

# Miljöarbete i praktiken

# Thomas Betong

Anders Lindvall

Thomas Concrete Group, C-lab

(anders.lindvall@c-lab.se)

# Thomas Betongs miljöarbete i praktiken

- Utnyttjande av möjligheter som ges i regelverk
  - Nyanserade val av **hållfasthets-/exponeringsklasser**.
  - Lämpliga val av betongsammansättning (bindemedel och  $vc_{ekv}$ ).
  - Tillämpa **bilagor N, O, P och/eller T** där det är möjligt.
- Stöttning av kunder vid föreskrivande av betong med mera
  - Val av **lämpliga exponeringsklasser**.
  - Nyansera krav på uttorkning.
  - Rekommendation vid **val av betongsammansättning**.
  - Utföra **prognoser** och ge **förslag på lämpliga åtgärder**.
  - Rekommendation vid val av **lämpliga produktionsmetoder**.
  - Uppföljning av betong och resultat av gjutarbeten.

Med hänsyn till betongens egenskaper och begränsad klimatpåverkan.

Aktiv användning av Svensk Betongs Vägledning Klimatförbättrad betong och Betongrapport 11

Återföring av erfarenheter från genomförda projekt.

Om det är möjligt komma in tidigt i projekt

## RESURSEFFEKTIV KONSTRUKTION

Optimera  
konstruktionen i tidigt  
skede – välj en resurssnål  
konstruktionslösning.

Val av exponeringsklasser.  
Krav på uttorkning.  
(Val av betongkvalitet)

Val av bindemedel.  
Val av  $vct_{ekv}$ .

## RÄTT BETONG PÅ RÄTT PLATS

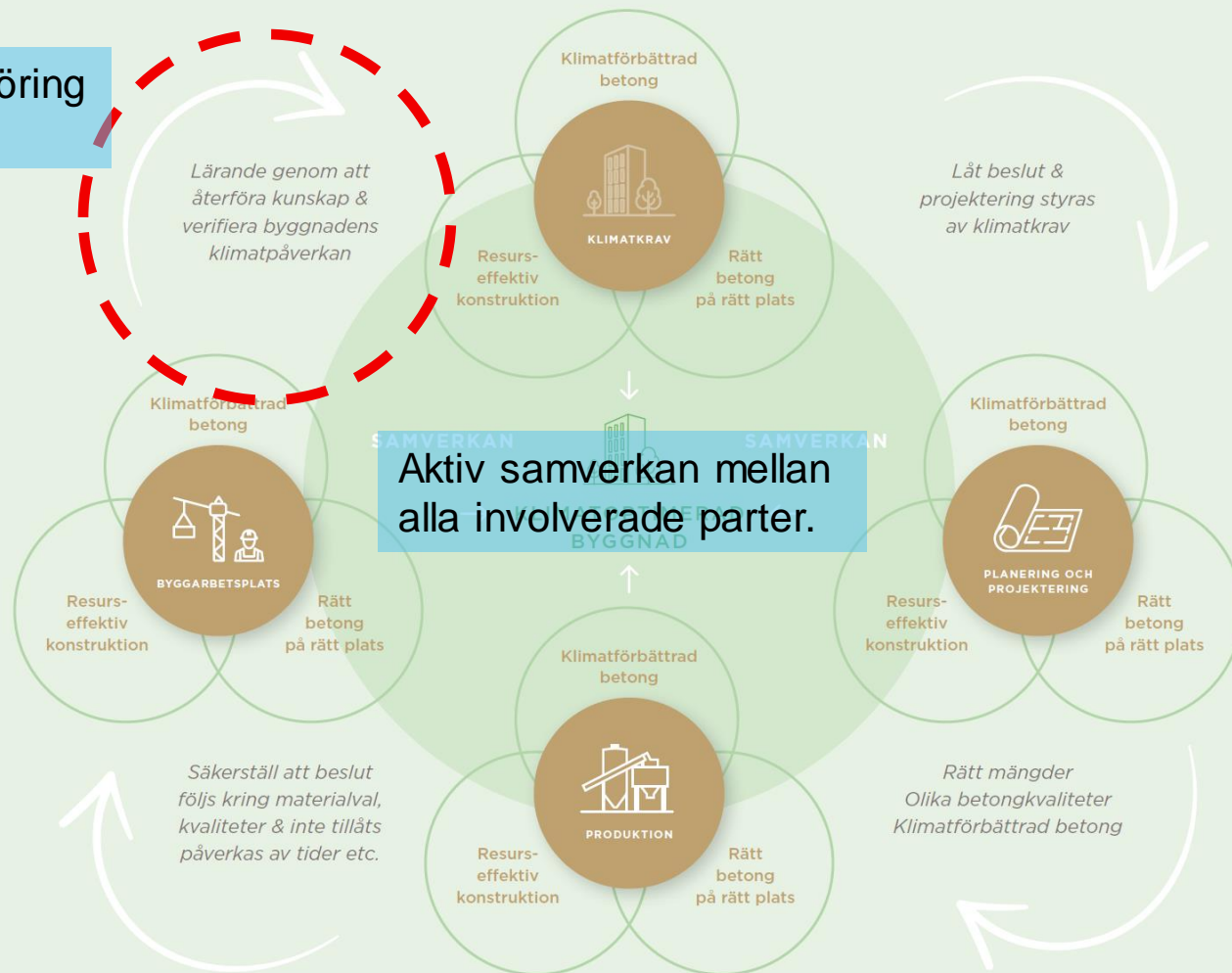
Använd inte högre  
betongkvaliteter än  
konstruktionens olika  
delar kräver.

## KLIMATFÖRBÄTTRAD BETONG

Välj klimatförbättrad  
betong! Storleken på  
klimatförbättringen ökar  
med andelen alternativa  
bindemedel.

Figur från Klimatförbättrad  
betong, Svensk Betong

Kunskapsåterföring  
är väsentlig.



Figur från Klimatförbättrad  
betong, Svensk Betong

# Allmänt – hur kan vi begränsa klimatpåverkan?

## Resurseffektiv konstruktion

Använd mindre mängd betong

- Resurseffektivare design.
- Materialoptimering.
- Effektivare konstruktionslösningar.

## Rätt betong på rätt plats

- Använd inte högra 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.

## 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.

# Utnyttja möjligheter i regelverk

Vilka möjligheter har vi att klimatoptimera med dagens regelverk?

Med hänsyn till önskemål om livslängd

- Val av **betongsammansättning** enligt Tabell 7-10 i SS 137003
  - Använda bindemedel med lägre klinkerinhåll.
  - Använda betong med så högt  $vct_{ekv}$  som möjligt.
- Val av **minsta täckande betongskikt** enligt Tabell D-1 i EKS
  - Beror på val av bindemedel och  $vct_{ekv}$  samt önskemål om livslängd.
- Användning av **andra betongsammansättningar** än de som anges i Tabell 7-10 i SS 137003
  - **Bilaga N.** Användning av andra bindemedel i en exponeringsklass än vad som anges i tabell 7 till 10 i en specifik betong.
  - **Bilaga O och P.** Tillämpning och exempel på tillämpning av konceptet likvärdig prestanda hos bindemedelskombinationer (EPCC).
  - **Bilaga T.** Kvalifikationsprovning – framtagande av användningskriterier för cement och bindemedelskombinationer.

Begränsas av föreskrivna exponeringsklasser, krav på uttorkning och valda produktionsmetoder.

Exponeringsklass	Ingen risk för korrosion eller angrepp X0		Korrosion föränld av karbonatisering			
			XC1 <sup>a</sup>	XC2	XC3	XC4
Accepterade cement och sammanhörande högsta tillåtna vct <sub>ekv</sub>	Alla cement enligt SS-EN 197-1:2011 accepteras.  Inget krav på vct <sub>ekv</sub>	Accepterade cement enligt SS-EN 197-1:2011	Högsta tillåtna vct <sub>ekv</sub>			
		CEM I	0,90	0,60	0,55	0,55
		CEM II/A-D				
		CEM II/A-LL				
		CEM II/A-S				
		CEM II/A-V				
		CEM II/A-M <sup>b</sup>				
		Övriga CEM II/A	c	c	c	c
		CEM II/B-S				
		CEM II/B-M <sup>b,d</sup>	0,90	0,55 <sup>e</sup>	0,50 <sup>e</sup>	0,50 <sup>e</sup>
		CEM II/B-V				
		Övriga CEM II/B	c	c	c	c
		CEM III/A	0,90	0,55 <sup>e</sup>	0,50 <sup>e</sup>	0,50 <sup>e</sup>
Hållfasthetsklass hos cement	≥ 32,5	-	≥ 32,5	≥ 32,5	≥ 42,5	≥ 42,5
Andel PC-klinker av bindemedel, i % <sup>f</sup>	≥ 30 <sup>g</sup>	-	≥ 35	≥ 35	≥ 35	≥ 35
Andel av bindemedlet, i % <sup>h,i</sup>						
Silicastaft	≤ 10	-	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10
Flygaska	≤ 35 <sup>j</sup>	-	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35
ggbs	≤ 70 <sup>k</sup>	-	≤ 65	≤ 65	≤ 65	≤ 65

Exponeringsklass		Korrosion föränld av kloridinträngning				
		XS1 och XD1	XS2 och XD2	XS3 och XD3		
Accepterade cement och sammanhörande högsta tillåtna vct <sub>ekv</sub>	Accepterade cement enligt SS-EN 197-1:2011. CEM I CEM II/A-D CEM II/A-LL <sup>f</sup> CEM II/A-S CEM II/A-V CEM II/A-M <sup>a,f</sup> Övriga CEM II/A CEM II/B-S CEM II/B-M <sup>a,c,f</sup> CEM II/B-V Övriga CEM II/B CEM III/A	Högsta vct <sub>ekv</sub>				
		0,45	0,45	0,4		
		b	b	b		
		0,45	0,45	0,4		
		b	b	b		
		0,45	0,45	0,40		
		Hållfasthetsklass hos cement	-	≥ 42,5	≥ 42,5	≥ 42,5
		Andel PC-klinker av bindemedel i % <sup>d</sup>	-	≥ 35	≥ 35	≥ 35
Andel av bindemedlet i % <sup>e</sup>						
Silicastaft	-	≤ 10	≤ 10	≤ 10		
Flygaska	-	≤ 35	≤ 35	≤ 35		
ggbs	-	≤ 65	≤ 65	≤ 65		

Föreskriva X0 eller XC1 där det är möjligt!

Ätgärder för att minska klimatpåverkan: Använda "rätt" exponeringsklass (rätt betong på rätt plats) Använda CEM II eller CEM III (där det är möjligt). - Inte för höga krav på uttorkning Använda lämpliga produktionsmetoder

Observera att kravet på lägsta andel PC-klinker leder till att angivna maxvärden för andel av tillsatsmaterialen inte kan utnyttjas fullt ut. Se bilaga V, 2.2.

<sup>a</sup> Konstruktionen ska utföras i minst hållfasthetsklass C12/15 respektive LC 12/13.

<sup>b</sup> Endast cement som utöver klinker innehåller S, V D och/eller LL som huvudbeståndsdel.

<sup>c</sup> Kan användas med de användningskriterier som fastställts vid kvalifikationsprovning enligt bilaga T.

<sup>d</sup> Vid LL överstigande 20 % ska högsta vct<sub>ekv</sub> sänkas med 0,05 enheter.

<sup>e</sup> Genom kvalifikationsprovning enligt bilaga T kan ett högre högsta vct<sub>ekv</sub> tillämpas för ett specifikt cement eller specifika bindemedelskombination. Högsta vct<sub>ekv</sub> får inte överskridas.

<sup>f</sup> Andel anges som massfraktion i %. För beräkning av massfraktion förutsätts cementet innehålla lägsta möjliga andel klinker för cementtypen enligt SS-EN 197-1:2011.

<sup>g</sup> Lägre andel får tillämpas om tillsatsmaterial enbart ingår i betongen och de övriga delarna i cementet enligt SS-EN 197-1:2011 eller i motsvarande bindemedelskombination med påvisad likvärdig prestanda enligt bilaga O.

<sup>h</sup> Andel anges som massfraktion i %. I denna andel ska både flygaska och ggbs räknas med i betongen och de övriga delarna i cementet där tillsatsmaterial ingår ska det förutsättas att det innehåller högsta möjliga andel tillsatsmaterial för cementtypen i fråga enligt SS-EN 197-1:2011.

<sup>i</sup> Andel anges som massfraktion i %. I denna andel ska både det som ingår som huvudbeståndsdel i cementet och det som ingår vid blandningen medräknas. Om ett cement där tillsatsmaterial ingår ska det förutsättas att det innehåller högsta möjliga andel tillsatsmaterial för cementtypen i fråga enligt SS-EN 197-1:2011.

<sup>j</sup> Flygaska ska inte användas i betong i marin miljö eller i betong i marin miljö längs västkusten och i Öresund.

## Fabriksbetong Tabell 1

	Exponerings- klass	Hållfasthets- klass*	vct <sub>ekv</sub> *	Klimatpåverkan GWP-GHG, kg CO <sub>2</sub> -ekv/m <sup>3</sup>				
				Bransch- referens	Nivå 1	Klimatförbättrad, max		
					Nivå 2	Nivå 3	Nivå 4	
<b>Hus invändigt</b> RF <sub>krav</sub> < 85%, tex plastmatta och vissa fall parkett	X0, XC1	C50/60	0,35 -16 %	365	330	290	255	≤ 220
	X0, XC1	C35/45	0,45	305	275	245	215	≤ 185
<b>Hus invändigt</b> Inomhus med låg fuktighet	X0, XC1	C30/37	0,55	255	230	205	180	≤ 155
	X0, XC1	C28/35	0,60	240	215	190	170	≤ 145
	X0, XC1	C25/30	0,65	225	205	180	160	≤ 135
	X0, XC1	C16/20	0,70	205	185	165	145	≤ 125

-40 %

-20 %



# Rekommendation vid val av lämpliga produktionsmetoder

Rekommendationer baserade på prognoser av hållfasthetsutveckling (normalt har klimatförbättrad betong en något långsammare hållfasthetsutveckling).

(för att möjliggöra användning av klimatförbättrad betong på ett effektivt sätt – tillåta betongen att få tillräcklig hållfasthet innan avformning)

- Alternativa gjutordningar.
- Tätt hus (och styrt torkklimat).
- Använda varmbetong.
- Isolera formar.
- Tidig täckning

Informera/utbilda entreprenören om lämplig hantering av den färska betongen.



# Exempel – Gjutning med ThomGrön i kall väderlek

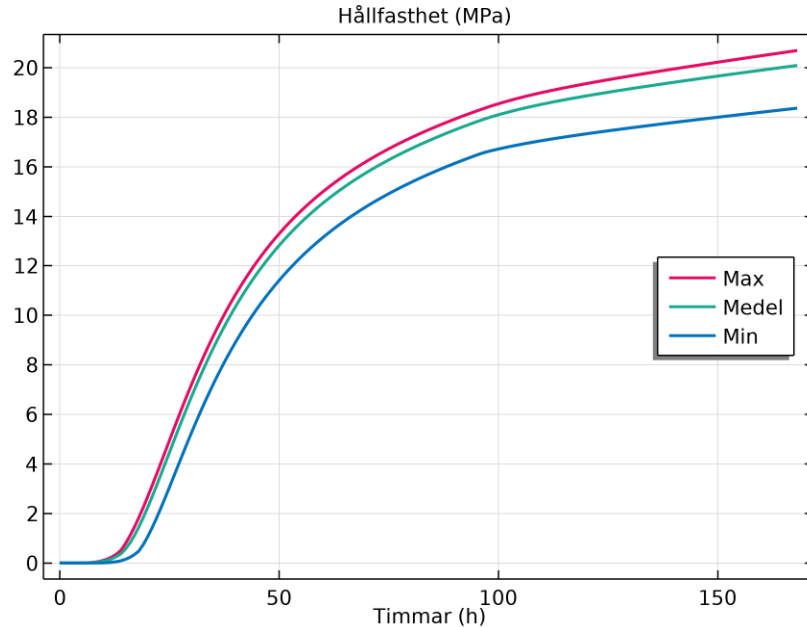
Flerbostadshus uppbyggt med plattbärlag  
och massivväggar

Utmaningar i projektet

- Kunden hade önskemål om klimatförbättring på 10-50 % jämfört med Svensk Betongs branschreferens.
- Betongarbeten utfördes delvis under vintern. Temperaturen kan gå ned till -10 °C - -15 °C.
- Allmänt har kunder dåliga kunskaper kring hantering av (klimatförbättrad) betong i kallt väder.

# ThomaGrön – gjutning i kall väderlek

Prognos av hållfasthetstillväxt före gjutning – (Pågjutning på ett plattbärlag)



Produktval - C32/40 vct... inblandning av slagg...

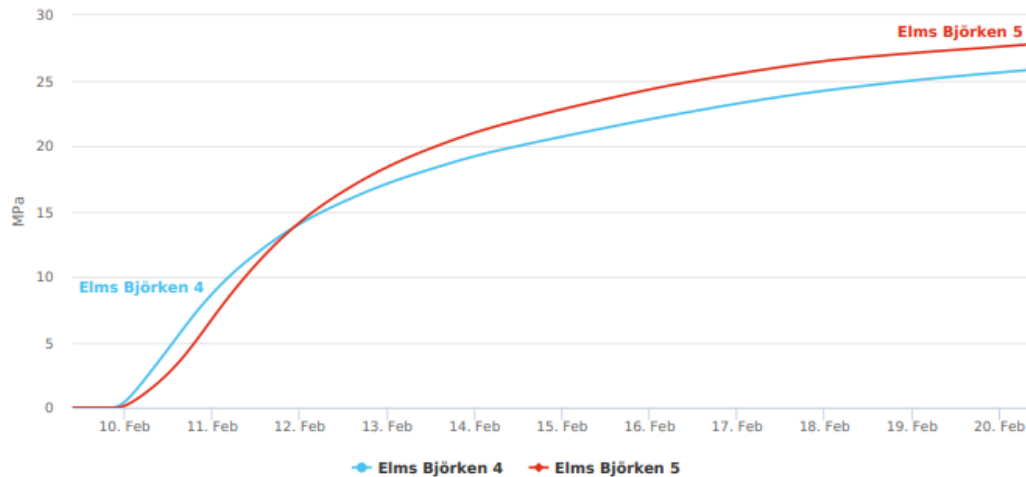
Val av produkt baseras på den genomförda prognosen.

# ThomaGrön – gjutning i kall väderlek

Uppföljning av hållfasthetstillväxt i den nygjutna betongen.

## DIGITAL HÅLLFASTHETSUTVECKLING - RAPPORT

### UPPNÅDD HÅLLFASTHET



Namn sensor	ID sensor	Mätpunkt	Hållfasthetsutveckling	Målhållfasthet(MPa)
Elms Björken 4	FG7Y40	Inre	25,8 MPa	37 MPa
Elms Björken 5	YQPUTF	Yttre	27,8 MPa	37 MPa



# ThomaGrön – gjutning i kall väderlek

Bestämning av temperatur i  
betongen (2 sensorer) och i  
luften (1 sensor).

















# ThomaGrön – gjutning i kall väderlek





# Sammanfattning

## Thomas Betongs miljöarbete i praktiken

- Utnyttjande av möjligheter i regelverk
  - Nyanserade val av hållfasthets-/exponeringsklasser.
  - Lämpliga val av bindemedel och  $vct_{ekv}$ .
- Stöttning av kunder vid föreskrivande av betong med mera
  - Val av lämpliga exponeringsklasser och nyansera krav på uttorkning.
  - Rekommendation vid val av betongsammansättning.
  - Utföra prognoser och ge förslag på lämpliga åtgärder.
  - Rekommendation vid val av produktionsmetoder.
  - Uppföljning av betong och resultat av gjutarbeten.

Om det är möjligt komma in tidigt i projekt