

Erfaringer med bruk av lignin

Robert Dyke
NADim 28/11/2024

Agenda

- 1 Introduksjon
- 2 Førsteinntrykk
- 3 Laboratorieundersøkelser
 - 3.1 Proporsjonering av lignin
- 4 Feltforsøk
- 5 Resultater fra vegprosjekter



Litt om Carbon Crusher



Vi forsterker vei på en bærekraftig måte som i tillegg lagrer CO₂. Dette gir:

- Bærelag med økt stivhet (E-modul)
- Økt dekkelevetid
- Kort anleggstid, ferdigstiller ca 1 km per døgn ($b \leq 4,5$ m)
- Gjenbruk av stedlige masser

HQ i Norge
Etablert i 2007

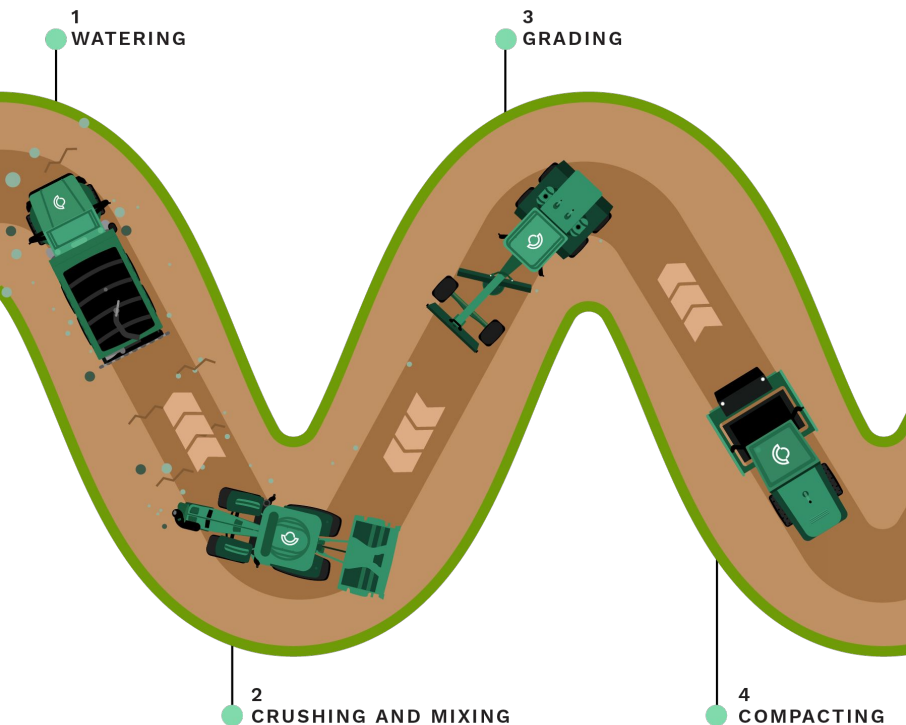
Største andel prosjekter
innebærer Fv, Kv og noen Rv.

Benytter **lignin** som bindemiddel

Norge
Litauen
Polen
Romania
USA

Dypstabilisering med lignin

Metode og prosess



1. Pumping av bindemiddel fra tankbil

2. Knusing på 20 - 35 cm -og innblanding

3. Høvling for å sikre nødvendig tverrfall

4. Komprimering - kreves både med vibrasjon og statisk







8,5 kilometer av fylkesvei 162 i Nordre Land forsterkes nå med dypstabilisering. Foto: Statens vegvesen

Forsterker vei på en miljøvennlig måte - bruker eksisterende vei som «råstoff» og tester bindemiddel fra grantrær

Publisert 16.08.2019 14:17

Fylkesvei 162 i Norde Land forsterkes nå på en miljøvennlig og fremtidsrettet måte med dypstabilisering, melder Statens vegvesen. Eksisterende veg brukes som «råstoff» og det testes bindemiddel fra trefibre i grantrær på deler av strekningen.



8,5 kilometer av fylkesvei 162 i Nordre Land forsterkes nå med dypstabilisering. Foto: Statens vegvesen

Forsterker vei på en miljøvennlig måte - bruker eksisterende vei som «råstoff» og tester bindemiddel fra grantrær

Publisert 16.08.2019 14:17

Fylkesvei 162 i Nordre Land forsterkes nå på en miljøvennlig og fremtidsrettet måte med dypstabilisering, melder Statens vegvesen. Eksisterende veg brukes som «råstoff» og det testes bindemiddel fra trefibre i grantrær på deler av strekningen.

Tester miljøvennlig bindemiddel

Når asfalt, grus og pukk er frest og blandet i to omganger, blir massene frest en tredje gang. Den tredje gangen blir bindemidlet tilsatt under fresingen slik at det blander seg ordentlig inn i fresemassene så massene setter seg godt før ny asfalt blir lagt.

– Tradisjonelt bruker vi bitumen som bindemiddel. Det er framstilt av destillert råolje som har et høyere CO2-avtrykk enn alternativet vi nå tester ut; lignin. Lignin er stoffet som binder trefibrene i grantrær sammen. Bindemiddelet med lignin sørger for effektiv og svært miljøvennlig binding av grus og støv samtidig som både toppdekket og vegkroppen styrkes, sier byggeleder Hultin.

Det miljøvennlige bindemidlet blir lagt på omtrent halvparten av den 8,5 kilometer lange strekningen som skal forsterkes mellom Dokka og Gry ved Vølstad kirke. På resten av strekningen blir tradisjonell bitumen brukt.

– Vi ønsker å sammenlikne lignin med bitumen på denne strekningen for å se om bestandigheten er like god over tid for begge bindemidlene, sier byggelederen.

Det gikk ikke så bra med lignin i Statens vegvesens miljøprosjekt på fv. 162

Publisert 07.10.2019 13:25

Fv. 162 i Nordre Land skulle utbedres på en miljøvennlig måte ved hjelp av dypstabilisering og for deler av strekningen ble det benyttet bindemiddel av lignin. Det gikk ikke så veldig bra.

Det gikk ikke så bra med lignin i Statens vegvesens miljøprosjekt på fv. 162

Publisert 07.10.2019 13:25

Fv. 162 i Nordre Land skulle utbedres på en miljøvennlig måte ved hjelp av dypstabilisering og for deler av strekningen ble det benyttet bindemiddel av lignin. Det gikk ikke så veldig bra.

Byggeindustrien



Oppland Arbeiderblad (sak åpen for abonnenter) kunne i forrige uke melde at den nylagte asfalten mellom Dokka og Snertingdal allerede er ødelagt før opprustningen av veistrekningen er ferdig.

«Det er som å kjøre på ei blaut myr, jeg kjenner hele vegen bevege seg under bilen», sier en trafikant som avisa har snakket med.

Statens vegvesen fastslår til at prosjektet ikke ble vellykket. Vegen skulle vært ferdig torsdag i forrige uke.

– Det er viktig for oss i Statens vegvesen å være innovative, og å se oss omkring etter nye og mer miljøvennlige løsninger og produkter. Dette var ikke helt vellykket, sier Asbjørn Stensrud, seksjonssjef drift og vedlikehold ved vegavdeling Oppland i Statens vegvesen til avisa.

Det gikk ikke så bra med lignin i Statens vegvesens miljøprosjekt på fv. 162

Publisert 07.10.2019 13:25

Fv. 162 i Nordre Land skulle utbedres på en miljøvennlig måte ved hjelp av dypstabilisering og for deler av strekningen ble det benyttet bindemiddel av lignin. Det gikk ikke så veldig bra.

Byggeindustrien



Oppland Arbeiderblad (sak åpen for abonnenter) kunne i forrige uke melde at den nylagte asfalten mellom Dokka og Snertingdal allerede er ødelagt før opprustningen av veistrekningen er ferdig.

– Her er det snakk om to kilometer langs veien mellom Dokka og Snertingdal. Det viser seg at lignin ikke herder på en tilfredsstillende måte, slik som bitumen gjør, sier Stensrud til Oppland Arbeiderblad.

– Det er viktig for oss i Statens vegvesen å være innovative, og å se oss omkring etter nye og mer miljøvennlige løsninger og produkter. Dette var ikke helt vellykket, sier Asbjørn Stensrud, seksjonssjef drift og vedlikehold ved vegavdeling Oppland i Statens vegvesen til avisa.



Stabilization of Coarse Aggregates with Traditional and Nontraditional Additives

Diego Maria Barbieri, Ph.D.¹; Baowen Lou²; Robert Jason Dyke³; Hao Chen⁴; Fusong Wang⁵; Berthe Dongmo-Engeland, Ph.D.⁶; Jeb S. Tingle, P.E., M.ASCE⁷; and Inge Hoff, Ph.D.⁸

Journal of Materials in Civil Engineering / Volume 34 Issue 9 - September 2022

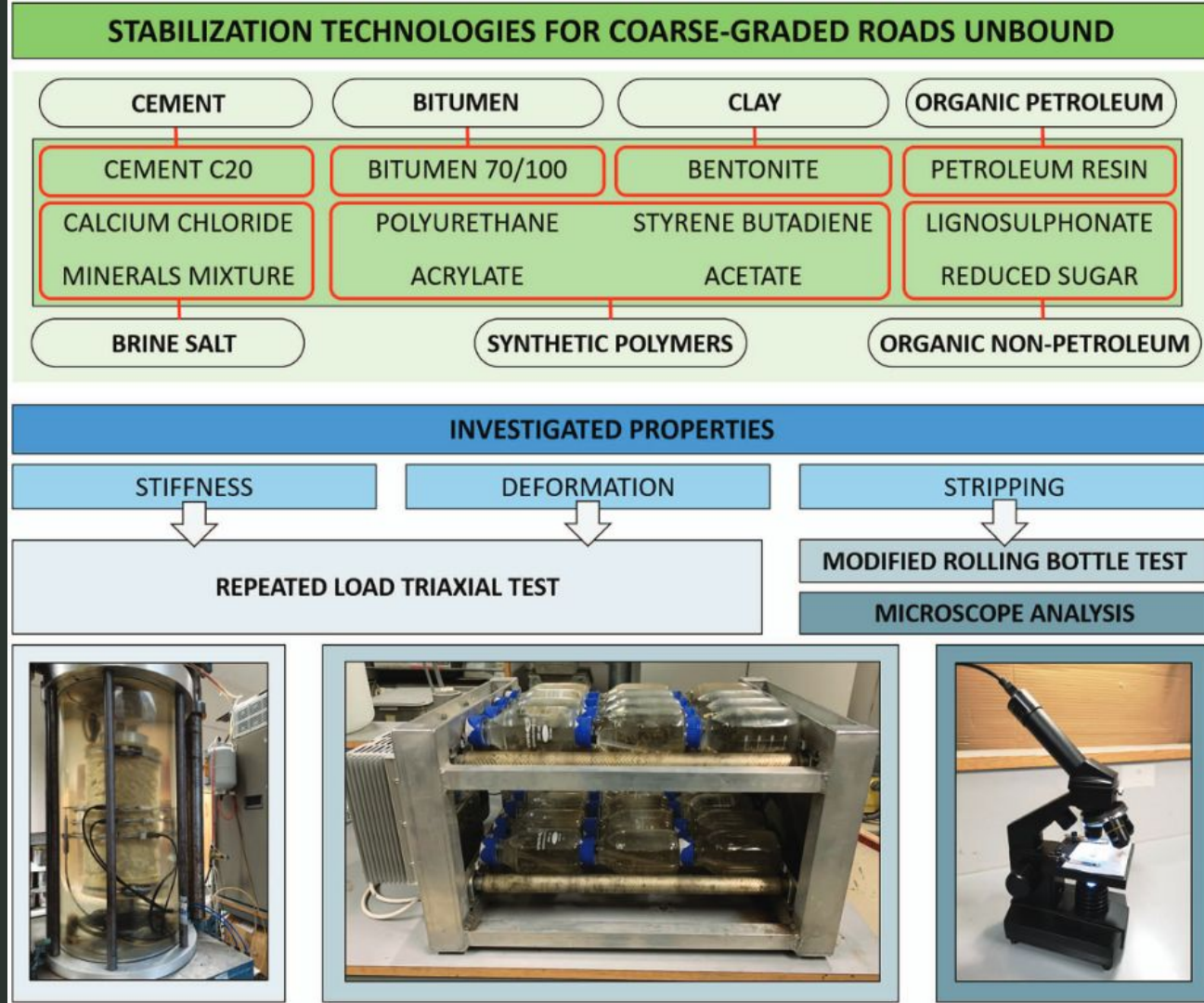
Testet 12 ulike bindemiddel for veistabilisering

- **2 Tradisjonelle:** sement og bitumen
- **10 Utradisjonelle:** leire, organisk petroleum, saltmikstur, syntetiske polymerer og organisk ikke-petroleum
- Benyttet 0/32 kb fra Vassfjell pukkverk som utgangspunkt materiale

DOI: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)MT.1943-5533.0004406](https://doi.org/10.1061/(ASCE)MT.1943-5533.0004406)

Evaluerte:

- Stivhetsutvikling
- Motstand mot deformasjoner
- Massetap ved modifisert rulleflaskeforsøk
- Mikroskopanalyse



NB: Testet under optimale forhold!

- 0% vanninnhold
- Herdet i lab på 23 C

Lignosulfonat 1,2% + kb
0/32

Bitumen 70/100
3 % + kb 0/32

Knust berg 0/32

200 kPa =
middelspenning
for bærelag

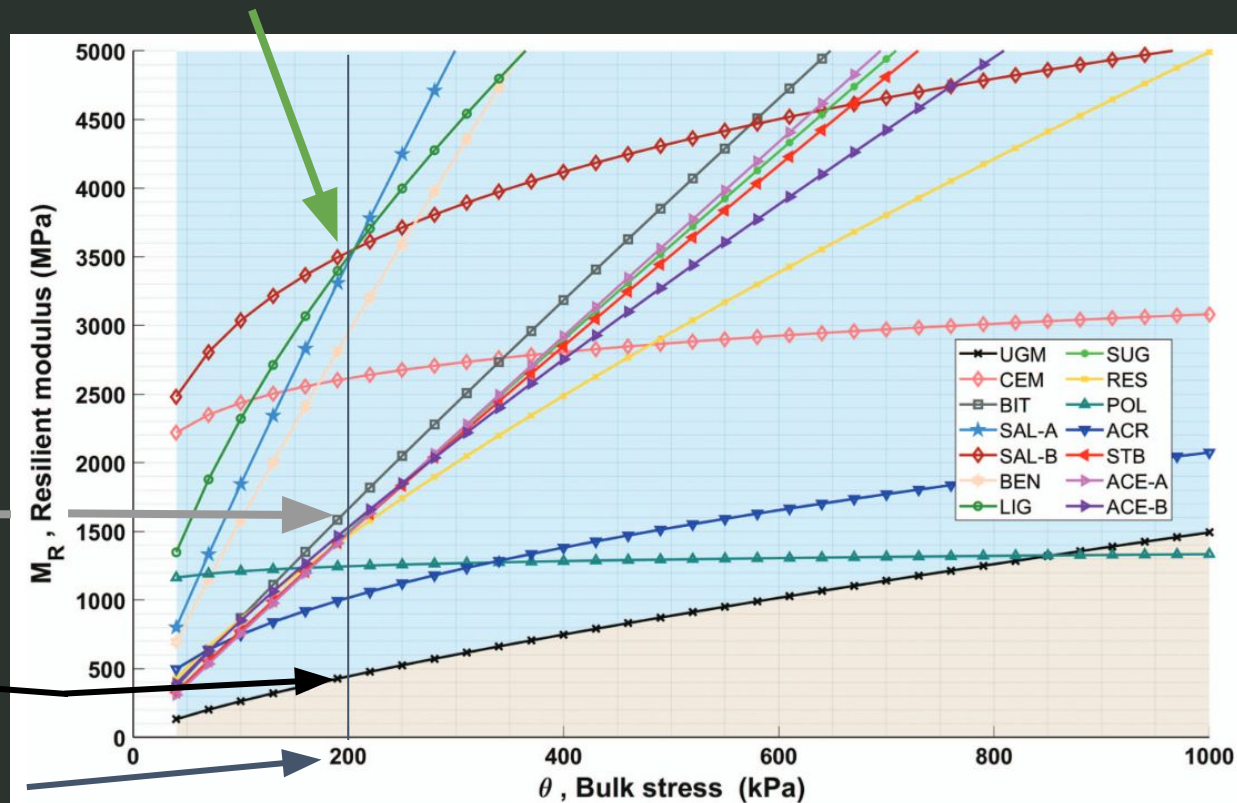


Fig. 7. (Color) Comparison between the resilient moduli M_R of stabilized aggregates.

For mye bindemiddel = ikke bra!

Bindemiddelinnhold

0%

1.5%

2.5%

4.5%

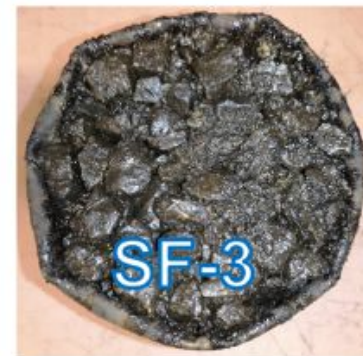


Fig. 3. RLTT samples treated with synthetic fluid according to different percentages: 0% (UGM), 1.5% (SF-1), 2.5% (SF-2) and 4.5% (SF-3), SF samples have $w = 1\%$.

“Mechanical properties of road of roads unbound treated with synthetic fluid based on isoalkane and tall oil” (Barbieri et al., 2022)

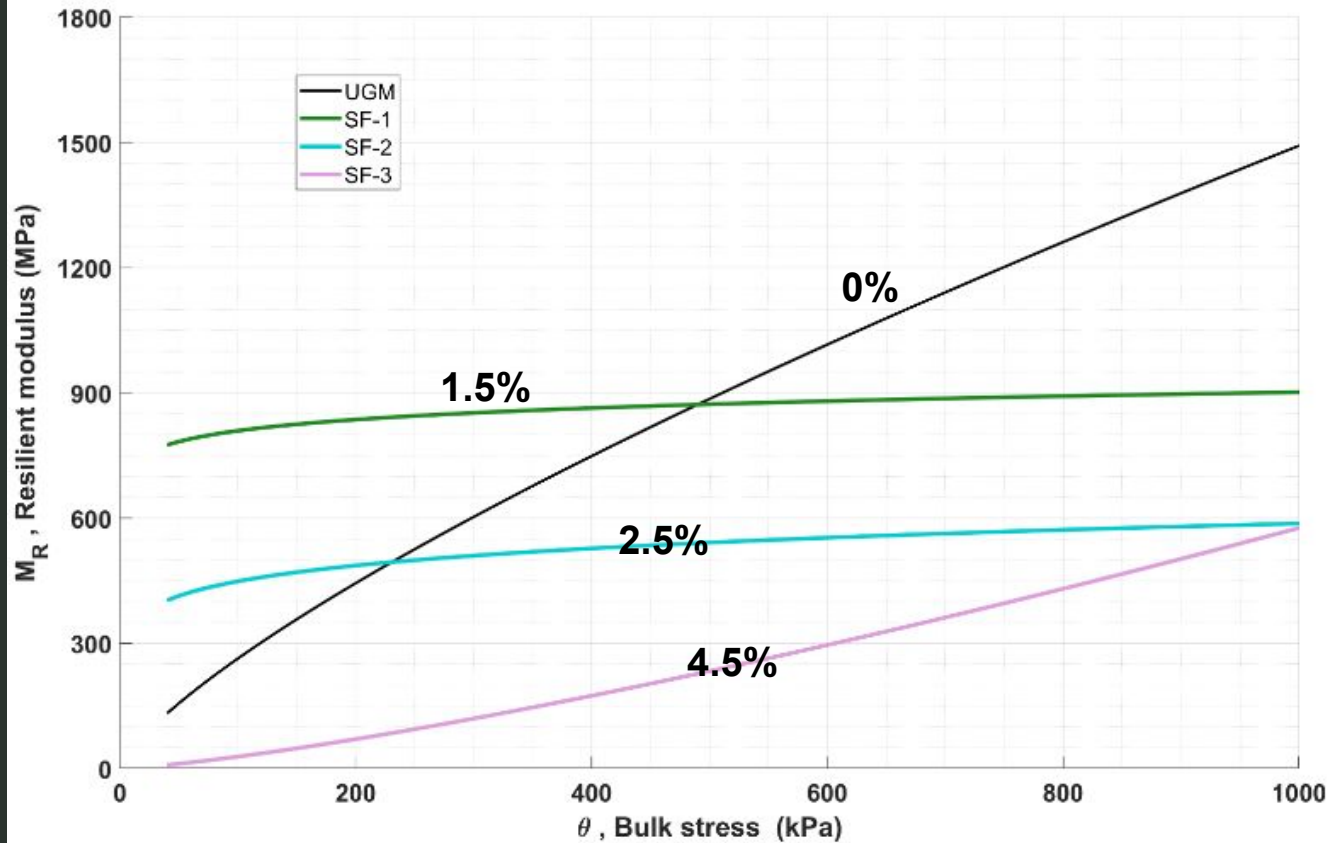


Fig. 8. Comparison between the trends of resilient moduli M_R evaluated according to Hicks & Monismith model.



Fig. 3. RLTT samples treated with synthetic fluid according to different percentages: 0% (UGM), 1.5% (SF-1), 2.5% (SF-2) and 4.5% (SF-3), SF samples have $w = 1\%$.

Gjennomførelsen av prosjekt på Fv. 162 (Dokka)

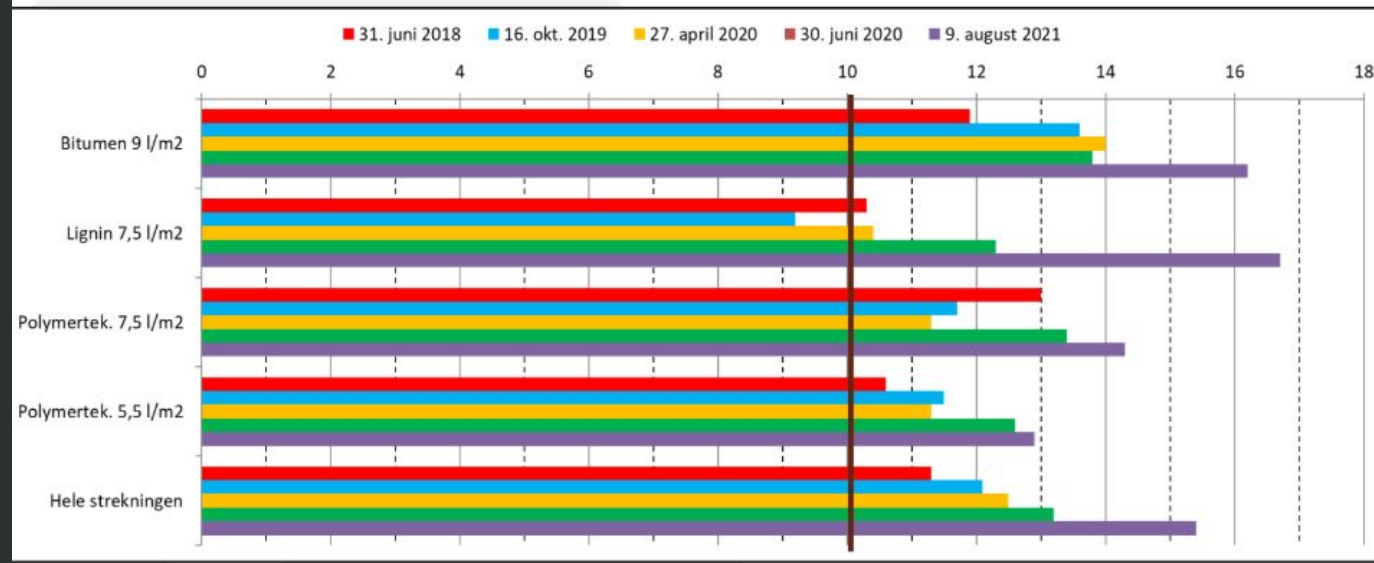
- Et svært uheldig regnskyll åtte dager i strekk som traff prosjektet → Førte til høyt vanninnhold i massene
- Ikke utbedret drenering / grøfter i god tid → høyt eksisterende vanninnhold
- Komprimering var gjennomført statisk med asfaltvals. **Ingen vibrasjon!**
- Bilder fra massene på veien viser at problemet var altfor mye vann i massene
- Asfaltering ble gjennomført altfor tidlig, og **ikke** etter 4 uker som er anvist av produsent
- 10% av strekningen måtte masseutskiftes
- Overdosering av lignin på enkelte punkter



Kilde: Langdalen (2019), Dypstabilisering Fv.2416/162, NADim 2019.
<https://www.norskasfaltforening.no/resources/Langdalen-211202-Presentasjon-dypstabilisering-Fv.162-Ostsinnilinna-for-Nadim.pdf>

Strekning/vegnavn	Meter fra	Meter til	Lengde	Snitt bæreevne					Differanse 2018-2020	Differanse 2018-2021
				31. juni 2018	16. okt. 2019	27. april 2020	30. juni 2020	9. august 2021		
Bitumen 9 l/m2	0	4 463	4 463	11,9	13,6	14,0	13,8	16,2	1,9	4,3
Lignin 7,5 l/m2	4 463	6 076	1 613	10,3	9,2	10,4	12,3	16,7	2,0	6,4
Polymertek. 7,5 l/m2	6 076	6 443	367	13,0	11,7	11,3	13,4	14,3	0,4	1,3
Polymertek. 5,5 l/m2	6 443	8 620	2 177	10,6	11,5	11,3	12,6	12,9	2,0	2,3
Hele strekningen	0	8 620	8 620	11,3	12,1	12,5	13,2	15,4	1,9	4,1
Snitt temperatur				20	5	2	15	17		

Utbedret høst 2020: punktviss masseutskifting, avretting med Ak og 2 x 90 kg Agb11



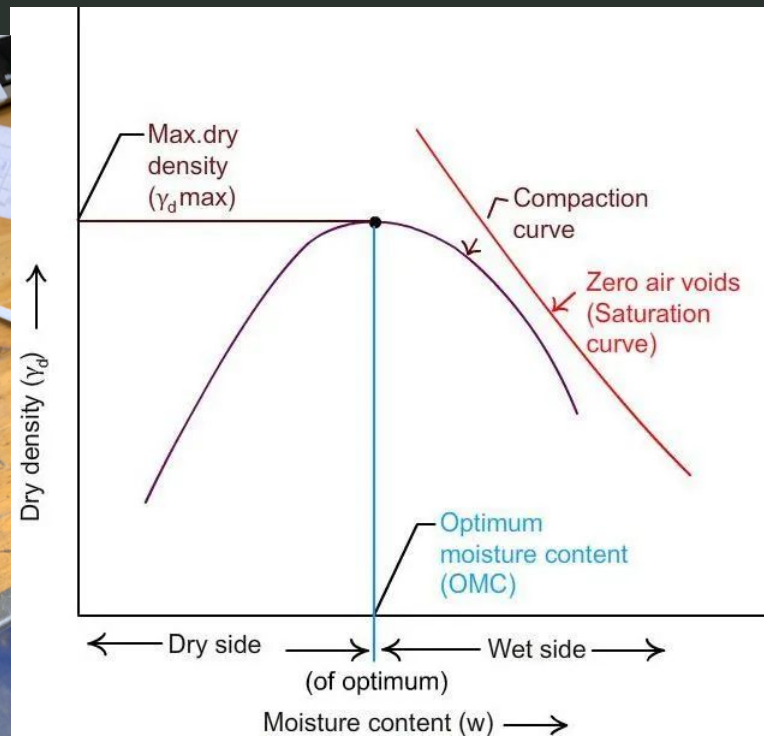


Riktig proporsjonering

Hva er viktig med vannbasert bindemiddel?

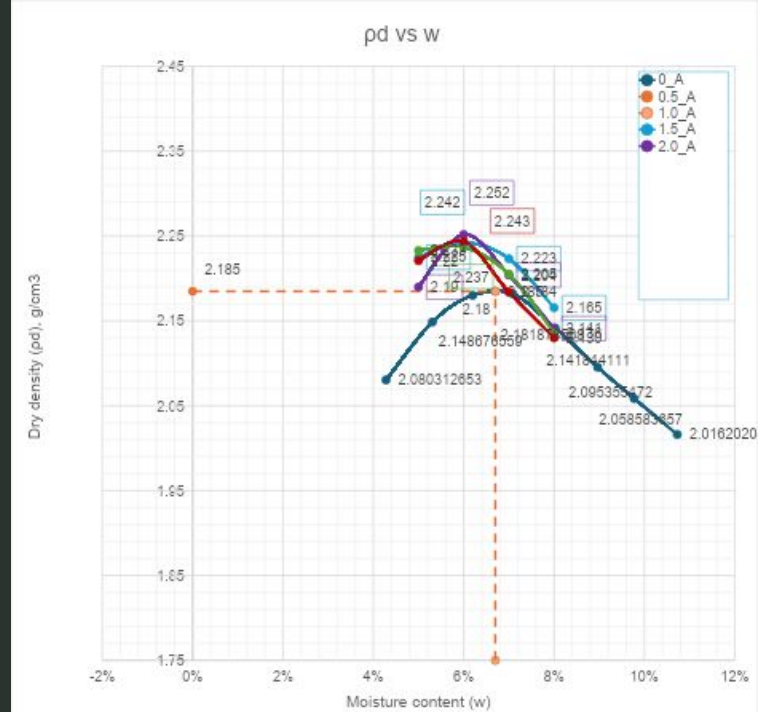
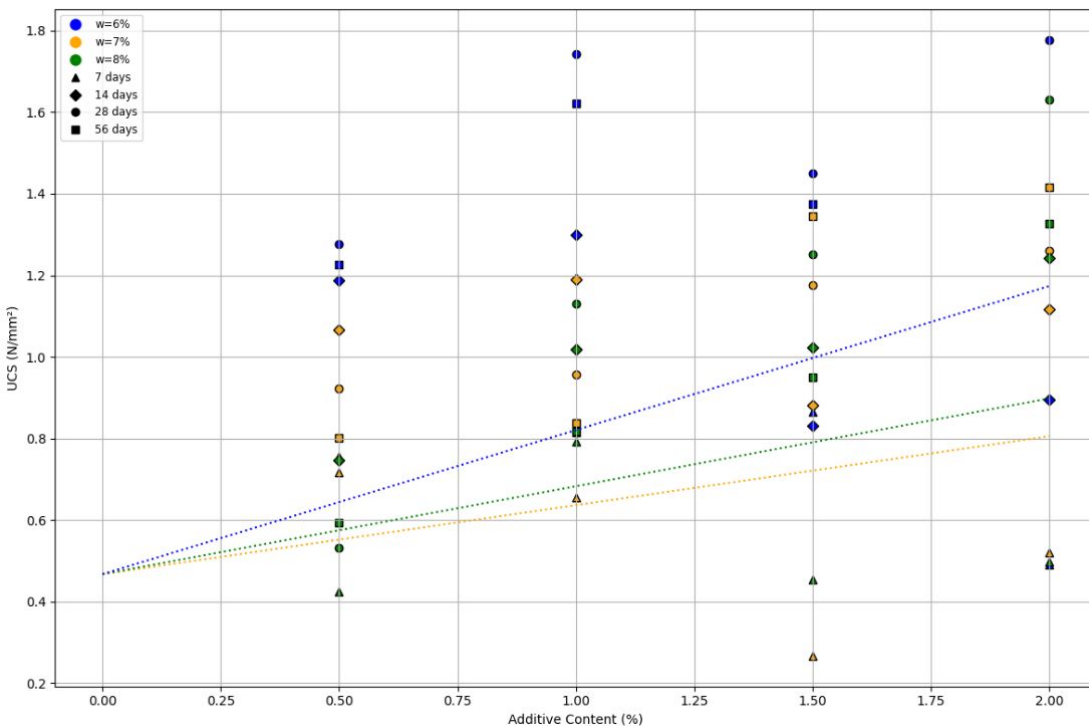
Optimalt vanninnhold;
kan finnes ved f.eks.
Proctor test

Mellom 4 - 8 liter/m²
lignosulfonat
i praksis



Proctor -og trykkfasthet

- Viktig å aldri overskride Optimalt Vanninnhold (OMC)
- Optimalt Vanninnhold er redusert ved bruk av lignosulfonat
- Maksimal tørrdensitet økes



Organosilane and Lignosulfonate Stabilization of Roads Unbound: Performance during a Two-Year Time Span

Diego Maria Barbieri  ¹, **Baowen Lou** ^{1,2}, **Hao Chen** ¹, **Benan Shu** ³, **Fusong Wang** ⁴ and **Inge Hoff** ¹

Oppsummering:

- Overvåking av testfelt over 2 år
 - tre felt: ubehandlet 0/32 kb, lignosulfonat og organisolane
 - Målinger med LWD (Lettvektsfallodd og DCP (Dynamic Cone Penetrometer)
 - Økning av mekaniske egenskaper, selv etter 2 år

Advances in Civil Engineering

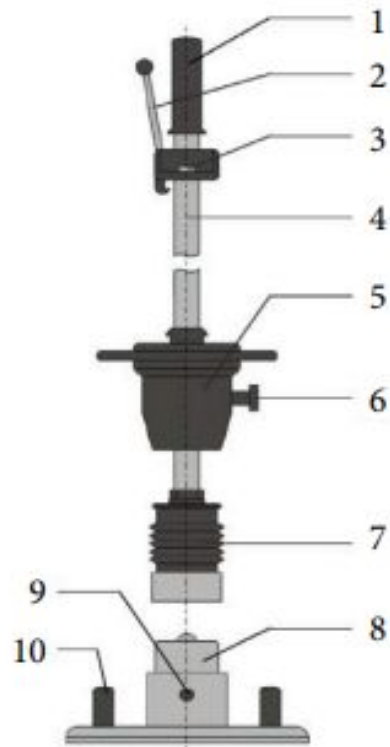


3 felt: kb+lignosulfonat, kb+organisolane og kb ubehandlet



FIGURE 5: Main stages of the construction operations to build the road rest sections.

LWD



DCP

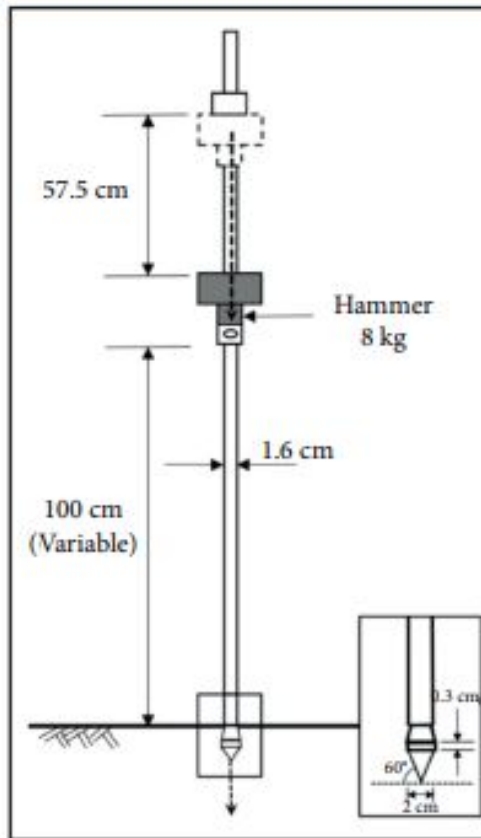
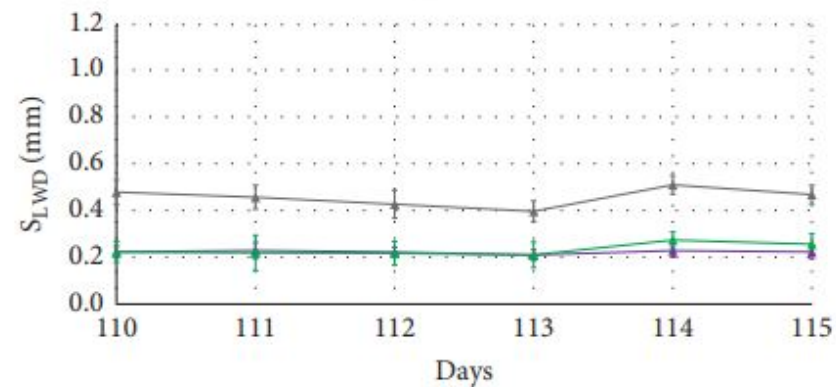
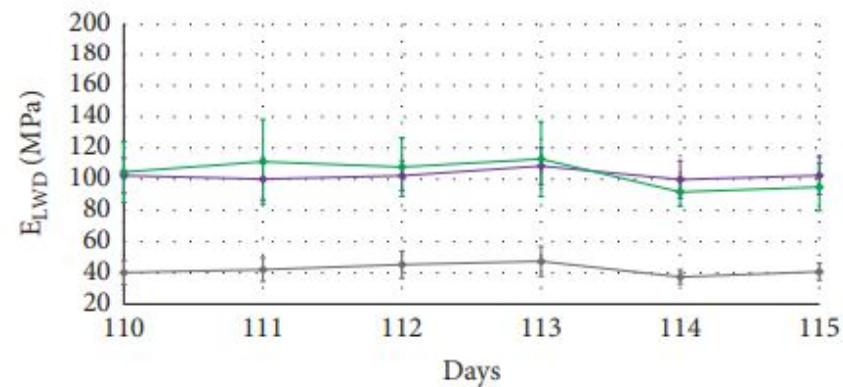
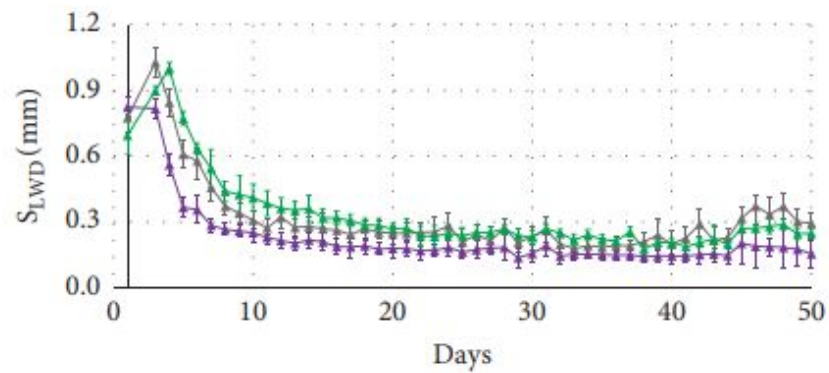
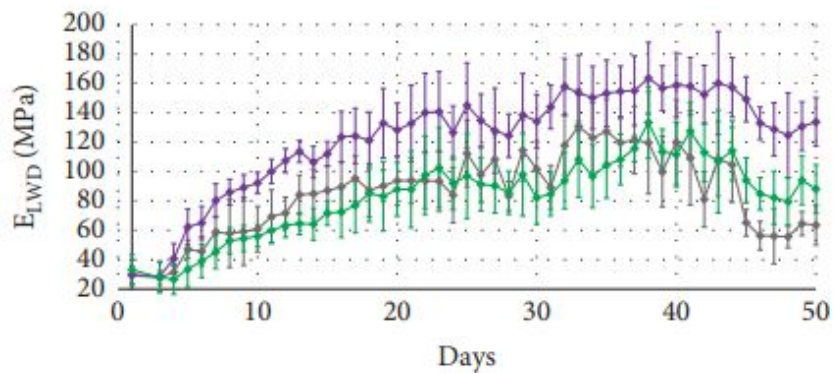
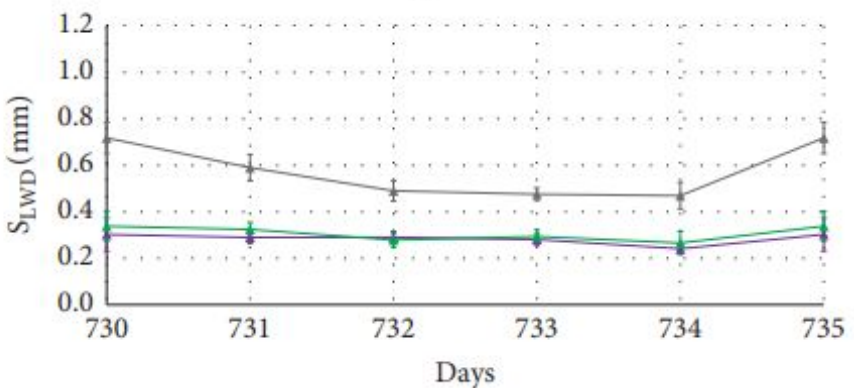
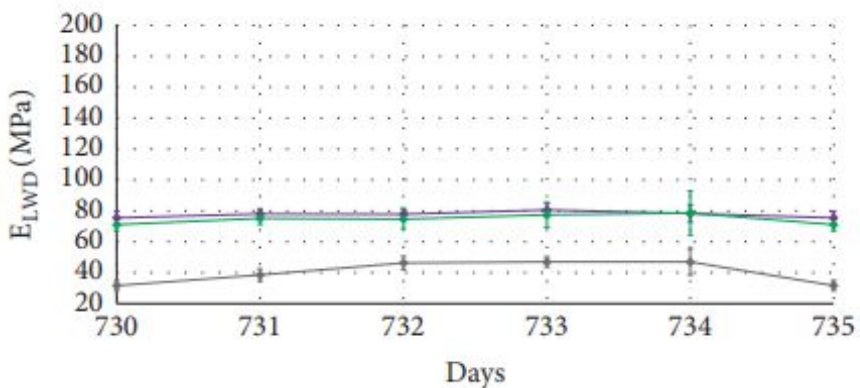
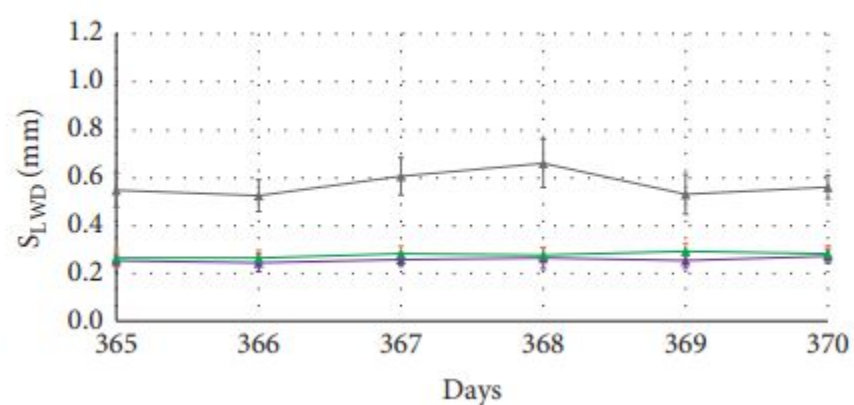
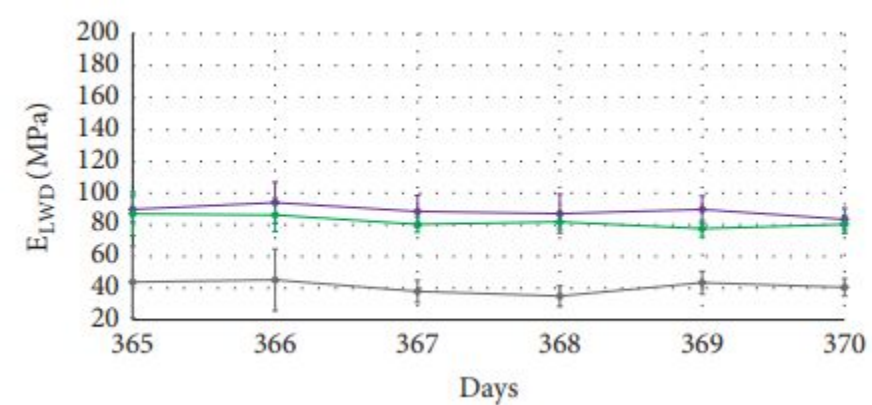


FIGURE 6: Components of the LWD and DCP used in the field test [56, 57].



—▲— untreated
—▲— P-based
—▲— L-based



- ▲— untreated
- ▲— P-based
- ▲— L-based

Lindås kommune forsterker veier med "trelim"

Lindås kommune sin vegavdeling startet i 2015 et prøveprosjekt med forsterkning av veier med dårlig bæreevne. Negativt fokus på Kleivdalsveien grunnet dens dårlige standard gjorde veien til en perfekt kandidat.

Tekst: Rune Kilen, avdelingsleder veg, Lindås kommune



Avdelingsleder Rune Kilen og vegingeniør Ketil Mikkelsen inspiserte det uskadde veidekket etter forsterkningstiltaket. Stedet som bildet er tatt fra var et av de svakestene ut i fra resultatene fra bæreevne målingene. Foto: Rune Kilen i Lindås kommune

Kilde:

<https://www.kommunalteknikk.no/lindas-kommune-forsterker-veier-med-trelim.6119325-40825.html>

Tiltak på delstrekninger:

Sted	Tiltak	Bæreevne før (tonn)	Bæreevne etter (tonn)	Diff %
0 - 862 m	Kun asfaltering	10,7	13,4	2,7
862 - 2080 m	Dybdestabilisering og asfaltering	7,9	8,8	0,9
2080 - 2350 m	Masseutskifting (50cm), fiberduk og triaksialt geonett, lagt tilbake stedelig masse, dypstabilisert og asfaltert	8,8	8,7	-0,1
2350 - 3293 m	Dybdestabilisering og asfaltering	8,1	9,3	1,3
3293 - 4857 m	Masseutskiftet, forsterket med ca 30 cm ny grus og asfaltert	13,4	11,1	-2,3

Observasjoner april 2018

Veien ble synfart sist av vegavdelingen i april 2018, altså knapt 2 år etter forsterkningstiltaket. Og observasjonen gir noen interessante resultater; på strekningen der det kun ble lagt nytt toppdekke, og der vi oppnådde høyest teoretisk bæreevne – der har vi fått den største skadeutviklingen på veidekket, hovedsakelig i form av langsgående telesprekker i midten av veien. (se bilde neste side)

På resten, der vegen ble dypstabilisert med Lignin har vi omtrent ingen skader, og i alle fall ingen skader som følge av telehiv.



Nærmest viser telesprekker på delstrekket som kun ble nyasfaltert. Dypstabiliseringen startet ved markerte røde punkter. Foto: Rune Kilen Lindås kommune

Mechanical and freezing behavior of quarry waste sands stabilized with two nontraditional additives

Benoit Loranger^a  , Diego Maria Barbieri^{a b} ,
Karlis Rieksts^a , Jonas Økern^{a c} ,
Siri Sisselsdotter Stolpestad^a , Inge Hoff^a , Elena Scibilia^a 

- Materialer: 0/4 steinbruddsavfall
- Forsøk: Treaksialtesting og frostsensitivitet (telegare)
- Resultater: høy økning i stivhet, reduksjon mot permanente deformasjoner og **reduksjon av frostsensitivitet med 47 - 100 %**

Cold Regions Science and Technology

Volume 221, May 2024, 104168

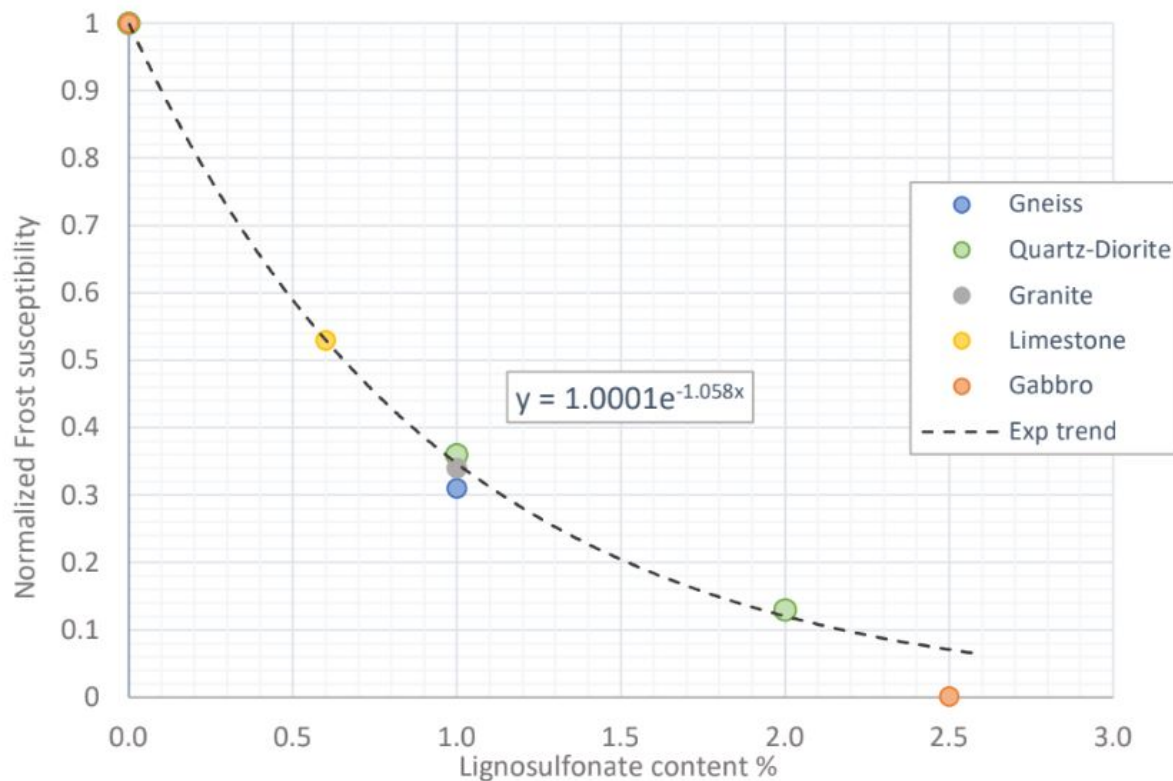


Normalisert Frostsensitivitet

Forholdet mellom
lignosulfonatinnhold og
frostsensitivitet

Testet på 5 ulike materialer;
**alle materialene følger samme
trend**

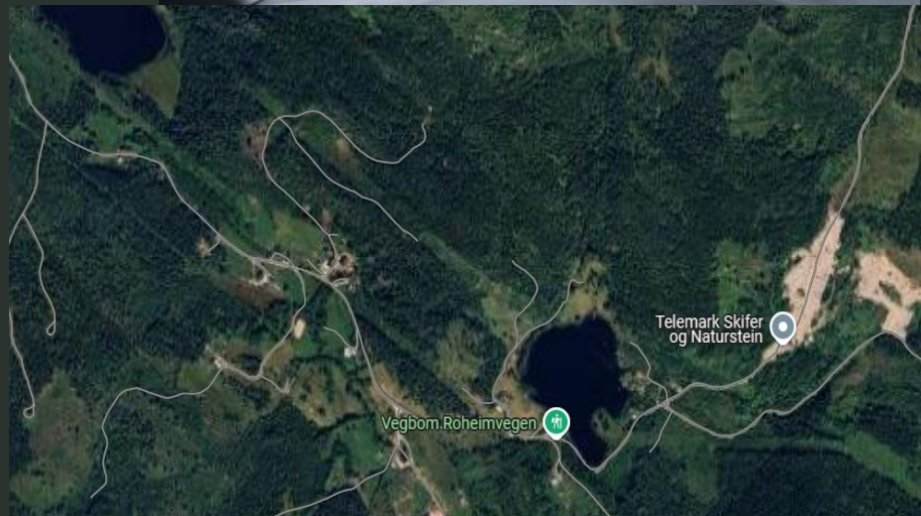
Resultatene er i tråd med
observasjoner på vegprosjekter;
**fravær av dekkeskader som følge
av tele**



Roheimvegen - Kv. 1081

- Bø kommune, Midt telemark
- Lengde: 3,9 km
- Første vegprosjekt hos Carbon Crusher gjennomført i 2006
- Benyttet **ikke knusefres**, men en **stabfres** som gikk ned 15 cm i dybde
- Stor variasjon av materialer på strekningen: Alt fra storstein til sand, silt, myr og grus

Trafikksituasjon: andel ÅDTT fra et skiferbrudd i enden av vegen, og aktiv hogst med tømmertransport på vegen.



DoV Bø kommune om Roheimvegen (Kv. 1081)

Drift- og vedlikehold før tiltak:

- Ofte ukentlig sporadisk vedlikehold
- Kollaps av vegkropp der veien måtte bygges opp igjen
- Tetting av slaghull ble ofte gjennomført av beboere
- Grusing gjennomført på jevne mellomrom

Drift- og vedlikehold etter tiltak:

- Årlig rutinemessig vedlikehold:
 - Høvling
 - Påføring av 4 tonn Kalsiumklorid (CaCl) for støvbinding på våren
- Veien har blitt gruset én gang i 2020, 1200 tonn med grus
 - Utgjør et gruslag på ca 10 cm

Kommunen bruker nå i **~16 timer i året på vedlikehold (inkl. kjøring til veien)**

Kvalitet – økt funksjonell levetid

Region midt
Ressursavdelingen
Lab- og vegteknologiseksjonen
2017-10-31



Vegteknologi

Stabilisering av bærelag med DUSTEX
Oppfølging av FOU rapport nr. 2008003393-1

FV 304, FV 181, FV 302, FV 160 og FV 286

Ressursavdelingen



Statens vegvesen: Stabilisering av bærelag med DUSTEX

Oppfølging av FOU rapport nr. 2008003393-1
2017

Oppfølging 5 veier, totalt 17 km fylkesveg:

- Prosjekter fra 2002 – 2006
- Opprinnelig grusveger forsterket med lignin
- Målt spordannelse og nedbøyningsmålinger

Konklusjon:

- 4 av 5 strekninger tilfredsstillende N200 krav til “normal dekkelevetid”
- Stabil bæreevne etter 11–15 år
- **19 års forventet levetid**

Nye regler for anskaffelser har som formål å:



The screenshot shows the official website of the Norwegian Government (Regjeringen.no). The header is dark blue with the Norwegian coat of arms on the left, the text 'Regjeringen.no' in the center, and a search bar on the right. Below the header is a navigation bar with links for 'Tema', 'Dokument', 'Aktuelt', 'Departement', and 'Regjering'. The main content area has a breadcrumb trail: 'Forsiden • Aktuelt • Pressemeldinger'. The headline reads: 'Historisk endring: Nå skal klima og miljø vektes minst 30 % i offentlige anskaffelser'. Below the headline is the text: 'Pressemelding | Dato: 04.08.2023'. The body of the text states: 'Det offentlige kjøper varer og tjenester for rundt 740 milliarder kroner i året (SSB 2023). Nå skjerper regjeringen kravene for å ivareta klima- og miljøhensyn ved offentlige anskaffelser, slik at det offentlige må legge betydelig større vekt på klima- og miljøhensyn.'

- Sikre lang levetid på prosjekter
- Øke bruk av materialer med lav klimabelastning
- Redusere CO2 Utslipp
- Stimulere sirkulærøkonomi, Gjenbruk og resirkulering av materialer
- Carbon Crusher sin metode tilfredsstiller alle kriterier

EPD på vår prosess – registrert 30 nov. 2023



Global Program Operator

Environmental Product Declaration

In accordance with ISO 14020, ISO 14025 and EN15804+A2

Carbon Crusher Bio-Road

Method for Road Rehabilitation with Bio-Binder





The Norwegian
EPD Foundation

Owner of the declaration:
Carbon Crusher AS

Product name:
Carbon Crusher Bio-Road - rehabilitation method with Bio-binder

Functional unit:
One square meter (=11 sq. ft) of rehabilitated road divided by 20 years of estimated service life (ESL) of the road after the rehabilitation.

Product category (PCR):
NPCC Part A:2021 Construction products and services. Version 2.0 and C-PCR-012 for rehabilitation of highways, streets and roads. Version 2021-07-09.

Program holder and publisher:
The Norwegian EPD foundation

Declaration number:
NEPD-5450-4580-EN

Registration number:
NEPD-5450-4580-19

Issue date: 30.11.2023

Valid to: 30.11.2028

Totale utslipp etter **hele** prosessen (A1 – C4)

Utarbeidet av **Norsus**

= netto **-5,5 kg CO2 per kvm vei**

Takk!



Robert Dyke

Head of Research at Carbon
Crusher

robert@carboncrusher.com

