

A21536 - Åpen

Rapport

Kartlegging av mulige løsninger rundt bruk av nedbrytbare materialer i fiske med garn for å redusere faren for spøkelsesfiske

Forprosjekt

Forfatter(e)

Eduardo Grimaldo
Lasse Rindahl
Manu Sistiaga
Gjermund Langedal
Jack Jensen
Bjørn Jørgensen



Rapport

Kartlegging av mulige løsninger rundt bruk av nedbrytbare materialer i fiske med garn for å redusere faren for spøkelsesfiske

EMNEORD:
Fiskeri
Garn
Tapte garn
Spøkelsesfiskeri
Blåkveite

VERSJON
Versjonsnummer

DATO
2012-01-03

FORFATTER(E)
Eduardo Grimaldo
Lasse Rindahl
Manu Sistiaga
Gjermund Langedal
Jack Jensen
Bjørn Jørgensen

OPPDRAGSGIVER(E)
FHF

OPPDRAGSGIVERS REF.
Rita Moråk

PROSJEKTNR
830256

ANTALL SIDER OG VEDLEGG:
27 + vedlegg

SAMMENDRAG

Tapte fiskeredskap og spøkelsesfiske utgjør et stort miljøproblem både nasjonalt og internasjonalt. Enkelte redskap utgjør en betydelig skjult, uønsket og unødvendig form for beskatning av ressursene, og skaper i tillegg konflikter blant ulike redskapsgrupper. I dette forprosjekt er det blitt kartlagt mulige løsningsalternativer for å unngå/ redusere effekten av spøkelsesfiske. Forslag til tiltak og videre arbeid inkluderer:

- i. Løsninger rundt bruk av nedbrytbare materialer i deler av garn
- ii. Hindre tap av garn. Her anbefales følgende mulige prosjekter: utvikling av en intelligent bøye; varsling av havstrøm med applikasjon for beregning av avdrift for fiskeredskap; og sikrings-ile med galvanisk utløser.
- iii. Hjelpemidler for å finne tapte garn på bunnen.

UTARBEIDET AV
Eduardo Grimaldo

KONTROLLERT AV
Svein Helge Gjøsund

GODKJENT AV
Vegar Johansen

RAPPORTNR
A21536

ISBN
978-82-14-05218-3

GRADERING
Åpen

SIGNATUR

SIGNATUR

SIGNATUR

GRADERING DENNE SIDE
Åpen

Historikk

VERSJON	DATO	VERSJONSBESKRIVELSE
Skriv versjonsnr	Velg dato	[Tekst]

Innholdsfortegnelse

1	INNLEDNING	4
1.1	BACKGRUNN: TAPTE FISKEREDSKAP I NORGE:.....	4
1.2	MÅLSETNINGER	5
1.3	PROSJEKTPLAN OG AKTIVITETER	5
1.4	LEVERANSE.....	6
1.5	RAPPORTENS OPPBYGNING.....	6
2	LITERATURSTUDIE.....	7
2.1	MATERIAL OG METODE	7
2.1.1	Litteraturstudie og informasjonskilder	7
2.2	HVORDAN FORHINDRE AT GARN FORTSETTER Å FISKE ETTER AT DE ER MISTET?.....	8
2.2.1	Biologisk nedbrytbare materialer	8
2.2.2	Kjemisk nedbrytbare materialer	10
2.3	TILGJENGELIG TEKNOLOGI TIL LOKALISERING AV TAPTE GARN OG ANDRE FISKEREDSKAP	11
2.3.1	Flerstrålesonar (multibeam sonar).....	11
2.3.2	Gearfinder 700	12
2.3.3	Akustisk pinger	12
2.3.4	Elektronisk bøye	13
3	GRUPPEARBEID	14
3.1	ARBEIDSGRUPPENS SAMMENSETNING	14
3.2	REFERAT FRA GRUPPEMØTE nr 1.....	14
3.3	KONKLUSJONER FRA GRUPPEARBEID nr 1	18
3.3.1	Bruk av nedbrytbare materialer.....	18
3.3.2	Hindre tap av garn.....	18
3.3.3	Gjenfinning av tapte garn.....	18
3.4	REFERAT FRA GRUPPEMØTE nr 2.....	19
4	DISKUSJON, FORSLAG TIL TILTAK OG VIDERE ARBEID	20
4.1	BRUK AV NEBRYTBARE MATERIALER I DELER AV GARNET FOR Å REDUSERE FANGSTEVNE ETTER TAP	20
4.1.1	Materialvalg	20
4.1.2	Implementering av nedbrytbare materialer i garn	20
4.1.3	Totalvurdering og anbefalinger.....	21
4.2	HINDRE TAP AV GARN	22
4.2.1	Mulige tiltak.....	22
4.2.2	Totalvurdering og anbefalinger.....	22
4.3	HJELPEMIDLER FOR Å FINNE TAPTE GARN PÅ BUNNEN	25
	Appendiks A: Litteraturgjennomgang.....	27
	Appendiks B: Materialeegenskaper PolyButylen Succinat.....	34

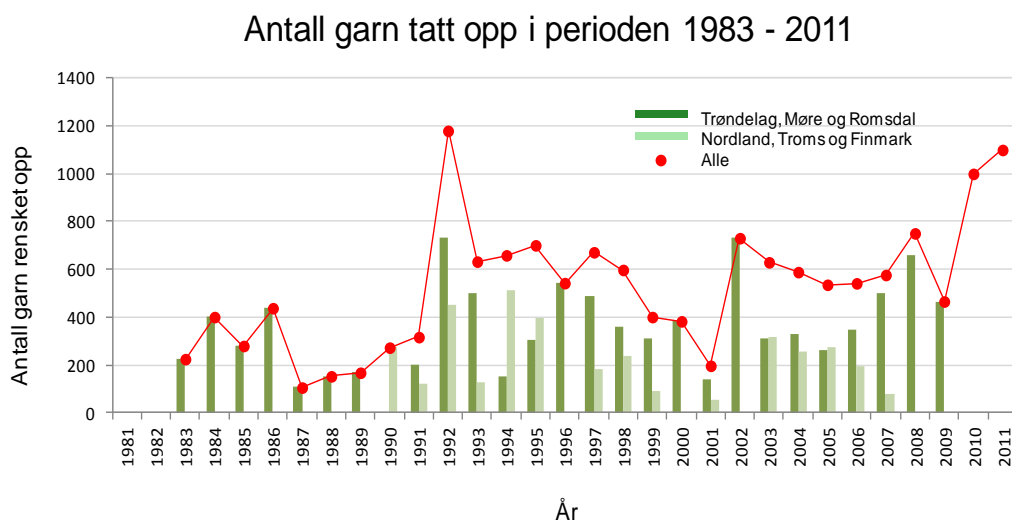
1 INNLEDNING

En av målsettingene fra Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond (FHF) innenfor redskapsteknologi, beskrevet i handlingsplanen for 2011, var å bidra til utvikling rundt nedbrytbare garn for å unngå spøkelsesfiskeri. På liknende måte har miljørelatert virksomhet, herunder opprensning av tapte fiskeredskap, vært et hovedområde i Fiskeridirektoratets handlingsplaner i de siste årene. Som et resultat av dette ble forprosjektet: “Kartlegging av mulige løsninger rundt bruk av nedbrytbare materialer i fiske med garn for å redusere faren for spøkelsesfise” finansiert av FHF i begynnelsen av 2011.

1.1 BACKGRUNN: TAPTE FISKEREDSKAP I NORGE:

Garn og line er to av de viktigste redskapene i norske fiskerier. I 2004 ble 4500 ulike fartøy av ulik størrelse registrert med garn- og linefanget fisk. Garn- og linefisket utøves hovedsakelig av kystflåten, men den havgående flåten er også representert i enkelte fiskerier. Torsk, sei, blåkveite, breiflabb og rognkjeks utgjør de viktigste fiskeslagene i garnfisket som foregår i dybdeintervallet mellom 5-800 meter. Fisket etter breiflabb og rognkjeks utøves nesten utelukkende med garn og for artene torsk, sei og blåkveite er det betydelig andel som fiskes med garn.

Tapte fiskeredskap er et miljøproblem både internasjonalt og i nasjonale farvann. Norge er det eneste landet i verden som driver systematisk garnopprydding på de mest intensive garnfeltene. Siden 1980 har Norge i regi av Fiskeridirektoratet gjennomført årlige tokt med opprydding av tapte fiskeredskap. Bakgrunnen for dette er at det årlig mistes relativt mye garn under kommersielt garnfiske. Tapte garn står igjen på havbunnen og utgjør en betydelig skjult beskatning av fiskeressursene. I perioden 1983-2011 er det tatt opp mer enn 13000 garn samt betydelige mengder med linerigg, trålwire, trållin og andre redskaper (Figur 1). Dette har bidratt til redusert fare for fastheking og ytterligere tap av fiskeredskaper samt reduksjon i skjult beskatning av fiskeressursene. Områdene som det ryddes i velges ut gjennom dialog mellom sentrale og regionale fiskerimyndigheter og de regionale medlemslagene i Norges Fiskarlag og Norges Kystfiskarlag. Utvelgelsen av områder er basert på opplysninger fra fiskere om garntap.



Figur 1 Grafisk fremstilling av antall garn tatt opp i perioden 1983 – 2011. Kilde: Fiskeridirektoratet.

De årlige prosjektene med opprensning av tapte fiskeredskap har hatt vesentlig betydning for å redusere skadevirkningene av tapte garn. Total under årets opprensningstokt som inkluderer tokt i Finnmark ble det tatt opp over 1100 garn, 54 kongekrabbeteiner, nærmere 13 000 meter med trålwire, 12 000 meter med diverse tauverk, og nærmere 40 000 meter med line (fiskeridirektoratet, 2011). Erfaring fra opprenskingsarbeidet viser at tapte redskap som står igjen på havbunnen kan fortsette å fiske i minst syv år etter at de er tapt. Dette utgjør en skjult, uønsket og helt unødvendig form for beskatning av ressursene. Ingen vet hvor mange tonn fisk som råtner bort i tapte garn. Problemet finnes langs hele Norskekysten, og i internasjonalt farvann frykter man betydelige konsekvenser for flere fiskebestander. Også andre dyr som fugler, sel, hval osv. kan vikle seg inn i tapt redskap. I tillegg til spøkelsesfiske tilfører tapte redskap ulike plastpartikler og miljøgifter til de marine økosystemene når materialene til slutt brytes ned, (Derraik, 2002).

I tillegg til de miljømessige problemene skaper tapte fiskeredskap problemer på tvers av redskapsgrupper. For eksempel er det tatt opp milevis med tauverk (snurrevadttau, liner, iler etc.) samt dregger, patentanker, trållin og wire. Når disse går tapt, eller dumpes på garnfelt, skaper det problemer for både garn- og linefiskerne som hekter fast nye garn- og liner som settes i området.

Senest i 2011 viste toktresultatet at det fortsatt er et klart behov for årlige opprydningstokt, og opplysninger tilsier at det bare er en del av garnene som går tapt som tas opp. Derfor er det blitt innført andre tiltak gjennom det tekniske regelverket for garnfisket, som garnbegrensinger og krav til røkting og merking. Allikevel er problemet fortsatt betydelig.

1.2 MÅLSETNINGER

Det opprinnelige hovedmålet med dette forprosjektet var å fremskaffe løsningsalternativer for å redusere effekten av spøkelsesfiskeri, og identifisere aktører som kunne være med i utviklingen av et hovedprosjekt. Resultatene fra dette forprosjektet vil fremme utviklingen i norsk fiskerinæring og bidra til ressursvennlig og rasjonell beskatning av fiskeressursene. Utvikling av nedbrytbare materialer til garn-, line- og teinefiskeriet møter utfordringene knyttet til uheldige miljøproblemer som disse fiskeriene har hatt gjennom årene.

Arbeidsgruppen likevel la tidlig vekt på at dette prosjektet kanskje hadde feil fokus med tanke på å komme problemstillingen med spøkelsesfiske til livs med bare løsninger basert på nedbrytbare materialer. Derfor ble gruppen enig om å inkludere i dette studiet andre mulige løsninger i forhold til å hindre tap av garn, og kartlegge hjelpemidler for å finne tapte garn på bunnen.

1.3 PROSJEKTPLAN OG AKTIVITETER

Arbeidet i forprosjektet ble foreslått inndelt i tre faser:

- i. En litteraturstudie for å identifisere den viktigste vitenskapelige litteraturen om tiltak for å unngå/ redusere spøkelsesfiske; samt for identifisering av de viktigste forskningsinstitusjonene som har jobbet med temaet. Litteraturgjennomgangen ville også kartlegge det viktigste fiskeriet av interesse for studien.
- ii. Gruppearbeid med representanter fra SINTEF Fiskeri og havbruk, to garnfiskere (nevnt av FHF), en representant av utviklingsseksjonen (Fiskeridirektoratet), en representant fra FHF (observatør) og hvis mulig, en redskapsprodusent. Denne gruppen skulle samles for å diskutere de mest

aktuelle tekniske løsningsalternativene. Gruppen skulle konkretisere hvilke(n) redskapskomponent(er) (tau, nett, lodd, flyteelementer, osv) som var mest aktuelle for å lages av nedbrytbar materialer. En forutsetning her var at redskapen skulle beholde sine fiskeegenskaper. I tillegg skulle gruppen prøve å identifisere fordeler, ulemper og utfordringer med hver løsning. Herunder, også en evaluering av de økotoksikologiske egenskapene til de ulike materialene.

- iii. Arbeidsbeskrivelse for videreføring av forprosjektet.

1.4 LEVERANSE

Leveransen av forprosjektet skulle bli en rapport som inneholder:

- i. Kartlegging av de mest aktuelle redskapskomponentene til garn, line og teiner som kan lages av nedbrytbare materialer.
- ii. Beskrivelse av de mest aktuelle tekniske løsningsalternativene for nedbryting av disse komponentene.
- iii. Kartlegging av rederier, underleverandører, organisasjoner og FoU institusjoner, som kan bli samarbeidspartnere til et hovedprosjekt rettet mot FHF, HAVKYST, Innovasjon Norge osv, med fokus på utvikling av nedbrytbare fiskeredskaper.
- iv. Arbeidsbeskrivelse (evt. ny søknad) for hovedprosjekt.

Siden arbeidsgruppen utvidet omfanget i forprosjektet, vil dermed leveransen også inkludere mulige løsninger for å hindre tap av garn, og kartlegge hjelpemidler for å finne tapte garn på bunnen.

1.5 RAPPORTENS OPPBYGNING

Rapporten er oppdelt i følgende deler:

Del 1: Innledning

Del 2: Litteraturstudie

Del 3: Gruppearbeid.

Del 4: Diskusjon, forslag til tiltak og videre arbeid

2 LITERATURSTUDIE

2.1 MATERIAL OG METODE

2.1.1 Litteraturstudie og informasjonskilder

Et litteratur- og internett søk ble gjennomført for å identifisere den viktigste vitenskapelige litteraturen tilgjengelig på bruk av nedbrytbare materialer for å redusere faren for spøkelsesfiske, i tillegg til å identifisere viktige forskningsinstitusjoner som har jobbet med problemet.

Litteraturgjennomgangen identifiserte også viktige fiskerier som er av interesse for studien. Gjennomgangen omfattet identifisering av årsakene til garntap, hvordan tap av fiskeredskaper har utviklet seg og vurdering av de miljømessige konsekvensene av tapte redskap. Både EUs medlemsland og de utenfor ble vurdert.

Informasjon ble generert fra en rekke kilder. Disse inkluderte:

- Internasjonale litteraturdatabaser (ASFA og BIBSYS)
- Individuelle forespørsler til kolleger ved forskningsinstitusjoner
- Internett ved hjelp av søkemotorer som Google.

Strategien for å søke relevante litteratur i tidsskriftdatabaser og nettsider var basert på følgende stikkord:

- Ghost fishing
- Unintended fishing
- Lost fishing gear
- Unintended fishing
- Phantom fishing
- Redes fantasmas
- Discarded fishing gear
- Abandoned gear
- Gear retrieval
- Gear identification
- Gear recovery
- Cotton gillnet
- Biodegradable nets
- Biodegradable gillnets
- Biodegradable fishing nets
- Pot loss
- Pot retrieval
- Net loss
- Net retrieval
- Trap loss
- Trap retrieval
- Opprenskingstokt
- Søketid

2.2 HVORDAN FORHINDRE AT GARN FORTSETTER Å FISKE ETTER AT DE ER MISTET?

Etter at man begynte å bruke kunstfiber som materiale i fiskegarn, har det blitt et problem at det tar lang tid før garna blir brutt ned. Dette har ført til både et "avfallsproblem" og problem med at tapte garn opprettholder fangsteffektivitet og dermed fortsetter å fange fisk.

De tiltakene som er iverksatt for å redusere disse problemene er ofte en del av aktiviteter som prøver å løse et større problem med marin forurensing. Et sammendrag av tiltakene som treffes under "The United Nations Environment Programme (UNEP): Regional Seas Programme on Marine Litter and Abandoned Fishing Gear" er presentert i rapporten fra "Regional Seas Coordinating Office" (UNEP, 2005). Rapporten erkjenner at tapte og forlatte fiskeredskaper bare er ett aspekt av det globale marineforurensingsproblemet, og at det må studeres separat.

Konkrete tiltak rundt bruk av nedbrytbare materialer i fiske med garn og teiner for å redusere problematikken rundt tapte/forlatte fiskeredskap – og faren for spøkelsesfiske – er nærmere omtalt nedenfor.

2.2.1 Biologisk nedbrytbare materialer

Biologisk nedbrytbar plast

Det er blitt utviklet et stort antall plastprodukter som er biologisk nedbrytbare. Disse blir hovedsakelig brukt som emballasje. Bruk av nedbrytbar plast er blitt foreslått som et middel for å redusere virkningen av marin plastforurensing og den negative effekten av tapte/forlatte fiskeredskap. Akselerert fotodegradering (nedbryting med UV-stråler) av "polyolefiner" (så vel som polystyren – isopor) kan oppnås enkelt og billig enten ved å bruke kopolymerer som inneholder "ketone moieties" eller ved hjelp av "transition-metal catalysts" i materialet. I den tidligere tilnærmingen brukes vanligvis kopolymer av etylen med karbonmonoksid (~ 1 %) i stedet for etylen-homopolymer. På den måten er den introduserte ketongruppen i hovedkjeden i stand til å absorbere solens ultrafiolette (UV-B) stråling og gjennomgår nedbryting av den totale kjeden (hovedsakelig via "Norrish II" intramolekylære eliminerings reaksjon). En alternativ måte å akselerere fotodegradering av polyolefiner er å bruke et transition-metal, vanligvis sammensatt av jern eller mangan-carboxylate, som prooxidant. Metallforbindelsene distanserer katalytisk hydroperoksider og akselererer oksidative reaksjoner og dermed nedbryting av reaksjonene forbundet med dem (Gregory and Andrady, 2003)¹.

Det har tidligere vært gjort forsøk i Norge med å benytte biologisk nedbrytbare plast i fiskegarn. Forsøket ble gjennomført av Frøystad Fiskevegn i samarbeid med fangstavdelingen ved HI. Det ble gjort forsøk med å bruke biologisk nedbrytbar tråd for å feste telnene til garnstrengen. Man fant at tråden var uegnet til formålet, den var for svak og kunne ikke brukes i symaskin for garn. I tillegg fliset den seg lett opp. Forsøket ble derfor mislykket. Et problem som kan oppstå ved et system der flytetauet løsner, er at det flyter opp til overflaten. Der kan det skape store problemer for skipstrafikken.

¹ Gregory, M. and Andrady, A.2003. Plastic in the marine environment. In: Plastics and the environment. Edited by Anthony, L. Andrady. ISBN 0-471-09520-6 □ 2003 John Wiley & Sons, Inc.

I de siste årene er det blitt diskutert bruk av nanoteknologiske løsninger til å produsere syntetiske fibrer med nedbrytbare egenskaper. De mest aktuelle løsninger her kan bli:

- ”Quick Win”-løsning: Innblanding av forløpere til nedbrytning i fibrer.
- ”Langtids”- løsning: Innkapsling av sterke syrer. Sakte utlekking vil foregå når syrekonsentrasjonen overskrider en viss mengde.

Mye forskning i de siste årene for å unngå miljøeffekten av plast har kommet med noen oppmuntrende resultater. Det kanskje viktigste funnet innen redskapsutviklingen har vært utviklingen av plastmaterialet alifatisk² polybutylen succinate³ resin (PBS). Materialet er presentert som egnet til garn og annet fangstutstyr i en serie artikler fra det Koreanske nasjonale instituttet for fiskeriforskning -og utvikling ([NFRDI](#)) (Park et al., 2007a, Park et al., 2007b, Park and Bae, 2008). PBS er et såkalt biologisk nedbrytbart⁴ materiale som kan minske omfanget av spøkelsesfiske fra redskap som blir forlatt eller mistet. PBS er kommersielt tilgjengelig i form av produkter som "Bionolle" fra det Japanske selskapet Showa Denko og "Skygreen BDP" fra det Koreanske selskapet SK Polymers (SK-chemicals, 2011).

Bionolle er en alifatisk polyester termoplast som fremstilles fra glykol og alifatisk dikarboksytsyre. Det skal være egnet til en lang rekke ulike produkter og deriblant filamenter. Bionolle skal ha god resistans mot vann og oljer. Bionolle leveres med ulike lengder på polymerkjedene og ved å blande dem kan man styre forholdet mellom stivhet og nedbrytningshastighet. PBS brytes ned av mikroorganismer i vann i en hydrolysereaksjon til vann og karbondioksid. Figur 2 viser nedbrytningen av en flaske laget av Bionolle (ShowaDenko, 2011). Se appendiks 2 for en detaljert beskrivelse av PBS monofilamenter laget av Bionolle.



Figur 2. Nedbryting av flaske laget av Bionolle

Naturmaterialer

Det er urealistisk i dag å tenke seg at garn skal være laget utelukkende av naturfiber. Men enkelte komponenter av garnlenkene kan være laget av slike fibrer og ved at disse fibre blir nedbrutt kan fangstevnen til garnene bli betydelig redusert. Et eksempel på dette er vist av et lite antall fiskere i Chiba i Øst-Japan. De bruker bomullsgarn til å fange japanske hummer - spiny lobster - *Panulirus japonicus*. For å undersøke fiskeevnen av disse bomullsgarna, ble en analyse av endringer i maskebruddlast gjennomført på et nytt bomullsgarn under kommersielt fiske i 2008. Det nye bomullsgarnet ble lagt i en sjøvanntank

² Organiske forbindelser der karbonatomene er bundet sammen i åpne kjeder

³ Succinate heter på norsk "ravsyre" og er en form for dikarboksylsyre

⁴ Kan brytes ned i enklere komponenter av sopp, bakterier eller andre enkle organismer

for å simulere spøkelsesfiskeforhold. Den gjennomsnittlige bruddlast på maske var på 50,3 N. Denne verdien minsket til 19,0 N etter 38 dager (~ 912 timer), og til 0,07 N etter 82 dager (~ 1968 timer). Det vil si at masken lett kunne rives. Under simulerte fiskeforhold var den kumulative ståtiden kun på 744,4 t av en total periode på 19 måneder. Maskebruddlasten var da 26,1 N. Dermed opprettholder et bomullsgarn rimelig styrke under typiske bruksforhold, men vil degraderes dersom det blir tapt på sjøen (Referanse nr 4 i Litteraturgjennomgang). Altså vil biologisk materiale degraderes langt raskere i sjøen enn nedbrytbar plastmateriale.

Det er gjort flere forsøk med ulike naturmaterialer som festeanordninger på rømningsluker i krabbeteiner. I Alaska er det for eksempel påbudt bruk av bomullstråd på alle krabbeteiner og fisketeiner siden 1977, i Florida, USA, siden 1982. Likevel er effekten av påbudet usikker fordi det har blitt gjort lite for å estimere dødelighet med teiner med åpne luker på lang sikt. Det er dessuten vanskelig å håndheve loven da bomullstråd og blandingstråd har veldig lik utseende.

2.2.2 Kjemisk nedbrytbare materialer

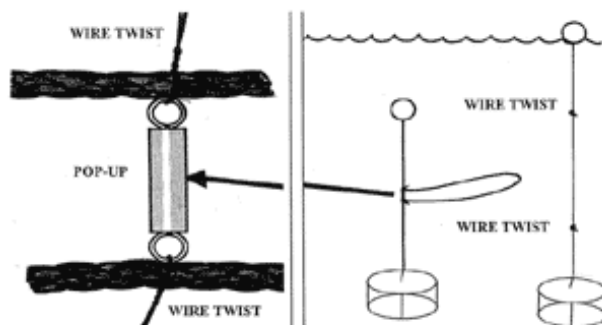
Galvanisk tidsutløser

Denne teknologien baserer seg på at to ståløyler er festet sammen med sink som etter en tidsperiode brytes ned. Tykkelsen på sinken, temperatur og saltholdighet i vannet bestemmer hvor lenge det tar før festet brytes ned. The Canadian Department of Fisheries and Oceans, DFO, har laget nye reguleringer for krabbefiske i sørvestre del av St. Lawrence-gulven. De har blant annet fått fiskere på frivillig basis til å bruke galvaniske tidsutløsere (GTU) på teiner. Resultatene viste at de ulike tykkelsene på de galvaniske innretningene som ble testet virket etter forutsetningene og at for tidlig eller tilfeldig frigjøring av rømningsluken er litesannsynlig. Dette er med andre ord et veldig presist system. GTU produseres med utløsertid på 1 til 100 dager og prisen pr stk. varierer mellom 6 og 120 kroner (Figur 3).



Figur 3 Dette bildet viser forskjellige galvanisk tidsutløsere. På den øverste raden vises en rekke utløsere med varighet fra 1 til 14 dager. På den nederste raden viser noe tilpasset utløsere med varighet fra 1 time til 100 dager. <http://www.underseareleases.com>

Galvanisk tidsutløser kan også brukes til å holde en bøye under vann for en bestemt tidsperiode for å unngå blant annet båttrafikken, eller at teinen/garna blir oppdaget av andre fiskere (Fig 4).



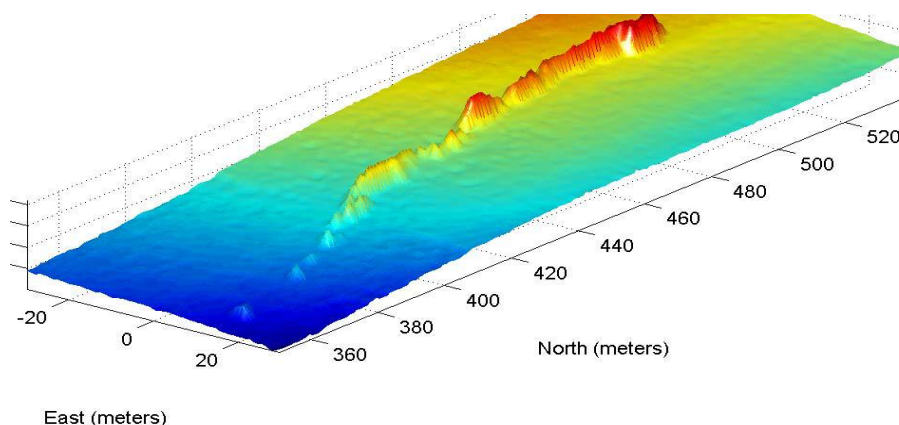
Figur 4 En galvanisk tidsutløser som er blitt festet til iletauet og som holder en bøye under vann. (www.neptunemarineproducts.com/gtr-applications.html#buoy)

2.3 TILGJENGELIG TEKNOLOGI TIL LOKALISERING AV TAPTE GARN OG ANDRE FISKEREDSKAP

Forskjellige typer akustisk utstyr til å lokalisere tapte garn er godt beskrevet i Hareide og Garnes (2002)⁵ og Lied m.fl. (2005)⁶. Noen av disse er beskrevet nedenfor.

2.3.1 Flerstrålesonar (multibeam sonar)

Denne metoden ble prøvd ut av HI i forbindelse med Fantared prosjektet. Det ble brukt en SM2000. Denne metoden baserer seg på å slepe en flerstrålesonar så nær bunnen som mulig. Det ble brukt en sonar som med frekvens på 200kHz. Denne frekvensen gir god oppløsning men forholdsvis kort rekkevidde (200m). Resultatene viste seg meget lovende. Figur 5 viser en tredimensjonal presentasjon av en garnlenke registrert med flerstråle sonar. Utstyret som ble brukt var innleid fra Geoconsult A/S (www.geoconsult.no/hugin.htm) i Bergen.



Figur 5 Tredimensjonal framstilling av registrering av garnlenke med flerstråle sonar. (Furevik, Rapport Fantared 2) (Kilde: Hareide og Garnes 2002)

⁵ Hareide, N.R. og Garnes, G. 2002. Tapte Garn: Oversikt over problem og mulige løsninger. Rapport skrevet på oppdrag fra Fiskeridirektoratet, desember 2002.

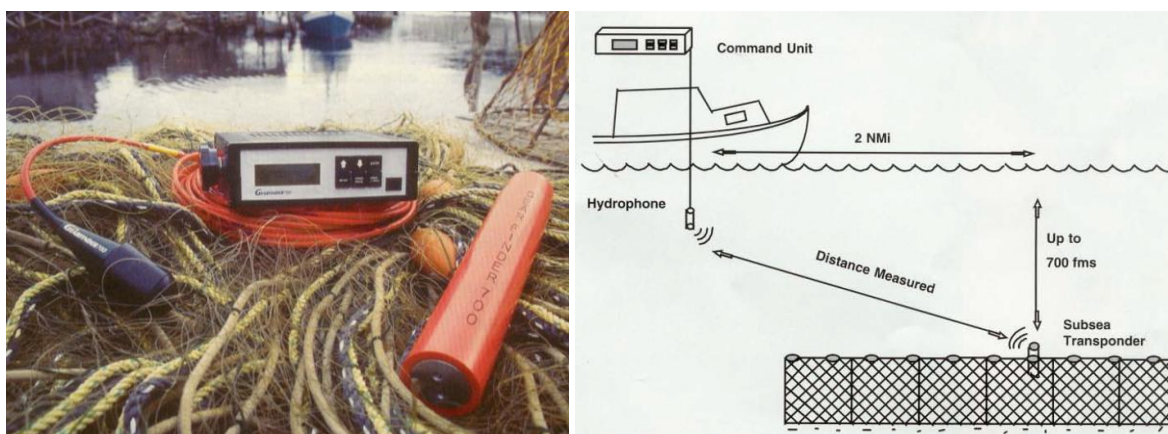
⁶ Leid, G. mfl. 2005. Gjenfinning av tapte fiskegarn, Utvikling og test av eksperimentell prototyp. Rapport skrevet på oppdrag fra Fiskeridirektoratet, april 2005. Ref.nr.: CMR-05-A10013.

2.3.2 Gearfinder 700

Gearfinder 700 er et produkt som er utviklet av Notus Electronics Limited i St. Johns, Canada (http://www.notus.ca/media/uploads/Gearfinder_700.pdf). Utstyret består av 3 enheter og har en rekkevidde på 3000 meter (Fig 6):

- Kommando enhet med skjerm. Resultat blir presentert både grafisk og digitalt.
- Hydrofon knyttet opp til kommando enheter med en kabel.
- Undervannsmottaker som er festet til redskapet lytter etter signal fra hydrofonen og gir umiddelbart signal tilbake. Tiden det tar å få signalet tilbake blir brukt til å kalkulere avstanden mellom båten og redskapet.

Dette systemet forhandles i Danmark av Leif Jensen Grenaa (www.ljg.dk) og har en pris på ca. 98.000 NOK.



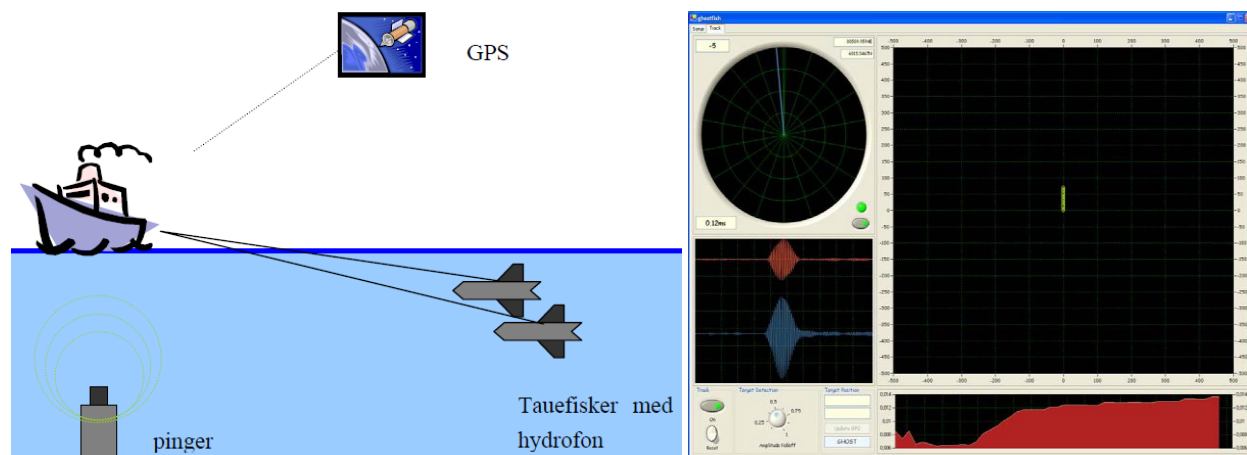
Figur 6 Gearfinder 700 med sine tre komponenter (til venstre) og virkeprinsipp (til høyre).

2.3.3 Akustisk pinger

Christian Michelsen Research (CMR) i Bergen gjorde i perioden 2004-2005 forsøk med akustisk sporing under vann på oppdrag fra Fiskeridirektoratet⁷. Her ble det benyttet en akustisk sender montert på garnet og to hydrofoner slept etter letefartøy i "slepefisker" som drar til hver sin side slik at de følger fartøyet parallelt i fartsretningen med en viss avstand seg i mellom. Dette prinsippet gjør det mulig å peile inn retningen på den akustiske senderen på bakgrunn av differanse i tid mellom at signalet treffer hver av hydrofonene (Figur 7).

Dette prinsippet fungerte under test på Fanafjorden, og hovedgrunnen til at dette ikke ble tatt videre var at prisen på utstyret da var for høy. I dette forprosjektet har vi sett på teknologiutviklingen siden den gang, og hvilke relevante komponenter som per i dag serieproduseres til andre formål og hvor vidt disse kan anvendes for gjenfinning av tapte garn.

⁷ G. Lied m. fl. 2005: Gjenfinning av tapte fiskegarn, Utvikling og test av eksperimentell prototyp, Christian Michelsen Research AS: 21 sider



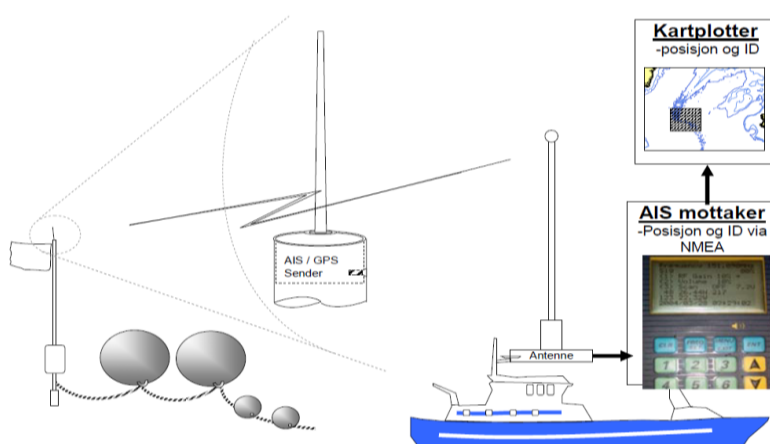
Figur 7. Ghostfish prototype systemet med sine komponenter (til venstre). Systemet registrerer signalstyrke og GPS-posisjon, og utfra mottatte pulser gid en anvisning av retningen til pinger i forhold til nåværende kurs (til høyre).

2.3.4 Elektronisk bøye

Møreforskning gjennomførte prosjektet "Elektronisk bøye" mellom 2006-2008. Hovedmålet med dette prosjektet var å finne et hjelpemiddel som kunne redusere søketiden og tap av redskap for fiskeflåten. I første fase av dette prosjektet ble det foreslått at direkte sporing over sjø (luft – luft) kunne gjøres gjennom:

- i. Triangulering av et radiosignal
- ii. Avlesning av GPS posisjon med direkte oppkobling til kartplotter.

Resultatene fra første fase ble formidlet til teknologiske bedrifter som arbeider mot maritim næring. Det kom inn flere forskjellige forslag til løsninger, som ble vurdert av en styringsgruppe fra fiskeflåten. Fiskeflåten mente at AIS baserte systemet fra Jotron AS (www.jotron.com) var det mest aktuelt systemet. Dette fordi eksisterende mottakerutstyr kunne brukes om bord, redskapen ville være synlig ovenfor annen båttrafikk i nærheten og oppnåelig pris (Dyp, 2008)⁸.



Figur 8 Skisse over et peilingsystem som baserer seg på AIS/GPS sendere og AIS mottaker tilkoblet en Kartplotter (Dyp, 2008).

⁸ Dyb, J.E., Elektronisk bøye: Slutt rapport del 2. Rapport Å0816, Møreforskning Ålesund.

3 GRUPPEARBEID

3.1 ARBEIDSGRUPPENS SAMMENSETNING

Person	Institusjon	Gruppemøte 1	Gruppemøte 2
Gjermund Langedal	Fiskeridirektoratet	X	X
Bjørn Jørgensen	Garnfisker	X	X
Jack Jensen	Garnfisker	X	X
Eduardo Grimaldo	SINTEF Fiskeri og Havbruk	X	X
Svein Helge Gjøsund	SINTEF Fiskeri og Havbruk	X	
Lasse Rindahl	SINTEF Fiskeri og Havbruk	X	X
Manu Sistiaga	SINTEF Fiskeri og Havbruk	X	
Erik S. Hognes	SINTEF Fiskeri og Havbruk		X

3.2 REFERAT FRA GRUPPEMØTE nr 1

Gjermund Langedal informerte om Fiskeridirektoratets (Fdir) årlige opprenskningstokt. Fiskere som taper bruk skal i henhold til § 78 i utøvelsesforskriften melde fra Kystvaktsentralen om tapet. Tap kan også meldes Fiskeridirektoratet som gjennomfører årlige opprenskningstokt etter tapte fiskeredskaper. På disse toktene finner de igjen omlag 50 % av innmeldt tapt bruk, men dette kan variere med brukstype, tapsforhold og områder.

Det var enighet i gruppen om at hovedfokus burde være på garn.

Jack Jensen la tidlig vekt på at dette prosjektet kanskje hadde feil fokus med tanke på å komme problemstillingen med spøkelsesfiske til livs og trakk frem flere poenger han mente burde vært fokusert på i denne sammenhengen:

- Først og fremst er tap av garn et problem i fisket etter blåkkeite på dypt vann i kontinentalskråningen.
- Dette problemet har med all sannsynlighet en sammenheng med reguleringsmønsteret av blåkkeitefisket. Dette fiskeriet er tidsbegrenset til to perioder på sommeren med en felles kvote for alle deltakere. Når kvoten er oppfisket eller perioden slutt stenges fiskeriet. Det er derfor om å gjøre for fiskerne å ta sin tilmålte fartøykvote så fort som mulig for å berge sin andel. Dette fører til at flere aktører føler seg presset til et uansvarlig driftsmønster hvor brukstap kan bli en konsekvens.
- Tapte garn kan også være en konsekvens av holdninger til den enkelte fisker. Alt etter alder og kvalitet på garn kan det være fristende å la tapte garn stå i stedet for å bruke tid og energi på sokning.
- Det bør innføres rapporteringsplikt ved tapt bruk. Merk! Det er rapporteringsplikt, jfr. § 78 i utøvelsesforskriften.

Begge fiskerne la også tidlig frem noen poenger som de anså for viktige dersom prosessen videre skulle dreie seg om utvikling av nye materialer i redskapet.

- Nedbrytbare garn bør ha like god lagringsegenskap som dagens garn
- Nedbrytbare garn må være like fangsteffektive som dagens garn
- De bør ikke ha en høyere pris enn det redskapet som brukes i dag.
- Dersom de skal bli implementert i store deler av fiskeflåten i løpet av kort tid må det sannsynligvis inn regulerings foranstaltninger som påbyr dette.

Etter en runde rundt disse innspillene foreslo Gjermund Langedal at det ble forsøkt å lage en oversikt over de ulike garnfiskeriene i Norge der en vurderte fare for tap, mulighet for gjenfangst og fare for spøkelsesfiske. Dette ble gjort på bakgrunn av innspill fra alle deltakerne.

Tabell 1 Oversikt over aktuelle fiskerier i forhold til spøkelsesfiske

Art	Periode	Dybde	Årsak til tap	Mulighet for gjenfangst ved sokning	Fare for Spøkelsesfiske	Problem
Rognkjeks	Vår/ Sommer	0-10 m	Fiske på svært grunt vann gjør disse garna sårbar for vær, spesielt bølger. Et annet problem her er at disse garna kan bli infisert av store mengder kongekrabbe som gjør den umulig å håndtere på de relativt små fartøyene som deltar i dette fiskeriet.	Dersom bruk tapes på grunn av vær ender det stort sett i fjæra. Problemet med kongekrabbe kan være at båten ikke klarer å hale lenka til seg, og sokning avhjelper da ikke situasjonen.	For garn som tas av været er risiko liten siden garna enten ender på land eller males sund mot fjæra. Når de går ful av krabbe vil det være en risiko for at de starter et spøkelsesfiske når krabben har råtnet opp	Liten
Torsk (hyse)	Desember -Mai	30-300 m	Avkjøring av iler eller bunnfast samt brukskollisjon. I tillegg er det noe slurv med "lette" iler på strømutsatte områder.	Bruk som tapes i dette fiskeriet kan gjenfinnes ved sokning, men ofte kan bruket være tatt andre redskap.	Lite omfang av tapte garn, og de som tapes grunnet redskapskollisjon har oftest sterkt redusert fiskeevne	Lite, men i noen områder middels
Sei (Uer, lange) (Nord-Norge)	Januar og mai-des	150-500 m	Avkjøring av iler eller bunnfast. I tillegg er det noe slurv med "lette" iler på strømutsatte områder. Mindre brukskonflikt her.	Bruk som tapes i dette fiskeriet kan gjenfinnes ved sokning, men ofte kan bruket være tatt andre redskap, spesielt trål.	Lite omfang av tapte garn, og de som tapes grunnet redskapskollisjon har sterkt redusert fiskeevne	Lite, men i noen områder middels
Sei (Mørekyten)	Februar-mai	30-200 m	Avkjøring av iler eller brukskollisjon. I tillegg er det noe slurv med "lette" iler på strømutsatte områder.	Bruk som tapes i dette fiskeriet kan gjenfinnes ved sokning, men ofte kan bruket være tatt andre redskap, spesielt trål.	Lite omfang av tapte garn, og de som tapes grunnet redskapskollisjon har sterkt redusert fiskeevne	Lite
Breiflabb	Mai - desember	50-300 m	Avkjøring av iler, bunnfast og brukskollisjon. Lange lenker øker risiko for sistnevnte. Nytt fiskeri der oversikten over reelt tap er mangelfull	På de aktuelle bunnforholdene vil sokning være mulig, men grunnet lite oversikt over fiskeriet er det vanskelig å si noe om status. Det antas imidlertid at andre redskapsgrupper bidrar noe til redusert spøkelsesfiske.	Ukjent, men antas ha en viss effekt.	Ukjent, oppleves økende

Kveite	Desember-januar	100-400m	Avkjøring av iler. Garna settes i bratte bakker og det er risiko for at de blir tatt av strøm under setting. Bunnfast bruk kan også her være problem.	Sokning vanskelig dersom garna blir tatt av strømmen. Ved avkjørt ile er det godt mulig.	Kveitegarn som mistes utgjør en risiko for spøkelsesfiske, men det totale omfanget av dette fiskeriet er beskjedent.	Lite
Blåkveite	Juni-august	500-1000m	Avkutting av iler er et særlig stort problem her siden fangstfeltene ligger i leden til handelsflåten. Intensivt fiskeri som følge av reguleringssystemet fører ofte til at det blir satt garn på områder med dårlig bunn og fare for å slite av bruk.	Sokning svært krevende. Dypt vann, mye strøm og intensivt fiskeri gjør at tapte garn for en stor del blir igjen i sjøen. Med hensyn på strøm og nedsynkingstid er det ofte en viss usikkerhet knyttet til nøyaktighet for posisjon.	Fare for spøkelsesfiske. Driften foregår i områder med lite annen aktivitet, og garnene kan fiske i flere år	Middels
Lange på Møre/Vestlandet	Mai-desember	150-500m	Avkjøring av iler eller bunnfast. I tillegg er det noe slurv med "lette" iler på strømutsatte områder.	Sokning kan være en utfordring på dypt vann, men en del gjenfangst.	Lite omfang av tapte garn, og de som tapes grunnet redskapskollisjon har sterkt redusert fiskeevne	Lite

3.3 KONKLUSJONER FRA GRUPPEARBEID nr 1

3.3.1 Bruk av nedbrytbare materialer

Utfordringene med å få fiskere til å ta i bruk nye garntyper vil være en sentral barriere for å få nedbrytbare garn inn i fiskeriene. Dersom disse har høyere pris, kortere levetid eller dårligere fiskeegenskaper enn dem som brukes i dag må en slik teknologi implementeres gjennom et forbud mot bruk av dagens garn. Dette vil i så fall være et svært drastisk tiltak, og det vil kreve svært god dokumentasjon av positive effekter for å la seg gjennomføre. Dette blir spesielt utfordrende med en løsning der bare deler av garnet brytes ned for å redusere/ eliminere fiskeevne; da har en igjen problematikken med garnrester som står igjen på bunnen til heft for andre fiskere.

Det kan allikevel være aktuelt for myndighetene å vurdere slike tiltak i enkelte fiskerier der problemet med spøkelsesfiske er særlig stort. I Norge er det i blåkveitefiskeriet at dette vil være mest aktuelt. Dette kan også være et fiskeri der dette er enklere å få gjennom i praksis siden dette blir utøvd i kortere perioder hvert år, og redskapspris eller varighet blir ikke like avgjørende som i fiskeriene med lengre sesonger og mindre marginer.

3.3.2 Hindre tap av garn

Avkjøring av iler (andre fartøy som kjører over ilene og kutter dem ubevisst) er et av problemene som fører til tap av garn. Tiltak for å redusere faren for avkjøring kan redusere mengden tapte garn. Tiltak her kan være bedre synliggjøring av iler på radar og elektroniske kart eller nye typer iler som er mindre utsatt for avkjøring, evt. med en sikringsmekanisme som lar en finne igjen ilen selv om blåsen kjøres av.

3.3.3 Gjenfinning av tapte garn

Det ble påpekt at mye av garntapet skyldes manglende innsats fra fiskerne når det gjelder sokning. Der de tekniske problemene oppgis å være størst er på dypt vann og i bratte bakker der avdriften (avdrift grunnet strøm) før garnene treffer bunnen kan være så stor at det er utfordrende å vite hvor en skal sokne. Dette gjelder i hovedsak for fiske etter blåkveite og vanlig kveite. Her blir det trukket frem tre mulige strategier for å redusere spøkelsesfiske:

- Stimulere til økt innsats på sokning
- Økt bruk av innmelding til myndigheter (automatisk eller manuelt)
- Hjelpemidler for å finne igjen garn som ikke står i de posisjonene fartøyet har registrert under setting. Dette å være seg både til hjelp både for fisker og for Fiskeridirektoratet under opprenskningstokt.

3.4 REFERAT FRA GRUPPEMØTE nr 2

Eduardo Grimaldo presenterte den siste versjonen av rapporten. Først ble det vist en oppdaterte litteraturstudien der tre vitenskapelig artikler om nedbrytbare monofilament til garn har blitt utviklet og testet i Korea, deretter gikk han gjennom konklusjonene fra første gruppearbeid, blant annet tabellen med oversikten over aktuelle fiskerier i forhold til spøkelsesfiske, og tilsist presenterte han forslag til videre arbeid.

Angående bruk av nedbrytbar materialer presenterte Erik Hognes relevante egenskaper til plastmaterialet "polybutylen succinate" (PBS) som er et biologisk nedbrytbart materiale som kan minske omfanget av spøkelsesfiske fra redskap som blir forlatt eller mistet. Det var enighet i gruppen om at løsninger rundt nedbrytbar materialer til garn for å unngå spøkelsesfiske innebærer mye usikkerhet i forhold til materielle egenskaper, fiskeevne, lagring, osv. Det ble foreslått i så fall å lage først en analyse av hvor realistisk er å bruke garn med nedbrytbarkomponenter.

Når det gjelder forslag til å hindre tapt av garn ble det presentert tre løsninger: Intelligent bøye, varsel om havstrøm med applikasjon for beregning av avdrift for redskap, og sikringssile med galvanisk utløser. Det var enighet i gruppen om at de to første løsningene synes mest interessante.

Det ble foreslått å inkludere følgende i rapporten:

- En kort beskrivelsen (statistikk) av garnfiske etter blåkveite.
- En diskusjon rundt tekniske reguleringer som fører til at garn tapes under blåkveitefiskeriet. I tillegg ble det foreslått å forby kveitefiske med garn som det mest ekstreme forslag for å redusere tapt av garn.
- Informasjon om sonarreflektor som ble testet av CMR Bergen og sonaren fra det Engelsk forsvaret.

4 DISKUSJON, FORSLAG TIL TILTAK OG VIDERE ARBEID

Selv om mandatet til dette prosjektet var å se på nanoteknologi og nedbrytbare materialer, vil vi også ta med andre forslag for å redusere spøkelsesfiske som kom frem som en del av arbeidet.

4.1 BRUK AV NEBRYTBARE MATERIALER I DELER AV GARNET FOR Å REDUSERE FANGSTEVNE ETTER TAP

Det er som nevnt i litteraturstudiet svært urealistisk å bygge hele garn (flyteline, blyline, garnstreng) i nedbrytbare materialer. Det som imidlertid er en reel mulighet er å benytte nedbrytbare materialer i deler av garnet (en eller flere komponenter) slik at fiskeevnen tapes over tid.

4.1.1 Materialvalg

Når det gjelder nedbrytbare plastmaterialer finnes det tekniske løsninger på dette, men disse har også en miljømessig bakside som gjør at prosjektet velger å fraråde bruk av disse i fiskeredskaper. Nedbryting av syntetisk materiale i mindre fragmenter tilfører økosystemet i havet unaturlige substanser som vi ikke kjenner effekten av, og det er risiko for opptak i marine organismer med uheldig resultat. Før det går videre med dette anbefales en solid utredning og potensielle skadeeffekter. Naturfibre har historisk sett vært utgangspunktet for de fleste fiskeredskap og vil kunne brytes ned med liten risiko for forurensningseffekt på lang sikt. Før multifilament av nylon kom på markedet ble impregnert bomull eller hamp brukt i garnproduksjon. Bruk av bomull i garnstrengen er en mulighet som har vist å gi god effekt i forhold til redusert fiskeevne ved tap (*Matsushita et al., 2008*) ved at materialet svekkes etter en tid i havet slik at maskene vil rives i kontakt med fisk. Galvaniske materialer vil også kunne vurderes brukt i deler av garnet, men også her bør miljøpåvirkning vurderes før en setter i gang tiltak.

4.1.2 Implementering av nedbrytbare materialer i garn

Anekdotisk informasjon fra fiskere forteller at bomullsgarn har dårligere fangsteffektivitet enn multifilament nylon, og mye dårligere effektivitet enn garnstrenger av monofilament nylon. Det gjør at det vil være lite hensiktsmessig å bruke bomullsmateriale i hele garnstrengen. Det som virker mest nærliggende å få til uten at det går på bekostning av fangsteffektiviteten vil være å benytte nedbrytbart materiale mellom garnstreng og flytelegemer. Dersom oppdriften forsvinner vil fiskeevnen sannsynligvis reduseres betraktelig, selv om fisk og skalldyr også ville kunne vikle seg inn i garmlin som ligger på bunnen.

De fleste moderne garnfartøyer er rigget for drift med garn som har flytetelne som eneste oppdriftsmiddel. Spesielt garngreiere er lite egnet for garn med ringer eller påmonterte flytelegemer. Derfor er det mest rasjonelt i å se på tiltak for garn med flytetelne. Det vil være mulig å feste garnstrengen til flytetelne med bomullstråd eller galvaniske utløsere. Dette forutsetter at flytetelne allikevel er festet til bunttelne slik at ikke den flyter opp og blir en fare for skipstrafikken. Dette vil være en måte å gjøre det på som i utgangspunktet ikke vil redusere fangstevnen til garnet.

Når det gjelder hva en skal velge av bomull eller galvaniske utløsere er det argumenter for og i mot begge:

- Bomull har lav egenvekt og en nedbrytingstid som er relativt lang siden den svekkes litt etter litt.

- Bomull vil ikke påvirke oppdriften til garnet.
- Galvaniske utløsere har en relativt kjent nedbrytingstid og vil brytes uavhengig av ytre påvirkning når de er tært opp. Disse har imidlertid en negativ oppdrift som må tas med i beregningen når en velger dimensjon på flytetelne.

4.1.3 Totalvurdering og anbefalinger

Bruk av nedbrytbare materialer kan ha en positiv effekt når det gjelder å redusere mengden fisk som dør ned i garn som går tapt. Når det gjelder valg av materialtype er det viktig å være føre var i forhold til potensiell forurensningsfare. Det sikreste, og etter litteraturstudiet mest gunstige, vil være å benytte naturmateriale som bomull eller galvaniske utløsere. Den effekten tap av fiskeevne vil ha kan karakteriseres som en "halv seier", siden komponentene i garnet likevel blir liggende på havbunnen og i tillegg til generell forurensning også utgjøre en risiko for konflikt med fiskeredskaper som settes i området senere. Dersom en forutsetter at garnene går tapt uansett vil det allikevel være en stor miljømessig gevinst i å redusere fiskedødeligheten. Anbefalinger til videre arbeid og utvikling:

- Det anbefales å gjøre en case-studie mot blåkkeitefisket. Det er i følge faggruppen her det er størst tap av garn og minst sjanse for å få tak i tapt bruk ved sokning. Dette er også et fiskeri som foregår over en begrenset periode av året og således enklere å regulere og følge opp.
- Det bør gjøres en mer inngående studie på hvordan en best implementerer nedbrytbare materialer i garnet, dette gjøres i samarbeid med redskapsprodusent. Denne studien bør ta for seg:
 - Hvordan en praktisk kan bygge opp garnet med hensyn til maskinell skyting, vedlikehold og ombordhåndtering.
 - Test i strømtank for å avgjøre hvorvidt ny oppbygging (eks galvaniske elementer med negativ oppdrift) påvirker garnets symmetri på bunnen.
 - Test av nedbrytningstid på ulike materialer og en modellering av hvor lang tid det faktisk tar før garnet mister fiskeevne.
- Det bør studeres hvor realistisk er faktisk å bruke garn med nedbrytbare komponenter, bl.a. mht. nedbrytbarhet under lagring av redskap over lengre tid.
- Det bør så gjennomføres fullskala forsøk under blåkkeitefiskeri der en registrerer:
 - Fangstevne på garn med og uten nedbrytbare materialer
 - Problemer knyttet til redskapshåndtering
 - Problemer knyttet til ekstra slitasje på komponenter med nedbrytbare materialer
 - Generelle tilbakemeldinger fra mannskap.

Et slikt forsøksoppsett vil være mest nærliggende å inkludere i et FHF-finansiert hovedprosjekt. Alternativet er et forskerprosjekt i Havet og Kysten-programmet til forskningsrådet, men her er det mindre sannsynlighet for å fullfinansiere et slikt prosjekt. Andre programmer i forskningsrådet fokuserer på KMB eller BIP- prosjekter, og disse krever et større engasjement fra industrien enn det som vil være realistisk å forvente her. Kostnadsramme for et slikt prosjekt anslås til ca. NOK 1 000 000. Budsjettet forutsetter at prosjekt tildeles en forskningskvote på ca. 25 tonn blåkkeite til å gjennomføre feltarbeid. Varighet på et slikt prosjekt estimeres til mellom 10 og 12 måneder.

4.2 HINDRE TAP AV GARN

Å hindre tap av garn vil i utgangspunktet være den ideelle løsningen, men å løse dette teknologisk er utfordrende. Med basis i faggruppens vurderinger vil det allikevel være noen element som går an å ta tak for å redusere omfanget av tapte garn. Ut fra gruppearbeidet ser vi at det er noen hovedårsaker til garntap:

- Konflikt med andre redskaper. Garn blir tatt av trål eller snurrevad og flyttet fra opprinnelig posisjon, ile kan bli avkjørt og garnlenke kan bli delt.
- Avkjøring av ile. Andre fartøy kjører over ile og kutter denne med propellen
- Bunnfast. Garn setter seg fast i ujevn bunn og lenka slites av under haling.
- Strømpåvirkning. Garn som settes i strømutsatte områder med bratte bakker kan bli tatt av strømmen og ende opp langt utenfor den posisjonen de opprinnelig ble satt i.

4.2.1 Mulige tiltak

Problematikken med faststående redskap er vanskelig å angripe med en ren teknologisk tilnærming. Det handler i stor grad om lokalkunnskap om bunnforhold på fiskefeltene. Strøm og avdrift vil være en medvirkende årsak til at garn setter seg fast, bedre kontroll på avdrift kan virke avhjelpende.

Konflikt med andre redskaper skyldes i hovedsak at fartøy som fisker i området ikke har oversikt over hvor og hvordan faststående redskaper faktisk står. Elektronisk merking av slike redskap med direkte signaler til andre fartøys kartplotter eller radar kan være et bidrag for å redusere dette. En enhet med GPS og radiosender (UHF eller VHF) på hver ende av garnet med unik ID vil kunne sende ut signal til fartøy i nærheten om posisjon, hvem som eier lenka og hvilke bøyer som hører sammen.

Tap som følge av strøm og avdrift skjer i hovedsak på dypt vann og i bratte bakker. Dette problemet kan reduseres dersom fiskerne har verktøy for å beregne reel avdrift på redskapet fra overflate til bunn. Det finnes i dag simuleringsmodeller for havstrøm langs norskekysten som baserer seg på geografiske forhold samt input fra Metrologisk Institutt på observasjoner av vær. Det finnes også meget nøyaktig programvare for å beregne vannstrømmens påvirkning på fiskeredskaper. Ved å kombinere disse med data for en garnlenke (vekt på dregg, dimensjon på flyte- og blytelne, tråddiameter, høyde og maskevidde) opp mot kartplotter med installert programvare vil det kunne være mulig for fisker å legge inn et spor på bunnen han ønsker at garnet skal stå, for så å få beregnet hvordan han bør sette garnet på overflaten.

Tap som følge av avkjørt ile kan løses ved at et ekstra flyteelement under vann utløses av en galvanisk enhet som tæres opp etter en gitt tid (se figur 2). På dypt vann kan dette medføre en utfordring relatert til forholdet mellom oppdrift og tyngde på garndreggen, men det er faktorer som er enkle å beregne. Ideelt sett vil en slik sikring kombineres med en trykksikker GPS-enhet som sender et aktivt signal i det den når overflaten.

4.2.2 Totalvurdering og anbefalinger

Det er prosjektgruppes vurdering at det er meget viktig å fokusere på reduksjon av garntap siden dette ikke bare løser problemet med spøkelsesfiske, men også vil utgjøre en driftsøkonomisk fordel for fiskerne. Når det gjelder teknologiske løsninger for å redusere omfanget av garntap ser vi flere muligheter og innfallsvinkler til dette. Vi vil her kort beskrive noen forslag til mulige videreføringsprosjekter.

- **Intelligent bøye.**

Det finnes i dag hyllevareteknologi for å spore objekter via en kombinasjon av GPS og ulike kommunikasjonsløsninger (UHF, VHF, GSM). Det vil være mulig å marinisere disse løsningene forholdsvis enkelt. Så lenge disse har en unik ID vil det være mulig å produsere programvare for de fleste kartplottersystemer som ut fra disse ID-opplysningene kan gi andre fartøy opplysninger om:

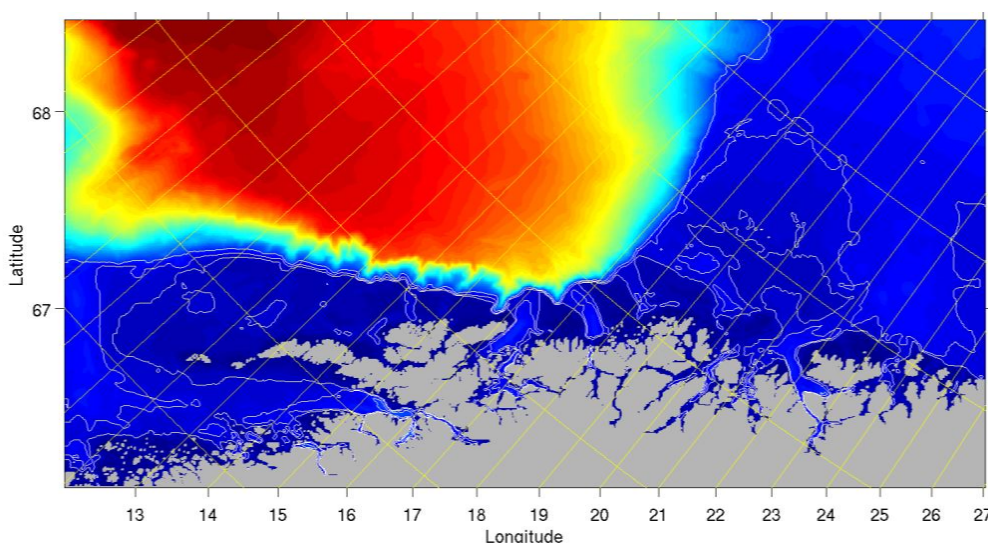
- Brukstype
- Hvilke bøyer som hører sammen (hvor redskapet står på havbunnen)
- Ståtid
- Fartøy som eier redskapet

Utvikling av et intelligent bøye skal bygges videre på prosjektet "Elektronisk bøye" som ble gjennomført av Møreforskning. Dette må gjennomføres i samarbeid med firmaer som i dag er på markedet med elektroniske kart for fiskeflåten (Olex, MaxSea). Dette vil være et prosjekt der det finnes nok kjent bakgrunnsinformasjon til å gå direkte i gang med et hovedprosjekt med mål om å utvikle en prototyp for uttesting.

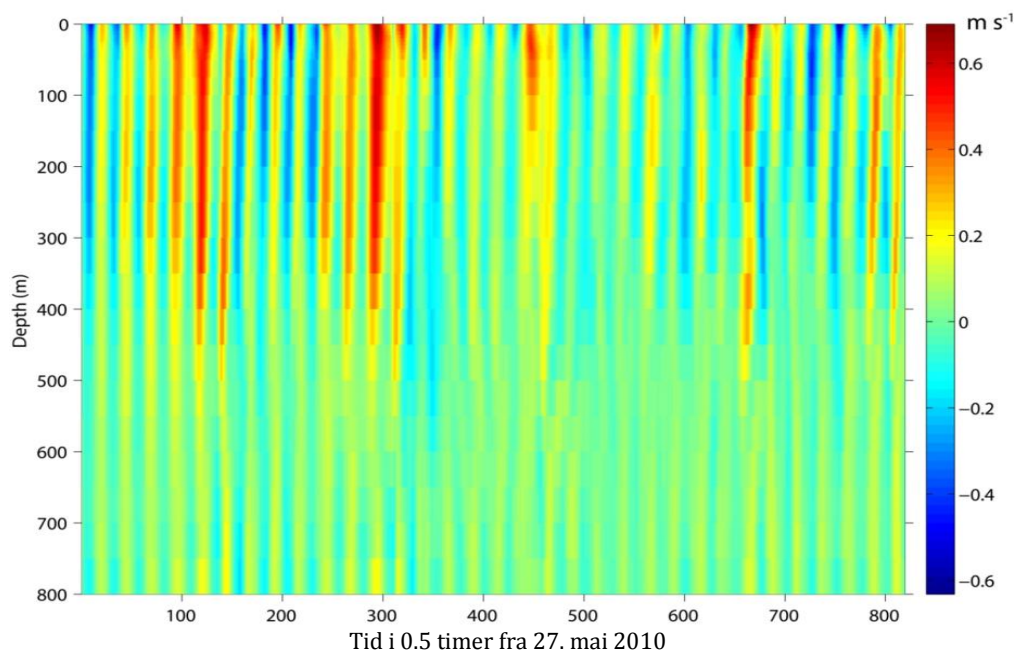
Et slikt prosjekt forutsetter at vi kan involvere en produksjonsbedrift som kan være ansvarlig for å gjennomføre den teknologiske utviklingen og konstruksjon av en 0-serie for uttesting. I dette tilfellet kan en samarbeid mellom SINTEF og Møreforskning forestå den fiskerifaglige biten som et FHF-prosjekt og produsent og krevende kunde kan inngå en IFU-kontrakt for å dekke den produksjonstekniske biten samt bygging av 0-serie for uttesting. En estimert prosjektkostnad for et FHF prosjekt vil være på ca. NOK 2 200 000 – 2 600 000. Et slikt prosjekt vil ha en varighet på omlag 16 mnd.

- **Varsel om havstrøm med applikasjon for beregning av avdrift for fiskeredskap.**

Dette baserer seg også på ny anvendelse av kjente teknologier. Det er utarbeidet relativt nøyaktige modeller for beregning av havstrøm gjennom vannsøylen basert på metrologiske og oseanografiske data sett i sammenheng med bunntopografi. Disse modellene er utviklet for petroleumsindustrien og avhenger av gode data på bunntopografi. De fleste blåkkeitefeltene ligger innenfor MAREANO-området der bunntopografien er registrert på et høyt detaljnivå. Det er altså mulig å beregne strøm i nåtid og få ut varslere frem i tid time for time, gjennom hele vannsøylen (Fig 9 og 10).



Figur 9. Resultat fra en testkjøring med en modell med horisontal oppløsning på 800m på blåkkeitefeltet i Nordland området.



Figur 10. Resultat fra en testkjøring med en modell med horisontal oppløsning på 800m: Strøm på tvers av sokkelen i posisjon: 70°28'N, 17°05' (Blåkveitefeltet i perioden 27. mai – 12. juni, 2010). Negative hastigheter angir retning ut fra sokkelen.

I tillegg finnes det meget nøyaktig programvare for å gjøre hydrodynamiske beregninger på hvordan havstrøm påvirker fiskeredskaper basert på fiskeredskapets oppbygging og påvirkende krefter. Her har det vært meget interessant å gjøre et forprosjekt å kartlegge:

- Potensiell nøyaktighet i aktuelle områder
- Mulige modeller for organisering av distribusjon av strømvarsel
- Mulighet for å koble ny programvare opp mot eksisterende kartverktøy (OLEX)
- Mulighet for å lage en applikasjon i OLEX som beregner avdrift av fiskeredskap.
- Estimat av kostnad for sluttbruker (realistisk investering?)

Kostnadsramme for et slikt prosjekt anslås til ca. NOK 1 000 000. Oppfølging av et slikt forprosjekt vil være et større hovedprosjekt der flere finansielle kilder trekkes inn, her kan det være aktuelt med et innovasjonsprosjekt gjennom forskningsrådet i samarbeid med leverandør av elektroniske karttjenester.

• Sikringsile med galvanisk utløser.

Dette går på å ha et flyteelement nedsenket på ilen med en slakk eller oppkveilet line med galvanisk utløser som frigjøres og flyter opp etter en bestemt tid. De teknologiske komponentene for dette finnes i stor grad, men det må gjøres endel beregninger for å dimensjonere og tilpasse dette for å få det til å fungere i praksis.

- Hvor stor oppdrift kan flyteelementet ha i forhold til dregg?
- Hvordan dimensjonere sikringsline for å minimalisere strømpåvirkning?
- Hvor dypt bør sikringsline festes?
- Er det rasjonelt å bruke selvoppblåsende flyteelement?

Kostnadsramme for et slikt prosjekt anslås til ca. NOK 600 000. Varighet på et slikt prosjekt anslås til omlag 6 måneder.

- **Endring av tekniske reguleringer i garnfiske etter blåkveite.**

Noen mener at gjeldene reguleringsmønster i direkte fiske etter blåkveite, er en vesentlig årsak til at dette fisket avstedkommer en del uønsket spøkelsesfiske, forårsaket av bortsatt garnbruk. Konsekvensen av gjeldene regulering er at fiske organiseres som et reint olympisk fiske (kappfiske), der de raskeste, flinkeste, djerveste og kanskje heldigste lykkes å ta fartøyets maksimalkvote før fisket stoppes, når periodekvoten eller totalkvoten er beregnet oppfisket. Dette kan føre til at enkelte setter garnbruk under vær og strømforhold som fiskerne normalt ville unnlatt å fiske under. Garna kan også bli satt på steder der bunnforholdene er så dårlige, at risikoen for tap er større enn normalt, fordi de ”gode” plassene er opptatt av andre, som også deltar i fisket.. Det er nærliggende å anta at denne måten å fiske på, kan utvikle holdninger som gjør at man lettere risikerer å sette garnbruk under forhold, og på steder, der redskapen helst ikke burde bli satt. Ved å endre avviklinga/ reguleringen av blåkveitefisket, slik at et olympisk fiske unngås og forutsigbarheten økes, kan en mulig uheldig holdningsutvikling avhjelpes. Selv om hvert enkelt fartøys kvote da vil bli redusert, vil kostnadene med å få tatt den bli betydelig mindre.

4.3 HJELPEMIDLER FOR Å FINNE TAPTE GARN PÅ BUNNEN

Det er flere teknologileverandører som tilbyr utstyr for telemetrisk sporing under vann, i første rekke utviklet for å kunne følge vandringsmønsteret til fisk og sjøpattedyr. Et typisk system av denne typen baserer seg på en akustisk sender som er av en slik størrelse at den kan opereres inn i magen til en fisk og et sett av faste mottakere som triangulerer disse signalene. Dersom en skulle gå videre med å tilpasse denne typen teknologi til å avhjelpe problematikken med spøkelsesfiske må en først definere om det skal være et hjelpemiddel for det enkelte fartøy eller et hjelpemiddel under opprenskningstokt. Dersom det skal være tilgjengelig for hvert enkelt fartøy krever det at mottakersystemet er noe enklere og har et mer brukervennlig grensesnitt enn om det kun skal opereres fra et spesialfartøy der personell med større teknisk kompetanse er tilstede.

Det konseptet som ser mest lovende ut, både prismessig og prinsipielt, er utstyr som benyttes for å følge fisk og sjøpattedyr under vann. Dette benyttes i biologiske studier av fiskevandring, og av havbruksnæringen for å registrere vandringsmønster til fisk i merd. Dette er små akustiske sendere som opereres inn i bukhulen på fisken, og et relativt enkelt peilesystem (Figur 11).



Figur 11. Dette systemet består av (fra Venstre) Mottakerenhet, Multiretningshydrofon, retningsbestemt hydrofon og akustisk sender i en ønsket størrelse (etter batteribehov og signalstyrke). (<http://www.vemco.com/index.php>)

Prisen på systemet vist i Figur 11 vil i følge fabrikanten Vemco i Canada ligge på:

Komponent	Kostnad (NOK)
Mottakerenhet med multiretningshydrofon	36,500
Retningsbestemt hydrofon	7,900
Sender med batterilevetid på 5 år	2,175
SUM	46,575

Dette er et system med kortere rekkevidde enn det som behøves i blåkveitefiskeriet, og er ikke anbefalt over 1000 meter. Det er allikevel realistisk å anta at denne teknologien kan skaleres opp til lengre rekkevidde uten betydelig kostnad; hovedfokuset til de produsentene som har dette utstyret på markedet i dag har vært å minimere størrelse, og størrelsesbegrensning kan i seg selv medføre økte kostnader på utstyret.

Mottakerenheten er en batteridrevet separat løsning som er beregnet for å kunne brukes i en åpen lettboat uten strømkilder i nærheten. Det er sannsynlig at et slikt system kan lages rimeligere dersom det benyttes opp mot en eksisterende datamaskin ombord i en fiskebåt.

Forprosjektets anbefaling er at det kjøres en begrenset forstudie der en utarbeider en kravspesifikasjon (muligens to: en for et hjelpemiddel til fiskeflåten og en som et rent hjelpemiddel for opprenskningstøkt) og går i dialog med de produsentene som er på markedet i dag og kartlegger:

- Hva kan løses med eksisterende teknologi?
- Hva må tilpasses?
- Hva må utvikles?
- Kostnad og finansieringsmuligheter for utviklingsarbeid
- Kostnadsoverslag for en endelig teknologi.

Kostnadsramme for et slikt prosjekt anslås til ca. NOK 400 000 – 600 000.

Appendiks A: Litteraturgjennomgang

Land	Fiskeri/tema	Problem	Studie	Løsning	Stikkord	Kommentar	Referanse	Nr
Thailand	Teinefiske etter krabbe	Tapte / forlate fiskeredskap	Spøkelsesfiske forsøk		Krabbeteiner, Fiskeevne, Impregnering	Vitenskapelig artikkel	Boutson et al., 2008	1
Norge	Garnfiske etter blåkveite	Tapte / forlate fiskeredskap	Fangstevne av garn i lenge perioder		Spøkelsesfiske, Blåkveite, Fangstevne, Tapte garn,	Vitenskapelig artikkel	Odd-Børre Humborstad et al., 2003	2
Norge	Garnfiske etter blåkveite	Kvalitet	Kvalitet på garnfanget blåkveite i relasjon til ståtid	Ståtid- optimalisering	Blåkveite, Garn, Ståtid, Kvalitet.	Rapport fra Møreforskning (På oppdrag fra Fiskeridirektoratet	Inger Fossen 2010	3
Japan	Garnfiske etter hummer	Tapte / forlate fiskeredskap	Analyse av maske bruddlast i bomull garn	Bruk av bomullsgarn	Bomull fiber, Degradering, Spøkelsesfiske, Garn, Japanese spiny lobster, Maske bruddlast.	Vitenskapelig artikkel	Matsushita et al., 2008	4
Norge	Garnfiske etter blåkveite	Tapte / forlate fiskeredskap	Tekniske reguleringer i garnfiske etter blåkveite	Tekniske reguleringer	Opprensning av tapte garn, Rapportering, Konflikter med andre virksomhet, Krav til redskap,	Rapport fra Fiskeridirektoratet	Fiskeridirektoratet, 2006	5

Norge	Garnfiske etter blåkveite	Tapte / forlate fiskeredskap	Tekniske reguleringer i garnfiske etter blåkveite	Tekniske reguleringer	Opprensning av tapte garn Rapportering, Konflikter med andre virksomhet, Krav til redskap.	Notat fra Fiskeridirektoratet	Fiskeridirektoratet, 2005	6
Norge	Garnfiskeri	Tapte fiskegarn	Oversikt over problem og mulige løsninger		Kartlegging av mulige løsninger, Biologisk nedbrytbare materialer, Kjemisk nedbrytbare materialer, Akustisk utløser, Tiltak til å hindre redskapskonflikter, Tiltak for å hindre konkurranse fiske, Rapportering av tapte garn, Krav til bruddstyrke på redskap.	Rapport fra Hareide Fiskeconsult AS	Hareide og Garnes, 2002	7
Japan	Nedbrytbare bakterie	Miljøforurensing			Biodegradering, Nedbrytbare bakterier, Dypvann	Vitenskapelig artikkel	Sekiguchi et al., 2010	8
Japan	Litteratur gjennomgang	Spøkelsesfiske	Litteraturgjennomgang		Kartlegging av mulige løsninger, Forebygging tap av redskap, Opprensning av tapte fiskeredskap, Utvikling av nedbrytbare fiskeredskap	Vitenskapelig artikkel	Matsuoka et al	9

US	Teinefiske etter krabber	Spøkelsesfiske	Degraderingsrater av "escape cords"	Escape cords	Escape cords Teiner Degradering Sisal Bomull Polyester	Rapport from Washington State Dept. of Fish and Wildlife	Redekopp et al., 2006	10
Norge	Garnfiskeri	Tapte fiskegarn	Krefter og fartøybevegelse under haling av garn	Iletaudiameter	Iletaudiameter, Strekkbelastning i iletau, Fullskalamålinger, Synkehastighet og synkeforløp til garnlenker,	SINTEF Rapport SFH80 A053017 (På oppdrag fra Fiskeridirektoratet)	Enerhaug, 2004	11
Norge	Garnfiskeri	Tapte fiskegarn		Garnopprensning, Meldeplikt for tapte garn, Etablering av trålfrie felt, Påbudt om merking av redskap	Eksisterende tiltak		Fiskeridirektoratet, 2005	12
Norge	Garnfiskeri	Tapte fiskegarn		Kvalitetssikring av påmeldte fartøy, Krav til merking av dregger, Bruk av andre redskap (line)	Forslag til ytterlige tiltak		Fiskeridirektoratet, 2005	12
Norge	Garnfiskeri	Tapte fiskegarn		Intervjuundersøkelser, Årlig garnoppdyddingen, Merking av fiskeredskap, Unngå brukskollisjoner ved å skille garn- og trålfelt, Skipstrafikken bør ledes utenfor garnområdene, Akustisk merking (?),	Forslag til å unngå garntap	EU prosjekt FANTARED II		13

EU	Garnfiskeri	Tapte fiskegarn	Oversikt over garnfiske i NE Atlantisk		Beskrivelse av dypvannsfiskeri, Fangst, Fiskeområder, Fiskeredskap, Ståtid, Regulering, Forslag til å unngå garntap	EU prosjekt DEEPNET		14
US	Garnfiskeri	Tapte / forlate fiskeredskap	Litteratur gjennomgang	Bruk av naturellfibertråd (bomull) til å henge garn til flytetelne		Proceedings of the second International Conference of Marine Debris, Hawaii, 1990	Breen, P., 1990	15
EU	Garnfiskeri	Tapte / forlate fiskeredskap	Litteratur gjennomgang		Opprensning av tapte garn		Graham, et al 2009	16
Skottland	Breiflabb og hai fiskeri i Rosemary Bank (Vest Skottland)	Spøkelsesfiskeri	Tokt		Tokt Spøkelsesfiskeri Breiflabb Hai	CEFAS slutt rapport	Large, P. et al., 2005	17
Norge	Nanoteknologi	Effekter ved bruk av nanoteknologi	Litteratur gjennomgang		Nanoteknologi, Bruk av nanoteknologi i Fiskeri og Havbruk, Effekt på fisk og kreps	SINTEF Rapport	Rainuzzo, J. 2010	18
Norge	Opprensning av tapte garn	Tapte garn	Rapport	Samtaler med fiskere, lokalisering og henting av garn	Garn Henting	Fiskeridirektoratet rapport	Misund et al., 2005 (Fiskeridirektoratet)	19
USA	Havmiljø påvirkning av plast	Plast og miljø	Problemstilling gjennomgang/diskusjon	Kontrollert livstid i brukt plast. Støtte til innlevert garn.	Plast Nedbryt Varighet	Proceedings artikkel	Andrady, A.L., 2000	20

Italia	Redskapsutvikling	Spøkelsesfiskeri	Gjennomgang		Tek. Utvikling Redskap Fiskeri	"Ocean & Coastal management" vitenskapelig artikkel	Valdemarsen, J.W., 2001	21
EU	Tapt av statisk fiskeredskap FANTARED 2	Spøkelsesfiskeri	EU prosjekt (følger FANTARED I) Litteratur gjennomgang Tøkt Workshop	"Code of conduct" Unngå redskaptap	Kvantifisering, Fiskeindustri, EU, Spøkelsesfiskeri	EU slutt rapport	IMR, AZTI, IPIMAR, IFREMER, et al., 1999	22
UK, Irland	Opprensning av tapte garn	Spøkelsesfiskeri	Opprensningstøkt		200-1600m dypde, Irsk/Engelsk hav, Garn, Henting	Tøkt rapport	Rihan D. et al., & Hareide N.-R. et al., 2006	23
USA	Nedbrytbare line i krabbe teiner	Spøkelsesfiskeri	Studie av forskjellige materialer og line konstruksjoner	Unngå bruk av syntetiske materialer	Nedbrytbare materialer, Syntetiske materialer, Teiner, Krabbe	Studie (Artikkel)	Redekopp et al., 2006	24
Japan	Metodikk for evaluering og løsninger for spøkelsesfiskeri	Spøkelsesfiskeri	Gjennomgang og metodikk		Kunstig rev, Spøkelsesfiskeri, Garn, Tapt redskap, Teine	"Fisheries Science" vitenskapelig artikkel.	Matsuoka et al., 2005.	25
EU	Spøkelsesfiskeri i EU område; Hvor viktig er den? Effektivisering av opprensning programmer	Spøkelsesfiskeri	EU prosjekt, litteratur gjennomgang Tøkt Workshop	"Code of conduct" Minimiser tap	EU farvann Spøkelsesfiskeri Passive redskap	EU sluttrapport	Brown et al., 2005	26
EU	Dypvann garnfiskeri	Tapte / forlatte garn	Opprenskingsmetodikk		Dypvann garn Spøkelsesfiske Opprensning Tapte garn	Vitenskapelig artikkel	Large et al., 2009	27

EU	Spøkelsesfiske	Tapte / forlatte garn	Litteratur gjennomgang		Effekter av tapte eller forlate fiskeredskap, Grunner til tapte eller forlate fiskeredskap, Eksisterende tiltak til å unngå spøkelsesfiske,	FAO Rapport	Macfadyen et al., 2009	28
EU	Spøkelsesfiske i EU-land	Spøkelsesfiskeri	Effekt av spøkelsesfiske og forvaltning		"Cost-benefit" modell, Grunn til tapte fiskeredskap, Tiltak i forskjellige EU-land	Vitenskapelig artikkel, "Marine Policy"	Brown and Macfadyen, 2007	29
Norge	Garnfiskeri	Tapte / forlatte fiskeredskap	Bruddlast til iletau		Bruddlast, Iletau, Forskjellige typer og kvaliteter av iletau	SINTEF Rapport STF80 A043036 (På oppdrag fra Fiskeridirektoratet)	Birger E., 2004	30
Norge	Garnfiskeri	Tapte / forlate fiskeredskap	Strømkrefter på iletau		Hydrodynamikk, Forsøk, Kabelsystem, Iletau	SINTEF Rapport STF80 A043035 (På oppdrag fra Fiskeridirektoratet)	Birger E., 2003	31
US	Garnfiskeri	Bifangst av hval og delfiner	Nedbrytbargarn	Bariumsulfat impregnering	Garn, Nedbrytbargarn, Delfiner, Hval,	Chemical and Engineering news	Yarnell, 2005	32
Canada	Teinefiskeri	Spøkelsesfiskeri	Galvanisk tidsutløser	Fullskala forsøk	Galvanisk tidsutløser krabbeteiner	Canadian Technical Report of Fishery and Aquatic Sciences No. 1803	Gagnon and Boudreau, 1991	33

Korea	Teinefiske etter krabbe	Spøkelsesfiske	Nedbrytbargarn laget av PBS monofilament	Nedbrytbarmaterial, PBS monofilament	Nedbrytbargarn PBS monofilament Snow crab Korea	J. Kor. Soc. Fish. Tech., 47(1), 28-37, 2007	Seong-Wook Park et al, 2007	34
Korea	Nedbrytbarmateriel	Spøkelsesfiske	Nedbrytbarhet av PBS monofilament	Nedbrytbarmaterial, PBS monofilament	Nedbrytbargarn PBS monofilament	J. Kor. Soc. Fish. Tech., 44(4), 265-272, 2008	Seong-Wook Park and jea-Hyun Bae, 2008	35
Korea	Nedbrytbarmateriel	Spøkelsesfiske	Nedbrytbarhet av PBS monofilament	Nedbrytbargarn PBS monofilament	Nedbrytbargarn PBS monofilament Fysisk egenskaper	J. Kor. Soc. Fish. Tech., 43(4), 281-290, 2007	Seong-Wook Park et al, 2007	36
Norge	Tapte fiskeredskap	Spøkelsesfiske	Opprensning av tapte fiskeredskaper i 2009	Opprenskingstokt	Tapte fiskeredskap, Tapte garn, Blåkveite, Spøkelsesfiske	Rapport fra Fiskeridirektoratet	Langedal og Drivenes 2009	37
Norge	Garnfiskeri etter blåkveite	Kappfiske, tapte garn	Tekniske reguleringer		Tekniske reguleringer	Rapport fra Fiskeridirektoratet		38
Norge	Tapte redskap	Tapte redskap	Finne hjelpemiddel som reduserer søketid og tap av redskap.	Elektronisk bøye	Elektronisk bøye, Tapte redskap, Redusert søketid,	Rapport fra Møreforskning	Dyb, J.E. 2008	39

Appendiks B: Materialeegenskaper PolyButylen Succinat

A.1 Innledning

Dette notatet presenterer relevante egenskaper til plastmaterialet alifatisk⁹ polybutylen succinate¹⁰ resin (PBS). Materialet er presentert som egnet til garn og annet fangstutstyr i en serie av artikler fra det Koreanske nasjonale instituttet for fiskeriforskning -og utvikling ([NFRDI](#)) (Park et al., 2007a, Park et al., 2007b, Park and Bae, 2008). PBS er et såkalt biologisk nedbrytbart¹¹ materiale som kan minske omfanget av spøkelsesfiske fra redskap som blir forlatt eller mistet. PBS er kommersielt tilgjengelig i form av produkter som "Bionolle" fra det Japanske selskapet Showa Denko og "Skygreen BDP" fra det Koreanske selskapet SK Polymers (SK-chemicals, 2011).

A.2 Bionolle©

Bionolle er en alifatisk polyester termoplast som fremstilles fra glykol og alifatisk dikarboksytsyre. Det skal være egnet til en lang rekke ulike produkter og deriblant filamenter. Bionolle skal ha god resistans mot vann og oljer. Bionolle leveres med ulike lengder på polymerkjedene og ved å blande dem kan man styre forholdet mellom stivhet og nedbrytningshastighet. Se Tabell 1 for fysiske egenskaper til ulike typer Bionello og dets egenskaper sammenlignet med andre plastmaterialer. PBS brytes ned av mikroorganismer i vann i en hydrolyse reaksjon til vann og karbondioksid. Figur 1 viser nedbrytningen av en flaske laget av Bionolle (ShowaDenko, 2011).



Figur 1 Biologisk nedbrytning av Bionolle flaske(ShowaDenko, 2011)

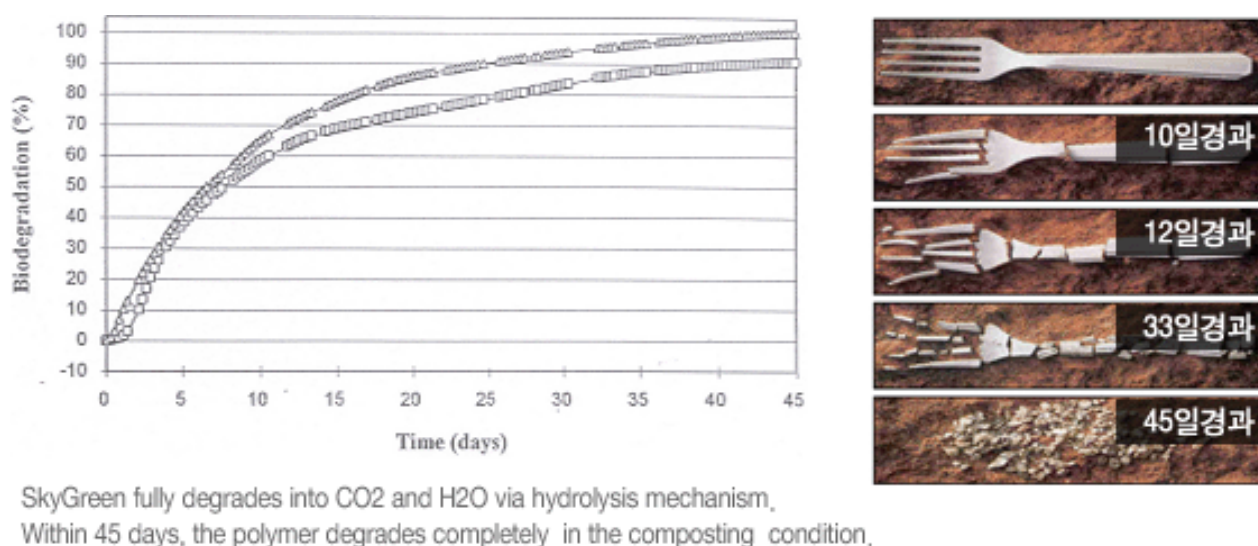
Nedbrytningshastigheten til materialer som PBS avhenger av en lang rekke forhold i miljøet der det oppholder seg; temperatur er et viktig forhold, men det er også rapportert om store forskjeller på hastigheten

⁹ Organiske forbindelser der karbonatomene er bundet sammen i åpne kjeder

¹⁰ Succinate heter på norsk "ravsyre" og er en form for dikarboksytsyre

¹¹ Kan brytes ned i enklere komponenter av sopp, bakterier eller andre enkle organismer

(for en type PBS) mellom salt- og ferskvann; en type erodert helt etter 10 dager i ferskvann, men det fortsatt var like helt etter 20 dager i saltvann (Kasuya et al., 1998). SK chemicals som produserer PBS produktet Skygreen BDP viser til at deres materiale brytes helt ned i løpet av 45 dager, materiale fra deres hjemmeside er gjengitt i Figur 2.



Figur 2 Fra produsenten SK chemicals sin hjemmeside (SK-chemicals, 2011)

A.3 Resultat fra Koreansk redskapsutvikling med PBS

Det følgende kapitlet presenterer publiserte resultat fra det Koreanske nasjonale instituttet for fiskeriforskning og utvikling ([NFRDI](#)) sine forsøk med bruk av PBS som monofilament i garn og andre redskap. Det må understrekes at resultatene som presenteres her er hentet fra rapporter som er skrevet på koreansk og som kun har et sammendrag på engelsk. Altså har det ikke vært mulig å settes seg godt inn i metodikken og de bakenforliggende forhold for resultatene. For eksempel har det ikke vært mulig å finne ut av nøyaktig hvilken type PBS som er benyttet, med hensyn til opplysningene om produktet Bionolle så vil de kjemiske og mekaniske egenskapene til PBS variere betraktelig i forhold til lengden på polymerkjedene og deres makro/mikro struktur (hvordan kjedene kveiler seg og orienterer seg i forhold til hverandre).

Lys-nedbrytbarhet av monofilament av PBS (0,40 ± 0,05 mm tykkelse) ble studert i artikkelen "Wheatability of biodegradable polybutylen succinate (PPS) monofilaments" (Park and Bae, 2008). Under UV stråling ble styrke og tøyelighet redusert raskere for PBS enn Polyamid (PA) og polyetylen (PE). Det ble estimert at et garn av PBS vil ha en holdbarhet på et år, om dette kun er med hensyn på UV-stråling eller ved faktisk bruk i kontakt med vann og andre mekanisk og kjemiske stressfaktorer er uvisst.

Styrken til monofilament av PBS ble studert i artikkelen "Development and physical properties on the monofilament for gill nets and traps using biodegradable aliphatic polybutylen succinate resin" (Park et al., 2007a). Der presenterer de følgende resultat:

- 35,3 kg/mm² for monofilament med en diameter på 0,2 mm
- 46,5 kg/mm² for monofilament med en diameter på 0,3mm
- 49,7kg/mm² for monofilament med en diameter på 0,4mm

Disse verdiene er for tørre forhold og ble redusert med 2,4-5,5 % ved våte forhold. Knutestyrke var lavere enn tilsvarende for polyamid monofilament for alle de tre tykkelsene og mykheten for PBSlavere. Strekkbarhet var lengre for PBS enn for polyamid.

A.4 Miljømessige egenskaper

Selv om PBS kan være et miljøvennlig materiale i form av at det kan bidra til å redusere spøkelsesfiske så har materialet i seg selv ulike former for miljøpåvirkning. Ideelt vil biologisk nedbrytbare materialer brytes helt ned til vann og karbondioksid av mikroorganismer, men det kan også brytes ned til mikropartikler og til giftige substanser, PBS er et petroleumsprodukt og kan følgelig inneholde giftige stoffer. Ifølge produsenten av produktet Skygreen BDP brytes deres materiale ned til kun CO₂ og vann {SK-chemicals, 2011 #14}

Nedbrytningen og restmaterialene fra PBS/Bionolle i kompost er blant annet testet mot meitemark og der ble det konkludert at PBS ikke er til fare for denne arten verken under nedbrytning eller i form av stoffene det brytes ned til (Jayasekara et al., 2003).

Tabell 1. Fysiske egenskaper for Bionolle, klippet fra Bionolle produktkatalog.

Items	Units	PBS			PBSA		PP	HDPE	LDPE
Density	g/l	1260			1230		900	950	920
Heat of combustion	kJ/g	23.6			23.9		43.9	46.0	
H.D.T.(at 0.45 MPa)	°C	97			69		145	110	88
Degree of crystallinity	%	35 ~ 45			20 ~ 35		56	69	49
Melting point (T _m)	°C	114 ~ 115			93 ~ 95		164	130	108
Glass transition temperature	°C	-32			-45		+5	-120	-120
Grade		1001MD	1020MD	#1903*	3001MD	3020MD			
MFR (190°C, 2.16kg)	g/10min.	1.5	25	4.5	1.4	25	4(230°C)	2	2
Crystallization temp.	°C	75	76	88	50	53	120	104	80
Flexural modulus	MPa	660	640	690	320	340	1370	1070	180
Tensile yield strength	MPa	32	34	39	19	19	31	27	12
Tensile break strength	MPa	57	21	35	47	34	44	39	35
Tensile elongation	%	700	320	50	900	400	800	650	400
Structure	-	Linear		LCB*	Linear		Linear		LCB

Typical properties; not to be construed as guaranteed values.

*LCB stands for long chain branch. BionolleTM #1903 shows higher melt strength and crystallizing temperature than those of linear-type grades of BionolleTM.

A.5 Konklusjon

Ut i fra denne korte evalueringen av PBS ser ut til å ha gode egenskaper til bruk i fiskeredskap. Materialer av PBS kan komponeres slik at de oppnår et ønsket forhold mellom holdbarhet og nedbrytbarhet, men vi har ikke funnet tester av hvor lag tid det tar for et garn med akseptabel styrke og holdbarhet å brytes ned slik at det ikke lengre er til fare for marine organismer. Det er heller ikke vurdert hvor godt redskap av PBS fisker sammenlignet med konvensjonelle materialer. PBS ser ut til å være et miljømessig godt produkt ved at det ikke etterlater seg giftige substanser ved nedbrytning. Miljøpåvirkning fra produksjonen av PBS materialer er ikke vurdert her.

A.6 Referanser

- JAYASEKARA, R., SHERIDAN, S., LOURBAKOS, E., BEH, H., CHRISTIE, G. B. Y., JENKINS, M., HALLEY, P. B., MCGLASHAN, S. & LONERGAN, G. T. 2003. Biodegradation and ecotoxicity evaluation of a bionolle and starch blend and its degradation products in compost. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 51, 77-81.
- KASUYA, K.-I., TAKAGI, K.-I., ISHIWATARI, S.-I., YOSHIDA, Y. & DOI, Y. 1998. Biodegradabilities of various aliphatic polyesters in natural waters. *Polymer Degradation and Stability*, 59, 327-332.
- PARK, S. & BAE, J. 2008. Wheaterability of biodegradable polybutylen succinate (PPS) monofilaments. *Journal of Korean Society of Fisheries Research*, 44(4), 265-272.
- PARK, S., BAE, J., LIM, J., CHA, B., PARK, C., YANG, Y. & AHN, H. 2007a. Development and physical properties on the monofilament for gill nets and traps using biodegradable aliphatic polybutylen succinate resin. *Journal of Korean Society of Fisheries Research*, 43(4), 281-290.
- PARK, S., PARK, C., BAE, J. & LIM, J. 2007b. Catching efficiency and development of the biodegradable monofilament gill net for snow crab, *Chionoecetes opilio*. *Journal of Korean Society of Fisheries Research*, 43(1), 28-37.
- SHOWADENKO. 2011. www.showadenko.us/en/products/bionolle.html. [Online]. [Accessed 08/11 2011].
- SK-CHEMICALS. 2011. <http://www.skchemicals.com/english2/rnd/RndPartKi01.asp> [Online]. Available: <http://www.skchemicals.com/english2/rnd/RndPartKi01.asp>.



Teknologi for et bedre samfunn

www.sintef.no