



---

# Lavkarbon sprøytebetong

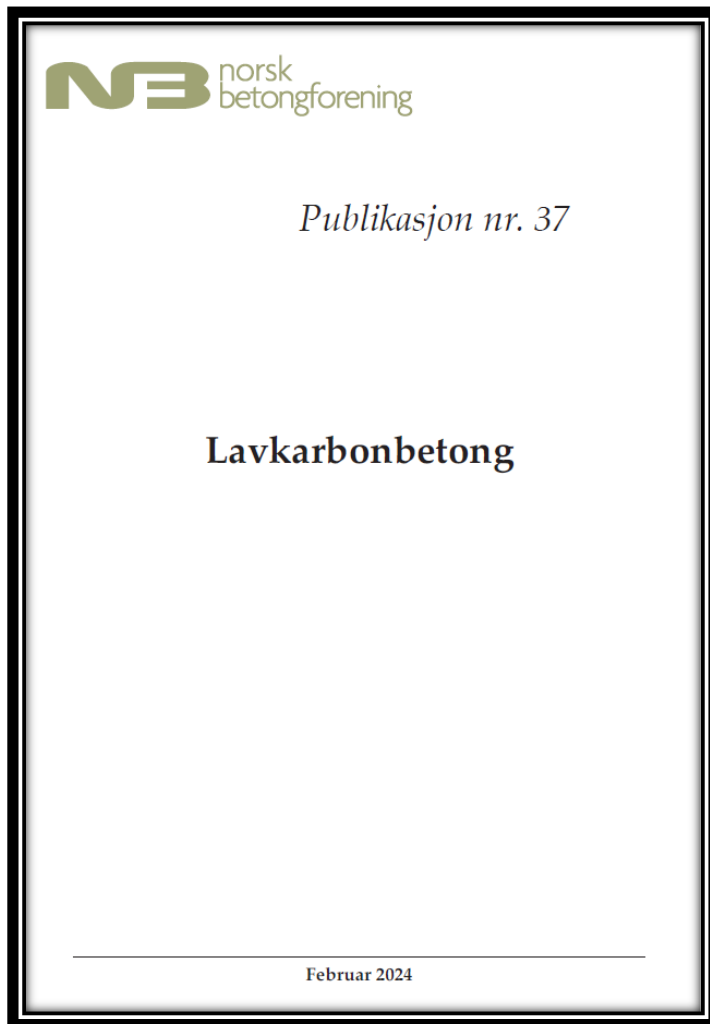
## Muligheter og begrensninger

**Trondheim 08.01.2025**

Thomas Beck, Mapei AS



- Lavkarbonbetong (LKB)
- Klimavennlig betong
  
- Hva er dette?



Tabell 1 Lavkarbonbetongklasser med grenseverdier for klimagassutslipp

2015:

	B20	B25	B30	B35	B35	B45	B55
	M90	M90	M60	M45/MF45	M40/MF40	M40/MF40	M40/MF40
Maksimalt tillatt klimagassutslipp [kg CO <sub>2</sub> -ekv. pr m <sup>3</sup> betong]							
Lavkarbon A	170	180	200	210	230	240	250
Lavkarbon B	200	220	240	270	300	310	320
Lavkarbon C	240	260	280	320	350	360	370
Bransjereferanse	280	300	320	370	410	420	430

2024:

Fasthetsklasse <sup>1)</sup> og lavkarbonklasse	B20 <sup>3)</sup>	B25 <sup>3)</sup>	B30	B35	B45	B55
Maksimalt tillatt klimagassutslipp, GWP-total [kg CO <sub>2</sub> -ekv. pr m <sup>3</sup> betong]						
Bransjereferanse <sup>4)</sup>	200	210	245	270	300	310
Lavkarbon B	180	190	225	240	270	280
Lavkarbon A	160	170	200	210	220	230
Lavkarbon Pluss <sup>2)</sup>	135	140	150	160	170	180
Lavkarbon Ekstrem <sup>2)</sup>	100	105	110	120	130	140

- Norge er unike.
- Regelverk for LKB
- 4 versjoner så langt

# Nytt i NB37 i 2024

- Egen tabell med verdier for sprøytebetong:

## Sprøytebetong

Sprøytebetong kan deklarerer som «Lavkarbon sprøytebetong» dersom det foreligger dokumentasjon på at betongen tilfredsstiller de kravene om maksimalt tillatte klimagassutslipp, GWP total [kg CO<sub>2</sub>-ekv. pr m<sup>3</sup> betong] som er gitt i tabell 2:

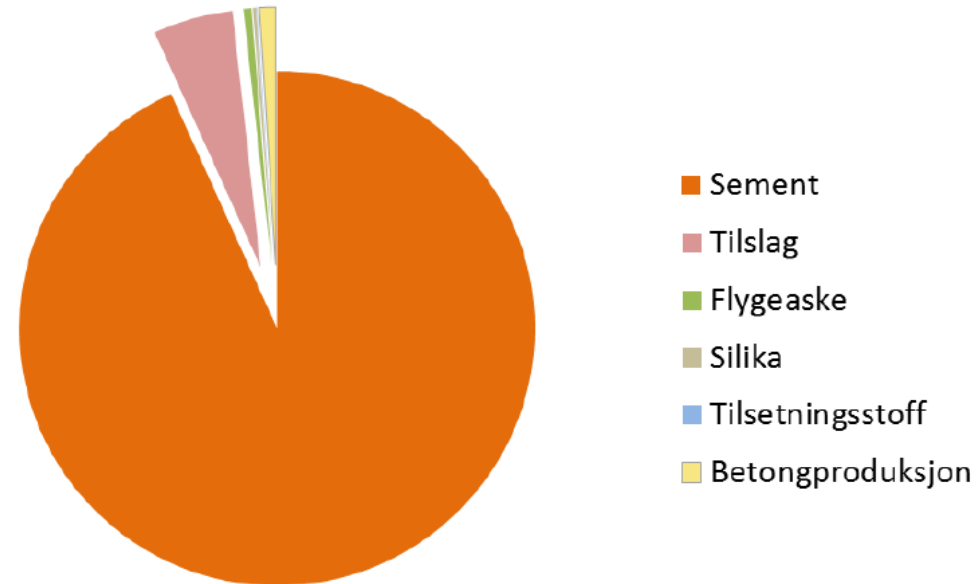
Tabell 2. Grenseverdier for klimagassutslipp for lavkarbon sprøytebetong (begrenset til modul A1-A3 i NS-EN 15804:2012+A2:2019+AC:2021 /7/) for sprøytebetong i bestandighetsklassene M45 og M40 iht. NS-EN 206 + NA /1/.

Bestandighets-klasse	Maksimalt tillatt klimagassutslipp, GWP-total [kg CO <sub>2</sub> -ekv. pr m <sup>3</sup> betong]
M45	280
M40	300

Se kapittel A2 og B7 for allokeringregler for tilsetningsstoffer og fiber ved produksjon og dokumentasjon av lavkarbon sprøytebetong.

# Lavkarbonbetong

- Hva bidrar med karbon/CO<sub>2</sub> i en betongresept?



Figur 1. Klimagassutslipp for en typisk konstruksjonsbetong, fordelt på delmaterialer og betongproduksjon. Eksemplet gjelder en B30 M60 – betong produsert av NorBetong på Sjursøya i Oslo.

# Sprøytebetong

- Har høyere vannbehov
- Har mer sement og bindemiddel
- Sement er karbondriveren

Minner om:

?

$$\text{Masseforhold} = \frac{\text{vann}}{\text{sement} + k \cdot p}$$

Dersom vi «velger» å blande en sprøytebetong med 300 kg sement og 15 kg silikastøv, og betongen skal være i bestandighetsklasse M45 (maksimalt masseforhold = 0,45 etter sprøyting), så har vi kun lov til å tilsette ca. 135 liter vann.

Material	Kg/m <sup>3</sup>
Sement	450
Silikastøv (SF)	18
Tilslag 0/8 mm	1670
Vann totalt:	200
SP-stoff	4,5
Stålfiber	20
SUM:	2363

# Hva bidrar med CO<sub>2</sub> i all vesentlig grad?



Environmental product declaration

in accordance with ISO 14025 and EN 15804+A2

## LCA: Resultater

LCA resultatene er presentert under for enheten som er definert på side 2 av EPD dokumentet.

Miljøpåvirkning (Environmental impact)				
Indikator		Enhet	A1-A3	A4
	GWP-total	kg CO <sub>2</sub> -ekv	5,64E+02	2,50E+00



- 564 kg CO<sub>2</sub>/tonn sement.
- A4 er transport og i følge EPD gjelder det transport til silo i Slemmestad.
- Transport = 2,5 kg CO<sub>2</sub>/tonn.



Eier av deklarasjonen:  
Heidelberg Materials Sement Norge AS

Produkt:  
Standardsement FA, Brevik - CEM II/B-M (V-L) 42,5 R

Deklarert enhet:  
1 tonne

Deklarasjonen er basert på PCR:  
EN 15804:2012+A2:2019 tjener som kjerne-PCR  
EN 16908:2017 Cement and building lime

Programoperatør:  
Næringslivets Stiftelse for miljødeklarasjoner

Deklarasjonsnummer:  
NEPD-3948-2907-NO

Publiseringsnummer:  
NEPD-3948-2907-NO

Godkjent dato:  
28.11.2022

Gyldig til:  
28.11.2027

Oppdatert 130224

EPD Software:  
LCA.no EPD generator ID: 53493

Næringslivets Stiftelse for miljødeklarasjoner

# Hva bidrar med CO<sub>2</sub> i all vesentlig grad?

Sementen alene bidrar med 566,5 kg CO<sub>2</sub>/tonn (fra Brevik) (inkl. transport).

Vi benytter nesten et halv tonn med sement.

Bidrag fra sement: 0,45 t/m<sup>3</sup> x 566,5 kg CO<sub>2</sub>/t = **255 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>**

Tabell 2. Grenseverdier for klimagassutslipp for lavkarbon sprøytebetong (begrenset til modul A1-A3 i NS-EN 15804:2012+A2:2019+AC:2021 /7/) for sprøytebetong i bestandighetsklassene M45 og M40 iht. NS-EN 206 + NA /1/.

Bestandighets-klasse	Maksimalt tillatt klimagassutslipp, GWP-total [kg CO <sub>2</sub> -ekv. pr m <sup>3</sup> betong]
M45	280
M40	300



# Fun fact: CO<sub>2</sub>-sammenligning – hva bidrar mest?

CO<sub>2</sub>-utslipp fra diesel = **2,66 kg/liter** (kilde TU/Miljødirektoratet)

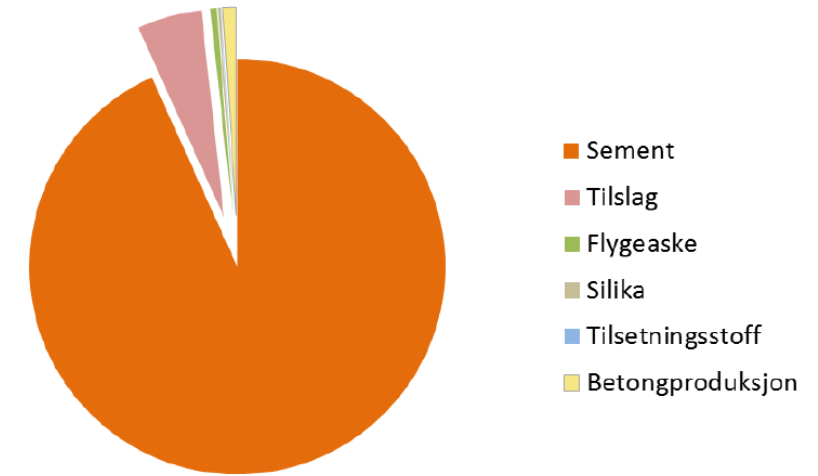
En Volvo EC230 264 kW sparer 30 360 kg CO<sub>2</sub>/år dersom den går i 1000 timer/år (kilde: [volvoce.com/norge](http://volvoce.com/norge))

30 360 kg CO<sub>2</sub> tilsvarer 53,6 tonn sement (Standardsement FA), eller sementbidraget fra 119 m<sup>3</sup> sprøytebetong.



# Hvor mye CO2 i en sprøytebetong kommer fra sementen?

- Sement utgjør ca. 90 % av en B30
- Utgjør kanskje mer enn 90 % av en sprøytebetong
- Resepten vår har 450 kg sement/m<sup>3</sup>
- 450 kg sement gir 255 kg CO<sub>2</sub>
- Tabell 2 i NB7 sier max 280 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup> sprøytebetong
- 280-255 = 25 kg CO<sub>2</sub> igjen til transport, andre råvarer, produksjon



# Dokumentasjon av Lavkarbonbetong

- Lavkarbonbetong skal dokumenteres med EPD.
- Betongprodusent må ha minst en verifisert og godkjent produktspesifikk EPD – publisert på [epd-norge.no](http://epd-norge.no).
- Vise til denne ene verifiserte EPD og erklære at andre EPD-er på andre betongsammensetninger er utviklet ved samme metode.

# Vi må prøve å spare sement.. Hva kan vi gjøre?

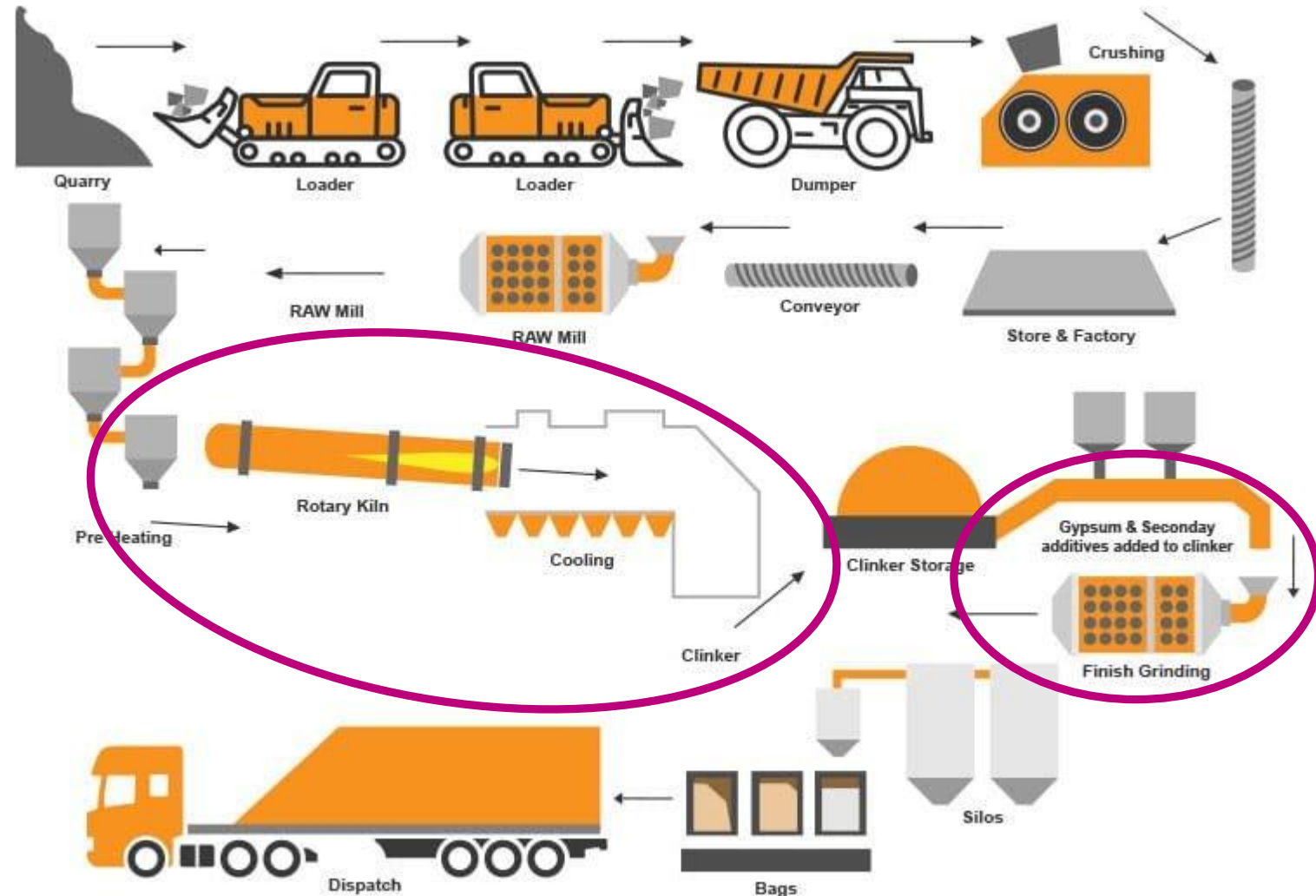
- Hva består sement av?

- Obligatorisk:

- Klinker
- Gips

- Frivillig:

- Kalkstein
- Flyveaske
- Slagg
- Naturlig pozzolan
- ...



# Vi må prøve å spare sement...Hva kan vi gjøre?

- Enten:
  - Benytte sement med høyere andel andre mineraler enn klinker.
- Eller:
  - Produsere betong der deler av sementen er erstattet av silikastøv eller flyveaske.
- EPD på flyveaske fra Danmark (Emineral):

- 1,85 kg CO<sub>2</sub>/tonn
- Sement: 564 kg CO<sub>2</sub>/tonn

*E*mineral a/s



## LCA resultater

MILJØPÅVIRKNINGER PER TON FLYVEASKE		
Parameter	Enhed	A1-A3
GWP-total	[kg CO <sub>2</sub> eq.]	1,85E+00

# Erstatte sement med andre mineraler i betongproduksjon:

- Det finnes regler for hvor mye flyveaske man har lov til å dosere inn i betong.
- Flyveaske i sement + flyveaske tilsatt på betongfabrikk kan ikke utgjøre mer enn 35 % av bindemiddel.
- Standardsement FA inneholder 18 % flyveaske.
- Mao. kan man tilsette en god del mer flyveaske, slik at totalen i bindemiddel kommer opp i 30 – 35 %.
- Med dette vil de fleste klare å produsere B35 M45 sprøytebetong med max. 280 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>.

# Dilemma...

- Sprøytebetong skal størkne, binde av og herde raskt.
- Sprøyteakselerator reagerer kun med klinker-delen av sement/bindemiddel.
- Reduksjon av sementinnhold – gir teoretisk redusert evne til å størkne/herde hurtig.
- Hva kan vi gjøre for å hjelpe på...?

# Hva er testet frem til nå?

Noen resultater fra en test i Bergen januar 2020:

- Sprøytebetong B35 M45 med maks FA
- Basisbetongen med og uten moderne herdningsakselerator
- Fokus på tidligfasthet

Bindemiddel	Temp i fersk betong (°C)	Pumpetid (mm:ss)	30 min	60 min	3 timer	6 timer
			Trykkfasthet (MPa):			
Std FA + FA	17,0	?	0,5	1	2,3	3,3
Std FA + FA + 7 kg MFU	17,2	06:30	0,6	1	2,6	4,3
Std FA + FA + 9 kg MFU	17,1	06:30	0,7	1	3,7	5,8

MFU = Mapefast Ultra N



# Herdeutvikling – forskjellig fokus...



**NB! Sprøytebetong til bergsikring = HMS for de som driver tunnel...**

# Konsistens på sprøytebetong – også viktig?



# Nye muligheter om et drøyt år..



# Oppsummering

- Norge har eget regelverk for lavkarbonbetong.
- NB37 fra 2024 har egen tabell for sprøytebetong.
- Forutsetningen for å kunne lykkes avhenger kraftig av tilslag (vannbehov)
- Regelverket tillater inntil 11 % silikastøv og totalt flyveaske-innhold på 35 %. Dette kan bidra til å redusere sementinnhold vesentlig. FA er ikke tilgjengelig hos alle og krever egen silo.
- NB! Husk at sprøytebetong er arbeidssikring i tunnel/gruve. Herdeutvikling kan ikke kompromises....?
- Bestandighet av lavkarbon sprøytebetong.... ?
- Hvis man har råd, EvoZero-sement... (~6 000 NOK/ton) her kan man sikkert komme ned i godt under 100 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>.
- Herdningsakselerator som kan legges inn i betongen fra blanderi vil kunne bedre herdeutvikling....

Takk for meg!

