

KlimaGRUNN

Klimagassreduksjon i grunnarbeider

Et innovasjonspartnerskap med Statens vegvesen, Bane NOR og Statsbygg

Eivind S. Juvik

Prosjektleder

Avslutning Vikingtidsmuseet

24. april 2023

Kort historikk

Forespørsel fra E18 Vestkorridoren: «Hva kan vi gjøre for å redusere CO2-utslipp fra grunnforsterkning?»

Prosjektbeskrivelsen utarbeidet av Vegdirektoratet

2018: Statens vegvesen, Statsbygg og Bane NOR vant konkurranse om midler fra Innovasjon Norge

Kilde: Innovasjon Norge

Tre prosjekter innen vedlikehold og bygging broer, smarte byer og klimagassreduksjon i grunnarbeider har i dag mottatt støtte fra Innovasjon Norge til Innovasjonspartnerskap for å løse fremtidens samfunnsutfordringer på nye og banebrytende måter.



Disse skal løse noen av fremtidens samfunnsutfordringer. Her Samferdselsminister Ketil Solvik-Olsen sammen med representanter fra Innovasjon Norge, Møre og Romsdal fylkeskommune, Statens vegvesen, Statsbygg og Bane NOR som i dag har blitt tildelt Innovasjonspartnerskap.

Samarbeid mellom de tre store byggherrene i Norge

KlimaGrunn er et samarbeid der Statens vegvesen, Statsbygg og Bane NOR er likeverdige parter i prosjektet.



STATSBYGG

BANE NOR



Statens vegvesen

Livsvitenskapsbygget, UiO (Statsbygg)



Foto: Eivind S. Juvik

Målsetninger om reduksjon av CO2-utslipp



Statens vegvesen

BANE NOR

«Redusere klimagassutslipp i utbyggingsprosjekter med 50% fra 2020 til 2030.»



STATSBYGG

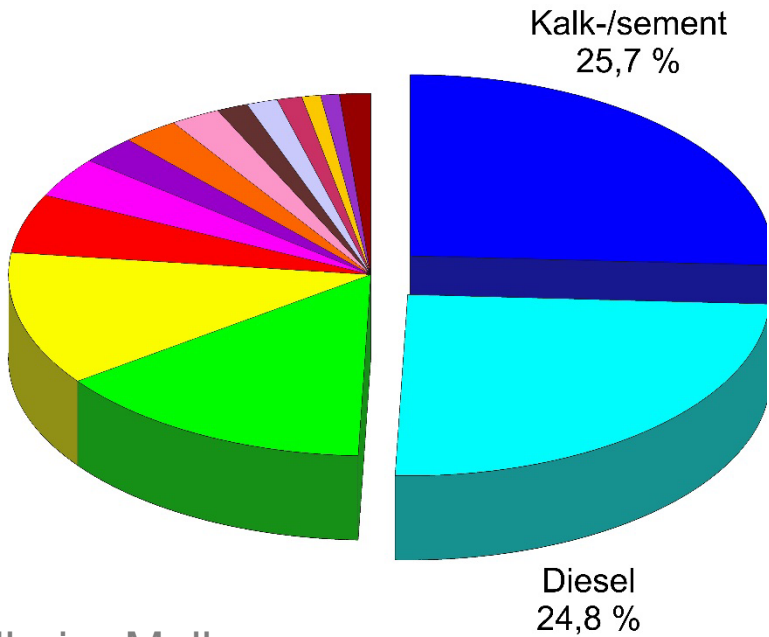
«Kutte klimagassutslipp i byggeprosjekter med 30% fra 2020 til 2025.»

E18 Vestkorridoren (Statens vegvesen)

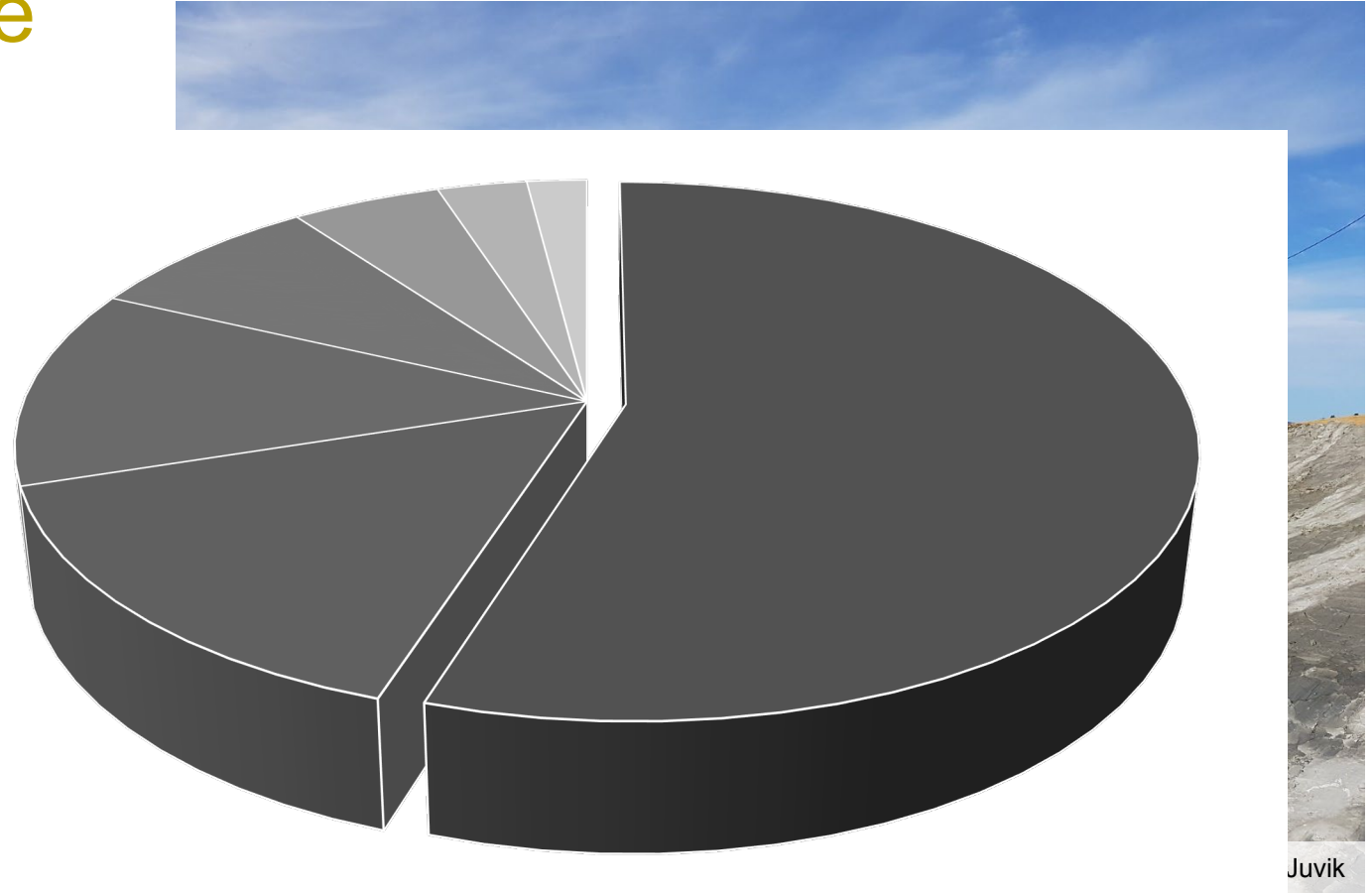


Foto: Eivind S. Juvik

Hvor store er CO2-utslippene fra grunnforsterkning?



E6 Trondheim-Melhus



Hva er et innovasjonspartnerskap?

- Offentlige og private virksomheter går sammen for å utvikle helt nye løsninger på dagens og fremtidens samfunnsutfordringer.
- Målet er å utvikle helt nye produkter og løsninger som ikke finnes på markedet.
- Man skal utvikle noe som gjør at man arbeider på en annen måte etter utviklingsløpet enn man gjorde før.
- Det kan være en ny løsning eller det kan være en eksisterende løsning som tilpasses et nytt bruksområde.
- Prosjektforslaget KlimaGrunn (Klimagassreduksjon i grunnarbeider) var en av tre vinnere i konkurransen som Innovasjon Norge lyste ut i 2017.



Digitaliseringsdirektoratet
Norwegian Digitalisation Agency



Innovative
anskaffelser

Nasjonalt program for
leverandørutvikling



Statens vegvesen



Målsetning

Utvikle klimavennlige sikrings- og grunnforsterkningsmetoder for kvikkleirer som samtidig ivaretar naturmangfoldet.



Valg av retning

Utvikling av fossil- eller utslippsfrie rigger

Bruk av annet installasjonsutstyr

Redusert materialmengde –
utstyr som dokumentere at vi
kan redusere materialmengden
for å få god nok styrke på pælen

Mer effektiv spredning av
kjemikalier (bindemiddel)

Annen materialinnblanding
(f.eks. armeringsfiber)

Bruk av strøm og osmose
(osmotisk trykk for å spre ioner)

Bruk av andre materialtyper
(f.eks. avfallsprodukter,
CKD, flyveaske, slagg o.l.)

Bruk av andre tilsetningsstoffer,
nanocellulose, CO₂

Hvordan måle styrken i stabilisert kvikkleire?

Bakgrunn for prosjektet

Klimagassreduksjon i grunnarbeider (Klimagrunn) er et samarbeidsprosjekt mellom Statens vegvesen, Bane Nor og Statsbygg. Formålet er å utvikle klimavennlige sikrings- og grunnforsterkningsmetoder for kvikkleire som samtidig ivaretar naturmangfoldet.

Byfortetting og behov for nye veier og togbane gjør at man ikke alltid kan velge ideelle tomter, men ofte må bygge på grunn som krever stabilisering.

Stabilisering av kvikkleire skjer ofte med kalksementpeler.

Produksjon av kalk og sement til grunnstabiliseringen kan representere store deler av de totale utslippene under bygging av veg, togbane og bygg.

En grunn til dette er at det er ingen fullgode metoder til å vurdere styrken i stabilisert leire, derfor kan stabiliseringen bli overdimensjonert og forbruket av material blir høyere enn nødvendig.

En kan bytte ut kalk og sement med mer miljøvennlige materialer, men en må uansett kunne måle styrken før en eksperimenterer med alternative stabiliseringsmaterialer.

Statens vegvesen, Bane Nor og Statsbygg inviterer nå til konkurranse om hvordan man kan måle styrken i stabilisert leire.



Prosess:
Bygging av offentlig vei, bane eller bygg



Når kvikkleire er påvist:
Stabilisering av grunnen

Konseptutredning

Samfunnet trenger en ny veg, togbane eller et offentlig bygg

Nasjonal bevilgning

Konseptet blir vurdert og prioritert i NTP eller KMD

Planlegging

Tekniske og økonomiske beregninger lager byggeplanen

Gjennomføring

Bygging av veg, togbane eller offentlig bygg

Grunnundersøkelse

Utføre sonderinger og ta prøver av grunnen for å finne ut hva den består av.

Kvikkleire er påvist.



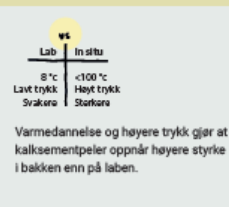
I et testfelt blir kalksementpeler installert, for så å bli testet med CPT (trykksonde) og FOPS (forinstallert omvendt pelesonde). Det tas også prøver av pelene som analyseres på lab. Dette er en dyr prosess.



Testing i lab

Teste hvilken styrke grunnen har uten stabilisering, og hvilken styrke en oppnår ved innblanding av kalk og sement.

Finne optimalt blandingsforhold av bindemiddel og leire.



Produksjon av kalk og sement er en stor del av det totale klimagassutslippet til byggeprosjekter

Det brukes bindemiddel fra utslippstung industri, med innslag av tungmetaller.

Det mangler forskning om bindemidlene påvirker grunnvann og miljø

Samvirke mellom kalk, sement og jord påvirker styrken i stor grad, og bindemidlene må tilpasses lokal leire for å få styrken man trenger.



Tolking av prøver

Etablering av beregningsmodell av slik grunnen er bygd opp idag.

Definere styrke- og deformasjonsegenskaper før og etter stabilisering.



"RESULTATENE AV BEREGNINGENE AVHENGER AV HVILKEN STYRKE DU «VÅGER» Å GI DEN STABILISERTE LEIRE I MODELLEN"

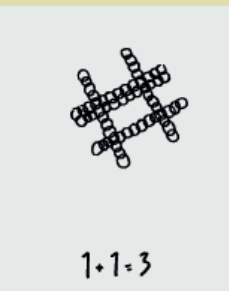


Retningslinjene til Statens vegvesen og NGF (Norsk Geoteknisk Forening) er nokså forsiktige med sine anbefalinger til hvilke styrkeverdier man kan gi den stabiliserte leira. Det åpnes imidlertid for å benytte høyere styrkeverdier basert på målinger i installerte peler.

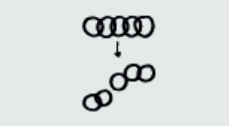
Beregning og prosjektering

Detaljerte beregninger og detaljprosjektering av grunnstabiliseringen.

Definere geometri av ks-peler, slik at en oppnår nødvendig snittstyrke etter behov: veg, bane, fundament for konstruksjoner, skråning, byggegrep etc



Installering skjer ofte med overlapp for å oppnå samvirke mellom pelene.



Det er en utfordring å opprettholde overlapp nedover i grunnen, noe som vil påvirke funksjonen.

Installasjon i byggefasen

Installasjon av kalksementpeler

Stabilisering av terreng og byggegrep for sikring av anleggsgarbeidet, i tillegg til grunnstabilisering for veien, banen eller bygget.



1 En visp på en borestang roteres og presses ned i grunnen.

2 Mens vispen roteres og heves, tilføres bindemiddel gjennom en dyse på vispen.

Tunge rigger og høyt trykk under installasjon kan føre til midlertidig svekkelse av styrken i jorda rundt pelen.

Skråninger som har naturlig lav stabilitet, tåler ikke belastningen av utførelsen.

Drivstoff til anleggsmaskiner er en stor del av det totale klimagassutslippet til byggeprosjekter.

Testing i byggefasen

Testing av hvilken styrke en har oppnådd med stabiliseringen.

Det er et behov for bedre og rimeligere testmetoder.



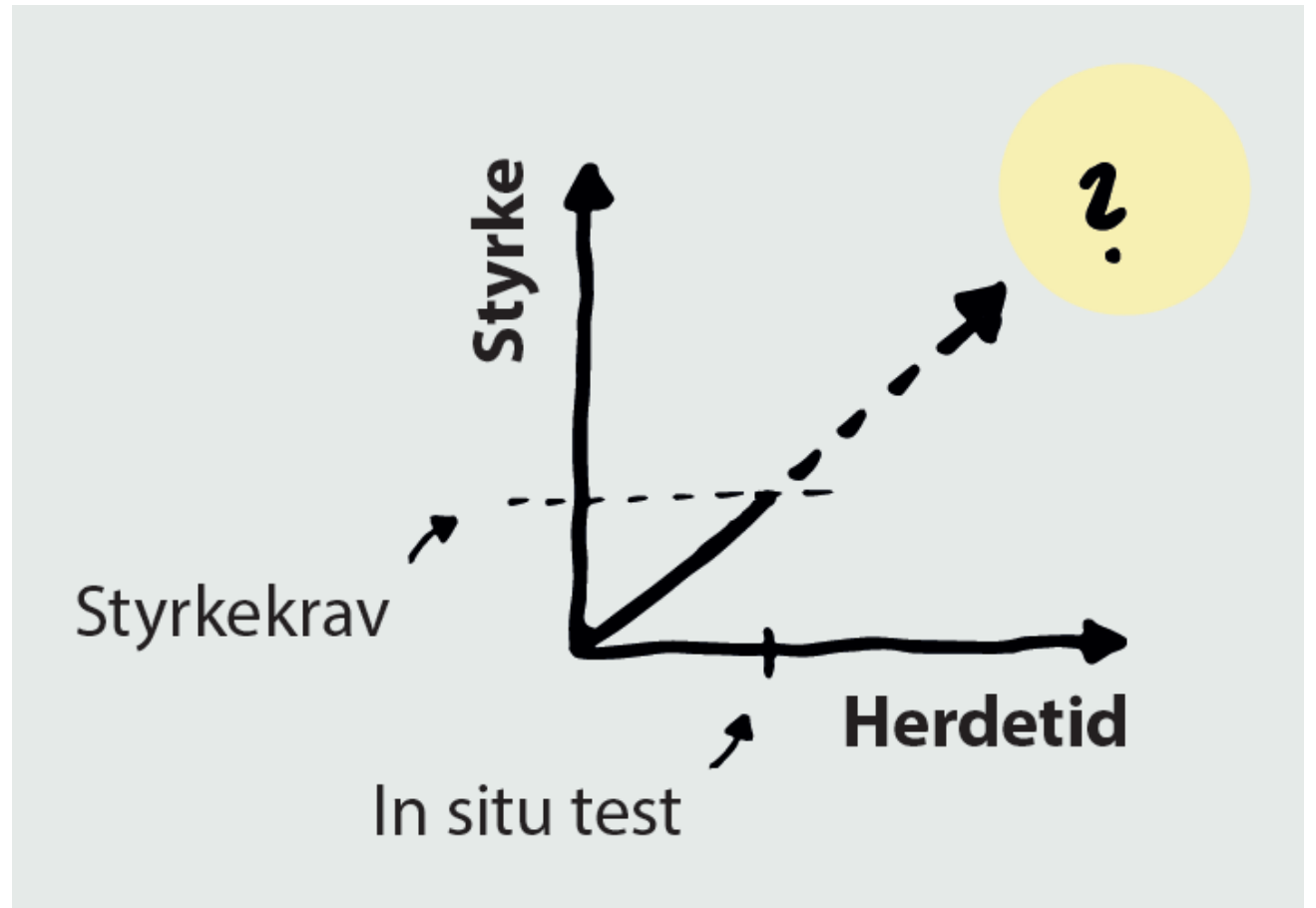
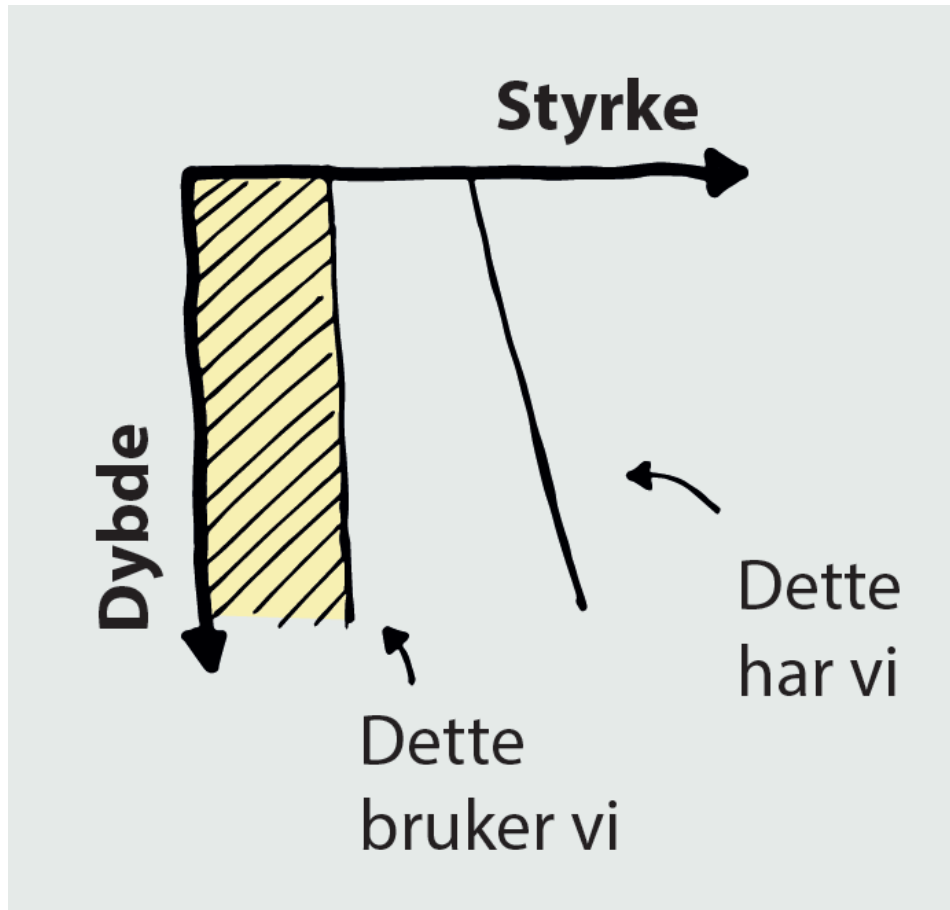
Styrken måles ofte etter kun 7 dager, men den utvikler seg videre. Faktisk oppnådd styrke in situ vet man oftest ikke.

Testing blir ofte utført med empiriske metoder som FOPS og CPT (trykksonde). Mange prosjekter i norsk kvikkleire har dokumentert at man kan redusere bindemiddelmengden.

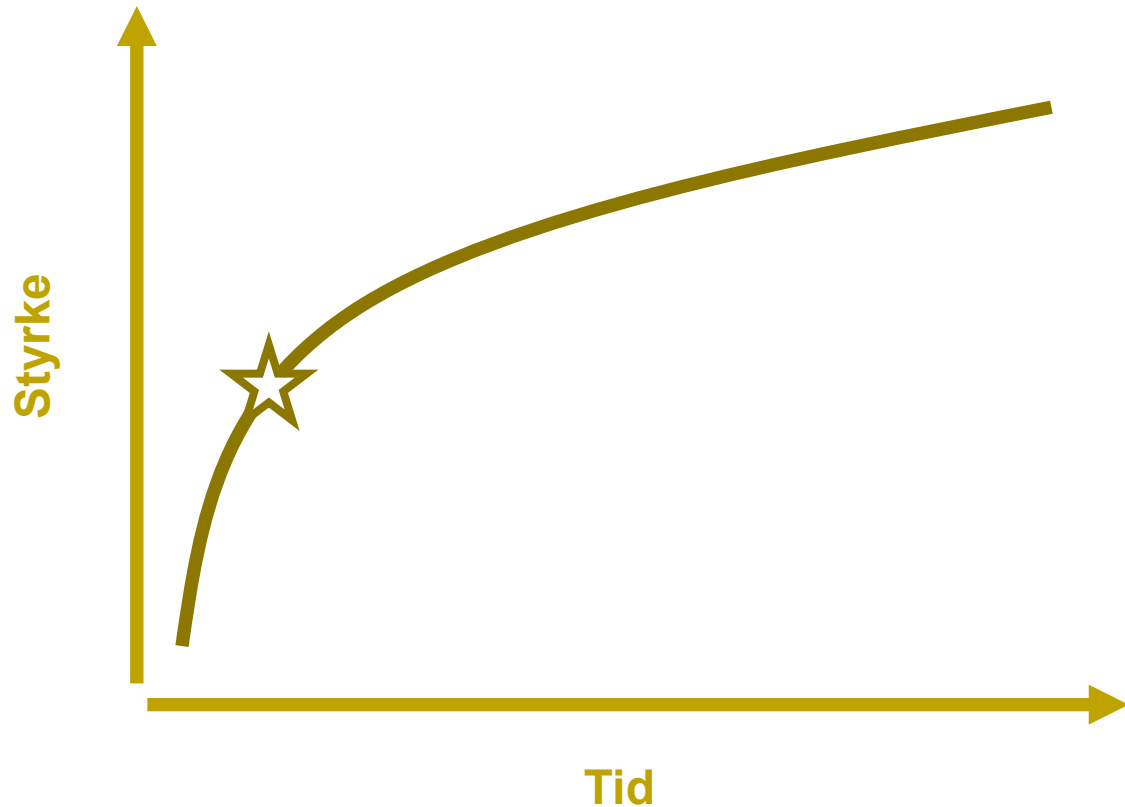
Det er flere ulike testmetoder, men ingen gir et fullgodt svar. Man skal bygge trygt og imøtekomme krav til sikkerhet. Til det trenger man homogene peler som er sterke nok.

Metode	Kvikkleire	Beregningsteg
FOPS	Middels	Tar 1-2 timer for å installere peler. Angir ikke.
Trykksonde	Middels	Begrenset dybde og materialer. Angir ikke.
Gel-puls	Et	Tilsvarende eller kortere enn sondering.
Ejerveboring	Et	Tilsvarende eller kortere enn større egg enn Gel-puls.
Utgavring	Best	Kortest. Tilsvarende. Begrenset dybde.
Visual	Ingen	Ingen informasjon om styrke.
Akustisk	Ingen	Ingen informasjon om styrke. Andre måler ikke styrke lag ned i pelene.

Problemstillingen vår



Problemstillingen vår



Metode	Kvalitet	Begrensning
FOPS	Middels	Tester kun forhåndsbestemte pelere. Empirisk.
Trykksonde	Middels	Begrenset dybde og motstand. Empirisk.
Gel-push	Bra	Tidkrevende. Mer kostbart enn sondering.
Kjerneboring	Bra	Tidkrevende. Mer kostbart og større rigg enn Gel-push.
Utgraving	Best	Kostbart. Tidkrevende. Begrenset dybde.
Visuell		Ingen info om styrke.
Akustisk		Ingen info om styrke. Avdekker ikke svakere lag nede i pelene.

Behovet vårt

- Redusere overforbruk av bindemiddel
- Redusere klimagassutslipp samtidig som man bygger trygt
- Enkel og rimelig løsning
- Måle i hele pelens lengde
- Måle styrkeutvikling over tid
- Må kunne teste pelene uten å ødelegge dem

Vedlegg 1 til Bilag 1

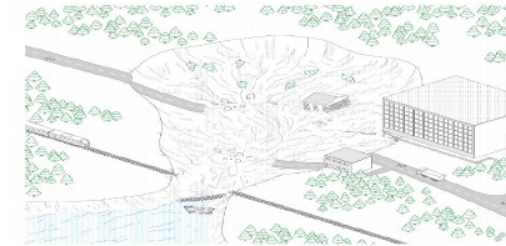
Behovsbeskrivelse

KlimaGrunn

Klimagassreduksjon i grunnarbeider

Vedlegg 1 til Bilag 1

«En innovativ metode for dokumentasjon av styrke, deformasjonsegenskaper og homogenitet ved grunnforsterkning av kvikkleire»

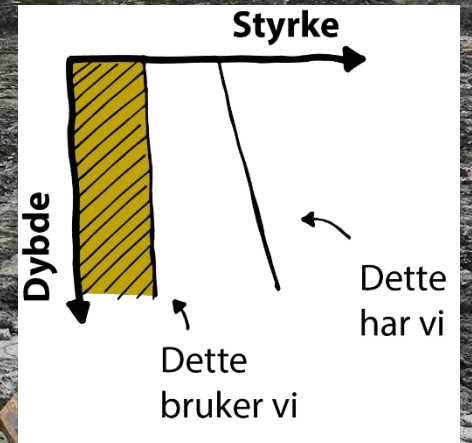
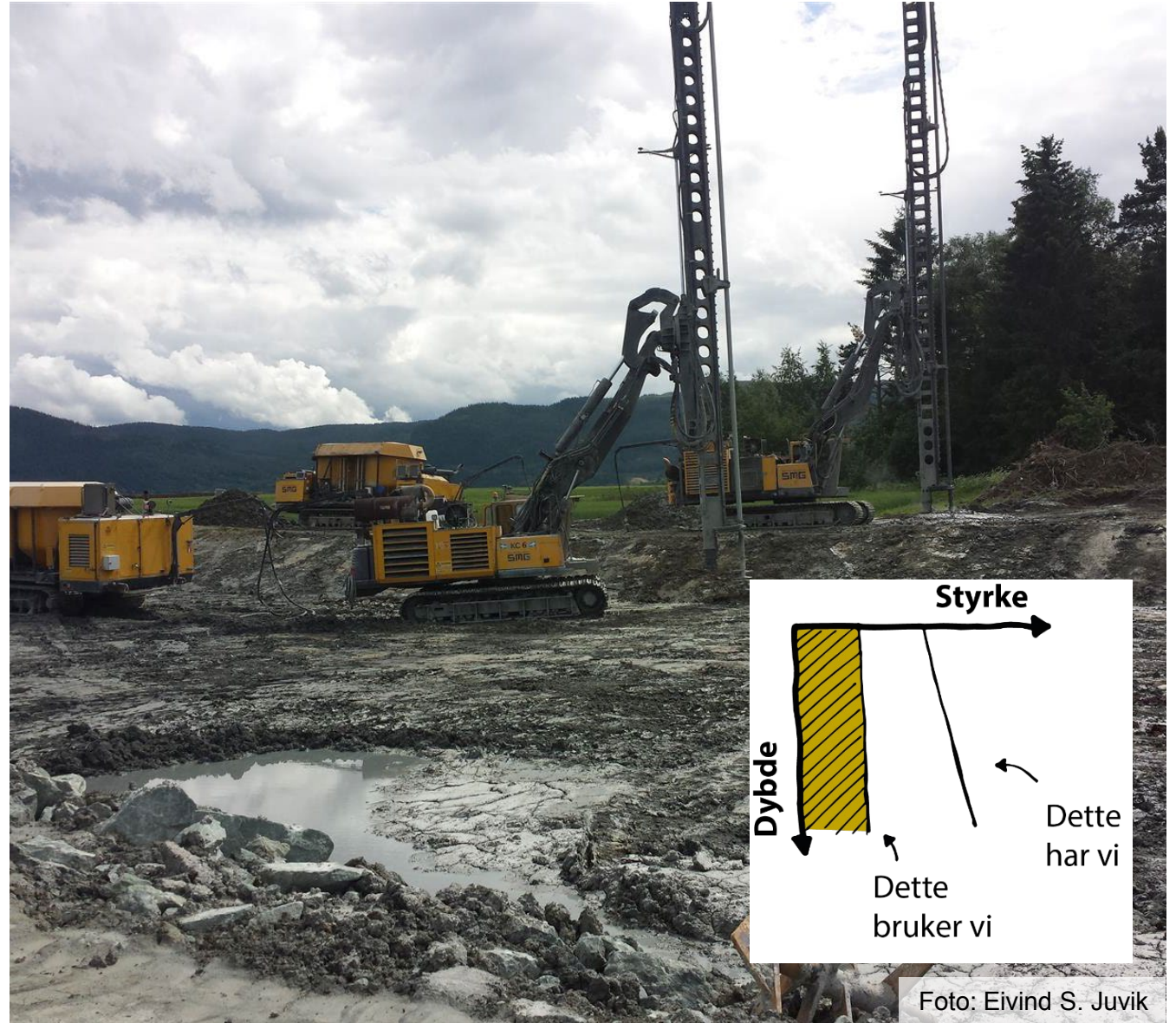


Hva ønsker vi å få til?

Metodene for å dokumentere egenskapene til kalksementpeler i bakken (in-situ) har utviklet seg lite på flere tiår.

Vi tror vi kan redusere bruken av bindemiddel betraktelig ved å bli bedre på å måle og dokumentere hva vi faktisk oppnår når vi stabiliserer grunnen.

Prosjektets målsetning er å utvikle nye og innovative løsninger som kan dokumentere styrke, deformasjons-egenskaper og homogenitet ved grunnforsterkning av kvikkleire med kalksementpeler.



SINTEF/NTNU-rapport fra 1998

Utdrag fra rapporten:

Forslag til videre arbeid med kontroll av KS-peler:

- Videreutvikle eksisterende kontrollmetoder for testing av pæl in-situ med hensyn til dokumentasjon av styrke og kvalitet
- For kontroll av pælens homogenitet og kvalitet bør nye fremgangsmåter som prøvetaking i fersk pæl utvikles videre
- Øke andelen av laboratorieforsøk med hensyn på effektivspenningsbasert styrke
- Utvikle metoder for ikke-destruktiv kontroll av pæl



GRUNNFORSTERKNING MED KALKSEMENTPÆLER

en OFU-kontrakt mellom



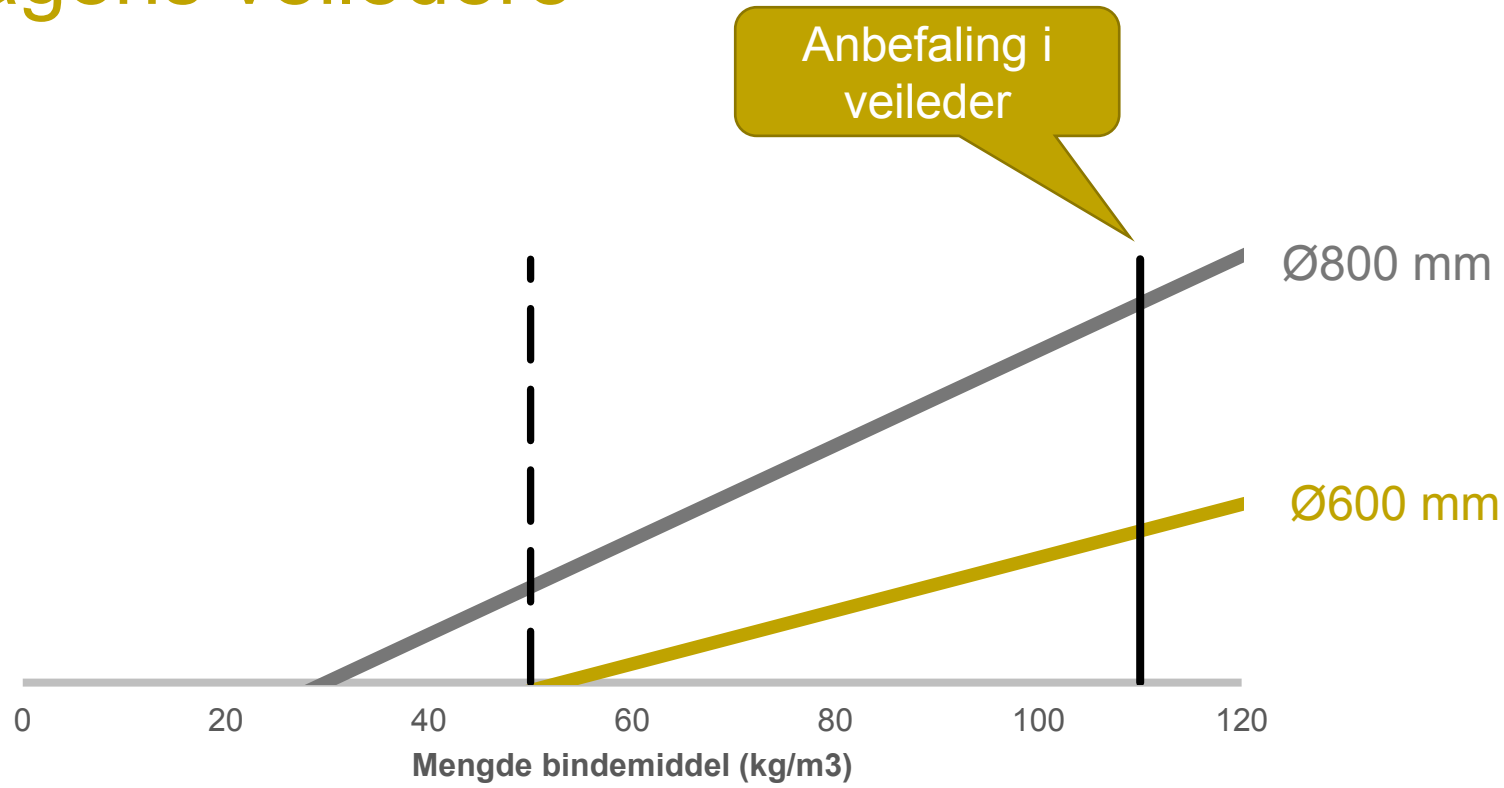
OG



støttet av



Dagens veiledere



Hva kan KlimaGrunn bidra med?

- Optimalisere bindemiddelbruken i prosjekterings- og byggefasen
- Kontinuerlig overvåking av styrkeutviklingen i felt
- Økt kontroll under byggefasen
- Reduserte kostnader og klimagassutslipp

Fra: Innovasjonspartnerskap for prosjektet KlimaGrunn. Presentasjon for oppdragsgivers styringsgruppe 13. september 2022.



Foto: Eivind S. Juvik

Andre pågående forskningsprosjekter

Sustainable Stable Ground (NTNU)

Finne bindemidler som kan erstatte kalk og sement. Studere alternative bindemidler og tilsetningsstoffer i grunnforsterkning.

Green Soil Stabilization (NGI)

Vil endre industrien med siste utviklet måleteknologi, bærekraftige materialer og automatisk datadrevet prosjektering.

StableTrack (Chalmers)

Bruke geofysiske metoder til å måle dynamiske egenskaper til forsterket jord. Fokuserer på egenskaper i bruksgrensetilstand.

Multiconsult

