

SELEKSJON I LEPPEFISKREDSKAP

Rapport fra forsøk utført i 2016



**Terje Jørgensen, Reidun Bjelland, Kim Halvorsen,
Caroline Durif, Steven Shema og Anne Berit Skiftesvik**

Havforskningsinstituttet



Innledning

All høsting og annen utnyttelse av viltlevende marine ressursar skal skje så skånsomt som mulig (Havressurslova, §16). I fisket etter leppefisk med teiner og ruser tas det en betydelig andel undermåls fisk (Jørgensen og Løkkeborg, 2012; Jørgensen og Palm, 2014). Bidødelighet forårsaket av håndtering av fisken når redskapen trekkes og mulig predasjon ved gjenutsetting (f.eks. fra sjøfugl) tilsier at undermåls leppefisk i størst mulig grad bør sorteres ut på fiskedypet vha rømmingshull eller andre innretninger.

For å sikre at fisket etter leppefisk skjer i samsvar med intensjonene i Havressursloven, innførte Fiskeridirektoratet i 2015 nye tekniske reguleringer for utøvelsen av fisket etter leppefisk. Det ble da bl.a. innført krav om at leppefiskredskap skal være utstyrt med fluktåpninger med minimum 12 mm spaltebredde. Videre er det satt krav til inngangssperre (kryss) med mindre inngangen (kalven) er mindre enn at en sylinder med diameter 70 mm kan trekkes gjennom inngangen. Krysset skal hindre/ redusere fangst av oter og sjøfugl, større fisk, og hummer og krabbe.

Fangstforsøk utført i regi av Havforskningsinstituttet i 2015, og data for 2015 og 2016 fra referansefiskerne, viste at selv ved bruk av rist var det et høyt innslag av undermåls leppefisk (bergnebb og grønngylte) i fangstene. Dette antyder at ristene ikke fungerer som ønsket. Observasjoner antyder at fisk ikke alltid er motivert for å rømme, selv om de fysisk sett er av en størrelse som tilseier at de lett kunne unnsnippe gjennom spaltene i de påbudte ristene. På kontaktmøtet om leppefiskforvaltningen på Gardermoen 2.-3. desember 2015 ble det lansert et forslag fra Fjordservice AS om en heldekkende enderist i teiner. Ved å feste ilen i motsatt ende av rista, vil ristflaten ved trekking vende mot bunnen. Dermed kan en utnytte fiskens naturlige fluktreaksjon (å svømme mot bunn) til å forbedre utsortering av undermåls leppefisk. Videre ble det fra næringen hevdet at 12 mm spaltebredde i rist medførte et betydelig tap av lovlig fisk, spesielt bergnebb. Forsøkene i 2015 støttet også opp om dette, men presisjonen på seleksjonsestimatene fra de komparative fiskeforsøkene i felt var svært lav. Det ble derfor bestemt å utføre nye seleksjonsforsøk for bergnebb og grønngylte i 2016. Disse skulle også bestemme seleksjon ved bruk av rister med 11 mm spaltebredde.

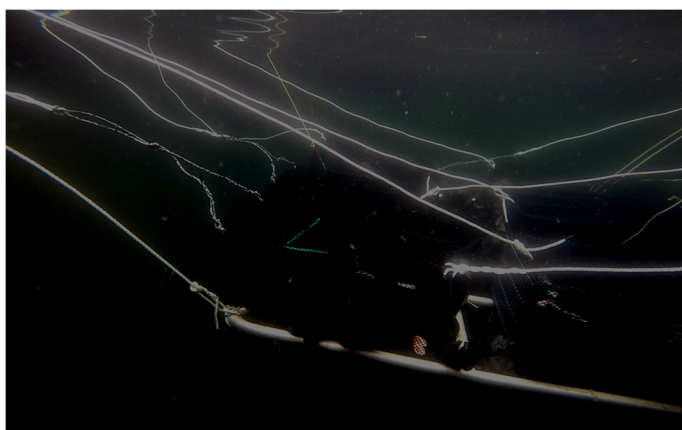
Tidligere seleksjonsforsøk på leppefisk har vært utført i felt som komparative forsøk der en har fisket redskapen parvis med en kontroll og en eksperimentell enhet. For hvert par har en tilstrebet mest mulig identiske forsøksbetingelser. Forsøkene har imidlertid vist at det er store variasjoner i fisketetthet over små områder, slik at kravet om identiske forsøksbetingelser ofte ikke er oppfylt. Ved indirekte estimering av seleksjon, resulterer dette i svært stor usikkerhet i de estimerte parametrene. Det ble derfor valgt å gjøre kontrollerte forsøk i merd, basert på resultatene fra et pilotforsøk i 2015. Planen var å gjøre forsøk med enderist i både teiner og ruser, men pga sen leveranse av ruserista, må forsøkene med denne utsettes til 2017-sesongen. Forsøkene med teiner skulle undersøke om en stor heldekkende enderist ga bedre seleksjon enn den påbudte 3-spalters standardrista, bestemme seleksjon for enderister med 11 og 12 mm spaltebredde, samt undersøke om det er forskjell i seleksjon for rister med runde og flate spiler.

Materiale og metoder

Seleksjonsforsøk i merd

Til seleksjonsforsøkene i merd ble det benyttet en finmasket not på 12x12x12 m ved sjøanlegget til HI, Forskningsstasjonen Austevoll. En aluminiumsrigg tilpasset størrelsen på merden ble fylt med tareimitasjon for simulere bunnvegetasjon (Fig. 1) og plassert ut i merden. Oppå riggen ble det i hvert forsøk plassert 6 teiner, 3 på hver av to motstående sider (Fig. 1) Teinene hadde to iletau, et i hver kortende, slik at de kunne posisjoneres nøyaktig på riggen. Alle teinene ble plassert med fangstkammeret vendt inn mot senter av merden. I seleksjonsforsøkene var kalvene i teinene

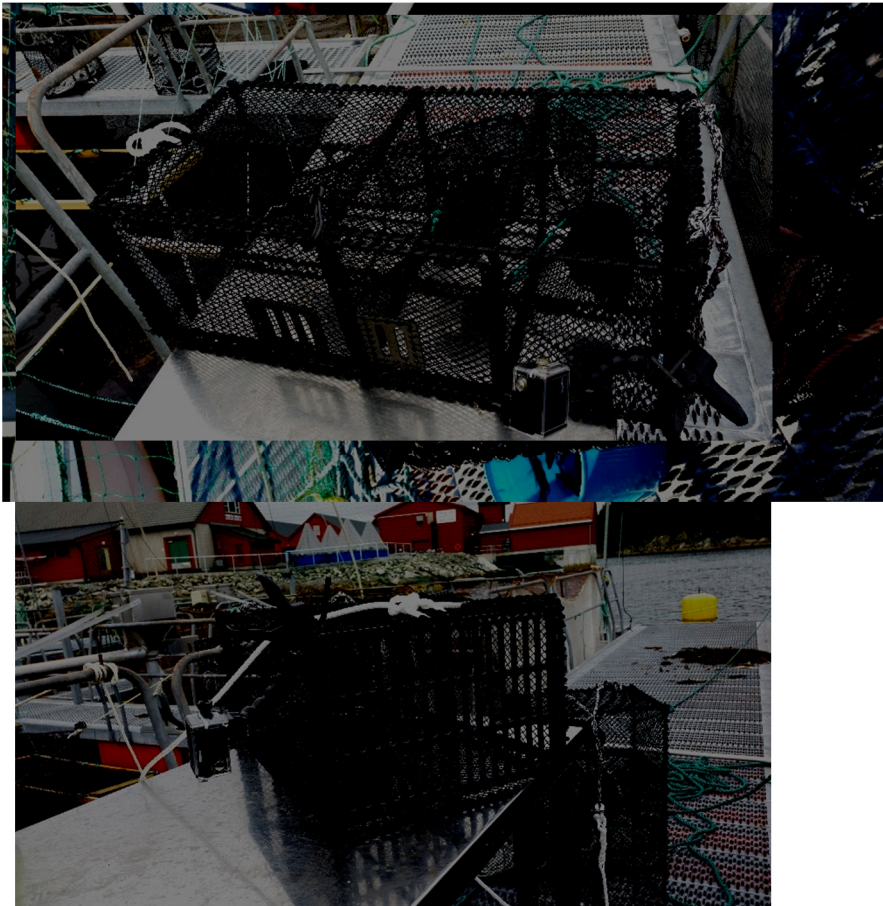
blokkert med finmasket notlin, slik at fisk kun kunne rømme via riståpningene.



Figur 1. Øverst: Ramma med tareimitasjon som teinene stod på, Nederst: Riggen med 6 teiner plassert ut i merden.

Teinene som ble brukt målte 80x40x28 (lxbxh) og var produsert av OK Marine AS. De hadde 2 kalver med ovale plastringer og fangstkammer med en spiss, vertikal kalve fra hoved- til fangstkammer. Seleksjonsristene var plassert i fangstkammeret (Fig. 2). Standardrista med 3 spalter var plassert på langsiden av teina, mens de andre ristene som ble brukt i forsøkene alle var tilpasset endeflaten av teina i størrelse og utforming (dvs de dekket hele endeflaten). Det ble laget heldekkende enderister med flate og runde spiler, og spileavstander på 11 og 12 mm. Ristene med flate spiler var laget av svart PVC og hadde tre rekker med spalter i høyden for å sikre tilstrekkelig stivhet for ristspilene. Ristene med runde spiler hadde en ramme av polyoxymethylene (POM) og spiler av glassfiber. Spilene hadde en diameter på 10 mm og sirkulært tverrsnitt. For ristene med glassfiberspiler var den ingen tverrstag, slik at spaltene gikk fra bunn til topp i rista.

For hver ristkombinasjon ble det kjørt tre replikate forsøk med seks teiner (Tabell 1). I hvert forsøk ble teinene med de to risttypene satt annenhver, med tre teiner på hver av to motsatte sider av riggen. Fisken som ble brukt i seleksjonsforsøkene, ble fisket med teiner i nærområdet til Forskningsstasjonen. Samme fisk ble kun benyttet i ett forsøk. I hvert forsøk ble det satt inn ca 40 fisk i hovedkammeret på hver teine, ca halvparten av hver art (bergnebb og grønngylte), og for hver art ca halvparten over hhv under minstemålet. Før innsetting ble all fisken lengdemålt og veid, samt merket med et subkutant fargemerke (VIE, Northwest Marine Technology) som var unikt for den enkelte teine. Etter en ståtid på 19-23 t (over natta) ble teinene halt sakte i iletauet som var festet i motsatt ende av kortenden med rist. Gjenværende fisk i den enkelte teine ble lengdemålt og registrert. Deretter ble rømt fisk fanget opp av merden, lengdemålt og veid og teinetilhørighet ble bestemt basert på fiskens fargemerkning. Fiskene ble så sluppet i en annen merd hvor de gikk i 7 dager for å undersøke om de hadde fått skader da de gikk gjennom ristene.



Figur 2. Risttypene brukt i forsøket. Øverst til venstre: standard 3-spalters siderist; nederst til venstre: heldekkende enderist med flate spiler; til høyre: heldekkende enderist med runde spiler.

Tabell 1. Oversikt over forsøksoppsett og tid for gjennomføring.

Forsøk	Forsøksoppsett	Runde	Dato
1	12 mm siderist vs 12 mm enderist, flate spiler	1	2016-08-26
		2	2016-09-02
		3	2016-09-21
2	11 mm enderist vs 12 mm enderist, flate spiler	1	2016-09-27
		2	2016-09-28
		3	2016-09-29
3	12 mm enderist med runde spiler vs 12 mm enderist med flate spiler	1	2016-09-30
		2	2016-10-05
		3	2016-10-06

Drop tester

For å undersøke hvilke størrelser av bergnebb og grønngylte som fysisk kan passere gjennom rister med spaltebredde 10, 11 og 12 mm, ble levende bergnebb og grønngylter holdt vinkelrett på ristflaten med snuten mot riståpningen og så sluppet (Fig. 3). De samme fiskene som hadde vært benyttet i seleksjonsforsøkene ble brukt i drop-testene.



Figur 3. Bildene viser hvordan drop-testen ble gjennomført.

Statistisk analyse

Seleksjon ble beregnet for sammenslåtte (“pooled”) data fra de tre replikate forsøkene med hver ristkonfigurasjon, da antall fisk i den enkelte teine var for lite til separate analyser. Ved modelleringen er kontaktsannsynligheten (c) eksplisitt modellert ved bruk av en Clogit modell:

$$r(l, v) = \text{Clogit}(l, L50, SR, c) \equiv 1.0 - c \times (1.0 - \text{logit}(l, L50, SR))$$

der l er lende, $c \in [0,1]$ uttrykker sannsynligheten for at en fisk skal komme i kontakt med seleksjonsinnretningen, $L50$ er middelseleksjonslengden (lengden der 50% av fiskene som går inn i redskapen holdes tilbake og 50% unnslipper gjennom seleksjonsinnretningen) og SR er seleksjonsbredden ($L75-L25$). De estimerte verdier for middelseleksjonslengde og tilhørende seleksjonsbredde refererer til fisk som kommer i kontakt med seleksjonsinnretningen. For drop-test data ble en logit modell benyttet ($c=1$).

95% konfidensbånd for de estimerte seleksjonskurvene ble beregnet vha bootstrap. Det ble benyttet en to-trinns bootstrap hvor det resamples både mellom og innen teiner. Det ble benyttet 2000 resamplinger. Seleksjonen til to ristkonfigurasjoner ble klassifisert som signifikant forskjellige dersom konfidensområdene ikke overlappet. Beregningene ble gjort med programpakken SELNET (Herrmann et al., 2012)

Resultater

Seleksjonsforsøkene viste en systematisk og markant lavere kontaktsannsynlighet med rist for bergnebb enn for grønngylte (Fig. 4, Tabell 2). Dette reflekteres i at en høyere andel små bergnebb blir igjen i fangstkammeret enn hva tilfellet er for grønngylte. Siden dette er fisk som i forhold til sin fysiske størrelse enkelt kunne rømt gjennom spaltene i ristene, antyder det adferdsforskjeller mellom artene, der grønngylte synes mer motivert for å rømme enn bergnebb.

Det var ingen signifikant forskjell i seleksjon mellom en liten siderist med tre spalter og en heldekkende enderist (begge med 12 mm spaltebredde) for hverken bergnebb eller grønngylte (Fig. 5). Det ble heller ikke observert fisk som gikk ut gjennom enderista ved haling. For siderist var $L50$ for bergnebb 10,49 cm og for grønngylte 10,53 cm, mens SR var hhv 1,25 og 0,32 cm. For enderist var middelseleksjonen marginalt høyere, hhv 10,82 for bergnebb og 10,65 for grønngylte. Estimatene for SR var 0,69 for bergnebb og 0,32 for grønngylte.

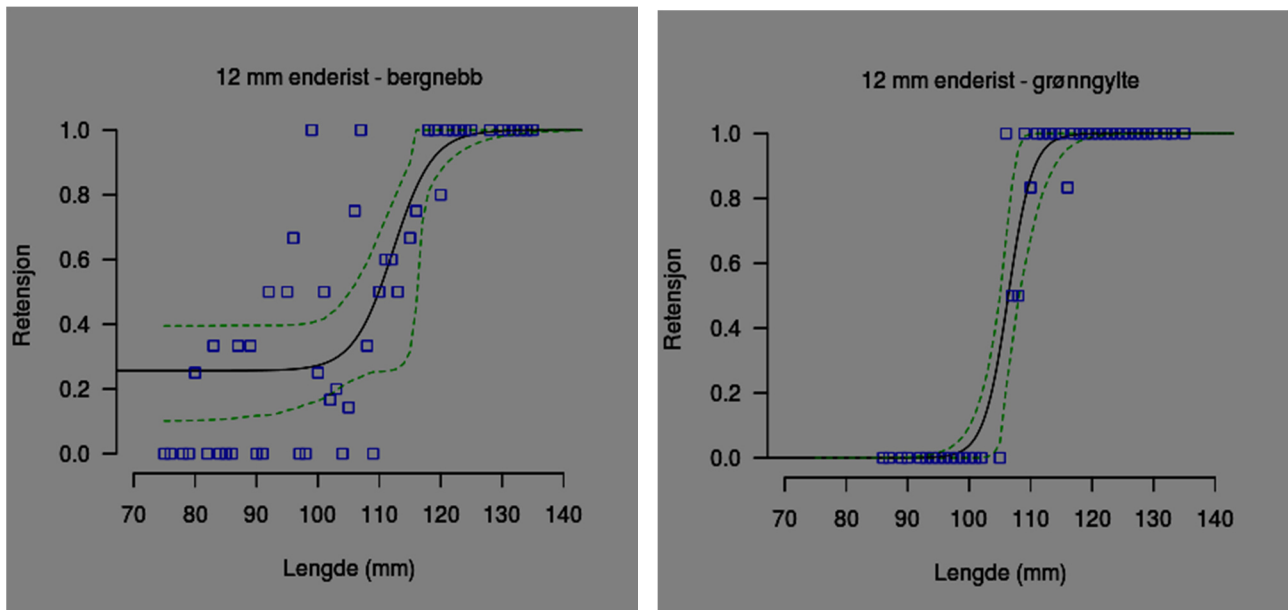
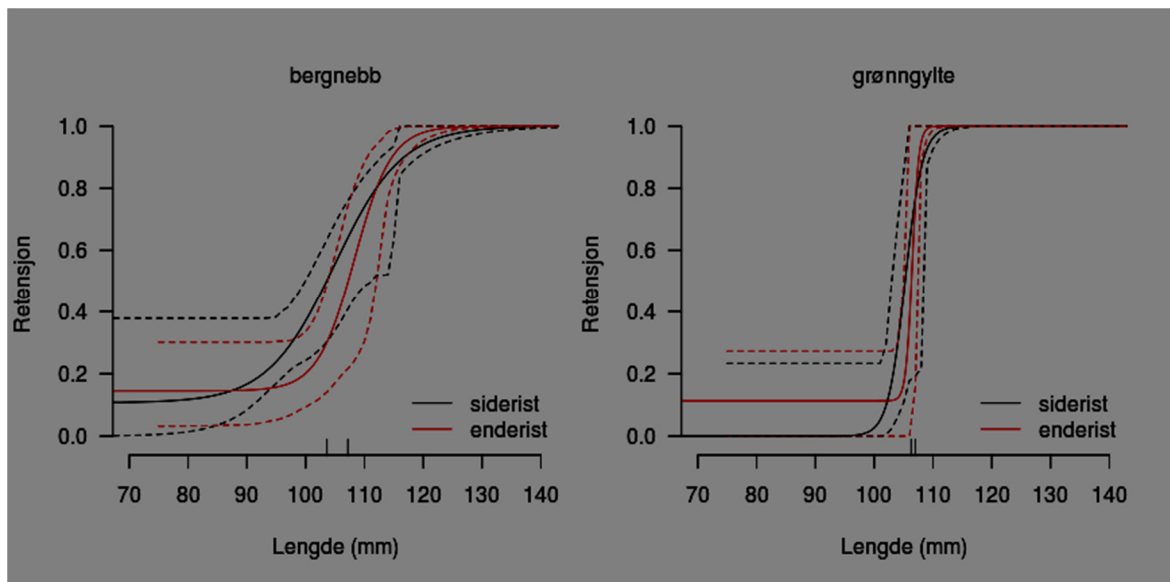


Fig. 4. Eksempel på forskjell i kontaktsannsynlighet med sorteringsrist med 12 mm spaltebredde for bergnebb (venstre) og grønngylte (høyre).

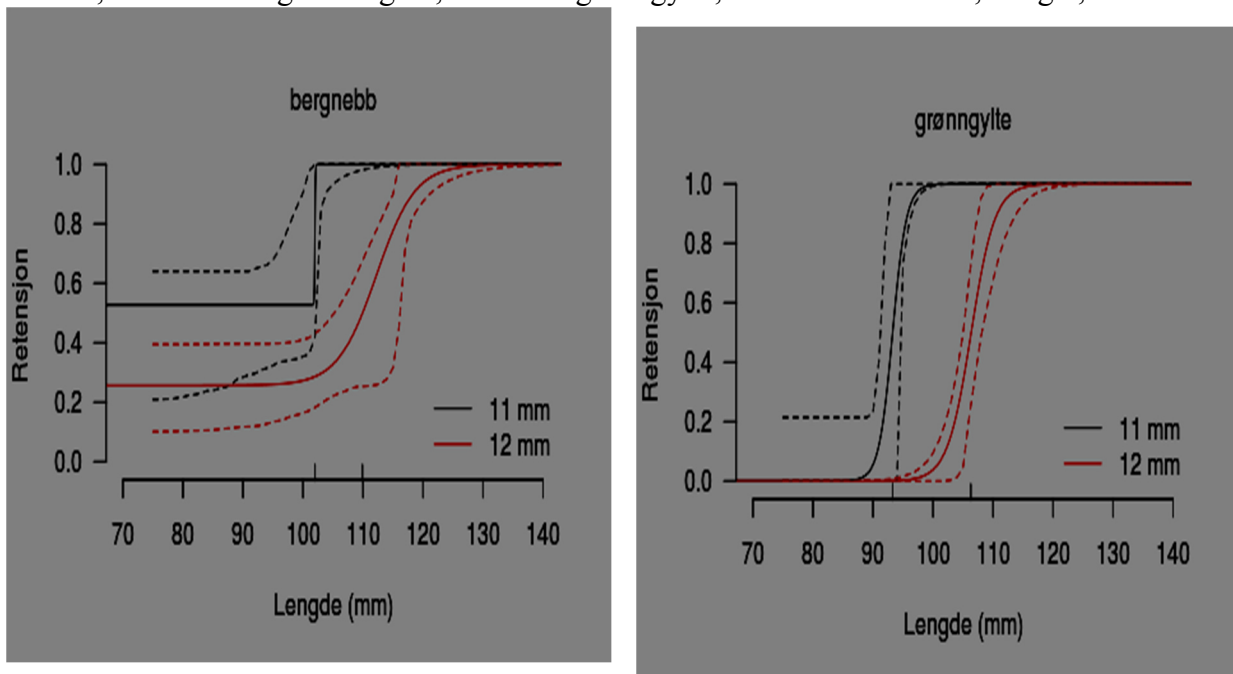
Tabell 2. Estimerte seleksjonparametre for bergnebb (BN) og grønngylte (GG) for de forskjellige eksperimentelle oppsett. Modelltilpasningen er gjort for sammenslåtte data fra de 9 teinene som inngår i hvert forsøk. L50 er middelseleksjonslengde, SR er seleksjonsbredde, L501 og SR1 er middellengde og seleksjonsbredde for de fisk som har vært i kontakt med rista, c er kontaktsannsynligheten, p-verdi er sannsynligheten for at modellen forklarer mer enn en modell med en konstant, dev er devians og df er antall frihetsgrader. Middelseleksjonslengde og seleksjonsbredde er gitt i cm.

Forsøk	Art	Rist	L50	SR	L501	SR1	c	p-verdi	dev	df
1	BN	12 mm, side	10,36	1,48	10,49	1,25	0,89	0,21	55,49	48
		12 mm, ende	10,72	0,89	10,83	0,69	0,86	0,75	38,37	45
	GG	12 mm, side	10,53	0,32	10,53	0,32	1	1	7,31	37
		12 mm, ende	10,63	0,14	10,65	0,12	0,89	1	16,12	39
2	BN	11 mm, ende	-	-	10,20	0,01	0,47	0,95	36,17	52
		12 mm, ende	10,99	-	11,22	0,72	0,74	0,69	42,61	48
	GG	11 mm, ende	9,33	0,25	9,33	0,25	1	1	2,89	41
		12 mm, ende	10,63	0,43	10,63	0,43	1	1	15,38	41
3	BN	12 mm, flat	10,7	1,17	10,87	0,75	0,80	0,95	36,17	52
		12 mm, rund	11,34	0,78	11,45	0,56	0,83	0,69	42,61	48
	GG	12 mm, flat	10,44	0,45	10,44	0,45	1	1	2,89	41
		12 mm, rund	10,87	0,49	10,87	0,49	1	1	15,38	41



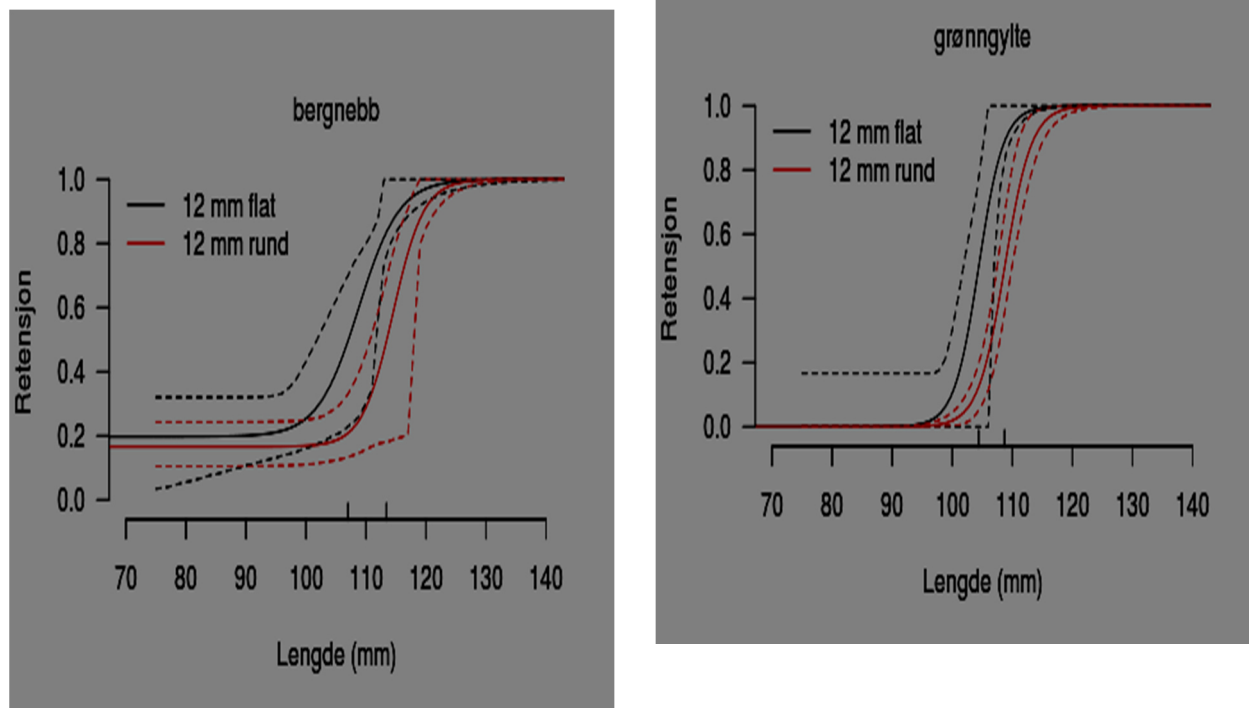
Figur 5. Siderist vs enderist. Estimerte seleksjonskurver for bergnebb (venstre) og grønnngylte (høyre). Heltrukne linjer angir seleksjonskurven og de stiplede angir tilhørende 95% konfidensregion.

Middelseleksjonslengden var signifikant høyere for rist med 12 mm spaltebredde enn for rist med 11 mm spaltebredde (Fig. 6). Dette gjelder for både bergnebb og grønnngylte. For 11 mm spaltebredde er L50 for bergnebb estimert til 10,20 cm, og resultatene antyder at all bergnebb over minstemålet vil bli holdt tilbake med denne spaltebredden. For grønnngylte var L50 for 11 mm spaltebredde 9,33 cm, og all grønnngylte over 10 cm vil bli holdt tilbake. Seleksjonsbredden var liten for begge artene (hhv 0,01 og 0,25 for bergnebb og grønnngylte). For 12 mm spaltebredde var L50 11,22 cm for bergnebb og 10,63 cm for grønnngylte, mens SR var hhv 0,72 og 0,43.



Figur 6. 11 vs 12 mm spaltebredde. Estimerte seleksjonskurver for bergnebb (venstre) og grønnngylte (høyre). Heltrukne linjer angir seleksjonskurven og de stiplede angir tilhørende 95% konfidensregion.

Runde spiler ga høyere middelseleksjonslengde enn flate spiler, men forskjellen var bare signifikant i øvre del av seleksjonsintervallet (Fig. 7). Middelseleksjonslengden for bergnebb var 10,87 cm for flate spiler og 11,45 cm for runde spiler, med tilhørende SR på hhv 0,75 og 0,56 cm. Kontaktsannsynligheten var ca 0,80 for begge spiletypene. For grønngylte var L50 10,44 cm for flate spiler og 10,87 for runde, med SR på hhv. 0,45 og 0,49 cm. Kontaktsannsynligheten var 1 for begge spiletypene.



Figur 7. Flate vs runde spiler i rist med 12 mm spaltebredde. Estimerte seleksjonskurver for bergnebb (venstre) og grønngylte (høyre). Heltrukne linjer angir seleksjonskurven og de stiplede angir tilhørende 95% konfidensregion.

Estimatene for seleksjonparametre basert på drop-testene er vist i Tabell 3. Sammenlignet med merdforsøkene er middelseleksjonslengden basert på droptestene høyere, men avviket er mindre enn 10%.

Diskusjon

Konfidensintervallene til de estimerte seleksjonsparametrene basert på merdforsøkene er generelt snevre. Dette står i sterk kontrast til tidligere forsøk basert på komparative fiskeforsøk. I disse forsøkene sviktet ofte antagelsen om at målpopulasjonen var lik for de to redskapene som inngikk i et par. Dette genererte mye støy og svært lav presisjon på estimatene (se Jørgensen et. al. 2015). Ved bruk av tareimitasjon i forsøksmerden genereres tilnærmet naturlige forhold med vegetasjon der fisken kan gjemme seg. Det er derfor sannsynlig at resultatene kan generaliseres fra merd til felt. Ved innsetting av tidligere innsamlet fisk kan en også velge en størrelsessammensetning som bedre dekker hele seleksjonsintervallet og derfor bidrar til mer presise estimat.

Forsøkene viste at undermåls bergnebb i mindre grad enn undermåls grønngylte rømmer gjennom spilene i seleksjonsristene. Siden dette er fisk av en størrelse som lett kan rømme gjennom spaltene i ristene, er det nærliggende å anta at fisken ikke er motivert for å rømme. Det er tidligere antatt at predatorer på utsiden av redskapet som f.eks. store berggylter og torsk kunne demotivere småfisk fra å rømme. I dette forsøket var det imidlertid ingen potensielle predatorer i teinenes nærområde. Det er også spekulert i at grønngylte har en dominerende adferd i forhold til bergnebb, men

videobservasjoner gjort under forsøket kan ikke bekrefte dette. Eventuelt gjenværende agn kan også redusere motivasjonen for å rømme. I våre forsøk var det som regel agn igjen ved trekking. En evt effekt av gjenværende agn på rømming skulle imidlertid også ha motivert grønngylte til å forbli i teinene.

Tabell 3. Drop-test. Estimerte seleksjonparametre basert på en logit-modell for bergnebb (BN) og grønngylte (GG) for forskjellige spaltebredder og spiletyper (rund eller flat). L50 er middelseleksjonlengde, SR er seleksjonsbredde, p-verdi er sannsynligheten for at modellen forklarer mer enn en modell med en konstant, dev er devians og df er antall frihetsgrader.

Rist	Art	L50 (cm)	SR(cm)	p-value	Dev	df
10mm, flat	BN	95,11	0,46	1,00	23,46	59
	GN	8,85	0,33	1,00	8,92	50
11 mm, flat	BN	10,27	0,52	1,00	23,07	59
	GN	9,53	0,42	1,00	23,76	48
11 mm, rund	BN	10,48	0,54	0,99	29,74	51
	GN	9,40	0,10	1,00	0	27
12 mm, flat	BN	11,52	0,51	0,99	36,17	59
	GN	10,72	0,53	1,00	26,04	50
12 mm, rund	BN	12,06	0,66	1,00	18,46	53
	GN	11,30	0,66	0,88	34,19	45

Middelseleksjonlengden ved bruk av en heldekkende enderist var kun marginalt lavere enn den betydelig mindre siderista med kun tre spalter. Dette indikerer at riststørrelsen i seg selv ikke er begrensende for seleksjonen av små leppefisk, i hvert fall ved de tettheter som ble brukt i forsøket (ca 40 fisk per teine). Ved trekking ble teinene løftet sakte ved å hale i et iletau i motsatt ende av der rista var montert, slik at rista vendte mot bunnen (tareimitasjonen). Resultatene indikerer imidlertid at den antatte fluktreaksjon i forbindelse med trekking ved bruk av heldekkende enderist ikke bidrar til økt utsortering av småfisk. En mulig forklaring er at det oppstår turbulens og kaos som gjør det vanskelig for fisken å finne spaltene.

Det er tidligere dokumentert et tap av lovlig bergnebb mellom 11 og 12 cm ved bruk av 12 mm spaltebrede. Forsøkene viser at bruk av 11 mm spaltebredde ville eliminere dette tapet, da alle bergnebb ≥ 11 cm vil bli holdt tilbake. Samtidig ville imidlertid all grønngylte ≥ 10 cm også ble holdt tilbake. Fangsten av undermåls grønngylte ville dermed forventes å øke betraktelig. Med dagens minstemål på 11 cm for bergnebb og 12 cm for grønngylte, synes derfor 12 mm spaltebredde å være et bra kompromiss mellom tap av noe undermåls bergenebb og økt bifangst av undermåls grønngylte.

Runde spiler ga høyere middelseleksjonlengde enn flate, men forskjellen var bare signifikant for den øvre del av seleksjonsintervallet. Ristene med runde spiler hadde større lysåpning enn de med flate, da en ved bruk av glassfiberspiler ikke trengte horisontale støttestag. Det er derfor mulig at ristflaten fremstår som mer åpen enn ristflaten med flate spiler. Spilene fremstår også trolig som glattere enn kantene i de flate ristene. Dette kan medvirke til at fisk nær den fysiske grensen for å passere i større grad prøver å presse seg gjennom spaltene mellom runde spiler. I drop-testene ble det aldri observert skjelltap ved bruk av ristene med runde spiler, mens dette tidvis forekom ved

bruk av ristene med flate spiler.

Forsøket viser at drop-tester gir et bra estimat for forventet seleksjon til leppefisk som er i kontakt med en seleksjonsrist. Drop-testene overestimerte L50 med fra 0,2-0,8 cm, dvs < 10%. Dette er derfor en rask og enkel måte å skaffe til veie et grovt estimat av retensjonskurven for en gitt spaltebredde.

Konklusjon

Ristas størrelse og plassering i fangstkammeret synes ikke å være avgjørende for seleksjonen (inkludert kontaktsannsynlighet) av leppefisk. Forsøkene ga ikke støtte for at en heldekkende enderist som vender mot bunnen ved trekking og sakte trekking bidrar til forbedret seleksjon. Bruk av 11 mm spaltebredde vil holde tilbake all lovlig bergnebb, men samtidig holde tilbake all grønnfylte over 10 cm . Ved et blandet fiske etter bergnebb og grønnfylte synes derfor 12 mm spaltebredde å være et optimalt valg. Rister med runde spalter gir marginalt høyere middelseleksjon enn flate. Glatte, runde spiler ga mindre skjelltap enn flate og kan ellers være mer skånsomme ved sortering enn flate spiler. Det ble ikke observert skader eller dødelighet på fiskene som hadde rømt gjennom ristene i forsøket etter at de hadde gått en uke i en oppsamlingsmerd.

Takk

Forsøkene er utført med støtte fra Utviklingsseksjonen, Fiskeridirektoratet og Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond (FHF prosjekt 901253).

Referanser

- Herrmann, B., Sistiaga, M., Nielsen, K. N. og Larsen, R. B. 2012. Understanding the size selectivity of redfish (*Sebastes* spp.) in North Atlantic trawl codends. *Journal of Northwest Atlantic Fishery Science*, 44: 1-13.
- Jørgensen, T. og Løkkeborg, S. 2012. Fangst av leppefisk: mye undermåls fisk, men lite bifangst av andre arter. Rapport. Havforskningsinstituttet, Bergen.
- Jørgensen, T. og Palm, A. C. U. 2014. Forsøk med seleksjonsinnretninger i leppefiskredskap. Rapport. Havforskningsinstituttet, Bergen.
- Jørgensen, T., Bjelland, R. og Skiftesvik, A. B. 2016. Seleksjon i leppefiskredskap med 12 mm fluktåpning og inngangssperre. Rapport fra forsøk utført i 2015. Rapport. Havforskningsinstituttet, Bergen.