

BETON PRÓBATESTEK VIZSGÁLATA

(értékelés az MSZ 4798:2016 szabvány
szerint)

Nyomószilárdság vizsgálata

- A vizsgálatot az MSZ EN 12390-3 szabvány szerint kell elvégezni.
- A próbatesteket szabványosan végig víz alatt kell tárolni, de szabad vegyesen, azaz a kizsaluzásuktól a 7 napos korig ($20\pm 2^\circ\text{C}$ hőmérsékletű) víz alatt, utána a szilárdságvizsgálatukig laboratóriumi levegőn ($20\pm 2^\circ\text{C}$) tárolni. A vegyesen tárolt próbatestek szilárdságát át kell számítani a végig víz alatt tárolt próbatestek nyomószilárdságára.
- A minősítő vizsgálat általában 28 napos próbatesteken történik.
- Megengedett a megadott kor előtt max. 2 nappal vagy a megadott kor után max. 3 nappal végezni a vizsgálatot.

- 28 napos korúnál idősebb próbatest szilárdságát 28 napos szilárdságra átszámítani nem megengedett.
- Ha nem 28 napon történik a vizsgálat (pl.56 vagy 90 nap), akkor azt a szerződésben, betontechnológiai utasításban rögzíteni kell.
- Ha a szilárdulás ütemére vagy a szerkezet pillanatnyi szilárdságára vagyunk kíváncsiak tájékoztató vizsgálat szükséges.
- A tájékoztató próbatestek tárolása ekkor történhet szabványosan (a szilárdulás ütemére ad tájékoztatást) vagy a szerkezet mellett (a szerkezet tényleges szilárdságát mutatja).
- A próbatestek készítéséről mintavételi jegyzőkönyv készül, amelyen a lehető legtöbb adatot meg kell adni.

MINTAVÉTELI JEGYZŐKÖNYV

az *MSZ EN 12390-2:2019* szabvány szerint végzett db próbatest mintavételéről
az *MSZ 12390-3:2019* szabvány szerint végzett **szilárdsági** vizsgálatához
(az értékelés az *MSZ 4798:2016* szerint)

I. *A megbízó neve:*

címe:

II. *A próbatestekre vonatkozó adatok*

1. **A beküldött próbatestek**

1.1 darabszáma és megnevezése: *db 15×15×15 cm-es kocka*

1.2 jelzései:

1.3 készítésének napja:

1.4 hány napos korban törendő:

1.5 a tervezett törés napja:

2. **A vizsgálat célja:** *minősítő / tájékoztató*

3. **A beépítésre vonatkozó adatok**

3.1 a mintavétel helye:

3.2 milyen szerkezeti részben:

3.3 a tétel mennyisége: *m³*

4. **A betonkeverék jellemzői**

4.1 előírt betonminőség: *v/c:*

4.2 a cement minősége: *származása:*

4.3 a cement adagolása (*kg/m³*): *kg/m³*

4.4 adalékanyag megnevezése: *származása:*

4.5 a betonadalékszer megnevezése: *adagolása: kg/m³*

Betonkészítés

5.1 a betonkeverés helye:

5.2 a beton receptszáma:

5.3 a mintavétel módja: *kézi, rázóasztalon tömörítve*

a próbatestek egyedi mintavételből származnak

5.4 az utókezelés módja: *MSZ 4798-1:2004 szabvány szerinti vegyes tárolás*

(7 napos korig vízben, majd laborlevegőn)

6. **A mintavételért felelős neve:**

7. **Egyéb megjegyzés:**

8. **A minta beérkezett:**

.....
megrendelő

.....
mintavevő

- A nyomószilárdság vizsgálatát megelőzően a próbatestek méreteit és tömegét meg kell mérni a testsűrűség MSZ EN 12390-7 szabvány szerinti meghatározásához.
- A terhelést egyenletesen kell növelni $0,6 \pm 0,2$ N/mm²/s sebességgel.
- A törőerőt kN-ban kapjuk meg, amiből a nyomószilárdságot a keresztmetszettel történő osztással számítjuk és N/mm²-ben adjuk meg.

Figyelni kell a próbatestek központos törésére



Nyomószilárdság megfelelőségi feltételei (1)

- **O melléklet alkalmazása az átadás-átvételi eljárás során (kivitelező)**
- Akkor alkalmazható, ha a próbakockák nyomószilárdság-vizsgálati értékeinek terjedelme azok átlagához viszonyítva nem nagyobb mint 15%.
Ha nagyobb mint 15%, akkor a legnagyobb értékek elhagyásával szabad újra számítani a terjedelmet. (Legalább két érték kell, hogy maradjon.)
- *E szabvány szerint a 150 mm élhosszúságú próbakockákon meghatározott nyomószilárdság átlagértéke megfelelő:*
- *ha a beton nyomószilárdsági osztálya \leq C50/60 és a **próbakockákat** kizsaluzás után **végig víz alatt** tárolták, akkor:*
- $f_{cm,cube,test} \geq (f_{ck,cube} + 4,0) \text{ N/mm}^2$
- *ha a beton nyomószilárdsági osztálya \leq C50/60 és a **próbakockákat** kizsaluzás után **vegyesen** tárolták, akkor:*
- $f_{cm,cube,test,H} \geq (f_{ck,cube}/0,92 + 4,5) \text{ N/mm}^2$
- (A \geq C55/67 (nagyszilárdságú beton) értékelése ennél szigorúbb.)

Nyomószilárdság megfeleléségi feltételei (2)

- **8.2.1.3.1. Az egyedi eredmények feltételei**
- *ha a beton nyomószilárdsági osztálya $\leq C50/60$ és a kizsaluzás után a **próbatesteket végig víz alatt** tárolták, akkor:*
 - $f_{ci,test} \geq (f_{ck} - 4,0) \text{ N/mm}^2$
- *ha a beton nyomószilárdsági osztálya $\leq C50/60$ és kizsaluzás után a **próbakockákat vegyesen** tárolták, akkor:*
 - $f_{ci,cube,test,H} \geq (f_{ck,cube}/0,92 - 4,5) \text{ N/mm}^2$
- Teljesüljön minden egyes vizsgálati eredményre ($f_{ci,test}$)
- Ha 1 mintából 3db próbatest készült, akkor ezek átlagára (de ekkor ez az eredmény csak egy mintának számít).

Nyomószilárdság megfeleléségi feltételei (3)

- **8.2.1.3.2. Az átlageredmények feltételei**
- **A módszer: Kezdeti gyártás**
- A nyomószilárdsági átlagértéknek ($f_{cm,test}$) a következő feltételt kell teljesítenie:
- $f_{cm,test} \geq (f_{ck} + 4) \text{ N/mm}^2$
- *E szabvány szerint a 150 mm élhosszúságú próbakockákon meghatározott nyomószilárdság átlagértéke megfelelő:*
- *ha a beton nyomószilárdsági osztálya $\leq \text{C50/60}$ és a **próbakockákat** kizsaluzás után **végig víz alatt** tárolták, akkor:*
- $f_{cm,cube,test} \geq (f_{ck,cube} + 6,0) \text{ N/mm}^2$
- *ha a beton nyomószilárdsági osztálya $\leq \text{C50/60}$ és a **próbakockákat** kizsaluzás után **vegyesen** tárolták, akkor:*
- $f_{cm,cube,test,H} \geq (f_{ck,cube}/0,92 + 6,5) \text{ N/mm}^2$
- **B módszer: Folyamatos gyártás** (A gyakorlatban nem alkalmazzuk)
-

Vízzáróság vizsgálata

- A vizsgálatot az MSZ EN 12390-8 szabvány szerint kell elvégezni.
- A próbatesteket vizsgálatukig végig víz alatt kell tárolni.
- Egy vízzáróság vizsgálatához három próbatest szükséges.
- A vizsgálati idő 5 bar nyomáson 72 óra.
- Ezt követően a próbatestek kettéhasítása következik. A vízbehatolás legnagyobb mélységét a fél próbatesteken kell megmérni.
- Ezek maximumára illetve az átlagukra ad meg követelményt a szabvány.
- Az MSZ 4798:2016/2M módosításban már csak a vízbehatolás legnagyobb mélységére van előírás, ami az MSZ 4798:2016 szerinti átlagértéknek felel meg.

Vízzárósági környezeti osztályok

- A vízbehatolás megengedett legnagyobb mélysége (mm)
- | | átlag | egyedi érték |
|----------|-------|--------------|
| • XV1(H) | 50 | 55 |
| • XV2(H) | 35 | 38 |
| • XV3(H) | 20 | 22 |
- Látható, hogy az egyedi értékekre vonatkozó követelmény megszűnésével a követelmények szigorodtak (2M módosítás).
- A szerződés illetve a tervek határozzák meg az előírt követelményt.

Vízzáróság vizsgáló berendezés



kettéhasított próbatest



Fagyállóság vizsgálata (1)

- A vizsgálatot az MSZ CEN/TS 12390-9 szabvány szerint kell elvégezni az alábbiak közül választható módszerrel:
 - peremes hámlasztás – *5.fejezet*
 - bemerítéses kockavizsgálat – *6.fejezet*
 - kapilláris felszívásos hámlasztás – *7.fejezet*
- Ez alól kivételt képeznek a 2014.02.24-i „NIF emlékeztető” hatálya alá tartozó XF2(H) és XF4(H) környezeti osztályú hídépítési szerkezetek az adott Projektre kiírt Tender Műszaki Előírása szerint.
- Ezek vizsgálata az MSZ 4798-1:2004 (visszavont szabvány) 5.5.6 „A” eset szerint kell történnjen úgy, hogy az alkalmazott fagyasztóközeg 3%-os NaCl oldat.

Fagyállóság vizsgálata (2)

- **Próbatest kora:**

20 napos, de legfeljebb 35 napos korú, ill. a beton minősítési korával megfelelő (42, 56 vagy 90 napos) próbatesteken kell elkezdni. (A hosszú vizsgálati idő miatt ezt nehéz betartani.)

- **Ciklus szám:**

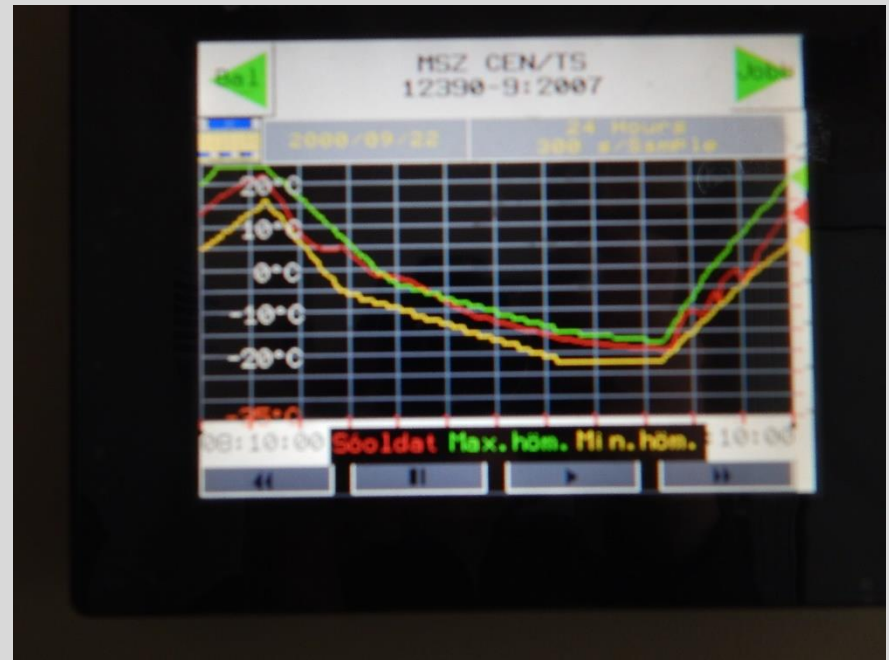
- 50 év tervezett élettartam esetén: $n=56$

- 100 év tervezett élettartam esetén: $n= 84$

- **Próbatest mérete és a tömegveszteség:** Ha 150 mm-es kockán végezzük a vizsgálatot, akkor a mért tömegveszteséget 1,5 korrekciós tényezővel kell szorozni és ezt a megengedettel összevetni (bemerítéses kockavizsgálat).

Fagyállóság vizsgálata (3)

- Peremes hámlasztás (5.fejezet)
- A vizsgálati idő 56 vagy 84 nap (24 óra / ciklus)!!



Fagyállóság vizsgálata (4)

- A vizsgálathoz négy db 150*150*50 mm próbatest szükséges, amelyeket a 150 mm élhosszúságú próbakockákból kell kivágni.
- A próbatestek minden oldalára (kivéve a vizsgálati felületet) gumilemezt kell ragasztani, majd 20 mm vastag polisztirol hőszigetelő réteggel kell ellátni.
- 28 napos korban 3 mm vastagságú ionmentes vízréteget kell önteni a vizsgálati felületre 72 ± 2 óra időtartamra.
- Ezt követően kezdődik a vizsgálat az előírt fagyasztó közeggel.
- A vizsgálat alatt polietilén lemezzel kell a fagyasztó közeg párolgását meggátolni.
- 7, 14, 28, 56 ciklust követően a lehámlott anyagot össze kell gyűjteni, kiszárítani és 0,1 g pontossággal megmérni.

Fagyállóság vizsgálata (5)

- Értékelés a NAD 7. táblázata alapján:
- „A” válozat: 3mm mély ionmentes víz (fagyállóság vizsgálat)

	XF1	XF3 és XF3(H)
--	-----	---------------

- | | | |
|------------------------------|------|------|
| • Átlag (g/m ²) | 1500 | 1000 |
| • Egyedi (g/m ²) | 2000 | 1350 |

- „B” válozat: 3mm mély 3 %-os NaCl oldat (fagy- és olvasztósó-állóság vizsgálat)

	XF2 és XF2(H)	XF4 és XF4(H)
--	---------------	---------------

- | | | |
|------------------------------|------|------|
| • Átlag (g/m ²) | 1500 | 1000 |
| • Egyedi (g/m ²) | 2000 | 1350 |

Fagyállóság vizsgálata (6)

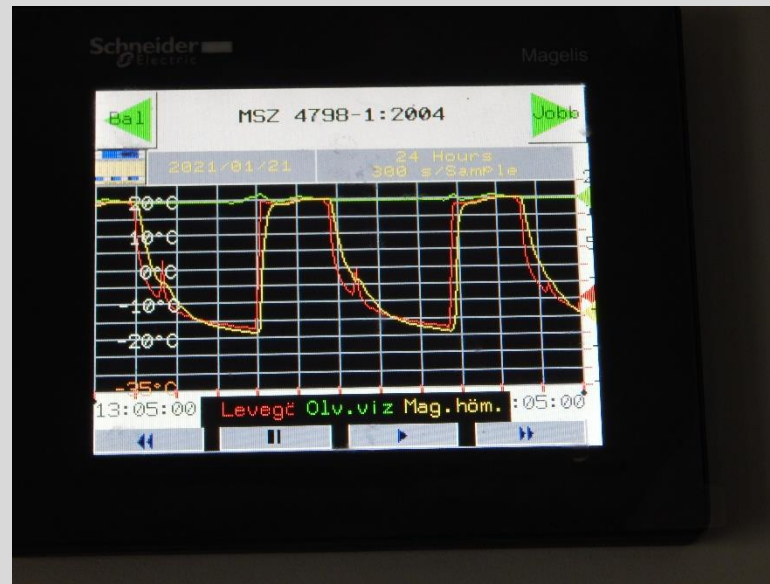
- A 3 választható módszer közül a peremes hámlasztás leggyakoribb vizsgálat, azonban figyelembe kell venni, hogy megfelelő eredményt (a ritka kivételektől eltekintve) csak légpórusképző szer használatával lehet elérni.
- Próbatestek a vizsgálat után:



- légpórusképző szerrel és anélkül készült beton

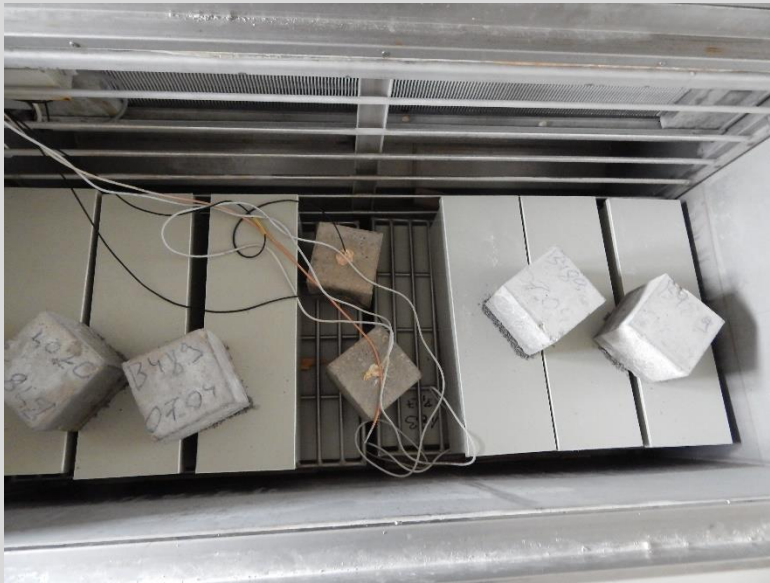
Fagyállóság vizsgálata (7)

- Ennek tudatában, illetve azért, mert a hídépítési szerkezetek csak légpórusképző szer használata nélkül készülhetnek, lépett életbe a korábban hivatkozott 2014.02.24-i „NIF emlékeztető”, amely az MSZ 4798-1:2004 (visszavont szabvány) 5.5.6 „A” eset szerinti vizsgálatot írja elő úgy, hogy az alkalmazott fagyasztóközeg 3%-os NaCl oldat legyen.



Fagyállóság vizsgálata (8)

- A vizsgálat nagy előnye, hogy az előírt 50 ciklus vizsgálata mintegy 21 napig tart, szemben a peremes hámlasztás 56 / 84 napig tartó vizsgálatával.
- A vizsgálat során 3 próbatest kerül a 3%-os NaCl oldatot tartalmazó vizsgáló kádba.



- Azonban ez a vizsgálat is hoz nem megfelelő eredményt.

Fagyállóság vizsgálata (9)

- Az 50 ciklust követően végezzük el a próbatestek nyomószilárdság vizsgálatát, amelyet a vizsgálat közben vízben tárolt etalon próbatestek nyomószilárdságával hasonlítunk össze. A tömegveszteséget a próbatestek vizsgálat előtti és utáni tömegéből számítjuk.

- **Értékelés az MSZ 4798-1:2004 (visszavont szabvány) 5.5.6 „A” eset alapján:**

1. Nyomószilárdság:

A fagyasztási ciklusnak kitett próbatestek legkisebb nyomószilárdságának csökkenése a vízben tárolt (etalon) próbatestek nyomószilárdságának átlagához viszonyítva maximum 20% lehet.

2. Tömegveszteség

A tömegveszteség számításánál a legnagyobb tömegveszteségű próbatest tömegveszteségét kell figyelembe venni, amely maximum 5% lehet.

Az alapvető probléma, hogy a szabvány szerint az XF2(H) és XF4(H) környezeti osztályú betonok ez alapján nem értékelhetőek, mert másképpen lettek vizsgálva, mint az előírás.

Fagyállóság vizsgálata (10)

- **Bemerítéses kockavizsgálat**(6.fejezet)
- A vizsgálati idő 56 vagy 84 nap (24 óra / ciklus)!!
- A vizsgálathoz négy db 150 vagy 100 mm élhosszúságú próbatest és 2 vizsgálati tartály szükséges.
- A fagyasztóközeg 3%-os NaCl oldat vagy ionmentes víz.
- A vizsgálat 1 napos telítés után kezdődik 28 napos korban.
- Mélni kell a kockák által felvett fagyasztóközeg mennyiségét.
- A vizsgálat során a kockák közepének a hőmérsékletét kell szabályozni az előírtaknak megfelelően $+20\pm 2^{\circ}\text{C}$ és $-15\pm 2^{\circ}\text{C}$ hőmérséklet határok között.

Fagyállóság vizsgálata (11)

Próbatestek elhelyezése a
vízszint beállítás miatti alátétekkel



vizgálatra készen, fedővel,
hőmérsékletmérő behelyezésével



Fagyállóság vizsgálata (12)

- A fagyasztóközeggel 25 mm-rel ellepett kockák tartályait hűtőlevegővel kell fagyasztani és $+20\pm 2^{\circ}\text{C}$ hőmérsékletű folyamatosan áramló vízben kell tartani az olvasztási fázis alatt.
- 7, 14, 28, 56 ciklust követően a lehámlott anyagot össze kell gyűjteni tartályonként, kiszárítani és 0,1 g pontossággal megmérni.
- Ha 150 mm-es kockán végezzük a vizsgálatot, akkor a mért tömegveszteséget 1,5 korrekciós tényezővel kell szorozni és ezt kell a megengedett értékkel összevetni, hogy a felület/térfogat arány megegyezzen a 100 mm-es kockáéval.

Fagyállóság vizsgálata (13)

- Értékelés a NAD 8. táblázata alapján:
- *A próbatestet (25±5 mm-rel) ellepő ionmentes víz*

	<i>XF1</i>	<i>XF3 és XF3(H)</i>
• <i>Átlag (%)</i>	6,5	4,0
• <i>Egyedi (%)</i>	7,5	5,0
- *A próbatestet (25±5 mm-rel) ellepő 3 %-os NaCl oldat*

	<i>XF2 és XF2(H)</i>	<i>XF4 és XF4(H)</i>
• <i>Átlag (%)</i>	6,5	4,0
• <i>Egyedi (%)</i>	7,5	5,0

Fagyállóság vizsgálata (14)

- **kapilláris felszívósos hámlasztás (7.fejezet)**
- Más néven CF (ionmentes vízben) vagy CDF vizsgálat (3 %-os *NaCl oldatban*).
- A vizsgálati idő 28 vagy 42 nap (12 óra / ciklus)!!
- A vizsgálatához öt db cca. 140*150*70 mm-es próbatest (fél kocka) és 5 vizsgálati tartály szükséges.
- A próbatesteket teflonlemezzel bélelt és középen kettéválasztott sablonban kell elkészíteni.
- A vizsgálatot megelőzően az oldalfelületeket (70 mm magas) alufólia ragasztással, vagy epoxigyantával le kell zárni.

Fagyállóság vizsgálata (14)

- A vizsgálat 28 napos korban kezdődik a próbatestek 7 napos telítésével. A próbatestek tömegnövekedését le kell mérni.
- A vizsgálat során a próbatesteket 5 mm magas alátámasztásokra tesszük a vizsgálati felülettel lefelé és 10 mm vastagságban töltünk fagyasztóközeget a tartályba.
- A vizsgálat $+20\pm 1^{\circ}\text{C}$ és $-20\pm 1^{\circ}\text{C}$ hőmérséklet határok között történik. Az előírt hőmérsékletet a hűtőfolyadékban kell mérni a vizsgálotartályok alatt.
- A hűtőfolyadék hőmérsékletével szabályozzuk a vizsgálotartályok hűtését és fűtését is.

Fagyállóság vizsgálata (15)

- 6, 14, 28, 56 ciklust követően próbatestenként a lehámlott anyagot össze kell gyűjteni ultrahangos fürdő alkalmazásával. Kiszárítást követően 0,1 g pontossággal kell megmérni a tömegüket.

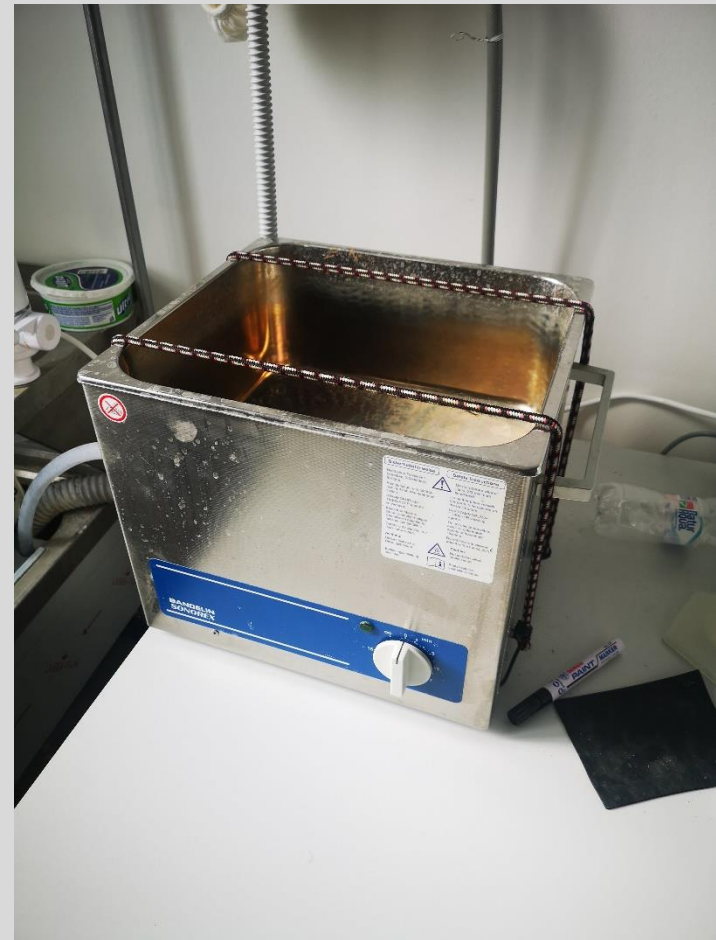


Fagyállóság vizsgálata (16)

vizsgálat közben



ultrahang fürdő



Fagyállóság vizsgálata (17)

próbatetek a vizsgálat után

kevés lehámlott beton

tönkrement próbatest



Fagyállóság vizsgálata (18)

- Értékelés a NAD 9. táblázata alapján:

10mm mély ionmentes víz (CF vizsgálat)

XF1

XF3 és XF3(H)

- *Átlag (g/m²)* *1500* *1000*
- *Egyedi (g/m²)* *2000* *1350*

10 mm mély 3 %-os NaCl oldat (CDF vizsgálat)

(fagy- és olvasztósó-állóság vizsgálat)

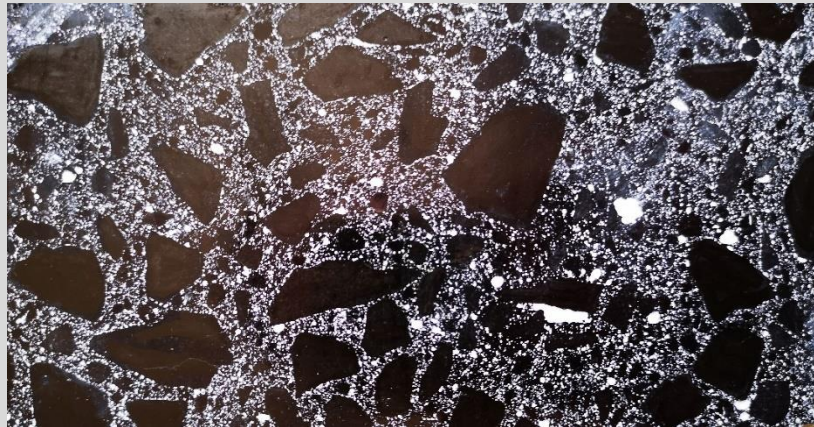
XF2 és XF2(H)

XF4 és XF4(H)

- *Átlag (g/m²)* *1500* *1000*
- *Egyedi (g/m²)* *2000* *1350*

Fagyállóság vizsgálata (19)

Távolsági tényező vizsgálata (MSZ EN 480-11 szerint)



A vizsgálathoz 100*150*20 mm méretű próbatestet kell kivágni. A vizsgálandó felületet síkra kell csiszolni, majd polírozni.

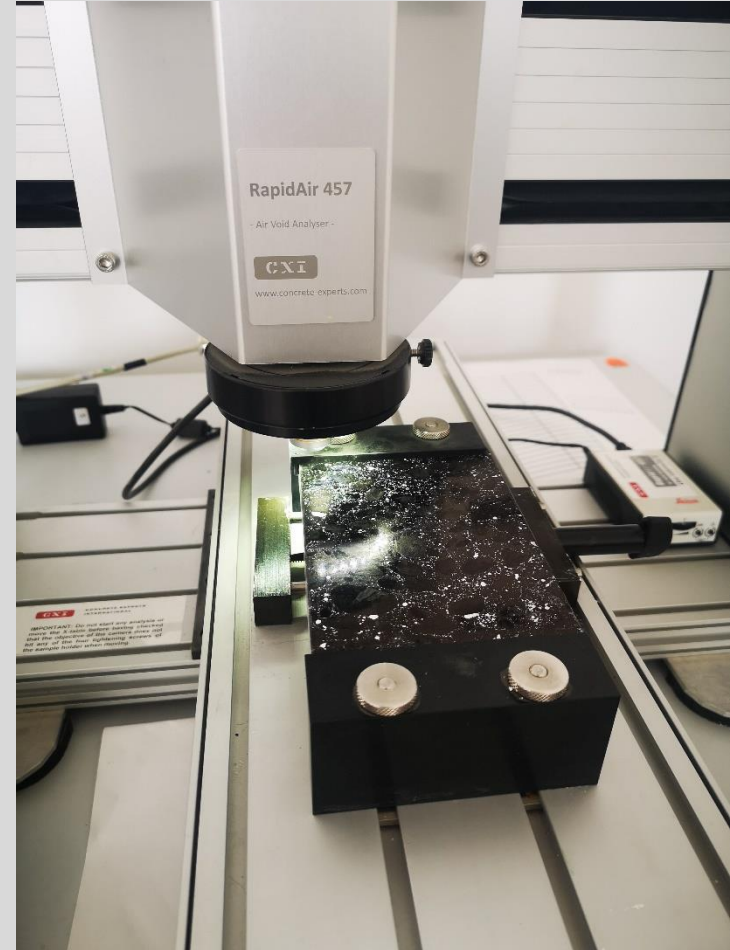
Az ezt követő előkészítés több féle képen történhet. Az A-Híd Zrt. Műszaki igazgatóság Laboratóriuma az alábbi eljárásra kapta meg az akkreditált státuszt:

Fagyállóság vizsgálata (20)

polírozó gép



távolsági tényező vizsgáló



Fagyállóság vizsgálata (21)

A vizsgálandó felületet teljesen feketére kell színezni pl. filctoll segítségével.

A pórusokat bárium szulfáttal kell kitölteni, aminek hatására azok élesen elkülönülnek a felület többi részétől (fehér a feketében).

A távolsági tényező vizsgáló gép automatikusan leméri a 2413,4 mm hosszúságú mérővonal mentén a légbuborékok átmérőjét és azok egymástól való távolságát.

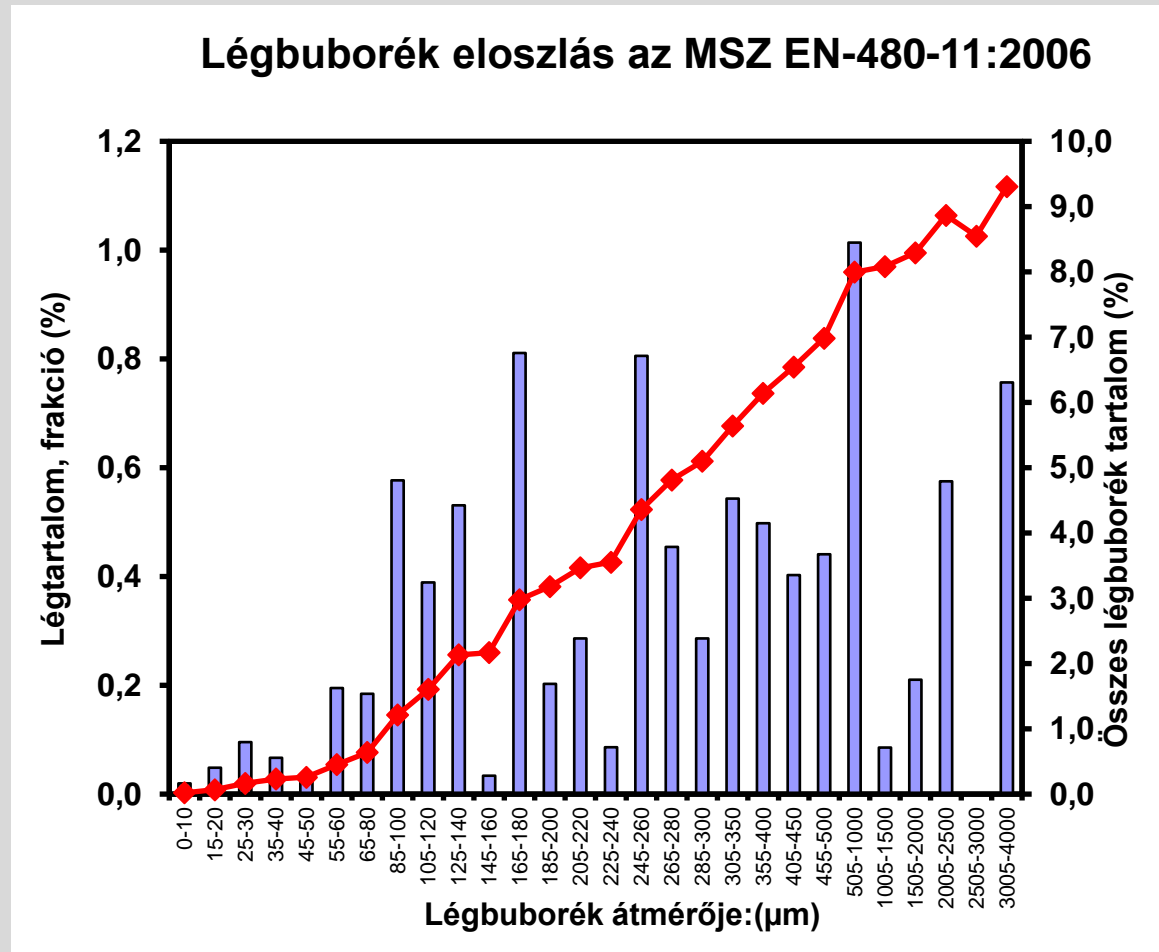
Kiindulási adatként meg kell adni a beton péptartalmát %-ban.

A vizsgálati eredmények elemzését szoftver végzi. A számított adatok:

Légbuborék tartalom (%), Mikro légbuborék tartalom (%), Légbuborékok fajlagos felülete(mm^{-1}), távolsági tényező (mm), Húrgyakoriság (mm^{-1}), Átlagos húr hosszúság (mm), Cementkő / légtartalom aránya.

Fagyállóság vizsgálata (22)

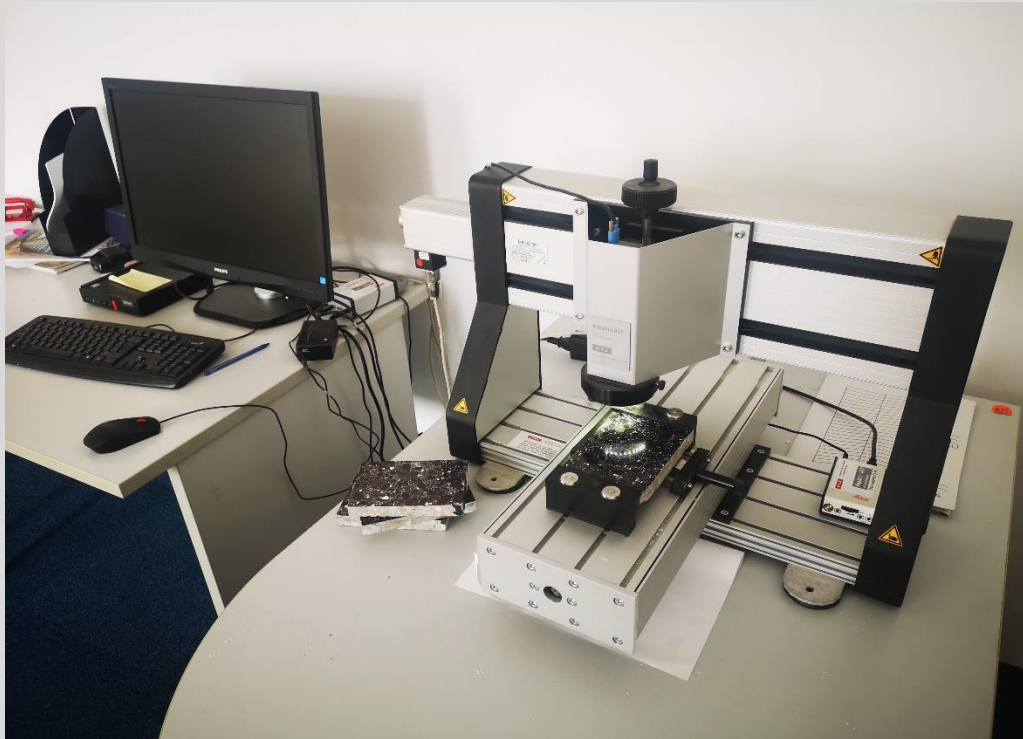
A szoftver az adatokból többféle diagrammot is rajzol. Ezekből az egyik:



Fagyállóság vizsgálata (23)

A légbuborékképző adalékszerrel készített betonok esetében a követelmény (MSZ 4798:2016 NAD 10. táblázata alapján):

- XF2 és XF3 esetében max. 0,22 mm - XF4 esetében max. 0,18 mm
- **0,3 mm-nél kisebb légbuborékok mennyisége legalább:**
 - XF2 és XF3 esetében – 1,2 V%
 - XF4 esetében – 2,1 V%



ÖSSZEFOGLALÁS

- Az előzőekben az A-HÍD Zrt. Műszaki igazgatóság Laboratóriuma által akkreditáltan végzett vizsgálatokat ismertettem.
- Ezeken kívül szükség lehet még az alábbi vizsgálatokra:
- Hasító-húzó szilárdság és hajlító-húzó szilárdság az MSZ EN 12390-5 szerint
Értékelés az MSZ 4798:2016 szabvány 5.5.1.3 és 8.2.2 pontja szerint
- Rugalmassági modulus az MSZ EN 12390-13 szerint.
(MSZ 4798:2016 szabvány 5.5.1.4 pont)
- Kopásállóság az MSZ 18290-1 szerint.
Értékelés az MSZ 4798:2016 szabvány 5.5.6 pontja szerint.
- A bedolgozott beton tulajdonságainak ismerete elengedhetetlenül szükséges a szerkezet átadásához, valamint az elszámoláshoz is mind a megrendelő, mind a betongyár felé.

Köszönöm megtisztelő
figyelmüket.