



Materialparametrar BETCRETE 2.0

Katarina Malaga, Prof. dr.
Forsknings och Affärsutvecklare
Infrastruktur och Betongbyggande
RISE Research Institutes of Sweden
2022-02-01

Innehåll

- BETCRETE 2.0
 - Cement- och betong
 - Alternativa bindemedel
 - SS137003
 - Klimatförbättradbetong
- Regeringsuppdrag – Provningsbehov av cement och betong vid import av cement/byte av cement

BETCRETE 2.0 Klimatneutral cement- och betongindustri

Implementering av färdplaner för cement- och betongbranscherna

Det övergripande målet är att minska CO₂-utsläpp från cement och betong

Säkra att klimatneutral betong finns på marknaden 2030 och att den används i hela Sverige 2045

BETCRETE 2.0 consortium 2021 -2021

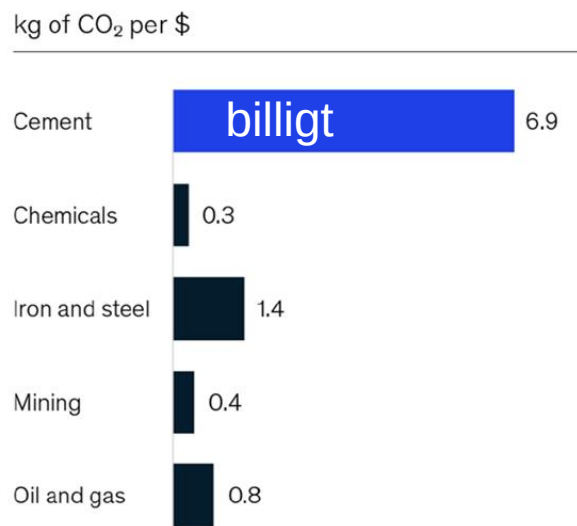
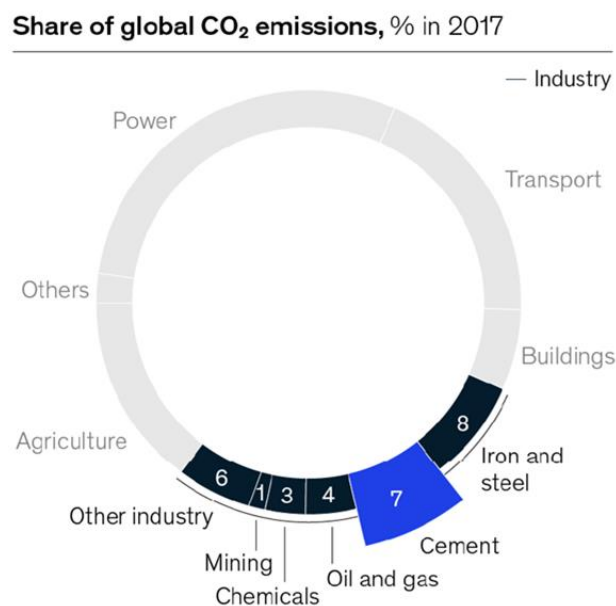


BUILDING TRUST



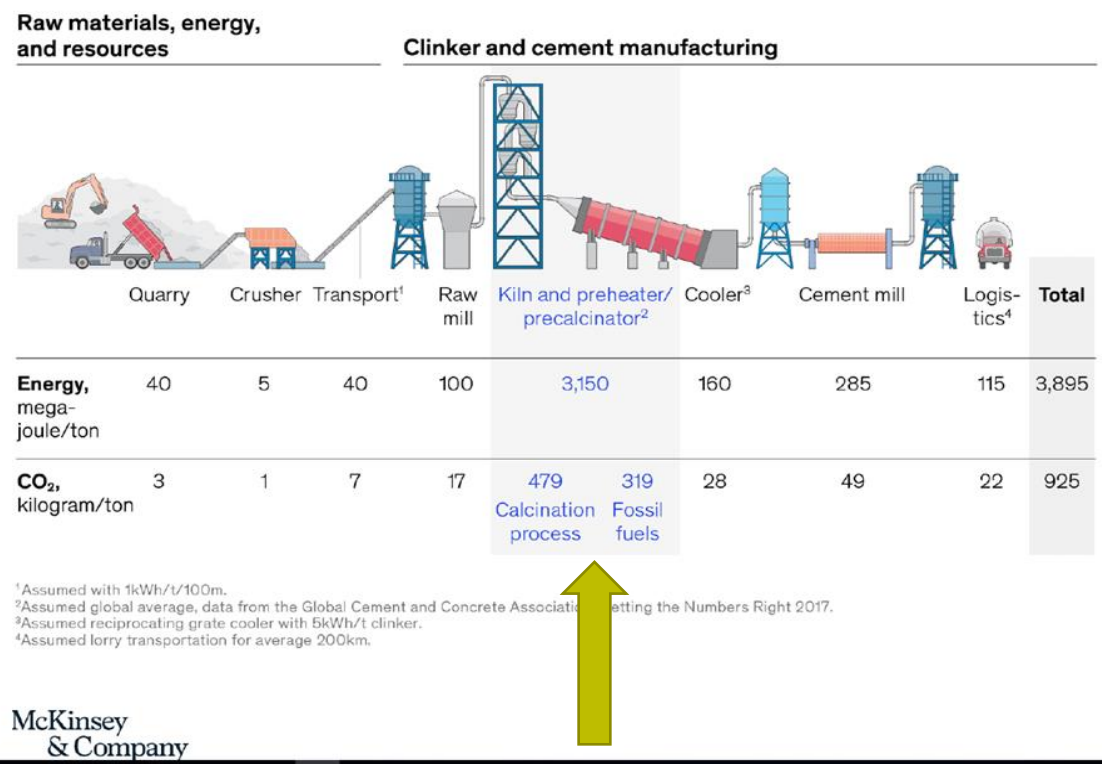
Cement - klimatutmaningar

Cement production is a major source of global CO₂ emissions and also generates the most emissions per revenue dollar.



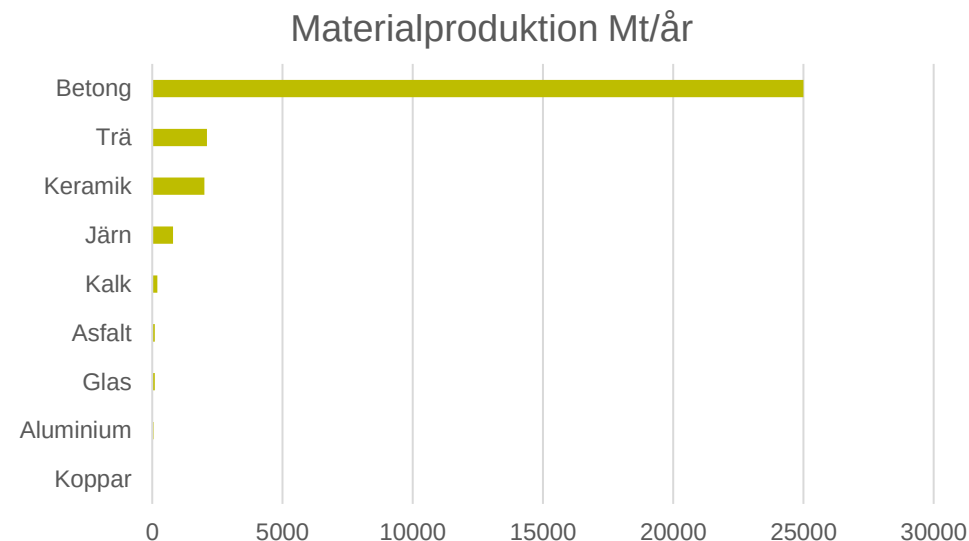
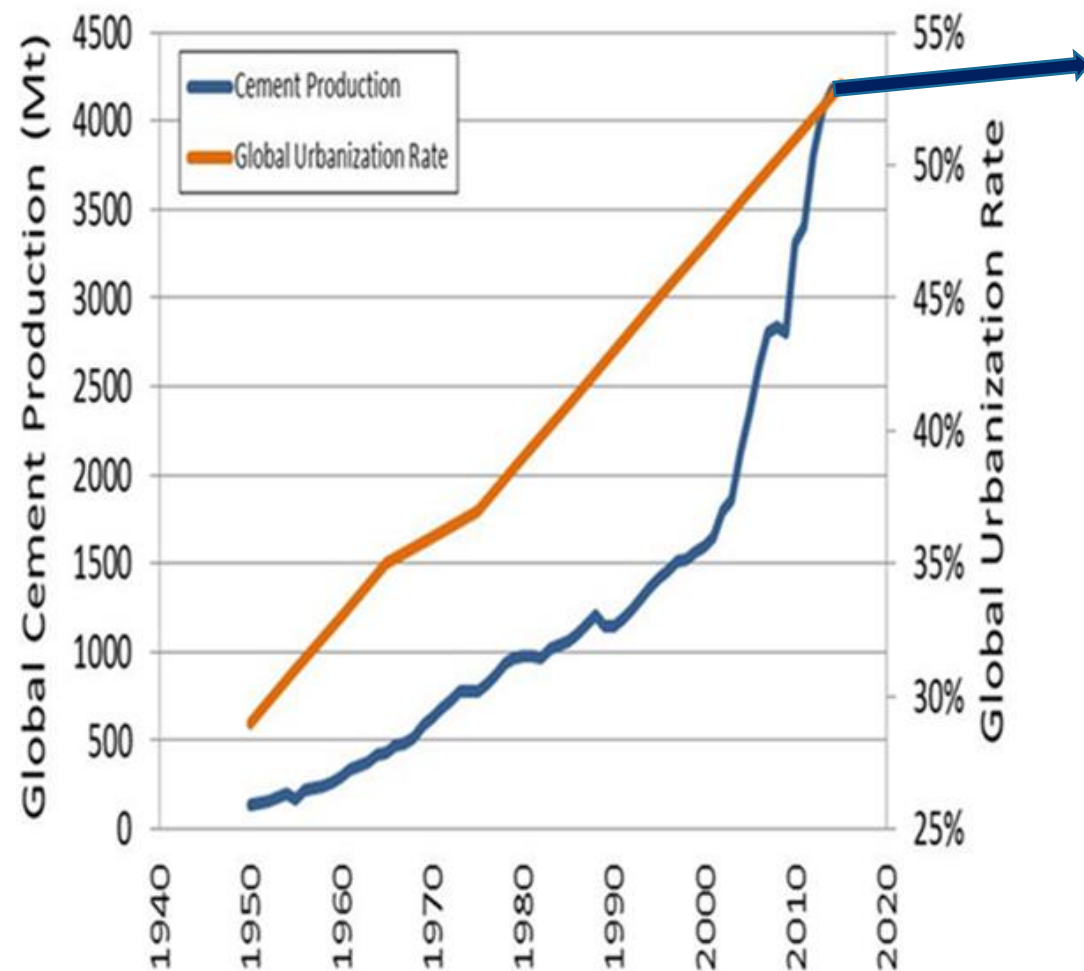
4% i Sverige

Cement manufacturing is a highly complex process.



McKinsey & Company

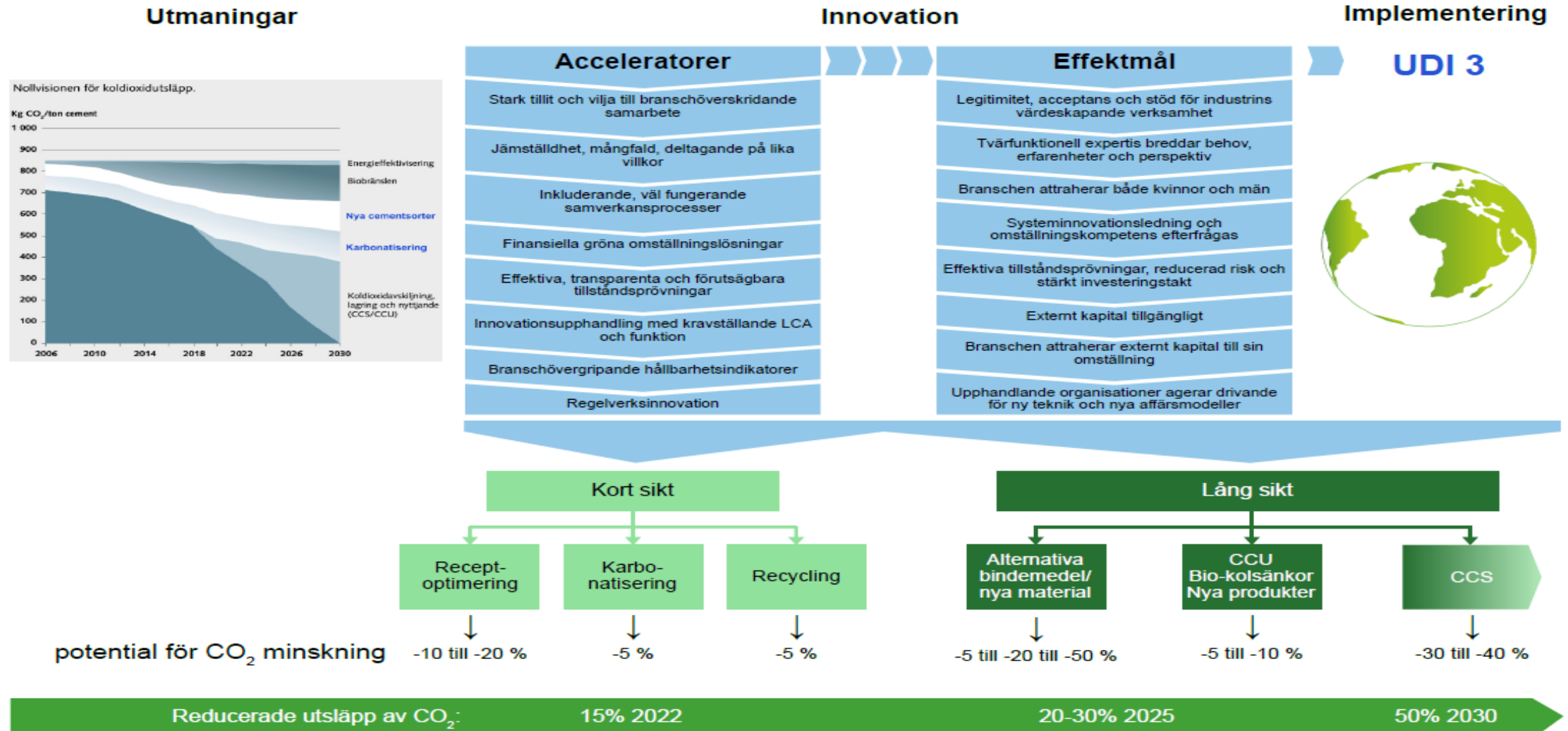
Cementmarknaden



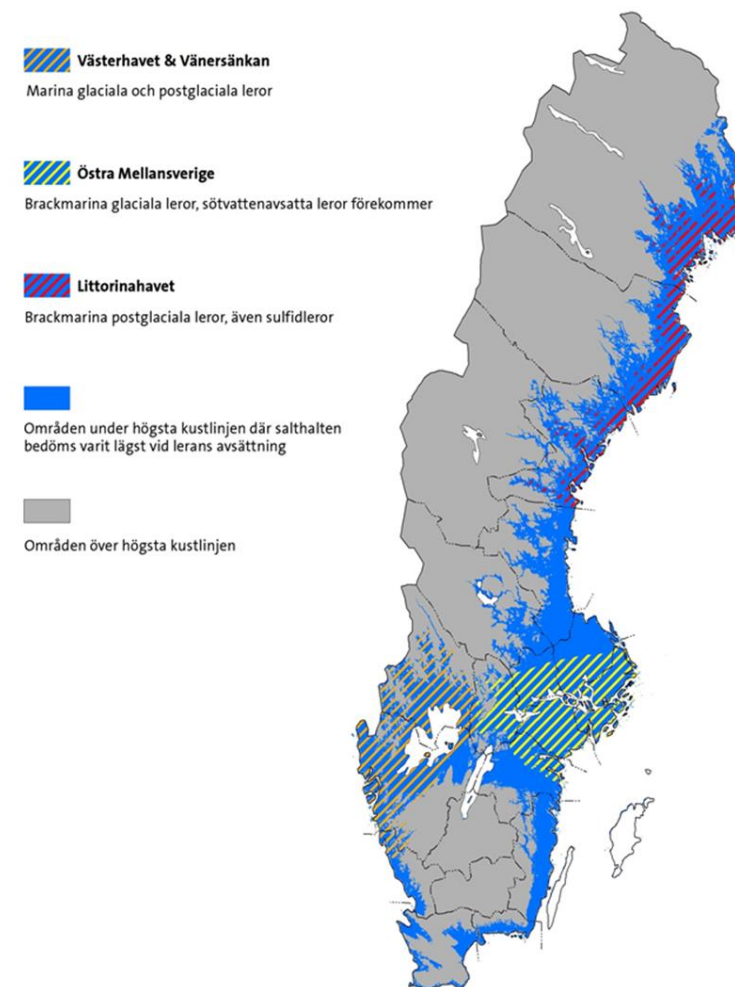
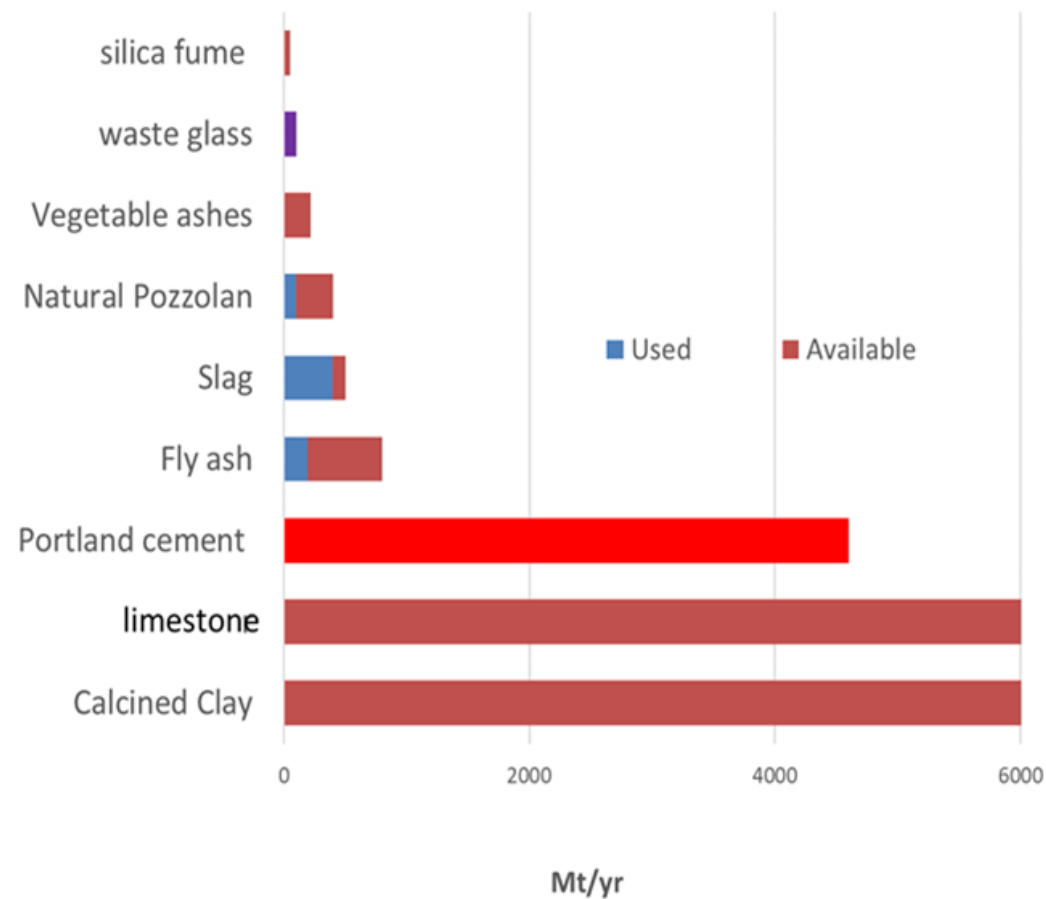
Kina 55% ; Indien 8% , EU 3% , Sverige ca 2.3 Mt= 0,05% av världens cementproduktion

Klimatneutral omställning – ett systemperspektiv

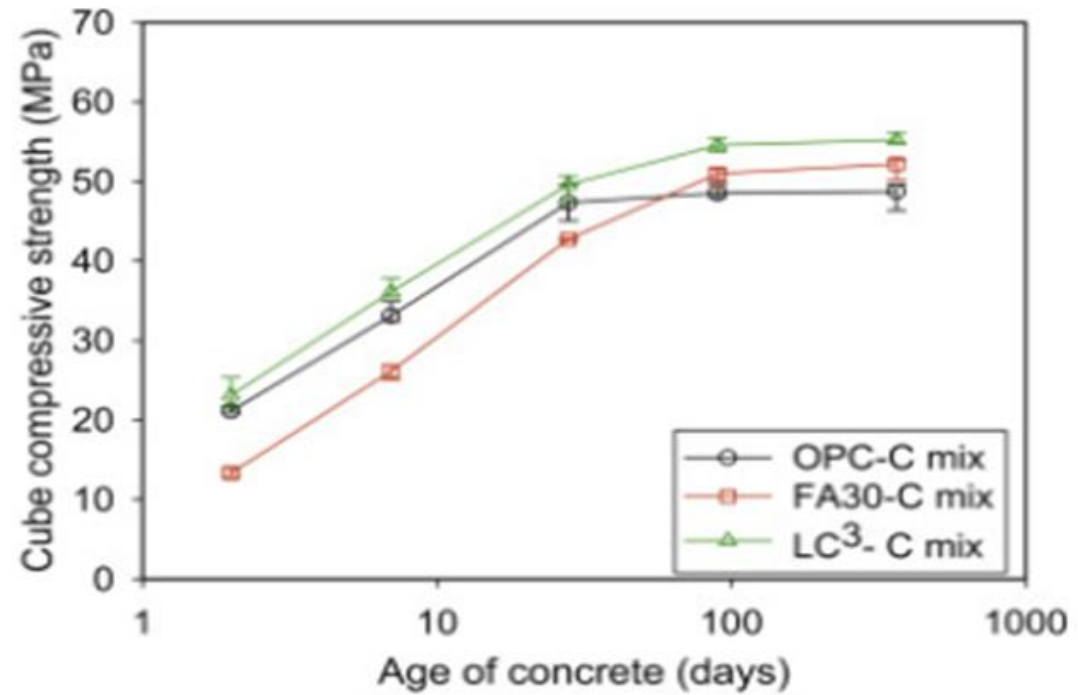
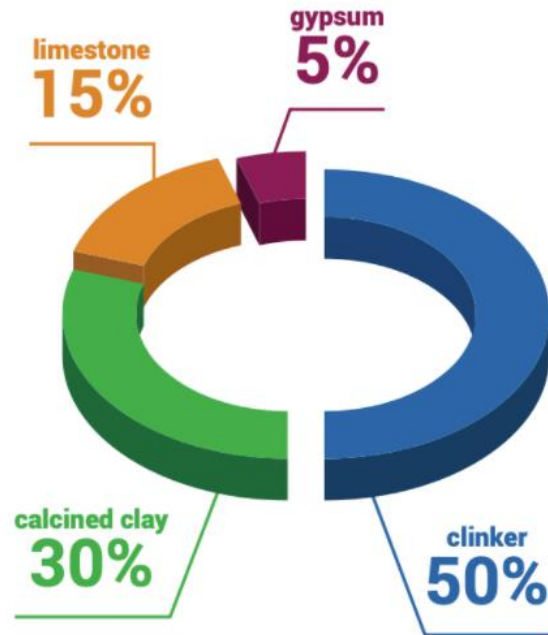
BETCRETE 2.0 – Accelererad klimatneutral omställning av cement- och betongbranscherna



Alternativa bindemedel och optimering av recept



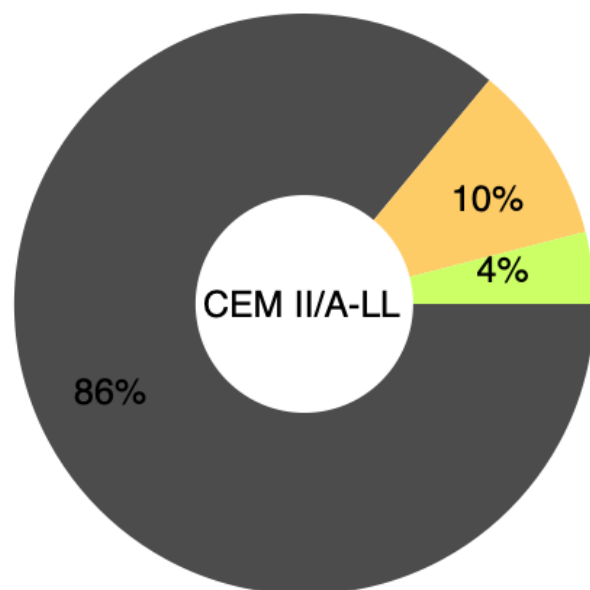
LC3 - tryckhållfasthet



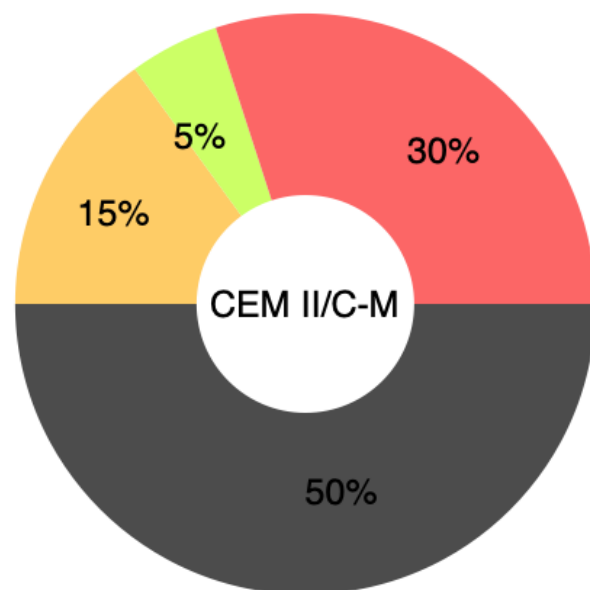
Alternativa bindemedel: Limestone Calcined Clay Cement (LC³):

blandning av kalcinerad lera-kalksten filler-cement och gyps

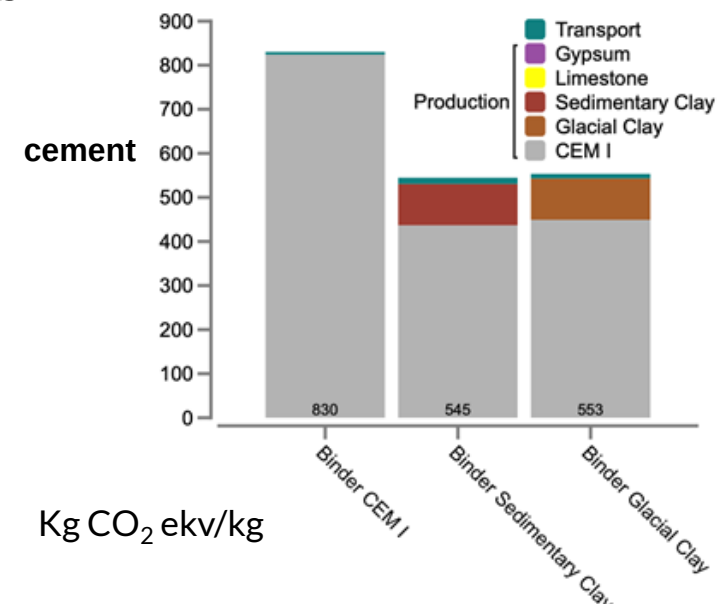
Vanlig byggcement



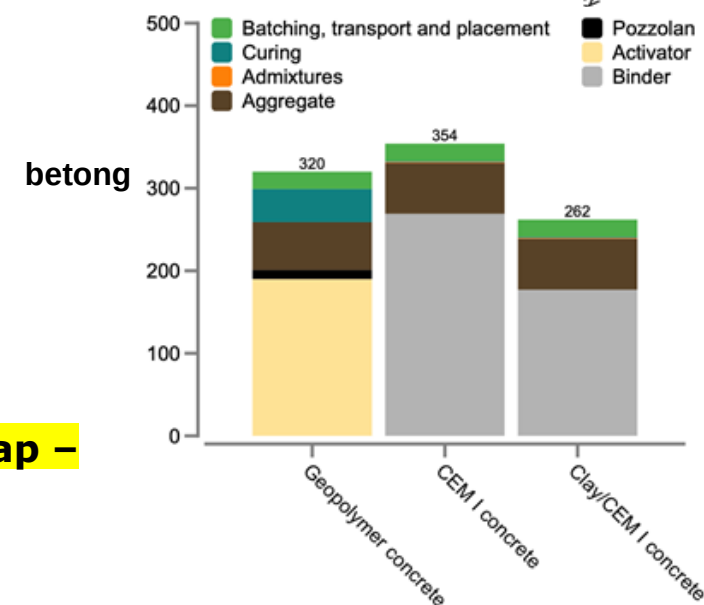
Bindemedel av typ LC³



■ Cement clinker ■ Limestone filler ■ Gypsum ■ Calcined clay



Kg CO₂ ekv/kg



Potential for use of activated clays in concrete in Sweden – Roadmap – 2021 (Urs Mueller, Gilles Plusquellec, Katarina Malaga)

Klimatförbättrad betong - vägledning



	Exponeringsklass	Branschreferens			Klimatförbättrad steg 1		Klimatförbättrad steg 2		Klimatförbättrad steg 3	
		vct	cement	kg CO2/m3	max kg CO2/m3	förbättr jfr referens %	max kg CO2/m3	förbättr jfr referens %	max kg CO2/m3	förbättr jfr referens %
1. Hus Invändigt										
Delar med uttorkningskrav 85% RH. Tex vid beläggning med plastmatta eller i vissa fall parkett.	X0; XC1	0,35	500 kg CEM II**	365	330	10	*	*	*	*
Delar med uttorkningskrav 90% RH. T ex bjälklag.	X0; XC1	0,45	420 kg CEM II**	305	275	10	*	*	*	*
2. Hus Invändigt. Inga krav på härdningstid/uttorkningstid										
Delar av grundläggning, delar inom- och utomhus utan krav på hållfasthetstillväxt, härdningstid eller uttorkningstid. Tex väggar, även yttervägg innanför isolering.	X0, XC1,	0,55	350 kg CEM II**	255	230	10	190	25	155	39
3. Grundkonstruktion										
Frostfritt djup under grundvattenytan.	XC1	0,55	350 kg CEM II**	255	230	10	190	25	155	39
Ej frostfritt ovan eller under grundvattenytan.	XC3; XC4; XF3	0,55	370 kg CEM II**	270	240	11	205	24	160	41
4. Hus Utomhus, ej salt										
T ex yttervägg/skiva, balkong, sockel.	XC3, XC4, XF3	0,55	370 kg CEM II**	270	240	11	205	24	160	41
5. Hus Utomhus, salt										
T ex P-hus, yttertrappa, loftgång, sockel, yttervägg nära kust.	XD3	0,40	470 kg CEM II**	340	305	10	255	25	205	40
6. Anläggning utomhus, salt och frost										
T ex Tösaltade armerade vägar och vägbroar, konstruktioner i eller invid havsvatten.	XF4; XS3; XD3	0,39	420 kg CEM I**	385	345	10	305	21	*	*

* Inte möjlig att uppnå med dagens teknik/regelverk.

** I branschreferenserna för hus har använts en mix med 50% cement typ CEM II/A-V och 50% cement typ CEM II/A-LL.

Tabell 8b – Accepterade bindemedelssammansättningar och krav avseende högsta vct_{ekv} i exponeringsklasserna XS1-XS3 samt XD1-XD3.

		Korrosion föranledd av kloridinträngning		
Kravelement		XS1 och XD1	XS2 och XD2	XS3 och XD3
		Högsta vct_{ekv}		
Cement enligt SS-EN 197-1	CEM I	0,45	0,45	0,40
	CEM II/A-D			
	CEM II/A-LI ^{f)}			
	CEM II/A-S			
	CEM II/A-V			
	CEM II/A-M ^{a), f)}			
	Övriga CEM II/A	b)	b)	b)
	CEM II/B-S	0,45	0,45	0,40
	CEM II/B-M ^{a), c), f)}			
	CEM II/B-V			
	Övriga CEM II/B	b)	b)	-
	CEM III/A	0,45	0,45	0,40
Hållfasthetsklass hos cement		≥ 42,5	≥ 42,5	≥ 42,5
Andel PC-klinker av bindemedel ^{d)}		≥ 35	≥ 35	≥ 35
Andel av bindemedlet ^{e)}				
Silikastoft		≤10	≤10	≤10
Flygaska		≤35	≤35	≤35
ggbs		≤65	≤65	≤65

Olika vct_{ekv} krav

Dokumentations

provning

Utökning

Tabell 8c – Accepterade bindemedelssammansättningar och krav avseende högsta vct_{ekv} samt frostbeständighet i exponeringsklasserna XF1-XF4.

		Angrepp av frysning/upptining			
Kravelement		XF1	XF2	XF3	XF4
		Högsta vct_{ekv}			
Cement enligt SS-EN 197-1	CEM I	0,60	0,45	0,55	0,45
	CEM II/A-D	0,60	0,45	b)	b)
	CEM II/A-LL	0,60	0,45	0,55	0,45
	CEM II/A-S				
	CEM II/A-V				
	CEM II/A-M ^{a)}	0,60	0,45	0,55 ^{d)}	0,40 ^{e), f)}
	Övriga CEM II/A				
	CEM II/B-S				
	CEM II/B-M ^{a), c)}	0,60	0,45	0,55 ^{d)}	0,40 ^{e), f)}
	CEM II/B-V				
	Övriga CEM II/B				
	CEM III/A	0,60	-	-	-
Hållfasthetsklass hos cement		≥ 42,5	≥ 42,5	≥ 42,5	≥ 42,5
Andel PC-klinker av bindemedel ^{g)}		≥ 35	≥ 65	≥ 65	≥ 65
Andel av bindemedlet ^{h), i)}					
Silikastoft		≤ 10	≤ 10	≤ 5 ^{j)}	≤ 5 ^{j)}
Flygaska		≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35
ggbs		≤ 65	≤ 35	≤ 35	≤ 35
Frostbeständig ballast		Ja	Ja	Ja	Ja
Provning av frostbeständighet		---	---	---	Ja
Lägsta lufthalt eller provning av frostbeständighet		---	Ja	Ja	---

Olika vct_{ekv} krav

Dokumentations

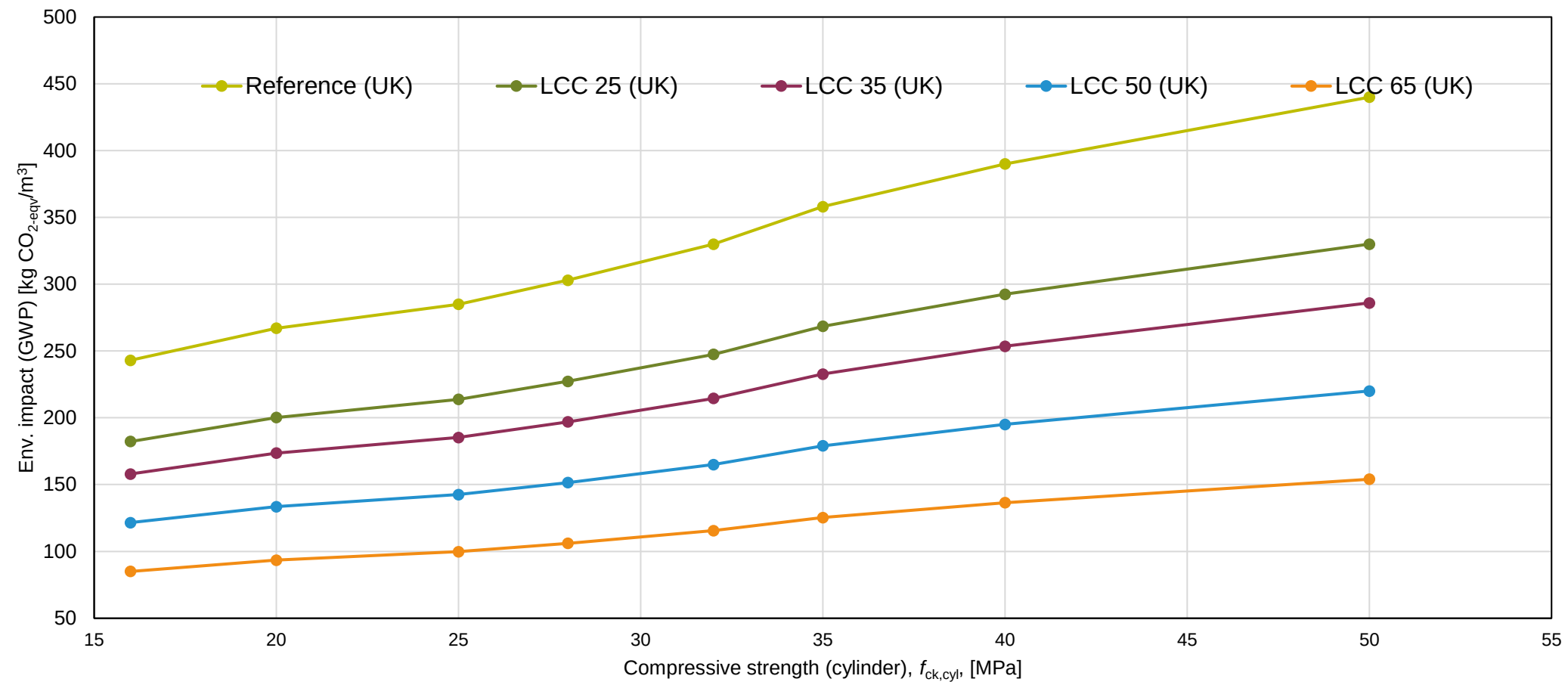
-
provning

Utökning

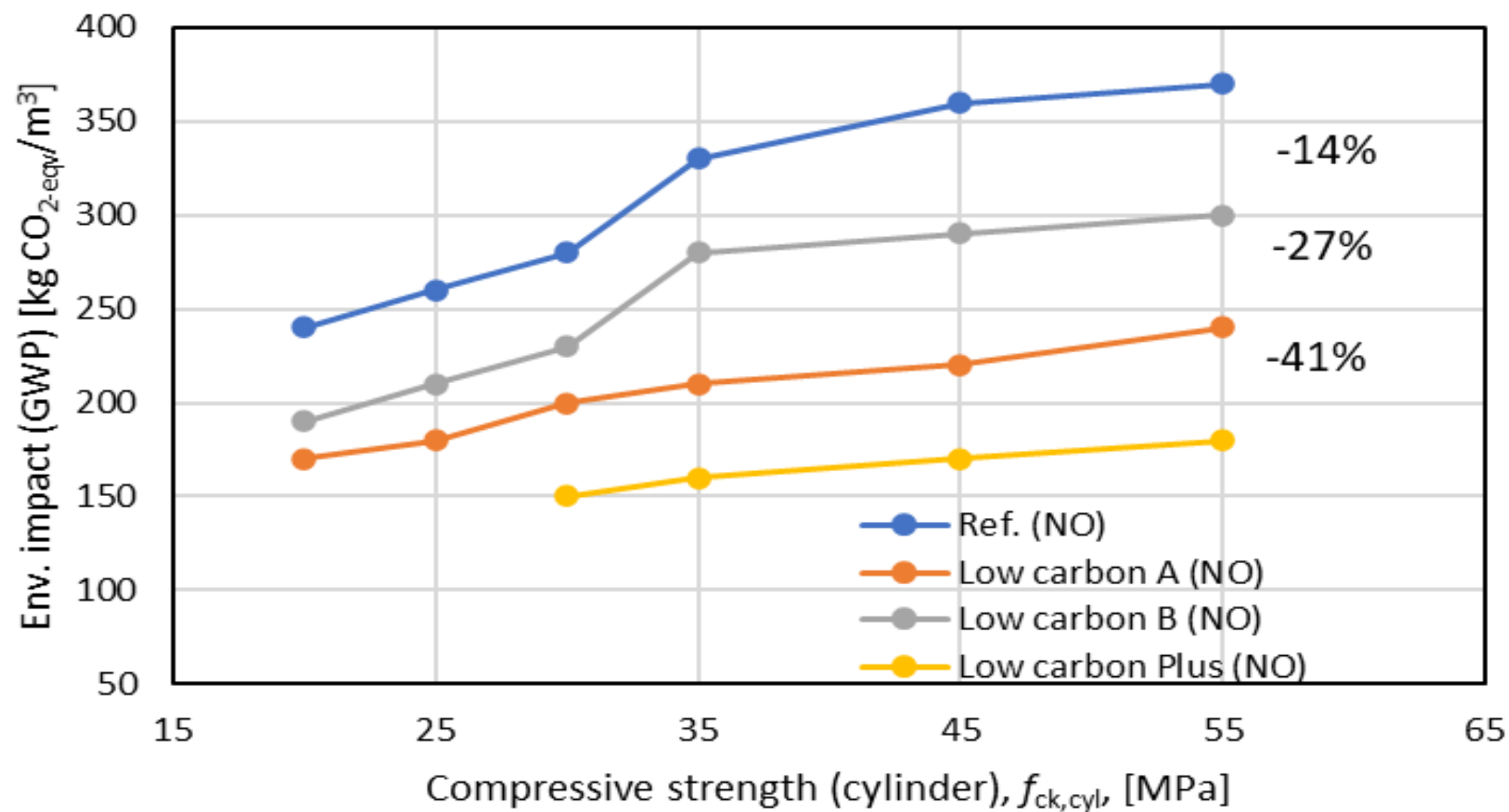
Hur ser utvecklingen – implementeringen av låg-CO2-betong i andra länder?



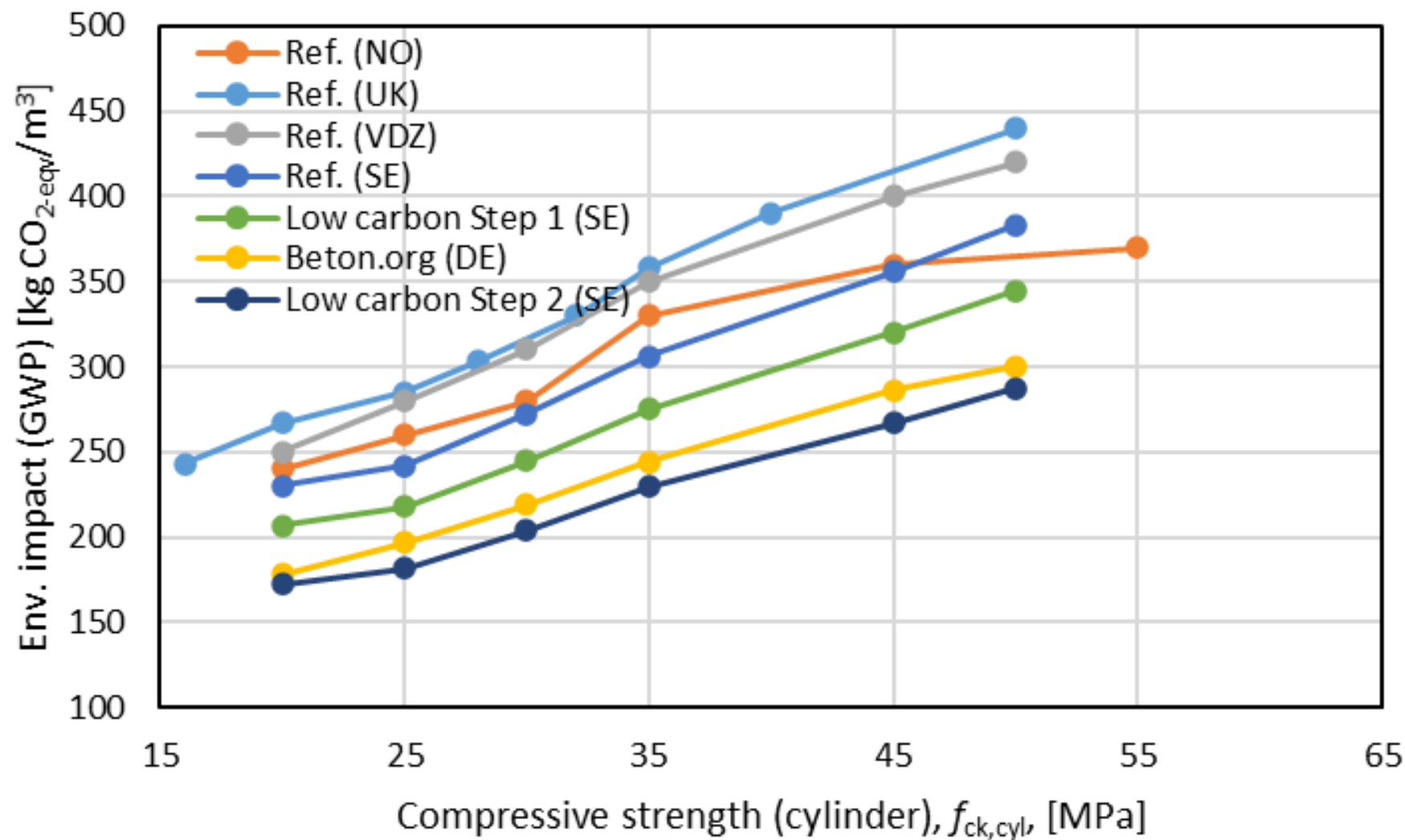
Storbritannien



Norge



Jämförelsen mellan olika **referensbetong** från olika länder och några exempel på låg-CO₂ betong



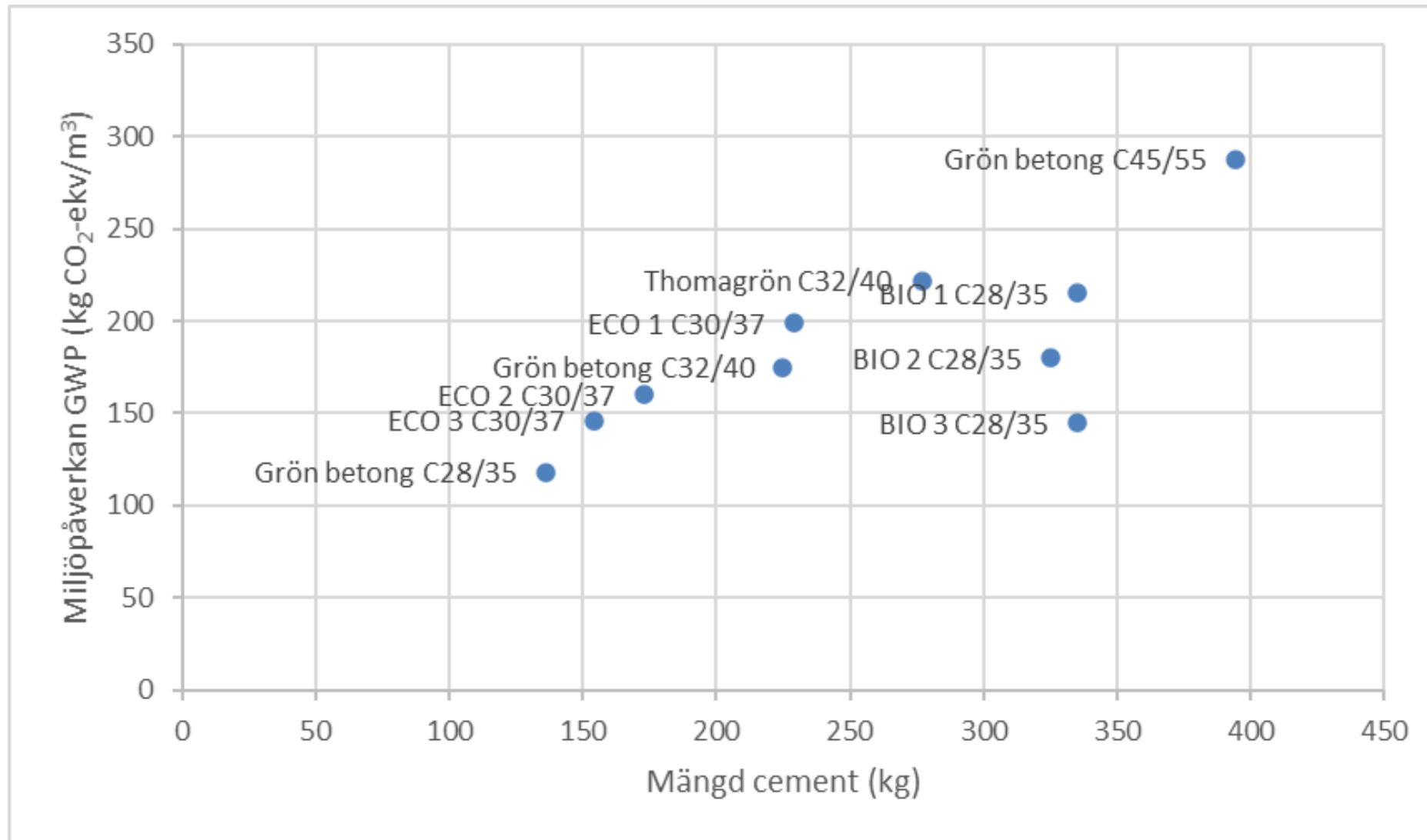
Samanställning av granskade EPD:er

Namn	Hållfasthets- klass	Exponerings- klass	Vct	GWP Koldioxid- utsläpp CO ₂ -ekv/m ³	GWP Bransch- referens* CO ₂ -ekv/m ³	Klimat- förbättrad i procent	Steg enligt Svensk Betong
Grön betong	C28/35	XC1	Ca. 0,8**	118 kg	245 kg	52 %	Steg 3
Grön betong	C32/40	XC2	0,6**	175 kg	285 kg	39 %	Steg 3
Grön betong	C45/55	XD3	0,4**	288 kg	325 kg	11 %	Steg 1
Thomagrön	C32/40	XC1, XC2, XC3, XC4	0,5	222 kg	280 kg	21 %	Steg 2
ECO 1	C30/37	XC4, XF1	0,55	199 kg	270 kg	26 %	Steg 2
ECO 2	C30/37	XC4, XF1	0,55	160 kg	270 kg	41 %	Steg 3
ECO 3	C30/37	XC4, XF1	0,55	146 kg	270 kg	46 %	Steg 3
BIO 1	C28/35	XC2, XF1	0,61	215 kg	240 kg	10 %	Steg 1
BIO 2	C28/35	XC1	0,6	180 kg	240 kg	25 %	Steg 2
BIO 3	C28/35	XC1	0,64	145kg	240 kg	40 %	Steg 3

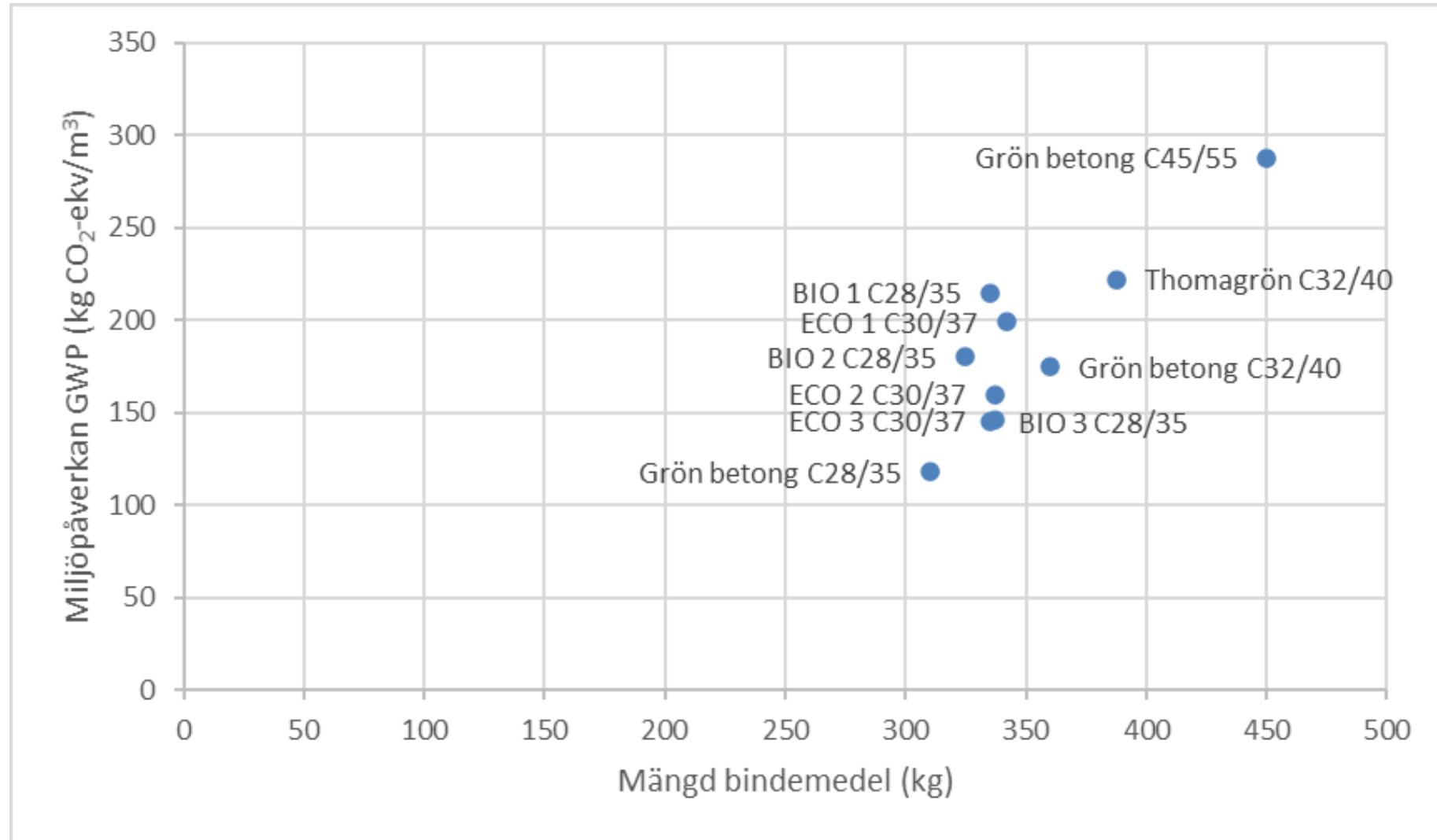
* Referensvärdena är från tabell 3, interpolerade av företagen utifrån den eller från IVL

** Staffansson (2019) bilaga 1

Samanställning av granskade EPD:er



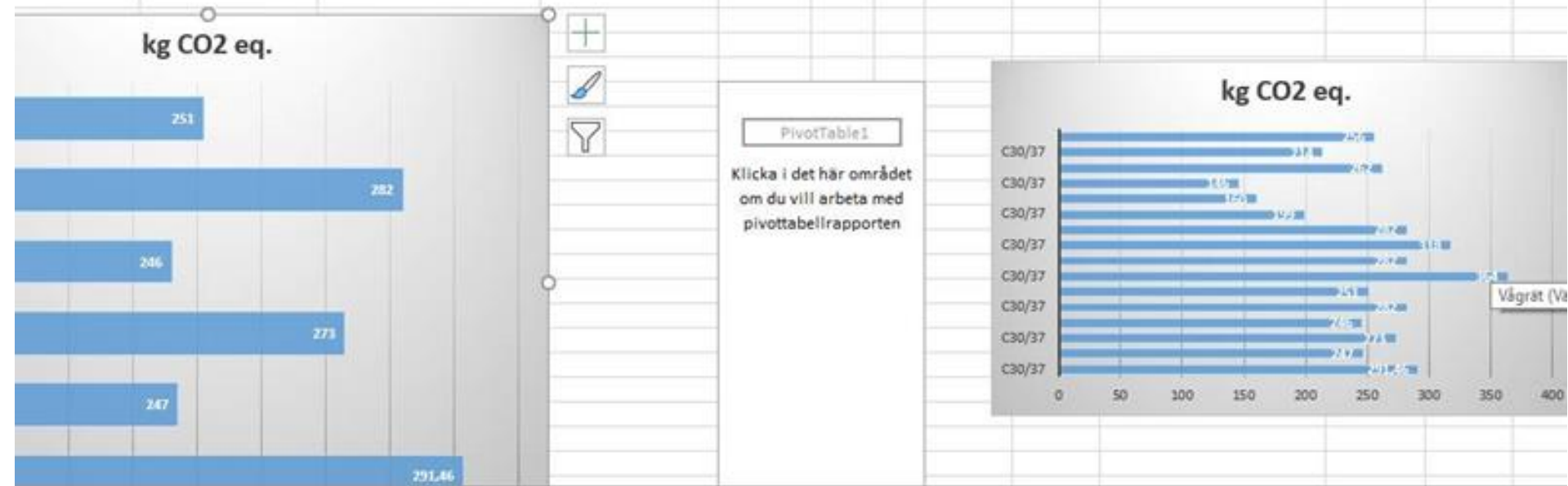
Samanställning av granskade EPD:er



BETCRETE – Databas för betong EPD:er och teknisk information – val av klimatförbättrad betong

*exposure class for different environment based												
*requriments on cement												
VCReq type based on												
eringsklass	on Standard	type based on exp class	exp class	År	Unit	vct	VBT	VCReq	Cement Type	Cement amount	Clinker	SCM in
F1	XC4, CXF1	I,II/A-S,B-S, A-D, A-V, B-V, A	0.55-0.6	2019	1 m3	0,55			CEM II/A-V 52,5 N	340 kg	80-94%	6-20
F3			0,55	2018	1 m3	0,5			CEM II/A-V 52,5 N	380 kg	80-94%	6-20
F1			0.55-0.6	2018	1 m3		0,55		CEM II/A-LL 42,5 R	317 kg	80-94%	
C4, XF1		I,II/A-S,B-S, A-D, A-V, B-V, A	0.55-0.6	2018	1 m3	0,5				304 kg		
	XC0, XC1, XC2, XC3, XC4	I,II/A-S,B-S, A-D, A-V, B-V, A	-	2016	1m3	0,5			CEM II/ A-V 52.5 N	355 kg	80-94%	6-20
		I,II/A-S,B-S, A-D, A-V, B-V, A	-	2019	1 m3	0,35			"CEM II/A-V 42,5 N - MH/LA	460 kg	80-94%	6-20
		I,II/A-S,B-S, A-D, A-V, B-V, A	0,55	2018	1 m3	0,5				304 kg		
	XC1, XC4, XF3		0,55	2018	1m3	0,55			CEM I 42.5 N-SR3/MH/LA	336 kg	95-100%	
		I,II/A-S,B-S, A-D, A-V, B-V, A	0,5	2018	1 m3	0,5				304 kg		
F1			0.55-0.6	2018	1 m3		0,55		Velox CEMI 52,5 N	229 kg	95-100%	
F1			0.55-0.6	2018	1 m3		0,55		Velox CEMI 52,5 N	173 kg	95-100%	
F1			0.55-0.6	2018	1 m3		0,55		Velox CEMI 52,5 N	154 kg	95-100%	
F1			0.55-0.6	2018	1 m3		0,55		CEM II/ A-V 52.5 N	354.5kg	80-94%	6-20
	XC4+XF3	I,II/A-S,B-S, A-D, A-V, B-V, A	0,55	2018	1 m3		≤0.55		CEM II/ B-M	285 kg	80-94%	6-20
F4	XC4+XF3	I,II/A-S,B-S, A-D, A-V, B-V, A	0.45-0.55	2018	1 m3	0,5			Anläggningscement FA CEM	350 kg	80-94%	6-20

- Faktorer:
- CO2
 - Exponeringsklass
 - Tryckhållfasthet
 - Mängd cement och bindemedel
 - vct och vbt



1 DEFINING AND BENCHMARKING THE CARBON IN CONCRETE

A zero carbon future for concrete can only be mapped out from an accurate starting position. The LCCG has been working with industry to establish appropriate boundaries to classify concrete by carbon. Further work is required to build on this data and establish a simple rating system for carbon in concrete.

ACTION:

Cross-industry efforts to standardise measuring, reporting and benchmarking of the greenhouse gases associated with different types of concrete.

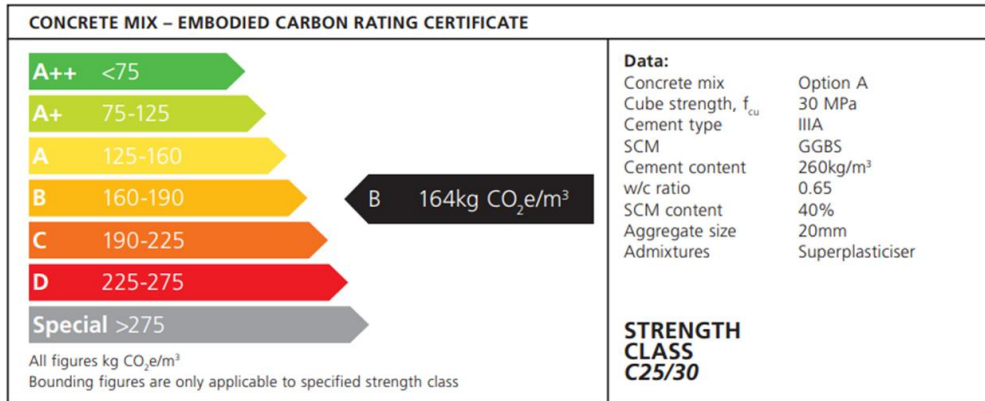


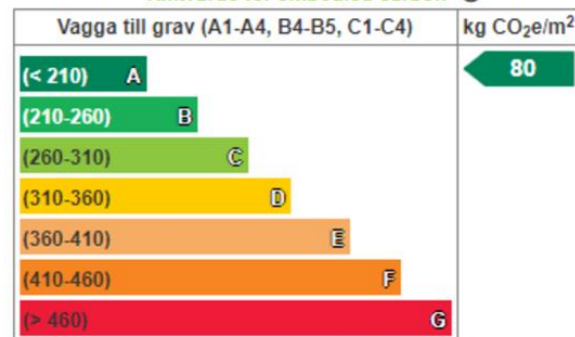
Illustration av CO2 avtryck – betong

Fig 2: Example of a possible approach to carbon rating for a given concrete

Resultat och benchmarking - Design: As built LCA

Välj design ▾

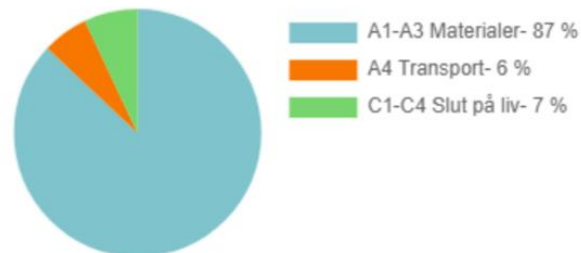
Riktvärde för embodied carbon ?



CH Q1 2020 Nordics - office ▾ ?

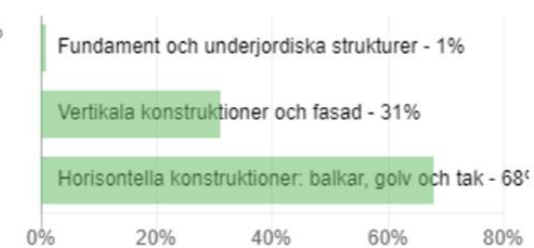
Ladda ner som bild

Embodied carbon efter livscykelstadiet



Ladda ner som bild

Embodied carbon efter struktur - A1-A3



Ladda ner som bild



RISE Rapport 2022:12

- En beskrivning av gällande krav på provning av cement, betong och betongprodukter.
- En kartläggning av befintlig provningsverksamhet i Sverige och i närområdet, inklusive dess kapacitet och nuvarande nyttjandegrad.
- En uppskattning av det hur behovet av provningsverksamhet kommer att påverkas i det fall ett stort antal produkter behöver utvärderas inom en begränsad tidsrymd.
- En scenarioanalys för vad ett stopp av cementproduktionen på Cementa i Slite från och med 2022 - 2023 och en övergång till nya cementprodukter kommer att innebära, samt förslag på åtgärder för att möta ett ökat behov av provningsverksamhet, inklusive förslag på samordning av provningsverksamheten i Sverige.