

A BETON NYOMÓSZILÁRDSÁG MEGFELELŐSÉGÉNEK FELTÉTELEI AZ ÚJ BETONSZABVÁNYOK SZERINT

Dr. Kausay Tibor

A beton nyomószilárdsága megfelelőségének megítélése szempontjából sarkalatos kérdés a jellemző érték kiszámításának módszere. A gyártás kezdeti és folyamatos szakaszában a betont a gyártó (vagy megbízottja) vizsgálja, és a folyamatosan gyártott beton vizsgálati eredményeiből 70-30 %-os átadási-visszautasítási valószínűségre meghatározott jellemző érték alapján megfelelőségi nyilatkozatot tesz. A megfelelőségi nyilatkozat megbízhatóságát a beton megrendelője (vagy megbízottja) azonosító vizsgálattal ellenőrzi. Szerkezeteink biztonsága szempontjából is méltányolható, ha ebben az eljárásban az átadó és az átvevő kockázata 50-50 %. A dolgozat egyébeken mellett ilyen azonosító vizsgálatra tesz javaslatot.

1. BEVEZETÉS

A szilárd betont általában nyomószilárdságával, testsűrűségével, különleges esetben fagyállóságával, korrózió-állóságával, vízzáróságával, kopásállóságával stb. kell jellemezni, és ezek alapján az MSZ EN 206-1:2002 európai szabvány, illetve annak nemzeti alkalmazási dokumentuma, az MSZ 4798-1:2004 szerint kell osztályba sorolni. A szilárd beton osztályba sorolását az MSZ 4798-1:2004 szabvány 4.3. szakasza, vizsgálatát és követelményeit 5.5. szakasza, megfelelőségének feltételeit és ellenőrzését 8. fejezete tárgyalja.

A beton akkor felel meg a nyomószilárdsági követelménynek, ha teljesíti az MSZ 4798-1:2004 szabvány 8.2.1. szakaszában, valamint A és B mellékletében foglalt feltételeket, amelyeket a következőkben értelmezzünk.

A szilárd (általában 28 napos korú), azonos feltételekkel gyártott beton nyomószilárdságát — és egyidejűleg a testsűrűségét —

- vagy a több egyedi mintából készített, mintánkénti egyetlen próbatest (például 15 minta = 15 próbatest, vagy 9 minta = 9 próbatest stb.) vizsgálatából kapott egyedi eredmények átlagaként, ami egy vizsgálati eredmény (általában a folyamatos gyártás esete, illetve a beton azonosító vizsgálata);
- vagy több egyedi minta esetén az egy mintából készített két, illetve több ugyanazon korú próbatest (például 1 minta = 3 próbatest) vizsgálatából kapott átlag eredmények (például 35 minta = 35 átlag eredmény) átlagaként, ami egy vizsgálati eredmény (általában a kezdeti gyártás esete)

lehet megadni.

A nyomószilárdság vizsgálati próbatest készítőjének és a beton tervezőjének közös felelőssége, hogy a **friss beton** próbatest testsűrűsége érje el a tervezett értéket, mert csak ebben az esetben teljesül a *friss beton megengedett levegőtartalmára vonatkozó* követelmény.

A minta vagy a keverőgépben egy keverési ciklus alatt előállított friss betonból, vagy egy szállítmányból (egy járműből vagy szállítótartályból) elkülönített, az átlagos minőséget képviselő, egy vagy több próbatest készítésére és egyéb vizsgálatok végzésére elegendő friss beton mennyiség (MSZ 4798-1:2004 szabvány 3.1.19., 3.1.20. és 3.1.51. szakasza).

Ha *egy mintából két vagy több próbatest készül*, akkor a mintát alkotó **friss beton** próbatestek testsűrűségének terjedelme ne legyen nagyobb átlaguk 4 %-ánál.

A mintaképzés (egy mintából¹ két vagy több próbatest készül) további feltétele, hogy ha a megszilárdult beton vizsgálati értékeinek terjedelme (T) nyomószilárdság (f_c) esetén az átlag (f_{cm}) 15 %-ánál, testsűrűség (ρ) esetén az átlag (ρ_m) 4 %-ánál nagyobb, akkor az eredményeket el kell vetni, hacsak az egyik egyedi vizsgálati eredmény igazolható módon el nem vethető, írja az MSZ EN 206-1:2000 szabvány 8.2.1.2. szakasza, illetve a nyomószilárdságra a B2. fejezete is. Eszerint tehát, ha egy mintából két vagy több próbatest készül:

$$T_{(f_c)} \leq 0,15 \cdot f_{cm}$$

$$T_{(\rho)} \leq 0,04 \cdot \rho_m$$

kell legyen.

Ha egy mintából készített három próbatest vizsgálata alkalmával csak az egyik egyedi érték esik kívül a megengedett terjedelmen, akkor ezt az értéket ki lehet hagyni, és a másik két érték átlagát szabad vizsgálati eredményként elfogadni. Például legyen három próbatest nyomószilárdság vizsgálati eredménye 29,0; 32,8; 34,2 N/mm², amelyek átlaga: 32,0 N/mm², terjedelme: 5,2 N/mm², az átlag 15 %-a, azaz a megengedett terjedelem: 4,8 N/mm², amelyet a tapasztalati érték (5,2 N/mm²) meghalad. A megengedett terjedelemhez tartozó alsó nyomószilárdsági határérték: 32,0 – 4,8/2 = 29,6 N/mm², amelynél kisebb és elhagyható egyedi érték: 29,0 N/mm². Ha a megmaradt két adatnak a terjedelme is nagyobb, mint nyomószilárdság esetén az átlag 15 %-a, és/vagy testsűrűség esetén az átlag 4 %-a, akkor az adott minta vizsgálati eredményét (tehát a két, három vagy több egyedi eredményt együttesen) nem szabad az értékelésbe bevonní. Ebben az eljárásban van bizonyos önkényesség, amelyet helyes lenne szabályozással feloldani.

A fenti követelmény az egy mintából készített próbatestek nyomószilárdságának megengedett terjedelmét az átlag függvényében adja meg, a terjedelem pedig nem független a szórástól, tehát az európai szabványnak ez a feltétele arra épül, hogy a nyomószilárdság szórása (és általa a terjedelme) az átlag függvénye.

Az együtt értékelt minták (tehát nem egy mintán belül a próbatestek) nyomószilárdsága variációs tényezőjének (szórás/átlag) feltételezett értéke az MSZ 15022-1:1986 szabvány, illetve előzménye, továbbá az MSZ 4720/2:1980 szabvány szerint 0,15 volt (*Szalai*, 1982, 4.3. szakasz). A variációs tényező = 0,15 értékű feltételezése csak kb. C 16 szilárdsági jelig volt reális (MÉÁSZ ME-04.19:1995 6.3.4.4.3.b. szakasz).

A több próbatestből álló minta terjedelmére vonatkozó követelményt érdemes összevetni a nyomószilárdság vizsgálatra (MSZ EN 12390-3:2002) vonatkozó ismétlési feltételekkel (lásd: Ismétlési és összehasonlítási feltételek, mérési eredmények pontossága), amelyről az MSZ EN 206-1:2002 európai betonszabvány ugyan nem beszél, de a nemzeti alkalmazási dokumentum az európai vizsgálati szabványokból a mérési eredmények pontosságának jellemzésére a nemzeti betonszabványba (MSZ 4798-1:2004 szabvány N4. fejezet) tájékoztatásként beemelte.

A mérési pontosság (németül: Zuverlässigkeit, angolul: Precision) meghatározása azon az elven alapszik, amely szerint a T tapasztalati terjedelem és az s szórás hányadosaként képzett $\omega = T/s$ standardizált terjedelem várható értéke és szórása csupán a mérések n számától, és a statisztikai biztonságtól (P_T) függő érték. Ha a mérések száma $n = 3$, ahogy az MSZ 4798-1:2004 ajánlja, és a statisztikai biztonság $P_T = 0,95$, akkor a terjedelem és a szórás

¹ A minta vagy a keverőgépben egy keverési ciklus alatt előállított friss betonból vagy egy szállítmányból (egy járműből vagy szállítótartályból) elkülönített, az átlagos minőséget képviselő, egy vagy több próbatest készítésére és egyéb vizsgálatok végzésére elegendő friss beton mennyiség (MSZ 4798-1:2004 szabvány 3.1.19., 3.1.20. és 3.1.51. szakasza).

összefüggése: $T = \omega \cdot s = 3,31 \cdot s$. Azonban az MSZ 4798-1:2004 szabvány NAD N8. táblázata a nyomószilárdság szórásának várható értékét három mérés esetére nem adja meg. Ha a $T = T_{(fc)} = 3,31 \cdot s$ formulát és a $T_{(fc)} \leq 0,15 \cdot f_{cm}$ követelményt összevetjük, akkor három nyomószilárdság mérésre az $s \leq 0,045 \cdot f_{cm}$ összefüggés adódik.

A beton nyomószilárdság vizsgálata és az eredmények értékelése során az egyedi betonösszetételek mintavételi és vizsgálati tervében, valamint a megfelelőségi feltételekben meg kell különböztetni a kezdeti gyártást és vizsgálatot, a folyamatos gyártást és vizsgálatot, valamint az azonosító vizsgálatot.

2. A KEZDETI GYÁRTÁS ÉS VIZSGÁLAT

A kezdeti gyártás a legalább 35 egymás utáni, azonos feltételekkel készített betonra vonatkozó, kihagyás nélküli vizsgálati eredmény meghatározásáig tartó, három hónapnál hosszabb, de legfeljebb 12 hónapos termelési időszak.

A vizsgálati eredmény kielégítő megbízhatósága érdekében főképp a kezdeti gyártás során az MSZ 4798-1:2004 szerint célszerű egy mintából legalább három próbatestet készíteni, amelyek azonos korú nyomószilárdságainak átlagértéke, illetve adott korú, $(60 \pm 5) ^\circ\text{C}$ hőmérsékleten tömegállandóságig szárított állapotban mért testsűrűségének átlagértéke egy vizsgálati eredmény.

A kezdeti gyártás során a gyártás első 50 m^3 -e alatt egyenletes ütemben 3 mintát kell venni (például 17-17-16 m^3 -enként egy-egy mintát), majd az első 50 m^3 gyártását követően a mintavételt az 1. táblázat szerinti gyakorisággal — de nem gyakrabban, mint 1 minta/ 25 m^3 — kell folytatni mindaddig, amíg a minták összes száma legalább 35 nem lesz. A kezdeti gyártás során egy minta vizsgálati eredményét az MSZ 4798-1:2004 szabvány szerint legalább három próbatest egyedi vizsgálati eredményének átlaga adja.

A mintaképzés feltétele, hogy a mintát alkotó próbatestek testsűrűségének terjedelme nem lehet nagyobb az átlaguk 4 %-ánál, mind friss, mind megszilárdult állapotban. E feltétel teljesülésének ellenőrzése könnyen elvégezhető, mert a kezdeti vizsgálatot — beleértve a próbatest készítést is — a gyártó vagy megbízottja végzi, tehát szilárdság vizsgálatkor a friss betonra vonatkozó vizsgálati eredmények is rendelkezésre állnak. A mintaképzés további feltétele, hogy a mintát alkotó próbatestek nyomószilárdságának terjedelme nem lehet nagyobb átlaguk 15 %-ánál.

1. táblázat: A mintavétel legkisebb gyakorisága a megfelelésértékeléshez nyomószilárdság és testsűrűség esetére, kezdeti gyártás során az MSZ EN 4798-1:2004 szabvány 13. és NAD 8.2. táblázata alapján

Gyártás	A mintavétel legkisebb gyakorisága		
	A gyártás első 50 m ³ -ére	Az első 50 m ³ gyártását követően ^{a)}	
		beton, gyártásellenőrzési tanúsítással	beton, gyártásellenőrzési tanúsítás nélkül
Ha a beton nyomószilárdsági osztálya ≤ C50/60 (közönséges beton) ^{b) c)}			
Kezdeti gyártás, amíg nincs legalább 35 egymás utáni, kihagyás nélküli vizsgálati eredmény	3 minta = legalább 3·3 = legalább 9 próbatest	1 minta/200 m ³ vagy 2 minta/termelési hét	1 minta/150 m ³ vagy 1 minta/termelési nap
Ha a beton nyomószilárdsági osztálya ≥ C55/67 (nagy szilárdságú beton) ^{b) c)}			
Kezdeti gyártás, amíg nincs legalább 35 egymás utáni, kihagyás nélküli vizsgálati eredmény	3 minta = legalább 3·3 = legalább 9 próbatest	1 minta/100 m ³ vagy 4 minta/termelési hét	1 minta/75 m ³ vagy 1 minta/termelési nap
^{a)} A mintákat a termelés során folyamatosan kell venni, és nem gyakrabban, mint 1 minta minden 25 m ³ -ből. ^{b)} Az MSZ 4798-1:2004 szabvány a kezdeti vizsgálatához — a vizsgálati eredmény kielégítő megbízhatósága érdekében — mintánként legalább 3 darab, azaz összesen 3·3=9 darab próbatest készítését ajánlja. ^{c)} A mintát alkotó próbatestek (legalább 3 darab) egyedi nyomószilárdság vizsgálati eredményének átlaga egy vizsgálati eredmény (a minta nyomószilárdság vizsgálati eredménye), amelyre a megfelelési feltételnek teljesülnie kell.			

A kezdeti gyártás eredménye a három hónapnál hosszabb, de legfeljebb 12 hónapot kitevő időszak alatt végzett, legalább 35 egymás után következő mintavétel (legalább 35·3 = 105 próbatest, ahogy az MSZ 4798-1:2004 szabvány ajánlja) elérése után értékelhető. Meg kell adni a — mintánkénti legalább 3·3 próbatest vizsgálati eredményéből átlag számítással képzett — legalább 35 vizsgálati eredményt és a legalább 35 vizsgálati eredmény átlagát, valamint a következő képlettel ki kell számítani a legalább 35 vizsgálati eredmény szórását (σ), amely az elméleti szórás jó közelítését adja:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (f_{ci} - f_{cm,test})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n f_{ci}^2 - n \cdot f_{cm,test}^2}{n-1}} \quad \text{ahol } n \geq 35.$$

Tehát nem a 105 mérési eredmény átlagát és szórását, hanem a legalább 35 vizsgálati eredmény átlagát és szórását számítjuk ki!

A továbbiakban figyelembe kell venni, hogy a σ szórás számításba vehető legkisebb értéke (σ_{\min}):

- közönséges beton esetén (ha a beton nyomószilárdsági osztálya \leq C50/60):
 3 N/mm^2 ,
- nagyszilárdságú beton esetén (ha a beton nyomószilárdsági osztálya \geq C55/67):
 5 N/mm^2 .

A beton a tervezett nyomószilárdsági osztálynak a kezdeti gyártás során megfelel, ha a következő megfelelőségi feltételek egyidejűleg teljesülnek:

1. feltétel az MSZ 4798-1:2004 szabvány 14. táblázata szerint:

$$\begin{aligned} \leq \text{C50/60 osztályú (közönséges) beton esetén:} & f_{cm, test} \geq f_{cm} = f_{ck} + 4 \\ \geq \text{C55/67 osztályú (nagyszilárdságú) beton esetén:} & f_{cm, test} \geq f_{cm} = f_{ck} + 5 \end{aligned}$$

MEGJEGYZÉS az MSZ 4798-1:2004 szabvány A melléklete szerint: A kezdeti vizsgálatok az előírt iparági betonra (MSZ 4798-1:2004 szabvány 3.1.75. szakasza) akkor fogadhatók el, ha

$$f_{cm, test} \geq f_{ck} + 12$$

2. feltétel az MSZ 4798-1:2004 szabvány 14. táblázata szerint:

$$\begin{aligned} \leq \text{C50/60 osztályú (közönséges) beton esetén:} & f_{ci} \geq f_{ck} - 4 \\ \geq \text{C55/67 osztályú (nagyszilárdságú) beton esetén:} & f_{ci} \geq f_{ck} - 5 \end{aligned}$$

Az MSZ EN 1992-1-1:2005 és az MSZ EN 206-1:2002 szabványok a beton nyomószilárdságának megfelelőségét a 150 mm átmérőjű, 300 mm magas, végig víz alatt tárolt próbahengerek nyomószilárdsága alapján ítélik meg, következésképpen a megfelelőségi feltételek is ezekre a szabványos próbahengerekre vonatkoznak. Ezért a 150 mm élhosszúságú, vegyesen (vagy végig víz alatt) tárolt próbakockákon mért nyomószilárdsági eredmények értékelése során akkor járunk el helyesen, ha az egyes mérési eredményeket a 150 mm átmérőjű, 300 mm magas, végig víz alatt tárolt próbahenger nyomószilárdságára átszámítjuk, és ezeket az átszámított nyomószilárdságokat értékeljük a megfelelőségi feltételek figyelembevételével.

Az MSZ 4798-1:2004 szabvány 5.5.1.2. szakasza és N2. fejezete értelmében a 150 mm élhosszúságú, vegyesen tárolt próbakocka és a 150 mm átmérőjű, 300 mm magas, végig víz alatt tárolt próbahenger nyomószilárdságának hányadosa C50/60 nyomószilárdsági osztályig bezárólag $f_{c, cube, H} / f_{c, cyl} = 0,97 / (0,76 \cdot 0,92) \sim 1,387$. (A C55/67 – C100/115 nyomószilárdsági osztályok között e hányados értéke: $f_{c, cube, H} / f_{c, cyl} = 1,198 / 0,95 \sim 1,261$.) Értelemszerűen alkalmazva az MSZ 4798-1:2004 szabvány NAD 3.2. megjegyzése szerinti átszámítást, a 150 mm élhosszúságú, vegyesen tárolt próbakockán mért nyomószilárdságot ezzel a tényezővel elosztva jutunk a 150 mm átmérőjű, 300 mm magas, végig víz alatt tárolt próbahenger nyomószilárdságára, mint a bemutatott számpéldákban látható.

A kezdeti gyártás megfelelőség igazolásának további feltétele, hogy a szilárdságvizsgálatra készített, bedolgozott *friss beton* próbatestek *egyedi testsűrűségéből számított mintaátlagoknak* legfeljebb 2 %-kal szabad kisebbnek lennie, mint a tervezett friss beton testsűrűség, mert csak ebben az esetben teljesül a friss beton megengedett levegőtartalmára és megkövetelt cementtartalmára vonatkozó követelmény. E feltételnek meg nem felelő friss beton minták a szilárdságvizsgálati minták közé nem kerülhetnek be.

A kezdeti gyártás megfelelőség igazolásának az is feltétele, hogy a *megszilárdult* nyomószilárdság vizsgálati minták testsűrűségének (legalább 3 db próbatest testsűrűségének átlaga) terjedelme ne legyen nagyobb átlaguk 4 %-ánál.

Ha a kezdeti gyártásra vonatkozó feltételek teljesülnek, akkor át lehet térni a folyamatos gyártásra, ha nem teljesülnek, akkor a kezdeti gyártás a fenti feltételek teljesüléséig folytatandó.

A kezdeti gyártás nyomószilárdság vizsgálati eredményeinek értékelésére a *2. táblázat* tartalmaz számpéldát.

2. táblázat: Számpélda a kezdeti gyártás nyomószilárdság vizsgálati eredményeinek szabványos értékelésére, ha a próbakockákat vegyesen tárolták

Minta jele	Próba-kocka $f_{ci,cube,test,H}$	Próba-henger $f_{ci,cyl,test}$	Minta átlaga $f_{cm,cyl,minta}$	Minta terjedelme és rel. terj. %	<u>2. feltétel</u> $f_{cm,cyl,minta} \geq$ $\geq f_{ck,cyl} - 4$
1.	48,7	35,1	35,3	3,7	$35,3 > 21$
	51,5	37,2		$10,5 \% \leq$	
	46,5	33,5		$\leq 15 \%$	
2.	48,0	34,6	35,8	1,8	$35,8 > 21$
	50,5	36,4		$5,0 \% \leq$	
	50,3	36,3		$\leq 15 \%$	
3.	45,4	32,7	33,8	5,0	$33,8 > 21$
	51,0	36,8		$14,8 \% \leq$	
	44,1	31,8		$\leq 15 \%$	
4.	50,6	36,5	34,3	5,0	$34,3 > 21$
	48,3	34,8		$14,6 \% \leq$	
	43,7	31,5		$\leq 15 \%$	
5.	49,3	35,5	33,0	4,9	$33,0 > 21$
	45,7	32,9		$14,8 \% \leq$	
	42,5	30,6		$\leq 15 \%$	
6.	41,8	30,1	31,8	3,1	$31,8 > 21$
	44,3	31,9		$9,7 \% \leq$	
	46,1	33,2		$\leq 15 \%$	
7.	49,4	35,6	34,6	5,0	$34,6 > 21$
	50,8	36,6		$14,5 \% \leq$	
	43,8	31,6		$\leq 15 \%$	
8.	41,6	30,0	32,1	4,3	$32,1 > 21$
	44,3	31,9		$13,4 \% \leq$	
	47,6	34,3		$\leq 15 \%$	
9.	47,9	34,6	36,1	3,4	$36,1 > 21$
	52,7	38,0		$9,4 \% \leq$	
	49,4	35,6		$\leq 15 \%$	
10.	46,5	33,5	36,2	5,3	$36,2 > 21$
	53,8	38,8		$14,6 \% \leq$	
	50,2	36,2		$\leq 15 \%$	
11.	44,1	31,8	34,7	5,0	$34,7 > 21$
	49,3	35,5		$14,4 \% \leq$	
	51,1	36,8		$\leq 15 \%$	
12.	45,4	32,7	32,2	4,7	$32,2 > 21$
	41,0	29,6		$14,6 \% \leq$	
	47,6	34,3		$\leq 15 \%$	

A 2. táblázat folytatódik

A 2. táblázat folytatása

Minta jele	Próba-kocka $f_{ci,cube,test,H}$	Próba-henger $f_{ci,cyl,test}$	Minta átlaga $f_{cm,cyl,minta}$	Minta terjedelme és rel. terj. %	<u>2. feltétel</u> $f_{cm,cyl,minta} \geq$ $\geq f_{ck,cyl} - 4$
13.	44,2 43,2 49,0	31,9 31,2 35,4	32,8	4,2 12,8 % ≤ ≤ 15 %	32,8 > 21
14.	43,5 44,8 49,5	31,4 32,3 35,7	33,1	4,3 13,0 % ≤ ≤ 15 %	33,1 > 21
15.	43,1 44,1 45,4	31,1 31,8 32,7	31,9	1,6 5,0 % ≤ ≤ 15 %	31,9 > 21
16.	50,4 45,0 49,5	36,4 32,5 35,7	34,8	3,9 11,2 % ≤ ≤ 15 %	34,8 > 21
17.	44,6 40,8 47,1	32,2 29,4 34,0	31,8	4,6 14,5 % ≤ ≤ 15 %	31,8 > 21
18.	44,4 41,6 46,9	32,0 30,0 33,8	31,9	3,8 11,9 % ≤ ≤ 15 %	31,9 > 21
19.	46,9 51,1 44,1	33,8 36,8 31,8	34,2	5,0 14,6 % ≤ ≤ 15 %	34,2 > 21
20.	45,6 52,5 52,9	32,9 37,9 38,1	36,3	5,2 14,3 % ≤ ≤ 15 %	36,3 > 21
21.	53,3 46,2 48,8	38,4 33,3 35,2	35,6	5,1 14,3 % ≤ ≤ 15 %	35,6 > 21
22.	45,7 42,9 43,9	32,9 30,9 31,7	31,9	2,0 6,3 % ≤ ≤ 15 %	31,9 > 21
23.	51,4 52,5 45,3	37,1 37,9 32,7	35,9	5,2 14,5 % ≤ ≤ 15 %	35,9 > 21
24.	41,7 44,9 48,0	30,1 32,4 34,6	32,4	4,5 13,9 % ≤ ≤ 15 %	32,4 > 21

A 2. táblázat folytatódik

A 2. táblázat folytatása

Minta jele	Próba-kocka $f_{ci,cube,test,H}$	Próba-henger $f_{ci,cyl,test}$	Minta átlaga $f_{cm,cyl,minta}$	Minta terjedelme és rel. terj. %	<u>2. feltétel</u> $f_{cm,cyl,minta} \geq$ $\geq f_{ck,cyl} - 4$
25.	49,9	36,0	35,7	2,5	$35,7 > 21$
	51,0	36,8		$7,0 \% \leq$	
	47,5	34,3		$\leq 15 \%$	
26.	48,3	34,8	32,0	4,4	$32,0 > 21$
	42,1	30,4		$13,8 \% \leq$	
	42,6	30,7		$\leq 15 \%$	
27.	45,4	32,7	34,5	4,3	$34,5 > 21$
	51,3	37,0		$12,5 \% \leq$	
	46,7	33,7		$\leq 15 \%$	
28.	48,2	34,7	33,4	4,6	$33,4 > 21$
	48,7	35,1		$13,8 \% \leq$	
	42,3	30,5		$\leq 15 \%$	
29.	52,9	38,1	37,4	3,7	$37,4 > 21$
	54,0	38,9		$9,9 \% \leq$	
	48,8	35,2		$\leq 15 \%$	
30.	43,6	31,5	33,3	4,8	$33,3 > 21$
	44,5	32,1		$14,4 \% \leq$	
	50,3	36,3		$\leq 15 \%$	
31.	48,9	35,2	32,5	4,3	$32,5 > 21$
	43,3	31,2		$13,2 \% \leq$	
	42,8	30,9		$\leq 15 \%$	
32.	44,0	31,7	32,0	3,8	$32,0 > 21$
	41,9	30,2		$11,9 \% \leq$	
	47,2	34,0		$\leq 15 \%$	
33.	39,8	28,7	29,9	2,1	$29,9 > 21$
	42,7	30,8		$7,0 \% \leq$	
	41,8	30,1		$\leq 15 \%$	
34.	48,5	35,0	32,9	4,4	$32,9 > 21$
	42,4	30,6		$13,4 \% \leq$	
	46,2	33,3		$\leq 15 \%$	
35.	47,6	34,3	32,1	4,7	$32,1 > 21$
	41,0	29,6		$14,6 \% \leq$	
	44,8	32,3		$\leq 15 \%$	
Átlag:	$f_{cm,cyl,test} =$		33,7	<u>1. feltétel</u>	
Szórás:	$\sigma_{35} =$		1,77	$f_{ck,cyl,test} = f_{cm,cyl,test} - 4 \geq f_{ck,cyl}$	
	$\sigma_{min} =$		3,0	$33,7 - 4 = 29,7 > 25$	
Nyomószilárdsági osztály: C25/30				Mértékegység: N/mm^2	

Az MSZ EN 206-1:2002 és az MSZ 4798-1:2004 szabvány által el nem döntött kérdés, hogy a kezdeti gyártás feltételei csak a folyamatos gyártás illetve vizsgálat során (amikor már van legalább 35 vizsgálati eredmény) számításba vehető szórás meghatározására vonatkoznak, vagy a kezdeti gyártás folyamán (amikor még nincs legalább 35 vizsgálati eredmény) készített betonok megfelelőségét is a kezdeti gyártás feltételei mellett kell megítélni. Ha ez utóbbit tesszük, akkor a kezdeti gyártás alatt kiadott beton megfelelőségének elfogadása tekintetében elnézőbbek vagyunk, mint a folyamatosan gyártott beton tekintetében, mert az átlagos szilárdság és a jellemző érték különbségeként *mindig* 4 N/mm^2 értékkel számolunk (ez *legfeljebb* $4/1,48 = 2,7 \text{ N/mm}^2$ szórásnak felel meg), míg ez a különbség a folyamatos gyártás során *legalább* $1,48 \cdot 3 = 4,44 \text{ N/mm}^2$. A nagyobb szórással teljesítő gyártót ez arra ösztönzi, hogy minél tovább a kezdeti gyártás fázisában maradjon.

Idézzük az MSZ 4798-1:2004 szabvány 8.2.1.3. szakaszát a folyamatos gyártással kapcsolatban: „Ha a gyártó nem tudja a kezdeti gyártásra vonatkozó szórásának értékét bizonyítani, akkor $\sigma \geq 6 \text{ N/mm}^2$ értékkel kell számolni.” (Szemben a fenti $2,7 \text{ N/mm}^2$ értékkel.) Márpedig a kezdeti gyártásra vonatkozó szórás értéke csak a kezdeti gyártás befejeztével (amikor már van legalább 35 vizsgálati eredmény) bizonyítható, előbb (amikor még nincs legalább 35 vizsgálati eredmény) nem. Fentiek alapján ebben az esetben az átlagos szilárdság és a jellemző érték különbségeként próbahengerek esetén legalább $1,48 \cdot 6 = 9 \text{ N/mm}^2$ érték alkalmazása javasolható. Így a kezdeti gyártás időszakában végzett értékelések során a fenti 1. feltételt próbahengerekre vonatkozólag a $\leq \text{C50/60}$ osztályú beton esetén $f_{cm,cyl,test} \geq f_{cm,cyl} = f_{ck,cyl} + 9$, a $\geq \text{C55/67}$ osztályú beton esetén $f_{cm,cyl,test} \geq f_{cm,cyl} = f_{ck,cyl} + 11$ alakban javasoljuk használni, a 2. feltétel pedig általában nem mértékadó.

A kezdeti gyártás időszakában (amikor még nincs legalább 35 vizsgálati eredmény) előállított betonok megfelelőségének igazolására javasolt $f_{cm,cyl,test} \geq f_{cm,cyl} = f_{ck,cyl} + 9$ feltétel (1. feltétel a $\leq \text{C50/60}$ nyomószilárdsági osztályú betonokra) alkalmazása mellett, a 3. táblázatban mutatunk be számpéldát.

3. táblázat: Számpélda a kezdeti gyártás időszakában (amikor még nincs legalább 35 vizsgálati eredmény) készített betonok nyomószilárdsági vizsgálati eredményeinek értékelésére, a javasolt $f_{cm,cyl,test} \geq f_{cm,cyl} = f_{ck,cyl} + 9$ feltétel mellett, ha a próbakockákat vegyesen tárolták

Minta jele	Próba-kocka $f_{ci,cube,test,H}$	Próba-henger $f_{ci,cyl,test}$	Minta átlaga $f_{cm,cyl,minta}$	Minta terjedelme és rel. terj. %	<u>2. feltétel</u> $f_{cm,cyl,minta} \geq f_{ck,cyl} - 4$
1.	48,7	35,1	35,3	3,7	35,3 > 21
	51,5	37,2		10,5 % ≤	
	46,5	33,5		≤ 15 %	
2.	48,0	34,6	35,8	1,8	35,8 > 21
	50,5	36,4		5,0 % ≤	
	50,3	36,3		≤ 15 %	
3.	45,4	32,7	33,8	5,0	33,8 > 21
	51,0	36,8		14,8 % ≤	
	44,1	31,8		≤ 15 %	
Átlag:		$f_{cm,cyl,test} =$ 35,0		<u>1. feltétel</u> $f_{ck,cyl,test} = f_{cm,cyl,test} - 9 \geq f_{ck,cyl}$ 35 - 9 = 26 > 25	
Nyomószilárdsági osztály: C25/30				Mértékegység: N/mm ²	

Más lehetőség is kínálkozik a kezdeti gyártás időszakában a betonok megfelelőségének szabványos igazolására akkor, amikor még nincs legalább 35 vizsgálati eredmény. Ki kell számítani a minták (vizsgálati eredmények) nyomószilárdsági értékeinek átlagát ($f_{cm,cyl,test}$) és szórását (s), ezt a tapasztalati szórást össze kell hasonlítani az $s_{min} = 3$ N/mm² megengedett legkisebb számításba vehető értékkel. Az így kapott mértékadó szórást ($s_{mértékadó}$) megszorozva a *Taerwe*-féle λ_n alulmaradási tényezővel (*Taerwe*, 1986), ki kell számítani a beton nyomószilárdságának tapasztalati jellemző értékét:

$$f_{ck,cyl,test} = f_{cm,cyl,test} - \lambda_n \cdot s_{mértékadó}$$

A beton nyomószilárdsági osztályát az $f_{ck,cyl,test} \geq f_{ck,cyl}$ feltételből lehet meghatározni.

A *Taerwe*-féle λ_n alulmaradási tényező a minták számának (n) függvénye, értéke a 4. táblázatban található.

4. táblázat: A *Taerwe*-féle λ_n alulmaradási tényező értéke a mintaszám függvényében
(*Taerwe*, 1986)

Mintaszám n	<i>Taerwe</i> -féle alulmaradási tényező λ_n
3	2,67
4	2,20
5	1,99
6	1,87
7	1,77
8	1,72
9	1,67

Mintaszám n	<i>Taerwe</i> -féle alulmaradási tényező λ_n
10	1,62
11	1,58
12	1,55
13	1,52
14	1,50
15	1,48

Az 5. táblázatban számpéldát mutatunk be a *Taerwe*-féle λ_n alulmaradási tényező alkalmazására a nyomószilárdság vizsgálati eredmények értékelésének arra az esetére, amikor a kezdeti gyártás időszakában még nincs legalább 35 vizsgálati eredmény.

5. táblázat: Számpélda a kezdeti gyártás időszakában (amikor még nincs legalább 35 vizsgálati eredmény) készített betonok nyomószilárdsági vizsgálati eredményeinek értékelésére a *Taerwe*-féle λ_n alulmaradási tényező alkalmazásával, ha a próbakockákat vegyesen tárolták

Minta jele	Próba- kocka $f_{ci,cube,test,H}$	Próba- henger $f_{ci,cyl,test}$	Minta átlaga $f_{cm,cyl,minta}$	Minta terjedelme és rel. terj. %	<u>2. feltétel</u> $f_{cm,cyl,minta} \geq$ $\geq f_{ck,cyl} - 4$
1.	48,7 51,5 46,5	35,1 37,2 33,5	35,3	3,7 10,5 % ≤ ≤ 15 %	35,3 > 21
2.	48,0 50,5 50,3	34,6 36,4 36,3	35,8	1,8 5,0 % ≤ ≤ 15 %	35,8 > 21
3.	45,4 51,0 44,1	32,7 36,8 31,8	33,8	5,0 14,8 % ≤ ≤ 15 %	33,8 > 21
4.	50,6 48,3 43,7	36,5 34,8 31,5	34,3	5,0 14,6 % ≤ ≤ 15 %	34,3 > 21
5.	49,3 45,7 42,5	35,5 32,9 30,6	33,0	4,9 14,8 % ≤ ≤ 15 %	33 > 21
6.	41,8 44,3 46,1	30,1 31,9 33,2	31,8	3,1 9,7 % ≤ ≤ 15 %	31,8 > 21
Átlag:		$f_{cm,cyl,test} =$	34,0		
		$s =$	1,46		
Szórás:		$s_{min} = s_{mértékadó} =$	3,0		
Elfogadási tényező:		$\lambda_{n=6} =$	1,87		
<u>1. feltétel</u>					
$f_{ck,cyl,test} = f_{cm,cyl,test} - \lambda_n \cdot s_{mértékadó} \geq f_{ck,cyl}$					
$28,4 = 34,0 - 1,87 \cdot 3,0 \geq 25$					
Nyomószilárdsági osztály: C25/30				Mértékegység: N/mm ²	

Az $f_{ci,cube,test,H}$ jel alsó indexében a *H* betű arra utal, hogy a jelet a vegyesen tárolt, 150 mm élhosszúságú próbakockák nyomószilárdságának jelölésére az MSZ 4798-1:2004 szabvány vezette be, mert a próbatestek vegyes tárolását az MSZ EN 206-1:2002 európai szabvány nem ismeri.

3. A FOLYAMATOS GYÁRTÁS ÉS VIZSGÁLAT

A folyamatos gyártás akkor kezdődik, amikor már legalább 35 egymás utáni, kihagyás nélküli, azonos feltételekkel készített betonra vonatkozó vizsgálati eredményünk van, három hónapnál hosszabb, de legfeljebb 12 hónap idő alatt, amelyet az új betonszabványok kezdeti gyártásnak neveznek. A kezdeti gyártásból kell meghatározni a szórást (σ), amely az elméleti

szórás jó közelítését adja, és amely bizonyos feltételek mellett a folyamatos gyártás vizsgálati eredményeinek értékelésénél figyelembe veendő.

A gyártó a folyamatos gyártás közben is alkalmazhatja a kezdeti gyártásra vonatkozó mintavételi és vizsgálati tervet, illetve a feltételeket.

A folyamatos gyártás eredménye legalább 15 egymás után következő, legfeljebb 12 hónap alatt végzett mintavétel, illetve vizsgálat után értékelhető. A mintákat a termelés során folyamatosan kell venni a 6. táblázat szerinti, de nem gyakrabban, mint 1 minta minden 25 m³-ből. Folyamatos gyártás során egy minta egy próbatestből áll(hat).

A folyamatos gyártás kezdetén, amíg még 15 minta nem áll rendelkezésre, a minták számát a kezdeti gyártás végén vett mintákkal kell kiegészíteni.

6. táblázat: A mintavétel legkisebb gyakorisága a megfelelőség értékeléséhez nyomószilárdság és testsűrűség esetére, folyamatos gyártás során az MSZ EN 4798-1:2004 szabvány 13. és NAD 8.2. táblázata alapján

Gyártás	A mintavételek száma	A mintavétel legkisebb gyakorisága ^{a)}	
		beton, gyártásellenőrzési tanúsítással	beton, gyártásellenőrzési tanúsítás nélkül
Ha a beton nyomószilárdsági osztálya $\leq 50/60$ (közönséges beton)			
Folyamatos gyártás ^{b)} , amikor már legalább 35 egymás utáni, kihagyás nélküli vizsgálati eredmény van	Legalább 15 minta = legalább 15 próbatest	1 minta/400 m ³ vagy 1 minta/termelési hét	1 minta/150 m ³ vagy 1 minta/termelési nap
Ha a beton nyomószilárdsági osztálya $\geq 55/67$ (nagy szilárdságú beton)			
Folyamatos gyártás ^{b)} , amikor már legalább 35 egymás utáni, kihagyás nélküli vizsgálati eredmény van	Legalább 15 minta = legalább 15 próbatest	1 minta/200 m ³ vagy 2 minta/termelési hét	1 minta/75 m ³ vagy 1 minta/termelési nap
^{a)} A mintákat a termelés során folyamatosan kell venni, és nem gyakrabban, mint 1 minta minden 25 m ³ -ből. ^{b)} Amikor az utolsó legalább $n = 15$ vizsgálati eredményből számított szórás (s_n) a kezdeti gyártás 35 vizsgálati eredményéből számított szórás (σ) 1,37-szorosánál nagyobb ($s_n > 1,37 \cdot \sigma$), akkor a mintavételek és vizsgálatok számát újból meg kell növelni legalább 35-re, ahogyan az a kezdeti gyártásnál van előírva.			

A folyamatos gyártás eredményének értékeléséhez meg kell adni a legalább 15 vizsgálati eredményt, a legalább 15 vizsgálati eredmény átlagát, valamint a következő képlettel ki kell számítani a legalább 15 vizsgálati eredmény tapasztalati szórását:

$$s_n = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (f_{ci} - f_{cm, test})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n f_{ci}^2 - n \cdot f_{cm, test}^2}{n-1}} \quad \text{ahol } n \geq 15.$$

A beton a tervezett nyomószilárdsági osztálynak a folyamatos gyártás során megfelel, ha a következő megfelelőségi feltételek egyidejűleg teljesülnek:

1. feltétel az MSZ 4798-1:2004 szabvány 14. táblázata szerint:

valamennyi nyomószilárdsági osztály esetén: $f_{cm, test} \geq f_{cm} = f_{ck} + 1,48 \cdot \sigma$
ahol σ a kezdeti gyártásból legalább 35 minta vizsgálata alapján meghatározott szórás, amely az elméleti szórás jó közelítése. Az 1,48 értékű szorzó az alulmaradási tényező (4. táblázat).

A figyelembe veendő σ szórás legkisebb értéke végig víz alatt tárolt próbahengerek esetén:

- közönséges beton esetén (ha a beton nyomószilárdsági osztálya $\leq C50/60$):
3 N/mm²,
- nagyszilárdságú beton esetén (ha a beton nyomószilárdsági osztálya $\geq C55/67$):
5 N/mm²,
- továbbá valamennyi beton esetére: $0,63 \cdot \sigma \leq s_n \leq 1,37 \cdot \sigma$

azaz a folyamatos gyártásból legalább 15 minta vizsgálata alapján meghatározott s_n tapasztalati szórás a kezdeti gyártásból legalább 35 minta vizsgálata alapján meghatározott σ elméleti szórás 0,63-szorosánál kisebb és 1,37-szorosánál nagyobb nem lehet.

Ha a szórásra vonatkozó fenti feltétel teljesül, akkor a kezdeti gyártás időszakából meghatározott σ szórás alkalmazható a folyamatos gyártás időszakában a megfelelőség ellenőrzésére. Ha nem teljesül, akkor a rendelkezésre álló utolsó legalább 35 minta (folyamatos gyártásról lévén szó, legalább 35 próbatest) vizsgálata alapján új σ szórás értéket kell meghatározni.

Ha a gyártó nem tudja a kezdeti gyártásra vonatkozó szórásának értékét bizonyítani, akkor $\sigma \geq 6$ N/mm² értékkel kell számolni (MSZ 4798-1:2004 szabvány 8.2.1.3. szakasz).

2. feltétel az MSZ 4798-1:2004 szabvány 14. táblázata szerint:

- $\leq C50/60$ osztályú (közönséges) beton esetén: $f_{ci} \geq f_{ck} - 4$
- $\geq C55/67$ osztályú (nagyszilárdságú) beton esetén: $f_{ci} \geq 0,9 \cdot f_{ck}$

A folyamatos gyártás megfelelőség igazolásának további feltétele, hogy a *bedolgozott friss beton próbatestek egyedi testsűrűségének* legfeljebb 2 %-kal szabad kisebbnek lennie, mint a tervezett friss beton testsűrűség, mert csak ebben az esetben teljesül a friss beton megengedett levegőtartalmára és megkövetelt cementtartalmára vonatkozó követelmény. E feltételnek meg nem felelő friss beton próbatestek a vizsgálati próbatestek közé nem szabad, hogy bekerüljenek.

A folyamatos gyártás megfelelőség igazolásának az is feltétele, hogy a *megszilárdult nyomószilárdság vizsgálati próbatestek testsűrűségének terjedelme* ne legyen nagyobb átlaguk 4 %-ánál.

A folyamatos gyártás nyomószilárdság vizsgálati eredményeinek értékelésére a 7. táblázat tartalmaz számpéldát.

7. táblázat: Számpélda a folyamatos gyártás nyomószilárdság vizsgálati eredményeinek szabványos értékelésére, ha a próbakockákat vegyesen tárolták

Minta jele (1 minta = 1 próbatest)	Próba- kocka $f_{ci,cube,test,H}$	Próba- henger $f_{ci,cyl,test}$	2. feltétel $f_{ci,cyl,test} \geq f_{ck,cyl} - 4$
1.	47,1	34,0	34,0 > 21,0
2.	45,4	32,7	32,7 > 21,0
3.	44,3	31,9	31,9 > 21,0
4.	47,9	34,5	34,5 > 21,0
5.	49,3	35,5	35,5 > 21,0
6.	44,8	32,3	32,3 > 21,0
7.	45,0	32,4	32,4 > 21,0
8.	46,9	33,8	33,8 > 21,0
9.	48,8	35,2	35,2 > 21,0
10.	44,9	32,4	32,4 > 21,0
11.	46,7	33,7	33,7 > 21,0
12.	44,5	32,1	32,1 > 21,0
13.	44,0	31,7	31,7 > 21,0
14.	46,2	33,3	33,3 > 21,0
15.	44,8	32,3	32,3 > 21,0
$f_{cm,cyl,test} =$		33,2	átlag
$s_{15} =$		1,21	szórás
$s_{min} =$		3,0	szórás legalább
$\sigma_{35} =$		1,77 → 3,0	= σ_{min} kezdeti gyártásból
$0,63 \cdot \sigma_{min} = 1,89 < s_{min} = 3,0 < 4,11 = 1,37 \cdot \sigma_{min}$			
$f_{ck,cyl,test} = f_{cm,cyl,test} - 1,48 \cdot \sigma_{min} = 33,2 - 4,4 =$		28,8	
1. feltétel			
$f_{ck,cyl,test} =$		28,8 > 25 = $f_{ck,cyl}$	
$f_{cm,cyl,test} =$		33,2 > 29,4 = $f_{cm,cyl} = f_{ck,cyl} + 1,48 \cdot \sigma_{min}$	
Nyomószilárdsági osztály: C25/30		Mértékegység: N/mm ²	

4. A NYOMÓSZILÁRDSÁG AZONOSÍTÓ VIZSGÁLATA

A beton nyomószilárdság azonosító vizsgálatát — az MSZ 4798-1:2004 szabvány B melléklete szerint — akkor kell végezni, ha meg akarunk győződni arról, hogy

- a kérdéses friss beton ugyanahhoz az alapsokasághoz tartozik-e, amelyre a gyártó a jellemző szilárdság megfelelését igazolta;
- a kérdéses friss beton a gyártó által szavatolt szilárdsági jelnek és esetleg egyéb szavatolt tulajdonságnak megfelel-e, ha a megfelelés igazolása érdekében a gyártó nem végzett vizsgálatokat;
- a szerkezetbe már bedolgozott szilárd beton a gyártó által szavatolt szilárdsági jelnek megfelel-e.

Értelmezésünk szerint azonosító vizsgálatot végez a független laboratórium, ha nem a kezdeti vagy a folyamatos gyártás megfelelésének vizsgálatával bízták meg (azt a gyártó vagy más

laboratórium végezte), hanem — akár a gyártó, akár a megrendelő (építető, felhasználó, előíró) megbízásából — csak annak megállapítása a feladata, hogy a szóban forgó beton a gyártó által megadott nyomószilárdsági osztálynak és szórásnak megfelel-e. Ugyanilyen azonosító vizsgálatot végezhet a megrendelő, illetve a kivitelező is saját laboratóriumában. Az azonosító vizsgálat feltételeiben célszerű a gyártóval megegyezni, és a vizsgálatot a gyártó bevonásával végezni. Kezdeti és folyamatos vizsgálatot csak a gyártó vagy megbízottja végezhet, amelynek eredménye alapján a gyártó — ha szükséges, tanúsító szervezet bevonásával — megfelelőségi nyilatkozatot tesz. A megfelelőségi nyilatkozat megbízhatóságát a beton megrendelője (vevő = kivitelező, előregyártó) vagy megbízottja azonosító vizsgálatokkal ellenőrzi.

A vizsgálathoz kivett minták „*n*” számát és a mintavétel helyét az érdekelt felek (előíró, gyártó, felhasználó) írásban (jegyzőkönyvben) rögzített megegyezése alapján kell meghatározni.

Az azonosító vizsgálat általában a nyomószilárdság és azzal együtt testsűrűség vizsgálatára terjed ki, a kezdeti és folyamatos vizsgálat testsűrűsége vonatkozó feltételeit az azonossági vizsgálat esetén is alkalmazni kell.

Az azonosító vizsgálat megfelelőségének egyik feltétele, hogy a *bedolgozott friss beton próbatestek egyedi testsűrűségének* legfeljebb 2 %-kal szabad kisebbnek lennie, mint a tervezett friss beton testsűrűség, mert csak ebben az esetben teljesül a friss beton megengedett levegőtartalmára és megkövetelt cementtartalmára vonatkozó követelmény. E feltételnek meg nem felelő friss beton próbatestek a vizsgálati próbatestek közé nem szabad, hogy bekerüljenek. Ha adott keverék esetén az alkalmazott tömörítéssel e feltétel nem teljesíthető, akkor – feltételezve a friss próbatestek és a szerkezetbe bedolgozott friss beton közelítőleg azonos tömörségét – a betonösszetételt át kell tervezni. Erre az ellentmondásra azonban már a gondosan végzett gyári próbakeverés, ill. a kezdeti és folyamatos gyártás során fény kell, hogy derüljön. A bedolgozott friss beton próbatestek egyedi testsűrűség mérési eredményeit – a betonösszetétellel együtt – mindig fel kell jegyezni a próbatesteket kísérő mintavételi és vizsgálati jegyzőkönyvbe, hogy abból a fenti feltétel teljesülése későbbi időpontban – pl. a nyomószilárdság vizsgálat során – is ellenőrizhető legyen.

Az azonosító vizsgálat megfelelőségének az is feltétele, hogy a *megszilárdult nyomószilárdság vizsgálati próbatestek testsűrűségének terjedelme* ne legyen nagyobb átlaguk 4 %-ánál.

4.1. Azonosító vizsgálat gyártásközi ellenőrzés tanúsításával készített beton esetén

Mit ért az MSZ 4798-1:2004 szabvány a gyártásközi ellenőrzés tanúsítása alatt?

A gyártónak gyártásközi ellenőrzési rendszert kell kialakítania. A gyártásközi ellenőrzési rendszert rendszeresen felül kell vizsgálni, és ezt vagy a gyártó vagy a rendszer megfelelő működését igazoló külső jóváhagyó szervezet végezheti el. Ezekkel igazolható a gyártó által kiadott megfelelőségi nyilatkozat megbízhatósága (MSZ 4798-1:2004 szabvány 9.2. szakasza). A tanúsítás ennél több: jóváhagyott tanúsító szervezet tanúsíthatja a felülvizsgált gyártásközi ellenőrzési rendszer megfelelőségét és megfelelő működését (MSZ 4798-1:2004 szabvány 10.2. szakasza és C. melléklete).

A vizsgált, gyártásközi ellenőrzés tanúsításával készített betont azonos alapsokaságból valónak ítéljük a gyártó által igazolt vagy szavatolt megfelelőségű betonnal, ha a 8. táblázat mindkét feltétele teljesül a meghatározott (jegyzőkönyvben rögzített) térfogatú betonból vett mintákon végzett szilárdságvizsgálatból származó „*n*” eredmény alapján.

8. táblázat: A nyomószilárdság azonosítási feltételei gyártásközi ellenőrzés tanúsításával készített beton esetén (az MSZ 4798-1:2004 szabvány B1. táblázata alapján)

„n” ^{a)} számú nyomószilárdság vizsgálati eredmény adott térfogatú betonból	1. feltétel	2. feltétel
	Az „n” ^{a)} eredmény átlaga ($f_{cm, test}$) N/mm ²	Bármely egyedi vizsgálati eredmény (f_{ci}) N/mm ²
1	nem alkalmazható	$f_{ci} \geq f_{ck} - 4$
2 - 4	$f_{cm, test} \geq f_{ck} + 1$	$f_{ci} \geq f_{ck} - 4$
5 - 6	$f_{cm, test} \geq f_{ck} + 2$	$f_{ci} \geq f_{ck} - 4$
7 - 8	$f_{cm, test} \geq f_{ck} + 3$	$f_{ci} \geq f_{ck} - 4$

MEGJEGYZÉS: ^{a)} „n” a nem átfedő, külön álló minták darabszáma. A próbatestek darabszáma mintánként lehetőleg legalább 3 db legyen, de lehet 1 db is. Ez utóbbi esetben célszerű legalább 9 mintát, azaz különböző, de a szóban forgó betonra jellemző mintákból származó legalább 9 db próbatestet vizsgálni (az MSZ 4798-1:2004 szabványtól eltérő értelmezés), és az $f_{cm, test} \geq f_{ck} + 4$ feltételt alkalmazni azért, hogy a vizsgálati eredmény megbízhatósága érje el legalább azt a szintet, amit az átlag szilárdság és a jellemző érték közötti 4 N/mm² különbség biztosít.

A gyártásközi ellenőrzés tanúsításával készített beton nyomószilárdsága azonosító vizsgálati eredményeinek értékelésére a 9. táblázat tartalmaz szampéldát.

9. táblázat: Szampélda a gyártásközi ellenőrzés tanúsításával készített beton nyomószilárdsága azonosító vizsgálati eredményeinek szabványos értékelésére, ha a próbakockákat vegyesen tárolták

Minta jele (1 minta = 1 próbatest)	Próba- kocka $f_{ci, cube, test, H}$	Próba- henger $f_{ci, cyl, test}$	2. feltétel $f_{ci, cyl, test} \geq f_{ck, cyl} - 4$
1.	48,7	35,1	$35,1 > 21,0$
2.	47,7	34,4	$34,4 > 21,0$
3.	44,5	32,1	$32,1 > 21,0$
4.	46,6	33,6	$33,6 > 21,0$
5.	45,8	33,0	$33,0 > 21,0$
6.	47,6	34,3	$34,3 > 21,0$
7.	43,1	31,1	$31,1 > 21,0$
8.	43,8	31,6	$31,6 > 21,0$
9.	46,2	33,3	$33,3 > 21,0$
$f_{cm, cyl, test} =$		33,2	Átlag
$f_{ck, cyl, test} = f_{cm, cyl, test} - 4 =$		29,2	
1. feltétel			
$f_{ck, cyl, test} = 29,2 > 25,0 = f_{ck, cyl}$			
$f_{cm, cyl, test} = 33,2 > 29,0 = f_{cm, cyl} = f_{ck, cyl} + 4$			
Nyomószilárdsági osztály: C25/30		Mértékegység: N/mm ²	

4.2. Azonosító vizsgálat gyártásközi ellenőrzés tanúsítása nélkül készített beton esetén

A kérdéses tulajdonságú friss betonból legalább 3 mintát kell venni, a próbatestek darabszáma mintánként legalább 3 legyen.

A gyártásközi ellenőrzés tanúsítása nélkül készített olyan betonkeverékeket, amelyekre a gyártó a jellemző szilárdság megfelelőségét igazolta, abban az esetben ítéljük azonos alapsokasághoz tartozónak, ha — úgy tűnik, hogy a kisebb mintaszám ellenére — teljesülnek a kezdeti gyártásra megadott feltételek:

1. feltétel az MSZ 4798-1:2004 szabvány 14. táblázata szerint:

$$\leq C50/60 \text{ osztályú (közönséges) beton esetén: } f_{cm,test} \geq f_{cm} = f_{ck} + 4$$

$$\geq C55/67 \text{ osztályú (nagyszilárdságú) beton esetén: } f_{cm,test} \geq f_{cm} = f_{ck} + 5$$

MEGJEGYZÉS az MSZ 4798-1:2004 szabvány A melléklete szerint: A kezdeti vizsgálatok az előírt iparági betonra (MSZ 4798-1:2004 szabvány 3.1.75. szakasza) akkor fogadhatók el, ha

$$f_{cm} \geq f_{ck} + 12$$

2. feltétel az MSZ 4798-1:2004 szabvány 14. táblázata szerint:

$$\leq C50/60 \text{ osztályú (közönséges) beton esetén: } f_{ci} \geq f_{ck} - 4$$

$$\geq C55/67 \text{ osztályú (nagyszilárdságú) beton esetén: } f_{ci} \geq f_{ck} - 5$$

A gyártásközi ellenőrzés tanúsítása nélkül készített beton nyomószilárdsága azonosító vizsgálati eredményeinek értékelésére a 10. táblázat tartalmaz számpéldát. Ebben a példában három-három mérési eredményből vizsgálati eredményt képeztünk, és az 1. feltétel teljesülését a vizsgálati eredményekre ellenőriztük, hogy a számítás hasonlítson a kezdeti gyártás során alkalmazandó számítási módszerre, amellyel a szabványok a gyártásközi ellenőrzés tanúsítása nélkül készített betonok azonosító vizsgálatát végeztetik (lásd a 2. táblázatot).

10. táblázat: Számpélda a gyártásközi ellenőrzés tanúsítása nélkül készített beton nyomószilárdsága azonosító vizsgálati eredményeinek szabványos értékelésére, ha a próbakockákat vegyesen tárolták

Minta jele	Próbakocka $f_{ci,cube,test,H}$	Próbahenger $f_{ci,cyl,test}$	Minta átlaga $f_{cm,cyl,minta}$	Minta terjedelme és rel. terj. %	1. feltétel		2. feltétel	
					$f_{cm,cyl,minta} - 4 \geq$	$\geq f_{ck,cyl}$	$f_{ci,cyl,test} + 4 \geq$	$\geq f_{ck,cyl}$
1.	48,7	35,1	35,3	3,6	31,3	> 40 C30/37	39,1	> 30
	51,5	37,2		10,2 % ≤			41,2	> 30
	46,5	33,5		≤ 15 %			37,5	> 30
2.	48,0	34,6	35,8	1,8	31,8	> 40 C30/37	38,6	> 30
	50,5	36,4		4,9 % ≤			40,4	> 30
	50,3	36,3		≤ 15 %			40,3	> 30
3.	45,4	32,7	33,8	5,0	29,8	> 40 C30/37	36,7	> 30
	51,0	36,8		14,8 % ≤			40,8	> 30
	44,1	31,8		≤ 15 %			35,8	> 30
Átlag, $f_{cm,cyl,test} =$				1. feltétel				
				$f_{ck,cyl,test} = f_{cm,cyl,test} - 4$		$\geq f_{ck,cyl}$		
				30,9		> 30		
Nyomószilárdsági osztály: C30/37					Mértékegység: N/mm ²			

5. JAVASOLT MEGFELELŐSÉGI FELTÉTELEK AZONOSÍTÓ VIZSGÁLATHOZ STUDENT-ELOSZLÁS ALAPJÁN

A beton átadás-átvételi eljárásának kimenetele, a tétel elfogadása vagy elutasítása az *azonosító vizsgálat* eredményétől függ. Szerkezeteink biztonsága szempontjából is méltányolható, ha ebben az eljárásban az átadó és az átvevő kockázata azonos, más szóval, ha a $p = 5 \%$ alulmaradási hányadú beton elfogadási valószínűsége $A = 50 \%$, és a nyomószilárdság vizsgálat mérési eredményeit ennek az elfogadási feltételnek ($p \cdot A(p) = 2,5 \%$) megfelelően értékeljük. Javaslatunk az új betonszabványokkal nem ellentétes, az azokban foglaltaknál szigorúbb, a beton és vasbeton szerkezetek biztonságát fokozó megfelelési feltételekre vezet, amelyek alkalmazása során a meg nem felelő nyomószilárdságú beton nyomon követésére, megerősítésére stb. nincs szükség. A módszert külön megállapodás alapján lehet, ill. 100 év használati élettartamú beton esetén kell alkalmazni.

Az azonosító vizsgálat esetére javasolt megfelelési feltételek matematikai statisztikai alapja nem idegen sem az új (MSZ EN 206-1:2002 és MSZ 4798-1:2004), sem a régi (MSZ 4719:1982 és MSZ 4720-2:1980) betonszabványoktól, és a következőkben foglalható össze:

- nem teszünk különbséget a gyártásközi ellenőrzés tanúsításával vagy tanúsítása nélkül készült beton azonosító vizsgálata között;
- a beton megfelelését a vizsgált minták nyomószilárdságának átlaga, szórása és a mintaszám alapján határozzuk meg;
- feltételezzük, hogy a vizsgálati eredmények követik a *Gauss* eloszlást;
- a jellemző értéket a *Gauss* eloszlás alapján az 5 %-os alulmaradási szinthez rendeljük oly módon, hogy az átadás-átvételi eljárásban az elfogadási valószínűség a kritikusan megfelelő betonra nézve közelítőleg 50-50 %, az elfogadási feltétel $p \cdot A(p) = 2,5 \%$ legyen, szemben az MSZ EN 206-1:2002 és MSZ 4798-1:2004 szabvány rendelkezésével, amely szerint a folyamatos gyártás során az átadás-visszautasítás valószínűsége kritikusan megfelelő betonnál közelítőleg 70-30 %, és az elfogadási feltétel $p \cdot A(p) = 3,5 \%$ (*Taerwe, L.*, 1986);
- a jellemző értéket több mint 40 minta esetén az $f_{ck} = f_{cm} - 1,645 \cdot \sigma$ összefüggésből, ennél kevesebb minta (n) esetén az $f_{ck} = f_{cm} - t_n \cdot s_n$ összefüggésből határozzuk meg, ahol σ az elméleti szórás, s_n a tapasztalati szórás, t_n a *Student*-tényező (*Stange, K. – Henning, H.-J.*, 1966) értéke az n mintaszám függvényében;
- feltételezzük, hogy a C50/60 nyomószilárdsági osztályig bezárólag a szabványos méretű, vegyesen tárolt közönséges beton próbakocka és a szabványos méretű, végig víz alatt tárolt próbahenger nyomószilárdságának összefüggése ($f_{ci,cube,H} = 1,387 \cdot f_{ci,cyl}$), ami a szórások előírt értékére is fennáll, azaz $\sigma_{cube,H} = 1,387 \cdot \sigma_{cyl}$, illetve $s_{cube,H} = 1,387 \cdot s_{cyl}$, ahol az 1,387 értékű szorzó a $0,97/(0,76 \cdot 0,92)$ hányadosból (MSZ 4798-1:2004 szabvány N2. fejezete) adódik. (A C55/67 – C100/115 nyomószilárdsági osztályok között e hányados értéke: $f_{c,cube,H}/f_{c,cyl} = 1,198/0,95 \sim 1,261$.);
- a minta egy próbatestből is állhat;
- a kidolgozott eljárás értelemszerűen nem csak a vegyesen, hanem a végig víz alatt tárolt szabványos méretű próbakockák és próbahengerek vizsgálata esetén is alkalmazható.

A beton a tervezett nyomószilárdsági osztálynak megfelel, ha a következő megfelelési feltételek egyidejűleg teljesülnek:

1. feltétel:

$$f_{cm,cyl,test} \geq f_{cm,cyl} = f_{ck,cyl} + t_n \cdot s_n$$

ahol s_n értéke nem lehet kisebb, mint a 11. táblázatban szereplő megengedett legkisebb szórás (s_{min});

t_n az 5 %-os alulmaradási hányadhoz és n mintaszámhoz tartozó, $f = n - 1$ szabadságfokú *Student*-tényező, 50 %-os elfogadási valószínűség mellett, amelynek értékeit a 15. táblázat tartalmazza.

2. feltétel:

≤ C50/60 osztályú közönséges beton esetén: $f_{ci,cyl} \geq f_{ck,cyl} - 4$

≥ C55/67 osztályú nagyszilárdságú beton esetén: $f_{ci,cyl} \geq 0,9 \cdot f_{ck,cyl}$

A javasolt azonosító vizsgálat megfelelőség igazolásának további feltétele, hogy a *bedolgozott friss beton próbatestek egyedi testsűrűségének* legfeljebb 1,5 %-kal szabad kisebbnek lennie, mint a tervezett friss beton testsűrűség, mert csak ebben az esetben teljesül a friss beton megengedett levegőtartalmára és megkövetelt cementtartalmára vonatkozó követelmény. (Ez a követelmény az MSZ 4798-1:2004 szabvány laza előírásánál 0,5 %-kal szigorúbb érték, és 15 liter/m³ levegőtartalomnak felel meg.) E feltételnek meg nem felelő friss beton próbatestek a vizsgálati próbatestek közé nem szabad, hogy bekerüljenek. Ha adott keverék esetén az alkalmazott tömörítéssel e feltétel nem teljesíthető, akkor – feltételezve a friss próbatestek és a szerkezetbe bedolgozott friss beton közelítőleg azonos tömörségét – a betonösszetételt át kell tervezni. Erre az ellentmondásra azonban már a gondosan végzett gyári próbakeverés során fény kell, hogy derüljön. A bedolgozott friss beton próbatestek egyedi testsűrűség mérési eredményeit – a betonösszetétellel együtt – mindig fel kell jegyezni a próbatesteket kísérő mintavételi és vizsgálati jegyzőkönyvbe, hogy abból a fenti feltétel teljesülése későbbi időpontban – pl. a nyomószilárdság vizsgálat során – is ellenőrizhető legyen.

A szóban forgó azonosító vizsgálat megfelelőség igazolásának az is feltétele, hogy a *megszilárdult nyomószilárdság vizsgálati próbatestek testsűrűségének terjedelme* ne legyen nagyobb átlaguk 3 %-ánál. (Ez a követelmény az MSZ 4798-1:2004 szabvány laza előírásánál 1 %-kal szigorúbb érték, és 30 liter/m³ levegőtartalomnak felel meg.)

A beépítésre kerülő betont tételenként kell ellenőrizni és minősíteni. A minősítési tételek nagyságát és a próbatestek darabszámát a következő szempontok alapján kell kijelölni:

- egy tételbe csak egy adott szerkezeti elembe (vagy egy időben épülő azonos szerkezeti elemekbe) kerülő, egy azon keverőben, azonos technológiával, azonos összetétellel készült, egy termelési napon folyamatosan bedolgozott beton kerülhet;
- egy tétel minősítéséhez a próbatestek darabszáma a 11. táblázatban szereplő darabszámnál kevesebb nem lehet.

A mintaszámot, a *Student*-tényezőt, a szórás legkisebb értékét a próbakockák nyomószilárdságának javasolt azonosító vizsgálata esetére a 11. táblázat tartalmazza.

11. táblázat: A mintaszám (próbatétel szám), a *Student*-tényező és a szórás legkisebb értéke a nyomószilárdság javasolt azonosító vizsgálata esetén

Betonjellemzők	Tanúsítás nélkül	Tanúsítással			
	Egyedi (nem sorozat) gyártás esetén, minden esetben	Sorozat gyártás esetén			
Nyomószilárdsági osztály		C8/10 – C16/20 LC8/9 – LC16/18	C20/25 – C50/60 LC20/22 – LC50/55	C55/67 – C100/115 LC55/60 – LC80/88	
Beton összetételének tervezése szerint	Tervezett beton, előírt összetételű beton és előírt iparági beton	Tervezett beton és előírt összetételű beton			
Környezeti osztály	XN(H), X0b(H), X0v(H) környezeti osztály	Többi környezeti osztály	Valamennyi környezeti osztály		
Próbatétek darabszáma, legalább, n	3	200 m ³	150 m ³	100 m ³	50 m ³
		beton-térfogatonként legalább 1 db, de tételenként legalább			
		3	6	9	9
Az 5 %-os alulmaradási hányadhoz tartozó t_n <i>Student</i> -tényező, 50 %-os elfogadási valószínűség mellett, az n megkövetelt mintaszám függvényében [Stange, K. et al., 1966], lásd a 15. táblázatot					
t_n , ha a szabadságfok $f = n - 1$, ill. a próbatétek darabszáma n	2,920	2,920	2,015	1,860	1,860
Szórás legkisebb, megengedett értéke, végig víz alatt tárolt, 150 mm átmérőjű és 300 mm magas próbahengerekre vonatkoztatva, s_{min} N/mm ²	6	2	3	3	5
Megjegyzés: A legkisebb megengedett szórás értékek végig víz alatt tárolt, 150 mm átmérőjű és 300 mm magas próbahengerek átlagos nyomószilárdságához, illetve vegyesen tárolt próbahengerek, vagy végig víz alatt vagy vegyesen tárolt 150 mm élhosszúságú próbakockák nyomószilárdságának a végig víz alatt tárolt, 150 mm átmérőjű és 300 mm magas próbahengerek nyomószilárdságára átszámított értéke átlagához tartoznak. Lásd a 12. táblázat számpéldáját is.					

A beton javasolt megfelelőségi feltételek szerinti minősítésére 9 minta (9 próbakocka) azonosító vizsgálati eredménye alapján a 12. táblázatban mutatunk be példát.

12. táblázat: Számpélda a nyomószilárdság vizsgálati eredményeinek értékelésére, a javasolt azonosító vizsgálat szerint, a *Student*-tényező alkalmazásával, ha a próbakockákat vegyesen tárolták

Minta jele (1 minta = 1 próbatest)	Próbakocka (vegyesen tárolt)	Próbahenger (végig víz alatt tárolt)	<u>2. feltétel</u> $f_{ci,cyl,test} \geq f_{ck,cyl} - 4$
	$f_{ci,cube,test,H}$	$f_{ci,cyl,test}$	
	nyomószilárdság		
	mért érték	átszámított érték *	
1.	48,7	35,1	$35,1 > 21,0$
2.	47,7	34,4	$34,4 > 21,0$
3.	44,5	32,1	$32,1 > 21,0$
4.	46,6	33,6	$33,6 > 21,0$
5.	45,8	33,0	$33,0 > 21,0$
6.	47,6	34,3	$34,3 > 21,0$
7.	43,1	31,1	$31,1 > 21,0$
8.	43,8	31,6	$31,6 > 21,0$
9.	46,2	33,3	$33,3 > 21,0$
	$f_{cm,cyl,test} =$	33,2	átlag
	$s_9 =$	1,37	szórás
	$s_{min} =$	3,0	szórás legalább
	$t_9 =$	1,86	<i>Student</i> -tényező
	$f_{ck,cyl,test} = f_{cm,cyl,test} - t_9 \cdot s_{min} = 33,2 - 5,6 =$		27,6
<u>1. feltétel</u>			
	$f_{ck,cyl,test} = 27,6 > 25,0 = f_{ck,cyl}$		
	$f_{cm,cyl,test} = 33,2 > 30,6 = f_{cm,cyl} = f_{ck,cyl} + t_9 \cdot s_{min}$		
Nyomószilárdsági osztály: C25/30		Mértékegység: N/mm ²	
* Megjegyzés: A nyomószilárdság 150 mm átmérőjű, 300 mm magas, végig víz alatt tárolt próbahengerre vonatkoztatott értékét megkapjuk, ha a 150 mm élhosszúságú, vegyesen tárolt próbakockán mért nyomószilárdságot C50/60 nyomószilárdsági osztályig bezárólag a $f_{ci,cube,test,H}/f_{ci,cyl,test} = 0,97/(0,76 \cdot 0,92) \sim 1,387$ értékű hányadossal elosztjuk. (A C55/67 – C100/115 közötti nyomószilárdsági osztályok esetén e hányados értéke: $f_{ci,cube,test,H}/f_{ci,cyl,test} = 1,198/0,95 \sim 1,261$.)			

A 13. táblázat számpéldát tartalmaz, amelyben a 12. táblázat nyomószilárdság vizsgálati eredményeit összehasonlításként a gyártásközi ellenőrzés tanúsításával készített beton nyomószilárdsága (ha a próbakockákat vegyesen tárolták) szabványos azonosító vizsgálata szerint értékeltük (a 9. táblázat mintájára). A 14. táblázatban pedig olyan számpéldát készítettünk, amelyben a 12. táblázat nyomószilárdság vizsgálati eredményeit összehasonlításként a „rég” (MSZ 4719:1982 és MSZ 4720-2:1980) betonszabványok szerint értékeltük.

A 15. táblázatban az egyoldali 5 %-os alulmaradási hányadhoz tartozó t_n *Student*-tényező értékeit adtuk meg, 50 %-os elfogadási valószínűség mellett (Stange, K. – Henning, H.-J., 1966). A 15. táblázatban szereplő t_n *Student*-tényező az $N(0,1)$ eloszlású t -eloszlás — egyoldali 5 %-os alulmaradási hányadához tartozó — $t_{95\%,f}$ valószínűségi változója ($p = 0,05$ értékhez tartozó kvantilise, küszöb értéke). Ezek az értékek bizonyos mértékig eltérnek az MSZ 4720-2:1980 szabvány *Student*-tényezőitől, mert az utóbbiakat közelítő számítással határozták meg (Owen, 1962; Palotás, 1979, 9.93.4. szakasz; Szalai, 1982, 2.8.5. szakasz). Ha $n \rightarrow \infty$, akkor a *Student*-féle t -eloszlás a *Gauss*-féle normális eloszláshoz tart.

13. táblázat: Számpélda a 10. táblázat nyomószilárdság vizsgálati eredményeinek a gyártásközi ellenőrzés tanúsításával készített beton nyomószilárdsága szabványos azonosító vizsgálata szerinti értékelésére, ha a próbakockákat vegyesen tárolták

Minta jele (1 minta = 1 próbatest)	Próba- kocka $f_{ci,cube,test,H}$	Próba- henger $f_{ci,cyl,test}$	2. feltétel $f_{ci,cyl,test} \geq f_{ck,cyl} - 4$
1.	48,7	35,1	$35,1 > 21,0$
2.	47,7	34,4	$34,4 > 21,0$
3.	44,5	32,1	$32,1 > 21,0$
4.	46,6	33,6	$33,6 > 21,0$
5.	45,8	33,0	$33,0 > 21,0$
6.	47,6	34,3	$34,3 > 21,0$
7.	43,1	31,1	$31,1 > 21,0$
8.	43,8	31,6	$31,6 > 21,0$
9.	46,2	33,3	$33,3 > 21,0$
$f_{cm,cyl,test} =$		33,2	átlag
$f_{ck,cyl,test} = f_{cm,cyl,test} - 4 =$		29,2	
1. feltétel			
$f_{ck,cyl,test} = 29,2 > 25,0 = f_{ck,cyl}$			
$f_{cm,cyl,test} = 33,2 > 29,0 = f_{cm,cyl} = f_{ck,cyl} + 4$			
Nyomószilárdsági osztály: C25/30		Mértékegység: N/mm ²	

14. táblázat: Számpélda a 12. táblázat nyomószilárdság vizsgálati eredményeinek a „régí” (MSZ 4719:1982 és MSZ 4720-2:1980) betonszabványok szerinti értékelésére

Minta jele (1 minta = 1 próbatest)	Próba- kocka $f_{ci,cube,test,H}$	
1.	48,7	Értékelés az MSZ 4719:1982, az MSZ 4720-2:1980, illetve a MÉASZ ME-04.19:1995 szerint.
2.	47,7	
3.	44,5	
4.	46,6	
5.	45,8	
6.	47,6	
7.	43,1	
8.	43,8	
9.	46,2	
$R_{m,cube,test} =$	46,0	átlag
$s_9 =$	1,89	szórás
$s_{min,cube} =$	2,0	szórás legalább
$t_9 =$	1,82	MÉASZ ME-04.19:1995 → 4.18. tábl.
$k_R =$	1,24	MÉASZ ME-04.19:1995 → 4.61. képl.
$R_{k,cube,test} =$	41,5	$= 46,0 - 4,5 = R_{m,cube,test} - k_R \cdot t_9 \cdot s_{min}$
Feltétel		
$R_{k,cube,test} = 41,5 > 40,0 = R_{k,cube}$		
$R_{k,cube} = 40,0 \rightarrow 35,0 = R_{k,cyl}$		
Nyomószilárdsági osztály: C35		Mértékegység: N/mm ²

15. táblázat: Az egyoldali 5 %-os alulmaradási hányadhoz tartozó *Student*-tényező, 50 %-os elfogadási valószínűség mellett (*Stange, K. – Henning, H.-J., 1966*)

Mintaszám <i>n</i>	Szabadságfok <i>f = n - 1</i>	<i>Student</i> - tényező <i>t_n</i>
2	1	6,314
3	2	2,920
4	3	2,353
5	4	2,132
6	5	2,015
7	6	1,943
8	7	1,895
9	8	1,860
10	9	1,833
11	10	1,812
12	11	1,796
13	12	1,782
14	13	1,771
15	14	1,761
20	19	1,729
30	29	1,699
	∞	1,645

6. AZONOSÍTÓ VIZSGÁLAT A SZERKEZETBE MÁR BEDOLGOZOTT SZILÁRD BETON ESETÉN

A szerkezetbe már bedolgozott szilárd beton azonosító vizsgálatát az MSZ EN 12504-1:2000 szabvány figyelembevételével kell elvégezni. Az MSZ EN 12504-1:2000 szabvány a magminták kifűrésára, a próbatestek kialakítására a magmintából, a magmintából kialakított próbatestek nyomószilárdság vizsgálatára és a próbatestek méret hatására ad eligazítást, de a szilárdság vizsgálati eredmények értékelésével nem foglalkozik. Ezért a szerkezetbe már bedolgozott szilárd beton azonosító vizsgálatának végrehajtásába és az eredmények értékelésébe célszerű betontechnológiai szakértőt bevonni. Az értékelést az azonosító vizsgálat eredményeinek értékelésére az 5. fejezetben tett javaslatunk alapján el lehet végezni. Az ehhez szükséges szükséges *Student*-tényezőket a 15. táblázat tartalmazza.

7. AZ EUROCODE 2 (MSZ EN 1992-1-1:2005) SZERINTI TERVEZÉSI FELTÉTEL

Az MSZ EN 1992-1-1:2005 (Eurocode 2) szabvány 3.1. táblázata szerint a betonszerkezetek tervezése során a nyomószilárdság $f_{cm,cyl}$ átlag értékét a nyomószilárdság $f_{ck,cyl}$ jellemző értékéből (karakterisztikus értékéből) a következő összefüggéssel kell kiszámítani:

$$f_{cm,cyl} = f_{ck,cyl} + 8 \quad [N/mm^2]$$

Ez az összefüggés 28 napos korú, végig víz alatt tárolt, szabványos méretű (Ø150·300 mm) próbahengerek esetén érvényes. A betontechnológia ezzel szemben a beton nyomószilárdságának megfelelőségét általában 28 napos korú, vegyesen tárolt, 150 mm élhosszúságú (ugyancsak szabványos) próbakockákkal ellenőrzi.

Ha elfogadjuk, hogy az új betonszabvány, nevezetesen az MSZ EN 206-1:2002 európai szabvány, illetve annak nemzeti alkalmazási dokumentuma (NAD), az MSZ 4798-1:2004 szabvány szerint C50/60 nyomószilárdsági osztályig:

$$f_{c,cube}/f_{c,cyl} = 0,97/0,76 \text{ a végig víz alatt tárolt, szabványos méretű (150 mm élhosszúságú) közönséges beton próbakocka és az ugyan így tárolt szabványos méretű (150 mm átmérőjű és 300 mm magas) próbahenger nyomószilárdságának hányadosa,}$$

$$f_{c,cube}/f_{c,cube,H} = 0,92 \text{ a végig víz alatt tárolt és a vegyesen tárolt, szabványos méretű közönséges beton próbakocka nyomószilárdságának hányadosa,}$$

akkor a vegyesen tárolt szabványos méretű közönséges beton próbakocka nyomószilárdságának ($f_{c,cube,H}$) és a végig víz alatt tárolt, szabványos méretű közönséges beton próbahenger nyomószilárdságának ($f_{c,cyl}$) kapcsolata:

$$f_{c,cube,H} = [0,97/(0,76 \cdot 0,92)] \cdot f_{c,cyl} \sim 1,387 \cdot f_{c,cyl}$$

amelyet behelyettesítve az $f_{cm,cyl} = f_{ck,cyl} + 8$ összefüggés jobb és bal oldalába:

$$f_{cm,cube,H}/1,387 = f_{ck,cube,H}/1,387 + 8, \text{ majd ebből az}$$

$$f_{cm,cube,H} = f_{ck,cube,H} + 11,1 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

összefüggésre jutunk, ami a 28 napos korú, vegyesen tárolt, szabványos, 150 mm méretű próbakocka nyomószilárdsága átlag értékének és jellemző értékének MSZ EN 1992-1-1:2005 (Eurocode 2) szabvány szerinti kapcsolatát fejezi ki C50/60 nyomószilárdsági osztályig.

Az MSZ EN 1992-1-1:2005 felfogásában tehát például a C25/30 nyomószilárdsági osztályú beton 28 napos korú, vegyesen tárolt, 150 mm élhosszúságú próbakockákon meghatározott átlag nyomószilárdsága legalább

$$f_{cm,cube,test,H} \geq f_{cm,cube,H} = 33 + 11,1 = 44,1 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

kell legyen.

Az MSZ EN 206-1:2002, ill. az MSZ 4798-1:2004 szabvány alapján a C25/30 nyomószilárdsági osztályú beton 28 napos korú, vegyesen tárolt, 150 mm élhosszúságú próbakockákon meghatározott átlag nyomószilárdsága a fenti $f_{cm,cube,H} = 44,1 \text{ N/mm}^2$ helyett, pl. csak $f_{cm,cube,H} = f_{ck,cube,H} + 1,48 \cdot 1,387 \cdot \sigma_{\min} = 33 + 1,48 \cdot 1,387 \cdot 3 = 39,2 \text{ N/mm}^2$. Bizonyos tartalékokat az jelent, hogy a beton nyomószilárdságának tervezési értéke (f_{cd}) és végig víz alatt tárolt, 150 mm átmérőjű, 300 mm magas próbahengeren értelmezett jellemző értéke ($f_{ck,cyl}$) között fennáll az összefüggés: $f_{cd} = f_{ck,cyl} \cdot \alpha_{cc} / \gamma_c$, ahol $\gamma_c = 1,5$ a betonszilárdság biztonsági tényezője teherbírási határállapotban, és $\alpha_{cc} = 0,85$ a tartós szilárdság figyelembevételére szolgáló csökkentő tényező. Így például a C25/30 nyomószilárdsági osztályú beton végig víz alatt tárolt, 150 mm átmérőjű, 300 mm magas próbahengeren értelmezett nyomószilárdságának tervezési értéke $f_{cd} = 14,2 \text{ N/mm}^2$.

Ha a statikai méretezés során — és most a környezeti feltételektől vonatkoztatunk el — az adódik, hogy a feladat $f_{cd} = 14,2 \text{ N/mm}^2$ tervezési értékű betonnal oldható meg, akkor a tervező az MSZ EN 1992-1-1:2005 alapján C25/30 nyomószilárdságú betont fog kiírni. Ehhez a beton nyomószilárdsági osztályhoz a fentiek szerint vegyesen tárolt próbakockákon értelmezett $f_{cm,cube,H} = 44,1 \text{ N/mm}^2$ átlag szilárdság tartozik, a betongyár pedig az MSZ 4798-1:2004 alapján feltehetően a fenti, vegyesen tárolt próbakockán értelmezett pl. $f_{cm,cube,H} = 39,2 \text{ N/mm}^2$ átlag nyomószilárdságú betonnal fogja teljesíteni. Az eltérés a jellemző érték és az átlag érték kapcsolatának eltérő számításmódjából fakad.

8. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A szerző köszönetét fejezi ki **DR. MEGYESI ZOLTÁN okl. matematikusnak**, aki az új betonszabványok megfelelőségi feltételeinek matematikai értelmezésében volt szíves hathatós segítséget nyújtani.

9. FOGALMAK (beleértve a „Betonok nyomószilárdságának elfogadási tényezője” című dolgozat fogalmait is)

Alulmaradási hányad (portion of the strength values below the f_{ck} , Anteil der Festigkeitswerte unterhalb von f_{ck}). A teljes anyagterefogatban (tételében) a megfelelőségi feltételt ki nem elégítő anyag részaránya. Az x valószínűségi változó jellemző értéke. Jele: p .

Alulmaradási tágasság (lead value, Vorhaltemass). Az alulmaradási tényező és a szórás szorzata (pl. $\lambda_n \cdot s_n$, illetve $t_n \cdot s_n$), amelyet a nyomószilárdság f_{cm} átlag értékéből kivonva a jellemző értéket kapjuk, más szóval a nyomószilárdság átlag értékének és jellemző értékének különbsége.

Alulmaradási tényező (acceptance constant, Annahmekonstant). Szorzó, amellyel a nyomószilárdság vizsgálati eredmények szórását megszorozva, és a szorzatot a nyomószilárdság átlag értékéből kivonva a jellemző értékre jutunk. Jele általában: λ_n , a t -eloszlás esetén: t_n (Student-tényező), ahol n a mintaszámra utal.

Elfogadási görbe (acceptance characteristic, Annahmekennlinie). Görbe, amely a tétel $A(p)$ elfogadási valószínűségét a p alulmaradási hányad függvényében mutatja meg. Függvény alakja: $p \cdot A(p) = \text{konstans}$.

Elfogadási valószínűség (acceptance probability, Annahmewarscheinlichkeit). A p alulmaradási hányadú betontérfogat (tétel) elfogadásának valószínűsége. Jele: $A(p)$.

Folyamatos gyártás (continuous production, stetige Herstellung). A kezdeti gyártást követő, legalább 15 egymás utáni, kihagyás nélküli, azonos feltételekkel készített betonra vonatkozó nyomószilárdság vizsgálati eredmény meghatározásáig tartó, az utolsó vizsgálat előtti legfeljebb 12 hónap hosszú betongyártási időszak.

Kezdeti gyártás (initial production, Ersterstellung). A kezdeti gyártás a legalább 35 egymás utáni, kihagyás nélküli, azonos feltételekkel készített betonra vonatkozó nyomószilárdság vizsgálati eredmény meghatározásáig tartó, három hónapnál hosszabb, de legfeljebb 12 hónap hosszú betongyártási időszak.

Kvantilis (quantile, Quantil). A p alulmaradási hányadhoz tartozó x_p valószínűségi változó, küszöb érték, jellemző érték (pl. $f_{ck, \text{test}}$). Az eloszlás 5%-os kvantilise az $f_{ck, \text{test}} = \mu - 1,645 \cdot \sigma$ formulával számolható.

Megfelelőség igazolás (verification of conformity, Konformitätsbestätigung). Igazolás – általában ellenőrző vagy tanúsító szervezet bevonásával – arról, hogy a beton a szabványos követelménynek (pl. a nyomószilárdsági osztálynak) megfelel.

Megfelelőségi nyilatkozat (declaration of conformity, Konformitätserklärung). A gyártó nyilatkozata a kezdeti vagy a folyamatos vizsgálat eredménye alapján arról, hogy a beton a szabványos követelménynek (pl. a nyomószilárdsági osztálynak) megfelel.

Minta (sample, Probe). A beton vizsgálatára elkülönített, az átlagos minőséget képviselő betonmennyiség, amely elegendő egy vagy több nyomószilárdság vizsgálati próbatest készítésére (és egyéb vizsgálat elvégzésére).

Normális eloszlás, Gauss-féle eloszlás (Normal distribution, Normalverteilung).
A nyomószilárdság vizsgálati eredmények valószínűségi várható értékével (μ) és szórásával (σ) kifejezhető eloszlás, amelynek sűrűségfüggvénye:

$$p(x) = \frac{1}{\sigma \cdot \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$

Nyomószilárdság (compressive strength, Druckfestigkeit). Az a N/mm^2 mértékegységben kifejezett legnagyobb feszültség, amelynél a beton próbahenger vagy próbakocka a nyomószilárdság vizsgálat során tönkremegy.

Nyomószilárdság átlag értéke (mean compressive strength, mittlere Druckfestigkeit).
Az egyedi beton nyomószilárdság vizsgálati eredmények számtani középértéke.

Nyomószilárdság azonosító vizsgálata (identity test of compressive strength, Identitätsprüfung für Druckfestigkeit). Független laboratórium vagy a megrendelő laboratóriuma által (többnyire a gyártó bevonásával), az átadás-átvétel folyamán végzett vizsgálat annak megállapítására, hogy a beton a gyártó által megadott nyomószilárdsági osztálynak megfelel-e.

Nyomószilárdság folyamatos vizsgálata (continuous test of compressive strength, stetige Druckfestigkeitsprüfung). A folyamatos gyártás időszakában végzett beton nyomószilárdság vizsgálat és értékelés. A folyamatos vizsgálat során a nyomószilárdság vizsgálati eredményeket az átlag és a kezdeti vizsgálattal meghatározott szórás alapján kell, illetve szabad értékelni. Folyamatos vizsgálatot a gyártó vagy megbízottja végezhet a gyártásközi ellenőrzés keretében.

Nyomószilárdság jellemző értéke (characteristic value of compressive strength, charakteristischer Druckfestigkeitswert). Az a nyomószilárdsági érték, amely alá az értékelt beton tétel szilárdságvizsgálati eredményeinek legfeljebb 5%-a esik. A nyomószilárdság jellemző értéke lehet előírt érték (f_{ck}) és tapasztalati érték ($f_{ck, \text{test}}$).

Nyomószilárdság kezdeti vizsgálata (initial test of compressive strength, Erstprüfung für Druckfestigkeit). A kezdeti gyártás időszakában végzett beton nyomószilárdság vizsgálat és értékelés. A kezdeti vizsgálat során a nyomószilárdság vizsgálati eredményeket az átlag alapján kell értékelni, és meg kell adni a vizsgálati eredmények szórását. Kezdeti vizsgálatot a gyártó vagy megbízottja végezhet a gyártásközi ellenőrzés keretében.

Nyomószilárdság szórása (standard deviation of compressive strength, Standardabweichung der Druckfestigkeit). A nyomószilárdság egyedi értéke ingadozásának mértéke, amelyet a nyomószilárdság egyedi és átlag értéke különbsége négyzetének várható értékéből vont négyzetgyökkel fejezünk ki. A vizsgálati eredményekből meghatározható tapasztalati szórás (s_n) az elméleti szórásnak (σ) a közelítő értéke.

Nyomószilárdsági osztály (compressive strength class, Druckfestigkeitsklasse). A beton nyomószilárdsági követelménye, amelyet a 28 napos korú, szabványosan tárolt, 150 mm átmérőjű, 300 mm magas próbahengerek nyomószilárdságának előírt jellemző értékével ($f_{ck, \text{cyl}}$) és 150 mm élhosszúságú próbakockák nyomószilárdságának előírt jellemző értékével ($f_{ck, \text{cube}}$) kell megadni.

OC-görbe (operating characteristic, Operationscharakteristik). A megfelelőségi feltételrendszer operációs karakterisztikája. Műveleti jellegörbe, amely a beton p alulmaradási hányada függvényében annak $L(p, n, c)$ valószínűségét fejezi, hogy az együtt értékelt, n számú mintából éppen c számú vagy ennél kevesebb minta nem felelt meg. A c ún. döntő szám az n mintaszámú vizsgálati eredményben a meg nem felelő eredményt adó minták megengedett legnagyobb száma, azaz esetünkben $0,05 \cdot n$.

A műveleti jelleggörbe értékeinek számszerű kifejezésére a binomiális eloszlás helyett a könnyebben kezelhető *Poisson*-féle eloszlás eloszlásfüggvényét szokták alkalmazni (Felix et al., 1964):

$$L(p, n, c) = \sum_{x=0}^c \frac{(n \cdot p)^x}{x!} \cdot e^{-n \cdot p}$$

Poisson-féle eloszlás (Poisson distribution, Poisson-Verteilung). Sűrűségfüggvénye:

$$p(x) = \frac{(n \cdot p)^x}{x!} \cdot e^{-n \cdot p}$$

A *Poisson*-féle eloszlás annál jobban közelíti a binomiális eloszlást, minél nagyobb az n és minél kisebb a p értéke.

Student-tényező (Student-coefficient, Student-Koeffizient). Az $N(0,1)$ eloszlású t -eloszlás — egyoldali 5 %-os alulmaradási hányadához tartozó — $t_{95\%,f}$ valószínűségi változója ($p = 0,05$ értékhez tartozó kvantilise, küszöb értéke).

Szabadságfok (Degree of freedom, Freiheitsgrad). A szórásелеmzésben van szerepe. Lineáris kifejezésekből képzett, egymástól független négyzetösszegek száma. Például a *Student*-féle eloszlás esetén $f = n - 1$.

t-eloszlás, Student-féle eloszlás (t-distribution, t-Verteilung). A *Gauss*-féle normális eloszláshoz hasonló eloszlás, amely az n mintaszámnak is függvénye. Sűrűségfüggvénye:

$$p(x) = \frac{1}{\sqrt{(n-1)\pi}} \cdot \frac{\Gamma\left(\frac{n}{2}\right)}{\Gamma\left(\frac{n-1}{2}\right)} \cdot \frac{1}{\left(\frac{x^2}{n-1} + 1\right)^{\frac{n}{2}}},$$

ahol Γ a gamma-függvény jele. A *Student*-féle t -eloszlás szabadságfoka: $f = n - 1$. Ha $n \rightarrow \infty$, akkor a *Student*-féle t -eloszlás a *Gauss*-féle normális eloszláshoz tart.

10. LEGFONTOSABB JELÖLÉSEK (beleértve a „Betonok nyomószilárdságának elfogadási tényezője” című dolgozat jelöléseit is)

$A(p)$	p alulmaradási hányadú beton elfogadási valószínűsége
C	közönséges beton nyomószilárdsági osztályának betűjele
f	<i>Student</i> -féle t -eloszlás szabadságfoka
f_c	beton nyomószilárdsága
f_{cd}	beton nyomószilárdságának tervezési értéke
f_{ci}	beton nyomószilárdságának egyes tapasztalati értéke
f_{ck}	beton nyomószilárdságának előírt jellemző (karakterisztikus) értéke
f_{cm}	beton nyomószilárdságának előírt átlag értéke
$f_{cm, test}$	beton nyomószilárdságának tapasztalati átlag értéke
$f_{c, cube}$	végig víz alatt tárolt, 150 mm élhosszúságú beton próbakocka előírt nyomószilárdsága

$f_{c,cube,H}$	vegyesen tárolt, 150 mm élhosszúságú beton próbakocka előírt nyomószilárdsága
$f_{ci,cube,test,H}$	vegyesen tárolt, 150 mm élhosszúságú beton próbakocka nyomószilárdságának egyes tapasztalati értéke
$f_{ck,cube,H}$	vegyesen tárolt, 150 mm élhosszúságú beton próbakockák nyomószilárdságának előírt jellemző (karakterisztikus) értéke
$f_{cm,cube,H}$	vegyesen tárolt, 150 mm élhosszúságú beton próbakockák nyomószilárdságának előírt átlag értéke
$f_{cm,cube,test,H}$	vegyesen tárolt, 150 mm élhosszúságú beton próbakockák nyomószilárdságának tapasztalati átlag értéke
$f_{c,cyl}$	végig víz alatt tárolt, 150 mm átmérőjű, 300 mm magas beton próbahenger előírt nyomószilárdsága
$f_{ci,cyl,test}$	végig víz alatt tárolt, 150 mm átmérőjű, 300 mm magas beton próbahenger nyomószilárdságának egyes tapasztalati értéke
$f_{ck,cyl}$	végig víz alatt tárolt, 150 mm átmérőjű, 300 mm magas beton próbahengerek nyomószilárdságának előírt jellemző (karakterisztikus) értéke
$f_{ck,cyl,test}$	végig víz alatt tárolt, 150 mm átmérőjű, 300 mm magas beton próbahengerek nyomószilárdságának tapasztalati jellemző (karakterisztikus) értéke
$f_{cm,cyl}$	végig víz alatt tárolt, 150 mm átmérőjű, 300 mm magas beton próbahengerek nyomószilárdságának előírt átlag értéke
$f_{cm,cyl,test}$	végig víz alatt tárolt, 150 mm átmérőjű, 300 mm magas beton próbahengerek nyomószilárdságának tapasztalati átlag értéke
$L(p,n,c)$	<i>Poisson</i> -féle eloszlás eloszlásfüggvény
n	mintaszám
p	alulmaradási hányad
$p(x)$	valószínűségi sűrűségfüggvény
$R_{cube,test}$	vegyesen tárolt, 150 mm élhosszúságú beton próbakocka nyomószilárdságának egyes tapasztalati értéke az MSZ 4720-2:1980 szabvány szerint
$R_{k,cube}$	vegyesen tárolt, 150 mm élhosszúságú beton próbakockák nyomószilárdságának előírt jellemző értéke az MSZ 4720-2:1980 szabvány szerint
$R_{k,cube,test}$	vegyesen tárolt, 150 mm élhosszúságú beton próbakockák nyomószilárdságának tapasztalati jellemző értéke az MSZ 4720-2:1980 szabvány szerint
$R_{m,cube,test}$	vegyesen tárolt, 150 mm élhosszúságú beton próbakockák nyomószilárdságának tapasztalati átlag értéke az MSZ 4720-2:1980 szabvány szerint
$R_{k,cyl}$	vegyesen tárolt, 150 mm átmérőjű, 300 mm magas beton próbahengerek nyomószilárdságának előírt jellemző értéke az MSZ 4720-2:1980 szabvány szerint
s_{min}	végig víz alatt tárolt, 150 mm átmérőjű, 300 mm magas beton próbahengerek nyomószilárdságának előírt legkisebb szórása
s_n	végig víz alatt tárolt, 150 mm átmérőjű, 300 mm magas beton próbahengerek nyomószilárdságának tapasztalati szórása
t_n	<i>Student</i> -tényező
x	valószínűségi változó
α_{cc}	tartós szilárdsági tényező
σ	végig víz alatt tárolt, 150 mm átmérőjű, 300 mm magas beton próbahengerek nyomószilárdságának elméleti szórása

σ_{\min}	végig víz alatt tárolt, 150 mm átmérőjű, 300 mm magas beton próbahengerek nyomószilárdságának előírt legkisebb elméleti szórása
σ_n	beton nyomószilárdságának ismeretlen valószínűségi elméleti szórása
γ_c	betonszilárdság biztonsági tényezője
λ_n	alulmaradási tényező
μ	beton nyomószilárdságának valószínűségi várható értéke

11. HIVATKOZOTT SZABVÁNYOK, MŰSZAKI ELŐÍRÁS

MSZ 4719:1982	Betonok
MSZ 4720-2:1980	A beton minőségének ellenőrzése. Általános tulajdonságok ellenőrzése
MSZ 4798-1:2004	Beton. 1. rész: Műszaki feltételek, teljesítőképesség, készítés és megfelelés, valamint az MSZ EN 206-1 alkalmazási feltételei Magyarországon
MSZ 15022-1:1986	Építmények teherhordó szerkezeteinek erőtani tervezése. Vasbeton szerkezetek
MSZ EN 206-1:2002	Beton. 1. rész: Műszaki feltételek, teljesítőképesség, készítés és megfelelés
MSZ EN 1992-1-1:2005	Eurocode 2: Betonszerkezetek tervezése. 1-1. rész: Általános és az épületekre vonatkozó szabályok
MSZ EN 12390-3:2002	A megszilárdult beton vizsgálata. 3. rész: A próbatestek nyomószilárdsága
MSZ EN 12504-1:2000	A beton vizsgálata szerkezetekben. 1. rész: Fürt próbatestek. Mintavétel, vizsgálat és nyomószilárdság meghatározás
MÉÁSZ ME-04.19:1995	Beton és vasbeton készítése. 6. fejezet: Vizsgálat, minőség-ellenőrzés, minőségtanúsítás. Műszaki előírás

12. FELHASZNÁLT IRODALOM

- Bonzel, J. – Hilsdorf, H. K.: Beton. Beton-Kalender 1991. Teil I. pp. 1-108. cikk 3.2.3. szakasza. Ernst & Sohn, Verlag für Architektur und technische Wissenschaften, Berlin
- Deák Gy. – Draskóczy A. – Dulácska E. – Kollár L. – Visnovitz Gy.: Statikai Kisokos. Segédlet tartószerkezetek tervezéséhez. Vasbeton szerkezetek – Tervezés az Eurocode alapján. Springer Media Magyarország Kft. Szakkiadó Divízió. Budaörs, 2004.
- Kausay T.: A beton nyomószilárdságának elfogadása. Vasbetonépítés. VIII. évf. 2006. 2. szám. pp. 35-44.
- Matuscsák T.: Épületek teherhordó szerkezetei (szerk.: Fernezelyi S. – Matuscsák T.) c. könyv 6.5. fejezete. Verlag Dashöfer Szakkiadó Kft. Budapest, 2005.
- Owen, D. B.: Handbook of statistical tables. Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Massachusetts, Palo alto – London, 1962.
- Palotás L.: Mérnöki szerkezetek anyagtana 1. Általános anyagismeret. Akadémiai Kiadó. Budapest, 1979.
- Stange, K. – Henning, H.-J.: Formeln und Tabellen der mathematischen Statistik. Springer-Verlag. Berlin/Heidelberg/New York, 1966.
- Szalai Kálmán (Szerk.): A beton minőségellenőrzése. Szabványkiadó. Budapest, 1982.
- Taerwe, L.: A General Basis for the Selection of Compliance Criteria, IABSE Proceedings P-102/86, Zürich, 1986.
- Zäschke, W.: Conformity Criteria for Compressive Strength of Concrete, Concrete Precasting Plant and Technology, 9/1994.

- Kérem tekintse meg a
- *A beton nyomószilárdságának elfogadási tényezője az új betonszabványok szerint*
- és a
- *Gauss- és Student-eloszlások ábrái*
című oldalunkat is.

Vissza a

Noteszlapok abc-ben

Noteszlapok tematikusan



tartalomjegyzékhez