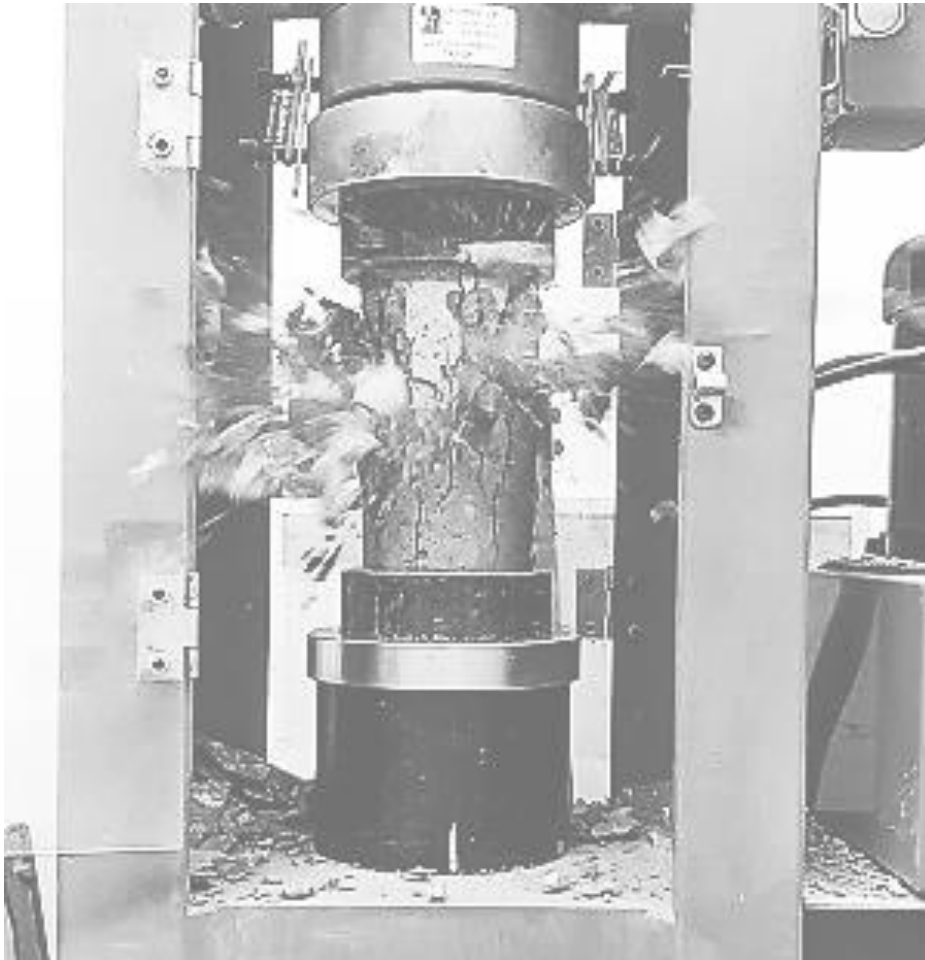


Vasbetonszerkezetek

4. Témakör A szerkezeti beton szilárdsági jellemzői



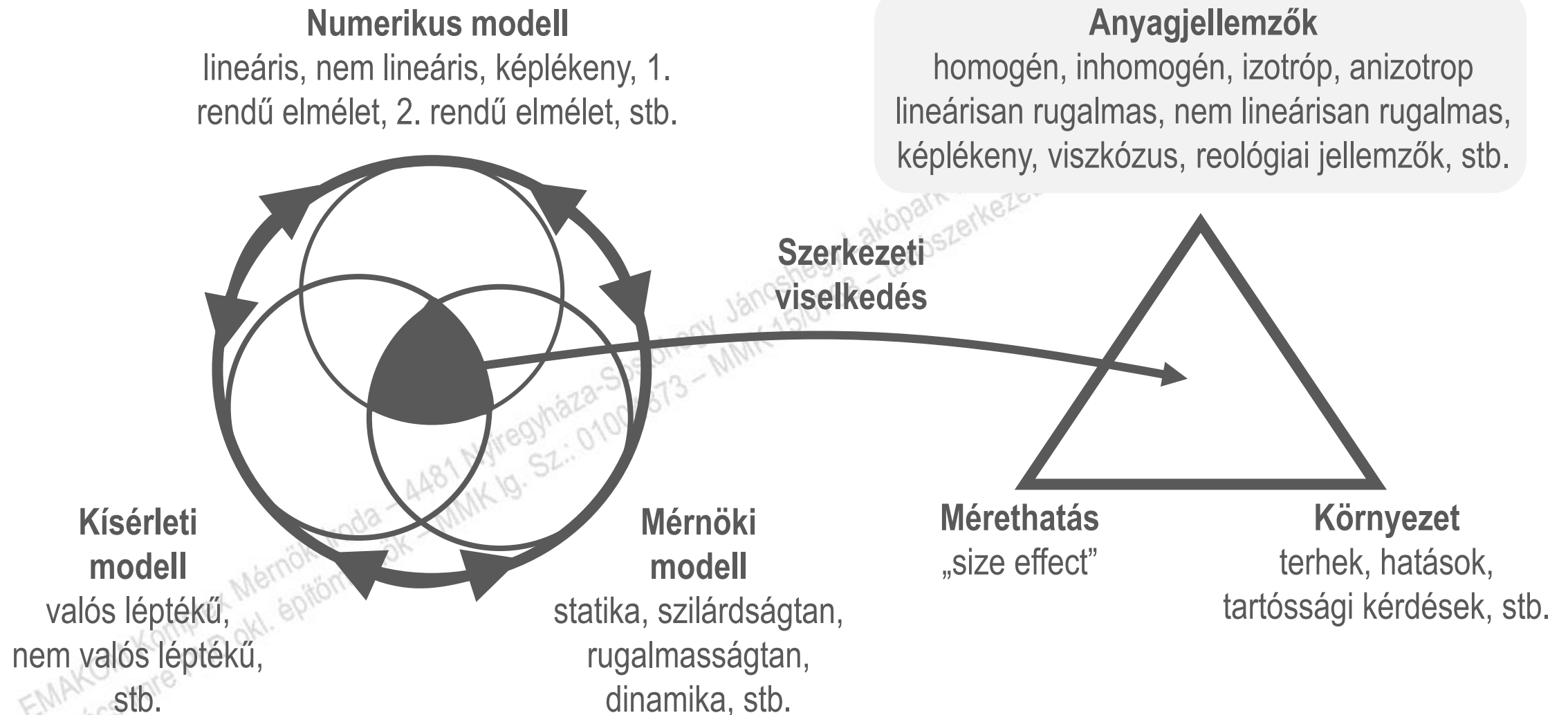
Dr. Kovács Imre PhD
tanszékvezető főiskolai tanár
tartószerkezeti tervező
tartószerkezeti szakértő
tárgyelőadó



EMAKOM
KOMPLEX MÉRNÖKI IRODA

info@emakom.hu
+36 30 743 6865
www.emakom.hu

Vasbeton szerkezetek viselkedésének modellezése



A beton nyomószilárdsága – MSZ EN 1992-1-1:2010

A beton nyomószilárdságát **betonszilárdsági osztályok** jellemzik, melyek – az **EN 206-1**-gyel (**MSZ 4798:2016**-tal) összhangban – az f_{ck} hengeren mért vagy az $f_{ck,cube}$ kockán mért nyomószilárdság karakterisztikus (5%) értékét adják meg.

[MSZ EN 1992-1-1:2010 - 3.1.2 Fejezet – (1)P Bekezdés – 27. oldal]

Az **MSZ EN 1992-1-1:2010** szabványban szereplő szilárdsági osztályok a **28 napos korban meghatározott, hengeren mért nyomószilárdság f_{ck}** karakterisztikus értékén alapulnak.

[MSZ EN 1992-1-1:2010 - 3.1.2 Fejezet – (2)P Bekezdés – 27. oldal]

C30/37 → **C $f_{ck} / f_{ck,cube}$**

f_{ck} a **28 napos** korú, sablonban készített, a szilárdságvizsgálatig végig víz alatt tárolt **Ø150×300 mm** méretű **próbahengerek** nyomószilárdságának előírt jellemző **(karakterisztikus)** értéke [N/mm²]

$f_{ck,cube}$ a **28 napos** korú, sablonban készített, a szilárdságvizsgálatig végig víz alatt tárolt **150 mm** élhosszúságú **próbakockák** nyomószilárdságának előírt jellemző **(karakterisztikus)** értéke [N/mm²]

A beton nyomószilárdsága – MSZ 4798:2016

Amikor a betont nyomószilárdsága alapján osztályozzuk, akkor az **MSZ 4798:2016 12. táblázat** (38. oldal) vonatkozik a **szokványos és a nehézbetonokra**, és a **13. táblázat** (39. oldal) pedig a **könnyűbetonokra**. Az osztályozáshoz **150 mm átmérőjű, 300 mm magas hengerek 28 napos nyomószilárdságának** az MSZ 4798:2016 8.2.1 szakasz szerinti karakterisztikus (jellemző) értékét $f_{ck,cyl}$, vagy a **150 mm élhosszúságú kockák 28 napos nyomószilárdságának** az MSZ 4798:2016 8.2.1 szakasz szerinti karakterisztikus (jellemző) értékét $f_{ck,cube}$ szabad használni az **MSZ EN 12390-3 szerinti vizsgálat alapján**.

[MSZ 4798:2016 - 4.3.1 Fejezet – 1 Bekezdés – 37. oldal]

C30/37 → **C** $f_{ck,cyl} / f_{ck,cube}$

$f_{ck,cyl}$ a **28 napos** korú, sablonban készített, a szilárdságvizsgálatig végig víz alatt tárolt **Ø150×300 mm** méretű **próbahengerek** nyomószilárdságának előírt jellemző **(karakterisztikus)** értéke [N/mm²]

$f_{ck,cube}$ a **28 napos** korú, sablonban készített, a szilárdságvizsgálatig végig víz alatt tárolt **150 mm élhosszúságú próbakockák** nyomószilárdságának előírt jellemző **(karakterisztikus)** értéke [N/mm²]

A beton nyomószilárdsága – MSZ 4798:2016

A nyomószilárdsági osztály a még be nem épített betonból vett, sablonban készített általában **28 napos**, esetleg előzetes írásbeli megállapodás esetén **42 napos** (pl. **útépítési beton**) vagy **56 napos** (pl. **tömegbeton**) esetleg legfeljebb **90 napos** (pl. **nagyon lassú szilárdulású beton**) próbatesten, az **MSZ 4798:2016 5.5.1.2 szakasza** szerint mért nyomószilárdságra vonatkozik, és előírt karakterisztikus (jellemző) értéke is a betonkorok valamelyikéhez, általában a **28 napos**, esetleg a **42, 56** vagy legfeljebb **90 napos korhoz tartozik**.

[MSZ 4798:2016 - 4.3.1 Fejezet – (1) Bekezdés – 2. MEGJEGYZÉS – 38. oldal]

C30/37 _{42 napos} → **C** $f_{ck,cyl,42\text{ napos}}$ / $f_{ck,cube,42\text{ napos}}$

$f_{ck,cyl,42\text{ napos}}$ a **42 napos** korú, sablonban készített, a szilárdságvizsgálatig végig víz alatt tárolt **Ø150×300 mm** méretű **próbahengerek** nyomószilárdságának előírt jellemző (**karakterisztikus**) értéke [N/mm²]

$f_{ck,cube,42\text{ napos}}$ a **42 napos** korú, sablonban készített, a szilárdságvizsgálatig végig víz alatt tárolt **150 mm** élhosszúságú **próbakockák** nyomószilárdságának előírt jellemző (**karakterisztikus**) értéke [N/mm²]

A beton nyomószilárdsága – MSZ 4798:2016

Ha a nyomószilárdsági osztállyal a **28 napostól eltérő korú beton nyomószilárdságát jellemzik**, akkor ezt a körülményt az építmény megvalósítási **szerződésében**, a **betontechnológiai utasításban** és a **beton szállítólevelén rögzíteni kell**. A szerkezeti elemet igénybevételek kitenni csak azután szabad, miután a beton nyomószilárdsága elérte az előírt nyomószilárdságot.

A 28 napos korúnál idősebb beton nyomószilárdságából a 28 napos nyomószilárdságra visszamenőleg következtetni vagy annak megfelelőségét utólag igazolni nem szabad.

Indokolt esetben (pl. munkaszüneti nap) **szabad a nyomószilárdsági vizsgálatot a beton 28, 42, 56, illetve 90 napos kora előtt legfeljebb 2 nappal vagy utána legfeljebb 3 nappal elvégezni.**

[MSZ 4798:2016 - 4.3.1 Fejezet – (2) Bekezdés – 38. oldal]

A beton nyomószilárdsága – MSZ 4798:2016

Az **MSZ 4798:2016** szerint szabad a szokványos (normál testsűrűségű) beton próbakockát vegyesen tárolni. Az erre vonatkozó részletes leírást és az átszámítás módját lásd az **MSZ 4798:2016 5.5.1.2 szakaszban**.

[MSZ 4798:2016 - 4.3.1 Fejezet – (3) Bekezdés – 38. oldal]

A kizsaluzás után vegyesen tárolt **150 mm élhosszúságú próbakocka tapasztalati (mért) egyedi nyomószilárdságát** ($f_{ci,cube,test,H}$) a következő összefüggéssel kell a kizsaluzás után a **végig víz alatt tárolt 150 mm élhosszúságú próbakocka egyedi nyomószilárdságára** ($f_{ci,cube,test}$) átszámítani:

$$f_{ci,cube,test} = 0,92 \cdot f_{ci,cube,test,H} \quad \rightarrow \quad \text{ha a beton nyomószilárdsági osztálya} \leq C50/60$$

$$f_{ci,cube,test} = 0,95 \cdot f_{ci,cube,test,H} \quad \rightarrow \quad \text{ha a beton nyomószilárdsági osztálya} \geq C55/67$$

Egy szilárdságvizsgálati mintához legalább három próbatestet kell készíteni. Ezeknek az átlaga ad egy eredményt.

[MSZ 4798:2016 - 5.5.1.2 Fejezet – (2) Bekezdés – 55. oldal]

A szokványos beton betonszilárdsági osztályai – MSZ EN 1992-1-1:2010

Az f_{ck} karakterisztikus értékeket, valamint a tervezéshez szükséges megfelelő mechanikai jellemzőket az **MSZ 1992-1-1:2010 3.1 táblázat** (29. oldal) tartalmazza (normál szilárdságú szokványos betonok).

[MSZ EN 1992-1-1:2010 - 3.1.2 Fejezet – (3) Bekezdés – 27. oldal]

Normál szilárdságú szokványos (normál testsűrűségű) betonok: C12/15...C50/60									
[N/mm ²]	C12/15	C16/20	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55	C50/60
f_{ck}	12	16	20	25	30	35	40	45	50
$f_{ck,cube}$	15	20	25	30	37	45	50	55	60
f_{cm}	20	24	28	33	38	43	48	53	58

...C55/67...C90/105					
[N/mm ²]	C55/67	C60/75	C70/85	C80/95	C90/105
f_{ck}	55	60	70	80	90
$f_{ck,cube}$	67	75	85	95	105
f_{cm}	63	68	78	88	98

[MSZ EN 1992-1-1:2010 – 3.1 Táblázat – 29. oldal *alapján*]

$$f_{cm} = f_{ck} + 8$$

A könnyűbeton betonszilárdsági osztályai – MSZ EN 1992-1-1:2010

Általános esetben, ha az összefüggésekben az **MSZ EN 1992-1-1:2010 3.1 táblázat**ból származó szilárdsági értékek szerepelnek, akkor azokat a könnyű adalékanyagos betonra vonatkozó megfelelő értékekkel kell helyettesíteni, melyek az **MSZ EN 1992-1-1:2010 11.3.1. táblázat**ában (174. oldal) találhatóak.

Normál szilárdságú könnyűbetonok: LC12/13...C50/55									
[N/mm ²]	LC12/13	LC16/18	LC20/22	LC25/28	LC30/33	LC35/38	LC40/44	LC45/50	LC50/55
f_{lck}	12	16	20	25	30	35	40	45	50
$f_{lck,cube}$	13	18	22	28	33	38	44	50	55
f_{lcm}	17	22	28	33	38	43	48	53	58

...LC55/60...LC80/88				
[N/mm ²]	LC55/60	LC60/66	LC70/77	LC80/88
f_{lck}	55	60	70	80
$f_{lck,cube}$	60	66	77	88
f_{lcm}	63	68	78	88

[MSZ EN 1992-1-1:2010 – 11.3.1 Táblázat – 174. oldal **alapján**]

ha $\rightarrow f_{lck} \geq 20 \text{ N/mm}^2$

akkor $\rightarrow f_{lcm} = f_{lck} + 8$

Nyomószilárdsági osztályok szokványos és nehéz betonokra – MSZ 4798:2016

Nyomószilárdsági osztályok szokványos és nehéz betonokra: C8/10...C50/60										
[N/mm ²]	C8/10	C12/15	C16/20	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55	C50/60
* $f_{ck,cyl}$	8	12	16	20	25	30	35	40	45	50
** $f_{ck,cube}$	10	15	20	25	30	37	45	50	55	60

...C55/67...C100/115						
[N/mm ²]	C55/67	C60/75	C70/85	C80/95	C90/105	C100/115
* $f_{ck,cyl}$	55	60	70	80	90	100
** $f_{ck,cube}$	67	75	85	95	105	115

[MSZ 4798:2016 – 12. Táblázat
– 38. oldal **alapján**]



az MSZ EN 1992-1-1:2010 előírásaiban nem szereplő beton szilárdsági osztály

* $f_{ck,cyl}$ a nyomószilárdság előírt karakterisztikus (jellemző) értéke a szilárdságvizsgálatig **víz alatt tárolt Ø150×300 mm** méretű **próbahengerek** esetén. [A legkisebb karakterisztikus (jellemző) hengerszilárdság]

** $f_{ck,cube}$ a nyomószilárdság előírt karakterisztikus (jellemző) értéke a szilárdságvizsgálatig **víz alatt tárolt 150 mm** élhosszúságú **próbakockák** esetén. [A legkisebb karakterisztikus (jellemző) kockaszilárdság]

Nyomószilárdsági osztályok könnyűbetonokra – MSZ 4798:2016

Nyomószilárdsági osztályok könnyűbetonokra: LC8/9...LC50/55										
[N/mm ²]	LC8/9	LC12/13	LC16/18	LC20/22	LC25/28	LC30/33	LC35/38	LC40/44	LC45/50	LC50/55
* $f_{lck,cyl}$	8	12	16	20	25	30	35	40	45	50
** $f_{lck,cube}$	9	13	18	22	28	33	38	44	50	55

...LC55/60...LC80/88				
[N/mm ²]	LC55/60	LC60/66	LC70/77	LC80/88
* $f_{lck,cyl}$	55	60	70	80
** $f_{lck,cube}$	60	66	77	88

[MSZ 4798:2016 – 13. Táblázat
– 39. oldal **alapján**]

* $f_{lck,cyl}$ a nyomószilárdság előírt karakterisztikus (jellemző) értéke a szilárdságvizsgálatig **víz alatt tárolt Ø150×300 mm** méretű **próbahengerek** esetén. [A legkisebb karakterisztikus (jellemző) hengersizilárdság]

** $f_{lck,cube}$ a nyomószilárdság előírt karakterisztikus (jellemző) értéke a szilárdságvizsgálatig **víz alatt tárolt 150 mm** élhosszúságú **próbakockák** esetén. [A legkisebb karakterisztikus (jellemző) kockaszilárdság]



az MSZ EN 1992-1-1:2010 előírásaiban nem szereplő beton szilárdsági osztály

A beton nyomószilárdsága az idő függvényében – MSZ EN 1992-1-1:2010

A t korú beton nyomószilárdsága függ a **cement típusától**, a **hőmérséklettől** és az **utókezelés körülményeitől**. Átlagos **20 °C** hőmérséklet és az **EN 12390 szerinti utókezelés** esetén a különböző korú betonok $f_{cm}(t)$ nyomószilárdsága az **MSZ EN 1992-1-1:2010 (3.1) és (3.2) összefüggésből becsülhető**:

$$f_{cm}(t) = \beta_{cc}(t) \cdot f_{cm}$$

és

$$\beta_{cc}(t) = e^s \left[1 - \left(\frac{28}{t} \right)^{1/2} \right]$$



Arrhenius-féle összefüggés

[MSZ EN 1992-1-1:2010 – 3.1.2 Fejezet –
(6) Bekezdés – 27. oldal **alapján**]

$f_{cm}(t)$ → a beton nyomószilárdságának várható értéke t napos korban

$\beta_{cc}(t)$ → a beton t korától függő tényező

f_{cm} → a **28 napos** beton nyomószilárdságának várható értéke

t → a beton kora napokban

S → 0,20 ha CEM 42,5 R, CEM 52,5 N, CEM 52,5 R **(R osztály)**

0,25 ha CEM 32,5 R, CEM 42,5 N **(N osztály)**

0,38 ha CEM 32,5 N **(S osztály)**

A beton nyomószilárdsága az idő függvényében – MSZ EN 1992-1-1:2010

Bizonyos állapotokban (pl. kizsaluzáskor, a feszítőerő ráengedésekor) szükség lehet a beton t időpontban érvényes $f_{ck}(t)$ nyomószilárdságának előírására. Ekkor

$$f_{ck}(t) = f_{cm}(t) - 8 \quad \rightarrow \text{ha} \quad 3 < t < 28 \text{ nap}$$

$$f_{ck}(t) = f_{ck} \quad \rightarrow \text{ha} \quad t \geq 28 \text{ nap}$$

Pontosabb értékeket kísérletekkel kell alátámasztani, különösen $t \leq 3$ nap esetén.

[MSZ EN 1992-1-1:2010 – 3.1.2 Fejezet – (5) Bekezdés – 27. oldal]

Ha a beton **nem felel meg a 28 napos nyomószilárdságára** vonatkozó előírásoknak, akkor az **MSZ EN 1992-1-1:2010 (3.1) és (3.2) összefüggése nem érvényes.**

E szakasz **nem alkalmazható arra**, hogy a referenciaértéknek **nem megfelelő szilárdságot az utószilárdulás figyelembevételével visszamenőleg megfelelőnek minősítsék.**

[MSZ EN 1992-1-1:2010 – 3.1.2 Fejezet – (6) Bekezdés – 28. oldal]

Példa a beton nyomószilárdságának becslésére

1. **Példa:** Becsüljük meg egy **C30/37** szilárdsági osztályú beton ($f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$, $f_{cm} = 38 \text{ N/mm}^2$) nyomószilárdságának várható értékét és szilárdsági osztályát $t = 12$ napos korban, ha az alkalmazott cement típusa **CEM I 42,5 R (R osztály) ($s = 0,20$)!**

$$\beta_{cc}(12 \text{ nap}) = e^{s \left[1 - \left(\frac{28}{t} \right)^{1/2} \right]} = e^{0,20 \left[1 - \left(\frac{28}{12} \right)^{1/2} \right]} = 0,86$$

$$f_{cm}(12 \text{ nap}) = \beta_{cc}(12 \text{ nap}) \cdot f_{cm} = 0,86 \cdot 38 = 32,7 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ck}(12 \text{ nap}) = f_{cm}(12 \text{ nap}) - 8 = 32,7 - 8 = 24,7 \text{ N/mm}^2$$



A beton
nyomószilárdságának
becslése alapján **12 napos**
korban a beton **C20/25**
szilárdsági osztályba esik!

Példa a beton nyomószilárdságának becslésére

2. Példa: Becsüljük meg egy **C20/25** szilárdsági osztályú beton ($f_{ck} = 20 \text{ N/mm}^2$, $f_{cm} = 28 \text{ N/mm}^2$) nyomószilárdságának várható értékét és szilárdsági osztályát $t = 365$ napos korban, ha az alkalmazott cement típusa **CEM III 32,5 N (S osztály)** ($s = 0,38$)!

$$\beta_{cc}(365 \text{ nap}) = e^{s \left[1 - \left(\frac{28}{t} \right)^{1/2} \right]} = e^{0,38 \left[1 - \left(\frac{28}{365} \right)^{1/2} \right]} = 1,32$$

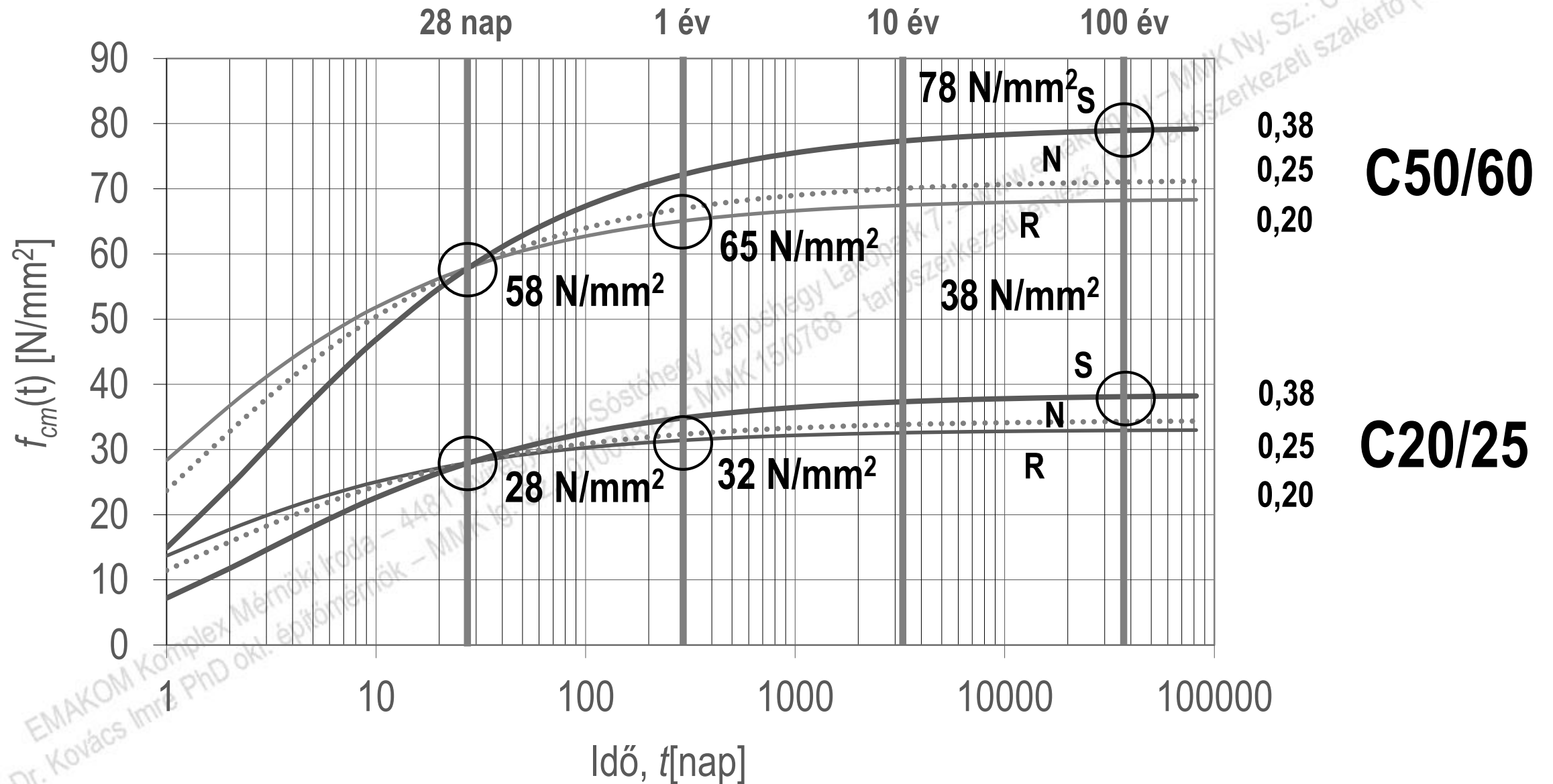
$$f_{cm}(365 \text{ nap}) = \beta_{cc}(365 \text{ nap}) \cdot f_{cm} = 1,32 \cdot 28 = 37,0 \text{ N/mm}^2$$

$$t = 365 \text{ nap} > 28 \text{ nap} \rightarrow f_{ck}(t) = f_{ck}$$

$$f_{ck}(365 \text{ nap}) = f_{ck} = 20 \text{ N/mm}^2$$

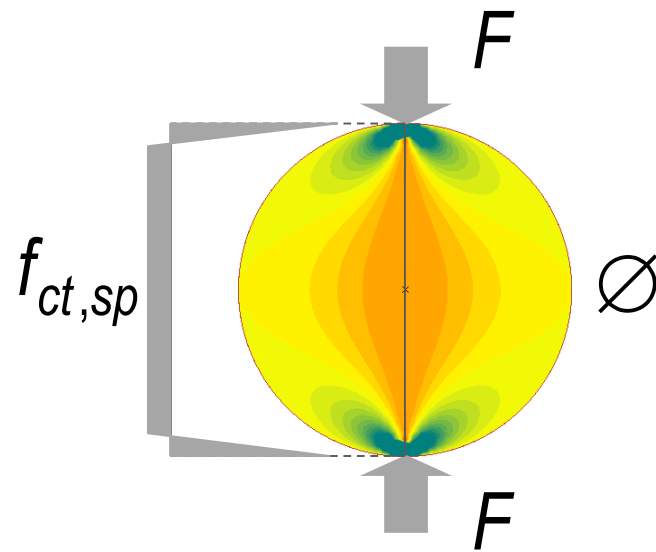
A beton nyomószilárdságának **becslése** alapján **365 napos** korban a betont továbbra is **C20/25** szilárdsági osztályúnak kell tekinteni!

A beton nyomószilárdsága az idő függvényében – MSZ EN 1992-1-1:2010



A beton húzószilárdsága – a húzószilárdság fajtái

Hasító-húzó szilárdság

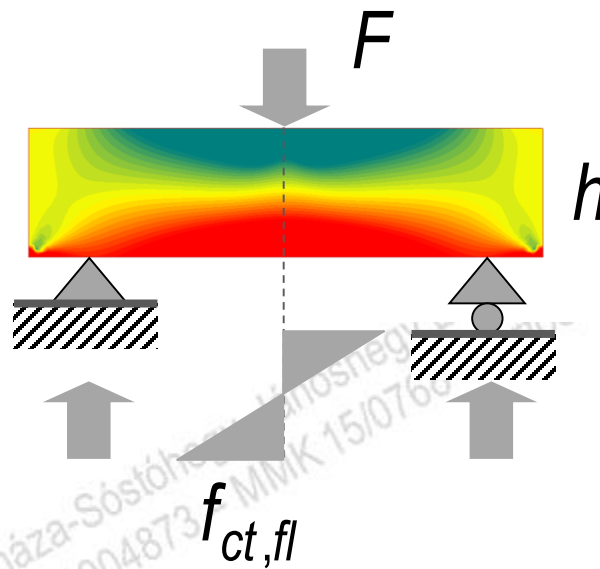


$$f_{ct,sp} = \frac{2 \cdot F}{\pi \cdot \varnothing \cdot L}$$

Ø150×300 mm
méretű próbahenger

$$f_{ct} = |0,9| \cdot f_{ct,sp}$$

Hajlító-húzó szilárdság

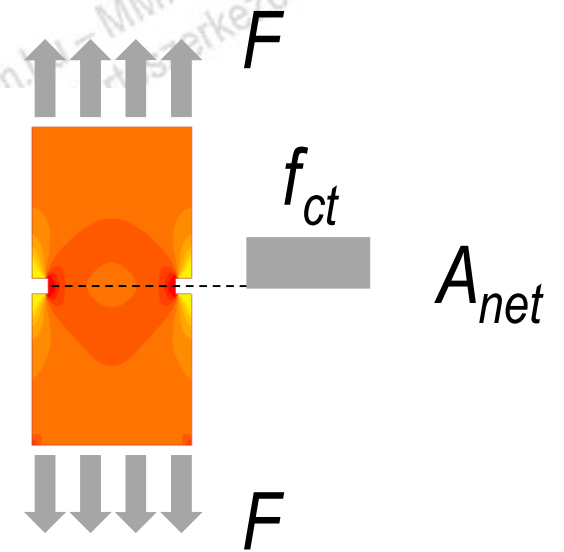


$$f_{ct,fl} = 4,5 \cdot \frac{F}{h^2}$$

150×150×600 mm
méretű próbahasáb

$$f_{ct} = |0,5| \cdot f_{ct,fl}$$

Húzó szilárdság



$$f_{ct} = \frac{F}{A_{net}}$$

változó méretű
próbahasáb/próbahenger
(ez utóbbi kifúrt is lehet)

A szokványos beton húzószilárdsága – MSZ EN 1992-1-1:2010

A húzószilárdság a **központos húzás** során elért legnagyobb feszültséget jelenti.

[MSZ EN 1992-1-1:2010 - 3.1.2 Fejezet – (7)P Bekezdés – 28. oldal]

Normál szilárdságú szokványos betonok húzószilárdsága: C12/15...C50/60									
[N/mm ²]	C12/15	C16/20	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55	C50/60
f_{ctm}	1,6	1,9	2,2	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,1
$f_{ctk,0,05}$	1,1	1,3	1,5	1,8	2,0	2,2	2,5	2,7	2,9
$F_{ctk,0,95}$	2,0	2,5	2,9	3,3	3,8	4,2	4,6	4,9	5,3

...C55/67...C90/105					
[N/mm ²]	C55/67	C60/75	C70/85	C80/95	C90/105
f_{ctm}	4,2	4,4	4,6	4,8	5,0
$f_{ctk,0,05}$	3,0	3,1	3,1	3,4	3,5
$f_{ctk,0,95}$	5,5	5,7	6,0	6,3	6,6

$$f_{ctm} = 0,30 \cdot f_{ck}^{(2/3)} \quad \rightarrow \text{ha } \leq \text{C50/60}$$

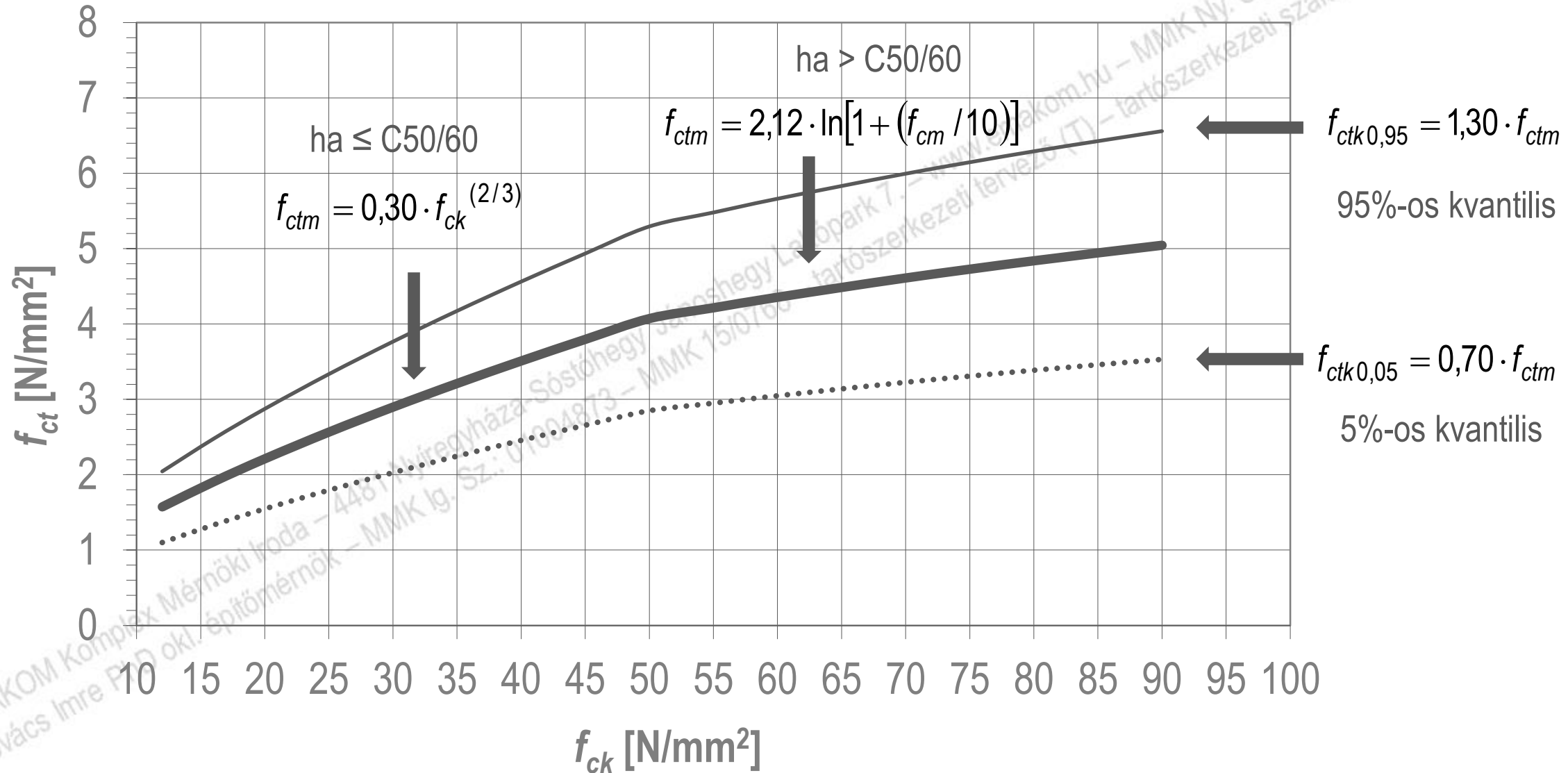
$$f_{ctm} = 2,12 \cdot \ln[1 + (f_{cm} / 10)] \quad \rightarrow \text{ha } > \text{C50/60}$$

$$f_{ctk,0,05} = 0,70 \cdot f_{ctm} \quad \rightarrow \text{5%-os kvantilis}$$

$$f_{ctk,0,95} = 1,30 \cdot f_{ctm} \quad \rightarrow \text{95%-os kvantilis}$$

[MSZ EN 1992-1-1:2010 – 3.1 Táblázat – 29. oldal alapján]

A szokványos beton húzószilárdsága – MSZ EN 1992-1-1:2010



A könnyűbeton húzószilárdsága – MSZ EN 1992-1-1:2010

A könnyű adalékanyagos beton húzószilárdsága az **MSZ EN 1992-1-1:2010 3.1 táblázat** (29. oldal) szerinti f_{ct} érték és a következő tényező szorzatából számítható:

$$\eta_1 = 0,4 + 0,6 \cdot \frac{\rho}{2200}$$

ahol:

ρ a vonatkozó **sűrűségi osztályhoz tartozó sűrűség felső értéke** az **MSZ EN 1992-1-1:2010 11.1. táblázat** (172. oldal) szerint

[MSZ EN 1992-1-1:2010 – 11.3.1 Fejezet – (3) Bekezdés – 172. oldal]

A könnyű adalékanyagos beton sűrűségi osztályai és a sűrűség megfelelő tervezési értékei az EN 206-1 szerint							
Sűrűségi osztály		1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
Sűrűség [kg/m ³]		801-1000	1001-1200	1201-1400	1401-1600	1601-1800	1801-2000
Sűrűség [kg/m ³]	vasalatlan beton	1050	1250	1450	1650	1850	2050
	vasbeton	1150	1350	1550	1750	1950	2150

[MSZ EN 1992-1-1:2010 – 11.1 Táblázat – 172. oldal]

Példa a könnyűbeton húzószilárdságának meghatározására

Határozzuk meg egy **LC30/33 szilárdsági osztályú, $\rho_{1,4}$ sűrűségi osztályú** könnyűbeton húzószilárdsági értékeit!
 (A könnyűbeton húzószilárdsági jellemzőit a C30/37 szilárdsági osztályú szokványos beton húzószilárdsági jellemzőiből határozzuk meg, a megadott sűrűségi osztály felső sűrűségi értéke alapján.)

$$f_{lctm} = f_{ctm} \cdot \eta_1 = f_{ctm} \cdot \left(0,4 + 0,6 \cdot \frac{\rho}{2200} \right) = 2,9 \cdot \left(0,4 + 0,6 \cdot \frac{1400}{2200} \right) = 2,2 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{lctk0,05} = f_{ctk0,05} \cdot \eta_1 = f_{ctk0,05} \cdot \left(0,4 + 0,6 \cdot \frac{\rho}{2200} \right) = 2,0 \cdot \left(0,4 + 0,6 \cdot \frac{1400}{2200} \right) = 1,5 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{lctk0,95} = f_{ctk0,95} \cdot \eta_1 = f_{ctk0,95} \cdot \left(0,4 + 0,6 \cdot \frac{\rho}{2200} \right) = 3,8 \cdot \left(0,4 + 0,6 \cdot \frac{1400}{2200} \right) = 2,9 \text{ N/mm}^2$$

A beton húzószilárdsága az idő függvényében – MSZ EN 1992-1-1:2010

A húzószilárdság időbeli kialakulása szorosan függ az utókezelés és a kiszáradás körülményeitől, továbbá a szerkezeti elem méreteitől. Első közelítésként feltételezhető, hogy az $f_{ctm}(t)$ a következőképpen számítható:

$$f_{ctm}(t) = [\beta_{cc}(t)]^\alpha \cdot f_{ctm}$$

$$\beta_{cc}(t) = e^s \left[1 - \left(\frac{28}{t} \right)^{1/2} \right]$$



Arrhenius-féle összefüggés

[MSZ EN 1992-1-1:2010 – 3.1.2 Fejezet –
(9) Bekezdés – 28. oldal **alapján**]

$f_{ctm}(t)$ → a beton húzószilárdságának várható értéke t napos korban

$\beta_{cc}(t)$ → a beton t korától függő tényező

f_{ctm} → a **28 napos** beton húzószilárdságának várható értéke

t → a beton kora napokban

s → 0,20 ha CEM 42,5 R, CEM 52,5 N, CEM 52,5 R **(R osztály)**

0,25 ha CEM 32,5 R, CEM 42,5 N **(N osztály)**

0,38 ha CEM 32,5 N **(S osztály)**

α → 1 ha $t < 28$ nap

2/3 ha $t \geq 28$ nap

Vasbeton elemek hajlító-húzó szilárdsága – MSZ EN 1992-1-1:2010

A **vasbeton elemek hajlító-húzó szilárdságának várható értéke** a tengelyirányú húzószilárdság várható értékétől és a keresztmetszet magasságától függ. A következő összefüggés alkalmazható:

$$f_{ctm,fl} = \max \left\{ \begin{array}{l} \left(1,6 - \frac{h}{1000} \right) \cdot f_{ctm} \\ f_{ctm} \end{array} \right\}$$

h → az elem teljes magassága mm-ben
 f_{ctm} → a tengelyirányú húzószilárdság várható értéke az **MSZ EN 1992-1-1:2010 3.1 táblázat** (29. oldal) szerint

[MSZ EN 1992-1-1:2010 - 3.1.8 Fejezet – (1) Bekezdés – 36. oldal]

(**600 mm-nél** magasabb tartó esetén f_{ctm} a mértékadó!) Az **MSZ 1992-1-1:2010 (3.23)** összefüggése (fenti összefüggés) a **húzószilárdságok karakterisztikus értékeire** is érvényes:

$$f_{ctk,fl} = \max \left\{ \begin{array}{l} \left(1,6 - \frac{h}{1000} \right) \cdot f_{ctk} \\ f_{ctk} \end{array} \right\} \quad f_{ctk0,05,fl} = \max \left\{ \begin{array}{l} \left(1,6 - \frac{h}{1000} \right) \cdot f_{ctk0,05} \\ f_{ctk0,05} \end{array} \right\} \quad f_{ctk0,95,fl} = \max \left\{ \begin{array}{l} \left(1,6 - \frac{h}{1000} \right) \cdot f_{ctk0,95} \\ f_{ctk0,95} \end{array} \right\}$$

Példa vasbeton elemek hajlító-húzó szilárdságának meghatározására

1. Példa: Határozzuk meg egy **C40/50** ($f_{ctm} = 3,5 \text{ N/mm}^2$) szilárdsági osztályú, $h = 1200 \text{ mm}$ magasságú **előre gyártott vasbeton gerenda** hajlító-húzószilárdságának várható értékét!

$$f_{ctm,fl} = \max \left\{ \begin{array}{l} \left(1,6 - \frac{h}{1000} \right) \cdot f_{ctm} \\ f_{ctm} \end{array} \right\} = \max \left\{ \begin{array}{l} \left(1,6 - \frac{1200}{1000} \right) \cdot 3,5 = 1,4 \text{ N/mm}^2 \\ 3,5 \text{ N/mm}^2 \end{array} \right\} = 3,5 \text{ N/mm}^2$$

2. Példa: Határozzuk meg egy **C20/25** ($f_{ctm} = 2,2 \text{ N/mm}^2$) szilárdsági osztályú, $h = 200 \text{ mm}$ vastagságú **monolit vasbeton lemez** hajlító-húzószilárdságának várható értékét!

$$f_{ctm,fl} = \max \left\{ \begin{array}{l} \left(1,6 - \frac{h}{1000} \right) \cdot f_{ctm} \\ f_{ctm} \end{array} \right\} = \max \left\{ \begin{array}{l} \left(1,6 - \frac{200}{1000} \right) \cdot 2,2 = 3,1 \text{ N/mm}^2 \\ 2,2 \text{ N/mm}^2 \end{array} \right\} = 3,1 \text{ N/mm}^2$$

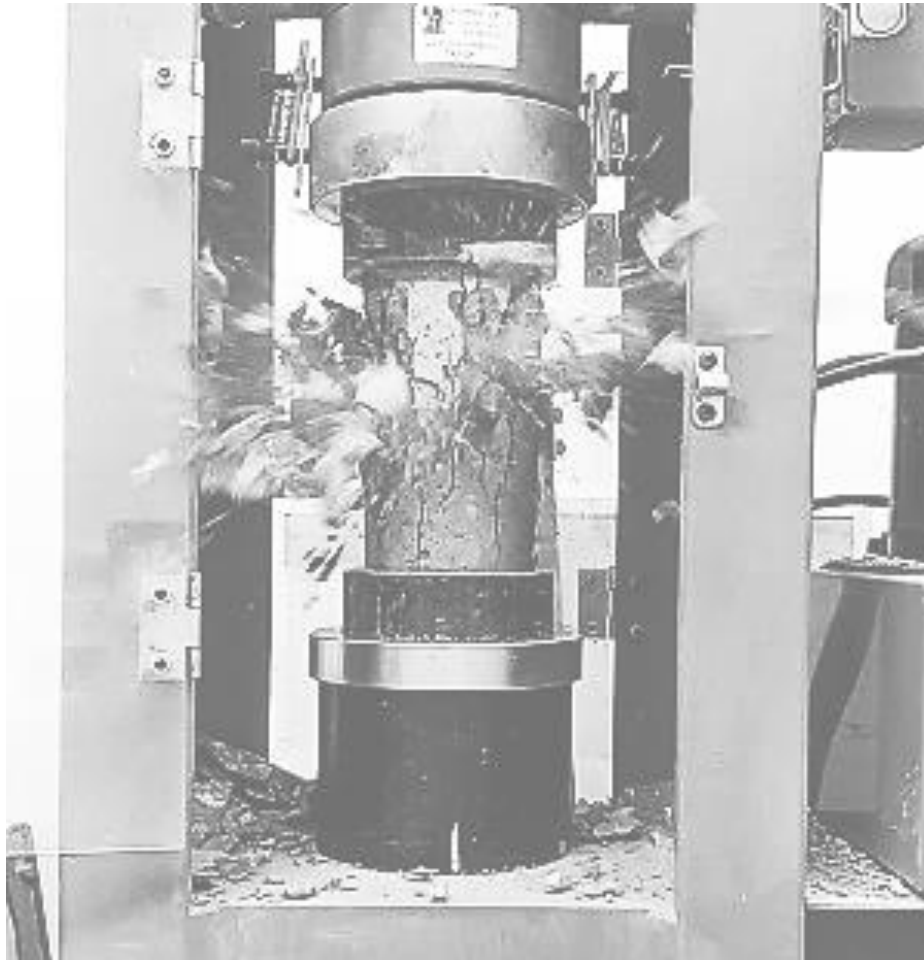
Vasbetonszerkezetek

4. Témakör A szerkezeti beton szilárdsági jellemzői

Dr. Kovács Imre PhD
tanszékvezető főiskolai tanár
tartószerkezeti tervező
tartószerkezeti szakértő
tárgyelőadó



info@emakom.hu
+36 30 743 6865
www.emakom.hu



Köszönöm a figyelmet!