



SINTEF

snitt

# Faglig sluttrapport

## Alternative materialer til plast brukt i snurrevadtou og trålmatter

### Forfattere:

Anja Alvestad, Eduardo Grimaldo, Grethe Lilleng, Tore Syversen, Jørgen Vollstad, Hilde Rødås Johnsen

### Rapportnummer:

2023:01024 - Åpen

### Oppdragsgivere:

FHF, Fiskeridirektoratet

# Faglig sluttrapport

## Alternative materialer til plast brukt i snurrevadtou og trålmatter

**EMNEORD**Plast  
Slitasje  
Bunntårl  
Snurrevad  
Labbetuss  
Slitematte  
Bionedbrytbart.**VERSJON**

2

**DATO**

2023-10-30

**FORFATTER(E)**

Anja Alvestad, Eduardo Grimaldo, Grethe Lilleng, Tore Syversen, Jørgen Vollstad, Hilde Rødås Johnsen

**OPPDRAGSGIVER(E)**

FHF, Fiskeridirektoratet

**OPPDRAGSGIVERS REFERANSE**

FHF 901669 – Rita Naustvik

**PROSJEKTNUMMER**

302005947

**ANTALL SIDER**

56

**SAMMENDRAG**

Dette prosjektet studerte ulike løsninger for å redusere effekten av slitasje fra fossilbasert, ikke-nedbrytbare plastmaterialer som brukes i snurrevad og trålmatter. Prosjektet testet ulike natur-, syntetiske og biologisk nedbrytbare materialer i laboratorium og i felt. Prosjektet kvantifiserte og sannsynliggjorde hvor mye reduksjon i utslipp ulike tiltak og løsninger kan bidra med. Det inkluderes en vurdering av kostnad og økonomiske konsekvenser ved ulike tiltak og alternative materialer. Prosjektet ble gjennomført i samarbeid mellom SINTEF Ocean, UiT Norges arktiske universitet og SALT. Industripartnere Tustern AS og Hermes AS bidro med egeninnsats i form av tid og fartøytid. Prosjektet ble finansiert av FHF og Fiskeridirektoratet gjennom tilskudd til fiskeriforskning.

**UTARBEIDET AV**

Anja Alvestad

## SIGNATUR

  
Anja Alvestad (Dec 4, 2023 11:31 GMT+1)**KONTROLLERT AV**

Ingunn Marie Holmen

## SIGNATUR

**GODKJENT AV**

Bård Wathne Tveiten

## SIGNATUR

  
Bård Wathne Tveiten (Dec 6, 2023 12:58 GMT+1)

# Historikk

VERSJON	DATO	VERSJONSBEKRIVELSE
1	2023-10-31	Publisert rapport
2	2023-11-30	Revidert versjon

# Innholdsfortegnelse

<b>1</b>	<b>Sammendrag</b> .....	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Innledning</b> .....	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>Problemstilling</b> .....	<b>7</b>
3.1	Bakgrunn for prosjektet .....	7
3.2	Kunnskapsstatus og tidligere utført arbeid.....	8
3.2.1	Snurrevad og slitasje av snurrevadtau .....	8
3.2.2	Trålmatter i bunnråling .....	9
3.2.3	Naturmaterialer og biologisk nedbrytbare plastmaterialer .....	11
3.3	Forventet nytteverdi .....	11
<b>4</b>	<b>Prosjektets formål</b> .....	<b>11</b>
<b>5</b>	<b>Prosjektgjennomføring</b> .....	<b>12</b>
<b>6</b>	<b>Oppnådde resultater, diskusjon og konklusjon</b> .....	<b>13</b>
6.1	Arbeidspakke 1 - Workshops med industrien og andre relevante miljøer .....	13
6.1.1	Intervju med fiskere (leveranse D4) .....	13
6.1.2	Webinar (leveranse D3).....	13
6.2	Arbeidspakke 2 - Materialtesting og kvantifisering av slitasje/slitasjetest (leveranse D5) .....	13
6.2.1	Materialer og metode .....	14
6.2.2	Resultater fra forsøket.....	17
6.2.3	Konklusjoner .....	19
6.3	Arbeidspakke 3 - Fullskalltesting ombord fiskefartøy.....	19
6.3.1	Forsøk 1: Uttesting av trefibertau og kuskinn om bord MS «Fortuna» i september 2021 (leveranse D6).....	19
6.3.2	Forsøk 2: Uttesting av labbetuss av trefibertau om bord MS «Hermes» i perioden 08.-22. november 2021 (leveranse D6).....	24
6.3.3	Forsøk 3: Uttesting av treplanker og treklosser brukt som slitematter i snurrevad om bord MS «Fortuna» i desember 2021 og januar 2022. ....	26
6.3.4	Forsøk 4: Uttesting av alternative materialer på snurrevadtau om bord MS «Fortuna» i 2022. ....	31
6.3.5	Forsøk 4: Uttesting av alternative materialer på labbetuss/slitematter, om bord MS «Hermes» i november 2022 – februar 2023. (leveranse D11).....	38
6.4	Arbeidspakke 4 - Verdikjeder for snurrevadtau og slitematter fra bruk til avfallshåndtering (leveranse D8) .....	42
6.4.1	Formål.....	42
6.4.2	Gjennomføring og metode .....	42
6.4.3	Funn og resultater .....	43

6.4.4	Konklusjoner og anbefalinger .....	44
6.5	Arbeidspakke 5 - Økonomiske og praktiske konsekvenser ved å bruke alternative materialer til snurrevadttau og slitematter (leveranse D9) .....	45
6.5.1	Resultat snurrevadttau/sabben .....	45
6.5.2	Resultat labbetuss/slitematter .....	47
6.5.3	Diskusjon og konklusjon .....	49
6.6	Arbeidspakke 6 - Klima- og miljøeffekter av nye materialvalg til plast som er bruk til snurrevadttau og trålmatter (leveranse D10). .....	50
6.6.1	Formål.....	50
6.6.2	Gjennomføring og metode .....	50
6.6.3	Funn og resultater .....	50
6.6.4	Konklusjoner og anbefalinger.....	52
<b>7</b>	<b>Prosjektets hovedfunn, konklusjoner og anbefalinger .....</b>	<b>53</b>
<b>8</b>	<b>Prosjektets forslag til videre arbeid .....</b>	<b>54</b>
<b>9</b>	<b>Leveranser i prosjekt .....</b>	<b>55</b>
<b>10</b>	<b>Referanser.....</b>	<b>56</b>

# 1 Sammendrag

I fiskerinæringa er materialer av syntetisk plast å anse som helt avgjørende for effektivitet og verdiskaping. Uansett fiskeri i verden finner du nesten utelukkende plastbaserte fangstredskaper. Nye og sterke, syntetiske materialer (for eksempel, nylon (PA), polyetylen (PE), polypropylen (PP), polyester (PET)) til produksjon av tråd, nett og tauverk revolusjonerte fiskeriene og kan forklare mye av den formidable fangstøkningen i de marine fiskeriene. Utviklingen har imidlertid hatt sin pris og satt faretruende avtrykk i naturen. Dessverre stammer en stor andel av marint søppel fra fiskerinæringa selv. Nedbrytingstiden til konvensjonelle plastredskaper blir svært lang i det marine miljøet, og den brytes gradvis ned til mikro- og nanoplast. Et nøyaktig estimat på utslipp av mikroplast fra fiskeri er uopnåelig, men man vet at én kilde til mikroplastutslipp fra fiskerinæringen er slitasje på tauverk og nett under bruk. For fiskerinæringa er det følgelig et mål å redusere plastproblematikken.

Dette prosjektet fokuserte på alternative materialer til snurrevadttau og trålmatter. Formålet var å kvantifisere og sannsynliggjøre hvor mye reduksjon i utslipp ulike løsninger kan bidra med, inkludert en vurdering av kostnad og økonomiske konsekvenser ved ulike tiltak og alternative materialer. Prosjektet ble gjennomført i samarbeid mellom SINTEF Ocean, SALT Lofoten AS og UiT Norges arktiske universitet. Prosjektgruppen besto av forskere med ledende kompetanse og lang erfaring med FoU innenfor relevante temaer for prosjektet. Prosjektet hadde en referansegruppe som besto av representanter fra næringen.

Resultatene viser at taukombinasjoner av PE, PP, PET som i dag brukes i bunntål og snurrevad har en negativ miljøpåvirkning. Kombinasjoner av disse materialene bør derfor unngås. En mulig løsning, selv om den er dyrere, kan være å erstatte fibre laget av PE/PE/PET med enkeltpolymermaterialer som nylon (PA) og PET, som er mer motstandsdyktige mot slitasje. Fra et sirkulært perspektiv er bruk av svært slitebestandige materialer som PA og PET en lovende løsning, og egnetheten til disse materialene for resirkulering bidrar til en mer bærekraftig tilnærming. Til tross for at de er fossilbaserte og ikke-nedbrytbare, kan disse materialene redusere mengden mikroplast i løpet av levetiden.

Siden trålsekk vanligvis er laget av PA- eller PE/PP-nett, anbefales det å bruke samme type materialer for slitmatter. Dette vil eliminere den tidkrevende demonteringen av slitmatter fra trålsekk før resirkulering og dermed redusere kostnadene. Bruk av PA som et alternativt materiale for snurrevadttau og trålmatter åpner også muligheten for å bruke resirkulert PA i produksjon av nye fiskeredskaper. Den høye slitestyrken til PA vil forlenge levetiden, noe som kan kompensere for den høyere prisen sammenlignet med standardmaterialer, og det kan potensielt redusere mengden mikroplast som produseres.

Bruken av biologisk nedbrytbare polymerer er en annen løsning som kan redusere mikroplast forårsaket av slitasje fra bunntål og snurrevad. Biologisk nedbrytbare materialer som Senbis green rope og PBSA er miljøvennlige materialer, da de brytes ned i miljøet. Fordelen ville vært enda høyere hvis de biologisk nedbrytbare materialene var svært slitesterke. I dag er mangelen på tilgjengelige gjenvinningsmetoder og industrielle komposteringsanlegg et problem for snurrevadttau og trålmatter. De vil mest sannsynlig ende opp for energigjenvinning eller på deponi. Imidlertid kan bruk av biologisk nedbrytbare polymerer i konstruksjonen av snurrevadttau og trålmatter fortsatt være et bedre alternativ til standardmaterialer. Vi konkluderer med at det er behov for å utvikle en gjenvinningsteknikk som muliggjør resirkulering av biologisk nedbrytbare polyestere.

Resultatene fra dette prosjektet har bidratt til finansiering av et EU-prosjekt som fokuserer på sirkulære løsninger til fiskeredskap. Bruk av biopolyester i produksjon av snurrevadttau er en av tre løsninger som er foreslått i EU-prosjektet. Målet er å utvikle snurrevadttau som er laget av en biologisk nedbrytbar polyester med (minst 3x) høyere slitasjemotstand enn konvensjonelle polyetylen/polypropylen (PE/PP) Danline tau.



## Summary

In the fishing industry, synthetic plastic materials are considered crucial for efficiency and value creation. Regardless of the fisheries in the world, plastic-based fishing gear is dominant. New and strong synthetic materials (like for instance nylon (PA), polyethylene (PE), polypropylene (PP), polyester (PET)) to produce fibres, nets and ropes have revolutionized the fisheries. But this development has had its price and left a dangerous mark on nature. Unfortunately, a large proportion of marine litter originates from the fishing industry itself and the degradation of plastics in the marine environment is very long. It gradually breaks down into smaller particles, that ends up as micro- and nanoplastic. An exact estimate of microplastic emissions from fisheries is not possible, but it is known that one source of microplastic from the fishing industry is wear and tear on ropes and nets during service life. For the fishing industry, it is therefore a goal to reduce the plastic problem.

This project focused on different solutions in demersal seining ropes and bottom trawling, and tried to quantify how much reduction in plastics emissions different solutions could contribute to. An assessment of the cost and economic consequences of various measures and alternative materials was included. The project was carried out between SINTEF Ocean, SALT Lofoten AS and UiT Norway's Arctic University. The project group consisted of researchers with leading expertise and extensive experience with R&D within relevant topics for the project. The project had a reference group consisting of representatives from the industry.

The results presented in this study demonstrate that combinations of PE, PP, PET currently used in bottom trawls and demersal seines have a negative environmental impact. They do not apply the most desirable circular solution to end of life, as they lead to significant production of microplastics at sea and exhibit limited recyclability. Therefore, these combinations of materials should be avoided. One potential solution, although more expensive, would be to replace fibres made of PE/PE/PET with single-polymer materials such as nylon-polyamide (PA) and PET, which are more resistant to abrasion. From a circular perspective, the utilization of highly abrasion-resistant materials like PA and PET is a promising solution, and the suitability of these materials for recycling contributes to a more sustainable approach. Despite being fossil-based non-degradable, these materials can potentially reduce the amount of microplastics during their service life.

As trawl codends are typically made of PA or PE/PP netting, it is advisable to use the same type of materials for dolly ropes. This would eliminate the time-consuming disassembly of dolly ropes from codend netting prior to recycling and thus reduce costs. Using PA as an alternative material for demersal seine ropes and dolly ropes also opens the possibility of using recycled PA in the production of new fishing gears. The high wear resistance would extend the service life, which might compensate for the higher price compared to standard materials, and it could potentially reduce the amount of microplastics produced.

The use of biodegradable polymers is another solution that could potentially reduce MPs pollution generated from demersal trawling and seining. Biodegradable materials such as Senbis green rope and PBSA are more environmentally friendly than non-biodegradable standard materials, as they degrade faster in the environment and thereby reduce the impact of MPs caused by wear and tear of fishing gears during their service life. The benefit would be even higher if the biodegradable materials were highly abrasion resistant. Currently, the lack of available recycling methods and industrial composting facilities means that seine ropes and dolly ropes will most likely end up being incinerated for energy recovery or deposited in a landfill. However, the use of biodegradable polymers in the construction of demersal seine ropes and dolly ropes could still be a better alternative to standard materials. We conclude that there is a need to develop a recovery technique that enables recycling of biodegradable polyesters.

The results from this project have helped funding an EU project which focuses on circular solutions for fishing gear. The use of biopolyester in the production of demersal seine ropes is one of three solutions proposed in the EU project. The aim is to develop demersal seine ropes that are made of a biodegradable polyester with (at least 3 times) higher wear resistance than conventional polyethylene/polypropylene Danline ropes.

## 2 Innledning

I et tidligere oppdrag for Fiskeridirektoratet har SINTEF funnet ut hvilke redskap som er mest utsatt for slitasje og estimert materialmengden som tilføres havet (Syversen et al 2020). Resultatene viser til at det, ikke overraskende, er redskapsdeler med hard bunnkontakt som er mest utsatt og som dermed avgir mest plastfragmenter. Studiet viser at havet tilføres i overkant av 200 tonn plastfragmenter årlig. Mengden er størst i snurrevadfiske med cirka 100 tonn. Rapporten peker relativt tydelig på at tauene som benyttes i snurrevadfiske og slitematten som benyttes under trålsekken i bunntålfiske etter hvitfisk, skiller seg ut som de største bidragsyterne til at plastfragmenter slites av og tilføres havet gjennom ordinær bruk. I fiske med snurrevad har tauene mellom fartøyet og selve fiskeredskapen en viktig funksjon. Når disse trekkes langs bunnen, skremmes fisken inn til senter, før snurrevaden lukkes og redskapen hales opp. Således er bunnkontakten med tauene en viktig del av selve fangstprinsippet.

## 3 Problemstilling

### 3.1 Bakgrunn for prosjektet

I fiskerinæringa er materialer av syntetisk plast helt avgjørende for effektivitet og verdiskaping. Uansett fiskeri i verden finner du nesten utelukkende plastbaserte fangstredskaper. Nye og sterke, syntetiske materialer til produksjon av tråd, nett og tauverk (nylon, polyetylen, polypropylen, osv.) revolusjonerte fiskeriene. De kan forklare mye av den formidable økningen i fangst i de marine fiskeriene, fra 20 millioner tonn i 1950 til omtrent 180 millioner tonn i dag. Men utviklingen har hatt sin pris og satt faretruende avtrykk i naturen. Bildet om at vi høster våre viktige fiskeressurser fra rene og friske havområder blir til stadighet utfordret med bilder av «plastsjøppel-berg». Dessverre stammer en stor andel av innsamlet marint søppel fra fiskerinæringa selv. Den industrielle måten å anvende petrokjemikalier på for å fremstille plast til produksjon av syntetiske fibre som blir til tråd, nett og tauverk, gjør at nedbrytingstiden i det marine miljøet blir svært lang. En fiskeline av nylon vil for eksempel ha en levetid på flere hundre år om den havner på havets bunn, ifølge anslag fra Miljødirektoratet (Sundt et al. 2018). Den brytes gradvis ned til mindre bestanddeler, og ender opp som mikro- og nanoplast. Dette blir værende i det marine miljøet langt inn i evigheten.

Et nøyaktig estimat på utslipp av mikroplast fra fiskeri lar seg vanskelig beregne. Men det er behov for en objektiv vurdering av hva som er de største kildene til utslipp av mikroplast, et estimat på størrelsesorden, og hvordan man kan redusere disse utslippene i framtiden. Man vet at én kilde til mikroplastutslipp fra fiskerinæringa er slitasje på tauverk (inkludert nett) under bruk. Selv tapt utstyr som ikke lenger er utsatt for slitasje under bruk, bidrar til mikroplastutslipp. En studie fra Skottland hvor tauverk av polyetylen, polypropylen og nylon var satt ut på 10 m dyp viste at de forskjellige tauene mistet 0,45 %, 0,39 % og 1,02 % av massen i løpet av en måned (Welden and Cowie 2017). Dette betyr at tapt tau på 500 kg produserer 2-3 kg mikroplast i måneden. Andre problemer assosiert med konvensjonell plast er tapte fiskeredskap som forsetter å fiske i årevis. I den årlige oppsamlingen av tapte fiskeredskaper som utføres i regi av Fiskeridirektoratet tas det opp hundrevis av tapte fiskegarn, teiner og tonnevis med nett og tauverk. Mer enn 22 000 fiskegarn har blitt plukket opp siden 1983. Det meste er funnet på store dyp langs egga-kanten fra Stadt og nord mot Bjørnøya.

Dette «usynlige søppelet» havner på havets dyp og fører i mange tilfeller til spøkelsesfiske, eller skjult beskatning, av både fisk og skalldyr. Det økonomiske tapet kan være betydelig – og trolig i mange-milliardsklassen bare i norsk fiskerisektor. Det haster derfor med å utvikle gode løsninger. For fiskerinæringa er det et mål å redusere plastproblematikken. Vi mener at næringa i felleskap med forskningsinstitusjoner



burde klare å utvikle og dokumentere effekten av alternative materialer og løsninger til plast i de mest ekstreme tilfeller av plastforsøpling og -forurensing av det marine miljøet (i.e., slitematter og snurrevadttau); samt, foreslå tiltak og løsninger som kan iverksettes raskt.

## 3.2 Kunnskapsstatus og tidligere utført arbeid

### 3.2.1 Snurrevad og slitasje av snurrevadttau

Snurrevadtauene er som oftest tvunnet 4-slått tau hvor hver kordel har en stålwirekjerne. I den minste flåten er det fremdeles noen som bruker 3-slått blytau, men ståltau (kombitau) tar mer og mer over. Tykkelsen på tauene er avhengig av fartøyets størrelse, tauekraft og trommelkapasitet. De minste fartøyene på 10-11 meter bruker tautykkelse på 24-32 mm, mens de største bruker 50-60 mm tau. Lengden av tauene varierer fra 4-5 kveiler på hver arm og opp til 18 kveiler, à 220 meter. Hvilket gir en total lengde mellom 880 meter og 3960 meter per arm for de største fartøyene - nesten 8000 meter snurrevadttau totalt. Snurrevadnota er i utgangspunktet ganske lik trålnøter, men har lengre vinger og sylindre enn selve trålnota, i tillegg er omfanget mye større. Den har heller ikke et gear laget av gummi slik trålerne har. Vanlige fiskeslag som fanges med snurrevad er torsk, hyse, sei, rødspette, blåkveite og uer. Fisken blir fanget med sileprinsipp hvor "armene" (tauet) samler fisken foran selve not-delen. Etter at tauene og nota er satt starter fartøyet et sakte fremsig på 1-2 knop helt til tauene nesten er helt samlet, deretter starter hiving hvor fartøyet tar inn tauene samtidig som en prøver å ha et forsiktig fremsig på fartøyet. Mesteparten av fisken vil stå foran åpningen på snurrevaden inntil hiving begynner, hvoretter fisken vil havne bak i sekken på grunn av økt fart. Dette gjøres for å samle så mye fisk som mulig innenfor tauene. Når skipperen på fartøyet observerer at tauene er nesten sammenfoldet, starter de å hive inn tauene. Det er i denne prosessen fisken blir fanget i snurrevaden.

**Materialsammensetning:** Snurrevadttau består av PE og PP med en stålkjerne i hver kordel. Hvor mye stål som er i hvert tau, varierer fra fartøy til fartøy. Fartøy med stor tauekraft ønsker gjerne et tyngre tau enn et tilsvarende fartøy med mindre tauekraft, selv om tykkelsen er den samme.

**Årsak til slitasje:** Årsaken til at det blir slitasje på særlig snurrevadtauene er at de trekkes etter bunnen. En kan si at havbunnen fungerer som et slipepapir på snurrevadtauene (Figur 1). Er det bare leire på bunnen slipes tauene med fint sandpapir, men er det steinbunn derimot slipes tauene med grovt sandpapir. Slitasjen på snurrevadnoten er betydelig mindre sammenlignet med slitasjen på tauene. Den mest fremtredende slitasjen oppstår på tauene, samt skjørtet og vingene når noten hales framover.

**Gjennomsnittlig levetid:** Levetiden på et snurrevadttau og en snurrevadnot er avhengig av flere faktorer. For det første er det den menneskelige faktoren oppe i rorhuset – skipperen. Det er ofte hans valg som kan føre til ekstra slitasje på bruket. Hvordan bunnforholdene er har også stor innvirkning på hvor lang levetiden er på bruket. Størrelsen på fartøyet og dimensjoneringen av tauekraft og hydraulikk har også innvirkning på levetiden. En snurrevadbåt med stor tauekraft og kraftig hydraulikk som brukes hardt vil også kunne redusere levetiden kraftig på snurrevaden. Basert på anonyme intervjuer med fiskere og redskapsleverandører kan en estimere en levetid på et 40mm snurrevadttau på 400-600 hal. Levetiden på nota kan være lengre enn snurrevadtauene.



**Figur 1: Nytt snurrevadt (til venstre) og brukt (kassert) snurrevadt (til høyre). Foto: Fiskeridirektoratet.**

### 3.2.2 Trålmatter i bunntåling

Bunntåling er et aktivt redskap som primært blir benyttet i havfiske. Fisken fanges gjennom sileprinsippet ved at trålnota blir dratt langs havbunnen. Vannet blir silt ut gjennom maskene på nota og fisken blir igjen i trålpøsen. Viktige fiskeslag som fanges med bunntåling er torsk, hyse, sei, uer og blåkveite. Bunntåling deles inn i tre hovedkategorier: ottertråling, partråling og bomtråling, hvor førstnevnte er den som praktisk talt utelukkende benyttes på norske fartøyer. Trålingen er festet på et gear (rockhopper) som gir kontakt med havbunnen. Kuler på øverste del av trålnota bidrar til oppdrift. Fremme på hver side av bunntålingen holder to tråldører trålingen åpen (horisontalt). Tråldørene er koblet til fartøyet med wire, og med sveiper fra dørene og bak til selve trålingen, sekken bakerst på trålingen er også nært bunnen. Dermed er både tråldørene, sveipene, gearet og sekken i kontakt med havbunnen mens trålingen pågår (Figur 2). Trålpøser beskyttes gjerne mot kontakt med havbunnen med trålmatter (slitematter eller labbetuss) av tau, og disse slitemattene blir gjenstand for stor slitasje (Figur 3).



**Figur 2: Trålgear (til venstre) og slitematte (til høyre) med synlige slitasjetegn. Foto: SINTEF**



**Figur 3: Bilde av ny (til venstre) og slitt (i midten) labbetuss (PE/PP/PET). Slitematte av impregnerert nylonnett (til høyre). Foto: SINTEF**

**Materialsammensetning:** En bunntåle består av trålpøse (sekk), forlengelse, labbetuss/slitematte, trålnot og trålgear, samt sveiper foran trålen. Hovedkomponentene i selve trålen er polyetylen og polypropylen, med sviper og dører i stål. Labbetussen er satt sammen av bunter med plasttråder i nylon, polyester, polyetylen eller polypropylen, mens slitematter og nylonnett består av impregnerert nylon. Gearet består av stål og gummi, laget av gamle dumperdekk, i skiver på 21 tommer i diameter (alternativt 24 tommer på dårlig bunn eller i fiske etter blåkveite).

**Årsak til slitasje:** Det er ingen fast rulleringstid på hvor ofte trålen, gearet eller sekken byttes. Den avgjørende faktoren for hvor fort trålkomponentene slites er bunnforholdene. Tauing på bunn med store forekomster av sopp er verst, etterfulgt av stein/bergbunn, mens leire er den mest skånsomme av bunntypene. Gearet på trålen, som kontinuerlig slepes langs bunnen, er blant de komponentene i trålen som slites mest.

**Gjennomsnittlig levetid:** SINTEF gjennomførte i 2020 intervju med tre redskapsleverandører og en representant for et av de største rederiene i Norge, og basert på dette har en forsøkt å estimere gjennomsnittlig levetid for en tråle (Syversen et al., 2020). Redskapsleverandørene oppgir at selve trålen har en levetid på 6-8 måneder, mens representanten for rederiet opererer med en levetid på godt over et år. Vinger og underbelgen i trålen er mest utsatt for slitasje og enkelte seksjoner av dette byttes opptil flere ganger, om en har vært uheldig, før selve trålen byttes ut. Om en opererer med en levetid på trålen på 10 måneder bør dette være et rimelig anslag. Levetiden til gearet varierer. Ifølge leverandørene blir trålgearet byttet litt sjeldnere enn selve trålen, vanligvis hver 6.-10. måned. Rederiet indikerer at gearets levetid kan strekke seg til 1-1,5 år, og i slike tilfeller gjenbrukes enkelte komponenter fra det gamle gearet, som for eksempel skiver og fyllstykker som fortsatt har intakt spenning (dersom en mister spennet/spensten i gearet setter en seg lettere fast og sjansen for riving øker). Levetid på en labbetuss varierer også. Enkelte leverandører lager labbetussen i to små deler (4,5-5,5 m) i stedet for en lang (10 m). Ved ekstremt dårlig bunn kan labbetussen være nedslitt etter bare noen døgns tauing, og det må legges i ny labbetussstråd. I andre tilfeller varer labbetussen like lenge som selve trålen, men det må likevel i de aller fleste tilfeller legges i ny labbetussstråd. Tre leverandører som ble spurt om levetid på labbetuss oppga den til ca. 6 måneder – da må hele labbetussen byttes. Det er viktig å presisere at dette estimatet kun gjelder for fiske etter hvitfisk, når det gjelder reketråling anslår både leverandører og fiskere en fordobling av levetiden. Dette skyldes at ved reketråling taues det mest på leirbunn.

### 3.2.3 Naturmaterialer og biologisk nedbrytbare plastmaterialer

Tradisjonelt har sisal vært det ledende materialet for landbruksgarn (bindegarn og presse-garn) på grunn av sin styrke, holdbarhet, evne til å strekke, affinitet for visse fargestoffer og motstand mot forverring av saltvann. Betydningen som denne konvensjonelle bruken har hatt, minsker på grunn av konkurranse fra polypropylen og framveksten av alternative slåtteteknikker. Samtidig har det blitt utviklet nye sisal-produkter med økt verdi. Bortsett fra tau, hyssing og generelt tauverk, brukes sisal i billig papir, spesialpapir, darttavler, polstringsklut, filtre, geotekstiler, madrasser, tepper, håndverk, ståltaukjerter og makramé. Sisal har blitt brukt som et miljøvennlig forsterkningsmiddel for å erstatte asbest og glassfiber i komposittmaterialer til forskjellige bruksområder, inkludert bilindustrien. Fiber av lav kvalitet behandles av papirindustrien på grunn av det høye innholdet av cellulose og hemicelluloser. Den mellomstore fiberen brukes i tauindustrien til å lage tau, presser og bindegarn. Tau og hyssing er mye brukt til marin, landbruksmessig og generell industriell bruk. Fiber av høy kvalitet etter behandling blir omgjort til garn og brukt av teppeindustrien.

Hamp er en svært gammel kulturplante med et stort antall bruksområder. Plantefibrene har vært brukt til framstilling av bl.a. tauverk, tekstiler og papir, frø som for og til framstilling av olje, mens blomster og blader har vært brukt i medisin og i religiøse ritualer. Hamp brukes i dag i tusenvis av produkter, hvor noen av de viktigste er papir, tekstiler og klær, tauverk, lerret, maling, bygnings- og isolasjonsmateriell, kosmetikk, plastikkerstøttende produkter og andre artikler som trenger sterke fibre. Hamp kan brukes som erstatning for trevirke i papirproduksjon, hvor den gir rundt fire ganger større utbytte per areal enn skog, samt bedre papirkvalitet.

Kuskinn ble brukt til å beskytte bunntåsekk på 70-tallet i Norge. Kuskinn er et billig og sterkt naturmateriale. Hovedproblemet, og grunnen til at den ble erstattet med polyetylen-tau, var at kuskinn trakk til seg mye vann og ble for tungt. I de siste 3 årene har remser laga av kuskinn blitt testet som mulig erstatning til tradisjonelle slitmatter laget av polyetylen tau i bomtråling i Nederland. Slike remser laget av kuskinn medvirker også til at sekken beholder fleksibilitet og styrke, med og uten fangst.

Biologisk nedbrytbar plast har like egenskaper som vanlig plast under bruk, men det brytes ned til H<sub>2</sub>O og CO<sub>2</sub> av naturlig forekommende mikroorganismer som bakterier, sopp og alger når de kastes i miljøet. De mest aktuelle biologisk nedbrytbare plastmaterialene til bruk i det marine miljøet (i.e. fiskeri og havbruk) er PBS, PBAT og PBSAT. Kommersiell produkter laget av disse materialene (garn, tau, netting) er tilgjengelige i noen asiatiske land som Sør-Korea og Japan.

## 3.3 Forventet nytteverdi

For fiskerinæringa er det et mål å redusere plastproblematikken. Vi mener at næringa i felleskap med forskningsinstitusjoner burde klare å utvikle og dokumentere effekten av alternative materialer og løsninger til plast i det mest ekstreme tilfeller av plastforøpling og forurensing av det marine miljøet (i.e. slitmatter og snurrevadttau); samt, foreslå tiltak og løsninger som kan iverksettes raskt.

## 4 Prosjektets formål

Prosjektets hovedmål var å kvantifisere og sannsynliggjøre hvor mye reduksjon i utslipp ulike tiltak og løsninger kan bidra med. Det skal inkluderes en vurdering av kostnad og økonomiske konsekvenser ved ulike tiltak og alternative materialer. Delmål i prosjektet var å:

- Gjennomføre workshops med relevante aktører for innhenting av forslag/innspill til løsning.
- Gjennomføre materialtesting under kontrollerte forhold.

- Få estimater av slitasje fra forskjellige plast materialer og andre aktuelle materialer.
- Gjennomføre småskala- og fullskala forsøk om bord på fiskefartøy.
- Dokumentere operasjonelle egenskaper av nye alternative materialer.
- Studere livssyklusen og verdikjeden for snurrevadttau og nye alternative materialer.
- Vurdere kostnad og økonomiske konsekvenser ved ulike tiltak og alternative materialer (dvs. for dagens tau og ved nye alternative materialer).
- Kommunikasjon og formidling av prosjektresultater.

## 5 Prosjektgjennomføring

Prosjektet ble gjennomført i samarbeid mellom SINTEF Ocean, SALT Lofoten AS og UiT Norges arktiske universitet. Prosjektgruppen besto av forskere fra disse forskningsinstitutter og har ledende kompetanse og lang erfaring med FoU innen relevante tema for prosjektet. Prosjektgruppen hadde ansvar for planlegging, gjennomføring og rapportering av resultatene. Prosjektgruppen besto av:

- Jørgen Vollstad, senioringeniør, SINTEF Ocean,
- Eduardo Grimaldo, seniorforsker, SINTEF Ocean,
- Bent Herrmann, seniorforsker, SINTEF Ocean,
- Heidi Moe Føre, seniorforsker, SINTEF Ocean
- Roger B. Larsen, professor, UiT Norges arktiske universitet,
- Jesse Brinkhof, førsteamanuensis, UiT Norges arktiske universitet,
- Hilde Rødås Johnsen, SALT Lofoten AS,
- Carl Højman, SALT Lofoten AS,

Det ble etablert en referansegruppe for prosjektet med personer fra næringen. Referansegruppen besto av:

- Rune Sand, Tustern AS (snurrevad),
- Signor Antonsen, Hermes AS (bunnrål),
- Jouni Mikael Sjørgård, Gullholmen AS, (rekestrål),
- Representant fra Selstad, redskapsleverandør
- Representant fra REFA Frøyta AS, redskapsleverandør
- Representant fra Mørenot Fishery, redskapsleverandør
- Rita Naustvik, FHF
- Gjermund Langedal, Fiskeridirektoratet

Det ble avholdt møter med referansegruppen hvor planer, arbeid og resultater ble gått igjennom og diskutert. Prosjektet ble utført i nært samarbeid mellom prosjektgruppen og referansegruppen. Prosjektleder koordinerte arbeidet og sørget for kommunikasjon mellom partene og næringen, arrangerte møter og utarbeidet handlingsplan. Det ble arrangert gruppemøter mellom prosjektgruppen og referansegruppen (med representanter fra næringen, FHF og Fiskeridirektoratet) til å drøfte ideer, planlegge de årlige aktivitetene og diskutere resultatene. Prosjektet gjennomførte flere tokt ombord snurrevadfartøyet Fortuna og flere ombord tråleren Hermes i løpet av prosjektperioden. Finansieringen til fartøyleie var avhengig av ekstrafinansiering fra Fiskeridirektoratet (via Tilskuddordning til fiskeriforskning) eller egeninnsats fra rederiene. Alle resultatene fra prosjektet ble fortløpende formidlet via rapporter, avisoppslag og/eller vitenskapelig publisering. Prosjektet ble delt i seks arbeidspakker: 1) Workshops med industrien og andre relevante miljøer, 2) Material testing og kvantifisering av slitasje, 3) Fullskalatesting ombord fiskefartøy, 4) Kartlegging av verdikjeder etter bruk, 5) Analyse av praktiske og økonomiske konsekvenser ved bruk av nye løsninger og 6) Klimaeffekter av nye materialvalg.

## 6 Oppnådde resultater, diskusjon og konklusjon

### 6.1 Arbeidspakke 1 - Workshops med industrien og andre relevante miljøer

#### 6.1.1 Intervju med fiskere (leveranse D4)

Leveranse D4 oppsummerer informasjon framkommet gjennom dybdeintervju med snurrevadaktører. Informasjonen er innsamlet som en del av arbeidspakke 1. Intervju med snurrevadaktører erstatter i første omgang opprinnelig planlagt workshop med aktører innenfor snurrevad-segmentet. Dette som følge av Covid 19-pandemien. Intervjuene har hatt som formål å identifisere forslag til løsninger og aktuelle problemstillinger for videre bearbeiding i prosjektet, og som grunnlag for testing.

#### 6.1.2 Webinar (leveranse D3)

Leveranse D3 oppsummerer gjennomføring, deltakelse, og innspill fra aktører i webinar om alternative materialer til slitematter i trål. Webinaret ble arrangert 17. juni 2021 som del av arbeidspakke 1 i prosjektet. Ansvarlig for gjennomføringen var SALT Lofoten AS, som leder av arbeidspakke 1. Formålet med webinaret var å få innspill fra næringen og andre relevante miljøer som redskapsprodusenter, avfallsaktører og forvaltning, for kunnskapsinnhenting og identifisering av forslag til løsninger og aktuelle problemstillinger. Herunder: Kartlegge praksis, erfaringer og årsakssammenhenger knyttet til bruk, slitasje og avhending av slitematter og labbetuss (dollyrope). Og identifisere næringsbehov, praktiske forutsetninger og mulige løsningsalternativer som grunnlag for utvikling og testing av nye material- og tekniske løsninger. Som følge av koronapandemien ble innspillmøtet med aktørene gjennomført som et digitalt webinar, fremfor et fysisk arbeidsmøte (workshop) som opprinnelig planlagt. Følgende forskningsspørsmål lå til grunn for gjennomføringen av webinaret:

- Hvilke behov skal nye løsninger ivareta?
- Hvordan kan slitemater utformes?
- Hvordan kan de nye løsningene testes?
- Hvordan bør løsningene dokumenteres?
- Forbruk, kostnader og betalingsvilje.
- Livssyklus og avhending av dagens materialer/redskaper

### 6.2 Arbeidspakke 2 - Materialtesting og kvantifisering av slitasje/slitasjetest (leveranse D5)

Målet med arbeidet i dette forsøket har vært å gjennomføre material- og slitasjetesting av forskjellige materialer som kan være aktuelle for bruk i slitematter og snurrevadtau, og å sammenligne slitasjemotstanden til disse.

Dette arbeidet inkluderer følgende forskningsoppgaver:

- Slitasjetesting av forskjellige materialer under like forhold.
- Kvantifisering og karakterisering av partiklene fra hver type materiale.
- Rangering av materialer i forhold til hvor mye slitasje de tåler.
- Seleksjon av materialer til fullskalaforsøk.

### 6.2.1 Materialer og metode

Det er gjennomført slitasje- og styrketester på 14 forskjellige materialer/kvaliteter (Tabell 1), inkludert 6 forskjellige Danline-produkter, andre plastmaterialer (PE/PP/PET, nylon, polyester og polyetylen), naturmaterialene sisal og trefiber, samt to biologisk nedbrytbare polyestermaterialer, Bio-R, produsert av LG Chemicals (Korea) og Bio-D, fra Senbis (Nederland). For at testene skal være mest mulig sammenlignbare, er prøvestykkene så nærme 4 mm som praktisk mulig, og det er benyttet både garn, kordeler og hele tau (Tabell 1 Tabell). Labbetuss består av samlinger garn i forskjellig materiale og kvalitet, og noen av garn-prøvestykkene fra labbetuss er relativt tynne. Kordelene fra sisal- og trefibertau svellet mye i vann, noe som økte tykkelsen med ca 1 mm. Alle oppgitte tykkelser er for våte prøvestykker.

**Tabell 1: Oversikt over materialer inkludert i testingen, beskrivelse av prøvestykkene, antall omdreinger i slitasjemaskinen og antall replikater i styrketestene.**

Materiale	Prøvestykke	Tykkelse prøve (våt)	Omdreinger	Antall styrketester (replikater)	
				Nytt materiale	Slitt materiale
Danline - hard (spole)	Garn-tvunnet split-fiber	3,5 mm	80	10	10
Danline - myk (spole)	Garn-tvunnet split-fiber	3,5 mm	21	10	10
Danline - hard (kveil)	Garn-tvunnet split-fiber	3,5 mm	20	10	14
Danline - myk (kveil)	Garn-tvunnet split-fiber	3,5 mm	60	10	10
Danline - import	Garn-tvunnet split-fiber	5 mm	60	10	8
Danline - standard	Kordel-tvunnet split-fiber	3,5 mm	20	6	11
PE/PP/PET (Labbetuss)	Garn -Tvunnet split-fiber og monofilament	2,4 mm (gjennomsnitt av 1,5-3,5 mm)	30	24	24
Nylon	Tau -Flettet multifilament	5 mm	80	5	10
Polyester	Kordel -Tvunnet multifilament	3,5	80	5	10
Polyetylen	Tau -Flettet monofilament	3,5 mm (2 mm tykk, 5 mm bred)	80	3	5
Sisal	Kordel -Tvunnet fiber	5,5 mm	80	5	5
Trefiber (viskose)	Kordel	4 mm	5	5	5
Bio-R	Halv kordel av multifilament (4 garntråder, tvunnet)	4 mm	80	10	10
Bio-D	Monofilament fra bionedbrytbart polyester labbetuss	1,5 mm	80	15	14

Materialene ble påført slitasje fra en roterende trommel med sandpapir med korning 220. Det ble benyttet utstyr for slitasjetesting kalt MILA 200 WET, produsert av Burachi Italia (Figur 4A). Bruddstyrken til prøvestykker både med og uten slitasje ble funnet ved strekktesting (maskin fra Tinius Olsen med lastcelle på 5 kN (Figur 4B)).

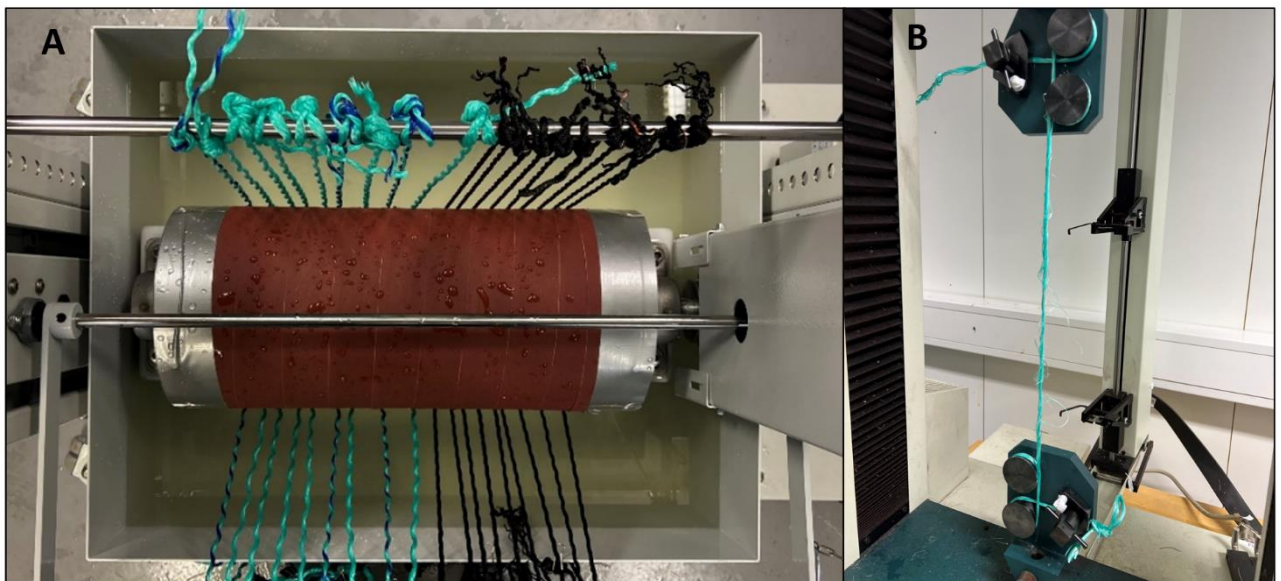
Det ble benyttet følgende testprosedyre for slitasjetesting:

1. Prøvestykkene (1,2 m) for slitasjetesting ble bløtlagt over natten.
2. Vannbadet ble fylt med vann slik at det dekket nedre del av slitasjetrommelen.
3. Trommelen ble dekt med nytt sandpapir før hver slitasjetest.
4. Prøvestykker ble festet til stag på den ene siden av trommelen og lagt langs omkretsen til nedre halvdel av trommelen. Videre ble prøvestykkene lagt over stag på motsatt side av festet, og et lodd på 100 g (polyetylen, nylon, sisal, alle Danlinetau, og bio-plast) eller 60 g (trefiber, labbetuss og polyester) ble festet til den løse enden, avhengig av vekt og tykkelse på tauet.
5. Trommelen ble rotert mot klokken i et høyrehåndssystem, dvs. med bevegelse fra den innsente enden mot den løse enden med lodd.
6. Prøvestykkene ble utsatt for opptil 80 omdreininger med slitasjetrommelen. Dersom prøvestykkene viste tegn til betydelig slitasje ved lavere antall omdreininger, ble slitasjetestene avsluttet før 80 omdreininger var fullført.
7. Det ble testet flere prøvestykker/replikater av hver test.

Det ble gjennomført styrketester med minimum 3 nye prøvestykker og 5 slitte prøvestykker for hvert materiale. I noen tilfeller var variasjonen i bruddstyrke stor, og det ble da gjennomført flere tester.

Testprosedyre for styrketesting:

1. Et vått prøvestykke med eller uten slitasje ble montert i strekkmaskin med «bollard grips».
2. Prøvestykket ble strekt med en hastighet på 200 mm/min mellom innfestingene samtidig som strekkraft ble målt.
3. Dersom prøvestykket røk i festet, var testen ugyldig og ble forkastet fra resultatene.
4. Bruddstyrken ble funnet som høyeste målte strekk-kraft.



**Figur 4: A) Tauene ble påført slitasje med MILA 200 WET fra Burachi Italia med sandpapir av korning 220. B) Bruddstyrken ble testet med maskin fra Tinius Olsen. Foto: SINTEF**



Slitasje er beregnet som forskjellen i strekkstyrke før og etter påført slitasje. Den er i tillegg oppgitt per omdreining av sylindere med sandpapir og som funksjon av diameteren til teststykket. Til sist er de forskjellige materialene sin toleranse for slitasje sammenlignet med toleransen for slitasje til standard Danlinetau (Dan-6).

Det matematiske uttrykket for slitasjetoleransen (toleransekoefisient) til et gitt tau blir da som følger:

$$T_S = \frac{n_o}{S_{red} \cdot T_{S_{ref}}}$$

hvor  $n_o$  er antall omdreininger med sandpapir og  $T_{S_{ref}}$  er slitasjetoleransen til et valgt referansetau (Dan-6 i dette tilfellet).

Styrkereduksjon (gitt i prosent), blir

$$S_{red} = (1 - S_S/S_N) [\%]$$

hvor  $S_S$  er gjennomsnittlig styrke målt for prøvestykker med påført slitasje, og  $S_N$  er gjennomsnittlig styrke målt for prøvestykker med nytt materiale (nominell tilstand, uten slitasje).

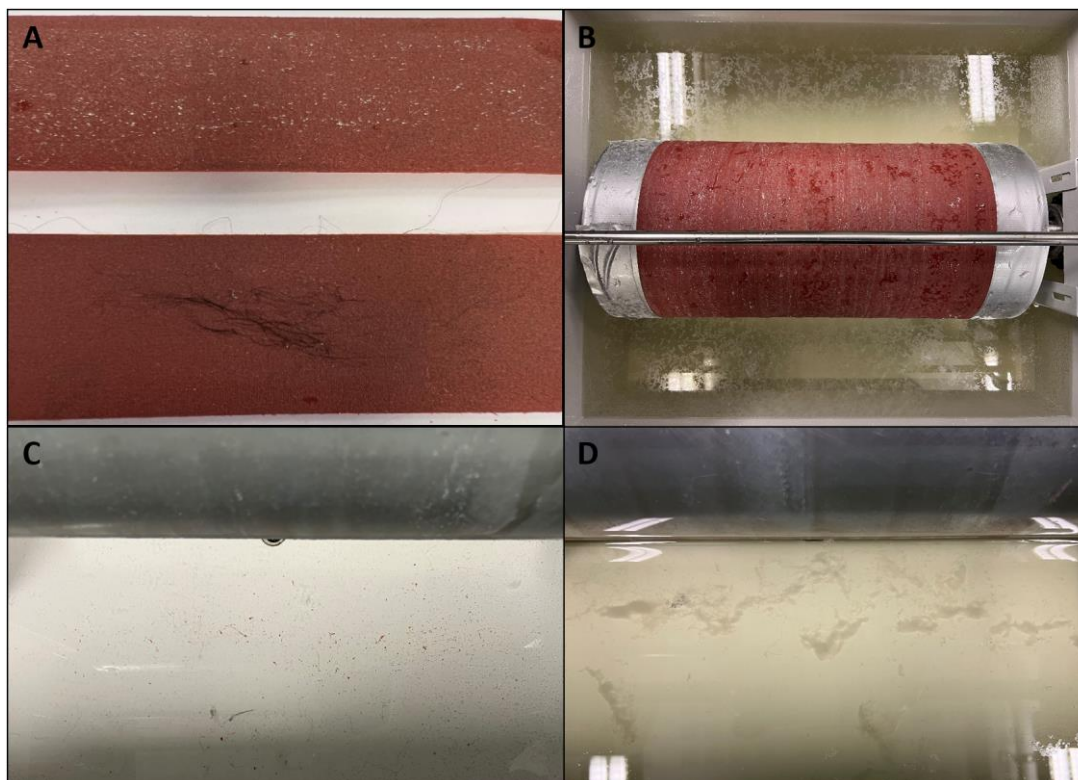
Tykkelsen til prøvestykkene varierer fra 1,5 mm (labbetuss) til 5,5 mm (våt sisal). Siden tauene har noe forskjellig tykkelse, ble uttrykket for slitasjemotstand korrigert med en arealfaktor som delvis tar hensyn til effekt av forskjellig tverrsnittareal til tauene. Dette representerer en antagelse om at økt tautykkelse gir tilsvarende økt strekkstyrke pga. økt tverrsnittareal. Tverrsnittarealet er proporsjonalt med tykkelsen opphøyd i andre, og denne verdien settes lik arealfaktoren:

Arefaktor (dimensjonsløs):

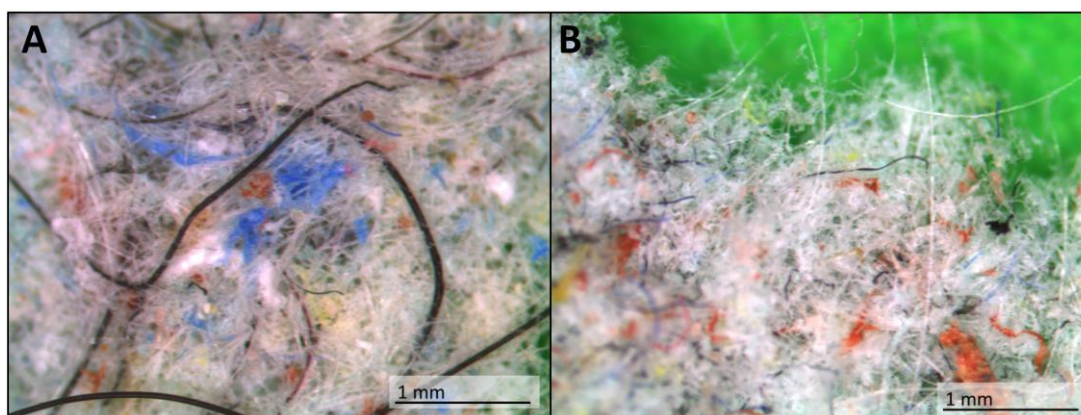
$$A_f = (t_{ref}/t_{tau})^2 [-]$$

hvor  $t_{ref} = 4$  mm er valgt som referansetykkelse, og  $t_{tau}$  er målt tykkelse for de forskjellige tauene.

Vannbadet i slitasjemaskinen ble tømt etter en til tre dager med slitasjetester (Figur 5). Vannet ble tømt gjennom et filter på 64  $\mu$ m, og partiklene i filteret ble samlet opp, tørket og studert i lupe (Figur 6).



Figur 5: Løst materiale etter påført slitasje. A) Danline Standard (øverst) la igjen mange små biter med materiale mellom kornene på sandpapiret, mens polyestertauet (nederst) la igjen lange fibre som var heftet fast i sandkornene. B) Materiale etter testing av diverse Danlinetau hang igjen i sandpapiret og lå som et lag i vannoverflaten. C) Biter av rød labbetusstråd lå på bunnen av tanken. D) Lange fiber fra trefibertauet samlet seg i klumper i bunnen av tanken. Foto: SINTEF

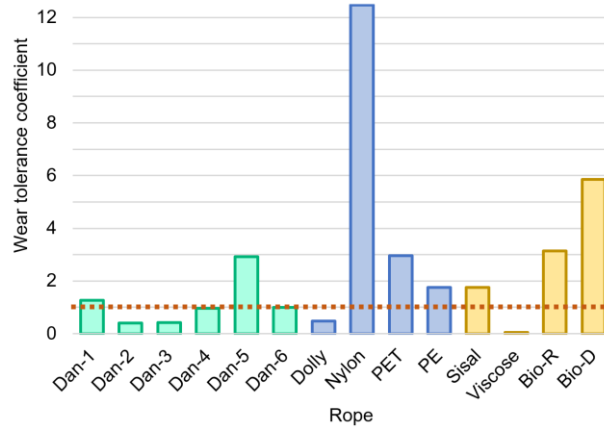


Figur 6: Oppsamlet materiale fra vanntanken på slitasjemaskinen, sett på gjennom lupe. Foto: SINTEF

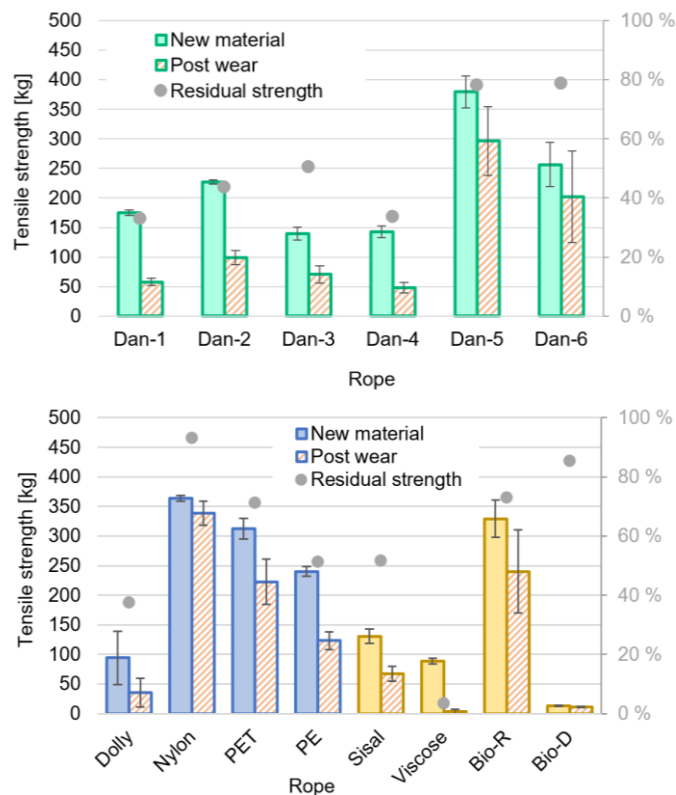
### 6.2.2 Resultater fra forsøket

Resultatene er presentert som slitasjetoleranse i Figur 7, og **Figur 8** viser styrken før og etter slitasjetesting for materialene (middelvei med standardavvik). Nylonmaterialet viser klart størst toleranse mot slitasje med en slitasjetoleranseverdi på 6 (har 6 ganger høyere slitasjetoleranse enn Danline), og svært liten reduksjon i styrke etter slitasjetesten. Videre viser polyester, bio-plast (Bio-R) og polyetylen relativt god toleranse mot slitasje. Danline, PE/PP/PET og sisal ligger på samme nivå, mens trefiber og Bio-D viste svært liten motstand mot slitasje. I testene med trefiber røk ni av fjorten prøvestykker før fem omdreininger med slitasjetrommelen var gjennomført.

Slik slitasjetoleransen er definert, er den avhengig av antall omdreiinger med sandpapirtrommelen og tverrsnitts-arealet til prøvestykket. Det kan imidlertid være flere faktorer som påvirker denne verdien, for eksempel kan det hende at slitasjen er større for de første omdreiingene med sandpapiret, og at den reduseres etter hvert på grunn av oppflising av materialet som kan beskytte resten av prøvestykket mot slitasje, og slitasje på sandpapiret. Dette kan for eksempel forklare hvorfor et par av Danlinekvalitetene fikk noe lavere slitasjetoleranse enn de andre. Dette er ting som bør utforskes nærmere. I tillegg bør man merke seg at disse testene er utført på garn, og inkluderer dermed ikke effekten av hvordan tauet er slått, for eksempel kan et hardslått tau tåle mer slitasje. Derfor anbefales det at man fokuserer på de store trekkene i disse resultatene.



**Figur 7: Estimert slitasjetoleransekoefisienten for de forskjellige materialene. Den rødstiplede linjen indikerer referanseverdien 1 (basert på Dan-6).**



**Figur 8: Resultater fra styrketester før og etter påført slitasje, Danline-materialene (topp) og de resterende materialene (bunn). Gitt som gjennomsnittsverdi med standardavvik. Samt reststyrke, gitt som prosent av nytt materiale.**

### 6.2.3 Konklusjoner

- Nylon- og polyestertau tålte mest slitasje da de hadde lavest styrkereduksjon etter slitasjetesting, mens trefibertau tålte svært lite.
- Biologisk nedbrytbar plast viste relativt god motstand mot slitasje.
- Sisal viste slitasjemotstand på linje med tradisjonelle materialer som Danline og standard PE/PP/PET.
- Det ble dannet små mengder mikroplast og mikropartikler, der det meste så ut til å komme fra trefibertau, polyester, Danlinetau og PE/PP/PET.

Tiltak og valg som kan redusere plastforurensing fra slitasje på utstyr til fiske:

- Naturmaterialer som sisal
- Biologisk nedbrytbar plast
- Sterkere polymere materialer som nylon og polyester
- Tykkere fiber og tykkere tau

Det bør videre undersøkes i hvilken grad tauets struktur påvirker motstand mot slitasje. Det inkluderer om det er forskjell på flettet og slått tau, og om hardslått tau tåler mer slitasje. Det vil også være nyttig å studere effekten av forskjellig antall omdreiinger med slitasjetrommelen, og forskjellig korningsgrad på sandpapiret (en mer ru overflate kan gi et endret bilde på slitasjemotstand). En studie av effekten av varierende tautykkelse og strekk i tauet vil også kunne gi verdifull kunnskap som kan brukes ved valg av materialer i fiskeredskap.

## 6.3 Arbeidspakke 3 - Fullskalltesting ombord fiskefartøy

### 6.3.1 Forsøk 1: Uttesting av trefibertau og kuskinn om bord MS «Fortuna» i september 2021 (leveranse D6)

Forsøket ble gjennomført om bord på snurrevadfartøyet MS "Fortuna" (Figur 9) i september 2021. Målet var å teste nedbrytbare materialer på sabben (Figur 10), som er den nederste delen på skjørtet, og som derfor er svært utsatt for slitasje. I september 2021 ble det gjennomført 19 hal med snurrevadfartøyet "Fortuna" T-161-LK, hvor sabben på skjørtet ble bolset (surret rundt) med 2 typer materialer: flettet trefibertau og oppstrimlet kuskinn.



Figur 9: Snurrevadfartøyet «Fortuna» brukt i forsøk. Foto: SINTEF



**Figur 10: Nederst på skjørtet henger kjettingen som holder nota på bunnen, og ovenfor kjettingen er sabben (tykk grønn fletta trosse). Sabben soper langs bunnen når nota dras frem, og skal forhindre at skjørtet og nota rives dersom skjørtet huker seg fast i noe på bunnen. Foto: SINTEF**

#### **Kuskinn:**

Kuskinn ble kjøpt fra Nortura sitt anlegg på Andslimoen i Målselv. Norsk kuskinn er svært populært i bilindustrien hvor skinnene brukes på setene i dyre biler. Grunnen til denne populariteten er at det er forbudt med piggtråd i norsk landbruk. Norske kuskinn har dermed en stor fordel sammenlignet med skinn fra land hvor piggtråd ikke er forbudt, da skinnen forblir helt og uten hull eller skader. Kuskinnene ble strimlet opp for å kunne surre de rundt sabben (Figur 11). De ble delt opp i lengder på 3-4 meter og endene på hver del ble tredd inn i kordelene på sabben slik at de ble låst. Strimlene ble surret med hårene ut, og det ble tatt et halvstikk for hver halvmeter slik at ikke mye av sabben skulle blottlegges dersom strimlene ble slitt av. Kuskinnene ble surret rundt sabben på styrbord side av nota, med starten nederst i rundingen (midten). Det ble surret 6 meter med kuskinn, deretter 2 meter hvor sabben lå åpen som kontrollområde, deretter nye 6 meter med kuskinn. Det ble 3 seksjoner kuskinn på styrbord side til sammen.



**Figur 11: Skinet strimlet opp (venstre) før det surres rundt sabben (til høyre). Foto: SINTEF**

#### **Trefibertau:**

Trefibertauet som ble brukt på "Fortuna" ble surret rundt sabben på babord side (Figur 12). Det er 10 mm flettet tau som er laget av rester fra trevareproduksjon. Det minner om vanlig flettet nylontau, men når en begynner å åpne kordelene og frynse disse opp merkes det at det ikke er syntetisk da de individuelle fibrene er svakere enn syntetiske fibre. Dette trefibertauet er laget spesielt til dette formålet av Norsk Fletteri AS og skal være basert på 100% naturlige råvarer fra treproduksjon og naturlig bleket uten kjemikalier. Denne blekeprosessen vil ikke være nødvendig til bruk i fiskeredskap, noe som vil kunne kutte kostnaden og muligens noe energiforbruk. For hver 40 cm ble det tatt et innstikk samt at det også ble slått halvstikk på trefibertauet slik at ikke mye tau skulle gå tapt om tauet ble avslitt.

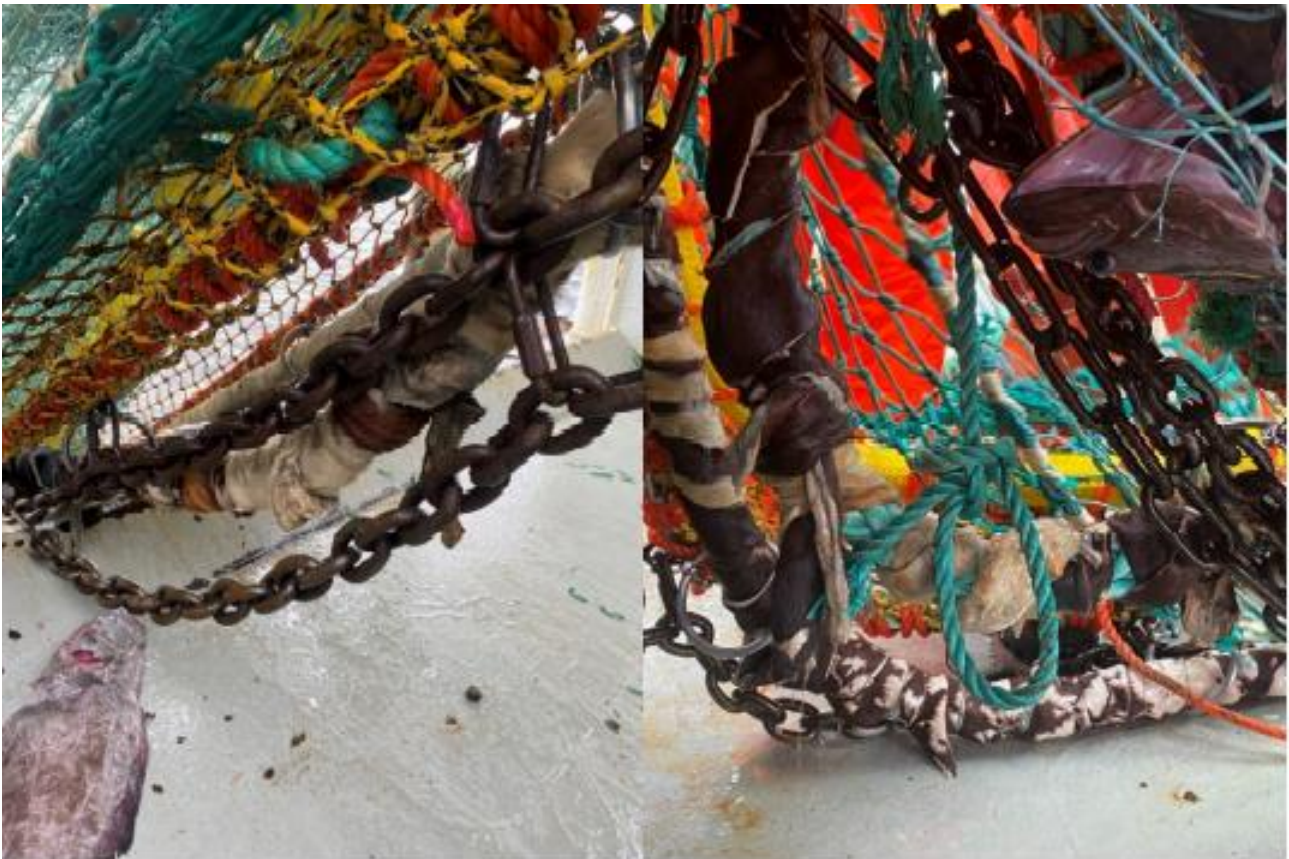


**Figur 12: Trefibertau (til venstre). Sabben ferdig bolset (til høyre) med trefibertau i hvitt på høyre side av sabben og kuskinn på venstre side. Foto: SINTEF**

## Resultater

Etter hvert som forsøkene skred frem så en at trefibertau var for svakt for denne typen beskyttelse mens kuskinn viste seg å være svært sterkt, selv om også kuskinn fikk relativt hard medfart når nota ble dratt frem og viste tydelig tegn til slitasje.

Kuskinn holdt seg forbausende godt, og mye bedre enn trefibertauet (Figur 13 og Figur 14). Slitasjen etter 19 hal viste at det fremdeles beskyttet sabben mot slitasje fra havbunnen. Enkelte steder var det likevel slitt av, og det var også tydelig at det burde vært strammet hardere rundt sabben da det forskjøv seg slik at deler av sabben lå åpen. Alt av hår var slitt av etter 19 hal slik at det var bare læret som var igjen. Styrken i materialet synes å være nokså god for denne type slitasje, mens innfestningen og måten det benyttes på vil være sentralt i hvorvidt det er effektivt i bruk mot slitasje av plast. Det ble allerede etter 4-5 hal ganske tydelig at trefibertauet ikke hadde den ønskelige slitasjestyrken. Det ble som nevnt tatt innstikk for hver 40 cm og slått halvstikk. Allerede etter 4-5 hal ble trefibertauet slitt av enkelte plasser hvor halvstikket var. Når det slås et halvstikk vil dette stikke litt ut og dermed være det stedet som først får slitasje.



**Figur 13: Etter 4 hal begynner kuskinnen å miste hår og trefibertauet er enkelte steder slitt av.  
Foto: SINTEF**



**Figur 14: Etter hal 19 hadde referansestedene tydelig tegn til slitasje. En ser tydelig forskjell på styrken i kuskinn og trefibertau. Kuskinn holder seg fremdeles ganske bra, mens trefibertau er utslitt.**

**Foto: SINTEF**

### **Konklusjoner og videre arbeid**

Dersom det skal gis en anbefaling hva som er best av kuskinn og trefibertau var det helt klart kuskinn som kom best ut i dette forsøket. Kuskinn ble tidligere brukt som slitematte under trålsekken før nåtidens labbetuss ble tatt i bruk. Det viser seg derimot ikke optimalt, slik det ble brukt i disse forsøkene. Det hadde vært mulig å for eksempel lage en flettet strømpe av kuskinn eller å surre kuskinn på sabben før sabben settes på skjørtet slik at en får det mye strammere og dermed ikke får slik forskyvning som sees på figur 15 hvor sabben blir eksponert for slitasje mellom surringene. Det kan også tenkes at dersom sabben er fastmontert med kjettinglås i stedet for å være tredd i ringer vil man kunne få et annet resultat, da man vil eliminere forskyvning av materialet i ringene.

Trefibertauet holdt heller ikke mål som slitetau på sabben. Et flettet tau som er laget av trefiber vurderes ikke til å være egnet for den røffe påkjenningen det vil få når snurrevaden dras fremover langs havbunnen hvor det kan være både stein, fjell og ikke minst sopp som sliter på sabben.



### 6.3.2 Forsøk 2: Uttesting av labbetuss av trefibertau om bord MS «Hermes» i perioden 08.-22. november 2021 (leveranse D6)

Det ble i perioden 8.-22. november 2021 gjennomført 49 hal på tråleren "Hermes" F-7-L med en labbetuss laget av samme trefibertau som ble brukt på "Fortuna". "Hermes" har tidligere prøvd labbetuss av naturfiberet sisal, men dette materialet viste seg å være altfor svakt. De ønsker derfor å fortsette å prøve labbetussen laget på trefibertau, basert på den positive opplevelsen skipper og mannskap fikk av dette materialet.

#### Trefiberlabbetuss

Ombord på dobbeltråleren "Hermes" (Figur 15) ble det utført forsøk med en ordinær labbetuss (kontroll) på den ene trålen, og med trefiberlabbetuss (forsøk) på den andre trålen. De påmonterte labbetussene var ny og ubrukt da de ble satt på, og forsøket ble gjennomført som et sammenligningsforsøk. Labbetussen med trefibertau ble påmontert et varenett, slik som en ordinær labbetuss. Trefibertauet ble påmontert på samme punkter og i lik lengde som på en ordinær labbetuss. En viktig forskjell mellom de to labbetussene er at den konstruert av trefibertau er laget av flettet tau. På en ordinær labbetuss er tauene som blir benyttet tatt ifra hverandre. Da det ble kjørt parallele seleksjonsforsøk ble det byttet side på forsøk og kontroll etter hvert femte hal, for å eliminere eventuelle forskjeller mellom styrbord og babord side.



Figur 15: Tråleren «Hermes» brukt i forsøk på labbetuss. Foto: Marine Trafikk

Trefibertauet som ble brukt på tråleren "Hermes" ble festet på samme måte som ordinær labbetussstråd. Det ble brukt omtrent 1100 meter trefibertau for å lage en komplett labbetuss. Hver lengde av trefibertauet var ca. 1,5 meter og ble tredd slik at det ble dobbelt (Figur 16). "Hermes" fisker med dobbeltrål, det var derfor enkelt å sammenligne trefiberlabbetussen med den ordinære labbetussen. For hvert hal ble begge labbetusser inspisert og tatt bilde av for å følge med på utviklingen av slitasjen.



**Figur 16: Labbetuss av trefibertau (hvitt) og vanlig labbetuss laget av polyetylentau (sort og farget) før forsøkene starter. Labbetuss er en slitematte som beskytter trålsekken mot riving i bunnen. Foto: SINTEF**

### Resultater

Etter det første halet begynte straks trefibertauet å gå opp i flettingen i tauendene. Dette tiltok i de neste halene, og man kunne etter hvert se at tauendene begynte å klumpe seg sammen. Det viser seg videre at trefiberlabbetussen får slitasje primært i tauendene (Figur 17). De fliser seg mer og mer opp, og taper form og etter hvert lengde. Slitasjen på den ordinære labbetussen ser man har en helt annen karakter. Her får fibre i matta mer jevn slitasje, og begynner etter hvert å tape enkeltfibre til omgivelsene. Noen av de tapte fibre kommer inn i mottaket sammen med fisken. Rent sammenligningsmessig er det vanskelig å si noe om de to ulike labbetussene, da slitasjen har såpass ulik karakter. Bildene av de to mot slutten av forsøket illustrerer hvordan slitasjen utartet på ulik måte (Figur 18).



**Figur 17: Endene på trefibertauet er tydelig påvirket etter 3 hal. Foto: SINTEF**



Figur 18: Nærbilder av labbetussene mot slutten av testserien. Slitasje av ulike karakterer. Foto: SINTEF

### Konklusjoner og videre arbeid

Trefibertauet viste seg med enkle undersøkelser å fylles med vann og synke. Det kan derfor antas at labbetussen av trefibertau går tungt mot havbunnen. En ordinær labbetuss laget av tau av polypropylen fylles ikke med vann under bruk og har derfor oppdrift. Under forsøkene ble det benyttet 6 stykk kuler på 8 tommer som oppdrift på begge sekkene. Trefibertauet i tørr tilstand fremstår som noe svakt, da man kan dra løs fibre av tauet med lite påvirkning. Det kan derimot virke som at tauet får endrede egenskaper når det blir vått.

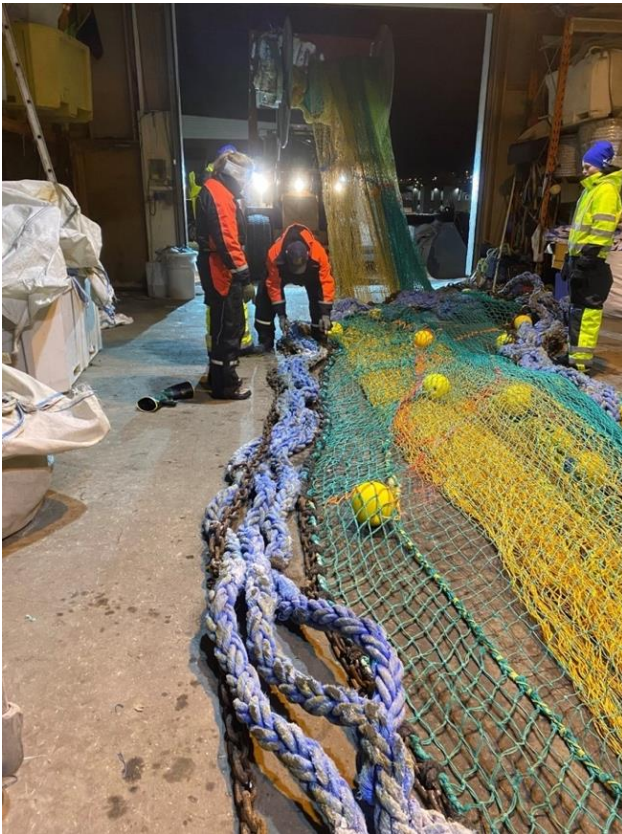
Som forventet ble det først observert mest slitasje på midten under sekken og i bakkant, dette var tilfellet for begge typer labbetuss. Ved bruk av trefibertau kan man enkelt bytte ut de stykkene av tau etter hvert som de blir slitt, mens ved bruk på sabben på snurrevad er dette mindre sannsynlig å kunne utføre i en fiskesituasjon. En annen viktig faktor knyttet til bunnsletting er bunnsediment. Under forsøkene ble det gjennomført tråling på ulike bunntyper, primært på "fin" bunn. Det er nødvendig å utføre forsøk der langvarig bruk av labbetussen blir testet på "grovere" bunntyper.

### 6.3.3 Forsøk 3: Uttesting av treplanker og treklosser brukt som slitematter i snurrevad om bord MS «Fortuna» i desember 2021 og januar 2022.

Etter forsøk gjennomført høsten 2021 ble det ytret ønske av skipper på "Fortuna" om å teste ut treklosser/planker som en beskyttelse for sabben eller som et alternativ til sabben. Det ble derfor i desember og januar installert korte treplanker foran sabben som en beskyttelse mot avflassing av mikroplast. Treplanker utgjør en naturlig ressurs som, hvis det viser seg å være funksjonelt, kunne være et betydelig mer kostnadseffektivt alternativ enn både kuskinn og trefiber. Samtidig vil treplanker være mer tilgjengelige for bruk.

#### Treplanker

I dette forsøket ble det tatt i bruk ei 180 # snurrevadnot, en såkalt bacalao not, fra Frøystad. Det ble kjøpt inn 90 meter med 48 mm x 198 mm (2 toms 8) plank av gran i C24 kvalitet (den beste kvaliteten på plank som kjøpes hos norske trelastleverandører). Plankene ble kappet opp i 80 cm lengder, 86 stk totalt, med et samlet volum på 0,654 m<sup>3</sup>. Oppdriften dersom en tar utgangspunkt i tørt trevirke er 375 kg/m<sup>3</sup>, man må derfor regne med en ekstra oppdrift på 245 kg for denne planken, i tørr tilstand. På bakgrunn av dette ble det satt inn 90 kg ekstra kjetting når skjørtet ble laget (Figur 19). For hver plank ble det boret 4 hull, 22 mm i diameter, 2 oppe og 2 nede, for feste til skjørtet. Festet besto av 6 mm kjetting, med en bruddstyrke på 1600 kg (Figur 20).



**Figur 19: Rune Sand hadde bygd et skjørt som var laget av kjetting og trippel sabb, og det var dette skjørtet som ble brukt til å sette treplankene på for å beskytte den triple sabben. Foto: SINTEF**



**Figur 20: De første plankene settes på og det tas en vurdering av størrelse og innfesting. Fra venstre: Erik Christensen, Rune Sand og Kornelia Sand. Foto: SINTEF**

For å redusere miljøavtrykket på havbunnen ble det benyttet et skjørt på 36 meter, dette for å minimere lengden av skjørtet som kommer i bakkekontakt. Plankene beskyttet kun ca. 20 meter av skjørtet, noe som etterlot spissene fremme, ca. 8 meter på hver side, ubeskyttet. Skjørtet ble stilt slik at plankene var vinklet loddrett i forhold til havbunnen, i såkalt nøytral posisjon, for å forhindre stein å ta seg inn i nota.

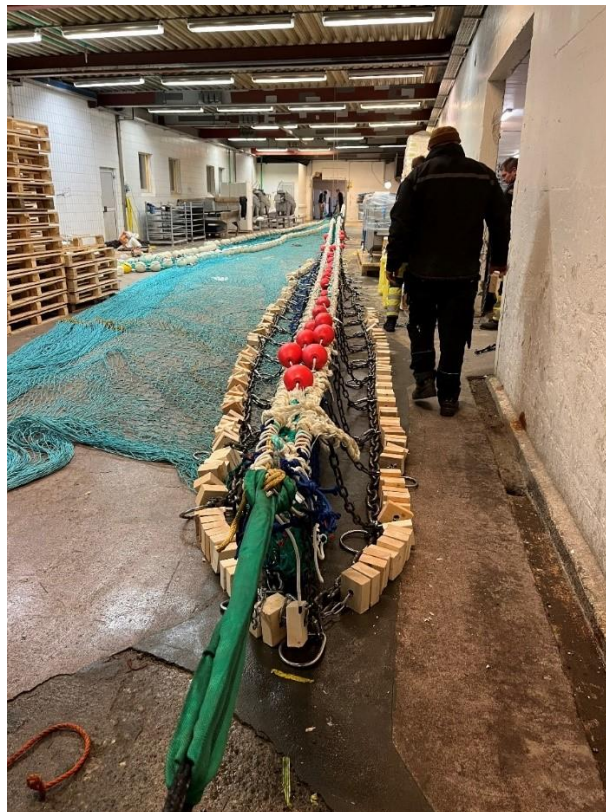
### Treklosser

Etterfulgt av forsøket med treplanker ble det i januar bygget et nytt skjørt på en ny, spesiallaget not av typen 540 Selstad. Skjørtet besto av kjetting og treklosser laget på vanlig 48 mm x 98 mm plank av materialet gran, også i C24 kvalitet. Etter å ha bli kappet i 120 mm lengder fikk hver kloss boret et hull på 24 mm i diameter (Figur 21). Disse ble så tredd på en 6 mm kjetting av samme type som ble brukt i plankenota (Figur 22).

Før bygging av treklossenota ble det gjennomført flere filmhal med et vanlig skjørt for å besvare spørsmålet om fisk vil, i det de blir trengt bakover, gå mot skjørtet, vil fisken søke mellom kjettingene i et nettingskjørt og dermed rømme ut. Det ble kun påvist under ett filmhal at fisk la seg mot det vanlige skjørtet, og det var på denne bakgrunn at kjettingskjørtet ble laget.



Figur 21: 1 Treklosser stabled i kar klar til å tres på kjetting. Foto: SINTEF



Figur 22: 2 Nota strekt ut og treklossene er tredd på kjettingen som erstatning for sabben. Foto: SINTEF

## Resultater

Treplanker: Den første utfordringen som dukket opp når plankene var tredd på og festet til skjørtet var om det var plass til nota på trommelen. Plankene utgjorde hele 0,654 m<sup>3</sup> noe som må ansees som en ganske betydelig økning av volumet. Når en i tillegg vet at plankene ikke ville ligge pent inntil hverandre, men heller på kryss og tvers når nota skulle inn på trommelen, viste det seg at det var med et nødsrik at det ble plass. Det bød på store utfordringer når nota skulle settes ut (Figur 23). I de fleste tilfeller måtte det brukes vinsjraft fra en av de andre tromlene for å få ut begynnelsen/bukta på skjørtet ved utsetting. Det ble en del maskesprott/skader når nota ble tatt inn siden plankene ofte kunne stikke ut og den måtte kjøres stramt inn for å få plass til hele nota på trommelen.

Når nota ble tatt om bord første gangen var det enighet om at den skulle settes ut for å se om det var satt nok ekstra tyngde/kjetting på nota slik at den sank på ordinær måte. Det viste seg at nota fløt. Dermed måtte den tas på land igjen for å sette ytterligere kjetting på, ca. 80 kg, i tillegg til den ekstra tyngden som var satt på når plankeskjørtet ble laget (90 kg). Det ble også spekulert i hvor mye treplankene trutnet (trakk til seg vann) når nota ble satt ut i havet. Et forsøk om bord "Fortuna", hvor plank ble heist ned på 4 meter, viste en økning i vekt på hele 20%, på bare én natt. Nota ble derfor, allerede på første halet, satt på 250 meters dybde, for å utsette plankene for rikelig trykk og dermed hindre at oppdrift skulle bli noe problem.

Plankenota fisket ganske hardt i bunnen, dette ble påvist både med film og ved at det havnet mer breiflabb og brosme i nota enn før plankene ble satt på.



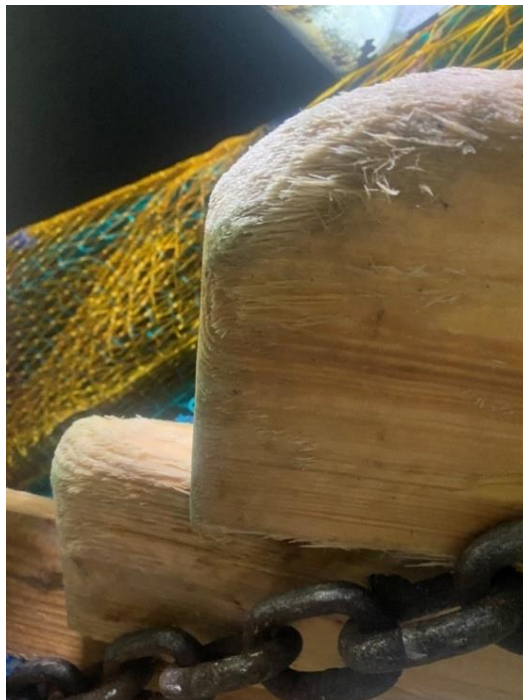
**Figur 23: 3 Det bød på problemer å sette ut plankenota, i de fleste tilfeller måtte den vinsjes ut.  
Foto: SINTEF**

Det ble gjennomført 15 hal med plankenota, fangstene varierte fra 1000 kg til 20000 kg, mest sei. Det ble filmet 8 hal. Fokuset på filmingen var å se hvordan plankeskjørtet fungerte. Ikke alle filmhal ble like vellykkede. Det ble etter hvert satt 3 kamera på styrbord side av skjørtet for å se hvordan plankeskjørtet fungerte under den avsluttende fasen før nota slapp bunnen. Det ble klart når de tre filmkameraene ble synkronisert at plankene ble vridd slik at hele plankeskjørtet fungerte som en flyer og pressa nota opp fra bunnen før fisken ble presset bak i sekken. Dermed unnslopp mye fisk under nota i den avsluttende fiskefasen. At nota fungerte som en flyer i den avsluttende fiskefasen og fikk en motsatt effekt av hva en ønsker, nemlig å holde nota lengst mulig nede på bunnen, var avgjørende for at plankenota ble tatt på land.

Treklosser: Treklossene skulle fungere som en beskyttelse foran sabben, samtidig som at skjørtet lagd av kjetting skulle minimalisere mikroplast. I teorien skulle dette fungere, men det viste seg ganske umiddelbart at kjettingskjørt med en treklossesabb ikke fungerte slik det var tiltenkt. Allerede etter første halet var det hull i nota grunnet stein som ble lempet inn. Kjettingskjørtet fungerte dermed ikke som et vanlig skjørt, designet for å gå over stein. Det ble ikke filmet at stein gikk inn i nota, men i hvert hal var det dokumentert hull. Film viste derimot hvordan stein gikk mellom kjettingene. Det ble gjennomført 5 hal med treklossenota før den var så ødelagt at den måtte tas på land for større reparasjon.

### Konklusjon og videre arbeid

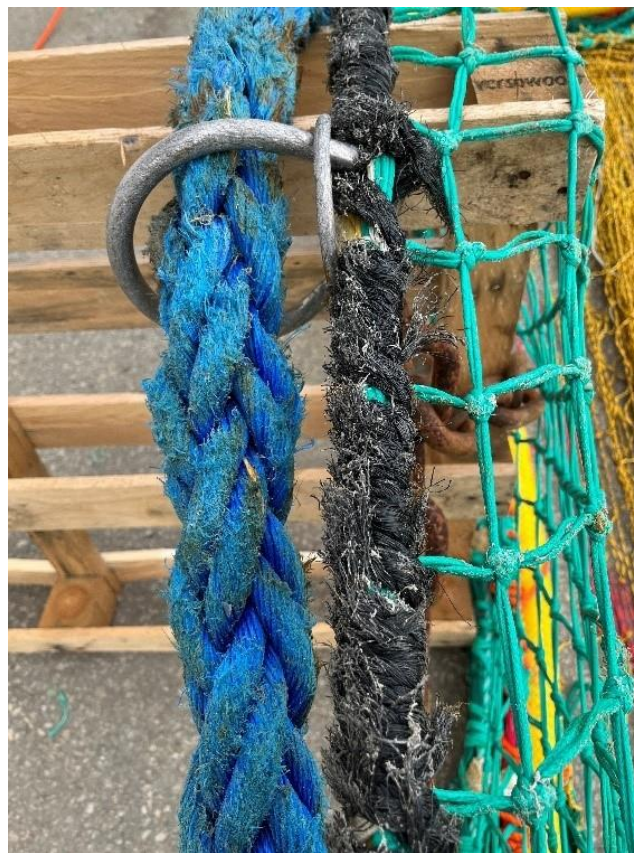
Treplanker: Plankenota viste seg vanskelig å håndtere om bord "Fortuna" som tar inn og ut nota direkte på trommel. Her var det utsetting som var problemet, ikke inntak. En kan fastslå at en båt med tripleks ville hatt enda større utfordringer enn "Fortuna" med både å sette, men særlig også å ta inn nota, da plankene ville mest sannsynlig bli kilt i tripleksen. Dersom skjørtet hadde vært mer fremstilt, dvs. at plankene nede skrådde fremover, ville faren for at nota skulle grave stein være betydelig. Det ble ikke gjort noe forsøk på dette da en konstaterte at plankene fungerte som en flyer. Figur 24 viser at plankene fungerte slik de var tiltenkt, nemlig som beskyttelse for sabben. Særlig plankene fremme på spissene var mye slitt og effekten var slik en ønsket - redusert mikroplastutslipp fra snurrevad.



Figur 24:4 Plankene fikk den ønskede slitasjen for å beskytte sabben. Foto: SINTEF

Treklosser: Treklossene skulle, slik de var tiltenkt, fungere som en beskyttelse for og å hindre at sabben var fremst under haling av nota, dermed skulle treklossene slipes og ta støytten for sabben som avgir mikroplast. Det samme skulle kjettingskjørtet gjøre, hindre slitasje fra selve skjørtlinet, men også fra bolsingen nederst på skjørtet (Figur 25). Det er dette bolsetauet som nesten bestandig er det første som blir utslitt, ofte lenge før sabben må byttes. Ved å både bygge et skjørt laget av kjetting og lage en treklossesabb skulle dermed mikroplasmengden fra snurrevadskjørtet og sabben minimeres. Dessverre fungerte ikke skjørtet slik intensjonen var og videre forsøk med kjettingskjørtet og treklossene ville resultert i en total knust not som ikke kunne forsvares.

Det er ikke tidligere kjent at rent trevirke er brukt for å forsøke redusere mikroplast fra fiskeredskap. Til tross for at forsøket ikke kan betegnes som vellykket kan dette likevel være veien å gå, nemlig å bruke helt naturlig rent ubearbeidet trevirke i noen slitekomponenter i fiskeredskaper hvor en ellers ville brukt plastmateriale.



**Figur 25: 5 Bolsetauet nederst på skjørtet (svart tau) er betydelig slitt samt at en ser begynnende slitasje på sabben. Foto: SINTEF**

#### **6.3.4 Forsøk 4: Uttesting av alternative materialer på snurrevadtau om bord MS «Fortuna» i 2022.**

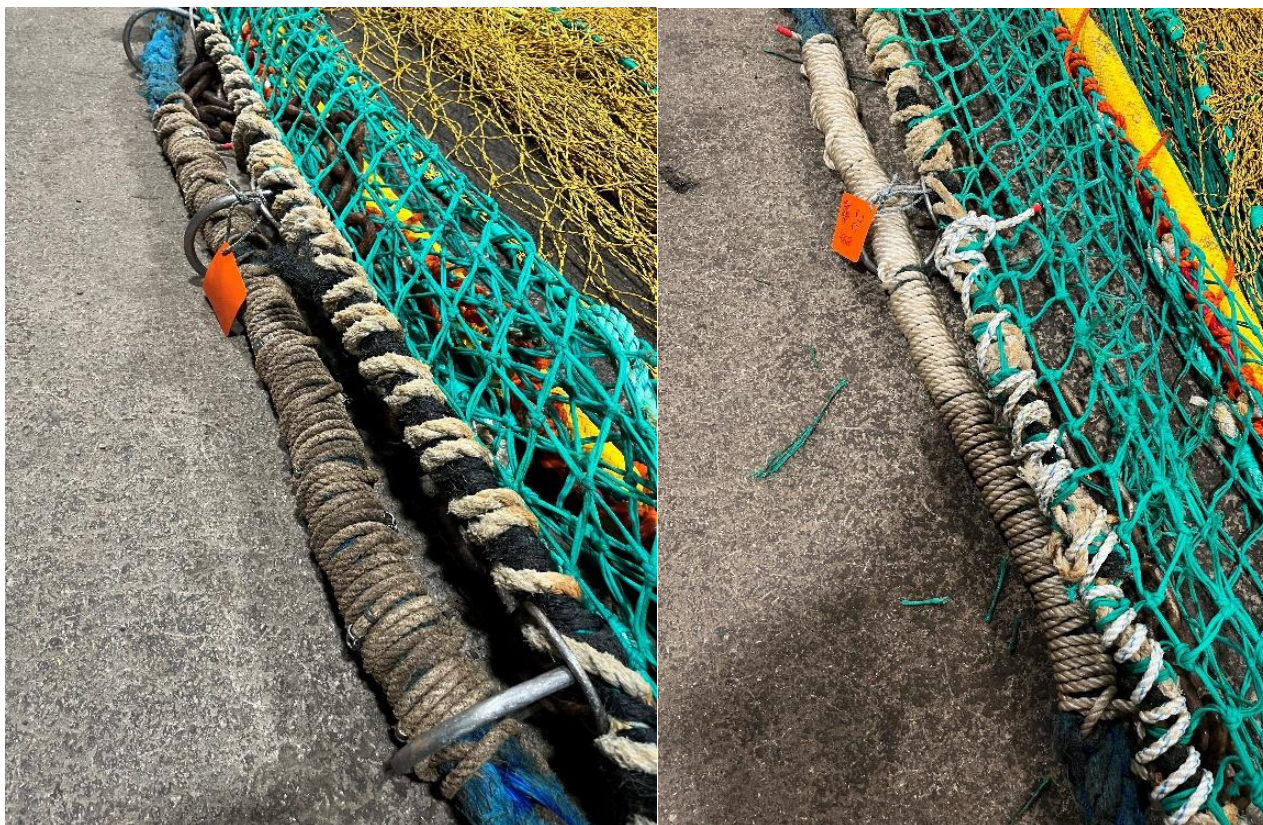
Hovedmålet i dette prosjektet er å kvantifisere hvor mye reduksjon i utslipp ulike alternative materialer brukt i snurrevadtau kan bidra med. For å kunne kvantifisere materialtapet i snurrevad som følge av slitasje kreves det at man tar hensyn til vektøkningen forårsaket av sediment. Dette er en utfordring, da tauene slipper ut en betydelig mengde plastpartikler sammen med sedimentet når det ristes eller bankes. Disse blandingene er derfor nødt til å gjennomgå en partikkelseparasjon, for å skille plast fra sediment.



## Fartøy og utstyr

I 2022 ble det gjennomført 26 toktdøgn ombord i «Fortuna» T-161-LK. «Fortuna» er et snurrevadfartøy som er godt egnet til å gjennomføre forsøk da de tar inn snurrevaden på trommel og setter den fra trommel.

Tidligere i 2022 utførte SINTEF en slitasjetest for å vurdere alternativer til plastmaterialer i fiskeredskap, spesifikt i slitematter og snurrevadtau. I alt 4 typer biologisk nedbrytbare materialer, samt 10 typer plastmaterialer, som potensielt kan tåle mer slitasje, ble testet mot hverandre. Selv om tradisjonelt nylon kommer best ut viser også biologisk nedbrytbar plast lovende motstandsevner mot slitasje. Det ble derfor besluttet å teste nylon mot BioPBSA og PES linerygg om bord «Fortuna». Det var lenge usikkert om det var mulig å gjennomføre forsøk da det gikk lang tid før en fikk nedbrytbart materiale fra partner i Sør-Korea. Det ble imidlertid startet forberedelser til forsøk medio oktober. Basert på slitasjetester hos SINTEF Ocean i Trondheim ble følgende materialer brukt i forsøket (Figur 26 og Figur 27): - 12 mm nedbrytbart tau fra Sør-Korea - 10 mm danline - 10 mm nylon - 10,2 mm utrangert autoline. Disse tauene ble bolset (surret) på sabben (slitetrossen som er nederst på skjørtet). Hvert bolsetau var 20 meter langt og veid.

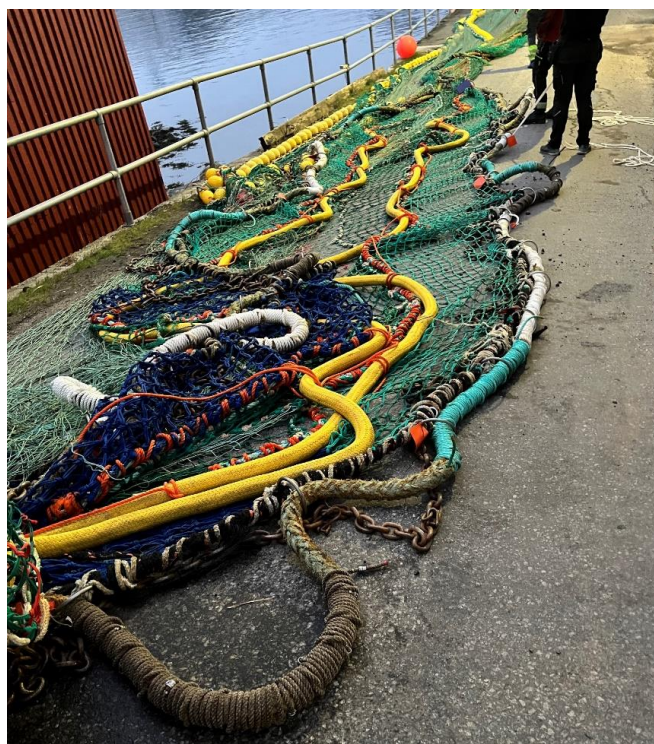


Figur 26:6 Til venstre ser vi brukt autoline 10,2 mm bolset på sabben, til høyre 12 mm nedbrytbart tau fra Sør-Korea. Foto: SINTEF



**Figur 27:7 10 mm nylontau (til venstre) og 10mm danline (til høyre). Foto: SINTEF**

Det ble bolset tau på 2 snurrevadnøter som ble brukt om hverandre (Figur 28), avhengig av strøm, dyp og hvor høyt fisken stod over bunnen. Den ene nota var en 540-not, den andre en såkalt stornot som er høyere enn en tradisjonell not. På hver not ble det bolset på 16 biter av de ulike bolsetauene, med andre ord var det 4 bolsinger av hver type på hver not. For å få et best mulig resultat ble det gjennomført 24 hal på hver av de 2 typer snurrevadnøter.



**Figur 28: 8 De 4 ulike typer tau bolset på sabben. Autoline nærmest (brun), Danline (grønn) og nylon (hvit). Foto: SINTEF**

## Metode

Etter gjennomført feltforsøk ble materialene tørket grundig og veid. Deretter ble én prøve av hvert av de ulike materialene, for begge de to nøtene (8 prøver totalt) valgt ut for å kvantifisere hvor mye sediment de ulike materialene tar til seg. Hver av de 8 prøvene ble banket og ristet, i et forsøk på å få ut mest mulig av det iboende sedimentet. Sediment, med tilhørende plastpartikler som løsnet fra materialet, ble samlet opp og gjennomgått partikkelseparasjon.

Imhof et al (2012) beskriver en metode for tetthetsseparasjon vha zinkklorid og en skilletrakt for å separere plastpartikler fra sedimentprøver. Zinkkloriden fungerer som en separasjonsvæske som, grunnet sine etsende egenskaper, bidrar til løsrivelse av plastpartikler fra sedimentpartikler og/eller organisk materiale. Hver prøve ble rørt ut i en løsning av 1.6-1.7 kg/L zinkklorid og plassert i en skilletrakt til sedimentet hadde lagt seg til bunns (tid avhang av prøven) (Figur 29). Deretter ble sedimentet tappet ut. Denne prosessen gjentok seg til ingen mer sediment bunnslø. Sedimentprøven ble kjørt gjennom en vakumpumpe med filter, samt skylt gjennom med MilliQ-vann flere runder for å fjerne rester av zinkklorid. Prøvene ble deretter lagt i varmeskap, 30°C, i 2 døgn, og til slutt veid.



**Figur 29:9 Eksempel på oppsett i lab. Skilletrakt med prøve av sediment og plastfragment, i dette tilfellet Danline. Foto: SINTEF**

## Resultater

Resultatene fra målinger på snurrevadttau etter utført feltarbeid er oppsummert i Tabell 2. Tabell 3 viser resultatene etter partikkelseparasjon gjennomført i lab. Tabellen inneholder et estimat over mengden plastmateriale som har gått tapt, samt et estimat over hvor mye sediment de ulike materialene tok til seg. Figur 30-33 viser åpenbar slitasje på de ulike materialene etter bruk.

**Tabell 2: Vekt av de ulike materialene brukt i snurravadtau før feltforsøk og etter feltforsøk.**

	Not	Vekt (g)		
		Før feltforsøk	Etter feltforsøk	Uten sediment
Nylon 31	Stor	1190	1172,48	1170,89
Nylon 27	45	1158	1133,12	1131,82
Korea 18	Stor	1578	1556,87	1548,07
Korea 16	45	1612	1575,08	1572,71
Auto 11	Stor	1618	1602,28	1599,92
Auto 9	45	1628	1611,37	1610,11
Danline 44	Stor	956	940,91	934,93
Danline 43	45	992	973,27	969,21

**Tabell 3: Resultater etter partikkelseparasjon utført i lab. Tabellen viser prosentvis reduksjon i plastmengde fra før feltforsøk, samt de ulike materialene sin evne til å ta til seg sediment.**

	Not	% plast tapt	% sediment
Nylon 31	Stor	1,61	0,14
Nylon 27	45	2,26	0,11
Korea 18	Stor	1,90	0,57
Korea 16	45	2,44	0,15
Auto 11	Stor	1,12	0,15
Auto 9	45	1,10	0,08
Danline 44	Stor	2,20	0,64
Danline 43	45	2,30	0,42



Figur 30:10 Slitasje på autoline etter bruk. Foto: SINTEF



Figur 31:11 Slitasje på Danline etter bruk. Foto: SINTEF



**Figur 32:12 Slitasje på bionedbrytbart tau PBSAT1 fra Korea etter bruk. Foto: SINTEF**



**Figur 33:13 Slitasje på nylon etter bruk. Foto: SINTEF**

### Konklusjoner og videre arbeid

Forsøk på snurrevad viste at alle fire materialer utviste relativt lavt tap av materiale, på gjennomsnittlig 1,9% for nylon, 2,2% for bionedbrytbart tau PBSAT1 fra Korea, 1,1% for linerigg og 2,3% for Danline. Visuell inspeksjon av de ulike materialene bekrefter dette, med tydelig mindre slitasje på autoline. Selv om de to nøtene ble benyttet på samme bunnforhold, over samme perioden, ble det observert visse forskjeller mellom de to prøvene av samme materiale. For eksempel fremsto Korea 16 som betraktelig mer sprøtt og slitt enn Korea 18, samme gjaldt Nylon 27 versus Nylon 31, noe som også reflekterte seg i målingene. De opprinnelige vurderingene hva angår de ulike materialenes evne til å absorbere sediment ble også bekreftet av målingene. Autoline er svært hardt slått, og utviser liten evne til absorpsjon, samme gjelder nylon, som hardner etter bruk. Danline derimot, er ikke hardt slått og trekker til seg vesentlig større mengder sediment. Den markante prosentvise forskjellen i sediment mellom materialene bolset på stornota og 45-nota, skyldes at stornota er utstyrt med kraftigere kjetting og er derfor betraktelig tyngre, med andre ord graver den seg dypere ned i sedimentet på havbunnen.

#### 6.3.5 Forsøk 4: Uttesting av alternative materialer på labbetuss/slitematter, om bord MS «Hermes» i november 2022 – februar 2023. (leveranse D11)

Formålet med forsøket var å teste standardmaterialet brukt i labbetuss, mot biopolyester fra Senbis og polyester linerigg.

#### Biopolyester, polyester linerigg og standard labbetuss

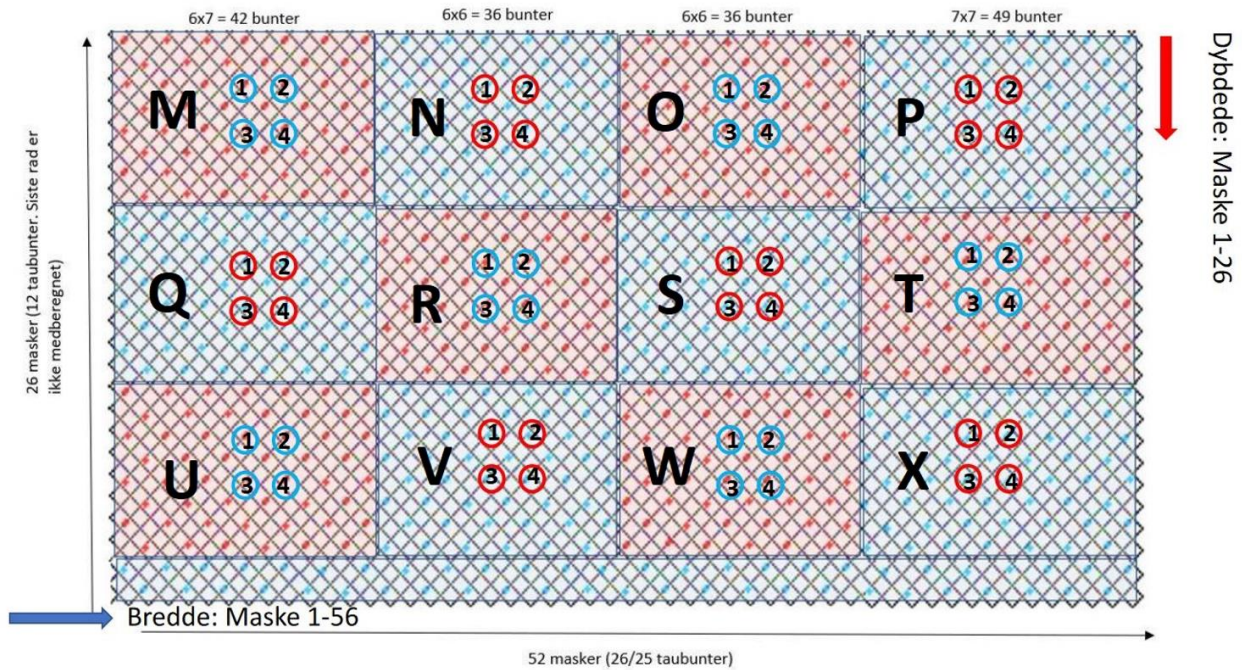
Forsøk på labbetuss om bord i tråleren «Hermes» ble gjennomført i november 2022 og februar 2023. I november 2022 ble det utført forsøk med BioPES (Senbis) (Figur 34) og kassert PET linerigg som labbetuss ombord på «Hermes». Forsøket foregikk over 18 dager, med totalt 60 tauinger. Ny labbetuss av BioPES (annen festemetode enn forsøket i november 2022) og ny linerigg ble prøvd ut på «Hermes» i januar 2023. Forsøket varte over 19 dager, med 50 tauinger, med en gjennomsnittlig tauetid per hal på 5.3 timer. Oppsettet til de to konfigurasjonene er vist i Figur 35: 15 og Figur 16. Merk at det ble benyttet en kassert polyester linerigg ved den første uttestingen i november, mens en ny linerigg ble brukt i feltforsøk som fant sted i februar.



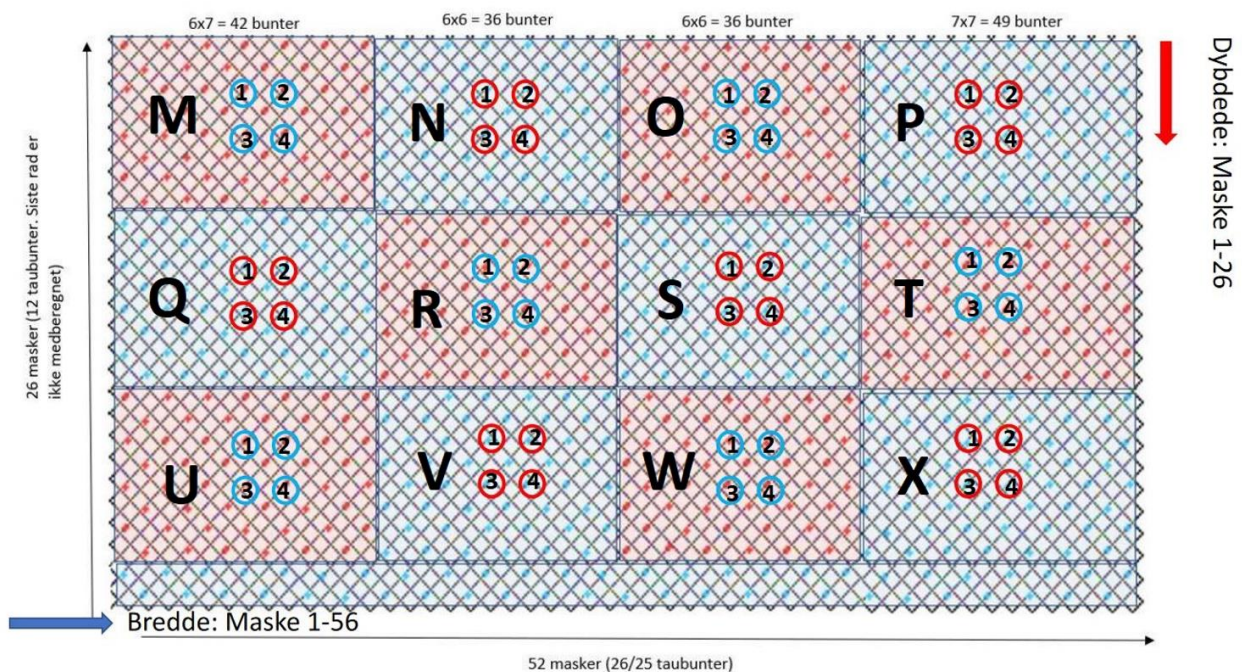
Figur 34: 14 Oppsett på labbetuss. Senbis BioPES i hvitt, standard labbetuss i multifarger. Foto: SINTEF

## Metode

Samtlige materialer brukt i forsøket ble veid og lengde målt før start. I tillegg ble antall fibre per bunt gjort rede for (Figur 35 og Figur 36). Etter gjennomført forsøk ble materialene vasket grundig i en bønne med vann for å fjerne mest mulig sediment, deretter ble de skylt under rennende vann, og til slutt tørket. Deretter ble de veid og antall tråder telt.



Figur 35: 15 Oppsett av labbetuss 1 – Røde felt: polyester, blå felt: standard labbetuss.



Figur 1636: Oppsett av labbetuss 2 – Røde felt: standard labbetuss, blå felt: BioPES.



BioPES fra Senbis viste seg å være svært glatt, stiv og vanskelig å knyte. Basert på produsentens anbefaling ble det derfor besluttet å feste materialet med strips. I forsøket som ble gjennomført i 2022, ble det brukt én strips per bunt (Figur 37, til venstre). Dette viste seg imidlertid å ikke være særlig vellykket, da stripsen beveget seg ned fra festet og av, noe som førte til betydelig materialtap. Derfor ble det i forsøket som ble utført i 2023 besluttet å bruke to strips – én til å holde bunten sammen, og én til å feste bunten i selve labbetussen (Figur 37, til høyre).



**Figur 37: 17 Montering av BioPES vha strips i forsøk gjennomført i november 2022 (til venstre) og februar 2023 (til høyre). Foto: SINTEF**

## Resultater

Resultater fra målinger gjort på BioPES fra Senbis og polyester linerigg er oppsummert i henholdsvis Tabell 4 og Tabell 5. Vær obs på at målinger gjort på BioPES fra forsøk i 2022 er sterkt påvirket av utfordringer med feste av buntene (Figur 38 og Figur 39). Forsøket gjennomført i 2023 med bruk av dobbel strips fungerte mye bedre men fremdeles ikke optimalt. Dette kan være forklaringen på de høye tallene i reduksjon.

**Tabell 4: Oppsummering resultat fra forsøk på BioPES fra Senbis sammenlignet med standard PE/PET/PP labbetuss. Øverste tabell fra november 2022, nederste tabell fra februar 2023.**

	Total vekt (gram)		antall fibre		Vekt reduksjon (%)
	før	etter	før	etter	
PE/PET/PP labbetuss	1638.4	1621.1	447	446	-1.1 %
SENBIS biopolyester	3814.9	1687.6	1200	536	-55.8 %
	Total vekt (gram)		antall fibre		Vekt reduksjon (%)
	før	etter	før	etter	
PE/PET/PP labbetuss	1373	1322.3	409	402	-3.7 %
SENBIS biopolyester	3843	3246.3	1200	1019	-15.5 %

**Tabell 5: Oppsummering resultat fra forsøk på polyester linerigg sammenlignet med standard PE/PET/PP labbetuss. Øverste tabell fra november 2022, nederste tabell fra februar 2023.**

	Total vekt (gram)		antall fibre		Vekt reduksjon (%)
	før	etter	før	etter	
PE/PET/PP labbetuss	1667.2	1655.9	512	506	-0.7 %
Polyester linerigg	2376.4	2263.3	24	24	-4.8 %

	Total vekt (gram)		antall fibre		Vekt reduksjon (%)
	før	etter	før	etter	
PE/PET/PP labbetuss	1263.9	1255.7	448	451	-0.6 %
Polyester linerygg	3012.9	3040.3	24	24	0.9 %

Standard PP/PE/PET labbetuss som ble brukt som kontroll i forsøket opplevde dessverre store tap. Store variasjoner i tauene brukt, f.eks. i tykkelse og antall fibre, samt hyppig utskiftning underveis i forsøket bidrar til at det ikke finnes noen målinger på dette materialet. Inspeksjon av BioPES fra kan tyde på at materialet er svært motstandsdyktig mot oppløsning eller slitasje (Figur 38 og Figur 39)



**Figur 38: Labbetuss etter 4 ukers bruk i 2022. Legg merke til tapt tau av BioPES (i hvitt). Foto: SINTEF**



**Figur 39: BioPES viser lite til ingen tegn til oppløsning eller slitasje. Foto: SINTEF**

### Konklusjoner og videre arbeid

Resultatene fra forsøket på labbetuss indikerer at både Senbis biopolyester og polyester linerigg kan potensielt bidra til å redusere mengden mikroplast som tilføres havet under fiske, sammenlignet med standard PE/PP/PET labbetuss.

Materialet fra Senbis viste seg å være svært motstandsdyktig mot oppflising og slitasje, men likevel ble det rapportert om betydelige mengder materialtap på henholdsvis 55,8% under forsøket i november og 15,5% i februar. Det er dessverre vanskelig å fastslå i hvilken grad tapet skyldes slitasje eller utfordringer med festemekanismen. Imidlertid indikerer observasjonene at det store tapet, spesielt i første forsøk, skyldtes hovedsakelig problemer med festingen. Dette understreker behovet for ytterligere forbedringer.

Polyester linerigg viste seg svært slitesterk, med en reduksjon på 4,8% av vekten etter første forsøk. I dette forsøket ble det benyttet en brukt, kassert linerigg som allerede var blitt utsatt for slitasje, i motsetning til lineriggen brukt i andre forsøk som var ubrukt. Sistnevnte viste betydelig mindre tegn til slitasje etter feltforsøket var over. Tvert imot hadde denne økt i vekt, som følge av sedimentopptak, noe som gjør det vanskelig å bedømme nøyaktig hvor mye av materialet som har gått tapt. Imidlertid antas det å ikke være et betydelig tap, gitt de lave verdiene.

Ser man på vektreduksjon på standard PE/PET/PP labbetuss etter forsøk i november og februar ser man jevnt lave verdier på rundt 1% (med unntak av forsøk med BioPES i februar). Dette kan tyde på at forsøkets varighet på like i underkant av 3 uker ikke er tilstrekkelig lengde for å kunne gjøre en god vurdering på slitasje etter bruk. Til fremtidige forsøk kan det være hensiktsmessig å planlegge for lengre forsøk i felt.

Det er mange faktorer som spiller inn på slitasjen, for eksempel ulike fiskefelt og forskjellige bunnforhold vil avgjøre hvor hyppig redskapet slites ned. Ved enkelte forhold kan labbetusstrådene være utslitte etter kun et par døgns tauing, mens i andre tilfeller kan de vare like lenge som selve trålen. Selv om feltforsøk kan gi verdifull informasjon er det utfordrende å ta hensyn til alle variabler som kan påvirke slitasje. Derfor kan det være mer hensiktsmessig å også referere til slitasjeforsøk gjennomført tidligere i prosjektet (Føre et al., 2023).

## **6.4 Arbeidspakke 4 - Verdikjeder for snurrevadttau og slitematter fra bruk til avfallshåndtering (leveranse D8)**

### **6.4.1 Formål**

Målet i denne delen av prosjektet har vært å kartlegge verdikjeden for snurrevadttau og slitematter fra bruk til avfallshåndtering. Dette innebærer en kartlegging av materialstrømmer, livssyklus og aktører som er involvert i verdikjeden. Et viktig delmål er å tilrettelegge for å ivareta krav til dokumentasjon av økt gjenvinningsgrad for fiskeriavfall. Følgende forskningsspørsmål er adressert:

- Hvordan ser verdikjeden ut for snurrevadttau og slitematter etter bruk?
- Hvordan vil endring av materialvalg påvirke verdikjeder, avfallshåndtering og gjenvinningsgrad?
- Hvilke tekniske og praktiske løsninger kan bidra til å redusere avfallsproblematikk knyttet til snurrevadttau ved valg av nye materialer?
- Hvordan påvirkes behovet for bedre avfalls løsninger av nye materialvalg?

### **6.4.2 Gjennomføring og metode**

SALT har hatt hovedansvaret for denne delen av prosjektet, og resultatene er oppsummert i en egen delrapport. Funnene i rapporten er basert på intervju og dialog med aktører i verdikjeden, og bygger videre på innsamlet data i AP 1 innhentet gjennom workshop og intervju med aktører. Gjennomføringen er videre basert på kunnskapsinnsamling gjennom dialog med ulike ledd i verdikjeden fra produsent via forbruker (fartøynivå) til avfallsaktører i tidsperioden 2021-2023, gjennomgang av eksisterende kunnskap og ordninger, og inkludert en analyse av behov og forslag til løsninger. Som grunnlag for vurdering av verdikjeder for

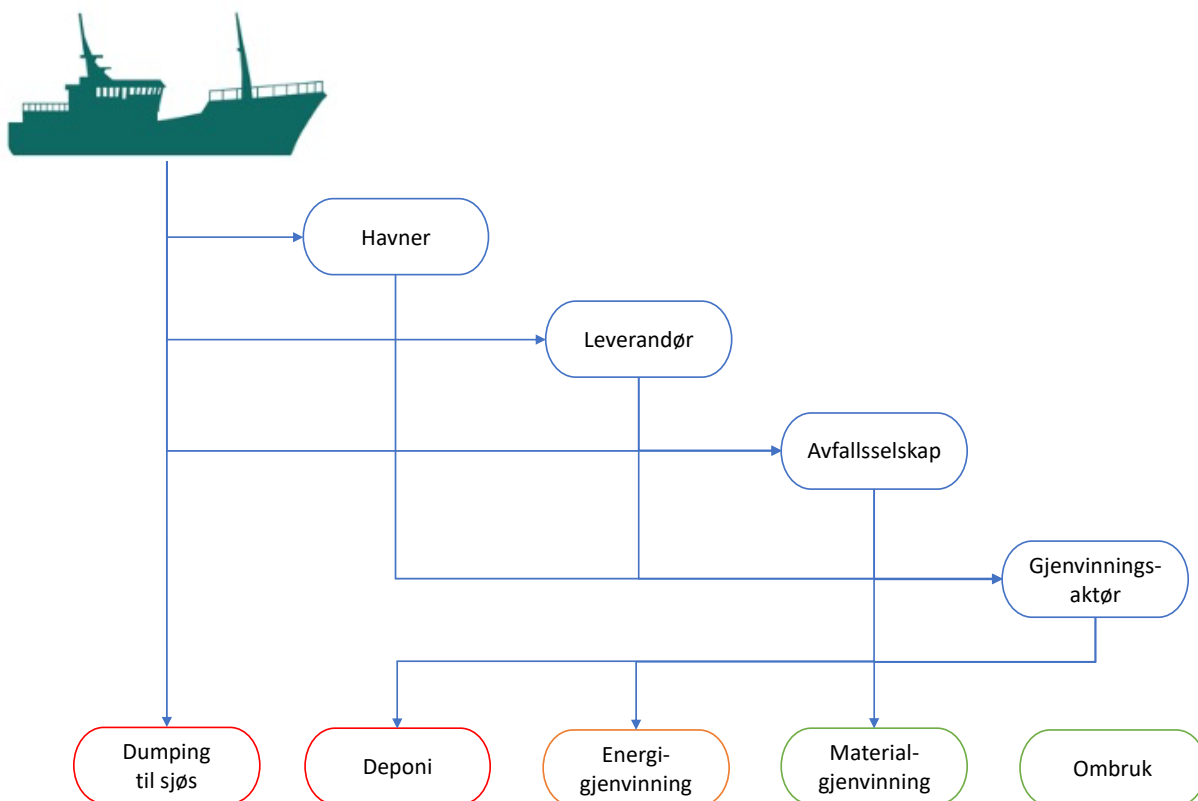
alternative materialløsninger er funn og resultater fra slitasjetesting (AP 2) og uttesting i sjø (AP 3) lagt til grunn for utvalg av materialer som er beskrevet. Følgende overordnede oppgaver er gjennomført:

- Kartlegging av livssyklus og materialstrømmer for snurrevadtø og slitematter med dagens materialer.
- Vurdere nye løsninger opp mot behov knyttet til avfallshåndtering, gjenvinningsgrad og dokumentasjon.
- Fremme forslag til løsninger.

Som en del av arbeidspakken er gjenvinningspotensialet for tre potensielle materialløsninger testet i samarbeid med Nofir. Funn og resultater fra disse forsøkene er beskrevet i delrapport (Leveranse D8).

### 6.4.3 Funn og resultater

Delrapporten beskriver verdikjeder etter bruk for dagens materialløsninger i henholdsvis snurrevadtø og slitematter i trål. Videre er verdikjeder etter bruk for mulige nye materialløsninger undersøkt. Basert på fremkommet informasjon er det identifisert fem måter utrangerte snurrevadtø *potensielt* kan bli håndtert på ved dagens praksis, illustrert i Figur 40. De ulike alternativene er nærmere beskrevet i delrapport. Tilsvarende indikerer tilbakemeldinger fra aktørene tre «hovedveier» for avhending av utrangerte slitematter fra fartøy i dag, illustrert i Figur 40.



**Figur 40: Verdikjeden fra bruk til sluttbehandling av snurrevadtø. Illustrasjon av hovedtrekk basert på dialog med aktører**

Testforsøk utført i samarbeid med Nofir viser at ingen av materialløsningene som har vært testet med tanke på gjenvinning, faktisk er gjenvinnbare med dagens materialsammensetning. Dette inkluderer standard labbetuss, gjenbrukt linerigg og biologisk nedbrytbar plast (fra leverandør Senbis). Det finnes per i dag ingen



kjente tilgjengelige kommersielle løsninger for gjenvinning av biologisk nedbrytbare plastmaterialer testet i prosjektet, men materialene vil sannsynligvis kunne være egnet for energigjenvinning. Ifølge Norsk Gjenvinning er det ikke tilgjengelige løsninger for gjenvinning av sisal og trefiber. Dette innebærer at heller ikke flettet tau av sisal eller hamp kan gjenvinnes. Av de ulike materialene som er undersøkt i prosjektet, er det kun nylon som per i dag kan gjenvinnes med dagens materialsammensetning. Informasjon om avfallshåndtering for de ulike materialløsningene er innhentet gjennom dialog med avfallsaktører og i testforsøk med Nofir. Verdikjeder og avfallsløsninger for de ulike alternative materialene identifisert i prosjektet er oppsummert nedenfor, Tabell 6.

**Tabell 6. Verdikjeder og avfallsløsninger for ulike materialalternativer**

Materialalternativ	Material-gjenvinning mulig?	Aktuelle avfallsmottakere	Avfallshåndtering	Testet for mat.gjenvinning?
Linerigg av PET	Nei	Havn/utstyraktør Avfallsselskap	Mulig energigjenvinning	Ja
Linerigg av PP/PE uten PET	Ja	Havn/ utstyraktører Avfallsselskap Gjenvinningsaktører	Mulig energigjenvinning Gjenvinning til granulater?	Nei
Flettet nylon	Ja	Havn/utstyraktører Avfallsselskap Gjenvinningsaktører	Gjenvinning til granulater	Nei*
Biologisk nedbrytbar plast (BioSenbis)	Nei	Havn/ utstyraktører Avfallsselskap	Mulig energigjenvinning	Ja
Trefiber	Nei	Havn/ utstyraktører Avfallsselskap	Delvis rene fraksjoner kan gå som restavfall	Nei
Sisal	Nei	Havn/ utstyraktører Avfallsselskap	Delvis rene fraksjoner kan gå som restavfall	Nei

\* Gjenvinning ikke testet i prosjektet, men kjent fraksjon fra tidligere.

En hovedutfordring som hindrer gjenvinning av dagens materialløsninger er sammensetningen av ulike plastmaterialer i samme produkt (slitematter) med ulike egenskaper for gjenvinning. I tillegg er mangel på effektive løsninger for å separere metall og plast (snurrevadttau) en utfordring. Nye materialløsninger må ivareta disse hensynene. For snurrevadttau vil kostnadseffektive teknologiske løsninger som kan separere ut metallet fra tauene ha størst effekt på avfallshåndtering og gjenvinning, herunder for å bidra til å få ned deponiandelen. Teknologi for separering av plast og metall i snurrevadttau er under utvikling med finansiering fra Handelens Miljøfond, og forventes testet ut i løpet av 2023.

#### 6.4.4 Konklusjoner og anbefalinger

Basert på funn og resultater i delrapporten kan det konkluderes at materialvalg og sammensetning av materialer i redskapene i høy grad har betydning for avfallshåndtering og gjenvinningspotensiale for utrangerte slitematter. Dette gjelder like mye for dagens eksisterende materialløsninger som for nye alternative materialer. En omlegging fra dagens bruk av kombinasjoner av ulike plastmaterialer med ulike forutsetninger for gjenvinning til økt bruk av ensartede plastfibre med samme gjenvinningsegenskaper vil per i dag ha større effekt på gjenvinningspotensialet for slitematter enn nye materialløsninger som for eksempel biopolyester eller sisal. Dette grunnet manglende gjenvinningsløsninger for alternative materialer. Effekten vil være størst dersom både labbetuss og matten de er festet på er av samme gjenvinnbare plastmateriale. For flere av de vurderte materialalternativene, eksempelvis biopolyester og gjenbruk av linerigg, kan

energigjenvinning være en mulig løsning. Den samlede miljøeffekten av redusert slitasje og energigjenvinning må sees i forhold til verdien av økt gjenvinning i en vurdering av framtidige materialvalg. Effekter på miljø er tema i AP 6 (kapittel 10). For snurrevadttau vil kostnadseffektive teknologiske løsninger som kan separere ut metallet fra tauene ha størst effekt på avfallshåndtering og gjenvinning, herunder for å bidra til å få ned deponiandelen. Basert på innspill fra aktørene vil tilgang på praktiske løsninger for avhending, håndtering og transport av utrangerte tau i verdikjeden (eksempelvis spoling av tau) være viktig for å sikre god avfallshåndtering og forebygge dumping.

## 6.5 Arbeidspakke 5 - Økonomiske og praktiske konsekvenser ved å bruke alternative materialer til snurrevadttau og slitematter (leveranse D9)

Leveranse D9 tar for seg en vurdering av de økonomiske og praktiske konsekvensene ved bruk av alternative materialer til snurrevadttau og labbetuss/slitematter.

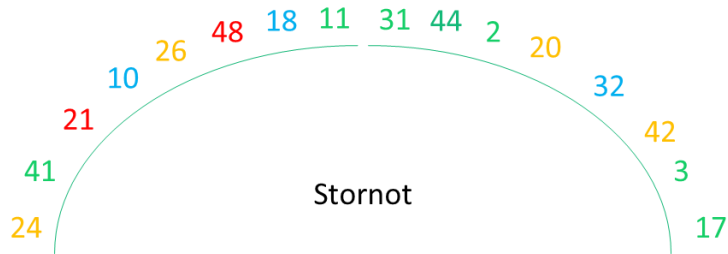
### 6.5.1 Resultat snurrevadttau/sabben

#### Omfang

Snurrevadttau består av polyetylen (PE) og polypropylen (PP) med en stålkjerne i hver kordel. En snurrevadtkeil er 220 meter, lengden varierer dermed fra 880 meter til 3 960 meter på hver arm for de største fartøyene. Det er dermed nesten 8 000 meter snurrevadttau som brukes på de største fartøyene. I 2020 var det 181 aktive fartøy som fisket med snurrevad.<sup>1</sup> Årsaken til at det blir slitasje på særlig snurrevadttauene er at de trekkes etter bunnen. Levetiden på et snurrevadttau varierer avhengig av blant annet fartøystørrelse, fiske, tauekraft og hydraulikk. Basert på anonyme intervjuer med fiskere og redskapsleverandører kan en estimere en levetid på et 40mm snurrevadttau på mellom 400–600 hal før det skiftes ut (Syversen et al., 2020).

#### Slitasje

Slitasjen på de fire tautypene (nylon, Danline, linerigg<sup>2</sup> og biologisk nedbrytbar plast (PBSAT1 fra Korea), som ble benyttet i testene, ble målt i laboratorieforsøk (se Føre et al., 2023). Disse målingene ble kontrollert med visuell kvalitetssjekk av tauene. For alle tautyper var det 4 enheter som ble plassert på forskjellige steder på sabben, merket med ID-nummer i figurene under. Tabellene i figurene 41 og 42 viser de forskjellige tautypene med gjennomsnittskaraktter for hvert tau og totalt for tautypen. Figurene 41 og 42 viser at det generelt er minst slitasje nær midten av sabben og mest på sidene, selv om det er noen variasjoner som kommer av lokale forhold på havbunnen.



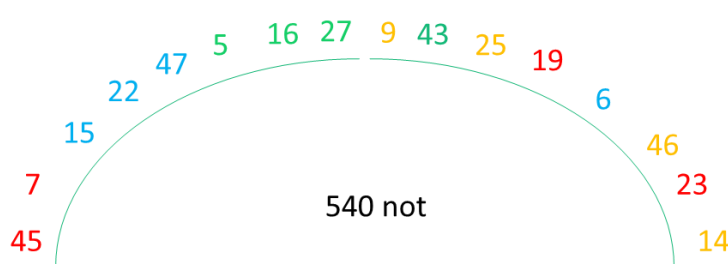
Autoline 8.83	
11	2.17
2	2.17
10	2.33
3	2.17

Nylon 10.17	
31	2.33
26	2.67
32	2.50
24	2.67

Korea 11.00	
18	2.67
20	2.83
21	3.00
17	2.5

Danline 12.00	
44	2.83
48	3.33
42	3.00
41	2.83

**Figur 41: Visuell slitasje på stornot. Figuren viser plassering av de forskjellige tauene med rødt som mest slitt, deretter gult, blått og grønt som minst slitt. Tabellene viser gjennomsnittskarakter for hvert tau og totalt for tautypene.**



Autoline 11.33	
9	3.0
5	2.17
6	2.8
7	3.33

Nylon 14.33	
27	3.0
25	3.83
22	3.67
23	3.83

Korea 11.67	
16	2.67
19	3.17
15	2.83
14	3.00

Danline 13.83	
43	3.17
25	3.83
47	3.33
46	3.50

**Figur 42: Visuell slitasje på 540-not. Figuren viser plassering av de forskjellige tauene med rødt som mest slitt, deretter gult, blått og grønt som minst slitt. Tabellene viser gjennomsnittskarakter for hvert tau og totalt for tautypene.**

Partikkelseparasjon utført i lab viste at alle fire materialer utviste relativt lavt tap av materiale, se Tabell 7. Disse tallene stemmer bra med vår visuelle test, spesielt for stornota (Figur 41).

**Tabell 7 Gjennomsnittlig tap av materiale for de fire tautypene brukt i testene.**

	Danline	PBSAT1	Nylon	Ny linerigg
<b>Gj. Snitt tap i testperiode, labtest</b>	2,3%	2,2%	1,9%	1,1%

Nylontauet som ble slitasjetestet i lab var flettet. Det utviste svært høy toleranse på 12.5x sammenlignet med standard Danline. Nylonet brukt i felt derimot var tvunnet. Generelt sett tåler flettet tau mer slitasje enn tvunnet, derfor vil mest sannsynlig nylonet benyttet i feltforsøket ha en lavere toleranse enn dette.

Ny linerigg kommer best ut med omtrent halvparten av slitasjen til Danline og også vesentlig bedre enn nylontau. Merk at kassert linerigg (brukt i feltforsøk) ikke ble testet i lab og er derfor ikke sammenlignbare videre.

#### Praktiske konsekvenser

Uavhengig av tautype så er det praktisk ikke gjennomførbart å bruke bolsetau for beskyttelse av sabb. Årsaken er at det krever for mye arbeidsinnsats fra mannskap. Før bolsingen starter må skjørtet trekkes opp fra båten. I feltforsøket tok det omtrent 5 mann og 1 dag før sabben var bolset.

#### Økonomiske konsekvenser

Ettersom bolsing av sabb viser seg å være svært arbeidskrevende for mannskapet er det ikke realistisk at fiskere – av både praktiske og økonomiske hensyn – skal gjøre dette til en del av deres arbeidsrutine. Likevel, skal en ta hensyn til investeringskostnader for fiskeren vil kassert linerigg være rimeligste alternativ. Fordi det er gjenbruk av et utrangert produkt, vil ikke dette medføre en vesentlig innkjøpskostnad for fiskeren. Å gi et prisestimat på bio-plast (PBSAT1) er utfordrende på grunn av mangel på tilgjengelige kommersielle priser for dette produktet. En rimelig antakelse er at prisen vil vise en betydelig reduksjon i forhold til dagens nivåer dersom bio-plast (PBSAT1) blir tilgjengelig for kommersielt bruk. Et annet alternativ er å benytte Danline som bolsetau. En kveil á 110 m har en innkjøpspris på 372 NOK.<sup>3</sup> For å bolse en 72 meter lang sabb (40mm) er det nødvendig med 824 meter Danline bolsetau som gir en investeringskostnad på 2787 NOK for fiskeren. Et siste alternativ er nylon, som er omtrent tre ganger så dyrt som Danline. Selv om nylon kom relativt godt ut på slitasjetestene i lab vil dette alternativet gi en betydelig merkostnad for fiskeren. Samtidig viser nylonmaterialet klart størst toleranse mot slitasje med en slitasjetoleranseverdi på 6 (har 6 ganger høyere slitasjetoleranse enn Danline), og svært liten reduksjon i styrke etter slitasjetesten.

### 6.5.2 Resultat labbetuss/slitematter

#### Omfang

Labbetuss benyttes for å beskytte trålsekken mot slitasje fra havbunnen. En norsk redskapsprodusent opplyser at de ser en nedgående trend i bruk av labbetuss. Mange av de norske fartøyene som i dag fortsatt bruker labbetuss gjør dette for å bygge opp vekt. Produsenten anslår at omtrent 20 % av norske fartøyer har sluttet å bruke labbetuss – de benytter seg heller av slitematte. Slitematten er et dobbeltnett som settes utpå sekken. Tauene i nettet er laget av impregnert nylon og oppleves stivere i materialet enn et vanlig PE-tau. Dette byttes sjeldent. Flere trålere fester vanlig PE-nett utpå nylonnettet som de allerede har liggende ombord når slitematten viser synlige tegn til slitasje. Et norsk rederi opplyser at de både bruker labbetuss og



slitematte om hverandre, og i en kombinasjon. Hos de ble labbetussen byttet ut hyppigere enn selve trålsekken. Under ekstrem dårlig bunn kan labbetussen være nedslitt etter bare noen døgn tauing, og det må legges i ny labbetusstråd. Tre leverandører som ble spurt om levetid på labbetuss oppga den til ca. 6 måneder – da må hele labbetussen byttes (Syversen et al., 2020).

### Slitasje

*BioPES fra Senbis* viste store tap av fibre under toktforsøkene, med en reduksjon på -55,8 %, og er antakeligvis sterkt påvirket av utfordringer med feste av buntene. Forsøket gjennomført i 2023 med bruk av dobbel strips fungerte mye bedre (-15,5 % reduksjon) men fremdeles ikke optimalt. Dette kan være forklaringen på de høye tallene i reduksjon. Fra slitasjetesten gjennomført på laboratorium derimot viste *BioPES fra Senbis* å være nesten seks ganger så slitesterk som *Danline*.

*Kassert PET linerigg (autoline)* viste seg svært slitesterk, med en reduksjon på -4.8 % av vekten etter første forsøk. Lineriggen brukt i andre forsøk var ubrukt og denne viste betydelig mindre tegn til slitasje etter feltforsøket var over. Tvert imot hadde denne økt i vekt (+0,9 %) som følge av sedimentopptak (Se Tabell 5 i Grimaldo et al., 2023) . Resultater fra slitasjetesten gjennomført på laboratorium viste at ny PET linerigg var tre ganger så slitesterk som *Danline* (Føre et al., 2023).

*Trefibertau* viste svært liten motstand mot slitasje på labforsøk (Se Grimaldo et al. (2023) delkapittel 3.3). I testene røk ni av fjorten prøvestykker før fem omdreininger med slitasjetrommelen var gjennomført. Fra toktforsøkene viste det seg at etter det første halet begynte straks trefibertauet å gå opp i flettingen i tauendene. Dette tiltok i de neste halene, og man kunne etter hvert se at tauendene begynte å klumpe seg sammen. Det viser seg videre at trefiberlabbetussen får slitasje primært i tauendene. De fliser seg mer og mer opp, og taper form og etter hvert lengde. Trefibertauet i tørr tilstand fremstår som noe svakt, da man kan dra løs fibre av tauet med lite påvirkning. Det kan derimot virke som at tauet får endrede egenskaper når det blir vått. Som forventet ble det først mest slitasje på begge typer labbetuss på midten under sekken og i bakkant.

### Praktiske konsekvenser

*BioPES fra Senbis* viste seg å være svært glatt, stiv og vanskelig å knyte. Basert på produsentens anbefaling ble det derfor besluttet å feste materialet med strips. Dette viste seg imidlertid å ikke være vellykket, da stripsen beveget seg ned fra festet og av, noe som førte til betydelig materialtap. Med nåværende festemekanisme er ikke bruk av *BioPES* som labbetuss praktisk gjennomførbart for fiskere. Dersom en finner en bedre festemekanisme kan *BioPES* være en bra erstatning til standard PE/PP/PET labbetuss.

*PET linerigg* viste seg å være enkelt å feste. Det er likevel en prosess før lineriggen er klar for bruk da hver svivel må kuttes av (1.5 meter mellom hver svivel). Det er verdt å merke seg at standard PE/PP/PET labbetuss flyter (egenvekt ca. 0.96) og gjør dermed at sekken snur seg. PET linerigg derimot synker (egenvekt 1,22-1,38) og bidrar til å holde trålen i riktig posisjon (holde labbetuss nede). Lignende effekt kan oppnås med nylontau (egenvekt 1,10-1,14).

*Trefibertauet* som ble brukt på tråleren «Hermes» ble festet på samme måte som ordinær labbetusstråd, altså påmontert på samme punkter og i lik lengde som på en ordinær labbetuss. En viktig forskjell mellom de to labbetussene er at trefibertau som labbetussen er laget av er et flettet tau, og denne flettingen ble ikke tatt opp i monteringen på labbetussen. På en ordinær labbetuss er tauene som blir benyttet tatt ifra hverandre. Ved bruk av trefibertau kan man enkelt bytte ut de stykkene av tau etter hvert som de blir slitt, og det er dermed ingen praktisk ulempe for fiskere som ønsker å bytte ut ordinær labbetuss med trefibertau.

### Økonomiske konsekvenser

Per dags dato er ikke *BioPES fra Senbis* et kommersielt produkt og innkjøpsprisen er tre ganger dyrere enn standard Danline tau. Videre inneholder Senbis materialet minst 50 % PBST (Poly(butylene succinate-co-terephthalate) og kan derfor ikke gjenvinnes. Det vil således ikke være økonomisk gunstig for fiskeren å bytte ut standard PE/PP/PET labbetuss med BioPES fra Senbis.

*Kassert PES linerigg* medfører ikke store økonomiske investeringer for fiskeren da dette er et produkt som uansett skal kastes. Omfang av kassert linerigg i dag er også nok til å forsyne hele trålflåten. SINTEF estimerte i 2020 at mengdene lineredskap som årlig kasseres utgjør omtrent 1000 tonn, hvorav 199 tonn stammer fra autoline hav, 36 tonn fra autoline kyst og 769 tonn fra kystline (Høyli & Vollstad, 2020). Linebrukets kompleksitet, med fem komponenter (line, forsyn, stoppere, krok og svivel) av ulik materialkvalitet, gjør det utfordrende å gjenvinne redskapet på en lønnsom måte. Det ville derfor vært fordelaktig for både linefiskere og trålflåten dersom utrangert linerigg kan gjenbrukes på en organisert måte som er økonomisk gunstig for begge gruppene.

*Trefibertauet* ble laget av Norsk Fletteri AS spesielt til uttestingen i dette prosjektet og skal være basert på 100 % naturlige råvarer fra treproduksjon og naturlig bleket uten kjemikalier. Denne blekeprosessen vil ikke være nødvendig til bruk i fiskeredskap, noe som vil kunne kutte kostnaden og muligens noe energiforbruk. Likevel, det er ikke kommersielle priser tilgjengelig og dermed vanskelig å vurdere økonomiske konsekvenser for fiskeren ved å bytte ut standard PE/PP/PET labbetuss med trefibertau.

### 6.5.3 Diskusjon og konklusjon

Kartleggingen i arbeidspakke 5 tar utgangspunkt i at utvalgte alternative materialløsninger kan være praktiske- og økonomiske substitutt for konvensjonelle snurrevadtou og labbetuss/slitematte. Vi har etter beste evne forsøkt å svare på dette.

Feltforsøk kan gi verdifull informasjon, men samtidig er det utfordrende å ta hensyn til alle variabler som kan påvirke slitasjen på de ulike materialene som er testet. Det er mange faktorer som spiller inn, for eksempel vil valg av fiskefelt og ulike bunnforhold avgjøre hvor fort materialet slites, og på hvilke områder. Det er i dette prosjektet testet flere ulike materialer på både snurrevad og trål. For førstnevnte vil ikke bolsing av ulike tautyper være en realistisk måte å beskytte sabben på, da arbeidet med å bolse sabben viste seg å være svært arbeidskrevende for mannskapet.

På labbetuss viste BioPES fra Senbis svært høy slitasjetoleranse i labforsøk, ved å være nesten seks ganger så slitesterk som standard Danline. Samtidig var det en stor utfordring å feste materialet til labbetussen ved bruk av strips, og under forsøk opplevde fiskerne et betydelig tap av materiale. En bedre festemekanisme må benyttes før BioPES fra Senbis kan være et substitutt for standard labbetuss/slitematte.

Tester fra lab indikerer at ny linerigg viste svært høy slitasjetoleranse. Kassert linerigg ble ikke testet i lab, men erfaringen fra feltforsøk var positiv med en vektreduksjon på -4,8 % etter første forsøk. Omfanget av kassert linebruk er tilstrekkelig til å dekke trålflåten. Dersom en får på plass en god ordning slik at linebruk kan gjenbrukes av trålgruppen til en fornuftig pris, vil utrangert linerigg være et godt substitutt for standard labbetuss.

Det er svært utfordrende å beregne de økonomiske konsekvensene for fiskerne ved å benytte alternative materialer. Flere av materialene som er brukt i dette prosjektet har ikke kommersielle priser, det er dermed vanskelig å tallfeste ekstrakostnader for fiskere ved å benytte slike materialer. Der hvor vi har priser tilgjengelig har vi oppgitt dette, men manglende data har ført til en svært begrenset økonomisk vurdering.

## 6.6 Arbeidspakke 6 - Klima- og miljøeffekter av nye materialvalg til plast som er bruk til snurrevadtø og trålmatter (leveranse D10).

### 6.6.1 Formål

I denne delen av prosjektet er det gjennomført en analyse av miljø- og klimaeffekter for de materialene som blir vurdert som mulige alternative løsninger til dagens materialer brukt i slitematter og snurrevadtø. Delrapporten dekker arbeidspakke 6 (AP6) i prosjektet, og legger til grunn resultater fra forutgående arbeidspakker (AP1 – AP5), sammen med tilgjengelig litteratur, som grunnlag for diskusjon og konklusjoner.

Formålet med analysen er å peke på de materialløsningene som best ivaretar hensynet til klima og miljø, vurdert ut fra et livssyklusperspektiv. Analysen er begrenset til de materialene som i forutgående arbeidspakker er identifisert som de mest lovende alternativene; sisal, trefiber (lyocell), nylon og to typer biologisk nedbrytbare plastmaterialer. Klima- og miljøeffekten fra livssyklusen til disse materialene er vurdert opp mot dagens materialsammensetning i trålmatter/labbetuss (PE/PP/PET) og snurrevadtø/Danline (PP/PE/stål).

Det er ikke et mål å gjennomføre en fullskala livssyklusanalyse (LCA) for hvert enkelt materiale, men heller peke på hvilke typer miljø- og klimapåvirkninger som i litteraturen fremstår som særlig relevant for de ulike materialtypene testet i prosjektet. Formålet er å gi et overblikk over mulige klima- og miljøgevinster som kan oppnås ved å benytte seg av alternative materialer i fiskeriredskaper, veilede i valg av avhendingsmetoder, samt vise til andre relevante aspekter av materialenes livssyklus.

### 6.6.2 Gjennomføring og metode

Materialenes livssyklus innebærer i denne sammenheng råstoffutvinning, produksjon av materialfiber og produkt/redskap, transport av produkter, redskap i bruk og avhending av disse. Gjennomførte analyse er basert på tilgjengelig litteratur som tar for seg livssyklusen for produkter bestående av de samme, eller, der hvor dette ikke foreligger, tilsvarende materialer. Redskapenes brukerfase inkluderer brukstid før kassering og drivstofforbruk under bruk. Innspill fra fullskaletester i prosjektet (AP3) er inkludert som en del av analysen. Analysen tar primært utgangspunkt i *det globale oppvarmingspotensialet* (GWP) fra de materialene som er testet i prosjektet. Videre er følgende hovedoppgaver gjennomført med bakgrunn i formål:

- Sammenstille relevant informasjon fra produksjon, styrketester, bruk og avhendingsmønstre for alternative materialløsninger, basert på resultatene fra tidligere arbeidspakker.
- Innhente relevante utslippsfaktorer gjennom materialenes- og redskapenes livssyklus, samt bygge en modell for generell klimaberegning.
- Gjennomgå tilgjengelig litteratur for å identifisere, og kvalitativt beskrive, andre aktuelle miljøpåvirkninger (f.eks. påvirkning på biologisk mangfold, vannforbruk og kjemiske utslipp) ved bruk av de ulike alternative materialløsningene.
- Sammenligne miljø- og klimapåvirkninger fra alternative materialløsninger opp mot påvirkningene fra dagens materialløsninger i snurrevadtø og trålmatter.

SALT har hatt hovedansvaret for denne delen av prosjektet, og resultatene er oppsummert i en egen delrapport.

### 6.6.3 Funn og resultater

Hovedhensikten med prosjektet er å finne materialer som ikke fører til forurensing av mikroplast til det marine miljøet ved slitasje. Dette vil sannsynlig kunne realiseres på tre måter: 1) Bruk av naturmaterialer, 2) Bruk av fullt biodegraderbare plaster (ikke nok kunnskap om per i dag), og 3) Bruk av ikke-biodegraderbare

materialer som viser betydelig bedre slitasjetoleranse enn standardmaterialer, og som er materialgjenvinnbare, av gjenvunnet opprinnelse, eller begge deler. Samtidig skal denne hensikten ikke gå på bekostning av økt miljøpåvirkning i andre ledd av livssyklusen. Miljøpåvirkning gjennom et livsløp for et enkelt materialvalg kan vurderes ved å gjennomføre en så kalt livssyklusanalyse (LCA) ut fra anbefalte standardmetodikker. Når mange ulike materialer med forskjellige verdikjeder skal sammenlignes blir oppgaven svært kompleks, og de miljøparametere som må veies opp mot hverandre blir i stor grad en skjønnsmessig oppgave. Svakt og mangelfullt datagrunnlag er i tillegg en utfordring som gjør en detaljert analyse u hensiktsmessig. En relativt forenklet modell for miljøaspektsvurdering er derfor lagt frem i AP6. Generelle funn i litteratur ligger til grunn for både vurderingsmodellen, og de kvalitative vurderingene som blir diskutert. Vurderingsmodellen baserer seg på følgende komponenter, beskrevet og forklart i delrapport: Miljøpåvirkning fra a) Produksjonsfase i form av Klimapåvirkning og Landarealbruk, b) Brukerfase ved Materialbruk og grad av forurensing og Miljøpåvirkning fra forurensing, og c) Miljøpåvirkning fra de mest realistiske avhendingsalternativene praktisert per i dag i Norge.

En oppsummering av samlet miljøpåvirkning for analyserte materialvalg for snurrevadttau og labbetuss er presentert i Tabell 8 nedenfor. En detaljert vektning av miljøpåvirkninger for de enkelte materialtyper i henholdsvis produksjonsfase, brukersfase og ved avhending er vist i delrapport.

**Tabell 8 Oppsummering av samlet miljøpåvirkning for analyserte materialvalg for snurrevadttau respektive labbetuss.**

Vektning miljøpåvirkning relativt standardmaterialer* (1=lavere, 2=på nivå med standardmaterialer, 3=høyere)		Produksjonsfase			Brukerfase			Avhending	Samlet miljøpåvirkning
		Klimapåvirkning per vektenhet	Landarealbruk per vektenhet	Gjennomsnitt produksjonsfase	Vektning (slitasjetest): indikasjon på materialbruk; grad av marin forurensing	Biodegraderbarhet : indikasjon på effekt fra marin forurensing	Gjennomsnitt brukersfase		
Redskap applisert	Material	A	B	AB	C	D	CD	E	MEDEL(AB;CD;E)
Labbetuss	Gjenvunnet Nylon	1	1	1	1	3	2	1	1,3
Snurrevadttau	Gjenvunnet Nylon	1	1	1	1	3	2	1	1,3
Labbetuss	Kuskinn	1	1	1	1	1	1	2	1,3
Snurrevadttau	Treklosser	1	1	1	2	1	1,5	2	1,5
Labbetuss	Sisal	1	3	2	1	1	1	2	1,7
Snurrevadttau	Sisal	1	3	2	1	1	1	2	1,7
Labbetuss	Flettet Nylon (PA6)	2	2	2	1	3	2	1	1,7
Snurrevadttau	Flettet Nylon (PA6)	2	2	2	1	3	2	1	1,7
Labbetuss	Gjenbrukt linerigg PES (PE/PET)	1	1	1	1	3	2	2	1,7
Snurrevadttau	Tvunnet Danline-6 (PE/PP/stål)*	2	2	2	2	3	2,5	1	1,8
Snurrevadttau	PBSA/PBSAT (LG Chem Korea)	2	2	2	1	2	1,5	2	1,8
Labbetuss	Trefiber Iyocell	1	3	2	3	1	2	2	2,0
Labbetuss	Senbis bioPES	2	3	2,5	1	2	1,5	2	2,0
Labbetuss	Labbetuss PE/PP/PET*	2	2	2	3	3	3	2	2,3

Vurderingene og den resulterende rangeringen av samlet miljøeffekt skal kun tolkes som et orienterende informasjonsgrunnlag. For hvert enkelt material som vurderes må næringen, beslutningstakere og lovgivere se nøye på spørsmål som: Økonomisk konsekvens og tilgang på markedet for å dekke behov (vurdert i prosjektets AP5), hvordan regulering vil kunne påvirke og endre markedets spilleregler for å tilgjengeliggjøre og ta i bruk ny teknologi, som f.eks. innebærer nye muligheter for materialgjenvinning for flere av materialene, minsket miljøpåvirkning på marin miljø ved fullstendig biodegradering, minsket slitasje, økt tilgang til gjenvunnet eller gjenbrukt råstoff, osv.

#### 6.6.4 Konklusjoner og anbefalinger

På bakgrunn av utført analyse av klima- og miljøpåvirkning av nye materialvalg i et livssyklusperspektiv, gis det følgende generelle anbefalinger for det videre arbeidet med å finne alternative materialer til snurrevadtou og trålmatter:

- Grunnforutsetninger for at materialet tas i bruk i redskapen av næringen i dag er at a) fangsteffektivitet er tilfredsstillende relativt materialvalg, og b) er økonomisk forsvarlig å kjøpe inn, vedlikeholde og avhende (vurdert i AP5). For de materialer som viser størst potensiale til å minske forurensing fra mikroplast, men som ikke oppfyller a-b per i dag, må fagekspertise nøye vurdere om næringen bør satse på utvikling begrunnet i fremtidig markedspotensial, alternativt må næringen satse på de materialene som oppfyller a-b allerede i dag.
- Miljøpåvirkning fra produksjon av jomfruelig materialer er vesentlig for de plastmaterialer som er vurdert. Det anbefales derfor at en grunnforutsetning for vurdering av alternative plastmaterialer (bioplast eller ikke) vil være at de er av gjenvunnet opprinnelse, og helst også er materialgjenvinnbare.
- Fordi miljøpåvirkning fra produksjon av materialer er vesentlig, vil det å kvantifisere materialbruk gjennom brukerfasen være viktig for å kunne vurdere miljøpåvirkning gjennom et livsløp. Slitasjetester og fullskaletester gjennomført i andre arbeidspakker i dette prosjektet har gitt noen indikasjoner og praktisk kunnskap, men videre arbeid anbefales for å anslå materialbruk i brukerfasen, og for å kunne sammenligne materialbruken for tilsvarende fiskeriinnsats (f.eks. 1000 ha) mellom ulike materialer.
- Næringen bør velge ut 1-2 hoved alternative materialer som viser størst potensiale til å minske forurensing fra mikroplast, og som samtidig oppfyller a-b ovenfor. For disse materialene bør detaljerte LCA gjennomføres fra et nasjonalt perspektiv, der hovedleverandører involveres og bidrar med datagrunnlag, og der konkrete avhendingsalternativer er bestemt. Tilsvarende LCA bør gjennomføres for standardmaterialer. Ut fra resultat må næringen og forvaltningen vurdere miljøbesparelse opp mot eventuelle svakheter. Slike LCA vil både kunne benytte seg av de omfattende databaser (ikke åpent tilgjengelig) som inneholder kvantitative nøkkeltall for ulike miljøpåvirkning (GWP, forsureningspotensial, ozonfortynningspotensial, etc.) for ulike materialer, i tillegg til å innhente datagrunnlag for de enkelte verdikjedene.
- Parallelt med vurdering av alternative materialer anbefales eventuelt potensiale for reduksjon av miljøpåvirkninger fra fiskeri gjennom endringer i fiskepraksis undersøkt i samråd med forvaltning og næring. Dette forholdet er berørt i prosjektets innledende arbeidspakke (AP1) der innspill fra næringsaktører er trukket frem. Eventuelle endringer i fiskepraksis med sikte på reduksjon av slitasje og mikroplastutslipp må vurderes helhetlig opp mot risiko for andre miljøpåvirkninger inkludert biologiske og bestandsmessige forhold, og juridiske og forvaltningsmessige implikasjoner.

Basert på funn i analysen av utvalgte materialalternativer, gis i tillegg følgende konkrete anbefalinger for følgende materialer:

#### Sisal

På bakgrunn av de ulike mengdene klimagassutslipp knyttet til produksjonsområder bør man ved bruk av sisal som et alternativt materiale ta hensyn til hvor produktet er produsert ved valg av leverandør/producent.

## Nylon

Ved bruk av nylon som et alternativt materiale til snurrevadtou og trålmatter vil man ved å benytte seg av gjenvunnet nylon kunne begrense utslippsnivået betydelig. I tillegg bør det legges vekt på slitasjestyrke/brukstiden til de ferdigstilte produktene da dette vil spille en betydelig rolle i det totale utslippsbildet.

## Trefiber (lyocell)

Det bør legges vekt på primær energikilde ved produksjon av lyocell-fibre ved bruk av dette materialet. Det bør også gjøres en avveining i forhold til klima- og miljøeffekten ved anvendelse av nye landareal ved økt produksjon av råstoff.

## Bioplast

Bioplast og bionedbrytbar plast viser per i dag flere svakheter og mangel på etablert kunnskap for å tas i bruk kommersielt som alternative materialer i fiskeredskaper. Videre forskning og utvikling anbefales for å utforske potensialet og sikre at a) materialene i fremtiden blir fullstendig degradert i marint miljø over ønsket (kort) tidsperiode og med akseptabel kjemisk forurensning; b) at de blir økonomisk forsvarlige i bruk; c) det utvikles gode avhendingsalternativer.

Funn fra tidligere studier utgjør en prinsipiell utfordring i sammenligningen av miljø- og klimapåvirkningene fra biobaserte plastmaterialer og andre naturmaterialer, opp mot petrokjemiske plastmaterialer. For å imøtekomme dette sammenstiller analysen hovedtrekk fra litteratur for utvalgte materialtyper og belyser generelle hovedtrekk i faglitteratur for å gi føringer for *særlig kritiske vurderinger* ved valg av materialtyper i slitematter og snurrevadtou.

Det finnes teknologisk potensiale for å materialgjenvinne bioplast, men dette vil kreve spesifikke polymerer og tilgang til relevant gjenvinningsteknologi som i lav eller ingen grad er kommersielt tilgjengelig i Norge og internasjonalt per i dag. Tilgjengelig kunnskap viser at naturlig degradering av bioplast i marint miljø er lav og langsom, noe som tilsier at det per i dag ikke vil være hensiktsmessig å skifte til bioplast med nåværende materialteknologi og kunnskap.

Nærmere detaljer er beskrevet i delrapport (Leveranse D10).

## 7 Prosjektets hovedfunn, konklusjoner og anbefalinger

- Nylon- og polyestertou utmerket seg ved minimal styrkereduksjon etter slitasjetesting i lab. I kontrast viste trefibertou betydelig lavere motstand mot slitasje. Biologisk nedbrytbar plast demonstrerte relativt god motstand mot slitasje, mens sisal viste en slitasjemotstand på nivå med konvensjonelle materialer som Danline og PE/PP/PET labbetuss.
- Kuskinn viste seg svært slitesterk som beskyttelse for sabben under snurrevadfiske.
- Treplanker brukt som slitematter i snurrevad viste seg å fungere som de var tiltenkt, den viste seg derimot svært vanskelig å håndtere om bord, spesielt ved utsetting. Treklossabb kombinert med kjettingskjørt fungerte ikke som tiltenkt. Til tross for dette, kan man konkludere med at helt naturlig, rent, ubearbeidet trevirke har potensiale for bruk i noen slitekomponenter i fiskeredskaper, hvor en ellers ville anvendt plastmateriale.

- Forsøk på snurrevad viste at alle fire materialer brukt i forsøket utviste relativt lavt tap av materiale, med spesielt tydelig mindre slitasje på autoline. Testmaterialene viste også svært ulike evner til å absorbere sediment.
- Resultatene fra forsøket på labbetuss indikerer at både Senbis biopolyester og polyester linerigg kan potensielt bidra til å redusere mengden mikroplast som tilføres havet under fiske, sammenlignet med standard PE/PP/PET labbetuss. Utfordringer med innfestningen av biopolyester gjør det derimot vanskelig å trekke noen endelige konklusjoner. Dette må utbedres om materialet skal tas i bruk.
- Ser man på vektreduksjon på standard PE/PET/PP labbetuss etter forsøk i november og februar ser man jevnt lave verdier på rundt 1%. Dette kan tyde på at forsøkets varighet ikke er tilstrekkelig lang for å kunne gjøre en god vurdering på slitasje etter bruk. Til fremtidige forsøk kan det være hensiktsmessig å planlegge for lengre forsøk i felt.

## 8 Prosjektets forslag til videre arbeid

Senbis biopolyester, utviklet av polymerprodusenten Senbis AS, er biologisk nedbrytbar og viser høy slitasjetoleranse; dermed kan det brukes til å erstatte plast i både slitematter og snurrevadtau.

- Senbis biopolyester viser stort potensiale til å kunne brukes i slitematter/labbetuss. Videre arbeid er nødvendig for å finne en optimal festemekanisme. Biopolyester fra Senbis viser seg å være 4-5 ganger mer slitesterk enn standard polyetylen/polypropylen (danline). Biomaterialet er blitt testet på lab i SINTEF og har vært testet ombord på MTr. Hermes i form av slitematter. Vi tror samme materialet kan bli interessant i produksjonen av snurrevadtau. Selstad AS er i dialog med Senbis AS for produksjon av labbetuss av dette materialet.
- Basert på resultatene fra slitasjeforsøk (leveranse D5) ble Selstad AS, SINTEF, UiT og Senbis AS enige om å samarbeide på en EU HORIZON MISS 2020 søknad med tittel "Circular solutions for fishing gears". Søknaden ble levert i oktober 2022, innvilget i mars 2023, og startet opp 1. oktober 2023. Bruk av biopolyester i produksjon av snurrevadtau er én av fire løsninger som er foreslått i EU-søknaden. Målet med dette EU-prosjektet er å utvikle snurrevadtau som er laget av en biologisk nedbrytbar polymer med (minst 3 ganger) høyere slitasjemotstand enn konvensjonelle polyetylen/polypropylen (PE/PP) tau. Dette vil være en sirkulær løsning for å redusere marin forøpling forårsaket av dette fiskeredskapet. Det er en omfattende prosess for Selstad å stille inn ekstruderne (maskinene som lager filamentene) om til Senbis-materialet, dette medfører en risiko for Selstad dersom uforutsette ting skulle skje under produksjonen av dette materialet. Selstad er den eneste norske redskapsleverandøren av snurrevadtau og produksjonen vil foregå i deres fabrikk, på Måløy.

Siden EU-finansieringen er begrenset i omfang og fordi denne problemstillingen er av så stor betydning for den norske fiskerinæringen, ønsker vi å sette i gang et parallelt prosjekt med støtte fra FHF, som vil betraktes som en utvidelse av det EU-finansierte prosjektet. Selstad AS kommer til å sende et innspill til prosjekt i bedrift (PIB)-ordning hos FHF. Rederiet Tustern AS og Nordsjø vil bli partnere i det nye prosjektet.

## 9 Leveranser i prosjekt

Leveransene i prosjektet er følgende dokumenter:

- D1. Referat fra oppstartsmøte 20. april 2021.
- D2. Referat fra referansegruppemøte 19. august 2021.
- D3. Referat fra AP1 – Webinar
- D4. Notat fra AP1 - Oppsummering av intervju blant fiskere.
- D5. Vitenskapelig artikkel fra AP2 - Føre, H.M., Hatlebrekke, H. & Grimaldo, E. (2023). Alternative rope materials in towed fishing gear to reduce plastic waste, a comparative study of mechanical properties and tolerance against wear and tear. Proceedings of the ASME 2023 42nd International Conference on Ocean, Offshore and Arctic Engineering OMAE2023 June 11-16, 2023, Melbourne, Australia
- D6. Rapport fra forsøk fra AP3 - Eliseussen, S. og Vollstad J. (2021). Alternative materialer til plast som er brukt til snurrevadtåu og trålmatter Rapport fra forsøk om bord på MS "Fortuna" og MTr. "Hermes" i 2021. SINTEF Rapport 2021:01360
- D7. Referat fra referansegruppemøte 30. november 2022.
- D8. Rapport fra AP4 – Rødås Johnsen, H., Sklet, S. og Høyman, C. (2023). Verdikjeder for snurrevadtåu og slitematter fra bruk til avfallshåndtering. Delrapport for arbeidspakke 4. SALT rapport 1070.
- D9. Rapport fra AP5 - Økonomiske og praktiske konsekvenser ved å bruke alternative materialer til snurrevadtåu og slitematter. Lilleng, G. og Syversen, T. (2023). Økonomiske og praktiske konsekvenser ved bruk av alternative materialer til snurrevadtåu og labbetuss/slitematter. SINTEF Rapport 2023:01031
- D10. Rapport fra AP6 - Høyman, C. and Narvestad, A. (2023). Klima- og miljøeffekter av nye materialvalg til plast som er bruk til snurrevadtåu og trålmatter. Delrapport for arbeidspakke 6. SALT Rapport 1069
- D11. Vitenskapelig artikkel - Grimaldo, E., Karl, C., Alvestad, A., Persson, A.M., Kubowicz, S., Olafsen, K., Hatlebrekke, H., Lilleng, G., Brinkhof, I. (2013). Reducing plastic pollution caused by demersal fisheries. Marine Pollution Bulletin, Volume 196, 2023, 115634, ISSN 0025-326X, <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2023.115634>
- D12. Finansiert EU HORIZON MISS 2020 prosjekt (2023-2026) med tittel "Circular solutions for fishing gears". SINTEF leder arbeidspakke 2: Biologisk nedbrytbare snurrevadtåu.
- D13. Populærvitenskapelig resultatsammendrag



## 10 Referanser

- Føre, H.M., Hatlebrekke, H. & Grimaldo, E. (2023) Alternative rope materials in towed fishing gear to reduce plastic waste, a comparative study of mechanical properties and tolerance against wear and tear. Proceedings of the ASME 2023 42nd International Conference on Ocean, Offshore and Arctic Engineering OMAE2023 June 11-16, 2023, Melbourne, Australia
- Grimaldo, E., Karl, C., Alvestad, A., Persson A.M., Kubowicz, S., Olafsen, K., Hatlebrekke, H.H., Lilleng, G., Brinkhof, I. (2023). Reducing plastic pollution caused by demersal fisheries. Marine Pollution Bulletin. ACCEPTED MANUSCRIPT.
- Imhof et al (2012). A novel, highly efficient method for the separation and quantification of plastic particles in sediments of aquatic environments. Limnology and Oceanography methods. Volume10, Issue7, July 2012. Pages 524-537. <https://doi.org/10.4319/lom.2012.10.524>
- Sundt, et al. (2018). Underlag for å utrede produsentansvarsordning for fiskeri- og akvakulturnæringen. Rapport for Miljødirektoratet M-1052 | 2018.
- Syversen, T., Vollstad, J., Lilleng, G. & Hanssen, B. (2020) Slitasje på redskap – kvantifisering av slitasje fra ulike redskapstyper. SINTEF Rapport 2020:01296
- Welden, N. A. and Cowie, P. (2017) Degradation of common polymer ropes in a sublittoral marine environment. Marine Pollution Bulletin, 118(1-2), 248 - 253. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.02.072>