

Fangst og levendelagring av flatfisk ved bruk av artsselektiv snurrevad

Faglig sluttrapport

FHF prosjektnr 901717



Forfattere: Olafur Ingolfsson, Stein Harris Olsen, Manu Sistiaga, Liz Kvalvik, Odd-Børre Humborstad, Gustav Martinssen, Torbjørn Tobiassen, Ingrid M. Pettersen, Vilde S. Aaknes, Margrethe Esaiassen.



Innhold

Sammendrag	3
Summary	4
Innledning	5
Prosjektets mål	6
Prosjektgjennomføring med resultater	7
Tokt om bord snurrevadfartøyet «Karl Viktor» i september 2022	7
Mellomlagring i merd	9
Filetutbytte etter mellomlagring i merd	10
Prosjektets hovedfunn	12
Referanser	13
Leveranser	15

Sammendrag

I prosjektet undersøkes effekten av vingelengde på fangsteffektivitet. I tillegg gjøres det forsøk med levendelagring av flyndre i merd, med fokus på lagring ved store og små tettheter om bord før fisken overføres til merder.

Med lange vinger økte fangster av rødspette i snitt med ~15%. Forskjellen var ikke statistisk signifikant, samtidig var det slik at kun med lange vinger ble det fanget mer enn 200 rødspetter (6 hal). Dette tyder på at ved lave fangstrater er tauene tilstrekkelige for å samle fisk, men ved større fiskeansamlinger foran snurrevadåpningen er de korte vingene ikke tilstrekkelige for å fiske inn i snurrevaden.

For kveite var effekten av vingelengde klart signifikant. Flere kveiter ble som regel fanget med de lange vingene som igjen tyder på at samleeffekt fra tauene kan være mindre for kveite enn for bl.a. rødspette.

Generelt viser resultatene at en kan oppnå fangstresultater for flatfisk ved å bruke en liten snurrevad, med 0,6 m i åpning og 10 m lengde på telne. Effektivitet for fangst av kveite er signifikant mindre uten vinger.

Rødspette er en lite utnyttet resurs langs norskekysten. Fiske etter rødspette med snurrevad kan gi viktige bidrag til fangstbasert akvakultur i perioder av året da det ellers er lite aktivitet. Mellomlagring av rødspette i merd kan bidra til at mottaksanlegget kan selge større parti med rødspette av god kvalitet, og dermed få bedre betalt per kg.

Før levendetransport er det viktig å sortere ut og slakte svak/skadd flyndre. Ved tetthet på 250 kg/m² i transporttankene, så var resultatene gode med tanke på både dødelighet og restitusjon under transporten. Forsøkene viser at rødspette kan transporteres levende med relativ høy tetthet, med forbehold om at fisken fanges og håndteres skånsomt, og har god tilgang på oksygenrikt vann (> 80 % O₂-metning i avløp) under transporten.

Under levendelagringen restituerer fisken og en del kvalitetsfeil som bloduttredelser i skinnet og rundt finnene ble redusert. Samtidig ble en del redskapsmerker, skjelltap og avskrapning i huden på enkelte fisk, noe mer fremtredende under mellomlagringen. Hyppig røkting og uttak av skadd fisk reduserer andel med skadd fisk under mellomlagringen i merd. Det er svært viktig å fjerne skadd og død fisk fra merden, for å unngå unødvendig lidelse og eventuell sykdom på fisken. Flyndre krever tilgjengelig bunnareal og dekningsgraden med fisk bør holdes under 100 %, av tilgjengelig areal. Vi anbefaler at det benyttes trampolinebunn (flat bunn) i merden gjennom hele lagringsperioden, noe som vil forenkle røktingen av fisken og man unngår at flyndrene samler seg i større grupper, noe som kan føre til utposninger i bunnen av merdbunnen på grunn av vekten av fisken.

Summary

The project investigates the effect of wing length on capture efficiency in the demersal seine fisheries for flatfish. In addition, experiments are being carried out with live storage of flounder in cages, with a focus on storage at large and small densities on board before the fish are transferred to cages.

With long wings, catches of plaice increased on average by ~15%. This difference was not statistically significant. At the same time, only with long wings more than 200 plaice (6 hauls) were caught. This indicates that at low catch rates, the ropes are sufficient to herd fish, but at denser fish aggregations in front of the seine opening, the short wings are not sufficient to bring the fish into the seine.

For halibut, the effect of wing length was clearly significant. Several halibut were usually caught with the long wings, which in turn indicates that the gathering effect from the ropes may be less for halibut than for plaice. In general, the results show that one can achieve catch results for flatfish by using a small seine, with 0.6 m in opening and 10 m length on the fishing line. The efficiency for catching halibut is significantly lower without wings.

Plaice is an underutilized resource along the Norwegian coast. Fishing for plaice with seines can make important contributions to capture-based aquaculture, during periods of the year when there is otherwise little activity. Interim storage of plaice in cages can help the receiving facility to sell larger batches of good quality plaice, and thus get better pay per kg.

Before live transport, it is important to sort out and slaughter weak/injured flounder. At a density of 250 kg/m² in the transport tanks, the results were good in terms of both mortality and recovery during transport. The experiments show that plaice can be transported alive at a relatively high density, provided that the fish are caught and handled gently, and have good access to oxygen-rich water (> 80% O₂ saturation in drains) during transport.

During live storage, the fish recovers and some quality defects such as blood discharges in the skin and around the fins were reduced. At the same time, some gear marks, scale loss and scraping of the skin of some fish became somewhat more prominent during the intermediate storage. Frequent supervision and removal of injured fish reduces the proportion of injured fish during intermediate storage in cages. It is very important to remove injured and dead fish from the cage, to avoid unnecessary suffering and possible illness of the fish. Flounder requires available bottom area and the coverage of fish should be kept below 100%, of the available area. We recommend that a trampoline bottom (flat bottom) is used in the cage throughout the storage period, which will simplify the maintenance of the fish and avoid the flounder accumulating in larger groups, which can lead to outpouching at the bottom of the cage bottom due to the weight of the fish.

Innledning

Innenfor fjordlinjen langs norskekysten finnes det flere flatfiskarter (f.eks. rødspette (*Pleuronectes platessa*) og lomre (*Microstomus kitt*)) som per i dag er lite utnyttet. Næringen har vist interesse for å fiske etter disse artene, men det er flere utfordringer knyttet til beskatningen som må løses for å kunne utvikle et bærekraftig fiskeri; først og fremst at det utvikles fiskeredskap med god seleksjon og at fisket blir lønnsomt.

Fiske etter flatfisk som rødspette og lomre med snurrevad har lange tradisjoner i enkelte områder i Nord-Norge, spesielt i Vesterålen/Lofoten og i Finnmark. Det blir ikke landet store kvanta, men fisket kan ha stor betydning for enkelte fiskere. Hovedproblemet i dette fiskeriet er at innblanding av rundfisk og spesielt kysttorsk til tider kan være betydelig. Dette er et kjent problem i flerartsfiskerier der en ønsker å beskatte noen arter, men samtidig unngå bifangst av andre arter. I Østersjøen og Nordsjøen begrenser for eksempel lave torskekvoter fisket etter flatfisk (Madsen et al., 2006) og på nordøstkysten av USA er tråling etter flere flatfiskarter begrenset av samme grunn (Eayrs et al., 2017).

Siden 2014 har Nærings- og fiskeridepartementet på bakgrunn av råd fra ICES og Havforskningsinstituttet (HI) innført en rekke tiltak for å begrense fangst av kysttorsk (Anon., 2009). Tiltakene innebærer blant annet at fiske med snurrevad innenfor fjordlinjene er forbudt med unntak av båter under 11 m som har lov å fiske etter flyndre fra 1. juni til og med 31. desember med 170 mm minste maskevidde i sekken (Anon., 2016). Uten en form for seleksjonsanordning som effektivt kan skille ut torsk, vil flyndre sannsynligvis ikke bli gjenstand for større beskatning langs kysten i nord. For at det skal bli mulig for større båter (e.g. fartøy < 15 m) å fiske flatfisk innenfor fjordlinjene, må det derfor utvikles en snurrevad-not som er fangsteffektiv for flatfisk, men som ikke fanger torsk. I tillegg til flatfisk er det andre arter slik som steinbit (*Anarhichas* spp.) som ønskes beskattet i større grad av næringa. Utlysningen spesifiserer at prosjektet bør ha som mål å øke utnyttelsen av verdifulle bestander av flatfisk og steinbit innenfor fjordlinjene. Steinbitbestandene i kystnære strøk antas å være i dårlig forfatning og HI fraråder direktefiske etter disse artene (Kjell Nedreaas, HI, pers. medd.). Prosjektet vil derfor ikke ha som mål å utvikle et fiskeri etter steinbit. Kveite (*Hippoglossus hippoglossus*) er også en ettertraktet art. Ung kveite finnes ofte i samme områder som rødspette og vil kunne fanges som bifangst i snurrevadfiske. Av hensyn til kveitebestanden er slik bifangst uønsket (Kjell Nedreaas, HI, pers. medd.).

I 2015 og 2017 gjennomførte HI en rekke forsøk som hadde som mål å utvikle en snurrevad for å kunne fiske flyndre med minimal innblanding av torsk (Ingolfsson et al., 2016; Ingolfsson et al., 2019). Nota som ble testet var en nedskalert versjon av en to-panels snurrevad og hadde en vertikal åpning på 60–70 cm. Med lav vertikal åpning på snurrevaden, svømte rundfisk (torsk og hyse) i stor grad over headlina og unngikk dermed å bli fanget, mens flatfisk i stor grad holdt seg nær bunnen og ble

fanget. Flyndrefangstene viste klare forskjeller mellom dag og natt, med generelt lavere fangster på nattetid for nota med lav åpning sammenlignet med den ordinære nota den ble testet mot (Ingolfsson et al., 2019). Forsøkene konkluderte med at det er mulig å ta tilnærmet rene flyndrefangster ved bruk av en snurrevad med lav åpningshøyde.

Til tross for de positive resultatene under forsøkene i FHF prosjektet «Fangstkontroll i snurrevad» (FHF 900865 prosjektet) og også i seinere forsøk, har næringa meldt om utfordringer knyttet til effektiviteten av flyndresnurrevaden som ble utviklet. Spesifikt melder fiskere at de ikke får flyndrenota til å «sette seg» ordentlig på bunnen, og at redskapet ikke fisker som det skal. Det kreves derfor videreutvikling for å gjøre redskapet mer effektiv.

Mulighetene for levering av flyndre er begrensede. Ved sporadiske leveringer av små fangster får ikke fiskemottakene lønnsomhet i omsetningen. I noen tilfeller er fiskere tilbuds oppmalingspris for fangsten. For å få et lønnsomt fiskeri anses levendelagring av flyndre å være en attraktiv mulighet. Større kvantum med flyndre kan da lagres i oppdrettsmerder og slaktes ved behov for slik å kunne sikre stabil leveranse til markedene. Næringa har foreslått å lagre fisken i «trampolinemerder» som i dag brukes for levendelagring av torsk. Levendelagring av torsk har hovedsesong vår og sommer, mens flyndre fiskes typisk om høsten. Derfor kan en med dette konseptet benytte de samme trampolinemerdene som brukes i forbindelse med levendelagring av torsk. Levendelagring i 4 uker (uten fôring) forventes å gi god kvalitet (kontrollert slakting) og samtidig være et bidrag til leveringsdyktighet gjennom hele høstsesongen. Det er også behov for å utvikle «beste praksis» ved levendelagring av flyndre i Norge. Best praksis prosedyrer skal sikre høyest mulig overlevelse og fiskevelferd fra fangst til levering.

Prosjektets mål

Prosjektets hovedmål er å bidra til bedre utnyttelse av flatfisk innenfor fjordlinjene ved å videreutvikle metoder for fangst med snurrevad, levendelagring og prosessering.

Delmål

- Utvikle og teste snurrevad-not for fangst av rødspette og med minimal bifangst av andre arter (e.g. torsk).
- Levendelagre flatfisk med fokus på best mulig overlevelse og fiskevelferd.
- Kartlegge og prøve ut tilgjengelig teknologi for maskinell sløying og filetering av flatfisk.

Prosjektgjennomføring med resultater

Prosjektet ble ledet av Havforskningsinstituttet i samarbeid med Nofima og fiskerinæringen (referansegruppen i prosjektet). Det ble gjennomført ett tokt i løpet av prosjektperioden.

Tokt om bord snurrevadfartøyet «Karl Viktor» i september 2022

Mål

Formålet med selve toktet er å verifisere snurrevadens bunnkontakt og form, undersøke effekten av vingelengde på fangsteffektivitet. I tillegg gjøres det forsøk med levendelagring av flyndre i merd, med fokus på lagring ved store og små tettheter om bord før fisken overføres til merder.

Metode

For å undersøke effekten av vingelengde ble det tatt parvise hal, med og uten lange vinger. Snurrevaden er en lav-åpningsnot med 10 m lange grunntelner. Framparten av vingene er konstruert slik at vingeforlengelser på 17 m kan festes på slik at telnelengde ble til sammen 44 m.

Forsøkene ble gjennomført med rødspette som kom om bord i forbindelse med snurrevaduttesting. Fisket foregikk på cirka 20–40 meters dyp på flyndrefelt, i Gimsøystrommen og utenfor Henningsvær i Nordland fra 1. til 4. september 2022. Etter at første hal ble tatt ble det andre satt i samme område. Fisk fra sekkene ble sortert, telt og målt. Kun ved større fangstmengder ble det tatt delprøver. Femti hal ble tatt i løpet av toktet. Noen av de ble dømt ugyldige, og gjenstående 44 hal ble brukt for fangstsammenligning og seleksjonsanalyse

Fra snurrevadsekken gikk i sjøen og fram til sekken var i overflaten tok det cirka 50 minutter. Fisken ble løftet om bord i fartøyet med lerretsløft og over i en sorteringsbinge, med god sjøvannssirkulasjon (Bilde 1). Ved ombordtaking ble fangstskader og velferdsindikatorer på fisken vurdert. Død, skadd og svak fisk ble sortert ut og slaktet. Fisk som var egnet til transport og mellomagring i merd, ble fordelt i to 800-liters levendefisktanker med perforert dobbeltbunn og sjøvannssirkulasjon basert på oppstrømsprinsippet (0.5 litersjøvann per minutt per kg flyndre).

Resultater

Femti hal ble tatt i løpet av toktet. Noen av de ble dømt ugyldige, og gjenstående 44 hal ble brukt for fangstsammenligning og seleksjonsanalyse

Fangsteffektivitet

Kun rødspette, skrubbe, lomre, kloskate og kveite var tallrike nok for å kunne gjennomføre statistiske analyser. Hallengde påvirket ikke resultatene. Jevnt over var fangstene større med lange vinger, i gjennomsnitt 13%. Mest økning ser vi hos

rødspette, hvor fangstene var i gjennomsnitt 17% større (~15 flere individer) enn med korte vinger. Denne forskjellen var likevel ikke statistisk signifikant. Samtidig var det slik at kun i seks hal var antall rødspette over 200 og disse halene var alle tatt med lange vinger. Sannsynligheten for at dette er tilfeldig er $0,56 = 0,016$. For andre arter var forskjell i fangstmengde mellom korte og lange vinger ubetydelig (≤ 2 individer).

Til tross for ikke-signifikant forskjell var der klar tendens for større fangster av rødspette i snurrevaden med lange vinger. Gjennomsnittlig forhold (gjennomsnitt for 29 – 53 cm fisk) var 1,29 (95% C.I = 0,80 – 2,28), som tilsvarer 29% mer rødspette med lange vinger, sammenlignet med korte. For skrubbe var det en tendens til redusert fangsteffektivitet av fisk < 27 cm, som var signifikant ≤ 22 cm. Samlingseffekt for disse størrelsene var likevel relativt dårlig. Gjennomsnittlig forhold for 23 – 37 cm skrubbelengde var 1,16 (95% C.I = 0,54 – 2,87).

Fangstskader

Det ble observert at flere fisk hadde svake hudavskrapninger på 5-6 brusk-/beinforhøyninger på hodet. Dette ble ikke oppfattet som vesentlig i forhold til fiskevelferden når fisken settes i merden, men videre utvikling av skader på forhøyningene på hodet og eventuelt øyne (utsatt med tanke på slitasjeskader og utvikling av katarakt), må overvåkes nøye under mellomlagring i merd. Ellers ble det registrert relativt lite fangstskader på fisken rett etter fangst og lav dødelighet (svak/døende fisk ble avlivet) under transport, det vil si 1,5 % ved transporttetthet på 500 kg/m² og 1,0 % ved transporttetthet på 250 kg/m².

Fiskens fysiologi

For fisk som ble lagret med en tetthet på 500 kg/m² ser vi et signifikant ($P < 0.05$) økning i både blodglukose og laktat etter 10 timer, men det faller tilbake til omtrent samme nivå som de fiskene som ble målt, rett etter at de var fanget. En mulig årsak til at glukose og laktatverdiene i denne gruppen fikk en signifikant ($P < 0.05$) økning de første 10 timene, kan være forårsaket av en driftsstans på sjøvannspumpen, som varte i 10–15 minutter. Selv om rødspette er kjent til å være en hardfør art og kan tåle relative lave oksygenverdier for en kort stund, kan vi ikke utelukke at høy fisketetthet i kombinasjon med stans i vannforsyningen, kan ha bidratt til både økning i blodverdiene og gitt noe høyere dødelighet under transporten. Dessverre kjenner vi ikke til hva hvilenivået for glukose og laktat er hos rødspette, men at nivåene synker under transporten, er en god indikasjon på at fisken restituerte raskt og stabiliserte seg på omtrent samme nivå som fisk som var lagret ved tetthet på 250 kg/m², ved levering til mellomlagring i merd.

Tettheten i transporttankene er svært høy, og rødspetten kan ligge i opptil 20–25 lag. Med disse tetthetene er det vanskelig å se om transporten fører til ubehag for fisken. Uansett, selv ved disse tetthetene som er benyttet i dette forsøket, så ser det ut til at fisken klarer å bevege seg, men det meste av tiden ligger den helt i ro. Når fisken

ligger i ro, krummer den kroppen og det dannes en lomme med vann mellom den og underlaget. Friskt sjøvann kan dermed passere lettere opp mellom fiskene og kan forklare hvorfor flyndre kan holdes levende i tanker, selv ved høye tettheter, så fremst de får god tilgang på nok oksygenrikt sjøvann. Med tanke på at det er vanskelig å observere adferden til fisken ved høy tetthet, høyere dødelighet og forhøyet blodverdi under transport med tetthet på 500 kg/m², så anbefaler vi at transporten ikke gjennomføres med så stor tetthet som 500 kg/m². Om bord på snurrevadfartøy er føringstankene ofte dype og beregnet for transport av fisk med svømmeblære og som kan utnytte vannvolumet når fisken restituerer. Når det gjelder føring av levende villtorsk til mellomlagring i merd, er det ikke anbefalt med tettheter over 250 kg/m³ (Isaksen et al., 2004). Flatfisk har ikke mulighet til å benytte hele volumet i transporttanken, så et alternativ for å øke tilgjengelig areal (mengde fisk) i disse føringstankene, er å benytte etasjeskiller, men da må man ha mulighet til å observere og overvåke fisken under transporten.

Kumulativ dødelighet under mellomlagring i merd

I «Forskrift om fangst av fisk som skal holdes levende, samt restitusjon og mellomlagring» kreves det at fisk i restitusjonsmerd skal ha daglig tilsyn. Etter at fisken har restituert skal den ha regelmessig tilsyn. I dette forsøket ble død fisk og fisk med synlige skader, eller avvikende svømmeadferd tatt ut i forbindelse med røktingen av merden. Svak fisk og fisk med synlige skader ble avlivet med slag mot hodet og deretter bløgget. Disse fiskene som ble tatt ut, er regnet inn som total dødelighet under hele mellomlagring. De fleste fiskene (4,5 %) ble tatt ut de første dagene etter at de ble satt i merden. Dette er også vanlig når villtorsk overføres til restitusjon og mellomlagring i merd, etter fangst og transport. Ifølge veileder for levendelagring i inntil 12 uker, så kan skadd fisk og fisk som dør i løpet av de første 2 dagene, etter at de er satt i merd, slaktes og omsettes til humant konsum (fiskeridir.no).

Etter 2–3 dager fra fisken ble satt i merd, så flatet dødeligheten ut, og fram til utslakting (dag 26) var det registrert et uttak av skadd og død fisk på totalt 5,9 %. Dødeligheten i dette forsøket er noe høyere, enn dødeligheten (ca. 3 %) som er rapportert fra tidligere forsøk med levendelagring av rødspette (Midling, 1999). Om uttak av skadd/døende fisk ble registrert som død fisk under levendelagringen i tidligere forsøk, vites ikke. Uansett, på grunn av høye sjøtemperatur er det viktig å røkte anlegget daglig for å redusere risiko for sykdom på fisken. Skadd, svak og død fisk kan være mottaker av patogene mikroorganismer og kan overføre smitte både til annen villfisk rundt anlegget, og resterende av flyndrene i merden. Flatfisk holder seg generelt sett ved, eller på bunnen og kommer i de fleste tilfeller i direkte kontakt med døende/død fisk.

Mellomlagring i merd

Bloduttrekninger (blodsprenget) i huden, på finner og i hoderegionen er vanlig å finne på villfisk en viss periode etter at den er satt i merd. Under tidligere levendelagring

av vill torsk har det blitt observert at over 20 % av fisken kan ha bloduttredelser på buken selv etter 6 uker, mens bloduttredelser på finner og i hoderegion hadde avtatt (Humborstad et al., 2013). Dette samsvarer godt med resultatene i dette forsøket, som viser utviklingen av fangstskader under mellomlagring i merd i inntil 26 dager. Det er hovedsakelig slitasje på beinutvekstene på hodet og svakt matte øyne som bidrar til at de moderate hodeskade holder seg på 100 % gjennom mellomlagringen, uavhengig om de er transportert ved 250 eller 500 kg/m². Når det gjelder blodsprengheten og avskrapning på kroppen, så reduseres disse ut over i mellomlagringen, men det er fortsatt en relativ høy andel fisk som har moderat rødlig preg i huden på undersiden og på finnene, selv etter 26 dager i merd. Når det gjelder redskapsmerker, ble det observert en økning i andel fisk med moderate skader ut over i mellomlagringen. Trolig har svake redskapsmerker i overhuden og skjelltap rundt redskapsmerket blitt mere framtrædende og tydelig ut over i mellomlagringen.

En må være observant på at under mellomlagring av flatfisk i merd, kan fisken få slitasje og sår langs finnebremmer og på undersiden. Dette skyldes trolig slitasjeskader ved at flyndrene har en naturlig adferd til å grave seg ned. I tillegg kan bølgebevegelser forplante seg til notbunnen og på den måten forårsake slitasje på finner og hud, som er i kontakt med noten. Øynene til flatfisk er svært utsatt med tanke på skader og dette er et betydelig problem innen kveiteoppdrett (Karlsen, 2004). Det ble observert svakt gråskjær på hornhinnen til de fleste rødspettene etter 26 dager med mellomlagring. Øyeskader kan oppstå enten fra aggressiv atferd (øyenapping), eller fra slitasje og små sår som har fått utviklet seg fra fangst og transport. Det må også nevnes at enkelte fisk, som var merket med Floy-tag, viste tegn til små bittskader i huden rundt festepunktet til taggen. Trolig har Floy-taggene blitt nappet på av andre flyndrer. Enkelte individer viste også tegn til bittskader langs finnebremmene, på buk-/brystfinnene eller på sporen (Bilde 8). Om disse skadene på finnene er påført av rovdyr (mink eller oter), eller av andre flyndrer er usikkert, men det er kjent at fisk kan bli noe mer aggressiv under sulting. Dersom det blir åpne sår, så kan dette bane vei for mikrobielle infeksjoner, så en må være oppmerksom på dette problemet. Fisk med tegn til sår dannelse eller synlige sårskader må derfor tas ut så raskt som mulig og avlives.

Fisk med synlige sår, redskapsmerker og slitasje som gikk ned i underhuden på fisken, ble håvet ut av merden, avlivet med slag mot hode og bløgget.

Filetutbytte etter mellomlagring i merd

Under mellomlagring i merd, uten foring, er det viktig å kartlegge en del sentrale produksjonsparametere. Noen av parameterne som er vesentlig å kartlegge er lagringstidens innvirkning på blant annet fiskens vekt og filetutbytte. I dette forsøket ble det ikke målt noen signifikante ($P > 0.05$) endringer i sløyd K-faktor og filet-mellom de ulike uttakene, så mellomlagringen i 26 dager har ikke hatt noe vesentlig betydning for det totale utbyttet.

All fisk gjennomgår perioder uten inntak av føde i naturen. Årsaken kan være mangel på tilgjengelig føde eller at fisken slutter å spise i forbindelse med kjønnsmodning. Tidligere forsøk med sulting av åtesprengt torsk (Akse & Midling, 1995) viser at torsken mister cirka 1 % av kroppsvekten per uke. Det skal nevnes at torsk har en metabolisme som er omtrent dobbel så høy som rødspette. Tidligere rapporterte resultater fra mellomlagring av flyndre, som ikke har fått tilgang på fôr, har gitt et ukentlig vekttap på cirka 0,5 % (Midling, 1999). Det er godt kjent at fisk har gode mekanismer for å håndtere perioder uten tilgang på føde, ved at den blant annet kan nedregulere energiforbruket. Hos de fleste fisk er bidraget fra karbohydrater lite, så fisken vil relativt raskt begynne å forbruke av fettreserver. Det er også en prioritering av ulike fettlager, men i første omgang vil lageret av fett i leveren brukes. Rødspette har liten lever (1–1,5 % av kroppsvekt) sammenlignet med torsk, der leveren kan utgjøre rundt 6–10 % av kroppsvekten (Midling, 1999). Rødspetten har derfor mindre å gå på, med tanke på energireservoar i lever. Dette gjenspeiles også ut fra utviklingen av leverindeksen i dette forsøket, som viser en reduksjon i leverindeks fra 1,05 til 0,62 %, i løpet av 26 dager uten tilgang på fôr. Ettersom fettlagrene i lever forbrukes vil fisken begynne å hente energi fra muskelen, og her er det i hovedsak fett og proteiner fra hvit muskel som forbrukes, samtidig som vannmengden i muskel øker (Moon & Johnston, 1980; Midling, 1999; Ageeva et al., 2018). Vekt- og utbyttetap gjennom mellomlagring er vesentlige produksjonsparametere, så mellomlagring ut over fire uker, uten tilgang på fôr bør unngås. Når sjøtemperaturen er høy ut over sommer og høsten, går metabolismen raskere og dette kan resultere i hurtigere tap av vekt under mellomlagringen. Tidligere fôring (før 4 uker) av flyndren kan muligens også redusere eventuell risiko for finnenapping, bittskader og sårdannelse.

Prosjektets hovedfunn

Resultatene viser at flyndre kan fanges effektivt med minimal innblanding av torskefisk med en forholdsvis liten snurrevad. Vingene kan dog ikke være for korte for å opprettholde tilstrekkelig fangsteffektivitet. Dette er en relativt kostnadseffektiv måte med lave redskapskostnader og drivstofforbruk.

Forsøkene viser også at flyndre er en hardfør art som kan lagres levende om bord i fartøy ved høye tettheter, forutsatt at den har god tilgang til oksygenrikt sjøvann. Levendelagring har potensiale for å kunne samle mindre fangster over tid for å kunne maksimere fangstverdi og transportere priseffektivt til kjøper.

- Med lange vinger økte fangster av rødspette i snitt med ~15%.
- Effektivitet for fangst av kveite er signifikant mindre uten vinger.
- Rødspette kan transporteres levende med relativ høy tetthet, med forbehold om at fisken fanges og håndteres skånsomt, og har god tilgang på oksygenrikt vann.
- Flyndre krever tilgjengelig bunnareal, og dekningsgraden med fisk bør holdes under 100 % av tilgjengelig areal. Det anbefales å benytte trampolinebunn i merden gjennom hele lagringsperioden.

Referanser

- Ageeva, T.N., Olsen, R.L., Joensen, S., & Esaiassen, M. (2018). Effects of Long-Term Feed Deprivation on the Development of Rigor Mortis and Aspects of Muscle Quality in Live-Stored Mature Atlantic Cod (*Gadus Morhua* L.). *Journal of aquatic food product technology*, **27**:4, 477–485.
- Akse, L. & Midling, K. (1997). Live capture and starvation of capelin cod (*Gadus morhua* L.) in order to improve the quality. In Luten, J.B., Boerresen, T., Oehlenschlaeger, J., & West European Fish Technologists' Association. Seafood from producer to consumer, integrated approach to quality.
- Anon. 2009. Høringsnotat vedrørende utkast til gjenoppbyggingsplan for kysttorsk nord for 62°N og forslag til reguleringstiltak. Fiskeridirektoratet.
- Anon. 2016. Forskrift om utøvelse av fisket i sjøen. Fiskeridirektoratet, melding J-7-2016.
- Eayrs, S., Pol, M., Caporossi, S., and Bouchard, C. 2017. Avoidance of Atlantic cod (*Gadus morhua*) with a topless trawl in the New England groundfish fishery. *Fisheries Research*, **185**: 145–152.
- Brooks, M.E., Melli, V., Savina, E.A.C.M., Santos, J., Millar, R.B., O'Neill, F.G., Veiga-Malta, T., Krag, L.A., Feekings, J.P., (2020). Introducing selfisher: open source software for statistical analyses of fishing gear selectivity. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences e-First*, doi: 10.1139/cjfas-2021-0099. <https://doi.org/10.1139/cjfas-2021-0099>
- Esaiassen, M., Akse, L., & Joensen, S. (2013). Development of a Catch-damage-index to assess the quality of cod at landing. *Food Control*, **29**, 231–235.
- Fiskeridir.no (2021). <https://www.fiskeridir.no/Akvakultur/Tema/Levendelagring-og-fangstbasert-akvakultur/veileder-12-uker>
- Humborstad, O.B., Isaksen, B., Nilsson, J., Rindal, L., Pedersen, R., Enerhaug, B., ... & Evensen, T. (2013). Teknologiutvikling for fangst, føring og håndtering av levende villfanget torsk. Rapport fra Havforskningen Nr. 20-2013.
- Ingólfsson, Ó., Humborstad, O.B., Hansen, K., Hemnes, T., Saltskår, J., Rosen, S., & Løkkeborg, S. (2016). Selektiv flyndresnurrevad. Rapport fra forsøk med lavåpnings snurrevad for å skille torsk fra flatfisk. Rapport fra Havforskningen Nr. 27-2016.
- Ingólfsson, Ó.A., Humborstad, O.-B., and Løkkeborg, S. (2019). Selective flatfish seine: a knee-high demersal seine barely catches cod. *ICES Journal of Marine Science*, **76**: 1200–1208.
- Isaksen, B., & Midling, K.Ø. (2012). Fangstbasert akvakultur på torsk - en håndbok. Havforskningsinstituttet, Nofima og FHF.
- Isaksen, B., & Midling, K.Ø. (1996). Nytt konsept for øking av tank kapasitet og reduksjon av dødelighet hos nyfanget levende torsk. Sluttrapport til Effektiviseringsmidlene. Prosjekt: 005.94 - Levendefisk - M/S "Svein Frode". Havforskningsinstituttet, Bergen.
- Isaksen, B., Midling, K.Ø., Humborstad, O.B. & Kristiansen, T. (2004). FANGSTBASERT HAVBRUK. En utredning om fangst og hold av villtorsk og andre marine arter, velferd og risiko. Utredning for Vitenskapskomiteen for mattrygghet - VKM. Rapport fra Havforskningsinstituttet og Fiskeriforskning, 12. desember 2004.
- Karlsen, Ø. (2004). Påvekst i kar og merd. I: Mangor-Jensen, A. og Holm, J. C. (Eds). *Håndbok i kveiteoppdrett*, 145–150. Havforskningsinstituttet i Bergen.
- Methling, C., Skov, P.V., & Madsen, N. (2017). Reflex impairment, physiological stress, and discard mortality of European plaice *Pleuronectes platessa* in an otter trawl fishery. *ICES Journal of Marine Science*, **74**:6, 1660–1671.
- Midling, K.Ø. (1999). Sluttrapport for prosjektet: Teknologi for transport og lagring av levende rødspette og andre arter uten svømmeblære. Prosjektansvarlig Fiskeriforskning. Prosjekt 111339/121 Norges forskningsråd.
- Midling, K.Ø. (2011) Flatfisk – LUR-art. Hvordan kombinerer vi fiske etter rødspette, lomre og kveite med levendelagring av torsk? Presentasjon om Fangstbasert Akvakultur- Myre 15. og 16. juni 2011.

- Miller, T.J. (2013). A comparison of hierarchical models for relative catch efficiency based on paired-gear data for US Northwest Atlantic fish stocks. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 70, 1306–1316.
- Madsen, N., Tschernij, V., Hansen, K., and Larsson, P.-O. (2006). Development and testing of a species-selective flatfish ottertrawl to reduce cod bycatches. *Fisheries Research*, 78: 293–308.
- Moon, T.W., & Johnston, I.A. (1980). Starvation and the activities of glycolytic and gluconeogenic enzymes in skeletal muscles and liver of the plaice, *Pleuronectes platessa*. *Journal of comparative physiology*, 136, 31–38.
- Mortensen, A., Hansen, Ø.-J., Karlsen, S., Løken, S., Valle, G.H. & Dale, T. (2004). Lomre (*Microstomus kitt* W), en kandidat for oppdrett? Rapport 13/2004, Fiskeriforskning, Tromsø.
- Veldhuizen, L.J.L., Berentsen, P.B.M., De Boer, I.J.M., Van De Vis, J.W., & Bokkers, E.A.M. (2018). Fish welfare in capture fisheries: A review of injuries and mortality. *Fisheries Research*, **204**, 41-48.
- Zuur, A.F., Ieno, E.N., Walker, N.J., Saveliev, A.A., Smith, G.M. (2009). *Mixed effects models and extensions in ecology with R*. Springer, New York.

Leveranser

Referat oppstartsmøte (Vedlegg 1)

Rapport tokt 2022 (Vedlegg 2)

Notat på utbytte fra rødspette som effekt av levendelagring (Vedlegg 3)

Infoark beste praksis for levendeføring og lagring av flyndre (Vedlegg 4).

Presentasjoner:

Presentasjon av levendelagring av flyndre på WEFTA konferansen i 2023 (Western European Fish Technologists Association). 16.-20. oktober 2023, Copenhagen. (Vedlegg 5).

Stein Harris Olsen. Muligheter og utfordringer for økt utnyttelse av flyndrearter. FHF's Hvitfiskseminar 7. november 2024 i Tromsø. (vedlegg 6)

Stein Harris Olsen. Levendelagring av rødspette. Fagsamling for levendefangst og levendelagring av fisk og skalldyr 6. november 2024, Tromsø

Ólafur Arnar Ingólfsson. Flyndresnurrevad for levendefangst av rødspette. Fagsamling for levendefangst og levendelagring av fisk og skalldyr 6. november 2024, Tromsø (Vedlegg 7)

Hjemmeside: [Fangst og levendelagring av flatfisk ved bruk av artsselektiv snurrevad | Nofima](#)

Masteroppgaven til Ingrid Marie Pettersen & Vilde Synnøve Aaknes.
<https://munin.uit.no/handle/10037/29482>

Fangsthåndbok der resultater fra prosjektet har inngått i forslag til Beste praksis for levendelagring av flatfisk. <https://nofima.no/resultater/handbok-for-levendefangst-og-levendelagring-av-fisk/>

Referat fra avslutningmøte (Vedlegg 8).