

Betoniteollisuus ry



betoni
vartti

betoni
vartti



Betonivartti #2

Betoninormien uudistus

Johanna Tikkanen
Suomen Betoniyhdistys ry

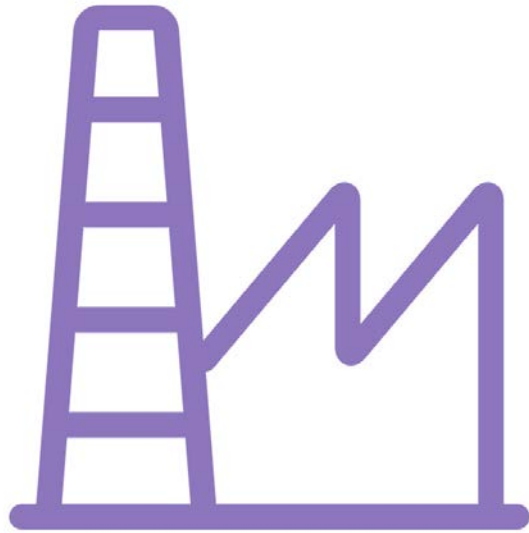
BETONINORMIT 2021

by

65

Merkittäviä muutoksia standardeissa

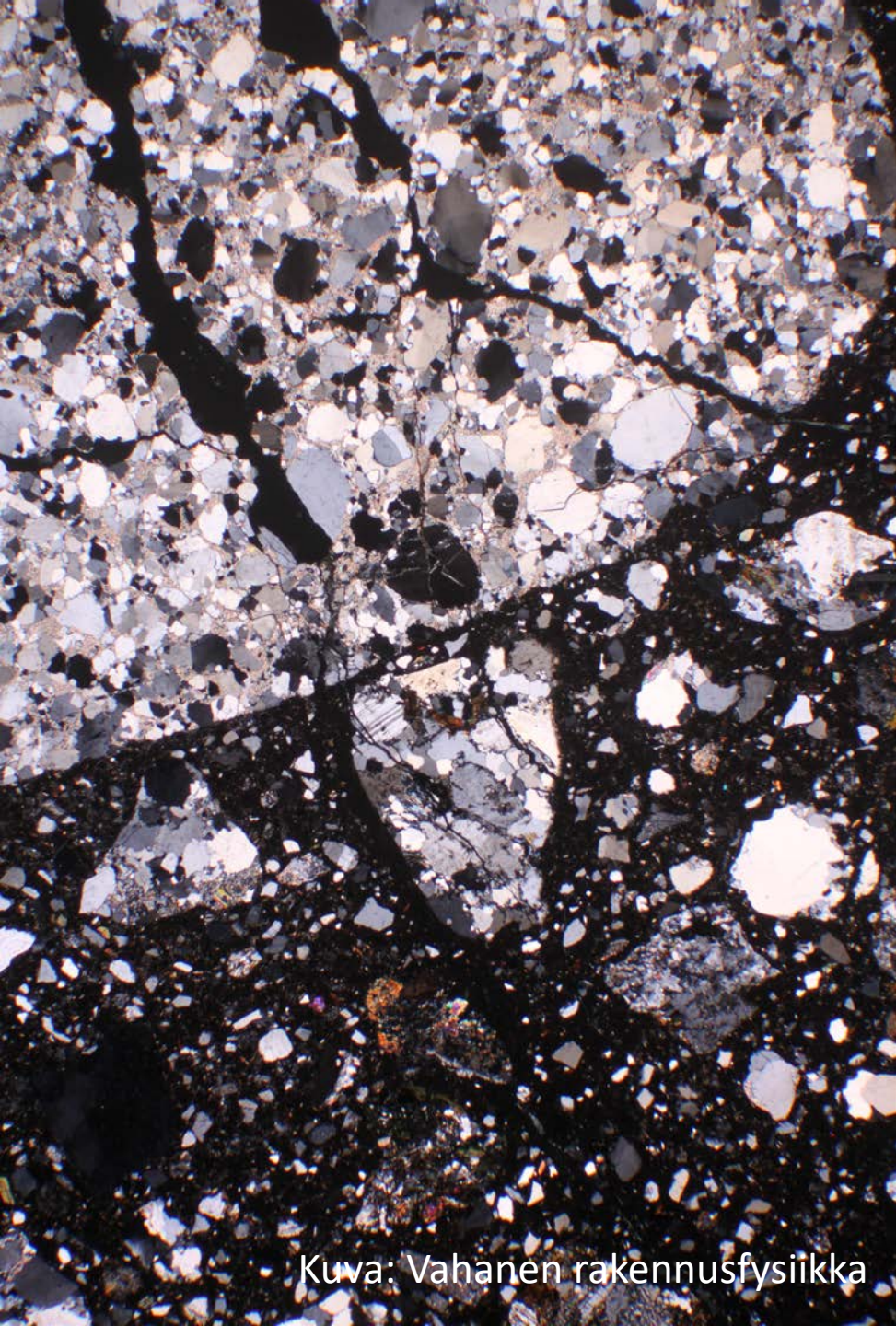
- SFS 7022 *Betoni. Standardin SFS-EN 206 käyttö Suomessa*
- SFS 5975 *Betonirakenteiden toteutus. Standardin SFS-EN 13670 käyttö Suomessa*
- SFS-EN 13791 *Betonin puristuslujuuden arviointi rakenteista ja rakenneosista SEKÄ*
- SFS 7508 *Standardin SFS-EN 13791 käyttö Suomessa.*



Keskeisimmät muutokset by65

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





Alkali- kiviainesreaktioon varautuminen

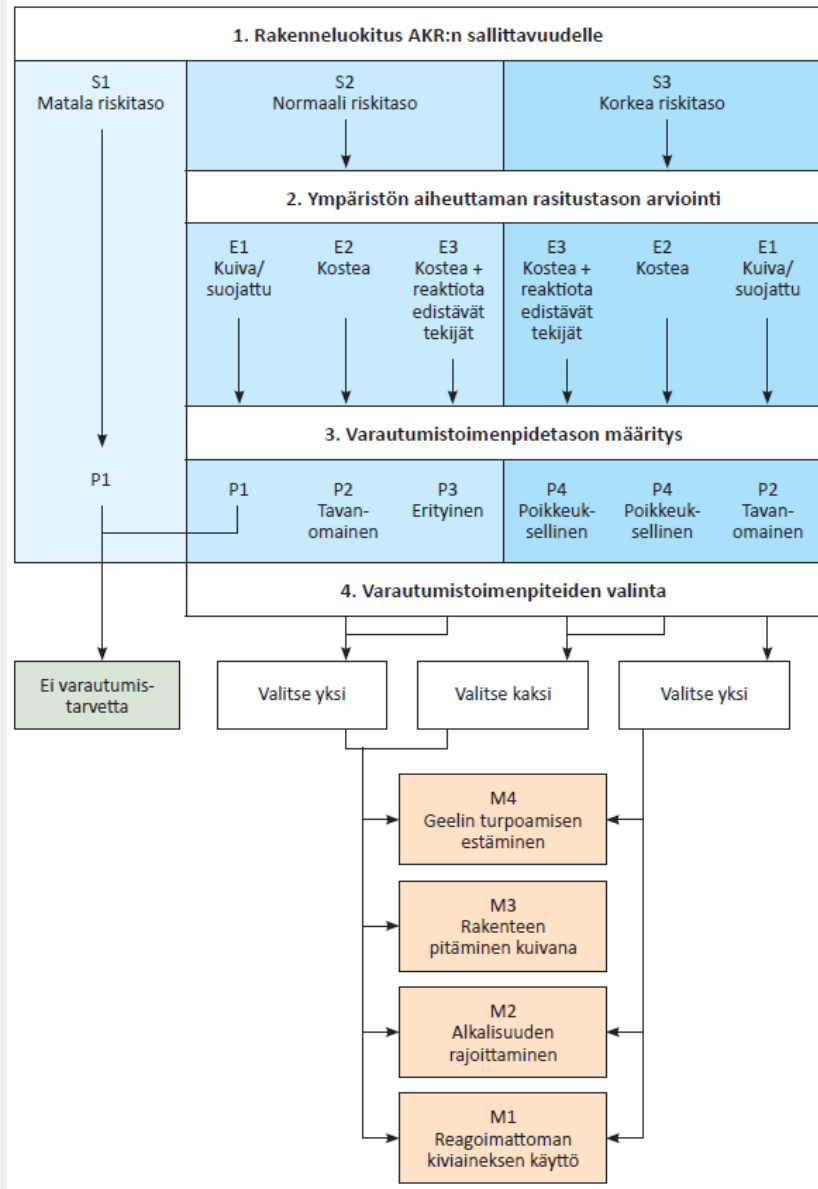
Alkali-kiviainesreaktiossa (AKR) hydratoituneen sementin alkalit aiheuttavat tiettyjen kiviainesten paisumista betonissa.

Reaktiossa sementtipastan alkalinen huokosvesi ja kiviaineen sisältämä reaktiivinen piidioksidi reagoivat muodostaen voimakkaasti vettä imevää geeliä.

Reaktiossa syntyvä geeli laajenee imiessään vettä, aiheuttaen kasvavaa sisäistä painetta, joka lopulta rikkoo kiviaineen ja lopulta betonin huokosrakenteen

AKR:n huomioon ottaminen suunnittelussa

Näistä valitaan
yksinkertaisimmin
kohteessa sovellettava
varautumistoimenpide
(tai kaksi P4)



Kiviaineksen luokittelu

Kiviaineksen alkali-kiviainesreaktiivisuus tulee luokitella joko petrografisen analyysin (AAR-1.1), kiihdytetyn laastiprismakokeen (AAR-2) tai betoniprismakokeen (AAR-3) perusteella. Luokittelussa edetään tyypillisesti vaiheittain.

Betonissa voidaan käyttää vain tutkittua kiviainesta.

Alkali-kiviaines-reaktiivisuus	AAR-1.1	AAR-2	AAR-3.1 ²⁾
Luokka I epätodennäköinen	Luokka I	Paisuma [%] $\leq 0,08 / 14$ d tai $\leq 0,25 / 28$ d	Paisuma [%] $\leq 0,040 / 52$ vk
Luokka II mahdollinen	Luokka II	$0,08 / 14$ d < Paisuma [%] $\leq 0,25 / 14$ d ¹⁾	-
Luokka III todennäköinen	Luokka III	Paisuma [%] $> 0,25 / 14$ d ¹⁾	Paisuma [%] $> 0,040 / 52$ vk

1) Nopeassa ja runsaissa paisumissa testi voidaan keskeyttää jo 14 vrk:n jälkeen, jos tulos osoittaa todennäköistä paisumista.

2) Testimenetelmän AAR-3.1 tuloksena on kiviaineksen luokitus joko luokkaan I tai III.

Muutoksia sallittujen sementtien ja seosaineiden taulukoihin

	Ei korroosion tai rasituk- sen vaaraa	Karbonatisoitumisen aiheuttama korroosio	Kloridien aiheuttama korroosio									Jäätymis-sulamisrasitus				Aggressiivinen kemiallinen rasitus		
			Kloridit merivedestä						Kloridit muusta kuin merivedestä									
			XC0	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XD1							
Sallitut sementti- tyypit	Ei säilyvyyden aiheuttamia rajoituksia Kaikki stan- dardin SFS-EN 197-1 mukaiset sementit ovat sallittuja	Ei säilyvyyden aiheuttamia rajoituksia Kaikki stan- dardin SFS-EN 197-1 mukaiset sementit ovat sallittuja	I IIA/-S IIB/-S IIA/-D IIA-V IIB-V IIA-LL IIA-M IIB-M ¹⁴ III/A III/B	I IIA/-S IIB/-S IIA/-D IIA-V IIB-V IIA-LL IIA-M IIB-M ¹⁴ III/A III/B	I IIA/-S IIB/-S IIA/-D IIA-V IIB-V IIA-LL IIA-M IIB-M ¹⁴ III/A III/B	I ¹ IIA/-S IIB/-S IIA/-D IIA-V IIB-V IIA-LL IIA-M IIB-M ¹⁴ III/A III/B	I ¹ IIA/-S IIB/-S IIA/-D IIA-V IIB-V IIA-LL IIA-M IIB-M ¹⁴ III/A III/B	I ¹ IIA/-S IIB/-S IIA/-D IIA-V IIB-V IIA-LL IIA-M IIB-M ¹⁴ III/A III/B	I ¹ IIA/-S IIB/-S IIA/-D IIA-V IIB-V IIA-LL IIA-M IIB-M ¹⁴ III/A III/B	I ¹ IIA/-S IIB/-S IIA/-D IIA-V IIB-V IIA-LL IIA-M IIB-M ¹⁴ III/A III/B	I ¹ IIA/-S IIB/-S IIA/-D IIA-V IIB-V IIA-LL IIA-M IIB-M ¹⁴ III/A III/B	I IIA/-S IIB/-S IIA/-D IIA-V IIB-V IIA-LL ¹⁴ IIA-M ¹⁴ III/A ¹⁵ III/B	I IIA/-S IIB/-S IIA/-D IIA-V IIB-V IIA-LL ¹⁴ IIA-M ¹⁴ III/A ¹⁵ III/B	I IIA/-S IIB/-S IIA/-D IIA-V IIB-V IIA-LL ¹⁴ IIA-M ¹⁴ III/A ¹⁵ III/B	I IIA/-S IIB/-S IIA/-D IIA-V IIB-V IIA-LL ¹⁴ IIA-M ¹⁴ III/A III/B	⁽²⁾ ⁽³⁾	⁽²⁾ ⁽³⁾	
Portland- klinkkerin osuus side- aineesta ¹⁶	≥ 5	≥ 5	≥ 20	≥ 20	≥ 20	≥ 20	≥ 20	≥ 20	≥ 20	≥ 20	≥ 20	≥ 20	≥ 50	≥ 20	≥ 50	≥ 20		
Seosaineen osuus side- aineesta ¹⁷	Seosaineen osuus massa-% sideaineen kokonaismäärästä																	
Silika	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10	⁽³⁾	⁽³⁾
Lentotuhka	≤ 50	≤ 50	≤ 30	≤ 30	≤ 30	≤ 30	≤ 30	≤ 30	≤ 30	≤ 30	≤ 30	≤ 30	≤ 30	≤ 30	≤ 30	≤ 30	⁽³⁾	⁽³⁾
Masuuni- kuona	≤ 95	≤ 95	≤ 80	≤ 80	≤ 80	≤ 80	≤ 80	≤ 80	≤ 80	≤ 80	≤ 80	≤ 80	≤ 50	≤ 80	≤ 50	≤ 80	⁽³⁾	⁽³⁾

¹⁾ Käytettäessä sementtiä CEM I suositellaan rasituksen ankaruuden mukaisesti erikseen määriteltäviä säilyvyyttä parantavia lisätoimenpiteitä. Tällaisia lisätoimenpiteitä ovat esimerkiksi betonin kloridikestävyyttä parantavien seosaineiden käyttö ja betonipeitteen paksuuden kasvattaminen.

²⁾ 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 masuunikuonaa vähintään 70 % sideaineen kokonaismäärästä.

³⁾ Muissa kuin sulfaattirasitetuissa kohteissa suunnittelija valitsee käytettävän sideaineen vallitsevan kemiallisen rasituksen mukaan.

⁴⁾ Kalkkivijauheen osuus on enintään 20 %.

⁵⁾ Masuunikuonan osuus saa olla korkeintaan 50 massa-% sideaineen kokonaismäärästä

⁶⁾ Portlandklinkkerin osuus ilmaistaan massa-%:na.

⁷⁾ Sementin sisältämien seosaineiden määrä tulee ottaa huomioon betonin lisättävien seosaineiden osuuksia laskettaessa, jos käytetään muuta sementtiä kuin CEM I.

Ilmoitetaan portlandklinkkerin vähimmäisosuus sideaineesta (massa -%:na) ja seosaineen maksimiosuus massa-% sideaineen kokonaismäärästä.

Maksimi-/minimimäärät eivät ole muuttuneet, vain ilmaisuotapa



Taulukkoarvot 50 vuotta

Taulukko 2.9. Betonin koostumuksen ja ominaisuuksien raja-arvot, kun suunnittelukäyttöikä on 50 vuotta.

	Rasitusluokat																	
	Ei korroosion tai rasituksen vaaraa	Karbonatisoitumisen aiheuttama korroosio				Kloridien aiheuttama korroosio						Jäätymis-sulamisrasitus ¹				Aggressiivinen kemiallinen rasitus		
						Merivesi			Kloridit muusta kuin merivedestä									
		X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1 ²	XF2	XF3 ²	XF4	XA1	XA2
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/m³) vähintään		160	160	250	250	300	320	320	300	300	320	270	330	300	360	300	320	330
Ilmamäärä (%) ⁴												4,0 ³	5,0 ³	4,0 ³	5,0 ³			
Seosainekertoimet																		
Silika v/s _{teh} ≤ 0,45	2,00			2,00			2,00			2,00		2,00	2,00	2,00	2,00		2,00	
v/s _{teh} ≥ 0,45	1,00			1,00			2,00			2,00		1,00	1,00	1,00	1,00		2,00	
Lentotuhka ⁵	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	

¹⁾ Lisäksi pakkasenkestävyyden vaatimukset taulukon 5.5 mukaan.

²⁾ Betonin tehollisen vesi-sideainesuhteen ja ilmamäärän yhdistelmä voidaan määrittää vaihtoehtoisesti F-lukumenettelyllä (liite 3). Tällöin tämän taulukon sarakkeissa XF1 ja XF3 esitettyjen tehollisen vesi-sideainesuhde- tai ilmamäärävaatimusten ei tarvitse täyttyä, mutta betonin F-lukuvaatimuksen tulee täyttyä. 50 vuoden suunnittelukäyttöiällä F-lukuvaatimus rasitusluokassa XF1 on 1,0 ja rasitusluokassa XF3 1,5. F-luvun arvoja tehollisen vesi-sideainesuhteen, ilmamäärän ja kiviaineksen ylänimellisrajan funktiona on esitetty taulukossa L3.4.

³⁾ Ilmamäärävaatimus koskee betonia, jossa kiviaineksen ylänimellisraja on vähintään 16 mm. Ylänimellisrajan ollessa 12 mm ilmamäärävaatimusta nostetaan 0,5 prosenttiyksikköä ja ylänimellisrajan ollessa 8 mm 1,0 prosenttiyksikköä.

⁴⁾ Yli 7 % tavoiteilmamäärä ei ole suositeltava.

⁵⁾ Lentotuhkan aktiivisuuskertoimen arvona pidetään 0 siltä osin, kun tuhkan ja sementin paino-osuuksien suhde ylittää arvon 0,33 rasitusluokkia X0, XC1, XF1 ja XF3 lukuun ottamatta. Käytettäessä lujuusluokan 32,5 sementtiä lentotuhkan aktiivisuuskertoimen arvo on 0,20 rasitusluokissa XC2, XC3, XC4, XF2, XF4; XS- ja XD- ja XA-luokissa siltä osin, kun tuhkan ja sementin paino-osuuksien suhde alittaa arvon 0,33; tämän ylittävältä osalta aktiivisuuskertoimen arvo on 0.

Taulukkoarvot 100 vuotta

Taulukko 2.10. Betonin koostumuksen ja ominaisuuksien raja-arvot, kun suunnittelukäyttöikä on 100 vuotta.

	Rasitusluokat																	
	Ei korroosion tai rasituksen vaaraa	Karbonatisoitumisen aiheuttama korroosio				Kloridien aiheuttama korroosio						Jäätymis-sulamisrasitus ¹				Aggressiivinen kemiallinen rasitus		
						Merivesi			Kloridit muusta kuin merivedestä									
		X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1 ²	XF2	XF3 ²	XF4	XA1	XA2
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/m³) vähintään		160	160	250	250	300	320	340	300	300	320	270	330	300	360	300	320	330
Ilmamäärä (%) ⁵												5,5 ³	5,0 ³	5,5 ³	5,0 ³			
Seosainekertoimet																		
Silika v/s _{teh} ≤ 0,45	2,00			2,00			2,00			2,00		2,00	2,00	2,00	2,00		2,00	
v/s _{teh} ≥ 0,45	1,00			1,00			2,00			2,00		1,00	1,00	1,00	1,00		2,00	
Lentotuhka ⁴	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	

¹ Lisäksi pakkasenkestävyyden vaatimukset taulukon 5.5 mukaan.

² Betonin tehollisen vesi-sideainesuhteen ja ilmamäärän yhdistelmä voidaan määrittää vaihtoehtoisesti F-lukumenettelyllä (liite 3). Tällöin tämän taulukon sarakkeissa XF1 ja XF3 esitettyjen tehollisen vesi-sideainesuhde- tai ilmamäärävaatimusten ei tarvitse täyttyä, mutta betonin F-lukuvaatimuksen tulee täyttyä. 100 vuoden suunnittelukäyttöiällä F-lukuvaatimus rasitusluokassa XF1 on 2,0 ja rasitusluokassa XF3 3,0.

F-luvun arvoja tehollisen vesi-sideainesuhteen, ilmamäärän ja kiviaineksen ylänimellisrajan funktiona on esitetty taulukossa L3.4

³ Ilmamäärävaatimus koskee betonia, jossa kiviaineksen ylänimellisraja on vähintään 16 mm. Ylänimellisrajan ollessa 12 mm ilmamäärävaatimusta nostetaan 0,5 prosenttiyksikköä ja ylänimellisrajan ollessa 8 mm 1,0 prosenttiyksikköä.

⁴ Lentotuhkan aktiivisuuskertoimen arvona pidetään 0 siltä osin, kun tuhkan ja sementin paino-osuuksien suhde ylittää arvon 0,33 rasitusluokkia X0, XC1, XF1 ja XF3 lukuun ottamatta. Käytettäessä lujuusluokan 32,5 sementtiä lentotuhkan aktiivisuuskertoimen arvo on 0,20 rasitusluokissa XC2, XC3, XC4, XF2, XF4, XS- ja XD- ja XA-luokissa siltä osin, kun tuhkan ja sementin paino-osuuksien suhde alittaa arvon 0,33; tämän ylittävältä osalta aktiivisuuskertoimen arvo on 0.

⁵ Yli 7 %:n tavoiteilmamäärä ei ole suositeltava.

F-luku (toiminnalliset ominaisuudet)

Mahdollistaa luokissa XF1 ja XF3 poikkeamisen edellisten taulukoiden ilmamäärä- tai vesi/sideaine -vaatimuksista!

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

Ilmamäärä [%]			Kerroin A (F-luku)							
Ylänimellisraja [mm]			Tehollinen vesi-sideainesuhde							
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	0,97	0,79	0,67	0,58	0,52	0,47
3,5	3,0	2,5	4,00	1,98	1,33	1,02	0,83	0,71	0,62	0,56
4,0	3,5	3,0	4,00	3,06	1,78	1,28	1,01	0,84	0,72	0,64
4,5	4,0	3,5	4,00	4,00	2,37	1,57	1,19	0,97	0,82	0,72
5,0	4,5	4,0	4,00	4,00	3,23	1,93	1,39	1,10	0,92	0,79
5,5	5,0	4,5	4,00	4,00	4,00	2,37	1,62	1,25	1,02	0,87
6,0	5,5	5,0	4,00	4,00	4,00	2,93	1,88	1,40	1,13	0,95
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

Pakkasenkestävyyden vaatimukset

Suunnittelukäyttöikä [a]	Rasitusluokka	1		2			3	
		Huokosjako by 72 Betonin laadun- varmistus Osa 1 - Betonin ilmahuokos- parametrien määrittäminen ohutheista tai SFS-EN 480-11:2005 mukaan ^a		Jäädytys-sulatuskoe, SFS 5447 ^b			Laattakoe CEN/TR 15177 luokissa XF1 ja XF3 ^c , CEN/TS 12390-9 luokissa XF2 ja XF4 ^c , jälkimmäisessä väliaine 3 % NaCl-liuos	
		Enimmäisarvo [mm]		Sykliä lukumäärä	Taivutus- tai halkaisu- vetolujuuksien suhde [%]	Suhteellinen dynaaminen kimmokerroin γ [%]	Rapauma m [g/m ²]	Suhteellinen dynaaminen kimmokerroin γ [%]
		$v/s_{teh} > 0,40$	$v/s_{teh} \leq 0,40$					
50	XF1	0,27	0,27	100	≥ 67	≥ 75	$m_{36} \leq 500$	$\gamma_{36} \geq 67$
	XF2	-	-	-	-	-	$m_{36} \leq 650$	-
	XF3	0,23	0,23	300	≥ 67	≥ 75	$m_{36} \leq 200$	$\gamma_{36} \geq 75$
	XF4	-	-	-	-	-	$m_{36} \leq 350$	-
100	XF1	0,25	0,25	300	≥ 67	≥ 75	$m_{36} \leq 200$	$\gamma_{36} \geq 75$
	XF2	-	-	-	-	-	$m_{36} \leq 500$	-
	XF3	0,22	0,22	-	-	-	$m_{36} \leq 100$	$\gamma_{36} \geq 85$
	XF4	-	-	-	-	-	$m_{36} \leq 250$	-

Lukuarvon puuttuminen ruudusta merkitsee, ettei kyseinen koemenetelmä sovellu rivin osoittamaan rasitusluokkaan.

^{a)} Referenssimenetelmänä käytetään by 72 Betonin laadunvarmistus Osa 1 - Betonin ilmahuokosparametrien määrittäminen ohutheista. Huokosjako voidaan selvittää ohut- tai pintahieestä myös muulla soveltuvalla menetelmällä, jonka korrelaatio suhteessa referenssimenetelmään on todettu testauslaitosten välisellä tasokokeella.

^{b)} Vaatimuksenmukaisuus voidaan osoittaa joko betonin vetolujuuksien tai dynaamisten kimmokertoimien perusteella, joista toisen vaatimuksen tulee täytyä.

^{c)} Rasitusluokissa XF1 ja XF3 vaatimuksenmukaisuus on osoitettava sekä kimmokertoimen että pinnan rapauman osalta, joista kummankin on täyttyvä.

^{d)} Rasitusluokissa XF2 ja XF4 vaatimuksenmukaisuus osoitetaan pinnan rapauman perusteella.

Pakkasenkestävyys tasokokeet

Tasokokeiden mittaustaajuus kaikissa XF-luokissa, kun suunnittelukäyttöikä on korkeintaan 100 vuotta

Arvostelueräkohtainen vähimmäistestaus- taajuus	Kukin arvosteluerä testataan vähintään 1 kerta / 12 kuukauden aikajakso.
Tasokokeiden vähimmäistaajuus (ei arvostelueräkohtainen)	Edellinen tasokoe saa olla korkeintaan 4 kk vanha, kun aika lasketaan koebetoninäyt- teen valmistuspäivästä.

- Tasokokeessa tuoreen betonin ilmamäärä saa ylittää tuotannon vähimmäisilmamäärän korkeintaan 1 prosenttiyksiköllä ja ilmamäärän on oltava vähintään vähimmäisilmamäärän suuruinen



Betonin lujuuden laadunvalvonta

Valmisbetonin laadunvalvonta tehtaalla

- Betoniperheet
- CUSUM

Betonille tehtävät koekappaleet työmaalla

- Olosuhdekoekappaleet
- Tunnistustestaus

Rakenteessa olevan betonin lujuuden arviointi

- Olemassa olevan rakenteen lujuus

BETONINORMIT 2021

by

65

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.

Seuraavaksi....

- Seuraava Betonivartti pidetään maanantaina 7.3. klo 8.30 aiheena Porakappalestandardin uusi kansallinen soveltamisstandardi
- Kysymyksiä?