

2019:00533 - Åpen

Rapport

Gjenvinning av kasserte linebruk

Forfatter(e)

Randulf Høyli

Gorm Breimo, Leonore Olsen og Jørgen Vollstad



Vardøyfisk II F-165-V, linebåt fra Vardø. Foto: Jørgen Vollstad

Rapport

Gjenvinning av kasserte linebruk

RAPPORTNR	PROSJEKTNR	VERSJON	DATO
2019:00533	822000142	1.1	2019-05-07

EMNEORD:
Lineredskap
Plastavfall
Gjenvinning

FORFATTER(E)
Randulf Høyli
Gorm Breimo, Leonore Olsen og Jørgen Vollstad

OPPDRAGSGIVER(E)
Fiskeridirektoratet

OPPDRAGSGIVERS REF.
Olav Kalvenes

ANTALL SIDER OG VEDLEGG:
23

GRADERING
Åpen

GRADERING DENNE SIDE
Åpen

ISBN
978-82-14-06339-4

SAMMENDRAG

Kasserte lineredskap er et komplekst avfall som er utfordrende å demontere og gjenvinne til nye produkter. Manuell demontering blir spesielt ressurskrevende ettersom redskapet består av delkomponenter med integrerte metallfraksjoner og ulike materialkvaliteter. Kverning av linebruk er på sin side utfordrende på lik linje med garn, nøter og annet tauverk. Redusert materialkvalitet på brukte redskap er en annen utfordring som kan begrense gjenvinningspotensialet.

Kasserte linebruk utgjør en stor avfallsfraksjon dersom den ikke ivretas, men et estimat på mindre enn 1000 tonn generert avfall pr. år er lavt med hensyn på utvikling av nedstrømsløsninger tuftet alene på dette avfallet. Dermed bør kasserte lineredskap ses i sammenheng med andre avfallsfraksjoner. Et alternativ kan være etablering av mobile containerløsninger, der avfallet behandles lokalt i havner etter hvert som avfall genereres.

Den mest nærliggende løsningen og anbefalingen på kort sikt synes å være behandling i eksisterende forbrenningsanlegg. Ikke alle anlegg har mulighet eller ønsker å ta imot denne type avfall. For de som har mulighet, nevnes opplasting i mindre bigbags som den beste løsningen.

På lengre sikt bør nedstrømsløsninger for plast fra fiskerinæringen finne sin plass i forskningen, der nye innovasjoner utvikles for å ivareta et stadig økende hensyn på miljø og bærekraftig ressursbruk. Behandlingsteknologier som pyrolyse og hydrolyse er i den sammenheng i flere tilfeller fortsatt umodent og må optimaliseres og tilpasses den enkelte avfallsfraksjon. Bruk av resirkulert plast fra lineredskap i betong må utprøves og verifiseres gjennom nye forskningsløp. Kommersielle etableringer fordrer på sin side tilstedeværelse av økonomisk bærekraftige forretningsmodeller.



PROSJEKTLEDER
Gorm Breimo

KONTROLLERT AV
Leonore Olsen

GODKJENT AV
Jørn Eldby

Dokumentet har gjennomgått SINTEFs godkjenningsprosedyre og er sikret digitalt

Historikk

VERSJON	DATO	VERSJONSBEKRIVELSE
1.0	2019-05-07	Første versjon
1.1	2019-08-22	Oppdatert Figur 2 og Figur 5

Innholdsfortegnelse

1	Innledning	4
1.1	Bakgrunn	4
1.2	Formål.....	4
2	Generelt om lineredskap.....	5
2.1	Bruk og utvikling av line som fangstredskap i Norge	5
2.2	Fangst- og fartøyfordeling på lineflåten.....	6
2.3	Kvantifisering av lineredskap i omløp	7
3	Nedstrømsløsninger.....	10
3.1	Forbehandling.....	10
3.2	Direkte gjenbruk og materialgjenvinning.....	12
3.2.1	Bruk i betong	13
3.3	Energiutnyttelse i eksisterende forbrenningsanlegg.....	14
3.4	Etablering av nye behandlingsanlegg	17
3.4.1	Pyrolyse	17
3.4.2	Mobile enheter.....	18
4	Konklusjon og anbefalinger for videre arbeid.....	20
4.1	Materialgjenvinning av avfallet	20
4.2	Anbefalinger på kort sikt	20
4.3	Videre arbeid.....	21
5	Referanser.....	23

1 Innledning

Forprosjektet adresserer problemstillinger tilknyttet mangel på etablerte gjenvinningsløsninger i fiskerinæringen, der kasserte linebruk forblir på havet eller legges på deponi som restavfall. Lineredskap er et krevende gjenvinningsprodukt, ettersom det består av både metall- og plastfraksjoner av ulike kvaliteter. I tillegg foreligger kasserte redskap gjerne usortert med annet fiskeriavfall og kan inneha ulike forurensninger.

1.1 Bakgrunn

Både myndighet og næring ønsker bedre nedstrømsløsninger for håndtering av kasserte linebruk. Våren 2018 var det et møte i Ålesund mellom Fiskeridirektoratet, Mustad Autoline, Fiskevegn, Mørenot og Nofir hvor problemstillinger knyttet til kasserte linebruk var tema. Økt gjenvinning og med tilhørende separering av de ulike komponentene med mål om mindre restavfallsdeponering, ble diskutert. Nordland Fylkes Fiskarlag hadde året før adressert problemet med lineredskap til Fiskeridirektoratet. Nofir har i etterkant av møtet i Ålesund testet prøver med kasserte linebruk med negativ konklusjon og at problemstillingen er uforandret. Fiskeridirektoratet har i den sammenheng etterspurt innspill på hvordan problemstillingen kan tas videre mot etablering av bærekraftige (miljø, økonomi) nedstrømsløsninger for kasserte linebruk.

1.2 Formål

Prosjektets formål har vært å beskrive mulige industrielle nedstrømsløsninger med mål om fremtidig gjenvinning av kasserte lineredskap. I dette ligger anbefalinger for videre arbeid som en viktig del av prosjektarbeidet.

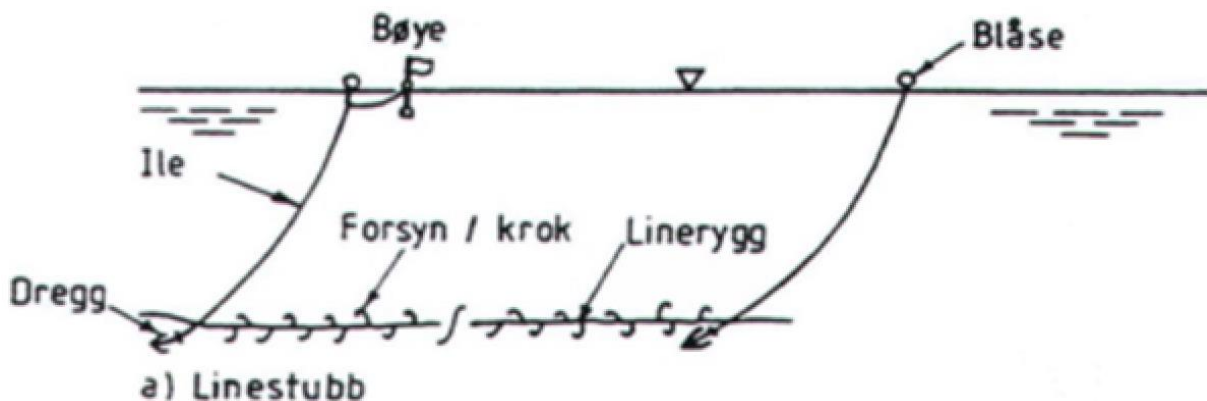
2 Generelt om lineredskap

2.1 Bruk og utvikling av line som fangstredskap i Norge

Gjennombruddet for line som fangstredskap i Norge kom for fullt da selskapet Mustad O. Søn i Gjøvik lanserte fiskekrokmaskinen i 1878. I senere tid har utvikling av mekanisert line og lansering av Mustad Autoline i 1971 bidratt til ytterligere redskapsrevolusjon innen linefisket. I norske farvann benyttes line som fangstredskap i hovedsak etter torsk og hyse. I tillegg til disse to artene, er det mindre fiskerier med line etter arter som lange, brosme og blåkkeite.

Lineredskapet er et allsidig redskap som kan håndteres av samtlige båtstørrelser med varierende bemanning om bord på alt fra små, åpne båter og kystfartøy til den større, havgående flåten. De kystnære fiskeriene baseres i hovedsak på landegnet line, såkalt stamline. Kystflåten basert på denne type redskap er spesielt viktig for mindre lokalsamfunn, der de i tillegg til egen aktivitet, også genererer landbaserte arbeidsplasser i form av egnestasjoner. Den havgående lineflåten anvender autoliner; automatiserte systemer med mulighet for egning om bord under linesetting. Fiskefartøy med autolinesystemer er med andre ord ikke avhengig av å gå til land for å få egnen bruket. En annen viktig forskjell er at autolinefartøy gjerne er på havet i flere uker, mens de mindre kystfartøyene baserer seg på daglige havnearløp. I dag ses imidlertid en økende grad av automatisering, der også kystfiskeriene i større grad rigges for autoline.

Både kystline og autoline består i prinsippet av en lang tråd (lineryggen) som er festet til kortere snører (forsyn) med kroker på, illustrert i Figur 1. Linebruk er et passivt fiskeredskap, der fangstprinsippet er at fisken selv oppsøker redskapet. På denne måten reduseres også risikoen for skader/merker på fisken, og linebruk regnes derfor blant fiskeriredskapene der det er mulig å oppnå høy produktkvalitet. Det oppleves nå et økende fokus på råstoffkvalitet hos enkelte mottaksaktører (marked, sluttprodukt), med tilhørende mulighet for å oppnå høyere kilopris for linefanget fisk.



Figur 1 Illustrasjon av linesetting. Hentet fra [1].

Bruk av line som fiskeriredskap er delvis ujevnt fordelt langs norskekysten. Eksempelvis er line delvis fraværende på Senja, noe som blant annet har sammenheng med tradisjon, men kanskje mest av alt er det kvotesentralisering og spesialisering av fiskeriet på ulike sesonger som har gjort størst utslag på redskapsvalg. I den sammenheng ser man at store deler av kystflåten på Senja er satt sammen med høy andel av kvoteeierskap på torsk. Dermed tilpasser Senja-flåten seg vinterfisket på torsk; et fiskeri som er lett tilgjengelig og som enklest adresseres med garnredskap. Garn er også et billigere redskap sammenlignet med stamline, som er dyrt i innkjøp og forutsetter høyere kilopris på levert fangst for å oppnå samme resultat. Fiskeflåten og landindustriens spesialisering mot enkelte redskapstyper og råstoffkvaliteter/marked vil i så måte medføre at enkelte mottakshavner har høy innblanding av

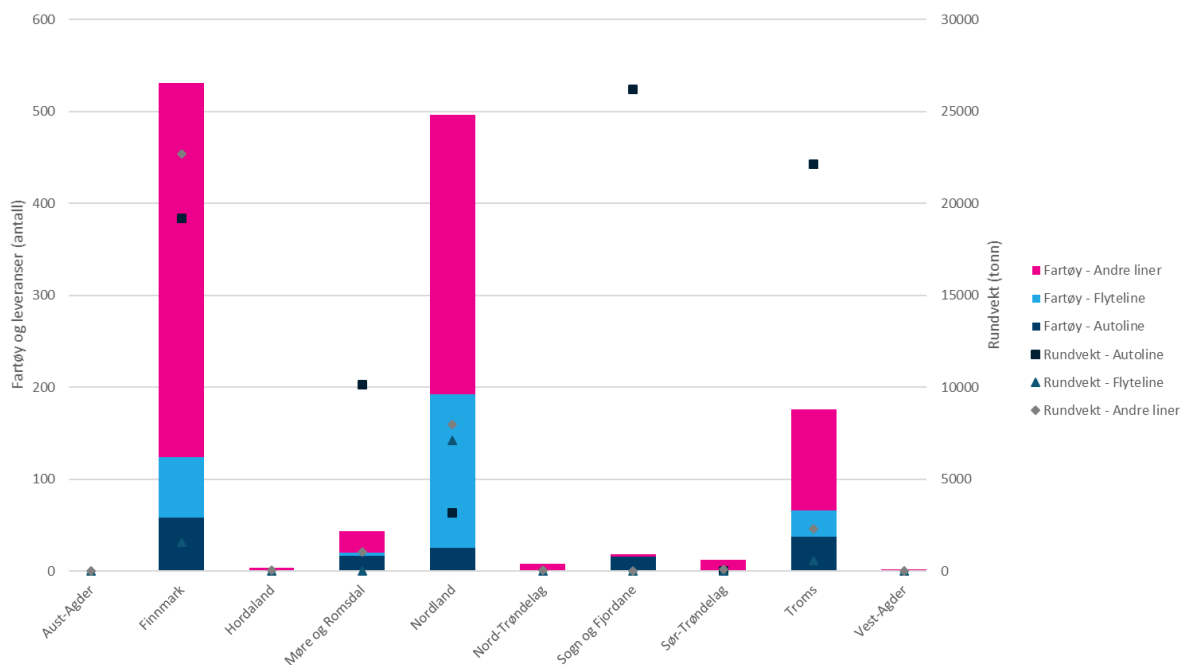
lineflåte, mens andre havner i større grad betjener andre redskapstyper. På Senja ser man at store deler av torskefangsten går til salting; et markedsområde med lavere kvalitetskrav. Dermed veier ikke produktkvaliteten man vil kunne oppnå med linefiske kontra garn opp for merkostnaden ved investering i lineredskap.

2.2 Fangst- og fartøyfordeling på lineflåten

Fra sluttседler er det hentet ut data på antall fartøy og levert volum (rundvekt) fra mottakshavner i 2017, se Figur 2. Det er valgt å sortere ut leveranser under ett tonn, og oversikten omfatter kun norske fartøy. Figuren leses på følgende måte:

- Fargekoder: **autoline** (■), **flyteline** (▲) og **andre liner** (◆)
- Helfargede stolper angir antall unike fartøy innen hver redskapsgruppe som har levert i hvert fylke. **Disse kan ikke summeres, verken internt eller på tvers av fylker.** Årsaken til dette er (i) at enkelte fartøy har levert i flere fylker og (ii) at enkelte fartøy har fisket med flere redskap.
- Rundvekt er angitt i tonn og leses direkte fra høyre akse, dvs. fangstvolum er ikke stablet ("stacked") for redskapsgruppene og kan summeres både internt og på tvers av fylker.

I Figur 2 utpeker Nordland, Troms og Finnmark seg som de klart dominerende fylkene sett opp mot antall fartøy. Samtidig registreres det betydelig fangst med autoline i Møre og Romsdal og Sogn og Fjordane. Det er med andre ord sannsynlig å forvente størst avfallsgenerering i disse fylkene. Redskapslitasje styres i hovedsak av mekanisk slitasje, som igjen avhenger av bl.a. bunnforhold, dybde og antall driftsdøgn. Således kan antall leveranser og fangstvolum være et bedre mål enn antall fartøy for å si noe om hvor det geografisk sett er forventet å oppstå mest avfall.



Figur 2 Viser rundvekt og antall unike fartøy som har levert linefangst fordelt på landingsfylke. Kun leveranser over 1 tonn. Datagrunnlag er sluttседler for 2017.

Inndelingen av redskap på *autoline*, *flyteline* og *andre liner* følger av inndataene (sluttседler). En overordnet oversikt på fartøy og rundvekt er gitt i Tabell 1. Som det fremkommer av

tabellen, kan ikke antall fartøy summeres direkte. Totalt registreres det 936 unike fartøy som har levert til norske havner i 2017 (sortert for leveranser over ett tonn). Antall unike fartøy som har fisket med konvensjonelt lineredskap summeres til 903, men enkelte av disse kan altså også ha fisket med autoline.

Tabell 1 Antall fartøy og fangstet rundvekt for linefiskeriet i Norge 2017. Kun norske fartøy med leveranser over 1 tonn. Datagrunnlag er sluttседler for 2017.

Redskap	Antall fartøy	Rundvekt (tonn)
Autoline	86	81 368
Flyteline	262	9 442
Andre liner	781	34 435
Totalt	936	125 245

Kystline og autoline er de mest brukte redskapene i henholdsvis kyst- og havflåten. Fangstvolumet domineres av autoline, til tross for at antallet båter med redskapet er betydelig færre, men samtidig merkbart økende i kystflåten. Underliggende data på havnenivå kan gi informasjon om hvorvidt enkelte havner er typiske line- eller autolinehavner. Denne type oversikt kan være interessant sett opp mot variasjon i materialkarakteristikk for de ulike redskapstypene, eksempelvis hvis spesifikke linefartøy genererer ulike typer (og mengder) avfall. Dette kan gjøre det mulig for havner med spesifikke fartøystyper å legge til rette for innsamling av den aktuelle avfallstypen (også relevant for redskap utover linebruk).

Autoline synes å være klart overrepresentert i de største havnene, både hva angår antall fartøy og levert fangst (gjelder Råfisklaget, men antas representativt på landsbasis). Samtidig synes denne utviklingen å være nedadgående, hvis en ser på utviklingen siden 2014. Det kan tenkes at de mindre havnene opplever en overgang til større kystfiskefartøy som forskyver størrelsesfordelingen mot større fartøy og øker bruken av autoline i disse regionene, uten at den relative autolinebruken nødvendigvis minker i de største havnene. Denne type data kan være et verktøy for å si noe om lokale forutsetninger for å etablere gode og lokalt tilpassede håndteringsløsninger for kasserte fiskeredskap også utover linebruk.

2.3 Kvantifisering av lineredskap i omløp

En rapport utarbeidet for Miljødirektoratet [2] angir estimater på hvilke mengder lineredskap som er i omløp og kasseres hvert år. Rapporten kvantifiserer imidlertid ikke materialressursene som genereres fra den årlige kasseringen. Med det menes hvilke mengder av plast, metall og underliggende materialfraksjoner (nylon, polyester, stål, osv.) som tilgjengeliggjøres for gjenvinning hvert år. Kunnskap ned på materialnivå kan være en viktig forutsetning for å kunne vurdere lineredskapets egnethet for behandling gjennom ulike nedstrømsløsninger.

I forprosjektet er det valgt å inndele linefiskeriet i tre overordnede redskapsgrupper, herunder autoline/hav, autoline/kyst og kystline. Forprosjektet har i den sammenheng definert standardliner (snittverdier) for hver gruppe (Tabell 2), som er benyttet som utgangspunkt for beregning av materialfraksjoner fra kasserte lineredskap. Innad i gruppene vil det i realiteten kunne være store variasjoner knyttet til både redskap (dimensjoner, materialer, omløpstid) og flåte (fartøystørrelse, driftsmønster). Det vil også tapes en del krok og forsyn under egning som kommer i tillegg til tap/kassering av hele redskap. I tillegg kan det være tilfeller der kun deler av redskapet kasseres om

gangen. Slike forhold bidrar til å komplisere en allerede krevende og usikker øvelse med å skulle kvantifisere forventet kassering.

Tabell 2 Forutsetninger for kvantifisering av materialfraksjoner fra kasserte lineredskap. Data innhentet i dialog med redskapsleverandører.

	Autoline hav	Autoline kyst	Kystline
Line			
Lengde:	180 meter pr. line	540 meter pr. line	540 meter pr. line
Dimensjon:	11 mm	7 mm	5,5 mm
Materiale	Polyester, polyamid	Polyester	Polyester
Forsyn			
Lengde:	0,5 meter	0,5 meter	0,5 meter
Dimensjon:	3 mm	3 mm	1 mm
Antall:	120 pr. line	385 pr. line	413 pr. line
Materiale:	Polyester	Polyester	Polyamid
Krok			
Antall:	120 pr. line	385 pr. line	413 pr. line
Materiale:	Karbonstål	Karbonstål	Karbonstål
Svivel			
Antall:	120 pr. line	385 pr. line	413 pr. line
Materiale:	Rustfritt stål 304	Rustfritt stål 304	Rustfritt stål 304
Stopper			
Antall:	240 pr. line	770 pr. line	830 pr. line
Materiale:	Rustfritt stål 304	Rustfritt stål 304	Polyuretan

Med utgangspunkt i etablerte snittliner (Tabell 2), samt en antatt fartøy- og flåtesammensetning (antall redskap, fartøy og omløpstid), estimeres mengdene lineredskap som årlig kasseres å utgjøre omtrent 700 tonn (Tabell 3, Tabell 4, Tabell 5). Valgt flåtesammensetningen utgjøres av 60 autolinefartøy (25 hav og 35 kyst) og 900 kystlinefartøy. Fartøy- og flåtebeskrivelsen er basert på dialog med næring og redskapsleverandører, samt sluttseiddedata. Det påpekes at avfallsberegningene må ses på som usikre estimater ettersom de er basert på flere ulike forutsetninger og dermed også følsomme ovenfor en rekke parametere. Antall redskap per fartøy og spesielt redskapenes omløpstid er grove snittverdier fastsatt i dialog med næring og redskapsleverandør.

Tabell 3 Kvantifisering av lineredskap på autolinefartøy i havfiskeflåten.

Autoline hav	Snittvekt (kg)	I omløp	Omløpstid (år)	Avfallsgenerering pr. år
Gjennomsnitt pr. fartøy (antall)	25,4	313	2,0	157
Totalt for flåten (antall)		7 825		3 913
Totalt for flåten (tonn)		199		99

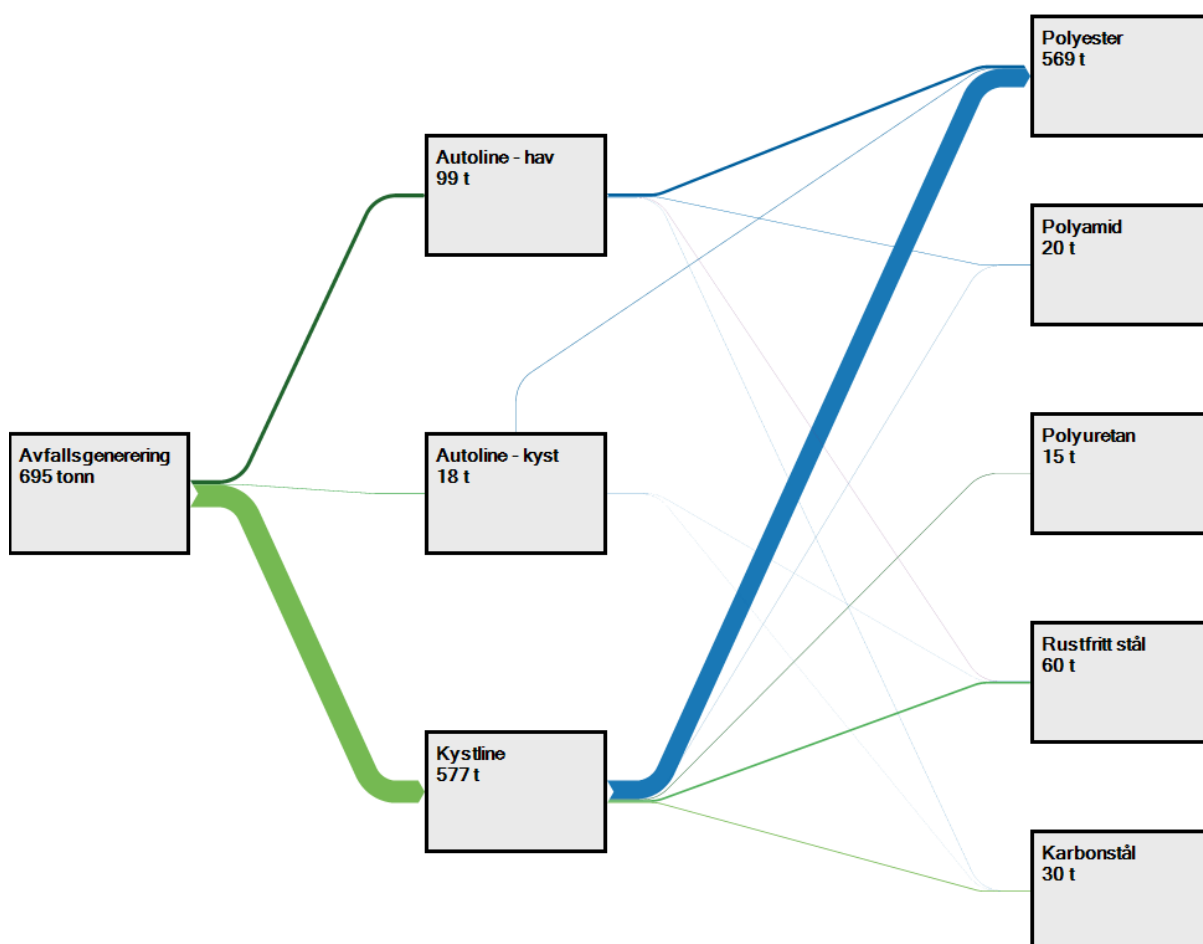
Tabell 4 Kvantifisering av lineredskap på autolinefartøy i kystfiskeflåten.

Autoline kyst	Snittvekt (kg)	I omløp	Omløpstid (år)	Avfallsgenerering pr. år
Gjennomsnitt pr. fartøy (antall)	37,1	42	3,0	14
Totalt for flåten (antall)		1 470		490
Totalt for flåten (tonn)		55		18

Tabell 5 Kvantifisering av lineredskap på linefartøy i kystfiskeflåten.

Kystline	Snittvekt (kg)	I omløp	Omløpstid (år)	Avfallsgenerering pr. år
Gjennomsnitt pr. fartøy (antall)	21,4	120	4,0	30
Totalt for flåten (antall)		108 000		27 000
Totalt for flåten (tonn)		2 308		577

Materialflyten ned på materialfraksjoner er visualisert i Figur 3. Det påpekes at ettersom det er tatt utgangspunkt i snittlinjer, er materialfordelingen følsom overfor endring av komponentvekt og materialsammensetning. Figuren er ment for å illustrere hvordan lineredskap kan brytes ned på materialkvaliteter, men på grunn av store usikkerheter vil ikke oversikten nødvendigvis være representativ for den faktiske lineflåten.


Figur 3 Flyt av generert avfall i lineflåten med fordeling mellom underliggende redskapsgruppe og materialkvaliteter.

3 Nedstrømsløsninger

Avfallspyramiden (Figur 4) angir prioriteringer for hvordan avfall bør behandles, der det fremste målet er å redusere avfallsmengdene som genereres. Ombruk og materialgjenvinning er bedre enn energiutnyttelse, men samtlige er over deponering. Selv om gjenbruk kan være svært positivt miljømessig, er det viktig å påse at avfallet i neste omgang ikke ender som forsøpling et annet sted. Og selv om deponering er nederst i hierarkiet, er det fortsatt en lovlig aktivitet som er å foretrekke over forsøpling.



Figur 4 Avfallspyramiden

Livsløpsanalyser viser i de fleste tilfeller at materialgjenvinning er et miljømessig bedre alternativ enn energiutnyttelse og deponering [2]. Samtidig kan ulike forhold spille inn, slik at et høyere nivå i hierarkiet ikke nødvendigvis alltid er å foretrekke. Fordelen med energiutnyttelse kontra deponering er eksempelvis avhengig av hvilken energibærer som erstattes, samt hvor mye av produsert energi som faktisk utnyttes. Forbrenning av fossil plast vil også generere klimagassutslipp, mens deponering av plast ikke medfører slike utslipp. Deponering er likevel å anse som sløsing med ressurser.

Hvorvidt materialgjenvinning er økonomisk lønnsomt sammenlignet med energiutnyttelse, avhenger bl.a. av hvor ressurskrevende verdikjeden til materialgjenvinning er, sett opp mot kostnaden på produksjon av ny plast. Renere plastfraksjoner er i den sammenheng langt enklere å materialgjenvinne på en lønnsom måte, sammenlignet med mer kompliserte og forurensede fraksjoner.

3.1 Forbehandling

Så langt det er hensiktsmessig vil det være fornuftig å gjennomføre mest mulig utsortering tidligst mulig i verdikjeden fra der avfall oppstår. Utsortering på et tidlig stadié faciliterer for enklere viderebehandling (transport, logistikk, anvendelse) og gjør at man i størst mulig grad får utsortert redskap og materialfraksjoner. Det finnes derimot ikke noe generisk fasitsvar på hvor omfattende forbehandling som bør gjennomføres; dette er noe som må vurderes i hvert tilfelle, avhengig av bl.a. redskapstype, grad av forurensning, avfallsvolum, lokasjon og ikke minst den tiltenkte slutthåndteringen. Overordnet kan et forbehandlingsforløp innebære hele eller deler av følgende steg:

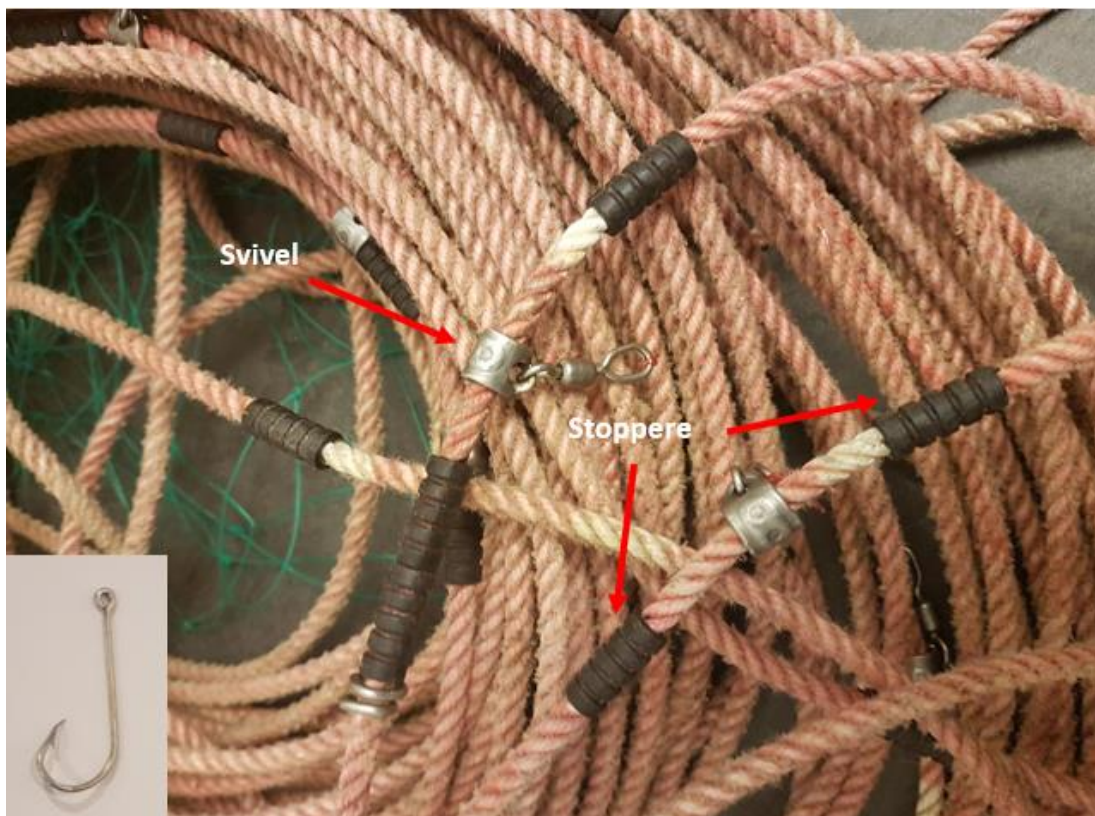
- i. Demontering og utsortering vil i hovedsak være manuelt og ressurskrevende arbeid, der grov/fin utsortering bør gjennomføres i den grad det vurderes hensiktsmessig. Hva som

defineres som grov og fin utsortering kan variere, men det kan tenkes at grov utsortering omfatter å fjerne større fremmedlegemer (andre redskap, større metallbiter, stein, o.l.), mens finsortering kan være å sortere ut linebrukets metallfraksjoner. Hvis andre redskap/avfall som er blandet med linebruket består av samme materialkvaliteter, vil det ikke nødvendigvis være behov for utsortering på redskapsnivå. Automatiske systemer vil være langt mer effektive, men kan være dyr i innkjøp og sannsynligvis eksisterer det heller ingen spesialtilpassede systemer for demontering av kasserte linebruk.

- ii. Kverning forutsetter at større metallfraksjoner først fjernes for å unngå unødvendig slitasje/skade på maskineriet. Krok, svivel og stopper er av dimensjoner som de fleste kverner bør kunne håndtere. Nedstrøms kverna kan det installeres en magnetseparator som tar ut disse fraksjonene. Grad av kverning avhenger av behov, og det er viktig at kverna er tilpasset den aktuelle fraksjonen som skal kvernes¹; linebruk vil være utfordrende å kverne på lik linje med garn, nøter og annet tauverk.
- iii. Separasjon av materialkvaliteter. Oppkvernete materialfraksjoner kan separeres fra hverandre basert på tetthetsforskjeller, eks. ved bruk av sykkloner og sikter (stykkstørrelse). Et annet alternativ er sedimentering i vannbad, der de tyngste fraksjonene tas ut som bunnprodukt. Den flytende fraksjonen kan deretter gjennomgå ytterligere separasjonssteg for å ta ut flere fraksjoner. Ellers finnes det en rekke andre separasjonsmetoder med ulike forutsetninger (plasttype, partikkelstørrelse), herunder løsninger som baserer seg på bl.a. spektralanalyse, materialets overflateladning, flotasjon.
- iv. Vask av avfallet gjennomføres i den grad det er nødvendig, og kan foregå på ulike sted i behandlingsforløpet. Som for de øvrige forbehandlingsstegene, avhenger vaskbehovet bl.a. av hva den tiltenkte sluttanvendelsen omfatter.
- v. Oppmaling og videre sikting kan gjennomføres for å redusere partikkelstørrelsen ytterligere tilpasset den aktuelle sluttanvendelsen.

En konvensjonell kystline (Figur 5) kan benyttes som eksempel for å illustrere hvilken forbehandling som er nødvendig for å demontere og utsortere redskapets materialfraksjoner. Linas fem komponenter (line, forsyn, stoppere, krok og svivel) representerer til sammen fem materialkvaliteter (hhv. polyester, polyamid, polyuretan, rustfritt stål og karbonstål) som krever mer eller mindre omfattende, manuelt arbeid for å fraskilles hverandre. På snørelinen er de fem enkeltkomponentene altså rene materialkvaliteter, men det finnes også eksempler på lineredskap der enkeltkomponenter er materialblandinger. I slike tilfeller vil det være enda mer omfattende å skulle utsortere rene materialkvaliteter.

¹ På forespørsel om kverning av kasserte lineredskap, anbefaler leverandøren Vågen AS modellen SR750. Maskinen kan redusere avfallet til <40 mm og kommer med trommelmagnet for uttak av metaller. Hva som er foretrukket partikkelstørrelse vil kunne variere etter tiltenkt sluttbehandling.



Figur 5 Snøreline er et konvensjonelt lineredskap mye brukt i kystfiskeflåten. Bilde: SINTEF

Det vil være tidskrevende arbeid, men krok kan relativt enkelt skilles fra forsyn med bruk av kniv eller annet kutteredskap. Utfordringen er å unngå at deler av forsynet blir sittende igjen på kroken, og tilsvarende på motsatt side med svivelen. Svivlene kan på samme måte som krok utsorteres fra tauverket med kutteredskap. Det er også like mange svivler som kroker (415 stk. pr line), men dette blir mer omfattende arbeid ettersom tauverket er langt tykkere og dermed mer krevende å kutte enn forsynet. Stopperne er derimot pålimt tauverket og er dermed ikke mulig å utsortere på lignende måte. Sannsynligvis er det enkleste å benytte densitetsseparasjon for å utsortere plastkvalitetene, men dette forutsetter at redskapet først kvernes, og det må da benyttes en kvern som kan håndtere denne type avfall.

3.2 Direkte gjenbruk og materialgjenvinning

Linebrukets kompleksitet gjør det utfordrende å materialgjenvinne kasserte redskap på en lønnsom måte. Spesielt utfordrende er at metaller er en integrert del av redskapet, samt at de ulike komponentene gjerne er av forskjellige materialkvaliteter. Linebruket kan også være forurenset eller blandet med annet avfall. I tillegg kan enkeltkomponenter bestå av flere kvaliteter. Eksempelvis har redskapsleverandøren Mustad autoliner der tauverket består av både polyester og nylon. I tillegg har enkelte kystlinjer pålimte stopperne i annet materiale enn lina. I sum fordrer dette økte kostnader med hensyn på å skulle demontere og utsortere avfallsfraksjoner.

Uavhengig av forbehandlingskostnader, forutsetter gjenbruk og materialgjenvinning at materialkvaliteten på det kasserte redskapet ikke er forringet til et nivå der det har mistet sin gjenbruksverdi. Her kommenterer redskapsleverandøren Fiskevegn utfordringer tilknyttet

impregnering, salt, sedimentpartikler og bruksslitasje som samlet bidrar til å redusere materialkvaliteten og derav gjenvinningspotensialet².

Fiskevegn har for øvrig etablerte rutiner og logistikk for retur av brukte fiskegarn³. Garnene demonteres av ASVO og tauverk returneres til Fiskevegn. På denne måten blir flyte- og synketau gjenbrukt og levetiden økes med flere år. Men på grunn av årsaker nevnt ovenfor, er ikke dette like enkelt for linebruk. Fiskevegn ser selv på sortering av kasserte linebruk til råstoffnivå som uaktuelt på grunn av kostnader. De ser heller ikke på automatisert utsortering som noe godt alternativ, og mener løsningen for å få til gjenvinning ligger i nytt produktdesign. Fiskevegn er likevel interessert i å undersøke muligheten for å inkorporere linebruk i eksisterende returoordning, men da med hensikt å skulle energigjenvinne redskapets brennbare fraksjoner.

Gjenvinningsselskapet Nofir har etablerte returoordninger for en rekke avfallsfraksjoner fra fiskeri- og havbruksnæringen. Selskapet gjennomfører ikke forbehandling i Norge, men sender avfallet med bil (returlast) til Litauen, der det demonteres manuelt. Det meste går til materialgjenvinning og blir nye råvarer til tekstilindustrien. Noe selges direkte til ombruk som fiskeriutstyr/tau, mens diverse avkapp og lignende går til energigjenvinning. Nofir har gjennomført forsøk på å utvikle returløsning for kasserte linebruk, uten å lykkes. Forprosjektet har også forsøkt å etablere dialog med Nofir for å få innsikt i hva som var spesielt utfordrende, og ev. se på hvordan dette kunne videreutvikles/løses. Nofir ønsket imidlertid ikke å dele noe informasjon om disse forsøkene.

3.2.1 Bruk i betong

Det finnes mye arbeid på bruk av plast i betong, herunder også flere gjennomganger (reviews) av publisert forskningslitteratur på temaet (eks. [3, 4, 5]). Skal plastavfall benyttes i betong vil nødvendig forbehandling typisk være mekanisk prosessering (knusing, oppmaling) eller nedsmelting. Av disse to er mekanisk behandling den mest effektive og økonomiske metoden, mens nedsmelting til gjengjeld vil gi et mer uniformt produkt (størrelsesfordeling, produktegenskaper). Overordnet kan anvendelse av plast i betong deles inn i bruk som (i) fiber og (ii) tilslag:

Formålet med plastfibere er å gi en bedre betongkvalitet, der fiberne tilsettes bl.a. for å øke betongens holdbarhet og mekaniske egenskaper. Plastfibere kan eksempelvis være et billigere og lettere alternativ til stålfibere i betong⁴. Krav til plastfibere finnes i del to av Norsk Standard NS-EN 14889 som angir krav til polymerfibere for betong. Standarden klassifiserer plastfibere i mikro- og makrofibere etter diameter (under/over 30 mm) og angir toleransegrenser for fiberdimensjoner. Fiberprodusenten er pliktig å deklare informasjon om råmaterialer, form, eventuell overflatebehandling, dimensjoner, mm. Fastsettelse av produktegenskaper (eks. strekkfasthet, elastisitetsmodul, smeltepunkt, påvirkning på betongstyrke, mm.) skal følge godkjente metoder angitt i standarden og plastfiberprodusenten skal også angi instruksjoner for innblanding av fibere i betong, samt sikre at produktet ikke inneholder materialer som kan gi frislipp av skadelige gasser utover gjeldende maksimumsverdier. I litteraturen [5] rapporteres bruk av gjenvunnet plast i betong å kunne gi negativ effekt på både ferskbetonegenskaper og flere av betongens mekaniske egenskaper. Blant annet kan betongens støpelighet, trykkfasthet og elastisitetsmodul reduseres med økende plasttilsetning. Selve

² Liner og forsyn er typisk impregnert med notalin eller annet impregneringsmiddel. På forespørsel kunne imidlertid ikke produsent si noe om eventuelle gjenvinningsbegrensninger som følge av impregnering.

³ <http://www.fiskevegn.no/fishery/gillnetting/gillnet-service>

⁴ Som eksempel har Vegvesenet tidligere benyttet plastfiberarmert sprøytebetong i forbindelse med tunnelbygging. Men på grunn av risiko for frislipp av plast til naturen, er det etter 2015 blitt krav i Vegvesenets kontrakter om bruk av stålfiber i stedet for plast i sprøytebetong.

innblandingen av plastfibre i betongen beskrives også som en utfordring. Samtidig rapporteres det at plasttilsetning i mindre mengder kan bedre betongens strekkfasthet noe, samt gi merkbare forbedringer i bøyestyrke og duktilitet.

Tilsettes plast som en erstatning for konvensjonelt tilslag, vil dette medføre reduserte styrkeegenskaper og sannsynligvis også gi reduksjon i andre betongegenskaper. Hensikten her er å øke plastens levetid som produkt ved å innføre den i betong med betydelig lengre levetid. Samtidig kan dette også bli ansett som en løsning for å "kvitte seg" med plastavfallet. Plast har likevel lavere egenvekt enn konvensjonelt betongtilslag, og dermed vil denne anvendelsen gi et lettere betongprodukt, noe som kan være ettertraktet i en rekke konstruksjoner. Ettersom plasten "bindes" i betongen gjennom betongens levetid, vil dette også bidra til å redusere direkte miljøpåvirkning fra plastavfallet, gitt at avfallet ellers ville blitt håndtert på en mindre miljømessig bærekraftig måte. Men selv om betong som produkt har klart lengre operasjonell levetid enn plast, vil også betongkonstruksjoner brytes ned og må erstattes med tid. Dermed er det i den sammenheng viktig med gode løsninger for hvordan "plastbetongen" skal håndteres/gjenvinnes ved endt levetid. Denne problemstillingen er gjeldende uavhengig av hvorvidt plasten anvendes som fiber eller tilslag.

3.3 Energiutnyttelse i eksisterende forbrenningsanlegg

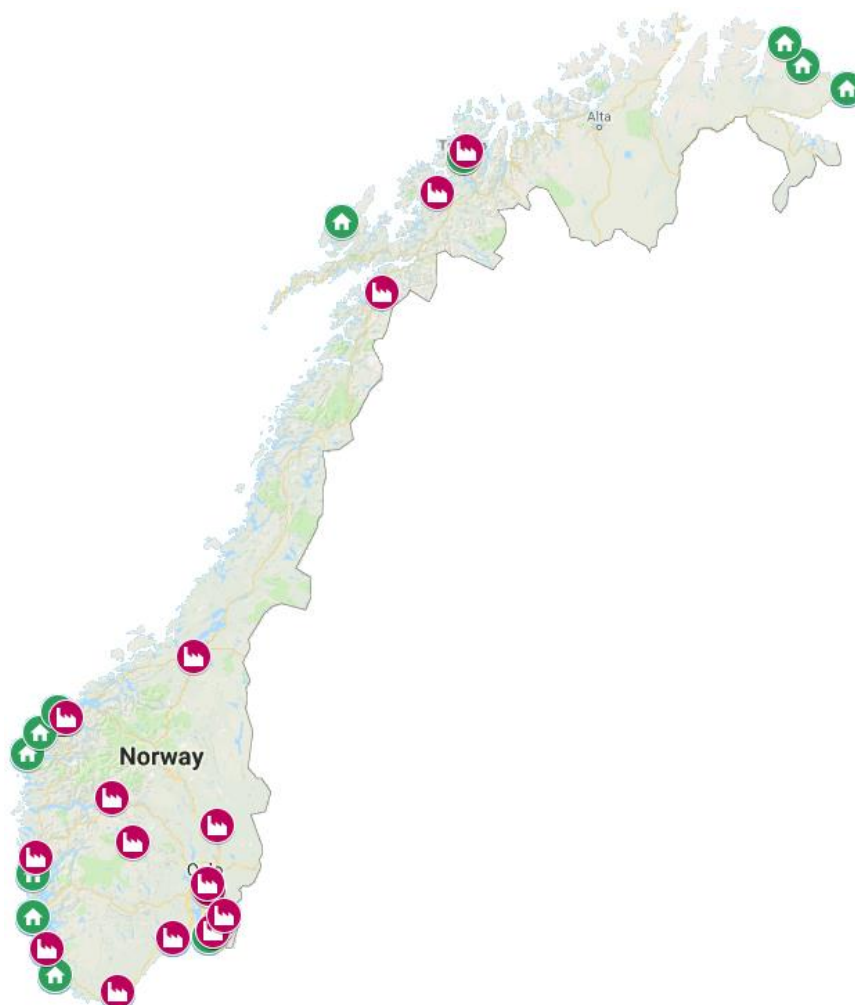
Ved behandling i et avfallsforbrenningsanlegg vil linebruket energigjenvinnes uten at man får materialgjenvunnet de brennbare fraksjonene. Linebrukets ikke-brennbare metallkomponenter vil imidlertid kunne utsorteres fra bunnasken, enten i forbindelse med utmatingen fra forbrenningsanlegget, eller ved senere utsortering, f.eks. ved et deponi. Askeprodukt fra norske avfallsforbrenningsanlegg havner i all hovedsak på deponi. Behandling i avfallsforbrenningsanlegg medfører altså en kombinasjon av de tre nederste nivåene i avfallspyramiden, men blir ansett som energiutnyttelse. En oversikt over norske avfallsforbrenningsanlegg per 2018 er vist i Tabell 6. I tillegg til tradisjonelle avfallsforbrenningsanlegg som produserer energi, er også de to sementfabrikkene til Norcem tatt med i oversikten. Anleggene behandler i all hovedsak blandet restavfall, men enkelte anlegg baserer seg på foredlet avfallsbrensel.

Tabell 6 Oversikt over norske avfallsforbrenningsanlegg pr. 2018. Data fra [6]

Anlegg	Region	Brensel	Årstonn kapasitet
Senja Avfallsselskap IKS	Nord-Norge	Blandet restavfall	11 000
Kvitebjørn Varme AS	Nord-Norge	Blandet restavfall	50 000
Norcem Kjøpsvik (sementfabrikk)	Nord-Norge	Foredlet avfallsbrensel	10 000
Statkraft Varme, Heimdal Varmesentral	Trøndelag	Blandet restavfall	220 000
BIR Avfallsenergi AS	Vestlandet	Blandet restavfall	210 000
Forus Energigjenvinning	Vestlandet	Blandet restavfall	110 000
Tafjord Kraftvarme AS	Vestlandet	Blandet restavfall	100 000
Årdal, Geithus forbrenningsanlegg	Vestlandet	Blandet restavfall	2 500
Fortum Oslo Varme (Klemetsrudanlegget)	Østlandet	Blandet restavfall	360 000
EGE Oslo Haraldrudanlegget	Østlandet	Blandet restavfall	100 000
FREVAR KF	Østlandet	Blandet restavfall	92 000
Eidsiva Bioenergi, Trehørningen ES	Østlandet	Blandet restavfall	78 000
Sarpsborg Avfallsenergi AS	Østlandet	Blandet restavfall	82 000
EGK Borregaard	Østlandet	Blandet restavfall	75 000
Kvitebjørn Bio-El AS	Østlandet	Foredlet avfallsbrensel	50 000
Fortum Oslo Varme (Haraldrud varmesentral)	Østlandet	Foredlet avfallsbrensel	40 000

Hallingdal Renovasjon	Østlandet	Blandet restavfall	24 000
Østfold Energi, Rakkestad	Østlandet	Blandet restavfall	10 000
Norcem Brevik (sementfabrikk)	Østlandet	Foredlet avfallsbrensel	50 000
Returkraft AS	Sørlandet	Blandet restavfall	130 000

Figur 6 visualiserer lokalisering av avfallsforbrenningsanleggene, inkludert Norcems to sementfabrikker i Kjøpsvik og Brevik. Markert i grønt er de fem største linehavnene i distriktene til Råfisklaget og SUROFI, samt mottakssteder i *Fishing for Litter*-prosjektet [7]. Ettersom avfallet genereres til havs og lagres i havn, er det de kystnære forbrenningsanleggene som fremstår mest aktuelle i forbindelse med å skulle behandle kasserte linebruk. Logistikkmessig vil det også være fordelaktig å kunne koble seg på eksisterende innsamlingsystemer. En utfordring er imidlertid at lineavfallet sannsynligvis bør håndteres separat ettersom det ønskes både lagret og innmatet separat.



Figur 6 Lokalisering av avfallsforbrenningsanlegg (rødt) og aktuelle mottakshavner for kasserte linebruk (grønt). Data fra Råfisklaget/SUROFI/Avfall Norge. Bilde: Utklipp fra Google Maps.

En fordel med behandling i eksisterende forbrenningsanlegg, er at disse anleggene vil inneha nødvendige rensesystemer for behandling av denne type avfall. Likevel er det kanskje to hovedområder som kan gjøre behandling av kasserte linebruk i forbrenningsanlegg spesielt utfordrende:

- (i) Høy brennverdi. Linebruket består i hovedsak av plastfraksjoner med typisk brennverdi på rundt 30 MJ/kg. Sammenlignet med ønsket brennverdi for avfallsforbrenningsanlegg på ca. 10-11 MJ/kg er dette relativt høyt. Generelt kan man si at et avfallsforbrenningsanlegg må ha god kontroll på innmaten og aktivt jobbe for å holde brennverdien på ønsket nivå.
- (ii) Kverning av avfallet. Linebrukets integrerte metallfraksjoner er av såpass små dimensjoner at de ikke bør utgjøre noen utfordring i forbindelse med kverning. Derimot vil kverning av selve lina være utfordrende på lik linje med garn, nøter og annet tauverk. I hvilken grad avfallet må reduseres, vil kunne variere fra anlegg til anlegg. Avfall Norge oppgir at forbrenningsanlegg med ristteknologi typisk kan håndtere objekter inntil 0,5 meter, mens anlegg med fluidized bed-teknologi vil kreve enda finere fraksjoner. Enkelte anlegg tar også kun imot forbehandlet/kvernet avfall.

Gjennom dialog med flere industriaktører, får forprosjektet bekreftet stor variasjon hvorvidt avfallsforbrenningsanlegg ønsker å ta imot linebruk. Det er i hovedsak de to ovennevnte problemstillingene som trekkes frem som potensielt utfordrende, samt utfordringer tilknyttet logistikk og innmating. Blant annet påpekes risikoen for at linebruket under transport eller innmating skal kunne sette seg fast i avfall, vegger eller andre objekter.

En løsning med hensyn på kverning, kan være å opplaste linebruket i bigbags. På denne måten kan man forbigå kverna og kjøre avfallet direkte inn i ovn. En utfordring her er at sekkene ikke kan være for store, ettersom selve sjakten har sine begrensninger, samt at større bigbags vil representere store energimengder som kan gi uønskede utslag på driften av anlegget. Mindre sekker vil på den annen side kunne medføre uønsket mye manuell håndtering og logistikk.

Med hensyn på utfordringer tilknyttet brennverdi er det stor variasjon i tilbakemelding fra industriaktørene. Enkelte aktører kommenterer at det bør være greit å kontrollere innmatingen, samt at det periodevis om vinteren faktisk kan være ønskelig med linebruk som et høy-brennverdi-avfall. Andre anlegg har fra tidligere erfaringer med behandling av fiskeriavfall (stor plastandel) sett at dette er utfordrende og ikke noe de ønsker å starte opp igjen. Sannsynligvis var det da snakk om betraktelig større mengder enn hva som vil være tilfellet med linebruk alene. Kasserte linebruk alene vil utgjøre en svært liten andel av mengden avfall som slike anlegg behandler hvert år. Dermed er det vanskelig å forestille seg at brennverdien skal utgjøre noen begrensende faktor.

Mengden avfall er altså avgjørende; mens små mengder kan være greit å håndtere brennverdimessig, kan begrensende og varierende avfallsmengder samtidig generere mye arbeid og høye behandlingskostnader (relativt sett). Oppsummert er det flere forhold som kan påvirke hvorvidt et anlegg ønsker å ta imot lineavfall eller ikke:

- (i) Pris. De anleggene som søker å drive lønnsom virksomhet vil være mer tilbøyelig for å ta imot lineredskap dess bedre de får betalt i såkalt gate-fee. Typisk gate-fee for restavfall ligger på ca. 1000 kr/tonn. Hvorvidt lønnsomhet er drivende for et anlegg, avhenger bl.a. av eierforhold i selskapet.
- (ii) Avfallsmengde. Utfordring tilknyttet brennverdi styres av hvor mye avfall som mates inn. Med de begrensede mengdene som kasserte linebruk representerer, bør ikke brennverdi være noen begrensende faktor for behandling i forbrenningsanlegg. Samtidig vil små mengder kunne generere høye relative kostnader, spesielt i tilfeller der det forutsettes separat og manuell håndtering.

- (iii) Press/ønsker fra myndighet og samfunn. Avfallsforbrenning er i grunn en viktig samfunnstjeneste, og forbrenningsanlegg kan tenkes å være tilbøyelige for ønsker og oppfordringer fra næring og lokalsamfunn om å bidra til å håndtere avfallsproblemet som kasserte linebruk representerer. I tillegg kan krav/insentiver fra myndighetene bidra til at fraksjonen håndteres på en bedre måte enn hva som er tilfellet i dag.
- (iv) Konkurransforhold. Avfall er en ressurs som med tiden har fått økende verdi. Slike forhold kan medføre at kasserte fiskeriredskap etter hvert blir mer ettertraktet hos forbrenningsanlegg. Som eksempel er matavfall en avfallsfraksjon det ikke lenger er spesielt vanlig å behandle i avfallsforbrenningsanlegg.
- (v) Godvilje. Selv om det ikke nødvendigvis er ønskelig hos samtlige aktører, er det likevel teknologisk gjennomførbart å behandle linebruk i de fleste avfallsforbrenningsanlegg i Norge. Kasserte linebruk alene er ingen enorm avfallsfraksjon.

3.4 Etablering av nye behandlingsanlegg

Linebruk som avfallskilde representerer et beskjedent volum som vanskeliggjør økonomisk aktivitet basert på kun dette avfallet. Avfallet genereres langs hele kysten og er dermed også lite konsentrert. Det finnes heller ingen garantier for kontinuitet i innsamlingen, dvs. råvaretilgangen for et eventuelt behandlingsanlegg vil være både usikker og variabel. Lange avstander og lite volum gir også høye relative logistikk- og transportkostnader. I tillegg vil innovative produktdesign og bruk av nye materialer med tid kunne medføre en reduksjon i mengden avfall som genereres. I sum er det vanskelig å se for seg etablering av kommersielle tiltak tuftet alene på behandling av kasserte linebruk. For å oppnå et tilstrekkelig avfallsvolum bør man derfor forsøke å se kasserte linebruk i sammenheng med andre avfallsfraksjoner (eks. andre redskapstyper), forutsatt at disse kan behandles i samme prosess.

3.4.1 Pyrolyse

Pyrolyse er en fellesbetegnelse for en rekke prosesser der sammensatte, fortrinnsvis organiske, materialer varmes opp i en atmosfære med liten eller ingen tilgang på oksygen. I pyrolyseprosessen brytes de organiske forbindelsene ned til ikke-kondenserbare gasser, kondenserbare væsker og en fast fase (karbon, askekomponenter). Produktene kan kontrolleres ved å manipulere prosessparametere (eks. trykk, temperatur, tid), bruk av katalysatorer og kvalitet på råstoffet. En fordel med pyrolyse er at metallkomponenter ikke må utsorteres før behandling, men enkelt kan tas ut i etterkant med f.eks. magnetseparator.

Det er i dag flere aktører på markedet for direkteproduksjon av drivstoff (integreerte anlegg med pyrolyse og oppgradering), optimalisert på forskjellige råstoff. I tillegg finnes aktører som fremstiller gjenvunnet carbon black og oljer fra pyrolysering av kasserte bildekk. Ettersom pyrolyse muliggjør et bredt produktspekter, vil teknologien kunne benyttes til både material- og energigjenvinning.

Utfordring ved pyrolyse av linebruk er bl.a. innholdet av polyester/polyamid som medfører generering av uønskede gasser (eks. hydrogencyanid fra PA) som vil kunne forandre investering i systemer for røykgassrensing. Avhengig av hvor mye som bindes i flytende form, kan det også være rensebehov ved forbrenning av oljeproduktet. Røykgassrensing vil kunne forandre både investeringer og driftskostnader ut over det et mulig marked vil kunne betale for. Alternativet, også volummessig, er å se på muligheter for sambehandling med mer pyrolyseegnete fraksjoner, samt se på kombinert løsning med pyrolyse og forbrenning der gassen brennes av mens pyrolyseoljer tas ut som energiprodukt eller kjemikalier.

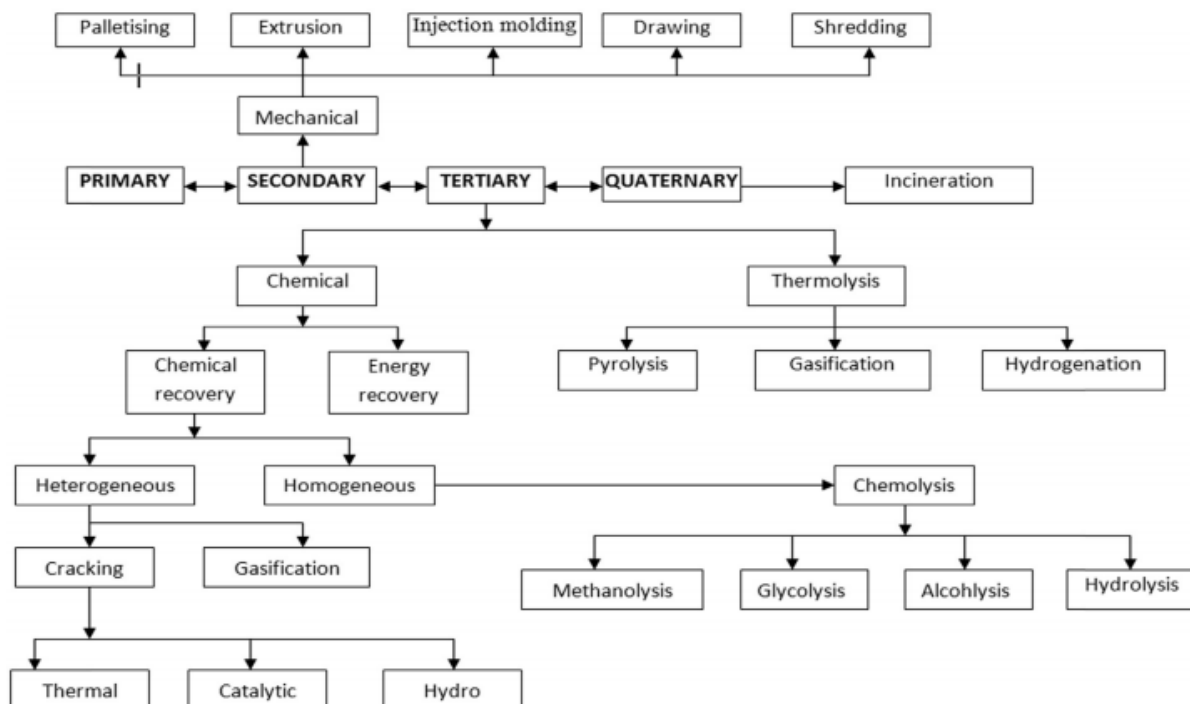
I sum kan pyrolyse være en interessant løsning for å håndtere kasserte fiskeriavfall. Men det er altså noen utfordringer som må håndteres, herunder bl.a. behovet for røykgassrensing samt nærmere

analyse av kvalitet/kvantitet som er oppnåelig på pyrolyseproduktene. SINTEF har spilt inn denne problemstillingen til en samarbeidspartner (industriaktør) som arbeider mot oppstart av pyrolyseanlegg for behandling av restavfall. Industriaktøren er interessert i videreutvikling og optimalisering av deres pyrolyseteknologi til forskjellige råstoff, og SINTEF har allerede pågående prosjektsamarbeid med bedriften på produksjon av marin dieselolje fra settefiskslam.

3.4.2 Mobile enheter

Alternativt er det interessant å se på mobile kontainerløsninger, der avfallet behandles lokalt i havner etter hvert som avfall genereres. Denne type løsning vil være spesielt aktuelt for regioner med lavere avfallsgenerering enn hva stasjonære anlegg fordrer, samt i områder der det finnes få andre nedstrømsalternativer. En mobil enhet må baseres på egnet behandlingsteknologi og være utstyrt med nødvendige rensesystemer i henhold til gjeldende norsk regelverk. Omsetning og transportkostnader må settes opp mot besparte kostnader ved deponering (dagens løsning), samt sammenlignes med andre aktuelle løsninger (eks. eksisterende avfallsforbrenningsanlegg).

Et usikkerhetsmoment er valg av behandlingsteknologi (investering, egnethet) med tilhørende produktspektrere (kvalitet, kvantitet, oppnåelig pris). Figur 7 gir en oversikt over noen aktuelle metoder og teknologier for resirkulering av plastavfall. I oversikten skilles det mellom primær, sekundær, tertiær og kvartær gjenvinning. Denne inndelingen har sammenheng med grad av forurensning eller hvor "enkelt" eller "tilgjengelig" avfallet er for gjenvinning.



Figur 7 Alternativer for resirkulering av plastavfall. Hentet fra [8]

Primær gjenvinning omfatter i den sammenheng gjenvinning (re-ekstrudering) av rene plastfraksjoner med egenskaper nær til jomfruelige plastmaterialer [8], noe som ikke er aktuelt for kasserte linerredskap. Ved sekundær gjenvinning benyttes mekaniske løsninger for å resirkulere plasten "nedover", dvs. til produkter med lavere kvalitetskrav enn plasten opprinnelig hadde. Skal linerredskap

gjenvinnes på denne måten, må det først demonteres og utsorteres på materialnivå. I tillegg må plastens gjenværende materialkvalitet være tilstrekkelig for den tiltenkte produksjonen.

Under tertiær gjenvinning finnes nevnte teknologier som pyrolyse, gassifisering og hydrolyse. Slike teknologier bryter plasten ned til sine opprinnelige bestanddeler (petroleumsprodukter), og vil i større grad enn primær og sekundær gjenvinning kunne håndtere blandende avfallsfraksjoner, metallinnhold og andre forurensninger. Som eksempel er det teknologisk gjennomførbart å fraksjonere ut verdifulle kjemikalier ved eks. pyrolyse som kan benyttes videre i kjemisk industri. Samtidig er pyrolyseoljer komplekse blandinger bestående av flere ulike komponenter, slik at det kan være utfordrende å skape økonomisk lønnsomhet basert på slik spesialisert drift. Blant annet vil det forutsettes et betydelig volum, noe som forsterker nødvendigheten av å se linedskap i sammenheng med andre avfallsfraksjoner.

Både pyrolyse og hydrolyse har tidligere blitt forsøkt anvendt for å gjenvinne kasserte fiskeriredskap [9]. Rapporten [9] beskriver lavt utbytte av pyrolyseoljer og generering av giftig røykgass som utfordringer tilknyttet pyrolyse av det polyamid-dominerte avfallet. I sum blir høy-temperatur prosessering ved hydrolyse anbefalt for å håndtere de mer forurensende avfallsfraksjonene. Fordelen med hydrolyse nevnes bl.a. å være den høyere behandlingstemperaturen som gir fullstendig omdanning av organiske bestanddeler, slik at man unngår giftig gassutvikling.

4 Konklusjon og anbefalinger for videre arbeid

Å skulle etablere en god nedstrømsløsning for kasserte linebruk er utfordrende av flere årsaker. Blant annet er det behov for (mer eller mindre) omfattende forbehandling, avhengig av sluttløsning. Dette skyldes at linebruket er et komplekst avfall bestående av ulike delkomponenter (tauverk, svivler, stoppere, forsyn, krok) som igjen består av ulike materialer (plast, metall, impregnering) og materialkvaliteter (polyester, nylon, osv.). Redskapets sammensetning og utforming kan også variere med bruksområde (hav, kyst), samt fra leverandør til leverandør. Innsamlet redskap kan også være usortert sammen annet fiskeriavfall og inneholde ulike forurensninger. Mest avgjørende er kanskje det begrensede avfallsvolumet (~1000 tonn pr. år) som fordrer at eventuelle nyetableringer adresserer avfallsfraksjoner også utover kasserte linebruk.

4.1 Materialgjenvinning av avfallet

Omfattende og kostbar forbehandling er blant faktorene som vanskeliggjør etablering av økonomisk lønnsom materialgjenvinning av kasserte linebruk. I tillegg må gjenvinningspotensialet til hver enkelt materialfraksjon utredes med hensyn på gjenværende materialkvalitet (bruksslitasje, impregnering). Nofir har i denne sammenheng tidligere forsøkt å inkorporere lineredskap i sitt etablerte retursystem, uten å lykkes. Oppsummert kan følgende forhold trekkes frem som spesielt utfordrende:

- i. Begrensede avfallsmengder, spredt langs kysten
- ii. Svært omfattende demontering, spesielt hvis avfallet må håndteres manuelt
- iii. Metallfraksjoner er en integrert del av redskapet
- iv. Redskapskomponentene består av ulike materialkvaliteter, der enkeltkomponenter også kan være blandingsprodukter
- v. Redskapet kan være forurenset eller blandet med annet avfall
- vi. Redusert materialkvalitet på brukte redskap er en potensiell utfordring som kan begrense gjenvinningspotensialet

Gjennom økonomiske insentiver kan myndighetene bidra til å fasilitere bedre nedstrømsløsninger. Prinsippet om at forurenser betaler må være gjeldende, der den pågående utredningen av innføring av produsentansvarsordning for fiskeri- og havbruksnæringen er et godt eksempel på tiltak som ansvarliggjør næringen selv.

4.2 Anbefalinger på kort sikt

På kort sikt – om enn midlertidig inntil bedre verdikjeder etableres – synes behandling i eksisterende avfallsforbrenningsanlegg å være den mest hensiktsmessige løsningen. Denne løsningen innebærer i hovedsak energiutnyttelse av avfallet, med innslag av materialgjenvinning (metall) og deponering (restaske). Flere industriaktører har uttalt seg positive til å ta imot denne type avfall uten omfattende forbehandlingskrav. Det kan imidlertid være forskjeller fra anlegg til anlegg, slik at forbrenning med energiutnyttelse som nedstrømsbehandling må avklares lokalt med aktuelle anlegg.

I forprosjektet er det etablert kontakt med aktuelle forbrenningsanlegg med hensyn på behandling av kasserte linebruk, disse er angitt i Tabell 7. Det vises for øvrig til kapittel 3.3 for nærmere beskrivelse av forutsetninger og utfordringer knyttet til avfallsforbrenningsanlegg som nedstrømsløsning for kasserte lineredskap.

Tabell 7 Aktuelle forbrenningsanlegg for behandling av kasserte lineredskap.

Anlegg	Kan ta imot lineavfall?	Kommentarer
Kvitebjørn Varme Tromsø	Nei	Anlegget til Kvitebjørn har begrensninger på innmatingssystemet som medfører at kasserte linebruk ikke kan behandles med mindre det først reduseres. Siden kverning av tauverk er utfordrende, er ikke anlegget noen god nedstrømsløsning for linebruk. Oppklipping av redskapet vil være svært ressurskrevende.
Senja Avfall Finnsnes	Ja	Senja Avfall er i utgangspunktet positive til å kunne ta imot kasserte linebruk, men forutsetter at avfallet opplastes i 500 liters sekker.
Forus Energigjenvinning Stavanger	Ja	Anlegget har to prosesseringslinjer, der det i den ene ovnen forutsettes kverning, mens den andre har mulighet til å håndtere grovere fraksjoner. Med det menes at linebruket kan mates inn separat uten å måtte gjennomgå kverning, eks. i bigbags. Forus bekrefter at brennverdien er høy, men påpeker at det ikke er verre enn at man må ha litt kontroll på hvilke mengder som mates inn.
Tafjord Kraftvarme Ålesund	Nei/ja	Anlegget har innmatingsystem som muliggjør behandling av linebruk, men ønsker basert på tidligere erfaringer ikke å ta imot kasserte fiskeriredskap. Samtidig vil mengdene være avgjørende, og ved aktørens tidligere erfaringer var det nok snakk om betydelig større mengder enn det kasserte linebruk alene vil representere.
BIR Avfallsenergi Bergen	Nei	Anlegget har ikke kvern på stedet, og ønsker ikke å ta imot lengder lengre enn en meter. BIR kommenterer utfordring med at bigbags først må hives i mottaksbunkeren, der den sannsynligvis går i stykker og sprer linen utover hele bunkeren.

4.3 Videre arbeid

I forbindelse med å etablere ny infrastruktur for behandling av kasserte linebruk, er det flere utfordringer som må adresseres. På grunn av begrenset og usikker/variabel avfallstilgang, vurderes det nærmest som en forutsetning at kasserte lineredskap samhandles med annet avfall. Unntaket kan være utvikling av mobile enheter som behandler avfall lokalt i havner etter hvert som avfall genereres. I begge tilfeller må egnet behandlingsteknologi være tilpasset de aktuelle avfallsfraksjonene og ikke generere røykgassutslipp utover angitte grenser i henhold til norsk lovverk.

Nedenfor er det oppsummert noen punkter det kan være aktuelt å følge opp gjennom videre arbeid. Selv om denne rapporten konsentrerer seg om kasserte linebruk, vil det være både viktig og riktig å se linebruk i sammenheng med annet fiskeriavfall uten etablerte nedstrømsløsninger.

- Operasjonalisering av anbefalinger på kort sikt: etablere forbrenningsanlegg som en foretrukket nedstrømsløsning for kasserte linebruk inntil bedre løsninger kan innføres.
 - Helhetlig verdikjede med innsamling og infrastruktur i havner, transport- og logistikk-løsninger, samt samarbeid og koordinering mellom aktører.
- Gjennomføre materialtester av avfallsfraksjoner fra kasserte lineredskap for å undersøke hvorvidt gjenværende materialkvalitet er tilstrekkelig for at redskapets materialfraksjoner skal kunne gjenbrukes og/eller materialgjenvinnes.
 - I første omgang ser en da bort ifra utfordringer tilknyttet demontering og utsortering; kun fokus på materialets potensial for gjenvinning.

- Deretter ser en på utvikling av effektive demonteringsløsninger tilpasset ulike anvendelsesområder.
- Predikere avfallsgenerering fra norsk fiskerinæring med formål å etablere gode nedstrømsløsninger tilpasset avfallskaraktistikk i konsentrerte fiskeriklynger
 - Analyse av flåtesammensetning i konsentrerte regioner/havner (kyst, hav, redskap)
 - Etablere forventet avfallsgenerering fordelt på fartøygrupper (kyst, hav, redskap)
- Økonomisk og miljømessig evaluering av teknologier for behandling av kasserte fiskeriredskap.
 - Teknologiscreening,
 - LCA, LCC
- Mer konkret er det også aktuelt å se på optimalisering av pyrolyseteknologi for behandling av fiskeriredskap sammen med SINTEFs bedriftspartner.
 - Avdekke markedsgrunnlag (råstoff, produkt) med innledende vurdering av anleggslokalisering, -kapasitet og logistikk
 - Optimalisering av teknologi og prosessparametere for co-pyrolyse av kasserte fiskeriredskap med andre avfallsfraksjoner (forventet utbytte, masse- og energibalanse, miljøutslipp)
- Nytt produktdesign med hensikt å fasilitere for gjenbruk og materialgjenvinning av kasserte redskap
 - Nye materialer, konstruksjoner og sammenstillingsmetoder
- Gjennomføre innledende forsøk på bruk av plast fra kasserte linerredskap i betong
 - Design av enkeltfibere med definert lengde og tykkelse
 - Utprøving i betong

5 Referanser

- [1] Fiskeridirektoratet, «Beskrivelse av relevante fiskeredskap og fiskeriaktivitet i Norges økonomiske sone,» 2010.
- [2] Mepex og SALT, «Underlag for å utrede produsentansvarsordning for fiskeri- og akvakulturnæringen,» 2018.
- [3] R. Siddique, J. Khatib og I. Kaur, «Use of recycled plastic in concrete: A review,» *Waste Management*, vol. 28, pp. 1835-1852, 2008.
- [4] L. Gu og T. Ozbakkaloglu, «Use of recycled plastics in concrete: A critical review,» *Waste Management*, vol. 51, pp. 19-42, 2016.
- [5] R. Sharma og P. P. Bansal, «Use of different forms of waste plastic in concrete - a review,» *Journal of Cleaner Production*, vol. 112, pp. 473-482, 2016.
- [6] Avfall Norge, «Behandlingsanlegg for avfall 2018,» Februar 2019. [Internett]. Available: <https://goo.gl/ZcmQo9>.
- [7] Salt Lofoton AS, ««Fishing For Litter» som tiltak mot marin forspøpling i Norge: Gjennomføring av en prøveordning i åtte norske,» Miljødirektoratet, Ramberg, 2017.
- [8] N. Singh, D. Hui, R. Singh, I. Ahuja, L. Feo og F. Fraternali, «Recycling of plastic solid waste: A state of art review and future applications,» *Composites Part B*, vol. 115, pp. 409-422, 2017.
- [9] A. Stolte og F. Schneider, «Recycling options for derelict fishing gear,» MARELITT Baltic, Stralsund, 2018.



Teknologi for et bedre samfunn

www.sintef.no