CeMBeton
az építés alapja

Betonozási feladat felmérése, betonösszetétel meghatározása, környezeti osztályok a gyakorlatban

Czirják János

Magyar Cement, Beton- és Mészipari Szövetség

CeMBeton
az építés alapja

CEMKUT
Szakértelem biztos alapokon

CRH

DUNA-DRÁVA CEMENT

LAFARGE
Jobb városok kelnek életre

Czirják János,
betontechnológus, Műszaki Szolgáltató Központ vezető,

janos.czirjak@hu.crh.com

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

Építőanyag gyártás, betontechnológia

CeMBeton
az építés alapja

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

CeMBeton
az építés alapja

Mit építünk ? - A betonozási feladat















CeMBeton
az építés alapja

Milyen legyen a beton és a szerkezet ?

Szemléletmód váltás történt !!!

Szilárdság



Állandó és változó terhek

Szilárdság – Környezet



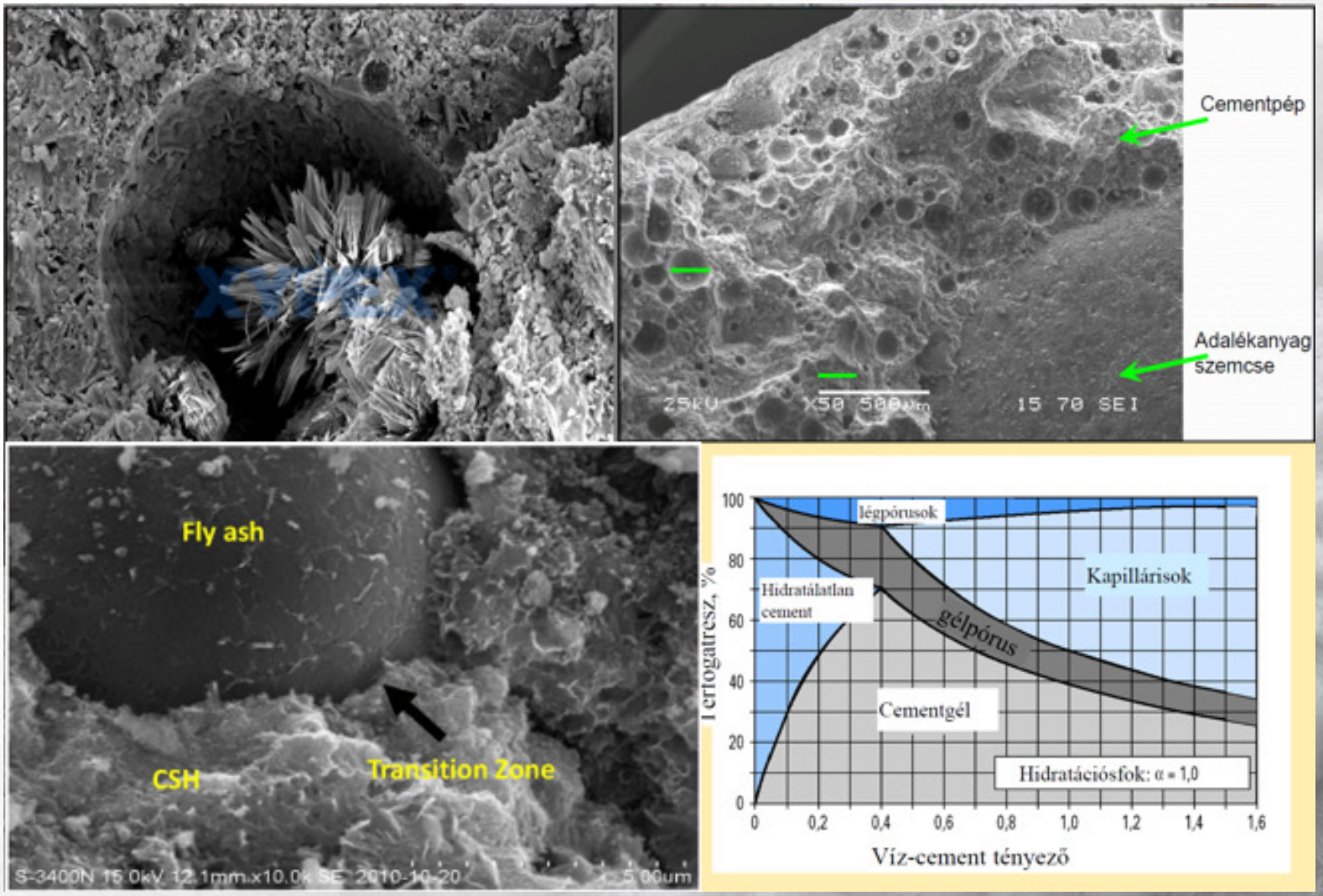
Állandó és változó terhek

Környezeti terhelés

CeMBeton
az építés alapja

Milyen legyen a beton és a szerkezet ?

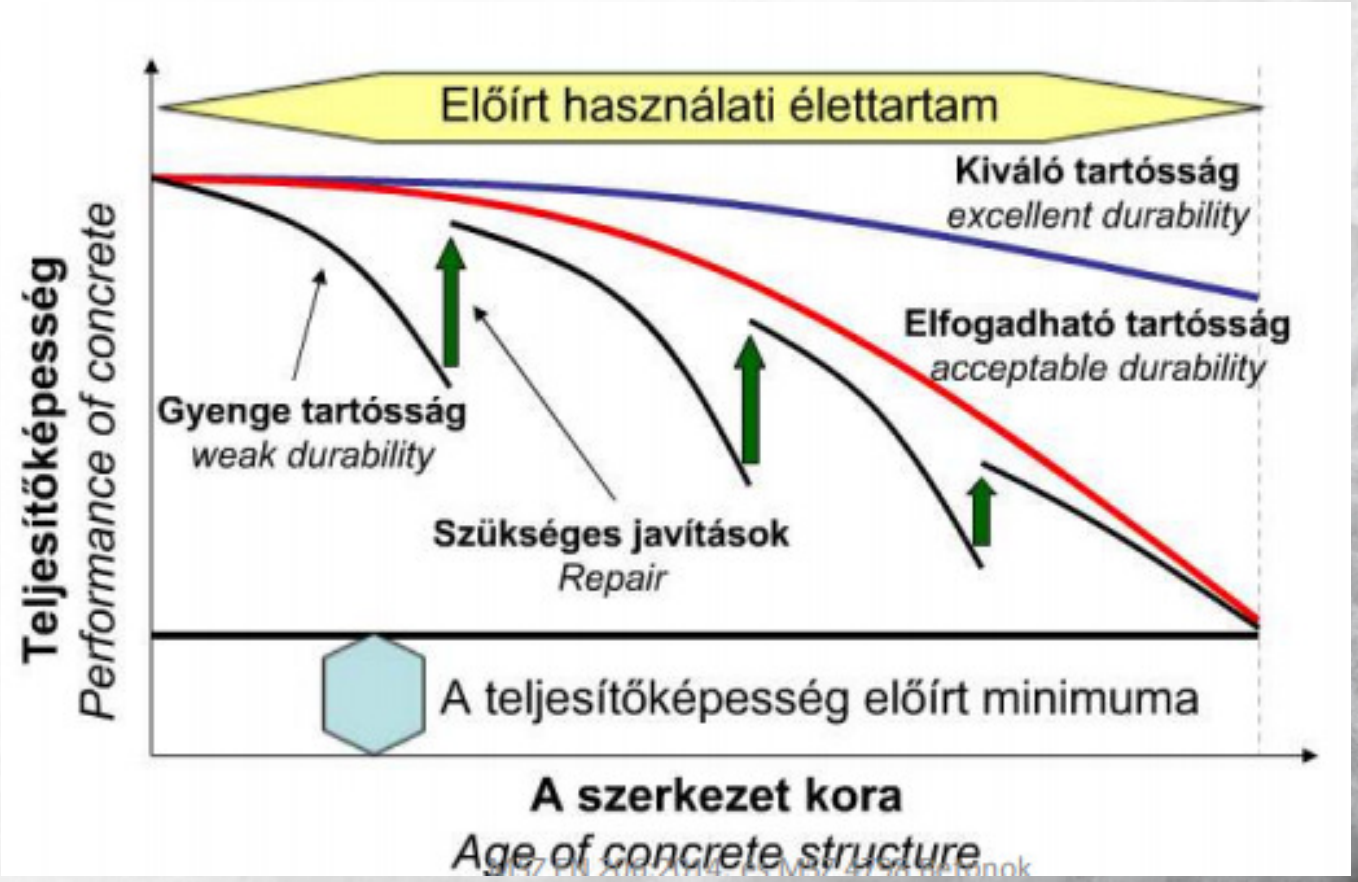
Néhány szó az anyagstruktúráról



CeMBeton
az építés alapja

Milyen legyen a beton és a szerkezet ?

Tartósság – élettartam



CeMBeton
az építés alapja

Épület – Beton - Környezet, környezeti hatások

Nincs korrozív környezeti hatás

Kiszáradás – nedvesedés
Állandóan száraz vagy nedves

Agressziv anyagok a betonszerkezettel érintkező talajban és/vagy a talajvízben

Agressziv anyagok – kommunális, ipari, mezőgazdasági, egyéb

Fagyhatás, fagyás és olvadás
Jégolvasztó anyagok

Só és sóoldat (kloridok)

Koptató mozgások és egyéb koptató igénybevételek

Víznyomás, folyadéknyomás

CeMBeton
az építés alapja

Karbonátosodás – XC

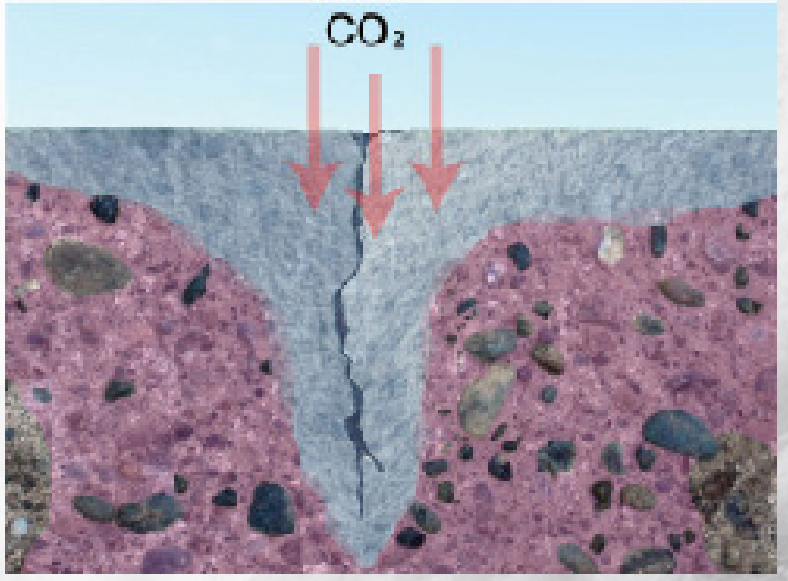
Alkalikus környezet - Passzivált film a betonacélon – nincs korrózió
pH 12-13 – $Ca(OH)_2$ [Na, K]

Korróziós folyamat

- CO2 gáz a pórusokban vagy oldott CO2 gáz a pórusvízben – szén sav
- Semlegesíti az alkalikus környezetet – csökken a pH
- A passzivált filmréteg fokozatosan megszűnik
- Megkezdődik a korrózió

CO2 + H2O → H2CO3

H2CO3 + Ca(OH)2 → CaCO3 + 2H2O





CeMBeton
az építés alapja

Kémiai korrózió - XA

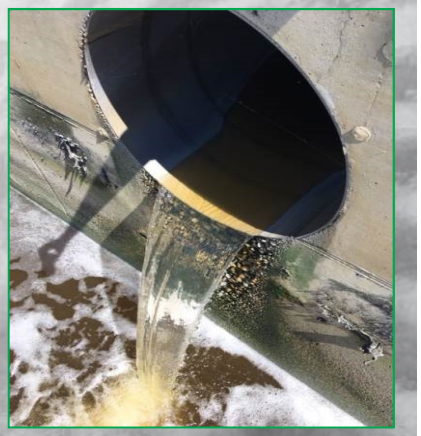
Agresszív anyagok (SO_4^{2-}, Mg^{2+}, NH^{4+}, savak, lágy víz, stb.) talajból, talajvízből, ipari- és kommunális szennyvizekből, mezőgazdasági forrásokból.



A legismertebb kémiai beton korrózió a szulfát korrózió: reakció a C_3A és a szulfát sók között, aminek a reakcióterméke egy nagyobb térfogatú anyag (ettringit) – lassú folymat; repedésképződés, felületi leválások



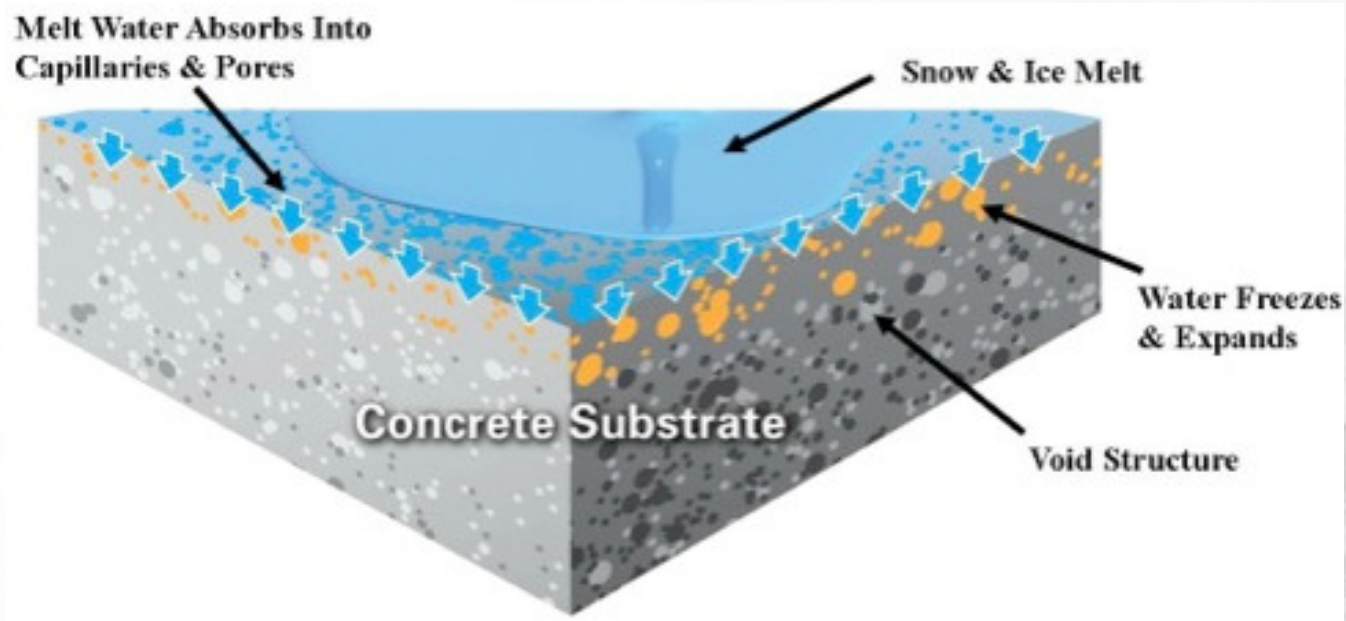




Sav korrózió – pl. a fotón: szerves savkorrózió (tejsavas errozió)

CeMBeton
az építés alapja

Fagyás és olvadás hatása – XF, XF(H)



Húzófeszültségek a kapillárisokban - a felületi betonréteg leválása



CeMBeton
az építés alapja

Klorid korrózió

XD, XS

Alkalikus környezet - Passzivált film a betonacélon – nincs korrózió
pH 12-13 – Ca(OH)2 [Na, K]

A klorid át tud hatolni a passzivált filmrétegen

Ha klorid koncentráció meghalad egy küszöbértéket (~0,05 cement m/m%) a passzivált filmréteg megszűnik

Klorid források: főleg jégolvasztó anyagok és tengervíz, korábban ezek mellett: klorid tartalmu kötésgyorsítók.

Lyukkorrózió





CeMBeton
az építés alapja

Kopás – XK(H)

Csiszoló, csúszó igénybevételből, nagy tömegű tárgyak, járművek okozta gördülő, surlódó esetenként ütésből eredő igénybevételekből származó felületi korrózió







CeMBeton
az építés alapja

Víznyomás – XV(H)

Víznyomásnak kitett betonszerkezet

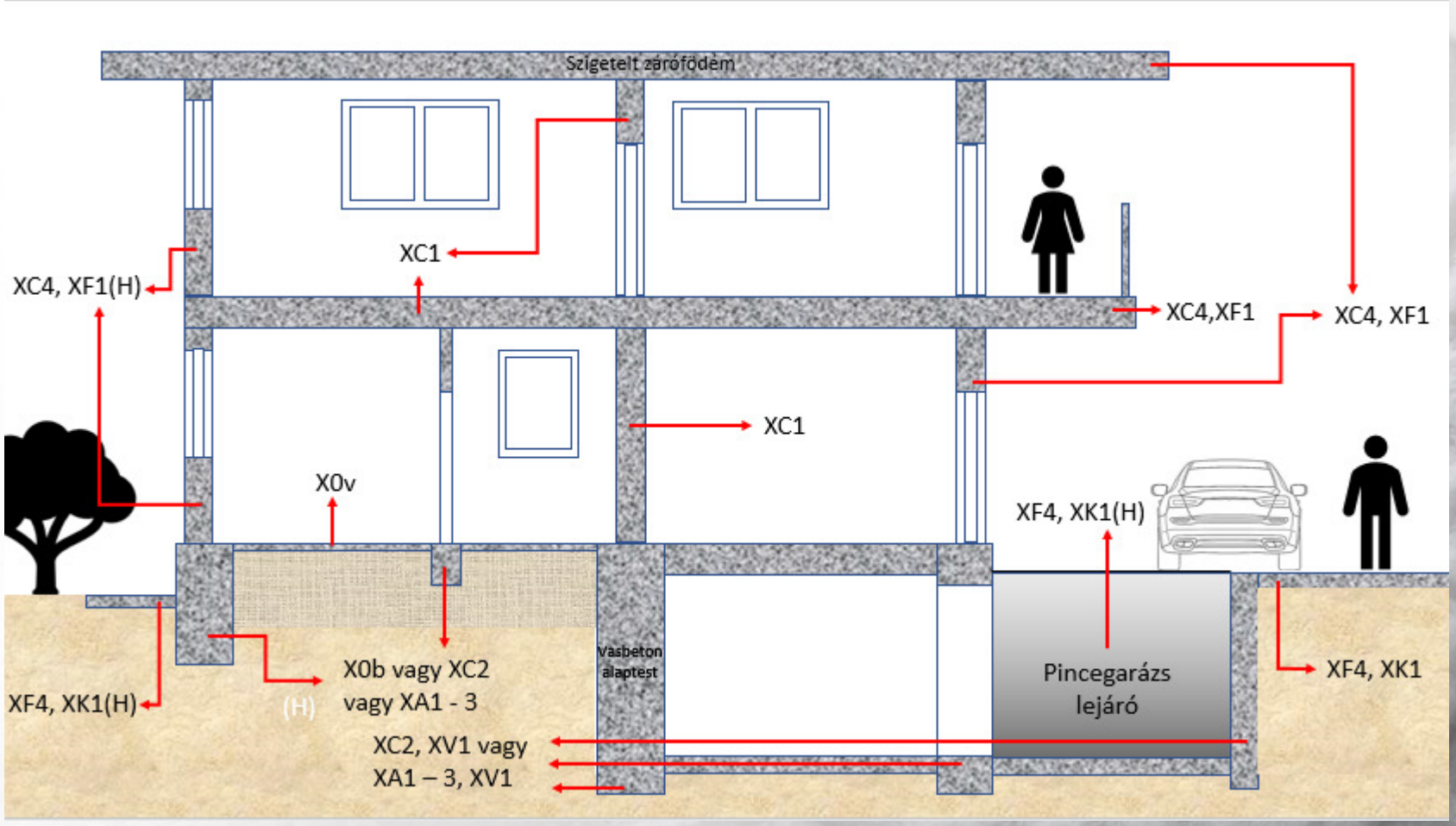






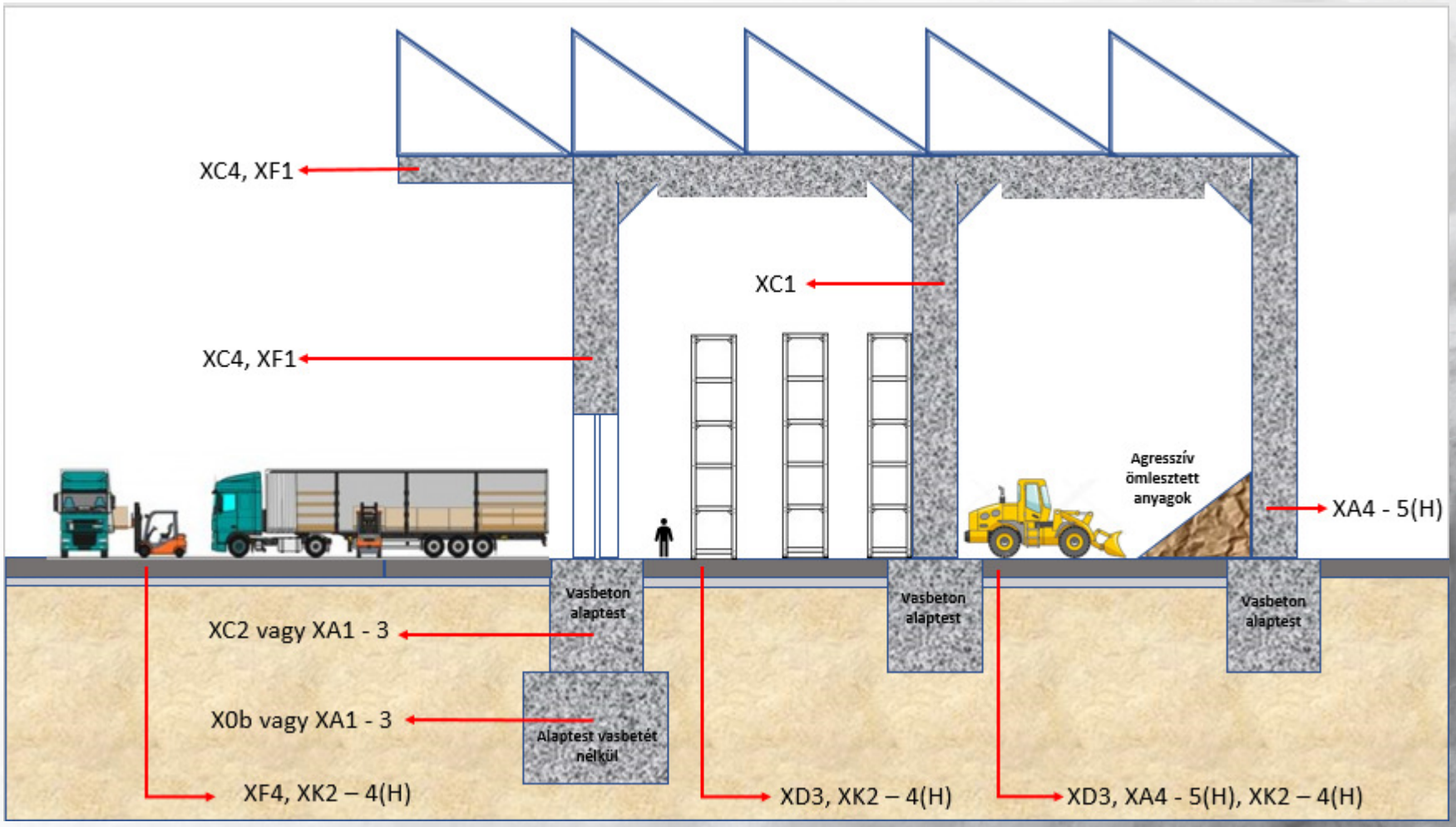
CeMBeton
az építés alapja

Lakó épületek



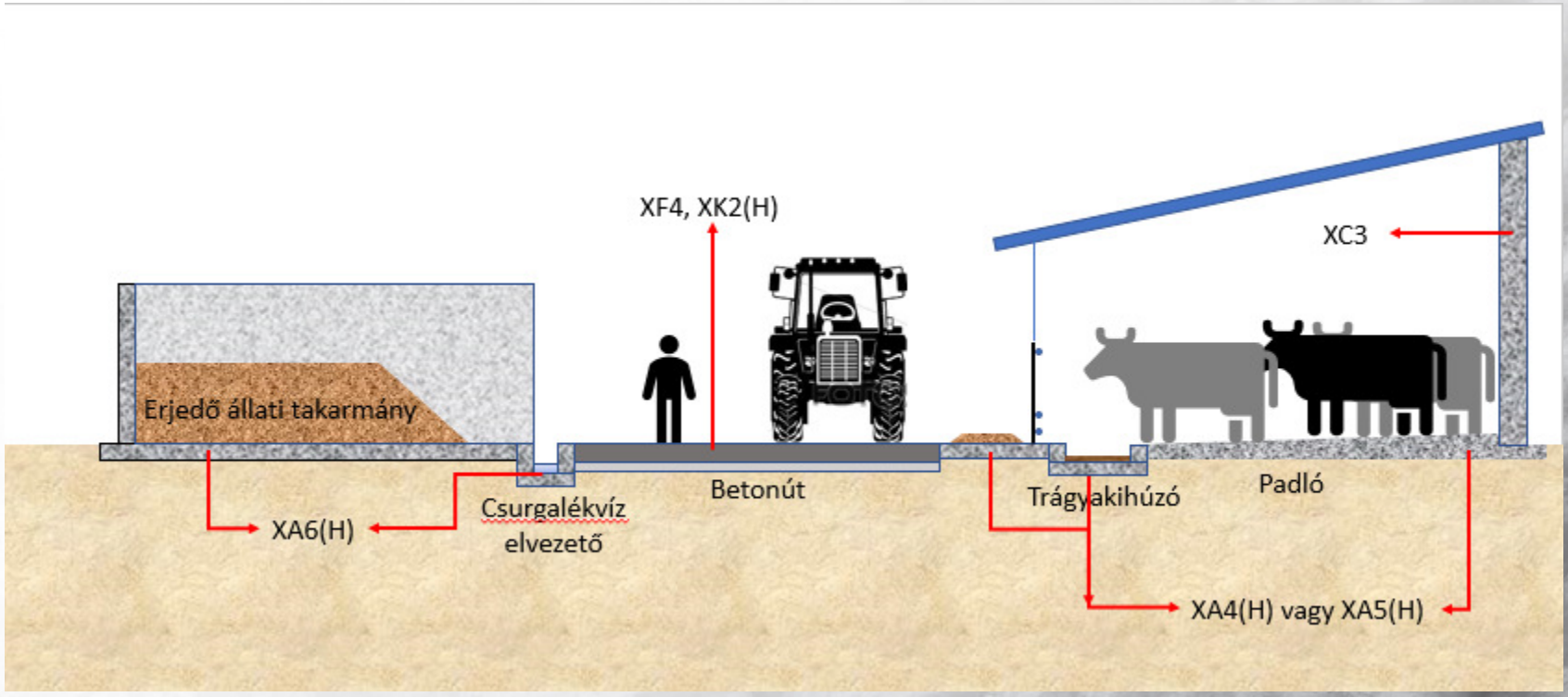
CeMBeton
az építés alapja

Ipari épületek



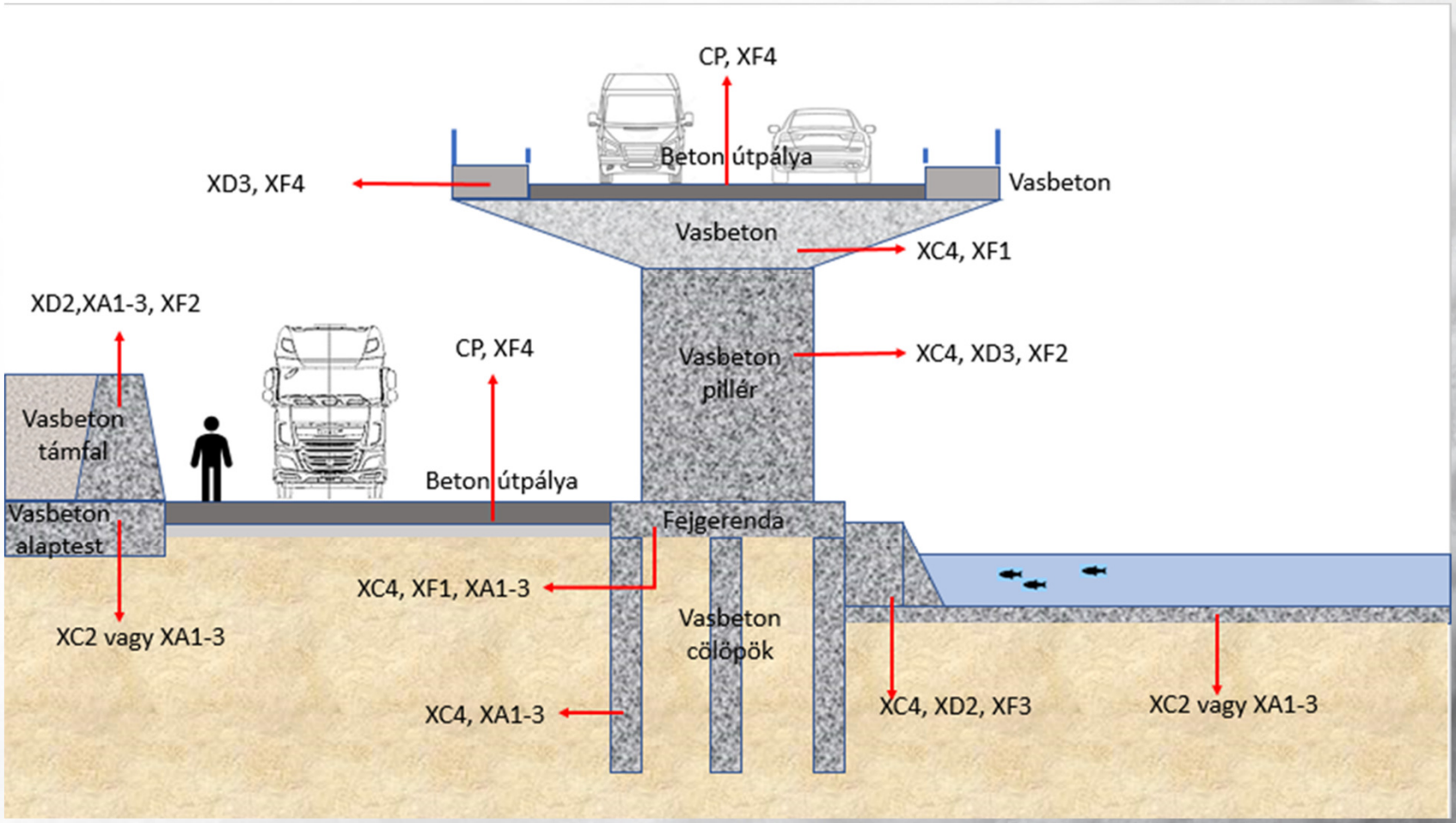
CeMBeton
az építés alapja

Mezőgazdasági építmények



CeMBeton
az építés alapja

Híd építés



CeMBeton
az építés alapja

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)

CeMBeton
az építés alapja

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

CeMBeton
az építés alapja

Ahogy az építész tervező rendeli – a beton kiírása

A terven az egyes különböző számú építési szakaszhoz tartozó összes betonacél mennyiséget feltüntettük. A teljes betonacél szükséglet és az egyes építési szakaszok szerinti szükséglet a leszabási vázlattal együtt külön tervlapon is szerepel.
A tervlap száma: 1216

A TERV A MŰSZAKI LEÍRÁSSAL EGYÜTT ÉRVÉNYES!

ANYAGMINŐSÉGEK

SZERKEZETI BETON:
C30/37 - XV2 (H) - XC4 - 24 - F3

BETONACÉL: S500B (B60.50)

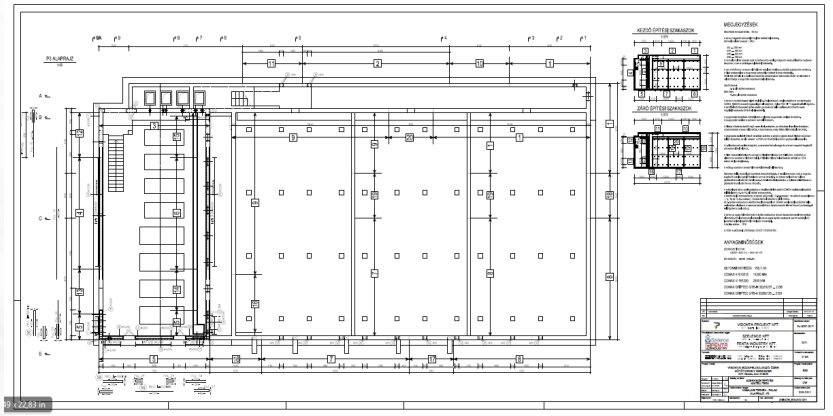
BETONMENNYISÉG: 156,1 m3

COMAX 41610815: 11200 MM

COMAX 41161220: 2300 MM

COMAX GRIPTEC GTB-M 32201275 ... 2 DB

COMAX GRIPT



11 ANYAGMINŐSÉGEK

11.1 Beton

MSZ EN 206-1:2002 szerint:

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

11.2 Betonacél

MSZ EN 10080:2005 szerint:

- S500B

CeMBeton
az építés alapja

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

CeMBeton
az építés alapja

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

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

F1. táblázat: Határértékek a beton öss

	A korrózionak vagy a rozsdásodásnak nincs kockázata	Karbonátosodás okozta korrózió				Klorid oko		
						Tengervíz		
	X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3
Legnagyobb v/c [c), d)]	–	0,65	0,60	0,55	0,50	0,50	0,45	0,45
Legkisebb *nyomószilárdsági* osztály [e)]	C12/15	C20/25	C25/30	C30/37	C30/37	C30/37	C35/45	C35/45
Legkisebb cementtartalom [c)], kg/m³	–	260	280	280	300	300	320	340
Friss beton levegőtartalma, térfogatszázalék	*A friss beton tervezett levegőtartalma a NAD F2. táblázat sz*							
Egyéb követelmények	–	–	–	–	–	–	–	–

NAD F1. táblázat: Határértékek a beton összetételére és tulajdonságaira (folytatás)

	Környezeti osztályok						
	Igénybevétel koptatás hatására				Igénybevétel víznyomás hatására [g)]		
	XK1(H)	XK2(H)	XK3(H)	XK4(H)	XV1(H)	XV2(H)	XV3(H)
Legnagyobb v/c [c), d)]	0,50	0,45	0,40	0,38	0,55	0,50	0,45
Legkisebb nyomószilárdsági osztály [e)]	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55	C25/30	C30/37	C30/37
Legkisebb cementtartalom [c)], kg/m³	310	330	350	370	300	300	300
Friss beton levegőtartalma, térfogatszázalék	Friss beton tervezett levegőtartalma a NAD F2. táblázat szerinti érték legyen [f)]						
Egyéb követelmények	Kopási térfogatveszteség az 5.5.6. szakasz szerint.				Vízbehatolás átlagos mélysége az 5.5.3. szakasz szerint		

Környezeti osztály	A vízbehatolás megengedett legnagyobb 2M egyedi mélysége, legalább három próbatest vizsgálatából 2M, mm
XV1(H)	50
XV2(H)	35
XV3(H)	20

NAD F2. táblázat: A légbuborékképző adalékszer nélkül készített friss beton tervezett levegőtartalma a nyomószilárdsági osztály és a konzisztenciaosztály függvényében

Konzisztenciaosztály					
	Roskadási osztály	–	S1	S2, S3	S4, S5
	Tömörítési osztály	C1	C2	C3	C4
	Terülési osztály	F1	F2	F3	F4, F5, F6
Nyomószilárdsági osztály		Friss beton tervezett levegőtartalma, legfeljebb, térfogatszázalék			
C8/10		5,0	4,0	3,0	2,0
C12/15		4,0	3,0	2,0	1,5
C16/20		3,5	2,5	1,5	1,0
C20/25		3,0	2,0	1,0	1,0
C25/30		2,0	1,5	1,0	1,0
C30/37		1,5	1,0	1,0	1,0
C35/45 – C100/115		1,0	1,0	1,0	1,0

A betonösszetétel tervezésének főbb lépései

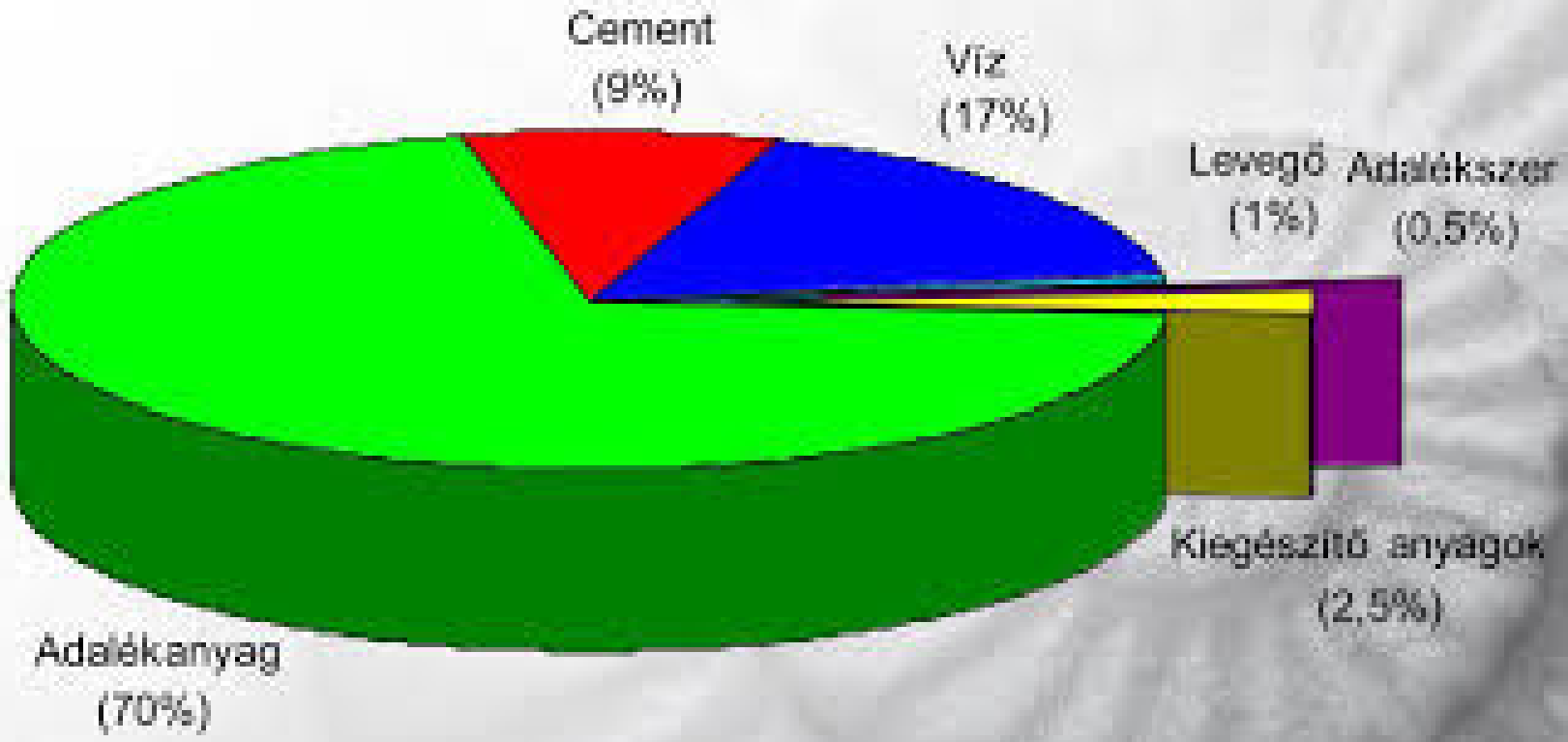
1. Az alapanyagok kiválasztása

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

3. A nyomószilárdság becslése

CeMBeton
az építés alapja

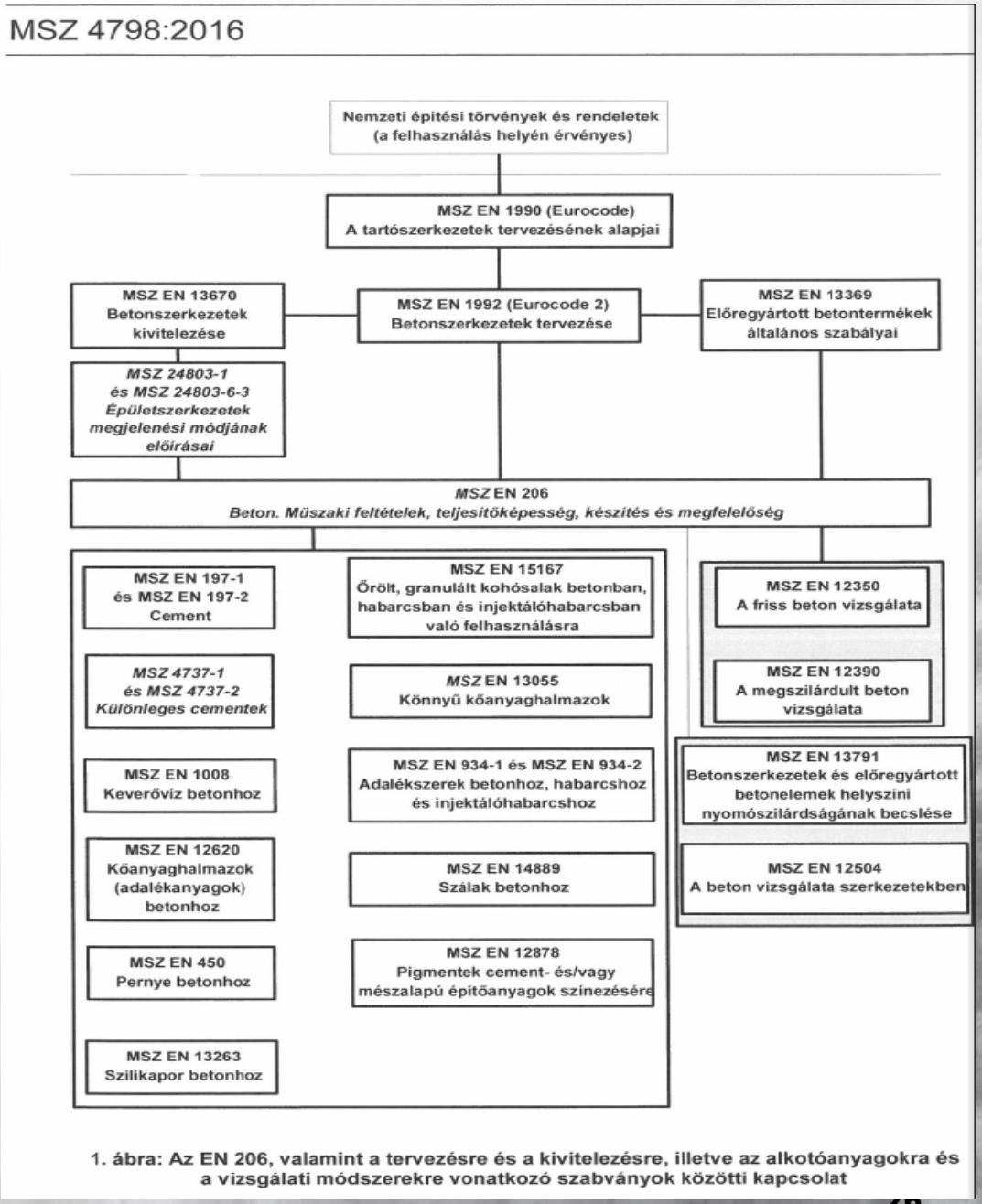
A beton alapanyagainak kiválasztása – az alkotók



CeMBeton
az építés alapja

A beton magyarországi szabványi háttere az MSZ 4798:2016 szerint

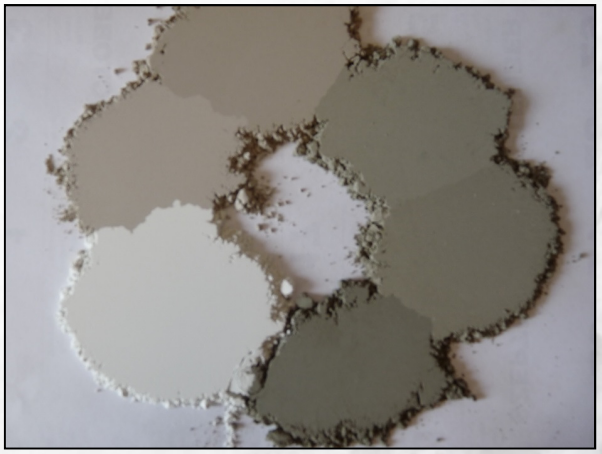
Minden alapanyag a vonatkozó szabványoknak megfelelő !



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

CeMBeton
az építés alapja

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)	[m2/g]	3 500 – 5 000
Vízigény	[m/m%]	27 – 32
Kezdeti szilárdság	[MPa]	≥ 10, 12, 16, 20, (30)
Hidratációs hőfejlesztés	[J/g]	100 – 300 (~40 órás korban)

CeMBeton
az építés alapja

A cement választék

Cementfajták és összetételük az MSZ EN 197-1 szabvány szerint

Fő cementfajták	Megnevezés	Jelölés	Mennyiségek tömegszázalékban[1] – Főalkotórészek: Klinker K	Granulált kohósalak S	Szilikapor D[2]	Puccolán: természetes P	Puccolán: kalcinált Q	Pernye: savanyú V	Pernye: bázikus W	Égetett pala T	Mészkő L[4]	Mészkő LL[5]	Mellékalkotórészek
CEM I	Portlandcement	CEM I	95–100	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0–5
CEM II	Kohósalak-portlandcement	CEM II/A-S	80–94	6–20	–	–	–	–	–	–	–	–	0–5
		CEM II/B-S	65–79	21–35	–	–	–	–	–	–	–	–	0–5
	Szilikapor-portlandcement	CEM II/A-D	90–94	–	6–10	–	–	–	–	–	–	–	0–5
	Puccolán-portlandcement	CEM II/A-P	80–94	–	–	6–20	–	–	–	–	–	–	0–5
		CEM II/B-P	65–79	–	–	21–35	–	–	–	–	–	–	0–5
		CEM II/A-Q	80–94	–	–	–	6–20	–	–	–	–	–	0–5
		CEM II/B-Q	65–79	–	–	–	21–35	–	–	–	–	–	0–5
	Pernye-portlandcement	CEM II/A-V	80–94	–	–	–	–	6–20	–	–	–	–	0–5
		CEM II/B-V	65–79	–	–	–	–	21–35	–	–	–	–	0–5
		CEM II/A-W	80–94	–	–	–	–	–	6–20	–	–	–	0–5
		CEM II/B-W	65–79	–	–	–	–	–	21–35	–	–	–	0–5
	Égetettpala-portlandcement	CEM II/A-T	80–94	–	–	–	–	–	–	6–20	–	–	0–5
		CEM II/B-T	65–79	–	–	–	–	–	–	21–35	–	–	0–5
	Mészkő-portlandcement	CEM II/A-L	80–94	–	–	–	–	–	–	–	6–20	–	0–5
		CEM II/B-L	65–79	–	–	–	–	–	–	–	21–35	–	0–5
		CEM II/A-LL	80–94	–	–	–	–	–	–	–	–	6–20	0–5
		CEM II/B-LL	65–79	–	–	–	–	–	–	–	–	21–35	0–5
	Kompozit-portlandcement[3]	CEM II/A-M	80–94	6–20									0–5
		CEM II/B-M	65–79	21–35									0–5
CEM III	Kohósalak-cement	CEM III/A	35–64	36–65	–	–	–	–	–	–	–	–	0–5
		CEM III/B	20–34	66–80	–	–	–	–	–	–	–	–	0–5
		CEM III/C	5–19	81–95	–	–	–	–	–	–	–	–	0–5
CEM IV	Puccoláncement[3]	CEM IV/A	65–89	–	11–35					–	–	–	0–5
		CEM IV/B	45–64	–	36–55					–	–	–	0–5
CEM V	Kompozit-cement[3]	CEM V/A	40–64	18–30	–	18–30			–	–	–	–	0–5
		CEM V/B	20–39	31–50	–	31–50			–	–	–	–	0–5

CeMBeton
az építés alapja

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

CeMBeton
az építés alapja

Az adalékanyagok kiválasztása

Az adalékanyag fajtájának kiválasztása

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

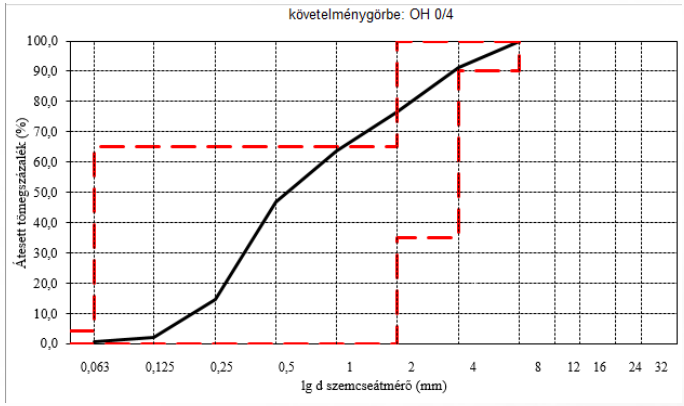
Névleges maximális szemcseméret

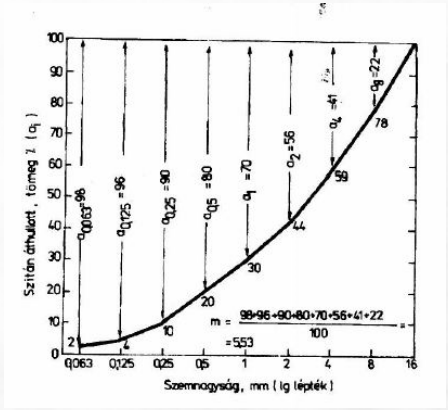
- a szerkezetrész legkisebb méretének 1/3-a;
- a névleges betonfedés 2/3-a;
- az acélbetétek, illetve feszítőacélok egymástól való legkisebb távolságának (a legkisebb szabad nyílásnak) 2/3-a;
- szivattyús betonszállítás esetén a szivattyúvezeték átmérőjének 1/3-a.

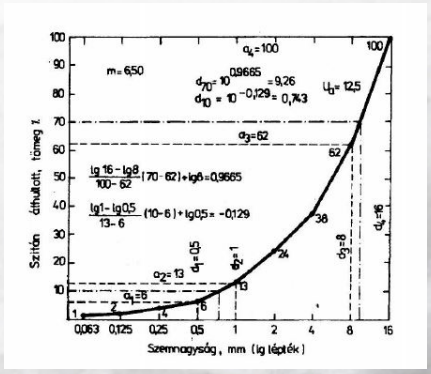
CeMBeton
az építés alapja

Az adalékanyagok kiválasztása

Szemcseméret-eloszlás – finomsági modulus és egyenlőtlenségi együttható







Agyag-iszap tartalom

< C16/20	max 10 V/V%
C20/25 – C45/55	max 6 V/V%
>C50/60, fesz.vb., út	max 3V/V%

Aprózódási ellenállás – Los Angeles vizsgálat

Kopási ellenállás – Mikro Deval vizsgálat

Fagyállóság – Magnézium-szulfátos kristályosítási veszteség

CeMBeton
az építés alapja

Az adalékszerek kiválasztása

hatásuk révén befolyásolják a friss- és a megszilárdult beton tulajdonságait.

Képlékenyítők

Folyósítók

Nagy mennyiségű apró, gömb alakú légbuborékot hoz létre egyenletes eloszlásban

Légpórusképző

- Elősegítik a szemcsék közötti elmozdulást, megkönnyítik a bedolgozhatóságot
- Kedvezően hatnak az állékonyságra (korai kizsaluzhatóság)
- Meggátolják a betonkeverék szétkeveredését
- Növelik a fagyállóságot, az olvasztósó-állóságot, a tartósságot
- A beton szilárdsága azonban csökken

Kötéskésleltetők

Az adagolt mennyiségtől és a hőmérséklettől függően meghosszabbítják a betonkeverék bedolgozhatóságának időtartamát, és mérsékelik a korai hidratációs hő fejlődését

DE vízveszteség!!!

CeMBeton
az építés alapja

Az adalékszerek kiválasztása

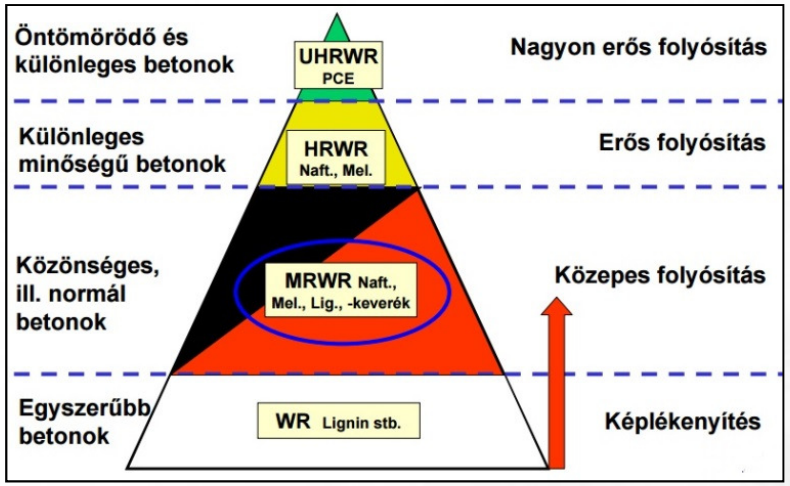
hatásuk révén befolyásolják a friss- és a megszilárdult beton tulajdonságait.

Fagyásgátlók	csökkentik a friss betonban lévő víz fagyáspontját, valamint növelik a kezdőszilárdságot
Kötés és szilárdulásgyorsítók	Serkentik a kötési folyamatot, és/vagy növelik a kezdőszilárdságot
Stabilizáló	**Stabilizáló adalékszerek**: csökkentik a szétosztályozódási hajlamot, megakadályozzák a kivérzést
Tömítő	**Tömítő adalékszerek**: csökkentik a beton kapilláris vízfelvételét

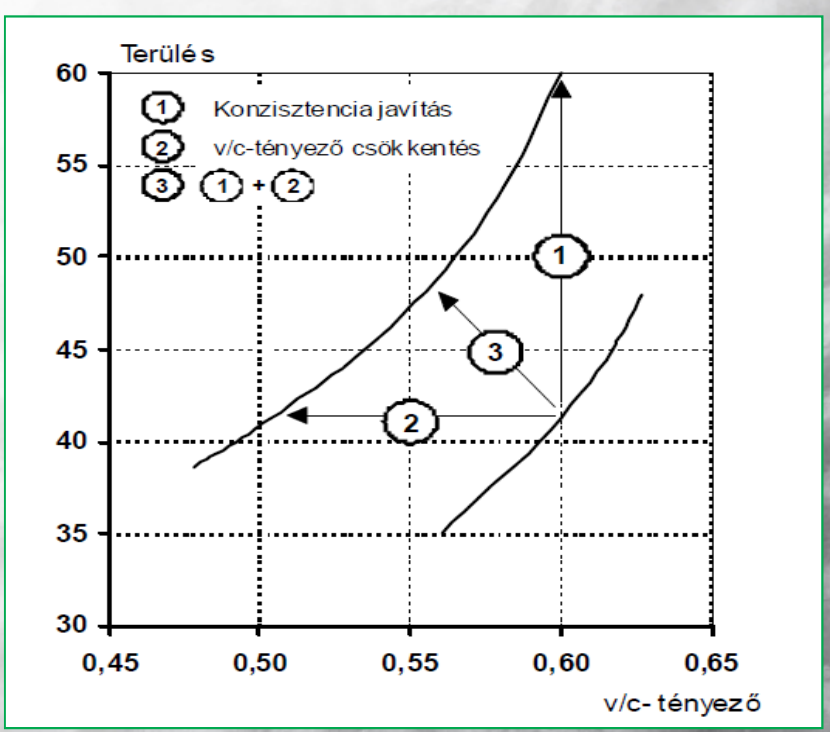
CeMBeton
az építés alapja

Az adalékszerek kiválasztása

Folyósítók és képlékenyítők



Megnevezés	Lignin	Melamin	Naftalin	Akrilát	PCE
Hatásmechanizmus					
Elektrosztatikus taszítás	++	++	++	+	+
Térbeli akadályozás				++	+++
Járulékos tulajdonságok					
Felületi feszültség csökkentése	+			+	++
Hidratáció késleltetése	++		+	+	+/-
Felhasználhatóság					
Magas hőmérsékletnél	++		+	+	+
Folyós konzisztenciához		++	++	++	+++
Finomrész szegény keverékhez	+	++		+	+
Finomrészben gazag keverékhez	+		++	++	++
Magas kezdőszilárdsághoz		++	+	+	++/-



CeMBeton
az építés alapja

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**



CeMBeton
az építés alapja

A kiegészítőanyag kiválasztása



I. típusú kiegészítő anyagok

- Töltőanyagok - Mészkőliszt, 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

CeMBeton
az építés alapja

A frissbeton konzisztenciájának meghatározása

Olyan konzisztenciát kell választani amely:

- lehetővé teszi a frissbeton elérhető legjobb betömöríthetőségét (legkisebb levegőtartalom) az adott szerkezet zsaluzatába az alkalmazott tömörítő eszközökkel

- elősegíti a vasbetétek megfelelő beágyazódását, ami biztosítja a későbbi együttdolgozást

- lehetővé teszi a frissbeton szállíthatóságát a zsaluzatba (szivattyúzhatóság, konténerezhetőség vagy surrantott)

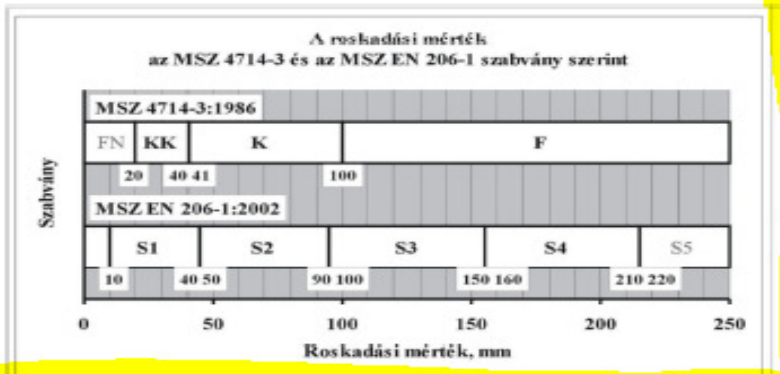
- elősegíti a megfelelő felület - , formaképzést (simíthatóság de lejtbeton, húzott útszegély)

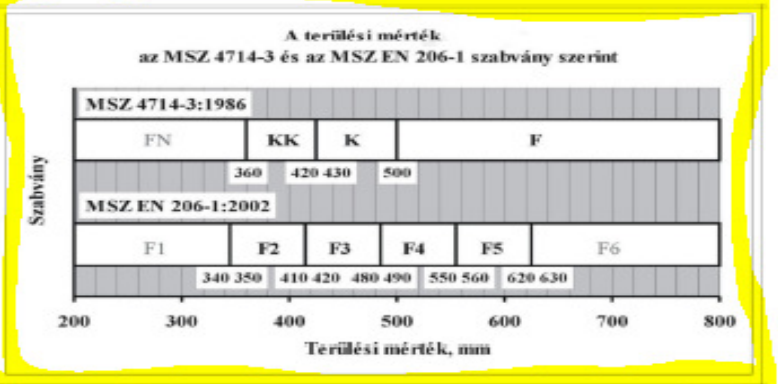
CeMBeton
az építés alapja

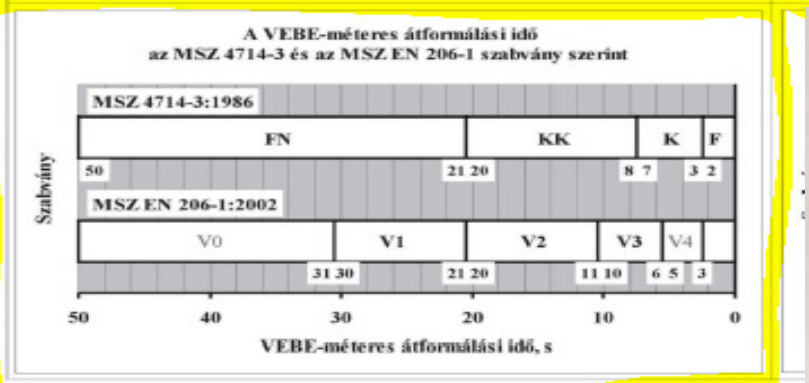
A frissbeton konzisztenciájának meghatározása

A tervezésnél alkalmazott konzisztencia mérőszám

NAD N1. ábra: Az MSZ EN 206-1 szabvány és az MSZ 4714-3:1986 szabvány szerinti konzisztenciaosztályok megnevezésének és határértékeinek egy-egy módszeren belüli összehasonlítása







5. táblázat: A víztartóképesség mértéke

Osztály	Víztartó-képesség, s	Tájékoztató meg-nevezés
T1	> 50	alig földnedves
T2	25 – 50	földnedves
T3	24 – 10	kissé képlékeny
T4	9 – 4	képlékeny
T5	2 – 3	folyós
T6	< 2	önthető

CeMBeton
az építés alapja

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/cm^3

CeMBeton
az építés alapja

A beton összetételének számítása

D_{max} = 16 mm
m=5,8 – 6,1

D_{max} = 24 mm
m=6,3 – 6,5

D_{max} = 32 mm
m=6,5 – 6,7

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

3.15. táblázat: A szemeloszlási határgörbék, ill. az A-B középgörbék finomsági modulusai és egyenlőtlenségi együtthatói (folytonos szemeloszlások)

D	A		A-B		B		C	
mm	m	Ua	m	Ua	m	Ua	M	Ua
2	4,21	6,7	3,93	7,5	3,65	7,8	3,27	9,0
4	4,87	9,2	4,54	10,3	4,21	10,4	3,76	10,9
8	5,70	10,8	5,28	15,6	4,86	17,3	4,31	16,1
12	6,18	12,1	5,73	18,3	5,27	20,8	4,60	19,9
16	6,62	12,9	6,09	22,3	5,56	23,9	4,82	25,1
24	7,13	13,2	6,55	26,5	5,96	29,6	5,10	29,2
32	7,54	15,0	6,90	31,0	6,25	36,6	5,38	32,7
48	7,91	15,9	7,29	33,6	6,67	44,6	5,54	41,7
63	8,19	20,5	7,59	45,6	6,98	54,8	5,79	49,4
125	8,96	28,5	8,36	66,5	7,75	88,4	6,29	81,7

CeMBeton
az építés alapja

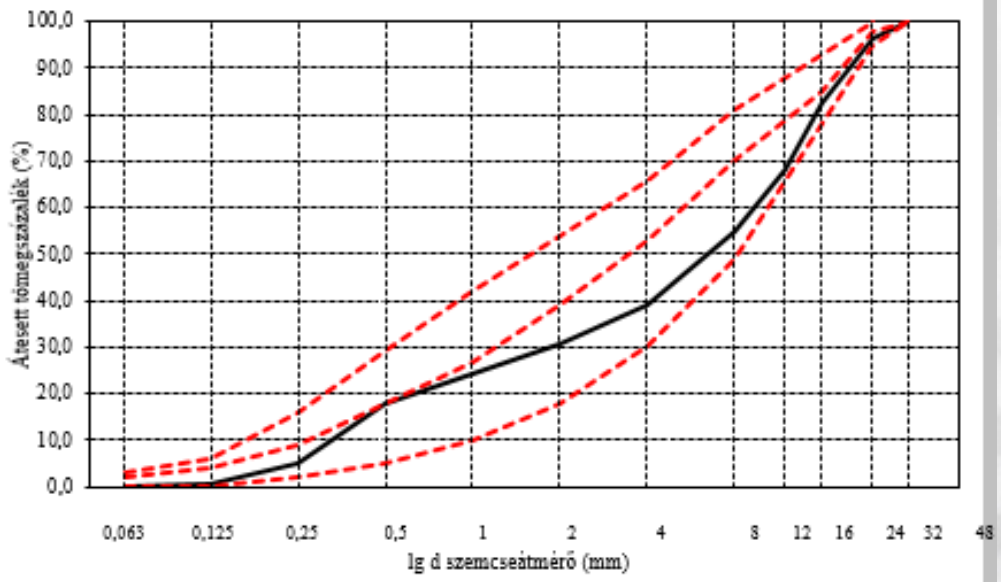
A beton összetételének számítása

ADALÉKANYAG ÖSSZETÉTEL SZÁMÍTÁSA

Frakciókból kevert adalékanyag szemeloszlásának számítása

	Vízzáró alaplemez, falak		Összesen:
			100,0%
Készítő neve:	Czirják János	Készítés időpontja	2018.11.29
1. frakció megnevezése	0/4	1. frakció keverési aránya	40,0%
2. frakció megnevezése	4/8	2. frakció keverési aránya	15,0%
3. frakció megnevezése	8/16	3. frakció keverési aránya	28,0%
4. frakció megnevezése	16/32	4. frakció keverési aránya	17,0%

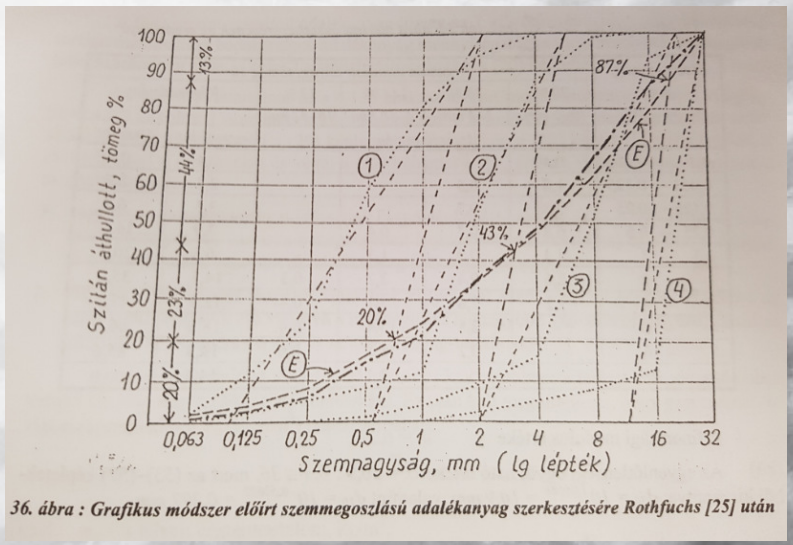
követelménygörbe: EHK24



D (mm)	m%	D (mm)	m%
63	100,0	4	39,3
48	100,0	2	30,7
32	100,0	1	24,5
24	96,6	0,5	18,1
16	82,7	0,25	5,3
12	68,5	0,125	0,7
8	54,9	0,063	0,2

Nedvességtartalom:	0,0
Legnagyobb szemnagyság (Dmax):	24 mm
Finomsági modulus (m):	6,44
Egyenlőtlenségi együttható (U):	36,11
Finomrésztartalom (0,25 mm alatt):	5,27%
Homok/Kavics arány:	39 : 61
Agyag-iszap tart. (MSZ 18288 szerint):	2,4%

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

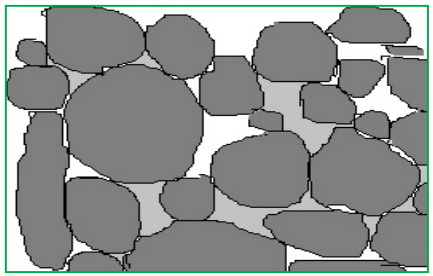


36. ábra : Grafikus módszer előírt szemmegoszlású adalékanyag szerkesztésére Rothfuchs [25] után

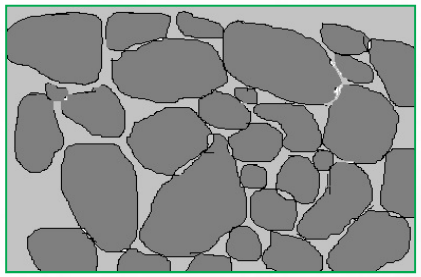
CeMBeton
az építés alapja

A transzportbeton szerkezete – „van benne valami ?!” – a frissbeton struktúrája

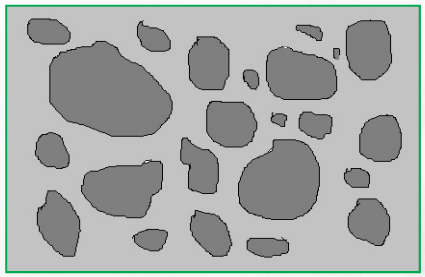
Telítetlen beton (F1)



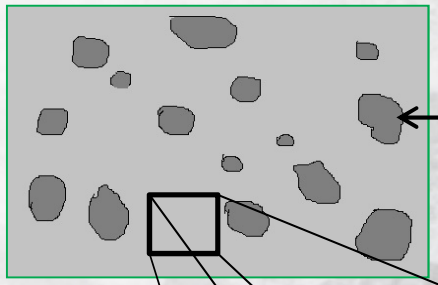
Telített beton (F1-F2)



Kissé túltelített beton (F2-F3)



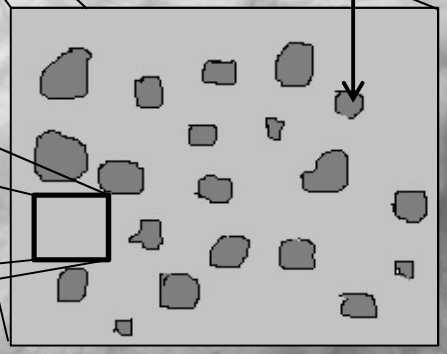
Erősen túltelített beton (F4-F6)



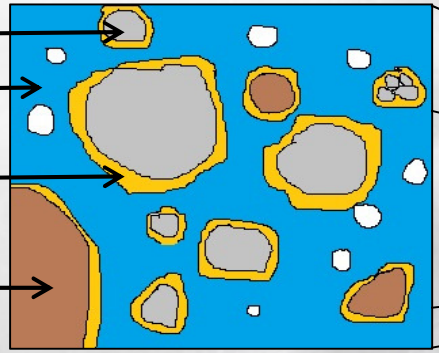
Adalékanyag szemcse > 4 mm

Adalékanyag szemcse ~ 0,1 - 4 mm

Habarcs



Pép



Cement

Víz

Adalékszer

Adalékanyag v. kiegészítő anyag < ~ 0,1 mm

CeMBeton
az építés alapja

A beton összetételének számítása

A betonkeverék vízigényének meghatározása

1. A cement vízigénye adott konzisztenciánál

$$v_c = [0{,}3+0{,}0003 \times (S-100)] \times \exp -[0{,}33\times(0{,}1\times k_v)^{0{,}3}]$$

2. A tiszta cementpép cement és víztartalma

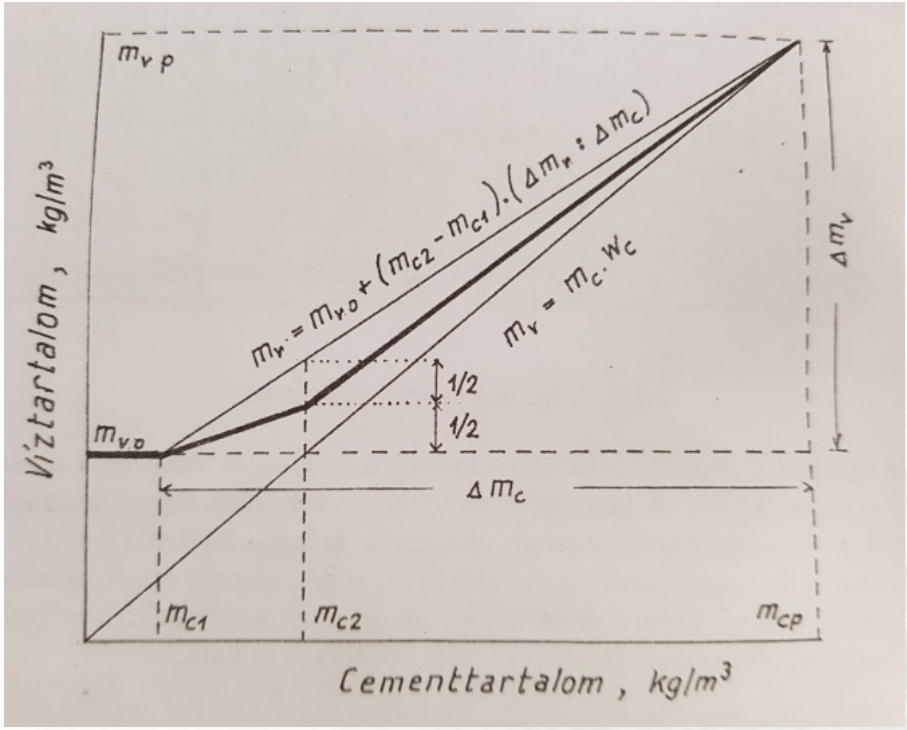
$$m_{cp} = \frac{1000}{\frac{1}{\rho_c}+v_c} \qquad m_{vp} = v_c \times m_{cp}$$

3. Az adalékanyag vízigénye adott konzisztenciánál

$$v_a = A \times e^{-B\times m}$$

$A = 0{,}3\times\exp[-0{,}22\times(0{,}1\times k_v)^{0{,}35}]$

$B = 0{,}17\times\exp[0{,}13\times(0{,}1\times k_v)^{0{,}32}]$



Az agyag-iszap tartalom (f) miatti többletvízigény

$$v_f = \frac{(f-3)\times e^{-(0{,}1\times k_v)^{0{,}333}}}{140}; \qquad \text{ha } f > 3\ \text{V/V\%}$$

S – cement fajlagos felület; k_v – a konzisztencia mérőszáma; m – adaléka. finomsági modulus

CeMBeton
az építés alapja

A beton összetételének számítása

Az adalékanyag pépigényének meghatározása

4. Az adalékanyag mértékadó térfogata kv = 40s konzisztenciára

$$V_{ao,40}=(660\text{-}50\times\lg\frac{m}{4}) + \left(38 \times e^{\frac{2}{U-0,5}}\right) \times (\mathrm{m} - 1{,}54 \times e^{\frac{1}{U-0,5}})$$

5. Az adalékanyag pépigénye kv = 40s konzisztenciára

$$V_{po,40}=1000 - V_{ao,40}$$

5. táblázat: A víztartóképesség mértéke

Osztály	Víztartó-képesség, s	Tájékoztató meg-nevezés
T1	> 50	alig földnedves
T2	25 – 50	földnedves
T3	24 – 10	kissé képlékeny
T4	9 – 4	képlékeny
T5	2 – 3	folyós
T6	< 2	önthető

6. Az adalékanyag mértékadó térfogata kv < 40s konzisztenciára

$$V_{ao,s}= V_{ao,40} - 45\times e^{-0,1\times k_v}$$

7. Az adalékanyag pépigénye kv < 40s konzisztenciára

$$V_{po,s}= V_{po,40} + 45\times e^{-0,1\times k_v}$$

k_v – a konzisztencia mérőszáma; m – adaléka. finomsági modulus; U – egyenlőtlenségi együttható

CeMBeton
az építés alapja

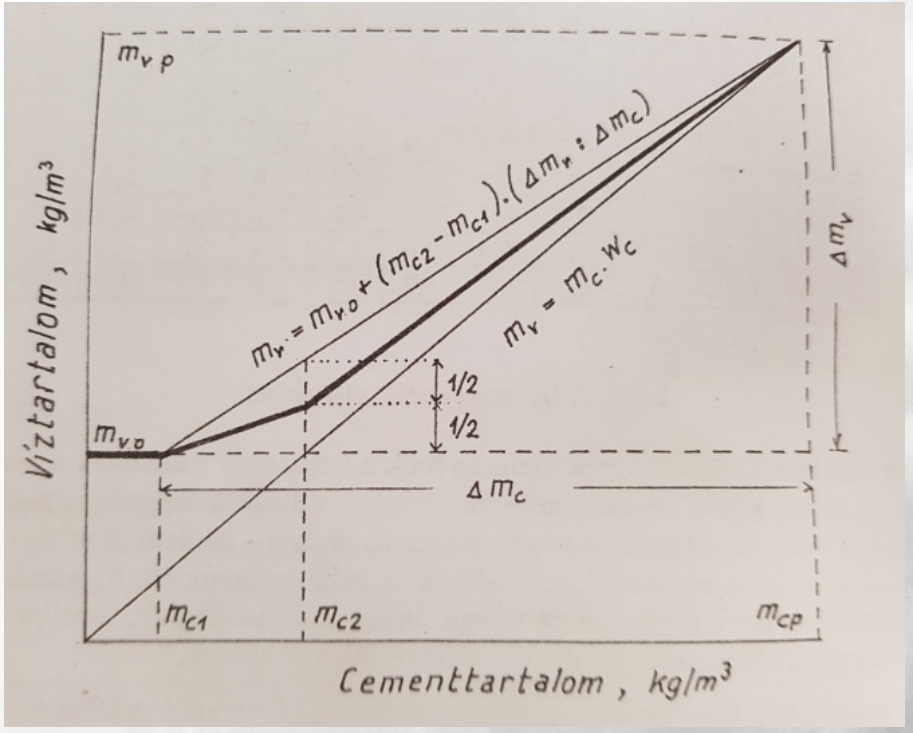
A beton összetételének számítása

8. Az adalékanyag mértékadó tömege és az alapvízmennyiség

$$m_{ao,s} = V_{ao,s} \times \rho_{adalékanyag} \qquad m_{v0} = m_{ao,s} \times \mathrm{v_a}$$

9. Számítási állandók

$$m_{c1} = \frac{m_{c2}}{3}; \quad m_{c2} = \frac{m_{v0}}{v_c}; \; \Delta m_c = m_{cp} - m_{c1}; \; \Delta m_v = m_{vp} - m_{v0}$$



10. A különböző cementtartalmakhoz kapcsolódó m_v vízadagolások meghatározása

$$m_c \leq m_{c1}$$

$$m_{c1} \leq m_c \leq m_{c2}$$

$$m_c > m_{c2}$$

CeMBeton
az építés alapja

A beton összetételének számítása

Beton

k_v - víztartó képesség	4	s

k_v - víztartó képesség [s]	k_t
>50	AFN
50 - 25	FN
24 - 10	KK
9 - 4	K
2 - 3	F
<2	Ö

Cement

CEM III/A 32,5 R - MSR

S - fajlagos fel.	427,00	m^2/kg
ρ_c - anyagsűrűség	3,00	g/cm^3
cement vízigénye	*31,10*	*m/m%*

Adalékanyag

ρ_a - anyagsűrűség	2,64	g/cm^3
D_{max}	24	mm
f - agyag-iszap tart.	2,4	V/V%
m - finomsági mod.	6,44	
U - gyenlőtlenségi eh.	36,11	

m_{cp}	1554,8	kg/m^3	cementpép cementtartalma
m_{vp}	481,7	kg/m^3	cementpép víztartalma
A	0,255735		
B	0,187309		
v_a	0,077	tömegrész	az adalékanyag vízigénye adott konzisztenciánál
v_c	0,310	tömegrész	cement vízigénye adott konzisztenciánál
$V_{ao,40}$	824,1	$liter/m^3$	
$V_{po,40}$	175,9	$liter/m^3$	
$V_{ao,kv}$	793,9	$liter/m^3$	az adaléka. ma. térfogata adott konzisztenciánál
$V_{po,kv}$	206,1	$liter/m^3$	az adaléka. pépigénye adott konzisztenciánál
$m_{ao,kv}$	2 096,0	kg/m^3	az adaléka. mértékadó tömege
m_{vo}	160,4	kg/m^3	alapvízmennyiség
m_{c2}	517,8	kg/m^3	Számítási állandók
m_{c1}	172,6	kg/m^3	
Δm_c	1 382,2	kg/m^3	
Δm_v	321,3	kg/m^3	

Az F3 konzisztencia osztály hozzávetőlegesen k_v=4 s víztartókpességnek felel meg

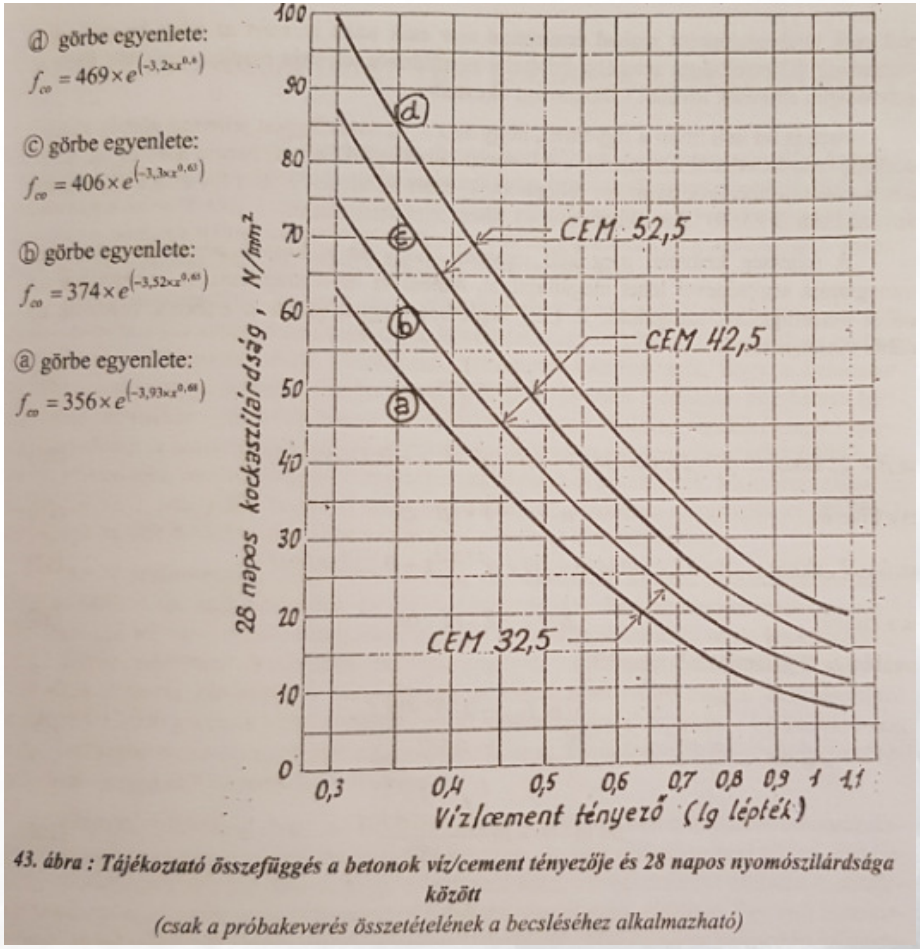
CeMBeton
az építés alapja

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	

CeMBeton
az építés alapja

A beton összetételének számítása



43. ábra : Tájékoztató összefüggés a betonok víz/cement tényezője és 28 napos nyomószilárdsága között

(csak a próbakeverés összetételének a becsléséhez alkalmazható)

Tervezési nyomószilárdság:

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

C30/37 és vegyes tárolás esetén:

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

v/c=0,47 esetén várható beton nyomószilárdság

CEM 52,5	MAX	61,5 N/mm²
	MIN	52,7 N/mm²
CEM 42,5	MAX	52,7 N/mm²
	MIN	44,0 N/mm²
CEM 32,5	MAX	44,0 N/mm²
	MIN	34,4 N/mm²

		Unit	Average	STD
Physical properties				
Specific surface		m²/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

CeMBeton
az építés alapja

A beton összetételének számítása

Adalékszer alkalmazása

m_c	m_v	v/c	m_a	V_p	V_p-V_{po}
395	186	0,47	1801	318	112

Alaprecept az F3 konzisztenciához

m_c	m_v	v/c	m_a	V_p	V_p-V_{po}
313	146	0,47	1979	250	70

- 2 konzisztencia osztály + folyósítószer

m_c	m_v	v/c	m_a	V_p	V_p-V_{po}
336	158	0,47	1927	270	64

Alaprecept 15 %-os vízmegtakarítású folyószerrel

CeMBeton
az építés alapja

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		

CeMBeton
az építés alapja

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

CeMBeton
az építés alapja

Betontechnológiai utasítás

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.

CeMBeton
az építés alapja

ITT A VÉGE !
Köszönöm a kitartást!

AKIT KOMOLYABBAN IS ÉRDEKEL A TÉMA OLVASSON BELE EZEKBE A KÖNYVEKBE

