

**MAT Á AFLAREGLU FYRIR ÞORSK**

**Áfangaskýrsla nefndar um langtímanýtingu fiskistofna**

**Október 2002**

## EFNISYFIRLIT

<b>INNGANGUR</b> .....	<b>3</b>
<b>HELSTU NIÐURSTÖÐUR</b> .....	<b>4</b>
<b>AFLAREGLA: MAT Á ÁRANGRI</b> .....	<b>6</b>
TILLÖGUR VINNUHÓPS FRÁ MAÍ 1994.....	6
<i>Staðan árið 1994</i> .....	6
<i>Aflaregla</i> .....	6
<i>Niðurstöður framreikninga</i> .....	7
ÚTFÆRSLA AFLAREGLUNNAR.....	9
FRAMVINDA STOFNS OG VEIÐA.....	12
ÁRANGUR AF BEITINGU AFLAREGLUNNAR .....	15
<i>Aflareglur og árangursviðmið</i> .....	15
<i>Hagrænn ávinningur</i> .....	18
<i>Óvissa</i> .....	21
<i>Áreiðanleiki</i> .....	22
<b>STOFNMATS- OG FRAMREIKNIAÐFERÐIR</b> .....	<b>23</b>
<b>HEIMILDIR</b> .....	<b>25</b>
<b>VIÐAUKI 1. HAGLÍKAN</b> .....	<b>27</b>
<b>VIÐAUKI 2. ÞORSKVEIÐAR Á FIMM HAFSVÆÐUM Á NORÐUR ATLANTSHAFI</b> .....	<b>29</b>
ÞORSKUR VIÐ ÍSLAND.....	29
<i>Afli</i> .....	29
<i>Ástand stofnsins</i> .....	29
<i>Veiðistjórn</i> .....	29
LABRADORÞORSKUR, NORÐURÞORSKUR KANADA .....	32
<i>Afli</i> .....	32
<i>Ástand stofnsins</i> .....	32
<i>Veiðistjórn</i> .....	33
FÆREYJAÞORSKUR .....	34
<i>Afli</i> .....	34
<i>Ástand stofnsins</i> .....	35
<i>Veiðistjórn</i> .....	35
BARENTSHAFSÞORSKUR .....	37
<i>Afli</i> .....	37
<i>Ástand stofnsins</i> .....	37
<i>Veiðistjórn</i> .....	37
NORÐURSJÁVARÞORSKUR .....	40
<i>Afli</i> .....	40
<i>Ástand stofnsins</i> .....	40
<i>Veiðistjórn</i> .....	40

## 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 áðurnefnda 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 Þórarinnsson, 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 hrygningarflokkur 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 meðaltal 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 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 fiskveiðidauði verði um árabíl 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 veiðialag 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 litið 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 litið 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 núvirts 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 matsskekkju kemur fram að núvirtur hagnaður árunum 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 matsskekkja. Ef tekið er tillit til matskekkjunnar er áætlaður munur um 9 milljarðar. Ávinningurinn af stærri og verðmætari stofni yfirgnæfir þennan munur hins vegar algerlega. Að teknu tilliti til matskekkjunnar hefði aflareglan sem lögð var til í skýrslu vinnuhópsins leitt til þess að veiðistofninn hefði verið þriðjungur 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%. Mikil 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 hagkvæmustu 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.<sup>1</sup> 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 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 hermílíkan 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 umhverfispáttá 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.

<sup>1</sup> Til einföldunar var ekki gerður greinarmunur á almanaksárum og fiskveiðiárum og reiknað með að verið væri að ákvarða afla fyrir sama ár.

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 þorsstofnsins er skylt að vekja athygli á, að gert var ráð fyrir skekkju í stofnmati í þessum framreikningum. Reiknað var með tilviljanakenndri skekkju með 15% staðalfrávik miðað 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 líttill á 5-9 ára fresti. Árgangastyrkur loðnu var einnig háður stærð þorsstofnsins því reiknað var með að náttúruleg afföll smáloðnu, og þar með nýliðun, breyttust í samræmi við stærð þorsstofnsins.

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

Auk grunndæmis voru könnuð áhrif ýmissa frávikum í forsendum á niðurstöður útreikninga.

Helstu niðurstöður framreikninga vinnuhópsins hvað varðar þróun þorskveiða og þorsstofnsins 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 tölurverðar 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).

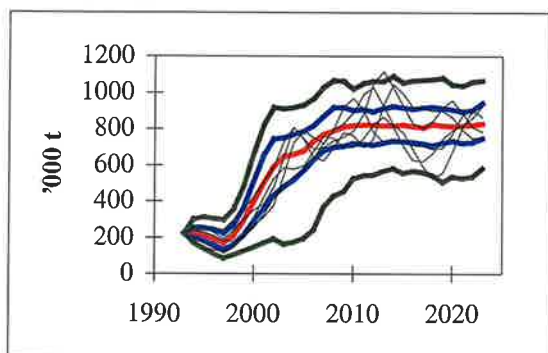


### Mynd 1. Niðurstöður hermireikninga í skýrslu vinnuhóps frá maí 1994

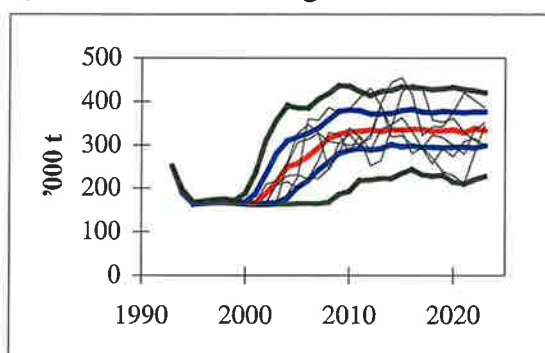
Rauðar línur sýna miðgildi, appelsínugular línur sýna 50% vikmörk og gular sýna 90% vikmörk. Grannar svartar línur sýna fimm dæmi um hermanir sem fram komu við mismunandi forsendur útreikninga. Þannig voru taldar 50% líkur á að hrygningarstofn ársins 2001 myndi verða á bilinu 385-654 þús. tonn, en 95% líkur á að hann yrði minni en 168 þús. tonn (c). Helmingur hermana 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

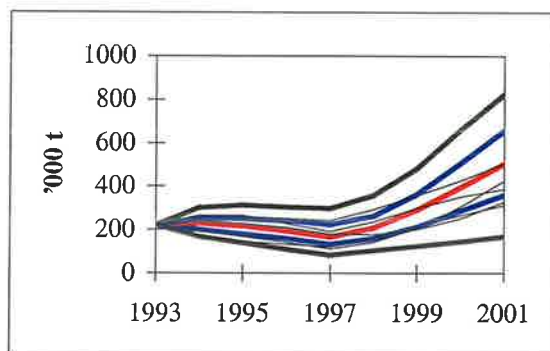


b) Þorskaflí skv. aflareglu

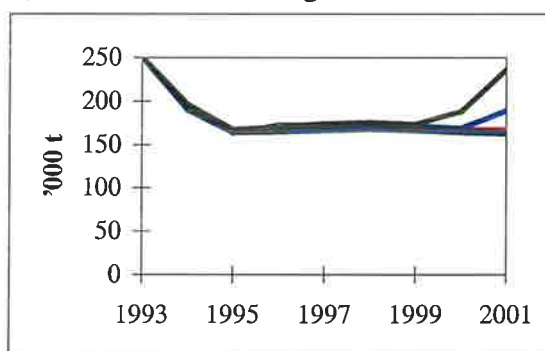


Hermunarniðurstöður fyrir árin 1993-2001

c) Hrygningarstofn



d) Þorskaflí skv. aflareglu



Eins og sjá má á mynd 1 voru nokkuð víð vikmörk á þessum niðurstöðum og reiknað með töluverðum 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 hrúnlikum 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 hrúni 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 þorsstofni 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.

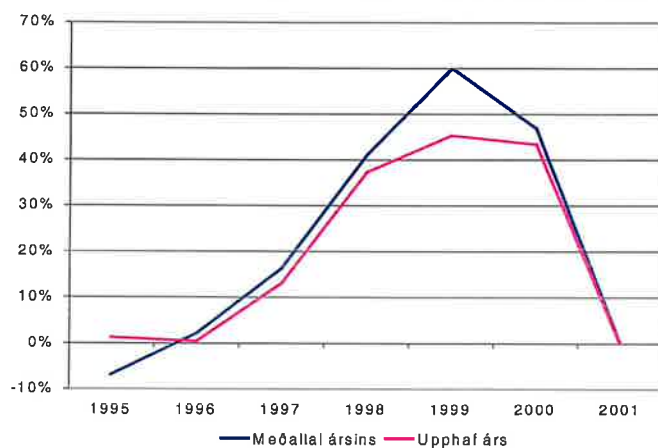
Það er vert að draga fram muninn á þessum útfærslum aflareglunnar og þeirri reglu sem vinnuhópurinn mælti með:

1. *Hlutfall af veiðistofni var hærra en lagt var til (25% í stað 22%) og veiðialag var því aukið frá tillögum vinnuhópsins.* Meira veiðialag 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 lágmarksafli 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 áætlun 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

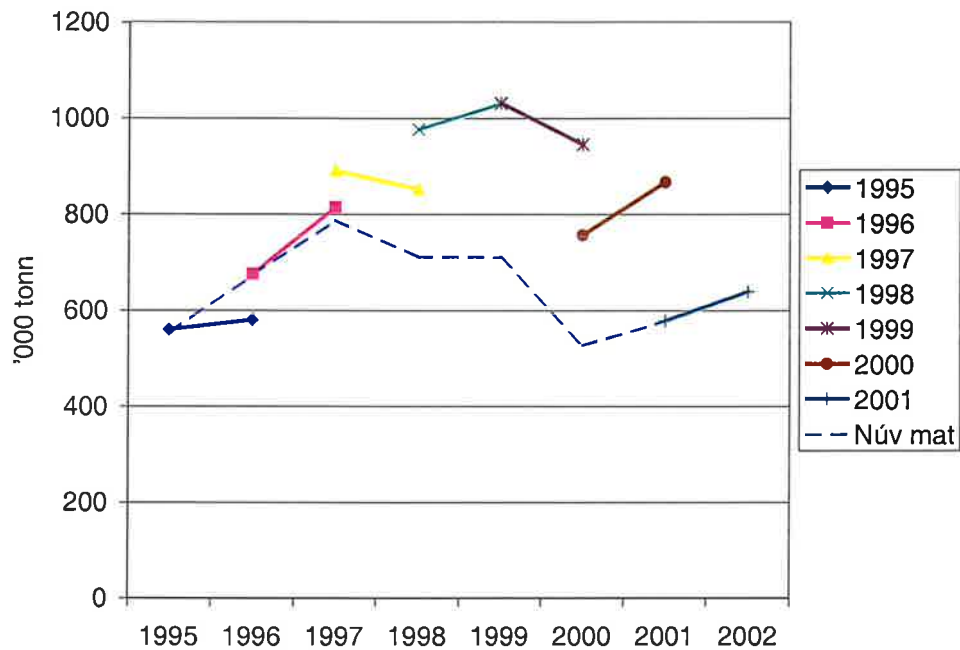
ársbyrjun, sem aftur hefur áhrif til hækkunar þess sama aflamarks, verður í raun til þess að stofninn vex minna en ætlað var, eða jafnvel minnkar. Þetta var sérstaklega áberandi árið 1999, en þá „magnaðist“ skekkjan úr u.þ.b. 45% í 60%.

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**



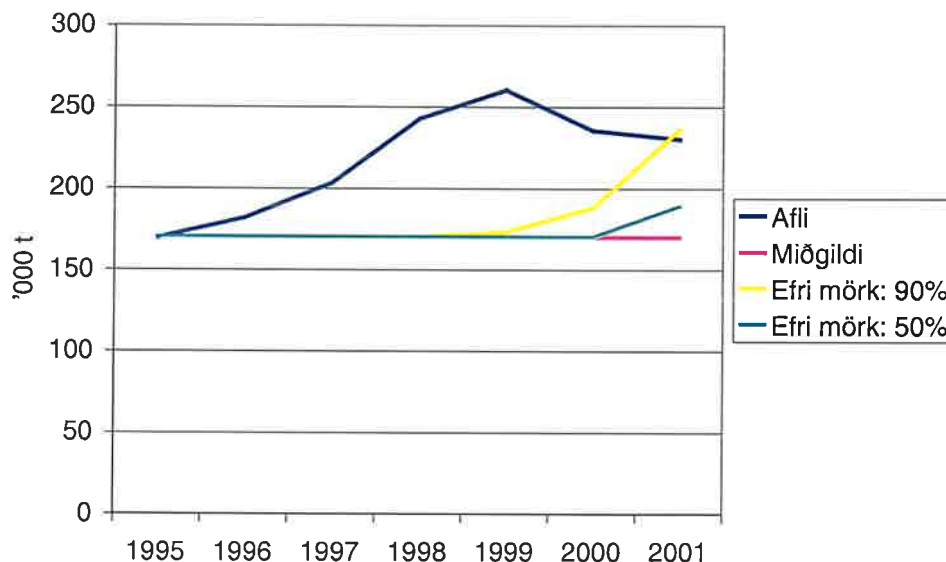
**Mynd 3. Mat á stærð veiðistofns þorsks í upphafi hvers árs ásamt spá um stærð í upphafi næsta árs**



### **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 vikiörk 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 vikmörk árið 2001.

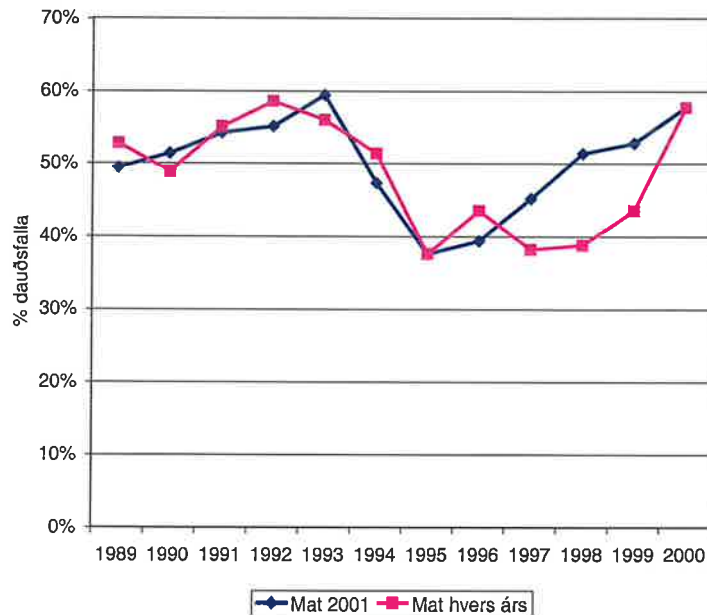
**Mynd 4. Þorskaflí 1995-2001 ásamt miðgildislínu og efri vikmörkum (Skýrsla vinnuhóps, maí 1994)**



Miðað við fyrirliggjandi 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 fiskveiðidauða 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; fiskveiðidauði minnkaði hins vegar verulega samhliða stækkingu stofni (sjá mynd 5). Minnkun veiðilags 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 fiskveiðidauðinn 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 árunum 2000-2001 með því mesta sem verið hefur. Enn ber að hafa þann fyrirvara á að töluverð óvissa ríkir um stofnmat árunum 2000-2001.

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



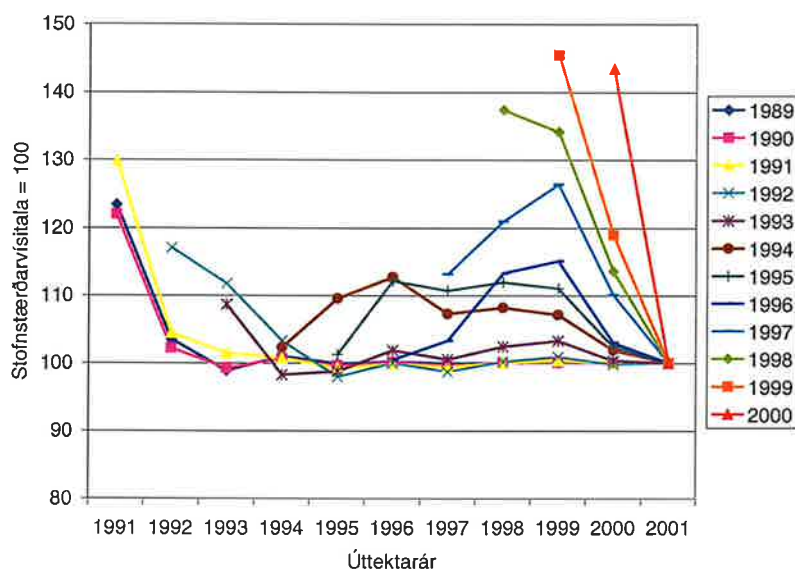
Þegar litið er yfir reynsluna af ákvörðun heildaraflamarks með aflareglunni er ljóst að fyrstu árin, þegar stofninn er metinn með viðunandi nákvæmni, gekk í raun mjög vel. Stefnan skilaði fyllilega þeim árangri sem stefnt var að þessi ár. Það er hins vegar jafnljóst að þegar stofnmatið fór af réttri leið (a.m.k. eins og fyrirbyggjandi 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 fiskveiðidauði verði um árabíl 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 úttektaárum

Tölurnar eiga við stofnstærð í upphafi árs. Stofnstærðin er í öllum tilvikum sýnd sem vísitala, sett á 100 úttektaárið 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 úttektaárinu (1994) til síðasta úttektaárs (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 (táknuð með  $F$ ) og var að meðaltali árin 1988-1992, eða 0,79.<sup>2</sup> Þessi fiskveiðidánartala samsvarar um 55% fiskveiðidauða í aldursflokkum 5-10 ára fisks.

<sup>2</sup> Hafa ber í huga að vinnuhópurinn skilaði skýrslu árið 1993 sem hafði sennilega áhrif til ákvörðunar aflamarks.

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

**Tafla 1. Aflareglur og mismunandi útfærslur þeirra**

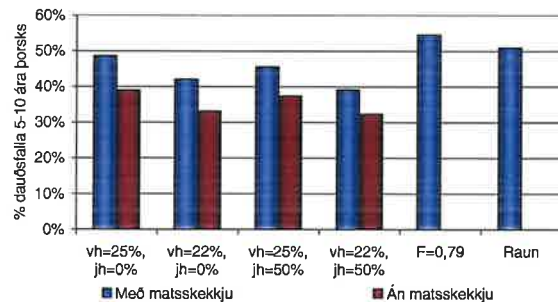
Aflaregla	Veiðihlutfall (vh)	Vægi fyrra árs (jh)
$vh=25\%$ , $jh=0\%$	25%	0%
$vh=22\%$ , $jh=0\%$	22%	0%
$vh=25\%$ , $jh=50\%$	25%	50%
$vh=22\%$ , $jh=50\%$	22%	50%
Raun	25%	0%, en 30.000 t takmörkun á breytingu milli ára frá 2000/01
$F=0,79$	Fiskveiðidánartala sett á meðaltal áranna fyrir upptöku aflareglunnar, 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.

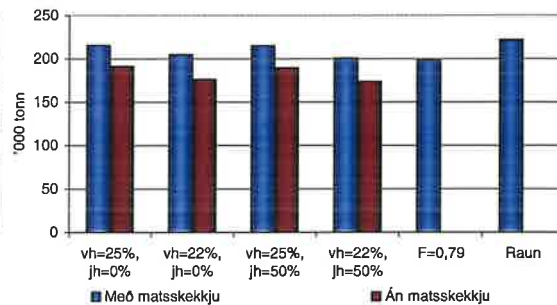


## Mynd 7. Meðaltöl 1996-2001 með mismunandi aflareglum

### a) Fiskveiðidánartala



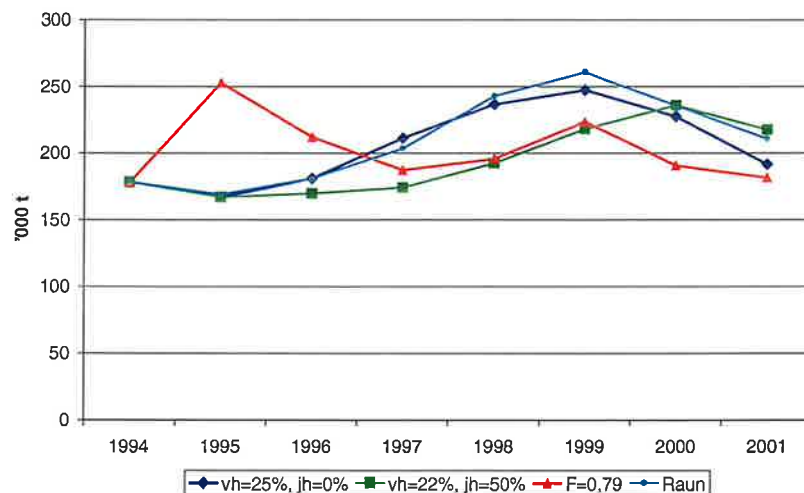
### b) Þorskafla



Mynd 7b sýnir hvernig meðalafla 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 matssekkja hefði ekki komið til hefði afli orðið umtalsvert minni, en fiskveiðidauði (og útgerðarkostnaður) hefði lækkað enn meira.

Mynd 8 sýnir þróun afla yfir tímabilið fyrir nokkrar aflareglunnar. Fyrir utan viðmiðunarregluna ( $F=0,79$ ) eru ferlarnir svipaðir – fara í meginráttum 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.

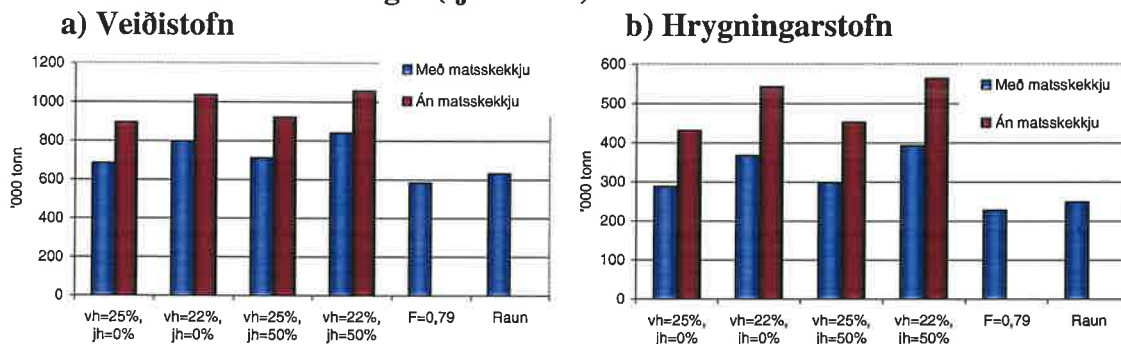
## Mynd 8. Afli á einstökum árum með nokkrum aflareglum



Afli 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

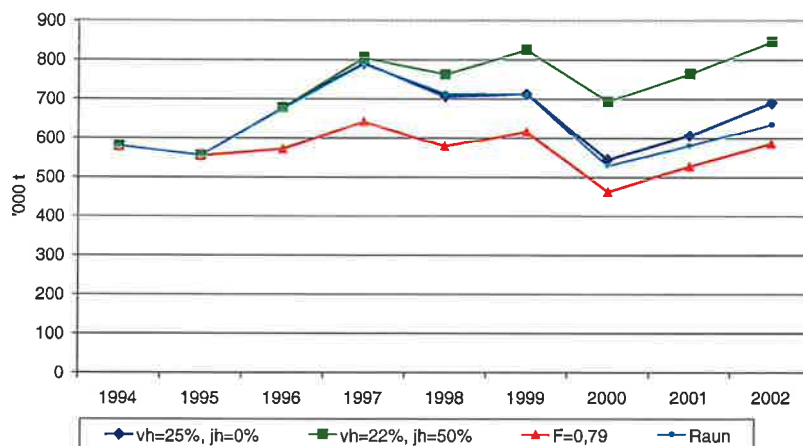
mælikvarði á hvernig til tókst. Mat á þessu er sýnt á næstu myndum 9a-b. Þar sést að ef aflaákvæðanir hefðu miðast við mat á veiðistofni án skekkju hefði veiðistofn verið orðinn yfir milljón tonn í lok árs 2001 og hrygningarstofn orðinn um 550 þús. tonn. Markmið skýrslunnar frá 1994 um uppbyggingu stofnsins hefðu því verið komin langleiðina með að nást. Þessi niðurstaða er að sjálfsögðu staðleysa, en gefur hugmynd um áhrif matsскеkkjunnar.<sup>3</sup>

**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 matsскеkkju 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

Haglúkani 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

<sup>3</sup> Vert er að benda á að í álitni vinnuhóps frá 1994 var reiknað með matsскеkkju, 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.

ekki mikil, tæplega 7% þegar framboðið tvöfaldast, enda er framboð á þorski frá Íslandi einungis lítt 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 vinnslu 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.<sup>4</sup> Ef miðað væri við hærri tölu mundi áætlaður hagnaður og áætlað verðmæti þorskstofnsins vera hærra 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 hærra 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.<sup>5</sup> 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.

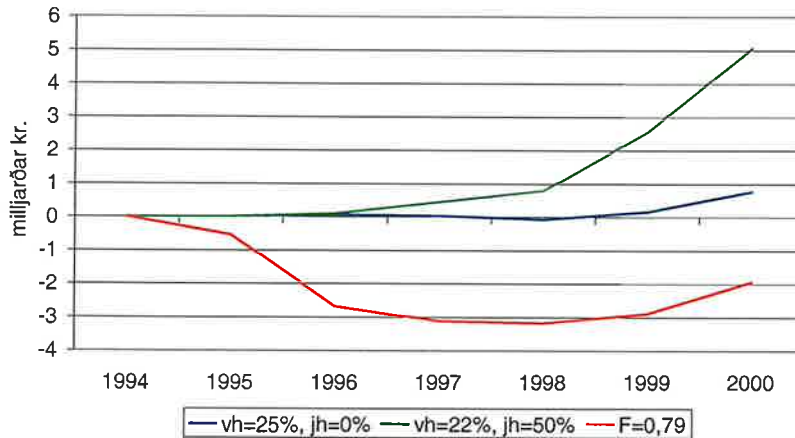
Myndir hér að framan af afla og fiskveiðidauða gefa hugmynd um hlutfallslega þróun tekna og gjalda með mismunandi forsendum. Á mynd 11 er tekið tillit til beggja þessara stærða og sýnd niðurstaða úr reikningum með einföldu haglíkani á því hvernig hagnaður af veiðunum hefði þróast í sömu tilvikum og sýnd 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

<sup>4</sup> Sjá viðauka um haglíkan hér fyrir aftan.

<sup>5</sup> Sjá Baldursson, F.M. and Magnusson, G., Portfolio fishing, *Scandinavian Journal of Economics*, 99 (3): 389-403 (1997).

upp minni tekjur en þegar litið er til þeirrar aflareglu sem beitt var í raun. Árið 1999 gerir minni kostnaður betur en að veða 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 matskekkju.<sup>6</sup> Niðurstöður eru settar fram sem frávik frá því sem varð í raun. Tekið er tillit til núvirtis hagnaðar árin 1995-2000 og metins verðmætis stofnsins í árslok 2000.

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

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.

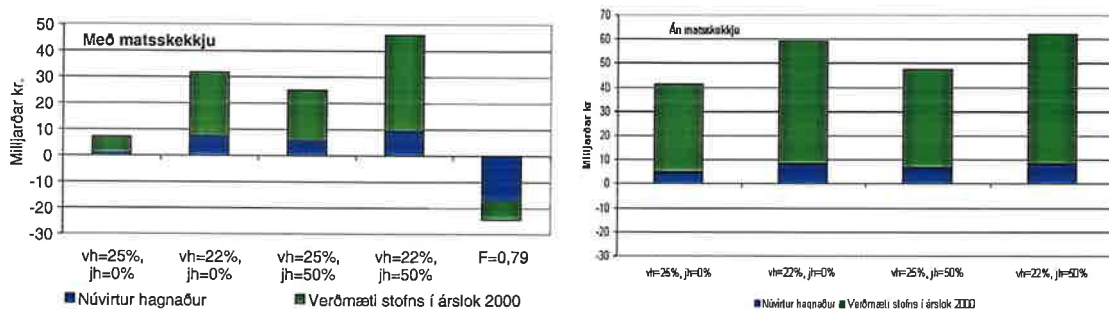
Eins og búast má við eru niðurstöður úr dæmum þar sem ekki er reiknað með neinni matskekkju hagstæðari en niðurstöður úr dæmum þar sem gert er ráð fyrir matskekkju. Munurinn er þó tiltölulega lítil þegar horft er á núvirtan hagnað árunum 1995-2000. Áætlað er að ef sú aflaregla sem lögð var til í skýrslu 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

<sup>6</sup> Reiknivextir eru 8%.

með matskekkju þá hefði afli 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 reiknilíkonin 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 punktmat 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 réttri 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 bætтар 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  $t$ :

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

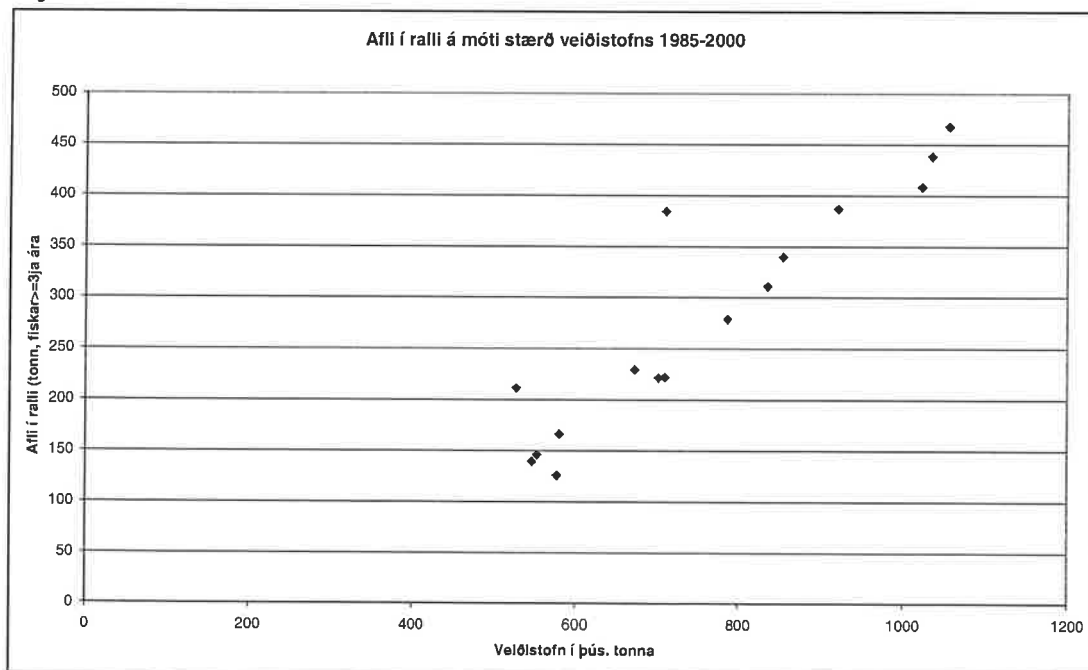
$p_0$  er verð á tímabili 0,  $q_t$  er afli á tímabili  $t$ ,  $q_0$  er afli á tímabili 0 og  $\varepsilon$  er verðteygni fyrir íslenskan þorsk. Þessi verðteygni áætluð 10.

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

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

$K_0$  er kostnaður við veiðarnar á tímabili 0,  $B_t$  er stærð stofnsins á tímabili  $t$  og  $B_0$  er stærð stofnsins á tímabili 0.  $\gamma$  er stuðull sem sýnir teygni afla á sóknareiningu á móti stofnstærð. Í álitni 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 lógariðmískt 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 árunum 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 <sup>1)</sup>	240	245	244
1991/92 <sup>2)</sup>	250	265	274
1992/93 <sup>2)</sup>	190	205	241
1993/94 <sup>2)</sup>	150	165	197
1994/95 <sup>2)</sup>	130	155	165
1995/96 <sup>2)</sup>	Aflaregla	155 <sup>3)</sup>	170
1996/97 <sup>2)</sup>	Aflaregla	186 <sup>3)</sup>	202
1997/98 <sup>2)</sup>	Aflaregla	218 <sup>3)</sup>	227
1998/99 <sup>2)</sup>	Aflaregla	250 <sup>3)</sup>	254
1999/00 <sup>2)</sup>	Aflaregla	250 <sup>3)</sup>	257
2000/01 <sup>2)</sup>	Aflaregla	220 <sup>4)</sup>	221
2001/02 <sup>2)</sup>	Aflaregla	190 <sup>4)</sup>	

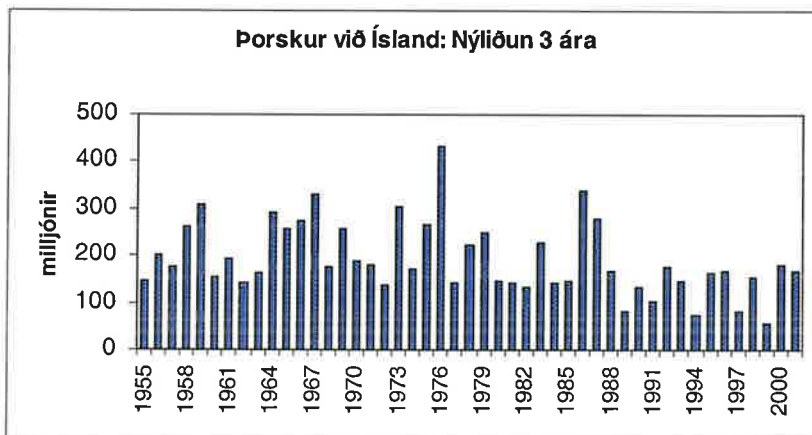
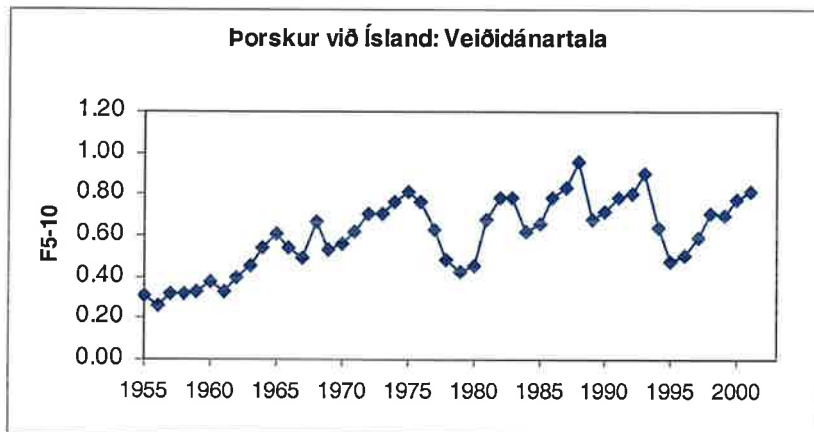
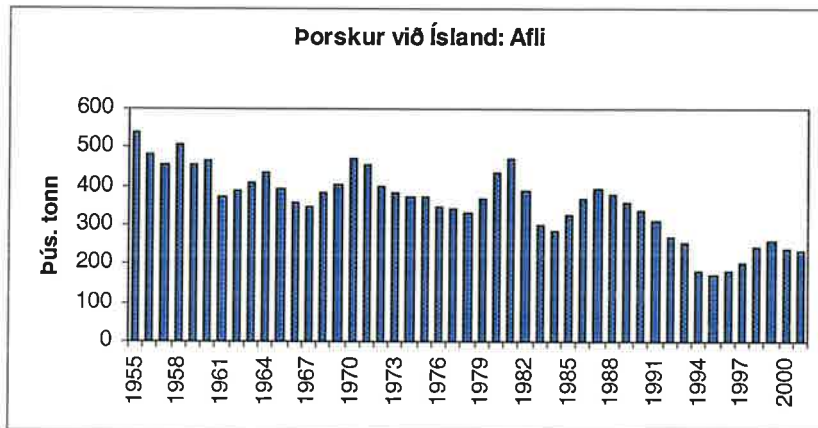
1) Janúar- ágúst 1991.

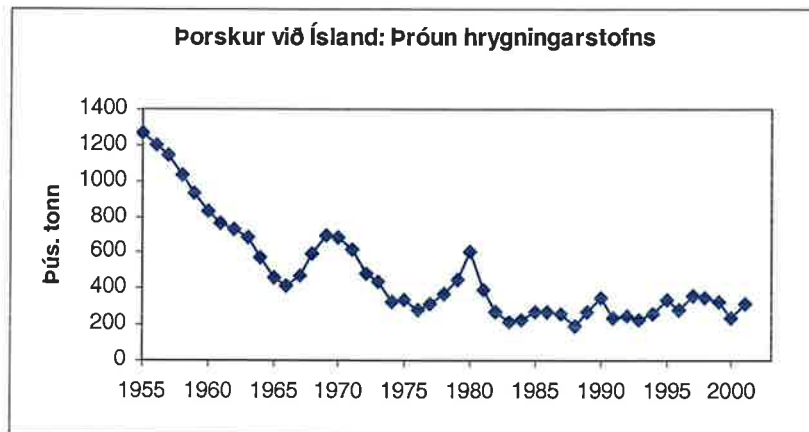
2) Fiskveiðiárið september-ágúst.

3) Samkvæmt aflareglu.

4) Samkvæmt endurskoðaðri aflareglu.

**Mynd 13. Þorskstofninn við Ísland**





### **Labradorporskur, norðurporskur 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 hægfarendurreisn stofnsins.



## Veiðistjórn

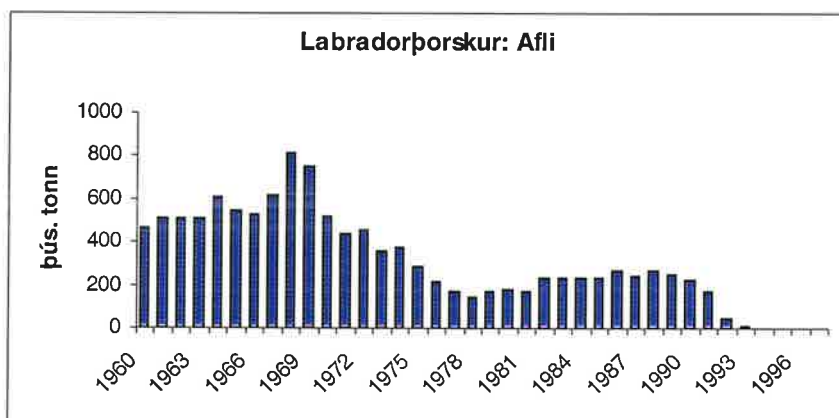
Á árunum 1973-1975 voru tillögur ICNAF (síðar NAFO) um afla það rúmar að þær takmörkuðu ekki heildaraflann. Árið 1977 er hins vegar farið að miða veiðiráðgjöfina við kjörsókn en vegna vanmats á sókn og ofmats á stofni náðist þetta markmið ekki. Árið 1992 varð að hætta veiðum og var komið á þorskveiðibanni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

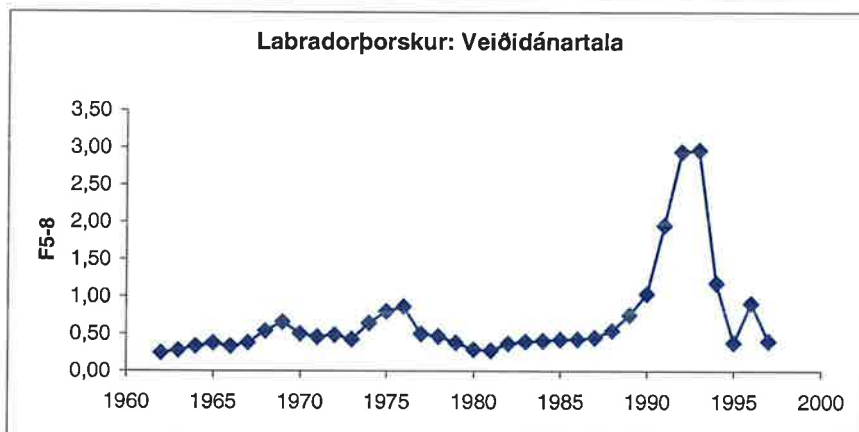
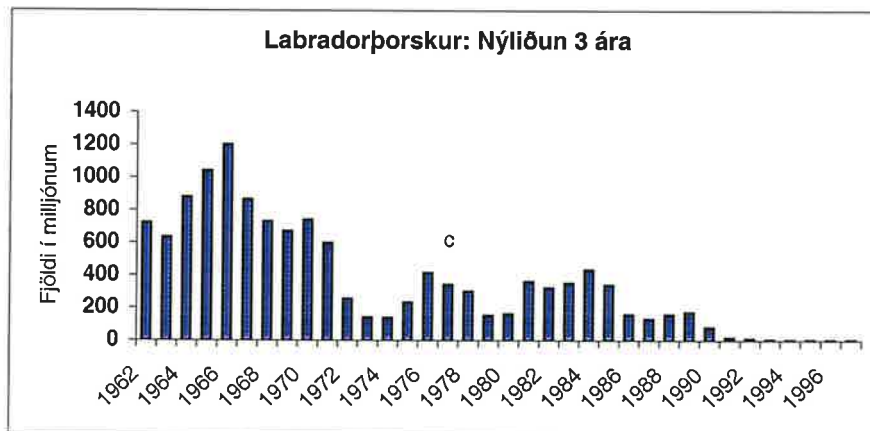
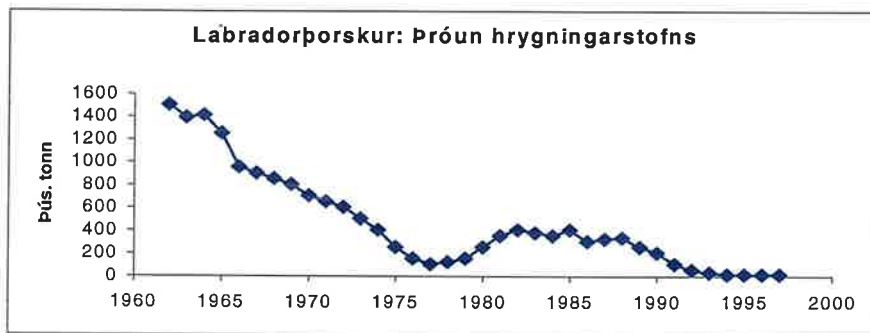
**Tafla 2. Þorskur við Labrador. Tillögur NAFO (áður ICNAF) um aflahámark og afli (þús. tonn)**

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**





## Færeyjaporskur

### 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 árabílinu 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

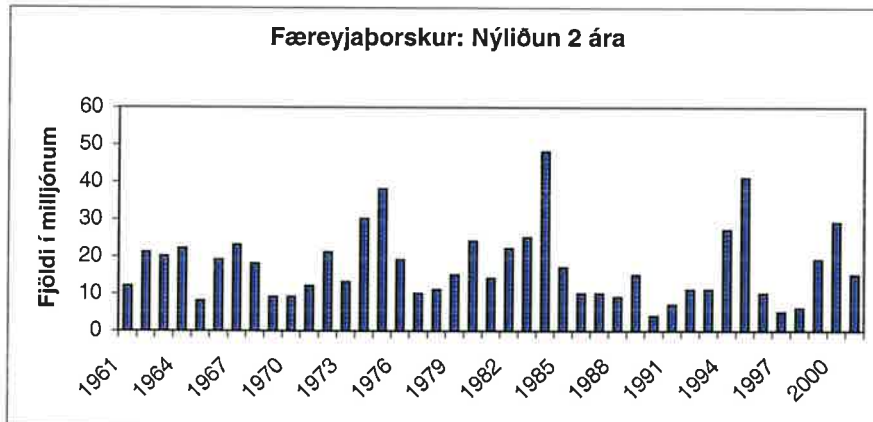
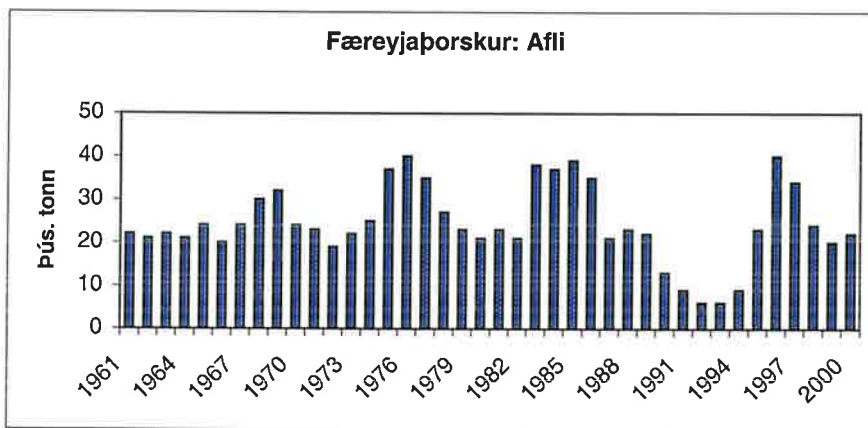
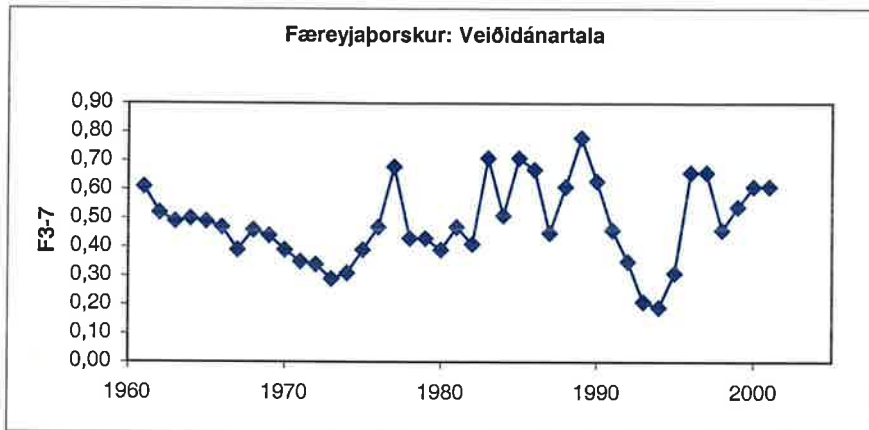
ICES lagði til veiðibann árin 1993-1995 og lagði til að sókn yrði takmörkuð eins og framast væri kostur árið 1995. Aflamarkskerfi var komið á árið 1994 en breytt yfir í sóknarmarkskerfi um mitt ár 1996. Mikilvægar stjórnunaraðgerðir eru svæðalokanir á uppeldis- og hrygningarstöðvum en einnig er um að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

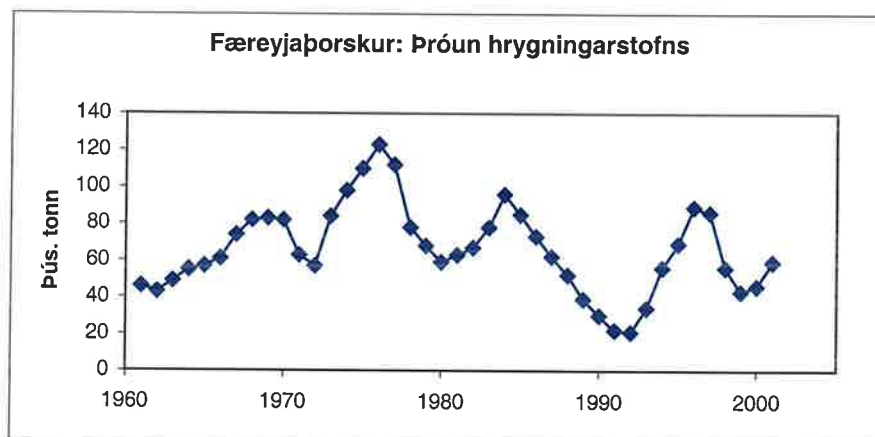
Í ráðgjöf ICES er bent á að í sóknarmarkskerfi muni tæknibreytingar, sem leiða til aukins afla á sóknareiningu, auka veiðidauðann, nema að úthaldsdögum flotans eða skipum verði fækkað að sama skapi á móti.

**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**

Þorskveiðar 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**

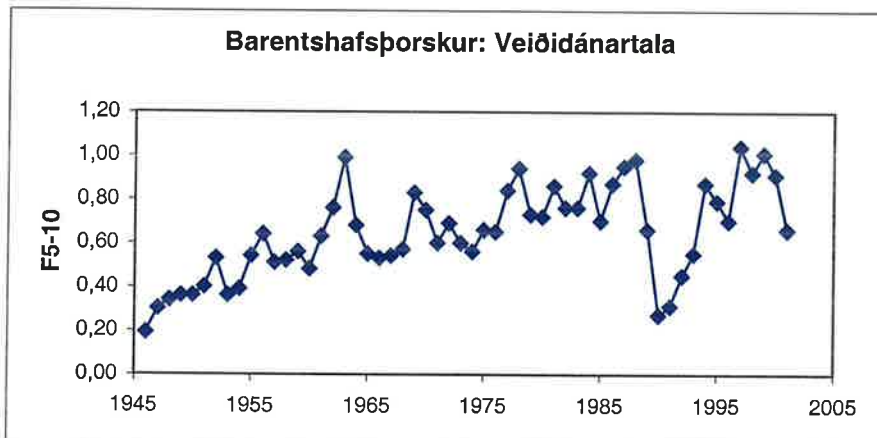
Aflamark á þorsk í Barentshafi kom fyrst til sögunnar árið 1978, þegar kvóti var settur á togara. Heildaraflamark á allar veiðar kom fyrst til árið 1989. Aðrar stjórnunaraðgerðir

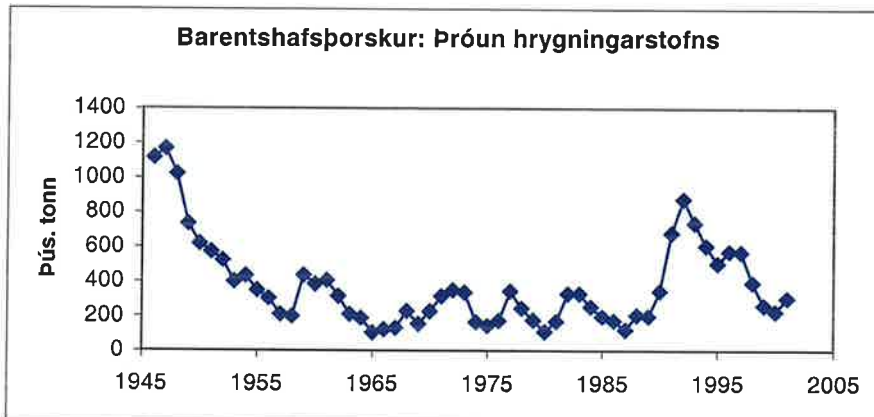
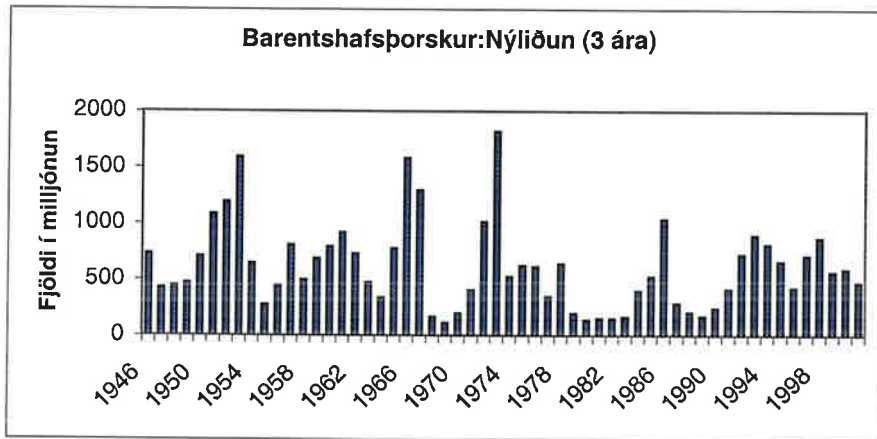
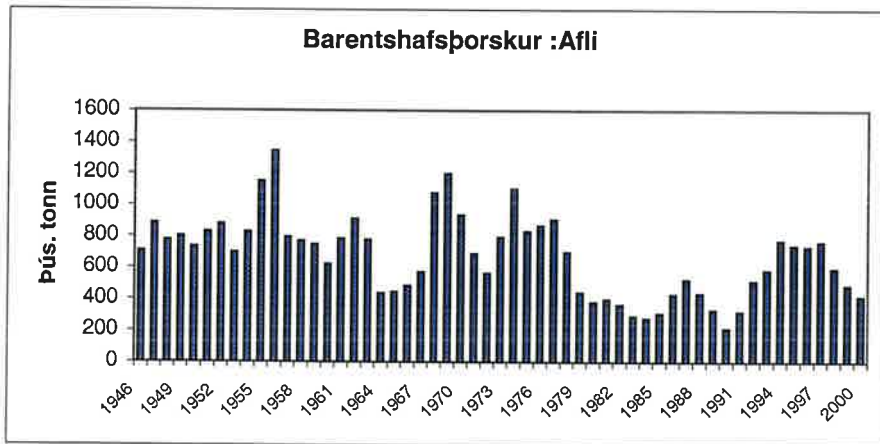
eru reglur um lágmarksmöskvastærð, notkun skilja, lágmarksstærð sem landa má, svæðalokanir, skyndilokanir, leyfileg undirmálsprósenta, afladagbókarskylda og skylda til að tilkynna daglega veitt aflamagn.

**Tafla 4. Barentshaf. Tillögur ICES um aflhámark, 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. Þorsstofninn í Barentshafi**





## **Norðursjávarþorskur**

### **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. tonnum 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 hrygningarstöðum 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 hrúnhætta stofnsins mikil (lágmarksstærð hrygningarstofns er skilgreind 70 þús. tonn) leggur ICES til veiðibann á þorski í Norðursjó fyrir árið 2003

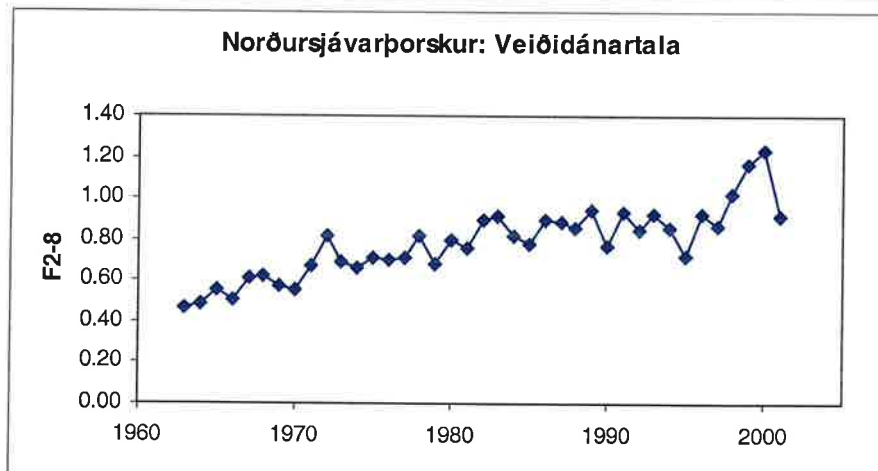
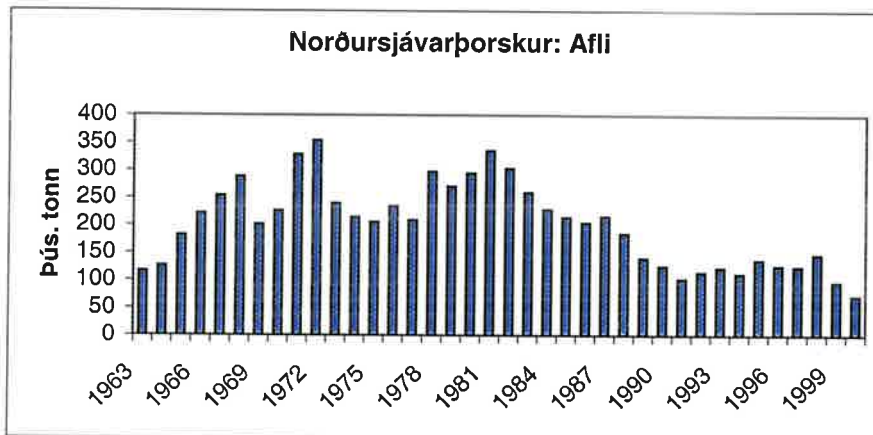
Árið 1999 gerðu Evrópusambandið og Noregur með sér samkomulag um langtímamarkmið við uppbyggingu þorskstofnsins í Norðursjó í samræmi við varúðarleiðina svonefndu. Svæðalokun var komið á árinu 2001 og möskvi var stækkaður 1. janúar 2002.



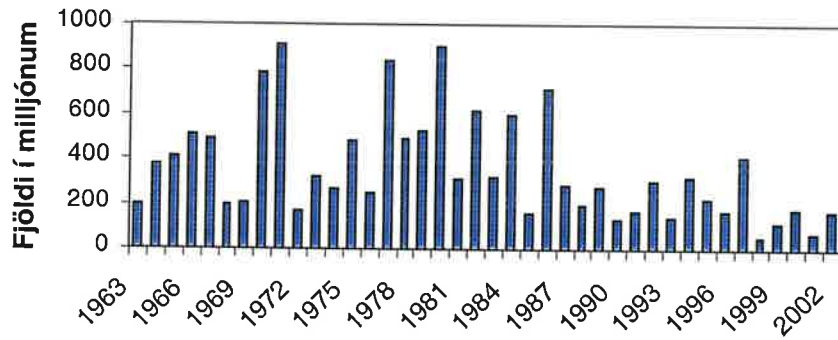
**Tafla 5. Norðursjór. Tillögur ICES um aflahámark, heildaraflamark og afli (þús. tonn)**

Ár	Ráðgjöf	Aflamark	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

