

Aflaregla fyrir þorskveiðar á Íslandsmiðum

Skýrsla nefndar um langtímanýtingu fiskistofna

Apríl 2004

EFNISYFIRLIT

1. INNGANGUR	3
2. NÝTT LÍKAN	5
2.1 NÝLIDUN ÞORSKSINS	7
2.2 LÍFFRÆÐILEG ÓVISSA.....	12
2.3 MÆLISKEKKJUR.....	17
2.4 HAGLÍKAN.....	20
3. AFLAREGLUR	23
3.1 SKILGREININGAR Á STOFNI.....	24
3.2 JÖFNUN Í AFLAREGLUM	28
4. NIÐURSTÖÐUR ÚR HERMUNUM	31
5. EF NÝLIDUNIN HEFUR LÆKKAÐ TIL FRAMBÚÐAR	34
6. ALÞJÓÐLEGAR VARÚÐARREGLUR	38
7. HEIMILDIR	40
VIÐAUKI 1. HAGFRÆÐILÍKAN	41
VIÐAUKI 2. ÁFANGASKÝRSLA NEFNDAR UM LANGTÍMANÝTINGU FISKISTOFNA	44

1. Inngangur

Í mars árið 2001 skipaði sjávarútvegsráðherra nefnd sem hafði m. a. það verkefni að meta þann árangur sem náðst hafði í nýtingu þorsks á undanförunum árum og líta í því sambandi m.a. til reynslu annarra þjóða. Nefndin var upprunalega þannig skipuð:

Brynjólfur Bjarnason, formaður

Friðrik Már Baldursson, varaformaður

Ásgeir Daníelsson, hagfræðingur hjá Seðlabanka Íslands

Gunnar Stefánsson, Hafrannsóknastofnunin/dósent Háskóla Íslands

Jóhann Sigurjónsson, forstjóri Hafrannsóknastofnunarinnar

Kristján Þórarinsson, stofnvistfræðingur LÍÚ

Sævar Gunnarsson, forseti SSÍ

Þórður Friðjónsson, forstjóri Kauphallar Íslands.

Brynjólfur Bjarnason vék úr nefndinni 1. júlí 2002 og tók þá Friðrik Már Baldursson við sem formaður hennar. Starfsmaður nefndarinnar var Þorvaldur Gunnlaugsson, stærðfræðingur, en auk þess hefur Höskuldur Björnsson, sérfræðingur á Hafrannsóknastofnuninni, unnið náið með nefndinni.

Nefndin kom saman til fyrsta fundar þann 4. maí 2001 og hefur samtals haldið tuttugu og þrjú fundi. Við upphaf nefndarstarfs var hlutverk nefndarinnar afmarkað og nálgun að viðfangsefni hennar rædd. Voru nefndarmenn sammála um að eitt aðalverkefnið væri að takast á við þau vandkvæði sem fylgja óvissu í stofnmati á þorski og var þá sérstaklega horft til ofmats á stofninum árin 1998 til 2000. Í því skyni var þróað nýtt hermílíkan af þorskstofninum sem beitt var til að kanna eiginleika mismunandi nýtingarstefnu. Fyrir utan venjulega nefndarfundi funduðu Kristján Þórarinsson og Ásgeir Daníelsson með starfsmönnum nefndarinnar og fylgdust með framvindu líkangerðarinnar.

Nefndin skilaði áfangaskýrslu í maí 2002 og fjallaði hún aðallega um árangur af notkun aflareglu þeirrar sem beitt hefur verið við stjórn þorskveiða frá fiskveiðiárinu 1996 með nokkrum breytingum.¹ Megin niðurstaða áfangaskýrslunnar var að árangur af beitingu aflareglunnar hafi orðið umtalsverður, en að miðað við þróun þorskstofnsins og þess hvernig hann var metinn á hverjum tíma hefði mátt gera enn betur með því að fylgja

upprunalegri tillögu vinnuhóps frá 1994.² Í tillögunni frá 1994 fólst að veiðihlutfall skyldi vera 22% af veiðistofni í stað 25% eins og í raunverulegri útfærslu og að beitt skyldi meðaltalsreglu til að jafna sveiflur í afla milli ára.

Nefndin hefur nú lokið athugunum sínum á aflareglu fyrir þorsk og eru helstu niðurstöður eftirfarandi:

1. Að jafnaði hefur verið tilhneiging til ofmats á stærð þorskstofnsins á undanförunum tveimur áratugum. Ekki hefur fundist fullnaðar skýring á ofmatinu. Þegar tekið hefur verið tillit til þessa virðist óvissa í stofnmati hins vegar svipuð og áður var gert ráð fyrir eða um 14%. Ofmatið hefur leitt til þess að í stað þess að afli væri að jafnaði 25% af veiðistofni eins og stefnt var að með núverandi aflareglu varð hlutfallið 27,5%. Að auki hefur afli umfram leyfðan heildarafa farið vaxandi á síðustu árum og því hefur raunveruleg veiði orðið um 30% af veiðistofni eða 20% meiri en að var stefnt með aflareglunni og 36% meiri en fólst í tillögunni frá 1994. Það er mjög brýnt að leiðrétt verði vegna kerfisbundins ofmats og umframafla þannig að raunverulegur afli verði í samræmi við nýtingarstefnu.
2. Við samanburð og ítarlegar prófanir á ýmsum aflareglum, m.a. núverandi reglu, kom í ljós að regla sem miðar við afla sem nemur 22% af veiðistofni hefur góða eiginleika hvað varðar hagnað, stöðugleika og vöxt og viðkomu þorskstofnsins. Ef ekki er tekið tillit til kerfisbundins ofmats á þorskstofninum áður en reglunni er beitt þýðir þetta um 20% af metnum veiðistofni.
3. Aflaregla sem mælir fyrir um 22% af veiðistofni þýðir töluverða skerðingu afla frá því sem nú er. Hugsanlegt er að innleiða slíka reglu þannig að fyrri regla verði látin gilda þar til að 22% reglan þýði enga eða litla minnkun afla frá fyrra ári. Þetta hefur þó töluverðan kostnað á mælikvarða núvirðis hagnaðar í för með sér því að stofninn byggist þá hægar upp en ella. Þegar þensla ríkir í hagkerfinu eins og nú gildir er skynsamlegt að innleiða lækkun á hlutfalli sem fyrst.
4. Niðurstaða um 22% veiðihlutfall er óháð því hvort gert er ráð fyrir að umhverfisaðstæður hafi breyst varanlega til hins verra frá því sem áður var eða hvort gera má ráð fyrir að þær fari batnandi og nýliðun verði aftur eins og á

¹ Áfangaskýrslan er birt sem viðauki með þessari skýrslu.

² Sjá skýrslu Vinnuhóps Hafrannsóknastofnunarinnar og Þjóðhagsstofnunar, *Hagkvæm nýting fiskstofna*, maí 1994.

árunum fyrir 1985. Ef nýliðun verður eins og á undanförunum fimmtán árum þá þýðir þetta að meðalafli verður um 210-220 þúsund tonn á ári. Ef uppbygging hrygningarstofns og/eða betri umhverfisskilyrði leiða til þess að nýliðun verður svipuð og á áratugunum fyrir 1985 þá verður meðalafli um 310-320 þúsund tonn á ári með 22% aflareglu.

5. Vegna náttúrulegra sveiflna í þorskstofninum og óvissu í stofnmati verða sveiflur í afla töluvert miklar ef ekki er beitt jöfnun af einhverju tagi samhliða hlutfallsreglu. Þegar veiðihlutfallið er lækkað og stofninn stækkar er minni áhætta af slíkri jöfnun en ella. Nefndin mælir með að aflareglan taki tillit til afla fyrra árs að hálfu, enda hefur slík jöfnun óveruleg áhrif á sveiflur í stofninum, en leiðir til meiri hagnaðar og minni sveiflna en aðrar jöfnunarreglur.
6. Ákvarðanir um nýtingu fiskistofna byggja ætíð á forsendum sem eru óvissu háðar. Þegar óvissa eykst (t.d. í stofnmati eða vegna umhverfisbreytileika) aukast líkur á að þróun víki langt frá markmiðum. Þetta hefur þau áhrif að beita þarf meiri varúð við nýtingu stofnanna þegar óvissa er meiri. Gildir hér einu hvort höfð er hliðsjón af hagrænum sjónarmiðum einum eða tekið er tillit til varúðarnálgunar við nýtingu stofnsins.

2. Nýtt líkan

Starfsmenn Hafrannsóknastofnunarinnar hafa unnið að gerð líffræðilíkans (Þorvaldur Gunnlaugsson og Höskuldur Björnsson, 2004) sem lýsir vaxtarmöguleikum íslenska þorskstofnsins við núverandi umhverfisskilyrði í hafinu umhverfis landið og hefur þetta líkan verið notað til að kanna árangur mismunandi afbrigða af aflareglum fyrir þorsk. Lögð hefur verið áhersla á að líkanið sýni bæði þá vaxtarmöguleika sem líklegastir eru taldir, en einnig þá miklu óvissu sem ríkir varðandi vöxt þorskstofnsins og þekkingu okkar á þeim þáttum sem ráða honum.

Eins og í fyrri athugunum er líffræðilíkanið árgangalíkan þar sem tilgreindur er fjöldi, þyngd og kynþroski þorska frá 3ja ára til 14 ára aldurs. Hluti hvers árgangs lifir af allar hremmingar ársins, en hluti er veiddur eða deyr af öðrum ástæðum (svonefndur náttúrulegur dauði). Gert er ráð fyrir að náttúrulegur dánarstuðull (M) sé 0,2 en það samsvarar því að 18% af hverjum árgangi deyi árlega af öðrum orsökum en veiði. Náttúrulegi dánarstuðullinn er án efa breytilegur. Sérfræðingar Hafrannsóknastofnunarinnar telja nokkuð víst að þessi stuðull sé að jafnaði minni en 0,3

og líklegast sé hann oftast minni en 0,2. Niðurstöður stofnmælinga botnfiska benda til þess að breytileiki í óskráðum afföllum sé tiltölulega lítill hjá fiski eldri en eins árs (Hafrannsóknastofnunin, óbirt gögn).

Margt er enn óvíst varðandi náttúrulegan dánarstuðul þorsks. Ljóst er þó að hann ræðst að mestu af öflum sem við ráðum ekki yfir og ómögulegt er að spá fyrir um breytingar í stuðlinum. Við prófanir á aflareglum með reiknilíkani hefur það ekki áhrif á niðurstöður varðandi hagkvæmni aðferða við fiskveiðistjórnun hvaða gildi á bilinu 0,1-0,3 er valið fyrir náttúrulegan dánarstuðul þorsks. Sama á við um breytileg gildi á þessu bili.

Árgangalíkon eins og líffræðilíkan það sem hér er notað reikna út fjölda 4ra ára fiska á tilteknu ári út frá fjölda 3ja ára fiska árið áður, náttúrulegum dánarstuðli og afla ársins á undan. Fjöldi fiska í öðrum aldurshópum fæst á sama hátt. Fjöldi 3ja ára fiska er áætlaður með nýliðunarfalli sem tekur mið af stærð hrygningarstofns og fleiri þáttum eins og nánar verður skýrt hér á eftir.

Við líffræðilíkanið er tengt mjög einfalt haglíkan. Þessu haglíkani er ekki ætlað að spá um afurðaverð á þorski í framtíðinni eða þróun tækninnar og þar með kostnaði við veiðarnar. Haglíkanið hefur hins vegar það hlutverk að gera raunhæfan innbyrðis samanburð á ábata og kostnaði sem leiðir af tiltekinni nýtingarstefnu. Í þeim tilgangi eru með í líkaninu helstu þættir sem skipta máli við slíkan samanburð. Í haglíkaninu er reiknað með að meðalverð á þorski lækki um 1% þegar framboð (afli) eykst um 10%. Þá er reiknað með að kostnaður við að veiða hvert kg af þorski lækki um 7% við hverja 10% stækkun þorskstofnsins. Það er þessi lækkun kostnaðar við veiðarnar sem er megin ástæða þess mikla hagnaðar sem talið er að leiði af uppbyggingu þorskstofnsins.

Líkan það sem hér hefur verið þróað svipar um margt til þess líkans sem vinnuhópur um nýtingu fiskstofna lét gera³. Helstu atriðin sem skilja á milli þeirra eru:

1. Í líkani vinnuhópsins var tekið tillit til þess að uppbygging þorskstofnsins leiðir til að minnka þarf veiðar á rækju og loðnu vegna afráns þorsksins. Þetta leiðir til þess að aukning heildartekna vegna uppbyggingar þorskstofnsins verður mun minni en sem

³ Sjá skýrslu vinnuhópsins, Hagkvæm nýting fiskstofna, Reykjavík 1994.

nemur aukningu tekna af þorskinum. Útreikningar með líkani vinnuhópsins sýndu að þótt þorskafllinn ykist þannig um 40% yrði aukning tekna af sjávarútveginum í heild innan við 10%. Í báðum líkönunum er hagnaðurinn af því að byggja upp þorskstofninn fyrst og fremst fólgin í því að kostnaður við að veiða þorsk minnkar þegar stofninn stækkar. Heildarhagnaðurinn af því að byggja upp þorskstofninn breytist því lítið þótt lítið sé fram hjá áhrifum á rækju og loðnu.

2. Í líkani vinnuhópsins var tekið tillit til áhrifa á fiskvinnslu. Því er sleppt hér til einföldunar.
3. Nefndin hefur lagt áherslu á að bæta líffræðipáttinn í líkaninu, einkum hafa verið skoðaðir þættir sem gætu skýrt minnkandi nýliðun í þorskstofninn á undanförunum árum.
4. Útreikningur á breytileika líffræðilegra þátta var endurskoðaður út frá þeirri þekkingu sem fyrir liggur í dag.
5. Lögð var áhersla á að athuga skekkjur í stofnmati Hafrannsóknastofnunarinnar og taka tillit til þeirra í líkaninu.

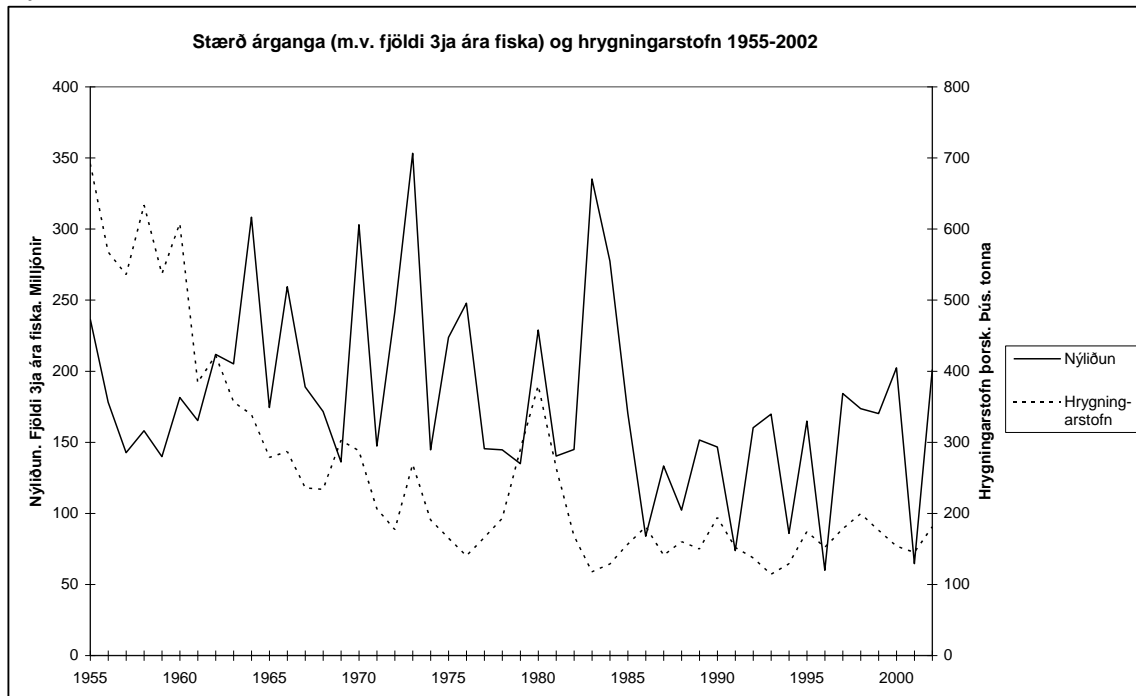
Í útreikningi á tekjum af þorskveiðum er tekið tillit til þess að verð á fiski hækkar með stærð hans. Þetta leiðir til meiri ábata af uppbyggingu þorskstofnsins en áður var reiknað með þar eð meðalþyngd í afla hækkar þegar stofninn stækkar. Hér á eftir verður fjallað nánar um nokkur þessara atriða.

2.1 Nýliðun þorsksins

Nýliðun er fjöldi ungra einstaklinga sem bætist við stofninn á hverju ári. Í skýrslum Hafrannsóknastofnunarinnar er nýliðun á tilteknu ári áætlaður fjöldi 3ja ára fiska sem bætist við stofninn. Þessir fiskar voru nýklakin seiði 3 árum áður. Þorskurinn elur af sér gífurlegan fjölda seiða á hverju ári. Breytileikinn í fjölda seiðanna er nokkur en í öllum tilfellum lifir einungis örlítill hluti þeirra af fyrsta árið. Við þessi skilyrði er eðlilegt að ætla að auk fjölda seiða og ástands þeirra hafi hinir margvíslegu umhverfisþættir ráðandi áhrif á breytileikann í nýliðuninni. Breytileiki í nýliðun íslenska þorsksins sést vel í mynd

1. Þar er sýndur fjöldi 3ja ára fiska á hverju ári frá 1955-2002 og er hliðraður um 3 ár til að fá eðlilegan samanburð við mögulegar skýrstærðir, eins og t.d. stærð hrygningarstofns.

Mynd 1



Á mynd 1 sést að mesta nýliðunin var árið 1973 en talið er að árið 1976 hafi 359 milljónir 3ja ára fiska bæst við stofninn. Minnsta nýliðunin var árið 1996 en talið er að einungis 60 milljónir 3ja ára fiska hafi bæst við stofninn árið 1999.

Nýliðunin er lykilatriði varðandi afrakstursgetu stofnsins. Ef nýliðunin væri að jafnaði 359 milljónir fiska (og nóg æti væri fyrir þá alla sem e.t.v. er harla ólíklegt) myndi nógildandi aflaregla sem segir að heildaraflinn skuli vera 25% af veiðistofninum leiða til þess að stofninn stækkaði í 2,5 milljónir tonna og hægt væri að veiða um 640 þús. tonn á ári. Ef hins vegar nýliðunin væri 60 milljónir fiska að jafnaði mundi sama aflaregla leiða til þess að veiðistofninn yrði að jafnaði rétt rúmlega 400 þús. tonn og aflinn rétt rúmlega 100 þús. tonn á ári.

Þegar mynd 1 er skoðuð sést að nýliðunin hefur verið tiltölulega lítil síðustu 15 árin. Síðustu stóru árgangarnir klöktust 1983 og 1984 og komu inn í veiðina 1986 og 1987 sem 3ja ára fiskar. Frá þeim tíma hefur nýliðunin oft verið mun lélegri en hún var nokkurn

tímann áður á því tímabili sem sýnt er í mynd 1. Flestir topparnir í nýliðuninni s.l. 15 ár ná rétt því að vera ámóta og léleg nýliðun á fyrri hluta tímabilsins.

Á árunum frá 1958 til 1988 (árgangar 1955-1985) var meðalnýliðun 201 milljón 3ja ára fiska. Þessi meðalnýliðun, ásamt aflareglu sem ákvarðar aflann sem 25% af stærð viðmiðunarstofns, leiðir til þess að viðmiðunarstofninn vex í rúmlega 1360 þús. tonn og meðalaflinn í 340 þús. tonn. Á árunum 1989-2005 (árgangar 1986-2002) var meðal nýliðunin 137 milljónir 3ja ára fiska. Ef nýliðunin yrði svona léleg til frambúðar leiddi sama aflaregla til þess að stofninn yrði 912 þús. tonn og meðalaflinn 227 þús. tonn. Þá væri stofninn nú nálægt kjörstöðu og væri hvorki æskilegt né mögulegt að reyna að byggja hann upp aftur í þá stærð sem hann var í um miðbik síðustu aldar. En það þýddi einnig að aflinn næði ekki aftur að verða yfir 300 þús. tonn nema þá í mjög skamman tíma í kjölfar tiltölulega góðrar nýliðunar og góðra umhverfisskilyrða. Væntur meðalafla yrði lítið meiri en afli undanfarinna ára. Þótt þekking okkar á hafinu og lífríki þess sé ekki enn komið á það stig að hægt sé að útiloka þennan svartsýna möguleika þá eru ástæður til að ætla að hann sé ólíklegur. Í útreikningum hér á eftir eru báðir þessir möguleikar skoðaðir.

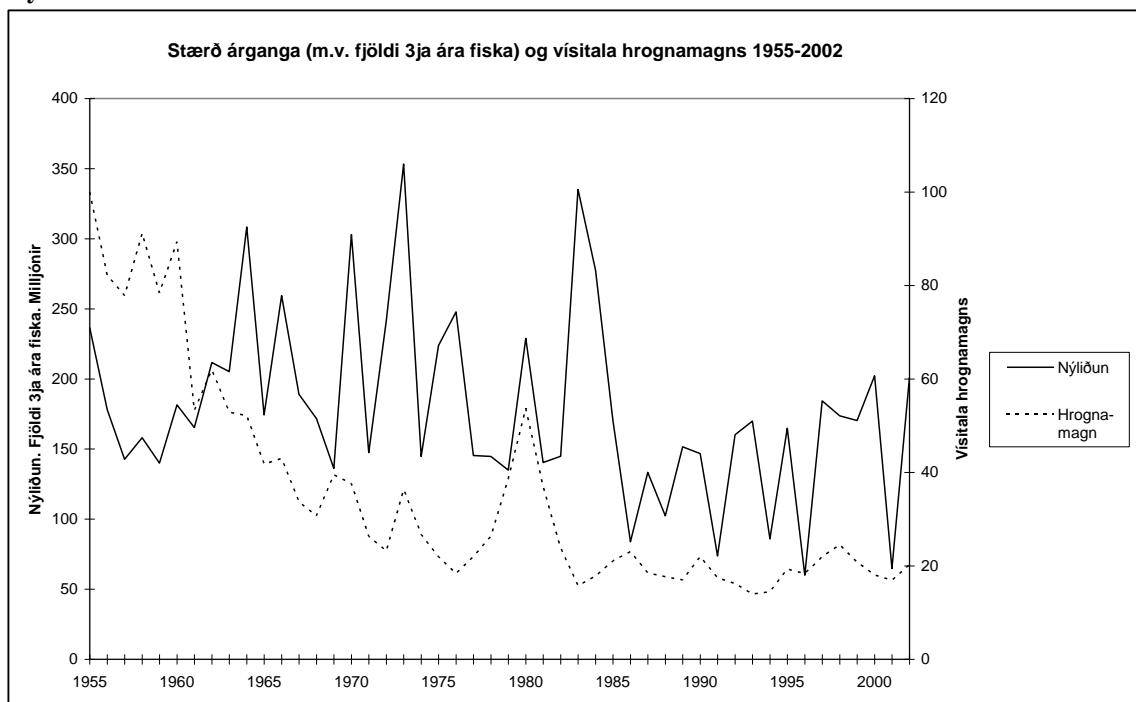
Það er ekki hægt að benda á tiltekna breytingar í umhverfinu sem skýra að líkur á góðri nýliðun og vexti hafi minnkað. Að vísu kólnaði hafið umhverfis Ísland og Grænland um miðbik 7. áratugarins þannig að umhverfisaðstæður eftir þann tíma voru mjög breyttar frá því sem var næstu áratuginu þar á undan (Svend A. Malmberg, 1986; Anon, 2004). Nærtækt er að álykta að þessar breytingar hafi leitt til lakari klak- og vaxtarskilyrða fyrir þorskind. Það er hins vegar erfitt að benda á tölfræðilega marktæk sambönd á milli tiltekinnar breytinga í umhverfisskilyrðum og minnkandi nýliðunar þorsksins. Því verður að teljast líklegt að léleg nýliðun undanfarin 15 ár stafi af ástandi hrygningarstofnsins, smæð hans og samsetningu (Sigfús A. Schopka, 1994; Ólafur S. Ástþórsson o.fl., 1994).

Mynd 1 sýnir að hrygningarstofninn hefur minnkað mikið á tímabilinu 1955-2002. Ef undan eru skilin fyrstu tvö árin virðist reyndar eins og nýliðunin aukist á 7. áratugnum þegar hrygningarstofninn minnkar. Þetta er í samræmi við kenningar sem segja að nýliðun minnki þegar stofn verði mjög stór vegna sjálfráns, þ.e. að eldri þorskar éta seiði og minni þorska. Alltaf er eitthvað um sjálfrán hjá þorski (Bogstad o.fl., 1994) en líklegt er að það sé meira þegar stofninn er stór og því skortur á annarri fæðu. Líkan

nefndarinnar tekur tillit til þessara þátta með því að nýliðunin er framreiknuð með s.k. Ricker-falli.

Þótt hrygningarstofninn og nýliðunin (fyrir utan fyrstu árin) hafi minnkað frá árinu 1955 þá er erfitt að skýra fallið sem verður í nýliðuninni um miðbik 9. áratugsins með minnkun hrygningarstofnsins. Tölfræðilega gefur nokkuð betri raun að skýra þróun nýliðunarinnar með því að nota vísitölu hrognamagns (Guðrún Marteinsdóttir og Gavin A. Begg, 2002). Þessi vísitala tekur tillit til þess, að magn hroгна hjá eldri hrygnum er hlutfallslega meira miðað við þyngd en hjá þeim yngri, auk þess sem hlutfall hrygna í hverjum árgangi eykst með aldri fisksins. Mynd 2 sýnir nýliðun þorsks og vísitölu hrognamagns.

Mynd 2



Vísitala hrognamagns hefur vissa tölfræðilega yfirburði yfir stærð hrygningarstofnsins sem skýristærð fyrir þróun nýliðunar í þorskstofninn. Auk þessara tölfræðilegu vísbendinga má færa líffræðileg rök fyrir því að magn og gæði hrognanna hafi áhrif á nýliðunina. Rannsóknir Guðrúnar Marteinsdóttur og samstarfsfólks hafa leitt í ljós að hrogn eldri hrygna eru að jafnaði stærri en hrogn hinna yngri og líkur á klaki enn meiri. Rannsóknirnar hafa einnig leitt í ljós að lífslíkur seiða sem verða til úr stórum hrognum eru eitthvað meiri en hinna.

Þótt vísbendingar séu um réttmæti ofangreindra niðurstaðna er óvarlegt að líta svo á að búið sé að sanna að þróun vísitölu hrognamagns skýri þróun nýliðunar hjá þorski undanfarin 50 ár. Ef leitni er ríkjandi í þróun tveggja skýristærða yfir tíma þá mælist oft tölfræðilega marktækt samband á milli þeirra þótt þær séu í raun óháðar.

Annað atriði sem gæti skýrt eitthvað af breytileikanum í nýliðuninni er aldursdreifing hrygningarstofnsins. Ef hrygningin fer fram á mörgum svæðum þá er ólíklegra að þessir þættir séu óhagstæðir alls staðar. Með því að meta aldursdreifingu hrygningarstofnsins með s.k. Shannon-vísitölu fæst skýristærð sem er tölfræðilega marktæk með tilliti til nýliðunar þorsks (Marteinsdóttir og Thorarinsson, 1998). Þegar bæði stærð hrygningarstofns og aldursdreifing hans eru notaðar sem skýristærðir fæst nákvæmari spá um nýliðun en þegar eingöngu er spáð út frá stærð hrygningarstofnsins.

Undanfarin ár hefur tiltölulega lítið verið af eldri fiski í þorskstofninum. Af þessari ástæðu mælist hrognamagn tiltölulega lítið miðað við þyngd hrygningastofnsins. Af sömu ástæðu mælist dreifing á árgangana einnig lítil.

Megin ástæða þess að lítið er af eldri fiski í þorskstofninum er að veitt hefur verið of hátt hlutfall stofnsins undanfarna áratugi. Hlutfallsleg minnkun stærri fiskisins bendir einnig til þess að sóknin hefur beinst meira að þessum fiski. Það er ekki óeðlilegt því að jafnaði fæst hærra verð fyrir stóran fisk. Ef möguleikar til að hafa áhrif á stærðarsamsetningu aflans (t.d. með stórum möskvum sem veiða stærsta fiskinn) eru verulegir og mikilvægi stóra þorsksins fyrir nýliðun stofnsins er jafn mikið og að ofan greinir, virðist ekki nægilegt að stjórna veiðunum með ákvörðun heildarafla heldur þarf einnig að hafa áhrif á stærðarsamsetningu aflans svo hagkvæm nýting náist.

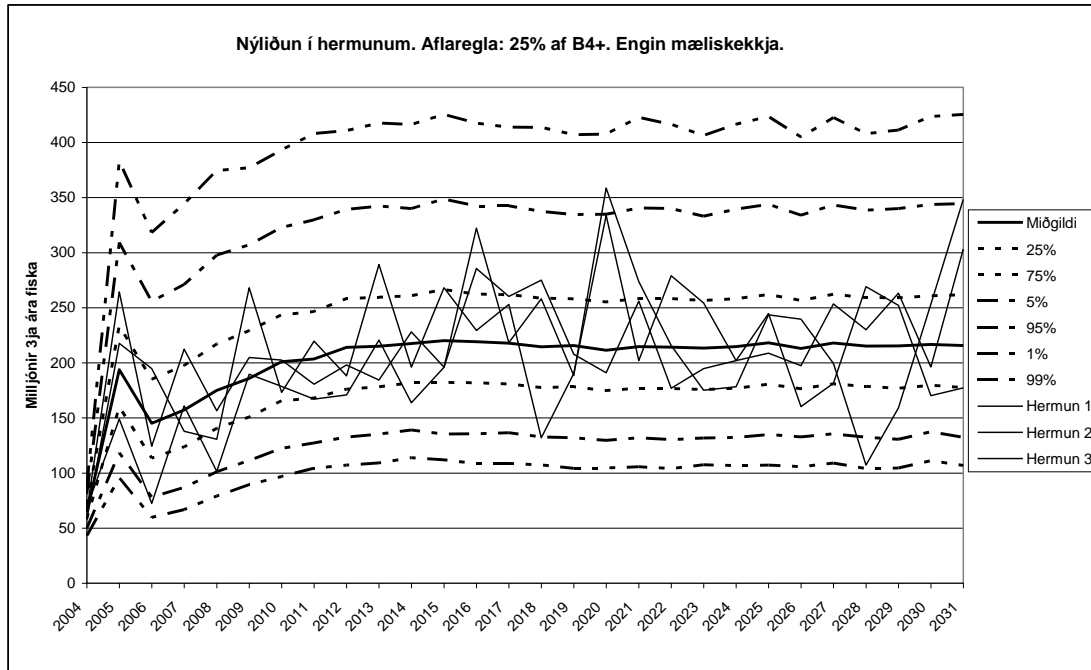
Stjórnkerfi fiskveiða hér við land byggir að mestu á takmörkun heildarafla. Hins vegar eru einnig notaðar takmarkanir í formi svæðalokana og takmarkana á fjölda veiðidaga eða veiðitímabil, a.m.k. fyrir suma hluta flotans og slíkar viðbætur verða ætíð nauðsynlegar. Á undanförunum árum hafa komið fram vísbendingar um að slíkar viðbætur geti gegnt mikilvægu hlutverki og jafnvel geti verið æskilegt að beita markvisst verulegum svæðalokunum eða verulegum takmörkunum á fjölda sóknardaga til viðbótar aflatakmörkunum (t.d. Gunnar Stefánsson og A. Rosenberg, 2004).

2.2 Líffræðileg óvissa

Stjórnun á nýtingu fiskistofns verður að taka mið af þeim mikla breytileika og óvissu sem ástand stofnsins er háð. Við þessar aðstæður er t.d. óvarlegt að jafna aflann um of, t.d. að ákveða fastan afla, vegna þess að slík aflaregla leiðir til þess að stofninn er stórlega ofveiddur þegar nýliðun bregst nokkur ár í röð og vannýttur þegar nýliðun er mikil. Einnig er nauðsynlegt að taka tillit til þeirrar óvissu sem er varðandi þekkingu okkar á ástandi þorsstofnsins. Ekki er hægt að komast hjá mæliskekkjum við mat á stærð og ástandi þorsstofnsins. Þessar mæliskekkjur valda því að ekki verður séð fyrir en eftir á, þegar aukin vitneskja liggur fyrir um stærð og ástand þorsstofnsins á tilteknum tímapunkti, hvort skynsamlegra hefði verið að veiða minna eða meira en gert var. Það er t.d. ljóst að mæliskekkjur urðu þess valdandi að þorskafli á árunum 1997-2000 varð meiri en æskilegt hefði verið. Það er þess vegna mikilvægt að leitast við að minnka þessa mæliskekkju með því að efla rannsóknir Hafrannsóknastofnunarinnar. Það er einnig mikilvægt að fara gætilega þegar ljóst er að rangar ákvarðanir á grundvelli ófullkominna upplýsinga geta leitt til mikils og langvarandi skaða. Þetta á einkum við þegar þorsstofninn er lítill en þá er tjón vegna ofveiði mest og hlutfallsleg skekkja í stofnmati sennilega mest.

Eins og áður var nefnt er s.k. Ricker-fall notað til að framreikna nýliðun í þorsstofninum. Í stað stærðar á hrygningarstofni sem venjulega er notuð til að framreikna nýliðun var hér notuð vísitala hrognamagns. Einnig var tekið tillit til aldursdreifingar stofnsins með s.k. Shannon-vísitölu. Þótt það að taka hrognamagn og aldursdreifingu með í nýliðunarfallið geri sambandið flóknara þá gildir áfram í aðalatriðum að nýliðun vex með stækkandi hrygningarstofni uns tilteknu hámarki er náð en þá minnkar nýliðunin. Reiknað er með miklum breytileika í nýliðun í samræmi við reynslu undanfarinna ára og eru slembistærðir notaðar í framreikningunum til að líkja eftir þessum breytileika. Mynd 3 sýnir dæmi um nýliðun í hermum með líkaninu. Aflinn var framreiknaður sem 25% af stærð viðmiðunarstofnsins (sem í þessu tilviki er 4 ára fiskur og eldri, B4+) í byrjun árs. Ekki var reiknað með neinni mæliskekkju þegar aflinn var ákveðinn.

Mynd 3



Í framreikningunum eru nýttar upplýsingar sem fyrir liggja um árganga sem verða 3ja ára 2004 og 2005 en frá og með 2006 er nýliðunarformúlan, með þeim slembiliðum sem þar eru, notuð til að reikna út nýliðunina. Reiknaðar voru nokkur hundruð þúsund hermanir. Miðgildið á hverju ári sýnir þá nýliðun sem er þannig að í helmingi tilfella reyndist nýliðunin meiri en miðgildið og í helmingi tilfella reyndist nýliðunin minni. Það eru þannig 50% líkur á að nýliðunin verði minni en 225 milljónir fiska við lok tímabilsins og 50% líkur á að nýliðunin verði meiri en 225 milljónir fiska. Myndin sýnir að miðgildið hækkar fyrst en er svo tiltölulega stöðugt.

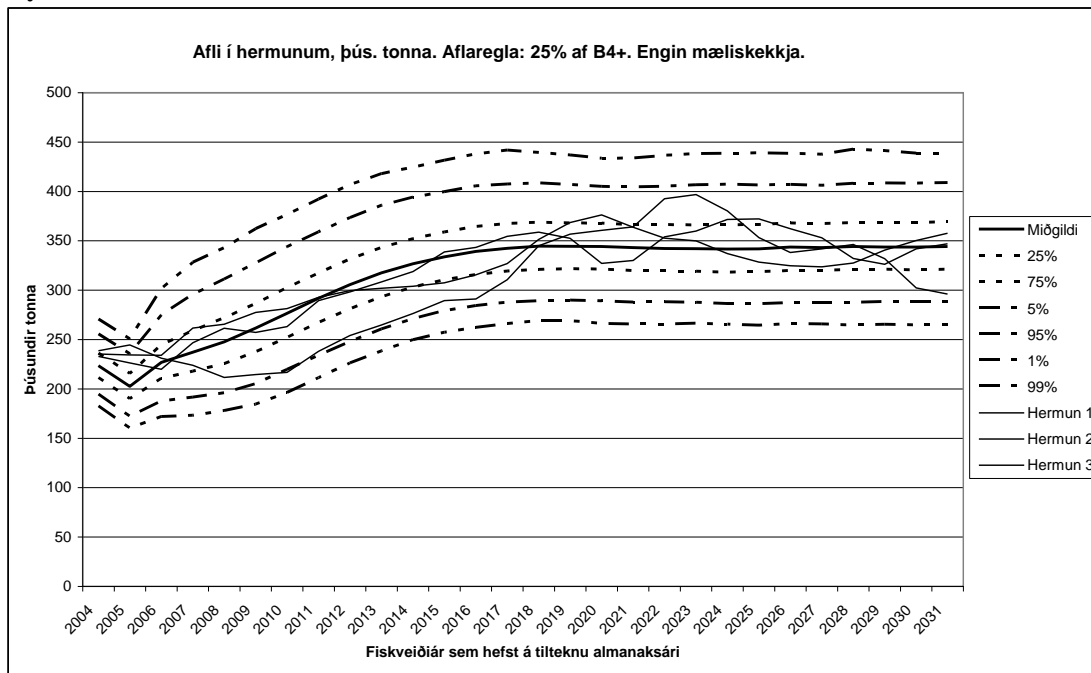
Auk línunnar sem sýnir miðgildið eru línur sem merktar eru með tilteknum prósentum. Sú lína sem merkt er 25% er þannig teiknuð að 25% af reiknaðri nýliðun á tilteknu ári var minni en þessi tala og sú sem merkt er 99% er þannig teiknuð að 99% af reiknaðri nýliðun var minni en þessi tala. Það er þannig hægt að lesa út úr myndinni að á síðara hluta tímabilsins eru á hverju ári 5% líkur á að nýliðunin verði umfram 340 milljónir fiska, 1% líkur á að hún verði umfram 420 milljónir fiska og 1% líkur á að hún verði innan við 110 milljónir fiska.

Miðgildið og aðrar línur sem sýna líkur eru tiltölulega jafnar. Einstaka hermanir sýna mun meiri breytileika eins og fram kemur í grönnu heildregnu línunum sem sýna einstakar hermanir.

Í líkaninu er gert ráð fyrir því að meðalþyngd fiska á tilteknum aldri minnki þegar stofninn stækkar og fjöldi þeirra vex. Einnig er gert ráð fyrir tilviljunarkenndum breytingum í meðalþyngd fiska. Staðalfrávik breytinganna er 10%. Ekki er gert ráð fyrir að valmynstur veiðanna breytist á kerfisbundinn hátt en gert er ráð fyrir tilviljunarkenndum breytingum í samræmi við reynslu undanfarinna ára. Gert er ráð fyrir að kynþroskinn breytist ekki. Ekki er heldur gert ráð fyrir breytileika í náttúrulega dánarstuðlinum.

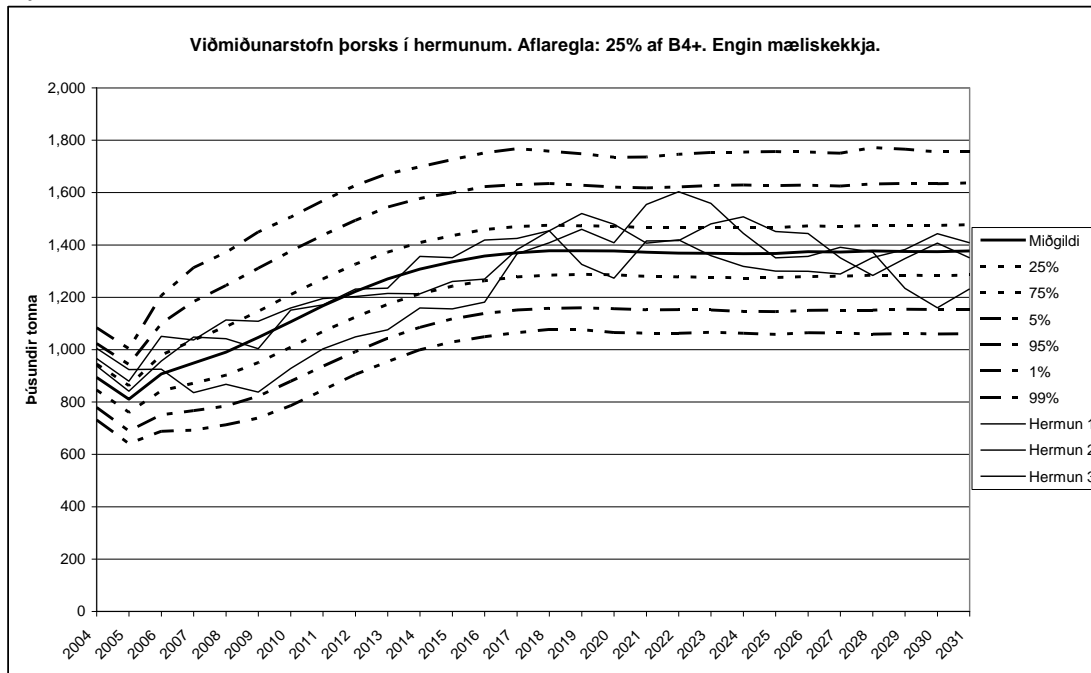
Sá líffræðilegi breytileiki sem líkanið gerir ráð fyrir veldur mikilli óvissu um þróun stofnsins og afla. Mynd 4 sýna mögulega þróun afla m.v. sömu aflareglu og mynd 3, þ.e. afli tiltekins fiskveiðiárs sé 25% af viðmiðunarstofninum í byrjun árs.

Mynd 4



Myndin sýnir samsvarandi þróun afla og fram kom í þróun nýliðunar. Aflinn (miðgildi afla) hækkar í upphafi en helst svo í 344 þús. tonnum. Mikill breytileiki er í aflanum. Myndin sýnir að við lok tímabilsins eru 5% líkur á að aflinn á einstaka ári fari niður fyrir 290 þús. tonn og 1% líkur á að hann fari niður fyrir 265 þús. tonn.

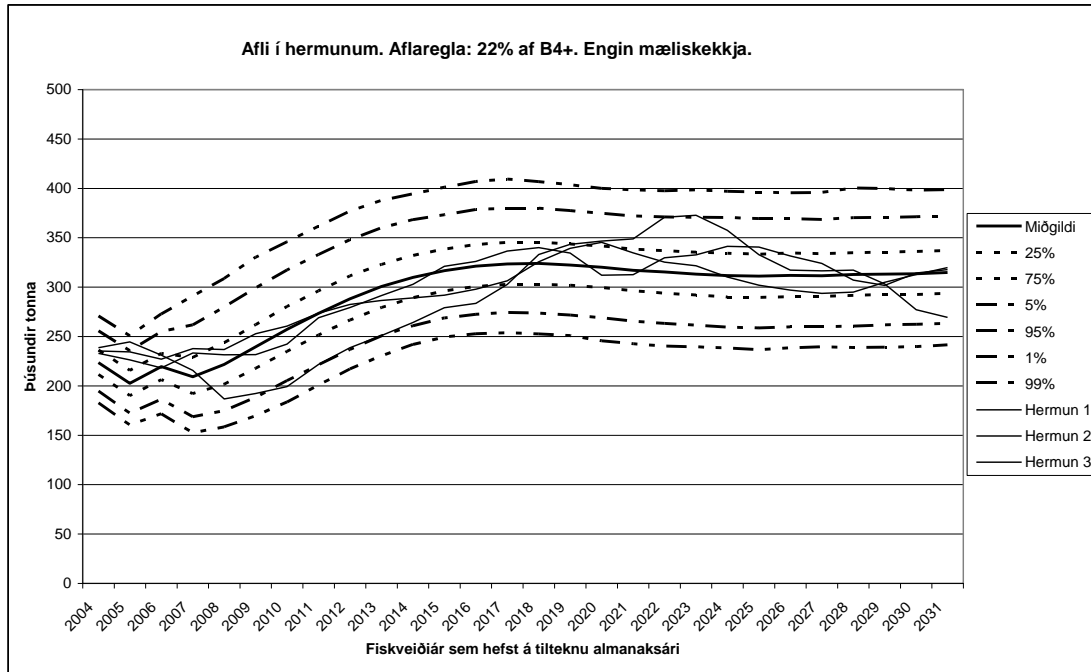
Mynd 5



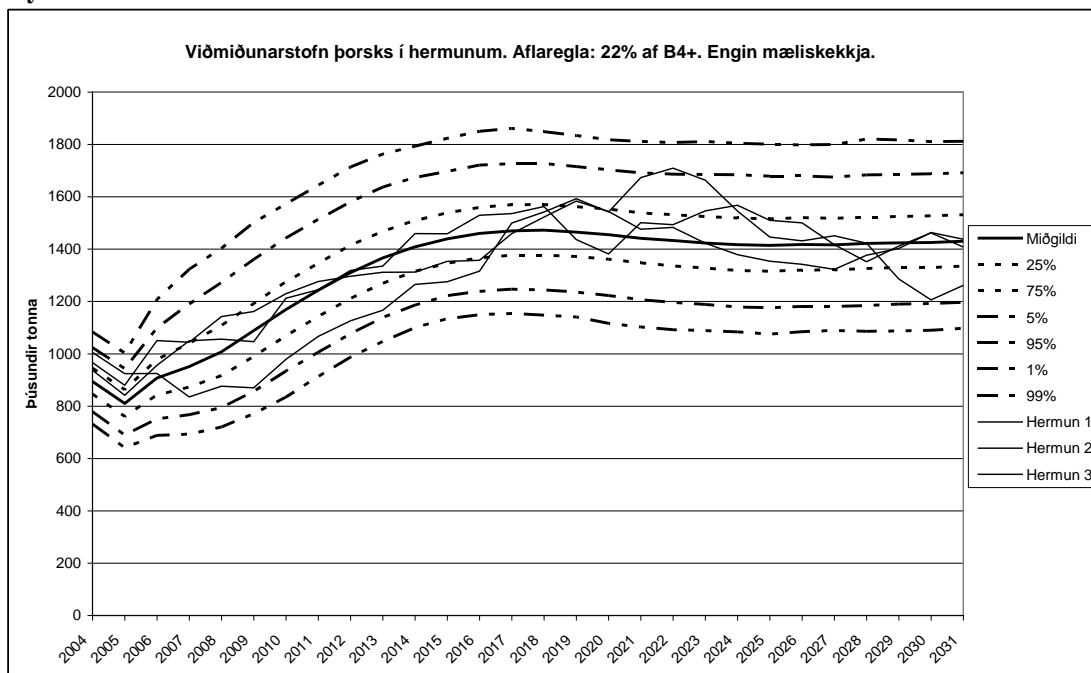
Mynd 5 sýnir stærð viðmiðunarstofns þorsks (B4+) í byrjun hvers árs, miðað við sömu aflareglu og í mynd 4. Þessi aflaregla byggir stofninn upp þannig að við lok tímabilsins er miðgildi viðmiðunarstofnsins 1375 þús. tonn. Nokkur breytileiki er í mögulegri stofnstærð á hverjum tíma. Þannig eru 5% líkur á að stofninn verði minni en 1150 þús. tonn á einstöku ári við lok tímabilsins og 1% líkur á að hann verði minni en 1060 þús. tonn. Hins vegar eru einnig 5% líkur á að viðmiðunarstofninn verði stærri en 1630 þús. tonn og 1% líkur á að hann verði stærri en 1760 þús. tonn á einstöku ári við lok tímabilsins. Grönnu heildregnu línurnar sýna að stærð viðmiðunarstofnsins breytist mjög mikið yfir tíma.

Mynd 6 sýnir þróun afla í hermunum þegar aflinn er 22% af viðmiðunarstofninum (B4+). Ekki er gert ráð fyrir neinni mæliskekkju. Mynd 7 sýnir þróun viðmiðunarstofns miðað við sömu aflareglu.

Mynd 6



Mynd 7



Með lækkingu veiðihlufallsins úr 25% í 22% verður aflinn minni bæði til langs og stutts tíma lítið. Á móti kemur að stofninn vex hraðar og verður stærrí lokin. Miðgildi viðmiðunarstofnsins fer yfir milljón tonn árið 2008 í stað 2009 og verður tæp 1425 þús. tonn í stað 1375 þús. tonna. Í lok tímabilsins mælist breytileikinn í stærð viðmiðunarstofnsins svipaður. Staðalfrávikidi er nokkuð hærra þegar hlutfallið er 22% en breytileikastuðull (*Coefficient of Variation*) mælist jafn stór.

2.3 Mæliskekkjur

Myndirnar í kafla 2.2 sýna óvissu um þróun stofnsins þegar aflinn er ákveðinn sem tiltekið hlutfall af viðmiðunarstofninum í byrjun árs. Miðað er við „raunverulega“ stærð viðmiðunarstofnsins eins hann er reiknaður út með jöfnum líkansins og þeim slemmistærðum sem þar eru. Ekki var gert ráð fyrir að sá aðili sem tekur ákvörðun um heildaraflann hafi ófullkomnar upplýsingar um stærð viðmiðunarstofnsins. Auðvitað er þessi forsenda óraunhæf og nauðsynlegt að gera ráð fyrir mæliskekkju í mati á stærð stofnsins. Ákvörðun um heildarafla sem byggir á mati á stærð þorsstofnsins er háð óvissu sem leiðir af þessum mæliskekkjum. Þessi óvissa bætist við þá líffræðilegu óvissu sem rædd var hér að framan.

Nokkrar skekkjur hafa verið í mati Hafrannsóknastofnunarinnar á stærð þorsstofnsins. Mestar voru þær á árunum 1998-2000 þegar viðmiðunarstofninn var ofmetinn um rúmlega þriðjung þrjú ár í röð. Skekkjur í mati á stærð fiskistofna eru óhjákvæmilegar. Meðan skekkja getur leitt jafnt til vanmats sem ofmats er athygli vert að skekkjur í mati Hafrannsóknastofnunarinnar á þorski á undanförunum áratugum leiddu nær alltaf til ofmats en vanmat var mun sjaldgæfara. Að meðaltali ofmat Hafrannsóknastofnunarinnar á þorski er um 10% s.l. tvo áratugi.

Ekki er auðvelt að greina ástæður fyrir þessari tilhneigingu til ofmats á þorsstofninum. Nefndin fjallaði ítarlega um þetta atriði en án þess að finna einhlíta skýringu. Ef fyrir lægi útskýring á ofmatinu væri einfaldast að lagfæra þau atriði sem að baki liggja og koma þannig í veg fyrir kerfisbundnar skekkjur í framtíðinni. Slíkar skýringar liggja ekki fyrir nema að hluta til. Áður var stuðst við óleiðrétt aflagögn við mat á stofnbreytingum án leiðréttinga fyrir tæknibreytingum en nú er stuðst eingöngu við rallvísitölur og því ætti hættan af ofmati að vera minni.

Ef fyrir liggur mat á stærð kerfisbundins ofmats og ef líkur eru á því að þetta kerfisbundna ofmat verði viðvarandi í framtíðinni er eðlilegt að draga meðaltalstölu ofmatsins á stofninum frá mati Hafrannsóknastofnunarinnar á hverjum tíma. Með því móti fengist óhneigt (unbiased) mat á stærð stofnsins. Þegar aflaregla er notuð jafngildir þetta því að það hlutfall af metnum stofni sem aflareglan miðar við sé lægra en ella vegna hættunnar á ofmati. Ef Hafrannsóknastofnunarinn er talin ofmeta viðmiðunarstofninn u.þ.b. 10% og talið er að aflaregla sem ákvarðar heildarafla sem 25% af rétt mældum

viðmiðunarstofni sé heppileg, þá væri hægt að leiðrétta skekkjuna annað hvort með því að lækka matið á stofninum um 9,1% ($=100/1,1-100$) eða að nota hlutfallið 22,7% í stað 25% í aflareglunni. Ef það er innbyggt 10% ofmat á stærð þorsstofnsins í úttektum Hafrannsóknastofnunarinnar þá jafngildir jú 25% af viðmiðunarstofni sem mældur er með aðferðum Hafrannsóknastofnunarinnar því að heildaraflinn sé að meðaltali 27,5% af veiðistofni sem mældur er með óhneigðum matsaðferðum.

Í núgildandi aflareglu er miðað við að heildaraflinn sé 25% af viðmiðunarstofni þorsks, þ.e. áætlaðri þyngd fjögurra ára fiska og eldri. Ástæða þótti til að kanna hvort hægt væri að minnka áhrif mæliskekkju í stofnmatinu með því að miða frekar við aðra skilgreiningu á stofnstærð, t.d. að miða við þyngd fimm ára fiska og eldri eða þriggja ára fiska og eldri. Þessi athugun leiddi í ljós að nánast enginn munur var á óvissu í mati á stærð stofnsins eftir því við hvaða skilgreiningu var miðað. Ástæða þessa er að stofnmælingar botnfiska („togararallið”) veita tiltölulega miklar upplýsingar um yngstu árgangana. Á móti kemur að litlar eða engar upplýsingar liggja fyrir um yngstu árgangana úr athugunum á afla liðinna ára.

Staðalfrávik skekkju í mati Hafrannsóknastofnunarinnar á viðmiðunarstofni þorsks undanfarin ár er 14% þegar reiknað er með 10% kerfisbundnu ofmati á stærð stofnsins. Um helmingur skekkjunnar er vegna ónákvæmni í mælingu á fjölda í einstökum árgöngum en aðeins minna vegna skekkju í mælingu á þyngd. Til að gefa vísbendingu um stærð þessarar mæliskekkju má nefna að fyrir hverja mælingu á stærð þorsstofnsins eru 2,5% líkur á að stofninn sé ofmetinn um meir en 30% og 2,5% líkur á að hann sé vanmetinn um meir en 25%.

Nefndin ákvað að gera ekki ráð fyrir kerfisbundnu ofmati á stofninum í framreikningum þar sem aflinn væri ákveðinn út frá mati Hafrannsóknastofnunarinnar að meðtalinni mæliskekkju. Eins og áður var getið verkar þetta kerfisbundna ofmat á sama hátt og of hátt hlutfall í aflareglu. Það er eðlilegt að stjórnvöld taki tillit til þessa kerfisbundna ofmats með því að hafa það hlutfall sem þau ákveða í aflareglu fyrir þorsk eitthvað lægra (jafnvel 9% lægra) en það mundi ella vera.

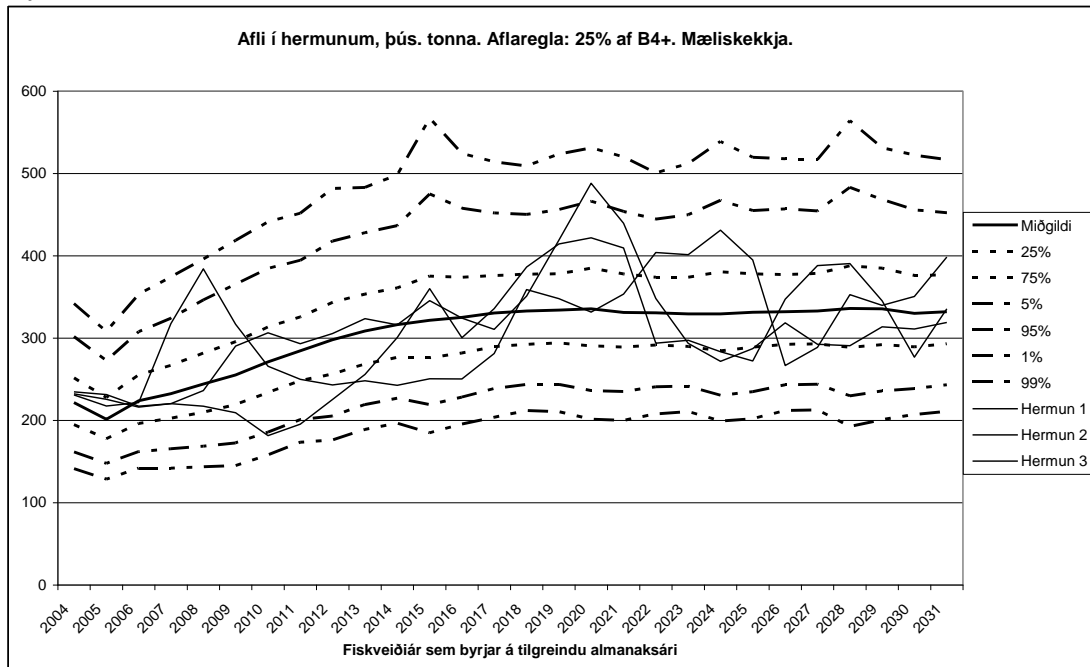
Í framreikningum er áætlað að staðalfrávik mæliskekkjunnar sé 16,4%. Þetta er staðalfrávik mæliskekkjunnar í mati Hafrannsóknastofnunarinnar árin 1986-2001 ef ekki

er reiknað með neinu ofmati. Hægt er að gera sér vonir um að auknar rannsóknir og betri gögn muni í framtíðinni minnka staðalfrávik mæliskekkjunnar. Engu að síður var ákveðið að halda sig við mælt staðalfrávik mæliskekkju (16,4%). Þessi forsenda felur það í sér að 2,5% líkur eru á að stofninn sé ofmetinn um meir en 36% og 2,5% líkur á að hann sé vanmetinn um 28% eða meir.

Til viðbótar hefðbundinni skekkju í stofnmati má til sanns vegar færa að nokkur sjálffylgni sé í þessari stofnmatsskekkju. Getur þetta m.a. stafað af sjálffylgni í veiðanleika, sem aftur getur stafað af ýmsum umhverfis- eða hegðunarbreytingum sem vara í nokkur ár. Áhrif slíkrar sjálffylgni geta orðið þau að ofmeta (eða vanmeta) stærð stofnsins nokkur ár samfleytt. Ekki er reiknað með slíkri sjálffylgni í því líkani sem nefndin notaði.

Mynd 8 sýnir reiknaðan afla í hermum með líkaninu þar sem afli fiskveiðiársins er 25% af mældri stærð viðmiðunarstofnsins í byrjun ársins og matið á stofninum er háð mæliskekkju.

Mynd 8



Breytileiki í afla í mynd 8 er mun meiri en breytileiki í afla í mynd 4 þar sem gert var ráð fyrir sömu aflareglu en engri mæliskekkju. Nú eru 5% líkur á að aflinn fari niður fyrir 240 þús. tonn á einstöku ári við lok tímabilsins og 1% líkur á að aflinn fari niður fyrir 210 þús.

tonn. Líkur á að aflareglan gefi mjög mikinn heildarafla hafa einnig aukist verulega vegna mæliskekkjunnar. Það eru nú meir en 1% líkur á að heildarafli verði ákveðinn umfram 500 þús. tonn á einstöku ári við lok tímabilsins en þegar engin mæliskekkja er eru rétt rúmlega 1% líkur á að heildaraflinn sé ákveðinn umfram 440 þús. tonn.

Auk þess sem mæliskekkjan veldur því að breytileikinn eykst, veldur hún því einnig að heildaraflinn minnkar. Án mæliskekkju stefndi 25% aflareglan viðmiðunarstofninum í 1375 þús. tonn og aflanum í 344 þús. tonn, en með mæliskekkju stefnir sama aflaregla veiðistofni í 1360 þús. tonn og aflanum í 340 þús. tonn.

2.4 Haglíkan

Haglíkan það sem tengt er við framangreint líffræðilíkan af þróun þorsstofnsins hefur það hlutverk að meta innbyrðis þann ábata og þann kostnað sem leiðir af mismunandi nýtingarleiðum.⁴ Haglíkaninu er ekki ætlað að spá fyrir um hagnað af þorskveiðum við Ísland í framtíðinni. Þess vegna er ekki gerð nein tilraun til að spá heimsmarkaðsverði á þorski í framtíðinni eða þróun veiðitækni og kostnaði við veiðarnar. Það hefur heldur ekki verið reynt að setja inn óvissuna um þessa þætti. Þróun þessara skýristærða mun hafa áhrif á afkomu þorskveiða við Ísland en áhrif þeirra á innbyrðis hagkvæmni einstakra aflaregla er sennilega lítil. Þess vegna mundi það einungis flækja málin að bæta þessum breytum við líkanið.

Það eru hins vegar vissir þættir sem þurfa að vera með í haglíkaninu vegna þess að þeir hafa bein áhrif á samanburð á aflareglum. Það er t.d. nauðsynlegt að taka það með í reikninginn að aukið framboð (afl) mun, að öllu jöfnu, hafa einhver áhrif á verð á þorski. Hér er notuð sú forsenda að 10% aukning í framboði leiði til 1% lækkun á verði þorsks. Þessi forsenda er næstum jafngild þeirri sem vinnuhópur um nýtingu fiskstofna notaði.

Í haglíkani því sem nefndin hefur stuðst við er áætlað að meðalverð hækki með hækkandi meðalþyngd fisks í afla. Þetta er í samræmi við það sem hægt er að sjá á fiskmörkuðum. Jafnan sem notuð er til að áætla hvernig meðalverðið breytist með meðalþyngd fisksins byggist á gögnum frá fiskmörkuðum á árinu 1997. Þetta er viðbót við það líkan sem vinnuhópurinn notaði og leiðir af sér að tekjur aukast meir en ella þegar stofninn stækkar,

⁴ Gerð er grein fyrir haglíkaninu með formlegum hætti í Viðauka 2.

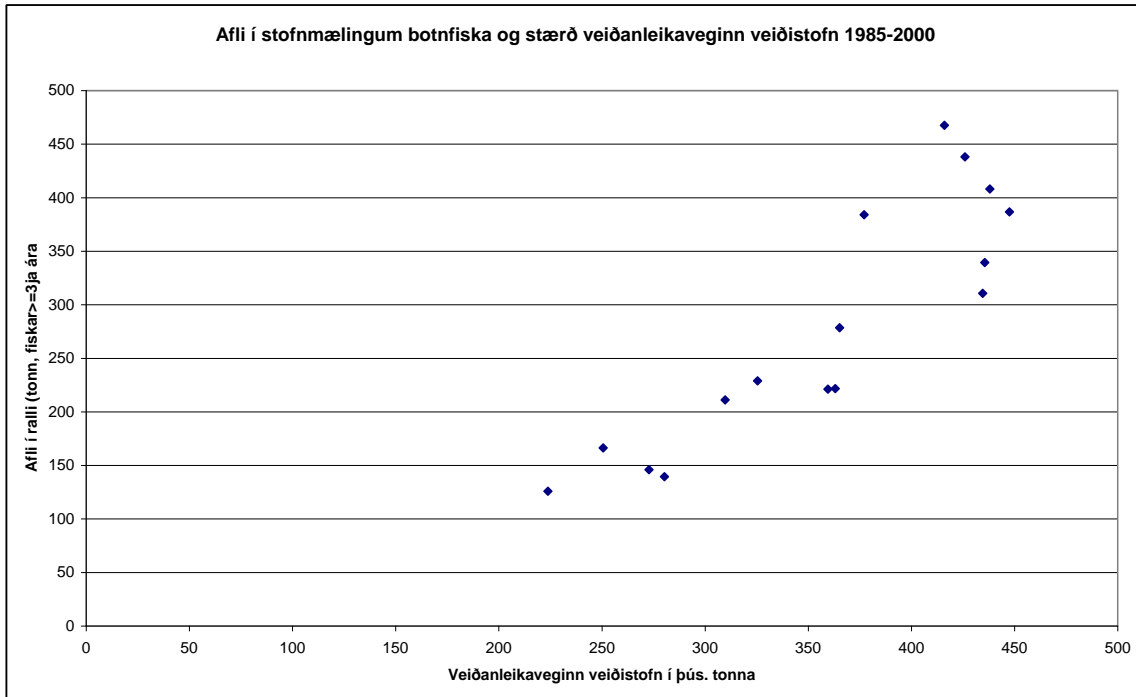
hlutfall eldri fisks í stofninum hækkar og meðalþyngd fiska í afla (og stofni) vex. Í útreikningum á núvirði hagnaðar var miðað við 8% vexti.

Forsendur um tekjur og kostnað við að veiða þorsk eru byggðar á áætlunum Þjóðhagsstofnunar um afkomu í útgerð á árinu 2000. Í þeim rekstrarreikningum sjávarútvegsfyrirtækja sem áætlanirnar byggja á er kostnaður við veiðar á þorski ekki tilgreindur sérstaklega. Það er því nauðsynlegt að áætla hann. Hér er áætlunin byggð á þeirri forsendu að jaðarhagnaður, fyrir allan fastan kostnað, sé í réttu hlutfalli við verðmæti þess aflamarks sem nýtt væri við veiðarnar, en fastur kostnaður skiptist í sömu hlutföllum og tekjur veiðanna. Afkoma veiðanna í heild var látin stemma við áætlun Þjóðhagsstofnunar. Með þessari aðferð fékkst að hagnaður af þorskveiðum hafi verið tæplega 5 milljarðar kr. á árinu 2000.

Efnahagslegur ábati af uppbyggingu þorskstofnsins felst í þrennu. Í fyrsta lagi er hægt að taka meiri afla úr stofninum án þess að skerða hann ef stofninn er stór. Í öðru lagi er hætta á alvarlegum líffræðilegum áföllum (t.d. vegna tímabundins viðkomubrests) minni ef stofninn er stór. Í þriðja lagi veldur stækkun stofnsins því að kostnaðurinn við veiðarnar minnkar. Í líkani nefndarinnar er áætlað að við hverja 10% stækkun veiðanleika vegins veiðistofns⁵ lækki kostnaðurinn við að veiða tiltekið magn af þorski um 7%. Þetta er sama forsenda og vinnuhópurinn notaði. Ákveðið var að nota þessa forsendu þótt vísbendingar væru um að þessi áhrif væru jafnvel enn meiri. Gögn úr árlegri stofnmælingu botnfiska („togararallinu”, sjá mynd 9) benda t.d. til þess að kostnaðurinn lækki um rúm 8% þegar stofninn stækkar um 10%.

⁵ Við útreikning á veiðistofni er þyngd einstakra árganga í viðmiðunarstofninum, B4+, vegin með líkum þess að fiskar úr viðkomandi árgangi séu veiddir.

Mynd 9



Skortur á athugunum veldur því að meiri óvissa er um hvernig kostnaðurinn breytist þegar stofninn stækkar umfram þau mörk sem sýnd eru í myndinni. Efri mörkin þar sem veiðanleikaveginn veiðistofn er um 500 þús. tonn samsvarar því að viðmiðunarstofninn (sem hér er B4+) sé um 900 þús. tonn. Það verður því ekki ráðið af fyrirbyggjandi gögnum hvernig afli á sóknareiningu breytist þegar viðmiðunarstofninn vex frá 900 þús. tonnum í hagkvæma stærð sem hér er talin vera um 1400 þús. tonn eða jafnvel enn meir. Í líkaninu er þó gert ráð fyrir að þegar viðmiðunarstofninn stækki umfram það sem sýnt er í mynd 9 þá muni samband á milli stærðar veiðanleikavegins veiðistofns og afla á sóknareiningu haldast. Vegna óvissunnar er teygnin á milli afla á sóknareiningu og stærðar veiðanleikavegins veiðistofns höfð aðeins lægri en sú teygni sem mælist á grundvelli gagnanna í mynd 9.

Breytingar á stærð og samsetningu þorsstofnsins eru einu stærðirnar sem hafa áhrif á útreiknaðan kostnað við að veiða tiltekið magn af þorski. Ekki er reiknað með neinni tækniþróun enda markmiðið að bera saman mismunandi aflareglur frekar en að spá fyrir um þróun kostnaðar í framtíðinni. Ekki er heldur reiknað með því að kostnaður vaxi með hækkandi tekjum veiðanna vegna aflahlutar sjómanna eins og ætti að vera miðað við gildandi kjarasamninga. Ef tekjur sjómanna hækka vegna þess að stofninn hefur stækkað þannig að hægt er að veiða meira með sömu sókn þá er þessi tekjuviðbót hluti af

ábatanum af því að byggja upp stofninn og á að teljast með öðrum hagnaði af þessari uppbyggingu stofnsins.

Í haglíkani því sem hér er stuðst við er ekki reiknað með neinum aðlögunarkostnaði. Við slíkar aðstæður er hagkvæmasta aflareglan sú að stöðva allar veiðar og hraða sem mest uppbyggingu stofnsins. Aðlögunarkostnaður af ýmsu tagi veldur því að þess konar aflareglur eru ekki hagkvæmastar. Í stað þess að reyna að meta þennan aðlögunarkostnað beint og setja hann inn í líkanið var valin sú leið að takmarka leyfilegar aflareglur við reglur þar sem breytileiki í afla er takmarkaður, enda séu áhrif aðlögunarkostnaðar á hagkvæmstu aflareglu þau að minnka breytileika í aflanum. Þetta er sama aðferð og vinnuhópur um nýtingu fiskstofna notaði. Það er vissulega hægt að gagnrýna þessa aðferð. Hins vegar er erfitt er að áætla þann aðlögunarkostnað sem hér um ræðir. Það er auðvelt að sjá að það hlýtur að fylgja því heilmikill aðlögunarkostnaður að stöðva allar þorskveiðar í einhvern tíma. Það er hins vegar mjög erfitt að segja hversu mikill þessi kostnaður er. Það er jafnvel enn erfiðara að segja til um það hvaða aðlögunarkostnaður fylgir því að minnka þorskveiðar um tiltekið hlutfall, t.d. 10%. Aðlögunarkostnaðurinn er einnig háður margvíslegum tímabundnum aðstæðum í hagkerfinu, t.d. atvinnuleysi og almennu þenslustigi í hagkerfinu.

Við útreikning á aðlögunarkostnaði vegna samdráttar í þorskveiðum þyrfti einnig að taka tillit til kostnaðar vegna þeirra erfiðleika sem af honum leiðir í þeim fjölmörgu byggðarlögum hér á landi sem byggja afkomu sína á sjávarútvegi. Mjög erfitt er að áætla þennan kostnað, m.a. vegna þess að stór hluti þess vanda sem mörg þessara byggðarlaga glíma við í dag er til kominn vegna þess að fiskistofnarnir eru takmörkuð auðlind og vegna þess að tækniþróunin veldur því að sífellt færri hendur þarf til að veiða og vinna þann fisk sem sjórinn gefur.

3. Aflareglur

Það er mjög mikilvægt að horft sé til lengri tíma við stjórn fiskveiða. Í því augnamiði eru formlegar aflareglur heppilegar. Góð aflaregla þarf að vera þannig að hún stefni stofninum í átt að hagkvæmstu stærð. Hún þarf einnig að taka tillit til þeirrar óvissu sem er fyrir hendi í lífríkinu og þekkingu okkar á því. Eins og nánar verður vikið að hér á eftir þá eru mjög varkárar aflareglur oftast hagkvæmastar vegna þess að tapið af því að ofnýta

stofninn þegar vöxtur hans er minni en búist var við er meira en það tap sem hlýst af því að vannýta hann þegar stofninn vex meir en búist var við.

Það eru til aðferðir til að reikna út hagkvæmustu aflareglu í líkönum eins og því líkani sem nefndin hefur notað. Oft eru þessar aflareglur flóknar. Ef haglíkanið er einfalt og enginn aðlögunarkostnaður tilgreindur þá er hagkvæmasta aflareglan þó oftast einföld: veiða lítið eða ekkert meðan stofninn er að byggjast upp í kjörstærð en hefja þá veiðar sem halda stofninum sem næst þessari kjörstærð.

Eins og nefnt var í kafla 2.4 hér að framan þá er mjög erfitt að áætla aðlögunarkostnað þorskveiðanna. Hins vegar er ljóst að aðlögunarkostnaður hefur þau áhrif að breytileiki afla samkvæmt hagkvæmustu aflareglu minnkar. Þetta er ein af röksemdunum fyrir því að nota einfaldar aflareglur þar sem ráðlagður afl er tiltekið hlutfall af mældri stofnstærð. Þessar aflareglur reynast oft tiltölulega lítið óhagkvæmari en hagkvæmustu aflareglur sem ekki taka tillit til aðlögunarkostnaðar. Aðlögunarkostnaður þarf því ekki að vera mikill til að þessar reglur verði í raun hagkvæmari en hagkvæmustu aflareglur sem ekki taka tillit til aðlögunarkostnaðar. Einfaldar aflareglur hafa auk þess þann kost að auðvelt er að útskýra þær fyrir aðilum í sjávarútvegi og öllum almenningi.

Í athugunum nefndarinnar var ákveðið að skoða einungis aflareglur þar sem ráðlagður afl er tiltekið hlutfall af áætluðum stofni. Einnig var athugað hvaða áhrif það hefði að takmarka breytingar í afla frá ári til árs. Þrátt fyrir að þetta fækki mjög þeim aflareglum sem skoða þarf, þá eru enn eftir nokkuð margir möguleikar. Það má velta því fyrir sér hvaða skilgreining á viðmiðunarstofni henti best, hvaða hlutfall af áætluðum stofni eigi að veiða og hver séu áhrif þess að jafna aflann með því að setja afla síðasta árs inn í aflaregluna eða að takmarka breytingar í leyfilegum heildarafla eins og gert er í gildandi aflareglu fyrir þorsk. Hér á eftir verður fjallað um þessi atriði.

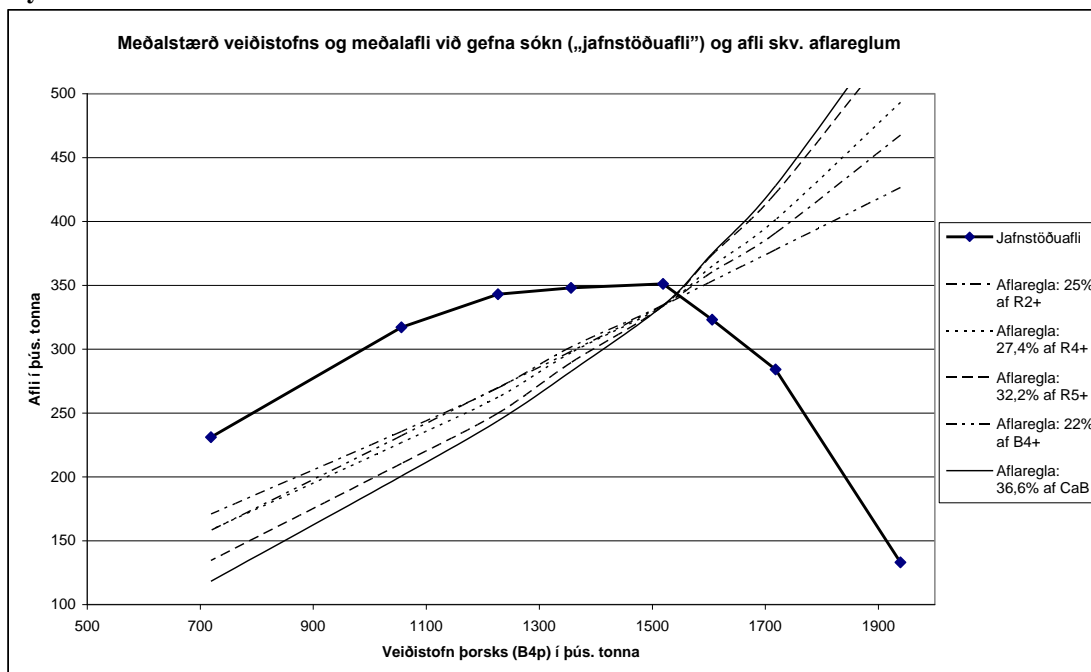
3.1 Skilgreiningar á stofni

Það skiptir augljóslega máli hvernig sá stofn sem við er miðað í aflareglu er skilgreindur. Þegar stærð (þyngd) stofns er metin er margfaldað saman áætlaður fjöldi fiska í einstaka árgöngum og áætlaður meðalþungi. Tvenns konar mælingar eru til á meðalþunga fiska í árgangi. Annars vegar er meðalþyngd fiska í lönduðum afla en hins vegar er meðalþyngd

fiska í stofnmælingu botnfiska. Nokkur munur er á þessum mælingum á meðalþyngd. Þegar veiðistofn (B4+) er reiknaður er miðað við meðalþyngd í afla en hann er nokkuð meiri en meðalþungi fiska sem veiðast í stofnmælingarleiðangri (R4+). Ástæða þessa munar er væntanlega sú að af ýmsum ástæðum er líklegra að þyngri fiskur sé veiddur en léttari.

Ef t.d. er miðað við þyngd aldursflokka 5 ára og eldri, en ekki þyngd fisks sem er 4 ára og eldri, eins og gert er í núgildandi aflareglu, þá mun það hafa áhrif á aflaregluna af því að 4 ára fiskar eru mun stærra hlutfall af stofninum þegar stofninn er lítill heldur en þegar stofninn er stór. Af því leiðir að ef hlutfallið í báðum aflareglunum er stillt af þannig að þær leiði stofninn í sömu stöðu þá mun aflareglan sem miðar við 5 ára fisk ráðleggja minni afla þegar stofninn er lítill en sú sem miðar við 4 ára fisk og eldri. Fyrirnefnda aflareglan verður þannig „brattari“ eins og sést í mynd 10.

Mynd 10



Breiða heildregna línán í mynd 10 sýnir samband meðalstærðar viðmiðunarstofns þorsks (4 ára fiskar og eldri, skammstafað B4+) og meðalafla samkvæmt líkani nefndarinnar þegar sókninni er haldið fastri. Sá hluti línunnar sem er lengst til vinstri í myndinni sýnir ástand þar sem sóknin er það mikil að um ofveiði er að ræða. Þegar sóknin er minnkuð vaxa bæði stofninn og aflinn. Að því kemur þó að minnkandi sókn dregur úr afla þótt stofninn haldi áfram að vaxa og við enga sókn verður aflinn enginn.

Á mynd 10 eru einnig sýndar nokkrar aflareglur. Allar eru þannig að ráðlagður aflur er fast hlutfall af tiltekinni skilgreiningu á stofni. Hlutföllin eru stillt þannig af að aflareglurnar stefna stofninum allar í sömu stærð. Miðað er við þá aflareglu sem segir að aflinn eigi að vera 22% af viðmiðunarstofninum (B4+) en það er sú aflaregla sem vinnuhópur um nýtingu fiskstofna lagði til á árinu 1994. Í líkani nefndarinnar stefnir þessi aflaregla veiðistofninum í kjörstærð sem er rúmlega 1500 þús. tonn.⁶Fyrsta reglan miðar við stofn árganga sem eru 2 ára og eldri og þyngdir úr stofnmati botnfiska (R2+). Önnur reglan miðar við stofn árganga sem eru 4 ára og eldri og þyngdir úr stofnmælingu botnfiska (R4+). Þriðja reglan miðar við stofn árganga sem eru 5 ára og eldri og þyngdir úr stofnmælingu botnfiska (R5+). Fjórtða reglan miðar við viðmiðunarstofninn eins og hann hefur verið skilgreindur, þ.e. árganga sem eru 4 ára og eldri og þyngd fiska í afla (B4+). Fimmta reglan miðar við stofn árganga sem eru 3ja ára og eldri (CaB). Miðað er við þyngdir í afla og hlutfallslega sókn í hvern árgang (þ.e. svonefnt veiðimynstur). Þetta er það sem nefnt er veiðanleikaveginn veiðistofn hér að framan. Aflareglur sem leiða til sömu langtímastöðu og sú regla að taka 22% af veiðistofninum gerir (B4+), eru tilgreindar á myndinni.

Ef einungis eru skoðaðar þær einföldu aflareglur sem hér er miðað við þá hefur val á stofnstærðarviðmiði áhrif á það hversu hratt stofninn er byggður upp. Þær aflareglur sem miða við stofnstærðir þar sem yngstu árgangarnir hafa minnst vægi (CaB og R5+) byggja stofninn hraðast upp en aflaregla þar sem yngstu árgangarnir hafa mest vægi (R2+) byggir stofninn hægst upp. Ástæðan er sú að vægi eldri árganga eykst þegar stofninn réttir úr kútnum.

Lítilsháttar munur er á aflareglu sem miðar við viðmiðunarstofninn eins og hann er venjulega skilgreindur miðað við þyngd fiska í afla (B4+) og viðmiðunarstofn þar sem miðað er við þyngd fiska í stofnmælingu botnfiska (R4+). Vegna þess að meðalþungi þorska er mun lægri í stofnmælingu verður stærð stofnsins mun minni þegar miðað er við þyngdir úr stofnmælingu botnfiska (R4+) en þegar miðað er við þyngdir í afla (B4+). Þess vegna þarf að taka 27,4% af R4+ til að sú aflaregla sé nokkurn veginn jafngild því að taka 22% af B4+.

⁶ Þetta er nokkuð stærri tala en fram kemur í töflu 3 hér á eftir. Ástæðan er annars vegar sú að þessir útreikningar voru gerðir með útgáfu af líkaninu þar sem allri óvissu, bæði líffræðilegri óvissu og annarri

Það hversu „brött“ aflareglan er hefur einnig áhrif á það hversu hratt aflareglan bregst við sveiflum í stofnstærðinni. „Brött“ aflaregla byggir stofninn hraðar upp. Hún bregst einnig hraðar við sveiflum í stofnstærð.

Nefndin ræddi nokkuð þann möguleika að skekkjur í mælingum væru mismunandi eftir því við hvaða skilgreiningu væri miðað. Innbyggt er í þær stofnmatsaðferðir sem byggja á fjölda veiddra einstaklinga í hverjum árgangi að upplýsingar um fjölda einstaklinga í tilteknum árgangi aukast með tímanum. Af þessari ástæðu mætti ætla að skekkjur í mati á stofni 5 ára fisks og eldri væru minni en skekkjur í mati á 3ja ára fiski og eldri og því væri hægt að minnka þá óvissu sem mæliskekkjan veldur með því að miða frekar við mat á stofni 5 ára fisks og eldri. Þegar að var gáð reyndist svo ekki vera. Ástæðan mun vera sú að mat Hafrannsóknastofnunarinnar byggir mikið á útkomu úr árlegum stofnmælingarleiðöngrum þar sem uppistaðan í aflanum er yngri fiskur.

Ef eingöngu er miðað við eldri fisk í aflareglu þá er litið fram hjá tilteknum upplýsingum sem fyrir liggja um yngri árganga. Að öðru jöfnu ætti að vera fengur í því að nýta sem mest af upplýsingum í aflareglu og því væri eðlilegt að miða við skilgreiningu á stofni sem tæki með yngri fisk. Ef vitað er að árgangar af 3ja ára og jafnvel 2 ára fiski eru lélegir þá er ástæða til að draga tímanlega úr veiðinni. Á sama hátt er eðlilegt að auka veiðina eitthvað ef vitað er að árgangar sem eru að koma inn í veiðina eru sterkir. Það er þó rétt að benda á að ef aflaregla er t.d. miðuð við þyngd 3ja ára fiska og eldri þá er viss hættu á að mjög stórir árgangar af 3 og 4 ára fiski leiði til mikils veiðiálags á eldri árganga.

Hermireikningar með aflareglum þar sem vægi yngstu árganganna var tiltölulega lítið (R5+ og CaB) gáfu lítið betri raun en aflareglur þar sem fullt tillit var tekið til yngstu árganganna (t.d. R2+). Helsta ástæða þessa litla mismunar er að þær aflareglur þar sem miðað er við stofnstærðarskilgreiningu þar sem vægi yngstu árganganna er tiltölulega lítið eru „brattari“ og byggja stofninn hraðar upp eins og sést í mynd 10. Þess ber að gæta þegar skoðaðar eru niðurstöður úr þessum hermunum að verið er að horfa á meðaltöl. Það er hugsanlegt að aflareglur sem miði við stofnskilgreiningar þar sem vægi yngstu árganganna er tiltölulega lítið hafi yfirburði að því leyti að minni hættu er á ofveiði úr

óvissu, var sleppt og hins vegar að örlitlu munar varðandi það nýliðunarfall sem var notað við þessa útreikninga.

eldri hlutum stofnsins þegar yngstu árgangarnir eru mjög stórir en á móti komi að slíkar reglu bregðist of seint við þegar yngstu árgangarnir eru mjög litlir. Það er hugsanlegt að aflaregla sem dragi tímanlega úr sókninni þegar litlir árgangar eru á leiði inn í stofninn en eykur ekki sóknina samsvarandi þegar stórir árgangar eru á leið inn í stofninn hafi marktæka yfirburði yfir þær einföldu aflareglur sem hér eru til skoðunar. Þessi möguleiki var ekki kannaður.

Notkun meðalþunga í stofnmælingu botnfiska leiðir vísast til réttari myndar af stærð stofnsins. Hafrannsóknastofnunin hefur lagt grunn að því að nota meðalþunga í stofnmælingu botnfiska við stofnmat á þorski eins og þegar er gert varðandi ýsu. Þegar sú breyting á aðferðum verður gerð þarf að breyta hlutfalli af stofni í aflareglunni í samræmi við breytinguna á þeirri stofnskilgreiningu sem við er miðað. Af því að þyngdir í stofnmælingu botnfiska er almennt nokkuð lægri en í afla þarf að hækka hlutfallið í aflareglunni til að gera aflareglurnar jafngildar. Til að regla sem miðar við veiðistofn R4+ sé jafngild reglu þar sem aflinn er 22% af veiðistofni B4+ þarf hlutfallið að vera 27%.

Þyngdir í stofnmælingu botnfiska gefa væntanlega réttari mynd af meðalþunga í þorskstofni í upphafi árs en þyngdir í afla. Ástæðan er sú að meðalþyngd í afla er breytileg eftir hlutdeild hvers veiðarfæris í aflanum frá ári til árs án þess að meðalþyngd í stofni hafi í raun breyst. Þannig er 27% réttari tala ef hugsunin er að skoða hversu mikið af þorskstofninun er veitt á hverju ári miðað við núgildandi aflareglu. Nefndin leggur til að þegar Hafrannsóknastofnun byrjar að nota meðalþyngdir þorsks í stofnmælingum í mars við mat sitt á stærð þorskstofnsins þá verði viðmiðunarstofni aflareglunnar breytt úr B4+ í R4+.

3.2 Jöfnun í aflareglum

Í þeirri aflareglu sem vinnuhópur um nýtingu fiskstofna lagði til var s.k. sveiflujöfnun, þ.e. að í stað þess að ráðlagður afli sé tiltekið hlutfall af viðmiðunarstofninum sé einnig tekið tillit til afla ársins á undan. Þegar aflaregla var upphaflega sett fyrir þorsk var ekki tekið með ákvæðið um jöfnun. Síðar var ákveðið að breyting í þorskafla skuli ekki vera meiri en 30 þús. tonn. Þetta ákvæði er dæmi um jöfnun í aflareglu.

Jöfnun í aflareglum hefur þann tilgang að minnka sveiflur í aflanum. Megin röksemdin fyrir jöfnun er að aðlögunarkostnaður fylgi miklum breytingum í afla. Auk þess er talið að óhagræði fylgi því ef meiri óvissa er um aflann.

Fyrstu (og beinu) áhrif jöfnunar í aflareglu er að aflinn verður jafnari frá ári til árs en ella. Það er hins vegar ekki víst að svo verði til frambúðar. Jöfnun í aflareglu minnkar aðlögun aflans að breytingum í stofninum. Ef stofninn minnkar snögglega vegna óhagstæðra umhverfisskilyrða en aflinn helst hár vegna mikillar jöfnunar, þá getur það leitt til þess að stofninn minnkar enn frekar og jafnvel hrynur. Aflinn hlýtur þá að minnka fyrr eða síðar. Við þessar aðstæður getur það auðveldlega gerst að aflaregla með meiri jöfnun leiðir til meiri sveifla í afla en aflaregla með minni jöfnun.

Þær tilraunir sem gerðar voru með líkani nefndarinnar benda til þess að ef aflaregla ráðleggur hóflegan afla þá sé jöfnun til þess fallin að draga úr sveiflum í afla. Það er hins vegar óvissara hvort jöfnunin dregur úr sveiflum í hagnaði ef aðlögunarkostnaður er óverulegur.

Tafla 1

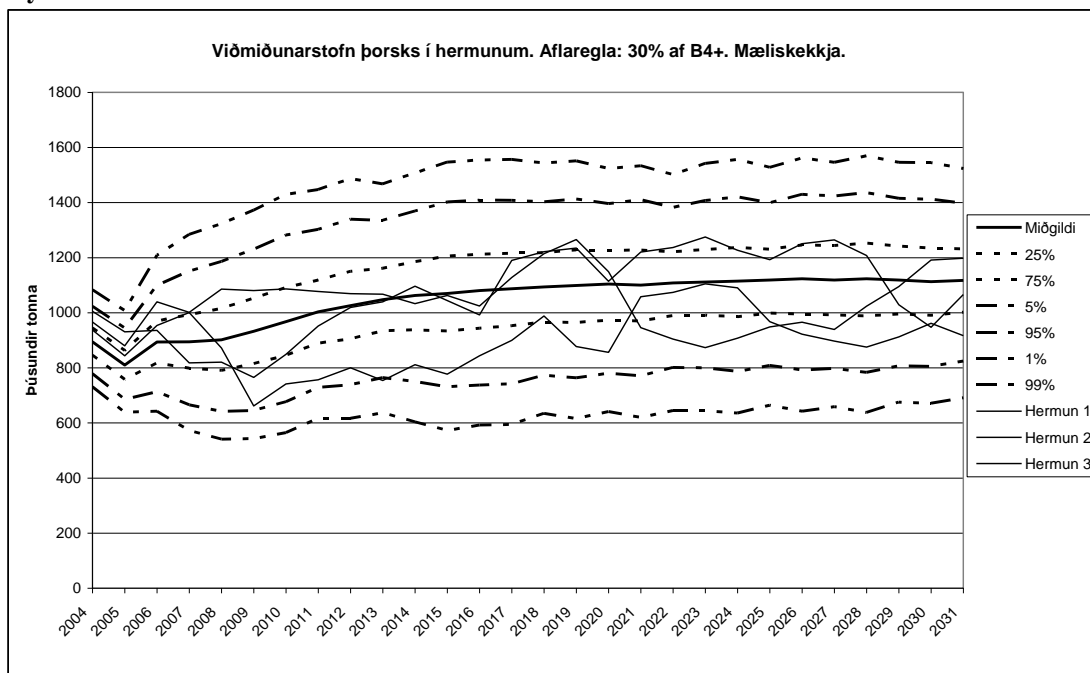
Viðmiðunarstofn og afli í lok tímabils ásamt núvirði hagnaðar						
	Viðmiðunarstofn (B4+)		Afli		Núvirði hagnaðar	
	Meðalst. (þús. tonn)	Breytileika- stuðull (CV)	Meðaltal (þús. tonn)	Breytileika- stuðull (CV)	Meðaltal (millj. kr)	Staðalfrv. (millj. kr)
Aflareglur sem miða Við 22% af B4+:						
Engin jöfnun	1,418	12.2%	310	19.3%	191,312	16,621
Vægi afla 50%	1,429	12.7%	313	16.2%	190,352	17,470
30 þús. t. hámarksbr.	1,433	14.0%	310	16.4%	190,047	17,322
Aflareglur sem miða Við 30% af B4+:						
Engin jöfnun	1,116	16.3%	332	21.2%	156,347	25,531
Vægi afla 50%	1,101	20.5%	330	21.6%	161,007	25,985
30 þús. t. hámarksbr.	1,087	34.1%	329	28.3%	164,425	27,120

Tafla 1 sýnir niðurstöður úr hermireikningum með líkani nefndarinnar. Taflan sýnir stærð og dreifingu viðmiðunarstofns og afla við lok þess tímabils sem hermireikningarnir ná til. Alls eru sýndar niðurstöður fyrir sex aflareglur. Í fyrstu þrem aflareglunum er miðað við 22% af viðmiðunarstofni (B4+). Í fyrstu reglunni er engin jöfnun, í næstu er jöfnun þannig að afli ársins er einfalt meðaltal af afla síðasta árs og 22% af viðmiðunarstofni en í þeirri þriðju er jöfnun þannig að breyting í afla milli ára sé aldrei meiri en 30 þús. tonn

eins og er í nógildandi aflareglu. Í neðri hluta töflunnar eru samsvarandi aflareglur nema hvað miðað er við 30% af viðmiðunarstofni (B4+).

Tafla 1 sýnir nokkrar mikilvægar niðurstöður. Í fyrsta lagi sést vel að vaxtarmöguleikar stofnsins eru mun meiri þegar hlutfallið í aflareglunni er 22% en þegar það er 30%. Núvirði hagnaðar er einnig mun meira eða sem nemur um 30 milljörðum. Í öðru lagi sést að breytileikinn í afla, stofnstærð og núvirði hagnaðar er mun minni þegar hlutfallið er 22% heldur en þegar það er 30%. Í þriðja lagi sést að þótt jöfnun í afla minnki breytileikann í afla þegar til skamms tíma er litið og geri það einnig til langs tíma þegar hlutfallið er 22%, þá eykur það breytileikann í stofnstærðinni. Ef hins vegar hlutfallið í aflareglunni er hækkað í 30% þá veldur jöfnunin því að breytileikinn í aflanum eykst þegar til lengdar lætur þvert á markmiðið með ákvæðinu. Áhrif jöfnunar á hagnað eru lítil þegar aflareglan miðar við 22% af veiðistofni, en þegar hlutfallið er 30% þá leiðir jöfnunin til þess núvirði hagnaðar eykst lítið eitt. Ástæðan er sú að jöfnunin verkar í báðar áttir og þegar stofninn er að vaxa þá takmarkar jöfnunin aukningu aflaheimilda þannig að stofninn vex hraðar. Þetta gildir bæði þegar jöfnunin er framkvæmd með því að láta afla síðasta árs vega 50% í aflareglunni og þegar breytingin er takmörkuð við 30 þús. tonn. Breytileiki núvirðisins eykst þó nokkuð þegar síðari aðferðin er notuð við jöfnun á afla. Ástæðan er sú að þegar hlutfallið í aflareglunni er komið upp í 30% og stofninn er eins lítill og hann er um þessar mundir þá eru smávegis líkur á að aflaregla með 30 þús. tonna þaki sem keyrð er blint áfram leiði til þess að stofninn hrynji. Þetta sést í mynd 11 sem sýnir að nokkrar líkur á hruni stofnsins.

Mynd 11



4. Niðurstöður úr hermunum

Margs konar hermireikningar voru gerðir með líkani nefndarinnar til að skoða eiginleika mismunandi aflaregla. Leitast var við að finna hvaða aflaregla er hagkvæmust þegar núvirði hagnaðar er notað sem mælikvarði á hagkvæmni. Einnig voru skoðaðar sérstaklega aflareglur sem líktust gildandi aflareglu. Aflaregla þar sem hlutfallið er 25% af veiðistofni, eins og í gildandi aflareglu, var haft með en einnig var skoðuð aflaregla þar sem hlutfallið er 27,5% en sú aflaregla er jafngild aflareglu þar sem hlutfallið er 25% ef Hafrannsóknastofnunin ofmetur stofninn kerfisbundið um 10%.

Fleira kemur til sem veldur því að raunverulegt hlutfall í aflareglunni kann að vera jafnvel enn hærra. T.d. miðar núgildandi aflaregla við meðaltal stofnstærðar í byrjun árs og áætlaðrar stofnstærðar í byrjun næsta árs en sú stærð er meiri en stærð stofnsins í byrjun árs þegar stofninn er að vaxa. Þetta atriði skiptir þó tiltölulega litlu máli. Það skiptir meira máli að tilhneingingar hefur gætt í þá átt að vanmeta þau áhrif á heildarafla af þorski sem leiða af einstökum aðgerðum stjórnvalda. Sem dæmi má nefna að afli vegna sóknarmarksákvæða hefur oft verið vanmetinn. Eins má ætla að nýupptekin línuívilnun geti haft svipað í för með sér. Þá hefur ekki verið tekið tillit til þeirra áhrifa sem ákvæði um löndun afla utan leyfðs heildarafla (þ.e. heimild til 5% umframafla þar sem 80% andvirði rann til Hafrannsóknastofnunarinnar, nú í sjóð í vörslu

sjávarútvegsráðuneytisins) hefur á heildaraflann. Nefndin telur brýnt að komið verði í veg fyrir viðvarandi afla umfram leyfðan heildarafla.

Tafla 2

Fiskveiðiár	Leyfilegur heildarafli þús. tonna	Afli þús. tonna	Afli utan leyfðs heildarafla
1995/1996	155	170	9,7%
1996/1997	186	202	8,6%
1997/1998	218	227	4,1%
1998/1999	250	254	1,6%
1999/2000	250	257	2,8%
2000/2001	220	223	1,4%
2001/2002	190	218	14,7%
2002/2003	179	204	14,0%
2003/2004	209	227*	8,6%
Meðaltal			7,3%

* Áætlun

Ef 10% kerfisbundnu ofmati á stærð veiðistofnins og því að afli er 7,3% umfram ákveðinn heildarafla er bætt við aflareglu sem miðar við 25% af veiðistofninum, þá jafngildir það því að hlutfallið í aflareglunni sé 30%. Niðurstöður úr hermireikningum þar sem miðað er við þetta hlutfall eru sýndar í töflunum hér fyrir neðan. Ekki þótti ástæða til að sýna niðurstöður úr hermireikningum þar sem miðað er við hærri hlutfall því ljóst er af því sem sýnt er í töflunum hvert stefnir.

Ekki þótti rétt að láta aflareglur sem fólu í sér breytingu frá þeirri aflareglu sem nú gildir taka að fullu gildi strax á fyrsta ári. Þeirri viðbótarreglu var bætt við í öllum tilfellum að aflinn á fiskveiðiárinu 2004/2005 væri miðaður við 25% af viðmiðunarstofni og að aflinn næstu tvö ár þar á eftir minnkaði ekki nema stofninn minnkaði. Ef stofninn minnkar þessi tvö ár þá þýðir reglan að 25% hlutfallinu er haldið þessi tvö ár til viðbótar. Af þessu leiðir að reglur þar sem hlutfall afla er minna en 25% af viðmiðunarstofni (B4+) byggja stofninn hægar upp en ella. Núvirði hagnaðar breytist einnig. Ef miðað er við reglu þar sem aflinn er 22% af viðmiðunarstofni (B4+) þá reyndist núvirði hagnaðar að meðaltali 4 milljörðum meira ef þessari aðlögunarreglu var sleppt.

Í töflu 3 eru sýndar niðurstöður úr hermunum með líkani nefndarinnar. Reiknað er með matskekkju. Í öllum tilfellum miðar aflareglan við metna stærð viðmiðunarstofnsins (B4p) en hlutfallið er mismunandi.

Tafla 3

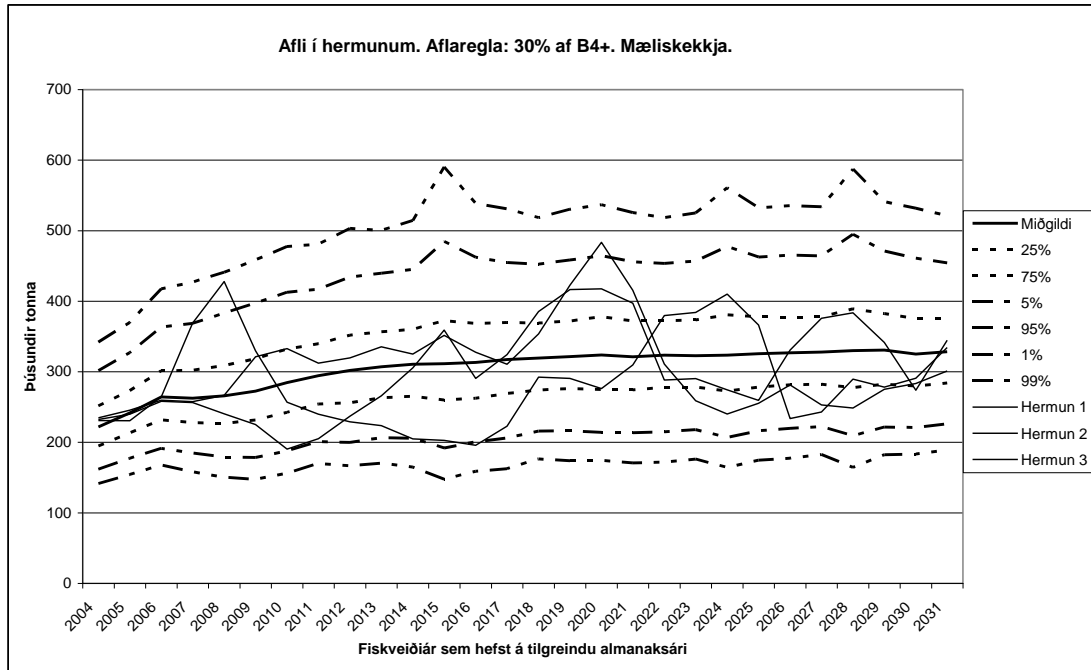
Stofnstærðir og afli í lok tímabils ásamt núvirði hagnaðar						
Aflareglur. Allar með 50% jöfnun:	Viðmiðunarstofn (B4+)		Afli		Núvirði hagnaðar	
	Meðalst. (þús. t.)	Breytileika-stuðull (CV)	Meðaltal (þús. t.)	Breytileika-stuðull (CV)	Meðaltal (millj. kr)	Staðalfrv. (millj. kr)
18% af B4+	1.453	13,7%	258	17,8%	182.307	16.381
20% af B4+	1.451	13,1%	288	16,8%	187.539	16.961
22% af B4+	1.429	12,7%	313	16,2%	190.352	17.470
23% af B4+	1.411	12,6%	323	15,9%	190.701	17.744
24% af B4+	1.388	12,6%	332	15,8%	190.228	18.055
25% af B4+	1.359	12,8%	339	15,7%	188.850	18.454
27,5% af B4+	1.257	14,6%	345	16,8%	178.818	21.220
30% af B4+	1.101	20,5%	330	21,6%	161.007	25.985

Tafla 3 sýnir að aflinn er mestur þegar hlutfallið í aflareglunni er 27,5%. Núvirði hagnaðar er hins vegar mest þegar hlutfallið í aflareglunni er nokkuð lægra eða 23%. Litlu munar þó á núvirði hagnaðar þegar hlutfallið er á bilinu 18%-25%. Nokkru meiru munar varðandi breytileikann (staðalfrávik núvirðis hagnaðarins) en hann eykst eftir því sem hlutfallið hækkar. Þegar hlutfallið hækkar upp fyrir 25% lækkar núvirði hagnaðar en breytileikinn vex, hvort tveggja með sívaxandi hraða. Í útreikningunum sem sýndir eru í töflu 3 er aflinn ákveðinn með jöfnun þannig að afli síðasta árs vegur 50% á móti tilteknu hlutfalli af viðmiðunarstofninum. Þegar ekki er beitt jöfnun gefur 22% hlutfall mestan hagnað og varð niðurstaða nefndarinnar að mæla með því hlutfalli í stað 25% eins og nú er miðað við.

Eins og framfar var getið, er ekki víst að nægilega sé tekið tillit til aðlögunarkostnaðar með því að takmarka þær aflareglur sem leyfðar eru á þann hátt sem gert er. Það er því ekki hægt að útiloka að hægt sé að rökstyðja herra hlutfall í aflareglu með því að vísa til aðlögunarkostnaðar sem ekki er í líkaninu. Tafla 3 sýnir þó glögglega að þessi aðlögunarkostnaður þarf að vera þó nokkuð hár (skipta tugum milljarða) til að réttlæta að hlutfallið sé verulega umfram 25%. Breytileikinn og óvissan vex einnig hratt.

Meðaltalstölur um aflu og stærð veiðistofnsins ásamt útreiknuðum breytileikastuðlum segja ekki alla söguna um þá óvissu sem skapast þegar hlutfallið í aflareglunni hækkar. Mynd 12 sýnir nánar hvernig aflinn er talinn þróast á því tímabili sem hermireikningarnir ná til ef hlutfallið í aflareglunni er 30%.

Mynd 12



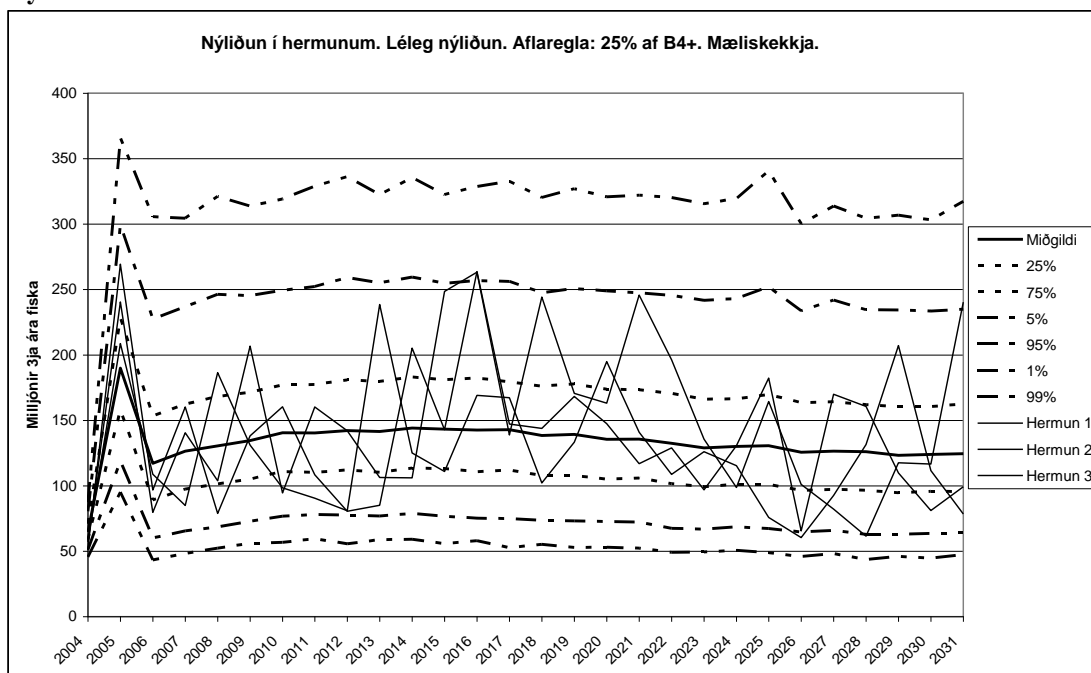
Myndin sýnir að þótt aflinn sé að jafnaði um 330 þús. tonn þá eru 5% líkur á að hann verði innan við 220 þús. tonn á einstöku ári við lok tímabilsins og 1% líkur á að aflinn verði innan við 180 þús. tonn.

5. Ef nýliðunin hefur lækkað til frambúðar

Í kafla 2.1 hér að framan var rætt um nýliðun þorsstofnsins undanfarna áratugi og bent á að nýliðunin hafi verið tiltölulega léleg undanfarin 15 ár. Með hliðsjón af vísbendingum um að orsaka þessarar lélegu nýliðunar sé að leita í lélegu ástandi hrygningarstofnsins – og vegna þess að ekki liggja fyrir sterkar vísbendingar um að orsakanna sé að leita í breytingum á umhverfisskilyrðum – var gert ráð fyrir því að nýliðun þorsksins gæti aukist þegar hrygningarstofninn stækkaði þannig að stofninn gæti vaxið aftur. Sá möguleiki að hægt sé að byggja upp þorsstofninn er langlíklegastur. Það er hins vegar nægilega mikil óvissa varðandi vaxtarmöguleika þorsstofnsins til að ástæða sé að kanna hvað líklegt mætti teljast ef ekki væri hægt að auka nýliðun þorsksins frá því sem hún hefur verið undanfarin 15 ár með uppbyggingu stofnsins. Nefndin taldi einkum áhugavert að kanna hvort önnur aflaregla væri hagkvæmust við þessar aðstæður. Væri t.d. hugsanlegt að hlutfallið í aflareglunni ætti að vera hærra en hagkvæmast virtist út frá reikningunum sem kynntir voru í kafla 4 af því að ekki væri hægt að auka nýliðunina og því ekki hægt að byggja stofninn upp svo neinu nemi?

Til að skoða þennan möguleika var nýliðunarfallinu í líkani nefndarinnar breytt þannig að meðalnýliðun í hermireikningum yrði sem næst 137 milljónir 3ja ára fiska en það er meðalnýliðun árána 1989-2005. Að öðru leyti var líkanið eins og það líkan sem notað var við útreikningana sem kynntir voru í kafla 4. Þótt nýliðunarfallinu væri breytt þannig að meðalnýliðunin væri minni, var óvissan, mæld með staðalfráviki einungis lítið eitt minni og hlutfallsleg óvissa mæld með breytileikastuðli lítið eitt meiri. Mynd 13 sýnir þróun nýliðunarinnar í hermireikningum þar sem notuð var sú regla að aflinn sé 25% af mældri stærð viðmiðunarstofnsins (B4+) í byrjun árs.

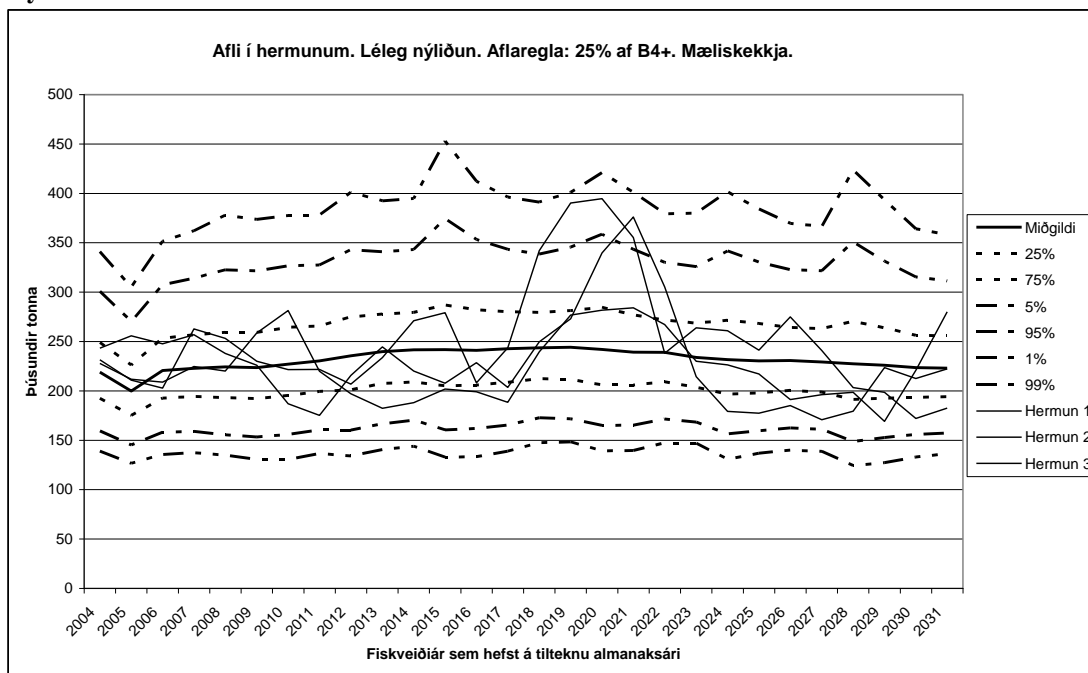
Mynd 13



Myndin sýnir að þótt meðalnýliðun sé um 137 milljónir 3ja ára fiska þá eru enn tæplega 5% líkur á að nýliðunin verði umfram 240 milljónir fiska. En það eru einnig nærri 5% líkur á að nýliðunin verði minni en 60 milljónir fiska.

Í hermireikningum með þeirri reglu að aflinn sé 25% af viðmiðunarstofninum (B4+) stækkar hrygningarstofninn nokkuð frá því sem nú er en veiðistofninn og aflinn standa nokkurn veginn í stað. Mynd 14 sýnir þróun aflans í hermireikningunum þar sem aflinn (miðgildi) verður 220-230 þús. tonn á einstöku ári við lok tímabilsins og að það eru 50% líkur á að aflinn verði á bilinu 195-255 þús. tonn.

Mynd 14



Til að kanna innbýrðis hagkvæmni mismunandi sóknarþunga voru reiknuð nokkur dæmi með aflareglum sem allar miðuðu við metna stærð viðmiðunarstofnsins (B4+) en þar sem hlutfallið var mismunandi. Niðurstöður úr hermireikningunum eru í töflu 4.

Tafla 4

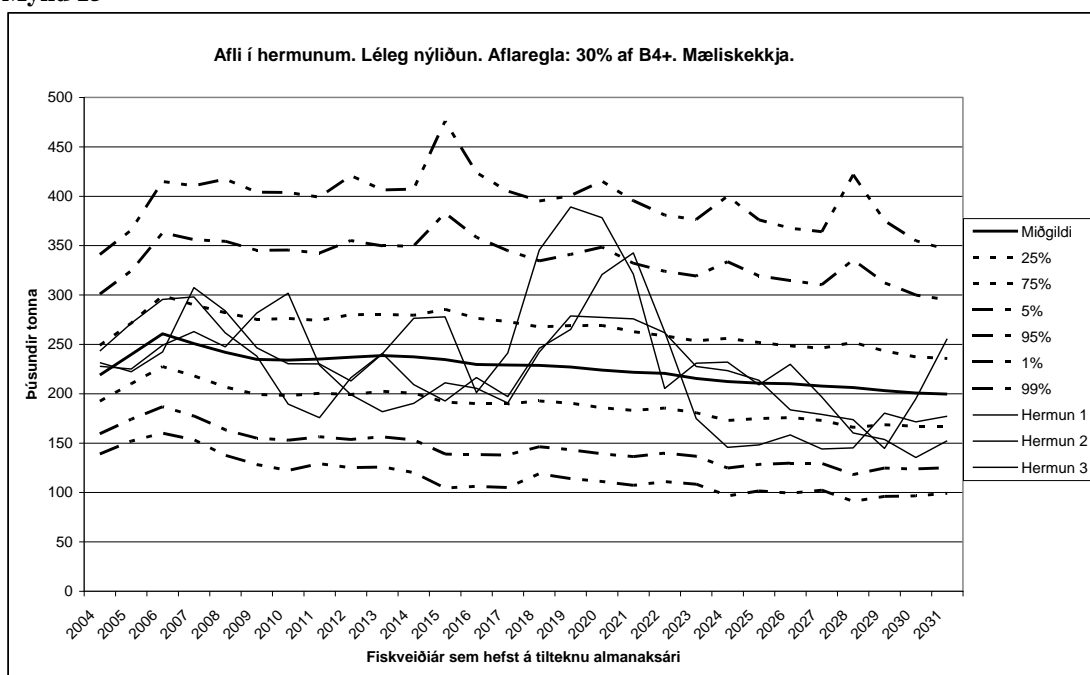
Stofnstærðir og afli í lok tímabils ásamt núvirði hagnaðar						
Aflareglur:	Viðmiðunarstofn (B4+)		Afli		Núvirði hagnaðar	
	Meðalst. (þús. tonn)	Breytileika- stuðull (CV)	Meðaltal (þús. tonn)	Breytileika- stuðull (CV)	Meðaltal (millj. kr)	Staðalfrv. (millj. kr)
18% af B4+	1,037	15,1%	186	21,5%	155.890	13.970
19% af B4+	1,030	14,8%	195	21,2%	157.145	14.154
20% af B4+	1,020	14,6%	204	20,9%	157.732	14.345
21% af B4+	1,007	14,5%	211	20,7%	157.621	14.553
22% af B4+	990	14,5%	217	20,5%	156.771	14.808
25% af B4+	912	15,2%	227	20,7%	149.413	16.049
27,5% af B4+	813	17,5%	223	22,3%	135.254	18.773
30% af B4+	681	22,4%	204	26,3%	115.547	22.304

Niðurstöðurnar í töflu 4 eru mjög áþekkar niðurstöðunum í töflu 3 hér að framan. Núvirði hagnaðar er mest þegar hlutfallið í aflareglunni er 20% eða heldur lægra en í töflu 3. Eins og áður er þó lítill munur á núvirði hagnaðar þegar hlutfallið er á bilinu 18-22%. Samkvæmt hermireikningunum er núvirði hagnaðarins 7 milljörðum minna þegar hlutfallið er 25% en þegar það er 20%. Meðalafli á ári er mestur undir lok tímabilsins, 227 þús. tonn, þegar hlutfallið í aflareglunni er 25%. Ef hlutfallið er hækkað upp í 30% þá

verður meðalaflinn í lokin 204 þús. tonn, eða jafn mikill og þegar hlutfallið er 20%. Stærð viðmiðunarstofnsins helst einnig svipuð og hún hefur verið undanfarin ár. Samkvæmt útreikningunum í töflu 4 munar 40 milljörðum á þessum tveim aflareglum.

Samanburður á töflu 3 og töflu 4 sýnir að ef talið er líklegt að umhverfisskilyrði hafi versnað þannig að afrakstursgeta íslenska þorsstofnsins verði varanlega minni í framtíðinni heldur en hún hefur verið undanfarin 20-25 ár þá er skynsamlegt að hafa hlutfallið í aflareglunni heldur lægra en ella.

Mynd 15



Að lokum er rétt að ígrunda þá niðurstöðu sem fæst með hermireikningum með líkani nefndarinnar þegar aflareglan er 30% af veiðistofninum. Mynd 15 sýnir þessar niðurstöður þar sem aflinn (miðgildið) stefnir niður fyrir 200 þús. tonn á ári við lok tímabilsins og að verulegar líkur (u.þ.b. 10-15%) eru á að aflinn á einstaka ári verði innan við 150 þús. tonn. Hér að framan var á það bent að ofmat Hafrannsóknastofnunarinnar á stofnstærð þorsks og afli umfram leyfðan heildarafla hafi leitt til þess að þessi aflaregla sé nálægt því að lýsa því sem í reynd hefur verið.

6. Alþjóðlegar varúðarreglur

Á undanförunum árum hefur verið unnið að því að þróa varúðarreglur sem við skuli miða við stjórn fiskveiða. Á árinu 1994 gaf FAO (Matvæla og landbúnaðarstofnun Sameinuðu Þjóðanna) út stefnumarkandi skýrslu þar sem áhersla var lögð á s.k. varúðarnálgun (Precautionary Approach)⁷ við stjórn fiskveiða. Á vegum Alþjóða hafrannsóknaráðsins (ICES) og á vegum bandarískra rannsóknastofnana⁸ hefur verið unnið að því að búa til formlega varúðarviðmið þar sem tiltekin niðurstaða úr stofnmati leiðir til tiltekinna viðbragða í fiskveiðistjórn sem eigi að tryggja skjóta og örugga enduruppbyggingu viðkomandi stofns.

Þótt það sé tiltölulega einfalt að skilja hvað við er átt þegar sagt er að stjórnun fiskveiða skuli vera varkár með tilliti til hættu á hruni fiskistofna þá er mjög erfitt að finna formleg viðmið sem allir sérfræðingar geta felld sig við. Það sem einn hópur telur vera nægilega mikla varfærni getur annar talið gáleysi. En þótt þannig sé nokkuð í land að samkomulag náist um þessi mál er ljóst að þessari vinnu verður haldið áfram og að athyglin mun áfram beinast að því hvort fiskveiðistefna einstakra ríkja sé varfærin eða ekki. Í dag kanna sumir stórir erlendir kaupendur á íslenskum fiski hvort veiðarnar samrýmist umhverfissjónarmiðum um hóflega nýtingu. Þannig kann það að hafa áhrif á verð á íslenskum sjávarafurðum hvort veiðarnar eru taldar nægilega varfærnar. Þessi áhrif koma til viðbótar þeim ábata sem fylgir varfærnum veiðum og rætt hefur verið um hér að framan.

Sennilegt er að það verði enn mikilvægara í framtíðinni fyrir markaðssetningu á fiski að veiðunum sé stjórnað í samræmi við alþjóðlega viðurkennd varúðarviðmið. Tillögur að slíkum viðmiðunum eiga það sammerkt að þær kveða á um mikinn samdrátt í sókn (afla) þegar stærð stofns fer niður fyrir tiltekin mörk. Vandamálið er að skilgreina hvaða (varúðar)mörk skuli miðað við og hversu mikið eigi að draga úr sókn við slíkar aðstæður.

⁷ Sjá Code of Conduct for Responsible Fisheries, FAO, 1995, 41bls.

⁸ Sjá t.d. Technical Guidance on the Use of Precautionary Approach to Implementing National Standards of the Magnuson-Stevenson Fishery Conservation and Management Act, NOAA Technical Memorandum NMFS-F/SPO, July 17, 1998.

Nefndin ræddi þessi mál nokkuð og var niðurstaðan að íslenski þorsstofninn sé ekki í þeirri hættu að ástæða sé til að gera sérstakt átak, umfram beitingu varfærinnar aflareglu sem gildi til langs tíma, til að rétta stofninn við úr þeirri lægð sem hann er nú í. Allar líkur eru á að ef stjórnvöld fylgja þeirri aflareglu sem nefndin hefur lagt til þá dugi það til að byggja upp stofninn á næstu árum.

Af eðlilegum ástæðum hefur umræðan um varúðarreglur snúist mest um þá fiskstofna sem hafa verið mjög mikið ofveiddir og þar sem hætta er talin á að viðkoma stofnsins kunni að bregðast. En umræðan um varúðarreglur hefur einnig snúist um að búnar séu til reglur um það hvernig bregðast skuli við ef stofnar sem nú eru taldir í góðu ástandi minnka mikið. Það kann því svo að fara að nauðsynlegt verði að útbúa varúðarreglu fyrir íslenska þorsstofninn í náninni framtíð. Nefndin taldi það hins vegar ekki vera sitt verksvið að gera tillögu um slíka reglu.

7. Heimildir

Anon 1994. Hagkvæm nýting fiskistofna. Vinnuhópur um nýtingu fiskistofna. Reykjavík. 35 bls.

Anon. 2003: Nytjastofnar sjávar 2002/2003. Aflahorfur fiskveiðiárið 2003/2004. *Fjölrit Hafrannsóknarstofnunarinnar* nr. **97**. 1-173.

Anon 2004. Þættir úr vistfræði sjávar. *Hafrannsóknastofnunin Fjölrit*, **101**. 44 bls.

Begg, Gavin A. og Guðrún Marteinsdóttir 2003: Spatial and temporal partitioning of spawning stock biomass: Effects of fishing on the composition of spawners. *Fisheries Research*, **59**: 343-362.

Bogstad, Bjarte, George R. Lilly, Sigbjörn Mehl, Ólafur K. Pálsson, Gunnar Stefánsson. 1994. Cannibalism and year-class strength in Atlantic cod (*Gadus morhua*) in Arcto-boreal ecosystems (Barents Sea, Iceland and Eastern Newfoundland). Í: Jakob Jakobsson og fl. (ritstj.): Cod and Climate Change, Reykjavík 1993. *ICES Marine Science Symposia*, **198**: 576-599.

Guðrún Marteinsdóttir og Kristján Þórarinsson 1998: Improving the stock-recruitment relationship in Icelandic cod (*Gadus morhua*) by including age diversity of spawners. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **55**: 1372-1377.

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* stocks. *Marine Ecology Progress Series*, **235**:235-256.

Gunnar Stefánsson og Andrew A. Rosenberg. 2004. Combining control measures for managing fisheries under uncertainty: quotas, effort limitation and protected areas. *Handrit*.

Ólafur S. Ástþórsson, Ástþór Gíslason, Ásta Guðmundsdóttir. 1994. Distribution, abundance and length of pelagic juvenile cod in Icelandic waters in relation to environmental conditions. Í: Jakob Jakobsson og fl. (ritstj.): Cod and Climate Change. Reykjavík 1993. *ICES Marine Science Symposia*, **198**: 529-541.

Sigfús A. Schopka. 1994. Fluctuations in the cod stock off Iceland during the twentieth century in relation to changes in the fisheries and environment. Í: Jakob Jakobsson og fl. (ritstj.): Cod and Climate Change. Reykjavík 1993. *ICES Marine Science Symposia*, **198**: 175-193.

Svend A Malmberg. 1986. The ecological impact of the East Icelandic Current on the North Icelandic waters. Í: S. Skreslet (ritstj.): The role of freshwater in coastal marine ecosystems. *NATO ASI series Vol. G 7*, 389-404. Springer-Verlag Berlin, Heidelberg.

Þorvaldur Gunnlaugsson og Höskuldur Björnsson. 2004. Testing Harvest Control Rules for Icelandic Cod - Description of the model used in 2003. *Fjölrit Hafrannsóknastofnunarinnar, handrit*.

Viðauki 1. Hagfræðilíkan

Í haglíkaninu er gert ráð fyrir að verð á þorski breytist með auknu framboði. Formúlan sem notuð er til að reikna út p_t , verð á ári t , er

$$p_t = p_0 \left(\frac{q_t}{q_0} \right)^{-1/\varepsilon}$$

þar sem p_0 er verð á ári 0 (hér árið 2000), q_t er afli á tímabili t , q_0 er afli á tímabili 0 og ε er verðteygni fyrir íslenskan þorsk. Eins og í skýrslu vinnuhóps Hafrannsóknastofnunar og Þjóðhagsstofnunar, Hagkvæm nýting fiskistofna, er gert ráð fyrir að verðteygni þorsks sé 10, þ.e. að verð lækki um 1% þegar framboðið aukist um 10%. Sá munur er á forsendunni hér og hjá vinnuhópnum að hér er miðað við verð fyrir fisk til útgerðar en vinnuhópurinn miðaði við afurðaverð og hafði fiskvinnsluna með í líkaninu.

Meðalverð aflans breytist með framboði en einnig með stærðarsamsetningu aflans. Þetta atriði skiptir verulegu máli varðandi uppbyggingu stofns eins og þorsksins af því að með stærri stofni verður hlutfallslega meira af eldri (stærri) fiski í aflanum. Þetta atriði skiptir meira máli nú en það gerði árið 1994 vegna þess að verðmunur eftir stærð þorsks er meiri núna en hann var árið 1994.

Ekki eru fyrirbyggjandi neinar tölur um verðmun eftir stærð nema hjá fiskmörkuðum. Stuðst var við gögn frá Reiknistofu fiskmarkaðanna h.f. fyrir árið 1997. Meðalverð þorsks á markaðnum (\bar{p}_{1997}^M) var 92,23 kr/kg. Línuleg aðfallsgreining fyrir jöfnuna $p(b) = b + cp$ þar sem $p(b)$ er verð á fiski sem vegur b kg gaf stuðlana $b = 56,93$ og $c = 7,91$. Tekjur af þorski á tímabili t (T_t) voru áætlaðar með jöfnunni:

$$T_t = \left[h_0 \sum_{a=3}^{14} (b + cp_{t,a}) f_{t,a} p_{t,a} \right] \left(\frac{q_t}{q_0} \right)^{-1/\varepsilon},$$

þar sem $b_{t,a}$ er meðalþyngd a ára fisks í afla ársins t og $f_{t,a}$ er fjöldi a ára fisks í afla ársins t . Aflinn er reiknaður með jöfnunni $q_t = \left[\sum_{a=3}^{14} f_{t,a} b_{t,a} \right]$. h_0 er stuðull sem tryggir að tekjur samkvæmt jöfnunni stemmi við tekjur ársins 0.

Kostnaður á tímabili t (K_t) er áætlaður með formúlunni:

$$K_t = K_0 \frac{q_t}{q_0} \left(\frac{B_t}{B_0} \right)^{-\gamma},$$

þar sem B_t er stærð stofnsins á tímabili t og γ er stuðull. Her er B_t stærð veiðanleika vegins veiðistofns og $\gamma=0,7$.

Hagnaður á tímabili t er svo einfaldlega reiknaður sem mismunur tekna og kostnaðar, þ.e.

$$\pi_t = T_t - K_t$$

Skipting hagnaðar á milli fisktegunda

Rekstrarreikningum einstakra skipa var skipt í flokka eftir tegund veiða og vinnslu. Frystitogarar voru einn flokkur, aðrir togarar annar flokkur, loðnuskip þriðji flokkurinn og svo var bátafлотanum skipt í fjóra flokka eftir stærð.

$p_{i,j}$ er það meðalverð sem skip í flokki j fá fyrir fisktegund i . $q_{i,j}$ er það magn af fisktegund i sem skip í flokki j selja. ρ_i meðalverð á aflamarki fyrir fisktegund i . vc_j er breytilegur kostnaður skipa í flokki j skv. rekstrarreikningum og fc_j er fastur kostnaður þeirra. Hagnaður skipa í flokki j af veiðum á fiski af tegund i er áætlaður með því að skipta breytilegum hagnaði í réttu hlutfalli við verðmæti þess aflamarks sem notað er við veiðarnar en fasta kostnaðinum er skipt í réttu hlutfalli við tekjur. Formúla fyrir $\pi_{i,j}$, hagnaður skipa í flokki j af veiðum á fiski af tegund i , er þá:

$$\pi_{i,j} = \left(\sum_i p_{i,j} q_{i,j} - vc_j \right) \frac{\rho_{i,j} q_{i,j}}{\sum_i \rho_{i,j} q_{i,j}} - fc_j \frac{p_{i,j} q_{i,j}}{\sum_i p_{i,j} q_{i,j}}.$$

Til þess að finna allan hagnað af veiðum á fisktegund i (π_i) þarf að leggja saman hagnað einstakra skipaflokka af þessum veiðum, þ.e.

$$\pi_i = \sum_j \pi_{i,j}.$$

Viðauki 2

MAT Á AFLAREGLU FYRIR ÞORSK

Áfangaskýrsla nefndar um langtímanýtingu fiskistofna

Október 2002

Yfirfarin útgáfa apríl 2003

EFNISYFIRLIT

INNGANGUR	46
HELSTU NIÐURSTÖÐUR	47
AFLAREGLA: MAT Á ÁRANGRI	50
TILLÖGUR VINNUHÓPS FRÁ MAÍ 1994.....	50
<i>Staðan árið 1994</i>	50
<i>Aflaregla</i>	51
<i>Niðurstöður framreikninga</i>	52
ÚTFÆRSLA AFLAREGLUNNAR.....	55
FRAMVINDA STOFNS OG VEIÐA.....	57
ÁRANGUR AF BEITINGU AFLAREGLUNNAR.....	60
<i>Aflareglur og árangursviðmið</i>	61
<i>Hagrænn ávinningur</i>	64
<i>Óvissa</i>	68
<i>Áreiðanleiki</i>	69
STOFNMATS- OG FRAMREIKNIAÐFERÐIR	71
HEIMILDIR	73
VIÐAUKI 1. HAGLÍKAN	75
VIÐAUKI 2. ÞORSKVEIÐAR Á FIMM HAFSVÆÐUM Á NORÐUR ATLANTSHAFI	77
ÞORSKUR VIÐ ÍSLAND.....	77
<i>Afli</i>	77
<i>Ástand stofnsins</i>	77
<i>Veiðistjórn</i>	78
LABRADORÞORSKUR, NORÐURÞORSKUR KANADA.....	80
<i>Afli</i>	80
<i>Ástand stofnsins</i>	80
<i>Veiðistjórn</i>	81
FÆREYJAÞORSKUR.....	83
<i>Afli</i>	83
<i>Ástand stofnsins</i>	83
<i>Veiðistjórn</i>	83
BARENTSHAFSPORSKUR.....	86
<i>Afli</i>	86
<i>Ástand stofnsins</i>	86
<i>Veiðistjórn</i>	86
NORÐUR SJÁVARÞORSKUR.....	88
<i>Afli</i>	88
<i>Ástand stofnsins</i>	89
<i>Veiðistjórn</i>	89

Inngangur

Í júlí 1992 fól sjávarútvegsráðherra stjórn Hafrannsóknastofnunarinnar að gera tillögur um hvernig nýtingu einstakra fiskistofna skyldi háttað með það markmið að hámarksafrakstri Íslandsmiða yrði náð til lengri tíma. Í janúar 1993 var settur á fót vinnuhópur Hafrannsóknastofnunarinnar og Þjóðhagsstofnunar. Hópurinn skilaði í maí 1994 lokaskýrslu til sjávarútvegsráðherra („Hagkvæm nýting fiskistofna”) og fjallaði hún um langtímanýtingu þorsstofns, m.a. í ljósi stöðu loðnu- og rækjustofns.

Í mars árið 2001 skipaði sjávarútvegsráðherra nefnd sem hafði það verkefni að endurskoða áður nefnda skýrslu. Skyldi nefndin meta þann árangur sem náðst hafði í nýtingu þorsks, ýsu og rækju og líta í því sambandi m.a. til reynslu annarra þjóða. Þá skyldi nefndin skoða hvort unnt sé að ákvarða langtímanýtingu annarra nytjastofna hér við land. Í nefndinni sitja:

Brynjólfur Bjarnason, formaður

Friðrik Már Baldursson, varaformaður

Ásgeir Daníelsson, hagfræðingur Þjóðhagsstofnunar

Gunnar Stefánsson, Hafrannsóknastofnunin/dósent Háskóla Íslands

Jóhann Sigurjónsson, forstjóri Hafrannsóknastofnunarinnar

Kristján Þórarinsson, stofnvistfræðingur LÍÚ

Sævar Gunnarsson, forseti SSÍ

Þórður Friðjónsson, forstjóri Kauphallar Íslands.

Starfsmaður nefndarinnar er Þorvaldur Gunnlaugsson, stærðfræðingur, en auk þess hefur Höskuldur Björnsson, verkfræðingur á Hafrannsóknastofnuninni, unnið náið með nefndinni. Sigfús A. Schopka, fiskifræðingur á Hafrannsóknastofnuninni, tók saman Viðauka 2.

Eftirfarandi er áfangaskýrsla nefndarinnar og fjallar hún aðallega um árangur beitingar aflareglu við stjórn þorskveiða.

Helstu niðurstöður

- Helstu niðurstöður framreikninga vinnuhóps sjávarútvegsráðherra árið 1994 hvað varðar þróun þorskveiða og þorskstofnsins voru að búast mætti við að þorskafli yrði um 170 þús. tonn allt fram til ársins 2003. Reiknað var með 12-15 ára uppbyggingartíma, þ.e.a.s. þar til hrygningarstofn væri orðinn um 800 þús. tonn og afli um 330 þús. tonn.
- Nokkur munur var á tillögum vinnuhópsins og raunverulegri útfærslu aflareglunnar. Þar er mikilvægast að veiðihlutfall var hærra (25% í stað 22%) og ekki var beitt jöfnun, en vinnuhópurinn lagði til að við ákvörðun aflamarks yrði tekið meðtalt af 22% veiðistofns í upphafi árs og aflamarki fyrra árs. Þetta varð til þess að meira var veitt en ella hefði orðið.
- Þegar reynslan af ákvörðun heildaraflamarks með aflareglunni er metin er ljóst að fiskveiðiárin 1995/96-1996/97 þegar stofninn er metinn með viðunandi nákvæmni, skilaði stefnan fyllilega þeim árangri sem stefnt var að. Það er hins vegar jafnljóst að þegar stofnmatið fór af réttri leið (a.m.k. eins og fyrirbyggjandi mat gefur til kynna) árin 1997/98-1999/2000 þá voru teknar ákvarðanir á röngum forsendum sem leiddu til þess að heildaraflamark varð verulega of hátt nokkur ár í röð. Vegna þess hvernig aflareglan var útfærð var skekkjunni fylgt fullkomlega eftir í aflaákvörðunum og raunar gott betur.
- Draga má eftirfarandi ályktanir af reynslunni frá 1994:
 1. Hægt er að byggja upp þorskstofninn, það sýnir reynslan af lækkun fiskveiðidaða fiskveiðiárin 1994/95-1996/97.
 2. Stofnmat er óvissara en áður var talið og skekkja í sömu átt getur verið viðvarandi nokkur ár í röð. Þetta getur leitt til þess að fiskveiðidaði verði um árabil mun meiri en ætlað var.
 3. Útfærsla aflareglunnar, t.d. hvað varðar viðmiðunartímasetningar o.fl., getur skipt töluvert miklu máli varðandi eiginleika hennar.
- Tölulegt mat á árangri af beitingu aflareglunnar, miðað við þá stefnu sem ríkti áður en hún var tekin upp (sama veiðiálag og að jafnaði 1988-1992) gefur eftirfarandi til kynna:
 1. Afli hefði orðið minni að jafnaði með óbreyttri stefnu en hann varð í raun. Einnig hefði verið hægt að ná svipuðum afla og varð með umtalsvert minni sókn og þar með lægri útgerðarkostnaði. Ef matsskekkja hefði ekki komið til hefði afli orðið

enn minni, en fiskveiðidauði (og útgerðarkostnaður) hefði einnig lækkað. Þegar lítið er til þróunar yfir tíma kemur í ljós að með óbreyttri stefnu hefði afli orðið meiri árin 1995-1996 en varð í raun, en hefði síðan minnkað og orðið minni en varð. Aflaregla sem byggðist á tillögu vinnuhópsins (veiðihlutfall 22% og jöfnun með meðaltalsreglu) hefði aukið afla hægar, en jafnframt hefði bakslagið síðustu ár orðið sársaukaminna og veiðistofn stærri en ella.

2. Metið er með einföldu haglíkani hvernig hagnaður af veiðunum hefði þróast árin 1995-2000. Eftirtektarvert er að vegna meiri kostnaðar skilar viðmiðunarreglan verri niðurstöðu en varð í raun allt frá árinu 1996. Hagnaðarferlar með öðrum aflareglum eru mjög svipaðir allt fram til 1998 þrátt fyrir nokkuð mismunandi afla og virðist t.d. minni kostnaður í framreikningum með tillögu vinnuhóps frá 1994 vega upp minni tekjur en þegar lítið er til þeirrar aflareglu sem beitt var í raun. Árið 1999 gerir minni kostnaður betur en að vega upp minni tekjur og árið 2000 eru tekjur lítið eitt meiri og kostnaður mikið minni en með þeirri aflareglu sem beitt var.
3. Að öllu samanlögðu (tekið er tillit til núvirtis hagnaðar árin 1995-2000 og metins verðmætis stofnsins í árslok 2000) gefa reikningar nefndarinnar til kynna að hagrænn ávinningur af beitingu aflareglunnar hafi verið um 24 milljarðar króna þegar miðað er við það hvernig stofninn var nýttur á árunum 1985-1992. Þar af eru 17 milljarðar vegna meiri hagnaðar en ella og 7 milljarðar vegna þess að stofninn var stærri og verðmætari í lok tímabilsins en annars hefði orðið.
4. Ef beitt hefði verið lægra aflahlutfalli og jöfnun af því tagi sem lögð var til í skýrslu vinnuhóps frá 1994 frá upphafi hefði líklega náðst enn betri árangur. Munurinn er metinn á um 46 milljarða króna. Þar af eru um 9 milljarðar vegna meiri hagnaðar á árunum 1995-2000 og 37 milljarðar vegna stærri stofns í lok tímabilsins.
5. Þegar bornar eru saman niðurstöður úr reikningum með og án matssekkju kemur fram að núvirtur hagnaður áruna 1995-2000 er nokkuð svipaður þegar beitt er tiltekinni aflareglu. Ef þeirri reglu sem lögð var til í skýrslu vinnuhóps frá 1994 hefði verið beitt hefði núvirtur hagnaður orðið um 8 milljörðum meiri en raun varð ef ekki hefði komið til nein matssekkja. Ef tekið er tillit til matssekkjunnar er áætlaður munur um 9 milljarðar. Ávinningurinn af stærri og verðmætari stofni yfirgnæfir þennan munur hins vegar algerlega. Að teknu tilliti til matssekkjunnar hefði aflareglan sem lögð var til í skýrslu vinnuhópsins leitt til þess að

veiðistofninn hefði verið þriðjungi stærri í lok ársins 2000. Í verðmætum talið er áætlað að munurinn sé 37 milljarðar.

6. Þeir reikningar sem hér eru kynntir eru vitanlega háðir óvissu. Bornir eru saman mismunandi möguleikar við að nýta fiskistofn. Aðeins einn þeirra var sannreyndur og því hefur ekki reynt á hvað hefði gerst í raun ef aðrir möguleikar hefðu verið reyndir. Meðal mikilvægra óvissuþátta eru nýliðun, meðalþyngd, náttúruleg afföll og skekkja í stofnmati, en ætla má að óvissa um þessa þætti breyti ekki niðurstöðum þessarar skýrslu.
 7. Sá munur sem kemur fram við samanburð á reikningum „án skekkju” og „með skekkju” er aldrei undir 16 milljörðum króna og yfirleitt miklu meiri. Mæliskekkjan er því afar mikilvæg og umtalsvert í húfi að ná sem nákvæmstu mati á hverjum tíma.
- Aðferðafræði við stofnstærðarmat og spár um þróun stofns og afla hafa þróast mikið undanfarin 10 ár eða síðan vinnuhópur um nýtingu fiskistofna vann sínar skýrslur á árunum 1993-1994. Í vinnu nefndarinnar á næstu mánuðum verða bestu aðferðir á þessu sviði notaðar til að kanna hvort og hvernig hægt er að bæta eiginleika aflareglunnar gagnvart óvissu og sjálffylgni í stofnmati.
 - Sammerkt þorskveiðum á Norður-Atlanshafi á síðustu 40 árum er vaxandi fiskveiðidauði, samdráttur í afla og minnkandi hrygningarstofn. Reynslan sýnir ljóslega að of þung sókn leiðir til slæmrar nýtingar þorskstofns og óhagkvæmni í veiðum.

Aflaregla: Mat á árangri

Skýrsla vinnuhópsins frá því í maí 1994 fjallaði aðallega um þorskstofninn, en tók einnig tillit til samspils þorsks, loðnu og rækju á Íslandsmiðum. Regla til ákvörðunar á heildaraflamarki við þorskveiðar, sem tók mið af tillögum vinnuhópsins, var samþykkt af ríkisstjórn í maí árið 1995 og var fyrst beitt við ákvörðun heildaraflamarks fiskveiðiárið 1995/1996. Í þessum kafla er lagt mat á árangur af beitingu aflareglunnar, m.a. hvort til hafi tekist eins og að var stefnt.

Augljóslega er nokkrum vanda bundið að leysa þetta verkefni. Það þarf m.a. að gefa sér forsendur um hvernig ýmsar mikilvægar breytur hefðu þróast ef annarri stefnu við ákvörðun heildaraflamarks hefði verið fylgt en gert var. Hefði nýliðun orðið önnur? Hefði meðalþyngd orðið önnur? Hefði raunveruleg veiði fylgt heildaraflamarki betur? Hefði „náttúrulegur dauði“ orðið annar? Reynt er eftir bestu getu að gefa sér skynsamlegar forsendur í þessum atriðum og fleirum.

Tillögur vinnuhóps frá maí 1994

Staðan árið 1994

Árið 1994 hafði hrygningarstofn þorsks verið í lægð og var talinn um 200 þús. tonn. Veiðistofn var þá talinn tæp 600 þús. tonn. Jafnframt hafði nýliðun verið léleg árin á undan, að því að talið var bættust að jafnaði um 140 milljónir 3 ára fiska í stofninn árlega 1985-1991, en meðaltalið 1952-1984 er 218 milljónir nýliða á ári. Fiskveiðidauði 5-10 ára fiska árin 1988-1993 var um 55% og samanlagður árlegur veiðidauði og náttúrulegur dauði um 63%. Mikið var því veitt úr hlutfallslega litlum stofni. Þetta þýddi tiltölulega mikinn kostnað og litlar tekjur og mjög óhagkvæmar veiðar miðað við minni sókn og áætlaða kjörstöðu stofnsins. Jafnframt voru taldar töluverðar líkur á áframhaldandi minnkun og jafnframt hruni stofnsins ef haldið væri fast við óbreytta nýtingarstefnu.

Í framhaldi af fyrri skýrslu vinnuhópsins árið 1993 hafði verið dregið töluvert úr veiðum og lækkaði veiðidauði við það í um 47%. Þrátt fyrir óvissu sem ríkti um hagkvæmstu stærð fiskistofna taldi hópurinn ótvírætt að þorskstofninn væri langt undir kjörstærð og að stefna ætti að uppbyggingu hrygningarstofns í 700-800 þús. tonn og veiðistofns í 1.400-

1.600 þús. tonn. Reiknað var með að árlegur afrakstur slíks stofns gæti í jafnvægi verið um 350 þús. tonn, sem samsvarar um 26% veiðidauða 5-10 ára fiska miðað við þá stofnstærð sem að var stefnt, en jafnframt var bent á að skerða þyrfti þorskveiðar næstu ár til að ná þessum árangri. Vinnuhópurinn taldi eflingu þorskstofnsins mikilvægasta verkefnið á sviði hagnýtingar fiskistofna.

Aflaregla

Tillaga vinnuhópsins frá 1994 hvað varðar ákvörðun á heildaraflamarki einstakra tegunda var að fylgt yrði „fyrirfram ákveðnum aflareglum sem beina fiskistofnum í hagkvæma stöðu“. Aflareglan fyrir þorsk felur í aðalatriðum í sér að árlegur hámarksafli samsvari um 22% af veiðistofni þorsks.” Síðar í skýrslunni voru sett fram eftirfarandi viðmið fyrir góða aflareglu:

1. Reglan þarf að beina stofninum í langtímajafnvægi sem talið er æskilegt af líffræðilegum og efnahagslegum ástæðum.
2. Reglan þarf að jafna sveiflur eftir því sem kostur er.
3. Líkur á stóráföllum eða hruni stofnsins þurfa að vera hverfandi þegar reglunni er beitt.
4. Æskilegt er að reglan sé aðgengileg og skiljanleg þeim sem ekki hafa fiskifræði á valdi sínu.

Í skýrslunni var aðallega byggt á aflareglu sem miðaði við að heildaraflamark yrði 45% af hrygningarstofni í upphafi árs umfram 50 þús. tonn, en til að takmarka sveiflur var tekið meðaltal þeirrar tölu og heildaraflamarks fyrra árs.⁹ Að auki var miðað við að afli færi ekki niður fyrir ákveðinn upphafsafli (170 þús. tonn). Bent var á að slík mörk væri „hægt að réttlæta að vissu marki frá efnahagslegum forsendum ..., en þau [væru] fyrst og fremst notuð til að athuga hvar hættumörkin liggja þegar ákveðnum afla er haldið til streitu hvernig sem stofninn þróast” .

Prófuð voru frávik frá ofangreindri reglu og m.a. var miðað við veiðistofn, þ.e. lífmassa fiska fjögurra ára og eldri, í stað hrygningarstofns og var þá miðað við 21,5% veiðistofns í upphafi árs. Ekki reyndist marktækur munur á veiðistofnsreglunni og þeirri sem miðaði

⁹ Til einföldunar var ekki gerður greinarmunur á almanaksárum og fiskveiðiárum og reiknað með að verið væri að ákvarða afla fyrir sama ár.

við hrygningarstofn og var vísað til veiðistofnsreglunnar í samantekt skýrslunnar. Eins og kunnugt er var síðan byggt á veiðistofnsreglu þegar kom að raunverulegri útfærslu aflareglunnar.

Niðurstöður framreikninga

Vinnuhópurinn þróaði sérstakt hermíkan sem tók til þorsks, loðnu og rækju og var sett upp þannig að unnt væri að gefa nokkra mynd af áhrifum stækkunar þorskstofns á loðnu- og rækjuveiðar. Á þennan hátt mátti prófa mismunandi aðferðir við nýtingu þorskstofnsins og fá fram áhrif þeirra á afla af þorski, loðnu og rækju.

Mat á fjölda þorska í hverjum aldursflokki var byggt á skýrslu Hafrannsóknastofnunarinnar frá 1993 auk viðbótarupplýsinga um nýliðun úr togararalli 1994. Notaðar voru hefðbundnar aðferðir við að framreikna fjölda fiska í hverjum aldursflokki. Notað var Ricker-samband til að reikna nýliðun út frá framreiknaðri stærð hrygningarstofns. Óviss áhrif umhverfisþátta á nýliðun koma fram í líkaninu sem tilviljunarbreytileiki og var gert ráð fyrir að staðalfrávik væri um 35% af meðaltali í svokallaðri „lognormal-dreifingu“. Árleg meðalþyngd einstaklinga eftir aldri var reiknuð út frá meðalþyngd í viðkomandi árgangi árið áður ásamt stærð loðnustofnsins um áramót. Að auki var gert ráð fyrir þéttleikaháðum vexti þegar stærð hrygningarstofns þorsks færi yfir 500 þús. tonn. Ekki var reiknað með óvissu í vexti.

Stærð hrygningarstofns var reiknuð sem summa yfir aldursflokka af fjölda fiska margfölduð með meðalþyngd eftir aldri og hlutfalli kynþroska. Ekki var reiknað með óvissu í þróun hlutfalls kynþroska eftir aldri en gert var ráð fyrir að hlutfallið lækkaði úr þeim háu gildum sem mælst höfðu árin á undan niður í meðaltal á næstu árum.

Í ljósi þeirrar reynslu sem síðar hefur fengist hvað varðar skekkjur í mati á stærð þorskstofnsins er skylt að vekja athygli á, að gert var ráð fyrir skekkju í stofnmati í þessum framreikningum. Reiknað var með tilviljanakenndri skekkju með 15% staðalfrávikmiði við lognormal-dreifingu; ekki var gert ráð fyrir sjálffylgni í skekkju. Tvö afbrigði af þessu líkani voru prófuð; í öðru var skekkjan sett á mat á heildarþyngd veiðistofns (fylgni í skekkju milli aldursflokka = 1) og í hinu var skekkjan sett á stærð

einstakra aldursflokka (fylgni í skekkju milli aldursflokka = 0) . Þetta er minni skekkja en síðar hefur komið í ljós.

Notað var einfalt líkan af stærð loðnustofnsins þar sem gert var ráð fyrir að einn árgangur í einu réði mestu um breytingar í stofnstærð og veiðum. Gert var ráð fyrir miklum breytileika í nýliðun (staðalfrávik 20% af meðaltali) og að stofninn yrði mjög lítill á 5-9 ára fresti. Árgangastyrkur loðnu var einnig háður stærð þorskstofnsins því reiknað var með að náttúruleg afföll smáloðnu, og þar með nýliðun, breyttust í samræmi við stærð þorskstofnsins.

Reiknað var með áhrifum stærðar þorskstofnsins á afrán af stofni úthafsækju, bæði hvað varðar nýliðun í rækjustofninn og eldri rækju og rækjuafli.

Auk grundæmis voru könnuð áhrif ýmissa frávika í forsendum á niðurstöður útreikninga.

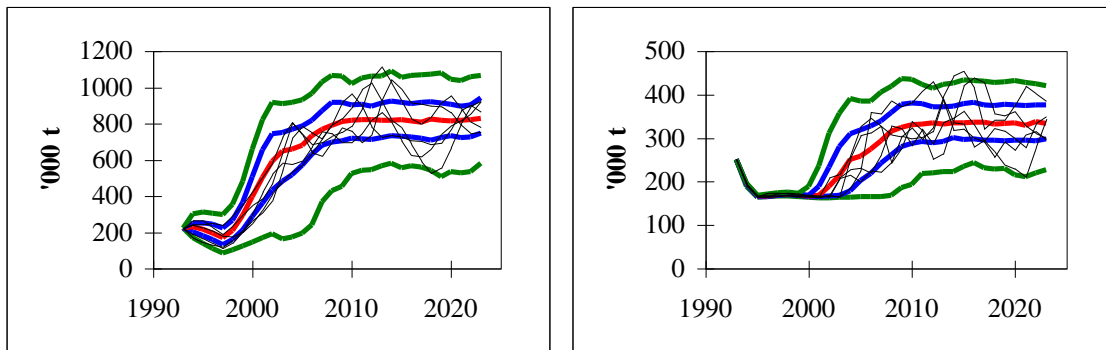
Helstu niðurstöður framreikninga vinnuhópsins hvað varðar þróun þorskveiða og þorskstofnsins voru að búast mætti við að þorskafli yrði um 170 þús. tonn allt fram til ársins 2003. Nokkur óvissa ríkti um þessa niðurstöðu frá árinu 2001, en vilmörkin voru uppávið. Þetta byggðist á því að töluverðar líkur voru taldar á frávikum í þróun stofnsins í báðar áttir, en veiðum var ávallt haldið yfir 170 þús. tonnum jafnvel þótt aflareglan sem slík (þ.e.a.s. hlutfall af hrygningarstofni með jöfnun) gæfi tilefni til annars. Ekkert svigrúm var því til að minnka afla með þessari aðferð. Reiknað var með 12-15 ára uppbyggingartíma, þ.e.a.s. þar til hrygningarstofn væri orðinn um 800 þús. tonn og afli um 330 þús. tonn (sjá mynd 1).

Mynd 1. Niðurstöður hermireikninga í skýrslu vinnuhóps frá maí 1994

Rauðar línur sýna miðgildi, appelsínugular línur sýna 50% vikiörk og gular sýna 90% vikiörk. Grannar svartar línur sýna fimm dæmi um hermanir sem fram komu við mismunandi forsendur útreikninga. Þannig voru taldar 50% líkur á að hrygningarstofn ársins 2001 myndi verða á bilinu 385-654 þús. tonn, en 95% líkur á að hann yrði minni en 168 þús. tonn (c). Helmingur hermána gaf hrygningarstofn sem var stærri en miðgildið, 504 þús. tonn árið 2001. Afli var í a.m.k. 95% tilvika talinn verða innan við 170 þús. tonn allt fram til 1999 (d).

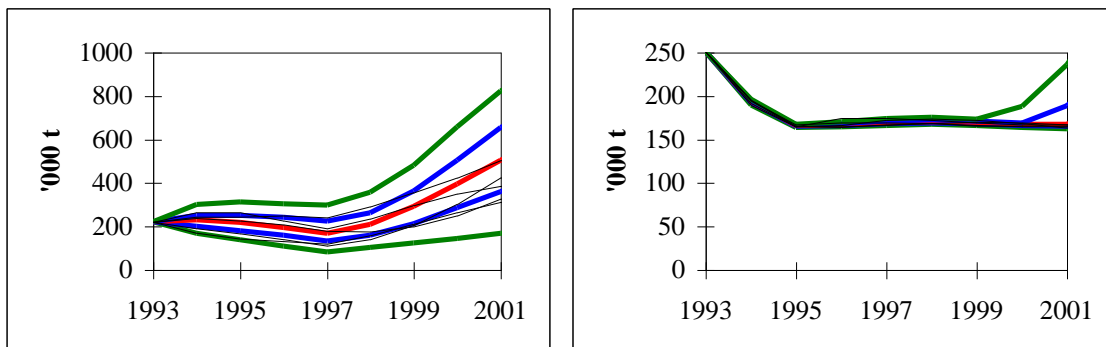
Hermunarniðurstöður fyrir allt tímabilið

a) Hrygningarstofn b) Þorskaflí skv. aflareglu



Hermunarniðurstöður fyrir árin 1993-2001

c) Hrygningarstofn d) Þorskaflí skv. aflareglu



Eins og sjá má á mynd 1 voru nokkuð víð vikiörk á þessum niðurstöðum og reiknað með tölverðum sveiflum í afla og stofni. Þannig voru meðalsveiflur í afla milli ára eftir að jafnvægi var náð (árin 2017-2023) 30 þús. tonn í grunntilviki, þar sem aflamarki fyrra árs var gefið 50% vægi. Ef vægi fyrra árs var lækkað í 25% var meðaltalið 43 þús. tonn, en ef það var hækkað í 75% lækkuðu meðalsveiflur milli ára í 18 þús. tonn án þess að metin hætta á hruni stofnsins hækkaði verulega.

Útfærsla aflareglunnar

Í lok mars 1995 lagði Hafrannsóknastofnunin til að sjávarútvegsráðuneytið festi í sessi aflareglu fyrir þorskveiðar sem væri á bilinu 20-25% af meðaltali veiðistofns yfirstandandi árs og framreiknaðs stofns næsta árs. Í kjölfarið óskaði ráðuneytið eftir athugun á áhrifum aflareglu sem miðaði við veiði á 25% af veiðistofni þar sem afli færi þó aldrei niður fyrir 155 þús. tonn (aflalágmark eða „gólf“) sem jafngilti aflamarki fiskveiðiársins 1994/95. Í minnisblaði Hafrannsóknastofnunarinnar um þetta efni frá því í maí 1995 kom fram sáralítill aukning á hrunlíkum hrygningarstofns (niður fyrir 100 þús. tonn) við hækkun veiðihlutfalls úr 22% í 25% veiðistofns. Miðað við að veiða 25% veiðistofns reiknuðust aðeins 1% líkur á hruni við að binda aflalágmark við 155 þús. tonn (gólf), 3% við 165 þús. tonn og 6% líkur voru við 175 þús. tonna aflalágmark.

Að fenginni þessari niðurstöðu ákvað ríkisstjórnin í maí 1995 að ákvarða aflamark með eftirfarandi hætti frá og með fiskveiðiárinu 1995/96:

1. Að lokinni úttekt Hafrannsóknastofnunarinnar á þorskstofni að vori liggur fyrir stofnmat, m.a. stærð veiðistofns í upphafi almanaksárs og spáð er fyrir um stofnstærð í lok almanaksárs miðað við mismunandi forsendur um afla.
2. Heildaraflamark næsta fiskveiðiárs er reiknað sem 25% af meðalveiðistofni á almanaksári. Ekki er beitt jöfnun, en aflamark er ekki sett lægra en 155 þús. tonn.

Árið 2000 var aflareglunni breytt þannig að tekin var upp jöfnunarregla sem felst í því að breyting heildaraflamarks milli ára skal ekki verða meiri en 30 þús. tonn. Jafnframt var aflalágmark fellt niður. Þessi takmörkun varð bindandi frá upphafi og hafði áhrif til hækkunar frá því sem annars hefði orðið á ákvarðanir um heildaraflamark fiskveiðiáranna 2000/01 og 2001/02.

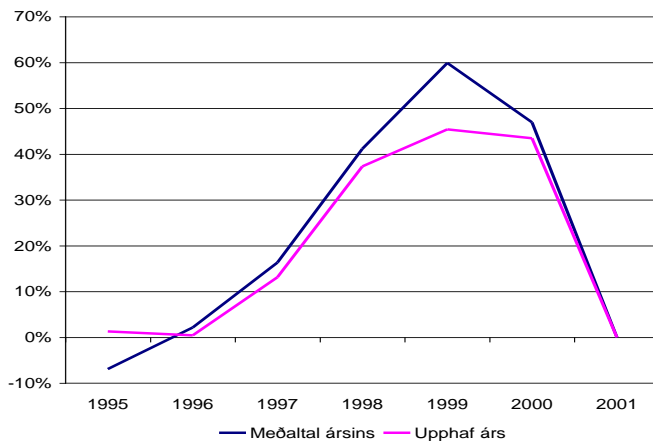
Það er vert að draga fram muninn á þessum útfærslum aflareglunnar og þeirri reglu sem vinnuhópurinn mælti með:

1. *Hlutfall af veiðistofni var hærra en lagt var til (25% í stað 22%) og veiðiálag var því aukið frá tillögum vinnuhópsins.* Meira veiðiálag þýðir minni stofn, meiri sveiflur og

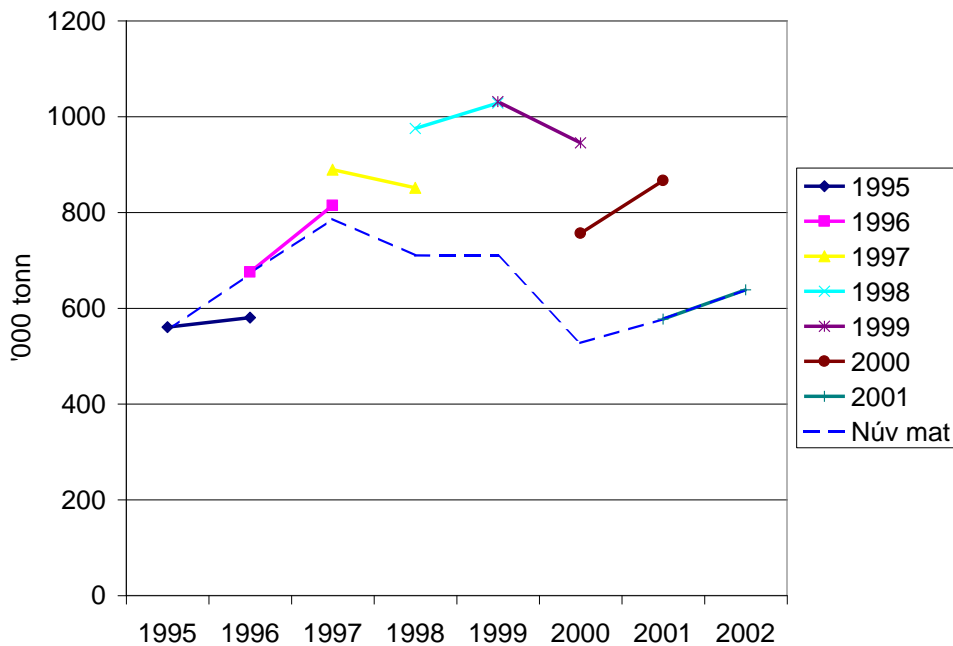
minni hagnað af veiðunum – þegar litið er til lengri tíma – en vinnuhópurinn miðaði að.

2. *Lágmarksafli var lækkaður (155 þús. tonn í stað 175 þús. tonn).* Þetta ákvæði var virkt fyrsta árið sem aflareglunni var beitt (1995/96). Raunverulegur afli varð raunar meiri eða 170 þús. tonn. Áhrifin hér eru því öfug við aukningu veiðihlutfallsins þó að afli hafi í raun orðið sá sem vinnuhópurinn miðaði við sem lágmarksafla það ár sem hann var ákvarðandi fyrir heildaraflamark (1995/96).
3. *Ekki var beitt jöfnun fyrr en draga þurfti úr veiðum og þá á annan hátt þ.e. með takmörkun á breytingu í stað þess að taka meðaltal milli hlutfalls af stofni og aflamarks fyrra árs.* Þetta frávik hefði getað virkað til beggja átta, en eins og málum vatt fram varð það til að auka veiði miðað við það sem orðið hefði því samkvæmt stofnmati hvers tíma tók stofninn mjög vel við sér árin 1997-1999 og jöfnun með meðaltalsreglu hefði lækkað heildaraflamarkið frá því sem varð í raun.
4. *Miðað er við meðalstærð veiðistofnsins á sama ári, þ.e. meðaltal stofnmats í upphafi árs og áætlunar í lok árs, en vinnuhópurinn gekk út frá stofnmati í upphafi árs.* Þetta frávik hefði getað verkað til beggja átta. Ofmat á stofninum frá árinu 1997 (sjá myndir 2 og 3) leiddi engu að síður til meiri veiða en ella. Skýringin er í grófum dráttum sú að ofmat á stofninum leiðir til þess að “framleiðslugeta” hans er ofmetin: aflamark sem samkvæmt matinu á að leiða til þess að hann verði stærri í árslok en í ársbyrjun, sem aftur hefur áhrif til hækkunar þess sama aflamarks, verður í raun til þess að stofninn vex minna en ætlað var, eða jafnvel minnkar. Þetta var sérstaklega áberandi árið 1999, en þá „magnaðist” skekkjan úr u.þ.b. 45% í 60%.
5. *Tímasetningar voru aðrar. Reikningar vinnuhópsins gengu út frá að aflamark væri ákveðið að vori fyrir yfirstandandi almanaksár og þá út frá mati á stofnstærð í upphafi árs og aflamarki síðasta árs. Í raun er aflamark ákveðið að vori fyrir næsta fiskveiðiár, en eins og kunnugt er hefst fiskveiðiárið í september og því falla aðeins 4 mánuðir þess inn á það almanaksár sem úttektin er gerð á.* Þegar stofn er vaxandi hefur þetta frávik áhrif til minnkunar veiðiálags því tekið er lægra hlutfall af stofninum en þau 25% sem stefnt var að. Hið gagnstæða gildir þegar stofn er minnkandi. Áhrifin voru því til minnkunar veiðiálags á fyrri hluta þess árabils sem um ræðir, en til aukningar síðari árin. Þessu hefði mátt líkja eftir í hermiútreikningum.

Mynd 2. Hlutfallsleg skekkja í mati á veiðistofni þorsks miðað við núverandi mat



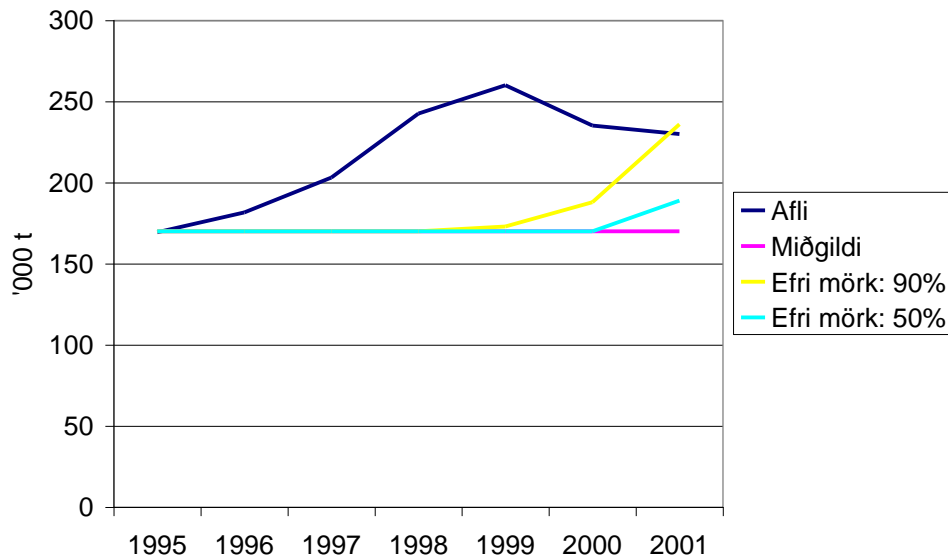
Mynd 3. Mat á stærð veiðistofns þorsks í upphafi hvers árs ásamt spá um stærð í upphafi næsta árs



Framvinda stofns og veiða

Þegar þróun þorskafla (sjá mynd 4) og stofns eins og hann var metinn á hverjum tíma (sjá mynd 3) er borin saman við framreikningana úr skýrslu vinnuhópsins frá 1994 (sjá mynd 1) er ljóst að allt fram á árið 2000 var mat manna að vel gengi. Raunar gekk „of vel” því að afli og stofn eins og hann var metinn á hverjum tíma fóru langt fram úr því sem ætlað var og voru verulega umfram vikið þau sem reiknað var með að myndu halda í 90% tilvika allt frá árinu 1996, en þó sérstaklega frá 1998. Þetta kemur vel fram á mynd 4 þar sem sést að eftir 1995 er afli í fyrsta sinn innan við 90% efri vikið árið 2001.

Mynd 4. Þorskaflí 1995-2001 ásamt miðgildislinnu og efri vikmörkum (Skýrsla vinnuhóps, maí 1994)

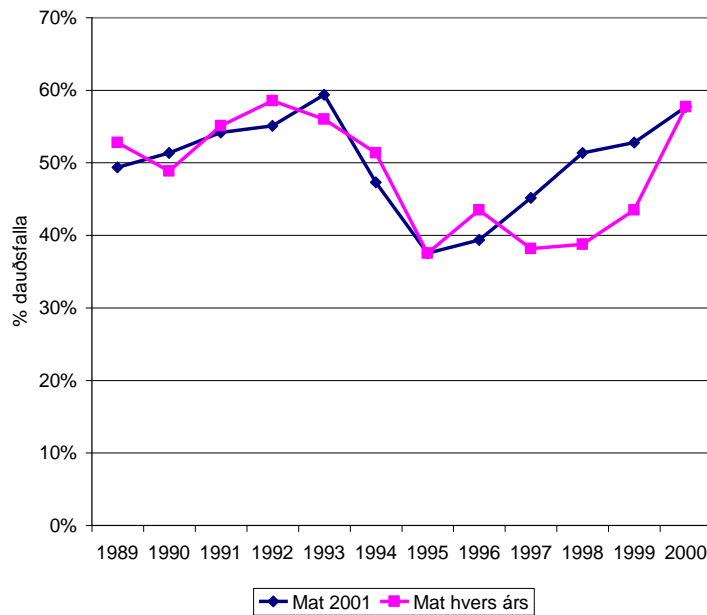


Miðað við fyrirleggjandi mat á stofninum má skipta árunum frá 1995 í þrjú skeið:

1. *1995/96-1996/97.* Fiskveiðiárin 1995/96 og 1996/97 varð verulegur samdráttur í þorskveiðum og fiskveiðidaða frá árunum á undan. Þó ber að benda á að afli hafði þegar verið minnkaður fiskveiðiárið 1994/95 (hann varð þá 165 þús. tonn) og var ekki mikil breyting á afla frá því ári og yfir á fyrsta ár aflareglunnar; fiskveiðidaði minnkaði hins vegar verulega samhliða stækkandi stofni (sjá mynd 5). Minnkun veiðialags skilaði miklum árangri. Þannig stækkaði stofninn, miðað við núverandi mat, úr 553 þús. tonnum í upphafi ársins 1995 í 786 þús. tonn í upphafi ársins 1997 (sjá mynd 3). Hafa ber í huga að stofnmat líðandi stundar þessi ár var mjög nálægt núverandi mati. Því var byggt á upplýsingum sem voru mjög nærri lagi.
2. *1997/98-1999/00.* Frá fiskveiðiárinu 1997/98 fer að ganga „of vel“. Stofninn, samkvæmt mati líðandi stundar, óx hratt og afli í réttu hlutfalli við metinn vöxt stofnsins. Miðað við núverandi stofnmat var þessi aukning ekki byggð á réttum forsendum því stofninn var stórlega ofmetinn. Eins og um var rætt að ofan magnaði meðalveiðistofnsreglan skekkjuna og nam hún mest 60% árið 1999. Það er rétt að vekja athygli á því að stofnmat ársins 1999 er enn nokkurri óvissu undirorpið, en miðað við núverandi stofnmat var fiskveiðidaðinn orðinn svipaður árið 1998 og árin fyrir 1994 (sjá mynd 5).

3. 2000/01-2001/02. Fiskveiðiárið 2000/01 var stofnmatið lækkað verulega frá árinu áður (sjá mynd 6). Afli fylgdi með samkvæmt aflareglu, en jöfnun með takmörkun breytingar var tekin upp og hafði strax áhrif. Hið sama kom upp árið eftir. Miðað við núverandi mat var fiskveiðidauði áráanna 2000-2001 með því mesta sem verið hefur. Enn ber að hafa þann fyrirvara á að töluverð óvissa ríkir um stofnmat áráanna 2000-2001.

Mynd 5. Fiskveiðidauði, þ.e. meðaldauðsföll 5-10 ára fiska af völdum veiða (í %)



Þegar litið er yfir reynsluna af ákvörðun heildaraflamarks með aflareglunni er ljóst að fyrstu árin, þegar stofninn er metinn með viðunandi nákvæmni, gekk í raun mjög vel. Stefnan skilaði fyllilega þeim árangri sem stefnt var að þessi ár. Það er hins vegar jafnljóst að þegar stofnmatið fór af réttri leið (a.m.k. eins og fyrirliggjandi mat gefur til kynna) þá voru teknar ákvarðanir á röngum forsendum sem leiddu til þess að heildaraflamark varð verulega of hátt nokkur ár í röð. Vegna þess hvernig aflareglan var útfærð var matssekkjunni fylgt fullkomlega eftir í aflaákvörðunum og raunar gott betur.

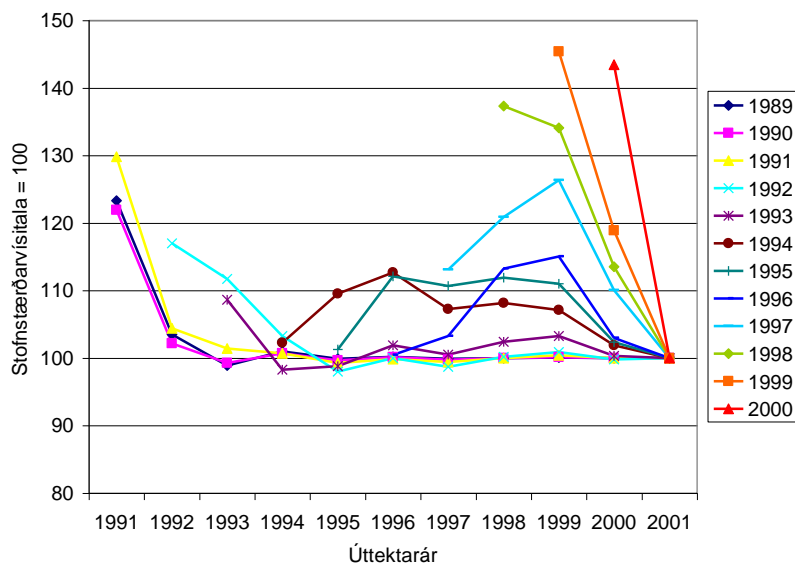
Draga má eftirfarandi ályktanir af reynslunni frá 1994:

1. Hægt er að byggja upp þorsstofninn, það sýnir reynslan af lækkun fiskveiðidauða fiskveiðiárin 1994/95-1996/97.

2. Stofnmat er óvissara en áður var talið og skekkja í sömu átt getur verið viðvarandi nokkur ár í röð. Þetta getur leitt til þess að fiskveiðidaði verði um árabil mun meiri en ætlað var.
3. Útfærsla aflareglunnar, t.d. hvað varðar viðmiðunartímasetningar o.fl., getur skipt töluvert miklu máli varðandi eiginleika hennar.

Mynd 6. Stærð veiðistofns áráanna 1989-2000 á mismunandi úttektarárum

Tölurnar eiga við stofnstærð í upphafi árs. Stofnstærðin er í öllum tilvikum sýnd sem vísitala, sett á 100 úttektarárið 2001. Dæmi til skýringar við mynd 6: Ferillinn sem merktur er „1994“ sýnir hvernig mat Hafrannsóknastofnunarinnar á stærð veiðistofns ársins 1994 hefur breyst ár frá ári frá fyrsta úttektarárinu (1994) til síðasta úttektarárs (2001).



Árangur af beitingu aflareglunnar

Í þessum kafla er metin reynsla af beitingu aflareglunnar. Einnig er áætlað hvernig mismunandi útfærslur aflareglunnar hefðu reynst, m.a. lægra veiðihlutfall og jöfnun í samræmi við upprunalegar hugmyndir vinnuhópsins. Í þessu skyni er notað árgangalíkan af þorskstofninum til að framreikna þróun stofnsins frá 1995 að gefnum mismunandi forsendum um ákvörðun heildaraflamarks. Líkanið byggir á fyrirbyggjandi mati Hafrannsóknastofnunarinnar á upprunalegri stærð einstakra árganga, meðalþyngdum og kynþroskahlutföllum, en nýliðun er löguð að stærð hrygningarstofns í hverju tilviki.

Ennfremur er gert ráð fyrir að skekkja í stofnmati sé hlutfallslega sú sama, óháð stofnstærð. Hið sama gildir um afla umfram venjulegt heildaraflamark.

Aflareglur og árangursviðmið

Til að gera sér hugmynd um hvort einhver ávinningur varð af beitingu aflareglunnar þarf að skilgreina viðmiðun sem líta má á sem óbreytta stefnu frá því sem var fyrir daga aflareglunnar. Hér er reiknað með að slík stefna felist í því að reikna með sömu fiskveiðidánartölu (táknud með F) og var að meðaltali árin 1988-1992, eða 0,79.¹⁰ Þessi fiskveiðidánartala samsvarar um 55% fiskveiðidauða í aldursflokkum 5-10 ára fisks.

Eins og áður sagði verða einnig prófaðar aðrar útfærslur aflareglunnar en sú sem varð fyrir valinu. Þessar útfærslur eru allar á sama formi og má lýsa í eftirfarandi þrepum:

1. Reiknaður er veiðistofn í ársbyrjun.
2. Ákveðið hlutfall (25% af meðaltali ársins eða 22% af stærð í ársbyrjun) er reiknað af veiðistofni.
3. Valið er hvort jafna á eður ei. Ef jöfnun er beitt er hún framkvæmd með því að taka meðaltal niðurstaðna úr þrepi 2 og heildaraflamarki síðasta árs.

Tveir möguleikar eru í þrepum 2 og 3 og því er alls um fjórar útfærslur aflareglunnar að ræða. Að auki er prófað að beita aflareglunum með því og án þess að gera ráð fyrir skekkju í stofnmati. Í dæmum með matsskekkju er notuð söguleg hlutfallsskekkja (eins og á mynd 2). Að auki þarf að halda til haga viðmiðunarreglunni ($F=0,79$) og hinni sögulegu aflareglu með breytingum, en þar er ávallt reiknað með matsskekkju. Alls verða þetta því 10 dæmi. Í töflu 1 má sjá yfirlit yfir aflareglurnar. Sú regla sem kemst næst hinni raunverulegu reglu er sú sem merkt er „ $vh=25\%$, $jh=0\%$ “, þ.e.a.s. þar sem notað er veiðihlutfallið 25% og ekki er jafnað. Munurinn á þessari útfærslu og hinni sögulegu er 30 þús. tonna takmörkun á breytingum milli ára frá 2000/01.

Það er auðvitað óraunhæft að reikna með því að ekki sé skekkja til staðar í stofnmati eins og gert er í fjórum dæmanna. Niðurstöður úr þeim dæmum þar sem skekkjunni er sleppt

¹⁰ Hafa ber í huga að vinnuhópurinn skilaði skýrslu árið 1993 sem hafði sennilega áhrif til ákvörðunar aflamarks.

gefa hins vegar kost á að meta kostnað af skekkjunni og greina betur hvað má rekja til hennar og hvað beinlínis til aflareglunnar sjálfrar.

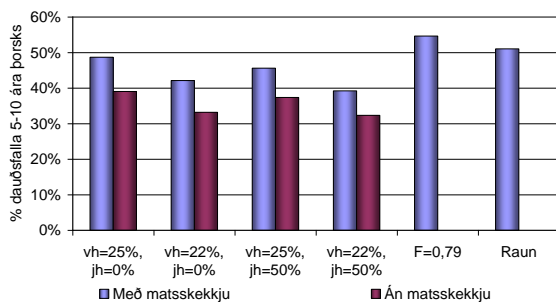
Tafla 1. Aflareglur og mismunandi útfærslur þeirra

Aflaregla	Veiðihlutfall (vh)	Vægi fyrra árs (jh)
vh=25%, jh=0%	25%	0%
vh=22%, jh=0%	22%	0%
vh=25%, jh=50%	25%	50%
vh=22%, jh=50%	22%	50%
Raun	25%	0%, en 30.000 t takmörkun á breytingu milli ára frá 2000/01
F=0,79	Fiskveiðidánartala sett á meðaltal árána fyrir upptöku aflareglunnar, þ.e.a.s. meðaltal 1988-1992.	

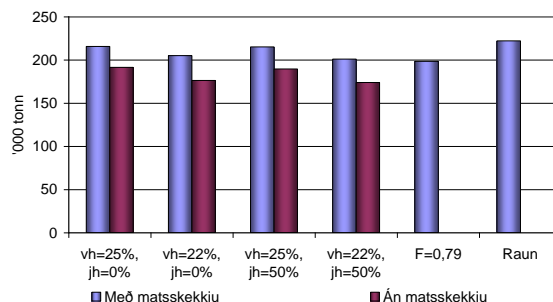
Á mynd 7a er gefið yfirlit yfir fiskveiðidánartölur með mismunandi aflareglum árin 1996-2001 með þeim framreikningsaðferðum sem lýst er að ofan. Fyrst ber að benda á tvær súlur lengst til hægri (F=0,79 og „Raun“) sem sýna að nokkur lækkun varð á fiskveiðidauða að jafnaði þessi ár frá viðmiðunarárunum 1988-1992. Einnig sést vel hve ofmat á stofni leiddi til mikillar hækkunar á fiskveiðidauða frá því sem ætlað var (fjólubláar súlur sýna niðurstöður úr reikningum að mæliskekkju slepptri). Þegar súlur sem sýna niðurstöður með jöfnun (j=50%) eru bornar saman við súlur sem sýna niðurstöður án jöfnunar (j=0%) sést að 50% jöfnun hefði leitt til nokkru minni fiskveiðidauða en ella.

Mynd 7. Meðaltöl 1996-2001 með mismunandi aflareglum

a) Fiskveiðidánartala



b) Þorskaflí

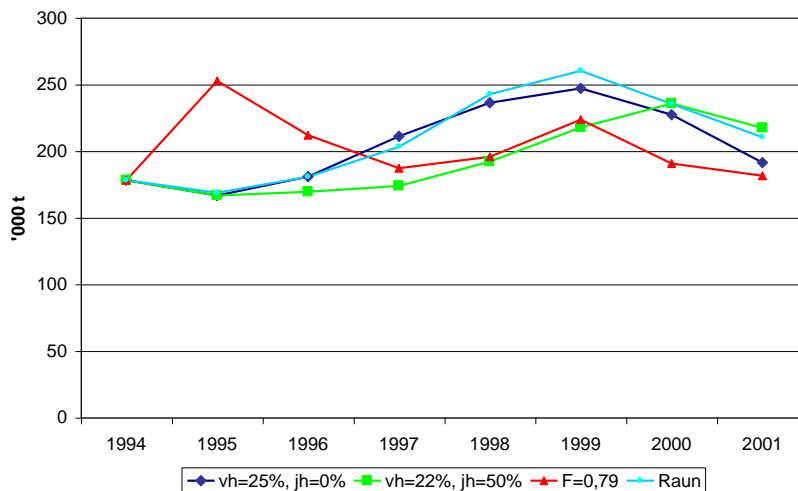


Mynd 7b sýnir hvernig meðalafli árána 1996-2001 hefði orðið samkvæmt reikningunum. Myndin endurspeglar að mestu fiskveiðidánartölurnar sem sýndar eru í mynd 7a. Þó er vert að benda á að afli hefði orðið minni að jafnaði með óbreyttri stefnu (F=0,79) en hann varð í raun. Einnig hefði verið hægt að ná svipuðum afla og varð í raun með umtalsvert minni sókn og þar með lægri útgerðarkostnaði („vh=25% og jh=50%“ með matssekkju).

Ef matsskekkja hefði ekki komið til hefði aflí orðið umtalsvert minni, en fiskveiðidauði (og útgerðarkostnaður) hefði lækkað enn meira.

Mynd 8 sýnir þróun afla yfir tímabilið fyrir nokkrar aflareglanna. Fyrir utan viðmiðunarregluna ($F=0,79$) eru ferlarnir svipaðir – fara í megindráttum vaxandi yfir tímabilið fram til 1999 eða 2000. Vel sést hvernig lægra hlutfall og meiri jöfnun („vh=22%, jh=50%”) hefði leitt til hægari aukningar afla árin 1997-1999 en varð í raun („vh=25%, jh=0%” og „Raun”). Bakslagið síðustu tvö árin hefði jafnframt orðið mun minna áfall.

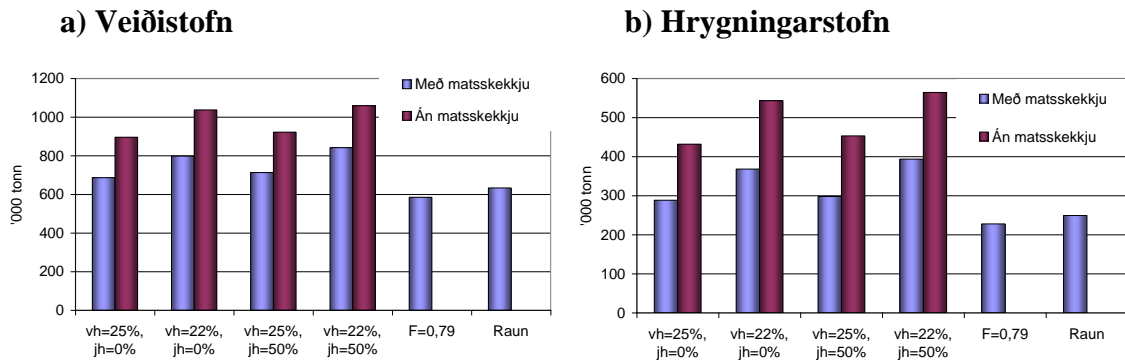
Mynd 8. Aflí á einstökum árum með nokkrum aflareglum



Aflí og útgerðarkostnaður – en tekið er tillit til hans síðar – yfir tiltölulega stutt tímabil eins og hér um ræðir eru ekki einhlítur mælikvarði á árangur af fiskveiðistjórnun. Ástand stofnsins þegar honum er „skilað” í lok tímabilsins er einnig mjög mikilvægur mælikvarði á hvernig til tókst. Mat á þessu er sýnt á næstu myndum 9a-b. Þar sést að ef aflaákvæðanir hefðu miðast við mat á veiðistofni án skekkju hefði veiðistofn verið orðinn yfir milljón tonn í lok árs 2001 og hrygningarstofn orðinn um 550 þús. tonn. Markmið skýrslunnar frá 1994 um uppbyggingu stofnsins hefðu því verið komin langleiðina með að nást. Þessi niðurstaða er að sjálfsögðu staðleysa, en gefur hugmynd um áhrif matsskekkjunnar.¹¹

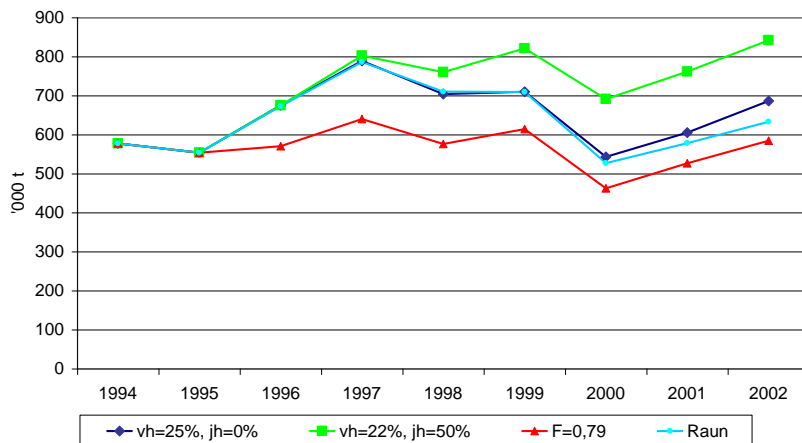
¹¹ Vert er að benda á að í áliti vinnuhóps frá 1994 var reiknað með matsskekkju, en gert ráð fyrir að hún væri minni en raunin varð og jafnframt að hún sveiflaðist tilviljanakennt milli ára, en yrði ekki viðvarandi yfir nokkurra ára tímabil.

Mynd 9. Stærð veiðistofns og hrygningarstofns þorsks í árslok 2001 miðað við mismunandi útfærslu aflareglu (sjá töflu 1)



Benda ber á að lægra hlutfall og jöfnun („vh=22%, jh=50%“) hefðu leitt til niðurstöðu sem liggur mitt á milli staðleysunnar í dæmunum án matssekkju og þess sem varð í raun. Mynd 10 sýnir þróunina yfir tíma í nokkrum dæmanna.

Mynd 10. Veiðistofn á einstökum árum með nokkrum útfærslum á aflareglum



Hagrænn ávinningur

Haglíkani því sem notað hefur verið til að reikna út hagnað af þorskveiðum svipar um margt til þess líkans sem vinnuhópurinn frá 1994 notaði. Tekjur eru áætlaðar með því að miða við að verðteygni eftirspurnar eftir þorski sé 10. Þessi forsenda felur það í sér að gert er ráð fyrir því að verð á þorski lækki þegar framboðið eykst. Verðlækkunin er þó ekki mikil, tæplega 7% þegar framboðið tvöfaldast, enda er framboð á þorski frá Íslandi einungis lítill hluti af heildarframboði á þorski í heiminum og enn minni hluti af hvítum botnfiski.

Í því líkani sem vinnuhópurinn frá 1994 notaði voru áætlaðar tekjur og kostnaður við veiðar og vinnsla á þorski, en hér er einungis miðað við tekjur af veiðum. Líkt og í líkani vinnuhópsins er gert ráð fyrir því að kostnaður við að veiða hvert tonn af þorski lækki mikið þegar stofninn stækkar. Það er þetta atriði, frekar en aukning afla, sem veldur því að hagnaður af þorskveiðum eykst mikið þegar stofninn stækkar. Hér er notast við sömu teygni (veldissamband) afla á sóknareiningu og stofnstærðar og var í líkani vinnuhópsins, eða 0,7. Þetta þýðir að afli á sóknareiningu er talinn aukast um 62% þegar stofninn tvöfaldast, en það jafngildir því að kostnaður við að veiða hvert tonn lækki um 38% þegar stofninn tvöfaldast. Nýlegar athuganir benda til að þessi teygni stofnstærðar sé á bilinu 0,8-0,9.¹² Ef miðað væri við hærri tölu mundi áætlaður hagnaður og áætlað verðmæti þorskstofnsins vera herra en hér er sýnt. Nokkur óvissa er um matið á þessari teygni og er talan 0,7 innan skekkjumarka.

Rétt er að benda á að í þeim útreikningum sem hér eru gerðir er ekki tekið tillit til atriða sem hafa áhrif á efnahagslegan ábata og kostnað vegna þorskveiðanna. Hér er t.d. ekki tekið tillit til þess að þegar stofninn stækkar þá veiðist meira af stærri fiski en mun herra verð fæst fyrir stóran fisk en lítinn á fiskmörkuðum. Þótt búast megi við að sá verðmunur muni minnka þegar stofninn stækkar og framboð á stórum fiski eykst, þá er sennilegt að verulegur munur verði áfram á verði stórs og lítils fisks. Ef tekið er tillit til þessa atriðis mundi efnahagslegur ábati af uppbyggingu þorskstofnsins mælast mun meiri en ella.

Annað atriði sem skiptir verulegu máli og er sleppt hér er að með stærri stofni verða tekjur og hagnaður ekki aðeins meiri, heldur einnig jafnari.¹³ Það felst nokkur ábati í því að þessar stærðir verða jafnari en ella, ekki einungis fyrir þá sem starfa í sjávarútvegi, heldur einnig fyrir þjóðarbúið í heild sinni. Á móti þessum atriðum kemur að sleppt hefur verið að reikna með kostnaði vegna minni veiða á rækju og loðnu, en þessar tegundir eru fæða þorsksins. Í áliti vinnuhópsins frá 1994 eru þessi áhrif metin. Þar er talið að þessir þættir hafa nokkur áhrif á þá aukningu tekna sem vænta má þegar þorskstofninn stækkar. Áhrif á hagnað og verðmæti stofnanna eru aftur á móti lítil.

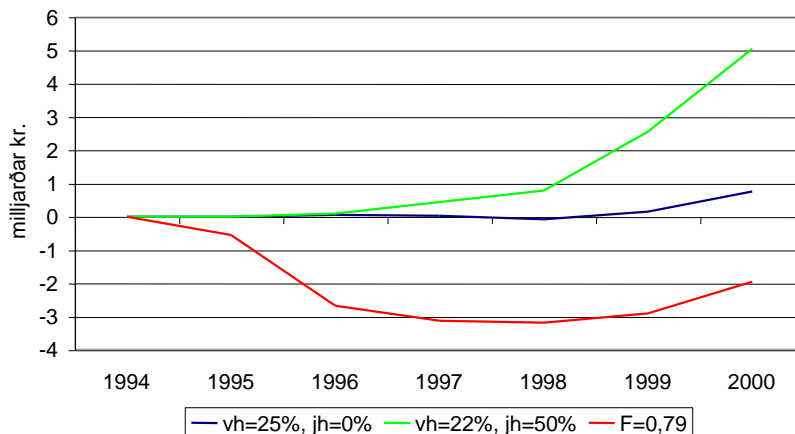
¹² Sjá viðauka um haglíkan hér fyrir aftan.

¹³ Sjá Baldursson, F.M. and Magnusson, G., Portfolio fishing, *Scandinavian Journal of Economics*, 99 (3): 389-403 (1997).

Myndir hér að framan af afla og fiskveiðidauða gefa hugmynd um hlutfallslega þróun tekna og gjalda með mismunandi forsendum. Á mynd 11 er tekið tillit til beggja þessara stærða og sýnd niðurstaða úr reikningum með einföldu haglíkani á því hvernig hagnaður af veiðunum hefði þróast í sömu tilvikum og sýnd eru á myndum 8 og 10. Eftirtektarvert er að viðmiðunarreglan ($F=0,79$) skilar verri niðurstöðu en önnur dæmi allt frá árinu 1996 og koma þar bæði til áhrif minni afla en í mörgum öðrum dæmum og stífari sóknar og meiri kostnaðar en í öllum öðrum dæmum. Hagnaðarferlar með öðrum aflareglum eru mjög svipaðir allt fram til 1998 þrátt fyrir nokkuð mismunandi afla og virðist t.d. minni kostnaður í framreikningum með tillögu vinnuhóps frá 1994 („vh=22%, jh=50%”) vega upp minni tekjur en þegar litið er til þeirrar aflareglu sem beitt var í raun. Árið 1999 gerir minni kostnaður betur en að vega upp minni tekjur og árin 2000 og 2001 eru tekjur meiri og kostnaður minni en með þeirri aflareglu sem beitt var.

Mynd 11. Hagnaður á einstökum árum með nokkrum aflareglum.

Frávik frá „Raun”



Á mynd 12 eru hagrænir útreikningar dregnir saman með núvirðisreikningum fyrir allar aflareglurnar, með og án matsskekkju.¹⁴ Niðurstöður eru settar fram sem frávik frá því sem varð í raun. Tekið er tillit til núvirts hagnaðar árin 1995-2000 og metins verðmætis stofnsins í árslok 2000.

Vert er að draga fram nokkur atriði sem koma fram á mynd 12:

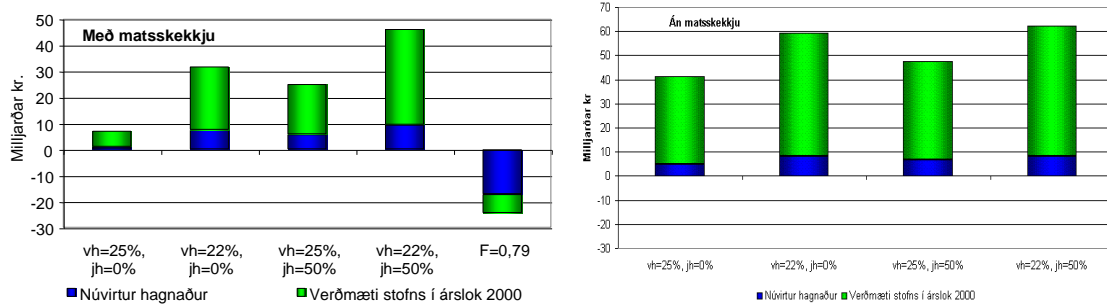
¹⁴ Reiknivextir eru 8%.

1. Þrátt fyrir að markmið þau um nýtingu stofnsins sem sett voru fram árið 1994 hafi ekki náðst varð hagrænn ávinningur af beitingu aflareglunnar um 24 milljarðar króna þegar miðað er við það hvernig stofninn var nýttur á árunum 1985-1992. Þar af eru 17 milljarðar vegna meiri hagnaðar en ella og 7 milljarðar vegna þess að stofninn var stærri og verðmætari í lok tímabilsins en annars hefði orðið.
2. Ef beitt hefði verið lægra aflahlutfalli og jöfnun af því tagi sem lögð var til í skýrslu vinnuhóps frá 1994 frá upphafi hefði líklega náðst enn betri árangur. Munurinn er metinn á um 46 milljarða króna. Þar af eru um 9 milljarðar vegna meiri hagnaðar á árunum 1995-2000 og 37 milljarðar vegna stærri stofns í lok tímabilsins.

Eins og búast má við eru niðurstöður úr dæmum þar sem ekki er reiknað með neinni matskekkju hagstæðari en niðurstöður úr dæmum þar sem gert er ráð fyrir matskekkju. Munurinn er þó tiltölulega lítill þegar horft er á núvirtan hagnað árána 1995-2000. Áætlað er að ef sú aflaregla sem lögð var til í skýrslu vinnuhóps frá 1994 hefði verið beitt og engin matskekkja komið til, hefði núvirtur hagnaður verið 8 milljörðum meiri en raun var á þessu tímabili. Ef tekið er tillit til matskekkjunnar þá hefði munurinn verið 9 milljarðar. Ávinningurinn af stærri og verðmætari stofni yfirgnæfir hins vegar þennan mun. Ef ekki er reiknað með matskekkju hefði veiðistofninn verið 67% stærri en raun varð í árslok ársins 2000. Í verðmætum talið munar þarna 54 milljörðum. Ef reiknað er með matskekkju þá hefði aflfi upp á 22% af mældum veiðistofni og með 50% jöfnun leitt til þess að stofninn í árslok 2000 hefði verið 33% stærri en raun varð og 37 milljörðum verðmætari.

Mynd 12. Núvirtur hagnaður og verðmæti stofns í árslok.

Niðurstöður eru sýndar sem frávik frá „Raun”



Óvissa

Í öllum reiknilíkönum af náttúrulegum dýrastofnum er nokkur óvissa. Slík óvissa getur verið af mismunandi toga en er oftast skipt í tvennt, óvissu vegna utanaðkomandi aðstæðna sem ekki er vitað um eða unnt að spá (breytileiki í hegðun náttúrunnar eða „ferilskekkja”) og óvissu sem felst í því að ekki er unnt að mæla hluti með nægilegri nákvæmni („mæliskekkja”). Hluti af mæliskekkjunni er einnig svokölluð „líkanskekkja”, sem stafar að því að reiknilíkönin eru aldrei alveg rétt.

Þeir reikningar sem hér eru sýndir eru vitanlega einnig háðir óvissu. Hér eru bornir saman mismunandi möguleikar við að nýta fiskistofn. Aðeins einn þeirra var sannreyndur og því hefur ekki reynt á hvað hefði gerst í raun ef aðrir möguleikar hefðu verið reyndir. Meðal mikilvægra óvissuþátta eru nýliðunin, en alls ekki er ljóst hver nýliðunin hefði orðið ef stofninum hefði verið leyft að stækka hraðar með lægra veiðihlutfalli. Sú aðferð sem er notuð hér er þó líkleg til að skila heldur minni nýliðun en hefði orðið í reynd.

Því næst má líta á forsendur um meðalþyngd, þ.e. að þær hefðu haldist óbreyttar með stærri stofni. Sést hefur að samband stofnstærðar og meðalþyngdar er afar veikt og raunar virðist stofnstærð útskýra um eða innan við 1% af breytileika í meðalþyngd (Gunnar Stefánsson o.fl., 1998).

Þá kemur að náttúrulegum afföllum, en hér hefur verið reiknað með að þau hefðu ekkert breyst þótt veiðihlutfall hefði breyst. Ekki verður séð að náttúruleg afföll séu mjög breytileg á eldri fiski og því er ekki tekin afstaða til þessarar forsendu hér. Hitt er þó

vitað, að punktmát á náttúrulegum afföllum með þeim gögnum sem hefur verið safnað á undanförunum áratugum er yfirleitt lægra en það gildi (0,2) sem oftast er notað og því eru niðurstöður hér varðandi viðbótarhagnað af friðun fisks ekki bjartsýnar hvað þennan þátt varðar.

Að lokum hefur verið reiknað með því að skekkja sú, sem kemur fram í árlegu stofnmati, hefði orðið óbreytt. Erfitt er að sjá, hvað hefði átt að breyta þeirri forsendu, eða á hvaða veg breytt nýtingarstefna myndi breyta stofnmatinu sjálfu, hvað varðar frávik frá rétttri stofnstærð.

Af ofangreindu má því ætla að óvissa sú sem stafar af náttúrulegum breytileika (ferilskekkju) hafi ekki áhrif í þá átt að breyta niðurstöðum þessarar skýrslu.

Árlegur breytileiki í nýliðun er gott dæmi um ferilskekkju, því mestallur breytileiki í nýliðun verður ekki skýrður með þekktum stærðum og fellur því undir almenna óvissu. Sá hluti nýliðunar sem þó verður útskýrður með stofnstærð hefur hins vegar mikil áhrif á val á nýtingarstefnu. Í fyrri skýrslum var yfirleitt reiknað með að mæliskekkjur væru óháðar frá ári til árs, en reynsla undanfarins áratugar bendir til þess að sú forsenda sé ekki nægilega traust.

Þegar útreikningar „án skekkju” eru settir fram hér er reiknað með því að Hafrannsóknastofnunin hefði náð nákvæmlega réttu stofnmati á hverjum tíma og með „réttu” er átt við mat, sem er í samræmi við þær upplýsingar sem nú liggja fyrir. Sá munur sem kemur fram við samanburð á reikningum „án skekkju” og „með skekkju” er aldrei undir 16 milljörðum króna og yfirleitt miklu meiri. Mæliskekkjan er því afar mikilvæg og umtalsvert í húfi að ná sem nákvæmustu mati á hverjum tíma.

Áreiðanleiki

Eins og fram kemur hér á undan eru augljóslega nokkrir óvissuþættir við útreikninga á hagrænum afleiðingum þeirrar fiskveiðistjórnunar sem viðhöfð hefur verið. Óvissa ríkir einnig um samanburð mismunandi aðferða, en eins og fram kemur eru flestir óvissuþættir á þann veg að þeir leiða til vanmats á viðbótarhagnaði við að draga frekar úr sókn.

Í ljósi þeirra óvissuþátta sem eru ætíð til staðar þegar nýta skal villta dýrastofna er nauðsynlegt að hafa í huga að útreikninga á að nota sem leiðbeinandi tól við ákvarðanatöku fremur en beinharða fjárhagsáætlun.

Þannig má ljóst vera, að ef fram kemur 20 milljarða króna munur á tveimur aðferðum við að nýta stofn, þá er óhætt að nota þá niðurstöðu sem sterka vísbendingu um að mismunurinn hafi rétt formerki og að betur hefði gengið með þeirri nýtingarstefnu sem bendir til meiri hagnaðar. Flestar forsendur sem hér hafa verið notaðar eru í þá átt að búast má við að auknar friðunaraðgerðir hefðu skilað enn meiri tekjumun en hér hefur fengist. Í ljósi þessa verður niðurstaðan um „formerkið” eða stefnuna þeim mun áreiðanlegri.

Stofnmats- og framreikniaðferðir

Aðferðafræði við stofnstærðarmat og spár um þróun stofns og afla hafa þróast mikið undanfarin 10 ár eða síðan vinnuhópur um nýtingu fiskistofna vann sínar skýrslur á árunum 1993-1994.

Má fyrst nefna aðferðir tímaraðagreiningar þar sem fiskveiðidauði er settur fram sem tímaraðir. Slíkar aðferðir hafa þróast mikið á þessum tíma og leiða til nokkuð annarrar hugsunar en þegar slíkir stuðlar eru meðhöndlaðir eins og óþekktar tölur. Slíkar aðferðir við stofnstærðarmat hafa verið þróaðar víða um heim og eru oft fastur hluti af stofnmatsaðferðum (Guðmundur Guðmundsson, 1994; Gavaris og Ianelli, 2001).

Kannanir hafa einnig farið fram á eiginleikum gagna þeirra sem safnað er. Ber fyrst að nefna, að fjöldi fiska í stofnmælingum hefur flókna eiginleika, en þeir hafa þó verið þekktir nokkuð lengi (frá t.d. Pennington, 1983) og tillit hefur verið tekið til þess breytileika að nokkru leyti (Gavaris, 1991 og Guðmundur Guðmundsson, 1994). Þó virðist nokkuð ljóst að ein afleiðing staðbundinnar hegðunar fisksins er sú, að gögnin eru heldur flóknari en áður hefur verið talið og má nefna að samfylgni í magni aðliggjandi aldursflokka á svipuðum slóðum gerir greiningar heldur erfiðari (Myers og Cadigan, 1993), en þessi áhrif eru náskyld áhrifum breytinga á veiðanleika.

Á síðustu árum hafa eiginleikar lengdarmælinga verið rannsakaðir, þ.e. sýnatöku sem gefur fjölda fiska í hverjum lengdarflokki. Í ljós kemur að hefðbundnar forsendur (um fjölkostadreifingu) gilda engan veginn um þessi gögn (Birgir Hrafnkelsson og Gunnar Stefánsson, 2002). Þetta er raunar augljóst því velþekkt er að smáfiskur heldur sig ekki á sama svæði og stór fiskur og fiskar af svipaðri stærð eru frekar saman í sýni en fiskar af ólíkri stærð. Hér er um fyrirbæri að ræða sem er einnig skylt veiðanleikabreytingum og samfylgni í magni sem veiðist af aðliggjandi aldursflokkum. Í ljós kemur að áhrif af því að reikna með röngum forsendum á eðli gagnanna geta verið umtalsverð. Í hefðbundinni tölfræði er þekkt að rangar forsendur um líkindadreifingu gagna eru oft léttvægar, en hvað fiskifræðileg gögn varðar virðast þessar forsendur geta skipt höfuðmáli (Gunnar Stefánsson, 1998).

Í gegnum tíðina hefur verið notast við föst náttúruleg afföll nema þegar tillit er tekið til afráns. Á nokkrum undanförunum árum hafa þróast aðferðir þar sem reiknað er með óvissu í náttúrulegum afföllum og virðast áhrif þess vera umtalsverð (sbr. Patterson o.fl., 2001). Þannig hefur komið í ljós að bætta aðferðir við óvissumat eða mat á eiginleikum gagnanna hefur talsverð áhrif á niðurstöður. Sérílagi virðast sk. „Bayesískar“ og „bootstrap“ aðferðir leiða til mun áreiðanlegri öryggismarka en áður hafa fengist (Gavaris o.fl., 2000).

Við þróun aflareglu fyrir þorsk á Íslandsmiðum á árunum 1993-1994 voru fyrst notuð eins-stofns líkön og síðan einföld fjölstofnalíkön. Þótt þessi líkön tækju vissulega tillit til óvissu voru þau ekki tölfræðileg og höfðu ekki svæðisskiptingu. Af því leiddi í fyrsta lagi að ekki var unnt að sjá fyrir nákvæmlega hver áhrifin af afráni þorsks á rækju yrðu, enda kom í ljós að afránið leiddi ekki til hægfara minnkunar rækjustofns eins og spáð var, heldur skyndilegs hruns þegar þorskur leitaði inn á útbreiðslusvæði rækjunnar. Í öðru lagi leiddi skortur á tölfræðilegum aðferðum til þess að ekki var leiðrétt fyrir bjögun í stofnmati (með sk. „bias-correction“) og ekki var heldur tekið á samhæfðan hátt tillit til allra óvissuþátta (náttúruleg afföll meðtalin).

Hér að ofan er aðeins fjallað um sjálf reiknilíkönin, en ekki hefur verið minnst á auknar rannsóknir á lífríkinu. Svo virðist sem umtalsverður ávinningur geti verið af því að auka rannsóknir og fá á þann hátt nákvæmara stofnmat. Þó ber að hafa í huga, að ná mætti langt með breytta aflareglu, sem betur tæki tillit til óvissunnar (veiddi þannig lægra hlutfall en hingað til hefur verið nefnt).

Heimildir

Anon. 1993. Hagkvæm nýting fiskistofna (áfangaskýrsla). Vinnuhópur um nýtingu fiskistofna. Reykjavík. 35 bls.

Anon. 1994. Hagkvæm nýting fiskistofna. Vinnuhópur um nýtingu fiskistofna. Reykjavík. 35 bls.

Birgir Hrafnkelsson og Gunnar Stefánsson. 2002. Analysis of categorical length data from groundfish surveys. In Anon. 2002. Development of structurally detailed statistically testable models of marine populations(dst2). QLK5-CT1999-01609. Progress report for 1. January 2001 to 31 December 2001. MRI Tech. Report 87.

Gavaris, S. 1991. Experience with the Adaptive Framework as a Calibration Tool for Finfish Stock Assessments in CAFSAC. ICES C.M.1991/D:19, Sess. U.

Gavaris, S., K. R. Patterson, C. D. Darby, P. Lewy, B. Mesnil, A. E. Punt, R. M. Cook, L. T. Kell, C. M. O'Brien, V. R. Restrepo, D. W. Skagen, and G. Stefánsson (2000). Comparison of Uncertainty Estimates in the Short Term Using Real Data. CM 2000/V:03.

Gavaris, S. and Ianelli, J.N. 2001. Statistical Issues in Fisheries Stock Assessment. Scand. J. Statist. (submitted).

Guðmundur Guðmundsson. 1994. Time Series Analysis of Catch-at-age Observation *Appl. Statist.* 43, No. 1: 177-126 1301.

Gunnar Stefánsson. 1998. Comparing different information sources in a multispecies context. Fishery Stock Assessment Models. Alaska Sea Grant College Program. AK-SG-98-01: 741-758.

Gunnar Stefánsson, Unnur Skúladóttir og Björn Ævarr Steinarsson. 1998. Aspects of the ecology of a Boreal system. *ICES J. Mar. Sci.* 55(5): 859-862.

Patterson, K., Cook, R., Darby, C, Gavaris, S., Kell, L., Lewy, P, Mesnil, B., Punt, A., Restrepo, V., Skagen, D. W. og Gunnar Stefánsson. 2001. Estimating uncertainty in fish stock assessment and forecasting. *Fish and fisheries*, 2: 125-157.

Pennington, M. 1983. Efficient Estimators of Abundance, for Fish and Plankton Surveys. *Biometrics* 39: 281-286.

R.A. Myers og N.G. Cadigan. 1993. Analysis of catch at age data with correlated survey errors and variable natural mortality Serial No. N2220 NAFO SCR Doc. 93/40 1063.

R.A. Myers og N.G. Cadigan. 1993. Analysis of catch at age data with correlated survey errors and variable natural mortality Serial No. N2220 NAFO SCR Doc. 93/40 1063.

Porkell Helgason og Kenward, M. 1985. Estimation of Fishing Power with Relation to Exploited Biomass. ICES, Council Meeting, D:7.

Viðauki 1. Haglíkan

Eftirfarandi jafna er notuð til að spá um verð (p_t) á tímabili t :

$$p_t = p_0 \left(\frac{q_t}{q_0} \right)^{-1/\varepsilon} \quad (\text{V1})$$

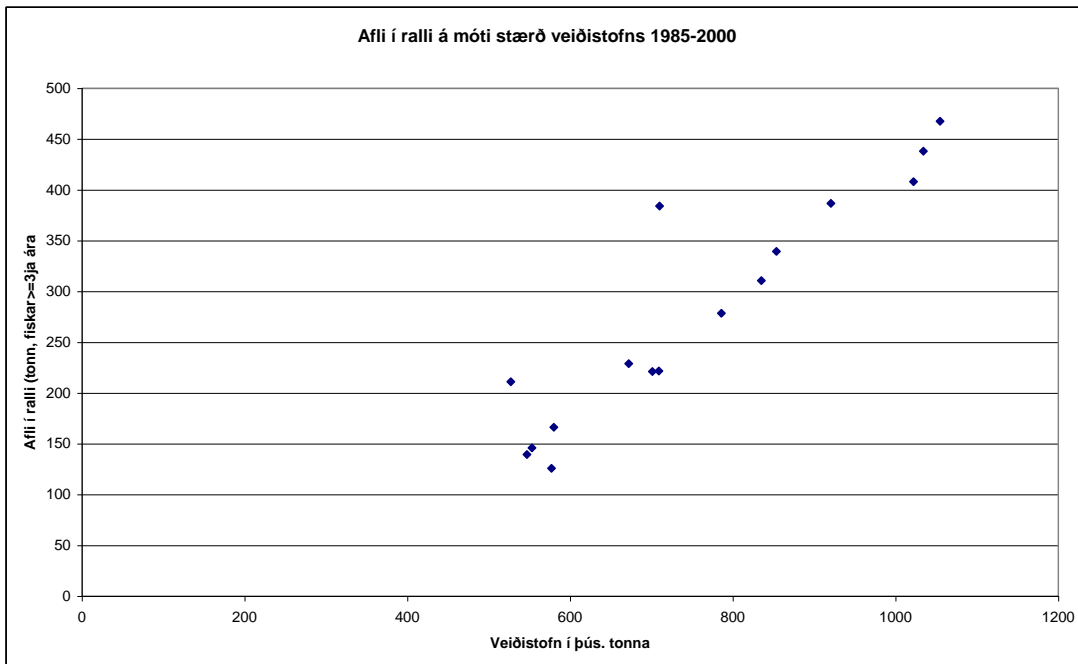
p_0 er verð á tímabili 0, q_t er afli á tímabili t , q_0 er afli á tímabili 0 og ε er verðteygni fyrir íslenskan þorsk. Þessi verðteygni áætluð 10.

Kostnaður við veiðar á tímabili t (K_t) er áætlaður með jöfnunni:

$$K_t = K_0 \frac{q_t}{q_0} \left(\frac{B_t}{B_0} \right)^{-\gamma} \quad (\text{V2})$$

K_0 er kostnaður við veiðarnar á tímabili 0, B_t er stærð stofnsins á tímabili t og B_0 er stærð stofnsins á tímabili 0. γ er stuðull sem sýnir teygni afla á sóknareiningu á móti stofnstærð. Í áliti vinnuhópsins frá 1994 var B_t látinn vera stærð veiðistofns þar sem þyngd einstakra árganga er vegin með veiðanleika árganganna og $\gamma=0,7$. Þessi stuðull byggði lauslega á Helgason, Th. og Kenward, M, Estimation of Fishing Power with Relation to Exploited Biomass. *ICES, Council Meeting, D:7*, 1985. Gögn sem sýnd eru í mynd V1 bendir til þess að þessi stuðull gildi í dag. Myndin sýnir stærð veiðistofn þorsks (fjögurra ára fiskur og eldri) og afla á togtíma í ralli á tímabilinu frá 1985 til 2000.

Mynd V1. Afli í ralli á móti stærð veiðistofns 1985-2000



Ef tölurnar eru settar á lógaríðmískt form og aðfallslína, sem er þvinguð í gegnum skurðpunkt ásanna, metin, fæst hallatala upp á rúmlega 0,8. Ef miðað er við veiðistofn þar sem árgangarnir eru vegnir með veiðanleika þeirra verður hallatalan heldur hærri. Staðalfrávik matsins á hallatölunni verður einnig stærra.

Í þessari skýrslu er áætlað að $\gamma = 0,7$ eins og í skýrslu vinnuhópsins frá 1994. Tölur úr rallinu sem sýndar eru í mynd V1 benda til þess að þessi tala kunni að vera í lægra lagi, þótt hún sé innan skekkjumarka. Rétt er þó að geta þess að hluti af kostnaði við veiðarnar tengjast magni aflans frekar en veiðanleikanum, t.d. flutningur aflans af veiðistað og í land og kostnaður við löndun.

Viðauki 2. Þorskveiðar á fimm hafsvæðum á Norður-Atlantshafi

Ekki verður hjá komist að líta til annarra hafsvæða þegar árangur af stjórn þorskveiða við Ísland er til umræðu. Hér á eftir er rakin í stuttu máli þróun þorskveiða, ástand stofna þorsks og stjórn þeirra á undanförunum árum á fjórum svæðum við Norður-Atlantshaf, þ.e. í Kanada, við Færeyjar, í Barentshafi og Norðursjó, auk Íslands til samanburðar.

Misjafnt er hvert ferli rannsókna, ráðgjafar og veiðistjórnar er á þessum hafsvæðum. Kanadamenn annast sínar fiskirannsóknir, en ráðgjöf og veiðistjórn er á vettvangi Norðvestur-Atlantshafs fiskveiðinefndarinnar (NAFO). Færeyingar kynna rannsóknir sínar í lögsögunni á vettvangi Alþjóðahafrannsóknaráðsins (ICES) og þar er mótuð ráðgjöf til landsstjórnarinnar, sem tekur ákvörðun í kjölfarið. Rússar og Norðmenn stunda rannsóknir á þorski í Barentshafi og þiggja ráðgjöf ICES um hæfilegan afla, en ákvörðun þar um er tekin af Norsk-rússneska fiskveiðiráðinu. Fiskveiðiþjóðir við Norðursjó annast rannsóknir á þorski og þiggja ráðgjöf frá ICES, að undangengnum samningum aðildarlanda ESB er ákvörðun um aflaheimildir á hendi framkvæmdastjórnarinnar í Brussel. Við Ísland byggist veiðiráðgjöfin á aflareglu, en fyrir hina stofnana sem fjallað er um hér hefur ráðgjöf ICES og NAFO á síðari árum byggst á varúðarnálgun (precautionary approach).

Þorskur við Ísland

Afli

Á árunum 1955-1960 var aflinn úr þessum stofni á bilinu 450-540 þús. tonn. Á sjöunda og áttunda áratugnum var aflinn á bilinu 330 til 470 þús. tonn og sveiflaðist hann nokkuð í takt við nýliðun og göngur frá Grænlandi. Vegna ofveiði og slakrar nýliðunar reyndist nauðsynlegt að draga úr veiðum og varð aflinn af þeim sökum minnstur árið 1995, aðeins 169 þús. tonn.

Ástand stofnsins

Veiðidauði (F) meir en þrefaldaðist úr $F=0,25$ árið 1956 í $F=0,8$ árið 1975. Allverulega dró úr sókninni við brotthvarf útlendinga af miðunum árið 1977 og fór í $F=0,43$ árið 1979. Á næstu árum jókst veiðidauðinn á ný og náði hámarki $F=0,96$ árið 1988. Sókn

hélst mikil fram til ársins 1994. Með tilkomu aflareglunnar 1995 dró frekar úr sókn, en á síðari árum hefur hún reynst meiri en gert var ráð fyrir vegna ofmats á stofnstærð á árununum 1998-2000.

Veiðistjórn

Sókn minnkaði við brotthvarf útlendinga af Íslandsmiðum í kjölfar útfærslu landhelginnar í 200 sjómílur árið 1975. Möskvi var stækkaður í botnvörpu og dragnót 1977 og komið á fót skyndilokunarkerfi til verndar smáfiski. Þrátt fyrir þetta fór sóknin vaxandi þar sem íslenski fiskiskipastóllinn stækkaði hratt á þessum árum. Aflamarkskerfi sem náði til stærsta hluta flotans var komið á árið 1984. Víðtækum svæðalokunum á uppeldsslóð var komið á árið 1993 og aflaregla var sett á þorsk 1995. Árið 2000 var sett 30 þús. tonna sveiflujöfnun á aflaregluna. Aðrar stjórnunaraðgerðir eru reglur um lágmarksmöskvastærð, notkun skilja, lágmarksstærð sem landa má, svæðalokanir á uppeldis- og hrygningarstöðvum, leyfileg undirmálsprósenta og afladagbókarskylda.

Tafla 1. Tillögur um aflahámark, heildaraflamark og afli

Ár	Ráðgjöf	Aflamark	Afli
1984	200	242	283
1985	200	263	326
1986	300	300	369
1987	300	330	392
1988	300	350	378
1989	300	325	356
1990	250	300	335
1991 ¹⁾	240	245	244
1991/92 ²⁾	250	265	274
1992/93 ²⁾	190	205	241
1993/94 ²⁾	150	165	197
1994/95 ²⁾	130	155	165
1995/96 ²⁾	Aflaregla	155 ³⁾	170
1996/97 ²⁾	Aflaregla	186 ³⁾	202
1997/98 ²⁾	Aflaregla	218 ³⁾	227
1998/99 ²⁾	Aflaregla	250 ³⁾	254
1999/00 ²⁾	Aflaregla	250 ³⁾	257
2000/01 ²⁾	Aflaregla	220 ⁴⁾	221
2001/02 ²⁾	Aflaregla	190 ⁴⁾	

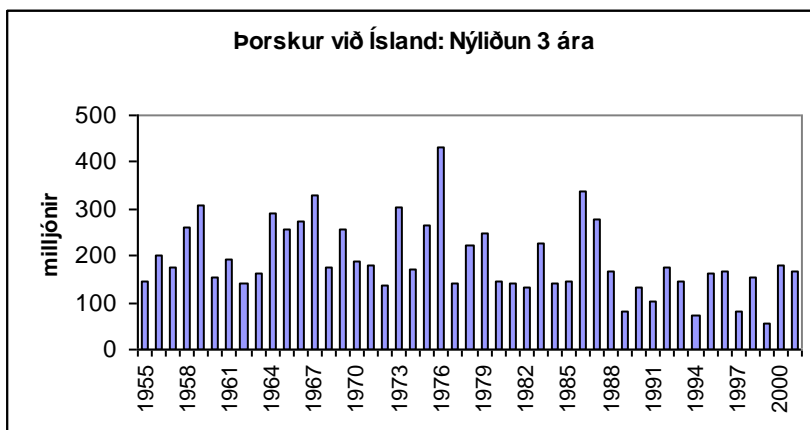
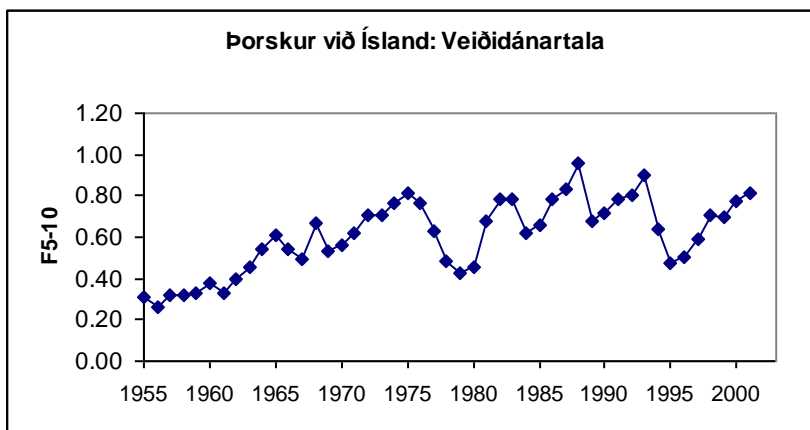
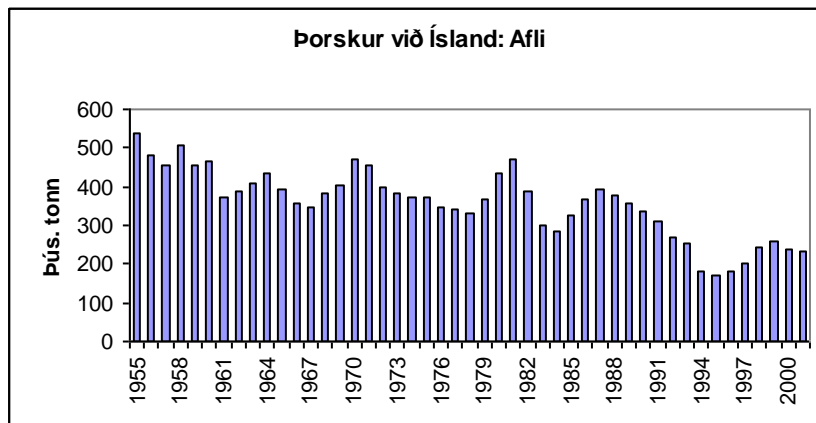
1) Janúar- ágúst 1991.

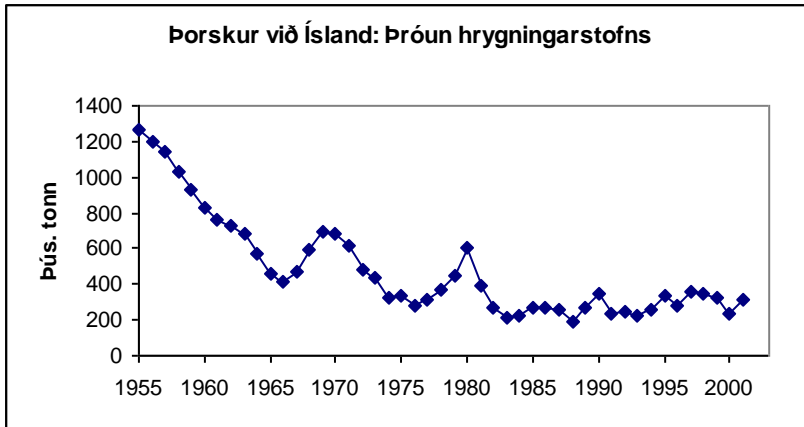
2) Fiskveiðiárið september-ágúst.

3) Samkvæmt aflareglu.

4) Samkvæmt endurskoðaðri aflareglu.

Mynd 13. Þorsstofninn við Ísland





Labradorþorskur, norðurþorskur Kanada

Afli

Á sjöunda áratugnum var aflinn úr þessum stofni oftast yfir hálfri milljón tonna á ári. Mestur varð aflinn árið 1968 í kjölfar góðrar nýliðunar árganganna frá árunum 1961-1963 rúm 800 þús. tonn. Afli minnkaði verulega næstu ár og var kominn í rúm 200 þús. tonn árið 1976. Eftir það takmarkaðist aflinn að mestu við úthlutun aflamarks. Á miðju ári 1992 var ástand stofnsins metið svo slæmt að sett var veiðibann og hefur það verið í gildi síðan.

Ástand stofnsins

Veiðidauði (F) fór smám saman vaxandi í þessum stofni ár frá ári eða úr $F=0,2$ árið 1962 í $F=0,85$ árið 1976. Á sama tíma minnkaði hrygningarstofninn úr 1,5 millj. tonna í 150 þús. tonn. Skýringar voru miklar veiðar og léleg nýliðun um og eftir 1970. Þegar hér var komið sögu voru veiðar miðaðar við kjörsókn til að hindra frekari hnignun stofnsins. Talsverð minnkun sóknar varð næstu árin, en markmiðið um kjörsókn náðist aldrei, þar sem veiðidauði reyndist talsvert vanmetinn og stofnstærð, ekki síst nýliðun, var ofmetin. Lægst komst veiðidauðinn í $F=0,3$ á árunum 1981-1982, en fór svo vaxandi á ný.

Hrygningarstofn réttist nokkuð við í kjölfarið og komst í 400 þús. tonn á árunum 1982-1985.

Á ný fór að halla undan fæti, bæði vegna ört vaxandi sóknar og lakari nýliðunar, en sókn var vanmetin og nýliðun var ofmetin í úttektum á sínum tíma þannig að ráðlagt aflamark reyndist of hátt. Í kjölfarið rauk veiðidauði upp og stofninn hrundi eins og áður segir.

Brottkast er líka talið hafa verið hluti vandans. Um þetta leyti versnuðu umhverfisskilyrði, mikil kólnun, lækkun meðalþyngdar og meiri náttúruleg afföll í kjölfarið. Þrátt fyrir veiðibann hefur stofninn lítið rétt sig við. Meðalþyngd hefur þó aukist á ný, en helsta skilyrði þess að stofninn taki við sér er að nýliðun batni. Talið er að stórir selastofnar eigi hlut að máli í meiri náttúrulegum afföllum og hægfara endurreisn stofnsins.

Veiðistjórn

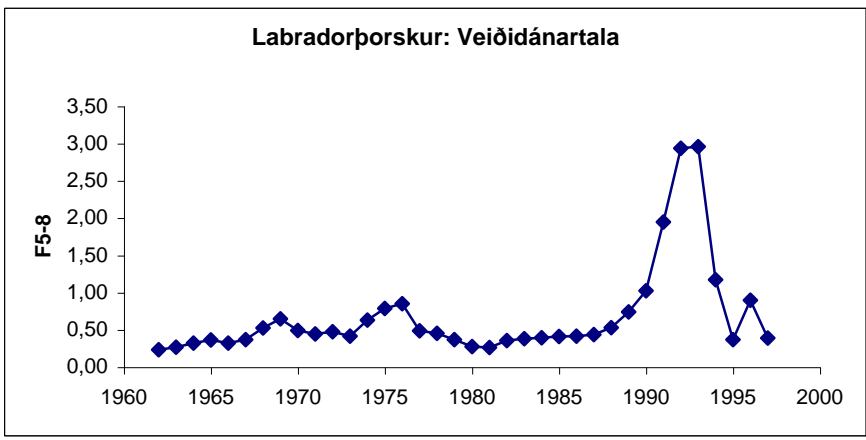
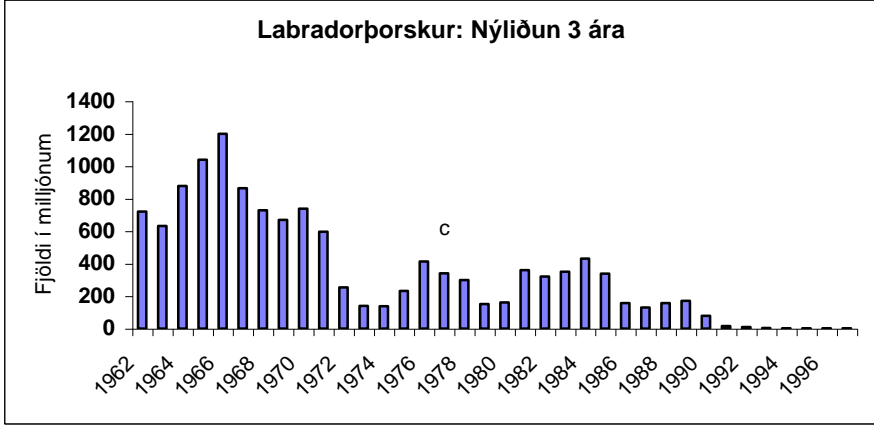
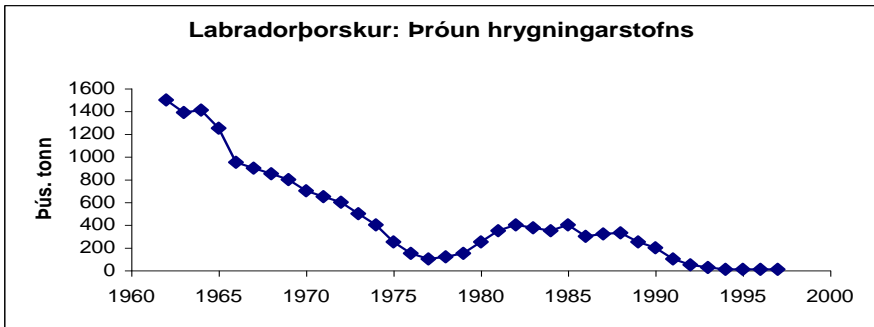
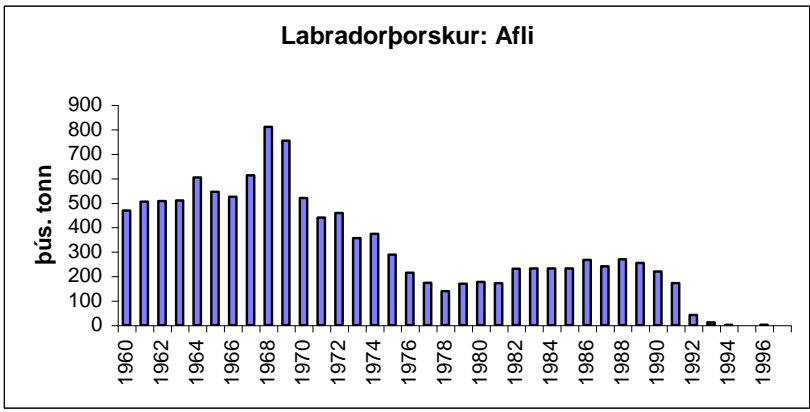
Á árunum 1973-1975 voru tillögur ICNAF (síðar NAFO) um aflu það rúmar að þær takmörkuðu ekki heildaraflann. Árið 1977 er hins vegar farið að miða veiðiráðgjöfina við kjörsókn en vegna vanmats á sókn og ofmats á stofni náðist þetta markmið ekki. Árið 1992 varð að hætta veiðum og var komið á þorskveiðibanni í júlí 1992.

Tafla 2. Þorskur við Labrador. Tillögur NAFO (áður ICNAF) um aflahámark og afli (þús. tonn)

Ár	Ráðgjöf	Afli
1977	160	173
1978	135	139
1979	180	169
1980	180	176
1981	200	171
1982	230	230
1983	260	232
1984	266	232
1985	266	231
1986	266	267
1987	256	240
1988	266	269
1989	235	254
1990	199	219
1991	190	172
1992	120*	41

* Veiðibann sett í júlí 1992

Mynd 14. Þorskstofninn við Labrador, norður-Kanada



Færeyjaborskur

Afli

Á árunum 1961-1974 var aflinn við Færeyjar á bilinu 20-30 þús. tonn. Samfara aukinni sókn fór aflinn yfir 40 þús. tonn árin 1976-1979, en minnkaði niður undir 20 þús. tonn árið 1982 þar sem lakari árgangar komu í stofninn á þessum árum. Afli komst aftur í 40 þús. tonn á árunum 1985-1988. Afli minnkaði hratt á næstu árum og var kominn í aðeins 6 þús. tonn árið 1993. Nýju hámarki, rúm 40 þús. tonn, var náð árið 1996 þegar stóri árgangurinn frá 1993 bættist í veiðistofninn.

Ástand stofnsins

Veiðidauði (F) lækkaði um helming eða úr $F=0,6$ í $F=0,3$ á árabilinu 1961-1973. Á næstu árum hækkaði veiðidauðinn á ný og náði hámarki $F=0,8$, árið 1989. Næstu ár dró mikið úr sókninni og var veiðidánartalan komin í 0,2 árin 1993/94. Hrygningarstofninn komst í sögulegt hámark árið 1976 um 120 þús. tonn en fór svo smám saman minnkandi og var kominn í lágmark, um 20 þús. tonn, árið 1992. Hrygningarstofn var í ársbyrjun 2001 áætlaður um 60 þús. tonn.

Afli við Færeyjar var oft umfram ráðgjöf ICES á árum áður enda voru þá engar hömlur á veiðunum. Á árunum 1990-1992 var ráðgjöf ICES hins vegar talsvert hærri en sá afli sem veiddist, þar sem stofnstærðin hafði verið verulega ofmetin. Veiðidánartala árið 2001 var talin of há miðað við forsendur varúðarleidarinnar.

Veiðistjórn

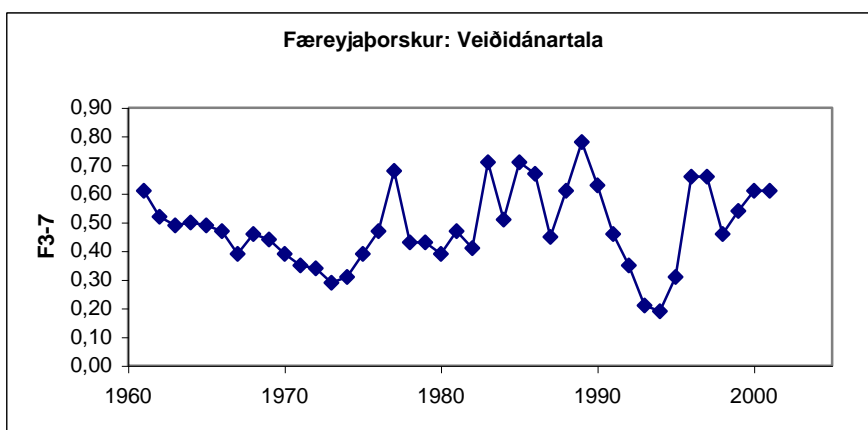
ICES lagði til veiðibann árin 1993-1995 og lagði til að sókn yrði takmörkuð eins og framast væri kostur árið 1995. Aflamarkskerfi var komið á árið 1994 en breytt yfir í sóknarmarkskerfi um mitt ár 1996. Mikilvægar stjórnunaraðgerðir eru svæðalokanir á uppeldis- og hrygningarstöðvum en einnig er um að ræða lágmarksmöskvastærð, notkun skilja, lágmarksstærð sem landa má, skyndilokanir og afladagbókarskyldu.

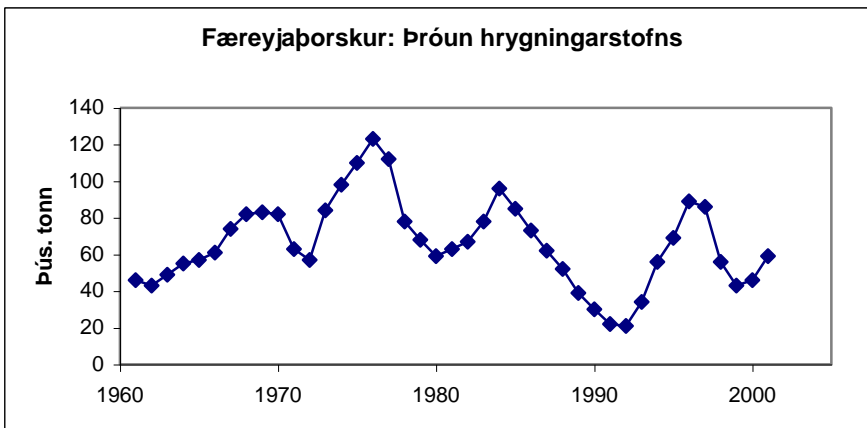
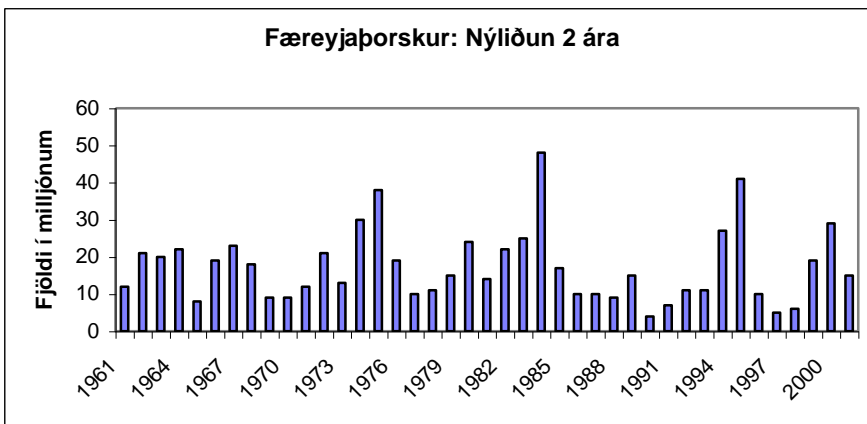
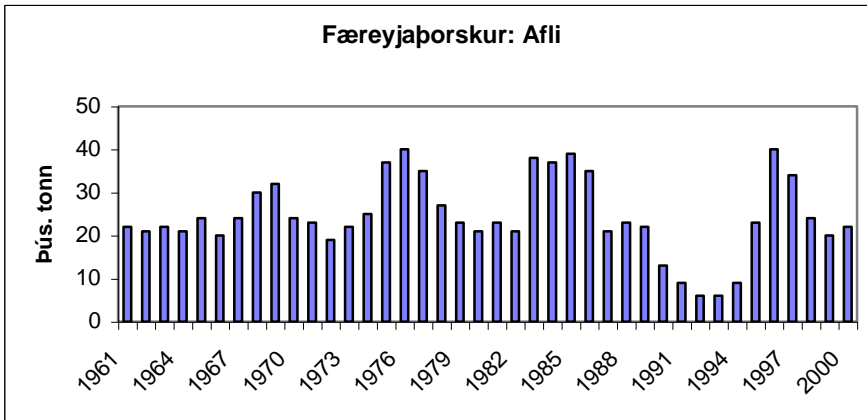
Í ráðgjöf ICES er bent á að í sóknarmarkskerfi muni tæknibreytingar, sem leiða til aukins afla á sóknareiningu, auka veiðidauðann, nema að úthaldsdögum flotans eða skipum verði fækkað að sama skapi á móti.

Tafla 3. Færeyjar. Tillögur ICES um aflahámark, heildaraflamark og afli (þús. tonn)

Ár	Ráðgjöf	Aflamark	Afli
1985	23		39
1986	22		39
1987	31		21
1988	23		23
1989	19		22
1990	20		14
1991	16		9
1992	20		6
1993	0		6
1994	0	12.5	9
1995	0	20	23
1996	-	-	40
1997	24	-	34
1998	-		24
1999	19		20
2000	20		23

Mynd 15. Þorskstofninn við Færeyjar





Barentshafsporskur

Afli

Porskveiðar í Barentshafi hafa oftast numið hundruðum þúsunda tonna ári. Mestur varð aflinn árið 1956, 1350 þús. tonn, en það var í kjölfar góðrar nýliðunar árganganna 1948-1950. Aflatoppar hafa nær oftast fylgt í kjölfar góðrar nýliðunar, t.d. á árunum 1968-1969 þegar árgangarnir frá 1963 og 1964 voru uppistaðan í aflanum. Afli fór svo verulega minnkandi eftir árið 1978 þrátt fyrir aukna sókn og var kominn niður fyrir 300 þús. tonn árið 1984. Eftir nokkur sæmileg ár náðu veiðarnar aftur lágmarki árið 1990, 212 þús. tonn, en síðan hafa veiðarnar lengst af verið á bilinu 500-750 þús. tonn.

Ástand stofnsins

Veiðidauði (F) fór vaxandi úr $F=0,2$ árið 1946 í $F=1,0$ árið 1988. Á sama tíma minnkaði stofninn úr 4 millj. tonna í um 1 milljón tonna og hrygningarstofn var kominn niður undir 100 þús. tonn. Mikilvæg ástæða þessarar válegu þróunar voru óhagstæð umhverfisskilyrði, lækkun meðalþyngdar og hrun loðnustofnsins en miklar veiðar vógu þó án efa afar þungt.

Þegar hér var komið sögu var gripið til róttækra ráðstafana til að hindra frekari hnignun stofnsins. Var verulega dregið úr sókn næstu ár og fór veiðidánartalan (F) niður í 0,3 árin 1991 og 1992. Hrygningarstofninn réttist verulega við í kjölfarið en einnig kom til betri nýliðun, meðalþyngd hækkaði, m.a. vegna stækkandi loðnustofns. Veiðidauði jókst hins vegar hratt aftur á síðasta áratug þar sem veitt var langt umfram ráðgjöf. Ennfremur reyndist ráðgjöf of há þar sem áhrif hruns loðnustofns voru vanmetin. Afleiðingarnar af því voru aukið sjálfrán og árgangar skiluðu sér ekki í eins miklum mæli í stofninn eins og áður hafði verið reiknað með. Árið 2001 var stofnstærðin aftur komin niður í 1 milljón tonna og hrygningarstofn í 220 þús. tonn.

Veiðistjórn

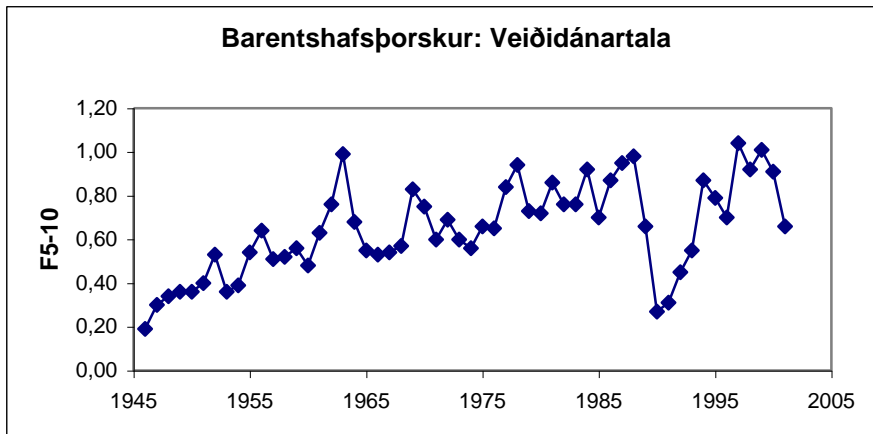
Aflamark á þorsk í Barentshafi kom fyrst til sögunnar árið 1978, þegar kvóti var settur á togara. Heildaraflamark á allar veiðar kom fyrst til árið 1989. Aðrar stjórnunaraðgerðir eru reglur um lágmarksmöskvastærð, notkun skilja, lágmarksstærð sem landa má,

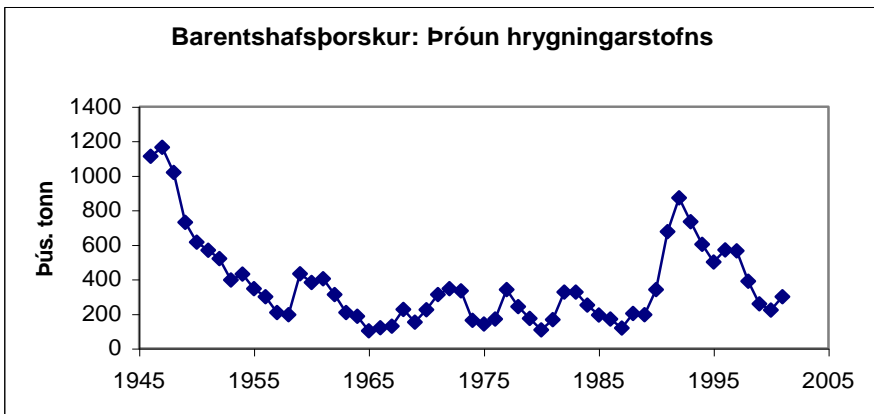
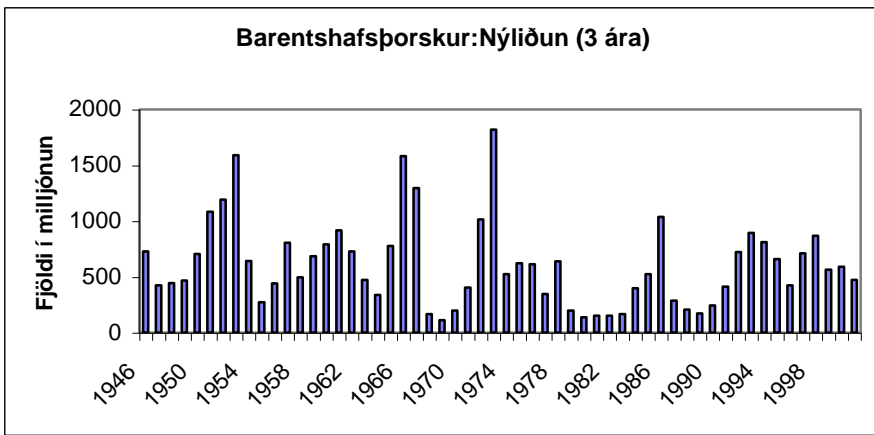
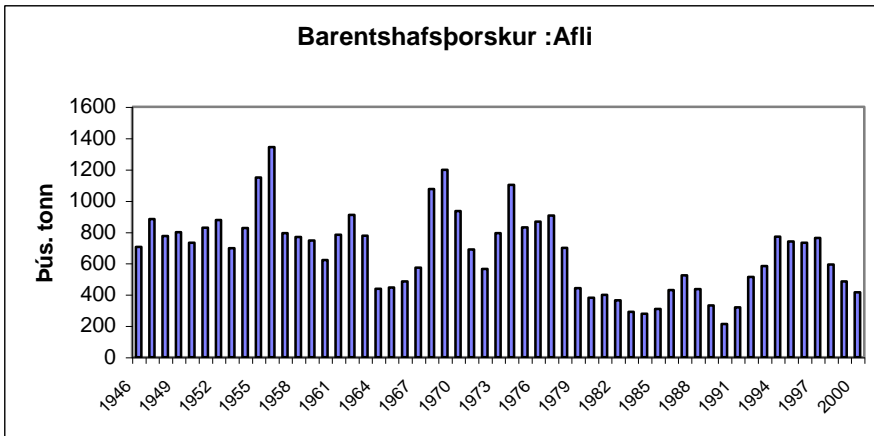
svæðalokanir, skyndilokanir, leyfileg undirmálsprósenta, afladagbókarskylda og skylda til að tilkynna daglega veitt aflamagn.

Tafla 4. Barentshaf. Tillögur ICES um aflahámark, heildaraflamark og afli (þús. tonn)

Ár	Ráðgjöf	Aflamark	Afli
1985	170	220	308
1986	445	400	430
1987	595	560	523
1988	340	451	435
1989	335	300	332
1990	172	160	212
1991	215	215	319
1992	250	356	513
1993	256	500	582
1994	649	700	771
1995	681	700	740
1996	746	700	732
1997	993	850	762
1998	514	654	693
1999	360	480	585
2000	110	390	514

Mynd 16. Þorskstofninn í Barentshafi





Norðursjávarporskur

Afli

Þorskaflí í Norðursjó fór úr rúmum 100 þús. tonnum árið 1963 í tæplega 355 þús. tonn árið 1972 er aflinn náði hámarki. Aflinn var lengst af á bilinu 200-300 þús. tonn á árunum 1974-1987. Þrátt fyrir aukna sókn fór afli verulega minnkandi frá árinu 1988 vegna lélegrar nýliðunar og verulegs ofmats á stofnstærð undanfarin ár þannig að ekki náðist að veiða upp í heimildir. Aflinn var kominn niður í aðeins 40 þús. tonn árið 2001.

Ástand stofnsins

Veiðidauði (F) hefur smám saman farið vaxandi í Norðursjó eða úr $F=0,5$ árið 1963 í nálægt $F=1,2$ árið 2000. Hrygningarstofninn minnkaði úr 280 þús. tonn árið 1971 í aðeins 38 þús. tonn árið 2002. Þrátt fyrir að reynt hafi verið að hafa stjórn á veiðunum varð afli oft umfram ráðgjöf. Einnig var veiðidauði vanmetinn og stofnstærð þar með verulega ofmetin, sem leiddi til hærri ráðgjafar, en æskilegt hefði verið. Nýliðun hefur verið léleg og árgangar 1998 og 2001 eru þeir lélegustu í sögunni. Brottkast hefur verið allverulegt og eitthvað hefur verið um það að landað hafi verið framhjá vigt (þ.e. veitt umfram heimildir), en undanfarin ár gætir þessa ekki þar sem of rúmur kvóti hefur ekki takmarkað veiðarnar.

Veiðistjórn

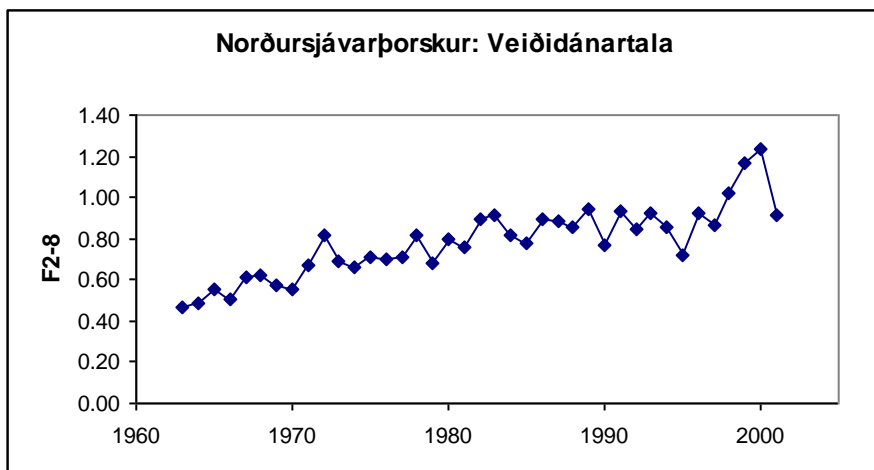
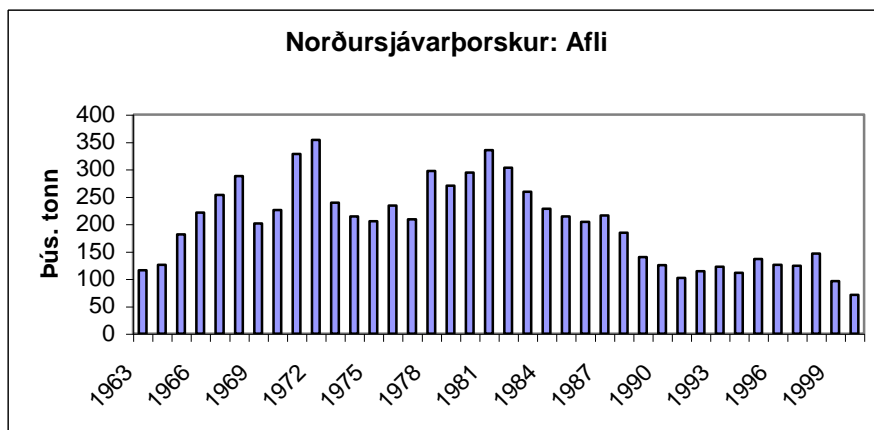
Aflamark hefur verið við lýði í Norðursjó í um tvo áratugi. Möskvastærð hefur verið aukin í áföngum úr 80 mm í 110 mm. Lítið hefur verið um svæðalokanir á uppeldis- og hrygningar-slóðum fram til þessa. Í þennan litla möskva veiðist mikið af 1 og 2 ára þorski þannig að grisjun hefur verið í fullum gangi í Norðursjó frá því togveiðar hófust. ICES hefur oft bent á, að aflamark eitt og sér hefur ekki dugað til að byggja upp stofninn, heldur þyrfti að koma til aðgerða til að breyta veiðimynstrinu í stofninn, t.d. með því að stækka möskva enn meir og eða loka stærri svæðum til viðbótar við það að draga úr sókn (veiðidauða). Þar sem hrygningarstofn er nú orðinn hættulega lítill og hrunhætta stofnsins mikil (lágmarksstærð hrygningarstofns er skilgreind 70 þús. tonn) leggur ICES til veiðibann á þorski í Norðursjó fyrir árið 2003

Árið 1999 gerðu Evrópusambandið og Noregur með sér samkomulag um langtímamarkmið við uppbyggingu þorskstofnsins í Norðursjó í samræmi við varúðarleiddina svonefndu. Svæðalokun var komið á árinu 2001 og möskvi var stækkaður 1. janúar 2002.

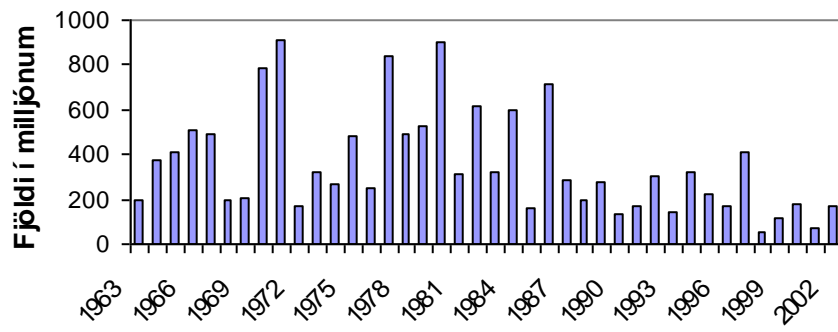
Tafla 5. Norðursjór. Tillögur ICES um aflahámark, heildaraflamark og afli (þús. tonn)

Ár	Ráðgjöf	Aflamar k	Afli
1986	130	170	163
1987	100-125	175	182
1988	148	160	157
1989	124	124	116
1990	113	105	105
1991	(92)	100	89
1992	(92)	100	97
1993	(92)	101	105
1994	veruleg	102	95
1995	sóknarminnkun	120	120
1996	141	130	107
1997	135	115	102
1998	153	140	122
1999	125	132	78
2000	<79	81	59
2001	minnsti mögulegi afli	49	41

Mynd 17. Þorsstofninn í Norðursjó



Norðursjávarþorskur: Nýliðun 1 árs



Norðursjávarþorskur: Þróun hrygningarstofns

