

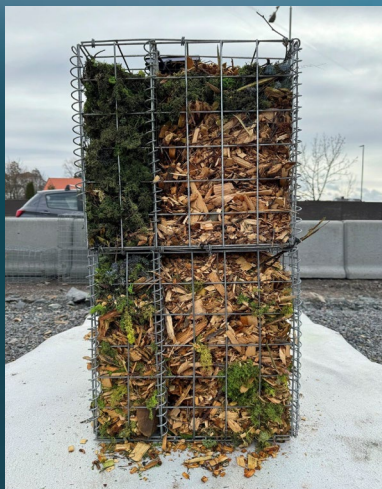
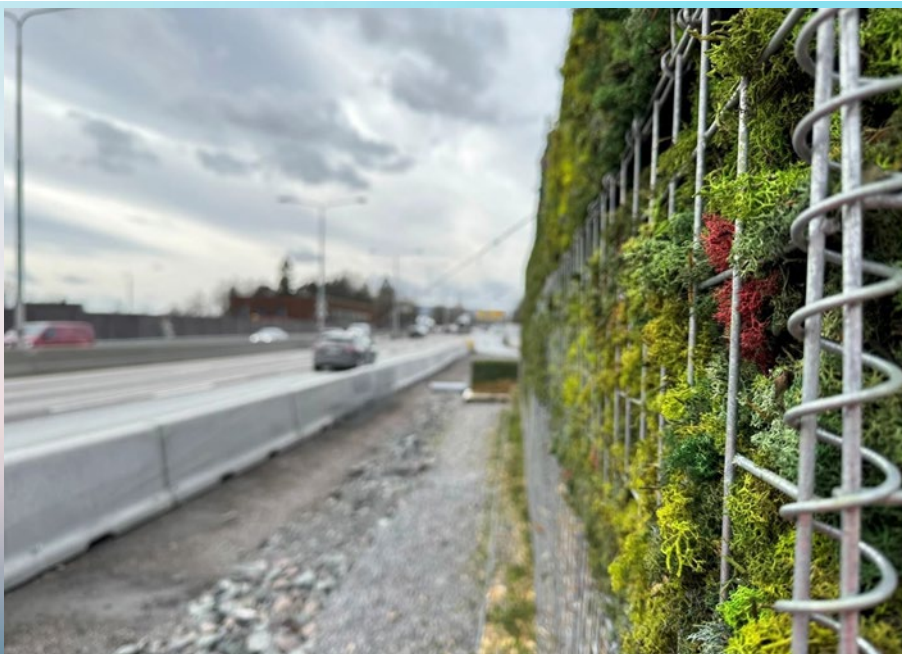


NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Ecostrada miljøskjermer utplassert på Ramstadsletta ved Høvik langs E18 i 2024

Forsøk på utvasking og påvisning av veistøv fra fyllmaterialene og
litteratur på støvinnfangning med harpiks



TITTEL/TITLE

Ecostrada™ miljøskjermer utplassert på Ramstadsletta ved Høvik langs E18 i 2024

Forsøk på utvasking og påvisning av veistøv fra fyllmaterialene og litteratur på støvinnfangning med harpiks

FORFATTER(E)/AUTHOR(S)

Roald Aasen

DATO/DATE:	RAPPORT NR./ REPORT NO.:	TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY:	PROSJEKTNR./PROJECT NO.:	SAKSNR./ARCHIVE NO.:
12.12.2024		Lukket	53514,7	24/00XX.
ISBN:		ISSN:	ANTALL SIDER/ NO. OF PAGES:	ANTALL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES:
			20	

OPPDRAUGSGIVER/EMPLOYER:

Ecostrada AS

KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:

Frederick Schaefer

STIKKORD/KEYWORDS:

Miljøskjermer, veistøv, støv fra anleggsområde, dekkstøv, kvae og harpiks som støvbindemidler

Environmental screens, road dust, dust from construction sites, tire dust, resin as dust binders

FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK:

Miljøskjermer støvskjerming veistøv dekkstøv harpiks som støvbinder

Environmental screens, road dust, tire dust, resin as dust binders

Ecostrada™ er et register varemerke (Trade Mark) for Ecostrada AS og navnet kan ikke benyttes uten tillatelse fra rettighetshaver. Denne rapporten med innhold er Ecostrada sin proprietære eiendom og beskrevet teknologi, råvarer og komponenter eller deler av dette kan ikke benyttes uten tillatelse fra Ecostrada AS. Rapporten kan ikke publiseres eller på andre måter formidles, helt eller delvis, uten tillatelse fra Ecostrada AS. Vi gjør deg oppmerksom på at videresending, kopiering, distribuering, eller urettmessig bruk av innholdet i denne rapporten er forbudt. Opphavsrett © Ecostrada AS 2022.

LAND/COUNTRY:

Norge

FYLKE/COUNTY:

Akershus

KOMMUNE/MUNICIPALITY:

Bærum

STED/LOKALITET:

Ramstadsletta, Høvik

GODKJENT /APPROVED

ERIK JONER, AVDELINGSLEDER



PROSJEKTLEDER /PROJECT LEADER ROALD AASEN



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

1.1 Kort om tidligere prosjekt og bakgrunn for undersøkelsen

NIBIO ble i 2021 forespurt om å være FoU partner for Ecostrada AS i et forprosjekt innen Norges forskningsråds program; Forskningsbasert innovasjon i regionene, FORREGION. Et tilsagn på kr 200.000 inkludert merverdiavgift ble gitt av Innlandet fylkeskommune den 15. juni 2021 for prosjektet Ecostrada – Capturing roadside pollution med søknadsnummer ES691899 og prosjektnummer 328983 og en rapport på arbeidet ble levert 28.03.2022 med tittel: Ecostrada – Capturing roadside pollution. Forprosjekt for konseptutprøving av Miljøskjermer av hogstavfall fra gran med ISSN 2464-1162 og saksnummer 22/00303 i NIBIO.

Selskapet Ecostrada AS arbeider med å utvikle og utprøve miljøskjermer til reduksjon av støv og støv langs ferdselsårer. Miljøskjermene er et multifunksjonelt fleksibelt system hvor flere viktige funksjoner også kan inngå som grønne elementer i urbant miljø med beplantede vegger, vannfordrøyning, filtereffekter for mikroplast og metaller.

Ecostrada AS har i etterkant av prosjektet fra 2021 opprettholdt kontakt med NIBIO for videre oppfølgingen og utviklingen av konseptet og nye søknadsrunder. I april 2024 ble flere Ecostrada miljøskjermer utplassert på anleggsområdet på Ramstadsletta ved E18 på Høvik i Bærum kommune i samarbeid med Skanska og Vegvesenet. Formålet var å undersøke om miljøskjermene kan fange støv fra anleggsområdet og veistøv fra den sterkt trafikkerte seksfelts E18 motorveien som går langs anleggsområdet.

NIBIO ble i september forespurt av Ecostrada AS om å undersøke om veistøv kunne påvises i prøver fra de utplasserte miljøskjermene. Etter dialog med Fredrik Schaefer i Ecostrada ble det bestemt at støv i prøvene skulle forsøkes vasket ut med vann for å bestemme mengdene med støv som miljøskjermene har blitt eksponert for i utprøvningsperioden fra mai til september 2024

1.2 Prøvemottak og merking

Mandag 23. september 2024 mottok NIBIO seks prøver fra fyllmaterialer i Ecostrada skjermer som står til utprøving i byggeområdet ved E 18 på Stabekk i Bærum kommune. Prøvene kom i plastposer merket med klammer med ulike farger. Etter ankomst ble prøvene nummerert og gitt et beskrivende navn som vist i tabell 1. Prøvene ble lagret mørkt på kjøll ved 4 °C før videre analyser. Figur 1 viser prøvene slik de ble levert og figur 2 viser prøvene pakket opp og navnsatt.

Tabell 1 viser merking og navn på seks prøver av fyllmaterialer fra Ecostrada miljøskjermer som står til utprøving i byggeområdet for E 18 på Ramstadsletta ved Høvik i Bærum kommune.

Prøve	Farge på klemme	Navn på prøve
1	Orange	Farget krull m litt flis
2	Lysegrønn	Flis og krull
3	Gul	Flis og krull med fiberduk
4	Blå	Gammel grot
5	Asurgrønn	Krull og flis, ubrukt
6	Ingen klemme	Farget krull, ubrukt



Figur 1 viser bilder av prøvene levert med ulike fargede klemmer.



Figur 2.1-6 viser bilder av prøvene 1-6 navnsatt og pakket opp.

1.3 Vasking av prøvene i karusell og oppsamling av bunnfall i vaskevannet

Fra prøvene ble det tatt ut fra 150 til 400 g våtvekt prøve som ble lagt i 5 liters bøtter med snapplokk sammen med 2000 g Millipore ionebyttet, omvendt osmoserenset og filtret vann (tabell 2). Bøttene ble montert på en karusell og rotert ved 11 rpm i 5 timer ved romtemperatur på om lag 23 °C som vist i figur 2.

Tabell 2 viser innveining av prøvematerialer og vann for utvasking av veistøv i en karusell

Prøve	Navn på prøve	g våtvekt prøve	g vann
1	Farget krull m litt flis	300	2000
2	Flis og krull	400	2000
3	Flis og krull med fiberduk	245	2000
4	Gammel grøt	200	2000
5	Krull og flis, ubrukt	185	2000
6	Farget krull, ubrukt	150	2000



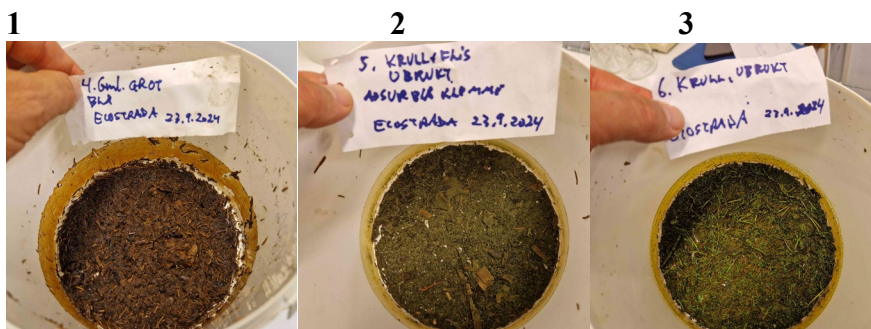
Figur 2 viser prøvene montert på karusellen. Bøttene ble fylt med prøvemateriale og 2 liter vann og rotert i 5 timer ved 11 rpm.

Etter snurring i karusellen stod bøttene natten over for mulig sedimentering. Så mye av prøvematerialet som mulig ble løftet ut av bøttene og vannet i prøvematerialet ble klemt ut over en 4 mm sikt ned i bøttene. Vaskevannet var tydelig blakket i prøve 2 og 3. I prøve 1 og 6 var vannet farget av krullen i prøvene (figur 3). Blakket vann oppstår typisk når vannet inneholder leirpartikler eller andre små partikler som svever rundt i vannet og dermed gir en annen lysbrytning enn i rent vann.

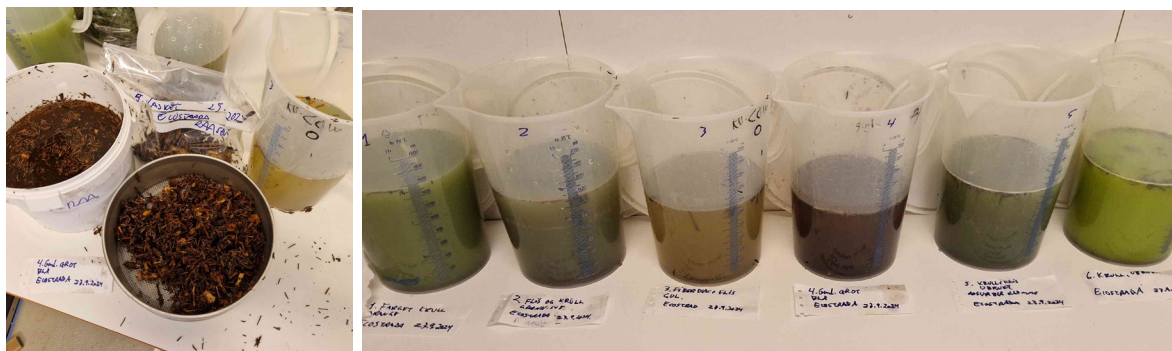


1 2 3
4 5 6
Figur 3 viser bilder av prøvene 1-6 i vaskevannet etter vask i karusell. I prøve 2 og 3 var vannet tydelig blakket.

Deretter ble så mye som mulig av vann dekatert av bøttene ned til synlig sediment og grums på bunn av bøttene. Dette bunnfallet ble så tørket på 105 °C i 5 dager i bøttene til alt vannet var tørket inn (figur 4). Det tørkede bunnfallet ble skrapet ut av bøttene og samlet opp for videre arbeid. Vannet som ble dekantert av bøttene ble satt til videre sedimentering natten over i 2 liters målebeger (figur 5).

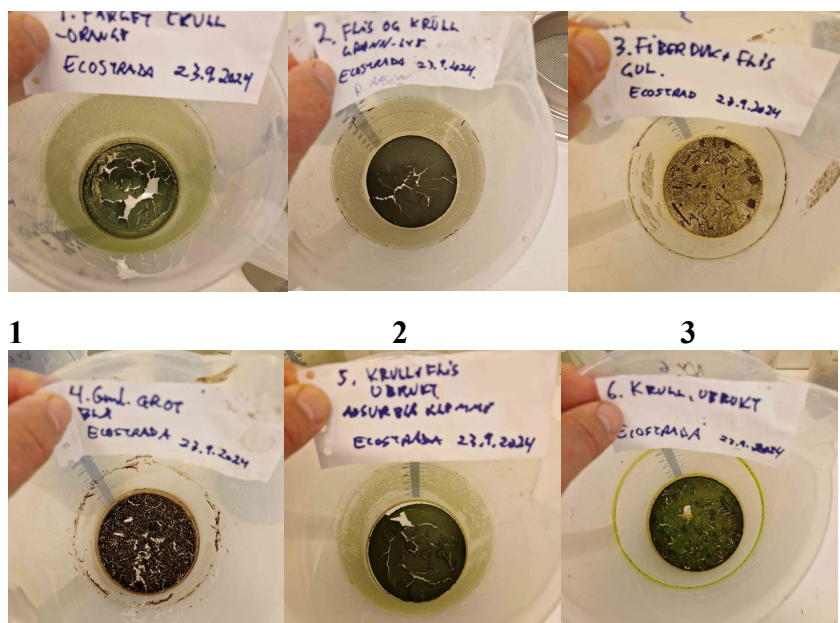


1 2 3
4 5 6
Figur 4.1-6 viser bilder av tørket bunnfall ved 105 °C etter vasking av prøvene 1-6 i karusell.



Figur 5 viser til venstre avrenning av vaskevannet fra en prøve over en 4 mm sikt. Til høyre sedimentering i 2 liter målebeger av vannet som ble dekantert av bøttene.

Etter sedimentering i målebegerne ble også vannet her dekantert av ned til synlig bunnfall. Det dekanterte vannet fra målebegerne ble ikke analysert videre. Målebegerne med bunnfallet ble tørket på 105 °C. De tørkede restene dannet tørre tynne flak (figur 6).



Figur 6.1-6 viser bilder av tørket bunnfall ved 105 °C fra vaskevannet som ble dekantert av fra bøttene etter karusellvasking av prøvene 1-6.

1.4 Sikting og fraksjonering av tørket bunnfall fra vasking av prøvene

Etter samtaler med oppdragsgiver ble det avtalt å sikte de tørkede prøvene for om mulig påvise anleggs- og veistøv i prøvene.

Det var ikke mulig å sikte de tørkede flakene fra andre gangs bunnfelling fra 2 liters målebegerne, da materialet i tørkerestene hang så godt sammen at flakene klumpet seg sammen til baller ved forsøk på sikting på 1 mm rutet ståltrådsikt.

Tørket bunnfall fra vaskebøttene ble først siktet over en Retch 1 mm rutet sikt med ståltråd og deretter over en finmasket sikt på 0,212 mm ned på en glassplate. Vekten i g av fraksjonene <0,212 mm og 1-0,212 mm, forholdet mellom siktefraksjonen og våtvekten av innveide prøver i g/g og i % av våt prøve er vist i tabell 3.

Tabell 3 viser siktefraksjonene fraksjonene <0,212 mm og 1-0,212 mm av tørket bunnfall etter vasking av prøvene i karusell. Bilder av fraksjonen er vist i figur 7.

Prøve nr	Provenavn	Fargemerking prøver	Innveid, våtvekt g	Vaskevann g	Fraksjoner fra sedimenter etter vasking, 105°C tørket g		g fraksjon pr g våt prøve		% g fraksjon av g våt prøve	
					<0,212 mm	0,212-1,0 mm	<0,212 mm/våt prøve	0,212-1,0 mm/våt prøve	<0,212 mm/prøve	0,212-1,0 mm/våt prøve
1	Farget krull	orange	300	2000	0,1198	1,6942	0,00040	0,00565	0,040 %	0,565 %
2	Flis og krull	lysegroønn	400	2000	0,5458	2,4280	0,00136	0,00607	0,136 %	0,607 %
3	Flis og krull m fiberduk	blå	245	2000	0,3856	1,8041	0,00157	0,00736	0,157 %	0,736 %
4	Gammel grot	gul	200	2000	1,2302	6,3833	0,00615	0,03192	0,615 %	3,192 %
5	Krull, flis og grot, ubrukt	asur grønn	185	2000	0,5126	3,7940	0,00277	0,02051	0,277 %	2,051 %
6	Krull, ubrukt	klar plastpose	150	2000	0,5404	5,8090	0,00360	0,03873	0,360 %	3,873 %

Tabell 3 viser at siktefraksjonen < 0,212 mm utgjør mindre enn 1 % av våtvekten i alle prøvene mens fraksjonen 1-0,212 mm utgjør fra 0,6 til 3,9 % av våtvekten.

Ut fra disse prøvene viste målingene at det ikke var mer finstøv i prøver fra fyllmassene fra miljøskjermene som stod til utprøving langs E18 (prøve 1-4), enn prøvene 5 og 6 som ikke har blitt brukt som fyllmaterialer. Noen flere forhold må vurderes før en konklusjon kan trekkes ut fra dette alene:

- Dette er en innledende undersøkelse uten gjentak av analysene og kun med et prøveuttak.
- Det foreligger ikke noen kjente målinger på hva støveksponeringen på miljøskjermene har vært i utplasseringsperioden.
- Prøvene av brukte og ubrukke fyllmaterialer var ikke ensartet like eller fra samme tillaging når miljøskjermene ble fylt. Prøve 6 inneholdt kun grønnfarget krull mens prøve 1 inneholdt hadde krull av ulike farger.

Når fyllmaterialene i utgangspunktet er lite homogent, det vil si at materialene består av varierende blandeforhold av krull og grot, og grot og krull er heller ikke homogene materialer, er det vanskelig å prøveta materialet for sammenligning. Groten vil for eksempel variere i størrelse på flis og andre rester etter skogshogst samt innhold av jord og torv blant annet.

Bilder av siktefraksjonene fra prøvene mot en glassplate er vist i figur 7. Bilder av de tørkede og siktede bunnfraksjonene er vist i figur 8.



Figur 7 viser bilde av siktefraksjoner på en glassplate. Sikten var på 0,212 mm og fraksjonen 1-0,212 mm ligger igjen i sikten. På glassplaten er støv mindre enn 0,212 mm. Opp til venstre på bildet er en fraksjon > 1 mm.



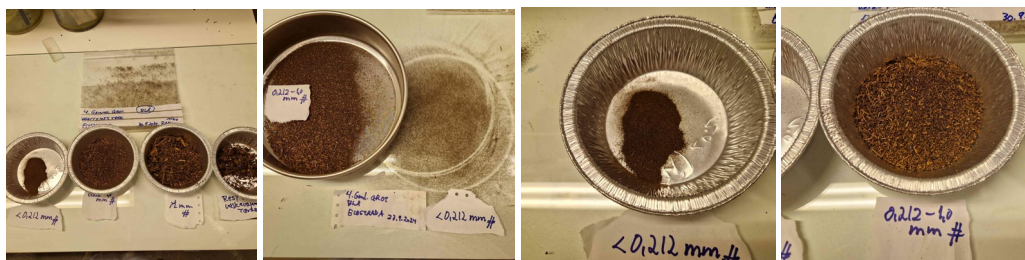
8.1: a) Prøve 1 farget krull. b) <0,212 mm på glassplate c) <0,212 mm d) 0,212-1,0 mm



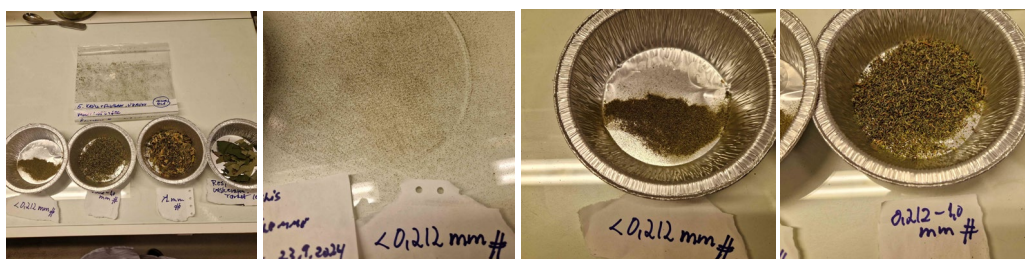
8.2: a) Prøve 2 Flis og krull. b) <0,212 mm c) 0,212-1,0 mm



8.3: a) Prøve 3 Flis og krull m fiberduk b) <0,212 mm på glassplate c) 0,212-1,0 mm



8.4: a) Prøve 7 Gammel grot b) <0,212 mm på glassplate c) <0,212 mm d) 0,212-1,0 mm



8.5: a) Prøve 5 Ubrukt krull og grot b) <0,212 mm på glassplate c) <0,212 mm d) 0,212-1,0 mm



8.6: a) Prøve 6 Ubrukt krull b) <0,212 mm på glassplate c) <0,212 mm d) 0,212-1,0 mm

Figur 8.1-6 viser bilder av siktefraksjoner (a, b, c og d) av tørket bunnfall etter vasking av prøvene fra fyllmasser i Ecostrada miljøskjermer.

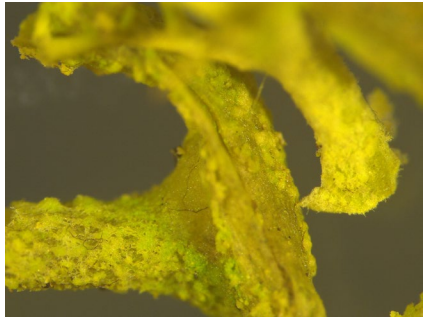
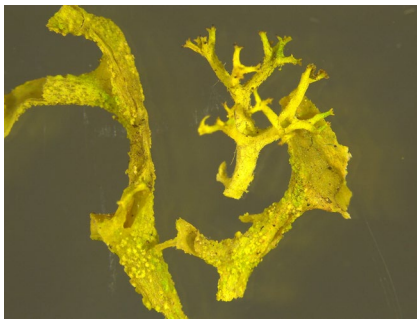
Alle prøvene fra fyllmaterialer til miljøskjermene hadde sikterester etter vasking og sedimentering. Sikterestene var alle mørkebrun til svart på farge. Sikterestene så ikke ut som støv fra mineraler som stein og kjentes ikke ru mellom fingertuppene.

Noen av flisene kjentes ru ut på overflaten når de ble undersøkt, omtrent som veldig fint sandpapir.

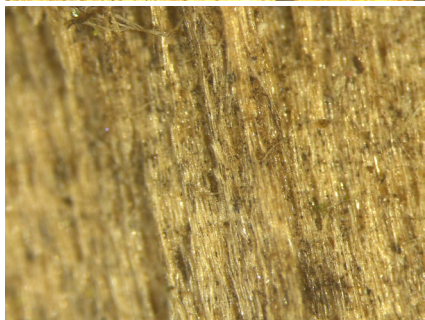
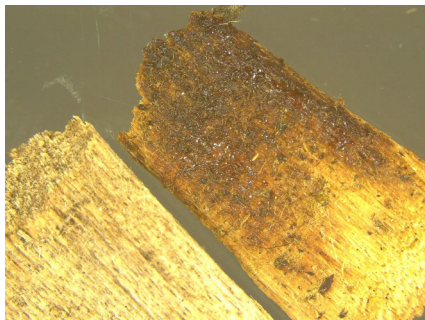
Etter ønske fra NIBIO og etter samtale med Ecostrada, ble sikterestene derfor undersøkt videre under lupe for å kunne si noen mer om hva sikterestene bestod av.

1.5 Undersøkelser av prøvene under lupe

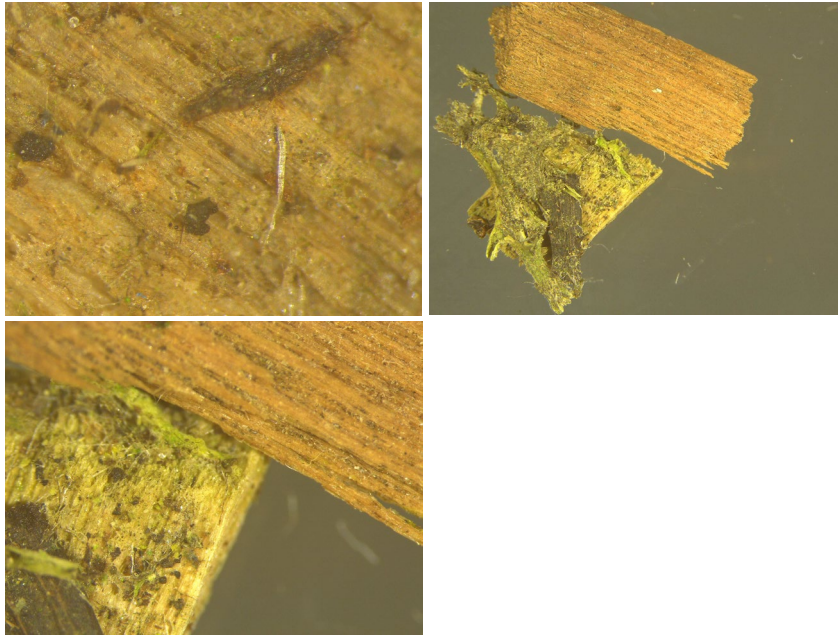
For å undersøke om prøvene fra fyllmassene til de utplasserte miljøskjermene inneholdt anleggs- og veistøv som ikke ble vaske ut ved denne metoden, ble tørket materiale fra bunnfellingen etter vaskingen undersøkt i lupe og tatt bilder av (figur 9).



<p>1) Prøve 2: Grot og krull, vasket, 10X. Bildet viser tupp av barnål og trefliser</p>	<p>2) Prøve 3: Krull m fiberduk, vasket, 8X. Bildet viser farget Kvitkrull, en lav art</p>	<p>3) Detalj av krull fra 2) med svarte partikler, 25X. Tynne svarte tråder kan være hyfer.</p>
---	--	---



<p>4) Prøve 3: Flis og krull m fiberduk, vasket, 8X. Bilde av samme flis delt i to med en lys og en mørk side.</p>	<p>5) Prøve 3: Detalj av 4) 32X. Gylden kvae på flis med svarte partikler med uregelmessige form</p>	<p>6) Detalj av 4). 32X. Overflate med trefibrer med svarte partikler</p>
--	--	---



7) Prøve 2. Svarte partikler med uregelmessige form på flis, 25X.	8) Prøve 5 Ubrukt krull, flis og grot, vasket: Treflis og krull 25X.	9) Detalj av 8). 32X. Overflater med svarte partikler.
---	--	--

Figur 9.1-9 viser bilder av fyllmateriale fra Ecostrada miljøskjermer tatt i stereolupe. X angir ganger forstørrelse.

Det ble observert svarte partikler på overflatene av prøvene når disse ble undersøkt i en stereolupe (figur 9). Partiklene var av ulik størrelse. Noen var små mens andre igjen var større. De store svarte partiklene hadde ofte en irregulær form med spredte glinsende felt på overflaten under vanlig lys. Et eksempel på denne observasjonen kan delvis sees i figur 9.7 på en mørk partikkel midt på og helt til venstre i bildet.

De mindre svarte partiklene ble observert på overflater, mellom og oppå trefibrer som vist i figur 9.6 fra en treflis og figur 9.3 på en bit av krull (lav).

Det ble også observert svarte partikler på prøve 5 fra ubrukt fyllmaterial, se figur 9.8 og detaljbilde i figur 9.9 som viser partikler på en flis. Siden denne prøven ikke skal ha blitt eksponert for veistøv, kan det tyde på at de svarte partiklene kan være annet enn veistøv, for eksempel jord.

Figur 9.4 viser en flis som har en side delvis dekket av kvaen. Kvaen framstår som gylden i farge. Svarte irregulære partikler kan også observeres oppå kvaen (figur 9.5).

Partiklene som antas å være veistøv var ofte svarte og glisende under vanlig lys i lupe. Formen på disse partiklene var irregulære, det vil si at de framstår som med spisse kanter i tilfeldig form. Partikler som stammer fra eller er biologiske slik som soppsporier, gjærceller og pollen har alle regelmessige gjenkjennbare former.

Svevestøv fra vei deles ofte inn etter partikkelstørrelsen. Tabell 4 viser en slik inndeling.

Tabell 4. Tabellen viser inndeling etter partikkelstørrelser av svevestøv fra veitrafikk

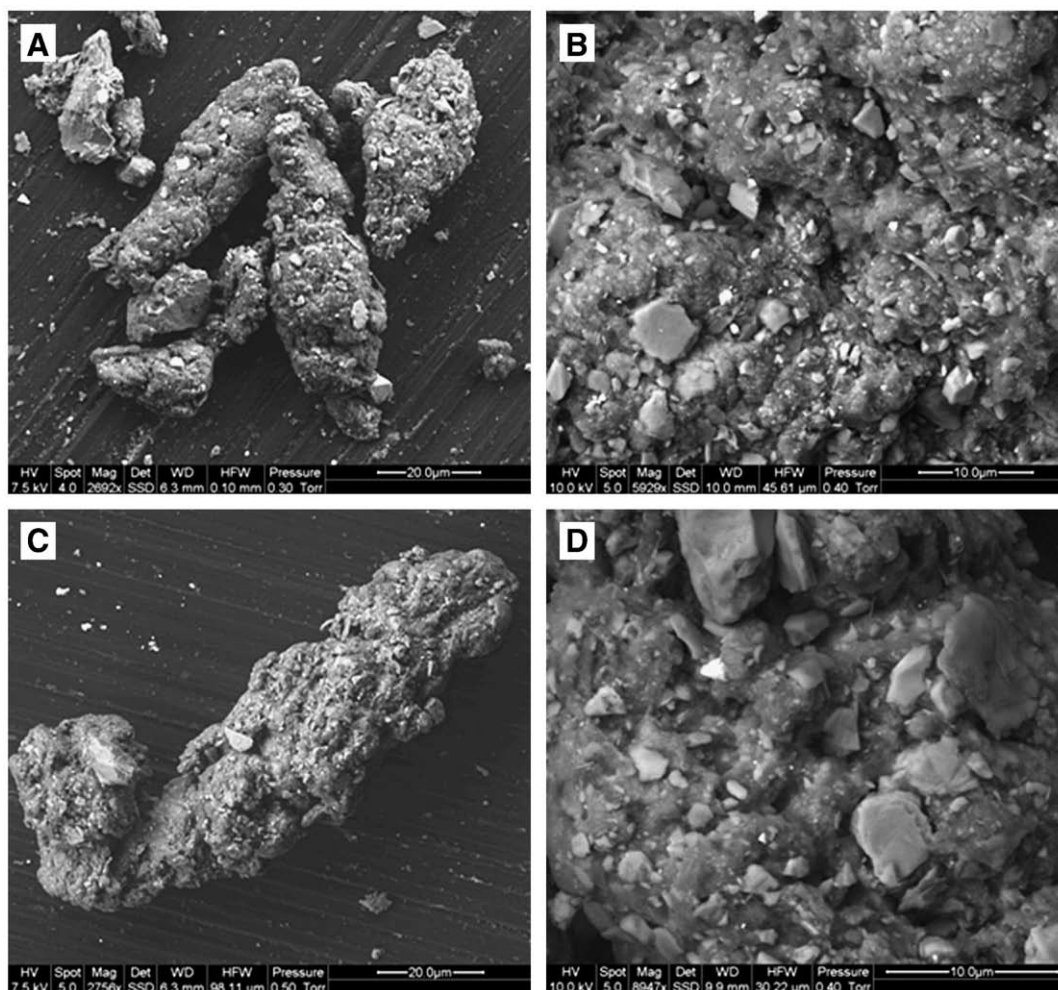
Partikkeltype	Størrelsesområde	Kilder	Referanser
PM10	< 10 µm	Vei-slitasje, dekkslitasje, bremsesklosser, oppvirvlet støv	Amato et al. (2014) "Urban road dust" [1]; Pant & Harrison (2013) "A Review of Airborne Particles" [2]
PM2.5	< 2.5 µm	Kjøretøyeksos, fin dekkslitasje, forbrenningspartikler	Grigoratos & Martini (2015) "Brake wear" [3]; Querol et al. (2004) "Sources of PM in European Cities" [4]
Ultrafine partikler (UFP)	< 0.1 µm	Diesel eksos, forbrenningsprosesser	Morawska et al. (2008) "UFP from road transport" [5]; Kumar et al. (2014) "Sources and concentrations of UFPs" [6]
Grove partikler	10-100 µm	Større partikler fra vei- og dekkslitasje, jord	Amato et al. (2014) "Urban road dust" [1]; Pant & Harrison (2013) "Review of Particulate Matter" [2]

Referanser [1-6]:

- 1: Amato, F. et al. (2014). *Urban road dust: Physicochemical characterization and PM10 contribution in Barcelona* – *Atmos. Environ.* 83: 277–288.
- 2: Pant, P. & Harrison, R.M. (2013). *A Review of the Sources and Concentrations of Particulate Matter in the Urban Atmosphere* – *Atmos. Environ.* 77: 784–804.
- 3: Grigoratos, T. & Martini, G. (2015). *Brake wear particle emissions: a review* – *Environ. Sci. Pollut. Res.* 22, 2491–2504.
- 4: Querol, X. et al. (2004). *Speciation and origin of PM10 and PM2.5 in selected European cities* – *Atmos. Environ.* 38(38), 6547–6555.
- 5: Morawska, L. et al. (2008). *Ultrafine particles from traffic emissions and their influence on air quality in urban areas* – *Atmos. Environ.* 42(35): 8113–8138.
- 6: Kumar, P. et al. (2014). *The rise of low-cost sensing for managing air pollution in cities* – *Environ. Int.* 75, 199–205.

Under lupe ble det observert hyfer på flere av prøvene. Hyfene fra sopp framstod som tråder på bildene som vist i på bilde av krull i figur 9.3. I tabell 4 oppgis veistøvparkiklene PM_{2,5} til å være omtrent så store som hyfer fra sopp. Dersom bredden på hyfene brukes som sammenligning på størrelsen til de observerte svarte partiklene, viser dette at partiklene størrelsesmessig kan være fra veistøv og fra bildekk. Grove partikler fra vei og dekk som er mellom 10-100 µm kan også stemme med de største svarte partikler som ble observert på prøven under lupe (figur 9).

Bilder av veistøv og dekkstøv tatt med skanning elektronmikroskop, SEM, er vist i figur 10. Bildene viser partiklenes irregulære form. Bildene viser også mindre partikler med rette flater på overflaten av de store partiklene. Det kan være slike mindre partikler som gir den glisende effekten som ble observert på de større svarte partiklene i prøvene når disse ble undersøkt under lupe.



Figur 10. Bilder av vei og dekkstøv tatt med SEM. A er partikler fra vei. C er partikler fra dekk. Størrelse er vist med målestokk nederst på bildene. Hentet fra Kreider *et al. Science of the Total Environment* 408 (2010) 652–659.

Partikler av organisk materiale kan også ha irregulære former. Prøvene i denne undersøkelsen kan inneholde både jord- og kvaepartikler som kan ha irregulære former. For å bestemme om de observerte svarte partiklene er veistøv, kan partiklenes elementsammensetning av grunnstoffer analyseres ved røntgenrefleksjonsmålinger i elektronmikroskop (X-ray reflection) eller ved FTIR mikroskop (Fourier-transformasjonsinfrarød spektroskopi). Partikler fra veistøv vil ha en annen kjemisk sammensetning enn biologisk materiale og derfor skille seg ut fra flis, grot og farget krull som fyllmassene i miljøskjermene består av. Det var ikke satt av tid eller midler for en slik bekreftelse innenfor denne undersøkelsen.

1.6 Diskusjon av resultatene

Blakket vaskevann tyder på at bygge- og veistøv finnes i prøvene fra miljøskjermene som er utplassert til utprøving langs E18. Det var imidlertid vanskelig å påvise dette støvet i de tørkede bunnfellingene etter vasking av prøvene. Sedimentasjonstid bør forlenges til vaskevannet klarner helt for å fange opp de minste støvpartiklene.

Dersom nye undersøkelser gjennomføres, kan sikterestene også glødes ved 550 °C for å fjerne alt organisk innhold. Prøver som har vært eksponert for veistøv vil kunne ha en høyere askerest som følge

av mineral (stein) støv enn asken fra upåvirkede prøver. Imidlertid vil alt organisk materiale i bildekk- og asfaltpartikler forsvinne ved gløding. Dette støvet utgjør en betydelig del av det totale veistøvet.

En annen ting som kanskje kunne vært vurdert var å ta glødetapsprøver av bunnfallet som ikke lot seg sikte for å se om askeresten var høyere for materialer som har vært eksponert for veistøv.

Det er ikke målt hvor mye anleggs- og veistøv Ecostrada miljøskjermene har blitt utsatt for langs E18. Det er derfor også vanskelig å si hvor mye støv som kan gjenfinnes i fyllmaterialene i miljøskjermene eller om skjermene har blitt eksponert for støv i betydelig grad. Miljøskjermene har vært utplassert i sommerhalvåret. Veistøvmengdene på sommerhalvåret er som oftes betydelig mindre enn på vinterhalvåret. Om vinteren vil stillestående luft gi høyre konsentrasjoner av veistøv. Bruk av piggdekk om vinteren øker også støvmengdene betydelig.

Grot fra hogst av bartre inneholder ofte mye kvaie, også kalt harpiks. Kvaie er en hydrofob (vannavstøtende) seigflytende væske som finnes naturlig i bartrær. Industriselskapet Borregaard, som utvinner ulike produkter fra tømmerstokker av bartre, markedsfører et produkt som de kaller Dustex. Dustex består av lignin fra grantrær og som brukes som støvbindemiddel på grusveier og annet (<https://www.borregaard.com/no/markeder/dust-control-road-stabilisation>). Støvet forblir bundet selv etter nedbør. Dersom fyllmaterialene som er benyttet i Ecostrada miljøskjermene har noe av de samme egenskapene ved støvbinding som Dustex, vil et utvaskingsforsøk som er utført i denne studien, bare påvise det utvaskbare støvet fra fyllmaterialene. Betydelig mengder støv kan derfor være igjen i fyllmassene selv etter langvarig vasking av materialene.

Ved mikroskopering og observasjon i lupe, bør prøver av materialer som har blitt eksponert for oppsamlet, ferdig karakterisert veistøv, brukes som referanse for på den måten å kunne gjenkjenne partikler av støv når prøvene observeres. Partikler som ble observert med lupe bør også størrelsesbestemmes for slik å kunne avgjøre om partiklene samsvarer med størrelsene til svevestøv fra vei. Partiklene som ble observert i denne undersøkelsen, kan derfor også være soppsporer, jord og sandpartikler (som også kan være svevestøv) samt biter av kvaie som finnes på fliser av grot.

Bruk av mikroskoper som kan utføre elementanalyse av enkeltpartikler direkte i prøvene kan være et alternativ for å påvise anleggs- og veistøv i materialet ved å gjenkjenne støvets spesifikke signatur.

De innledende undersøkelser av miljøskjermene i 2021-2, viste at fyllmassene tok opp tørket veistøv som var blitt samlet opp etter vask av veituneller (Figur 11) (R. Aasen, 2022: *Ecostrada – Capturing roadside pollution. Forprosjekt for konseptutprøving av Miljøskjermene av hogstavfall fra gran* med ISSN 2464-1162 og saksnummer 22/00303 i NIBIO). Det forventes derfor at de skjermene som står til utprøving langs E18 nå, vil ha de samme egenskapene og fange anleggs- og veistøv da fyllmaterialene er de samme som ved de innledende undersøkelsene.



Figur 11 viser fyllmaterialer av grot i Ecostrade miljøskjermer eksponert av tunelveistøv. Bildet hentet fra: R. Aasen, 2022: *Ecostrada – Capturing roadside pollution. Forprosjekt for konseptutprøving av Miljøskjermer av hogstaufall fra gran med ISSN 2464-1162 og saksnummer 22/00303 i NIBIO.*

1.7 Litteratur og diskusjon på harpiks som støvbinder og forhold i Ecostrada miljøskjermene som kan forlenge funksjonstiden til harpiks i skjermene

Etter å ha lest diskusjonen om kvae og harpiks på overflatene av flis fra groten som er benyttet i miljøskjermene, ønsket oppdragsgiver Ecostrada at et noe lengre kapittel om harpiks og dets bruksområder som bindemiddel for støv. Dette kapittelet er da tatt med i denne rapporten som en litteraturstudie.

Om kvae og harpiks

Kvae og harpiks har naturlige klebende egenskaper som gjør dem interessante som bindemidler for støv og partikler. De har vært brukt historisk i en rekke applikasjoner, og forskning har utforsket deres potensial som miljøvennlige alternativer til kjemiske bindemidler. Her er noen hovedpunkter om hvordan de kan brukes som bindemidler:

Naturlig klebende egenskaper

Kvae og harpiks fra trær, som ofte utvinnes fra gran eller furu, er klebende på grunn av deres naturlige innhold av terpenener og andre hydrokarbonforbindelser. Disse klebeegenskapene gjør dem i stand til å binde små partikler sammen, noe som kan redusere spredningen av støv og andre partikler i miljøet.

Bindemiddel i veistøvkontroll

Kvae og harpiks kan potensielt brukes til å redusere veistøv ved å binde støvpartikler og hindre dem i å sveve opp i luften. På den måten kan de brukes i form av en løsning eller spray på veier og grusområder som en naturlig støvkontrollmetode. Dette kan bidra til å forbedre luftkvaliteten, særlig i tørre områder med mye trafikk.

Reduksjon av mikroplast og forurensninger

I urbane miljøer og veistøv inneholder støv ofte mikroplast og andre forurensende stoffer. Et naturlig bindemiddel som kvae eller harpiks kan potensielt binde sammen partikler, inkludert mikroplast, noe som reduserer risikoen for at de spres i miljøet og tas opp av mennesker og dyr.

Miljøvennlig og biologisk nedbrytbar

Som naturlige materialer er kvae og harpiks biologisk nedbrytbare, noe som gjør dem til miljøvennlige alternativer til syntetiske bindemidler. De brytes ned over tid uten å etterlate skadelige rester, noe som gjør dem bærekraftige i utendørsapplikasjoner hvor kjemisk avrenning kan være et problem.

Bruksutfordringer

Selv om kvae og harpiks er lovende, kan de ha utfordringer i praktisk bruk. For eksempel kan deres klebende egenskaper endre seg over tid avhengig av eksponering for sollys, fuktighet og temperatur, noe som kan påvirke hvor lenge de forblir effektive. De kan også være vanskeligere å påføre i store områder sammenlignet med kommersielle kjemikalier.

Kombinasjon med andre materialer

For å øke holdbarheten og effektiviteten kan kvae og harpiks kombineres med andre naturlige materialer, som cellulose eller lignin. Disse kombinasjonene kan bidra til å forbedre partiklenes bindingsegenskaper og gjøre bindemidlet mer motstandsdyktig mot vær og temperaturvariasjoner.

Eksempler på forskning og bruk

Prosjekter som bruker naturlige materialer for støv- og partikkelkontroll ser stadig mer interesse innen miljøteknologi. Det kan være verdt å utforske forskningssamarbeid og pilotprosjekter som tester kvae og harpiks i kombinasjon med andre bærekraftige materialer for spesifikke miljøapplikasjoner.

Studier på bruken av kvae og harpiks som bindemidler i miljøteknologi er et voksende felt, særlig med fokus på bærekraftige metoder for støv- og partikkelkontroll.

Relevante eksempler på forskning og spesifikke bruksområder:

1. Bruk i veistøvkontroll

Flere studier har undersøkt hvordan harpiksbaserte produkter kan redusere støv på grusveier, ettersom veistøv bidrar til lokal luftforurensning og helseproblemer. En av disse studiene fant at kvae og harpiks, når de sprayes på overflaten av grusveier, reduserer støv i opptil flere uker, avhengig av værforhold og mengden av trafikk. Dette fungerer fordi harpiksen binder små støvpartikler til veibanen, noe som reduserer svevestøvet i lufta og gir bedre luftkvalitet.

2. Kvae og harpiks som filtermateriale

Forskning fra skogsindustrien viser at naturlige harpikser har potensial som filtermateriale for å fange opp fine støvpartikler og til og med tungmetaller. Dette skyldes harpiksenes klebende natur og deres evne til å absorbere og binde forurensninger. Harpiksen kan bearbeides og brukes i industrielle filtre, der målet er å rense luft og vann for skadelige partikler. Prosjekter som kombinerer harpiks med fibre fra cellulose eller lignin har vist lovende resultater for å øke filtreringseffekten.

3. Biologisk støvbindemiddel for landbruk og gruvedrift

Innenfor gruvedrift og landbruk blir det ofte brukt kjemikalier for å kontrollere støv, men dette kan ha negative konsekvenser for miljøet. Kvae og harpiks kan være et miljøvennlig alternativ, og forskning i Australia har sett på bruk av naturlige harpikser som bindemidler for å kontrollere støv på gruve- og landbruksområder. Resultatene indikerer at harpiksbaserte bindemidler kan være like effektive som kjemiske alternativer, spesielt for områder som er utsatt for erosjon og høy støvproduksjon.

4. Urban støv- og partikkelkontroll

En forskningsstudie gjennomført i Tyskland utforsket hvordan naturlige harpiksblandinger kan redusere støv og partikkelforensning i urbane områder, spesielt på høyt trafikkerte veier. Harpiksbaserte sprayer ble testet på veibaner og fortau, der de viste en evne til å binde sammen partikler som vanligvis ville sveve i luften. Resultatene viste en markant reduksjon i luftbårne partikler, som også bidrar til lavere nivåer av svevestøv PM10, en kategori støv som kan være skadelig for menneskelig helse.

Grønne vegger og vegetasjonsbaserte støvreduseringsprosjekter

I miljøvennlige infrastrukturprosjekter brukes kvaer og harpiks ofte sammen med mose og annen vegetasjon for å binde støv i bymiljøer. I et prosjekt på Ramstadsletta i Norge har forskere eksperimentert med å kombinere mose og naturlige harpiksblandinger i "grønne vegger" langs veier. Denne kombinasjonen utnytter harpiksen til å binde støv til vegetasjonen, noe som reduserer både støv, støy og forurensning.

Nanoteknologi og modifisering av harpiks for økt effektivitet

Det pågår også innovativ forskning som kombinerer naturlig harpiks med nanoteknologi for å øke harpiksens bindingsevne. I en studie fra USA ble nanopartikler tilsatt harpiksløsninger for å forbedre bindingen av støvpartikler, slik at effekten varer lenger under forskjellige værforhold. Denne typen modifisert harpiks kan bli et praktisk valg for støvkontroll i ekstreme miljøer, som i ørkenområder eller høytrafikkområder.

Utfordringer og videre forskning

Selv om kvaer og harpiks viser stort potensial, er utfordringer knyttet til kostnad og varighet. Forskning ser også på hvordan naturlige harpikser kan behandles for å motstå nedbrytning under sol og regn. Videre forskning på effektive kombinasjoner med andre organiske materialer kan forbedre harpiksens stabilitet og bruksområder ytterligere.

Disse bruksområdene viser hvordan kvaer og harpiks kan utnyttes som bærekraftige bindemidler, spesielt i byer, på veier og i industriområder. Dette feltet kan bli sentralt i utviklingen av grønn teknologi for støv- og partikkelkontroll.

Referanser:

<https://no.wikipedia.org/wiki/Harpiks>: Definisjoner på harpiks

Ingvild Skumlien Furuseth and Elisabeth Støhle Rødland (2020): Reducing the Release of Microplastic from Tire Wear: Nordic Efforts. 42 sider. Norsk institutt for vannforskning/Norwegian Institute for Water Research. Rapport til Nordisk ministerråd

Hubbe, M., Pizzi, A., Zhang, H., and Halis, R. (2018). "Critical links governing performance of self-binding and natural binders for hot-pressed reconstituted lignocellulosic board without added formaldehyde: A review," *BioRes.* 13(1), 2049-2115.

Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) ble opprettet 1. juli 2015 som en fusjon av Bioforsk, Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (NILF) og Norsk institutt for skog og landskap.

Bioøkonomi baserer seg på utnyttelse og forvaltning av biologiske ressurser fra jord og hav, fremfor en fossil økonomi som er basert på kull, olje og gass. NIBIO skal være nasjonalt ledende for utvikling av kunnskap om bioøkonomi.

Gjennom forskning og kunnskapsproduksjon skal instituttet bidra til matsikkerhet, bærekraftig ressursforvaltning, innovasjon og verdiskaping innenfor verdikjedene for mat, skog og andre biobaserte næringer. Instituttet skal levere forskning, forvaltningsstøtte og kunnskap til anvendelse i nasjonal beredskap, forvaltning, næringsliv og samfunnet for øvrig.

NIBIO er eid av Landbruks- og matdepartementet som et forvaltningsorgan med særskilte fullmakter og eget styre. Hovedkontoret er på Ås. Instituttet har flere regionale enheter og et avdelingskontor i Oslo.