

ÉPÍTŐANYAG



CEMENT, MÉSZ
TÉGLA, KERÁMIA
ÜVEG ÉS KŐIPAR

11. SZÁM

A mész- és cementipar,
az üvegipar, a finom-
kerámia-, a téglá-, cserép-
és kőbányaipar tudományos
szakirodalmi folyóirata

Felölős szerkesztő:

Egyed Zoltán

*

Főszerkesztő:

Dr. Korányi György

*

Szerkesztőségi titkár:

Hinsenkamp Alfréd

*

Szerkesztőbizottság:

Bereczky Endre

Beke Béla

Baksay Zoltán

Erdély Imre

Grofcsik János

dr. Knapp Oszkár

dr. Lehmann Edít

Mayer Károly

Németh Béla

*

Szerkesztőség:

Budapest, V., Honvéd-u. 22.

II. lépcső I. emelet 4.

Telefon: 124-438

*

Felölős kiadó:

az É. M. Építőipari

Könyv- és Lapkiadóvállalat

igazgatója

*

Kiadóhivatal:

V., Kossuth Lajos-utca 17.

Telefon: 384-324

TARTALOM

	Old.
<i>Ungár Tibor</i> : Törmelékes anyagok szemcsealakjának vizsgálati módszerei és ezek összehasonlítása	355
<i>Cser Arisztid</i> : A dolomit tűzállóipari alkalmazása	365
<i>Spalkóczky Lajos, Somogyi Kornél, Bics György</i> : A kavicsbányaipar korszerű feladatai	376
<i>Dr. Korányi György</i> : Építőanyagipari gépek teljesítményének számítási módszerei	380
<i>Nagy Dezső</i> : Csehszlovákiai tanulmányútunk tapasztalatai (bevezetés)	386

Содержание:

	сторона
<i>Тибор Унгар</i> : Исследовательские методы зерновидности очловочных материалов и их сравнение	355
<i>Аристид Чер</i> : Применение доломита в огнеупорном производстве Лайош Шпатковски, Корнел Шомоди, Дердь Бач: Современные задачи добычи гравия	376
<i>Др. Дердь Корани</i> : Методы расчета производительности машин промышленности строительных материалов	380
<i>Деже Надь</i> : Наши опыты из командировки в Чехословакию (заключенно)	386

CONTENU:

	Nos. Pages
<i>Tibor Ungár</i> : Méthodes d'analyse de la forme des grains des matériaux de déchet et leur comparaison	355
<i>Arisztid Cser</i> : L'application de la dolomite dans l'industrie réfractaire	365
<i>Lajos Spalkóczky, Kornél Somogyi, György Bács</i> : Les tâches actuelles de l'industrie des gravières	376
<i>György Korányi dr</i> : Méthodes de calcul du rendement des machines de l'industrie des matériaux de construction	380
<i>Dezső Nagy</i> : Expériences de notre voyage d'étude en Tchécoslovaquie (fin)	386



Címlapon: Előregyártott téglapillér beemelése.

ÉPÍTŐANYAG

5. ÉVFOLYAM 11. SZÁM

Törmelékes anyagok szemcsealakjának vizsgálati módszerei és ezek összehasonlítása

UNGÁR TIBOR

A törmelékes anyagok három legfontosabb sajátossága: az anyagi minőség, a szemcseösszetétel és a szemcsék alakja. Különösen építési anyagoknál lényeges a törmelékes anyag szemcsealakja. Habarcskészítéshez pl. közismerten *szögletes szemű* homok használata előnyös. Az útburkolatokhoz használt zúzottkőanyagnál fontos, hogy kevésbé legyen *lemez*es stb.

A törmelékes anyagok szemcsealakjának jellemzésére bizonyos megkülönböztetések használatosak. Így megkülönböztetnek szögletes („élesszemű“) és gömbölyű szemű homokot, kavicsot.

Ez idő szerint több — részben jól használható — módszer ismeretes, amelyeknek segítségével a szemcsealak mérések útján, számszerűen is jellemezhető.

E közlemény célja a fontosabb mérési módszerek ismertetése, és e módszereknek összehasonlítása a gyakorlatilag keresztülvitt mérések eredményei alapján.

A törmelékes anyagok szemcsealakja két szempontból jellemezhető:

1. Jellemezhető a szemcsék *nagy formája*, megnyúltsága, illetőleg zömöksége szempontjából. Ez a megkülönböztetés a szemcse három főméretének viszonyára vonatkozik, és ebből a szempontból leíró jellemzésnél zömök, másként egyenlőátmérőjű (izometrikus), továbbá táblás, lemez, pikelyes, oszlopos, tús, rostos kifejlődést különböztetnek meg. E sajátosság jelölésére az idegennyelvű szakirodalomban különféle elnevezések használatosak (szfericsnoszty, sphericity, Kugelähnlichkeit stb.). A továbbiakban a szemcséknek ezt a sajátosságát *zömökségnek* nevezzük.

2. Jellemezhető a szemcsék *felszínének kiképződése*, a felszín tagozottságának foka. Ezzel a sajátossággal kapcsolatban leíró jellemzésnél szögletes, élesszemű, sarkos, koptatott, gömbölyű stb. megjelölések használatosak. Az idegen szakirodalomban használatos elnevezéseket (okrugljennoszty, Abrollung, Zurundung, roundness stb.) *gömbölyűséggel* helyettesítjük.

Az építőanyagok között használatos mesterseges és természetes szemcsés anyagok szemcsealakjának oka különböző. Gépi berendezésekkel őrlés, zúzás vagy aprítás útján előállított szemcsék alakját azok anyagi minőségén kívül az aprítást végző berendezés műszaki adottságai szabják meg. Természetes úton keletkezett törmelékes építkezési anyagok (agyag, homok, kavics) szemcsealakja a törmelékképződést előidéző természetes (földtani) folyamatokkal áll kapcsolatban. Hordalékszállítást követő üledékfelhalmozódás útján létrejött törmelékes kőzetek legömbölyödése az ásványszemek nagyságától, keménységétől és hasadásától, a megtett út hosszától és a szállítóközeg minőségétől függ.

Tételezzük fel, hogy az ásványszemcse kezdeti alakja kocka, ennek éihossza a , fajsúlya d , keménysége k , és a megtett út u ; akkor — ugyanazon szállítóközegre vonatkozóan — a kopás, K értéke, figyelembe véve, hogy az út közelebről kifejezhető azzal a számmal, amely azt jellemzi, hogy az ásványszem gurulva hányszor fordul meg (Mackie szerint, átvéve: 13),

$$K = \frac{a^3 d \cdot \frac{u}{4a}}{k} = \frac{a^2 du}{4k}$$

Kockától eltérő kezdőalakot feltételezve, a képletben 4 helyébe más szám kerül; gömbalak esetében — mint legkisebb érték — 3,14.

A kopás — egyébként azonos körülmények (a szemcsék azonos anyaga, az úthossz hasonlósága) mellett — arányos a szemcsék átmérőjének négyzetével; eltérő anyagú, de azonos nagyságú és alakú szemcséknél ugyanazon út megtétele mellett a arányos $\frac{d}{k}$ -val. A $\frac{d}{k}$ értéke különböző ásványokra jellemző, s az ásvány levegőre vonatkozó kopási együtthatójának nevezhető. Vízi szállításhoz az együttható értéke: $\frac{d-1}{k}$. A levegőben és vízben való szállításra vonatkozó kopások ugyanazon kezdőalak mellett a következő arányban állnak:

$$\frac{a^2 du}{mk} : \frac{a^2 (d-1)}{mk} \text{ vagyis, mint } d : d-1.$$

Észerint pl. a kvarc szemek *levegőben* azonos út megtétele alatt kb. 1,6-szer erősebben kopnak, mint *vízben*. Ennek következménye, hogy a szélhordta homok (futóhomok) szemcséi rendszerint erősen gömbölyödtek, a vízhordta homok szemcséi viszont aránylag szögletesek.

Tapasztalatok szerint homokszem nagyságú törmelékes kőzeteknél a szállítási távolság, a törmelékes kőzet szemcséinek zömöksége, gömbölyűsége és közepes szem nagysága között általában az alábbi összefüggések állnak fenn:

1. A zömökség és a gömbölyűség a szállítási távolsággal nő.

2. Különböző közepes szem nagyságú kőzeteket összehasonlítva, a zömökség és gömbölyűség a szem nagyság emelkedésével nő.

3. Ugyanazon kőzet különböző szem nagyság-osztályait összehasonlítva, a zömökség és gömbölyűség a durvább szem nagyság-osztályok felé szintén nő.

4. Zömökebb szemek az esetek nagyrésztében egyúttal gömbölyűbbek, és fordítva.

Durvább törmelékes kőzeteknél (murva, kavics) a zömökség és gömbölyűség a szem nagyság emelkedésével néha nem változik, sőt sokszor csökken.

A törmelékes kőzetek szemcsealakjának leíró jellemzésére példaként M. Sz. Svjecov osztályozását mutatom be (11):

1. *Élesperemű szemcsék.* Ilyen szemcsék tektonikai behatásokat elszenvedett kőzetekből keletkezhetnek, különösen, ha ásványaik maguk is hajlamosak arra, hogy törésnél éles peremű törmelék adjanak (pl. vulkáni üvegek stb.).

2. *Szögletes szemcsék.* A szögletesség arra mutat, hogy a szemcsék aránylag rövid szállítást szenvedtek. A fluvioglaciális homok rendszerint erős szögletességével tűnik ki, a folyóvízi homok

kevésbé szögletes, míg a tengeri homok aránylag koptatott.

3. *Féligkoptatott szemcsék.* A szemcséken szögletesség észlelhető, de a szemcsék *szögletei és csúcsai* legömbölyödtek. Ilyen koptatottsági fok sok folyóvízi és tengeri homoknál fordul elő.

4. *Lekoptatott szemcsék.* Ha minden oldaluk és csúcsuk tompa, alakjuk közel áll a gömbhöz. A koptatottságnak ez a foka hosszantartó mechanikai behatásra vezethető vissza. Erősen legömbölyödött szemcsék különösen jellemzők szélhordta homokokra (egyben Svjecov rámutat arra, hogy oldási folyamatok ugyancsak a szemcsék legömbölyödésére vezetnek).

5. A leülepedett anyagban keletkezett (autogén) ásványszemek és másodlagos növekedés (regeneráció) révén létrejött ásványszemek sokszor kitűnő kristálylapokkal jelennek meg. Ezek az üledéken végbement diagenetikus folyamatokra, utólagos változásokra utalnak.

A törmelékes anyagok szemcsealakjának pontosabb jellemzése az ismertetendő mérési eljárások segítségével lehetséges. Ezek általában statisztikai jellegűek oly értelemben, hogy a méréseket nagyobb számú, legalább 100 szemcsén kell elvégezni. A mérési eredmények kiértékelése eloszlási táblázatok, illetve eloszlásgörbék útján történik. Ezenkívül kiszámítható a megfelelő középérték. Hangsúlyozni kell azonban, hogy különböző anyagoknak csak ugyanazon szem nagyságú részletei hasonlíthatók össze, minthogy a zömökség és a gömbölyűség a szem nagyságtól is függ. A mérési módszerek — külön a zömökség, külön a gömbölyűség meghatározására szolgáló módszerek — megközelítőleg *időrendi* sorrendben következnek.

A szemcsék zömökségének meghatározására szolgáló módszerek

Zömökség szempontjából könnyen jellemezhető a háromtengelyű ellipszoid-alakú szemcse. Ha a háromtengelyű ellipszoid tengelyhosszai, a , b és c ismeretesek, akkor ezek viszonyszámai — megfelelően kiválasztva — jellemzőek az alakra. Több olyan módszer ismeretes, amely a háromtengelyű ellipszoid jellemzésének elvét használja fel a szabálytalan alakú szemcsék zömökségének jellemzésére.

1. *Th. Zingg* (15, 6) módszere a következő: A szabálytalan alakú szemcse leghosszabb mérete legyen a , erre merőleges síkban mért főmérete b , és mindkettőre merőleges síkban mért főmérete c . Zingg a zömökség jellemzésére a b/a és c/b viszonyt használja, ezek értéke alapján négy alakosztályt különböztet meg. A b/a és c/b érték 0—1-ig változik. Zingg alakosztályait — az elnevezések kisebb módosításával — az 1. táblázat és az 1. ábra tünteti fel. A mérés kivitele tolmércével, vagy a kavicszem milliméterpapirosra helyezése útján történhet.

I. táblázat

Zingr alakosztályai

1.	$b/a > 2/3$	$c/b < 2/3$	Táblás
2.	$b/a > 2/3$	$c/b > 2/3$	Zömök (egyenlő- átmérőjű, izo- metrikus)
3.	$b/a < 2/3$	$c/b < 2/3$	Lapos
4.	$b/a < 2/3$	$c/b > 2/3$	Oszlopos, tús

2. H. Wadell szerint a zömökség jellemzésére a következő összefüggés alkalmazható:

$$\psi = \sqrt[3]{\frac{V}{V_k}}$$

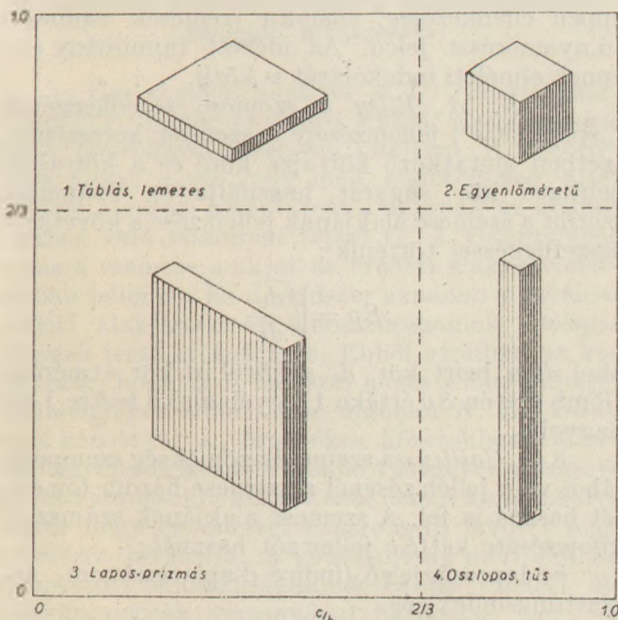
ahol V a szemcse térfogatát, V_k a szemcse köré írható gömb térfogatát jelenti. Ha a háromtengelyű ellipszoid tengelyméretei a , b és c , ψ értéke a háromtengelyű ellipszoidra:

$$\psi = \left(\frac{b}{a}\right)^2 \frac{c}{b}$$

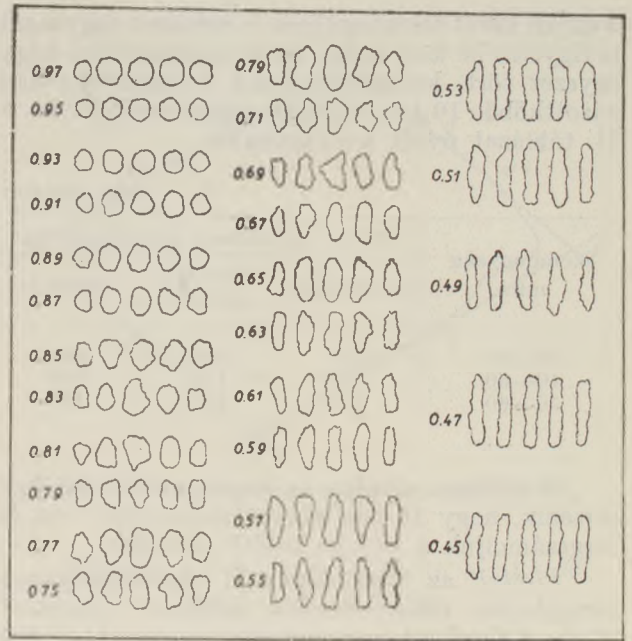
Kisméretű szemcséknél a Wadell szerinti ψ érték két dimenzióban való meghatározásához G. Rittenhouse (9) készített standard képsorozatot, amelynek segítségével a meghatározás egyszerű összehasonlítás útján, vizuális úton lehetséges. Utóbbi módszer természetesen lényegesen kevésbé pontos. Megjegyzendő, hogy P. Niggli szerint (5) a Wadell-féle ψ érték kevésbé jellemzi a szemcsék alakú állapotát.

3. Érdekes módszert ismertetett a zömökség meghatározására F. Schiel (átvéve: 3). Megfigyelése azon alapul, hogy ha ugyanazt az anyagot körlyukasztású rostával, majd négyzetes hálósítással szitálják, a szitaelemzés eredménye eltérő.

Ez teljesen érthető, mert a körlyukú rosta legnagyobb lyukmérete azonos a lyukak átmérőjével.



1. ábra. Zingr alakosztályai



2. ábra. Standard képsorozat a ψ érték meghatározásához (G. Rittenhouse szerint)

ezzel szemben a négyzetes hálósítta szemek legnagyobb mérete (a négyzetes lyukak átfogója) a hálószemek oldalhosszánál nagyobb ($1:|\sqrt{2} = 1,41$). Schiel módszere tehát abból áll, hogy az anyagot először körlyukú rostákon, azután négyzetes hálósítákon kell megszítani, illetve rostálni. Rostáláskor csak a szemcse szélességétől függ, hogy a szemcse melyik rostán marad fenn. Négyzetes nyílású szitáknál a szélesség mellett a vastagság is számít.

A szemcsék alakjától is függ tehát az ugyanazon anyagból a körlyukú rostán és a négyzetes hálósítán fennmaradó mennyiség. Jelöljük l -el azon rosta és m -mel azon szita lyukbőségét, melyekkel ugyanazt a rostálási és szitálási görbét kapjuk, akkor az l/m viszonyszám a szemcsealakra jellemző. Ha a szemcsehalmaz egyenlő méretű gömbökből áll, $l/m = 1$. Ha a halmaz végtelen vékony lemezekből áll, a lemezek szélességét b -vel jelölve, $l = b$ és $m = b/\sqrt{2}$, minthogy a lemez a szitalyukon átlósan is áteshet. Így $l/m = \sqrt{2}$.

Mindez gyakorlatilag a következőképpen használható fel: Ugyanazt az anyagot megrostáljuk és megszítáljuk. A két szemeloszlási görbén megkeressük az 50 súlyszázaléknak megfelelő szemcseátmérőket, ez rostálásnál legyen l_{50} , szitálásnál m_{50} . Ekkor az $u = l_{50}/m_{50}$ viszonyszám logaritmus a két görbe abszcisszákülönbsége, s a halmaz zömöksége a következő összefüggéssel számítható:

$$\zeta = 100 \left(1 - \frac{\log u}{\log \sqrt{2}} \right)$$

4. A gyakorlatban zúzott kőanyagok vizsgálatára térfogatméréssel kapcsolatos egyszerű eljárás használatos. E módszer alapja az, hogy a tapasztalás szerint ugyanazon térfogatú edénybe lemezes anyagból lényegesen több helyezhető be, mint zömök szemcsés anyagból. A szemcsék

alakján kívül természetesen a szemcse nagyságát is figyelembe kell venni. Arra vonatkozóan, hogy egyszer tört, különböző a akú és szem nagyságú zúzottkőből 10 l-es edénybe hány darab fér be. a II. táblázat nyújt felvilágosítást.

II. táblázat

Szem nagyság mm	10 l-be helyezhető szemek száma		
	Kockaalakú	Normális zömök	Lemezses
30—40	300	350	600
40—50	150	175	300
50—60	90	105	180

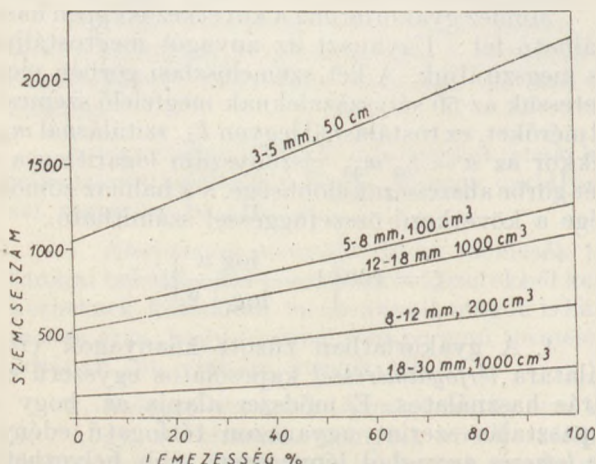
A táblázat alapján az anyag minősítése úgy történik, hogy 10 l-es edényt megtöltünk vele, és megszámloljuk a 10 l-be beférő szemeket.

Pieckel az apróbszemű zúzottkőanyagok vizsgálatára ehhez hasonló módszert dolgozott ki (7). Különböző szem nagyságú anyagokhoz különböző térfogatú mérőedényt ajánl. Ha u. i. a mérőedény köbtartalma minden szem nagyságnál azonos lenne, akkor a kis szem nagyságoknál igen sok szemet kellene megszámlolni, ezért a mérőedény kisebb szem nagyságoknál kisebb. Pieckel az útburkolás szempontjából jó (zömök) és rossz (lemezses) anyagokat vizsgálva az alábbi eredményeket kapta (III. táblázat).

III. táblázat

Szem nagyság mm	Szemek száma		Mérőedény térfogata cm ³
	legjobb alaknál	legrosszabb alaknál	
3—5	1060	2248	50
5—8	625	1262	100
8—12	330	660	200
12—18	527	1089	1000
18—30	145	296	1000

Ezek az adatok grafikusán is feltüntethetők oly koordináta rendszerben, melynek egyik tengelyére az ismert térfogatba férő szemek számát, a másikra a lemezességi százalékot mérik fel.



3. ábra. Lemezességi százalék meghatározása Pieckel módszere szerint.

Ennek a módszernek a segítségével a lemezességi százalék bármely anyagra meghatározható. Az útépítés szempontjából legjobb alakhoz tartozó értéknél a lemezességi százalék 0, a legrosszabb alakhoz tartozó érték 100%.

A Pieckel-féle eljárás elvileg igen egyszerű, helyes gyakorlati kivitele azonban körülményektől, gondos munkát igényel, mert ha pl. 15—20 mm-es szem nagyságú anyag vizsgálatáról van szó, akkor csakis az alábbi fejtételek mellett ad ez az eljárás összehasonlítható értékeket:

a) A vizsgált részletben a 15 mm-en aluli és a 25 mm-en felüli szem nagyságok mennyisége gyakorlatilag 0 legyen.

b) A vizsgált anyagok szemcseösszetétele a megadott határok közt ne térjen el lényegesen egymástól. Ha ugyanis az egyik ilyen anyagban a 20—25 mm-es részek mennyisége a tűnyomó, a másikban pedig a 15—25 mm-es határok közt a szemeloszlás egyenletes, akkor azonos alak esetén is nagyon eltérő a meghatározott térfogatban lévő szemcsék száma.

c) A mérőedénybe való betöltés minden esetben azonos módon történjék. A szemcsék számát ugyanis az anyag különböző betöltési módja, az esetleges rázás stb. nagy mértékben befolyásolja.

Hibája azonban a Pieckel-féle javaslatnak az, hogy nem ad kielégítően egyértelmű eredményt. Külföldi vizsgálatok szerint (16) pl. 8—12 mm-es szem nagyságosztályt a javaslatban szereplő módszerrel vizsgálva az alábbi eredmények adódtak:

III/a táblázat

Az adott térfogatban lévő szemcsék száma db.			
A szemcse alakja	Zömök	Lemezses	Tűszerű
Zúzalék	310	570	253
Gömbölyű alak	249	370	192

Az adott térfogatban lévő szemcsék számából tehát nem lehet azt eldönteni, vajon zömök, vagy éppen ellenkezőleg, túalakú szemcsék vannak-e tűnyomórészt jelen. Az idézett tanulmány (16) ennek elméleti indokolását is közli.

5. N. A. Riley a szemcse zömökségének („sphericity”) jellemzésére a szemcse keresztmetszetben mutatkozó körrajza köré és a körrajzba beírható kör sugarát használja (8). Számítása szerint a szemcse alakjának jellemzése a következő összefüggéssel történik:

$$Sp = \sqrt{\frac{d_b}{d_k}}$$

ahol d_b a beírt kör, d_k a körül írt kör átmérője. Gömb esetén Sp értéke 1, egyéb alakú testre 1-nél nagyobb.

6. A. Cailleux a szemcsék zömökség szempontjából való jellemzésénél a szemcse három főméretét használja fel. A szemcse alakjának számszerű kifejezésére kétféle jellemzőt használ:

- a) laposságjelző (indice d'aplatissement, Abplattungsindex) és
- b) disszimmetriajelző (indice de dissymétrie, Dissymetrieindex).

A laposságjelző bevezetéséhez a következő jelölésmód bevezetése szükséges: A szemcse legnagyobb hossza legyen L , az L -re merőleges síkban mért legnagyobb szélessége l , s az L és l -re merőleges síkban mért legnagyobb vastagsága E (4. ábra). Ekkor a laposságjelző:

$$\frac{L + l}{2E}$$

Mint hogy $L \geq l \geq E$, fennáll a következő egyenlőtlenség:

$$\frac{L + l}{2E} \geq 1.$$

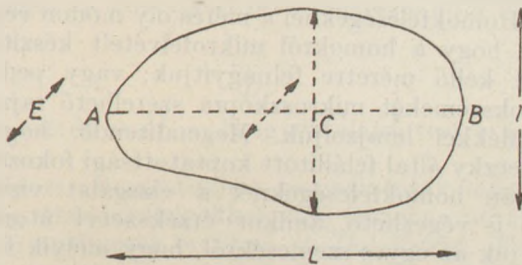
A diszszimmetriajelző a 4. ábra jelzéseit használva a következő:

$$\frac{AC}{AB} = \frac{AC}{L}$$

Mint hogy $AC \geq CB$, fennáll a következő egyenlőtlenség:

$$0,5 \leq \frac{AC}{L} \leq 1.$$

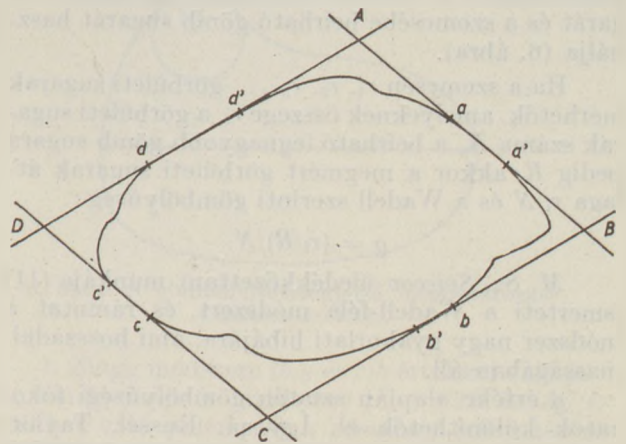
A mérések elvégzéséhez Cailleux a kavicszemeknek milliméterpapirosra helyezését ajánlja.



4. ábra. A Cailleux-féle laposságjelző és diszszimmetriajelző meghatározásának elve

A szemcsék gömbölyűségének meghatározására szolgáló módszerek

1. Egy régebbi módszer *A. C. Testertől* származik (12). Tester a szemcse a'akját a viszonylagos kopás mértékével igyekszik kifejezni. A viszonylagos kopás a víz vagy más szállítóközeg által hordott szemcse lekoptatott a'akjának az eredeti a'akhoz való viszonyát fejezi ki. A viszonylagos kopás a szemcse a'akját az eredeti a'akra vonatkozóan jellemzi. Ez a módszer azonban a szemcse eredeti alakjának és élhosszúságainak utólagos feltevését teszi szükségessé. Ebből azonban az következik, hogy ez a módszer kevésbé használható. eredményeket adhat. Bár újabban *H. L. Alling* fogl'a kozott (1) a törmelékes kőzetekben előforduló ásványok kezdeti gömböyűségével, a természetes viszonyokra közvetlenül nem a kalmazható. Tester négy egyenessel határozható eredeti alak feltevését javasolja. A koptatottság mértékét az elkoptatott élhosszúságoknak és az eredeti élhosszúságoknak viszonyával határozza meg. Az 5. ábra jelzéseit használva a kopás:



5. ábra. A koptatottság meghatározásának elve Tester szerint

$$K = \frac{(AB + BC + CD + DA - aa' + bb' + cc' + dd')}{AB + BC + CD + DA}$$

vagy

$$K = \frac{\Sigma l - \Sigma l'}{\Sigma l}$$

A „szögletességre“ a meg'evő élhosszak és az eredeti élhosszúságoknak a viszonya jellemző:

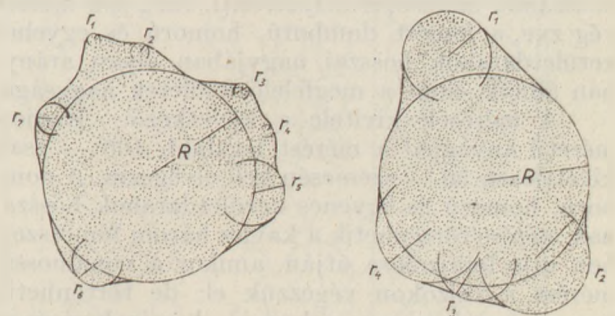
$$S_z = \frac{aa' + bb' + cc' + dd'}{AB + BC + CD + DA}$$

A kopás értékét száza'ekben fejezi ki, s ez jellemző a gömbölyűségre. Kavics méréséhez négy darab milliméterbeosztású csuklós kiképzésű vona zót használ; két vona zó egymáshoz és a másik kettőhöz viszonyítva a vona zók vájataiban eltolható. Tester önkényes osztályozási módot is állított fel (IV. táblázat).

IV. táblázat

Tester alakosztályai	
K % értéke	Elnevezés
81—100	Gömbölyű
61— 80	Kissé gömbölyű
41— 60	Kissé szögletes
21— 40	Szögletes
0— 20	Erősen szögletes

2. *H. Wadell* szintén kidolgozott a gömbölyűség mérésére szolgáló módszert. A szemcsealak



6. ábra. A gömbölyűség meghatározásának elve Wadell szerint

jellemzéséhez a szemese csúcsainak görbületi sugarát és a szemcsébe beírható gömb sugarát használja (6. ábra).

Ha a szemcsén $r_1, r_2, r_3 \dots$ görbületi sugarak mérhetők, amelyeknek összege r_i , a görbületi sugarak száma N , a beírható legnagyobb gömb sugara pedig R , akkor a megmért görbületi sugarak átlaga r_i/N és a Wadell szerinti gömbölyűség:

$$\rho = (r_i/R)/N.$$

M. Sz. Svjecov üledékközzettani munkája (11) ismerteti a Wadell-féle módszert, és rámutat a módszer nagy gyakorlati hibájára, ami hosszadalmasságában áll.

ρ értéke alapján szintén gömbölyűségi fokozatok különíthetők el. Így pl. Russel, Taylor, továbbá Pettijohn az alábbi fokozatokat különítik el (V. táblázat).

V. táblázat

Gömbölyűségi fokozatok ρ értéke alapján

Elnevezés	Russel és Taylor		Pettijohn	
	Fokozat-határok	Közép-érték	Fokozat-határok	Közép-érték
Szögletes	0—0,15	0,075	0—0,15	0,075
Kissé szögletes	0,15—0,30	0,225	0,15—0,25	0,200
Kissé gömbölyű	0,30—0,50	0,400	0,25—0,40	0,315
Gömbölyű	0,50—0,70	0,600	0,40—0,60	0,500
Erősen gömbölyű	0,70—1,00	0,850	0,60—1,00	0,800

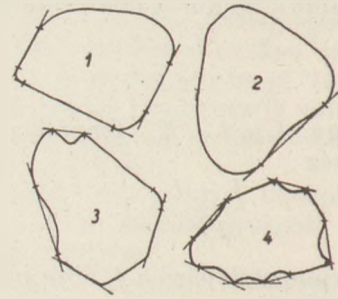
El módszer feltűnő hátránya, hogy a szemcséken a különböző görbületi sugarak száma igen nagy lehet, a görbületi sugarak meghatározása rendkívül hosszadalmas munkát igényel.

3. A gömbölyűség meghatározására igen alkalmas, *világviszonylatban is kiválóan elismert* módszert dolgozott ki *Szádeczky K. Elemér* (11a).

Módszerének alapelve a következő: A törmelékes anyagok szemcséin domború (konvex), homorú (konkáv) és sík („plan”) felületek fordulnak elő. Az erősen gömbölyű szemcséken sok a domború felület, a szögletes szemcsékre a homorú felületek jellemzők. Ha meghatározzuk a domború, homorú és sík felületek viszonylagos nagyságát a szemcséken, a gömbölyűség mértékét illetően számszerű adathoz jutunk. Mivel a szemcséken felületek mérése igen nehezen lenne keresztülvihető, ezért a felületmérést a szemcse három főmetszetében, a domború, homorú és egyenes kerületdarabok hosszának mérésével helyettesíti. Elég sok mérést végezve, a lemért domború, homorú és egyenes kerületdarabok hosszai nagyjában olyan arányban állnak, mint a megfelelő felületek nagysága.

A mérések kivitele a következő: Kavicsméretű anyagnál a mérést legalább 100 — csak kivételesen 50 — szemcsén kell elvégezni. A domború, homorú és egyenes kerületdarabok hosszának mérése történhetik a kavics három főmetszetben való lerajzolása útján, amikor a vonalhosszmérést a rajzokon végezzük el, de történhetik magukon a kavicszemeken is. A rajzokon vagy magukon a kavicszemeken kijelöljük a domború, homorú és egyenes vonaldarabokat (7. ábra),

ezeket megmérjük és külön-külön összegezzük, majd az összes vonalhossz százalékában fejezzük ki. A mérés a térképészetben használatos kurveométer segítségével kényelmesen végezhető.



7. ábra. Domború, homorú és egyenes kerületdarabok kitzítése Szádeczky K. Elemér módszerénél

Miután a mérés a domború (konvex, V), homorú (konkáv, C) és egyenes („plan”, P) vonalhosszak meghatározásán alapul, a Szádeczky-féle mérési rendszert CPV-rendszernek nevezik. Az eredmény megadása történhetik a C, P és $V\%$ megadása útján, célszerűbben a $v + \frac{P}{2}$ értékkel.

Szádeczky és újabban Strausz L. ennek tizedét használja.

Homokféleségeknél a mérés oly módon végezhető, hogy a homokról mikrofelveletet készítünk s ezt kellő méretre felnagyítjuk, vagy pedig a homokszemeket mikroszkópra szerelhető rajzoló-készülékkel lerajzoljuk. Megemlítendő, hogy a Szádeczky által felállított koptatottsági fokozatok alapján homokféleségeknél a vizsgálat vizuális úton is végezhető, amikor érzékszervi úton eldöntjük az egyes szemcsékről, hogy melyik fokozatba tartoznak.

Szádeczky a CPV értékek alapján öt gömbölyűségi fokozatot különböztet meg (VI. táblázat).

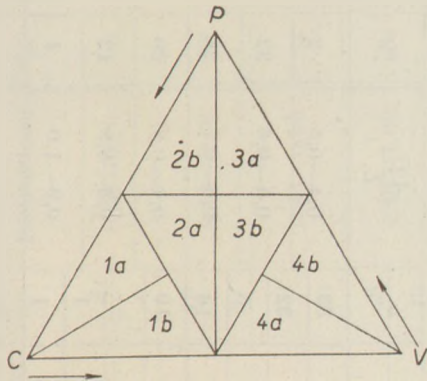
VI. táblázat

Gömbölyűségi fokozatok Szádeczky szerint		
0 fokozat	$C = 100\%$	
1/a fokozat	$C > (V + P)$	$P > V$
1/b fokozat		$V > P$
2/a fokozat	$(V + P) > C > V$	$(C + V) > P$
2/b fokozat		$P > (C + V)$
3/a fokozat	$(C + P) > V > C$	$P > (C + V)$
3/b fokozat		$(C + V) > P$
4/a fokozat	$V > (C + P)$	$C > P$
4/b fokozat		$P > C$
5. fokozat	$V = 100\%$	

A CPV értékek szemléletesen tüntethetők fel háromszögdiagrammban. Ekkor az egyes gömbölyűségi fokozatok a diagram különböző területdarabjainak a 8. ábra szerint felelnek meg. Ábrázolhatók az eredmények gyakorisági görbékkel. Ilyenkor derékszögű koordináta-rendszerben az abszcisszára a gömbölyűségi fokozatokat, az ordi-

nátára az egyes fokozatokba tartozó szemcsék számát (gyakoriság) vagy ezeknek a teljes anyagra vonatkozó százalékos mennyiségét (gyakorisági %) visszük fel.

4. A. Cailleux a gömbölyűség jellemzésére is ismertet meghatározásmódot. Szintén a szemcse



8. ábra. Szádeczky K. E. gömbölyűségi fokozatai háromszögdiagramjában

keresztmetszeti vonalát használja az L, l síkban (lásd: 3. ábra). A körvonal legerősebben görbülő részéhez tartozó görbületi sugarat r_1 -gyel jelölve (9. ábra), a gömbölyűsége jellemző számértéket, a *gömbölyűtettséggjelzőt* (Zurundungsindex, indice d'émoussé) a következő összefüggéssel adja meg:

$$\frac{2r_1}{L}$$

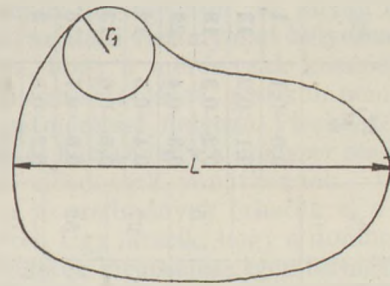
Gömb esetén $2r_1/L = 1$, egyéb alakú testre 1-nél kisebb.

Gyors vizsgálatokhoz használatosak még kizárólag standardképekkel való összehasonlításon alapuló módszerek is. Ilyen pl. Dal Vescoé. Ezzel a képsorozattal hat gömbölyűségi fokozat különíthető el (10. ábra). Az 1. fokozatnál a csúcsok és mélyedések egyaránt szögletesek; a 2. fokozatnál a mélyedések még szögletesek, de a csúcsok már legömbölyödtek, s i. t.; a 6. fokozatba tartozó szemcséken csaknem kizárólag gömbölyű felszín fordul elő. Az 1—6. fokozat elkülönítése a szemcsék körrajzának a képsorozattal való érzék-szerű összehasonlítása útján történik.

Összehasonlító vizsgálatok

A szemcsealak mérésére szolgáló módszerek összehasonlítását négy különböző anyagon végeztem. Modellanyagokul olyanokat választottam, amelyek szemcsealak és szemnagyság szempontjából erősen eltérőek. A vizsgált anyagok a következők voltak: 1. folyami kavics, 2. bazalt zúzottkő, 3. folyóvízi homok, 4. futóhomok. A kavics szemnagyságára és alakjára vonatkozó eredményeket a VII. táblázat és 11. ábra, a zúzottkőre vonatkozókat a VIII. táblázat, a folyóvízi és futóhomokra vonatkozókat a IX. táblázat foglalja össze.

A mérések gyakorlati kivitele közben az egyes módszerek alkalmazhatóságára vonatkozóan a következőket tapasztalhattam:



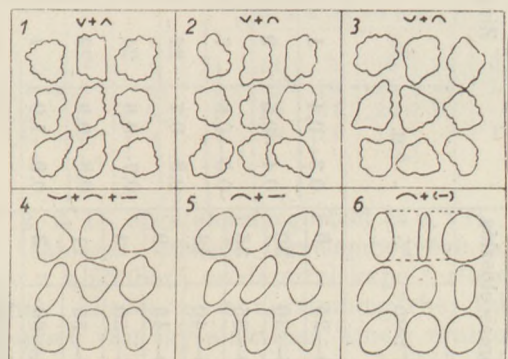
9. ábra. A gömbölyűtettséggjelző meghatározása Cailleux szerint

1. Zingg módszere (b/a és c/b értékkel való jellemzés) és Cailleux módszere ($L + l/2E$ és AC/L értékkel való jellemzés) a *zömökség* jellemzésére jól felhasználható. E módszereknél némi pontatlanságot legfeljebb az okoz, hogy a főméretek irányának megválasztása sokszor nem egyértelműen következik a kavics alakjából, ami különösen zömök szemcsealak mellett fordul elő.

A Wadell-féle ψ érték számításához a szemcse térfogatának ismerete szükséges. Ezt a szemcse folyadékkiszorítása útján lehet egyszerűen mérni; ha pontos eredményhez akarunk jutni, akkor a méréshez piknométerszerű, a folyadékkiszorítás pontos mérését lehetővé tevő eszköz szükséges.

2. A *gömbölyűség* meghatározására szolgáló módszerek közül Testeriek abban a feltűnő hibában szenved, hogy a koptatás útján legömbölyödött szemcse eredeti szemcsealakját önkényesen tételezi fel. A szemcse keresztmetszeti vonala köré négyszöget rajzolnak, ez azonban csaknem mindig jóformán teljesen önkényes, mivel ugyanazon szemcse köré igen sokféleképpen lehet négyszöget rajzolni, ami az eredményben jelentős eltéréseket okoz. E vizsgálattal a kavicsra $K\% = 76$, a zúzottkőre $K\% = 52$, ami elég kis különbség két ennyire eltérő szemcsealakú anyagra.

Wadell gömbölyűség mérésére szolgáló módszere (q értékkel való jellemzés) rendkívül hosszadalmas, ezért a vizsgálati sorozatból, mint üzemi, illetve tömeges vizsgálatra amúgy sem alkalmas módszert, kihagytam. Néhány mérésnél tapasztalhattam, hogy a szemcsék csúcsaihoz legjobban simuló körök eléggé pontatlanul állapíthatók meg. Erősen szögletes szemcséken a kis görbületi sugarak mérése igen nehézkes. Irodalmi adatok szerint a módszer által szolgáltatott eredmények nem állnak arányban hosszadalmasságával.



10. ábra. Standardkép-sorozat Dal Vesco nyomán

Folyami kavics vizsgálata

VII. táblázat

Szemcseeloszlás		Zingg				Wadell		Schiel	Cailleux				Tester		Szádeczky		Cailleux	
∅ mm	%	b/a	%	c/b	%	ψ	%	ξ	$\frac{L+l}{2E}$	%	$\frac{AC}{L}$	%	K %	%	$\frac{v+\frac{p}{2}}{10}$	%	$\frac{2r_1}{L}$	%
20—25	6	0,3—0,4	1	0,3—0,4	3	0,4—0,5	8		1,0—1,3	12	0,50—0,55	28	60—65	2	<6	3	0,0—0,1	1
25—30	30	0,4—0,5	9	0,4—0,5	13	0,5—0,6	22		1,3—1,6	24	0,55—0,60	24	65—70	8	6—7	5	0,1—0,2	13
30—35	35	0,5—0,6	7	0,5—0,6	22	0,6—0,7	22		1,6—2,0	32	0,60—0,65	32	70—75	24	7—8	27	0,2—0,3	18
35—40	13	0,6—0,7	22	0,6—0,7	22	0,7—0,8	36		2,0—2,3	10	0,65—0,70	6	75—80	42	8—9	52	0,3—0,4	29
40—45	9	0,7—0,8	24	0,7—0,8	18	0,8—0,9	10		2,3—2,6	14	0,70—0,75	8	80—85	22	>9	13	0,4—0,5	12
45—50	3	0,8—0,9	23	0,8—0,9	8	0,9—1,0	4		2,6—3,0	8	0,75—0,80	2	85—90	2			0,5—0,6	13
50—55	1																0,6—0,7	6
55—60	3																0,7—0,8	3
55—60	3	0,9—1,0	4	0,9—1,0	14												0,8—0,9	5

Uralkodó szemcse ∅ mm

K Ö Z É P É R T É K E K :

30 0,65 0,67 0,71 628 1,84 0,59 76 8,17 0,38

Zúzottkő vizsgálata

VIII. táblázat

Szemcseeloszlás		Zingg				Wadell		Schiel	Cailleux				Tester	
∅ mm	%	b/a	%	c/b	%	ψ	%	ξ	$\frac{L+l}{2E}$	%	$\frac{AC}{L}$	%	K %	%
20—25	4	0,2—0,3	—	0,2—0,3	2	0,4—0,5	18		1,0—1,5	32	0,4—0,5	2	40—45	2
25—30	12	0,3—0,4	2	0,3—0,4	12	0,5—0,6	20		1,5—2,0	32	0,5—0,6	32	45—50	38
		0,4—0,5	4	0,4—0,5	14									
30—35	54	0,5—0,6	10	0,5—0,6	12	0,6—0,7	30		2,0—2,5	8	0,6—0,7	26	50—55	36
35—40	24	0,6—0,7	22	0,6—0,7	18	0,7—0,8	26		2,5—3,0	16	0,7—0,8	20	55—60	18
40—45	4	0,7—0,8	30	0,7—0,8	20	0,8—0,9	4		3,0—3,5	10	0,8—0,9	12	60—65	4
		0,8—0,9	18	0,8—0,9	8									
45—50	2	0,9—1,0	14	0,9—1,0	14	0,9—0,1	2		3,5—4,0	—	0,9—1,0	1	65—70	2
		0,9—1,0	14						4,5—5,0	1				

Uralkodó szemcse ∅ mm

K Ö Z É P É R T É K E K :

35 0,73 0,64 0,63 471 1,94 0,61 52

IX. táblázat

Homokvizsgálatok

Szemcséátmérő mm		Futóhomok						Folyóvízi homok							
		%	Szádeczky fokozat	Rittenhouse	%	Dal Vesco	%	Szemcséátmérő mm	%	Szádeczky fokozat	Rittenhouse	%			
< 0,05	5	—	1/a	0,65—0,70	6	1.	2	< 0,05	2	1/a	0,60—0,70	8	1.	44	
	9	3	1/b	0,70—0,75	2	2.	4	0,05—0,1	12	1/b			2.	24	
0,05—0,1	73	2	2/a	0,75—0,80	7	3.	13	0,1—0,2	73	2/a	0,70—0,80	28	3.	20	
	12	9	2/b	0,80—0,85	40	4.	37	0,2—0,5	13	2/b			4.	10	
0,1—0,2	12	25	3/a	0,85—0,90	17	5.	39			3/a	0,80—0,90	54	5.	2	
	1	32	3/b	0,90—0,95	19	6.	5			3/b			6.	0	
> 0,5	1	14	4/a	0,90—1,00	9					4/a	0,90—1,00	10			
		15	4/b							4/b					
Uralkodó szemese ∅ mm	0,17	K Ö Z É P É R T É K E K:						Uralkodó szemese ∅ mm	0,15	K Ö Z É P É R T É K E K:					
		3/a—3/b								2/b—3/a					
		0,85								0,81					
		4,2								2,0					

A Schiel-féle módszer (az anyag rostálása és szitálása) az alaki viszonyokat helyesen tünteti fel. Hátránya, hogy a mérés csak középértéket szolgáltat, eloszlási táblázat, grafikon nem készíthető. A térfogatméréssel dolgozó Pieckel-féle módszer előnyeire és hátrányaira a módszer részletes ismertetésénél előadottak vonatkoznak.

Igen jó eredmények érhetők el a Szádeczky-módszerrel. Úgy látszik, hogy a domború, homorú és sík felületek megoszlása igen természetes osztályozási alapot nyújt a gömbölyűség jellemzéséhez.

Ennél a módszernél is fennállnak természetesen némi hibalehetőségek. A személyes hibalehetőségek közül főként a homorú, domború és egyenes vonaldarabok kitűzésében előállható pontatlanság említendő. Különösen kérdéses az egyenes vonaldarabok kitűzése, miután természetes úton keletkezett szemcséken geometriai értelemben vett egyenes vonal aligha fordul elő. Nincs definiálva, hogy milyen görbületi sugáron túl lehet a vonaldarabot egyenesnek venni.

Tapasztalataim szerint a szemese körvonalát néha kénszerűen egyszerűsíteni kell (ez főként homokszem-nagyságú anyagok vizsgálatánál fordul elő), mert a körvonal igen kis ingadozásai nem mérhetőek ki.

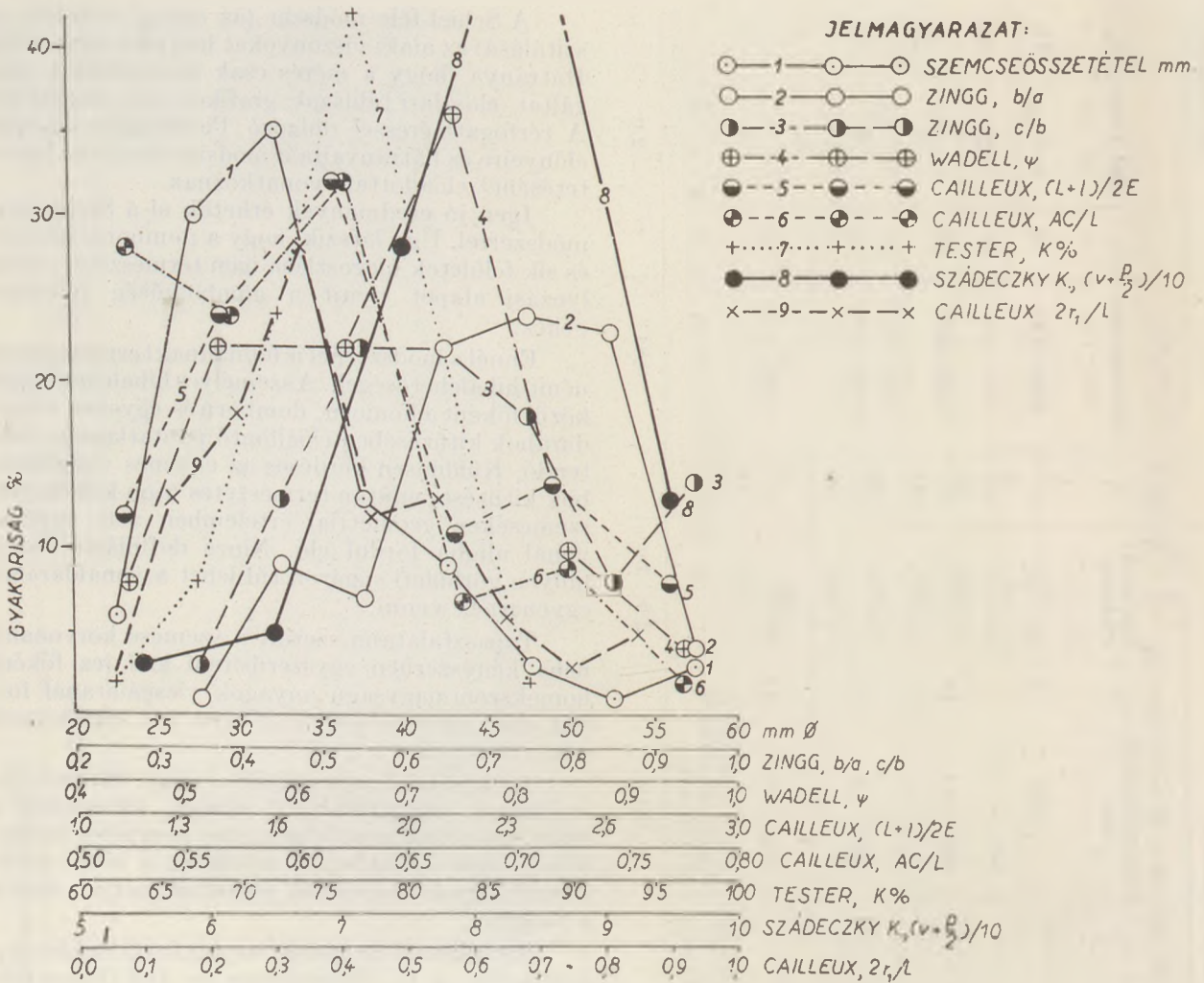
A mérések reprodukálhatósága Strausz L. módszeres vizsgálatai (10) szerint kielégítőek s ezért, ha a hibalehetőségek szempontjából hasonlítjuk össze a Szádeczky-módszert a többi módszerrel, úgy kétségtelenül megállapíthatjuk ennek a fölényét.

Homokszem-nagyságú anyagoknál Szádeczky módszerét, a G. Rittenhouse és Dal Vesco-féle standardképsorozattal való méréssel hasonlítotam össze (IX. táblázat). Utóbbiaknál erősen érvényesül a személyes hiba, amint azt ismételt mérések összehasonlításából megállapítottam. Figyelemre méltó, hogy a CPV-módszerrel oly kis gömbölyűségbeli különbség is jól kiadódik, ami ugyanazon homokminta különböző szemnagyságú részletei közt áll fenn. A X. táblázat Maros-homok vizsgálatának adatait tünteti fel, szemnagyságsztályonként.

X. táblázat

Szemnagyság ∅ mm	Koptatottsági fok							
	1/a	1/b	2/a	2/b	3/a	3/b	4/a	4/b
> 1,0	0	11	11	5	6	23	33	11
1,0—0,5	0	5	2	10	25	30	13	15
0,5—0,1	3	0	10	31	20	20	6	10
0,1—0,5	8	14	30	14	14	3	11	6

3. A 11. ábra eloszlásgörbéit és a VII., VIII., IX. táblázat adatait figyelembe véve, kitűnik, hogy a különböző módszerrel kapott eloszlásgörbéknek jelentős része maximumgörbe, tehát az anyagban van egy alaktípus, amely uralkodó jelleggel van jelen, míg a közepes alaktól eltérő formák egyre ritkábban fordulnak elő.



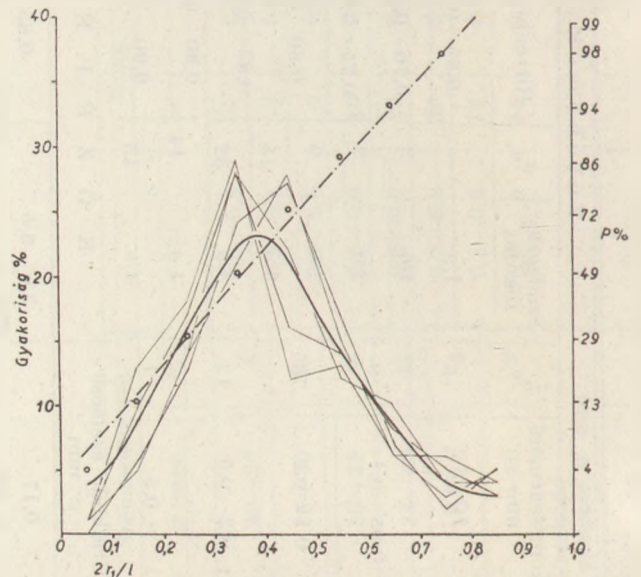
11. ábra. Összehasonlító mérések folyami kavicson

Egy kavicsmintánál (Cailleux módszerével) százas csoportokban 500 szemcséig folytatva a gömbölyűségi vizsgálatot, a 12. ábrán vékony törtvonalakkal kihúzott görbék adódtak.

Egy-egy százas csoport eloszlásgörbéi közti különbség eléggé jelentős. Ha a mérési görbék közepes görbéjéül a vastag folytonos vonallal kihúzott görbét fogadjuk el, ezt Hazen-féle valószínűségi koordinátarendszerben ábrázolva (ennek szerkesztését lásd pl. : 3), jó közelítéssel az eredményvonallal kihúzott egyenes adódott. (A 12. ábra jobboldalán van helykímélés céljából a valószínűségi logaritmikus beosztás felmérve.)

Egy kb. 1000 szemcse méréséből származó irodalmi adat (10) esetében a Hazen-féle skála alkalmazása mellett az eloszlásgörbe közelítőleg

szintén egyenessé vált. Ezek az eredmények valószínűvé teszik, hogy a törmelékes anyagok szemcsealak szerinti megoszlása — megfelelően magas szemcseszám vizsgálata mellett — megközelíti a valószínűség törvényét.



12. ábra. Gömbölyűségi mérések kavicson százas csoportokban 500 szemcséig. Vékony törtvonalak : százas csoportok eloszlásgörbéi ; vastag folytonos vonal : közepes eloszlás ; eredményvonál : eloszlás a (jobboldali) Hazen-féle valószínűségi logaritmikus skála szerint

IRODALOM

1. Alling, H. L., Initial shape and roundness of sedimentary rock mineral particles of sand size. Jour. of Sedim. Petr., Vol. 20., N. 3. 1950.
2. Cailleux, A., Morphoskopische Analyse der Geschiebe und Sandkörner und ihre Bedeutung für die Paläoklimatologie. Geol. Rundschau, 40, 1. 1952.
3. Kézdi A., Talajmechanika. Budapest, 1952.
4. Moos, A.—Quervain, F. de, Technische Gesteinskunde. Basel, 1948.
5. Niggli, P., Gesteine und Minerallagerstätten. Basel, 1948.
6. Pettijohn, F. J., Sedimentary rocks. New York, 1949.
7. Pieckel, Die Bestimmung und Bewertung der Kornform von Edelsplitt. Die Betonstrasse. 1937. No. 5.
8. Riley, N. A., Projection sphericity. Jour. of Sedim. Petr., Vol. 11. 1941.
9. Rittenhouse, G., A visual method of estimating twodimensional sphericity. Jour. of Sedim. Petr. Vol. 13. N. 2. 1939.
10. Strausz L., A Dunántúl DNY-i részének kavicsképződményei. Földt. Közl. LXXIX. k. 1—4. füz., 1949.
11. Svjecov, M. Sz., Petrografija oszadoesničih porod. Moskva-Leningrad, 1948.
- 11a. Szádeczky-Kardoss E., Die Bestimmung des Abrollungsgrades. Centralblatt f. Min. etc. 1933. Abt. B. 7.
12. Tester, A. C., The measurement of the shapes of rock particles. Jour. of Sedim. Petr. Vol. 1. N. 1. 1930.
13. Vendl A., Geológia I. Budapest, 1951.
14. Wadell, H., Volume, shape and roundness of rock particles. Jour. of Geol. Vol. 40., 1932.
15. Zingg, Th., Beiträge zur Schotteranalyse. Schweiz. Min. u. Pet. Mitt. Bd. 15., 1935.
16. Stern, Mittelbare Bewertung der Kornform von Zuschlägen. Zement, 1937., 48—49.

A dolomit tűzállóipari alkalmazása

C SER A R I S Z T I D

I. Bevezetés

A magnezit előfordulások aránylag ritka volta miatt az acélgyárak a magnezit pótlására régóta használják a dolomitot. Felhasználása korlátozott, azonban mindinkább tért hódít. A dolomit igen sok helyen fordul elő nagy mennyiségben, tehát a kutatások tulajdonságainak megjavítására és tűzálló téglaként való feldolgozására irányultak.

Az égetett dolomitnak két tulajdonsága van, mely felhasználását gátolja.

1. Szabad kalciumoxidot tartalmaz, mely a levegő víztartalmával egyesül és átalakul kalciumhidroxiddá. A reakció sokkal lassabban játszódik le, mint az égett mésznél, de erős duzzadás és ennek következtében szétesés jön létre.

2. A stabilizált dolomitnál a β dikalciumszilikátnak átalakulása γ dikalciumszilikáttá 10%-os térfogatnövekedéssel jár. Az átalakulás hatására igen finom por keletkezik, és ezt a jelenléget porlódásnak nevezik.

Az oltódás a téglában káros, mert a téglaszervezetét meglazítja — szilárdságcsökkenés áll be — és így nem használható fel tűzálló falazat építésére. Stabilizált téglagyártásánál a dikalciumszilikát kristálmódosulatának változása szemre hasonló következményekkel jár, mint az oltódás. Ez az oltódás használat közben is lejátszódhat.

A dolomit stabilizálására három különböző művelet szolgál:

1. A kalcinált dolomitnak valamilyen anyaggal való bevonása, amivel csökkentjük az oltódás sebességét; ez pl. kátránnyal, parafinpapírral stb.-vel érhető el. Az ily módon stabilizált anyagot a továbbiak folyamán félstabil dolomit névvel fogjuk jelölni.

2. A kalciumoxid átalakítása valamely stabil vegyületté, pl. szilikáttá, ferritté stb., melyek rak-tározás alatt nem hidratizálódnak.

3. A kalciumszilikátok átalakulásának megakadályozása „stabilizátorral“, pl. bórsavval, foszfor-savval stb.

A két utolsó folyamatot tekinthetjük csak valódi „stabilizálásnak“, a többi elnevezése „félstabil“. Ezzel azt értjük, hogy valamilyen anyaggal vagy üveges kötéssel készítjük a téglát. Ez a téglafajta sokkal stabilabb, mint a rendes égetett dolomit, mert a szabad kalciumoxid be van vonva valamely anyaggal vagy üvegszerű olvadékkal, mely megvédi a levegő nedvességétől.

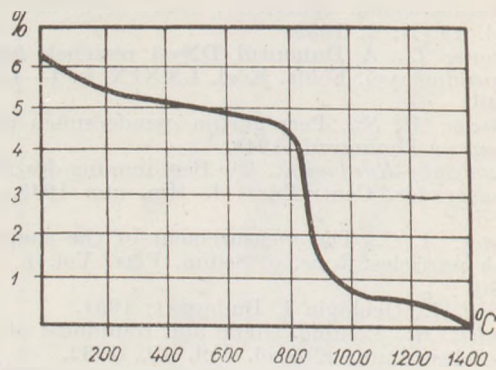
II. Nyersanyagok

1. Dolomit.

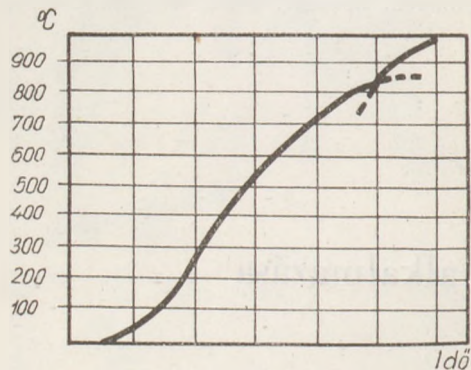
Karbonát-tartalmú kőzet, amely a kalcium és magnéziumkarbonát kettős sójából áll. Elméleti összetétele: 30,4% kalciumoxid, 21,8% MgO, 47,8% CO₂ vagy 54,3% CaCO₃ és 45,7% MgCO₃. A CaO és MgO elméleti súlyaránya a dolomitban 1,39 : 1. Mint kőzet gyakran több kalciumkarbonátot tartalmaz, mint amennyi a dolomit elméleti összetételének megfelel.

A szennyezések általában kvarc, agyag, kalcit, gipsz stb. Gyakran FeCO₃-at is tartalmaz.

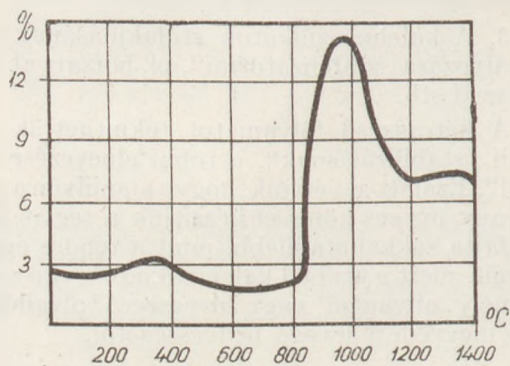
A dolomit trigonális rendszerben kristályosodik. Fajsúlya: 2,86. Keménysége: 3,5—4,0. A dolomit igen elterjedt kőzet. A karbonát-tartalmú kőzetek kb. 40%-át alkotja. Hazánk nagyon gazdag olyan dolomitkőzetben, mely különösen nagy tisztaságával tűnik ki.



1. ábra. Víztartalom-görbe



2. ábra. A felhevítési görbe



3. ábra. Oldhatósági görbe

összetétele : 31,7% MgO, 63,5% SiO₂, 4,8% H₂O. Keménysége : 1—1,5. Fajsúlya : 2,70—2,86. Elméleti fajsúlya : 2,824. Olvadáspontja : 1543 °C. Monoklin-rendszerben kristályosodik.

2. táblázat

Megnevezés	SiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	CaO %	MgO %	Izz. veszt. %
Felsőcsatári ..	50,11	3,61	6,69	4,10	23,98	10,78
Jolsvai	61,25	1,51	0,37	0,41	30,71	4,80
Hosszúrétai ..	61,75	3,52	1,13	—	28,29	5,05
Geczefalvi ..	60,95	4,88	1,04	3,46	24,96	5,09

A vasszennyezés részben piritből származik, részben FeO formájában a kristályrácsban van jelen. A kalciumoxid a dolomit- vagy mészkőszennyezésből származik. Az alumíniumoxid rendszerint mint szilikát van jelen, de szilárd oldat formájában is előfordulhat.

Fontos a talkum bomlási hőfoka, illetve vízvesztési görbéje. A felvett adatok szerint a bomlás 800—900 °C-on játszódik le.

Határozott endoterm hatás jelentkezik a felhevítési görbén is, kb. 850 °C-on.

A hevítés hatására 800—900 °C-on klinostatit keletkezik. 3MgO · 4SiO₂ · H₂O 3(MgO · SiO₂) + SiO₂ + H₂O. A reakció végbemenetelét a 10%-os nátriumkarbonát-oldatban oldható SiO₂ mennyisége mutatja. Ez a teoretikus 14,3%-ot jól megközelíti (13,9%).

Szerpentin.

Általános képlete : 3MgO · 2SiO₂ · 2H₂O. Szerkezeti képlete : Mg₆(OH)₆ Si₄OH · H₂O. Kémiai összetétele : 43,65% MgO, 43,31% SiO₂, 13,04% H₂O. Keménysége : 2,5—4,0. Fajsúlya : 2,50—2,65. Olvadáspontja : 1557 °C. Monoklin kristályrendszerű.

1. táblázat

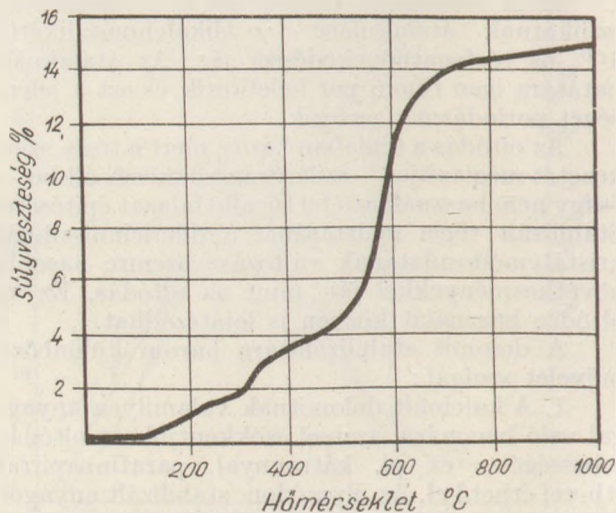
Megnevezés	SiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	CaO %	MgO %	Izz. veszt. %
Pilisvörösvári	0,75	0,44	0,56	30,95	20,14	47,00
Sümegei	0,52	0,24	0,68	30,80	20,11	46,34
Jolsvai	0,44	nyom.	0,84	30,20	20,56	46,36

2. Magnéziumhidroszilikátok.

A természetben is előfordulnak nagyobb mennyiségben, mint talkum és szerpentin.

Talkum.

Általános képlete : 3MgO · 4SiO₂ · H₂O. Szerkezeti képlete : Mg₂(Si₂O₅)₂ · Mg(OH)₂. Kémiai



4. ábra. Vízvesztési görbe

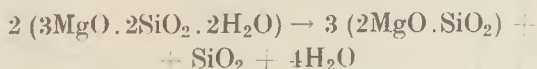
3. táblázat

Megnevezés	SiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	CaO %	MgO %	Izz. veszt. %
Bolgár	43,00	0,60	10,74	0,16	35,42	9,80
Endersdorf ..	40,72	0,89	8,75	1,58	33,60	13,26
Geiersberg ..	40,11	0,94	8,77	1,16	40,57	7,93

A szennyeződések főként a kristályrácsba beépült FeO-ból, illetve fayalitból, dolomitból származó CaO-ból, szilárd oldat formájában felvett Al₂O₃ állanak.

A bomlási hőfoka a szerpentinnek alacsonyabban fekszik mint a talkumé, és már 700 °C-on befejeződik.

A röntgenvizsgálatok kimutatták, hogy a 700 °C-on izzított szerpentin nem a magnéziumoxid és kovásv keveréke, hanem az izzításkor forsterit keletkezik. Ezen a hőfokon másfél órán át tartva a kristályos rész teljesen forsterit volt.



egyenlet szerint játszódik le a forsteritté való átalakulás.

A magnéziumhidroszilikátok a kalciumkarbonáttal a szilárd fázisban lépnek reakcióba, és a reakciónak még a bomlás előtt kell lejátszódnia, de erre vonatkozólag csak következtetésekre vagyunk utalva. Rendszeres vizsgálatot a reakció lefolyására még nem végeztek. A dolomit stabilizálásánál fontos, hogy a kalciumoxid bázis cserélődéssel lép be a magnéziumhidroszilikátok kristályrácsába. (Lásd: stabilizálási lehetőségek.)

III. A dolomitstabilizálás szempontjából fontos oxidok

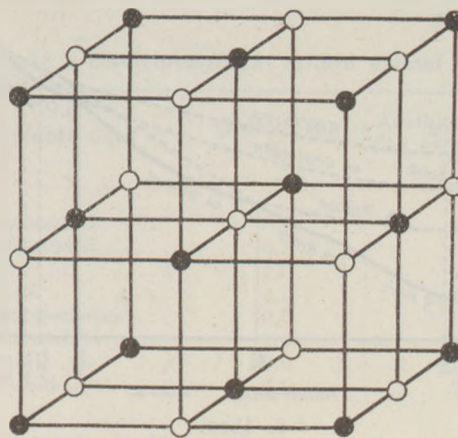
1. Kalciumoxid, CaO.

Színtelen vagy halványsárga kristályokból áll. Szabályos rendszerben kristályosodik. mint a magnéziumoxid. Rácsállandója 4,799 Å. A tiszta kalciumoxid fajsúlya 3,32. Olvadáspontja 2570 °C. A természetes kalciumoxid fajsúlya 3,08—3,30-ig. Fénytörési mutatója 1,83. Vízzel nagyon könnyen egyesül, kalciumhidroxid keletkezik, melynek fajsúlya 2,23. Természetesen a kisebb fajsúlynak megfelelően térfogatnövekedés áll be és ez okozza téglák repedését a dolomitnál víz hatására.

2. Magnéziumoxid, MgO.

A magnéziumoxid rácsa a kősóéhoz (NaCl) hasonló és atomelrendezése azonos. Az elemi cella mérete 4,212 Å.

Az ábrán látható kristály mutatja a szerkezetet, a fekete pontok Mg⁺⁺, a fehér pontok az O[—] helyét mutatják. Nagy méretben sikerült előállítani nagy tisztaságban elektromoskemencében való tartós hevítéssel. A köbös szerkezetet magnézium-



5. ábra.

oxid füstön elektronmikroszkópban 50000-szeres nagyításban is jól megfigyelhetjük. A magnéziumoxid fajsúlyát az alábbi képletből számíthatjuk ki:

$$\rho = \frac{4M}{d^3 N}$$

ahol a „ ρ ” a fajsúly, „ M ” a magnéziumoxid molssúlya, „ N ” az Avogadroszám, „ d ” az elemi cella mérete. Ha 4,2 Å-nak vesszük ezt az értékét, a számított fajsúly 3,59-nek adódik. Ez a fajsúly alacsonyabb, mint a Moissan által megadott 3,65 érték, ami a minta tisztátalanságára és a magnéziumoxid fajsúly pontos meghatározásának nehézségeire vezethető vissza. Ha a meghatározásnál folyadékként vizet használunk, megvan a lehetősége a hidratációnak, míg organikus folyadékoknál azok nagy hőtágulása okoz nehézséget.

A tiszta MgO fajsúlya egyetlen kristályon végzett meghatározás szerint 3,583 g/ml. Ausztriai zsugorított magnezit fajsúlya — ha benne 8% az Fe₂O₃ tartalom — 3,65. Itt az eltérést a vasoxid-tartalom okozza.

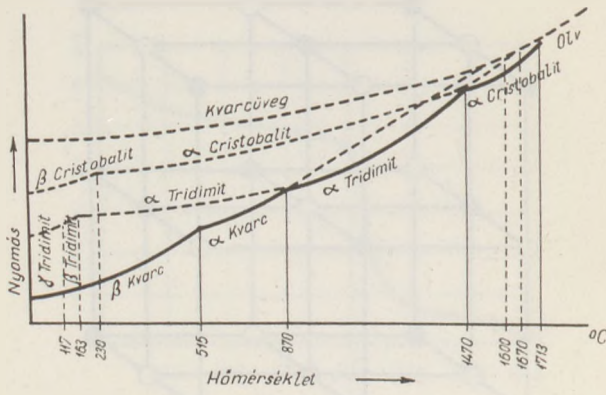
Kanolt meghatározása szerint az olvadáspont 2800 °C, de már 2100 °C-on szublimálódni kezd. Ennek a technikai magnezitnél azonban nincs sok jelentősége, mivel olvadáspontja alacsonyabb, mint az előbbi érték.

A tiszta magnéziumoxid fénytörési mutatója 1,74. Szabályos rendszerbeli ásvány.

3. Kovasav, SiO₂.

A bázikus tűzálló anyagokban a kovásv többnyire kötött formában van jelen. A dolomit stabilizálásánál a kalciumoxid lekötéséhez mint adalékot használjuk fel homok vagy magnéziumhidroszilikát formájában. A tiszta kvarc hatszögletes rendszerben kristályosodik. Fajsúlya: 2,651. Olvadáspontja: 1710 °C. Több kristályformája van. Az egyes kristályformák stabilitási és metasztabilitási tartományait, valamint az átalakulás hőmérsékleteit a következő ábra mutatja.

(Az ordináta az egyes módosulatok telített gőznyomásának értékeit tünteti fel.)



6. ábra.

4. Alumíniumoxid, Al_2O_3 .

Mint szennyezés fordul elő a dolomit stabilizálásánál. Hatszögletes rendszerben kristályosodik. Az α korund rácsállandója 7,9 Å. Fajsúlya : 3,99. Olvadáspontja : 2059 C°. A dolomittégla gyártásánál káros hatású, mert lágyuláspontját leszállítja.

5. Vasoxid, Fe_2O_3 .

A tiszta vasoxid hatszögletes rendszerben kristályosodik. Fajsúlya 4,9—5,3. Olvadáspontja ismeretlen, mert még olvadás előtt disszociálódik. Zsugorító hatásánál fogva a kovasavon és a króm-oxidon kívül a leggyakrabban alkalmazott adalékanyag. A dolomit zsugorításnál beadagolható mennyiségének határt szab a keletkező dikalciumferrit alacsony olvadáspontja.

A vasoxid bomlása a $6Fe_2O_3 \rightarrow 4Fe_3O_4 + O_2$ egyenlet szerint játszódik le. 1200 C°-on disszociációs nyomása kb. 1 mm. Hg.o., 1452 C°-on 760 mm Hg.o.

Kühl és Rasch megfigyelték, hogy 1400 C°-on vákuumban számbavehető sebességgel bomlik, 1500 C°-on igen gyorsan játszódik le ez a bomlás. Megfigyelték azt is, hogy a vasoxidot (Fe_2O_3) a keletkező magnetit (Fe_3O_4) szilárd oldatban tartja. J. W. Greig és munkatársai megfigyelték, hogy az Fe_2O_3 csak kevés Fe_3O_4 -et, ezzel szemben az Fe_3O_4 jelentős mennyiségű Fe_2O_3 -t képes szilárd oldatban felvenni.

A vasoxidok szilárd oldatait :

4. táblázat

Hőfok C°	Disszociációs nyomás	Az Fe_2O_3 -ban oldódik %	Az Fe_3O_4 -ben oldódik %
1075	Csekély	0,5 Fe_3O_4	8,0 Fe_2O_3
1452	760 mm Hg.o.	1,0 Fe_3O_4	30,0 Fe_2O_3

6. Magnetit, Fe_3O_4 .

A magnetit spinel szerkezetű, szabályos kristályrácsú erősen mágneses tulajdonságú. Fajsúlya: 5,15—5,18. Olvadáspontja a legújabb meghatározás szerint 1591 C°.

7. Vasoxidul, FeO .

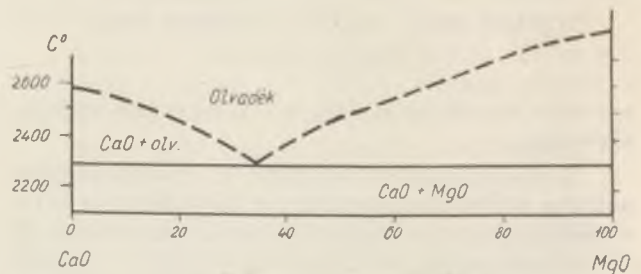
Szabályos kristályszerkezetű. Rácsállandója 4,29 Å. Könnyen oxidálódik magasabb oxidokká, ezért tisztán előállítani nem lehet. A természetben mint ásvány nem fordul elő. Kötött állapotban a krómérekben fordul elő, továbbá a szerpentinben mint fayalit. Olvasztó hatása az Fe_2O_3 -nál erőlyesebb.

IV. A dolomitstabilizálás szempontjából fontos rendszerek

1. Kétalkotós rendszerek

$CaO-MgO$ rendszer.

Egymással szilárd oldatot nem alkotnak. Az állapotdiagramm egyetlen eutektikumot mutat. A dolomittégla-gyártás szempontjából csak az a fontos, hogy 2300 C°-nál alacsonyabb olvadáspont nem fordul elő. Ezért a tiszta kalcinált dolomit kiváló tűzállóságú anyag.



7. ábra.

$CaO-SiO_2$ rendszer.

A legfontosabb rendszer a dolomit stabilizálása szempontjából, és egyike a legjobban tanulmányozott rendszereknek. A dolomit kovasavval végzett stabilizálásánál ugyan a $CaO-MgO-SiO_2$ rendszerben folyik, de a stabilizálást úgy vezetik, hogy az MgO periklas formájában maradjon.

A $CaO-SiO_2$ rendszer két kongruensen olvadó vegyületet ad, a $CaO \cdot SiO_2$ -t és $2CaO \cdot SiO_2$ -t. Mindkét vegyület hőfok-maximumban jelentkezik az olvadási görbén, 1540 C°-on. ill. 2130 C°-on. A görbe monokalciumszilikátnál aránylag laposan halad, míg a dikalciumszilikátnál határozott csúcsot mutat. Ez mutatja, hogy a monokalciumszilikát olvadék számottevően disszociál, míg a dikalciumszilikátnál a fellépő disszociáció csekély. A monokalciumszilikáton kívül még két kalciumszilikátot ismerünk, melyek 1475 C°-ig, illetve 1900 C°-ig állandók. Az első dikalciumszilikát, a második trikalciumszilikát. A stabilizálásnál a dikalciumszilikátnak és a trikalciumszilikátnak van jelentősége, ezért ezek tulajdonságaival behatóbban kell foglalkozni.

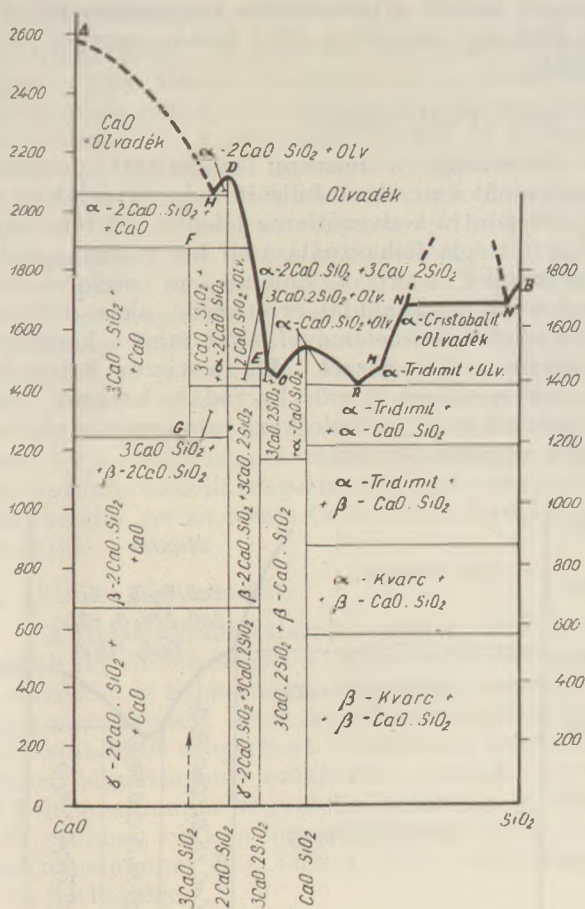
Dikalciumszilikát, $2CaO \cdot SiO_2 (C_2S)$.

Összetétele 65,1% CaO és 34,9% SiO_2 . Olvadáspontja 2130 C°. Három állandó kristálymódosulata van, az α , β , γ . Ezek közül a β és γ kristályformának van a dolomitgyártás szempontjából fontossága.

5. táblázat

Az α -dikalciumszilikát szilárd oldatai

Az oldott oxid	Oldhatóság %	Átalakulási hőfok csökkenése C°
Alumíniumoxid	0,5	14
Magnéziumoxid	0,5	20
Vasoxid	1,0	20
Krómoxid	2,5	61
Vanadiumpentoxid	0,5	09
Foszforpentoxid	1,0	66
Bórsav	8,0	151
Mangánoxid	8,0	73



8. ábra.

Az α . $2CaO.SiO_2$

2130 C° és 1456 C° közötti stabil módosulat. Fajsúlya : 3,27. A triklin kristályrendszerbe tartozik.

A β . $2CaO.SiO_2$

1456 C°-on keletkezik az α formából vagy szilárd fázisú reakcióval magasabb hőfokon 1456 C° alatt. Fajsúlya 3,28. Ugyancsak a triklinrendszerbe tartozik, de a tengelyei által bezárt szög jóval nagyobb, mint az α módosulatnál.

A γ . $2CaO.SiO_2$

675 C° alatt stabil módosulat. Fajsúlya 2,97. Monoklin kristályszerkezetű. A $\beta \rightarrow \gamma$ átalakulás kb. 10% térfogatnövekedéssel jár, ami a C₂S-tartalmú anyagok lehűlésekor szétporlódást okoz.

A dikalciumszilikát kristályszerkezeti átalakulását különböző oxidok befolyásolhatják, melyeket szilárd oldat formájában vesz fel. Ipari szempontból a P₂O₅-nak, B₂O₃-nak és Cr₂O₃-nak van jelentősége a dolomit stabilizálásánál. Ezek csekély mennyiségben is „stabilizálják” a megfelelő kristályformát. Az $\alpha \rightarrow \beta$ átalakulás hőmérsékletét pl. ezek az oxidok erősen leszállítják.

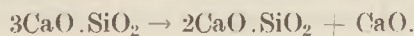
A $\beta \rightarrow \gamma$ módosulat átalakulása vagy túlhűtött módosulat átalakulása az említett porlódással jár, mely hasonló külső jelenségeiben a kalciumhidratációhoz, ugyanis finom por keletkezik.

A P₂O₅, As₂O₃, V₂O₅ már I molekulaszázaléknyi mennyiségben ezt az átalakulást megakadályozza. A hűtési sebességnek is nagy befolyása van az átalakulásra. Dyckerhoff megállapította, hogy a hirtelen lehűtött cementklinkerben a jelenlévő olvadékok mechanikus nyomása is meggátolja a $\beta \rightarrow \gamma$ átalakulást. A kalciumaluminátoknak is stabilizáló hatásuk van, amit a cementgyártásnál ki is használnak, de ezek a dolomitteglagyártásnál nem jöhetnek számításba erős lágyuláspont csökkentő hatásuk folytán. Ugyanígy nem használható fel a stabilizálásra a hirtelen hűtés sem, mert a kiegészített, ill. beépített téglalehűlésénél következne be a szétesés.

Trikalciumszilikát, $3CaO.SiO_2$ (C₃S).

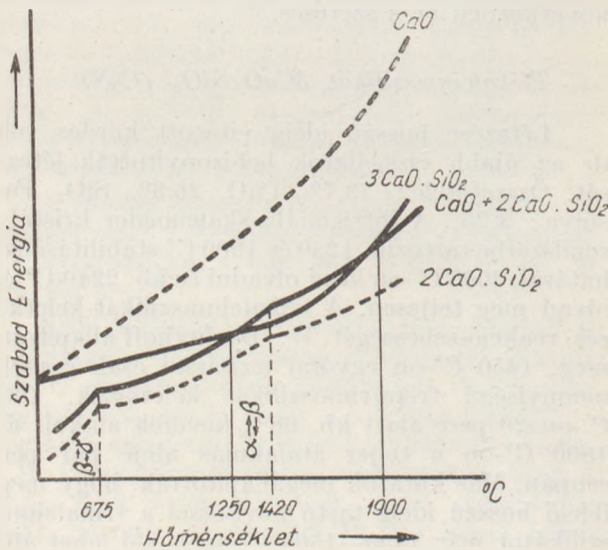
Létezése hosszú ideig vitatott kérdés volt, de az újabb vizsgálatok bebizonyították létezését. Összetétele : 73,7% CaO, 26,3% SiO₂. Fajsúlya : 3,25. A ditrigonális-skalenoéder kristályrendszerbe tartozik. 1250 és 1900 C° stabilitásának határai; 2065 C°-on kezd olvadni és kb. 2240 C°-on olvad meg teljesen. A trikalciúmszilikát-keletkezés reakció-sebességét W. Dyckerhoff állapította meg. 1450 C°-on egyórai izzítással csak csekély mennyiségű trikalciúmszilikát keletkezik. 1600 C°-on 20 perc alatt kb. 66% keverék alakult át. 1800 C°-on a teljes átalakulás ideje pár perc csupán. Más kutatók megállapították, hogy megfelelő hosszú ideig tartó hevítéssel a trikalciúmszilikátot már 1450—1500 C°-on is elő lehet állítani, de sokkal gyorsabban célra vezet, ha 1700—1800 C°-on végezzük a szintézist. Gyakorlatilag használható sebességgel 1500 C° felett szilárd fázisban már lejátszódik a trikalciúmszilikátképződés. A dolomitgyártásnál a jelenlévő Fe₂O₃ a reakciót jobban elősegíti, mint az Al₂O₃, mert mészdús ferritek könnyebben keletkeznek és kisebb viszkozitású olvadékot adnak, mint az alumínátok. A mangánoxid is jó mineralizátor, a stabilizált dolomitgyártásnál azonban a természetes anyagokban nincs jelen. A fluoridok és szilikofluoridok szintén elősegítik a reakció gyors lefolyását, de a dolomit stabilizálásánál nincsenek használatban.

A $3CaO.SiO_2$ szétesése 1250 C° alatt és 1900 C° felett az alábbi egyenlet szerint játszódik le :



Ez a szétesés hasonló jelenség, mint a dikalciumszilikát szétporlódása, mivel hidegen a keletkező CaO hidratációja rendes körülmények között rövidesen bekövetkezik. Ennek a szétesésnek a lefolyását katalizátorokkal mind gyorsítani, mind lassítani lehet, sőt gyakorlatilag teljesen meg lehet akadályozni. Gyorsító katalizátorok a Fe_2O_3 , a gipsz és különösen a CaF_2 . Ezekkel a szétesést már $600-700\text{ }^\circ\text{C}$ -on is el tudjuk érni. Lassítani, illetve teljesen megakadályozni lehet a szétesést trikalciumfoszfáttal, bórsavval, vanadiumpentoxidral és az utóbbiak sóival. A dolomitgyártás szempontjából a két elsőnek van nagy gyakorlati jelentősége. Fontos még, hogy a MgO-nak a bomlási sebességre nincs semilyen befolyása.

Katalizátor nélkül a szétesés, különösen finomra őrlött állapotban $900\text{ }^\circ\text{C}$ -on megkezdődik, és maximális sebessége $1175\text{ }^\circ\text{C}$ -on van. A sebesség ezután a stabilitás határáig ismét csökken. A szétesés mind a felmelegítésnél, mind a lehűlésnél lejátszódhat. Lea és Parker megállapították, hogy a $3CaO \cdot SiO_2$ hőmérséklettől függő szabad energia görbéjének a stabilitási határoknál metszenie kell a $CaO + 2CaO \cdot SiO_2$ energiagörbéjét. Mint látható, az ábrán a görbék két metszési pontja a stabilitási határoknál van.



9. ábra.

A $3CaO \cdot SiO_2$ és a $2CaO \cdot SiO_2 + CaO$ rendszerek szabad energiájának változása a hőmérséklet szerint.

A $3CaO \cdot SiO_2$ és a $2CaO \cdot SiO_2 + CaO$ rendszerek szabad energiájának változása a hőmérséklet szerint.

A dikalciumszilikát képzésével éppúgy meg lehet oldani a dolomit stabilizálását, mint a trikalciumszilikátéval, de az utóbbival készült téglák fizikai tulajdonságai kedvezőbbek, bár a gyártásnál nagyobb elővigyázatosság és gondosabb nyersanyagvizsgálat szükséges.

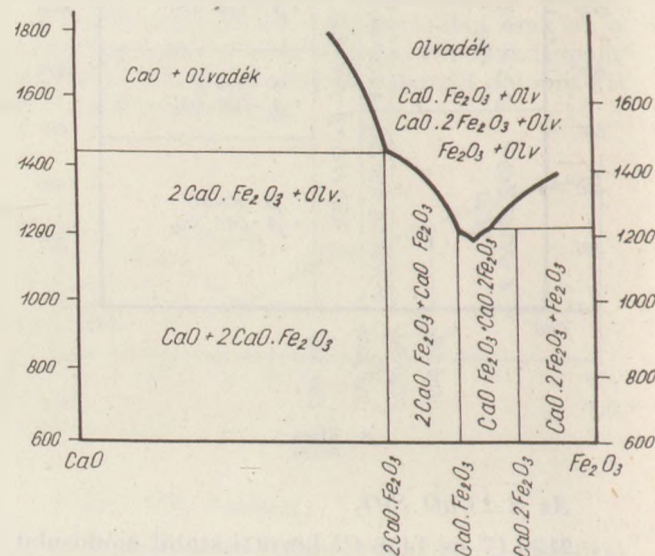
MgO—SiO₂ rendszer.

Ennek a rendszernek a dolomitgyártásnál jelentősége nincs, bár a felhasznált stabilizáló

anyagok között a természetes magnéziumszilikátok (talkum, szerpentin stb.) fontos szerepet játszanak.

CaO—Fe₂O₃ rendszer.

Jelentősége a félstabil zsugorított dolomit gyártásánál van. A stabilizált dolomittéglában a lágyláspontra kedvezőtlen a jelenléte. A rendszer a dolomittégla felhasználásánál bír a legnagyobb fontossággal, mert a dolomit az acéolvasztó kemencében vasoxidral érintkezik, akár mint a salak egyik alkotóelemével, akár mint a kemence légkörében lévő gőzzel. Még a tiszta kalcinált dolomit esetében is erős korrodáló hatásuk van a vasoxidoknak a keletkező alacsony olvadáspontú vegyületek miatt.



10. ábra.

A kutatóknak 3 állandó vegyület létezését sikerült megállapítaniuk. Mindhárom a kalciumferrit olvadáspontja alatt szétesik. A $CaO \cdot 2Fe_2O_3$ -nál ez a hőfok $1227\text{ }^\circ\text{C}$, $CaO \cdot Fe_2O_3$ -nál $1216\text{ }^\circ\text{C}$, a $2CaO \cdot Fe_2O_3$ -nál $1436\text{ }^\circ\text{C}$ -nál van. A monokalciumferrit és a dikalciumferrit között $1203\text{ }^\circ\text{C}$ -nál van az eutektikum. A dikalciumferrit gyakran szilárd oldatot képez a Brownmillerittel ($4CaO \cdot Al_2O_3 \cdot Fe_2O_3$). Az 1 : 1 arányú vegyületnek jellegzetes vörös a színe, hasonló a görög kromithoz, és keresztezett nikolok között még élénkebb a színe, mint nem polarizált fényben.

Monokalciumdiferrit, $CaO \cdot 2Fe_2O_3$.

Összetétele : 14,9% CaO, 85,1% Fe_2O_3 . A vegyületnek Tavasci szerint vörösbarna színe van. Egyéb adatai még nincsenek pontosan megállapítva.

Monokalciumferrit, $CaO \cdot Fe_2O_3$.

Összetétele : 26,0% CaO, 74,0% Fe_2O_3 . Fajsúlya : 4,69. Fekete kristályos anyag, amely át-eső fényben mélyvörös színnel jelentkezik. A rombos rendszerben kristályosodik.

Dikalciumferrit, $2CaO \cdot Fe_2O_3 \cdot C_2F$.

Összetétele : 41,3% CaO, 58,7% Fe_2O_3 . Fajsúlya : 3,98. Fekete kristályos anyag, amely ráeső fényben vékony csiszolatban sárgásbarna színrel jelentkezik. A monokalciumferrit és a dikalciumferrit egymástól könnyen különböztethető meg 0,1 n HCl-val szemben való viselkedése alapján. A dikalciumferrit ugyanis jól oldódik, a monokalciumferrit pedig oldhatatlan.

A kémiai reakció a CaO és Fe_2O_3 között már 500 C°-on megindul és első lépcsőként monokalciumferrit, majd később magasabb hőfokon dikalciumferrit keletkezik. Ha Fe_2O_3 -t reagáltatnak, akkor a reakció már 300 C°-on megindul.

A kalciumferritek vízzel lassan hidrolizálódnak. Ez a tulajdonságuk utal arra a tényre, hogy a vasoxiddal készült zsugorított dolomit még akkor sem vízálló, ha az összes CaO-t ferrit formájában leköjtük.

CaO— Al_2O_3 rendszer.

A dolomitstabilizálásnál iparilag nem használják fel, de lehetséges a kalciumoxid lekötésére a timföldet is felhasználni. Jelentősége alárendelt, de a szennyezések mint kalciumaluminát válnak ki a stabilizált zsugorított dolomitban. Jelenlétük káros lágyuláspont csökkentő hatásuk miatt. 5 kalciumaluminát vegyületet ismerünk, melyekből azonban csak a monokalciumaluminát, trikalciumaluminát és a $12CaO \cdot 7Al_2O_3$ vegyületnek van jelentősége.

Monokalciumaluminát, $CaO \cdot Al_2O_3$.

Összetétele : 35,5% CaO és 64,5% Al_2O_3 . Csak egy kristály-módosulatát ismerjük; ez lehet, hogy a triklin, valószínűleg azonban a monoklin kristályrendszerbe tartozik.

$12CaO \cdot 7Al_2O_3$ vegyület.

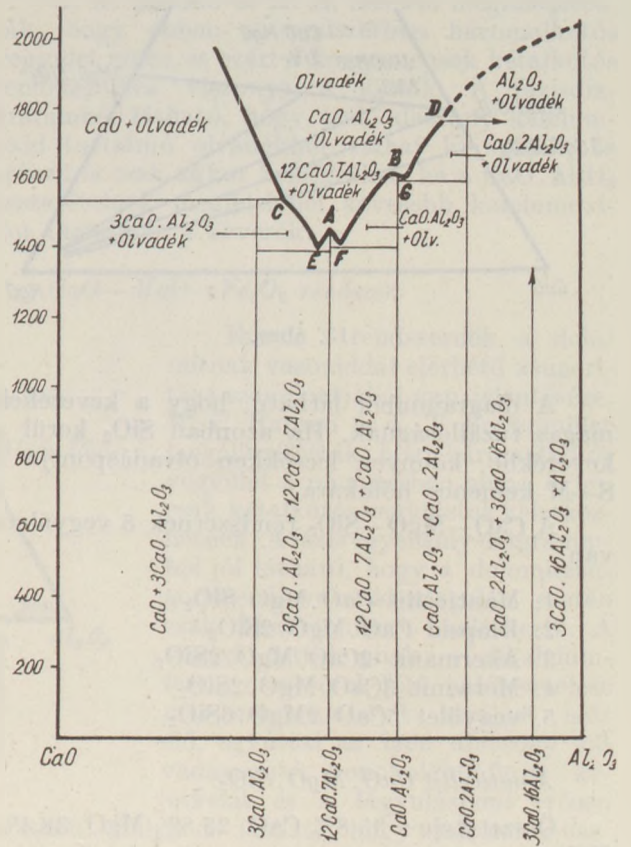
Összetétele : 48,5% CaO és 51,5% Al_2O_3 . Két kristály-módosulata van : a stabil módosulat 1450 C°-on kristályosodik ki az olvadékból. Fajsúlya : 2,7. Négyzögletes rendszerben kristályosodik. Instabil módosulata rendkívüli gyors lehűtésekor keletkezik olvadékból ; valószínűleg a rombos kristályrendszerbe tartozik.

Trikalciumaluminát, $3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot C_3A$.

Összetétele : 62,3% CaO és 37,7% Al_2O_3 . A trikalciumaluminát fajsúlya : 3,00. Négyzögletes kristályrendszerben kristályosodik. 1535 C°-on, olvadáspontja alatt, szétesik kalciumoxiddá és olvadékká. Ez valószínűleg a kalciumoxidnak 12 : 7 alumináttal képezett oldata. Ezért csak szilárd fázisú reakció útján keletkezik a trikalciumaluminát.

CaO— Cr_2O_3 rendszer.

Ez a rendszer még nincs kellőképpen kiderítve. Y. Sanada azonban megállapította, hogy két stabil vegyülete van: a monokalciumkromát $CaO \cdot Cr_2O_3$ és a dikalciumkromát $2CaO \cdot Cr_2O_3$. Dolomitstabilizálásnál az utóbbinak van jelentősége.

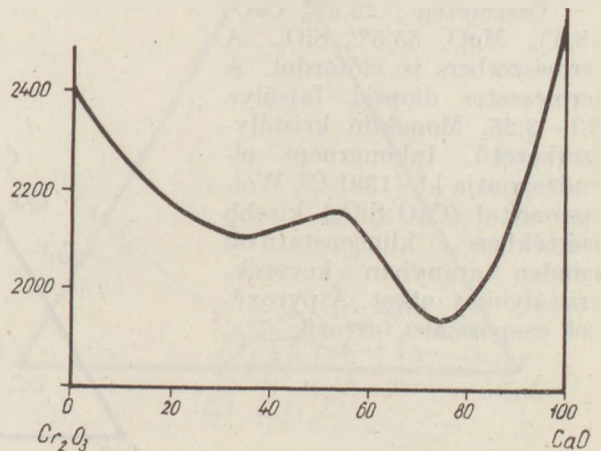


11. ábra.

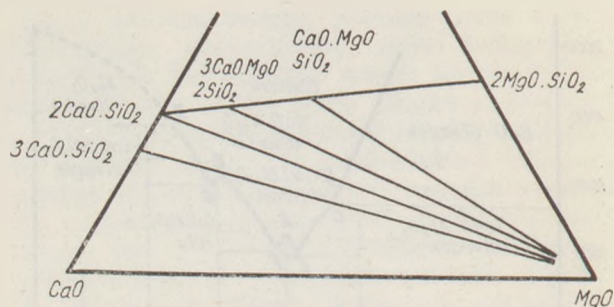
2. Háromalkotós rendszerek

CaO—MgO— SiO_2 rendszer.

Ennél a rendszernél különösen az a mező érdekes, amely a dikalciumszilikát—MgO, illetve a trikalciumszilikát—MgO összekötő vonalak között fekszik. A trikalciumszilikát—MgO vonal által határolt résznél magasabb kalciumoxidtartalommal bíró anyagokról feltételezhető, hogy szabad CaO-t tartalmaznak, ha egyéb szennyeződések nincsen jelen. A trikalciumszilikát—MgO vonal másik oldalán pedig a keverék már dikalciumszilikátot tartalmaz kis mennyiségben. Ez a körülmény nehezíti meg a dolomittégla gyártását.



12. ábra.



13. ábra.

A diagrammból látható, hogy a keverékek magas tűzállóságúak. Ha azonban SiO_2 kerül a keverékbe, könnyen lecsökken olvadáspontja a S—M kemence hőfokára.

A CaO—MgO— SiO_2 rendszernek 5 vegyülete van.

1. Monticellit $\text{CaO} \cdot \text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$
2. Diopsid $\text{CaO} \cdot \text{MgO} \cdot 2\text{SiO}_2$
3. Akermanit $2\text{CaO} \cdot \text{MgO} \cdot 2\text{SiO}_2$
4. Merwinit $3\text{CaO} \cdot \text{MgO} \cdot 2\text{SiO}_2$
5. vegyület $5\text{CaO} \cdot 2\text{MgO} \cdot 6\text{SiO}_2$

Monticellit $\text{CaO} \cdot \text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$.

Összetétele: 35,8% CaO, 25,8% MgO, 38,4% SiO_2 .

A monticellit rombos rendszerben kristályosodik. Fajsúlya 3,11—3,27. Inkongruens olvadáspontja kb. 1500 °C. Szerkezete az olivin kristályszerkezetének megfelelő és felfogható egy olyan olivinként, melynél a Fe-t a CaO helyettesíti. Így a monticellit Ca-olivinnek tekinthetjük. Ennek a szerkezetnek a következménye, hogy talkumos, illetve szerpentinés stabilizálásnál túl-adagolás esetén nem mindig dikalciumszilikát, hanem monticellit keletkezik. A monticellit a forsterit 10% mennyiségig szilárd oldat formájában felveszi, ezzel szemben fontos körülmény a dolomitstabilizálás szempontjából, hogy a γ -dikalciumszilikáttal, amelynek deformálódott olivinrácsa van, nem keveredik.

Diopsid, $\text{CaO} \cdot \text{MgO} \cdot 2\text{SiO}_2$.

Összetétele: 25,9% CaO, 18,6% MgO, 55,5% SiO_2 . A természetben is előfordul. A természetes diopsid fajsúlya 3,1—3,25. Monoklin kristályszerkezetű. Inkongruens olvadáspontja kb. 1391 °C. Wollastonittal ($\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$) kisebb mértékben, klinkenstatittal minden arányban keverékkristályokat alkot. A pyroxének csoportjába tartozik.

Akermanit, $2\text{CaO} \cdot \text{MgO} \cdot 2\text{SiO}_2$.

Összetétele: 41,1% CaO, 14,8% MgO, 44,1% SiO_2 . A monoklin rendszerben kristályosodik. Kongruens olvadáspontja 1458 °C. Szilárd oldatot képez az α és β wollastonittal és forsterittel.

Merwinit, $3\text{CaO} \cdot \text{MgO} \cdot 2\text{SiO}_2$.

Összetétele: 51,2% CaO, 12,3% MgO, 36,5% SiO_2 . Csak szilárd fázisú reakció útján lehet előállítani, mert disszociációs hőfoka oly alacsony, hogy a CaO—MgO— SiO_2 rendszerben az olvadékk fázisban nem tud kiválni. A β -dikalciumszilikáttal keverékkristályokat alkot.

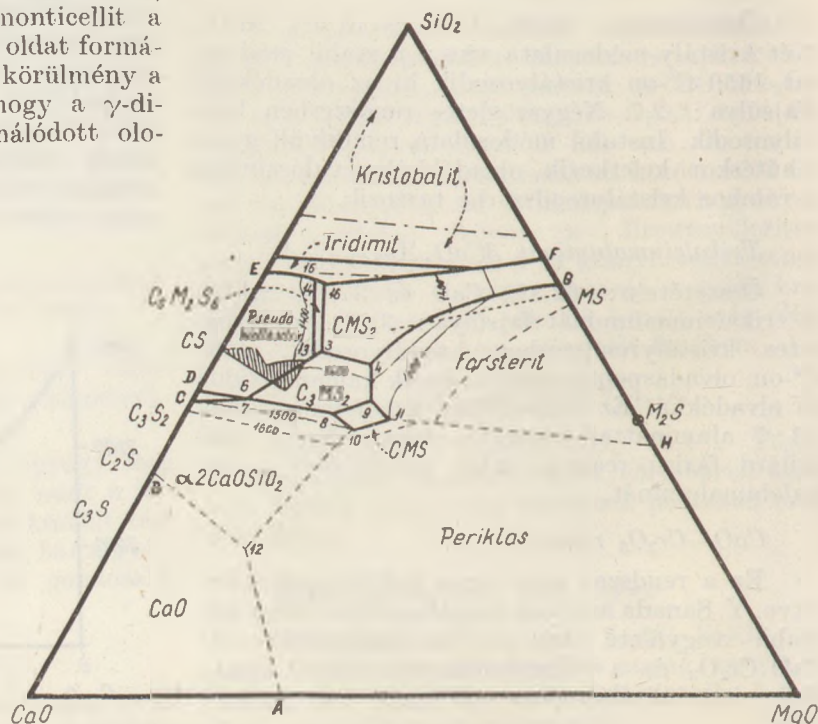
Vegyület, $5\text{CaO} \cdot 2\text{MgO} \cdot 6\text{SiO}_2$.

Összetétele: 38,9% CaO, 11,2% MgO, 49,9% SiO_2 . Inkongruens olvadáspontja 1300 °C felett van. Keverékkristályokat képez mind az akermanittal, mind az α és β wollastonittal.

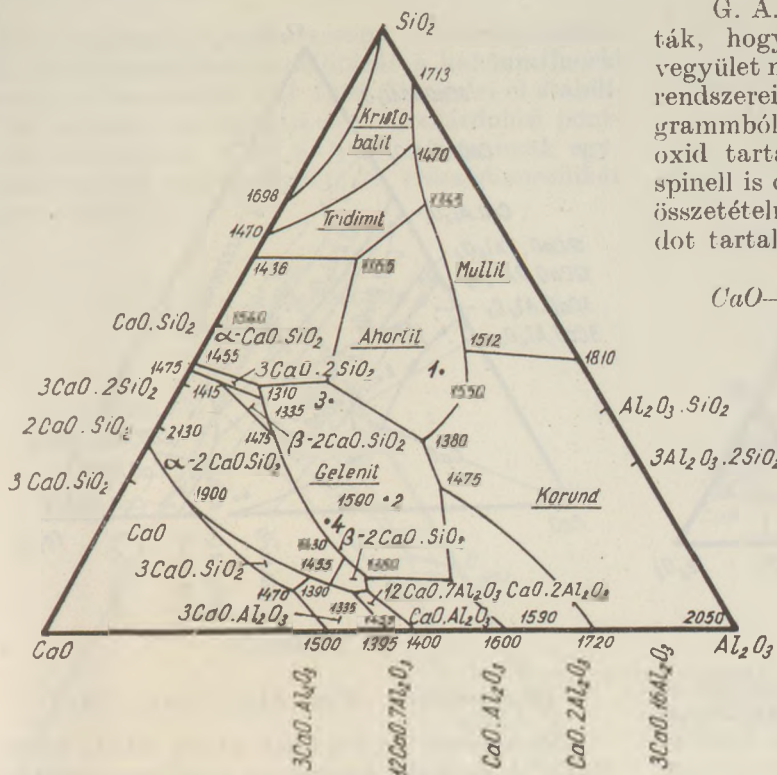
Fontos körülmény, hogy a CaO-dús olvadékokból sohasem magnéziumszilikát, hanem csak periklas válik ki. Ez fordul elő a dolomittéglagyártás esetében is.

CaO— Al_2O_3 — SiO_2 rendszer.

Ennek a rendszernek a dolomittéglagyártásnál az alumíniumoxid káros hatásának szempontjából van fontossága, ugyanis ha a trikálciumszilikát alumíniumoxidot abszorbeál, ez az olvadáspont gyors csökkenését vonja maga után. Ezért a dolomittégla és samottégla 1300 °C feletti hőmérsékleten való tartós érintkezése veszélyes a falazat tartósságára. Ugyancsak fontos, hogy a nyersanyagokban az alumíniumoxid-tartalmat a minimumra kell csökkenteni.



14. ábra.



15. ábra.

A rendszernek 4 fontos vegyülete van:

1. Anortit $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$
2. Gehlenit $2\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$
3. Grossular $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SiO}_2$
4. vegyület $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$

Anortit, $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$.

Összetétele: 20,2% CaO, 36,6% Al_2O_3 , 43,2% SiO_2 . Az anortit kongruensen olvad 1550 °C-on. Triklin rendszerben kristályosodik.

Gehlenit, $2\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$.

Összetétele: 40,9% CaO, 37,2% Al_2O_3 , 21,9% SiO_2 . Kongruens olvadáspontja 1590 °C. Fajsúlya: 3,038. A tetragonális rendszerben kristályosodik, tiszta, üvegszerűen átlátszó darabokban.

Grossular, $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SiO}_2$.

Összetétele: 37,4% CaO, 22,6% Al_2O_3 , 40,0% SiO_2 . Fajsúlya: 3,4—3,6. A természetben is előfordul, mint a szabályos rendszerben kristályosodó gránát. Az ásvány 1125—1150 °C-on szétesés közben olvad meg.

$3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$ vegyület.

Összetétele: 50,9% CaO, 30,9% Al_2O_3 , 18,2% SiO_2 . 1335 °C-on szétesik dikalciumszilikáttá és monokalciumalumináttá. Tartósabb hevítés hatására üveggé olvad össze 1335 °C alatt.

Látható, hogy az összes vegyület olvadáspontja 1590 °C alatt van, ami megmagyarázza az alumíniumoxid káros hatását a dolomittéglában.

$\text{CaO}-\text{MgO}-\text{Al}_2\text{O}_3$ rendszer.

Ebben a rendszerben ismét csak az alumíniumoxid káros hatása mutatkozik. Látható, hogy az Al_2O_3 még a tiszta égetett dolomit esetében is elősegíti az olvadást.

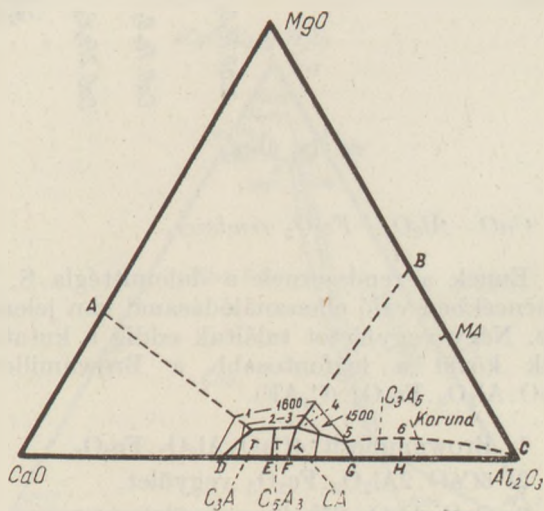
G. A. Rankin és H. E. Merwin megállapították, hogy ebben a rendszerben háromalkotós vegyület nincs, és ezért a komponensek kétalkotós rendszereinek viszonyai a döntők. A fázisdiagramból látható, hogy csak alacsony kalciumoxid tartalmú olvadékból válhat ki spinell, és spinell is csak akkor keletkezhet, ha a $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ összetételnek megfelelőnél kevesebb kalciumoxidot tartalmaz a keverék.

$\text{CaO}-\text{MgO}-\text{Fe}_2\text{O}_3$ rendszer.

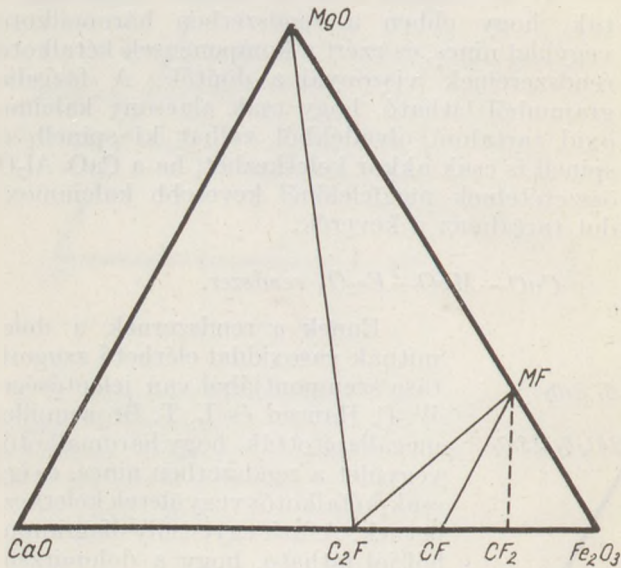
Ennek a rendszernek a dolomitnak vasoxiddal elérhető zsugorítása szempontjából van jelentősége. W. C. Hansen és L. T. Brownmiller megállapították, hogy háromalkotós vegyület a rendszerben nincs, és így csak kétalkotós vegyületek keletkezhetnek. A fázis egyensúly diagrammából jól látható, hogy a dolomitzsugorításnál vasoxid-adagolás esetén csak dikalciumferrit keletkezik. A vasoxid-tartalomnak a dikalciumferrit összetétel fölé való emelése már magnéziaferrit kiválást idéz elő, egyúttal az igen alacsony olvadáspontú monokalciumferrit keletkezik és a lágyuláspont erősen csökken. Ebből is látható, hogy csak kevés vasoxid adalékkal szabad dolgozni félstabil dolomittéglák gyártásánál.

$\text{CaO}-\text{Fe}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ rendszer.

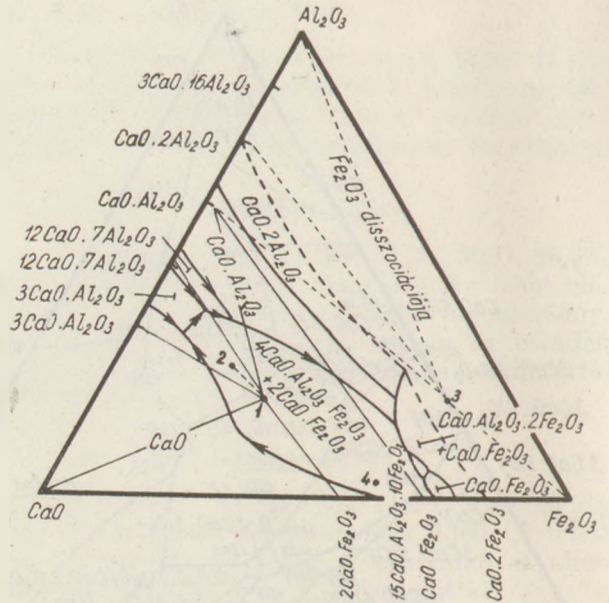
Ez a rendszer csak annyiban érdekes, hogy mézs, kovasav, vasoxid háromalkotós vegyülete a dolomitkeverékben nemigen fordul elő. A természetben előfordul egy kalciumvasgránát, amelynek összetétele $3\text{CaO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SiO}_2$, ezt a vegyületet azonban olvadékból még nem sikerült előállítani. A rendszer még nincs teljesen kidolgozva. A keletkező vegyületek alacsony olvadáspontúak, hígfolyósak és könnyen kristályosodnak.



16. ábra.

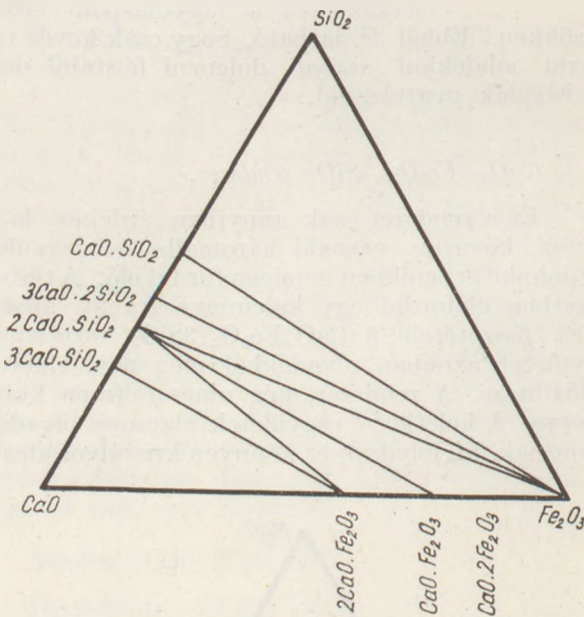


17. ábra.



19. ábra.

A. Sitz megállapítása szerint a legalacsonyabb olvadáspontja 1100° -nál a $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 - \text{SiO}_2 - \text{Fe}_2\text{O}_3$ eutektikumnak van.



18. ábra.

$\text{CaO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{Fe}_2\text{O}_3$ rendszer.

Ennek a rendszernek a dolomittégla S. M. kemencékben való felhasználásánál van jelentősége. Négy vegyületet találtak eddig a kutatók. Ezek közül a legfontosabb a Brownmillerit, $4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot (\text{C}_4\text{AF})$.

1. Brownmillerit $4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$,
2. $6\text{CaO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ vegyület,
3. $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{Fe}_2\text{O}_3$ vegyület,
4. $15\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 10\text{Fe}_2\text{O}_3$ vegyület.

Brownmillerit, $4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$, C_4AF .

Összetétele 46,1% CaO , 21,0% Al_2O_3 , 32,9% Fe_2O_3 . A vegyület kongruens olvadáspontja 1415°C . Fajsúly 3,77. Színe vörösesbarna. A dikalciumferrit szilárd oldatot képez, a S. M. kemencéknél ebben a formában jelentkezik. A dolomittéglasalak és a bázikus S. M. kemencék alján keletkező lerakódás egyik előforduló fázisa. A brownmillerit kristályrácsa igen stabil. Trikálciumaluminát és dikalciumferrit keverékét hevítve brownmillerit keletkezik, és CaO hasad le. Ennek a kémiai reakciónak a dolomit stabilizálásánál van jelentősége.

$6\text{CaO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ vegyület.

Összetétele: 48,1% CaO , 29,1% Al_2O_3 , 22,8% Fe_2O_3 . Pontos adatai és fizikai tulajdonságai még nem ismertek. Olvadáspontja 1400°C körül van és optikai tulajdonságai feltételezhetően a brownmillerithez nagyon hasonlóak.

$\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{Fe}_2\text{O}_3$ vegyület.

Összetétele: 11,7% CaO , 21,4% Al_2O_3 , 66,9% Fe_2O_3 . Inkongruens olvadáspontja kb. 1400°C -on van. A dikalciumferrit minden arányban szilárd oldatot képez. Csekély mértékben képez keverék-kristályokat, mert magasabb hőfokon a vasoxidnak az oxigén leadása megindul.

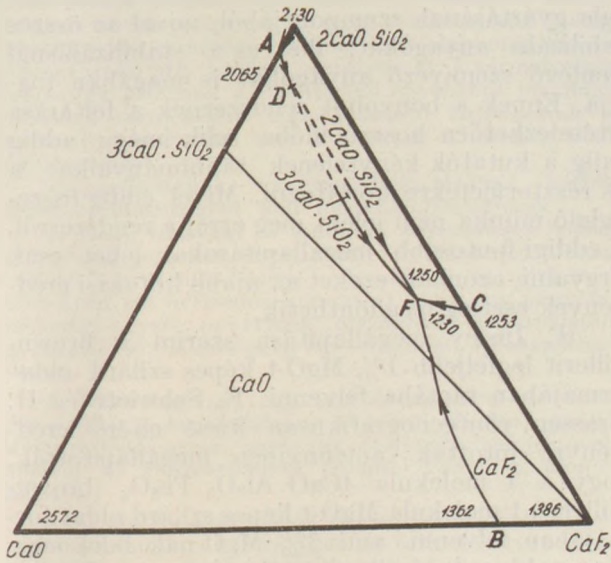
$15\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 10\text{Fe}_2\text{O}_3$ vegyület.

Összetétele: 33,1% CaO , 4,0% Al_2O_3 , 62,9% Fe_2O_3 . Ezt a vegyületet eddig csak Tavasci írta le és megállapította, hogy stabilitása 1200°C körül van. A kristályok vörös színűek.

$\text{CaO} - \text{SiO}_2 - \text{CaF}_2$ rendszer.

Janecke vizsgálta ki a $\text{CaO} - 2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 - \text{CaF}_2$ rendszert teljesen. A rendszernek a dolomittéglyártásnál a kalciumfluoridnak a trikálciumszilikátra gyakorolt hatásával kapcsolatban a félstabil dolomittégla gyártásánál van jelentősége.

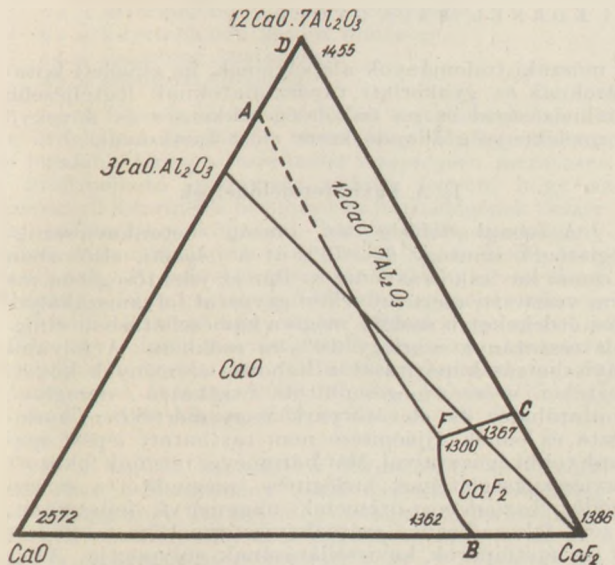
Az olvadékok igen alacsony olvadáspontúak. A trikálciumszilikát stabilitását a kalciumfluorid csökkenti és ezáltal már 1250 C°-nál éri el stabilitási határát. Az eutektikus megszilárdulási pontban csak a CaO, 2CaO.SiO₂ és CaF₂ vannak egymás mellett egyensúlyban, és trikálciumszilikát nem válhat ki.



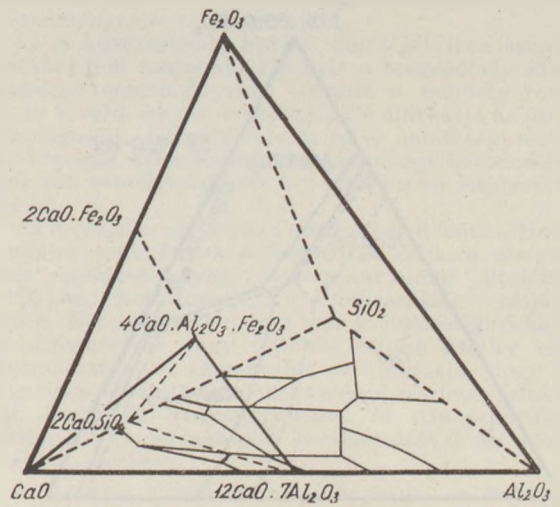
20. ábra.

CaO—Al₂O₃—CaF₂ rendszer.

W. Eitel vizsgálta ennek a rendszernek a CaO—12CaO.7Al₂O₃—CaF₂ tartományát részletesen. A rendszernek a stabilizált dolomittégla gyártásánál különösebb jelentősége nincs. A félstabil dolomittégla gyártásánál egyes esetekben jön csak tekintetbe. Látható, hogy az összes olvadékok alacsony olvadáspontúak. Megállapítható, hogy csekély kalciumfluorid-tartalom esetében a trikálciumaluminát nem létezhet, mert olvadáspontja alatt szétesik.



21. ábra.



22. ábra.

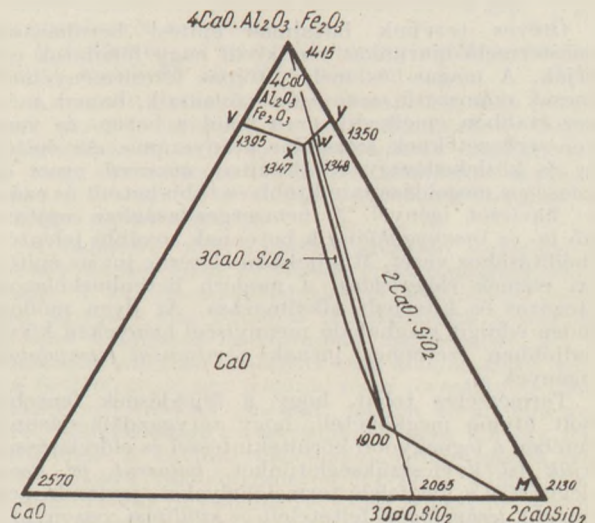
3. Négyalkotós rendszerek

CaO—Al₂O₃—Fe₂O₃—SiO₂ rendszer.

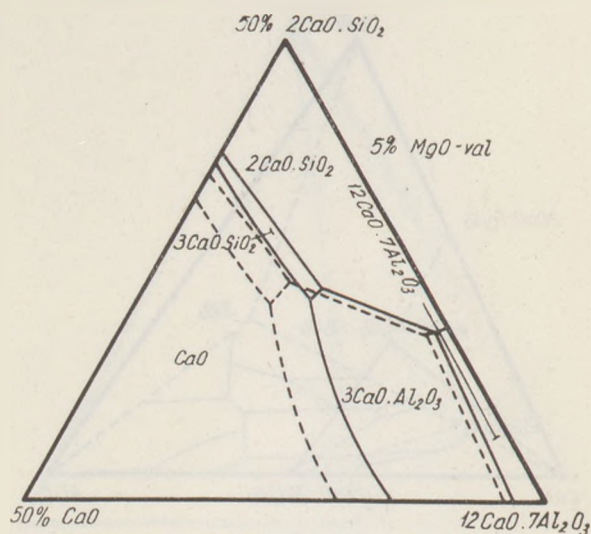
Ennek a rendszernek a cementgyártásra vonatkozó részét Lea és Parker elég alaposan tanulmányozták. A dolomittégla gyártásnál szükséges terület kidolgozása azonban még hiányos.

Több rész-rendszert vizsgáltak, így a 2CaO.SiO₂—12/7 kalciumaluminát-tetrakalciumaluminátferrit és a CaO—2CaO.SiO₂—4CaO.Al₂O₃.Fe₂O₃ rendszert.

Ez utóbbi rendszernek van jelentősége a dolomittégla gyártásnál. Három fontos eutektikum van a rendszerben: az M pont 2065 C°-on, Y pont 1295 C°-on és V pont 1350 C°-on. A trikálciumszilikát kiválásának területe teljesen hasonló a Rankin diagramméhoz és csökken a trikálciumszilikát stabilitásának a határa is, mert az alsó határ 1250 C°-ról 1347, illetve 1348 C°-ra emelkedett. Látható ebből is, hogy a szennyező anyagokat (alumíniumoxid, vasoxid) kerülni kell a dolomit stabilizálásánál, mert a trikálciumszilikát stabilitási határát jelentősen csökkenthetik.



23. ábra.



24. ábra.

$CaO-MgO-Al_2O_3-SiO_2$ rendszer.

Számos kutató dolgozott már ezen a rendszeren, de teljes feltárása még nincs befejezve. Hansen állapította meg, hogy a $2CaO.SiO_2-MgO-12CaO.7Al_2O_3$ rendszerben a dikalcium-szilikát a magnéziumoxidot nem veszi fel, mint azt előző kutatók állították, sőt a keletkező vegyületek sem. McMurdie és H. Insley a cementgyártás szempontjából vizsgálták a $CaO-2CaO.SiO_2-12CaO.7Al_2O_3$ rendszert 5% MgO jelenlétében. Mint az ábrán látható, a megfelelő területek eltolódnak az alacsonyabb hőfokhatárok felé a magnéziamentes keverékekkel szemben. A tri-kalciumszilikát kiválási területe is csökken. Sajnos, a dolomitgyártásnál ennél magasabb magnézium-

oxid tartalom van, azonban ez a terület még nincs kiderítve, de valószínűleg további eltolódások várhatók.

4. Otalkotós rendszerek

$CaO-MgO-Al_2O_3-Fe_2O_3-SiO_2$ rendszer.

Ez a rendszer volna a legfontosabb a dolomit-tégla gyártásának szempontjából, mivel az összes stabilizáló anyagokat, illetve a stabilizálásnál jelenlévő szennyező anyagokat is magában foglalja. Ennek a bonyolult rendszernek a feltárása feltételezhetően hosszú időbe telik még; addig pedig a kutatók kénytelenek tanulmányaikat a kis részterületekre korlátozni. Mivel eddig összefoglaló munka nem jelent meg erről a rendszerről, az eddigi fontosabb megállapításokat lehet csak tárgyalni, azonban ezeket az újabb kutatási eredmények esetleg megdönthetik.

H. Insley megállapítása szerint a brown-millerit legfeljebb 1% MgO-t képes szilárd oldat formájában rácsába felvenni. E. Schwiete és H. Strassen röntgenografikusan kissé eltérő eredményre jutottak, amennyiben megállapították, hogy a 4 molekula $4CaO.Al_2O_3.Fe_2O_3$ (brown-millerit) 1 molekula MgO-t képes szilárd oldat formájában felvenni, ami 2% MgO-nak felel meg. Ugyanakkor megállapították, hogy a brown-millerit barna színe a feloldott magnéziumoxid hatására zöldesfeketére változik. M. A. Swayze megállapítása szerint a $3CaO.SiO_2-2CaO.SiO_2-3CaO.Al_2O_3-6CaO.2Al_2O_3.Fe_2O_3$ rendszerben 5% MgO jelenlétében csak tri-kalciumaluminát, dikalciumszilikát és olvadék volt található ott, ahol a $6CaO.2Al_2O_3.Fe_2O_3$ -nak kellett volna jelentkezni.

(Folytatjuk.)

A kavicsbányaipar korszerű feladatai

SPATKÓCZKY LAJOS, SOMOGYI KORNÉL BÁCS GYÖRGY

Ötéves tervünk hatalmas építési beruházásai kavicstermelő iparunkat rendkívül nagy feladatok elé állítják. A magas- és mélyépítőipar létesítményeinek nemcsak számszerű mennyisége növekszik, hanem még fokozottabban emelkedik ezen belül a beton- és vasbetonszerkezeteknek százalékos arányszáma. Az építőipar és közlekedésügy feladatainak korszerű, gyors és gazdaságos megoldása mind több és több betont és ezáltal: kavicsot igényel. A nemzetgazdaságban mutatók között a *ja- és vasanyaghiány* a betonnak további jelentős térhódításához vezet. Mindjobban előtérbe jut az építőipari elemek *előgyártása*, a modern betonburkolatok változatos és kiterjedt alkalmazása. Az ilyen módon minden eddigit meghaladó mennyiségi igényeken kívül mindjobban szerephez jutnak a *minőségi szempontok* és igények is.

Természetes tehát, hogy a fejlődésnek fentebb vázolt üteme megköveteli, hogy tervgazdálkodásunk keretében a legnagyobb körültekintéssel és előrelátással mérjük fel kavicsszükségletünket, *kutassuk fel* ezek kielégítésére a megfelelő termelőhelyeket, *javítsuk meg* üzeink *technológiai* feltételeit és *szállítási* viszonyait.

Általában: dolgozzunk ki és valósítsunk meg kavicsgazdálkodásunk terén egy részletes programot

a műszaki tudományok alapelveinek, az elméleti kutatásoknak és gyakorlati tapasztalatoknak legteljesebb kiaknázásával és az önköltségsökkentés és növekvő termelékenység állandó szem előtt tartásával.

I. A kavicstermelőhelyek

A felszabadulásig az ország betonkavicsszükségletének mintegy 65–70%-át a *folyami*, elsősorban a dunai kavicskotrás fedezte. Bár ez jelentőségében ma sem veszített, mert művelése egyúttal folyamatszabályozási érdekeket is szolgál, mégis a kavicsellátásban elfoglalt részaránya mintegy 40%-ra csökkent. A folyami kavicskotrás kapacitását a háborús események következtében erősen megesonkított úszókotró-, dereglye-, vontatóhajó- és elevátorpark nagy mértékben korlátozta, és ennek újjáépítése nem tarthatott lépést iparunk többi ágazataival. Már hároméves tervünk fokozott kavicsszükségleteinek kielégítése megindította *száraz- (gödör) kavicsbánya*-üzemeink nagymérvű fejlesztését. Azóta fokozatosan a szárazkavicstermelésre terelődött át az építőiparok kavicsellátásának súlypontja. Az is hozzájárult ehhez, hogy a dumakavics egykor ideálisan jó szemszerkezete a mederviszonyok megváltozása

folytán erősen romlott. Főleg a kb. Szobtól lefelé terjedő Duna-szakaszon, túlságosan magas homoktartalma miatt, eredeti összetételében minőségi adalékanyagként már nem használható.

Az iparszerűen üzemeltetett szárazkavicsbányák termelvényei túlnyomórészt szintén vízből — a talajvíz szintje alól — kerülnek ki, és így tisztaság szempontjából megközelítik, a szemszerkezet jósağı szempontjából pedig általában felülmúlják a folyami kavicsokat. Szabványaink, tervezési és építési előírásaink — sajnalatos módon mégis elég gyakran — eredetük szerint (folyami v. bányakavics), és nem rendeltetésük szerint (betonkavics, minőségi betonkavics, alapbeton-kavics, útfenntartási stb. kavics) osztályozzák a termelvényeket, és így kizárják a szállításhól egyébként megfelelő minőségű termékeket. Ármegállítói hatásáink és értékesítési szerveink sem tanúsítják e téren a kellő rugalmasságot.

Népgazdaságunk kavicsgazdálkodásában kétféle típusú termelőüzemet kell megkülönböztetnünk:

1. Nagy termelési és szállítási kapacitással rendelkező, erősen gépesített üzem, mely folyamatosan (évszakoktól függetlenül három műszakban) és állandóan (több éven, sőt évtizeden keresztül) képes egy nagyobb gazdasági egység (iparvidék, országrész) szükségleteit egyöntetű jó minőségben és többféle választékban fedezni.

2. Kizárólag egy vagy egymáshoz közel tervezett több építkezés kiszolgálására létesített alkalmi, önálló kavicstermelő üzem, mely az építkezés befejeztével, gépeivel és felszerelésével tovább vonul („vándorbánya”).

Akár egyik, akár másik típusú termelőhelyet kell megvalósítanunk, akár teljesen új termelőhelyet kívánunk nyitni, meglévő termelőhelyet bővíteni vagy egy felhagyottat újból üzembe helyezni, feltétlenül szakítanunk kell a bányakavics kitermelésének kisipari módszereivel, amely magas önköltségeivel tervgazdálkodásunkban meg nem engedhető. Magas- és mélyépítőipari vállalatok néha túlzottan élnek a 3/1951. N. T. sz. határozatban adott felhatalmazással, amely lehetővé teszi munkahelyeik közelében kavicstermelőhelyek nyitását. Az ilyen helyeken legtöbbször esetben szakszerűtlenül folyó bányaművelésnek legsúlyosabb következménye, hogy évről évre nagyobb területek vesznek el a mezőgazdasági művelés, de a további bányaművelés számára is, mert az eltávolított fedőréteg visszakerül a bányaudvarba, és azt elszennyezi. Legtöbbször a szándékolt önköltségesökkentés sem következik be. A szokatlanul magas tényleges önköltségek rendszeren az építkezés általános (rezsi), különféle, szállítási stb. költségtételeiben bújnak meg.

A kavicstermelőhely kiválasztásában az alábbi négy szempont döntő:

- a) a kitermelendő kavics mennyisége,
- b) a kitermelendő kavics minősége,
- c) a fedőréteg vastagsága,
- d) a szállítási távolság.

a) A fenti 1. típusú üzemeket a gazdaságos termelés érdekében kívánatos minél nagyobb kapacitásra, de legalább bizonyos minimális nagyságra méretezni. A kitermelhető mennyiség akkora legyen, hogy az üzemszerű kitermelés beruházásai (termelőgépek beszerzése és járulékos költségei, bányanyitás, iparvágány-építés, villamosítás stb.) a terület kimerüléséig megtérüljenek. Hozzávetőlegesen 4—5000 m² területen átlagos 8—10 m vastagságú kavicsréteg, tehát mintegy 4—5 millió laza m³ bányakincs adható meg mint alsó határ egy olyan kavicstermelő nagyüzem számára, amelynek termelési és szállítási kapacitása évi 200 munkanapon át napi 2000 m³ (kb. 200 vasúti kocsi), és amely ilyen kihasználás mellett 8—10 évig üzemképes.

A 2. típusú üzennél a termelőhely kiterjedése elsősorban a létesítmény összes tervezett kavicsszükségletének függvénye. Itt is a rétegvastagság teljes kiaknázására kell törekednünk, nem engedhető meg tehát az a nagyon elharapózott gyakorlat, hogy — gépesítés hiányában — csak a felső, talajvízszint feletti kavicsréteg

kitermelése folyik, amely minőségileg is rosszabb anyagot eredményez és területigényes.

b) A kitermelendő kavics minőségét igen szigorú mértékkel kell mérnünk. Ha már a termelőhely kiválasztásánál engedményeket teszünk a minőség rovására, ez később súlyos nehézségek elé állíthatja az üzem technológusait, felboríthatja az egész önköltségi tervezést, tömeges kifogásolásokhoz, minőségi kötbérekhez vezet, sőt veszélyeztetheti a termelőüzem létjogosultságát is.

Az anyagnak elsősorban tisztának kell lennie. Hazai és szovjet szabványok a betonozás céljaira szolgáló kavics együttes agyag- és iszaptartalmát általában 3—6%-ban korlátozzák, a felhasználás céljától függően. Ezt a követelményt már ki nem elégítő kavicsok útfenntartás vagy feltöltés céljára esetleg még felhasználhatók. A tapasztalat azt mutatja, hogy az anyag tisztasága a termelőhely eléggé részletes feltárásával, tervszerű bányaműveléssel és (szárazportörös rakodásnál) az agyagrögök leválasztásával az előirt mértékben elérhető.

A minőség másik fontos jellemzője: a szemszerkezet. Ha a betonkavicsot eredeti állapotában, rostálás, keverés, javítás nélkül akarnánk felhasználni, akkor szemszerkezetének ki kellene elégítenie valamely elméleti szemszerkezeti függvény (Bolomey-, Fuller- stb. görbe) értékeit, vagy a különböző beton- és vasbetonszerkezetekre megállapított szabványok kisebb-nagyobb türeseit.

Sajnos, hazai természetes előfordulású kavicsaink nem elégítik ki ezeket a feltételeket. Szárazkavicsbányáink is túlságosan homokdús anyagot szolgáltatnak. Az 5 mm-ig terjedő szemnagyság a fenti 33% helyett általában 45—50%, és ami a beton minősége és a kötőanyag gazdaságos kihasználása szempontjából még károsabb: az 1,0 mm-ig terjedő szemnagyság nem 15%, hanem olykor eléri a 30%, sőt 40%-ot is. Ennek megfelelően hiány mutatkozik az összes 5 mm-en felüli választékokban.

Ha tehát ideális szemszerkezeti kavicstermelőhelyet megnyitni csak a legtrikább esetben tudunk is, azt feltétlenül szem előtt kell tartanunk, hogy a termelt kavics az érvényben lévő szabványok és építési előírások szemszerkezeti határai közé essen, és esetleg rostálással vagy hozzáadagolással könnyen javítható legyen. Mivel pedig általában egy-egy termelőhelyen belül sem egyöntetű a szemszerkezet, arra kell törekedni, hogy szükség esetén a nagyon eltérő szemszerkezeti termelési szakaszok külön-külön legyenek művelhetők.

c) A termelőhely megválasztásánál vagy kibővítésénél fontos szempont a fedőréteg (meddő) vastagsága, amelyet el kell távolítanunk, hogy az értékesíthető kavicsanyaghoz hozzájuthassunk. Nemesak azért, mert ennek költsége a termelvény minden egyes m³-ét folyamatosan terheli, hanem azért is, mert elszállítása és elhelyezése külön jelentős járműparkot és gépi vagy kézi munkaerőt tart lekötve.

A fedőréteg a kitermelhető kavicsréteg vastagságának legfeljebb 20—25%-a legyen.

A fedőréteg elhelyezésének gravitációs, vagy a korszerű szovjet technikában már alkalmazott hidromechanizációs úton való végrehajtását akadályozza az, hogy kavicstermelőhelyeink általában lapályos területen fekszenek, és mindkét eljáráshoz hiányzik a szükséges esési magasság.

A fedőréteg eltávolításával szorosan összefügg a fedőréteg okszerű felhasználásának, értékesítésének problémája. A kavicstermelőhelyeinkről eltávolított fedőréteg egyrésze már eddig is felhasználásra került az építőipar különböző szektoraiiban feltöltésként. Ez a felhasználás azonban többnyire csak alkalmsszerű volt, és a fedőrétegek egy jelentős része (országosan több száz ezer m³) valóban „meddő” módon került elhelyezésre. Népgazdasági tervezésünknek igen komoly feladata lenne a kavicstermelőhelyek fedőrétegeinek feltöltési célokra való folyamatos, tervszerű felhasználását megtervezni, figyelembe véve még a felső 30—40 cm vastag televény rétegek mezőgazdasági talajjavításra való kiaknázását is.

d) Mint minden — értékehez viszonyítva — terjedelmes árunak, így a kavicsnak szállítása is a termelés-sel egyenrangú jelentőségű szervezési és pénzügyi problémát jelent. Korszerű nagykapacitású kavics-termelő üzemben a termelésköz (vagy: osztályozó) által a vasúti kocsikba rakott anyag átrakás nélkül jut el a beépítés helyére. E szállítási folyamat megrövidítésére kell törekednünk. A belső szállítás távolságának csökkentése többnyire iparvágánytervezési problémává zsugorodik össze. Rendszerint vastagabb vagy kevésbé vastag fedőréteg eltávolításának nagyobb vagy kisebb költségei állnak szemben egy kisebb vagy nagyobb belső szállítási költségtényezővel. Tájékoztatóul szolgáljon, hogy a kavicsréteg és fedőréteg vastagságának fentebb már érintett aránya esetén 1 km belső többletszállítás kb. 20—25 cm, 1% többlet-melkedés pedig kb. 8—10 cm lefedési többletvastagsággal egyenértékű.

A külső szállítás távolságának megrövidítése a kavics-termelőipar kereteit meghaladó probléma. A vasúti szállítás mellett a vízi és közúti szállítás figyelembevétele, ennek alapján az ország körzetekre való bontása, és végül az önellátó munkahelyek („vándorbányák”) megszervezése vezet a külső szállítási költségek minimalizálásához.

A kavics-termelőhelyekkel szemben támasztott igények ismeretében az új, létesítendő üzemek helyét *próbatúrásokkal* kell felderíteni. A megindulásnál régebbi írásbeli vagy szóbeli adatokra támaszkodhatunk. Az erre vonatkozó nyilvántartások, sajnos, nagyon hézagosak. A Földtani Intézet újabb rendszeres kutatása nem annyira a kavicsra, mint inkább ivóvíznyerésre vonatkozik.

A módszeres kavicsanyagkutatásnak a fenti 1. a)–c) pontok értelmében célszerűen *két lépésben* kell történnie. Első lépésben a talaj — könnyen szállítható kézi fúróberendezéssel — csak oly mélységig tárandó fel, hogy betekintést kapjunk a fedőréteg vastagságára, az alatta levő kavics minőségére és a talajvízszint mélységére. Második lépésben a kutató fúrásokat — megfelelően nagyobb berendezéssel — olyan mélységig folytatjuk, ameddig a kavicsréteg vagy a kitermelés határa terjed.

A kavicsanyagkutatásnak azonban a termelőhely feltárásával nem szabad véget érnie, hanem folytatódnia kell a termelés és terjeszkedés egész folyamata alatt. Országos vonatkozásban pedig *kavicsanyagkataszter* összeállítását kell eredményeznie, mely tartalmazza a lelőhelyek felsorolását és fontosabb jellemzőit.

II. Tervezés a kavicsbányaiparban

A fentiek kapcsán láttuk, hogy a népgazdasági tervezésnél rendkívül fontos a kavics-igényeknek *területi vonatkozásban* való ismerete. A népgazdasági tervezésnek azonban ezenkívül ki kell terjeszkednie a tervévek során felhasználásra kerülő *kavics mennyiségének* megállapítására, ezen belül — a minőségi beton előállítás szempontjából annyira jelentős — *felhasználási cél (rendeltetés)* szerinti bontásra, végül a termelés és szállítás *időbeli ütemezésére*. Ebbe a tervezési munkába be kell vonni a kavicsipar másodlagos termelvényeit (építési homok, gyöngykavics, pályakavics, öntődei homok, alomhomok, mozdony-szóróhomok stb.), amely ilyen módon átnyúlik a közlekedés és nehézipar területeire is.

Sajnos, e téren az elmúlt tervévekben még nagyfokú hiányosságokról számolhatunk be. A kavics-termelési ipar tervszámai a felhasználó ipar beruházási keretszámain épültek fel, minden közelebbi bontás nélkül. Bár azok a kulcsszámok, amelyek képet adnak, hogy különböző jellegű beruházások (pl. ipari építkezés, lakótelep, vízépítés, útburkolat stb.) 1 millió Ft beruházási összegére hány m³ kavics esik, már többé-kevésbé kialakultak, de hiányzott — vagy ahol szóróványosan meg is volt, nem lett figyelembe véve — hogy egy-egy tárca vagy iparág keretében a beruházások összege hogyan oszlik meg a kavicsigény jellege szerint változó beruházások közt.

A helyes időbeli ütemezést akadályozták az építési részlettervek elkészítéséig, jóváhagyásáig és a hitelkeretek megnyitásáig eltelt hosszú időközök, amelyekben belül a kivitelező vállalatok vonakodtak intézkedni a kavics megrendelésére, leszállítására, sőt a kiutalások megszerzésére is. Egy-egy hitelnyitás után aztán megrohanták a kavics-termelő vállalatokat diszpozícióikkal és nyomban sürgetéseikkel is.

III. A minőségi kavics

Mindeddig még nem lehetett rászorítani a kavics-termelő ipart arra, hogy a felhasználás céljának megfelelően *minőségi betonadalékanyagot* állítson elő. A legtöbb, ami ezen a téren eddig történt, az volt, hogy legnagyobb, súlyponti építkezéseink, beton-előgyártó üzemünk és kisebb építkezéseink, ahol az építészvezetőség és minőségi ellenőrzés jó munkát végzett, berendezkedtek munkahelyi kavicsosztályozásra. Ez — mivel a főös frakciók kirostálásának a hazai homokdús anyagból kell történnie, és így 1 m³ minőségi adalékanyag nyereséhez a nyers kavicsból ennek néha a többszörösére van szükség — a kitermelendő mennyiségnek további emelkedéséhez vezetett. A megoldást tehát a *kavics-termelő és osztályozó nagyjüzemek* felé vezető úton kell keresni.

A minőségi adalékanyag alkalmazásának nagy nemzetgazdasági kihatása elsősorban az elérhető cementmegtakarításban, illetve azonos cementadagolás mellett a szerkezetek méreteiben elérhető csökkentésben mutatkozik.

De nem szabad abba a tévedésbe esnünk, hogy a nagytömegű minőségi beton készítésének feltételeit kizárólag a minőségi adalékanyagokban lássuk. Hogy már eddig is nem jelentkezett parancsolólag az építési munkahelyeken az igény a minőségi kavics iránt, annak a rostálás nehézségei mellett az is oka, hogy a jelenlegi „természetes”, homokdús kavicsainkból készített betonok könnyebben bedolgozhatók, a keverési és tömörítési munka könnyebb, a felület tetszetősebb, simább, és a vonatkozó normák jobban túlteljesíthetők. Elrettentő példákat lehetett látni, hogy a könnyebb bedolgozhatóság érdekében még mesterségesen is növelték a 0–5 mm-es választék amúgyis magas százalékarányát, sőt, hogy ennek ellensúlyozására azután még rendszeresen többletcementet is hozzáadagoltak.

A cementtermelésünk mennyiségi fokozása érdekében 1951. év óta bevezetett kisebb kötőerejű heterogén (norma) cementjeink *csak minőségi adalékanyag* bedolgozásával szolgáltatják az előírt szilárdságokat. A cementiparnak ez az átállítása, noha indokolt volt, nem volt kellően előkészítve. A heterogén cementtel a betonba jelentékeny mennyiségű olyan apró szemcséjű anyag jut, amelyben adalékanyagaink amúgyis túlságosan bővelkednek. A norma-cementek intézményes bevezetése előtt az adalékanyaggyártó ipart elmulasztották megkérdezni, hogy a cementekhez előfeltételezett adalékanyagot tudja-e kellő mennyiségben és minőségben szállítani.

Tárgyilagosan meg kell állapítani azt is, hogy a betonok ellen a beruházó által támasztott minőségi kifogások nem mindig az adalékanyag minőségének rovására írhatók. A próbatetek gyenge törési eredményeit sok esetben indokoltabb a cement vagy a bedolgozás és utókezelés hiányosságára, mint a kavicsra hárítani.

Az adalékanyagokra vonatkozó *szabványok* megalkotása komoly lépést jelentett a minőségi beton felé, azonban az egyes választékok határainak megállapításában még nem tartja szem előtt a szerkezetek rendeltetését és a minőségi betonkészítés technológiáját. Másfelől a választékok kisebb rostanyíláson áteső %-os aránya általában olyan alacsonyra van megszabva, hogy az csak nagyüzemi és nedves rostalással érhető el. Előnyösen szolgálna a minőségi beton ügyét, ha a tervezői utasítások, építési előírások nemcsak a behasználandó kötőanyagok, hanem az adalékanyagok adagolását is tartalmaznák.

Ha fontosabb nagykapacitású termelőhelyeink teljesítőképességét és tényleges szemszerkezetét figye-

lembe vesszük, és ezt az országos kavicstermelésben elfoglalt 2/3 részaránya folytán érvényesnek vesszük az összes többi — munkahelyi kezelésben lévő — termelőhelyekre is, akkor összegszerűleg megkapjuk azt az évi felesleget, amely a 0—5 mm választékban, és azt a hiányt, amely a többi frakcióban mutatkozik.

Ezt a számítást az 1951. évre elvégezve azt kapjuk, hogy ha a rendelkezésre álló kitermelt mennyiséget 4 választékra szétosztva egy „közepes” szemszerkezetű betonadalékanyagot kívánánk előállítani, akkor minden m^3 minőségi kavics eléréséhez 2,46 m^3 természetes kavicsot kell átrostálnunk. Ha pedig a legkényesebb betonszerkezetekhez megkövetelt „igen jó” szemszerkezetet akarnánk az ehhez szükséges 7-féle választék előállításával elérni, úgy 1 m^3 adalékanyag átlagosan 6,2 m^3 megmozgatását tenné szükségessé. Ennek költségei (1951-es árszinten) első esetben 8,30 Ft/ m^3 -t, második esetben 20,65 Ft/ m^3 -t tesznek ki, kézíerővel számolva, és csak a legelemibb gépesítést (rázó rosták, szállítószalag) feltételezve. Bár ezek a többletköltségek is megtérülnek a minőségi beton előállításánál, az osztályozás nagyüzemi gépesített végrehajtásával még lényegesen lejjebb szoríthatók.

Arra kell tehát törekednünk, hogy a gépesített, nagykapacitású termelőhelyek legyenek *egyszerűsített minőségi kavicsot előállító üzemek is*. Ezeknek a természetes előfordulású kavicson kívül a szabványokban körülírt választékokat is folyamatosan és állandó minőségben kell majd szállítaniok, köztük a homokokat is. Helytelen lenne azonban, ha ezek az osztályozó üzemek teljes, nyers termelésüket a minőségi betonok készítéséhez szükséges választékokra szétosztva szállítanák, mert:

1. alárendeltebb minőségű betonokhoz az osztályozatlan kavics is megfelel;

2. a minőségi betonok egy jelentékeny része is előállítható osztályozatlan kavicsból, megfelelő „javító” választékok hozzáadásával;

3. némely termelőhely kavicsa csakis „javító” választékok hozzáadásával és sohasem a fölös frakciók kirostálásával válhatik minőségi adalékanyaggá. A teljes szétrostálás elve itt nagy mennyiségű fölös homok kitermeléséhez és felhalmozódásához vezetne.

Utalunk e helyütt dr. Palotás László: „A minőségi beton” c. művében a lépcsős szemszerkezetű betonokról mondottakra, továbbá Barabás Ferenc—Lázár Jenő: „A minőségi beton adalékanyagainak szemszerkezeti kérdéséhez” c. tanulmányára (Mélyépitéstudományi Szemle 1952. 11. sz.).

A minőségi adalékanyagok problémájának helyes megoldásához az anyagtermelő és felhasználó iparoknak az eddiginél sokkal szorosabb együttműködésére lesz szükség.

IV. Gépesítés

A komplex gépesítésnek — lefedés, termelés, rakodás és osztályozás gépesítésének — fontossága a kavics-termelő iparban különösen szembeszökő. A lefedő és termelő munkaeszközök (ez idő szerint általában földmunkagépek) gazdaságos kihasználása megköveteli az elszállítás és osztályozás folyamatosságát, a késztermékek tárolása pedig a minimumra korlátozandó. A nagykapacitású termelő üzemeknek osztályozó berendezésekkel való kiegészítése mellett szól még, hogy jelenlegi nagy termelőhelyeinken — mint fentebb láttuk — még egy-egy szelvényen belül is túlságosan változatos az anyag és így hosszabb időn keresztül a minőség állandósága csak osztályozással biztosítható.

Az osztályozó berendezésnek a termelő munkagépet (kotrórt) szorosan *nyomon kell követnie*. Ha a kettő egybeépítése nem is oldható meg előnyösen jelenlegi kotróberendezéseinknél, de a közöttük lévő távolság ne legyen több, mint ami egyetlen megfelelő méretű szállítószalaggal áthidalható. Ez legelőnyösebben a bányafront (meder, partél) hosszával párhuzamosan helyezendő el, és erre közvetlenül történjék az anyag kitermelése. A 10 mm-en felüli választékok szétrostálása ú. n. „száraz”, a 10 mm-en aluliaké ú. n. „nedves” eljárással történjék. Az utóbbihoz szükséges tetemes vízmennyiség a kotróüzemek természeténél fogva a helyszínen rendszerint rendelkezésre áll. Számolni kell még a 45 mm-en felüli rostamaradék gépi aprításával is, amely különösen jó minőségű, élesszemű adalékanyagot szolgáltat.

A kavicstermelés korszerű munka eszközei közt igen jelentős szerep vár az ú. n. „vonszolt puttonyos” vagy *kábelkotrókra*. Ezek nemcsak egyszerű és gazdaságos működésükkel tűnnek ki, nemcsak a legjobban beilleszthetők a nagyüzemi kavicstermelés eddigiekben vázolt technológiájába, hanem szinte korlátlan hatóságuk folytán lehetővé teszik a meriték-leírás, vonóvedres vagy markoló kotrók által csak korlátozott mélységig kiaknázott kavicssterületek teljes kihasználását. Ennek népgazdasági előnyei kézenfekvők: nem kell új termelőhelyet nyitnunk, hanem lefedés nélkül, és a rendszerint már meglévő szállító és egyéb üzemi berendezések felhasználásával hatalmas rejtett tartalékokat aknázhatunk ki.

N. A. SZIZOV

TÉLI ÉPÍTÉSI MUNKÁK

A Sztálin-díjas N. A. Szizov értékes könyvében összefoglaló képet nyújt a szovjet építéstudomány élenjáró elméleteiről. Az elmélettel párhuzamosan számítási adatokat és gyakorlati példákat közöl. A Szovjetunióban a téli építkezések terén elért eredmények és tapasztalatok mérnökök, technikusok és építésvezetők részére nélkülözhetetlen segítséget nyújt.

548 oldal

230 ábra

Ára kötve 67,— Ft

Építőipari Könyv- és Lapkiadó Vállalat

Budapest. V., Kossuth Lajos-u. 17.

KÉRJE AZ ÁLLAMI KÖNYVESBOLTOKBAN!

Építőipari Könyvesbolt Budapest. XI., Bartók Béla-út 25.

Építőanyagipari gépek teljesítményének számítási módszerei*

DR. KORÁNYI GYÖRGY

Az ötéves terv folyamán az építőanyagipar, műszaki fejlődésével párhuzamosan, az egyes üzemekben nagyszámú gépi berendezést helyezett működésbe. Minden egyes iparágának eddig alkalmazott gépparkját nagy mértékben kibővítette, ezenfelül új, Magyarországon még nem alkalmazott gépek egész sorát állította be. A régi és új gépek egyaránt jelentős segítséget nyújtanak a termelőmunkához, a terv teljesítéséhez és túl teljesítéséhez. A nagymértékű gépesítés érezhető hatását a munka körülményeinek megváltozásában és a gépekkel dolgozók technikai és kulturális színvonalának emelkedésében.

Az építőanyagiparban dolgozó műszakiak nagy örömmel fogadták a gépek beállítását, nagy lelkesedéssel foglalkoztak a gépesítés adta gyakorlati feladatokkal, és ma már, nagyrészt az ő sikeres munkájuk eredményeképpen, az iparban dolgozó gépek a kézi munkát sokszorosan meghaladó teljesítmények szolgáltatásával váltják be a hozzájuk fűzött reményeket.

Az ötéves terv végrehajtásának, többek között a gépesítésnek hatalmas gyakorlati feladatai azonban eddig nem tették lehetővé, hogy mérnökeink és technikusaink elméleti szempontból megvizsgálják azoknak a gépeknek a működését, teljesítményét, amelyekkel mindennap találkozunk, és amelyek karbantartására, teljesítményének fokozására tudásuk legjavát nyújtják.

A szovjet építőanyagipari, valamint gépészeti szakirodalom a legutóbbi időben általában a gépek, de különösen az építőanyagiparban használt gépek elméleti teljesítményvizsgálatára vonatkozólag gazdag anyagot közöl. Ennek a nem nagyon magas matematikai követelményeket támasztó szakirodalmi anyagnak a felhasználása rendkívül nagy segítséget nyújthat mérnökeinknek és technikusainknak az alább röviden felsorolt néhány munkaterületen.

A gépek szakirodalmi adatok és képletek alapján kiszámított elméleti teljesítményének, erőszükségletének a gyakorlati teljesítményekkel, erőfelhasználással való összehasonlítása sok esetben rendkívül meglepő eredményekre vezet; látványosan kielégítően működő, megfelelő teljesítményű gépekről kiderül, hogy elméleti teljesítőképeségüket egyáltalán nem érik el, attól messze elmaradnak. Ilyen esetekben a szakirodalmi adatoknak, különösen a képletek egyes tényezőinek

részletes elemzése rendszerint fényt vet a lemaradás okára, és gyakran utat is mutat a teljesítőképeség fokozásához.

A szovjet szakirodalmi adatok alapján végzett elméleti számítások működő gépegységeknél kimutatják azt is, hogy egyébként azonos teljesítményű gépek működésének jellege miben tér el. Összehasonlító adatok, mutatószámok, teljesítményi együttthatók kidolgozása értékes szempontokat szolgáltat a mérnökök és technikusok munkaversenyéhez is.

Jelen előadásomban néhány példán kívánom bemutatni a szovjet irodalmi adatok, számítási eljárások, képletek itt vázolt felhasználását.

I. Egykanalas merevkarú exkavátor teljesítményének számítása

A szovjet irodalom kétféle teljesítményt különböztet meg. A *műszaki* (konstrukciós) elméleti teljesítmény (T_m) az exkavátor folyamatos munkájának elméleti teljesítménye. Az *üzemi* elméleti teljesítmény (T_n) figyelembe veszi az exkavátor munkaidejének kihasználási tényezőjét is.

Az exkavátor műszaki teljesítménye az alábbi képlettel számítható ki:

$$T_m = 60 \cdot n \cdot q \cdot K_p \cdot K_n \cdot K_c \text{ m}^3/\text{óra}, \quad (1)$$

ahol n a munkaciklusok száma percenként,

q a kanál köbtartalma m^3 -ben,

K_p a talaj lazítási együttthatója, vagyis a talaj természetes állapotában elfoglalt térfogatának viszonya a lazított állapotban elfoglalt térfogathoz.

K_n a kanál kitöltési együttthatója.

K_c a ciklus időtartamának együttthatója, mely függ a talajellenállástól, a merítési magasságtól és az alváz elfordulási szögétől.

A képletben szereplő egyes tényezők számértékeit az 1. táblázat tartalmazza. A kanál kitöltési együttthatójára vonatkozó zárójelben szereplő értékek sztahanovista teljesítményeket jelölnek. A táblázatban feltüntetett ciklusszámok és ciklusidőtartamok arra az esetre vonatkoznak, amikor az alváz ciklusonként 100° -os fordulatot végez.

A ciklus időtartamának (K_c) együttthatója gyakorlati adatokból statisztikailag értékelhető.

Ha az exkavátor nem szabadterületről válogathat, hanem pl. vagonból vagy teherautóról rakodik, az 1. táblázatban feltüntetett munkaciklusok száma (n) 20%-kal csökkentendő.

* Az Építőanyagipari Tudományos Egyesület miskolci csoportjában 1953. június 25-én megtartott előadás.

1. táblázat

Az egykanalas exkavátor műszaki teljesítményének kiszámítására szolgáló adatok

T a l a j		A kanál köbtartalma m ³			
Agyagos	<i>n</i>	0,25	0,5	1,0	1,5
	<i>t</i>	3,6	3,3	3,0	2,6
	<i>K_p</i>	6,0	7,0	8,0	9,0
	<i>K_n</i>	0,775			
		0,85 (1,0—1,18)			
Robbantott	<i>n</i>	3,0	2,7	2,5	2,2
	<i>t</i>	9,0	10,5	12,0	13,5
	<i>K_p</i>	0,75—0,69			
	<i>K_n</i>	0,70 (0,95—1,05)			

Az üzemi elméleti teljesítményt a következő képlet segítségével lehet kiszámítani:

$$T_u = T_m \cdot K, \quad (2)$$

ahol *K* a munkaidő kihasználási együtthatója, mely függ a munkahely változtatásának időtartamától, a gépkarbantartás, üzemanyagfelvétel stb. időtartamától, tehát a rendeltetészerű munkában bekövetkező összes üzemszünetek időtartamától. Figyelemreméltó, hogy a szovjet műszaki irodalom alapján ez a kihasználási együttható 0,25—1,5 köbméteres exkavátoroknál agyagos vagy robbantott anyag rakodása esetén minimálisan 0,84, de gyakran 0,9 fölé emelkedik.

Működő exkavátoroknál a fenti számítások elvégzése és a nyert teljesítményértékek összehasonlítása az effektív teljesítménnyel hasznos szolgálatokat tehet.

II. Pofástörök teljesítményének számítása

A pofástörök teljesítményének számításánál az 1. ábra adataiból kell kiindulni. Annak a prizma-nak a térfogata, amelyet az anyag a két pofa között kitölt:

$$V = \frac{2d_1 + S}{2} \cdot h \cdot l, \quad (3)$$

Viszont:

$$h = \frac{S}{\operatorname{tg} \alpha}, \quad (4)$$

tehát:

$$V = \frac{2d_1 + S}{2} \cdot l \cdot \frac{S}{\operatorname{tg} \alpha}, \quad (5)$$

A berendezés óránkénti teljesítménye *n* fordulatszám esetén m³/órában kifejezve az alábbi képlet segítségével határozható meg:

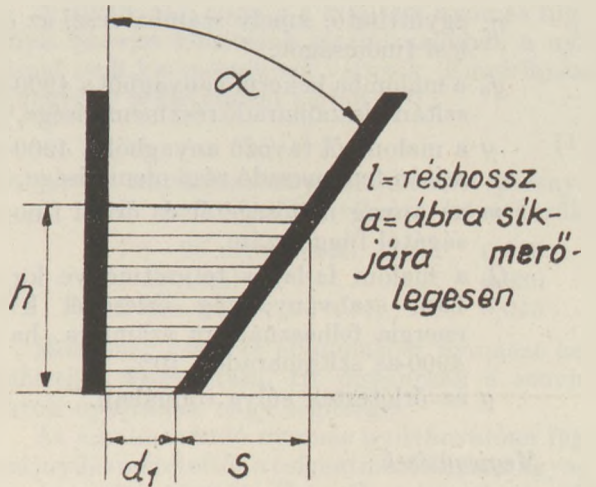
$$V = \frac{2d_1 + S}{2} \cdot l \cdot \frac{S}{\operatorname{tg} \alpha} \cdot n \varphi \cdot 60 \text{ m}^3/\text{óra}, \quad (6)$$

ahol φ az anyag Levenszon szerinti lazulási együtthatója, mely rendszerint 0,25 és 0,50 között változik.

A képletben szereplő lineáris méreteket méterben kell megadni.

A pofástörök óránkénti tonnateljesítménye a fajsúllyal történő beszorzás segítségével a fenti képletből meghatározható.

Pofástörök teljesítményének és energiaszükségletének számítására egyébként az L. B. Levenszon 1926-ban kiadott munkájában szereplő adatok jól felhasználhatók. (L. B. Levenszon: Az aprítás elmélete és pofástörökre való alkalmazása.)



1. ábra.

III. Golyósmalmok elméleti teljesítményének számítása

A cementiparban használatos többkamrás golyósmalmok elméleti teljesítményének számítására többféle módszer áll rendelkezésre.

Kind, Zsuraljev és Gordon a golyósmalmok elméleti teljesítményét a következő közelítő képlettel számítják ki:

$$Q = \frac{L D g [(10 - 35) (y - 10)]}{R} \quad (7)$$

ahol: *Q* a malom teljesítménye, t/ó,
D a malom köpenyének átmérője, m,
L a malomköpeny hossza, m,
g aprítótetek súlya tonnában,
y az őrlött anyag 4900-as szitamarádék, %,
R az anyag aprítással szembeni ellenállása, kg/cm².

Az utóbbi időben több pontosabb képlet között a szovjet Cementipari Kutató Intézet (Giprocement), adott őrlési hatásfokú malmokra vonatkozólag, Aljavgyin javaslatára a következő pontosabb képletet dolgozta ki:

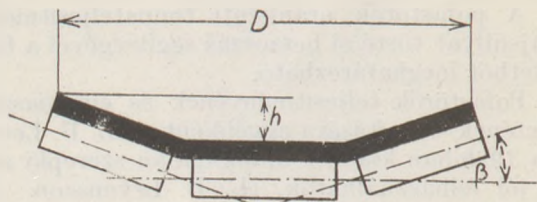
$$Q = 6.7 \sqrt[3]{V} \sqrt[3]{D \frac{g}{V}} \frac{Q_c \cdot K_m \cdot \eta_p}{1000 \sqrt[3]{\log \frac{y_0}{y}}} \quad (8)$$

ahol: *Q* a malom elméleti kapacitása adott őrlési finomságnál, t/óra,
V a malom belső térfogata, m³,
D a malom átmérője, m,
K_m az anyag őrlési ellenállása,

2. táblázat

Néhány anyag összehasonlító őrlési ellenállása

	K_m
Klinker	1,0
Különösen könnyen őrlhető klinker	1,1
Granulált kohósalak	0,8 —1,1
Kvarchomok	0,6 —0,7
Mészke és márga	0,8 —1,1
Száraz agyag	1,51—2,03



2. ábra.

η_p együttható, amely számba veszi az őrlési finomságot,

y_0 a malomba bekerülő anyagból a 4900-as szitán visszamaradó rész mennyisége, %,

y a malomból távozó anyagból a 4900-as szitán fennmaradó rész mennyisége,

m az anyag minőségétől és őrlési finomságától függő szám,

Q_c a malom fajlagos teljesítménye kg/ó-ban, szabványanyag őrlésénél kWó energia felhasználásra számítva, ha a 4900-as szitamaradék 10%,

g az őrlőtestek súlya tonnában.

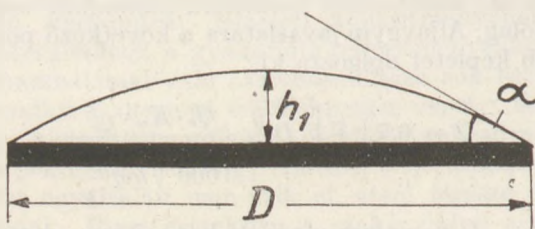
Megjegyzések :

A szilikátiparokban alkalmazott egy-, két- és háromkamrás csőmalmok esetén η_p értéke szárazőrlésnél 1. Levegőszeparációval működő szárazőrlésnél, amikor a finomőrlemény az őrlőzónából gyorsan eltávozik, értéke 1,25-re nő meg. Azokban az egy- és kétkamrás csőmalmokban, ahol a szemcsenagyság őrlés közben nem kerül differenciálásra, η_p értéke 0,9 lehet. Az m értéke általában 0,8 és 1,2 között változik. Szén őrlésénél $m = 1,25$.

Cementmalmoknál, ahol a klinker gyakorlatilag nem tartalmaz finom frakciót, a kész őrlemény pedig megközelíti a 4900-as szitafinomságot, az eredeti képlet nevezőjében lévő tényezőben $m = 1$, és a tényező maga egyszerűsítve :

$$\log \frac{100}{y}$$

A K_m tényező értéke klinker őrlése esetén 1. Általában a klinkert használják fel csőmalmok őrlési hatásfokának vizsgálatánál etalonként.* Néhány más anyag összehasonlító őrlési ellenállását a Giprocement vizsgálat alapján a 2. táblázat tünteti fel.



3. ábra.

* A forgókemenceklinker őrlhetőségének mértéke 10 %, 4900-as szitamaradék esetén 40 kg/kWó.

Q_c értéke 8 és 90 között változik. Kavicsos kvarchomok őrlésénél például száraz eljárással:

$$Q_c = 13 \text{ kg/kWó.}$$

Q_c értékére vonatkozólag a kézikönyvek megfelelő adatokat szolgáltatnak.

IV. Szalagtranszportörök teljesítményének számítása

Közönséges, egysíkban fekvő szalagtranszportör teljesítményét a következő képlettel lehet kiszámítani :

$$Q = 3600 \cdot v \cdot \left(\frac{D}{2}\right)^2 \cdot \text{tg } \alpha \tag{9}$$

ahol : Q a szalagtranszportör teljesítménye, m³/ó,
 v a szalagtranszportör sebessége, m/sec,
 D a szalagtranszportör hasznos szélessége, m,
 α a szállítandó anyag rézsűszöge.

Ha a szalagtranszportör nem egysíkú, hanem például egymáshoz szögben hajló görgőkön fekszik (1. ábra), teljesítményét a következő képlettel lehet meghatározni :

$$Q = 3600 \cdot v \cdot \left[\left(\frac{D}{2}\right)^2 \cdot \text{tg } \alpha + D \cdot h - \frac{h^2}{\text{tg } \beta} \right] \tag{10}$$

ahol : Q a szalagtranszportör teljesítménye, m³/ó,
 v a szalagtranszportör sebessége, m/sec,
 D a szalagszélesség vetülete, m,
 h a vályúszerűen elhelyezkedő szalag legnagyobb mélysége, m,
 α a szállítandó anyag rézsűszöge,
 β az oldalgörgők hajlásszöge a vízszinteshez.

A képlet csak abban az esetben használható, ha

$$\beta > \text{arc. tg } \frac{2h}{D}, \tag{11}$$

ha viszont

$$\beta = \text{arc. tg } \frac{2h}{D}, \tag{12}$$

akkor a szalagtranszportör teljesítménye a következő egyszerűsített képlet segítségével számítható ki :

$$Q = 3600 \cdot v \cdot \left[\left(\frac{D}{2}\right)^2 \text{tg } \alpha + \frac{Dh}{2} \right] \tag{13}$$

Megjegyzendő, hogy síkfelületű szállítószalagok elméleti teljesítményének kiszámítására az irodalom az alábbi képletet alkalmazza :

$$Q = 3600 \cdot v \cdot \frac{2}{3} \cdot D \cdot h_1, \tag{13a}$$

ahol h_1 az anyag rétegvastagsága a szállítószalag középvonalában. Ez a képlet annak a megfontolásnak az alapján született, hogy az anyag a szállítószalag felszínén parabolikus felszínnel helyezkedik el, és a parabolaszegmens területe a maximális kvadratikus méretek kétharmadával egyenlő.

Ez a megfontolás azonban nem helytálló a következő okok alapján. Feltéve, hogy az anyag parabolikus felszínnel helyezkedik el a szalagon (3. ábra), az elhelyezkedési hajlásszög a szalag két szélén nem lehet nagyobb, mint az anyag megfelelő nedvességtartalma és szemcsenagysága esetén érvényes rézsűszög. Ha ugyanis ennél nagyobb lenne, az anyag a szalagról legördülne. Durvaszemcsés anyagok rézsűszöge nagy; esetükben a (9) és (13a) képlet segítségével számított teljesítmények között lényeges különbség nincsen. Finomszemcsés száraz anyagok, tehát kis rézsűszög esetén azonban, ha az anyag felszínének parabolikus metszete lenne, a h_1 magasság igen kicsiny lenne; a gyakorlatban pedig nem az.

Bizonyítsuk a fenti állítást egy példával. Valamely 40 cm széles, horizontális síkban fekvő szállítószalag elméleti teljesítménye a (9) képlet szerint, ha sebessége 2 m/sec és a szállítandó anyag rézsűszöge 35° :

$$Q = 3600 \cdot 2 \cdot \frac{0,4^2}{2} \cdot \operatorname{tg} 35^\circ = 20,2 \text{ m}^3/\text{óra.}$$

Ha ellenben a teljesítményt a (13a) képlet szerint számítjuk, 35° -os hajlásszög esetén a parabola paraméteres egyenletéből számítva $h_1 = 8$ cm. Ekkor a teljesítmény:

$$Q = 3600 \cdot 2 \cdot \frac{2}{3} \cdot 0,4 \cdot 0,08 = 15,4 \text{ m}^3/\text{óra.}$$

Nyilvánvaló, hogy utóbbi teljesítmény rendkívül alacsony, és a szállítószalagra közepén 8 cm-nél vastagabb homokréteg is adagolható.

V. Vákuum-téglaprés teljesítményének számításai

A közönséges vákuum-csigaprés elméleti teljesítményét a következő képlet segítségével lehet kiszámítani:

$$Q = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) \cdot (S - \delta) \cdot (1 - \alpha) \cdot n \cdot K \cdot 60, \quad (14)$$

ahol: Q a gép elméleti teljesítménye, $\text{m}^3/\text{ó}$,
 D a csigaszárnnyak külső átmérője, m,
 d a sajtolócsiga agyának átlagos átmérője, m,
 S a csiga menettávolsága, m,
 δ a csigaszárnnyak vastagsága, m,
 n a csiga hajtótengelyének fordulatszáma perccenként,
 K együttható, amely számba veszi azt, hogy a belső fal súrlódása következtében az anyag sebessége nem egyezik meg a csigaszárnnyak sebességével ($K = 0,2 - 0,35$),
 α együttható, amely számba veszi, hogy a sajtológmunka következtében a csiga-

házba belépő anyag térfogata nagyobb, mint a szájnnyíláson kilépő anyagé.

Ha a belépő anyag térfogata V , és a szájnnyíláson kilépő ugyanazon anyag térfogata V_s , akkor

$$V - V_s = \alpha V, \quad (15)$$

azaz

$$\alpha = \frac{V - V_s}{V} \quad (16)$$

Nyilvánvaló, hogy α a kifejtett nyomás függvénye. Szovjet kutatások szerint azonban a nyomással csak kis mértékben változik. Empirikusan a függvény a következő alakot ölti:

$$\alpha = \beta p \quad (17)$$

ahol: p az anyagmasszára alkalmazott présnyomás, kg/cm^2 ; β értékei a következők:

7,5—20 atm között	0,025
3 atm-nál	0,030
2 atm-nál	0,043

Most már csak az alkalmazott nyomást kell elméletileg kiszámítani. Itt ugyancsak a szovjet adatok nyújtanak nagy segítséget.

Az alkalmazandó nyomás nyilvánvalóan függ a szájnnyílás méreteitől, a csigaátmérőtől és az agyagmassza nedvességétől. Empirikus képlet alapján ez az összefüggés Szapoznyikov szerint a következő:

$$p = K_1 \cdot K_2 \cdot (0,215 W^2 - 10,62 W + 130,5 + 10,8 D^2) \text{ kg}/\text{cm}^2, \quad (18)$$

ahol: W az agyagmassza nedvességtartalma százalékokban,

D a nyomócsigaátmérő méterben,

K_1 együttható, amely számba veszi a csiga-cső hosszát,

K_2 együttható, amely számba veszi a szájnnyílás hosszát.

Szovjet kísérletek szerint K_1 és K_2 értékeit a 3. táblázat adja meg.

K_1 és K_2 értékei a (24) képlethez		3. táblázat
Fejhossz mm-ben		K_1
150		0,878
200		0,988
250		1,0
Szájnnyíláshossz mm-ben		K_2
150		0,82
200		0,91
250		1,0

Példaképpen: Valamely 40 cm átmérőjű csiga esetén, ha az anyagnedvesség 15%, a szükséges nyomás 21,5 atm; 19% nedvesség esetén 8, 22% nedvesség esetén pedig nem egészen 3 atm.

Hasonló eljárásokkal tovább lehetne folytatni az egyes építőanyagipari gépek elméleti teljesítményének számítását. Ezekkel a számításokkal kapcsolatban fölmerül azonban néhány kérdés, amelyet általánosabban, elvi színvonalon kell megvizsgálni.

Fölvethetjük, mit nevezünk az építőanyagipari gépek kapacitásának, és milyen összefüggés van a fenti képletekkel kiszámított elméleti teljesítmény és a gépkapacitás között.

Az építőanyagipari gépek kapacitását, hasonlóan a többi iparág gépeinek kapacitásához, úgy lehet megfogalmazni, hogy az optimális körülmények között megfelel az illető gép maximális teljesítőképességének. A kapacitás fogalmának egyértelmű tisztázása alkalmával azonban kiderül, hogy a maximális teljesítőképesség és az optimális körülmények egyaránt nem definiálhatók pontosan, hanem gépenként és a körülmények változása szerint kell ezeket a tényezőket megvizsgálni. Emellett ezek a tényezők egyáltalán nem tekinthetők állandóknak; a kapacitás fogalma a termelékenység növekedésével, a sztahanovista teljesítmények kialakulásával is változik, nagysága állandóan növekszik. Ahhoz, hogy mégis összehasonlító számításokat tudjunk végezni, szükség van valamely időpontban adott maximális teljesítményre és ugyanazon időpontban adott elképzelhető optimális viszonyokra.

Egy adott időpont kapacitásértékének feltételezése azonban — éppen a fent előadottak alapján — egyáltalán nem jelenti a káros „felső határ”-elmélet helyességét. Nem lehet ugyanis a felső gépkapacitáshatárt a körülményektől és az időtől függetlenül meghatározni.

A tervgazdasági módszerek egyre nagyobb fejlődésével további olyan műszaki-gazdasági jellegű mutatószám is szükségessé válik, amely a kapacitáskihasználást és további irányát egyértelműleg jelzi. Ilyen egyértelmű mutatószámokat nálunk még sem a tervgazdászok, sem a műszakiak nem dolgoztak ki az építőanyagipari gépi berendezésekre vonatkozólag, de tudomásom szerint más berendezésekre vonatkozólag sem.

Véleményem szerint a kapacitásértékek meghatározásánál és a kapacitáskihasználási mutatók felállításánál a következőképpen kell eljárni:

1. Alaposan kidolgozott és körültekintő elméleti számítások útján meg kell határozni valamely gépi berendezés elméleti maximális teljesítőképességét, minden szempontból optimális körülmények között. A gépek méreteiből, műszaki jellemzőiből és napi 24 órás munkaidőből kiindulva meg kell állapítani azokat a teljesítménygátló tényezőket, amelyek a gép működésének jellegéből adódnak, és ezeket a gépek teljesítményének kiszámítására szolgáló képletbe be kell építeni. Itt természetesen csak olyan gátló tényezőket szabad figyelembe venni, amelyek egyértelműleg a technológiai folyamat lényegéből adódnak és amelyek figyelembevétele nélkül a gép további működése lehetetlenné válnék. Meg kell jegyezni, hogy ilyen tényező rendkívül kevés van; ezeknek a tényezőknek figyelembevétele nem jellemző a kapacitászámítási eljárásra, azt lényegében nem befolyásolja.

(Tekintettel arra, hogy a kapacitásokat ajánlatos 24 órára vagy ennél rövidebb időtartamra kiszámítani, a dolog természeténél fogva az elhasználódás, törés stb. következtében fellépő teljesítménygátló tényezőket itt nem szabad figyelembe venni.)

Ezeknél a számításoknál igen jól fel lehet használni a szovjet irodalomban szereplő képleteket, és különösen azt a módszert, amellyel ezeket a képleteket megszerkesztették.

A fenti eljárással kiszámított *elméleti gépkapacitást* jelöljük K_0 -val.

2. A kapacitászámítás következő lépcsőjében azokat a körülményeket kell figyelembe venni, amelyek adott gép működésénél mint műszakilag teljesen definiált, a gép működésétől független külső tényezők szerepelnek. Ezeket a tényezőket megszabják a gép munkahelyének, üzemanyagának, környezetének objektív feltételei, melyek ugyan más viszonylatban, például műhelyi vagy üzemi viszonylatban megváltoztathatók, de a gép működésének jellegétől változtatásuk független.

Az ilyen tényezők figyelembevétele azt eredményezi, hogy a gép elvileg kevesebbet teljesít mint az elméleti kapacitás az adott optimális körülmények között. Mivel ezeket a tényezőket a gép környezetében meg lehet változtatni, ezek csak szűkebb időszakra érvényesek; megváltoztatásuk alkalmával esetleg újabb, rendszerint kisebb mértékben gátló tényezők lépnek fel, tehát az ilyen tényezőknek normajellegük van.

A normajellegű tényezők ugyancsak beépítenők a kapacitásmeghatározásra szolgáló képletbe, ebben az esetben azonban már az elméleti kapacitástól eltérő, annál kisebb normatív gépkapacitást kapunk, melyet K_n -nel jelölünk. A normatív gépkapacitás bizonyos mértékben hasonló a (2) képletben említett „üzemi elméleti teljesítmény” fogalmához.

Ha a normatív gépkapacitást és az elméleti gépkapacitást összefüggésbe kívánjuk hozni, a következő egyenlőséget kell felállítanunk:

$$K_n = \varrho \cdot K_0 \quad (19)$$

ahol ϱ mindig 1-nél kisebb és határértékben 0-hoz tart.

A normatív gépkapacitás meghatározásához statisztikailag lehet közeledni. Általában a gépegységek teljesítménygörbéinek tanulmányozása és a vizsgált időszakok szűkítése értékes adatokat szolgáltat a normatív gépkapacitás meghatározásához.

Felmerülhet az a kérdés, hogy miért szükséges kétféle kapacitás meghatározása, és nem bonyolítja-e túlságosan a kapacitásvizsgálat kérdését az, hogy az elméleti kapacitás mellett normatív kapacitással is kell dolgoznunk.

A kétféle kapacitás felvételét indokoltnak kell tekintenünk többféle okból. Egyetlen kapacitástartalom felvétele esetén ugyanis a kapacitáskihasználás javulásának dinamikája nem tűnik ki élesen. A kétféle kapacitás kihasználási értékei jobban megmutatják a műszakiak törekvéseit a gépkapacitásterén, részletesebben tanúsítják, hogy a kapacitáskihasználás javításánál a belső és külső körülményeket egyaránt igyekeztek-e változtatni.

3. Az *elméleti és normatív kapacitások* hirtében és az *effektív teljesítmény* (T) ismeretében meghatározhatjuk a kapacitáskihasználás mértékét a következő képletek segítségével:

$$\eta = \frac{T}{K_0} \cdot 100 \quad (20)$$

és

$$\eta' = \frac{T}{K_n} \cdot 100 \quad (21)$$

ahol η az elméleti kapacitáskihasználási tényező, és η' a normatív kapacitáskihasználási tényező.

Mielőtt az elméleti következtetésekkel tovább vessződnénk, oldjunk meg egy gyakorlati kapacitáskiszámítási feladatot a jelzett módszer segítségével.

Egy 40 cm széles szállítószalagról homokot rakodunk vagonba. Egy vagonba 6 m^3 száraz homok kerül. Egy vagon megtöltése után a tolatási idő 3 perc, a rakodás ezen idő alatt szünetel. A szállítószalag effektív rakodási teljesítménye a vizsgált időszak, 8 óra alatt 640 tonna, azaz 80 tonna/óra .

A szállítószalag vályúalakú, az oldalgörgők hajlásszöge 35° . A szállítási sebesség $1,5 \text{ m/mp}$. A homok száraz, rézsűszöge 35° . A vályú maximális mélysége 10 cm.

Kérdések:

a) Mennyi az adott szállítószalag elméleti kapacitása?

b) Mennyi az adott szállítószalag normatív kapacitása?

c) Mennyi az adott szállítószalag elméleti és normatív kapacitáskihasználása?

Számítások:

a) Az adott szállítószalag elméleti kapacitását a (10) képlet segítségével számítjuk ki, a megfelelő adatok behelyettesítésével:

$$K_n = 3600 \cdot 1,5 \left[\left(\frac{0,4}{2} \right)^2 \cdot 0,7 + 0,4 \cdot 0,1 - \frac{0,1^2}{0,7} \right] = 290 \text{ m}^3/\text{ó}.$$

b) Az adott szállítószalag normatív kapacitását annak figyelembevételével határozzuk meg, hogy minden 6 m^3 teljesítmény után 3 percig, azaz $0,05$ óráig tartó üzemszünetnek kell bekövetkeznie. Ezek szerint a tényleges üzemi körülmények között a $K_0 = 290 \text{ m}^3\text{-t}$ nem egy óra alatt, hanem

$$1 + \frac{290}{6} \cdot 0,05 = 3,41 \text{ óra}$$

alatt kell teljesíteni. A normatív kapacitást ezek alapján a következőképpen számítjuk ki:

$$K_n = \frac{290}{3,41} = 85 \text{ m}^3/\text{ó}.$$

c) Az effektív teljesítmény alapján a kihasználásokat a (20) és (21) képletek segítségével a következőképpen számítjuk:

$$\eta = \frac{80}{290} \cdot 100 = 27,58\%,$$

$$\eta' = \frac{80}{85} \cdot 100 = 94,1\%.$$

A példa szerinti teljesítmény ilyen elemzése alapján azt a következtetést kell levonnunk, hogy az adott szállítószalag kapacitáskihasználásánál sok rejtett tartalékunk van a tolatási idő csökkentésében.

Az összeépített gépcsoportok elméleti teljesítményeinek és kapacitásainak számítási módszerei igen különbözők lehetnek. Két összekapcsolt gépcsoport kapacitását igen sokféleképpen lehet meghatározni. Itt azonban fel kell hívnunk a figyelmet annak a veszélyére, hogy komplex kapacitás fogalmán még ma is sok helyen a szűk keresztmetszet kapacitását értik.

A kapitalista üzemfejlesztés-politika abból indul ki, hogy valamely üzem, műhely vagy gépcsoport kapacitását a legkisebb kapacitású keresztmetszet (bottleneck) határozza meg. A kapacitásbővítést tehát a legszűkebb kapacitású helyen kezdték meg, nem sok gondot fordítva a meglévő kapacitások jobb kihasználására. A kapacitásbővítés ugyanis újabb gépbeszerzéssel járt, ami elsősorban a gép gyártójának, a beszerzés közvetítőjének, de magának a gép felhasználójának jelentős profitot biztosított.

A szocialista ipar fejlesztésének törvénye alapján valamely üzem, műhely vagy gépcsoport kapacitásán nem a legkisebb kapacitású szektort kell értenünk, hanem az illető termelési ágra legjellemzőbb gépek elméleti kapacitását. Valamely cementgyár kapacitása mindenkor a klinkerégető kemencék kapacitásával egyenlő, valamely téglagyár kapacitása pedig a téglaegető kemencékével. Általánosságban az építőanyagiparban az üzemek kapacitásán a legjellemzőbb, rendszerint termotechnikai berendezések kapacitását értjük. A kapacitás kérdésének ilyen módon való felvetése természetesen szükségszerűvé teszi a kapacitáskihasználások vizsgálatát, hiszen például egy olyan cementgyár, amelynek cementtermelése bővítésre szorul, elsősorban nyilvánvalóan nem cementőrlő kapacitását, hanem klinkerégető kapacitását, illetőleg kapacitáskihasználását vizsgálja meg.

A kérdésnek ilyen formában történő felvetése általános iparvezetési és szervezési szempontból nem jelent különösebb újdonságot; a kapacitás és szűk kapacitás kérdésének üzemi vagy üzemszervezésen belüli alkalmazása, egyes gépcsoportokra való alkalmazása ellenben jelentős eredményekkel járhat. Példaképpen megemlíthető, hogy a hőhasznosító kazánok alkalmazásának vagy mellőzésének kérdését helyesen csak esetről esetre, tudományos kapacitásvizsgálatok segítségével lehet eldönteni.

Összefoglalásul megállapítható, hogy az építőanyagipari üzemekben dolgozó gépi berendezések és gépcsoportok elméleti teljesítményének, kapacitásadatainak és kapacitáskihasználásának meghatározásai értékes műszaki-gazdasági mutatókat szolgáltatnak a műszaki fejlesztés céljaira, és a meglévő gépek kapacitásának jobb kihasználására irányuló törekvéseket nagy mértékben elősegítik.

IRODALOM

M. Ja. Szapoznyikov—I. A. Bulavin: Masinü i apparatü szilikatnoj promüslennosztü. Promsztroizdat, 1950.

Korányi: Kapazitätserrechnungen in Glashütten. Silikat-technik, 1953. 2. sz.

Csehszlovákiai tanulmányútunk tapasztalataiból

NAGY DEZSŐ

(Folytatás)

Az aknakemencés üzemek közül az alábbiakat tekintettük meg:

a Horné-Srnei (Felső-Szernye) üzemben az aknakemencék méretei — kb. 2,5 m \varnothing és mintegy 10—11 m magasság, tehát mintegy 50—55 m³ ürtartalommal és 13—14 vagon klinker napi teljesítménnyel.

Ez az üzem 0,5% folyópátot ad a nyerslisztbe a magas szilikát-modulus ellensúlyozására, illetve az olvadék-képződés javítására.

A nyerslisztbe kevert koksiz hamutartalma 14—16% között változik.

Egy q klinker előállításához szükséges nyerslisztbe 17—18% koksizot kevernek, s így a kalória-felhasználás 1000—1100 kal/kg klinker.

Ezeknek az aknakemencéknek hidraulikus ellenállása 1400—1700 mm v. o.

A nyersliszt granulátumokat — megfelelő 15—16%-os nedvesítés után — kollerjáráttal készítik, amelyek egyenletes adagolással kerülnek a kemence felszínére.

A Ládcsei (Lédec) üzem alig tér el az előbb említett üzem műszaki adottságaitól. Ez volt a megtekintett üzemek között legjobban portalanítva. Az ottani bauxitcementgyár üzemén kívül volt és granulált kohósalak-adalékanyagot őröl a klinkerhez való bekeverés céljára. Ebben a gyárban, megfelelően kidolgozott technológia alapján időnként gipszsalakcementet is gyártanak.

A Lucskai Cementgyár aknakemencéinek mérete, kapacitása, valamint kalória-fogyasztása megegyezik az előbb felsorolt szlovákiai aknakemencés üzemek adataival.

A Radotini (Prága melletti) Cementgyár az egyedüli aknakemencés üzem, amelynek nyerslisztjét nem koller-járáttal, hanem granuláltanyaggyárral granulálják.

Érdekes, hogy míg a többi cementgyár koller-járataival készített, nagyjában egyenlő nagy-

ságú, henger alakú granáliák esetén az aknakemencék hidraulikus ellenállása 1500 mm v. o. körül van, addig az itteni granáliák, amelyeknek szemnagysága 3—30 mm között — a Fuller-görbe szemcseösszetétele szerint — változik, mindössze 600—800 mm v. o. kemenceellenállást létesítenek.

Ez a cementgyár valamivel jobb kalória-felhasználással dolgozik, mint a többi aknakemencés üzem. Ezt azzal magyarázzák, hogy egyedül itt őrölnek a nyerslisztbe kb. 2% koksizot. Ennek a finoman őrölt koksizmennyiségnek mindenesetre szerepe van a nyersőrlés intenzifikálásánál.

A többi, 14—16% koksizot megfelelő mérés után 0—5 mm szemnagyságban a szokott módon mérik és keverik a nyerslisztbe.

Megjegyezzük, hogy aknakemencés égetés folyamán sok kiegészítő nyersanyag került ki a kemencéből és jutott a klinkerrel együtt a cement-őrölő malmokhoz.

A nyersliszt-tartalom nehezen választható ki a klinker közül, ezért általánosságban megállapítható, hogy az aknakemencés klinker szilárdsága nem haladja meg a 350—400 kg/cm²-t.

Aknakemencében ennél nagyobb szilárdságú cementet ezideig — klinkerválogatás nélkül — nem sikerült előállítani.

A cementbe rendszerint 10—30% granulált kohósalakot őrölnek bele, más — savanyú jellegű — hidraulit-adalékanyag beörlésére a közeljövőben kerül sor.

VII. Összefoglalás

Felsoroltuk Csehszlovákia szilikátiparának tudományos és szakmai kutató intézeteit. Méltattuk kiváló szakembereiket, intézeteik gazdag felszerelését.

Felsoroltuk kutatási problémáikat, kutatási témáikat és azoknak rövid leírásával igyekeztünk szolgálatot tenni a hazai kutatóknak, cementtechnikusoknak.

MOST JELENT MEG!

Hinsenkamp—Sasvári—Sövegjártó:

Durvakerámiai kézikönyv

A könyv a téglá és cserépipar, valamint a tűzállóanyagipar dolgozói számára készült. Összegyűjti azokat a különleges tudnivalókat, amire a szakmunkásnak, művezetőnek, mérnöknek szüksége van. A munka az ismertető anyagokon kívül az előforduló számításokat, adatokat és táblázatokat tartalmazza.

268 oldal

73 ábra

Ára kötve 40.— Ft

É. M. Építőipari Könyv- és Lapkiadó Vállalat Budapest, V., Kossuth Lajos-utca 17. szám.

Kérje az Állami Könyvesboltokban

Építőipari Könyvesbolt Budapest, XI., Bartók Béla-út 25.

PÁLYÁZATI FELHÍVÁSA

Az É. M. 7. Tervezési Igazgatóság és a Belkereskedelmi Minisztérium gyenge minőségű hazai szeneknek háztartási és egyéb tüzelésre való felhasználását kívánja előmozdítani, ezért pályázatot hirdet olyan vas- és csempekályhákra, valamint tüzlégkaloriferekre, amelyekben 2500 kcal/kg-nál nem kisebb fűtőértékű hazai gyenge minőségű szeneink 20% 0—5 mm szemmagyságú portartalommal és kb. 25% összesülésre hajlamos hamutartalommal, a gazdaságosság legszigorúbb szem előtt tartása mellett, minden gyakorlati követelményt kielégítően tüzelhetők el.

A tervpályázat nyilvános, azon bárki résztvehet.

A tervpályázat díjai a következők:

1. *Időszakos tüzelésű kályhákra:*

I. díj	5000.— Ft
II. díj	3000.— Ft
III. díj	2000.— Ft

2. *Kétaknás kályhákra:*

I. díj	6000.— Ft
II. díj	4000.— Ft
III. díj	3000.— Ft

3. *Csempe kályhákra:*

I. díj	5000.— Ft
II. díj	3000.— Ft
III. díj	2000.— Ft

4. *Tüzlégkaloriferekre:*

I. díj	3000.— Ft
II. díj	6000.— Ft
III. díj	4000.— Ft

A pályázat határideje 1954. február hó 25.

A feltételeket tartalmazó „Tervpályázati Hirdetmény“ átvehető: Építésügyi Minisztérium 7. Tervezési Igazgatóság, Budapest. V., Beloiannisz-utca 2—4. sz. V. em. 63. A pályázaton való részvétel díjtalan.
Budapest, 1953. november hó 5.

Lux László s. k.
az Igazgatóság vezetője

Megjelent!

A. Z. JEVNYEVICS:

Emelő- és szállítóberendezések az építőiparban

A szovjet szerző ismerteti az építőiparban előforduló emelő- és szállítóberendezéseket. Részletesen ismerteti az emelő- és szállítóberendezések szerkezetét és üzemeltetését. Nemcsak az anyagipari, hanem azokat a dolgozókat is fogja érdekelni, akik munkájuk révén bármilyen szállítással kapcsolatban állnak. A könyv technikusok és műszaki vezetők részére készült.

398 oldal

258 ábra

Ára kötve 53.— Ft

IDEIGLENES MŰSZAKI IRÁNYELVEK IMI-5-53

a téglának Sirkov-féle konténerrel történő szállítására

Részletesen ismerteti a 104 darab téglá befogadóképességű Sirkov-féle konténer szerkezetét, műszaki adatait és alkalmazását.

39 oldal

23 ábra

Ára füzve 6.— Ft

Előkészületben!

SZAPOZSNYIKOV-BULAVIN:

Szilikátipari gépek és berendezések

A könyv leírja a szilikátipari gépek és berendezések szerkezetét, számítási alapelveit. Tartalmazza a nyersanyagkitermelő gépek, az aprító- és őrlőgépek, az adagolók és keverőgépek, a fedő és falazó kerámiai és szilikátanyagok sajtolására, mintázására szolgáló gépek ismeretét.

ÉPÍTŐIPARI KÖNYV- ÉS LAPKIADÓ VÁLLALAT
BUDAPEST, V., KOSSUTH LAJOS-U. 17

Kérje az ÁLLAMI KÖNYVESBOLTOKBAN

ÉPÍTŐIPARI KÖNYVESBOLT: BUDAPEST, XI. BARTÓK BÉLA-U. 25.