

# SZILIKÁTOK

Polikovasavak sói:  $R_x R'_x Si_y O_w$  (pl.  $Na_2 Al_2 Si_6 O_{16}$ )

Hidrátok:  $R_x R'_x Si_y O_w \cdot zH_2O$

$x R_u O_q \cdot x' R'_u O_q \cdot y SiO_2$  (pl.  $Na_2 O \cdot Al_2 O_3 \cdot 6 SiO_2$ )

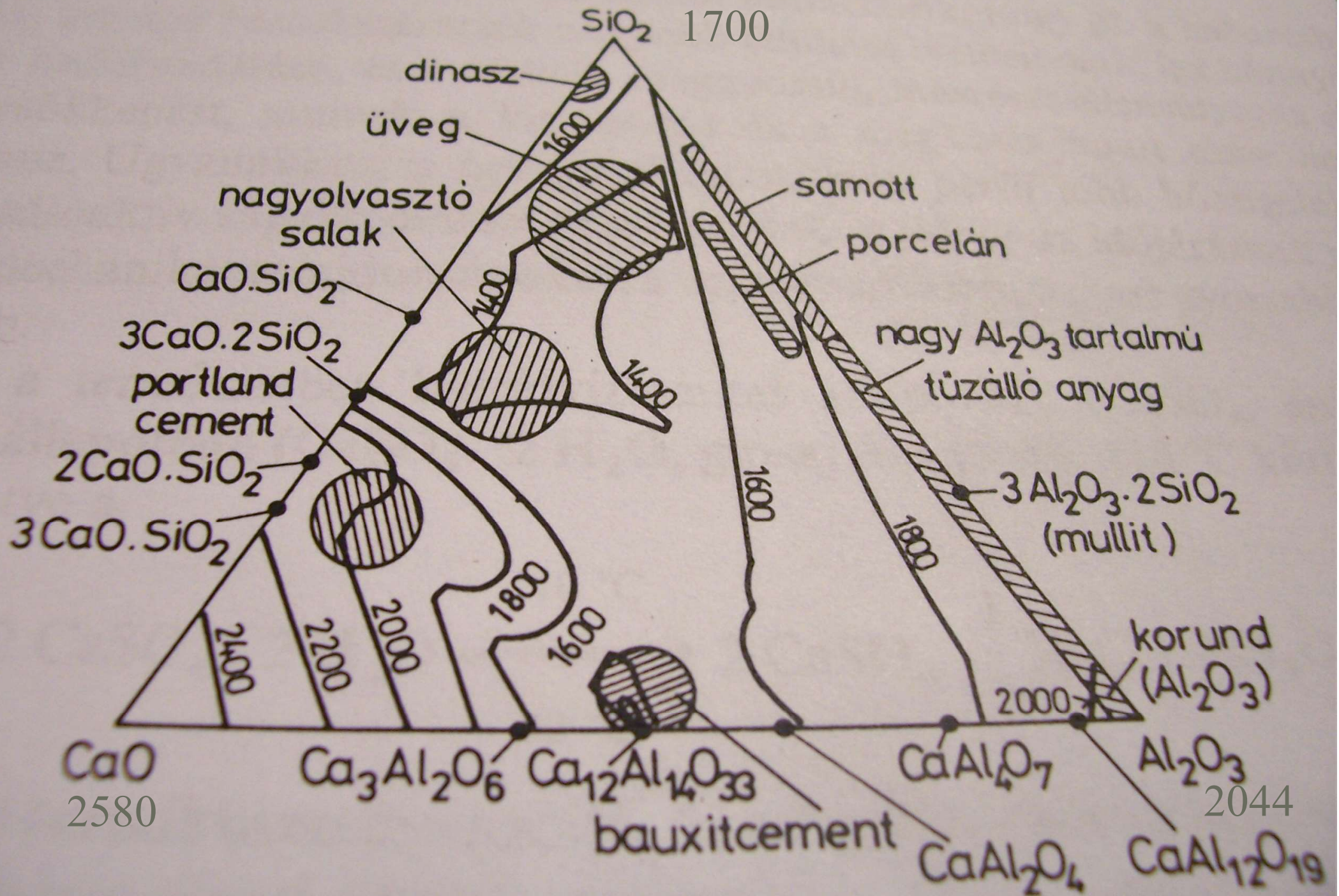
R és R' főként Al, Fe, Ca vagy Mg

A földkéreg 85%-a.

Természetes: azbeszt, csillám, bentonit, földpátok

Mesterséges: kerámiák, építési kötőanyagok, üvegek,  
zománcok stb.

# CaO-SiO<sub>2</sub>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> termer rendszer olvadáspont diagramja



# Kötőanyagok osztályozása

## **előállítás szerint:**

**természetes (esetleg bitumen)  
mesterséges (ezzel foglalkozunk)**

## **ásványi eredet szerint:**

**szerves (bitumen, kátrány, műgyanta)  
szervetlen (cement, mész, gipsz, vízüveg)**

## **halmazállapot szerint:**

**folyékony (bitumen, kátrány, vízüveg, műgyanta)  
szilárd, porszerű (mész, gipsz, cement)**

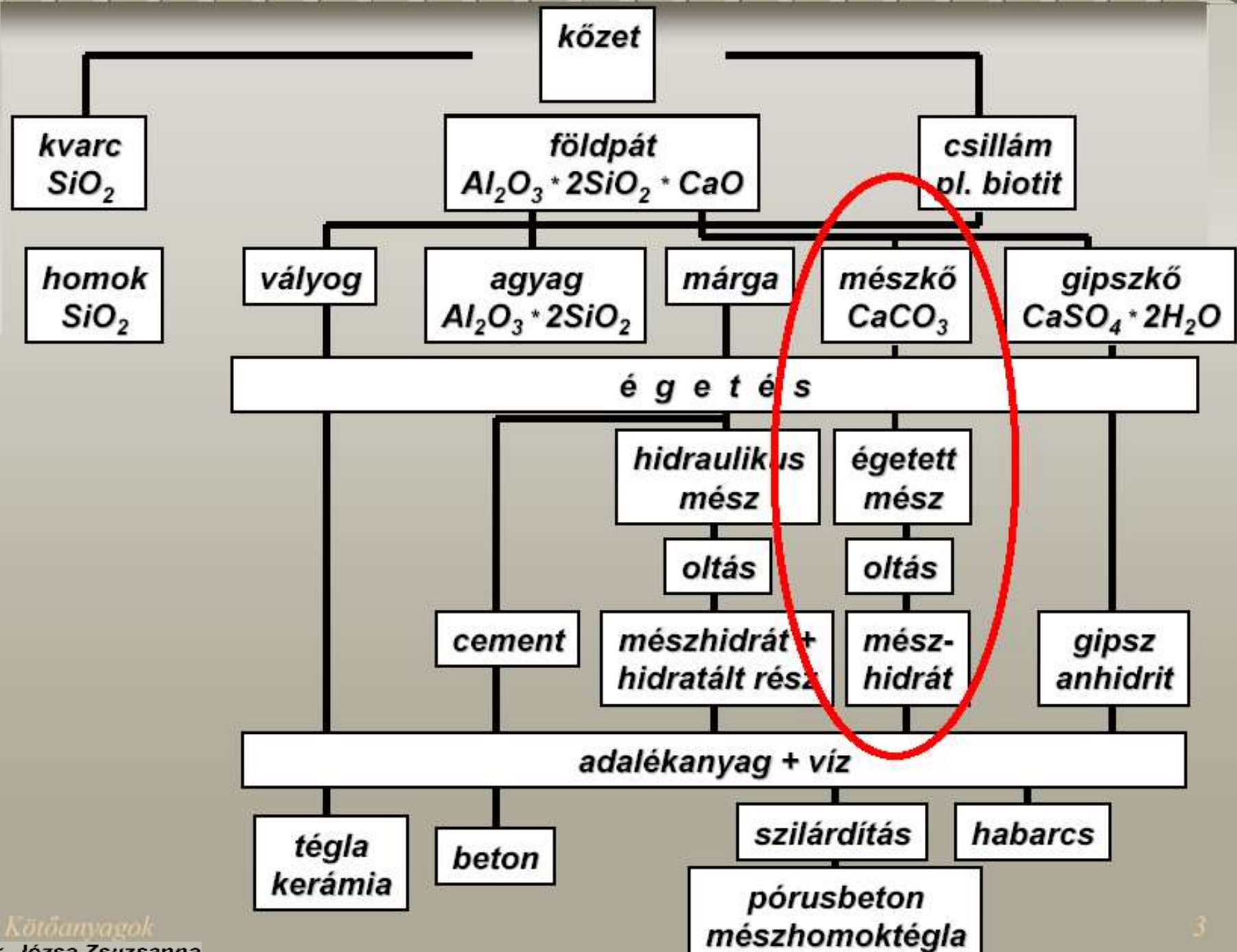
## **kötőképesség szerint:**

**fizikai folyamat révén szilárdulnak  
(bitumen, kátrány, vízüveg, enyv, lenolaj)  
kémiai folyamat révén szilárdulnak  
(mész, gipsz, cement, műgyanta)**

## **A szervetlen kötőanyagok lehetnek:**

**levegőn szilárdulók (mész, gipsz)  
hidraulikusak (cement)**

# Természetes kövektől a mesterségesekig



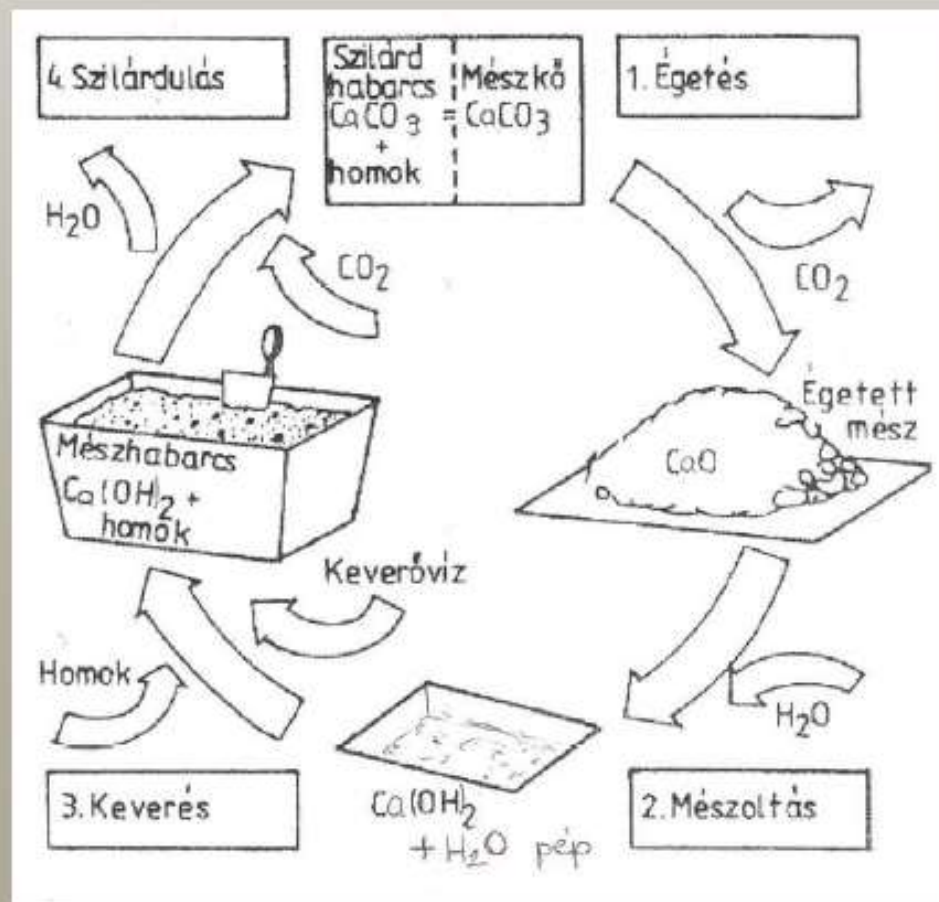
# Építési mész

Az építési mész megjelenési formái:

oltott mész (főlös vízzel oltva)

mészhidrátpor [ $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca(OH)}_2$ ]

A szilárdulás képlete:  $\text{Ca(OH)}_2 + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$



# Építési mész

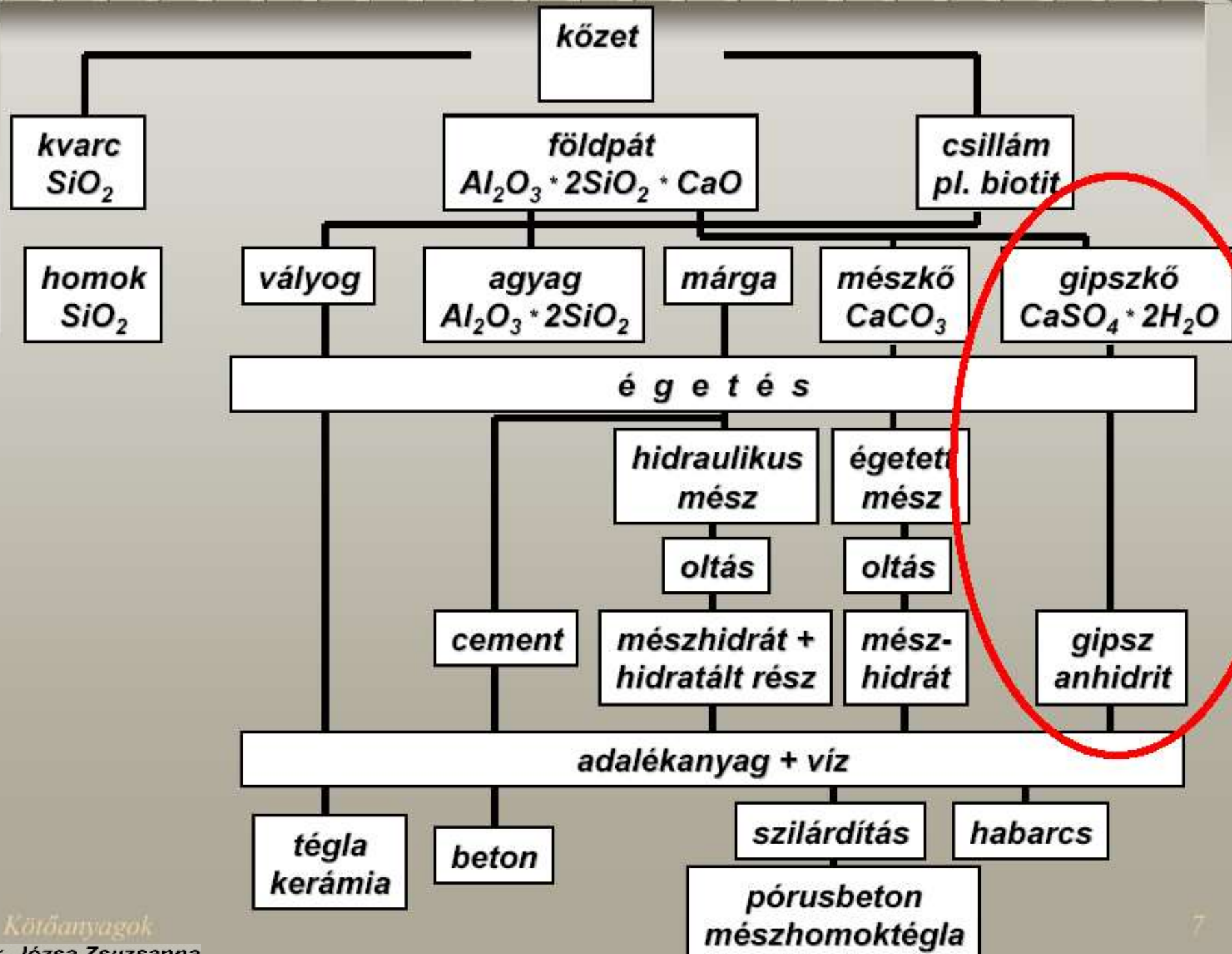
Ebből alábbiak olvashatók ki:

- a mész szilárdulásához  $\text{CO}_2$  kell (és nem meleg)
- addig tárolható a mész, ameddig levegőtől el van zárva
- a szilárdulás kokszt égésével gyorsítható
- a szilárdulás során a fal vizesedik

Megnevezés	Összes (CaO+MgO)	Aktív (CaO+MgO)	$\text{CO}_2$	MgO	$\text{SO}_3$
90-es (MSZ)	(~ 95)	$\geq 90$	$\leq 4$	$\leq 5$	$\leq 2$
CL 90 (EN)	$\geq 90$	(~ 85)			
80-as (MSZ)	(~ 89)	$\geq 80$	$\leq 7$	$\leq 5$	$\leq 2$
CL 80 (EN)	$\geq 80$	(~ 71)			
70-es (MSZ)	(~ 85)	$\geq 70$	$\leq 12$	$\leq 5$	$\leq 2$
CL 70 (EN)	$\geq 70$	(~ 55)			

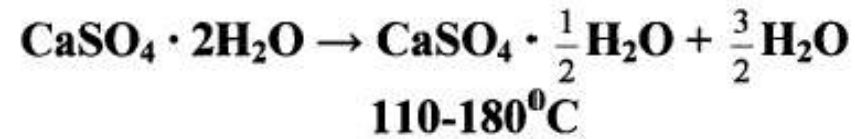
$$\text{Aktív (CaO+MgO)} = (\text{CaO+MgO}) - 1,27 \cdot \text{CO}_2 - 0,7 \cdot \text{SO}_3$$

# Természetes kövektől a mesterségesekig



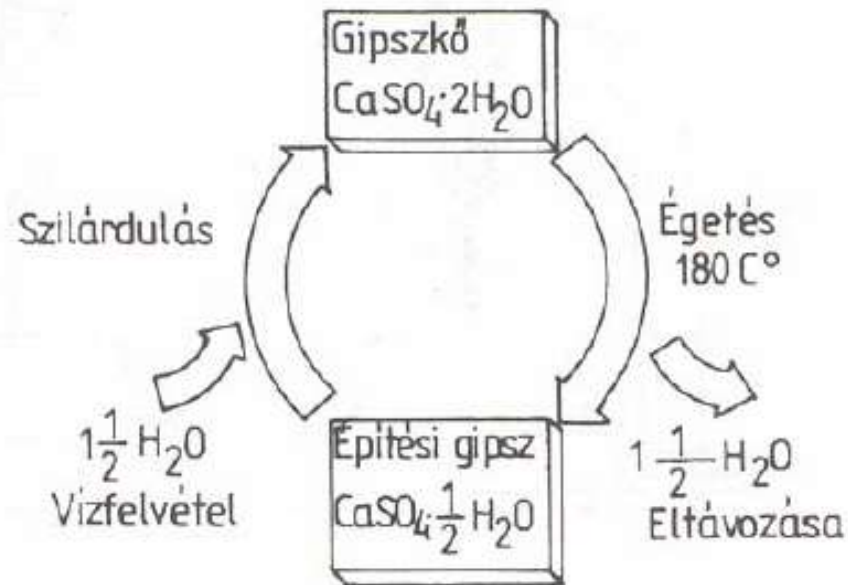
# Építési gipsz

## Építési gipsz (félhidrátgipsz)



gyors kötés, gyors szilárdulás

Alabástrom





# Építési gipsz

## Kötést

gyorsít:

- szulfát
- klorid

lassít:

- mész
- enyv
- foszfátok

## Előnye:

- kis testsűrűség 1-1,7 kg/l
- hővezetési tényező = téгла harmada
- gyorsan kiszaluzható
- tűzvédelmi anyagnak használható

## Hátrány:

- nedvesen kicsi a szilárdsága
- kismértékben oldódik
- semleges pH → acélbetétet védeni kell

## Esztrich gipsz

$\text{CaSO}_4 \cdot \text{CaO}$

600-1200°C

lassúbb kötés

$R_c \geq 28 \text{ Mpa}$

Önterülő aljzatkiegyenlítő

## Agyonégetett gipsz

300-600°C

nem vagy alig szilárdul

## Márványgipsz

félhidrátgipsz + borax v. timsó

$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$   $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$

800°C újraégetés

műmárvány, jól csiszolható

$R_c \geq 30 \text{ MPa}$

Szilárdság: G2 - G25 (2-25 N/mm<sup>2</sup>)

# Gipsz felhasználása

**szerkezet:**

válaszfal  
panel  
térelem



**gipszkarton**

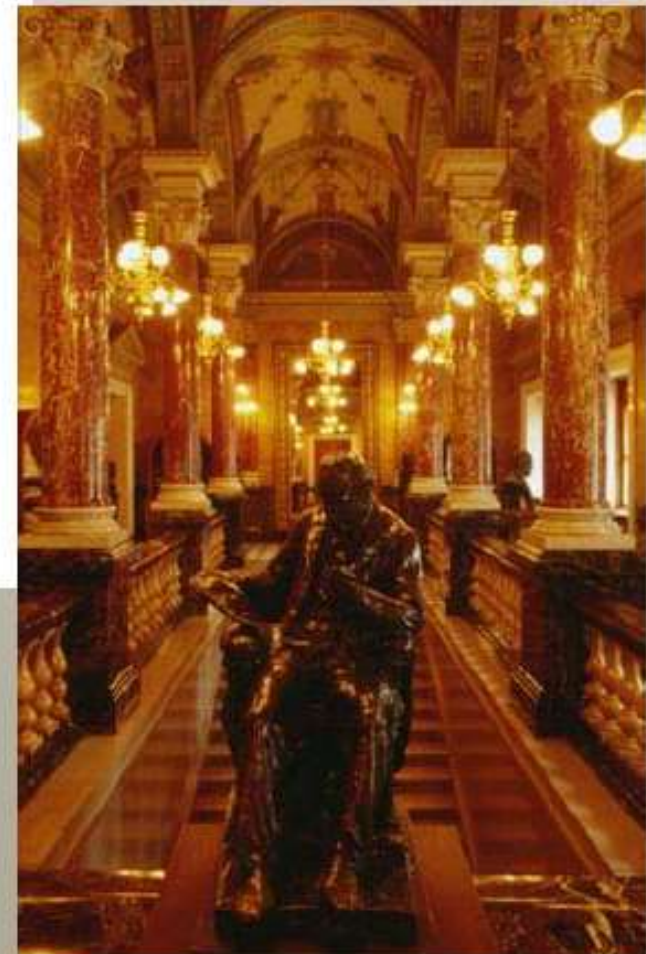
**tűzvédelem:**

acélhoz

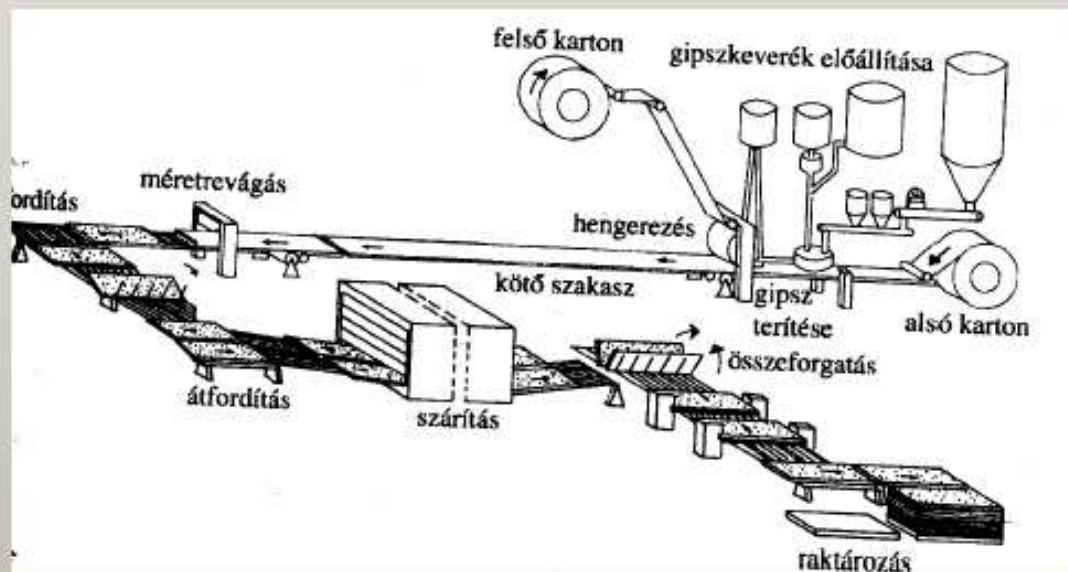
**gipszes habarcs:**

tisztító elem  
álmennyezeti elem  
gipszperlit  
pórusos gipsz  
vakolat

**műmárvány**

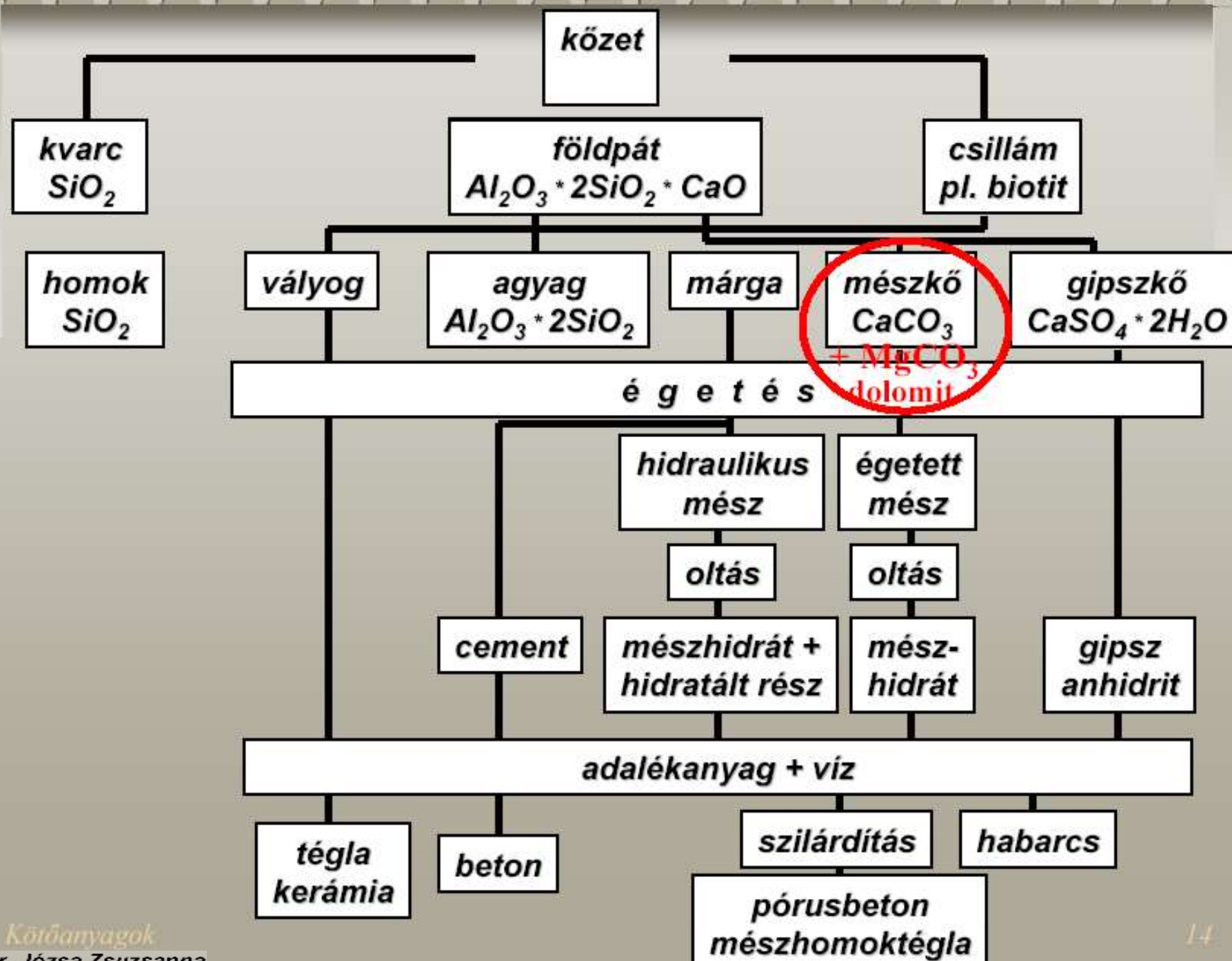


# Gipszkarton



Építőlemez fajtája	Rövid jel	Kartonszín		Az ismertetőjel rányomtatott színe
		látható oldal	háttoldal	
Normál gipszkarton építőlemez	A (GKB)	fehértől a sárgáig	szürke	kék
Tűzvédelmi gipszkarton építőlemez	F (GKF)	fehértől a sárgáig	szürke	piros
Impregnált gipszkarton építőlemez	HA (GKB)	zöldes	szürke	kék
Impregnált tűzvédelmi gipszkarton építőlemez	HF (GKF)	zöldes	szürke	piros

# Természetes kövektől a mesterségesekig



# Dolomit



Dolomit kőzet – 90% dolomit ásvány

Porlódó dolomit – Gellért hegy

- Pilisvörösvár – vakolat alapanyag

töltőanyag, súroló-por

# Magnézia

Magnézium karbonátból  $\text{MgCO}_3$   
égetéssel 800-900°C-on

Vízzel keverve lassan köt és szilárdul,  
ezért a kötéshez  $\text{CaCl}_2$ -t használnak

Magnezit alkalmazása

*padlóhoz:*

+ töltőanyag (fűrészpor, parafaliszt)

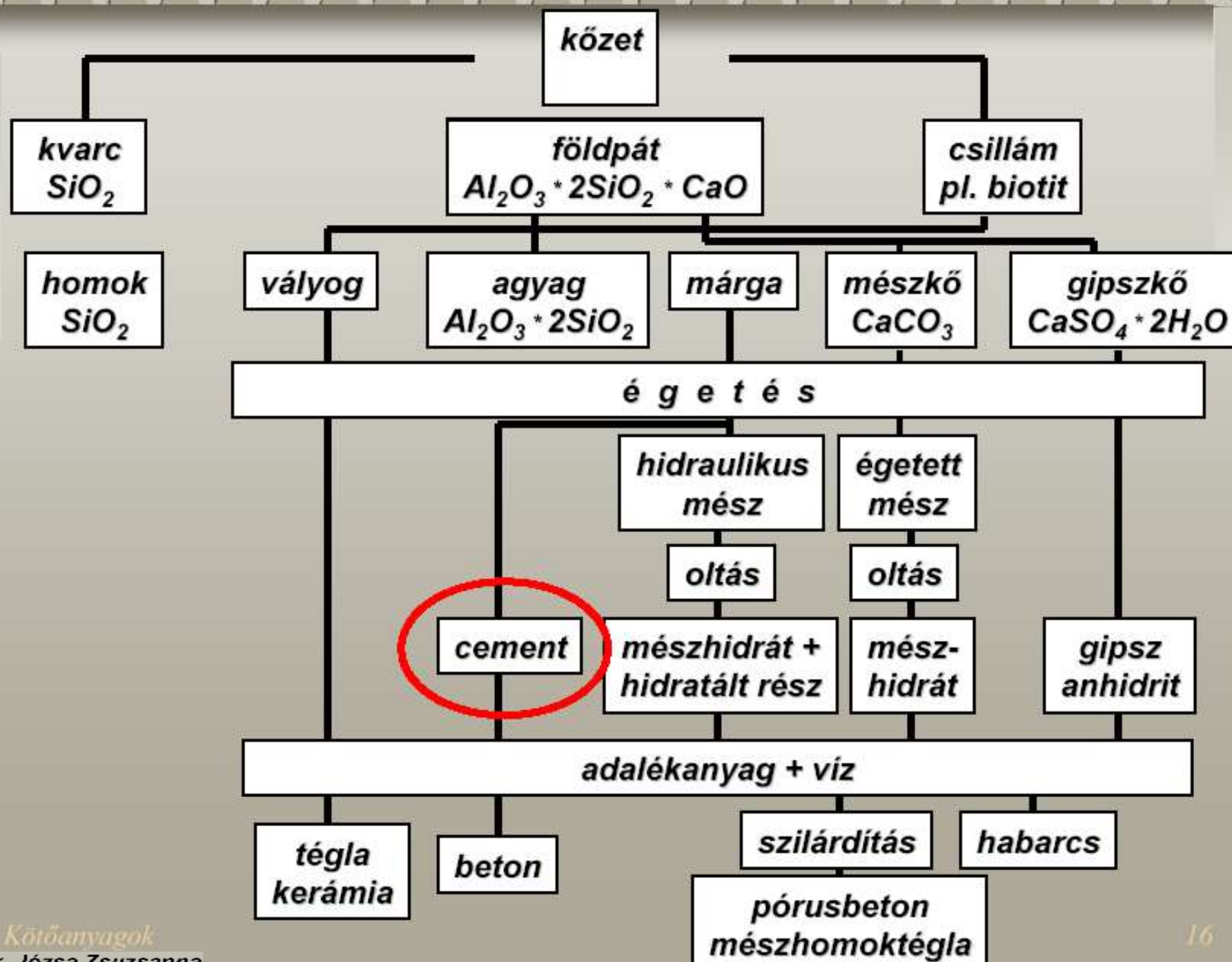
- vízzel nem mosható fel,  
oldódik!

- olajos fűrészporral tisztítható

*faforgács lap gyártásához*

*Tűzálló magnezit téglá*

# Természetes kövektől a mesterségesekig



# Cementgyártás

**Nyersanyaga:** 70-80% mészkő  
20-22% agyag  
kevés  $\text{MgCO}_3$  és  $\text{SO}_3$   
(lehet lösz, homok, trasz, kohósalak, pernye is)

**Aprítás:** nedves eljárás – 30-40% víz  
száraz eljárás - < 15% víztartalmú, nem képlékeny  
nyersanyag, ki kell őrlés előtt  
szárítani

**Előmelegítés:** 450-550<sup>0</sup>C ( $\text{MgCO}_3$  kiég)-ről 800-900<sup>0</sup>C-ra hevül

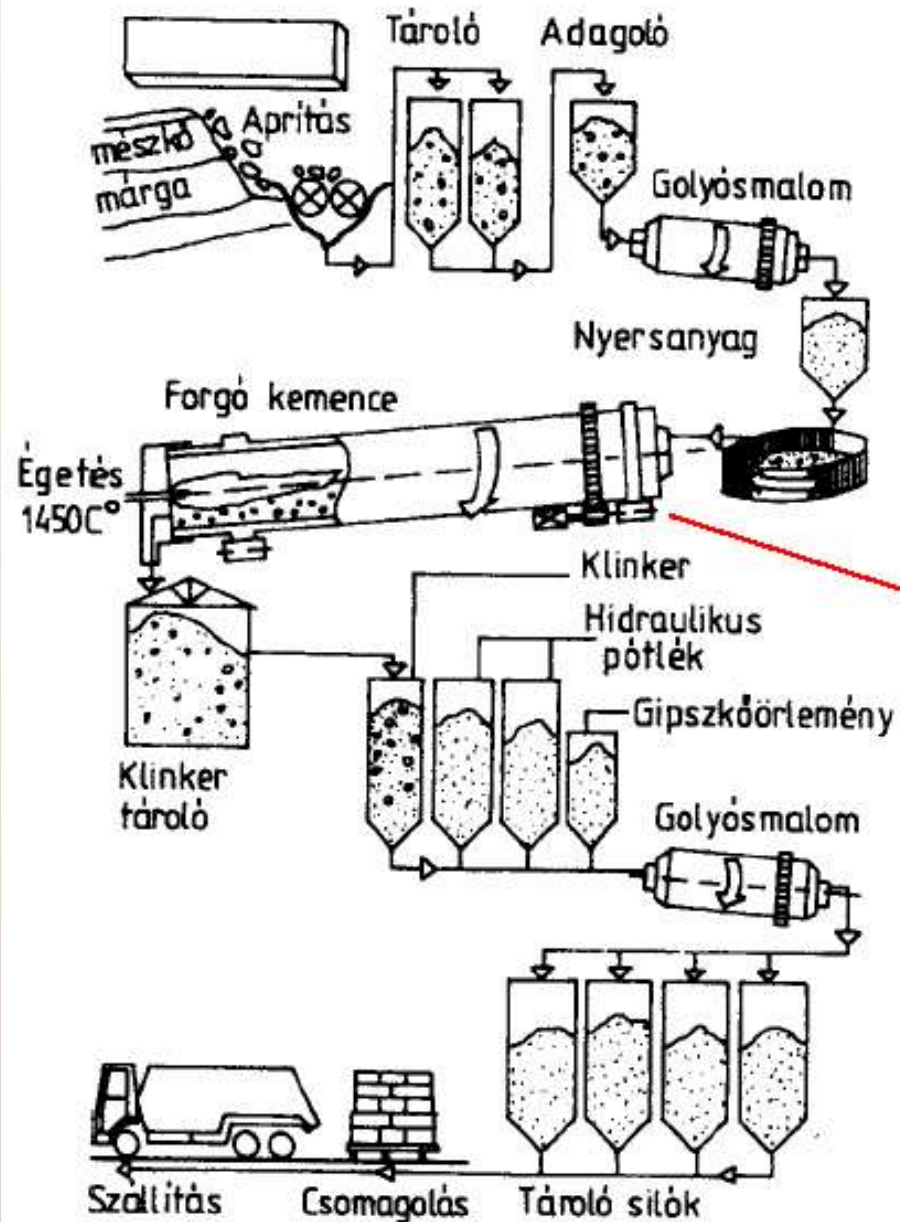
**Kalcinálás:** 800-1200<sup>0</sup>C-on

**Zsugorítás:** 1450<sup>0</sup>C-on 20-25% olvadékfázis

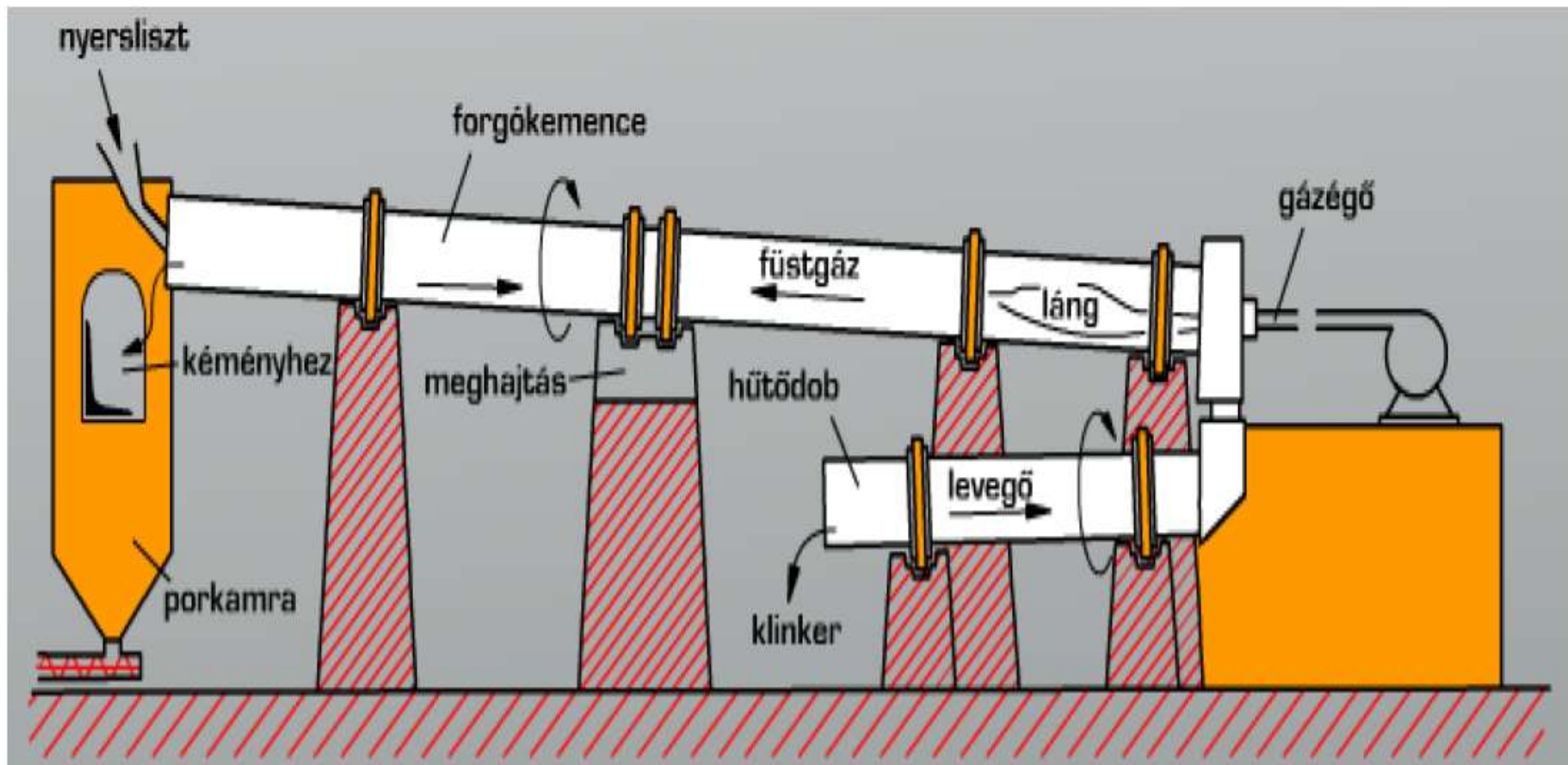
**Hőszükséglet:** 1960: 8,8-10<sup>6</sup> J/kg  
1976: 5-10<sup>6</sup> J/kg



# Cementgyártás



**Műanyag hulladék-égetés is lehet a magas hőmérséklet miatt**



Dr. Pátzay György

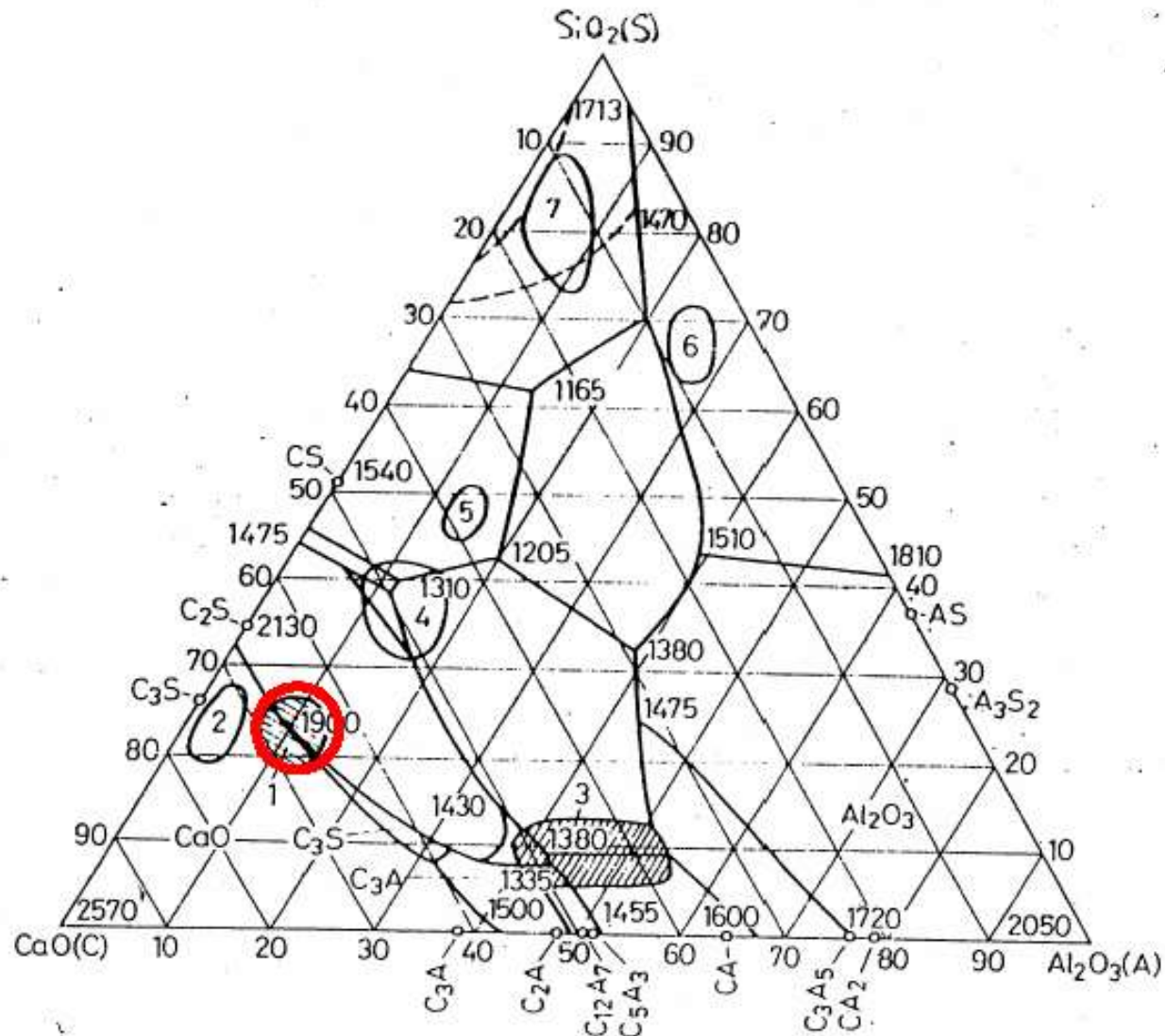
Füstgáz portalanítás

Levegő előmelegítés a klinker-hűtő forgó csőkemencében

**Beremendi Cementgyár** ~ 150 t/h nyersliszt ~ 10 t/h tüzelőanyag ~ 125 t/h klinker  
Füstgáz-emisszió mészkő agyag Szénpor petrolkocsz trikalcium  
határért/éves átlag (mg/m<sup>3</sup>): max.1 t/h alternatív -szilikát  
Por: 30/8, SO<sub>2</sub> 50/5, NO<sub>x</sub> 500/354 Forgó csőkemence dikalcium  
CO 1500/107, HCl 10/2 104 m, Ø 4,6 m 1450°C -szilikát



# Rankin-diagram



VII. 10. ábra

Rankin-diagram,  $\text{SiO}_2$ - $\text{CaO}$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$ -rendszer. 1: portlandcement; 2: fehércement; 3: alumina-cement; 4: bázikus kohósalak; 5: savanyú kohósalak; 6: trasz; 7: üveg

# Cement kémiai összetétele

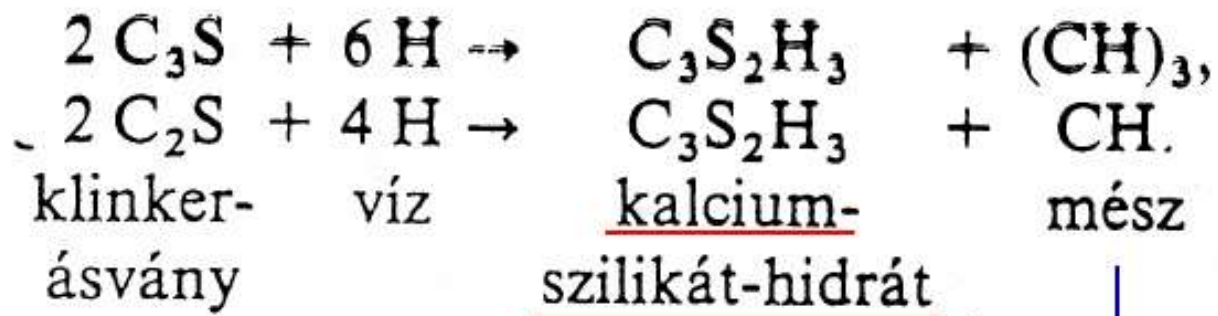
**Cement:** 2-3 hétig pihentetett (lehűlt) klinker  
+ 4-5% gipszkő

## **Kémiai összetétel:**

60-67 tömeg%	CaO = „C”
19-24 ”	SiO <sub>2</sub> = „S”
2-8 ”	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = „A”
2-6 ”	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = „F”
1-5 ”	MgO = „M”
0-4 ”	CaO (szabad)
	H <sub>2</sub> O = „H”

egyéb: Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O, TiO<sub>2</sub>, SO<sub>3</sub>

# A fő szilárdsághordozó



**C: CaO**  
**S: SiO<sub>2</sub>**  
**H: H<sub>2</sub>O**



*oltott mész -  
ez az oka  
a beton  
lúgos  
kémhatásának!*

## **Különleges tulajdonságok jelei**

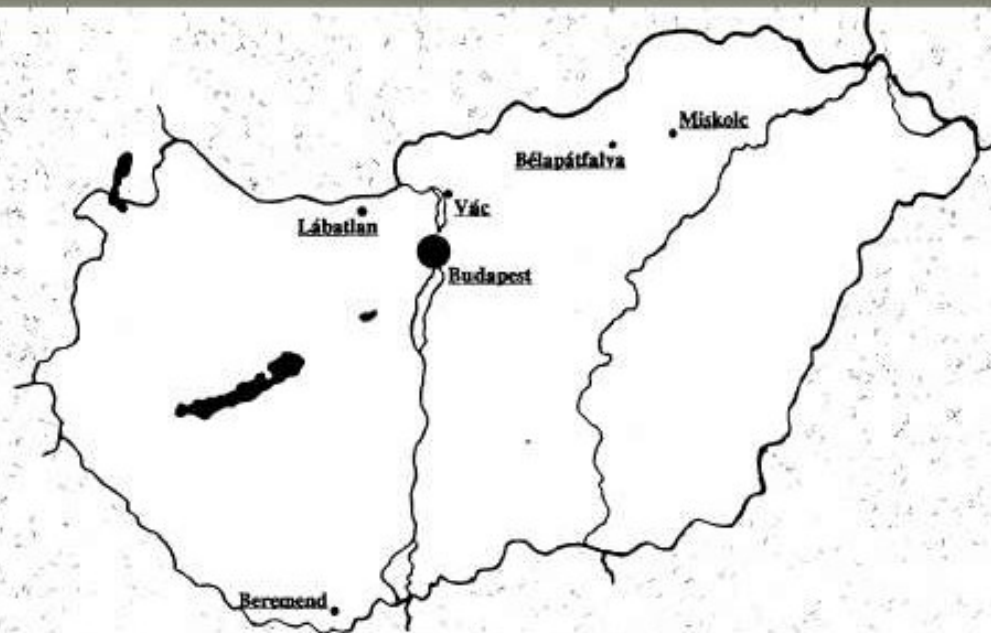
- SZULFÁTÁLLÓ	S
- MÉRSÉKELTEN SZULFÁTÁLLÓ	MS
- SZÁLERŐSÍTÉSŰ TERMÉKEKHEZ	ACM
- KIS HŐFEJLESZTÉSŰ	KH
- MÉRSÉKELT HŐFEJLESZTÉSŰ	MH
- FEHÉR PORTLANDCEMENT	F
- GYORSAN KÖTŐ (RAPID)	R

pl. MSZ 4702-2    CEM II/A – S 32,5

- **kötésidő vizsgálata szabvány folyósságú pépen**
- **szemcsefinomság**
  - finom : gyorsít
  - durva: lassít
- adalékszerek**
  - Pl.  $\text{CaCl}_2$  gyorsít,
  - cukor, citromsav lassít
- **hőmérséklet**
  - hőérlelés gyorsít
  - hűtés lassít



# Magyarországi cementgyárak



**Magyar Cementipari Szövetség**

1034 Budapest, Bécsi út 120-122. Tel: (1) 250-1629 Fax: (1) 168-7628



~~**Bélapátfalvi Cement- és Mészipari Rt**~~

~~3346 Bélapátfalva, Pf. 13 Tel: (36) 354-377 Fax: (36) 354-405~~

**MEGSZÜNT!**



**Duna-Dráva Cement- és Mészművek Kft Beremendi Gyár**

7827 Beremend, Pf. 20 Tel: (72) 474-510 Fax: (72) 474-510



**Duna-Dráva Cement- és Mészművek Kft Váci Gyár**

2601 Vác, Pf. 198 Tel: (27) 317-607 Fax: (27) 314-493



~~**Hejőcsabai Cement- és Mészipari Rt**~~

~~3501 Miskolc, Pf. 21 Tel: (46) 368-963 Fax: (46) 369-843~~

**MEGSZÜNT!**



~~**Látatlan Cementipari Kft**~~

~~2541 Látatlan, Pf. 17 Tel: (33) 361-788 Fax: (33) 361-953~~

**MEGSZÜNT!**

~~**HOLCIM**~~

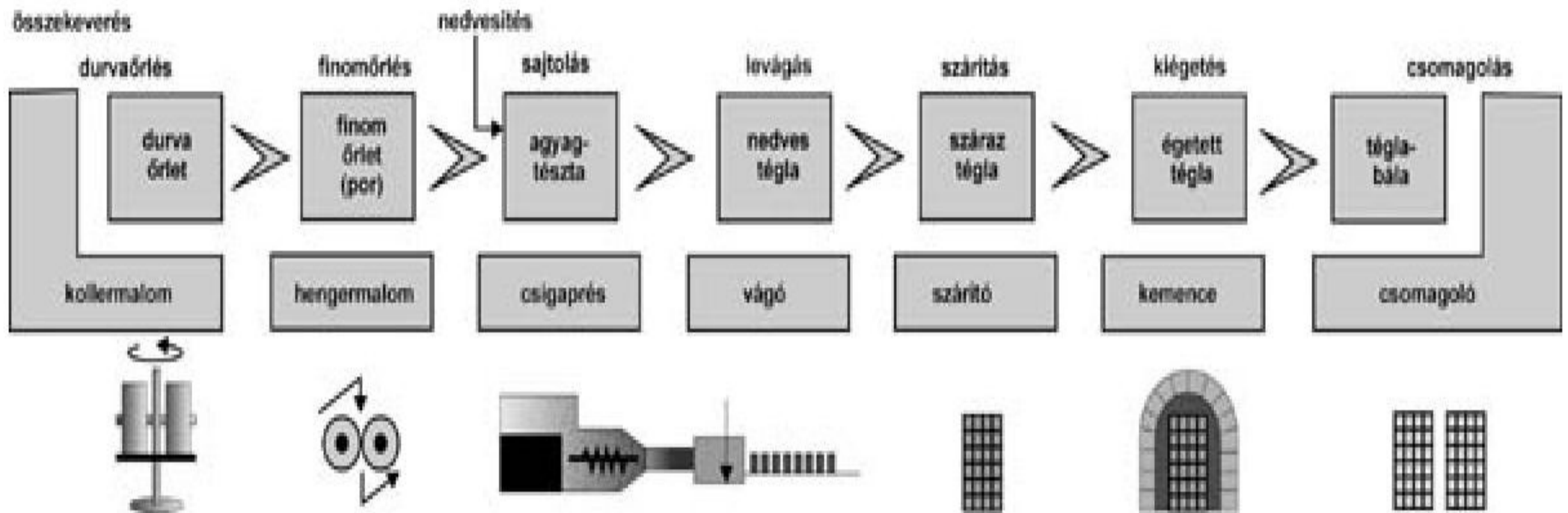
*Kötőanyagok*

30

# Durva és finomkerámiai anyagok

## Tégla gyártás

- Agyag + soványító anyag (homok, közettörmelék)
- Nedves formázás
- Szárítás
- Égetés 950-1000 °C-on





**01 Depónia készítés**



**02 Agyag-kitermelés**



**03 Elkészült agyagdepó**



**04 Agyag és fűrészpor  
a szekrényes adagolóba kerül**



05 Agyag és fűrészpor  
őrlőgépeken halad keresztül



06 Az összegyűjtött agyag és  
fűrészpor keverék a pihentetőben



07 Az összeőrölt agyag és  
fűrészpor keverék a pihentetőben



08 Az agyag vákuumprésbe kerül



09 A szájnyláson keresztül a formázott anyag kikerül a présből



10 A téglakígyót a daraboló megfelelő méretre vágja



11 A téglafarmájú agyag a szárító-kocsira kerül



12 A formázott agyagtermék a szárítón végighalad



13 A kiszárított agyag kijön a szárítóból



14 A kiszárított terméket a rakodógép a kemence-kocsira rakja



15 A kiszárított téglá elkezd újat a kemencében



16 A kiégetett téglá kijön a kemencéből



17 A kemence-kocsiról az ürítő rakodó gép a raklapra helyezi a téglát



18 A csomagológép a zsugorfóliát rámelegíti a rakatra



19 A rakatok kikerülnek a gyártócsarnokból



20 A villástargonca a tárolóterületre hordja a raklapokat

# KERÁMIÁK alapanyagai

- **Agyag** (aluminoszilikát)
  - vízzel összegyúrva képlékeny, száradáskor és kiégetéskor alakját megtartja
- **SiO<sub>2</sub>** kvarchomok, homokkő (soványítja, képlékennyé teszi a kerámiát)
- **Földpát** (kálium-aluminoszilikát)
  - tömörre teszi a kerámiát
- **Mészkö, márga, magnezit, dolomit**
  - kalcium- és magnéziumkarbonátok
  - porozitást növelik

Kőzet megnevezése	Kőzet összetétele		Felhasználhatósága
	CaCO <sub>3</sub> %	agyag %	
agyag	0-10	90-100	tégla, cserép, cement
meszes agyag	10-20	90-80	
agyagmárga	20-40	80-60	cementgyártás
márga	40-60	60-40	
mész márga	60-80	40-20	
agyagos mészkő	80-90	10-20	építőkö, mészégetés, cementgyártás
mészkő	90-100	0-10	



# Kerámia fajták

<b>Pórusos</b>	<b>szövetű</b>	<b>gyártm.</b>	<b>Tömör</b>	<b>szövetű</b>	<b>gyártm.</b>
Az anyag sárga v. vörös	Az anyag sárga v. vörös	Az anyag fehér	Az anyag nem fehér	Az anyag nem fehér	Az anyag fehér
Máz nélkül	Mázzal bevonva	Átlátszó vagy színes máz	Máz nélkül	Mázzal bevonva	
<i>Tégla, cserép Tűzálló építőanyag</i>	<i>Kályha-csempe, majolika</i>	<i>Kőedény-fajansz</i>	<i>Klinker, keramit, saválló burkoló</i>	<i>Kőagyag csatornák</i>	<i>porcelán</i>

# Kerámiák gyártástechnológiája

- **Aprítás, őrlés:** szemcseméret csökkentése, homogenizálás
- **Formázás:** nedves és száraz sajtolás, korongozás
- **Szárítás:** természetes, mesterséges, hőigényes, közben zsugorodás
- **Égetés:** kémiai és fizikai folyamatok  
fontos paraméterek: felfűtés sebessége, égetés hőmérséklete, ideje, lehűtés módja,

A kemencék lehetnek szakaszos és folytonos működésűek, gáz, olaj, fa tüzelésűek vagy elektromos fűtésűek.

## Égetési hőmérsékletek

- » téglá 920-1000°C
- » kőedény 1100-1250°C
- » kőagyag, keramit 1200-1350°C
- » porcelán 1250-1450°C
- » tűzálló anyagok 1300-1700°C

# Durva és finomkerámiai anyagok

- **Cserép- és üreges árúk** nyersanyaga a téglánál kövérebb és képlékenyebb agyag

A téгла és cseréptermekek porózus, durvaszemcsés, a vas(III)-oxid-tól vörös színű.

Fazekasmáz: homok + ólomoxid

## Kőagyag

- Égetés 1300-1400 °C-on (tömör)
- Máza sómáz (NaCl szórás magas hőmérsékleten)
- Csatornacsövek, burkolólapok, vegyészeti kerámiák

# Durva és finomkerámiai anyagok

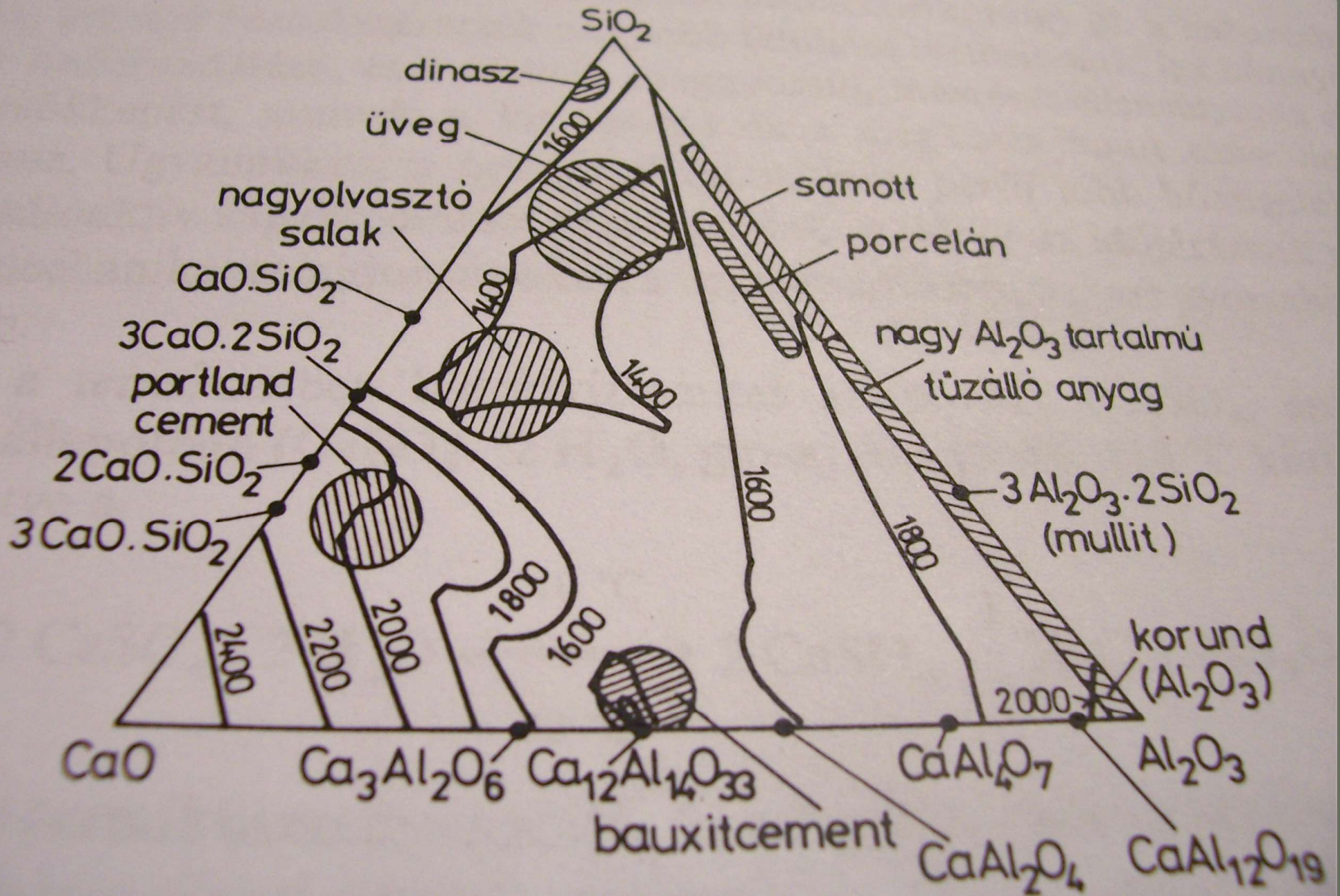
## Kőedény más néven porcelán-fajansz vagy fehér-cserép

- Finom agyag, kvarc, mészpát, földpát
- Égetés 1100-1300 °C-on (porózus)
- Máza ólom-, bórtartalmú (második égetés 1000-1200 °C-on)
- Falburkoló csempe, egészségügyi berendezések, háztartási árúk.

## Porcelán

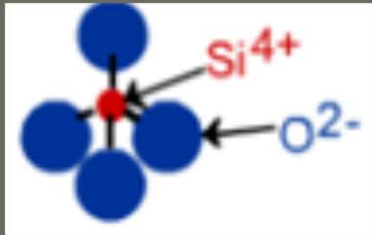
- Kaolin
- Magas hőmérsékletű égetés miatt zsugorodik, tömörödik
- Máza földpátból, mészpátból, kaolinból és kvarcból
- Ütésre cseng, kemény, részben hőálló
- Csak HF, meleg tömény  $\text{H}_3\text{PO}_4$ , meleg tömény lúgok támadják meg

# Üveg



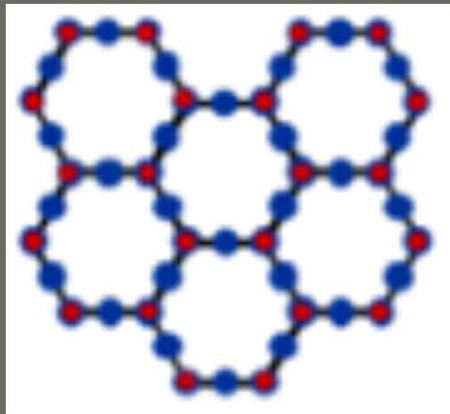
# Üvegállapot

Kristályos kvarc

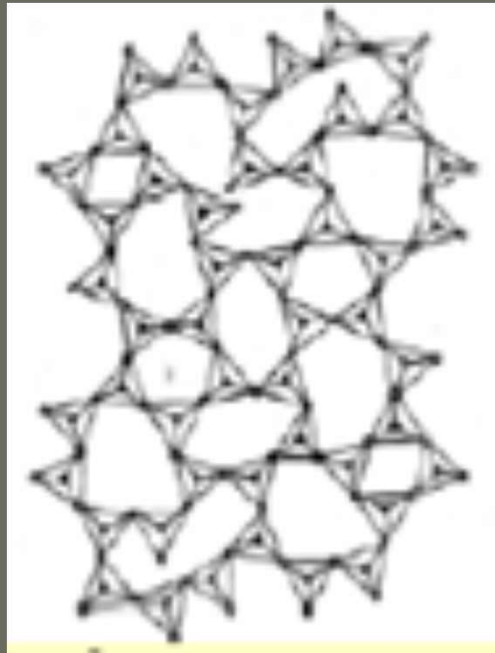


Rács elemek

A kristály  
vetülete síkban

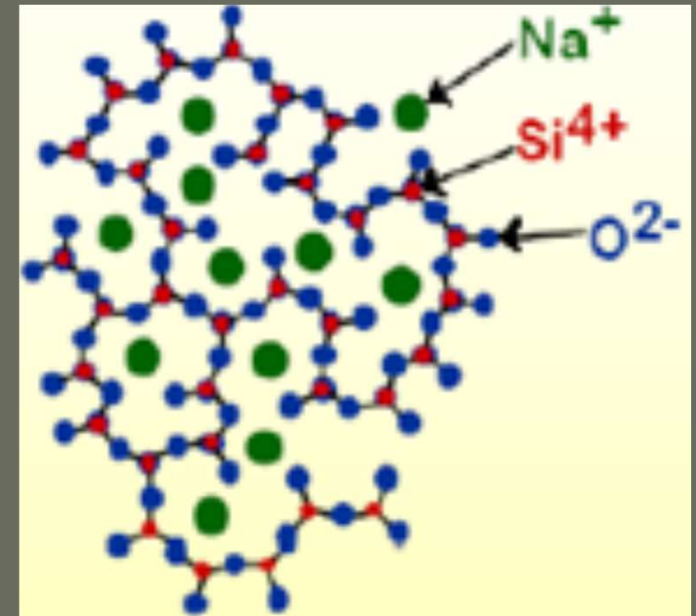


Kvarcüveg  
rendezetlen,  
amorf állapot



Vízüveg  
 $\text{Na}_2\text{SiO}_3$   
vízben oldódik

Kevesebb Na >  
vízben nem  
oldódó  
nátronüveg

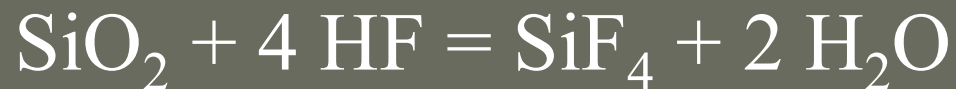


# Üveg

- Közelítő összetétel:  $xM'_2O \cdot yM''O \cdot zSiO_2$



- Üveg állapot – „szilárd” folyadék – anizotrop rideg, nagy húzószilárdságú, rossz hővezető
- Kémiai ellenállás, de tömény lúgokkal és HF-al reagál:



Lassú, kismértékű hidrolízis:



# Üveg

A főbb üvegtípusok közelítő összetétele, tulajdonságai és felhasználási területei

Összetétel	Név	Fontosabb tulajdonságok	Felhasználási területek
$\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{CaO} \cdot 6 \text{SiO}_2$	nátronüveg	könnyű olvadás, kis lágyuláspont	ablaküveg, közönséges háztartási és laboratóriumi edények
$\text{K}_2\text{O} \cdot \text{CaO} \cdot 6 \text{SiO}_2$	káliüveg	nagy lágyuláspont, kis hőtágulási koefficiens	laboratóriumi edények és csövek
$\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{CaO} \cdot \text{BaO} \cdot \text{ZnO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{B}_2\text{O}_3 \cdot 6 \text{SiO}_2$	eszközüveg (ergon, pirex, durán)	nagy lágyuláspont, kis hőtágulási koefficiens, jó kémiai ellenálló képesség	laboratóriumi eszközök, csövek, tűzálló üvegedények
$\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{B}_2\text{O}_3 \cdot 6 \text{SiO}_2$	jénai üveg	nagy lágyuláspont, igen kis hőtágulási koefficiens	hőmérőkészítés, tűzálló üvegedények



# Üveggyártás

## Alapanyagok

- Homok, szóda, nátriumsulfát, mészkőliszt, dolomitliszt, bórsav, hamuzsír, üvegtörmelék

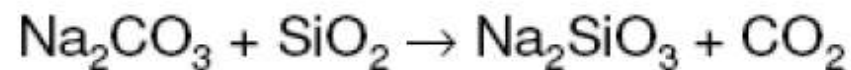
## Adalékanyagok

- Olvasztást könnyítő: fluor, bór, arzénvegyületek
- Tisztulás segítés: arzén-trioxid, nitrátok
- Fizikai tulajdonság, szín:  $\text{PbO}$ ,  $\text{CoO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , stb.
- Színkialakítás oxidatív vagy redukzív viszonyok között
- „Színtelenítő” anyagok: mangán-, szelénvegyületek
- Nagy törésmutató: ólomüveg
- Opalizáló anyagok: fluor- és foszforvegyületek

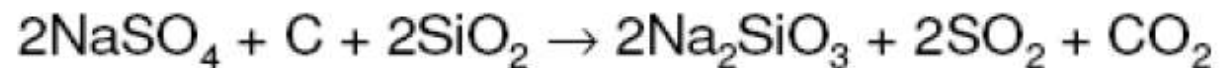
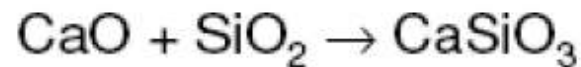
# Üveggyártás

Az üveg gyártása az alkotóelemek összeolvasztása útján történik, mely folyamat során kémiai változások is lezajlanak. Az olvasztókemencében végbemenő folyamatok közül a legfontosabbak a következők:

**Szilikátképződés**



**600-800 °C-on:**



**Üvegesedés folyamata** mely során a kvarcsemcsék maradék nélkül elolvadnak. 800-1400 °C hőmérsékleten megy végbe.

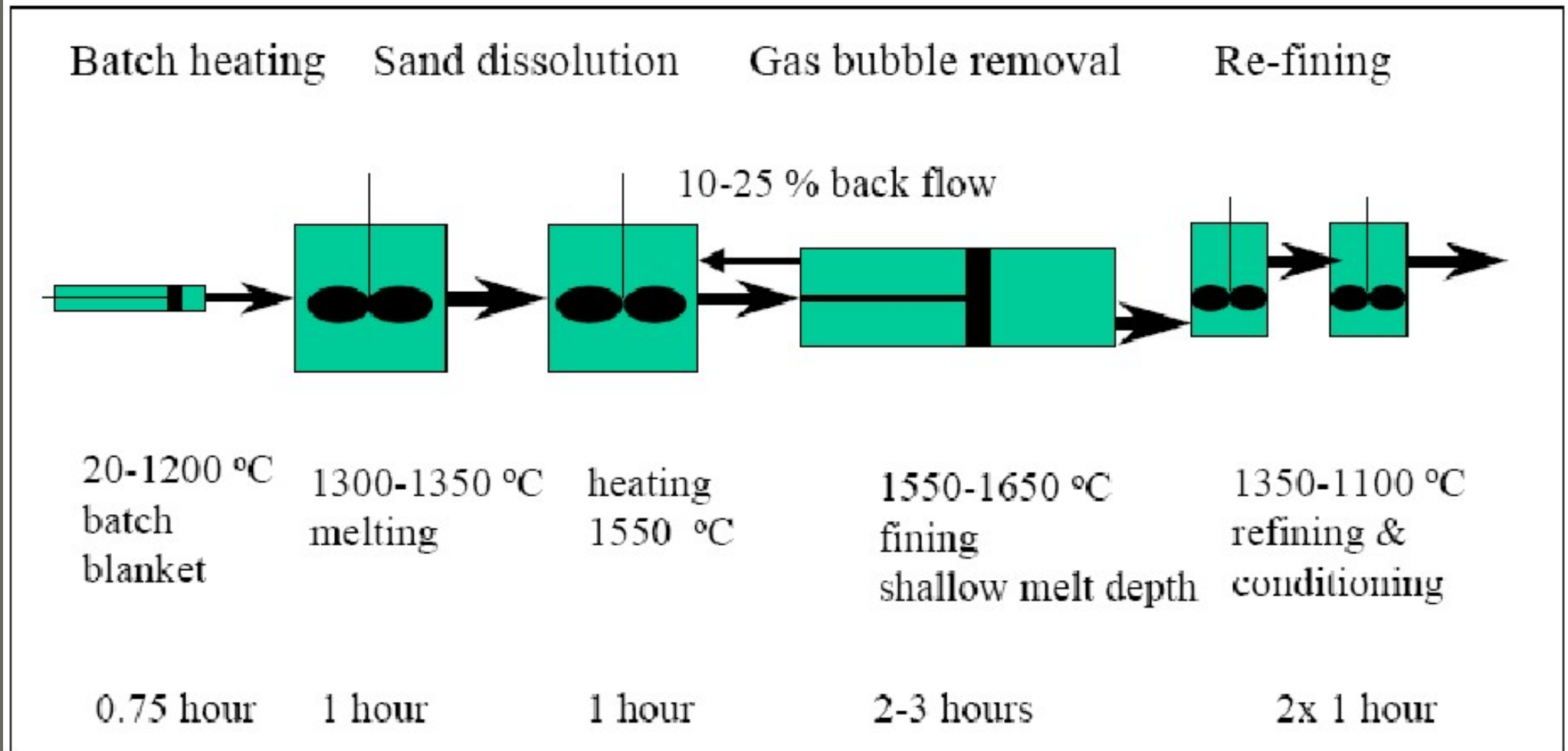
**Tisztulási folyamat**, mely során a légzárványok eltávoznak az anyagból. 1400-1500 °C-on játszódik le.

**Homogenizálás**, mely során az olvadék egyneművé válik.

**Kidolgozási viszkozitás beállítása**, mely során az olvadékot 800-1000 °C-ra hűtik. E hőmérsékleten már plasztikus állapotú, megmunkálásra alkalmas viszkozitású.

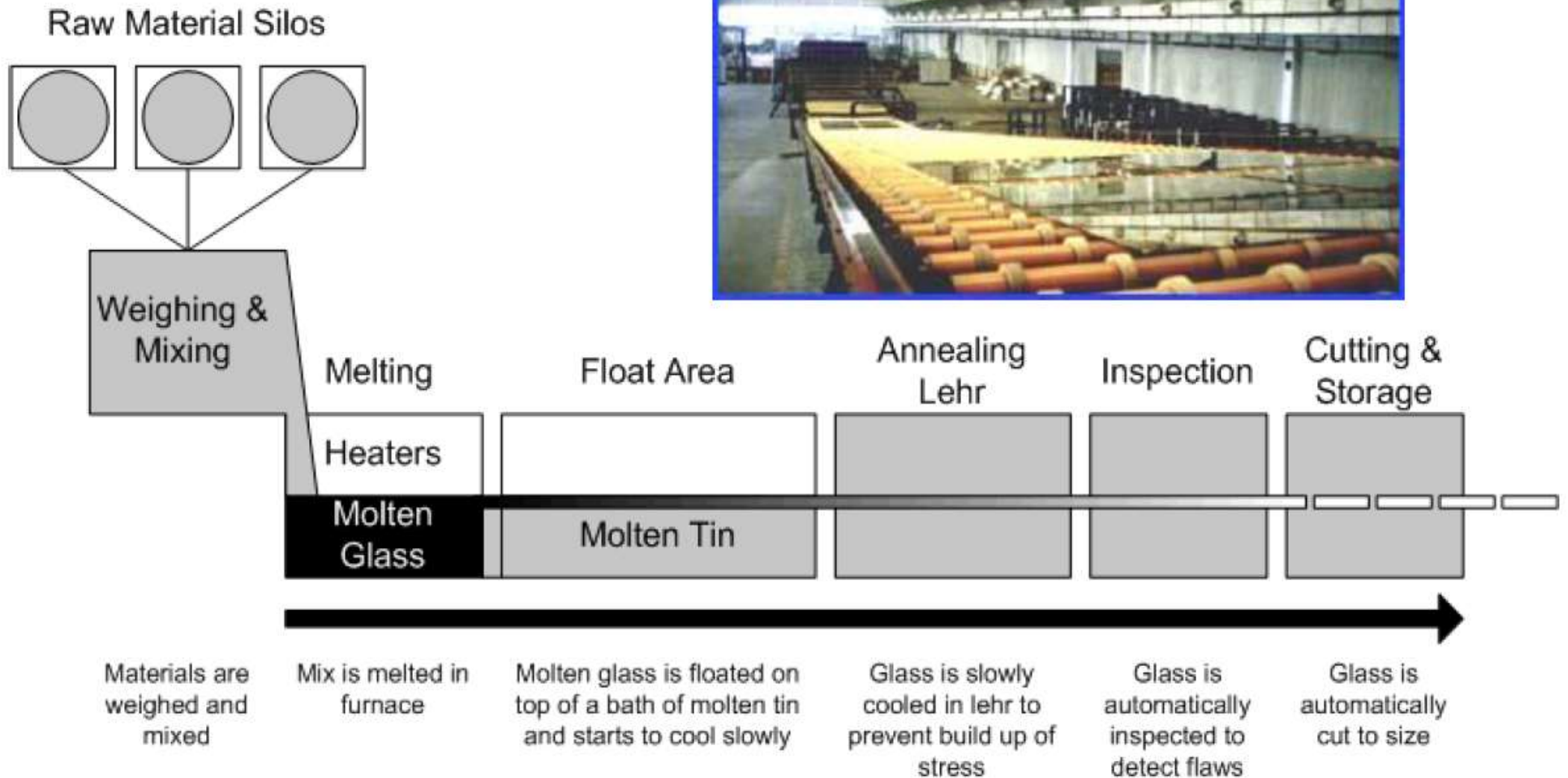
# Segmented Concept

(temperatures and times for soda-lime glass)



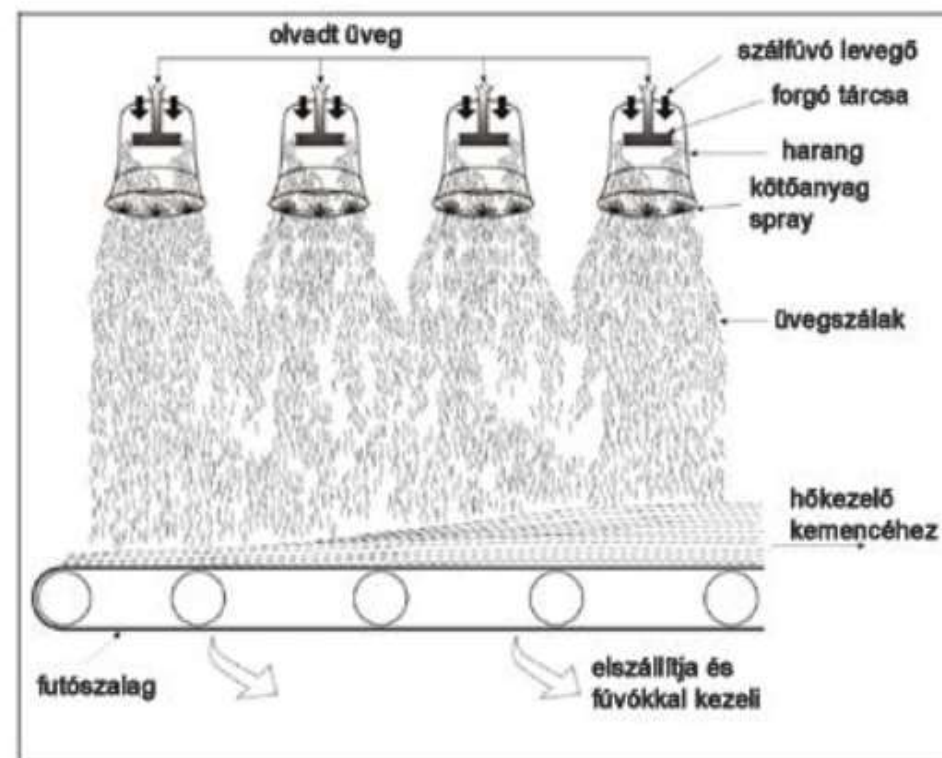
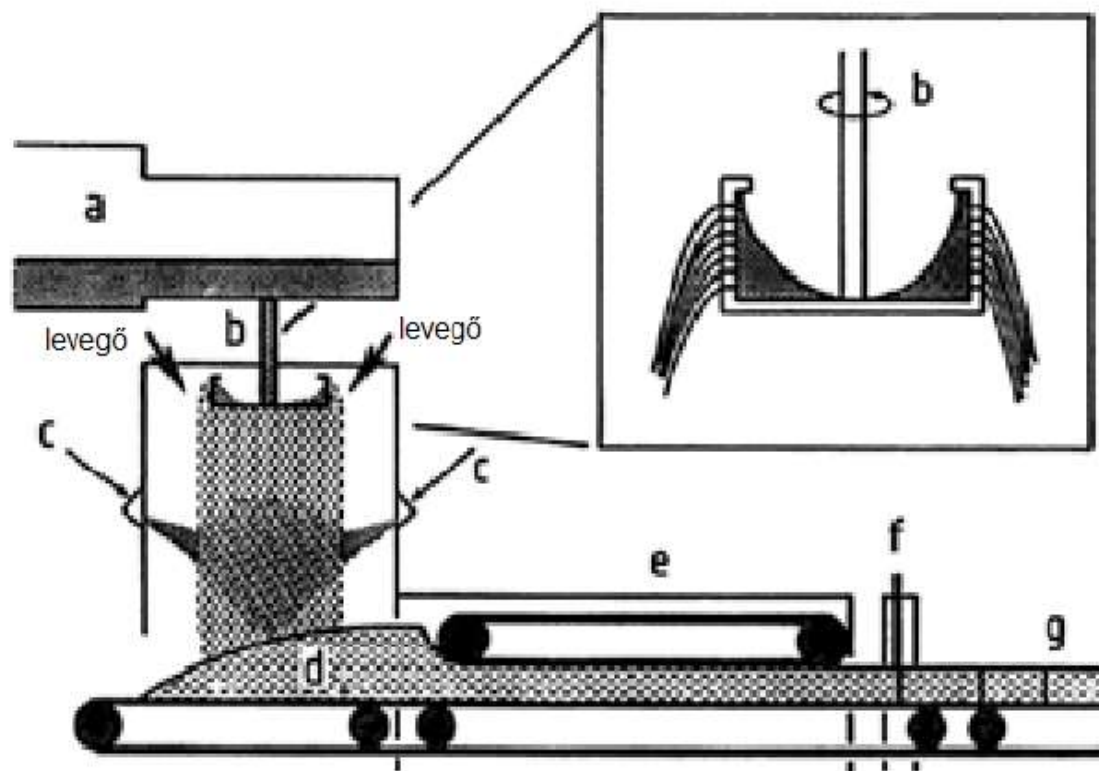
From Beerkens, R. 2001 ICG

# Float glass process



# Üvegszövet gyártása

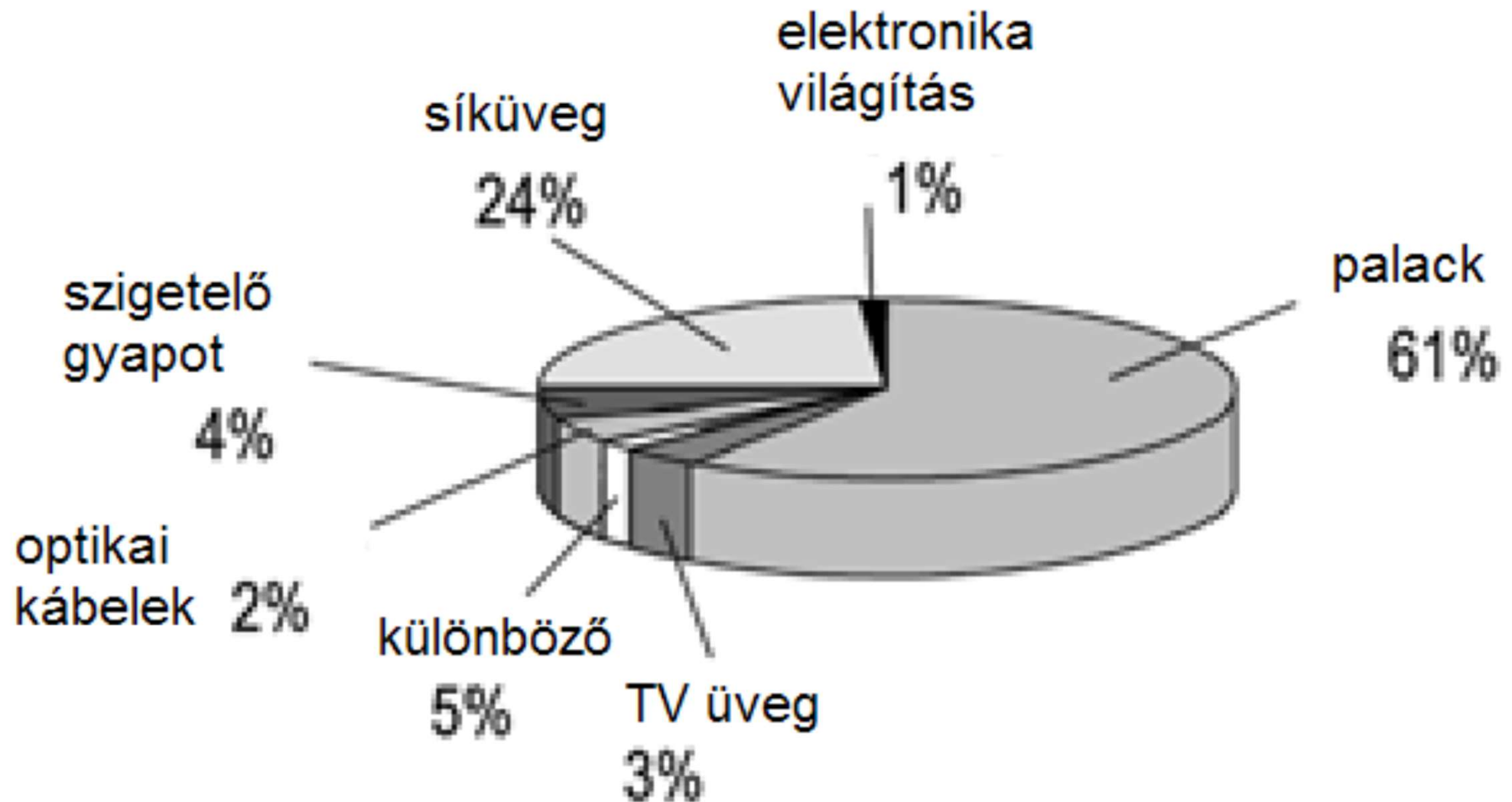
- a) Olvasztó tartály; b) Centrifúga fúvókákkal; c) Kötőanyag befújása; d) Üvegszövedék; e) Kötéskepző kemence; f) Bárd; g) Termék



## Az üvegek színezésére használt fémvegyületek

<b>Elem</b>	<b>Ion</b>	<b>Szín</b>
<b>Réz</b>	<b>Cu<sup>2+</sup></b>	<b>világoskék</b>
<b>Króm</b>	<b>Cr<sup>3+</sup></b>	<b>zöld</b>
	<b>Cr<sup>6+</sup></b>	<b>sárga</b>
<b>Mangán</b>	<b>Mn<sup>3+</sup></b>	<b>ibolya</b>
<b>Vas</b>	<b>Fe<sup>3+</sup></b>	<b>sárgás-barna</b>
	<b>Fe<sup>2+</sup></b>	<b>kékes-zöld</b>
<b>Kobalt</b>	<b>Co<sup>2+</sup></b>	<b>intenzív kék, borátüvegben rózsaszín</b>
	<b>Co<sup>3+</sup></b>	<b>zöld</b>
<b>Nikkel</b>	<b>Ni<sup>2+</sup></b>	<b>szürkés-barna, sárga, zöld, kék, ibolya az üvegtől függően</b>
<b>Vanádium</b>	<b>V<sup>3+</sup></b>	<b>zöld szilikát üvegben, barna borátüvegben</b>
<b>Titán</b>	<b>Ti<sup>3+</sup></b>	<b>ibolya redukáló körülmények között olvasztva</b>
<b>Neodímium</b>	<b>Nd<sup>3+</sup></b>	<b>vöröses ibolya</b>
<b>Szelén</b>	<b>Se<sup>0</sup></b>	<b>rózsaszín</b>
<b>Prazeodímium</b>	<b>Pr<sup>3+</sup></b>	<b>világos zöld</b>

# Az üveg felhasználása



# Zománcok

Kémiaiilag ellenálló üvegszerű bevonat

Alapanyagok:

- Bórsav, bórax, földpát, szóda, salétrom, kvarc, folypát, kriolit, báriumkarbonát, agyag, kaolin
- Színező pigmentek
- Homályosító, átlátszatlanná tevő adalékok (fémoxidok,  $\text{Sb}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{SnO}_2$ ,  $\text{CeO}_2$ ,  $\text{ZnO}$  stb.)

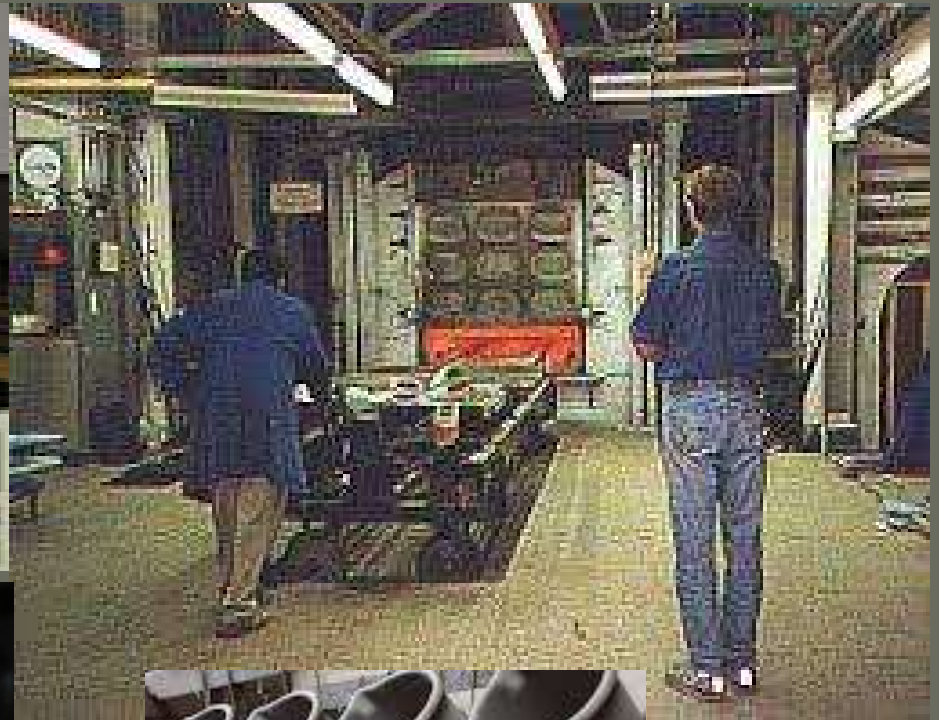
Alapanyag összeolvasztása után őrlés

Munkadarabra felvitel mártással (nedves szuszpenzió), vagy száraz szórással

Ráolvasztás két rétegben: alap, fedőzománc



# Ráolvasztás két rétegben: alap, fedőzománc



# A SZILIKÁTOK téma vizsgakérdései

írásbeli - szóbeli

- Az építési mész gyártása és felhasználása  
(a folyamat reakcióegyenletei)
- Az építési gipsz gyártása és felhasználása  
(a folyamat reakcióegyenletei)
- A cement gyártása és felhasználása
- Téglagyártás
- A kerámiák előállítása, kerámia mázak
- Üveggyártás, üvegfajták
- Zománcok, zománcozás
- Veszélyes anyagok a szilikátiparban
- A szilikátok gyártásának környezeti problémái