

A betonok megfelelősége

A betonok megfelelőségének követelménye az MSZ 4798 szerint

A betonok megfelelőségének ellenőrzése:

- Az *MSZ EN 206-1:2002* európai betonszabvány az 50 évre tervezett beton tartóssági követelményeinek kielégítésére környezeti osztályok alkalmazását írja elő.
- Az *MSZ 4798-1:2004* szabvány tárgyalja és kibővíti az európai szabvány magyarországi alkalmazási feltételeit, valamint értelmezi a környezeti osztályokat, és azok követelményeit.
- *MSZ 15022* szabvány alapján tervezett beton- és vasbeton szerkezetek betonját, továbbra is az *MSZ 4719* és *MSZ 4720* betonszabványok szerint kell ellenőrizni.

A nyomószilárdság megfelelőségének ellenőrzése

A beton nyomószilárdságának tervezett értékét meghatározzák:

- A betonszerkezet teherbíró képessége és a beton igénybevétele alapján meghatározott nyomószilárdság.
- A használati élettartam és a környezeti hatások alapján a tartóssági követelményeket figyelembe vevő nyomószilárdság.
- Megfelelő tartósságot és ellenálló képességet biztosító, környezeti hatásoknak megfelelő betonösszetétel.

Környezeti hatások kitéti osztályai

X0	Nincs korróziós kockázat (vasalás nélküli beton) (vasalás nélküli betonvasalt beton, száraz helyen)
XC-1...4	Karbonátosodás okozta korrózió (száraz váltakozva nedves és száraz)
XD-1...3	Kloridok által okozott korrózió (mérsékelten nedves váltakozva nedves és száraz)
XS-1...3	Tengervízből származó klorid által okozott korrózió
XF-1...4	Fagyási/olvadási ciklusok által okozott korrózió (függőleges, sózás nélkül vízszintes, jégolvasztó só)
XA-1...6	Kémiai korrózió (agresszív vegyi hatás) (enyhén agresszívnagymértékben agresszív környezet)
XK-1...4	Koptatóhatás okozta károsodás (gyalogos nehéz teher és gördülő igénybevétel)
XV-1...3	Igénybevétel víznyomás hatására (vízbehatolás: 50, 35, 20 mm)

X0 Nincs korróziós kockázat

Alkalmazási terület	Környezeti osztály jele	Beton nyomószilárdsági osztálya, legalább ²⁾	Beton cement-tartalma, legalább, kg/m ³	Beton víz-cement tényezője, legfeljebb	Friss beton levegő-tartalma ³⁾ MSZ 4798 táblázata
Környezeti hatásoknak ellen nem álló, azoknak ki nem tett <u>beton</u> szerkezetek					
Káros környezeti hatás nem éri a szilárdsági szempontból alárendelt jelentőségű beton	XN(H)	C8/10	165	0,90	NAD F2.
Például: <u>Aljzatbeton</u> , beton alapréteg, cement-stabilizáció					
Káros környezeti hatás nem éri a betont	X0b(H)	C12/15	230	0,75	NAD F2.
Például: <u>Vasatlan</u> alapbeton, kitöltő és kiegyenlítő beton, üreges födémbelestest, üreges válaszfal, üreges zsaluzóelem, kétrétegű járdalap hátbetonja, kétrétegű útburkolóelem hátbetonja, üreges pince-falazóelem, belső főfali üreges főfal-falazóelem, belső főfali tömör főfal-falazóelem					
Környezeti hatásoknak ellen nem álló, azoknak ki nem tett <u>vasalt beton</u> (nem vasbeton) szerkezetek					
Karbonátosodáson kívül egyéb káros környezeti hatás nem éri a vasalt betont (nem vasbetont!)	X0v(H)	C16/20	250	0,70	NAD F2.
Például: <u>Száraz helyen</u> lévő vasalt alapbeton, vasalt térhatároló beton					

XC Karbonátosodás okozta korrózió

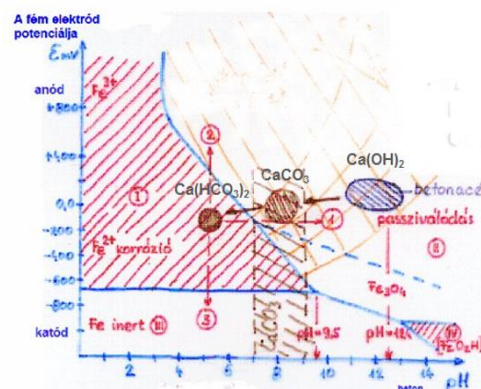
A karbonátosodás kitéti osztályai:

XC1 - száraz, vagy tartósan nedves

XC2 - nedves, ritkán száraz

XC3 - mérsékelten nedves, szabadban

XC4 - váltakozva nedves és száraz



A levegő CO₂ hatása: $\text{Ca(OH)}_2 + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

Szénsav hatása: $\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{CaCO}_3 \rightarrow \text{Ca(HCO}_3)_2$

Karbonátosodásnak ellenálló vasbeton és feszített vasbeton szerkezetek					
Száraz vagy tartósan nedves helyen, állandóan víz alatt lévő beton	XC1	C20/25	260	0,65	NAD F2.
Például: Belső pillér, belső födém, vízszint alatti betonok					
Nedves, ritkán száraz helyen lévő beton	XC2	C25/30	280	0,60	NAD F2.
Például: Épületalap, támfalalap, mélyalap, alaplemez, kiegyenlítő lemez betonja					
Mérsékelten nedves helyen, nagy relatív páratartalmú épületben lévő beton	XC3	C30/37	280	0,55	NAD F2.
Például: Fürdőépület szerkezete, szabadban lévő esőtől védett szerkezetek betonja					
Váltakozva nedves és száraz, vízpermetnek kitett helyen lévő beton	XC4	C30/37	300	0,50	NAD F2.
Például: Szárnyfal, pincefal, fűt cölöp, cölöp-fejgerenda, mederfal, külső fal, pillér vagy födém betonja					

Az XC kitéti osztály követelménye és a javasolt szilárdsági osztály

XF Fagy/olvadási ciklus által okozott korrózió

Függőleges felületű fagyálló beton és vasbeton szerkezetek

XF1- Mérsékelt víztelítettség, olasztó sózás nélküli, légbuborék nélküli

XF2- Mérsékelt víztelítettség, olasztó sózott, légbuborék szerrel és nélkül

Vízszintes felületű fagyálló beton és vasbeton szerkezetek:

XF3- Nagy víztelítettség, olasztó sózás nélküli, légbuborék szerrel és nélkül

XF4- Nagy víztelítettség, olasztó sóknak kitett, légbuborék szerrel és nélkül

Vízszintes felületű fagyálló beton, vasbeton és feszített vasbeton szerkezetek ⁵⁾						
Vízszintes felületű és legfeljebb 5%-os lejtésű, nagy víztelítettségű, esőnek és fagnak kitett, <u>olasztó sózás nélküli</u> fagyálló beton	XF3	C30/37	320	0,50	NAD F3.	
	XF3	Légbuborékképző <u>adalékszerrel</u> készül a beton. ⁶⁾				
	Példa: Útépítési és nem teherhordó hidépítési szerkezetek, útpályától legfeljebb 10 m-re lévő szerkezetek	XF3(H)	C40/50	340	0,45	NAD F2.
	Légbuborékképző <u>adalékszer nélkül</u> készül a beton. Például: Monolit és előregyártott szerkezetek, teherhordó hidépítési szerkezetek, útpályától legfeljebb 10 m-re lévő szerkezetek Alkalmazása útpályabetonok és repülőtéri burkolatok esetén tilos!					
Vízszintes felületű és legfeljebb 5%-os lejtésű, nagy víztelítettségű, esőnek, fagnak és <u>jégolvasztó sóknak közvetlenül kitett</u> fagyálló beton	XF4	C30/37	340	0,45	NAD F3.	
	XF4	Légbuborékképző <u>adalékszerrel</u> készül a beton. ⁶⁾				
	Például: Útpályabetonok, hídon átvezetett útburkolatok, repülőtéri burkolatok, nem teherhordó hidépítési szerkezetek, útpályától legfeljebb 10 m-re lévő szerkezetek	XF4(H)	C40/50	360	0,40	NAD F2.
	Légbuborékképző <u>adalékszer nélkül</u> készül a beton. Például: Monolit és előregyártott szerkezetek, teherhordó hidépítési szerkezetek, útpályától legfeljebb 10 m-re lévő szerkezetek <u>Alkalmazása útpályabetonok és repülőtéri burkolatok esetén tilos!</u>					

XA Kémiai korrózió (vegyi hatás)

XA1 - enyhén agresszív környezet

XA2 – mérsékeltén agresszív

XA3 - nagymértékben agresszív

Szennyvizek hatása:

XA4 - enyhén agresszív szennyvíz

XA5 - mérsékeltén agresszív

XA6 - nagymértékben agresszív

Kémiai jellemzők	Kitéti (környezeti) osztályok		
	XA1	XA2	XA3
SO ₄ ²⁻ mg/l	> 200 és < 600	> 600 és < 3000	> 3000 és < 6000
pH	< 6,5 és > 5,5	< 5,5 és > 4,5	< 4,5 és > 4,0
CO ₂ mg/l	> 15 és < 40	> 40 és < 100	> 100 telítésig
NH ₄ ⁺ mg/l	> 15 és < 30	> 30 és < 60	> 60 < 100
Mg ²⁺ mg/l	> 300 és < 1000	> 1000 és < 3000	> 3000 telítésig

Talajvíz és talaj (alapvetően duzzadásos és esetleg oldódásos) kémiai korróziójának ellenálló beton, vasbeton és feszített vasbeton szerkezetek ⁷⁾					
Enyhén agresszív talajvízzel vagy talajjal érintkező beton	XA1	C30/37	300	0,55	NAD F2.
	Például: Pincék, alaptestek, fűt és talaj-kiszorításos cölöpök, mikrocölöpök, résfalak, túbbingek, mélygarázsok, süllyesztő-szekrények (keszonok), földalatti terek, alagutak, közműcsatornák				
Mérsékeltén agresszív talajvízzel vagy talajjal érintkező beton	XA2	C30/37	320	0,50	NAD F2.
	Például: Pincék, alaptestek, fűt és talaj-kiszorításos cölöpök, mikrocölöpök, résfalak, túbbingek, mélygarázsok, süllyesztő-szekrények (keszonok), földalatti terek, alagutak, közműcsatornák				
<u>Nagymértékben agresszív</u> talajvízzel vagy talajjal érintkező beton	XA3	C35/45	360	0,45	NAD F2.
	Például: Pincék, alaptestek, fűt és talaj-kiszorításos cölöpök, mikrocölöpök, résfalak, túbbingek, mélygarázsok, süllyesztő-szekrények (keszonok), földalatti terek, alagutak, közműcsatornák				

XV Igénybevétel víznyomás hatására

Vízjáró beton, vasbeton és feszített vasbeton szerkezetek					
Csak légköri nyomáson lévő nedvességálló (nem vízjáró) beton ¹²⁾	XV0(H)	C25/30	300	0,55	NAD F2.
		Például: Talajvízszint feletti föld alatti szerkezetek, vagy vízelvezetéssel tartósan víztelenített környezetű szerkezetek			
Mérsékelt vízjáró beton, amelybe a víz legfeljebb 50 mm mélyen hatol be ¹³⁾	XV1(H)	C25/30	300	0,55	NAD F2.
		Például: Pincefalak, csatornafalak, mélyalap, áteresztő, folyóka, surrantóelemek, mederlapok, mederburkolóelem, rézsűburkolat, víztároló medencék, záportárolók, esővízgyűjtő aknák			
Közepesen vízjáró beton, amelybe a víz legfeljebb 35 mm mélyen hatol be ¹³⁾	XV2(H)	C30/37	300	0,50	NAD F2.
		Például: Vízépítési szerkezetek, gátak, partfalak, víztároló medencék, föld alatti garázsok, aluljárók külön szigetelőréteg nélkül, földalatti alaptestek, kiegyenlítő lemezek			
Fokozottan vízjáró beton, amelybe a víz legfeljebb 20 mm mélyen hatol be ¹³⁾	XV3(H)	C30/37	300	0,45	NAD F2.
		Például: Mélygarázsok, mélyraktárak, alagutak külső határoló szerkezete, vízépítési műtárgyak			

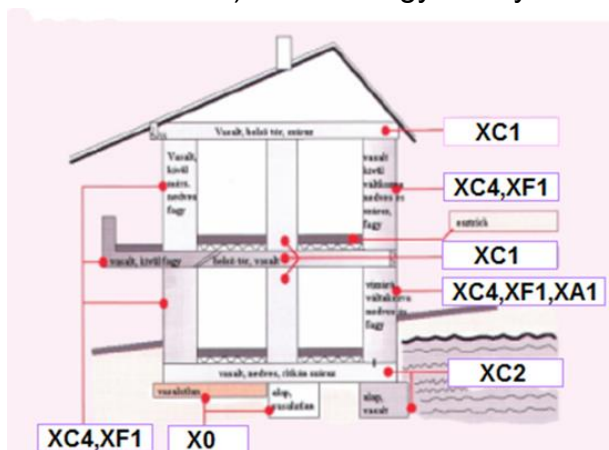
Betonok jelölése az MSZ 4798 szerint

C25/30-XC3-XF4-XA3 -16-S2-100év MSZ 4798:2018 betonjelölés

- C** - Concrete (norm. Beton) nyomószilárdsági osztálya
- 25** - 25 N/mm^2 $f_{ck,cyl}$ jellemző szilárdság (hengeren)
- 30** - 30 N/mm^2 $f_{ck,cube}$ (15 cm-es kockán)
- XC3** - környezeti osztály, karbonátosodás mérsékelt nedves környezetben (C30/37)
- XF4** - környezeti osztály, fagyhatásnak kitett fagyási/olvadási ciklusok hatása nagymérvű víztelítettség + jégolvasztó só
- XA3** - nagymértékben agresszív kém. környezet (C35/45)
- 16** - adalékanyag d_{max} (mm)
- S2** - konzisztencia, roskadás $50 \div 90$ mm
- 100 év** - használati élettartam legalább 100 év

Mértékadó nyomószilárdsági osztály meghatározása:

Az erőtani számításokkal megállapított nyomószilárdsági osztály **C25/30** és a környezeti feltételek alapján előírt nyomószilárdsági osztályok (**C30/37** és **C35/45**) közül a nagyobb nyomószilárdsági osztály a mértékadó.



Statikusok gyakorlata

Már az erőtani számításoknál figyelembe veszik, és mértékadónak tekintik a környezeti feltételek alapján előírt (ajánlott) pl. XF4; C30/37 nyomószilárdsági osztályt.

Építmények vasbeton szerkezeteire javasolt kitéti osztályok

Különleges betonok és betontechnológiák

Különleges betonok és betontechnológiák:

- kötőanyagokban különleges betonok
(pl. szulfátálló beton, bauxitbeton, polimer betonok)
- adalékanyagokban különleges betonok
(pl. polisztirol beton, perlit beton, fabeton)
- vegyi adalékszerek adagolásával különleges
(pl. légpórusos fagyálló beton, gázbeton, habbeton)
- tulajdonságukban és alkalmazásukban különleges
(pl. kopásálló beton, vízzáró beton, tűzálló beton)
- összetételükben és előállítási módjukban különleges
(pl. fényáteresztő beton, dermesztett beton)
- bedolgozási technológiájukban különleges
(pl. lövellt beton, pörgetett beton, öntömörödő beton)

Hőszigetelő- és teherhordó könnyűbetonok:

- pernye gázbeton (BORSOD, HEBEL, MÁTRA)
- pórusbeton (YTONG, SIPOREX)
- habbeton (BauMix tetőfödém szigetelés, falazó elem)
- polisztirol betonok (PSH beton, LÖGLEN, , HABITEN)
- perlit beton (falazó elem, monolit hőszigetelés)
- fabeton (DURISOL, FABETON, VELOX)
- keramzit betonok (LIAPOR, HABISOL)
- habüveg-kavics betonok (Liaver üveggyöngy, habkavics)
- tufabeton (vibropréselt falazó- és kéményelemek)

Különleges tulajdonságú és rendeltetésű betonok

- nagyszilárdságú- és teljesítőképességű betonok
- szálerősített betonok (Dramix, Forte-Fibre)
- fényáteresztő betonok (Litracon, Pixel)
- agresszív hatáson ellenálló betonok (szulfátálló)
- vízzáró beton
- kopásálló beton
- hő- és tűzálló betonok
- műbetonok (poliészter és epoxi gyanta, polimer beton)
- duzzadó beton és habarcs (MAXDINAMIT, MAXPLUG)

Különleges betontechnológiák és eljárások

- lövellt beton (torkrét beton)
- öntömörödő beton (szuper plasztifikátorok)
- pörgetett beton (centrifugális erő)
- tömegbeton (nagy tömegű beton)
- víz alatti betonozás (kontraktor, kolkrét)
- tömedékelő- és injektáló betonok (pernyebeton, habbeton)
- látszóbetonok (esztétikus nyers beton felületek)
- 3D betonnyomtatási technológiák

1. Hőszigetelő betonok

Habbeton monolit hőszigetelés (BauMix habbeton)

- cementhabarcs + hab

Műszaki jellemzők:

$$\rho_t = 250 \div 800 \text{ kg/m}^3$$

$$f_{c,m} = 0,5 \div 3 \text{ N/mm}^2$$

$$\lambda = 0,1 \div 0,2 \text{ W/mK}$$

Habbeton + polisztirol zúzalék

Felhasználás:

- tetőfödém hőszigetelés



Gázbeton hőszigetelő lap (Ytong Multipor)

Műszaki jellemzők:

$$\rho_t = 115 \text{ kg/m}^3$$

$$\lambda = 0,045 \text{ W/mK}$$



Polisztirol hőszigetelő beton (PSH, LÖGLEN, ÖKOCELL)

Műszaki jellemzők:

$$\rho_t = 400 \div 800 \text{ kg/m}^3$$

$$\lambda = 0,12 \div 0,18 \text{ W/mK}$$

$$f_{c,m} = 1 \div 2 \text{ N/mm}^2$$

Felhasználás:

- tetőfödém hőszigetelés
- födém hangszigetelés
- falazó- és zsaluzó elemek
- vakolóhabarcsok



Perlit beton és habarcs

Műszaki jellemzők:

$$\rho_t = 400 \div 600 \text{ kg/m}^3$$

$$\lambda = 0,15 \text{ W/mK}$$

$$f_{c,m} = 1 \div 2 \text{ N/mm}^2$$

Felhasználás:

- hőszigetelő lapok
- tetőfödém hőszigetelés



2. Könnyűbetonok

- falazó- és födémelemek, panelek és blokkok
- épületfizikai követelmények: $k < 0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$
- műszaki jellemzők:

$$\rho_t = 800 \div 1900 \text{ kg/m}^3 \quad f_{c,m} = 5 \div 20 \text{ N/m}^2 \quad \lambda = 0,3 \div 0,6 \text{ W/mK}$$



Keramzit duzzasztott agyagkavics adalékanyagú

- vibropréselt falazóelemek
- műszaki jellemzők: $\rho_t = 800 \div 1900 \text{ kg/m}^3$
 $f_{c,m} = 5 \div 20 \text{ N/m}^2$
 $\lambda = 0,3 \div 0,6 \text{ W/mK}$



Habüveg adalékanyagú beton

- Liaver és Poraver duzzasztott üvegyöngy
- műszaki jellemzők: - $\rho_t = 800 \div 1900 \text{ kg/m}^3$
- $f_{c,m} = 5 \div 20 \text{ N/m}^2$
- $\lambda = 0,3 \div 0,6 \text{ W/mK}$



Kohósalak beton

- falpanelek és öntött beton falak: falazóelemek és vibropréselt blokkok

Tufabeton

- vibropréselt betonelemek; falazóblokkok, kéményelemek

Téglazúzalék beton

- frakcionált téglaoőrlemény, vibropréselt falazóblokkok, kéményelemek

Nofines beton

- homok nélküli adalékanyag, korlátozott cementhabarcs
- öntött beton falszerkezetek (nem vibrált) könnyített beton: $\rho_t = 1600 \text{ kg/m}^3$

3. Különleges betonok

Nagyszilárdságú betonok (HSC) és nagy teljesítő-képességű betonok (HPC)

Osztályozás szilárdság szerint:

- $60 \div 120 \text{ N/mm}^2$ nagyszilárdságú beton
- $120 \div 250 \text{ N/mm}^2$ ultra nagy szilárdságú
- $400 \div 800 \text{ N/mm}^2$ hiperszilárdságú beton

Alkalmazási területek: - feszített vasbeton hidak
- TV tornyok, atomerőművek

Időállóság növelése (tömör, korrózióálló)

A beton és feszítőhuzal együttdolgozása.

A betonszilárdság növelése:

- CEM I - $52,5 > 450 \text{ kg/m}^3$ $d = 5 \div 30 \text{ mm}$
- $V/C_{opt} = 0,28$ adalékszer (szuperfolyósító)
- szilikapor és nanoszilika adagolás
- acél- és műanyag szál adagolás
- nagyszilárdságú adalékanyag
- aktivátoros betonkeverő, tömörítés (intenzív vibrálás) utókezelés



Szálerősített betonok

Szálerősítés: - műanyag szál, acélhaj (szál)
- üvegszál, szénszál, bazaltszál

A szálerősítés műszaki előnyei:

- csökken a repedésérzékenység
- növekszik a hajlító-húzó szilárdság
- lőtt betonnál csökken a visszahullás

Alkalmazás:

- beton héjszerkezetek, vízzáró csövek
- ipari padlók, beton aljzatok, útbetonok



Fényáteresztő "üvegbeton"

- Üveg (műanyag) szálak alkalmazásával, fényt bocsát át a beton (Litracon)
- Az üvegszálak egymással párhuzamosan elhelyezve (Pixelbeton)
- A fényinformáció megjelenik a falpanel túoldalán



Litracon pXL Pixelbeton

Losonczi Áron

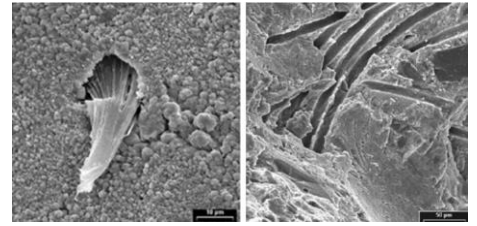
Litracon pXL Pixelbeton és alkalmazása:

- transzparens műanyag szálak vezeték a fényt
- a kép, fénypontokból (pixelekből) épül fel
- iparosítottan előállított panelelemek
- sík lapok, üreges testek, térbeli idomok
- átvilágított homlokzati- és válaszfalak
- belsőépítészeti dekorációs elemek
- belülről megvilágított szabadterei szobrok

Hő- és tűzálló betonok

Kémények, kazánalapok, kemencefalak

- hőállóság: normálbeton : 200 °C- ig
- hőálló beton : 500 ÷ 800 °C
- tűzálló beton: 800 °C felett

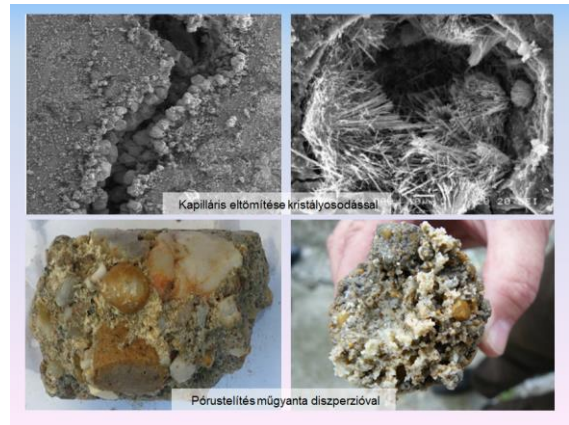
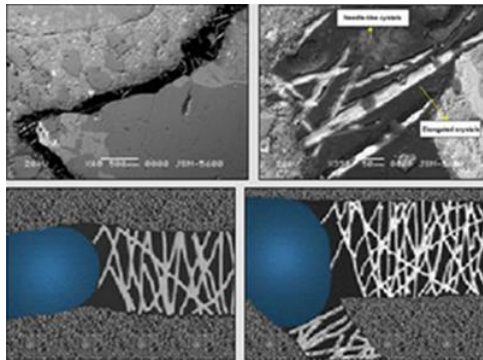


Vízáró betonok

Víztározó medencék, csatornák, vízepítési létesítmények

A vízáróságot fokozó anyagok működési elve:

- csökkenti a keverővíz mennyiségét (plasztifikátorok)
- kristályosodva CSH-ot alkotnak (trasz, pernye, kaolinit)
- vízfelvétellel duzzadnak (bentonit)
- műgyanta diszperziók (pórust telítik)
- kristályosodva tömítenek (Penetron; XYPEX Oxydtron)



A pórus rendszer utólagos kitöltése
kristályokkal

- Betontechnológia: - túltelített cementpép, F2, V/C < 0,5
- vibrálással tömörítés
 - utókezelés 14 nap, kiszáradás elleni

Duzzadó beton és habarcs

- MAXDINAMIT
- MAXPLUG



Különleges betontechnológiák

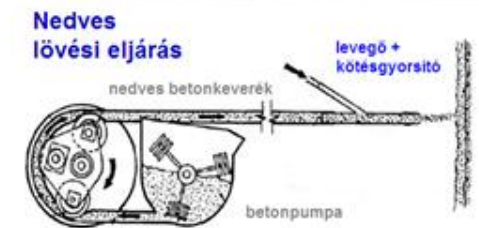
Lövelt, vagy torkrét beton

Beton rehabilitáció, szerkezet megerősítés:

- vb. kémények, alagutak, pincék

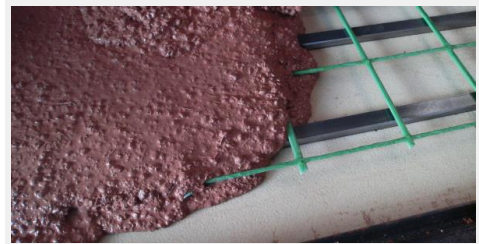
Vékony vb. szerkezetek előállítása:

- vízzáró betonréteg



Öntömörödő beton (ÖTB)

- vibrálás nélküli bedolgozási mód
- negatív formák kitöltése betonnal
- finomrész tartalom növelés
- folyósító szerek alkalmazása



Pörgetett beton

Vasbeton csövek, távvezeték oszlopok

- henger alakú sablont forgatják
- kör keresztmetszetű vb. szerkezetek
- csövek és cölöpök gyártása



Víz alatti betonozás

Hídpillérek, gátak, folyómedrek, pincék

- Kontraktor eljárás (tömlő + szivattyú)
- Kolkret eljárás (kövek közé injektálás)
- Sicotan vegyi adalékszer alkalmazása
- SikaUW-C kimosást gátló adalékszer



Tömegbetonok

Alkalmazás: - vízépítési műtárgyak, gátak, hídfők $d = 0,7 \div 3,0\text{m}$
- Q, egyenetlen °C eloszlás, kéregrepedés

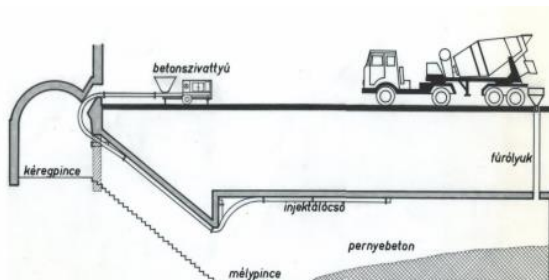
Technológia: - belites- és kohósalak cement, kötéslassítás
- belső hűtés, külső hőszigetelés
- Kolkret eljárás



Tömegbetonozási technológia

Pernyebetonos üregfeltöltés és picetömedékelési eljárás

- pernye gázbeton tömedékelő anyag
- pincetömedékelési technológiák



Pincetömedékelési technológia



Pécsi pince tömedékelése

Habcement injektálás és üregkitöltés

- közmű és vezetékágyazás
- csőben-cső injektálás
- üreg- és pincekitöltés



Közművezeték ágyazása habcementtel



Üregkitöltés

Alkalmazott betonok:

- öntömörödő és szálerősített
- habarcskimosásos, adalékszemcsés
- zsalumatricák alkalmazása

Betontechnológiai követelmények:

- egyenletes- és tartós szín (cement)
- pórusmentes és egyenletes felület
- esztétikus munkahézag kialakítás
- megfelelő zsaluzat, sablonleválasztás
- betonacél távtartó és acéltakarás
- betonfelület utókezelés, védelem



Mikrobarázdás falpanel

Parképítési betontárgyak



Kertépítési betonelemek

3D betonnyomtatási technológia

A 3D betonnyomtatás alkalmazásának sajátosságai

A nyomtatásra alkalmazott eljárások és betonnyomtatók fajtái

3D nyomtatással előállított épületek és betonszerkezetek

A beton összetételének meghatározása



Betonnyomtatásra alkalmazott eljárások

A - **Kötőanyag sugaras** technológia
Az adalékanyag rétegekre kötőanyagot lőnek. A kész termékről a felesleges, adalékanyagot eltávolítják.



B - **Lőtt betonos** technológia
A hagyományos lőttbeton technológia fejlesztett változata.



C - **Csúszó zsalus** technológia
Dinamikus csúszó zsaluzással egy robotkar a formát felfelé húzza, kialakítva a terméket.



D - **Extruderes** nyomtatási technológia
Programvezérelt nyomtató fejjel formázzák a terméket.



A nyomtatott építmény falzatának kialakítása



Az építmény falszerkezetének nyomtatása



Falszerkezet összekapcsolása betonacélokkal



A kinyomtatott falszerkezet (betonépítmény)

3D betonnyomtatás üzemi próbája (2022)

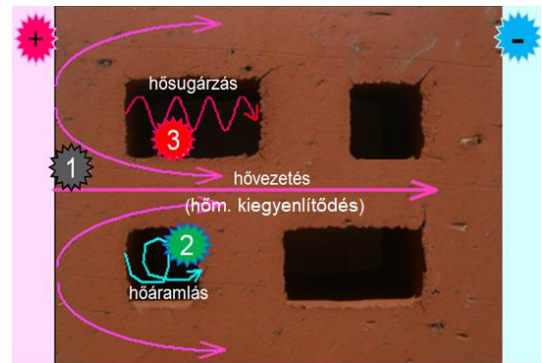
Hőszigetelő anyagok

Hőszigetelési alapfogalmak

Energiatakarékosság
az épületek hőszigetelésével

A hőszigetelés fontossága
hatékonyságának növelése és korlátai

Az anyag hőmérséklete (rácsrezgés):
atomrács mechanikai rezgési-energiája



Hőtranszport folyamatok

A hő (hőmérséklet) terjedése az anyagban

Hőtranszport folyamatok (hőközlési módok):

- Hővezetés:**
Részecskéről részecskére adódik át a hő az anyagban (kiegyenlítődé)
- Hőáramlás:**
Mozgó anyagrészecskék, gáz- és vízmolekulák közvetítik a hőt.
- Hősugárzás:**
Elektromágneses sugárzás (hullámok) formájában terjed a hő.

Az építőanyagok hőtechnikai jellemzői

1. Hővezetési tényező: (λ) W/mK

Az anyag hővezető képességétől függ
Megadja, hogy mekkora hőmennyiség
halad át 1 m^2 felületű anyag 1 m vtg rétegén,
ha a falfelületek hőmérsékletének különbsége 1 K .

A hővezetési tényezőt befolyásolja a porozitás:

Minél kisebb a λ , annál jobban hőszigetel

2. Hővezetési ellenállás (R_λ) $\text{m}^2\text{K/W}$

Adott (d) vastagságú és (λ) hővezetési
tényezőjű szerkezeti réteg, hő áramlattal
szemben kifejtett ellenállása: $R = d/\lambda$

3. Felületi hőátadási tényező: (h) $\text{W/m}^2\text{K}$

h_i – belső oldali h_e – külső oldali

Hőátadási ellenállások: R_{hi} : $1/h_i$ és R_{he} : $1/h_e$

Befolyásoló tényező: pl. a falfelület minősége

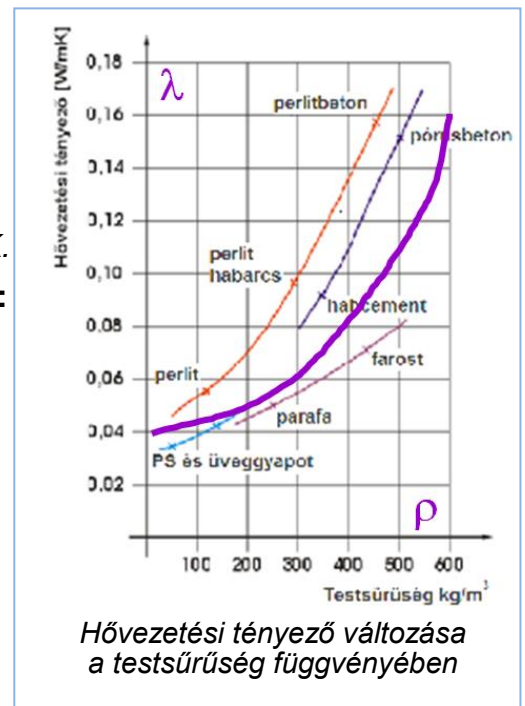
4. Hőátbocsátási tényező (U) $\text{W/m}^2\text{K}$

Az a hőmennyiség, amelyet 1 m^2 falszerkezet
átbocsát a két légtér között: $U = 1/R$

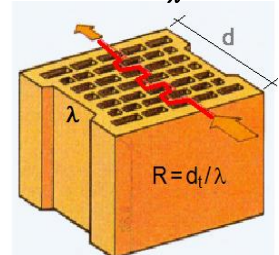
Hőátbocsátási ellenállás: $R = R_{hi} + R_{he} + R_\lambda$

Térelhatároló falszerkezet U értéke: $0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$

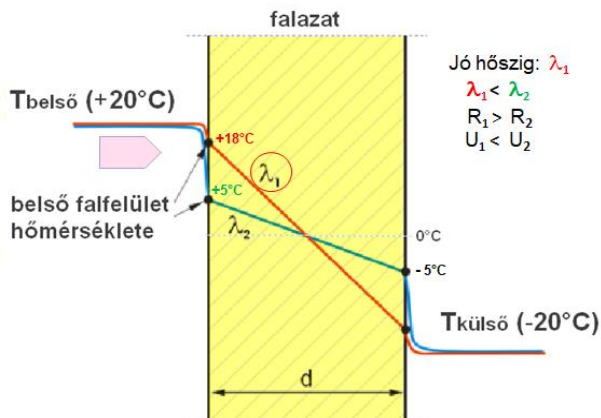
$$U = \frac{1}{R_{hi} + R + R_{he}} = \frac{1}{\frac{1}{h_i} + \frac{d_i}{\lambda_i} + \frac{1}{h_e}} \left[\frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}} \right]$$



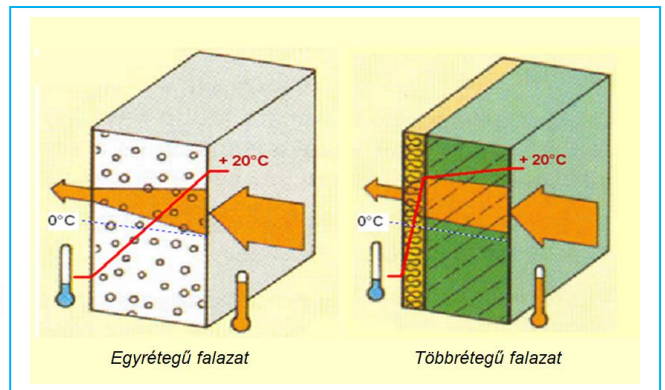
Falszerkezetek hővezetési
ellenállása: $R_\lambda = d/\lambda$



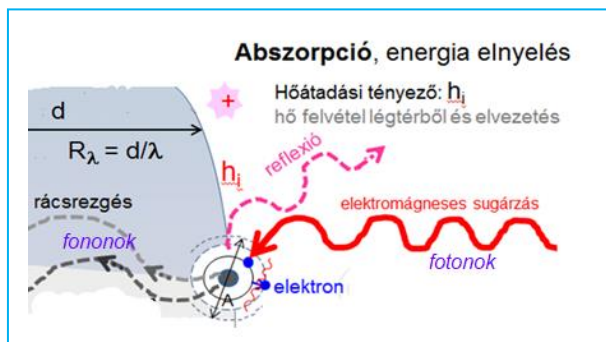
A falfelületek hőmérséklete λ és R függvényében



A falszerkezet hőfokelési görbéi



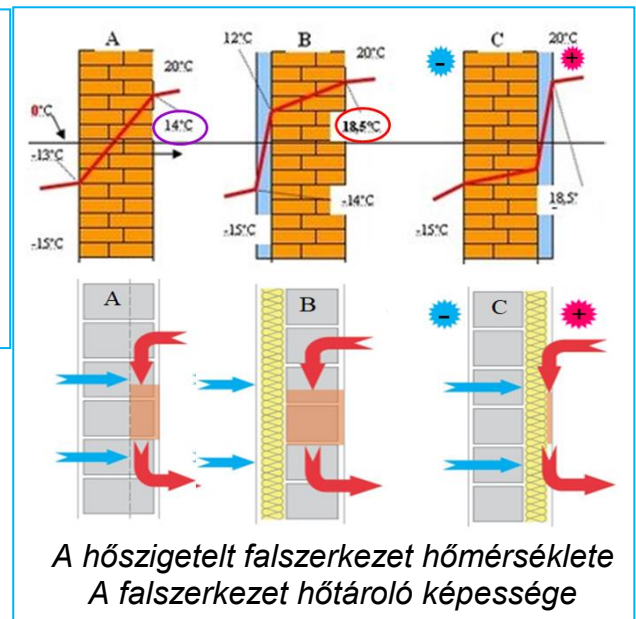
A falszerkezet épületfizikai jellemzői



Hőátadási folyamatok a fal felületén

Az elektromágneses sugárzás spektrumi és hatásuk az anyagra:

- infravörös sugárzás, elnyelődik *atomokat gerjeszti és, hőt indukál*
- látható fény, elnyelődik *reflektálódik, kevés hőt indukál*



A hőszigetelt falszerkezet hőmérséklete
A falszerkezet hőtároló képessége

Hőszigetelő anyagok

Hőszigetelő anyagok fajtái:

- feltöltő és kitöltő anyagok
- tömítőanyagok (ömlesztve)
- hőszigetelő habarcsok
- hőszigetelő idomttestek
- lemezek (PS, ásványgyapot)
- paplan, matrac, tömlő, filc
- nanostruktúrájú hővédő bevonatok



Alkalmazási területek:

- homlokzatok hőszigetelő vakolása
- padlók és födémek hőszigetelése
- lapos tetők hőszigetelése
- tetőtér és padlásterek szigetelése
- helyszínen szórt hőszigetelés
- épületgépészeti és technológiai szigetelés



Hőszigetelő anyagok fajtái és előállításuk

1. Szálas termékek

Szilikát szálas termékek:

- kőzetgyapot (olvasztott kőzet szálak)
- üvegyapot (olvasztott üveg szálak)

Szerves szálas termékek:

- fagyapot, len, kókusz
- szalma és nád



2. Sejtesítéssel (gázosítás) gyártott termékek

Gázfejlődés a képlékeny állapotú anyagban

- duzzasztott perlit (vulkáni üveg, vízgőz)
- habüveg (üvegpórák + gázképző)
- YTONG pórusbeton (gázképzéssel)
- Polisztirol (PS) hab (expandált, extrudált)
- Poliuretán (PUR) hab (kémiai gázosítás)
- Polietilénhab (POLIFOAM) kémiai gázosítás



3. Habosítással gyártott termékek

- habbeton (habanyag + habarcs)

testsűrűség: $400 \div 600 \text{ kg/m}^3$
monolitikus tetőfödém szigetelés



4. Pórusos anyagokkal gyártott termékek

- hőszigetelő könnyűbetonok
- PS gyöngy habarcs és beton
- parafa őrlemény

5. Mikro- és nanostruktúrájú anyagok

- Aerogél paplan, TSM Ceramic bevonat



Hőszigetelő anyagok tulajdonságai

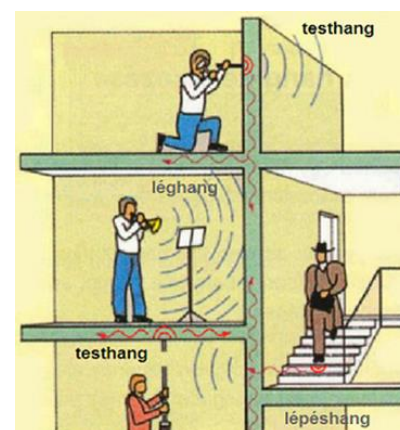
Követelmények:

- meleg szigetelők $> 900^\circ\text{C}$,
- hidegszigetelők (hűtő): $\lambda < 0,04 \text{ W/mK}$

Szilárdság: a 10%-os összenyomódáshoz tartozó nyomószilárdság (kPa)

A hangszigetelő anyagok

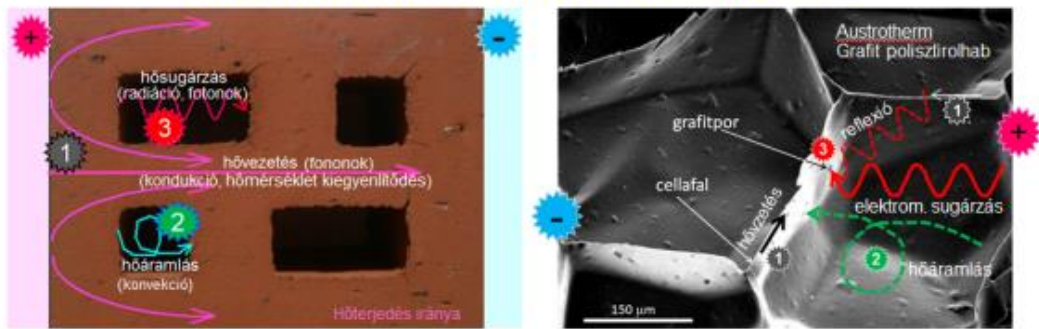
1. Léghang elnyelő anyagok
2. Léghang gátló anyagok
3. Hangszigetelő anyagok
4. Lépéshang-gátló anyagok



Épületen belüli hangszigetelések

Hőtranszport folyamatok a nanostruktúrájú anyagokban (nem tananyag)

A hő terjedésének formái az építőanyagokban



Hőátadás a kerámia falazóelemben

A polisztirol cellaszerkezete

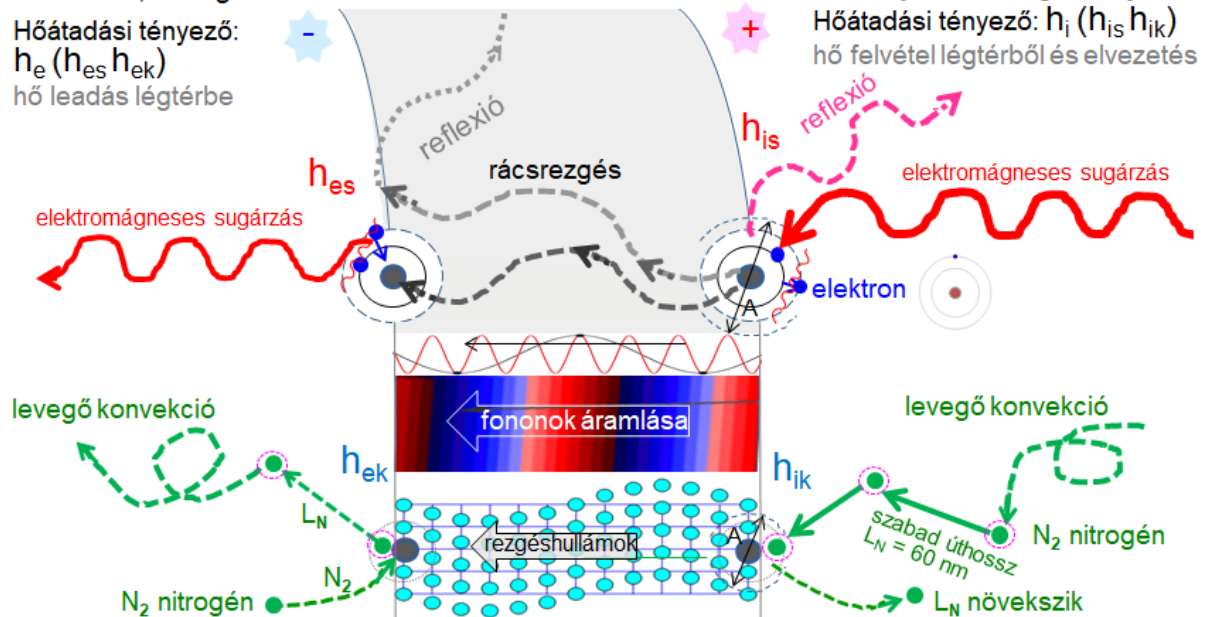
Hőtranszport folyamatok a szilárd anyagban: (hőátadás, hőközlés, hő csere, hő átvitel)

Az anyag hőmérséklete: Az atomrács mechanikai rezgési-energiája (rácstrezgés).

1. **Hővezetés:** Részecskéről részecskére adódik át a hő az anyagban (kiegyenlítődés).
Dielektrikum, a molekulák hullámszerű rezgőmozgása szállítja a hőt (fononok).
2. **Hőáramlás:** Mozgó anyagrészecskék, gáz- és vízmolekulák közvetítik a hőt.
A mikró méretű zárt cellákban minimális konvekciós hőáramlás.
3. **Hősugárzás:** Elektromágneses sugárzás formájában (infra, fotonok) terjed a hő.
A sugárzást visszaverő grafitpor szemcsék hőtükörként működnek.
A hősugárzás reflexiója miatt: $\lambda = 0,038 \rightarrow 0,032 \text{ W/mK}$ (-20%)

Emisszió, energia leadás

Hőátadási tényező:
 h_e (h_{es} h_{ek})
hő leadás légtérbe



Abszorpció: Elektronok elnyelik az elektromágneses sugárzást (fotonok), energiaszintjük növekszik.

Ez által, az atomok gerjesztődnek (rezgés-amplitúdójuk növekszik) hő indukálódik az anyagban.

A gerjesztett molekulák, rácstrezgéssel a hőt elvezetik (fononok áramlása)

Levegő molekulák a fallal való ütközéskor (+ súrlódás) mozgási- és belső energiát adnak át.

Emisszió: Elektronok az energiájukat, kisugározzák energiaszintjük csökken, ez által az atomok rácstrezgése (rezgési amplitúdójuk) lecsökken, az anyag lehűl.

A hőtranszport folyamatok a hővédő vékonybevonatban

Vízszigetelő anyagok

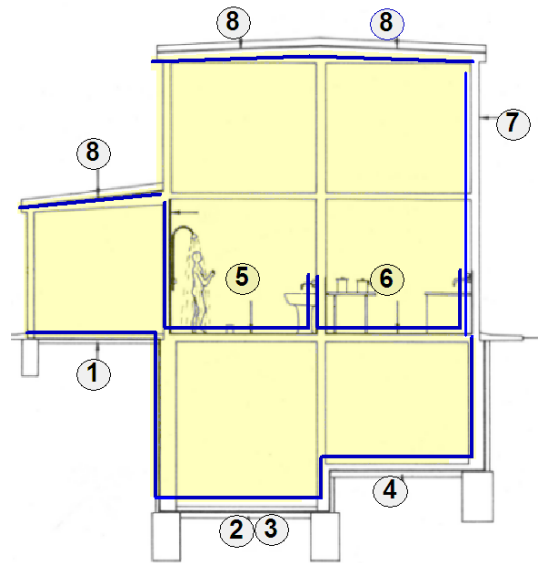
Vízszigetelési alapfogalmak

Építőanyagok vízáteresztő képessége:

- vízhatlan anyagok
- vízzáró anyagok
- vízáteresztő anyagok

Épületeket érő nedvesség:

1. talajpára
2. talajnedvesség
3. talajvíz
4. agresszív víz
5. használati víz
6. páralecsapódás
7. csapó eső
8. csapadékvíz



Épületek víz- és nedvesség elleni szigetelése

A bitumen előállítás és tulajdonságai

Bitumen előállítás ásványolajból (desztillációs bitumen)

A bitumen fizikai tulajdonságai

- folyadékokkal szemben kis reakcióképesség
- víz- átnemeresztő képesség, oldhatatlanság
- levegő (oxigén) hatására öregszi, ridegedik, nem UV álló
- benzin, gázolaj, zsírok oldják és lágyítják
- tulajdonságai °C emelkedésével változnak

1. Oxidációs (fúvatott) bitumen

- desztillációval előállított bitumenen 260 °C levegőt fúvatnak át
- javulnak a bitumen fizikai tulajdonságai

2. Plasztomer bitumen (műanyaggal kevert, modifikált)

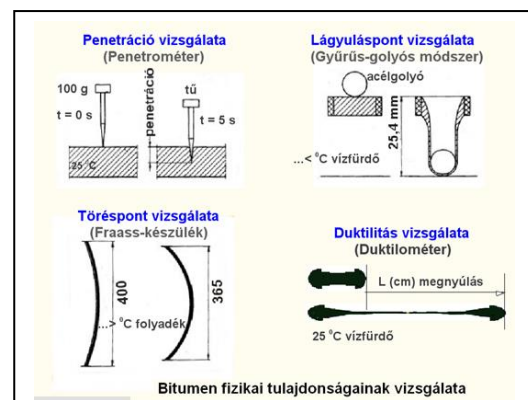
- javul a hideghajlíthatósága - 25C, hőállósága + 155C, UV ellenálló
- húzásra és nyomásra maradó alakváltozást szenved

3. Elasztomer bitumen (műanyaggal modifikált)

- lágyuláspontja 110C, töréspontja – 40C (magas hőállóság)
- húzásra-nyomásra nincs maradó alakváltozás
- kifáradással szemben ellenálló, repedés áthidaló képes

A bitumen fizikai tulajdonságainak vizsgálata

- penetráció vizsgálata
- lágyuláspont vizsgálata
- töréspont vizsgálata
- duktilitás
- duktilitás vizsgálata



A fizikai tulajdonságok összehasonlítása

B-jelű bitumenek műszaki adatai:

Jellemzők	Követelmény				
	B-90	B-65	B-45	B-30	B-15
	jelű bitumen				
Penetráció 25 °C-on 0,1 mm	71...100	55...70	36...54	20...35	10...19
Lágyuláspont °C, legalább	46	50	53	60	70
Töréspont °C, legfeljebb	-10	-8	-6	0	3
Duktilitás 25 °C-on, cm, legalább	100	100	50	50	15

Modifikált bitumenek műszaki adatai:

Jellemzők	Követelmény	
	APP plasztomer	SBS elasztomer
	bitumenek	
Penetráció 25 °C-on 0,1 mm	25	35
Lágyuláspont °C, legalább	155	120
Töréspont °C, legfeljebb	- 25	- 35
Duktilitás 25 °C-on, cm, legalább	>100	>100

A bitumen fajtái és felhasználása

1. Desztillációs- és oxidációs bitumen
- útépitési- és építőipari felhasználás
2. Modifikált bitumen
- szigetelő- és fedéllemezgyártás
- bitumenes zsindelygyártás
3. Hígított bitumen: bitumen + gázolaj
- zúzalékanyagok impregnálása
4. Bitumenemulzió: 65% bitumen és 35% víz
- zúzalék szemcsék impregnálása
- földben lévő betonfalak vízszigetelése
5. Bitumen máz: bitumen + lakkbenzin
- alapmázolás, ideiglenes védőbevonat
6. Aszfalt: bitumen + kőpor és kőzúzalék



Bitumenes vízszigetelő lemezek

Bitumenes vízszigetelő lemezek

- csupaszlemezek (vékony)
- fedéllemez (vékony)
- hegeszthető vastag lemezek
- öntapadó vastag lemezek

Bitumenes páratechnikai lemezek:

- páryanomás kiegyenlítő lemezek
- párazáró lemezek



Hordozó anyagok (betétek):

- nyerspapír lemez jele: (P) nemz. P
- üvegfátyol (ÜF) GV
- üvegszövet (ÜSZ) GG
- poliészter fátyol (PE) PV
- alumíniumfólia (A) Al
- rézfólia (Cu) Cu

Bitumenes tetőfedő zsindelek és lemezek

- zsindelek lemezek rétegfelépítése
- bitumenes zsindelek (formaválaszték)
- bitumenes tetőfedő- és hullámlemezek
- palatetők felújítása zsindelelmezzel



Műanyag vízszigetelő lemezek és fóliák

1. Plasztomer lemezek (polimerizációs)
 - kevésbé nyúlnak, maradékalakváltozás
 - a lemezek helyszínen hővel formálhatók
2. Elasztomer lemezek (múkaucsuk)
 - jól nyújthatók, visszarugóznak
 - helyszínen nem formálhatók (lepel)



Műanyag felületszivárgó lemezek

- Polietilén anyagú, dombornyomott lemezek
- feladatuk az építmények víz elleni védelme
 - talajvíztől való védelem, víz elvezetés
 - csökkentik a víz hidrosztatikai nyomását

Felületszivárgók alkalmazási területei:

- alapfal-szigetelés védelem és rétegvíz elleni védelem
- zöldtetők szivárgó rétege
- szerelőbeton helyettesítés és bent maradó zsaluzat
- nedves falak átszellőztetése, radon kiszellőztetés



Vízszigetelési anyagok és technológiák (helyszínen kent és szórt)

Alkalmazási területek:

- talajvíz és víznyomás elleni szigetelések
- lábhatások és pincefalak szigetelése
- kültéri teraszok és víztározók szigetelése

1. Bitumenes kenhető vízszigetelések

- alapozó és fedő emulzió
- bitumenes habarcsok

2. Szilikát (cement) bázisú vízszigetelések

- cementkötésű betonok és habarcsok
- vízzárást fokozó adalékszerek és anyagok
- szilikát bázisú vízzáró habarcsok

3. Műanyag bázisú vízszigetelések

- folyékony fóliák és üvegszál erősítésű műgyanták
- műgyanta bázisú habarcsbevonatok
- hő- és vízszigetelő bevonatok (PUR hab)



Utólagos falszigetelő- és falszárító eljárások

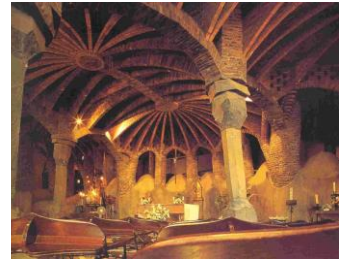
mechanikai, vakolat, vegyi szigetelés, elektrokinetikus, elektromágneses

Építési kerámia termékek felosztása

A termékek porozitása szerint: porózus és tömör szövetszerkezet

A termékek színe szerint: - fehérek: fajansz és csempék
- színesek: téglák, tetőcserepek

A termékek nyersanyaga alapján: - durvakerámiák (pl. vázkerámiák)
- finomkerámiák (pl. porcelán)
- tűzálló kerámiák (pl. samott)



Az építési kerámiák nyersanyaga

A kerámiák gyártásának nyersanyagai: - agyag (kövér és sovány)
- homok (soványító adalék)
- szénpor, fűrészpör..> p %

A gyártáshoz alkalmazott agyagok: - téglagyag (színesre égő)
- tűzálló agyag
- kaolin (fehérre égő)

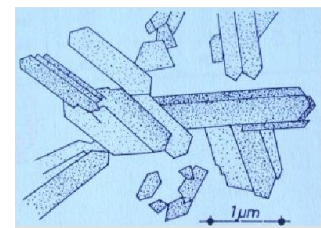
Az agyag plasztikusságát és formázhatóságát az agyagásvány tartalma határozza meg.

- az agyagásványok szerkezeti felépítése
- agyagok vízfelvételének mechanizmusa

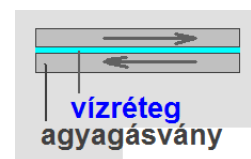
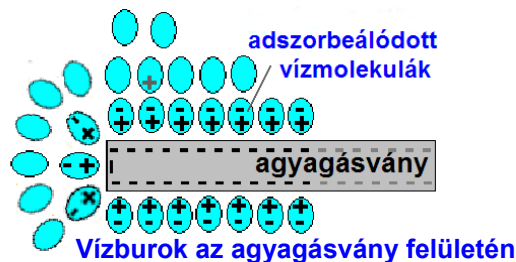
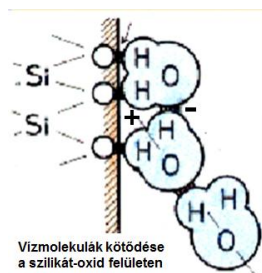
A vízburok vastagságának változása okozza az agyagok duzzadását és zsugorodását.

A kerámiákhoz használt agyag tulajdonságai:

- képlékenység és nyersszilárdság
- alakíthatóság és szilárdulás



Agyagásványok



Az agyag vízfelvételének és duzzadásának mechanizmusa

A gyártástechnológia műveletei:

1. A nyersanyag előkészítése

Megfelelő finomságú, formázáshoz kedvezően képlékeny keverék előállítása.
(agyag kitermelése, aprítása, őrlése keverés, nedvesítés, homogenizálás)

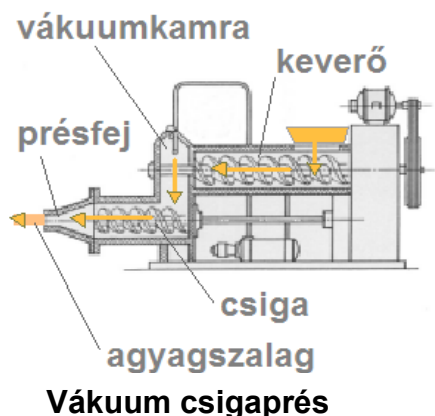
2. Formázás

A termék formázása a képlékeny agyagból, nedves és félszáraz eljárásokkal történik.

- alakjukat a vákuum-csigaprésen kapják
- formázó szerszámon keresztül préselik
- acélhuzalos darabolás

Sajtolt tetőcserép formázása:

A cserepet, csigaprésen előhúzott és méretre vágott agyag-kalácsokból sajtolással készítik.



3. Szárítás

A nyers termékeket szárítják, a kiégetés során fellépő zsugorodási repedések elkerülése végett. Az agyag zsugorodását a vízvesztés okozza.

Szárító berendezések:

- kamrák (szakaszos üzeműek)
- csatornák és alagutak (folyamatos üzem)

4. Égetés

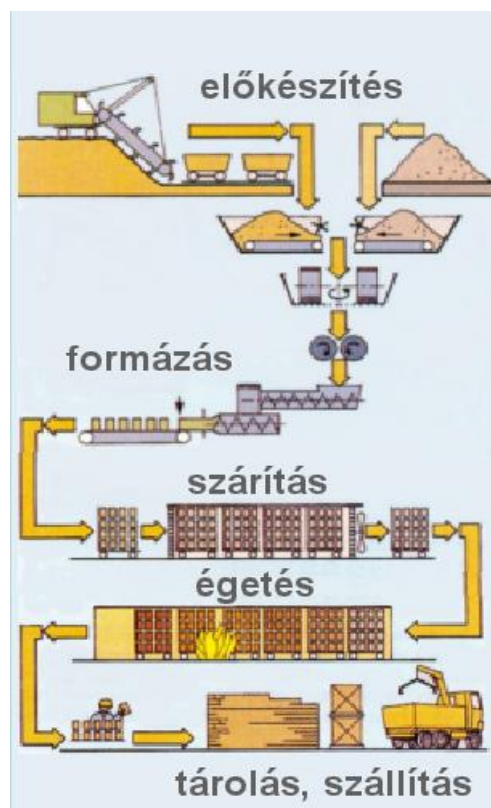
Az agyagból formázott termékek kiégetése zsugorodási hőmérsékleten: $900 \div 1000 \text{ } ^\circ\text{C}$ -on
- kamrában és alagútkemencében

5. Tárolás és szállítás

- rakatképzés és csomagolás

A finomkerámiák gyártásának további műveletei:

- mázazás, festés, égetés



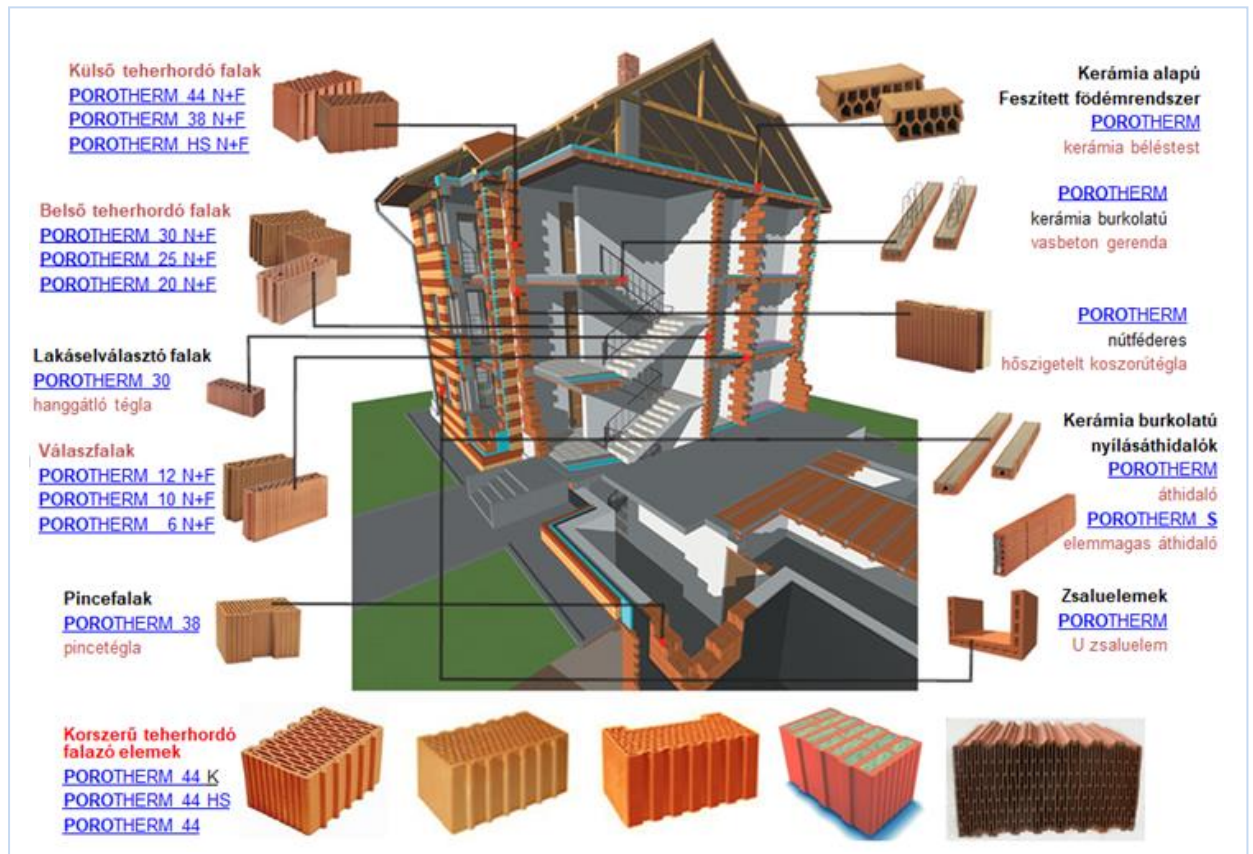
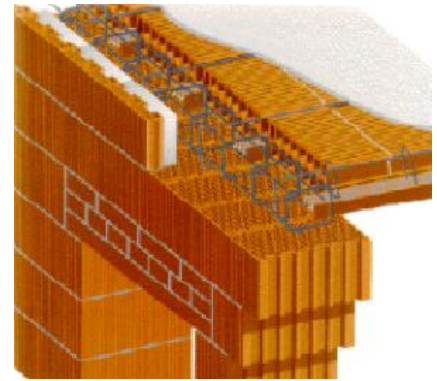
Építési kerámia termékek választéka

1. Égetett agyagtéglák és vázkerámiák

- kisméretű tömörtégla
- vázkerámia kézi falazóblokkok
- válaszfal téglák- és elemek

2. Födémelemek és béléstestek

- vázkerámia födém béléstestek
- kerámia burkolatú vb. födémgerendák
- kerámia burkolatú nyílásáthidalók



POROTHERM kerámia termékek

3. Égetett agyag tetőcserepek

- hódfarkú és hornyolt tetőcserepek
- sajtolt cserepek (két irányban hornyolt)
- kiegészítők: gerinc, szellőző, hófogó

4. Fal- és padlóburkoló lapok és téglák

5. Pyrogránit szobrászalakítású termékek

6. Egyéb építőipari termékek:

- vályogtégla falazó elem



Pyrogránit díszítőelem

Építőfák és faanyag védelem

A fa építőipari felhasználása

A fa felhasználását csökkentő tényezők

A felhasználást növelő tényezők

A fa részei és felépítése (metszet)

- | | |
|-------------|--------------------------------|
| 1. Fa kéreg | elhalt szövetek |
| 2. Háncs | laza szövetek |
| 3. Kambium | osztódó szövetek |
| 4. Szíjács | fás szövetek |
| 5. Geszt | feladata a fatest szilárdítása |
| 6. Bél | tápanyagszállítás és tárolás |

Évgyűrűk

A fa szerkezeti felépítése (szövelemei)

1. Edénysejtek
 - megnyúlt sejtek, elhalnak, faluk elfásodik
2. Alapsejtek
 - a kész tápanyagot raktározzák
3. Rostsejtek
 - lombos fák szilárdító szöveit alkotják

Fák felosztása

Tűlevelű fák (fenyő félék)

- vörösfenyő
- erdei fenyő

Kemény lombos fák (kemény fák)

- tölgy
- bükk

Lágy lombos fák (puha fák)

- nyár

A fa tulajdonságai

A fa kémiai összetétele

A fák oxidos összetétele

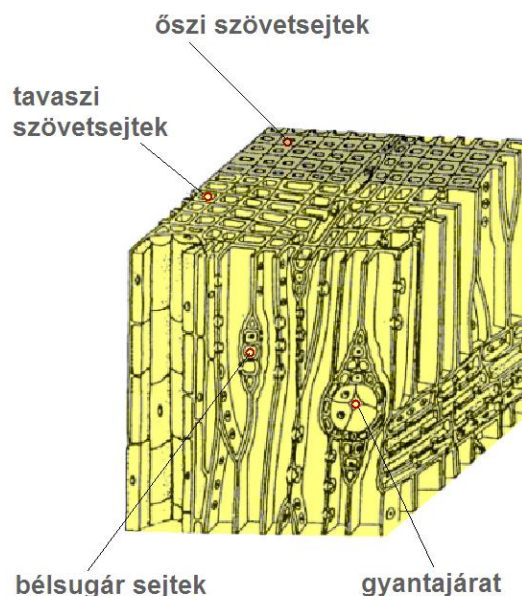
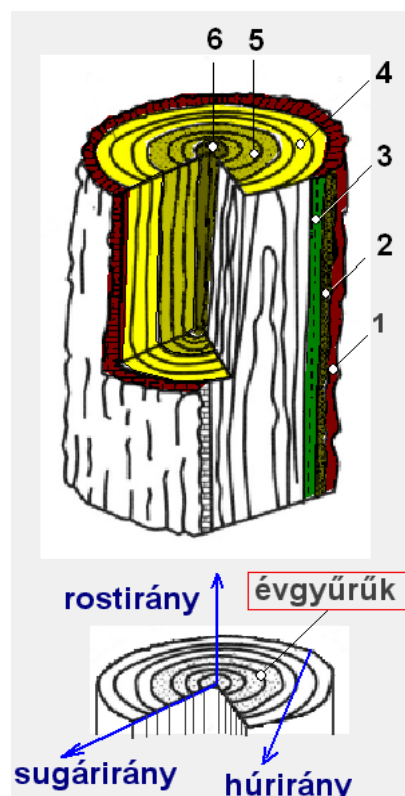
A fákat alkotó vegyületek

Szénhidrátok

Lignin és egyéb kísérőanyagok

Az élő fa víztartalma: $w = 35 \div 130 \text{ m\%}$

- kötött-, vagy kolloidális víz
- szabad-, vagy kapilláris víz



A fenyőfa szerkezeti felépítése

A fa fizikai tulajdonságai

A fa fizikai tulajdonságai erősen függenek

- a rostiránytól
- a nedvességtartalomtól

Tömegjellemzők

- sűrűség: $\rho = 1540 \text{ kg/m}^3$
- testsűrűség: (15% légszárász)
 - nagyon nehéz fák (cser) : $800 \div 880 \text{ kg/m}^3$
 - nehéz fák (bükk, tölgy): $680 \div 780 \text{ kg/m}^3$
 - nagyon könnyű (cédrus) : $380 \div 440 \text{ kg/m}^3$



Hőtechnikai jellemzők

- hővezetési tényező λ hosszirányban = $0,22 \div 0,37 \text{ W/mK}$
 λ keresztirányban = $0,08 \div 0,20 \text{ W/mK}$
- hő tágulási együttható
- égési hőmérséklet: $260 \div 300 \text{ }^\circ\text{C}$

Hidrotechnikai tulajdonságok

1. A fa nedvességtartalma w (m%)

w = a sejtfaalakban lévő kötött víz
+ a sejtüregekben lévő szabad víz
a kiszáritott tömeg %

A fák nedvességtartalma:

- élőnedves : $w > 50 \text{ m}\%$
- rosttelített : $w = 30 \text{ m}\%$
- légszárász : $w = 15 \text{ m}\%$
- szobaszárász: $w = 12 \text{ m}\%$

2. A fa vízfelvevő képessége: v (m%)

3. A fa egyensúlyi nedvességtartalma: w (m%)

4. A fa rosttelítettségi nedvességtartalma

A fa nedvesség okozta alakváltozása

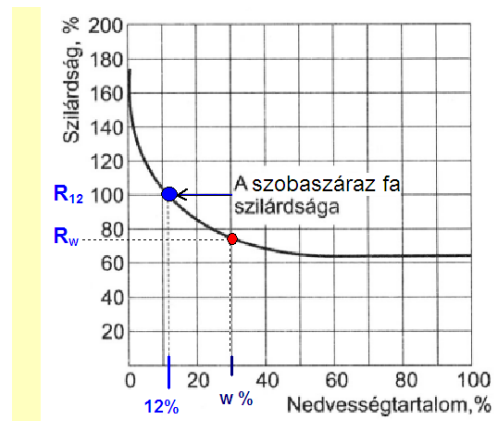
- vetemedés: rostirány 1%
sugárirány 6%
húrirány 12%

A sejtfaalakban levő kötött víz mennyiségének változása okozza

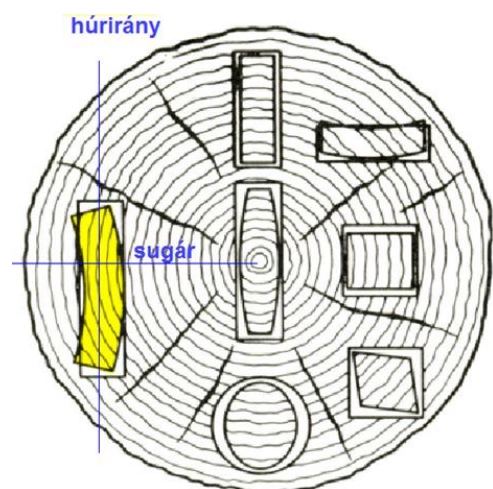
- zsugorodás és duzzadás

A fák egyéb tulajdonságai

- hangszabályozás (akusztika)
- elektromos vezetőképesség
- kopásállóság
- keménység



A fa nedvességtartalmának hatása a szilárdságra



A fa alakváltozása, zsugorodás során

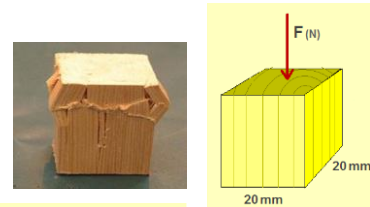


A fa zsugorodása

A fa szilárdsági tulajdonságai

A fa szilárdságát befolyásoló tényezők:

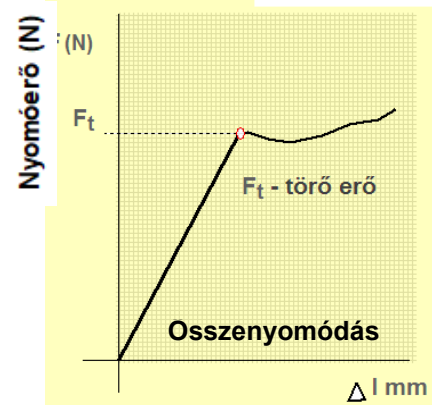
- a fa nedvességtartalma (12 m%)
- az erő- és a rostirány hajlásszöge



Szilárdsági tulajdonságok vizsgálata

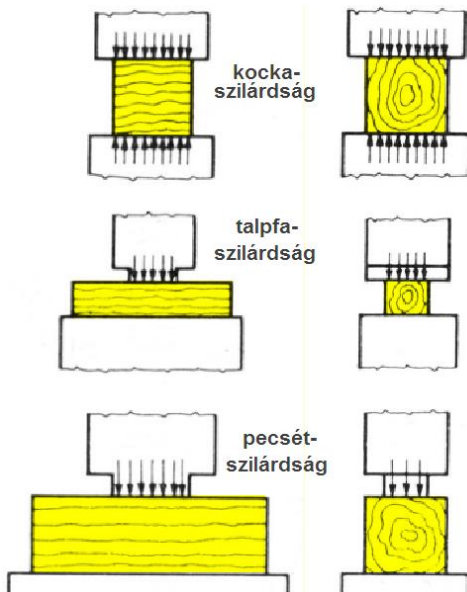
Nyomószilárdság: függ a rostiránytól

1. Rostokkal párhuzamos II ($30 \div 60 \text{ N/mm}^2$)
2. Rostokra merőleges \perp ($5 \div 15 \text{ N/mm}^2$)
törésnélküli tömörödés, összenyomódás
(kocka-, talpfa-, pecsétzilárdság)

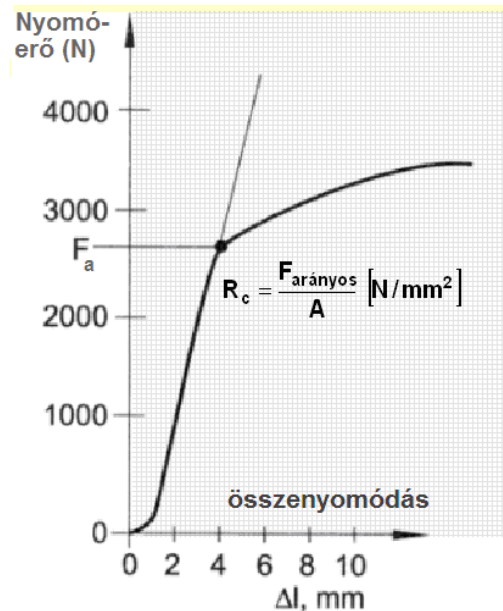


Rostokkal párhuzamos II

Erő-összenyomódási diagramok:



Rostokra merőleges \perp nyomószilárdság vizsgálat



Húzószilárdság (szakító):

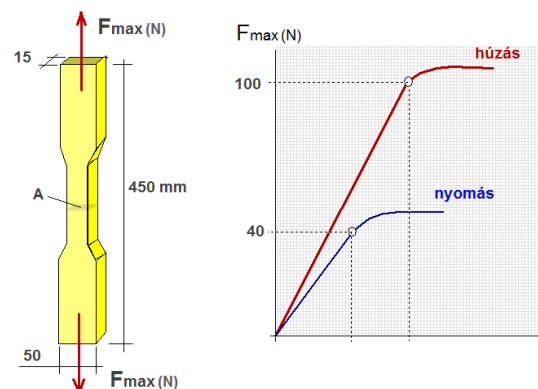
- rostokkal párhuzamos
- rostokra merőleges (nem terhelhető)

Hajlítószilárdság: $R_h = M_{max}/K \text{ N/mm}^2$

- rostokra merőleges szilárdság
- rostokkal párhuzamos

Nyírószilárdság: $R_t = F_{max}/A \text{ N/mm}^2$

Ütő-hajlító szilárdság
Hasíthatóság



Rostokkal párhuzamos húzószilárdság vizsgálat

Faipari termékek

Faragással készített termék

Fűrészeléssel előállított termék

- gerenda, palló, deszka, lécz
- parketta, szalagparketta

Késeléssel, hámozással előállított termék

Ragasztással, sajtolással előállított termék:

- rétegelt lemez, farost lemez,
- faforgács lap, fagyapot lemez (Heraklith)
- fabeton lapok és falazó elemek (Fabeton, Durisol)
- cementkötésű faforgács lap
- faháncs lapok (OSB)



Gerenda ház



Gerendák



OSB lapok



Heraklith (fagyapot)

Nemesített fa építőanyagok (a fa fizikai-mechanikai tulajdonságainak javítása)

1. A fa szárítása és hőkezelése $w < 15\%$; méret- és alaktartás
2. Lemezek kialakítása rétegtéppéssel
3. A fa impregnálása és színezése
4. A fa tömörítése préseléssel (szilárdság növelés)
5. Faszervezetek ragasztása

Ragasztott fa tartószerkezetek gyártása

- fűrészárú méretre vágása
- elemek hossz és vtg. toldása
- tartószerkezeti elemek ragasztása
- szállítás, szerelés, szerkezetkialakítás



Pallók méretre vágása



Tartószerkezeti elemek ragasztása



Íves gerendaelemek kialakítása



Az íves gerendák készre gyártása



A szerkezeti elemek szállítása és szerelése

A fa építészeti alkalmazása

Ragasztott faszerkezetek alkalmazása Belsőépítészeti és művészi alkalmazások

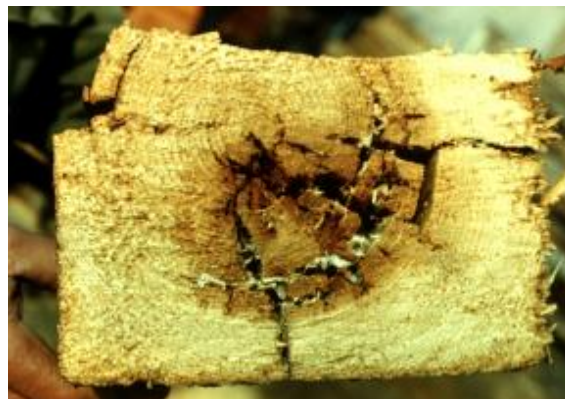


Fahibák és fabetegségek

1. A fatörzs alaki hibái
 2. A faanyag szerkezeti hibái
 3. Térfogatváltozás okozta fahibák
 4. Rovarak okozta fahibák: - rágásokat a rovarfajok és álcáik okozzák
- farontó bogarak
 5. Baktériumok és gombák okozta fahibák: baktériumok és farontó gombák
- A károsodás tünetei: - penészgombák okozta elszíneződés
- fülledés, szellőztetés hiányakor (bűkk)
- korhadás, sejtfalakat lebontják a gombák
- barnakorhadás, nedves korhadás, fehér korhadás



A fák rovar kártevője



A fa gombabetegsége

Fémek és betonacélok

A fémek jellemzése

A fémekre jellemző tulajdonságok
 Fémek építőipari alkalmazása
 Fémek felosztása és csoportosítása

Fémek felosztása és csoportosítása:

- könnyűfémek $\rho < 4.500 \text{ kg/m}^3$ (alumínium)
- nehézfémek $\rho > 4.500 \text{ kg/m}^3$ (ólom, vas)
- színesfémek (réz, cink)
- nemesfémek (ezüst, arany)
- ötvözetek (több fém összeolvasztva)



Stadion acél-vázszerkezete

Vas és acél előállítása

Nyersvas előállítása nagyolvasztó kohóban

1. Vasgyártás alapanyagainak adagolása

- vasérc (hematit Fe_2O_3 , magnetit)
- koksz (szén)
- salakképzők (mész, kő)

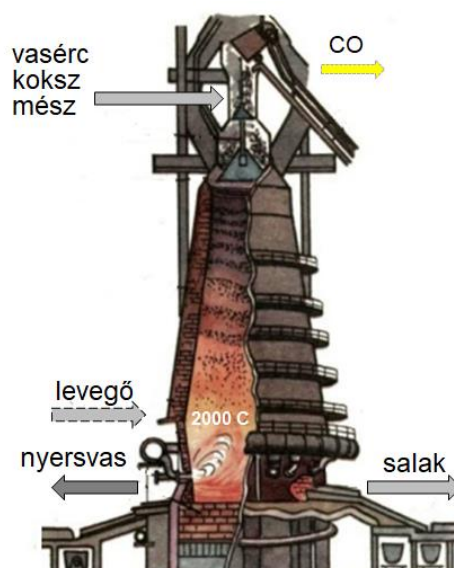
2. Vasérc redukciója (nyersvas előállítás)



3. Salak eltávolítása

4. Nyersvas csapolása

5. Vas- és öntöttvas termékek előállítása



Nyersvas előállítás kohóban

Acél előállítása nyersvasból acélműben

1. Oxigént fúvatnak a konverterbe



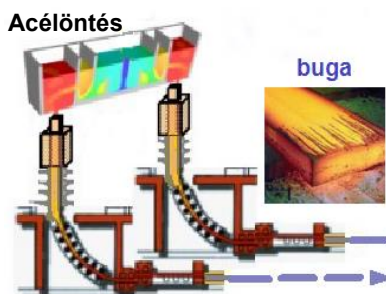
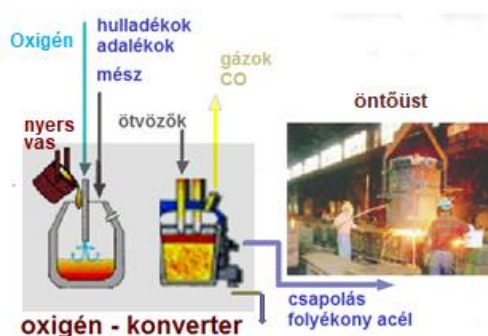
2. Ötvözetet állítanak elő

3. Eltávolítják a nyersvas szennyezőit

4. Öntőüstbe csapolják a folyékony acélt

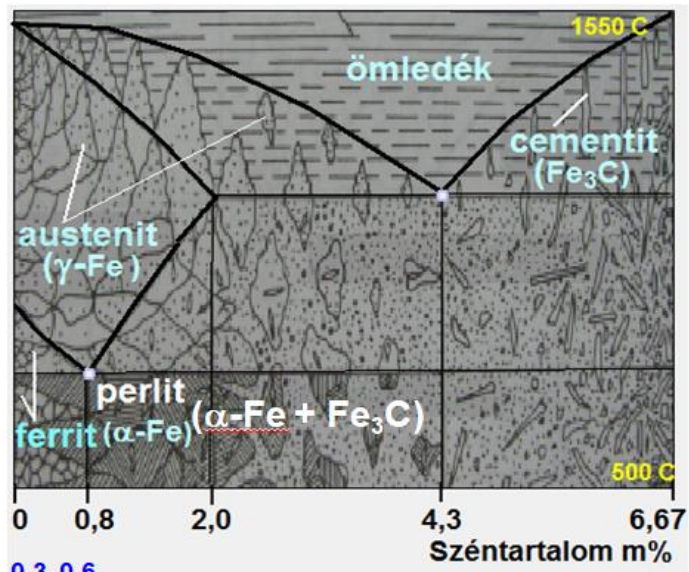
5. Kokkilákat, illetve bugákat öntenek.

6. Lemezek meleg-és hideghengerlése



Vas-szén ötvözetek szövetszerkezete

Lassú lehűléssel keletkező kristályszerkezetet a széntartalom befolyásolja.



Vas-szén ötvözet ábra

acélok		nyersvasak	
szerk	szersz	öntöttvas	feldolg. nem alkalm.
n.e	edzhető		
heg	nem heg		

A széntartalomtól függő tulajdonságok

A C% tartalomtól függő acélfajták:

- szerkezeti acél: $0 < C < 0,6\%$
- szerszám acél: $0,6 < C < 2,0\%$
- öntöttvas: $2,0 < C < 4,5\%$

Megmunkálhatóság szerint:

- hegeszthető: $0 < C < 0,3\%$
- edzhető: $0,3 < C < 2,0\%$
- kovácsolható: $0 < C < 1,2\%$

Az acélok tulajdonságai hőkezelési eljárásokkal megváltoztathatók (javíthatók).

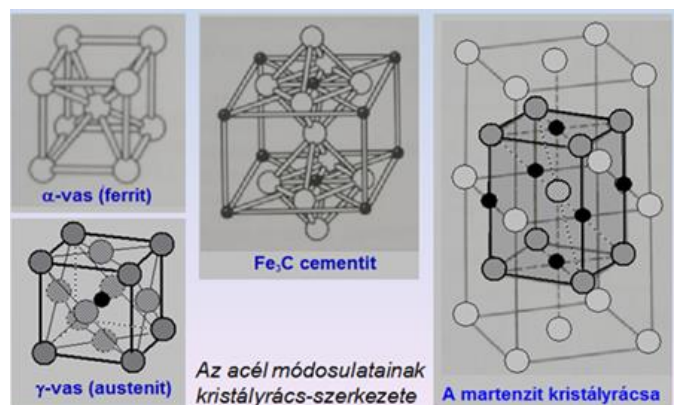
- pl. edzés és megeresztés

Edzés:

A nagyobb keménység elérésére felmelegítik, majd gyorsan lehűtik. Martenzites kristályrács keletkezik.

Acélok alakíthatósága:

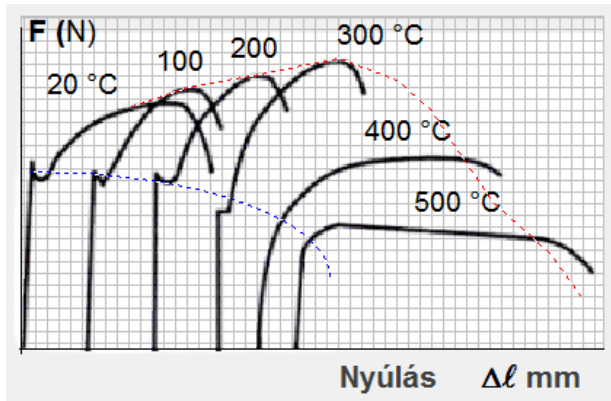
- hideg- és meleg alakítás
- forgácsolás



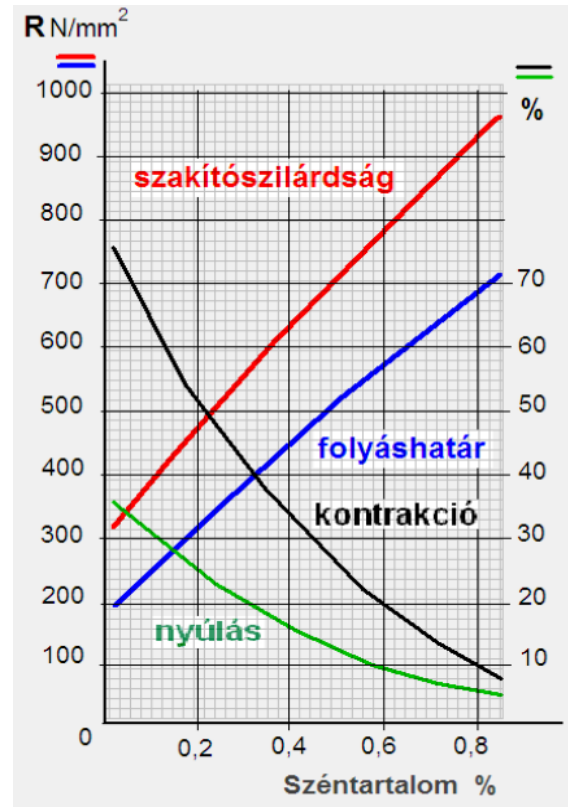
Az acél tulajdonságai

Az acél tulajdonságait befolyásolják:

- az acél széntartalma
- az acél hőmérséklete



Hőmérséklet hatása a szakító szilárdságra



Az acél mechanikai tulajdonságai

1. Szilárdsági tulajdonságok

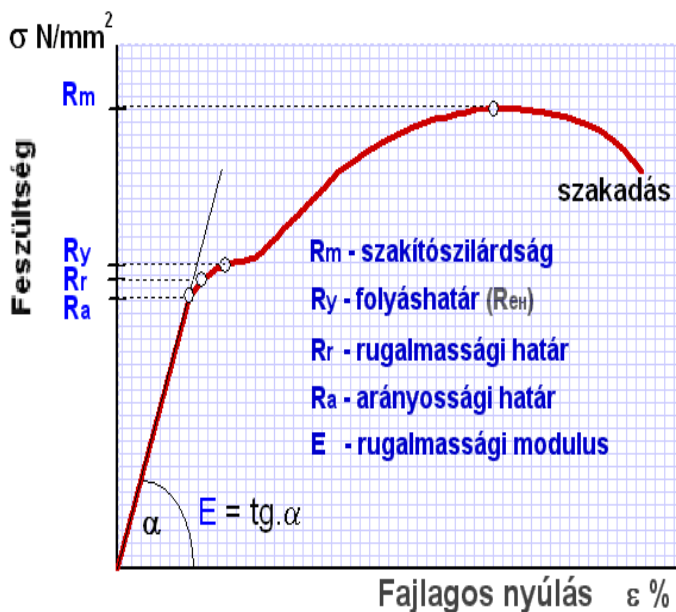
A szakítógép $\sigma - \varepsilon$ szakítódiagramot rajzol.

σ - feszültség; $[N/mm^2]$

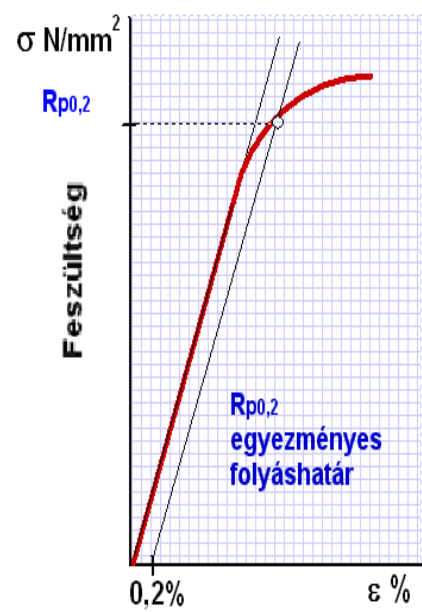
F/A_0 - húzóerő/keresztmetszeti terület

ε - fajlagos megnyúlás; [%]

$\Delta L/L$ - megnyúlás/nyúlásmérő alaphossza



Lágycél szakítódiagramja

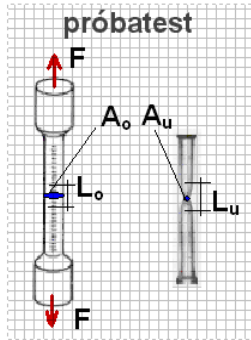


Ridegacél szakítódiagramja

Betonacélok szakító diagramja (lágycél és ridegacél)

Feszültség: $\sigma(R) = F/A_o$ [N/mm²]
 F - húzóerő [N]
 A_o - keresztmetszeti terület mm²

Fajlagos megnyúlás: $\varepsilon = \Delta L/L_o$ [%]
 L_o - nyúlásmérő alaphossza mm
 ΔL - megnyúlás mm ΔL = L - L_o
 L - megnyúlt hosszúság mm



Szakadási nyúlás: A₅ [%]

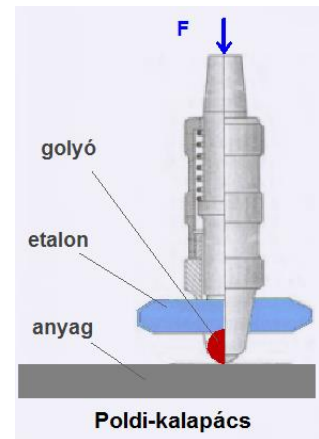
$A_5 = (L_u - L_o)/L_o \times 100 \%$
 L_o(5d) - eredeti jeltáv mm
 L_u - szakadási hossz mm

Kontrakció: Z [%]

$Z = (A_o - A_u)/A_o \times 100 \%$
 A_o - eredeti keresztm. mm²
 A_u - szakad. keresztm. mm²

2. Keménység vizsgálat:

- Brinell-keménység (HB) (N/mm²)
- Vickers- keménység (HV)
- Rockwell- keménység (HRC, HRB)
- Poldi-kalapács (kézi)

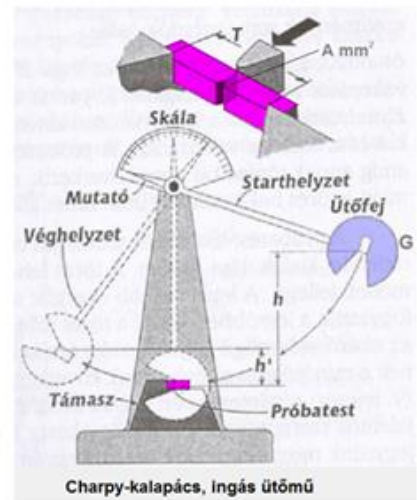


3. Ütőszilárdság

Charpy kalapácsos ütővizsgálattal határozzák meg a próbatest töréséhez szükséges munkát: W [J]

$$W = G \times (h - h') \text{ [J]}$$

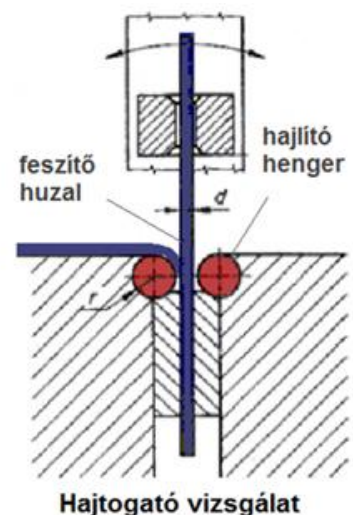
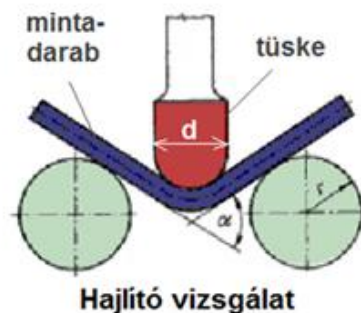
Fajlagos ütő- hajlító munka: W/A [J/mm²]



4. Technológiai próbák

A betonacélok szívóságának kimutatása, üzemszerű igénybevétel (károsodás nélkül)

- hajlító próba
- hajtogató vizsgálat



Vas- és acélfajták

Ötvözetlen szerkezeti acélok (szénacélok)

Szerkezeti acélok jelölése: pl.: **S 275 JRN**

S - szerkezeti acél

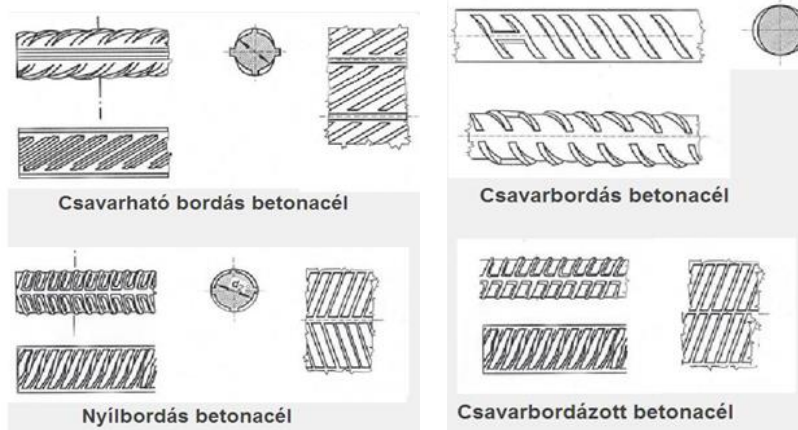
275 - folyáshatár (minősítő) N/mm^2

JR - ütőmunka min.27J (+20 °C-on)

N - normalizálva alakított (hőkezelés)

Építőiparban alkalmazott szerkezeti acélok

Melegen hengerelt betonacélok:



Betonacélok jelölése és jellemzői

pl.: **B 38.24** (MSZ 399-87 régi jelölés szerint)

B - betonacél

38 - kb. a szakítószilárdság alsó határa $0,1 \text{ N/mm}^2$ -ben $R_m = 370 \text{ N/mm}^2$

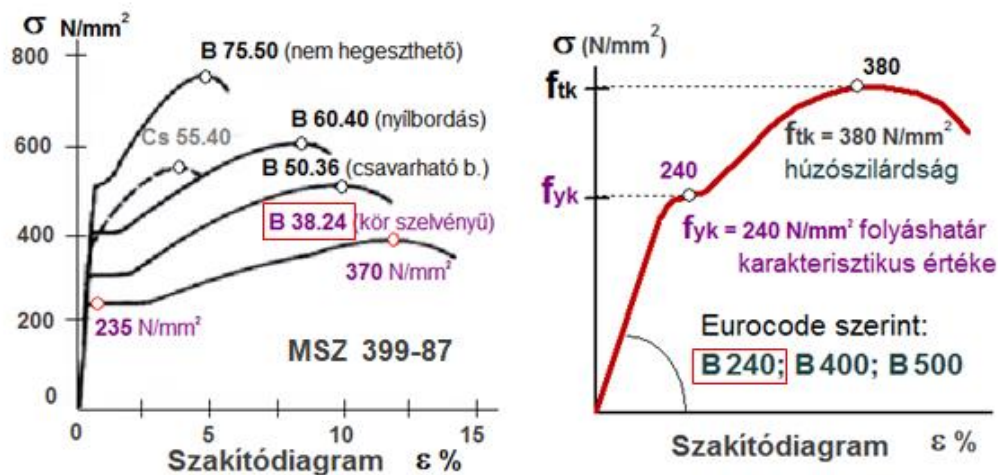
24 - kb. a folyáshatár alsó határértéke $0,1 \text{ N/mm}^2$ -ben, $R_{eH} = 235 \text{ N/mm}^2$

pl.: **B 240A** (ENV 10080 (Európai szabvány))

B - betonacél

240 - f_{yk} (yield characteristic) [N/mm^2] a folyáshatár minősítő értéke

380 - f_{tk} (tensile characteristic) [N/mm^2] a szakítószilárdság min. értéke



Melegen hengerelt betonacélok fajtái (jelölései) és szakítódigramjuk

Alumínium

Alumínium előállítás

1. Bauxitérc feldolgozása timfölddé
2. Timföld feloldása kriolitban (Na_3AlF_6)
$$\text{Al}_2\text{O}_3 \times 3\text{H}_2\text{O} + \text{NaOH} \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3$$
3. Fémalumínium (Al) nyerése elektrolízissel

Alumínium tulajdonságai

- puha, esztétikus, könnyen alakítható fém
- jó a villamos vezetőképessége
- $\rho = 2700 \text{ kg/m}^3$; $E = 70.000 \text{ N/mm}^2$
- R_m alacsony, nincs konkrét folyáshatára
- felületén oxidréteg képződik
- savak és lúgok oldják
- alacsony az elektródpotenciálja
- alumíniumot ötvözetek formájában alkalmazzák

Alumínium és ötvözetek

1. Színfém alumínium: Al 99,99%
2. Öntési alumínium ötvözetek:
 - Al Si; Al Si Cu; Al Mg; Al Mg Si nem alakíthatók
3. Alakítható alumínium ötvözetek:
 - Al Cu Mg (durál) nagy szilárdságú
 - Al Cu Ni (hegál) szerkezeti, korrodál, önszilárdulók
 - Al Mg Si (antikorrodál) nem korrodál, nemesíthető
 - Al Mg (hidronál) kis szilárdságú, hegeszthető

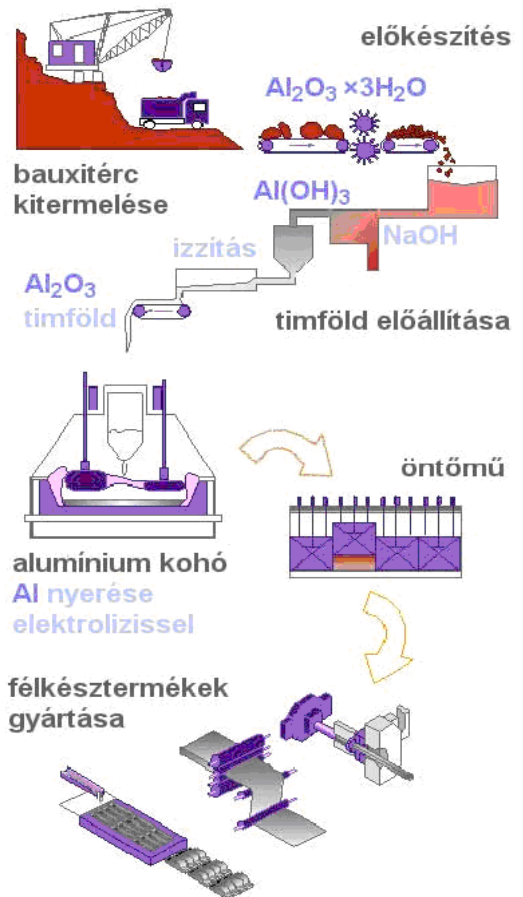
Alumínium műszaki paramétereit:

Megnevezés paraméter	R_m N/mm^2	$R_{p0,2}$ N/mm^2	A5 %
Színfém (Al)	70 - 120	20 - 40	18 - 35
Durál (Al Cu Mg)	360 - 420	220 - 280	15 - 25

Alumínium építőipari felhasználása

- Hengerelt lemezek és szalagok
- Sajtolt idomok
- Húzással előállított csövek, rudak, huzalok
- Profilelemek és idomok
- Épületszerkezeti elemek
- Közlekedési eszközök

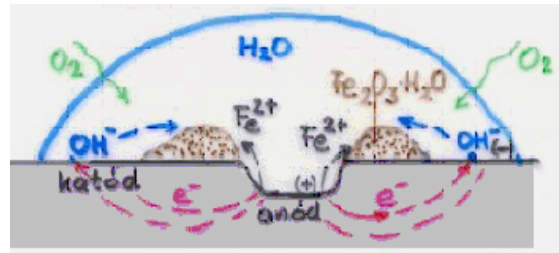
Alumíniumszerkezetek kapcsolása: - hegesztés, forrasztás
- szegecselés, ragasztás
- csavarozás



Fémek (acél) korróziója

1. Atmoszférikus elektrokémiai korrózió)

A fémion- és elektronkilépés elektrolit jelenlétében következik be
 anódos (+) helyen a fémion Fe^{2+} lép ki
 katódon (-) az elektronok $2e^-$ lépnek ki
 $4e^- + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{OH}^-$
 $2\text{Fe}^{2+} + 4\text{OH}^- \rightarrow 2\text{Fe}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$



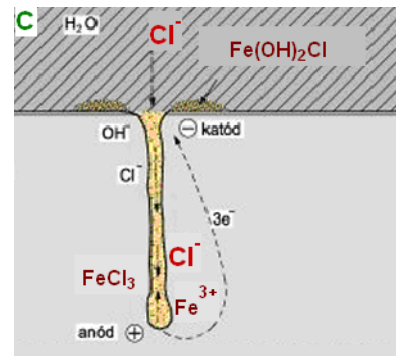
Atmoszférikus korrózió

2. Lyukkorrózió (pl. kloridion korrózió)

A Cl^- ionok megsértik az oxidréteget
 - elektrokémiai korrózió indul el
 - rozsda $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ képződik

A Cl^- ionok reakciója a vassal
 $\text{Fe}^{3+} + 3\text{Cl}^- = \text{FeCl}_3$

A FeCl_3 disszociálódik: $\text{Fe}^{3+} + 3\text{Cl}^-$
 - a Cl^- ionok ismételen reakcióba lépnek
 - kráterszerű lyuk képződik



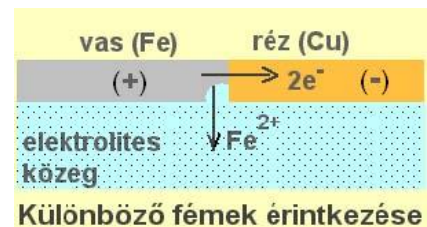
Cl ionok lyukkorróziója

3. Kontakt korrózió

Két fém érintkezése, elektrolitos közegben
 Elektród-potenciálkülönbségen alapszik

(+) Al ... Zn ... Fe ... H ... Cu ... Au (-)

A kevésbé nemes fém megy tönkre



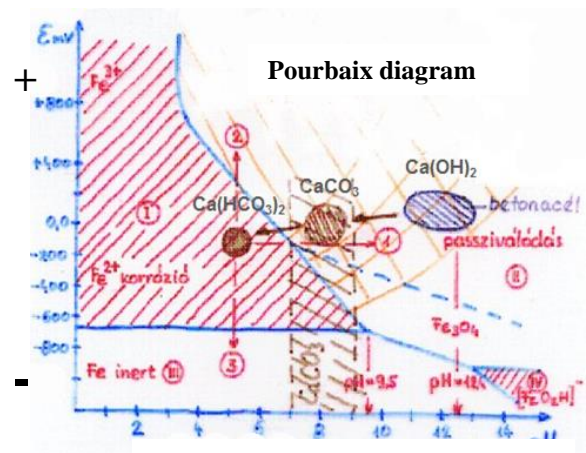
Különböző fémek érintkezése

A fémkorróziót befolyásoló tényezők

- Környezeti hatások
- Elektrolitos közeg
- Érintkező fémek elektródpotenciál különbsége
- Kóboráram hatása
- A környezet pH értéke

A korrózióvédelem eljárásai:

- Inhibitorok és passzívatorok
- Katódos védelem
- Korrózióvédő bevonatok
- Időjárásálló acélok



Betonközeg pH értéke

Építészeti üvegek

Az üveg, és alkalmazása

Az alkalmazás történeti áttekintése

- üvegyártás kezdete (Mezopotámia)
- öntött üveg és üvegcsiszolás (Egyiptom)
- művészi üvegtárgyak (Szíriai föníciaiak)
- színtelen- és festett üveg (Velence)
- színes üveg (ablaküveg)
- acélüveg építészet
- transzparens épületszerkezetek

Az építészeti üveg funkciója

- térelválasztás (időjárás elleni védelem)
- fényátbocsátás és átlátszóság (vitrin)
- hő- és hangszigetelés (pl. napvédelem)
- teherbírás (válaszfalak és felülvilágítók)
- vagon- és életvédelem (ütés- és golyóálló)

Építészeti üvegek fajtái

- húzott síküvegek: pl. tábla- és tükörüveg
- öntött és hengerelt üvegek: pl. huzalbetétes
- préselt üvegek: pl. üvegtégla
- különleges üvegek: pl. biztonsági

Az üveg előállítása

Alapanyagok:

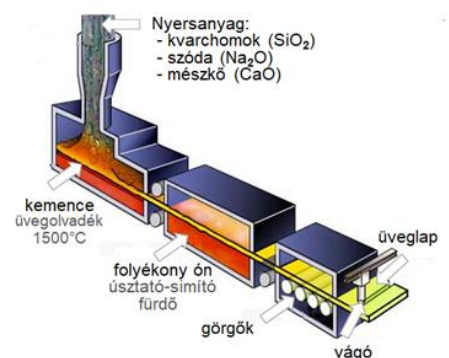
- kvarchomok -- > SiO_2 (alap anyag)
- szóda -- > Na_2O (alapanyag; olv. $< \text{ }^\circ\text{C}$)
- mészkő -- > CaO (mech. tulajdonság >)

1. Üvegolvadék előállítása

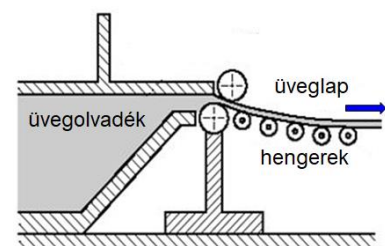
Folyamatos üzemű üvegolvasztó kemence.
Képlékeny üvegolvadék előállítása ($\sim 1500 \text{ }^\circ\text{C}$)

2. A síküveg formázása üvegolvadékból

- Üveghúzás (húzott síküveg)
üvegtábla előállítása húzással
hengerpárokkal húzzák a síküveget
(ablaküveg, tükörüveg, tejüveg, márvány ü.)
- Öntés és hengerlés (hengerelt üveg)
üvegtábla előállítása vízszintes öntéssel
hengerléssel szalaggá formázzák
(ornament-, katedrál-, huzalbetétes üvegek)



Húzott síküveg gyártása



Öntött síküveg gyártása

3. Síküvegek utólagos megmunkálása

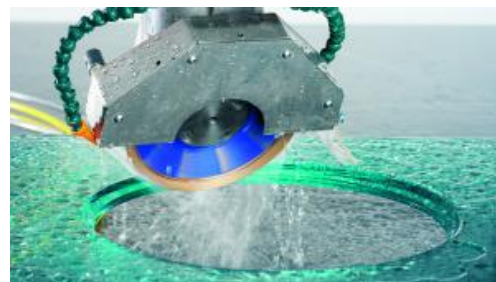
- Felületi megmunkálások
csiszolás (tükörök, bútorlapok)
homokfúvás (áttetsző síküvegek)
festés (a festéket ráégetik)
- Hőkezelés, edzés, hajlítás, zománcozás



Homok fúvott síküvegek



Víz sugaras üvegvágás



Vágás - csiszolás

Az üveg tulajdonságai

Az üveg fizikai tulajdonságai

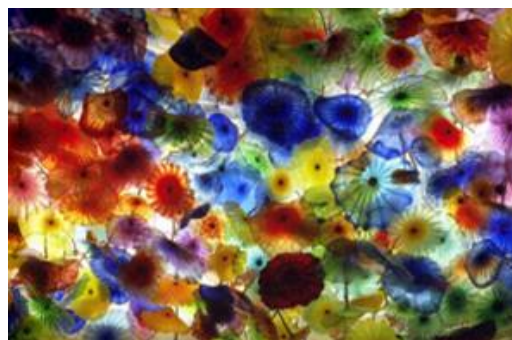
- sűrűség, hővezetési tényező
- hő- és tűzállóság, hő-lökés állóság
- fényáteresztő képesség, szín
- hangszigetelés

Az üveg mechanikai jellemzői

- rideg, törésig rugalmas anyag
- nyomó- és hajlító-húzószilárdság
- rugalmassági modulus

Az üveg kémiai tulajdonságai

- saválló, gyenge lúgállóság



Festett és égetett üvegtábla

Üvegtermékek

Húzott síküvegek

- tábla- és ablaküveg
- tükörüveg, homályos üveg
- mintás üveg és jégvirágos üveg, tej- és opálüveg
- színes üveg, márvány üveg

Öntött, vagy hengerelt síküvegek

- nyers öntött üveg
- ornament és katedrál üveg
- huzalbetétes üveg

Üveg építőelemek és építőanyagok

- üvegtéglák és kopilit üveg
- üveg tetőcserepek
- burkoló- és hullámüvegek,
- üvegyapot, üvegszövet és üvegfátyol



üvegyapot hőszig. habüveg hőszig



üvegtégla és üvegcserép

Különleges üvegek és alkalmazásuk

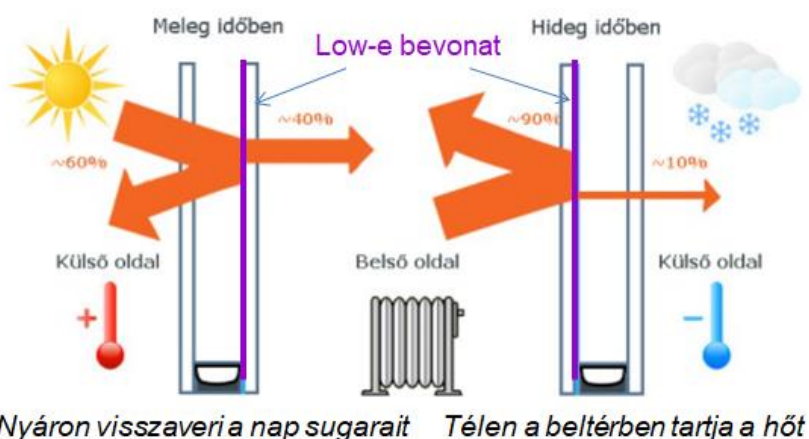
Biztonsági üvegek

1. Edzett üveg (hőkezeléssel előfeszített)
 - lágyulásig felmelegítik, hirtelen lehűtik
 - külső felületen nyomófeszültség keletkezik
 - tompa élűen és morzsalékosan törik
2. Ragasztott többrétegű üveg
 - vékony üvegtáblák, műanyaggal ragasztva
 - betörésbiztos, töréskor nem esik szét
3. Huzalbetétes üveg
 - hengerelt üveg huzalhálóval

Hőszigetelő üvegek

A hőszigetelő üveg szerkezeti felépítése:

- légréteggel elválasztott többrétegű üveg
- hőszugárzást visszaverő hővédő bevonat
- az üvegrétegek között argon nemesgáz



Nyáron visszaveri a nap sugarait Télien a beltérben tartja a hőt

Hőátbocsátási tényező

- | | |
|------------------------------|---------------------------|
| 1 rétegű síküveg | U: 5,8 W/m ² K |
| 3 rétegű síküveg | U: 2,1 W/m ² K |
| 3 réteg + hővédelem + argon: | 0,8 W/m ² K |

Speciális üvegek az építészetben

- zajvédő üvegek
- napvédő üvegek
- változó fényátbocsátású üvegek
- zománcozott üvegpanel
- díszítő üvegfelületek
- tűzvédő üvegek

Korszerű üvegszerkezetek

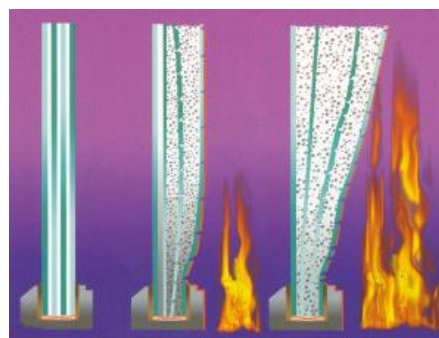
- térelválasztók és válaszfalak
- függönyfalak és üvegtetők
- télikertek és átriumok
- pontmegfogású üvegfalak és üvegtetők
- transzparens épületek



Golyóálló üveg



Hőszigetelő üveg működése

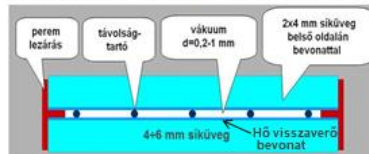


Tűzvédő üveg működése

Korszerű üvegszerkezetek és építészeti alkalmazásuk (nem tananyag)

Vákuumszigetelt üvegpanel (VIG)

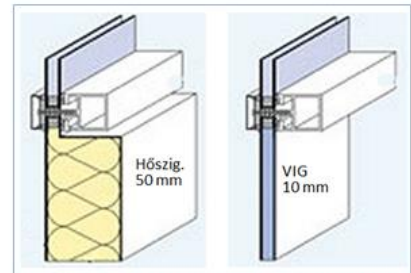
Üveglemezek között nemesgáz helyett vákuum (0.001 mbar). Az atmoszférikus nyomást az átlátszóságot nem korlátozó, távolságtartó üveggolyók veszik fel.



Vákuum szigetelt üvegezés (VIG) felépítésének elvi sémája

VIG műszaki jellemzői:

- Vákuumszigetelt panel vtg.: $7 \div 12$ mm.
- Vákuum réteg vtg.: $0,2 \div 1$ mm.
- Távolságtartó üveg elemek: 1000 db/m^2
- Üvegtáblák belső felületén hővisszaverő vékony (low-e) bevonati réteg.
- A vákuum üvegezés $U = 0,2 \text{ W/m}^2\text{K}$

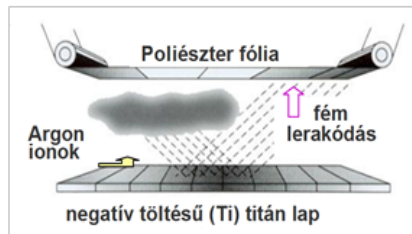


Hőszigetelt függönyfal szerkezeti megoldása

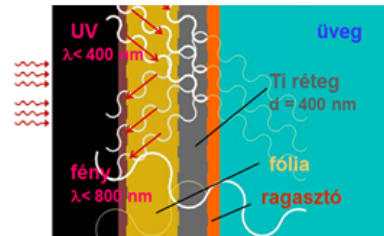


VIG üvegtáblák

A napfény UV sugárzása ellen védő üveg



Katódporlasztásos eljárással (Sputterezés) titán fémréteg beágyazása a fóliába



Az UV sugárzás reflexiója a védőfólia titánfém rétegében

Az UV sugárzást szűrő üvegfólia felépítése:

- Ti és Cu atomokat ágyaznak a fólia hordozóanyagba (Sputterezés).
- Szűrőhatás a **reflexió árnyékolási elvén** alapszik.
- A Ti ($d = 200 \div 400 \text{ nm}$) rétegen a látható fény ($\lambda > 400 \text{ nm}$) áthatol.
- A Nap károsító hatású UV – A, B sugárzásának megfelelő ($200 \div 380 \text{ nm}$) hullámhosszú elektromágneses sugárzásti tartomány reflektálódik.
- Ennek az interferencia jelenségnek „**fémtükrös csapdázódás**” a neve, és hatékonyan csökkenti az UV sugárzás intenzitását.

Fűtő üveg szerkezete és működése

A 3 rétegű hőszigetelő- fűtő üveg infra-radiátorként működik, ahol a hőt a legbelső üvegréteg termeli.

Két üveglap **ón-dioxid átlátszó** anyaggal összeragasztva, ami elektromos áram hatására hőt bocsajt ki. (Fűtőréteg)

A középső üvegréteg átlátszó **hőtükör bevonata** révén a hőt visszaturkózza, és a helyiségen belül tartja. (Hőtükör bevonat)



A hőszigetelő - fűtő üveg szerkezeti felépítése

Műanyagok építőipari alkalmazása

Műanyagok tulajdonságai

- alacsony testsűrűség, jó hőszigetelő
- korrózió- és vegyi ellenálló képesség
- jó elektromos szigetelőképeség
- könnyű megmunkálhatóság, alakítható
- öregedés, fáradás és ridegedés
- fény (UV) hatására színe változik
- éghető, mérges gázokat fejlődnek

Hővel szembeni viselkedés

Hőre lágyuló műanyagok (termoplasztok)

- melegen alakíthatók és hegeszthetők
- eredeti tulajdonságuk nem változik

Hőre keményedő műanyagok (duroplasztok)

- térhálósodásuk után nem lágyíthatók
- megmunkálásuk csak hidegen

Alakváltozás és rugalmasság

Elasztomerek, rugalmasan alakváltozók

- terhelés megszűntével visszanyeri alakját
- jól nyújtható és rugalmas

Plasztomerek, képlékenyen alakváltozók

- terhelés hatására maradandó alakváltozás
- kevésbé nyúlnak, viszkózus plasztikusság

Műanyag termékek formázása

- Sajtolás: ablakkeretek, konyhabútorok
- Rétegezés: kádak, mosdók, zuhanytálcák
- Fröccsöntés: hőre lágyuló műanyagok
- Extrudálás: hosszú csövek, kábelszalagok
- Kalanderezés (hengerlés) fóliák és lemezek
- Szálképzés: extruderrel, műanyag szálak
- Habosítás: hab lemezek, szórt szigetelés

Műanyagok megmunkálása

Lángszórás: láng előtt műanyag port fújnak
a megolvadt műanyag, réteget képez

Alkalmazás: korrózióvédelmi bevonat

Szinterezés: meleg tárgyat műanyagporba mártják

Alkalmazás: fémszerkezetek korrózióvédelme

Vákuumformázás: felmelegített anyagot vákuumozzák

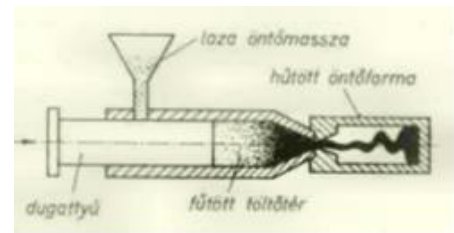
Alkalmazás: kádak, tető felüvilágítók

Hegesztés: lágyuló műanyagot felhevítik, összenyomják

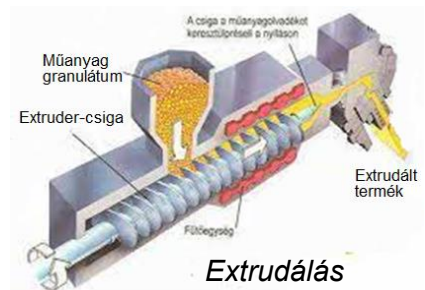
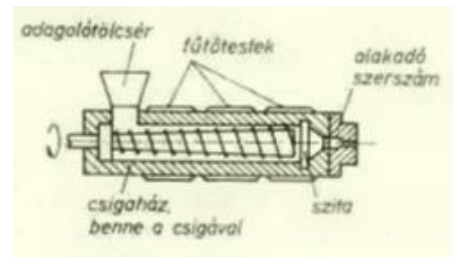
Hidegszórás: keményedő műgyanta + üvegszál, szórása

Alkalmazás: műanyag habarcsok, padlóbevonatok

Hideg megmunkálás: vágás, fűrészelés, ragasztás, bevonás



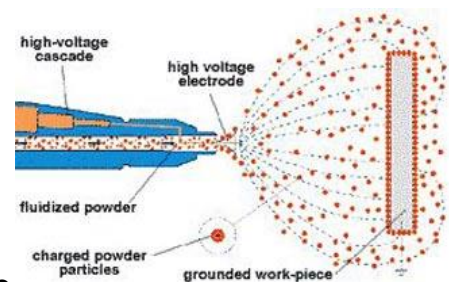
Fröccsöntés



Extrudálás



Kalanderezés



Lángszórás

Építőipari műanyag termékek (néhány példa)

Épületszerkezeti elemek

- műanyag nyílászárók
- falburkoló elemek és idomok
- lépcsőborító idomok
- esőcsatornák
- felülvilágítók
- zuhanytálcák



Felülvilágítók

Tekercselt műanyag lemezek

- padlóburkoló lemezek
PVC burkolólemez,
- szőnyegpadlók
- műanyag tapéták és falkárpitok
- vízszigetelő fóliák és lemezek
- műanyag ponyvák



Műanyag csövek

Műanyagkötésű táblák és lemezek

- műanyag lemezek és lapok
- műanyag bevonatú táblák
- műgyantával impregnált üvegpaplan
- műanyag csempék

Műanyag csövek és szerelvények

- PVC csövek
- PE és PP csövek
- üveg szálerősítésű poliészter csövek

Műanyag tartószerkezetek és termékek

- szendvicsszerkezetek
- tetőfedő hullám- és trapézlemezek
- műanyag tartályok
- garázselemek



Műanyag vízszigetelő lemez

Műanyag habok

- expandált és extrudált polisztirolhab
- poliuretán hőszigetelő habok
- polifoam hőszigetelő lemezek

Hézagzáró- és dilatációs profilok

- hézagzáró műanyag kittek
- tömítő szalagok és tömítő profilok
- vízzáró hézagzárók
- dilatációs profilok

Műanyag ragasztók, festékek és lakkok



Helyszínen szórt hőszigetelés

Vizsgakérdések (betontechnológia)

A mész szilárdulása, cementszerű kötése. (képlet)

A cement pernyetartalma miért csökkenti a beton pH értékét, és hogyan növeli a beton vízzáróságát?

Cementek fajtái és jelölései.

Értelmezze a **CEM I 42,5 S** és **CEM II/B-M(V-L) 32,5 N** **CEM II/A-S 32,5 R** cement-jelöléseket. (A betűk és számok jelentései)

A cement hidratációja, pl. alit klinkerásvány reakciója vízzel. (képlet)

A cement-hidratáció fő jelenségei és reakció termékek.

Miként biztosítja a cement a betonacél korrózióvédelmét?

A vízcement tényező hatása a beton szilárdságára. (grafikon)

V/C növelésével (vízadagolással) miért csökken a beton szilárdsága?

Az utólagos vízadagolás kedvezőtlen hatása.

A beton cementszükségletét hogyan befolyásolják, az adalékanyag tulajdonságai: szemmegoszlás, d_{max} , agyagiszap tartalom, hézagterfogat, fajlagos felület.

Mit jelent a betonok jellemző nyomószilárdsága f_{ck} (pl. C20/25) és az átlagos nyomószilárdsága f_{cm} ? A két érték közötti összefüggés (képlet és grafikon).

Gaussgörbék ábrázolása különböző szórásértékek esetén. Pl.: $\sigma_1 = 3$ és $\sigma_2 = 5$ N/mm²

Az alacsony szórásérték milyen gazdasági előnyt jelenthet egy betongyár számára?

A beton összetételének tervezés során, milyen szempontok alapján választjuk meg az alkalmazandó cementet, a d_{max} -ot, és a beton konzisztenciáját? Ha nem lenne kötöttség, milyen konzisztenciát és adalékanyagot (d_{max}) választana, cementtakarékossági szempontból? A d_{max} növelésével, miért csökken a beton cementszükséglete?

A cementadagolás hatása a beton szilárdságára. (grafikon)

Miért előnytelen CEM 52,5 cementet alkalmazni C8/10 beton előállításához, illetve előnyös-e, ha C30/37 betonhoz CEM 32,5 cementet használunk?

Telítettség hatása a megszilárdult beton tulajdonságára.

Ismertesse a betonkeverők típusait és a betonszivattyúkat, a betonszállító mixerkocsit, valamint a betontömörítő vibrátorok működési elvét.

Ismertesse a betonok szilárdulás-gyorsításának módszereit.

Pl.: hőérlelés (gőzölési diagram). Fagynak a frissbeton szilárdulására gyakorolt hatása.

A fagyhatás csökkentésének betontechnológiai módszerei.

Ismertesse a plasztifikáló adalékszerek alkalmazásának betontechnológiai előnyeit.

Használatával van-e lehetőség a vízzáróság növelésére és cement megtakarításra?

A légpórusképző adalékszerek alkalmazásának hatása.

A szer hatásmechanizmusa. Alkalmazásával miért nő a beton fagyállósága?

Ismertesse a vízzáróságot fokozó adalékszereket és tömítőanyagok hatását.

Hogyan növeli a beton vízzáróságát, az erőműi pernye adalékanyag?

Beton-és vasbeton szerkezetek korróziós folyamatai és korrózióvédelme.

Betonacélok korróziója, atmoszférikus korrózió, kloridionok korróziós hatása. (képlet)

Betonkorróziós folyamatok: kilúgozódás, szulfátos korrózió. Miért szulfátálló a szulfátálló cementtel készült beton? A betonacél korrózióvédelme szempontjából miért kedvezőtlen, ha párák levegő hatol be a betonba?

C30/37 – XC3 - XV3 - 32 - S3 betonjelölés értelmezése.

Mit jelentenek a betűk és számok? Mik azok a kitéti osztályok, és a beton tervezésekor miként veszik figyelembe?

A különleges betonok és technológiák közül ismertesse:

- szálerősített betonok (tulajdonság, alkalmazás)
- lőtt betonok és öntömörödő betonok (technológia, tulajdonság, alkalmazás)

Vizsgakérdések (szakipar)

Hőszigetelő anyagok

- Az anyagok hővezetési tényezőjét (λ) hogyan befolyásolja az anyag testsűrűsége, pórusossága és a nedvességtartalma?
- Ismertesse a szálás hőszigetelő anyagokat. (előállítás, tulajdonság és alkalmazás)
- Ismertesse a sejtesítéssel és duzzasztással előállított hőszigetelő anyagokat (előállítás, tulajdonság és alkalmazás).
- Többrétegű falazat esetén hogyan befolyásolja hőszigetelő anyag elhelyezkedése a falszerkezet hőmérsékletét és hőtároló képességét? (hőfokelési görbével ábrázolva)

Vízszigetelő anyagok

- Ismertesse a bitumen tulajdonságait, fajtáit és felhasználási területeit.
- Ismertesse a műanyag vízszigetelő lemezek és felületszivárgók alkalmazási területeit.
- Ismertesse a kent- és szórt vízszigetelő anyagokat és alkalmazási területeiket.

Építési kerámiák

- Ismertesse a kerámia falazóelemek gyártástechnológiáját.
- Ismertesse az építési kerámia termékek választékát és tulajdonságait.

Építőfák és faanyagvédelem

- Ismertesse a fák hidrotechnikai tulajdonságait, és a nedvesség okozta alakváltozásait.
- Ismertesse a fák nyomószilárdsági tulajdonságait (F- Δ I diagramok megrajzolása) és a szilárdsági tulajdonságokat befolyásoló tényezőket (nedvesség, rostirány \parallel és \perp).
- Faipari termékek. ragasztott fa tartószerkezetek előállítása és alkalmazása.

Fémek és betonacélok

- Ismertesse az acélok szénttartalomtól függő tulajdonságainak változását (hegeszthetőség, edzhetőség, szakítószilárdság, kontrakció, stb.).
- Ismertesse az acélok (σ - ϵ) szakítódiagramját (lágycél, ridegacél), és a szakítóvizsgálat során meghatározható anyagjellemzőket (folyáshatár, szakítószilárdság, E modulus).
- Ismertesse az acél korrózióját és a korrózió megjelenési formáit.
- Ismertesse az alumínium tulajdonságait és felhasználását.

Az üveg építészeti alkalmazása

- Ismertesse az építészetben alkalmazott üvegek fajtáit, előállítási technológiájukat, tulajdonságaikat és felhasználási területeiket.
- Ismertesse a biztonsági- és hőszigetelő üvegek előállítási módját, tulajdonságait és felhasználási területeit. (edzett, ragasztott, huzalbetétes üvegek).

Műanyagok építőipari alkalmazása

Ismertesse a műanyagok tulajdonságait és a műanyag termékek alkalmazási területeit.