



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Ecostrada™ – Capturing roadside pollution

Forprosjekt for konseptutprøving av Miljøskjermer av hogstavfall fra gran



Roald Aasen

Divisjon for miljø og naturressurser. Avdeling for Bioressurser og kretsløpsteknologi

TITTEL/TITLE

Ecostrada – Capturing roadside pollution. Forprosjekt for konseptutprøving av Miljøskjermer av hogstavfall fra gran

FORFATTER(E)/AUTHOR(S)

Roald Aasen

DATO/DATE:	RAPPORT NR./ REPORT NO.:	TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY:	PROSJEKTNR./PROJECT NO.:	SAKSNR./ARCHIVE NO.:
28.03.2022		Lukket	52597	22/00303.
ISBN:	ISSN:		ANTALL SIDER/ NO. OF PAGES:	ANTALL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES:
	2464-1162		19	1

OPPDRAAGSGIVER/EMPLOYER:

Ecostrada AS

KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:

Frederick Schaefer

STIKKORD/KEYWORDS:

Miljøskjermer, støyskjerming, veistøv, dekkstøv, vannfordrøyning

Organic modular walls for traffic noise reduction, capture of tire and road dust, water treatment, water retainment

FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK:

Miljøskjermer støyskjerming veistøv dekkstøv vannfordrøyning

Organic modular walls for traffic noise reduction, capture of tire and road dust, water treatment, water retainment

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:

Innlandet

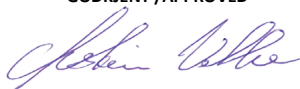
KOMMUNE/MUNICIPALITY:

Øyer

STED/LOKALITET:

Hafjell

GODKJENT /APPROVED



ØISTEIN VETHE



PROSJEKTLEDER /PROJECT LEADER ROALD AASEN



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

1.1 Om Ecostrada™ miljøskjermer og prosjektet

Selskapet Ecostrada AS ble opprettet for å bringe fram konseptet om miljøskjermer til reduksjon av støv og støy langs ferdselsårer. Miljøskjermene er et multifunksjonelt fleksibelt system hvor viktige funksjoner som grønne elementer i urbant miljø med beplantede vegger, vannfordrøyning og filtereffekter for mikroplast og metaller kan inngå.

Støy- og luftforurensing fra kjøretøy og skinnegående transportmidler er et betydelig, globalt miljø- og helseproblem. De viktigste kjente forurensningskomponentene i norske byer er nitrogendioksid (NO₂) og svevestøv (PM₁₀ og PM_{2,5}) ifølge NILU – Norsk institutt for luftforskning. Svevestøv er partikulært materiale (PM), som er så små at de oppfører seg som gass og blandes og transporteres med lufta. Svevestøv deles inn i to størrelsesfraksjoner. PM_{2,5} er de minste partiklene, med diameter mindre enn 2,5 mikrometer (10⁻⁶ m eller µm). PM₁₀ er partikler opp til 10 µm i diameter.

PM_{2,5} kommer i hovedsak fra forbrenning slik som vedfyring og bileksos, mens de større partiklene kommer fra oppvirling av støv fra vei og dekkslitasje. De minste partiklene kan transporteres langt med luftmassene, og slike langtransporterte forurensninger kan også bidra betydelig til konsentrasjonene av PM_{2,5} i norske byer (<https://www.nilu.no/forskning/urban-luftkvalitet/>). Mindre kjent er konsekvenser som blant annet at over 50% av mikroplast-utslipp i vann og hav kommer fra slitasje av bildekk.

Ecostrada™ miljøskjermer skal være et bærekraftig system som fanger opp partikkel-forurensing, klimagasser, svevestøv og støy fra trafikken langs veier, broer og jernbane. Dette skal oppnås ved hjelp av egenutviklede miljøskjermer og miljøkammer fylt med organiske substrat. Substratet vil eksempelvis være sammensatt av bearbejdede avfallsstoffer fra skog og landbruk og andre egnede tilsetningsstoffer. Biomassen eller substratet kan derfor tilpasses i forhold til behov og ønsket nytteverdi.

Miljøskjermene og -kamre består av en netting med egnet maskevidde i forhold til substrat og bruk, som holdes på plass ved hjelp av et rammeverk (gabioner). Systemet må være tilstrekkelig robust og holdbart til å holde biomassen på plass. Miljøskjermene må også samtidig kunne deformeres og gi etter ved støt eller kollisjoner direkte fra kjøretøy eller støt via autovernet.

Nibio ble 18. mars 2021 kontaktet av kompetansemegler Ingvild Johanne Aarhus fra Skåppå AS med en forespørsel om å inngå et forskningssamarbeid med en bedrift som ønsket å undersøke materialer til bruk i et konsept for å fange svevestøv og annet fra vei. Henvendelsen resulterte i utarbeidelse av en søknad sammen med Ecostrada AS på et forprosjekt innen Norges forskningsråds program *Forskningsbasert innovasjon i regionene*, FORREGION, sendt til Innlandet fylkeskommune på til sammen 400.000 kr. Et tilsagn på kr 200.000 inkludert merverdiavgift ble gitt av Innlandet fylkeskommune den 15. juni 2021. En samarbeidsavtale mellom Nibio og Ecostrada AS ble lagt fram for signert 2. juli 2021. Samarbeidsavtalen beskriver FoU arbeidet som skal utføres i prosjektet *Ecostrada – Capturing roadside pollution*, søknadsnummer ES691899, prosjektnummer 328983 innen tredje og fjerde kvartal med avslutning og rapportering den 15.12.2021. Kutterflis av hogstavfall fra grantre ble levert til NIBIO på Ås tirsdag 31. august av Ecostrada AS og det praktiske arbeidet med utprøving startet mandag 6. september 2021 med utendørs arbeider på en asfaltert flate på Vollebekk forsøksgård på Ås tilhørende Norges miljø- og biovitenskapelige universitet, NMBU. De øvrige målingene ble gjort på Biogasslaboratoriet på Ås. Arbeidene ble utført av forsker Roald Aasen fra NIBIO i samarbeid med prosjektansvarlig Frederick Schaefer fra Ecostrada AS.

Prosjektets hovedmål og delmål ble utformet slik i søknaden:

Utrede grunnlag for potensielle materialvalg til «miljøskjermer» for optimal effekt innen tre områder; støy, klimagassfangst og partikkelforurensning fra trafikk på veier og broer, og fra skinnegående trafikk.

Delmål

1: Lage blandinger for å finne ut om de tre bruksområdene for miljøskjermene kan ha en felles kjerne, som primært kan bestå av biomasse av overskuddsvirke fra skogbruket og tilsetninger som biokull, Leca, Glasopor for å øke evne til å binde støv, justere porøsitet, vekt og tetthet.

2: Måle på valgte kjernematerialer for å oppnå riktig porøsitet, vannholdkapasitet og tetthet for tilstrekkelig luftstrøm gjennom skjermene. Måle karbon og nitrogen (C:N) forhold samt plantetilgjengelig N og P i blandingene. Måle støyskjerming. Måle effekt av å tilsette støvbindingsmidler for optimal opptaksbinding av partikkelforurensning .

3: Utendørs eksponering av valgte biomasse for å måle vekst av planter, utvasking av organisk materiale og støv, og endringer i støyskjerming over tid.

Da bevilget beløp til søknaden ble halvparten av omsøkt beløp, ble omfanget av mål og gjøremål redusert i forhold til dette.

Mål og oppgaver ble derfor løpende drøftet med Ecostrada AS etter som arbeidet skred fram. Det ble prioritert å framstille en prototype på miljøskjermene for visualisering og konseptualisering slik at vi konkret kunne se hvordan skjermene kan se ut funksjonelt, og videre hvilke andre bruksområder og utfordringer som kom fram ved bygging av skjermene. Dokumentering med bilder og video av Ecostrada™ Miljøskjermer for potensielle samarbeidspartnere og kunder var også viktig i denne fasen av utviklingen.

Det ble prioritert å lage fire moduler som ble satt sammen til en skjerm. Videre ble det besluttet å bygge skjermene med en fyllmasse som bestod av oppkuttet hogstavfall fra fjellgran og å montere ulike planter vertikalt i skjermene for å få et inntrykk av hvordan dette fungerte og så ut. De fysiske målingene som vekt av modulene, tetthet (bulkdesiteten) i biomassen, sammensynkning av massen utendørs, vannholdekapasitet og tørrstoff og askeinnhold, ble prioritert utført da slike målinger gir viktige parametere for dimensjonering og bruk av miljøskjermene.

Innledende forsøk med eksponering av veistøv på skjermene ble også prioritert. Dette forsøket ble gjennomført innendørs i kontrollerte former da skjermene ikke ble utplassert langs veier i denne fasen.

Innledende støymåling og støydempingseffekt ble også utført på prototypen for å få en foreløpig antydning om disse egenskapene. Prototypen var for liten i høyde og bredde til at måling av støydemping kunne gjennomføres etter normert mål for støyskjermer. Støymålingen ble foretatt av Norsk forening mot støy som underleverandør i prosjektet.

Denne rapporten er utformet i samarbeid med Ecostrada AS for best mulig å få fram resultatene fra prosjektet så langt. Rapporten skal kunne brukes som presentasjon av konseptet til mulige samarbeidspartnere og kunder og være et grunnlag for nye prosjektsøknader for videreutvikling av konseptet fram mot funksjonelle og operative miljøskjermer med ulike funksjoner tilpasset forskjellige bruksområder.

Et kapittel om videre konseptutvikling, ideer og forsøk er derfor også tatt med. Visualisering av Ecostrada™ Miljøskjermer utover de bildene som er med i denne rapporten, slik som video, kan framskaffes av Ecostrada AS.

1.2 Beskrivelse av materialet til miljøskjermene

Ecostrada AS leverte ferskt oppkuttet hogstavfall av gran fra Hafjell i Øyer kommune. Hogstavfallet bestod mest av greiner og topper av grantre og inneholdt forholdsvis mye barnåler og bark og mindre av tremassen fra stokken. Tremassen ble levert i en tilhenger og lagret utendørs i en liten haug på en asfaltflate mot en betongmur (figur 1). Varmgang i haugen ble observert allerede dagen etter levering og den fortsatte i hele testperioden.



Figur 1 viser bilde av oppmalte hogstavfall av gran med mye bark og nåler og tre fra greiner.

1.3 Pakking i gabioner

Det ble bestemt å benytte galvaniserte gabioner levert av Vikre Handel AS i Porsgrund. Gabionene var 100 cm lange, 50 cm brede og 50 cm høye med et volum på 250 liter. Gabionene var laget av 4 mm tykk ståltråd i et rutemønster på 5 x 5 cm og holdt i sammen av spiraler av ståltråd som låser sidene i gabionen sammen. Etter pakking av første gabion med hogstavfallet ble det bestemt å fore gabionen innvendig med galvanisert netting med ruter på 10 mm for å hindre tap av trevirke gjennom rutene i gabionene. Figur 2 a viser montering av gabionene med foring av 10 mm rutet netting innvendig.

Det ble bestemt å pakke halve gabionene med oppkuttet hogstavfall av gran slik at tykkelsen eller dybden på miljøskjermene ble 25 cm (figur 2b). Etter fylling ble et 10 mm nett lagt på og deretter ble topplokket montert 25 cm inne i gabionen for å holde trevirket på plass. Gabionen ble deretter vendt på langsiden slik at skjermen fikk 25 cm tykkelse. Før pakking ble haugen med oppkuttet hogstavfall vendt om. Den oppkuttete massen ble presset moderat sammen med håndkraft.



a) b) Figur 2 a viser montering av gabionene med foring av 1 cm rutet netting innvendig og figur 2 b viser 25 cm fylling med oppflislet trevirke av gran før toppnetting legges på og gabionen tippes sidelengs.

I gabion 3 og 4 ble det ettermontert planter i front av skjermen. Blåbærlyng, tyttbærlyng, røsslyng, krekling og andre planter fra Hafjell ble montert (figur 3).



Figur 3 viser blåbærlyng, tyttbærlyng, røsslyng, krekling og andre planter med jord og røtter hentet fra Hafjell.

Også innkjøpte kultivert pryddlyng av *Calluna vulgaris*, ble satt inn Dette ble gjort ved å åpne bunnsiden og grave groper i tremassen slik at plantene med jord rundt røttene fikk plass. Bunnsiden uten det ekstra 10 mm nettet, ble så lukket over igjen samtidig som plantene ble tredd gjennom 5 x 5 cm gitteret slik at de ikke ble klemt flate av bunnsiden.

Fire gabioner ble fylt på denne måten. Gabionene ble stablet opp hverandre to og to og to i bredden slik at de til sammen dannet en miljøskjerm på 2 meter bredde og 1 meter høyde. Figur 4 viser ferdig monterte gabioner i Ecostrada™ Miljøskjerm med planter.



Figur 4 viser en ferdig monterte Ecostrada™ Miljøskjerm av gabioner. I de to øverste gabionene ble hovedsakelig lyngplanter montert inn i fronten. Detalj av beplantningen er også vist på forsiden av rapporten. Miljøskjermen målte 2 meter i bredde og 1 meter i høyde. Tykkelsen på skjermen var 25 cm.

Figur 5 viser bilde av Ecostrada™ Miljøskjerm tatt i desember med snø på lyngplantene. Tyttebærlyngen var fortsatt grønn mens blåbærlyngen var uten blader, men med nye knopper til neste vår.



Figur 5 viser bilde av Ecostrada™ Miljøskjerm tatt i desember med snø på lyngplantene.

Grønne planter i det urbane miljø oppleves som noe positivt for de fleste med hensyn på både trivsel og helse. Anlegning av vertikale grønne parkområder som er lite arealkrevende er mulig med Ecostrada miljøskjermer.

Ecostrada™ miljøskjermer kan utformes slik at de kan beplantes på sidene og på topp. Valg av planter kan tilpasses bruk og plassering. Ved plassering langs veitrafikk bør det benyttes salttolerante planter som kan tåle vintersesongens bruk av veisalt. Plantene kan også være nyttevekster som jordbær, blåbær eller annet. Alle planter som blomstrer, vil også bidra til at pollinatorer som bier og humler kan finne næring og leve i miljøet.

1.4 Måling av tørrstoff, askeinnhold, vannholdekapasitet, tetthet (bulkdensitet) og sammensynkning

Måling av tremassens tørrstoff og organisk innhold gjøres fordi disse verdiene inngår i videre målinger av tetthet eller densitet og vannholdekapasitet. Prøver av det oppkuttete hogstavfallet fra gran ble tatt for bestemmelse av tørrstoffinnhold ved tørking av prøven i 24 timer på 105 °C. Innhold av aske av tørr prøve ble målt ved forbrenning av prøven på 550 °C og veiing av askeinnholdet etterpå. Tørrstoffinnholdet ble målt til 48 %. Askeinnholdet ble målt til 3,3 % og følgelig var det organiske innholdet (% VS) i prøven 96,7 % (tabell 1). De målte verdiene på tørrstoff og askeinnhold er samsvarende med tilsvarende tall for skogsflis på 40-60 % TS og askeinnhold på 0,3 % for ved og 4 % for bark av gran i rapport fra Skog og Landskap (nå NIBIO), se tabell 2 side 10 for askeinnhold og figur 6 side 13 for % TS i <https://nibio.brage.unit.no > SoL-Viten-2008-01>

Tabell 1 viser tørrstoffinnhold (% TS), % vann, % aske og % organisk innhold av tørrvekten (% VS) for det oppkuttete hogstavfallet fra gran

Prøve	Vekt i gram		% vann	% aske	% VS
	% TS				
1	47,9	52,1	3,3	96,7	
2	52,4	47,6	3,4	96,6	
3	54,3	45,7	3,3	96,7	
Snitt	51,6	48,4	3,3	96,7	

Vannholdekapasitet angir hvor mye vann en porøs prøve klarer å holde på etter at den først har blitt vannmettet og deretter veid etter at prøven har rent av seg slik. Det er kapillærkreftene mellom vannet og materialet i prøven som holder tilbake vannet. Hvor kraftig sammenpressingen av prøven er, påvirker også hvor mye vann prøven kan holde på.

Vannholdekapasiteten er viktig for å beregne maksimal vekt til miljøskjermene når de står ute og også for å vite hvor mye vann som fordrøyes i skjermen ved nedbør eller som fordrøyning av strømmende vann. Parameteren antyder også hvor mye vann som er tilgjengelig for eventuelle planter i miljøskjermene og derfor hvor lenge plantene kan klare seg i tørkeperioder.

Vannholdekapasiteten $W_{k,max}$ oppgis som prosent vann tilbakeholdt i prøven i forhold til tørrvekten av prøven. Målingen ble utført etter en modifisert metode angitt i *Methods Book for the Analysis of Compost* utgitt av Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V., Bonn, Tyskland (1994) ved at diameter og høyde på prøvesylinder er øket med om lag 10 ganger slik at sylinder passer bedre til grovt oppkuttet hogstavfall. Vannholdekapasiteten ble målt ved at det oppmalte hogstavfallet ble pakket i prøvesylinderen. Pakkingen ble gjort ved stegvis fylling av sylinderen og sammenpressing med håndmakt mellom hver påfylling. Sammenpressingen ble gjort til materialet ikke kunne presses mere sammen. Prøven stod i vann i 27 timer før avrenning. Veiing av avrent sylinder ble gjentatt til vekten var stabil etter om lag 17 timer. Vannholdekapasiteten $W_{k,max}$ ble målt til 111 % . Substratet kan altså holde på en vannmengde tilsvarende maks 111 % av tørrstoffvekten.

I urbane miljø hvor vanntette flater som tak på bygninger, veier og gater dominerer arealbruken, er det viktig å kunne fordrøye vannstrømmene som kommer fra disse flatene slik at vannet ikke overbelaster dreneringssystemene og skaper lokale flomepisoder og skader. Ofte er det begrenset med tilgjengelige

arealer i urbane miljø som kan brukes til slik vannfordrøyning. Arealer er også et kostbart knapphetsgode urbant. Ved å utvikle miljøskjermene til å ta opp vann og holde på vannet, kan skjermene effektivt bidra til styring av vannstrømmene i urbane miljø ved at skjermene gjennom vertikal vannlagring.

Bulkdensitet (tetthet) og vekt av gabionene er målt som indikasjon på om gabionene kan håndteres manuelt eller om maskinell løfting er nødvendig. Bulkdensitet (kg våtvekt/m³) ble målt ved vekten av de fylte gabionene over tid delt på volumet av gabionene. Da miljøskjermene stod utendørs, vil mengden nedbør påvirke både vekt og tetthet for gabionene. Halvpartene av gabionenes volum på 250 liter ble fylt med oppmalt hogstavfall til 125 liter. Gabion 3 og 4 fikk dessuten montert inn planter med jord som også endrer tettheten noe. Vekt og tetthet er vist i tabell 2.

Tabell 2 viser vekt for pakkede gabioner, vekt til trevirket og tettheten (bulkdensitet) over tid

Gabion	Gabion [kg]	Vekt gabion m oppkuttet hogstavfall [kg]			Vekt trevirke kun [kg]			Bulkdensitet i trevirket [kg/m ³]			Kommentar
		Dato	06.09.2021	13.10.2021	03.12.2021	06.09.2021	13.10.2021	03.12.2021	06.09.2021	13.10.2021	
1	11,675	45,118	41,995	43,730	33,443	30,320	32,055	268	243	256	Denne har stått nederst.
2	12,381	47,272	46,690	51,070	34,891	34,309	38,689	279	274	310	Denne har stått nederst.
3	12,381	47,281	67,035	72,215	34,900	54,654	59,834	279	437	479	Denne har stått øverst
4	12,381	47,281	61,970	60,470	34,900	49,589	48,089	279	397	385	Denne har stått øverst

De målte verdiene for bulkdensitet stemmer overens med tilsvarende verdier rapportert for skogsflis på mellom 200-400 kg/m³, se side 11 i [https://nibio.brage.unit.no > SoL-Viten-2008-01](https://nibio.brage.unit.no/SoL-Viten-2008-01)

Sammensynkning av fyllmassen i gabionene er viktig å måle for å vite hvordan massene setter seg over tid. Dersom sammensynkningen blir stor, må gabionene etterfylles slik at det ikke oppstår glipper mellom modulene (gabionene). Sammensynkning av fyllmassene vil alltid skje i større eller mindre grad som følge av at massene setter seg. Massene blir påvirket av været og da spesielt nedbør som gjør massene tyngre slik at sammenpressingen øker nedover i. Ved produksjon av gabioner til miljøskjermene kan øket sammenpressing oppnås ved vibrering av gabionene under fylling og etterfulgt av mekaniske bankemaskiner som pakker massene ved lagvis påfylling. Gabionene bør også overfylles litt slik at de kan stå for ytterligere setting av fyllmassene før lokket på gabionene settes på.

Over lengre tid vil fyllmasser som kutterflis og hogstavfall gradvis omdannes av sopp og annen mikroflora. Da vil også massene synke sammen. Uttørking av tremassene vil også kunne påvirke bæreevnen til massen med sammensynkning som resultat.

Målinger av sammensynkning over tid er derfor viktig for å få erfaringer med forventet levetid på miljøskjermene og når nødvendig vedlikehold som påfylling av nye masser er nødvendig. Det er også mulig å konstruere miljøskjermen slik at det tas høyde for sammensynkning ved for eksempel at høyden på en modul går helt fra bunn til topp av skjermen, slik at det ikke er skiller nedover i skjermen. Da kan fyllhøyden ved utplassering være høy nok til at sammensynkningen etter et gitt antall år er innenfor funksjonell høyde på skjermen.

Sammensynkning ble målt i cm fra toppen av gabionene til toppen av fyllmassen flere steder etter at skjermen hadde stått ute i tre måneder. Gabionene var pakket med oppkuttet hogstavfall av gran i 50 cm høyde. Gabion 3 og 4 stod øverst i skjermen og var derfor delvis dekket av snø på toppen i perioden. Tabell 3 viser den minste og største målte sammensynkning i cm og i % av høyden på fyllmassen

Tabell 3 viser den minste og største målte sammensynkning av fyllmassen i gabioner (i cm og % av høyden på 50 cm) etter pakking av oppkuttet hogstavfall av gran og lagring ute i tre måneder.

Gabion	cm nedsynking 3.12.2022		% nedsynking fra 50 cm	
	min	maks	min	maks
1	3	5	6	10
2	5	7	10	14
3	1	2	2	4
4	2	3	4	6

I dette forsøket er kan sammensynkningen best forklares med setting av massene som følge av tilført fuktighet. Sammensynkning på grunn av nedbryting av biomassen vil ta lengre tid før det kan måles.

1.5 Forsøk med fanging av vei- og dekkstøv

I prosjektsøknaden er fanging av veistøv en sentral funksjon og viktig oppgave for Ecostrada™ Miljøskjermene. Veistøvet kan typisk bestå av mikroplast fra dekk, svevestøv og asfaltstøv i størrelsene PM 10 og PM_{2,5} (Partikkelstørrelser mindre enn 2,5 µm, mikrometer, 10⁻⁶ m). For å mulig simulere slike forhold ble det skaffet til veie sedimenter fra vaskevann fra veitunneler fra Mesta tunnelvask på Skedsmokorset Veitunneller er steder hvor dekk- og veistøv akkumuleres og derfor antas det at vaskeslammet derfra har om lag lik sammensetning som veistøv direkte, selv om noe av de minste støv og dekkpartiklene nok ikke sedimenter raskt nok og følger vaskevannet. Slammet ble tørket ved 40 °C og utgjorde et tørt grått pulver med svarte partikler og synlige sandkorn.

I forsøket ble tunellvaskestøvet blåst mot miljøskjermen med en avstand på 10 cm fra en V-renne hvor en varmluftpistol blåste luft langs renna samtidig som en tynn stråle med støv ble drysset ned i renna og i luftstrømmen. Luften blåste støvet mot veggen av det oppkuttede hogstavfallet i gabionen. Støvet spredte seg ut i sirkelform på om lag 25 cm radius. Forsøket ble filmet og det ble tatt bilder av hogstavfallet før og etterpå for å påvise synlige partikler fra støvet (figur 6).



Figur 6 viser oppsettet med blåsepistol og renne som blåser tørket støv fra sedimenter av tunellvaskevann mot trevirket i miljøskjermen. Avstand fra rennekanten til treveggen var 10 cm.

Mengde støv som lå igjen på en hvit oppsamlingsduk etter første forsøk var 10,7 g av totalt 22,3 g støv som ble blåst mot skjermen. Om en ser bort fra tap av svevestøv til lufta så ble om lag 11 g igjen i trevirket i gabionen eller 52 %. Et gjentak med blåsing av 32,6 g støv gav 19,7 g igjen på gulvet og 40 % igjen i tremassene.

Forsøket ble deretter gjentatt på samme måte, men med fukting av trevirket i skjermen før blåsing av støv mot den. Oppfukting ble gjort med en vanlig håndholdt sprayflaske med vann. Ved blåsing av 26,1 g mot skjermen lå 10 g igjen på oppsamlingspapiret, men noen dråper hadde fuktet opp oppsamlingsduken nedenfor slik at støvresten der nok ble noe tyngre enn den var som tørr. Med dette forbeholdet ble minst 60 % av støvet værende i miljøskjermen når overflaten var fuktet. Bildene i figur 7 viser også at det er mer synlig støv på de fuktige flatene enn de tørre, noe som var forventet.



Figur 7 viser nærbilder av oppmalt hogstavfall fra gran med tørket støv fra sedimenter av tunellvaskevann som er blåst på miljøskjermen. Bildene viser at også at det er mer synlig støv på fuktet oppmalt hogstavfallet (b) der støvet ligger som en grå hinne på materialet enn på ikke fuktet overflater (a).

Forsøket viste at det er viktig at miljøskjermene beholder sin fuktighet, da fuktige overflater har større evne til absorpsjon av støv enn tørrere tremasse. Bevaring av fuktighet i miljøskjermene er spesielt viktig når været er tørt, fordi da er også støvingen fra veiene størst.

Etter at Ecostrada™ Miljøskjermene har tatt opp i seg forurenset vannsøl fra veitrafikken og vei og dekkstøv gjennom luften, vil vannet naturlig dreneres ned gjennom skjermen. For å hindre at fanget vei- og dekkstøv blir vasket ut av fyllmassen ved nedbør eller ved vannsprut fra vei, bør det utvikles filter i miljøskjermene som filtrere ut dekk og veistøvet og slipper rensert vann gjennom skjermen. Nedre del av skjermenes fyllmasse, eller som en egen sokkel, kan derfor utformes slik at massene filtrere vannet og rensar dette ved at uønskede stoffer som olje, tungmetaller og mikroplast binder seg til sorbenter i filteret og eller også i fyllmassen for øvrig. Tilbakeholdingen i filteret kan også være basert på porestørrelse i filteret slik at porene er så små at støvet og mikroplasten holdes tilbake i filteret mens vannet siver gjennom og blir rensert.

1.6 Vannfordrøyning ved sjokkbelastning av vann og vannsprut fra veitrafikk

Vannfordrøyning er en viktig fysisk egenskap i urbane landskap der store arealer er tette flater som hindrer nedbørsvann å trenge ned i grunnen. De tette flatene konsentrerer vannstrømmen slik at den raskt kan vokse og skape flomepisoder og skade på bygninger og gater. Anretninger som kan fordroye vannet, forsinker derfor vannstrøm og reduserer flomtopper ved at vannet fyller opp ledige lagringsrom før det strømmer videre. Den totale strømningshastigheten blir da redusert. For miljøskjermene i et urbant landskap er vannfordrøyning derfor en viktig tilleggsegenskap, men som også kan trekkes fram som en av hovedfunksjonene til miljøskjermene om det er ønskelig, slik at skjermene designes spesielt for dette.

I et enkelt forsøk ble 20 liter vann helt i en meters lengde i løpet av om lag 10 sekunder over øverste gabion av en meter høy skjerm. Kun anslagsvis 2 dl av dette vannet var synlig på asfalten som en liten våt pytt under miljøskjermen noen minutter etter vannpåhellingen. Det ble ikke prøvd ut maksimal vannbelastning, men forsøket dette enkle forsøket demonstrerte at miljøskjermen kan ha gode egenskaper som hurtig vannfordrøyning. Hurtig vannfordrøyning kan være bra for å bremse vannet fra nedløpsrør fra tak og andre glatte flater som ofte gir store og plutselige vannmengder ved kraftige regnbyger.

Miljøskjermens evne til å motstå et plutselig kraftig vannskyll fra siden som oppstår når biler kjører gjennom vannansamlinger i veibanen, ble også prøvet. Vannet i en full bøtte på 10 liter ble kastet kraftig og hurtig i en bevegelse mot veggen i skjermen. Tremassene flyttet seg ubetydelig, men det var mulig å se hvor vannet hadde truffet. Det ble ikke hull gjennom tremassene.

1.7 Måling av lyddempende effekt i miljøskjermene

Pål Jensen i Norsk forening mot støy, Oslo ble engasjert 26. oktober 2021 for å måle støydempende effekt på miljøskjermene slik de var blitt bygget i dette forprosjektet. Målingene og vurderingene er oppsummert i *Rapport-2021-053 Gabioner med hogstaufall som støyskjerm* (vedlegg 1).

Målingen viste at Miljøskjermen har støydempende effekt, men at flere forhold ikke var optimale for å oppnå best mulig støydemping. Disse forholdene ble nevnt i rapporten: Støyveggen må være helt sammenhengende tett uten hull eller sprekker som lyden kan lekke igjennom. Veggen bør ha en lengde på minst 20 meter og være minst 1,2 meter høy. Miljøskjermene i dette forsøket var kun 1 meter høye og 2 meter lange. Gabionene gir heller ikke hel tetting mot asfalten uten modifiseringer som at de settes i sandseng eller en seng av tremasse. Også overgangene mellom gabionen i høyde og lengde gir gliper som må tettes for optimal støyskjerming.

Målingen viste at skjermene demper best i frekvensområdet hvor dekkstøy dominerer, men mindre bra i bassområdet. Buldrende lyder vil derfor kunne høres. Lyddempingen var på 4 dB som er godt merkbart for våre ører ved at støyen halveres. En ordinær støyvegg demper normalt 7 dB noe som tilsvarer 75 % hørbar reduksjon av støyen.

Overflaten til miljøskjermene absorberer mesteparten av støyen og skjermene gir således lite reflekterende støy tilbake til omgivelsene som er en positiv egenskap i forhold til støyskjermer av betong med glatt overflate.

1.8 Håndtering av brukt fyllmasse i Ecostrada™ Miljøskjermer

Brukt fyllmasse i skjermene må også kunne håndteres hensiktsmessig. Når skjermene har som funksjon å fange opp veistøv som mikroplast, tungmetaller og asfaltstøv, bør massen tørkes og forbrennes da trevirket har god brennverdi. Brennverdien kan gjenbrukes i fjernvarmeanlegg eller til produksjon av varme eller steam ved andre anlegg. Forbrenningen omsetter alt av plastavfall til varme. Asken etter forbrenning er stabil og kompakt i volum og kan deponeres på godkjent deponi.

Fyllmassen i miljøskjermer som ikke er eksponert for uønskede stoffer eller designet for å samle opp disse, kan antakelig gjenbrukes som dekkmasse i bed i hager eller inngå som strukturmaterialer i kompostering da porositeten i trevirket bidrar til lufting i en god komposteringsprosess.

1.9 Utplassering og forankring av Ecostrada™ Miljøskjermer

Ecostrada™ Miljøskjermer er et modulbasert konsept slik at vedlikehold ved utskiftinger og fornying av en miljøskjerm blir sannsynligvis relativt enkelt og lett håndterlig. Elementer av miljøskjermene langs veier og broer kan heises direkte på plass fra en lastebil. Erstatning av gamle elementer med nye elementer kan gjøres direkte i samme operasjon. Dersom miljøskjermene står i private hager eller steder hvor det ikke er mulig tilgang med bil, kan skjermene også flyttes manuelt ved hjelp av sekke-tralle og løftes på plass når størrelsen og vekten på modulene tilpasses.

Et effektivt vedlikehold tilpasset sterkt trafikkerte veier og broer, er et viktig innsalg ovenfor eiere av veiene. Kartlegging og utprøving av vedlikeholdskostnader og driftsrutiner for miljøskjermene er også viktig å dokumentere i framtidige prosjekter ved konseptet.

Ecostrada™ Miljøskjermer kan utplasseres direkte på grunn uten bygging av dyre fundamenter. Gabionene kan festes ved å slå plugger gjennom gabionen og ned i grunnen eller ved å bore ned jordspyd som festes til gabionene. Dersom ekstra støtte er ønskelig for å motstå for eksempel sterk sidevind, kan grunnflaten på bunnelementene økes slik at hele skjermveggen står stødigere.

1.10 Konklusjoner og oppsummering av prosjektet

Dette forprosjektet har visualisert konseptideen med Ecostrada™ Miljøskjermer med oppkuttet hogstavfall av gran som fyllmasse i gabioner. Det er tatt bilder og video av ferdige gabioner og gabioner satt sammen til en miljøskjerm. Bilder er vist i denne rapporten.

Prosjektet har vist at Ecostrada™ Miljøskjermer kan lages med moduler som settes sammen til miljøskjermer, og at ulike moduler med ulike funksjoner kan settes sammen til miljøskjermer slik at skjermene blir multifunksjonelle. I dette prosjektet er moduler med planter satt sammen med moduler uten planter.

Prosjektet har vist at planter kan monteres i vertikale flater i Ecostrada™ Miljøskjermer med oppkuttet hogstavfall av gran og at plantene forble grønne gjennom høst og vinterforhold med snø og kulde.

Prosjektet har vist at pakking av oppkuttet hogstavfall av gran i gabioner på 250 liter veier om lag 45 kg.

Prosjektet har vist at en modul kan løftes manuelt av en til to personer. Ecostrada™ Miljøskjermer kan derfor også installeres utenfor rekkevidde til kraner eller der hvor det ikke er mulig å komme til med kjøretøy, for eksempel i hager eller parker hvor spor etter kjøretøy ikke er ønsket.

Prosjektet har vist at moduler med oppkuttet hogstavfall av gran kan ta opp og holde på inntil 110 % vann av tørrvekten av hogstavfallet.

Prosjektet har vist at Ecostrada™ Miljøskjerm moduler med oppkuttet hogstavfall av gran kan fungere som vannfordrøyning.

Prosjektet har vist at Ecostrada™ Miljøskjerm moduler med oppkuttet hogstavfall av gran motstod kraftige vannsprut uten at det ble hull gjennom skjermen.

Prosjektet har vist at Ecostrada™ Miljøskjerm moduler med oppkuttet hogstavfall av gran tar opp veistøv (sedimenter fra tunellvaskevann) ved at veistøvet kleber seg til hogstavfallet

Prosjektet har vist at Ecostrada™ Miljøskjerm moduler med oppkuttet hogstavfall av gran har støydempende egenskaper.

Prosjektet har vist at konseptet Ecostrada™ Miljøskjermer kan bygges og utformes til praktiske løsninger. Gjennom enkle forsøk har prosjektet vist eksempler på ulike funksjoner som Ecostrada™ Miljøskjermer kan ha og at dette gir grunnlag for videreutvikling av ulike funksjoner som støyskjerm og støydemping med myke overflater som absorberer støy i stedet for å reflektere vekk støy, som vannfordrøyning, som vei og dekkstøvoppsamling og videre filtrering og rensing av vann fra forurensende veiflatter, som grønne vegger i urbane omgivelser.

1.11 Anbefalinger til videre arbeid

Prosjektet anbefaler videre arbeider med utprøving av flere typer fyllmaterialer og kombinasjoner av ulike materialer for å løse spesifikke oppgaver: som vekstplass for planter, støydemping, som filter for rensing av forurenset vann som inneholder vei- og dekkstøv. Innblanding av materialer som aktivt kull eller biokull, ekspandert leire (Leca) bør testes ut for mulig binding av ulike forurensinger i vann og luft, som for eksempel tungmetaller og organiske miljøgifter.

Prosjektet anbefaler videre arbeid med format og form på moduler til Ecostrada™ Miljøskjermer tilpasset bruksområder for skjermene.

Prosjektet anbefaler videre arbeid med produksjonsmetoder av modulene og industrialisering av konseptet.

Prosjektet anbefaler videre arbeid med å utvikle brukskonsepter for Ecostrada™ Miljøskjermer sammen med aktuelle samarbeidspartnere eller problemeiere slik som Statens vegvesen, Bane Nor, kommuner, fylkeskommuner, private virksomheter innen bygg og anlegg og landskapsarkitekter. For at bruken skal bli vellykket, må arbeid legges i problembeskrivelse, løsning, installasjon, drift og vedlikehold i nært samarbeid med problemeier eller bestiller.

Prosjektet anbefaler videre arbeid med forretningsidéer til Ecostrada™ Miljøskjermer for å kartlegge mulige markeder, betalingsevne for ulike løsninger og hvilket økonomisk potensial og grunnlag dette kan gi konseptet.

Prosjektet anbefaler videre arbeid med livsløpsanalyser, LCA, for Ecostrada™ Miljøskjermer og framheve bærekraftstankegangen i konseptet.

Prosjektet anbefaler at arbeidet med Ecostrada™ Miljøskjermer søkes videreført i nye Innovasjonsprosjekter for Næringslivet, IPN, FORREGION eller tilsvarende ordninger for at anbefalingene kan følges opp for å utvikle konseptet fram mot et effektivt og viktig tiltak innen miljøutfordringer og trivsel.

1.12 Vedlegg

Vedlegg 1:

Rapport-2021-053 Gabioner med hogstavfall som støyskjerm

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.