



SINTEF

REMSJØ

**Resirkulerbar emballasje for
ombordfryst produksjon.**

FHF prosjekt 901740

**Evaluering av
emballaseløsninger**



SINTEF

Prosjektnotat

SINTEF Manufacturing AS
Postadresse:
Postboks 4766 Torgarden
7465 Trondheim
Sentralbord: 40001011
manufacturing@sintef.no

Foretaksregister:
NO 882 774 562 MVA

Resirkulerbar emballasje for ombordfryst produksjon: Evaluering av emballaseløsninger. Oppsummering fase 1 i FHF prosjekt 901740.

VERSJON
Version 1

DATO
2022.12.15

FORFATTER(E)

Erik Andreassen, Andreas Erling S. Austnes, Tuva Grytli, Jon Halfdanarson, Helene Ø. Lindberg, Cecilie Salomonsen, Kjersti Øverbø Schulte og Andrea Viken Strand

OPPDRAGSGIVER
FHF – Fiskeri og havbruksnæringens forskningsfinansiering

OPPDRAGSGIVERS
REFERANSE
Prosjekt 901740

PROSJEKTNUMMER
Prosjekt 901740

19 sider pluss forside

Overskrift sammendrag

For å emballere ombordfryst sjømat i dag brukes det gjerne en papir-fiberarmert sekk med vevd polypropylen (PP) på innsiden («Supersekk» eller armert sekk). I dag sendes sekkene som tømmes hos sjømatbedrifter på Sunnmøre til avfallsforbrenning med energigjenvinning. Men kravene om materialgjenvinning av brukt emballasje skjerpes, slik at materialet kan benyttes til nye emballasjer eller andre produkter.

BEWI har utviklet en sekk i ren PP som er gjenvinnbar (Nordic ECO bag). Prototyper av denne emballasjen er testet om bord i båt og hos en hos sjømatbedrift. Nordic ECO bag er lovende. Den ivaretar kvaliteten på fisken, fungerer greit i produksjonsprosessene og er mekanisk gjenvinnbar i industrielle prosesser. Men materialet i sekken er glattere. Prosjektgruppen anbefaler derfor videre vurdering av tiltak for å øke friksjonen eller øke stabiliteten til sekker på pall på annen måte.

Det er også potensiale for å utforske og videreutvikle emballaseløsninger med høyere andel fiber enn dagens armerte sekker, kanskje spesielt med tanke på båter uten palletering. Uansett valg av type emballasje, er det potensiale for å etablere systemer og insentiver til å sortere brukt emballasjemateriale hos sjømatbedrifter.

UTARBEIDET AV
Kjersti Øverbø Schulte

GODKJENT AV
Marit Moe Bjørnbet

Marit Moe Bjørnbet (Apr 13, 2023 14:58 GMT+2)

PROSJEKTNOTAT NR
2022:01466

GRADERING
Åpen



Innholdsfortegnelse

1	Innledning.....	4
2	Funn fra fase 1 i prosjektet – vurdering av emballaseløsninger	6
2.1	Beskyttelse av fisken	6
2.2	Funksjon om bord i båt og på landanlegg.....	6
2.2.1	Testing av prototype om bord på fiskebåt	6
2.2.2	Stabilitet til lastede paller (friksjon og sikring)	7
2.3	Avfallshåndtering hos fiskeforedlingsbedrift.....	8
2.4	Materialgjenvinning	9
2.4.1	Avhendingsscenarioer for Nordic ECO Bag (PP-sekk).....	10
2.4.2	Materialgjenvinning av Nordic ECO Bag (PP-sekk)	11
2.4.3	Materialgjenvinning av armert sekk (Nordic Bag)	12
2.5	Klimapåvirkning i et verdikjedeperspektiv – foreløpige resultater.....	12
2.5.1	Produksjon, transport og lagring av sekker	13
2.5.2	Klimaavtrykk fra produksjon til lager i Ålesund	15
2.5.3	Utvidelse av miljøanalyse med bruks- og gjenvinningsfase	16
3	Oppsummering av testing og vurdering.....	17
4	Anbefalinger for arbeid i fase 2 - videreutvikling	17
	Prosjektteam	19



1 Innledning

"Resirkulerbar emballasje for ombordfryst produksjon – Remsjø" er et forskerprosjekt finansiert av FHF. Utlysningen høsten 2021 var basert på fiskeri- og sjømatindustrien sitt behov for å imøtekomme kommende krav om resirkulerbar emballasje for ombordfryst sjømat. Med dette menes i denne sammenheng at materialet i sekken kan gjenvinnes og brukes i nye produkter, og på sikt kanskje også i nye sekker.

Hovedmålet til prosjektet er å videreutvikle, teste og dokumentere alternative varianter av «supersekk»¹, brukt til ombord-produksjon av frossen HG-fisk og reke-blokker, som tilfredsstillere kravene til fullstendig resirkulering.

Kravet om emballering av frosne fiskeblokker kom på 90-tallet. De fleste ombordfryste blokker av sløyd og hodekappet (HG) fisk, samt industrireker, pakkes i dag i sammensatte sekker bestående av vevd polypropylen (PP) innside og utside av papir/fiber, omtalt som Supersekk eller armert sekk. På grunn av materialkombinasjonen er sekkene utfordrende å resirkulere eller materialgjenvinne. De går ofte til forbrenning i Norge, eller forbrenning eller deponi avhengig av hvor emballasjen ender utenlands. Kun i Norge (hovedsakelig på Sunnmøre) genereres årlig om lag 3000 tonn emballasjeavfall fra sekkene som sendes til forbrenning med energigjenvinning.

BEWI ASA er markedsledende innen emballaseløsninger for ombordfryst fisk, og selger alene opp mot 20 millioner sekker hvert år. BEWI har siden 2019 jobbet med en emballasje for ombordfryst fisk i et plastmateriale som er gjenvinnbart: polypropylen (PP). Da dette prosjektet ble etablert i januar 2022 hadde BEWI utviklet en prototype som var klar for testing på båten Atlantic Viking.



Figur 1. a) Dagens to-lags sekk til emballering av blokkfrosne fiskevarer, ofte omtalt som "supersekk" eller armert sekk. Handelsnavnet til BEWI er "Nordic Bag". b) Testing av ny Nordic ECO Bag. Begge sekker finnes i flere størrelser (for 25, 50 eller 75 kg fisk) og håndteres manuelt eller automatisk på båt og i industri. (Bilder: BEWI FOOD AS).

En emballasje skal tilfredsstillere mange kriterier gjennom verdikjeden. Den skal beskytte sjømaten og bidra til tilstrekkelig kvalitet over tid. En emballaseløsning skal være produksjonsvennlig og sikker for de som jobber om bord i båt og på landanlegg. Fulle sekker veier 25, 50 eller 75 kg og skal ikke skli ut eller «rause» om bord i båten. Videre skal emballasje muliggjøre transport og ha lovpålagt informasjon fra pakker til mottaker. Ved å innføre nye og alternative emballaseløsninger som kan materialgjenvinnes, er det også

¹ I rapporten bruker vi betegnelsen armert sekk om sekketypen som er omtalt som "supersekk" i prosjektsøknaden. BEWIs sitt merkevarenavn for denne typen sekk er Nordic Bag.

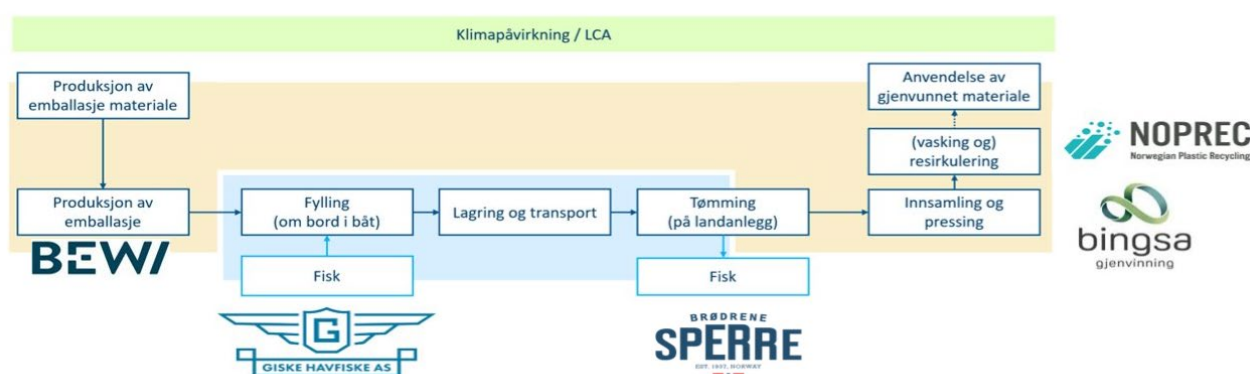


SINTEF

forventning om at den totale miljøpåvirkningen gjennom verdikjeden blir lavere i form av redusert klimagassutslipp.

Den viktigste oppgaven til en emballasje er å ivareta maten. For å beskytte maten har det blitt utviklet stadig mer avanserte og sammensatte emballasjer. Selv om det er mye utvikling innen resirkuleringsteknologi for kartong/papir og plast, finnes det få effektive løsninger for multimaterial-emballasjer som er fysisk og kjemisk vanskelig å separere. De fleste gjenvinningsanlegg materialgjenvinner enten fiber- eller plastfraksjonen i en slik emballasje. Restmaterialene som ikke blir resirkulert i gjenvinningsprosessene blir et avfall som sendes til forbrenning eller legges på deponi. Muligheter for materialgjenvinning og kvalitet på resirkulert materiale avgjør hvor bærekraftig emballaseløsningen er med hensyn til klima/miljø og økonomi. Kvaliteten til gjenvunnet materiale påvirker mulig bruk og hvorvidt det finnes et betalende marked for materialet.

Dette prosjektet gjennomføres som et tverrfaglig forskningsprosjekt i SINTEF med eksperter på blant annet sjømatkvalitet, HMS om bord i fiskebåt, sjømatproduksjon, emballasjematerialer, gjenvinning, emballasjedesign og bærekraftsanalyser. I prosjektgruppen deltar også emballasjeprodusenten BEWI, fiskebåtrederiet Giske Havfiske, sjømatprodusenten Brødrene Sperre, Bingsa Gjenvinning (som mottar de fleste brukte fiskesekkene i Norge), og plastgjenvinneren NOPREC.



Figur 2. Oversikt over verdikjeden og bedriftspartnere i prosjektet. Fargede bokser indikerer arbeidspakker i prosjektet. Blå boks er arbeidspakken som går på å ivareta fisk og folk på båt og landanlegg. Orange boks er arbeidspakken på gjenvinning og emballaseløsninger. Grønn boks indikerer arbeidspakken på beregning av klimapåvirkning.

Prosjektet er delt i to faser, hver på ett år. Fase 1 har evaluert alternativer og Fase 2 skal videreutvikle alternative løsninger. Dette notatet oppsummerer fase 1 hvor prosjektgruppen har vurdert:

- hvorvidt den nye emballasjen Nordic ECO Bag tilfredsstiller krav til beskyttelse av sjømat,
- hvorvidt Nordic ECO bag fungerer om bord i båt og i landanlegg, ikke minst om den tilfredsstiller HMS-krav om bord i båt og på land,
- emballasjematerialene og kvalitetskriterier for mekanisk gjenvinning av materialene,
- klimaavtrykk – ved å analysere livssyklusen til ulike varianter av sekkene

Dette notatet er beslutningsgrunnlag for aksjoner i fase 2: «videreutvikling av alternative løsninger».



2 Funn fra fase 1 i prosjektet – vurdering av emballaseløsninger

For å vurdere emballaseløsningene er det gjennomført tester i industri og i SINTEFs laboratorier. En prototype av Nordic ECO Bag ble testet om bord i Atlantic Viking i januar og september 2022. Fisk pakket i Nordic ECO Bag og dagens konvensjonelle Nordic Bag (armert sekk) er levert til Brødrene Sperre på pall pakket med strekkfilm. Hos Brødrene Sperre er fisken avemballert, kvalitetsvurdert og brukt i produksjon av klippfisk. Noen sekker med fisk er lagt på fryselager for videre holdbarhetstesting. Prøver av brukt emballasje, med fiskerester, er sendt til NOPREC for vasking og kverning, før plasten skal testes hos SINTEF. BEWI har bidratt med informasjon om produksjon av emballaseløsninger og frakt. Videre vurderinger er gjort fra ulike perspektiver og basert på ekspertkunnskap fra forskere og bedriftspartnere.

2.1 Beskyttelse av fisken

Visuell inspeksjon av fisken etter fire måneder viste at fisk pakket i Nordic ECO Bag ikke har fått noen skader som vil medføre reklamasjon. Fisken har tilsvarende kvalitet som med armert sekk. Det er observert påbegynt uttørking/frysebrenning på noen få steder, men begrenset til en liten del av fisken. Det var ikke forskjeller mellom fisk pakket i armert sekk og Nordic ECO Bag, og omfanget av skadene har ingen praktisk betydning for videreforedling. Innledende tester viser at hvilken plassering blokken har på pallen er mer utslagsgivende enn type emballasje med hensyn til påbegynt uttørking.

For å vurdere holdbarhet over lengre tid er fisk pakket i Nordic ECO bag lagt på pall i fryser. Det skal gjennomføres analyse av fett- og proteinoksidasjon på fisk etter 1 og 18 måneders fryselagring.

2.2 Funksjon om bord i båt og på landanlegg

2.2.1 Testing av prototype om bord på fiskebåt

Sammenlignet med dagens armerte sekk har Nordic ECO Bag mindre transportemballasje som skal fjernes. Hver sekk enkelt sekk er lettere og tar mindre plass når den lagres om bord. Dette kan være positivt med tanke på ergonomi og belastningsskader for fiskerne, kan forenkle logistikk og redusere mengden avfall.



Figur 3. Testing av første prototype. Feil/stopp på pakkelinje som følge av feil i pakking (brett i hjørnet) av ECO Bag fra leverandør. (Foto: Nikolai Giske, Atlantic Viking).



For å fylle og lukke Eco bag er det behov for tilpasninger av pakkelinjen. BEWI har derfor videreutviklet sin pakkemaskin, og endringene har blitt implementert på pakkelinjen til Atlantic Viking. Pakkelinjen kan fortsatt benyttes til armerte sekker.

Nordic ECO Bag er tynnere og mindre stiv enn Nordic Bag og er dermed mer fintfølede. Dette medfører problemer under pakking. Fremføring, eller henting av sekk, og senere innføring av blokk, har vært utfordrende og medført unødvendige stopp under produksjon. Men alt i alt er utformingen av Nordic ECO Bag tatt godt imot av fiskerne.

Et aspekt ved Nordic ECO Bag er at overflaten er glattere enn for armert sekk. Dette kan være en fordel dersom en pall må pakkes om i lasterommet, men det kan også være en utfordring. I dårlig vær har det vært tilfeller der Nordic ECO Bagene sklir i forhold til hverandre på pallen og det kan potensielt skape farlige arbeidsforhold i lasterommet, se figur 4. Dette er en uakseptabel risiko, og prosjektet skal arbeide videre med problemstillingen gjennom analyser, risikovurderinger og videreutvikling av ECO Bag. BEWI har gjort forsøk på å øke friksjonen til ECO Bagene, bl.a. påføring av et smeltelim, men dette mistet egenskapene etter frysing. Nye løsninger må ikke være til hinder for effektiv pakking.

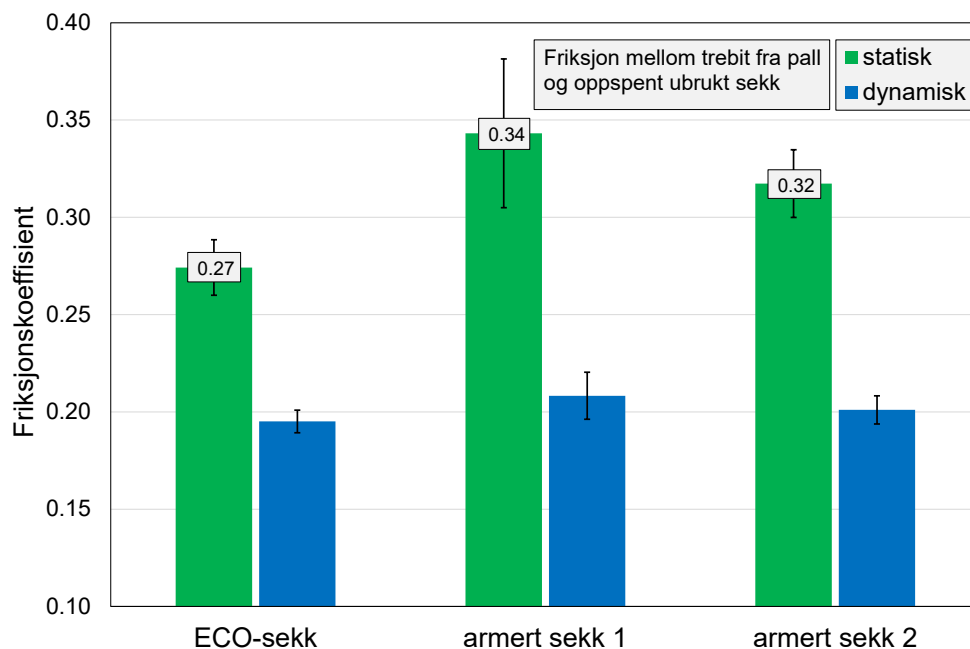


Figur 4. Palle med 50 kg blokker emballert med Nordic ECO Bag der blokkene med fisk delvis har sklidd av trepallen ved dårlig vær, som følge av lav friksjon mellom ECO Bag og palle.

I håndtering på fryseterminaler og hos fiskeforedlingsbedrift anses Nordic ECO Bag og armert sekk som like. Det er ikke rapportert om uønskede hendelser eller utfordringer knyttet til friksjon, og det er derfor ingen behov for endringer eller tilpasninger for denne delen av verdikjeden.

2.2.2 Stabilitet til lastede paller (friksjon og sikring)

Testing av prototype av Eco Bag om bord i båt har vist at den er glattere enn armert sekk. Friksjon ble derfor testet i laboratoriet. Foreløpig er det friksjon mellom sekk og trepall ved romtemperatur som er testet. ECO Bag har ca. 20% lavere statisk friksjonskoeffisient enn armert sekk. (De dynamiske friksjonskoeffisientene er omtrent like.) Statisk friksjonskoeffisient beskriver hvor mye kraft som er nødvendig før noe settes i bevegelse. Det vil gjøres flere friksjonstester i lab på temperatur tilsvarende fryselager. I tillegg vurderes tester utført på pall med last.



Figur 5: Resultater fra friksjonstest i lab. Testene er gjort på et begrenset utvalg prøver, tørt i romtemperatur.

For en pall uten noen form for sikring er det friksjonen mellom sekker (eventuelt mellom sekk og pall) som bestemmer stabiliteten til pallen. Paller er som oftest sikret med strekkfilm, og dette er mer komplisert å analysere mht. stabilitet. For å sammenlikne ulike sekker eller strekkfilmer kan det imidlertid gjøres forholdsvis enkle tester der f.eks. lastede paller akselereres mot en fast vegg. Slike tester kan også si om strekkfilmen holder igjen så mye at den noe lavere friksjonen til ECO Bag, sammenliknet med armerte sekker, ikke har betydning. For å relatere slike tester til akselerasjoner i fryserommet om bord på båt bør vi vite typiske verdier for disse akselerasjonene.² Det er også usikkert hvilken betydning emballasjenes friksjon har i båter hvor lasten lagres i fryserom uten palletering.

Prosjektet arbeider med å vurdere hvilke praktiske og sikkerhetsmessige konsekvenser friksjon får i fiskefartøy. I videre arbeid vil muligheter for å øke friksjonen til sekker, eller øke stabiliteten til lastede paller på annet vis via strekkfilm, stropper etc. være viktig.

2.3 Avfallshåndtering hos fiskeforedlingsbedrift

Avfallshåndtering og -behandling trekkes frem som en stor utfordring for fiskeforedlingsbedriftene. Hos fiskeforedlingsbedriften som deltar i prosjektet blir i dag emballasjeavfall samlet, komprimert og oppbevart i én konteiner. De ser ingen enkel løsning for effektiv sortering i ulike avfallsfraksjoner, og de er usikre på hvordan de kan sortere ut Nordic ECO Bag og hva det vil koste. Et mulig tiltak er å benytte to komprimatorer for sortering av ulikt emballasjeavfall, men dette er kostnadskrevenende og krever både ombygging og investering i nytt utstyr.

² Detaljer om tester, analyser og mulige modifikasjoner av ECO Bag er omtalt i et separat notat (tilgjengelig for prosjektdeltakerne).



2.4 Materialgjenvinning

Krav om materialgjenvinning og bruk av gjenvunnede materialer blir stadig strengere innen emballasje. Europaparlaments- og rådsdirektiv 94/62/EF har som mål å redusere emballasjens påvirkning på miljøet, og kravene til materialgjenvinning skal skjerpes³. Samtidig som det blir strengere krav til andel emballasje som skal gjenvinnes for hvert land er også definisjonen av resirkulert endret. Tidligere ble materiale som er sortert fra hver type registrert som resirkulert, mens nå regnes andel materiale som faktisk blir gjenvunnet til nytt materiale (EU, 2018; Emballasjeforeningen, 2019).

30.11.2022 ble det lagt fram et forslag om ny forordning til emballasje-avfall i EU. Målet er at all emballasje innen EU kan ombrukes eller er materialgjenvinnes innen 2030.

«Packaging shall be considered recyclable where it complies with the following: (a) it is designed for recycling; (b) it is effectively and efficiently separately collected in accordance with Article 43(1) and (2)⁴; (c) it is sorted into defined waste streams without affecting the recyclability of other waste streams; (d) it can be recycled so that the resulting secondary raw materials are of sufficient quality to substitute the primary raw materials; (e) it can be recycled at scale”.

For å avgjøre om et materiale er resirkulerbart (ofte brukes begrepet gjenvinnbart) bruker vi følgende prinsipper; gjenvinnbar i lab, gjenvinnbar i industrielle prosesser, og til slutt om det finnes en anvendelse og marked for gjenvunnet materiale.



Figur 6. I prosjektet vurderes resirkulerbarhet eller gjenvinnbarhet ved hjelp av ulike metoder og på ulike nivåer.

Kvaliteten/verdien til gjenvunnet materiale avhenger av plasttypen og renheten (fravær av annen plast og diverse forurensinger). Å kvitte seg med avfall er i dag en kostnad for sjømatbedriftene. Dagens brukte sekker leveres som brennbart restavfall som bedriftene må betale for at avfallsanlegget skal håndtere. Miljødirektoratet anbefaler endringer i dagens produsentansvarsordning for emballasje, som ansvarliggjør produsenten av produktet også etter at produktet har blitt avfall⁵, deriblant sjømatbedrifter som avemballerer ombordfryst fisk. Det foreslås differensiert vederlag fra produsenten til returselskapene for å stimulere til sirkulær økonomi, ved at produkter som er lett å gjenbruke og materialgjenvinne får lavere vederlag enn komplekse produkter som er vanskelig å håndtere som avfall. Forslagene fra Miljødirektoratet vil utarbeides og konsekvensutredes før endringer tas inn i lov og forskrift.

For at en avfallsaktør skal kunne motta nevnte vederlag til å finansiere avfallshåndtering, vil emballasjen være sortert for materialgjenvinning. En følge av endringene vil være at sjømatbedriftene betaler lavere pris for levering av utsortert emballasje enn ved levering av blandet restavfall.

³ EUs mål for materialgjenvinning økes fram mot 2030, til 55% for plastemballasje og 85% for papir/papp.

⁴ Artikkel 43 omhandler medlemslands plikt til å opprette systemer for innsamling og gjenvinning av brukt emballasje.

⁵ <https://www.miljodirektoratet.no/aktuelt/nyheter/2022/november-2022/produsenter-far-storre-ansvar-for-produktene-som-avfall/>

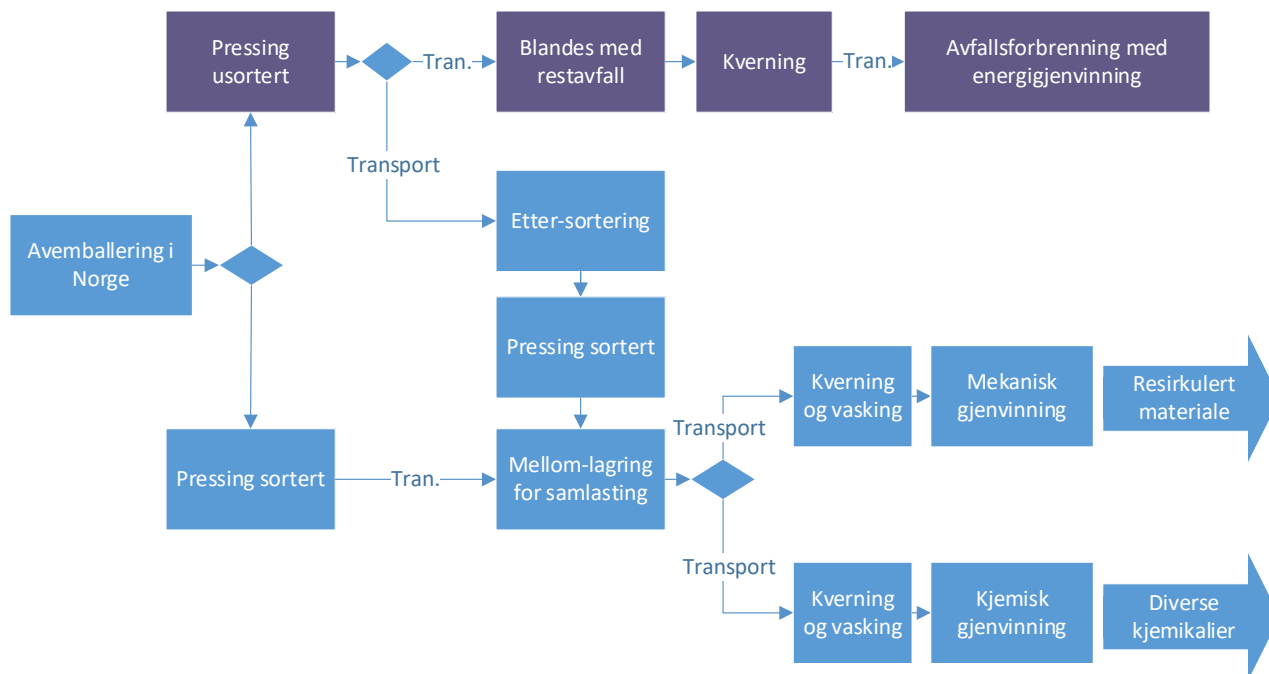


For brukere av emballasjen er det ønske om å gå fra å betale for å kvitte seg med et avfall, til å få betalt for å levere en ressurs til et gjenvinningsanlegg. Dette avhenger av markedsprisen til materialet i gjenvunnet form, som da må være høyere enn utgiftene til gjenvinningsprosessen (inkludert transport, vasking og materialgjenvinning). Et mer sannsynlig scenario for sjømatbedrifter er at det kan bli gratis å levere sortert emballasjeavfall til avfallsmottaket, som er tilfelle for landbruksfolie og enkelte andre typer emballasje fra næringsvirksomhet. Det finnes eksempler på at gjenvinningsbedrifter har betalt for ferdig sortert og forbehandlet PP-emballasjeavfall, dog av veldig god kvalitet.

For å etablere et marked er det behov for en stabil tilgang av brukt materiale i et kvalitetssikret innsamlings-system, med tilstrekkelig kvalitet og i store nok volum. Volum og kvalitet avgjør hvorvidt noen ser forretningsmulighet og er villig til å investere i gjenvinningsteknologi for det gitte materiale, og for å drifte gjenvinning på en effektiv måte. Emballasjeavfallsforordningen som er lagt ut på høring i EU, anser marked for ulike materialer som en hovedbarriere mot økt gjenvinning. Forslaget legger føringer både for avfallssystemene i ulike land/marked og for emballasjeprodusenter og -brukere.

2.4.1 Avhendingsscenarioer for Nordic ECO Bag (PP-sekk)

ECO Bag er en sekk som er under utvikling og det er ikke etablert et konkret avfallsbehandlingsløp for disse. Men liknende PP-sekker gjenvinnes i dag, og dette var utgangspunktet for BEWI sin satsning på ECO Bag. Figur 5 viser potensielle scenarioer for avhendingsprosessen. Dagens avhendingsprosess for armerte sekker, med avfallsforbrenning og energigjenvinning, er ikke ønskelig for ECO Bag.



Figur 7: Scenarioer for avhending av emballasje til ombordfryst. Dagens avhendingsprosess for armert sekk i Norge i lilla farge øverst. Blå farge viser ulike scenarioer for Nordic ECO Bag etter avemballering i Norge.

To avgjørende skiller i scenarioene er sortering eller ikke sortering hos sjømatprodusenter, og mekanisk eller kjemisk gjenvinning. For å vurdere muligheter for sortering av brukt emballasje hos sjømatbedriftene, er det



nødvendig med informasjon om hvilke emballasjetyper som brukes og hvilke fraksjoner disse skal sorteres som. Det er usikkert om PP-sekker som ECO bag helt vil erstatte sekker i blandede materialer i markedet, og hvorvidt en sjømatbedrift kun vil kjøpe fisk pakket i en type emballasje. En mulighet er at en sjømatbedrift pakker ut så store partier av sjømat med Nordic ECO Bag at man kan fylle en hel konteiner, før man eventuelt går over til å produsere fisk med en annen type emballasje.

Å endre system for avfallshåndtering er en anerkjent barriere mot sirkulær økonomi. Videreutvikling og optimalisering av avfallshåndtering hos fiskeforedlingsbedriftene er relevant for prosjektet, uavhengig av valgt sekkeløsning, og kan gjøre bedriftene bedre rustet til å møte kommende krav og retningslinjer vedr. utsortering av gjenvinnbart emballasjemateriale.

2.4.2 Materialgjenvinning av Nordic ECO Bag (PP-sekk)

Tanken bak den nye sekken er at den skal være godt egnet for mekanisk materialgjenvinning, da den stort sett er lagd av én plasttype (PP) og likner på andre PP-sekker som materialgjenvinnes i dag. Basert på materialanalyser av armert sekk og det vi vet om gjenvinningsmuligheter, ser det ut som ECO Bag kan gjenvinnes sammen med liknende sekker.

PP er et av de vanligste materialene som materialgjenvinnes mekanisk, men ikke alle gjenvinningsbedrifter har anlegg som er egnet for kverning og vasking av slike PP-sekker. Så vidt vi vet gjenvinnes ikke PP-sekker i særlig grad i norske gjenvinningsbedrifter. Flere av avfallsaktørene som er aktive i Norge har avtaler med gjenvinningsbedrifter som tar imot slike sekker, men ofte vil de ikke gi informasjon om hvilke gjenvinningsbedrifter de samarbeider med.

Gjenvinningen kan gjøres enda bedre, dvs. bedre utnyttelse av gjenvunnet materiale og i flere anvendelser, ved å gjøre mer detaljerte sorteringer av avfall basert på PP-type (flytindeks, kopolymer/ homopolymer etc.) og innhold av fyllstoffer m.m. Eventuelt kan vi vurdere om materialet i ECO Bag (PP-flytindeks, fyllstoffinnhold) kan endres noe slik at det er mest mulig likt det/de vanligste materialene i PP-sekker generelt. En annen (lengre) vei å gå er å se på hvordan ECO Bag f.eks. kan gjenvinnes sammen med strekkfilmen som sikrer pallene. I et separat notat nevner vi også gjenvinningsteknologi som bedre kan håndtere forurensninger i mottatt avfall, herunder brukte sekker.

I prosjektet er det gjennomført noen gjenvinningsforsøk av ECO Bag i lab skala – med gode resultater (mekaniske egenskaper til gjenvunnet materiale). I fase 2 av prosjektet vil vi se på alternative materialer som kan brukes i slike monomaterial-plastsekker. Det mest nærliggende er å vurdere gjenvunnet PP eller PP fra biobaserte råvarer, samt PP fra materialprodusenter som har prosesser med lavt klimaavtrykk.

Gjenvinningsscenarioer for ECO Bag er basert på at sekkene utsorteres, komprimeres og sendes til en gjenvinningsbedrift i Norge eller utlandet. Noen materialgjenvinningsscenarier for komprimerte uvaskede ECO Bag fra norske fiskemottak:

- Scenario 1 (**hovedscenarioet**): Utsorterte sekker tas imot av en avfallsaktør som sender sekkene til mekanisk gjenvinning (sammen med liknende PP-sekker og liknende PP-fraksjoner) hos en gjenvinningsbedrift i avfallsaktørens nettverk. Eventuelt sendes sekkene direkte til en gjenvinningsbedrift. Gjenvinningen skjer i Norge eller utenlands, og en bedrift i samme region bruker gjenvunnet materiale (100% eller blandet med nytt materiale) til å framstille nye produkter av PP, f.eks. paller. PP er et av de vanligste materialene som materialgjenvinnes mekanisk, men ikke alle gjenvinningsbedrifter har anlegg som er egnet for kverning og vasking av slike PP-sekker.



- Scenario 2: Som scenario 1, men en **lukket sløyfe** (closed loop), dvs. gjenvunnet materiale brukes til å lage liknende sekker. ECO bag produseres i dag i Kina (av kostnadshensyn). Sekkene kan brukes i Europa, men også andre steder. Med andre ord er det mye transport i dette scenariet.
- Scenario 3: Som scenario 1, men **strekkefilmen tas med**; dvs. sekk og strekkfilm gjenvinnes sammen. Dermed slipper man sorteringsjobben ved fiskemottaket, og man får også gjenvunnet strekkfilmen uten ekstra logistikk etc. Strekkfilmen er i dag basert på LLDPE, men det finnes strekkfilm basert på PP.
- Scenario 4: **Kjemisk gjenvinning** i Norge eller Europa. Resulterende kjemikalier kan brukes i Norge (råstoff, drivstoff) eller eksporteres til f.eks. plastmaterialprodusenter i Europa. Vi anser imidlertid at disse sekkenes kan være så rene og godt sorterte at de bør gå til mekanisk gjenvinning. Klimabelastningen og andre miljøbelastninger er høyere for kjemisk gjenvinning enn for mekanisk gjenvinning. (Også for kjemisk gjenvinning bør avfallet være så rent og homogent som mulig, men i slike prosesser er det flere trinn for å rense og fraksjonere de produserte kjemikaliene.)

2.4.3 Materialgjenvinning av armert sekk (Nordic Bag)

Armert sekk består av flere deler/materialer. Dagens praksis er at disse sekkenes innleveres som restavfall og forbrennes hos avfallsanleggets samarbeidspartner for energigjenvinning. Sekkene komprimeres hovedsakelig sammen med strekkfilm, men også andre avfallstyper som mer sporadisk er en del av samme prosess, f.eks. pallebiter.

Utvendig er det en (cellulose)fibersekk ("papirsekk") og innvendig er det en vevd sekk i polypropylen (PP), med et tynt laminert PP-sjikt innerst mot fiskeblokken. Fibersekk og PP er antakelig sammenføyd med en type lim; de sitter svært godt sammen. Det meste av fiberdelen av sekken kan fjernes ved lett skrubbing med fingrene hvis sekken legges i vann. En enkel veiing av gjenværende plast for en av sekketyperne, viste at ca 58% av vekten var fiber.

Bingsa Gjenvinning har spurt sine kontakter om muligheter for gjenvinning av armert sekker, uten hell. Brukt drikkekartong fra Norge leveres til Fiskeby Board i Sverige for gjenvinning. De oppgir at de ikke kan motta disse sekkenes fordi fiberandelen er for lav.

I forslaget til nytt emballasjeavfallsdirektiv fra EU skal emballasje som ikke kan materialgjenvinnes mer enn 70% fases ut innen 2030. Nordic Bag – med dagens sammensetning av fiber og plast – vil antagelig ikke tilfredsstille de kommende kravene.

Prosjektgruppen har begynt å se på alternative fiberbaserte emballasjematerialer med lite eller ingen plast. De siste årene er det utviklet mange fiberbaserte emballasjematerialer som kun med et belegg e.l. skal kunne erstatte plastemballasje eller fiberbasert emballasje med en høy plastandel i form av barrierefilmer etc. Neste steg blir å vurdere de mekaniske egenskapene til disse materialene og hvilke produsenter som kan produsere sekker i store nok format.

Videre har prosjektgruppen noen idéer til gjenvinning av dagens armerte sekk som kan testes i fase 2 av prosjektet. I noen av våre scenarioer kan også plastfraksjonen gjenvinnes.

2.5 Klimapåvirkning i et verdikjedeperspektiv – foreløpige resultater

Prosjektet skal beregne klimapåvirkningen av dagens emballasje (armerte sekker) og alternative løsninger, spesielt den nye emballasjen som BEWI utvikler (Nordic ECO Bag), i et verdikjedeperspektiv. Vi bruker livsløpsanalyse, LCA, som er en ISO-standardisert metode for å beregne påvirkning på klima og miljø fra hele

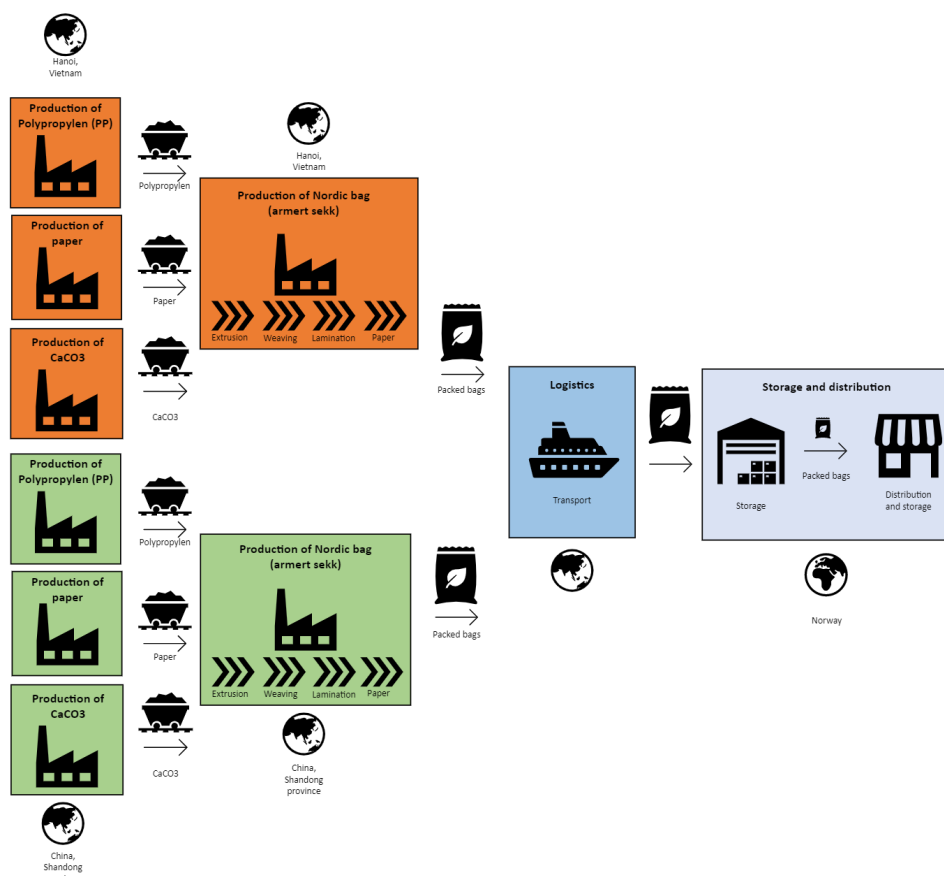


verdikjeden til et produkt (ISO 2006 a, b). Klimapåvirkningen fra de ulike løsningene vil sammenlignes i CO₂-ekvivalenter ved bruk av indikatoren Global Warming Potential (GWP).

I første fase av prosjektet har vi valgt å analysere 1 kg sekk fra produksjon til BEWI sitt lager i Ålesund (funksjonell enhet 1 kg emballasjemateriale). I videre arbeid vil vi også regne på klimaavtrykk per sekk (funksjonell enhet emballasje til 50 kg fisk). Vi har samarbeidet tett med BEWI for å hente ut førstehåndsdata for produksjonen av Nordic ECO bag og to varianter av Nordic bag produsert i to ulike fabrikker og land. Selve analysen er kjørt i programvaren Simapro, hvor vi har benyttet databasen Ecoinvent 3.2⁶.

2.5.1 Produksjon, transport og lagring av sekker

Armert sekk er en polypropylensekk med et ytterlag av papirfiber. BEWI leverer ulike varianter. De to vanligste variantene produseres på to ulike fabrikker, i Hanoi i Vietnam og i Shandong-provinsen i Kina. Figur 8 viser forenklet oversikt over produksjon, transport og lagring av armert sekk. Materialinputen består av polypropylengranulat, kalsiumkarbonat (CaCO₃), kraft-papir, terylene-tråd (polyetylentereftalat, PET) og blekk til etikett eller logo på sekkene.



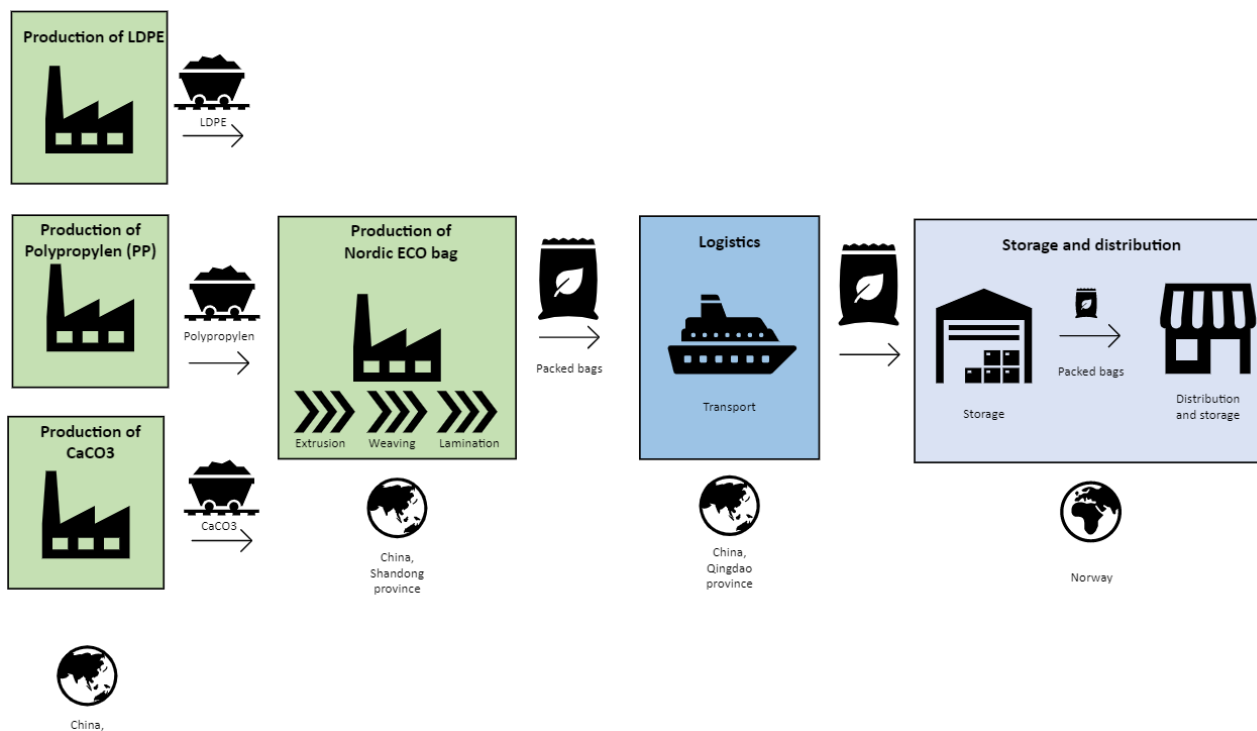
Figur 8. Forenklet oversikt over produksjon, transport og lagring av armert sekk.

⁶ Vi har valgt å bruke masseallokering (Ecoinvent3 -allocation, cut-off by classification – system og unit). Analysen ble kjørt med karakteriseringsmetoden ReCiPe Midpoint Hierarchist, ettersom dette er den mest “føre-var” metoden.



I tillegg modelleres emballasje for råmaterialer inn til produksjon, og elektrisitet forbrukt i produksjonen. I Norge kjøres sekkene fra kai til et lager i Ålesund. Transport og lagring er felles for armerte sekker og ECO Bag. I den foreløpige analysen har vi ikke fått informasjon om papir-type som er brukt i variantene av armert sekk. Av erfaring kan papirfiber produsert i Asia være resirkulert papirfiber, fiber fra eukalyptus, bambus eller gress. Inntil mer spesifikk informasjon fremkommer, er det tall for kraft papir som er benyttet.

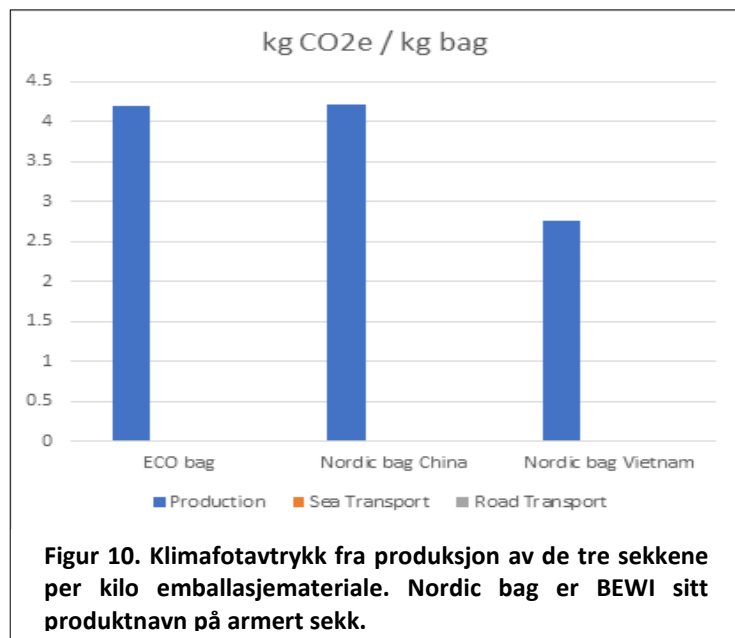
Nordic ECO Bag er en sekk bestående av en vevd del (i PP tilsatt kalsiumkarbonat), med et laminert innersjikt (i PP tilsatt PE). Figur 9 viser produksjon, transport og lagring av Nordic ECO Bag. Den produseres i Shandong-provinsen i Kina, på samme fabrikk som den ene varianten av armert sekk. Materialinputen består av polypropylengranulat, kalsiumkarbonat (CaCO_3), PE, terylene-tråd og blekk til etikett eller logo på sekkene. I tillegg modelleres emballasje for råmaterialer inn til produksjon, og elektrisitet forbrukt i produksjonen. Selve produksjonen består av tre faser – ekstrusjon av film til veving, veving og laminering.



Figur 9. Forenklet oversikt over produksjon, transport og lagring av Nordic ECO Bag



2.5.2 Klimaavtrykk fra produksjon til lager i Ålesund

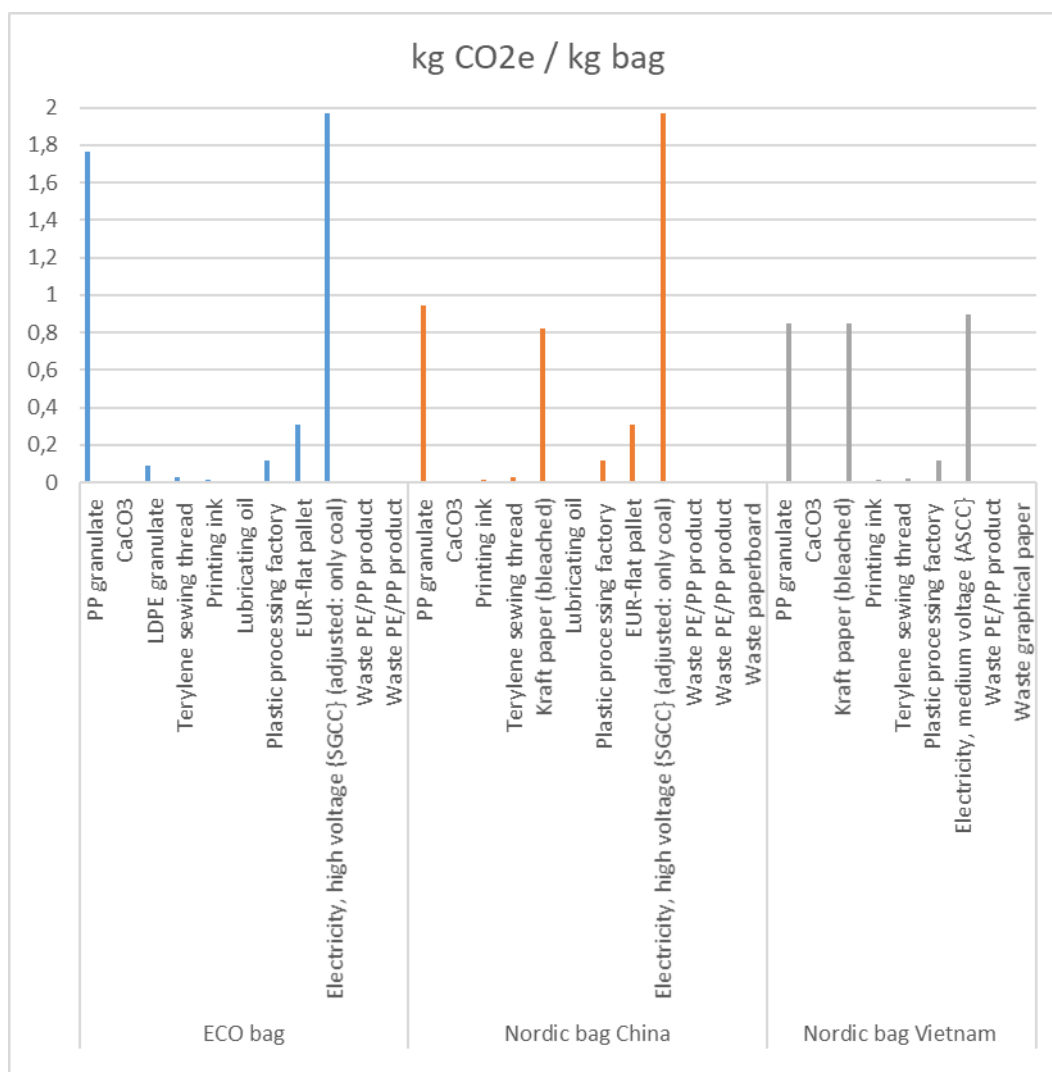


Når vi sammenligner klimagassutslippene fra de tre sekkene, ser vi at det er produksjonsfasen som er avgjørende. Utslipp fra både veitransport og skips-transport er neglisjerbare til sammenligning. Det er høyere utslipp for begge sekker produsert i Kina enn det er i Vietnam (hovedsakelig pga. el-miks).

Ser vi litt nærmere på produksjonsutslippene finner vi at utslippene fra produksjonen i all hovedsak kommer fra produksjonen av PP-granulat, fra elektrisitetsforbruk og, for armert sekk, papirfiberproduksjonen. Basert på disse resultatene kan vi si at hoveddriverne bak utslippene er (1) forbruk av elektrisitet i produksjonen og/eller utslippsfaktor for

elektrisitetsproduksjon, (2) mengde plast og papirfiber som brukes. Basert på informasjon fra fabrikk i Kina om at det var kullkraftbasert elektrisitet har vi justert utslippsfaktoren for elektrisitetsproduksjonen.

Transport og lagring per emballasje har neglisjerbare klimaavtrykk. Videre arbeid vil likevel vurdere samlet behov for transport. Nordic ECO Bag er lettere og tynnere, og bruker 40 % mindre volum enn armerte sekker, slik at det er mulig å både transportere og lagre flere av denne type sekken i samme volum.



Figur 11. Klimafotavtrykk fra produksjon av de tre sekkene. Nordic bag er BEWI sitt produkt navn for armert sekk.

2.5.3 Utvidelse av miljøanalyse med bruks- og gjenvinningsfase

Videre i prosjektet vil bruksfasen og gjenvinningsscenarier for sekkene inkluderes i LCA. I bruksfasen vil fiskebåter og sjømatbedrifter bidra med informasjon om transport, produksjon, lagring, tømning, og avfallshåndtering, samt svinn av emballasje ved feilpakking. Klimafotavtrykk fra strekkfilm eller stropper for å sikre paller og last vil også beregnes.

Hvor mange sekker som faktisk sorteres, samles inn og materialgjenvinnes vil trolig ha en signifikant effekt på klimafotavtrykket til gitt emballasje. Det er stor usikkerhet knyttet til innsamling og gjenvinning av sekker som leveres andre steder enn Ålesund/Norge, f.eks. England og Kina. I livssyklusanalysen kan vi sammenligne klimapåvirkning uten materialgjenvinning, og med ulike grader av materialgjenvinning. Prosjektet vil videreutvikle scenarier for gjenvinning av armert sekk og Nordic ECO Bag, basert på litteratur og informasjon fra Bingsa Gjenvinning og Noprec.



3 Oppsummering av testing og vurdering

Tabell 1. Oppsummering av vurdering av armert sekk og Nordic ECO Bag

<p>Dagens armerte sekk (i papirfiber og PP) (Nordic Bag)</p> 	✓ Beskytter sjømaten	Tilfredsstiller kvalitetskrav ved 18 måneder fryselagring.
	✓ Fungerer i båt og landanlegg	Tilfredsstiller forventninger i bransjen.
	✓ Er sikker om bord i båt	Tilfredsstiller forventninger i bransjen.
	? Kan sekkene resirkuleres?	Ingen kjent mottaker i Norden. For høy andel plast / fiber til at materialgjenvinning kan være effektivt. Mulig at emballasjetypen må fases ut etter 2030.
<p>Nordic ECO Bag i PP som BEWI utvikler</p> 	? Beskytter sjømaten	Så langt viser tester at sjømaten beskyttes like godt som med Nordic Bag. Lagringstest over 18 mnd er igangsatt.
	? Fungerer i pakkemaskin og lager	Testing av prototype er lovende. Sekken tar mindre plass.
	? Er sikker om bord i båt	PP-sekkene har lavere friksjon. Videre vurdering av friksjon og uttesting av tiltak anbefales.
	✓ Kan sekkene resirkuleres?	PP er resirkulerbar. Samlet mengde emballasjemateriale avgjør lønnsomhet og investeringsvilje. Materialgjenvinning fordrer at sekkene sorteres ut, enten hos sjømatbedrift eller ettersortering hos avfallsanlegget.
<p>Klimaavtrykk – sammenligning av sekker</p>	<p>Nordic Bag som er produsert i Vietnam har lavest klimaavtrykk per kilo emballasjemateriale (pga. el-miks).</p> <p>Videre må effekt av avhending beregnes, forbrenning eller materialgjenvinning. Det forventes at PP-sekker vil ha en fordel.</p>	

4 Anbefalinger for arbeid i fase 2 - videreutvikling

Det er behov for en materialgjenvinnbar emballasje for ombordfryst fisk og sjømat. Det er avdekt flere muligheter for videreutvikling av emballaseløsninger for ombordfryst fisk og av gjenvinningsystemet. BEWI har kommet langt i utviklingen av Nordic ECO Bag. Forskerne mener at det er behov for videre vurdering av friksjon og tiltak for å øke friksjonen eller øke stabiliteten til sekker på pall på annen måte. Videre arbeid vil også se nærmere på emballasjematerialene, emballasjesystemet med strekkfilm, og systemer for gjenvinning.



Vurdering av friksjon og stabilitet til last (generelt)

- Arbeidet med å vurdere friksjon og stabilitet til last bør videreføres. Noen tilnærminger er skissert i avsnitt 2.2.2. Detaljer er presentert i et eget notat.
- I fase 2 vil vi vurdere hvilke praktiske og sikkerhetsmessige konsekvenser en noe lavere friksjon får i aktuelle fiskefartøyer, og hvordan stabiliteten til lastede paller kan økes via strekkfilm, stropper etc. Vi vil bl.a. teste strekkfilmer for å få bedre forståelse for hvilken rolle de har i stabilisering av lasten.

Armert sekk

- Videre vurdering av friksjon vil gi innsikt i hvorvidt båter uten pakking på pall har behov for emballasjealternativ basert på fiber.
- Videreutvikling av armert sekk avhenger av forslag til nytt emballasjeavfallsdirektiv og kravene om utfasing av emballaseløsninger med mindre enn 70% materialgjenvinning fra 2030.
- Mekanisk gjenvinning: I fase 2 kan vi undersøke noen idéer (fra fase 1) for gjenvinning av armerte sekker. Som en del av dette vil vi også få klarlagt hvilken fibertype/kvalitet som brukes i dagens sekk.
- Alternative materialer: Bedrifter som gjenvinner fibre krever en sekk med høyere fiberandel. Derfor vil vi innhente mer detaljer om alternative fiberbaserte emballasjematerialer uten plast (eller med lite plast). Dette må samkjøres med LCA-beregninger.

Nordic ECO Bag ("PP-sekk")

- Alternative materialer og løsninger for høyere friksjon: Fase 2 kan vurdere alternative materialer som kan gi høyere friksjon. Dette kan f.eks. være trykk etc. på eksisterende sekk, med et materiale som helst er PP-basert. Dette "friksjonsmaterialet" må gi høyere friksjon, men det må ikke medføre problemer i pakkemaskinen, og det må kunne gjenvinnes sammen med resten av sekken. Én mulighet er at friksjonsmaterialet påføres etter emballering.
- Mekanisk gjenvinning: I fase 2 kan vi undersøke hvordan vi kan få best mulig økonomi og minst mulig miljøbelastning ifm. gjenvinning av Nordic ECO Bager. Det kan f.eks. være ved å gjenvinne sekkene sammen med en spesiell undergruppe av PP-sekker eller andre PP-produkter. Eventuelt kan vi vurdere om materialet i Nordic ECO Bag kan endres slik at det er mest mulig likt det/de vanligste materialene i PP-sekker generelt. Vi kan også forsøke å identifisere spesielle gjenvinningsaktører som f.eks. har prosesser med lave verdier for klimaavtrykk og andre miljøbelastninger.
- Mekanisk gjenvinning: I fase 2 kan vi undersøke muligheter for gjenvinning av strekkfilmen rundt pallene. Strekkfilmen kan kanskje gjenvinnes sammen med PP-sekkene, selv om den er basert på LLDPE. Strekkfilm av PP vil også vurderes. Aktivitet mot strekkfilm må koordineres med aktivitet på stabilitet til paller (med strekkfilm).
- Alternative materialer: Fase 2 kan vurdere alternative materialer som kan gi lavere klimaavtrykk eller andre fordeler. Det mest nærliggende er å bruke gjenvunnet PP eller PP fra biobaserte råvarer, samt PP fra materialprodusenter som har prosesser med lavt klimaavtrykk. Bruk av gjenvunnet materiale i sekkene er aktualisert av forventet innhold i nytt EU-regulativ.



Videreutvikle system for materialgjenvinning

- Videreutvikle løsninger for sortering og håndtering av brukt emballasjemateriale for sjømatprodusenter, uavhengig av valgt emballaseløsning. Utsortering av gjenvinnbar emballasje er en viktig forutsetning for videre avfallsbehandling for materialgjenvinning.
- Vaskeprosesser ifm. gjenvinning: I fase 2 kan vi se mer på vaskeprosesser for å finne optimale og bærekraftige vaskemidler/betingelser, samt vurdere eventuell problematikk vedrørende avdamping (ved kompondering og repressering) og lukt, eller andre skadelige emisjoner (fra produkt laget av gjenvunnet materiale).

Prosjektteam



Bilde 1. Prosjektgruppen på workshop i Trondheim 14.06.2022. Fra venstre: Helene Ø. Lindberg*, Bjørn Giske (Giske Havfiske), Kjartan Stokke (Brødrene Sperre), Trude Vareide-Giskås (Noprec), Tatjana Longva (BEWI), Cecilie Salomonsen*, Tuva Grytli*, Andrea Viken Strand*, Kjersti Øverbø Schulte*, Solveig Uglem*, Andreas Erling S. Austnes* og Erik Andreassen* (*fra SINTEF).

Kjell Arne Olsen fra Bingsa Gjenvinning deltok via Teams. Over sommeren ble Kjetil Larsen Hagen, i Bingsa Gjenvinning involvert i prosjektet.