

# Klimatförbättrat betongbyggande i praktiken

*Regelverkens betydelse – hinder och möjligheter*

Anders Lindvall

Thomas Concrete Group, C-lab

(anders.lindvall@c-lab.se)

# Vad påverkar storlek på klimatpåverkan från betong?

## Mängder betong

- **Ökad mängd (volym) betong** ger ökad klimatpåverkan.

## Hållfasthetsklass på betong

- **Ökad hållfasthetsklass/kvalitet (lägre *vct*)** ger ökad klimatpåverkan.

## Sammansättning på betong

- **Ökad mängd cement (och ökad mängd Portlandklinker)** ger ökad klimatpåverkan.

Resurseffektiv  
konstruktion.



Rätt betong på  
rätt plats.



Klimatförbättrad  
betong.

# Hur kan klimatpåverkan från betongkonstruktioner begränsas?

## Resurseffektiv konstruktion

Använd mindre mängd betong.

- Resurseffektivare design.
- Materialoptimering.
- Effektivare konstruktionslösningar.

## Rätt betong på rätt plats

- Använd inte högre betongkvaliteter än konstruktionen kräver.
- Var öppen för flera olika betongkvaliteter.
- Inga “onödiga” säkerhetsmarginaler.
- Inte för hårda krav på uttorkning.
- Låt funktionskrav styra val av betongkvalitet.

Punkter från Klimatförbättrad betong, Svensk Betong

## Klimatförbättrad betong

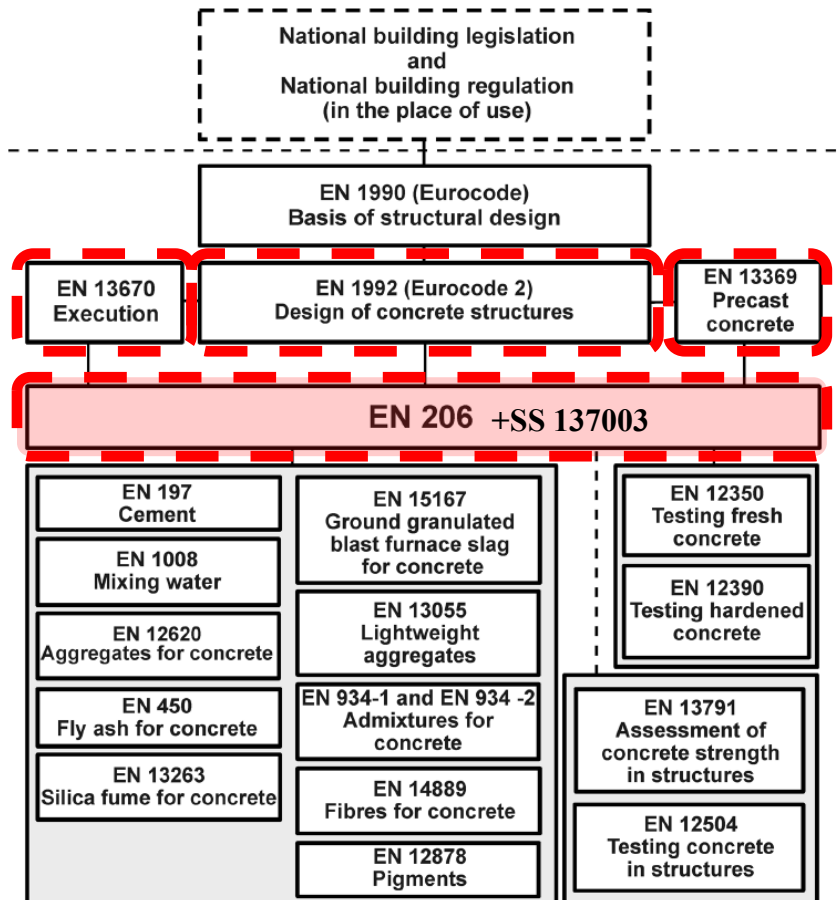
Betongen optimeras aktivt med avseende på klimatpåverkan.

- Ingående råvaror  
Minska klinkerinnehåll i bindemedel.
- Tillverkningsprocessen  
Använda betong med högre  $vct_{ekv}$ .
- Transporter.

Dessa punkter förutsätter:

- Lämpliga val av betongkvaliteter.
- Lämpliga val av exponeringsklasser.
- Inte för höga krav på uttorkning.
- Lämpliga val av produktionsmetoder (åtgärder vid kall väderlek)

# Vilka möjligheter finns i regelverk etc.?



## Bygglagstiftning

- PBL.
- PBF.
- Boverkets regler.

## Konstruktiv utformning av betongkonstruktioner

- SS-EN 1990.
- SS-EN 1992.

## Sammansättning på betong

- SS-EN 206.
- SS 137003.

## Utförande av betongkonstruktioner.

- SS-EN 13670.
- SS 137006.

# Miljöarbete i praktiken – möjligheter i regelverk (SS-EN 206 + SS 137003)

- Möjligheter i SS-EN 206:2013+A2:2021
  - Nyanserade val av **exponeringsklasser** (och hållfasthetsklasser).
  - Användning av tillsatsmaterial
    - Effektivitetsfaktorer,  $k$ .
    - Konceptet likvärdig prestanda hos bindemedelskombinationer (EPCC).
- Möjligheter i SS 137003:2021+T2:2025
  - Lämpliga val av betongsammansättning (bindemedel och högsta  $vct_{ekv}$ ). Tabell 7-10.
  - Tillämpa **bilagor N, O, P och/eller T** där det är möjligt.
- Nya möjligheter i SS-EN 206-1:2026
  - Tillämpa klasser för CO<sub>2</sub>-emissioner.
  - Använda konceptet med exponeringsmotståndsklasser (ERC).

Lämpliga val av produktionsmetoder

# Möjligheter i SS-EN 206:2013+A2:2021

## 5.2.5.2.2 Effektivitetsfaktor $k$ för flygaska som överensstämmer med EN 450-1

(1) Effektivitetsfaktor  $k = 0,4$  är tillåten för betong som innehåller cement av typ CEM I och CEM II/A som överensstämmer med EN 197-1.

(2) För användning med cement av typ CEM I ska den största mängd flygaska som får medräknas uppfylla villkoret:

$$\text{flygaska/cement} \leq 0,33 \text{ per vikt}$$

(3) För användning med cement av typ CEM II/A ska den största mängd flygaska som får medräknas uppfylla villkoret:

$$\text{flygaska/cement} \leq 0,25 \text{ per vikt}$$

(4) Om en större mängd flygaska används får den överskjutande mängden inte medräknas vid beräkning av förhållandet  $\text{vatten}/(\text{cement} + k \times \text{flygaska})$  och lägsta cementhalt.

Konceptet likvärdig prestanda hos bindemedelskombinationer (EPCC) Användning i Sverige beskrivs i SS 137003:

- Bilaga O. Tillämpning.
- Bilaga P. Exempel på användning.

Effektivitetsfaktorer,  $k$

Användning i Sverige beskrivs i i SS 137003

- Högre  $k$ -faktorer för flygaska och GGBS.
- Möjlighet att använda förhöjda  $k$ -faktorer under vissa förutsättningar.

## 5.2.5.4 Konceptet likvärdig prestanda hos bindemedelskombinationer

(1) Konceptet likvärdig prestanda hos bindemedelskombinationer tillåter att en definierad uppsättning kombinationer av cement, som överensstämmer med EN 197-1, och ett eller flera tillsatsmaterial med påvisad lämplighet (se 5.1.1), får inräknas i sin helhet i kraven rörande högsta vattencementtal och lägsta cementhalt som specificerats för en betong.

(2) Följande moment ingår i metodologin:

- att identifiera en cementtyp som överensstämmer med en europeisk cementstandard och har samma eller snarlik sammansättning som den avsedda kombinationen
- att utvärdera huruvida betong som framställs med kombinationen har likartad hållfasthet och beständighet som betong framställd med den identifierade cementtypen för den tillämpliga exponeringsklassen
- att införa produktionsstyrning som säkerställer att dessa krav rörande betong som innehåller kombinationen definieras och implementeras.

Tabell 7 – Accepterade cement enligt SS-EN 197-1:2011 och SS-EN 197-5:2021 samt bindemedelssammansättningar och krav avseende högsta  $v_{ct,ekv}$  i exponeringsklasserna X0 och XC1 till XC4

Exponeringsklass	Ingen risk för korrosion eller angrepp X0	Korrosion föranledd av karbonatisering					
		Högsta tillåtna $v_{ct,ekv}$					
		XC1 <sup>a</sup>	XC2	XC3	XC4		
Accepterade cement och sammanhörande högsta tillåtna $v_{ct,ekv}$	Alla cement acceptera.  Inget krav på $v_{ct,ekv}$	Accepterade cement	Högsta tillåtna $v_{ct,ekv}$				
		CEM I	1,90	1,60	0,55	0,55	
		CEM II/A-D					
		CEM II/A-L					
		CEM II/A-LL					
		CEM II/A-S					
		CEM II/A-V					
		CEM II/A-P					
		CEM II/A-Q					
		CEM II/A-M <sup>b</sup>					
		CEM II/B-S	1,90	1,55 <sup>d</sup>	0,50 <sup>i</sup>	0,50	
		CEM II/B-V					
		CEM II/B-P					
		CEM II/B-Q					
CEM II/B-M <sup>b,c</sup>							
CEM II/C-M <sup>e</sup>	1,90	1,55 <sup>d</sup>	0,50 <sup>i</sup>	0,50			
CEM III/A	1,90	1,55 <sup>d</sup>	0,50 <sup>i</sup>	0,50			
CEM III/B	0,75 <sup>d</sup>	1,50 <sup>d</sup>	0,45 <sup>f</sup>	0,45			
CEM IV/A <sup>f</sup>	1,90	1,55 <sup>d</sup>	0,50 <sup>i</sup>	0,50			
CEM V/A	1,90	1,55 <sup>d</sup>	0,50 <sup>i</sup>	0,50			
CEM VI	1,90	1,55 <sup>d</sup>	0,50 <sup>i</sup>	0,50			
Övriga CEM II, CEM IV/A, CEM V/A, CEM VI							
Hållfasthetsklass hos cement	≥ 32,5	-	≥ 32,5	≥ 32,5	≥ 32,5	≥ 32,5	≥ 32,5
Andel PC-klinker av bindemedel, i % <sup>h</sup>	≥ 30 <sup>i</sup>	-	≥ 35 <sup>i</sup>	> 35 <sup>i</sup>	> 35 <sup>i</sup>	> 35 <sup>i</sup>	> 35 <sup>i</sup>
Andel av bindemedlet, i % <sup>j,k</sup>	≤ 10 ≤ 35 <sup>m</sup> ≤ 70 <sup>m</sup>	-	≤ 10 <sup>n</sup> ≤ 35 <sup>m,n</sup> ≤ 65 <sup>m</sup>	≤ 35 <sup>m,n</sup> ≤ 35 <sup>m,n</sup> ≤ 65 <sup>m</sup>	≤ 35 <sup>m,n</sup> ≤ 35 <sup>m,n</sup> ≤ 65 <sup>m</sup>	≤ 35 <sup>m,n</sup> ≤ 35 <sup>m,n</sup> ≤ 65 <sup>m</sup>	≤ 35 <sup>m,n</sup> ≤ 35 <sup>m,n</sup> ≤ 65 <sup>m</sup>

Tabell 8 – Accepterade cement enligt SS-EN 197-1:2011 och SS-EN 197-5:2021 samt bindemedelssammansättningar och krav avseende högsta  $v_{ct,ekv}$  i exponeringsklasserna XS1 till XS3 samt XD1 till XD3.

Exponeringsklass		Korrosion föranledd av kloridinträngning		
		XS1 och XD1	XS2 och XD2	XS3 och XD3
Accepterade cement och sammanhörande högsta tillåtna $v_{ct,ekv}$	Accepterade cement	Högsta tillåtna $v_{ct,ekv}$		
	CEM I			
	CEM II/A-D			
	CEM II/A-L			
	CEM II/A-LL <sup>a</sup>	0,45	0,45	0,40
	CEM II/A-S			
	CEM II/A-V			
	CEM II/A-P			
	CEM II/A-Q			
	CEM II/A-M <sup>a,b</sup>			
	CEM II/B-S	0,45	0,45	0,40
	CEM II/B-V			
	CEM II/B-P			
	CEM II/B-Q			
	CEM II/B-M <sup>a,b,c</sup>			
	CEM II/C-M <sup>a,d</sup>	0,45	0,45	0,40
	CEM III/A	0,45	0,45	0,40
CEM III/B	0,45	0,45	0,40	
CEM IV/A <sup>e</sup>	0,45	0,45	0,40	
CEM V/A	0,45	0,45	0,40	
CEM VI <sup>a</sup>	0,45	0,45	0,40	
Övriga CEM II, CEM IV/A, CEM V/A, CEM VI	f	f	f	
Hållfasthetsklass hos cement	-	≥ 42,5	≥ 42,5	≥ 42,5
Andel PC-klinker av bindemedel, i % <sup>e</sup>	-	≥ 35 <sup>h</sup>	≥ 35 <sup>h</sup>	≥ 35 <sup>h</sup>
Andel av bindemedlet, i % <sup>j,k</sup>	-	≤ 10 ≤ 35 <sup>k,l</sup> ≤ 65 <sup>l</sup>	≤ 10 ≤ 35 <sup>k,l</sup> ≤ 65 <sup>l</sup>	≤ 10 ≤ 35 <sup>k,l</sup> ≤ 65 <sup>l</sup>

Föreskriva X0 eller XC1 där det är möjligt!

Åtgärder för att minska klimatpåverkan:

- Använda "rätt" exponeringsklass. (rätt betong på rätt plats)
- Använda CEM II, CEM III, CEM IV eller CEM V eller CEM VI (där det är möjligt).
- Inte för höga krav på uttorkning.
- Använda lämpliga produktionsmetoder.

Tabell 7 – Accepterade cement enligt SS-EN 197-1:2021 och SS-EN 197-5:2021 samt bindemedelssammansättningar och krav avseende högsta  $vct_{ekv}$  i exponeringsklasserna X0 och XC1 till XC4

Exponeringsklass	Ingen risk för korrosion eller angrepp X0		Korrosion föranledd av karbonatisering			
			XC1 <sup>a</sup>	XC2	XC3	XC4
Accepterade cement och sammanhörande högsta tillåtna $vct_{ekv}$	Alla cement acceptera.  Inget krav på $vct_{ekv}$	Accepterade cement	Högsta tillåtna $vct_{ekv}$			
		CEM I				
		CEM II/A-D				
		CEM II/A-L				
		CEM II/A-LL	0,90	0,60	0,55	0,55
		CEM II/A-S				
		CEM II/A-V				
		CEM II/A-P				
		CEM II/A-Q				
		CEM II/A-M <sup>b</sup>				
		CEM II/B-S				
		CEM II/B-V	0,90	0,55 <sup>d</sup>	0,50 <sup>d</sup>	0,50 <sup>d</sup>
		CEM II/B-P				
		CEM II/B-Q				
CEM II/B-M <sup>b,c</sup>						
CEM II/C-M <sup>e</sup>	0,90	0,55 <sup>d</sup>	0,50 <sup>d</sup>	0,50 <sup>d</sup>		
CEM III/A	0,90	0,55 <sup>d</sup>	0,50 <sup>d</sup>	0,50 <sup>d</sup>		
CEM III/B	0,75 <sup>d</sup>	0,50 <sup>d</sup>	0,45 <sup>d</sup>	0,45 <sup>d</sup>		
CEM IV/A <sup>f</sup>	0,90	0,55 <sup>d</sup>	0,50 <sup>d</sup>	0,50 <sup>d</sup>		
CEM V/A	0,90	0,55 <sup>d</sup>	0,50 <sup>d</sup>	0,50 <sup>d</sup>		
CEM VI	0,90	0,55 <sup>d</sup>	0,50 <sup>d</sup>	0,50 <sup>d</sup>		
Övriga CEM II, CEM IV/A, CEM V/A, CEM VI		g	g	g	g	
Hållfasthetsklass hos cement	≥ 32,5	-	≥ 32,5	≥ 32,5	≥ 42,5	≥ 42,5
Andel PC-klinker av bindemedel, i % <sup>b</sup>	≥ 30 <sup>i</sup>	-	≥ 35 <sup>i</sup>	≥ 35 <sup>i</sup>	≥ 35 <sup>i</sup>	≥ 35 <sup>i</sup>
Andel av bindemedlet, i % <sup>j,k</sup>						
Silikastoft	≤ 10	-	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10
Flygaska+puzzolan <sup>l</sup>	≤ 35 <sup>m</sup>		≤ 35 <sup>m,n</sup>	≤ 35 <sup>m,n</sup>	≤ 35 <sup>m,n</sup>	≤ 35 <sup>m,n</sup>
ggbs	≤ 70 <sup>m</sup>		≤ 65 <sup>m</sup>	≤ 65 <sup>m</sup>	≤ 65 <sup>m</sup>	≤ 65 <sup>m</sup>

- Kalksten (L), naturliga puzzolaner (P) och naturliga kalcinerade puzzolaner (Q) accepteras som huvudbeståndsdelar i cement.
- Naturliga och naturliga kalcinerade puzzolaner enligt SS 137004 accepteras som tillsatsmaterial.
- L, P och Q accepteras som huvudbeståndsdelar i CEM II/A-M och CEM II/B-M tillsammans med -LL, -S och/eller -V.
- Slaggcement, CEM III/B, accepteras i XC1-XC4.
- CEM IV/A, CEM V/A med -P (upp till 35 %) och/eller -Q (upp till 35 %) samt -S och -V accepteras i XC1-XC4.
- CEM VI med -P (upp till 20 %) och/eller -L (upp till 20 %) samt -S, -V och -LL accepteras i XC1-XC4.
- Differentiering av  $vct_{ekv}$  i XC2-XC4. Kan höjas med kvalifikationsprovning.
- Övriga CEM II och CEM IV/A som överensstämmer med EN 197-1 kan användas i XC-klasserna med kvalifikationsprovning.

Krav på lägre  $vct_{ekv}$ . Kvalifikationsprovning för höjning av  $vct_{ekv}$ .

Kvalifikationsprovning för acceptans och fastställande av användningskriterier.

Tabell 8 - Accepterade cement enligt SS-EN 197-1:2011 och SS-EN 197-5:2011 samt bindemedelssammansättningar och krav avseende högsta  $vct_{ekv}$  i exponeringsklasserna XS1 till XS3 samt XD1 till XD3 .


Exponeringsklass		Korrosion föranledd av kloridinträngning		
		XS1 och XD1	XS2 och XD2	XS3 och XD3
Accepterade cement och sammanhörande högsta tillåtna $vct_{ekv}$	Accepterade cement	Högsta tillåtna $vct_{ekv}$		
	CEM I			
	CEM II/A-D			
	CEM II/A-L <sup>a</sup>			
	CEM II/A-LL <sup>a</sup>	0,45	0,45	0,40
	CEM II/A-S			
	CEM II/A-V			
	CEM II/A-P			
	CEM II/A-Q			
	CEM II/A-M <sup>a, b</sup>			
	CEM II/B-S			
	CEM II/B-V			
	CEM II/B-P	0,45	0,45	0,40
	CEM II/B-Q			
	CEM II/B-M <sup>a, b, c</sup>			
CEM II/C-M <sup>a, d</sup>	0,45	0,45	0,40	
CEM III/A	0,45	0,45	0,40	
CEM III/B	0,45	0,45	0,40	
CEM IV/A <sup>e</sup>	0,45	0,45	0,40	
CEM V/A	0,45	0,45	0,40	
CEM VI <sup>a</sup>	0,45	0,45	0,40	
Övriga CEM II, CEM IV/A, CEM V/A, CEM VI		f	f	f
Hållfasthetsklass hos cement	-	≥ 42,5	≥ 42,5	≥ 42,5
Andel PC-klinker av bindemedel, i % <sup>g</sup>	-	≥ 35 <sup>h</sup>	≥ 35 <sup>h</sup>	≥ 35 <sup>h</sup>
Andel av bindemedlet, i % <sup>i</sup>	-			
Silikastoft		≤ 10	≤ 10	≤ 10
Flygaska+puzzolan i ggbs		≤ 35 <sup>k, l</sup>	≤ 35 <sup>k, l</sup>	≤ 35 <sup>k, l</sup>
		≤ 65 <sup>l</sup>	≤ 65 <sup>l</sup>	≤ 65 <sup>l</sup>

- Kalksten (L), naturliga puzzolaner (P) och naturliga kalcinerade puzzolaner (Q) accepteras som huvudbeståndsdelar i cement.
- Naturliga och naturliga kalcinerade puzzolaner enligt SS 137004 accepteras som tillsatsmaterial.
- L, P och Q accepteras som huvudbeståndsdelar i CEM II/A-M och CEM II/B-M tillsammans med -LL, -S och/eller -V.
- Slaggcement, CEM III/B, accepteras i XS/D1-XS/D3.
- CEM IV/A, CEM V/A med -P (upp till 35 %) och/eller -Q (upp till 35 %) samt -S och -V accepteras i XC1-XC4.
- CEM VI med -P (upp till 20 %) och/eller -L (upp till 20 %) samt -S, -V och -LL accepteras i XC1-XC4.
- Övriga CEM II och CEM IV/A som överensstämmer med EN 197-1 kan användas i XS/XD-klasserna med kvalifikationsprovning.

Kvalifikationsprovning för acceptans och fastställande av användningskriterier.

# Ytterligare möjligheter i SS 137003

- **Bilaga N.** "Användning av andra bindemedel i en exponeringsklass än vad som anges i tabell 7 till tabell 10 i en specifik betong"
  - Funktionsprovning i laboratorium.
  - Fältförsök.
  - Långvarig väldokumenterad användning.
- **Bilaga O och P.** "Tillämpning av konceptet likvärdig prestanda hos bindemedelskombinationer (EPCC)"
  - Effektivare användning av cement och tillsatsmaterial genom funktionsprovning
    - Större andel tillsatsmaterial i bindemedel.
    - Högre  $vct_{ekv}$  än vad som anges i tabell 7 till tabell 9.
    - Högre  $k$ -faktor än vad som anges i avsnitt 5.2.5.2 ( $\leq 1,0$ )
- **Bilaga T.** "Kvalifikationsprovning – framtagande av användningskriterier för cement och bindemedelskombinationer"
  - Bestämning av användningskriterier och högsta  $vct_{ekv}$  för specifika cement (enligt SS-EN 197-1 och SS-EN 197-5).
  - Genom bättre beskrivning av beständigheten hos klimatförbättrad betong  $vct_{ekv}$  än vad som anges i tabell 7 till tabell 9 genom funktionsprovning.
  - Bestämning av användningskriterierna och högsta  $vct_{ekv}$  vid tillämpning av en högre  $k$ -faktor ( $\leq 1,0$ ) än vad som anges i 5.2.5.2.

Tabell N.1 —  Egenskaper och laboratorieprovningssmetoder som kan ingå vid provning av betong med andra bindemedel än vad som anges i [tabell 7](#) till [tabell 10](#), egenskaper och metoder

Egenskaper som utvärderas med jämförelseprovning	Exempel på lämpliga provningssmetoder	Provningsålder
Tryckhållfasthet	<a href="#">SS-EN 12390-2 [36]</a> alternativt enligt <a href="#">S.S.1.1 (2)</a> , <a href="#">SS-EN 12390-3 [37]</a>	1 dygn, 2 dygn, 7 dygn, 28 dygn, 56 dygn samt och 182 dygn
Krypning	<a href="#">SS-EN 12390-17:2019 [38]</a> <a href="#">ASTM C512/C512M-24 [39]</a>	14 dygn till 182 dygn
E-modul	<a href="#">SS-EN 12390-13:2021 [40]</a>	7 dygn, 28 dygn, 56 dygn samt 182 dygn
Krympning	<a href="#">SS-EN 12390-16 [41]</a> <a href="#">SS 137215 [42]</a>	-
Inre frostbeständighet	<a href="#">SIS-CEN/TR 15177 [43]</a> Andra metoder beskrivs i <a href="#">[44]</a>	-
	<a href="#">SS-EN 12390-18 [45]</a> , <a href="#">[46]</a> <a href="#">SS-EN 12390-19 [47]</a>	28 dygn, 56 dygn, 91 dygn samt 182 dygn
	<a href="#">SS-EN 12390-20 [48]</a>	-
	<a href="#">SS-EN 12390-21 [49]</a>	-
	<a href="#">SS-EN 12390-22 [50]</a>	-
	<a href="#">SS-EN 12390-23 [51]</a>	-
	<a href="#">[52]</a>	-
	<a href="#">SS-EN 12390-14 [53]</a> <a href="#">SS-EN 12390-15 [54]</a>	-
	<a href="#">[55]</a>	-
	Andra metoder beskrivs i <a href="#">SIS-CEN/TR 15697 [56]</a>	-
Egenskaper som utvärderas mot kravvärden	Exempel på lämpliga provningssmetoder	-

## Bilaga N

Möjliggör användning av andra bindemedel genom funktionsprovning, fältförsök eller väldokumenterade användning.

Kloridpermeabilitet/migration  
Korttidsprovning med exponering för 3 % NaCl-lösning under 50 dagar  
Långtidsprovning med exponering för 3 % NaCl-lösning

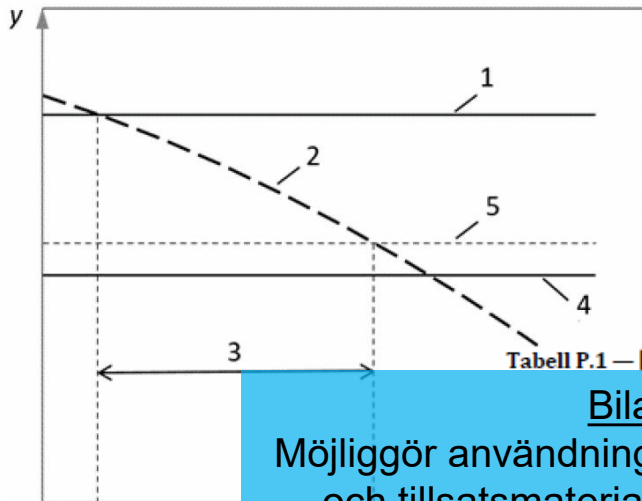
[SS-EN 13295 \[48\]](#)  
[SS-EN 12390-12 \[49\]](#) (accelererad metod)  
[SS-EN 12390-10 \[50\]](#) (långtidsprovning)

[SS-EN 480-14 \[51\]](#)

[\[52\]](#)  
[SS-EN 12390-14 \[53\]](#)  
[SS-EN 12390-15 \[54\]](#)

[\[55\]](#)  
Andra metoder beskrivs i [SIS-CEN/TR 15697 \[56\]](#)

Exempel på lämpliga provningssmetoder



Tabell P.1 — Exempel på möjliga bindemedelskombinationer och gränsvärden för deras sammansättning

### Bilaga O och P

Möjliggör användning av kombinationer av cement och tillsatsmaterial eller kombinationer av två cement genom provning av hållfasthet.

Bindemedel respektive cement	Bindemedelsk ombildning	Lagsta halt av bindemedel "klimker" <sup>a</sup>	Andel tillsatsmaterial i bindemedelskomba- inationerna <sup>b</sup>
CEM II/A-S	BK II/A-S	80 %	6 till 20 % ggbs (S) 21 till 35 % flygaska (V)
CEM II/B-M	BK II/B-M	65 %	totalt 21 till 35 % av minst två av materialen flygaska (V), ggbs (S), kalksten (LL), silikastoft (D), naturliga puzzolaner (P) och kalcinerade naturliga puzzolaner (Q) <sup>c</sup>
CEM II/C-M (S-LL)	BK II/C-M (S- LL)	50 %	totalt 36 till 50 % av materialen ggbs (S) och kalksten (LL) <sup>c</sup>
CEM III/B	BK III/B	20 % <sup>d</sup>	66 till 80 % ggbs <sup>d</sup> (S)
CEM IV/A (V)	BK IV/A (V)	65 %	11 till 35 % flygaska (V)
CEM VI (S- LL)	BK VI (S-LL)	35 %	31 till 59 % ggbs (S) och 6 till 20 % LL <sup>c</sup>

Tabell T.4 — [45] Möjliga tillåtna provningsmetoder och krav vid kvalifikationsprovning av cement där användningskriterier saknas i tabell 7 och tabell 8 eller för kvalificering för högre högsta  $v_{ct,ekv}$  än som anges för cementtypen

Nedbrytningsmekanism/ Exponeringsklass	Provningsmetoder	Tilläggskriterier	Acceptanskriterier
Karbonatisering <sup>b</sup> ; XC1 till XC4	SS-EN 12390-12 (korttidsprovning)		Karbonatiseringsdjupet vid provningens slut, dvs. efter 10 veckor, ska inte överstiga referensbetongens vid högsta tillåtna $v_{ct,ekv}$ för referenscementet i aktuell exponeringsklass.  Alternativt kan utvärderingen baseras på karbonatiseringshastigheten, $K_{AC}$ , bestämd enligt SS-EN 12390-12. Karbonatiseringshastigheten ska inte överstiga referensbetongens vid högsta tillåtna $v_{ct,ekv}$ för referenscementet i aktuell exponeringsklass.
<b>Bilaga T</b>			
<b>Framtagande av användningskriterier för specifika cement, användning av högre <math>v_{ct,ekv}</math> och användning av högre k-faktor</b>			
	SS-EN 12390-10 (långtidsprovning)	Exponeringstid minst 2 år. Efter 1 och 2 år bevakas bara beständigheten.	Karbonatiseringsdjupet vid provningens slut, dvs. efter 10 veckor, ska inte överstiga referensbetongens vid högsta tillåtna $v_{ct,ekv}$ för referenscementet i aktuell exponeringsklass.  Ett alternativt utvärderingen baseras på karbonatiseringshastigheten, $K_{AC}$ , bestämd enligt SS-EN 12390-10. Karbonatiseringshastigheten ska inte överstiga referensbetongens vid högsta tillåtna $v_{ct,ekv}$ för referenscementet i aktuell exponeringsklass.
			bestämd enligt SS-EN 12390-10. Karbonatiseringshastigheten ska inte överstiga referensbetongens vid högsta tillåtna $v_{ct,ekv}$ för referenscementet i aktuell exponeringsklass.
Klorider <sup>d</sup> XD1 till XD3 XS1 till XS3	[46] (korttidsprovning)	-	Kloridmigrationskoefficienten vid (56 ± 7) dygn ska inte överstiga referensbetongens vid högsta tillåtna $v_{ct,ekv}$ i aktuell exponeringsklass.
	SS-EN 12390-11 (korttidsprovning)	Koncentrationen av NaCl ska ökas till 6 % <sup>c</sup>	Diffusionskoefficienten ska inte överstiga referensbetongens vid högsta tillåtna $v_{ct,ekv}$ i aktuell exponeringsklass.
	SS-EN 12390-11 (långtidsprovning)	Exponeringstiden förlängs till 2 år.	Diffusionskoefficienten ska inte överstiga referensbetongens vid högsta tillåtna $v_{ct,ekv}$ i aktuell exponeringsklass.
	SS-EN 12390-18 (korttidsprovning)	-	Kloridmigrationskoefficienten vid (56 ± 7) dygn ska inte överstiga referensbetongens vid högsta tillåtna $v_{ct,ekv}$ i aktuell exponeringsklass.

# Nya möjligheter i SS-EN 206:2026

Table 13 — Reduction classes

Reduction classes	Value of $X$
$GW_R 0$	$X < 10$
$GW_R 1$	$10 \leq X$
$GW_R 2$	$20 \leq X$
$GW_R 3$	$30 \leq X$
$GW_R 4$	$40 \leq X$
$GW_R 5$	$50 \leq X$
$GW_R 6$	$60 \leq X$
$GW_R 7$	$70 \leq X$
$GW_R 8$	$80 \leq X$
$GW_R 9$	$90 \leq X$

**NOTE** Negative values of  $X$  are classified  $GW_R 0$

Konceptet med exponeringsmotståndsklasser (ERC).  
Arbete pågår med att ta fram svenska tillämpningsregler.

Klasser för CO<sub>2</sub>-emissioner  
Ungefär samma system som används i  
Svensk Betongs Vägledning för  
klimatförbättrad betong

## 6.3.3 Performance-related methods

- (1) The requirements related to exposure classes may be established by using performance-related methods for durability and may be specified in terms of performance-related parameters, e.g. chloride and carbonation ingress and scaling of concrete in a freeze/thaw test.
  - (2) Provisions valid in the place of use may give provisions for performance related methods for concrete to resist deterioration and protect against corrosion for all relevant exposure classes.
  - (3) Exposure resistance classes (ERC) should be used to classify concrete with respect to resistance:
    - against corrosion induced by carbonation (XRC) or by chlorides (XRDS) and damage caused;
    - by freeze/thaw attack (XRF) or chemical attack (XRA).
- (2) Performance related method for carbonation and chloride attacks should be based on ERC concept. For other attacks the application of a performance-based method depends on the provisions valid in the place of use of the concrete.

# Betongrapport 11

Betongrapport nr 11 – Utgåva 4, 2022  
Svenska Betongföreningen  
100 44 Stockholm

ISBN 1102-3341  
ISRN SBF-RS-11/2-SE  
ISBN 978-91-978823-0-9

## **Vägledning för val av exponeringsklass enligt SS-EN 206**

**Betongrapport nr 11 – Utgåva 4**

# Exempel – val av exponeringsklass

## Husbyggnad

Konstruktionstyp/konstruktionsdel	Betongytans exponering, läge m.m.	Exp.klasser
<b>1. Oarmerad betong</b> (Betr. oarmerad betong under vatten, se även andra stycket på sid. 5)		
Grundkonstruktioner på frostfritt djup		X0
Grundkonstruktioner ovan frostfritt djup		XF3
<b>2. Husbyggnader (bostäder, kontor etc.)</b>		
Invändig konstruktionsdel <sup>1)</sup>	Normala bostads- och kontorsutrymmen o.d.	X0
	Badrum, tvättstugor o.d.	XC1
Yttervägg o.d.	Vertikala ytor	XC4+XF1
	Horisontella ytor (exempelvis fönstemsch)	XC4+XF3
Balkong o.d.	Översida	XC4+XF3
	Undersida	XC3+XF1
Yttertrappa, loftgång o.d.	Översida (ej tösaltad)	XC4+XF3
	Översida (tösaltad)	XD3+XF4
	Undersida	XC3+XF1
Sockel o.d.	Ej utsatt för tösalt	XC4+XF3
	Utsatt för stänk av tösalt (se också avsnitt "Exponering i tösaltade miljöer" på sid. 18)	XD3+XF4

X0

X0

XC1

XC4+XF3

XD3+XF4

# Exempel – val av exponeringsklass

## Husbyggnad

3. Konstruktioner i och mot mark		(vid kemiskt aggressivt grundvatten kan exponeringsklass XA1–3 tillkomma för delar under grundvattenytan)
<u>Delar där fuktillståndet är väl beskrivet</u>		
Delar av grundläggning som är ovan mark, inklusive invändiga ytor i krypgrunder	Ovan mark	XC4+XF3 <sup>2)</sup>
	Inside i krypgrund	XC3+XF1
Delar av grundläggning som är mot mark utan värmeisolering och gastäta skikt	Delar utan värmeisolering och fuktspärr	XC2 <sup>3)</sup>
	Pålar	XC2 <sup>4)</sup>
Delar av grundläggning som är mot mark med gastäta skikt	Delar med gastäta skikt, t.ex. plastfolier, radonskydd, homogen cellplast (EPS, XPS), cellglas och liknande.	XC1
Konstruktionstyp/konstruktionsdel	Betongytans exponering, läge m.m.	Exp.klasser
Delar av grundläggning som är mot mark med ej gastät värmeisolering	Delar med värmeisolering som är ej gastät, t.ex. stenull, lättklinkerfyllning, cellplast som är genomsläpplig (pordrän, isodrän) och liknande.	XC3
<u>Delar av grundläggning där fuktillståndet behöver beskrivas bättre.</u>		
	En särskild utredning kan behövas för att få en bra beskrivning av exponeringsmiljön	-

XC4+XF3

XC1

XC3

Utdrag ur Tabell 3.3  
i Betongrapport 11

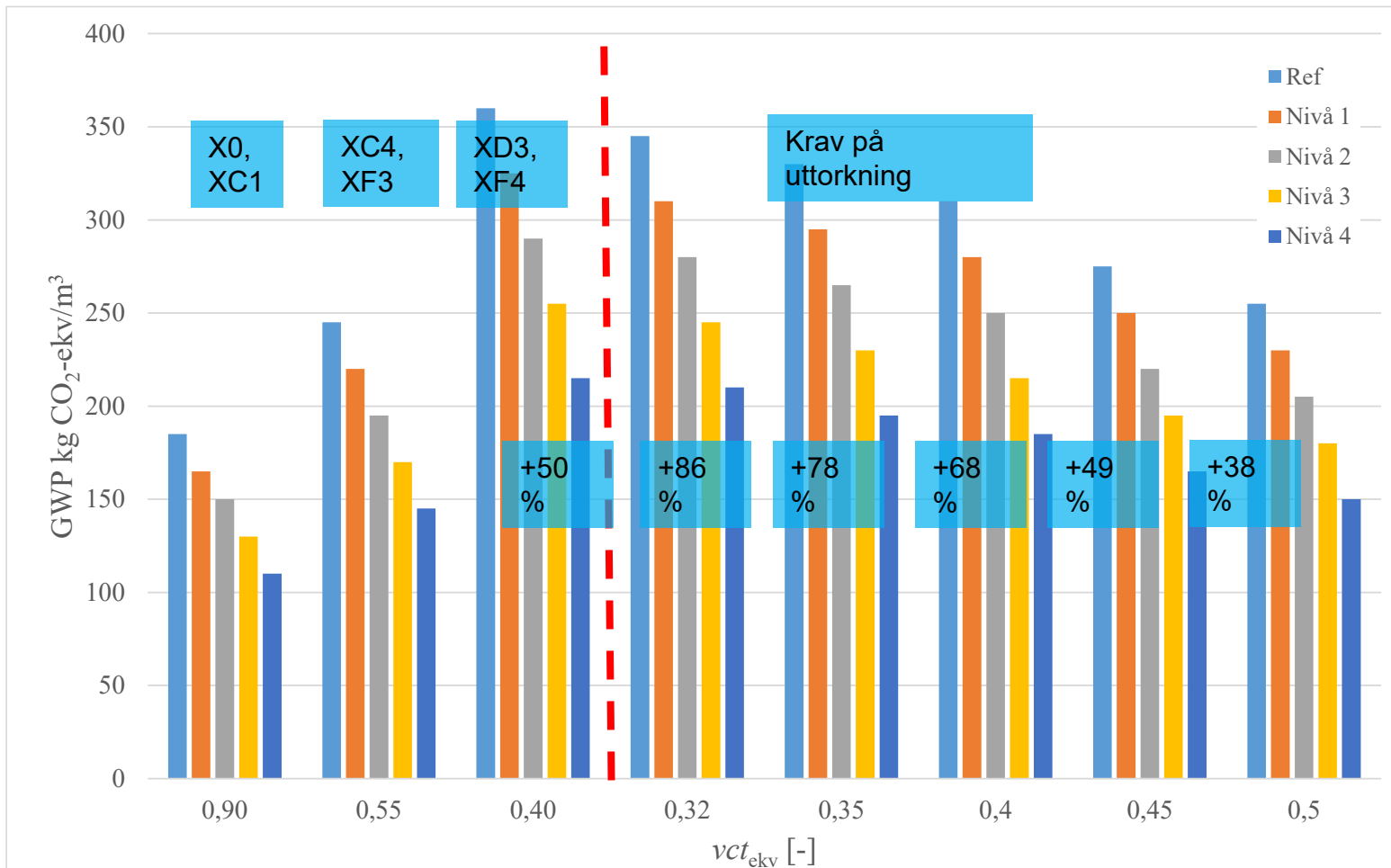
Tabell 7 - Accepterade cement enligt SS-EN 197-1:2011 och SS-EN 197-5:2021 samt bindemedelssammansättningar och krav avseende högsta  $v_{ct,ekv}$  i exponeringsklasserna X0 och XC1 till XC4

Exponeringsklass	Ingen risk för korrosion eller repp		Korrosion föränledd av karbonatisering			
			XC1 <sup>a</sup>	XC2	XC3	XC4 <sup>a</sup>
Accepterade cement och sammanhörande högsta tillåtna $v_{ct,ekv}$	Alla cement acceptera.  Inget krav på $v_{ct,ekv}$	Accepterade cement	Högsta tillåtna $v_{ct,ekv}$			
		CEM I CEM II/A-D CEM II/A-L CEM II/A-LL CEM II/A-S CEM II/A-V CEM II/A-P CEM II/A-Q CEM II/A-M <sup>b</sup>	0,90	0,60	0,55	0,55
		CEM II/B-S CEM II/B-V CEM II/B-P CEM II/B-Q CEM II/B-M <sup>b,c</sup>	0,90	0,55 <sup>d</sup>	0,50 <sup>d</sup>	0,50 <sup>d</sup>
		CEM II/C-M <sup>e</sup>	0,90	0,55 <sup>d</sup>	0,50 <sup>d</sup>	0,50 <sup>d</sup>
		CEM III/A	0,90	0,55 <sup>d</sup>	0,50 <sup>d</sup>	0,50 <sup>d</sup>
		CEM III/B	0,75 <sup>d</sup>	0,50 <sup>d</sup>	0,45 <sup>d</sup>	0,45 <sup>d</sup>
		CEM IV/A <sup>f</sup>	0,90	0,55 <sup>d</sup>	0,50 <sup>d</sup>	0,50 <sup>d</sup>
		CEM V/A	0,90	0,55 <sup>d</sup>	0,50 <sup>d</sup>	0,50 <sup>d</sup>
		CEM VI	0,90	0,55 <sup>d</sup>	0,50 <sup>d</sup>	0,50 <sup>d</sup>
		Övriga CEM II, CEM IV/A, CEM V/A CEM VI	g	g	g	g
		Hållfasthetsklass hos cement	≥ 32,5	-	≥ 3	
		Andel PC-klinker av bindemedel, i % <sup>h</sup>	≥ 30 <sup>i</sup>	-	≥ 3	
		Andel av bindemedlet, i % <sup>k</sup>				
		Silikastoft Flygaska+puzzolan <sup>l</sup> ggbs	≤10 ≤35 <sup>m</sup> ≤70 <sup>m</sup>	-	≤10 ≤35 ≤65	

Tabell 8 - Accepterade cement enligt SS-EN 197-1:2011 och SS-EN 197-5:2021 samt bindemedelssammansättningar och krav avseende högsta  $v_{ct,ekv}$  i exponeringsklasserna XS1 till XS3 samt XD1 till XD3.

Exponeringsklass		Korrosion föränledd av kloridinträngning			
		XS1 och XD1	XS2 och XD2	XS3 och XD3	
Accepterade cement och sammanhörande högsta tillåtna $v_{ct,ekv}$	Accepterade cement	Högsta tillåtna $v_{ct,ekv}$			
	CEM I CEM II/A-D CEM II/A-L <sup>a</sup> CEM II/A-LL <sup>a</sup> CEM II/A-S CEM II/A-V CEM II/A-P CEM II/A-Q CEM II/A-M <sup>a,b</sup>	0,45	0,45	0,40	
	CEM II/B-S CEM II/B-V CEM II/B-P CEM II/B-Q CEM II/B-M <sup>a,b,c</sup>	0,45	0,45	0,40	
	CEM II/C-M <sup>a,d</sup>	0,45	0,45	0,40	
	CEM III/A	0,45	0,45	0,40	
	CEM III/B	0,45	0,45	0,40	
	CEM IV/A <sup>e</sup>	0,45	0,45	0,40	
	CEM V/A	0,45	0,45	0,40	
	CEM VI <sup>e</sup>	0,45	0,45	0,40	
	Övriga CEM II, CEM IV/A CEM V/A CEM VI	f	f	f	
	Hållfasthetsklass hos cement	-	≥ 42,5	≥ 42,5	≥ 42,5
	Andel PC-klinker av	-	≥ 35 <sup>h</sup>	≥ 35 <sup>h</sup>	≥ 35 <sup>h</sup>
	<b>Konstruktionsdel</b>	<b>Exponeringsklass</b>	<b>Max vct</b>		
	Grundkonstruktioner (frostfritt)	X0	-		
Grundkonstruktioner (ej frostfritt)	XF3	0,55			
Invändigt	X0	-			
Invändigt (våtrum)	XC1	0,90			
Balkong (översida)	XC4+XF3	0,55	Lufttillsatt		
Yttertrappa (tösaltad)	XD3+XF4	0,40	Frysprovad		

Dessutom XF3 & XF4



# Exempel – val av exponeringsklass

## Anläggningskonstruktion

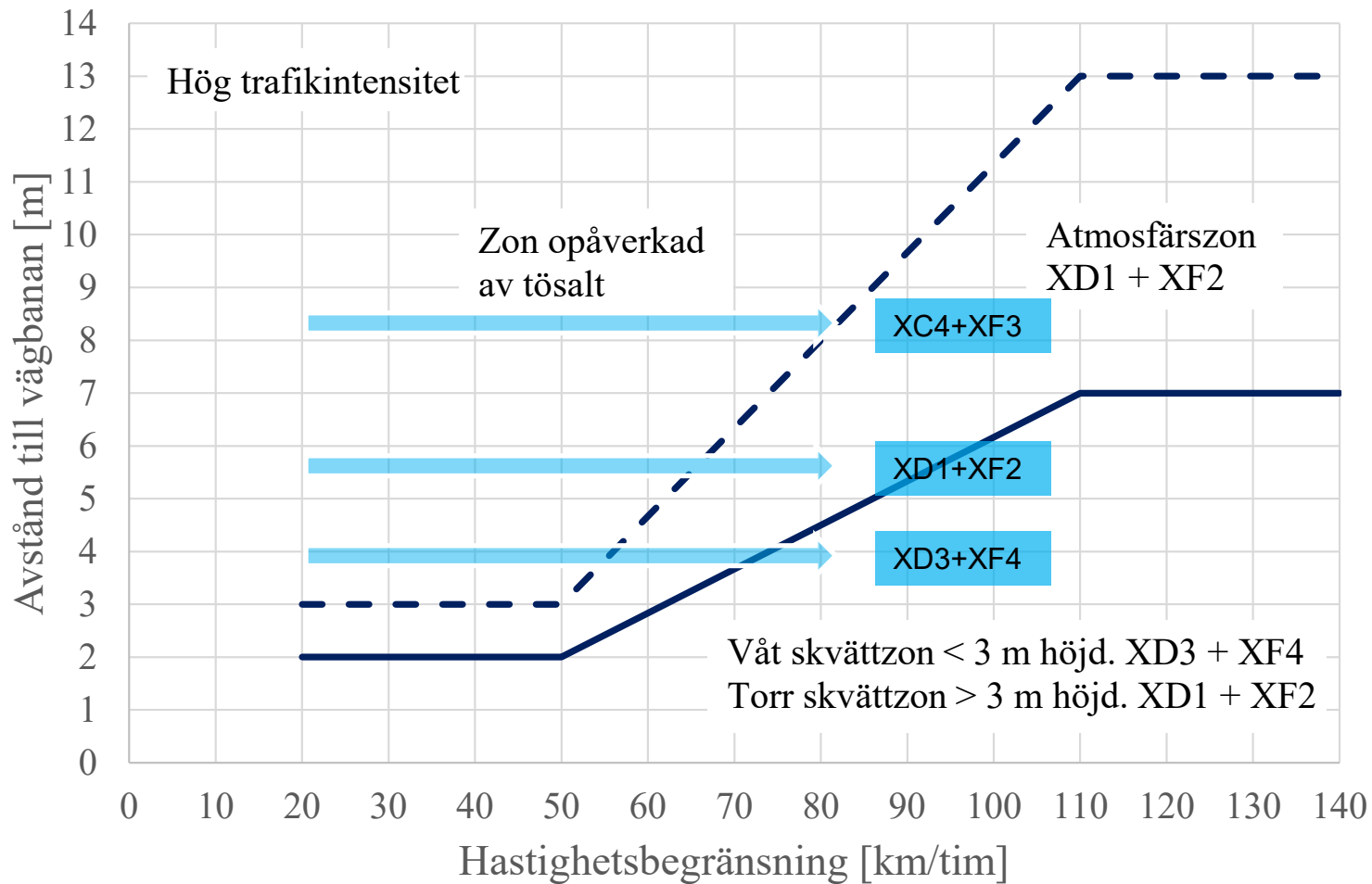
Exponering i utsatta miljöer på sid. 10)		
<b>5. Tösaltade armerade vägar, vägbroar och närliggande konstruktioner</b> <sup>5)</sup>		
Konstruktioner inom våt skvättzon enligt avsnitt "Exponering i tösaltade miljöer" på sid. 18.		XD3+XF4
Konstruktioner inom torr skvättzon samt atmosfärszon enligt avsnitt "Exponering i tösaltade miljöer" på sid. 18.		XD1+XF2
<b>6. Parkeringshus</b> (exponerade ytor i parkeringshus förutsätts vara avvattnade (se [20]). För ej avvattnade ytor i parkeringshus fördras en särskild utredning för att få en korrekt beskrivning av exponeringsmiljön.)		
Konstruktionsdel i slutet, uppvärmt utrymme	> 1 m över golv	XC3
	< 1 m över golv	XD3
Konstruktionsdel i öppet utrymme	> 1 m över golv	Vertikala ytor XC3+XF1
	> 1 m över golv	Horisontella ytor XC3+XF3
	< 1 m över golv	XD3+XF4

XD3+XF4

XD3+XF4

Inverkan av betongens fuktillstånd bör också beaktas, se tabell 1.2 i Betongrapport 11.

Utdrag ur Tabell 3.3  
i Betongrapport 11

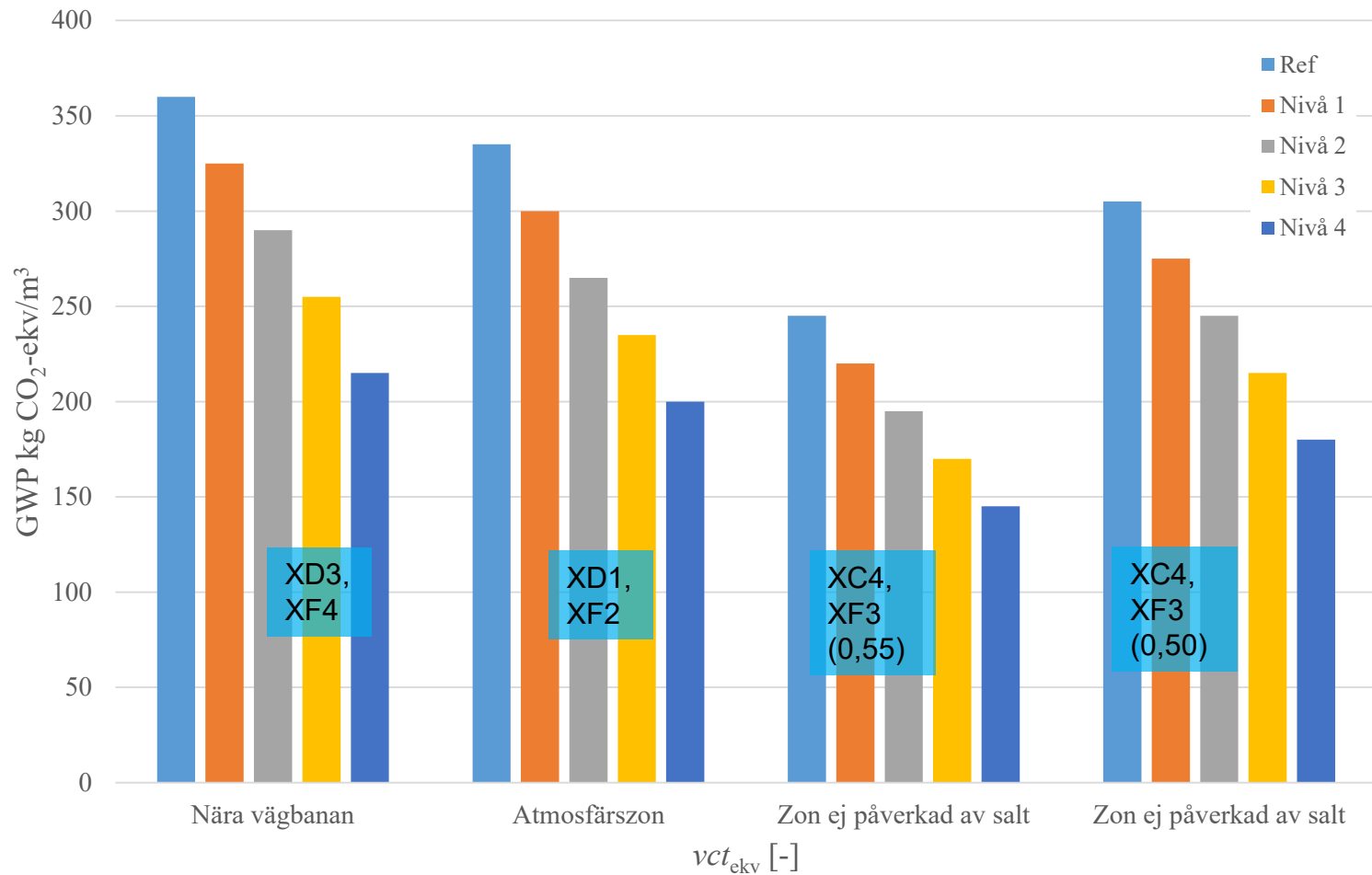


Tabell 7 - Accepterade cement enligt SS-EN 197-1:2011 och SS-EN 197-5:2021 samt bindemedelssammansättningar och krav avseende högsta  $v_{ct,ekv}$  i exponeringsklasserna X0 och bindemedelssammansättningar och krav avseende högsta  $v_{ct,ekv}$  i exponeringsklasserna X0 till XC4

Exponeringsklass	Ingen risk för korrosion eller angrepp X0		Korrosion föranledd av karbonatisering					
			XC1 <sup>a</sup>	XC2	XC3	XC4		
Accepterade cement och sammanhörande högsta tillåtna $v_{ct,ekv}$	Alla cement acceptera.  Inget krav på $v_{ct,ekv}$	Accepterade cement	Högsta tillåtna $v_{ct,ekv}$					
		CEM I CEM II/A-D CEM II/A-L CEM II/A-LL CEM II/A-S CEM II/A-V CEM II/A-P CEM II/A-Q CEM II/A-M <sup>b</sup>	0,90	0,60	0,55	0,55		
		CEM II/B-S CEM II/B-V CEM II/B-P CEM II/B-Q CEM II/B-M <sup>b,c</sup>	0,90	0,55 <sup>d</sup>	0,50 <sup>d</sup>	0,50 <sup>d</sup>		
		CEM II/C-M <sup>e</sup>	0,90	0,55 <sup>d</sup>	0,50 <sup>d</sup>	0,50 <sup>d</sup>		
		CEM III/A	0,90	0,55 <sup>d</sup>	0,50 <sup>d</sup>	0,50 <sup>d</sup>		
		CEM III/B	0,75 <sup>d</sup>	0,50 <sup>d</sup>	0,45 <sup>d</sup>	0,45 <sup>d</sup>		
		CEM IV/A <sup>f</sup>	0,90	0,55 <sup>d</sup>	0,50 <sup>d</sup>	0,50 <sup>d</sup>		
		CEM V/A	0,90	0,55 <sup>d</sup>	0,50 <sup>d</sup>	0,50 <sup>d</sup>		
		CEM VI	0,90	0,55 <sup>d</sup>	0,50 <sup>d</sup>	0,50 <sup>d</sup>		
		Övriga CEM II, CEM IV/A, CEM V/A CEM VI	g	g	g	g		
		Hållfasthetsklass hos cement	≥ 32,5	-	≥ 32,5	≥ 32,5	≥ 42,5	≥ 42,5
		Andel PC-klinker av bindemedel, i % <sup>h</sup>	≥ 30 <sup>i</sup>	-	≥ 35 <sup>i</sup>	≥ 35 <sup>i</sup>	≥ 35 <sup>i</sup>	≥ 35 <sup>i</sup>
		Andel av bindemedlet, i % <sup>j,k</sup>						
		Silikastoft Flygaska+puzzolan <sup>l</sup> ggbs	≤10 ≤35 <sup>m</sup> ≤70 <sup>m</sup>	-	≤ 10 ≤ 35 <sup>m,n</sup> ≤ 65 <sup>m</sup>	≤ 10 ≤ 35 <sup>m,n</sup> ≤ 65 <sup>m</sup>	≤ 10 ≤ 35 <sup>m,n</sup> ≤ 65 <sup>m</sup>	≤ 10 ≤ 35 <sup>m,n</sup> ≤ 65 <sup>m</sup>

Tabell 8 - Accepterade cement enligt SS-EN 197-1:2011 och SS-EN 197-5:2021 samt bindemedelssammansättningar och krav avseende högsta  $v_{ct,ekv}$  i exponeringsklasserna XS1 till XS3 samt XD1 till XD3

Exponeringsklass		Korrosion föranledd av kloridinträngning			
		XS1 och XD1	XS2 och XD2	XS3 och XD3	
Accepterade cement och sammanhörande högsta tillåtna $v_{ct,ekv}$	Accepterade cement	Högsta tillåtna $v_{ct,ekv}$			
	CEM I CEM II/A-D CEM II/A-L <sup>a</sup> CEM II/A-LL <sup>a</sup> CEM II/A-S CEM II/A-V CEM II/A-P CEM II/A-Q CEM II/A-M <sup>a,b</sup>	0,45	0,45	0,40	
	CEM II/B-S CEM II/B-V CEM II/B-P CEM II/B-Q CEM II/B-M <sup>a,b,c</sup>	0,45	0,45	0,40	
	CEM II/C-M <sup>a,d</sup>	0,45	0,45	0,40	
	CEM III/A	0,45	0,45	0,40	
	CEM III/B	0,45	0,45	0,40	
	CEM IV/A <sup>e</sup>	0,45	0,45	0,40	
	CEM V/A	0,45	0,45	0,40	
	CEM VI <sup>e</sup>	0,45	0,45	0,40	
	Övriga CEM II, CEM IV/A CEM V/A CEM VI	f	f	f	
	Hållfasthetsklass hos cement	-	≥ 42,5	≥ 42,5	≥ 42,5
	Andel PC-klinker av bindemedel, i % <sup>f</sup>	-	≥ 35 <sup>h</sup>	≥ 35 <sup>h</sup>	≥ 35 <sup>h</sup>
	Andel av bindemedlet, i % <sup>i</sup>				
	Silikastoft Flygaska+puzzolan <sup>j</sup> ggbs	-	≤10 ≤35 <sup>k,l</sup> ≤65 <sup>l</sup>	≤10 ≤35 <sup>k,l</sup> ≤65 <sup>l</sup>	≤10 ≤35 <sup>k,l</sup> ≤65 <sup>l</sup>



# Sammanfattning

- Steg för att minska klimatpåverkan från betongkonstruktioner
  - Resurseffektiv konstruktion.
  - Rätt betong på rätt plats.
  - Klimatförbättrad betong.
- Möjligheter i SS-EN 206:2013+A2:2021
  - Nyanserade val av exponeringsklasser (och hållfasthetsklasser).
  - Användning av tillsatsmaterial
- Möjligheter i SS 137003:2021+T2:2025
  - Lämpliga val av betongsammansättning (bindemedel och högsta  $vct_{ekv}$ ). Tabell 7-10.
  - Tillämpa **bilagor N, O, P och/eller T** där det är möjligt.
- Nya möjligheter i SS-EN 206-1:2026
  - Tillämpa klasser för CO<sub>2</sub>-emissioner.
  - Använda konceptet med exponeringsmotståndsklasser (ERC).