



Víz-cement tényező, víz/cement tényező



Németül:	Wasserzementwert, Wasserzementfaktor, w/z-Wert
Angolul:	Water/cement factor, Water-cement ratio
Franciául:	Rapport eau/ciment, rapport E/C

A víz-cement tényező a friss beton víz- és cementtartalmának tömegaránya, amely a beton nyomószilárdságának meghatározója. *Abrams* (1918) ❖ „víz-cement tényező – nyomószilárdság” törvénye a betontechnológia legalapvetőbb anyagtani szabálya, amelynek eredeti alakja:

$$K = \frac{A}{B^x}$$

ahol K a beton nyomószilárdsága, x a víz-cement tényező, „A” és „B” függvényállandók.

Az *Abrams*-féle törvény *Hummel* (1959) megfogalmazásában így szól: „A valamely keverési arány mellett még jól bedolgozható földnedves (inkább kissé képlékeny) friss beton keveréket eredményező víz-cement tényezőt tekintve, a cementkő, a cementhabarcs és a beton nyomószilárdsága ❖ a víz-cement tényező növekedésével rohamosan csökken, miközben csökken a hajlító-húzószilárdság ❖, a kopásállóság ❖ és a rugalmassági modulus ❖, és növekszik a zsugorodás ❖”. A szilárdságszökkenés magyarázata, hogy a víz-cement tényező növekedésével a cementkő pórustartalma növekszik.

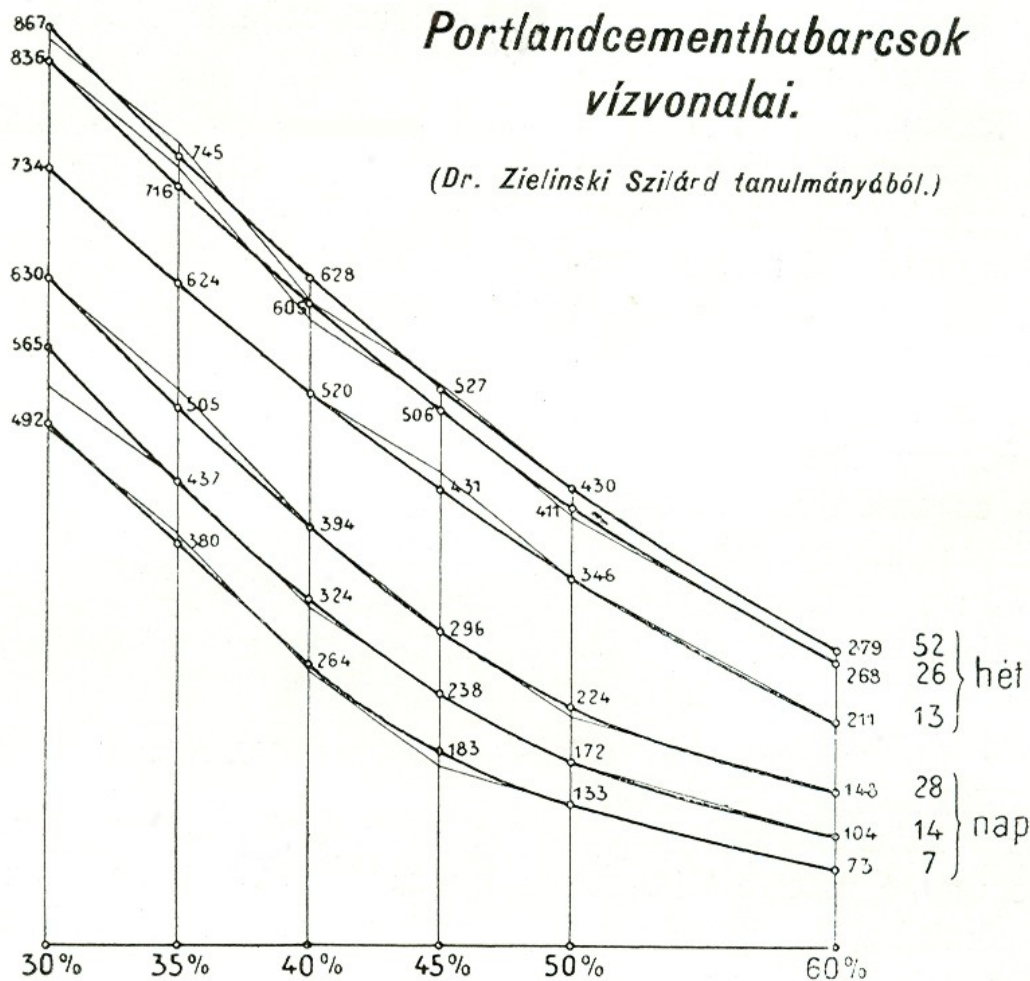
1. Megjegyzés: A friss beton víztartalma a keverővíznek és az adalékanyag felületi nedvességének összege, ahol az adalékanyag felületi nedvessége az adalékanyag nedvességtartalmának és fél- vagy egyórás vízfelvételének különbsége, amely szükség esetén a párolgási veszteséggel csökkentendő. Ezt a víztartalmat, ill. az ebből meghatározott víz-cement tényezőt az MSZ EN 206-1:2002 és az MSZ 4798-1:2004 szabvány *hatékony víztartalomnak*, ill. víz-cement tényezőnek nevezi.

2. Megjegyzés: Ha egy teljesen hidratált cementkő ❖ víztartalma 29,6 tömeg%, akkor a cementtartalma $100 - 29,6 = 70,4$ tömeg%, és a víz-cement tényezője $x = 29,6/70,4 = 0,42$ (tömegarány). Ha ez a víztartalom teljes egészében gélvíz – amely nem csak el nem gőzölhető, hanem elgőzölhető vizet is tartalmaz – és ennek sűrűsége a gélpórusokban uralkodó nyomás folytán $\rho_{\text{gélvíz}} = 1,35 \text{ g/cm}^3$, továbbá a cement anyagsűrűsége $\rho_{\text{cement}} = 3,125 \text{ g/cm}^3$, akkor az $x = 0,42$ értékű víz-cement tényező $x \cdot (\rho_{\text{cement}}/\rho_{\text{gélvíz}}) = 0,42 \cdot (3,125/1,35) = 0,42 \cdot 2,315 \approx 0,972$ víz-cement *térfogatarány*nak felel meg, azaz a teljesen hidratált cementkőben a gélvíz $V_{\text{gélvíz}} = 100 \cdot x / (x + (\rho_{\text{gélvíz}}/\rho_{\text{cement}})) = 49,3$ térfogat% helyet foglal el.

Powers és *Brownyard* (1948) kimutatta (cement hidratációja ❖), hogy a teljes hidratációhoz szükséges 26 tömeg% kémiaiilag kötött vízmennyiség elvi adat, mert a hidratációs termékek helyigénye több mint a hidratálatlan cementé, és a helyszükséglet gyakorlatban csak 0,42 értékű víz-cement tényező mellett biztosított. (A kettő különbsége 16 tömeg%, ez elgőzölhető víz.)

Hazánkban először *Zielinski* (1901, 1909) ❖, az *Anyagvizsgálók Magyar Egyesületében* végzett kísérleteinek eredményei alapján hívja fel a figyelmet a víz-cement tényező jelentőségére. Közöl egy ábrát (1. ábra), amelyen 0,3 és 0,6 közötti víz-cement tényezők függvényében a 7, 14, 28 napos és 13, 26, 52 hetes portlandcement-habarcsok szilárdságát

tünteti fel, és megállapítja, hogy „a beton szilárdulásának fejlődése általában apad a víz mennyiségének fokozásával” (Lampl és Sajó, 1914).



1. ábra: Zielinski Szilárd 100 éves ábrája „A román- és portlandcementek szilárdulása pépben, habarcsban és betonban” című, Budapesten, 1909-ben megjelent tanulmányában. Forrás: Lampl és Sajó, 1914. A vízszintes tengelyen a száraz anyagra (cement + homok) vonatkoztatott víztartalmat ábrázolták tömeg%-ban, a függőlegesen a nyomószilárdságot kg/cm^2 mértékegységben.

Palotás ❖ az Építési Zsebkönyvben (1934), majd a Minőségi beton c. könyvben (1952) arról ír, hogy a víz-cement tényezőnek elsősorban fontos szerepe van a beton szilárdságára. Feret (1892), Abrams (1918), majd Bolomey (1926) és Graf (1939), valamint mások kísérletei szerint a beton nyomószilárdságát azonos kísérleti feltételek mellett egyedül a vízmennyiség szabja meg, tekintet nélkül az alkalmazott cementmennyiségre, ha – teszi hozzá Abrams – a beton bedolgozhatóan képlékeny (plasztikus), vagy más szóval: az azonos víz-cement tényezővel készült, bedolgozhatóan képlékeny betonokat gyakorlatilag azonos szilárdság jellemzi. A víz-cement tényező növelésével rohamosan csökken a szilárdság. Természetes tehát a törekvés a víz-cement tényező csökkentésére, amelynek egyik hatásos, de a gazdaságosságra és a beton más tulajdonságaira (zsugorodás) is hátrányos módja a cementmennyiség növelése. Gyakorlatilag célravezetőbb mód a szemmegoszlás helyes megválasztása (és korunkban folyósító adalékszer alkalmazása). Képlékeny és öntött keverékre az SI mértékegységrendszerben Abrams víz-cement tényező összefüggése: $K \approx 0,1 \cdot A/B^x$, Graf összefüggése 600 kísérlet alapján (1950): $K \approx 0,1 \cdot A/x^2$, Bolomey összefüggése: $K \approx 0,1 \cdot A(x^{-1} - 0,5)$, ahol K a beton kockaszilárdsága N/mm^2 -ben, x a víz-cement tényező,

„A” és „B” az esetenként (általában a cement-féleség függvényében) meghatározandó függvényállandó.

Elsősorban a földnedves betonok esetén, de a beton konzisztenciájától függetlenül is előnyösen használható a beton várható szilárdságának előrebecslésére a víz-levegő-cement tényező, amely a cementkő teljes jellemzését adja: $r = (M_{Víz} + V_{Levegő})/M_{Cement}$, ahol az M tömeg kg-ban, a V térfogat literben értendő. Az r víz-levegő-cement tényező az x víz-cement tényező és a levegő-cement tényező ($l = (V_{Levegő})/M_{Cement}$) összege, amely utóbbi a cementkő porozitását fejezi ki azzal, hogy a cement tömegegységére eső pórustérfogatot adja meg (Palotás, 1938, 1952).

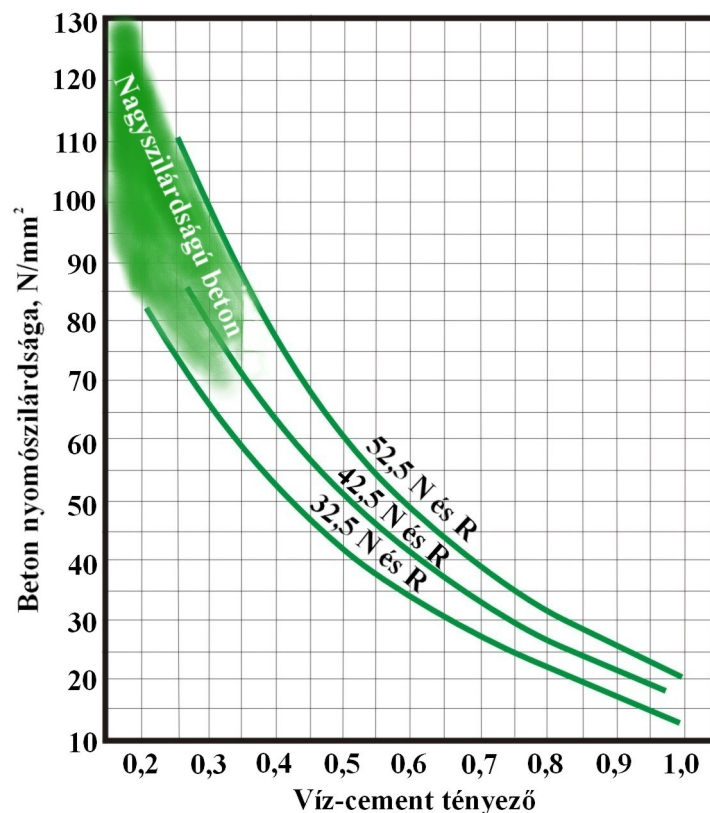
Weisz (1952) az Abrams-féle víz-cement tényező törvényt közérthetően így magyarázza: „Ha ugyanis a víz-cement tényező növekszik, akkor a cement kötése szempontjából felesleges vízmennyiség is növekszik, ennek a víznek a betonból el kell párolognia, és helyén pórusok keletkeznek, amelyek a beton szilárdságát rontják. Így tehát a víz-cement tényező a beton pórustartalmának közvetlen mérőszáma minden olyan esetben, amikor a beton oly tömören bedolgozható, hogy a fölös víz helyén keletkező pórusokon kívül csak lényegtelen mennyiségű pórus marad a betonban. Ezért a víz-cement tényező csak a kis levegőtartalmú képlékeny betonok hézagterfogatára jellemző. A fölös víz helyén visszamaradó pórusokon kívül egyéb pórust is tartalmazó földnedves betonok jellemzésére a víz-levegő-cement tényezőt kell használni.”

Palotás (1979) szerint a cementkő egyensúlyi állapotához tartozó egyensúlyi víz-cement tényező (x_e) a tényleges, kezdeti víz-cement tényező (x_k) függvényében az $x_e = 0,281 + 0,1 \cdot x_k$ összefüggéssel fejezhető ki, ha a hidratációs fok 0,85, a levegő relatív nedvességtartalma 70 %, a telített cementkő maximális gélvízmennyiségére vonatkoztatott, a relatív nedvességtartalom függvényét képező gélvízmennyiség 0,7; és a telített cementkő maximális kapillaris vízmennyiségére vonatkoztatott, a relatív nedvességtartalom függvényét képező kapillaris víz 0,1. Ebben az esetben a friss és a megszilárdult beton testsűrűségének különbsége az elpárolgott víz mennyiségével kifejezve: $\Delta\rho_{beton} = (M_{Vk} - M_{Ve}) = M_C \cdot (x_k - x_e) = M_C \cdot (0,9 \cdot x_k - 0,281)$, azaz például, ha a cementtartalom $M_C = 300 \text{ kg/m}^3$ és a kezdeti víz-cement tényező $x_k = 0,4$, akkor az egyensúlyi víz-cement tényező $x_e = 0,321$, valamint a friss és a megszilárdult beton testsűrűségének különbsége $\Delta\rho_{beton} = (M_{Vk} - M_{Ve}) = 300 \cdot (0,4 - 0,321) = 23,7 \text{ kg/m}^3$.

Általában feltételezhető, hogy $x_k = 0,35-0,60$ közötti kezdeti víz-cement tényező esetén az egyensúlyi víz-cement tényező értéke $x_e = 0,316-0,341$. Eszerint az egyensúlyi víz-cement tényező alig függ az adagolt keverővíz mennyiségétől, azaz a gélpórusok ❖ mennyisége a víz-cement tényezőtől alig, inkább csak a hidratációs foktól ❖ függ. Ezzel szemben a kapillárpórusok ❖ mennyiségét a víz-cement tényező jelentősen befolyásolja. Ez arra is figyelmeztet, hogy a kezdetben kiszáradni hagyott cementkő, illetve beton szilárdsága nem fogja elérni a megkívánt mértéket.

A víz-cement tényező törvény kiegészíthető Abrams másik nagyjelentőségű tételével is, amely kimondja, hogy az azonos finomsági modulusú ❖, legnagyobb szemmagyságú ❖, finomhomok tartalmú adalékanyagok azonos körülmények között, azonos konzisztencia ❖ eléréséhez lényegében azonos víz-cement tényezőt kívánnak. Kimutatták, hogy ez a törvényszerűség nem csak folyamatos, hanem lépcsős szemmegoszlás ❖ esetén is fennáll, sőt egylépcsős szemmegoszlás esetén kevesebb vízzel érhető el ugyanazon folyósság, és a bedolgozhatóság is jobb (Palotás 1952, Weisz 1952). Tapasztalat, hogy a bedolgozhatósághoz szükséges víz-cement tényező zúzottkő adalékanyag esetén 5-10 %-kal nagyobb, mint homokos kavics adalékanyag esetén.

A víz-cement tényező és a betonnyomószilárdság összefüggését különböző DIN EN 197 szabvány szerinti cementfajták esetére grafikusán *Walz* ábrázolta (2. ábra).

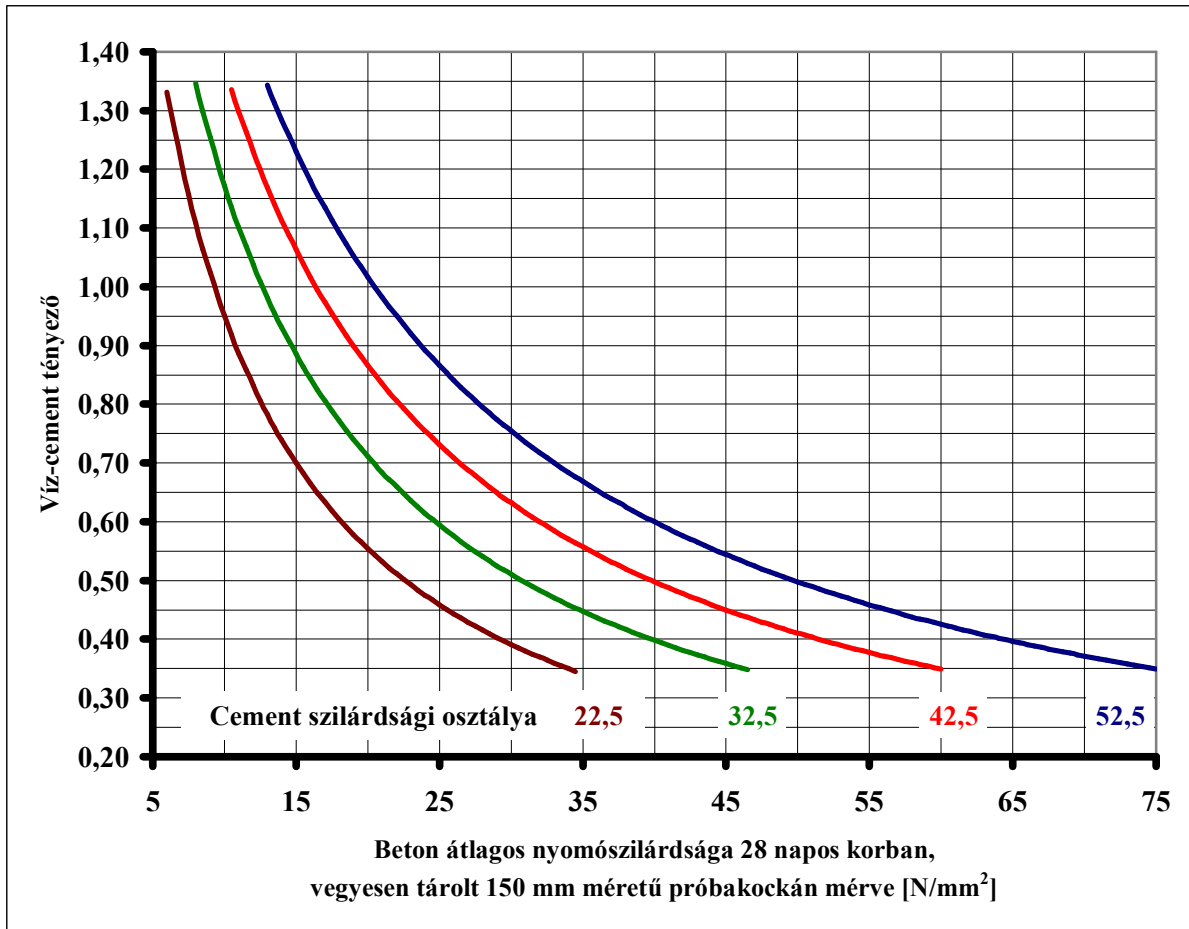


2. ábra: A víz-cement tényező és a beton nyomószilárdságának összefüggése *Walz* szerint
Forrás: <http://www.heidelbergzement.de>

Hazai gyakorlatban az alkalmazandó víz-cement tényezőt (x) a beton tervezett átlagos, 28 napos nyomószilárdságának (K) függvényében, például a *Bolomey-Palotás*-féle összefüggés alapján (*Palotás*, 1980) szoktuk meghatározni:

$$x = \frac{1}{\frac{R}{A} + 0,3}$$

ahol R a beton 200 mm méretű, vegyesen tárolt, 28 napos korú próbakockán értelmezett, N/mm²-ben kifejezett átlagos nyomószilárdsága, és az „ A ” értéke CEM 52,5; CEM 42,5; CEM 32,5; CEM 22,5 szilárdságú cement esetén rendre 27,5; 22,0; 17,0; 12,5. Az R nyomószilárdságot a beton ma használatos jeléből az MSZ 4798-1:2004 szabvány NAD N2. táblázatából kapjuk meg (3. ábra).



3. ábra: A víz-cement tényező a beton nyomószilárdságának függvényében a *Bolomey-Palotás*-féle összefüggés alapján

Ujhelyi (2005) összehasonlította *Feret*, *Powers*, *Abrams*, *Bolomey* különböző alakú víz-cement tényező és nyomószilárdság összefüggését, és megállapította, hogy a különböző becsülő képletekkel különböző beton nyomószilárdságokat lehet kapni, és az eltérés szélső esetben 8-12 N/mm² is lehet. Az eltéréseket a felhasznált cementek különböző vízérzékenységének tulajdonítja. A cementek vízérzékenysége alatt *Ujhelyi* azt érti, hogy különböző cementfajták a különböző vízadagolások (különböző víz-cement tényezők) mellett eltérő módon viselkednek, például vannak cementek amelyek szilárdsága nagyobb vízadagolás mellett gyorsabban csökken, mint más cementeké, és fordítva. A cement vízérzékenységének hatását 0,35; 0,55 és 1,0 értékű víz-cement tényezővel végzett betonkísérletekkel meghatározott függvényparaméterek („n”, „A”, „B”) alkalmazásával lehet kiküszöbölni az *Abrams*-féle összefüggésből továbbfejlesztett függvény segítségével, amelynek alakja:

$$f_{cm,H} = A \cdot e^{-B \cdot x^n}$$

ahol $f_{cm,H}$ a beton vegyesen tárolt, 3 db 150 mm méretű próbakockán meghatározott, 28 napos átlagos nyomószilárdsága és x a víz-cement tényező.

A víz-cement tényező nem csak a beton szilárdságát, hanem szilárdulási sebességét is befolyásolja. A szilárdulási sebesség a felhasznált cement fajtájától és a víz-cement tényezőtől függ; minél több aktív kiegészítő-anyagot tartalmaz a cement és minél nagyobb a víz-cement tényező, annál lassabb a szilárdulás (MSZ 4798-1:2004).

A trasz, hidraulikus kohósalak, savanyú (ritkán bázikus) pernye, savanyú szilikapor kiegészítőanyagokat (az ún. II. típusú kiegészítőanyagokat) a víz-cement tényezőben akkor szabad számításba venni, ha puccolános (pl. trasz) vagy rejtett hidraulikus (pl. kohósalak, pernye, szilikapor) tulajdonságukat kísérletekkel megállapították. Ebben az esetben a víz-cement tényező helyettesíthető a „víz/(cement + k -kiegészítőanyag) tényező”-vel. A „víz/(cement + k -kiegészítőanyag) tényező” ne legyen nagyobb, mint az adott környezeti osztályra az MSZ 4798-1:2004 szabványban előírt legnagyobb víz-cement tényező. A „ k -érték” felvételéről az MSZ EN 206-1:2002, illetve az MSZ 4798-1:2004 szabvány intézkedik az 5.2.5.2. szakaszban:

- legfeljebb 0,33 pernye/cement tömegarány és CEM I 32,5 típusú cement esetén $k = 0,2$;
- legfeljebb 0,33 pernye/cement tömegarány és CEM I 42,5 vagy CEM I 52,5 esetén $k = 0,4$;
- legfeljebb 0,11 szilikapor/cement tömegarány esetén $k = 2,0$,
- legfeljebb 0,11 szilikapor/cement tömegarány esetén a 0,45 értéknél nagyobb víz-cement tényezővel készülő betonok esetén, ha a környezeti osztályuk XC és XF, akkor $k = 1,0$.

A cementtartalmat a környezeti osztálytól függően pernye kiegészítőanyag alkalmazás esetén legfeljebb $k \cdot (\text{előírt cementtartalom} - 200) \text{ kg/m}^3$ értékkel, szilikapor kiegészítőanyag alkalmazás esetén – ha a megengedett legkisebb tartalom $\leq 300 \text{ kg/m}^3$ – legfeljebb 30 kg/m^3 értékkel szabad csökkenteni.

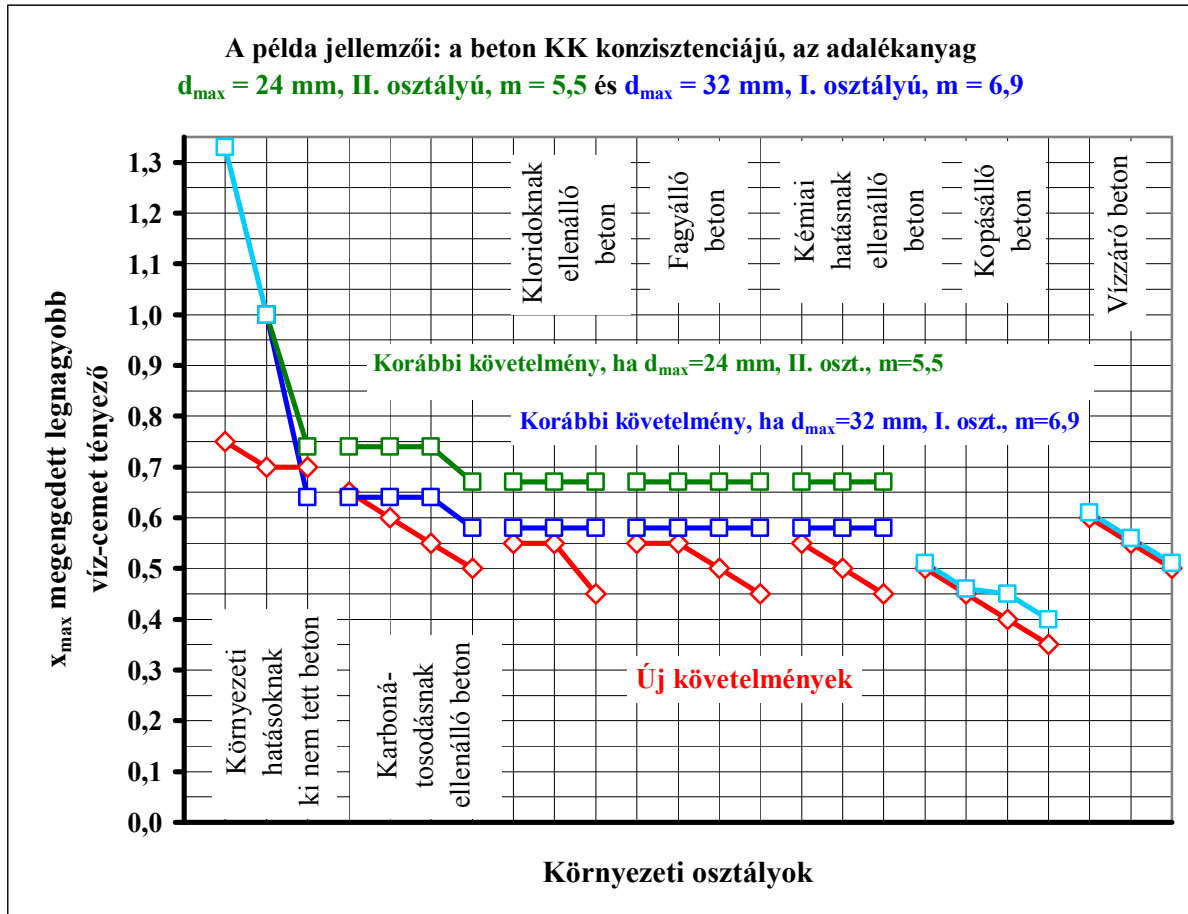
A kiegészítőanyagok k -érték elvét ❖ külön szócikkben részletesebben tárgyaljuk.

Az MSZ EN 206-1:2002 és az MSZ 4798-1:2004 szabvány előírja, hogy ha a folyadékállapotú adalékszer teljes mennyisége 3 liter/m^3 beton értéknél több, akkor annak víztartalmát be kell számítani a víz-cement tényezőbe.

Az MSZ CR 13902:2000 CEN jelentés holland és egyesült királyságbeli tapasztalatok alapján ad módszereket a friss beton víz- és a cementtartalmának vizsgálatára, amelyek eredményéből a friss beton tényleges víz-cement tényezője meghatározható.

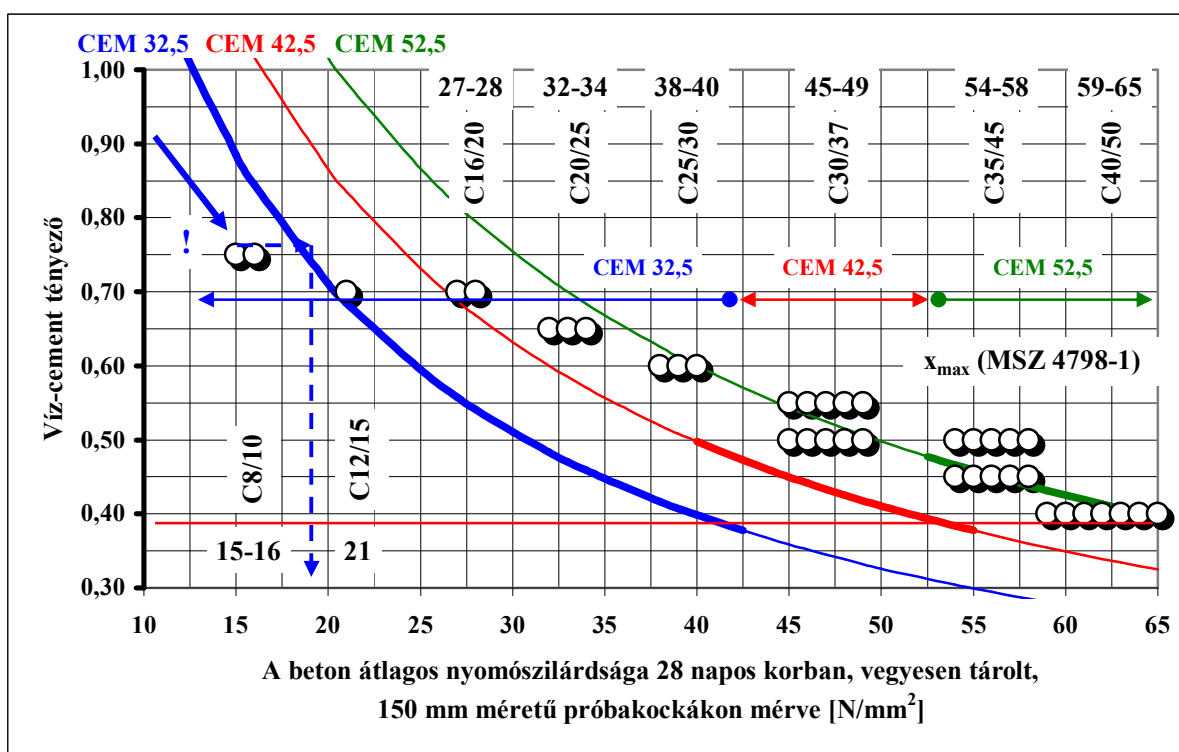
A víz-cement tényező korlátozása a tartós beton készítésének feltétele. Ezért az új betonszabványok (MSZ EN 206-1:2002, MSZ 4798-1:2004) egyéb feltételek mellett környezeti osztályonként ❖ megjelölik azokat a víz-cement tényező határértékeket, amelyek figyelembevételével készített betonok a tervezett 50 év használati élettartam alatt a remények szerint károsodás nélkül viselik a környezeti hatásokat. A víz-cement tényező egyedi értéke a határértéknél legfeljebb 0,02-dal lehet nagyobb.

Az új európai szabványok környezeti osztályaihoz tartozó és e szabványok bevezetését megelőző hazai szabályozás szerinti víz-cement tényező határértékeket a 4. ábrán vetettük egybe. Az új betonszabványok a környezeti feltételek teljesüléséhez mintegy 0,1 – 0,2 értékkel kisebb víz-cement tényező alkalmazását követelik meg, mint amekkorának az alkalmazását a korábbi nemzeti környezeti követelmények lehetővé tették.



4. ábra: Az új és a régi betonszabványok víz-cement tényező határértékeinek összevetése

Az 5. ábrán az új környezeti osztályokhoz tartozó beton nyomószilárdságokhoz rendeltük, és a Bolomey-Palotás-féle víz-cement tényező függvénysoron ábrázoltuk a víz-cement tényező határértékeket. Az 5. ábrából az olvasható ki, hogy a CEM 32,5 szilárdsági jelű cementet a C25/30 beton nyomószilárdsági osztályig, a CEM 52,5 szilárdsági jelű cementet a C35/45 beton nyomószilárdsági osztálytól felfele célszerű alkalmazni.



5. ábra: A nyomószilárdsági osztályokhoz tartozó megengedett víz-cement tényezők (MSZ 4798-1:2004) a Bolomey-Palotás-féle víz-cement tényező függvényesoron ábrázolva

Teljes hidratációhoz ❖ szükséges víz mennyisége a cementnek megközelítőleg mintegy 40 – 42 tömeg%-a (víz-cement tényezővel kifejezve: $x = 0,40$ vagy $0,42$).

A víz-cement tényező csökkentése a pórustartalom csökkenése, ill. a cementkő tömörségének növekedése folytán akkor is szilárdság növekedéshez vezet, ha víz-, illetve helyhiány miatt a cementkőben a teljes hidratáció nem jön létre (Riesz, 1989). Ezt használja ki a mai betontechnológia, amely korszerű anyagok (pl. adalékszerek, hidraulikus tulajdonságú kiegészítő anyagok stb.) és gyártási módszerek (pl. intenzív tömörítés, hőérlelés stb.) alkalmazásával a klasszikus betontechnológia lehetőségeit messze meghaladja. Például ma már – Powers és Brownyard után 60 évvel (külföldön korábban) – $x_0 = 0,23$ alatti víz-cement tényezővel olyan különlegesen tömör betont, illetve finombetont lehet készíteni, amelynek nyomószilárdsága az $f_{ck,cyl} = 150 \text{ N/mm}^2$ értéket is meghaladja. Ez az ún. ultra nagy szilárdságú beton ❖). Az ultra nagy szilárdságú beton hidratációs fokának végértéke a nagyon kis víz-cement tényező folytán $\alpha = 0,4 - 0,6$, és így a kiindulási klinker fázisok egy része hidratálatlan marad.

Felhasznált irodalom

- | | |
|------------------|--|
| Abrams, Duff A.: | Design of concrete mixtures. Bull. 1. Structural Materials Research Laboratory, Lewis Inst. Chicago, 1918 és 1925. |
| Balázs György: | Beton és vasbeton I. Alapismeretek története. Akadémiai Kiadó. Budapest, 1994. |
| Balázs György: | Barangolásaim a betonkutatás területén. Akadémiai Kiadó. Budapest, 2001. |
| Bolomey, J.: | Bestimmung der Druckfestigkeit von Mörtel und Beton. Schweizerische Bauzeitung. Band 88. 1926. |
| Feret, R.: | Sur la compacité des mortiers hydrauliques. Dunod. Paris, 1892. |

- Graf, O. – Walz, K.: vergleiche Prüfungen von Strassenbauzementen in der Versuchsanstalt und in der Strasse. Zement. No. 28. és 29. 1939.
- Graf, Otto: Die Eigenschaften des Betons. Springer-Verlag. Berlin/Göttingen/Heidelberg 1950.
- Heidelberg Zement AG.: Betontechnische Daten. Zentraleuropa West, Entwicklung und Anwendung. Leimen, 2005. <http://www.heidelbergzement.de>
- Hilsdorf, H. K.: Beton. Beton-Kalender Teil I. Verlag für Architektur und technische Wissenschaften. Berlin, 1992.
- Hummel, Alfred: Das Beton-ABC. 12. kiadás. Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn. Berlin 1959.
- Lampf Hugó – Sajó Elemér: A beton. Kiadta a „Pátria” Irodalmi Vállalat és Nyomdai Rt. Budapest, 1914.
- Nothnagel, R.: Hydratations- und Strukturmodell für Zementstein. Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz der Technischen Universität Braunschweig. Heft 200. 2007.
- Palotás László: A beton. Fejezet a Möller Károly dr. szerkesztésében és kiadásában megjelent Építési Zsebkönyvben. Budapest, 1934.
- Palotás László: A beton. Fejezet a Möller Károly dr. szerkesztésében megjelent Építési Zsebkönyvben. Kir. Magy. Egyetemi Nyomda kiadása. Budapest, 1938.
- Palotás László: Minőségi beton. Közlekedés- és Mélyépítéstudományi Könyv- és Folyóiratkiadó Vállalat. Budapest, 1952.
- Palotás László: Fa – Kő – Fém – Kötőanyagok. Mérnöki szerkezetek anyagtana 2. Akadémiai Kiadó. Budapest, 1979.
- Palotás László: Beton – Habarcs – Kerámia – Műanyag. Mérnöki szerkezetek anyagtana 3. Akadémiai Kiadó. Budapest, 1980.
- Powers, T.C. – Brownyard, T.L.: Studies of the Physical Properties of Hardened Portland Cement Paste. Journal of the American Concrete Institute, Proc. 43 (1947); Bulletin 22, Research Laboratories of the Portland Cement Association, Chicago, 1948.
- Riesz Lajos (szerk.): Cement- és mészgártási kézikönyv. Építésügyi Tájékoztatási Központ. Budapest, 1989.
- Talabér József: Cementipari kézikönyv. Műszaki Könyvkiadó. Budapest, 1966.
- Ujhelyi János: Betonismeretek. Műegyetemi Kiadó. Budapest, 2005.
- Walz, K.: Herstellung von Beton nach DIN 1045. 2. kiadás. Beton-Verlag. Düsseldorf, 1972.
- Weisz György: A betonozás technológiája. Közlekedési Kiadó. Budapest, 1952.
- Zielinski Szilárd – Zhuk József: A románcementek összehasonlító vizsgálása és a gyakorlatban való felhasználásának ellenőrzése. Kilián Kiadó, Budapest, 1901.
- Zielinski Szilárd: A román- és portlandcementek szilárdulása pépben, habarcsban és betonban. Az Anyagvizsgálók Nemzetközi

MSZ 4798-1:2004	Egyesületének kopenhágai kongresszusán elhangzott előadás. Pátria Kiadó, Budapest, 1909. Beton. 1. rész: Műszaki feltételek, teljesítőképesség, készítés és megfelelés. Az MSZ EN 206-1 és alkalmazási feltételei Magyarországon
MSZ EN 206-1:2002	Beton. 1. rész: Műszaki feltételek, teljesítőképesség, készítés és megfelelés
MSZ CR 13902:2000	Vizsgálati módszerek a friss beton víz/cement tényezőjének meghatározására. CEN jelentés
DIN EN 197-1:2000	Zement. Teil 1: Zusammensetzung, Anforderungen und Konformitätskriterien von Normalzement

Jelmagyarázat: ❖ A jel előtt álló fogalom a fogalomtár szócikke.

A cikk eredeti változata megjelent a		2008. április havi számának 8-11. oldalán
--------------------------------------	---	--

Vissza a

Noteszlapok abc-ben

Noteszlapok tematikusan



tartalomjegyzékhez



Vissza a **Fogalmak** könyvtár tartalomjegyzékéhez