



**BÆREKRAFTIG VERDIKJEDE
& MATERIALBRUK
I VEGBYGGING**

Vi er straks klar med webinarret: Fremtidens injeksjon og sprøytebetong

Sjekk at du hører musikken vi spiller før webinarret starter



**BÆREKRAFTIG VERDIKJEDE
& MATERIALBRUK
I VEGBYGGING**

Velkommen til webinar

- Opptak og presentasjoner blir tilgjengelig
- Webinaret tas opp
- Q&A
 - for faglige spørsmål om innholdet
- Chat
 - for spørsmål om møtet
- Alle deltakerne er mutet på mikrofon og kamera



**BÆREKRAFTIG VERDIKJEDE
& MATERIALBRUK
I VEGBYGGING**

Webinarene finnes på www.bvm-vegbygging.no


Bedre ressursbruk av materialer i vegkroppen

 Dato: 21. april 12.00 til 12.45

 Innleder: Lillian Mathisen, SINTEF Community


Fremtidens injeksjon og sprøytebetong

 Dato: 22. april 09.00 til 09.45

 Innleder: Helene Strømsvik, SINTEF Community

Sirkulære produkter kan redusere utslippene

 Dato: 22. april 12.00 til 12.45

 Innleder: Christian John Engelsen, SINTEF Community

Sirkulære materialer i vegbygging - Når vi målet med 50 prosent kutt i utslippene?

 Dato: 23. april 09.00 til 09.45

 Innleder: Reyn O'Born, Universitetet i Agder

Hvordan utvikler vi den bærekraftige verdikjeden i vegbygging?

 Dato: 23. april 12.00 til 12.45

 Innleder: Rein Terje Thorstensen, Universitetet i Agder





Ambisjonen – hva vi prøver å oppnå

Utvikle ny norsk bærekraftig teknologi og kompetanse

Målet er å redusere klimagassutslipp med

50 prosent innen 2030.

Utvikle forskningsbasert kunnskap

Teste, verifisere, pilotere og
industrialisere

Bygge en sterk verdikjede på tvers
av fag, teknologiområder og
kompetansemiljø



**BÆREKRAFTIG VERDIKJEDE
& MATERIALBRUK
I VEGBYGGING**

Finansiert av Staten og egeninnsats

Eier	Nye Veier AS
Totalramme	123,8 mill
Grønn plattform	67,8 mill
Egeninnsats	56 mill
Tidsperiode	2023 – 2026

Grønn Plattform





**BÆREKRAFTIG VERDIKJEDE
& MATERIALBRUK
I VEGBYGGING**

Hele bransjen er med

ACRON
INFRA

eramET

FOAMROX®

FUTURE MATERIALS | NORSK KATAPULT SENTER
siva

Norconsult   **NTNU**

RYGENE
☆☆☆
NORWAY

SINTEF

SKANSKA


Statens vegvesen

 **UNIVERSITETET
I AGDER**

VEIDEKKE

 **VELDE**

 **NyeVeier**

- Disse har bidratt med sin kompetanse og kapasitet
 - AF gruppen
 - Betong Øst
 - Implenja
 - Johs J. Syltern
 - **Mapei**
 - **Master builders solutions**
 - Skedsmo Betong
 - Stangeland maskin
 - Strøm Gundersen
 - TT-anlegg
 - Vassbakk og Stol

- Cemonite
- Berthelsen & Garpestad



Foto: Nye Veier AS



BÆREKRAFTIG VERDIKJEDE & MATERIALBRUK I VEGBYGGING

et Grønn plattform-prosjekt

Delprosjekt 4 –Tunnel

-Injeksjonsmasse

-Sprøytebetong

Av:

Helene Strømsvik

Finansiert av:





Delprosjekt 4 -Tunnel

Tema	Pilot	Deltakere
Berginjeksjon	Injeksjonsmasse med redusert sementinnhold, 20% erstatning med SiGS Utført Vestkorridoren, våren 2025	Eramet, Skanska, SVV, SINTEF, Future Materials
	Alkali-aktivert injeksjonsmasse Blanding på injeksjonsrigg utført hos Veidekke, høst 2025	Cemonite, SINTEF, Veidekke
Sprøytebetong	Sprøytebetong med resirkulert tilslag og SiGS som sementerstatter. Utført hos Velde, våren 2025	Velde, Eramet, Future Materials, SINTEF
Teknisk bygg	Prefabrikkert teknisk bygg 1 stk. ferdigprodusert teknisk bygg levert og montert i tunnel (plug and play) Ser etter egnet prosjekt for levering	Acron Infra, Nye Veier, SINTEF
Tunnelkledning	Vann- og frostsikringshvelv av resirkulert glass Uklarheter rundt regelverk for variable laster, skaper uklarheter rundt krav.	Foamrox, SVV, SINTEF



Tema

- Erfaringer fra pilotering i praksis
 - hva som fungerer, og hva som er mer krevende
- Hvordan valg av materialer påvirker materialbruk, CO₂-utslipp og funksjon
- Hvilke grep som er realistiske innenfor dagens krav, regelverk og gjennomføringsmodeller
- Hvordan erfaringene kan tas videre i nye prosjekter



**BÆREKRAFTIG VERDIKJEDE
& MATERIALBRUK
I VEGBYGGING**

Injeksjonsmasse med SiGS som sementerstatter

Pilot på E18 Vestkorridoren

20% av Injeksjonssement 25
erstattet med finmalt SiGS

Produserte 50 tonn
SiGS-sement

SKANSKA



Statens vegvesen

eramet



SINTEF

— 75 år —

**FUTURE
MATERIALS** | NORSK
KATAPULT
SENTER



Med bistand fra

**MASTER®
BUILDERS**
SOLUTIONS

Hvorfor benyttet vi SiGS til dette?

Biprodukt fra produksjon av SiMn (siliko-mangan)

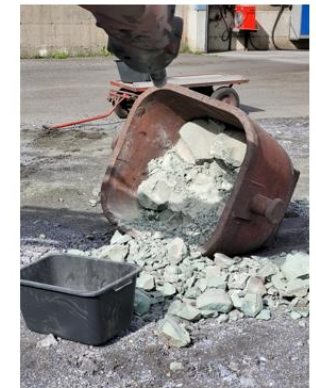
- Er reaktivt (Ikke bare fyllstoff, men deltar kjemisk i herdingen)
- «Nullutslippsprodukt»
- Lavere pris en sement



SiGS er standardisert for bruk i betong

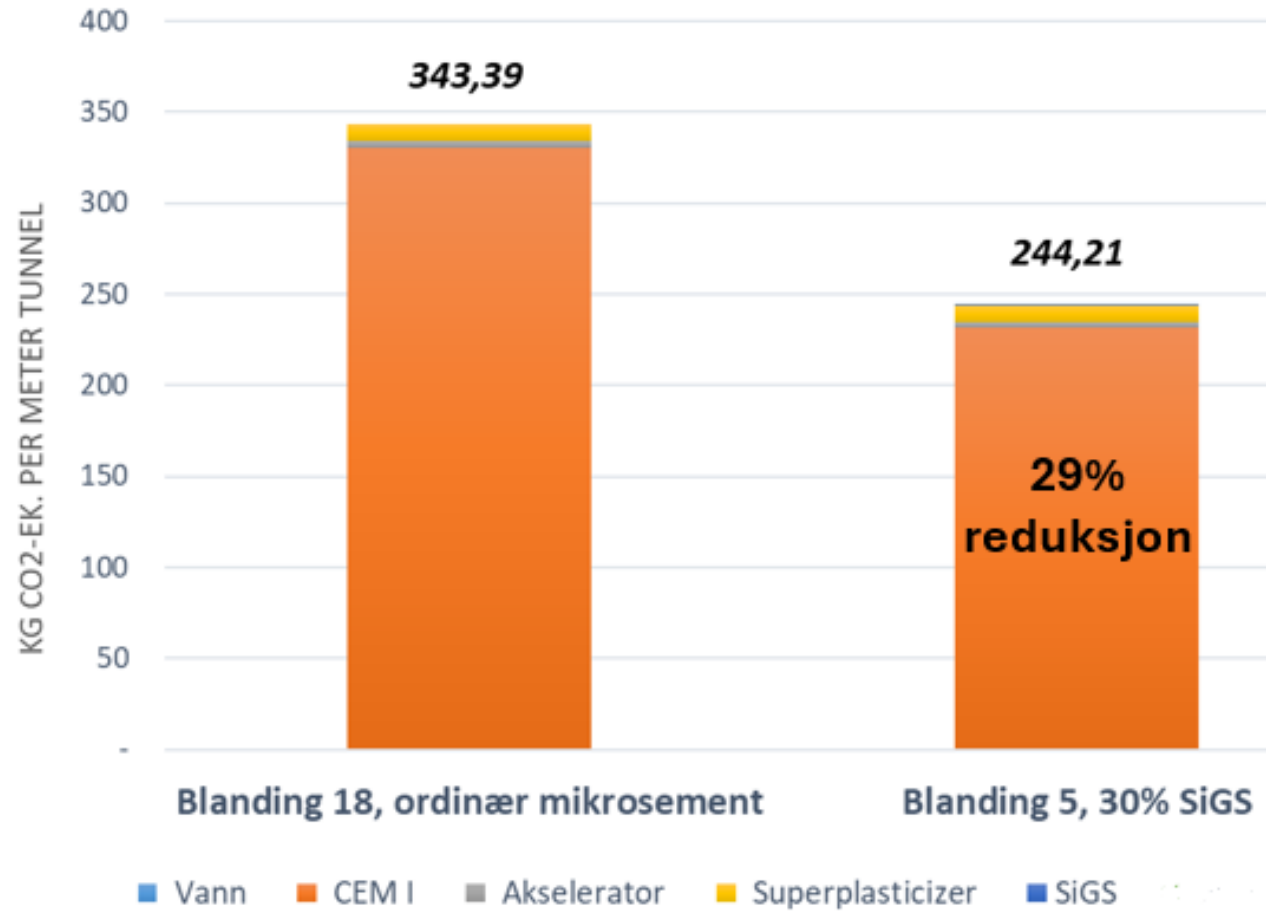
Dette er den første studien hvor SiGS har blitt testet i injeksjonsmasse

SiGS ble gjennom prosjektet finmalt til $D_{95} < 25 \mu\text{m}$ tilsvarende Injeksjonsement 25 (Heidelberg).
Uført av ReSiTec via Future Materials





CO₂-utslipp ved 30% erstatning



Beregninger av Reyn O´Born, WP 2 (Fjellsprengningsdagen 2024)



Egenskaper fra labb og felt

- **Kopptest/Falkon:** noe tregere i startfasen (15-30 min), men kan justeres med tilsetningsstoffer. Lik styrkeutvikling over tid.
- **Bleeding:** godt under 2%
- **Marsh cone:** litt kjappere
- **Filtrasjonsstabilitet:**
Stabilitet når massen utsettes for trykk
En testmetode ga bedre resultater en annen dårligere



Her har ikke industrien kontroll på dagens sementbaserte blandinger!



Hva gikk galt?

SiGS- pulveret ble blandet inn i sement i forkant

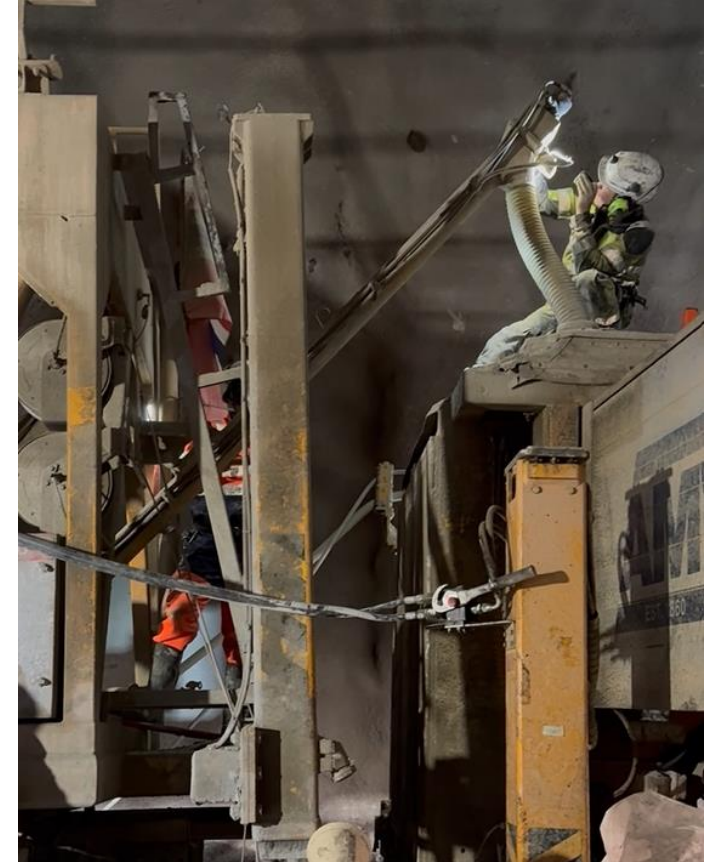
Hvorfor?

Er bare én silo på injeksjonsrigg

Ved innblanding av SiGS ble det ved et uhell blandet inn store mengder sand i fraksjon 0-2 mm.

10% av leveransen var sand

Grove sand partikler akkumulerte seg i skruen ved overføring fra silobil til injeksjonsrigg.
Mekanisk pakking og tetting av skruen.





Barrierer for industrialisering

Følgende er identifisert som de mest fremtredende barrierene:

1. Regelverk
2. Uavklart produksjons- og leveransekjede
3. Begrenset kunnskap og erfaring med materialene
4. Kostnadsrisiko



Krav og regelverk

N500 har følgende krav (7.3.2-3):

Det skal benyttes injeksjonssementer i samsvar med NS-EN 197-1.

N500 har foreløpig ikke åpnet for tilsetning av SiGS i sementbasert injeksjonsmasse. Har kommentert at det er gode muligheter for at de åpner opp for dette.

Prosesskode R761: SKAL-krav for CEMI i henhold til NS-EN 197-1. Dette er betydelig strengere enn N500, CEMI består av 95-100% klinker.

Bane NOR TRV:07907: *Det skal benyttes sementbaserte injeksjonsmidler.*

I kommunikasjon med SINTEF har Bane NOR kommentert følgende:
Så lenge injeksjonsmiddelet i hovedsak består av sement og inneholder tilsetningsstoffer som bidrar til å oppfylle funksjonskravet (TRV:00103), vurderes dette som å være innenfor vårt regelverk.



**BÆREKRAFTIG VERDIKJEDE
& MATERIALBRUK
I VEGBYGGING**

Uavklart produksjons- og leveransekjede

Betong:

Blandeverk som blander betong som leveres på anlegg

Blandeverket tilsetter av sementerstattere og tilpasser til ulike betongklasser.



Foto: Velde

Injeksjonsmasse til berginjeksjon:

Blandeverket er på stoff og har én silo.

Per i dag ingen mulighet for tilsetning av sementerstattere.





Uavklart produksjons- og leveransekjede

Ferdige tørrprodukter med alternative sementerstattere fra sementprodusenter:

- Sementprodusenter har verken kapasitet eller insentiv til å tilpasse produksjonen til nisjeprodukter for injeksjon.
- Økte transportavstander for SiGS og andre alternative materialer.
- Løsningen vurderes som unødvendig kostnadsdrivende.

Lite realistisk alternativ



Uavklart produksjons- og leveransekjede

Prosessering av produkter hos underleverandører for leveranse av ferdige tørrprodukter:

- Underleverandørene har normalt ikke kapasitet eller insentiv til å etablere produksjon av denne typen nisjeprodukter.
- Øker risikoen for at produsentens kvalitetsgarantier ikke lenger er gyldige
- Løsningen vurderes som kostnadsdrivende og gir økt risiko for feil eller uønskede hendelser i produksjonslinjen.

Vurderes som lite realistisk



Uavklart produksjons- og leveransekjede

Proessen må tilpasses på anlegg:

Injeksjonsrigger med to separate siloer for tørrstoff.

Fordeler:

- Justering av andel sementerstatter under utførelse
- God kontroll på faktisk mengde sementerstatter
- Økt fleksibilitet med hensyn til type tilsetningsmaterialer
- Eliminering av feil i ekstern produksjonslinje
- God sporbarhet på materialene som benyttes.

Løsningen forutsetter etablering av et mellomledd der SiGS males til ønsket finhet og leveres til anlegg.



Tiltak for omstilling

Tiltak fra byggherresiden er ofte et effektivt virkemiddel som fører til rask omstilling.

Dette kan for eksempel være:

Krav til at injeksjonsrigger utstyres med to siloer for tørrstoff

Presiseres at det skal være mulig med fylling fra begge siloene i hver av mikserne på injeksjonsriggeren.



**BÆREKRAFTIG VERDIKJEDE
& MATERIALBRUK
I VEGBYGGING**

Hva skjer videre?

SINTEF fortsetter testing og dokumentasjon gjennom støtte fra BeFo og industrien:

Bane NOR, Nye Veier, Heidelberg, Eramet, Elkem og Master Builder Solutions.

Bidra til et bedre grunnlag for bruk av sementerstattere i injeksjonsmasse, endring i regelverk og prosess på anlegg.



Sprøytebetong

Utført hos Velde

Vaskede gravemasser fra Velde
Reduserer transport og bruk av
jomfruelige masser

Silika green stone (SiGS)
Brukt som sementerstatter
Et biprodukt fra produksjon av
SiMn (siliko-mangan) hos Eramet.



Med bistand fra



Hvorfor benyttet vi SiGS til dette?



https://bergfald.no/wp-content/uploads/2019/06/Eramet_Silica-Green-Stone_1.4_redusert.pdf

Biprodukt fra produksjon av SiMn (siliko-mangan)

- Er reaktivt (Ikke bare fyllstoff, men deltar kjemisk i herdingen)
- «Nullutslippsprodukt»
- Lavere pris enn sement

SiGS er per i dag standardisert for bruk i betong

Dette er den første studien hvor SiGS har blitt testet i sprøytebetong.

SiGS ble gjennom malt til en finhet på D_{50}
Uført av ReSiTec via Future Materials

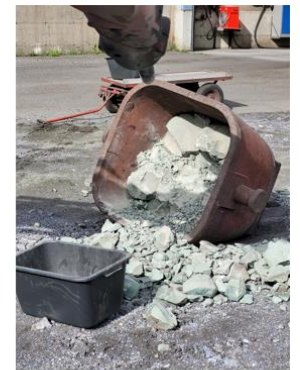


Foto: Eramet Norway



Hva testet vi?

1. **Referanse:** Standard FA
Knust fjell som tilslag
2. **Miljøtilslag:** Standard FA
Miljøtilslag fra Velde
3. **SiGS:** 85% Standard FA + 15% SiGS Knust fjell
som tilslag
4. **Miljøtilslag + SiGS:**
85% Standard FA + 15% SiGS Miljøtilslag fra
Velde.

Nominell fiberdosering: 20 kg/m³

Sprøyteakselerator: Mapequick AF 70 TLA PLUS

Egnet for sementfattige betongresepter.

Masseforhold: 0.415

Mål: B35, Energiabsorpsjon E700





BÆREKRAFTIG VERDIKJEDE
& MATERIALBRUK
I VEGBYGGING

Hva testet vi?

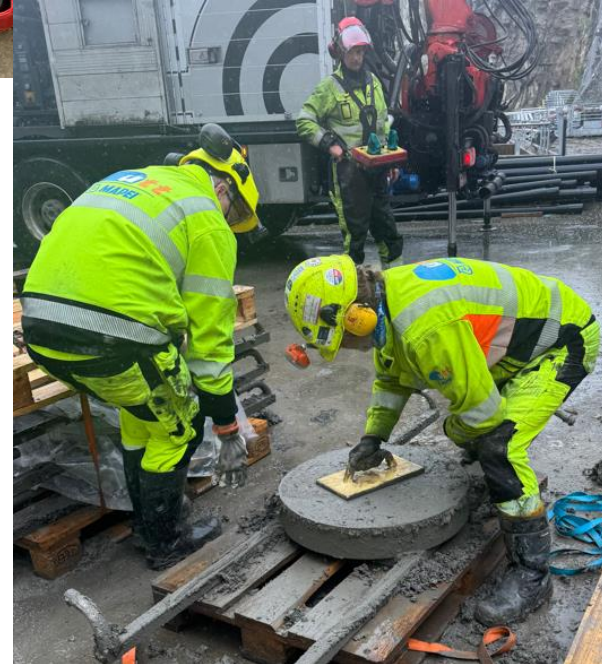
Egenskaper fersk betong:

- Slump
- Spredning
- Luftinnhold
- Temperatur

Terningfasthet støpte prøver

Etter sprut:

- Tidligfasthet (15 min- 24 timer)
- Energiabsorpsjon iht. NB7:2022
- Trykkfasthet på utborede kjerner iht. NS-EN 12390-3

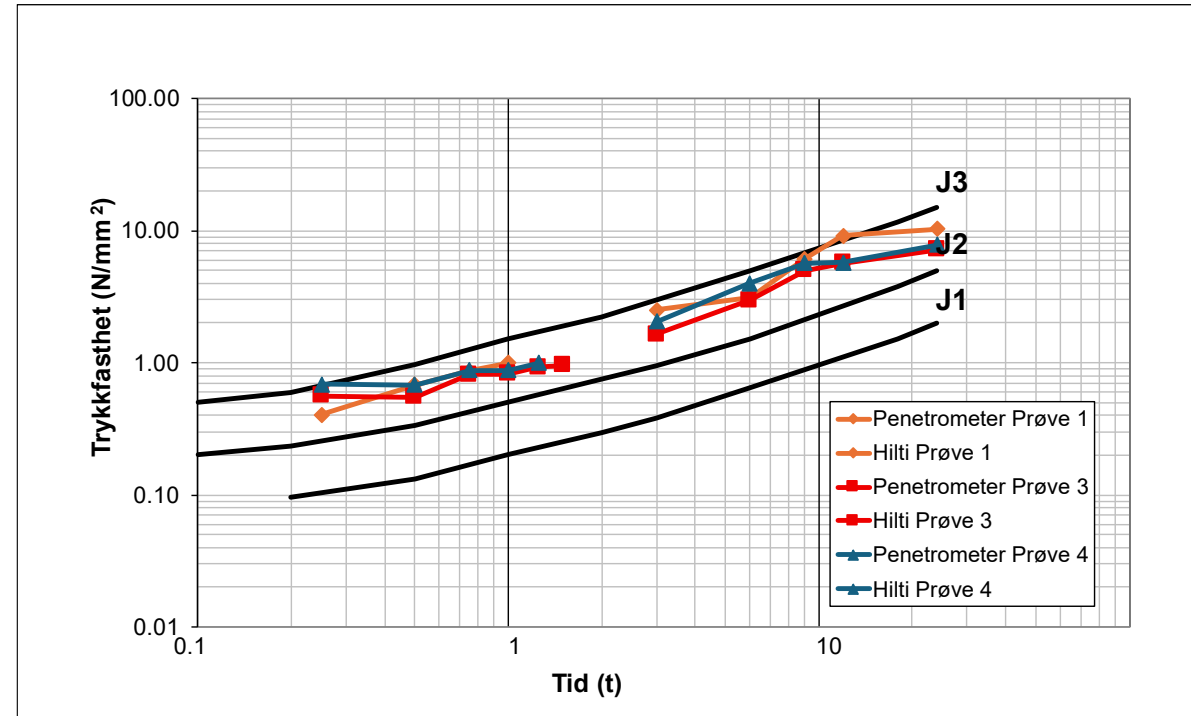




Hvordan gikk det?

- Egenskaper for fersk betong, relativt lik referanse.
- Både miljøtilslag og SiGS ga noe reduksjon i trykkfasthet, men godt over kravet til B35.
- Gode resultater for tidligfasthet.
- Energiabsorpsjon > 700 J
Noe lavere enn referanse

B35, Energiabsorpsjon E700



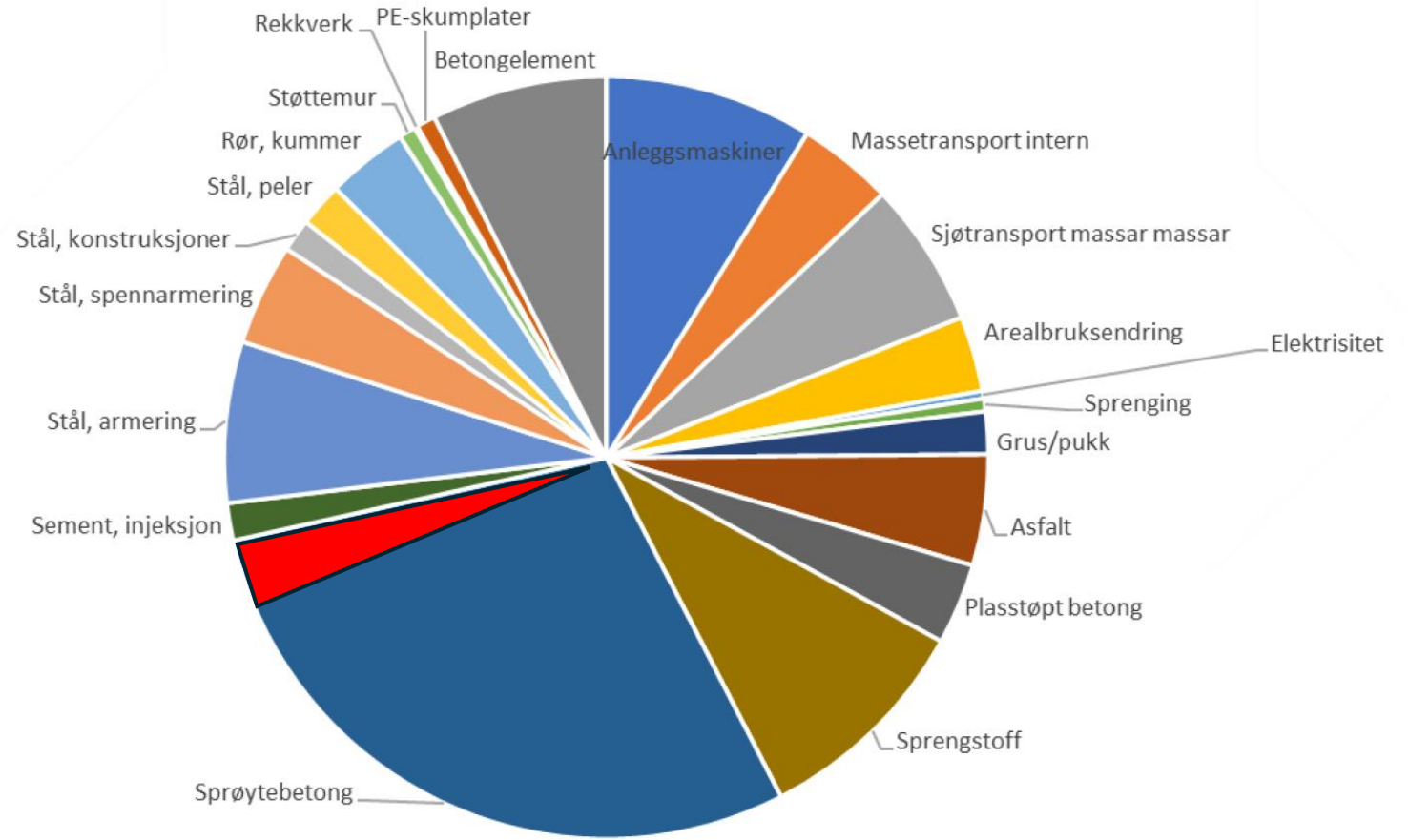
Batch	Middel E_{abs} [J]
1. Ref	854
3. 15% SiGS	756
4. 15% SiGS +Miljøtilslag	752



CO₂ og bærekraft

Sprøytebetong der 15%
av Standard FA er byttet
ut med SiGS:

12% reduksjon i CO₂



Kilde: Fellesprosjektet Arna- Stanghelle (Leverandørdag)



Krav og regelverk -SiGS

Vår pilot: ikke i henhold til regelverk

N500

Produksjon, utførelse og kontroll av sprøytebetong skal være i henhold til NS-EN 206+NA og NB7 (2022) Sprøytebetong til bergsikring.

NB7 (2022)

Sprøytebetong og delmaterialer generelt skal tilfredsstillе NS-EN 206+NA, og at tilsetningsmaterialer av type II kan brukes etter reglene i NS-EN 206+NA. NB7 referer også til NS-EN 14487-1.

NS-EN 14487-1:

Når materialer ikke er dekket av europeiske spesifikasjoner, skal man lene seg på EN 206 og nasjonale standarder/bestemmelser på bruksstedet. I dette tilfellet er blir det NS 3651.

NS 3651 (ny i 2025):

Definerer SiGS (silisiumrikt slagg) som type II-tilsetningsmateriale i betong (altså et “tilsetningsmateriale” i betongproduksjon etter NS-EN 206+NA)

Ikke som delmateriale i selve sementen

Krav og regelverk

-Miljøtilslag (Vaskede gravemasser)

NB7:

- Tilslaget skal tilfredsstillere NS-EN 12620+NA (med mindre annet er spesifisert)
- Ved bruk av gjenvunnet/resirkulert tilslag skal man forholde seg til reglene i NS-EN 206+NA.

Alkalireaktivt tilslag kan skape alkalireaksjoner, må forholde seg til NB21. Passer på at samlet alkali-bidrag (fra sement, silikastøv, tilsetningsstoffer og sprøytebetongakselerator) ikke overstiger gjeldende grenser i NB21.



**BÆREKRAFTIG VERDIKJEDE
& MATERIALBRUK
I VEGBYGGING**

Veien videre

- I BVM vegbygging kom vi i mål med våre tester av sprøytebetong
- Resultatene viser at det er fullt mulig å benytte SiGS i sprøytebetong for bergsikring også i kombinasjon med miljøtilslag

Opp til industrien å ta initiativ!





**BÆREKRAFTIG VERDIKJEDE
& MATERIALBRUK
I VEGBYGGING**



BÆREKRAFTIG VERDIKJEDE & MATERIALBRUK I VEGBYGGING

et Grønn plattform-prosjekt

Finansiert av:



Kontaktinformasjon delprosjektleder Tunnel:
Helene Strømsvik
Epost: Helene.stromsvik@sintef.no





**BÆREKRAFTIG VERDIKJEDE
& MATERIALBRUK
I VEGBYGGING**

Webinarene finnes på www.bvm-vegbygging.no


Bedre ressursbruk av materialer i vegkroppen

 Dato: 21. april 12.00 til 12.45

 Innleder: Lillian Mathiesen, SINTEF Community


Fremtidens injeksjon og sprøytebetong

 Dato: 22. april 09.00 til 09.45

 Innleder: Helene Strømsvik, SINTEF Community

Sirkulære produkter kan redusere utslippene

 Dato: 22. april 12.00 til 12.45

 Innleder: Christian John Engelsen, SINTEF Community

Sirkulære materialer i vegbygging - Når vi målet med 50 prosent kutt i utslippene?

 Dato: 23. april 09.00 til 09.45

 Innleder: Reyn O'Born, Universitetet i Agder

Hvordan utvikler vi den bærekraftige verdikjeden i vegbygging?

 Dato: 23. april 12.00 til 12.45

 Innleder: Rein Terje Thorstensen, Universitetet i Agder



**BÆREKRAFTIG VERDIKJEDE
& MATERIALBRUK
I VEGBYGGING**

Avslutningskonferanse – 22. september 2026

