

ÅPENT FAGLIG MØTE, ØSTFOLD

Dato: Torsdag 09.11.2023

Tid: kl. 14.00 – 17.30

Sted: Høgskolen i Østfold, Kråkerøy - auditorium S - 401 i «Smia»

Vi inviterer igjen til møte med nytt faglig betongpåfyll. Velkommen!

Denne gangen har vi invitert sementleverandørene fra Heidelberg Materials og Schwenk til å komme og fortelle om produktene de leverer og litt om fremtidens sementer.

Heidelberg Materials skal også fortelle litt om karbonfangstprosjektet.

Saferock skal holde et spennende foredrag om alkali-aktiverte bindemidler.

Lise Bathen fra Statens vegvesen er Østfolds kontakt inn til Norsk Betongforening sentralt, hun kommer og forteller litt om mulighetene innen Norsk Betongforening.

PROGRAM

VELKOMMEN til alle med interesse for betong

13.30 - 14.00	Kaffe + noe å bite i <u>før oppstart kl. 1400</u>	
14.00 – 14.15	Informasjon om Norsk Betongforening	Lise Bathen, Statens vegvesen
14.15 – 15.15	Heidelberg Materials Sement Norges produkter og CCS prosjektet	Thea Vik Nordeide, Heidelberg Materials Cement
15.15 – 15.35	Pause	
15.35 – 16.20	Schwenks sementer	Lars Busterud, Schwenk
16.20 – 16.40	Pause	
16.40 – 17.25	Betong med alkali-aktiverte bindemidler	Torbjørn Vrålstad, Saferock
17.25 – 17.30	Avslutning	Karl-Jørgen Kristiansen, Multiconsult

Møteleder: Karl-Jørgen Kristiansen, Multiconsult AS.

En fin anledning til en hyggelig og uformell sammenkomst med gamle og nye betongvenner!

Merk! – kommer du litt tidligere enn 1400 (Tidligst 1330) blir det anledning til kollegial prat og litt mat og drikke. Det er kaffe/drikke og noe å bite i til dere som melder dere på, men arrangementet er åpent for alle, og du kan komme uanmeldt– det er gratis!

Påmelding: www.betong.net, Påmeldingsfrist: **02.11.2023**.



Norsk Betongforening er en interesseorganisasjon med 1300 medlemmer tilknyttet Tekna-Teknisk-naturvitenskapelig forening.

Visjon

Norsk Betongforening - Løfter og samler betongfaget

Hovedmål

1. Bidra til en bærekraftig utvikling av fag og næringer knyttet til betong
2. Løfte kunnskap og kompetanse innen betongfaget
3. Samle fagpersoner, faglige foreninger og aktørene i betongnæringen



Fokusområder

Bærekraft

1. Bærekraftig utvikling

Hensynet til økt bærekraft skal ivaretas i alle NBs aktiviteter. NB ønsker derfor å bidra til alle FNs bærekraftsmål med spesielt fokus på følgende:



Spesifikt setter vi følgende mål for denne strategiperioden:

- Mål 1.1: Bidra til å redusere klimagassavtrykket som bruk av betong har
- Mål 1.2: Bidra til at det bygges robuste betongkonstruksjoner
- Mål 1.3: Bidra til utvikling av en mangfoldig og ansvarlig betongnæring

Løfte

2. Rekruttering (til bransjen og til foreningens arbeid)

- Mål 2.1: Synliggjøre NB i byggebransjen og spesielt for studenter
- Mål 2.2: Øke medlemsmassen med 5% per år, person og bedriftsmedlemmer, særlig viktige bygherreorganisasjoner
- Mål 2.3: Synliggjøre gevinsten ved å være medlem (person og bedrift)
- Mål 2.4: Sette miljøspørsmål på agendaen og dermed vise at vår bransje er aktuell, relevant og fremtidsrettet



3. Rammevilkår

- Mål 3.1: Norge skal være representert i standardiseringskomiteer som er/ kan bli viktige for bransjen
- Mål 3.2: Økt fokus på viktigheten av standardarbeid må inn i kunnskapsformidlingen
- Mål 3.3: Fortsette arbeidet med aktuelle publikasjoner og rapporter
- Mål 3.4: Fremme BOR ordningen og bygge opp under omforente kompetansekrav



4. Kunnskapsformidling

- Mål 4.1: Være det stedet der folk henter kunnskap og informasjon om betongfaget
- Mål 4.2: Være en aktiv pådriver for å spre kunnskap ved å tilby kurs, arrangere åpne faglige møter, webinarer, workshops, seminarer og konferanser



5. Innovasjon

- Mål 5.1: Norsk betongfag(miljø) skal være ledende i verden
- Mål 5.2: Økt antall søknader om FoU midler fra medlemmene
- Mål 5.3: Stimulere innovasjon og forskningsprosjekter
- Mål 5.4: Synliggjøre og oppmuntre innovasjon som foregår i industrien/ bedriftene
- Mål 5.5: Etablering av SFI innen betong



Samle

6. På personnivå

- Mål 6.1: Våre medlemmer skal ha faglig og personlig utvikling
- Mål 6.2: Våre medlemmer skal kunne påvirke faglig
- Mål 6.3: Våre medlemmer skal kunne bygge nettverk



7. På foreningsnivå

- Mål 7.1: Være representant for og fremme norsk betongfag
- Mål 7.2: NB skal være navet for foreningene knyttet til betongfaget
- Mål 7.3: NB skal samarbeide med tilstøtende foreninger/bransjer på nasjonalt og internasjonalt nivå



8. På aktør- og næringsnivå

- Mål 8.1: NB skal være fyrstårnet for betongfaget for alle på tvers av bransjer
- Mål 8.2: Få flere aktører til å engasjere seg i foreningen (Bygherrer, leverandører mv)



Tiltak 8.2: Få til et formalisert samarbeid med Bygherrer

Elisabeth Schjølberg, Tone Østnor og Lise Bathen

Koordineringsgruppe for medlemsgruppene



De 10 medlemsgruppene er ved siden av kurs den viktigste arenaen der Norsk Betongforening møter hele betongbransjen og er dermed en viktig del av NBs «ansikt utad».



For å ha en god kontakt mellom medlemsgruppene, betongforeningen generelt og styret spesielt, samt for å støtte og inspirere, er det en liten styrings- og koordineringsgruppe som møtes med jevne mellomrom.



Vi jobber nå med å samle en liste over ideer på tiltak som kan og bør gjennomføres på kort og lengre sikt.



Månedens betongprofil

Månedens betongprofil er en positiv, optimistisk og løsningsorientert RIB med høy arbeidskapasitet. Han har akkurat blitt leder for medlemsgruppa i Østfold. Les om hans interessante vei inn i betongbransjen og bli kjent med månedens betongprofil Karl-Jørgen Kristiansen.

- <https://betong.net/aktuelt/manedens-betongprofil-11/>

Yngres Betongnettverk (YBN)

- Yngres Betongnettverk (YBN) er et forum for de yngre i betongbransjen: studenter, nyutdannede og de som er i starten av karrieren.
- YBN er et engasjerende og sosialt nettverk hvor man utvikler kunnskap og kompetanse og stifter bekjenskaper som varer hele karrieren. Vi ønsker å være synlige for de yngre i betongbransjen og drar på skolebesøk og er tilstede på arrangementer for å rekruttere nye medlemmer til et engasjerende miljø.
- Østfold: Christian Janshaug, Høgskolen i Østfold (christian.janshaug@hiof.no)

<https://www.facebook.com/YngresBetongnettverk>

Miljøkomiteen

Komiteen drøfter aktuelle miljørettede saker i betongbransjen. Komiteen utarbeider for tiden med følgende saker:

- Veileder for sirkulær økonomi i betongbransjen.
- Forslag til utforming av standard for karbonklassifisering av bæresystem i bygg
- Referansegruppe for prosjektsamarbeid for utarbeidelse av scenarier for EPD modul C og D

-

Desember 2022: rapport nr. 10 ; Sirkulærøkonomi for betong - [Dette er trygg betong](#)

Publikasjons- komiteen

- Publikasjonskomiteen har ansvaret for alt faglig stoff som publiseres i publikasjoner, rapporter og faglige brosjyrer som utgis av Norsk Betongforening. ved å følge med på bransjens behov og koordinere aktivitetene med de andre komitéene i Norsk Betongforening.
- Komiteen legger til rette for at publikasjoner, rapporter og annet faglig stoff presenteres som kurs, på lokale medlemsmøter eller NB dag/årsmøteseminar.



- [Rapporter \(betong.net\)](http://betong.net)
- [Publikasjoner \(betong.net\)](http://betong.net)
- NCR Publications | Nordic Concrete Federation
- [fib Bulletins \(fib-international.org\)](http://fib Bulletin (fib-international.org))
- *Norsk betongforening har fib bulletin nr. 1 – 97 tilgjengelig.*

Meld deg på nyhetsbrev fra Norsk Betongforening
og få med deg høringer, nye publikasjoner,
kurs, webinarer & annen informasjon



MELD MEG PÅ

[NB abonnement \(tekna.no\)](https://tekna.no)

betong.net

Heidelberg Materials Sement Norge AS

Thea Vik Nordeide

Faglig møte- NB Østfold 09.11.23



Dagens sementer

Standard FA sement

«Klassikk STD-FA BREVIK» : 18%FA
og 6% kalk

Juster STD-FA:13%FA og 9%kalk

Ikke godkjent til SUR betong
grunnet kalkinnholdet



Produktdatablad

STANDARDSEMENT FA justert

CEM II/B-M (V-L) 42,5 R

Sist revidert september 2023

Sementen tilfredsstiller kravene i NS-EN 197-1:2011 til Portland blandingssement
CEM II/B-M (V-L) 42,5 R.

Egenskap		Deklarerte data	Krav ifølge NS-EN 197-1:2011
Finhet (Blaine m ² /kg)		470	
Spesifikk vekt (kg/dm ³)		3,00	
Volumbestandighet (mm)		1	≤ 10
Begynnende størkning (min)		150	≥ 60
Trykkfasthet (MPa)	1 døgn	19	≥ 20
	2 døgn	29	
	7 døgn	40	
	28 døgn	53	
Sulfat (% SO ₃)		≤ 4	≤ 4
Klorid (% Cl ⁻)		≤ 0,085	≤ 0,10
Vannløselig krom (ppm Cr ⁶⁺)		≤ 2	≤ 2 ¹
Alkalier (% Na ₂ O _{ekv})		1,2	
Klinker (%)		78	65-79
Flygeaske (%)		13	21-35
Kalksteinsfiller (%)		9	

1. I henhold til EU forordning REACH Vedlegg XVII punkt 47 krom VI-forbindelser.



PRODUKTDATABLAD

ANLEGGSEMENT FA

CEM II/A-V 42,5 N

SIST REVIDERT MARS 2023

Sementen tilfredsstiller kravene i NS-EN 197-1:2011 til Portland flygeaskesement CEM II/A-V 42,5 N.

Egenskap		Deklarerte data	Krav ifølge NS-EN 197-1:2011
Finhet (Blaine m ² /kg)		390	
Spesifikk vekt (kg/dm ³)		3,02	
Volumbestandighet (mm)		1	≤10
Begynnende størkning (min)		165	≥60
Trykkfasthet (MPa)	1 døgn	12	
	2 døgn	21	≥10
	7 døgn	37	
	28 døgn	53	≥42,5 ≤62,5
Sulfat (% SO ₃)		≤3,5	≤3,5
Klorid (% Cl ⁻)		≤0,07	≤0,10
Vannløselig krom (ppm Cr ⁶⁺)		≤2	≤2 ¹⁾
Alkalier (% Na ₂ O _{ekv}) ²⁾		0,5	
Klinker (%)		81	80-94
Flygeaske (%)		15	6-20
Sekundær bestanddel (%)		4	<5

1) I henhold til EU-forordning REACH Vedlegg XVII punkt 47 krom VI-forbindelser

2) Alkali-innholdet i sementen fratrukket alkalibidraget fra flygeaskedelen (iht NB21 pkt. 4.4, og bruk av den generelle grensen på 2,5 kg Na₂O_{ekv} / m³ betong). I betong beregnes alkalibidraget fra sementdelen slik: Sementmengde (kg/m³) x 0,5%.



Heidelberg Materials Sement Norge AS,
Postboks 143, Lilleaker, NO-0216 Oslo
firmapost@heidelbergmaterials.com
www.sement.heidelbergmaterials.com

PRODUKTDATABLAD

INDUSTRISEMENT

CEM I 52,5 R

SIST REVIDERT MARS 2021

Sementen tilfredsstiller kravene i NS-EN 197-1:2011 til Portlandsement CEM I 52,5 R.

Egenskap		Deklarerte data	Krav ifølge NS-EN 197-1:2011
Finhet (Blaine m ² /kg)		550	
Spesifikk vekt (kg/dm ³)		3,13	
Volumbestandighet (mm)		1	≤10
Begynnende størkning (min)		110	≥45
Trykkfasthet (MPa)	1 døgn	33	
	2 døgn	41	≥30
	7 døgn	50	
	28 døgn	59	≥52,5
Sulfat (% SO ₃)		≤4,0	≤4,0
Klorid (% Cl ⁻)		≤0,085 (B) / ≤0,05 (K)	≤0,10
Vannløselig krom (ppm Cr ⁶⁺)		≤2	≤2 ¹⁾
Alkalier (% Na ₂ O _{ekv})		1,3	
Klinker (%)		96	95-100
Sekundære bestanddeler (%)		4	0-5

1. I henhold til EU forordning REACH Vedlegg XVII punkt 47 krom VI forbindelser.



Norcem AS, Postboks 142, Lilleaker, 0216 Oslo
Tlf 22 87 84 00 firmapost@norcem.no www.norcem.no



PRODUKTDATABLAD

INJEKSJONSEMENT 25

SIST REVIDERT MARS 2023

Semepten tillages ved finmaling av Industrisement som tilfredsstiller kravene i NS-EN 197-1:2011 til Portlandsement CEM I 52,5R. Injeksjonsement 25 tilfredsstiller i tillegg Statens vegvesens krav i Prosesskode 1-R761 angående PSD d95 < 25 µm =

Egenskap	Deklarerte data	Krav ifølge NS-EN 197-1:2011
Finhet (Blaine m²/kg)	720	
Spesifikk vekt (kg/dm³)	3,13	
Volumbestandighet (mm)	1	≤10
Begynnende størkning (min)	100	≥45
Sulfat (% SO₃)	≤4,0	≤4,0
Klorid (% Cl⁻)	≤0,085	≤0,10
Vannløselig krom (ppm Cr⁺⁺)	≤2	≤2 ¹)
Alkalier (% Na₂O _{ekv})	1,3	
Klinker (%)	96	65-79
Sekundære bestanddeler (%)	4	0-5

1) I henhold til EU-forordning REACH Vedlegg XVII point 47 krom VI-forbindelser



Heidelberg Materials Cement Norge AS
Postboks 143, Lilleaker, NO-0216 Oslo
Tlf. +47 22 87 84 00
Epost: firmapost.sement.no@heidelbergmaterials.com
www.sement.heidelbergmaterials.no

PRODUKTDATABLAD

MULTICEM

SIST REVIDERT DESEMBER 2022

Multicem er et bindemiddel som består av sement og CKD (Cement Kiln Dust), med hovedbestanddelene sement, brent kalk og andre kalsinerte mineraler. Multicem brukes til stabilisering av leire og andre ustabile jordmasser. I Norge har produktet vært benyttet siden 2004 for dette formålet.

Multicem har en god miljøprofil, og har lavere CO₂-utslipp per tonn sammenlignet med andre tilsvarende materialer. Multicem leveres ferdigblandet fra terminal, og kan leveres med 25, 50 og 75 % andel CKD, som benevnes med en brøk etter produktnavnet der nevneren i brøken angir mengden sement. Den mest benyttede blandingen er Multicem 50/50 og består da av 50 % CKD og 50 % sement.

Egenskap		CKD / STD FA			CKD / IND		
		75/25	50/50	25/75	75/25	50/50	25/75
Typisk verdi	CaO (%) ¹)	>50	>50	>50	>50	>50	>50
	<24 µm (%) ¹)	48	58	67	51	63	74
	<30 µm (%) ¹)	57	66	75	60	70	81
	>64 µm (%) ¹)	16	11	7	15	11	6
	>90 µm (%) ¹)	8	6	3	8	6	3
	Spesifikk vekt (kg/dm³) ¹)	3	3	3	3	3	3
EPD (A1 - A3) kg CO₂-eq		142	294	425	177	353	530
EPD (A1 - A4) kg CO₂-eq		152	292	431	197	361	537

1) Beregnede verdier

Oppbevaring: Multicem er et finmalt produkt som er mer reaktivt enn vanlig sement. Dette gjør at Multicem vil hydratisere raskt i fuktig miljø, og bør derfor oppbevares tørt.

Helsefare: Se sikkerhetsdatablad på www.norcem.no



Norcem AS, Postboks 143, Lilleaker, NO-0216 Oslo
firmapost@norcem.no www.norcem.no



Sement	Gammel EPD iht. +A1	Ny EPD iht. +A2
STD FA Brevik	573	568
STD FA Kjøpsvik	616	616
ANL FA	607	599
IND Brevik	716	706
IND Kjøpsvik	774	762



Produktdatablad

PRODUKTDATABLAD

INDUSTRISEMENT

CEM I 52,5R

SIST REVIDERT MARS 2023

Sementen tilfredsstiller kravene i NS-EN 197-1:2011 til Portlandsement CEM I 52,5 R

Egenskap		Deklarerte data	Krav ifølge NS-EN 197-1:2011
Finhet (Blaine m ² /kg)		550	
Spesifikk vekt (kg/dm ³)		3,13	
Volumbestandighet (mm)		1	≤10
Begynnende størkning (min)		110	≥45
Trykkfasthet (MPa)	1 døgn	33	≥30
	2 døgn	41	
	7 døgn	50	
	28 døgn	59	
Sulfat (% SO ₃)		≤4,0	≤4,0
Klorid (% Cl ⁻)		≤0,05	≤0,10
Vannløselig krom (ppm Cr ⁶⁺)		≤2	≤2 ¹⁾
Alkalier (% Na ₂ O _{ekv})		1,3	
Klinker (%)		96	95-100
Kalksteinsfiller (%)		4	0-5

1) I henhold til EU-forordning REACH Vedlegg XVII punkt 47 krom VI-forbindelser

PRODUKTDATABLAD (UTKAST)			
INDUSTRISEMENT			
CEM II/A-L 42,5 R			
AUGUST 2022			
Sementen tilfredsstiller kravene i NS-EN 197-1:2011 til Portlandsement CEM II/A-L 42.5 R.			
Egenskap		Deklarerte data	Krav ifølge NS-EN 197-1:2011
Finhet (Blaine m ² /kg)		600	-
Spesifikk vekt (kg/dm ³)		3.08	-
Volumbestandighet (mm)		1	≤ 10
Begynnestørkning (min)		120	≥ 60
Trykkfasthet (MPa)	1 døgn	31	-
	2 døgn	39	≥ 20
	7 døgn	47	-
	28 døgn	54	≥ 42,5 ≤ 62,5
Sulfat (% SO ₃)		≤ 4	≤ 4
Klorid (% Cl ⁻)		≤ 0.085 (B)/ ≤ 0.05 (K)	≤ 0.10
Vannløselig krom (ppm Cr ⁶⁺)		≤ 2	≤ 2 ¹
Alkalier (% Na ₂ O _{ekv})		1.3	-
Klinker (%)		90	80-94
Kalksteinsfiller (%)		10	6-20
1. I henhold til EU REACH Vedlegg XVII punkt 47 krom VI forbindelser.			
(B) = Brevik; (K) = Kjøpsvik.			





Oppsummert dagens sementer

1. Tilbake til Normal STD-FA ved nyttår
2. IND CEM II i løpet av 2024



Fremtidens sementer

ZeroCarbCon- Betong med null CO2 utslipp (2022-2026)

VPI – Volcanic Pozzolan Iceland

Bakgrunn

NEWSCEM PROSJEKT 2018-2022

Mål:

- Identifiser alternative SCM for flygeaske i Norden, som kan erstatte flygeaske i HMs sementproduksjon (teknisk, økonomisk, logistikk)
- Dokumentere materialtekniske egenskaper (reaktivitet, vannbehov, bestandighet)
- Ca 20 potensielle SCMs testet, et fåtall møtte våre krav
 - VPI og kalsinert leire Kunda er de mest aktuelle per d.d.



VPI – Volcanic Pozzolan Iceland





Lambafell

Area 1

Area 2

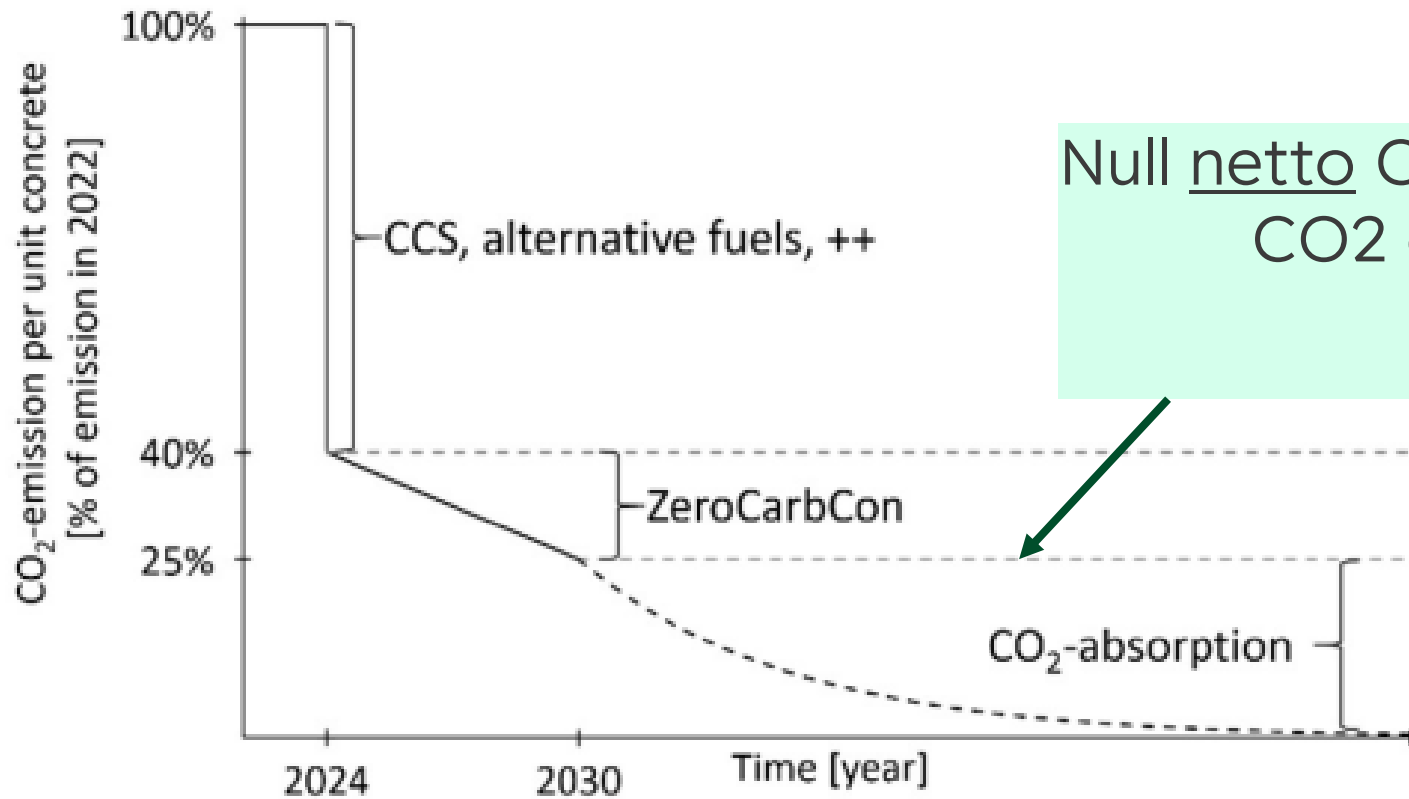
By Børge Wigum, HMNE

Litla Sandfell

Sea dredge

ZeroCarbCon – Zero Carbon emission Concrete (ZCC)

ZeroCarbCon (ZCC) og CO₂ utslipp



Null netto CO₂ utslipp $\approx$
CO₂ opptak fra karbonatisering



CCS



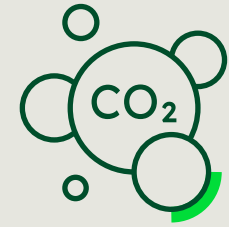
Vår storsatsing: Brevik CCS – verdens første i sementindustrien!



Når alle andre grep
er tatt, hva da?
Fange CO₂!



Demonstrere at det er
mulig å dekarbonisere
en prosess-tung sektor



400 kt

CO₂ fanget per år

Langskip – verdikjede for karbonfangst og lagring

1 Karbonfangst

Brevik sementfabrikk

Hafslund Celsio
forbrenningsanlegg

Ørsted bioenergi*

Yara Sluiskil
gjødselfabrikk*

2 Transport til Øygarden

3 Rørledning til lager i Nordsjøen

* Ørsted og Sluiskil er ikke med i Langskip, men har avtale med Northern Lights



Mottaksterminal i Øygarden, Northern Lights

LONGSHIP

CO₂-fangst

Fangst fra industrianlegg.
Flytendegjøring og
midlertidig lagring.



NORTHERN LIGHTS SCOPE

Transport

Flytende CO₂
transportert med skip.



Mottaksterminal

Mellomlagring på land.
Rørledningstransport til
offshore lagringssted.



Permanent lagring

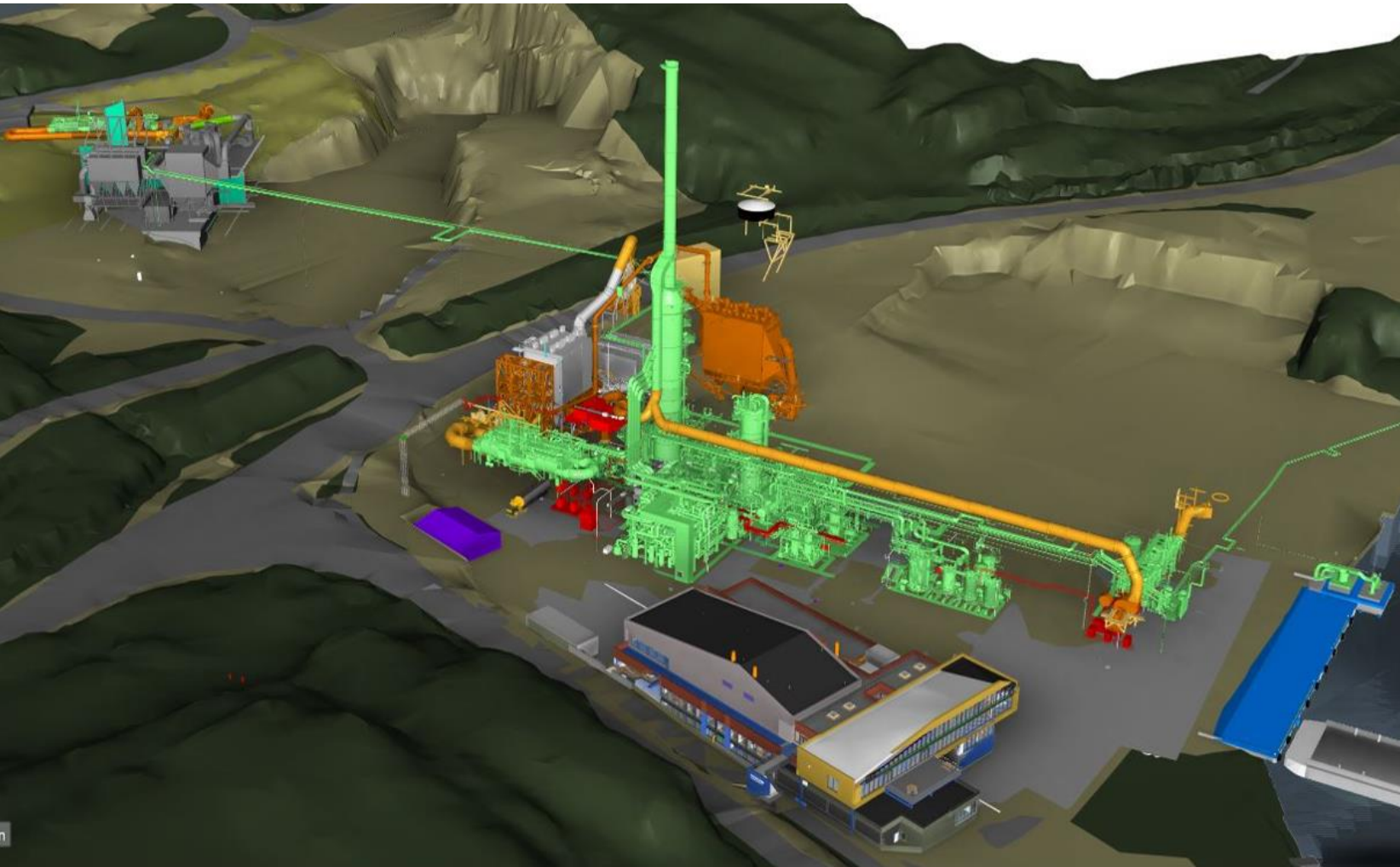
CO₂ injiseres i en saltvannsakvifer.

100 km

2 600 m



Fakta om fangstanlegget

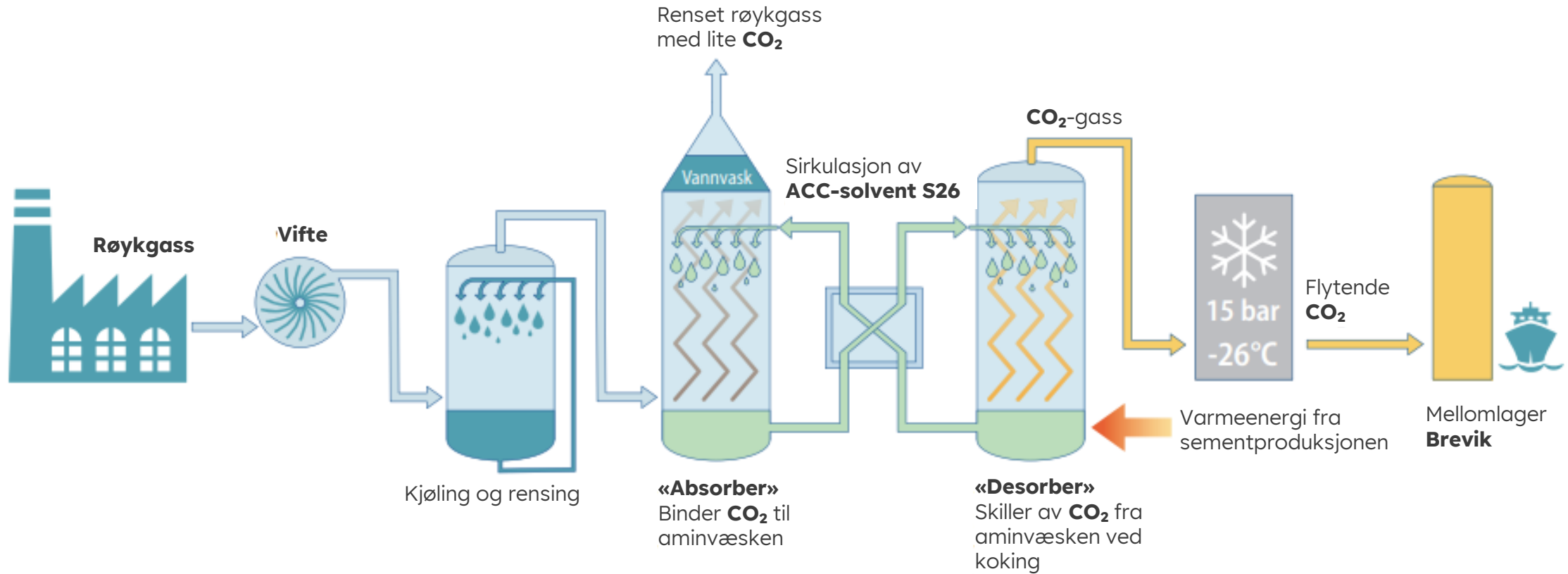


Tekniske data:

Årlig fangst:	400.000 t
Fangstkapasitet:	55 t/time
Fangstrate:	ca. 50 %
Varmegjenvinning:	46 MW
Oppstart:	Q4 2024

Mellomlager:	5.000 m ³
Skippingsfrekvens:	4 dager
Tilstand, CO ₂ :	16 bar, -26°

Slik fanger vi CO₂

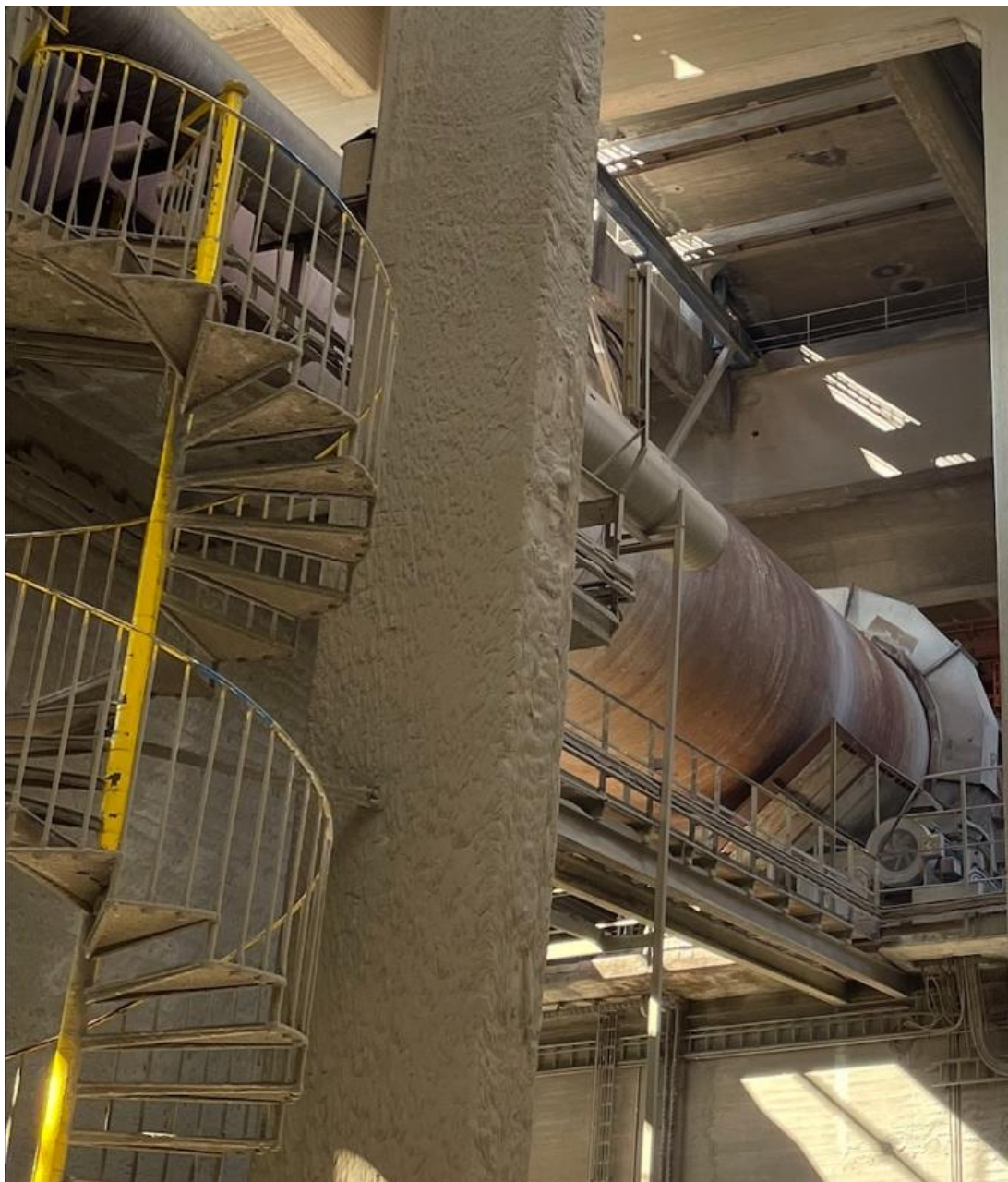


[CO₂-fangst ved Norcem Brevik - YouTube](#)

Status for karbonfangstprosjektet

- **Prosjektet har passert 66 % ferdigstillelse**
- **Går fra tradisjonell byggefase til installering av prosessanlegget**
 - Tungløft-kampanjer utover høsten 2023
 - Forsyninger av syrefaste rør har blitt forsinket som følge av Ukraina-krigen. Har skapt forsinkelser på 4-5 mnd
- **Første utskipning av CO₂ i november 2024**





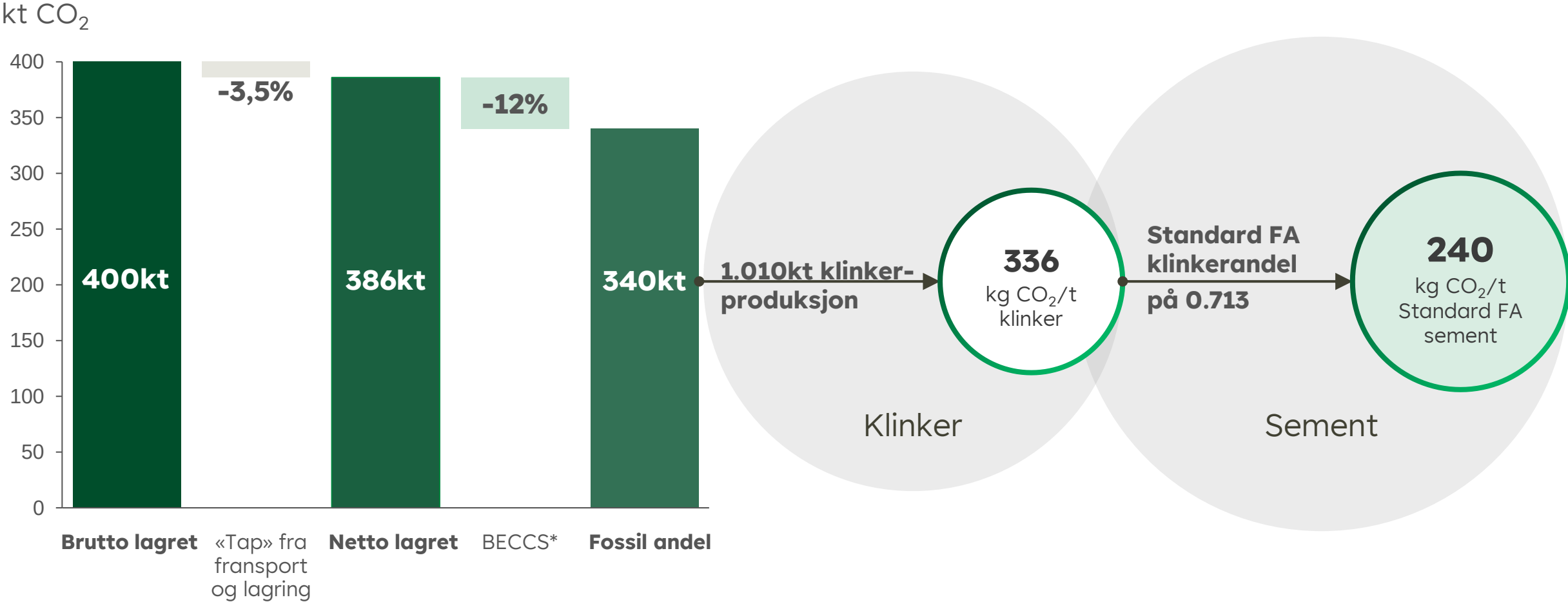








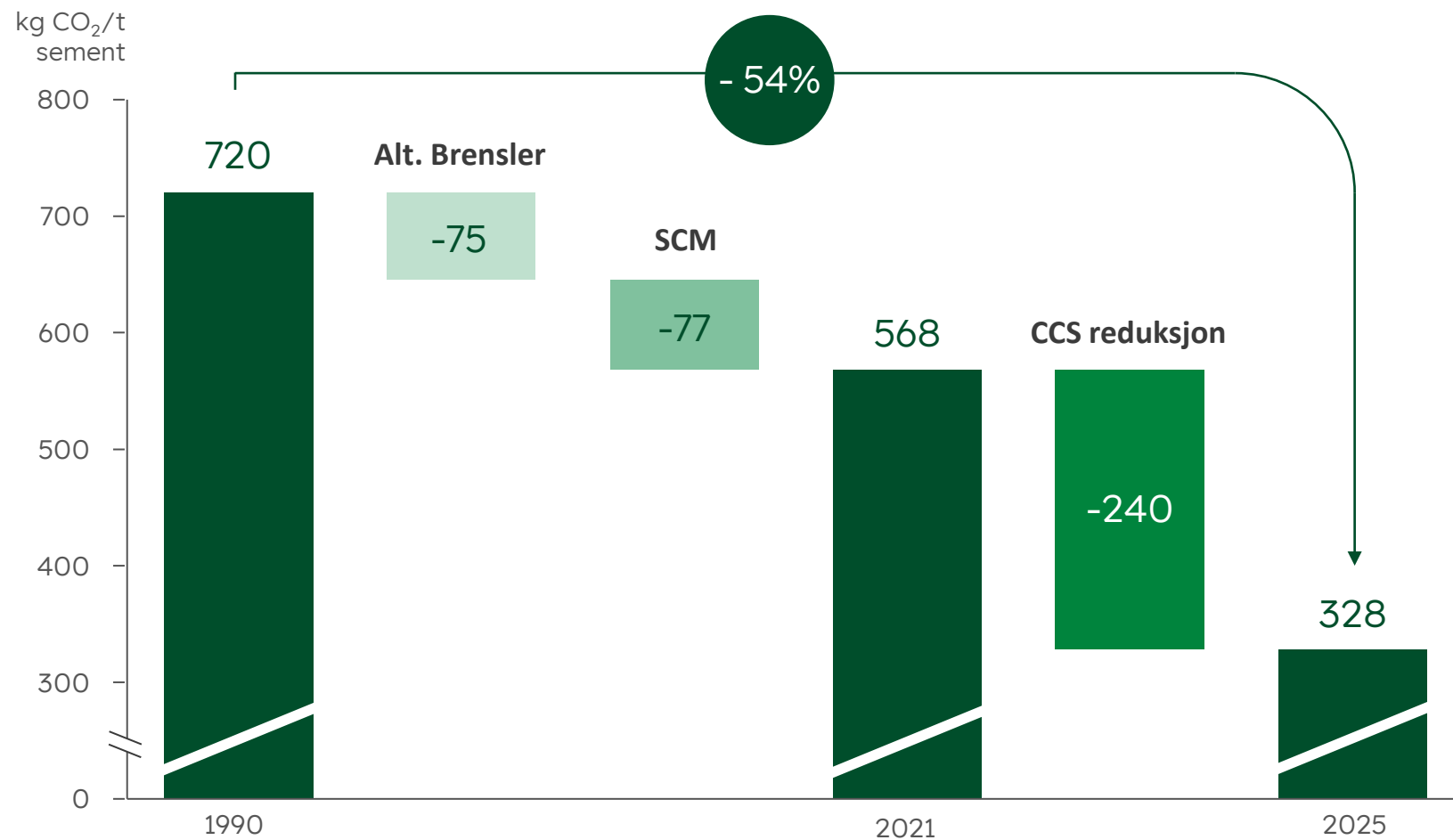
Fossil andel av CCS-reduksjon som allokeres til EPD for Standard FA



*BECCS er biogent karbon (fra biomasse i brenselet). Dette kan ikke tas med som fradrag i EPD-sammenheng



Standard FA – utslippsnivåer



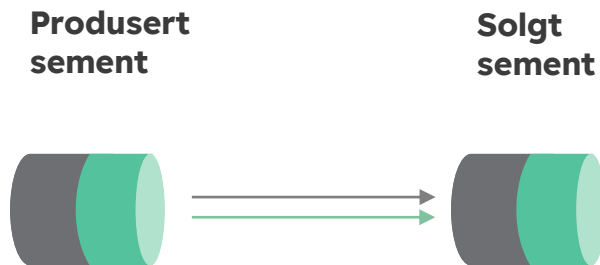
Forutsetninger

- 50 % fangstrate
- 12 % biomasse i brensel
- 71,3 % klinkerfaktor

Måter å tilskrive CO₂-utslippsreduksjon til sement

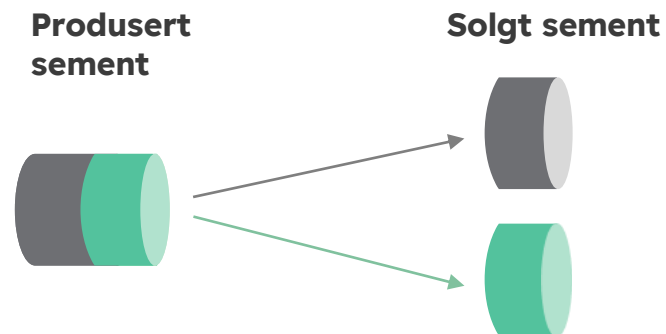
Fysisk allokering

CO₂-reduksjon fordeles jevnt på fabrikkens produktvolumer



Massebalansert

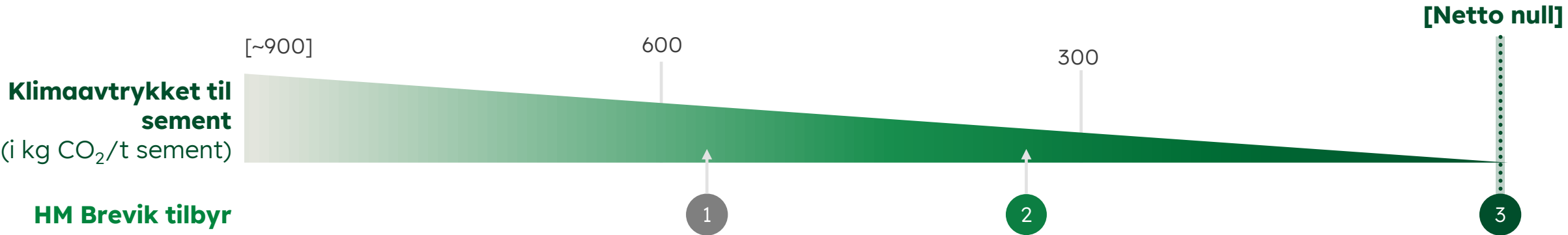
CO₂-reduksjon omfordelles på delvolumer. Summen av redusert CO₂ er den samme på totalvolumet



Massebalansering er en metode som anvendes i flere industrier ref. NS/ISO 22095

- **Elektrisitet:** Et nettverk med energimiks fra fossile- og fornybare kilder. Kunder tilbys strøm med nullutslipp
- **Stålindustrien:** Thyssenkrupp bluemint steel og TATA Zeremis Carbon lite steel er massebalanserte produkter som sertifiseres av DNV
- **Kjemikalieindustrien:** BASF reduserer utslipp ved starten av produksjonsprosessen og allokere reduksjonen til sluttproduktet
- **Heidelberg Materials** massebalansering av klinker er anerkjent av DNV, som også vil revidere bokføringen av CO₂

Vi tilbyr tre karbonvarianter for våre sementer

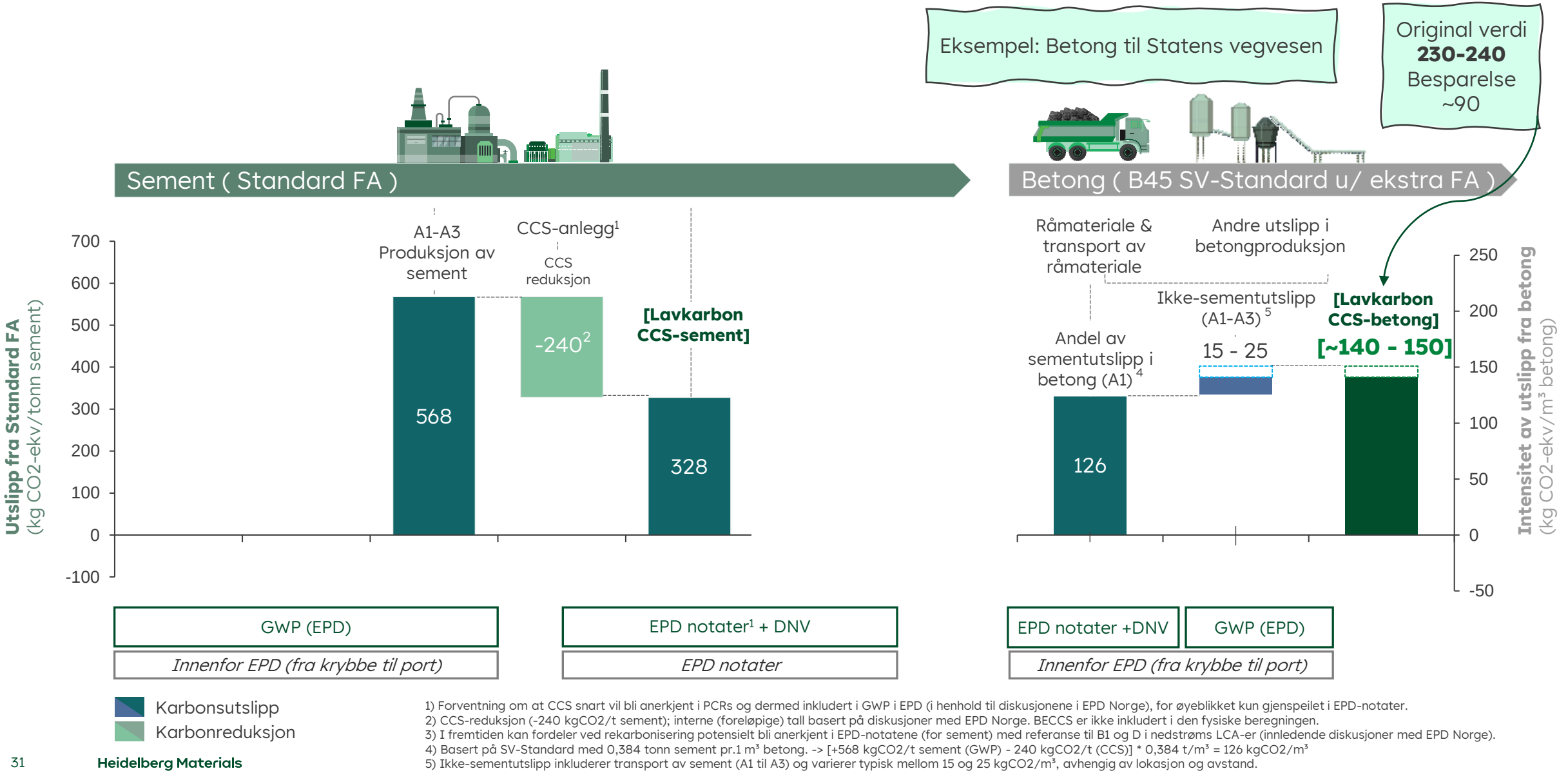


[GWP kg CO₂/t]

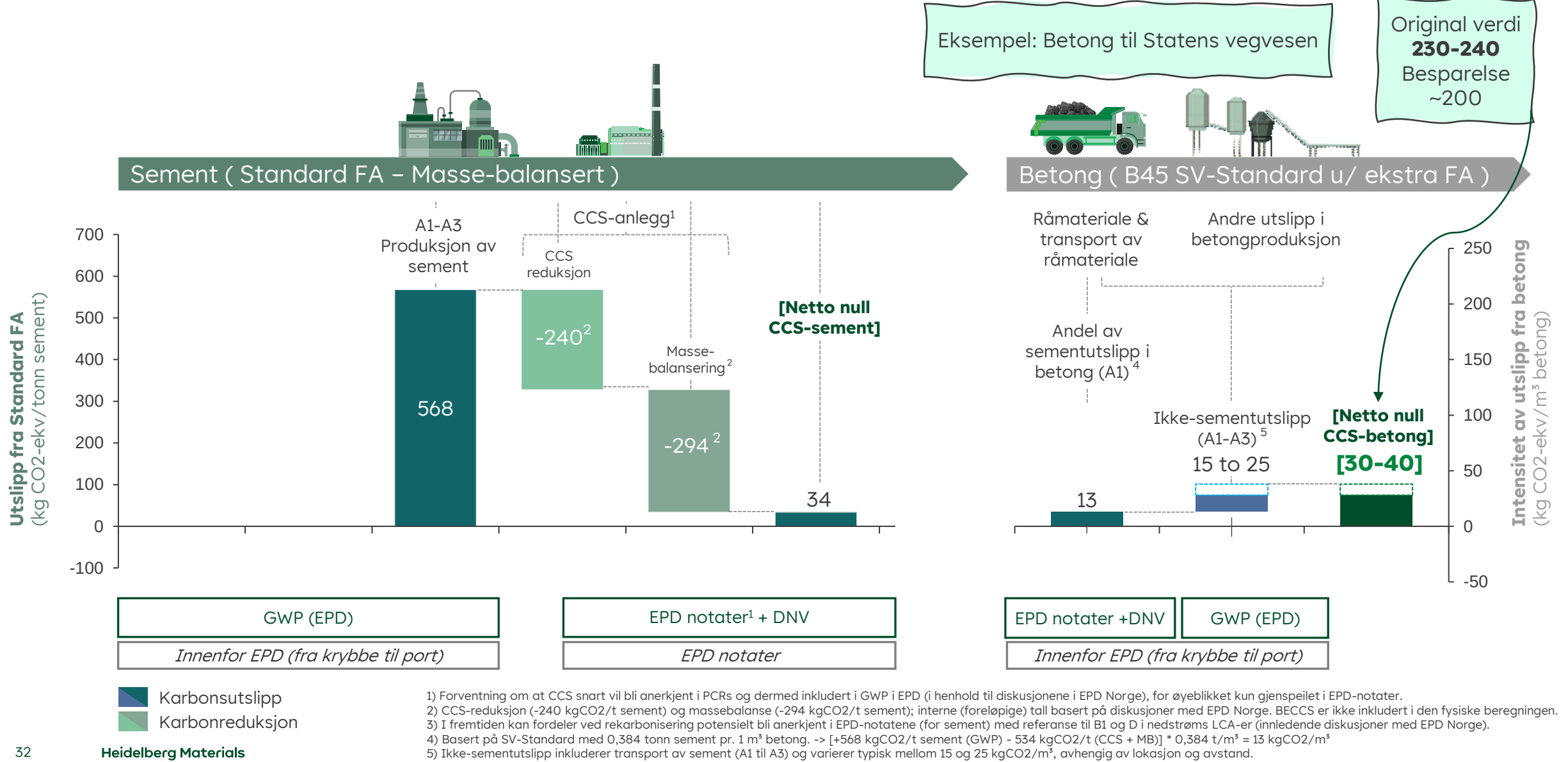
	Dagens		Lavkarbon CCS		Netto null CCS	
Standard FA	1	568	2	328	3	34
Anlegg FA		599		348		34
Industri (CEM II)		663		378		34
Dokumentasjon		EPD (GWP)		EPD ¹ /DNV		EPD ² /DNV



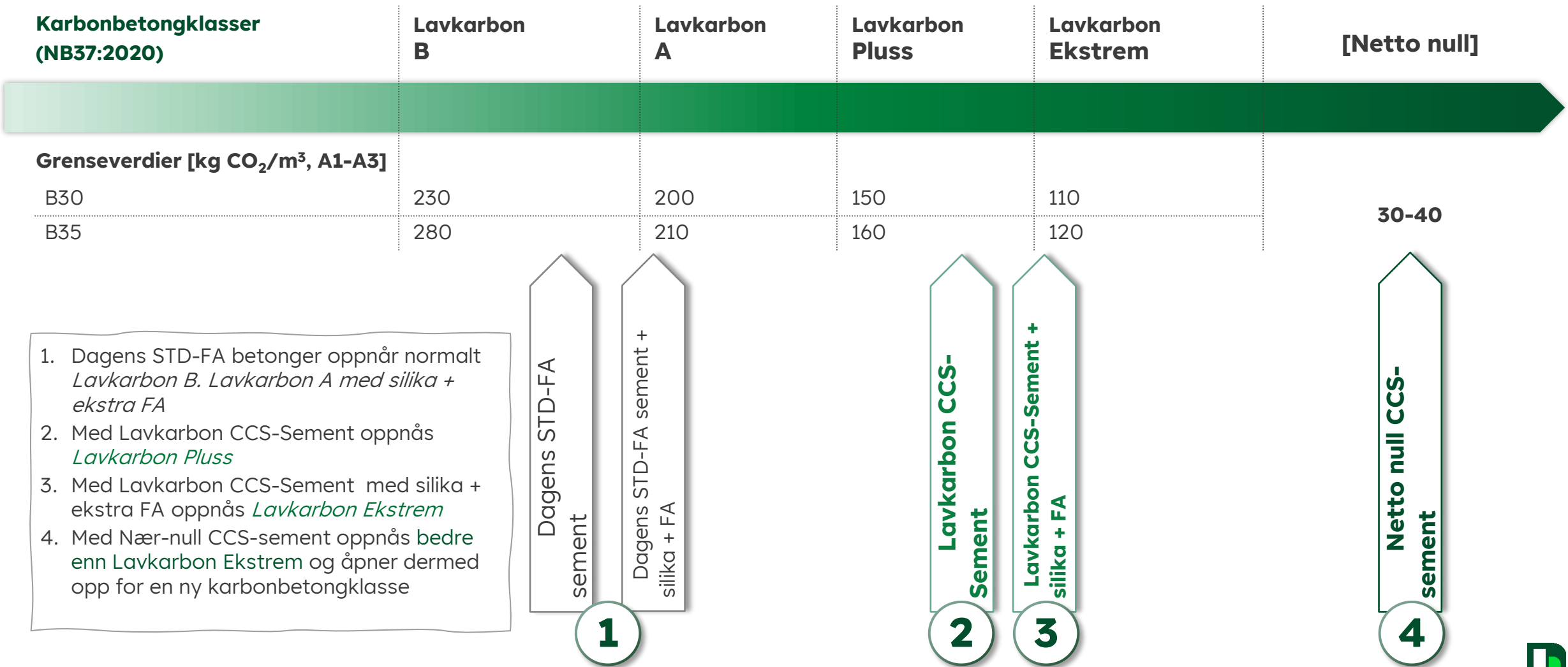
Lavkarbon CCS | Forklaring av CO₂ reduksjon i sement og betong



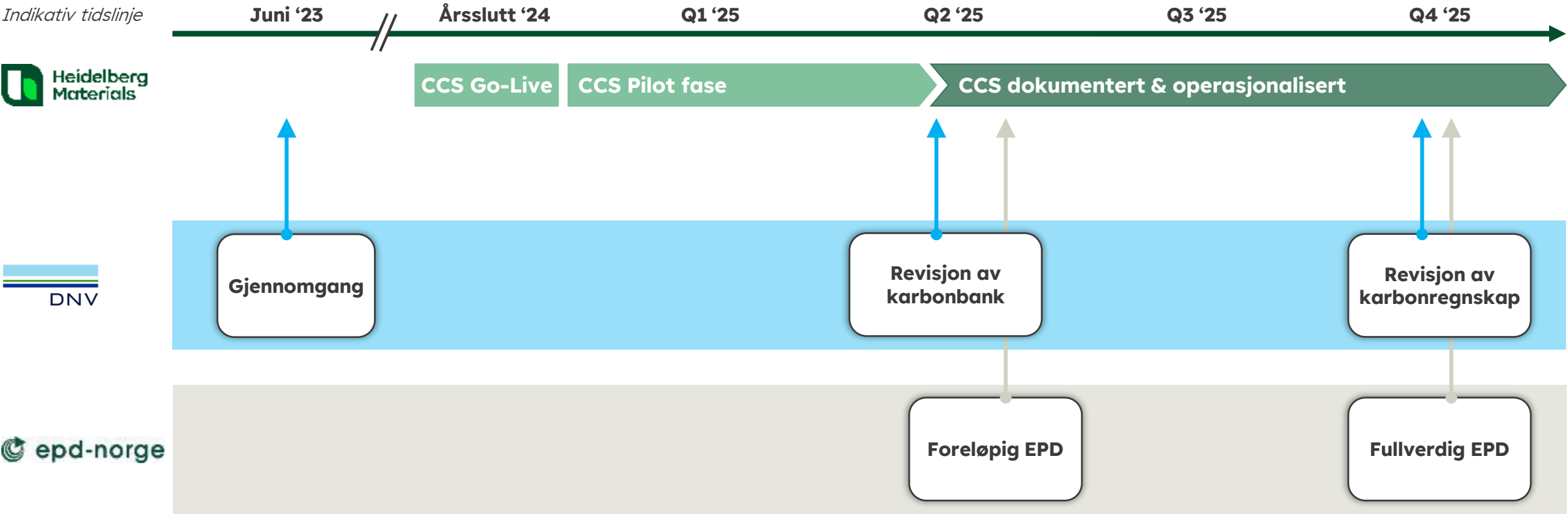
Netto null CCS | Forklaring av CO₂ reduksjon i sement og betong



Brevik CCS-sement muliggjør de beste lavkarbonbetongklassene



DNV | Oversikt over dokumentasjon- og sertifiseringsløp





Heidelberg
Materials

Disclaimer

The information in this presentation is furnished by Heidelberg Materials. The information in this presentation is intended to facilitate discussions and is not necessarily complete without such supplemental discussions, and the presentation may not include all relevant disclosures and factors. There can be no assurance that the figures and calculations in the presentation will be reproducible for the recipient, as actual realised results will depend on several external factors which may not have been taken fully into account in the presentation.

This presentation does neither constitute an offer to sell nor a solicitation of an offer to buy the products, and it does not constitute any form of commitment or recommendation in relation thereto.

Although Heidelberg Materials has endeavoured to give a correct and complete picture of the products, Heidelberg Materials gives no warranties or representations as to the completeness, correctness or accuracy of the contents of the presentation. The recipient shall be solely responsible for and rely on its own assessment of the presentation, and Heidelberg Materials encourages the recipient to seek professional advice from its own advisors and to exercise an independent analysis and judgment of the merits of the Products.

Heidelberg Materials may not be held liable for any cost, expense, loss, liability or damage of any kind, whether direct or indirect, relating to or arising from the use of the Presentation.

Heidelberg Materials | CCS-sementer

13.11.2023





SCHWENK SEMENTER

Norsk Betongforening, Østfold

Fredrikstad

09. november 2023

Lars Busterud



SCHWENK

SCHWENK, DIVISJONER

SEMENT

14 fabrikker
9 heleide
5 deleide

SAND & GRUS

24 enheter

BETONG

200 blandeverk

BETONG
PUMPER

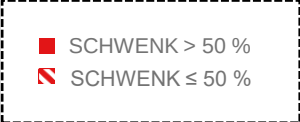
250 pumper



SCHWENK



OVERBLIKK OVER SEMENT ENHETER



SCHWENK BERNBURG

EUROPAS MEST MODERNE SEMENTFABRIKK



SCHWENK

SEMENTPRODUKSJON

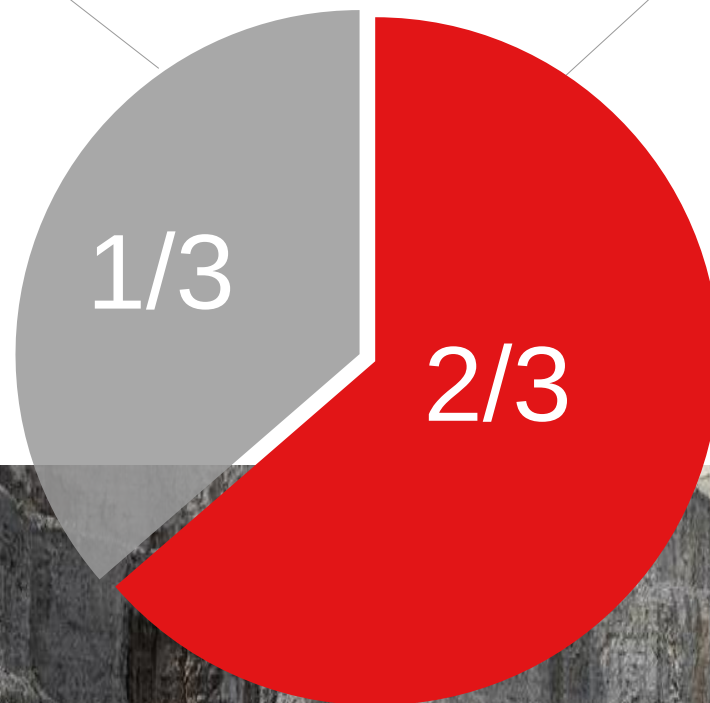
CO₂ UTSLIPP I PRODUKSJONSPROSESSEN

**SCHWENK**

Brensels relaterte utslipp

Brensels relaterte utslipp står bak ca 1/3 av CO₂ utslippene. De kommer av primær- og alternativebrensel i den roterende ovnen.

Vi nærmer oss grensen for andel alternativt brensel.

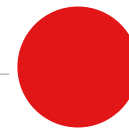


Råmaterial relaterte utslipp

Omtrent 2/3 av CO₂ utslippene er relatert til råmaterialene. Den er bundet til kalksteinen og slippes fri i prosessen i ovnen

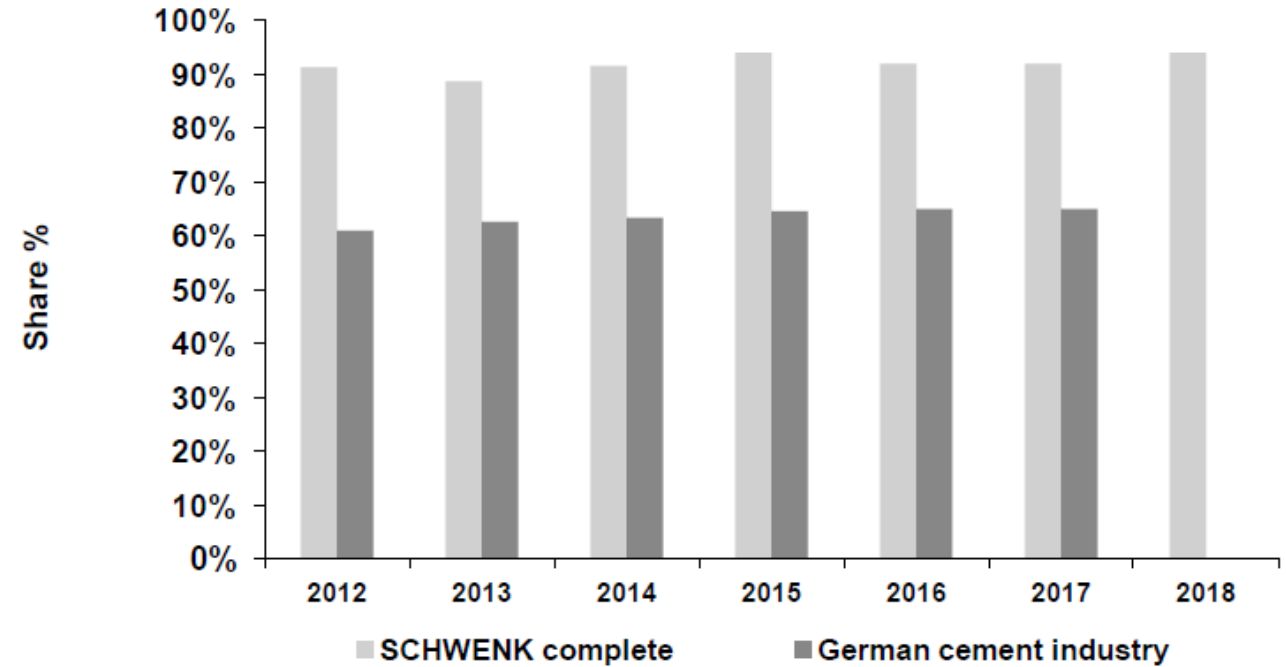
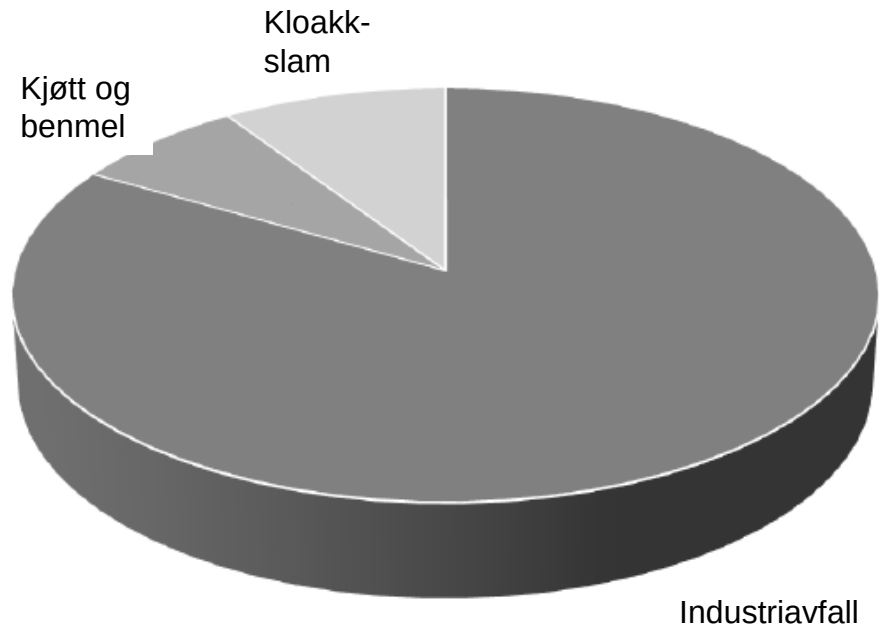


Mulighet for å redusere dette gjennom reduksjon av klinkermengden.



THE PLANT BERNBURG – PROCESS TECHNOLOGY

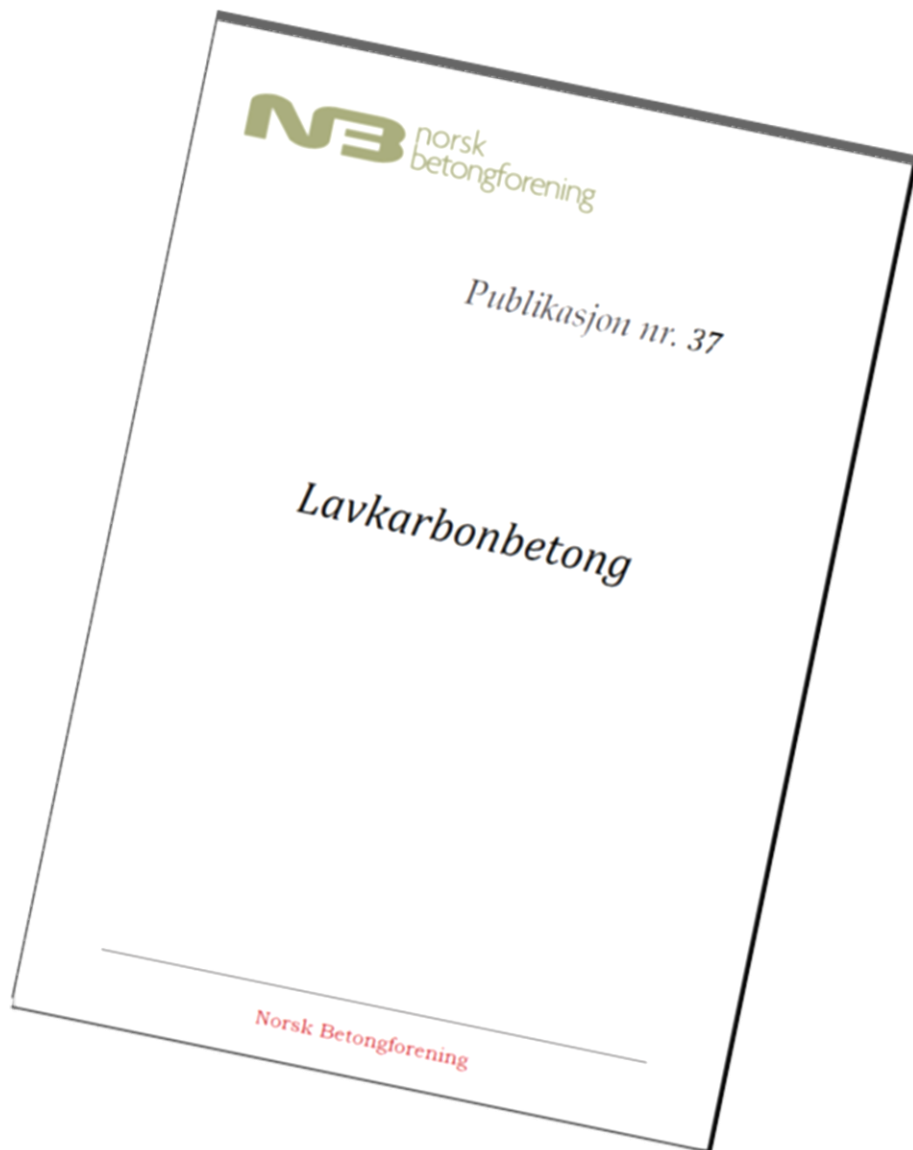
SECONDARY FUELS

**SCHWENK**

I 2022 - alternativ brensel ca 97%

NORSK BETONGFORENINGS PUBLIKASJON NR. 37

LAVKARBONBETONG



Publisert i 2015

- Gratis nedlastbar (www.betong.net) for medlemmer av Norsk Betongforening
- Nedlastbar mot gebyr for andre

Revisjon i november 2019

- Revisjon i april 2020

- Utgis på engelsk i 2022

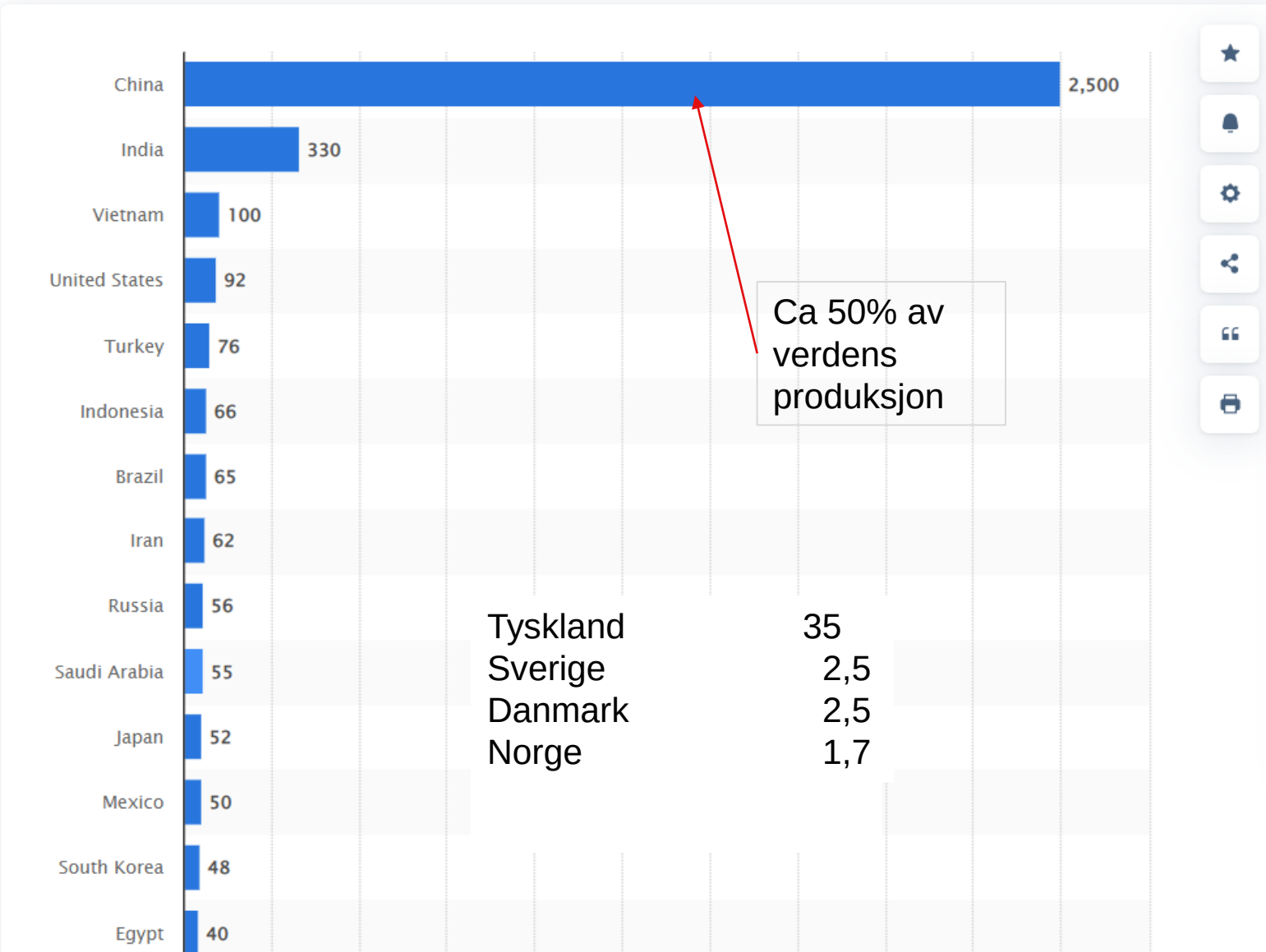
- Revisjon i slutten av 2023



SCHWENK

Major countries in worldwide cement production in 2021

(in million metric tons)



SEMENTPRODUKSJON

Historiske tall:

År	Type sement	Utslipp CO2 pr tonn sement
1990	Portlandsement(CEM I)	1000kg
2000	Portlandsement(CEM I)	850kg
2022	Portlandsement(CEM I)	750kg
2005	Miljøsement(30% slagg)	650kg
2022	Miljøsement(30% slagg)	540kg
2015	Lavvarmesement(70% slagg)	300kg
2022	Lavvarmesement(70% slagg)	250kg



SCHWENK

NORSK BETONGFORENING - PUBLIKASJON 37

MED FORSLÅTTE NYE VERDIER I GRØNT

Klasse	B20	B25	B30	B35	B45	B55	B65
Maksimalt tillatt klimagassutslipp [kg CO ₂ -ekv. pr m ³ betong]							
Bransjereferanse	240 200	260 210	280 245	330 270	360 300	370 310	380 370
Lavkarbon B	190 180	210 190	230 225	280 240	290 270	300 280	310 300
Lavkarbon A	170 160	180 170	200 195	210	220	230	240
Lavkarbon Pluss ¹⁾	135	140	150	160	170	180	190
Lavkarbon Ekstrem ¹⁾	100	105	110	120	130	140	150

1) Mulig nivå for enkelte prosjekt, men med flere begrensinger i standardverket, og begrenset tilgjengelighet. Gjennomførbarhet må avklares i hvert enkelt prosjekt.

OVERSIKT SEMENTER

**SCHWENK**

Typiske verdier for CO₂ utslipp på sement(levert silo Oslo):

Super White(Cem I) 1180kg CO₂/tonn sement

Rapidsement(Cem I, Portlandsement) 767kg CO₂/tonn sement

Standard FA(Cem II/B-M, 18% FA og 6% V) 572kg CO₂/tonn sement

Miljøsement(Cem II/B-S, 30% slagg) 540kg CO₂/tonn sement

Lavvarmesement(Cem III/B, 70% slagg) 252kg CO₂/tonn sement

CO2 UTSLIPP SEMENT OG BETONG

Sementen står for brorparten av CO2 utslippet til betongen. Ca 18kg Co2 i tillegg for tilslag, kjemi og produksjon.

1m3 betong, B35 M45

Tilvirket med Hvitsement(Cem I, Portlandsement) 1180 kg CO2/tonn sement
165 liter vann / 0,448 = 368 kg sement $0,368 * 1180 + 18 = 452$ kg CO2 pr m3 betong

Tilvirket med Rapidsement(Cem I, Portlandsement) 767 kg CO2/tonn sement
170 liter vann / 0,448 = 379 kg sement $0,370 * 767 + 18 = 302$ kg CO2 pr m3 betong

Tilvirket med Standard FA(Cem II/B-M, 18% FA og 6% V) 572kg CO2/tonn sement
162 liter vann/ 0,448 = 362 kg sement $0,362 * 572 + 18 = 225$ kg CO2 pr m3 betong

Tilvirket med Miljøsement(Cem II/B-S, 30% slagg) 540 kg CO2/tonn sement
159 liter vann/ 0,448 = 355 kg sement $0,355 * 540 + 18 = 210$ kg CO2 pr m3 betong

Tilvirket med Lavvarmesement(Cem III/B, 70% slagg) 252 kg CO2/tonn sement
154 liter vann/ 0,448 = 346 kg sement $0,346 * 252 + 18 = 105$ kg CO2 pr m3 betong



SCHWENK

CO2 UTSLIPP SEMENT OG BETONG

1m3 betong, B35 M45

Tilvirket med Miljøsement(Cem II/B-S, ca 30% slagg)

Ca 540 kg CO2/tonn sement

159 liter vann/ 0,448 = 355 kg sement

$0,355 * 540 + 18 = 210$ kg CO2 pr m3 betong

En liten reseptjustering. – legger inn 17,75 kg mikrosilika(ca 5 % av bindemiddel).

159 liter vann/ 0,448 = 355 kg bindemiddel. $355 - (17,75*2) = 320$

$0,320 * 540 + 18 = 191$ kg CO2 pr m3 betong

En liten reseptjustering. – legger inn 35,5 kg mikrosilika(ca 10 % av bindemiddel).

159 liter vann/ 0,448 = 355 kg bindemiddel. $355 - (35,5*2) = 284$

$0,284 * 540 + 18 = 171$ kg CO2 pr m3 betong



SCHWENK

- Økt tilføring av varme er et virkemiddel som slår særlig positivt ut på slaggbetonger, kontra betonger basert på økt flygeaskeinnhold. Akseleratorer reagerer også bedre på slaggbetonger kontra flygeaskebetonger.
- Erfaringsmessig er det mangel på finstoff som begrenser den nedre bindemiddelmengden. Vi har god erfaring over en lengre periode med å øke finstoffinnholdet noe(25-30kg), for få en tilfredsstillende overflate og pumpeegenskaper.
- Kravet til masseforhold er det samme som en Cem II/B-S i alle klasser, unntatt M60, hvor masseforholdet er som for M45. Alternativt kan eksponeringsklasse X0 benyttes og fasthetskravet er dimensjonerende.
- Er ikke godkjente i MF klassene. Det arbeides med saken

Akselrator

- Lavkarbonbetonger trenger i mange tilfeller akselrator ved bruk i kaldere klima. 28d fasthet klassifiserer sementene våre. Men det som ofte er vesentlig er kanskje 18 eller 24t.
1 dg fasthet på en normalbetong er ca 18-19MPa i 20 grader C, mens en betong med 70% slagg, kanskje har 6 MPa og må ha 2,5 døgn for å få samme fasthet. Størkningstiden(eller pussetiden) er ikke så forskjellig, kanskje 3-4 timer lengre.
- All betongs beste akselrator er varme.
Det produseres hulldekke elementer med en betong som inneholder sement med 50% slagg, som kappes og løftes ut på tidlig morgen/normaltid.
- Slaggbaserte betonger reagerer bedre på både akselratorer og varme, enn flygeaskebaserte betonger. MEN selvsagt reagerer en sement med 70% slagg ikke så raskt, som en med 30% slagg eller en Portlandsement.

Størkningstid / Bindetid

**SCHWENK**

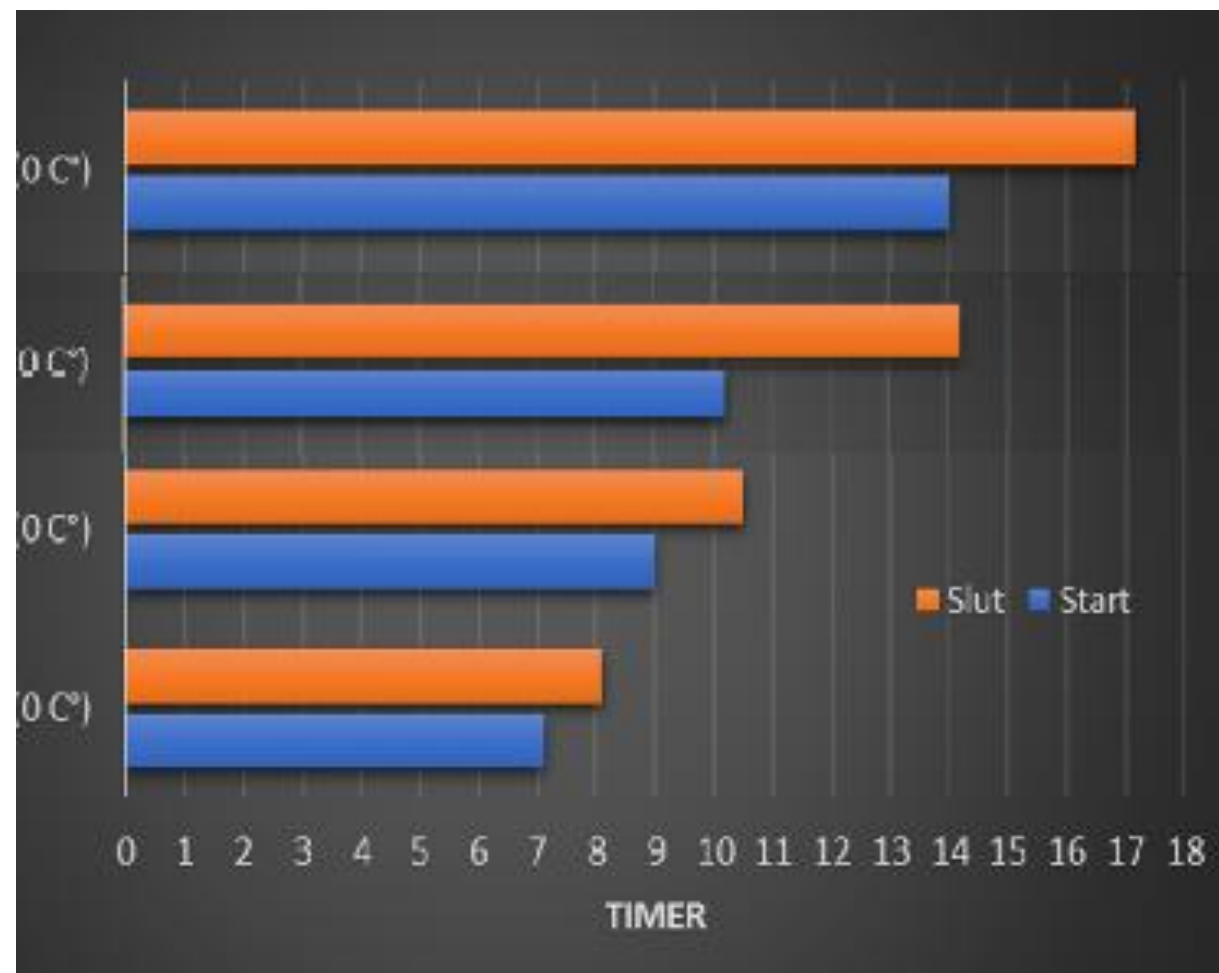
Stadig behov for ekstra tiltak ved tidlig avforming eller pussing. Herdeakselerator har vist seg å være meget effektivt på disse betongene. Viser til testing med Lavvarmesement og avbindingstider i 0 grader. Masseforhold 0,44.

Lavvarmesement

Miljøsement

Lavvarmesement med
1,5% herdeakselerator

Lavvarmesement med
3,0% herdeakselerator





SPESIALOMRÅDER HVOR LAVVARMEBETONG ER TESTET

SPRØYTEBETONG

Mix med ren Lavvarmesement(70% slagg). Dosert ca 17L sprøyteakselrator pr m³ og 5,6% herdeakselrator.

Fasthet klart over 1 MPa pr time.

1t – 1,0MPa,

3 t – 4,28MPa

6t – 8,0MPa

Ca 145 kg CO₂ /m³ betong inkl. herdeaks.

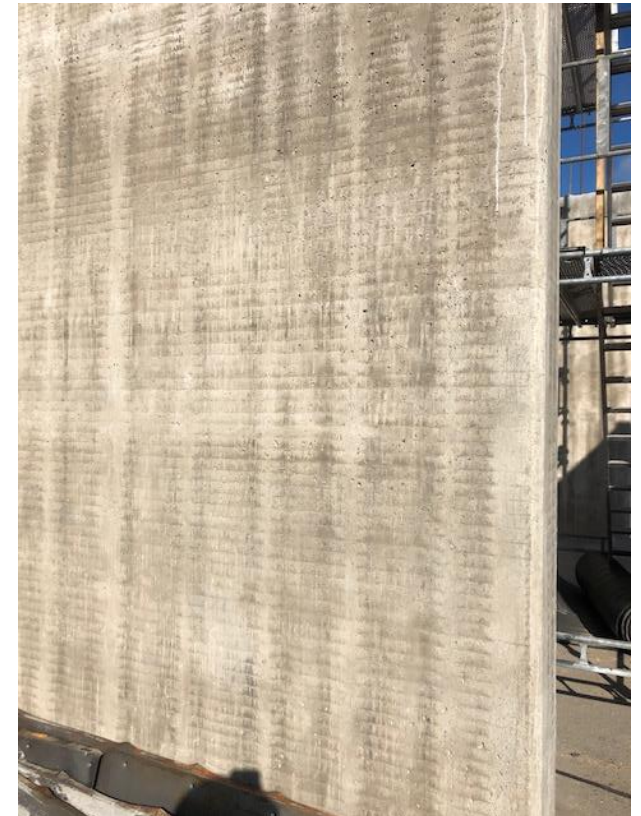


SPESIALOMRÅDER HVOR LAVVARMEBETONG ER TESTET

GLID

Testet hos Interform(kjører de fleste glidestøper i Norge), 3 forskjellige resepter og sementtyper, (StdFa sement, 2 typer slaggsementer, 30 og 70%slag).

Overflater veldig like på alle tre. Når en fjerner retarder på betongen med Lavvarmesement(70% slagg), og kjører de to andre med normal mengde retarder, var stige hastigheten den samme.



SCHWENK – LAVKARBON EKSTREM

NOEN PROSJEKTER

Bergen.

- Høyskolen på Vestlandet, Skanska.

Byggkonstruksjon, relativt slank.
Produksjon over 1,5 år. Relativt få
vinterutfordringer, mye mindre enn
antatt.



SCHWENK – LAVKARBON EKSTREM

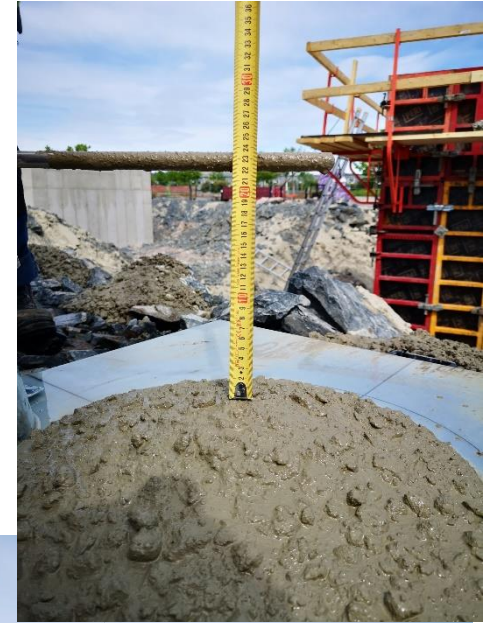
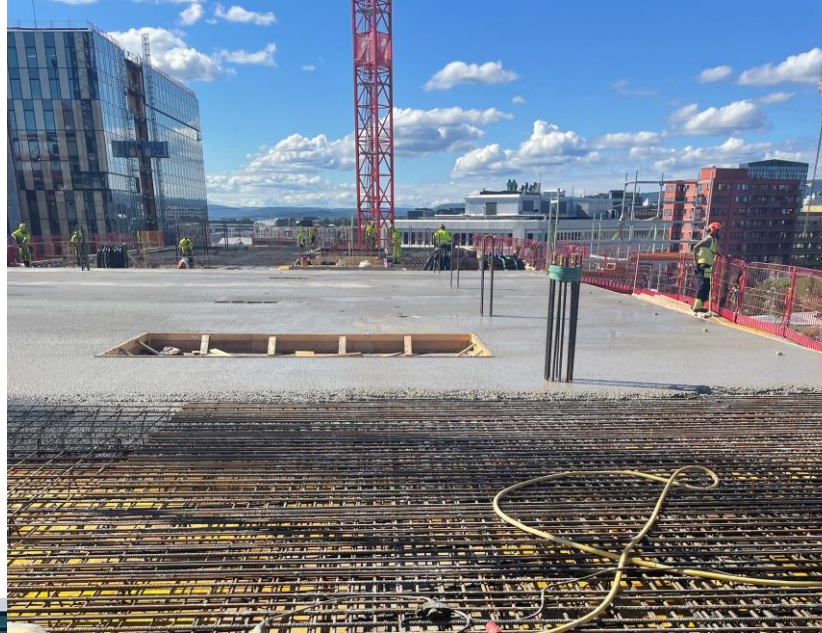
NOEN PROSJEKTER

Oslo.

- Ruseløkka skole, Veidekke
- Oksenøya, Veidekke
- Slottet, KF Entreprenør
- Nytt hovedkvarter Veidekke

Bergen.

- Høyskolen på Vestlandet, Skanska.



SCHWENK

Fasthet og bestandighetsklasser

- Norsk “short cut” - 20 eksponeringsklasser til 6 bestandighetsklasser.

Tabell NA.15 — Valg av bestandighetsklasse, avhengig av eksponeringsklasse

Eksponeringsklasse	Bestandighetsklasse					
	M90	M60	M45	MF45	M40	MF40
X0	X	X	X	X	X	X
XC1, XC2, XC3, XC4, XF1		X	X	X	X	X
XD1, XS1, XA1, XA2 ^a , XA4 ^b			X	X	X	X
XF2, XF3, XF4				X		X
XD2, XD3, XS2, XS3, XA3 ^a					X	X
XSA ^a	Betongsammensetning og beskyttelsestiltak fastsettes særskilt. Betongsammensetningen skal minst tilfredsstille kravene til M40, eventuelt MF40.					

- Veldig mange innendørs konstruksjoner kan prosjekteres i eksponeringsklasse X0 og bestandighetsklasse M90
- Vertikale flater utsatt for regn og frost(ikke kontakt m salt) i bestandighetsklasse M60

Bestandighetsklasser med tilhørende fasthet

	Masseforhold		
	C II/B-M	C II/B-S	Cem III/B
	42,5	52,5	42,5
B30 M90	0,60	0,63	0,63
B30 M60	0,53	0,58	0,45
B35 M60	0,48	0,51	0,45
B35 M45	0,45	0,45	0,45
B35 MF45	0,45	0,45	
B45 M45	0,40	0,45	0,45
B45 M40	0,40	0,40	0,40
B45 MF40	0,39	0,40	
B55 M40	0,36	0,40	0,40

CEM II/B-S

+24kg sement, + 13kg CO2

+42kg sement, + 23kg CO2

M45 holder kravet til både B35 og B45



SCHWENK

Typiske fasthets- og bestandighetsklasser

Sementklasse og typisk fasthet

	Type/Mpa	Type/Mpa	Fasthetskrav F_{CK} iht NS
B30 M60	42,5/45	52,5/50	37
B35 M45	42,5/59	52,5/72	45
B45 M40	42,5/64	52,5/76	55

- Disse kombinasjonene gir en stor overfasthet i mange bindemiddelkombinasjoner. Hvordan utnytter vi potensialet bedre?



SCHWENK

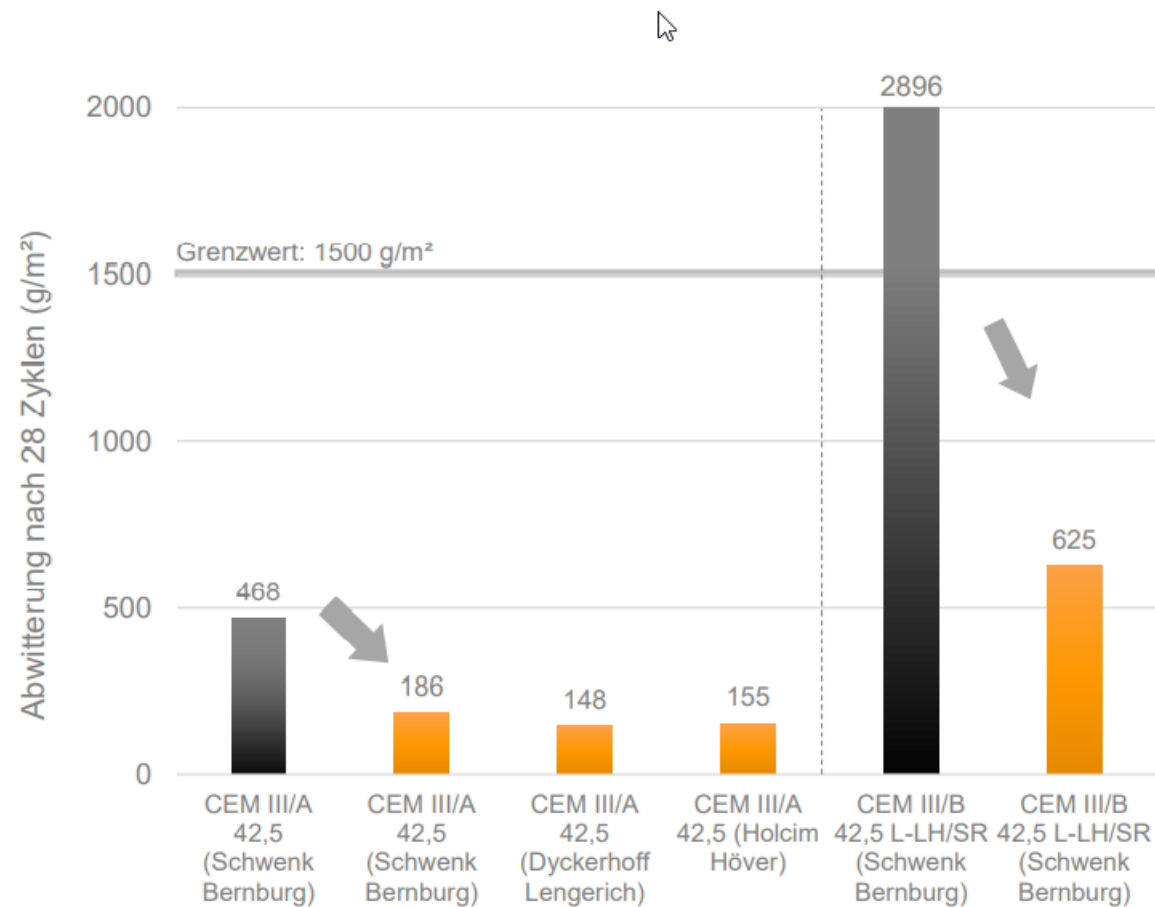
Miljøvennlige bindemidler og utfordring med frost

- Norske frostbestemmelser de tøffeste i verden? Kanskje de ikke gir korrekt et bilde av hva betongen utsettes for over tid.
- Forskjellige krav(10 gangen) ettersom type bindemiddel for hva som er frostbestandig betong.
- Dagens løsning med tilsetning av mikroluft(MF klassene) for å få frostbestandig betong er snart over.
- Det er nå lansert et nytt tilsetningsstoffer (Super absorber) som gir betongen en mye finere mikroporestruktur og en helt annen frostbestandighet.
- Produktet er allerede godkjent i Tyskland. Schwenk Norge har satt igang testing med våre materialer og masseforhold og venter spent på resultater. Disse nye produktene er spesielt egnet for de nye bindemidlene vi får nå fremover samt slaggbaserte med høyt slagginnehold.



SCHWENK

Miljøvennlige bindemidler og utfordring med frost



Masseforhold 0,50(Norge 0,45 / 0,40)
28 sykluser(Norge 56)

MasterAir 215	MasterSphere 2000	MAir 215	MSphere 2000
State-of-the-Art	NEU	State-of-the-Art	NEU



Celitement

$$\text{CO}_2 = \overset{\blacktriangledown}{\text{C}} + \text{„lite“} + \text{Cement} = \text{ce}^{\text{lite}}\text{ment}$$

ADVANCED PROCESSING

Sement med mindre CO₂: „lite“  $\overset{\blacktriangledown}{\text{Ce}}^{\text{lite}}\text{ment}$

Enklere å skrive versjon:

$\text{Ce}^{\text{lite}}\text{ment}$



En kort historie

1990årene

Forskning på
hydratasjon av
 C_3S

2009

Grunnlegging av
Celiment GmbH



2011

Ferdig
pilotfabrikk



2013

Vibrasjons mølle opptil
500 kg/uke



2018

REACH sertifisert



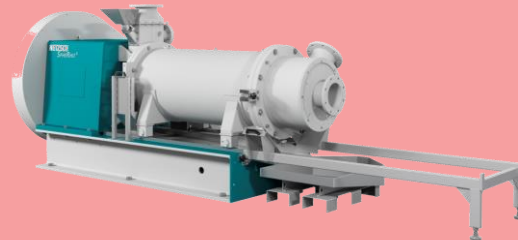
2020

Overtatt av
Schwenk Zement



2021

Ny mølle opptil
5.000 kg/uke



2021 Oktober

General Building
Approval



2022

Fabrikk på 50,000 tonn
pr år, operativ om ca 2
år. Bygging av denne
pågår for fullt.

Energi

Mindre energikrevende produksjon

- Kalsinering(850 grader)
- Autoklav prosess(120grader)
- Mere krevende maleprosess/Aktivering
- Tørking

Elektrifisert produksjon



Partikkelstørrelse i mellom en Standard og en Rapid Portlandsement

Overflate ca $10\text{m}^2/\text{g}$ – 5 ganger en vanlig sement, noe som gir høyere vannbehov(tåler høyere SP dosering)

Densitet ca $2,70\text{g}/\text{cm}^3$

CO2 utslipp ca 1/3 lavere enn Portlandsement

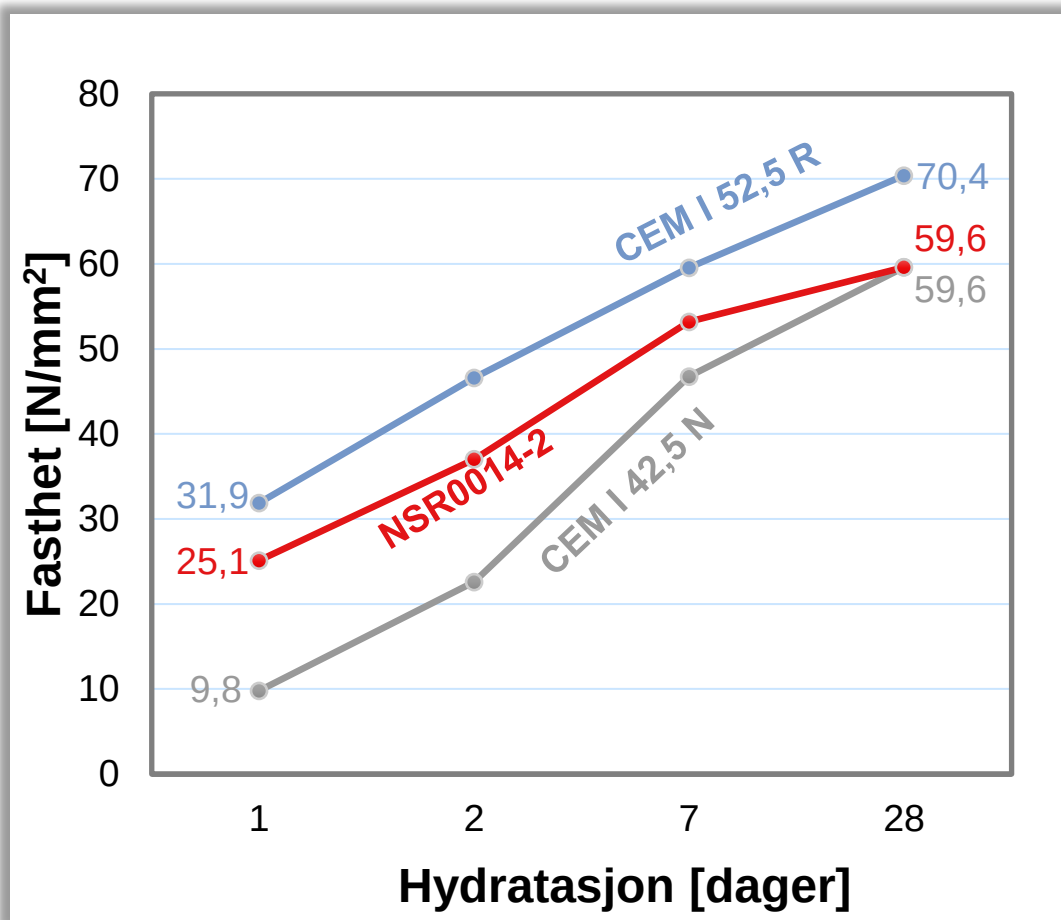
Kan blandes med et ikke reaktivt SCM, slik som kalksteinsmel for å få et enda lavere fotavtrykk

Lyshet(L verdi ca 92) som en hvitsement.



Fasthets utvikling

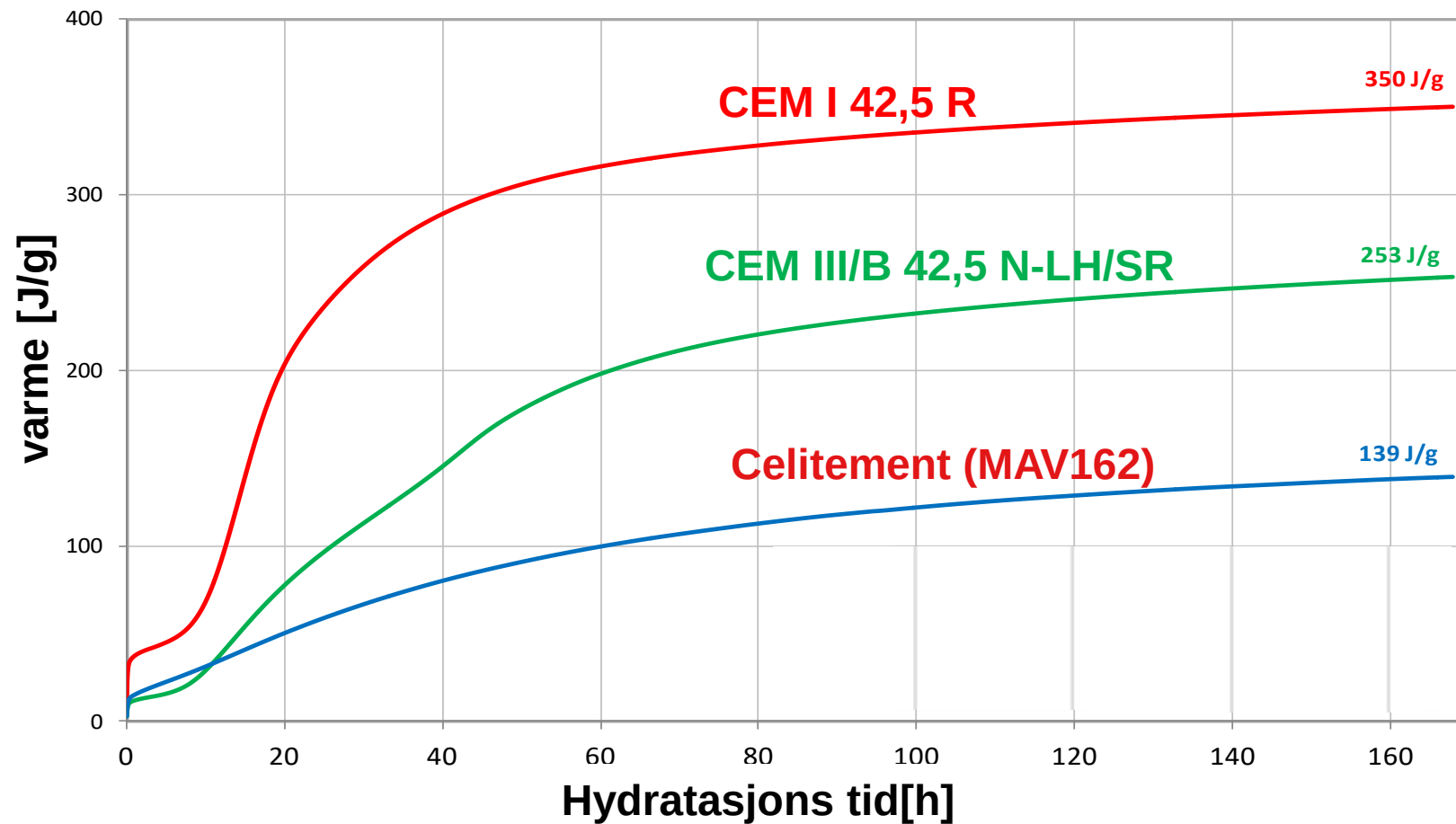
standard mørtel prismer ; $v/c = 0.40$; vannlagret





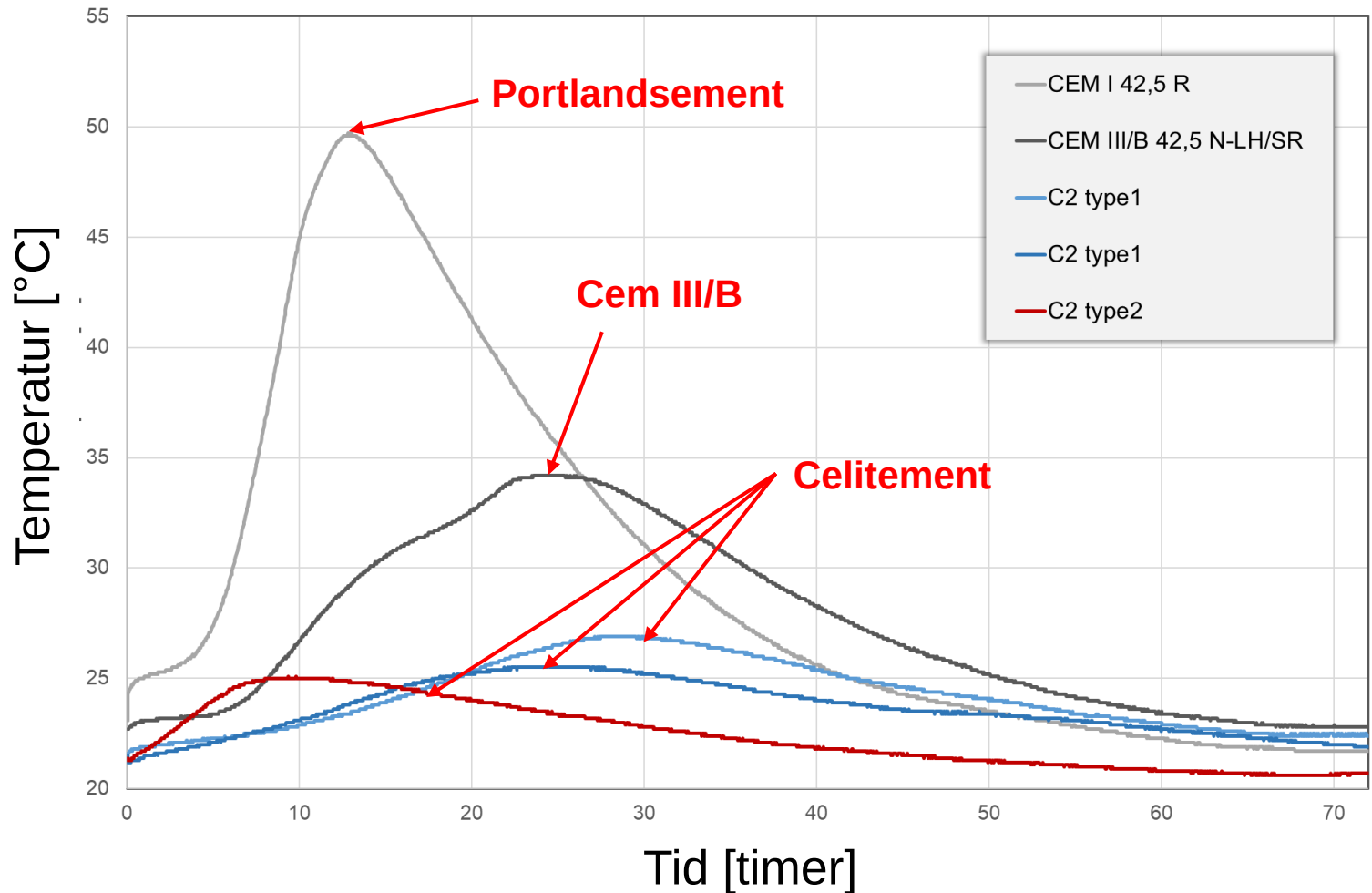
Hydratasjonsvarme

(TAM-Air); w/b = 1,0



Veldig lav hydratasjon
[≤ 150 J/g] sammenlignet med
LH(lavvarmesementer)[≤ 270
J/g] og VLH sementer [≤ 220
J/g]

Hvordan virker forskjellig hydratasjonsvarme på betongtemperaturen?

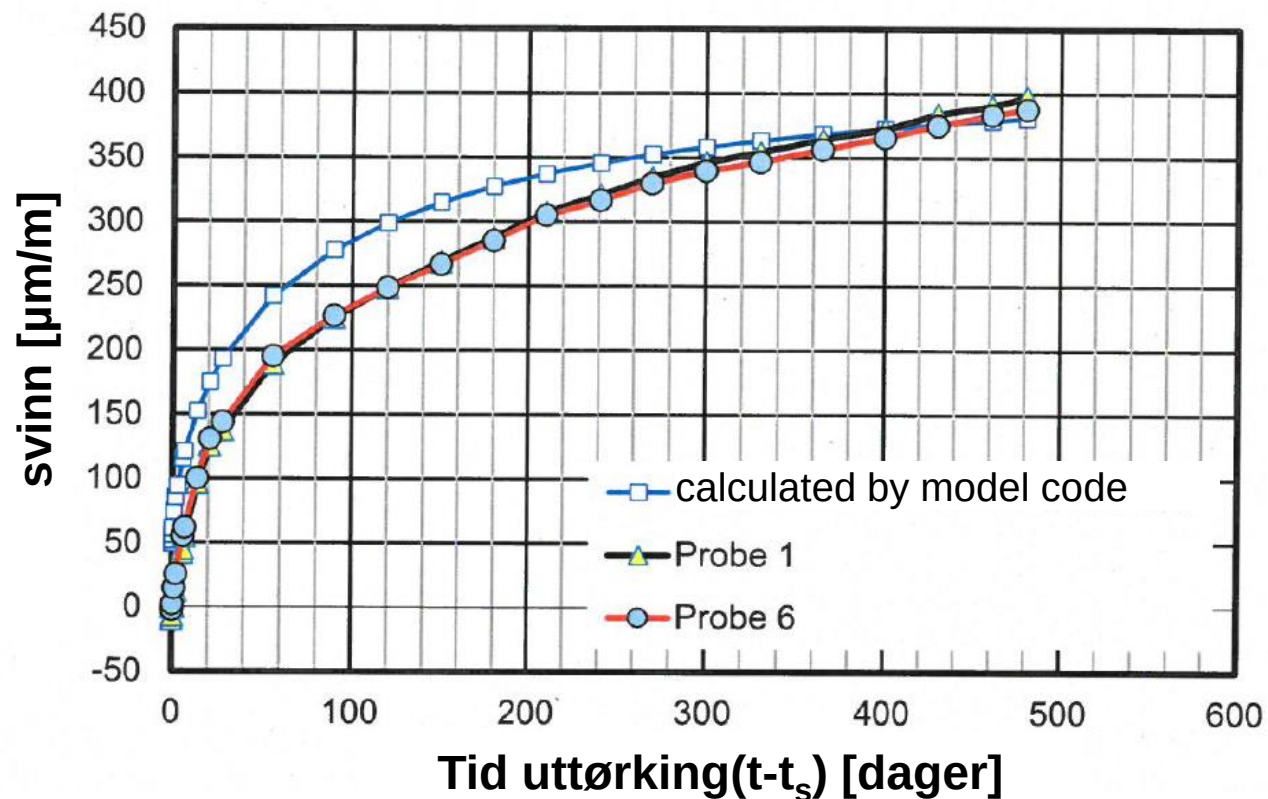


Temperaturutvikling i en termisk isolert 10cm terning



Uttørkings svinn

Målt av Material Testing Institute (MPA) Karlsruhe
I henhold til DAfStb på to betongsylindere



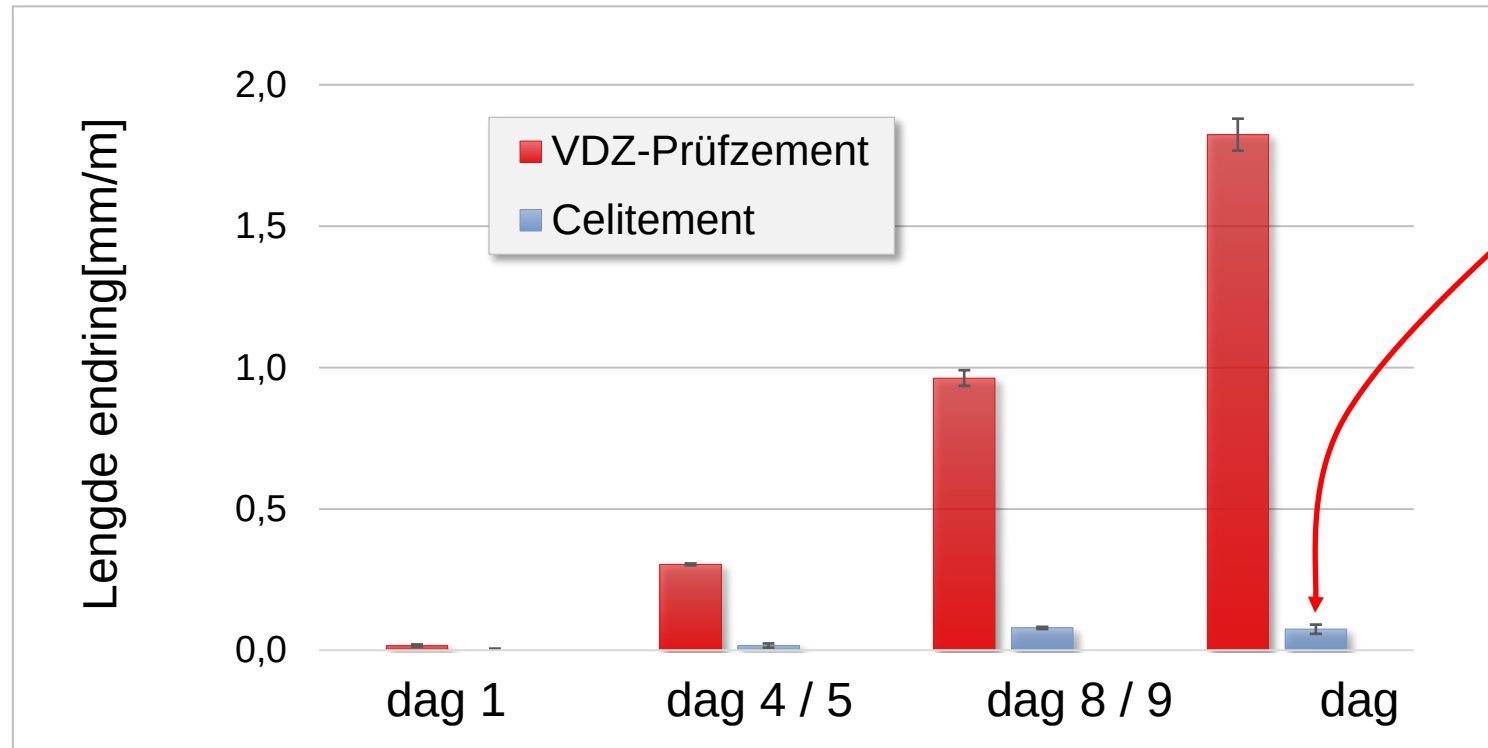
$b = 380 \text{ kg/m}^3$
 $w/b = 0,40$
PCE: 1.4% av
bindemiddel

$f_{c,cyl,28d} = 44,3 \text{ N/mm}^2$
 $E_{cm0} = 33.300 \text{ N/mm}^2$



ASR / Alkaliereaksjoner

SPV rapid test metode, iht DAfStb-Rili med alkalie-sensitivt tilslag (ryolitt),
med VDZ test sement og Celiment



0,07 mm/m

Ekspansjonen er
mindre enn 4% av
VDZ-test sementen!

*) "Preventive measures against damaging
aggregates in concrete", annex B, paragraph B.2

CO2-KALKULATOR

- For Apple og Android.
Gratis nedlasting i
nettbutikkene.



CO₂-Kalkulator

Sett i gang

CO2-APP

Talkmore Bedrift

09:21

78 %

< Betongtype

B30 M90

B30 M60

B35 M60

B35 M45

B35 MF45

B45 M40

✓

B45 MF40

CO2-APP

Talkmore Bedrift 4G 09:46 74 %

< Betongtype

22 millimeter

16 millimeter ✓

8 millimeter

CO2-APP

Talkmore Bedrift

09:21

94 %

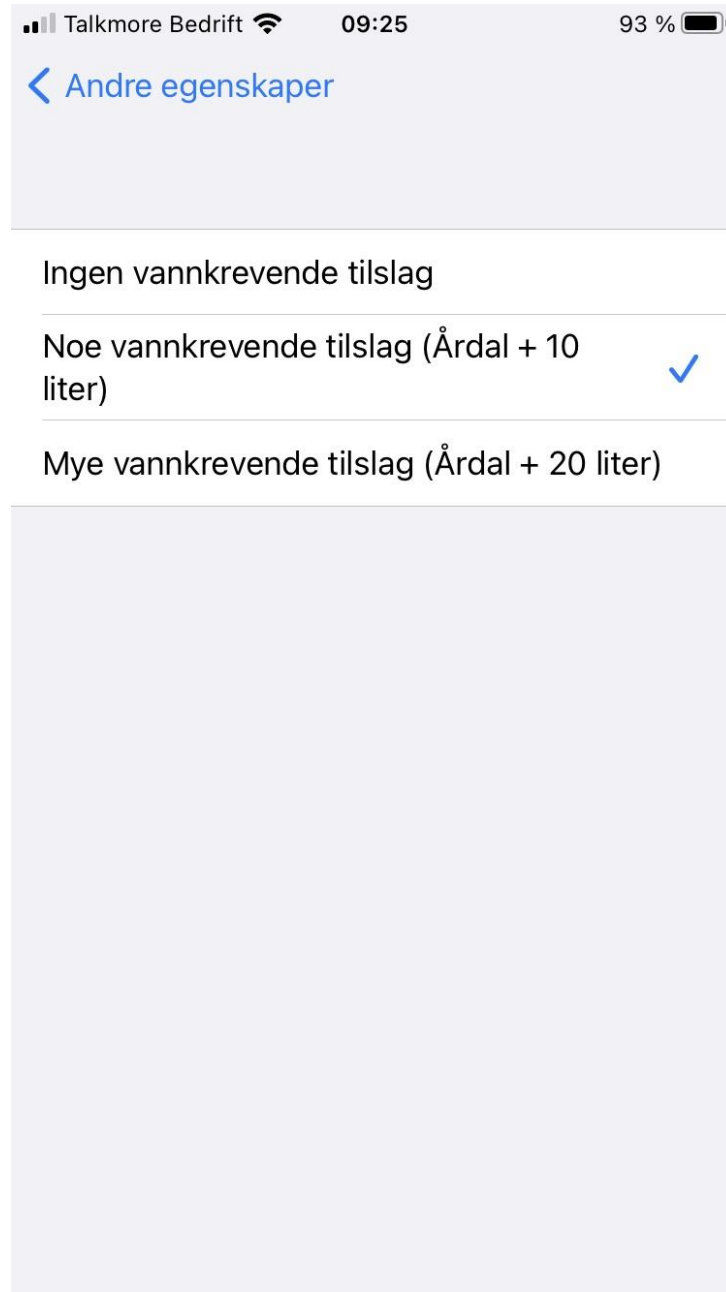
[< Back](#)

Andre egenskaper

Konsistens	Kons 200 (standard) >
Reduksjon	Ingen reduksjon >
Vannkrevende tilslag	Ingen vannkrevende tilslag >

Neste

CO2-APP



CO2-APP

20:32

< Fabrikk og volum

Oslo

Stavanger

Bergen

Trondheim

Fauske

Resultat

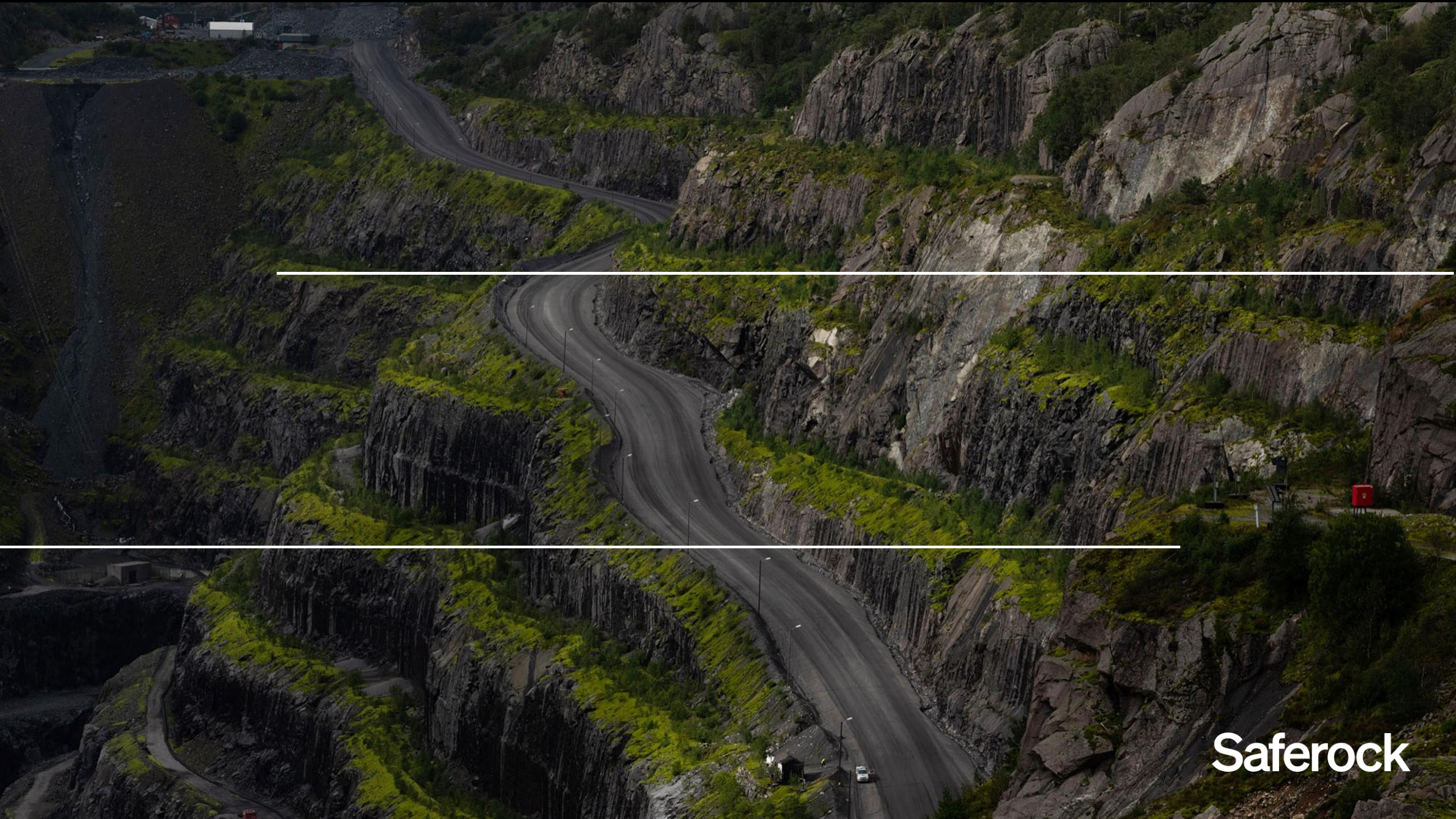
B30 M90, 16 millimeter
Kons 200 (standard), 25 prosent, Noe
vannkrevende tilslag (Årdal + 10 liter)
Fauske, 1 m³

Sementtype	Tonn CO ₂
Cem I	0.285
Cem II/B-M	0.228
Cem II/B-S	0.199
Cem III/B	0.099

Ny utregning



Baustoff leben



Saferock

Hva gjør vi?

Saferock utvikler en **bærekraftig** betong basert på **gjenbruk**
av avgangsmasser fra gruvedrift og industri



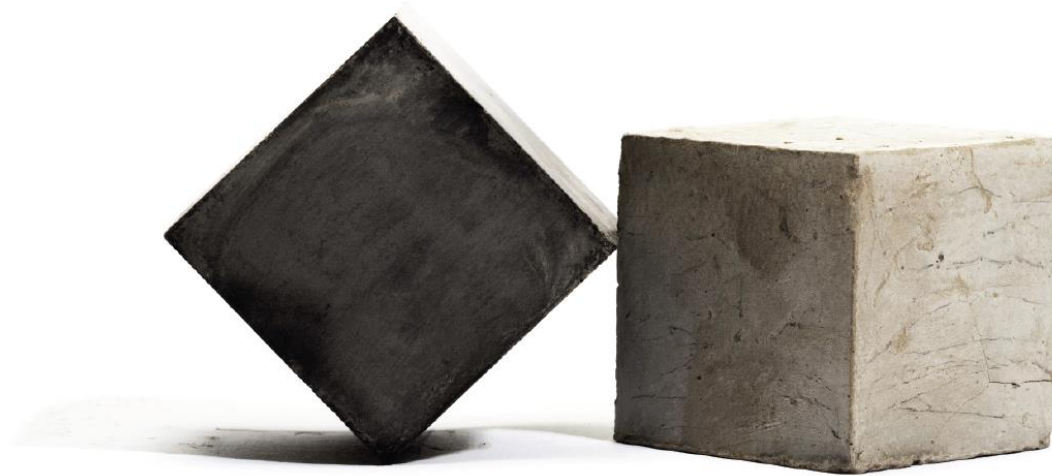
Saferock

Hva er alkali-aktivert betong?

Er både litt lik og litt annerledes enn vanlig betong.
Ikke basert på Portland sement.

SAME SAME, BUT DIFFERENT

Accelerating the transition towards sustainable concrete



Saferock

Hva er alkali-aktivert betong?

Utgangsmaterialer + Aktivator + Tilslag = Alkali-aktivert
betong

Alkali-aktivert bindemiddel

Saferock

Alkali-aktivert betong vs “vanlig” betong

$\underbrace{\text{Portland sement} + \text{Vann}}_{\text{Sementlim/bindemiddel}} + \text{Tilslag} = \text{Vanlig betong}$

$\underbrace{\text{Aluminasilikat materialer} + \text{Aktivator}}_{\text{Alkali-aktivert bindemiddel}} + \text{Tilslag} = \text{Alkali-aktivert betong}$

Saferock

Historie – utvikling av alkali-aktiverede materialer

1890-1910:

- Whiting (USA) og Kühl (Tyskland)
- Første patenter og bruk av alkali-aktivert slagg



1940- og 1950-tallet:

- Purdon (Belgia) og Glukhovsky (Ukraina)
- Alkali-aktiverede materialer og «soil cement»



1970-tallet:

- Davidovits (Frankrike)
- Metakaolin-basert AAM og «geopolymer»



1990- og 2000-tallet:

- van Deventer (Australia), Palomo (Spania) og Provis (UK)
- Syntese- og reaksjonsmekanismer



Saferock

Nylig eksempel: AAM gangbro i Rotterdam



Hva er alkali-aktiverede bindemidler?

To forskjellige typer bindemidler

Hydrauliske bindemidler

- Herder ved at pulver reagerer med vann (hydratisering)
- F.eks Portland sement (vanlig sement) og romersk sement

Alkali-aktiverte bindemidler

- Herder ved at pulver reagerer med en aktivator, f.eks lut (NaOH-løsning)
- Utgangsmateriale: Slagg, flygeaske, metakaolin, gruveavgangsmasser
- F.eks geopolymer

Ulike typer alkali-aktivert bindemidler

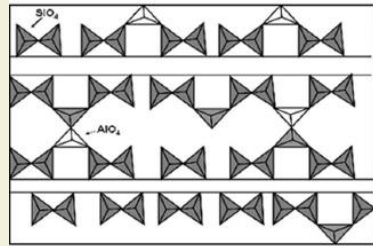
Høyt kalsium-innhold:

Typiske utgangsmaterialer:

- Slagg (BFS) og flygeaske C
- (Brukes også som tilsetningsmaterialer)

Utfelling av C-A-S-H gel som gir styrken til bindemiddelet

- 2D struktur



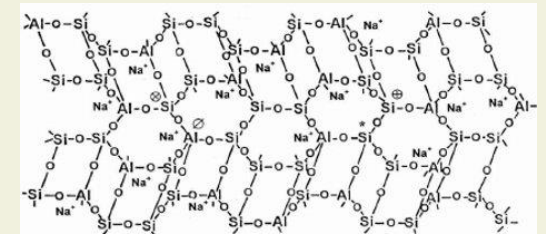
Lavt kalsium-innhold:

Typiske utgangsmaterialer

- Metakaolin og flygeaske F

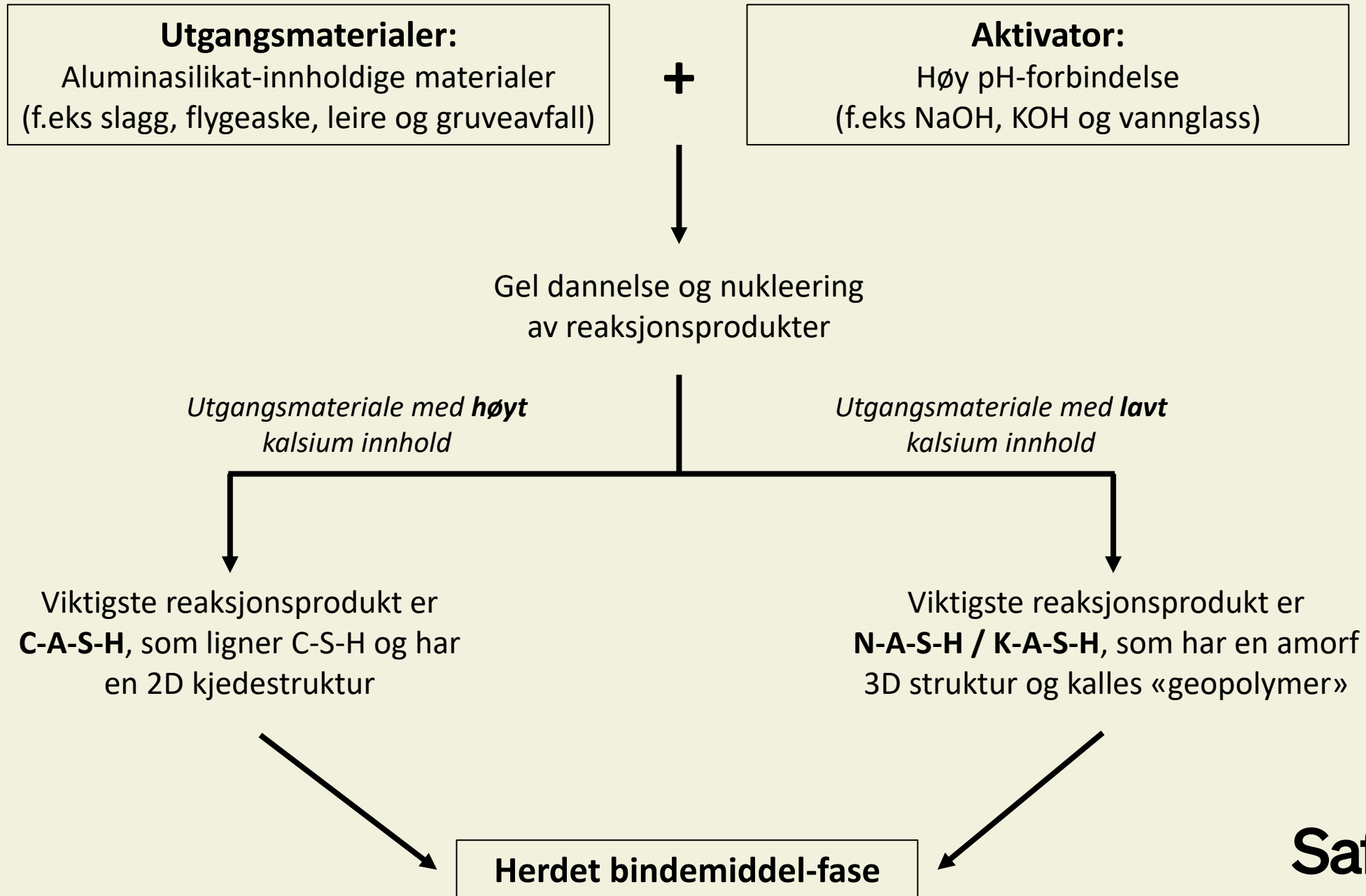
Utfelling av aluminasilikat gel som gir styrken til bindemiddelet

- 3D struktur
- N-A-S-H gel



“Geopolymer”

Saferock



Saferock

Alkali-aktivering mekanisme

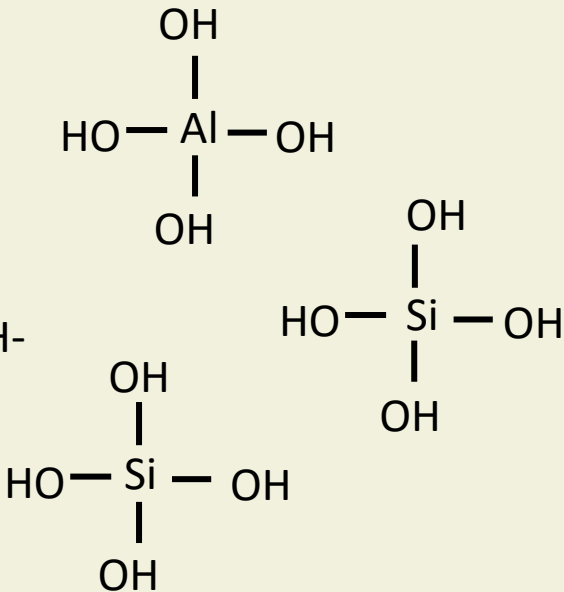
Aktivator
(f.eks NaOH)

+



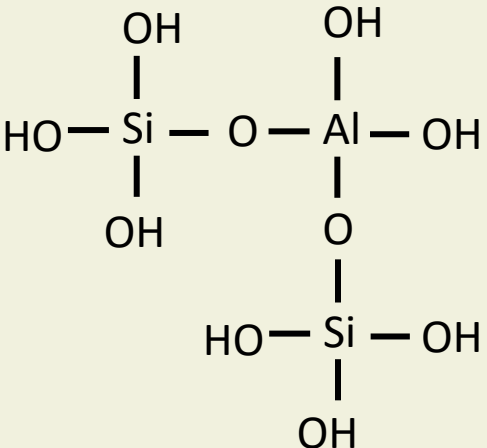
Aluminasilikat pulver

Oppløsning av
noritt pga OH-



Oppløste monomerer av
Si(OH)₄ and Al(OH)₄

Polymerisering/
kondensering

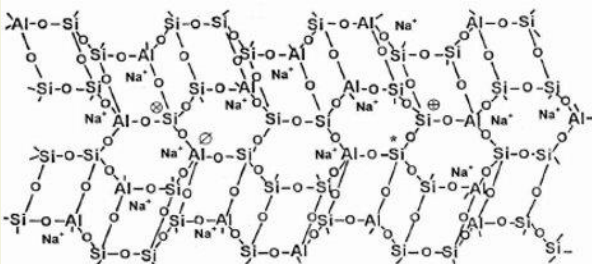


Saferock



Herdet sement

3D aluminasilikat gel (N-A-S-H)
“geopolymer”



Videre
polymerisering

Viktig å vite om alkali-aktiverede bindemidler:

Forskjellige typer utgangsmaterialer:

- Slagg (BFS)
 - Avfall fra kull-fyrt stålproduksjon
- Flygeaske
 - Avfall fra kullkraftverk
- Kalsinert leire (f.eks metakaolin)
 - Hentet fra jomfruelige masser
- Gruveavfall
 - Avfallsmaterialer fra gruveindustri
- Andre typer avfall

Forskjellige typer aktivatorer:

- Hydroksider
 - (NaOH, KOH)
- Silikater (f.eks vannglass)
 - Basert på NaOH og/eller KOH
- Andre høy-pH stoffer

De oppnådde egenskapene til alkali-aktivert betong er avhengig av typen utgangsmaterialer og aktivator!

Saferock



Saferock

saferock.no