

302.935

ÉPÍTŐANYAG



CEMENT, MÉSZ
TÉGLA, KERÁMIA
ÜVEG ÉS KŐIPAR

1. SZÁM

A mész- és cementipar,
az üvegipar, a finom-
kerámia-, a téglá-, eserép-
és kőbányáipar tudományos
szakirodalmi folyóirata

★

Felelős szerkesztő:
Hinsenkamp Alfréd

★

Főszerkesztő:
Dr. Korányi György

★

Szerkesztőbizottság:
Bereczky Endre
Beke Béla
Erdély Imre
Grofcsik János
Király György
Király Jenő
dr. Knapp Oszkár
dr. Lehmann Edit
Mayer Károly
Szentmártony Gusztáv

★

Szerkesztőség:
Budapest, V., Honvéd u. 22
II. lépcső I. emelet 4
Telefon: 124-438

★

Kiadja:
Műszaki Könyvkiadó,
Budapest, V.,
Bajcsy-Zsilinszky út 22
Telefon: 113-450

★

Felelős kiadó:
Solt Sándor

AZ ÉPÍTŐANYAGIPARI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET LAPJA

TARTALOM

	Old.
Lázár Jenő: A korszerű útburkolatok közüzalék szükségletének biztosítása — — — — —	1
Varga Dénes: Vízálló és víztaszító vályogtéglák — — — — —	10
Apáti Attila: Feszültségenyhülés az üvegben — — — — —	16
Rejtő György—Szentmártony Gusztáv: Reálönköltség vizsgálat jelentősége és számításainak módszere az építőanyagiparban —	25
Potocsny Gyula: Mineralizátor adagolási kísérletek szilika tűzállóanyagok gyártásánál — — — — —	29
Nyitrai Elek: Építőanyagok Pesten a XVIII. század elején — — —	35

СОДЕРЖАНИЕ

	сторона
<i>Е. Лазар:</i> Отеспечение потребности в каменных мелочах современных одежд дороги	1
<i>Д. Варга:</i> Бодостойке и водоотталкивающие саманные кирпичи . .	10
<i>А. Апати:</i> Падение напряжения стекла	16
<i>Дъ. Рейтѐ — Г. Сентмартони:</i> Значение испытания реальной себестонности и метод ей расчета в промышленности стрительных материалов	25
<i>Дъ Поточни:</i> Эксперименты с подачом минерализатора при производстве силика—огнеупоров	29
<i>Е. Ньитраи:</i> Строительные материалы принятые в Будапеште в начале XVIII.-ого века	35

I N H A L T

	Seite
<i>J. Lázár:</i> Sicherung des Steinschlagbedarfes von zeitgemässen Strassendecken — — — — —	1
<i>D. Varga:</i> Wasserdichte und hydrophobe Lehmziegel — — — — —	10
<i>A. Apáti:</i> Spannungsverminderung im Glas — — — — —	16
<i>Gy. Rejtő—G. Szentmártony:</i> Bedeutung der Realselbstkostenuntersuchung und ihre Berechnungsmethode in der Baumaterialienindustrie — — — — —	25
<i>Gy. Potocsny:</i> Versuche in bezug der Mineralisatoren-Zufuhr bei Herstellung von feuerfesten Materialien — — — — —	29
<i>E. Nyitrai:</i> Baumaterialien am Anfang des 18. Jahrhunderts in Pest	35

AZ ÉPÍTŐANYAGIPARI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET

„ÉPÍTŐANYAG”

C. FOLYÓIRAT

1957. ÉVI TARTALOMJEGYZÉKE

NÉV- ÉS TÁRGYMUTATÓJA

TARTALOMJEGYZÉK

1. szám

<i>Lázár Jenő:</i>	
A korszerű útburkolatok közúzalék szükségletének biztosítása	1
<i>Varga Dénes:</i>	
Vízálló és víztaszító vályogtéglák	10
<i>Apáti Attila:</i>	
Feszültségenyhülés az üvegben	16
<i>Rejtő György—Szentmártony Gusztáv:</i>	
Reálönköltség vizsgálat jelentősége és számításainak módszere az építőiparban	25
<i>Potocsny Gyula:</i>	
Mineralizátor adagolási kísérletek szilika tűzállóanyagok gyártásánál	29
<i>Nyitrai Elek:</i>	
Építőanyagok Pesten a XVIII. század elején	35

2. szám

<i>Moldvai Rezsőné:</i>	
Kísérletek negatív lineáris hőkiterjedésű kerámiai testek előállítására	41
<i>Felek Béla:</i>	
Fajlagos samott-tok felhasználás csökkentésére irányuló kísérletek	49
<i>Hirsch Lajos:</i>	
Porelhárítás néhány kérdése a kerámiaiparban	53
<i>Sirhal H. dr.:</i>	
Nagyméretű téglatermékek és téglafalazó tömbök gyártása Csehszlovákiában	56
<i>Falussy Gusztáv:</i>	
A téglagyárak átállítása egészéves üzemre ..	63
<i>Peredarij, I. A.:</i>	
A „GP” nagyszilárdságú gipsz meghatározása és gyártásának megszervezésére s az építészetben való felhasználására vonatkozó utasítások	70
<i>Soltész Gáspár—Kiss-Kocsisné Bányai Márta:</i>	
A recski olajtartalmú riolit-tufa vizsgálata ..	74
<i>Csutor János:</i>	
Újtípusú előregyártott vasbeton oszlopgyám	77
<i>Újhelyi János:</i>	
A traszanyagok vizsgálatának módszereiről ..	80
<i>Dr. Korányi György:</i>	
A tudományos és technológiai üvegekutatás ..	90
<i>Dr. Knapp Oszkár:</i>	
Az üveg alkalmazásának perspektívái	94
Az Üvegipari Mérnökök és Technikusok II. Országos Konferenciája	97

Sebestyén Gyula:

Adalékok a világ építőanyag termeléséből 99

Sebestyén Gyula:

Falazóelemek termelése az egyes országokban 101

Benedek László:

A fedél- és szigetelőlemezipar kérdéseiről .. 104

Grofcsik János:

Néhány fizikai és terminológiai megjegyzés az infravörös hőközlés kérdéséhez

3. szám

Talabér József:

Nagy kezdőszilárdságú cementek

Jugovics' Lajos:

A dunántúli bazaltbányászat fejlődésének közzettani adottságai

Sasvári György:

A lebegtető és fluidizált hőkezelés

Dr. Bognár Aurél:

Hazai üvegek viszkozitás szerinti osztályozása 150

Gomperz István:

A magyar szellemi termékek exportjáról 154
Lapszemle

4. szám

Lőcsei Béla:

Az üvegolvasztás technológiájának fejlesztési lehetőségei

Serly Gusztáv:

A rakási mód, a recirkuláció és a lépcsős szárítás hatásának vizsgálata téglaiipari kamrás műszárítóknál

Biczók Imre:

A betonkorrózió-kutatás útjai

Juhász Zoltán:

Hazai kaolinok és kaolin jellegű anyagok morfológiájának változása égetés során

Dr. Takáts Tibor—Pető Tamás:

Gyorsvizsgálati módszer granulált kohósalak minősítésére

Duma György:

Középkori mázas épületkerámia aranyozása Magyarországon

Ez zárta az 1956. szeptember 17—22. között megrendezett bécsi V. Nemzetközi Kerámiai Kongresszusról

Beszámoló az 1956. október 23—30. között megrendezett Gliwice-i Tűzállóanyagipari kongresszusról	215
A Csehszlovák Üvegkutató Intézetek 1956. évi tevékenysége	217

5. szám

<i>Dr. Albert János:</i>	
Duzzasztott agyagkavics	221
<i>Konczné, Dr. Déri Márta:</i>	
Fém-fém-dioxid egyensúlyok a kerámiai iparban	234
<i>Erdélyi Imre:</i>	
A kő durva megmunkálása	236
Veszprémi tudományos ülészak	243
<i>Biheller E.:</i>	
A salak hatása a könnyűelemek minőségére	259
<i>Dr. Mihálich Győző 80 éves</i>	261
<i>Sever József:</i>	
Laboratóriumi kísérletek a székesfehérvári aplitok vastartalmának csökkentésére	262
Az üveglvadék homogénizálása	264
Az üvegipar fejlődése az elmúlt harminc évben ..	265
A csehszlovák építészeti szövetségének felhívása a világ építészetihez	266
Lapszemle	267

<i>Lázár Jenő:</i>	
Az aprítógépek működése és az aprított hal-maz szemszerkezete közötti összefüggések ..	273
<i>Sasvári György:</i>	
Az elmélet közvetlen alkalmazása technológiai folyamatokra	277
<i>Dr. Albert János:</i>	
A perlit expandálásával végbemenő folyamatok	284
<i>Grofcsik Elemér:</i>	
Cordierit bázisú elektrokerámiai anyagok ..	287
<i>Cser Arisztid:</i>	
Különleges tűzálló betonok	293
<i>Újhelyi János:</i>	
A tufa építőipari felhasználása	298
<i>Dr. Knapp Oszkár:</i>	
Alkáliszilikátüvegek viszkozitás-izotermái ..	310
<i>Simon Miklós:</i>	
A közüzalék minőségi és mennyiségi kérdései az aszfaltútépítő iparban	313
<i>Sebestyén Gyula:</i>	
A világ könnyűbeton termelése	323
<i>Csutor János:</i>	
A betontömörítés egyes különleges kérdései ..	325
Könyvismertetés	330
Lapszemle	330

NÉV- ÉS TÁRGY MUTATÓ

Szerző neve:	Szakmai tárgy	Szám	Oldal	Szerző neve:	Szakmai tárgy	Szám	Oldal
Albert János dr.	téglaipar	5	221	Lázár Jenő	kőbányaipar	6	273
Albert János dr.	"	6	284	Lőcsei Béla	üvegipar	4	161
Apáti Attila	üvegipar	1	16	Moldvai Rezsőné	kerámiaipar	2	41
Bognár Aurél dr.	"	3	150	Nyitrai Elek	téglaipar	1	35
Benedek László	szigetelőanyag	2	104	Peredarij, I. A.	cementipar	2	70
Biczó Imre	beton	4	185	Potocsny Gyula	tűzállóanyagipar	1	29
Biheller E.	"	5	259	Rejtő György—			
Cser Arisztid	"	6	293	Szentmártony Gusztáv	közgazdasági	1	25
Csutor János	"	2	77	Sasvári György	téglaipar	3	138
Csutor János	"	6	325	Sasvári György	"	6	277
Duma György	finomkerámiaipar	4	204	Sebestyén Gyula	építőanyagok	2	99
Erdély Imre	kőbányaipar	5	236	Sebestyén Gyula	"	2	101
Falussy Gusztáv	téglaipar	2	63	Sebestyén Gyula	beton	6	323
Felek Béla	finomkerámiaipar	2	49	Sever József	finomkerámiaipar	5	262
Gomperz István	közgazdaság	3	154	Serly Gusztáv	téglaipar	4	169
Grofcsik János	finomkerámiaipar	2	108	Simon Miklós	kőbányaipar	6	313
Grofcsik Elemér	" "	6	287	Sirhal H. dr.	téglaipar	2	56
Hirsch Lajos	" "	2	53	Soltész Gáspár — Kiss-			
Jugovics Lajos	kőbányaipar	3	122	Kocsisné Bányai Márta	kőbányaipar	2	74
Juhász Zoltán	kerámia	4	194	Talabér József	cementipar	3	109
Knapp Oszkár dr.	üvegipar	2	94	Takáts Tibor dr.—Pető			
Knapp Oszkár dr.	"	6	310	Tamás	beton	4	199
Konczné, Déri Márta dr.	finomkerámiaipar	5	234	Újhelyi János	cement	2	80
Korányi György dr.	üvegipar	2	90	Újhelyi János	beton	6	298
Lázár Jenő	kőbányaipar	1	1	Varga Dénes	téglaipar	1	10

ÉPÍTŐANYAG

9. ÉVFOLYAM 1. SZÁM

A korszerű útburkolatok kőzúzalék szükségletének biztosítása

LÁZÁR JENŐ

I.

A 20 mm-nél kisebb kőfajták — az ún. kőzúzalékok — termelésének, ill. értékesítésének kérdése már úgyszólván a gépi aprítás bevezetése óta, tehát több mint félévszázada állandó problémát jelent a kőbányaipar részére, mely kérdés azonban időszakonként más és más formában jelentkezik és néha termelési kérdést, máskor pedig értékesítési problémát jelent.

Az első világháború előtti időben, sőt egészen 1924—25-ig a 20 mm-nél kisebb anyagból csak igen csekély mennyiség volt értékesíthető, mert beton és aszfalt országutakat még nem építettek és ezért ezek a szemmagyságok nem voltak felhasználhatók. A kőbányák udvarain ezért általában nagy halmokban tornyosult a meddőhányóra dobott zúzalék.

Megváltozott a helyzet, midőn a 20-as évek közepén megindult a beton- és aszfaltutak építése. A termelt zúzalékmennyiségek most már teljes mértékben értékesíthetőek voltak, ha minőségileg az aszfalt- és betonútépítési követelményeknek megfeleltek. A fenti célokra felhasználásra kerülő ún. „nemeszúzalékoktól” ugyanis elsősorban 4 tulajdonságot kívánunk meg:

1. megfelelő szilárdságot,
2. megfelelő tisztaságot, tehát földtől, agyagtól és egyéb szennyeződésektől, valamint mállott és bőrös részektől való mentességet,
3. a szemmagyság szerinti összetétel állandóságát,
4. prizmatikus szemcsealakot, tehát lapos és lemezes szemcséktől való mentességet.

Ezeket a követelményeket a régi üzemek csak nehezen és különféle, ideiglenesen eszközölt, de a rendes technológiai folyamatba szervezsen be nem illesztett segédberendezések és eljárások (mosás, utánrostálás stb.) alkalmazásával tudták többé-kevésbé kielégíteni. A nemeszúzalék előállítás kérdése csak az új nagyüzemek üzembe állításával került ideiglenesen nyugvópontra. Az új üzemek nagy teljesítőképessége következtében az ország nemeszúzalék szükségletét 2—3 nagy bánya is fedezni tudta, ezért nem volt szükség többé arra, hogy nem megfelelő minőségű kőanyaggal bíró bányákat is igénybe vegyünk nemeszúzalék szállítására, a 2. és 3. pon-

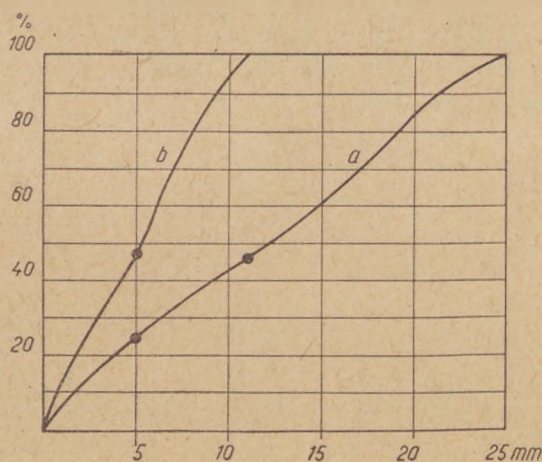
tokba foglalt követelmények kielégítését pedig lehetővé tette, hogy az új üzemtechnológia az egyszerűtört és kétszertört anyagokat külön választotta és csak a kétszertört anyag került beton- vagy aszfaltadalékként felhasználásra. (Ez a kérdés már ismételtelen részletes kitérővel került, így ez alkalommal nem szükséges bővebben tárgyalni.)

A lemezes szemcséktől való mentességet azonban még az új technológia sem biztosította és ez a kérdés nem jutott túl az elméleti viták körén, annál is inkább, mert nem sikerült tisztázni, hogy mi okozza azt, hogy egyes kőfajták lemezesen törnek és, hogy milyen technológiai eljárásokkal lehetne a lemezes törést kiküszöbölni. Ezzel a kérdéssel a későbbiekben foglalkozunk. Vita tárgyát képezte továbbá — és képezi még mindig — az a kérdés, hogy a kőanyag lemezességének hátrányos kihatásai az útburkolatok minőségére milyen mértékűek.

A nemeszúzalékok kérdésében elért nyugalmi helyzet nem tartott sokáig. Mindaddig, míg a korszerű utak zömét betonból építették, vagy legalább is egyidejűleg épültek beton- és aszfaltutak, a 0—50 mm szemmagysághatárok közötti összes kőfajtákra egyaránt szükség volt, az összes termelőző kőfajták tehát értékesíthetőek voltak, anélkül, hogy valamely részlegből lényegesen több termelődött volna a szükségletnél.

A legutóbbi időkben azonban az utak korszerűsítése terén Magyarországon, de egyes külföldi államokban is — különböző okokból — mindinkább áttérnek a csupán néhány cm vastag aszfalttakarók alkalmazására. Ezek előállítására elsősorban 5—12 mm szemmagyságú zúzalék szükséges. Ebből a szemmagyságból ezert igen nagy hiány mutatkozik, mely az illetékes szervek közlése szerint, jelenleg több mint 100 000 to/év, de melynek mennyisége az elkövetkező évek folyamán több mint kétszeresére fog növekedni.

Az 5—12-es részlegben mutatkozó hiány a rendes üzemmenetben már nem fedezhető, hanem csakis oly módon, hogy azt a szemmagyságot — további aprítógépek beállításával — a nagyobb szemmagyságok továbbaprítása útján állítjuk elő. Az 5—12 mm-es zúzalék előállításában azonban önműködőleg 0—5 mm-es szemmagyságú



1. ábra

anyag is termelődik. Erre a részlegre azonban csak sokkal kisebb mértékben (kb. 1/3 részben) van az aszfaltútépítéseknel szükség, mint az 5—12-es szemnagyságra, a termelődő 0—5 mm-es anyag nagy része tehát nem használható fel. Ezt a helyzetet azonban még súlyosbítja, hogy a 0—5 mm-es szemnagyságban már jelenleg is sokkal több termelődik, mint amennyire szükség van, úgy, hogy állandóan jelentékeny mennyiségek kerülnek meddőhányóra. Az aszfaltutak részére igényelt 0—5 mm-es anyagot tehát a jelenlegi termelés — újabb aprítási műveletek nélkül is — bőven fedezni tudja. Ezért azon 0—5 mm-es részlegre, mely az 5—12 mm-es anyag előállításában termelődik, már egyáltalán nincs szükség és az teljes egészében felesleges anyagként jelentkezik. Ezért igyekeznünk kell a nemeszúzalékot oly módon előállítani, hogy minél több 5—12 mm-es, és minél kevesebb 0—5 mm-es anyagot nyerjünk. Hasonló a helyzet a 12—25 mm-es részlegnél is, itt azonban a kérdés azért nem jelentkezik olyan élesen, mert a 12 mm-nél nagyobb méretű felesleges anyag, 12 mm-nél kisebbre tovább aprítható.

A kőbányaipar a nemeszúzalék előállítására Pegson-rendszerű, körforgó granulátorokat állított be. Vizsgáljuk meg, milyen eredmények várhatók ettől az eljárástól.

Az alkalmazott 900 mm kúpátmérőjű körforgó granulátorok teljes mértékben alkalmasak kőanyagoknak 25 mm-nél kisebbre való aprítására. A termelődő zúzalékanyag szemnagyság szerinti megoszlását az 1. ábra „a” jelű görbéje mutatja (az 1. ábra a Pegson-gyár által megadott görbesorozat megfelelő görbéit ábrázolja). Lát-

hatjuk, hogy az előállított mennyiség 24%-a kisebb 5 mm-nél, 54%-a nagyobb 12 mm-nél. Az előállított 5—12 mm-es anyag tehát csak 22%. Ez azt jelenti, hogy a 25—40 mm-es vagy 40—60 mm-es kőanyagot — mely teljes egészében értékesíthető lett volna — csak azért aprítottuk lényeges beruházási és üzemi többlet-költséggel tovább, hogy oly kőanyagot kapjunk, melynek 78%-a nem értékesíthető, mert — mint az előbb már kifejtettük — sem a most előállított a 0—5 mm-es részlegre, sem pedig a 12—25 mm-es többletmennyiségre nincs szükség.

Ebből logikusan következik, hogy a termelődő — de nem értékesíthető — 12—25 mm-es részlegeket is tovább kell aprítani 12 mm-nél kisebbre, hogy így az előállítani szándékolt és értékesíthető 5—12 mm-es részleg mennyiségét növeljük. A 900 mm-es körforgó granulátorral ez a feladat is megoldható, ha különleges zúzó-kúpot alkalmazunk. Az így nyert anyag szerkezetét az 1. ábra „b” görbéje mutatja. Láthatjuk, hogy ebben az esetben a keletkező zúzalék 46%-a kisebb 5 mm-nél és 54%-a lesz 5—12 mm-es. A helyzet tehát erősen javult, mert most már csak a termelt mennyiség 46%-át kell meddőhányóra dobni. Ezzel szemben viszont a 0—5 mm-es részleg értékesítése belátható időn belül nem várható, míg 12—25 mm-es részleg egy részének értékesítésére talán néhány év múlva mégis sor kerülhetne.

Ha megvizsgáljuk fenti — kedvezőbb — eset gazdasági kihatásait úgy a következő kép adódik:

A 40—60 mm (vagy 20—40 mm) szemnagyságú anyag eladási ára (ab bánya)	28,50 Ft/to
az 5—12 mm-es szemnagyságú anyag ára	34,50 Ft/to

Ha az 5—12 mm-es részlegben fentálló hiány pótlására valamely üzemben 100 000 to/év mennyiségű 5—12 mm szemnagyságú zúzalékot kívánunk termelni és az üzem eddigi termelése ebből a szemnagyságból évi 15 000 to volt, úgy oly többletberendezést kell létesíteni, mellyel — a nagyobb szemnagyságok továbbaprításával — évi 85 000 to 5—12 mm-es zúzalék állítható elő.

Mivel a tovább aprított anyagnak csak 54%-ából lesz 5—12 mm-es zúzalék, 85 000 to 5—12 mm-es zúzalék előállításához 158 000 to 12 mm-nél nagyobb anyag továbbaprítására van szükség.

158 000 to, 12—60 mm szemnagyságú anyag értéke: $158\,000 \times 28,50$ 4 500 000 Ft lett volna.

Ezzel szemben 85 000 to 5—12 mm szemnagyságú anyag értéke $85\,000 \times 34,50$ 2 930 000 Ft

Az értékvesztés tehát 1 570 000 Ft

Ehhez még hozzá kell adnunk azon többlet költségeket, melyet a 12—60 mm-es anyag továbbaprítása és a keletkezett 0—5 mm-es anyag hányóra való szállítása okoz és melyet tonnánként 2 Ft-nak vehetünk.

$158\,000 \times 2$ Ft 316 000 Ft

Az üzemi eredmény rosszabbodása tehát 1 886 000 Ft

Az eljárás tonnánként 22 forintra növelné az önköltséget, a termelői árat és ezen keresztül az útépités költségeit is. Más utat kell tehát keresni.

II.

A helyes technológiai eljárás megválasztása előtt tisztáznunk kell, hogy céljainknak mely aprítógépfajták felelnek meg legjobban. A finom aprítás céljaira szolgáló gépeket 3 csoportba oszthatjuk:

a) *Pofás és körforgó granulátorok.* A 2. ábra pofás granulátor szemszerkezeti görbéit ábrázolja. A görbék az ún. „normális megoszlásnak“ (Gauss-görbe) felelnek meg, mint ahogy azt a pofástörőkre vonatkozóan korábban már általános érvényességgel kimutattuk. (Lásd Lázár J.: Gépileg zúzott kőanyagok szemszerkezetéből levonható következtetések. „Építőanyag“ 1950. III—IV. sz. 57—71. lap.)

A 3. ábra Pegson-gyártmányú körforgó granulátor szemszerkezeti görbéjét mutatja. (A Pegson-gyár görbesorozatából.) A felső görbe (differenciál-görbe) alakulása itt részben eltér a normálmegoszlástól, mert a görbe eleje felpúposodik. Ez a körülmény szintén általánosan megállapítható a kúpos törővel kapcsolatban. (Lásd: „Építőanyag“ 1950. 3—4. sz. 57—71. lap.)

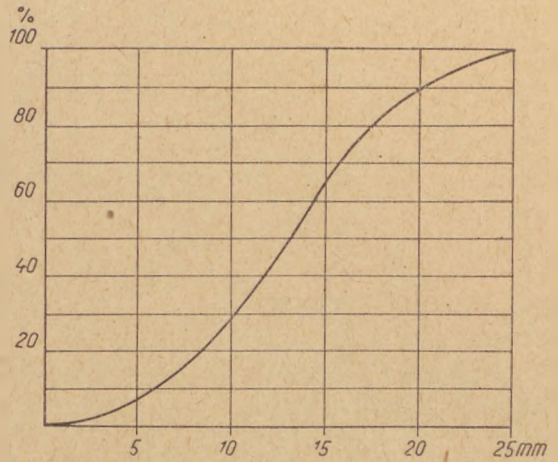
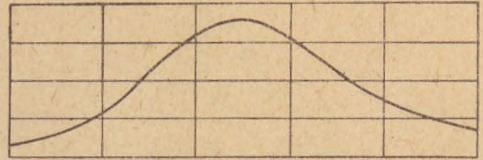
Ha a két görbét összehasonlítjuk, úgy megállapíthatjuk, hogy míg a pofásgranulátoroknál — 25 mm-nél kisebb anyag előállítására — csak 6%, 0,5 mm-es részleg termelődik, addig a körforgó granulátornál 22%.

Megállapítható tehát, hogy a körforgó granulátor lényegesen több finom anyagot termel és ezért nem alkalmazható zúzalék előállítására akkor, ha a finom részleg (0—5 mm) nem értékesíthető, tehát annak mennyiségét minél erősebben csökkenteni kell.

b) *Finomra törő gépek.* (Kalapácsos törő, desintegrátor, dismembrátor, hajító-törő [Prallbrecher] stb.)

A 4. ábra hajító-törő szemszerkezeti görbéit mutatja. Láthatjuk, hogy a felső görbe most már nem szimmetrikus alakulást — mint a pofástörőknél — hanem erősen balfelé torzul és — bár a max. szemmagyság 50 mm — a görbe csúcspontja nem 25 mm-nél van, hanem kb. 2 mm-nél. A szemszerkezeti görbéből látható, hogy itt már nem a közép méretű szemmagyságok dominálnak, hanem a finom szemmagyságok. Az ilyen eloszlást „logaritmikusan normális“ eloszlásnak nevezzük, mert, ha a görbét nem lineáris beosztású abszcissza-tengellyel ábrázoljuk, hanem logaritmikusan beosztással, úgy a görbe „normális megoszlásúvá“ válik. (Bővebben lásd Lázár J.: Aprított halmazok szemmagyságok szerinti összetételére vonatkozó újabb vizsgálatok. „Építőanyag“ 1953. 3. sz. 82—100 lap.)

A 4. ábra alsó görbéje mellé vonalkázottan berajzoltuk egy olyan pofástörő szemszerkezeti görbéjét, mely úgy van beállítva, hogy — a hajító törőnek megfelelően — szintén 50 mm max. szemmagyságú töretet állítson elő. A görbéből

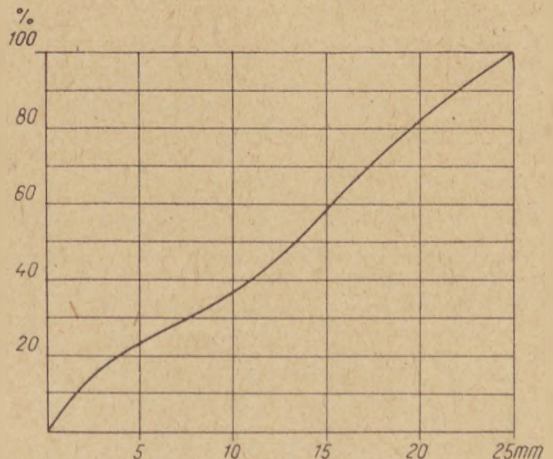
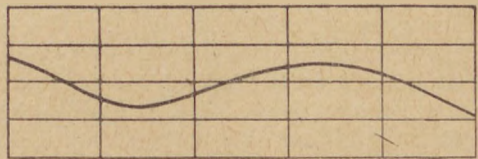


2. ábra

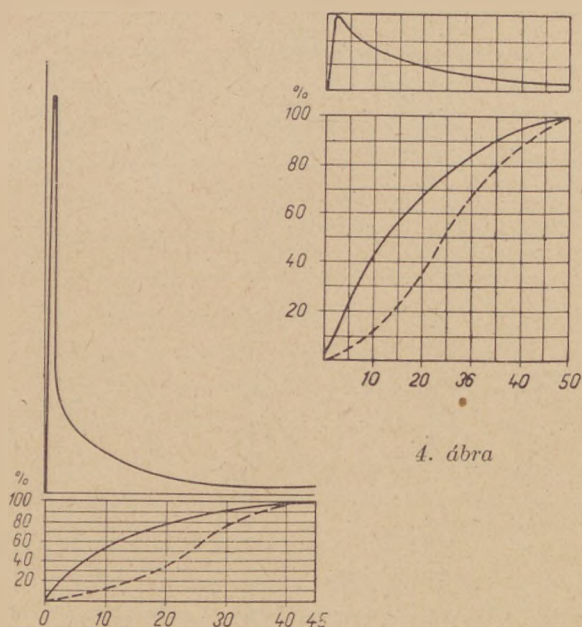
kitűnik, hogy míg a pofástörő csak kb. 6%-nyi 0—5 mm-es anyagot állít elő, addig a hajító-törőnél 25%-nyi 0—5 mm-es részleg termelődik.

Az 5. ábra a Lábatlani Cementgyárban működő „Titán“ kalapácsos törő görbéit ábrázolja. Mint látható, ez a görbe még erősebben balfelé torzul, mint a hajító-törő görbéje és míg a 45 mm max. szemmagyságra beállított pofástörő kb. 6%-nyi 0—5 mm-es anyagot termelne, addig a „Titán“-törő 38%-nyi ilyen szemmagyságot állít elő.

Az eddig tárgyalt gépfajták összehasonlítására szolgál a 6. ábra, melyből kitűnik, hogy 25 mm max. szemmagyságra való beállítás mellett a



3. ábra



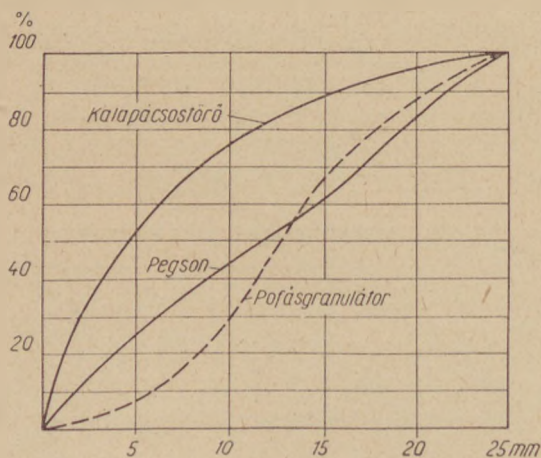
4. ábra

5. ábra

finomra aprító gépek (kalapácsos törő, hajító-törő) kb. 50%-nyi, 0—5 mm-es anyagot termelnek, a Pegson-törők 24%-ot, a kúpos granulátor pedig csak kb. 6%-ot.

Finomra aprító gépek tehát nem alkalmazhatók zúzalék előállítására akkor, ha a finom részlegek (pl. 0—5 mm) nem értékesíthetők. (Ott azonban, ahol liszt-szerű anyagra van szükség, pl. cementgyárakban, éppen ezért igen megfelelnek.)

c) *Hengertörők.* A 7. ábra hengertörő szem szerkezeti görbéit mutatja különböző részbeállítások mellett. A feladott anyag átlagos szem nagyságának a hengerek közötti részhez való viszonya az „a” görbénél 3 : 1, míg a „b” görbénél csupán 1,4 : 1. Mint már korábban kimutattuk (lásd: *Építőanyag* 1955. 3. sz. 82—100 lap), a hengertörő szem szerkezeti görbéje normális megoszlású akkor, ha fenti arány 2,5—4,5 közé esik, míg, ha a viszonzszám értéke kisebb 2,5-nél, úgy a görbe jobbfelé torzul és a log. normális megoszlás tükörképét mutatja. Ebben az esetben



6. ábra

különösen kevés a termelődő finom szemcsék mennyisége.

Összefoglalólag tehát megállapíthatjuk, hogy céljainkra csak pofás granulátorok, vagy pedig hengertörők felelnek meg és körforgó granulátorok, kalapácsos-törők, hajító-törők, vagy más finomra törő gépek nem alkalmazhatók.

A megfelelő géptípusok kijelölése azonban csak első lépést jelent a helyes technológia kialakítása felé és második lépésként a gépek helyes alkalmazási módját kell megállapítani.

Már régebben kimutattuk (*„Építőanyag”* 1955. 3. sz. 82—100 lap), hogy a szem szerkezeti görbéknek az egyes géptípusokra vonatkozólag megállapított jellemző alakulása csak normális üzemi viszonyok mellett érvényes. Így pl. ha a kalapácsos törőt, melynek szem szerkezeti görbéje rendes üzemi viszonyok között, log. normális alakulású — rendkívül alacsony fordulatszámmal — tehát a rendesnél jóval kisebb aprítási fokkal — járattuk, úgy „normális alakulású” szem szerkezeti görbét kaphatunk, a „log. normális” megoszlás helyett. Egy kísérlet alkalmával pedig hatszor engedték át a kőanyagot ugyanazon pofástörőn (közbeeső osztályozás nélkül), ez által az aprítási fok a rendesnél lényegesen nagyobb, a szem szerkezeti görbe pedig logaritmikusan normális alakulású lesz a pofástörőknél szokásos Gauss-görbe helyett.

Ha tehát az aprítási fokot növeljük, úgy a szem szerkezeti görbék csúcspontja balfelé tolódik, a finom szem nagyságok százalékaránya tehát növekedik — ellenkező esetben pedig jobbfelé történik a csúcspont eltolódása.

Ennek oka jól megállapítható a 8. ábrából. Az ábrázolt szem szerkezeti görbék oly halmazhoz tartoznak, melyet előtörőn 140 mm-nél kisebbre aprítottunk, azután az egész kőanyagot — közbeeső osztályozás nélkül — utántörőre vittük, mely 75 mm-nél kisebbre aprította.

Ha a kőanyagból az előtörő után kiosztályoztuk volna a 60 mm-nél kisebb részleget — mint ahogy az általánosan szokásos — és ezt a részt már nem vittük volna az utántörőre, úgy a kétszertört anyag szem szerkezete a Gauss-görbének megfelelően alakult volna (8. ábra szaggatott vonal). Jelen esetben azonban nem osztályoztuk ki a finom részleget, ezért a szem szerkezeti görbe a tele vonallal rajzolt kétpúpú alakot nyerte. Ha a tele vonalú görbe ordinátáiból levonjuk a vonalkázott görbe ordinátáit, úgy a pont-vonalkázottan megrajzolt görbét nyerjük. Ez a görbe felel meg annak a 60 mm-nél kisebb anyag részlegnek, melyet az előtörő után nem osztályoztuk ki és melyet az utántörő ezért 30 mm-nél kisebbre aprított tovább.

Ha fenti megállapításokat a jelenleg tárgyalt problémánkra vonatkoztatjuk, úgy a következő képet kapjuk:

Ha 40—60 mm szem nagyságú anyagot két lépcsőben aprítunk 12 mm-nél kisebbre, oly módon, hogy azt először 25 mm-ig aprítjuk, majd kiosztályozzuk a 12 mm-nél már kisebb (0—5 mm és 5—12 mm) részlegeket, és csak a fennmaradó kőanyagot visszük az utántörőre,

úgy az előtörésnél nyert és kiosztályozott 5—12 mm szemmagyságú anyag mint készáru rendelkezésre áll és felhasználható.

Ha azonban a 40—60 mm-es anyagot egyetlen lépcsőben törjük meg 12 mm-nél kisebbre, akkor az az 5—12 mm-es részleg, melyet az előbbi esetben az első törés után — mint készáru — kiosztályoztunk volna, most tovább aprítódik és mire a teljes kőmennyiség 12 mm-nél kisebbre aprítódott, ez a részleg már 5 mm-nél kisebbé válik. Ebben az esetben tehát — a közbelső osztályozás elhagyása következtében — értékes 5—12 mm-es anyagot, értéktelen 0—5 mm-es anyaggá aprítottunk tovább.

Minden olyan esetben tehát, amikor bizonyos adott szemmagyságra van szükségünk, oly módon, hogy az ennél kisebb részlegek már nem értékesíthetők, az aprítást több lépcsőben kell végezni és minden törési lépcső után ki kell osztályozni a már kellőleg aprított anyagrészt.

Ez a szabály annál lényegesebb, mert újabb időben különféle oldalokról, mind gyakrabban lépnek fel hasonló követelmények (pl. ha előregyártott salakbeton elemek gyártásához 3—5 mm-es salakra van szükség, de a 0—3 mm-es részleg már nem használható), melyeknek kielégítésére az aprítást 3, sőt négy lépcsőben kell végezni, ha azt akarjuk, hogy a technológiai folyamat gazdaságos maradjon.

III.

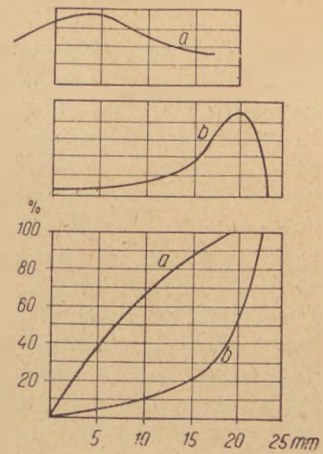
Fenti előkészítő vizsgálatok után rátérhetünk oly technológiai folyamat kidolgozására, mely lehetővé teszi a szükséges mennyiségű 5—12 mm-es nemeszúzaléknak gazdaságos előállítását.

A technológiai folyamat kidolgozásánál két szempontra kell tekintettel lenni:

a) Nemeszúzalék szállítására általában csak március—augusztus hónapokban kerül sor. Az aprítóberendezést tehát úgy kell megtervezni, hogy az a szükséges zúzalékmenyiséget 6—7 hónap alatt elő tudja állítani. Mivel azonban az üzem többi részének egész éven át működnie kell, az 5—12 mm-es zúzalékot előállító részleget úgy kell megtervezni, hogy az bármikor lekapcsolható legyen anélkül, hogy ez az üzem egyéb részeinek működését gátolja. Erre egyébként már azért is szükség van, mert számolni kell azzal, hogy néhány év múlva esetleg ismét megváltoznak az igények és betonanyag szállítása válik szükségessé, ami 5—12 mm-es többletmennyiség termelését megint fölöslegessé tenné. Az üzem tehát úgy tervezendő meg, hogy akár aszfalt, akár betonadalékanyagokat nagy mennyiségben tudjunk termelni, de akkor is fennakadás nélkül működhessen, ha nemes anyag szállítására egyáltalán nincs szükség.

b) Az aszfaltadalékanyag kérdésének megoldása sürgős, ezért nem várhatjuk meg újabb kőbányüzemek létesülését, hanem oly zúzalék-aprítóberendezést kell tervezni, mely nehézség nélkül hozzáilleszhető meglévő üzemeinkhez.

Az egyik javasolt elrendezést a 9. ábra mutatja. A továbbaprító berendezést úgy alakí-

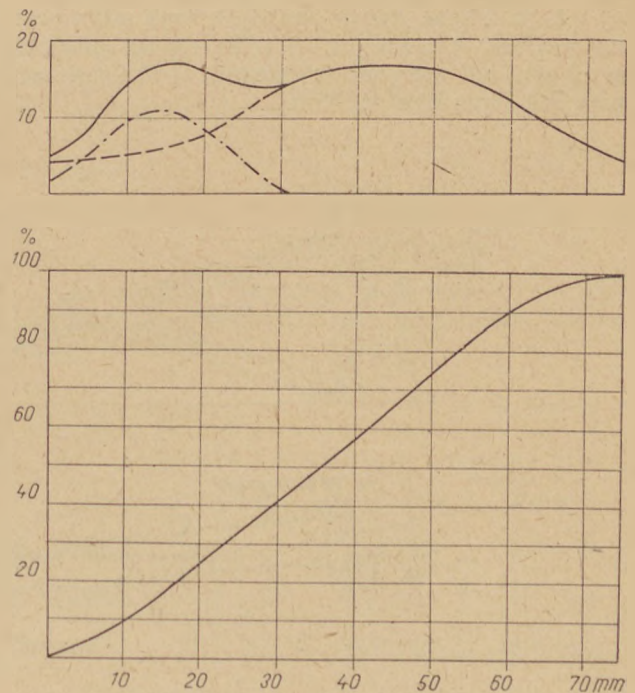


7. ábra

tottuk ki, hogy az utóbbi években létesített nagyüzemek (Uzsa, Szob, Tállya stb.) bármelyikéhez hozzáilleszhető legyen. Ezeknél az üzemeknél a kőanyagot pofás előtörők aprítják 140 mm-nél kisebbre és az így nyert „egyszertört“ anyag — puffertárolón keresztül — az előosztályozóba kerül, mely a 60 mm-nél kisebb részlegeket — mint készáru — leválasztja, a 60 mm-nél nagyobb kőanyag pedig 1200 mm-es Pegson-törőbe jut, mely másodszor is megzúzza.

Az üzemi folyamatnak ezen a részén semmi változtatás nem történik, ezért a 9. ábrán ezt az üzembrészeletet nem is ábrázoltuk.

A kétszertört anyag az I. jelű szalagon érkezik az utánosztályozóba, ahol két vibrorosta osztályozza szét: 0—12 mm, 12—25 mm, 25—40 mm és 40—60 mm szemmagyságokra. Betonanyag szállítás esetén a 0—12 mm-es anyagot az I/a jelű szalag újabb vibrorostára viszi, mely



8. ábra

0—5 mm és 5—12 mm részlegekre választja szét.

Ha 5—12 mm-es zúzalékot kívánunk előállítani, úgy a 0—12 mm-es részleget az I/a szalag és a vibrorosta segítségével az előbb leírt módon szétválasztjuk. A 12 mm-nél nagyobb részlegek továbbaprítása a következő módon történik:

A 40—60 mm-es részleg silőrekesze mellé 800 mm pofaszélességű granulátort állítunk be (a), mely ezt az anyagot 25 mm-nél kisebbre aprítja és az 1. jelű szalagra engedi. Azért alkalmazunk erre a célra pofás granulátort, mert 40—60 mm nagyságú darabokat hengertörők már nehezen fogadnak be. Mivel azonban legújabbban a magyar ipar már 100 cm \varnothing hengertöröket is gyárt, ezek célszerűen alkalmazhatók.

A 25—40 mm-es anyagot 800 mm \varnothing hengertörőre visszük (b), mellyel 20 mm-nél kisebbre aprítjuk és szintén az 1. jelű szalagra engedjük rá.

A 12—25 mm-es anyagot törés nélkül közvetlenül az 1. sz. szalagra engedjük, mely a — granulátor és hengertörő által aprított — 0—25 mm szemnagyságú anyaggal együtt a „d” jelű vibrorostára szállítja. Ez a rosta az anyagot 0—5 mm, 5—12 mm, és 12—25 mm-es részlegekre osztályozza és a megfelelő silőrekeszekbe engedi.

A 12—25 mm-es részleg a silóból 2 db. 600 mm-es (vagy esetleg 800 mm) hengertörőbe jut (c), melyek 12 mm-nél kisebbre aprítják. Az így már negyedszer tört anyag a 2. jelű szalagon ismét az 1. jelű szalagra és a „d” jelű vibrorostára kerül, ahol 0—5 és 5—12 mm-es részlegekre osztályozódik.

A silóból a 0—5 mm-es részleget hányóra visszük, az 5—12 mm-es részleg (de szükség esetén a 0—5 mm-es és a 12—25 mm-es részleg is) a 3. jelű szalagon vagonöltőberendezésre és innen a vasútikocsikba juttatható.

A 9. ábrán ennek az eljárásnak alternatív megoldását is mutatjuk (2. alternatíva), melynél a 12 mm-nél nagyobb részlegek továbbaprítása nem két lépcsőben történik.

Ennél az alternatívánál az „a” jelű granulátor és a „b” jelű hengertörő a reájuk feladott anyagot csak 30 mm-nél kisebbre aprítja. Az 1. jelű szalag érkező 0—30 mm-es anyagot a „d” jelű háromsíkú vibrorosta 0—5 mm, 5—12 mm 12—20 mm és 20—30 mm-es részlegekre választja szét. A 12—20 mm-es részleg a két baloldali hengertörőbe jut, melyek 12 mm-nél kisebbre aprítják, a 20—30 mm-es részleg pedig egy harmadik hengertörőre, mely 20 mm-nél kisebbre aprítja. A hengertörők által aprított anyag a 2. és 3. jelű szalagokon visszajut az osztályozóba, mely 0—5, 5—12 és 12—20 mm-es részlegekre választja. A 12—20 mm-es részlegeket a két baloldali henger 12 mm-nél kisebbre aprítja tovább.

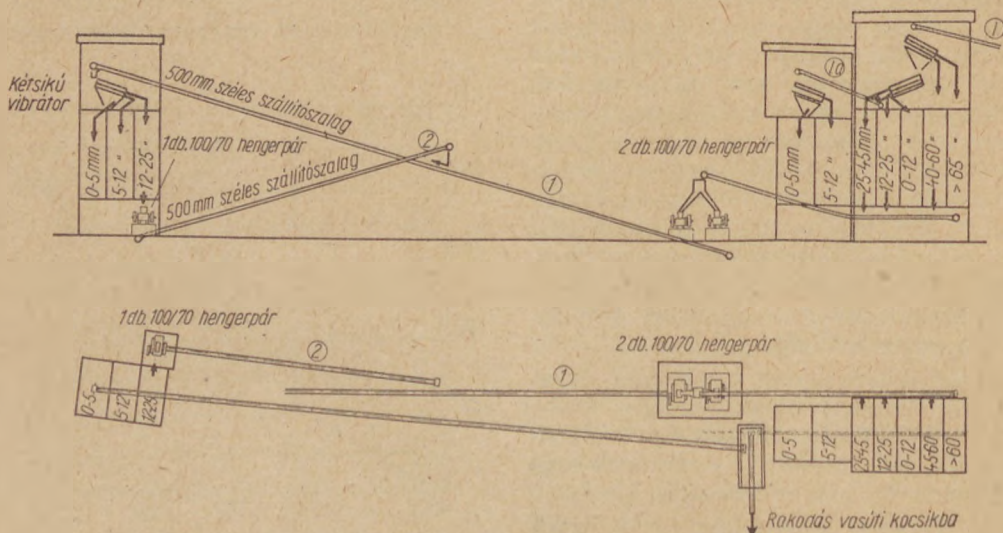
A számítások szerint azonban ez a megoldás már csak 3—4%-kal csökkenti a termelődő 0—5 mm-es részleg mennyiségét — az 1. alternatívával szemben — ezért a következő részletes tárgyalás folyamán nem foglalkozunk vele.

Az 1. alternatíva szerint keletkező töret szemnagyság szerinti összetételét alábbiakban állapítjuk meg:

A bővítendő üzem évi teljesítőképességét 550 000 tonnának vesszük. Két műszakos üzemmel és évi 4000 üzemórával számolva, ez 140 to/óra teljesítményt jelent. Ennek a mennyiségnek kb. a fele — tehát 70 to/óra — kerül az után-törőbe.

1. táblázat

Szemnagyság m/m	%	Termelt mennyiség to/óra
0—5	8	5,6
5—12	10	7,0
15—25	12	8,4
25—42	26	18,2
42—60	44	30,8
Összesen	100	70,0



9. ábra

A Pegson-utántörőből kikerülő — 70 to/óra mennyiségű — „kétszertört“ anyag összetétele — a Pegson-gyár által megadott szemszerkezeti görbe szerint — a következő (lásd 1. táblázatot és 10. ábrát).

A 0—5 mm-es anyagot hányóra visszük, az 5—12 mm-es anyagot pedig mint készárut tároljuk. A további három kőfajta, további aprításra kerül.

A 25—42 mm-es anyagot 800 mm Ø hengertörő aprítja tovább. A hengertörő által aprított anyag szemszerkezete a 11. ábra 2. görbéje szerint alakul. Mivel a feladott közép szemnagyság aránya a résnyíláshoz (melyet kb. 14 mm-re kell beállítani, hogy 20 mm-es anyagot kapjunk) $33,5 : 14 = 2,4$ — a görbe alakulását a normál megoszlásnak megfelelően vettük fel.

A 42—60 mm szemnagyságú részleget az „a“ jelű granulátor törli meg. Az aprított anyag szemszerkezete a 11. ábra 1. görbéjének megfelelően alakul.

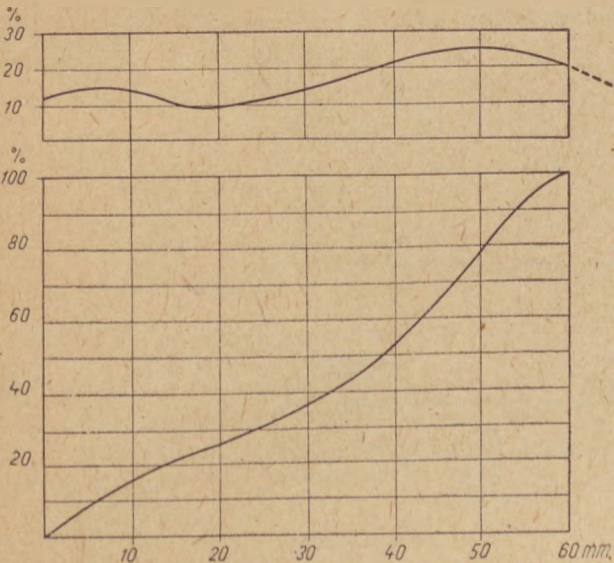
A harmadik aprítás eredményeként — 11. ábra görbéinek megfelelően — következő szemnagyságokat kapjuk :

2. táblázat

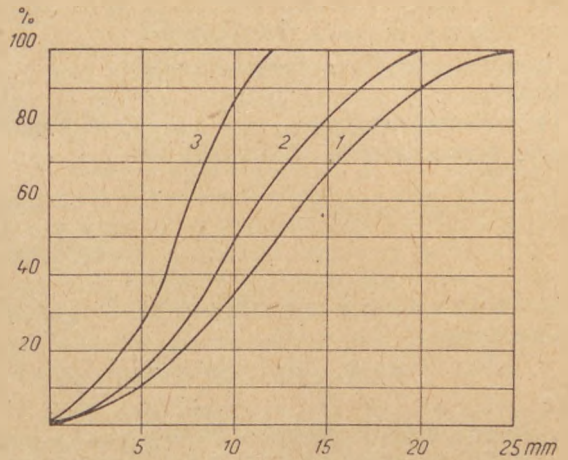
Továbbaprításra kerül		Termelődik			Megjegyzés
Szemnagyság	to/óra	0—5 % to/6	5—12 % to/6	12—25 % to/6	
12—25 ...	8,4	—	—	8,4	1. 1. alatt
25—42 ...	18,2	13 2,3	51 9,3	36 6,6	1. 2. alatt
42—60 ...	18,0	10 1,8	37 6,7	53 9,5	1. 3. alatt
Összesen ..	44,6	4,1	16	24,5	

Megjegyzések :

1. A 12—25 mm-es anyag törés nélkül kerül az 1. jelű szalagra.
2. A 25—42 mm-es anyag felső határát azért választottuk 42 mm-re, hogy oly mennyiség kerüljön a 800 mm Ø hengertörőbe, mely teljesítő képességét kihasználja.



10. ábra



11. ábra

3. A 42—60 mm-es anyagból — a szemszerkezeti görbe (10. ábra) szerint 30,8 tó/óra termelődik. Mivel azonban a 800 mm-es pofásgranulátor teljesítő-képességét csak 18 to/órára becsüljük, csupán ezt a mennyiséget vehetjük számításba a harmadik törésnél. Szükség esetén persze még egy granulátor is beállítható volna. 100 cm Ø hengertörő azonban a teljes mennyiséget is könnyen felaprítja.

A harmadik törésből keletkező 0—5 mm-es anyag (4,1 to/óra) mint meddő anyag, az 5—12 mm-es részleg (16 to/óra) pedig mint készáru, a megfelelő silórekeszbe kerül, a 12—25 mm-es részleg pedig (24,5 to/óra) negyedszer kerül törésre. Az aprítási fok itt kb. $18,5 : 8 = 2,3$, az aprított anyag szemszerkezete tehát itt is nagyjából a normálmegoszlásnak megfelelően vehető fel, melyet a 11. ábra 3. görbéje mutat. A görbének megfelelően a negyedik törésre kerülő 24,5 to/óra a következő részlegekre aprítódik :

3. táblázat

4. törésre kerül	Termelődik		
	Szemnagyság	%	to/óra
24,5 to/óra	0—5	28	6,9
	5—12	72	17,6
	Összesen	100	24,5

Az újonnan létesített berendezéssel továbbaprított anyag szemszerkezeti megoszlása fentiek szerint a következő :

4. táblázat

	Továbbaprított anyag		
	0—5 mm	5—12 mm	Összesen
3. törésből	4,1 to/6	16,0 to/6	13,6 to/6
4. törésből	6,9 to/6	17,6 to/6	31,0 to/6
Összesen ..	11,0 to/6	33,6 to/6	44,6 to/6

A keletkezett 0—5 mm-es részleg aránya tehát most már csak $11,0 / 44,6 \times 100 = 25\%$.

Az óránként termelt 5—12 mm-es részleg mennyisége a javasolt elrendezésnél :
a továbbaprító berendezéssel előállítva

(4. táblázat szerint) :	33,6 to/óra
a régi berendezésben (utántörő) termelődött	
(1. táblázat szerint)	7 to/óra
	40,6 to/óra

6 hónap alatt 2 műszakos üzemnél a munka-órák száma :

$$6 \times 25 \times 16 = 2400 \text{ óra}$$

hat hónapi termelés mennyisége tehát $40,6 \text{ to/óra} \times 2400 \text{ óra} = 97\,500 \text{ tonna}$.

Az előirányzott berendezés tehát 6—7 hónap alatt meg tudja termelni a jelenleg hiányzó 100 000 to/év 5—12 mm szemnagyságú többször tört nemesüzalékot.

Vizsgáljuk meg most, hogy miképpen alakul a gazdaságosság a fent kidolgozott technológia mellett :

Az új eljárásnál keletkezett 0—5 mm-es anyag mennyisége csak 25% (24,7%) ezért 85 000 tonna 5—12 mm méretű zúzalékanyag (75%) előállításához 113 000 tonna 12—60 mm-es anyag továbbaprítása szükséges.

Ennek értéke $113\,000 \times 28,50 \text{ Ft} = \dots\dots\dots$	3 200 000 Ft
Ebből termelődik 85 000 to 5—12 mm-es anyag, melynek értéke : $85\,000 \times 34,50 \text{ Ft} = \dots\dots\dots$	2 930 000 Ft
az értékvesztés tehát most már csak $\dots\dots\dots$	270 000 Ft
Ehhez még hozzáadandó tonnánként 2 Ft, a továbbaprítás és 0—5 mm-es anyag meddőzési költségeként $115\,000 \times 2 \text{ Ft} \dots\dots\dots$	230 000 Ft
az üzemi eredmény csökkenése tehát ebben az esetben $\dots\dots\dots$	500 000 Ft
Az 5—12 mm-es anyagban fennálló hiány fedezését — mint már említettük — eddig körforgó granulátorok alkalmazásával kíséreltük megoldani. Láttuk, hogy ebben az esetben 100 000 to/év előállítása $\dots\dots\dots$	1 886 000 Ft
többletköltséggel járt volna. Ha ezzel szembeállítjuk, hogy a most tárgyalt megoldásnál a többletköltség csak $\dots\dots\dots$	500 000 Ft
úgy az évi megtakarítás $\dots\dots\dots$	1 386 000 Ft

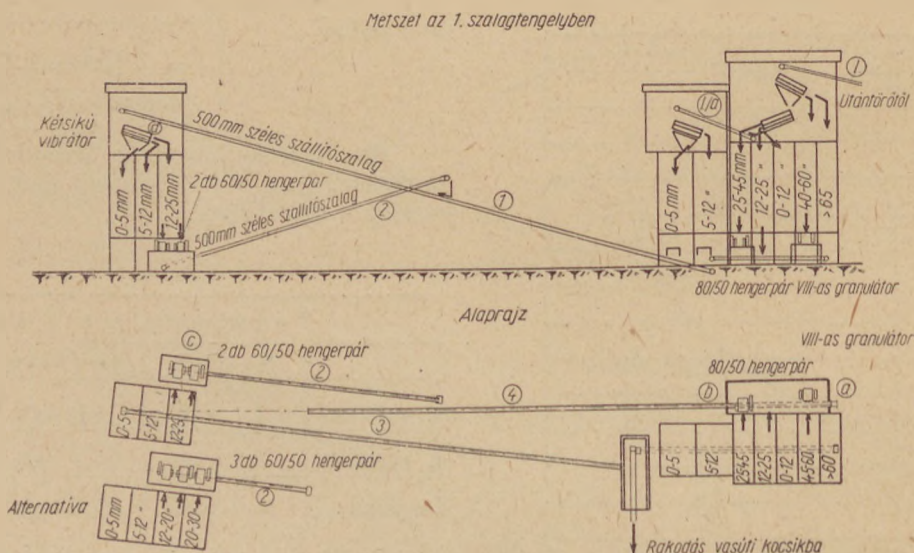
A fentiekben ismertetett technológiai elrendezés még tovább fejleszthető, ha az előbbiekből javasolt pofásgranulátor és 60/50, ill. 80/50 méretű hengerpárok helyett egységesen 100/70 cm méretű hengerpárokat alkalmazunk, melyeknek gyártása a legutóbbi időben szintén megindult már. Ennek az elrendezésnek a vázlatát a 12. ábra mutatja.

A két előhengerpár most nem közvetlenül a silórekeszek alatt foglal helyet, hanem előbbre tolva, és az aprítandó anyag szállítózsalagon (1/a) érkezik hozzájuk. Ennek az elrendezésnek az előnye, hogy az összes anyagfajták mindkét hengertörőbe eljuttathatók, úgy, hogy az egyik

hengerpár esetleges meghibásodása esetén a másik hengerpár átveheti ennek a munkáját is. A hengerpárok teljesítőképessége lehetővé teszi még ebben az esetben is csaknem 100%-os üzem biztonságát.

Utántörésre — a két 60/50 méretű hengerpár helyett — egyetlen 100/70 méretű hengerpárt állítunk be. Így módon az eredetileg előirányzott háromféle gépfajta helyett (pofásgranulátor, 80/50-es hengerpár és 60/50-es hengerpár) csupán egyetlen gépfajtaival (100/50-es hengerpár) dolgozunk, ami megkönnyíti az alkatrészek biztosítását stb.

Ezzel a berendezéssel a félévi teljesítőképess-



12. ábra

ség 120 000 tonnára emelhető. Amennyiben a nemeszúzalékot előállító berendezést nem a legnagyobb üzemekben pl. Uzsa, Tállya stb. — alkalmazzuk, hanem kisebb bányákban — pl. Szob, Somoskő, Zalahaláp stb. —, úgy az előaprítást egyetlen hengerpár is elvégzi, ezért ebben az esetben a nemeszúzalék gyártására mindössze két hengerpár beállítása szükséges.

A gazdasági eredményen kívül azonban még további fontos előnyök is mutatkoznak:

A nemeszúzalékkal kapcsolatos igények tárgyalásánál reámutattunk már arra, hogy a zúzaléknak prizmatikus alakúnak — tehát lemezes szemcséktől mentesnek — kell lennie. A régebben eszközölt vizsgálatoknak azonban nem sikerült tisztázni, hogy hogyan lehetne kiküszöbölni a lemezes törést, tehát, hogy milyen technológiai eljárás alkalmazásával lehetne prizmatikus alakú töretet nyerni.

A szemszerkezeti vizsgálatokkal kapcsolatban oly kísérleteket is végeztünk, melyeknél az

kétszertört:	7 to/óra	17,2% (L. 1 táblázatot)
háromszertört:	16 to/óra	40 % (L. 4. táblázatot)
négyszertört:	17,6 to/óra	42,8% (L. 4. táblázatot)
	40,6 to/óra	100 %

Az előállított 5—12 mm-es zúzaléknak tehát több mint 80%-a háromszor, illetőleg négyszertört és csak 17%-a kétszertört. Ez a kőanyag ezért kétségtelenül megfelelő lesz a lemezesség szempontjából is.

IV.

Összefoglalólag megállapíthatjuk, hogy az 5—12 mm-es zúzalékban mutatkozó nagy szűkséget kielégítése csak a nagyobb szemmagyságú késztermékek továbbzúzásával lehetséges. ennek folytán az üzem termelése mennyiségben nem

aprítandó anyagot hatszor engedték át ugyanazon törőgépen és az eredmények azt mutatták, hogy azon kőanyag, mely az első, vagy második törés után még erősen lemezes volt, többszöri aprítás után — bár az aprítást mindig ugyanazon gép végezte — teljesen prizmatikus alakúvá vált.

A töret alakja tehát nem az alkalmazott géptípustól függ elsősorban — bár tapasztalataink szerint pl. a Pegson-zúzó lényegesen lemezesebb töretet szolgáltat, mint a pofászúzó — hanem főleg attól, hogy hányszor törjük meg a kőanyagot. Ugyanaz a kőanyag, mely az első, vagy második aprítás után még lemezes alakú, többszöri aprítás után prizmatikussá válik.

Ha a keletkezett 5—12 mm-es kőanyagot ebből a szempontból vizsgáljuk, úgy a következő eredményt kapjuk:

Korábbiakban eszközölt számítások szerint a továbbaprításból keletkezett 5—12 mm-es zúzalék összetétele a következő:

növekszik, sőt figyelembe véve a 0—5 mm-es szemmagyság egy részének eladhatatlanságát, még csökken is, de számottevően növekednek a ráfordítások.

A fentiekben javasolt megoldásoknál a nem értékesíthető anyag viszonylag sokkal kevesebb, ennek folytán az utánzúzási többletköltség is fajlagosan sokkal kisebb, mint a körforgó granulátorokkal való megoldásnál, a beruházási költség pedig mindkét megoldásnál egyforma.

A javasolt gépek és berendezések a magyar ipar gyártmányai, beszerzésük nehézséget nem okoz.

Vízálló és víztaszító vályogtégla

VARGA DÉNES

1. Történelmi áttekintés

A vályog a legősibb természetes építőanyag. A történelmi idők kezdetén élt nagykulturájú népek; asszirok, babiloniaiak, egyiptomiak, perzsák; Amerikában az inkák, máják és aztékok mind alkalmazták a vályogot. Lakóházakat, istentiszteleti helyeket és fedelmi palotákat készítettek vályogból. Különösen a száraz éghajlatú vidékeken fejlődött igen magas színvonalra a vályogépítés technikája. Afrika és Arábia egyes vidékein még ma is túlnyomórészt a vályog a fő építkezési anyag s emeletes épületeket is nagy számban találhatunk a városokban (1).

Egyiptomban például csaknem hatezer éven át a vályogtégla volt a fő építkezési anyag. Fara-gott terméskövet csak ceremonális jellegű építkezéseiknél használtak. A vályogtégla készítési technológiájáról építményekben fennmaradt feliratok, képek és domborművek tanúskodnak. E feljegyzések szerint a vályogépítkezés nyersanyaga csaknem kivétel nélkül a nilusi, alluviális szürke agyagos iszap volt, melyek árpapelyvával, vagy homokkal soványítottak. Vert tégláik méretei $37 \times 18 \times 11$ cm volt, ezeket — éppúgy mint ma — faforma segítségével formázták és a napon szárították (2).

A vályogépítés Európában is igen elterjedt építkezési mód s évezredes múltra tekint vissza. A XVIII. századtól kezdve pedig vályogot nemcsak a vidéki építkezéseknél alkalmaztak, hanem egyre több városi épületet is vályogból készítettek (3). A vályogépítkezést napjainkban is alkalmazzák, főleg vidéken. Németországban a második világháború után 1947-ben állami támogatással megindult a vályogépítés technikájának tudományos fejlesztése. 1952-ben a Német Demokratikus Köztársaságban kiadták Pollack—Richter idézett könyvét és a szabványok egész sorát dolgozták ki, melyekben előírások vannak a nyersanyagra, a felhasználás módjára és a vizsgálatra vonatkozólag (4).

Magyarországon is rendkívül elterjedt a vályog építkezés. Az 1930. évi népszámlálás adatai szerint hazánkban összesen 191 460 vályogház van, részben téglaalappal, részben anélkül (5).

Tekintettel a vályogházak nagy számára s az általánosan jelentkező építőanyag-hiányra, érthető a törekvés, hogy szerte a világon, még a technikailag legfejlettebb országokban is sokat foglalkoznak a vályogfal, illetve vályogtégla készítés technológiájával. A vályogból készült építőelemek technológiája azonban ennek ellenére az elmúlt párezer év alatt nem sokat fejlődött. A vályogtéglat Európában szerte, főleg azonban Magyarországon ma is olyan módon, olyan eszközökkel készítik, amint azt például a 3500 évvel ezelőtt készült El-Karnak-i templom feliratai szerint akkor az egyiptomiak készítették.

2. A vályogtégla vízállóságának megjavítására vonatkozó eddigi ismeretek

A vályogból készült építőelemek legnagyobb hibája az, hogy az időjárással szemben tanúsított ellenállóképessége kicsi és nem vízálló. Ezért a vályog-építőelemek ellenállóképességének megjavítása már régi probléma. Morpin francia mérnök kéziratai szerint a kínaiak már évszázadok óta használnak agyag-porszén keverékeket házaik, falaik építéséhez (6). Ezek a készítmények időállóknak bizonyultak. E régi, valószínűleg tapasztalati megfigyelésen alapuló gyakorlat után, főleg a XX. század eleje óta tudatosan foglalkoznak a vályogból készített építőanyagok időjárással szemben tanúsított ellenállóképességének megjavításával, vagyis a vályog-stabilizálással.

A stabilizált vályogtégla-gyártásra vonatkozó első tudományos munka Budnikov-tól származik (7). Kísérleteinél egy vörös agyagból indult ki, melynek szemcseadatai a következők voltak:

$200 \mu <$	15%	$50 - 20 \mu$	$22,4\%$
$200 - 50 \mu$	$15,8\%$	$20 - 10 \mu$	$20,2\%$
		$< 10 \mu$	$24,8\%$

Az agyag száradási zsugorodása: $7,1\%$. A fent jellemzett agyaghoz különböző arányban különböző szeretlen vegyületeket, vagyis stabilizáló anyagokat adott, a keverékből kis téglafarmájú testeket készített, melyeknek méretei $1,2 \times 1,5 \times 4,5$ cm voltak. Kiszáradás után a testeket vízbe merítette, úgy hogy a víz felső lapjukat is elborítsa, ezután jegyezte a szétesési időket. Részletes kísérlet tárgyává tette a különböző sók, savak és lúgok hatását és megállapította, hogy $5-6\%$ CaO, illetve $3-4\%$ foszforsav hatására az általa alkalmazott vörös agyag vízállóvá tehető. A foszforsav kísérletei szerint foszforit, illetve apatit, és kénsav keverékével helyettesíthető. A mész adalékanyag stabilizáló hatására vonatkozó megállapításai képezik az alapját a mai modern kutatási munkáknak is.

Kísérleteket végeztek vízüveg-tartalmú szulfid-lúggal történő vályogstabilizálásra is (Sillonit) (8). Az eljárásnak hátránya azonban az, hogy a vízüveges kötés a levegőben levő széndioxid hatására bomlik és ezért a vályogtest is hamarosan tönkre megy. Különösen rossznak bizonyult a vízüveg kötésű vályog-építőelemek vakolatartóssága.

Hlennes haditechnikai szempontból vizsgálta a talajok stabilizálhatóságát. Kísérleteinél figyelemmel volt a stabilizálandó talaj szemcseösszetételére is. A felhasznált talaj agyagtartalma — 5μ -nál kisebb részek mennyisége — 15% -nál kevesebb volt. Stabilizáló anyagként bitumen-emulziót, szulfid-lúgot, kalcium-tartalmú papír-iszapot és cementet használt. A vízállóságot azonban mindegyik keveréknél felületi bitumenes

bevonattal biztosította. Az alkalmazott bitumen-emulzió és a szulfít-lúg tehát nem a vízállóság, hanem a keverék mechanikai ellenállóképességének, ill. szívósságának növelésére szolgált. A legjobb szilárdsági eredményt a cementes (6% portland-cement) keverék adta, viszont szívóssági tekintetben a bitumen-emulziós, ill. a szulfít-lúgos keverékek bizonyultak jobbnak. Szálas anyagokat a próbatetek készítéséhez nem alkalmazott.

Florentin és Dufoernet szerint az anyagminőségtől függően m^3 -ként 75—125 kg cement adagolással stabilizálhatók a vályogok, melyekben legfeljebb 25% agyagos rész van (10).

Vályogból készült építőelemek vízállóságának növelésére irodalmi adatok szerint fentiekén kívül még bitument, szurkot, nátriumhidroxiddal, vagy égetett mésszel kevert mezőgazdasági hulladékanyagokat, továbbá mésszel kevert és őrlött kohósalakot is alkalmaznak. Erre vonatkozó kísérleti eredményekről azonban még kevés adat áll rendelkezésre.

A stabilizált vályogtéglagyártás nyersanyagai

A vályogból készült építőelemek nyersanyaga a vályog, homok és szerves eredetű mezőgazdasági hulladékanyagok.

A vályog sovány mészkarbonáttartalmú, vagy mészkarbonátmentes agyag. Atterberg-féle képlékenységi száma legfeljebb 10, száradási zsugorodása max. 4,5%. Ennél nagyobb indexsel jellemezhető törmelékes, üledékes kőzetet már agyagnak nevezzük. A gyakorlatban e határon belül megkülönböztetnek még sovány és kövér vályogot. A kövér vályog jobban formázható, tehát belőle a vályogtéglá gyártása könnyebb, viszont 4% körüli száradási zsugorodása folytán csak megfelelő soványítás után alkalmazható.

Képződés, ill. kőzettani szempontból általában négyféle vályogot különböztetnek meg, és pedig mállási vályogot, ártéri, vagy folyami vályogot, moréna, vagy hordalék-vályogot és löszös vályogot (11). Kísérletek történtek ezenkívül az oxidos kémiai analízis alapján történő vályogosztályozásra is (12), ezek azonban nem terjedtek el, azonkívül tudományos szempontból kifogásolhatók. A vályogok, ill. általában az agyagok technológiai felhasználhatóságát ugyanis elsősorban szemcse szerkezetük és ásványi felépítésük szabja meg.

Általában a sovány löszös agyagok a legalkalmasabbak vályogból készült építőelemek előállítására. Ezek ugyanis gyorsan és repedésmentesen száríthatók, száradási zsugorodásuk kicsi és könnyen feldolgozhatók.

Stabilizálási kísérleteinket két sovány agyaggal, a rákosi kék agyaggal és a kecskeméti agyaggal végeztük. Mindkettő a meszes, vagy márgás, kis agyagásványtartalmú agyagok csoportjába tartozik, s az alkalmazható sovány agyagok alsó-, ill. felső határát képviselik.

Szemcseösszetételüket az alábbi adatok tüntetik fel:

	rákosi agyag	kecskeméti agyag
>200 μ %	3	2
200—40 μ %	18	35
40—25 μ %	16	20
25—10 μ %	25	27
<10 μ %	36	16

Atterberg-féle képlékenységi szám : 10,2 2,8

A nedvesen formázott test megmunkálási vízmenyisége : % 26,0 22,5

Száradási zsugorodás : % 4,4 2,5

Szerves eredetű, szálas anyagként fenyőfűrészport használtunk. Megjegyezzük, hogy ezt az adalékanyagot kizárólag a stabilizált agyagokra gyakorolt hatásának tanulmányozására alkalmaztuk, vagyis annak megfigyelésére, hogy a szálas anyaggal porúsosabbá tett stabilizált agyagtestek vízállósága mennyiben változik a tömör, szálas adalék nélkül elkészített testekéhez viszonyítva.

A vízzel szembeni ellenállóképességet oldható, vagy emulgeálható szerves és szervesetlen adalékanyagokkal lehet javítani. Mindkét fajta adalék bizonyos mértékig gátolja a nyers agyagtest elázását, sőt az adalék minőségének, ill. mennyiségének megválasztásával az agyagtestek vízállóvá is tehetők.

Stabilizálási kísérleteinknél szerves anyagként bitumenemulziót és gyanta-szappant; a szervesetlen anyagok közül pedig építőipari kötőanyagokat és keverék-, vagy mészhelyettesítő kötőanyagokat alkalmaztunk. Mészhelyettesítő kötőanyagként ajkai porszenhamut és mésszel együtt őrlött mátrai, vagy csepeli porszenhamut alkalmaztunk. A stabilizáláshoz használt mész aktív CaO-tartalma 88—92% volt, a cement 600-as portlandcement.

Az ajkai porszenhamu titrálható CaO-tartalma egészen friss állapotban 23—24%-ot is elér. A többi porszenhamu 1%-nál kevesebb titrálható CaO-t tartalmaz. Próbatesteink készítéséhez fent jellemezett friss, ajkai porszenhamut nem használtunk, hanem azt több hónapig tároltunk, mikoris aktív CaO-tartalma 15—16%-ra csökkent le.

A gyantaszappant fenyőgyanta nátriumkarbonátos elszappanosításával készítettük, 76% fenyőgyantához 24% vízmentes nátriumkarbonátot vettünk. A gyantaszappant a stabilizált agyagmassza megmunkálási vízében oldottuk fel és kicsapásához 5% égetett meszet alkalmaztunk.

Stabilizált — vízálló és víztaszító — vályogtéglák vizsgálati adatai és azok kiértékelése

Kísérleteinkhez 1,8×3,8×7,6 cm-es méretű, ill. 2,5×5,0×10,0 cm-es méretű laboratóriumi próbatesteket és 6,5×12,5×25,5 cm-es téglá-

nap mulva víz alatt felpuhultak és nagyobb darabokra estek szét.

A mészhez teljesen hasonló eredménnyel alkalmazható portland-cement is (600-as minőség). Ez esetben a sovány agyagok eredeti nyomószilárdságánál nagyobb nyomószilárdságú próbatesteket kapunk.

A mésszel és cementtel történő agyag-stabilizálási eredményeinket a mész- és cementtalajutak kísérletei és kipróbálásuk során szerzett tapasztalatok is alátámasztják (13). Endell megállapításával szemben azonban kísérleti adataink azt igazolják, hogy mészkarbonáttartalmú, sovány agyagok is alkalmasak stabilizálásra.

Gyantaszappan-adagolás hatására a vályogtestek vízhatlanná, ill. víztaszítóvá tehetők. Kísérleteink szerint 5% mész (akt. CaO 0,90) feltétlenül szükséges ahhoz, hogy a testek a vízalatti tárolás közben is épültek maradjanak. Mész hatására a megmunkálási vízbe belekevert gyantaszappanoldatból az agyagszemcsék felületére egy víztaszító, vagy hidrofob kalcium-földfém szappan-réteg csapódik ki. A földfém szappan poláros hidrofíl gyöke az agyagszemcsék felületén adszorbeálódik, apoláros hidrofob gyöke pedig kifelé irányul és ezért a már megszáradt és megkeményedett próbatest vízbemerítésekor a víz sem a mész hatására keletkezett agyagszemcse aggregátumok belsejébe, sem a próbatest belső pórusaiban, ill. kapillárisaiba nem tud behatolni. A tisztán apoláris jellegű bitumen-emulzióknak az agyagszemcsék felületére történő tapadása, ill. adhéziója lényegesen kisebb energiát képvisel, mint az adszorpciós kötési földfém-szappan-réteg kötési energiája. Ezzel magyarázható, hogy stabilizált agyagmasszák vízhatlanná tétele, a rákosi és a kecskeméti agyag esetében még 10% bitumen-emulzióval sem sikerült. Ezek a megfigyelések teljes mértékben összhangban állnak a hidegszigetelő tözglemezek előállításánál tett megfigyelésekkel (14).

Stabilizált masszánál 2,5–3,0% száradási zsugorodású agyag alkalmazása esetén max. 10%, 4–4,5% zsugorodású agyagnál max. 15% szálás anyag keverhető be a masszába a próbatestek vízállóságának lényeges csökkenése nélkül.

Vályogból készült építőelemek vízállóvá tehetők keverék-, vagy mészhelyettesítő kötőanyagok alkalmazásával is. A mész-, ill. cementadagolással szemben azonban lényegesen nagyobb százalékban kell azokat alkalmazni. Ez esetben a kémiai jellegű stabilizáló hatás mellett a viszonylag nagy százalékban alkalmazott őrlött adalék szemeszerkezet-javító hatása is érvényesül a stabilizálásnál.

Kísérleteink szerint 20–25% csepele, ill. mátrai porszénhamuból készített keverék-kötőanyag alkalmas a stabilizálására. A felhasznált kötőanyag aktív CaO-tartalmát 2,8–3,0%-ra állítottuk be, vagyis 14% mészre kb. 86% porszénhamut tartalmazott a kötőanyag. Hazánkban a sátoraljaújhelyi mészpuccolántól eltérő keverék kötőanyagot nem készítenek, pedig az építőiparban ezeket a portlandcementekénél kisebb szilárdsággal rendelkező kötőanyagokat igen elő-

nyösen fel lehetne használni. A porszénhamu ipari hulladékanyagként hőerőműveinkben nagy mennyiségekben keletkezik, finom szemeszerkezete folytán a kötőanyaggá való feldolgozása kis őrlési energiát igényel, s amint Gyarmati és Schütz vizsgálatai is bizonyították (15) számos hazai porszénhamu alkalmas e célra. Porszénhamuk keverék kötőanyagként való alkalmazhatósága kémiai, pontosabban ásványi összetételüktől függ. Ezzel a témával főleg külföldön igen sokat foglalkoztak s jöllehet történtek kísérletek porszénhamuk, ill. barna-szénhamuk építőipari szempontból történő osztályozására (16) kémiai és ásványi összetételük figyelembevételével, az alkalmazhatóság kérdése főleg a hazai hamuknál nincs még kellőképpen kikutatva. Ennek oka azonban főleg az, hogy az erőművek által produkált porszénhamuk változó összetételűek.

Fentiek alapján, amennyiben az építőanyagipar tud majd biztosítani egy standard-minőségű porszénhamus kötőanyagot, a vele való vályogstabilizálási lehetőségeket újból vizsgálat tárgyává kell tenni.

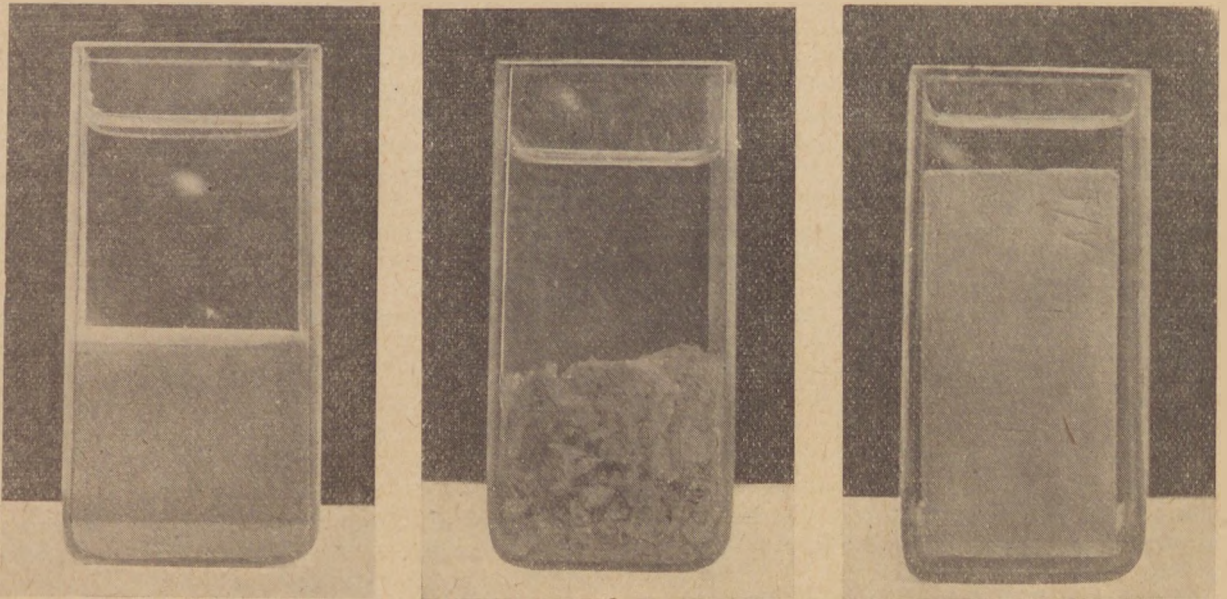
A vályogból készült építőelemek a fent említett mészpuccolán alkalmazásával is vízállóvá tehetők, 20–25%-os adagolás esetén, a felhasználásra kerülő vályog anyagi minőségétől, ill. zsugorodásától függően.

A fent említett mészhelyettesítő kötőanyag stabilizáló hatására vonatkozó kísérleteinket a mésszel és cementtel történő stabilizálás kiegészítéseként végeztük el. Ezért a porszénhamut tartalmazó kötőanyagok anyagtulajdonságait részletesen nem vizsgáltuk.

Még állandó anyagminőség esetén is meggondolandó azonban, hogy a mész, vagy cement helyett kb. háromszor annyi stabilizáló anyag alkalmazása, főleg fuvar költsége az esetleg kisebb egységár mellett is gazdaságilag előnyös, különös tekintettel arra, hogy a vályogtéglá egy-egy, vagy darabára még az égetett téglához viszonyítva is igen alacsony kell legyen.

Sok szabad meszet tartalmazó porszénhamuk még huzamosabb szabad levegőn történő tárolás után sem javasolhatók stabilizálásra, mert a titrálással kimutatható szabad mész jelentős mennyiségben túlégetett mész formájában van jelen, mi kísérleteink szerint néha csak többhetes vízalatti tárolás után kezdi hatását éreztetni duzzadási jelenségek kíséretében, a friss ajkai porszénhamuval összeállított vályogtestek pedig már száradásnál összeroppedeztek. Az ajkai porszénhamuban levő túlégetett mész oltódási sebességének növelésére vonatkozó kísérleteink nem jártak kellő eredménnyel. A kalciumklorid, alacsony hőmérsékleten égetett mész, cukor, szulfid-lúg, nátriumkarbonát adalékok reakció-sebesség növeli hatását nem éreztük. Valószínű azonban, hogy az ajkai porszénhamuban levő oldható szulfátok mész-oltódást gátló hatásának is lényeges szerepe van, amint arra Pohl vizsgálatai is rámutattak (17).

Patschke által javasolt nagy SiO₂-tartalmú adalékanyaggal összekevert állapotban történő



1. ábra. Rákosi agyag, vízbemerítés után 1/4 órával

2. ábra. Rákosi agyag 96%, mész 4%, vízbemerítés után hat órával

3. ábra. Rákosi agyag 93%, mész 7%, vízbemerítés után 12 héttel

előzetes nedves tárolás (18) pedig vályogstabilizálás céljaira nem jöhet tekintetbe, mert költséges.

A vályog, ill. sovány agyag stabilizálásánál végbemenő fizikai-kémiai folyamatok

A tisztán vályogból, ill. agyagból készített testek nem vízállók, víz hatására pl. vízbe állítva duzzadási és peptizációs jelenségek közben szét-esnek. A stabilizálható anyag hatása kettős.

Először egy ion-kicszerelődési folyamat megy végbe — vizes közegben — az agyag, vagy vályog és a mész, vagy meszet leadó stabilizálási anyag között. Az agyag ásványain adszorbeálódott Na^+ és K^+ ionok Ca^{++} -ionra cserélődnek ki. A Ca^{++} -ion viszonylag nagy ionrádiusza következtében az előbbieknél lényegesen kisebb víz-megkötő képességgel rendelkezik, sokkal kisebb a hidrát burka s ezért a stabilizált agyagrészecskék szorosabban összetapadnak és vízzel ezután már csak igen nehezen, vagy nem iszapolhatók fel. E folyamat, ill. következményei jól megfigyelhetők vízbehelyezett próbatesteken (l. alább az ábrákat). A stabilizáláshoz, ill. vízállóvá tételhez kevés meszet tartalmazó testek hosszabb-rövidebb idő alatt kisebb részecskék halmazává esnek szét, míg a meszet nem tartalmazó testek kolloidálisan feliszapolódnak.

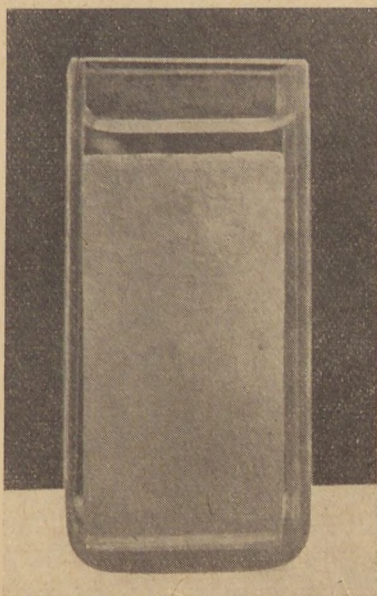
Az ionkicszerelődési folyamat után kémiai reakció is végbemeget a stabilizáló adalék és az agyag ásványai között. A CaO , ill. Ca(OH)_2 hatására az agyagban levő szilikátok Si-O kötései hidratálódnak, úgyhogy a szilikátgyűrű rendszerek felhasadnak és az ily módon keletkezett kovasavhidrátok (Ca(OH)_2 -t vesznek fel. Ez a reakció szobahőmérsékleten megy végbe s kémiai folyamatai még távról sincsenek felderítve (19).

Valószínű, hogy fenti alacsony hőmérsékleten lejátszódó reakciónál hidratált vízben viszonylag gazdagabb kalciumszilikátok keletkeznek, melyekben Steinnour szerint a CaO-SiO_2 aránya valamivel nagyobb 1-nél.

Képlékeny, sok agyagásványt tartalmazó agyagok stabilizálásához sok mész, ill. sok mésztartalmú kötőanyag szükséges. Ezek az agyagok ugyanis sok finom részt tartalmaznak, szemben a soványabb agyagfajtákkal és ezért az ion-adszorpciójuk is lényegesen nagyobb. Emellett az agyagásványok, amint arra Budnikov kísérletei is rávilágítottak, különösen jelentős mészmegkötőképességgel rendelkeznek anélkül, hogy a meszadagolás hatására lényeges szilárdsági javulás állana elő (20). Ezért nem alkalmasak a a képlékeny agyagok stabilizálását agyag- (vályog) testek előállítására.

Vízzel összekevert kerámiai masszák, mint ismeretes, kiszáradás után megszilárdulnak és összetételüktől függően kisebb-nagyobb nyomószilárdságot érnek el. Jó építő vályogoktól, ill. sovány agyagoktól megkívánjuk, hogy legalább 20 kg/cm^2 nyomószilárdsággal rendelkezzenek. Mész hatására az agyagszemcsék kisebb aggregátumokká állnak össze. A stabilizált agyagtestnek ezért amint a közölt táblázat adataiból is kiolvasható, csökken a zsugorodása és a térfogatsúlya és ebből kifolyólag kis mértékben csökken a nyomószilárdsága is, melyet azonban a tárolási idő folyamán keletkező kalciumhidroszilikátok kompenzálhatnak.

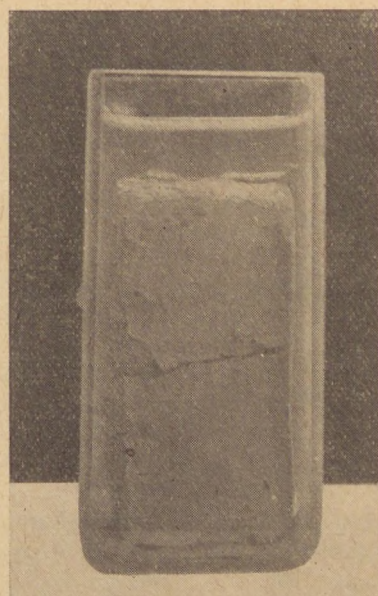
Sovány agyagok stabilizálására azért a legalkalmasabb a mész, vagy mésztartalmú kötőanyag, mert amint azt már az előzőekben is kifejtettük, hatásuk kettős. A meszet tartalmazó stabilizáló adalék, mint elektrolit megváltoztatja az agyag felületi tulajdonságait, kisebb lesz az



4. ábra. Rákosi agyag 85%, ajkai porszénhamu 15%, vízbemerítés után két héttel



5. ábra. Rákosi agyag 85%, ajkai porszénhamu 15%, vízbemerítés után négy héttel



6. ábra. Mályi agyag 91%, mészszenhamu 9%, vízbemerítés után két nappal

agyagszemcsék hidrátburka és kisebb lesz duzzadási nyoma is, másrészt a stabilizáló adalék mennyiségének helyes megválasztása esetén a keletkező kalciumhidroszilikátok cementáló hatása ellenáll a duzzadási nyomásnak és az agyagtestet víz behatása ellenére is összetartja.

Rákosi sárga agyagból 7% égetett mészkömmel 260 mm Ø-ű csigasajtón tömör, kisméretű téglákat préseltünk. A meszes massa a sovány, homokos agyagokhoz hasonlóan volt préselhető. A téglák száradásánál nem voltak érzékenyek s egy nap múltán már megkeményedtek. Az agyagot és a meszet préselés előtt Z-karos keverőben először szárazon, majd nedvesítve összekevertük és az egyenletesen összekevert nedves masszát engedték át a présen.

A stabilizált agyagtestek vízállósága a kiforrálás után csak teljesen kiszáradt állapotban érvényesül, nagy üzemi gyártásnál tehát a szabad szárítóra kihordott téglákat, ill. a téglarakásokat cserépfedéssel meg kell védenünk a csapadék behatásától.

A cementtel készült próbatestek kiforrálása után 5–6 óra múlva már megkeményednek, vízállóságuk azonban fentiekhez hasonlóan ugyancsak kiszáradás után érvényesül.

IRODALMI UTALÁSOK

- (1) The National Geographic Magazine 62. k.
- (2) The National Geographic Magazine 1941. X. 510—511. lap.
- (3) Polack—Richter: Technik des Lehmbaues. Berlin. 1952. 1956. 166. lap.
- (4) DIN 18 951—18 965. (1951-től).
- (5) Borbély, V.: A földfalú házak építéséről. Építőanyag. 1954. 7. sz. 233.
- (6) Borbély, V.: A földfalú házak építéséről. Építőanyag. 1954. 7. sz. 234.

- (7) Budnikov, P.: Zur Frage der Erzeugung, von in Wasser unzerwaschbaren Materialien aus rohem Ton. Kolloid Zeitschrift. 1926. 39. k. 270—272. l.
- (8) Hütte: Taschenbuch der Stoffkunde. Berlin. 1926. 643. lap.
- (9) Hennes, R. G.: Stabilized earth block for protective Construction. Bull. Univ. of Washington Engineering Exp. Station. 1943. No. 111. 16—19. lap.
- (10) Florentin—Dufournet: Maisons en beton de terre Stabilise. Paris 1945.
- (11) Keil, K.: Ingenieurgeologie und Bautechnik. Halle. 1951. 79—80. lap.
- (12) Das grosse Baustofflexikon. Stuttgart, 1941. 549—551. lap.
- (13) Kézdi, A.: Kísérleti cement-talajutak építése és kipróbálása. Építőipari Műszaki Egyetem Tud. Közl. I. k. 1. sz. Budapest, 1955.
— Endell, J.: Dampgehärtete Baustoffe. Clau-stahl. 1952. 37. lap.
- (14) Hideg-szigetelő tözeglemezek. Budapest, 1956. 11—12. lap. ÉKKI. kutatási jelentés 35. sz.
- (15) Gyarmati, Gy.: Mészhelyettesítő kötőanyagok. Építőanyag. 1955. 10. sz. 391—393. lap.
— Schütz, M.: Porszenhamu és szénalak felhasználása az építőiparban. Budapest, 1953. XI. ÉTI kutatási jelentés.
- (16) Dóorentz, R.—Ettel, O.: Braunkohlenfilterasche als Bindemittel. Bautechnik 2. 1948. 293. old.
— Ottemann, J.: Über die Mineralbestandteile von Braunkohlenaschen und Bedeutung für die Beurteilung von Aschenbindern. Mittel aus den Laboratorien des geol. Dienstes. Berlin. 1951. H. 1.
- (17) Pohl, G.: Der Einfluss von SO_4 -ionen beim Löschen von Weisskalk. Zement, Kalk, Gips, 1955. Nov. 11. 393—397. lap.
- (18) Patschke, E.: Mischbinder aus Braunkohlenaschen. Silikattechn. 4. 1953. 365—77. lap.
- (19) Steinour, H.: The System $CaO-SiO_2-H_2O$ and the Hydration of Calcium Silicates. Chemical Reviews. V. 40. 1947. 391. lap.
— Endell, J.: Dampgehärtete Baustoffe. Clau-stahl. 1952. 6. lap.
- (20) Budnikov, P. P.—Choustenkov, S. J.: Ermittlung der günstigsten Bedingungen zur Herstellung von Baustoffen aus Kalk und Ton. Silikattechnik. 1955. No. 4. 161—164. lap.

Feszültségenyhülés az üvegben

APÁTI ATTILA

(Folytatás)

A mérési eredmények alapján a feszültségenyhülésre levonható következtetések

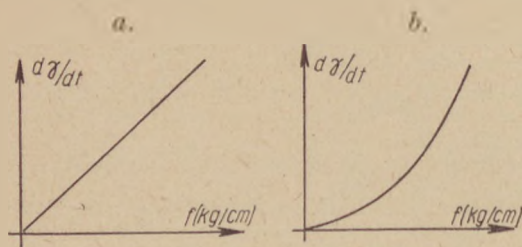
Az előző fejezetben három formula is szerepelt a feszültségenyhülésre vonatkozóan, de mint láttuk, egyik sem képes a relaxáció lefolyását úgy rövid, mint hosszú vizsgálati időszakaszokra vonatkozóan pontosan megadni s azonkívül a három közül kettő csupán tapasztalati úton lett felírva, minden fizikai értelmezhetőség nélkül.

A mérési eredmények alapján megkísérelhetjük egy oly elmélet felállítását, mely a mérési eredményekkel jól egyezik s azonkívül fizikai tartalommal is bír. Az elmélet az alábbiakban foglalható össze:

Az állandó terhelés által okozott deformáció — mint azt a 17. ábránál láttuk — azonnali elasztikus nyúlásból, késleltetett rugalmas deformációból és a viszkózus folyásból áll. Ettől a vizsgált feszültségkiegyenlítődéssel folyamata két lényeges pontban tér el. Először is a terhelés — illetve a jelen esetben a belső feszültségek nagysága — nem állandó, hanem az időben folytonosan változik. Másodszor a szilárd testeknél is jól ismert elasztikus nyúlás — melynek értéke a feszültség nagyságától s a rugalmassági modulus-tól függ — a feszültséges üvegben már szobahőmérsékleten jelen van. Magasabb hőmérsékleten azután, az addig mintegy „befagyott”-nak tekinthető rendszerben — a késleltetett rugalmas deformáció s a viszkózus folyás is megindul.

Foglalkozunk először részletesebben a második taggal: a viszkózus folyással.

A viszkózus folyás tárgyalásánál általánosan szokásos az a feltevés, hogy a viszkózus deformáció sebessége és a feszültség között az összefüggés lineáris, vagyis a 19/a. ábra szerinti. Az egyenes hajlásszögének tangense (a két mennyiség közötti arányossági tényező) a viszkozitáérték reciprokával egyenlő. Ezt fejezte ki az az egyenlet, mely a Maxwell-féle formula levezetésének alapjául szolgált. Ez a feltevés elfogadható akkor, ha a feszültségek csak igen kis mértékben változnak s ilyen kis szakaszon bármilyen összefüggés jó közelítéssel lineárisnak tekinthető. Mérési példáinknál — mint láttuk — a feszültségek több száz, sőt ezer kg/cm² értékekről csaknem nulláig csökkentek.



19. ábra

Ilyen széles határok között azután szükséges annak megállapítása, hogy a lineáris összefüggés feltételezése jogos-e?

Miként a különböző, viszkoelasztikus tulajdonságokat mutató nagymolekulájú poliméreken (gummi, műgummi, műgyanta- és különféle szintetikus műanyagokon) a legutóbbi években végzett vizsgálatok eredményei tanúsítják, a deformáció sebessége és a feszültség közötti összefüggés nem lineáris, hanem a 19/b. ábra szerinti, azaz parabolikus. A deformáció sebessége tehát a feszültség növekedésével egyre rohamosabbá válik. A 19/a. ábra szerinti viselkedést mutató folyadékot Newton-féle folyadéknak, míg a 19/b. ábra szerinti nem newtoni folyadéknak nevezzük. Az eltérés a lineáris összefüggésből különösen észrevehető a nagy viszkozitású folyadékoknál (16: 3. old.) Sharman, Sones, és Cragg polystyrenen végzett méréseinek eredményei (19) azt bizonyítják, hogy a deformáció sebességének csökkenésével a viszkozitás állandóan nő, tehát reciproka (a 19. ábrán a görbéhez vont érintő szögének tangense) folytonosan csökken. A viszkozitás értékének a deformáció sebességétől való függése a molekulaszűly növekedésével egyre rohamosabbá válik. Bestul és Belcher (20) valamint Mooney (16: 21. old.) gumin, illetve polyisobutilélen végzett mérései szintén azt bizonyítják, hogy a deformáció sebessége s a feszültség között az összefüggés parabolikus s a következő alakban írható fel:

$$\frac{d\gamma}{dt} = k \cdot f^n \quad (18)$$

Mooney az egyenletben szereplő kitevő értékét lágyított guminál $n = 2$ -nek találta. Hamm (16: 23. old.) mérései szerint különböző fajta gumiknál az n kitevő értéke 1,2 és 5,5 között változott.

Üvegre vonatkozólag sajnos az szakirodalomban nem állnak rendelkezésre hasonló célból véghezvitt mérések eredményei. A feszültségenyhülés lefolyásával kapcsolatban végrehajtott mérésekből azonban levonhatunk bizonyos következtetéseket. Mint a 4. ábrából láttuk, a feszültségek csökkenése — állandó hőfokemelkedési sebesség mellett — kezdetben mind erősebbé válik, majd miután egy maximális sebességet elért (a hőmérséklet további egyenletes emelkedése dacára!) ismét csökkenni kezd. Igen kis feszültségeknél a görbe mindinkább elhajlik: a feszültségcsökkenés erősen lelassul s azt a képet nyerjük, mintha a viszkozitás nőne meg (ami megfelel a 19. ábrán a kisebb feszültségértékeknél a görbe meredekségének csökkenésének).

A 6. ábrán (melyet állandó hőmérséklet-emelkedési sebesség mellett vettem fel) körök jelölik a görbék azon részét, ahol a feszültségenyhülés észrevehető mértékűvé kezd válni. A

köröket összekötve parabolát kaptunk, ami szintén arra mutat, hogy csökkenő feszültségértékek mellett ugyanazt a mértékű feszültségenyhülési (deformáció-) sebességet csak mind magasabb hőmérsékletek mellett érjük el; illetve, hogy egy bizonyos hőmérséklet mellett a feszültség értékének csökkenésével együtt a deformáció sebessége fokozottabb mértékben lecsökken.

Maxwell levezetésében a következő képlet szerepel

$$\frac{d\gamma}{dt} = \frac{1}{\eta} f \quad (19)$$

melyben γ = a deformációt jellemző szögváltozás
 f = nyíróerő

Ha a 19/b. ábrának megfelelő parabolikus összefüggést írjuk fel, akkor az előbbi (18) egyenletet nyerjük, ahol n egynél nagyobb pozitív szám.

Ily módon a (18) egyenlet alapján:

$$\frac{d\gamma}{dt} = 2 \frac{d\varepsilon}{dt} = k \cdot f^n \quad (20)$$

A (20) egyenletből — a Maxwell-féle egyenlet levezetéséhez hasonlóan — a következőket kapjuk:

$$\frac{-df}{dt} = C \frac{d\varepsilon}{dt} = C \frac{k}{2} f^n = A \cdot f^n \quad (21)$$

ha a $C \frac{k}{2}$ konstans értéket A -val jelöljük. A változókat szétválasztva:

$$-\frac{df}{f^n} = A \cdot dt \quad (22)$$

Az egyenletet integrálva:

$$-\int_{f_0}^f \frac{df}{f^n} = A \int_0^t dt \quad (23)$$

$$-\left[\frac{1}{(-n+1)f^{n-1}} \right]_{f_0}^f = A \left[t \right]_0^t \quad (24)$$

$$-\left[\frac{1}{(-n+1)f^{n-1}} - \frac{1}{(-n+1)f_0^{n-1}} \right] = A \cdot t \quad (25)$$

Ha a deformáció sebessége s a feszültség közötti parabolikus összefüggés másodfokú, azaz $n = 2$, akkor a (25) egyenletbe helyettesítve:

$$-\left[\frac{1}{(-2+1)f^{2-1}} - \frac{1}{(-2+1)f_0^{2-1}} \right] = A \cdot t \quad (26)$$

azaz:

$$\frac{1}{f} - \frac{1}{f_0} = A \cdot t \quad (27)$$

Ez pedig pontosan megegyezik a jólismert és a (2) egyenlettel felírt Adams—Williamson-féle formulával. Egyrészt sikerült a csupán tapasztalati úton felírt Adams—Williamson-féle összefüggést elméletileg is levezetni; másrészt a kapott végeredmény a gyakorlati mérési eredményekkel megegyezik, ami egyúttal bizonyíték amellett, hogy a deformáció sebessége és a feszültség között az üvegnél is a 19/b. ábra szerinti

parabolikus összefüggés érvényes, azaz a viszkózus üveg mint nem newtoni folyadék viselkedik.

Az eredmény egyébként ellene szól annak a — Lillie mérési eredményei nyomán a szakirodalomban elterjedt — véleménynek, hogy az elméletileg levezetett Maxwell-féle formula azért nem egyezik a tapasztalattal, mivel a viszkozitás az időben változik. A viszkozitás ugyan a mérések alapján az időben valóban változik (legalább is méréseinknél úgy észleljük) — a késleltetett rugalmas deformáció miatt —, azonban ez a változás 10^{13} poise viszkozitásérték alatt nem mérhetően rövid időn belül végbemegy, míg annál nagyobb viszkozitásértékeknél a változás sebessége az időben fokozatosan csökken, míg végül is a viszkozitás állandó értéket ér el. A mérések szerint pedig az Adams—Williamson-féle formula igen hosszú ideig (pl. az 1. ábránál 166 óráig, míg Moreynak a Pyrex üvegen végzett, fentebb említett mérésénél két esztendeig!) tartó mérések eredményeivel is jól egyezik. Ennyi idő alatt pedig a viszkozitás már régen elérte állandó értékét s így már a Maxwell-féle egyenletnek kellene érvényesnek lennie.

A Maxwell-egyenlet tehát nem a viszkozitás időbeli változása miatt nem egyezik meg a gyakorlati mérési eredményekkel, hanem azért, mivel azon téves alapfeltevésekből indult ki, hogy a viszkózus üveg Newton-féle folyadékként viselkedik.

Ha szemügyre vesszük azokat a görbéket, melyek a feszültségek reciprok értékeit tüntetik fel az idő függvényében, akkor megállapíthatjuk, hogy azok (a kezdeti erősebb mértékű görbülés után) némelykor teljesen egyenesek. Ebben az esetben a (18) egyenletben szereplő n kitevő értéke éppen 2-vel egyenlő. Némely esetben azonban a kezdeti, erősebb mértékű változás után sem lesz a reciprok feszültségértékek görbéje teljesen egyenes, hanem állandóan kis mértékű görbülést mutat.

Ebből tehát arra következtethetünk, hogy csak abban az esetben kapnánk pontosan egyenest, ha az ordinátatengelyre nem a feszültségértékek egyszerű reciprokát mérnénk fel, hanem az $\frac{1}{f^w}$ értékeket (ahol w mindenesetre egyhez igen közelálló szám). Ez esetben tehát a (18) egyenletben az n kitevő értéke nem pontosan kettő, hanem attól kissé eltér.

Összefoglalva: az üveg a viszkózus folyás szempontjából mint nem newtoni folyadék viselkedik, ahol a deformáció sebessége és a feszültség közötti összefüggést közel (sok esetben pontosan) másodfokú parabola írja le. Ebből az Adams—Williamson-féle formula levezethető, mely a mérési eredményekkel jól egyezik.

Meg kell még azt is jegyezni, hogy a nagymolekulájú polimérekén végzett kísérletek eredményei szerint (20., 16: 23. old.) némely esetben a deformáció sebességének logaritmususa s a feszültség logaritmususa között az összefüggés nem pontosan lineáris, hanem az egyenestől kis mértékben eltér, annak dacára, hogy a mérés

folyamán a hőmérséklet állandó. Ebből az következik, hogy ilyen esetben a (18) egyenletben az n kitevő értéke állandó hőmérséklet mellett sem konstans, hanem — a feszültség nagyságától függően — kis mértékben változik, tehát magának a feszültségnek is függvénye.

A viszkozus folyás mellett a másik jelenség, mely a feszültségenyhülés lefolyásában szerepet játszik, a késleltetett elaszticitás. Ez az a BC szakasz, mely a 17. ábra szerint az AB azonnali elasztikus deformációt a CD viszkozus folyás szakaszával összeköti, illetve a kettő között folyamatos átmenetet képez. Ez a hatás az oka annak, hogy az idő függvényében a feszültségek reciprokait feltüntető diagramm nem végig egyenes, hanem attól kezdetben erőteljesen eltér (vagyis kezdetben nem egyezik az Adams—Williamson-féle formulával).

Ez az eltérés azonban csak az első hőkezelés folyamán felvett feszültségenyhülési görbén figyelhető meg. Ismételt felvételeknél — más mértékben — csak akkor jelentkezik, ha az ismételt hőkezelés más (magasabb) hőmérsékleten történik.

A jelenség nem csupán az üvegnél figyelhető meg, hanem az anyag általános tulajdonságai közé tartozik. Nem mindegy, hogy egy próbadarab igen rövid ideig, vagy pedig igen hosszú ideig van ugyanazon igénybevételnek kitéve. Igen hosszú ideig terhelve a szilárd testek is mutatnak maradandó alakváltozást (azaz viszkozus folyást), míg pillanatnyi, igen gyors erőbehatással szemben a víz is szilárd testként áll ellen. A valószínűségos testek sem nem ideálisan szilárdak, sem nem ideálisan folyékonyak, hanem a két hatás egyszerre jelentkeznek. Az ideális szilárd testből az ideális folyadékba való átmenet („relaxáció“) elernyedésszerűen megy végbe. Ha a terhelés időtartamához viszonyítva a relaxáció ideje igen hosszú, a testet szilárdnak fogjuk észlelni; míg

ha a relaxációs időhöz viszonyítva a megfigyelés időtartama lényegesen hosszabb, a testet folyékonnak találjuk. Ha a megfigyelés időtartama nagyságrendileg megegyezik a relaxációs idővel, a test egyszerre mutat szilárd és viszkozus tulajdonságokat („viszkoelasztikus“ viselkedés).

Az üveg azon hőmérsékleti tartományban, ahol a feszültségenyhülés lehetővé válik, viszkoelasztikus tulajdonságokat mutat. A relaxációs idő — mint rövidesen látni fogjuk — néhány perctől néhány óráig terjedhet, tehát nagyságrendileg megegyezik a megfigyelés időtartamával. Ez a viszkoelasztikus viselkedés (késleltetett elaszticitás) okozza a reciprok feszültséggörbék kezdeti erősebb változását, ami aztán fokozatosan csökken s folyamatosan átmegegyezik a viszkozus folyás által meghatározott egyenesbe. Meg kell még jegyezni, hogy azoknál az anyagoknál, melyek egyszerű felépítésűek, a relaxáció egyszerű exponenciális lefolyású, egyetlen jellemző relaxációs idővel; míg azon bonyolultabb felépítésű anyagoknál, melyeknél többféle szerkezetbeli mechanizmus hatása érvényesül, többféle relaxációs idő található, melyek hatásaképpen a relaxáció nem írható le egy egyszerű exponenciális görbével, hanem csak a különféle relaxációs időnek megfelelő exponenciális görbék együttes eredő görbéjével (az ún. „relaxációs időspektrum“ segítségével) (18., 16.: 47. old.).

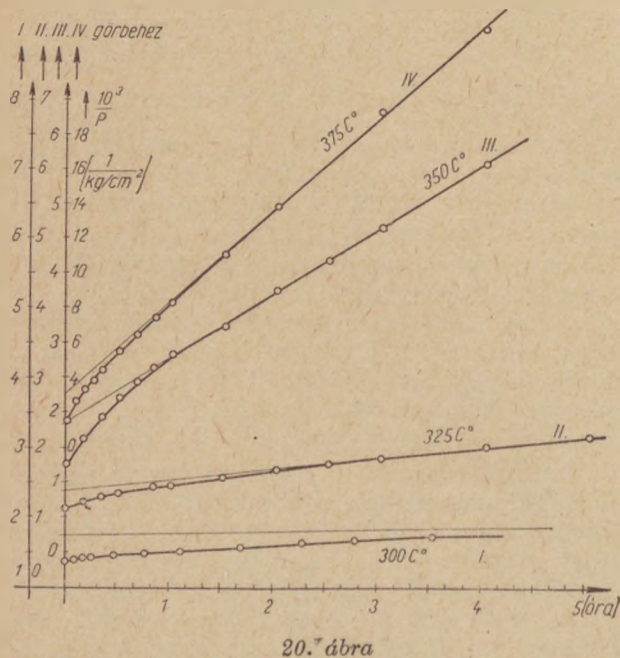
Így pl. Crawford (21) két egyszerű összetételű amorf szerves anyagot (ún. „szerves üveget“) vizsgálva, csak egyféle relaxációs időt talált, míg a gyakorlatban használatos technikai üvegek bonyolult felépítésűek, többféle szerkezetbeli mechanizmus hatása érvényesül s így várható, hogy a relaxáció egyszerű exponenciális görbével nem írható le, illetve egyetlen relaxációs idővel nem jellemezhető.

Az eddigiek alapján tehát a feszültségenyhülési görbe két részből tevődik össze: egy a belső szerkezetbeli változás által okozott viszkoelasztikus viselkedésből, mely exponenciális lefolyású (egy vagy több relaxációs idővel jellemezve) s amely a kezdeti, erősebb változást okozza; másrészt a viszkozus folyásból, melyet az Adams—Williamson-féle formula fejez ki s amely levezethető annak alapján, hogy az üveg nem newtoni folyadékként viselkedik.

A fenti elmélet helyességének igazolására a mért feszültségenyhülési görbék alapján számítások végezhetők, melyek végeredménye az alábbiakban foglalható össze:

Igazolásra az M 28 ólomüvegen felvett s grafikusán a 11. illetve 12. ábrán feltüntetett görbék közül válasszunk ki négy, különböző hőmérsékleteken mért görbét. A kiválasztott görbét a 20. ábra tünteti fel (a görbék számozása megegyezik a 12. ábra jelöléseivel).

Vegyük először a IV. görbét, mely 375 C°-nál adja a feszültségek reciprok értékeit az idő függvényében. A görbéhez meghúztam azt az egyenest, melyhez a görbe a kezdeti erősebb mértékű görbülés után mind jobban közeledik s kb. 2 óra múlva azzal teljesen egybe is esik. Az egyenes adja tehát az Adams—Williamson-féle formulá-



20. ábra

nak megfelelő részt (viszkózus folyás), míg az egyenes, valamint a görbének ettől eltérő, kezdeti része közti különbség a szerkezetbeli változásnak (viszkoelasztikus viselkedés) felel meg.

A számítások végeredményeit az V. táblázat tünteti fel. A táblázatban a következő értékek szerepelnek:

Az első sorban az idő-értékek vannak feltüntetve.

A második sorban a reciprokok feszültségértékek láthatók (a IV. görbe pontjai).

A harmadik sorban a IV. görbéhez húzott egyenes pontjai szerepelnek. Ezeket az értékeket azonban nem az ábrából olvastam le, hanem — pontosabb meghatározás végett számítás útján határoztam meg.

5. táblázat

Idő	1/P × 10 ³	1/P' × 10 ³	P kg/cm ²	P' kg/cm ²	P'' kg/cm ²
0'	1,47	3,05	681	328	353
5'	2,57	3,491	389	286	103
10'	3,27	3,933	306	254	52
15'	3,83	4,375	261	229	32
20'	4,275	4,813	234	208	26
30'	5,4	5,7	185	175	10
40'	6,37	6,58	157	152	5
50'	7,27	7,46	137,5	134	3,5
1h	8,2	8,35	122	119,8	2,2
1h30'	11,05	11,00	90,5	90,9	-0,4
2h	13,65	13,65	73,2	73,2	0,0

A IV. görbéhez húzott egyenes $t = 0$ időpontban a függőleges tengelyt $1/P' = 3,05 \times 10^{-3}$ értéknél metszi. A IV. görbe az egyenest $t = 2$ óra múlva éri el, amikor is a közös ordináta-érték: $1/P = 1/P' = 13,65 \cdot 10^{-3}$ [kg/cm₁]. Ennek alapján a görbéhez húzott egyenes egyenlete:

$$\frac{1}{P} \cdot 10^3 = 3,05 + \frac{13,65 - 3,05}{2} t = 3,05 + 5,3 t \quad (28)$$

Ez megfelel a (2) egyenlet szerinti Adams—Williamson-féle képletnek, ahol: $1/f = 1/P'$, $1/f_0 = 3,05 \times 10^{-3}$ és az egyenes emelkedését jellemző $A = 5,3 \times 10^{-3}$. Ezen egyenlet alapján kiszámított $1/P'$ értékek vannak megadva az V. táblázat 3. sorában.

A negyedik sorban a második sorban felírt $1/P$ értékek reciprocai, azaz P értékek szerepelnek, míg az ötödikben $1/P'$ reciprocai.

Végül a hatodik sorban a 4. és 5. sorban szereplő értékek különbségei találhatók (azaz $P'' = P - P'$).

A P , P' és P'' értékeket az idő függvényében a 21. ábra tünteti fel. $P = f(t)$ a mérésekkel felvett görbe, mely a feszültség enyhülésének tényleges lefutását adja. $P' = f(t)$ az Adams—Williamson formulának megfelelő, hiperbolikus lefutású görbe, mely a viszkozus folyásnak felel meg.

A viszkoelasztikus részt a $P'' = f(t)$ görbe adja, melyet a következő alakú egyszerű exponen-

ciális görbével közelíthetünk meg:

$$P'' = 353 \cdot e^{-\frac{t}{5}} \quad (29)$$

Itt t idő percekben helyettesítendő be, tehát a relaxációs idő: $\tau = 5$ perc.

(Mindenesetre látható, hogy a $P'' = f(t)$, valamint a (29) egyenlettel megadott görbe nem egyezik pontosan egymással. A $P'' = f(t)$ görbét nem lehet egyetlen exponenciális kifejezéssel leírni, tehát pontos megadásához nem elégséges egyetlen τ érték, hanem egy relaxációs időspektrum megadása lenne szükséges. A viszkoelasztikus viselkedés bonyolult belső szerkezetbeli változás következménye.)

A tényleges feszültségnyhülési görbe tehát a hiperbolikus lefutású viszkozus rész s az exponenciálisan csökkenő viszkoelasztikus rész összege, azaz: $P = P' + P''$.

A következő görbe a 20. ábra III. görbéje, mely 350 C°-nál lett felvéve. Ugyanazon mennyiségeket meghatározva, mint az előbb, a VI. táblázat által adott értékeket nyerjük.

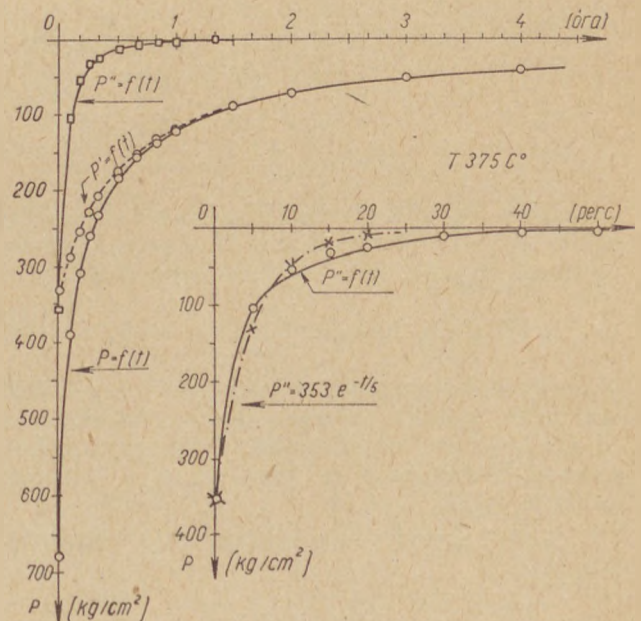
A görbéhez húzható egyenes egyenlete (melyből $1/P'$ értékek számíthatók):

$$\frac{1}{P'} \cdot 10^3 = 1,87 + \frac{3,72 - 1,87}{2} t = 1,87 + 0,925 \cdot t \quad (30)$$

(t itt is órákban helyettesítendő!)

6. táblázat

t (Idő)	1/P × 10 ³	1/P' × 10 ³	P kg/cm ²	P' kg/cm ²	P'' kg/cm ²
0'	1,28	1,87	781	535	246
10'	1,611	2,024	620	495	125
20'	1,928	2,178	519	459	60
30'	2,21	2,332	452	428	24
40'	2,445	2,486	409	402	7
50'	2,64	2,64	379	379	0
1h	2,8	2,795	358	357	1
1h30'	3,195	3,26	313	307	6
2h	3,72	3,72	269	269	0



21. ábra

A 22. ábra tünteti fel a mért feszültségenyhülési görbét ($P = f(t)$), valamint annak viszkózus részét adó $P' = f(t)$ görbét s a viszkoelasztikus részt adó $P'' = f(t)$ görbét. Ez utóbbit a következő egyenlettel adott görbével írhatjuk le jó megközelítéssel:

$$P'' = 246 \cdot e^{-t/15} \quad (31)$$

Itt t percekben helyettesítendő be, tehát a relaxációs idő: $\tau = 15$ perc.

A 20. ábra II. görbéjét 325 C°-nál vettem fel. Az ezen görbére vonatkozóan kiszámítható értékeket a VII. táblázat tünteti fel.

7. táblázat

t (Idő)	$1/P \times 10^3$	$1/P' \times 10^3$	P kg/cm ²	P' kg/cm ²	P'' kg/cm ²
0'	1,124	1,38	890	725	165
10'	1,208	1,405	828	712	116
20'	1,285	1,429	778	700	78
30'	1,331	1,454	751	688	63
50'	1,409	1,503	710	665	45
1h	1,432	1,528	698	655	43
1h30'	1,548	1,602	646	624	22
2h	1,632	1,676	612	597	15
2h30'	1,725	1,750	580	571	9
3h	1,825	1,825	548	578	0

A görbéhez húzható egyenes egyenlete (mely $1/P'$ értékeket szolgáltatja):

$$\frac{1}{P'} \cdot 10^3 = 1,38 + \frac{1,825 - 1,38}{3} t = 1,38 + 0,148 t \quad (32)$$

A 23. ábra tünteti fel a $P = f(t)$ és $P'' = f(t)$ görbéket, mely utóbbit a következő egyenlettel közelíthetjük meg:

$$P'' = 165 \cdot e^{-t/40} \quad (33)$$

$$T = 375 \text{ C}^\circ\text{-nál: } A \cdot 10^3 = 5,3 \quad \log(A \cdot 10^3) = 0,7243$$

$$T = 350 \text{ C}^\circ\text{-nál: } A \cdot 10^3 = 0,925 \quad \log(A \cdot 10^3) = 0,0339$$

$$T = 325 \text{ C}^\circ\text{-nál: } A \cdot 10^3 = 0,148 \quad \log(A \cdot 10^3) = -0,8297$$

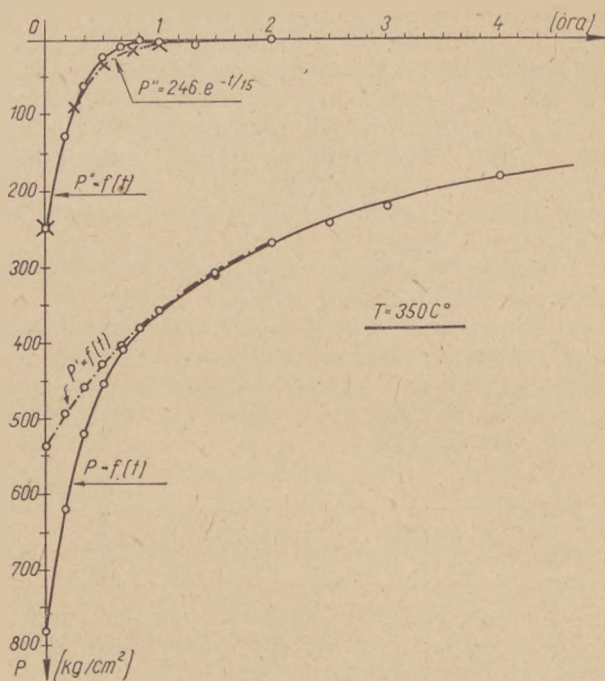
Ha a $\log A$ értékeket felmérjük a T hőmérséklet függvényében, akkor a 24. ábra szerint egy egyenest kapunk. Ezen egyenes egyenlete:

$${}^{10}\log(A \cdot 10^3) = 0,031 T - 10,89 \quad (34)$$

Ezen egyenlet pontosan megfelel a (3) képletnek. Ez tehát igazolja Adams—Williamson által az A értékre felírt összefüggést. A (3) egyenletben szereplő konstansok a jelen esetben: $M_1 = 0,031$ és $M_2 = 10,89$.

A (34) egyenlet még a következőképpen is felírható:

$$A \cdot 10^3 = \frac{e^{T/14,014}}{10^{10,89}} \quad (35)$$



22. ábra

A relaxációs idő tehát: $\tau = 40$ perc. Végül vegyük a 20. ábra I. görbéjét 300 C°-nál lett felvéve. Itt azonban már nem húzható meg közvetlenül az egyenes, melybe a görbe fokozatosan átmegy, mivel a mérések ideje (4 óra) alatt a görbe még fokozatosan görbül, vagyis a viszkoelasztikus viselkedés még érezteti hatását s nem értük meg el a tiszta viszkózus folyást. Ezért itt a következőképpen járunk el:

Ha összehasonlítjuk a (28), (30), és (32) egyenleteket a (2) egyenlettel felírt Adams—Williamson-féle formulával, akkor az egyenes meredekségét kifejező A mennyiség értékére vonatkozóan a következőket kapjuk:

Ezen egyenlet alapján meghatározható A értéke $T = 300 \text{ C}^\circ$ -nál:

$$A \cdot 10^3 = 0,025 \quad \log(A \cdot 10^3) = -1,6$$

A értékének ismeretében már megrajzolható a 20. ábra I. görbéjéhez tartozó egyenes. Ezután — az előzőkhöz hasonlóan — itt is kiszámíthatók a P' és P'' értékek. Az eredmények a VIII. táblázatban találhatóak.

A 25. ábra tünteti fel a $P = f(t)$, $P' = f(t)$ és $P'' = f(t)$ görbéket. Ez utóbbit a következő egyenlettel közelíthetjük meg:

$$P'' = 184 \cdot e^{-t/125} \quad (36)$$

8. táblázat

t (Idő)	$1/P \times 10^3$	$1/P' \times 10^3$	P kg/cm ²	P' kg/cm ²	$P'' = P - P'$
0'	1,325	1,75	755	571	184
5'	1,365	1,752	733	570,5	162,5
10'	1,40	1,754	715	570	145
15'	1,43	1,756	701	569,5	131,5
25'	1,445	1,76	692	568	124
45'	1,475	1,766	678	566	112
1h05'	1,505	1,777	665	563	102
1h40'	1,57	1,791	637	558	79
2h15'	1,615	1,806	620	554	66
2h45'	1,66	1,811	604	552	52
3h30'	1,71	1,837	585	544	41

A relaxációs idő tehát: $\tau = 125$ perc. Ha a viszkó-elasztikus részt kifejező $P'' = f(t)$ görbére felírt (29), (31), (33) és (36) egyenleteket szemügyre vesszük, az egyes T hőmérsékleteken a következő relaxációs időket találjuk:

$T = 375 \text{ C}^\circ$; $\tau = 5$ perc $\log \tau = 0,699$

$T = 350 \text{ C}^\circ$; $\tau = 15$ perc $\log \tau = 1,176$

$T = 325 \text{ C}^\circ$; $\tau = 40$ perc $\log \tau = 1,621$

$T = 300 \text{ C}^\circ$; $\tau = 125$ perc $\log \tau = 2,0969$

Ha a $\log \tau$ értékeket a T hőmérséklet függvényében tüntetjük fel, a 26. ábra szerint egyenest kapunk. Az egyenes egyenlete

$$\log \tau = -0,0186 T + 7,689 \quad (37)$$

τ értéke tehát a következőképpen írható fel:

$$\tau = \frac{10^{7,689}}{e^{T/23,3}} \quad (38)$$

A fenti eredmények alapján a feszültségenyhülés lefolyását matematikailag a következőképpen írhatjuk le: Ha P jelenti a kérdéses üveg tárgyban a mindenkor i feszültségértéket, t pedig a mérés kezdete óta eltelt időt (T a hőmérséklet), akkor a $P = f(t)$ feszültségenyhülési görbét két görbe összegeként nyerjük:

$$P = P' + P'' \quad (39)$$

Itt $P' = f(t)$ a viszkózus, $P'' = f(t)$ a viszkó-elasztikus viselkedést írja le.

A viszkózus viselkedést az Adams-Williamson-féle formula adja, vagyis a (2) egyenlet, melyet a feszültségméréseknél használt jelölésekkel (f helyett P' , és a kezdeti f_0 helyett P'_0 -t írva) a következőképpen írhatunk fel:

$$\frac{1}{P'} - \frac{1}{P'_0} = A \cdot t \quad (40)$$

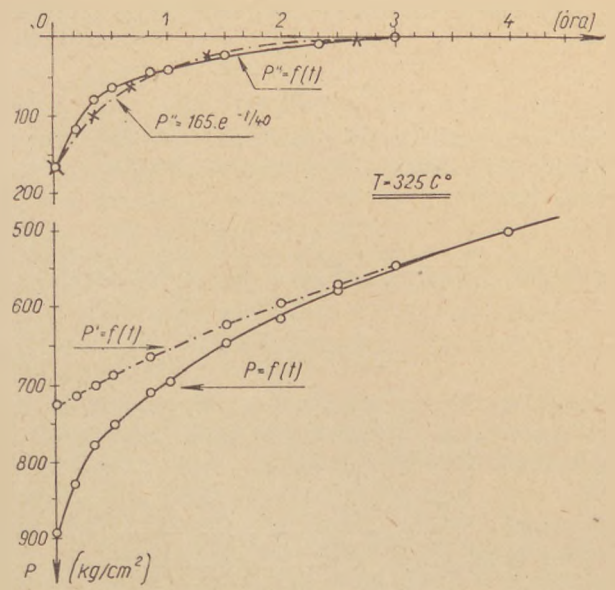
ahol A hőmérséklettől és az üveg anyagától függ és értéke a (3) egyenletből kifejezve:

$$A = e^{(M_1 T - M_2)} \quad (41)$$

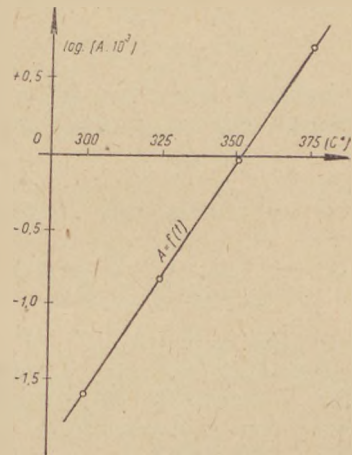
A (40) egyenletet átalakítva, majd a (41) egyenletet behelyettesítve, a következőket kapjuk:

$$\frac{1}{P'} = \frac{1}{P'_0} + \frac{P'_0 A t}{P'_0} = \frac{1 + P'_0 A t}{P'_0} \quad (42)$$

$$P' = \frac{P'_0}{1 + P'_0 A t} = \frac{P'_0}{1 + P'_0 t \cdot e^{(M_1 T - M_2)}} \quad (43)$$

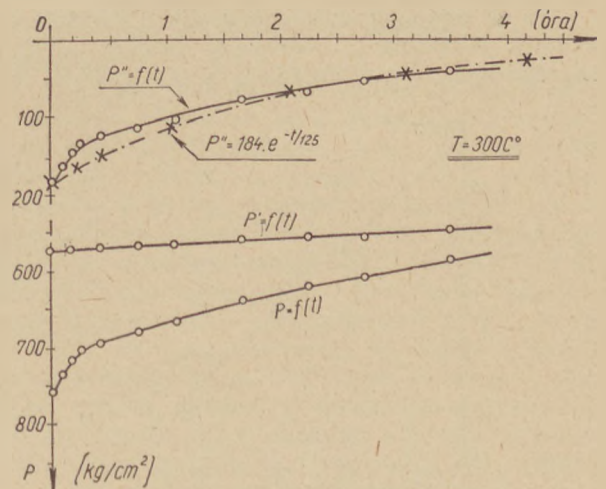


23. ábra



21. ábra

Ez az egyenlet tehát a viszkózus folyást írja le, a tulajdonképpen (megfelelő jelölésekkel és átírásokkal) az Adams-Williamson-féle formulával azonos.



25. ábra

A viszkoelasztikus viselkedést leíró egyenlet :

$$P'' = P_0'' \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} \quad (44)$$

ahol a τ relaxációs idő a mérések eredményeképpen kapott (37) illetve (38) egyenlet alapján a következő formában írható fel :

$$\tau = e^{(K_1 - K_2 T)} \quad (45)$$

τ értékét behelyettesítve a (44) egyenletbe :

$$P'' = P_0'' \cdot e^{-\frac{t}{e^{(K_1 - K_2 T)}}} \quad (46)$$

A (43) és (46) egyenleteket a (39) egyenletbe helyettesítve, a feszültségenyhülés lefolyására a következő formulát kapjuk :

$$P = \frac{P_0'}{1 + P_0' \cdot t \cdot e^{(M_1 T - M_2)}} + \frac{P_0''}{e^{K_1 - K_2 T}} \quad (47)$$

A mérés (illetve a feszültségenyhülés) kezdetén az üvegben mérhető P_0 kezdeti feszültség :

$$P_0 = P_0' + P_0'' \quad (48)$$

A kezdeti viszkózus rész (P_0') a teljes kezdeti P_0 feszültségnek valamilyen q hányadát teszi ki, azaz :

$$P_0' = P_0 \cdot q \quad (49)$$

míg

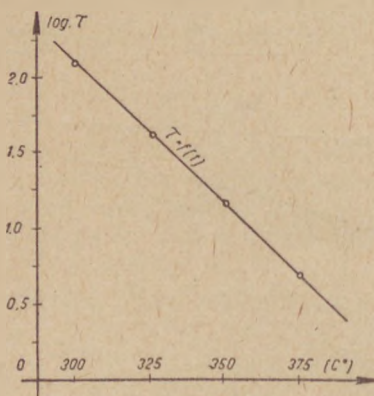
$$P_0'' = P_0 (1 - q) \quad (50)$$

Ahol q értéke nulla és egy közé esik ($0 < q < 1$) s az üveg anyagától, valamint a hőmérséklettől függ, esetleg a feszültség nagyságától is, de erre vonatkozó pontos összefüggést nem sikerült megállapítani.

A (49) és (50) egyenletekkel a (47) egyenlet a következőképpen írható fel :

$$P = \frac{P_0 \cdot q}{1 + P_0 \cdot q \cdot t \cdot e^{(M_1 T - M_2)}} + \frac{P_0 \cdot (1 - q)}{e^{(K_1 - K_2 T)}} \quad (51)$$

Ez az egyenlet tehát megadja a feszültségenyhülés folyamán a feszültség értékét az idő függvényében, konstans hőmérséklet mellett. Az



26. ábra

egyenlet hosszú, vagy rövid időszakra vonatkoztatva egyformán jól írja le a feszültségenyhülés folyamatát s a viszkózus és viszkoelasztikus viselkedést leíró két tagnak fizikai értelmezése is megadható.

Az Adams—Williamson-féle formulát úgy nyerhetjük az (51) egyenletből, hogy az egyenlet jobboldalán álló (a viszkoelasztikus viselkedést leíró) második tagot elhagyjuk s q helyébe egyet írunk.

Az (51) egyenlet jobboldalának első tagja hiperbólikus, a második exponenciális görbét ad. A feszültségenyhülés lefolyásának pontos képét a kettő összege adja.

Feszültségenyhülés szobahőmérsékleten

Az eddigiek alapján önkéntelenül felvetődik a kérdés: vajjon várható-e szobahőmérsékleten észlelhető mértékű feszültségenyhülés? A szakirodalomban az elvégzett megfigyelések eredményei alapján erre a kérdésre nemleges választ kapunk.

Így Ghering és Preston (13) arról ad értesítést, hogy feszültséges tárcsákon folytatott vizsgálatok tanúsága szerint a 11 éven keresztül végzett mérések a mérési pontatlanságon kívül változást nem tudtak kimutatni. Mindamellett lehetségesnek tartják a feszültség enyhülését szobahőmérsékleten is, csak jóval hosszabb idő alatt.

Morey (22) pedig arról ír, hogy a Mt. Wilson obszervatóriumnak 1,5 méter átmérőjű, kb. 1 tonna súlyú tükrös teleszkópján 25 éven keresztül végzett megfigyelések szerint nem tudtak az önsúly következtében az üveg folyása miatt fellépő oly mértékű deformációt kimutatni, mely meghaladta volna a fény hullámhosszúságának negyedrésztét.

Ezen megfigyelések természetesen nem zárják ki azt, hogy az üvegben nem történhet észlelhető feszültségenyhülés szobahőmérsékleten, megfelelően hosszú idő alatt. De vajjon (legalább is hozzávetőlegesen) mennyi lehet ez a „hosszú idő“, ha 11, illetve 25 év alatt még nem volt megfigyelhető semminemű változás?

A számításokhoz tételezzük fel, hogy az első fejezetben felírt képletek és összefüggések szobahőmérsékleten is érvényesek, vagyis odáig extrapolálhatók. Vegyük az előbbi fejezetben szerepelt M 28 jelű lágy ólomüveget s egyszerűség kedvéért csupán a viszkózus folyás miatt bekövetkező feszültségenyhülést vegyük figyelembe.

Ha tekintetbe vesszük, hogy méréseinknél kb. 2—3% pontatlanságra számíthatunk, legalább 5% feszültségenyhülést kell vennünk, mint olyat, amelyet már biztosan mérni tudunk. Legyen a próbatestben az igen erős feszültség kereken 1000 kg/cm², a feszültségenyhülés 5%, azaz 50 kg/cm², tehát a feszültség 950 kg/cm² értékre csökkenjen. Az előbbi fejezet (35) képlete szerint szobahőmérsékleten ($T = 20$ C°) :

$$A \cdot 10^3 = \frac{e^{20/14,014}}{10^{10,89}} \approx 5 \cdot 10^{-11} = 10^{-10,27}$$

A feszültségértékek reciprokai :

$$1/1000 = 1,10^{-3} \text{ és } 1/950 = 1,0526 \cdot 10^{-3}$$

A jelenti a reciprok feszültséggörbét ábrázoló egyenes hajlásszögét, azaz :

$$A = 10^{-10,27} \cdot 10^{-3} = \frac{(1,0526 - 1,0) \cdot 10^{-3}}{t \text{ (óra)}}$$

amiből

$$t = \frac{0,0526 \cdot 10^{-3}}{10^{-13,27}} = 10^{7,55} \text{ óra} = 10^{3,61} \text{ év} = \text{kb. 4000 év}$$

Ha a feszültséget 1000 kg/cm² helyett 100 kg/cm² értékben vesszük, 5% feszültségnyhülést véve t értékére 40 000 esztendő adódik.

Tehát — ha csak a viszkózus folyás miatti feszültségnyhülést vesszük figyelembe — 1000, illetve 100 kg/cm² feszültség 5% csökkenéséhez 20 C°-nál 4000, illetve 40 000 esztendő szükséges.

A (38) egyenlet alapján azt is kiszámíthatjuk, hogy 20 C°-nál a relaxációs idő :

$$\tau = \frac{10^{7,689}}{e^{20/23,3}} = 10^{7,3163} \text{ perc} = 39,5 \text{ év.}$$

A viszkoelasztikus viselkedés következtében fellépő feszültségnyhülés 98%-ában vagyis gyakorlatilag teljes egészében lejátszódik 4 τ, azaz 4 × 39,5 = kb. 160 év alatt.

A feszültségnyhülést leíró egyenletek alkalmazása a gyakorlatban

A gyakorlatban lefolytatott hőkezelések alapján háromféle esetet különböztethetünk meg :

1. Kis méretű, nem bonyolult alakú tárgyak hűtése. Itt a hűtési hőmérséklettel oly magasra megyünk, hogy a feszültségek teljes mértékben megszűnnek néhány perc alatt, tehát hőfoktartás nem is szükséges, hanem a kívánt hőfok elérése után azonnal következhet a lassú hűtés. Ez a hőmérséklet pl. M 28 üvegnél 480 C°. A (38) képlet szerint ezen hőmérsékletre a relaxációs idő :

$$\tau = \frac{10^{7,689}}{e^{480/23,3}} = 10^{-1,256} = 0,0555 \text{ perc} = 3,3 \text{ sec.}$$

A viszkoelasztikus viselkedés tehát gyakorlatilag teljesen elhanyagolható. A viszkózus folyás miatti feszültségnyhülés is olyan gyors lefolyású, hogy a pontos Adams—Williamson-féle formula helyett közelítőleg még a Maxwell-féle képlettel is számolhatunk.

2. Bonyolult alakú, nagyobb önsúlyú tárgyak hűtése. Ebben az esetben csak olyan értékig mehetünk, hogy az önsúly miatt még ne következessen be semmiféle szemmel látható deformáció. Az elért hőmérséklet értékétől függően pár percig, esetleg fél- egy óráig tartani kell ezt a hőmérsékletet, hogy a feszültségnyhülés le tudjon folyni s utána kezdődhet a lassú hűtés. Ez a hőfok az előbbi pontban említett hőmérsékletnél kb. 40—60 C°-al alacsonyabb, pl. M 28-nál :

420 C°. A (38) képlet szerint ezen hőfokon a relaxációs idő :

$$\tau = \frac{10^{7,689}}{e^{420/23,3}} = 10^{-0,121} = 0,76 \text{ perc} = \text{kb. 45 sec.}$$

Ez az idő a feszültségnyhülés negyed-, vagy félórás idejéhez viszonyítva még mindig igen rövid, tehát a viszkoelasztikus viselkedés gyakorlati célokra történő számításoknál elhanyagolható ; azonban a viszkózus folyás által okozott feszültségnyhülés számításánál már nem használhatjuk a Maxwell-féle képletet, hanem csupán az Adams—Williamson-féle formulát.

3. A harmadik eset egészen speciális. Ismeretes az autók szélvédőablakául használatos ún. „biztonsági“ vagy „edzett“ üveg. Ezt oly módon állítják elő, hogy a transzformációs zóna fölé melegített hőfokú üvegtáblát hirtelen lehűtik s így a külső rétegben erős nyomófeszültséget hoznak létre. Az ilyen üveg sokkal nagyobb igénybevételeket bír ki, mint a hőkezeletlen üvegtábla, s ha mégis széttörik, akkor apró morzsákká esik szét ; míg a közönséges üvegtábla szilánkjai ilyenkor gyakran okoztak komoly sérüléseket. Hátránya azonban az ilyen edzett üvegtáblának, hogy ha bármely részén (pl. egyik sarkán) megsérül, az egész tábla sűrűn összeropadozik. A repedések oly sűrűek, hogy ha a tábla nem törik ki, teljesen lehetlenné teszi a vezető előtt a kilátást. Emiatt szintén fordultak elő balesetek. Ezért úgy járnak el, hogy a vezető előtt egy tányérnyi nagyságú részen az edzett üvegtáblában az erős feszültségeket hőkezeléssel megfelelő mértékben csökkentik, úgy, hogy ez a rész még nem ad nagy és hegyes szilánkokat, de a repedezettség sem lesz olyan sűrű, hogy a kilátást teljesen meggátolná.

A Corning Glass Works egy bejelentett szabadalma (23) edzett főzőedényekre vonatkozik. Ezek hátránya, hogy ha széttörnek, akkor az robbanásszerűen történik. Ez azonban elkerülhető, ha a szokásosan edzett üvegtárgyat az edzés után megfelelő hőmérsékleten hőkezeljük, hogy a feszültségcsúcsok kiegyenlítődjenek.

Így az esetleges törés nem lesz robbanásszerű, a keletkező cserepek 3 cm²-nél kisebbek s az edény rendelkezik az edzett üvegtárgyak fokozott szilárdságával.

A legnagyobb gonddal kell eljárunk az ilyen és hasonló esetekben, amikor az edzett üvegtárgyon végzett hőkezelésnek (melyet az edzett acél hőkezelése nyomán „megeresztés“-nek is nevezhetnénk) pontosan megszabott mértékű feszültségcsúcsokat kell eltüntetnie, hogy megmaradjon az edzés következtében előálló fokozott mértékű szilárdság, de ugyanakkor elkerülhető legyen az igen aprószemesés, robbanásszerű törés. A hőkezelés viszonylag alacsony hőfokon, hosszabb ideig történik. Ilyen különleges esetekben, valamint mindig, amikor a feszültségnyhülés lefolyására pontos képet akarunk nyerni, a viszkózus részen kívül feltétlenül figyelembe kell venni az üveg viszkoelasztikus viselkedését is (az 51. egyenlet szerint).

Összefoglalás

A feszültségenyhülésre elméletileg levezethető Maxwell-féle összefüggést — mely az üveget newtoni folyadéknak tételezi fel — a mérési eredmények nem igazolják.

A tapasztalati úton felírt Adams—Williamson-féle formula — annak figyelembevételével, hogy az üveg nem newtoni folyadékként viselkedik — elméletileg is levezethető. Ezen formula szerint a feszültségenyhülés lefolyása olyan, hogy a feszültségek reciprok értékei az idő függvényében egyenest adnak.

Tényleges méréseknél azonban a reciprok feszültségértékek kezdetben erősebben görbülő, később fokozatosan egyenesbe átmenő görbéknek adnak. A kezdeti, erősebb mértékű görbülés — melynek okát belső, szerkezetbeli változásban kereshetjük — ugyanazon minta ismételt felhevítésénél nem ismétlődik meg.

A reciprok feszültséggörbék egyenes része — a levezetett Adams—Williamson-féle képlet értelmében — a viszkózus folyásnak felel meg. A különböző hőmérsékleten nyert egyenesek meredekségének logaritmusai a hőmérséklet függvényében egyenest ad.

A reciprok feszültséggörbék kezdeti, erősebb görbült része az üveg viszkoelasztikus viselkedésének következménye. Ez exponenciális kifejezéssel írható le. A teljesen szabatos meghatározáshoz üveg esetén a relaxációs időspektrum ismeretése van szükség; egyetlen relaxációs idővel csak közelítőleg tudjuk a viszkoelasztikus viselkedést leírni. A relaxációs idő logaritmusai a hőmérséklet függvényében egyenest ad.

A feszültségenyhülés pontos lefolyását az üveg viszkózus és viszkoelasztikus viselkedése következtében előálló feszültségenyhülések ismeretében, azok összegeként nyerhetjük.

Szobahőmérsékleten a feszültségek észrevehető mértékű enyhüléséhez a számítások szerint nagyságrendileg évszázadok, illetve évezredek szükségesek.

IRODALOM

1. K. Sz. Jevsztropjev, N. A. Toropov: „A szilícium kémiaja és a szilikátok fizikai kémiaja.“
2. J. E. Stanworth: „Physical properties of glass.“
3. Millner—Szalkay—Porubszky—Vámbéri—Déri: „Vákuumtechnika.“ I.
4. Szalkay Ferenc: „Az üveg fizikai tulajdonságai.“ Mérn. Továbbképző Int.
5. F. W. Martin: „Stresses in glass-metal seals: The cylindrical seal.“ (Journal of the American Ceramic Society. Vol. XXXIII. No. 7. p. 224—229.)
6. G. W. Morey: „The properties of glass.“ (New-York, 1938.)
7. S. M. Kox: „Annealing of glass.“ (Nature 161. (1948) p.: 401—402.)
8. H. R. Lillie: „Basic principles of glass annealing.“ (Glass Industry. Vol. XXXI. 1950. No. 7. p. 355—358.)
9. P. Migeotte, H. Vandecapelle: „Un appareil pour l'étude des propriétés mécaniques du verre à chaud.“ (Silic. Industr. Vol. XVIII. 1953. No. 7. p. 261—275. Ref. Glastechnische Berichte 1954. júl. p. 256.)
10. H. Vandecapelle: „Das Verhalten des Glases: Fließen und Relaxation.“ (Glas-Email-Keramo-Technik. 1954. júl. p. 243.)
11. T. Moriya: „Theoretische Betrachtungen über Glaseigenschaften im Transformationsbereich.“ (Glas-Email-Keramo-Technik. 1954. júl. p. 246.)
12. A. Winter: „Transformation region of glass.“ (Journ. Amer. Ceramic Soc. Vol. XXVI. (1943. No. 6. p. 189—200. Ref.: Glastechnische Berichte 1953. jún.)
13. L. G. Ghering, F. W. Preston: „Stability of birefringence in glass articles.“ (Journ. Amer. Ceramic Society. Vol. XXXIII. No. 10. p. 321—322.)
14. Kütajgorodszkij: „Üvegtechnológia.“ (Építésügyi Kiadó. Bp. 1954.)
15. Blaimont, De Bast, Migeotte, Vandecapelle: „A new approach to the study of the viscosity of glass in and below the annealing range.“ (Journ. Soc. Glass Techn. Vol. XXXV. (1951. p. 490—496.)
16. Ször Péter: „A gumi fizikája.“ (Mérnöki Továbbképző Intézet kiadása. 1954. Sorsz. 1212.)
17. „A nagyon magas viszkozitású üveg folyási tulajdonságairól.“ (Journ. Soc. Glass Techn. Vol. XXXII. p. 64.)
18. Ször Péter: „Nagymolekulájú polimerek viszkoelasztikus tulajdonságai.“ (Kandidátusi értekezés, 1954.)
19. Shermann, Scenes, Cragg: „Effects of rate of shear on inherent and intrinsic viscosities of polystyrene fractions.“ (Journ. Appl. Phys. Vol. XXIV. No. 6. (1953) p. 703—711.)
20. Bestul, Belcher: „Temperature coefficients of non-newtonian viscosity at fixed shearing stress and at fixed rate of shear.“ (Journ. Appl. Phys. Vol. XXIV. No. 6. p. 696—702.)
21. S. M. Crawford: „An optical method of observing stress relaxation in transparent solids.“ (The Proceedings of the Physical Society, Section B. 1953. nov. 1. p. 954—962.)
22. G. W. Morey: „Flow of glass at room temperatures.“ (Journ. Opt. Soc. Amer. Vol. XLII. No. 11. p. 856—857. Ref.: Glastechnische Berichte. Vol. XXVII. No. 3. p. 88.)
23. „Verfahren zur Herstellung von Glasgegenständen für Kochzwecke.“ (Corning Glass Works által bejelentett Nr. 899,402 Kl. 32 a., Gr. 30. sz. német szabadalom.)

Reálönköltség vizsgálat jelentősége és számításainak módszere az építőanyagiparban

REJTŐ GYÖRGY és SZENTMÁRTONY GUSZTÁV

Népgazdaságunk előirányzott fejlesztése csak úgy valósítható meg, ha a gazdasági munka valamennyi területén tevékenységünk a gazdaságosság követelményeit a legmesszebbmenően figyelembe veszi. Munkánk gazdaságossága viszont nagy mértékben fokozható azáltal, ha helyesen kapcsolódunk be a külkereskedelmi forgalomba, tehát a legmesszebbmenően igénybe vesszük a nemzetközi munkamegosztásból eredő előnyöket.

A külkereskedelmi forgalomban való részvételünk mértékének és irányának meghatározása csakis gazdaságossági számítások eredményének értékelése révén történhet. Jelenleg azonban még nem állnak rendelkezésünkre azok a számítási módszerek, amelyekkel a külkereskedelmi forgalomban való részvételünk gazdaságossága megnyugtató módon értékelhető lenne.

Az alábbiakban ezért áttekintést kívánunk adni az exportgazdaságosság vizsgálat során felmerülő elvi problémákról, és egyben ismertetni egy általunk javasolt módszert mely — véleményünk szerint — alkalmazható az építőanyagipari termékek exportrentabilitásának meghatározásánál.

I. Exportgazdaságosság vizsgálat jelentősége

A helyes exportgazdaságosság vizsgálati módszer kialakítását az a körülmény sürgeti, hogy az építőanyagipar jelenlegi exporttermékei, minőség és korszerűség tekintetében nem mindig felelnek meg a világpiac követelményeinek, és ugyanakkor nem tudjuk pontosan megjelölni azt a határt, amely alatt az építőanyagipari termékek exportja révén devizát termelni a népgazdaság szempontjából már nem gazdaságos.

Az építőanyagipar műszaki fejlesztésének irányát is befolyásolja ezeknek a számításoknak eredménye, hiszen figyelembevételük révén határozható meg azok a fejlettebb, új technológiai folyamatok korszerűbb gyártmánykonstrukciók, amelyeknek megvalósítása feltétlenül szükséges külföldi felvevő piacok megtartása, illetve kiterjesztése érdekében.

Az exportgazdaságosság vizsgálatának az építőiparban azért is van különös jelentősége, mert az iparcsoport termékeinek jelentős részét külföldön értékesíti. Közvetlen exportcikkeinket mint pl.: hópalack, ampulla, fiola, kézifestésű porcelán háztartási és egészségügyi köedény, porcelán-szigetelő, cement stb. jelentős volumenű közvetett exportcikkeink (elektrokerámiai alkatrészek, hajók és vagonok szigetelői, egészségügyi berendezései stb.) egészítik ki.

Az exportgazdaságosság vizsgálat célja végeredményben a termékek azon körének kiválasztása, amelyeknek exportálása a népgazdaság számára gazdaságos, tehát előállításuk a fennálló

hazai termelési körülmények folytán a világ gazdaság (illetve világpiac) termelési lehetőségeinél kedvezőbb eredmények között valósulhat meg.

Az exportgazdaságosság vizsgálat szükségesége tehát nemcsak a jelenlegi exporttermékekkel kapcsolatban merül fel, hanem egyben felveti azt a kérdést is, milyen termékek exportálása lenne még ezt kiegészítően gazdaságos.

Fontos azonban kihangsúlyozni, hogy az exportgazdaságosság vizsgálatának eredménye önmagában csak támpontot szolgáltat, de semmi esetre sem döntheti el a külkereskedelmi forgalomba való bekapcsolódás mértékét és irányát, hiszen a gazdaságosság egyes tényezői matematikailag úton nem számíthatók ki, hanem csupán közgazdasági megfontolások alapján mérlegelendők.

II. Az exportgazdaságosság fogalma és számításának módszere

Az exportgazdaságosság meghatározásához a gazdaságosság fogalmából kell kiindulnunk. Gazdaságosság olyan módszer, amellyel bizonyos eredményt a legkisebb ráfordítás révén lehet elérni.

Ha a gazdaságosság fenti fogalmát az exporttevékenységre vonatkoztatjuk, eredmény alatt a kapott (import) áru mennyiségét, ráfordítás alatt pedig a kivitt (export) áru mennyiségét értjük. Mivel azonban a különböző áruk mennyisége közvetlenül nem hasonlítható össze, azokat pénzürtékben kell kifejeznünk.

Az exportgazdaságosságot tehát a csereforgalomban szobanforgó tárgyak hazai és nemzetközi értékének egybevetése révén kell meghatározni. Az összehasonlítás alapját az ún. „devizaforint“ érték képezi. Meg kell azonban jegyezni, hogy a devizaforint és a folyóforint nem egynemű fogalmak. A devizaforintot a forint és a szobanforgó külföldi valuta aranytartalma alapján határozzuk meg. A devizaforint árak azonban többnyire nem egyeznek meg ezen hivatalos árfolyam szerinti átszámítással, mivel értékszínvonaluk az adott kereslet és kínálat alakulása szerint változik.

Következtetések levonására, intézkedések hozatalára alkalmas exportgazdaságosság számítás:

a) a termelési körülményekből,
b) a külkereskedelmi tevékenységből
adódó gazdaságosság komplex vizsgálatát jelenti.

Az általunk javasolt gazdaságosságvizsgálat kizárólag a termelési körülményekből adódó gazdaságosság elemzésére korlátozódik. A külkereskedelmi tevékenység gazdaságosságát befolyásoló tényezőket:

az értékesítési és beszerzési piacok kiválasztását,

a szállítási útvonalak kiválasztását,
 az eladásnak és vételnek a piaci árhullám-
 zással való összefüggését,
 fizetési feltételek alakulását,
 csomagolási, propaganda és piackutatási vo-
 natkozásait.

csak annyiban vesszük figyelembe, amennyiben az import és export során az önköltségben, illetve devizaforintban megnyilvánulnak. A külkereskedelem lebonyolítási tevékenységének kizárását jelenti pl. az általunk alkalmazott módszer is, amely az exporttermék szállítási költségét, az ellenértékként kapott devizaforint bevétel összegéből levonásba hozza, a reálönköltség költségtételei között pedig a költséget nem szerepelteti.

Tisztán a termelési körülményeket figyelembe vevő exportgazdaságosság vizsgálat, mint már az előzőekben említettük nem egy meghatározott képlet megoldását jelenti. A vizsgálatot különböző körülmények nehezítik, mint pl. jelenlegi árrendszerünk, mely részint árpolitikai okokból, részint pedig helytelen árképzések miatt nem tükrözi megfelelően vissza a társadalmi termelés költségeit.

Számításunk alapját mégis annak megállapítása képezi, hogy a szóbanforgó termék exportálása esetén ellenértékként a termék hazai előállításának költségénél nagyobb vagy kisebb külföldi csereértéket (devizaforintot) kapunk.

A termék előállításának tényleges önköltsége a gyakorlatban azonban nem egyezik meg a számviteli és statisztikai beszámolókból kimutatott önköltséggel. Ennek oka abban keresendő, hogy jelenlegi számviteli módszereink és árrendszerünk a valóságtól eltérő diktált értékek alapján mutatja ki a termék önköltségét. Ez a gyakorlat azt eredményezi, hogy az egyes költségtényezők a termék kalkulációjában nem tényleges társadalmi költségen szerepelnek.

Ahhoz, hogy ezeket a tényleges önköltség-szinttől való eltéréseket kiküszöböljük, a termék kalkulációját az érintett költségtételek vonatkozásában módosítanunk kell oly módon, hogy a költségek kizárólag a társadalmi termelés tényleges költségét (önköltségét) tükrözzék vissza. Ennek a követelménynek viszont csak úgy tudunk megfelelni, ha számításaink során kirekesztünk minden akkumulációs elemet (nyereség forgalmi-adó) és a termeléshez felhasznált eszközöket — mint költségtételeket — nem beszerzési áron (értéken), hanem előállításuk során felmerülő tényleges önköltségen vesszük figyelembe.

A termék előállítása során felhasznált külföldi származású eszközök valóságos beszerzési értékben való figyelembevétele érdekében viszont a szóbanforgó exporttermék tényleges önköltség-szintjét a felhasználásra kerülő importeszköz devizaforintban kifejezett értékének elkülönítése révén határozzuk meg.

Az ily módon jelentkező — folyóforintban kifejezett — korrigált önköltséget azután helyesbítjük azon szorzószámmal, amely a folyóforint és a szóbanforgó reláció szerinti devizaforint átszámítási kulcsának felel meg.

Ezt követően a most már devizaforintban kifejezett költségösszeghez hozzáadjuk a felhasználásra kerülő importeszközök devizaforint értékét. A jelentkező költségösszeget reálönköltségnek nevezzük. Az így kiszámított költségösszeg már kifejezi azt, hogy a termék milyen értékű munkát testesít meg és ennek folytán már alkalmas a külföldi csereértékkel való közvetlen összehasonlításra.

Az összehasonlítás módja az, hogy a külföldi csereértéket a termék előállításának hazai tényleges önköltségösszegéhez viszonyítjuk az alábbiak szerint:

$$\frac{\bar{F}}{R}$$

ahol \bar{F} = kapott csereérték (devizaforintban)

R = exporttermék reálönköltsége (devizaforintban).

Fenti képlet azt fejezi ki, hogy a hazai termelés 1 dFt költségére hány dFt bevétel esik. Ha a hányados értéke 1-nél nagyobb, akkor az exportálás — tisztán termelészgazdaságossági szempontból — gazdaságosnak mondható.

A szocialista állam külkereskedelmi politikáját a termelészgazdaságosság mértékén felül más szempontok is befolyásolják, mint pl.:

a) a szóbanforgó időszak aktuális politikai megfontolásai,

b) a külkereskedelmi kapcsolatokról adódó politikai és kereskedelemtechnikai szempontok,

c) a belföldi szükséglet által igénybe nem vett kapacitások kihasználása,

d) az exporttermék előállítása során lekötött eszközök viszonylagos mennyisége.

A d) pontban említetteket a következőképpen kell értelmezni: A reálönköltségre jutó fajlagos devizahozam mutatószáma nem veszi kellő mértékben figyelembe a termelés során lekötött eszközök (álló és forgó) mértékét. A népgazdaság számára ugyanis nem feltétlenül gazdaságosabb annak a terméknek exportálása, amelynek reálönköltségre jutó fajlagos devizahozama magasabb, mint az összehasonlítás alapját képező többi terméké, ha termelése magasabb eszközleköttést jelent, mint a többi termék átlagos eszközleköttési hányada. Helyes képet ezért csak úgy tudunk kapni, ha a reálönköltségre jutó fajlagos devizahozam mellett az 1 dFt bevételre jutó eszközleköttés mutatóját is döntés előtt — a fenti szempontok mellett — számításba vesszük.

III. A reálönköltségszámítás módszere

Az exportgazdaságosság értékelésének alapjául szolgáló reálönköltség meghatározása érdekében a szóbanforgó termék kalkulációját — kalkulációs tételenként — felül kell vizsgálnunk abból a szempontból, hogy az ne tartalmazhasson a tényleges társadalmi költségektől eltérő költségtényezőket (nyereséget, dotációt, helytelen értékelésből eredő költségeket stb.). Vegyük azért

sorba az egyes kalkulációs tételeket és vizsgáljuk meg, hogy az építőanyagipar termékeinél milyen korrekcióra van szükség a tényleges társadalmi költségeket visszatükröző önköltségszint meghatározásához.

Közvetlen anyagköltség

Az egyes költségtételek közül a közvetlen anyagköltség szorul a legjelentősebb költséghelyesbítésre. A kalkulációkban ugyanis az anyagköltségek „elszámoló áron” szerepelnek, mely a termelői ár és a szállítási költség együttes összegét tükrözi vissza. A felhasználásra kerülő anyagok termelői árát viszont termelői önköltségszintre kell korrigálnunk oly módon, hogy nyereséges anyag esetén a jelentkező accumulációt levonásba hozzuk, veszteség esetén viszont a dotációt hozzáadjuk az anyag termelői árához.

A felhasználásra kerülő anyag ily módon helyesbített költségösszege azonban még nem fejezi ki feltétlenül a reálönköltségszintet, hiszen tartalmaz még az előző termelési fázisokban fellépő olyan tényezőket, amelyek a reálönköltségszámítás során nem vehetők figyelembe.

Világítsuk meg ezt a kérdést egy gyakorlati példával: Az égetett téglá reálönköltségének kiszámításakor az anyagköltségek döntő részét a felhasználásra kerülő szén — elszámoló áron vett — beszerzési ára képezi. A szén elszámoló ára, termelői árának figyelembevételével került meghatározásra. Mivel azonban a szén ára önköltségénél alacsonyabb, a termelői árhoz hozzá kell adni a jelentkező veszteség összegét, vagyis a termelői árát az önköltség szintjére kell felemelni. Ezen korrekció után sem mondhatjuk még, hogy meghatároztuk a szén tényleges önköltségét, hiszen a szén kalkulációjában az anyagköltségek ismét nem önköltségen, hanem termelői árakat figyelembe vevő elszámoló árakon lettek számításba véve. Ezek közül az anyagtételek közül ismét ki kell választanunk a szén anyagköltségének döntő részét kitevő anyagokat és azok elszámoló árát önköltségük szintjére kell korrigálnunk.

A felhasználásra kerülő anyagok előállításának vertikális termelési folyamatán ilyen módon visszafelé haladva, korrigálnunk kell tehát mindazokat a tényezőket, amelyek a reálönköltség számítás szempontjából a vállalatok jelenlegi utókalkulációjában nem helytállóak.

A munka egyszerűsítése szempontjából elegendő csupán azokat az anyagokat fentiek szerint korrigálni, amelyek költsége az összes anyagköltség 5%-át képviseli. Értékhatarra való tekintet nélkül kiemelten kell kezelnünk viszont mindazokat a közvetlen anyagfeleségeket, amelyek importeredetűek. Ezeket az anyagokat külföldi beszerzési árukon, tehát devizaforintban kell számításba venni.

Az importanyagoknak devizaforintban való számításbavételére a kétszlopos kalkulációs séma ad lehetőséget, amelyben külön történik a folyóforint és külön a devizaforintban kifejezett költségtételek gyűjtése.

Kalkulációs tétel megnevezése	Éves tévyszám	Fajlagos mértékység	Anyagfelhasználási mennyiség	Figyelembe veendő	
				folyó-	de-
				forint	
Közvetlen anyag ...					
.....					
.....					
.....					
Összesen					
Közvetlen munkabér gyártási különköltség, üzemi általános költség					
Ebből leírás					
közvetett anyag .					
Selejtveszteség					
gyártási önköltség értékesítési önköltség					
vállalati általános önköltség					

1 Fft = ... dFt átszámítással a Fft összeg = ... dFt.

Közvetlen munkabér

Ezt a költségtételt helyesbíteni nem kell, ezért számításainkban az utókalkulációban jelentkező forint összeggel vehetők figyelembe.

Gyártási különköltség

Az ilyen címen kimutatott költségek helyesbítésre csak akkor szorulnak, ha kizárólag belső igényekkel kapcsolatos külön költségelemeket tartalmaznak.

Üzemi általános költség

Ebből a költségtételből általában csak az üzemi értékcsökkenési leírás, valamint a közvetett anyagfelhasználás összege kerül helyesbítésre.

Az értékcsökkenési leírás összege ugyanis az építőanyagipari termékeknel általában azért szorul helyesbítésre, mert

1. az amortáció összegének alapjául szolgáló állóeszköz értéke helytelen áron szerepel könyveinkben. Ennek oka az, hogy egyrészt az 1950—51 években történt állóeszköz újraértékelés helytelen árakat állapított meg, másrészt, hogy az építési és gépbeszerzési költségek, az újraértékelés időpontja óta jelentősen emelkedtek.

2. A jóváhagyott leírási kulcsok mértéke nem fedezi az állóeszközök elhasználódását.

Fentiek okai annak, hogy a jelenleg figyelembe vett leírási összeg nem felel meg a tényleges leírás összegének és így torzítja e termék tényleges önköltségét.

E hiányosság kiküszöbölése érdekében a következő helyesbítési módszer ajánlható:

1. Helyes állóeszközérték meghatározásával kapcsolatban:

a) kapacitásból és beruházási normából kiinduló módszer: E számítás alapját a felmért termelési kapacitás mértéke, valamint a gyárt-

mányegységnyi új kapacitás létesítéséhez szükséges jelenleg alkalmazott beruházási norma képezi. E két adat alapján az alábbi formula szerint az állóeszközök azon értékét nyerjük, amely a beruházási új érték volna akkor, ha a teljes kapacitást ma létesítenénk.

$$\dot{E} = K \cdot N,$$

ahol \dot{E} = állóeszközök értéke — K = kapacitás — N = beruházási norma. Meg kell jegyezni, hogy számításunkban csak új üzemek létesítésére vonatkozó beruházási normák alkalmazhatók. Rekonstrukciókkal elért kapacitásbővítések eseteiből számított normák e számításra nem alkalmasak.

E módszer leginkább azokban az iparágakban alkalmazható, amelyek kevés fajta terméket állítanak elő, illetve ahol a termelési kapacitás meghatározott vezérgyártmányra számítható át és ahol megbízható beruházási normák állnak rendelkezésre.

b) *Állóeszközök új beszerzési v. létesítési értékéből kiinduló módszer.* Ennél a módszernél az iparág jellemző termelőberendezéseinek kiválasztását kell a végzendő reprezentatív vizsgálathoz összeállítani. Ügyelni kell arra, hogy a kiválasztott berendezés összértéke az összes állóeszköz-érték legalább 50%-át képviselje; állóeszköztípusonként megfelelő számú és választékú berendezést emeljünk ki; olyan gépet vagy berendezést válasszunk ki, amelynek áralakulása a hozzá hasonló, csoportjába tartozó gépek áralakulására jellemző.

Az egyedileg nem vizsgált állóeszközöket olyan csoportokra kell bontani, amelyek a tételesen vizsgált állóeszközök valamelyikéhez kapcsolhatók, vagyis feltételezhető, hogy áraik vagy létesítési költségeik az egyedileg vizsgált állóeszközökhöz hasonlóan alakul. Ezt követően rögzíteni kell az egyedileg vizsgált állóeszközök új létesítési vagy beszerzési értékeit. Az ily módon megállapított új értékek alapján meghatározzuk az egyedileg vizsgált állóeszközök mai tényleges értékét. Ezután viszonyítás, illetve árindex révén megállapítjuk a nem kiemelt állóeszközök értékét.

2. Helyes leírási kulcsok meghatározásával kapcsolatban:

a) *műszaki becslés módszerével:* a jelenleg érvényes kulcsoktól függetlenül, műszaki számítások révén állóeszközcsopontonként megállapítandó, hogy a pótlások (beruházás) és a felújítások szükségletei milyen igényt indokolnak. Ennél az eljárásnál tehát a helyes leírási kulcsot állapítjuk meg.

b) *statisztikai eljárás módszerével:* Ebben az esetben az elmúlt 2—3 év ténytámaiból indulunk ki. Amennyiben az állóeszközök pótlása és felújítása nem kielégítő módon történt, a ténytámadatok olyan szintre kell emelnünk, amely az igényeket már kielégítette volna. Ennél az eljárásnál tehát nem a leírási kulcsot, hanem az értékcsökkenés összegét határozzuk meg. Ha ezt az összeget a helyes állóeszközértékhez viszonyítjuk, helyes leírási kulcsot nyerünk.

Akár egyik, akár másik módszert alkalmazzuk, a rendelkezésünkre áll az állóeszközök új

értéke, az értékcsökkenés szükséges évi összege és a leírási kulcs. Az ily módon kiszámított értékcsökkenés évi összegét ezután egybevetjük a ténylegesen elszámolt leírás összegével. Amilyen százalékos arányban eltér a ténylegesen szükséges leírás az elszámolt értékcsökkenéstől, olyan arányban kell felemelnünk a termék kalkulációjában szereplő értékcsökkenési leírás költségétételt összegét.

A közvetett anyagköltségek csak akkor szorulnak korrekcióra, ha olyan anyagokat tartalmaznak, amelyeknek felhasználási összege az üzemi általános költségek 8—10%-át kiteszik, vagy importanyagok.

A közterheket nem szabad accumulációs tényezőként kezelni, tehát azokat levonásba hozni nem szabad.

Selejtvesztesség

Ezen a címen jelentkeznek a selejttermeléssel kapcsolatos közvetlen anyag, közvetlen bér és üzemi általános költségek. E költség-tételnél akkor van korrekcióra szükség, ha a termék közvetlen anyagköltségét, vagy az értékcsökkenési leírás költségösszegét helyesbíteni szükséges. Ebben az esetben a korrekció módja a következő: Kiszámítjuk, hogy a termék közvetlen anyagköltsége hány százalékkal módosult globálisan a reálönköltség korrekció folytán és ezt a százalékot megszorozzuk a termék közvetlen anyagköltség-hányadával. Az így nyert százalékkal módosítjuk az utókalkuláció szerint jelentkező selejtvesztesség költségét. Ugyanazt a módszert alkalmazzuk a selejttermeléssel kapcsolatos üzemi általános költség értékcsökkenési leírás költség-tételének korrigálása során.

Értékesítési különköltség

E kalkulációs tételben jelentkező ráfordításokat abból a szempontból kell vizsgálat tárgyává tenni, hogy ne tartalmazzon olyan jellegű költséget, amely a belföldi értékesítéssel kapcsolatos, viszont foglalja magába azokat a ráfordításokat, amelyek szükségesek ahhoz, hogy a termék hosszabb szállítási útvonalon sértetlenül érkezzen meg külföldi rendeltetési helyére. Azoknál a termékeknél, amelyek jelenleg nem kerülnek exportálásra, de a vizsgálat tárgyát képezik, ilyen jellegű költségek nem jelentkeznek, tehát a reálönköltségszámítás során kiegészítésük válik szükségessé. Ha a csomagolás módja az értékesítési relációja szerint eltérő, a költségpótlékolást természetesen annak figyelembevételével kell elvégezni, hogy a szóbanforgó termék milyen relációban kerül értékesítésre, milyen reláció szerinti devizaforintbevételt veszünk az exportrentabilitási mutatóban figyelembe.

Vállalati általános költség

E kalkulációs tételt az „elkülöníthető költségek” összegének mértékével kell helyesbítenünk, mivel ezek büntetőkamatokból, kocsiálláspénzből és egyéb olyan bírságokból tevődnek össze, amelyek a reálönköltségszámítás során nem vehetők számításba.

A cikk keretében ismertetett módszerrel azt a célt kívántuk elérni, hogy alkalmazása révén lehetőség nyíljon az építőanyagipari termékeknél, gazdasági szempontból kedvező exportlehetőségek feltárására.

Bár a javasolt módszer — a feladat összetettsége folytán — eléggé sokrétű és munkaigényes, továbbá a termelő és külkereskedelmi szervek szoros együttműködését teszi szükségessé, elvégzése

mégis azért célszerű, mert a vizsgálat eredményeképpen hozott intézkedések, a népgazdaság számára bizonyára jelentős devizabevétel-többletet fognak jelenteni. Ez pedig annak eredményeképpen jelentkezhet, hogy az építőanyagipar helyes mértékben fog bekapcsolódni a külkereskedelmi forgalomba és a lehetőségek határáig igénybeveszi a nemzetközi munkamegosztásból eredő előnyöket.

Mineralizátor adagolási kísérletek szilika tűzállóanyagok gyártásánál*

POTOCSNY GYULA

A kovasav-módosulatok szerepe

Szilikának nevezzük a mésszel kötött, kovasavdús nyersanyagokból égetett tűzálló formadarabokat, melyek SiO_2 -tartalma legalább 93%. Magas lágyulási hőmérsékletük mellett különleges tulajdonságuk, hogy a legtöbb tűzálló építőanyaggal ellentétben magas hőmérséklet hatására, nem zsugorodnak. Utózsugorodás helyett a szilika inkább utókiterjedésre hajlamos magas hőmérsékleti igénybevétel esetében; ennek oka az, hogy a kvarc a szilika gyártása, illetve égetése során nem alakul át teljesen kisebb fajsúlyú modifikációkká. A visszamaradt kvarc a tűzálló falazatba épített szilikatéglában, a használatbevétele után, a nagy hőfokú tüzelés hatására, átalakul és kisebb fajsúlyú módosulat képződése folytán nagyobb térfogatot vesz fel. A szilika gyártása és égetése során tehát arra kell törekednünk, hogy a kovasav minél nagyobb mértékben kislejtsúlyú módosulatokká alakuljon át és ennek következtében az előállított termék magas hőmérsékleten térfogatálló legyen. Az utókiterjedés különösen boltozatoknál veszélyes, mert ez a boltozat szétfeszítéséhez vezet, sőt az erősen utóterjedő szilika a boltozat vonóvasait elgörbítheti, a falazat kihasasodhat vagy összemorzsolódhat. A szilikagyártásnál tehát arra kell törekedni, hogy a gyártmányok át nem alakult kvarcot legfeljebb olyan mértékben tartalmazzanak, hogy káros utókiterjedés ne állhasson be.

Köztudomású, hogy a szilíciumdioxid több kristálymódosulatban fordul elő. Ezek a módosulatok hőmérsékletváltozásoknál egymásba alakulnak át. A kovasavmódosulatok egy része bizonyos hőmérsékleti határokon felül vagy alul nem egzisztenciaképes, azonban metastabil állapotban létezhet. Minden hőmérsékleti tartománynak csupán egyetlen stabil kovasavmódosulat felel meg. Az 1. ábráról leolvasható az egyes módosulatok stabilitási, illetőleg metastabilitási tartománya. A diagram a stabilitást gőznyomással jellemzi, abból kiindulva, hogy minél

stabilabb valamely módosulat, annál kisebb a telített gőznyomása. Az ábrán látható görbék az egyes modifikációk relatív gőznyomásait tüntetik fel. Minél kisebb a gőznyomás, annál stabilisabb a módosulat. A legkisebb gőznyomású, tehát legstabilisabb görbéket kihúzott vonallal, a metastabil módosulatokat, illetve görbéket szaggatott vonallal jelöltük.

Mint a diagramból látjuk, a SiO_2 kristályos módosulatai három csoportot alkotnak: a kvarc, a tridimit és a krisztobalit-csoportot. Az egyes csoportokon belül minden ásványnak több módosulata van, melyeket egymástól görög betűkkel különböztetnek meg.

Az 1. ábra alapján 870° felett, az alfa kvarcból enantiotop átalakulással tridimit keletkezik. Az Ostwald-féle fokozatszabály alapján azonban ez a jelenség nem következik be, az alfa-kvarc 870° felett instabil állapotban megmarad, majd 1000° körül közvetlenül alfa-krisztobalittá alakul át. Kedvező körülmények között az alfa-krisztobalit 870 és 1470° között alfatridimitté alakulhat át.

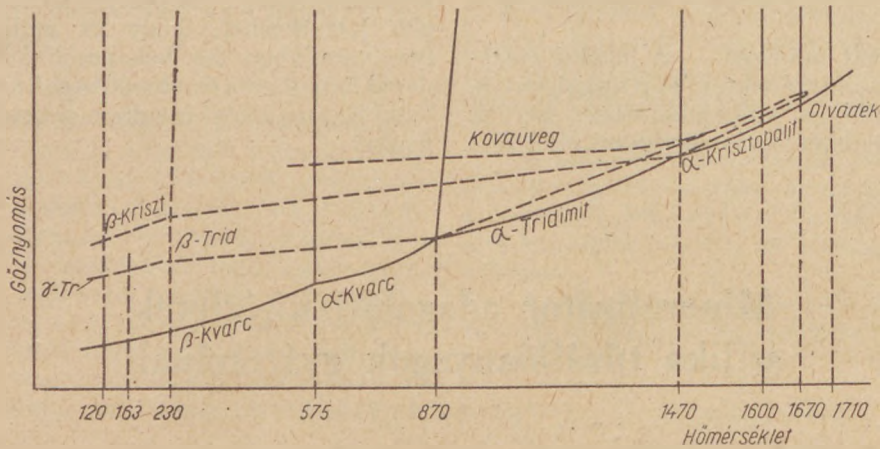
Az Ostwald-féle fokozatszabály mellőzésével felállított helytelen elmélet alapján régebben arra törekedtek, hogy a szilikagyártmány minél több tridimitet tartalmazzon. Grofcsik és Vágó* vizsgálatai szerint azonban a használatlan szilikatéglában egyszeri égetés után tridimit nincs, a röntgendiagram csupán az át nem alakult kvarc és krisztobalit jelenlétét mutatta ki. Tridimit csak hosszabb ideig tartó üzemeltetés után található a szilikatéglában, valószínűleg alkálígőzők, olvadékok hatása folytán.

A szilikatéglák legfontosabb alkotórésze használatlan állapotban a krisztobalit, melynek fajsúlya $2,32 \text{ g/cm}^3$. A tridimit fajsúlya ennél valamivel kisebb, $2,27 \text{ g/cm}^3$, ez azonban használatlan szilikatéglában nem fordul elő. A kvarc fajsúlya mindkét előbb említett módosulathoz sokkal nagyobb, $2,65 \text{ g/cm}^3$. A jelenlevő szennyezések és szándékosan adagolt mineralizátor hatására az égetéskor olvadék képződik, melynek

* A Veszprémi Vegyipari Egyetemhez benyújtott diplomadolgozat kivonata.

* Grofcsik J. és Vágó E.: Acta Chimica 1956. (Sujtó alatt.)

A SiO₂ módosulatainak idealizált gőznyomás-hőmérséklet diagramja
(C.N. Fenner (Am. I. Sci. 36, 331; 1913) nyomán)



1. ábra. A SiO₂ módosulatainak idealizált gőznyomáshőmérséklet diagramja. (C. N. Fenner, Amer J. Sci. 36, 331, 1913)

fajsúlya változó. A szilikagyártmány fajsúlyából következtetni lehet arra, hogy az átalakulás milyen fokú, de az egyes alkotórészek mennyiségét kiszámítani nem lehet. Ez csak akkor volna lehetséges, ha csupán kvarc és krisztobalit volna jelen. De az utóterjedési veszéllyel kapcsolatban a szilikagyártmányok a fajsúllyal megnyugtató módon jellemezhetők: az átalakulás annál tökéletesebb, minél kisebb a fajsúly. A minőségi szabványok a szilikára nézve egyik legfontosabb jellemzőként írják elő a fajsúly felső határát.

Szilika nyersanyagában, a kvarcitban, különböző anyagok vannak jelen, melyek az átalakulást elősegítik. Ezen kívül a jóminőségű kvarcit szövetszerkezete is olyan, hogy az átalakulás aránylag rövid idő alatt vagy kisebb hőmérsékleten is teljes. Abban az esetben, ha ilyen jóminőségű kvarcit (ún. vándorkő-kvarcit) nem áll rendelkezésre, a kisméretű módosulatokká

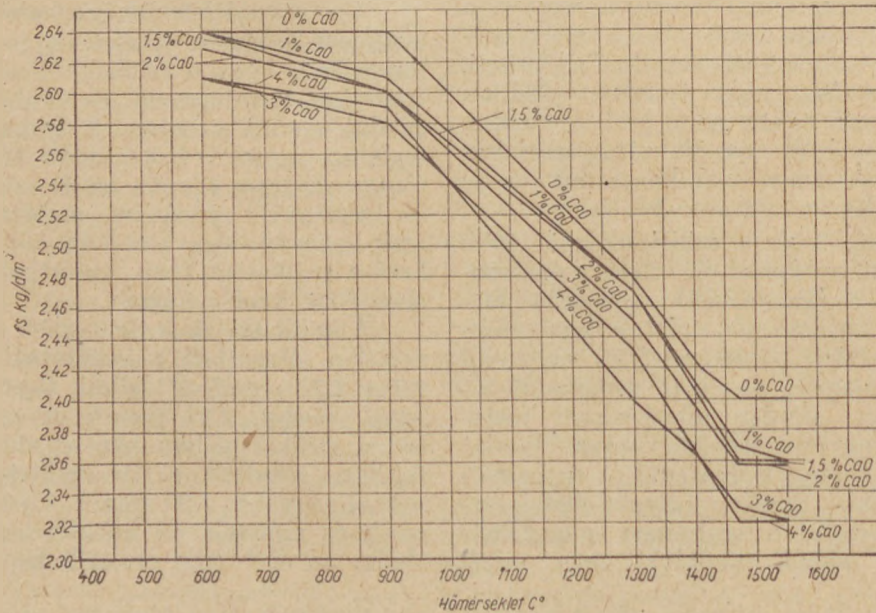
való átalakulás a nyersmasszához hozzákevert anyagokkal, ún. mineralizátorokkal segíthető elő.

E vizsgálatok célja, hogy különböző az irodalom által ajánlott nyersmassza-adalékanyagok mineralizáló hatását megvizsgálja és javaslatot tegyen a szilikagyártást legjobban elősegítő mineralizátorok vagy mineralizátorkeverékek kiválasztására.

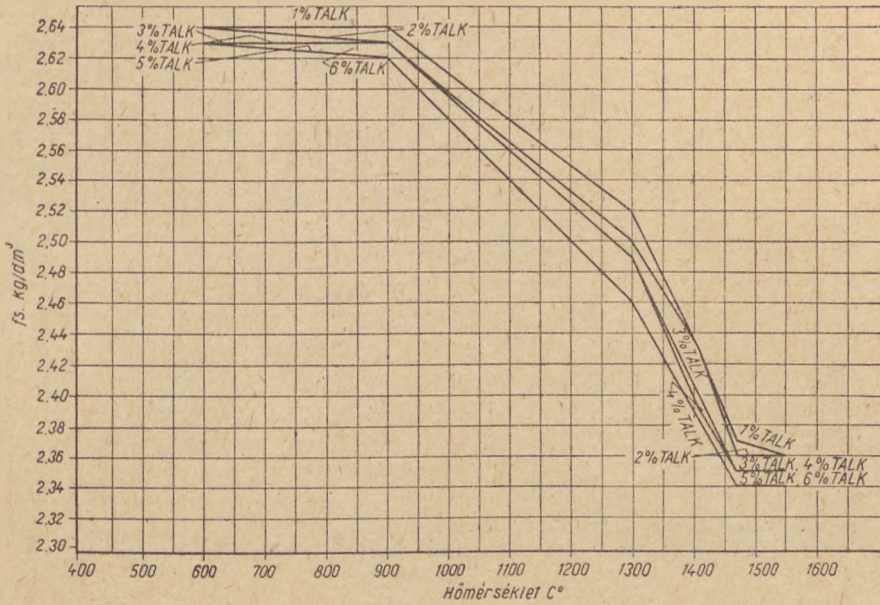
A vizsgálatok lebonyolítása

Vizsgálataimhoz hazai előfordulású mádi kvarcitot használtam, melynek kémiai összetétele a következő:

SiO ₂	96,0 — 97,5%
Al ₂ O ₃	0,8 — 1,4%
Fe ₂ O ₃	0,7 — 1,2%
TiO ₂	0,1 — 0,2%



2. ábra



3. ábra

CaO	0,5 — 0,7%
MgO	0,09— 0,15%
K ₂ O + Na ₂ O	0,1 — 0,2%

Ennek a kvarcitnak görgőjáraton és golyós-malmon készült őrleményeit használtam fel olyan arányban, hogy üzemi körülményeknek megfelelő szemcseösszetételt nyerjek.

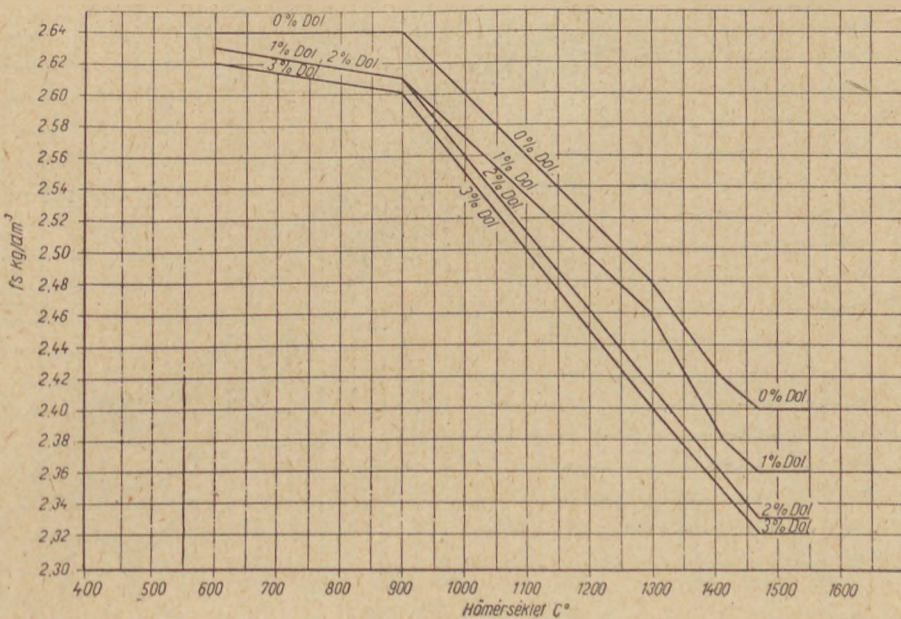
Vizsgálataim során a mineralizátorokat különböző koncentrációban adagoltam a masszához ; a lágyuláspont szempontjából természetesen kívánatos, hogy a mineralizátor mennyisége minél kevesebb legyen.

A nyers szilárdság biztosítása érdekében a masszához 0,6% mennyiségben melaszt adagol-

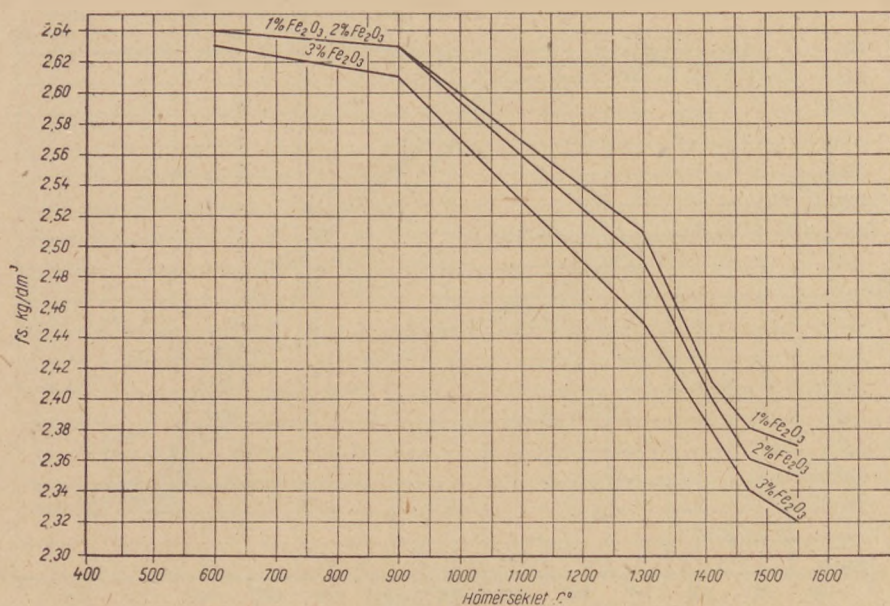
tam. A masszakeverékből hidraulikus sajtón kb. 230 kg/cm² nyomással 130×60×25 mm nagyságú lapokat készítettem, ezeket szobahőmérsékleten súlyállandóságig szárítottam, majd ipari kemencében együttesen égettem ki 600, 900, 1300, 1410, 1470 és 1550°-on.

Az égetett termékeknek elsősorban fajsúlyát határoztam meg. Megvizsgáltam továbbá az égetés folyamán beálló lineáris tágulást, némely esetben a röntgenográfiai úton megállapított ásványi összetételt ; a röntgenográfiai felvételeket és azok kiértékelését (Vágó Elek, a Nehézvegyipari Kutató Intézet tudományos munkatársa) végezte.

Az átalakulás mértékének megállapítására elsősorban a fajsúlyadatokból következtettem.



4. ábra



5. ábra

E meghatározásokat piknométerben, toluol vagy benzol segítségével végeztem el. Az egyes párhuzamosan végzett vizsgálatok eltérése $0,01 \text{ g/cm}^3$ -nél nem volt nagyobb.

Valamennyi adat megállapításánál az azonos körülmények között készített próbatestek vizsgálati eredményeinek átlagértékét tüntettem fel.

Kísérleti rész

Mineralizátor: Égetett mész (CaO)

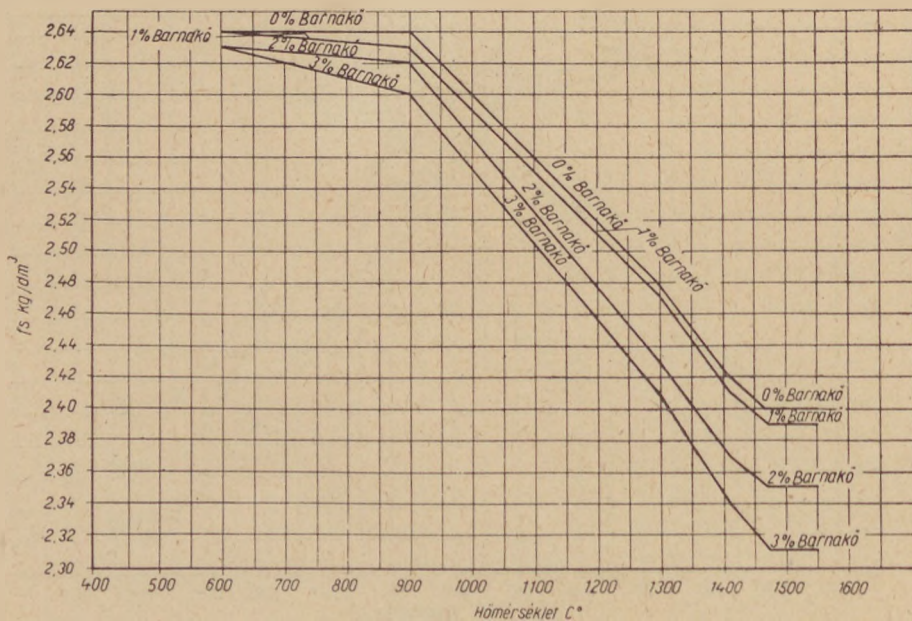
Adagolás mértéke a kvarcitörlemény száraz súlyára vonatkoztatva 1; 1,5; 2; 3; 4%.

A 2. ábra tünteti fel a kísérlet eredményeit: a különböző CaO-tartalmú próbatestek fajsúlyá-

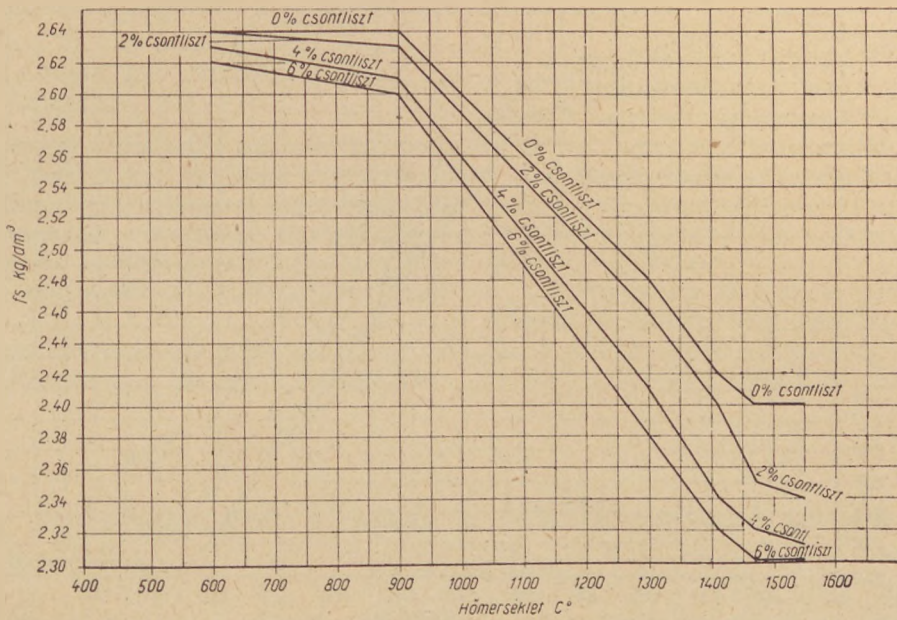
nak változását az égetési hőmérséklet függvényében.

Feltűnő, hogy a görbék gyakorlatilag párhuzamosak. 1500° -on 2% mennyiségű CaO alkalmas arra, hogy a fajsúlyt 2,36-ra szállítsa le. 3% és 4% CaO adagolásnál ezt a fajsúlyt már 1410° -on is el lehet érni.

A tágulási görbéket is felvettem a vizsgálat során. Ezekből megállapítható, hogy a fajsúlycsökkenés és az ezzel járó térfogatnövekedés során a minta porozitása csökken, azaz a térfogatnövekedés — legalább is részben — a pórusok terhére játszódik le. A próbatesteken megállapítható volt még az is, hogy növekvő hőmérséklettel és CaO-adagolással a szilárdság nőtt.



6. ábra



7. ábra

Mineralizátor: Talkum ($3\text{MgO} \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$)

Hazai előfordulású talkumot használtam fel. Összetételében kb. 10% szennyező anyag mellett 31,5% MgO-volt. A többi oxidok mennyisége oly kevés, hogy mineralizáló hatásuk elhanyagolható. A kvarcitörleményhez 1%-os ugrásokban 1–6% talkumot adagoltam, mellyel a következő mennyiségű MgO-t vittem a keverékbe:

talkum%	1	2	3	4	5	6
MgO%	0,32	0,63	0,94	1,26	1,54	1,89

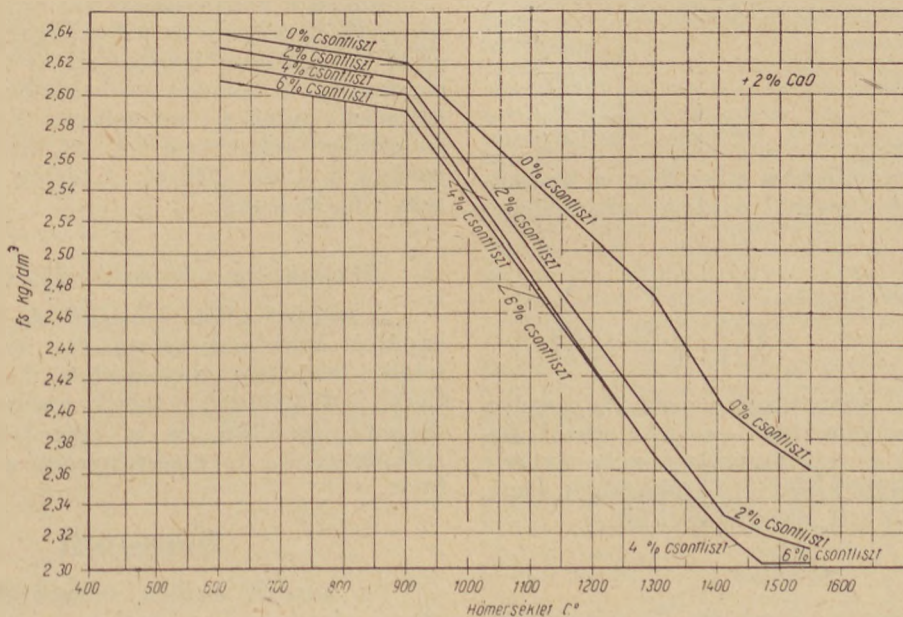
A 3. ábra mutatja a kísérlet eredményeit: a különböző mennyiségű talkumot tartalmazó próbatestek fajsúlyát különböző égetési hőmérsékleten. A talkum nem bizonyult jó mineralizátornak, mert még 6% mennyiségben adagolva

sem sikerült a fajsúlyt 1410° -on való égetéssel $2,38 \text{ g/cm}^3$ alá vinni. A próbatestek szilárdsága sem volt elegendő.

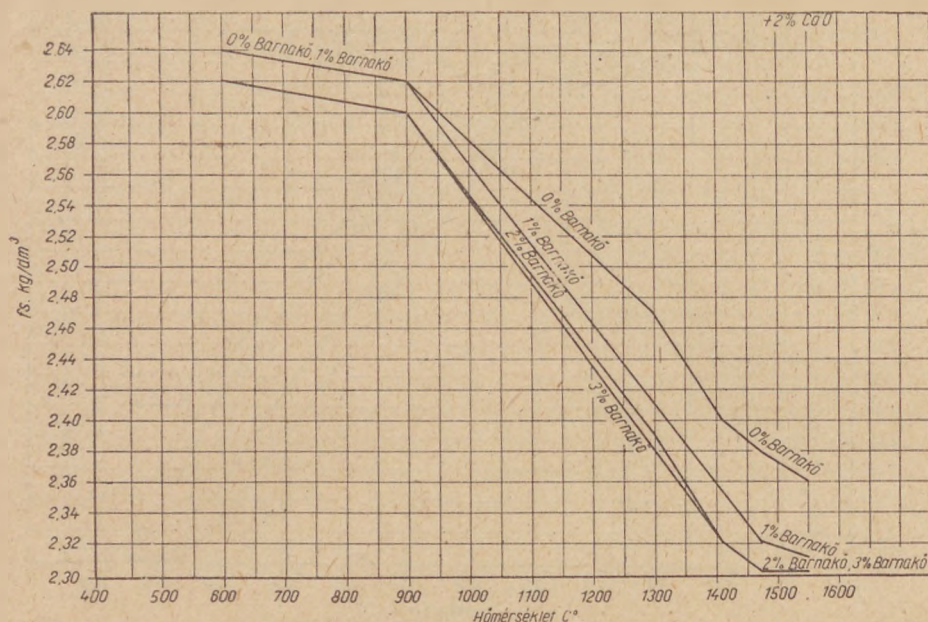
Mineralizátor: Dolomit ($\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$)

A kísérleteimhez használt dolomit kb. 2% mennyiségben tartalmazott szennyező anyagokat. A 0,09 mm szemnagyságra aprított dolomitot 1, 2, ill. 3% mennyiségben adagoltam a kvarcithoz. Az ilyen adagolás mellett bevitt CaO- és MgO-mennyiséget a következő táblázat tünteti fel: 4-es ábra:

	1	2	3
dolomit%			
CaO%	0,30	0,61	0,92
MgO%	0,22	0,45	0,67



8. ábra



9. ábra

A fajsúlynak a hőmérséklettel való változását a 4. ábra mutatja. A dolomit igen jó mineralizátor, mert 1470°-on 3% dolomitmennyiség 2,34 g/cm³ fajsúlyt adott.

Mineralizátor: vasoxid (Fe₂O₃)

A felhasznált vasoxid káros szennyezésként mindössze 0,2% Al₂O₃ + TiO₂-ot tartalmazott. Szemcsenagysága igen finom volt. 1, 2, ill. 3% mennyiségben adagoltam a kvarcitörleményhez. A mineralizáló hatás kétségtelen volt, de gyakorlati eredmény elérésére nagy mennyiség szükséges, ezért gyakorlatilag nem használható. Az eredményeket az 5. ábra mutatja.

Mineralizátor: barnakó (MnO₂)

A felhasznált anyag úrkúti dúsított barnakó volt. Kémiai összetétele a következő:

MnO ₂	45,00%
Al ₂ O ₃ + TiO ₂	15,50%
Fe ₂ O ₃	18,45%
SiO ₂	20,10%

1, 2 és 3% mennyiségben adagoltam a kvarcitörleményhez. A bevitt oxidok viszonylagos mennyisége:

barnakó%	1	2	3
MnO ₂	0,45	0,90	1,35
Fe ₂ O ₃	0,18	0,37	0,55

A barnakó jó mineralizátor, mert 3% mennyiségben adagolva már 1410°-on 2,35 g/cm³ fajsúlyt ad. Ez volt az egyetlen anyag, mely egyidejű mészadagolás nélkül is kedvező szilárdságot adott. Az eredményeket a 6. ábra tünteti fel.

Mineralizátor: Csontliszt

A kísérlethez a Hungária Vegyiművektől származó csontlisztet használtam fel, mely meg-

lehetősen sok szennyezés mellett gyakorlatilag trikalciumfoszfátból állott. A csontlisztet 2, 4 és 6% mennyiségben adagoltam az örleményhez. Ez oxidokra számítva a következő:

csontliszt%	2	4	6
CaO	0,91	1,82	2,74
P ₂ O ₅	0,64	1,28	1,92

A csontliszt a fajsúlyt erősen csökkenti, azonban a szilárdságot nagyon rontja, valamennyi próbatést nagymértékben morzsolódott. Az eredményeket a 7. ábra mutatja.

Mineralizátor: csontliszt +2% CaO

Ebben a kísérletoszorban megvizsgáltam az egyidejű csontliszt- és mészadagolás hatását. Az előző bekezdésben ismertetett csontliszt-mennyiségeken kívül minden próbatestbe 2% CaO-nak megfelelő mésztejet adagoltam. A csontlisztet a mésztejben iszapoltam fel. Az erős mineralizáló hatás a 8. ábrán látható. A téglák szilárdsága itt sem volt kielégítő.

Mineralizátor: barnakó +2% CaO

A kísérlet célja barnakó- és mész adagolás együttes hatásának vizsgálata; az előbb ismertetett barnakó-mennyiségeken kívül még 2% CaO-t is adagoltam. A fajsúly kisebb, mint tisztán barnakó esetében és a próbatestek nagyobb szilárdságúak. Az eredményeket a 9. ábra mutatja.

Összefoglalás

Az adagolt oxidok súlysúlyszázalékos értékeit alapul véve megállapíthatjuk, hogy a kísérleteimben megvizsgált anyagok a csökkenő mineralizáló

hatás szempontjából a következő sorozatba állíthatók:

dolomit — talkum — barnakő — mész — esontliszt — vasoxid

Ez a sorrend változatlan marad, bármely hőmérsékleten vagy fajsúly-értéknél végezzük el az összehasonlítást. Ha a mineralizátor-adagolási kísérleteket finomabb mennyiségi ugrásokkal is elvégezzük, egyes esetekben néhány alkatrész felcserélődhet, de ennek gyakorlati jelentősége nincsen.

Az összehasonlítások azt mutatják, hogy a legerélyesebb mineralizáló hatással a MgO ren-

delkezik. Erősebb ez a hatás dolomit, mint talkum esetében. Kedvező még a mangánoxid is.

A legjobb fajsúlyértékeket úgy lehet elérni, ha a mineralizátorokat nem önállóan, hanem mésszel együtt alkalmazzuk. Hatásos továbbá a kis szemnagyságú kvarcítórlemény használata.

A fajsúly-tágulás és szilárdság vizsgálatából együttesen megállapítható, hogy mádi kvarcit esetében a legkedvezőbb mineralizátor a barnakő és mész együttesen.

Vizsgálataim alapján és megfelelő üzemi kísérletek elvégzése után remélhető, hogy sikerülni fog a szilika-égetés hőmérsékletének csökkentése és ezzel a kemence-kapacitás növelése.

Építőanyagok Pesten a XVIII. század elején

NYITRAI ELEK

Amikor 1686 őszén Buda várát sikerült a töröktől visszafoglalni, a császári kormány elsősorban a jobbparti város helyreállítását kezdte meg. Pesttel nem törődött sem a katonai parancsnok, sem a visszafoglalt területek igazgatására újonnan felállított császári kamarai adminisztráció. Talán épp ezért indulhatott meg itt gyorsabban az élet. Hogy így volt, tanúsítja az első nyugatról érkezett „turista”, Toll Jakab német-alföldi egyetemi tanár, aki 1687 nyarán járt Magyarországon. „Mihelyt ahhoz a hidhoz érkeztem”, írja, „amely Pestet Budával összeköti, először Pestre mentünk és fogadót szemeltünk ki. Erre Budán alig volt remény, mert ott az ágyúk mindent elpusztítottak. ... Pest közepes és majdnem négyszögletes város; bár sok helyen szenvedett a háború dühétől, mégis mindinkább helyreállítják. Sokkal többben laknak itt, mint Budán, mert a síkon kényelmesebben és a folyam használatára alkalmasabban fekszik“ (1).

Alighanem helyes volt a jószemű hollandusnak az a megállapítása, hogy Pest aránylagos fellendülését annak köszönhetette, hogy „a folyam használatára alkalmasabban“ feküdt. Itt könnyebben volt mindaz beszerezhető, ami egyfelől a mindennapi élethez, másfelől a város helyreállításához szükséges volt. Első helyen említhetjük a vizet, amely a közvetlenül a város mellett elfolyó Dunában kiapadhatatlan bőségben bármikor rendelkezésre állt. Mihelyt a harcok megszűntek és az Alföld gyér lakossága rejtkehelyéről előbújt, megindult a kereskedelmi forgalom. Ez pedig — úgy mint a háború előtt — ismét a síkon fekvő Pesten át vette útját. A marhahajások erre hajtották csordáikat. Pest lett a hajózás, a fa- és sókereskedelem egyik központja.

Pest fekvése építési anyagok szempontjából is kedvezőbb volt mint Budáé. Építőfát a Dunán leütött tutajok szolgáltattak; ezek közvetlenül a város fölött kötöttek ki, a helyreállítandó épületekhez igen közel. Pesten könnyen volt található vályogkészítésre alkalmas anyag, a habareshoz szükséges homok pedig olyan jó volt, hogy — amint alább el fogjuk mondani — a budaiak a következő évtizedekben állandóan útjártak érte a balpartra. Építőköért, igaz, elég messzire kellett menni, arra a vidékre, ahol a törökkorban a kőbányákon kívül szőlők is voltak és amelyet Promontoriumnak neveztek. Ma Kőbánya a neve. A visszafoglalás utáni első letelepedők azonban kevés követ fejtettek. Ameddig romházak voltak a városban, ezeknek az anyagát használták. Ezt a kamarai adminisztráció ugyan megtiltotta, mert a romházakat későbbben letelepedni akaróknak kívánta fenntartani (2), de a tilalomnak fogantja nem lehetett. Hiszen az adminisztráció maga is romos épületek bontásából szerezte falazó anyagát, Budán főként a Zsigmond és Mátyás építette királyi palotából (3).

Bár, amint hangsúlyoztuk, Pesten előbb indult meg az élet, mint Budán, a balparti város még évtizedeken át nyomorúságosan szegény maradt, mert majdnem csupa nincstelen telepedett le benne. Mégis meg volt benne a városias életnek fontos kelléke, a városfal, amelynek kapuit úgy ahogy kijavították és éjjelenként zárva tartották. De maga a városfal sérült és hiányos maradt, ami nem volt baj addig, míg a török visszavonulófélben volt. De 1690-ben rövid időre úgy látszott, mintha a hadiszerencse megváltoznék és az ellenségnek kedvezne. Amikor a török Belgrádot visszaszerezte, nagy volt a riadalom a hódoltság alól felszabadított városokban. A budai kamarai adminisztráció arra utasította a pesti tanácsot, javíttassuk ki a városfalat és pótolja a dunaparton hiányzó palánkot, „hogy a polgárok nyugodtan aludhassanak“ (4). Világos azonban, hogy a balparti város biztonsága a császári hatóságnak nem volt fontos. Minthogy a budai várfalak helyreállításához nem kap elég munkáskezet, arra utasítja a pesti tanácsot, hogy minden felesleges embert küldjön Budára (5).

1694-ben a polgárság kéri az adminisztrációt, hogy védje meg a környéken csatangoló népség ellen (6). Ez arra is mutathat, hogy a városfalak még mindig hiányosak és a lakosság emiatt érzi magát veszélyben, de valószínűbb magyarázat, hogy a török nyomás alatt Magyarországra vonult, utóbb Szentendrén és egyebütt letelepített délszláv népség a pestieknek a városfalon kívüli természetét és állatállományát fosztogatta. Ez akárhogyan volt is, a városfalakat idővel kijavították, amit az a tény bizonyít, hogy a császárhű német lakosság 1704 december 20-án vissza tudta verni a város elfoglalására kiküldött — tüzérsggel nem bíró — kuruc csapatok támadását (7).

Bár a XVIII. század közepén a városfalat még nagy becsben tartották, húsz-harminc évvel később már bontogatták. Legkésőbb a Hatvani-kapu (1808) és a színháznak használt Vízi-rondella (1816) tűnt el (8). A falat körítő árkot betemetették, területét pedig eladogatták. Helyén házak épültek háttal a városfalnak. Ezekben a telkeken áll ma a Kiskörút belső (belvárosi) házsora. Kb. ugyanebben az időben házakat emeltek a városfal jórészenek városfelőli oldalán is. Így azután a hajdani pesti városfalnak csekély részei elkorulték a bontósáknak, mert — két-három ház között tűzfalat középe — meglapultak (9).

A városfal különböző építési és javítási korszakai a legteljesebben a Királyi Pál utca 13/b. sz. ház udvarán feltárt falrészén figyelhetők meg. Tisztán kivethető a középkorban, nagy faragott kövek felhasználásával készült falrész, amely eredetileg kb. 8 m magas és 2 m vastag volt. A pesti helytörténet kutatói (10) nagyjában megegyeznek abban, hogy a XVIII. század végén lebontott városfal Mátyás király vagy Zápolya idejében

épült, tehát a ránkmaradt falrészekben található quádereket ebből a korból kell datálnunk. Ez a fal még a XVII. század derekán nagyjában érintetlen volt. 1616-ban Wenner von Crailsheim Pest erős falait említi (11), 1684-ben pedig az Ungarisches Staedt-Büchlein „vastag és magas városfal”-ról ír (12).

Ennek a faragott kővekből álló, középkori falazatnak a kőanyagára clyannak látszik, mint amelyet ma is használunk: a felhasználás előtt készített habarcs. A habarcs anyaga égetett mész fokozatos és gondos leoltásával készült mész és homok. A fal egyes részei azonban egészen más jellegűek: sokkal kisebb, alakatlan, talán másod- vagy harmadfelhasználású kővek vannak forró mészhabarcsba rakva. Ezek a falrészek alighanem a XVI. és XVII. század folyamán a város számtalan ostromát követő javításokra mutatnak. Ehhez a falnemhez hasonló egyébként a XV. századi quáderfalazat alapozása, amely a Királyi Pál utca 13/a. sz. ház udvarán hozzáférhető. Ez is forrómészhabarcsba van rakva, amely igen kemény és az alapfalnak nagy szilárdságot biztosít.

Az alapfalak szilárdságára jellemző a következő eset: 1812-ben két belvárosi polgár egymással szomszédos, a mai Váci utca és Szarka utca sarkán feküdt telkein építeni szándékozott. Alapásás közben régi falakra bukkantak. Egy pár követ ki is ástak. Ezeket a város építési ellenőre le akarta foglalni. Tiltakozásukra a Szépitő Bizottság kiküldte Pollack Mihály építőmestert és Degen városi mérnököt. Ezek a következő megállapították: a talált falak az egykori városfal alapjaiból vannak; ha a város a kővekre igényt tart, vállalnia kell a kibontás költségeit, ezt pedig nem érdemes (13).

A városfalon az említett, kitűnő minőségű javítások mellett találhatók egészen olosó, silány jellegű foltozgatások is. Ezeket tartjuk az 1700 körüli, a török rabságból épp csak felszabadult, a császári kormányzat által mindenféleképp sanyargatott pesti lakosság munkájának. Pedig a városfalra még inkább költött mint egyébre, ide jutott valami kevés égetett mész, bár a gazdaságos felhasználás céljából nyilván óvatosan leoltva.

A lakóházak falazati anyagának jó volt a vályog, ha a lakosság esetleg nem bonthatta a gazdátlan, romos épületeket. Kőanyagának pedig rendszerint megfelel az agyag. Mészégetés a városban nem folyt, ezt a számadáskönyvekben is olvashatjuk (14). Égetésre alkalmas mészkő a város területén és közvetlen környezetén nem volt található.

Az 1690-es évek viszonyaihoz képest Pest város lakosságának helyzete a XVIII. század első évtizedében nem javult, hanem inkább rosszabbodott. A Rákóczi féle szabadságharc ideje alatt a magyarérmű lakosság kiköltözött, az ottmaradt labanpártiak pedig az életüket feltették. Ez kiolvasható a tanácsí jegyzőkönyvekből és ezért feltehető, hogy leginkább a városfal javítására tellett. Helyesen írja Salamon Ferenc: „1702-től 1710-ig... legkevésbé Pest várososa érezhette szükségét a kőbányai kőnek (15). Ennek a kiváló történetírónak egy másik nyolcvan év előtti idevágó megjegyzését is megemlíttük. Pest falai, írja, egész fennállásuk idején olyan gyengék voltak, hogy kitartó ostromnak ellenállni nem tudtak; a várost minden sikeres ostrom után újra kellett megalapítani; ezért Pest újabb város, mint New York, Boston és Philadelphia; a mostani Pest alapítási évét 1710 utánra kell számíttatni (16).

Az adókievetés igazságosabb elosztásának lehetővé tétele céljából az 1712–15. évi országgyűlés elrendelte a megyék és városok adótárgyainak összeírását. A benyújtott jegyzőkeket azonban a kormányzások nem találták megbízhatóknak és ezért az összeírást 1720-ban megismételték. Pestre vonatkozólag „a felvétel, kivált 1720-ban, elég részletes és lelkiismeretes”, írja Acsády nagy művében (17), amelyből ezeket az adatokat merítjük. Az itteni összeírást Bereg megye megbízottai készítették, akik érdektelenekek voltak és ezért a látottakat minden bizonnyal az igazsághoz híven jegyezték fel. Ezeknek a jelentése alapján írja Acsády, „1715-ben a (Rákóczi féle szabadságharc végén fennállott) szomorú állapot már némileg javult,

de még 1720-ban is csak 375 ház íratott össze, melyek közül 200... jobbára sárból és sövényből készült, náddal, szalmával és léccel fedve s inkább kunyhó, mint ház nevére érdemes” (18).

Amint láttuk, a pesti lakosság még a XVIII. század elején is főként vályogból és másodlagos felhasználású kőből építkezett. De valami kevés faragott kőre akkor is szüksége volt küszöbökhez, lépcső, fokokhoz, különösen pedig a — barokk építészettől elválaszthatatlan — ablak- és ajtókeretekhez. A faragott követ az akkor Promontorium-nak, később Óhegynek nevezett területen fekvő kőfejtőkből nyerték. Itt már sok száz év óta folyt a kőbányászat. A „kőbányai” köről írja egy kiváló geológusunk: „1–2 m³ nagyságú darabok nem tartoznak a ritkaságok közé, de termelhetők ennél sokkal nagyobbak is. Igen jól és biztosan faragható...” (19).

A kőbányák miatt a pesti tanácsnak több irányban is panaszos vitái. 1699-ben panasszal fordul a bécsi udvar által a visszaszerzett területek ügyei kivizsgálására kiküldött, ún. Caraffa-féle bizottsághoz, mert a kamarai adminisztráció el akarja venni a város kőbányáját. A tanács azt állítja, hogy a kőbánya költséges lefedési (a földrétegtől való megtisztítási) munkáit a saját kőfaragómesterével elvégeztette, a kamarai adminisztráció megmarad a város kezelésében, ami valószínűleg e panasz eredménye.

1701-ben a kamarai adminisztráció újra a város rovására akarja a maga jövedelmét gyarapítani. Közönséges teszi, hogy mind a budai, mind a pesti kőbányákat ő fogja kézbe venni. Ez ellen a pesti tanács tiltakozik. Előadja, hogy a kőbánya a várostól igen messzire fekszik; a kő nagyon mélyen fekszik a föld alatt és ezért a lefedés költséges; a kőfejtés azonban logikább azért nem tekinthető az adminisztráció által gyakorolható regálegnek, mert a kőbányát, amely ezidőszereint a Vattay-család tulajdonának tekintendő, a város nem birtokolja, hanem csak bérlő (21). Ez a beadvány is eléri célját: a kőbánya továbbra is a város kezén marad.

Pest déli és délkeleti határa kétséges volt már a hódoltság ideje alatt is. Bizonytalan volt a kőfejtők vidékének, valamint az azoktól délre és keletre fekvő rétekek, legelőknak a tulajdonjoga. Ezért a török kor vége felé, ha valaki követ akart fejteni a pesti kőbányában, két helyen is kért erre engedélyt, egyfelől a Pesten parancsoló budai pasától, másfelől a szentlőrinci török úrtól. Ha valaki nagyon óvatossá volt, akkor kikérte még a Füleken lakó Vattay Pál engedélyt is, aki Szentlőrinc, Gubacs és Péteri pusztáknak régi — hódoltság előtti — jogos tulajdonosa volt. Ezt tették a jászberényiek és kecskemétiak, amikor templomot építettek (22). Visszafoglalás után Pest környéke Pest megye igazgatása alá került, a megyei törvényesek előtt indult meg a határmegállapítási per. Minthogy pedig a városnak szüksége volt a kőbányára is, a szentlőrinci és gubacsi határ mentén fekvő rétekre is, ezeknek használatáért bért fizetett — a peres eljárásra való tekintet nélkül — az akkori, birtokon belül levő földesúrnak, Vattay Jánosnak (23).

A pesti tanács nagyon is tisztában volt az ügy fontosságával. Amikor 1695-ben Sötér Ferenc alispán a megindított per folyamán határjárást tart, részt vesz benne a bíró vezetése mellett az egész pesti tanács, sőt ott van Kurucz budai kamarai adminisztrátor személyesen a hivatal erdőmesterével. A határjáró bizottság a pesti határ bejárást a káposztásnygyeri (ma újpesti) dunapartnál kezdi és Keresztúrjig bezárólag megállapodást hoz létre a város és a szomszédos birtokosok között. A városnak Szentlőrinc felé eső határáról azonban az egyeztetés nem sikerült, úgyhogy a bizottság csak ennek a kudarnak a tényét vehette jegyzőkönyvébe (24). Az alispán 1702-ben újra határjárást hirdetett az 1695-ben elintézetlenül maradt kérdések tisztázására. A pesti tanács tagjai nyilván azt hiszik, hogy az adminisztráció tagjai nagyobb súllyal tudnak fellépni, mint ők és ezért ez év tavaszán kétszer is kéri, hogy a budai hivatalnokok a határjáráson vegyenek részt (25). Ez a buzdóság azonban hiábavalónak bizonyult, mert a határjárás a szentlőrinci határ nem került tárgyalásra (26).

A per — mint az akkoriban szokásban volt — évtizedeken át folyt-folydogált, de a városnak addig is szüksége volt szénára és kőre egyaránt. Ha a vitás területet használni akarta, bért kellett érte fizetnie. A pestiek által fizetett haszonbér 1703-ban 62 forint 50 dénár, 1715-ben 100 forint, 1720-ban 66 forint 66 dénár volt (27). A határmegállapítási per akkor fejeződött be, amikor a szentlőrinci és gubaesi pusztákat megszerezte Grassalkovich Antal. A későbbi magyar kamarai elnök akkor (1729) még csak királyi jogúgyi igazgató volt (28), de mint ilyen állandó kapcsolatban állott a szabad királyi városokkal, akik jóindulatára rászorultak. Vele pereskedni nem volt célszerű, ellenkezőleg a jóviszonyért érdemes volt áldozatokat hozni. Létrejött tehát az egyczés, amelynek alapján kitűzték és határvonalakkal jelölték meg az új határvonalat, amely 1950-ig, Nagy-Budapest életbeléptetéséig érvényben maradt. Az egyczés szerint a város 2000 Forint készpénzt fizetett Grassalkovichnak, továbbá átengedett neki egy belvárosi házat a hozzátartozó kerttel és rétekkel együtt (29). A házhely az akkori Hatvani utcában, a mai Kossuth Lajos utcában feküdt, azon Grassalkovich felépítette saját lakóházát; a kert a mai Múzeum körút, Rákóczi út és Szentkirályi utca között terült el. Azon épült fel később az azóta lebontott Nemzeti Színház és a Tudományegyetem ma is fennálló részlege. Az elhelyezendő határvonalat a tanács nagy előrelátással már 1703-ban elkészítette (30). Egyik-másik még ma is megvan.

A bécsi császári kamara és budai kirendeltsége nagy fontosságot tulajdonít annak, hogy a munkabérek, nevezetesen az építőipari munkabérek alacsonyok maradjanak. A hivatalos álláspont az, hogy Budán és Pesten a megélhetés olcsóbb, mint Bécsben és Ausztriában, tehát alacsonyabbnak kell lenniök a munkabéreknek is (31). De az iparosok nem azért hagyták ott kényelmes és megszokott otthonukat, nem azért vállalták a pionír munka fáradalmait és veszedelmeit, hogy kevesebbet keressenek mint odahaza. Ezért a munkabérfeszültség állandó. Néhány hónappal az ostrom befejezése után Buda helyreállításának megindítása nagyon sürgős és 1687 tavaszán Werlein adminisztrátor a selmeci bányagróftól 100 kőművest és munkészt kér. Ezeknek napi 12 garas, azaz 36 krajcár munkadíjat ígér. Későbbben azonban — a bécsi kamara említett elvi álláspontja folytán — az adminisztráció csökkenti a napidíjat 24 krajcárra, amennyiért a kőművesek és ácsok nem akarnak dolgozni. 1695 májusában a budai építőmunkások a mestergarassal együtt 3 krajcár napibért kérnek. Ennyit fizetnek Pesten is, legalább a tanács mestergaras nélkül 30 krajcárban limitálva a keresetüket (32). Épp ezért kell minduntalan megismételni a munkabérek maximálását, mert a lakosság túlteszi magát rajta. De nem törődik vele a pesti hajóhivatal, amely nem a császári kamarának, hanem az udvari haditanácsnak van alárendelve. A hajóhivatal 1698-ban a következő béreket fizette: kőművespallér 1 forint 30 krajcár, kőműves 30, habarcskészítő 21, segédmunkás 18 krajcár (33).

Az egy belvárosi plébániatemplom kivételével, amely részben középkori eredetű, a ma fennálló régi pesti épületek a szatmári békét követő években létesültek. 1711-ben kezdték meg a Rókus-kápolna építését, 1715-ben a pálos kolostort és templomát (ma Egyetemi templom), 1716-ban a Rókkantak Ilázat, a következő években pedig a dominikánusok, a szerviták és a ferencesek templomát (34). Mindezeknél az építkezéseknél a főszerepet még a terméskő viszi, de hovatovább szerephez jut az égetett tégl is.

Mihelyt valamelyik szerzetesrend templomépítésre határozza el magát, kőfejtési engedélyt kér a városi tanácstól. Kivételt képeznek a szerviták, akik vajmi keveset törődnek a tanács rendelkezéseivel. Ők, úgy látszik, már régebben engedély nélkül folytatták a bányászt, amikor a dominikánusok 1720 elején ilyet kérnek (35). A tanács elrendeli, hogy a telek-könyvi hivatal mérjen ki a domonkosrendiek részére a szerviták kőfejtője mellett egy 10×12 öl területű, kőbányászásra alkalmas területet (36). A szerviták irányában elég türelmes a tanács, csak egy évvel később rendeli el, hogy be kell szüntetniök a kőfejtést

addig, míg meg nem egyeztek a várossal. Erre végre kérnek és kapnak engedélyt (37).

1722 szeptemberében jelentkeznek a pesti ferencesek. Ők is kapnak kőfejtésre alkalmas területet. Az ő templom- és rendházépítkezésüket segíti a tanács a leghatásosabban, minduntalan megismétlődő tégl- és készpénzadományokkal, — amint a tanácsí jegyző-könyv hangsúlyozza — „szegénységükre való tekintettel“ (38). Másfél évvel későbbben jelentkeznek hasonló kéressel a pálosok. Ők azonban nem kapnak külön kőbányát, hanem a szervitákét velük közösen használhatták (39). A szerzetesrendeken kívül van még egy idegen fogyasztója a pesti kőbányáknak: Vogel Kristóf budai kőfaragómester. Az ő ügyében a tanács bizottságot küld ki, amely megállapítja, hogy a pesti mesterek Budán csak pénzért kapnak követ, tehát Vogel fizessen a pesti kőbánya használatáért évi 10 forintot. Eddig ingyen fejtethetett (40).

Teljesen új alapokra helyezte a tanács a kőfaragómesterek helyzetét 1728-ban. Bár a városnak már 1724-ben volt saját kőbánya-intézője, aki évi 300 forint fizetést kapott (41), addig a városi kőbányát a céhbéli kőfaragómesterek is tetszésük szerint használhatták. Úgy dolgoztak, hogy a szebb, nagyobb, könnyebben faragható tömbökből ablak- és ajtókeretek, lépcsőfokok, esetleg nagyobb igényű szobrászmunkák készültek; a faragásra kevésbé alkalmas tömbökből pedig falikő lett. Ameddig ez a céhes mesterek részére előnyös rendszer fennállott, a magánépítkezéseket természetesen ők látták el falikővel, a városi kőfaragómester csak a kommunális építkezéseket szolgálhatta ki. Ez az állapot 1728-ban gyökeresen megváltozott. „Az iparukhoz szükséges kőtömbökről a jövőben a város fog gondoskodni“, mondja a kőfaragómesterekhez intézett tanácsí határozat (42). A kőfaragómesterek hiába tiltakoztak, a tanács — regálejog gyakorlásáról van szó — teljesen jogosan jár el, amikor elválasztja a kőbányaipart a kőfaragóipartól és az előbbiből községi monopoliumot csinál. Pénzügyi szempontból is helyes a tanács elhatározása, mert a falikövet köbölenként 2 Ft 25 dénáros áron értékesítik, a munkabér pedig csak 1 Ft 25 d, úgyhogy ölenként 1 Ft haszon marad, amelyet csak a lefedés költsége és a városi kőbányaintéző fizetése terhel. Az eladási forgalom erősen hullámzó: 1730-ban 370, 1731-ben 525, 1732-ben csak 136 öl falikövet adnak el. De van még bevétel a városnak kút-kőből és a kőfaragómestereknek eladott kőtömbökből is (43).

A lakosság vagyonosodása és a városi bevételek emelkedése arra ösztökéli a tanácsot, hogy az 1720-as évek elején egyszerre több fontos kommunális építkezésbe fogjon bele. A legfontosabbak a városháza, a sörfőző és a tégláégető. Az összes építkezést házi kezelésben bonyolítják le, vagyis a tanács szerzi be az anyagokat és fizeti a munkabéret is. Ilyetén módon a megbízott építőmester csak tervező és építésvezető, de nem vállalkozó. Az építési költségeknek a számadáskönyvbe való bevezetése nem építményenként, hanem iparosmunkánként, illetve anyagmeneként (pl. kőművesmunka, faanyag stb.) történik. Evvel az eljárással a tanács valószínűleg meg akarta akadályozni felügyeleti hatóságát — ez 1710 óta a Pozsonyban székelő magyar kamara — annak megállapításában, hogy egyik-másik építmény túlsokba került. A számadáskönyvek ilyen módon való vezetése következtében azonban az akkori építkezések önköltségét kiszámítani mi sem tudjuk.

De találtunk sok adatot a felhasznált építési anyagokra. Az égetett meszet kocsinként velték (1 koesi = 11 — 12 mérő) mérőnként 12—13 garasával (36—39 krajcár). Nem a pesti számadáskönyvekből, hanem más forrásból azt is tudjuk, hogy budavideki (pilliszántói, pomázi, nagykovácsi) parasztok hordták Pestre a meszet már ebben a korban ugyanúgy, amint — a ma élő idősebb nemzedék szemellettára — még két-három évtizeddel ezelőtt is. 1729-ben a Rókkantak Háza építésvezetősége a helytartótanácsnál panasz tárgyává tette, hogy a budai tanács kövezetvámot szed olyan parasztkocsiktól, amelyek — Budán és a repülőhídon áthaladva — Pestre, az építésvezetőségeknek szállítanak meszet. Ebben a kérdésben a kancellária döntött oly

értelemben, hogy a budai magisztrátusnak mentesítenie kell a követetvám alól azokat a mésszállító kocsiakat, amelyeket a Rókkantak Háza menetlevéllel (Litterae passuales) ellátott (44).

Az építkezésnél szükséges faanyagokat a pesti tanács rendszerint a királyi sóhivatalnál vásárolta, amelynek a telepe közvetlenül a városfalon kívül, a mai Vörösmarty tér és Roosewelt tér között feküdt. A sóhivatal a pozsonyi magyar kamara alá rendelt kincstári szerv volt és a magyar kamara igazgatta a felvidéki kincstári erdőket és fűrésztelepeket is, amelyekből a gerendával, deszkával, léccel megrakott tutajokat Pestre leúszatták. A kamara pesti faügyleit a sóhivatal intézte. A városnak a téglaegető építéséhez különösen sok tutajfa (fenyőgömbfa) kellett, de jócskán vásároltak a „trencsényi léc”-ből is.

A városháza és az — ugyancsak a város szívében fekvő — sörfőző befedéséhez Hoffmann Ignác budai „Bécsi-kapu alatti” téglaegetőjéből vásárolnak cserépet. A városon kívül fekvő téglaegető épületeinek befedéséhez megfelel az olcsóbb nád és szalma is, amelyet — akárcsak a meszet — kocsinként vásárolják, alighanem parasztoktól. 80—120 kéve nád, kb. ugyanannyi szalma tesz ki egy kocsirományt. A nád kévéje 1 poltura (1,5 krajcár), a szalmáé 3 dénár, ami valamivel több: $1\frac{1}{3}$ krajcár. Ez a két adat is megmutatja, milyen zűrzavart okozott a különböző rézpénzek sokasága. Világos, hogy a járatlan szegény ember emiatt fokozott mértékben becsapás áldozata lehetett (45).

Külön említendő az építőanyagok legolcsóbbika, a homok. A pesti tanács, amelytől a pénzügyekben való ügyesség tulajdonságát elvitatni nem lehet, ebből is monopóliumot csinál. Ezt annál inkább érdemes megtennie, mert homokért a budaiak is Pestre járnak. A tanács bérbeadja a homokbányászás jogát, a vállalkozó, akit „homokásó”-nak („Sandwerfer”) neveznek, 1720-ban 7 dénárt kap egy fuvar homokért. 1724-ben azonban avval vádolják a vállalkozót, hogy — ismételt figyelmeztetés ellenére — a Vizafogókat oldalában ásatja a homokot, amivel helyrehozhatatlan károkat okozhat. Erre a tanács folmondja a bérletet (46). Az építetők úgy látszik nem drágálják a homok 7 dénáros

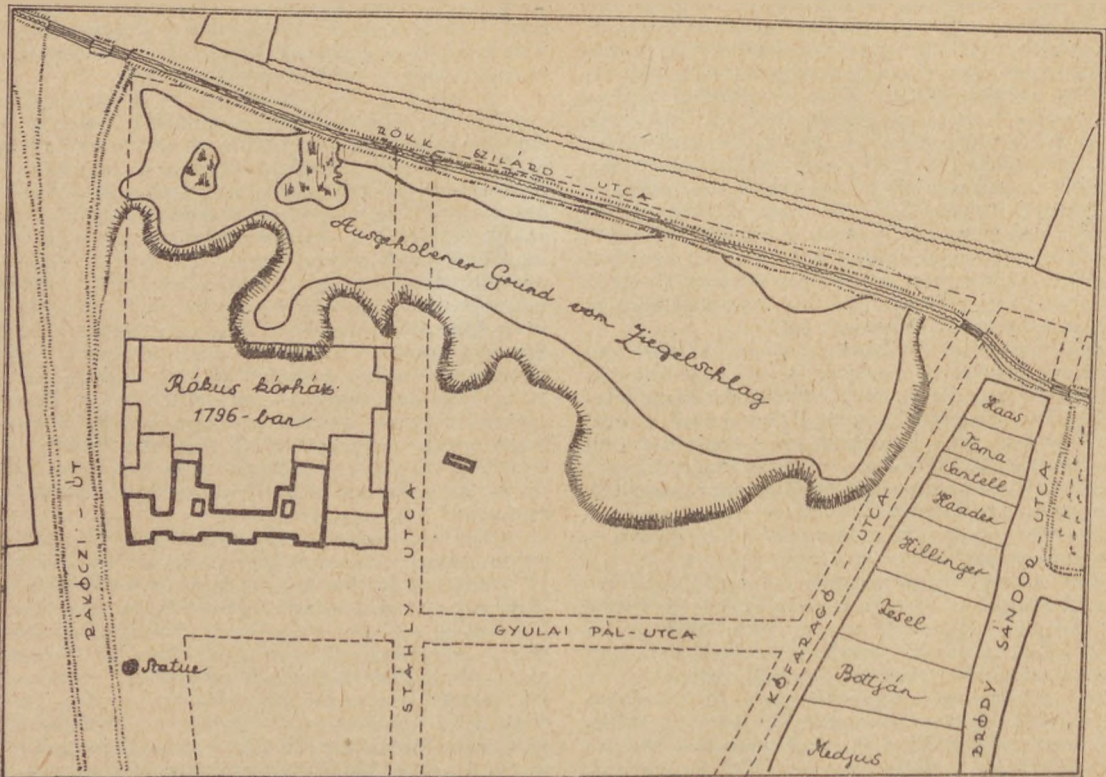
árát, a szerzetesrendek sem; csak a legszegényebbek, a budai ferencesek és az ugyancsak budai karmeliták, kérnek homoktermelési engedélyt (47).

Pest városának vagyonosodását és civilizálódását mutatja a tanácsnak az az 1726. évi határozata, hogy „néhány városi utcát kövezettel akarja megjavítani”. („Ein und anderer güss allhier in der Statt mit dem pflaster zu verbessern gesonnen”). Az erre alkalmas kőanyag Pesten hiányzik, de az itteni tanács emlékezik arra, hogy „igen tisztelt barátja és szomszédja”, a budai tanács sok ilyen jó, kemény kővel rendelkezik az ún. Gellérthegyen. A pesti tanács tehát engedélyt kér a budaitól, hogy kövezőmestere saját embereivel ott követ fejthessen. Ezen szívesség ellenében más dolgokban nagy örömmel lesz a budai tanács szolgálatára. Az engedély meglelt és megkezdődött a pesti utcák kövezése budai mészkővel (48).

A visszafoglalást követő években Pesten téglaegetés nem volt. Ha az akkori ninctelen lakosságnak nem tellett köfajtásra, fokozott mértékben nem tellett téglaegetésre, hiszen ez sokkal drágább anyag volt, mert a tüzelőanyagot aránylag messziről kellett hozni — készpénzért. A téglaegetéssel összefüggésbe hozható első bejegyzést csak az 1699. évi tanácsi jegyzőkönyvekben találjuk (49).

Pollermann tanácstag házának padlásán tűz támadt. Oka állítólag az, hogy a kémény vályogból épült (50). Ennek a tűzesetnek lehetett a következménye, hogy a tanács elhatározta, súlyosan meg fog büntetni mindenkit, aki a következő hét végéig a maga kéményét meg nem építi (51). Nem említi a tanácsi határozat, hogy a kéményeknek égetett téglából kell készülniük. Nagyon valószínű azonban, hogy így gondolta, egyfelől azért, mert kéményt terméskőből építeni bajos és körülményes dolog, másfelől azért, mert ebben az időben lehetett Pesten téglát kapni. Sőt valószínű, hogy ezt a tanácsi határozatot a téglaegető vállalkozó sugalmazta, aki így próbálta árúja kelendőségét fokozni.

A tanácsi jegyzőkönyvben ugyanis ez év április 27-tel oly értelmű bejegyzést találunk, mely szerint Ileisler Lőrinc engedélyt nyert arra, hogy majorja közelében téglaegető kemencét létesítsen. Alighanem ar-



1. ábra. A Rókus kórház és a felhagyott József-városi téglaegető rajza (Várady Pál kamarai adjunktus 1796-ban készített helyszínrajza alapján rajzolta és a mai állapottal egybevetette Szabó István)

ról a Heisler Lőrincről van szó, aki 1691-ben mint a „Fehér Hajó” fogadó tulajdonosa kapott polgárjogot (52). Heisler téglaegető tevékenységéről többet nem olvasunk. Nyoma van azonban annak, hogy egy téglaegető, akinek a neve valahogyan kimaradt a tanácsi jegyzőkönyvből, az általa készített téglá árának kiegyenlítésére perel egy Bodoki nevű embert. Az alperes kijelenti, hogy az általa vásárolt téglá hasznavehetetlen; kéri a tanácsot, hallgasson ki kőműves szakértőt; ha ez ennek ellenkezőjét bizonyítja, rögtön kifizeti az árut (53). Kár, hogy az ügy további fejleményei hiányoznak a jegyzőkönyvből. Vagy kiegyeztek a felek vagy a felperes visszavonta keresetét. Az egész dolog Heislerre mutat, kinek ez a vállalkozása alkalmasint kudarcba fulladt és abbamaradt. Heisler nem sokkal később meg is halt (54). De avval az ingatlanal, amelyen a téglaegetőt létesítette, fogunk még foglalkozni.

Időrendben a következő pesti téglaegető, amelynek alapítási viszonyait ismerjük, a szervitáké. A kőbányákkal kapcsolatban szótartottuk, hogy nem sokat törődtek a tanács rendelkezéseivel. Ez a megállapítás téglaegetősi működésükre is alkalmazható. A pesti házfőnök nagyon biztos lehetett abban, hogy a bécsi udvar és a pozsonyi magyar kamara neki fog igazat adni, ha komoly ellentét merül fel közte és a város között. Ez a hiedelem olvasható ki a tanácsi jegyzőkönyvekből is. A város végsőfokon mindig enged. Ezenkívül az is megállapítható, hogy a házfőnök a rend pozíciójának kiépítésében rendkívüli erélyt fejtett ki.

I. Lipót 1688. november 13-án úgy rendelkezett, hogy a szerviták rendházát és templomát alapíthatnak Pesten (55). Ezen engedély alapján a következő években templommal alakították át azt a török mecsetet, amely a mai Központi Tanácsháza Martinelli téri sarka helyén állott. A szerviták tulajdonába került az a terület is, amely a mecset-templom és a városfal között terült el. 1715-ben azonban a Bécsben székelő udvari haditanács elhatározta, hogy Pesten létesít egy terjedelmes épületet a rokkant katonák elhelyezésére. Több más változat elfejtésével a haditanács végre is olyan teletomb megszerzésére utasította Pest városát, amelybe a szerviták telke beleesett. A városi tanács tehát kénytelen volt a szerviták ingatlanát 1300 Ft-tal megváltani (56.)

A szervita-rend ezután a haditanácsal külön megállapodást kötött a következő feltételek szerint: a mecset-templomát a haditanács 2000 Ft-tal megváltja; a templom kőanyagát a rend, új temploma építéséhez felhasználhatja; a mecsettemplom addig le nem bontható, míg a rend új templomát fel nem építette; a rend tagjai lesznek az építendő intézmény lelkészei (57). A szerviták ily kitűnő szerződésnek birtokában és jó anyagi viszonyok között kezdhettek neki új templomuk építésének, a lebontásra ítélt mecsettemplommal szemben fekvő, a város által szolgáltatott telkükön. Kedvező viszonyai készíthették a rendet téglaegető alapítására is.

A pesti tanács 1716. évi július 3-i jegyzőkönyvében olvasunk a szervitáknak arról a kérelméről, hogy írják át az ő nevükre a Budi-féle majort és a hozzátartozó téglaegetőt. Az utóbbi teljesen jelentéktelen kisüzem lehetett. A szerviták kérésére a tanács arra utasítja a telegkönyvi hivatalt, hogy mérje fel a majorságot és adja ki a teleklevelet; ebbe bele kell venni az évenként fizetendő földadó összegét. A tanácsi végzés figyelmezteti a rendet arra, hogy csak a templom építéséhez felhasznált téglá lesz mentes a városnak fizetendő illeték alól, az esetleg eladásra kerülő téglá után cenzust kell fizetni.

A szerviták majorjáról későbbi feljegyzésekből (58) tudjuk, hogy körülbelül a mai Nyugati Pályaudvar helyén feküdt. A telegkönyvi hivatal által megadott alakja eléggé szabálytalan. „A Duma felőli vagyis elülső homlokzat („in Gesicht gegen die Donau“) 90, a hátulsó határa 147, a jobboldali (tehát városfelőli) 250, a baloldali 240 öl. Az évi földadó mindössze 3 Ft (59).

A tanács egy másik határozatában utasítja a kamarási hivatalt, hogy a szervitáktól minden eladott téglá ezre után szedjen be 18 krajcárt. Bármilyen méltányos volt a tanácsnak az a határozata, hogy

a rendnek csak az eladott téglá után kellett illetéket fizetnie, a szerviták ennek az elengedését is kéri (60). Pedig a város ebben az időben rendszeresen náluk fedezi a saját szükségletét (61).

Sajnos, a pesti számadáskönyvek sorozata hiányos, nem lehet megállapítani, a szerviták mennyi cenzust fizettek. De úgy látszik, hogy téglaegetési és árusítási tevékenységük ellenére már 1720-ban téglahiány mutatkozott Pesten. Erre következtetünk abból is, hogy a város ebben az évben a piaristák épülő iskolája (a későbbi „Görög-udvar“) kertjének kerítéséhez vályogtéglát vásárolt (62), ez pedig megfelelő nem lehetett. Téglahiányra mutat az is, hogy a város a következő év legelején téglaegető felállítását határozza el (63).

A városi téglaegetőről alapítási idejéből való helyszínrajzunk nincs. Van azonban rajzunk róla abból az időből, amikor a kibányászható agyag már elfogyott és ezért használatát be kellett szüntetni. Ezt a rajtot Várady Pál kamarai adjunktus készítette 1796-ban (64). Észreint a téglaegető agyagbányája észak felé a Rókus-kórház kerítéséig terjedt; keleti oldalán a Rákos-patak egyik mellékága folydogált, ennek a helyét ma a Rökl Szilárd utca foglalja el; déli és nyugati oldalát két ma is változatlanul meglévő utca határolta: a Kőfaragó utca és a volt Gyöngyűk utca, amelyet ma Gyulai Pál utcának hívnak. Ekkor hossza (északról délre) 170 öl, szélessége 40 öl, területe tehát kb. 6800 négyzetöl, azaz több mint 4 kat. hold volt.

A városi téglaegetőről többet tudnánk, ha a városi számadáskönyvek megvolnának. Adatok hiányában csak következtethetünk arra, hogy rosszul gazdálkodtak. Különbösen nem lett volna raktáron 1729 végén 1 400 000 db téglá és 65 000 db cserep. Ez a készlet azonban csak papiroson volt meg: a kamarás a készletekbe bele tudta az elszállított, de ki nem fizetett árumennyiségeket is.

1722-ben 617, 1724-ben 535 forint tiszta bevétel számolnak el az újonnan alapított téglaegetőnél, ami igen szép eredmény volna az ilyen fiatal üzemnél, ha igaz volna. Valószínű, hogy a készletek egy része selejtes, tehát eladhatatlan volt és hogy a kinnlevőségek egy része emiatt nem folyt be. Erre mutat az 1729. évi óriási árukészlet.

Megfelelő, erélyes, hozzáértő vezetőt kap a városi téglaegető 1729-ben Bindtner (másként Binter vagy Pintér) Mátyás személyében, aki addig Ráckeven volt alkalmazásban — nyilván Szavovai Eugén ottani uradalmanál. Az új téglamester mindjárt kezdetben nagyfokú önállóságot köt ki magának: a munkásokat ő alkalmazza és bocsátja el; általában vállalja a téglá előállításához szükséges munkát ezenként 1 Ft 45 krajcárral; kaució-jellege van annak a megállapodásnak, hogy egy kiegészített kemence mindig kifizetetlen marad. A készáruval a városi kamarás rendelkezik, téglát csak az ő utalványára szabad kiadni (65). Bindtner tulajdonképp nem alkalmazott, hanem akkordás vállalkozó. Ez a szerződési forma már ebben a korban szokásos (66), később pedig általánossá válik.

Az új téglamestert, aki tanult mesterségére nézve sörfőző, a rákövetkező évben felveszik a polgárok sorába (67). Kinn lakik a téglaegetőben vagy környékén és valami ingatlant is vásárolhatott, mert a tanács három évvel később kimondja: „Mint hogy a városi téglakemencek körüli újonnan megművelt terület most már meglehetősen sűrűn lakott, a várostól pedig messze van, felügyelet azonban szükséges, hogy illendő rend és fegyelem legyen, Bindtner Mátyás téglamester mint birtokos polgár e község előljárója kineveztetik, akinek ez a határozat a város pecsétje alatt kiadatik“ (68). A téglamester letette az esküt és így az első pesti külváros, a József-város, első előljárója lett.

1727-től kezdve a magyar kamara több ízben küldte ki Laffert Nándor bárót a pesti bíró- és tanácsválasztáshoz hatósági biztosnak. Laffert azonban sokkal mélyebben belenyúlt a pesti tanács ügyeibe — rendesinálás céljából. A választásokra új szabályzatot dolgozott ki és csökkentette a városi alkalmazottak fizetését is (68/a). Illető, hogy már Bindtner alkalmazása is az ő reformtörvényeinek egyik mellékhatása. Valószínű az is, hogy szemetesúrt neki a városi téglá

égető túlzott árúkészlete és az elburjándzott kihitelezés. Bár nincsen rá adatunk, úgy véljük, ő készítette a — házi kezelést mindig előnyben részesítő — tanácsot arra, hogy az addig akkordánsképp szerződötött Bindtnernek 1731-től hat évre *bérbeadja* az égetőt; a haszonbért égetésként fizeti, mégpedig a nagy kemence után 40, a kis kemence után 30 Ft-t; a bérlőt terhel az egész telep karbantartása is; a téglát azután ő fogja árusítani, de az árakat csak a tanács engedelmével szabad változtatnia (69). Bindtner hozzáértését és anyagi felkészültségét bizonyítja, hogy 1732-ben kilencszer égeti ki mindkét kemencét, ami jelentékeny teljesítmény (70).

1720-ban, amikor még nem volt községi égető, a tanács a téglá czréért 6 Ft-ot, sőt elvéve 6 Ft 15 krajcárt fizetett a szervitáknak (71). A városi égető megalakulása után kezdetben 5 Ft 30 krajcárért árusítják a téglát, de 1724-ben — avval az indokolással, hogy a szerviták is annyiért adják 5 Ft-ra csökkentik az egységárat (72). A következő években a verseny talán vesztett élességéből, — a szerviták alighanem saját építkezésükhöz használják fel a téglájukat — a városi téglá ára 5 Ft 30 krajcárra emelkedett. 1733-ban a választott polgárság („Wahlbürgerschaft“ a polgárság képviselői szerve) elégedetlen a tanács működésével és különböző követelésekkel (Postulaten) lép fel. Ezeknek egyike, hogy a téglá ára újból 5 Ft legyen (73). A tanács ezt az óhajt úgy akarja teljesíteni, hogy a leengedendő fél forintnak a felét (15 krajcárt) a város részéről vállalja, ha a bérlő vállalja a másik felét. Az egyezség így létre is jön: a Bindtner által égetésenként fizetendő haszonbér a nagykemencénél 40 Ft-ról 30 Ft-ra, a kicsinél 30 Ft-ról 25 Ft-ra csökken (74). Ebből pedig kiszámítható, hogy a nagykemence 40 000, a kiskemence pedig 20 000 db téglát tartalmaz. A tégláár csökkentésével egyszerre a cserép árát is leszállították 7 Ft 30 krajcárról 7 Ft-ra.

Elmondtuk, hogy 1725 körül két égető látta el a pesti lakosság téglaszükségletét: a szervitáké és a városé. 1728-ban létesült a harmadik, a Rokkantak Háza. Ennek a város szívében ma is álló, hatalmas épülettömbnek a kezdeteiről már megemlékeztünk a szerviták mecset-templomának a lebontásával kapcsolatban. Amikor az építkezés megindult a tervezéssel és művezetéssel akkor megbízott Fortunato de Prati kamarai építész téglával való ellátására Budán az Országút (ma Mártírok útja) mentén létesített égetőt (75). Ügylátszik bizalmatlan volt a pesti agyag irányában, amely persze tényleg rosszabb a budainál.

A Rokkantak Házána építése — főként a csakhamar megindult újabb török háború következtében — kezdetről fogva igen lassan haladt. 1717-ben összesen tíz kőműves dolgozott. 1719 augusztusában a munka pénz hiányában teljesen elakadt (76). A császári ház azonban 1718 júliusában megkötötte a törökkel a passzarovici békét és vége szakadt az évtizedek óta dúló francia háborúknak is. Mégis néhány évnek kellett elmúlnia, míg a bécsi udvar pénzügyei annyira rendbejöttek, hogy ennek a nagyszabású építkezésnek erősebb lendülettel való folytatására kerülhetett sor.

1728. január 1-én Althan Gundacker gróf császári tábornok bejelenti a pesti tanácsnak, hogy az udvar a Pesten néhány év előtt építeni kezdett Rokkantak Háza munkálatainak nagyobb erővel való folytatása céljából bizottságot állított fel, amelynek ő, Althan lett az elnöke; a bizottság legfontosabb teendője az építkezésnek elegendő építőanyaggal való ellátása; minthogy a meglévő (budai) égető termelése nem elegendő, a tanács adjon azon a vidéken, amelyben a szerviták égetője fekszik, oly területet, amelyen két kemencével bíró tégláégetőt létesíthetnek. A generális ezenkívül kőfejtésre alkalmas területet is kér a pálosok és szerviták kőbányája közelében, de megígéri, hogy a

bizottság a téglával és kővel kereskedni nem fog, hanem csak annyit fog termelni, amennyire az építkezéshez szüksége lesz (77).

A kőfejtő kiutalása alól a tanács nem bújhat ki, de azt állítja, hogy tégláégető felállítására alkalmas területtel nem rendelkezik; ajánlja azonban, hogy a bizottság lépjen érintkezésbe a „Fehér Hajú“ fogadó tulajdonosával, Ohenu Anatollal, akinek a szerviták égetője közelében van három hold területe, amely tégláégetésre alkalmas; 60 Ft-ért alighanem odaadja (78). Minthogy a Rokkantak Háza építésvezetőségének a következő évtizedekben a ma Újlipótvárosnak nevezett területen van tégláégetője, azt hisszük, hogy a tanács által javasolt adás-vétel létrejött. Ohenu úgy került a „Fehér Hajú“ cégerő fogadó birtokába, hogy feleségül vette annak a Heisler Lőrincnek az özvegyét (79), aki 1700 körül tégláégetéssel kísérletezett — feltehetőleg ugyanazon a területen.

Ha rövidesen össze akarjuk foglalni, amit tanulmányunkban részletesen mondottunk el, a tárgyalt kort — a pesti lakosság falazati anyagfelhasználását tekintve — három, egymástól merően el nem határolható, időszakra oszthatjuk:

kb. 1710-ig a lakosság olyan szegény volt, hogy majdnem kizárólag csak helyben található ingyenanyagokat, bontási követ és agyagot használtak házacskaik falazásához;

kb. 1710-től 1720-ig már egyes jobbmódúaknak tellett arra, hogy újonnan fejtett terméskőből építkezzenek;

kb. 1720-tól kezdett a lakosság annyira vagyonosodni, hogy a kő mellett az égetett téglá használata is mindinkább általánossá vált. Kb. 1730-tól kezdve téglá már rendszerint kapható volt és a városi kőbányában állandóan többszáz öl kitermelt falikő állott az építeni vágyók rendelkezésére. Mind a téglá (ezre 5 Ft), mind a falikő (öle 2 Ft 25 dénár) országos átlagban nagyon olcsó volt.

A téglá persze sokkal drágább a falikőnél, amelynek az élei csak durván faragottak és nem egészen párhuzamosak. Azért falazásnál egy-egy sor kő közé egy-két sor téglát raknak. A kétféle anyag együttes használata így biztosítja a kőműves könnyű, de szakszerű munkáját. Ez a középkorban és a hódoltság idején is gyakran használt *vegyesfalazat*. Több mint száz éven át ez lesz az uralkodó falazási mód.

Azt írtuk, hogy a falazó anyagok aránylag olcsók voltak. Bármennyire igaz is ez, világos, hogy a szegény nép részére nem voltak elég olcsók. A civilizálódó és gazdagodó Pest proletáriátusa agyagból, sárból épült házakban lakott.

Ennek a ténynek a következményei szörnyű formában jelentkeztek, amikor 1838. március 13-án a Duna — egyszerre három oldalról — áthágta a töltéseket. Az ár éjjel jött, amikor az emberek legnagyobb része már nyugovóra tért. Megijedtek a belvárosi és lipótvárosi, szolidan épült emeletes házaknak lakói is, de őket vajmi kevés vesztély fenyegette. A jó mézhabarcsba rakott kő-, téglá- és vegyesfalazatok — ellenyszőnen kevés kivétellel — ellenálltak az ár erejének. De nem így a vályogfalak. A külvárosi házak túlnyomó nagy része pedig agyagból épült.

Az ár az elmosott töltéseken át három oldalról zúdult a városra, törve és zúzva; minden le nem erősített, elmozdítható tárgyat magával söpörve. A víz percekben belül ellepte az utcákat, udvarokat, szobákat. Menekülni a kis földszintes házakban csak a padlásra lehetett. Akik pedig — a hidegtől és félelemtől vacogva — a vályog- vagy vertfalú ház tetején gubbasztottak, idővel feltétlenül azt észlelték, hogy a ház falazata az átnedvesedés természetes hatásaképp lassan süllyedni kezd, aminek rövid idő alatt a ház teljes összedüléséhez kellett vezetnie (80).

Ezeknek az eseményeknek leghivatottabb krónikása Wesselényi Miklós, „az árvízi hajós”. „Szinte délig evezünk benn a városban”, írta naplójában március 14-ről, „ezen munka sem volt teljesen hijában való, mert ha nem éppen a jelen, de sietve közelgő veszélytől sokakat megmentettünk... Innen az Üllői útra mentünk s több apró házak fedeléről az embereket leszedtük... Ezeknek jó szolgálatot tettünk, mert ahonnan kiloztuk, a ház nemsokára vízbe dült... Már akkor kezdettek a házak omlani s dűledezni. Ezeknek ropogása, rokkánása, a víz közt emelkedő porfellegek, a rémítő sikoltás, sírás, ordítás, borzasztó képét mutatta a dülő enyészetnek” (81).

Az árvíz előtti Pesten 4254 ház állott. Ebből elpusztult 2281. Ennek a legnagyobb része a szegények lakta külvárosokra esett. Teljesen összedült a Terézvárosban 811 ház, az összes ottani háznak 59%-a, a Józsefvárosban 891 (71%), a Ferencvárosban 438 (83%) (82).

IRODALOM

- (1) Jacobi Toli Epistolae Itinerariae. Amstelædami, 1700. 198. és kk. 11.
- (2) Országos Levéltár, Cameral Administration zu Ofen, Expeditiones, 1689. márc. 30.
- (3) O. L. C. A. O., a Miscellanea I. c. sorozatban található, az 1690 körül helyreállításra kerülő budai épületek költségvetései kivétel nélkül bontási tégllával számolnak. P. o. a 208 sz.: ...für 6000 alte Ziegl aus dem Schloss, sambt der Furrlohn á 4 Fl = 24 Fl.“
- (4) u. ott, Exp. 1690. szept. 1.
- (5) u. ott, Exp. 1690. dec. 1.
- (6) O. L. C. A. O. Berichte und Schreiben, 1694. május 24. sz.
- (7) A Budapesti I. sz. Állami Levéltárban (volt Fővárosi Levéltár) őrzött pesti tanácsi jegyzőkönyvek 1704 dec.-ben nem tartalmaznak feljegyzést a kurucok támadásáról. Megemlékezik róla azonban a „Wienerisches Diarium 1704. évi 147. száma, lásd Hanskarl Erzsébet: Budai, óbudai és pesti hírek a „W. D.“ első 50 évfolyamában, Tanulmányok kiadja a Fővárosi Könyvtár, 1938. 11. 1. — Neander városkapitány az 1705. febr. 6-i pesti tanácsülésen annak a megállapítását kérte, hogy ez alkalommal ő mentette meg a várost.
- (8) *Gárdonyi Albert*: A pesti városfal. Historia, II. évf. 1929. Pest-budai emléklapok, 4. és kk. 11.
- (9) A városfal megmaradt részei a következő házak udvarán láthatók: Magyar utca 12—14, Ferenczy István u. 28., Bástyá u. 17 és 19. Királyi Pál utca 13/b.
- (10) *Rómer Flóris*: A régi Pest. 1873. 74. és kk. 11. — *Károlyi Árpád*: Buda és Pest visszavívása 1686-ban. 2. kiad. 1936., 138—140. 1. — *Maggierotti, L. A. és Banfi, F.*: Le fortificazioni di Buda e di Pest... Roma, é. n. 41. és kk. 11. — *Banfi Florio*: Buda és Pest erődítményei 1686-ban, Tanulm. Bpl. múltjából, 1930. 119. és kk. 11.
- (11) *Adam Wenner von Crailsheim*: Ein ganz new Reisebuch von Prag aus biss gen Constantinopel, Nürnberg, 1622. 19. 1.
- (12) Ungarisches Staedt—Büchlein in welchem die vornehmsten Städte (Vestungen und Schlosser) des Königreich Ungarn... zusammengetragen. Nürnberg, 1684. 116. 1.
- (13) Bp. I. sz. Áll. lt. Szépitő Bizottság 917. sz.
- (14) u. ott, pesti számadáskönyvek, 1733. — a számadáskönyvekben gyakran sem kelet, sem lapszámzás nincs, tehát pontosan nem idézhetők.
- (15) *Salamon Ferenc*: Pest város történetéből. Századok, 1875. 544. 1.
- (16) u. ott, 533. 1.
- (17) Magyarország népessége a pragmatika sanctio korában. M. Stat. közlemények 1896. 439. 1.
- (18) u. ott, 440. 1.
- (19) *Schajarzik Ferenc*: Mű- és építőipari tekintetben fontosabb magyarországi közetek részletes katalógusa. 1885. 30. 1.
- (20) Bp. I. sz. Áll. lt., pesti Correspondens-Buch, 1699—1700, kelet nélkül, 11. 1.
- (21) u. ott, 1701. március 7.
- (22) *Belitzky János*: Száz év a pesti határ életéből. Tan. Bp. múltj. IV. 117. és kk. 11.
- (23) u. ott, 111. 1.
- (24) A határjárásai jegyzőkönyv teljes szövegét közli *Rómer id. m. 238. 1.*
- (25) Bp. I. sz. Áll. lt. pesti Corr. Buch 1702. márc. 28.

- (26) *Belitzky id. m. 112. 1.*
- (27) 1703-ra és 1720-ra lásd pesti számadáskönyvek; 1715-re *Acadály id. m. 440. 1.*
- (28) *Zárodzky Levente*: A Grasalkovich-ok, Turul, 1931. 68. 1.
- (29) *Belitzky, id. m. 112. 1.*
- (30) Pest számadáskönyv 1703—1704. 13. 1.
- (31) O. L., C. A. O. Exp. 1700. jan. 6. sz.
- (32) u. ott, Exp. 1687. máj. 5. Ber. u. Schr. 1695. máj. 24. sz. és 1696. márc. 28. sz. — Az akkori pénznem körül a legnagyobb zürzáru uralkodott. A forint = 60 krajcár = 20 garas = 100 dénár = 40 poltura. Volt forgalomban rézpénz mind a négyféle pénznemben. A pesti számadáskönyveket forintban és dénárban vezették, de vásárlásnál és eladásnál az egységárák rendszerint krajcárban vagy garasban szerepelnek. Ugyanígy a tanácsi jegyzőkönyvekben is. Nem meglepő, hogy az átszámításnál néha a városi kamarás is tévedett.
- (33) tan. jzk. 1703. szept. 30.
- (34) *Genthon István—Zakariás G. Sándor*: Budapest műemlékjellegű építményeinek jegyzéke, 1949. 36 és kk. 11.
- (35) tan. jzk. 1721. jan. 17.
- (36) u. ott 1720. márc. 22.
- (37) u. ott 1721. febr. 10. és 1722. jan. 16.
- (38) u. ott 1722. szept. 9.
- (39) u. ott 1724. márc. 6.
- (40) u. ott 1719. ápr. 11. és számadáskönyv 1719.
- (41) Pest számadáskönyv 1724.: „...auf ordinarii Besoldungen... dem Steinbruchsverwalter monatlich 25 Fl = 300 Fl“
- (42) Pesti tan. jzk. 1728. jan. 23.
- (43) A meglevő számadáskönyvek adatai alapján a városi kőbánya gazdálkodásáról képet alkotni nem lehet.
- (44) Bp. I. sz. Áll. Lt., budai Lt., Benigne mandatae, 1729. 266. sz.
- (45) lásd a (32).
- (46) Tan. jzk. 1724. ápr. 28. és máj. 2.
- (47) u. ott 1724. jún. 31. és 1726. júl. 19.
- (48) Bp. I. sz. Áll. Lt. pesti Művelés a. a. 699 sz.
- (49) Tan. jzk. 1699. máj. 13.
- (50) u. ott, a szakértők és tanúk kihallgatásáról szóló jegyzőkönyv, valamint a tanácsi végzés szakszerűsége feltűnő.
- (51) tan. jzk. 1700. aug. 21.
- (52) Bp. I. sz. Áll. Lt., Pesti polgárkönyv, 135. 1.
- (53) tan. jzk. 1700. jún. 11.
- (54) *Rómer id. m. 137. 1.*
- (55) „A budapesti Szervita-konvent 1689—1889.“ Bp., 1889. 2. 1.
- (56) *Schoen Arnold*: A Bp. központi városbánya. 1930. 14. és 16. 1.
- (57) u. ott 19. 1.
- (58) Bp. I. sz. Áll. Lt. pesti Intimita a. a. 4040. sz.
- (59) u. ott pesti lt., Rákosi malmok, majortelkek, szántóföldek és rétek teleknyelve, 1718—19. 31. sz.
- (60) tan. jzk. 1724. ápr. 3.
- (61) számadáskönyvek 1719—1720.
- (62) u. ott 6200 vályogtégla á 2 Ft = 12 Ft 40 d.
- (63) tan. jzk. 1721. jan. 17.
- (64) O. L. helytartótanácsi lt., Dep. fund. saec. cec. 1796. Fons 27., Pos 7.
- (65) tan. jzk. 1729. ápr. 23.
- (66) *Nyitrai*: Téglamester szerződötése Budán 245 év előtt. „Építőanyag“ 1955. 7. sz., 276. 1.
- (67) tan. jzk. 1730. jún. 5.
- (68) tan. jzk. 1733. jan. 5.
- (68/a) *Laffer* lásd *Kovács Lajos*: Pest... város vezetői... 1687-től 1790-ig. Tan. Bp. múltj. 1944. 24. és kk. 11. — *Falzmayer József*: Budapest közigazgatási szervezete és alkalmazottai 1686-tól 1872-ig, év n. 52. 1.
- (69) tan. jzk. 1731. febr. 16.
- (70) számadáskönyv 1732.
- (71) u. ott 1720.
- (72) tan. jzk. 1724. jún. 13.
- (73) u. ott 1733. máj. 8.
- (74) u. ott 1733. júl. 20.
- (75) *Nyitrai Elek*: Építkezések és téglaügyletek Budán a szatmári békét követő korban. Építészettörténeli és Elméleti Közlemények, 1954. 3. sz. 28. 1.
- (76) *Schoen, id. m. 20. 1.*
- (77) pesti Int. a. a. 4145 sz.
- (78) u. ott.
- (79) *Rómer id. m. 137. 1.*
- (80) az 1838. évi árvíznek óriási irodalma van; kifűnő összefoglaló mű: *Némethy Károly* (szerk.): A pest-budai árvíz 1838-ban. 1938.
- (81) idézi *Asztalos Miklós*: Az árvíz története, a *Némethy* szerk. id. m. 81—83. 1.
- (82) *Lászlóffy Woldemár*: Az árvíz leírása, a *Némethy* szerk. id. m. 208. 1.

Közljük olvasóinkkal, hogy az Építőanyag 1957-ben negyediként kétszer 56 oldal terjedelemben jelenik meg.

Előfizetési díj negyedévre 14.— Ft, félévre 28.— Ft, egyes szám ára 7.— Ft.

ÉPÍTŐANYAG

Felélős szerkesztő: Hinzenkamp Alfréd — Kiadja a Műszaki Könyvkiadó V., Bajcsy Zsilinky út 22. Telefon: 113-450.
Felélős kiadó: Solt Sándor — Megjelent 740 példányban.

Előfizetés a Posta Központi Hírlap Iroda Vállalatnál, Budapest, V., József nádor-ter 1. Távb. : 180-850
Előfizetési díj: 56.— Ft. (egész évre), egyes szám ára: 7.— Ft. Csekkszám: 61.282.

37 489-689/2 - Révny nyomda, Budapest, V., Vadász utca 16. (Felélős: Nyáry D.)

Megjelent

J. G. SZMIRNOV:

A vakolómunkák gépesítése

A második öt éves tervben a gépi vakolókra nagy feladatok várnak, mert a gépi vakolásnak az összes vakoláshoz mért aránya az első öt éves terv végén 10 százalék volt, a második öt éves terv végére pedig 40 százalékra kell növelni ezt az arányt. Ennek a célkitűzésnek eléréséhez nyújt segítséget a most megjelent kiadvány, amely leírja a Szovjetunióban a legjobb vakológépekre kiírt második össz-szövetségi pályázaton bemutatott gépeket és ismerteti az egyes vállalatok és feltalálók tapasztalatait. A függelék ismerteti a vakolás gépesítésének magyar vonatkozásait, a hazai vakológépek és berendezések szerkezetét, valamint a gépi fröcskölés munkamódszerét. A könyvben foglaltakat kivitelező vállalatok, tervező intézetek és tudományos kutató intézetek mérnökei, műszaki dolgozói, valamint az építőipar művezetői részére írták.

88 oldal

65 ábra

Ára fűzve: 7,50 Ft

EGYEDI—ARATÓ—SEGÝÓ:

Központi fűtés szerelő munka (4. kiadás)

Az első három kiadásban igen rövid idő alatt elfogyott könyv a központi fűtés szerelésével kapcsolatos sokoldalú feladatokat olyképpen ismerteti, ami alkalmas arra, hogy az ezen a területen dolgozó fűszerelő-lakatos, hegesztő és kőműves szakmunkások a szükséges alapismereteket elsajátíthassák, de a szakmai műveletekkel is tisztában legyenek. A könyv részletesen tárgyalja a központi fűtés rendszereit, a különböző kazánokat, fűtőtesteket és ezek szerelvényeit, a munkahelyen elvégzendő feladatokat és az egyes szerelési műveleteket. Részletezi a szerelés utáni munkákat és útmutatást nyújt az átadandó berendezés kipróbálására.

108 oldal

64 ábra

Ára fűzve: 8,50 Ft

A fenti könyvek beszerezhetők, illetve megrendelhetők az

**ÁLLAMI KÖNYVTERJESZTŐ VÁLLALAT
KÖNYVESBOLTJAIBAN**

Szakkönyvesbolt:

**MŰSZAKI KÖNYVESBOLT, BUDAPEST VII. LENIN KÖRÚT 7
„NÉPSZAVA“ MŰSZAKI KÖNYVESBOLT VII. LENIN KÖRÚT 17**