ÉPÍTŐANYAGOK MSC KÖRNYEZETI OSZTÁLYOK

Dr. Kausay Tibor
BME Építőanyagok és Magasépítés Tanszék

Budapest, 2017. április 5.
Frissítve: 2020. április 10.

BETON KÖRNYEZETI OSZTÁLYAI

az MSZ 4798:2016 és MSZ 4798:2016/2M:2018 szabvány alapján [1)]

BETON JELE	Nyomószilárdsági osztály	Környezeti osztály(ok)	Legnagyobb szemnagyság, mm	Konzisztencia	50 évtől eltérő tervezési élettartam	Szabvány száma
Példák:	C30/37	– XC4	– 32	– F3		– MSZ 4798:2016
	C35/45 – AC_{50}(H) [2)]	– XC4 + XA3	– 24	– S2	– 100 év	– MSZ 4798:2016

Alkalmazási terület	Környezeti osztály jele	Beton nyomószilárdsági osztálya, legalább [2)]	Beton cement-tartalma, legalább, kg/m^3	Beton víz-cement tényezője, legfeljebb	Friss beton levegő-tartalma [3)] MSZ 4798 táblázata
Környezeti hatásoknak ellen nem álló, azoknak ki nem tett beton szerkezetek					
Káros környezeti hatás nem éri a szilárdsági szempontból alárendelt jelentőségű beton	XN(H)	C8/10	165	0,90	NAD F2.
	Például: Aljzatbeton, beton alapréteg, cement-stabilizáció				
Káros környezeti hatás nem éri a betont	X0b(H)	C12/15	230	0,75	NAD F2.
	Például: Vasalatlan alapbeton, kitöltő és kiegyenlítő beton, üreges födémbéléstest, üreges válaszfallap, üreges zsaluzóelem, kétrétegű járdalap hátbetonja, kétrétegű útburkolóelem hátbetonja, üreges pince-falazóelem, belső főfali üreges főfal-falazóelem, belső főfali tömör főfal-falazóelem				
Környezeti hatásoknak ellen nem álló, azoknak ki nem tett vasalt beton (nem vasbeton) szerkezetek					
Karbonátosodáson kívül egyéb **káros környezeti hatás nem éri** a vasalt betont (nem vasbetont!)	X0v(H)	C16/20	250	0,70	NAD F2.
	Például: Száraz helyen lévő vasalt alapbeton, vasalt térhatároló beton				
Karbonátosodásnak ellenálló vasbeton és feszített vasbeton szerkezetek					
Száraz vagy tartósan nedves helyen, állandóan víz alatt lévő beton	XC1	C20/25	260	0,65	NAD F2.
	Például: Belső pillér, belső födém, vízszint alatti betonok				
Nedves, ritkán száraz helyen lévő beton	XC2	C25/30	280	0,60	NAD F2.
	Például: Épületalap, támfalalap, mélyalap, alaplemez, kiegyenlítő lemez betonja				
Mérsékelten nedves helyen, nagy relatív páratartalmú épületben lévő beton	XC3	C30/37	280	0,55	NAD F2.
	Például: Fürdőépület szerkezete, szabadban lévő esőtől védett szerkezetek betonja				
Váltakozva nedves és száraz, vízpermetnek kitett helyen lévő beton	XC4	C30/37	300	0,50	NAD F2.
	Például: Szárnyfal, pincefal, fúrt cölöp, cölöp-fejgerenda, mederfal, külső fal, pillér vagy födém betonja				
Kloridoknak ellenálló beton, vasbeton és feszített vasbeton szerkezetek [4)]					
Mérsékelten nedves helyen, levegőből származó kloridokkal (sópárával), de jégolvasztó sókkal nem érintkező beton	XD1	C30/37	300	0,55	NAD F2.
	Például: Vegyipari üzem szerkezete, szabadban lévő szerkezet vegyipari üzem környezetében, sópince és környezete				
Nedves, ritkán száraz helyen, vízben lévő kloridokkal érintkező, de jégolvasztó sókkal nem érintkező beton	XD2	C35/45	320	0,50	NAD F2.
	Például: Alépítmény, szárnyfal, sós ásvány- és gyógyvizekkel érintkező szerkezetek, klorid-tartalmú talajvízzel érintkező szerkezetek, ha az agresszív víz klorid-tartalma $Cl^- > 500$ mg/liter				
Váltakozva nedves és száraz helyen, jégolvasztó kloridok permetével, sólével érintkező beton	XD3	C35/45	320	0,45	NAD F2.
	Például: Parkolóházak és garázsok fagyhatásnak ki nem tett betonja				

MEGJEGYZÉSEK:

1) E táblázat alkalmazása az MSZ 4798:2016 és MSZ 4798:2016/2M:2018 szabvány szerint kötelező.

2) Vasbetont csak legalább C20/25, feszített vasbetont csak legalább C30/37 nyomószilárdsági osztályú betonból szabad készíteni (MSZ 4798:2016 és MSZ EN 13369:2013).
Ha a beton nyomószilárdsági osztályát az Eurocode 2, illetve az MSZ 4798:2016 szabvány P melléklete szerint értelmezik és határozzák meg, akkor a nyomószilárdsági osztály jele után fel kell tüntetni az AC_{50}(H) kísérőjelet.

3) A friss beton levegőtartalma feszített vasbeton esetén az MSZ 4798:2016 szabvány szerinti NAD F2., illetve NAD F3.táblázatban szereplő értékeknél 0,5 térfogat%-kal legyen kisebb.
Ha a beton újrahasznosított adalékanyaggal készül, akkor a friss beton levegőtartalma az MSZ 4798:2016 szabvány szerinti NAD F2., illetve NAD F3. táblázatban szereplő értékeknél 0,5 térfogat%-kal nagyobb lehet.

4) Magyarországon a fagy- és olvasztósó-álló betonokat az XF2, XF2(H), XF4, XF4(H) környezeti osztályok valamelyikébe kell sorolni.

5) A felületet függőlegesnek kell tekinteni, ha 5%-nál meredekebb; és vízszintesnek, ha lejtése legfeljebb 5%.
A fagy- és olvasztósó-állósági követelmények az MSZ 4798:2015 szabvány 5.5.5. szakasza szerintiek.

6) Az e-UT 07.02.11:2011 útügyi műszaki előírás 2.1.5.2. szakasza szerint légbuborékképző adalékszerek alkalmazása közúti hidak teherhordó szerkezeteiben nem megengedett.

7) A beton környezeti osztályba sorolásához az agresszív talajvíz és talaj kémiai jellemzői az MSZ 4798:2016 szabvány 2. táblázatában találhatók.

Alkalmazási terület	Környezeti osztály jele	Beton nyomószilárdsági osztálya, legalább [2)]	Beton cement-tartalma, legalább, kg/m^3	Beton víz-cement tényezője, legfeljebb	Friss beton levegő-tartalma [3)] MSZ 4798 táblázata
Függőleges felületű fagyálló beton, vasbeton és feszített vasbeton szerkezetek [5)]					
Függőleges felületű és 5%-nál nagyobb lejtésű, mérsékelt víztelítettségű, esőnek és **fagynak kitett, olvasztó sózás nélküli** fagyálló beton	XF1	C30/37	300	0,55	NAD F2.
	Légbuborékképző adalékszer nélkül készül a beton. Például: Monolit és előregyártott szerkezetek				
Függőleges felületű és 5%-nál nagyobb lejtésű, mérsékelt víztelítettségű, esőnek, **fagynak és jégolvasztó sók permetének kitett** fagyálló beton	XF2	C25/30	300	0,55	NAD F3.
	Légbuborékképző adalékszerrel készül a beton. [6)] Példa: Útépítési és nem teherhordó hídépítési szerkezetek, útpályától legfeljebb 10 m-re lévő szerkezetek				
	XF2(H)	C35/45	320	0,50	NAD F2.
	Légbuborékképző adalékszer nélkül készül a beton. Például: Monolit és előregyártott szerkezetek, teherhordó hídépítési szerkezetek, útpályától legfeljebb 10 m-re lévő szerkezetek. Alkalmazása út- és repülőtéri burkolati elemek esetén **tilos!**				
Vízszintes felületű fagyálló beton, vasbeton és feszített vasbeton szerkezetek [5)]					
Vízszintes felületű és legfeljebb 5%-os lejtésű, nagy víztelítettségű, esőnek és **fagynak kitett, olvasztó sózás nélküli** fagyálló beton	XF3	C30/37	320	0,50	NAD F3.
	Légbuborékképző adalékszerrel készül a beton. [6)] Példa: Útépítési és nem teherhordó hídépítési szerkezetek, útpályától legfeljebb 10 m-re lévő szerkezetek				
	XF3(H)	C40/50	340	0,45	NAD F2.
	Légbuborékképző adalékszer nélkül készül a beton. Például: Monolit és előregyártott szerkezetek, teherhordó hídépítési szerkezetek, útpályától legfeljebb 10 m-re lévő szerkezetek. Alkalmazása útpályabetonok és repülőtéri burkolatok esetén **tilos!**				
Vízszintes felületű és legfeljebb 5%-os lejtésű, nagy víztelítettségű, esőnek, **fagynak és jégolvasztó sóknak közvetlenül kitett** fagyálló beton	XF4	C30/37	340	0,45	NAD F3.
	Légbuborékképző adalékszerrel készül a beton. [6)] Például: Útpályabetonok, hídon átvezetett útburkolatok, repülőtéri burkolatok, nem teherhordó hídépítési szerkezetek, útpályától legfeljebb 10 m-re lévő szerkezetek				
	XF4(H)	C40/50	360	0,40	NAD F2.
	Légbuborékképző adalékszer nélkül készül a beton. Például: Monolit és előregyártott szerkezetek, teherhordó hídépítési szerkezetek, útpályától legfeljebb 10 m-re lévő szerkezetek. Alkalmazása útpályabetonok és repülőtéri burkolatok esetén **tilos!**				
Talajvíz és talaj (alapvetően duzzadásos és esetleg oldódásos) **kémiai korróziójának ellenálló beton, vasbeton és feszített vasbeton szerkezetek [7)]**					
Enyhén agresszív talajvízzel vagy talajjal érintkező beton	XA1	C30/37	300	0,55	NAD F2.
	Például: Pincék, alaptestek, fúrt és talaj-kiszorításos cölöpök, mikrocölöpök, résfalak, tübbingek, mélygarázsok, süllyesztő-szekrények (keszonok), földalatti terek, alagutak, közműcsatornák				
Mérsékelten agresszív talajvízzel vagy talajjal érintkező beton	XA2	C30/37	320	0,50	NAD F2.
	Például: Pincék, alaptestek, fúrt és talaj-kiszorításos cölöpök, mikrocölöpök, résfalak, tübbingek, mélygarázsok, süllyesztő-szekrények (keszonok), földalatti terek, alagutak, közműcsatornák				
Nagymértékben agresszív talajvízzel vagy talajjal érintkező beton	XA3	C35/45	360	0,45	NAD F2.
	Például: Pincék, alaptestek, fúrt és talaj-kiszorításos cölöpök, mikrocölöpök, résfalak, tübbingek, mélygarázsok, süllyesztő-szekrények (keszonok), földalatti terek, alagutak, közműcsatornák				

8) A beton környezeti osztályba sorolásához az egyéb agresszív vizek és folyadékok stb. kémiai jellemzői az MSZ 4798:2016 és MSZ 4798:2016/2M:2018 szabvány NAD 2. táblázatában találhatók.
Az MSZ EN 12390-8:2009 szabvány szerint meghatározott legnagyobb vízbehatolás 20 mm lehet.

9) A cement-tartalom a megkövetelt legkisebb értéket legfeljebb 5%-kal haladhatja meg. II. típusú kiegészítőanyag adagolása esetén a legkisebb cement-tartalom alatt legkisebb hatékony kötőanyag-tartalom értendő.

10) II. típusú kiegészítőanyag adagolása esetén a legnagyobb víz-cement tényező alatt legnagyobb víz-(hatékony kötőanyag) tényező értendő.

11) A kopásállóságot az MSZ 18290-1:1981 szabvány szerinti Böhme-féle vizsgálattal az MSZ 4798:2016 szabvány 5.5.6. szakaszában leírtaknak megfelelően kell meghatározni.

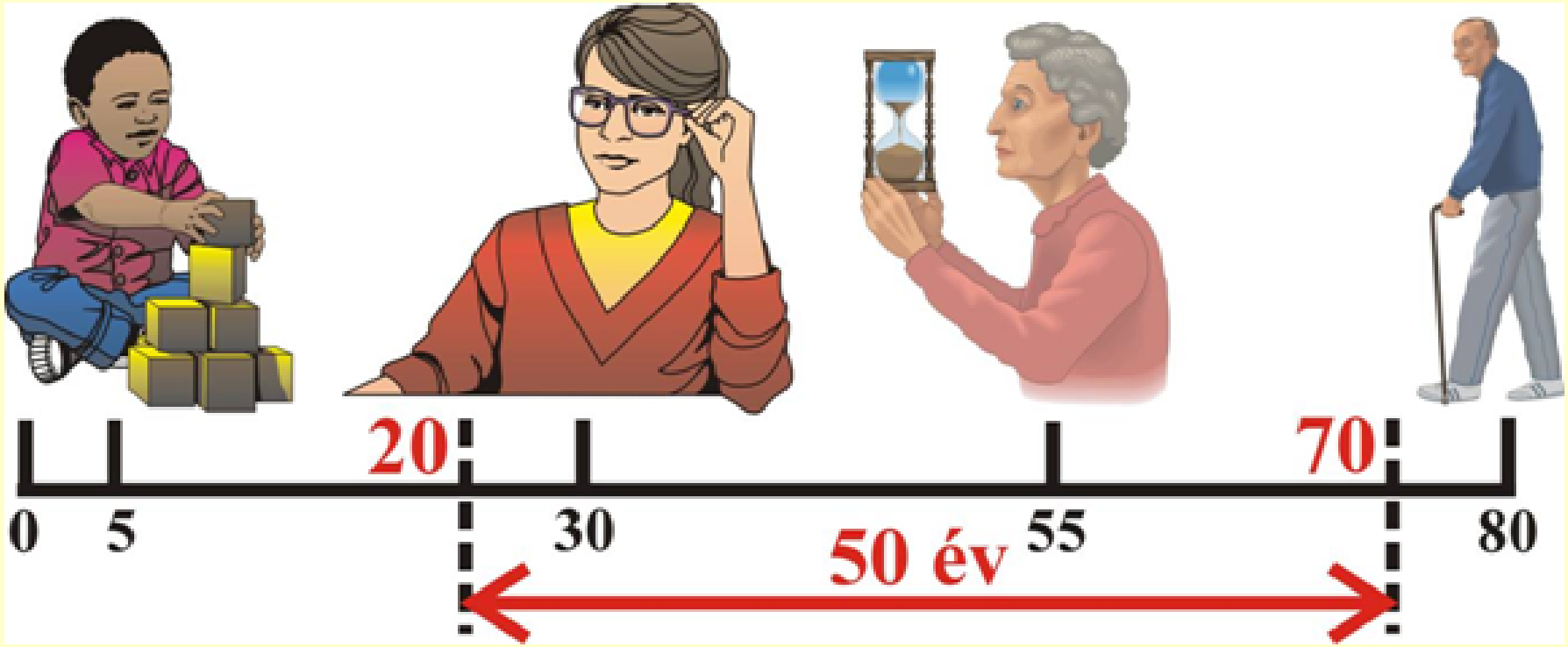
12) A beton MSZ 4798:2016/2M:2018 szabvány által módosított MSZ EN 1917:2003 szabvány D melléklete szerinti vízfelvétele betonszerkezet esetén ≤ 6,0 tömeg%, vasbetonszerkezet esetén ≤ 4,0 tömeg%, feszített vasbeton szerkezet esetén ≤ 2,0 tömeg% legyen.

Alkalmazási terület	Környezeti osztály jele	Beton nyomószilárdsági osztálya, legalább [2)]	Beton cement-tartalma, legalább, kg/m^3	Beton víz-cement tényezője, legfeljebb	Friss beton levegő-tartalma [3)] MSZ 4798 táblázata
Egyéb agresszív vizek és folyadékok stb. (alapvetően oldódásos és esetleg duzzadásos) **kémiai korróziójának ellenálló beton, vasbeton és feszített vasbeton szerkezetek [8)]**					
Közcsatornába bocsátható, **enyhén agresszív** szennyvizek, valamint egyéb enyhén agresszív vizek és folyadékok, gázok, gőzök, permetek, erjedő anyagok környezetében lévő betonok	XA4(H)	C30/37	320 [9)]	0,45 [10)]	NAD F2.
	Például: Szennyvíztisztító telepek harmadlagos (fizikai-kémiai) tisztítási műtárgyainak betonja, enyhén agresszív szennyvizekkel érintkező műtárgyak, enyhén agresszív kemikáliákkal érintkező egyéb betonok, csapadékvíz (esővíz) tároló műtárgyak stb. betonja				
Közcsatornába bocsátható, **közepesen agresszív** szennyvizek, valamint egyéb közepesen agresszív vizek és folyadékok, gázok, gőzök, permetek, erjedő anyagok környezetében lévő betonok. A beton agresszív kémiai hatásnak kitett felületét ajánlott védőréteggel bevonni!	XA5(H)	C30/37	330 [9)]	0,43 [10)]	NAD F2.
	Például: Szennyvíztisztító telepek elsődleges (mechanikai) és másodlagos (biológiai) tisztítási műtárgyainak betonja, közcsatornába bocsátható szennyvizekkel érintkező csatornák, aknák, közterületi átemelők, és szennyvíziszap kezelési műtárgyak betonja, valamint közepesen agresszív szennyvizekkel vagy kemikáliákkal érintkező egyéb betonok, hígtrágyatároló és kezelő medencék, istálló padozatok, hulladéklerakók csurgalékvíz tároló medencéi, terménytárolók, kémény fedkoszorúk stb. betonja				
Közcsatornába nem bocsátható, **fokozottan agresszív** szennyvizek, valamint egyéb fokozottan agresszív vizek és folyadékok, gázok, gőzök, permetek, erjedő anyagok környezetében lévő betonok. A beton agresszív kémiai hatásnak kitett felületét védőréteggel kell bevonni!	XA6(H)	C35/45	345 [9)]	0,40 [10)]	NAD F2.
	Például: Közcsatornába nem bocsátható szennyvizekkel érintkező csatornák, aknák, átemelők és szennyvíztisztító telepi műtárgyak betonja, valamint fokozottan agresszív szennyvizekkel vagy kemikáliákkal érintkező egyéb betonok, hűtőtornyok füstgáz elvezetéssel vagy anélkül, állatetető vályúk, takarmány silók, mezőgazdasági erjesztő silók, faanyag szárító csarnokok, vasúti kocsi mosók, veszélyes hulladék tárolók stb. betonja				
Kopásálló beton, vasbeton és feszített vasbeton szerkezetek [11)]					
Mérsékelten kopásálló, k14/21 jelű kavics- vagy zúzottkőbeton	XK1(H)	C30/37	310	0,50	NAD F2.
	Például: Silók, bunkerek, tartályok könnyű anyagok tárolására, garázspadozatok, lépcsők, járólapok, kopásálló réteggel ellátott ipari padlóburkolatok kopásálló réteg nélkül				
Kopásálló, k12/18 jelű zúzottkőbeton	XK2(H)	C35/45	330	0,45	NAD F2.
	Például: Nehéz anyagok tárolója, gördülő hordalékkal érintkező betonok, egyrétegű járdalapok és monolit járdák, kétrétegű járdalapok kopórétege, közönséges útszegélyelemek, beton és vasbeton lépcsők, aknafedlapok				
Fokozottan kopásálló, k10/15 jelű zúzottkőbeton	XK3(H)	C40/50	350	0,40	NAD F2.
	Például: Egyrétegű útburkolóelemek, kétrétegű útburkolóelemek kopórétege, kopásálló útszegélyelemek, útpályaburkolatok, repülőtéri fel(le)szállópályák és gördülő utak, konténer átrakó állomások térburkolata				
Igen kopásálló, k8/12 jelű zúzottkőbeton	XK4(H)	C45/55	370	0,38	NAD F2.
	Például: Nehéz és hernyótalpas járművek járta térburkolatok, kopóréteg nélküli ipari padlóburkolatok				
Vízzáró beton, vasbeton és feszített vasbeton szerkezetek					
Csak légköri nyomáson lévő **nedvességálló** (nem vízzáró) beton [12)]	XV0(H)	C25/30	300	0,55	NAD F2.
	Például: Talajvízszint feletti föld alatti szerkezetek, vagy vízelszívással tartósan víztelenített környezetű szerkezetek				
Mérsékelten vízzáró beton, amelybe a víz legfeljebb 50 mm mélyen hatol be [13)]	XV1(H)	C25/30	300	0,55	NAD F2.
	Például: Pincefalak, csatornafalak, mélyalap, áteresz, folyóka, surrantóelemek, mederlapok, mederburkolóelem, rézsűburkolat, víztároló medencék, záportározók, esővízgyűjtő aknák				
Közepesen vízzáró beton, amelybe a víz legfeljebb 35 mm mélyen hatol be [13)]	XV2(H)	C30/37	300	0,50	NAD F2.
	Például: Vízépítési szerkezetek, gátak, partfalak, víztároló medencék, föld alatti garázsok, aluljárók külön szigetelőréteg nélkül, földalatti alaptestek, kiegyenlítő lemezek				
Fokozottan vízzáró beton, amelybe a víz legfeljebb 20 mm mélyen hatol be [13)]	XV3(H)	C30/37	300	0,45	NAD F2.
	Például: Mélygarázsok, mélyraktárak, alagutak külső határoló szerkezete, vízépítési műtárgyak				

13) A vízzáróságot az MSZ EN 12390-8:2009 szabvány szerint kell meghatározni.

Kausay 2018.

Az MSZ EN 206:2013+A1:2017 és MSZ 4798:2016 betonszabvány szerint készített beton tervezési élettartama általában legalább 50 év!



Rövidebb (pl. 20 év) vagy hosszabb (pl. 100 év) tervezési élettartam kevésbé szigorú vagy szigorúbb követelményekre lehet szükség.

A tervezési élettartam értelmezése az ISO 16204:2012 „Tartósság. Betonszerkezetek élettartamának tervezése” szabványban található.

A végleges jellegű <u>közúti hidakra</u> az MSZ EN 1992-1-1:2010 (Eurocode 2) szerint <u>a tervezési élettartam 100 év</u>

Ugyancsak <u>100 év</u> például a vízépítési műtárgyak tervezési élettartama

MSZ EN 1990:2011 **2.1. táblázat: Tervezési élettartamok** **EUROCODE**

Osztály	Előírt tervezési élettartam (év)	Példák
1.	10	Ideiglenes tartószerkezetek (1)
2.	10–25	Cserélhető tartószerkezeti részek, például darupályatartók, saruk
3.	15–30	Mezőgazdasági és hasonló tartószerkezetek
4.	50	Épületek tartószerkezetei és egyéb szokásos tartószerkezetek
5.	100	Monumentális épületek tartószerkezetei, hidak és más építőmérnöki szerkezetek

(1) Az olyan tartószerkezeteket vagy azok részeit, melyek újrafelhasználás céljából szétszerelhetők, nem kell ideiglenes szerkezetnek tekinteni.

MSZ EN 1990:2011 szabvány
1.5.2.8. szakasz szerint
a tervezési élettartam (design working life)
az a feltételezett időtartam, melynek során a tartószerkezet vagy annak egy része az előirányzott fenntartás mellett, de jelentős javítási munkák nélkül, a tervezett rendeltetésének megfelelően használható.

Használati élettartam
A használati élettartam tényleges, *tapasztalati érték*. Időtartam, amely alatt a szerkezetbe épített beton megfelelő fenntartás mellett, de jelentős javítási munkák nélkül, tervezett rendeltetésének megfelelően használható.

A tartós beton használati élettartama nagyobb, vagy legalább akkora, mint a tervezési élettartam.

Az MSZ EN 206:2013+A1:2017, illetve az MSZ 4798:2016 szabvány szerint

Használati élettartam

Az az időtartam, amely alatt a szerkezetbe épített beton tulajdonságai megmaradnak a szerkezet minőségi követelményeit kielégítő szinten, feltéve, hogy a szerkezetet megfelelő módon karbantartják.

Tervezett használati élettartam (tervezési élettartam) németül:

Geplante Nutzungsdauer

Az MSZ EN 206: 2013+A1:2017, illetve MSZ 4798:2016 szabvány a beton legalább 50 évre tervezett tartóssága érdekében környezeti osztályok alkalmazását írja elő.

A tervezési élettartam alatt a beton feltehetően *tartós* lesz, ha a környezeti hatásokat károsodás nélkül viseli.

Így a beton, vasbeton, feszített vasbeton *szerkezetek építéséhez használt betonkeverékek összetételének és tulajdonságainak rendeltetésük szerint illeszkedniük kell a környezeti hatásokat leíró környezeti osztályokhoz*.

Ez azt jelenti, hogy összetételük meg kell feleljen az

x_{max}, c_{min}, $f_{ck,cyl}$ /$f_{ck,cube,min}$, $V_{levegő,\ előírt}$

határértékeknek,

valamint az esetleges különleges követelményeknek, mint például a fagyállóság, fagy- és olvasztósó-állóság, kopásállóság, vízzáróság.

MSZ 4798:2016 szabvány 5.3.2. szakaszának (5) bekezdése

(5) Az erőtani számítás szerinti szükséges nyomószilárdsági osztály és a környezeti feltételek szerinti szükséges legkisebb nyomószilárdsági osztály közül <u>általában</u> a nagyobb nyomószilárdsági osztályt kell mértékadónak tekinteni.

Ennek értelmében, ha az erőtani számítás szerint szükséges nyomószilárdsági osztály nagyobb, mint a környezeti feltételek szerint szükséges legkisebb nyomószilárdsági osztály, akkor az erőtani számítás szerint szükséges nyomószilárdsági osztály a mértékadó.

Ha az erőtani számítás szerint szükséges nyomószilárdsági osztály kisebb, mint a környezeti feltételek szerint szükséges legkisebb nyomószilárdsági osztály, akkor a mértékadó nyomószilárdsági osztály kiválasztása tekintetében két eset lehetséges:

- ha az adott építmény esetén felelősséggel nem bizonyított, hogy az erőtani számítás szerint szükséges nyomószilárdsági osztály a környezeti hatásoknak ellenálló beton készítéséhez elegendő, akkor a környezeti feltételek szerint szükséges legkisebb nyomószilárdsági osztályt kell mértékadónak tekinteni;

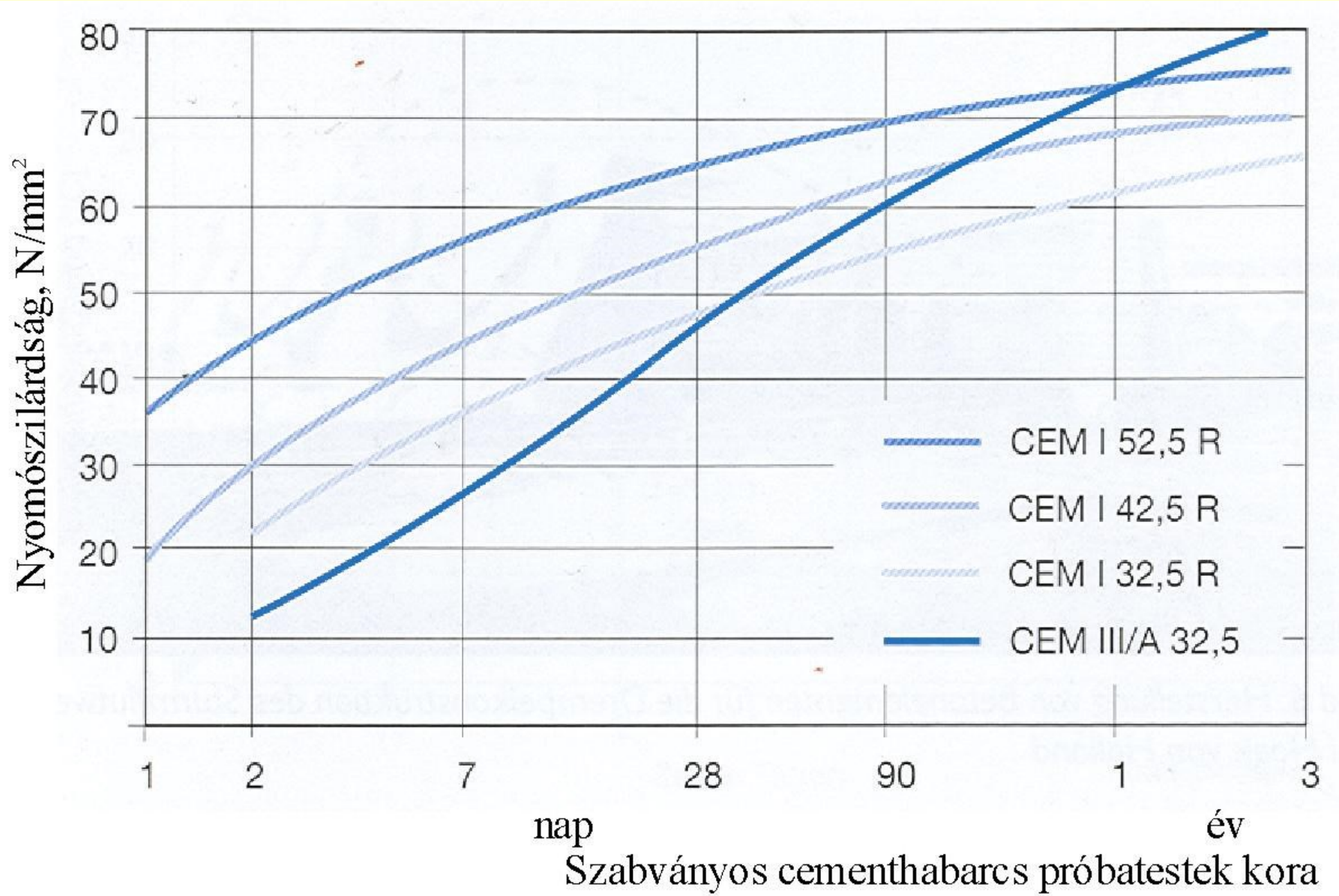
- ha az adott építmény esetén felelősséggel és írásban bizonyítják, hogy az erőtani számítás szerint szükséges nyomószilárdsági osztály a környezeti hatásoknak – a tervezési élettartam alatt – ellenálló beton készítéséhez elegendő, akkor az erőtani számítás szerint szükséges nyomószilárdsági osztályt lehet mértékadónak tekinteni.

Ennek az esetnek jellegzetes példáját jellegzetes példáját adhatja a CEM III jelű kohósalakcement (MSZ EN 197-1:2011) alkalmazása.

A CEM III/A kohósalakcement utószilárdulása 90 napos korig a 28 napos nyomószilárdságnak általában a 30-40 %-át, a CEM III/B kohósalakcementé pedig a 20-25 %-át teszi ki. Ezért feltételezhető, hogy az adalékszerrel nem gyorsított kötésű és szilárdulású, CEM III kohósalakcementtel gondosan készített és utókezelt beton nyomószilárdsági osztálya 90 napos korra eléri a környezeti feltételek alapján az MSZ 4798-1:2004 szabványban ajánlott legkisebb nyomószilárdsági osztályt.

Nem kizárt tehát, hogy bizonyítható: CEM III N (normál kezdőszilárdságú) vagy L (kis kezdőszilárdságú) kohósalakcement alkalmazása esetén az erőtani számítás eredménye alapján megállapított szükséges – a környezeti osztály nyomószilárdsági követelményénél kisebb – 28 napos korra vonatkozó nyomószilárdsági osztály elegendő a környezeti hatásoknak a tervezési élettartam alatt ellenálló beton készítéséhez.

Lásd a következő ábrát.



Cementek szilárdulási folyamata (Forrás: *Rendchen, K.*: Hüttensandhaltiger Zement. Verlag Bau+Technik. Düsseldorf, 2002.)

Ezzel összefüggésben megemlítendő a DIN 1045-2:2008 szabvány F.2.1 táblázatának egyes környezeti osztályokhoz tartozó lábjegyzete:

d) Bei Verwendung von Luftporenbeton, z. B. aufgrund gleichzeitiger Anforderungen aus der Expositionsklasse XF, eine Festigkeitsklasse niedriger. In diesem Fall darf Fußnote e nicht angewendet werden.

e) Bei langsam und sehr langsam erhärtenden Betonen (r < 0,30 lásd a következő diakockán) eine Festigkeitsklasse niedriger. Die Druckfestigkeit zur Einteilung in die geforderte Druckfestigkeitsklasse nach 4.3.1 ist auch in diesem Fall an Probekörpern im Alter von 28 Tagen zu bestimmen. In diesem Fall darf Fußnote d) nicht angewendet werden.

MSZ 4798:2016 szabvány
16. táblázat: A beton szilárdságának alakulása 20 °C-on

A szilárdulási ütem	Nyomószilárdság aránya $r = f_{cm,2} / f_{cm,28}$
Gyors	≥ 0,5
Közepes	≥ 0,3-tól < 0,5-ig
Lassú	≥ 0,15-től < 0,3-ig
Nagyon lassú	< 0,15

Az építési célnak — beleértve a tartósságot is — csak a kellően bedolgozott, megkövetelt tömörségű, zárványmentes beton felel meg, ezért a bedolgozott friss beton levegőtartalmát korlátozni kell.

Az MSZ 4798:2016 szabvány szerint a friss beton levegőtartalmának tervezési értéke a következő:

MSZ 4798:2016 NAD F2. táblázat: A légbuborékképző adalékszer nélkül készített friss beton tervezett levegőtartalmának értéke a nyomószilárdsági osztály és a konzisztencia osztály függvényében

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

MSZ 4798:2016 NAD F3. táblázat: A légbuborékképző adalékszerrel készített friss beton előírt összes, átlagos levegő-tartalmának (légpórus + légbuborék) értéke az adalékanyag legnagyobb szemnagyságának a függvényében

Környezeti osztály	XF2 és XF3	XF4
Legnagyobb szemnagyság mm	A friss beton összes levegőtartalma (légpórus + légbuborékképző adalékszerrel bevitt légbuborék), térfogat%	
8 és 12	4,0 – 6,0	6,0 – 10,0
16	3,0 – 5,0	4,5 – 8,5
24 és 32	2,5 – 5,0	4,0 – 8,0
63	2,0 – 4,0	3,0 – 7,0
	A kötőanyagpép összes, átlagos levegőtartalma (légpórus + légbuborékképző adalékszerrel bevitt légbuborék), legalább, térfogat%	
	15,0	18,0
MEGJEGYZÉS: Az XF4 környezeti osztályú kopásálló betonok esetén a levegőtartalom alsó határértékei 0,5 térfogatszázalékkal csökkenthetők, de a betonok a fagy- és olvasztósó-állósági követelményeknek feleljenek meg.		

A beton tényleges levegőtartalmának nem szabad a tervezett levegőtartalomnál nagyobbnak, fagyálló, vagy fagy- és olvasztósó-álló beton esetén kisebbnek lennie, illetve ezt a követelményt az előírt megengedett tűréssel kell teljesítenie.

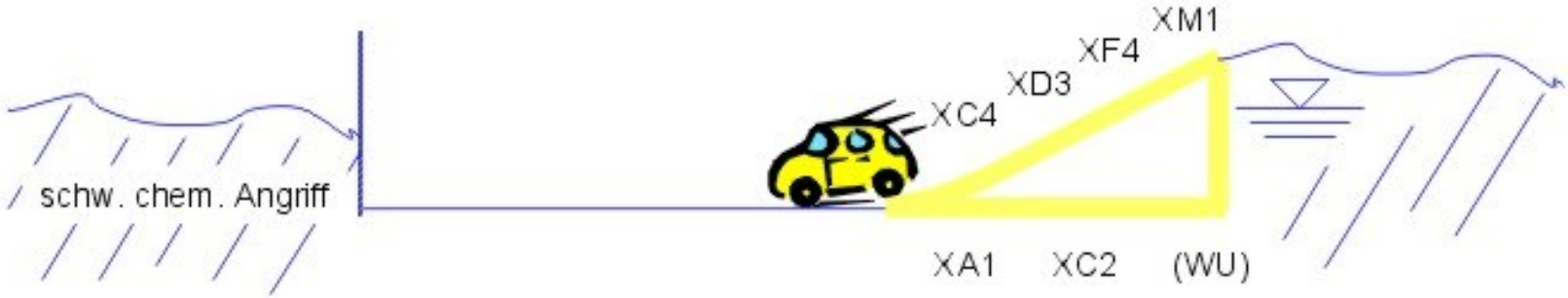
Ha az adott keverék esetén az alkalmazott tömörítéssel ez feltétel nem teljesíthető, akkor vagy a tömörítés módját kell megváltoztatni vagy a betonösszetételt kell áttervezni.

Ha a betont több féle környezeti hatás éri, akkor e hatásokat a környezeti osztályok kombinációjaként kell kifejezni.

Ebben az esetben olyan betont kell tervezni és készíteni, amelynek összetétele és tulajdonságai a szóban forgó, társított környezeti osztályok mindegyikének követelményét kielégíti.

Ha a környezeti hatások egyike fagy-, illetve fagy- és olvasztósó hatás, és a beton légbuborékképző adalékszerrel készül, akkor a friss beton átlagos levegőtartalma a fagy-, illetve fagy- és olvasztósóálló beton előírt összes levegőtartalmának (légpórus + légbuborékképző adalékszerrel bevitt légbuborék) feleljen meg.

Beispiel
Grenzwerte der Zusammensetzung für den Beton der Rampe



Rampe

		Zementgehalt [kg/m³]			
			mit Typ II	w/z-Wert	Festigkeit
Außenbauteil, bewehrt	XC4 (oben)	280	270	0,60	C25/30
Chloridangriff, ohne Frost	XD3 (oben)	320	270	0,45	C35/45
Frost-Taumittelangriff, horizontale Fläche	XF4 (oben)	320	320	0,50	C30/37
Mäßige Verschleißbeanspruchung	XM1 (oben)	300	270	0,55	C30/37
Schwacher chemischer Angriff	XA1 (unten)	280	270	0,60	C25/30
Gründungsbauteil, nass selten trocken	XC2 (unten)	240	240	0,75	C16/20
Hoher Wassereindringwiderstand für h > 0,40 m	(WU)	-	-	0,70	-

Mindestanforderungen an die Betonzusammensetzung		Zementgehalt			
			mit Typ II	w/z-Wert	Festigkeit
	LP-Beton	320	320	0,45	C30/37

Teil der Festlegung	Stahlbeton C30/37 XC4, XD3, XF4, XM1, XA1 (WU)

Kausay

MSZ 4798:2016 NAD F4. táblázat: Példa a környezeti osztályok társítására (kombinációjára)

Környezeti osztály	Beton nyomó-szilárdsági osztálya, legalább	Beton cement-tartalma, legalább, kg/m3	Beton víz-cement tényezője, legfeljebb	Friss beton átlagos összes levegő-tartalma, térfogat%
XC4 – XF1 – XA2 – XV1(H) környezeti osztályú vasbeton támfal betonja				
XC4	C30/37	300	0,50	NAD F2. táblázat szerint
XF1	C30/37	300	0,55	
XA2	C30/37	320	0,50	
XV1(H)	C25/30	300	0,55	
XC4 – XF1 – XA2 – XV1(H)	C30/37	320	0,50	
XC4 – XF4 – XK3(H) környezeti osztályú, 32 mm legnagyobb szemnagyságú adalékanyaggal készített fagy- és olvasztósó- és kopásálló beton				
XC4	C30/37	300	0,50	NAD F2. táblázat szerint
XK3(H)	C40/50	350	0,40	
XF4	C30/37	340	0,45	NAD F3. táblázat szerint
XC4 – XF4 – XK3(H)	C40/50	350	0,40	

Az MSZ EN 206: 2013+A1:2017 európai betonszabvány eredetileg hat környezeti osztály csoportot tartalmaz, *az MSZ 4798:2016 ezeken kívül még néggyel számol*:

1. **Nincs korróziós kockázat;**
2. **Karbonátosodás okozta korrózió;**
3. **Nem tengervízből származó kloridok korróziós hatása;**
4. **Tengervízből származó kloridok hatása;**
5. **Fagyás/olvadás okozta korrózió, ugyanez *Lb-képző nélküli beton esetén*;**

6.1. Talajvíz és talaj okozta korrózió;

6.2. Egyéb kémiai okozta korrózió;

7. Koptatóhatás okozta károsodás;

8. Igénybevétel víznyomás hatására.

Környezeti osztályok kiterjesztése

Csak beton	Környezeti hatásoknak nem ellenálló beton	XN(H), X0b(H), XV1(H)
Csak vasbeton betonja		X0v(H)
Csak vasbeton és feszített vasbeton betonjára vonatkozó környezeti osztályok	Karbonátosodás	XC1 – XC4
	Kloridoknak (nem jégolvasztó) kitett beton	XD1 – XD3 XS1 –XS3
Beton, vasbeton és feszített vasbeton betonjára egyaránt vonatkozó környezeti osztályok	Fagyálló beton	XF1 LP-képző nélkül XF2 –XF4 LP-képzővel XF2(H) – XF4(H) LP-képző nélkül (légbuborékképző nélkül)
	Korróziónak kitett beton	XA1 – XA3 XA4(H) – XA6(H)
	Kopásálló beton	XK1(H) – XK4(H)
	Vízzáró beton	XV2(H) – XV3(H)

Vízzáró feszített vasbeton csak XV3(H) környezeti osztályú [vz20(H) jelű] betonból készíthető.

MSZ 4798:2016 szabvány 1. táblázat: Környezeti osztályok

Az osztály jele	A környezeti hatás leírása	Tájékoztató példák a környezeti osztályok előfordulására
1. Nincs korróziós vagy kimaródási kockázat		
X0	**Vasalás vagy más beágyazott fém nélküli beton esetén: valamennyi környezeti körülmény, kivéve azokat, amelyek esetén fagyás/olvadás, koptatás vagy kémiai korrózió fordul elő. Vasbeton vagy beágyazott fémet tartalmazó betonok esetén: nagyon száraz *környezetben*.**	**Nagyon kis relatív páratartalmú *(< 35%)* épületben *(környezetben)* levő *beton vagy beágyazott fémet tartalmazó* beton**

MSZ 4798:2016 szabvány 1. táblázat: Környezeti osztályok

XN(H)	***Káros környezeti hatás nem éri a szilárdsági szempontból alárendelt jelentőségű betont***	***Alárendelt szilárdságú aljzatbeton, beton alapréteg, cement-stabilizáció***
X0b(H)	***Káros környezeti hatás nem éri a betont***	***Alapbeton, kitöltő és kiegyenlítő beton, hátbeton, kézi falazóelem***
X0v(H)	***Karbonátosodáson kívül egyéb káros környezeti hatás nem éri a vasalt betont***	***Vasalt (nem vasbeton) térhatároló beton***

MSZ 4798:2016 NAD F1. táblázat: Határértékek a beton összetételére és tulajdonságaira

Alkalmazási terület	*Környezeti osztály jele*	*Beton nyomó-szilárdsági osztálya legalább*	*Beton cement-tartalma legalább kg/m³*	*Beton víz-cement-tényezője legfeljebb*
1.1. Környezeti hatásoknak ki nem tett beton szerkezetek, általában legfeljebb 35% relatív páratartalmú helyen				
Környezeti hatásoknak (nedvesség, karbonátosodás, kloridhatás, fagyás/olvadás, kémiai korrózió, koptatóhatás vagy víznyomás) nem ellenálló, szilárdsági szempontból alárendelt jelentőségű beton	***XN(H)***	***C8/10***	***165***	***0,90***
Környezeti hatásoknak (nedvesség, karbonátosodás, kloridhatás, fagyás/olvadás, kémiai korrózió, koptatóhatás vagy víznyomás) nem ellenálló beton	***X0b(H)***	***C12/15***	***230***	***0,75***
1.2. Környezeti hatásoknak ki nem tett vasalt beton szerkezetek				
Környezeti hatásoknak (nedvesség, karbonátosodás, kloridhatás, fagyás/olvadás, kémiai korrózió, koptatóhatás vagy víznyomás) nem ellenálló vasalt beton	***X0v(H)***	***C16/20***	***250***	***0,70***

MSZ 4798:2016 szabvány 1. táblázat: Környezeti osztályok

2. Acélbetétkorrózió karbonátosodás következtében		
Amikor a vasbetont vagy más, beágyazott fémet tartalmazó betont levegő és nedvesség éri, akkor a környezeti hatásokat a következők szerint kell osztályozni:		
XC1	Száraz vagy tartósan nedves	Kis relatív páratartalmú épületben levő beton; Állandóan víz alatt levő beton
XC2	Nedves, ritkán száraz	Hosszú időn át vízzel érintkező betonfelületek; A legtöbb alapozás
XC3	Mérsékelt nedvesség	Mérsékelt vagy nagy relatív páratartalmú épületekben levő beton. Esőtől védett, szabadban lévő beton
XC4	Váltakozva nedves és száraz	Vízzel érintkező betonfelületek, amelyek nem tartoznak az XC2 osztályba.

MSZ 4798.2016 F1. táblázat: Határértékek a beton összetételére és tulajdonságaira Alkalmazási terület	Környe-zeti osztály jele	Beton nyomó-szilárd-sági osztálya legalább	Beton cement-tartalma legalább kg/m^3	Beton víz-cement tényező-je legfel-jebb
2. Karbonátosodás okozta korrózió				
Száraz, vagy tartósan nedves helyen, állandóan víz alatt	XC1	C20/25	260	0,65
Nedves, ritkán száraz helyen (épület alapok)	XC2	C25/30	280	0,60
Mérsékelten nedves helyen, nagy relatív páratartalmú épületben, vagy a szabadban, esőtől védett helyen	XC3	C30/37	280	0,55
Váltakozva nedves és száraz, víznek kitett helyen	XC4	C30/37	300	0,50

Az acélbetét korróziójának három környezeti feltétele van:

a.) nedvesség jelenléte

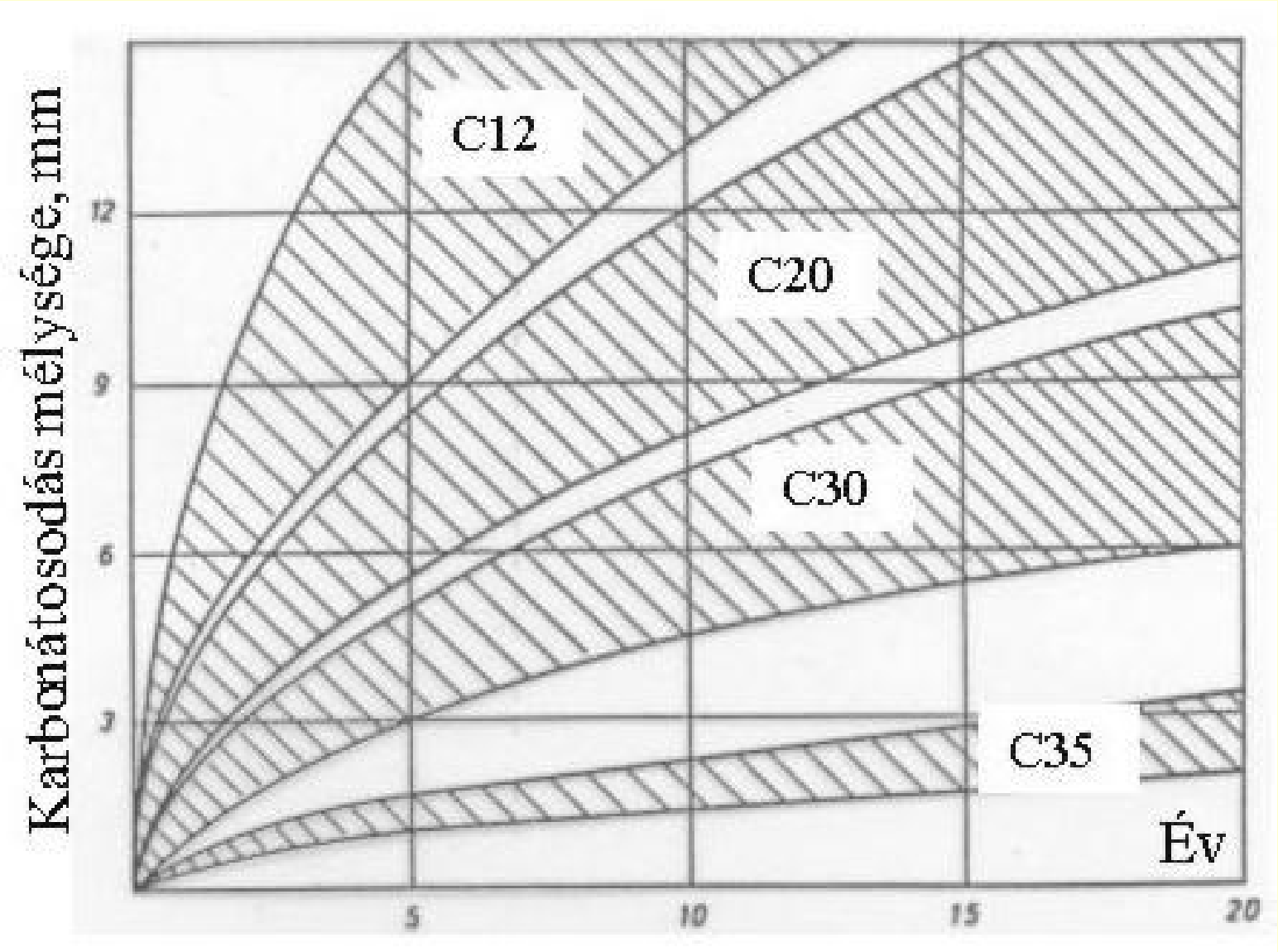
b.) oxigénnek az acélbetéthez jutása

c.) a beton lúgosságának megszűnése

Karbonátosodás:

$$Ca(OH)_2 + CO_2 = CaCO_3 + H_2O$$

Ezek kialakulását a betonfedés tömörsége és vastagsága is befolyásolja.



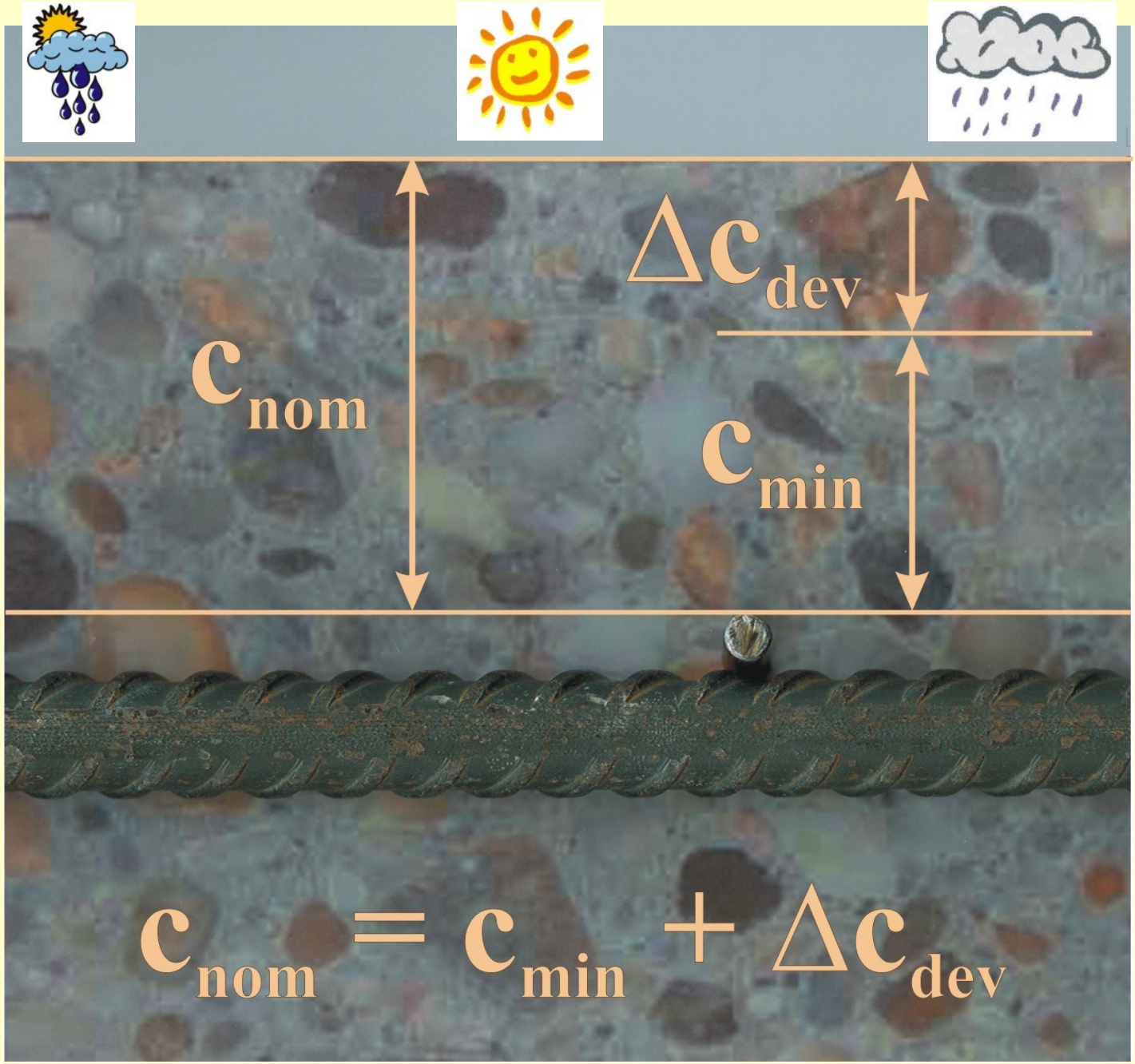
Karbonátosodás mélysége az idő és a nyomószilárdsági osztály függvényében

Forrás: http://www.fh.campuswien.ac.at/bau@home/bausanierung/daten/4_5_3.htm

Az előírt <u>névleges betonfedés</u> (c_{nom}) az előírt <u>legkisebb betonfedésnek</u> (c_{min}) a <u>kötelező ráhagyással</u> (Δc_{dev}) megnövelt, előírt értéke:

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} \text{ [mm]}$$

Az előírt névleges betonfedést (c_{nom}) kell a statikai számításokban alkalmazni, és a szerkezeti terveken bejelölni.


c_{nom}
Δc_{dev}
c_{min}
$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$

Karbonátosodás, fagyás, jégolvasztó sózás hatására károsodott aluljáró födém

Szerkezeti osztály

Az építmények szerkezeti osztálya az MSZ EN 1992-1-1:2010 szabvány 4.4.1.2. szakasza szerinti fogalom. A szerkezeti osztályok tulajdonképpen tartalom nélküliek, a beton fedés szükséges mértékéről adnak tájékoztatást, ami pedig kihat többek között az adalékanyag névleges legnagyobb szemnagyságának megengedhető mértékére.

Az MSZ EN 1992-1-1:2010 szabvány 4.4.1.2. szakaszának 4.4.N és 4.5.N táblázata hat szerkezeti osztályt tartalmaz (jelük: S1-S6.) A szabvány 4.4.1.2. szakasza (5) bekezdésének megjegyzése az 50 év tervezési élettartamú és a szabvány E. mellékletében (E1N táblázat) szereplő környezeti osztályokhoz tartozó nyomószilárdsági osztályú betonokat az S4 szerkezeti osztályba javasolja sorolni.

Ha a *minőségellenőrzés nem kiemelt szintű,* akkor a következő szerkezeti osztályt, illetve betonfedést kell alkalmazni:

Tervezési élettartam	Szerkezeti osztály valamennyi környezeti osztályban, ha a minőségellenőrzés *nem* kiemelt szintű
< 50 év	S3
50 év	S4
100 év	S6

Ha a *minőségellenőrzés kiemelt szintű,* akkor a következő szerkezeti osztályt, illetve betonfedést kell alkalmazni:

Tervezési élettartam	Szerkezeti osztály valamennyi környezeti osztályban, ha a minőségellenőrzés kiemelt szintű
< 50 év	S2
50 év	S3
100 év	S5

Környezeti osztály Tervezési élettartam 50 év, a minőségellenőrzés kiemelt szintű	Környezeti hatások miatt szükséges előírt legkisebb betonfedés S3 szerkezeti osztályban $c_{min,dur}$, mm	
	Betonacél	Feszítőbetét
X0, X0v(H)	10	10
XC1	10	20
XV0(H), XC2, XC3	20	30
XC4, *XF1, XV3(H)*	25	35
XD1, XS1, *XF2 XF3 , XA1, XK1(H)*	30	40
XD2, XS2, *XF2(H), XF3(H), XF4, XA2, XA4(H), XK2(H)*	35	45
XD3, XS3, *XF4(H), XA3, XA5(H), XV2(H), XK3(H)*	40	50
XA6(H), XK4(H)	45	55

Az MSZ EN 1992-1-1:2010 szabvány csak a fekete álló betűvel környezeti osztályokat tartalmazza.

Környezeti osztály Tervezési élettartam 50 év, a minőségellenőrzés *nem* kiemelt szintű	Környezeti hatások miatt szükséges előírt legkisebb betonfedés S4 szerkezeti osztályban $c_{min,dur}$, mm	
	Betonacél	Feszítőbetét
X0, X0v(H)	10	10
XC1	15	25
XV0(H), XC2, XC3	25	35
XC4, *XF1, XV3(H)*	30	40
XD1, XS1, *XF2 XF3 , XA1, XK1(H)*	35	45
XD2, XS2, *XF2(H), XF3(H), XF4, XA2, XA4(H), XK2(H)*	40	50
XD3, XS3, *XF4(H), XA3, XA5(H), XV2(H), XK3(H)*	45	55
XA6(H), XK4(H)	50	60

Az MSZ EN 1992-1-1:2010 szabvány csak a fekete álló betűvel környezeti osztályokat tartalmazza.

Környezeti osztály Tervezési élettartam 100 év, a minőségellenőrzés kiemelt szintű	Környezeti hatások miatt szükséges előírt legkisebb betonfedés S5 szerkezeti osztályban $c_{min,dur}$, mm	
	Betonacél	Feszítőbetét
X0, X0v(H)	15	15
XC1	20	30
XV0(H), XC2, XC3	30	40
XC4, *XF1, XV3(H)*	35	45
XD1, XS1, *XF2 XF3 , XA1, XK1(H)*	40	50
XD2, XS2, *XF2(H), XF3(H), XF4, XA2, XA4(H), XK2(H)*	45	55
XD3, XS3, *XF4(H), XA3, XA5(H), XV2(H), XK3(H)*	50	60
XA6(H), XK4(H)	55	65

Az MSZ EN 1992-1-1:2010 szabvány csak a fekete álló betűvel környezeti osztályokat tartalmazza.

Környezeti osztály Tervezési élettartam 100 év, a minőségellenőrzés *nem* kiemelt szintű	Környezeti hatások miatt szükséges előírt legkisebb betonfedés S6 szerkezeti osztályban $c_{min,dur}$, mm	
	Betonacél	Feszítőbetét
X0, X0v(H)	20	20
XC1	25	35
XV0(H), XC2, XC3	35	45
XC4, *XF1, XV3(H)*	40	50
XD1, XS1, *XF2 , XF3, XA1, XK1(H)*	45	55
XD2, XS2, *XF2(H), XF3(H), XF4, XA2, XA4(H), XK2(H)*	50	60
XD3, XS3, *XF4(H), XA3, XA5(H), XV2(H), XK3(H)*	55	65
XA6(H), XK4(H)	60	70

Az MSZ EN 1992-1-1:2010 szabvány csak a fekete álló betűvel környezeti osztályokat tartalmazza.

MSZ 4798:2016 szabvány 1. táblázat: Környezeti osztályok

3. Acélbetétkorrózió a nem tengervízből származó kloridok hatására		
Amikor a vasbeton vagy más beágyazott fémet tartalmazó beton kloridtartalmú víz éri, beleértve a jégolvasztó sózást és amely nem tengervízből származik, akkor a környezeti hatást a következők szerint kell osztályozni:		
XD1	Mérsékelt nedvesség	Levegő által szállított kloriddal (sópárával) érintkező beton.
XD2	Nedves, ritkán száraz	Úszómedencék. Kloridot tartalmazó talaj- és ipari vizekkel érintkező beton.
XD3	Váltakozva nedves és száraz	Kloridtartalmú vízpermettel érintkező hídelemek. Járdák és útburkolatok. Autóparkolók födémei.
Megjegyzés: Az MSZ 4798:2016 szabvány szerint azokat a betonokat, amelyeket a nem tengervízből származó sók hatásán kívül fagy is éri, az XD1 – XD3 környezeti osztályok helyett az XF2, XF2(H), XF4, XF4(H) környezeti osztályok valamelyikébe kell sorolni.		

MSZ 4798.2016 F1. táblázat: Határértékek a beton összetételére és tulajdonságaira Alkalmazási terület	Környezeti osztály jele	Beton nyomószilárdsági osztálya legalább	Beton cementtartalma legalább kg/m^3	Beton víz-cement tényezője legfeljebb
3. Kloridoknak ellenálló beton és vasbeton szerkezetek				
Mérsékelten nedves helyen, levegőből származó kloridokkal (sópárával) érintkezőt, de jégolvasztó sóknak ki nem tett, korrózióálló beton	XD1	C30/37	300	0,55
Nedves, ritkán száraz helyen, vízben lévő kloridoknak kitett, de jégolvasztó sóknak ki nem tett, korrózióálló beton (úszómedencék, talajvizek, ipari vizek hatása)	XD2	C35/45	320	0,50
Váltakozva nedves és száraz helyen, jégolvasztó kloridok permetének kitett korrózióálló beton (hídelemek, járdák, útburkolatok, autóparkolók födémei)	XD3	C35/45	320	0,45
4. Tengervízből származó klorid által okozott korrózió ***MEGJEGYZÉS: Magyarországon csak különleges esetben használatos környezeti osztály***				

MSZ 4798.2016 szabvány megjegyzése az XD2 környezeti osztályhoz

Az agresszív vízzel (talajvízzel, egyéb természetes vízzel, szennyvízzel vagy egyéb agresszív folyadékkal) érintkező vasbeton vagy feszített vasbeton szerkezet betonját akkor kell XD2 környezeti osztályba sorolni, ha az agresszív víz kloridtartalma Cl^- > 500 mg/l.

A talajvíz és természetes víz kloridtartalmát az MSZ 18094-11:1979 szerint, a szennyvizek és egyéb agresszív vizek kloridtartalmát az MSZ 260-6:1977 vagy az MSZ EN ISO 10304-1:2009 szabvány szerint kell meghatározni.

Hivatkozott szabványok:

MSZ 18094-11:1979 Talajkorróziós vizsgálatok. A talaj és a talajvíz klorid-ion tartalmának meghatározása

MSZ 260-6:1977 Szennyvizek vizsgálata. Kloridion meghatározása. **Visszavont szabvány**

MSZ EN ISO 10304-1:2009 Vízminőség. Az oldott anionok meghatározása ionkromatográfiával. 1. rész: A bromid, a klorid, a fluorid, a nitrát, a nitrit, a foszfát és a szulfát meghatározása

Magyarázat a következő diakockán

Az ivóvíz kloridtartalmának határéke a 201/2001.(X.25.) Korm. rendeletben 250 mg/l.

Ha a víz kloridtartalma Cl^- > 500 mg/l (ez Svájcban az XD2b környezeti osztály feltétele), akkor a SIA 262:2013 „Betonbau" svájci szabvány és a Cemsuisse-Merkblatt MB 02:2016 svájci műszaki irányelv vasbeton esetén 55 mm, feszített vasbeton esetén 65 mm névleges betonfedést alkalmaz, amely 5 mm-rel több az MSZ 4798:2016 szerinti XD2 környezeti osztályhoz tartozó névleges betonfedésnél. A svájci szabvány az XD2b környezeti osztályban alkalmazandó cementekről tudomásunk szerint nem szól, csak a betonfedést szabályozza.

A California Department of Transportation Division of Engineering Services Materials Engineering and Testing Services mérnökszolgálat a „Corrosion and Structural Concrete Field Investigation Branch a Corrosion Guidelines Version 2.1 January 2015" irányelvben ezt írja: „For structural elements, the Department considers a site to be corrosive if one or more of the following conditions exist for the representative soil and/or water samples taken at the site: Chloride concentration is *500 ppm or greater…*"

azaz Kaliforniában az 500 mg/l vagy ennél nagyobb kloridtartalmú talajokat és talajvizeket tartják a betonra nézve korrozív hatásúnak.

Kör-nye-zeti osz-tály	Megha-tározó agresz-szív ható-anyagok	Környe-zeti hatás követ-kez-ménye	Várhatóan a legjobb	Várhatóan jó	Esetleg még jó	Rossz
XD1	Kloridok	Acélbetét lyukkörróziója	CEM III/B	CEM I + 11% D, CEM I + 20% V, CEM II/B-V, CEM II/B-M(S-V), CEM II/B-S + 11% D, CEM III/A	CEM II/B-S	CEM I kiegészítőanyag nélkül, CEM II/A, CEM II-LL, CEM II-M (S-LL), CEM II-M (V-LL)
XD2			CEM III/B	CEM II/B-V+ 11% D	CEM III/A	CEM I, CEM II/A, CEM II/B kiegészítőanyag nélkül, CEM II-LL, CEM II-M (S-LL), CEM II-M (V-LL)
XD3			CEM III/B	CEM II/B-V + 11% D, CEM III/A	CEM I + 11% D, CEM I + 20% V, CEM II/B-S + 11% D, CEM II/B-V, CEM II/B-M(S-V)	CEM I kiegészítőanyag nélkül, CEM II/A, CEM II-LL, CEM II-M (S-LL), CEM II-M (V-LL)

Ajánlás kötőanyagok alkalmazására

Kör-nye-zeti osz-tály	Megha-tározó agresz-szív ható-anyagok	Környezeti hatás következ-ménye		Várhatóan a legjobb	Várhatóan jó	Esetleg még jó	Rossz
XD1	Kloridok és szulfátok	Acélbetét és beton	lyukkorrózió és duzzadás	CEM I-SR 0 + 20% V	CEM I-SR 5 + 11% D, CEM I-SR 5 + 20% V, CEM II/B-V-MSR, CEM II/B-S-MSR + 11% D, CEM II/B-M(S-V)-MSR, CEM III/A-MSR	CEM II/B-S-MSR	CEM I, ha nem SR és kiegészítőanyag nélkül; CEM II/A; CEM II/B, ha nem MSR
XD2				CEM I-SR 0 + 20% V	CEM I-SR 0 + 11% D, CEM I-SR 0 + 20% V	CEM I-SR 3 + 11% D, CEM I-SR 3 + 20% V, CEM III/B-SR	CEM I, ha nem SR és kiegészítőanyag nélkül; CEM II; CEM III/A
XD3				CEM I-SR 0 + 20% V	CEM I-SR 3 + 11% D, CEM I-SR 3 + 20% V, CEM II/B-V-MSR + 11% D, CEM III/B-SR	CEM I-SR 5 + 11% D, CEM I-SR 5 + 20% V, CEM II/B-V-MSR, CEM II/B-S-MSR + 11% D, CEM II/B-M(S-V)-MSR, CEM III/A-MSR	CEM I, ha nem SR és kiegészítőanyag nélkül; CEM II/A; CEM II/B, ha nem MSR

Ajánlás kötőanyagok alkalmazására

A fenti táblázatban szereplő valamennyi cement feleljen meg az MSZ EN 197-1:2011 szabvány követelményének, az MSR jelű mérsékelten szulfátálló cementek elégítsék ki az MSZ 4737-1:2013 szabvány követelményeit is.

A CEM III/A mérsékelten szulfátálló kohósalakcement jelében nem feltétlenül szerepel az MSR jel, a CEM III/B szulfátálló kohósalakcement jelében nem feltétlenül szerepel az SR jel.

A cement mellé külön adagolható kiegészítőanyag (*K*) e táblázatban szereplő legnagyobb mennyisége (*K*C%) a *cementtartalomra (C) vonatkoztatott* megengedett legnagyobb kiegészítőanyag adagolási érték (*K*C% = 100×*K*/*C*).

A külön adagolható kiegészítőanyag-tartalomnak a *kötőanyag-tartalomra (C+K) vonatkoztatott* %-os értéke: *K*(C+K)% = 100×*K*C/(*K*C + 1) összefüggéssel határozható meg.

Kiegészítőanyagok jelölése:

D = Szilikapor LL = Mészkőliszt
Mk = „A” típusú metakaolin S = Granulált kohósalak
V = Savanyú pernye

Aluminát-modulus, amely a szulfátálló és a mérsékelten szulfátálló cementek jellemzője:

Az aluminát-modulus a cementklinker alumínium-oxid és vas-oxid összetevőinek hányadosa, tömegarány,

$$AM = Al_2O_3/Fe_2O_3,$$

amelynek csökkenésével a cement szulfátállósága nő, másodlagos ettringit képződési hajlama és szulfátduzzadás okozta hosszváltozása csökken.

Az MSZ 4737-1:2013 szabvány szerint a szulfátálló cementek aluminát-modulusa legfeljebb 0,7, a mérsékelten szulfátálló cementeké legfeljebb 1,0; a szulfátálló cementek szulfátduzzadás okozta hosszváltozása legfeljebb 0,4 mm/m, a mérsékelten szulfátálló cementeké legfeljebb 1,0 mm/m.

A szulfátálló cementek első kutatói között tartjuk számon *Henry Le Chatelier* (1850, Párizs – 1936, Miribel-les-Échelles, Isére) francia kémikust.

FAGYÁLLÓSÁG

Fagyálló, ill. fagy- és olvasztósó-álló betonok környezeti osztályai

Környezeti osztály	Olvasztósó hatás éri a betont	A beton felülete	Légbuborék-képző szerrel készül a beton
XF1	Nem	Függőleges	Nem
XF2	Igen	Függőleges	Igen
XF3	Nem	Vízszintes	Igen
XF4	Igen	Vízszintes	Igen
XF2(H)	Igen	Függőleges	Nem
XF3(H)	Nem	Vízszintes	Nem
XF4(H)	Igen	Vízszintes	Nem

MSZ 4798:2016 szabvány 1. táblázat: Környezeti osztályok

5. Fagyási/olvadási korrózió jégolvasztó anyaggal vagy anélkül		
Amikor a beton a fagyási/olvadási ciklusok által okozott jelentős igénybevétel éri nedves állapotban, akkor az igénybevételt a következőképpen kell osztályozni:		
XF1	**Mérsékelt víztelítettség, jégolvasztó anyag nélkül**	**Függőleges vagy *5%-nál meredekebb* betonfelületek, melyeket csapadék és fagy ér.** ***Például homlokzatok, szabadban álló ipari, vagy mezőgazdasági építmények, tornyok.***
XF2	**Mérsékelt víztelítettség jégolvasztó anyaggal**	**Útépítési szerkezetek függőleges betonfelületei, amelyeket fagy és jégolvasztó só permete ér.** ***Légbuborékképző adalékszerrel készített, függőleges vagy 5%-nál meredekebb közlekedési és egyéb betonfelületek, amelyeket fagy és sós víz permete ér.***
XF2(H) Kausay	***Mérsékelt víztelítettség jégolvasztó anyaggal***	***Légbuborékképző adalékszer nélkül készített, függőleges vagy 5%-nál meredekebb felületű előre gyártott elemek, valamint hidak 5%-nál meredekebb felületű monolit és előre gyártott szerkezetei, amelyeket fagy és sós víz permete ér.***

A betonutak és más betonfelületek emelkedését, illetve lejtését az emelkedő, illetve lejtő magassága és alaphossza hányadosának százszorosával, %-ban fejezik ki. Az emelkedő, illetve lejtő magasságának és alaphosszának hányadosa az emelkedő, illetve lejtő hajlásszögének tangense.

Ha például egy betonút 100 méter alaphosszon 20 métert emelkedik, illetve lejt, akkor az út emelkedése, illetve lejtése 20%, és az út hajlásszöge arctan(20/100) = 11,3°.

A betonutak és más szabadban lévő betonfelületek fagyállósági, illetve fagy- és olvasztósó-állósági osztályba sorolásakor az 5%-os emelkedést, illetve lejtést tekintik határértéknek.

MSZ 4798:2016 szabvány F1. táblázat: Környezeti osztályok

5.1. Függőleges felületű fagyálló beton és vasbeton szerkezetek					
Függőleges felületű, mérsékelt víztelítettségű, esőnek és fagynak kitett, olvasztó sózás nélküli fagyálló beton	**XF1**	**C30/37**	**300**	**0,55**	***Légbuborék-képző adalékszer nélkül készül a beton.***
	MSZ EN 12620:2002+A1:2008 szerinti kielégítő fagyás/olvadás állóságú adalékanyagot kell alkalmazni (lásd a NAD E1. és NAD 2. táblázatot).				
Függőleges felületű, mérsékelt víztelítettségű, fagynak és jégolvasztó sók permetének kitett fagyálló beton	**XF2**	**C25/30**	**300**	**0,55**	***A friss beton összes levegőtartalma (légpórus + légbuborék) a NAD F3. táblázat szerinti legyen.*** ***Légbuborék-képző adalékszerrel készül a beton.***
	MSZ EN 12620:2002+A1:2008 szerinti kielégítő fagyás/olvadás állóságú adalékanyagot kell alkalmazni (lásd a NAD E1. és NAD 2. táblázatot).				

MSZ 4798.2016 NAD F1. táblázat: Határértékek a beton összetételére és tulajdonságaira Alkalmazási terület	Környe-zeti osztály jele	Beton nyomó-szilárdsági osztálya legalább	Beton cement-tartalma legalább kg/m³	Beton víz-cement tényezője legfeljebb
5.1. Függőleges felületű fagyálló beton és vasbeton szerkezetek				
Függőleges felületű, mérsékelt víztelítettségű, fagynak és jégolvasztó sók permetének kitett fagyálló beton	***XF2(H)***	***C35/45***	***320***	***0,50***

A friss beton tervezett levegőtartalma (légpórus) a NAD F2. táblázat szerinti legyen.

Légbuborék-képző adalékszer nélkül készül a beton.

Alkalmazása út- és repülőtéri pályaburkolatok esetén tilos!

Az adalékanyag fagyálló, illetve fagy- és olvasztósóálló legyen (lásd a NAD E1. és NAD E2. táblázatot)

MSZ 4798:2016 szabvány 1. táblázat: Környezeti osztályok

XF3	**Nagymérvű víztelített-ség, jégolvasztó anyag nélkül**	**Vízszintes betonfelületek, amelyeket eső és fagyhatás ér.** ***Légbuborékképző adalékszerrel készített, vízszintes vagy legfeljebb 5%-os lejtésű betonfelületek, amelyeket fagy és csapadék vagy víz közvetlenül ér;*** ***A pályaburkolattól legfeljebb 10 méterre lévő vízszintes vagy legfeljebb 5%-os lejtésű betonfelületek, amelyeket a közlekedési felületről felfröccsenő víz vagy a közlekedési felületről származó víz permete ér.***
XF3(H)	***Nagymérvű víztelített-ség, jégolvasztó anyag nélkül***	***Légbuborékképző adalékszer nélkül készített, vízszintes vagy legfeljebb 5%-os lejtésű előre gyártott elemek, valamint hidak vízszintes vagy legfeljebb 5%-os lejtésű monolit és előre gyártott szerkezetei, amelyeket fagy és csapadék vagy víz közvetlenül ér.***

5.2. Vízszintes felületű fagyálló beton és vasbeton szerkezetek

<table>
<tr><td rowspan="2">F1. táblázat:
Vízszintes felületű, nagy víztelítettségű, esőnek és fagynak kitett, olvasztó sózás nélküli fagyálló beton</td><td>XF3</td><td>C30/37</td><td>320</td><td>0,50</td><td rowspan="2">A friss beton összes levegőtartalma (légpórus + légbuborék) a NAD F3. táblázat szerinti legyen.
Légbuborék-képző adalékszerrel készül a beton.</td></tr>
<tr><td colspan="4">MSZ EN 12620:2002+A1:2008 szerinti kielégítő fagyás/olvadás állóságú adalékanyagot kell alkalmazni (lásd a NAD E1. és NAD 2. táblázatot).</td></tr>
<tr><td rowspan="2">NAD F1. táblázat:
Vízszintes felületű, nagy víztelítettségű, esőnek és fagynak kitett, olvasztó sózás nélküli fagyálló beton</td><td>XF3(H)</td><td>C40/50</td><td>340</td><td>0,45</td><td>A friss beton tervezett levegőtartalma (légpórus) a NAD F2. táblázat szerinti legyen.</td></tr>
<tr><td colspan="5">Légbuborék-képző adalékszer nélkül készül a beton.
Alkalmazása út- és repülőtéri pályaburkolatok esetén tilos!
Az adalékanyag fagyálló, illetve fagy- és olvasztósóálló legyen (lásd a NAD E1. és NAD E2. táblázatot)</td></tr>
</table>

MSZ 4798:2016 szabvány 1. táblázat: Környezeti osztályok

XF4	**Nagymérvű víztelítettség, jégolvasztó anyaggal vagy tengervízzel**	**Út és hídpálya lemezek, amelyeket jégolvasztó só ér;** **Betonfelületek, amelyeket közvetlenül ér jégolvasztó só permete és fagy.** **Fagynak kitett tengeri szerkezetek felcsapódási zónája.** ***Légbuborékképző adalékszerrel készített, vízszintes vagy legfeljebb 5%-os lejtésű útburkolatok, valamint egyéb közlekedési és más felületek, továbbá hídpályalemezek és hídszegélygerendák, amelyeket fagy és csapadék, valamint jégolvasztó anyagok érnek;*** ***A pályaburkolattól legfeljebb 10 méterre lévő vízszintes vagy legfeljebb 5%-os lejtésű betonfelületek, amelyeket a közlekedési felületről felfröccsenő sós víz vagy a közlekedési felületről származó sós víz permete ér.***
XF4(H)	***Nagymérvű víztelítettség, jégolvasztó anyaggal vagy tengervízzel***	***Légbuborékképző adalékszer nélkül készített, vízszintes vagy legfeljebb 5%-os lejtésű előre gyártott elemek, valamint hidak vízszintes vagy legfeljebb 5%-os lejtésű monolit és előre gyártott szerkezetei, amelyeket fagy és csapadék, valamint jégolvasztó anyagok közvetlenül érnek.***

5.2. Vízszintes felületű fagyálló beton és vasbeton szerkezetek

<table>
<tr><td rowspan="2">F1. táblázat:
Vízszintes felületű, nagy víztelítettségű, fagynak és jégolvasztó sóknak közvetlenül kitett, fagyálló beton (útburkolatok, híd pályalemezek)</td><td>XF4</td><td>C30/37</td><td>340</td><td>0,45</td><td rowspan="2">A friss beton összes levegőtartalma (légpórus + légbuborék) a NAD F3. táblázat szerinti legyen.
Légbuborék-képző adalékszerrel készül a beton.</td></tr>
<tr><td colspan="4">MSZ EN 12620:2002+A1:2008 szerinti kielégítő fagyás/olvadás állóságú adalékanyagot kell alkalmazni (lásd a NAD E1. és NAD 2. táblázatot).</td></tr>
<tr><td rowspan="2">NAD F1. táblázat:
Vízszintes felületű, nagy víztelítettségű, fagynak és jégolvasztó sóknak közvetlenül kitett, fagyálló beton (útburkolatok, híd pályalemezek)</td><td>XF4(H)</td><td>C30/37</td><td>340</td><td>0,45</td><td>A friss beton tervezett levegőtartalma (légpórus) a NAD F2. táblázat szerinti legyen.</td></tr>
<tr><td colspan="5">Légbuborék-képző adalékszer nélkül készül a beton.
Alkalmazása út- és repülőtéri pályaburkolatok esetén tilos!
Az adalékanyag fagyálló, illetve fagy- és olvasztósóálló legyen (lásd a NAD E1. és NAD E2. táblázatot)</td></tr>
</table>

Felfagyott útbeton

Áttekintő táblázat: A fagy-, illetve fagy- és olvasztósóálló beton nyomószilárdsági osztályának és összetételének a környezeti osztálytól függő követelményei

	Légbuborékképző adalékszerrel készül			Légbuborékképző adalékszer nélkül készül			
Környezeti osztály jele	XF2	XF3	XF4	XF1	XF2(H)	XF3(H)	XF4(H)
Legkisebb nyomó-szilárdsági osztály	C25/30	C30/37			C35/45	C40/50	
Legnagyobb víz-cement tényező	0,55	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45	0,40
Legkisebb cementtartalom, kg/m^3	300	320	340	300	320	340	360
Friss beton összes levegőtartalma, térfogat%	24-32 mm legnagyobb szemnagyság esetén			Legalább kissé képlékeny (S1, C2, F2) konzisztencia esetén			
	2,5-5,0		4,0-8,0	legfeljebb 1,0			
Friss kötőanyagpép összes levegőtartalma, legalább, térfogat%	15,0		18,0	–	–	–	–
Adalékanyag	Fagyálló, illetve fagy- és olvasztósóálló legyen						

MSZ EN 206:2014

3.1.3.5. képzett levegő

A keverés alatt a betonban szándékosan, rendszerint felületaktív anyagok alkalmazásával képzett *(pl. légbuborékképző adalékszerrel bevitt)* mikroszkopikus légbuborékok, amelyek gömb vagy közel gömb alakúak és átmérőjük jellegzetesen 10 µm és 300 µm között van.

MSZ 4798:2016

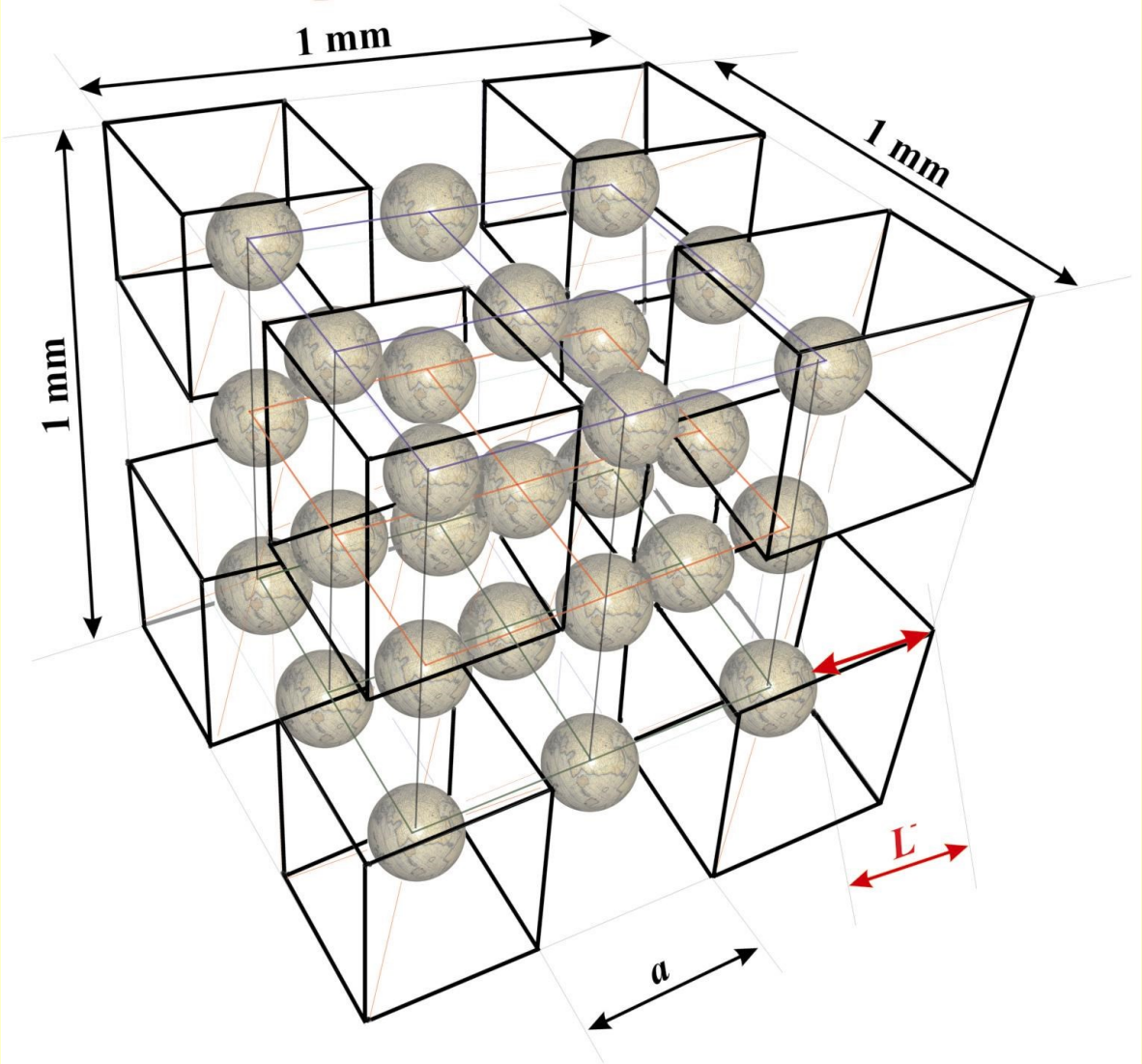
NAD 10. táblázat: Légbuborékképző adalékszerrel készített szilárd, fagy-, illetve fagy- és olvasztósóálló beton légbuborék szerkezeti követelménye

Környezeti osztály	*XF2 és XF3*	*XF4*
Távolsági tényező, legfeljebb, mm	*0,22*	*0,18*
0,3 mm-nél kisebb névleges átmérőjű (hatékony) légbuborékok mennyisége, legalább, térfogat%	*1,2*	*2,1*
Megjegyzés: A szilárd beton légbuborék szerkezetét (a távolsági tényezőt és a 0,3 mm-nél kisebb névleges átmérőjű légbuborékok mennyiségét) az MSZ EN 480-11:2006 szerint kell meghatározni. *A szilárd beton légbuborék szerkezetének az értékeléséhez ismerni kell a beton pontos összetételét is.*		

A légbuborék szerkezet vizsgálata egy olyan idealizált cementkő-modellt feltételez, amelyben egyforma méretű, gömb alakú légbuborékok egyenletes eloszlásban, köbös térrácsban helyezkednek el, és az idealizált légbuborék szerkezetnek ugyanakkora az összes térfogata és a térfogati fajlagos felülete, mint a tényleges hatékony légbuborék szerkezetnek.

Ebben a cementkő-modellben a *távolsági tényező* (jele: $\bar{L}$, mm-ben) a cementkőben a *térrács átlója* mentén egymás mellett fekvő két légbuborék felülete közötti névleges távolság fele.

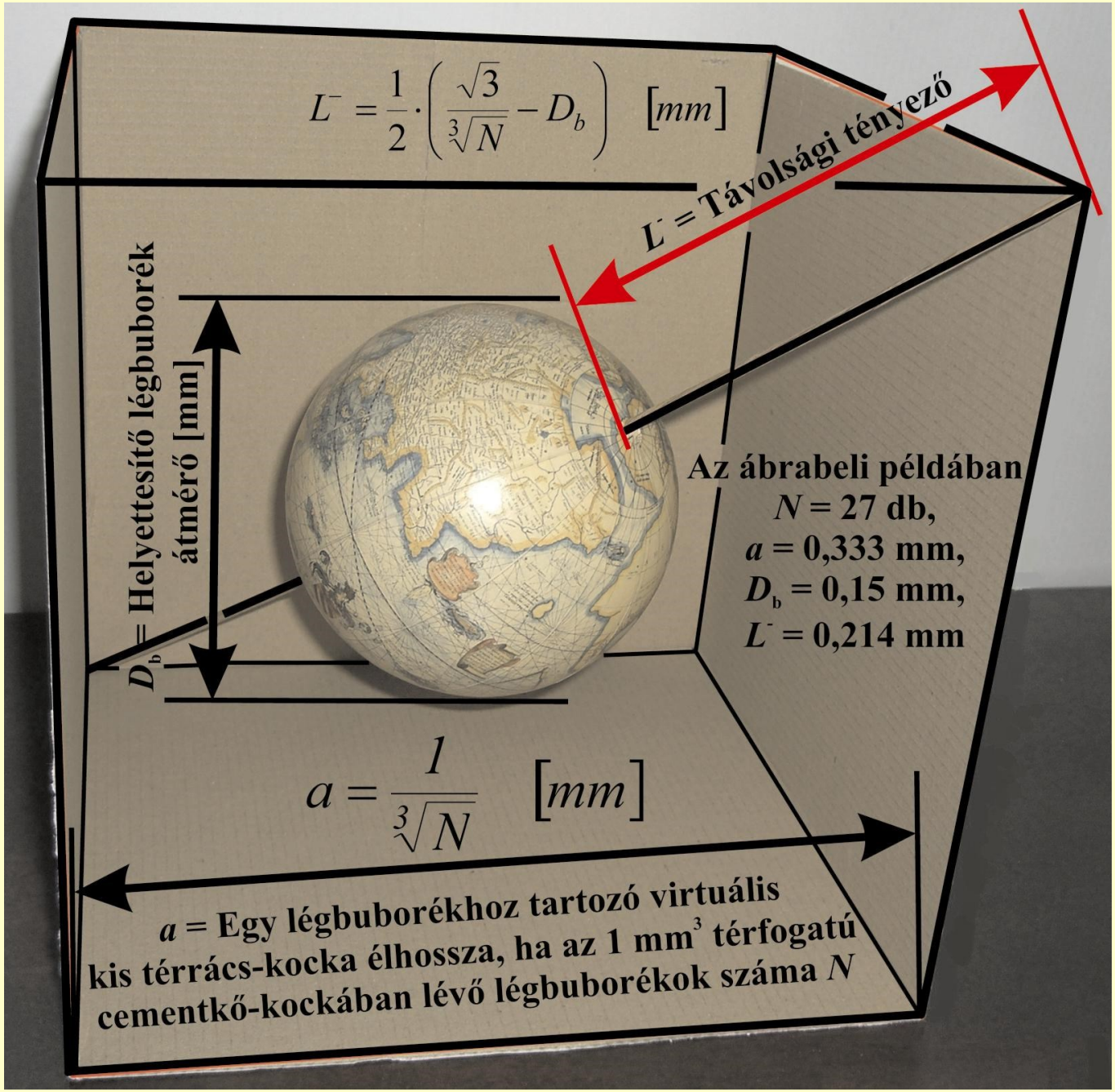
Ez a leghosszabb távolság, amelyet a nyomás hatására a vízmolekulának meg kell tennie ahhoz, hogy egy buborékfelszínhez érjen.



Az 1 mm^3 térfogatú virtuális cementkő-kockában köbös térrács szerint elhelyezkedő, az ábrabeli példában a D_b= 0,15 mm névleges átmérőjű légbuborékok száma: N= 27 db, egy légbuborékhoz tartozó kis térrács-kocka élhossza: $a = N^{-1/3}$ = 0,333 mm, a távolsági tényező: L= 0,214 mm

Idealizált cementkő-modell köbös térrácsban elhelyezkedő hatékony helyettesítő légbuborék szerkezettel

Forrás: http://www.betonopus.hu/notesz/fogalomtar/58-legbuborek.pdf

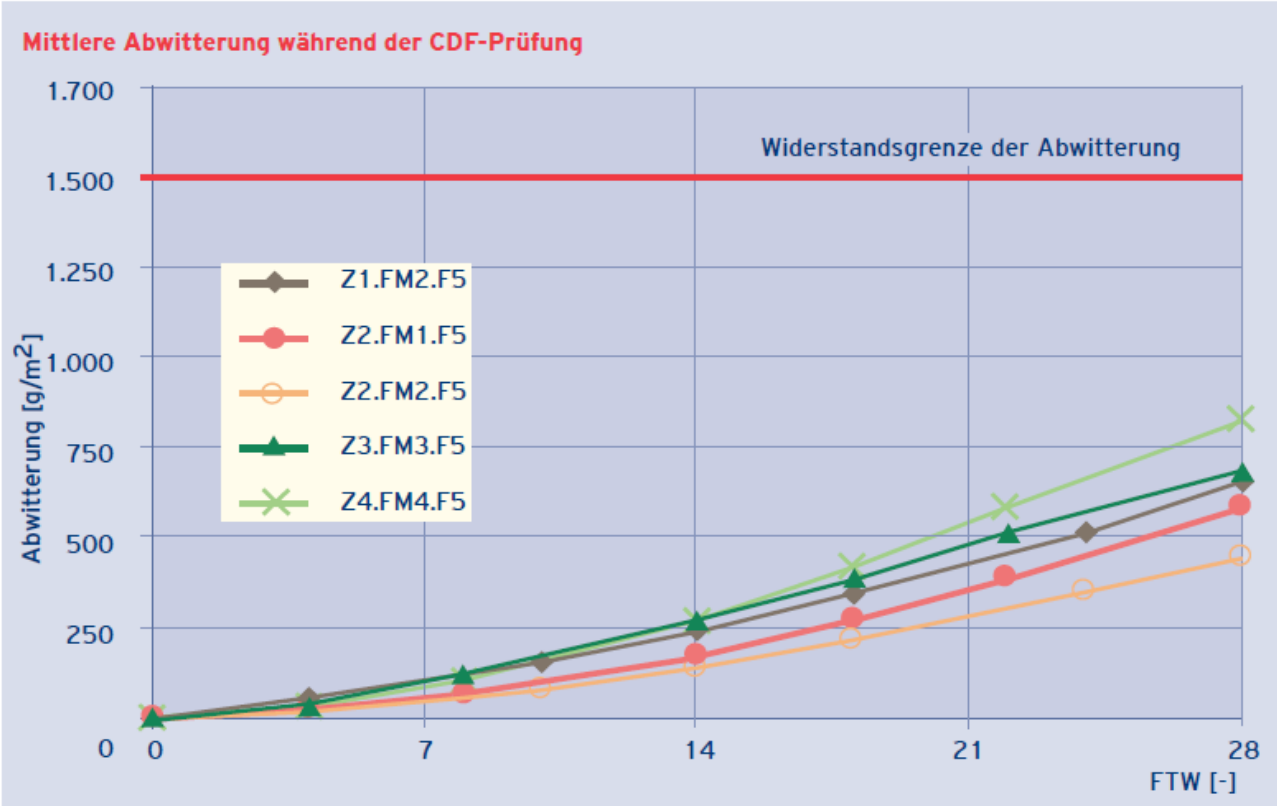


A hatékony helyettesítő légbuborék térfogateleme és a távolsági tényező az előző diakockán lévő ábra szerinti példa alapján

Forrás: http://www.betonopus.hu/notesz/fogalomtar/58-legbuborek.pdf

XF4-Betone ohne künstliche Luftporen

http://www.cemex.de/UserFiles/Infomaterial/XF4%20ohne%20LP.pdf



Die mittleren Abwitterungen der Betone lagen nach 28 Frost-Tau-Wechseln unter 1.500 g/m² und somit deutlich unterhalb der Forderungen, welche die Bundesanstalt für Wasserbau (BAW) in ihrem Merkblatt „Frostprüfung von Beton" vom Dezember 2004 aufstellt.

Des Weiteren wurde mittels Ultraschallprüfungen der Abfall des relativen dynamischen E-Moduls dokumentiert, welcher das Voranschreiten der inneren Schädigung bei Frost-Tau-Wechsel beschreibt. Entsprechend BAW-Merkblatt „Frostprüfung" gilt Beton als geschädigt, wenn sein dynamischer E-Modul infolge der inneren Schädigung auf unter 75 % des Ursprungswerts abfällt. Die Ergebnisse der geprüften Betone zeigten Werte an, die sich weit unterhalb dieses Grenzwertes

Die CEMEX Deutschland AG hat in der Vergangenheit auf der Basis von Gutachten bei einzelnen Objekten erfolgreich XD3- und XF4-Betone ohne Luftporenbildner hergestellt. Nach Abschluß eines Forschungsprojekts zu XF4-Betonen ohne Eintrag künstlicher Luftporen an der

Container-Umschlagfläche im Hafen von Köln-Niehl: Als Oberbeton der zweischichtig betonierten Fläche wurde XF4 ohne LP eingesetzt.

5000 m³ XF4-Beton ohne Luftporenbildner kamen zum Einsatz. Die Bauteildicke betrug insgesamt 70 cm.

5000 m² felületű konténer átrakodó LP-képző nélkül készített XF4 környezeti osztályú betonból

800 m² felületű dilatáció nélküli helikopter leszálló LP-képző nélkül készített XF4 környezeti osztályú betonból

Hubschrauberlandeplatz in Minden: Die Fläche des Bauteils beträgt ca. 800 m² (fugenlos!), die Dicke zwischen 30 cm und 50 cm. Trotz widriger Umstände (hohe Temperaturen während des Betonierens am Vormittag, Abkühlung durch mittags einsetzenden Regen) trat kein einziger Riss auf. Bereits eine Stunde nach dem Betonieren konnte die Fläche geglättet werden. Als Nachbehandlung wurde ein Verdunstungsschutz aufgebracht, später erfolgte zusätzlich über mehrere Tage eine Nassnachbehandlung.

Beton ohne LP für die Expositionsklasse XF4

Fazit: Hohe Druckfestigkeitsanforderungen werden sicher erreicht

Im Prinzip gilt: 1 % mehr Luftporen im Beton bewirken ca. 5 bis 10 % weniger Druckfestigkeit. Diese Korrelation ist gerade bei Betonen mit hohen Festigkeitsklassen in Kombination mit luftporenbildenden Zusatzmitteln zum Teil problematisch. Die von der CEMEX Research Group AG in Zusammenarbeit mit der CEMEX Deutschland AG neuentwickelten XF4-Betone ohne Luftporenbildner schließen diesen Einfluss aus und erlauben es, auch hohe Druckfestigkeitsanforderungen sicher zu erreichen.

Sie eignen sich daher besonders für die Substitution von LP-Betonen mit hohen Druckfestigkeitsanforderungen (≥ C35/45). Solche Betone kommen beispielsweise in Parkhäusern, bei Industrieflächen und -bauten sowie im Betonfertigteilbau zur Anwendung.

DIN 1045-2:2008 szabvány (a DIN EN 206-1:2001 szabvány német nemzeti alkalmazási dokumentuma) az F.2.2 táblázatban a fagy- és olvasztósó-álló betonok változataként a légbuborékképzőszer nélkül készülő betonra külön XF2 és XF3 környezeti osztályt is megadott.

Expositionsklassen	XF1	XF2		XF3		XF4
Höchstzulässiger w/z	0,60	0,55[g]	0,50[g]	0,55	0,50	0,50[g]
Mindestdruck-festigkeitsklasse[b]	C25/30	C25/30	C35/45[e]	C25/30	C35/45[e]	C30/37
Mindestzement-gehalt[c] in kg/m³	280	300	320	300	320	320
Mindestzementgehalt[c] bei Anrechnung von Zusatzstoffen in kg/m³	270	270[g]	270[g]	270	270	270[g]
Mindest-Luftgehalt in %	—	f	—	f	—	f, j

Fentiekhezhez hasonló a környezeti osztályokat *XF2(H), XF3(H) és XF4(H)* jelekkel szerkezeti (nem útpályaszerkezeti) betonok esetén Magyarországon is alkalmazhatjuk az MSZ 4798:2016 betonszabvány alapján.

MSZ EN 206:2014 betonszabvány F melléklete, 1. táblázat alatti a) megjegyzés:

„Ha a betonban nincs mesterséges légbuborék, akkor a beton teljesítményét megfelelő módszerrel meg kell vizsgálni olyan betonnal összehasonlítva, amelyre az adott környezeti osztály esetén a fagyás/olvadás állóságot bebizonyították. *További információk a (11) bekezdésben.*”

MSZ 4798:2016 betonszabvány F mellékletének (11) bekezdése:

„A betonok fagy-, illetve fagy- és olvasztósó-állóságát valamennyi XF és XF(H) környezeti osztályban az 5.5.5. szakasz szerint meg kell vizsgálni. A beton feleljen meg az 5.5.5. szakaszban foglalt követelményeknek.”

MSZ 4798:2016 NAD 6. táblázat: A beton fagy-, illetve fagy- és olvasztósó-állóság vizsgálata a környezeti osztálytól függően

Fagyállóság vizsgálat	Fagy- és olvasztósó-állóság vizsgálat
XF1 A fagyállóság vizsgálata megegyezés esetén elhagyható, ha a beton az MSZ 4798:2016 szabvány F1. táblázata szerinti feltételeknek megfelel	–
XF3	XF2
A beton feleljen meg a NAD 7. - NAD 9. táblázat valamelyike szerinti követelménynek. A vizsgálat megegyezés esetén elhagyható, ha a szilárd beton légbuborék szerkezete a NAD 10. táblázat szerinti követelményeknek megfelel.	
XF3(H)	XF2(H)
A beton feleljen meg a NAD 7. - NAD 9. táblázat valamelyike szerinti követelménynek.	

MSZ 4798:2016 NAD 6. táblázat: A beton fagy-, illetve fagy- és olvasztósó-állóság vizsgálata a környezeti osztálytól függően

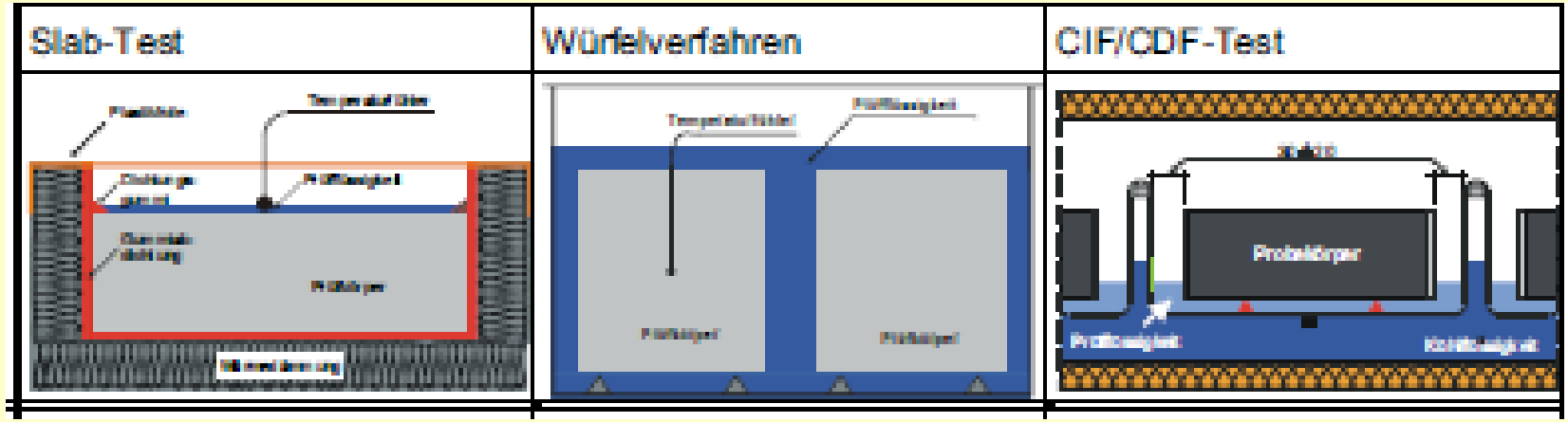
Fagyállóság vizsgálat	Fagy- és olvasztósó-állóság vizsgálat
—	XF4 A fagy- és olvasztósó-állóság vizsgálatot és a légbuborék szerkezet vizsgálatot is el kell végezni. A beton feleljen meg a NAD 7. - NAD 9. táblázat valamelyike szerinti fagy- és olvasztósó-állósági követelménynek. A légbuborék szerkezet elégítse ki a NAD 10. táblázat szerinti követelményeket
—	XF4(H) A fagy- és olvasztósó-állóság vizsgálatot és vízzáróság vizsgálatot is el kell végezni. A beton feleljen meg a NAD 7. - NAD 9. táblázat valamelyike szerinti fagy- és olvasztósó-állósági követelménynek. Az MSZ EN 12390-8:2009 szerint meghatározott legnagyobb vízbehatolás ne legyen több 20 mm-nél.

Az MSZ 4798:2016 szabvány a fagyállóság, illetve a fagy- és olvasztósó-állóság vizsgálatára az MSZ CEN/TS 12390-9:2007 szabvány szerinti három-három féle módszert ajánlja, amelyek közül az alkalmazandó módszert az érdekelt felek szabadon választhatják ki. A módszerek a következők:

– peremes hámlasztási felületvizsgálat;

– bemerítéses kockavizsgálat;

– kapilláris felszívásos hámlasztási CF (CIF), illetve CDF vizsgálat.



Forrás: *Siebel, E.* et al.: Übertragbarkeit von Frost-Laborprüfungen auf Praxisverhältnisse. Deutscher Ausschuss für Stahlbeton. Beuth. Berlin, 2005.

Tájékoztatás a fagyállóság vizsgálati szabvány érvényéről

- **A CEN a CEN/TS 12390-9:2006 szabványt (TS = Technical Specifications, azaz Európai Műszaki Követelmények) 2016-ban visszavonta, és CEN/TS 12390-9:2016 „Testing hardened concrete. Part 9: Freeze-thaw resistance with de-icing salts. Scaling" jelzettel módosított fagyállóság vizsgálati szabványt adott ki.**
- **Az új CEN/TS 12390-9:2016 szabványt a Magyar Szabványügyi Testület eddig (2017 áprilisáig) még nem honosította, de az MSZ CEN/TS 12390-9:2007 szabványt 2017. február 1-én visszavonta.**
- **Németországban az új CEN/TS 12390-9:2016 szabványt DIN CEN/TS 12390-9:2017-05 (D) „Prüfung von Festbeton. Teil 9: Frost- und Frost-Tausalz-Widerstand. Abwitterung. Deutsche Fassung CEN/TS 12390-9:2016" néven 2017 májusában fogják honosítani.**

A DIN CEN/TS 12390-9:2017-05 (D) szabvány *tartalomjegyzéke* itt:

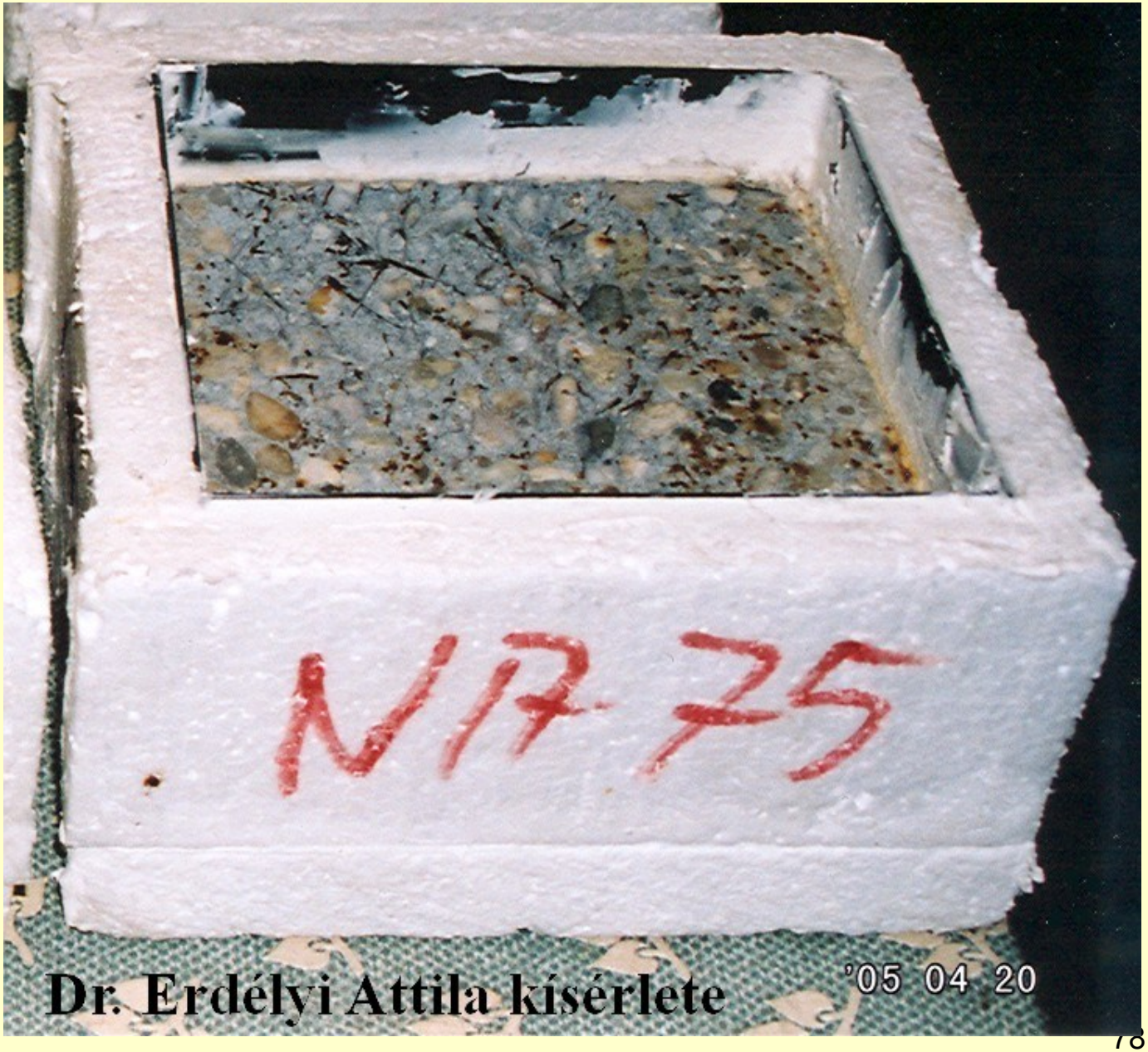
http://www.beuth.de/de/fachgebiete/bauwesen/fachdaten-einzelsicht/wdc-beuth:din21:271273411/toc-2649732/download

***előszava* itt olvasható: http://www.beuth.de/de/technische-regel/din-cen-ts-12390-9/271273411**

MSZ 4798:2016 NAD 7. táblázat: Fagyállóság, illetve fagy- és olvasztósó-állóság követelménye peremes hámlasztás esetén

	Fagyállóság vizsgálat	Fagy- és olvasztósó-állóság vizsgálat
Vizsgálat	Peremes hámlasztás	
Fagyasztóközeg	3 mm mély ionmentes víz	3 mm mély 3 %-os NaCl oldat
Megengedett legnagyobb tömegveszteség	XF1 esetén: átlag: 1500 g/m^2, egyedi: 2000 g/m^2	XF2 és XF2(H) esetén: átlag: 1500 g/m^2, egyedi: 2000 g/m^2
	XF3 és XF3(H) esetén: átlag: 1000 g/m^2, egyedi: 1350 g/m^2	XF4 és XF4(H) esetén: átlag: 1000 g/m^2, egyedi: 1350 g/m^2

Peremes fagy- és olvasztósó-állóság vizsgálati próbatest



MSZ 4798:2016 NAD 8. táblázat: Fagyállóság, illetve fagy- és olvasztósó-állóság követelménye bemerítéses kockavizsgálat esetén

	Fagyállóság vizsgálat	Fagy- és olvasztósó-állóság vizsgálat
Vizsgálat	Bemerítéses kockavizsgálat	
Fagyasztó-közeg	A próbatestet (25±5) mm-rel ellepő ionmentes víz	A próbatestet (25±5) mm-rel ellepő 3%-os NaCl oldat
Megenge-dett leg-nagyobb tömeg-veszteség	XF1 esetén: átlag: 6,5 tömeg%, egyedi: 7,5 tömeg%	XF2 és XF2(H) esetén: átlag: 6,5 tömeg%, egyedi: 7,5 tömeg%
	XF3 és XF3(H) esetén: átlag: 4,0 tömeg%, egyedi: 5,0 tömeg%	XF4 és XF4(H) esetén: átlag: 4,0 tömeg% egyedi: 5,0 tömeg%

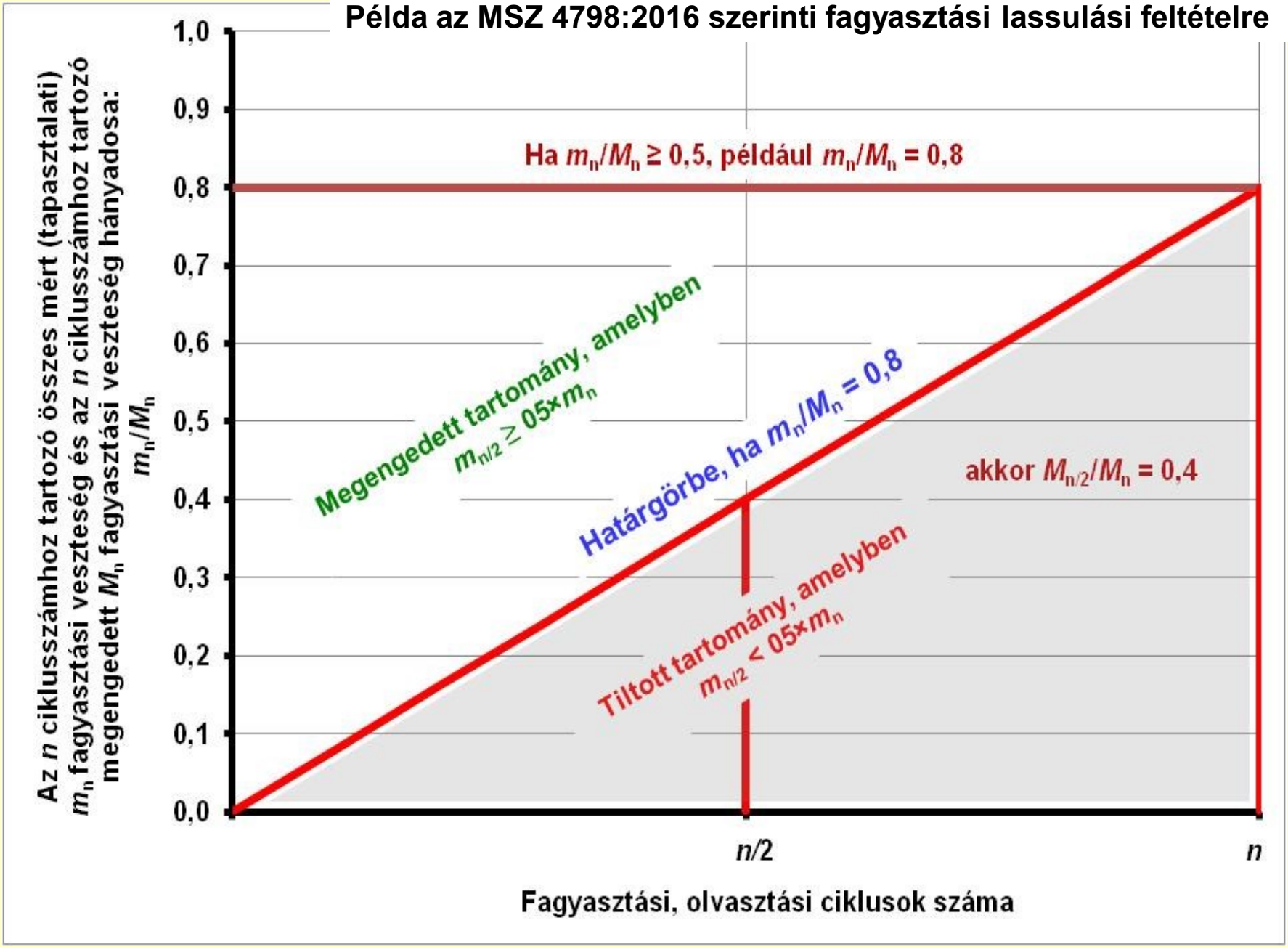
MSZ 4798:2016 NAD 9. táblázat: Fagyállóság, illetve fagy- és olvasztósó-állóság követelménye kapilláris felszívódásos hámlasztás esetén

	Fagyállóság vizsgálat	Fagy- és olvasztósó-állóság vizsgálat
Vizsgálat	Kapilláris felszívásos hámlasztás	
	„CF” vizsgálat	„CDF” vizsgálat
Fagyasztóközeg	10 mm mély ionmentes víz	10 mm mély 3%-os NaCl oldat
Megengedett legnagyobb tömegveszteség	XF1 esetén: átlag: 1500 g/m^2, egyedi: 2000 g/m^2	XF2 és XF2(H) esetén: átlag: 1500 g/m^2, egyedi: 2000 g/m^2
	XF3 és XF3(H) esetén: átlag: 1000 g/m^2, egyedi: 1350 g/m^2	XF4 és XF4(H) esetén: átlag: 1000 g/m^2, egyedi: 1350 g/m^2

A peremes hámlasztási és a kapilláris felszívásos hámlasztási vizsgálat esetén (az MSZ EN 13877-2:2013 „Betonburkolatok. 2. rész: Betonburkolatok rendeltetésnek megfelelő követelményei” és SN EN 206-1/NE:2013 szabványt követve) ajánlott az MSZ 4798:2016 szabvány szerinti fagyasztási lassulási feltétel betartása is: Ha az előírt *n* ciklusszám utáni összes mért (tapasztalati) fagyasztási veszteség (m_n) eléri az *n* ciklusszám után megengedett M_n fagyasztási veszteség felét vagy annál nagyobb ($m_n \geq M_n/2$), akkor a fagyasztási folyamat második felében ne legyen nagyobb a tömegveszteség, mint az első felében volt ($m_n - m_n/2 \leq m_n/2$.

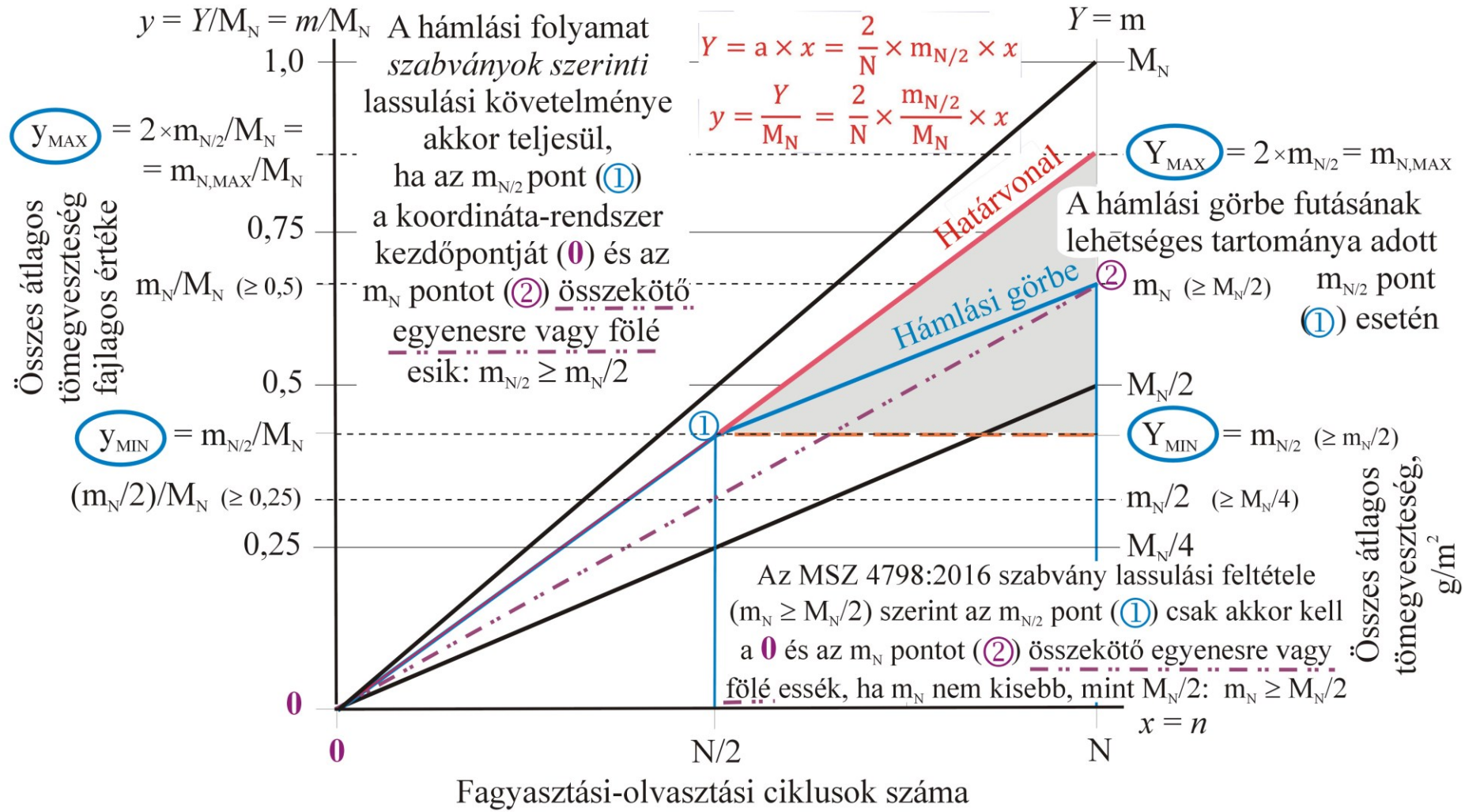
Az m_n/M_n = 0,8 hányadoshoz tartozó határgörbe és megengedett fagyállósági görbe tartomány esetére a következő diakockán mutatunk be példát.

Példa az MSZ 4798:2016 szerinti fagyasztási lassulási feltételre



A hámlási folyamat lassulásának feltétele:

$$\frac{m_{N/2}}{2} \le \frac{m_N}{2} \le \frac{M_N}{2} \le m_N \le 2 \times m_{N/2}$$



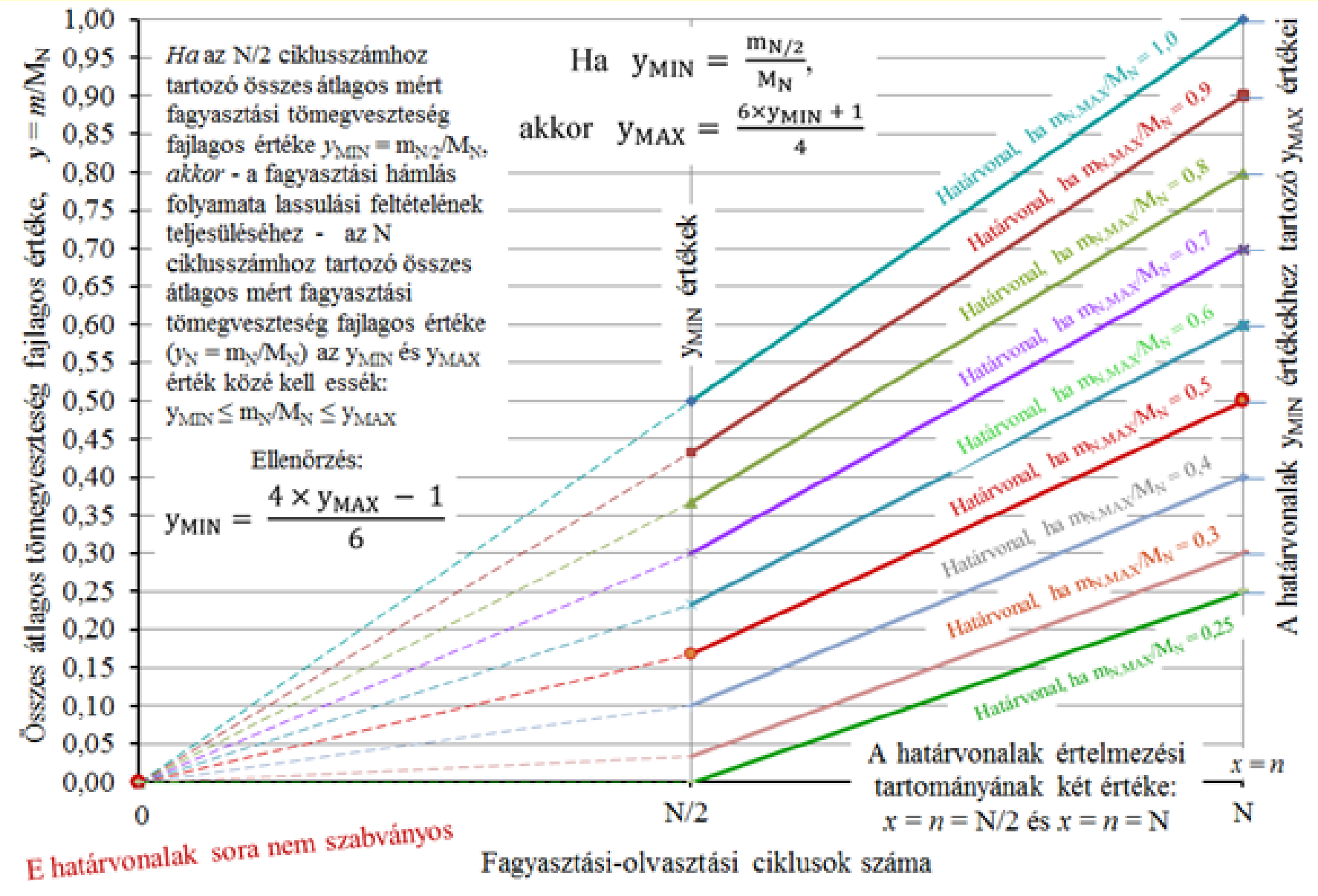
MSZ 4798:2016 betonszabvány szerinti fagyasztási hámlási lassulási feltétel (ajánlás) értelmezése

Az MSZ 4798:2016 szabvány szerinti fagyasztási lassulási feltétel – függetlenítve az előírt *n* ciklusszám utáni összes mért m_n fagyasztási veszteség és az *n* ciklusszám után megengedett M_n fagyasztási veszteség viszonyától – kiterjeszthető lenne a teljes fagyasztási folyamatra is.

Javasoljuk azonban, hogy ebben az esetben a lassulási feltétel határgörbéje a vizsgálat félidejéhez tartozó *n*/2 ciklusszámnál – az m_n/M_n hányados csökkenésével egyre jobban – törjön meg, ahogy az a következő diakockán lévő ábrán látszik. Ezzel közvetlenül a határgöbék felett elhelyezkedő kissé – az m_n/M_n hányados csökkenésével egyre jobban – gyorsuló fagyasztási görbéket is elfogadjuk.

A megengedett és a tiltott tartomány határgörbéjének ordinátája az *n*/2 helyen:

$$M_{n/2}/M_n = (4\times(m_n/M_n) - 1)/6$$



A fagyasztás hámlási folyamatának továbbfejlesztett lassulási határvonalai

A fagyállóság vizsgálat elvégzését folyamatábrákkal lehet megkönnyíteni:

1. ábra: Légbuborék nélküli, olvasztósó hatásának ki nem tett, ionmentes vízben fagyasztott, XF1 és XF3(H) környezeti osztályú beton fagyállóság vizsgálatának folyamatábrája

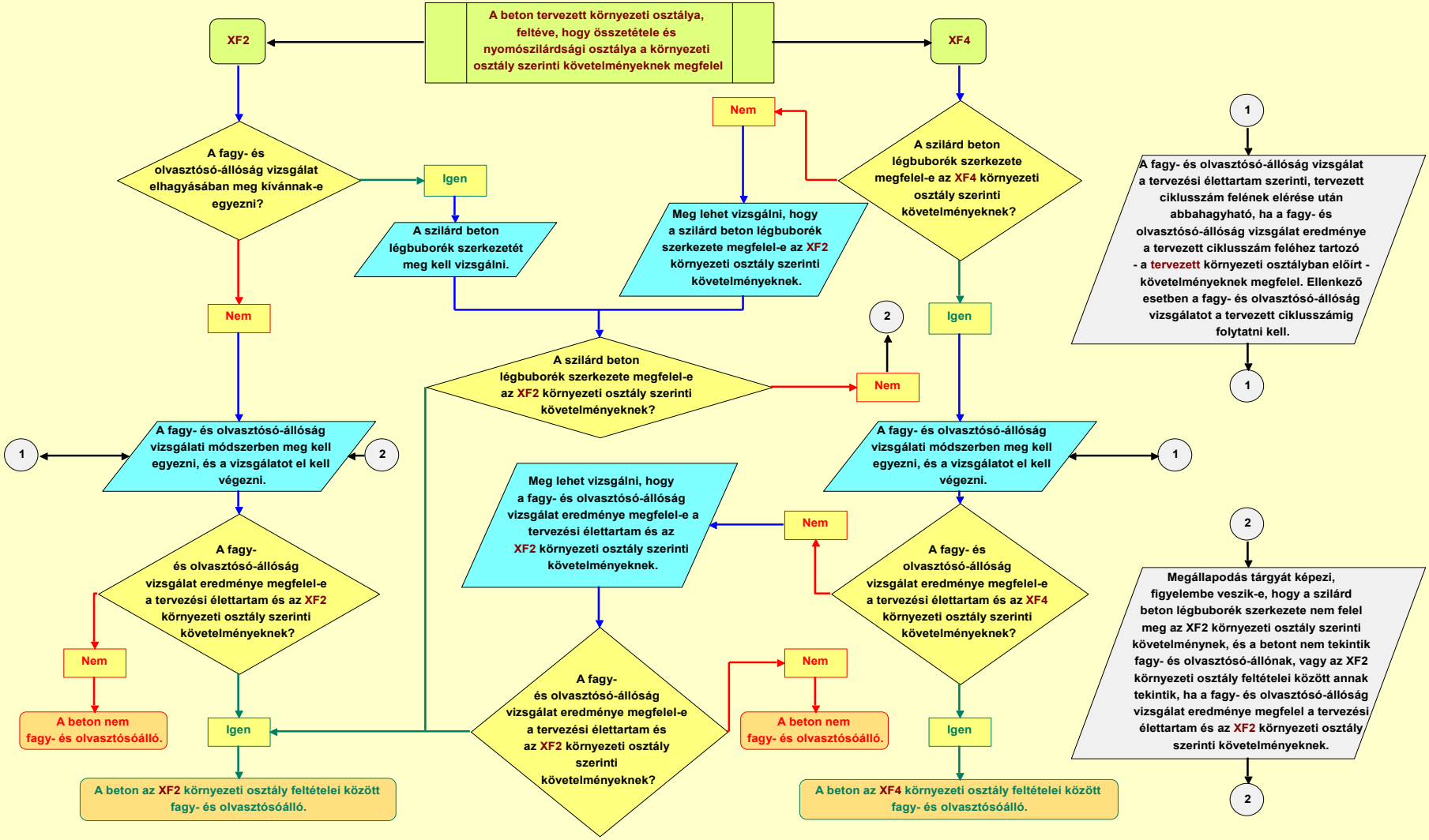
2. ábra: Légbuborékképző adalékszerrel készített, olvasztósó hatásának ki nem tett, ionmentes vízben fagyasztott, XF3 környezeti osztályú beton fagyállóság vizsgálatának folyamatábrája

3. ábra: Légbuborékképző adalékszerrel készített, olvasztósó hatásának kitett, 3%-os NaCl oldatban fagyasztott, XF2 és XF4 környezeti osztályú beton fagy- és olvasztósó-állóság vizsgálatának folyamatábrája

4. ábra: Légbuborék nélküli, olvasztósó hatásának kitett, 3%-os NaCl oldatban fagyasztott, XF2(H) és XF4(H) környezeti osztályú beton fagy- és olvasztósó-állóság vizsgálatának folyamatábrája

A négy fagyállósági folyamatábra nagyobb léptékben itt tekinthető meg:
http://www.betonopus.hu/notesz/fagyallosagi-folyamatabra.pdf

A következő diakockán példaképpen a légbuborékképző adalékszerrel készített, olvasztósó hatásának kitett, 3%-os NaCl oldatban fagyasztott, XF2 és XF4 környezeti osztályú beton fagy- és olvasztósó-állóság vizsgálatának folyamatábrája látható (3. ábra).



3. ábra: Légbuborékképző adalékszerrel készített, olvasztósó hatásának kitett, 3%-os NaCl oldatban fagyasztott, XF2 és XF4 környezeti osztályú beton fagy- és olvasztósó-állóság vizsgálatának folyamatábrája

Friss falazat téli szétfagyása

Kémiai korrózió

MSZ 4798:2016 szabvány 1. táblázat: Környezeti osztályok

6. Kémiai korrózió		
6.1. Természetes talaj és talajvíz, valamint egyéb természetes vizek okozta kémiai korrózió Amikor a beton ki van téve a természetes talajból és talajvízből, valamint egyéb természetes vizekből származó anyagok kémiai korróziójának, akkor az igénybevételt a következőképpen kell osztályozni:		
XA1	Enyhén agresszív kémiai környezet	Természetes talajnak és talajvíznek, valamint egyéb természetes víznek kitett beton a 2. táblázat szerint
XA2	Mérsékelten agresszív kémiai környezet	Természetes talajnak és talajvíznek , valamint egyéb természetes víznek kitett beton a 2. táblázat szerint
XA3	Nagymértékben agresszív kémiai környezet	Természetes talajnak és talajvíznek, valamint egyéb természetes víznek kitett beton 2. táblázat szerint

MSZ 4798:2016 szabvány 2. táblázat: Környezeti osztályok határértékei talajvíz és egyéb természetes vizek okozta kémiai korróziótól függően

Kémiai jellemző	Vizsgálati módszer	XA1	XA2	XA3
Talajvíz és egyéb természetes vizek				
SO_4^{2-}, mg/l Duzzadásos korrózió	MSZ EN 196-2	≥ 200 és ≤ 600	> 600 és ≤ 3000	>3000 és ≤ 6000
pH Oldódásos korrózió	ISO 4316 MSZ EN ISO 10523	≤ 6,5 és ≥ 5,5	< 5,5 és ≥ 4,5	< 4,5 és ≥ 4,0
agresszív CO_2, mg/l Oldódásos korrózió	MSZ EN 13577	≥ 15 és ≤ 40	> 40 és ≤ 100	> 100 telítettségig
NH^{4+}, mg/l Oldódásos korrózió	MSZ ISO 7150-1	≥ 15 és ≤ 30	> 30 és ≤ 60	> 60 és ≤ 100
Mg^{2+}, mg/l Oldódásos korrózió	MSZ EN ISO 7980	≥ 300 és ≤ 1000	> 1000 és ≤ 3000	> 3000 telítettségig
Kloridtartalmú talajvizek és egyéb természetes vizek esetén a betont a kloridtartalom szempontjából az XD2 környezeti osztályba kell sorolni.				

MSZ 4798:2016 szabvány 2. táblázat: Környezeti osztályok határértékei talaj okozta kémiai korróziótól függően

Kémiai jellemző	Vizsgálati módszer	XA1	XA2	XA3
Talaj				
SO_4^{2-} összes (SO_3-ban kifejezve), mg/kg Duzzadásos korrózió	MSZ EN 196-2	≥ 2000 és ≤ 3000	> 3000 és ≤ 12000	> 12000 és ≤ 24000
Savassági fok *Baumann-Gully* szerint, ml/kg Oldódásos korrózió	EN 16502	> 200	A gyakorlatban nem fordul elő	
A 10^{-5} m/s áteresztőképesség alatti agyagtalajokat alacsonyabb osztályba szabad sorolni.				

MSZ 4798.2016 F1. táblázat: Határértékek a beton összetételére és tulajdonságaira Alkalmazási terület	Környezeti osztály jele	Beton nyomószilárdsági osztálya legalább	Beton cementtartalma legalább kg/m^3	Beton víz-cement tényezője legfeljebb	Friss beton tervezett levegőtartalma a NAD F2. táblázat szerinti érték legyen Ajánlott cementfajták
6.1. Talaj és talajvíz kémiai korróziójának ellenálló beton és vasbeton szerkezetek					
Agresszív talajjal vagy talajvízzel érintkező, enyhén korrózióálló beton	XA1	C30/37	300	0,55	Bármely MSZ EN 197-1:2000 szerinti CEM II fajtájú kohósalak-portlandcement
Agresszív talajjal vagy talajvízzel érintkező, mérsékelten korrózió- és szulfátálló beton	XA2	C30/37	320	0,50	MSZ 4737-1:2002 szerinti MS jelű mérsékelten szulfátálló vagy SR jelű szulfátálló portlandcement vagy MSZ EN 197-1:2000 szerinti CEM III/A 32,5 N kohósalakcement
Agresszív talajjal vagy talajvízzel érintkező, erősen korrózió- és szulfátálló beton	XA3	C35/45	360	0,45	MSZ 4737-1:2002 szerinti SR jelű szulfátálló portlandcement vagy CEM III fajtájú kohósalakcement, MSZ EN 197-1 és MSZ 4737-1 szabvány szerinti CEM III/B 32,5 N kohósalakcement

Kör-nye-zeti osz-tály	Meghatá-rozó agresz-zív ható-anyagok	Környezeti hatás következ-ménye		Várhatóan a legjobb	Várhatóan jó	Esetleg még jó	Rossz
				megoldás a korrózióállság szempontjából			
XA1	Szulfá-tok	Beton	Duzza-dás	CEM I-SR 0, CEM II/B-S-MSR, CEM II/B-V-MSR, CEM II/B-M(S-V)-MSR, CEM III/B-SR	CEM I-SR 5, CEM II/A-S-MSR, CEM II/A-V-MSR, CEM III/A-MSR, CEM I + 30% V	CEM I + 20% V, CEM IV/B-SR	CEM I, ha nem SR, ill. kiegészítőanyag nélkül; CEM II, ha nem MSR
	Savak		Oldó-dás	CEM II/B-S + 5% Mk, CEM II/B-S + 11% D, CEM II/B-V + 5% Mk, CEM II/B-V + 11% D, CEM III/B	CEM II/A-S + 11% Mk, CEM II/A-S + 11% D, CEM II/A-V + 11% Mk, CEM II/A-V + 11% D, CEM III/A	CEM II/B-S, CEM II/B-V, CEM II/B-M(S-V)	CEM I; CEM II kiegészítőanyag nélkül; CEM II-LL, CEM II-M (S-LL), CEM II-M (V-LL)
XA2	Szulfá-tok		Duzza-dás	CEM I-SR 0, CEM III/B-SR	CEM I-SR 3, CEM II/B-S-MSR, CEM II/B-V-MSR, CEM II/B-M(S-V)-MSR	CEM I-SR 5, CEM II/A-S-MSR, CEM II/A-V-MSR, CEM III/A-MSR, CEM I + 30% V	CEM I, ha nem SR, ill. kiegészítőanyag nélkül; CEM II, ha nem MSR
	Savak		Oldó-dás	CEM III/B, CEM III/C	CEM II/B-S +5% Mk, CEM II/B-S + 11% D, CEM II/B-V + 5% Mk, CEM II/B-V + 11% D, CEM III/A	CEM II/A-S + 11% Mk, CEM II/A-S + 11% D, CEM II/A-V + 11% Mk, CEM II/A-V + 11% D	CEM I; CEM II kiegészítőanyag nélkül; CEM II-LL, CEM II-M (S-LL), CEM II-M (V-LL)

Kör-nye-zeti osz-tály	Meg-hatá-rozó ag-resz-szív ható-anya-gok	Környezeti hatás következ-ménye		Várhatóan a legjobb	Várhatóan jó	Esetleg még jó	Rossz
				megoldás a korrózióállság szempontjából			
XA3	Szulfá-tok	Beton	duzzadás	CEM III/C-SR	CEM I-SR 0, CEM III/B-SR	CEM I-SR 3, CEM II/B-S-MSR, CEM II/B-V-MSR, CEM II/B-M(S-V)-MSR	CEM I, ha nem SR; CEM II, ha nem MSR
	Savak		oldódás	CEM III/C	CEM III/B	CEM II/B-S +5% Mk, CEM II/B-S + 11% D, CEM II/B-V + 5% Mk, CEM II/B-V + 11% D, CEM III/A	CEM I; CEM II kiegészítőanyag nélkül; CEM II-LL, CEM II-M (S-LL), CEM II-M (V-LL)

Ajánlás kötőanyagok alkalmazására

6.2. A szulfátálló, általános felhasználású cementek (SR-cementek) összetétele és jelölése

Az EN 197-1-nek megfelelő szulfátálló általános felhasználású cementek hét terméket tartalmazó családját a 2. táblázat tartalmazza.

Ezek a következő három fő cementfajtába csoportosíthatók:

Szulfátálló portlandcement:

- CEM I-SR 0 Szulfátálló portlandcement (a klinker C_3A tartalma = 0%),
- CEM I-SR 3 Szulfátálló portlandcement (a klinker C_3A tartalma $\leq$ 3%),
- CEM I-SR 5 Szulfátálló portlandcement (a klinker C_3A tartalma $\leq$ 5%).

Szulfátálló kohósalakcement:

- CEM III/B-SR Szulfátálló kohósalakcement (a klinker C_3A tartalmára nincs követelmény),
- CEM III/C-SR Szulfátálló kohósalakcement (a klinker C_3A tartalmára nincs követelmény).

Szulfátálló puccoláncement:

- CEM IV/A-SR Szulfátálló puccoláncement (a klinker C_3A tartalma $\leq$ 9%),
- CEM IV/B-SR Szulfátálló puccoláncement (a klinker C_3A tartalma $\leq$ 9%).

A szulfátálló általános felhasználású cementek családjának hét terméke az összetétele alapján feleljen meg a 2. táblázat előírásainak. A cementfajták jelölése feleljen meg a szabvány követelményeinek úgy, hogy a CEM I cementek esetében az SR 0, az SR 3, az SR 5, a CEM III és CEM IV cementek esetében pedig csak az „SR" kiegészítő jelöléseket kell hozzáfűzni.

MSZ 4798:2016 szabvány 1. táblázat: Környezeti osztályok

6.2. Egyéb agresszív vizek és folyadékok okozta kémiai korrózió **Amikor a beton agresszív csapadékvízzel, agresszív kommunális vízzel, agresszív ipari és mezőgazdasági szennyvízzel, illetve egyéb agresszív folyadékkal, kondenzációs vízzel érintkezik, akkor az igénybevételt a következőképpen kell osztályozni:**		
XA4(H)	**Csapadékvíz, kommunális szennyvíz, illetve ezek gőze vagy permete éri a mérsékelten korrozió- és saválló betont**	**Esővíz tároló műtárgyak, kommunális csatornázási elemek, trágyalé tároló medencék a NAD 2. táblázat szerint**
XA5(H)	**Ipari és mezőgazdasági szennyvíz és egyéb agresszív folyadék, illetve ezek gőze vagy permete éri a közepesen korrózió- és saválló betont**	**Csatornázási elemek, szennyvíz ülepítő medencék, hulladéklerakók csurgalékvíz tároló medencéi, terménytárolók a NAD 2. táblázat szerint**
XA6(H)	**Nagyon agresszív ipari szennyvíz vagy folyadék, illetve ezek gőze vagy permete éri a fokozottan korrózióálló betont**	**Tisztítatlan ipari szennyvizekkel és kemikáliákkal érintkező betonok, hűtőtornyok füstgáz elvezetéssel, állatetető vályúk és mezőgazdasági erjesztő silók a NAD 2. táblázat szerint**

NAD 2. táblázat: Környezeti osztályok a csapadékvizek, kommunális, ipari és mezőgazdasági szennyvizek és egyéb agresszív folyadékok, kondenzációs vizek kémiai korróziót okozó jellemző értékeitől függően

Kémiai jellemző	Vizsgálati módszer	Környezeti osztály		
		XA4(H)	XA5(H)	XA6(H)
pH érték Oldódásos korrózió Kénsav-korrózió esetén járulékos duzzadásos korrózió is	MSZ EN ISO 10523 MSZ EN 15933 MSZ 260-4 MSZ 1484-22	< 6,5 és ≥ 5,0	< 5,0 és ≥ 4,0	< 4,0 és ≥ 3,5
Vízkeménység Oldódásos korrózió	MSZ 448-21	3 – 7 nk° 0,54 – 1,25 (mmol/liter) lágy víz	0 – 3 nk° 0 – 0,54 (mmol/liter) nagyon lágy víz	
Biokémiai oxigénigény 5 napos, BOI_5, mg/l Oldódásos korrózió	MSZ EN 1899-1 MSZ EN 1899-2	5 – 200	200 – 1000	>1000
Dikromátos kémiai oxigénigény, KOI_k, mg/l Oldódásos korrózió	MSZ ISO 6060 *) MSZ 12750-21	8 – 350	350 – 1800	>1800

Kémiai jellemző	Vizsgálati módszer	Környezeti osztály		
		XA4(H)	XA5(H)	XA6(H)
Vízben oldott (szabad) agresszív széndioxid (CO_2) mg/l Oldódásos korrózió	MSZ EN 13577 MSZ 448-23	15 – 40	40 – 100	>100
Magnéziumion (Mg^{2+}), mg/l Oldódásos korrózió	MSZ EN ISO 7980 MSZ 260-52 MSZ EN ISO 14911 MSZ 1484-3	100-1000	1000-2500	>2500
Ammóniumion (NH_4^+), mg/l Oldódásos korrózió	MSZ ISO 7150-1 MSZ 260-9 MSZ EN ISO 14911	15-30	30 – 60	>60
SO_4^{2-} -tartalom (SO_3-ban kifejezve), mg/l Oldódásos és duzzadásos korrózió	MSZ EN 196-2 MSZ EN ISO 10304-1	200-600	600 – 1500	>1500

Megjegyzések a NAD 2. táblázathoz

a) Az 5 napos biokémiai oxigénigényt (BOI5) csak abban az esetben kell meghatározni, ha a dikromátos kémiai oxigénigény (KOI_k) vizsgálati eredményének megbízhatóságával kapcsolatban kétségek merülnek fel. Ebben az esetben a biokémiai oxigénigény vizsgálat eredménye a mértékadó.

b) Trágyalé esetén a betont az ammónium-ion-tartalomtól (NH_4^+) függetlenül az XA4(H) kémiai korróziós környezeti osztályba szabad sorolni.

c) Oldódásos korróziót okozó oldatokban előforduló szulfát ionokra vonatkozik. A vizsgálati módszer az SO_4^{2-} sósavval való kivonását írja elő. Alternatívaként alkalmazható szennyvíziszapra vízzel való kivonás is, ha a beton felhasználásának helyén van erre tapasztalat.

d) A NAD 2. táblázat akkor vonatkozik a csapadékvizekre, ha azok a betonnal tartósan érintkeznek.

MSZ 4798:2016 NAD F1. táblázat: Határértékek a beton összetételére	Környezeti osztályok		
	Egyéb agresszív vizek és folyadékok (pl. kommunális, ipari és mezőgazdasági szennyvizek, csapadékvizek, kondenzációs vizek) kémiai korróziós hatása j)p)		
Környezeti osztály jele	XA4(H) k)	XA5(H) l)	XA6(H) m)
Legnagyobb v/c	Kiegészítőanyag adagolása esetén a legnagyobb víz/kötőanyag tényező		
	0,48	0,44	0,40
Legkisebb nyomószilárdsági osztály	C30/35	C35/45	C40/50
Legkisebb cementtartalom , kg/m^3	320, de legfeljebb 350		
Friss beton levegőtartalma, térfogat%	Friss beton tervezett levegőtartalma a NAD F2. táblázat szerinti érték legyen		
Egyéb követelmények	Vízbehatolás legnagyobb mélysége az 5.5.3. szakasz szerint meghatározva, legfeljebb, mm		
	50	35	20
	Az adalékanyag szemmegoszlása (M melléklet) célszerűen az 5.5.3. szakasz szerinti		

Kör-nyezeti osztály	Megha-tározó agresz-szív ható-anyagok	Környe-zeti hatás következ-ménye	Várhatóan a legjobb	Várhatóan jó	Esetleg még jó	Rossz
			megoldás a korrózióállság szempontjából			
XA4(H)	Szulfátok és savak	Beton duzza-dás és oldó-dás	CEM I-SR 0 + 18% Mk, CEM I-SR 0 + 11% D, CEM II/B-S-MSR + 5% Mk, CEM II/B-S-MSR + 11% D, CEM II/B-V-MSR + 5% Mk, CEM II/B-V-MSR + 11% D, CEM III/B-SR	CEM I-SR 5 + 18% Mk, CEM I-SR 5 + 11% D, CEM II/A-S-MSR + 11% Mk, CEM II/A-S-MSR + 11% D, CEM II/A-V-MSR + 11% Mk, CEM II/A-V-MSR + 11% D, CEM III/A-MSR	CEM I-SR 5 + 20% V, CEM IV/B-SR	CEM I, ha nem SR és kiegészítőanyag nélkül; CEM II, ha nem MSR és kiegészítőanyag nélkül
XA5(H)			CEM I-SR 0 + 18% Mk, CEM I-SR 0 + 11% D és mindegyikre megfelelő felületi bevonat	CEM I-SR 3 + 18% Mk, CEM I-SR 3 + 11% D, CEM II/B-S-MSR + 5% Mk, CEM II/B-S-MSR + 11% D, CEM II/B-V-MSR + 5% Mk, CEM II/B-V-MSR + 11% D, CEM III/B-SR és mindegyikre megfelelő felületi bevonat	CEM I-SR 5 + 18% Mk, CEM I-SR 5 + 11% D, CEM II/A-S-MSR + 11% Mk, CEM II/A-S-MSR + 11% D, CEM II/A-V-MSR + 11% Mk, CEM II/A-V-MSR + 11% D, CEM III/A-MSR	CEM I, ha nem SR és kiegészítőanyag nélkül; CEM II, ha nem MSR és kiegészítőanyag nélkül

Ajánlás kötőanyagok alkalmazására

Kör-nyezeti osztály	Megha-tározó agresz-szív ható-anyagok	Környezeti hatás következ-ménye	Várhatóan a legjobb	Várhatóan jó	Esetleg még jó	Rossz
			megoldás a korrózióállság szempontjából			
XA5(H)	Savak	Beton	Oldó-dás	CEM III/C és megfelelő felületi bevonat	CEM III/B és megfelelő felületi bevonat	CEM III/B	CEM I, CEM II, CEM III/A
XA6(H)	Szulfátok és savak	Beton	Duzza-dás és oldó-dás	CEM I-SR 0 + 18% Mk, CEM I-SR 0 + 11% D és mindegyikre megfelelő felületi bevonat	CEM I-SR 0 + 18% Mk, CEM I-SR 0 + 11% D és mindegyikre megfelelő felületi bevonat	CEM I-SR 3 + 18% Mk, CEM I-SR 3 + 11% D, CEM II/B-S-MSR + 5% Mk, CEM II/B-S-MSR + 11% D, CEM II/B-V-MSR + 5% Mk, CEM II/B-V-MSR + 11% D, CEM III/B-SR és mindegyikre megfelelő felületi bevonat	CEM I, ha nem SR 0 és kiegészítőanyag nélkül; CEM II, ha nem MSR és kiegészítőanyag nélkül

Ajánlás kötőanyagok alkalmazására

Kör-nyezeti osztály	Megha-tározó agresz-szív ható-anyagok	Környezeti hatás következ-ménye	Várhatóan a legjobb	Várhatóan jó	Esetleg még jó	Rossz
			megoldás a korrózióállság szempontjából			
XA5(H)	Savak	Oldó-dás	CEM III/C és megfelelő felületi bevonat	CEM III/B és megfelelő felületi bevonat	CEM III/B	M II, A
XA6(H)	Szulfáto	Betc	CEM I felületi bevonat	mindegyikre megfelelő felületi bevonat	B-S-MSR + 11% D, CEM II/B-V-MSR + 5% Mk, CEM II/B-V-MSR + 11% D, CEM III/B-SR és mindegyikre megfelelő felületi bevonat	CEM I, ha nem SR 0 és kiegészítőanyag nélkül; CEM II, ha nem MSR és kiegészítőanyag nélkül

Az „ajánlás cementek és kiegészítőanyagok alkalmazására kémiai korrózióveszély esetén” egy összefoglaló táblázatban itt érhető el:

http://www.betonopus.hu/notesz/cementek-korroziv-korny.pdf

Az ÖNORM B 5017:2000 szabvány szerint a közműépítési beton esetén oldódásos betonkorróziót okoz a talajvíz ≤ 6,5 pH érték, ≥ 15 mg/liter CO_2-tartalom, ≥ 15 mg/liter NH_4^+-tartalom, ≥ 300 mg/liter Mg^{2+}-tartalom és °dH = 0-3 közötti keménység (azaz lágyvíz) esetén, a talaj > 200 mliter/kg savasság esetén (a határértékek lényegében megegyeznek az MSZ EN 206-1:2013+A1:2017 szabvány 2. táblázata szerinti, az XA1 környezeti osztályra vonatkozó értékekkel, a talajvíz keménysége csak az osztrák XA1L környezeti osztály jellemzője).

Az ÖNORM B 5017:2000 osztrák szabványban a szennyvizek megengedett CO_2-tartalma a talajvizekre előírt értéknél kisebb. A szennyvíz és a tisztításából eredő CO_2-tartalma együttes mennyisége az XA2L környezeti osztályban legfeljebb 60 mg/liter, az XA3L környezeti osztályban legfeljebb 100 mg/liter lehet.

Az ÖNORM B 5017:2000 szabvány szerint a közműépítési beton esetén duzzadásos (szulfát-) betonkorróziót okoz a talajvíz ≥ 200 mg/liter SO_4^{2-}-tartalom esetén, és a talaj 2000 mg/kg összes SO_4^{2-}-tartalom esetén (a határértékek megegyeznek az MSZ EN 206:2013+A1:2017 szabvány 2. táblázata szerinti, az XA1 környezeti osztályra vonatkozó értékekkel).

A savak vagy lágy víz okozta *oldódásos korrózió*

Oldódásos betonkorrózióról beszélünk, ha a szilárd betont kívülről folyamatosan savak, illetve savas vizek (például szénsavas gyógyvizek, ún. savanyúvizek) érik, amelyek pH értéke kicsi. A savak hatására a cementkő és a finomszemű karbonátos adalékanyag egy része kioldódik.

A cement bázikus anyag, ezért a különböző cementek majdnem minden összetevője savban oldható, így a cementkövet a szerves és szervetlen savak általában megtámadják. A cementkő bonyolult meszes fázisait a savak vízoldható fázisokká alakítják, amelyek vizes és atmoszférikus hatásokra lebomlanak, oldódnak.

Az esővíz és a lágy víz is képes a cementkő vízoldható összetevőit (szabad kalcium-hidroxid) lassan oldani. Ilyenkor az adalékanyag szemek között a felületen a cementkő egyre inkább korrodálódik, sőt a porózus mészkő vagy dolomit szemek maguk is oldódhatnak.

Esővíz hatására a szabadban lévő beton felülete tíz évente általában 1 mm mélyen oldódik.

A lágy víz kilúgozó hatására a betonban lévő szabad kalcium-hidroxid kioldódása a cementkő többi alkotórészének is a felbomlásához vezethet, amelynek következtében a beton elveszti szilárdságát és szétesik.

Beton szennyvízcsatornák esetén az **oldódásos betonkorróziót** okozó savak hatására már néhány év alatt jelentős károk keletkezhetnek. Ezt különösen nagyon lassú folyási sebesség és nem megfelelő levegőztetés esetén lehet tapasztalni, mert az eltávozó kén-hidrogén (H_2S) és szerves poliszulfidok (például: $(CH_3)2S$, CH_3SSCH_3) kénsavvá oxidálódnak.

Szennyvíz ülepítő vasbeton medence

A szennyvíz tele van kén vegyületekkel (ettől büdös). A vasbeton medencék, csatornák szennyvíz feletti belső felületén bacilusok tenyésznek.

A bacilusok a szennyvízben lévő kén vegyületek elégetésével tartják fenn szervezetüket, és eközben kén-dioxidot (kénsavat) termelnek. A bacilusok által termelt kénsav szétmarja a medencék és csatornák szennyvíz feletti betonfalát.

Duzzadásos korróziót okozó szulfátion-tartalom beton károsító hatása

Duzzadásos betonkorróziót **elsősorban a gipszet vagy más szulfátot tartalmazó vizek, gázok okoznak, amelyek a szilárd betonba hatolva a cementkövet megtámadják, ami új ásványok (kalcium-szulfoaluminát-hidrátok) – mint a *másodlagos ettringit* ($3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 3CaSO_4 \cdot 32H_2O$) vagy a *taumazit* ($CaSiO_3 \cdot CaCO_3 \cdot CaSO_4 \cdot 15H_2O$) – képződéséhez vezet.**

Duzzadásos korróziónak kitett betonokat a szulfátion (SO_4^{2-}) tartalom alapján kell környezeti osztályba sorolni.

Szulfátos talajvíz hatására a szilárd cementkő monoszulfát összetevőjéből (egyik trikalcium-aluminát-hidrát fázis) másodlagos ettringit képződés indul el. A másodlagos ettringit kristályosodása során a térfogatát mintegy 2,5-szeresére növeli, és ezeknek a kristályoknak a jelentős duzzadása a betont szétrepeszti. Ezeket a tűkristályokat cementbacilus-nak is nevezik.

Összegezve: A betonra káros vegyi hatások különbözősége nem engedi meg, hogy általában a kemikáliáknak ellenálló betonról beszéljünk. Minden egyes esetben tisztázni kell, hogy a betonra várhatóan milyen agresszív anyagok fognak hatni, és ennek megfelelően kell a beton összetételét megtervezni és a betont összeállítani.

Ez mindenféle betonkorrózióra igaz, hangsúlyozva, hogy a például a CEM II/A-L és a CEM II/B-L típusú mészkőliszt-portlandcementet az XA1L, XA2L és XA3L oldódásos korrózió (Lösender Angriff) környezeti osztályában szabad, de az XA1T, XA2T és XA3T duzzadásos szulfátkorróziós (Treibender Angriff) környezeti osztályban nem szabad használni (ÖNORM B 4710-1:2007 osztrák szabvány).

Az XA4(H) környezeti osztályban CEM I-SR vagy CEM II/A-S vagy CEM II/A-MSR portlandcement alkalmazása ajánlott, mindegyik metakaolin vagy szilikapor kiegészítőanyaggal, vagy CEM III/A-MSR vagy CEM III/B-SR kohósalakcement alkalmazása ajánlott, a kohósalakcementek kiegészítőanyag nélkül.

f) Az XA5(H) környezeti osztályban CEM I-SR 3 vagy CEM I-SR 0 portlandcement vagy alkalmazása ajánlott, mindegyik metakaolin vagy szilikapor kiegészítőanyaggal, vagy CEM III/B-SR vagy CEM III/C-SR kohósalakcement alkalmazása ajánlott, a kohósalakcementek kiegészítőanyag nélkül.

g) Az XA6(H) környezeti osztályban CEM I-SR 0 portlandcement alkalmazása ajánlott metakaolin vagy szilikapor kiegészítőanyaggal, vagy CEM III/C-SR kohósalakcement alkalmazása ajánlott kiegészítőanyag nélkül.

Metakaolin alkalmassága

Az A típusú metakaolin feleljen meg az MSZ 4798:2016 szabvány NAD 5.1. táblázata követelményeinek.

Az A típusú metakaolin megengedett adagolása betonba:

CEM I fajtájú portlandcement esetén: metakaolin-tartalom/kötőanyag-tartalom ≤ 0,15, amely határérték 0,15/0,85 = 0,18 metakaolin tartalom)/cement- tartalom határértéknek felel meg;

CEM II fajtájú portlandcement esetén, metakaolin-tartalom/kötőanyag-tartalom ≤ 0,10, amely határérték 0,1/0,9 = 0,11 metakaolin-tartalom/cement-tartalom határértéknek felel meg.

Metakaolint a CEM II/A-D fajtájú szilikapor-portlandcementhez, a CEM II/A-Q fajtájú kalcinált puccolán-portlandcementhez, a CEM II/A-M fajtájú kompozit-portlandcementhez, a mérsékelten szulfátálló CEM II/A-D-MSR fajtájú szilikapor-portlandcementhez és a mérsékelten szulfátálló CEM II/A-M-MSR fajtájú kompozit-portlandcementhez nem szabad keverni.

NAD. 5.1. táblázat: Követelmények a betonba adagolható a típusú metakaolinra

Összetevő	Vizsgálat	Követelmény
(SiO_2 + Al_2O_3) tartalom, tömeg%	MSZ EN 196-2	> 90
Cl^- iontartalom, tömeg%	MSZ EN 480-10	< 0,1
SO_3^{2-} iontartalom, tömeg%	MSZ EN 196-2	< 1,0
Szabad CaO tartalom, tömeg%	MSZ EN 451-1	< 1,0
Na_2O egyenérték	MSZ EN 196-2	Meg kell adni
MgO tartalom, tömeg%	MSZ EN 12485 MSZ 12736-8	< 4,0
Izzítási veszteség, tömeg%	MSZ EN 196-2	< 4,0
Metilénkék-érték, g/kg	MSZ EN 933-9	< 10
Aktivitási index, %	Lásd a következő diát	110
Összes, metakaolin által megkötött kalcium-hidroxid	Lásd	> 700 (mg kalcium-hidroxid)/(g metakaolin)
0,063 mm nyílású szitán áthullott anyag mennyisége, tömeg%	MSZ EN 933-1	≥ 90
Vízigény hányados	Lásd a következő diát	> 1,15

a) Az aktivitási index a CEM I 42,5 jelű portlandcement és a megengedett adagolású metakaolin keverékével az MSZ EN 196-1 szabvány szerint készített 40×40×160 mm méretű habarcs próbahasábokon és az ugyan ilyen méretű, kizárólag CEM I 42,5 jelű portlandcementtel ugyancsak az MSZ EN 196-1 szabvány szerint készített etalon-habarcs próbahasábokon, 28 napos korban az MSZ EN 196-1 szabvány szerint mért átlagos nyomószilárdságok hányadosa.

b) A metakaolin által megkötött kalcium-hidroxidot az NF P 18-513 szabvány A. függeléke szerint kell vizsgálni.

c) A vízigény hányadoson az MSZ EN 196-3 szabvány szerinti szabványos folyósságú kötőanyagpép és cementpép víztartalmának hányadosát kell érteni, amelyet 85 tömeg% cement + 15 tömeg% metakaolin összetételű kötőanyag-keveréken, és 100 tömeg%-ban cementtartalmú kötőanyagon kell meghatározni.

A *k*-érték elve az NF P 18513 szabvány szerinti A típusú szerinti metakaolinra

Az NF P 18513 szabvány szerinti A típusú metakaolint a víz-kötőanyag tényezőben és a kötőanyag-tartalomban k = 1,0 értékkel szabad figyelembe venni.

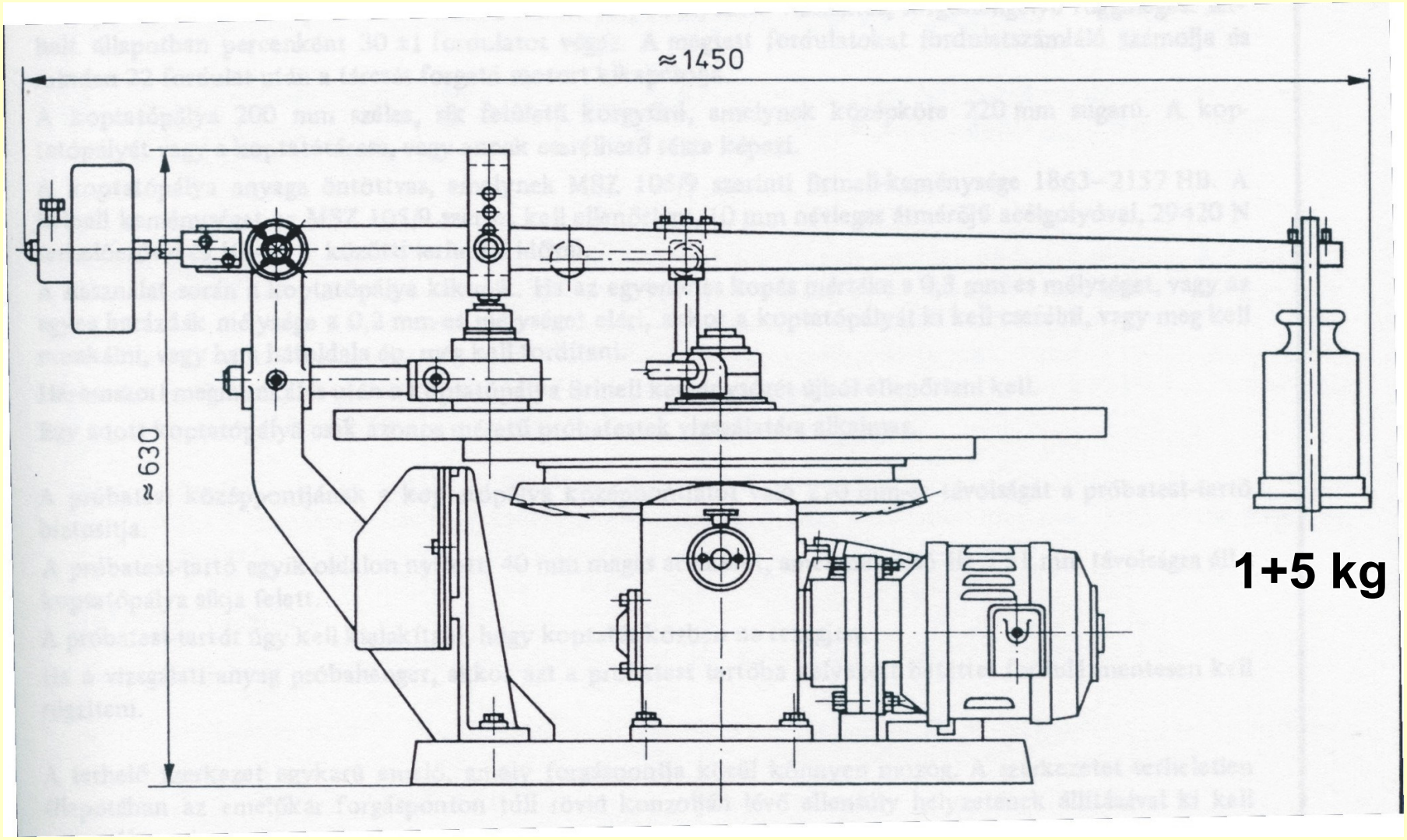
KOPÁSÁLLÓSÁG

MSZ 4798:2016 1. táblázat: 7. Koptató hatás okozta korrózió Amikor a beton csiszoló, csúszó, gördülő, súrlódó igénybevétel, ütés vagy vízáramlás alatt mozgatott gördülő hordalék koptató hatása éri, akkor az ezekből származó igénybevételt a következők szerint kell osztályozni:		
XK1(H)	Könnyű szemcsés anyagok koptató igénybevétele. Gyalogos forgalom, fúvott kerekes járművek koptató igénybevétele	Könnyű adalékanyagok, termények stb. tárolására alkalmas silók, bunkerek, tartályok; járdák, lépcsők, garázspadozatok.
XK2(H)	Gördülő igénybevétel okozta koptató hatás nehéz terhek alatt, tömör gumi kerekes járművek.	Betonút, görgetett hordalékkal érintkező betonfelületek, villástargonca forgalom.
XK3(H)	Csúsztató-gördülő igénybevétel okozta koptató hatás igen nehéz terhek alatt, acél kerekes targonca forgalom.	Repülőtéri le- és felszálló pályák, valamint gurulóutak, nehézipari szerelőcsarnokok, konténerátrakó állomások.
XK4(H) Kausay	Csúsztató-gördülő igénybevétel okozta koptató hatás igen nehéz terhek alatt, nagy felületi pontosság és pormentesség igénye esetén.	Nehéz terheknek, hernyótalpas járműnek kitett térburkolatok, csarnokok és raktárak betonja. Kemény felületű, pormentes ipari padlóburkolatok. KÉREGERŐSÍTÉS NÉLKÜL

MSZ 4798:2016 NAD F1. táblázat: Határértékek a beton összetételére	Környezeti osztályok			
	Igénybevétel koptatás hatására			
Környezeti osztály jele	XK1(H)	XK2(H)	XK3(H)	XK4(H)
Legnagyobb v/c	0,50	0,45	0,40	0,38
Legkisebb nyomó-szilárdsági osztály	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55
Legkisebb cementtartalom, kg/m^3	310	330	350	370
4 mm feletti adalékanyag	*Kavics Zúzottkő*	*Kavics Zúzottkő*	*Zúzottkő*	*Zúzottkő*
Friss beton levegőtartalma, térfogat%	Friss beton tervezett levegőtartalma a NAD F2. táblázat szerinti érték legyen			
Böhme-féle koptatás	Kopási térfogatveszteség , legfeljebb, cm^3			
Száraz/Vizes koptatás	14/21	12/18	10/16	8/14

A Böhme-féle kopásállóság vizsgálat elve:

A 294,3 N erővel [(6 kg teher)·(5-szörös áttétel) = 30 kp] terhelt próbatestet percenként 30 fordulatot végző öntöttvas korongon, 487 m hosszú úton, legalább 95 tömeg% alumíniumoxid tartalmú, (~0,12-0,15 mm szemnagyságú) korund porral kell koptatni szárazon vagy vizesen. A tárcsa körülfordulásainak száma (16 periódus)× ×(22 fordulat) = 352 körülfordulás. A koptatópor mennyisége 20±0,1 g/periódus. A kopás mértékét térfogatveszteségben kell kifejezni.



MSZ 18290-1:1981 szerinti *Böhme*-féle koptatógép

MSZ 18290-1:1981 szerinti *Böhme*-féle koptatógép

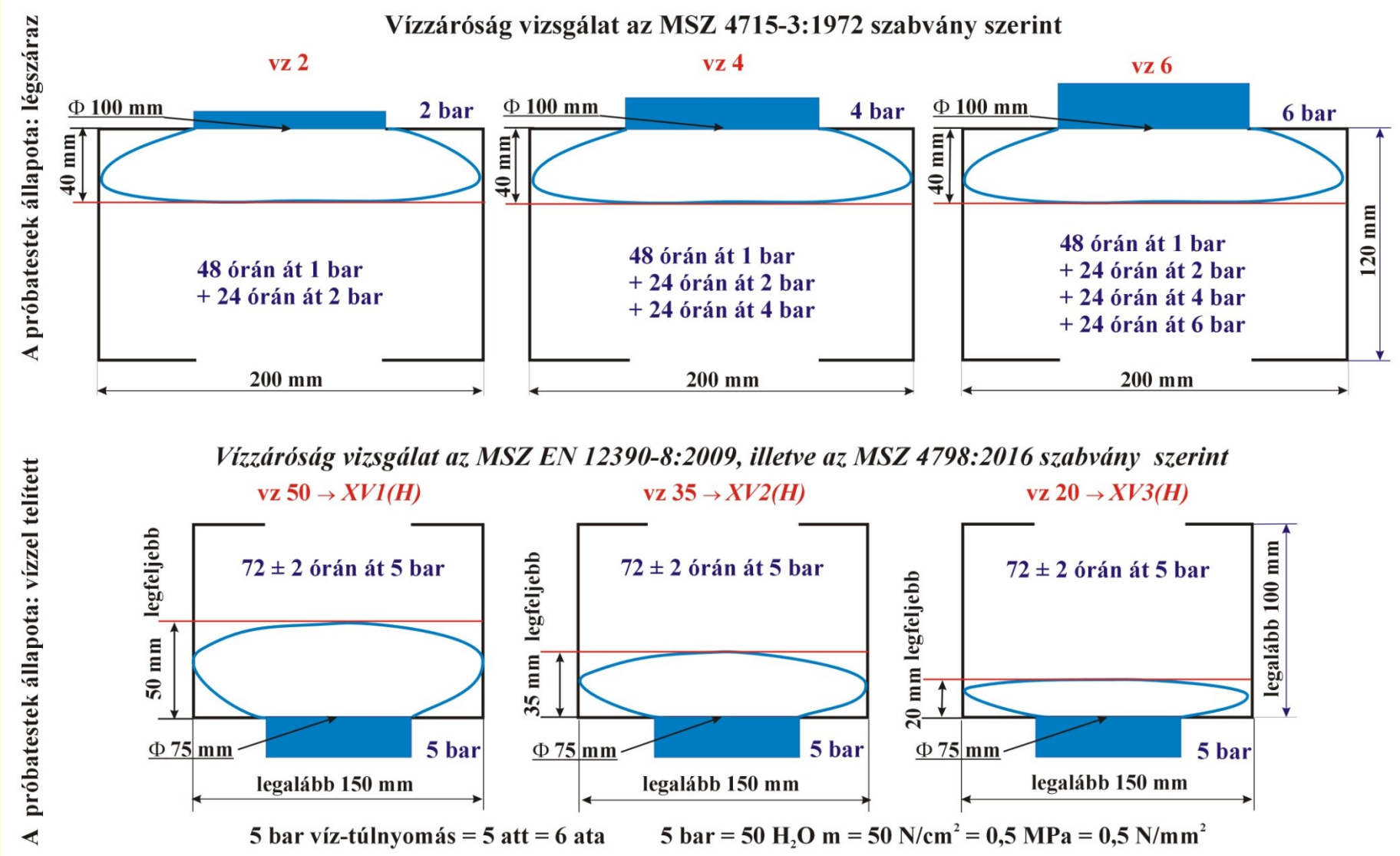
VÍZZÁRÓSÁG

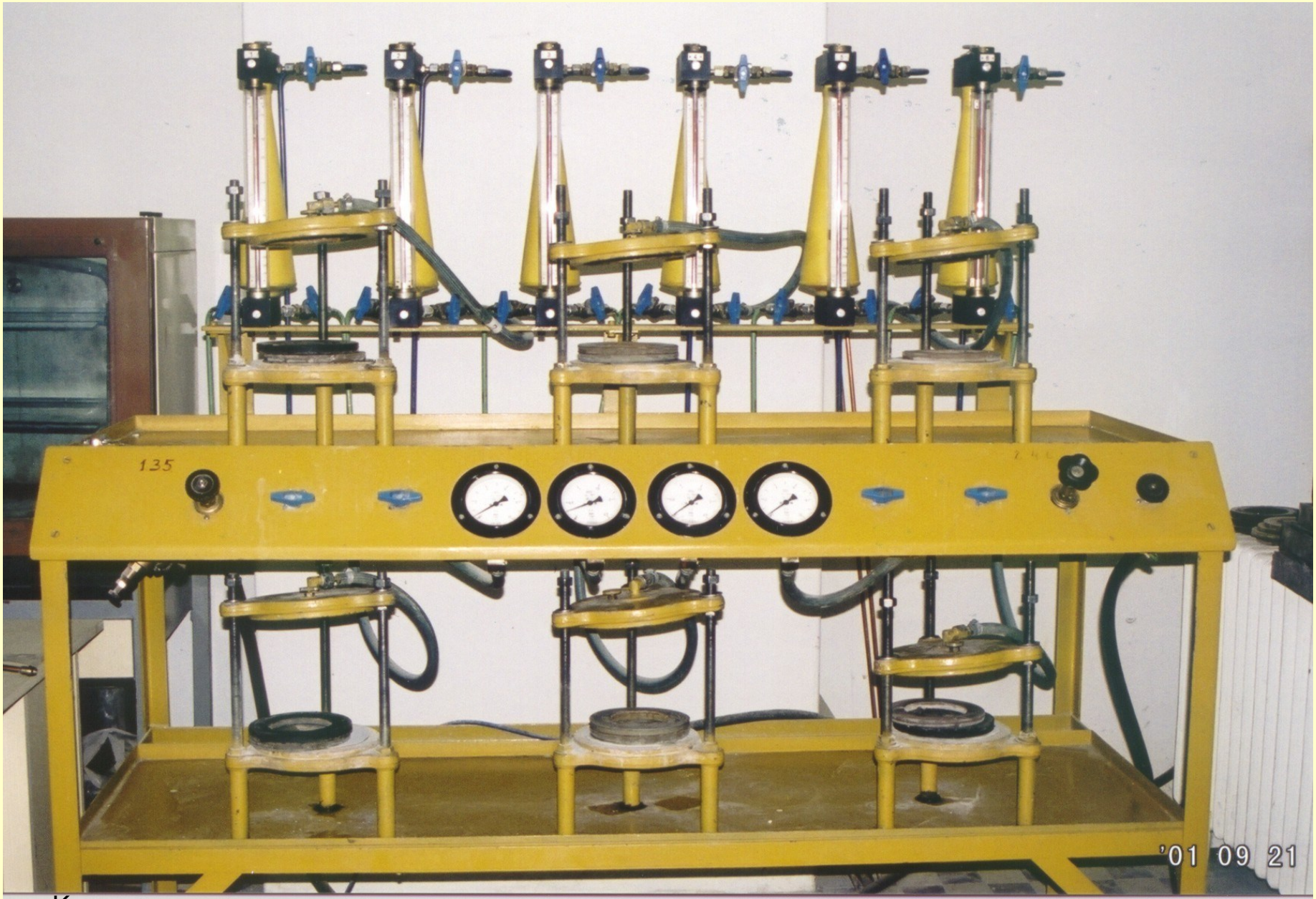
„Vasbeton készítéséhez olyan vízzáró betont, amelybe 35 mm-nél mélyebb a legnagyobb vízbehatolás [XV1(H) környezeti osztályú betont], és feszített vasbeton készítéséhez olyan vízzáró betont, amelybe 20 mm-nél mélyebb a legnagyobb vízbehatolás [XV1(H) és XV2(H) környezeti osztályú betont] *nem szabad alkalmazni*." (MSZ 4798)

MSZ 4798:2016 1. táblázat: 8. Igénybevétel víznyomás hatására Amikor a betont víznyomás éri, akkor az igénybevételt a következők szerint kell osztályozni:		
XV1(H)	Kis víznyomásnak kitett, (vz50 jelű) vízzáró beton, amely általában megfelel az állandóan legfeljebb 2 méter magas (0,02 N/mm^2 = 0,2 bar) víznyomás hatásának kitett helyen	Pincefal, csatorna, legfeljebb 2 m magas víztároló medence, áteresz, csapadékcsatorna, záportározó, esővízgyűjtő akna
XV2(H)	Fokozott víznyomásnak kitett, (vz35 jelű) közepesen vízzáró beton, amely általában megfelel az állandóan legfeljebb 10 méter magas (0,1 N/mm^2 = 1,0 bar) víznyomás hatásának kitett helyen	Vízépítési szerkezetek, gátak, partfalak, legfeljebb 10 magas víztároló medence, föld alatti garázsok, aluljárók külső határoló szerkezetei, külön szigetelőréteg nélkül.
XV3(H)	Nagy víznyomásnak kitett, (vz20 jelű) igen vízzáró beton, amely általában megfelel az állandóan legalább 10 méter magas (0,1 N/mm^2 = 1,0 bar) víznyomás hatásának kitett helyen	Vasbeton mélygarázsok, alagutak külső határoló szerkezetei, külön szigetelőréteg nélkül.

MSZ 4798:2016 NAD F1. táblázat: Határértékek a beton összetételére	Környezeti osztályok		
	Igénybevétel víznyomás hatására		
Környezeti osztály jele	XV1(H)	XV2(H)	XV3(H)
Legnagyobb v/c	0,55	0,50	0,45
Legkisebb nyomószilárdsági osztály	C25/30	C30/37	C30/37
Legkisebb cementtartalom, kg/m^3	300	300	300
Friss beton levegőtartalma, térfogat%	Friss beton tervezett levegőtartalma a NAD F2. táblázat szerinti érték legyen		
Egyéb követelmények	Vízbehatolás legnagyobb mélysége az 5.5.3. szakasz szerint, mm		
	50	35	20

Az MSZ EN 206:2013+A1:2017 betonszabvány és annak nemzeti alkalmazási dokumentuma, az MSZ 4798:2016 szabvány értelmében a beton vízzáróságát az MSZ EN 12390-8:2009 szabvány szerint kell vizsgálni. Az MSZ 4798:2016 szabvány szerint a beton akkor vízzáró, ha a szabványosan végzett vizsgálat során, 5 bar víznyomás mellett a vízbehatolás mélysége az XV1(H) környezeti osztályban *legfeljebb 50 mm*, az XV2(H) környezeti osztályban *legfeljebb 35 mm*, az XV3(H) környezeti osztályban *legfeljebb 20 mm*.


A próbatestek állapota: légszáraz
Vízzáróság vizsgálat az MSZ 4715-3:1972 szabvány szerint
vz 2
Φ 100 mm
2 bar
40 mm
48 órán át 1 bar
+ 24 órán át 2 bar
200 mm
vz 4
Φ 100 mm
4 bar
40 mm
48 órán át 1 bar
+ 24 órán át 2 bar
+ 24 órán át 4 bar
200 mm
vz 6
Φ 100 mm
6 bar
40 mm
120 mm
48 órán át 1 bar
+ 24 órán át 2 bar
+ 24 órán át 4 bar
+ 24 órán át 6 bar
200 mm
A próbatestek állapota: vízzel telített
Vízzáróság vizsgálat az MSZ EN 12390-8:2009, illetve az MSZ 4798:2016 szabvány szerint
vz 50 → XV1(H)
legfeljebb
50 mm
72 ± 2 órán át 5 bar
Φ 75 mm
5 bar
legalább 150 mm
vz 35 → XV2(H)
legfeljebb
35 mm
72 ± 2 órán át 5 bar
Φ 75 mm
5 bar
legalább 150 mm
vz 20 → XV3(H)
20 mm legfeljebb
72 ± 2 órán át 5 bar
legalább 100 mm
Φ 75 mm
5 bar
legalább 150 mm
5 bar víz-túlnyomás = 5 att = 6 ata
5 bar = 50 H2O m = 50 N/cm2 = 0,5 MPa = 0,5 N/mm2


135
'01 09 21

Vízzáróság vizsgálatra előkészített 200*200*120 mm méreteű beton próbatest
Kausay

Vízzáróság vizsgálat után kettéhasított 200*200*120 mm méretű beton próbatest

Kausay

Ha a beton, vasbeton vagy feszített vasbeton szerkezeti elemet nem éri víznyomás, de légköri nyomáson, állandóan nedves környezetben van, akkor nem kell vízzáró betont készíteni, illetve a betont nem kell XV1(H)-XV3(H) környezeti osztályba sorolni. Ilyen például a talajnedvességnek, talajpárának kitett alapozás vagy pincefal, vagy olyan mélygarázs, amelynek környezetében például vízelszívással tartósan megszüntették a víznyomást.

A nedves környezetű, de víznyomásnak ki nem tett beton vagy vasbeton szerkezeti elemet alkotó betont, ha a beton vízfelvétele ≤ 4,0 tömeg% akkor az XC2 környezeti osztályba, ha a beton vízfelvétele > 4,0 tömeg% és ≤ 6,0 tömeg%, akkor az XC3 környezeti osztályba szabad sorolni.

A nedves környezetű, de víznyomásnak ki nem tett feszített vasbeton szerkezet betonja XC3 környezeti osztályba sorolható, ha a beton vízfelvétele ≤ 2,0 tömeg%.

Fenti besorolásokhoz a beton vízfelvételét fokozatos vízbemerítéssel az MSZ EN 1917:2003 aknaszabvány D melléklete szerint kell meghatározni, azzal a különbséggel, hogy

- ***a próbatest sablonban készített legalább 100 mm élhosszúságú (≥ 32 mm legnagyobb adalékanyag szemnagyság esetén 150 mm élhosszúságú) próbakocka, amelyet az MSZ EN 12390-2 szerint sablonban legalább 16 órán át, de 3 napnál nem hosszabb ideig (20 ± 5) ºC hőmérsékleten sablonban, majd a sablonból kivéve közvetlenül a vizsgálatig (20 ± 2) ºC hőmérsékletű vízben vagy (20 ± 2) ºC hőmérsékletű és legalább 95 %-os relatív páratartalmú klímakamrában kell tárolni;***

- ***a próbakocka a vizsgálat kezdetén 28 napos korú legyen;***

- ***a tömegállandóságig kiszárított beton próbatest tömegének meghatározása során a kiszárítást (60 ± 5) ^{0}C hőmérsékleten kell végezni.***

Köszönöm szépen a figyelmet
2007/4/6 18:01