



# By65 Betoninormiuudistus

TkT Johanna Tikkanen, Suomen Betoniyhdistys ry

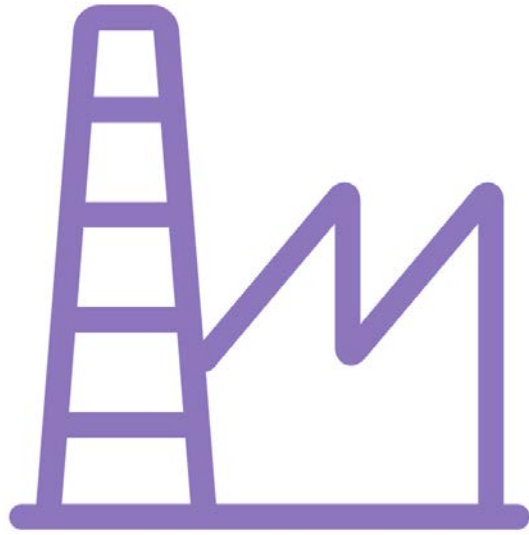


**Suomen  
Standardit**

# **SFS 7022:2024**

## **Betoni. Standardin SFS-EN 206 käyttö Suomessa**

Concrete. Application of  
standard SFS-EN 206 in Finland



# Keskeisimmät muutokset by65

- Selkeämpi jaottelu työmaan ja tehtaan ohjeisiin.
- Normien luettavuuteen ja standardeja selventävään rooliin on kiinnitetty erityistä huomiota.
- Säilyvyysuunnittelussa uutena asiana on alkali-kiviainesreaktion varautuminen.
- Muutoksia *Betonin koostumus* sekä *Sallitut sementit* -taulukkoissa.
- Betonin pakkasenkestävyyden osoittamisessa ja laadunvalvonnassa muutoksia/tarkennuksia.



# Alkali- kiviainesreaktioon varautuminen

---

- Alkali-kiviainesreaktiossa (AKR) hydratoituneen sementin alkalit aiheuttavat tiettyjen kiviainesten paisumista betonissa.
- Reaktiossa sementtipastan alkalinen huokosvesi ja kiviaineksen sisältämä reaktiivinen piidioksidi reagoivat muodostaen voimakkaasti vettä imevää geeliä.
- Reaktiossa syntyvä geeli laajenee imiessään vettä, aiheuttaen kasvavaa sisäistä painetta, joka lopulta rikkoo kiviaineksen ja lopulta betonin huokosrakenteen
- Julkaisu löytyy BY:n sivuilta

[https://issuu.com/betoniyhdistys/docs/akr\\_pa\\_ivittyva\\_ohje\\_24.6.2021](https://issuu.com/betoniyhdistys/docs/akr_pa_ivittyva_ohje_24.6.2021)



# Alkali- kiviainesreaktioon varautuminen

---

- Kiviaineksen alkali-kiviainesreaktiivisuus tulee luokitella joko
  - petrografisen analyysin (AAR-1.1),
  - kiihdytetyn laastiprismakokeen (AAR-2) tai
  - betoniprismakokeen (AAR-3) perusteella
- Luokittelussa edetään tyypillisesti vaiheittain.
- Testien tuloksen perusteella tutkittava kiviaines luokitellaan johonkin seuraavista luokista:
  - Luokka I – alkali-kiviainesreaktiivisuus on erittäin epätodennäköinen.
  - Luokka II – alkali-kiviainesreaktiivisuus on mahdollinen.
  - Luokka III – alkali-kiviainesreaktiivisuus on todennäköinen.



# Keskeisimmät muutokset SFS 7022

- SFS** Sideaineyhdistelmien vastaavien toiminnallisten ominaisuuksien menetelmän periaatteet
- SFS** Korostettu F -luvun käytön mahdollisuutta (ja selkeytetty F -lukutaulukkoa)
- SFS** XF2 ja XF4 -luokat:
  - SFS** Talopuolen suolapakkasrasitus erotettu infrapuolesta
  - SFS** Taulukkoarvot talopuolelle
- SFS** Lisäohjeistusta ilmamääristä
- SFS** Tasokokeet XF-rasitusluokissa

Betonin koostumukselle ja kovettuneen betonin ominaisuuksille asetettavat vaatimukset, kun rakenteen suunniteltu käyttöikä on 50 vuotta

	Rasitusluokat																	
	Ei korroosion tai rasituksen vaaraa	Karbonatisoitumisen aiheuttama korrosio				Kloridien aiheuttama korrosio						Jäätymis-sulamisrasitus <sup>1</sup>				Aggressiivinen kemiallinen rasitus		
						Merivesi			Kloridit muusta kuin merivedestä									
	X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1 <sup>2</sup>	XF2	XF3 <sup>2</sup>	XF4	XA1	XA2	XA3
Tehollinen vesi-sideainesuhde enintään		0,90	0,80	0,60	0,60	0,50	0,45	0,45	0,55	0,55	0,45	0,60	0,50	0,50	0,45	0,50	0,45	0,40
Lujuusluokka vähintään	C12/15	C20/25	C20/25	C30/37	C30/37	C30/37	C35/45	C35/45	C30/37	C30/37	C35/45	C30/37	C30/37	C30/37	C35/45	C30/37	C35/45	C40/50
Tehollinen sideainemäärä (kg/m <sup>3</sup> ) vähintään		160	160	250	250	300	320	320	300	300	320	270	330	300	360	300	320	330
Ilmamäärä (%) <sup>4</sup>												4,0 <sup>3</sup>	5,0 <sup>3</sup>	4,0 <sup>3</sup>	5,0 <sup>3</sup>			
Seosainekertoimet																		
Silika $v/s_{\text{teh}} \leq 0,45$	2,00			2,00			2,00			2,00		2,00	2,00	2,00	2,00			2,00
$v/s_{\text{teh}} \geq 0,45$	1,00			1,00			2,00			2,00		1,00	1,00	1,00	1,00			2,00
Lentotuhka <sup>3</sup>	1,00			0,40			0,40			0,40		1,00	0,40	1,00	0,40			0,40
Masuunikuona	1,00			1,00			1,00			1,00		1,00	1,00	1,00	1,00			1,00

- Masuunikuonan k-kerroin aina 1,0
- Yli 7 % tavoiteilmamäärää ei suositella

Jos rasitusluokissa XF2 tai XF4 betoni ei täytä taulukon (50v) koostumusvaatimusta, vaatimustenmukaisuus voidaan osoittaa laattakokeella CEN/TS 12390-9

Betonin koostumukselle ja kovettuneen betonin ominaisuuksille asetettavat vaatimukset, kun rakenteen suunniteltu käyttöikä on 100 vuotta

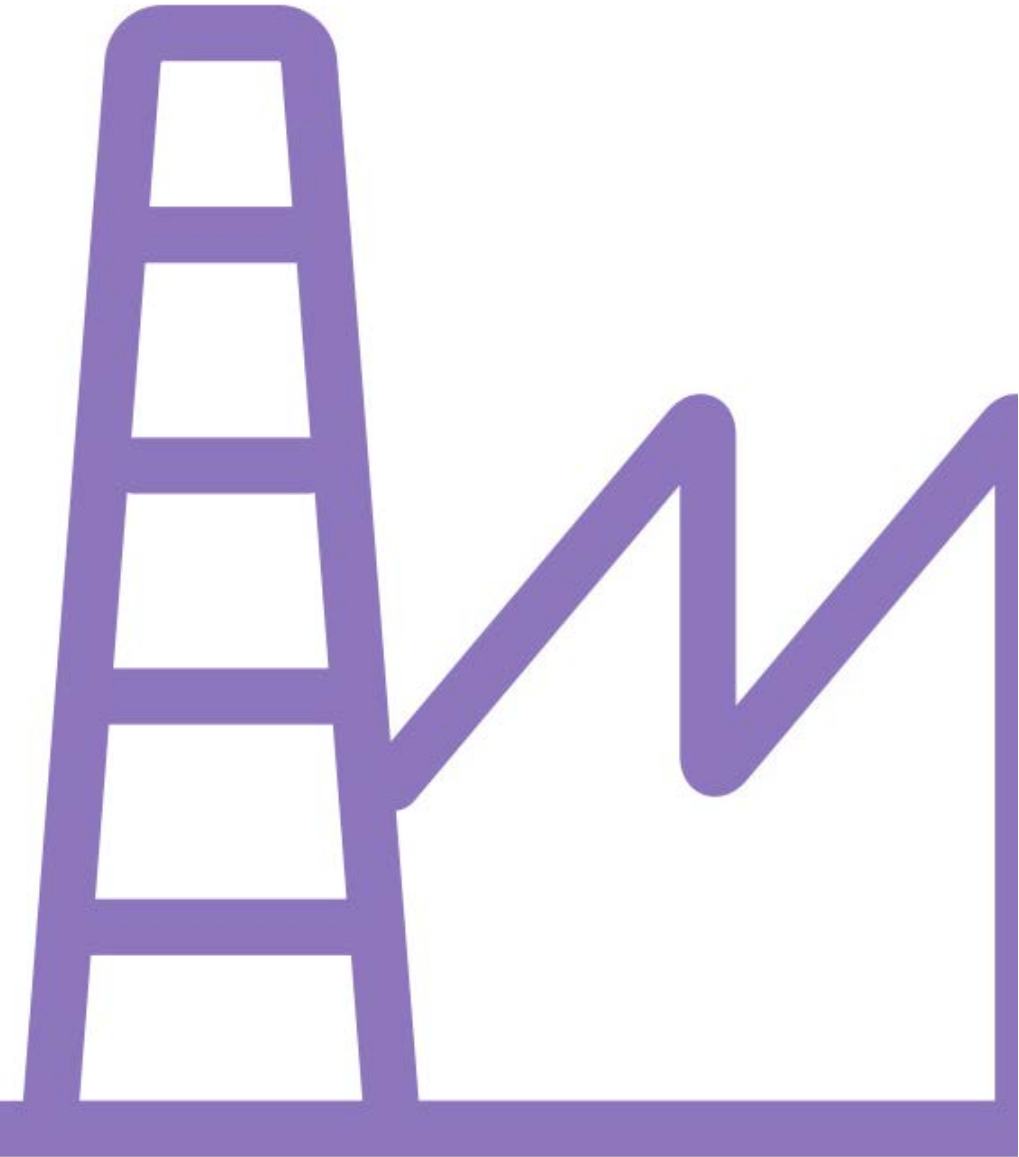
	Rasitusluokat																	
	Ei korroosion tai rasituksen vaaraa	Karbonatisoitumisen aiheuttama korrosio				Kloridien aiheuttama korrosio						Jäätymis-sulamisrasitus <sup>1)</sup>				Aggressiivinen kemiallinen rasitus		
						Merivesi			Kloridit muusta kuin merivedestä									
	X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1 <sup>2)</sup>	XF2	XF3 <sup>2)</sup>	XF4	XA1	XA2	XA3
Tehollinen vesi/sideaine -suhde enintään		0,90	0,80	0,60	0,60	0,45	0,40	0,40	0,50	0,50	0,40	0,55	0,45	0,50	0,40	0,50	0,45	0,40
Lujuusluokka vähintään	C12/15	C20/25	C20/25	C30/37	C30/37	C30/37	C35/45	C35/45	C30/37	C30/37	C35/45	C30/37	C35/45	C30/37	C40/50	C30/37	C35/45	C40/50
Tehollinen sideainemäärä (kg/m <sup>3</sup> ) vähintään		160	160	250	250	300	320	340	300	300	320	270	330	300	360	300	320	330
Ilmamäärä (%) <sup>3)</sup>												5,5 <sup>3)</sup>	5,0 <sup>3)</sup>	5,5 <sup>3)</sup>	5,0 <sup>3)</sup>			
Seosainekertoimet																		
Silika $v/s_{\text{teh}} \leq 0,45$	2,00			2,00			2,00			2,00		2,00	2,00	2,00	2,00			2,00
$v/s_{\text{teh}} \geq 0,45$	1,00			1,00			2,00			2,00		1,00	1,00	1,00	1,00			2,00
Lentotuhka <sup>4)</sup>	1,00			0,40			0,40			0,40		1,00	0,40	1,00	0,40			0,40
Masuunikuona	1,00			1,00			1,00			1,00		1,00	1,00	1,00	1,00			1,00

- Masuunikuonan k-kerroin aina 1,0
- Luokkiin XF2 ja XF4 lisätty sitovat koostumusvaatimukset
- Viitaukset InfraRYLiin poistettu
- Yli 7 % tavoiteilmamäärää ei suositella



# Sallitut sementit

	Rasitusluokat																		
	Ei korroosion tai rasi-tuksen vaaraa	Karbonatisoitumisen aiheuttama korroosio				Kloridien aiheuttama korroosio						Jäätymis-sulamisrasitus				Aggressiivinen kemiallinen rasitus			
						Kloridit merivedestä			Kloridit muusta kuin merivedestä										
	X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3	
Sallitut sementti-tyypit	Ei säilyvyyden aiheuttamia rajoituksia  Kaikki standardin SFS-EN 197-1 mukaiset sementit ovat sallittuja	Ei säilyvyyden aiheuttamia rajoituksia  Kaikki standardin SFS-EN 197-1 mukaiset sementit ovat sallittuja	I IIA/-S II/B-S II/A-D II/A-V II/B-V II/A-LL II/A-M II/B-M <sup>(4)</sup> III/A III/B	I IIA/-S II/B-S II/A-D II/A-V II/B-V II/A-LL II/A-M II/B-M <sup>(4)</sup> III/A III/B	I IIA/-S II/B-S II/A-D II/A-V II/B-V II/A-LL II/A-M II/B-M <sup>(4)</sup> III/A III/B	II <sup>(1)</sup> IIA/-S II/B-S II/A-D II/A-V II/B-M <sup>(4)</sup> III/A III/B	II <sup>(1)</sup> IIA/-S II/B-S II/A-D II/A-V II/B-M <sup>(4)</sup> III/A III/B	II <sup>(1)</sup> IIA/-S II/B-S II/A-D II/A-V II/B-M <sup>(4)</sup> III/A III/B	II <sup>(1)</sup> IIA/-S II/B-S II/A-D II/A-V II/B-M <sup>(4)</sup> III/A III/B	II <sup>(1)</sup> IIA/-S II/B-S II/A-D II/A-V II/B-M <sup>(4)</sup> III/A III/B	II <sup>(1)</sup> IIA/-S II/B-S II/A-D II/A-V II/B-M <sup>(4)</sup> III/A III/B	I IIA/-S II/B-S II/A-D II/A-V II/A-LL II/A-M II/B-M <sup>(4)</sup> III/A III/B	I IIA/-S II/B-S II/A-D II/A-V II/A-LL <sup>(4)</sup> II/A-M <sup>(4)</sup> II/B-M <sup>(4)</sup> III/A <sup>(5)</sup> III/B	I IIA/-S II/B-S II/A-D II/A-V II/A-LL II/A-M II/B-M <sup>(4)</sup> III/A III/B	I IIA/-S II/B-S II/A-D II/A-V II/A-LL <sup>(4)</sup> II/A-M <sup>(4)</sup> II/B-M <sup>(4)</sup> III/A <sup>(5)</sup> III/B	I IIA/-S II/B-S II/A-D II/A-V II/A-LL II/A-M II/B-M <sup>(4)</sup> III/A III/B	<sup>(2)</sup> <sup>(3)</sup>	<sup>(2)</sup> <sup>(3)</sup>	
Portland-klinkkerin osuus side-aineesta <sup>(6)</sup>	≥ 5	≥ 5	≥ 20	≥ 20	≥ 20	≥ 20	≥ 20	≥ 20	≥ 20	≥ 20	≥ 20	≥ 20	≥ 50	≥ 20	≥ 50	≥ 20			
Seosaineen osuus side-aineesta <sup>(7)</sup>	Seosaineen osuus massa-% sideaineen kokonaismäärästä																		
Silika	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10	<sup>(3)</sup>	<sup>(3)</sup>
Lentotuhka	≤ 50	≤ 50	≤ 30	≤ 30	≤ 30	≤ 30	≤ 30	≤ 30	≤ 30	≤ 30	≤ 30	≤ 30	≤ 30	≤ 30	≤ 30	≤ 30	≤ 30	<sup>(3)</sup>	<sup>(3)</sup>
Masuuni-kuona	≤ 95	≤ 95	≤ 80	≤ 80	≤ 80	≤ 80	≤ 80	≤ 80	≤ 80	≤ 80	≤ 80	≤ 80	≤ 50	≤ 80	≤ 50	≤ 80	<sup>(3)</sup>	<sup>(3)</sup>	



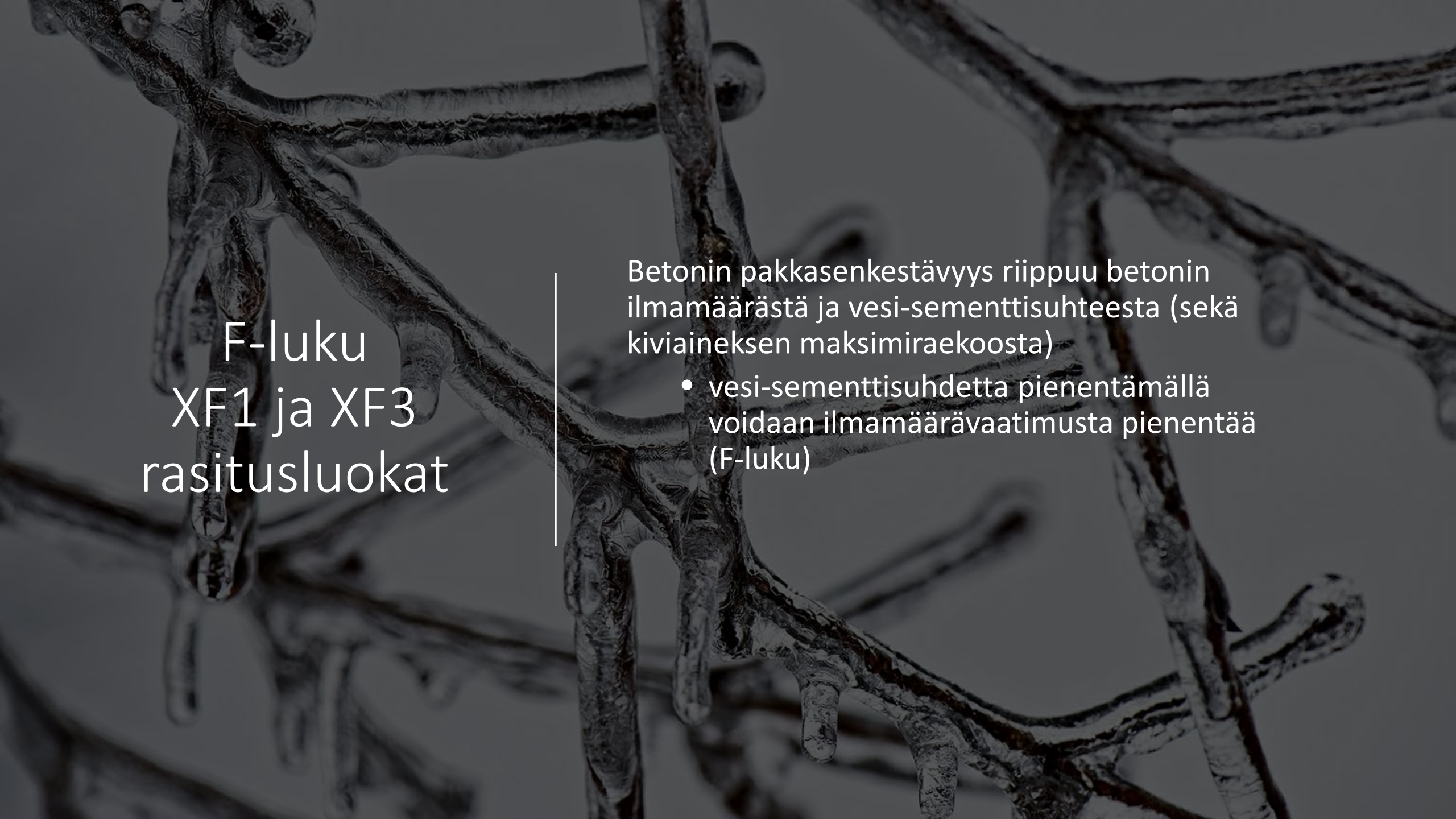
# Keskeisimmät muutokset

Betonin vaatimustenmukaisuuden osoittamisessa puristuslujuuden suhteen siirrytään muualla Euroopassa yleiseen EN 206:n käytäntöön, jonka mukaan puristuslujuuden vaatimuksenmukaisuuden arvioinnissa voidaan käyttää joko kuutio- tai lieriölujuutta.

Muuntoa lieriölujuudesta kuutiolujuuteen ei enää tehdä!



F-luku



F-luku  
XF1 ja XF3  
rasitusluokat

Betonin pakkasenkestävyys riippuu betonin ilmamäärästä ja vesi-sementtisuhteesta (sekä kiviaineksen maksimiraekoosta)

- vesi-sementtisuhdetta pienentämällä voidaan ilmamäärävaatimusta pienentää (F-luku)

# F-luku

Mahdollistaa luokissa XF1 ja XF3 poikkeamisen edellisten taulukoiden ilmamäärä- tai w/c –vaatimuksista!

- Vesi-sementtisuhteen, ilmamäärän ja raekoon funktiona

	F-luvun vähimmäisarvo	
	XF1	XF3
50 v	1,0	1,5
100 v	2,0	3,0

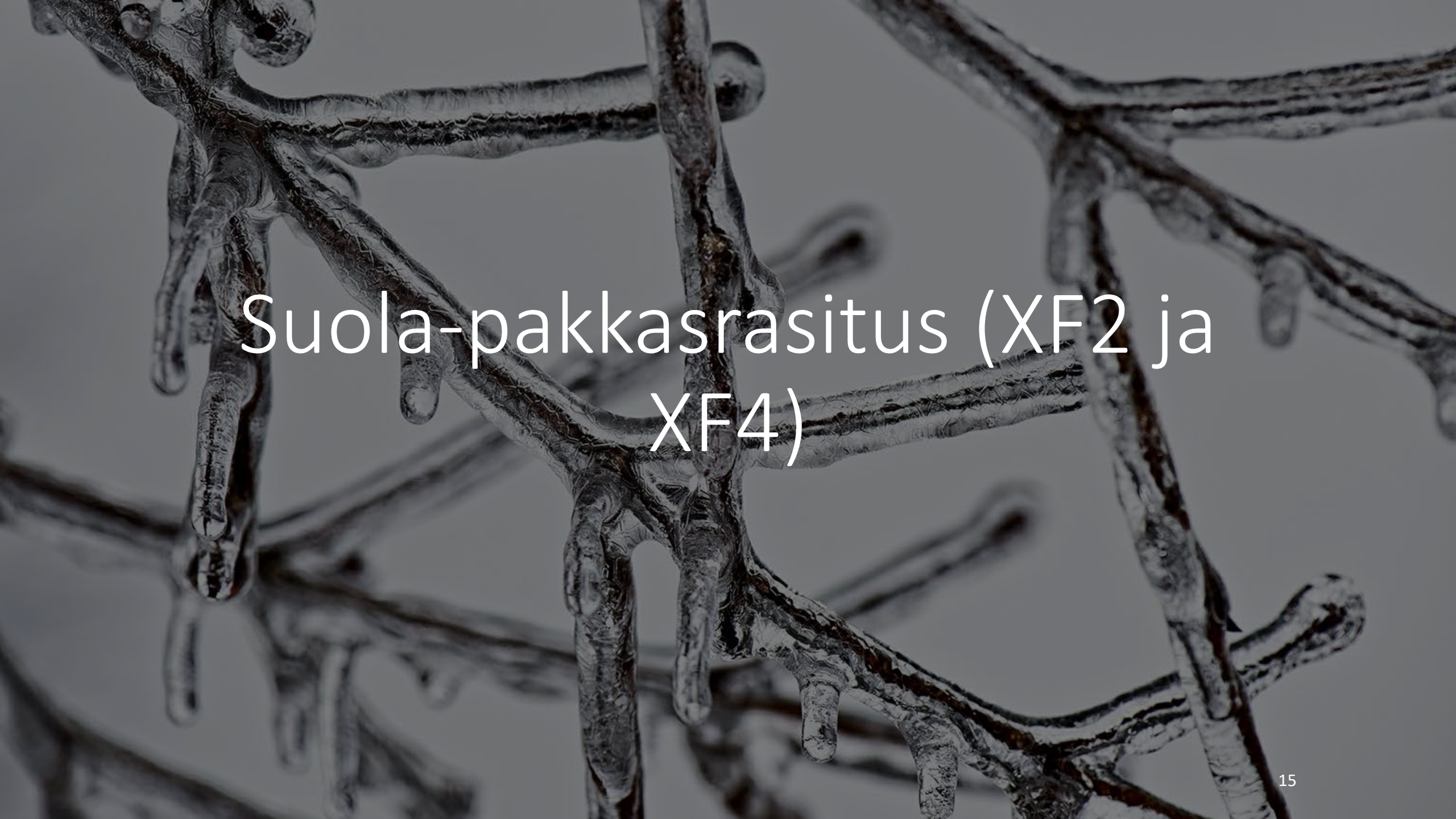
Ilmamäärä, %			F-LUKU							
Runkoaineen ylänimellisraja, mm			Tehollinen vesi-sementtisuhte							
8	12	≥16	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70
3,0	2,5	2,0	2,04	1,30						
3,5	3,0	2,5	4,00	1,98	1,33	1,02				
4,0	3,5	3,0	4,00	3,06	1,78	1,28	1,01			
4,5	4,0	3,5	4,00	4,00	2,37	1,57	1,19			
5,0	4,5	4,0	4,00	4,00	3,23	1,93	1,39	1,10		
5,5	5,0	4,5	4,00	4,00	4,00	2,37	1,62	1,25	1,02	
6,0	5,5	5,0	4,00	4,00	4,00	2,93	1,88	1,40	1,13	
6,5	6,0	5,5	4,00	4,00	4,00	3,70	2,19	1,57	1,24	1,03
7,0	6,5	6,0	4,00	4,00	4,00	4,00	2,55	1,76	1,36	1,12
7,5	7,0	6,5	4,00	4,00	4,00	4,00	3,00	1,97	1,49	1,20
8,0	7,5	7,0	4,00	4,00	4,00	4,00	3,56	2,21	1,63	1,30

Vaihtoehtoisesti F -luku voidaan myös laskea kaavalla

$$F = \frac{1}{\max \left\{ 0,25 ; 7,2 \frac{(v/s)^{0,45}}{(a-1)^{0,14}} - 4,0 \right\}} \quad (\text{L3.2})$$

missä  $v/s$  on tehollinen vesi-sementtisuhte (tehollinen vesimäärä / kokonaissenttimäärä)

$a$  on mitattu ilmamäärä [%] tapauksessa, jossa betonin kiviaineksen ylänimellisraja on 16 mm. Ylänimellisrajan ollessa 12 mm mitatusta ilmamäärästä vähennetään 0,5 prosenttiyksikköä ja ylänimellisrajan ollessa 8 mm 1,0 prosenttiyksikköä.



# Suola-pakkasrasitus (XF2 ja XF4)

TALO:

Sillat ja infrarakenteet, P-lukubetonit:

XF2 ja XF4  
rasitusluokat  
vain taulukkoarvot  
sallittu





## Lisäohjeistusta ilmamääristä:

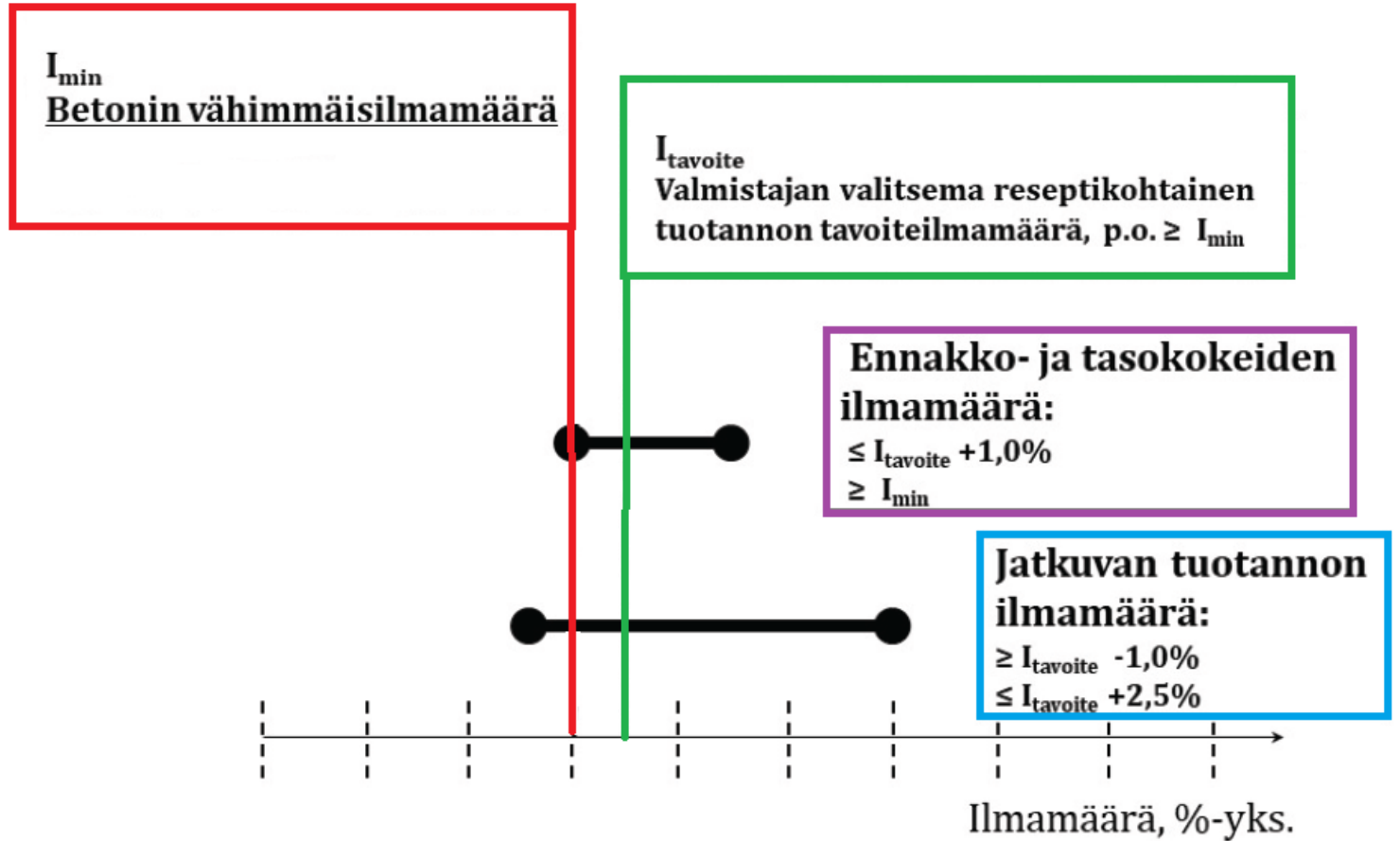
- Kovettuneen betonin ilmamäärää ei tule käyttää tuoreen betonin ilmamäärän vaatimuksenmukaisuuden arviointiin.
- Vähimmäisilmamäärävaatimusta ( $I_{\min}$ ) ei tarvitse noudattaa, mikäli betonointimenetelmä edellyttää betonimassalta sellaisia ominaisuuksia tai käytetään sen tyyppistä pakkasenkestävyyttä parantavaa lisäainetta ("mikrohuokostin"), että ilmamäärää ei standardin SFS-EN 12350-7 mukaisesti pystytä määrittämään. Tällöin pakkasenkestävyys todetaan Liitteen A taulukon A.1–FI sarakkeen 2 tai 3 mukaisella pakkaskokeella. Mikäli testikoekappaleen valmistuksessa ei ole mahdollista käyttää vastaavaa betonin tiivistysmenetelmää kuin rakenneosaa tai betonielementtiä valettaessa, testikoekappaleet irrotetaan kovettuneesta rakenneosasta tai betonielementistä ja näytteet otetaan jokaisesta arvosteluerästä, jotka on valmistettu yhdenmukaisina pidettävissä olosuhteissa.

## Lisäohjeistusta ilmamääristä:

### Jatkuva laadunvalvonta:

- Jatkuvassa laadunvalvonnassa yksittäiset mittaustulokset saavat alittaa tavoiteilmamäärän 1 %-yksiköllä ja vastaavasti ylittää tavoiteilmamäärän 2,5 %-yksiköllä.
- Mikäli tavoiteilmamäärän ylitys on suurempi kuin 2,5 %-yksikköä, kyseisestä betoniannoksesta määritetään puristuslujuus kahdella ylimääräisellä laadunvalvonnan koekappaleella tai muussa tapauksessa ko. betoniannos tulee hylätä.
- Tavoiteilmamäärän ylitys  $> 5$  %-yksikköä johtaa aina kyseisen betoniannoksen hylkäämiseen.
- Mikäli tavoiteilmamäärän ylitys on suurempi kuin 2,5 %-yksikköä, tulee myös tätä seuraavasta lisähuokostetusta betoniannoksesta mitata ilmapitoisuus.

# Pakkasenkestävyys Laadunvalvonta



# Lisäohjeistusta ilmamääristä:

Taulukko 5.6. Tuoreen betonin ilmamäärämittausten määrä kaikissa XF-rasitusluokissa, kun suunnittelukäyttöikä on korkeintaan 100 vuotta.

Arvostelueräkohtaiset mittaukset päivittäin	Ensimmäinen mittaus päivän 1. kuormasta tai annoksesta
Vähimmäismittaustaajuus (ei arvostelueräkohtainen)	Ilmamäärän mittaus vähintään 3 tunnin välein.
Näytteenotto valmisbetonituotannossa	Valmistuspaikalla edellyttäen, että tunnetaan kuljetuksen ja mahdollisen pumppauksen vaikutus betonimassan ilmamäärään. Muussa tapauksessa valupaikalla.

# Tasokokeiden testaustaajuus

Kaikissa XF –rasitusluokissa, kun suunniteltu käyttöikä on korkeintaan 100 v:

Arvostelueraikohtainen vähimmäistestaustaajuus

Kukin arvosteluera testataan vähintään 1 kerta / 12 kuukauden aikajakso.

Tasokokeiden vähimmäistaajuus (ei arvostelueraikohtainen)

Edellinen tasokoe saa olla korkeintaan 4 kk vanha, kun aika lasketaan koebetoniäytteen valmistuspäivästä.

# Pakkasenkestävyydestä ja testauksesta muistettavaa

## OHUTHIE / PINTAHIE

- **by 72 Betonin laadunvarmistus, Osa 1 Betonin ilmahuokosparametrien määrittäminen ohuthieistä (entinen VTT TEST R003-00-2010) / SFS-EN 480-11**
- Molemmilla testeillä samat raja-arvot
- Huokosjakokoe osoittaa vaatimustenmukaisuuden muttei vaatimustenvastaisuutta
- Ei saa käyttää betonin ilmamäärän määrittämiseen
- Osa kokeista suositellaan tehtävän suorilla pakkaskokeilla
- XF2 ja XF4 vain laattakoe sallittu



Sideaineyhdistelmien  
vastaavien toiminnallisten  
ominaisuuksien  
menetelmän käyttö  
Suomessa

Tarkoittaa menetelmää, jolla betoniin lisätyt seosaineet, kuten esim. lentotuhka tai kalkkikivifilleri, voidaan ottaa täysimääräisesti huomioon laskennassa ”sementtinä”, jonka tuloksia verrataan betonille määriteltyihin suurimman sallitun vesi-sementtisuhteen ja vähimmäissementtimäärän vaatimukseen.

---



	Rasitusluokat																			
	Ei korroosion tai rasituksen vaaraa	Karbonatisoitumisen aiheuttama korroosio				Kloridien aiheuttama korroosio						Jäätymis-sulamisrasitus				Aggressiivinen kemiallinen rasitus				
						Kloridit merivedestä			Kloridit muusta kuin merivedestä											
		X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3	
Sallitut sementti-tyypit	Ei säilyvyyden aiheuttamia rajoituksia  Kaikki standardin SFS-EN 197-1 mukaiset sementit ovat sallittuja	Ei säilyvyyden aiheuttamia rajoituksia  Kaikki standardin SFS-EN 197-1 mukaiset sementit ovat sallittuja	I IIA/-S II/B-S II/A-D II/A-V II/B-V II/A-LL II/A-M II/B-M <sup>4</sup> III/A III/B	I IIA/-S II/B-S II/A-D II/A-V II/B-V II/A-LL II/A-M II/B-M <sup>4</sup> III/A III/B	I IIA/-S II/B-S II/A-D II/A-V II/A-LL II/A-M II/B-M <sup>4</sup> III/A III/B	I <sup>1)</sup> IIA/-S II/B-S II/A-D II/A-V II/A-LL II/A-M II/B-M <sup>4</sup> III/A III/B	I <sup>1)</sup> IIA/-S II/B-S II/A-D II/A-V II/A-LL II/A-M II/B-M <sup>4</sup> III/A III/B	I <sup>1)</sup> IIA/-S II/B-S II/A-D II/A-V II/A-LL II/A-M II/B-M <sup>4</sup> III/A III/B	I <sup>1)</sup> IIA/-S II/B-S II/A-D II/A-V II/A-LL II/A-M II/B-M <sup>4</sup> III/A III/B	I <sup>1)</sup> IIA/-S II/B-S II/A-D II/A-V II/A-LL II/A-M II/B-M <sup>4</sup> III/A III/B	I <sup>1)</sup> IIA/-S II/B-S II/A-D II/A-V II/A-LL II/A-M II/B-M <sup>4</sup> III/A III/B	I IIA/-S II/B-S II/A-D II/A-V II/A-LL II/A-M II/B-M <sup>4</sup> III/A III/B	I IIA/-S II/B-S II/A-D II/A-V II/A-LL <sup>4)</sup> II/A-M <sup>4</sup> II/B-M <sup>4</sup> III/A <sup>5)</sup> III/B	I IIA/-S II/B-S II/A-D II/A-V II/A-LL II/A-M II/B-M <sup>4</sup> III/A III/B	I IIA/-S II/B-S II/A-D II/A-V II/A-LL <sup>4)</sup> II/A-M <sup>4</sup> II/B-M <sup>4</sup> III/A <sup>5)</sup> III/B	I IIA/-S II/B-S II/A-D II/A-V II/A-LL <sup>4)</sup> II/A-M <sup>4</sup> II/B-M <sup>4</sup> III/A <sup>5)</sup> III/B	I IIA/-S II/B-S II/A-D II/A-V II/A-LL II/A-M II/B-M <sup>4</sup> III/A III/B	<sup>2)</sup> <sup>3)</sup>	<sup>2)</sup> <sup>3)</sup>	
Portlandklinkkerin osuus sideaineesta <sup>6)</sup>	≥ 5	≥ 5	≥ 20	≥ 20	≥ 20	≥ 20	≥ 20	≥ 20	≥ 20	≥ 20	≥ 20	≥ 20	≥ 50	≥ 20	≥ 50	≥ 20				
Seosaineen osuus sideaineesta <sup>7)</sup>	Seosaineen osuus massa-% sideaineen kokonaismäärästä																			
Silika	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10	<sup>3)</sup>	<sup>3)</sup>
Lentotuhka	≤ 50	≤ 50	≤ 30	≤ 30	≤ 30	≤ 30	≤ 30	≤ 30	≤ 30	≤ 30	≤ 30	≤ 30	≤ 30	≤ 30	≤ 30	≤ 30	≤ 30	≤ 30	<sup>3)</sup>	<sup>3)</sup>
Masuuni-kuona	≤ 95	≤ 95	≤ 80	≤ 80	≤ 80	≤ 80	≤ 80	≤ 80	≤ 80	≤ 80	≤ 80	≤ 80	≤ 50	≤ 80	≤ 50	≤ 80	≤ 80	≤ 80	<sup>3)</sup>	<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Käytettäessä sementtiä CEM I suositellaan rasituksen ankaruuden mukaisesti erikseen määriteltäviä säilyvyyttä parantavia lisätoimenpiteitä.

Tällaisia lisätoimenpiteitä ovat esimerkiksi betonin kloridikestävyttä parantavien seosaineiden käyttö ja betonipeitteen paksuuden kasvattaminen.

<sup>2)</sup> Sulfaattipitoisessa ympäristössä käytetään SFS-EN 197-1:n mukaista sulfaatinkestävää sementtiä CEM I-SR0, CEM I-SR3, CEM III/B-SR tai CEM III/C-SR.

Mikäli betonissa käytettävä sementtilaatu poikkeaa näistä, betonin sideaineen tulee sisältää masuuni-kuonaa vähintään 70 % sideaineen kokonaismäärästä.

<sup>3)</sup> Muissa kuin sulfaattirasitetuissa kohteissa suunnittelija valitsee käytettävän sideaineen vallitsevan kemiallisen rasituksen mukaan.

<sup>4)</sup> Kalkkivijauheen osuus on enintään 20 %.

<sup>5)</sup> Masuuni-kuonan osuus saa olla korkeintaan 50 massa-% sideaineen kokonaismäärästä

<sup>6)</sup> Portlandklinkkerin osuus ilmaistaan massa-%:na.

<sup>7)</sup> Sementin sisältämä seosaineiden määrä tulee ottaa huomioon betoniin lisättävien seosaineiden osuuksia laskettaessa, jos käytetään muuta sementtiä kuin CEM I.

Sementtien viisi päälajia niiden koostumuksen perusteella:

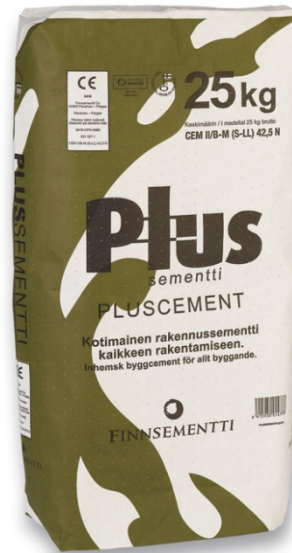
CEM I Portlandsementti

CEM II Portlandseossementti

CEM III Masuunikuonasementti

CEM IV Pozzolaanisementti

CEM V Seossementti



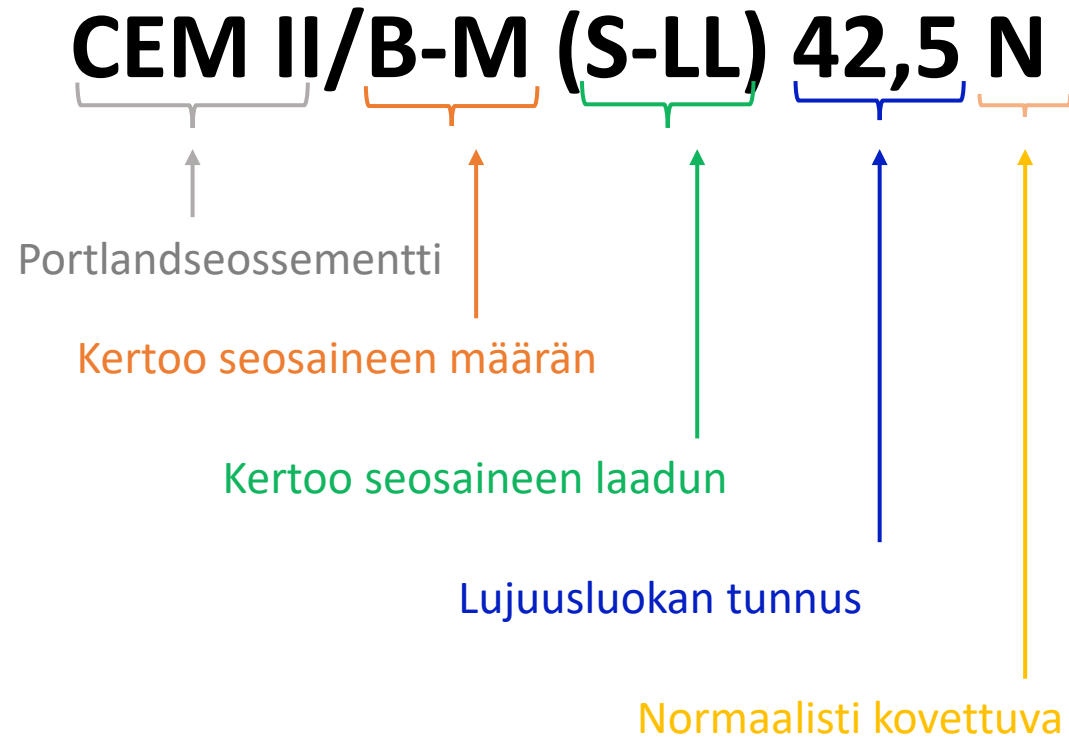
# Sementtien seosaineet

- S masuunikuona
- L kalkkikivi (orgaaninen hiili  $\leq 0,50\%$ )
- LL kalkkikivi (orgaaninen hiili  $\leq 0,20\%$ )
- D silika
- P, Q pozzolaanit
- V, W lentotuhka
- T poltettu liuske

## Pääsääntöisesti

- CEM I sivuosa-aineita 0...5 %
- CEM II/A seosaineita 6...20 %
- CEM II/B seosaineita 21...35 %

# Esimerkki, Oiva-sementti



	Rasitusluokat																			
	Ei korroosion tai rasituksen vaaraa	Karbonatisoitumisen aiheuttama korrosio				Kloridien aiheuttama korrosio						Jäätymis-sulamisrasitus				Aggressiivinen kemiallinen rasitus				
						Kloridit merivedestä			Kloridit muusta kuin merivedestä											
		X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3	
Sallitut sementti-tyypit	Ei säilyvyyden aiheuttamia rajoituksia  Kaikki standardin SFS-EN 197-1 mukaiset sementit ovat sallittuja	Ei säilyvyyden aiheuttamia rajoituksia  Kaikki standardin SFS-EN 197-1 mukaiset sementit ovat sallittuja	I IIA/-S II/B-S II/A-D II/A-V II/B-V II/A-LL II/A-M II/B-M <sup>4</sup> III/A III/B	I IIA/-S II/B-S II/A-D II/A-V II/B-V II/A-LL II/A-M II/B-M <sup>4</sup> III/A III/B	I IIA/-S II/B-S II/A-D II/A-V II/A-LL II/A-M II/B-M <sup>4</sup> III/A III/B	I <sup>1)</sup> IIA/-S II/B-S II/A-D II/A-V II/A-LL II/A-M II/B-M <sup>4</sup> III/A III/B	I <sup>1)</sup> IIA/-S II/B-S II/A-D II/A-V II/A-LL II/A-M II/B-M <sup>4</sup> III/A III/B	I <sup>1)</sup> IIA/-S II/B-S II/A-D II/A-V II/A-LL II/A-M II/B-M <sup>4</sup> III/A III/B	I <sup>1)</sup> IIA/-S II/B-S II/A-D II/A-V II/A-LL II/A-M II/B-M <sup>4</sup> III/A III/B	I <sup>1)</sup> IIA/-S II/B-S II/A-D II/A-V II/A-LL II/A-M II/B-M <sup>4</sup> III/A III/B	I <sup>1)</sup> IIA/-S II/B-S II/A-D II/A-V II/A-LL II/A-M II/B-M <sup>4</sup> III/A III/B	I IIA/-S II/B-S II/A-D II/A-V II/A-LL II/A-M II/B-M <sup>4</sup> III/A III/B	I IIA/-S II/B-S II/A-D II/A-V II/A-LL <sup>4)</sup> II/A-M <sup>4</sup> II/B-M <sup>4</sup> III/A <sup>5)</sup> III/B	I IIA/-S II/B-S II/A-D II/A-V II/A-LL II/A-M II/B-M <sup>4</sup> III/A III/B	I IIA/-S II/B-S II/A-D II/A-V II/A-LL <sup>4)</sup> II/A-M <sup>4</sup> II/B-M <sup>4</sup> III/A <sup>5)</sup> III/B	I IIA/-S II/B-S II/A-D II/A-V II/A-LL <sup>4)</sup> II/A-M <sup>4</sup> II/B-M <sup>4</sup> III/A <sup>5)</sup> III/B	I IIA/-S II/B-S II/A-D II/A-V II/A-LL <sup>4)</sup> II/A-M <sup>4</sup> II/B-M <sup>4</sup> III/A <sup>5)</sup> III/B	<sup>2)</sup> <sup>3)</sup>	<sup>2)</sup> <sup>3)</sup>	
Portlandklinkkerin osuus sideaineesta <sup>6)</sup>	≥ 5	≥ 5	≥ 20	≥ 20	≥ 20	≥ 20	≥ 20	≥ 20	≥ 20	≥ 20	≥ 20	≥ 20	≥ 50	≥ 20	≥ 50	≥ 20				
Seosaineen osuus sideaineesta <sup>7)</sup>	Seosaineen osuus massa-% sideaineen kokonaismäärästä																			
Silika	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10	<sup>3)</sup>	<sup>3)</sup>
Lentotuhka	≤ 50	≤ 50	≤ 30	≤ 30	≤ 30	≤ 30	≤ 30	≤ 30	≤ 30	≤ 30	≤ 30	≤ 30	≤ 30	≤ 30	≤ 30	≤ 30	≤ 30	≤ 30	<sup>3)</sup>	<sup>3)</sup>
Masuuni-kuona	≤ 95	≤ 95	≤ 80	≤ 80	≤ 80	≤ 80	≤ 80	≤ 80	≤ 80	≤ 80	≤ 80	≤ 80	≤ 50	≤ 80	≤ 50	≤ 80	≤ 80	≤ 80	<sup>3)</sup>	<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Käytettäessä sementtiä CEM I suositellaan rasituksen ankaruuden mukaisesti erikseen määriteltäviä säilyvyyttä parantavia lisätoimenpiteitä.

Tällaisia lisätoimenpiteitä ovat esimerkiksi betonin kloridikestävyttä parantavien seosaineiden käyttö ja betonipeitteen paksuuden kasvattaminen.

<sup>2)</sup> Sulfaattipitoisessa ympäristössä käytetään SFS-EN 197-1:n mukaista sulfaatinkestävää sementtiä CEM I-SR0, CEM I-SR3, CEM III/B-SR tai CEM III/C-SR.

Mikäli betonissa käytettävä sementtilaatu poikkeaa näistä, betonin sideaineen tulee sisältää masuuni-kuonaa vähintään 70 % sideaineen kokonaismäärästä.

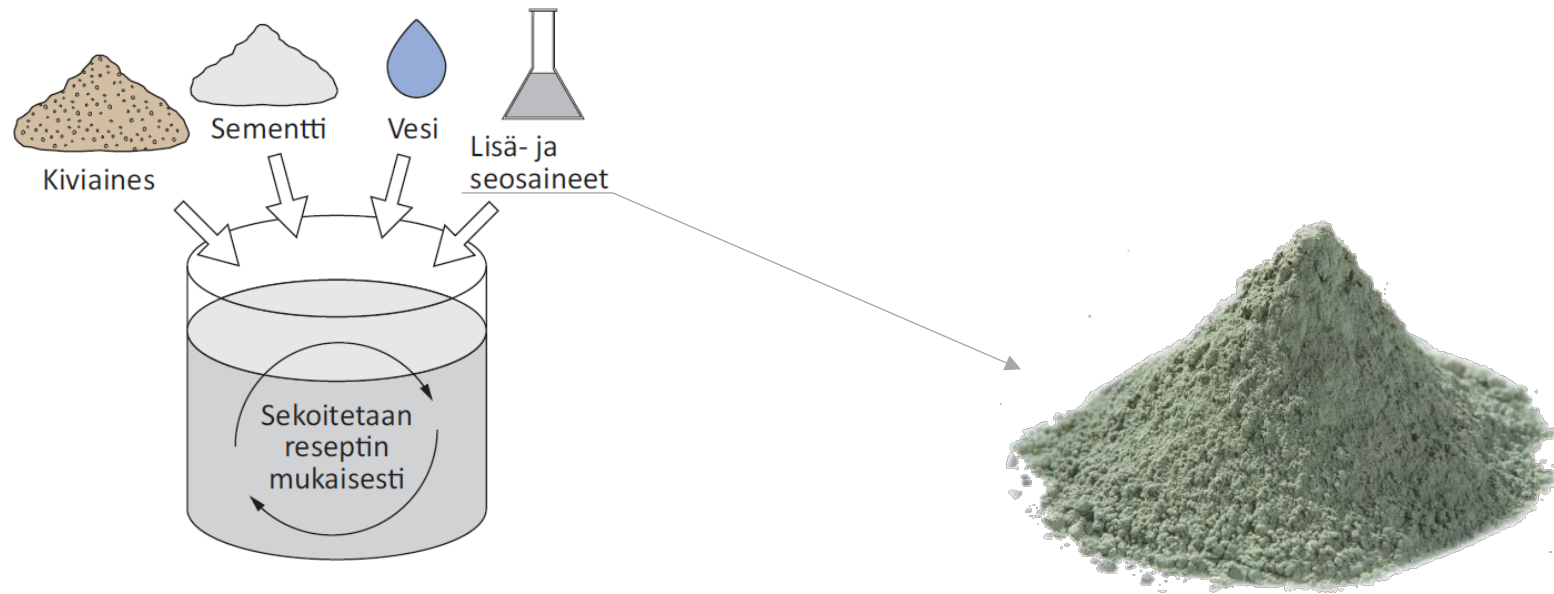
<sup>3)</sup> Muissa kuin sulfaattirasitetuissa kohteissa suunnittelija valitsee käytettävän sideaineen vallitsevan kemiallisen rasituksen mukaan.

<sup>4)</sup> Kalkkivijauheen osuus on enintään 20 %.

<sup>5)</sup> Masuuni-kuonan osuus saa olla korkeintaan 50 massa-% sideaineen kokonaismäärästä

<sup>6)</sup> Portlandklinkkerin osuus ilmaistaan massa-%:na.

<sup>7)</sup> Sementin sisältämä seosaineiden määrä tulee ottaa huomioon betoniin lisättävien seosaineiden osuuksia laskettaessa, jos käytetään muuta sementtiä kuin CEM I.



Sementti + seosaine  
=  
sementti

# BETONIN TIIVISTYS 2020

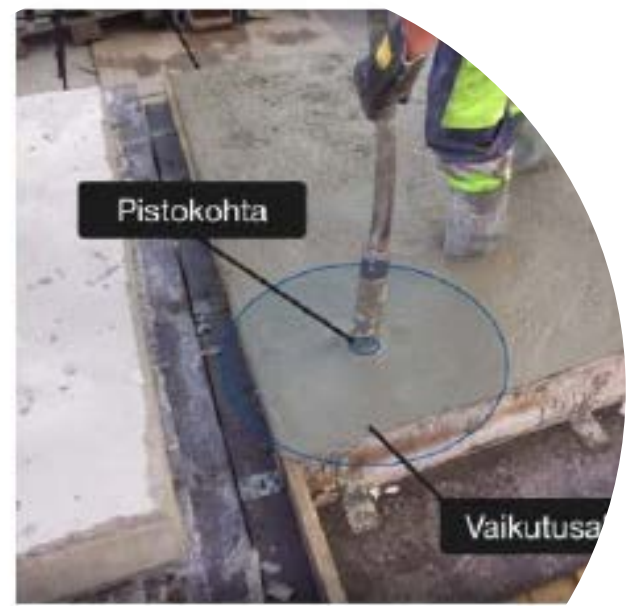
by 7 R

video: Tiivistys



Käynnistä **ääniraita** painamalla yllä olevaa nuolipainiketta. Ääniraidan s. Kun olet kuunnellut ääniraidan, katso alla oleva video. Käynnistä **video** alla olevaa videoruutua. Videon kesto on 17 s.

Aalto University - Video & Editing Teemu Ojala  
Good vibrations 8.8.2018



Kuvassa on esitetty sinisellä ympyrällä havaittava sauvatärytysvaikutusalue.

<https://www.betoniyhdistys.fi/koulutus/verkkokurssit.html>





Kiitos!