

Betonzási feladat felmérése, betonösszetétel meghatározása, környezeti osztályok a gyakorlatban

Czirják János

Magyar Cement, Beton- és Mészipari Szövetség



Czirják János,
betontechnológus

czirjakj@btclabor.hu

Nyersanyag-eljárástechnikai mérnök – Miskolci Egyetem (1999)
Betontechnológus szakmérnök - BME (2011)

Építőanyag gyártás, betontechnológia

A mai étlap

- Mit építünk, milyen legyen a beton és a szerkezet
- Az épület és a környezet kapcsolata
- A beton kiírása, további befolyásoló körülmények
- Alapanyagok kiválasztása a feladat szempontjából
- A betonösszetétel meghatározása
- A betonösszetétel „behangolása”, „főpróba”
- Betontechnológia

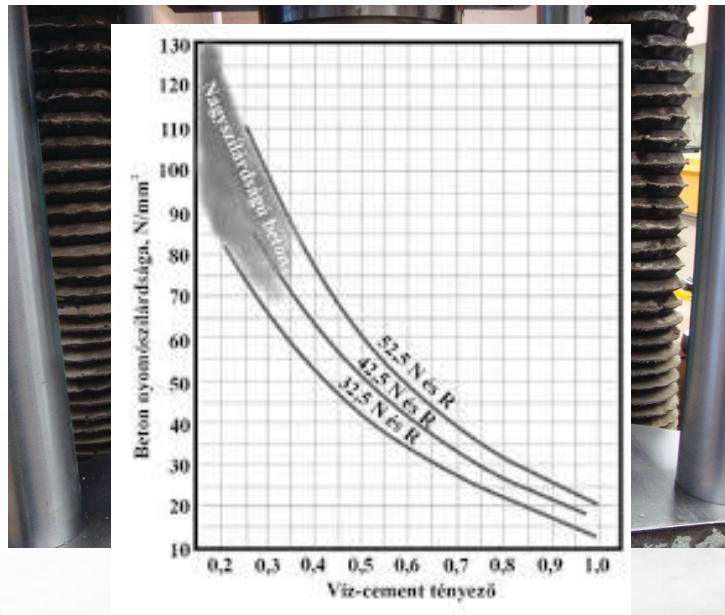
Mit építünk ? - A betonozási feladat



Milyen legyen a beton és a szerkezet ?

Szemléletmód váltás történt !!!

Szilárdság



Állandó és változó terhek

Szilárdság – Környezet

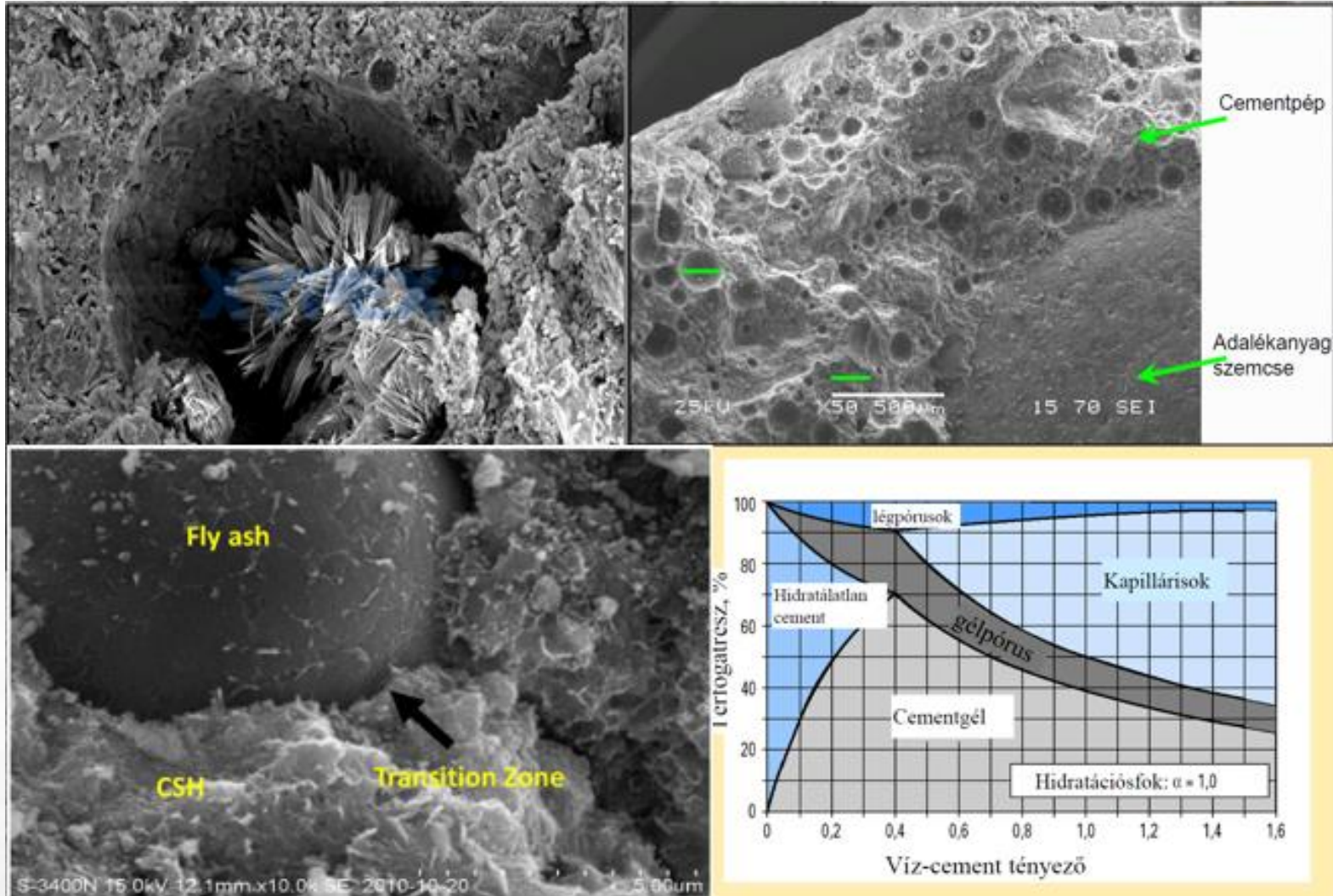


Állandó és változó terhek

Környezeti terhelés

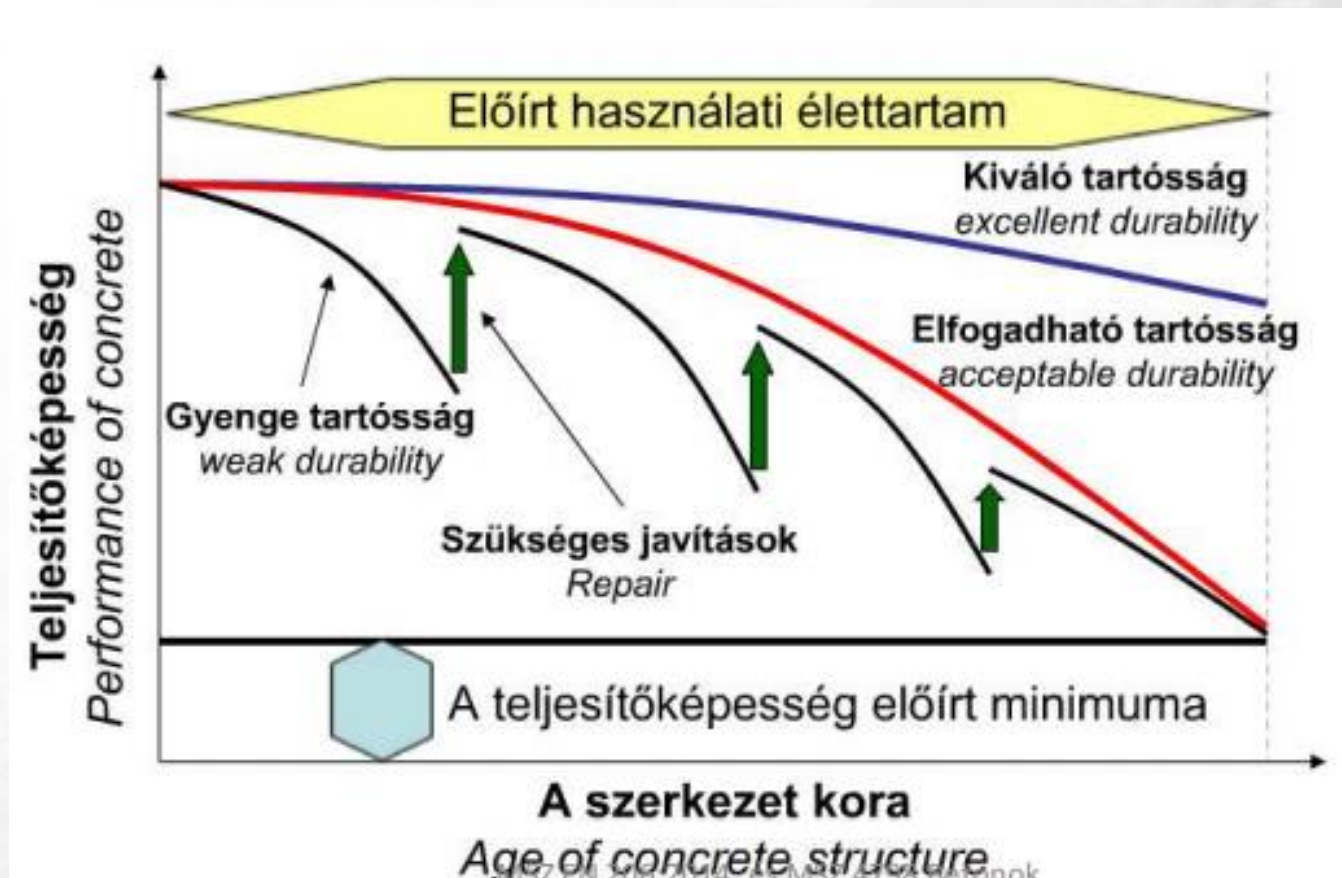
Milyen legyen a beton és a szerkezet ?

Néhány szó az anyagstruktúráról



Milyen legyen a beton és a szerkezet ?

Tartósság – élettartam



Épület – Beton - Környezet, környezeti hatások

Nincs korrozív környezeti hatás

Kiszáradás – nedvesedés
Állandóan száraz vagy nedves

Agresszív anyagok a betonszerkezettel érintkező talajban és/vagy a talajvízben

Agresszív anyagok – kommunális, ipari, mezőgazdasági, egyéb

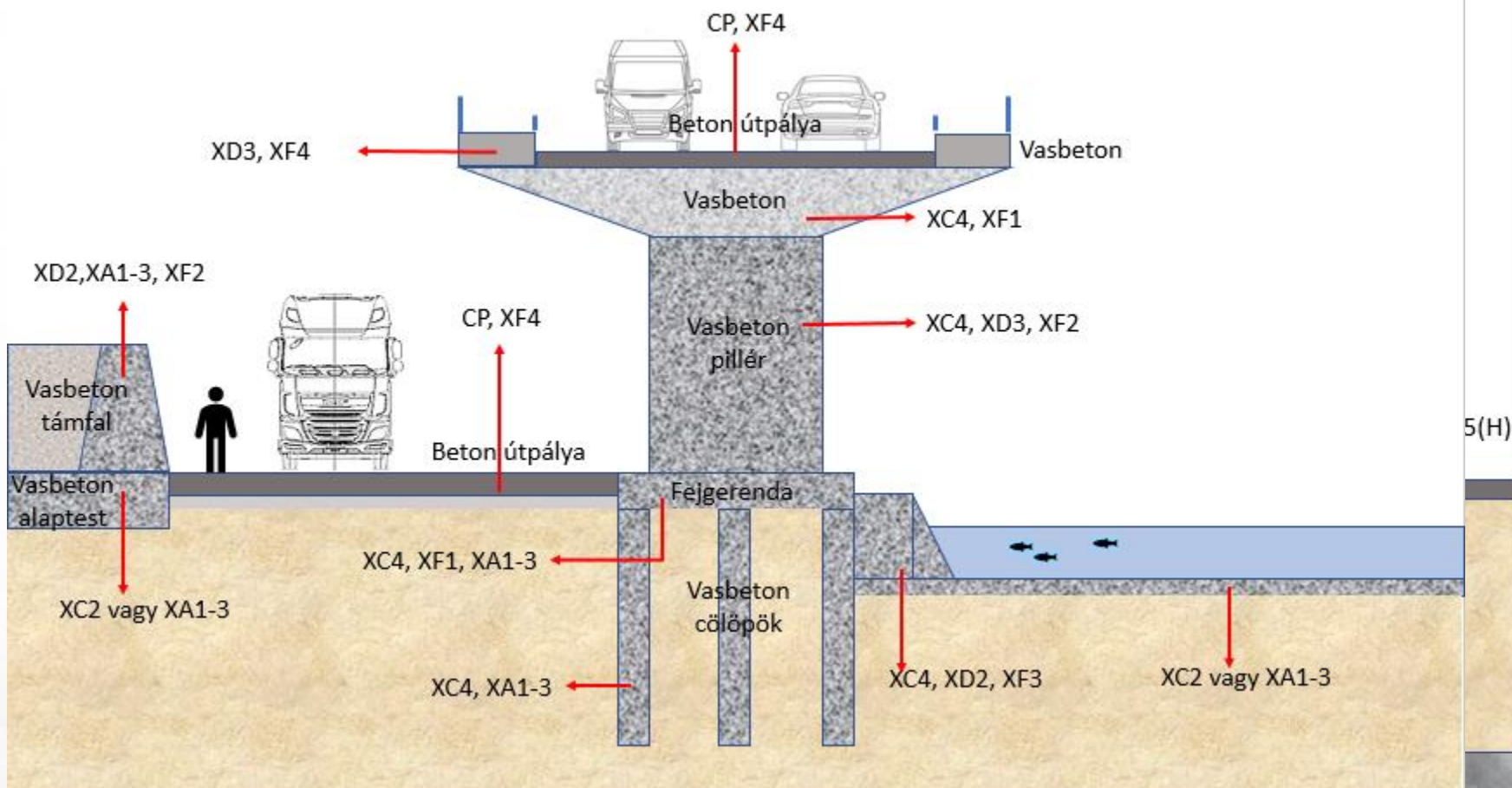
Fagyhatás, fagyás és olvadás
Jégolvasztó anyagok

Só és sóoldat (kloridok)

Koptató mozgások és egyéb koptató igénybevételek

Víznyomás, folyadéknomás

Ipari épületek lakó épületek Hídépítés Működési és szerelési előírások



A betonösszetétel tervezése – miből főzünk!?

A tervezési információk forrásai:

Tervező, tervrajzok – a beton szabványos jele; egyéb műszaki információk

- A betonszerkezet statikai méretezéséből adódó, megkövetelt nyomószilárdság
- A betonszerkezetet érő környezeti igénybevételek alapján jelentkező nyomószilárdság igény

Kivitelező, beruházó, tervező – kooperációs egyeztető megbeszélések

Helyszíni bejárás (méretek, elhelyezkedés, stb.)

Betongyártó – rendelkezésre álló technológia, alapanyagok

Betonszivattyú üzemeltetője (méret, kapacitás)

A betonösszetétel tervezése – kiindulási adatok

Szerkezeti méretek, megjelenési igények – felület, vastagság, vasbetét távolság, betontakarás

Gyártási körülmények – a rendelkezésre álló gyártási technológia, alapanyagok

Szállítás a munkaterületre – mixer, tehergépkocsi; szállítási távolság, szállítás – közlekedési tényezők

Szállítás a munkaterületen – surrantva ürítés, betonpumpa, betonozó konténer

Bedolgozás technológiája – zsaluzat tagoltsága, tömörítés, felületképzés, időtartam, több lépésben

Utómunkálatok, következő szerkezeti elem – utókezelés, korai szilárdságigény, bevonatok (pl. műgyanta, hidegburkolat, csiszolt felület)

Várható időjárás – hőmérséklet, szélviszonyok, napsugárzás, páratartalom

Ahogy az építész tervező rendel – a beton kiírása

11 ANYAGMINŐSÉGEK

11.1 Beton

MSZ EN 206-1:2002 szerint:

- Szerelőbeton: C12/15-X0b(H)-8-F3
- Vízáró szerkezeti beton: C30/37-XV2(H)-XC4-24-F3 (kivételesen a bejárati födémnél $d_{\max}=16$)
- Szerkezeti beton: C30/37-XC3-24-F3
- Lejtőbeton: C20/25-XC1-8-F3
- Vasalt aljzat: C35/45-XK2(H)-22-F3

11.2 Betonacél

MSZ EN 10080:2005 szerint:

- S500B

COMAX GRIPTec GTB-A 32202135 ... 2 DB

Anyag	Minőség
Szerelőbeton	C12/15-X0b(H)-8-F3
Vízáró szerkezeti beton	C30/37-XV2(H)-XC4-24-F3
Szerkezeti beton	C30/37-XC3-24-F3
Lejtőbeton	C20/25-XC1-8-F3
Vasalt aljzat	C35/45-XK2(H)-22-F3
Betonacél	S500B

A tervezéshez rendelkezésre álló információk

– egy példán keresztül röviden

A betonszerkezet: Vízzáró alaplemez, falak

A beton jele: C30/37 – XC4 – XV2(H) – 24 – F3 MSZ 4798:2016

A frissbeton elhelyezésének módja: betonszivattyú, betonozó konténer

Szállítási távolság: 25 km; várható menetidő max.: 1 óra

A bedolgozás várható időigénye: 30 – 40 perc

A kivitelezéskor várható hőmérsékleti viszonyok: 25 – 28 °C, napos, száraz, gyenge szél

A tervezéshez rendelkezésre álló információk - határértékek (csak néhány példa)

C30/37 – XC4 – XV2(H) – 24 – F3 MSZ 4798:2016

F1. táblázat: Határértékek a beton összetételére és tulajdonságaira																																																																																		
Környezeti osztályok																																																																																		
<p>NAD F2. táblázat: A légbuborékképző adalékszer nélkül készített friss beton tervezett levegőtartalma a nyomószilárdsági osztály és a konzisztenciaosztály függvényében</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Konzisztencia- osztály</th> <th>Roskadási osztály</th> <th>–</th> <th>S1</th> <th>S2, S3</th> <th>S4, S5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Környezeti osztály</td> <td colspan="4"> A vízbehatolás megengedett legnagyobb ΣM egyedi mélysége, legalább három próbatest vizsgálatából ΣM, mm </td> <td>24</td> </tr> <tr> <td>Nyomó</td> <td colspan="4"></td> <td>5, F6</td> </tr> <tr> <td></td> <td colspan="4"></td> <td>zsalék</td> </tr> <tr> <td></td> <td colspan="4"></td> <td>,0</td> </tr> <tr> <td></td> <td colspan="4"></td> <td>,5</td> </tr> <tr> <td></td> <td colspan="4"></td> <td>,0</td> </tr> <tr> <td></td> <td colspan="4"></td> <td>,0</td> </tr> <tr> <td></td> <td colspan="4"></td> <td>,0</td> </tr> <tr> <td></td> <td colspan="4"></td> <td>,0</td> </tr> <tr> <td></td> <td colspan="4"></td> <td>,0</td> </tr> <tr> <td></td> <td>C35/45 – C100/115</td> <td>1,0</td> <td>1,0</td> <td>1,0</td> <td>1,0</td> </tr> </tbody> </table>											Konzisztencia- osztály	Roskadási osztály	–	S1	S2, S3	S4, S5	Környezeti osztály	A vízbehatolás megengedett legnagyobb ΣM egyedi mélysége, legalább három próbatest vizsgálatából ΣM, mm				24	Nyomó					5, F6						zsalék						,0						,5						,0						,0						,0						,0						,0		C35/45 – C100/115	1,0	1,0	1,0	1,0
Konzisztencia- osztály	Roskadási osztály	–	S1	S2, S3	S4, S5																																																																													
	Környezeti osztály	A vízbehatolás megengedett legnagyobb ΣM egyedi mélysége, legalább három próbatest vizsgálatából ΣM, mm				24																																																																												
Nyomó					5, F6																																																																													
					zsalék																																																																													
					,0																																																																													
					,5																																																																													
					,0																																																																													
					,0																																																																													
					,0																																																																													
					,0																																																																													
					,0																																																																													
	C35/45 – C100/115	1,0	1,0	1,0	1,0																																																																													
Legnagyobb w/c ^{a), d)}																																																																																		
Legkisebb nyomószilárdsági osztály ^{e)}																																																																																		
Legkisebb cementtartalék kg/m ³																																																																																		
Friss beton levegőtartalom, térfogatszázalék																																																																																		
Egyéb követelmények																																																																																		
Friss beton levegőtartalma, térfogatszázalék																																																																																		
Egyéb követelmények	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	MSZ EN 12620 szerinti kielégítő fagyás/olvadás állóságú adalékanyag (lásd a NAD E1. és NAD 2. táblázatot)																																																																							

MSZ 4798

hatására ^{a)}	XV3(H)
	0,45
	C30/37
	300
	az 5.5.3. szakasz

A betonösszetétel tervezésének főbb lépései

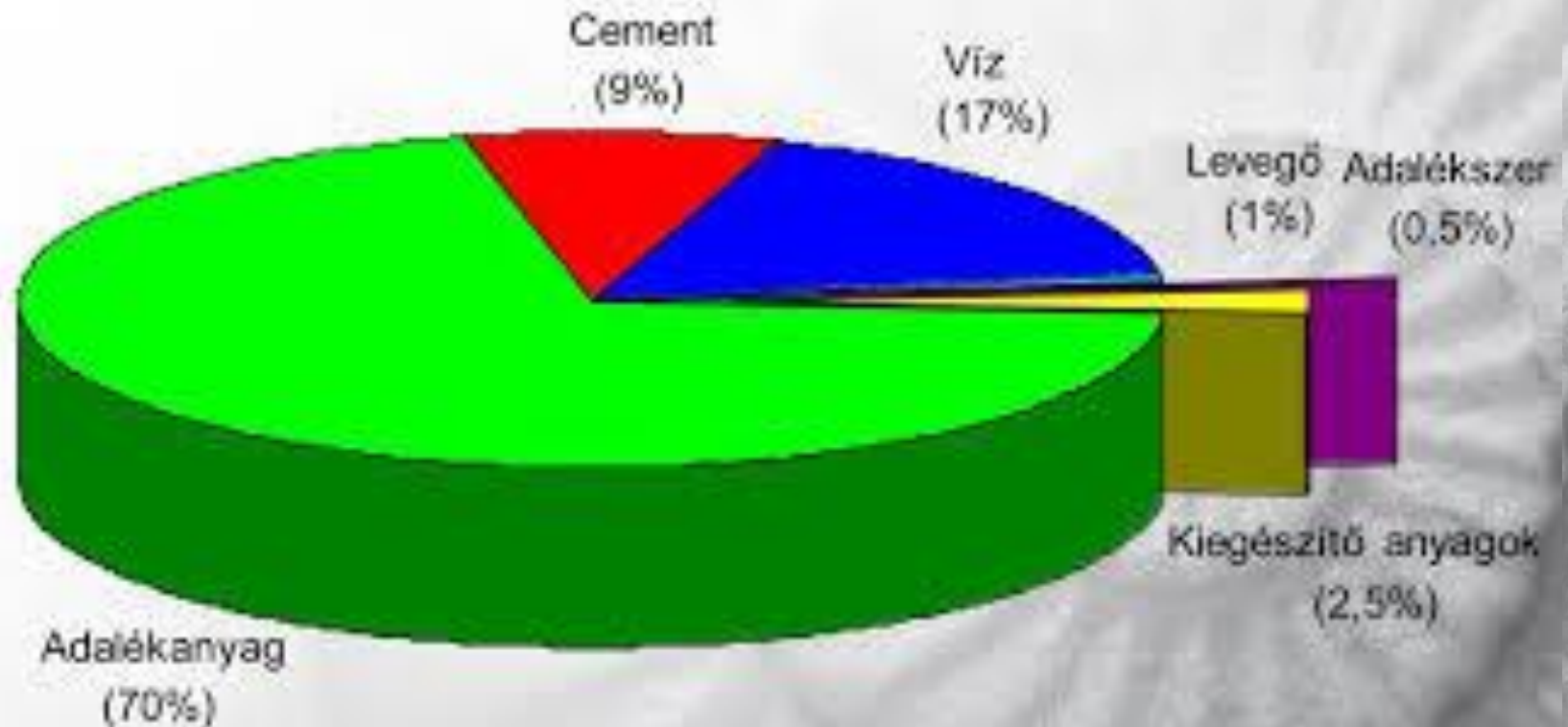
1. Az alapanyagok kiválasztása

2. A frissbeton keverék konzisztenciájának kiválasztása, a kapcsolódó paraméterek számítása (vízigény, pépigény, stb.)

A betonösszetétel számítása

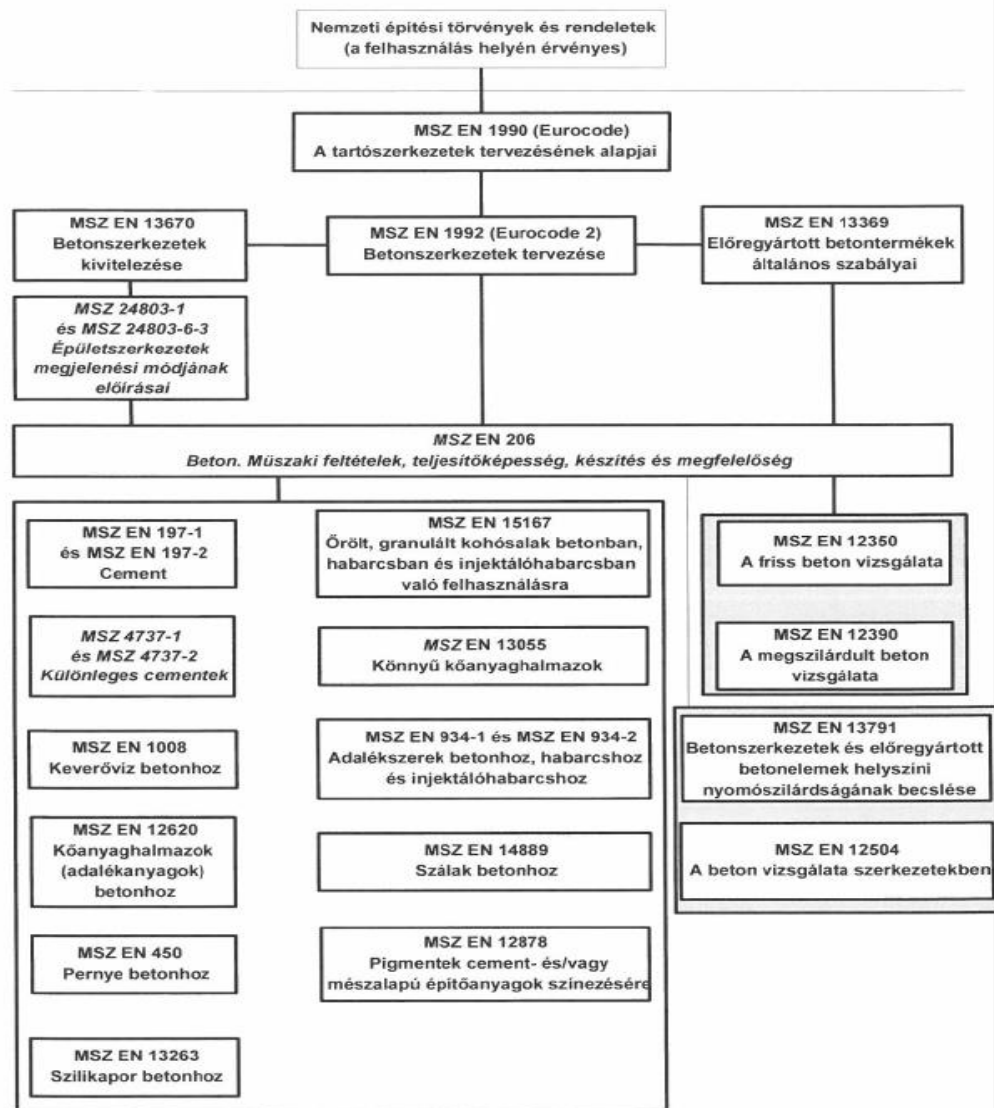
3. A nyomószilárdság becslése

A beton alapanyagainak kiválasztása – az alkotók



A beton magyarországi szabványi háttere az MSZ 4798:2016 szerint

Minden alapanyag a vonatkozó szabványoknak megfelelő !



1. ábra: Az EN 206, valamint a tervezésre és a kivitelezésre, illetve az alkotóanyagokra és a vizsgálati módszerekre vonatkozó szabványok közötti kapcsolat

A kötőanyag kiválasztása

Szabványos szilárdság	[MPa]	32,5; 42,5; (52,5)
Kötés kezdete	[perc]	120 – 240
Kötés vége	[perc]	180 - 360
Fajlagos felület (Blaine)	[m ² /g]	3 500 – 5 000
Vízigény	[m/m ⁰]	27 – 32
Kezdeti szilárdság	[MPa]	≥ 10, 12, 16, 20, (30)
Hidratációs hőfejlesztés	[J/g]	100 – 300 (~40 órás korban)



Néhány cement alkalmazási példa

CEM I 42,5 R

elsősorban hídépítésben esetleg speciális esetekben (pl.: nagyobb korai szil. Igény)

CEM I 42,5 N – SR (0)

szulfátálló, szulfátot tartalmazó talajvízzel és talajjal érintkező szerkezetekhez, kiegészítő anyaggal szennyvíz kezelési és mezőgazdasági szerkezetekhez is.

CEM II / A-S 42,5 N

általános felhasználású cement de XA1 környezeti osztályba is alkalmazható

CEM III / A 32,5 R - MSR

általános felhasználású cement, mérsékelten szulfátálló, tömegbetonokhoz

CEM III / B 32,5 N–SR

szulfátálló, szulfátot tartalmazó talajvízzel és talajjal érintkező szennyvíz kezelési és mezőgazdasági szerkezetekhez, tömegbetonokhoz

Az adalékanyagok kiválasztása

Az adalékanyag fajtájának kiválasztása

- Ásványi összetétel és keletkezés szerint
- Testsűrűség szerint
- Töréssel előállított
- Természetes vagy mesterséges

Névleges maximális szemcseméret

- a szerkezet rész legkisebb méretének 1/3-a;

Szemcseméret-eloszlás – finomsági modulus és egyenlőtlenségi együttható

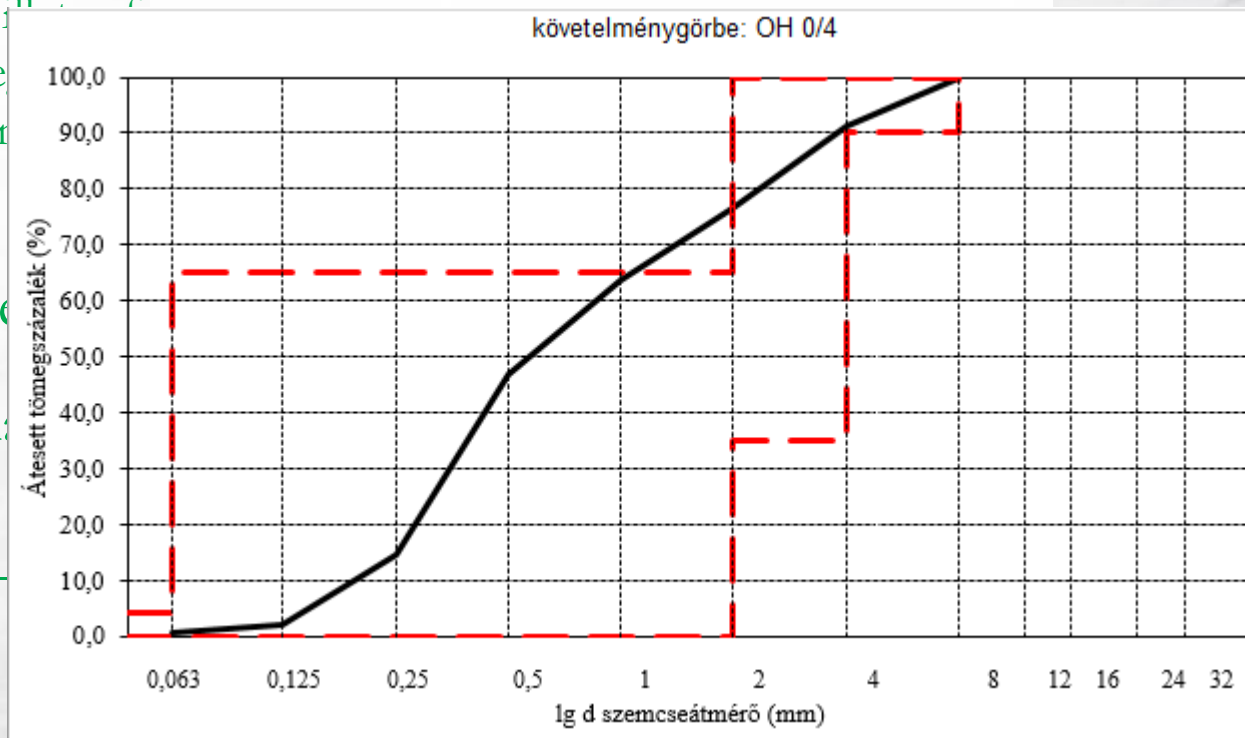
- az acélbetétek, j...

távolságának (a le...
Aggag-iszap
- szivattyús beton

Aprózódási

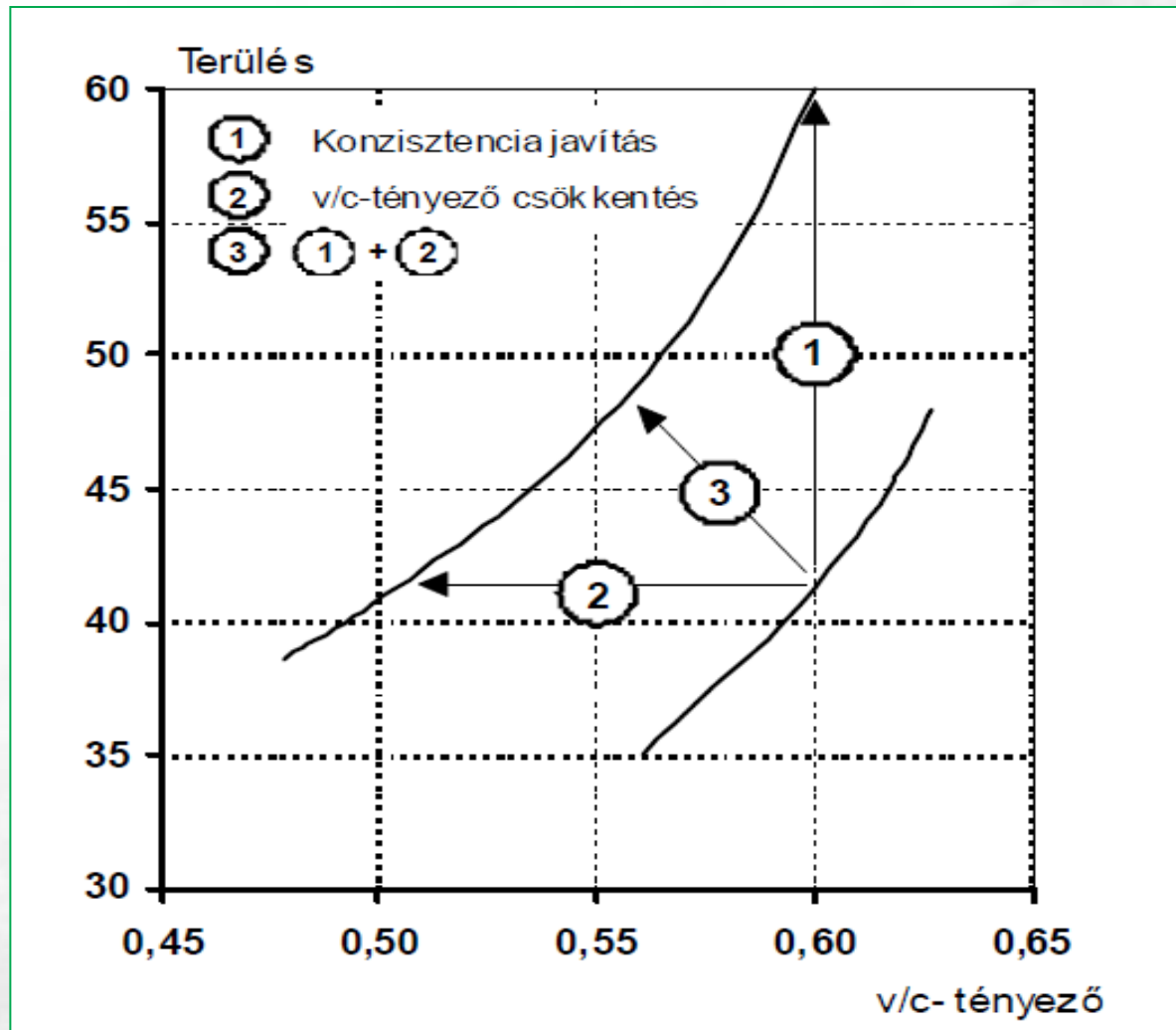
Kopási ellen

Fagyállóság



Az adalékszerek kiválasztása

Folyósítók és képlékenyítők



Néhány szó essen a vízről is!

Amit a ló megiszik
azt a beton is

- Hálózati víz
(ivóvíz) – mindig
megfelel !
- Fúrt kútvíz
- Mosóvíz
(újrahasznosított
víz)
- Melegvíz



A kiegészítőanyag kiválasztása

I. típusú kiegészítő anyagok

- Töltőanyagok - Mészkeőliszt, Kvarcliszt, Bazaltliszt, ...
- Pigmentek

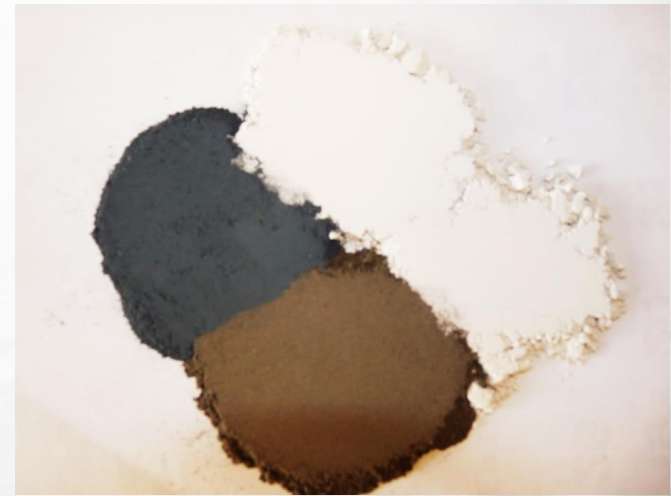
- Tömörebb struktúra (szilárdság!)
- Kedvezőbb bedolgozhatóság
- Finomrész pótlás
- Színes betonokhoz

II. típusú kiegészítő anyagok

- Pernye
- Kohósalak
- Szilikapor
- Metakaolin
- Trassz, puccolán

Puccolános vagy látens hidraulikus tulajdonságokkal rendelkező anyagok

- Cement megtakarítás
- Lassabb szilárdulás, hőfejlődés
- Tömörebb struktúra
- Kedvezőbb bedolgozhatóság
- Jelentős utószilárdulás
- Finomrész pótlás



A beton összetételének számítása

C30/37 – XC4 – XV2(H) – 24 – F3 MSZ 4798:2016

A kiválasztott cement: CEM III/A 32,5 R – MSR MSZ EN 196-1:2011

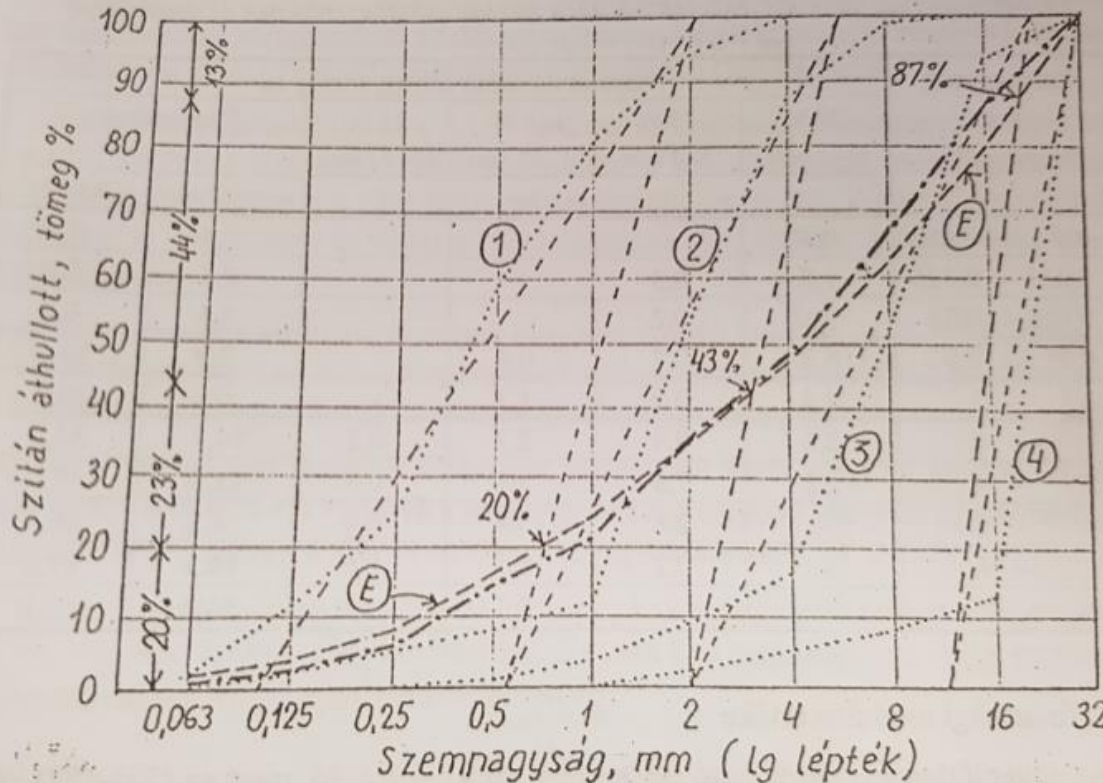
		Unit	Average	STD
Physical properties				
Specific surface		m ² /kg	427	14.8
Normal consistency		%	31.1	0.65
Initial setting time		Min.	220	11.05
Final setting time		Min.	300	10.5
Soundness		mm	0.5	0.51
Mechanical properties				
Compressive strenght	1day	MPa	-	-
	2day	MPa	15.4	0.85
	28day	MPa	51.4	1.58
Bending strength	28day	MPa	9.7	0.57

Sűrűség: 3,0 g/cm³

A beton összetételének számítása

ADALÉKANYAG ÖSSZETÉTEL SZÁMÍTÁSA			
Frakciókból kevert adalékanyag szemeloszlásának számítása			
Vizzáró alaplemez, falak		Összesen:	
		100,00%	
Készítő neve:	Czirják János	Készítés időpontja	2018.11.29
1. Frakció aránya	2,4%	1. Frakció szemelátérője	10,00%

A kiválasztott adalékanyagok:
0/4, 4/8, 8/16, 16/32 mm
MSZ EN 12 620:2012



ek finomsági modulusai
(ások)

M	U _a
3,27	9,0
3,76	10,9
4,31	16,1
4,60	19,9
4,82	25,1
5,10	29,2
5,38	32,7
5,54	41,7
5,79	49,4
6,29	81,7

$D_{max} = 16 \text{ mm}$

$m = 5,8 - 6,1$

$D_{max} = 24 \text{ mm}$

$m = 6,3 - 6,5$

$D_{max} = 32 \text{ mm}$

$m = 6,5 - 6,7$

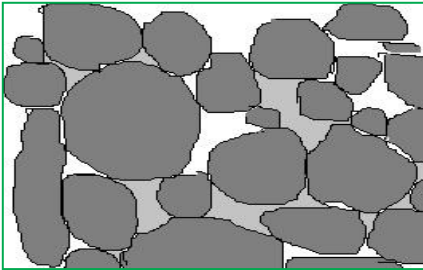
36. ábra : Grafikus módszer előírt szemmegoszlású adalékanyag szerkesztésére Rothfuchs [25] után

10	62,7	0,25	0,5	frakciók kavics arány	59,01
12	68,5	0,125	0,7		
8	54,9	0,063	0,2	Agyag-iszap tart. (MSZ 18288 szerint):	2,4%

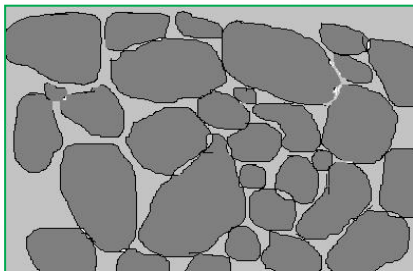
A transzportbeton szerkezete

– „van benne valami ?!” –
a frissbeton struktúrája

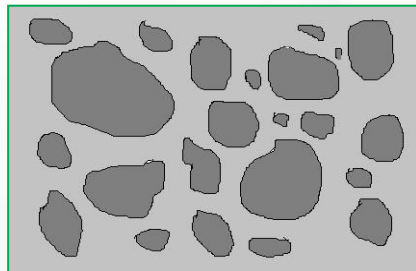
Telítetlen beton (F1)



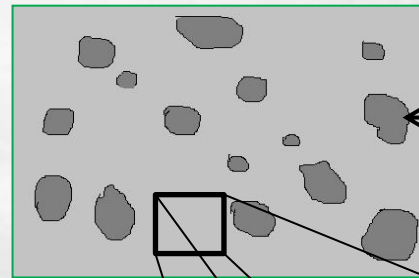
Telített beton (F1-F2)



Kissé túltelített beton (F2-F3)



Erősen túltelített beton (F4-F6)



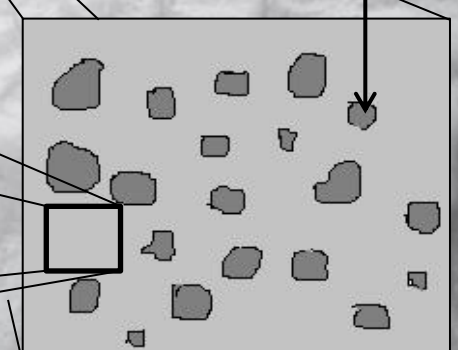
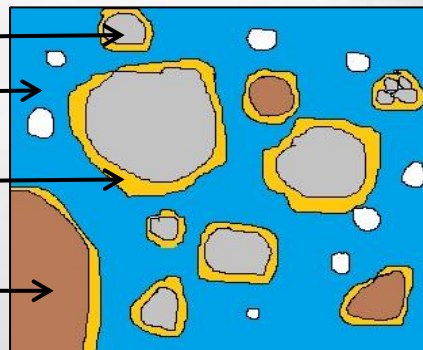
Adalékanyag szemcse
> 4 mm

Adalékanyag szemcse
~ 0,1 - 4 mm

Habarcscs

Pép

Cement
Víz
Adalékszer
Adalékanyag v.
kiegészítő anyag
< ~ 0,1 mm



A beton összetételének számítása

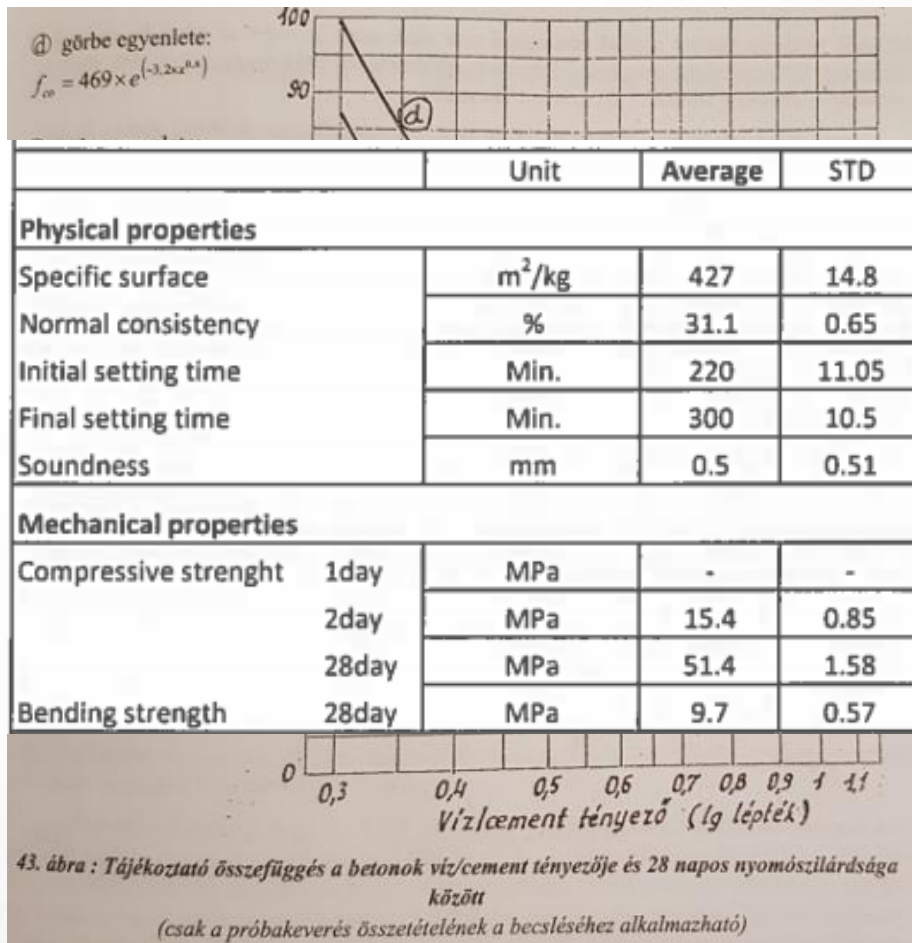
Beton					
k_v - víztartó képesség	<input type="text" value="4"/> s	m_{cp}	1554,8 kg/m ³	cementpép cementtartalma	
k_v - víztartó képesség [s]	k_t	m_{vp}	481,7 kg/m ³	cementpép víztartalma	
>50	AFN	A	0,255735		
50 - 25	FN	B	0,187309		
24 - 10	KK	v_a	0,077 tömegrész	az adalékanyag vízigénye adott konzisztenciánál	
9 - 4	K	v_c	0,310 tömegrész	cement vízigénye adott konzisztenciánál	
2 - 3	F	$V_{ao,40}$	824,1 liter/m ³		
<2	Ö	$V_{po,40}$	175,9 liter/m ³		
Cement		$V_{ao,kv}$	793,9 liter/m ³	az adaléka. ma. térfogata adott konzisztenciánál	
CEM III/A 32,5 R - MSR		$V_{po,kv}$	206,1 liter/m ³	az adaléka. pépigénye adott konzisztenciánál	
S - fajlagos fel.	<input type="text" value="427,00"/> m ² /kg	$m_{ao,kv}$	2 096,0 kg/m ³	az adaléka. mértékadó tömege	
ρ_c - anyagsűrűség	<input type="text" value="3,00"/> g/cm ³	m_{vo}	160,4 kg/m ³	alapvízmennyiség	
cement vízigénye	31,10 m/m%	m_{c2}	517,8 kg/m ³	Számítási állandók	
Adalékanyag		m_{c1}	172,6 kg/m ³		
ρ_a - anyagsűrűség	<input type="text" value="2,64"/> g/cm ³	Δm_c	1 382,2 kg/m ³		
D_{max}	<input type="text" value="24"/> mm	Δm_v	321,3 kg/m ³		
f - agyag-iszap tart.	<input type="text" value="2,4"/> V/V%				
m - finomsági mod.	<input type="text" value="6,44"/>				
U - egyenlőtlenségi eh.	<input type="text" value="36,11"/>				

Az F3 konzisztencia osztály hozzávetőlegesen $k_v=4$ s víztartóképeségnek felel meg

A beton összetételének számítása

m_c	m_v	v/c	m_a	V_p	$V_p - V_{po}$	
169	160	0,95	2069	216	10	
171	160	0,94	2067	217	11	
173	160	0,92	2065	218	12	m_{c1}
175	161	0,92	2061	219	13	
393	186	0,47	1803	317	111	
395	186	0,47	1801	318	112	
397	187	0,47	1797	319	113	
399	187	0,47	1795	320	114	
401	187	0,47	1793	321	115	
505	199	0,39	1670	367	161	
507	199	0,39	1668	368	162	
509	200	0,39	1664	370	164	
511	200	0,39	1662	370	164	
513	200	0,39	1661	371	165	
515	200	0,39	1659	372	166	
517	200	0,39	1657	372	166	m_{c2}
519	201	0,39	1653	374	168	
521	201	0,39	1651	375	169	

A beton összetételének számítása



Tervezési nyomószilárdság:

$$f_{cm} = f_{ck} + 8 \text{ N/mm}^2$$

C30/37 és vegyes tárolás esetén:

$$f_{cm} = 37/0,92 + 8 = 48,2 \text{ N/mm}^2$$

v/c=0,47 esetén várható beton nyomószilárdság

CEM 52,5	MAX	61,5 N/mm ²
	MIN	52,7 N/mm ²
CEM 42,5	MAX	52,7 N/mm ²
	MIN	44,0 N/mm ²
CEM 32,5	MAX	44,0 N/mm ²
	MIN	34,4 N/mm ²

A beton összetételének számítása

A próbakeverésre javasolt összetétel

A beton jele: C30/37 – XC4 – XV2(H) – 24 – F3 MSZ 4798:2016

		sűrűség [kg/dm ³]	kg/m ³	dm ³ /m ³
CEM III/A 32,5 R - MSR		3,00	336	112
Víz			158	158
víz/cement tényező: 0,47				
0/4	40%	2,64	758	287
4/8	15%	2,64	284	108
8/16	28%	2,64	531	201
16/32	17%	2,64	322	122
Összes adalékanyag			1 896	718
Folyósítószer		1,09	2,01	1,84
Tervezett levegőtartalom			-	10
			2 392	1 000
Összes anyag < 0,25 mm			435	
Konzisztencia [K _t] 10 perc			480 ± 20 mm	
Eltarthatóság			min. 90 perc	

A betonösszetétel próbája – próbakeverések

A próbakeverés célja:

- a tervezett friss - és megszilárdult betontulajdonságok gyakorlati igazolása, amelyek kielégítik az előírt követelményeket
- a gyártó üzem (gép, személyzet, technológia, minőségirányítás) műszaki alkalmasságának igazolása

Leggyakrabban ellenőrzött tulajdonságok

Frissbeton:

- Konzisztencia (eltarthatóság is)
- Testsűrűség
- Levegőtartalom
- Hőmérséklet
- Víztartalom (v/c)

Megszilárdult beton:

- Minősítő szilárdság (28 vagy más)
- Korai szilárdságok (1,2,7,14,21)
- Utószilárdulás (56,90)
- Szilárdulási ütem (pl. 7/28)
- Más szilárdsági adatok ha értelmezhető (pl. hajlító-húzó)
- Testsűrűség
- A környezeti osztály(ok)nak megfelelő vizsgálatok ha vannak

A betontechnológusnak a betontechnológiai utasításban többek között meg kell adnia:

- a betonkeverék keverési arányát (tömegre és térfogatra egyaránt), az alkotó anyagok fajtáját és követelményeit;
- az alkotóanyagok adagolásának pontossági követelményeit, a beadagolás sorrendjét, a keverés időtartamát, a szállítás módját, a betonkeverék eltarthatóságát a környezeti körülményektől függően;
- a próbakeverés során ellenőrizendő tulajdonságokat;
- az átadás-átvétel egyedi feltételeit, az átadás-átvételnél szükséges vizsgálatokat, mintavételi és minősítési tervet;
- a szállítás, az elhelyezés, bedolgozás, tömörítés módját, a betömörített frissbeton megengedett maximális levegőtartalmát, valamint az előírt testsűrűséget;
- az utókezelés módját és minimális időtartamát;
- a kizsaluzhatóság feltételeit;
- a szerkezetépítés gyártásközi és felülvizsgálati ellenőrzésének módját és gyakoriságát.

ITT A VÉGE !

Köszönöm a kitartást!

AKIT KOMOLYABBAN IS ÉRDEKEL A TÉMA OLVASSON BELE EZEKBE A
KÖNYVEKBE

