

# Áhrif veiðimynsturs á stóran hrygningarþorsk

Árni Magnússon

26. september 2012

## Ágrip

Með því að stjórna möskvastærð er hægt að hafa bein áhrif á lögun þess veiðimynsturs sem beitt er á íslenska þorskstofninn. Í þessari greinargerð er notað aldursháð líkan til að meta hver væru líkleg áhrif þess á þróun hrygningarstofns og aflahorfur að heimila allt að 9 þumlunga möskva í þorskfisknetum. Slík breyting myndi færa veiðimynstrið yfir í eldri fisk miðað við núverandi veiðimynstur. Svo virðist sem það sé almenn tilhneiging að þegar veiðimynstur er fært yfir í eldri fisk, þá megi búast við að það hafi jákvæð áhrif á afla skv. aflareglu en neikvæð áhrif á fjölda 10 ára og eldri fisks í hrygningarstofni. Í heild eru áætluð áhrif þó lítil, þar sem ekki er gert ráð fyrir að 9 tommu net verði stór hluti af heildarveiðinni. Samkvæmt greiningunni felur hvert veiðimynstur í sér málamiðlun milli þess að hámarka afla og að hámarka fjölda stórs hrygningarþorsks, en ekkert viðmið liggur fyrir um æskilegan fjölda stórs hrygningarþorsks til að tryggja sem besta nýliðun.

## Abstract

Effect of Gear Selectivity on Large Spawning Cod

With mesh size legislation it is possible to influence the selectivity applied in the Icelandic cod fishery. In the analysis presented here, an age-structured model is used to evaluate the probable effects of permitting the use of 9 inch gillnets on the spawning biomass and catches. Such a change would shift the selectivity towards older fish compared to the current selectivity. The apparent trend is that when selectivity is shifted towards older fish, one can expect a positive effect on the annual TAC according to the harvest rule (20% of  $B_{4+}$ ), but a negative effect on the number of cod age 10 and older in the spawning stock. The overall estimated effect is small, as one can assume that only a small proportion of the overall catches would be caught with 9 inch gillnets. According to the analysis, each selectivity involves a compromise between maximizing the catch and maximizing the number of large spawners, but no reference point has been defined regarding a desired number of large spawners to ensure healthy recruitment.

<b>1</b>	<b>Inngangur</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Gögn</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Aðferðir</b>	<b>4</b>
3.1	Líkan . . . . .	4
3.2	Veiðimynstur . . . . .	4
<b>4</b>	<b>Niðurstöður</b>	<b>6</b>
4.1	Lífmassi árgangs eftir aldri . . . . .	6
4.2	Sögulegur fjöldi 10 ára og eldri . . . . .	6
4.3	Áhrif veiðimynsturs á fjölda 10 ára og eldri . . . . .	8
<b>5</b>	<b>Ályktanir</b>	<b>9</b>
<b>6</b>	<b>Heimildir</b>	<b>11</b>

# 1 Inngangur

Þann 12. mars sl. óskaði ráðuneytið eftir umsögn Hafró um “hver væru líkleg áhrif þess á þróun hrygningarstofns og aflahorfur að heimila allt að 9 þumlunga möskva í þorskfisknetum”.

Málið var tekið fyrir á TAC-fundi 5. september. Þar komu fram ýmsar ágiskanir um líkleg áhrif 9 tommu möskva, en engin greining var lögð fram. Fundarmenn töldu áhrifin vera lítil en ekki augljóst hvort þau yrðu til að auka eða minnka fjölda 10 ára og eldri þorsks. Meirihluti fundarmanna taldi því ekki ástæðu til að viðhalda banni á 9 tommu netum.

Markmið þessa skjals er að skýra frá niðurstöðum einfaldrar greiningar sem hefur verið framkvæmd í kjölfar fundarins.

# 2 Gögn

Gögnin eru fengin úr Ástandsskýrslunni frá í vor (Hafrannsóknastofnun 2012), nánar tiltekið aflaþyngdir (Tafla 3.1.3), þyngd kynþroska þorsks (Tafla 3.1.4), kynþroskahlutfall (Tafla 3.1.5), stofnstærð í fjölda (Tafla 3.1.8) og veiðidánartölur (Tafla 3.1.9).

Byggt er á gögnum síðustu 10 ára (2002–2011) til að lýsa þorskstofninum eins og hann er í dag. Á þessum tíma hefur meðalnýliðunin verið 136 milljón þriggja ára nýliðar, en aflaþyngdir, þyngd kynþroska þorsks, kynþroskahlutfall og veiðidánartala eru sýnd í töflu 1.

**Tafla 1.** Aflaþyngdir ( $w$ ), þyngd kynþroska þorsks ( $w'$ ), kynþroskahlutfall ( $\phi$ ) og veiðidánartölur  $F$ , byggt á meðaltölum frá 2002–2011.

Aldur	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
$w$	1.2	1.7	2.4	3.3	4.3	5.4	6.4	7.4	8.7	10.1	11.6	14.6
$w'$	0.0	1.5	2.2	3.0	4.1	5.4	6.4	7.4	8.7	10.1	11.6	14.6
$\phi$	0.00	0.04	0.21	0.50	0.75	0.85	0.82	0.93	0.91	1.00	1.00	1.00
$F$	0.03	0.12	0.25	0.39	0.48	0.55	0.58	0.62	0.59	0.60	0.55	0.55

Auk þess var stuðst við gagnatöfluna **resultsbyyearandage** úr síðasta stofnmati til að skoða sögulegan fjölda stórs hrygningarþorsks frá 1955 (sjá lið 4.2).

### 3 Aðferðir

#### 3.1 Líkan

Til að meta langtíma áhrif ólíks veiðimynsturs á hrygningarstofn og afla er notað einfalt stofnlíkan með fastri nýliðun ( $N_3 = 136$ ), föstum náttúrulegum dánarstuðli ( $M = 0.2$ ) og föstum veiðidánartölum. Þróun árganga er:

$$N_{a+1} = N_a e^{-(F_a+M)} \quad (1)$$

Hæsti aldur í líkaninu er 14 ár og eldri fiskur er ekki notaður í útreikningum.

Veiðistofn og hrygningarstofn miðast við upphaf árs:

$$B_{4+} = \sum_{a=4}^{14} N_a w_a \quad (2)$$

$$SSB = \sum_{a=3}^{14} N_a w'_a \phi_a \quad (3)$$

Afli í fjölda og tonnum er:

$$C_a = \frac{F_a}{F_a + M} N_a (1 - e^{-F_a+M}) \quad (4)$$

$$Y = \sum_{a=3}^{14} C_a w_a \quad (5)$$

#### 3.2 Veiðimynstur

Veiðimynstur er skilgreint frá 0 sem er óveiðanlegur fiskur til 1 sem er fullveiðanlegur fiskur. Tafla 2 sýnir þær sviðsmyndir sem greiningin byggir á.

**Tafla 2.** Veiðimynstur sem notuð er í greiningunni.

Aldur	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
$S_{\text{current}}$	0.05	0.19	0.40	0.63	0.78	0.89	0.94	1.00	0.96	0.97	0.89	0.89
$S_{9\text{inch}}$	0.04	0.17	0.37	0.59	0.76	0.92	1.00	1.00	1.00	1.00	0.95	0.95
$S_{\text{young}}$	0.15	0.50	0.80	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
$S_{\text{old}}$	0.00	0.05	0.20	0.40	0.60	0.80	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
$S_{\text{four}}$	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$S_{\text{five}}$	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$S_{\text{six}}$	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
$S_{\text{seven}}$	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
$S_{\text{eight}}$	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
$S_{\text{four}+}$	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
$S_{\text{eight}+}$	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1

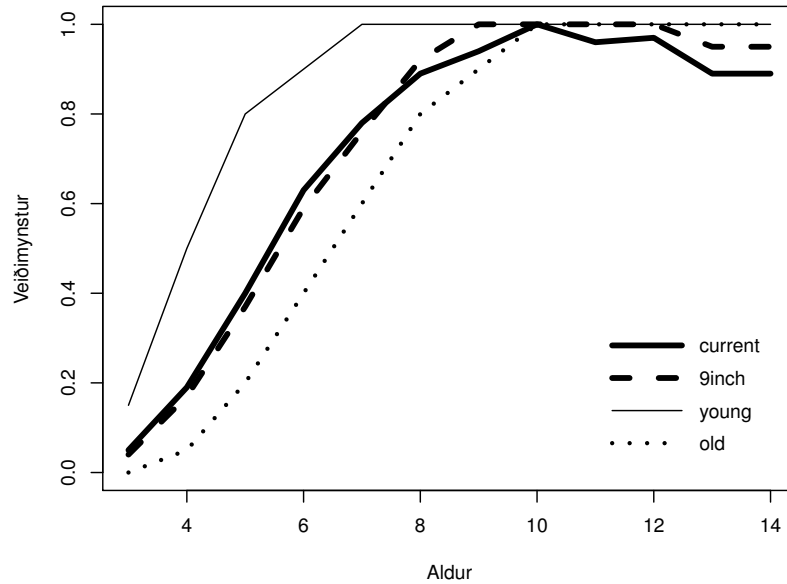
Núverandi veiðimynstur ( $S_{\text{current}}$ ) er byggt á metnum veiðidánartölum 2002–2011, þ.e. veiðidánartölur úr Töflu 1 eru skalaðar þannig að veiðimynstrið nær hæst upp í 1.

Veðimynstur eftir viðbót 9 tommu neta ( $S_{9\text{inch}}$ ) er áætlað. Ekki er vitað með vissu hvernig veðimynstrið myndi breytast ef 9 tommu netaveiði væri bætt við núverandi veðimynstur, en þó er vitað að þetta veiðarfæri tekur stóran fisk. Niðurstöður úr stofnmati með aðskildum veiðarfærum (Hilborn o.fl. 2000) benda til að 9 tommu net taki sérstaklega 9 ára fisk og aldursflokkana þar í kring. Veðimynstur eftir viðbót 9 tommu neta er áætlað með því að byggja á núverandi veðimynstri og lækka veiðanleika yngri aldursflokka og hækka veiðanleika eldri aldursflokka.

Munurinn á ofangreindum veðimynstrum er frekar lítill og því má vænta lítilla áhrifa. Til að greina nánar líkleg áhrif þess ef veðimynstur færast yfir í yngri eða eldri fisk eru einnig skilgreind veðimynstur fyrir þær sviðsmyndir ( $S_{\text{young}}$  og  $S_{\text{old}}$ ).

Til enn frekari greiningar eru loks skilgreind nokkur fræðileg veðimynstur sem eru óraunhæf en varpa ljósi á almennar tilhneigingar þegar veðimynstur færast yfir í yngri eða eldri fisk. Veðimynstrin  $S_{\text{four}}$ ,  $S_{\text{five}}$ ,  $S_{\text{six}}$ ,  $S_{\text{seven}}$  og  $S_{\text{eight}}$  veiða eingöngu einn aldursflokk, en  $S_{\text{four}+}$  veiðir fjögurra ára og eldri og  $S_{\text{eight}+}$  veiðir átta ára og eldri.

Fjögur fyrstu veðimynstrin eru sýnd á Mynd 1, en lögun hinna sjö felast í nöfnum þeirra.



Mynd 1. Fjögur veðimynstur:  $S_{\text{current}}$ ,  $S_{9\text{inch}}$ ,  $S_{\text{young}}$ ,  $S_{\text{old}}$ .

Veðidánartölur í líkaninu eru reiknaðar þannig að veðimynstrið er margfaldað með heildarveðidánartölu  $F_{\text{mult}}$ :

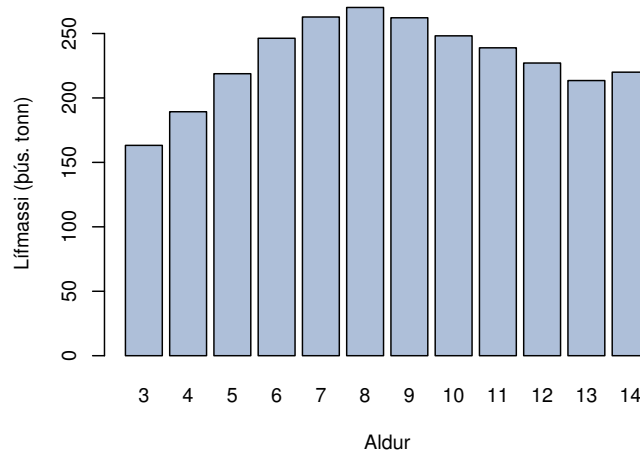
$$F_a = F_{\text{mult}} \times S_a \quad (6)$$

Innan hvernar sviðsmyndar ákvarðast heildarveðitalan af því að veidd eru 20% af veiðistofni  $B_{4+}$ . Þannig er gert ráð fyrir að nógildandi aflareglu sé fylgt við stjórn veiðanna þó breytingar verði á veðimynstri.

## 4 Niðurstöður

### 4.1 Lífmassi árgangs eftir aldri

Ef miðað er við meðalþyngdir úr afla síðustu 10 ára og  $M=0.2$ , þá myndi lífmassi hvers árgangs hámarkast við 8 ára aldur ef ekkert væri veitt úr þeim. Meðalárgangur myndi veiga um 270 þús. tonn á þeim aldri (Mynd 2).



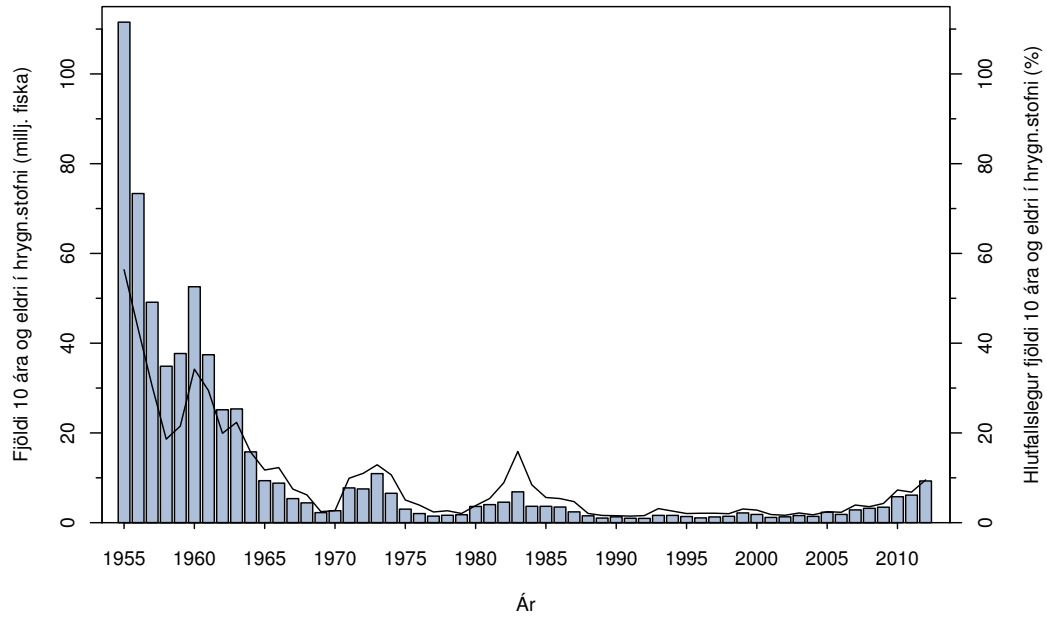
Mynd 2. Lífmassi meðalárgangs eftir aldri, ef ekkert væri veitt.

### 4.2 Sögulegur fjöldi 10 ára og eldri

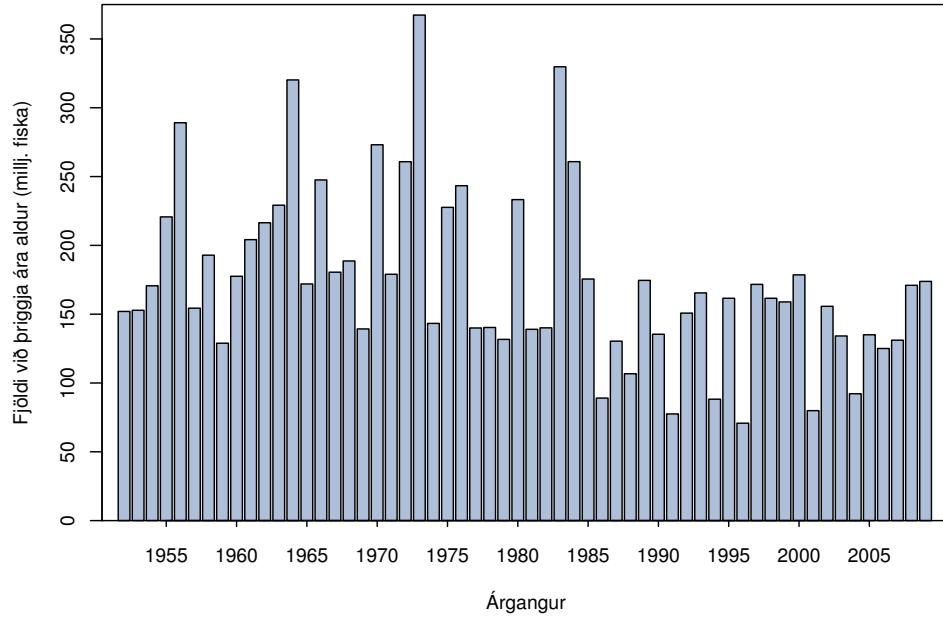
Aldursgreindur afli frá árunum 1955–1964 sýnir að mjög stór hluti aflans á þeim tíma var 10 ára og eldri fiskur. Ein helsta útskýringin er að veiðiálag hafði minnkað verulega á stríðsárunum og því hafði stór hluti hvers árgangs náð háum aldri. Samkvæmt núverandi stofnmati var fjöldi 10 ára og eldri hrygningarþorsks yfir 100 milljónir árið 1955, eða rúmlega helmingur hrygningarstofnsins (Mynd 3).

Að sama skapi má rekja vaxandi fjölda 10 ára og eldri fisks á allra síðustu árum til lægra veiðiálags en tíðkaðist áratugin á undan. Í dag er fjöldi 10 ára og eldri hrygningarþorsks talinn vera um 9.3 milljónir, eða tæp 10% hrygningarstofnsins. Mestur hluti þessa fjölda er 2002 árgangurinn, en af honum lifðu 6.5 milljónir til 10 ára aldurs samkvæmt stofnmati. Upphafleg stærð 2002 árgangsins var svipuð og árganganna á undan (Mynd 4), en af þeim lifðu talsvert færri til 10 ára aldurs vegna veiðiálags.

Fjöldi 10 ára og eldri hrygningarþorsks á árunum 1988–2006 var aðeins um 1–2 milljón fiskar. Lágmarkinu var náð árin 1989, 1991 og 1992 í um 1.0 milljón. Hlutfallslegur fjöldi 10 ára og eldri í hrygningarstofni var um 1.5–3% á árunum 1988–2006.



**Mynd 3.** Sögulegur fjöldi 10 ára og eldri í hrygningarstofni (gráar súlur) og sem hlutfall af heildarfjölda fiska í hrygningarstofni (lína).



**Mynd 4.** Söguleg nýliðun samkvæmt stofnmati.

### 4.3 Áhrif veiðimynsturs á fjölda 10 ára og eldri

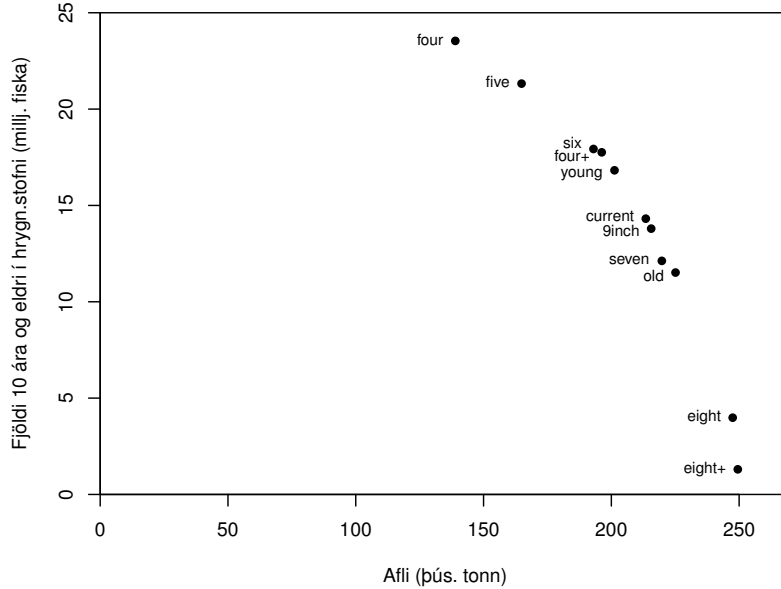
Pegar líkanið er keyrt með ellefu mismunandi veiðimynstrum kemur í ljós að þau leiða til mismikils afla og mismunandi aldursdreifingu í hrygningarstofni (Tafla 3). Við meðalnýliðun gefur þannig núverandi veiðimynstur árlegan afla upp á 213 þús. tonn og í hrygningarstofninum eru 14.3 milljónir fiska 10 ára og eldri, eða 11.8%. Breytingar við upptöku 9 tommu möskva eru litlar; aflinn hækkar í 216 þús. tonn, en fjöldi 10 ára og eldri lækkar í 13.8 milljónir fiska, eða 11.2%.

**Tafla 3.** Metin áhrif hvers veiðimynsturs, miðað við meðalnýliðun og að 20% aflareglu sé fylgt.  $S_a$  er veiðimynstur,  $F_{\text{mult}}$  er heildarveiðidánartala,  $F_{5-10}$  er meðalveiðidánartala 5–10 ára,  $B_{4+}$  er veiðistofn,  $TAC$  er affi samkvæmt aflareglu,  $SSB$  er lífmassi hrygningarstofns,  $SSB_{10+}$  er lífmassi 10 ára og eldri fisks í hrygningarstofni,  $B_{\text{prop}}$  er hlutfallið  $SSB_{10+}/SSB$ ,  $SSN$  er fjöldi fiska í hrygningarstofni,  $SSN_{10+}$  er fjöldi 10 ára og eldri fisks í hrygningarstofni og  $N_{\text{prop}}$  er hlutfallið  $SSN_{10+}/SSN$ .

	current	9inch	young	old	four	five	six	seven	eight	four+	eight+
$S_3$	0.05	0.04	0.15	0.00	0	0	0	0	0	0	0
$S_4$	0.19	0.17	0.50	0.05	1	0	0	0	0	1	0
$S_5$	0.40	0.37	0.80	0.20	0	1	0	0	0	1	0
$S_6$	0.63	0.59	0.90	0.40	0	0	1	0	0	1	0
$S_7$	0.78	0.76	1.00	0.60	0	0	0	1	0	1	0
$S_8$	0.89	0.92	1.00	0.80	0	0	0	0	1	1	1
$S_9$	0.94	1.00	1.00	0.90	0	0	0	0	0	1	1
$S_{10}$	1.00	1.00	1.00	1.00	0	0	0	0	0	1	1
$S_{11}$	0.96	1.00	1.00	1.00	0	0	0	0	0	1	1
$S_{12}$	0.97	1.00	1.00	1.00	0	0	0	0	0	1	1
$S_{13}$	0.89	0.95	1.00	1.00	0	0	0	0	0	1	1
$S_{14}$	0.89	0.95	1.00	1.00	0	0	0	0	0	1	1
$F_{\text{mult}}$	0.40	0.41	0.28	0.55	1.56	1.66	1.83	2.22	3.34	0.25	1.67
$F_{5-10}$	0.31	0.32	0.27	0.36	0.00	0.28	0.31	0.37	0.56	0.25	0.84
$B_{4+}$	1067	1078	1006	1126	695	824	965	1099	1237	981	1247
$TAC$	213	216	201	225	139	165	193	220	247	196	249
$SSB$	539	544	519	560	405	401	439	517	625	507	629
$SSB_{10+}$	127	121	153	98	233	211	177	120	39	163	10
$B_{\text{prop}}$	23.5%	22.3%	29.5%	17.5%	57.5%	52.6%	40.4%	23.2%	6.3%	32.1%	1.6%
$SSN$	122	124	112	131	65	75	98	127	154	107	157
$SSN_{10+}$	14.3	13.8	16.8	11.5	23.5	21.3	17.9	12.1	4.0	17.8	1.3
$N_{\text{prop}}$	11.8%	11.2%	15.0%	8.8%	36.0%	28.4%	18.2%	9.5%	2.6%	16.6%	0.8%

Aðrar sviðsmyndir endurspeglar sömu tilhneigingu. Þau veiðimynstur sem beinast að yngri fiski ( $S_{\text{young}}$ ,  $S_{\text{four}}$ ,  $S_{\text{four+}}$ ,  $S_{\text{five}}$ ,  $S_{\text{six}}$ ) gefa öll lægri afla en núverandi veiðimynstur, en aukinn fjölda 10 ára og eldri fisks í hrygningarstofni. Þau veiðimynstur sem beinast að eldri fiski ( $S_{9\text{inch}}$ ,  $S_{\text{old}}$ ,  $S_{\text{seven}}$ ,  $S_{\text{eight}}$ ,  $S_{\text{eight+}}$ ) gefa öll hærri afla en núverandi veiðimynstur, en minni fjölda 10 ára og eldri fisks í hrygningarstofni. Niðurstöðurnar eru teiknaðar sem punktarit á Mynd 5.





**Mynd 5.** Metin áhrif hvers veiðimynsturs, miðað við meðalnýliðun og að 20% aflareglu sé fylgt. Hnitin samsvara gildunum  $TAC$  og  $N_{prop}$  í Töflu 3.

Það veiðimynstur sem gefur mestan fjölda 10 ára og eldri fisks er  $S_{four}$ , en þá er afli við meðalnýliðun aðeins um 140 þús. tonn, enda á 4 ára fiskur eftir að taka út hraðan vöxt til 8 ára aldurs (Mynd 2). Það veiðimynstur sem gefur mestan afla er  $S_{eight+}$ , enda nær viðmiðunarstofninn mikilli stærð við að vera óáreittur til 8 ára aldurs. Til að framfylgja aflareglu upp á 20% af viðmiðunarstofni er þá nánast allur árgangurinn veiddur upp við 8 ára aldur, svo aðeins örfáir ná 10 ára aldri (Mynd 5).

## 5 Ályktanir

Í heild eru niðurstöðurnar afdráttarlausar. Svo virðist sem það sé almenn tilhneiging að þegar veiðimynstur er fært yfir í eldri fisk, þá megi búast við að það hafi jákvæð áhrif á afla skv. aflareglu en neikvæð áhrif á fjölda 10 ára og eldri fisks í hrygningarstofni. Þetta er ný niðurstaða sem hefur ekki komið áður fram.

Áætla má að upptaka 9 tommu möskva myndi ekki breyta heildarveiðimynstri flotans verulega og því má álykta að ákvörðunin hefði lítil áhrif á þróun hrygningarstofns og aflahorfur. Sú vitneskja lá þó fyrir áður en ráðuneytið óskaði eftir umsögn Hafró. Áhugi var á því að meta í hvaða átt áhrifin væru.

Ráðuneytið getur haft bein áhrif á lögum þess veiðimynsturs sem beitt er á íslenska þorsstofninn, t.d. með lögum um möskvastærð. Svo virðist sem hvert veiðimynstur feli í sér málamiðlun milli þess að hámarka afla og að hámarka fjölda stórs hrygningarþorsks (Mynd 5). Með því að færa veiðimynstrið að yngri fiski mætti að líkindum auka fjölda stórs hrygningarþorsks á kostnað afla — og öfugt. Þá er ósvarað þeirri spurningu hver sé æskilegur fjöldi stórs hrygningarþorsks til að tryggja sem besta nýliðun. Óformlegt svar er „sem mest“ og það sama gildir um aflann.

Í greiningunni var notuð meðalnýliðun 136 milljónir við þriggja ára aldur. Hér mætti í raun nota hvaða gildi sem er fyrir meðalnýliðun án þess að hlutfall 10 ára og eldri fisks breytist. Ályktanirnar í heild eru í raun ónæmar fyrir því hvaða gildi er notað fyrir stöðuga nýliðun.

Hins vegar getur stöðug nýliðun verið vafasöm forsenda, sem var þó notuð við greininguna til einföldunar. Rannsóknir Guðrúnar Marteinsdóttur benda til þess að stór hrygningarþorskur eigi lífvænlegri afkvæmi, þar sem hann hrygni stærri eggjum yfir lengri tíma og er því líklegri til að hitta á rétta tímasetningu m.t.t. fæðuframboðs á formi dýrasvifs (Guðrún Marteinsdóttir og Agnar Steinarsson 1998, Guðrún Marteinsdóttir og Kristján Þórarinsson 1998, Guðrún Marteinsdóttir o.fl. 2000, Guðrún Marteinsdóttir og Gavin Begg 2002). Ef stór hrygningarþorskur gefur í raun af sér meiri nýliðun en sami lífmassi af smáum hrygningarþorski, þá ættu efri punktarnir á Mynd 5 að færast til hægri, því aukin nýliðun vegna lífvænlegru hrogna leiðir þá til aukningar í veiðistofni og afla. Hversu mikil þau áhrif eru er ekki vitað.

Á tæknilegum nótum hefði mátt nota svokallaða „plúsgrúppu“ til að halda utan um fiska eldri en 14 ára í líkaninu. Slíkt líkan myndi auka aðeins muninn á áhrifum ólíkra veiðimynstra þegar litið er á fjölda 10 ára og eldri, þar sem í plúsgrúppunni væri nánast enginn fiskur í þeim sviðsmyndum þar sem sótt er í eldri fisk, en plúsgrúppan hefði talsvert af fiski í þeim sviðsmyndum þar sem sótt er í yngri fisk. Í greiningunni hér að ofan var litið framhjá fiskum eldri en 14 ára, bæði til einföldunar og vegna þess að töflur í Ástandsskýrslunni ná til 14 ára aldurs.

Nálgunin sem hér er notuð er með einfaldasta móti. Raunsærri nálgun gæti verið að nota lengdarháð líkan til að líkja eftir því hvernig veiðarfæri veiða yfirleitt hraðvaxnasta fiskinn ofan af hverjum árgangi. Þá mætti einnig taka með í reikninginn þróunarfræðileg áhrif þessa, því til langs tíma má ætla að slíkt leiði til þess að hægvaxta arfgerðir fjölgi sér hraðar en hraðvaxta og stofninn í heild verði því hægvaxta með tímanum. Fleira mætti taka til, svo sem þéttleikaháðan vöxt, sjálfrán á seiðum og samspil við aðrar tegundir. Grænlandsgöngur voru heldur ekki hafðar með í greiningunni, en fyrir kemur að fjöldi eldri fisks aukist eftir að 6–10 ára fiskur hefur gengið frá Grænlandi til Íslands (Hafrannsóknastofnun 2012, Tafla 3.1.8). Með einfaldri greiningu hefur hér verið reynt að draga fram mikilvægustu tilhneigingarnar.

Þó breytingar á veiðimynstri geti haft áhrif þróun hrygningarstofns og aflahorfur þá er það heildarveiðiálagið sem ræður mestu um fjölda 10 ára og eldri fisks í hrygningarstofni, eins og Mynd 3 ber með sér. Ástæða þess að fjöldi stórs hrygningarþorsks hefur margfaldast á undanförunum árum er ekki sú að miklar breytingar hafi orðið á nýliðun eða í veiðimynstri, heldur fyrst og fremst vegna minnkaðs veiðiálags. Aflareglan sem nú er í gildi tryggir að hlutdeild stórs hrygningarþorsks verður allnokkur. Á meðan aflareglan er fastur punktur þá er rétt að íhuga einnig þau áhrif sem breytingar á veiðimynstri geta haft.

## 6 Heimildir

- Guðrún Marteinsdóttir og Agnar Steinarsson. 1998. Maternal influence on the size and viability of Iceland cod *Gadus morhua* eggs and larvae. *J. Fish Biol.* 52:1241–1258.
- Guðrún Marteinsdóttir og Gavin A. Begg. 2002. Essential relationships incorporating the influence of age, size and condition on variables required for estimation of reproductive potential in Atlantic cod *Gadus morhua*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 235:235–256.
- Guðrún Marteinsdóttir og Kristján Þórarinnsson. 1998. Improving the stock-recruitment relationship in Icelandic cod (*Gadus morhua*) by including age diversity of spawners. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 55:1372–1377.
- Guðrún Marteinsdóttir, Ásta Guðmundsdóttir, Vilhjálmur Þorsteinsson og Gunnar Stefánsson. 2000. Spatial variation in abundance, size composition and viable egg production of spawning cod (*Gadus morhua* L.) in Icelandic waters. *ICES J. Mar. Sci.* 57:824–830.
- Hafrannsóknastofnun. 2012. Nytjastofnar sjávar 2011/2012 og aflahorfur fiskveiðirárið 2012/2013. Hafrannsóknir 163.
- Hilborn, R., A. Magnusson & B. Ernst. 2000. Coleraine assessment of the Icelandic cod fishery. Greinargerð nr. 5 á alþjóðlegum vinnufundi um líkanasamanburð, Reykjavík. Fáanlegt á vefnum (<http://www.hafro.is/~arnima/pdf/2000-cod.pdf>).