



Bundesdenkmalamt, Österreich

Szövetségi Műemlékvédelmi Hivatal, Ausztria

2014. 05. 24, Mauerbach

Dr. Pintér Farkas, BDA Természettudományi Laboratórium
farkas.pinter@bda.at

Präsidium <ul style="list-style-type: none">› Präsidentin› Fachdirektor› VerwaltungsdirektorIn › Stabsstelle Öffentlichkeitsarbeit› Stabsstelle Qualitätsmanagement › § Rechtsabteilung	Regionalbereich <p>Beim für Sie zuständigen Regionalbereich werden Sie beraten und können Umbauvorhaben einbringen.</p> <ul style="list-style-type: none">› Burgenland› Kärnten› Niederösterreich› Oberösterreich› Salzburg› Steiermark› Tirol› Vorarlberg› Wien	Häufige Fragen <ul style="list-style-type: none">› Allgemeine Fragen› Unterschutstellungsverfahren› Veränderungsverfahren› Ausfuhr› Archäologische (Boden-) Denkmale	Downloads <p>Hier finden Sie das derzeit gültige Denkmalverzeichnis sowie Formulare, Gesetze und andere Unterlagen.</p> <p>Zu den Formularen, Listen, Downloads ...</p>
Fachbereich <ul style="list-style-type: none">› Archäologie› Archäologische Publikationen› Archäologiezentrum Mauerbach› Architektur und Bautechnik› Bewegliche Denkmale - Internationaler Kulturgütertransfer› Inventarisierung und Denkmalforschung› Amtsbibliothek› Fotoarchiv› Archiv› Informations- und Weiterbildungszentrum Baudenkmalpflege - Kartause Mauerbach› Konservierung und Restaurierung› Naturwissenschaftliches Labor› Spezialmaterien	Interne Dienste <ul style="list-style-type: none">› Personal› Amtskassa› Finanz› Wirtschaftsstelle› Amtskanzlei› Informationstechnologie	Links <p>Wir haben uns bemüht, unsere Linklisten (unterteilt in einen österreichischen und einen internationalen Bereich) sehr spezifisch auf die Bereiche Denkmalschutz, Denkmalforschung und Denkmalpflege zu beschränken.</p>	Denkmalpflege in Österreich und international <p>Hier erfahren Sie mehr über die Geschichte der Denkmalpflege in Österreich, Denkmalbeirat und Kulturgüterschutz (Haager Konvention) werden vorgestellt. Unesco-Konvention und Mobility of Collections dokumentieren internationale Bemühungen um den Schutz des kulturellen Erbes.</p>

www.bda.at

Regionalbereich

Beim für Sie zuständigen Regionalbereich werden Sie beraten und können Umbauvorhaben einbringen.

- [Burgenland](#)
- [Kärnten](#)
- [Niederösterreich](#)
- [Oberösterreich](#)
- [Salzburg](#)
- [Steiermark](#)
- [Tirol](#)
- [Vorarlberg](#)
- [Wien](#)

Fachbereich

- [Archäologie](#)
 - [Archäologische Publikationen](#)
 - [Archäologiezentrum Mauerbach](#)
- [Architektur und Bautechnik](#)
- [Bewegliche Denkmale - Internationaler Kulturgütertransfer](#)
- [Inventarisierung und Denkmalforschung](#)
 - [Amtsbibliothek](#)
 - [Fotoarchiv](#)
 - [Archiv](#)
- [Informations- und Weiterbildungszentrum Baudenkmalpflege - Kartause Mauerbach](#)
- [Konservierung und Restaurierung](#)
 - [Naturwissenschaftliches Labor](#)
 - [Spezialmaterien](#)



Kötőanyagok

„Olyan anyagok, amelyek kémiai vagy fizikai folyamatok hatására képesek folyékony vagy pépszerű állapotból szilárd állapotba átalakulni, szilárdságukat fokozni és ezáltal a hozzájuk kevert szilárd adalékanyagokat összeragasztani.”

(Balázs Gy.: Építőanyagok és kémia, 1988)

A legfontosabb szervesetlen kötőanyagok osztályozása

Kötőanyagok							
<i>nem hidraulikus ~</i>				<i>hidraulikus ~</i>			
<u>Mész</u>		<u>Gipsz/Anhidrit</u>		<u>szilikát alapú</u>			<u>aluminát alapú</u>
oltatlan mész	oltott mész			PC-klinker			
darabos mész	őrölt mész	mészhidrátpor	oltott mész	gipsz kötőanyag	anhidrit kötőanyag	magnéziumcement (Sorel cement)	
				természetes hidraulikus mész (NHL)	natúr cement (románcement)	homogén portlandcementek (CEM I)	heterogén portlandcementek (CEM II-V)
							aluminátcementek (bauxit cement)

Cement-beton Kisokos (Holcim, 2008) alapján

Habarcs

Kötőanyagból (adalékszerekből) és **adalékanyagból** álló mesterséges építőanyag, amely levegő és/vagy víz hatására/alatt (vagy egyéb kémiai reakció következtében) megköt.

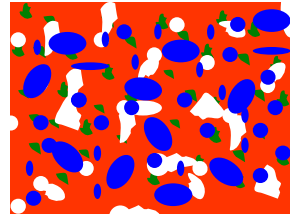
1: mész, hidraulikus mész, cement, gipsz, stb.

2a: **szervetlen**: puccolános, látens hidraulikus anyagok-pótlékok (trassz, téglaoőrlemény, kohósalak, pernye, stb.)

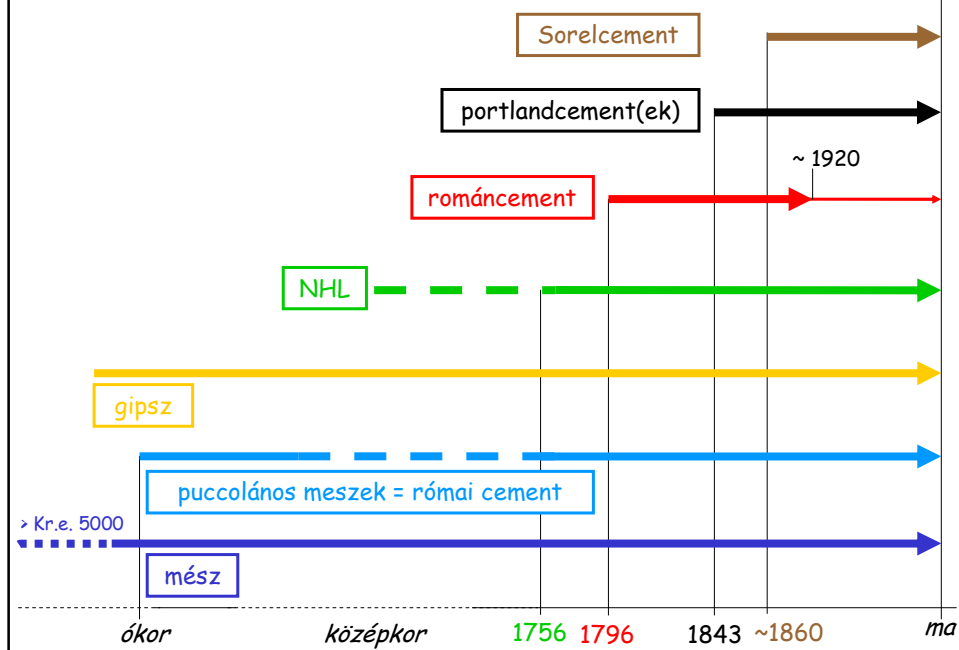
2b: **szerves**: kazein, növényi szár, stb.

3: homok, kavics, stb. (inert fázisok)

4: pórusok

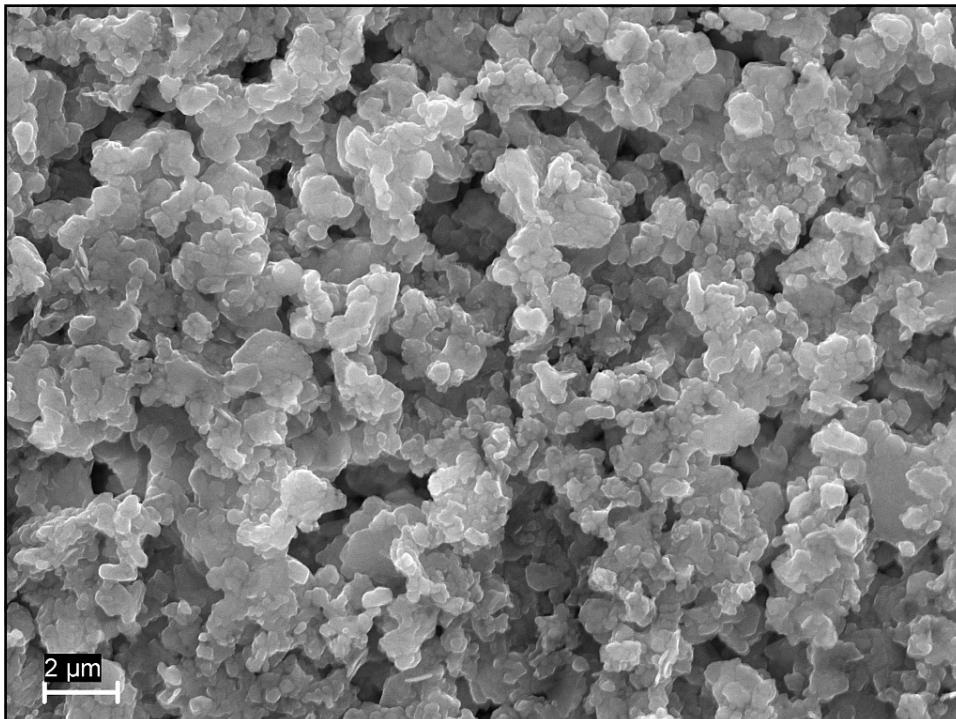
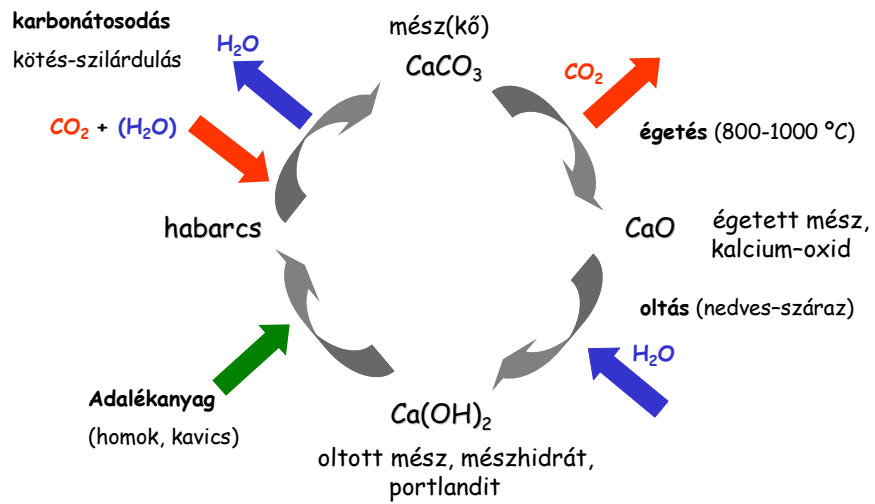


A legfontosabb szervetlen kötőanyagok fejlődéstörténete



1. Légmeszek

Építési meszek, amelyek a levegő CO_2 -tartalmával reagálva kötnek meg



Puccolános adalékok - az ókori rómaiak módszere

Puccolán (Pozzuoli, település Nápoly közelében) már az ókorban ismert adalékok

Olyan, általában hő hatására keletkezett, természetes vagy mesterséges anyagok, amelyek reaktív kvasav- és/vagy alumínát tartalma oltott mésszel és vízzel hidraulikus kötést tud létrehozni

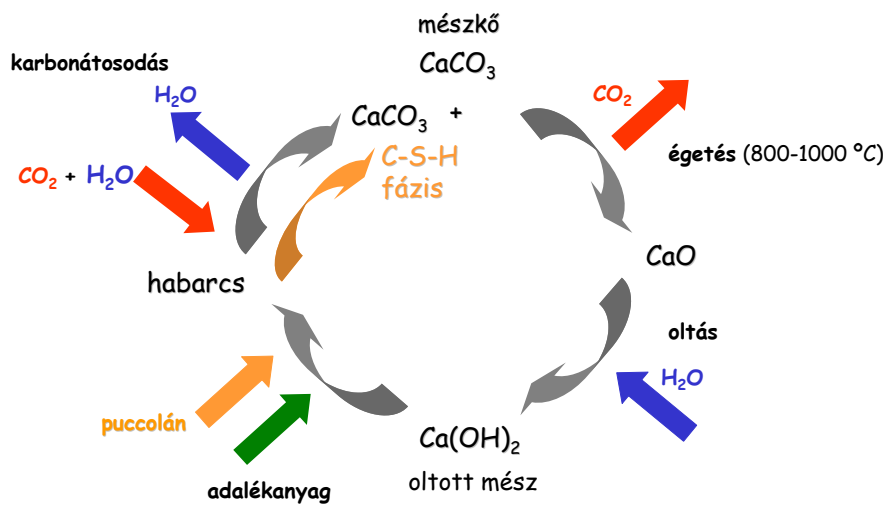
Természetes ~: vulkáni tufák, rajnai, stájer trassz, Santoriniföld, stb.

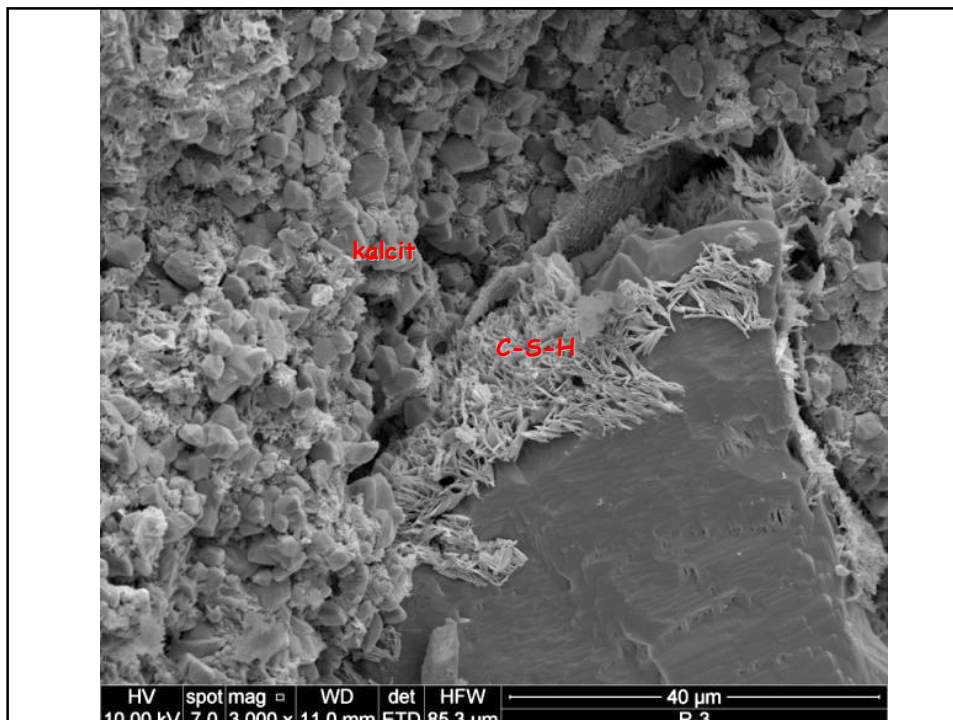
Mesterséges ~: téglapor, -őrlemény, pernye, stb.



2. Puccolános (hidraulikus) meszek

Olyan építési meszek, amelyek mind CO_2 , mind víz felvételével megkötnek

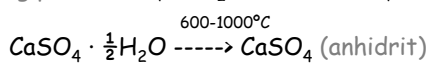
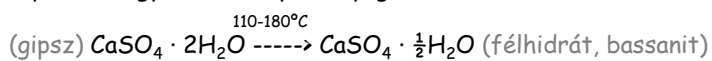




3. Gipsz

Történeti gipsz kötőanyagok (kb. a 19. szd.-ig): magas égetési hőmérséklet!

Gipsz és/vagy anhidrit nyersanyagból:



Történeti gipszek: nagy T különbségek egy égetés során (200-1000°C) --> különféle Ca-szulfát módosulatok (+ kevés CaO, szilikátos szennyezők) --> jellegzetes szín, általában lassabb kötési idő, de magas végső szilárdság (20-30 MPa) és kompakt szerkezet.

Modern gipsz:

1. Építési vagy félhidrátgipsz $\rightarrow \text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O} + 3/2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
2. Esztrich gipsz (anhidrit) \rightarrow magas végső szilárdság (min. 30 MPa (28 nap))

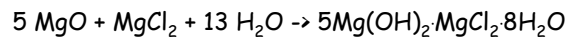
4. Sorelcement - magnéziacement

19. szd. második felében Stanislas Sorel találmánya: sav-bázis-cement

Sav: $MgCl_2$ vizes oldata

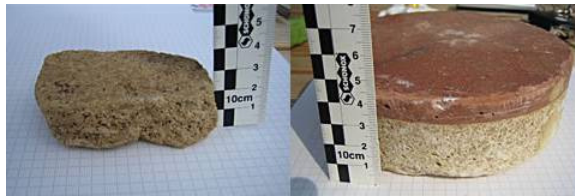
Bázis: megnezitből ($MgCO_3$) égetett periklász (MgO)

Általában gyors reakció (MgO reaktivitásának függvényében):



Alkalmazás: ipari padlózatok (magnezit padló), polírkövek.

Nyomószilárdság: 20-100 MPa!



<http://www.schoenox.de/>



5. Hidraulikus kötőanyagok

Víz alatt és/vagy víz hatására kötnek -> vízálló!

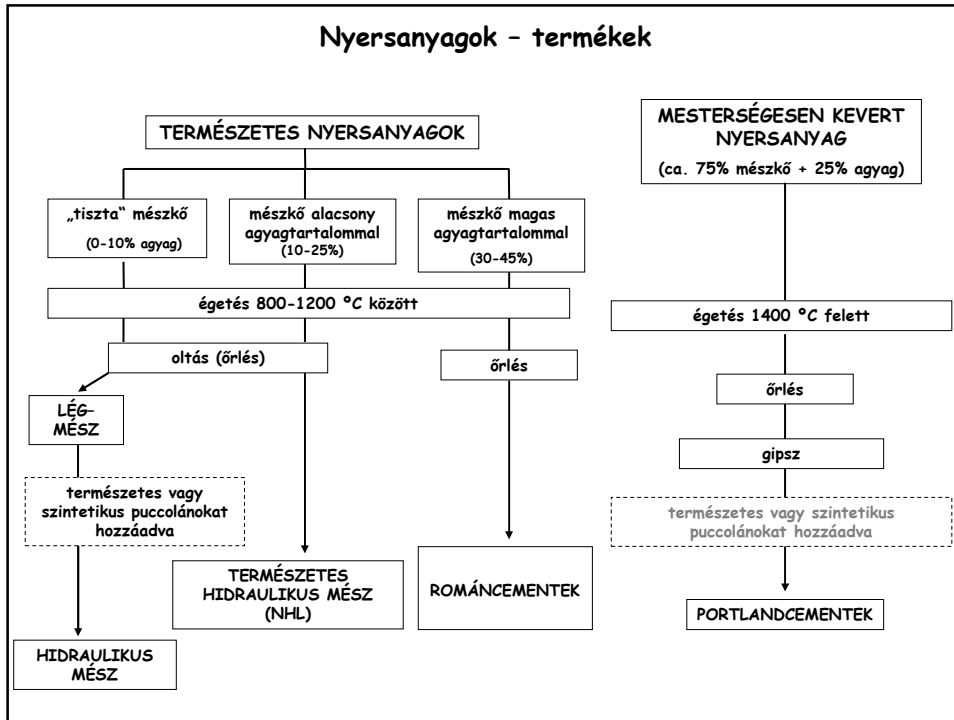
1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18	
H		He																																	
Li		Be																						B		C		N		O		F		Ne	
Na		Mg																						Al		Si		P		S		Cl		Ar	
K		Ca		Sc		Ti		V		Cr		Mn		Fe		Co		Ni		Cu		Zn		Ga		Ge		As		Se		Br		Kr	
Rb		Sr		Y		Zr		Nb		Mo		Tc		Ru		Rh		Pd		Ag		Cd		In		Sn		Sb		Te		I		Xe	
Cs		Ba		*La		Hf		Ta		W		Re		Os		Ir		Pt		Au		Hg		Tl		Pb		Bi		Po		At		Rn	
Fr		Ra		**Lr		Rf		Db		Sg		Bh		Hs		Mt		Uun		Uuu		Uub		Uuq		Uuh		Uuo		Uuq		Uuo		Uuo	
				*lanthanoids		La		Ce		Pr		Nd		Pm		Sm		Eu		Gd		Tb		Dy		Ho		Er		Tm		Yb			
				**actinoids		Ac		Th		Pa		U		Np		Pu		Am		Cm		Bk		Cf		Es		Fm		Md		No			

kalcium (CaO)
magnézium (MgO) →
mészből, mészkőből, dolomitból

szilícium (SiO_2)
alumínium (Al_2O_3)
vas (Fe_2O_3)
→ agyagásványokból, kvarchomokból, stb.

„hidraulikus faktorok”

Nyersanyagok - termékek



5a. Természetes hidraulikus mész (NHL)

1756, John Smeaton

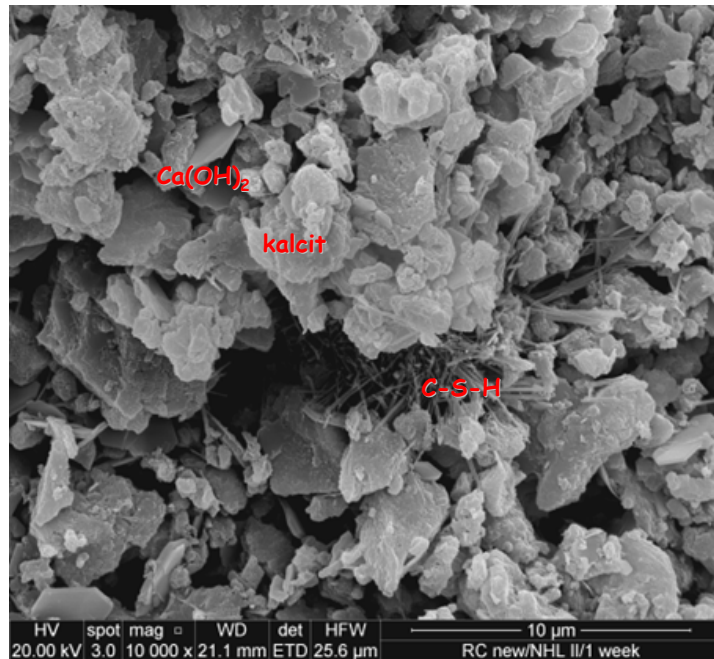
Típus	Jelölés	CaO +MgO	MgO	Nyersanyag	T _{égetés}
Term. hidr. mész 2	NHL 2	k.A.		agyagos mészkő, mészmárga	≤ 1200 °C
Term. hidr. mész 3,5	NHL 3,5				
Term. hidr. mész 5	NHL 5				

Főleg Nyugat Európában (Németország, Benelux-államok, Franciaország) a 19. szd. első felétől

Manapság ismét kedvelt építő- és restaurátori anyag

7 napos min. nyomószilárdság! Az összetételre nem utal!





Kép: K. Bayer

5b. Románcement

1796, James Parker

- Mészmentes hidraulikus kötőanyag

RC vs. NHL: nincs a kötésben résztvevő szabad mész



- Natúrcement

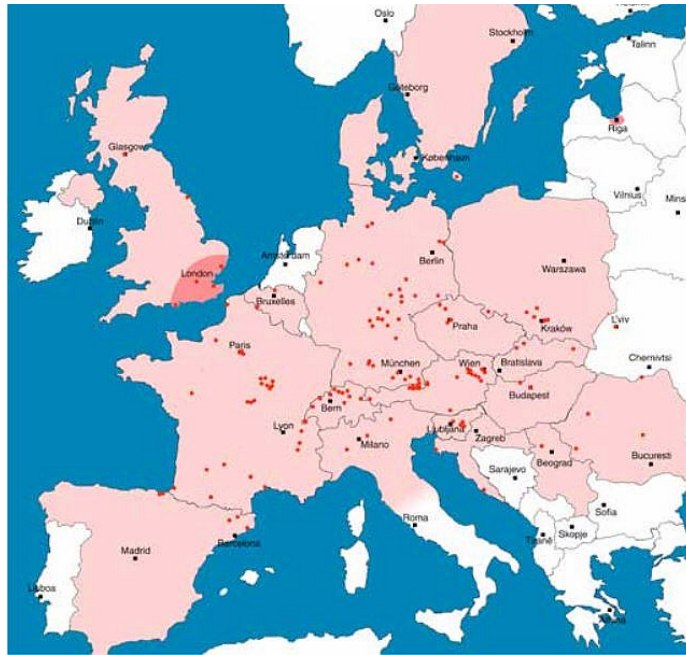
nyersanyag: márga

- Alacsony hőmérsékletű cement

zsugorodási hőmérséklet ($\ll 1200\text{ }^{\circ}\text{C}$) alatt égetve



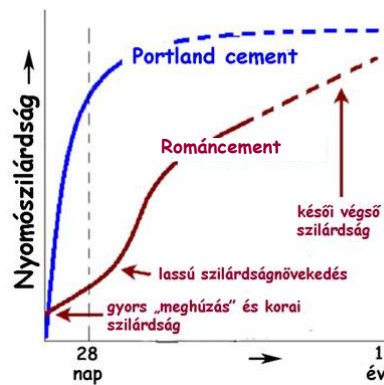
A legjelentősebb gyártási és felhasználási központok Európában a 19. szd második felében

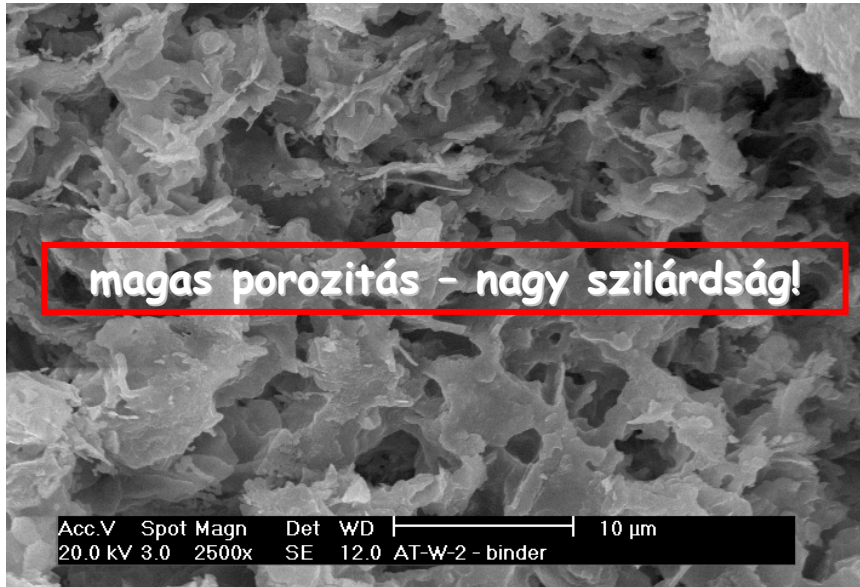


Kép: rocare.eu

Osztrák Szabvány, 1880 és 1890

Kor	Húzószilárdság [N/mm ²]			Nyomószilárdság [N/mm ²]		
	Román cement		Portland cement	Román cement		Portland cement
	gyors ≤ 15 min	lassú > 15 min		gyors ≤ 15 min	lassú > 15 min	
7 nap	≥ 0,4	≥ 0,5	≥ 1	nincs adat		
28 nap	≥ 0,8	≥ 1	≥ 1,5	≥ 6	≥ 8	≥ 15





hidrátmátrix („kártyavár-szerkezet”) egy történeti románcement habarcsban

Alkalmazás: nedves-vizes környezet, műkő, homlokzati díszek, öntvények-vakolatok



Forrás: wikipedia

Themze-csatorna
1825-41



Saint Bruno Clocher Grenoble (1872)

Kép: C. Avenier



Képek: ROCEM-ROCCARE

**RC, mint
autentikus
restaurátor
anyag**



vékony
vakolatok

Kereskedelmi
Akadémia, Krakó
(kép: ROCEM)



öntvények



húzott tagozatok

5c. Portlandcement

Portlandcement: mész és agyag keverékéből álló, zsugorodásig (~ 1400 °C) égetett, gipsz adalékkal finomra őrölt hidraulikus kötőanyag

1824 - Joseph Aspdin Patent no. 5022: „Portlandcement” (nem igazi PC, inkább NHL)

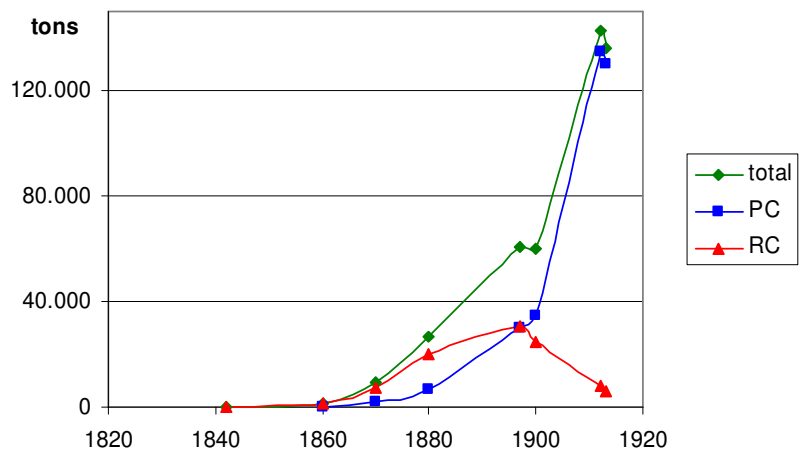
1843 - William Aspdin - magas hőmérsékletű cement előállítása (aknakemencében): fizikai paraméterek drasztikus javulása

1898 - forgó kemence - ipari előállítás magas hőmérsékleten

1890 - gipsz, mint kötéslassító

1920-as évektől PC-habarcatok-betonok gyors terjedése

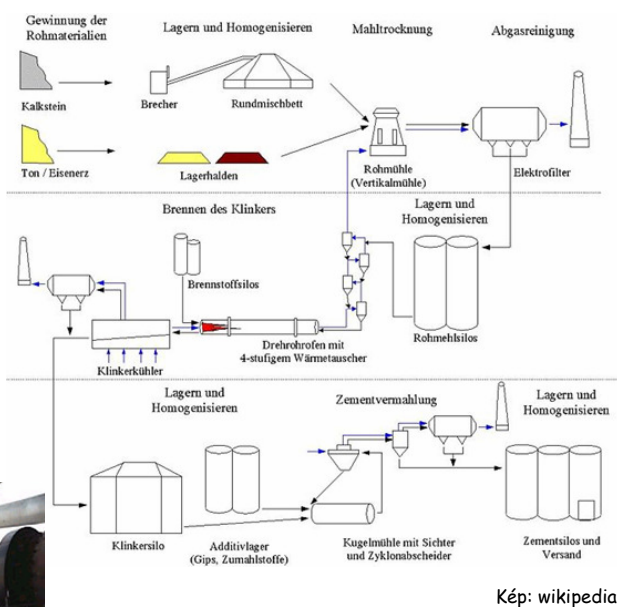
**Deliveries of cements
in the Austro-Hungarian Empire**



Kép: ROCEM

A modern cementgyártás legfontosabb lépései

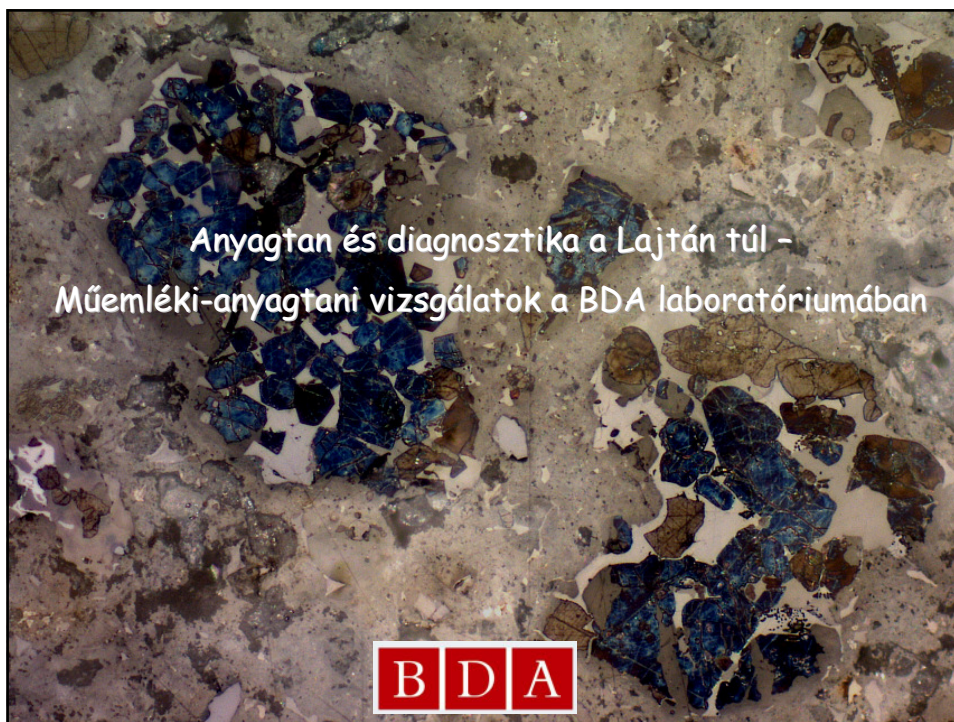
1. mész és agyag mesterséges, finomra őrölt keveréke
2. égetés 1400 °C felett forgókamencében + hűtés
3. keletkezett klinker őrlése + gipsz (+ egyéb hidraulikus pótlékok hozzáadása)
4. tárolás, szállítás



Kép: wikipedia

Fő cement-fajták	Általános felhasználási cementek		% Főalkotók							% Főalkotók			
			Klinker K	Kohósalak S	Szilikapor D	Puccolán P	Pernye V	W	Égetett pala T	Mészke L	Méző LL	Mellékalkotók	
CEM I	Portlandc.	I	95-100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5
CEM II	Kohósalak-p.c.	II/A-S	80-94	6-20	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5
		II/B-S	65-79	21-35	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5
	Szilikapor-p.c.	II/A-D	90-94	-	6-10	-	-	-	-	-	-	-	0-5
		II/A-P	80-94	6-20	-	6-20	-	-	-	-	-	-	0-5
	Puccolán-p.c.	II/B-P	65-79	21-35	-	21-35	-	-	-	-	-	-	0-5
		II/A-Q	80-94	6-20	-	-	6-20	-	-	-	-	-	0-5
		II/B-Q	65-79	21-35	-	-	21-35	-	-	-	-	-	0-5
		II/A-V	80-94	6-20	-	-	-	6-20	-	-	-	-	0-5
	Pernye-p.c.	II/B-V	65-79	21-35	-	-	-	21-35	-	-	-	-	0-5
		II/A-W	80-94	6-20	-	-	-	-	6-20	-	-	-	0-5
		II/B-W	65-79	21-35	-	-	-	-	21-35	-	-	-	0-5
		II/A-T	80-94	6-20	-	-	-	-	-	6-20	-	-	0-5
	Égetett pala-p.c.	II/B-T	65-79	21-35	-	-	-	-	-	21-35	-	-	0-5
		II/A-L	80-94	6-20	-	-	-	-	-	-	6-20	-	0-5
Mészke-p.c.	II/B-L	65-79	21-35	-	-	-	-	-	-	21-35	-	0-5	
	II/A-LL	80-94	6-20	-	-	-	-	-	-	-	6-20	0-5	
	II/B-LL	65-79	21-35	-	-	-	-	-	-	-	21-35	0-5	
	II/A-M	80-94	-	6-20	-	-	-	-	6-20	-	-	0-5	
Kompozit-p.c.	II/B-M	65-79	-	21-35	-	-	-	-	21-35	-	-	0-5	
	III/A	35-64	36-65	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5	
CEM III	Kohósalak cement	III/B	20-34	66-80	-	-	-	-	-	-	-	0-5	
		III/C	5-19	81-95	-	-	-	-	-	-	-	0-5	
		IV/A	65-80	-	-	11-35	-	-	11-35	-	-	0-5	
CEM IV	Puccolán-cement	IV/B	45-64	-	-	36-55	-	-	36-55	-	-	0-5	
		V/A	40-64	18-30	-	18-30	-	-	18-30	-	-	0-5	
CEM V	Kompozit-cement	V/B	31-50	31-50	-	31-50	-	-	31-50	-	-	0-5	

Cement-beton Kisokos (Holcim, 2008)



A műemlékvédelem komplexitása

KÖRNYEZET:

T, csapadék, rH, sugárzás, károsító anyagok:
természetes-antropogén

ÉPÍTŐANYAG:
(történeti-modern)

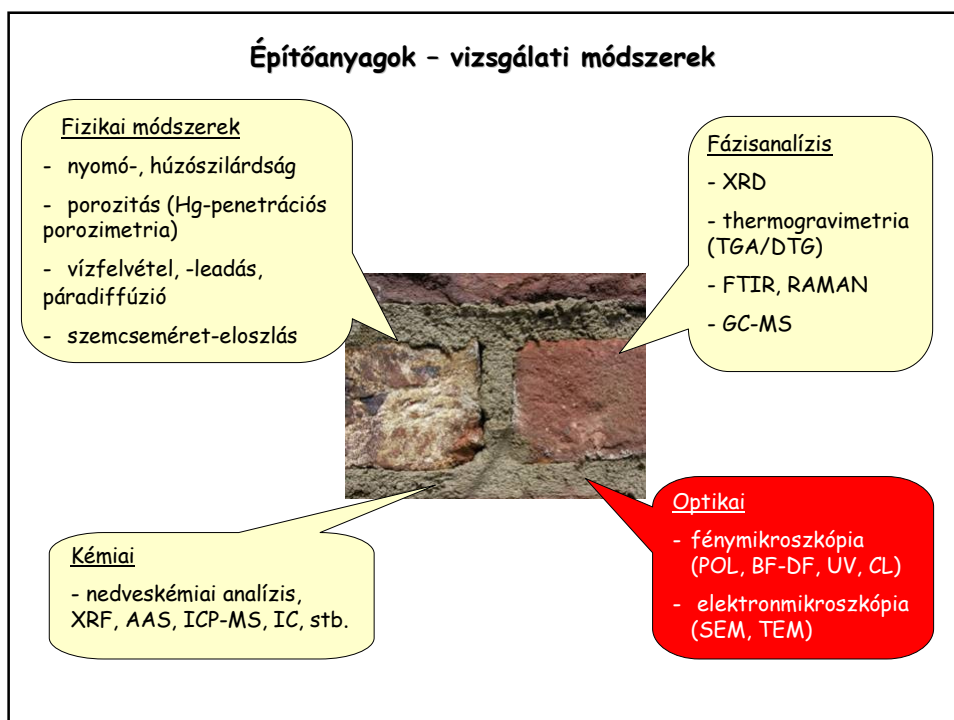
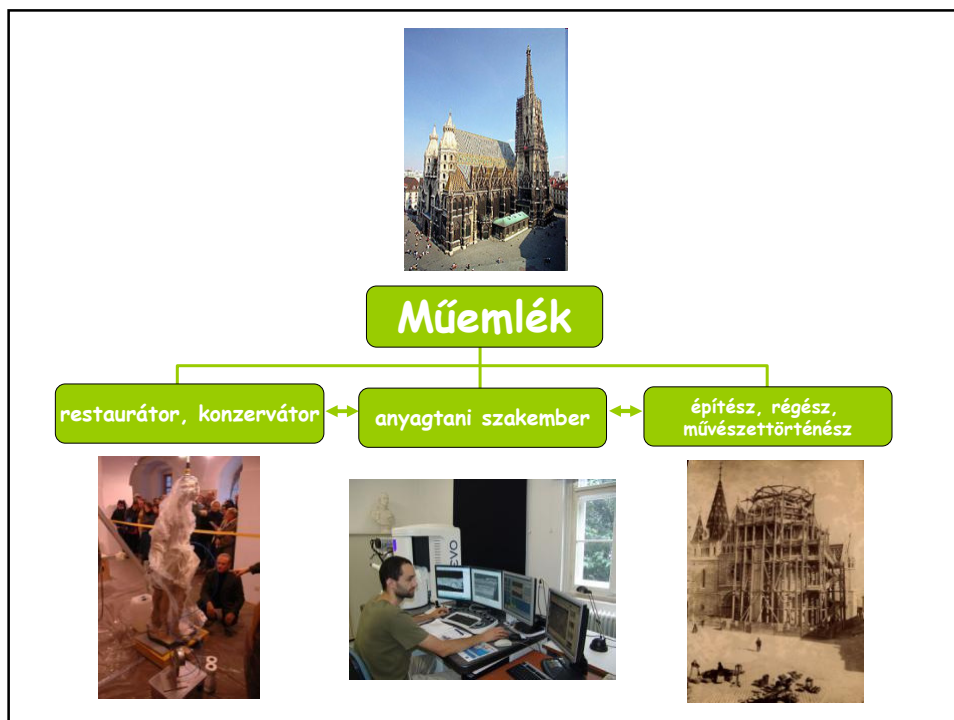


TÖRTÉNET: (átépítések,
restaurálások)

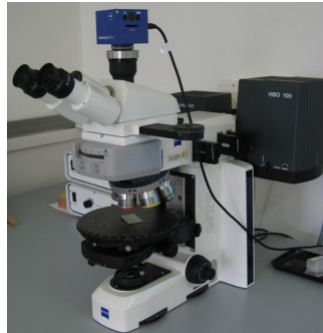
HASZNÁLAT: (privát,
egyházi, turisztikai)

IGÉNYEK:
(tulajdonos,
kivitelező)

ANYAGI
LEHETŐSÉGEK



BDA, TERMÉSZETTUDOMÁNYI LABORATÓRIUM



- történeti és modern építőanyagok vizsgálata
- sóanalitika
- történeti és modern festékrendszerek
- festési technológiák, pigmentek
- kormeghatározás pigmentek alapján
- fémanalitika
- műanyag adalékanyagok
- klímamérések

évi 1000-1200 minta, 200-250 jelentés



