

## BETCRETE 2.0 Klimatneutral cement- och betongindustri

*Implementering av färdplaner för cement- och betongbranscherna - VINNOVA UDI 2 Utmaningsdriven innovation*

Start: 2020-09-01

Slut: 2022-08-31

# Kan klimatmålen samspela med teknisk prestanda?

Katarina Malaga

Prof. dr. FoA - Infrastruktur och Betongbyggande

RISE Research Institutes of Sweden

[katarina.malaga@ri.se](mailto:katarina.malaga@ri.se)





**The journey to a fossil-free Sweden**

# Industry is going for zero to return a profit

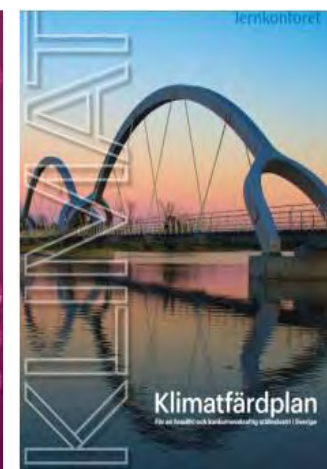
Roadmaps for fossil-free competitiveness lead the way







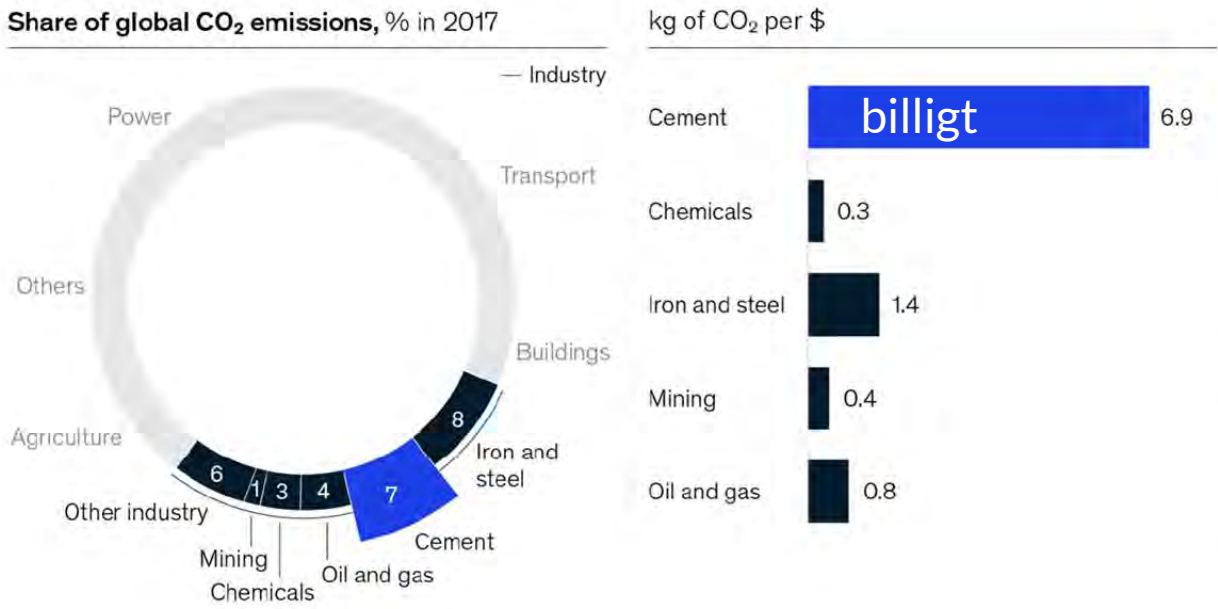
2025 - 30%  
2030 - 50%  
2035 - 80%  
2045 - 100%



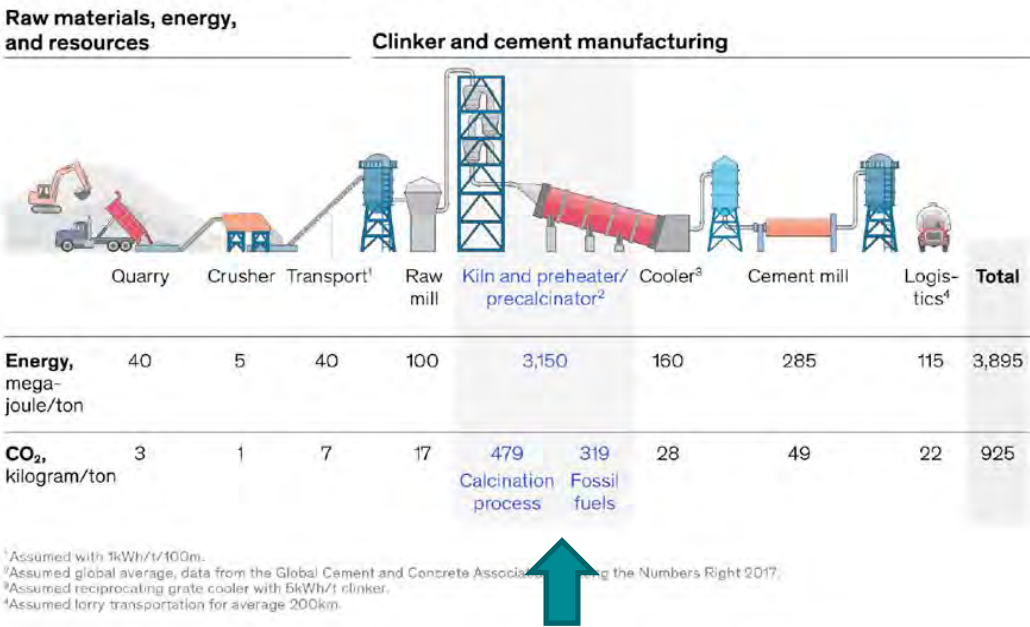
RI  
SE

# Cement - klimatutmaningar

Cement production is a major source of global CO<sub>2</sub> emissions and also generates the most emissions per revenue dollar.



Cement manufacturing is a highly complex process.



McKinsey & Company

3-4% i Sverige (ca 2 M t CO<sub>2</sub> ekv/år)

1 kg cement= 0.9 kg CO<sub>2</sub>  
1 kg oxfilé = 30-40 kg CO<sub>2</sub>  
1 kg räkör = 14 kg CO<sub>2</sub>



# Sveriges territoriella utsläpp 2019

50,9 miljoner ton CO<sub>2</sub>-ekvivalenter



KÄLLA: NATURVÅRDSVERKET

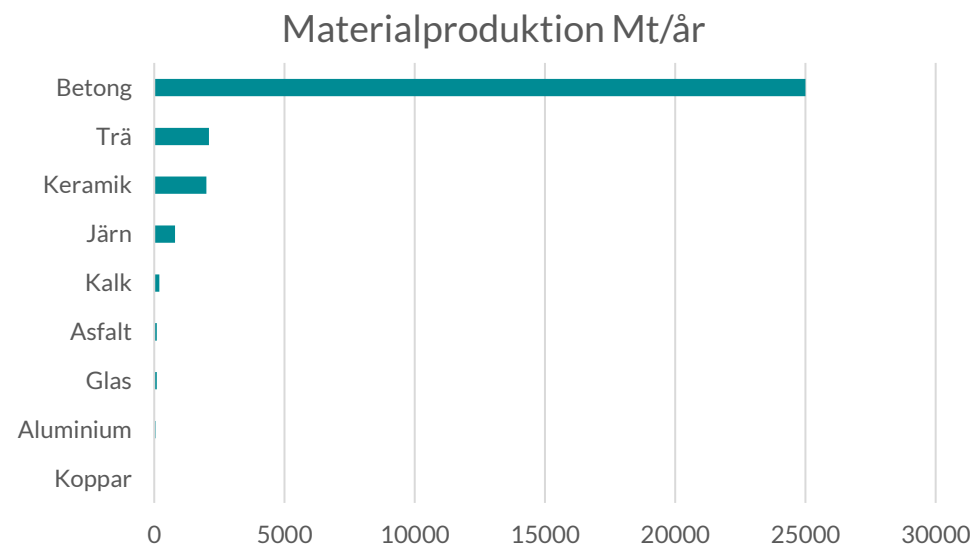
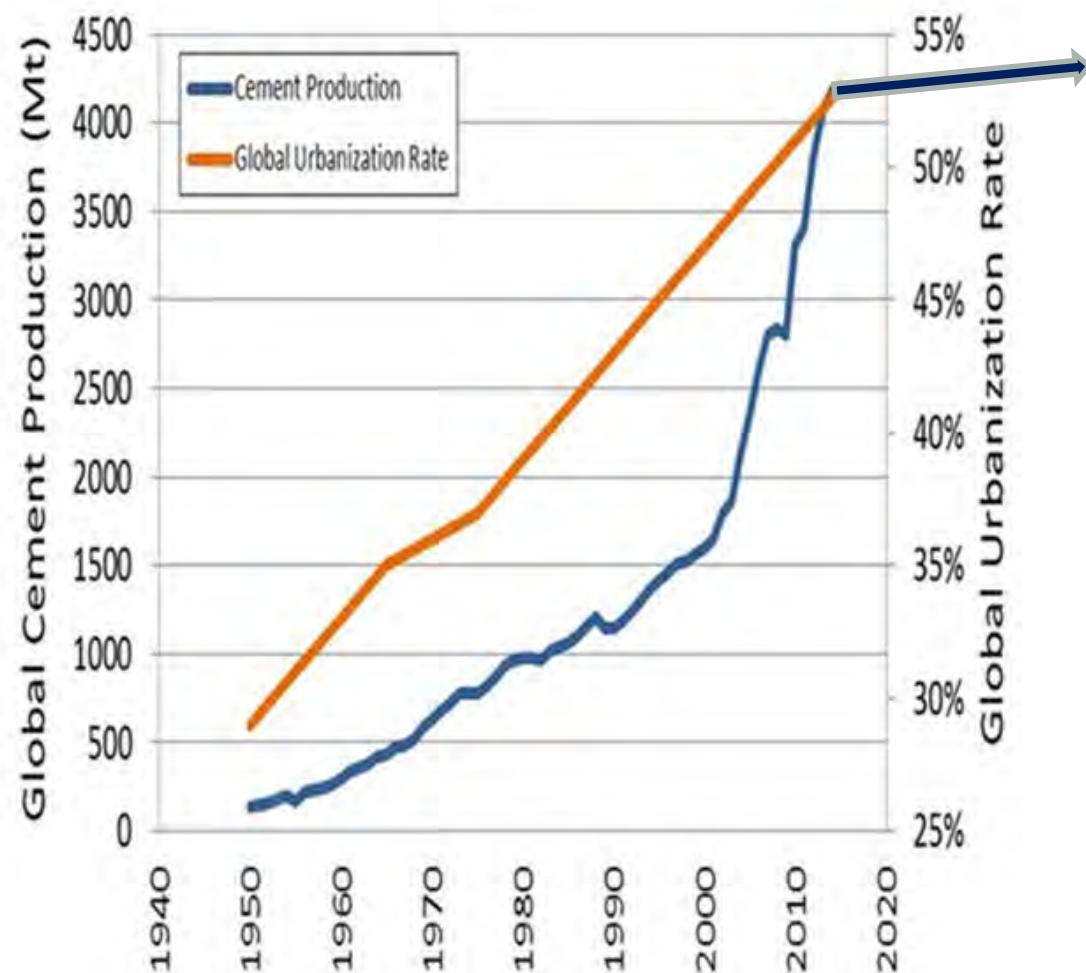
# Sveriges territoriella utsläpp 2020

46,3 miljoner ton CO<sub>2</sub>-ekvivalenter



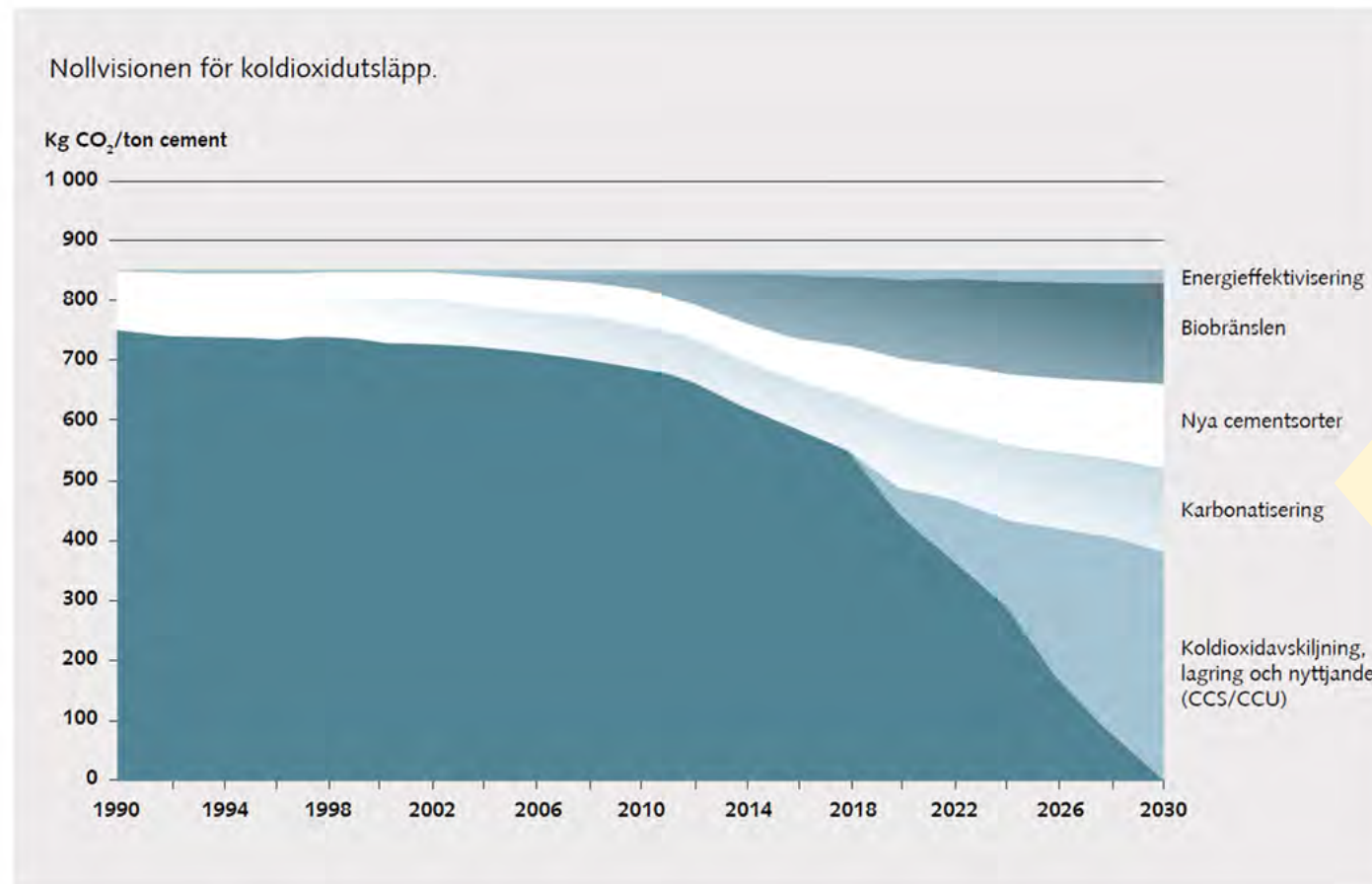
KÄLLA: NATURVÅRDSVERKET

# Cementmarknaden



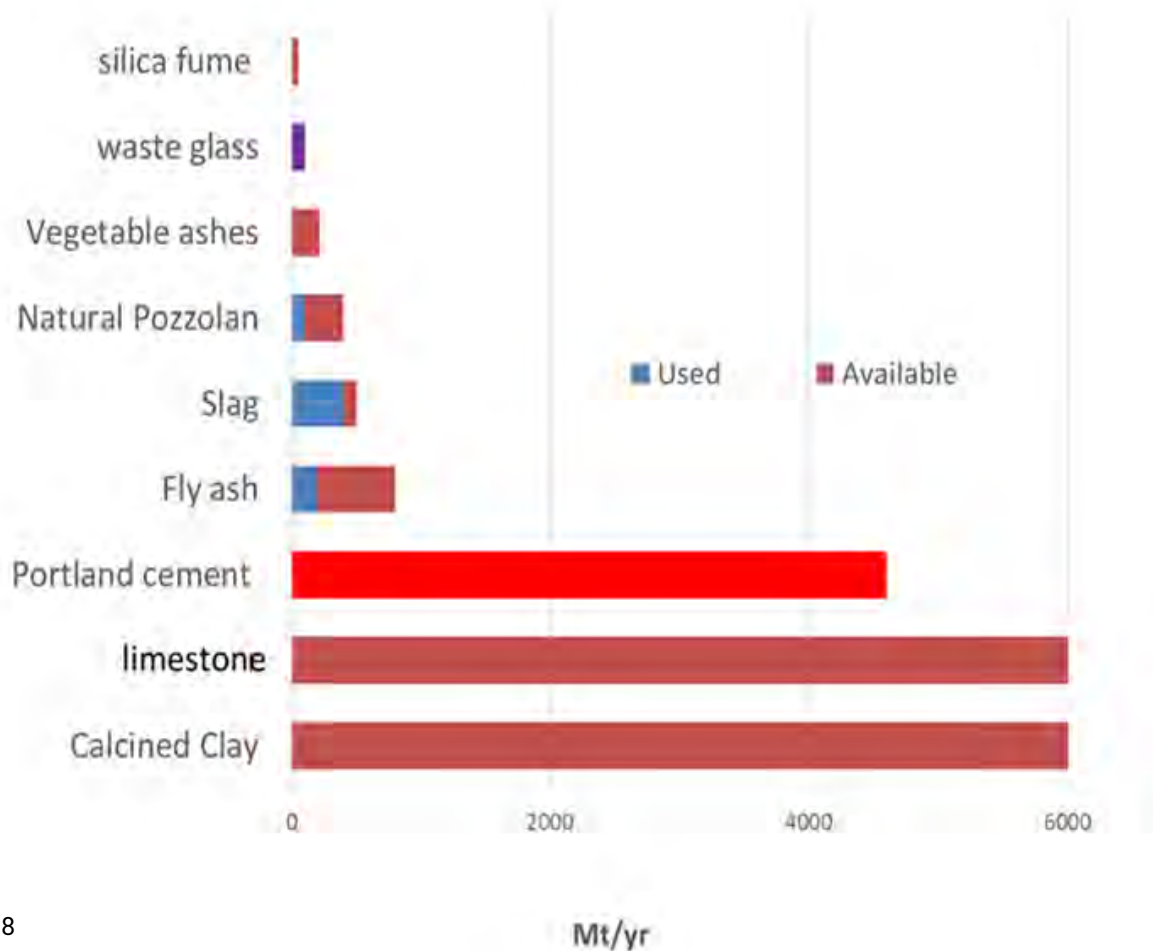
Kina 55% ; Indien 8% , EU 3% , Sverige ca 2.3 Mt= 0,05% av världens cementproduktion

# Noll CO2-visionen för svensk cementproduktion





# Vilka alternativ finns till cement



- **161 M ton cement- EU**
- **2.7 M ton cement Sverige**
- **GGBS/Swecem**
- **Flygaska från kolförbränning**
- **Danmark-biokolflygaska- produktion**
- **Bioaska = 10 M ton i världen –**
- **...lera...**



# BETCRETE 2.0 - Mål

Det övergripande målet är att minska CO<sub>2</sub>-utsläpp från cement och betong med bibehållen teknisk prestanda.



# Klinkerhalt i betong sedan 1940 talet

CBI Stockholm byggår 1944



275 kg klinker/m<sup>3</sup>

Hållbart byggande 2017  
BRF Viva



220-300 kg klinker/m<sup>3</sup>

Modernt bygge



350-400-500 kg klinker/m<sup>3</sup>

Krav på snabb tillverkning  
har ökat klinkerinnehållet



# Klimatförbättrad betong i Sverige och i andra länder

- 1957 – Kungliga Byggnadsstyrelsen godkände tillfälliga normer för **slaggcement**/1960 faställdes normer av samtliga statliga verk inom byggverksamhet
- 1962 – ca 500 000 ton slagg/år
- 1960-1982 25-60% slagg
  - Vulkacement (Köping), liknande Vika cementfabrik, Skövde
- 1982-1994
  - Modifierat portlandcement 35% slagg
  - Blandcement max 80% slagg
  - Massivcement 65% slagg

## Flygaska - Sverige

- 1982 tillåts första cement med **flygaska** i Sverige- max 35%

## Exempel på 'gammal' klimatförbättrad betong:

- Skatteskrapan Sthlm
- Kraftvärken vid Lima, Båthusströmmen, Mockfjärd, Trängslet, Åsen
- Lindbyns kraftverk -1953 (Triefcement)
- Tyskland sedan 1880; standard 1920
- Belgien 1940 (Triefcement)
- Frankrike 1940-
  - Damm Bort les Orgues – 800 000 m<sup>3</sup> betong med ca 200 000 t slaggcement
- Standard i Holland, UK; Norge, Danmark, Polen m fl
- Canada/USA

# Vägledning för klimatförbättrad betong (reviderad version i mars 2022)

## Svensk Betong

|                                                                                                                                                                                   | Exponerings-<br>klass | Branschreferens |                 |           | Klimatförbättrad<br>steg 1 |                            | Klimatförbättrad<br>steg 2 |                            | Klimatförbättrad<br>steg 3 |                            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------|-----------------|-----------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
|                                                                                                                                                                                   |                       | vct             | cement          | kg CO2/m3 | max kg<br>CO2/m3           | förbättr jfr<br>referens % | max kg<br>CO2/m3           | förbättr jfr<br>referens % | max kg<br>CO2/m3           | förbättr jfr<br>referens % |
| 1. Hus Invändigt                                                                                                                                                                  |                       |                 |                 |           |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
| Delar med uttorkningskrav 85% RH.<br>Tex vid beläggning med plåstmatta<br>eller i vissa fall parkett.                                                                             | X0; XC1               | 0,35            | 500 kg CEM II** | 365       | 330                        | 10                         | *                          | *                          | *                          | *                          |
| Delar med uttorkningskrav 90% RH.<br>Tex bjälklag.                                                                                                                                | X0; XC1               | 0,45            | 420 kg CEM II** | 305       | 275                        | 10                         | *                          | *                          | *                          | *                          |
| 2. Hus Invändigt. Inga krav på<br>härddningstid/uttorkningstid                                                                                                                    |                       |                 |                 |           |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
| Delar av grundläggning, delar<br>inom- och utomhus utan krav på<br>hållfasthetstillväxt, härddningstid eller<br>uttorkningstid. Tex väggar, även<br>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<br>grundvattenytan.                                                                                                                                | XC3; XC4; XF3         | 0,55            | 370 kg CEM II** | 270       | 240                        | 11                         | 205                        | 24                         | 160                        | 41                         |
| 4. Hus Utomhus, ej salt                                                                                                                                                           |                       |                 |                 |           |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
| Tex yttervägg/skiva, balkong, sockel.                                                                                                                                             | XC3, XC4, XF3         | 0,55            | 370 kg CEM II** | 270       | 240                        | 11                         | 205                        | 24                         | 160                        | 41                         |
| 5. Hus Utomhus, salt                                                                                                                                                              |                       |                 |                 |           |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
| Tex P-hus, yttertrappa, loftgång,<br>sockel, yttervägg nära kust.                                                                                                                 | XD3                   | 0,40            | 470 kg CEM II** | 340       | 305                        | 10                         | 255                        | 25                         | 205                        | 40                         |
| 6. Anläggning utomhus, salt<br>och frost                                                                                                                                          |                       |                 |                 |           |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
| Tex Tösaltade armerade vägar och<br>vägbroar, konstruktioner i eller invid<br>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.

- vct 0.35-0.55
- Cement CEM II 350-500 kg
- 255-385 kg CO2/m3



**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 <sup>f)</sup>        |                                          |             |             |
|                                              | CEM II/A-S                       |                                          |             |             |
|                                              | CEM II/A-V                       |                                          |             |             |
|                                              | CEM II/A-M <sup>a), f)</sup>     | b)                                       | b)          | b)          |
|                                              | Övriga CEM II/A                  |                                          |             |             |
|                                              | CEM II/B-S                       |                                          |             |             |
|                                              | CEM II/B-M <sup>a), c), f)</sup> | 0,45                                     | 0,45        | 0,40        |
|                                              | 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 <sup>d)</sup> |                                  | ≥ 35                                     | ≥ 35        | ≥ 35        |
| Andel av bindemedlet <sup>e)</sup>           |                                  |                                          |             |             |
| Silikastoft                                  |                                  | ≤10                                      | ≤10         | ≤10         |
| Flygaska                                     |                                  | ≤35                                      | ≤35         | ≤35         |
| ggbs                                         |                                  | ≤65                                      | ≤65         | ≤65         |

Olika  $vct_{ekv}$  krav

Dokumentationsprovning

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 <sup>a)</sup>     | 0,60                          | 0,45   | 0,55 <sup>d)</sup> | 0,40 <sup>e), f)</sup> |
|                                                     | Övriga CEM II/A              |                               |        |                    |                        |
|                                                     | CEM II/B-S                   |                               |        |                    |                        |
|                                                     | CEM II/B-M <sup>a), c)</sup> | 0,60                          | 0,45   | 0,55 <sup>d)</sup> | 0,40 <sup>e), f)</sup> |
|                                                     | 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 <sup>g)</sup>        |                              | ≥ 35                          | ≥ 65   | ≥ 65               | ≥ 65                   |
| Andel av bindemedlet <sup>h), i)</sup>              |                              |                               |        |                    |                        |
| Silikastoft                                         |                              | ≤ 10                          | ≤ 10   | ≤ 5 <sup>j)</sup>  | ≤ 5 <sup>j)</sup>      |
| Flygaska                                            |                              | ≤ 35                          | ≤ 35   | ≤ 35               | ≤ 35                   |
| gqbs                                                |                              | ≤ 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

# Klimatförbättrad betong för:

För en anläggningskonstruktion som utsätts för vatten men inte för frysning

- Lägsta PC-klinkerhalt: 35 %
- Högsta halt GGBS: 65 % (blir något lägre på grund av krav på PC-halt)
- Högsta silikastofthalt: 10 %
- Högsta flygaskehalt: 35 %

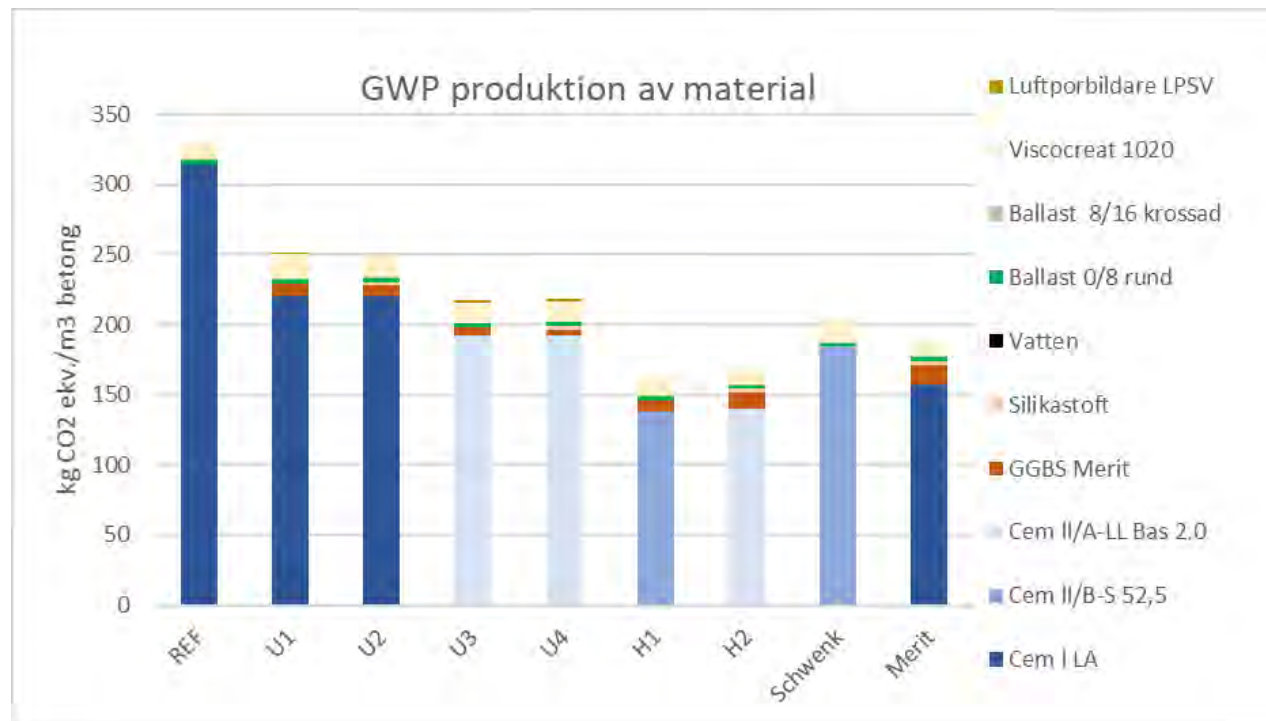
För en anläggningskonstruktion som utsätts för vatten och frysning med eller utan närvaro av salt

- Lägsta PC-klinkerhalt: 65 %
- Högsta halt GGBS: 35 % (blir något lägre på grund av krav på PC-halt)
- Högsta silikastofthalt: 5 % (10 % efter kvalifikationsprovning)
- Högsta flygaskehalt: 35 %

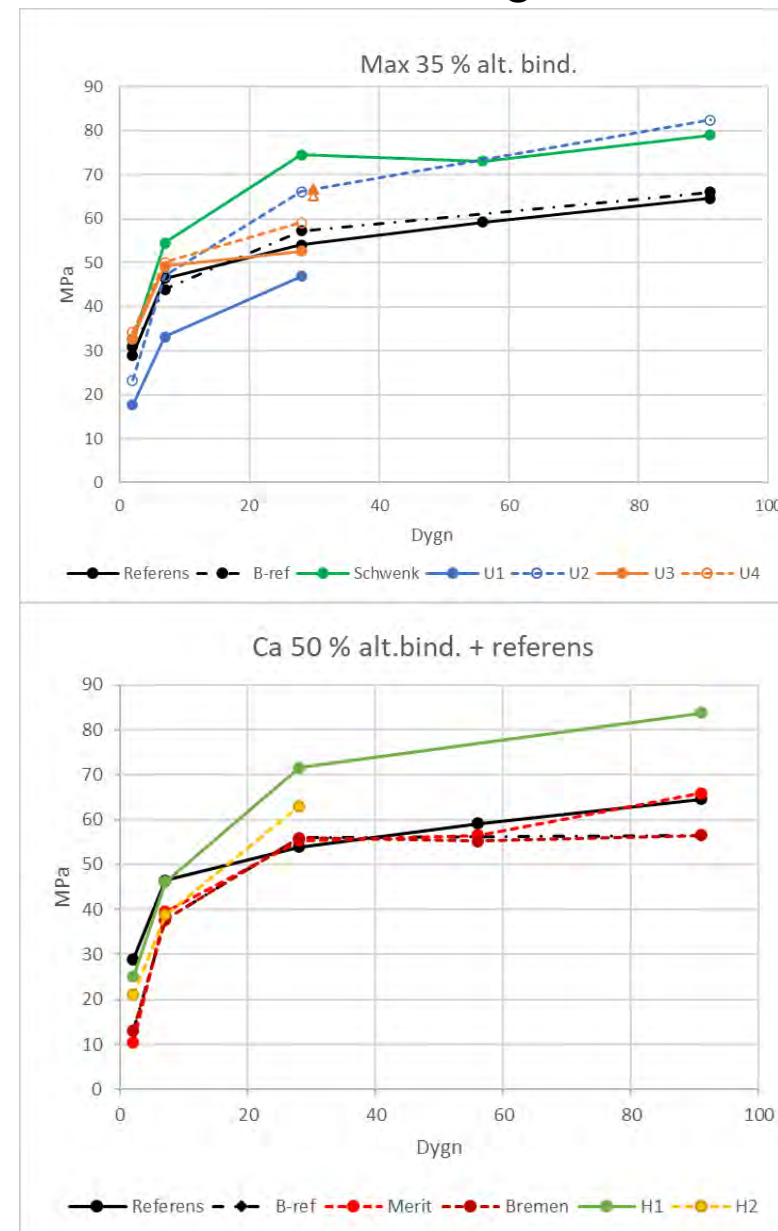


# SVU-projekt: RISE rapporterar 2022-03-31

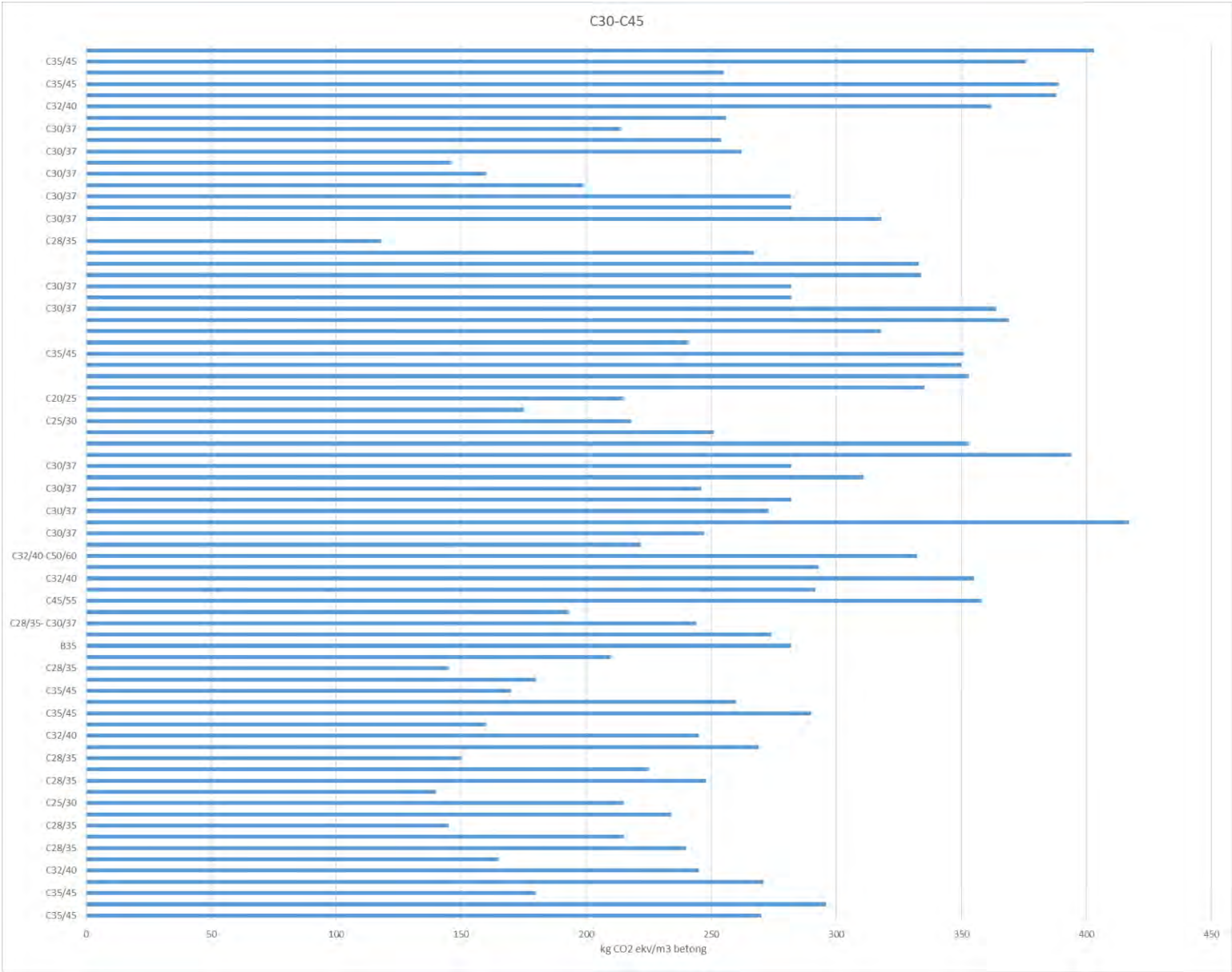
## Klimatförbättrad betong för dricksvattenanläggningar



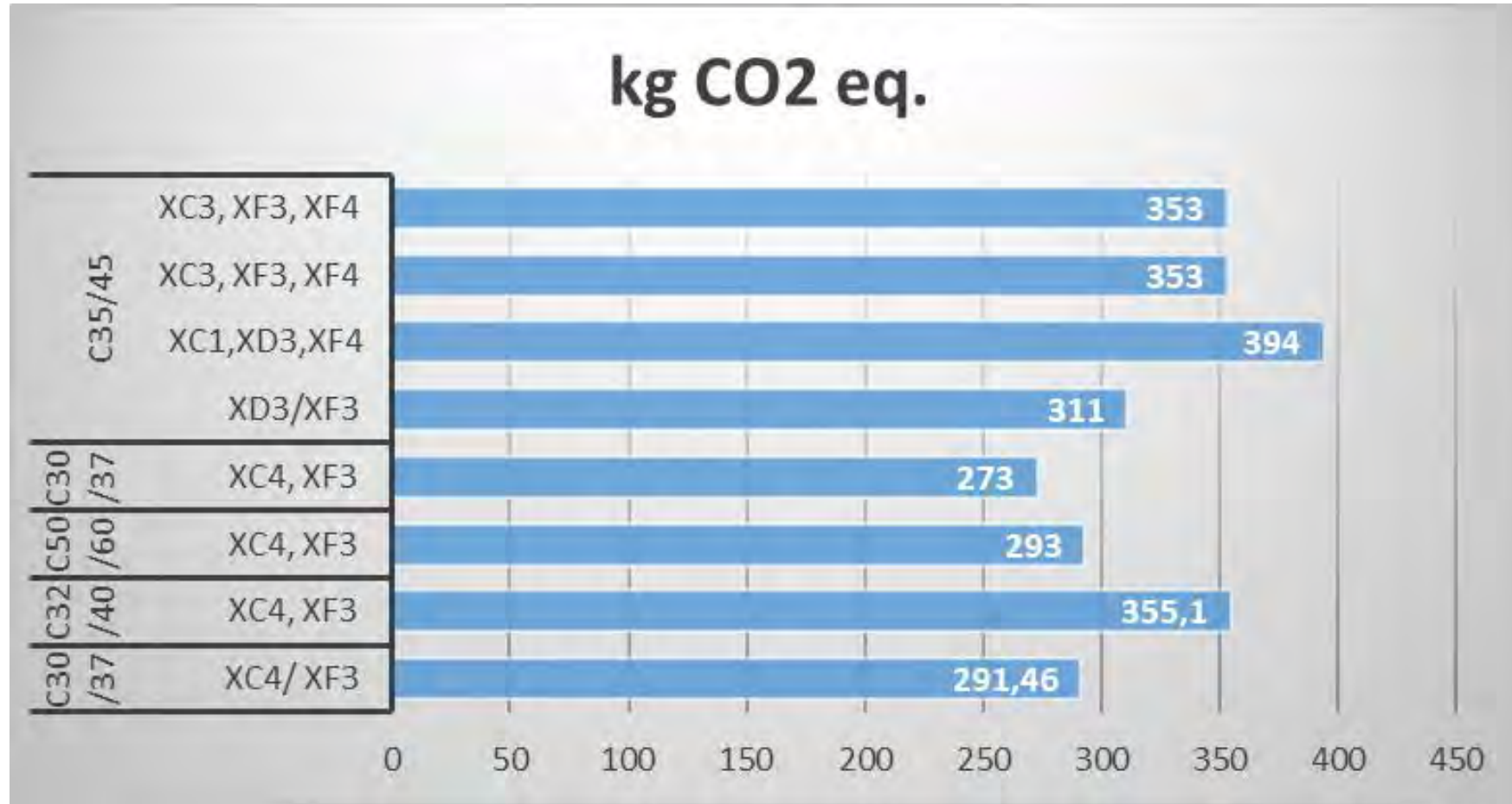
## Hållfasthetsutveckling



# BETCRETE 2.0-databas: EPD:er för svenska betonger 2021



# BETCRETE 2.0-databas: EPD:er för svenska betonger 2021





# 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.

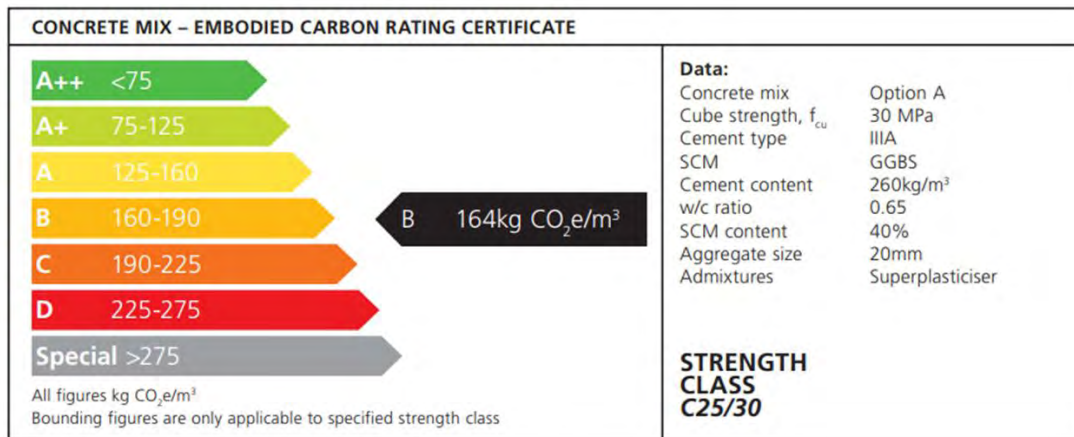
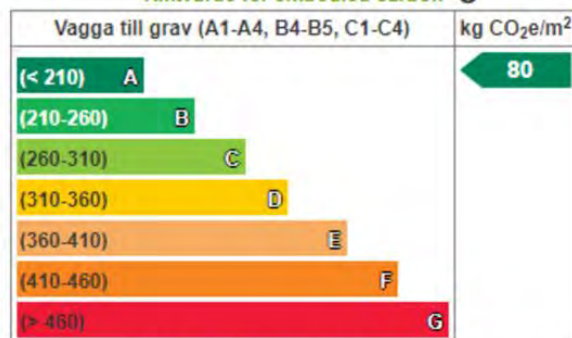


Illustration av CO2 avtryck – betong

## Resultat och benchmarking - Design: As built LCA

Välj design +

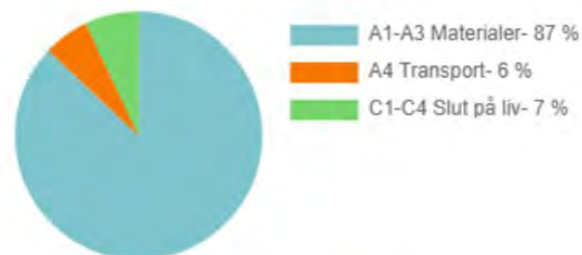
### Riktvärde för embodied carbon ?



CH Q1 2020 Nordics - office

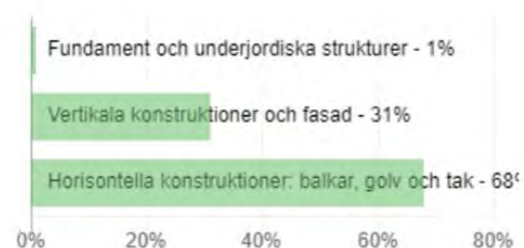
Ladda ner som bild

### Embodied carbon efter livscykelstadiet



Ladda ner som bild

### Embodied carbon efter struktur - A1-A3



Ladda ner som bild