

Tester av «beste praksis for slipping fra not» i 2015

Av Mike Breen, Jostein Saltskår, Aud Vold, Bjørn Totland og Neil Anders



Innhold

Sammendrag	4
Bakgrunn	4
Metoder	5
Fartøyer og områder	5
Slipping, målinger av geilåpning og atferdsobservasjoner	10
Analyser av utslippsåpningen.....	12
Resultater.....	15
Dybdemålinger under kasting og slipping	16
Tolking av utslippsåpningen fra dybdemålingene.....	17
Atferdsobservasjoner.....	22
Diskusjon.....	29
Slipping og atferd.....	29
Målinger og analyser av utslippsåpningen	30
Videre arbeid i 2016.....	30
Takk.....	31
Referanser.....	31

Sammendrag

Forslaget til «Beste praksis for slipping fra not» som man ble enige om ved Workshop'en som ble avholdt på Gardermoen desember 2014, ble testet ut på fire tokt i 2015. To av disse ble gjennomført på et kystnotfartøy og to på et ringnotfartøy. Geila i bryst-enden av noten ble strukket til 18 m på kystnotfartøyet og 21 m på ringnotfartøyet, og innfellingsgraden redusert til 25 %. Begge fartøyene hadde et støttetau fra en vinsj på bakken til notas øre for å kunne regulere utslippsåpningens bredde og dybde. Forsøkene viste at denne riggingen var funksjonell og enkel å håndtere under slipping.

Slippeprosessen ble dokumentert gjennom målinger av utslippsåpningen (dybdeloggere og lasermåler), og gjennom over- og undervannsfotografering ved hjelp av GoPro kameraer plassert på geila. Målingene viste at den reelle utslippsåpningen til enhver tid var mindre enn det teoretiske maksimum beregnet ut ifra lengden på geiltauet og avstanden fra fartøy til notøret. Dette skyldtes mest sannsynlig at flere krefter enn tyngdekraften virker inn på utformingen av utslippsåpningen, slik som for eksempel vind, strøm, avdrift av fartøyet og bruk av sidepropeller.

Atferdsobservasjonene viste store forskjeller fra kast til kast og det var også forskjeller mellom fartøyene. Man antar at svømmeatferden gir en indikasjon på fiskens stressnivå gjennom at den normale polariserte stimatferden oppløses under sterk stresspåvirkning. I en del kast der fisken ble hardt presset i nota, ble andelen av fisk som svømte ut på en strukturert og velordnet måte lavere, og andelen som forlot nota uten å vise normal stimatferd økte. Dette antas å være lite heldig for fiskens velferd. En del av faktorene som påvirker fiskens atferd er utenfor fiskernes kontroll, men deres håndtering av fartøy og not kan trolig tilpasses noe for å maksimere overlevingen.

Bakgrunn

I 2011 og 2012 gjennomførte Fiskeridirektoratet og Havforskningsinstituttet et prosjekt der man observerte og evaluerte egnetheten til ny forskrift for slipping av makrell fra snurpenot (Anon., 2005; Vold et al., 2013). Her konkluderte man med at det var et behov for å finne fram til en slippemetode som var skånsom mot bestanden, og som samtidig fiskere, forskere og forvaltningsmyndigheter kunne enes om. Etter dette finansierte FHF prosjektet «*Metodikk for slipping av sild og makrell fra not*» (prosjekt 900 999) som har som målsetning å komme fram til en «Beste praksis for slipping fra not».

På en workshop på Gardermoen 11. desember 2014 i regi av FHF-prosjektet deltok representanter fra notflåten, redskapsindustri, Fiskeridirektoratet, Kystvakta og Havforskningsinstituttet for å diskutere hvordan slipping av sild og makrell fra not kan gjøres på god måte for å sikre best mulig fiskevelferd. Man ble enige om et forslag til et sett av kriterier som karakteriserer «Beste praksis for slipping fra not». Disse kriteriene er blant annet

basert på resultatene fra et tidligere FHF-prosjekt: «Utvikling av ressurs- og miljøvennlig notteknologi» (FHF prosjekt nr. 900 514) (Breen et al., 2012; Vold et al., 2012; Isaksen et al., 2014).

Man ble enige om at følgende kriterier skulle gjelde for rigging av notbrystet:

- Kontrollert fangstregulering gjennom slipping fra nota skal foregå over notas bryst (notas kortende, geil). Ukontrollerte situasjoner kan imidlertid oppstå der fangst svømmer fritt ut når flåen er «nede».
- Lengden på det ferdig felte notbrystet skal maksimalt være felt inn 25 % i forhold til lengden på strukket lin.
- Lengden på notbrystet (geila) skal ikke være kortere enn 18 m. Riggingen av brysttauet må ikke redusere lengden på det ferdig innfelte brystet.
- Utslippsåpningen må kunne justeres med et hjelpetau fra fartøyet til notøret, slik at fisken til enhver tid kan svømme fritt ut under fangstregulering.

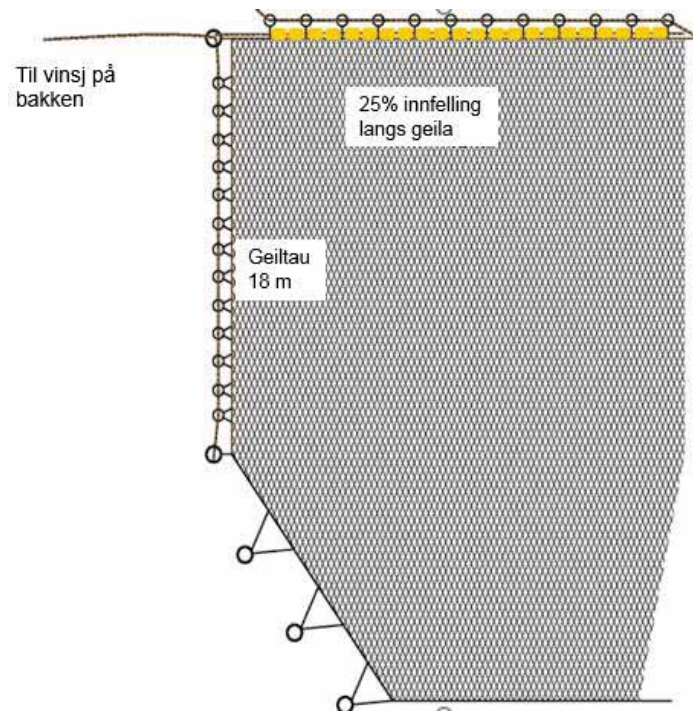
I 2015 ble ett ringnot- og ett kystnotfartøy leiet inn for å teste funksjonaliteten til denne slippemetoden i praktisk fiske. Det ble gjennomført 4 tokt i 2015, to i silde- og to i makrellfiske.

Metoder

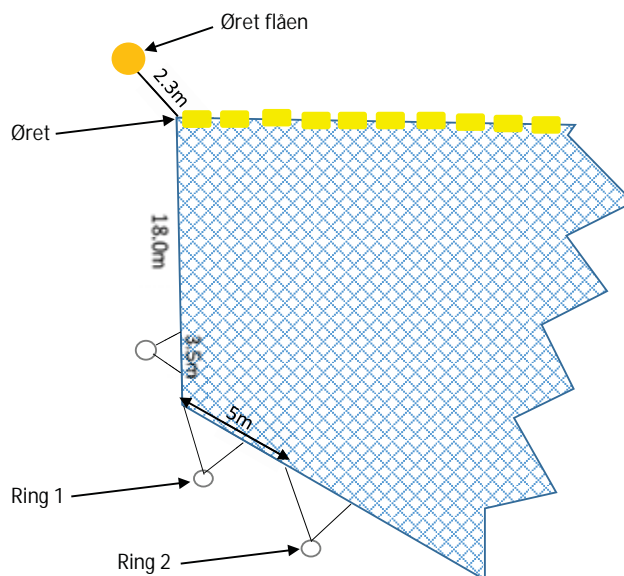
Fartøyer og områder

De to fartøyene som ble leid inn til forsøkene var kystnotfartøyet FF «Sjarmør» SF-17-SU (LOA 36,3 m) og ringnotfartøyet FF «Fiskebas» SF-230-F (LOA 64,2 m).

Nøtene fra begge båtene ble klargjort ved AS Fiskenet i Manger før toktstart slik at de var konstruert og innfelt i overenstemmelse med kriteriene for «Beste praksis for slipping fra not» som man ble enige om ved workshop'en på Gardermoen. Brystet ble felt om til 25 % innfelling, og geiltauet strukket til 18 m på «Sjarmør» og 21 m på «Fiskebas». Det ble også montert et hjelpetau fra notøret som skulle gå fram til en vinsj på bakken for å kunne regulere vidden på utslippsåpningen under slipping. Se Figur 2 til Figur 4 for dimensjoner og rigging av bryst og geil på nota til de to fartøyene.



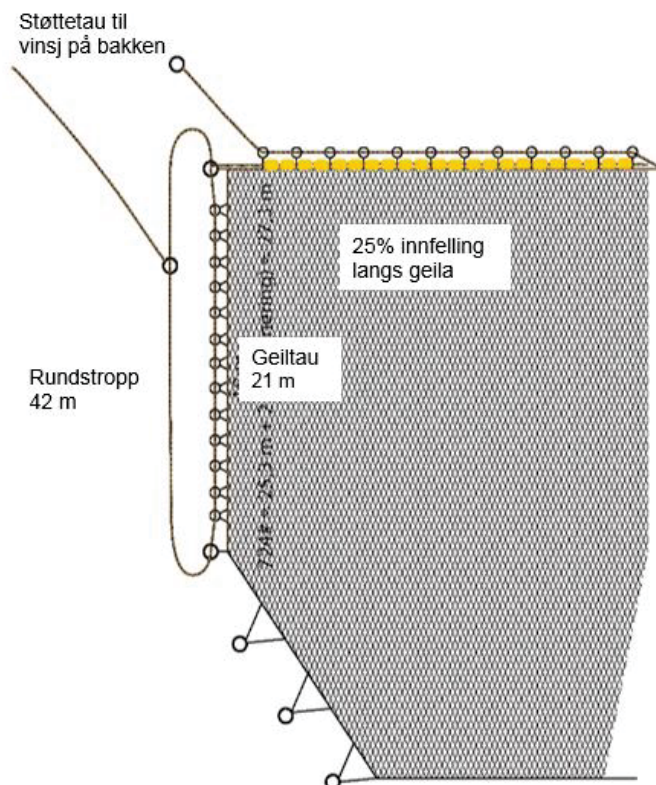
Figur 1. Rigging av geila om bord på Sjarmør. Dette fartøyet hadde geiltau på 18 m og et støttetau til vinsj på bakken for å holde igjen øret og åpne opp under slipping.



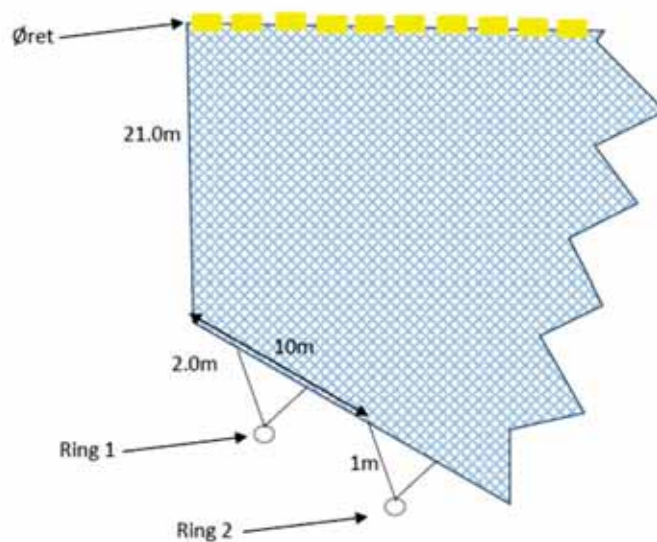
Figur 2. Rigging og dimensjoner på geila i nota til «Sjarmør». Brystpartiet med geila var i noen kast hengt opp ca. 1 m over overflaten etter ring 1 og i andre etter ring 2. Dette betød at det var to ulike effektive geillengder som ble brukt under forsøkene:

Rigging A (fra ring 1): $2.3\text{m} + 18\text{m} + 3.5\text{m} - 1\text{m} = 22.8\text{m}$

Rigging B (fra ring 2): $2.3\text{m} + 18\text{m} + 3.5\text{m} + 5\text{m} - 1\text{m} = 27.8\text{m}$



Figur 3. Rigging av geila om bord på Fiskebas. Dette fartøyet hadde rundstropp som var dobbelt så lang som geila. I tillegg hadde de støttetau til vinsj på bakken for å holde igjen øret og åpne opp under slipping.



Figur 4. Rigging og dimensjoner på geila i nota til «Fiskebas». Brystpartiet med geila var i noen kast hengt opp ca. 1 m over overflaten etter ring 1 og i andre etter ring 2. Dette betød at det var to ulike effektive geillengder som ble brukt under forsøkene:

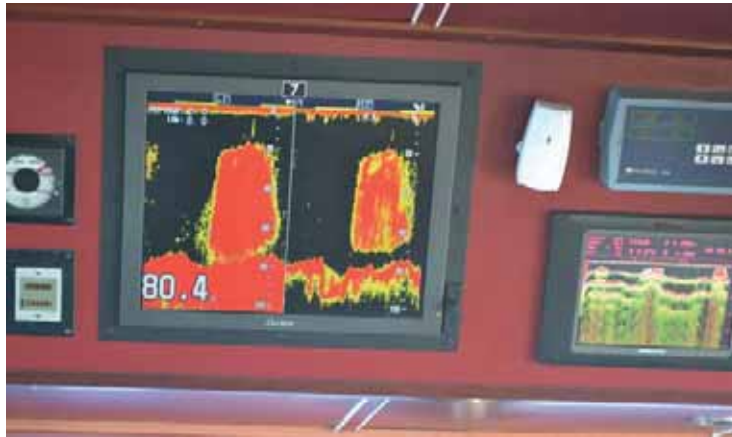
Rigging A (fra ring 1): $21\text{m} + 2.0\text{m} + 1\text{m} - 4.1\text{m} = 19.9\text{m}$

Rigging B (fra ring 2): $21\text{m} + 10.0\text{m} + 1\text{m} - 4.1\text{m} = 27.9\text{m}$

Tabell 1. Oversikt over alle kastene som ble gjennomført med «Sjarmør» og «Fiskebas» i 2015.

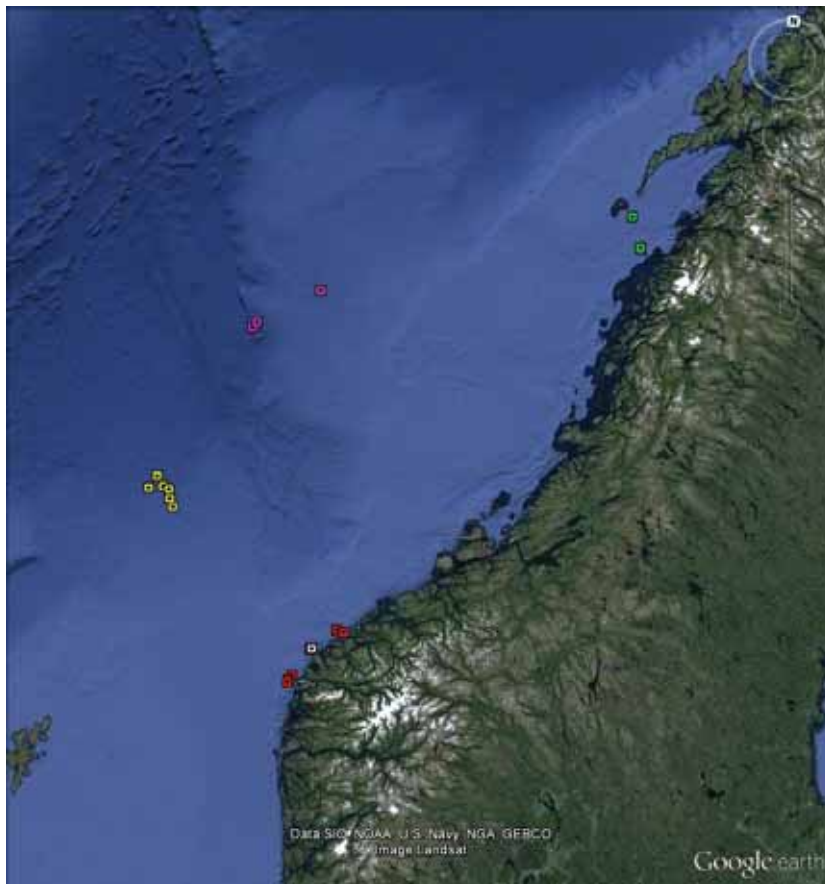
Tokt nr.	Kast nr.	Fartøy	Dato	Tid not ute (norsk tid)	Posisjon	Målart	Fiskefordeling	Dyp	Vind	Slippetype	Anslått sluppet kvantum (tonn)	Rest-kvantum (tonn)	Kommentarer
1	1	Sjarmør	13.02.2015	17:39	61 55N 04 41E	NVG-sild	Stim	30-70 m	Frisk bris		0	27	Restkvantum pumpet over i FF Sjarmør
1	2	Sjarmør	14.02.2015	13:38	61 52N 04 37E	NVG-sild	Stim	25-70 m	Frisk bris/ liten kuling		0	0	Fisken stakk ned under snurping
1	3	Sjarmør	14.02.2015	15:35	61 50N 04 36E	NVG-sild	Stim	25-80 m	Frisk bris	Full slipping	100-150	0	Kamera heftet i geila og skapte problemer under slipping
1	4	Sjarmør	15.02.2015	09:58	62 14N 05 01E	NVG-sild	Stim	20-85 m	Lett bris		0	0	Bomkast
1	5	Sjarmør	15.02.2015	11:45	62 15N 05 03E	NVG-sild	Stim	0-50 m	Frisk bris		0	0	Bomkast
1	6	Sjarmør	15.02.2015	17:06	62 30N 05 36E	NVG-sild	Stim	35-80 m	Laber bris		0	0	Fisken stakk ned under snurping
1	7	Sjarmør	16.02.2015	13:12	69 29N 05 45E	NVG-sild	Stim	20-80 m	Stiv kuling		0	0	Bomkast
2	1	Sjarmør	06.06.2015	08:42	67 23N 12 27E	Makrell	Stim	0-40 m	Stille	Full slipping	60	0	
2	2	Sjarmør	08.06.2015	12:32	67 01N 12 42E	Makrell	Stim	0-30 m	Laber bris	Full slipping	30	0	
2	3	Sjarmør	08.06.2015	15:19	67 02N 12 42E	Makrell	Stim	0-30 m	Lett bris	Full slipping	10	0	
2	4	Sjarmør	08.06.2015	19:21	67 02N 12 42E	Makrell	Stim	0-25 m	Laber bris	Full slipping	5	0	
2	5	Sjarmør	08.06.2015	21:28	67 02N 12 42E	Makrell	Stim	?	Frisk bris	Full slipping	15	0	Problemer med vase i geila
2	6	Sjarmør	10.06.2015	09:30	67 17N 14 20E	Makrell	-	-	Liten kuling		0	0	Ikke fangst. Forsøk med ulike rigginger
3	1	Fiskebas	02.10.2015	18:25	63 50N 0 33E	Makrell	Stim	20-70 m	Frisk bris	Full slipping	200	0	Kamera på geila for mye oppdrift
3	2	Fiskebas	03.10.2015	11:26	63 44N 0 45E	Makrell	Stim	10-50 m	Bris	Full slipping	300	0	
3	3	Fiskebas	03.10.2015	18:18	63 41N 0 24E	Makrell	Stim	20-50 m	Lett bris	Full slipping	Lite	0	Lite fisk i nota. Stimen gikk "på holet"
3	4	Fiskebas	04.10.2015	12:47	63 32N 1 06E	Makrell	Stim	0-70 m	Flau vind				Bomkast
3	5	Fiskebas	04.10.2015	16:26	63 37N 0 59E	Makrell	Stim	20-60 m	Lett bris	Full slipping	400	0	Mätte slippe ringer for å få ut alt
3	6	Fiskebas	05.10.2015	09:43	63 46N 0 57E	Makrell	Stim	0-40 m	Lett bris				Bomkast
3	7	Fiskebas	05.10.2015	11:45	63 43N 0 55E	Makrell	Stim	20-70 m	Frisk bris	Fangst-regulering	50	110	
3	8	Fiskebas	05.10.2015	16:48	63 46N 0 53E	Makrell	Stim	10-40 m	Frisk bris	Full slipping	500	0	Svært stor fangst
4	1	Fiskebas	11.11.2015	17:41	65:40N 2 13E	NVG-sild	Slør	60-120 m	Frisk bris	Fangst-regulering	200	215	
4	2	Fiskebas	11.11.2015	21:43	65 44N 2 19E	NVG-sild	Slør	40-80 m	Frisk bris	Full slipping	20	0	
4	3	Fiskebas	12.11.2015	06:29	66 12N 3 52E	NVG-sild	Slør	70-200 m	Frisk bris	Fangst-regulering	100	110	

«Sjarmør» ble brukt i perioden 12. - 17. februar i kystområdene mellom Sognefjorden og Ålesund i fiske etter NVG-sild, og i perioden 5. – 11. juni i området Salten – Lofoten i fiske etter makrell. Værforholdene var vanskelige i begge periodene med mye vind og til tider landligge. Dette begrenset fiskeriaktiviteten og antall kast en del. I det første toktet ble det gjort gode registreringer av NVG-sild flere steder fra Bremanger til Ålesund. I løpet av toktperioden ble det gjennomført 8 sildekast, men det ble bare fangst i 3 av dem (Tabell 1). Silda sto for det første relativt dypt, og var for det andre svært reaktiv og dykket ned under nota før den var ferdig oppsnurpet i 6 av kastene. Også i juni var det mye vind. Det ble gjennomført 6 kast med små fangster.



Figur 5. Silderegistrering under toktet det første toktet med «Sjarmør».

Toktene med «Fiskebas» foregikk fra 28. september til 7. oktober i fiske etter makrell og fra 9. til 15. november i fiske etter NVG-sild i Norskehavet (Se Figur 6). I løpet av det første toktet ble det gjennomført 8 kast, hvorav 7 med fangst av makrell og slipping (Tabell 1). I den andre perioden ble sterkt begrenset av dårlig vær. Det ble bare gjort tre kast, alle med fangst av sild.



Figur 6. Forsøksområde under toktet. Røde symboler: «Sjarmør» februar 2015 NVG-sild. Grønne symboler: «Sjarmør» juni 2015 makrell. Gule symboler «Fiskebas» oktober 2015 makrell. Rosa symboler: «Fiskebas» november 2015 NVG-sild.

Slipping, målinger av geilåpning og atferdsobservasjoner

Under forsøkene ble det kastet på helt vanlig måte fram til like før den hvite markeringsbøyen (Anon. 2005) ble tatt inn. På dette tidspunktet er det vanlig at brystpartiet henger snurpet sammen ved skutesiden. Litt før den hvite bøyen ble tatt inn ble brystpartiet med geila slakket ned på sjøen og geiltauet strukket ut i overflaten klar til slipping. Når slippingen skulle gjennomføres åpnet man brystet ved å stramme inn på støttetauet fra øret til vinsjen på bakken slik at geiltauet ble stående i en bue ned i sjøen. Dyp og bredde på utslippsåpningen ble deretter justert ved å kjøre fram og tilbake på vinsjen.



Figur 7. Not-brystet på «Sjarmør» klargjort for slipping.

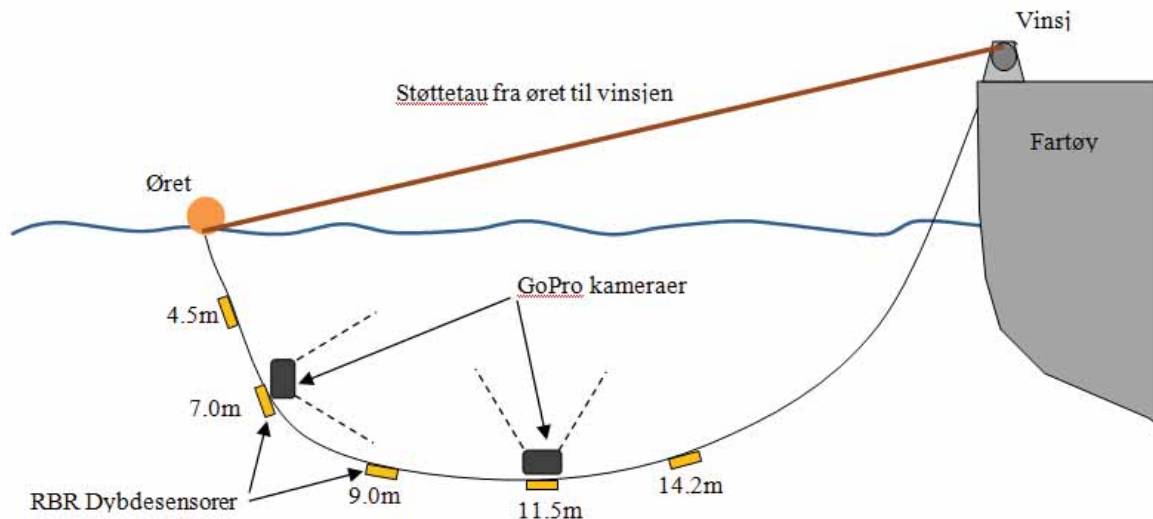


Figur 8. GoPro-kamera i beskyttelsholder festes til geila og er klar for å settes på sjøen.



Figur 9. Kamera på geila under vann. Denne er plassert omtrent midt på geila.

For å måle dimensjonene på utslippsåpningen under slipping, ble det montert tre (første tokt med «Sjarmør») eller fem (de andre tre toktene) RBR dybdesensorer langs geila (Figur 10). Disse målte dyp og temperatur hvert 5. sekund gjennom forsøksperioden. I tillegg ble avstanden fra fartøy til øret målt ved hjelp av en lasermåler (Nikon Laser 550A S). Lengden på støttetauet fra vinsjen til øret ble også notert.



Figur 10. Plassering av dybdesensorer og GoPro-kamera på geila ombord på «Sjarmør». Avstanden fra øret til sensoren er vist under hver sensor. Dybdesensorene ble plassert på tilsvarende måte om bord på «Fiskebas», men 5m, 7,5m, 10m, 12,5m og 15 m fra øret. På det første toktet ombord på «Sjarmør» ble det bare brukt tre dybdesensorer.

Slippeprosessen ble filmet ved hjelp av tre GoPro-kameraer. Ett var montert på rekka utenfor styrhuset om bord på fartøyet og overvåket nota og geila fra overflaten. De to andre var montert inne i en divynycell-holder som ga beskyttelse og oppdrift (Figur 8Figur 9). Disse ble montert på geila for å observere utslippsåpningen og fiskens atferd under slipping. Ett kamera ble festet til geiltauet ca. en meter nærmere notøret enn midtpunktet på geila, vendt oppover mot overflaten. Det andre kameraet var i det første toktet og innledningsvis i det andre toktet plassert omtrent 3 m nærmere fartøyet enn midtpunktet på geila, pekende horisontalt ut fra skutesiden (pekende mot notøret; Figur 9 og Figur 10). Imidlertid ble kameraet ofte blokkert av løst nett i denne posisjonen, og det ble derfor i de senere forsøkene flyttet til den andre siden av midtpunktet, ca. 7 m fra øret, pekende mot fartøyet.

Etter at toktene var avsluttet, ble videoopptakene fra makrelltoktene analysert med hensyn på fiskens atferd under slippeprosessen. Svømmeatferden ble delt inn i a) enkeltfiske eller små grupper svømmer ut, 2) større strukturerte simer svømmer ut, og 3) større grupper av fisk forlater nota på en ustrukturert (ofte presset) måte. Under disse analysene har man inkludert et sett med eldre videoobservasjoner fra slippeforsøk om bord på «Brennholm» i 2013 i tillegg til dataene fra «Sjarmør» og «Fiskebas» for å styrke datagrunnlaget.

Analysen av utslippsåpningen

Den teoretiske formen på åpningen i geila ble modellert ved to tilnærminger basert på ulike antagelser:

1. Catenary-modell («hengende tau eller kjede») (Figur 11), hvor man antar at tyngdekraften er den kraften som har sterkest innflytelse på utformingen av geila, og at utslippsåpningen vil anta samme fasong som et hengende kjede (Lockwood, 1961). Tilnærmingen gir maksimalt teoretisk dyp for hver dybdesensor og for arealet av åpningen.
2. Forvrent modell, hvor man antar at kreftene fra fartøyet som virker vekk fra nota er den sterkeste kraften og at utslippsåpningen vil bli forvrent (Figur 12).

Catenary-modell: en catenary profil for utslippsåpningen ble estimert i Cartesiske dimensjoner (dvs. y er den vertikale posisjon og x er den horisontale posisjonen i meter) når man bruker formelen:

$$y = a \cdot \cosh\left(\frac{x}{a}\right) - a$$

Hvor a er en skaleringsfaktor som man får fra tyngden av geila pr. meter (anslått til å være 10 kg/m i sjø), det horisontale strekket (H) og akselerasjon på grunn av tyngdekraften (G ; $9.81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$):

$$a = m \cdot H \cdot G$$

Det horisontale strekket (H) er en funksjon av tyngde pr. meter av geila, akselerasjon på grunn av tyngdekraften (G), lengden på geila (L) og en konstant (λ):

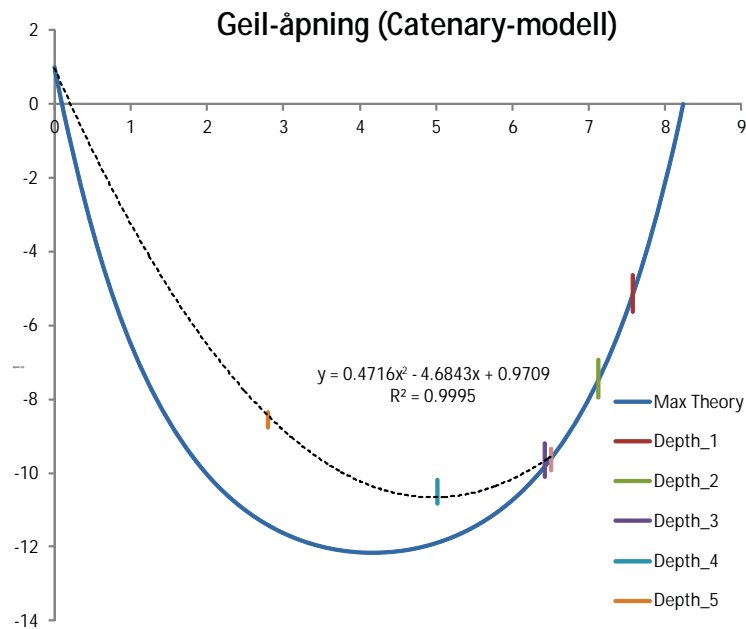
$$H = \frac{m \cdot G \cdot L}{2 \cdot \lambda}$$

hvor λ finnes ved å løse følgende ligning ved hjelp av iterering:

$$L \equiv \frac{\lambda \cdot \sqrt{S^2 - d^2}}{\sinh(\lambda)}$$

Catenary-modellen (Figur 11): For å kunne sammenligne de observerte dimensjonene av geilas åpning (total bredde og dybde ved 5 punkter) med de teoretiske maksimumsdimensjonene fra catenary-modellen, ble en kvadratisk modell tilpasset til de observerte dybde-dataene for utvalg (blokker) av data fra hvert kast. Hvert utvalg representerer en observasjonsperiode der geilåpningen holdt en tilnærmet konstant vidde (se tabell 2). De horisontale posisjonene for dybdesensorene ble beregnet ut ifra deres relative posisjon langs lengden av catenary'en for den spesielle åpningsvidden. Den kvadratiske modellen ble brukt

til å estimere formen på geilas åpning, der dybden av sensorene avvek fra sine beregnede maksima. Til slutt ble arealet definert ved catenary og kvadratiske modeller estimert ved integrering (tabell 2).

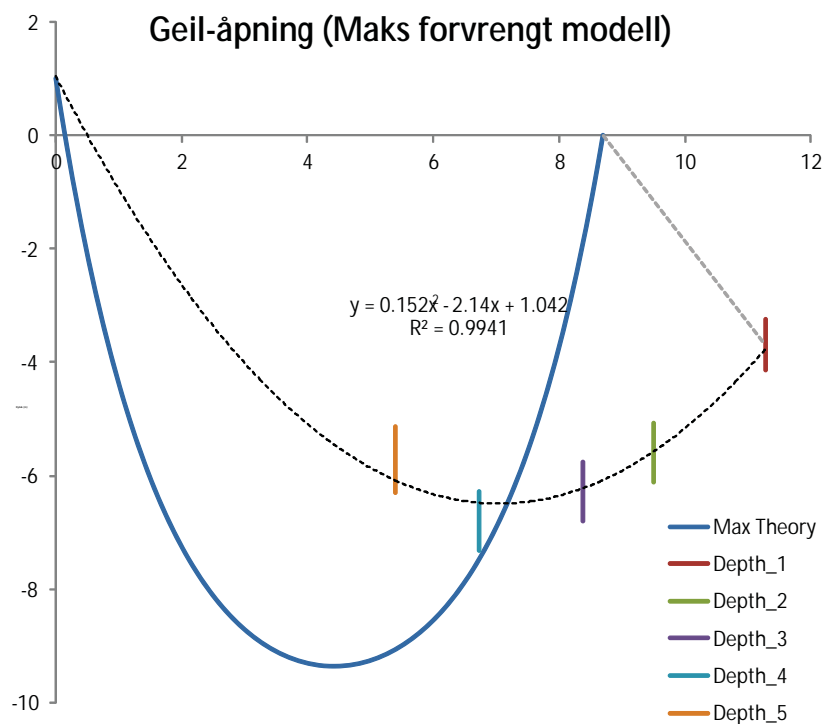


Figur 11. Et eksempel på utslippsåpning om bord på «Fiskebas» der formen på åpningen er tilpasset til målingene fra dybdesensorene hvor man har brukt catenary-modellen. De vertikale søylene viser 95% konfidensintervall rundt dybdemålingene fra hver sensor. Den blå linjen viser det maksimale teoretiske dypet for utslippsåpningen for hver posisjon, mens den svarte viser en kvadratisk modell tilpasset dybdeposisjonene hvor de avviker fra teoretisk maksimum.

Forvrent modell (Figur 12): en teoretisk “forvrent” form på geila ble tilpasset til dybdeposisjonene som sensorene viste, basert på den maksimale strekk-lengden av geila mellom hver dybdesensor, når man antar at den sterkeste kraften som influerer på formen var den som trekker til siden på grunn av sidepropeller og fartøyets drift vekk fra nota. I hvert tilfelle var y-posisjonen for hvert sensorpunkt (y_n) middelverdien av dybden for den posisjonen i den spesifikke blokken. X-posisjonen for hver dybdesensor (x_n) ble estimert ved hjelp av Pythagoras teorem, og det ble antatt at den ble strukket til maksimum geillengde fra nabo-sensoren som lå nærmere fartøyet (x_{n+1}) (eller skutesiden for x_5):

$$x_n = x_{n+1} + \sqrt{(l_n - l_{n+1})^2 - (y_n - y_{n+1})^2}$$

Denne metoden overdriver utslippsåpningens forvrengning sideveis fordi den forutsetter at geila danner en rett linje mellom hvert punkt. For å korrigere for dette og for å gi en viss kurvatur til geilas form, ble hver lateral posisjon (x_n) justert relativt til den kjente vidden av



Figur 12. Et eksempel på utslippsåpningens form om bord på «Sjarmør» tilpasset sensorenes dybdemålinger når man bruker modellen for maksimum forvrenging. De vertikale søylene viser 95% konfidensintervall rundt dybdemålingene fra hver sensor. Den blå linjen viser det maksimale teoretiske dypet for utslippsåpningen for hver posisjon, mens den svarte viser en kvadratisk modell tilpasset dybdeposisjonene hvor de avviker fra teoretisk maksimum.

utslippsåpningen (W). Først ble det antatt at dybdesensorene nærmest øret (x_1) var det punktet på geila som var lengst vekk fra fartøyet (i x -dimensjonen). Denne justerte posisjonen ble så bestemt ved å bruke Pythagoras:

$$x_1^{adj} = W + \sqrt{(l_1)^2 - (y_1)^2}$$

Deretter ble alle andre posisjoner korrigert med forholdet mellom den estimerte og justerte posisjonen for sensor 1:

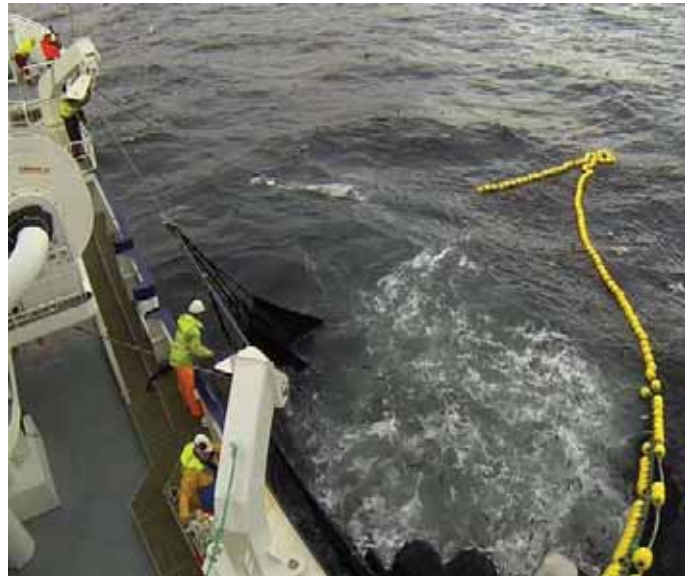
$$x_n^{adj} = \frac{x_1^{adj}}{x_1} \cdot x_n$$

En kvadratisk modell ble så tilpasset disse estimatene av dybdesensorenes posisjon, inkludert maksimums dyp og åpningsareal (tabell 2).

Den modellen som passet best for hver blokk ble definert som den best tilpassede modellen (dvs. størst R^2).

Resultater

Forsøkene viste at geilsystemet med støttetau til øret var enkelt å håndtere. Det ble brukt uten problemer gjennom alle fire forsøksperiodene. Ved å regulere på støttetauet fra notøret til vinsjen på bakken kunne man raskt regulere åpningen til en maksimal dimensjon på ca. 12 m bredde og rundt 6 m dybde og stenge det igjen etter behov. Figur 13 viser en typisk slipping. Skipper har god oversikt over slippeforløpet fra brua, men det er vanskelig å kontrollere kvantum som slippes.



Figur 13. Slipping av et kast på ca. 500 tonn makrell (kast 8 Fiskebas).



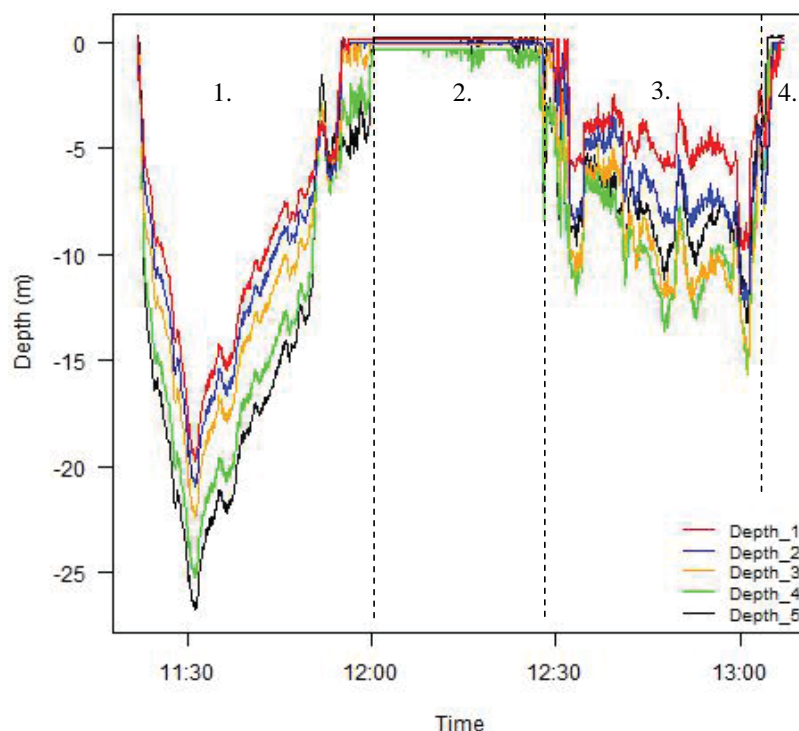
Figur 14. Geila er åpnet for å slippe ut fisk, men blir delvis stengt igjen av en not-fold som strekker seg ut fra den nederste ringen.

Imidlertid var det et generelt problem at det ofte dannet seg en notfold fra siste ringen som delvis stengte igjen deler av utslippsåpningen (Figur 14). Denne folden dannet ganske sikkert en fysisk og visuell barriere for fisken som delvis hindret stimene fra å svømme ut.

Dybdemålinger under kasting og slipping

Dybdesensorene ga målinger av dybde hvert 5. sekund i hele perioden som nota var i sjøen (e.g. Figur 15). Hvert kast var vanligvis kjennetegnet ved fire faser som kan relateres til fangstoperasjonen:

1. Kasting og snurping – hvor geilenden av nota innledningsvis sank til dyp på rundt 25-30 m for deretter sakte å stige mot overflaten
2. Kaving av not – hvor geilenden snurpes sammen mot siden av fartøyet (dyp rundt 0 m), mens nota tas inn over triplexen.
3. Slippefasen – når geiltauet strekkes ut slik at øret slippes fra skutesiden. Under selve slippeprosessen senkes geiltauet i en bue ned i sjøen og man så stor variasjon i dybdemålingene.
4. Sluttfasen – når den siste delen av nota med geilenden hales inn.

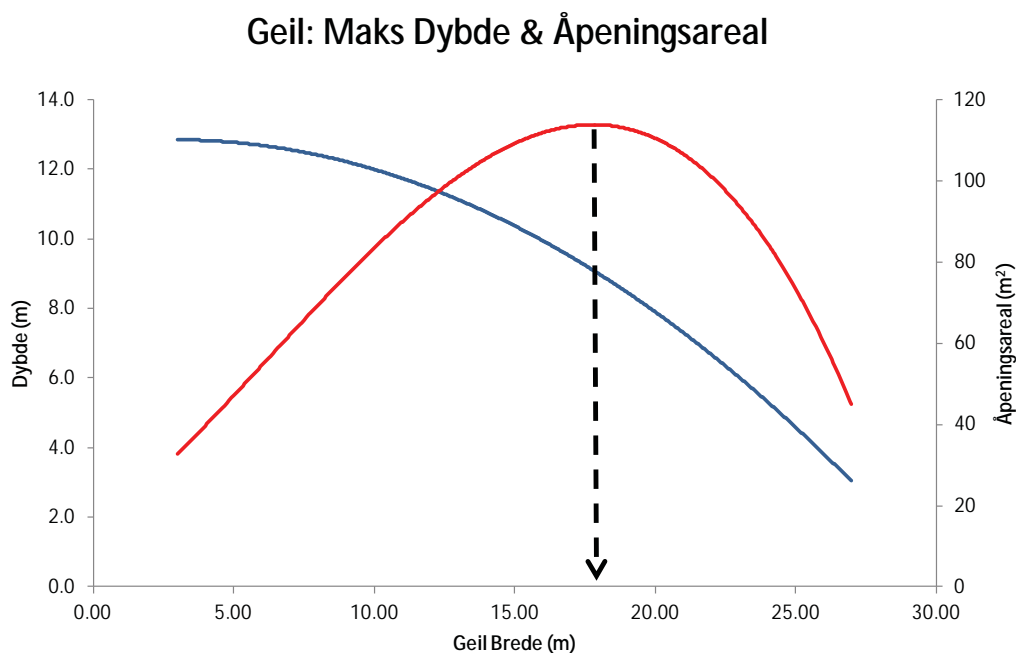


Figur 15. Variasjon i hvor dypt geilenden synker under overflaten gjennom et notkast. Fangstoperasjonen kan deles inn i fire: 1. Kasting og snurping; 2. Kaving; 3. Slipping; og 4. Avslutning.

Tolking av utslippsåpningen fra dybdemålingene

Fra de fysiske dimensjonene av geila og hvordan den er rigget (se Figur 11) er det mulig å antyde en tilnærmet catenary form (form som hengende kjetting) som geila vil innta hvis man antar at den viktigste kraften som influerer på den er tyngdekraften. Ved å bruke denne modellen var det mulig å forutsi det maksimale dypet og åpningsarealet for ulike bredder på åpningen (avstand mellom fartøy og øre), i tillegg til å antyde en sannsynlig sideveis posisjon for dybdesensorene.

Et eksempel på disse forutsagte verdien er vist i Figur 16, som viser klart at for hver konfigurasjon er det en optimal åpningsvidde som skaper maksimalt teoretisk åpningsareal, mens det maksimale dypet er assosiert med minimums åpningsvidde. Et sammendrag av optimale og maksimale dimensjoner er vist i Tabell 2.



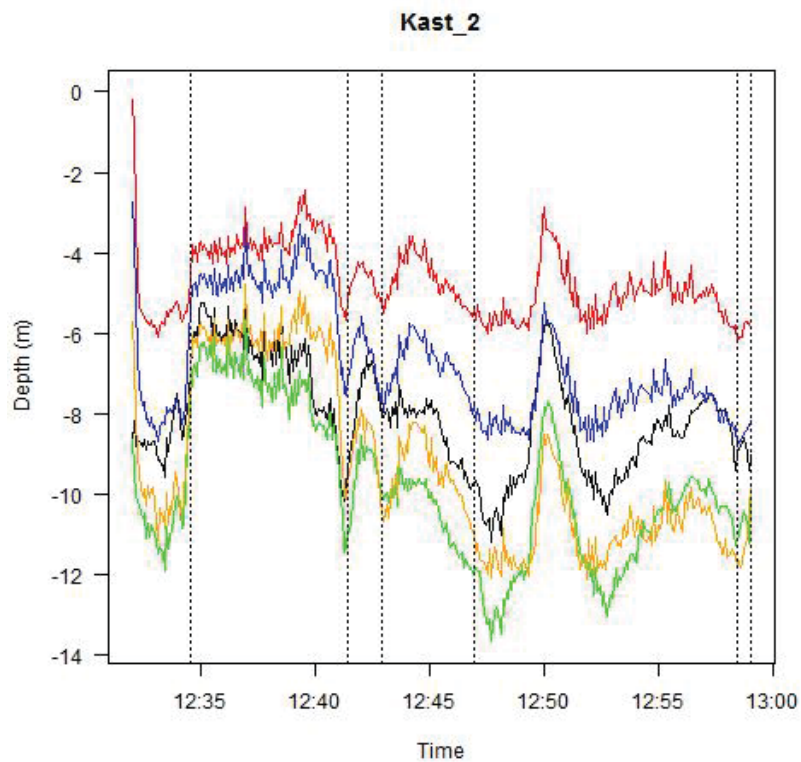
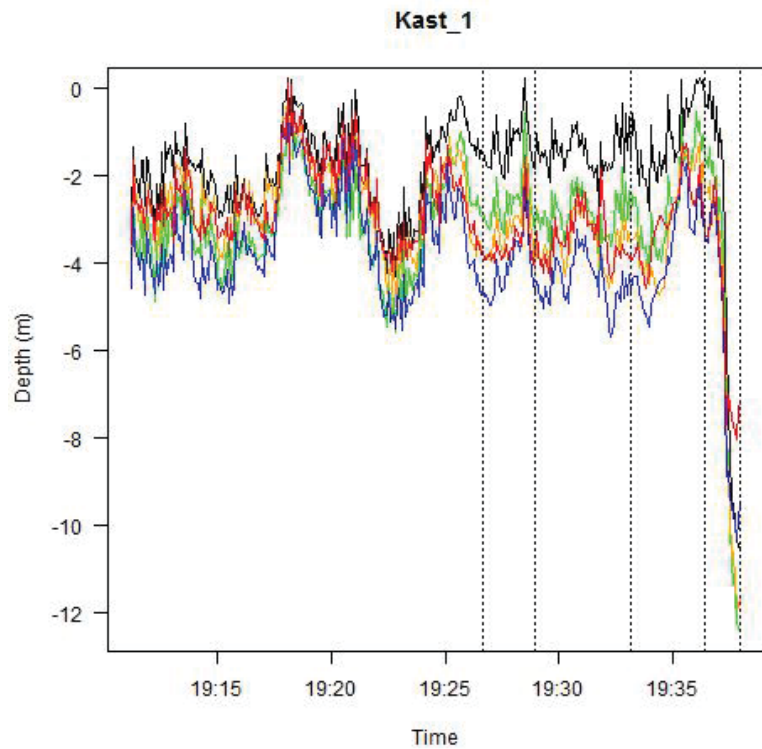
Figur 16. Teoretiske dimensjoner (maksimum dyp (rød kurve) og åpningsareal (blått)) for utslippsåpningen for ulike åpningsvidder når man antar at geila inntar form som et hengende kjede (catenary form).

Tabell 2. Teoretiske maksimumsdimensjoner for utslippsåpningen når man antar at geila tar form som et hengende kjede (catenary form).

Tokt	Rigg	Geil Optimal Åpning			Maks Dybde	
		Lengde (m)	Bredde (m)	Område (m ²)	Maks Dybde (m)	3m bredde
Sjarmør 2	A	22.80	14.50	73.74	7.36	10.43
Sjarmør 2	B	27.80	17.75	113.21	9.06	12.78
Fiskebas 1	A	19.90	12.60	55.14	6.39	9.01
Fiskebas 1	B	27.90	17.80	113.79	9.10	12.84

I disse analysene er det inkludert data fra to tokt: Sjarmør, Juni 2015, og «Fiskebas», September 2015. På det første toktet med «Sjarmør» prøvde man seg fram med ulike plasseringer av sensorer og kamera før man fant det optimale oppsettet. Dataene herfra egner seg derfor ikke til tilsvarende modellering. Likevel støtter dataene fra dette toktet opp under resultatene fra de senere toktene. Tabell 3 og Tabell 4 viser et sammendrag av resultatene fra de to makrelltoktene.

En gjennomgående trend er at de observerte dypene som ble målt ved hjelp av dybdesensorene (særlig de som var plassert nærmest fartøyet) var mindre enn det beregnede maksimum i hvert kast. Derfor var det estimerte åpningsarealet konsekvent mindre enn det teoretiske maksimum (Tabell 2). I tillegg viste observasjoner med undervannskamera klart at åpningen ofte i tillegg var begrenset av en «gardin» av løst nett som ble dannet av folder av notlin som ble dratt opp fra «skråttingen» på bunnen av nettet av snurperingene som hang langs skutesiden. Et mindre antall data-blokker viste seg å bli beskrevet bedre av den «forvrenge modellen».



Figur 17 a & b. Eksempler (“Fiskebas” kast 1 og 2) av dybdemålinger gjennom en slipping for det fem dybdemålerne som var festet til geila. Plottene er delt inn i forskjellige blokker som viser relativ stabilitet i åpningsvidden. I noen tilfeller forblir dybdemålingene også relativt stabile innenfor disse perioden, mens i andre (særlig 1 a og 2e) er det betydelig variasjon.

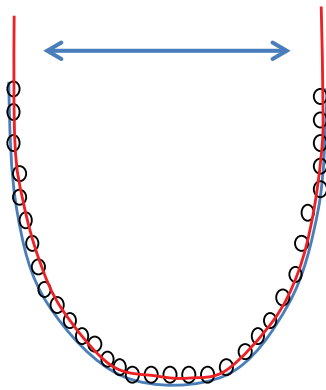
Tabell 3. Sammendrag av resultatene fra modelleringene av slippeåpningene ombord i "Sjarmør" juni 2015.

Kast	Rigg	Geil Lengde	Blokk Tid	Geil-åpning bredde		Maksimal Dybde		Geil-åpning Areal		Modellerte Dybdeverdier			
				Middel	se	Teoretisk	Observert	Teoretisk	Observert	% forskjell	R ²	n	Form
Kast 1a	A	22.80	0:05:45	8.70	0.7	9.36	7.32	58.18	46.65	80.2%	99.4%	70	Forvrent
Kast 2b	A	22.80	0:01:55	12.25	0.36	8.29	2.78	70.15	20.49	29.2%	99.2%	24	Catenary
Kast 2c	A	22.80	0:06:55	9.54	0.09	9.14	5.05	61.73	31.45	50.9%	99.9%	84	Catenary
Kast 2d	A	22.80	0:01:55	10.34	0.39	8.91	4.26	64.71	28.14	43.5%	99.9%	24	Catenary
Kast 3b	B	27.80	0:03:55	8.10	0.16	12.13	6.36	72.06	41.55	57.7%	99.1%	48	Forvrent
Kast 3c	B	27.80	0:06:55	9.02	0.22	11.92	7.44	78.19	54.16	69.3%	98.9%	84	Forvrent
Kast 4b	B	27.80	0:03:55	12.88	0.29	10.89	5.36	98.69	46.12	46.7%	99.1%	48	Catenary
Kast 4c	B	27.80	0:01:00	8.47	0.24	12.05	5.25	74.55	29.39	39.4%	99.0%	13	Forvrent
Kast 5a	B	27.80	0:06:45	13.10	0.41	10.82	7.54	99.61	65.65	65.9%	99.9%	82	Catenary
Kast 5b	B	27.80	0:02:55	9.17	0.58	11.89	6.78	79.09	42.00	53.1%	99.2%	36	Catenary
Kast 6a	A	22.80	0:06:00	18.72	0.19	5.24	3.71	63.94	41.97	65.6%	97.0%	73	Catenary
Kast 6b	A	22.80	0:12:30	14.59	0.31	7.40	5.69	73.08	52.96	72.5%	99.5%	151	Catenary

Tabell 4. Sammendrag av resultatene fra modelleringene av slippeåpninger ombord i "Fiskebas" september 2015.

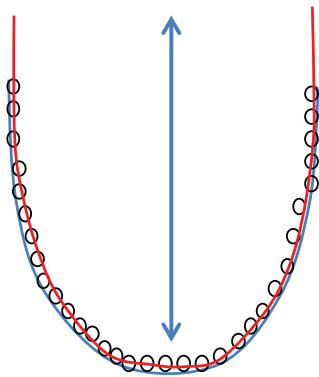
Kast	Rigg	Geil Lengde	Geil Tid	Blokk Middel	Geil Åpningsbredde se	Maksimal Dybde		Geil Åpning Område		Modellerte Dybdeverdier				
						Teoretisk	Observert	% forskjell	Teoretisk	Observert	% forskjell	R ²	n	Form
Kast 1a	A	19.90	0:15:25	8.39	0.28	7.89	3.61	45.7 %	46.70	20.22	43.3%	95.6%	186	Forvrenget
Kast 1c	A	19.90	0:04:10	11.89	0.38	6.74	4.17	62.0 %	54.45	32.00	58.8%	98.5%	51	Catenary
Kast 1d	A	19.90	0:03:10	16.08	0.32	4.68	3.38	72.2 %	48.88	31.87	65.2%	98.5%	39	Catenary
Kast 2a	B	27.90	0:02:30	8.23	0.26	12.15	10.64	87.5 %	73.28	58.91	80.4%	100.0%	31	Catenary
Kast 2b	B	27.90	0:06:50	10.70	0.17	11.56	7.52	65.1 %	88.60	53.57	60.5%	99.9%	83	Catenary
Kast 2c	B	27.90	0:01:25	16.36	0.26	9.77	11.33	116.0 %	109.77	89.88	81.9%	100.0%	18	Catenary
Kast 2d	B	27.90	0:03:55	14.48	0.29	10.44	11.44	109.7 %	105.15	89.84	85.4%	100.0%	48	Catenary
Kast 2e	B	27.90	0:11:25	9.69	0.09	11.81	11.02	93.3 %	82.72	68.96	83.4%	100.0%	138	Catenary
Kast 2f	B	27.90	0:00:30	7.40	0.29	11.83	11.56	97.7 %	63.84	56.24	88.1%	98.9%	7	Catenary
Kast 3a	B	27.90	0:04:50	16.09	0.18	9.87	3.78	38.3 %	109.29	40.64	37.2%	97.8%	59	Forvrenget
Kast 3b	B	27.90	0:01:25	7.10	0.10	12.40	10.70	86.3 %	65.25	51.12	78.4%	99.7%	18	Catenary
Kast 3c	B	27.90	0:03:55	13.30	0.16	10.81	8.56	79.2 %	100.98	67.10	66.4%	100.0%	48	Catenary

Tabell 5. Gjennomsnitt, minimum og maksimum observert utslippsåpning for “Sjarmør” og “Fiskebas”



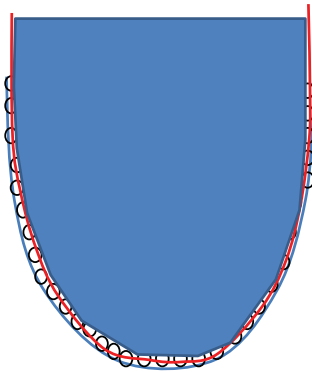
Åpningsbredde (m)

	FV "Sjarmør"	FV "Fiskebas"
Middel	10.16	11.64
Min	8.10	7.10
Maks	13.10	16.36



Åpningsdybde (m)

	FV "Sjarmør"	FV "Fiskebas"
Middel	10.54	10.00
Min	8.29	4.68
Maks	12.13	12.40



Åpningsareal (% av maks teoretisk)

	FV "Sjarmør"	FV "Fiskebas"
Middel	53.6%	69.1%
Min	29.2%	37.2%
Maks	80.2%	88.1%

Atferdsobservasjoner

Foreløpig har det bare vært mulig å gjøre gode analyser av atferden til makrell under slipping, fordi de fleste forsøkene med slipping av sild foregikk om natten mens det var for mørkt til å gjøre gode videoopptak.

Ved hjelp av GoPro-kameraene som var festet til geila kunne man se makrell som svømte i strukturert stimformasjon inne i notas brystparti (tørka) før slipping (Figur 18). Etter at geila var åpnet for å slippe ut fisk var makrellen innledningsvis motvillig til å skille seg ut fra hoved-stimen og krysse over terskelen som geila utgjorde (Figur 19). I noen tilfeller kunne man se enkeltfisk eller små grupper av fisk svømme mot geilåpningen, for så å snu og svømme tilbake for å smelte sammen med hoved-stimen før de sammen krysset terskelen.

Når makrellen svømte ut av geilåpningen ble det observert å skje i tre ulike hovedformer:

- i) Ordnet flukt av individer eller små grupper – hvor individer eller et lite antall makrell (<30 fisk) kunne observeres å svømme frivillig ut av åpningen i en koordinert stimstruktur (Figur 20).
- ii) Ordnet flukt av større grupper – hvor store stimer av makrell (>> 100 fish) kunne sees å svømme frivillig ut at utslippsåpningen i en koordinert stimstruktur (Figur 21);
- iii) Uorganisert utlipp av et stort antall fisk (>> 100 fisk) – hvor store fiskestimer ble sett forlate nota uten en organisert stimstruktur og med kollisjoner mellom fisk og mellom fisk og not (Figur 22 og Figur 23).

Etter å ha forlatt nota gjennom utslippsåpningen var det en generell tendens til at fisken økte svømmehastigheten og svømte nedover mot dypet (Figur 24). Dette skjedde også etter at fisken hadde svømt ut på en ustrukturert måte, men hadde orientert seg i stim på nytt på utsiden av nota.

Det ble ofte sett at fisk ble fanget i folder i nota og at utslippsåpningen ble delvis lukket av slike notfolder (Figur 25). Disse fiskene fikk ofte en panikkreaksjon og svømte mot nettet i et forsøk på å unnsnippe. Til tider ble det observert individer som viste klare tegn på utmattelse og skade.

På slutten av fangstoperasjonen, når enden av nota blir halt inn fra sjøen, er det som oftest en liten rest av fisk igjen i nota (“slumpen”) som ble sluppet i sjøen når nota ble løftet ombord. Det var ikke mulig å gi et godt estimat av denne rest-fangsten, men anslås til minst 100 kg. Denne «slumpen» antas å komme fra fisk som har vært fanget i nettfolder og også fisk som dør mens de er fanget i nettet.

En sammenligning mellom de mest vanlige atferdsmønstrene for makrell under slipping (Figur 26 a og b) viste at i de lengste periodene av filmene etter at geila var åpnet (>80%) var det ingen forsøk å unnsnippe gjennom utslippsåpningen. Når fisken til slutt unnsnipper, er det betydelig variasjon i hvor stor andel av fisken som unnsnipper i strukturert stimformasjon eller i ustrukturert formasjon (Figur 26b). Det arbeides nå med å undersøke de sannsynlige årsakene til denne variabiliteten.



Figur 18. Ordnet stimstruktur inne i nota i et tidlig stadium av en slippeoperasjon



Figur 19. Ordnet stimstruktur inne i nota der makrellen viser klar motvilje mot å skille seg fra hovedstimen og krysse terskelen som geila danner i utslippsåpningen.



Figur 20. En liten gruppe makrell deler seg fra hoved-stimen og unnslipper gjennom utslippsåpningen.



Figur 21. En stor gruppe makrell svømmer ut gjennom utslippsåpningen i en strukturert stimformasjon.



Figur 22. Et stort antall fisk svømmer ustrukturert ut gjennom utslippsåpningen.



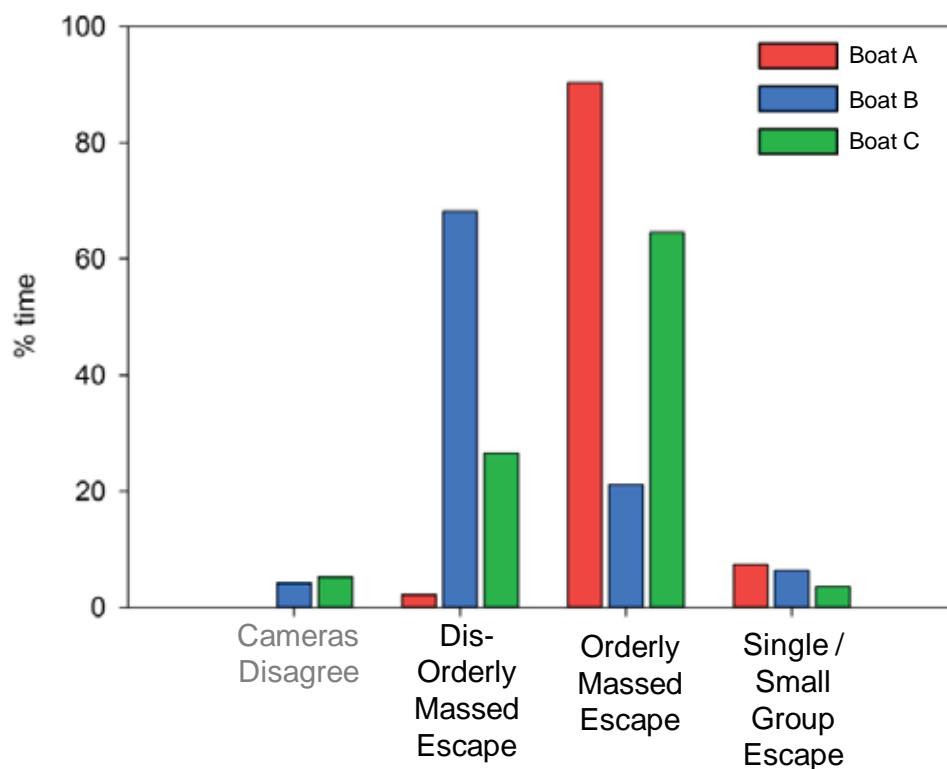
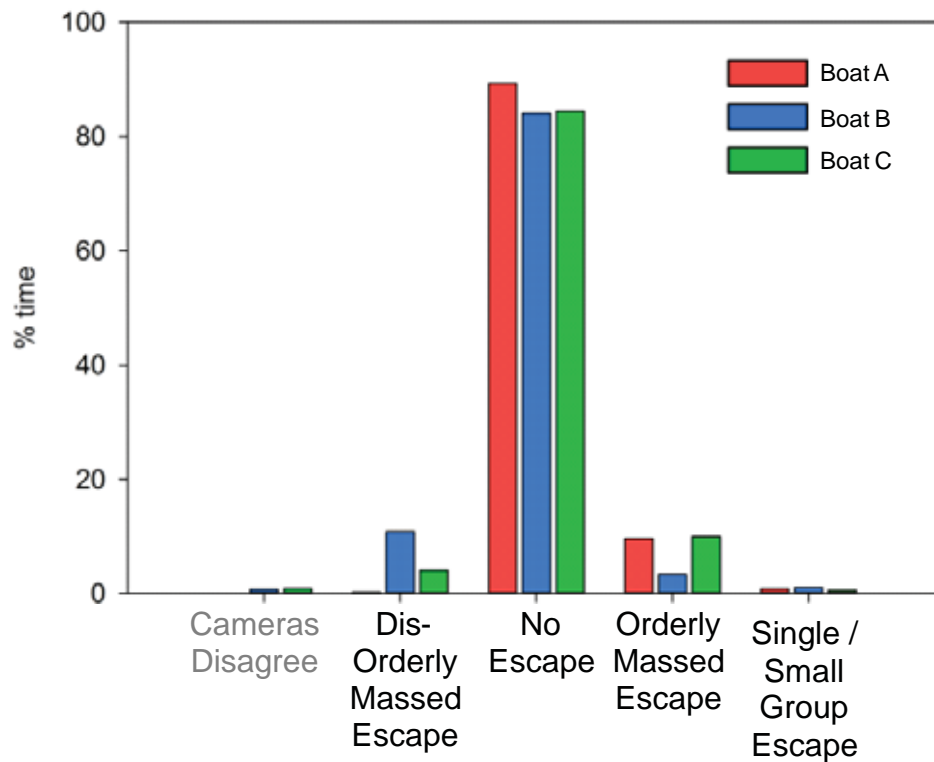
Figur 23. En ustrukturert utgang fra nota der fisk tydelig kommer i kontakt med notveggen, tau og annen fisk.



Figur 24. Fisk strømmer ut av utslippsåpningen og svømmer umiddelbart ned i dypere vann.



Figur 25. Makrell som er fanget i en fold i notveggen forsøker å unnslippe ved å svømme mot notveggen.



Figur 26. Andelen av tid som makrell ble observert bruke på ulike atferdsmønstre under slippeoperasjonen på tre fartøyer: «Brennholm» (fra tidligere forsøk), «Fiskebas» og «Sjarmør». Den øverste figuren inkluderer filmsekvenser der fisk ikke svømmer ut av nota, mens den nederste viser samme data hvor sekvensene uten at fisk svømmer ut er fjernet.

Diskusjon

Slipping og atferd

Forsøkene som ble utført om bord i «Sjarmør» og «Fiskebas» i 2015 viste at slippemetoden slik den er beskrevet i forslaget til retningslinjer for «Beste Praksis for slipping fra not», er enkel og funksjonell. Det ble ikke observert nevneverdige problemer med håndtering av geila eller regulering av utslippsåpningen.

Tidligere forsøk har vist at hard trenging før slipping kan medføre høy dødelighet hos pelagisk fisk, særlig makrell, men også sild (Misund og Beltestad, 2000; Huse og Vold, 2010; Tenningen et al., 2012; Vold et al. 2012). Slipping av død eller døende fisk er forbudt i henhold til Havressursloven (Anon., 2008). Det blir ofte antatt at fiskens svømmeatferd kan gi et bilde av fiskens stressnivå og evne til å overleve etter slipping, og at man derfor lese av fiskens velferd ved å studere stimstruktur og stimodynamikk. I utøvelsesforskriftene for fiske §48 (Anon., 2005) står det bl.a. at ved slipping av makrell skal nota ha en «utslippsåpning som er tilstrekkelig stor til at makrell kan svømme fritt ut». Det står ikke nærmere spesifisert hva «fritt ut» vil si, men blir gjerne definert som at fisken må kunne svømme ut i organisert stimstruktur, der individene svømmer strukturert i samme retning og med en gitt avstand mellom individene uten tegn til panikk.

I våre forsøk ble det gjort undervannsoptak av sild og makrell i slippeprosessen. Det ble analysert videomateriale av makrell fra tre ulike fartøyer, «Sjarmør», «Fiskebas» og tidligere optak fra «Brennholm». Siden de fleste slippeforsøkene med sild var gjort i mørke, hadde vi ikke nok videomateriale til å gjøre analyser av denne arten. Det viste seg å være stor variasjon i andelen av makrell som svømte ut i en ordnet stim, og hvor mye som svømte uorganisert og ustrukturert ut. Vi observerte også ofte at det øverste laget med fisk stimet strukturert, mens fisken som sto dypere ble presset over terskelen som geila dannet. Det særlig mot slutten av slippeprosessen når notvolumet ble lite i forhold til volumet av fisk i nota og stimen derfor var hardt sammentrengt at fisken nærmest ble presset ustrukturert ut av utslippshullet.

Det synes som om geila og folder i notveggen ofte utgjorde visuelle terskler og hindre som fisken måtte forsere for å komme ut. Makrellens naturlige atferd er å søke ned i skremmende situasjoner, og det er derfor viktig at utslippsåpningen er dyp nok. Det kan diskuteres om åpningen slik den er utformet i dag er optimal i størrelse og utforming i forhold til fiskens atferd under slippeprosessen.

Det ble også funnet store ulikheter mellom de ulike fartøyene i andelen av de forskjellige atferdsmønstrene man observerte hos makrellen under slipping. Vi vet ikke sikkert hvorfor det var slik. Her kan flere faktorer spille inn: Menneskelige faktorer slik som hvor raskt og hardt nota kaves i den siste delen av kastet og hvordan sidepropellene brukes spiller trolig en viktig rolle. Det samme gjør størrelsen på kastet, årstider og fiskens biologiske tilstand. Værforholdene, særlig vindstyrken, spiller ganske sikkert sterkt inn for eksempel gjennom avdrift og bruk av sidepropeller. En del av disse faktorene er utenfor fiskernes kontroll. Likevel må man spørre seg om fiskernes håndtering av nota kan tilpasses for å maksimere

overlevingen til fangst som slippes. I forslaget til «Beste praksis for slipping fra not» står det bl.a. at «Slipping skal foregå rolig og så kontrollert som mulig i den gitte situasjon. Fisken skal hele tiden ha anledning til å svømme fritt ut av nota». Våre atferds-observasjoner viste klart at dette er et meget viktig punkt.

Målinger og analyser av utslippsåpningen

Analysene og modelleringen av utslippsåpningen etter to modeller har gitt innsikt i de teoretiske og empirisk observerte dimensjonene av utslippsåpningen i en snurpenot under slipping:

- De observerte dimensjonene i utslippsåpningen er alltid mindre enn det teoretiske maksimum (som definert med catenary-modellen) både med hensyn til dyp og åpningsareal
- Tyngdekraften er ikke den eneste kraften som virker på geila under utformingen av utslippsåpningen. Sidevirkende krefter fra fartøyet og krefter som løfter nettet opp langs skutesiden virker inn på utslippsåpningen slik at den avviker fra den ideelle catenary-formen.

Vår dokumentasjon av utslippsåpningens form begrenses også av teknologien vi brukte til å måle dimensjonene. Det viktigste hjelpemiddelet vi har hatt er RBR dybdesensorer, som bare gir et estimat av posisjonen i form av én dimensjon: dybde (y-dimensjonen). Sideveis posisjoner (x-dimensjonene) har blitt utledet ved å sammenligne hvor godt to modeller passer til målingene («catenary-modellen» og «forvrent modell»). Uheldigvis finnes det ingen informasjon om hvilken posisjon sensorene har relativ til fartøyet (forut/akter-posisjon) (z-dimensjonene), noe som kunne ha forklart noe av de observerte avvikene fra de teoretiske dybdeposisjonene.

Som konklusjon kan man si at denne tilnærmingen gir pålitelige estimater av geilens dimensjoner bare i én dimensjon (dybde, y), mens den laterale (sideveis, x) posisjonen utledes av hvordan dataene passer til modellene, og det er ingen informasjon om posisjonene forut/akter langs skipet side (z). Dette begrenser vår evne til å beskrive den sanne formen på utslippsåpningen. Begrensningene kunne fjernes ved å forbedre metodene, for eksempel ved å bruke akustiske transpondere som gir nøyaktige posisjoner i tre dimensjoner. Slik teknologi er under utvikling for bruk i ringnot i NFR-prosjektet «Purse Seine Catch Control».

Inntil bedre teknologi blir tilgjengelig vil dette prosjektet fortsette å samle data ved å bruke samme teknikk som i 2015 for å få en bedre forståelse for hvordan utslippsåpningen i geila er utformet i tid og rom i forhold til redskapsparametere, rigging og andre operasjonelle forhold.

Videre arbeid i 2016

I 2016 planlegges det å leie inn ett kyst- og ett ringnotfartøy hver i 10 dager for å gjøre kontrollerte forsøke med slippeåpning og observasjoner av atferd under slipping. I tillegg er man i ferd med å gjøre avtaler med et antall fartøyer (4-5 stk.) som skal teste «Beste Praksis

for slipping fra not» på frivillig basis og rapportere erfaringene tilbake til HI etter et forhåndsbestemt oppsett. Prosjektet dekker kostnadene til omrigging av notbrystet. Dette arbeidet innledes med et seminar ved Havforskningsinstituttet der deltakerne i prosjektet samles og man diskuterer og enes om forsøksopplegget.

Takk

En stor takk rettes til skipper og mannskaper om bord på «Sjarmør» og «Fiskebas» for godt samarbeid gjennom 2015. Uten deres innsats hadde forsøkene ikke vært mulig å gjennomføre. Vi vil også takke FHF som finansierer prosjektet (#900 999) og styringsgruppen som har deltatt i utformingen av forsøksopplegget.

Referanser

Anon. 2008. Lov om forvaltning av viltlevande marine ressursar (havressurslova). LOV-2008-06-06-37, Nærings- og fiskeridepartementet.

Anon. 2005. Forskrift om utøvelse av fisket i sjøen. FOR-2004-12-22-1878 Nærings- og fiskeridepartementet. Med korleksjon av 26.02.2013 (§ 48 første ledd nr. 3).

Breen, M., Isaksen, B., Ona, E., Pedersen, A.O., Pedersen, G., Saltskår, J., Svardal, B., Tenningen, M., Thomas, P.J., Totland, B., Øvredal, J.T., Vold, A. 2012. A review of possible mitigation measures for reducing mortality in purse-seine fisheries. ICES CM 2012/C:12, 20 pp.

Huse, I., Vold, A. 2010. Mortality of mackerel (*Scomber scombrus* L.) after pursing and slipping from a purse seine. Fisheries Research 106:54-59.

Isaksen, B., Saltskår, J., Vold, A., Totland, B., og Øvredal, J.T. 2014. Er det mulig å standardisere metoder for slipping av pelagiske fiskearter i notfiske? Rapport fra Havforskningen nr. 5 – 2014, 28 pp.

Lockwood, E.H., 1961. "Chapter 13: The Tractrix and Catenary". A Book of Curves. Cambridge University Press. 215pp

Misund, O.A., Beltestad, A. 2000. Survival of mackerel and saithe that escape through sorting grids in purse seines. Fisheries Research, 48: 31-41.

Tenningen, M.O., Olsen, R.E., Vold, A. 2012. The response of herring to high crowding densities in purse seines: survival rate and stress reaction. ICES Journal of Marine Science 69 (8): 1523-1531.

Vold, A., Isaksen, B., Saltskår, J., Tenningen, M., Totland, B., Aasen, A., Olsen, R.-E. 2012. Dødelighet av vårgytende sild etter trenging i not. Rosfjorden i Vest-Agder, 21.03 - 04.04.2011. Rapport fra Havforskningen 10-2012, 22 s.

Vold, A., Langedal, G., Isaksen, B., Misund, R. Saltskår, J. 2013. Rapport frå prosjektet ”Slipping av makrell ved notfiske høsten 2011 og 2012”. Observasjon og evaluering av utøvelsen av ny forskrift for slipping av makrell fra snurpenot. Samarbeidsprosjekt mellom Fiskeridirektoratet og Havforskningsinstituttet. Rapport fra Fiskeridirektoratet 16.05.2013, 29 pp.

Vold, A., Saltskår, J., Isaksen, B. 2012. Hvordan få til ansvarlig slipping fra not. Havforskningsnytt nr. 7, 2012.