

2026-06-04

Klimatmedvetet konstruktionsarbete avseende konstruktioner med prefabricerade betongelement

Anders Mattsson, AMBK AB (Strängbetong)



Anders Mattsson

- Civiling. CTH 1984
- Konsult VBK 1984-1990
- SB Herrljunga 1990-2010
- SB Teknik & Konstruktion 2010-
- Svensk betong, TK 191, mm.
Delaktig i arbetet med Svensk betongs vägledning..
- Skrivit nytt kapitel om prefab i nya Betonghandboken
arbetsutförande 2027
- Kapitelgranskare för Hus AMA 27
- Numera eget konsultbolag AMBK AB (www.ambk.nu)



Innehåll

- Betongelement
 - Allmänt
 - Förspänd produktion
 - Ej förspänd produktion
 - Materialval och bindemedel
 - Optimering
- Återanvändning (återbruk)
 - Standarder
- Oarmerad betong
 - Beräkningar
 - Vad är oarmerad betong
 - Beräkningsförutsättningar
- Uttorkning & hållfasthet
- Regelverk & standarder (prefab)
- Projekt under karriären...

Betongelement allmänt

- Prefab = Förtillverkade betongelement tillverkade på fabrik eller arbetsplats som transporteras till montageplats och monteras vanligen med kran (mobil- eller tornkran)
- Uppdelas i förspända eller slakarmererade element beroende på tillverkningsprincip.
- Industriell tillverkning som vanligtvis utförs i fabrik och rationellt (gjutning varje dag)



Tunga element som monteras med kran

Förspänd produktion

- Produktionsteknik

Wirar eller trådar spänns upp till 800-1000 Mpa eller mer och när dessa är uppspända gjuts betong runt dessa. Efter betongens härdning så kapas trådarna som då vill dra ihop sig och en förspänningskraft påförs betongtvärsnittet. Man gjuter med jordfuktig betong (utan form) i långa banor ca 200 m. Arbetet med förspänning är riskfyllt och utförs med speciell utrustning och under noggrann kontroll.

- Nedspänning

När rätt hållfasthet på betongen uppnåtts kan nedspänning göras. Då överförs förspänningen till en förspänningskraft till betongen och denna kraft används för att öka spännvidd (minska nedböjning) etc.

- Överhöjning

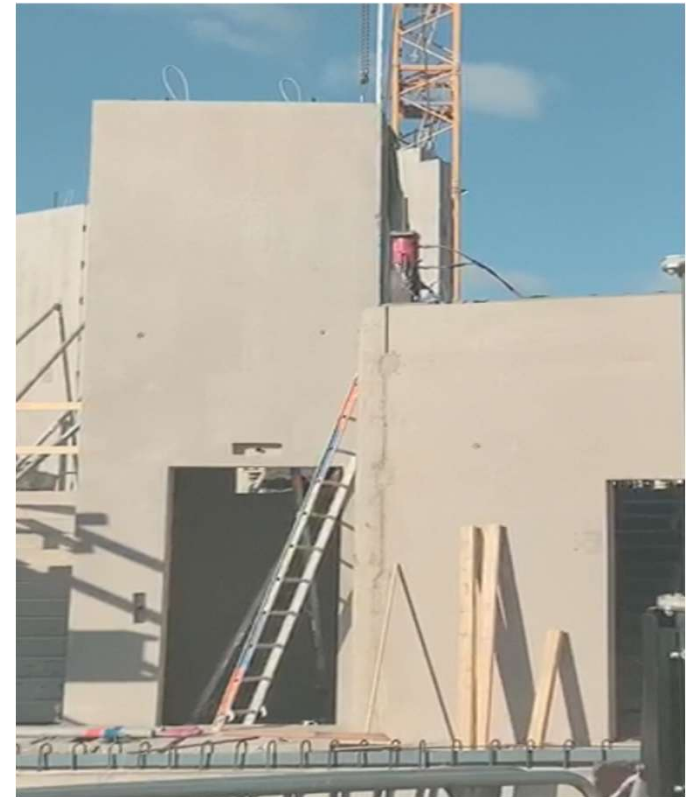
Eftersom kraften oftast påförs elementet i underkant så vill element "båga" eller överhöjas.

- Produktionscykel

Man eftersträvar en dygns cykel för optimalt utnyttjande av utrustning och personal.

- Efterspänning

Efterspänning vid tillverkningen av element förekommer men är inte direkt vanligt. I sådana fall gjuts foderrör in i betongen och gärna parabelformade. Efter härdning spänns wirar upp via dessa rör. Efterspänning på arbetsplats är vanligare då man ofta använder vertikal efterspänning i syfte att stabilisera byggnaden (se bild)



Ej förspänd produktion

- Produktionsteknik

Oftast formbord eller formar som armeras på plats och därefter fylls med betong. Ibland krävs det en överhållfasthet för att möjliggöra urluft dagen därpå.

- Avformning

Avformning utförs normalt sett tidigt på morgonen så att formbyggnation, armering och gjutning kan hinnas med dag 2.

- Produktionscykel

I normalfallet ett dygn men vid speciella krav ex.vis anläggningscement krävs det en längre tid.



Speciella produkter

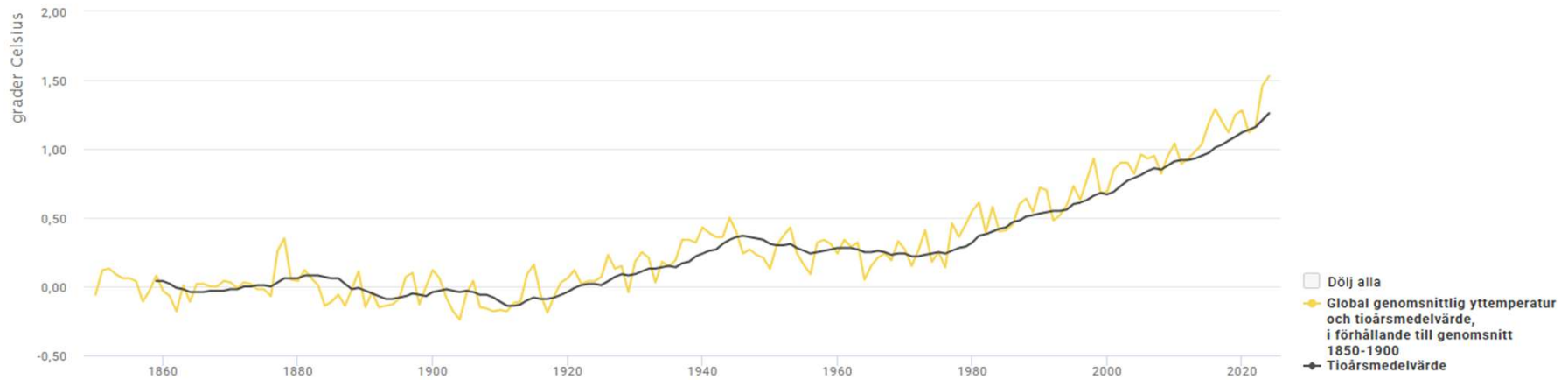
Filigran, hybridelement, STT-plattor



AMBK AB

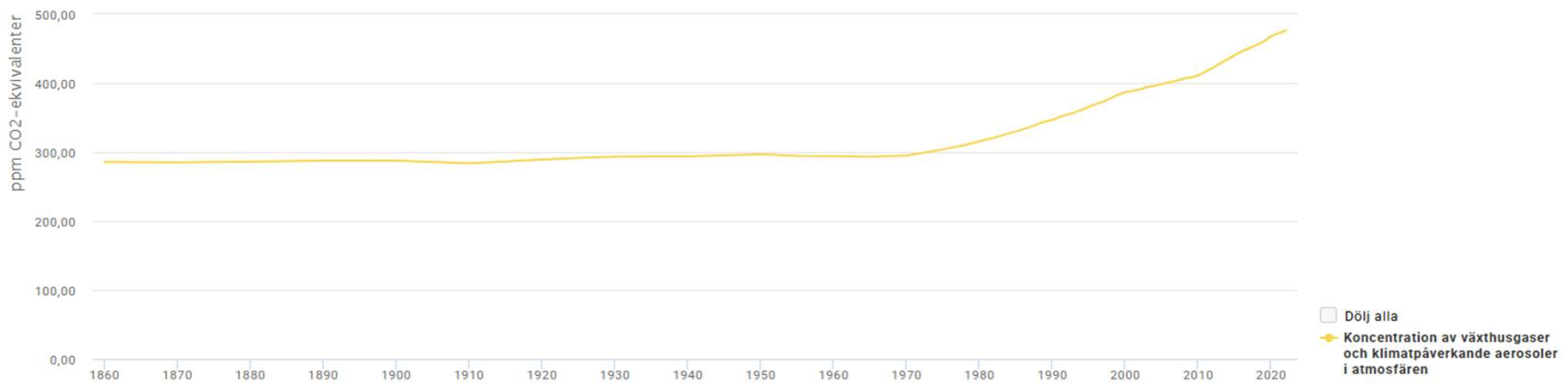
Utmaningen

— Global medeltemperatur



— Global koncentration av klimatpåverkande ämnen

Koncentration av växthusgaser och klimatpåverkande aerosoler i atmosfären 1860-2022.



Konstruktörens roll



Optimera materialmängder



Undvika överdimensionering – välj rätt betong på rätt plats



Redovisa klimatpåverkan – redan i tidiga skeden



Föreslå klimatförbättrade alternativ



Medverka i dialog med olika aktörer

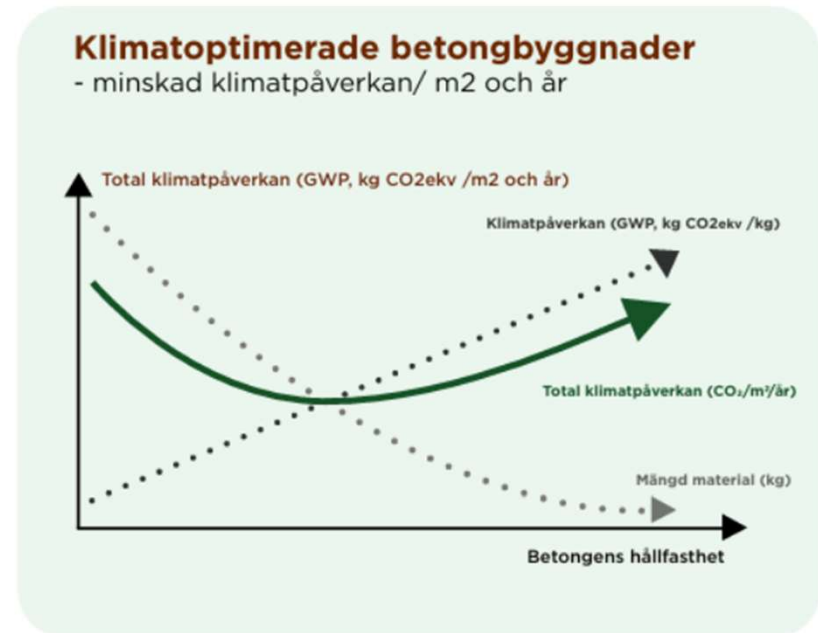


Var drivande i utvecklingen framåt

Optimering av dimensioner

Val av prefab produkter bör göras med beaktande av det totala klimatavtrycket på den färdiga byggnaden. Vissa produkter behöver kompletteras med platsgjutning på plats. Tiden och kostnaden för att hitta minimum på kurvan väger också in. Mindre tvärsnitt och ökad armering/hållfasthet är inte alltid den bästa vägen.

Förutsättningarna för att hitta en optimal lösning är alltid bäst tidigt i byggprocessen.

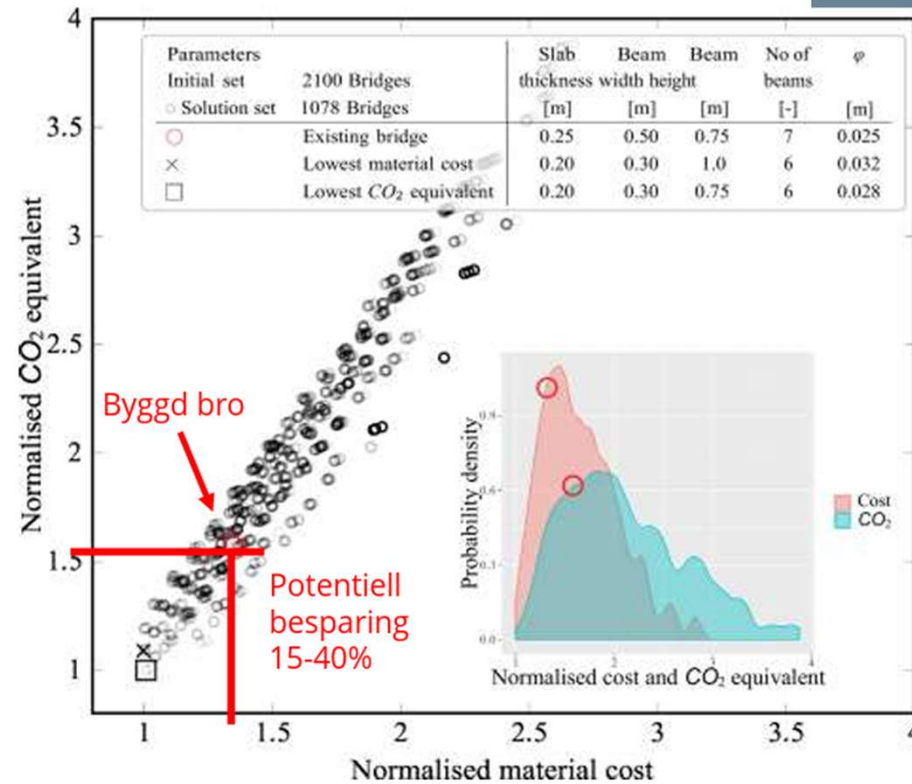
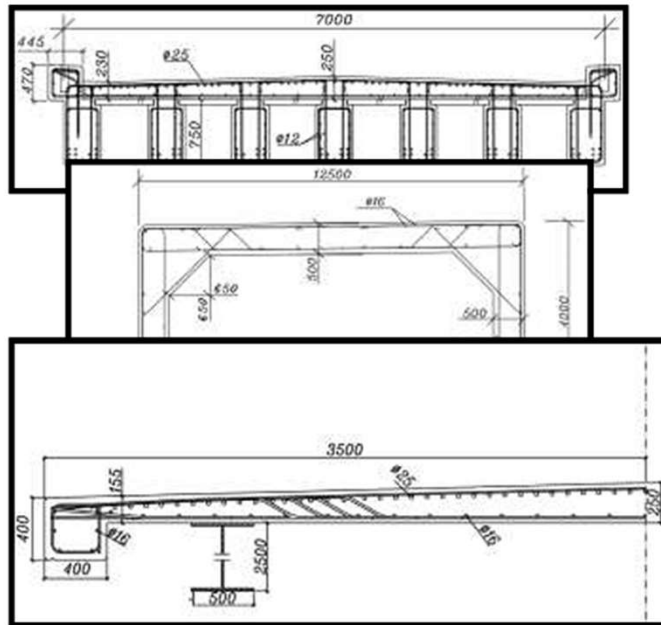


Figur 1. Kurvorna visar generellt hur dimensionsval och betongens hållfasthet påverkar byggnadens totala klimatpåverkan. Den optimala kombinationen hittas vid den gröna kurvans minimum.

Källa: 2023 BIBM Decarbonisation Pledge. bibm.eu.

Exempel på AI metod

Produktiv, hållbar och värdeskapande Byggprocess – Data driven med Set-based design



Materialval och bindemedelsstrategier

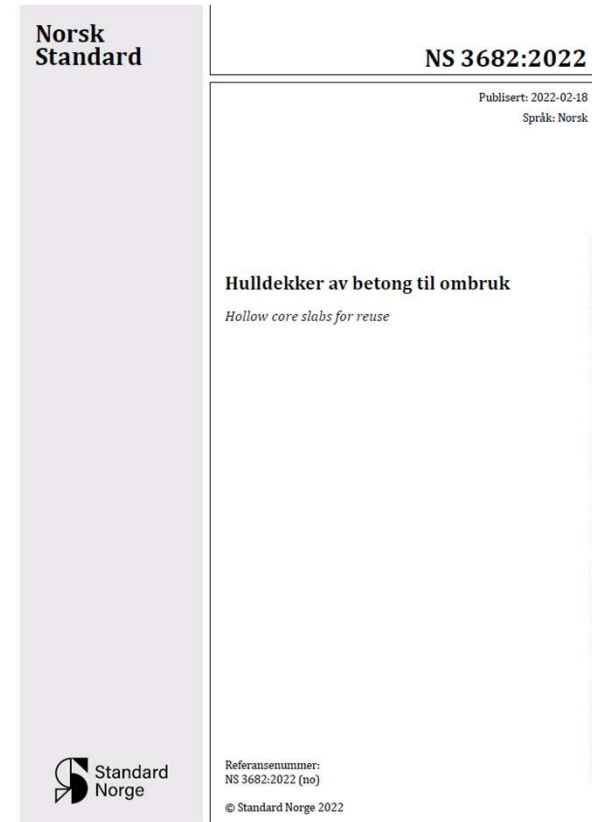
- På grund av kravet på rationell tillverkning (gjutning varje dag) är det inte helt enkelt att minska cementmängden. Ofta är det hållfasthet vid urlyft eller nedspänning som avgör vilken betong som kan användas.
- Olika typer av härdning används (värme i formar (HD), härdkammare etc.)
- Återvunnen krossad betong som ballast är idag vanligt använt.

Recnr	Recnamn	SH Skövde	Bygg Skövde	Industricem Slite	Slagg Merit	Ballast, kross	Ballast, natur	Ballast, återvunnen btg	ACE 410	Alpha 18	MasterAir 4%	Vatten, brunn	VCTmax	Hållklass	Konsistens	VCTekv	Dens kg/m3	Tot bindm	Klinkerh	kr/m3	kg CO2/ton btg	Datum	Kom
101	SIGJUT BL2 55	200	220	0	0	881	892		3,17			193	0,50	C45/55	SKB	0,46	2389	420	87%	1053	141	2023-12-08	
111	S040 20-32	0		365	0	1336	684			1,30		146	0,40	C40/50	Jordfuktig	0,40	2532	365	88%	995	106	2025-05-26	
113	K040 20-32	0		270	95	1336	684			1,30		144	0,40	C40/50	Jordfuktig	0,39	2530	365	65%	981	82	2025-05-26	
121	S045 20-32	0		325	0	1371	700			1,46		140	0,45	C40/50	Jordfuktig	0,43	2538	325	88%	927	95	2025-05-26	
123	K045 20-32	0		240	85	1371	700			1,46		142	0,45	C40/50	Jordfuktig	0,44	2539	325	65%	915	73	2025-05-26	
131	S050 20-32	0		300	0	1378	709			0,93		144	0,50	C40/50	Jordfuktig	0,48	2532	300	88%	876	88	2025-05-26	
133	K050 20-32	0		222	78	1378	709			0,93		144	0,50	C40/50	Jordfuktig	0,48	2532	300	65%	865	68	2025-05-26	
141	S040 38-40	0		370	0	1374	599			1,85		144	0,40	C40/50	Jordfuktig	0,39	2489	370	88%	1007	110	2025-05-26	
143	K040 38-40	0		274	96	1374	599			1,85		146	0,40	C40/50	Jordfuktig	0,40	2491	370	65%	993	84	2025-05-26	
151	S045 38-40	0		335	0	1429	643			1,00		147	0,45	C40/50	Jordfuktig	0,44	2555	335	88%	944	97	2025-05-26	
153	K045 38-40	0		248	87	1429	643			1,00		147	0,45	C40/50	Jordfuktig	0,44	2555	335	65%	932	75	2025-05-26	
161	S050 38-40	0		325	0	1401	611			1,15		151	0,50	C40/50	Jordfuktig	0,47	2489	325	88%	919	97	2025-05-26	
163	K050 38-40	0		240	85	1401	611			1,15		151	0,50	C40/50	Jordfuktig	0,47	2489	325	65%	907	74	2025-05-26	
191	SIGJUT BL1 55	200	220	0	0	881	892		3,17			193	0,50	C45/55	SKB	0,46	2389	420	87%	1053	141	2023-12-08	
212	NSTD37	270	0		85	882	893		2,60			175	0,50	C30/37	SKB	0,49	2307	355	72%	945	103	2023-12-08	
213	XC1 KSTD37	240	0		115	775	1037		2,56		1,06	190	0,60	C30/37	SKB	0,54	2361	355	64%	940	91	2023-12-20	
214	XC3/XC4 KSTD37	250	0		120	773	1034		3,15		1,29	184	0,50	C30/37	SKB	0,50	2365	370	64%	977	94	2023-12-08	Koll:
221	SSTD55	390	0		20	972	822		3,86			191	0,50	C45/55	SKB	0,47	2399	410	90%	1087	140	2023-12-08	
222	NSTD55	350	0		60	972	822		3,70			193	0,50	C45/55	SKB	0,47	2401	410	81%	1078	127	2023-12-08	
223	KSTD55	300	0		120	789	1080		3,65		0,84	195	0,50	C45/55	SKB	0,46	2488	420	68%	1087	107	2024-07-01	
231	SSTD65	350	80		0	881	892		4,26			194	0,50	C54/65	SKB	0,45	2400	430	92%	1114	151	2023-12-08	
233	KSTD65	330	0		110	881	892		3,29			198	0,50	C54/65	SKB	0,45	2414	440	71%	1115	120	2023-12-08	
251	SLUFT60	380	100		0	945	719		4,50		5,00	187	0,40	C50/60	SKB	0,39	2341	480	92%	1207	171	2023-12-08	
252	NLUFT60	0	480		0	945	719		4,50		5,00	185	0,40	C50/60	SKB	0,39	2338	480	80%	1139	156	2023-12-08	
261	S.040 65	410	0		80	945	719		4,50			191	0,40	C54/65	SKB	0,39	2350	490	79%	1225	151	2023-12-08	
262	NO.40 65	380	0		110	945	719		4,50			191	0,40	C54/65	SKB	0,39	2350	490	74%	1220	141	2023-12-08	
263	KO.40 65	350	0		140	945	719		4,50			191	0,40	C54/65	SKB	0,39	2350	490	68%	1216	131	2023-12-08	
331	SSTT65	350	130		0	945	719		4,50			187	0,50	C54/65	SKB	0,39	2336	480	91%	1196	170	2023-12-08	
332	NSTT65	380	0		100	945	719		4,50			197	0,50	C54/65	SKB	0,41	2345	480	75%	1203	142	2023-12-08	
134	K060 20-32 XC1 Nivå4	0	0		180	1375	715			8,00		150	0,50	C40/50	Jordfuktig	0,48	2558	310	51%	951	61	2025-08-20	
21/23/31/33	Medelr 20-32 045-050				255	1295	738			1,00		144	0,50	C40/50	Jordfuktig	0,46	2491	313	72%	883	78	2025-10-10	Ett "

Återanvändning

Vad styr möjligheten att återanvända element ?

1. Miljö (exponeringsklass)
2. Kontroll
3. Förväntad återstående livslängd
4. Lyft- och hanteringsmöjligheter
5. Tillgänglighet (avstånd)
6. Ekonomi (incitament)



Tänk på: använd ett utomstående företag för att göra en tillståndsbedömning av tänkta element och hjälp med att ta fram kontrollplan, demonterings- samt monteringsplan. RISE ex.vis.

Återanvändning av håldäck kommer att beröras i Hus AMA 2027.

Kommande standard - återanvändning

- En ny standard är under framtagande ”SS137105 Återbruk av prefabricerade betongelement – Metoder för kvalitetssäkring och livslängdsberäkningar (på remiss just nu)
- Anm. Enligt Svensk Byggtjänst bör begreppet återanvändning användas istället för återbruk. Detta begrepp kommer endast att användas i Hus AMA 27.

Klimatkalkyl

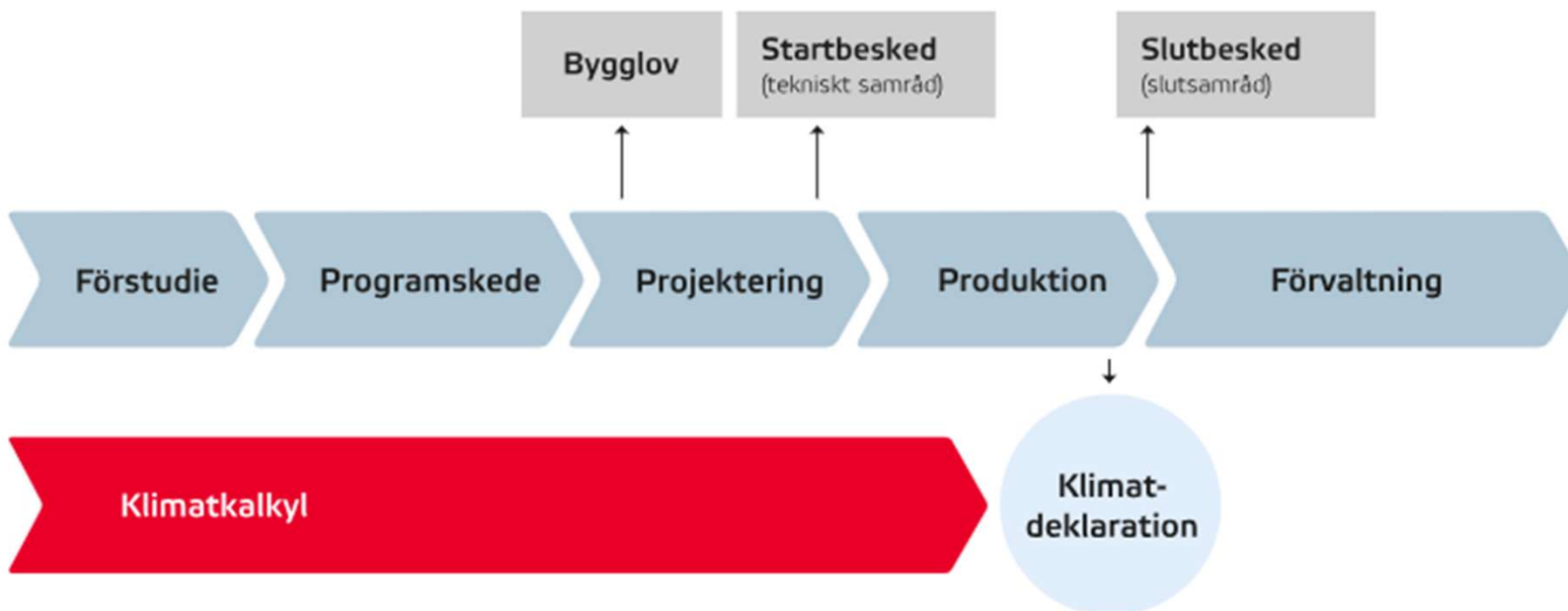


Illustration: Boverket

Byggherren ansvarar för att klimatdeklarationen upprättas och registreras hos Boverket. Det krävs att en bekräftelse på registrerad klimatdeklaration lämnas in av byggherren till kommunens byggnadsnämnd för att nämnden ska kunna ge ett slutbesked. Förutsättning för att minska klimatpåverkan finns dock främst under planering och projektering av byggnaden, det vill säga genom att en klimatkalkyl görs tidigt i byggprojektet.

Vägledning klimatförbättrad betong prefab

- Klimatpåverkan nivåer

I arbetet med vägledningen beslutades 4 nivåer på klimatförbättring. Nivå 4 är mest utmanande och kan innebära påverkan på produktionscykeln och högre kostnader.

- Transport och logistik

I EPD:n för produktion ingår inte transportens bidrag från fabrik till arbetsplats. I den totala klimatpåverkan ingår ju denna och därför är det viktigt att beakta transportavstånd vid beslut om tillverkningsort.

- Uppgifter från leverantör

De flesta prefableverantörer har tagit fram EPD:er för sina produkter. Det är viktigt att granska och förstå dessa EPD:er då exempelvis armeringsinnehåll kan variera. Mängder samt uppgifter från EPD:er utgör data för framtagning av klimatkalkylen.

Prefabricerade betongprodukter					Klimatpåverkan GWP kg CO ₂ ekv/ton				
Förkortning	vct _{ekv}	Arm.-mängd* kg/ton	Hållf.klass	Net (Gross)***					
				Typiskt värde	Klimatförbättrad, max				
					Nivå 1	Nivå 2	Nivå 3	Nivå 4	
Slakarmerade produkter									
Innervägg	RV	0,6	20	C30/37	145 (155)	130 (140)	115 (125)	100 (110)	< 85 (95)
Skalvägg	VS	0,6	60	C30/37	175 (185)	155 (165)	140 (150)	120 (130)	< 105 (110)
Halvsandwichvägg (cellplast)	VI	0,6	40	C45/55	195 (205)	180 (185)	160 (165)	140 (145)	< 120 (125)
Halvsandwich (fenolskum)	VI	0,6	40	C45/55	210 (220)	190 (200)	170 (175)	145 (155)	< 125 (130)
Sandwichvägg (cellplast)	RW	0,55	40	C45/55	220 (235)	200 (210)	175 (190)	155 (165)	< 135 (140)
Sandwichvägg (mineralull)	RW	0,55	40	C45/55	235 (250)	215 (225)	190 (200)	165 (175)	< 140 (150)
Sandwichvägg (fenolskum)	RW	0,55	40	C45/55	225 (240)	205 (215)	180 (190)	160 (170)	< 135 (145)
Pelare	RP	0,5	50	C45/55	230 (240)	205 (215)	180 (190)	160 (170)	< 135 (145)
Balk	RB	0,45	50	C45/55	185 (200)	170 (180)	150 (160)	130 (140)	< 110 (120)
Plattbärlag	PL	0,55	60	C30/37	175 (185)	155 (165)	140 (150)	120 (130)	< 105 (110)
Massiv platta	RD	0,5	30	C45/55	170 (185)	155 (165)	140 (150)	120 (130)	< 105 (110)
Svängd trappa	CM	0,45	60	C50/60	195 (210)	180 (190)	160 (170)	140 (145)	< 120 (125)
Rak trappa	M	0,6	40	C30/37	175 (190)	160 (170)	140 (150)	125 (135)	< 105 (115)
Spännarmerade produkter									
Håldäck**	HDF	0,5	20**	C45/55	130 (135)	115 (120)	105 (110)	90 (95)	< 75 (80)
Plattbärlag	PL	0,45	60	C40/50	195 (205)	175 (185)	155 (165)	135 (145)	< 115 (125)
Massiv platta	RDF	0,5	30	C45/55	195 (205)	175 (185)	155 (165)	135 (145)	< 115 (125)
TT-Platta	TTF	0,5	40	C40/50	175 (185)	160 (165)	140 (150)	125 (130)	< 105 (110)
Balk	RBF	0,4	50	C45/55	180 (190)	165 (170)	145 (150)	125 (135)	< 110 (115)
Balk	SIB	0,4	50	C45/55	190 (200)	170 (180)	155 (160)	135 (140)	< 115 (120)
Balk	IBF	0,4	50	C45/55	200 (210)	180 (190)	160 (170)	140 (145)	< 120 (125)

* Armeringsmängder är uppskattade, betydande variationer förekommer.
 ** Beroende på tillverkare och produkt/funktion förekommer stora variationer i armeringsmängd vilket leder till stora skillnader i GWP-värde mellan olika produkter.
 *** Klimatpåverkan är redovisad med net-värde respektive (gross-värde)

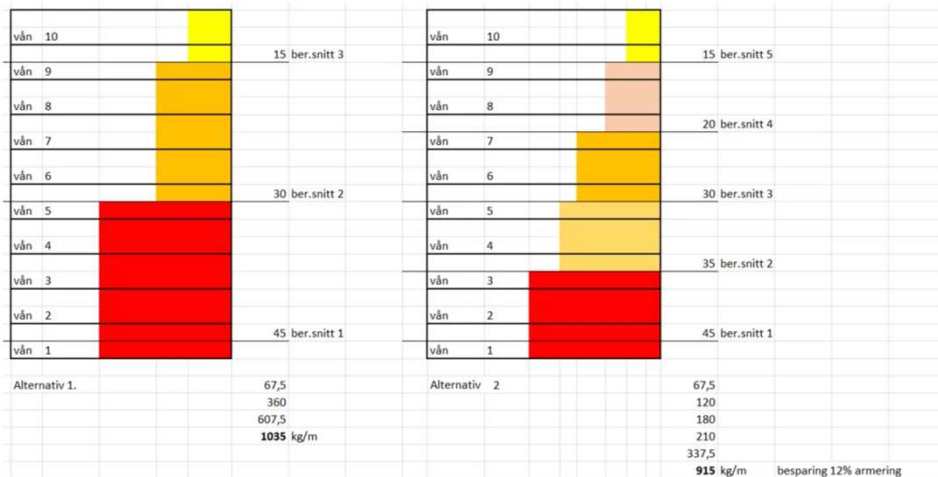
Beräkningsprinciper och dokumentation

Dokumentation

Skapa alltid en sammanhållen konstruktionsdokumentation för byggnaden. Samordna denna om flera aktörer finns.

Statiska modeller, förutsättningar, resultat och hänvisningar till utskrifter mm.

Antal beräkningsnitt ?



Effekt av ökat antal beräkningsnitt. Alt. 1: 1035 kg/m. Alt. 2: 915 kg/m, besparing 12 %.

BFS 2024:6

Projektering och utförande

8 § Byggnader ska projekteras

1. på ett fackmässigt sätt,
2. så att arbetet kan utföras på ett sådant sätt att kraven i denna författning uppfylls, och
3. så att förutsatt underhåll kan ske.

Projekteringen ska dokumenteras.

Första och andra styckena gäller inte om det är obehövt.

Vid ändring av en byggnad får erfarenheter från den befintliga byggnaden användas.

Om olika personer utför olika delar av projekteringen ska projekteringen samordnas.

Konstruktionsdokumentation

20 § En konstruktionsdokumentation ska upprättas och omfatta minst följande

1. förutsättningarna för dimensionering och uppförande av byggnaden eller den ändrade delen, även inkluderat geokonstruktionen,
2. bärverkets verkningssätt,
3. vilka särskilda åtgärder som vidtagits för att förhindra oproportionerligt stora skador vid olyckshändelser,
4. byggnadens avsedda livslängd och hur den ska uppnås, och
5. uppgifter om vilket gällande regelverk och vilket dimensioneringssystem som har tillämpats.

Kravet i första stycket gäller om åtgärden kräver lov eller anmälan.

Konstruktionsdokumentation behövs inte för byggnader som är högst 50 m² och är avsedda för personer att vistas i tillfälligt.

Vid ändring av byggnad behövs inte konstruktionsdokumentation om det är obehövt.

Oarmerad betong

Reglerna har funnits länge i eurokod men inte fullt ut använts av alla konstruktörer.

Oarmerade delar av ett väggelement kan kombineras med armerade delar.

I nya eurokod återfinns regler kring oarmerad betong i kap. 14



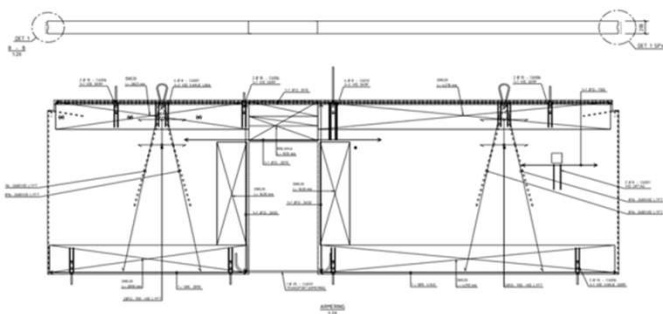
Time-dependent effects in the analysis and design of slender concrete compression members

Tidberoende effekter vid analys och dimensionering av slanka tryckta betongkonstruktioner

Bo Westerberg

Doctoral Thesis in Civil and Architectural Engineering, Division of Concrete Structures

TUTTA BOK, juli 2008
ISBN 978-91-7311-000-0
ISBN KTH: 978-91-7311-000-0
Doctoral Thesis



Tillverkning i batteriform kan underlätta gjutning, förbättra kvaliteten och minska armeringsmängderna.

Vad menas med oarmerade väggar ?

Väggar som är dimensionerade enligt kap. 12 i eurokod 1992-1-1 (gen 1)

12 Bärverk av oarmerad och lätt armerad betong

12.1 Allmänt

(1)P Detta kapitel ger kompletterande regler för bärverk av oarmerad betong samt för bärverk med **mindre armering än minimiarmering för armerad betong**.

(2) Reglerna i detta kapitel gäller för bärverk för vilka inverkan av **dynamisk last kan försummas**, med undantag av sådana som påverkas av roterande maskiner eller trafiklast. Exempel på bärverk för vilka de kan tillämpas är:

- bärverk huvudsakligen utsatta för annat tryck än från förspänning, t.ex. **väggar, pelare, bågar, valv och tunnlar**;
- grundsulor och fundament;
- stödmurar;
- pålar vilkas diameter är minst 600 mm och för vilka NEd/Ac d 0,3fck.

(3) För bärverksdelar utförda av lättballastbetong med slutna porer enligt kapitel 11 eller för förtillverkade element och bärverk som behandlas i denna Eurokod bör dimensioneringsreglerna modifieras i enlighet med **kapitel 10 respektive 11. Robusthet ex.vis.**

(4) Att bärverksdelar utförs av oarmerad betong **hindrar inte** användning av armering för att uppfylla krav på brukbarhet eller beständighet och inte heller att armering läggs in lokalt. Denna armering får beaktas vid verifiering av såväl lokala brottgränstillstånd som olika bruksgränstillstånd.

Kommentar:

Vid beräkning enligt EC kap 14 behöver alltså **inte regler avseende minimiarmering beaktas.**

Delar av väggen kan dock armeras mer om så krävs av andra orsaker (robusthet, lyft etc.)

I BBK 04 angavs att **endast element i säk.klass 1 får utföras oarmerade.**

3.5 Armerade och oarmerade konstruktionsdelar

BKR, avsnitt 7:312

Med hänsyn till kravet på seghet i brottgränstillstånd skall betongkonstruktioner utformas så att dragkrafter (t.ex. av ett böjande moment) upptas av armeringen. Undantag från detta krav får dock göras i följande fall:

- Konstruktionsdelar i säkerhetsklass 1 får utföras oarmerade.
- Konstruktionsdelar får utföras oarmerade om krympning och temperaturvariationer kan förväntas bli små och ett eventuellt dragbrott inte kan förväntas medföra allvarliga konsekvenser.
- För konstruktioner som även efter dragbrott (spricka) uppfyller kraven i brottgränstillstånd, erfordras inte armering för de aktuella dragkrafterna.
- För speciella dragkrafter vid skjuvning, vridning, förankring, lokalt tryck och fogar.

Råd: För fallet d) finns lämpliga beräkningsmetoder i BBK avsnitt 3 och 6

Begränsningar

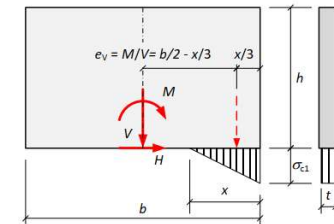
Oarmerat synsätt är **inte** tillåtet att använda vid

- Stabiliserande väggar med större skjuvlaster (hisschakt, trapphus)
- Efterspända väggar (Dywidag, ex.vis)
- Väggar utsatta för dynamiska laster (vindlast är dock ok)
- Slankhet bör vara < 30 som ett riktvärde.

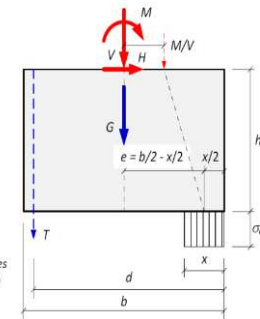
		Allowable maximum length of a wall					
L/t	t	120	150	180	200	250	300
30	Unreinforced	3.6	4.5	5.4	6	7.5	9
40	Reinforced	4.8	6	7.2	8	10	12

- Väggar som fungerar som hög balk eller flaggkonstruktion

I övrigt kan oarmerat synsätt användas till innerskivor i sandwichväggar, innerväggar oavsett gjutmetod.



Elastic =
oarmerat



Plastic =
armerat

Figure 2. Element in a shear wall with forces and resisting stress in horizontal joint, with a vertical tie.

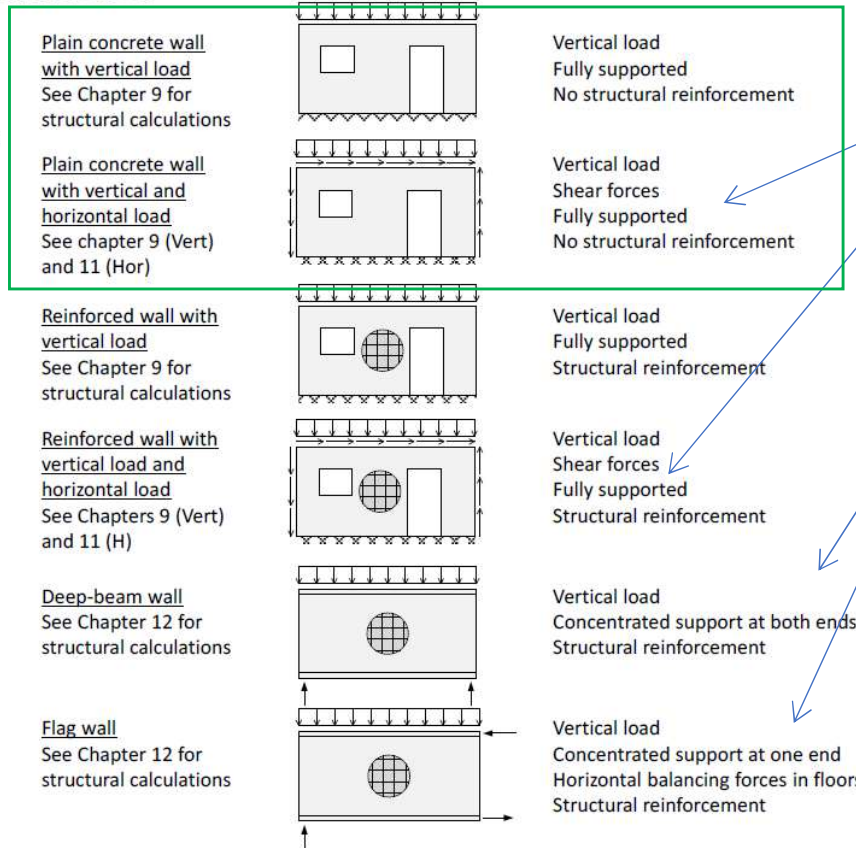
Beräkningsförutsättningar – typ av väggar

8. Wall calculation Model

Contents

- 8.1 Introduction
- 8.2 Support conditions
- 8.3 Eccentricities

Common cases of load bearing walls:



Kommentar:

Väggar med både vertikal belastning och skjuvbelastning kan utföras som oarmerade, detta behöver kontrolleras med hjälp av beräkningar/analys.

Stabiliserande väggar med stora skjuvlaster ex.vis hisschakt, trapphus, fribärande väggar, efterspända väggar etc. bör inte utföras som oarmerade.

Metod för beräkning

Principiell metod för beräkning

1.Analysera laster: Kontrollera att väggen i huvudsak endast utsätts för trycklaster och inte dynamiska laster. Vindlaster är ok.

2.Fastställ tvärsnittsdimensioner: Baserat på de förväntade tryckkrafterna, bestäm eller antag väggens tjocklek och höjd, studera ev. excentriciteter.

3.Beräkna bärförmåga: Använd principer från Eurokod 2 kap.14 (tidigare kap.12) för att bestämma den tillåtna tryckbelastningen för den givna dimensionen och betongkvaliteten.

4.Jämför med tillgängliga laster: Säkerställ att den tillåtna trycklasten är större än de faktiska lasterna som väggen kommer att utsättas för.

5.Lokala förstärkningar: Om väggen utsätts för lokala tryck eller lyftkrafter (t.ex. vid upplag eller för att lyfta ett element), behöver armering anordnas vid dessa punkter.

Beräkning enligt eurokod kap 14

1992-1-1:2005

kap 12

9. Design of walls for vertical load

9.1.4 Simplified methods for plain concrete walls

$$N_{Rd} = \Phi \cdot b h_w f_{cd}$$

An expression for Φ is given in EC2 12.6.5.2, but this cannot be used, since it includes a "creep eccentricity" without indication of how to calculate it.

The "Bratislava method"

$$\Phi = \frac{1 - 2,4(e_{tot}/h_w)}{1 + 0,007(l_0/h_w)^2(0,1 + e_{tot}/h_w)(0,8 + \varphi_{ef})(f_{ck}/30)}$$

b = width of wall

h_w = wall thickness $e_{tot} = e_0 + e_i$

e_0 = known 1st order eccentricity, incl. possible ecc. of floor load, transverse load etc

e_i = the additional 1st order ecc. covering the effect of imperfections, see EC2 5.2

l_0 = effective length (buckling length), see 7.2 above

φ_{ef} = effective creep ratio (see EC2 5.8.4)

1992-1-1:2023

kap 14

14.4.5.2 Simplified design method for walls and columns

(1) In the absence of a more rigorous approach according to 7.4.3.3, the design resistance in terms of axial force for a braced wall or column in plain concrete with $f_{ck} < 55$ MPa, may be calculated as follows:

$$N_{Rd} = b \cdot h \cdot f_{cd,pl} \cdot \Phi \quad (14.10)$$

where

Φ is the factor taking into account eccentricity, including second order effects and considering $\gamma_{CE} = 1,20$

$$\Phi = \frac{1 - \left(2,1 + 0,02 \frac{l_0}{h}\right) \frac{e_{tot}}{h}}{1 + \left(\frac{l_0}{h}\right)^2 \left(0,9 + 6 \frac{e_{tot}}{h}\right) \left(\frac{0,8 + \varphi_{eff}}{1000}\right) \left(\frac{f_{cd,pl}}{20}\right)^{0,6}} \quad (14.11)$$

where

$e_{tot} = e_0 + e_i$
or derived from an equivalent first order end moment as described in 0.7.2; (14.12)

e_0 is the first order eccentricity including, where relevant, the effects of floors (e.g. possible clamping moments transmitted to the wall from a slab) and horizontal actions;

e_i is the additional eccentricity covering the effects of geometrical imperfections, see 7.2.1.

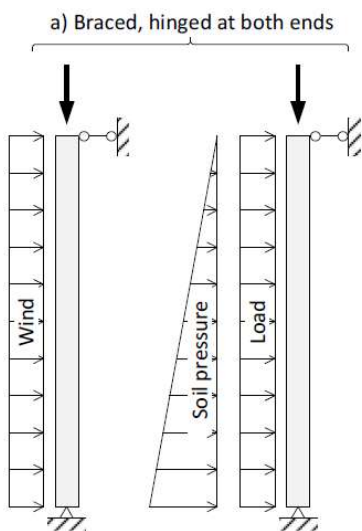
NOTE φ_{eff} is taken according to 7.4.2 unless the National Annex gives a different value.

In some cases, depending on slenderness, the end moment(s) (M_{02}) can be more critical for the structure than the equivalent first order end moment M_{0Ed} . In such cases Formula (14.3) should be used for the verification of the ultimate limit state.

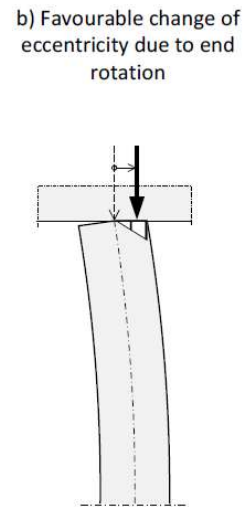
Beräkningsförutsättningar – knäcklängd & upplag

8. Wall calculation Model

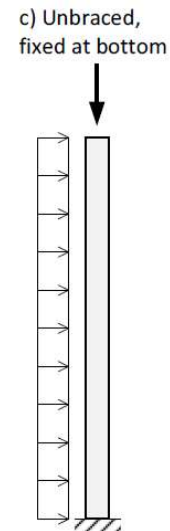
8.2 Support conditions (and loadings)



Deliberate fixing of ends (moment stiff connection) is rare in precast construction



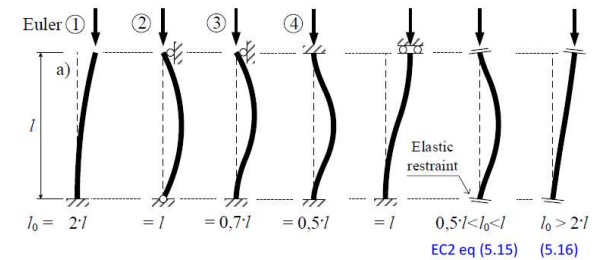
This effect is difficult to take into account and is normally ignored



This case is rare for a precast wall, but may perhaps occur

Kommentar:
Excentritet påverkar beräkningarna i hög utsträckning.

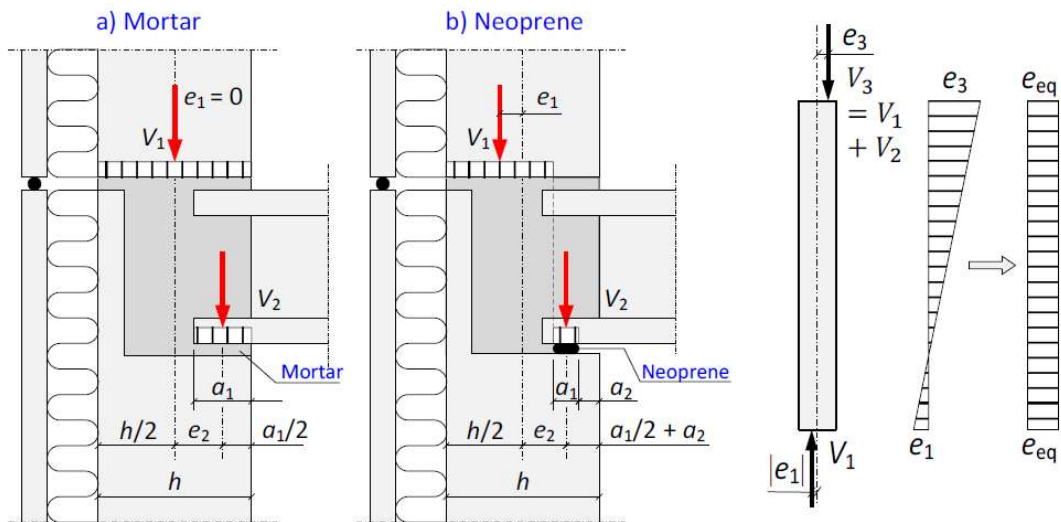
7. Slenderness and buckling Buckling length (effective length)



Beräkningsförutsättningar - yttervägg

8. Wall calculation Model

8.3 Eccentricities; Exterior wall (façade)



$$e_1 = 0$$

$$e_2 = (h - a_1)/2$$

$$e_1 = -(a_1 + a_2)/2$$

$$e_2 = (h - a_1)/2 - a_2$$

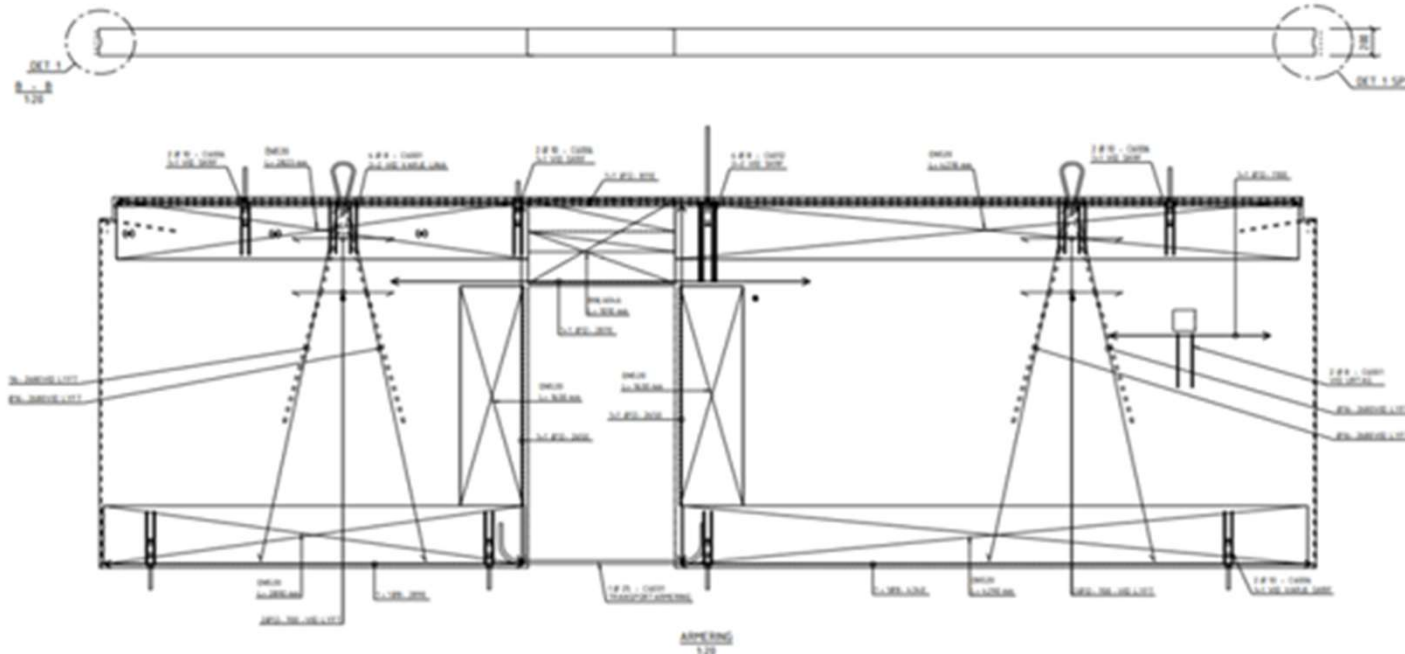
$$e_3 = \frac{V_1 e_1 + V_2 e_2}{V_3}$$

$$e_{eq} = 0,6e_3 + 0,4e_1 \geq 0,4e_3$$

Kommentar:

Excentritet påverkar beräkningarna i hög utsträckning. Så därför är det viktigt att göra en skiss över aktuell situation med mått och laster.

Oarmerad vägg - exempel



Nät vid ök/uk för lokala tryck, spjälkning mm.

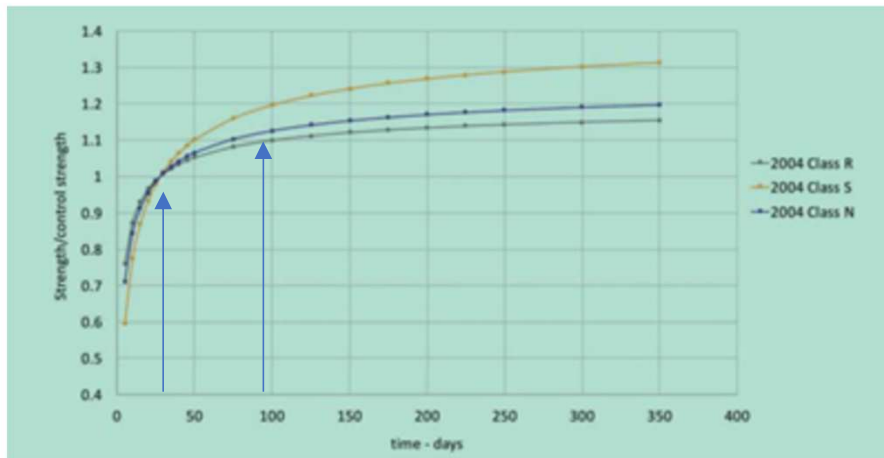
Armering vid lyft

Armering runt dubb/skrf.

I övrigt oarmerade zoner

90 dygnshållfasthet

Ofta så monteras inte betongelement förrän efter relativt lång tid och man har idag möjlighet att utnyttja hållfasthetstillväxten efter 28 dygn. Uppskattningsvis kan då en 10% ökning tillgodoräknas.



Figur 1: Hållfasthetsökning för betong tillverkad av olika cementklasser normaliserad till 28 dagar enligt EN1992-1-1:2004.

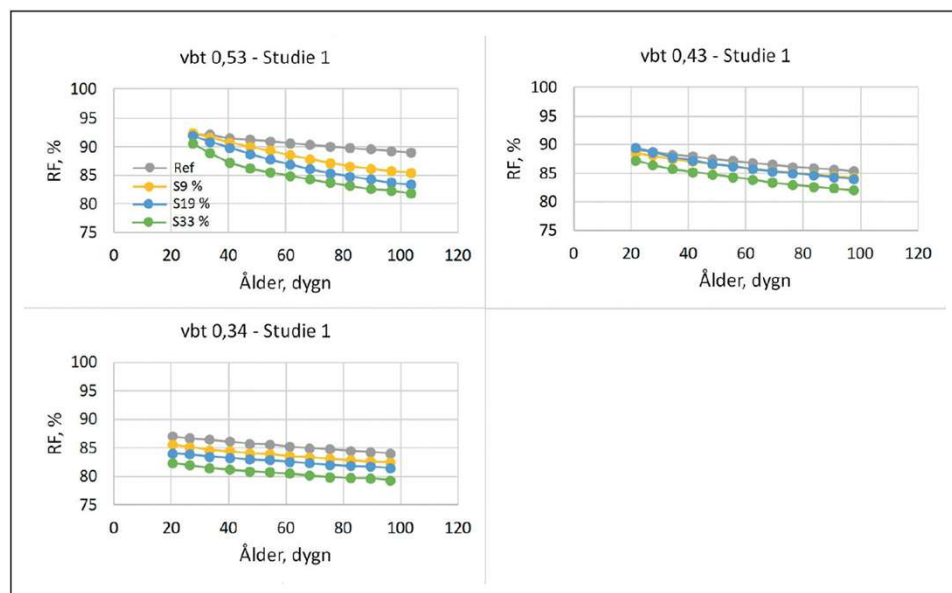
Exempelvis kan man på ritning ange C25/30 men i beräkningar istället använda C30/37. Dock bör det framgå att produkten ej får monteras innan 90 dagars härdning.

Betong hållfastheter							
Klass	f_{ck} MPa	$f_{ck,cube}$ MPa	f_{cm} MPa	f_{ctm} MPa	$f_{ctk,0,05}$ MPa	$f_{ctk,0,95}$ MPa	E_{cm} GPa
C12/15	12	15	20	1,6	1,1	2,0	27
C16/20	16	20	24	1,9	1,3	2,5	29
C20/25	20	25	28	2,2	1,5	2,9	30
C25/30	25	30	33	2,6	1,8	3,3	31
C30/37	30	37	38	2,9	2,0	3,8	33
C35/45	35	45	43	3,2	2,2	4,2	34
C40/50	40	50	48	3,5	2,5	4,6	35
C45/55	45	55	53	3,8	2,7	4,9	36
C50/60	50	60	58	4,1	2,9	5,3	37
C55/67	55	67	63	4,2	3,0	5,5	38
C60/75	60	75	68	4,4	3,0	5,7	39
C70/85	70	85	78	4,6	3,2	6,0	41
C80/95	80	95	88	4,8	3,4	6,3	42
C90/105	90	105	98	5,0	3,5	6,6	44

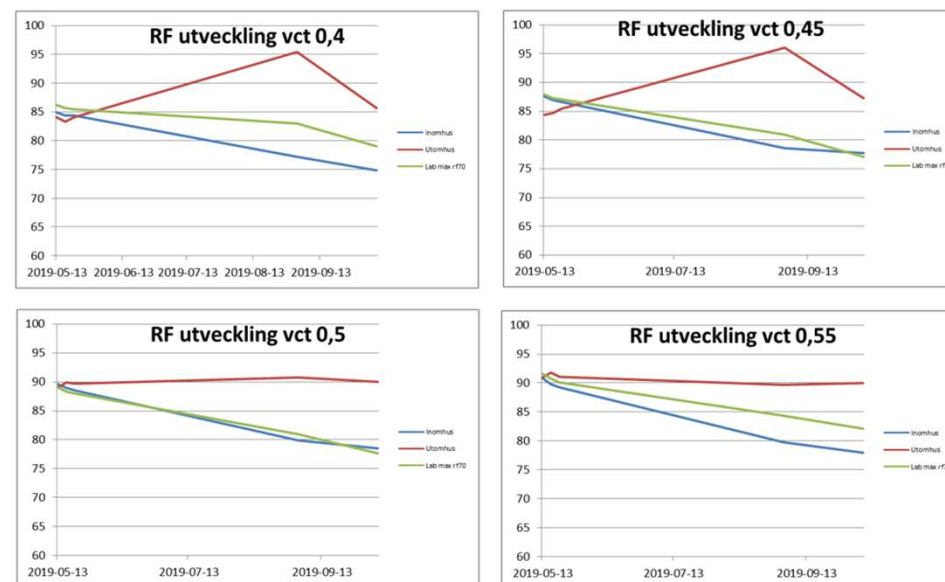
Uttorkning

Självtorkande betong användes som begrepp mycket tidigare. Dock bygger detta på lågt vct < 0,40 och mer cement än vad som är nödvändigt. I och med nya tillsatsmaterial (slagg) så beter sig betongen annorlunda när det gäller nedfuktning/uttorkning. Viktigare är att lägga mer fokus på torr miljö och värme. Jonas Carlswärd BI har i försök visat hur dagens betong skiljer sig från tidigare.

[Ny studie: stora fuktfördelar med ECO-betong - Forum Betong](#)



JC försök i lab



SB försök i lab/utomhus

Uttorkning

Ny studie: stora fuktfördelar med ECO-betong

Fukt är en av betongens största utmaningar, både i byggprocessen och för livslängden. En studie som Lunds universitet gjort i samarbete med Swerock visar att ECO-Betong med slagg inte bara minskar koldioxidutsläppen, utan också torkar bättre och blir tätare än traditionell betong. Resultatet kan ge både tidsvinster och färre fuktskador.

Finare porer – snabbare torktid

Förutom cement innehåller ECO-Betong även Merit, en masugnsslagg och bindemedel som tillverkas av Swerocks dotterbolag Swecem i Oxelösund. Inblandningen av Merit bidrar bland annat till att betongen över tid får en förfinad porstruktur. Resultaten i studien visar att ECO-Betong med Merit torkar bättre än traditionell betong, främst tack vare en större självuttorkning. Det förklaras av den finare porstrukturen som innebär att en större andel av porerna töms vid lägre relativ fuktighet.

- Vi har även studerat hur fukttransporten förändras under härdningen när man ersätter cement med slagg. När vi blandar i slagg blir betongen tätare och transportförmågan lägre än i traditionell betong. Redan efter tre månaders härdning kan man se en tydlig skillnad, säger Oskar Linderoth.

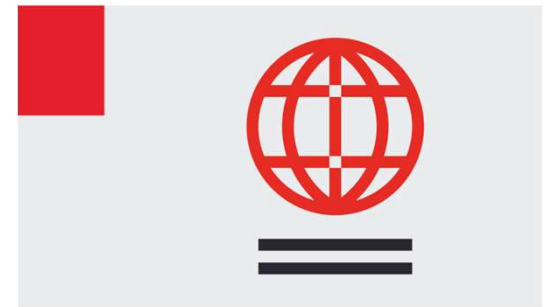
Regelverk & standarder

Nationella val SIS

SS-EN 1992, gen. 1/NA:2025

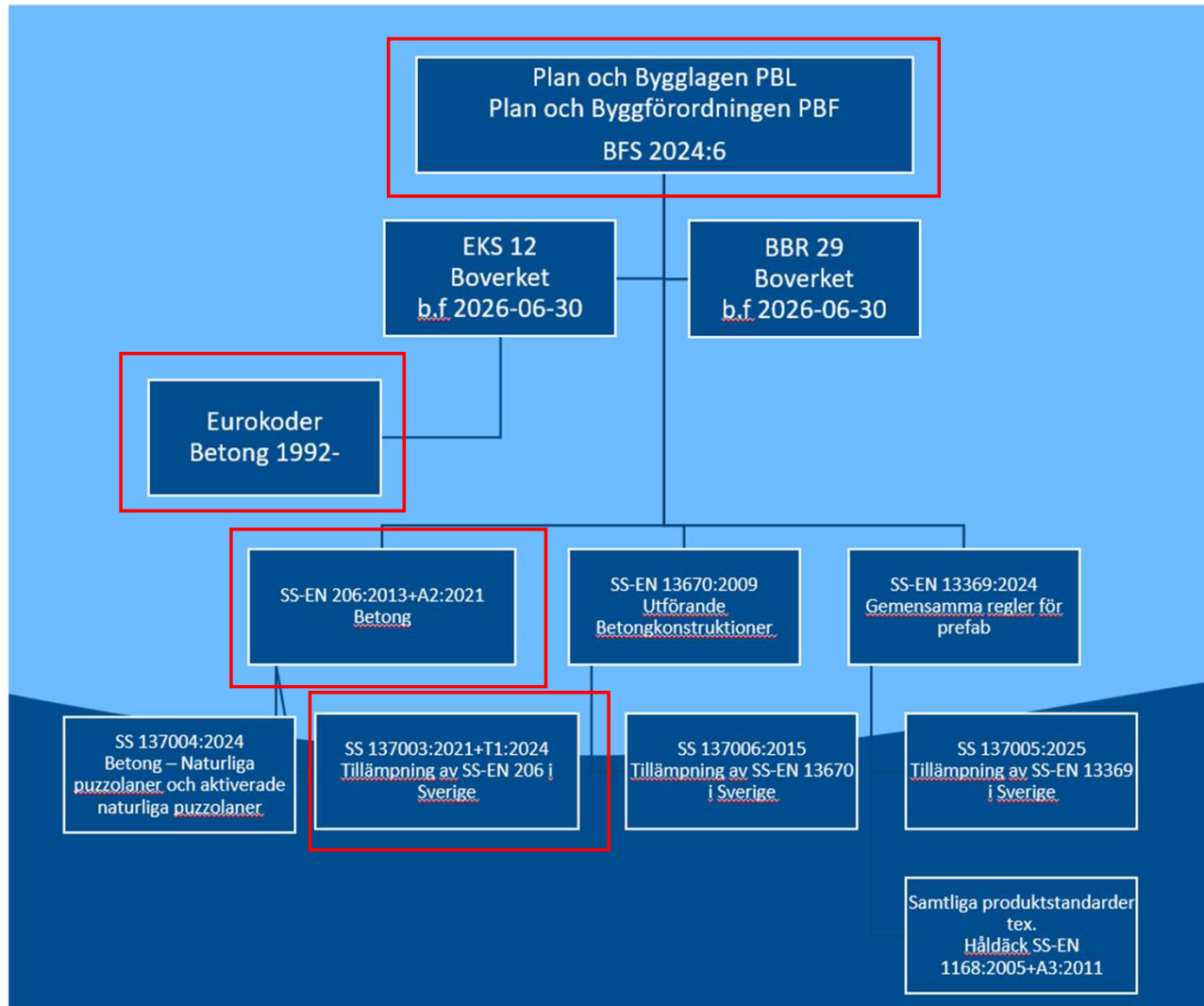
Nationella val till första generationen av SS-EN 1992 för betongkonstruktioner

National choices to the first generation of SS-EN 1992 for concrete structures



SIS Svenska
Institutet för
Standarder

Språk: svenska
Utgåva: 1



Sammanfattning

1. Tidigt val av stomme, material och system.
2. Optimering (AI ?)
3. Återanvändning (återbruk)
4. Vägledning Sv. Betong
5. Beräkningsprinciper
6. Oarmerade väggar
7. Uttorkning
8. Ha kontroll på regelverken och utnyttja dessa.



Projekt under karriären

