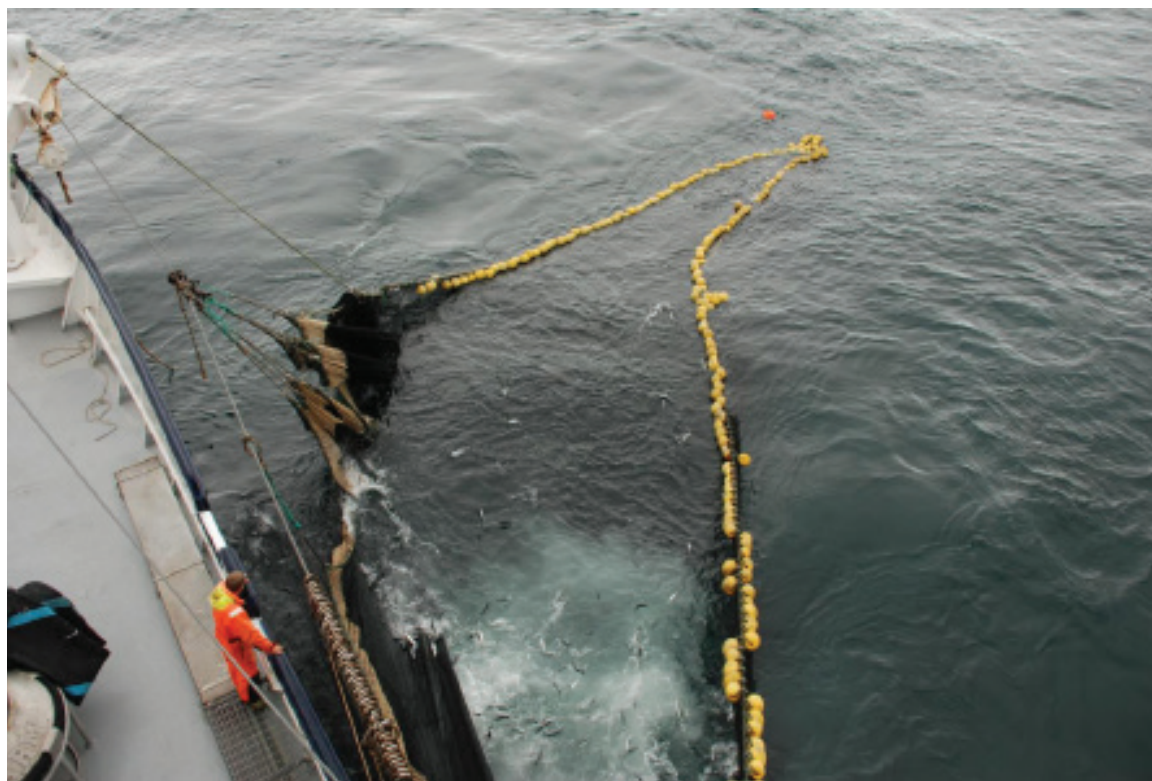


Klassifisering av “fri symjing” i not under trenging

Faglig sluttrapport for prosjekt
«Utvikling av standard slippemetode
for makrell og sild i fiske med not»

Delmål 6: «Ein pilotstudie på klassifisering av
“fri symjing” i not under trenging»

Av Nils Olav Handegard, Maria Tenningen,
Ketil Malde og Hector Peña

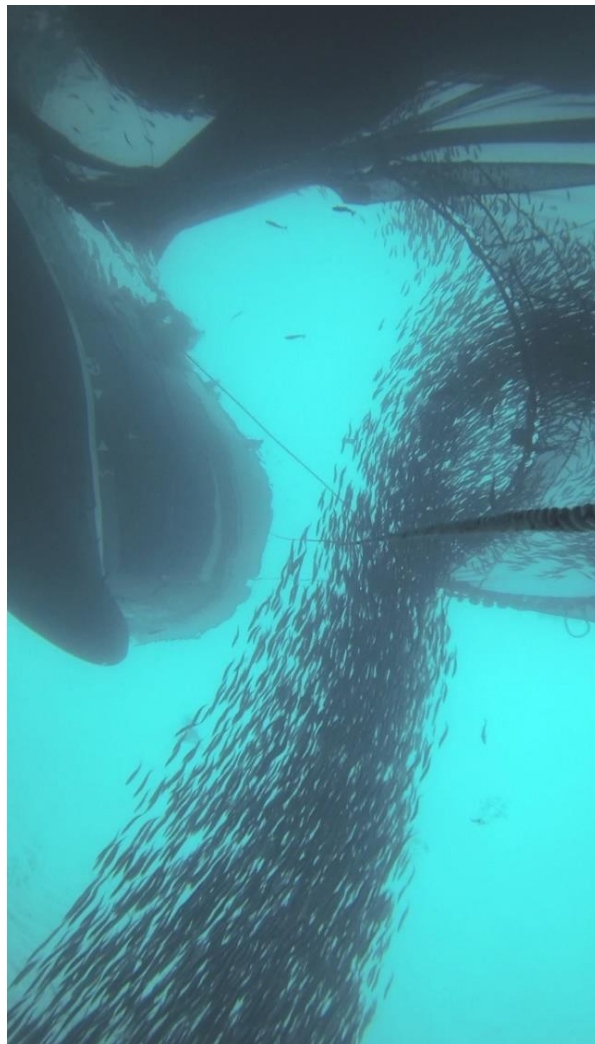


Klassifisering av “fri symjing” i not under trenging

Faglig sluttrapport for prosjekt
«Utvikling av standard slippemetode
for makrell og sild i fiske med not»

Delmål 6:
«Ein pilotstudie på klassifisering av “fri symjing”
i not under trenging»

Av Nils Olav Handegard, Maria Tenningen, Ketil Malde, Hector Peña



FHF-prosjekt 900999



HAVFORSKNINGSINSTITUTTET
INSTITUTE OF MARINE RESEARCH

Innhold

Samandrag	3
Abstract	4
Innleiing	5
Prosjektets omfang og organisering	6
Problemstilling og formål.....	6
Prosjektgjennomføring	7
Del 1. Tilrettelegging av videoar.....	7
Del 2. Kvalitativ klassifisering av videoar	9
Del 3. Klassifisering av åtferd ved hjelp av djupe nevrane nettverk	10
Oppnådde resultat, diskusjon og konklusjon.....	11
Diskusjon.....	14
Konklusjon	15
Leveransar	16
Andre resultat	16
Referansar.....	16

Samandrag

Omgrepet «fri symjing» er brukt i reguleringa av makrell (*Scomber scombrus*) notfiskeria. Dersom ein vil avbryta fiskeoperasjonen under notfiske (slipping) er kravet at fisken skal kunna «symja fritt» ut av nota. Ei utfordring er at dette omgrepet er uklart og at det er vanskeleg å dokumentera at dette er tilfelle. Målet med delprosjektet er ei pilotstudie på klassifisering av “fri symjing” i not under trenging ved hjelp av rimelege kamera og moderne dataprosesseringsalgoritmar.

Første steg var å tilretteleggja eksisterande videodata. Videomaterialet frå hovudprosjektet og tidlegare prosjekt vart samla og organisert. Dette var materiale både frå kontrollerte eksperiment der dødelegheita var kjent og data teke opp under aktivt fiskeri. Vi har data både på sild (*Clupea harengus*) og makrell. Videoane vart gjennomgått og sekvensar der fisk sym ut av nota vart registrert. Frå dette materialet vart det laga 80 videoklipp.

Eit panel vart sett opp til å kvalitativt vurdere videoklippa i normal åtferd/uynskt åtferd. I utgangspunktet ynskte vi innspel frå næringsaktørar, forskarar og forvalting på resultata, men det viste seg å vera vanskeleg å få nok interesse for ein workshop på dette. Panelet vart samansett av 14 forskarar. Det var rimeleg god semje om resultata, men sjølv om skilnaden var liten var det signifikant skilnad mellom forskarar frå ulike forskingrupper. Det er rimeleg å tru at skilnaden er større mellom andre grupper. Dersom vi får eit større datagrunnlag og eit breiare samansett panel vil rammeverket som er etablert kunna nyttast til å ta dette vidare.

Manuell klassifisering av åtferd er tidkrevjande, og vi ville undersøkje om moderne klassifiseringsalgoritmar (djupe nevrane nett) kunne nyttast. Vurderinga frå panelet vart nytta som fasit, og data vart tilrettelagt for automatisk klassifisering ved å eksportera bilete frå videomaterialet. Caffe implementeringa av «AlexNet» vart nytta, og nettverket vart trena ved hjelp av eit Titan X GPU kort. Nettverket greier å automatisk klassifisera åtferda, men datamaterialet er for lite til å kunna trekka endelege konklusjonar.

Det viktigaste for å gå vidare vil vera å samla inn meir data, aller helst ved å etablere ein protokoll for innsamling av data frå fiskeria. Når datagrunnlaget er stort nok vil ein kunna nytta rammeverket som er etablert i dette prosjektet saman med eit breiare samansett panel for å koma vidare.

Abstract

The concept of «free swimming» is used in the Norwegian regulation of mackerel (*Scomber scombrus*) purse seine fisheries. If the skipper would like to abort a fishing operation (slipping), the requirement is that the fish should be able to swim freely out of the seine. Challenges are that the term is vaguely defined and that it is difficult to document that the fish was freely swimming during the slipping process. The objective of the project is to do a pilot on classification of free swimming during crowding and slipping during the fishing operation using inexpensive camera systems and modern data processing algorithms.

The first step was to organize existing video footage of slipping events. The video footage from the main project and earlier projects was collated and organized. The material originated both from controlled experiments where the fish mortality was known post hoc, and footage taken during normal fishing operations. Data on both mackerel and herring (*Clupea harengus*) was used. The footage was scrutinized and sequences where fish is swimming out of the seine was noted. From this material 80 video clips were made.

A scoring panel was established to qualitatively evaluate whether the clips showed fish swimming freely out of the seine or not. At the outset, we wanted a broad panel consisting of members from the industry, regulatory authorities and research institutions, but it turned out to be difficult to establish a broad panel. The panel was composed of 14 scientists. There was a good consensus among the researchers participating in the panel on the definition of free swimming, but there was still a small but significant difference between researchers from different research groups. It is likely that the difference may be bigger among other groups. If a larger data set is established and a broader panel, the method can easily be reapplied to consider this.

Manual classification of behavior is time consuming, and the last part of the project considered if we could use modern classification techniques to classify the behavior. The assessment from the panel on each clip was used to train a deep neural network. The Caffe implementation of the «AlexNet» was used, and the network was trained using a Titan X Graphical Processing Unit card. The network could classify the images like the scoring panel, but the data material was too small to draw any final conclusions.

The most important next step is to collect more data, ideally by establishing a protocol for collecting data from the fisheries. When the data material is sufficiently large, the framework developed in this project can easily be re-applied. By using a broader panel and more data we will likely get closer to a better definition of “free swimming”.

Innleiing

I ringnotfisket og fiskeri generelt er det viktig å unngå fangstar med fisk under minstemål, altfor store fangstar og bifangst. Pris på fangsten er avhengig av storleiken og kvaliteten på fisken, og det kan løna seg å undersøka fangsten før den vert teken om bord. I hovudsak slepp fiskarane fangst som ikkje er optimal, men det er ikkje lov å sleppa død eller døyande fangst. Uvisse om fisken overlever slipping og om lova blir følgt, skapar utfordringar for både fiskeri og forvaltning.

Problemstillinga rundt omgrepet “svømme fritt ut fra nota” vart diskutert i referansegruppa i NFR prosjektet “RedSlip” i mars 2015. Det viste seg at det kan være utfordrande å definera eit slikt omgrep. Representantar frå fiskerinæringa, forvaltninga og forskinga frå Noreg og EU var til stades på møtet.

Lovgivinga for fiske etter makrell med not (Forskrift om utøvelse av fisket i sjøen, paragraf 48a) slår fast at “Ved eventuell slipping av fangst må noten være klargjort for slipping når markeringsblåsen tas om bord. Notene skal da ha en tilstrekkelig stor utslippsåpning til at makrell kan svømme fritt ut”. Definisjonen er uklar og handhevinga av regelverket er utfordrande, men det er truleg mogleg å verta einige om nokre generelle prinsipp om kva som er fri symjing. Til dømes vil ein stim der fisken sym roleg og koordinert ut av nota vera eit teikn på at fisken har det bra (Figur 1). Ein kaotisk stim der fisken kolliderer med andre fisk og vert pressa mot notveggen tyder på at fisken ikkje sym fritt. Dette kan vera fordi det ikkje er plass eller at den er blitt skada tidlegare i prosessen. Det er då stor sjanse for at fisken ikkje overlever slippinga.



Figur 1. Sild som sym ut frå nota under slipping.

Rimelege kamerasystem kan enkelt samla inn store mengder data av symjeåtfærd under sleppefasen, men dersom definisjonen av fri symjing er uklar og behandlinga av datamaterialet er tidkrevjande, vil det ikkje hjelpe på problemet. For å testa om dette kunne vore brukt i rådgjevinga er ideen å gjera ei kvalitativ vurdering av videomaterialet (fri versus ikkje fri symjing), og å prøva om moderne maskinlæringsalgoritmar kan lærast opp til å automatisk klassifisera “fri svømming”. Dersom dette fungerer vil fiskarane kunna dokumentera fri symjing under slipping. Dette er viktig for å dokumentera at regelverket blir følgt og at notfiskeria i Noreg vert praktisert på ein ansvarleg måte.

Pelagisk fisk kan ha høg dødelegheit dersom den blir hardt trengt i nota før slipping [1–4], og dette har ført til eit strengare regelverk både i Noreg og EU (Fiskeridirektoratet, 2004; Article 15, EU Common Fisheries Policy, 2013). Både Noreg og EU opererer med grenser for kor seint i fiskeprosessen ein kan tillata slipping. For at fiskarane skal kunna forholde seg til regelverket har dei behov for fangstinformasjon i en tidlig fase av fisket. Dette behovet har ført til økt forskingsaktivitet innan fangstidentifikasjon og -kontroll i not (f.eks. CRISP og BTO prosjektet “Catch control”). Ved Havforskningsinstituttet arbeider ein og med utvikling av betre og standardiserte slippemetoder (FHF prosjektnr: 900999; som dette prosjektet er eit delprosjekt av) og med forskning som skal gje ei betre forståing av makrellens åtfærd inne i nota og ei forklaring på kvifor makrellen døyr ved hard trenging (NFR prosjektet “Reducing slipping mortality in purse seines by understanding interactions and behaviour”, RedSlip). Denne forskingsaktiviteten vil forhåpentlegvis gjera det mogeleg for fiskarane å halda fram lønnsamt fiske samstundes som fiskevelfærd og regelverk vert ivareteke.

Maskinlæring og klassifisering er eit forskingsområde det har skjedd svært mykje dei siste 5 åra [5]. Forskingsfronten er i stor grad driven av “BigData” industrien; som Facebook og Google inc, men det vert meir og meir vanleg innanfor akademien.

Prosjektets omfang og organisering

Delprosjektet har hatt ei totalramme på 918300NOK, med varigheit frå 01.10.2015 til 01.11.2016. Delprosjektet er organisert under hovudprosjekt FHF prosjekt 900 999, og har same referansegruppe og styringsgruppe som hovudprosjektet. Prosjektet er delt inn i 3 oppgåver: tilrettelegging av videoar, kvalitativ klassifisering av videoar (normal åtfærd/uynskt åtfærd), klassifisering av åtfærd ved hjelp av maskinlæringsteknikkar.

Vi har henta innspel hjå Norsk Regnesentral på klassifiseringsteknologi, og i tillegg har vi brukt Havforskningsinstituttet sin kompetanse på slippemetodikk (støtta gjennom RedSlip og Slippemetodikk prosjektene) og gjennom deltaking i referansegruppemøta til desse prosjekta (som inkluderer representantar frå Danmarks pelagiske Producentorganisation, Azti i Spania, MS «Eros», Fiskeridirektoratet, Pelagic Advisory Council med fleire) .

Problemstilling og formål

Problemstillinga er knytt til definisjon av «symje fritt ut frå nota». Den første spørsmålet er om vi er einige i kva som er «symje fritt»? Er definisjonen konsis nok? Kan vi forvalta regelverket på ein betre måte? Målet er å undersøka om vi kan klassifisera åtfærd i «fri» eller

«ikkje fri», og om det er noko i klassifiseringa av åtferda som vil kunna hjelpa både fiskarar og myndigheiter til å forvalta regelverket på ein betre måte. Regelverket gjeld for makrell, men det er sjølvsagt like viktig at sild får symje fritt ut frå nota og overleve ved eventuell slipping. Derfor vart sild og inkludert i studien, og det gav oss eit større materiale å jobba med.

Nytteverdien for fiskerinæringa vil vera utvikling av metodikk som kan hjelpa næringa i å dokumentera kva som er fri symjing. Dette vil både kunna føra til reguleringar som er meir i tråd med praksis i fiskeroperasjonane. Dette er ei særst relevant problemstilling for fiskerinæringa og høver godt inn i FHF's målsetjingar. Hovudmålsettinga i FHF's handlingsplan for Fiske og Fangst - Fiskeriteknologi er å optimalisera lønnsmda i fiskeflåten gjennom å utvikle ressurs- og miljøvennlig fiskeriteknologi. For å nå dette målet er det behov for regelverk basert på vitenskaplege data og klare objektive retningslinjer for korleis regelverket skal handhevast.

Prosjektgjennomføring

Prosjektet vart delt opp i tre hovuddeler:

Del 1. Tilrettelegging av videoar

Første del av prosjektet gjekk gjennom eksisterande videomateriale som viser slipping av fisk frå not. Videomaterialet vart samla inn av havforskningsinstituttet mellom 2012 og 2015 frå fiskefartøya FV «Sjarmør», FV «Brennholm» og FV «Fiskebas». Materialet inneheld videoar frå trenging i kontrollerte merdforsøk der overlevinga er blitt overvaka i tillegg til videomateriale frå kommersielt fiske der fisken blir trengt og/eller slippes frå not. Kvaliteten på materialet varierer, og det er blitt brukt ulike typar kamera med ulike avstand og monteringsvinklar til fisken, noko som gjer det vanskelegare å klassifisera åtferda. Materialet vart gjennomgått og videoar der notveggen var opna og fisk symde ut or nota vart merka. Det endelege videomaterialet var 50.42 minuttar med video fordelt på 60 videoklipp frå 16 slippeforsøk (Tabell 1).

Videomaterialet kom i hovudsak frå kommersielt fiskeri på makrell (11 kast, 43.49 min) og sild (1 kast, 3.48 min). Materialet vart teke opp med to GoPro kamera med undervasshus montert i notbrystet (enden av noten som åpnes ved slipping). Eitt kamera peika oppover medan det andre såg til sides (Figur 2a). Storleiken på fangstane var typiske for fiskeriet, men nøyaktige data på fangstmengda og eventuell dødelegheit etter slipping var ikkje tilgjengeleg. Tabell 1 viser korleis det er materialet er organisert.

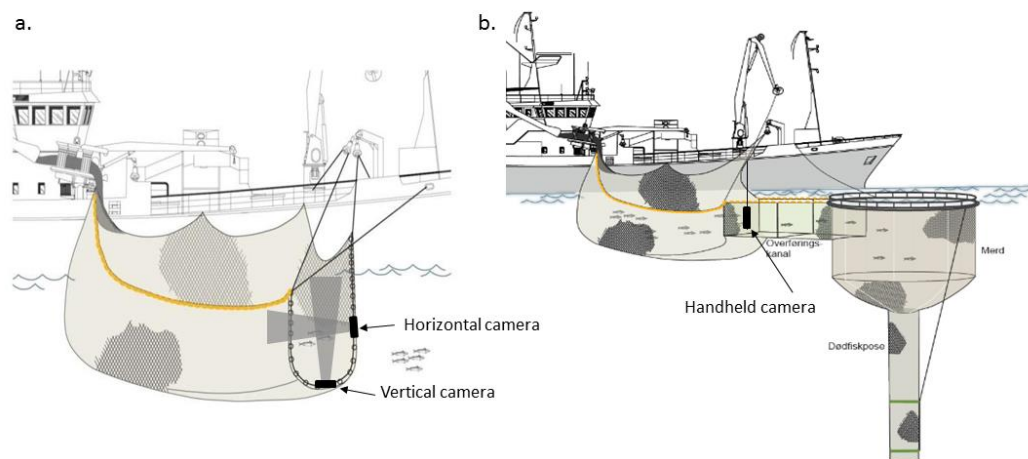
Fire datasett vart samla inn under kontrollerte eksperiment på mindre sildefangstar (50 – 100 t) der 5 – 10 t av fangstande vart forsiktig overført til ei eksperimentmerd. Under overføringa vart same prosedyre som under slipping følgt, men ein overføringskanal vart laga til mellom nota og merda (Figur 2b). eit videokamera vart kopla på ei stong og senka ned til opninga

mellom nota og merda. Fisken vart flytta forsiktig til merda, og dødelegheita vart kvantifisert i to av seks tilfelle (hending 2 og 6) og var på høvesvis 1,1% og 4,7%.

For kvar av videofilmane vart det generert 5 sekunds videoklipp for kvart minutt av video. Til saman vart det laga 80 videoklipp på 5 sekund frå videomaterialet. Sidan dette skulle i første omgang nyttast til kvalitativ klassifisering av åtferda av eit panel samansett av fleire personar (del 2), vart det laga unike filmsekvensar der videoklippa vart sortert tilfeldig rekkjefølgje for kvart panelmedlem. Dette vart gjort for at rekkjefølgja ikkje skulle påverka vurderingane.

Tabell 1. Oversikt over datamaterialet som er brukt i delprosjektet. Hendingsnummeret referer til ein fiskeoperasjon, type er om materialet kjem frå «Kontrollerte forsøk» der det er gjort forsøk på overleving etter trenging i not medan «fiskeri» referer til slipping under aktivt fiskeri. «Art» er enten sild eller makrell, «Dato» er på formatet (yyyymmdd), «Fartøy» er namnet på fartøyet der data vart teke opp, «Videolengde» er lengda på filmen der det er fisk som sym ut av nota, og «No. klipp» er talet på klipp for den aktuelle hendinga.

Hending	Type	Art	Dato	Fartøy	Videolengde (s)	No. klipp
1	Kontrollerte forsøk	Sild	20120312	Sjarmør	60	1
2	Kontrollerte forsøk	Sild	20120312	Sjarmør	18	1
3	Kontrollerte forsøk	Sild	20120312	Sjarmør	18	1
4	Kontrollerte forsøk	Sild	20120312	Sjarmør	12	1
5	Kontrollerte forsøk	Sild	20120318	Sjarmør	51	1
6	Kontrollerte forsøk	Sild	20120318	Sjarmør	48	2
7	Fiskeri	Sild	20150214	Sjarmør	209	4
8	Fiskeri	Makrell	20151002	Fiskebas	42	1
9	Fiskeri	Makrell	20130908	Brennholm	386	9
10	Fiskeri	Makrell	20151003	Fiskebas	539	3
11	Fiskeri	Makrell	20151002	Fiskebas	137	5
12	Fiskeri	Makrell	20151003	Fiskebas	72	2
13	Fiskeri	Makrell	20151004	Fiskebas	375	6
14	Fiskeri	Makrell	20150606	Sjarmør	156	1
15	Fiskeri	Makrell	20150606	Sjarmør	345	5
16	Fiskeri	Makrell	20150606	Sjarmør	198	5
17	Fiskeri	Makrell	20150608	Sjarmør	15	1
18	Fiskeri	Makrell	20150608	Sjarmør	190	7



Figur 2. Overvaking av fisk under slippeforsøk (illustrasjon modifisert frå Huse og Vold [2]); (a) kameraposisjon under slipping i kommersielt fiskeri og (b) kameraposisjon på stong under overføring av fisk til merd for dei kontrollerte forsøka.

Del 2. Kvalitativ klassifisering av videoar

Neste steg var å manuelt klassifisera videosekvensane. Vi sette opp eit panel med personar som fekk i oppgåve å klassifisera åtferda, og kvart medlem fekk ei unik fil frå del 1 av prosjektet. Filmene vart lagt ut på YouTube og det vart sett opp eit nettbasert system (google forms) for å registrera vurderingane. Kvart medlem vurderte eit klipp som fri symjing (1-2) eller ikkje fri symjing (3-4). vi ynskte å skilja mellom tilfelle som panelmedlemmane vurderte som klare (1 og 4), og tilfelle som vart vurdert til å vera litt meir i grenseland (2 og 3).

I utgangspunktet ynskte vi at panelet skulle vera samansett frå næring, forvaltning og forskarar.

Vi ynskte å få innspel frå interessentane i prosessen, og I slutten av Februar 2016 vart 15 ringnotskipparar invitert til eit arbeidsmøte for å diskutera korleis fri symjing under slipping kan dokumenterast. Til tross for mange påminningar på telefon og e-post og endring i dato var det berre nokre få som meldte seg, og vi såg oss nøydde til å avlysa møtet.

vi sette saman eit panel frå ulike forskingsgrupper på havforskningsinstituttet til å vurdere videoane. Vi var spesielt interessert i skilnader mellom ulike fagfelt innan forskingmiljøet . Det er naturleg at ulike grupper har eit ulikt syn på kva som er «fri symjing», og kunnskap om naturleg åtferd hjå fisk vil truleg kunna påverka dette. Tettare stimåtferd er til dømes ein naturleg respons under predasjon, som aukar sjansane for å unnvika predatorane. Dersom denne funksjonen bryt saman, til dømes ved at stimstrukturen bryt saman, vil det truleg vera

svært stressande for fisken. Dei ulike panelmedlemmane vil truleg vurdera dette ulikt. Dersom det er skilnader mellom forskingsgruppene er det all grunn til å tru at det skilnadar mellom næring, forvaltning og forskarmiljø generelt, noko som vil gjera implementering av regelverket vanskelegare å få til.

Vurderingspanelet vart sett saman av totalt 13 forskarar frå tre ulike forskingsgrupper, fordelt på fagfelte fangstteknologi (n=4), dyrevelferd (n=4) og andre (n=5). I tillegg vart videoane vurdert av ein aktør frå næringa. Alle fekk utdelt kvar sin video der dei skulle vurdera om klippa viste fri svømming eller ikkje. Vi gav ikkje føringar på kva som er fri svømming anna enn det som står i lovteksten, sidan vi var interesserte i kva dei ulike medlemmane i utgangspunktet la i omgrepet.

Del 3. Klassifisering av åtferd ved hjelp av djupe nevrane nettverk

Ei stor utfordring ved bruk av bilete og video er at det er svært tidkrevjande å gå gjennom og vurdera materialet. Tradisjonelt har ein rekna ut typiske trekk frå videoane som ein nyttar til klassifisering. Det kan til dømes vera estimat på symjefart, haleslagsfrekvens eller andre trekk. Så nyttar ein desse trekka til å klassifisera åtferda. Problemet med denne tilnærminga er at vi er avhengige av å finna og estimera dei riktige trekka som klassifiserer fri symjing. Dette har gjort det både tidkrevjande og vanskeleg å automatisk klassifisera bilete og filmar i ulike kategoriar. Det er tidkrevjande fordi ein må laga dataprogram som greier å estimera trekka og det vanskeleg fordi ein må finna dei riktige trekka.

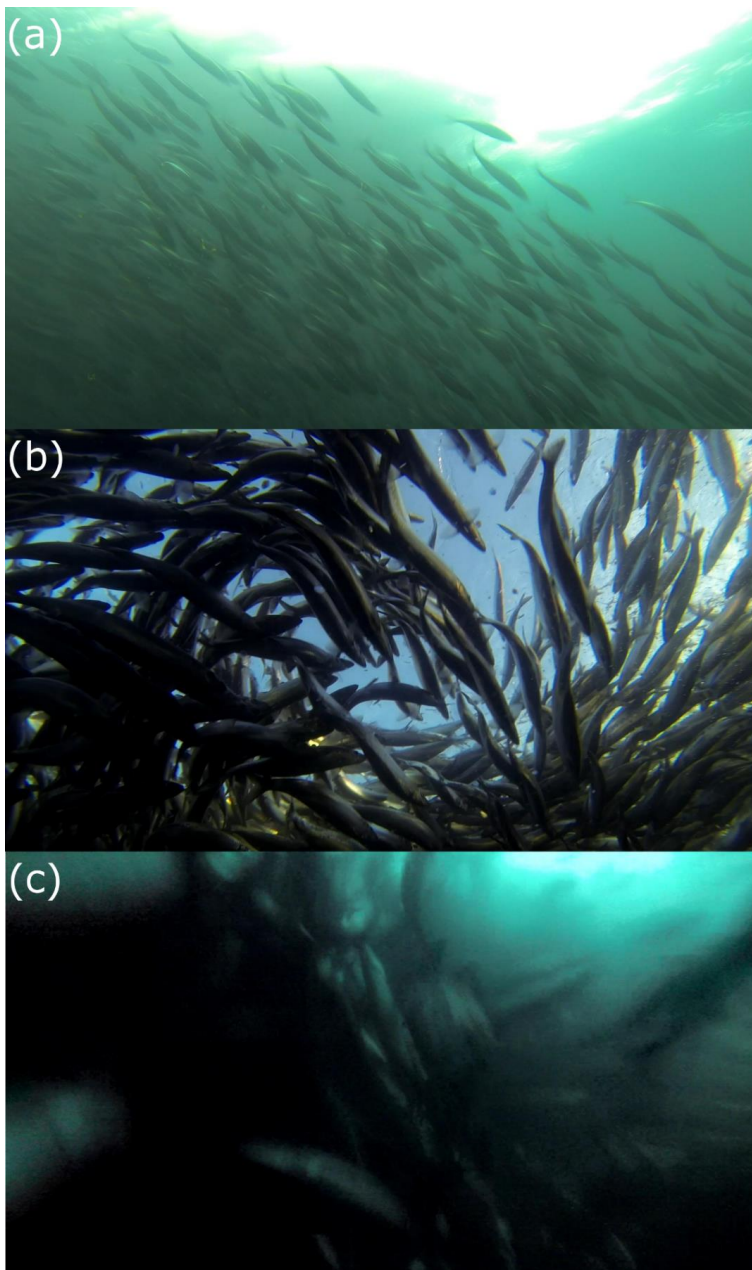
Dei siste åra har det vore utvikla metodar som finn desse trekka sjølv, og i 2012 demonstrerte Krizhevsky et al. [5] at eit nevralt nettverk (deep convolutional network) løyste “ImageNet” datasettet med mykje større nøyaktigheit enn tidlegare. «ImageNet» data settet er eit datasett som vert nytta i konkurransar der ulike algoritmar for biletklassifisering vert testa mot kvarandre. Dette vart starten på ein revolusjon på mønstergjenkjenning og maskinlæringsmetodar, og førte til store framsteg innan bildeanalyse og mange tilgrensa områder. I denne delen av prosjektet vil vi testa denne teknologien på opptaka frå slippinga frå del 2. Det langsiktige målet er å etablere ein metode til automatisk klassifisering av “svømme fritt” frå videostraum frå nota under slipping. Dette vil leggja grunnlaget for utviklinga av eit sensorsystem som kan estimere “fri svømming” i sanntid.

Oppnådde resultat, diskusjon og konklusjon

Resultat

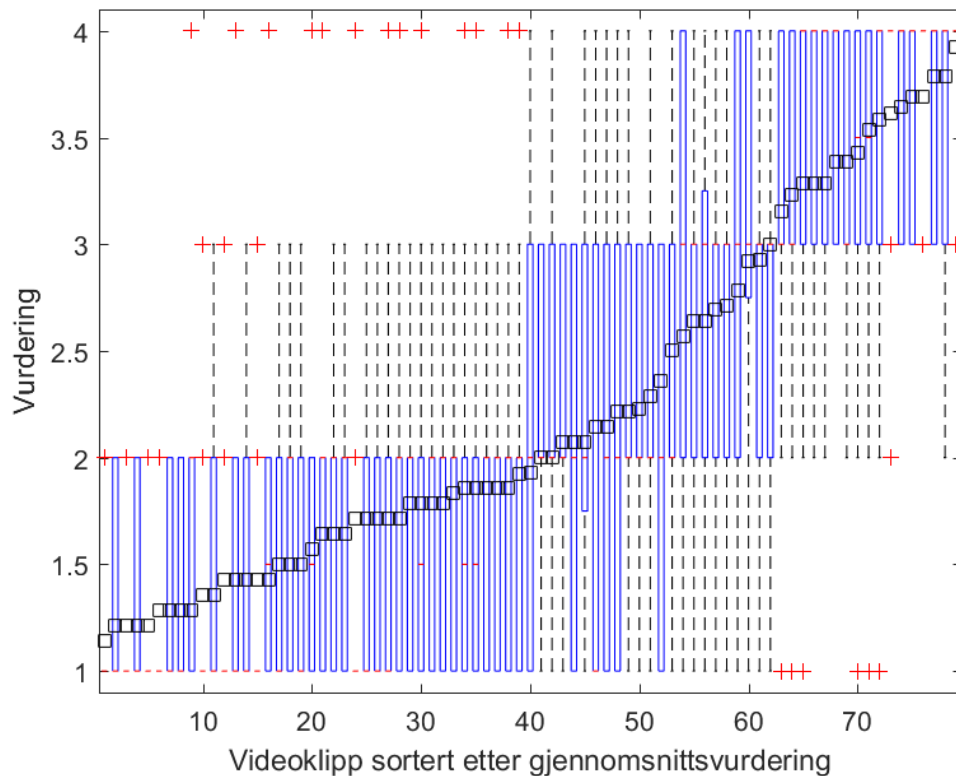
Klassifisering:

Det første spørsmålet vi ynskte å finna svar på var om det er semje om definisjonen på «fri symjing». Panelmedlemmane fekk i oppgåve å klassifisera åtferda frå 1 til 4. Vurderingane frå panelmedlemmane vart «sortert» tilbake til utgangspunktet slik at kvart klipp fekk same nummer. Dette resulterte i eit datasett der kvart panelmedlem (13 linjer) gav ein vurdering av kvart videoklipp (80 kolonner). Figur 3 viser døme på tre ulike situasjonar der panelet var samde om klassifiseringa.



Figur 3. Bilete frå tre ulike videoar der panelmedlemmane var einige om å klassifisera åtferda som «fri symjing» (a), der panelet var delt i klassifiseringa (b), og der panelet vurderte det som «ikkje fri symjing» (c).

Resultatet viser at panelmedlemmene var stort sett samde om klassifiseringa (Figur 4). Omlag 40 klipp vart vurderte som fri symjing og omlag 20 klipp som ikkje-fri. For omlag 20 klipp var panelet delt. I sum er panelet grovt sett einige om kva som er fri symjing i 75% av tilfella. Sidan det ikkje eksisterer ein eintydig definisjon på fri svømming er dette rimeleg bra. Etablering av ein slik definisjon vil gje føringar til dei som vurderer klippa og vil truleg føra til auka semje, men det var viktig å ikkje standardisera dette på førehand slik at vi fekk eit innblikk i kva dei ulike panelmedlemmene tenkte første gong dei vurderte videoane.



Figur 4. Vurdering som funksjon av videoklipp sortert etter gjennomsnitt. Dei svarte firkantane viser gjennomsnittsvurderinga per klipp, boksplotta, det vil seia dei raude linjene, blå søylene, stipla linjene og raude kryssa viser fordelinga per klipp i median, kvartil (som tyder at 50% av vurderingane ligg innanfor den blå boksen), variasjonsbreidd, og uteliggjarar (som til dømes at eit panelmedlem har gjort ei vurdering som dei fleste andre er ueinige om).

Gjennomsnittet var litt ulikt i dei ulike gruppene (Tabell 2). Næringsrepresentanten vurderte reaksjonane som friare enn forskarane, og denne skilnaden er statistisk signifikant ($p < 0.001$, Mann Whitney test). Det er verdt å merka seg at dette baserer seg berre på ein representant, og ein bør tolka resultatet i lys av det. Men det kan vera fornuftig å kikka nærare på dette sidan dette er ein indikasjon på at vurderinga kva som er fri symjing ikkje nødvendigvis samsvarar mellom forskarane og næringsaktørane.

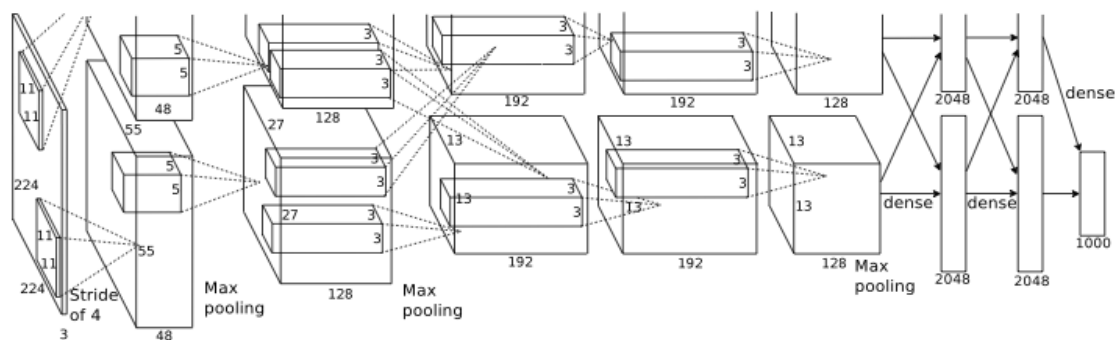
Det som og er interessant er at vurderinga frå dei som arbeider med fangsteknologi vurderer symjinga som mindre fri enn dei andre forskargruppene ($p < 0.05$ for begge grupper mot fangsteknologigruppa, Mann-whitney parvis test). Sjølv om skilnaden på 0,15 er signifikant er den relativt liten, men det viser at oppfatninga er noko ulik sjølv innanfor ei relativt homogen gruppe.

Tabell 2 Gjennomsnittsvurdering frå dei ulike gruppene

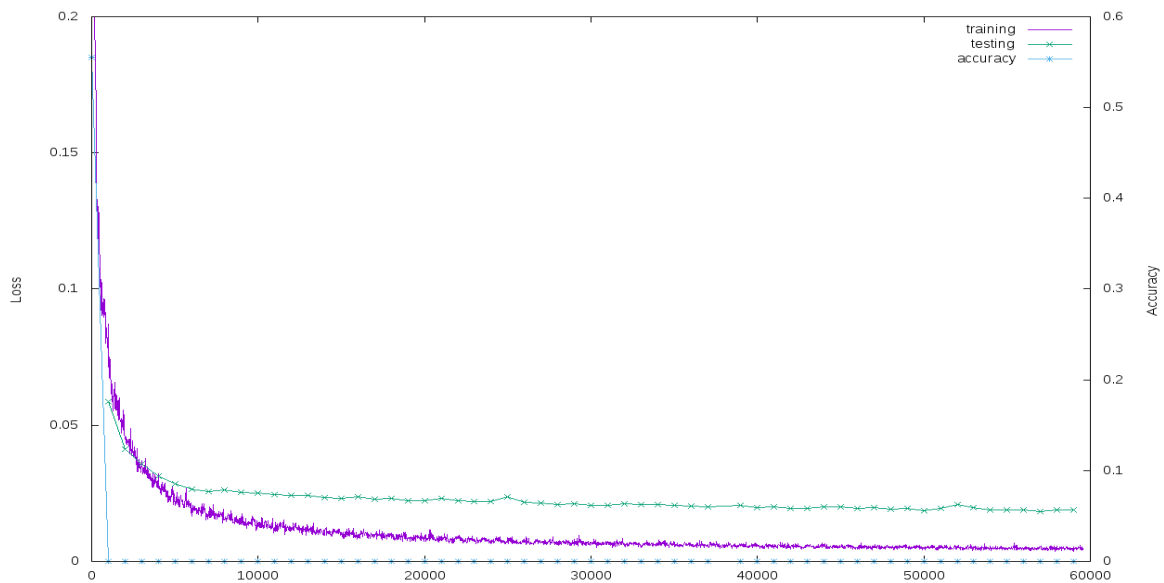
	n	Gjennomsnitt
Næring	1	1.23
Forskar - Fiskevelferd	4	2.22
Forskar - Fangstteknologi	4	2.37
Forskar - andre	5	2.22

Automatisk klassifisering

Det eksisterer ulike programvarebibliotek som kan nyttast for klassifisering ved hjelp av djupe nevrale nett. Først gjorde vi ein gjennomgang av dei ulike rammeverka som kan nyttast til føremålet. Caffe er eit anna bibliotek som har eit enkelt grensesnitt via python [6]. Google Tensor Flow er eit fleksibelt rammeverk [7] som kan nyttast for å estimera vektene i eit djupe nevrale nett. Det er eit generelt rammeverk som har ein litt høgare brukarterskel. Theano er eit tredje alternativ som vart vurdert [8]. Alle rammeverka har støtte for GPU prosessering (dvs at ein kan nytta skjermkortet til å gjera utrekningane), vi sette opp ein server med eit Nvidia titan X kort. På grunna av brukarterskelen fann vi det mest hensiktsmessig å nytta Caffe, med ein forenkla versjon av «AlexNet» [5], figur 5. Både trening og validering brukte EUCLIDEAN_LOSS. Frå kvar video vart kvar 10'ande biletramme eksportert og kvar ramme arva gjennomsnittsvurderinga frå videoen. Av bileta vart 1866 nytta til å trene nettverket, og 200 vart nytta til validering.



Figur 5. Visualisering av «AlexNet». Figure teken frå [5]. figuren viser korleis klassifiseringsnettverket er bygd opp. «flata» heilt til venstre er bilete som vert sett inn i nettverket, medan høgresida er klassen som bileta vart kopla til (fri vs ikkje fri symjing).



Figur 6. Feilrater i testdata og treningsdata som funksjon av talet på iterasjonar.

Nettverket stabiliserer seg ganske raskt (etter omlag 10 000 iterasjonar). Feilen på treningsdata ligg under feilen på valideringsdata, og begge ratene fell raskt. Med andre ord klassifiserer nettverket bileta med høg presisjon. Problemet er at vi ikkje har nok bilete til å parametrisera nettet, det vil seia at nettverket er «overparametrisert». Med meir data vil dette kunne vurderast, men resultatata er lovande.

Diskusjon

Resultata viser at panelmedlemmane er einige om kva som er fri og ikkje fri symjing i 75% i tilfella. Dette er eit relativt høgt tal gitt at det ikkje vart gitt nokre føringar utover det som står i lovteksten. Det ville truleg vore mindre avvik mellom paneldeltakarane dersom vi hadde utarbeida felles vurderingskriterie på førehand, men det er og stor grunn til å tru at skilnaden er større mellom ulike aktørar.

Vår hypotese i utgangspunktet var at dei som arbeider med fiskevelferd ville ha ei meir streng oppfatning av kva som er «fri symjing» enn forskarar frå dei andre gruppene, men det viste seg at dei som arbeidde med fangsteknologi var gruppa som skilte seg noko ut. Sjølv om skilnaden var liten var dei noko meir «strenge» for å vurdera åtferda som «fri symjing».

Dersom video skal kunna nyttast operasjonelt må det lagast eit rammeverk som kan handtera biletstraumen. For å få dette til må kameraplasseringa vera enkel å få til, det bør sendast direkte til brua slik at fartøyet kan sikra at materialet er av tilstrekkeleg kvalitet, og ein bør vera einige om ein eintydig definisjon av fri symjing. Det siste er vanskeleg, men det kan kanskje løysast ved å verta einige om kva algoritme som gjer klassifiseringa.

Vi greidde ikkje gjennomføra eit arbeidsmøte med næringa, men tilbakemeldingane vi fekk var at åtferda burde vore observert frå overflata i staden for under vatn, og at avstanden frå kamera til fisk kunne påverka vurderinga og difor ikkje kunne representera kva som er fri

symjing og ikkje. Ein veg vidare kan vera å involvera nokre fiskeskipparar frå byrjinga og la dei vera med å definera kva data og kameraplassering som best kan nyttast til å klassifisera åtferda (frå overflata, under vatn, etc). Sjølv om vi berre har eitt medlem frå næringa skil vurderinga seg frå vurderinga til forskarpanelet. Vi må vera forsiktige med å trekka konklusjonar basert på ein representant frå næringa, men det gjev grunn til å tru at det er skilnadar på korleis ulike aktørar vurderer problemstillinga, og dette kan føra til utfordringar i handheving og implementering av regelverket . Dersom dette er riktig, så vil det vera vanskeleg å verta einige om gode tiltak for å redusera problemet, og det vil vera svært interessant å gjera øvinga om att med eit breiare panel og større datagrunnlag. Rammeverket er etablert, og det vil vera relativt enkelt å gjera dette på eit seinare tidspunkt dersom det er ynskjeleg.

Resultata med maskinlæringsmodellen gjev grunn til optimisme, og det verker rimeleg at ein slik modell kan gje gode resultat. Ein må ta omsyn til at evalueringa her nyttar små datamengder, og at ein meir omfattande studie er naudsynt. Med ein GPU-akselerator prosesserer modellen omlag 2000 bilete kvart sekund, og den burde kunne nyttas i langt svakare maskinvare, til dømes integrert i eit kamerasystem.

Konklusjon

Implementering av automatisk klassifisering av fri svømming under kommersielt fiske vil krevja breiare semje blant fiskarar, forvaltarar og forskarar om kva som er «fri symjing». For å få dette til treng vi eit større datagrunnlag enn det vi har tilgjengeleg i dag, og vi er avhengige av å få næringa med på å etablere kva som er «fri symjing». For å auka datagrunnlaget bør ein utvikla eit kamerasystem som enkelt kan monterast i nota eller i skroget på fartøyet og som kan samla inn større mengder data frå fiske.

Rammeverket for klassifisering av «fri symjing» som er utvikla i prosjektet vil kunna nyttast på eit større materiale, og det vil kunna hjelpa til med å koma fram til ei breiare semje om kva som er fri symjing. Det vil og synleggjera ulike oppfatningar på omgrepet mellom dei ulike aktørane, som kan nyttast som eit utgangspunkt for dialog. Den automatiske klassifiseringa er avhengig av eit større biletmaterialet for å unngå overtilpassing av nettverket, men rammeverket fungerer. Ei breiare semje mellom fiskarar og forvaltarar ville ført til at regelverket ville blitt enklare å forhalda seg til, og rammeverket utvikla i delprosjektet kan nyttast til det.

Leveransar

Det er to formelle leveransar for delprosjektet:

Faktaark

Populærvitenskapleg faktaark (på norsk) som oppsummerer resultatene (1.Nov 2016). Publisert på imr.no og i fulltekstarkivet på Havforskningsinstituttet [9].

Delrapport

Delrapport (denne rapporten) som inkluderer oversikt over datakatalogen av fisk under trenging, manuell klassifisering av videomaterialet og test av dette mot automatiske klassifiseringsalgoritmar (1.Nov 2016).

Andre resultat

Handegard, Nils Olav, Ketil Malde, Maria Tenningen, and Hector Pena. “Automatisk Klassifisering Av Svømming I Not,” Poster. Geilo Winter School in Machine Learning 2017. Nils Olav Handegard, Maria Tenningen, Kirsten Howarth, Neil Anders, Guillaume Rieaucou, Hector Pena, Michael Breen. “Mackerel behavioral responses to crowding and reduction in oxygen.” Presentasjon. Presentation at the Joint Session of the ICES- FAO Working Group on Fishing Technology and Fish Behaviour (WGFTFB) and the Working Group on Fisheries Acoustics Science and Technology (WGFAST) – (JFATB). Rutherford Hotel, Nelson, NZ. Monday April 3rd 2017.

Referansar

1. Lockwood SJ, Pawson MG, Eaton DR. The effects of crowding on mackerel (*Scomber scombrus* L.) — Physical condition and mortality. *Fisheries Research*. 1983;2: 129–147. doi:10.1016/0165-7836(83)90114-5
2. Huse I, Vold A. Mortality of mackerel (*Scomber scombrus* L.) after pursing and slipping from a purse seine. *Fisheries Research*. 2010;106: 54–59. doi:10.1016/j.fishres.2010.07.001
3. Tenningen M, Vold A, Olsen RE. The response of herring to high crowding densities in purse-seines: survival and stress reaction. *ICES J Mar Sci*. 2012;69: 1523–1531. doi:10.1093/icesjms/fss114
4. Marçalo A, Marques TA, Araújo J, Pousão-Ferreira P, Erzini K, Stratoudakis Y. Fishing simulation experiments for predicting the effects of purse-seine capture on sardine (*Sardina pilchardus*). *ICES J Mar Sci*. 2010;67: 334–344. doi:10.1093/icesjms/fsp244

5. Krizhevsky A, Sutskever I, Hinton GE. ImageNet Classification with Deep Convolutional Neural Networks. In: Pereira F, Burges CJC, Bottou L, Weinberger KQ, editors. Advances in Neural Information Processing Systems 25. Curran Associates, Inc.; 2012. pp. 1097–1105. Available: <http://papers.nips.cc/paper/4824-imagenet-classification-with-deep-convolutional-neural-networks.pdf>
6. Caffe | Deep Learning Framework [Internet]. [cited 6 Mar 2017]. Available: <http://caffe.berkeleyvision.org/>
7. TensorFlow. In: TensorFlow [Internet]. [cited 6 Mar 2017]. Available: <https://www.tensorflow.org/>
8. Welcome — Theano 0.8.2 documentation [Internet]. [cited 6 Mar 2017]. Available: <http://deeplearning.net/software/theano/>
9. Handegard NO, Tenningen M. Korleis kan vi dokumentera at fisken overlever slipping frå not? [Internet]. Havforskningsinstituttet; 2016. Available: <https://brage.bibsys.no/xmlui/handle/11250/2431684>

