



Foto: Nye Veier AS



# BÆREKRAFTIG VERDIKJEDE & MATERIALBRUK I VEGBYGGING

et Grønn plattform-prosjekt

## Nye veier til bærekraftig injeksjonsmasse

Helene Strømsvik (SINTEF)

Reyn O'Born (UiA)

Finansiert av:





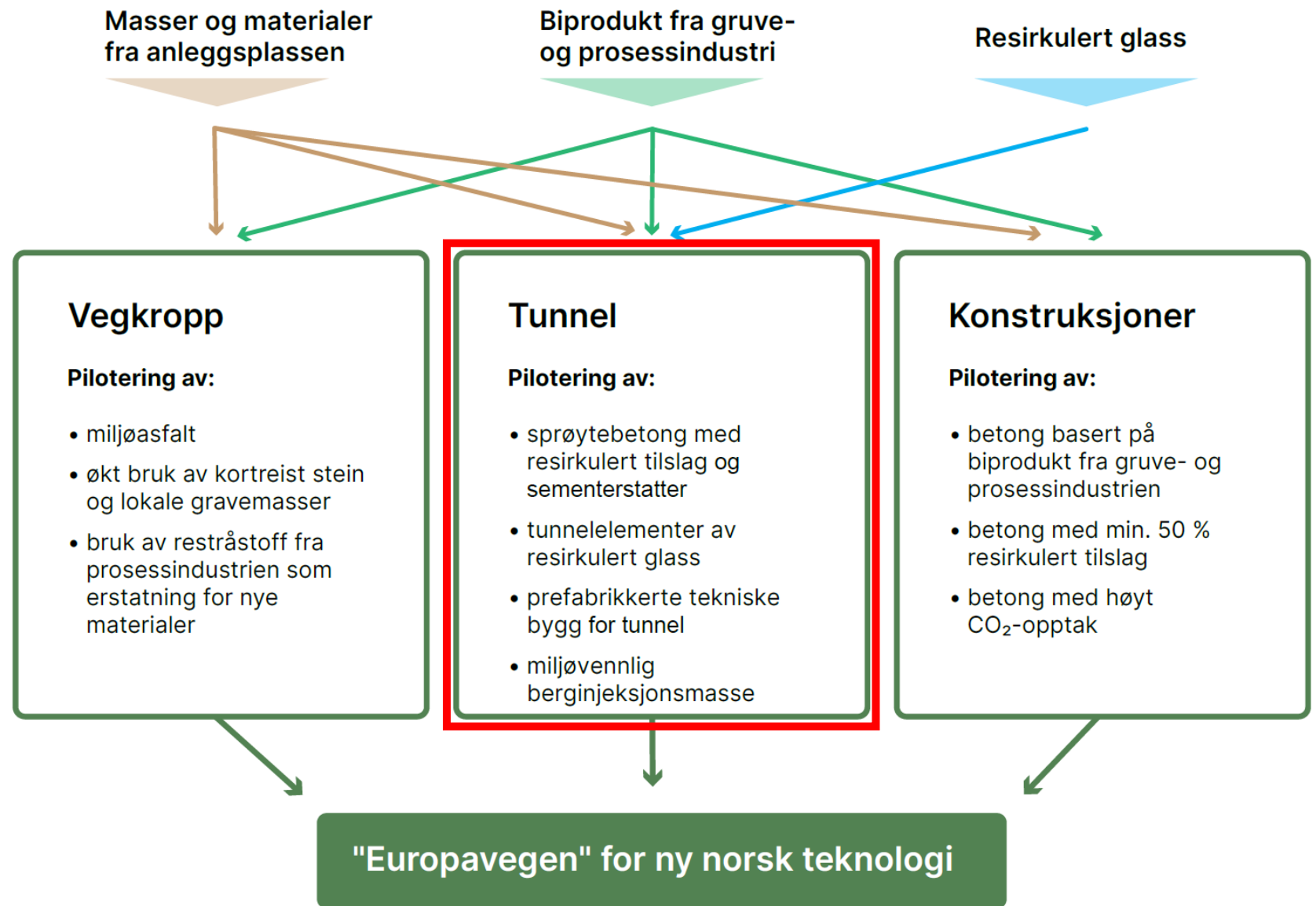
# Bærekraftig verdikjede og materialbruk i vegbygging

– et Grønn plattform-prosjekt

Prosjekteier: **Nye Veier AS**  
Ramme: **kr 124,6 millioner**  
Prosjektperiode: **2023–2025**

## Vi skal:

- bidra til at Nye Veier når målet om å redusere klimagassutslipp i byggefasen av vegprosjekt med minimum 50 % innen 2030
- utvikle kunnskap om optimale løsningsvalg for å redusere klimagassutslipp i vegbygging
- teste, verifisere, pilotere og industrialisere minimum 10 nye klimavennlige løsninger
- redusere barrierer og finne frem til effektive incentivordninger som akselererer reisen fra idé til marked nasjonalt og internasjonalt

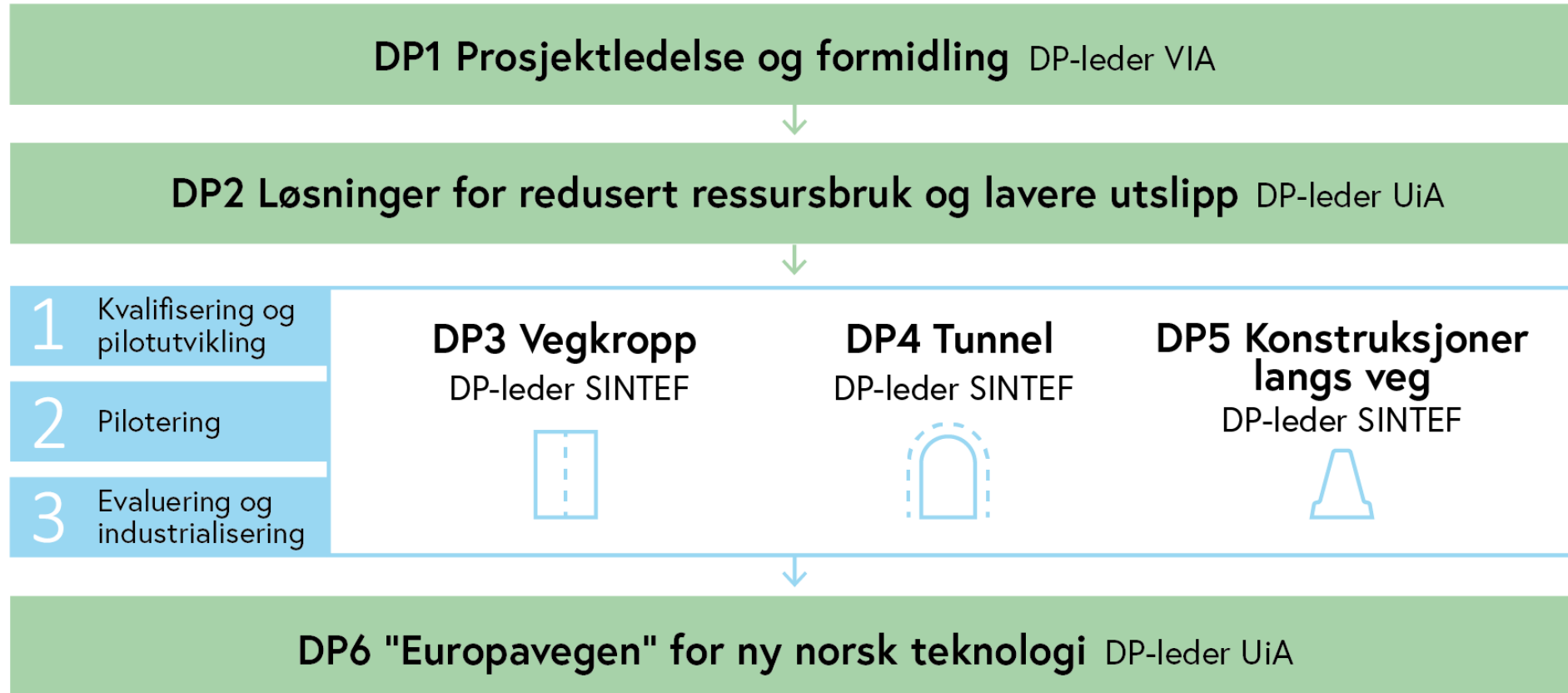


## PARTNERE:

Statens vegvesen, Bertelsen & Garpestad, Eramet Norway, Foamrox, Norconsult, Acron Infra, Rygene-Smith & Thommesen, Cemonite, Skanska Norge, Veidekke Industri, Velde Industri, Future Materials katapultsenter, NTNU, SINTEF, UiA, VIA – næringsklyngen for transportinfrastruktur



# Prosjektorganisering





## Mer bærekraftig injeksjonsmasse for berginjeksjon

To ulike konsepter:

- 1) Reduksjon av sementinnholdet ved å benytte **Silica Greenstone (SiGS)** som sementerstatter
- 2) Injeksjonsmasse uten sementklinker, ved bruk av **gruveavgang** og alkali-aktivert bindemiddel



[https://bergfald.no/wp-content/uploads/2019/06/Eramet\\_Silica-Green-Stone\\_1.4\\_redusert.pdf](https://bergfald.no/wp-content/uploads/2019/06/Eramet_Silica-Green-Stone_1.4_redusert.pdf)



<https://www.cemonite.com>

# Silica Green Stone (SiGS)

Biprodukt fra produksjon av SiMn (siliko-mangan), Eramet

- Tungmetaller < bakgrunnsverdiene vi finner i naturen
- Inneholder ingen organiske forbindelser
- Inert med hensyn til utlekking i vann eller reaksjon med luft
- Nullutslippsprodukt

**SiGS er i slutfasen av standardisering for bruk som sementerstatter i betong**

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

SiGS ble gjennom prosjektet finmalt til en finhet på  $D_{95} < 25 \mu\text{m}$  for å matche kornstørrelsen til Injeksjonsement 25 (Heidelberg). Uført av ReSiTec via Future Materials



*[https://bergfald.no/wp-content/uploads/2019/06/Eramet\\_Silica-Green-Stone\\_1.4\\_redusert.pdf](https://bergfald.no/wp-content/uploads/2019/06/Eramet_Silica-Green-Stone_1.4_redusert.pdf)*

# Alkali-aktivert injeksjonsmasse

Cemonite har utviklet en teknologi der de bruker gruveavgang og andre typer restmaterialer som råmaterialer for å produsere bindemidler uten Portlandsement

Kjemiske herdeprosess er basert på alkali-aktivering

**I dette prosjektet: alkali-aktivert injeksjonsmasse**

Sammensatt av Noritt, co-binder og aktivator

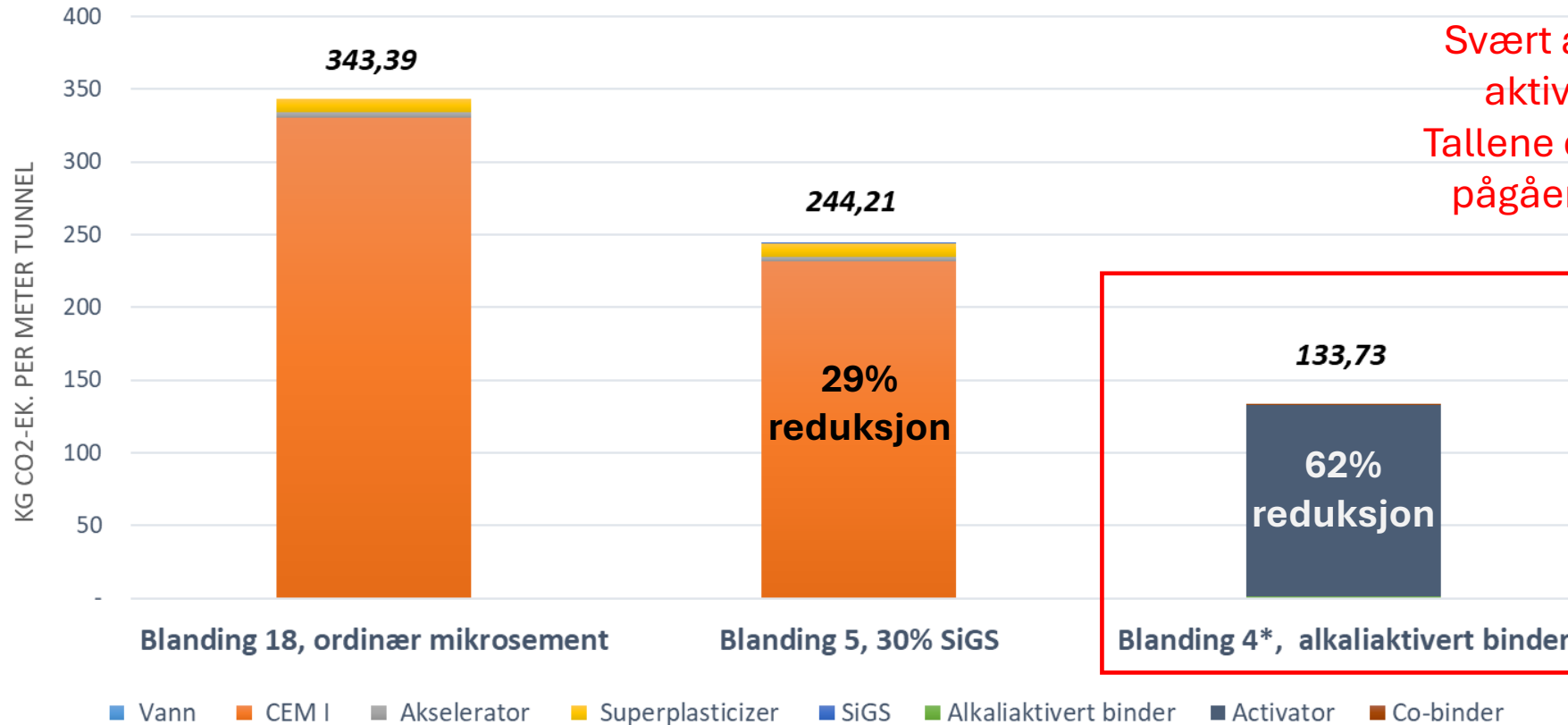
Noritten er gruveavgang fra Tellnes-gruven (Titania), finmalt til en finhet på  $D_{95} < 25 \mu\text{m}$ . Uført av ReSiTec via Future Materials



<https://www.cemonite.com>



# CO<sub>2</sub>-utslipp, prosess A1-A3



Svært avhengig av  
aktivatorstype.  
Tallene er indikative,  
pågående testing



# Laboratorietesting og pilotering

Type		Målsetning	Lab
Sementbasert	Steg 1	Finne tilsetningsmidler kompatible med SiGS	SINTEF
	Steg 2	-Teste ulike mengder sementerstatning -Teste ulike v/b-forhold (vann/bindemiddel-forhold)	SINTEF
	Steg 3	Utlekking av kjemikalier	SINTEF/ ALS
	Steg 4	Fullskala forinjeksjon i tunnel	Skanska/SVV
Alkali-aktivert	Steg 1	Initial testing av resepter	Cemonite
	Steg 2	-Effekt av ulik mengde noritt -Effekt av ulik styrke aktivator	SINTEF
	Steg 3	Utlekking av kjemikalier	SINTEF/ ALS
	Steg 4	Blanding i kollodialmikser	





**BÆREKRAFTIG VERDIKJEDE  
& MATERIALBRUK  
I VEGBYGGING**

# Labororientesting

Her presenteres resultater fra tester bransjen kjenner godt:

**Kopptest:**  
tidligfasthet, når kan man begynne å bore?

**Bleeding:**  
vannutskillelse, er injeksjonsmassen stabil?

**Marsh cone:**  
hvor raskt flyter massen gjennom en trakt



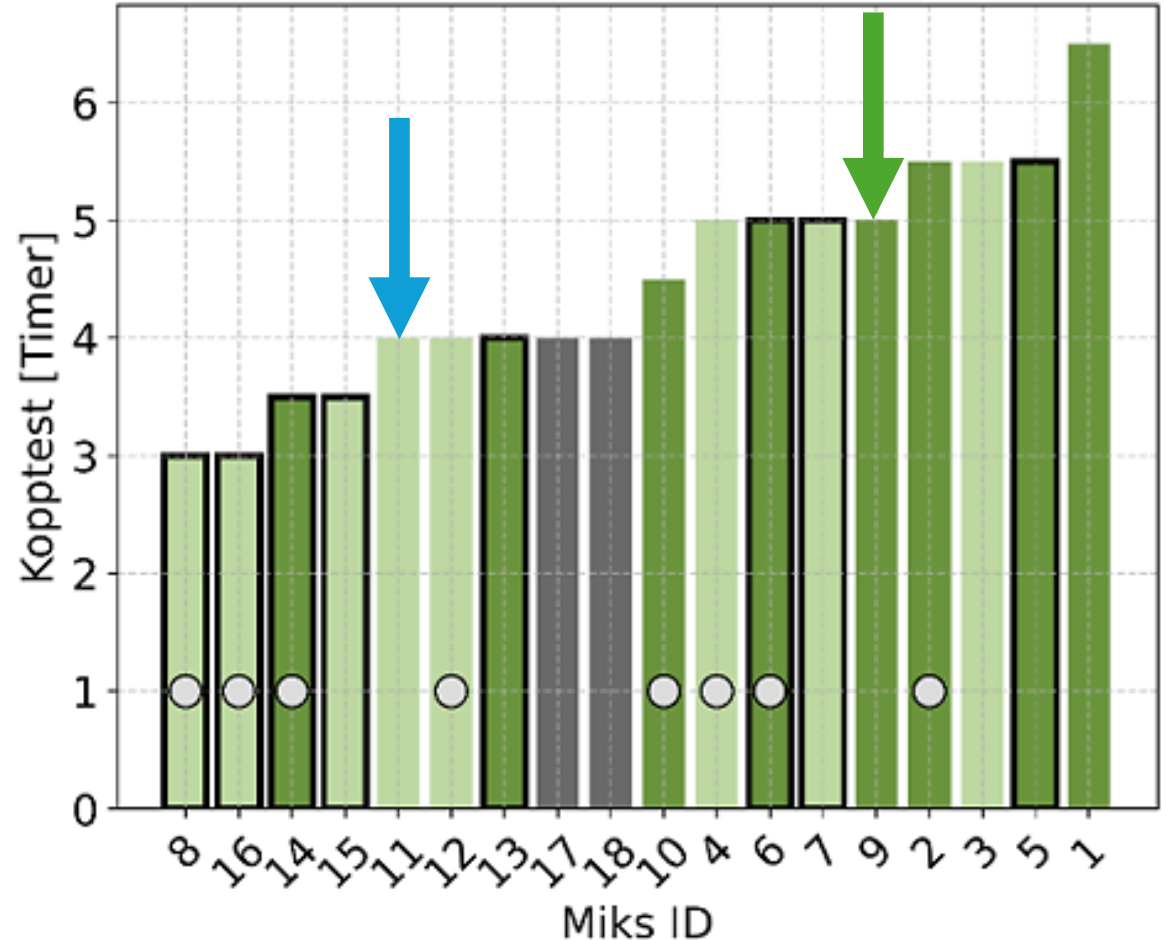


**BÆREKRAFTIG VERDIKJEDE  
& MATERIALBRUK  
I VEGBYGGING**

# SiGS som sementerstatter

Resepter basert på testing av 28 resepter i forkant

ID	Sammensetning	Superplastiserende	Akselerator	v/b-forhold
1	Sem 70% + SiGS 30%	1% Grout tech sys. W	1% SA	1.0
2	Sem 70% + SiGS 30%	1% Grout tech sys. W	1.5% SA	1.0
3	Sem 80% + SiGS 20%	1% Grout tech sys. W	1% SA	1.0
4	Sem 80% + SiGS 20%	1% Grout tech sys. W	1.5% SA	1.0
5	Sem 70% + SiGS 30%	1% Grout tech sys. W	1% SA	0.8
6	Sem 70% + SiGS 30%	1% Grout tech sys. W	1.5% SA	0.8
7	Sem 80% + SiGS 20%	1% Grout tech sys. W	1% SA	0.8
8	Sem 80% + SiGS 20%	1% Grout tech sys. W	1.5% SA	0.8
9	Sem 70% + SiGS 30%	1% Rheobuild 2000	1% X-seed	1.0
10	Sem 70% + SiGS 30%	1% Rheobuild 2000	1.5% X-seed	1.0
11	Sem 80% + SiGS 20%	1% Rheobuild 2000	1% X-seed	1.0
12	Sem 80% + SiGS 20%	1% Rheobuild 2000	1.5% X-seed	1.0
13	Sem 70% + SiGS 30%	1% Rheobuild 2000	1% X-seed	0.8
14	Sem 70% + SiGS 30%	1% Rheobuild 2000	1.5% X-seed	0.8
15	Sem 80% + SiGS 20%	1% Rheobuild 2000	1% X-seed	0.8
16	Sem 80% + SiGS 20%	1% Rheobuild 2000	1.5% X-seed	0.8
17	Sem 100%	1% Grout tech sys. W	1% SA	1.0
18	Sem 100%	1% Rheobuild 2000	1% X-seed	1.0

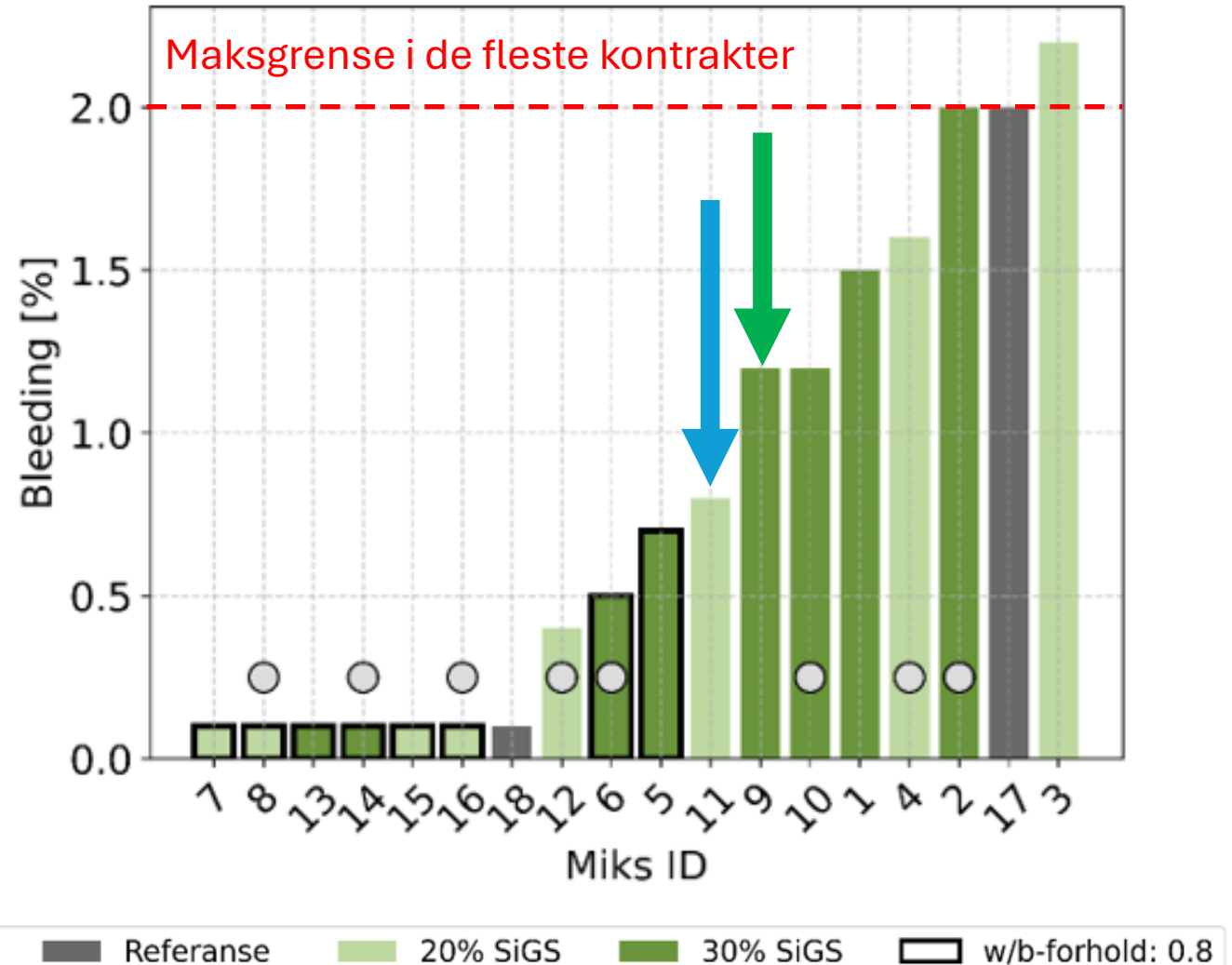


○ 1.5% Akselerator    ■ Referanse    ■ 20% SiGS    ■ 30% SiGS    □ w/b-forhold: 0.8



# SiGS som sementerstatter

ID	Sammensetning	Superplastiserende	Akselerator	v/b-forhold
1	Sem 70% + SiGS 30%	1% Grout tech sys. W	1% SA	1.0
2	Sem 70% + SiGS 30%	1% Grout tech sys. W	1.5% SA	1.0
3	Sem 80% + SiGS 20%	1% Grout tech sys. W	1% SA	1.0
4	Sem 80% + SiGS 20%	1% Grout tech sys. W	1.5% SA	1.0
5	Sem 70% + SiGS 30%	1% Grout tech sys. W	1% SA	0.8
6	Sem 70% + SiGS 30%	1% Grout tech sys. W	1.5% SA	0.8
7	Sem 80% + SiGS 20%	1% Grout tech sys. W	1% SA	0.8
8	Sem 80% + SiGS 20%	1% Grout tech sys. W	1.5% SA	0.8
9	Sem 70% + SiGS 30%	1% Rheobuild 2000	1% X-seed	1.0
10	Sem 70% + SiGS 30%	1% Rheobuild 2000	1.5% X-seed	1.0
11	Sem 80% + SiGS 20%	1% Rheobuild 2000	1% X-seed	1.0
12	Sem 80% + SiGS 20%	1% Rheobuild 2000	1.5% X-seed	1.0
13	Sem 70% + SiGS 30%	1% Rheobuild 2000	1% X-seed	0.8
14	Sem 70% + SiGS 30%	1% Rheobuild 2000	1.5% X-seed	0.8
15	Sem 80% + SiGS 20%	1% Rheobuild 2000	1% X-seed	0.8
16	Sem 80% + SiGS 20%	1% Rheobuild 2000	1.5% X-seed	0.8
17	Sem 100%	1% Grout tech sys. W	1% SA	1.0
18	Sem 100%	1% Rheobuild 2000	1% X-seed	1.0

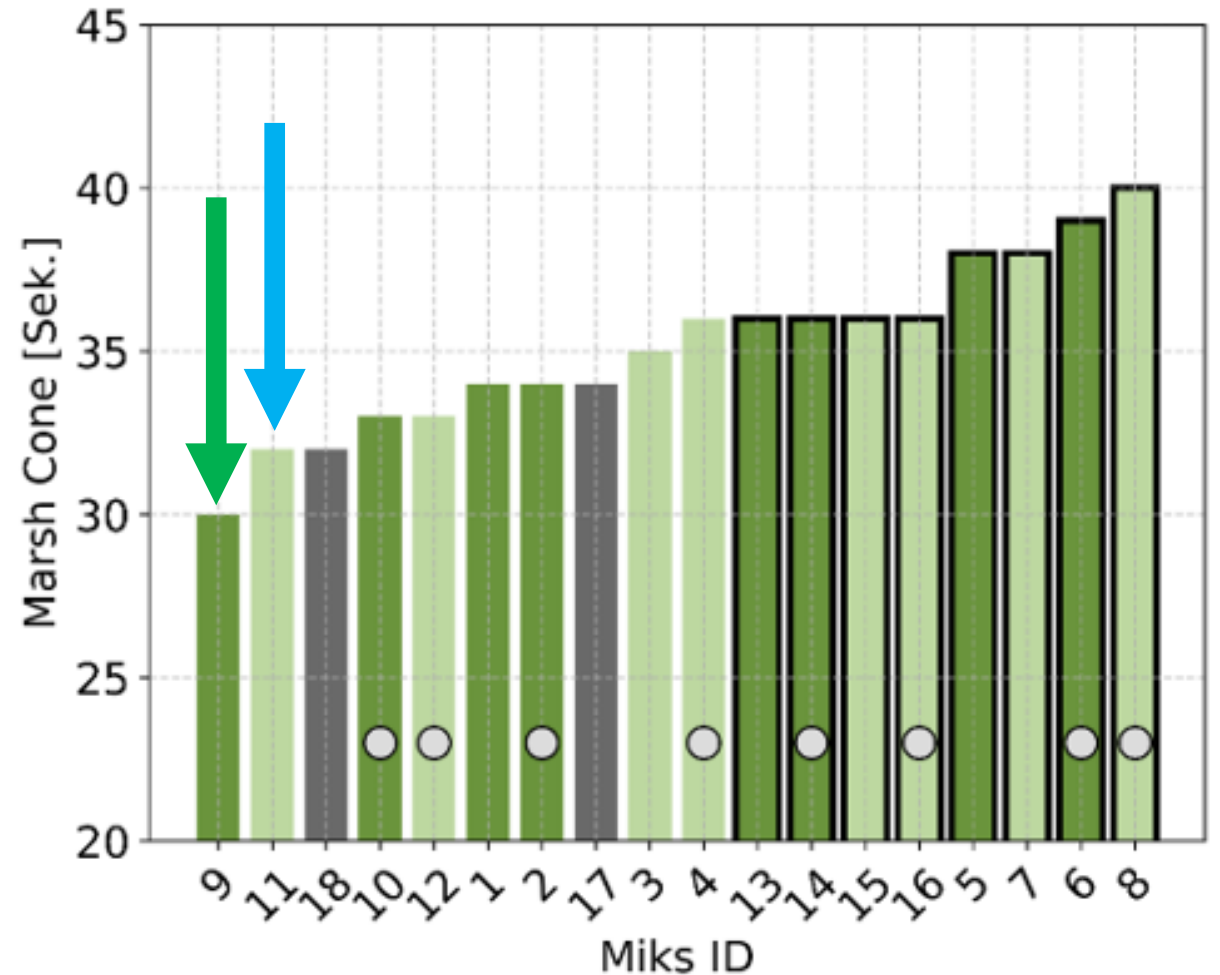




## BÆREKRAFTIG VERDIKJEDE & MATERIALBRUK I VEGBYGGING

# SiGS som sementerstatter

ID	Sammensetning	Superplastiserende	Akselerator	v/b-forhold
1	Sem 70% + SiGS 30%	1% Grout tech sys. W	1% SA	1.0
2	Sem 70% + SiGS 30%	1% Grout tech sys. W	1.5% SA	1.0
3	Sem 80% + SiGS 20%	1% Grout tech sys. W	1% SA	1.0
4	Sem 80% + SiGS 20%	1% Grout tech sys. W	1.5% SA	1.0
5	Sem 70% + SiGS 30%	1% Grout tech sys. W	1% SA	0.8
6	Sem 70% + SiGS 30%	1% Grout tech sys. W	1.5% SA	0.8
7	Sem 80% + SiGS 20%	1% Grout tech sys. W	1% SA	0.8
8	Sem 80% + SiGS 20%	1% Grout tech sys. W	1.5% SA	0.8
9	Sem 70% + SiGS 30%	1% Rheobuild 2000	1% X-seed	1.0
10	Sem 70% + SiGS 30%	1% Rheobuild 2000	1.5% X-seed	1.0
11	Sem 80% + SiGS 20%	1% Rheobuild 2000	1% X-seed	1.0
12	Sem 80% + SiGS 20%	1% Rheobuild 2000	1.5% X-seed	1.0
13	Sem 70% + SiGS 30%	1% Rheobuild 2000	1% X-seed	0.8
14	Sem 70% + SiGS 30%	1% Rheobuild 2000	1.5% X-seed	0.8
15	Sem 80% + SiGS 20%	1% Rheobuild 2000	1% X-seed	0.8
16	Sem 80% + SiGS 20%	1% Rheobuild 2000	1.5% X-seed	0.8
17	Sem 100%	1% Grout tech sys. W	1% SA	1.0
18	Sem 100%	1% Rheobuild 2000	1% X-seed	1.0



○ 1.5% Akselerator    ■ Referanse    ■ 20% SiGS    ■ 30% SiGS    □ w/b-forhold: 0.8



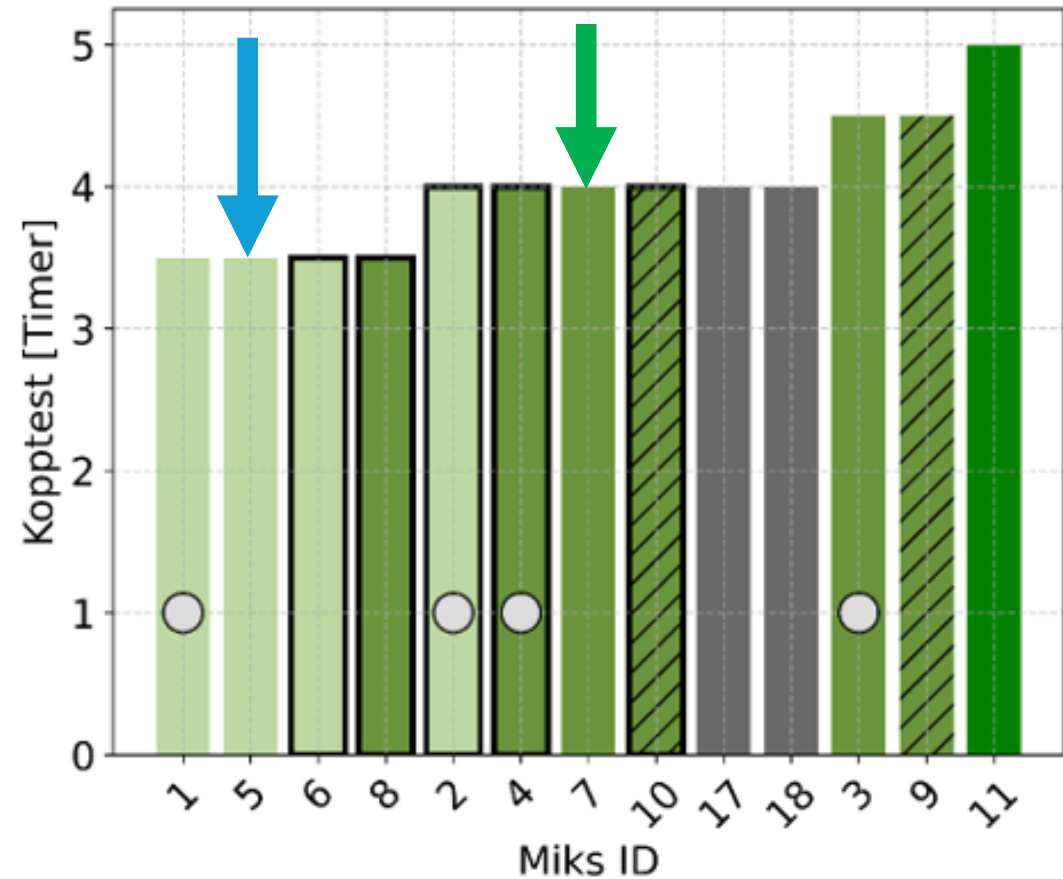


**BÆREKRAFTIG VERDIKJEDE  
& MATERIALBRUK  
I VEGBYGGING**

# Alkali-aktivert injeksjonsmasse

Resepter basert på testing hos Cemonite i forkant

ID	Noritt	Co-binder	Aktivatorstyrke	v/b-forhold
1	50%	50%	Medium	1.0
2	50%	50%	Medium	0.87
3	60%	40%	Medium	1.0
4	60%	40%	Medium	0.87
5	50%	50%	Lav	0.94
6	50%	50%	Lav	0.82
7	60%	40%	Lav	0.94
8	60%	40%	Lav	0.82
9	70%	30%	Lav	0.94
10	70%	30%	Lav	0.82
11	74%	26%	Lav	1.0

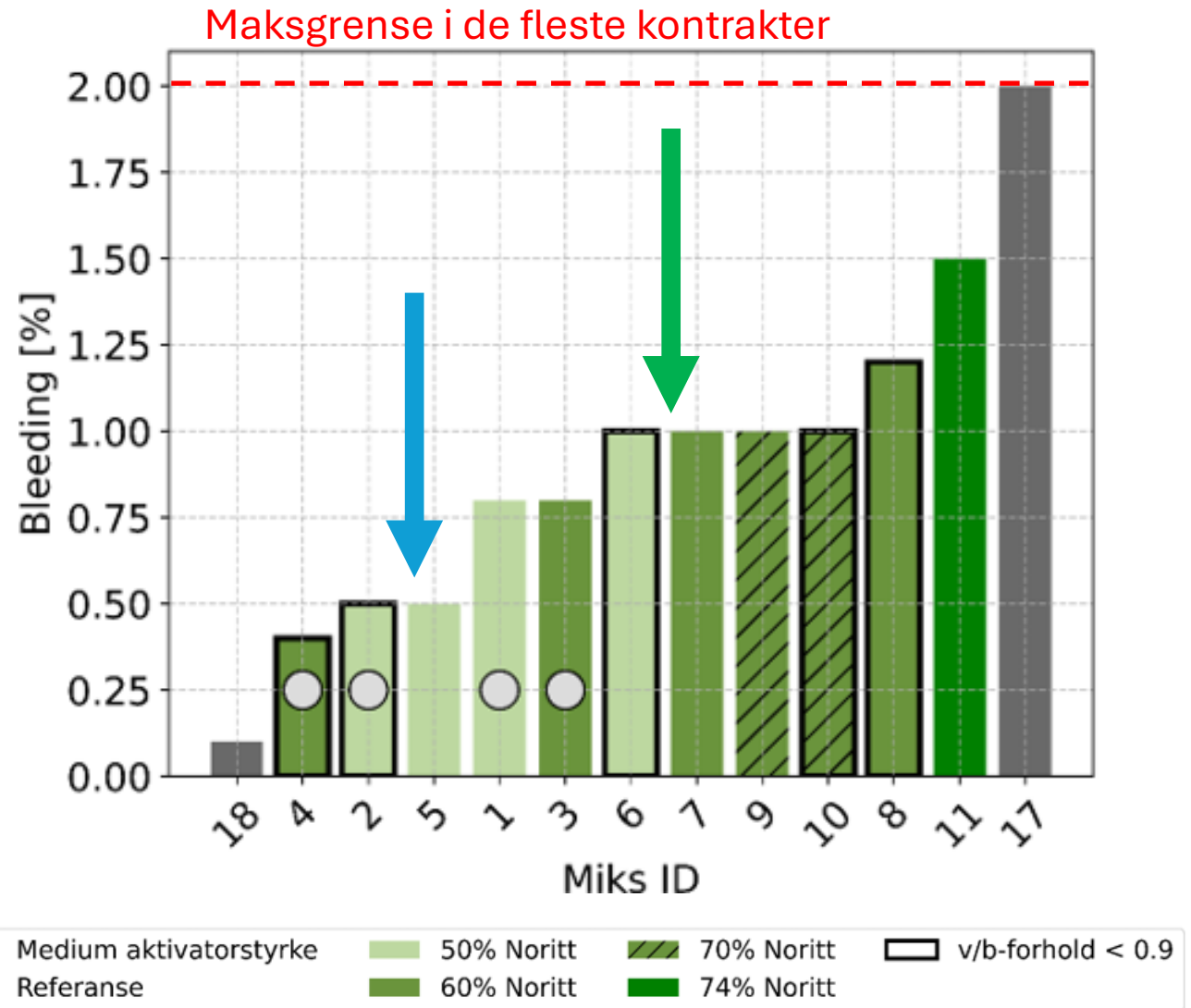


○ Medium aktivatorstyrke    50% Noritt    70% Noritt    □ v/b-forhold < 0.9  
■ Referanse    60% Noritt    74% Noritt



# Alkali-aktivert injeksjonsmasse

ID	Noritt	Co-binder	Aktivatorstyrke	v/b-forhold
1	50%	50%	Medium	1.0
2	50%	50%	Medium	0.87
3	60%	40%	Medium	1.0
4	60%	40%	Medium	0.87
5	50%	50%	Lav	0.94
6	50%	50%	Lav	0.82
7	60%	40%	Lav	0.94
8	60%	40%	Lav	0.82
9	70%	30%	Lav	0.94
10	70%	30%	Lav	0.82
11	74%	26%	Lav	1.0

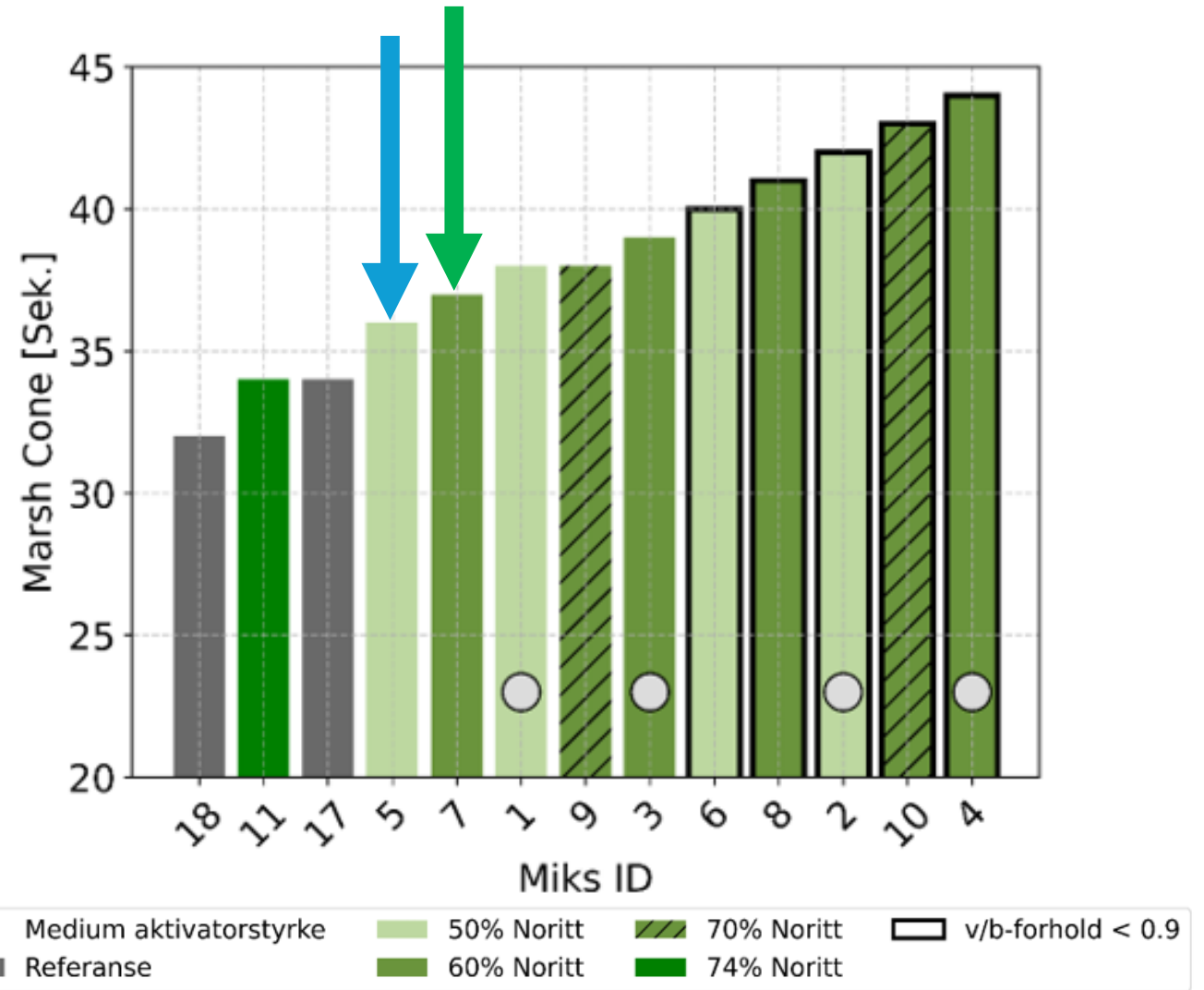




## BÆREKRAFTIG VERDIKJEDE & MATERIALBRUK I VEGBYGGING

# Alkali-aktivert injeksjonsmasse

ID	Noritt	Co-binder	Aktivatorstyrke	v/b-forhold
1	50%	50%	Medium	1.0
2	50%	50%	Medium	0.87
3	60%	40%	Medium	1.0
4	60%	40%	Medium	0.87
5	50%	50%	Lav	0.94
6	50%	50%	Lav	0.82
7	60%	40%	Lav	0.94
8	60%	40%	Lav	0.82
9	70%	30%	Lav	0.94
10	70%	30%	Lav	0.82
11	74%	26%	Lav	1.0





**BÆREKRAFTIG VERDIKJEDE  
& MATERIALBRUK  
I VEGBYGGING**

# Resultater fra utlekking

*Ikke beskrevet i artikkel, helt ferske resultater*

- Arsen (As)
- Kadmium (Cd)
- Krom (Cr)
- Kobber (Cu)
- Kvikksølv (Hg)
- Nikkel (Ni)

For både sementbasert masse med SiGS som sementerstatter og alkali-aktivert var resultatene **like, eller bedre** enn for standard injeksjonsmasse, som også ble testet

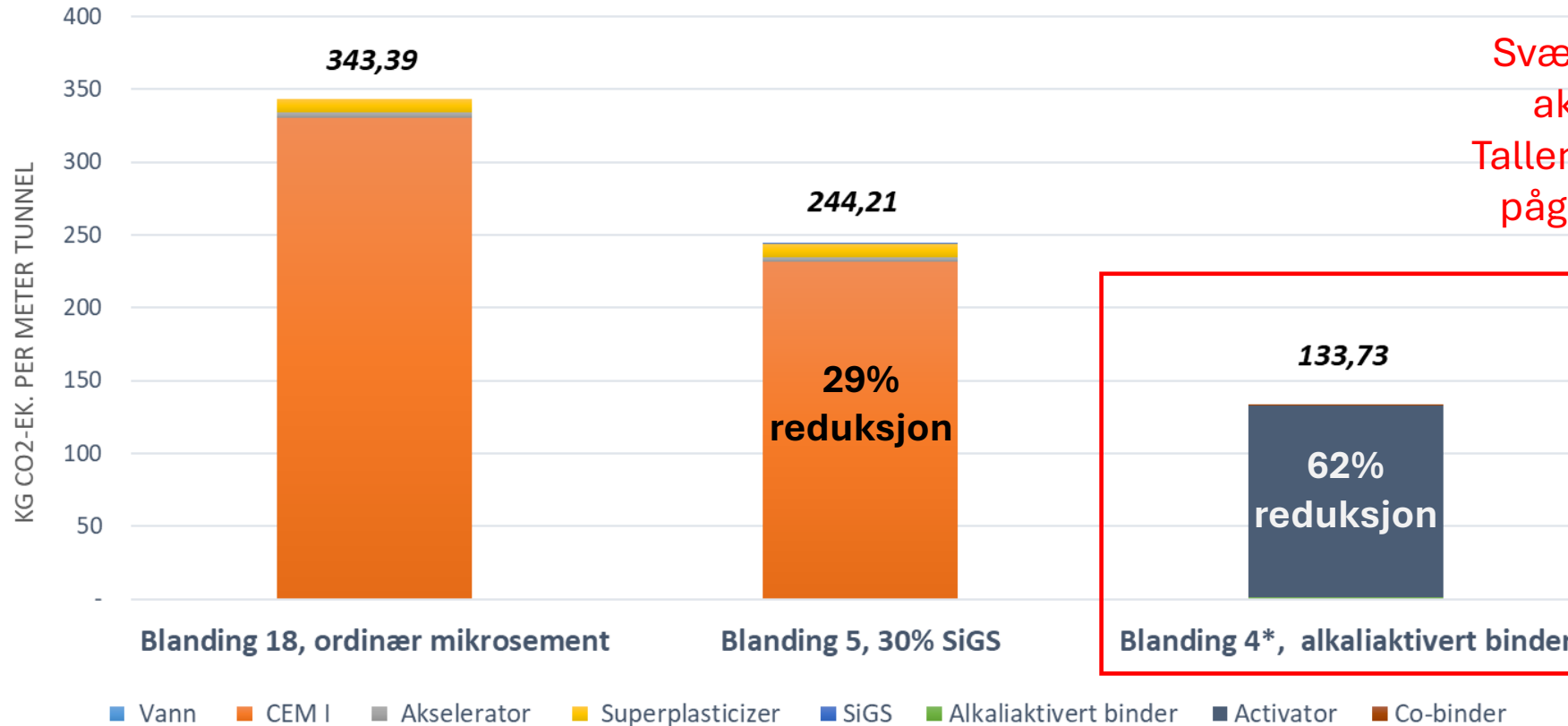


*Bilde fra støp av prøver til utlekking*





# CO<sub>2</sub>-utslipp, prosess A1-A3



Svært avhengig av aktivator type.  
Tallene er indikative, pågående testing



**BÆREKRAFTIG VERDIKJEDE  
& MATERIALBRUK  
I VEGBYGGING**

# Konklusjoner

- Svært lovende resultater
- Betydelig potensial for reduksjon av CO<sub>2</sub>-utlipp
- Mulig å bruke avgangsmaterialer og biprodukter fra annen industri i injeksjonsmasse for berginjeksjon
- Ingen betydelig konsekvens for kostnader

**Vi gleder oss til fullskala pilotering!**



# BÆREKRAFTIG VERDIKJEDE & MATERIALBRUK I VEGBYGGING

et Grønn plattform-prosjekt

Finansiert av:



Takk for oppmerksomheten!