the fraction of hydraulic additive. But this is true in early times only; later this difference becomes less significant, as observed at both temperatures. The additives usually improve the sulphate resistance. Strength data of old (15 yrs.) samples indicates the fair durability of cements containing 15—40% of fly ash.

Ковач, Р.—Рейтер, О.:

некоторые вопросы применения гидравлических добавок при производстве цемента.

Были проведены испытания теплоты гидратации, холодо-чувствительности, сульфатостойкости и долговечности цементов в зависимости от содержания добавки.

Было установлено, что как начало, так и конец схватывания во много раз удлиняются при снижении температуры с 20 °C до 3 °C. Снижение прочности в начальный период твердения примерно пропорционален количеству добавки, при дальнейшем твердении эта разница уменьшается как при 3 °C, так и при 20 °C. Добавка золы ТЭЦ и гранулированного доменного шлака обычно повышает сульфатостойкость цементов. На основании 15-летних испытаний можно сделать заключение, что долговечность цементов с добавкой 15—40% золы является удовлетворительной.

Kovács, Róbert—Reuter, Ottó:

Einige Fragen der Anwendung von hydraulischen Zementersatzstoffen

Die Hydrationswärme, die Kälteempfindlichkeit, die Sulphat- und Dauerbeständigkeit von schlacke- bzw. flugaschehaltigen Zementen wurden in der Abhängigkeit des Ersatzstoffgehaltes untersucht. Es wurde festgestellt, dass sich sowohl der Anfang, als auch die Ende der Abbindung bei 3 °C im Vergleich des Wertes bei 20 °C vermehrt. Die Festigkeitsabnahme ist annähernd proportional am Anfang zu der Menge des Ersatzstoffes, später aber vermindert sich diese Abnahme sowohl auf 20 °C, als auch 3 °C. Die Schlacke-, bzw. Flugaschezugabe beeinflusst im allgemeinen günstig die Sulphatbeständigkeit der zemente. Auf Grund der 15 Jahre alten Festigkeitsangaben kann die Dauerbeständigkeit der 15—40% flugaschehaltigen Zemente als entsprechend charakterisiert werden.

A budakalászi forrásvízi mészkő-előfordulás mérnök-geológiai vizsgálata

SCHEUER GYULA*—SCHWEITZER FERENC**—SZLABOCZKY PÁL***

*Földmérő és Talajvizsgáló Vállalat, Budapest

**Földrajztudományi Kutató Intézet, Budapest

***KEVITERV

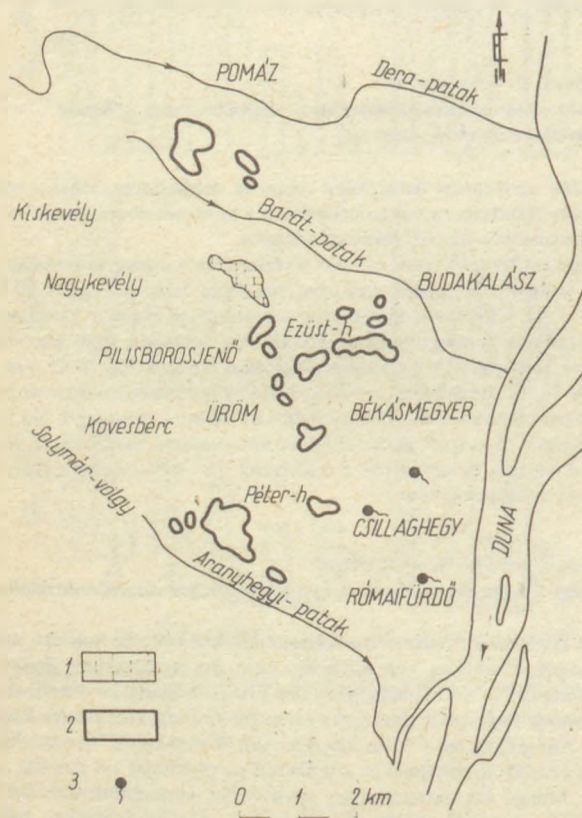
1. Bevezetés

A Budai hegység és tágabb környezete igen gazdag forrásvízi mészkőelőfordulásokban. Ilyen területek közé sorolható a Nagykevélyi hegység keleti oldala, ahol az önálló forrásvízi mészkőelőfordulások száma megközelíti a húszat (1. ábra). E területrezen egykor igen intenzív forrásvízi mészkő kitermelés folyt, amelyet számos felhagyott kőfejtő bizonyít (Ürömhegy, Ezüsthegy, stb.) Ma már ezek közül csak a Budakalászi (Monalóvác-hegyi) előfordulás kőzetanyagát fejtik és hasznosítják építőipari célokra. A működő bánya a Kőfaragó és Épületszobrászati Ipari Vállalat tulajdonában van.

Az észak-budai forrásvízi mészkőelőfordulások közül a legjobban a feltárt (2. ábra) ezért nagyon kedvező lehetőségeket biztosít a megfigyeléseknek és vizsgálatoknak, amelyek egyrészt a helyi viszonyok megismerését teszik lehetővé,

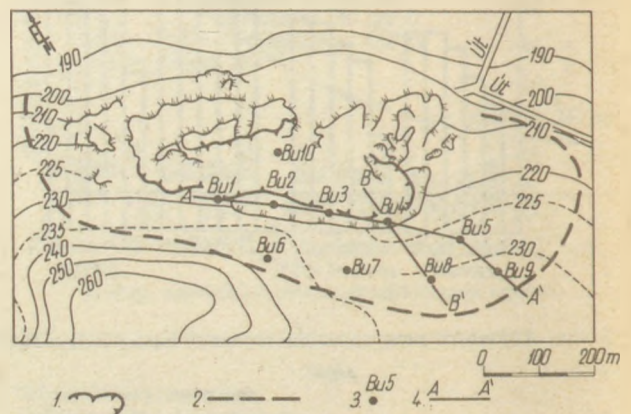


2. ábra A budakalászi forrásvízi mészkőbánya



1. ábra Áttekintő helyszínrajz: a Budakalászi környéki forrásvízi mészkőelőfordulásokról.

1 — a vizsgált forrásvízi mészkő-előfordulás, 2 — egyéb forrásvízi mészkőelőfordulások, 3 — termális karsztforrások



3. ábra Vázlatos helyszínrajz a forrásvízi mészkő-előfordulásról. 1 — működő bánya, 2 — forrásvízi mészkő elterjedési határa, 3 — kutató fúrások, 4 — szelvények

másrészt pedig a forrásvízi mészkő képződés általános ismereteihez is szolgáltat újabb adatokat. Bővítette ismereteinket a KFH által 1981—82-ben megrendelt és lefolytatott kutatás, amelyet az OFKfV készített. Ennek során 10 db kutatófúrás készült 181 fm összhosszban (3. ábra).

A budakalászi forrásvízi mészkőelőfordulás a kutatók rendszeres vizsgálatának tárgyát képezte. Ennek megfelelően ma már az egyik legjobban ismert előfordulások sorába tartozik.

Az eddigi vizsgálati eredményeket összefoglalóan az alábbiakban adjuk meg szem előtt tartva az építőipari hasznosítási szempontokat.

2. A forrásvízi mészkő környezetének geomorfológiai és földtani viszonyai

A budakalászi forrásvízi mészkőbánya, ahol a nyersanyagot tömbkőként fejtik és túlnyomó részben diszítőkőnek vagy burkolóanyagként hasznosítják a Pilis hegységhez tartozó Nagykevélyi hegységészék ÉK-i oldalán a 275 tszf-i magasságú Monalovác hegy lábánál 230—240-es szinten található. A bányaművelés kezdete valószínűleg visszanyúlik a római korba.

A terület enyhén lejt a Barát-patak irányába, amelynek teraszos bevágódásait a morfológiai adottságok jelzik.

A terület legidősebb kőzete a felsőtriász földolomit, amely a bányától DNy-ra kb. 500 m-re a Monalovác hegy másik oldalán bukkan ki a felszínre és észak-nyugat felé fokozatosan uralkodóvá válik. A Kevély környéki triász időségi karbonátos kőzetekből származtak azok a forrásvizek, amelyekből a bányászott mészkő kicsapódott.

A triász kőzetek karsztosodott felszínére felsőeocén alapkonglomerátum, mészkő és márga rakódott le. A bánya környezetében a felszínen nagy részben alsó oligocén képződmények fordulnak elő (hárshegyi homokkő, tardi agyag, kiscelli agyag). De ismertek még a felsőoligocén homokos agyag rétegek is.

A harmadidőszaki képződmények alkotják a közvetlen és közvetett fekvését a forrásvízi mészkőnek, mert a fúrások a mészkő alatt e képződményeket tárták fel.

A negyedidőszakot lejtőüledékek, különböző időben képződött teraszkvacsok és lösz képviselik. A forrásvízi mészkő alatt a fúrások szerint meszes tavi agyag, agyagos teraszkvacs fordul elő, amelyek az alsópleisztocénben képződtek (4. ábra).

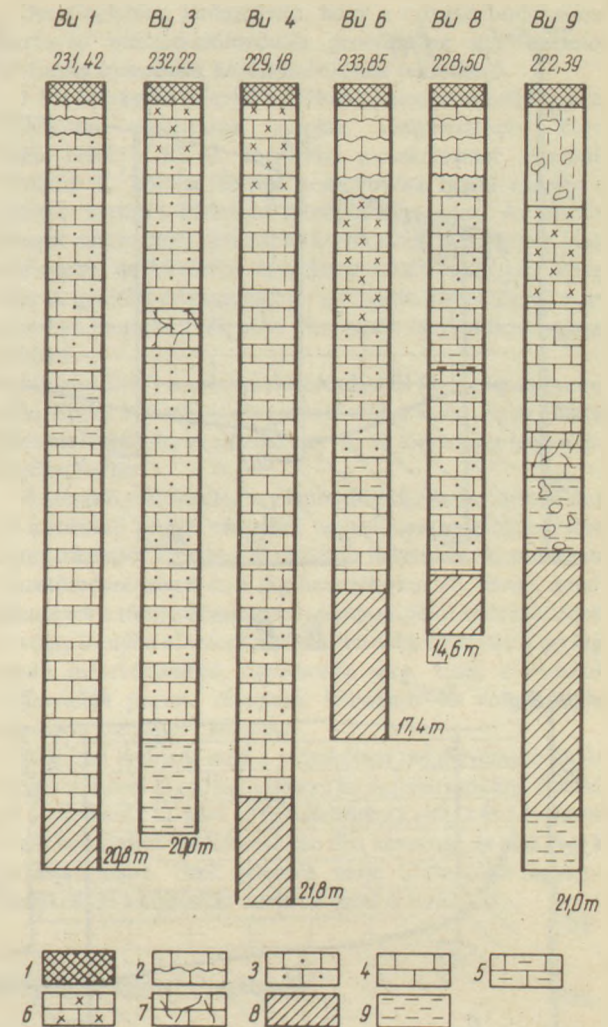
3. A forrásvízi mészkőkeletkezés körülményei és kifejlődése

3.1 A forrásvizekből kiváló mészkövek keletkezési körülményei szoros összefüggésben vannak az adott források vízföldtani viszonyaival és a környezet domborzati adottságaival. Ezért első lépésben a budakalászi előfordulásnál megkíséreltük rekonstruálni a paleohidrogeológiai viszonyokat és azokat a környezeti adottságokat, amelyek a forrásvízi mészkőképződés időszakában fennálltak.

Lerögzíthető, hogy az előfordulás tágabb környezetében ma is bővizű termális karsztforrás-működés ismeretes (Csillag-hegy, Római fürdő, Békásmegyér). E források ősei rakták le azokat a forrásvízi mészkőelőfordulásokat, amelyeket az 1. ábrán feltüntettünk. Így a budakalászi előfordulás keletkezése is a mai hévforrások őseinek működésével áll kapcsolatban, mert a csökkenő tengerszint felett települő és korban egyre fiatalodó forrásvízi mészkőveken keresztül jól követhető az az út, amelyen át eljutottunk a mai forrásokhoz.

A mai termális karsztforrások fő víztartóját a triász időségi karbonátos kőzetek alkotják. A forrásvízi mészkővek képződésének időszakában is e kőzetből származott a víz, vagyis a Dunántúli Középhegység ÉK-i szárnyát alkotó karszthidrodinamikai rendszerből. Az egykori források helyeit a forrásvízi mészkő-előfordulások jelzik és miután a források az erózióbázison vagy annak közelében fakadnak a mészkővek az egykori erózióbázisokat is rögzítik.

A vizsgált budakalászi előfordulás képződése az egykori Dera-patak völgyrendszeréhez kapcsolható és a forrásvízi mészkövet lerakó hévforrások a pleisztocén eleji erózióbázison — patak völgyben — kezdték meg működésüket. E



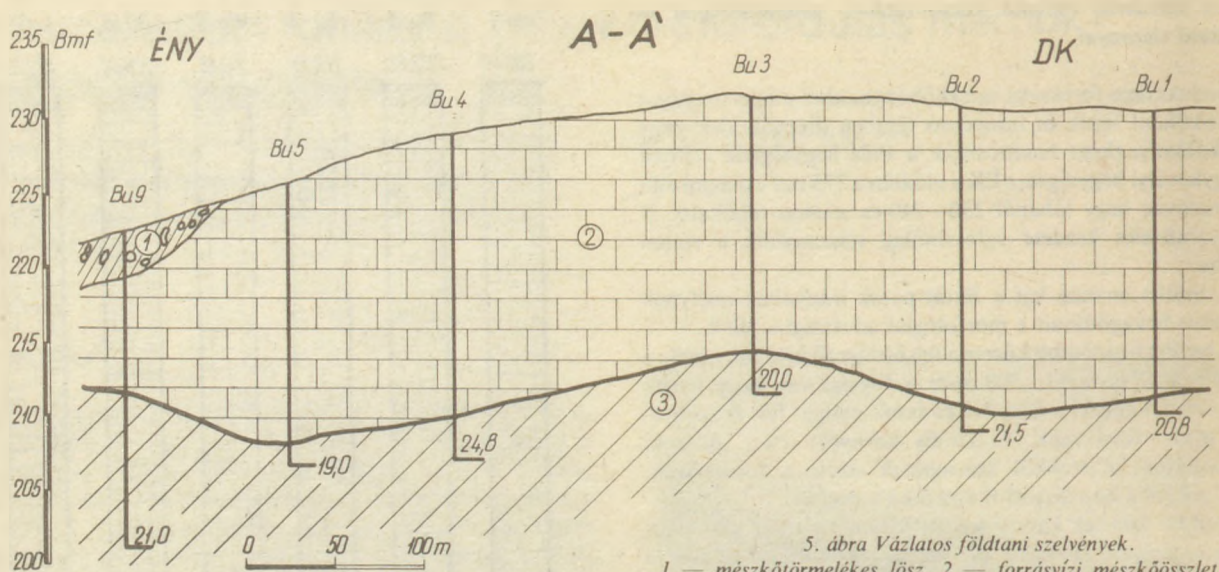
4. ábra Jellemző kutatófúrások rétegszelvénye.
1 — talaj, 2 — fagyaprózódásos mészkő, 3 — likacsos mészkő, 4 — tömör mészkő, 5 — agyagréteges mészkő, 6 — lazább mésziszap-mészhomok réteges mészkő, 7 — repedezett mészkő, 8 — negyedidőszaki agyag, 9 — oligocén rétegek

megállapítást igazolja a mészkő alatt feltárt agyagos kvacsos patak-hordalék.

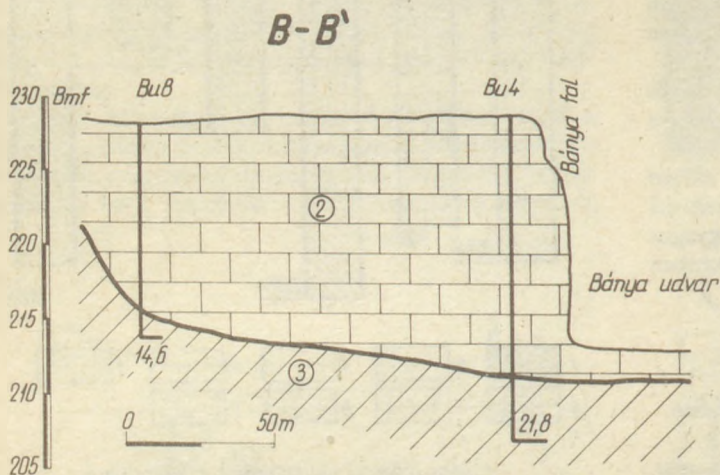
Valószínűnek látszik, hogy a tektonikai adottságokon túlmenően a patak bevágódása és az ezzel kapcsolatos eróziós tevékenység hatására indult meg e forrásműködés. A patak-hordalék anyagának lerakódása idején már megindult a vizkiáramlás a karsztrendszerből és a kezdeti szakaszban az árterületen a meszes agyagos üledékek keletkeztek.

Vizsgálva a mészkőelőfordulás földtani adottságait lerögzíthető, hogy a környezetében vízvezető kőzetek a felszínen hiányoznak, amelyekből a források kilépése származtatható. Ezért a rögzíthető le, hogy a folyóvízi bevágódás a vízvezető kőzetek felső részét tárták csak fel — ebből fakadtak a források — és ezt a folyóvízi üledékek és maga a mészkő letakarja. Ennek következtében csak valószínűsíteni lehet különböző elvi megfontolások alapján (vízvezető járatok gyakorisága, köztétőredezottség) elhelyezkedését a mészkőelőfordulás alatt.

Az egykori vízföldtani viszonyokat vizsgálva megállapítható tehát, hogy a közelben fakadó Római fürdői források-



5. ábra Vázlatos földtani szelvények. 1 — mészkőtörmelékes lösz, 2 — forrásvízi mészkőösszlet, 3 — feküképződmények harmad- és negyedidőszaki üledékek

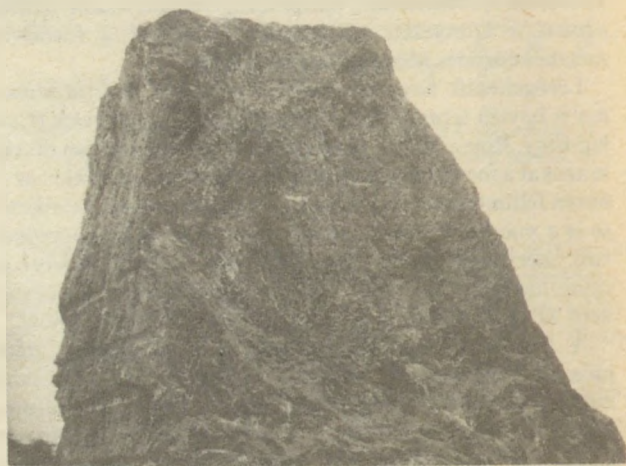


hoz hasonló vagy azzal egyező alulról feltörő vízzáró rétegekkel körülvett karbonátos közetű, anyagú sásbércből származtak a forrásvizek. A források valószínűleg nem egy helyen koncentráltan törtek fel, hanem 50—100 m távolságra egymástól források csoportot alkottak. A források kisebb-nagyobb tavakban törtek fel és a mészkő ezekben képződött.

3.2 A forrásvízi mészkő a rétegzettség és kifejlődési viszonyok alapján egyértelműen tavi típusú. Így rendelkezik mindazon adottságokkal, amely ilyen alakulatú forrásvízi mészkővekre jellemző (közel vízszintes rétegzettség stb.).

A forrásvízi mészkő vastagsága egyes helyeken megközelíti a húsz métert (5. ábra). A mészkő ilyen kedvező vastagsága azt jelzi, hogy a keletkezéséhez szükséges vízföldtani és környezeti adottságok hosszabb időn keresztül fennálltak. A forrástavaknak élettáji tagolódása figyelhető meg a képződött mészkőnél. A tömör, csak kissé likacsos mészkő keletkezése (amely helyenként figyelhető csak meg) a nyílt vízi növényzettől mentes résszel hozható összefüggésbe. A forrástó parti övében már megfigyelhető a nádas és zsombékos növények nagy száma (6. ábra), továbbá a növényi részekre kicsapódott inkusztációs törmelékanyag összeműködése a hullámozás révén.

E kis táji facies-adottságok nyomozhatók a mészkőnél, mert a likacsosság mértéke az inkusztációs és törmelékanyag



6. ábra Növényi részekben gazdag parti övben képződött forrásvízi mészkő kifejlődés

mennyisége jól felismerhetővé teszi az egykor uralkodó viszonyokat és a tórendszer időszakos változásait. Időszakos kiszáradásra, teljes elmosarasodásra is találunk a mészkő



7. ábra Egymásra következő különböző szilárdságú forrásvízi mészkő generációk.

a) szilárd tömbkőfejtésre alkalmas mészkő, b) laza, mésziszap rétegekkel tagolt ipari célokra alkalmatlan mészkő



8. ábra A tavi kifejlődésű forrásvízi mészkőösszlet laza mésziszap rétegekkel tagolt záró rétegei

kifejlődése alapján bizonyítékokat. A közbetelepülő meddő üledékek az üledékgyűjtőbe bekerült (szél és vízfolyás révén) idegen anyagra utalnak.

A vastag és vékony rétegzettség az üledékgyűjtőben végbemenő folyamatok tartósságára utal, mert ahol az anyagra a vastag padosság a jellemző, ott állandóbb — hosszabb ideig tartó folyamatos egyenletes mészkőképződési feltételek valósultak meg, míg ahol vékonyrétegzettség az uralkodó, ott a keletkezést befolyásoló tényezők gyors ritmikus (esetleg évszakos) váltakozása valószínűsíthető.

A vizsgálatok szerint 4—5 egymás feletti forrásvízi mészkőgeneráció különböztethető meg. A forrástó rendszer esetenként összehúzódott, alkalmanként kiszáradt —, majd ismét kiterjedt, ill. áthelyeződött (7. ábra).

A mészkőösszlet legfelső része már olyan kifejlődésű, hogy nem műrevaló, mert szilárdsága csekély és a mésziszap rétegek válnak uralkodóvá (8. ábra). Ez arra mutat, hogy a forrásvizek mészlerakó képessége fokozatosan csökkent (vízkémiai változás). De utalhat a környezeti adottságok megváltozására is (éghajlatváltozás stb.) vagy együtt mindkettőre.

Összefoglalóan lerögzíthető, hogy a vizsgált budakalászi forrásvízi mészkő-előfordulás genetikailag egy karsztos hévforrás törendszer képződményének tekinthető.

3.3 A forrásvízi mészkő a földtani, paleogeomorfológiai és őslénytani vizsgálatok alapján alsópleisztocén korú. Ezen belül a 6. sz. forrásvízi mészkőszintet képviseli. Krolopp E. közlése szerint a molluszkfauna alapján a mészkő kétséget kizáróan interglaciális jelez. Az alsóbb rétegek meleg, száraz klímában keletkeztek, míg a felsők kissé nedvesebb, de hűvösebb éghajlatra utaló faunát tartalmaznak. A gyűjtött csigaanyagban a *Fagotia doboi* (Schr) nagy számban mutatható ki, néha tömegesen összemosott halmozatokban.

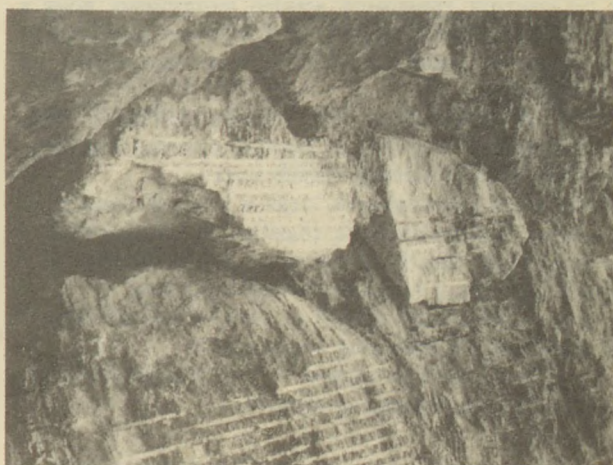
Jánossy D (3) a mészkőelőfordulásból kis gerinces faunát írt le. Ebből a faunából a legjelentősebb a víziló. Ez az állatfaj jelenléte is igazolja az előzőekben vázolt törendszer nagyságát és jelentőségét.

A mészkő-előfordulás egy lapos dőlésű álboltozatot mutat. Ez a mészkő peremi részeinek egyenlőtlen megsüllyedésével magyarázható. Továbbá ez okozta a helyenként kimutatható összetöredezettséget és a tág hasadékokat (9. ábra), amely jelenségek a tömbkőbányászat szempontjából kedvezőtlenek. A völgy irányba alacsonyabb szinten több tíz méter nagyságrendű mészkőtömbök figyelhetők meg. Ezek a mészkő-előfordulás peremi részeinek leszakadt és völgyirányba lecsúszott darabjai (10. ábra).

Meg kell említeni még a mészkőben megfigyelhető oldási üregeket, közel függőleges irányú barlangjáratokkal. Ilyenek ott mutathatók ki, ahol a forrásfeltörések voltak és a forrásvíz a már lerakódott üledékanyagán tört keresztül, és alakított ki forrásjáratoikat. Ezek jelentős része utólagosan agyagos üledékekkel kitöltődött zavarva ezzel a termelést.

4. Építőanyagipari vizsgálatok

4.1 A vizsgált forrásvízi mészkőelőfordulásra vonatkozóan általánosságban lerögzíthető, hogy a különböző típusú és genetikájú mészkőfelelések közül iparilag a legkedvezőbbnek ítéltető tavi típusba sorolható. Így építőanyagként való hasznosítás szempontjából a legmegfelelőbb kifejlődésű forrásvízi mészkővek csoportjába tartozik. Ezen belül azonban vannak az összletben olyan a keletkezéssel összefüggő jelenségek, amelyek jelentősen rontják a helyenként a kőzet minőségét és növelik a belső meddő mennyiségét. Ilyen



9. ábra Tömbkőfejtést zavaró nyitott törések a mészkőben



10. ábra Kutatóárok a forrásvízi mészkő-előfordulás alatt a lejtőn lecsúszott mészkőblokkal

szempontból a mészkőösszlet már nem tekinthető annyira kedvezőnek.

Bányászati és építőipari szempontból legkedvezőbb tömör tömbkőfejtésre alkalmas mészkő az összletnek csak 50%-át teszi ki. A laza, meg nem felelő minőségű mészkő az összleten belül a 16%-ot is eléri. A termelt mennyiséget és a tömbkő méretviszonyait, tovább befolyásolja még az a körülmény is az összleten belül sok helyen, hogy az egyes rétegek között réteglapmenti elválás vagy csak gyenge cementáció mutatható ki.

A helyenként tapasztalható nagyfokú kőzetlikacsosság (partiöv) pedig minőségrontó tényező.

Az előzőekben felsorolt kedvezőtlen kifejlődési adottságokon túlmenően a mészkőösszletnél helyenként nagyfokú kőzettöredezettség lép fel. Ilyen szakaszokon a tömbkő kitermelésben nehézségek jelentkeznek.

4.2 A készletszámítás alapján a műrevaló készlet a B és C₁-es kategóriában egymillió-kettőszáz-nyegenkettőezer tonna.

A jelenlegi termelést figyelembe véve a kitermelhető készlet kb. 50 évig biztosítja a bánya üzemelését. Az ismert és feltárt készlet kb. 50%-a fele meg tömbkőnek.

5. Megállapítások

5.1 Az elvégzett vizsgálatok alapján lerögzíthető, hogy a budakalászi forrásvízi mészkő-előfordulás tavi genetikájú és keletkezése a Budai hegységi forrástevékenységgel áll összefüggésben.

5.2 A tavi kifejlődésen belül sikerült különböző fácies öveket kimutatni és értelmezni, amelyek szorosan összefüggnek a kőzetösszlet minőségi viszonyaival.

5.3 A kőzet keletkezésének idejét a jelenlegi ismereteink alapján az alsópleisztocénre rögzíthetjük. Amennyiben a pleisztocén alsó határát három millió évben fogadjuk el, a mészkő korát kb. 2,5 millió évben adhatjuk meg.

5.4 A vizsgálatokkal sikerült a mészkő elterjedési határát rögzíteni és az ipari készletet meghatározni.

5.5 A készletszámítás alapján a rendelkezésre álló kővagyon kb. 50 évig biztosítja a termelést.

Irodalom

- [1] Jámbor A. és munkatársait: Magyarázó Magyarország 200 000-es földtani térképsorozatához L-34-II. Budapest. MÁFI kiadás Bp. 1966. 1—183.
- [2] Jánosy D.: Az első fosszilis viziló-leletek hazánk pleisztocénjéből. *Állattani Közlemények*. 49. 1961. 63—74.
- [3] Jánosy D.: A magyarországi pleisztocén tagolása gerinces fauna alapján. Akadémiai Kiadó. Budapest. 1978. 1—192.
- [4] Kertész P.: Mérnökgeológia. Tankönyvkiadó. Budapest. 1977.
- [5] Scheuer Gy.—Schweitzer F.: A budai hévforrások fejlődéstörténete a felsőpannontól napjainkig. *Hidrológiai Közöny*. 60. 1980. 492—501.
- [6] Scheuer Gy.—Schweitzer F.: Az édesvízi mészkövek építőipari felhasználását befolyásoló mérnökgeológiai tényezők. *Építőanyag* 37. 1985. 235—241.
- [7] Schréter Z.: Budai és Gerecse-hegység peremi édesvízi mészkőelőfordulások. *MÁFI Évi Jel. 1951-ről*. 1953. 111—146.
- [8] Szlaboczký P.: Jelentés a budakalászi mészkőbánya előzetes részletes fázisú kutatásáról. Kézirat. OFKFKV. 1982.
- [9] Végh S-né és munkatársai: Budapest építésföldtani térképezése. Békásmegyeri-térképlap földtani térképei és magyarázója. 1972. kézirat FTV adattár.
- [10] Vitális Gy.—Hegyi I.-né.: Adatok a Budapest térségi édesvízi mészkövek genetikájához. *Hidrológiai Közöny* 52. 1972. 73—84.
- [11] Wein Gy.: A Budai hegység tektonikája MÁFI kiadás Budapest. 1977.

Scheuer Gyula—Schweitzer Ferenc—Szlaboczký Pál: A budakalászi forrásvízi mészkő előfordulás építőipari vizsgálata. A Budai-hegység és tágabb környezete igen gazdag forrásvízi mészkövekben. Ezek sorába tartozik a budakalászi előfordulás is. Az elvégzett vizsgálatok alapján lerögzíthető, hogy a budakalászi forrásvízi mészkő-előfordulás tavi genetikájú és keletkezése a Budai-hegység-i hévforrás tevékenységgel áll összefüggésben. A tavi kifejlődésen belül sikerült különböző fácies öveket kimutatni és értelmezni, amelyek szorosan összefüggnek a kőzetösszlet minőségi viszonyaival.

A kőzet keletkezésének idejét a jelenlegi ismereteink alapján az alsó pleisztocénre (villányium) rögzíthetjük. A vizsgálatokkal sikerült a mészkő elterjedési határát rögzíteni és az ipari készletet meghatározni.

A készletszámítás alapján a rendelkezésre álló kővagyon kb. 50 évig biztosítja a termelést.

Дь. Шейер—П. Слабошки: Применимость известняка м.р. Будакалас в строительной промышленности. Будаиские горы и их окружение богаты известняком, образовавшимся из горячих источников. К ним относится и исследуемое месторождение. На основании проведенных исследований установлено, что указанный известняк образовался из озера горячих источников. При этом удалось показать различные фациальные пояса и истолковать их тесную связь с качеством данного минерального ресурса.

Возникновение породы по имеющимся сведениям можно отнести к периоду нижнего плейстоцена (виллания). При изучении местности удалось выявить пределы распространения месторождения и определить промышленные запасы.

На основании расчетов запасы обеспечивают выработку породы на 50 лет.

Scheuer, Gyula—Schweizer, Ferenc—Slabóczy, Pál: Bauindustrielle Untersuchung des Quellwasserkalkstein — Vorkommens von Budakalász. Das Budauer-Gebirge und seine weite Umgebung ist sehr reich an Quellwasserkalksteinen, und zu diesen gehört auch das Vorkommen in Budakalász. Auf Grund der durchgeführten Untersuchungen ist festzustellen, dass dieses Vorkommen eine Teichgenetik hat, und seine Bildung steht in Zusammenhang mit der Heisswassertätigkeit im Budauer Gebirge. Die Zeit der Entstehung des Gesteines kann um untere Pleistozen (Villányum) geschätzt werden. Durch die Untersuchungen konnte die Verbreitungsgrenze

des Kalksteines festgestellt, und den industriellen Vorrat bestimmt werden.

Nach der Vorratberechnungen sichert die zur Verfügung stehende Gesteinsmenge die Produktion bis zu 50 Jahren.

Scheuer, Gyula—Schweitzer, Ferenc—Slabóczy, Pál: Freshwater Limestone of Budakalász—its Investigation for Building Applications. The Buda Mts. and its surroundings are rich in freshwater limestone. The quarry of Budakalász also belongs to this series. The deposit is of lake origin and the formation is bound to the general hotwater activity of this region. Different facies zones can be distinguished, and explained; these zones are closely connected to the quality parameters of the deposit. The formation of the rock can be dated to the lower Pleistocene (Villányian). Investigations enabled to determine the boundaries of the deposit and the quantity of the rock, which is sufficient to satisfy demands for approx. 50 years.

Kitüntettjeink

A Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetsége XIV. Tisztújító Küldöttközgyűlése alkalmából kitüntetésben részesültek:

„Munka Érdemrend arany fokozata”

Dr. Szaladnya Sándor a MTESZ Borsod m. Szervezet elnöke és SZTE Szilikátgépész Csoport elnöke,

MTESZ Díj:

Mogyorósi Sándorné MTESZ Fest megyei Szervezet elnökségi tagja, SZTE Váci Cementcsoport titkára
Dr. Tamás Ferenc Egyesület főtitkárhelyettese

MTESZ Emléklap:

Dr. Déri Márta Egyesület Örökös Tagja,
Dr. Grofcsik Elemér Egyesület társelnöke,
Habuda Ádám Egyesület Örökös Tagja,
Varga Tamásné Bélápatfalvi üzemi csoport titkára

A Magyar Népköztársaság Elnöki Tanácsa

a Nagy Októberi Szocialista Forradalom 69. évfordulója alkalmából, eredményes munkájuk és közéleti tevékenységük elismeréseként

Első Józsefnek, a Parádi Üveggyár igazgatójának,
Jáborcsik Istvánnak, az Észak-magyarországi Tégl- és Cserépipari Vállalat igazgatójának,
Sólyom Lászlónak, a Cement- és Mészművek lábatlani gyára igazgatójának, a

MUNKA ÉRDEMREND

ezüst fokozata,

Halász Katalinnak, az Üvegipari Művek Sajószentpéteri Üveggyára tervezőmérnökének,

Hegedüs Aurélnének, a Romhányi Építési Kerámiagyár előadójának,

Liberda Istvánnak, a Budai Téglaiipari Vállalat csoportvezetőjének,

Zerényi Lászlónak, a Zsolnay Porcelángyár művezetőjének, a

MUNKA ÉRDEMREND

bronz fokozata

kitüntetés adományozta.

A kitüntetéshez gratulál és további sok sikert kíván a

Szilikátipari Tudományos Egyesület
Vezetősége

Burkolatalap pernye—mész kötőanyaggal

BALÁZS GYÖRGY*—DEMÉNÉ CSÁNYI ERIKA*—LIPTAY ANDRÁS**

*Budapesti Műszaki Egyetem

**Betonútépítő Vállalat, Budapest

1. Bevezetés

A hidraulikus kötőanyaggal készített burkolatalapokhoz olyan kis szilárdság szükséges, amit szabványos 350 pc-jenkkel és jó kvarckavicsadalékanyaggal el sem lehet érni.

Logikus tehát a kisebb kötőerejű kötőanyagok felhasználása, melyeket a burkolatalappal foglalkozó szabvány lehetővé is tesz.

Ezeket a hidraulikus kötőanyagú kis szilárdságú betonokat a hazai szakirodalom stabilizációs keveréknek nevezi.

A Betonútépítő Vállalat megbízására a Budapesti Műszaki Egyetem Építőanyagok Tanszékén már korábban is végeztünk kísérleteket kohósalak granulátum-mész kötőanyagú betonok tulajdonságainak meghatározására [1]. Ezeket a kísérleteket folytatva foglalkoztunk a pernye-mész kötőanyagú rendszerekkel.

A pernye-mész kötőanyag kémiai és fizikai tulajdonságával és az ilyen kötőanyagú keverékekkel számos külföldi és hazai szakirodalom foglalkozott [2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9]. Ezek áttekintése után úgy gondoltuk, hogy a pernye-mész kötőanyagú keverékek tulajdonságainak jobb megismerése, az eddigi ismeretek kiegészítése érdekében a kísérletek hasznosnak bizonyulhatnak.

2. Magyar előírások

A kutatás tárgyát képező betonra a Közlekedési Minisztérium előírásait az MSZ-07.3209-81 és MSZ-07.3703-82 tartalmazza. Megnevezése: PK, jelű stabilizált kavics (szemcsés anyag), telepen keverve. Ennek a kötőanyaga pernye és mész.

A nem hidraulikus pernyére vonatkozó követelmények:

- izzitási vesztesége legfeljebb 5 m%
- a 0,045 mm alatti szemcsék részaránya legalább 45 m%
- a pernye puccolán-aktivitása legalább 30 mg CaO/g legyen.

A méshidrárt elégítse ki az MSZ 108/3—5 előírásait.

Az adalékanyagra vonatkozó határgörbék:

Lyukbőség, mm	Áthulló rész, m%
0,063	0—4
0,125	2—7
0,25	3—12
0,5	5—18
1	8—28
2	15—40
4	25—57
8	41—83
16	65—88
32	96—100

A méshidrárt és a nem hidraulikus (savanyú) pernye keverési aránya 1 : 5. A próbahengereket 60 napos tárolás után kell víz- és fagyállósági vizsgálatnak kitenni. Ajánlatos 30, 60 és 120 napig nedves térben tárolt hengerek szilárdságát is meghatározni.

Mértékadó a 60 napos korú betonok hengersizárdsága: 5 MPa.

Laboratóriumi kísérletek alapján a következő technológiai adatokat kell megadni:

- a tömör száraz testsűrűség alsó határát,
- a legkedvezőbb tömörítési víztartalmat és tőrését,
- a mész- és pernyeadalékolást,
- az adalékanyag szemmegoszlásának a határgörbéit.

3. Felhasznált anyagok és tulajdonságai

3.1 A kísérletekhez három eltérő időpontból származó bányhidai pernye mintát használtunk, melyeket későbbiek során következőképpen különböztetjük meg:

Bányhidai I. pernye: 1983. novemberi minta,

Bányhidai II. pernye: 1984. áprilisi minta,

Bányhidai III. pernye: 1984. augusztusi minta.

A pernyék oxidos összetételét kálium-nátrium-karbonát-boraxos feltárás után az MSZ 525 szerinti módszerekkel határoztuk meg.

A vizsgálatok eredményeit az 1. táblázatban ismertetjük. Az anyagok fizikai jellemzőit (2. táblázat) az MSZ 523 előírásai szerint vizsgáltuk.

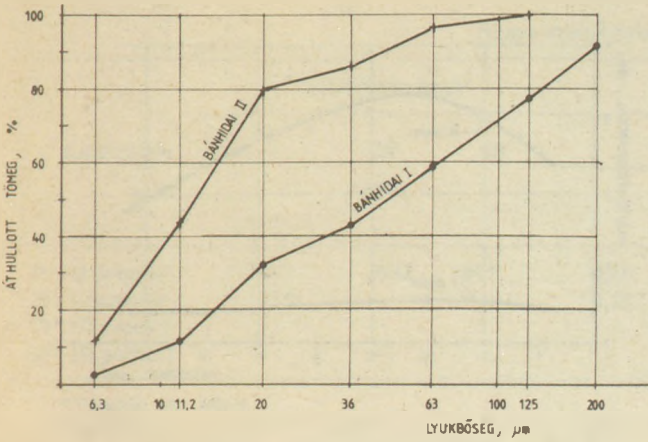
A szokásos fizikai vizsgálatokon túlmenően az I. és II. jelű pernye esetén meghatároztuk a 0,063 mm alatti frakciók szennyezettségét eloszlását is Andreasen-féle ülepitő készülékkel

1. táblázat
Pernyék kémiai összetétele, m%

	Bányhidai		
	I.	II.	III.
Izz. veszt.	0,27	0,69	0,44
SiO ₂	49,31	42,72	47,33
Al ₂ O ₃	19,75	22,78	19,93
Fe ₂ O ₃	8,12	9,26	10,10
CaO	14,37	14,61	14,15
MgO	2,24	3,27	2,98
SO ₃	2,85	3,23	2,93
Na ₂ O	0,04	0,06	0,05
K ₂ O	1,77	2,15	0,95
CaO (szabad)	2,26	0	2,45

2. táblázat
Pernyék fizikai jellemzői

	Bányhidai I.	Bányhidai II.	Bányhidai III.
Sűrűség, kg/m ³	2258	2506	2386
Fajl. felület, m ² /kg	238	457	267
Szitammaradék, m%			
0,2 mm	8,1	0	1,0
0,09 mm	21,4	1,3	3,1
0,063 mm	11,7	1,8	19,7



2. ábra Pernyék röntgendiffraktogramja

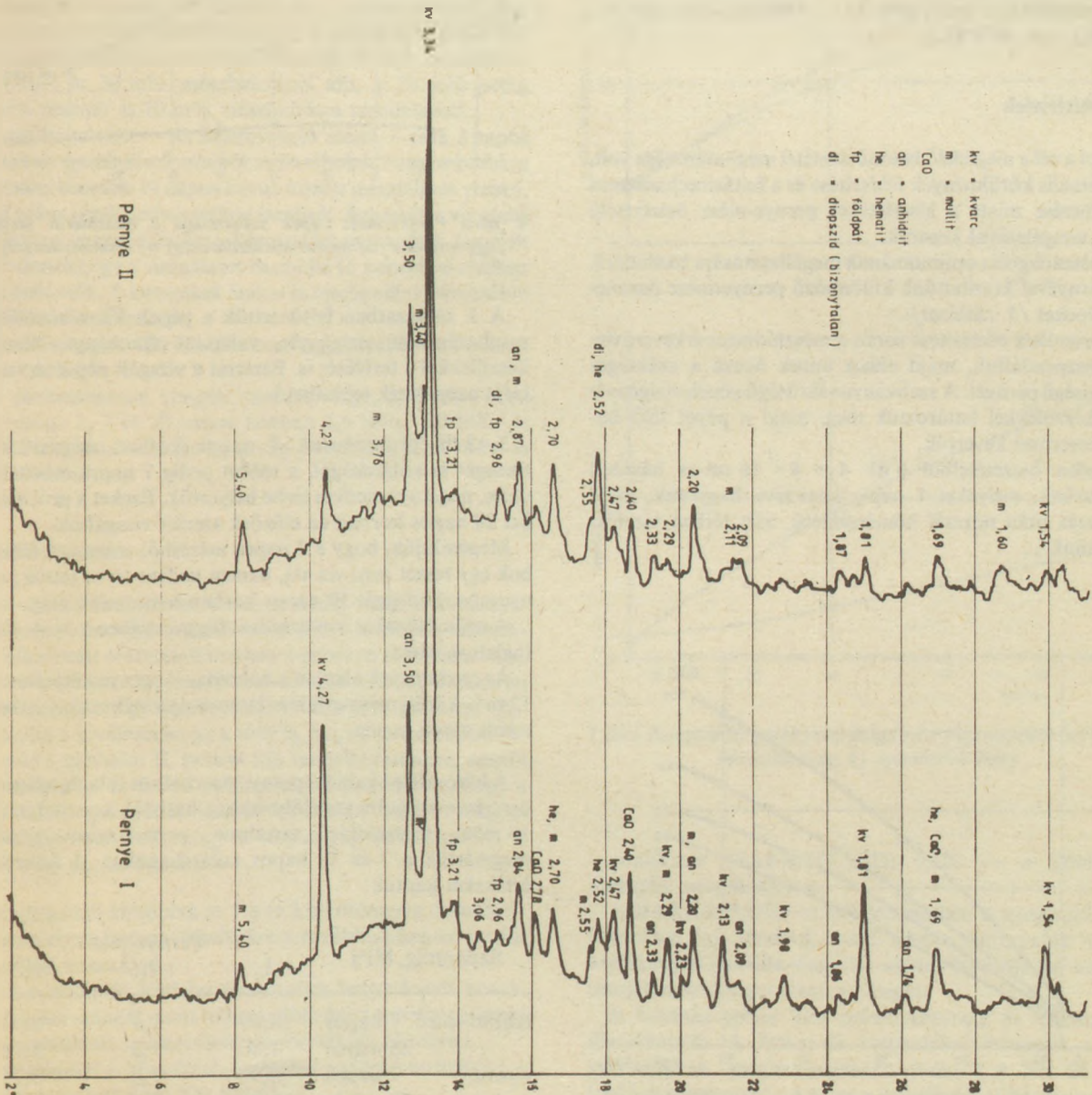
[10], mérőfolyadékként izopropil-alkoholt használva. A mérési eredményeket az 1. ábrán foglaltuk össze.

Kétféle pernyéről röntgendiffraktogramot is készítettünk (2. ábra).

A felvételek szerint az alábbi kristályos alkotók voltak a mintaanyagokban: kvarc, anhidrit, CaO, mullit, földpát, hematit.

A pernyék puccolános aktivitását AKTIMET készülékkel hasonlítottuk össze, mely szerint az egyes minták mészkötésére a következő értékeket kaptuk:

Pernye jele	Puccolános aktivitás, mgCaO/g
Bánhidai I.	64
Bánhidai II.	102
Bánhidai III.	63



1. ábra Pernyék szemcseméret-eloszlása

3. táblázat

Pernye-mész pépek összetétele, %

Kísérlet jele	Pernye	Mészhidrát	Vízigény m%	Terülés, cm
1	94	6	33,0	12,5
2	92	8	33,3	12,75
3	90	10	34,2	12,75
4	88	12	34,6	12,75
5	86	14	35,4	12,75
6	84	16	35,9	12,75
7	82	18	36,4	12,5
8	80	20	37,0	12,5

A kísérletekhez felhasznált jugoszlás mészhidrátot MSZ 108/4 szerint vizsgáltuk, illetve a karbonáttartalmat a mintáról felvett derivatogramból számítottuk.

Mészhidrát kémiai és fizikai jellemzői

Nedvesség tart. m% 3,2 CaCO₃-tart. m% 7,1
Sztatmaradék (0,2 mm); m% 3,1 Oltatlan CaO, m% 0
Ca(OH)₂-tart. m% 88,1

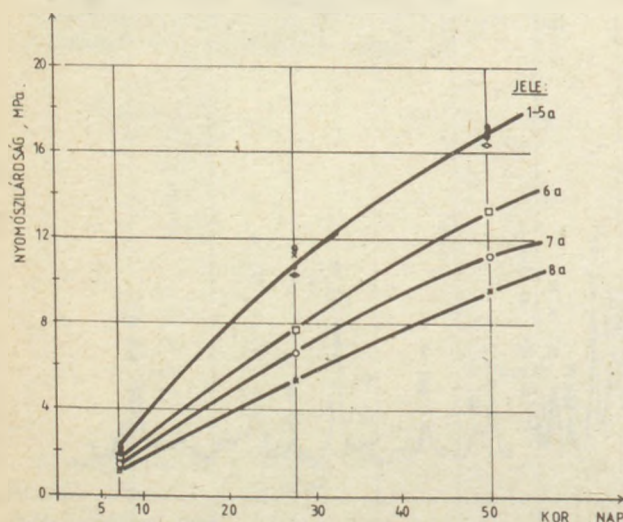
4. Pépkísérletek

Jóllehet a cél a megfelelő betonösszetétel meghatározása volt, az optimális körülmények felderítése és a hatásmechanizmus megismerése miatt a kísérleteket pernye-mész összetételű pépek vizsgálatával kezdtük.

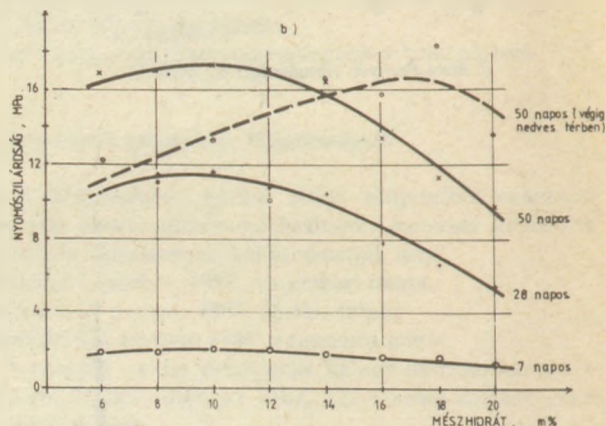
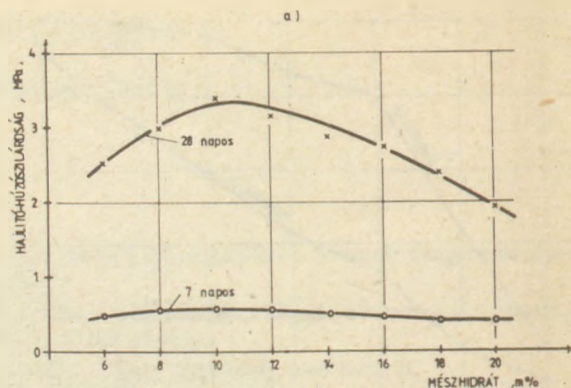
A mészadagolás optimumának megállapítására bányhidai I. jelű pernyével készítettünk különböző pernye-mész összetételű pépeket (3. táblázat).

A keverékek elkészítése során a mészhidrátot a keverővízzel szuszpendáltuk, majd ehhez adtuk hozzá a szükséges mennyiségű pernyét. A szabványos sűrűségű pépek vízigényét Vicat-készülékkel határoztuk meg, majd a pépet ISO habarcskeverővel kevertük.

Minden összetételből 6 db 4 × 4 × 16 cm-es hasábot készítettünk, melyeket 1 napig letakarva hagytunk, majd kizsuzulás után normál hőmérsékletű, zárt térben víz fölé helyeztünk.



3. ábra Pernye-mész pépek nyomószilárdsága a kor függvényében. Tárolás: 7—14 napos korban mésztelített vízben.



4. ábra Pernye-mész pépek szilárdsága a mészhidrát tartalom függvényében (a) hajlító-húzószilárdság; b) nyomószilárdság)

A 3. táblázatban feltüntettük a pépek Vicat-készülékkel meghatározott vízigényét, valamint szabványos vizsgáló készülékkel a terülését is. Eszerint a vizsgált pép konzisztenciája azonosnak tekinthető.

3—3 db próbatestnek 7 napos korban megmértük a tömegét és szilárdságát, a többi pedig 7 napra mésztelített vízbe, majd újra nedves térbe helyeztük. Ezeket a próbatesteket 28 napos korban az előzőek szerint vizsgáltuk.

Megemlítjük, hogy a 7 napos mérésből származó félhasábok egy részét nem víz alá, hanem nedves térbe tettük; ezek nyomószilárdságát 50 napos korban határoztuk meg.

A szilárdságokat a mészhidrát függvényében a 3—4. ábrán foglaltuk össze.

Az eredmények alapján a bányhidai I. pernye kötéséhez 8—12 m% körüli mésztartalom látszott optimálisnak a vízben is tárolt pépek esetén.

A háromféle bányhidai pernye puccolános tulajdonságainak összehasonlítására az előbbiekhöz hasonló konzisztenciájú, 10 m% mészhidrát tartalmú pernye-mész pépeken megmértük a 7 és 28 napos szilárdságokat. A következő értékeket kaptuk:

Szilárdság, MPa	Pernye jele			
	I.	II.	III.	
hajlító-húzó	7 napos	0,89	1,9	0,91
	28 napos	4,00	7,3	3,72
nyomó	7 napos	3,9	7,8	3,75
	28 napos	29,6	43,9	26,6

Kísérlet jele	Testsűrűség, kg/m ³			Szilárdság, MPa					
	7	28 napos	60	hajlító-húzó			nyomó		
				7	28 napos	60	7	28 napos	60
1b (I pernye)	1895	1937	1917	0,16	0,56	1,00	0,50	4,51	8,50
2b (I pernye)	1890	—	—	0,19	0,50	0,80	0,57	1,60	3,50
1b* (II pernye)	—	—	—	—	2,43	—	—	22,5	—
2b* (II pernye)	—	—	—	—	2,53	—	—	18,4	—

*Tárolás: víz felett

5. Habarcskísérletek

A különböző összetételű pépeken mért eredményeket figyelembe véve kétféle kötőanyag keverékkel készítettünk — a szabványos vizsgálatnak megfelelően — próbatesteket, hogy a pernye-mész összetételű keveréket a szabványcementekkel összehasonlíthassuk. Az 1b jelű keverék 90 m% bányai I. pernyéből és 10 m% mészhidrátból állt, a 2b jelű pedig 80 m% pernyét és 20 m% mészhidrátot tartalmazott.

A próbatesteket — sérülékenységük miatt — csak 3 napos korukban vettük ki a formából. A hasábokat 7 napos korukig nedves térben, 7 és 14 napos koruk között mésztelített vízben, majd utána ismét nedves térben tároltuk. A minták a víz alatti tároláskor szemmel látható károsodást szenvedtek (az élek letöredeztek), így a vizsgálatot bányai II. pernyével részben megismételtük. A keverékek fizikai és mechanikai jellemzőit a 4. táblázat tartalmazza.

A szilárdságok alakulását a kor függvényében az 5. ábrán mutatjuk be.

A párhuzamosan vizsgált váci 350 kspc 40 hajlító-húzó szilárdsága 3, 7 és 28 napos korban 2,6 MPa, 5,0 MPa és 6,2 MPa, nyomószilárdsága pedig 11,4 MPa, 27,0 MPa és 44,1 MPa volt.

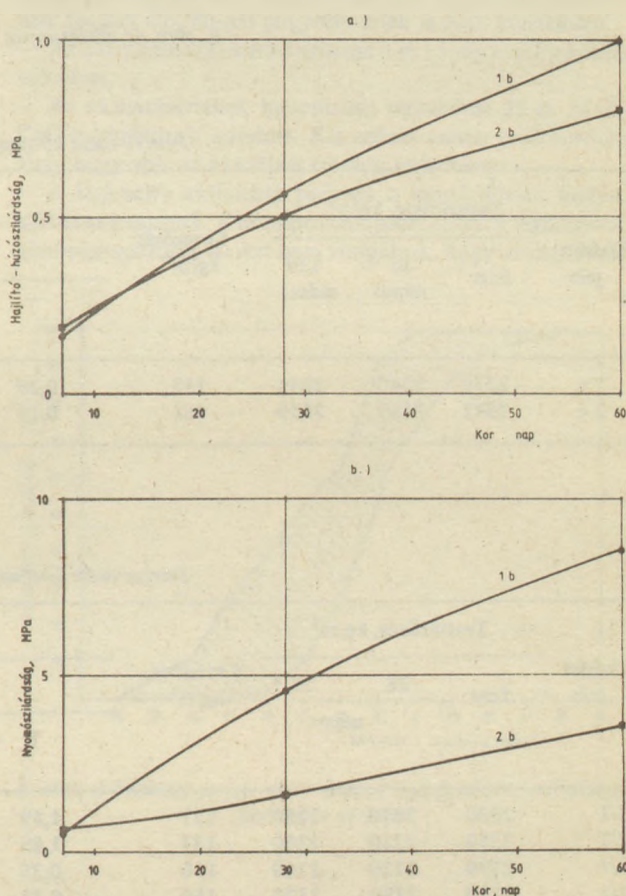
6. Betonkísérletek

A betonkeverékek tervezéséhez az eddig vizsgált kötőanyagok számát lényegesen csökkentettük. A további kísérletekhez felhasznált összetételt részben a pépeken és habarcsokon mért eredmények alapján, részben az MSZ 07.3703-82 szerinti követelmények figyelembevételével állapítottuk meg. Befolyásolta a kiválasztást az a tény is, hogy a betonkísérletekhez már a bányai II. pernye áll rendelkezésünkre, amiről viszont kémiai és fizikai módszerekkel kimutattuk, hogy a bányai I. pernyénél sokkal aktívabb. Ennek alapján valószínűsíthető volt, hogy a kötőanyag keverékekben is kedvezőbb hatást hoz létre.

Mindezekből kiindulva az 1.b és 2.b kötőanyag összetétellel készítettünk betont (amelyekre a továbbiakban az 1.c, ill. 2.c jelölést használjuk).

A Betonútépítő Vállalat természetes hegyeshalmi homokszamacsot szándékozott felhasználni, ezért ennek az átlagos szemeloszlását igyekeztünk megközelíteni (6. ábra).

A betonokat a következő összetétel szerint készítettük:
 kötőanyag tartalom 300 kg/m³
 adalékanyag tartalom 1900 kg/m³

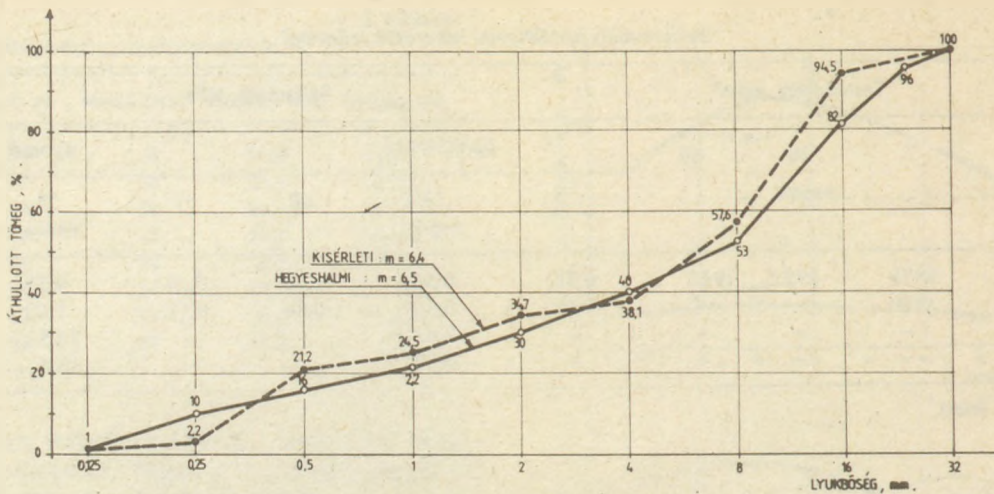


5. ábra Pernye-mész pépek szilárdsága a kor függvényében (a) hajlító-húzószilárdság, b) nyomószilárdság)

adalékszer (BARRAFLUID) 0,5% — a kötőanyag tömegére vonatkoztatva.

A BARRAFLUID-ot minden esetben homogenizáltuk a keverővíz egy részével, majd ezután határoztuk meg a képlékeny (Glanville vizsgálat szerint 0,86-088-as) konzisztenciához szükséges vízmennyiséget.

A betonkeveréket kézi erővel kevertük és rázóasztalon tömörítettük. A fizikai és mechanikai jellemzők időbeli alakulásának meghatározására 9 db 7 × 7 × 25 cm-es hasábot készítettünk. A tömeg- és szilárdsági mérések adatait az 5. táblázatban foglaltuk össze.



6. ábra Az adalékanyag szemmegoszlási görbéje

5. táblázat

Pernye-mész kötőanyaggal készült betonok jellemzői

Kísérlet jele	Testsűrűség, kg/m ³			Keverővíz kg/m ³	Szilárdság, MPa					
	friss	28 napos	120 száraz		hajlító-húzó			nyomó		
					7	28 napos	120	7	28 napos	120
1 c	2370	2240	2240	157	0,20	1,30	2,61	0,87	5,55	9,31
2 c	2342	2180	2150	161	0,19	1,37	2,42	0,83	6,02	11,42

6. táblázat

Pernye-mész kötőanyagú betonok jellemzői

Kísérlet jele	Testsűrűség, kg/m ³			Keverővíz kg/m ³	Szilárdság, MPa					
	friss	28 napos			hajlító-húzó			nyomó		
		28	56		7	28	56	7	28	56
II/1	2380	2270	2250	137	1,59	2,34	2,51	6,80	13,41	15,52
II/2	2350	2210	2200	137	1,85	2,45	2,60	7,30	14,62	17,00
III/1	2290	2120	2100	150	0,35	1,55	1,80	1,10	7,70	9,50
III/2	2270	2190	2170	150	0,34	1,80	2,05	1,00	7,72	10,52

A pernyeminőség betonszilárdságra gyakorolt hatásának megismerésére a kísérletet a II. és III. jelű pernyével megismételtük.

A betonösszetétel megegyezett az előbbieken leírtakkal, de ezúttal a keverést kényszerkeverő gépben végeztük. A Glanville tömörödési mérőszám 0,79—0,82 közötti volt. A próbatesteket 2 napos korban zsalutuk ki, majd ezt követően fólia alatt tároltuk.

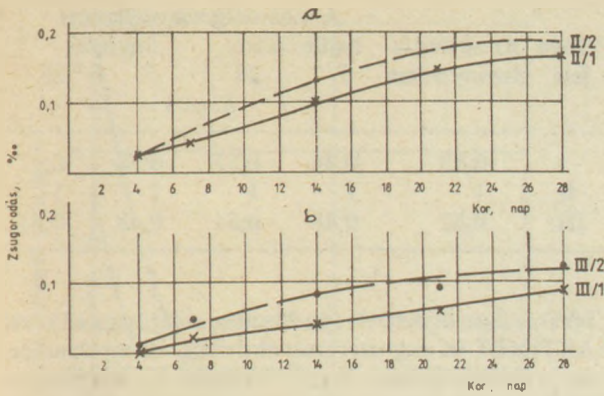
Az egyes összetételeken meghatározott testsűrűségi és szilárdsági adatokat a 6. táblázat tartalmazza.

A betonok lineáris méretváltozását 12 × 12 × 36 cm méretű hasábokon 254 mm alaphosszú deforméterrel mértük. A mérést három napos korban kezdtük és a

próbatesteket mindvégig kb 20 °C hőmérsékletű és 55—60% rel. légnedvességű térben tároltuk. A kísérlet eredményeit a 7. ábrán foglaltuk össze.

7. Fagyállósági vizsgálatok

A pernye (bánhidai I.)-mész összetételű pépekkel, valamint habarcsokkal fagyállósági vizsgálatot végeztünk. Ehhez a 60 napos mérésből származó félhasábokat használtuk fel, amelyeket 2 óránként váltakoztatva 20 °C körüli vízbe, majd mínusz 18—20 °C közötti légtérbe helyeztünk, éjszakára pedig szabadon hagytuk. Tíz ciklus után a 7. táblázatban



7. ábra A pernye-mész kötőanyagú betonok lineáris méretváltozása

7. táblázat

Pécek és habarcsok nyomószilárdságának változása fagyállósági vizsgálat hatására, MPa

Kísérlet jele	Pécek		Habarcsok	
	Fagyasztási vizsgálat			
	előtt	után	előtt	után
1	36,7	49,8	8,50	6,4
2	41,2	49,1	3,50	3,0

8. táblázat

Fagyállósági vizsgálat eredményei

Kísérlet jele	Nyomószilárdság, MPa	
	Fagyasztás nélkül	12 fagyasztási ciklus után
II/1	10,2	9,9
II/2	11,4	10,7
III/1	6,0	5,8
III/2	6,5	5,9

megadott nyomószilárdság értékeket nyertük. Összehasonlításként a ciklikus vizsgálat előtt mért értékeket is feltüntettük.

A betonokkal az MSZ 07.3703 által előírt fagyállósági vizsgálatot 15 cm élhosszú kockákon végeztük el. A szabványos fagyasztást a próbatestek 56 napos korában kezdtük el és összetételenként 3–3 kockát vizsgáltunk. A 12 ciklusos fagyállósági vizsgálat eredményeit a 8. táblázat tartalmazza.

8. A kísérleti eredmények értékelése

a) A pernye minőségegyenletessége

A pernye kémiai összetétele mellett legfontosabb tulajdonsága puzzolános aktivitása.

A bányahidai pernyéből vett minták, amelyekkel először kísérleteztünk (bányahidai I. és II.) felhívták a figyelmet a pernye aktivitásának időbeni ingadozására. A Bányahidai Erőműben az elő-, közép- és utóleválasztóból, valamint a végsőként távozó keverékből (közös leválasztó) naponta

háromszor vesznek mintát, s azokon AKTIMET-készülékkel ún. puzzolános aktivitást határoznak meg, azaz az I g pernye által megkötött CaO mennyiségét, mg-ban.

A közös leválasztón 1984-ben keletkezett pernyén mért aktivitásértékeket matematikai statisztikai módszerekkel feldolgoztuk és megszerkesztettük a havi átlagok összegzett gyakoriság értékeinek burkoló görbéit (8. ábra).

A havi értékek ingadozásáról jó tájékoztatást adnak a 9. táblázatban összefoglalt statisztikai jellemzők; a mintavétel helyének befolyását pedig a 10. táblázatban összefoglalt adatok szemléltetik.

A pernyeaktivitás egyenletességének a vizsgálata során következőket állapítottuk meg:

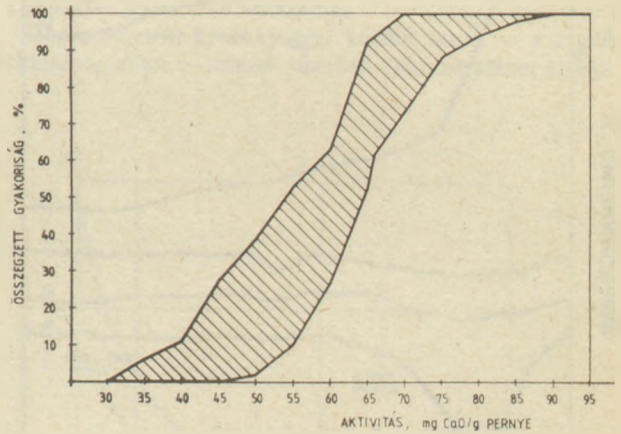
— A legaktívabb az utóleválasztóból, a legkevésbé aktív az előleválasztóból nyert pernye.

— A közös leválasztóból nyert pernyék aktivitása a havi átlagok szerint 60 mg CaO/g körüli volt. 30-nál kisebb érték nem fordult elő, 80-nál nagyobb érték is csak kivételesen.

— Az aktivitásértékek havi szórása 3 és 15 mg CaO/g között változott.

— Az aktivitásértékek havonkénti terjedelme 25 és 58 mg CaO/g közöttinek adódott. Kis szórás esetén is előfordult, hogy nagy volt az aktivitási értékek terjedelme.

— A legkisebb aktivitású pernyék a január-június közötti időből származtak. E hónapokban jelentkezett a legnagyobb minőség-ingadozás is. Azt nem vizsgáltuk, hogy az ingadozás



8. ábra A bányahidai pernye aktivitásának ingadozása a havi átlagok figyelembe vételével

9. táblázat

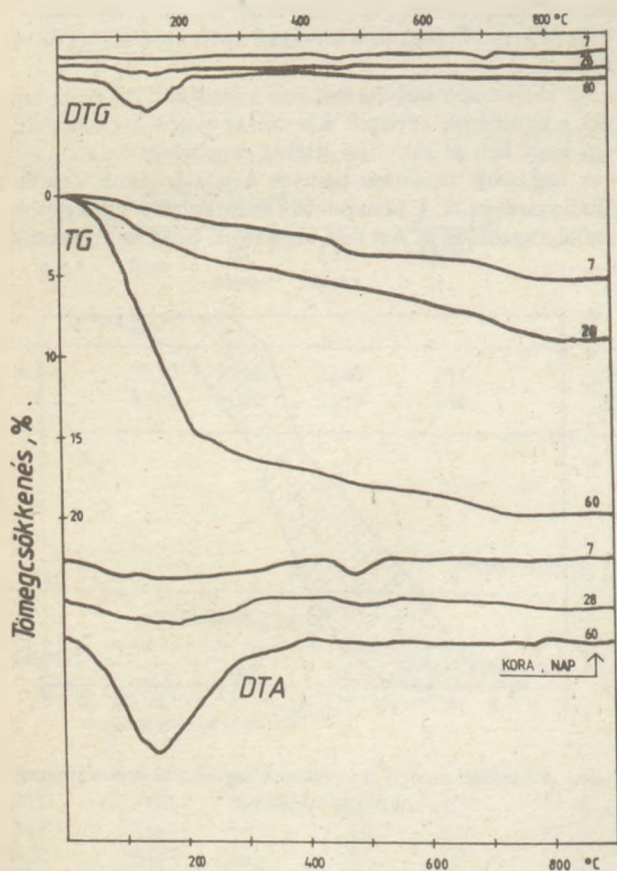
Pernyeminták aktivitási értékeinek havi statisztikai jellemzői

Mintavétel ideje	Minták száma	Számítási átlaga	AA ... Szórása	k Terjedelme
január	72	60,62	15,19	43,75
február	77	61,64	9,2	57,91
március	77	53,41	13,22	50,19
április	56	58,97	7,06	41,13
június	52	62,66	5,48	40,78
július	70	53,16	8,05	37,23
augusztus	65	61,05	5,14	43,79
szeptember	77	61,55	3,79	25,76
október	54	60,73	3,34	40,45

10. táblázat

Pernye aktivitások statisztikai jellemzőinek alakulása a leválasztás helyének függvényében (októberi adatokból)

Mintavétel helye	Minták száma	Aktivitások		
		Számítási átlaga	Szórása	Terjedelme
Előleválasztó	45	43,99	8,12	43,13
Közép-leválasztó	47	67,48	7,09	30,87
Utóleválasztó	34	80,96	5,76	24,92
Közös leválasztó	54	60,73	3,24	40,45



9. ábra Különböző korú pernye-mész pépek derivatogramjai (10 m% mészhidrát, 90% bányai I. pernye)

a szén minőségétől, valamint a szén termelési módjától hogyan függ.

b) Pernye-mész kötőanyag

A pernye oxidos összetétele — amely csak kismértékben tért el — és kötőképesége között nem találtunk összefüggést. Az aktivitási értékek (mg CaO/g) és a pernye-mész pépek szilárdsága között azonban már jobb volt az egyezés. A bányai II. pernye aktivitását és szilárdságát I-nek véve a másik két pernye viszonylagos szilárdsága, ha a pernye-mészhidrát arány 90 : 10, a következőképpen alakult:

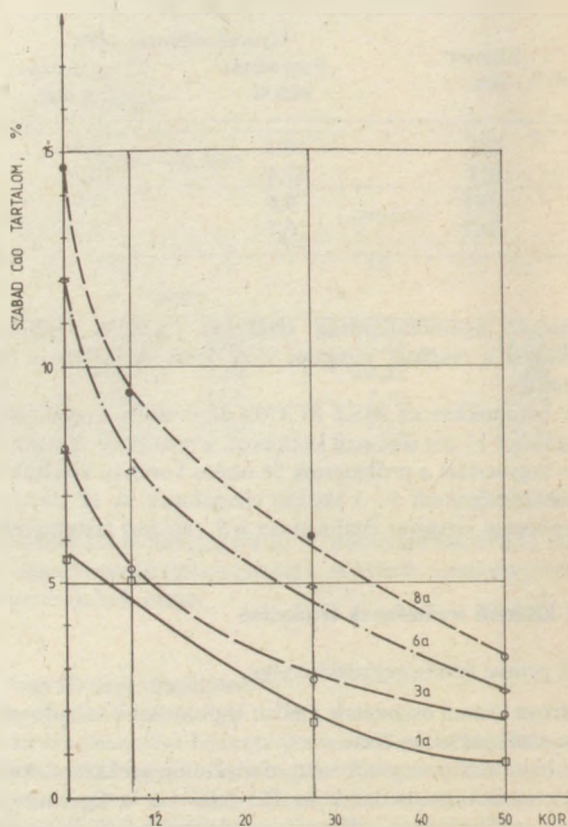
Pernye jele	Az aktivitás viszonyozsáma	A szilárdság viszonyozsáma			
		hajlító-húzó 7 napos	28 napos	nyomó 7 napos	28 napos
I.	0,63	0,44	0,55	0,50	0,67
II.	1	1	1	1	1
III.	0,62	0,48	0,51	0,48	0,61

Tehát az ilyen összetételű pép 28 napos szilárdsága áll közel az AKTIMET-tel meghatározott aktivitási viszonyozsámhoz.

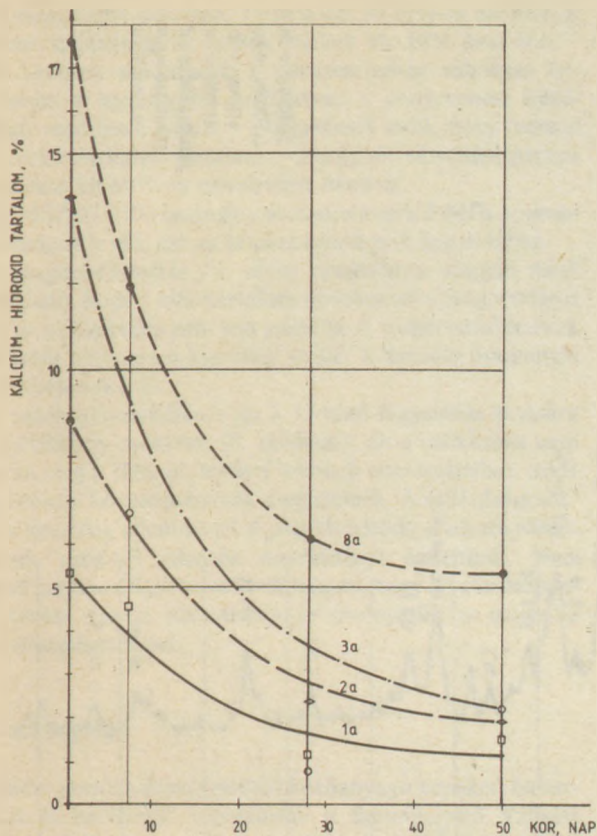
Az 1. ábráról látható, hogy a bányai II. pernyének a bányai I. pernyénél nagyobb aktivitását elsősorban szemcseméret-eloszlásbeli különbsége okozza.

Az azonos konzisztenciához szükséges keverővíz mennyisége, a várákozásnak megfelelően, nőtt a mészhidrát-tartalommal (3. táblázat).

A 4. ábra szerint a bányai I. pernyével akkor kaptunk legnagyobb szilárdságot minden korban, amikor a kötőanyag mészhidrát-tartalma 10 m% volt, és a próbatesteket 7—14 napos korukig mésztelített vízben tároltuk. Annál a sorozatnál viszont, amelynél a próbatesteket végig kb 90% relatív nedvességtartalmú térben tartottuk a 18 m%-os mészhidrát adagolás mutatkozott a legkedvezőbbnek. A II és III jelű pernyével készített betonok vizsgálati eredményei (6. táblázat) szerint egyértelműen a nagyobb mészhidrát-tartalmú (20 m%) keverékek szilárdsága volt nagyobb. Utóbbi kísérlet során a próbatesteket páradús térben tároltuk. Az optimális pernye-mész arány tehát a tárolás módjától is függhet. Ez az észrevétel annál inkább fontos, mert a



10. ábra Pernye-mész rendszerek szabad CaO-tartalmának időbeli változása



11. ábra Pertye-mész rendszer kalcium-hidroxid tartalmának változása a kor függvényében

burkolatalapok utókezelése különböző lehet (nedvesentartás, védőbevonat). Itt jegyezzük meg, hogy a pertye-mész kötőanyagú rendszerek kezdeti vízben tárolás esetén szétesnek.

A szilárdulási folyamat kezdetben lassú még 20 °C hőmérsékleten is, de a 28 nap utáni szilárdulás — kedvező körülmények között — nagy. Az 5. táblázat szerint a bányaidai II. pertyével készített pépek utószilárdulása 120 napos korig a következő volt:

Kötőanyag mészhidrát-tartalma m%	Utószilárdulás, % hajlító-húzó nyomó szilárdság esetén	
10	200	168
20	177	190

Az MSZ 07.3703 pertye-mész kötőanyagú keverékekhez a pertyék puzzolános aktivitását min. 30 mg CaO/g értékben szabja meg. Indokolt volna annak ellenőrzése, hogy az ilyen kis aktivitású pertyék hogyan viselkednek, mivel előfordulhatnak.

A szilárdulás során végbemenő hidratációs folyamatot kémiai módszerekkel tanulmányoztuk bányaidai I. pertyével készített pépeken. A szilárdsági vizsgálat után a hasábok belső magjából származó részt elporítottuk, majd a felvett derivatogramok (pl. 9. ábra) felhasználásával kiszámítottuk a minták Ca(OH)₂- és CaCO₃-tartalmát, valamint etilén-glikolos extrakcióval, benzoosavas titrálással megállapítottuk azok szabad CaO-tartalmát. Utóbbi értékek időbeni alakulását a 10. ábra szemlélteti. Az ábrán a kiindulási szabad

CaO tartalmakkal korrigált adatokat tüntettük fel. A Ca(OH)₂-tartalom változását a 11. ábra, a CaCO₃-tal korrigált Ca(OH)₂ mennyiségének időbeli változását pedig a 12. ábra szemlélteti. A hidratáció addig folytatódik, amíg a Ca(OH)₂ el nem fogy.

A szabad CaO, ill. a Ca(OH)₂ csökkenése és a szilárdság között összefüggés van, úgy tűnik azonban, hogy a lekötött mézsmennyiség növekedése csak egy bizonyos mézshidrát tartalomig szilárdságnövelő hatású (legalábbis a vizsgálati idő alatt és az alkalmazott feltételek mellett). A rendszer viselkedését a viszonylag nagy mennyiségben (16—20 m%) jelenlevő mézshidrát kedvezőtlenül befolyásolta.

A hidratációs termékek természetére és mennyiségére röntgen diffraktogramok felvételével is igyekeztünk fényt deríteni. A tiszta pertye-mész rendszer felvételein (13. ábra) a szilárdulási idő növekedésének arányában megfigyelhető a kalcitcsúcs (CaCO₃) növekedése, s a portlandit csúcs csökkenése. 28 és 60 napos kor között ettringit jelent meg.

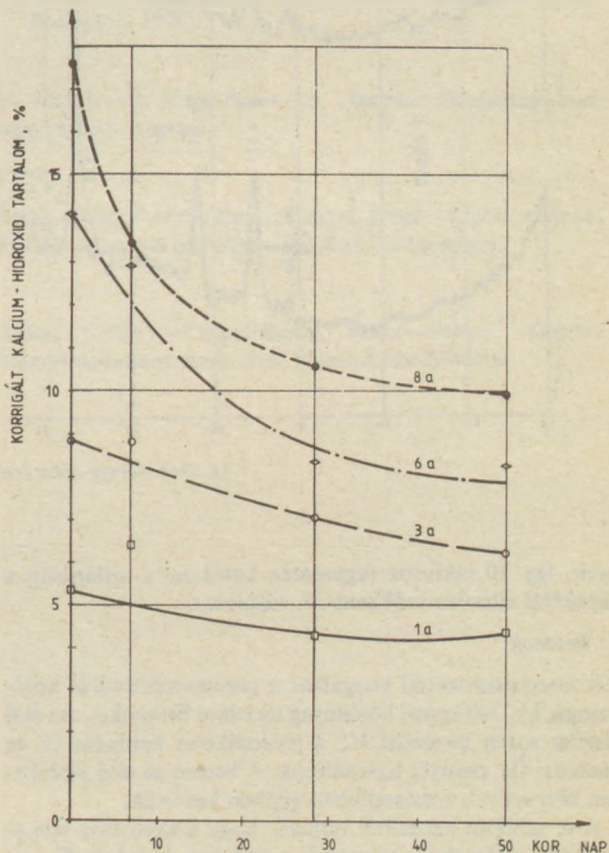
10 ciklusos fagyasztás hatására a péphasábok nyomószilárdsága 20 m% mézshidrát-tartalom esetén 35%-kal, 20 m% mézshidrát-tartalom esetén 20%-kal volt nagyobb, mint fagyasztás előtt. (7. táblázat).

Olyan tapasztalatot, hogy rövid fagyasztás esetén nő a beton szilárdsága, az irodalomból is ismerünk.

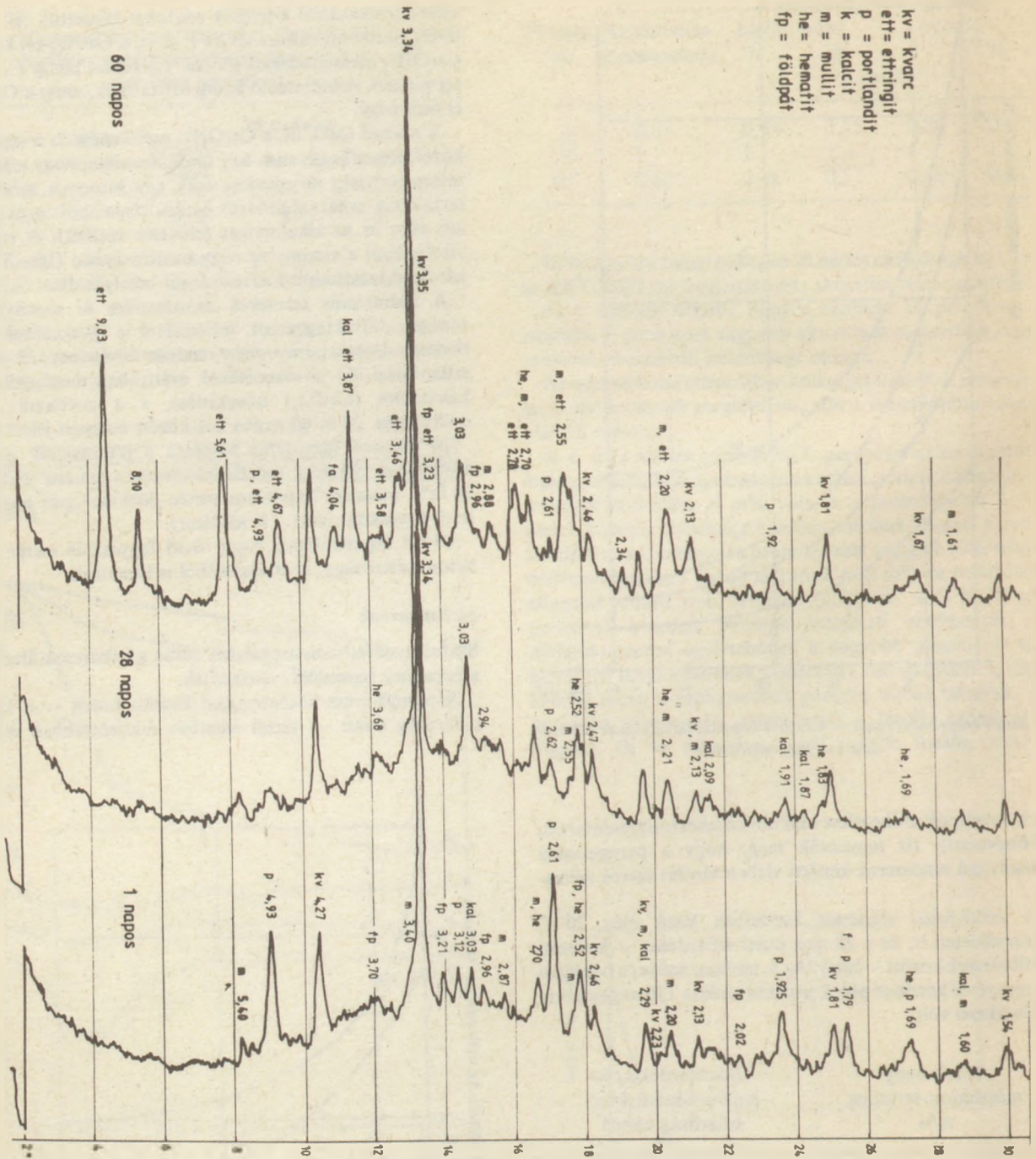
c) Habarcatok

Szabványos habarcsvizsgálatok során a habarcatok általában a pépekhez hasonlóan viselkedtek.

A pertye-mész kötőanyaggal készült testek — a kisebb szilárdság miatt — vízzel szemben fokozottabban érzéke-



12. ábra Pertye-mész rendszer korrigált Ca(OH)₂ tartalmának változása a kor függvényében



13. ábra Pernye-mész rendszer röntgen-diffraktogramjai

nyek, így 10 ciklusos fagyasztás hatására a szilárdság a pépekétől eltérően csökkent (7. táblázat).

d) Betonok

Két kísérletsorozattal vizsgáltuk a pernye-mészhidrát kötőanyagú, kb. 300 kg/m³ kötőanyag tartalmú betonokat. Az első kísérlet során bánhidai II., a másodikban bánhidai II. és bánhidai III. pernyét használtunk. A betont az első kísérletben kézi erővel, a másodikban gépben kevertük.

A 6. táblázat adataiból kitűnik, hogy a keverővíz mennyiségét elsősorban a pernye minősége befolyásolta: a finomabb pernye esetén kevesebb vízzel értük el ugyanazt a konzisztenciát.

Pernye-mész kötőanyaggal a víz feletti tárolás volt a legkedvezőbb.

A II. jelű pernyével két időpontban készített, hasonló összetételű betonok szilárdsági jellemzőit összehasonlítva (5. és 6. táblázat) jól látszik, hogy a keverővíz mennyiségének csökkentése, továbbá a gépi keverés jelentős szilárdságnövekedést okozott. A második sorozaton meghatározott, 56 napos hajlító-húzó és nyomószilárdsági értékek elérték, illetve meg is haladták az első sorozat 120 napos korban mért értékeit.

A kétféle pernyével készült változó pernye-mészhidrát kötőanyagú betonok szilárdságának vizsgálata alapján a következőket állapítottuk meg:

— A mészhidrát tartalmat 10 m%-ról 20 m%-ra növelve, a betonok szilárdsága az eredeti értékek kb. 10%-ával nőtt.

— A betonok szilárdságát a pernyeminőség változása befolyásolta a legnagyobb mértékben: a pernye-mész kötőanyagú rendszerek esetén — függetlenül attól, hogy mennyi volt azok mészhidrát tartalma — a nagyobb aktivitású pernye használata kb 60%-os növekedést okozott.

Az MSZ 07-3703 szabvány 60 napos korra 5 MPa nyomószilárdságot ír elő, ezt az értéket mindegyik beton elérte.

A zsugorodásmérés (7. ábra) eredményei alapján megállapítható, hogy a mésztartalom növelésével a zsugorodás is nőtt, de a növekedés nem volt jelentős. A zsugorodási értékek egyébként lényegesen kisebbek voltak a hasonló összetételű cementbetonokénál.

A beton nyomószilárdsága a 12-szeri fagyasztás hatására kis mértékben csökkent (8. táblázat), de e csökkenés nem haladta meg a 10%-ot, tehát a betonok a szabványban előírt fagyállósági követelménynek megfelelnek. A szilárdságcsökkenés látszólag ellentmond a pép-kísérletek eredményeinek, ugyanis azoknál jelentős növekményt észleltünk. Nem szabad azonban figyelmen kívül hagyni, hogy a betonkísérletek során már a mérhető is érvényesült a nagyobb próbatestméret miatt.

9. Összefoglalás

Bánhidai pernye- és mészhidrát kötőanyagú pépeket, habarcokat és betonokat vizsgáltunk a Betonútépítő Vállalat megbízásából azzal a céllal, hogy alkalmasak-e burkolatlapoknak. Megállapításaink:

— A bánhidai pernye felhasználásával kialakítható olyan pernye-mészhidrát összetétel, amely burkolatlapok kötőanyagaként alkalmazható.

— A pernyét és mészhidrátot tartalmazó összetételekben a mészhidrát mennyisége 10–20 m% között változhat (e határokon belül a szilárdságok csak jelentéktelen mértékben térnek el).

— A burkolatlapokra vonatkozó előírásokat (MSZ 07.3703) figyelembe véve, a megvizsgált betonok mindegyike kielégítette a pernye-mész alapú kötőanyagokra megadott követelményszintet.

— E betonok a szabványos fagyállósági vizsgálat után megfelelő szilárdságúak voltak.

— Lineáris méretváltozások (zsugorodások) is kedvezően kicsi volt.

— A bánhidai pernye minőségegyenletességének vizsgálatához kapcsolódó adatgyűjtés szerint az erőműből kikerülő pernye puzzolános aktivitása időben lényegesen változik, de a változás mértéke olyan, hogy a napi átlagokat tekintve ritkán fordul elő 40 mg CaO/g-nál kisebb aktivitási érték.

— Az MSZ 07.3703 a pernye-mész kötőanyagú keverékekhez a pernyék puzzolános aktivitási értékét min. 30 mg CaO/g-ban állapítja meg. Ilyen pernyemintákkal kísérleteket nem folytattunk, így az előbbi megállapítások csak átlagos vagy annál nagyobb aktivitású pernyékre vonatkoztathatók. A felhasználhatóság jobb megítéléséhez indokoltnak tartanánk kis aktivitású pernyemintákkal hasonló összetételű rendszerek vizsgálatát is.

Irodalom

- [1] Balázs Gy.—Arany P.—Liptay A.: Építőanyag 1986. aug., 246—249
- [2] Gáspár L.: Mélyépítéstudományi Szemle 1982. 4. 143—150
- [3] Deuster, D.: Strassen und Tiefbau 1979. 3. 18—27
- [4] Popolov, A. Sz.—Patkina, I. A.: Avtomobilnue Dorogi 1978. 4. 10—12
- [5] Lachner L.: 5. Budapesti Útügyi Konferencia 1982.
- [6] Kiszely M.: 5. Budapesti Útügyi Konferencia 1982.
- [7] Andrieux, P.—Colombel, J. H.: Silicates Industriels 1976. 4/5. 73—90.
- [8] Erohin, G.—Manusin, V.—Belaszov, K.: Avtomobilnue Dorogi 1974. 1. 21.
- [9] Zakudajeva, O. A.—Tyetyerin, A. P.: Avtomobilnue Dorogi 1977. 6. 14—16
- [10] Tamás F.: Szilikátipari laboratóriumi vizsgálatok MKK Budapest, 1970.

Дь. Балаж—Э. Чани-Деме—А. Липтай: Основание ровного слоя дороги

Balázs, György—Frau Deme, Csányi, Erika—Liptai, András: Pflasterungsgrund mit Flugasche-Kalk-Bindemittel.

Balázs, György—Csányi-Deme, Erika—Liptay, András: Road Foundations made with Flyash-Lime Binders

Görbe- és felületillesztések mérés-adatfeldolgozás céljára

PADÁR JÓZSEF—SZEPESVÁRI ISTVÁN

Üvegipari Művek Kutató Intézete, Budapest

Bevezetés

Az Üvegipari Művek Kutató Intézete az utóbbi években jelentősen bővítette mérés-technikai felkészültségét a gyártástechnológiai berendezések és folyamatok vizsgálati lehetőségeinek fejlesztése céljából. Az intézet Mérés-technikai Osztályának ezirányú tevékenysége jelenleg már kiterjed a fizikai és matematikai modellezés, a hőtechnikai és energetikai mérések, az izotóptechnikai mérések, valamint az elektronikai és elektrotechnikai vizsgálatok alkalmazására. E módszerek mindegyikét évek óta rendszeresen alkalmazzuk az Üvegipari Művek gyáraiban végzett vizsgálataink során. Természetes, hogy e vizsgálatoknak a módszerek technikai alkalmazásán, a konkrét mérések elvégzésén túlmenően magukba kell foglalni a mérési adatok minél teljesebb és korszerűbb feldolgozását is. Intézetünk számítástechnikai felkészültségének az utóbbi két évben történt ugrásszerű fejlődése lehetővé tette, hogy a mérés-adat-feldolgozás korábbi nehézkes, „manuális” módszerét gyors, megbízható és több információt biztosító számítógépes módszerekkel váltsuk fel. Az általunk kidolgozott számítógépes programok a különböző mérési feladatok különböző követelményeinek megfelelően készültek. Az eddigiek során a fizikai és matematikai modellezés, illetve a hőtechnikai és energetikai mérési adatok feldolgozásához készítettünk programokat. Ezek között található egyszerűbb görbeillesztő és bonyolultabb felületillesztő programok. A megoldások matematikai alapját egydimenziós és kétdimenziós regressziós analízis, illetve interpolációs és egyenesekkel való közelítés képezte.

Cikkünkben az egyes illesztési feladatok elvi megoldásait és a különböző illesztő programok gyakorlati alkalmazásait mutatjuk be egy-egy kiválasztott konkrét példán keresztül. A számítógépes mérés-adat-feldolgozás módszereinek fejlesztésére és alkalmazásának kiterjesztésére intézetünkben a jövőben is kiemelt figyelmet fordítunk, különös tekintettel a gyártástechnológiai folyamatok belső összefüggéseinek matematikai elemzésére.

1. A feladatok meghatározása

A mérési adatok feldolgozásának módja a vizsgálat tárgyától, módszerétől és célkitűzésétől egyaránt függ. Az értékelések módja a legegyszerűbb statisztikai számításoktól (egy változó átlagának, szórásának meghatározása) a bonyolultabb összefüggések elemzéséig (két vagy több változó közötti korrelációs számítás, regresszióanalízis stb.) terjedhet. Jelen munkánkban néhány jellemző, a napi kutatási tevékenységünkhöz kapcsolódó, bonyolultabb összefüggés elemzésével foglalkozunk. A kiválasztott feladatokat az alábbiakban ismertetjük.

1.1 Regeneratív kamra hőtechnikai vizsgálata

Az évek óta végzett energiavesztéséig feltáró vizsgálataink során visszatérő feladat a regeneratív kamrák falazatának hőmérsékletmérése az idő függvényében. A mérést hordoz-

ható optikai pirométerrel több tüzelési cikluson át, a regeneratív kamra falazatának belső oldalán számos ponton elvégezzük, s a mérési adatok alapján elkészítjük az adott pont időbeli hőmérsékletváltozását leíró görbét. A görbe alapján értékes következtetéseket vonhatunk le a tüzelés-technikai viszonyokról, s magáról a regeneratív kamra állapotáról is. A görbék megszerkesztése és jellemző paramétereinek meghatározása a korábbiakban manuálisan történt, ami nehézkes és pontatlan volt, s ezért időszerűvé vált a feladat számítógépes megoldása.

1.2 Fizikai modell hőmérsékleteloszlásának vizsgálata

A fizikai modellezés egyik célja az olvadék belső hőmérsékleteloszlásának meghatározása. Ennek érdekében a fizikai modellben — a vizsgálati síkba beépített hőelemek segítségével — néhány ponton hőmérsékletmérést végzünk, s ebből megszerkesztjük az adott keresztmetszet izotermáit.

Tekintettel arra, hogy a viszonylag kis méretű fizikai modellben a beépíthető termoelemek száma korlátozott, általában kevés adatból kell lehetőség szerint pontos ismeretet szerezni a hőmérséklet eloszlásáról. A számítógépes adatfeldolgozás módszerének megválasztásánál ezt is figyelembe kell venni. A téma keretében kidolgozott program nemcsak a mérési eredmények értékelését és dokumentálását gyorsítja és pontosítja, de lehetővé teszi, hogy üzemeltetés közben az izotermák képernyőn történő megjelenítésével folyamatosan figyelemmel kísérjük a modellfolyadék hőmérsékleteloszlását is.

1.3 Matematikai modell számítási adatainak feldolgozása

A matematikai modellezéssel ismereteket szerezhethünk az üvegolvasztó kádák olvadékának hőmérséklet-eloszlási és áramlási viszonyairól. Lehetőség van arra, hogy alkalmas matematikai modellel két (vagy három) dimenzióban a vizsgált tartomány adott pontjaiban (tetszőlegesen megválasztott rácpontokban) kiszámítsuk mind a hőmérséklet, mind az áramfüggvény értékeit. Szükség van arra, hogy ezeket az értékeket akár táblázatosan, akár grafikusan be tudjuk mutatni. A grafikus szemléltetés módja az, hogy a rendelkezésre álló nagyszámú adatból számítógép segítségével kirajzoljuk az azonos hőmérsékletű és az azonos áramfüggvény értékű görbéket. Az ilyen jellegű programok az olvasztókádák matematikai modelljének mind az értékelés, mind a dokumentálás szempontjából nélkülözhetetlen részei.

A fentiekben vázolt három feladat megoldása más-más adatfeldolgozási eljárást igényel, s így rajtuk keresztül a módszerek széles körű lehetősége szemléltethető. Teljességről természetesen nem beszélhetünk, hiszen egy-egy új feladat (pl. izotópos áramlásmérés, valamely technológiai folyamat elemzése) mindig új és új értékelési követelményeket támaszt.

2. Az illesztési módszerek ismertetése

2.1 A legkisebb négyzetek eljárása

Tegyük fel, hogy az x és y mennyiségek között fennáll valamely ismert jellegű függvénykapcsolat, amelyben állandó, de ismeretlen paraméterek szerepelnek:

$$y = f(x, a_1, a_2, \dots, a_k) = A(x)$$

Az ismeretlen a_i paraméterek meghatározása a legkisebb négyzetek módszere szerint az alábbiak szerint történik. Nagyszámú x_1, x_2, \dots, x_N ($N \gg k$) helyen mérjük az y_i -ket; legyenek a mérési eredmények rendre $\eta_1, \eta_2, \dots, \eta_N$. Az i -edik mérésnél elkövetett hiba

$$\eta_i - y_i = \eta_i - f(x_i; a_1, a_2, \dots, a_k)$$

Az ismeretlen paramétereket oly módon határozzuk meg, hogy a hibák négyzeteinek összege minimális legyen, azaz az

$$F(a_1, a_2, \dots, a_k) = \sum_{i=1}^N \varepsilon (\eta_i - f(x_i; a_1, a_2, \dots, a_k))^2 = \text{minimum}$$

feltétel teljesüljön. Az ismeretlenek kiszámításához vezető k számú egyenlet:

$$\frac{\delta F(a_1, a_2, \dots, a_k)}{\delta a_i} = 0$$

$$i = 1, 2, \dots, k$$

Az $y = A(x)$ függvényt az y x -re vonatkozó regressziós görbéjének nevezzük.

A fenti módszeren alapulnak a most következő regressziós eljárások.

2.2 Egydimenziós regresszió

A következőkben először egydimenziós, polinomiális, illetve exponenciális közelítéseket keresünk, azaz a regressziós görbe alakja:

$$y = a_0 + a_1x + a_2x^2 + a_3x^3, \text{ illetve}$$

$$y = a_0 + a_1e^{-\alpha x} + a_2e^{-2\alpha x} + a_3e^{-3\alpha x}$$

Ilyen lehet a görbék alakja például optikai pirométeres méréseknél, ahol időben ciklikusan ismétlődő két különböző görbét (y_1, y_2) keresünk. (1. ábra)

A számítási tapasztalat alapján α értéket ezúttal ismertnek ($\alpha = 0,2$) tesszük fel, így ugyanis csak lineáris egyenletrendszert kell megoldani, a kapott görbe mégis kielégítő közelítést ad. A mérési adatokból általában könnyen kiderül, hogy mennyire csökken, illetve növekszik a hőmérséklet (I1-ben a maximuma, I2-ben a minimuma, I1-től I2-ig: y_1 görbe, I2-től I3-ig: y_2 görbe).

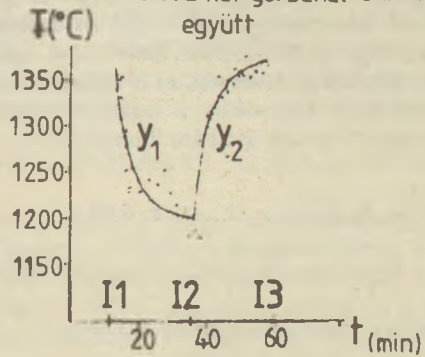
Fontos gyakorlati kérdés a polinom, illetve az exponenciális polinom fokszámának meghatározása. Ehhez ismernünk kell a regressziós görbe alakját, amely utalhat a polinom fokszámának választására. Ha a regressziós görbét nem ismerjük — és ez gyakori eset —, akkor az (x_i, y_i) ($i = 1, \dots, n$) pontokat egy (x, y) koordináta-rendszerben felrajzolva, ha n elég nagy, sok esetben kitűnik, hogy lineáris vagy másodfokú, illetve exponenciális (vagy egyéb) közelítés tükrözi-e a pontsereg elhelyezkedését.

OPIE2 programmal

ABSEL :első görbénél 14.049882
ABSEL :második görbénél 10.107889

2. első fokú exponenciális közelítés

5
TK 1285
TLEV 1246.5412
TFU 1343.0509
absoss:a két görbénél 11.79051



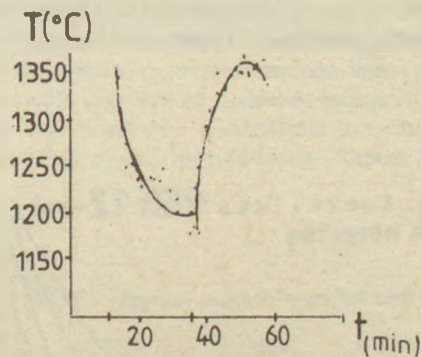
1. ábra

N=87 mérési adatpár

ABSEL 17.155031
ABSEL 11.943476

3. másod fokú polinomiális 1

5
TK 1285
TLEV 1246.485
TFU 1341.7292
absoss 14.151953



2. ábra

Az optikai pirométeres mérések feldolgozására készült OPIE 2 jelű program szükség szerint másod- vagy harmadfokú polinomiális, illetve elsőől harmadfokúig exponenciális görbét rajzol ki. (1.—2. ábra)

Emellett a program kiírja a maximum- és minimum hőmérsékletértékek átlagát (TK), a két görbéhez tartozó hőmérsékletátlagokat (TLEV, TFU). Legyen a két görbe egyesítése az y görbe. A program kiírja az y_1 , az y_2 , valamint az y görbe és a mérési adatok abszolútértékbeni eltérésének

átlagát az „ABSEL”-ben, valamint az „absoss”-ban. Magasabb fokú közelítéseknél az eltérések átlaga általában csökken. Példánkban $N = 87$ mérési adatpárra támaszkodik a regresszió, de jóval kevesebb adat is elég lehet. Megjegyezzük, hogy másfajta méréseknél is alkalmazható a program kevés változtatással.

2.3 Kétdimenziós polinomiális regresszió

Gyakran előfordul, hogy nemcsak egyenes szakasz, hanem síkmetszet meghatározott (x_i, y_i) pontjaiban ismertek egy $f(x_i, y_i)$ függvény (pl. hőmérséklet) értékei (Z_i) és a függvény bármely más pontbeli közelítő értékét, illetve adott függvény értékek helyeit (például az izotermákat) is ismerni kívánjuk. Ehhez az előzőkhez hasonlóan a legkisebb négyzetek módszerét alkalmazhatjuk, ezúttal két dimenzióban.

$$(1) T(x, y; a_0, a_1, a_2, b_1, b_2, c, d, e) = \\ = a_0 + a_1x + b_1y + cxy + a_2x^2 + b_2y^2 + dx^2y + exy^2$$

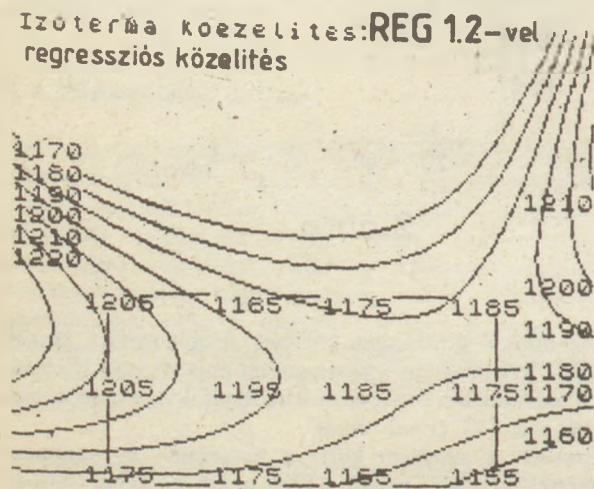
alakban keressük a regressziós felületet úgy, hogy

$$F(a_0, a_1, a_2, b_1, b_2, c, d, e) = \\ = \sum_{i=1}^N (Z_i - T(x_i, y_i, a_0, a_1, a_2, b_1, b_2, c, d, e))^2 \text{ minimális legyen.}$$

A kérdéses folyamatból vagy a mérési adatokból tudnunk kell persze, hogy az adott tartományon lehet-e ilyen alakban közelíteni felületet. Előfordulhat, hogy az eredeti területet több olyan kisebb résztartományra kell osztani, amelyeken külön-külön már lehet a fenti alakban közelíteni.

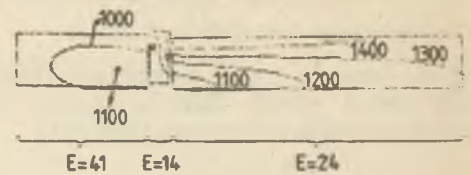
Az általunk fejlesztett REG 1.2 jelű programban feltesszük, hogy egy téglalap alakú tartomány rácspontjaiban adottak a függvényértékek.

A program kirajzolja a szükséges izotermákat és kiírja a hozzájuk tartozó hőmérséklet értékeket. A REG 2 jelű program hasonló a REG 1.2-höz, de más az adatbevitel és adott résztéglalapon rajzolja ki az azonos értékeket felvevő függvényeket.



3. ábra

REG2-vel regressziós közelítés 3 részletben



4. ábra

A megfelelő résztéglalapokat egymás mellé illesztve az ugyanazon értékű görbék ha nem is mindig pontosan, de jó közelítéssel egymás mellé illeszthetők. (4. ábra)

A REG 22 jelű program a REG1.2 továbbfejlesztett változata. Az előbbi lehetővé teszi, hogy egy T téglalapon tetszőlegesen elhelyezkedő (nem csak téglalaprácsban levő) (x_i, y_i) koordináta-rendszerbeli pontokban mért adatokat (t_i) közelítsünk (1) alakú polinommal. Ezen kívül T bármely résztéglalapján megtehetjük ezt a közelítést. Ez akkor szükséges, ha a teljes téglalapon nem lehet (1) alakban kielégítően becsülni (például egynél több maximum- vagy minimumhely van az $f(x, y)$ felületen). Függetlenül, illetve vízszintesen legalább 3—3, azaz összesen minimum $3 \cdot 3 = 9$ pontbeli adat szükséges az (1) alakú közelítéshez.

A következőkben olyan illesztéseket alkalmazunk, amelyekben a regresszió nem szerepel.

2.4 Interpolációs közelítés

A következőkben N téglalpra osztjuk fel az eredeti tartományt, és (2) $T_i(x, y) = a_i + b_ix + c_iy + d_ixy$ ($i = 1, \dots, N$) alakban közelítünk a résztéglalapokon.

N db 4-ismeretlenes (a_i, b_i, c_i, d_i) lineáris egyenletrendszert oldunk meg, tudva, hogy

$$T_i(x_{1i}, y_{1i}) = T_{1i};$$

$$T_i(x_{2i}, y_{2i}) = T_{2i};$$

$$T_i(x_{3i}, y_{3i}) = T_{3i};$$

$$T_i(x_{4i}, y_{4i}) = T_{4i};$$

ahol

$$(x_{ji}, y_{ji}) \quad (j = 1, \dots, 4)$$

a résztéglalap 4 csúcának koordinátái. Ha egy résztéglalapon áthalad egy izotermá az kirajzolja program. Ha egy differenciálegyenletrendszer megoldását akarjuk kirajzoltatni, akkor az eredeti (kétdimenziós) tartományt olyan kis résztéglalapokra osztjuk fel, amelyeken a (2) alakú közelítés már elég jónak bizonyul. Könnyen belátható, hogy az egymás melletti megfelelő résztéglalapokon levő azonos értékű görbék pontosan illeszkednek egymáshoz.

Az előző fajta közelítést az INP1 program végzi. Megtehetjük, hogy a téglalaprak csak egy résztéglalapján rajzoltatjuk ki a görbéket.

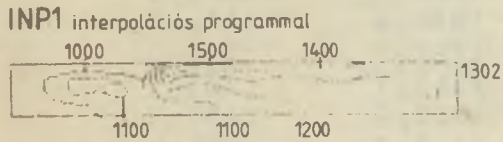
2.5 Illesztés egyenes szakaszokkal

A következő EGY1 nevű program csak egyenes szakaszok segítségével rajzolja ki az azonos értékeket felvevő görbéket. Az INP1-hez hasonlóan most is résztéglalapokon (H · K méretűek) történik a rajzolás. Ha az ABCD téglalap A, ill. B

regressziós közelítés REG2-vel (egy részben) $E=77$



5. ábra



6. ábra

csúcspontban T_1 , ill. T_2 értékeket vesz fel a kérdéses függvény, és egy T_1 és T_2 közötti T érték kirajzolásáról van szó, akkor a két ponton átmenő egyenes egyenletét alkalmazva

$$y - y_1 = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} (x - x_1),$$

ahol

$$\begin{aligned} \text{pl. } y_2 &= T_2, \quad x_2 = (L + 1) \cdot H \\ y_1 &= T, \quad x_1 = L \cdot H \quad \text{és } y = T \\ L &= 1, 2, \dots \end{aligned}$$

Így meghatározzuk az AB szakaszon levő kérdéses pont hiányzó (x) koordinátáját.

Hasonló a helyzet a BC szakasszal, ha $T_2 \leq T \leq T_3$. A program az így meghatározott két pontot köti össze egyenessel. Ha a téglalap még egy vagy két oldalára fennáll, hogy T a két megfelelő csúcsponti érték között van, akkor az összes (max. 4) így kapott pontot összeköti a program. Általában persze két pontot köt össze. Amennyiben három, vagy hat szakasz keletkezik néhány téglalapon egy-kettő helyett, az nem okoz különösebb zavart, és utólag kisebb javítás is végrehajtható.

Az EGY1 program használata hasonló az INP1-hez.

3. A programok alkalmazása és eredményei

Az egydimenziós regressziós analízis alkalmazási lehetőségét optikai pirométeres mérések értékelésén mutatjuk be, amelyet a 2.2 pontban részleteztük. A vonatkozó eredmények az 1.-2. ábrán láthatók ugyanazon adatok esetén.

A fizikai modellezéssel kapcsolatos hőmérsékleteloszlási számítás — többek között — a REG1.2 jelű program segítségével végezhetjük el.

Ez a program alkalmas viszonylag kevés számú mérési adat megbízható feldolgozására. Esetünkben feeder-csatorna keresztmetszetének izotermáit határoztuk meg 12 rácspontban mért hőmérsékletérték alapján (3. ábra)

A matematikai modellezéssel nyerhető nagyszámú adat feldolgozásának szemléltetésére a REG2, az INP1 és az EGY1 programok alkalmazását mutatjuk be. Az 1. és 2.

táblázatban megadott hőmérséklet és áramfüggvény adatokból az azonos értéket felvevő görbéket rajzoltatjuk ki. (4., 5., 6., 7., 8. ábra)

A mért értékek és a közelítő függvény (polinom) megfelelő helyeken vett eltéréseinek átlagát jelöljük E -vel. Ha a REG2 programot a teljes mezőre alkalmazzuk, akkor az 5. ábrát kapjuk, $E = 77$ átlageltéréssel, míg külön-külön három részteglalpra alkalmazva a 4. ábrát, $E = 41, 14, 24$ eltérésekkel. Az utóbbi esetben kisebbek az eltérések, és a fizikai modell eredményeit is jobban tükrözi az ábra, így ez utóbbi eredmény elfogadható. Egyébként az eredeti adatokból, a hőmérséklet függvény maximum- és minimumhelyeiből, az ugráshelyekből látható, hogy milyen módon osszuk fel az eredeti tartományt úgy, hogy az egyes részterületeken az (1) alakú közelítés elég kis eltérést és így alkalmas módszert adjon.

Az INP1 4 pontos interpolációs közelítést alkalmazva a 6. ábrát kapjuk, az EGY1 programmal pedig a 7. ábrát. A matematikai modell áramfüggvény értékeire (2. táblázat) alkalmazva az EGY1 programot, nyerjük a 8. ábrát.

Ha az eredmények hibája elég kicsi és eléggé sűrűen megadhatók, akkor az INP1 vagy EGY1 programok használata előnyös. Ha már eleve nagy az eredményekben levő hiba (h) és a REG2-vel kapott eltérés is kb. h nagyságú, illetve viszonylag kevés adat van, akkor a REG2 lehet a jobb módszer.

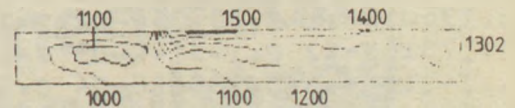
Ez utóbbi az eredeti hibákat gyakran „kiegyenlítő”. A fizikai jelenségtől is függhet, hogy milyen tartományon milyen alakban közelítjük a függvényt.

4. Összefoglalás

Tanulmányunkban görbe illesztési módszereket ismertettünk, amelyekre programokat készítettünk BASIC nyelven, ZX Spectrum számítógépre. Az eddigi — kézzel történő — adatkértékelések, görberajzolások számítógéppel lényegesen gyorsabban, pontosabban végezhetők.

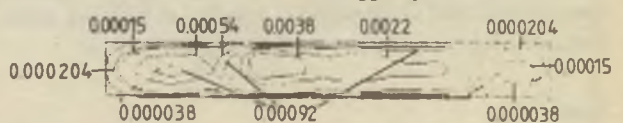
Programok készültek egydimenziós regressziós közelítésre (optikai pirométeres mérések feldolgozására), kétdimenziós polinomiális regresszióra, valamint interpolációs és egyenesekkel való közelítésre (feederfejnél izotermák kirajzolása, matematikai modell megoldásaként kapott adatok kiérté-

EGY1 program: csak egyenesszakaszokkal közelít



7. ábra

EGY1 programmal: áramfüggvény



8. ábra

I
v x → Y

1. táblázat

HOMERSEKLETI MEZO
(CELSIUS FOK)

840.28	850.92	826.06	824.10	808.67
906.82	918.38	941.29	935.27	854.47
951.75	963.93	1032.3	1042.7	862.83
975.54	988.06	1123.3	1121.1	868.20
997.52	1010.3	1093.4	1117.3	866.99
1019.6	1032.7	1147.4	1077.3	862.05
1019.1	1032.2	1013.2	990.86	852.71
1056.7	1070.3	1130.4	1366.1	1546.8
1065.9	1079.6	1154.1	1222.2	1510.7
1079.8	1093.7	1142.1	1249.7	1503.1
1107.2	1120.6	1207.5	1312.9	1499.9
1137.3	1149.1	1264.7	1318.4	1485.0
1157.6	1168.5	1240.2	1284.6	1462.6
1190.9	1200.6	1258.7	1295.4	1447.0
1231.5	1240.3	1291.8	1305.5	1431.3
1262.7	1270.9	1296.4	1303.7	1414.3
1280.9	1288.8	1297.0	1301.1	1398.3
1289.2	1296.0	1298.9	1301.1	1386.1
1291.8	1299.6	1300.1	1304.2	1377.3
1292.3	1300.1	1303.5	1317.3	1374.5
1261.0	1300.1	1272.3	1290.7	1340.2

→ Y

2. táblázat

ARANFUGGVENY MEZO
(12/5-BAK)

0.167350-16-0	0.247260-15	0.310790-13	0.523010-14	0.874190-14
0.101060-12	0.161730-03	0.327450-03	0.205330-03	0.330000-04
0.416370-12	0.417130-03	0.844210-03	0.578290-03	0.660000-04
0.515530-12	0.523430-03	0.108910-02	0.896540-03	0.990000-04
0.390840-12	0.396780-03	0.040150-03	0.633460-03	0.132000-03
0.244810-12	0.275020-03	0.565100-03	0.382650-03	0.165000-03
0.566150-12	0.726460-03	0.161210-02	0.115320-02	0.193000-03
0.163430-11	0.208860-02	0.534430-02	0.568620-02	0.219990-03
0.167040-11	0.208350-02	0.502320-02	0.472450-02	0.219990-03
0.131330-11	0.159550-02	0.379380-02	0.357060-02	0.219990-03
0.124110-11	0.135930-02	0.297270-02	0.244160-02	0.219990-03
0.172340-11	0.176260-02	0.384930-02	0.324830-02	0.219990-03
0.174820-11	0.164820-02	0.341780-02	0.275440-02	0.219990-03
0.164580-11	0.138160-02	0.265380-02	0.201960-02	0.219990-03
0.180410-11	0.140180-02	0.256420-02	0.193450-02	0.219990-03
0.189580-11	0.144880-02	0.264160-02	0.201870-02	0.219990-03
0.136010-11	0.103350-02	0.184220-02	0.144260-02	0.219990-03
0.173160-12	0.193140-03	0.506700-03	0.512400-03	0.219990-03
0.240100-13	0.180680-04	0.883120-04	0.167720-03	0.219990-03
0.878740-14	0.404300-04	0.103720-03	0.169880-03	0.219990-03
0.913900-13	0.550000-04	0.219990-03	0.219990-03	0.219990-03

kelése). A regressziós programok akkor ajánlhatók, ha viszonylag kevés adat van, illetve azoknak nagy a hibájuk. Az interpolációs és az egyenesekkel közelítő programok akkor javasolhatók, ha elég sok adat van elég kis hibával.

Irodalom

Vincze István: Matematikai statisztika (Tankönyvkiadó 1964)

И. Падар—И. Сепешвари: Построение кривых и поверхностей с целью обработки данных измерений.

Pádár, József—Szepesvári, István: Krumme- bzw. Oberflächepassungen zwecks Messdatenverarbeitung.

Pádár, József—Szepesvári, István: Curve and Surface Fitting for Data Processing

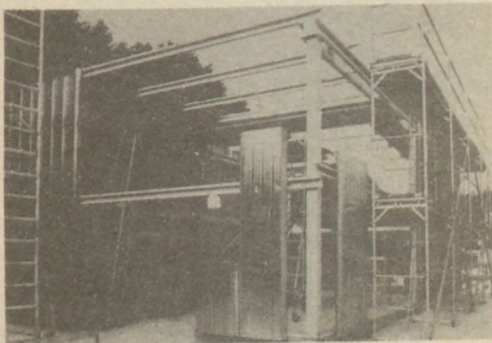
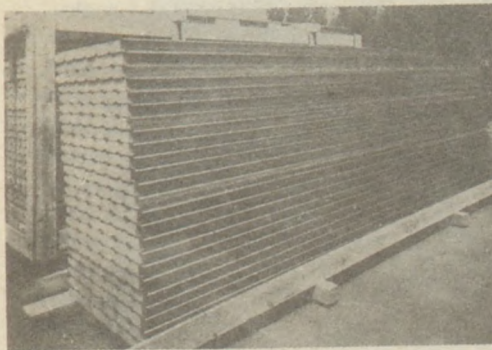
SZENDVICS- PANELEK

A poliuretánhabos szendvicspanelek a rövid idő alatt felépíthető könnyűszerkezetes épületek hosszú élettartamú, karbantartást nem igénylő burkolóelemei. Egyesítik a térelhatárolás, hőszigetelés és vízszigetelés funkcióját. A szerkezet hőszigetelését az alumínium fegyverzetlemezek közé folyékonyan habosított állapotban bevitt poliuretánhab képezi.

Az ALUPAN-HF típusú panelek kapcsolati rendszere rejtett, gyors és egyszerű szerelést tesz lehetővé, ugyanakkor biztosítja a tökéletes tömítést is. Beépítési szélességük 900 mm. A 12 mm-es maximális gyártási hossz a tervezés és a beépítés során nagy szabadságfokot biztosít.

Az Alumíniumszerkezetek Gyára nem csupán a panelek szállítását vállalja, hanem az épület teljes burkolásához szükséges valamennyi takaró-, sarokelemet, továbbá elzáró, tömítő és kiegészítő anyagokat is. A szendvicspanelburkolatok az alumíniumlemezek kiváló korrózióálló tulajdonságai miatt felületvédelem nélkül is beépíthetők, de magasabb esztétikai igények kielégítésére lakkozott kivitelben is szállítunk.

**Korszerű
alumíniumfegyverzetű
térelhatárolók**



Az ALUPAN-HF panelrendszer 40, 60, 80, 100 mm vastagságban ipari, mezőgazdasági, termelési, sport funkciójú épületek, hagyományos 13/63-as és 10/150-es panelrendszerünk, 100–200 mm között hűtőházak, mélyhűtött raktárak létesítéséhez alkalmazható oldal- ill. álmennyezeti burkolatként.

Az ismertetett panelrendszerek a hagyományos szerkezetű régi építésű objektumok utólagos hőszigetelésére is gazdaságos lehetőséget nyújtanak.

Vállalkozunk a tervezési munkára, burkolati anyagok legyártására, és az épületek kulcsra-kész átadására.

**Gyors megvalósítás,
hamarabb
megtérülő
beruházás**

AB

**HUNGALU
ASZGY**

Alumíniumszerkezetek Gyára

Hódmezővásárhely, Pf.: 37.

6801

Tel.: 62/44-622 Tx.: 84-219

42-509

Dunavölgyi kavicsok Los Angeles-i szilárdsága

TÖRÖK ENDRE

Budapesti Műszaki Egyetem, Ásvány- és Földtani Tanszék

A kutatás célja: a körvonalazott földtani környezetben települő ásványi nyersanyag halmazszilárdságának értékelése, továbbá általánosítható következtetés levonása a Los Angeles-féle forgódobos eljárással meghatározott dinamikus igénybevétel hatására létrejött aprózódásra, a halmazt alkotó kőzetösszetevőinek ismeretében.

1. Kavicsos összelek felszinközeli elhelyezkedése

A tanulmány a pilismaróti-öblözet-, Budapest-térségének-, valamint a folyó nagyalföldi-szakasza hordalékának és üledékének kőzetanyagából származó minták elemzését foglalja össze. Vizsgálataink és kutatásaink elsősorban azon területek ásványi nyersanyag mezőire terjedtek ki, amelyek az építő(anyag)-ipar igényei vonatkozásában (meglevő bányák rekonstrukciós jellegű kutatásaihoz, a földtakarékos kavicsbányászathoz kapcsolódóan) Budapest vonzáskörzetében (az adalékanyag szükséglet kielégítése következtében) mind jobban előtérbe kerülnek. Vizsgáltuk és értékeltük a *Duna 1709 fkm* szelvényéből (az Ipoly torkolatától folyásirányban 2 km-re) vett, a 3. sz. Házgyár termékeihez felhasznált adalékanyagot, meder-kőzetanyagot, továbbá *Pilismarót* térségében Basaharc—Dömös között felhalmozott holocén-pleisztocén anyagot. Halmazszilárdsági vizsgálatnak vetettük alá *Pócsmegyer* felső-pleisztocén dunai üledéket, amelyet kavicsbánya tár fel Szigetmonostor irányában a főközlekedési út mellett, valamint *Budakalász*, az Óbuda TSz kezelésében üzemelő, a 11-es főközlekedési út melletti bánya anyagát, továbbá *Káposztásmegyer* térségében települő dunai, ugyancsak felső-pleisztocén durva törmelékes ásványi nyersanyagot. Utóbbi felszinközelen nagy területen települ az Óceán-árok keleti területéről Újpest irányában.

A Főváros közigazgatási határán belül mederanyag clemzésre az *Árpád-híd*-, ill. *Cepel* kavicsbánya felső-pleisztocén anyagát jelöltük ki.

Budapest déli határánál a pleisztocén üledékek vastagsága 10—20 m, Ócsánál 20—50 m. A süllyedő Alföld peremén idősebb kavicsmezőkre fiatalabbak települnek, néhol egy-egy idősebb dunai üledékterület érintetlenül hagyva. A Visegrádi-sziklás és a „Pesti-kapu” közötti területről a pleisztocén dunai kavics áthalmozása kapcsán idősebb törmelékek is áttelepültek. A Duna ártere környezetében *Dunaharaszti* és *Dunavarsány* vonalától Bajáig, közel 200 km hosszúságban 10—20 m szélességben, helyenként tetemes vastagságú kavicsmező halmozódott fel. *Dunaharaszti*—*Tass*—*Solt* között a folyami üledék feksze (a pannóniai képződmények) felszín alatt 10—20 m-re helyezkednek el. *Dunavarsány*, *Délegyháza*, *Bugyi*, *Felsőpeszér* környékén a kavics nagy területen a felszínen, ill. felszinközelen települ. *Alsónémedi* északi szélén a jelzett üledék bányákban tanulmányozható. A község közepe és déli végén már 20—40 m mélységben helyezkedik el. A magasabb szintje apró- és közepes szem nagyságú, a település alja durvább. Anyagában gránit, különböző mészkövek, andezit változatok fordulnak elő. A települést *Pécsi M.* a IV. sz. dunai terasz kőzetanyagához kapcsolja. A felső szint krioturbált, újpleisztocén anyag.

1. táblázat
Dunai származású negyedidőszaki üledékek és hordalék
(Los Angeles-i) halmazszilárdsága.

Mintavétel helye, természetes és mesterséges feltárások	4—8 mm	8—20 mm
	a _{LA} m%	a _{LA} m% vesztesség
1 1709 fkm, m	29,4	33,0
2 Pilismarót, Qh, Qp	27,0	35,1
3 Pócsmegyer, Qp ₄	29,2	34,4
4 Budakalász, Qp ₄	30,2	37,2
5 Káposztásmegyer, Qp ₄	29,9	36,6
6 Bp. Árpád-híd, m	28,5	32,9
7 Csepel, Qp ₄	26,1	32,4
8 Dunaharaszti, Qp ₄	29,4	35,6
9 Alsónémedi, Qp-f	28,6	35,8
10 Ócsa 1., Qp-f	30,2	35,8
11 Ócsa 2., Qp-f	30,5	36,3
12 Dunavarsány, Qp-f	30,4	36,5
13 Délegyháza 1., Qp-f	28,5	31,6
14 Délegyháza 2., Qp-f	28,1	34,3
15 Bugyi, Qp-f	32,4	37,0
16 Kiskunlacháza, Qp-f	33,2	41,0
17 Adony, m	27,7	35,9

Jelmagyarázat:

a_{LA} = Los Angeles vizsgálatok aprózódási vesztesége, m = mederanyag, Qh, Qp = holocén, pleisztocén, Qp₄ = felső pleisztocén, Qp-f = idősebb pleisztocén üledékek.

2. Halmaz aprózódásának vizsgálata (Los Angeles-féle forgódobos eljárással értékelt) dinamikus (koptató, ütő) igénybevétel hatására

Adott halmaznak főleg ütő hatással, kisebb mértékben surlódással szemben való ellenállóképességét határoztuk meg, az (MSz 18 287/1-78) előírás figyelembevételével. A dinamikus hatások következtében beálló változást, az aprózódást, adott (1,6 mm) rostán átesett tömegvesztéssel fejeztük ki. A közhalmaz 4—8, 8—20 mm szemcse nagyságú. Az acélgolyók száma a d mm sorrendjében 7, ill. 11 darab volt. A vizsgálati halmaz tömege mindkét esetben 5000 g, a dobfordulat 500. A vizsgálati eredményeket az 1. táblázatban foglaljuk össze.

A halmazok uralkodó kőzete a kvarc és a különböző keletkezésű kvarcit. Együttes mennyiségük mintegy 75 tömegszázalék. Teljesen tömött, egynemű, likacsos-üreges, változó szemcseméretű, továbbá rétegzett módosulatok ismerhetők fel. Figyelemre méltó mennyiségben tartalmaznak mállott, gyenge megtartású kőzeteket. Mindenekelőtt gránit, kvarcporfir, dácit, andezit és tufákat, stb. Magasabb az aprózódás ha az átalakult kőzetek csoportjába tartozó kloritpala, fillit, csillámpala, stb. összetevőjük a halmaz. Az üledékes kőzeteket (részesedésük mintegy 5—6 tömegszázalék) nagyrészt változó méretű kőzetrepedés tagolja. A repedések mentén mállott kőzetzóna figyelhető meg (pl. a karbonátos üledékes kőzetek, az arkóza, stb. esetében).



1. ábra Gránit vékonycsiszolati képe. Keresztezett nikolok, nagyítás mértéke 25x.



2. ábra Gneisz vékonycsiszolati képe. Keresztezett nikolok, nagyítás mértéke 25x.

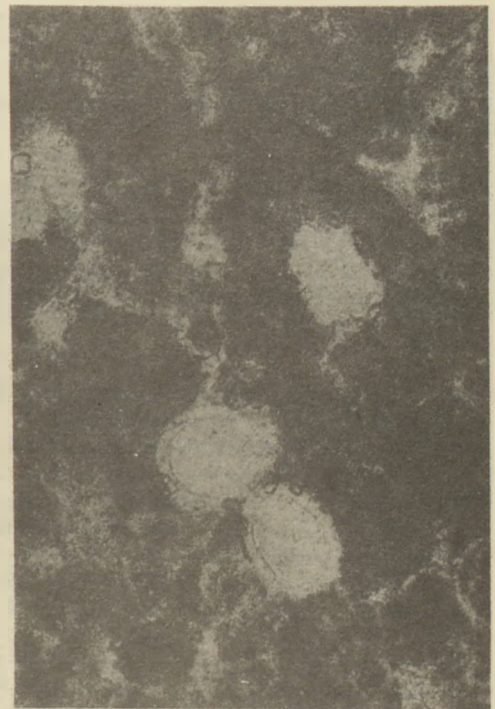
Említett jellemzőkről a vékonycsiszolat felvételek és kiértékelések nyújtanak információt.

Általában jelentős mennyiségű a kvarc ásványtartalom a gránit kőzetekben, amelyek nagysága 300–1500 μm . Mállottak a csillám ásványai. Káliföldpát ásványok szericitesedtek, korrodált szegélyűek. Nagyságuk 600–2500 μm , 1. ábra.

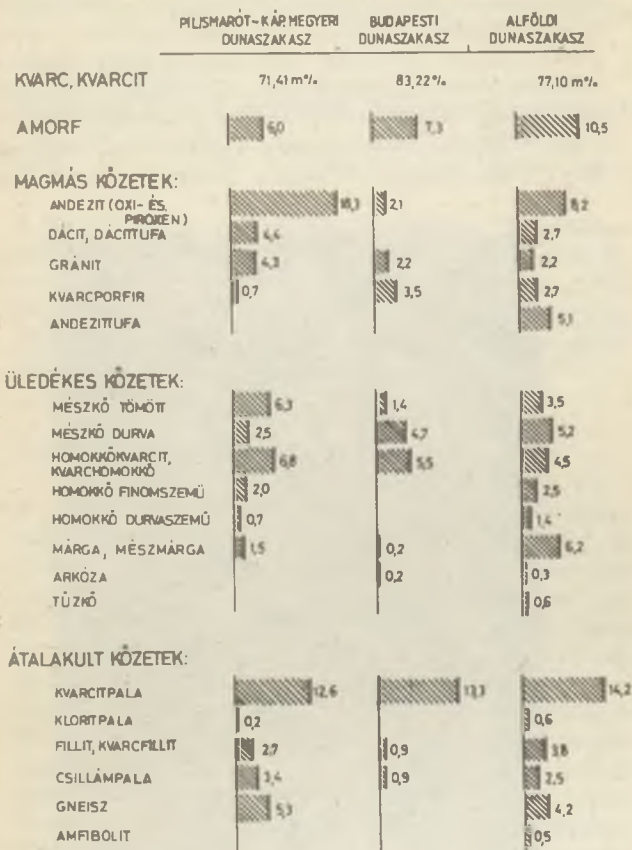
Palás, finomszemcsés a *genisz* kőzet, 2. ábra. Nagy mennyiségű földpátot tartalmaz. Káliföldpát ásványok mérete 1000–2500 μm . Korrodált szegélyűek. A kőzet klorit és limonit tartalmú, ill. elszineződésű. Iránytalan szövetű, kalcit, agyagásvány, limonit ásvány tartalmú a bemutatott *mészke*, 3. ábra. Hajszáltrepedések tagolják. Kalcit ásványok nagysága 40–150 μm . Biogén törmelék. Elmosódó rétegződésű.



3. ábra Biogén mészkő vékonycsiszolati képe. Párhuzamos nikolok, nagyítás mértéke 100x.



4. ábra Kovás márga vékonycsiszolati képe. Párhuzamos nikolok, nagyítás mértéke 100x.



3. táblázat
8–20 mm szemmagyságú kőzetanyag aprózódási vesztesége a kvarc – kvarcit tartalom függvényében.
A Duna recens hordaléka az 1734 fkm szelvényből.

Kvarc – kvarcit mennyiség, m%	Aprózódási veszteség, a _{LA} tömeg % (< 2φ mm)		
65	36	34	36
80	34	32	30
100	32	28	30

Regressziós egyenes egyenlete: $a_{LA} = 33,57 - 0,151(x - 75,0)$

Acélgolyók száma: 11
Dobfordulat: 500
Kőzetanyag: 5.000 g

4. táblázat
Los Angeles-i halmazszilárdság meghatározása modell vizsgálatokkal

Mintavétel helye, természetes és mesterséges feltárások	4–8 mm		8–20 mm	
	a _{LA} '	Δa _{LA}	a _{LA} '	Δa _{LA}
1 1709 fkm, m	27,6	1,8	33,2	0,2
2 Pilismarót, Qh, Qp	26,1	0,9	34,2	0,9
3 Pócsmegyer, Qp ₄	28,6	0,6	34,3	0,1
4 Budakalász, Qp ₄	29,4	0,8	35,1	2,1
5 Káposztásmegyer, Qp ₄	28,0	1,9	33,6	3,0
6 Bp. Árpád-híd, m	27,3	1,2	33,0	0,1
7 Csepel, Qp ₄	27,5	1,4	33,3	0,9
8 Dunaharaszti, Qp ₄	27,6	1,8	33,7	1,9
9 Alsónémedi, Qp-f	27,5	1,1	33,0	2,8
10 Ócsa 1., Qp-f	27,0	3,2	33,0	2,8
11 Ócsa 2., Qp-f	26,6	3,9	32,5	3,8
12 Dunavarsány, Qp-f	26,8	3,6	32,3	4,2
13 Délegyháza 1., Qp-f	27,2	1,3	32,6	1,0
14 Délegyháza 2., Qp-f	27,3	0,8	33,3	1,0
15 Bugyi, Qp-f	27,1	5,3	32,5	4,5
16 Kiskunlacháza, Qp-f	29,5	3,7	35,3	5,7
17 Adony, m	27,1	0,6	33,1	2,8

Jelmagyarázat:

a_{LA}' = regresszió vizsgálatok segítségével meghatározott értékek, aprózódási veszteségek,

Δa_{LA} = Los Angeles- és regressziós vizsgálati eredmények különbsége.

m = mederanyag, Qh, Qp = holocén, pleisztocén, Qp₄ = felső-pleisztocén, Qp-f = idősebb pleisztocén üledékek.

5. ábra Kőzetösszetevők mennyiségi részesedése.

kalcit, kalcedon, agyagásvány, limonit tartalmú kovás marga kőzet, 4. ábra. Szerves maradvány tartalmú.

Az említett és részletezett tulajdonságú halmazok anyagi összetevőit az 5. ábra tünteti fel.

3. Az üledékek fő kőzetösszetevőinek (kvarc, kvarcit kőzeteknek) mennyisége és a meghatározott aprózódási veszteségük közötti kapcsolat keresése

Kutatást végeztünk arra vonatkozóan, hogy a halmazt alkotó kőzetösszetevők közül a kvarc, kvarcit mennyiségét rögzített értéken tartva figyelemmel kövessük az aprózódást. A kőzetek mennyisége 65-, 80-, 100 tömegszázalék volt. A különböző genetikájú kvarcitváltozatok (az egynemű, tömött

2. táblázat

4–8 mm szemmagyságú kőzetanyag aprózódási vesztesége a Kvarc – kvarcit tartalom függvényében.

A Duna recens hordaléka az 1734 fkm szelvényből.

Kvarc – kvarcit mennyiség, m%	Aprózódási veszteség, a _{LA} tömeg % (< 2φ mm)		
65	29	30	29
80	27	27	28
100	25	25	25

Regressziós egyenes egyenlete: $a_{LA} = 28,3 - 0,133(x - 72,5)$

Acélgolyók száma: 7
Dobfordulat: 500
Kőzetanyag: 5.000 g

szerkezetű, az üreges, a likacsos, a rétegzett stb.) tömegarányát az eredeti település anyagáival megegyezően állítottuk össze. A hiányzó többi anyagot (magszemes, üledékes, átalakult kőzeteket) pótoltuk. A halmazok mennyisége, szemmagysága, az acélgolyók száma, a dobfordulat egyezik a korábban leírtakkal.

Említett kapcsolatot regressziós eljárással meghatározott statisztikai függvény egyenleteivel fejeztük ki, 2. 3. táblázat.

Végezetül közel hasonló keletkezési körülmények mellett kialakult folyóvízi durva üledékek anyagi összetevőinek ismeretében (pilismaróti-öblözet-, Budapest-térsége-, a Duna nagyalföldi-szakasza vázolt területén), az előző táblázatokban bemutatott összefüggések alkalmazásával meghatároz-

tuk azok aprózódását, 4. táblázat. A Los Angeles-i laboratóriumi vizsgálatokkal és a regressziós számítással megadott értékek akkor fejeznek ki használható tendenciát, ha a kísérletekhez alkalmazott üledékanyag keletkezéskörülményei azonosnak tekinthetők, a halmazt alkotó összetevők mennyiségi és minőségi mutatói közel egyezők.

Irodalom

- [1] Kavicsgenetika. A dunai hordalék és üledék (ásványi nyersanyag) megítélése főbb fizikai jellemzők alapján. BME. ÁFT. Kutatási jelentés. Budapest 1981.
- [2] Nagyüzemi kavicsbányák (jelenlegi és tervezett) anyagának műszaki-közzetani értékelése. BME. ÁFT. Kutatási jelentés. Budapest 1974.
- [3] Török E., (1977): Kavics ásványi- (építő-) anyag megítélése szilárdsági jellemzők alapján. XII. Szilikátipari és Szilikáttudományi Konferencia. II. köt. p. 921—933.
- [4] Török E., (1978): Evaluation of river sediment mulling by Hummel procedure with respect of grain shape. Rilem. p. 389—400.
- [5] Török E.—Zsigovics I., (1981): A betonok mechanikai jellemzőinek változása három különböző kőzetösszetételű — dunai eredetű — kavics adalékanyag esetében. XIII. Szilikátipari és Szilikáttudományi Konferencia. II. köt. p. 190—195.

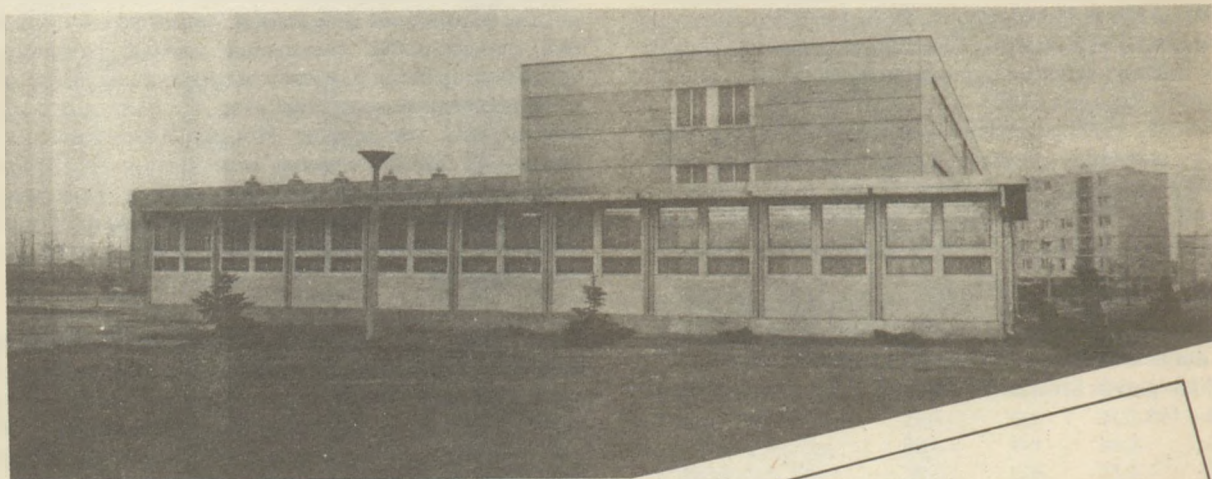
Török Endre: Dunavölgyi kavicsok Los Angeles-i szilárdsága. A kutatás célja volt a körvonalazott földtani környezetben települő ásványi nyersanyag halmazszilárdságának megismerése. Adott halmaznak főleg ütéssel, kisebb mértékben surlódással szemben való ellenállóképességét határoztuk meg. A halmazok uralkodó kőzete a kvarc és a különböző keletkezésű kvarcit. Együttes mennyiségük mintegy 75 tömegszázalék. Figyelemre méltó mennyiségben tartalmaznak mállott, gyenge megtartású kőzeteket. Mindezek előtt gránit, kvarcporfir, dácit, andezit és tufáikat, stb. Magasabb az aprózódás ha az átalakult kőzetek csoportjába tartozó kloritpala, fillit, csillámpala, stb. összetevőjük a halmaz. Az üledékes kőzeteket nagyrészt változó méretű kőzetrepedés tagolja. A repedések mentén mállott kőzetzóna figyelhető meg (pl. karbonátos üledékes kőzetek, arkóza, stb.). Kutatást végeztünk arra vonatkozóan, hogy a halmazt alkotó kőzetösszetevők közül a kvarc-kvarcit mennyiségét rögzített értéken tartva figyelemmel kövessük az aprózódást. Az említett kapcsolatot regressziós eljárással meghatározott statisztikai függvény egyenleteivel fejeztük ki.

Э. Тэрэж: Прочность гравия из долины Дуная, определяемая по методу Лос Анджелес. Целью исследований являлось изучение прочности совокупности минерального сырья в определенном геологическом окружении. Определялась прочность совокупности на удар и на истирание. Преобладающим минералом в исследуемой породе является кварц и кварциты различного происхождения, вместе составляющих около 75% массы. В породе в заметном количестве присутствуют слабые, выветрившиеся минералы, в т.ч. гранит, кваршевый порфир, дацит, андезит и их туфы. Измельчаемость выше, если в совокупности находятся метаморфизированные породы, как хлоритовый сланец, филлит, слюдистый сланец и т.п. Осадочные породы разделяются трещинами разных размеров, в зоне трещин наблюдается выветривание прослойки/напр. карбонатные осадочные породы, аркоза и др. Исследовалось измельчение породы, когда соотношение минералов кварц: кварцит поддерживалось на постоянном уровне. Зависимость измельчаемости от этого соотношения выражается уравнениями статистической функции, определенной методом регрессии.

Török, Endre: Los Angeles — Festigkeit von Donautalschottern. Das Ziel der Forschung war die Haufendichte der mineralischen Rohstoffe in gegebener geologischer Umgebung zu erkennen. Es wurde die Widerstandsfähigkeit gegebenes Haufens gegen Schlagwirkung und in kleinerem Mass gegen Reibung bestimmt. Das herrschende Mineral der Haufen bilden der Quarz und der Quarzit von verschiedenem Herstamm. Ihre gesammte Menge beträgt 75 Mass. %. Die Haufen enthalten zerfallene Gesteine in bemerkenswerter Menge, vor allem Granit, Quarzporfir, Dazit, Andesit und Tuff. Die Zerkleinerung ist höher, wenn der Haufen enthält die zu den umwandelten Gesteine gehörenden Kloritschiefer, Phillit, Glimmerschiefer. Die Sedimentationsgesteine werden im allgemeinen durch Gesteinrissen gegliedert.

Török, Endre: Los Angeles Strength of Danube Gravel. The impact, and—to a lesser extent—wear resistance of Danube gravel collection were investigated. The main mineral is quartz or quartzite of different origin, making up to three quarters of the gravel. The remainder is more or less aged granite, quartz porphyry, dacite, andesite, and their tuffs. Gravels containing chlorite- or mica-slate or phyllite are more comminuted. Sedimentary rocks are often interwoven with cracks; along them aged zines can be seen (e.g. carbonate rocks, arkose, etc.). Attempts were made to study the degree of comminution by maintaining a constant level of quartz and quartzite. Results are expressed in form of statistical functions.

ALUTÉR alumíniumvázás lakótérelrendszer



Könnyűszerkezetes, modulelvű építési mód esztétikus, minimális karbantartást igénylő korrózióálló alumíniumvázás térelemekből, melyek szükség esetén károsodás nélkül áttelepíthetők.

A száraz és vizes egységek változatos kombinációval egy és többterű, max. kétszintes objektumok alakíthatók ki rendkívül széles felhasználási területen.

Referenciáinkban szerepelnek irodák, műhelyek, raktárak, kiszolgáló objektumok, munkásszállók, öltöző-mosdók, valamint különféle speciális technológiákat hordozó térelemek.

A térelrendszer komfortfokozata, esztétikus megjelenése lehetővé teszi vendéglátóipari és idegenforgalmi, kiállítási épületek, üdülők gyors és korszerű kialakítását.

Különleges klimatikai körülmények közé telepíthető változata is létezik, melyre jó példa a Szovjetunióban – Tengizben – a közelmúltban létesített 4 000 fős lakótábor.

Rövid átfutási idővel (2–4 hónap) vállaljuk az ALUTÉR térelem objektumok tervezését, gyártását, telepítését, illetve igény esetén kulcsra-kész átadását is.

Az igényekhez alkalmazkodva megteremtjük a konténerépületek lízingelési lehetőségét.

További információkkal, ill. alkalmazástechnikai szaktanácsadással kereskedelmi osztályunk vállalkozási csoportja szolgál.

Vegye igénybe szolgáltatásainkat, költséget, időt, energiát takaríthat meg.



Gyártja és forgalmazza:

Alumíniumszerkezetek Gyára



Hódmezővásárhely,

Pf.: 37. 6800

Tel.: 62/44-622

42-509

Tx.: 84-219

Kerámiaipari szakmérnökképzés

Az Építési és Városfejlesztési Minisztérium kezdeményezésére és támogatásával a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem Gépészmérnöki Kara Kerámiaipari Szakmérnöki Szakot indít be 1987. szeptember 1-el.

A Szakmérnöki Szak képzési célja olyan korszerű ismeretek nyújtása, amely alkalmassá teszi a szakmérnöki szakon végzeteket:

- kerámiaipari gépek és berendezések, ill. az iparágban üzemelő kemencék és hőtechnikai berendezések, anyagmozgató gépek és manipulátorok tervezésére, valamint az ipari robotok alkalmazására,
- kerámiai technológiai — kémiai folyamatok ill. az ehhez kapcsolódó hőtechnikai, energetikai, valamint anyagmozgatósi folyamatok kiakasztására,
- az iparágban jelentkező fejlesztési, szervezési és üzemeltetési feladatok végrehajtására.

A képzés során lehetőség nyílik arra, hogy az érdeklődők tudományos kutató munkát végezzenek és felkészüljenek egyetemi doktori cím megszerzésére is.

A képzés 4 féléves, levelező formában történik, háromszori egy-egy

hetes kötelező foglalkozással. A III. félévtől a képzés tovább szakosodik *Durvakerámiai és tűzállóipari* ill. *Finomkerámiaipari és ipari kerámiák* modulokra.

A szakmérnöki szakra a téglá-, cserép-, tűzálló- és porcelánipar területén dolgozó műszaki egyetemi oklevéllel, legalább 2 éves szakmai gyakorlattal rendelkező mérnökök jelentkezhetnek.

Felvételi vizsga nincs. A hallgatók államvizsga letétele után szakmérnöki oklevelet nyernek.

A felvételt a felsőoktatási intézmények részére rendszeresített „Jelentkezési lap”-on kell kérni (beszerezhető Nyomtatvány Boltokban). Mellékelni kell önéletrajzot, munkaadói javaslatot, oklevelet (vagy hiteles másolatát). A felvételi kérelmet a munkáltatónál kell benyújtani, amelyet a véleményezés után az egyetem Rektori Hivatalához 1987. május 15-ig kell megküldeni.

A 13/1984. MM. sz. utasítás 2. §. alapján a szakmérnökképzésben való részvétel önköltséges, amely a fenti esetben 6500.-Ft/félév tandíjat jelent. A munkáltató a költségeket a képzésre való kötelező kijelölés, illetőleg tanulmányi szerződéskötés esetében teljes egészében átvállalhatja.

A szerkesztésért felel:

Dr. Székely Ádám

Szerkesztőség:

Budapest VI., Anker köz 1—3. 1368

Telefon: 226-497

Felelős kiadó:

Dr. Varga György

Kiadja:

Delta Szaklapiró és Műszaki Szolgáltató Leányvállalat

Budapest, IX., Közraktár u. 4. 1093

Telefon: 175-200

Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető a Hírlapkézbesítő Hivatalok és a Posta Hírlapelőfizetési és Lapellátási Irodáján 1900 Budapest V., József Nádor tér 1. vagy átutalással a 215-96 162 pénzforgalmi jelzőszámra.

Egy szám ára 26,- Ft. Előfizetés egy évre 312,- Ft.

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

Neotyp Nyomdaipari Szolgáltató Kiszövetkezet

Felelős vezető: Kurucz Gábor

INDEX: 25250
HU ISSN 0013—970 X

INTERCERAMEX 87

Trentham Gardens Stoke-on -Trent, Anglia 1987. október 12-16.

Ha vállalatuk érdekelt az alábbi témakörökben:

- TÉGLA
- TETŐCSEREPEK
- TÜZELŐANYAGOK
- EGÉSZSÉGÜGYI GYÁRTMÁNYOK
- PORCELÁN
- EDÉNYEK
- IPARI KERÁMIA
- SZAKMAI/HOBBY AGYAGÁRUK
- DÍSZTÁRGYAK
- FALBURKOLÓLAPOK
- ÜVEG
- PADLÓBURKOLÓLAPOK

Amennyiben igen, úgy meghívjuk az INTERCERAMEX '87 kiállításra, az 1987. évben tartandó egyetlen olyan kiállításra, amely átfogóan mutatja be a kerámiai üzemeket, gépeket és gyártmányokat.



Vágja le az alábbi szelvényt és töltsse ki azt a kockát, amelyikkel kapcsolatban részletesebb információt kíván:



- Kiállító vállalatok
- Nemzetközi konferencia - teljes öt nap - szervezi a KERÁMIAI INTÉZET
- Szakmai szabadjegyek

NE KÉSLEKEDJEN - KÜLDJE EL MÉG MA!

Please send details of
(Részletes tájékoztatást kérek)

Exhibition
(Kiállításról)

Conference
(Konferenciáról)

Travel
(Utazásról)

To
(Név, cím)

Send to: PADDY EVANS, INTERCERAMEX 87, P.O. BOX 107, BROADSTONE, DORSET BH18 8LQ, UK
Tel: 0202 695566 Telex: 41495 SELECT G