

# HAGFRÆÐISTOFNUN HÁSKÓLA ÍSLANDS

---

Hagfræðistofnun Háskóla Íslands

Aragötu 14

Sími: 525-4500/525-4553

Fax nr. 552-6806

Heimasíða: [www.hag.hi.is](http://www.hag.hi.is)

Tölvufang: [ioes@hag.hi.is](mailto:ioes@hag.hi.is)

Skýrsla nr. C07:09

## **Þjóðhagsleg áhrif aflareglu**

Júní 2007

# Efnisyfirlit

1.	Saga aflareglunnar.....	7
1.1.	Vinnuhópur um nýtingu fiskstofna .....	9
1.1.1.	Áfangaskýrsla.....	10
1.1.2.	Lokaskýrsla .....	11
1.2.	Aflaregla.....	13
1.3.	Nefnd um langtímanýtingu fiskistofna.....	13
1.4.	Árangur aflareglu .....	16
2.	Aflareglur: Mat á afleiðingum.....	19
2.1.	Tilgangur aflareglu.....	20
2.2.	Gildandi og hagkvæm aflaregla: Samanburður.....	24
2.3.	Gildandi og hagkvæm aflaregla: Samanburður á afleiðingum.....	30
2.4.	Meðalhófsregla: Málamiðlun .....	38
2.5.	Hnikað vaxtarfall: Hætta á stofnhruni.....	42
2.6.	Rýrt vaxtarfall: Skynsamleg aflaregla.....	49
3.	Áhrif breyttrar aflareglu .....	53
3.1.	Breytingar og þróun í íslenskum sjávarútvegi.....	53
3.1.1.	Afli og vinnsla.....	53
3.1.2.	Samþjöppun.....	56
3.1.3.	Aflahlutdeildarkerfi og framsal.....	61
3.1.4.	Störf í sjávarútvegi .....	62
3.2.	Dreifing afla og aflamarks árið 2006 .....	64
3.2.1.	Aflahlutdeild og landanir í þorski .....	64
3.2.2.	Mikilvægi þorsks.....	68
3.2.3.	Vinnsla .....	72
3.2.4.	Samantekt.....	74
3.3.	Breytt aflaregla – lægra veiðihlutfall .....	76
3.3.1.	Ef aflamark miðast við 130 þúsund tonn .....	77
3.3.2.	Samantekt.....	79
4.	Niðurstöður og ábendingar.....	80
4.1.	Áhrif á efnahagslífið og hagstjórn.....	80
5.	Tilvísanir .....	85
	Viðauki A .....	87

Viðauki B .....	90
Viðauki C .....	94

## Aðfaraorð

Í þessari skýrslu er fjallað um aflareglur og hagræn áhrif ólíkra aflareglna. Þeir sem helst hafa unnið að gerð skýrslunnar eru Sveinn Agnarsson, Gunnar Haraldsson og Karen Bjarney Jóhannsdóttir starfsmenn Hagfræðistofnunar og Ragnar Árnason, prófessor við Háskóla Íslands. Þá hafa ýmsir aðrir aðilar veitt aðstoð með einum eða öðrum þætti. Má þar nefna Jónas H. Haralz og ýmsa starfsmenn Hafrannsóknarstofnunar, Fiskistofu og Byggðastofnunar sem veittu mikilvægar upplýsingar og aðstoð. eru öllum þessum aðilum færðar bestu þakkir.

Gunnar Haraldsson  
forstöðumaður Hagfræðistofnunar Háskólans

## Samantekt

Við ákvörðun heildaraflamarks í þorskveiðum hefur um nokkurt skeið verið notast við svokallaða aflareglu. Aflaregla í sinni einföldustu mynd tengir saman mat á stofnstærð og leyfilegan heildarafla. Í þessari skýrslu er fjallað um aflareglur, hagkvæma beitingu þeirra og líkleg áhrif þeirra á ýmsa þætti efnahags- og byggðamála.

Aflaregla í þorskveiðunum var fyrst tekin upp á fiskveiðiárinu 1995. Síðan þá hefur henni verið breytt tvisvar — á árinu 2000 og 2006 — og nú er endurskoðun reglunnar enn til umræðu. Ýmsar ástæður eru fyrir því að ekki hefur tekist til sem skyldi við uppbyggingu þorskstofnsins. Vandinn snýst að hluta til um erfiðleika við stofnmat og áætlun um náttúrulegan stofnstærðarvöxt auk þess sem ýmis konar frávik frá stjórnkerfi fiskveiða og raunar „sveigjanleiki“ í kerfinu sjálfu gerir erfiðara en ella að stýra endanlegum heildarafla með aflareglu.

Viðamikil úttekt á aflareglum þar sem m.a. er beitt hendingakenndri háþörfun leiðir í ljós að aflaregla getur samrýmt hagkvæmri nýtingu þorskstofnsins. Hagkvæm aflaregla er hins vegar frábrugðin þeim aflareglum sem stuðst hefur verið við hér á landi á ýmsan hátt. Í fyrsta lagi er ekki hagkvæmt að veiða fast hlutfall af viðmiðunarstofni. Það hlutfall sem veiða á, sé fyllstu hagkvæmni gætt, er breytilegt eftir ástandi stofnsins. Í öðru lagi felur hagkvæm aflaregla í sér miklu minni veiðar og þar með meiri varfærni þegar þorskstofninn er tiltölulega lítill eins og nú er.

Ítarlegir útreikningar leiða jafnframt í ljós að eins og staða þorskstofnsins virðist vera nú er hagkvæmt að draga sem mest úr þorskafli. Þessi niðurstaða er afar afdráttarlaus. Hún breytist ekki jafnvel þótt gert sé ráð fyrir talvert stærri þorskstofni og meiri væntanlegri viðkomu hans á næstu árum en mælingar gefa til kynna. Enn síður myndi hún breytast ef þorskstofninn væri í reynd minni og viðkoma hans slakari. Hún breytist ekki heldur þótt olíuverð og annar útgerðarkostnaður myndi lækka verulega eða afurðaverð á mörkuðum hækka. Frá efnahagslegu sjónarmiði er þorskstofninn um þessar mundir einfaldlega alltof lítill og skynsamlegt að leitast við að stækka hann sem hraðast.

Þá er athugað sérstaklega hvaða áhrif það hefur að víkja frá hagkvæmustu aflareglu. Helsta niðurstaða útreikninganna er að varasamt er að víkja frá hagkvæmustu reglu. Slík frávik skila sér ekki endilega í svo mjög miklum mun á áætluðum peningalegum afrakstri veiðanna en áhættan sem fylgir í kjölfarið er mun meiri en ef farið er eftir hagkvæmustu aflareglu.

Þegar lítið er til þeirra þjóðhagslegu áhrifa sem breytingar á aflareglu gætu haft er að mörgu að hyggja. Í fyrsta lagi þarf að hafa í huga að umsköpun hefur átt sér stað í íslenskum sjávarútvegi á síðustu árum. Tækniframfarir hafa verið örar og skipulagsumbætur í veiðum og vinnslu verið miklar. Nýting fjármuna og vinnuafls hefur batnað stórlega. Sömu sögu má segja um samhæfing veiða, vinnslu og markaðssetningar. Allt þýðir þetta að framleiðni hefur aukist verulega með þeim afleiðingum m.a.að störfum í sjávarútvegi hefur fækkað. Samþjöppun í veiðum og vinnslu er þáttur í þessari þróun til aukinnar hagkvæmni. Hér er á margan hátt um eðlilega, jafnvel nauðsynlega, langtímaþróun að ræða sem staðið hefur yfir áratugum saman.

Ítarleg umfjöllun um dreifingu aflamarks á byggðir og byggðalög og hugsanlegar afleiðingar samdráttar í þorskafli leiðir ýmislegt áhugavert í ljós. Að sjálfsögðu þarf að slá ýmsa varnagla við þeirri greiningu sem sett er fram. Engu að síður blasir við að samdráttur í þorskafli kemur ekki jafnt niður á svæðum og byggðarlögum. Þrátt fyrir að innan hvers svæðið sér talsverður munur á vægi þorskveiða og vinnslu er engu að síður ljóst að sum byggðarlög færu mun verr út úr aflsamdrætti á þorski en önnur. Einnig ber að líta til þess að sjávarútvegur er mikilvægari í efnahagsstarfsemi sumra svæða en annarra. Það þýðir að sé verulega dregið úr aflaheimildum í þorski getur það haft mjög neikvæð áhrif á þeim svæðum þar sem lítið er um tækifæri á þeim sviðum atvinnulífsins sem tengjast ekki þorskveiðum og vinnslu. Má í þessu samhengi sérstaklega nefna Vestfirði, en þar eru þorskveiðar mikilvægar og stór hluti atvinnustarfseminnar og atvinnutækifæri utan sjávarútvegs ekki auðfundin.

Komi til niðurskurðar í þorskveiðum kann að vera skynsamlegt að grípa til einhverra aðgerða til að auðvelda fólki og fyrirtækjum tímabundinn samdrátt. Í því samhengi skipir þó höfuðmáli að varðveita og efla þann ávinning sem þegar hefur náðst í íslenskum sjávarútvegi. Þá er það einnig höfuðatriði að almenn efnahagsstjórn miði að því að skapa stöðugleika og möguleika til langtíma vaxtar og velmegunar í landinu.

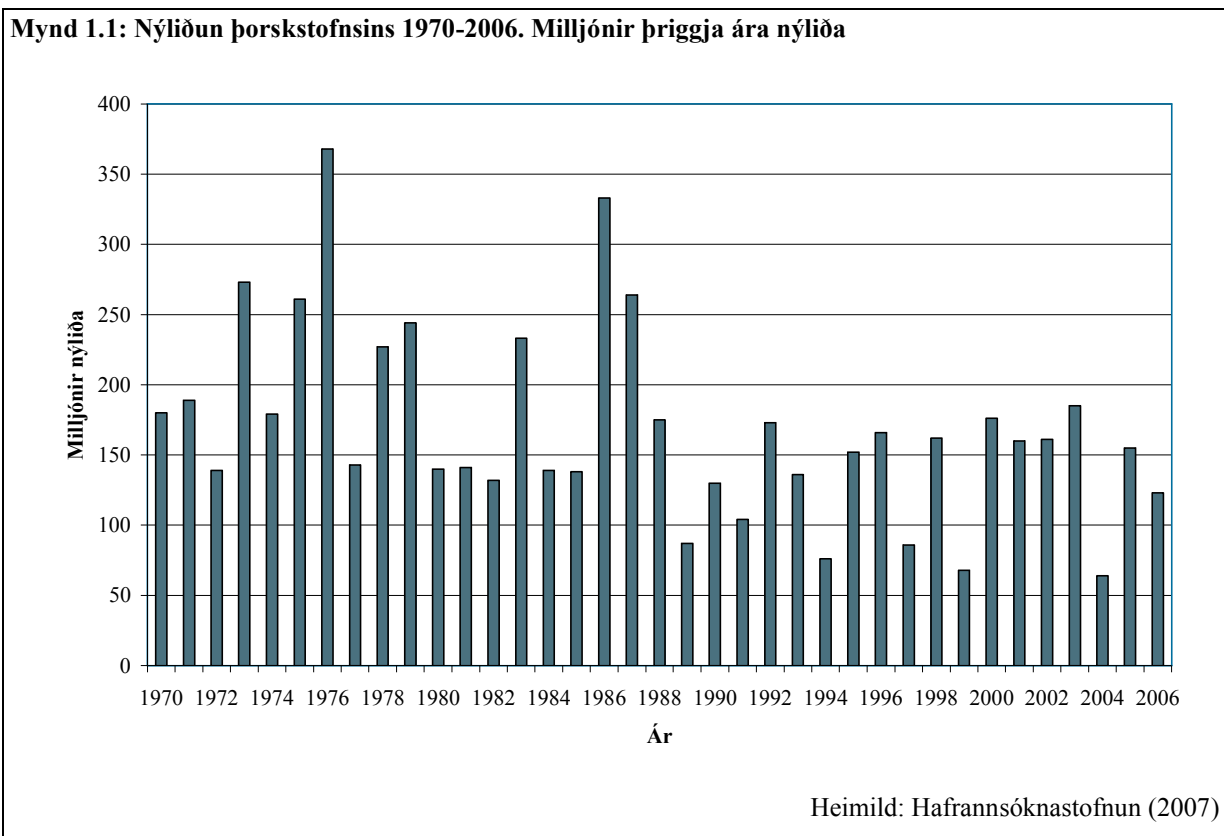
## Inngangur

Sjávarútvegsráðherra fór þess á leit við Hagfræðistofnun Háskóla Íslands að gera úttekt á svokallaðri aflareglu sem notuð hefur verið við ákvörðun heildarafla í þorski á síðustu árum. Skýrsla sú sem hér birtist er afrakstur þeirrar úttektar. Reynt er að leggja mat á aflaregluna sjálfa, skoða hugsanlegar breytingar í aflareglu og áhrif þeirra auk þess sem fjallað er um hugsanlegar hliðarráðstafanir ef reglunni væri breytt.

Umfjöllunin skiptist í fjóra hluta. Í fyrsta hluta er farið yfir sögu aflareglunnar, tilurð hennar, markmið og hvernig til hefur tekist með beitingu hennar. Í öðrum hluta eru bornar saman ólíkar aflareglur, þ.e. núverandi aflaregla, hagkvæmasta aflaregla og regla sem kalla mætti millireglu, en þar er reynt að fara bil beggja. Í þriðja hluta er umfjöllun um stöðu ólíkra svæða og byggðarlaga hvað varðar aflaheimildir í þorski. Sýndar eru tölur um landaðan þorskafila á hverjum stað og hvaða áhrif það hefði ef aflaheimildir dragast verulega saman. Þá er reynt að skoða hvaða áhrif það hefði ef minni útgerðir leggðu niður starfsemi og aflaheimildirnar færðust til stærri útgerða. Með þessu er ekki verið að spá því að sú yrði raunin, heldur einungis að reyna að fá einhverja mynd af því hvernig aflaheimildir gætu hugsanlega flust milli staða og byggðarlaga. Allt eins má hugsa sér að tilflutningur aflheimilda yrði öðruvísi milli útgerðarfyrirtækja eða þá að lítill sem enginn tilflutningur myndi eiga sér stað þrátt fyrir samdrátt í heildar þorskafila. Í síðasta hlutanum er umfjöllun um áhrif ólíkra aðgerða sem til mætti grípa með það að augnarmiði að draga úr óæskilegum hliðarverkunum verulegs samdráttar í þorskafila.

# 1. Saga aflareglunnar

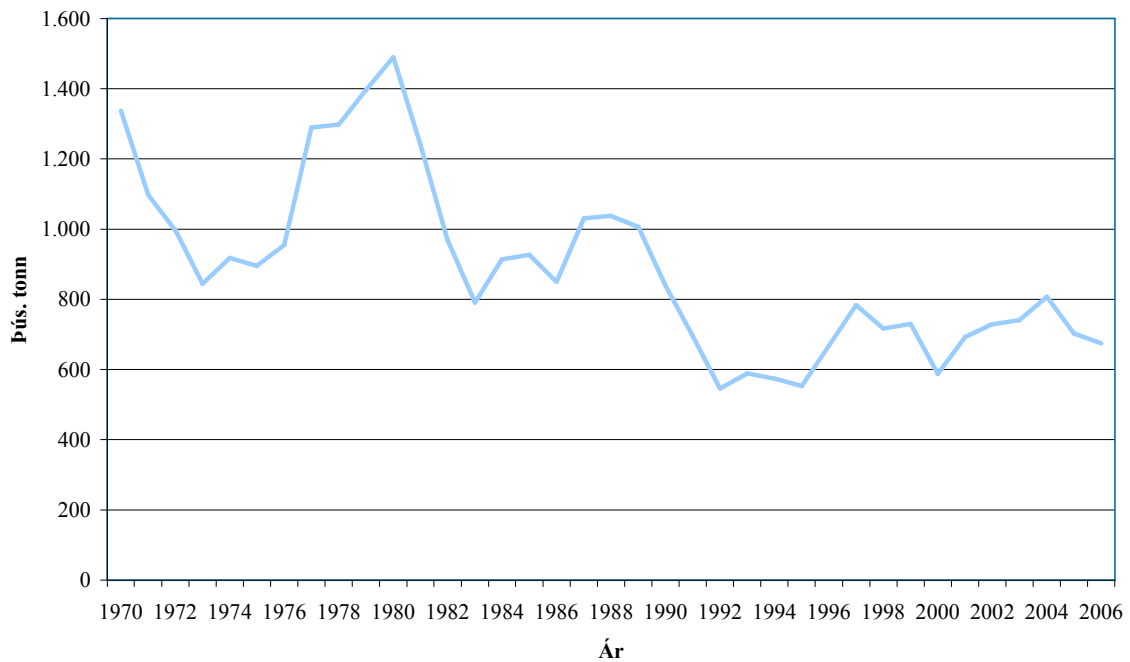
Á níunda áratugnum tók nýliðun þorsstofnsins að versna verulega. Á árunum 1955-1980 var meðalnýliðun um 200 milljónir nýliða og stóð stofninn þá undir 300-400 þúsund tonna ársafla. En um og upp úr 1980 verður þar breyting á. Á tímabilinu 1980-1985 var nýliðun um 140 milljónir þriggja ára nýliða öll árin nema eitt, en nýliðun ársins 1983 var 230 milljónir. Næstu árgangar voru betri, en árgangarnir 1989-1991 voru skelfilegir, eða um 110 milljónir að jafnaði.



Léleg nýliðun og mikil sókn leiddu til þess að veiðistofn, þ.e. stofn fjögurra ára þorsks og eldri, fór minnkandi. Stofninn hafði farið vaxandi á áttunda áratugnum og stækkað úr um 844 þúsund tonnum árið 1973 í nálega 1.500 þúsund tonn árið 1980. En á næstu árum snarminnkaði stofninn og var kominn niður fyrir 800 þúsund tonn árið 1983. Stofninn þá var því einungis rífur helmingur af því sem hann hefði verið þremur árum áður. Enda þótt lítilla rofaði til á næstu árum tók aftur að halla undan fæti á tíunda áratugnum og stofninn (4 ára og eldri fiskur) var kominn niður í um 550 þúsund tonn árið 1995.



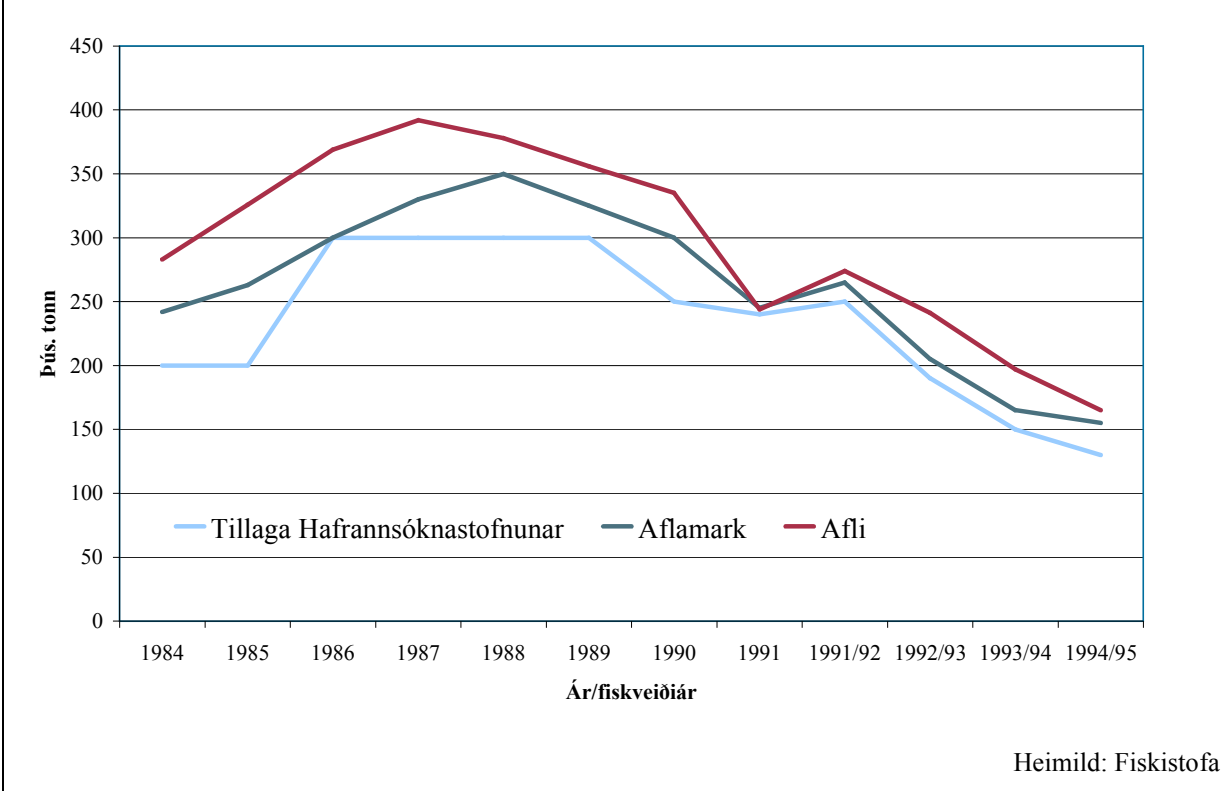
Mynd 1.2: Veiðistofn þorsks árin 1970-2006 í þúsund tonnum



Heimild: Hafrannsóknastofnun (2007).

Versnandi ástand þorstofnsins endurspegladist vel í afla landsmanna. Hann nam 392 þúsund tonnum 1987, en var kominn í 165 þúsund tonn fiskveiðiárið 1994/95. Afli landsmanna á árunum 1984-1994/95 var ætíð meiri en Hafrannsóknastofnun lagði til og kom þar bæði til að ráðgjöf stofnunarinnar um heildaraflamark var sjaldnast fylgt og afli reyndist yfirleitt umfram aflamark. Samtals munaði 750 þúsund tonnum á þessum árum á afla og tillögum Hafrannsóknastofnunar, og 335 þúsund tonnum á aflamarki og tillögum stofnunarinnar.

Mynd 1.3: Tillaga Hafrannsóknastofnunar um aflamark hvers árs, aflamark og afli



## 1.1. Vinnuhópur um nýtingu fiskstofna

Versnandi ástand þorskstofnsins um og upp úr 1990 var ráðamönnum eðlilega mikið áhyggjuefni og talið var eðlilegt að kanna gaumgæfilega hvernig heppilegast væri að haga nýtingu fiskstofnanna. Með bréfi dagsettu 1. júlí 1992 fól sjávarútvegsráðherra stjórn Hafrannsóknastofnunar að „gera tillögur til ráðherra um hvernig nýtingu einstakra fiskstofna skuli háttað með það að markmiði að hámarksafrakstri Íslandsmiða verði náð til lengri tíma“. Hafrannsóknarstofnunin óskaði eftir samstarfi við Þjóðhagsstofnun um þetta verkefni og í því skyni var myndaður vinnuhópur sem í áttu sæti eftirtaldir einstaklingar:

Brynjólfur Bjarnason, formaður

Jakob Jakobsson, forstjóri Hafrannsóknastofnunar

Gunnar Stefánsson, Hafrannsóknastofnun

Þórður Friðjónsson, forstjóri Þjóðhagsstofnunar

Friðrik Már Baldursson, Þjóðhagsstofnun

Ásgeir Daníelsson, Þjóðhagsstofnun

Kristján Þórarinnsson, stofnvistfræðingur LÍU

### 1.1.1. Áfangaskýrsla

Vinnuhópurinn skilaði tveimur skýrslum. Fyrst áfangaskýrslu í maí 1993 og síðan lokaskýrslu í maí árið eftir. Í áfangaskýrslunni eru notuð tvenns konar líkön til að meta langtímaáhrif mismunandi leiða við nýtingu þorsstofnsins, bæði frá líffræðilegu og þjóðhagslegu sjónarmiði. Annars vegar fjölstofna líffræðilegt líkan af vexti og viðgangi þorsstofnsins af þeirri gerð sem kennd hefur verið við Beverton og Holt og hins vegar einfalt hagfræðilegt líkan af tekjum og kostnaði við þorskveiðar.

Með hermireikningum var sýnt fram á að mestur árlegur hagnaður myndi nást þegar hrygningarstofn væri tæplega 1,7 milljónir tonna og veiðistofn rúmlega 2,7 milljónir tonna. Jafnstöðuafli er þá um 370 þúsund tonn á ári.

Þá voru reiknaðir þeir aflaferlar sem háværkuðu núvirtan hagnað miðað við 5, 10 og 15% vexti, og ferlar sem fengust við að hámarka einkaneyslu landsmanna miðað við fasta hlutfallslega sveiflufælni. Hugtakið sveiflufælni vísar til þess að í hagfræði er alla jafna gert ráð fyrir að fólk horfi ekki eingöngu til núvirðis þeirra tekna sem því standi til boða, heldur skipti einnig máli hvort tekjurnar sveiflist mikið til á milli ára. Almennt gildi að fólk kjósi stöðugar tekjur fremur en sveiflukenndar. Sveiflufælni feli einnig í sér áhættufælni, þ.e. að einstaklingar kjósi fremur vísar tekjur og jafnar en sveiflukenndar og óvissar. Þessir aflaferlar voru fremur keimlíkir og sýndu undantekningarlaust að það borgaði sig að minnka sókn verulega fyrst í stað, jafnvel veiða ekki neitt í tvö til þrjú ár, en auka síðan sóknina með vaxandi stofnstærð. Ekki var tekið tillit til neinnar óvissu í þessum útreikningum.

Þar sem forsendan um háværkun hagnaðar þótti umdeilanleg voru einnig gerðir hermireikningar þar sem vikið var frá þeim, en þess í stað skoðaðar stjórnunarreglur, svokallaðar veiðireglur. Ein þeirra var síðan valin til frekari prófunar og spönnuðu framreikningarnir aldarfjórðung og tóku tillit til óvissu. Sú regla fólst í því að reikna ákveðið hlutfall af hrygningarstofni umfram ákveðið lágmark. Í reikningum vinnuhópsins var þetta hlutfall 45% og lágmarksgildið 50 þúsund tonn. Þá var skilgreindur ákveðinn lágmarksafli – gólf – og hámarksafli, þak. Þakið var hið lægra af 450 þúsund tonnnum og afla fyrra árs, hækkuðum um fjórðung. Þrjár lágmarkstonnatölur voru notaðar, 125, 175 og 225 þúsund tonn. Ef hærra gildi en þakið fékkst út úr reiknireglunni (45% af hrygningarstofni – 50 þúsund tonn) var afli lækkaður niður í þakið, en hækkað upp í gólfíð ef lægra gildi fékkst en það.

Veiðireglan var valin þannig að þorsstofninn leitaði í langtímajafnvægi þar sem hrygningarstofn væri að jafnaði 900 þúsund tonn. Þetta var mun minni stofn en útreikningar án óvissu bentu til að væri heppilegastur til að hámarka hagnað, en ástæða þótti til að velja minni stofnstærð en þeir hámarksúrreikningar gáfu tilefni til vegna þess að hið líffræðilega líkan þótti ekki taka nægjanlegt tillit til fjölstofna- og þéttleikaáhrifa sem líklegt má telja að fari vaxandi með stækkandi stofni.

Helstu niðurstöður áfangaskýrslunnar voru þær að ef þorskafli yrði miðaður við 225 þúsund tonn á ári væru verulegar líkur á að innan fárra ára þyrfti að draga úr veiðunum. Framreikningar bentu til þess að nálega þriðjungslíkur væru á hrúni þorsstofnsins og að landsframleiðsla myndi verða um 3% minni upp úr aldamótunum 2000 en ef hinar tvær leiðirnar hefðu verið farnar. Hrygningarstofninn myndi hins vegar haldast lítt breyttur ef afli væri takmarkaður við 175 þúsund tonn á ári, en veiðistofninn minnka fyrstu árin, einkum vegna lélegrar nýliðunar. Með tímanum myndi þorsstofninn aftur fara stækkandi. Líkur á hrúni voru taldar litlar og hagkvæmni við veiðarnar viðunandi. Ef afli yrði aftur á móti takmarkaður enn frekar og t.d. aðeins veidd 125 þúsund tonn á ári myndi stofninn vaxa mun hraðar og líkur á hrúni verða nær engar. Eftir nokkur ár mætti aftur fara að veiða 225 þúsund tonn á ári. Til lengri tíma litið taldi vinnuhópurinn litlu skipta fyrir þróun landsframleiðslu hvort aflinn væri takmarkaður við 125 eða 175 þúsund tonn fyrst í stað.

### **1.1.2. Lokaskýrsla**

Í lokaskýrslu vinnuhópsins er notað fjölstofnalíkan sem lýsir vexti og viðgangi þorsks, loðnu og rækju. Tillit var tekið til þess að þorskur étur bæði loðnu og rækju og þess að þegar þorsstofninn verður mjög stór taki meðalþyngd eftir aldri að minnka. Nýliðunarfalli þorsstofnsins var breytt úr Beverton-Holt falli, sem er sívaxandi með stærri hrygningarstofni, í svokallað Ricker-falli, en það nær hámarki við tiltekna stærð hrygningarstofns, en tekur síðan að lækka ef stofninn stækkar enn frekar. Þá var og tekið tillit til afráns ungfisks á seiðum. Efnahagslegi hluti líkansins lýsir tekjum og kostnaði við veiðar og vinnslu á þorski, loðnu og rækju. Líkanið er einfalt og ekki er gert ráð fyrir neinni óvissu, enda þjónar haglíkanið þeim megintilgangi að auðvelda samanburð mismunandi nýtingarstefna.

Sett er fram svipuð aflaregla og í áfangaskýrslunni sem felst í því að fundið er svokallað grunnmark sem er skilgreint sem 45% af hrygningarstofni umfram 50 þúsund tonn. Þessi hluti reglunnar stýrir stofninum í jafnvægi við u.þ.b. 800 þúsund tonn. Þak er sett á grunnmarkið

við 450 þúsund tonn, þannig að verulegt ofmat á hrygningarstofni valdi ekki því að grunnmarkið verði sett of hátt. Aflamark hvers árs er ákvarðað sem einfalt meðaltal grunnmarksins og heildarafla fyrra árs, en með því er komið í veg fyrir of miklar sveiflur í aflamarki. Það skilyrði er þó sett að aldrei verði veitt meira en 72% af 5-10 ára fiski, þ.e.a.s. að fiskveiðidánarstuðull verði aldrei hærra en 1,5. Í framreikningum var jafnframt gert ráð fyrir að afli í upphafi færi ekki niður fyrir ákveðin mörk. Enda þótt þau mörk hafi að vissu marki verið hægt að réttlæta út frá efnahagslegum forsendum, voru þessi mörk þótt fyrst og fremst notuð til að kanna hvar hættumörk stofnsins lágu þegar ákveðnum afla væri haldið til streitu óháð því hvernig sjálfur stofninn þróaðist.

Helstu niðurstöður hermireikninga miðað við 175 þúsund tonna upphafsafra voru þær að miklar líkur væru á að hægt yrði að byggja hrygningarstofninn upp í 700-800 þúsund tonn og veiðistofninn í 1.400-1.600 þúsund tonn. Í jafnvægi gæti árlegur afrakstur slíks þorskstofns verið um 350 þúsund tonn. Líkur á hrúni stofnsins voru áætlaðar um 7%. Árlegur hagnaður þorskveiða myndi vaxa hratt samhliða aukinni stofnstærð og minnkandi tilkostnaði við veiðarnar. Framlag sjávarútvegs til landsframleiðslu myndi einnig aukast.

Í útreikningum var einnig kannað hverju það breytti að nota upphafsafra sem væri 50 þúsundum tonnum meiri eða minni, sem og áhrif þess að gefa afra fyrra árs helmingi minna og meira vægi. Þá var prófað að nota reglu sem miðaðist við veiðistofn fremur en hrygningarstofn og var grunnaflamarkið þannig ákveðið sem 21,5% af veiðistofni. Jafnframt var athugað hvaða áhrif það hefði að breyta ýmsum líffræðilegum forsendum um þéttleikaháðan vöxt, nýliðun og löngum sveiflum í umhverfisaðstæðum. Meginniðurstöður grunndæmisins reyndust hins vegar lítt næmar fyrir þessum breytingum, með einni undantekningu þó. Þegar miðað var við 225 þúsund tonna upphafsafra jukust líkur á hrúni stofnsins úr 7% í 50%. Meðalþorskafli, -hagnaður og -framlag til landsframleiðslu reyndist einnig minnka mikið og breytileiki þessara stærða aukast verulega. Þótti sýnt að teflt yrði á tæpasta vaðið með því að fara þá leið. Vinnuhópurinn lagði einnig áherslu á að hagkvæm nýting þorsks hefði áhrif á nýtingu annarra fiskistofna. Eftir að þorskstofninn hefði náð ákveðinni stærð myndi þannig verða hagkvæmt að draga úr sókn í loðnu og rækju. Aukning heildartekna vegna uppbyggingu þorskstofnsins yrði því minni en svaraði til aukningu tekna af þorskveiðum.

## 1.2. Aflaregla

Á grundvelli þessara hermireikninga lagði vinnuhópurinn til að tekinn yrði upp aflaregla fyrir þorsk sem fæli í sér að árlegur hármaksafli samsvaraði um 22% af meðaltali veiðistofni þorsks í upphafi árs og aflamarki fyrra árs.

Í marslok 1995 lagði Hafrannsóknastofnunin til að sjávarútvegsráðuneytið festi í sessi aflareglu fyrir þorskveiðar og lagði til að notuð yrði regla þar sem leyft yrði að veiða 22-25% af meðaltali veiðistofns yfirstandandi árs og framreiknaðs stofns næsta árs. Í framhaldinu fól ráðuneytið Hafrannsóknastofnuninni að kanna hvaða áhrif það hefði ef tekin yrði upp veiðiregla sem fæli í sér að leyft yrði að veiða 25% af veiðistofni, en þó þannig að afli færi aldrei niður fyrir 155 þúsund tonn. Það magn samsvaraði heildaraflamarki fiskveiðiársins 1994/95. Að mati Hafrannsóknastofnunar myndi þessi breyting á aflareglu lítt breyta líkum á hruni þorskstofnsins. Líkurnar voru taldar um 1% miðað við 155 þúsund tonna afla, 3% við 165 þúsund tonn og 6% við 175 þúsund tonn. Á grundvelli þessara niðurstaðna ákváðu stjórnvöld að frá og með fiskveiðiárinu 1995/96 skyldi heildaraflamark í þorski vera 25% af meðalveiðistofni á almanaksári. Meðalveiðistofn var reiknaður út frá mati Hafrannsóknastofnunar á stærð veiðistofns í upphafi almanaksárs og spá um stofnstærð í lok þess, en þessar spár skyldu liggja fyrir að lokinni úttekt stofnunarinnar á þorskstofni að vori.

Í skýrslu Hafrannsóknastofnunarinnar frá um 1995 um nytjastofna sjávar og aflahorfur er vikið nánar að áhrifum þess að nýta stofninn með þessari aflareglu. Stofnunin telur að slík nýtingarstefna geti gefið góða raun til lengri tíma litið, en þó sé ljóst að hrygningarstofninn muni stækka mjög hægt eða innan við 10% næstu þrjú árin. Hafa verði í huga að hluti sjö ára og eldri þorsks verði aðeins 11% árið 1996 og hafi aldrei verið eins lítill. Þessu valdi léleg nýliðun undangenginna ára. Hröð endurreisn hrygningarstofnsins sé því afar erfið og skipti litlu þótt svo veiðar hefðu verið skertar enn meir.

## 1.3. Nefnd um langtímanýtingu fiskistofna

Vorið 2000 kom í ljós að þorskstofninn hafði verið ofmetinn í nokkur ár. Í framhaldi af því fóru stjórnvöld fram á að kannað væri hvort unnt væri að setja einhvers konar sveiflujöfnun í aflaregluna til að draga úr þeim áhrifum sem of hátt metinn stofn gæti haft á heildarafla. Athuganir bentu ekki til þess að 30 þúsund tonna takmörkun á sveiflum frá fyrra ári og niðurfelling á 155 þúsund tonna aflalágmarki myndu hvorki auka líkur á hruni né stofna

nýtingarstefnu í hættu. Á grundvelli þessara rannsókna ákváðu stjórnvöld að breyta aflareglunni og afnema lágmarkið en bæta við 30 þúsund tonna sveiflujöfnun. Gat heildaraflamark því hvorki hækkað né lækkað um meira en 30 þúsund tonn á milli ára.

Í mars árið 2001 skipaði sjávarútvegsráðherra nefnd sem hafði m.a. það verkefni að meta þann árangur sem náðst hafði í nýtingu þorsks frá því aflareglunni var komið á. Í nefndinni áttu sæti allir þeir sem setið höfðu í vinnuhópnum um nýtingu fiskstofna nema Jakob Jakobsson og að auki Jóhann Sigurjónsson, forstjóri Hafrannsóknastofnunar og Sævar Gunnarsson, forseti Sjómannasambands Íslands.

Í áfangaskýrslu þessarar nefndar er bent á að töluverður munur hafi verið á útfærslu aflareglunnar og þeirri reglu sem vinnuhópurinn mælti með.

Í fyrsta lagi hafi hlutfall af veiðistofni verið hærra en lagt var til, eða 25% í stað 22%. Veiðiálag var því aukið frá tillögum vinnuhópsins, en það hafði til lengri tíma litið í för með sér minni stofn, meiri sveiflur og minni hagnað af veiðunum.

Í öðru lagi var lágmarksafli lækkaður úr 175 þúsund tonnum í 155 þúsund tonn. Þessi breyting hefði átt að flýta uppbyggingu þorskstofnsins, en vegna þess að afli fyrsta fiskveiðiárið, 1995/96 varð meiri en að var stefnt, eða 170 þúsund tonn í stað 155 þúsund tonna, hafði þetta ekki þau jákvæðu áhrif á stofninn sem vonir stóðu til.

Í þriðja lagi gerðu tillögur vinnuhópsins ráð fyrir ákveðinni jöfnun þar sem heildaraflamark skyldi vera 22% af meðaltali veiðistofns og aflamarks fyrra fiskveiðiárs. Þessari jöfnun var hins vegar ekki beitt fyrr en draga þurfti úr veiðum og þá með þeim hætti að í stað þess að miða við meðaltal veiðistofns og aflamarks var takmarkað hversu mikið hægt væri að breyta heildaraflamarki á milli ára. Þorskstofninn tók vel við sér á árunum 1997-1999 og þess vegna leiddi þessi breyting til þess að meira var veitt úr honum en verið hefði ef tillögum vinnuhópsins hefði verið fylgt.

Í fjórða lagi var miðað við meðaltal veiðistofnsins á almanaksárinu, þ.e. meðaltal stofnmats í upphafi árs og áætlunar í lok þess. Vinnuhópurinn miðaði aftur á móti við stofnmat í upphafi árs. Vegna þess að þorskstofninn var ofmetinn allt frá árinu 1997 varð þetta til þess að veitt var meira af þorski en samrýmdist áformum um uppbyggingu stofnsins.

Í fimmta lagi voru tímasetningar aðrar. Vinnuhópurinn gerði ráð fyrir að aflmark fyrir yfirstandandi almanaksár yrði ákveðið að vori, en þess í stað var aflmark ákveðið að vori fyrir næsta fiskveiðiár. Þar sem fiskveiðiárið byrjar 1. september féllu aðeins fjórir mánuðir inn á það almanaksár sem úttektin á þorskstofninum var gerð á. Þegar stofn er vaxandi leiðir þetta frávík til þess að minna er veitt en ella, en hið gagnstæða gildir ef stofn er minnkandi; þá er meira veitt en heppilegt hefði verið.

Eigi að síður taldi nefndin að umtalsverður árangur hefði orðið af beitingu aflareglu, en miðað við þróun þorskstofnsins og þess hvernig hann var metinn á hverjum tíma hefði mátt gera enn betur með því að nota tillögu vinnuhópsins frá 1994. Nefndin vakti athygli á því að á undanförunum tveimur áratugum hefði þorskstofninn iðulega verið ofmetinn og á þessu ofmati hefðu engar skýringar fundist. Óvissa í stofnmati hefði þó ekki vaxið, heldur væri hún svipuð og áður eða um 14%. Þetta ofmat á stofninum hefði leitt til þess að í stað þess að afli væri að jafnaði 25% af veiðistofni, eins og að var stefnt, hefði hlutfallið verið 27,5%. Ekki hefði heldur tekist að halda afla innan heildaraflamark, og því hefði raunverulegur afli verið um 30% af veiðistofni. Afli hvers árs hefði, með öðrum orðum, orðið 20% meiri að jafnaði en aflareglan gerði ráð fyrir, og 36% meiri en fólst í tillögunum frá 1994.

Nýtingarnefndin þróaði nýtt líffræðilíkan sem lýsti vaxtarmöguleikum íslenska þorskstofnsins við þáverandi umhverfisskilyrði í hafinu. Líkanið var áragangalíkan þar sem tilgreindur var fjöldi, þyngd og kynþroski þorsks frá þriggja ára aldri til 14 ára aldurs. Gert var ráð fyrir að náttúrulegur dánarstuðull væri 0,2, en í því felst að um 18% af hverjum árgangi deyi af öðrum völdum en veiði. Áhersla var lögð á að líkanið sýndi bæði þá vaxtamöguleika sem líklegastir væru og tæki tillit til þeirrar miklu óvissu sem er um vöxt þorskstofnsins. Við líffræðilíkanið var síðan tengt einfalt haglíkan sem notað var til að gera samanburð á kostnaði og ábata af því að fylgja ólíkum nýtingarstefnum.

Í lokaskýrslu nefndarinnar, sem lögð var fram í apríl 2004, var greint frá því að samanburður og prófanir á ýmsum aflareglum hefðu leitt í ljós að regla sem miðaði við 22% af veiðistofni hefði ýmsa góða eiginleika hvað varðaði hagnað, stöðugleika og vöxt og viðkomu stofnsins. Vegna þess að veiðistofninn væri iðulega ofmetinn svaraði þetta til þess að um 20% væri veitt af metnum stofni. Þessi regla væri óháð því hvort gert væri ráð fyrir því að umhverfisaðstæður hefðu varanlega breyst til hins verra frá því sem áður var eða hvort gert væri ráð fyrir að þeir færu batnandi á ný. Ef gert væri ráð fyrir að nýliðun yrði svipuð í framtíðinni og hún hafði



verið undanfarin 15 ár, mætti gera ráð fyrir að meðalafla yrði 210-220 þúsund tonn á ári. Ef betur tækist til við uppbyggingu stofnsins og/eða umhverfisskilyrði bötnuðu þannig að nýliðun yrði svipuð og á áratugunum fyrir 1985 mætti búast við 310-320 þúsund tonn meðalafla á ári.

Vegna náttúrulegra sveiflna í þorsstofninum og óvissu í stofnmati taldi nefndin óhjákvæmilegt að beita einhvers konar jöfnun samhliða hlutfallsreglu. Ella væri hætt á að sveiflur yrði of miklar. Lagði nefndin því til að aflareglan tæki að hálfu tillit til afla fyrra árs. Slík jöfnun hefði óveruleg áhrif á sveiflur í stofninum, en leiddi til meiri hagnaðar og minni sveiflna en aðrar jöfnunarreglur.

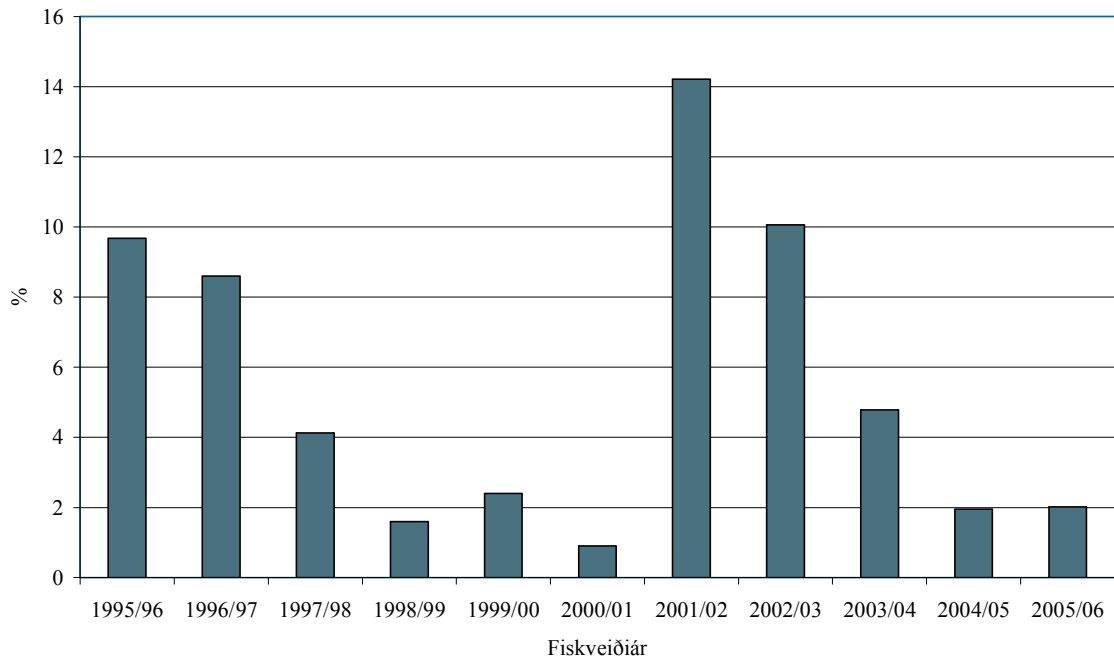
Þrátt fyrir ábendingar nefndarinnar var ekki talin ástæða til að breyta aflareglunni að sinni. Áfram var því miðað við að veitt skyldi 25% af veiðistofni. Þeirri 30 þúsund tonna sveiflujöfnun, sem komið hafði verið á árið 2000, var einnig haldið óbreyttri, en aflamark ekki miðað við afla fyrra árs. Tveimur árum síðar, árið 2006, var aflareglunni breytt í þá átt sem langtímanýtingarnefndin hafði lagt til. Fyrri jöfnunarregla var afnumin en þess í stað ákveðið að miða heildaraflamark við 25% af meðaltali aflamark síðasta fiskveiðiárs og hlutfall af viðmiðunarstofni í upphafi úttekta.

#### **1.4. Árangur aflareglu**

Árangur stjórnunarreglu á borð við hlutfallslega aflareglu ræðst einkum af tvennu. Í fyrsta lagi því að veiðistofn sé rétt metinn og í öðru lagi að raunverulegur aflfi verði sá sem að var stefnt.

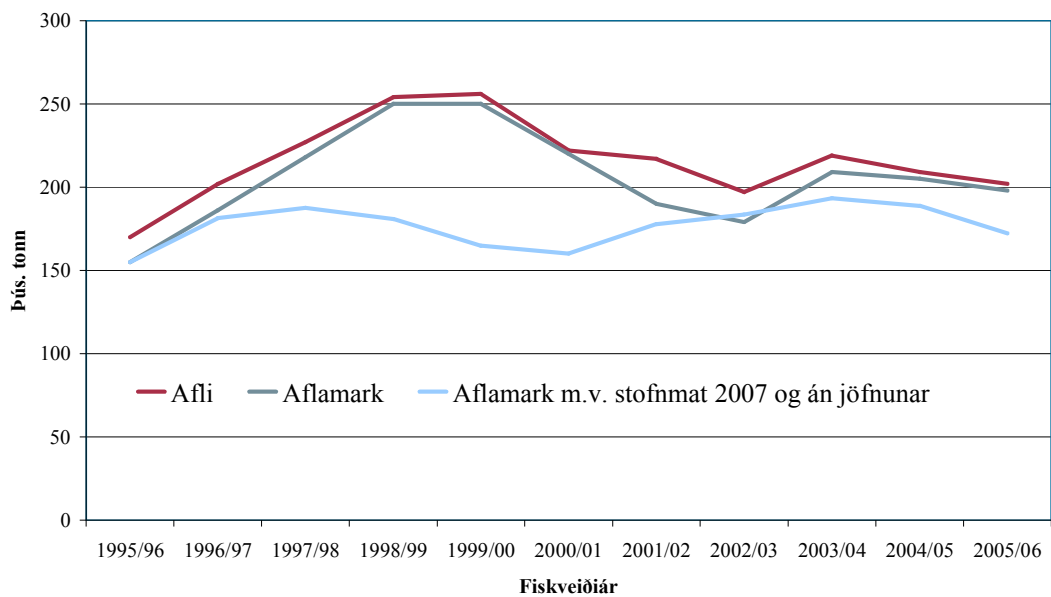
Á undanförunum aldarfjórðungi hefur veiðistofn þorsks yfirleitt verið ofmetinn um rúm 10% og stundum hefur stofnmatið borið verulega af leið, svo sem árin 1997-2000. Ástæður fyrir þessu ofmati eru ekki ljósar, en það er enn til staðar og má nefna að árin 2004 og 2005 virðist stofninn hafa verið ofmetinn um 50 þúsund tonn og um 80 þúsund tonn árið 2006.

**Mynd 1.4: Hlutfall raunverulegs þorskafla umfram heildaraflamark fiskveiðiárin 1995/95-2005/06**



Þorskafla Íslendinga undanfarin 11 fiskveiðiár hefur einnig oftast verið umfram heildaraflamark. Árin 1995/96 og 1996/97 var þessi munur um 9%, ríflega 14% árið 2001/02 og um 10% árið 2002/03. Samtals munaði um 115 þúsund tonn um á afla og heildaraflamarki á tímabilinu 1995/96-2005/06.

**Mynd 1.5: Samanburður á aflareglu og þorskafla fiskveiðiárin 1995/95-2005/06**



Heimild: Fiskistofa og Hafrannsóknastofnun.

Á mynd 1.5 er einnig sýnt hvert heildaraflamark hvers árs hefði verið ef mat á veiðistofni hvers árs hefði verið hið sama og fram kemur í skýrslu Hafrannsóknastofnunar um ástand og horfur árið 2007. Gert er ráð fyrir þeirri aflareglu sem tekin var upp árið 1995, þ.e. miðað við ákveðið lágmark, en enga sveiflujöfnun. Glögglega má sjá að heildaraflamark hefði verið ákveðið mun lægra en raun varð á á árunum 1997/98-2001/02. Lægra aflamark og þar með minni afli hefði að öllum líkindum leitt til þess að ástand þorsstofnsins hefði árin á eftir verið betra og veiðistofn væri trúlega stærri í dag en síðustu mælingar gefa til kynna..

## 2. Aflareglur: Mat á afleiðingum

Í þessum kafla er fjallað um nokkrar aflareglur fyrir þorskveiðarnar og helstu afleiðingar þeirra. Skoðaðar eru þrjár mismunandi aflareglur sem hér segir:

- Núverandi aflaregla
- Hagkvæm aflaregla, þ.e. aflaregla sem fer mjög nærri því að hámarka núvirði þjóðhagslegs arðs af þorskveiðunum
- Milliregla, þ.e. aflaregla sem forðast að leyfilegur þorskaflí fari niður fyrir ákveðið lágmark

Til þess að kanna afleiðingar þessara reglna er beitt samsöfnuðu (e. aggregated) lífhagrænu (e. bioeconomic) líkani af þorskveiðunum. Aðalatriði þessa líkans eru útskýrð í viðaukum A, B og C við þennan kafla. Nokkru ýtarlegri umfjöllun um grunnlíkanið er að finna í Arnason og fél. (2004a) og Agnarsson og fél. (2007). Líkanið er lífhagrænt í þeim skilningi að það tekur jöfnum höndum til lífrænna og hagrænna þátta. Líkanið er samsafnað í þeim skilningi að í því er ekki gerður greinarmunur á mismunandi þorskárgöngum eða þeim svæðum sem þeir halda sig á og ekki heldur á mismunandi tegundum þorskveiðiskipa og veiðarfærum þeirra eða helstu veiðislóðum og löndunarstöðum. Líkanið byggist þannig á miklu einfaldari stofnstærðarreikningum en Hafrannsóknarstofnunin beitir og miklu einfaldari mynd af þorskútvegi en finna má í sumum öðrum rannsóknum (Arnason 1984, Helgason og Ólafsson 1988). Reynslan hefur engu að síður sýnt að svona líkan gefur góða raun þegar kanna á megindrættina í afleiðingum mismunandi fiskveiðistefna og í mörgu tilliti betri en margbrotnari líkön (Arnason og fél. 2004a, Butterworth og Rademeyer 2005).

Einn styrkur þessa einfalda líkans er að innan vébanda þess er tiltölulega auðvelt að taka heildstætt tillit til allra meginatriða fiskveiða í tímatengdu og tilviljunarkenndu samhengi. Reynslan sýnir að þetta er erfitt að gera í miklu margbrotnari líkönum. Þá er einnig mikilvægt að smærri, samsöfnuð líkön eru tiltölulega gegnsæ. Miklu auðveldara er að því skilja og útskýra niðurstöður þeirra en þær sem koma úr margbrotnari líkönum. Í smáum, samsöfnuðum líkönum er enn fremur miklu minni hætt á mistökum í líkanagerð og reikningum en í stærri og flóknari líkönum, þar sem mistök eru auðvitað tíðari og eiga

auðveldara með að leynast. Í smærri og gegnsærri líkönum uppgötvast þau oftast fljótt og valda ekki frekari skaða.

Skipulag þessa kafla er í stórum dráttum sem hér segir: Í fyrsta undirkafla, kafla 2.1, er fjallað um samfélagslegan tilgang aflareglu og í framhaldi af því þau viðmið sem dæma ætti aflareglu eftir. Í undirkafla 2.2 er rætt um gildandi aflareglu og svokallaða hagkvæma aflareglu, þ.e. þá aflareglu sem kemst nærri því að hámarka þjóðhagslegan ábata af þorskveiðunum. Í kafla 2.3 er gerður samanburður á helstu afleiðingum þessara tveggja reglna miðað við þau markmið sem rakin eru í kafla 2.1. Í framhaldi af því er í kafla 2.4 fjallað um svokallaða meðalhófsreglu, en það er aflaregla sem fer sæmilega nálægt hagkvæmri reglu án þess þó að draga eins mikið úr afla og strangasta hagkvæmni krefst þegar veiðistofn er smár. Því má segja að meðalhófsreglan taki með ákveðnum hætti aukið tillit til sjónarmiða um stöðugleika og varðveislu atvinnu í sjávarbyggðum en hagkvæm regla. Að lokum, í kafla 2.5 er athyglinni beint sérstaklega að hættunni á stofnhruni og hvernig sú hættu tengist mismunandi aflareglum.

## 2.1. Tilgangur aflareglu

Aflaregla er regla sem segir til um leyfilegan heildarafla að gefinni stærð viðkomandi fiskistofns (eða fiskistofna)<sup>1</sup>. Þetta má formlega rita:

$$q = F(x)$$

þar sem  $x$  táknar stærð fiskistofns  $q$  afla úr honum og fallið  $F(\cdot)$  er aflareglan sem tengir þessar tvær breytur saman. Unnt er að sýna fram á að notkun aflareglu samræmist hagkvæmustu nýtingu fiskistofns (Arnason et al. 2004a). Aflareglu má nota til að ákvarða leyfilegan heildarafla úr hvaða fiskitegund sem er. Í þessari skýrslu er einungis fjallað um aflareglu fyrir þorsk.

---

<sup>1</sup> Svona regla, sem felur í sér vörpun frá stöðu kerfis yfir í ákvörðun um aðgerðir (gildi fyrir stýribreytu) er á erlendu tæknimáli kölluð “feed-back” regla eða “feed-back” stýring. Á íslensku mætti kalla svona reglu stöðu-stýrireglu.

Mikilvægt er að hafa hugfast að aflaregla og afli er ekki nauðsynlega sama fyrirbærið. Til þess að svo sé þarf aflaregla að vera það aðhaldssöm og svo vel framfylgt að hún takmarki í raun veiðarnar. Sé svo, er augljóst að aflaregla svo ræður miklu um þróun stofnsins og þar með aflamöguleika framtíðarinnar. Þetta tvennt ásamt stjórnkerfi fiskveiða hefur síðan úrslitaáhrif á þjóðhaglegan afrakstur af veiðunum.

Aflaregla hefur áhrif á landsframleiðslu, atvinnu og tekjur. Hún hefur jafnframt áhrif á framboð fiskafla og þar með markaðsverð og markaðsstöðu innlendra framleiðenda á erlendum mörkuðum. Hún hefur einnig áhrif á svæðisframleiðslu, svæðisbundna atvinnu og tekjur og þar með búsetu eftir svæðum. Þá hefur hún áhrif á þróun allra þessara stærða yfir tíma. Þessi tímatengdu áhrif eru sérstaklega umhugsunarverð. Ástæðan er sú að vegna eðlis fiskveiða og viðkomu fiskistofna er að jafnaði við því að búast að skammtímaáhrif af aflareglu séu þveröfug við langtímaáhrifin.

Nýjustu mælingar benda til þess að sjávarútvegur standi með beinum og óbeinum hætti undir yfir 20% af landsframleiðslunni (Agnarsson og Arnason 2007). Margar byggðir landsins byggja afkomu sína nær eingöngu á sjávarútvegi. Þorskveiðar eru langverðmætustu fiskveiðar Íslendinga. Þær nema nú tæplega 40% af öllu aflaverðmæti (Hagstofa Íslands 2007) og yfir 60% af samanlögðu leiguvirði aflakvóta. Af öllu þessu er augljóst að efnahagslegar afleiðingar af aflareglu fyrir þorsk geta verið mjög miklar.

Spurningin er því þessi: Hver ætti þessi aflaregla fyrri þorsk að vera? Hver er hin þjóðhagslega hagkvæma þorskaflaregla? Hér er tekin sú afstaða að aflaregla fyrir þorsk eigi að sú regla sem hámarkar núvirði þjóðhagslegs ávinnings af þorskveiðum. En hver er þessi þjóðhagslegi ávinningur?

Í hagfræði er jafnan gengið að því vísu að hið efnahagslega markmið sé að hámarka tækifærismengi samfélagsins. Algengur mælikvarði á þetta tækifærismengi er hrein landsframleiðsla (þjóðafframleiðsla, þjóðartekjur). Hrein landsframleiðsla leitast við að mæla þau verðmæti sem ráðstafa má á viðkomandi tímabili (venjulega ári) án þess að ganga á höfuðstól efnislegra og óefnislegra fjármuna (Weitzman 2003). Þetta er auðvitað ekki mælikvarði á hamingju (Layard 2005). Þetta er á hinn bóginn mælikvarði á þá hlutlægu eða efnahagslegu getu sem þjóðin hefur til að skapa sér þessa hamingju.

Veikleikinn við landsframleiðslu sem mælikvarða á þau tækifæri sem landsmenn hafa til að auka velferð sína er ekki hugtakið sjálft, heldur hvernig hún er reiknuð. Veigamest er sennilega að mat á landsframleiðslu tekur jafnan ófullnægjandi tillit til gæða sem ekki eru keypt og seld á markaði. Mat á landsframleiðslu hér á landi tekur t.a.m. ekki nægilegt tillit til notkunar náttúruauðlinda (þ.á m. umhverfisauðlinda) og hvort umfang þeirra vex eða minnkar. Annað atriði er að landsframleiðslan er jafnan reiknuð á markaðsverði (þ.e. virði gæðanna markaði). Sé hagrænt misvægi til staðar, t.d. vegna atvinnuleysis, eða verðbrennandi skattar í ríkum mæli eða verulegar samkeppnishömlur, eru þessi markaðsverð ekki áreiðanlegur mælikvarði á þjóðhagsleg verðmæti.

Auðvelt er að sýna fram á (Arnason 1984) að þegar atvinna er næg og sæmilegt jafnvægi á mörkuðum hagkerfisins er þjóðhagslegur ávinningur af aflareglu sá sami og hreinn hagnaður af fiskveiðunum. Með þessu er ekki verið að gleyma þeim stóra hluta virðisauka í sjávarútvegi sem felst í launum. Það er hins vegar svo að við sæmilegt jafnvægi á vinnuaflsmarkaði er samfélagslegur kostnaður (fórmarkostnaður) við vinnuafl sem notað er í sjávarútvegi því sem næst þau laun sem því eru þar greidd. Þessi laun eru því ekki viðbót við landsframleiðsluna. Vinnuaflið hefði einfaldlega þegið sambærileg laun í öðrum störfum hefði það ekki verið ráðið til sjávarútvegsins. Enda þótt samhengi af þessu tagi sé sjaldan fullkomið, eru hefðbundnar aðstæður hér á landi þó með þeim hætti að þar skakkar sennilega ekki ýkja miklu.

Á þessum grundvelli mælum við því þjóðhagslegan ábata af tiltekinni þorskaflareglu með hreinum hagnaði í þorskútvegi á ári hverju. Núvirði þessa hagnaðar mælir síðan hinn þjóðhagslega ávinning eða tap af því að fylgja viðkomandi þorskaflareglu um langa framtíð. Þetta þýðir að þjóðhagslega hagkvæm aflaregla er sú sem hámarkar núvirði hreins hagnaðar af þorskveiðunum.

Núvirði hagnaðar af þorskveiðum er hins vegar ekki eina afleiðing aflareglu fyrir þorsk sem við höfum áhuga á. Við höfum líka áhuga á áhrifum aflareglunnar á stofnstærð þorsks (og e.t.v. annarra tegunda) í bráð og lengd. Við höfum áhuga á því hver minnsti þorskafla er samkvæmt viðkomandi aflareglu og hver biðtíminn eftir góðum þorskafla er sé þeirri reglu fylgt. Þá höfum við auðvitað einnig áhuga á því hver svæðisbundin áhrif aflareglna eru. Hvaða áhrif hafa þær á hinar ýmsu byggðir og lífsskilyrði í þeim? Hafa mismunandi aflareglur mismunandi áhrif á byggðir, þ.e. landfræðilega tilfærslu í sjávarútvegi?

Við þetta allt saman þarf síðan að bæta áhættu. Áhætta stafar af óvissu um það sem gerast mun í framtíðinni (Byrd and Cothorn 2000). Óvissa í fiskveiðum stafar af mörgum þáttum. Það er óvissa um stofnstærð, vöxt stofnsins, veiðanleika og fiskigöngur. Það er óvissa um verða afla, veiðitækni, kostnað við veiðarnar, markaðsaðgang, samkeppni frá öðrum þjóðum gæftir og fleira. Afleiðingar alls þessa eru að við vitum ekki hvað framtíðin ber í skauti sér. Þar með vitum við heldur ekki með neinni vissu hverjar verða afleiðingar mismunandi aflareglna. Það sem við höfum er í besta falli líkindadreifing. Það merkir að við getum hugsanlega haldið því fram að aflaregla hafi tiltekna afleiðingar með tilteknum líkum.

Stundum er látið í veðri vaka að það sé einhver mótsögn milli þess að hámarka þjóðhaglegan arð af fiskveiðum og atvinnu í sjávarbyggðum. Þessi kenning virðist byggja á því að sé dregið er úr afla til að efla stofna og auka núvirði hagnaðar minnki atvinna í sjávarútvegsbyggðum og þar með veikist þær. Röksemdafærsla af þessum toga byggir á afar veikum grunni. Öfugt við það sem haldið er fram mun sú aflastefna sem eykur núvirði hagnaðar í sjávarútvegi einnig auka atvinnu á viðkomandi svæðum a.m.k. þegar til lengri tíma er litið. Ástæðan er tvíþætt. Í fyrsta lagi hefur hámerkun á núvirðishagnaðar í sjávarútvegi jafnan í för með sér uppbyggingu fiskistofna. Það eykur mögulegan jafnstöðuafla og þar með einnig atvinnu í sjávarbyggðum. Í öðru lagi ræðst atvinna á tilteknu svæði fyrst og fremst af hreinu framleiðsluverðmæti eða öllu heldur tekjunum á viðkomandi landssvæði. Það eru nefnilega þessar tekjur sem öðru fremur ákvarða eftirspurn eftir vörum og þjónustu og þar með eftirspurn eftir vinnuafli á umræddu svæði. Þveröfugt við það sem stundum er haldið fram er aðhaldslítill fiskveiðistefna til þess fallin að minnka atvinnu í sjávarútvegi og veikja þannig útvegsbyggðir en ekki styrkja þær. Sé markmiðið að styrkja atvinnulíf í sjávarbyggðum er skynsamlegast að fylgja aðhaldssamri fiskveiðistefnu, byggja upp og vernda fiskistofna.

Það sannleikskorn sem í svona röksemdafærslu felst er að aðhaldsöm fiskveiðistefna, eða aflaregla, gefur falið í sér tímabundinn aflsamdrátt og þannig skert atvinnu í sjávarútvegi þegar til skemmri tíma er litið. Sé fiskveiðistefnan skynsamleg, þ.e. í samræmi við þjóðarhag, er þessi samdráttur er hins vegar meira en bættur upp af auknum afla síðar. Að því marki sem erfiðleika í einstaka sjávarútvegasbyggðum má rekja til takmarkaðs leyfðs heildarafla, er ástæða erfiðleikanna ekki mistök í aflaákvörðunum nú heldur ofveiði í fortíðinni. Það er augljóslega ekki skynsamlegt að halda áfram í sama dúr og leggja þar með drög að enn frekari aflsamdrætti í framtíðinni.



Með þessu er ekki verið að gera lítið úr vanda einstakra sjávarútvegsbyggða. Það er aðeins verið að vekja athygli á því að sá vandi — að því marki sem hann má rekja til ákvörðunar heildarafla — er ekki aðhaldsöm eða hagkvæm fiskveiðistefna nú, heldur óskynsamlegar fiskveiðar í fortíðinni. Þegar sjávarútvegsbyggðir láta undan síga er það jafnan af mörgum ástæðum. Ein er breyting í tækni — augljóst er að það byggðamunstur til sjávar sem mótaðist snemma á 20 öldinni í krafti þeirrar fiskveiði- og fiskvinnslutækni sem þá réð ríkjum er ekki endilega það heppilegasta hálfri til einni öld síðar þegar veiðitækni, vinnslutækni, samgöngutækni og markaðsaðstæður eru gjörbreyttar. Önnur er samkeppni við aðrar sjávarútvegsbyggðir. Sú þriðja er breyttar náttúrulegar aðstæður þ.á m. göngur fiskistofna.

Byggðavandi sem stafar af uppbyggingu fiskistofna er því að öðru jöfnu tímabundinn. Honum á því að mæta með tímabundnum ráðstöfunum. Það þarf aðeins að brúa bilið. Sé uppbygging fiskistofnanna skynsamleg skapar hún í sjálfu sér efni til að brúa bilið. Þetta er fjárfesting sem borgar sig. Það er síðan útfærsluatriði hvernig bilið er brúað. Við vissar aðstæður getur verið skynsamlegt að stjórnvöld komi að því máli.

Að lokum kann að vera gagnlegt að draga saman þau viðmið helstu sem notuð verða til að bera saman afleiðingar mismunandi aflareglna:

- (1) Núvirði mismunandi aflaregla
- (2) Áhrif þeirra á fiskistofna í bráð og lengd
- (3) Biðtími eftir að þorskafla verður það sem kalla má góður
- (4) Afladýfur og minnsti þorskafla á ári
- (5) Áhætta, þ.e. breytileiki þessara stærða (dreifingar og staðalfrávik)
- (6) Hætta á stofnhruni

## **2.2. Gildandi og hagkvæm aflaregla: Samanburður**

Aflaregla fyrir þorsk var fyrst sett fyrir fiskveiðiárið 1995/6. Samkvæmt henni skyldi leyfilegur heildarafla af þorski nema 25% af metnum veiðistofni hvers árs. Aflareglunni var breytt árið 2000 og aftur árið 2006. Aðdragandi, saga og breytingar á aflareglunni eru nánar

rakin í kafla 1 í þessari skýrslu. Samkvæmt gildandi aflareglu skal leyfilegur þorskaflí hvers árs vera meðaltal af 25% af veiðistofni í upphafi árs og afla síðasta árs. Ljóst er að þessi regla temprar nokkuð breytingar í leyfilegum heildarafla þorsks miðað við hina upphaflegu reglu. Hún leiðir á hinn bóginn til breytilegs hlutfalls þorskafla af veiðistofni og getur þetta hlutfall hæglega farið langt yfir 25%. Í jafnvægi, þegar veiðistofn breytist lítið eða ekki frá ári til árs, leiðir þessi regla hins vegar til 25% aflahlutfalls.<sup>2</sup> Því er e.t.v. ekki ýkja villandi að halda áfram að ræða um hana sem 25% aflareglu.

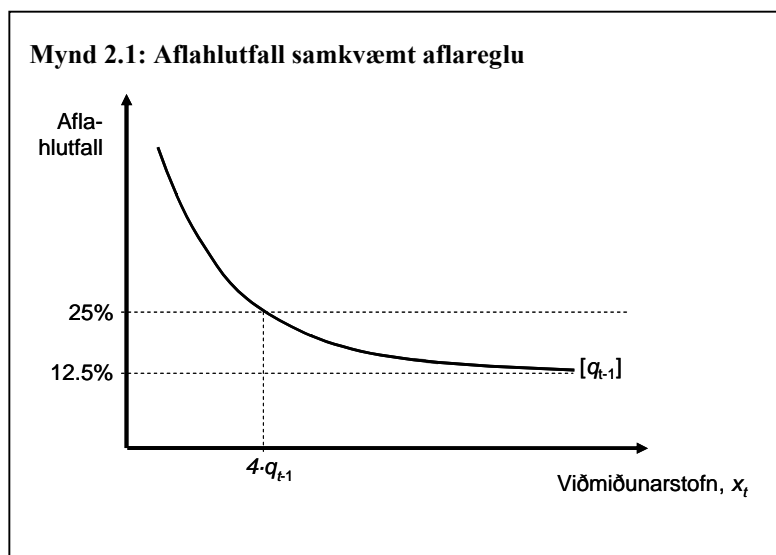
### Gildandi aflaregla

Formlega má lýsa gildandi aflareglu með eftirfarandi líkingu:

$$(A.1) \quad q_t = 0.5 \cdot (0.25 \cdot x_t + q_{t-1})$$

þar sem  $q_t$  og  $x_t$  tákna aflamark og viðmiðunarstofn á tíma  $t$  hvort tveggja mælt í þúsundum tonna.

Þessi aflaregla hefur ýmsa umhugsunarverða eiginleika. Í fyrsta lagi felur hún það í sér að aflamark á tilteknu ári getur vikið mjög mikið frá 25% reglunni. Nánar tiltekið getur hlutfall leyfilegs afla af veiðistofni hvers árs verið á bilinu 12,5% og upp í óendanlegt. Hlutfallið nálgast lágmarkið, 12,5%, ef afli liðins árs sem hlutfall af veiðistofni í upphafi yfirstandandi árs er hverfandi. Þetta gerist einkum þegar veiðistofn fer ört vaxandi eftir langvarandi mikla lægð. Aflahlutfallið getur á hinn bóginn verið mjög hátt og raunar stefnt á óendanlegt



<sup>2</sup> Rétt er að taka það fram að vegna sveigjanleika í aflatakörkunum kvótakerfisins er árlegt aflamark ekki það sama og leyfilegur hámarksaflí.

Þegar stofn fer ört minnkandi. Þessu er nánar lýst í mynd 2.1. Þar er dregin bugða sem lýsir samhengi aflahlutfalls og stofnstærðar fyrir eitthvert tiltekið aflamark liðins árs,  $q_{t-1}$ . Hærra aflamark liðins árs þýðir bugðu sem er svipuð að lögun en færð til hægri. Eins sjá má er aflahlutfallið því aðeins 25% að metinn veiðistofn á tíma  $t$  sé nákvæmlega fjórfalt aflmark liðins árs. Sé veiðistofninn minni verður aflahlutfallið hærra. Sé hann meiri verður aflahlutfallið lægra. Augljóst er af myndinni að aflahlutfallið samkvæmt þessari reglu getur hæglega orðið mjög hátt — jafnvel yfir 100% af metnum veiðistofni!

Í öðru lagi felur reglan það í sér að aflahlutfall er 25% af veiðistofni í jafnvægi. Þ.e.a.s. sé veiðistofn stöðugur mun aflahlutfallið samkvæmt gildandi aflareglu verða 25% af veiðistofninum. Jafnframt leitar aflahlutfallið í átt að þessu 25% gildi að því tilskildu að breytingar í stofnstærð séu ekki of hraðar. Aflareglan frá árinu 1995/6 er m.ö.o. stöðugt jafnvægi gildandi aflareglu. Af þessari ástæðu og vegna þess hve gildandi aflaregla, (A.1), er í rauninni margbrotin, verður hér á eftir iðulega talað um jafnvængisgildi hennar sem 25% aflaregluna.

Í þriðja lagi er ljóst að aflaregla af þessu tagi, þ.e. er regla sem horfir að hluta til fortíðar, getur ekki verið hagkvæm. Grundvallaratriði í skynsamlegri ákvarðanatöku er að hið liðna sé liðið og það sem máli skiptir sé staðan í dag og hvernig unnt sé að vinna úr henni.<sup>3</sup> Hagkvæmar aflareglur horfa því til stofnstærðar á þessari stundu og tiltaka leyfilegan afla á þeim grundvelli.

Í fjórða lagi er ljóst að frá sjónarmiði hagkvæmni svo ekki sé minnst á öryggissjónarmið er þessi aflaregla sérlega óskynsamleg. Samkvæmt henni skal í meginráttum hækka aflahlutfallið þegar veiðistofn fer minnkandi en lækka það þegar hann fer vaxandi. Þetta getur valdið verulegri hættu á stofnhruni þegar stofn er þegar lítill og fer minnkandi. Athuganir á hagvæmum aflareglum sýna að skynsamlegra að fara þveröfugt að, þ.e. hækka aflahlutfallið þegar stofn fer stækkandi en minnka það þegar hann fer minnkandi.

---

<sup>3</sup> Þetta er svokölluð meginregla hagkvæmni (e. Principle of optimality, Bellman 1957)

## *Hagkvæm aflaregla*

Á vegum Hagfræðistofnunar og hagfræðiskorar Háskóla Íslands hafa á undanförunum árum farið fram talsvert viðamiklar rannsóknir í samvinnu við erlenda aðila á hagkvæmstu nýtingu þorsstofnsins og fleiri tegunda. (Arnason og fél. 2004a og b og Agnarsson og fél. 2007). Þessar rannsóknir hafa kannað hagkvæma nýtingarferla bæði með og án óvissu um viðkomu stofnsins og í einnar tegundar og fjöltegunda samhengi. Markmið þessara rannsókna hefur verið að finna tiltekna tegund hagkvæmustu stýrireglna (svokallaðar „feed-back“ eða „stöðu-stýri“-reglur), sem segja til um hagkvæmasta afla á hverjum tíma á grundvelli upplýsinga um fyrirbyggjandi veiðistofn. M.ö.o. leitað er að stýrireglu sem varpar stærð veiðistofns hvers tíma inni í hagkvæmasta aflamagn. Þetta er auðvitað ekkert annað en aflaregla.

Í þessum rannsóknum er leitast við að hámarka núvirði þjóðhagslegs ábata af fiskveiðum. Þjóðhagslegur ábati af fiskveiðunum er reiknaður sem hreinn virðisauki af þessum veiðum, þ.e. tekjur að frádregnum þjóðhagslegum kostnaði eins og rakið var í kafla 2.1. Það er umtalsvert reiknifræðilegt viðfangsefni að finna hagkvæmstu aflareglu. Því byggjast reikningarnir á tiltölulega einföldu líkani af fiskveiðunum. Aðalatriði þess eru rakin í viðauka A. (Sjá einnig Arnason og fél. 2004a og Agnarsson og fél. 2007). Athuganir benda til þess að það breyti afar litlu um hagkvæmstu aflareglu að notast við margbrotnara líkan. Það kostar hins vegar mikið í reiknitíma og þó einkum og sér í lagi torveldara innsæi og erfiðari framsetningu á niðurstöðum.

Nú er hagkvæmasta aflaregla fyrir þorsk háð því hversu mikil óvissa er um vöxt veiðistofns og hver stofnstærð annara tegunda, einkum loðnu er (Agnarsson og fél 2007). Jafnframt eru líkingar fyrir slíkar reglur flóknar. Eftirfarandi einföld aflaregla fer nærri því að hámarka núvirði þjóðhagslegs ábata af þorskveiðunum miðað við hóflega óvissu um vöxt þorsstofnsins (Viðauki C) og meðalstærð loðnustofnsins. Þessi afla regla verður hér eftir kölluð hagkvæm aflaregla.

$$(H.1) \quad q_t = \begin{cases} -466.7 + 5.471 \cdot 10^{-4} \cdot x_t^2, & \text{ef } x_t \geq 923.6 \text{ þús. tn.} \\ 0, & \text{ef } x_t < 923.6 \text{ þús. tn.} \end{cases}$$

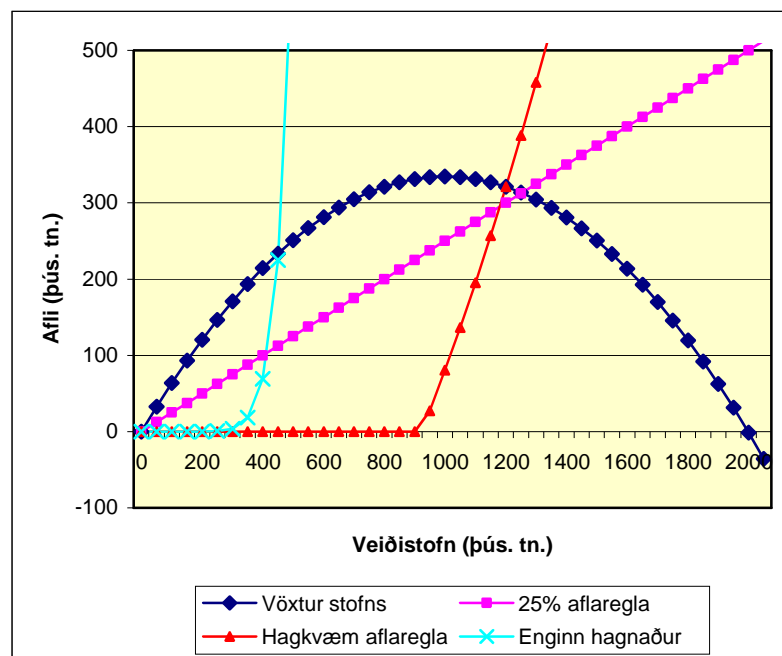
Eins og sjá má er þessi hagkvæma aflaregla miklu varfærnari fyrir lágar stofnstærðir en gildandi aflaregla. Samkvæmt henni skal ekki einu sinni hefja veiðar fyrr en veiðistofn þorsks er 924 þús. tn. Í upphafi árs 2006 var veiðistofninn hins vegar talinn vera 753 þús. tn. og var sennilega svipaður í upphafi árs 2007 (Hafrannsóknarstofnun 2006). Samkvæmt hinni hagkvæmu aflareglu ætti því ekki að veiða neitt úr þorskstofninum um þessar mundir. Hagkvæm aflaregla er því miklum mun varfærnari en gildandi aflaregla, þegar veiðistofninn er tiltölulega lítill eins og nú er. Ástæðan er þó ekki fyrst og fremst áhættan á stofnhruni sem slík (a.m.k. ekki ef veiðistofninn fer ekki niður fyrir svo sem 400 þús. tn.) þótt það spili inn í, heldur mikilvægi stórs stofns fyrir hagkvæmni í þorskveiðum. Samkvæmt því fiskveiðilíkani sem best fellur að fyrirbyggjandi gögnum og hér er notast við fellur breytilegur veiðikostnaður hratt með stofnstærð. Nánar tiltekið er langtímateygni veiðikostnaðar með tilliti til stærðar veiðistofns u.þ.b. -1. M.ö.o. 1% aukning veiðistofns lækkar langtíma veiðikostnað um 1%.

Jafnvægi gildandi aflareglu og hagkvæmri aflareglu er nánar lýst í mynd 2.2. Þar er einnig dregin til hliðsjónar

þau hnit veiðistofns og afla sem samsvara engum hagnaði í þorskveiðunum. Eins og sjá má er munur á jafnvægi gildandi aflareglu og hinni hagkvæmu mjög mikill. Það þýðir á mæltu máli að gildandi aflaregla er einfaldlega ekki þjóðhagslega hagkvæm og raunar talsvert langt frá því marki. Munurinn á

**Mynd 2.2: Núverandi og hagkvæm aflaregla.**

(Ath. 25% reglan er jafnvægi gildandi aflareglu)



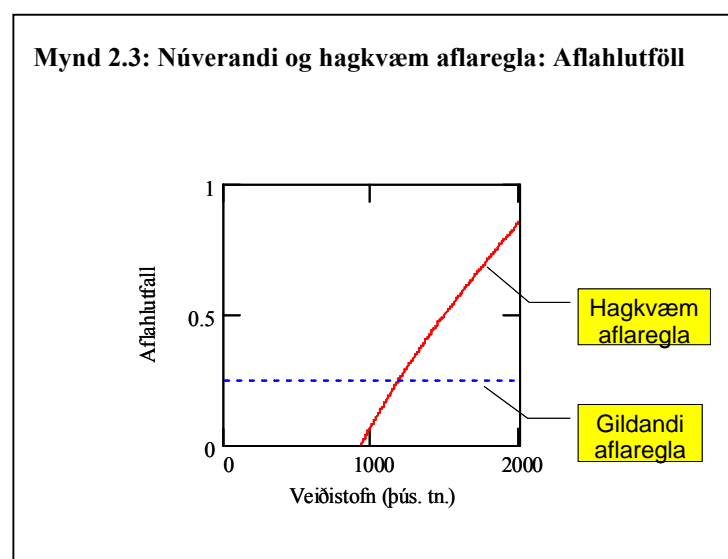
reglunum tveimur er þó óverulegur í langtíma jafnvægi veiðanna, sem á sér stað við nálægt 1200 þús. tn. veiðistofn og afla upp á um 320 þús. tn. Við verulega stærri og minni stofnstærðir eins og nú er, er munurinn á gildandi og hagkvæmri aflareglu hins vegar mjög

mikill. Við núverandi stærð veiðistofns — sennilega milli 700 og 800 þús. tn. — ætti ekki að veiða neitt samkvæmt hagkvæmustu reglu. Samkvæmt gildandi aflareglu ætti aflinn hins vegar að um eða rétt undir 200 þús. tn. eins og lesa má af mynd 2.2.

Miðað við núverandi veiðistofn er það hins vegar ekki svo að mikill munur sé á væntanlegu (líklegasta) núvirði þjóðhagslegs ábata samkvæmt gildandi aflareglu og þeirri hagkvæmustu. Ástæðan er sú að hvorri reglunni sem fylgt er mun stofn fara vaxandi og leita tiltölulega fljótlegra í langtímajafnvægi sem mestu ræður um núvirðið. Það tekur bara lengri tíma að byggja upp stofninn sé gildandi aflareglu fylgt og áhættan er auðvitað meiri. Þetta er nánar rakið í tölulegum samanburði í undirkafla 2.3 hér að neðan.

Það er athyglisvert að lítill sem enginn hagnaður verður af þorskveiðunum (nema e.t.v. sem meðafla) samkvæmt hinu metna líkani ef veiðistofninn fellur niður í eða undir 300 þús. tn. Veiðunum er þá eiginlega sjálfhætt. Það er sérlega athyglisvert í þessu samhengi að sé hinn lífræni vöxtur eins og lýst er í mynd 2.2. mun stofninn hjarna við þrátt fyrir að hann falli niður í mjög lága tölu. Ástæðan er hinn mikli innbyggði stöðugleiki og viðnámsþrek sem felst í hinu lógistíska vaxtarfalli stofnsins, sem miðað er við í mynd 2.2 (sbr. viðauka A og B). Hið haglífræna jafnvægi frjálsra fiskveiða, þ.e. jafnvægisstaðan þar sem hagnaður er enginn, yrði samkvæmt líkaninu við tæplega 500 þús. tn. veiðistofn og 230 þús. tn. þorskafli. Öðru máli gegnir ef hið náttúrulega vaxtarfall er nær því að vera hnikaða fallið sem fjallað er um í Viðauka B. Þá getur auðveldlega orðið um stofnhrun að ræða falli stofninn niður fyrir ákveðið mark, jafnvel þótt veiðar séu litlar sem engar. Um þetta er nánar fjallað í kafla 2.5 hér að neðan.

Að lokum er nokkur ástæða til að bera saman aflahlutfall, þ.e. hlutfall afla af veiðistofni, samkvæmt jafnvægi gildandi aflareglu annars vegar og hagkvæmri reglu hins vegar. Samhengi þessa hlutfalls við veiðistofn er lýst í mynd 2.3. Eins og sjá má af myndinni er



aflahlutfallið samkvæmt hagkvæmri aflareglu afar breytilegt og fer hækkandi með stærð veiðistofns. Hvort tveggja er auðvitað í góðu samræmi við það sem skynsamleg búhyggja myndi blása mönnum í brjóst. Núverandi aflaregla með föstu 25% aflahlutfalli í jafnvægi er afar ólík þessari hagkvæmu reglu. Sýnir það auk annars hvað sú regla er í rauninni óskynsamleg. Utan jafnvægis er gildandi aflaregla jafnvel enn fráleitari þar sem hún gerir ráð fyrir lægra aflahlutfalli þegar stofninn vex en hærra ef hann fer minnkandi. Það er þó athyglisvert að í námunda við stofnjafnvægi, u.þ.b. 1200 þús. tn. veiðistofn er aflahlutfallið samkvæmt þessum tveimur reglum mjög svipað eða nálægt 25% af veiðistofni.

### **2.3. Gildandi og hagkvæm aflaregla: Samanburður á afleiðingum**

Við snúum okkur nú að því verkefni að bera saman árangur mismunandi aflareglna. Í slíkum samanburði koma ýmsir mælikvarðar til greina. Ekki aðeins núvirði þjóðhagslegs ábata heldur og aðrir líffræðilegir og hagrænir þættir. Hér miðum við hins vegar við eftirtalið fyrst og fremst:

- (1) Núvirði þjóðhagslegs ábata
- (2) Jafnvægisgildi veiðistofns og afla
- (3) Þann tíma sem það tekur afla og stofnstærð að ná ákveðu gildi
- (4) Fjöldi ára á næstu 100 árum sem afli og veiðistofn eru yfir tilteknu marki

Þegar um óvissu er að ræða munum við einnig skoða líkindadreifingu þessara stærða. Í þessari greiningu er aðeins fjallað um heildarábata þjóðarinnar af mismunandi veiðireglum. Ekki er fjallað um dreifingu afla og aflabreytinga á hina ýmsu landshluta. Sú dreifing er talsvert annað og að mörgu leyti flóknara mál.

#### **A. Engin óvissa**

Fyrst gerum við ráð fyrir því að engin óvissa sé um vöxt veiðistofnsins. Í viðauka C er fjallað um óvissu um náttúrulegan vöxt fiskistofns og henni lýst með líkingunni:

$$G(x_t) \cdot g(u_t),$$

þar sem  $x_t$  táknar veiðistofn á tíma  $t$  og  $G(x_t)$  er hið náttúrulega vaxtarfall stofnsins.  $u_t$  er slembistærð á tíma  $t$  með einhverja tiltekna líkindadreifingu og fallið  $g(u_t)$  er því slembiliður e.t.v. með einhverja aðra líkindadreifingu. Sé engin óvissa er fallið  $g(u_t)$  einfaldlega sett jafnt einum á öllum tímum og hið náttúrulega vaxtarfall veiðistofnsins verður:

$$G(x_t).$$

Helstu afleiðingar hinna tveggja aflareglna eru dregnar saman í töflu 2.1. Rétt er að vekja athygli á því að biðtímann eftir að stofn og afli nái ákveðnu marki má ekki túlka of bókstaflega. Vísbendingar um lélega nýliðun þorsstofnsins undanfarin ár þýða að raunverulegur biðtími gæti orðið talsvert lengri en hér er lýst. Í töflu 2.1 og þessum kafla almennt er fyrst og fremst verið að bera saman mismunandi aflareglur miðað við viðgang þorsstofnsins að meðaltali. Það er því mismunurinn á biðtímanum eftir aflareglum en ekki biðtíminn sjálfur sem fyrst og fremst ber að taka alvarlega.

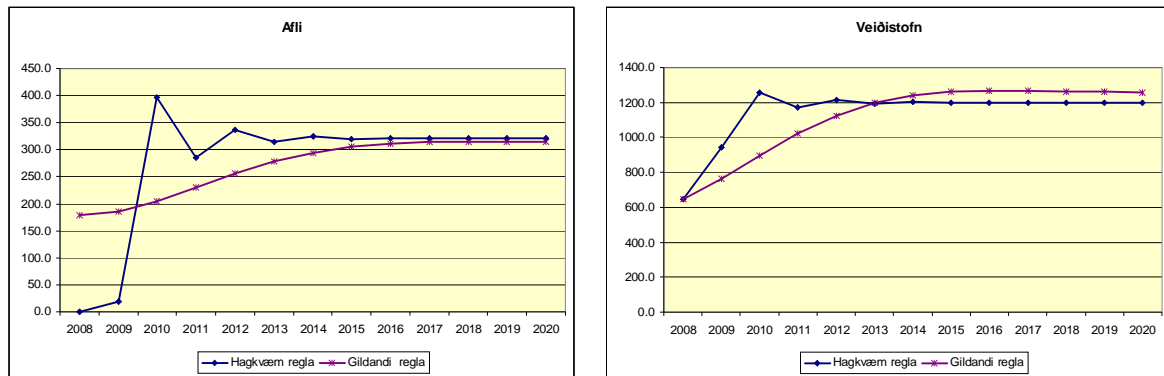
**Tafla 2.1: Samanburður aflareglna (Upphafsr 2008. Veiðistofn í upphafi 649.2 þús. ton. Ávöxtunarkrafa 5%**

Aflaregla	Núvirði (ma. kr)	Jafnvægi		Biðtími		Á 100 árum	
		Veiðistofn (1000 tn)	Afli (1000 tn)	$x > 1000$ (Ár)	$q > 300$ (Ár)	$x > 1000$ (Ár)	$q > 300$ (Ár)
<b>Gildandi</b>	569	1252	313	3	7	97	93
<b>Hagkvæm</b>	592	1200	321	2	3	98	97

Eins og sjá má er ekki ýkja mikill munur í núvirði eða jafnvægisgildum þessara tveggja veiðireglna, en hvort tveggja horfir langt fram á veginn. Munur þessara tveggja reglna liggur fyrir of fremst í því sem gerast kann á næstu fáum árum. Þannig mun biðtími eftir því að stofn vaxi og afli fari yfir 300 þús. tn. vera miklu skemmri sé fylgt hagkvæmu aflareglunni fremur en gildandi reglu. Á móti kemur að samkvæmt hagkvæmu reglunni á aflaminnkun á fyrstu tveimur árunum að vera miklu meiri en samkvæmt gildandi 25% afla reglunni. Þessu er nánar lýst í mynd 2.4.



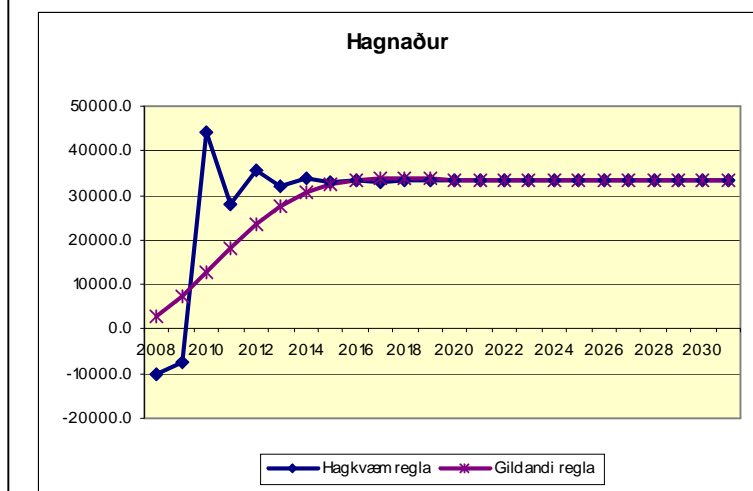
**Mynd 2.4: Þróun afla og veiðistofns samkvæmt aflareglunum tveimur**



Mynd 2.4 sýnir glögglega að samkvæmt hagkvæmri aflareglu er þorsveiðunum nánast lokað fyrstu tvö árin — algerlega lokað árið 2008 og aflamark einungis um 20 þús. tn. árið 2009. Eftir það er afli yfir 300 þús. tn. til frambúðar. Þetta er gert til að byggja veiðistofninn upp sem hraðast. Samkvæmt gildandi aflareglu er hins vegar ekki um neina stórkostlega afladýfu að ræða, nema e.t.v. á fyrsta ári. Það tekur hins vegar sjö ár að ná aflanum upp í 300 þús. tn.

Þannig má segja að hagkvæm aflaregla feli það í sér að hagsmunir til langs tíma séu hámarkaðir, en það þýðir við núverandi stöðu veiðistofns þorsks að þjóðarskútan er látin taka á sig áföll fyrstu tvö árin. Gildandi aflaregla fórnar á hinn bóginn langtíma- eða öllu heldur millitímahagsmunum fyrir skammtímahagsmuni. Þetta

**Mynd 2.5: Ferill hagnaðar af þorsveiðum**

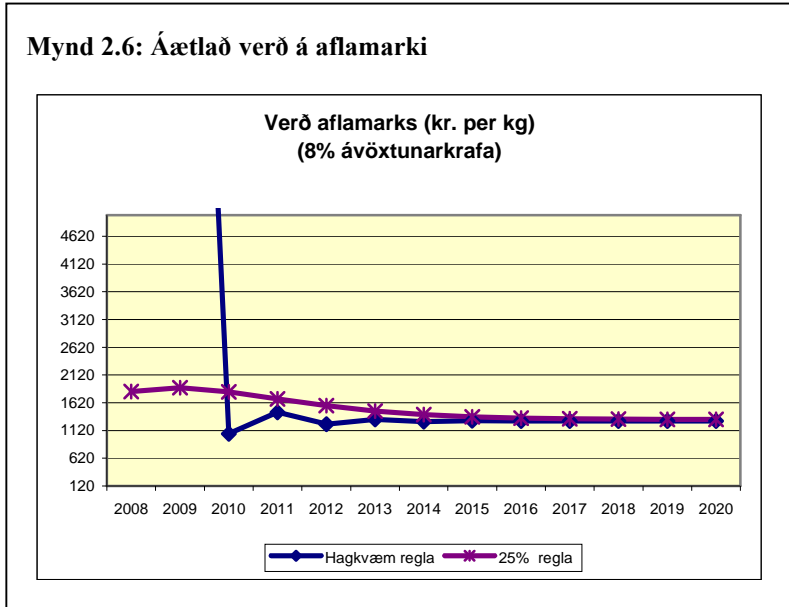


er enn skýrar þegar horft er á feril ábata af fiskveiðunum yfir tíma í mynd 2.5. Eins og sjá má er afkoman fyrstu árin slök samkvæmt báðum reglunum en vægast sagt mjög slæm samkvæmt hagkvæmu reglunni, enda lítið sem ekkert veitt. Eftir það verður afkoma samkvæmt hagkvæmu reglunni hins vegar mjög góð og helst það til frambúðar. Afkoma

veiðanna samkvæmt gildandi aflareglu verður hins vegar talsvert lakari og nær ekki afkomunni samkvæmt hagkvæmu aflareglunni fyrr en á áttunda ári.

Það er að lokum áhugavert að horfa til kvótaverðs samkvæmt aflareglunum tveimur. Áætlaður ferill verðs á aflamarki

samkvæmt þeim er dreginn í mynd 2.6. Rétt er að taka það fram að þessi ferill miðast við ávöxtunarkröfu fyrirtækjanna um á 8% á ári en ekki 5% eins og gert var ráð fyrir í reikningi núvirðis hér að framan. Í samræmi við venju á kvótamarkaði er verð aflamarks (þ.e. varanlegs kvóta) reiknað per kg. af



úthlutuðu aflamarki hvers árs. Það er ástæðan fyrir því að það fer lækkandi yfir tíma. Það er einnig ástæðan fyrir því að þetta verð er ekki skýrgreint fyrir hagkvæma aflareglu á árinu 2008, en þá er aflamark sett í núll, og að verðið er mjög hátt árið 2009, en þá er aflamarkið innan við 20 þús. tn.

## B. Óvissa

Óvissa er um flesta þá þætti sem lúta að þorskveiðunum og hinum efnahagslega og líffræðilega afleiðingum þeirra. Hér verður hins vegar einungis horft til þeirrar óvissu sem er um viðgang veiðistofn þorsks. Nánar tiltekið verður gert ráð fyrir því að þorskstofninn þróist samkvæmt eftirfarandi ferli:

$$x_{t+1} - x_t = G(x_t) \cdot e^{u_t} - q_t, \quad u_t \sim NIID(0, \sigma^2), \quad \sigma=0.2$$

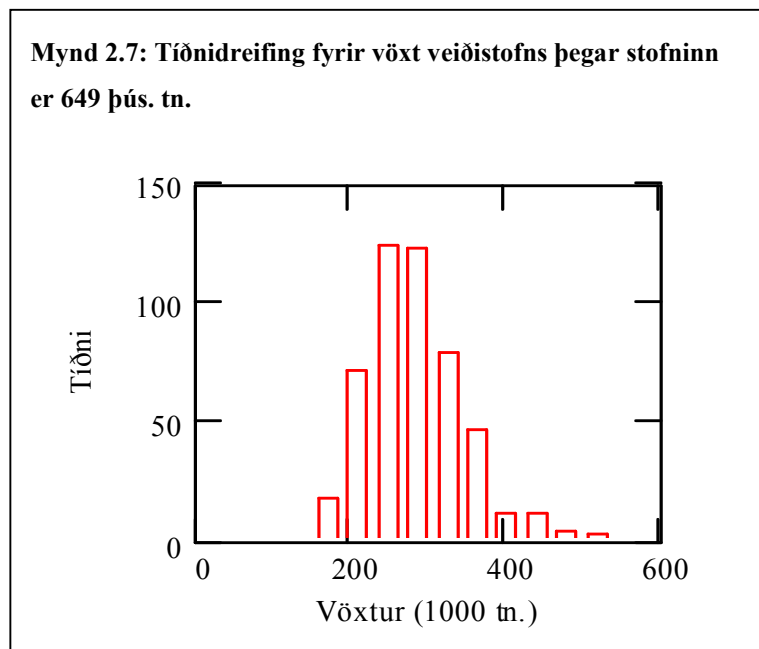
Í þessum líkingum táknar  $x_t$  táknar stærð veiðistofnsins og  $q_t$  afla úr honum á tíma  $t$ .  $G(x_t)$  er hið náttúrulega vaxtarfall veiðistofnsins og  $u_t$  normaldreifð hendingastærð. Ferlið þýðir að vöxtur stofnsins er lógnormaldreifð hendingastærð með staðalfrávik sem er háð

stofnstærðinni. Þessi dreifing og afleiðingar hennar fyrir vaxtarfall þorskstofnsins er nánar rakin í Viðauka C.

Með því að veiðistofninn þróast á hendingarkenndan hátt er í raun og veru aldrei unnt að fullyrða um afleiðingar mismunandi veiðireglna. Allar slíkar ályktunar verða nú óvissar og háðar líkindadreifingu. Til að grafast fyrir um hverjar þessar líkindadreifingar gætu verið er beitt tilviljunarkenndri hermun (“stochastic simulation”), sem er klassísk aðferð í svona reikningum. Kjarni hennar er sá að hendingastærðin  $u_t$  er dregin ítrekað úr viðkomandi líkindadreifingu og afleiðingarnar fyrir þær stærðir þorskveiðilíkansins sem athyglin beinist að kannaðar. Í þessu tilfalli er um tímatengda hermun að ræða. Tímabilið er 100 ár og eru því dregnar 100 tölur fyrir slembistærðina  $u_t$  fyrir hverja hermun. Fjöldi hermana er 500. Því eru alls 50.000 líkindastærðir dregnar. Hver hermun hefur í för með sér eina mögulega útkomu þorskveiðanna samkvæmt viðkomandi aflareglu. Dreifing útkomanna felur í sér mat á líkindadreifingu þeirra afleiðinga aflareglunnar sem áhugaverðar eru taldar.

### Vöxtur veiðistofns

Metin líkindadreifing fyrir vöxt veiðistofns þorsks við núverandi stærð (um 650 þús. tn.) samkvæmt ofangreindu líkindaferli er lýst í mynd 2.7. Eins og sjá má er langlíklegast, miðað við þá líkindadreifingu sem skýrgreind hefur verið, að vöxturinn verði um 300 þús. tn. Það eru greinilega umtalsverðar líkur á að hann verði miklu meiri, jafnvel yfir 500 þús. tn.



Hins vegar getur hann einnig orðið talsvert minni en 300 þús. tn., jafnvel undir 200 þús. tn. en þá gæti leyfilegur afli samkvæmt gildandi aflareglu hæglega orðið til þess að minnka veiðistofninn. Meðaltalsvöxtur veiðistofnsins yfir 500 hermanir er 302 þús. tn. og staðalfrávikðið er 57 þús. tn.

## Núvirði hagnaðar

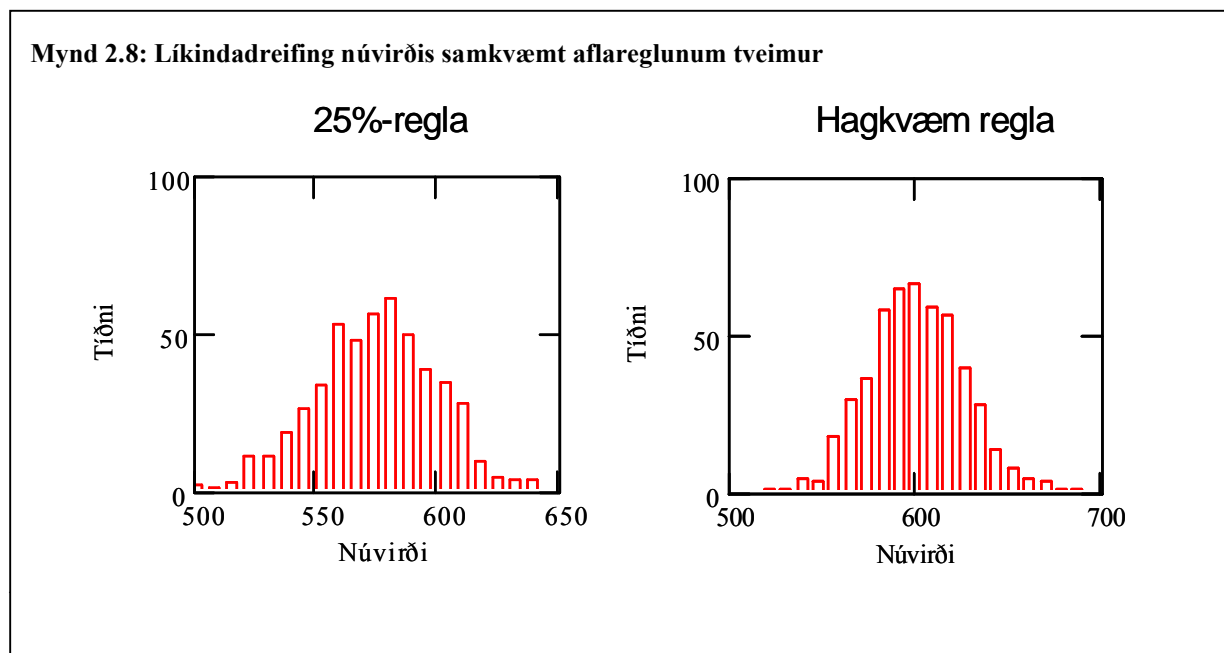
Helstu niðurstöður varðandi núvirði aflareglanna tveggja er sem lýst er í töflu 2.2.

Tafla 2.2: Núvirði aflareglanna (500 hermanir, 100 ár)

	Núvirði (ma. kr.)	Staðalfrávik (ma. kr)	Líkur á að	
			Núvirði < 550 ma kr.	Núvirði < 600 ma kr.
<b>Gildandi</b>	578	25.2	13%	82%
<b>Hagkvæm</b>	607	26.2	1%	40%

Eins og sjá má af töflu 2.2. skilar hagkvæm aflaregla enn nokkru meiri hagnaði að meðaltali en gildandi aflaregla. Staðalfrávikin er einnig heldur lægra og líkur á að núvirði hagnaðar sé undir yfir tilteknum mörkum lægri. Munurinn á hagnaði þessara tveggja reglna er hins vegar ekki mikill og tæpast marktækur.

Líkindadreifing núvirðis þessara tveggja aflaregla er nánar lýst í mynd 2.8.



Samkvæmt þeirri líkindadreifingu og líkani sem skýrgreind hafa verið er líkur á stofnhruni nánast engar hvor aflareglan sem valin er. Ástæðan er fyrst og fremst sú að lógistíska vaxtarfallið er óhemju stöðugt og þolgot gagnvart smáum stofnstærðum. Þá bætist við að upphafsstofn er ekki ýkja lítill, 650 þús. tn. og líkindadreifing vaxtar og þar með áhættan minnkar þegar stofninn minnkar. Í kafla 2.6. hér að neðan er sýnt hvernig hnikaða vaxtarfallið (Viðauki B), sem er miklu síður þolgot gagnvart smáum stofnum, getur breytt þessari niðurtöðu.

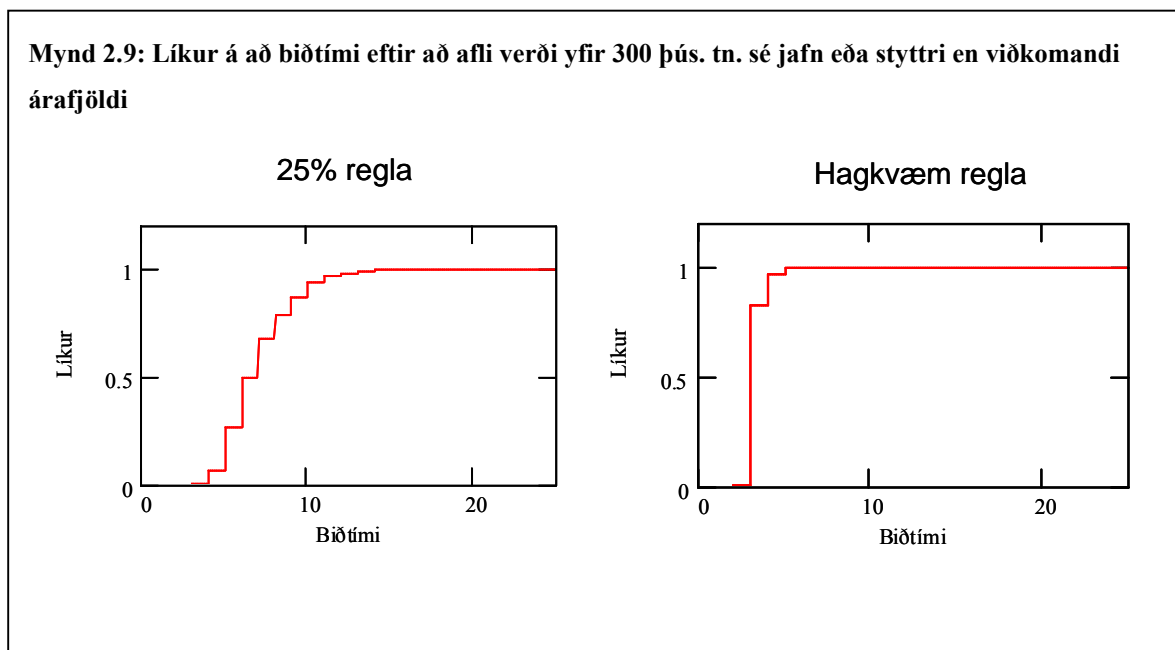
## Biðtími eftir „góðum“ þorskafla

Þótt báðar aflareglurnar gefir af sér svipað vongildi ábata og hvorug sé líkleg til að leiða til stofnhruns, er talsverður munur á þeim árafjölda sem bíða þarft þar til þorskaflinn verður verulegur til frambúðar. Þessu er nánar lýst í Töflu 2.4. Rétt er að minna aftur á það sem fyrr er greint að það er mismunurinn á biðtímanum, en ekki biðtíminn sjálfur sem skiptir máli í töflunni. Með tilliti til fyrirliggjandi vísbendinga (Hafrannsóknarstofnun 2007) um lélega nýliðun þorsks nokkur undanfarin ár eru líkur á að hinn raunverulegi biðtími eftir g+óðum afla getir verið talsvert lengri.

Tafla 2.3: Biðtími þar til afli verður yfir 300 þús. tn. (500 hermanir)

	Meðalbiðtími	Staðalfrávik	Líkur á að	
			Biðtími ≤ 3 ár	Biðtími ≤ 5 ár.
	Ár	Ár		
<b>Gildandi</b>	8.1	2.0	0%	4%
<b>Hagkvæm</b>	3.2	0.5	83%	99%

Eins og sjá má af töflu 2.3 er meðalbiðtíminn eftir því að afli nái 300 þús. tn. ekki aðeins talsvert styttri samkvæmt hagkvæmri aflareglu heldur er dreifingin umhverfis þetta meðaltal verulega þrengri og óvissan þar með minni. Þessum tveimur líkindadreifingum fyrir biðtímann er nánar lýst í mynd 2.9. Línuritinn í þeirri mynd tákna líkur á að biðtíminn eftir að afli verði yfir 300 þús. tn. sé jafn eða minni en viðkomandi árafjöldi á lárétta ásnum.



Af mynd 2.9 má m.a. ráða að samkvæmt forsendum þessara reikninga eru umtalsverðar líkur á að biðtíminn eftir því að afli fari yfir 300 þús. tn. sé 7 ár eða lengri sé gildandi aflareglu fylgt. Nánar tiltekið reiknast þessar líkur u.þ.b. 57%. Líkurnar á að biðtíminn verði 10 ár eða lengri eru um 11%. Til samanburðar eru líkurnar á því að þessi biðtími eftir að afli fari yfir 300 þús. tn. sé yfir 7 ár eða lengri því sem næst engar sé hagkvæmri aflareglu fylgt.

### ***Hversu oft er þorskaflí góður?***

Önnur áhugaverð spurning er hversu oft á einhverju talsvert löngu skeiði (t.d. 100 árum) verði þorskaflí yfir t.d. 300 þús. tonnum samkvæmt hvorri aflareglu fyrir sig. Niðurstaðan er sú að samkvæmt gildandi aflareglu muni þetta gerast í u.þ.b. 78% tilfella. Samkvæmt hagkvæmri aflareglu muni þetta á hinn bóginn aðeins gerast í 56% tilfella. Þetta stafar af því að vegna tilviljunarkennds vaxtar mun stofnstærð sveiflast upp og niður umhverfis vongildi sitt í jafnstöðu. Hagkvæm aflaregla bregst einfaldlega sterkar við slíkum stofnstærðarsveiflum en gildandi aflaregla. Þetta má m.a. ráða af mynd 2.2.

Mjög góður þorskaflí, þ.e. þorskaflí yfir 350 þús. tonnum gerist á hinn bóginn mun oftar samkvæmt hagkvæmri aflareglu en gildandi reglu. Sé hagkvæmri aflareglu fylgt gerist þetta í 36% tilfella en aðeins 4% tilfella samkvæmt gildandi aflareglu. Ástæðan er auðvitað sú sama og áður.

Af þess má m.a. ráða að afli, eða öllu heldur útgefið aflamark er breytilegra umhverfis jafnstöðu sé hagkvæmri aflareglu fylgt heldur en þegar gildandi aflareglu er fylgt. Þetta kunna að vera rök fyrir því að víkja frá hagkvæmstu aflareglu þegar veiðistofn er í námunda við hagkvæmstu jafnstöðu.

## Niðurstaða

Helstu niðurstöður ofangreindra athugana eru sem hér segir:

- Gildandi aflaregla er afskaplega ólík hagkvæmri aflareglu
- Hagkvæm aflaregla gerir ráð fyrir engum þorskafla við núverandi stærð veiðistofns.
- Mismunurinn í væntu núvirði beggja reglanna er þó ekki ýkja mikill miðað við núverandi stofnstærð (u.þ.b. 4%)
- Gildandi aflaregla er hins vegar talsvert áhættusamari en hagkvæm aflaregla.
- Samkvæmt gildandi aflareglu er vongildi biðtíma eftir að afli fari yfir 300 þús. tn talsvert lengri en samkvæmt hagkvæmri reglu (8 ár á móti 3 árum).
- Sé gildandi aflareglu fylgt verður
  - (i) niðurskurður afla minni nú,
  - (ii) umtalsverðum efnahagslegum ábata förnað,
  - (iii) biðtími eftir að þorskafla verði góður (yfir 300 þús. tn) lengri,
  - (iv) talsvert meiri áhætta um viðkomu og viðgang stofnsins tekin

### 2.4. Meðalhófsregla: Málamiðlun

Eins og rakið hefur verið felur hagkvæm aflaregla í sér nokkuð harkalegan samdrátt afla og vonda afkomu þorskveiða á fyrstu tveimur árum uppbyggingarferils veiðistofnsins. Bætt afkoma síðar gerir hins vegar meira en að vega upp á móti þessum ágjöfum.

Ljóst er að svona miklum og snöggum samdrætti í þorskafla fylgir verulegt félagslegt rask; alvarlegir rekstrarörðugleikar sérstaklega hinna veikari fyrirtækja, sem gætu endað með gjaldþroti, tímabundinn atvinnumissir fjölda fólks í sjávarútvegi, sem yrði sérstaklega tilfinnanlegur og erfiður í smærri og sérhæfðari sjávarbyggðum, áföll í markaðssetningu þorskafurða sem gætu dregið dilk á eftir sér og þannig mætti lengi telja. Draga má í efa hvort líkan það sem reikningarnir byggjast á, en það horfir fyrst og fremst til núvirðis hagræns virðisauka og gerir ráð fyrir fullri atvinnu, taki nægilegt tillit til þessara og fleiri hagrænna og félagslegra þátta sem í húfi eru.

Af þessum sökum þykir rétt að hugleiða varfærnari aflareglu, sem forðast að draga svo verulega úr þorskafla sem hin hagkvæma regla og raunar einnig gildandi aflaregla gera ráð

fyrir á upphafsárum. Fjölmargar slík afbrigði af hagkvæmstu reglu koma til greina. Hér er hins vegar aðeins ein slík skoðuð. Hún er þannig að fylgt er hagkvæmri reglu að því viðbættu að leyfilegur þorskaflí verður aldrei undir 175 þús. tn. Formlega séð er reglan þessi.

$$(M.1) \quad q_t = \begin{cases} -700 + 7.0 \cdot 10^{-4} \cdot x_t^2, & \text{ef } x_t \geq 1134 \text{ þús. tn.} \\ 175 & , \text{ef } x_t < 1134 \text{ þús. tn.} \end{cases}$$

Þessi aflaregla endurspeglar meðalhóf í þeim skilningi að aflamark fer aldrei niður fyrir 175 þús. tn. Í því marki helst það þar til veiðistofn nær u.þ.b. 1134 þús. tn. Eftir það hækkar aflamark hins vegar mjög hratt upp að jafnstöðu við 1207 þús. tn. veiðistofn og 321 þús. tn. jafnstöðuafli.

Þessari

meðalhósaflareglu

ásamt og

hagkvæmri og

gildandi reglu er

nánar lýst í mynd

2.10 Af þeirri mynd

má m.a. ráða að við

núverandi

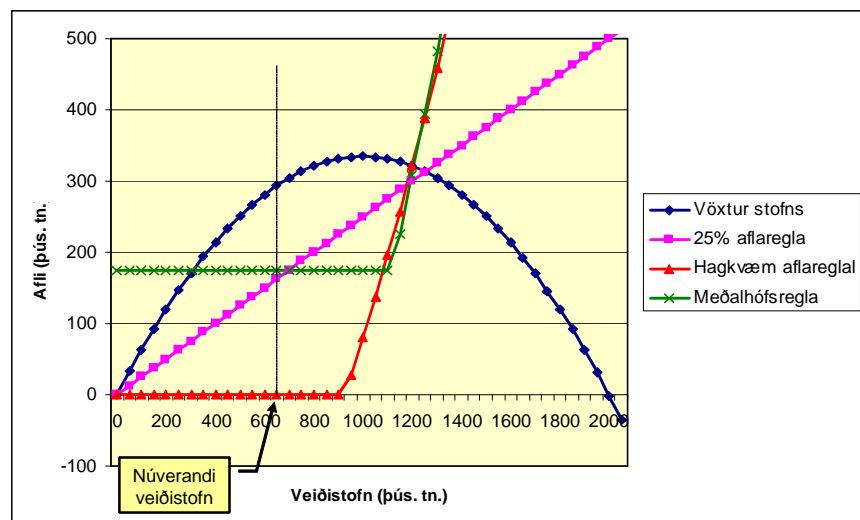
veiðistofn (u.þ.b.

650 þús. tn.) er afli

samkvæmt

meðalhófsreglunni

Mynd 2. 10: Núverandi, hagkvæm og meðalhósaflaregla



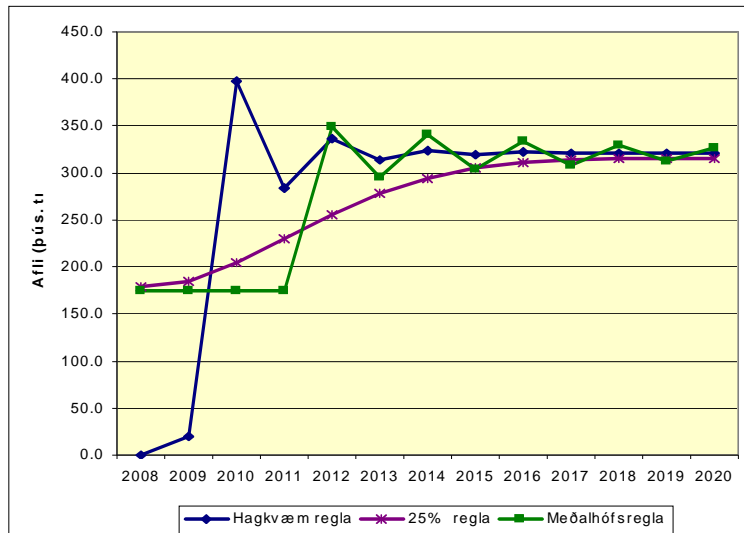
miklu meiri en samkvæmt hagkvæmri aflareglu og talsvert meiri en samkvæmt gildandi aflareglu. Hins vegar verður afli samkvæmt gildandi reglu fljótlega meiri en samkvæmt meðalhófsreglunni, ef veiðistofninn stækkar lítiðlega. Meðalhófsreglan felur því í sér nokkuð meiri áhættu en gildandi afla regla í upphafi en minni er á líður og stofninn vex. Það er því óljóst hvort heildaráhætta af meðalhófsreglunni sé meiri eða minni en gildandi aflareglu. Jafnframt er ekki ljóst hvort meðalhófsreglan lengir eða styttr biðtímann eftir því að þorskaflí verði „góður“ (yfir 300 þús. tn.). Á hinn bóginn er ljóst að bæði áhætta og biðtími eftir „góðum“ þorskafla er meiri í meðalhófsreglunni en í hagkvæmri aflareglu.



## A. Engin óvissa

Áhrifum þessara þriggja aflareglna á þróun afla miðað við enga óvissu um stofnvöxt er nánar lýst í mynd 2.11. Takið eftir að þorskaflí samkvæmt meðalhófsreglunni nær 300 þús. tonnum á fimmta ári. Þetta er tveimur árum áður en hann myndi ná sama marki samkvæmt gildandi aflareglu. Ástæðan er sú að samkvæmt

Mynd 2. 11: Þróun afla samkvæmt aflareglunum þremur



meðalhófsreglunni er afli talsvert minni á fyrstu fjórum árum aðlögunarferils en samkvæmt gildandi aflareglu. Þá er eftirtektarvert, að samkvæmt meðalhófsreglunni eru talsverðar sveiflur í aflabróðum um nokkurt skeið þótt jafnstöðu hafi verið náð. Sveiflurnar stafa af því að samkvæmt þessari aflareglu eru viðbrögð aflamarks við tiltölulega litlum stofnstærðarbreytingum fremur sterk. Með því að slíkar sveiflur eru efnahagslega óhagkvæmar er mjög líklega skynsamlegt að breyta aflareglunni í sem jafnastan afla þegar stofn er í námunda við hagkvæmstu jafnstöðu.

Helstu afleiðingar aflareglnanna þriggja þegar ekki er tillit tekið til óvissu eru dregnar saman í töflu 2.4.

Tafla 2.4: Samanburður aflareglna – Engin óvissa (Uppphafsár 2008. veiðistofn í upphafi 649 þús. tn. Ávöxtunarkrafa 5%)

Aflaregla	Núvirði (ma. kr)	Jafnvægi		Biðtími		Á 100 árum	
		Veiðistofn (1000 tn)	Afli (1000 tn)	$x > 1000$ (Ár)	$q > 300$ (Ár)	$x > 1000$ (Ár)	$q > 300$ (Ár)
<b>Gildandi</b>	569	1252	313	3	7	97	93
<b>Hagkvæm</b>	592	1200	321	2	3	98	97
<b>Meðalhóf</b>	575	1207	321	3	5	97	95

Eins og sjá má er ekki ýkja mikill munur í núvirði eða jafnvægisgildum þessara þriggja veiðireglna, en þessir mælikvarðar horfa allir langt fram á veginn. Munur þessara aflareglna liggur fyrir of fremst í því sem gerist á næstu fáum árum. Þannig mun biðtími eftir því að stofn vaxi og afli fari yfir 300 þús. tn. vera tveimur árum lengri sé fylgt meðalhófsreglunni fremur en hagkvæmu aflareglunni, og tveimur árim styttri en samkvæmt gildandi reglu. Meðalhófsreglan byggir því fiskistofnana talsvert hægar upp og felur þar með í sér meiri áhættu en hagkvæm regla myndi gera. Hún byggir hins vegar fiskistofnana heldur hraðar upp en gildandi regla og er því e.t.v. áhættuminni en sú regla.

## B. Óvissa

Snúum okkur nú að því að bera saman þessar þrjár aflareglur þegar óvissa er um vöxt fiskistofnsins. Gert er ráð fyrir sömu óvissu um vöxt stofnsins og fjallað var um í undirkafla 2.3 og í miklu nánar í Viðauka C.

Núvirði hagnaðar þegar gert er ráð fyrir óvissu um vöxt fiskistofnsins eins og í kafla 2.3 er lýst í töflu 2.5.

**Tafla 2.5: Núvirði aflareglanna – óvissa (500 hermanir, 100 ár)**

	Núvirði (ma. kr.)	Staðalfrávik (ma. kr)	Líkur á að	
			Núvirði<550 ma kr.	Núvirði<600 ma kr.
<b>Gildandi</b>	578	25.2	13%	82%
<b>Hagkvæm</b>	607	26.2	1%	40%
<b>Meðalhóf</b>	593	27.9	6%	62%

Eins og sjá má skilar meðalhófsreglan minna núvirði efnahagslegs ábata af þorskveiðunum en hagkvæm regla. Hún skilar hins vegar talsvert hærra núvirði en gildandi regla. Staðalfrávikðið er hins vegar nokkru hærra en beggja hinna reglnanna. Hún er því ívíð áhættusamari og verulega líkur á að núvirði hennar verði undir tilteknum mörkum.

Biðtími eftir góðum þorskafla (yfir 300 þús. tn.) sé meðalhófsreglunni fylgt er bæði skemmri og hefur þrengri líkindadreifingu (er ekki eins óviss) og samkvæmt gildandi aflareglu. Þessu er nánar lýst í Töflu 2.6. Enn skal minnt á að þennan biðtíma má ekki túlka bókstaflega, þ.e. frá

árinu í ár. Það er fyrst og fremst mismunurinn milli þessara biðtíma sem greinir á milli eignileika hinna mismunandi aflareglna.

**Tafla 2.6: Biðtími þar til afli verður yfir 300 þús. tn. (500 hermanir)**

	Meðalbiðtími	Staðalfrávik	Líkur á að	
			Biðtími ≤ 3 ár	Biðtími ≤ 5 ár.
	Ár	Ár		
<b>Gildandi</b>	8.1	2.0	0%	4%
<b>Hagkvæm</b>	3.2	0.5	83%	99%
<b>Meðalhóf</b>	5.4	1.1	1%	60%

Eins og rakið er í töflu 2.6, eru mjög litlar líkur á því samkvæmt gildandi aflareglu að leyfilegur þorskafla verði „góður“, þ.e. fari yfir 300 þús. tn., innan 5 ára. Það eru hins vegar 60% líkur á að það gerist, sé meðalhófsreglunni fylgt. Hins vegar er þessi biðtími eftir að þorskafla verði „góður“ mun lengri samkvæmt meðalhófsreglunni en væri hinni hagkvæmu reglu fylgt.

Niðurstaðan þessarar greiningar er því í stórum dráttum sú að meðalhófsreglan sé heldur lakari að núvirði, feli í sér lengri biðtíma eftir góðum þorskafla og sé talsvert áhættusamari en hagkvæmasta regla. Á hinn bóginn er hún nokkru hagstæðari en gildandi aflaregla hvað alla þessa þætti snertir. Það virðist því koma til greina að skoða meðalhófsregluna og ýmis afbrigði hennar nánar. Rétt er að taka það fram að þessar niðurstöður hvíla þó á tveimur mikilvægum forsendum: Í fyrsta lagi þeirri að veiðistofn í upphafi sé ekki undir 649 þús. tn., í öðru lagi þeirri að vaxtarfall veiðistofnsins sé ekki verulega óhagstæðara en ráð hefur verið fyrir gert.

## **2.5. Hnikað vaxtarfall: Hætta á stofnhruni**

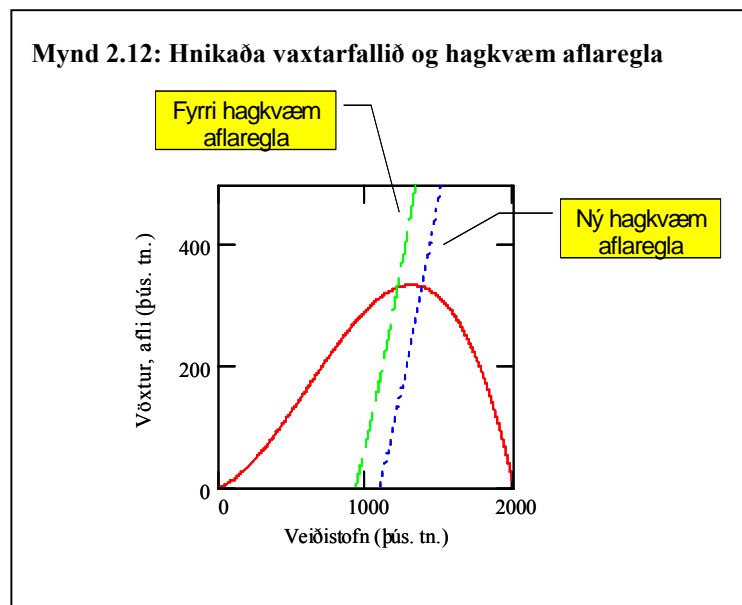
Hér að framan hafa verið hugleiddar þrjár mismunandi aflareglur. Miðað við það vaxtarfall fiskistofnsins sem gert er ráð fyrir skila þessar reglur svipuðu núvirði ábata af fiskveiðunum. Uppbyggingarhraði þorskstofnsins er nokkuð mismunandi og lengstur fyrir gildandi aflareglu. Gildandi aflaregla felur einnig í sér hvað mesta óvissu um núvirði ábata, og þann tíma sem bíða þarf þar til veiðistofninn hefur náð viðunandi stærð og árlegt þorskaflamagn fer yfir 300 þús. tn.

Engin þessara reglna felur í sér umtalsverða áhættu á stofnhruni. Ástæðan kann að vera sú að það vaxtarfall þorsstofnsins sem lagt er til grundvallar, lógistíska fallið, felur í sér afar stöðuga stofnstærðarþróun og mikið þol gegn ofveiði (viðaukar A og B). Nú er engin knýjandi ástæða til að ætla að vaxtarfalli þorsstofnsins sé best lýst með lógistíska fallinu. Á grundvelli fyrirbyggjandi gagna er t.d. alls ekki unnt að hafna þeirri tilgátu að vöxtur þorsstofnsins fari eftir „hnikaða“ vaxtarfallinu sem um er fjallað í Viðauka B. Sé svo, er óstöðugleiki stofnstærðar og hætta á stofnhruni meiri en ofangreindir reikningar í köflum 2.3 og 2.4. gefa til kynna.

Nú vitum við auðvitað ekki hvaða vaxtarfall gefur besta mynd af viðkomu þorsstofnsins. Miðað við þá þekkingu sem við höfum eru hins vegar umtalsverðar líkur á að það geti verið „hnikaða“ fallið. Til þess að fá gleggri mynd af áhættunni af hinum mismunandi aflareglum þurfum við því að skoða útkomu þeirra miðað við að vöxtur þorsstofnsins sé samkvæmt “hnikaða” aflafallinu.

Hnikaða vaxtarfallið er rætt í Viðauka B og borið saman við „lógistíska“ vaxtarfallið í mynd 3 í þeim viðauka. Sé hnikaða vaxtarfallið til staðar breytist hagkvæm aflaregla til samræmis líkt og lýst er í mynd 2.12. Takið eftir að hin endurskoðaða hagkvæm aflaregla hnikast til hægri en hefur svipaðan halla og fyrri hagkvæm aflaregla.

Mynd 2.12: Hnikaða vaxtarfallið og hagkvæm aflaregla

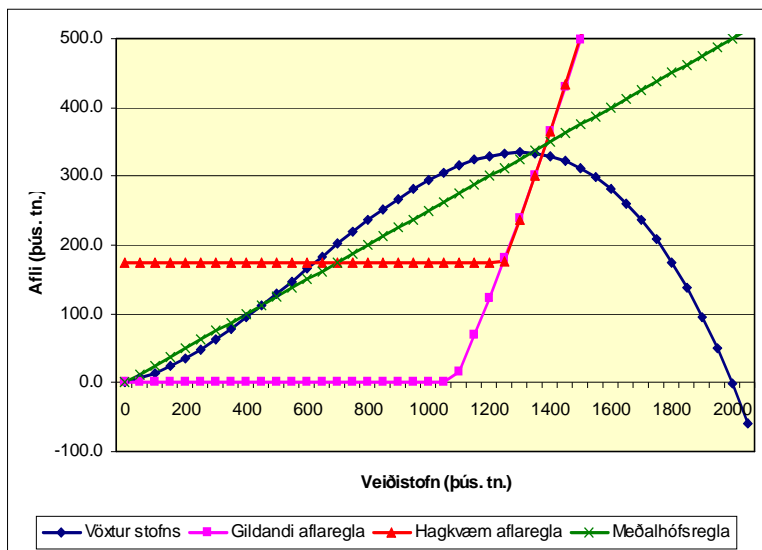


Samkvæmt hinni nýju hagkvæmu reglu skal ekki vera neinn afli fyrir en veiðistofn nálgast 1100 þús. tn. Að þessu leyti er hnikaða aflareglan enn varfærnari en sú fyrri. Líking hinnar nýju hnikuðu aflareglu er:

$$(H.2) \quad q_t = \begin{cases} -549.2 + 8.174 \cdot 10^{-3} \cdot x_t + 4.601 \cdot 10^{-4} \cdot x_t^2, & \text{ef } x_t \geq 1093.5 \text{ þús. tn.} \\ 0, & \text{ef } x_t < 1093.5 \text{ þús. tn.} \end{cases}$$

Núverandi, hagkvæmri og meðalhófsaflareglunni fyrir hníkaða aflafallið er lýst í mynd 2.13. Ein og þar má sjá er núverandi regla stórum aðgangsharðari við veiðarnar en hagkvæm regla og raunar einnig meðalhófsreglan nema þegar veiðistofninn er mjög lítill. Það er sérstaklega athyglisvert að við núverandi stærð

Mynd 2. 13: Núverandi, „hnikuð“ hagkvæm og meðalhófsaflaregla



veiðistofnsins, u.þ.b. 650 þús. tn., vantar ekki mikið upp á að bæði núverandi aflaregla og meðalhófsreglan mæli fyrir um meiri afla en nemur væntanlegum vexti stofnsins. Við veiðistofn upp á 650 þús. tn. er vöxtur stofnsins samkvæmt hníkaða fallinu rétt liðlega 180 þús. tn., en afli samkvæmt meðalhófsreglu 175 þús. tn. og um 162 þús. tn. samkvæmt jafnvægisgildi núverandi aflareglu (sem dregin er í myndinni, þ.e. 25% af veiðistofni) aflareglunni og um 178 þús. samkvæmt gildandi aflareglu. Þetta þýðir tvennt: Í fyrsta lagi verður biðtími eftir góðum þorskafla talsvert langur. Í öðru lagi er e.t.v. veruleg hættu á að stofnhrun eigi sér stað sé þessum reglum frávikslaust fylgt.

### A. Engin óvissa

Helstu afleiðingar hinna tveggja aflareglna þegar gert er ráð fyrir engri óvissu um stofnstærðarvöxt eru dregnar saman í töflu 2.7.

Tafla 2.7: Hníkaða vaxtarfallið. Samanburður aflareglna – Engin óvissa. (Upphafsár 2008. Veiðistofn í upphafi 649.2 þús. tn. Ávöxtunarkrafa 5%)

Aflaregla	Núvirði (ma. kr)	Jafnvægi		Biðtími		Á 100 árum	
		Veiðistofn (1000 tn)	Afli (1000 tn)	$x > 1000$ (Ár)	$q > 300$ (Ár)	$x > 1000$ (Ár)	$q > 300$ (Ár)
<b>Gildandi</b>	464	1335	333	11	17	89	83
<b>Hagkvæm</b>	633	1375	331	3	4	97	96
<b>Meðalhóf</b>	482	1374	331	11	13	89	87

Nú, þegar gert er ráð fyrir hnikuðu vaxtarfalli er mjög mikill munur á afleiðingum aflareglanna þriggja. Núvirði hagkvæmrar aflareglu er verulega miklu hærra (líðlega 150 ma. kr.) en meðalhófsreglunnar gildandi reglu. Núvirði þeirrar síðarnefndu er jafnframt nokkruhárra (tæplega 20 ma. kr.) en gildandi aflareglu. Ástæðan fyrir þessum niðurstöðum er ekki sú að langtímajafnvægi þorsveiðanna sé ólíkt. Ástæðan er sú að þegar vöxtur þorsstofnsins fylgir „hnikaða“ vaxtarfallinu tekur miklu lengri tíma að byggja upp veiðistofn þorsksins og þar með ná upp góðum þorskafla með gildandi aflareglu og meðalhófsaflareglunni en með þeirri hagkvæmu. Eins og rakið er í töflunni tekur við þessar aðstæður (þ.e. hnikað vaxtarfall) 13 ár að koma aflanum upp yfir 300 þús. tn. sé meðalhófsreglunni fylgt, og 17 ár sé gildandi aflareglu fylgt.

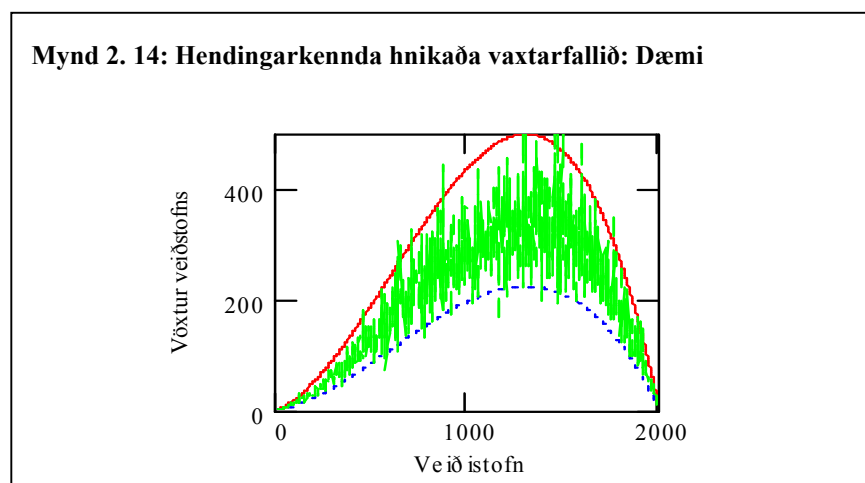
Á hinn bóginn er ekki svo í þessum reikningum, þar sem ekki er gert ráð fyrir óvissu um vöxt veiðistofnsins, að gildandi aflaregla eða meðalhófsaflareglan leiði til stofnhruns. Hin vegar þarf upphafsstofnstærð ekki að vera miklu minni en hér er gert ráð fyrir til þess að stofnhrun eigi sér stað jafnvel þótt vöxtur stofnsins sé ekki hendingarkenndur. Sé stofnstærð í upphafi t.d. minni en 649 þús. tn., þ.e. 630 þús. tn. eða smærri mun meðalhófsreglan leiða til stofnhruns. Hliðstæð kritísk stofnstærð þegar gildandi aflareglu er fylgt er um 520 þús. tn. Þetta gefur einhverja hugmynd um áhættuna af því að fylgja óvarlegum aflareglum.

## B. Óvissa

Hugleiðum nú aðeins áhrif óvissu. Sem fyrr gerum við ráð fyrir að það sé aðeins vaxtarfall auðlindarinnar sem sé hendingakennt og hendingaferlið sé það sama og áður, þ.e.

$$x_{t+1} - x_t = G(x_t) \cdot e^{u_t} - q_t, \quad u_t \sim \text{NIID}(0, \sigma^2), \quad \sigma = 0.2.$$

$G(x_t)$  er nú auðvitað hnikaða vaxtarfallið. Dæmi um þetta hendingakennda vaxtarfall ásamt 95% óvissumörkum miðað við 500 hermanir er dregið í mynd 2.14.



Helstu afleiðingar aflareglanna þriggja miðað við þetta hendingarkennda vaxtarfall eru raktar í töflu 2.8. Sú tafla gefur upp núvirði hinna mismunandi aflareglna ásamt staðalfrávik. Þar er einnig að finna meðaltal (mat á vongildi) veiðistofns ásamt staðalfrávik og miðgildi veiðistofns þegar til langs tíma (100 ára) er litið. Að lokum er í töflunni mat á líkunum á því að viðkomandi aflareglur leiði til stofnhruns.

**Tafla 2.8: Hendingarkennda vaxtarfallið: Helstu niðurstöður. (500 hermanir, 100 ár,  $\sigma=0.2$ , staðalfrávik í svigum)**

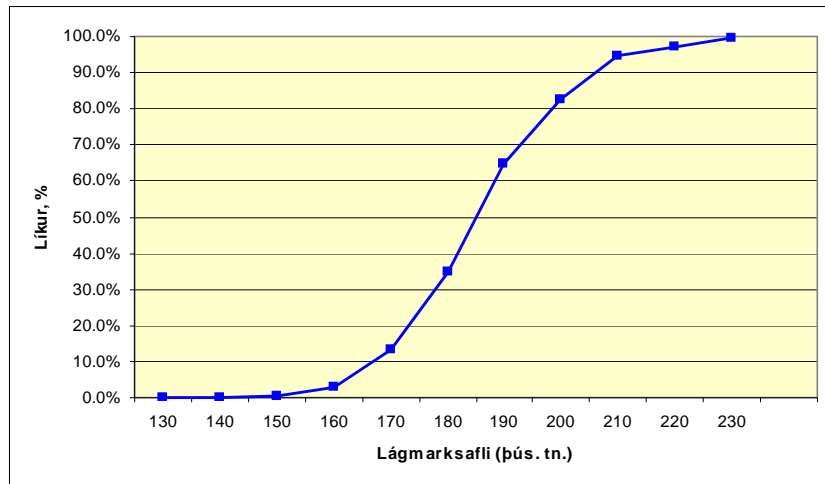
Aflareglur	Núvirði meðaltali	Jafnstaða stofns		Líkur á stofnhruni
		Meðaltal	Miðtala	
<b>Gildandi</b>	464 (103)	1318 (173)	1335	1.2%
<b>Hagkvæm</b>	648 (28)	1377 (74)	1376	0%
<b>Meðalhóf</b>	330 (329)	1082 (569)	1345	21.4%

Samkvæmt þessum reikningum er hagkvæma reglan miklu vænlegri bæði hvað snertir væntanlegt núvirði ábata af þorskviðum og óvissu (staðalfrávik ábatans) en gildandi regla. Hvorug reglan felur í sér umtalsverða áhættu á stofnhruni. Meðalhófsreglan, sem var álitleg þegar vaxtarfallið var „lógistíska“ fallið (undirkafla 2.4) er nú afskaplega óvænleg. Væntanlegt núvirði ábata er miklu lægra en samkvæmt hinum reglunum, óvissa meiri (á mælikvarða staðalfráviks) og það sem e.t.v. mikilvægast verulegar líkur á stofnhruni.

Sé fylgt hagkvæmri aflareglu má segja að hætta á stofnhruni sé ætíð hverfandi. Þegar hinum reglunum tveimur er fylgt fer þessi áhætta mjög eftir nánari útfærslu reglnanna, þ.e. aflahlutfallinu samkvæmt hinni gildandi hlutfallslegu aflareglu og lágmarksafnanum samkvæmt meðalhófsreglunni.

Samhengi líkum á stofnhruni og lágmarksafla samkvæmt meðalhófsreglunni er lýst í mynd 2.15. Framkvæmdar eru 500 hermanir yfir 100 ár. Stofnhrun er talið eiga sér stað ef stofn fer niður fyrir 1 þús. tn. á tímabilinu Geri hann

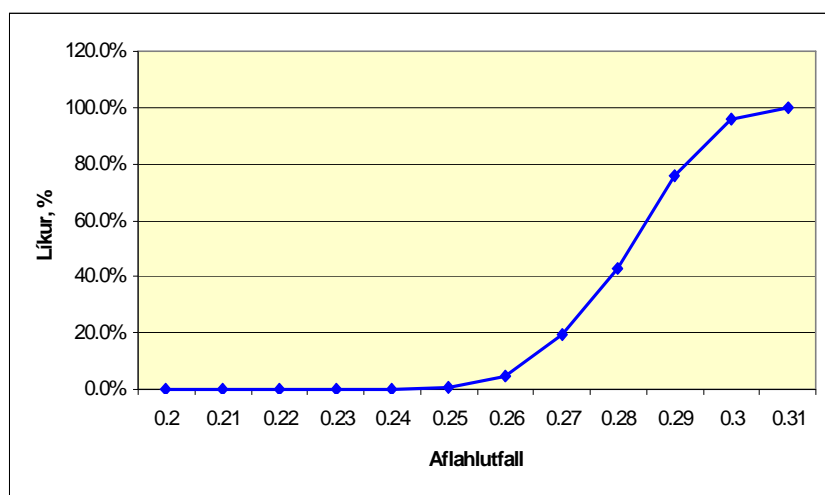
**Mynd 2. 15: Meðalhófsregla: Líkur á stofnhruni miðað við mismunandi lágmarksafla. (100 ár, 500 hermanir, upphafsstofn 700 þús. tn.  $\sigma=0.2$ )**



það, á hann sér ekki viðreisnar von samkvæmt meðalhófsreglunni. Eins og sjá má af mynd 2.15 eru litlar sem engar líkur á stofnhruni ef lágmarksafla er 150 þús. tn. eða minni en vaxa mjög hratt þegar lágmarksafla fer yfir 160 þús. tn. Sé vaxtarfall þorsstofnsins það hnikaða fall sem við er miðað í þessum kafla felst því augljóslega í því umtalsverð áhætta að beita meðalhófsaflareglunni með lágmarksafla mikið yfir 160 þús. tn.

Samkvæmt gildandi aflareglu eru líkur á stofnhruni nær engar sé stofnstærð í upphafi yfir 649 þús. tn. eins og nú er. Þessar líkur geta hins vegar verið verulegar ef aflahlutfallið er umtalsvert stærra en 25%. Þessu er nánar lýst í mynd 2.16. Eins og þar má sjá eru líkur á stofnhruni

**Mynd 2.16: Gildandi aflaregla: Líkur á stofnhruni miðað við mismunandi aflahlutfall. (100 ár, 500 hermanir, upphafsstofn 700 þús. tn.  $\sigma=0.2$ )**



umtalsverðar sé slíkri hlutfallslegri aflareglu fylgt ef aflahlutfallið er yfir 26%. Þetta er sérlega umhugsunarvert í ljósi þess að raunverulegur afla hlutfall af veiðistofni hefur á



undanförnum árum iðulega verið talsvert yfir 25% og raunar nær 30% að meðaltali að álitni Hafrannsóknarstofnunar (Hafrannsóknarstofnun 2006). Fyrir þessum afla umfram veiðireglu eru nokkrar orsakir. Afla smábáta utan aflamarkskerfisins er ein. Ætla má að umframafli af þeim sökum heyri nú sögunni til. Önnur veigamikil orsök afla umfram aflareglu er óvissa um stærð veiðistofns í upphafi hvers árs. Ekki er trúlegt að sú óvissa minnki umtalsvert á næstu árum.

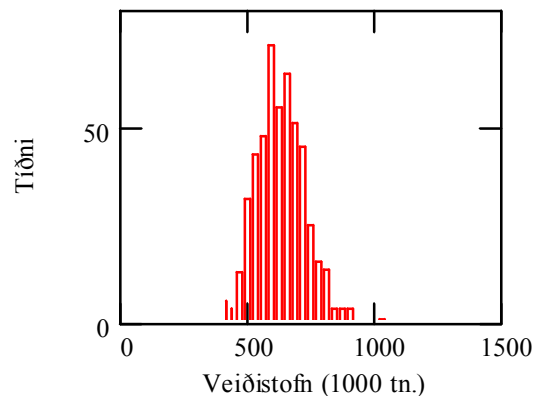
### Óvissa um upphafsstofn

Reynslan sýnir að mat á veiðistofni þorsks í upphafi hvers árs er ekki ýkja nákvæmt. Þetta getur skipt miklu máli fyrir líkurnar á stofnhruni. Sé vexti stofnsins t.d. sæmilega lýst með hinu hnikaða vaxtarfalli og upphafsstofninn verulega lægri en 700 þús. tn. mun meðalhófsreglan afar líklega leiða til stofnhruns. Sama máli gengir um gildandi aflareglu ef veiðistofninn í upphafi er verulega undir 500 þús. tn.

Til þessa að kanna nánar áhrif óvissu um upphafsstofn skulum við nú gefa okkur að hinn raunverulegi upphafsstofn sé líkindastærð með tiltekinni líkindareifingu umhverfis vongildi sitt. Nánar tiltekið gerum við nú ráð fyrir eftirfarandi líkindadreifingu fyrir veiðistofninn í upphafi:

$$x_0 = \hat{x}_0 \cdot e^u, u \sim N(0, \sigma^2),$$

**Mynd 2.17: Líkindadreifing upphafsstofnstærðar (500 hermanir,  $\sigma=0.15$ )**



þar sem  $x_0$  táknar veiðistofn á upphafsári (ár 0) og  $\hat{x}_0$  táknar matið á þeim veiðistofni. Slembiliðurinn  $u$  er talinn normaldreifður með vongildi núll og staðalfrávik  $\sigma$ .

Gert er ráð fyrir að staðalfrávik normaldreifingarinnar sé 0.15. Líkindadreifing hinnar raunverulegu stofnstærðar umhverfis áætlaða gildið 649.2 þús. tn. er þá í hátt við það sem lýst

er í mynd 2.17. Meðaltal dreifingarinnar er 656 þús. tn. og staðalfrávik 97 þús. tn. Miðtalan er 643 þús. tn. Eins og sjá má er dreifingin örlítið teygð til hægri. U.þ.b. 95% öryggisbil fyrir hana er viðstofn á bilinu 481 til 877 þús. tn. M.ö.o. miðað við þá líkindadreifingu sem skýrgreind hefur verið, eru liðlega 95% líkur á að veiðistofninn sem mældur hefur verið 649 þús. tn. sé raunverulega á bilinu 481 þús. til 877 þús. tn.

Sé gert ráð fyrir að þetta sé eina óvissan í dæminu eru líkur á að aflareglurnar þrjár leiði til stofnhruns þær sem raktar er í töflu 2.9. Í þeirri töflu er sömuleiðis hugleitt hvernig þessar líkur breytast ef staðalfrávik 97 í hinni metnu stofnstærð er meira.

**Tafla 2.9: Óviss upphafsstofn. Líkur á stofnhruni. (500 hermanir, metinn upphafsstofn 700 þús. tonn)**

Aflareglur	Staðalfrávik dreifingar		
	$\sigma=0.15$	$\sigma=0.20$	$\sigma=0.30$
<b>Gildandi</b>	9.6%	12.2%	20.8%
<b>Hagkvæm</b>	0%	0%	0%
<b>Meðalhóf</b>	39.0%	44.4%	43.4%

Samkvæmt niðurstöðunum í töflu 2.9, felur hagkvæm aflaregla í sér því sem næst enga áhættu á stofnhruni. Ástæðan er auðvitað sú, að samkvæmt þeirri reglu verður enginn afli fyrr en stofninn er orðinn um eða yfir 1100 þús. tn. Núgildandi aflaregla felur í sér umtalsverða áhættu á stofnhruni vegna ofmats á upphaflegum stofni. Meðalhófsreglan felur í sér mjög mikla áhættu á aflahruni. Ástæðan er sú, að 175 þús. tn. lágmarksafli samkvæmt meðalhófsreglunni liggur mjög nærri því sem nemur afrakstursgetu stofnsins við 649 þús. tn. Það þarf því ekki mikið útaf að bregða til að meðalhófsreglan ofbjóði honum og hann hrynji vegna ofveiði á nokkrum árum. Sé svo á annað borð tekur það ekki mjög langan tíma, aðeins 5-10 ár samkvæmt hnikaða vaxtarfallinu.

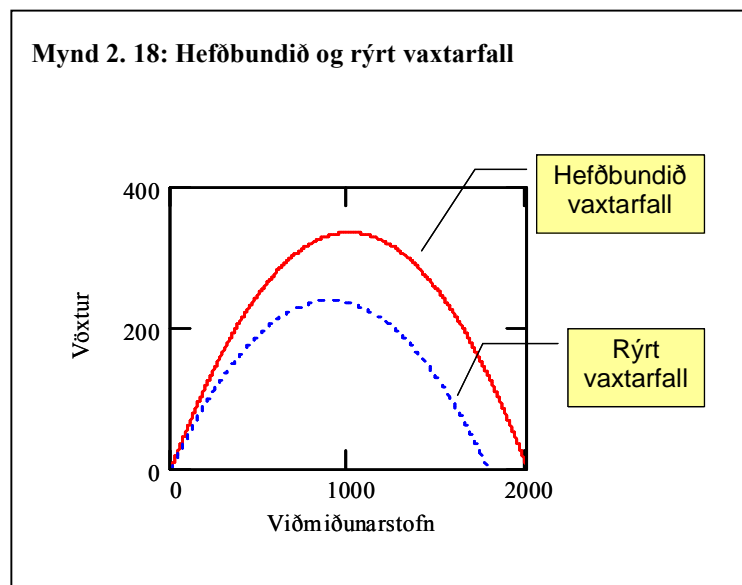
## 2.6. Rýrt vaxtarfall: Skynsamleg aflaregla

Merki eru um að afrakstursgeta þorsstofnsins hafi rýrnað talsvert á undanförunum 20 árum miðað við það sem áður hafi verið. Kemur þetta einkum fram í talsvert minni nýliðun að þriggja ára þorsks inn í stofninn frá og með árgangi 1986 (Hafrannsóknarstofnun 2006 og 2007). Frá árgangi 1952 til árgangs 1985 var meðalnýliðun þorsks um 203 milljónir fiska (v. þriggja ára aldur). Frá og með árgangi 1986 hefur þessi nýliðun einungis verið um 131

milljónir fiska eða meira en þriðjungi minni að meðaltali. Þá eru nokkur merki um minni vaxtarhraða á allra síðustu árum, sem e.t.v. má rekja til minna fæðuframboðs einkum loðnu (Hafrannsóknarstofnun 2007). Þessi þyngdaráhrif eru þó óveruleg miðað við áhrif slakari nýliðunar.

Ekki liggur fyrir hvað veldur slakari nýliðun þorsks. Langvarandi lítill hrygningarstofn, breytt genasamsetning þorskstofnsins vegna gríðarmikillar dánartíðni um áratugum saman, umfangsmiklar loðnuveiðar og andsnúin umhverfisáhrif kann allt að eiga hér hlut að máli. Aðalatriðið er þó það að verði nýliðun þorsksins til frambúðar jafnlítill og verið hefur er afrakstursgeta stofnsins — þ.á m. mesti jafnstöðuaflí — stórum minni en lengi hefur verið talið og reiknað hefur verið með m.a. hér að framan. Augljóst er að svona minni afrakstursgeta getur hafa áhrif á þjóðhagslega hagkvæmstu aflareglu. Því þykir rétt að kanna hvaða aflaregla á við ef þessi minni afrakstursgeta verður langvarandi og að hvaða leyti hún verði frábrugðin hinni hagkvæmu aflareglu sem að framan hafa verið skýrgreindar (kaflar 2.2 og 2.5).

Í mynd 2.18 er dregin upp bugða fyrir hið hefðbundna vaxtarfall þorskstofnsins í samræmi við reynsluna frá 1955. Samkvæmt því falli er hámarksjafnstöðuaflí um 334 þús. tn. og mesta stofnstærð um 1998 þús. tn. Jafnframt er í mynd 2.18, dregin bugða fyrir vaxtarfall þorskstofnsins miðað við framhaldandi skerta afkastagetu hans. Þetta köllum við rýrt vaxtarfall. Hámarksjafnstöðuaflí samkvæmt rýrða vaxtarfallinu er liðlega 237 þús. tn. eða tæplega 30% lægri en



í hinu hefðbundna vaxtarfalli. Hámarksstofnstærð samkvæmt rýrða vaxtarfallinu er hins vegar 1776 þús. tn. eða 12% minni en í hinu hefðbunda falli. Þessi löggun hins rýrða vaxtarfalls endurspeglar því öðru fremur minni nýliðun og hægari þyngdaraukningu einstaklinganna.

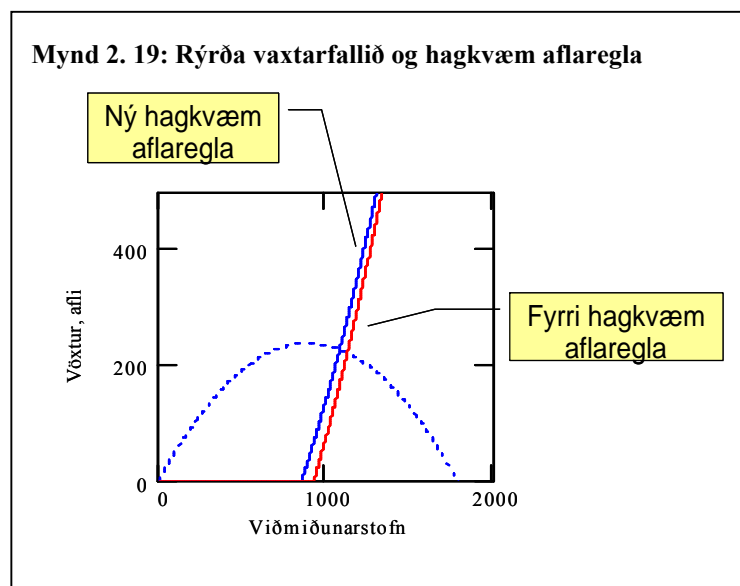
Sé rýrða vaxtarfallið til staðar breytist hagkvæm aflaregla til samræmis líkt og lýst er í mynd 2.19. Líking hagkvæmrar aflareglu miðað við rýrt vaxtarfall er:

$$(H.3) \quad q_t = \begin{cases} -377 + 5.219 \cdot 10^{-4} \cdot x_t^2, & \text{ef } x_t \geq 850 \text{ þús. tn.} \\ 0, & \text{ef } x_t < 850 \text{ þús. tn.} \end{cases}$$

Til samanburðar sýnum við hér einnig hagkvæma aflareglu miðað við hefðbundið vaxtarfall sem sett var fram í kafla 2.2.

$$(H.1) \quad q_t = \begin{cases} -466.7 + 5.471 \cdot 10^{-4} \cdot x_t^2, & \text{ef } x_t \geq 923.6 \text{ þús. tn.} \\ 0, & \text{ef } x_t < 923.6 \text{ þús. tn.} \end{cases}$$

Takið eftir að hin endurskoðaða hagkvæm aflaregla hnikast til vinstri miðað við fyrri hagkvæma aflaregla, þ.e. þá sem á við um hið hefðbundna vaxtarfall. Annars er munurinn á þessum tveimur aflareglum ekki ýkja mikill. Þær hafa svipaðan halla. Samkvæmt hinnu nýju hagkvæmu reglu skal hefja veiðar þegar viðmiðunarstofna nálgast 850 þús. tn., talsvert fyrr en samkvæmt fyrri hagkvæmri aflareglu. Jafnframt skal taka



meiri þorskafla við sérhverja stofnstærð umfram 850 þús. tn. Það kann að koma á óvart að minni rýrari vöxtur þorskstofsins skuli eiga að leiða til veiða, sem í vissum skilningi eru aðgangsharðari. Þetta er hins vegar fyllilega skiljanlegt. Þessi niðurstaða endurspeglar einungis þá staðreynd að vegna meiri vaxtar samkvæmt hinu hefðbundna vaxtarfalli borgar sig að bíða lengur meða að hefja veiðar en ef vöxturinn væri samkvæmt hinu rýrða vaxtarfalli.

Ástæða er til að velta því fyrir sér hvað það kosti í mestu mögulegu arðsemi þorskveiða að vöxtur stofnsins sé samkvæmt hinu rýrða vaxtarfalli í stað þess hefðbundna. Sé í báðu

tilfellum fylgt hagkvæmri aflareglu, þ.e. (H.1) þegar vöxtur stofnsins er í samræmi við hefðbundið vaxtarfall og (H.3) þegar vöxtur stofnsins er samkvæmt hinu rýrða vaxtarfalli, er mesta mögulega núvirði þorskveiðanna þegar rýrða vaxtarfallið er til staðar u.þ.b. 260 ma. kr. lægra en vera myndi ef viðkoman væri í samræmi við hið hefðbundna vaxtarfall. Þetta samsvarar um 13 ma. kr. á ári að jafnaði og um þriðjungslækkun þjóðhaglegs ábata af þorskveiðunum.

Að lokum má spyrja hvað það kosti í þjóðhagslegum ábata af þorskveiðunum að fylgja fyrri hagkvæmri aflareglu, þ.e. (H.1) í stað hinnar nýju, þ.e. (H.3) þrátt fyrir það að rýrða vaxtarfallið sé til staðar. Í ljós kemur að núvirði fyrri hagkvæmar aflaregla er einungis 2.6 ma. kr. eða 0.5% lægra en hinnar nýju hagkvæmrar reglu. Við þetta bætist að fyrri hagkvæm aflaregla er varfærari en hin nýja og felur því í sér minni hættu á stofnhruni. Því má segja að þrátt fyrir að vöxtur þorskstofnsins fylgi hinu rýrða vaxtarfalli en ekki hinu hefðbundna sé engu að síður þjóðhagslega vel viðunandi að fylgja fyrri hagkvæmri aflareglu. Að þessu leyti má segja að fyrri hagkvæm aflareglan, þ.e. (H.1), sé lítt viðkvæm fyrir rýrari viðkomu þorskstofnsins af því tagi sem gert hefur verið ráð fyrir.

### **3. Áhrif breyttrar aflareglu**

Í þessum kafla er fjallað um þróun sjávarútvegs, dreifingu aflamarks og aflahlutdeildar eftir landsvæðum. Þá er einnig litið til löndunar, tilflutnings afla milli svæða og vinnslu. Þá er gerð tilraun til að meta hvaða áhrif verulegar breytingar í aflamarki gætu haft á ólíkar byggðir og svæði. Sett eru upp 6 hugsanleg tilvik varðandi breytingar í dreifingu aflahlutdeildar í kjölfar lækkunar í heildar aflamarki. Tilgangur þessara útreikninga er ekki að spá fyrir um framtíðina heldur að reyna að draga upp mynd af því hvað gæti hugsanlega gerst miðað við ólíkar forsendur. Í þessum útreikningum er miðað við aflamark fiskveiðiársins 2005/2006 en aflatölur fyrir árið 2006.

Umfjöllun þessa kafla er skipt í þrennt. Fyrst er umfjöllun um ýmsar þær breytingar sem átt hafa sér stað í íslenskum sjávarútvegi síðustu árin, síðan skoðuð staðan árið 2006 og svo loks litið til framtíðar.

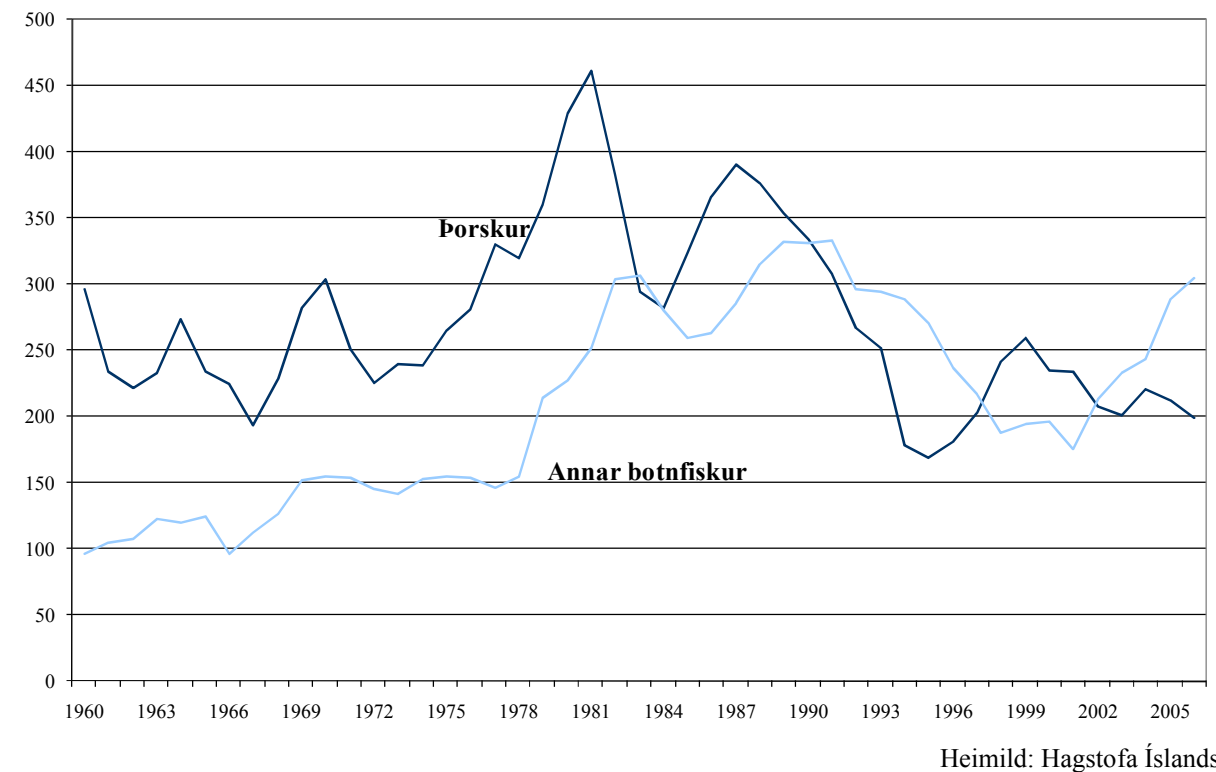
#### **3.1. Breytingar og þróun í íslenskum sjávarútvegi**

Á undanförunum aldarfjórðungi hafa átt sér stað margvíslegar breytingar í sjávarútvegi sem breytt hafa stöðu atvinnugreinarinnar víða um land. Þessa þróun má bæði rekja til breytinga á þáttum er snerta sjávarútveg sérstaklega, svo sem stjórn fiskveiða, nýrrar tækni og tilkomu fiskmarkaða, en einnig til almennra breytinga á íslensku hagkerfi. Hér á eftir verður stuttlega vikið að nokkrum atriðum er mest hafa mótað þróun sjávarútvegs, og þá einkum veiðar og vinnslu á bolfiski, undanfarna áratugi.

##### **3.1.1. Afli og vinnsla**

Á áttunda áratug síðustu aldar óx afli Íslendinga af þorski og öðrum botnfiski stórum skrefum. Árið 1981 nam þorskaflinn liðlega 460 þúsund tonnum og afli helstu botn- og flatfisktegunda samtals um 250 þúsund tonnum. Árið 2006 nam þorskaflinn tæplega 200 þúsund tonnum og veiðar á öðrum botnfisktegundum ríflega 300 þúsund tonnum. Svo sem fram kemur á mynd 1 dróst þorskveiði samfelt saman á árunum 1987–1995, er hún var komin í tæplega 170 þúsund tonn, og hefur síðan sveiflast á milli 200 og 250 þúsund tonna. Veiðar á öðrum botnfiski minnkuðu einnig á árunum 1993–2001, en hafa síðan farið vaxandi á ný.

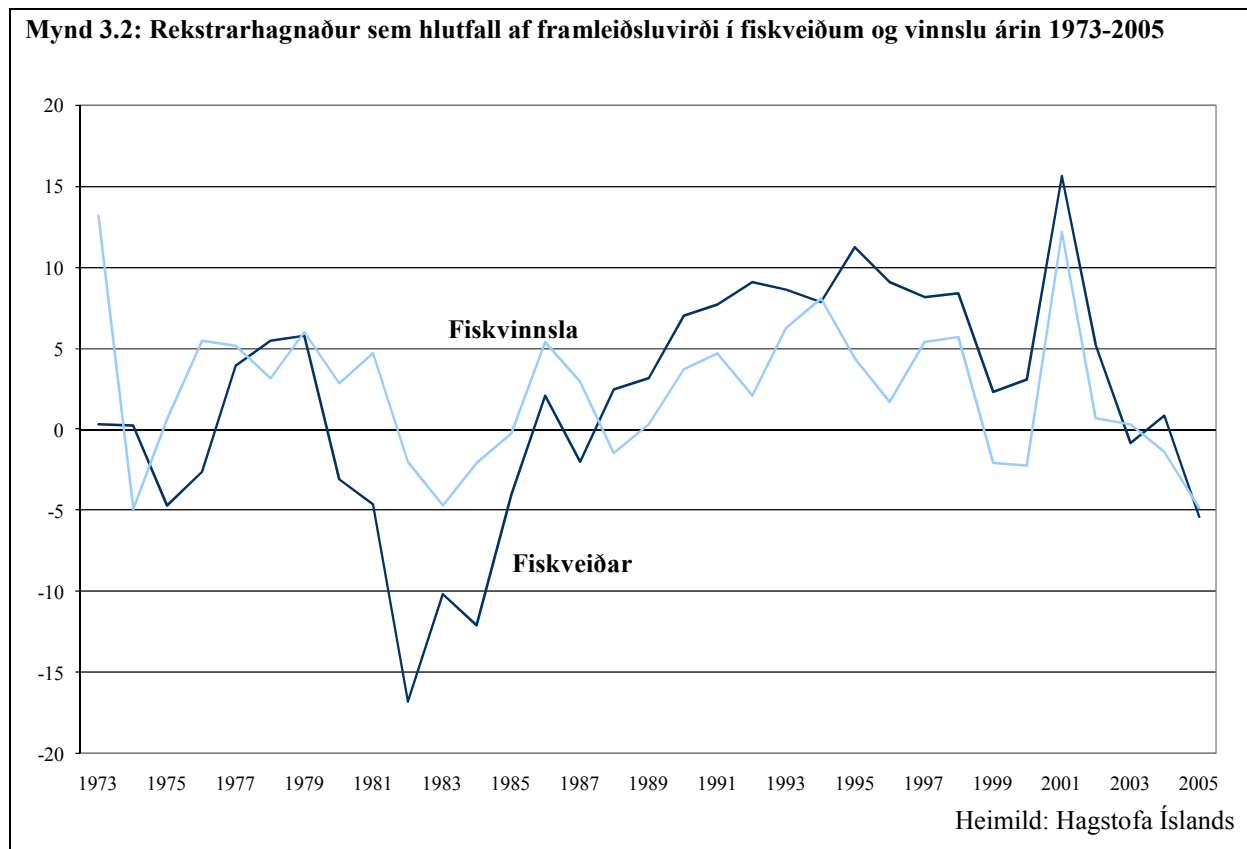
**Mynd 3.1: Afli Íslendinga af þorski og öðrum helstu botn- og flatfisktegundum árin 1960-2006. Þúsund tonn**



Á áttunda áratugnum átti sér stað mikil uppbygging í sjávarútvegi víða um land. Skuttogarar leystu af hólmi úr sér gengna síðutogara og í landi voru byggð ný fiskverkunarhús og eldri hús endurnýjuð. Á þessum árum töldu margir að í vændum væri gósentíð í sjávarútvegi og í kjölfar útfærslu landhelginnar í 50 og 200 mílur árin 1972 og 1975 yrði hægt að auka verulega veiðar á botnfiski. Þær vonir gengu ekki eftir nema að hluta til og fljótlega kom í ljós að ástand helstu fiskistofna var verra en talið hafði verið. Í kjölfarið var fyrst gripið til sóknartakmana í þorskveiðum með svokölluðu skrapdagakerfi og síðan sett heildaraflamark á þorskveiðar. Árið 1984 var síðan aflmarkskerfi innleitt í helstu botnfiskveiðum og 1990 tekið upp samræmt aflmarkskerfi í veiðum á nær öllum þeim tegundum sem veiddar eru við Íslandsstrendur.

Minni afli kom hart við margar útgerðir og fiskvinnslur, en auk þess er trúlegt að bankar og aðrar lánastofnanir hafi verið fullfrjálslugar við veitingu lána til skipakaupa eða fjárfestinga í landi. Þegar afli dróst saman og kjör á lánamarkaði breyttust urðu fjárfestingar fyrri ára mörgum þungar í skauti. Sum fyrirtækin náðu ekki að halda velli þegar ver tók að ára á níunda áratugnum og fóru í þrot, önnur voru keypt upp eða runnu saman við önnur. Mörg komust aftur á flot með þeim björgunaraðgerðum sem farið var út í seint á níunda áratugnum

með stofnun Atvinnuþryggingarsjóðs útflutningsgreina og Hlutfjárssjóðs, Þróunarsjóðs sjávarútvegsins og Vestfjarðaaðstoðinni árið 1994.

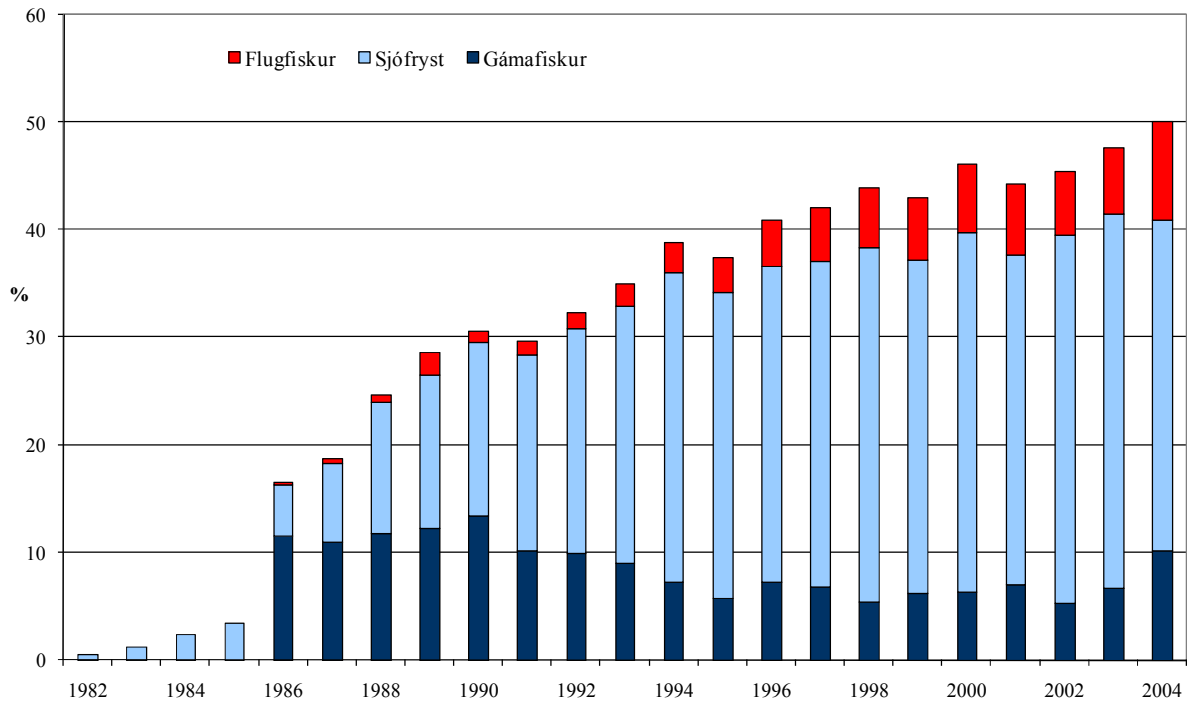


Svo sem fram kemur á mynd 3.2 voru fiskveiðar yfirleitt reknar með tapi á árunum 1980–1987 og árin 1982–1984 var tapið um eða yfir 10% af framleiðsluvirði. Vinnslan gekk betur. Á næstu 15 árum batnaði reksturinn og rekstur beggja greina var yfirleitt réttum megin við núllið. Fiskverkun var þó almennt rekin með tapi árin 1999 og 2000, en betri gangur var í veiðum þessi ár. Afkoman síðustu árin hefur hins vegar verið erfið, sérstaklega í vinnslu.

Upp úr 1980 bættust fyrstu frystitogararnir í íslenska flotann og á næstu árum fjölgaði þeim ört enda sjóvinnsla til muna arðbærari en landvinnsla. Bætt flutningatækni ýtti undir gámaflutninga með skipum og flugi og tilkoma fiskmarkaða varð til að höggva enn frekar á böndin á milli veiða og vinnslu. Árið 2004 var svo komið að um helmingur botnfiskaflans var ekki verkaður innanlands heldur var 31% sjófryst, ríflega 10% flutt utan í gámum og heldur minna með flugi.



**Mynd 3.3: Hlutfall botnfiskafla sem ekki var verkaður innanlands heldur sjófrystur eða fluttur með flugi eða skipum á erlenda markaði**

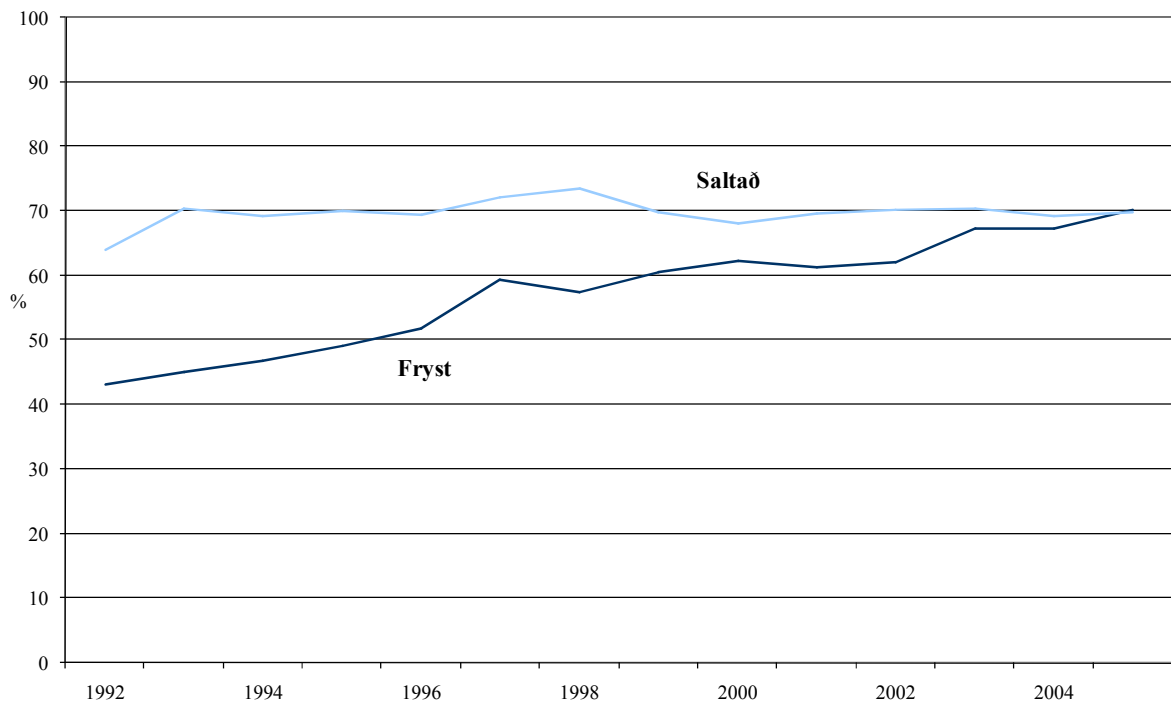


Heimild: Hagstofa Íslands.

### 3.1.2. Samþjöppun

Jafnframt þessari þróun hefur átt sér töluverð samþjöppun í vinnslu á þorski og öðrum botnfiski. Árið 1992 voru 43% af frystum þorskafurðum unnar á 10 stöðum í landinu, en árið 2005 var hlutfall þeirra 10 stærstu komið í 70%. Samþjöppunin er aftur á móti minni í saltfiskverkun þar sem hlutfallið fór úr 64% í 70%. Sambærileg þróun hefur átt sér stað í verkun á öðrum botnfiski. Þar fór hlutfallið í framleiðslu á frystum afurðum úr 55% í 70% og saltfiski úr 79% í 92%.

**Mynd 3 4: Hlutfall 10 mikilvægustu fiskverkunarstaða í frystingu og söltun á þorski**



Heimild: Fiskistofa.

Árið 1992 var mest fryst af þorski á Akureyri, ríflega 7.100 tonn eða tæplega 6% af heild. Árið 2005 hafði hlutur þess sveitarfélags þar sem mest var verkað af frystum þorski, Dalvíkur, ríflega tvöfaldast og nam 14,4%.

**Tafla 3.1 Þeir 10 staðir þar sem mest var fryst af þorski árið 1992. Heimild: Fiskistofa**

Staður	Tonn	Hlutfall
Akureyri	7.147	5,9
Ísafjörður	6.748	5,5
Sauðárkrókur	6.159	5,1
Bolungarvík	5.787	4,8
Reykjavík	5.500	4,5
Vestmannaeyjar	4.918	4,0
Þorlákshöfn	4.517	3,7
Dalvík	3.960	3,3
Hnífsdalur	3.957	3,2
Flateyri	3.917	3,2
Samtals	52.610	43,2

**Tafla 3.2 Þeir 10 staðir þar sem mest var fryst af þorski árið 2005. Heimild: Fiskistofa.**

Staður	Tonn	Hlutfall
Dalvík	9.619	14,4
Sauðárkrókur	6.435	9,6
Akureyri	6.163	9,2
Garður	5.747	8,6
Flateyri	3.981	5,9
Hellissandur	3.577	5,3
Eskifjörður	2.966	4,4
Reykjavík	2.894	4,3
Hnífsdalur	2.882	4,3
Akranes	2.722	4,1
Samtals	46.986	70,2

Árið 1992 var hlutdeild Grindavíkur í söltuðum þorski tæplega 12%, en hafði vaxið í tæp 27% 13 árum síðar.

**Tafla 3.3 Þeir 10 staðir þar sem mest var saltað af þorski árið 1992. Heimild: Fiskistofa.**

Staður	Tonn	Hlutfall
Grindavík	9.620	11,7
Hafnarfjörður	9.147	11,1
Reykjavík	8.355	10,2
Garður	5.812	7,1
Hornafjörður	5.196	6,3
Patreksfjörður	3.337	4,1
Ólafsfjörður	3.136	3,8
Þorlákshöfn	2.893	3,5
Ólafsvík	2.571	3,1
Rif	2.477	3,0
Samtals	52.544	64,0

**Tafla 3.4 Þeir 10 staðir þar sem mest var saltað af þorski árið 2005. Heimild: Fiskistofa.**

Staður	Tonn	Hlutfall
Grindavík	20.079	26,9
Húsavík	4.904	6,6
Hornafjörður	4.637	6,2
Garður	4.424	5,9
Keflavík	3.617	4,8
Vestmannaeyjar	3.508	4,7
Þorlákshöfn	3.111	4,2
Flateyri	3.039	4,1
Grundarfjörður	2.441	3,3
Reykjavík	2.399	3,2
Samtals	52.159	69,8

Svipaða sögu er að segja af verkun annars botnfisks. Reykjavík var mikilvægasti verkunarstaðurinn árið 1992 með 8,6% hlut af heild, en árið 2005 hafði hlutur höfuðborgarinnar vaxið í tæp 19%.

**Tafla 3.5 Þeir 10 staðir þar sem mest var fryst af öðrum botnfiski en þorski árið 1992. Heimild: Fiskistofa.**

Staður	Tonn	Hlutfall
Reykjavík	11.252	8,6
Vestmannaeyjar	10.692	8,1
Akureyri	10.499	8,0
Akranes	9.574	7,3
Þorlákshöfn	8.150	6,2
Sandgerði	5.302	4,0
Ísafjörður	5.157	3,9
Bolungarvík	3.865	2,9
Garður	3.744	2,8
Grundarfjörður	3.525	2,7
Samtals	71.760	54,6

**Tafla 3.6 Þeir 10 staðir þar sem mest var fryst af öðrum botnfiski en þorski árið 2005. Heimild: Fiskistofa.**

Staður	Tonn	Hlutfall
Reykjavík	17.059	18,9
Þorlákshöfn	11.928	13,2
Garður	7.354	8,2
Vestmannaeyjar	5.257	5,8
Grundarfjörður	5.076	5,6
Hafnarfjörður	3.659	4,1
Húsavík	3.560	3,9
Kópavogur	3.066	3,4
Sandgerði	2.927	3,2
Dalvík	2.809	3,1
Samtals	62.695	69,5

Árið 1992 var mest saltað í Vestmannaeyjum af öðru en botnfiski og var hlutur Eyja þá 20% en hafði stækkað um tvö prósentustig 13 árum síðar.

**Tafla 3.7 Þeir 10 staðir þar sem mest var saltað af öðrum botnfiski en þorski árið 1992. Heimild: Fiskistofa.**

Staður	Tonn	Hlutfall
Vestmannaeyjar	4.206	20,2
Hafnarfjörður	3.488	16,7
Grindavík	2.687	12,9
Þorlákshöfn	1.087	5,2
Hornafjörður	1.056	5,1
Keflavík	925	4,4
Ólafsfjörður	808	3,9
Árskógsströnd	751	3,6
Garður	742	3,6
Vogar	699	3,4
Samtals	16.449	78,9

**Tafla 3.8 Þeir 10 staðir þar sem mest var saltað af öðrum botnfiski en þorski árið 2005. Heimild: Fiskistofa.**

Staður	Tonn	Hlutfall
Vestmannaeyjar	2.720	22,7
Grindavík	2.345	19,5
Garður	2.078	17,3
Vogar	1.007	8,4
Þorlákshöfn	862	7,2
Hornafjörður	729	6,1
Hafnarfjörður	501	4,2
Húsavík	321	2,7
Reykjavík	244	2,0
Þingeyri	212	1,8
Samtals	11.020	91,8

Árið 1992 var þorskur og annar botnfiskur frystur á 50 stöðum á landinu, þorskur saltaður á 41 stað og annar botnfiskur saltaður á 34 stöðum. Árið 2005 var þorskur frystur og saltaður á 34 stöðum, annar botnfiskur unninn á 35 stöðum og saltaður á 25 stöðum.

**Tafla 3.9 Fjöldi staða þar sem bolffiskur var frystur eða saltaður árin 1992–2005.**

	Þorskur		Annar botnfiskur	
	Frysting	Söltun	Frysting	Söltun
1992	50	41	50	34
1993	48	39	49	34
1994	50	40	50	34
1995	49	46	49	37
1996	49	47	50	34
1997	48	45	49	37
1998	46	42	44	29
1999	43	43	44	33
2000	40	45	38	34
2001	41	42	40	34
2002	43	38	44	27
2003	40	35	42	26
2004	40	37	42	24
2005	34	34	35	25

Sú þróun sem hér hefur verið lýst hefur leitt til þess að störfum í fiskvinnslu hefur fækkað og að vinnsla hefur lagst af á mörgum stöðum. Að auki hefur framleiðni vinnuafls aukist bæði í fiskveiðum og vinnslu. Á árunum 1991–1997 óx framleiðni vinnuafls, sem hér er mæld sem hlutfall vísitölu vinnsluvirðis og vísitölu fjölda starfa, um 1,3% á ári að meðaltali í fiskveiðum, en um 4% í fiskvinnslu. Undanfarinn áratug hefur þessi þróun verið enn örari. Framleiðniaukning í fiskveiðum var þannig 3,1% að jafnaði á ári á tímabilinu 1998–2006 og 5,5% í fiskverkun. Fyrir vikið hefur þörfin fyrir vinnuafll dregist saman, en vélar og tölvustýrð tæki leyst mannshöndina af hólmi.

Góð framleiðni er mikilvæg forsenda þess að fyrirtæki geti keppt um starfsfólk við önnur fyrirtæki í sömu atvinnugrein og öðrum atvinnurekstri. Framleiðniaukning í fiskverkun hefur undanfarin 15 ár haldið í við aðrar greinar og brýnt er að fiskvinnslan haldi sínu striki að þessu leyti á næstu árum. En bætt framleiðni leiðir, svo sem áður hefur verið bent á, til þess að færra starfsfólk þarf til að framleiða sama magn afurða. Í mörgum sjávarplássum landsins bjóðast fá störf utan sjávarútvegs og þar getur bætt framleiðni í fiskvinnslu því leitt til þess að þeir sem missa vinnuna eða hætta verði að leita annað eftir nýju starfi. Á hinn bóginn geta þau

fyrirtæki sem ekki reyna að bæta framleiðni sína lent í vandræðum með að bjóða samkeppnishæft kaup og kjör. Hvorugur kosturinn má heita góður fyrir sveitarfélögin. Í fyrra tilvikinu geta þau séð á bak íbúum til annarra sveitarfélaga, í því síðara getur orðið erfitt að laða fólk til starfa í sjávarútvegsfyrirtækjum í viðkomandi plássi.

### **3.1.3. Aflahlutdeildarkerfi og framsal**

Nútímaleg stjórn fiskveiða byggist á því að takmarka með einum eða öðrum hætti aðgang að veiðum einstakra tegunda. Þetta má gera með ýmsu móti, t.d. með því að taka upp sóknardagakerfi eða aflamarkskerfi. Lykilatriðið er ætíð hið sama; að koma í veg fyrir óheftar veiðar sem gengið geta nærri stofnunum. Takmarkaður aðgangur felur í sér að þeir einir geta veitt sem heimild hafa. Í íslenska aflamarkskerfinu geta þannig þeir einir veitt kvótabundnar tegundir sem ráða yfir aflamarki og mega eingöngu veiða það magn af hverri fisktegund sem aflamark þeirra segir til um.

Megintilgangur núverandi fiskveiðistjórnunar er að stuðla að hagkvæmri nýtingu sjávarauðlindarinnar. Í því felst að veiðarnar séu stundaðar með sem arðbærustum og hagkvæmustum hætti. Í því skyni er mikilvægt að útgerðir geti fært aflamark á milli einstakra skipa í sinni eigu og að hægt sé að eiga viðskipti með aflamark og –aflahlutdeild á frjálsum markaði. Í nágildandi lögum um stjórn fiskveiða eru litlar hömlur lagðar á viðskipti með aflahlutdeildir. Enda þótt sveitarfélög eigi forkaupsrétt þegar selja á skip með aflahlutdeildum úr sveitarfélaginu gildir enginn slíkur forkaupsréttur þegar aflahlutdeildir eru seldar einar og sér. Aftur á móti geta útgerðir ekki leigt frá sér meira en helming af aflamarki hvers fiskveiðiárs. Hámark er einnig á því hlutfalli aflamarks sem einstakar útgerðir og skyldir aðilar geta ráðið yfir í einstökum tegundum og samanlögðu aflamarki.

Til að tryggja hagkvæmni í fiskveiðum er nauðsynlegt að útgerðir geti flutt heimildir á milli skipa. Þannig er líklegast að þau fyrirtæki stundi útgerð sem mestan mat geta gert sér úr heimildum sínum og þjóðhagslegur hagnaður af fiskveiðum verði hámarkaður.

Í umræðu um stjórn fiskveiða hefur iðulega verið bent á að framsal aflamarks og þó einkanlega aflahlutdeilda geti haft veruleg áhrif á atvinnulíf á viðkomandi stöðum. Bann við framsali myndi þó trauðla breyta miklu. Eftir sem áður yrði væntanlega hægt að selja og kaupa einstök fyrirtæki, þar eð vandséð er hvort hægt yrði að banna slík viðskipti í einni atvinnugrein. Bann við framsali eða kvótabinding gæti einnig orðið til þess að draga úr hagkvæmni í greininni í heild og framleiðni í einstökum fyrirtækjum með þeim afleiðingum sem áður hafa verið raktar.

Takmarkanir á framsali eru einnig ólíklegar til að hafa mikil áhrif á viðgang einstakra sjávarplássna, því þær einar og sér breyta engu um hvar aflanum er landað eða hann unninn. Í haustskýrslu Hagfræðistofnunar 2001 er tekið fram að lítil fylgni hafi reynst vera á milli breytinga á fjölda starfa í fiskveiðum og breytinga á íbúafjölda einstakra sveitarfélaga. Aftur á móti sé fylgni á milli breytinga á fjölda starfa í fiskverkun og íbúafjölda. Af þessu má ráða að fyrir sveitarfélög geti skipt meiru að halda í og/eða laða að sér nýjar fiskverkanir en útgerðir.

### 3.1.4. Störf í sjávarútvegi

Árið 2005 fengust um 4.400 manns við fiskveiðar á landinu og nálega 6.400 unnu við fiskverkun. Samtals störfuðu þá um 10.800 í sjávarútvegi, en það svarar til um 6,6% af heildarstörfum í hagkerfinu. Flestir sjómenn voru á Norðurlandi eystra og höfuðborgarsvæðinu, en flest fiskverkafólk var á Suðurnesjum og Stór-Reykjavíkursvæðinu.

**Tafla 3.10 Fjöldi starfa í fiskveiðum árið 2005.**

	Íslendingar	Útlendingar	Alls
Höfuðborgarsvæði	680	30	710
Vesturland	450	40	490
Vestfirðir	410	40	450
Norðurland vestra	230	0	230
Norðurland eystra	930	30	960
Austurland	540	40	580
Suðurland	550	30	580
Suðurnes	390	10	400
Allt landið	4.180	220	4.400

**Tafla 3.11 Fjöldi starfa í fiskvinnslu árið 2005.**

	Íslendingar	Útlendingar	Alls
Höfuðborgarsvæði	740	230	970
Vesturland	630	140	770
Vestfirðir	590	210	800
Norðurland vestra	300	30	330
Norðurland eystra	880	100	980
Austurland	740	140	880
Suðurland	530	90	620
Suðurnes	760	260	1.020
Allt landið	5.170	1.200	6.370

Sjávarútvegur var aftur á móti hlutfallslega mikilvægastur fyrir atvinnulíf á Vestfjörðum. Tíundi hvert starf þar féll til í fiskveiðum og nálega fimmta hvert í fiskvinnslu. Á Suðurnesjum, Austurlandi og Vesturlandi var hlutfall þeirra sem fengust við fiskvinnslu einnig um eða yfir 10%, en að Vestfjörðum undanskildum var hlutfall sjómanna hvergi hærra en tæplega 7% af heildarfjölda starfa.

**Tafla 3.12 Hlutfall þeirra sem störfuðu við fiskveiðar árið 2005.**

	Íslendingar	Útlendingar	Alls
Höfuðborgarsvæði	0,7	0,7	0,7
Vesturland	5,8	8,9	6,0
Vestfirðir	10,0	12,5	10,2
Norðurland vestra	4,9	0,0	4,7
Norðurland eystra	6,5	7,5	6,6
Austurland	8,2	2,2	6,9
Suðurland	4,8	4,5	4,8
Suðurnes	4,4	1,8	4,3
Allt landið	2,7	2,5	2,7

Ríflega 1.400 útlendingar fengust við sjávarútveg árið 2005 og unnu langflestir þeirra við fiskvinnslu. Á Vestfjörðum unnu nærri 80% af útlendingum við sjávarútveg, tæplega 66% þeirra við fiskverkun og 12,5% við veiðar.



**Tafla 3.13 Hlutfall þeirra sem störfuðu við fiskvinnslu árið 2005.**

	Íslendingar	Útlendingar	Alls
Höfuðborgarsvæði	0,8	5,2	0,9
Vesturland	8,2	31,1	9,4
Vestfirðir	14,5	65,6	18,2
Norðurland vestra	6,3	18,8	6,7
Norðurland eystra	6,2	25,0	6,7
Austurland	11,2	7,8	10,5
Suðurland	4,6	13,6	5,1
Suðurnes	8,6	47,3	10,9
Allt landið	3,3	13,7	3,9

### 3.2. Dreifing afla og aflamarks árið 2006

Fiskveiðiárið 2005/2006 var heildaraflamark í þorski 186 þúsund tonn af óslægðu en landaður afli var um 202 þúsund tonn. Mismunur á heildaraflamarki og lönduðum afla getur átt sér ýmsar skýringar s.s. sérúthlutanir og tilfærslu milli ára.

#### 3.2.1. Aflahlutdeild og landanir í þorski

Tafla 3.14 sýnir óslægðan afla fyrir árið 2006 og aflahlutdeild/aflamark fyrir fiskveiðiárið 2005/06 fyrir hvern landshluta. Örlítill skekkja verður í niðurstöðunum ef skip hafa verið seld á tímabilinu þar sem aflamarkið fyrir fiskveiðiárið 2005/06 (frá ágúst 2005 til ágúst 2006) er notað á móti skipaskrá 2006 (skráð skip í desember 2006). Öll skip voru sett á þá heimahöfn sem þau voru skráð á í lok árs 2006. Skipin voru því næst flokkuð niður á útgerðir og heimahafnir eftir skipaskrá 2006. Þar með er nokkurn veginn hægt að sjá hvað hver útgerð og heimahöfn hafi haft mikið aflamark eða mikla aflahlutdeild árið 2006 og þar með landshlutarnir líka. Samkvæmt töflu 3.14 var Norðurland eystra með mestu aflahlutdeildina árið 2006 og var einnig mest landað af þorski í þeim landshluta.

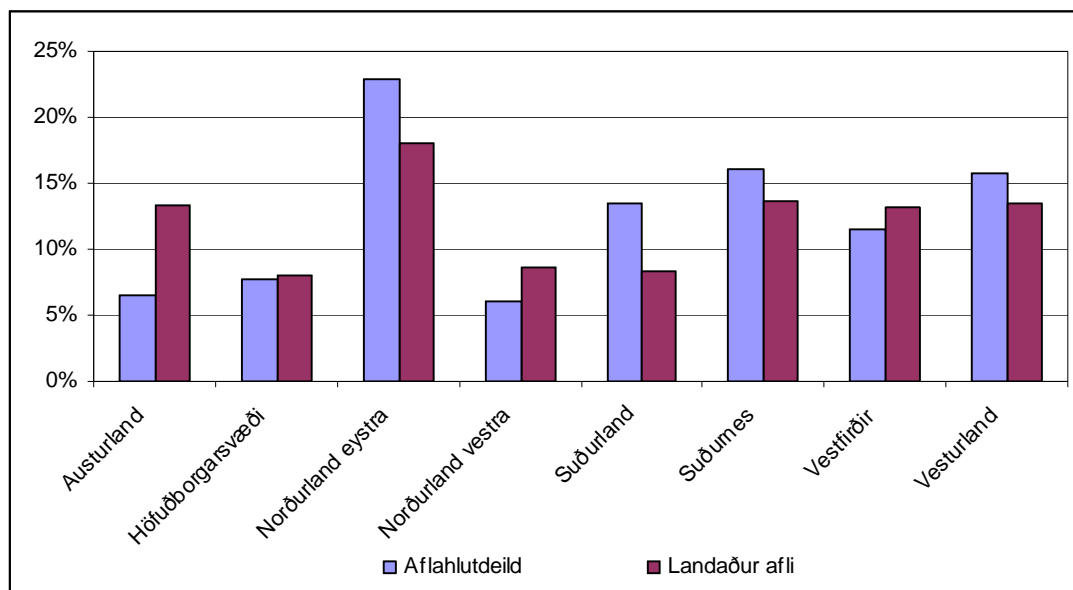
Tafla 3.14: Þorskaflí 2006 og aflahlutdeild/aflamark fiskveiðiárið 2005/06

	Aflahl.	Aflamark	Afli skipa skráðra á staðnum	Landaður Afli	Hlutfall af heildarafla
Austurland	6,52%	12.128.432	14.367.818	26.997.079	13,37%
Höfuðborgarsvæði	7,65%	14.236.274	14.932.426	16.345.454	8,10%
Norðurland eystra	22,90%	42.603.419	39.308.678	36.512.904	18,09%
Norðurland vestra	6,11%	11.368.327	8.960.454	17.401.246	8,62%
Suðurland	13,53%	25.180.175	21.779.258	16.754.261	8,30%
Suðurnes	16,04%	29.832.498	36.280.615	27.452.382	13,60%
Vestfirðir	11,52%	21.433.027	27.801.831	26.664.597	13,21%
Vesturland	15,73%	29.258.848	35.922.001	27.201.355	13,48%
<b>Samtals</b>	<b>100,00%</b>	<b>186.041.000</b>	<b>199.353.081</b>	<b>195.329.278</b>	<b>96,77%</b>
Annað			2.504.724	6.528.527	3,23%
<b>Samtals</b>	<b>100,00%</b>	<b>372.082.000</b>	<b>201.857.805</b>	<b>201.857.805</b>	<b>100,00%</b>

Heimild: Fiskistofa

Mynd 3.5 sýnir skiptingu aflahlutdeildar fyrir fiskveiðiárið 2005/2006 og hlutfall landaðs afla af heildarafla árið 2006 eftir landshlutum.

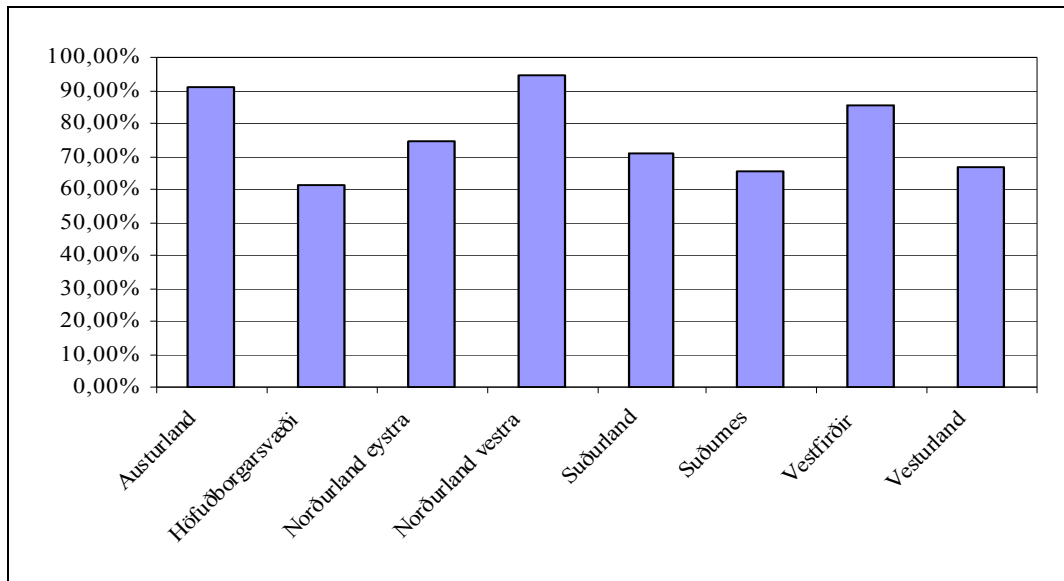
Mynd 3. 5: Aflahlutdeild í þorski fiskveiðisins 2005/06 og hlutfall landaðs afla árið 2006



Heimild: Fiskistofa

Greinilega sést á mynd 3.5 að útgerðir landa ekki endilega öllum afla sínum í heimahöfn. Mynd 3.6 sýnir hvað stór hluti afla skipa er landað í heimahöfn. Þar sést að Austurland og Norðurland vestra landa um 90% af afla sínum í heimahöfn. Höfuðborgarsvæðið, Suðurland og Vesturland landa hins vegar aðeins um rúmlega 60% af aflanum sínum í heimahöfn.

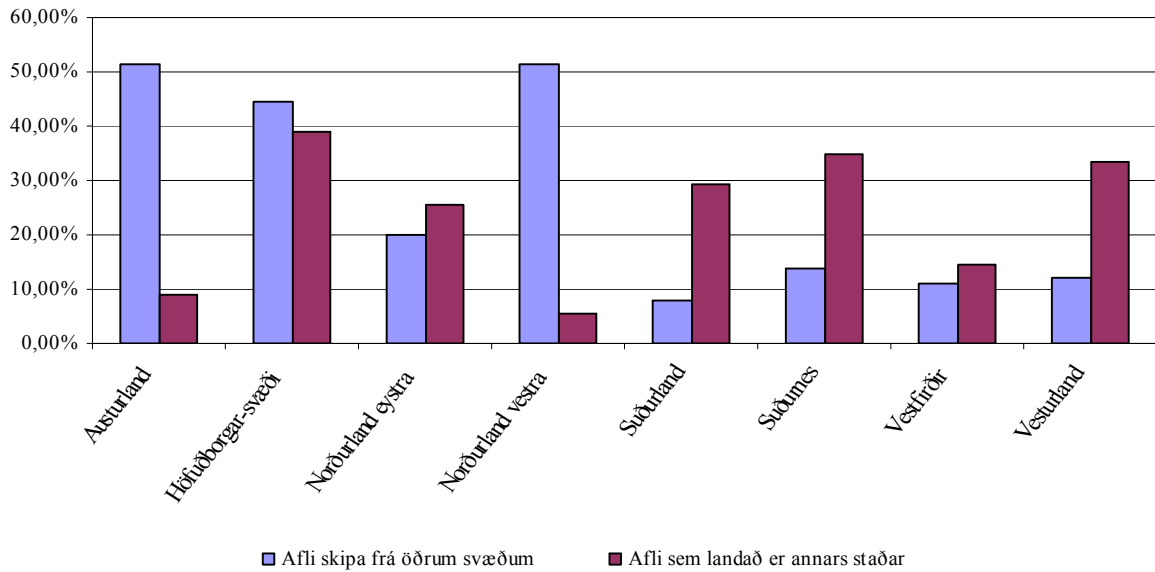
Mynd 3. 6: Hlutfall þorskafla sem landaður í heimahöfn árið 2006



Heimild: Fiskistofa

Þegar landaður afli er hærrí en aflamarki er um að ræða tilflutning aflla inn á viðkomandi svæði en tilflutning út ef aflamarkið er yfir lönduðum aflla. Mynd 3.7 sýnir hlutfall aðflutts aflla og hlutfall aflla sem fluttur er af svæðinu fyrir hvern landshluta fyrir sig. Stórt hlutfall landaðs aflla á Austurlandi og Norðurlandi vestra er afllað af skipum sem eiga heimahöfn á öðrum svæðum. Lítið af heildaraflla báta af Austurlandi og Norðurlandi vestra er landað annars staðar. Ástandið er ólíkt þessu á Suðurlandi, Suðurnestjum og á Vesturlandi, eins og sjá má af mynd 3.7. Í landshlutum þar sem mikið af þorski kemur frá skipum af öðrum svæðum er væntanlega hlutfallslega meiri fiskvinnsla en annars staðar.

**Mynd 3.7: Hlutfall þorskafla skipa frá öðrum svæðum af lönduðum afla og hlutfall afla sem landað er annars staðar árið 2006**



Heimild: Fiskistofa

Tafla 3.14 sýnir landaðan þorskafla í hverjum landshluta fyrir sig og hvaðan sá afli kom fyrir árið 2006.

**Tafla 3.14: Heimahöfn og löndunarhöfn**

Heimahöfn	Löndunarhöfn											Samtals	Samtals útlutningur	Hlutfall útlutnings af afla	Hlutfall afla sem landað er í heimahöfn
	Austurland	Höfuðborgarsvæði	Norðurland eystra	Norðurland vestra	Suðurland	Suðurnes	Vestfirðir	Vesturland	Ýmsir staðir	Erlendis	Gámur/Sigling				
Austurland	13.099.782	283.323	331.442	61.868	96.453	34.546	27.979	428.798	468	3.159	0	14.367.818	1.268.036	8,83%	91,17%
Höfuðborgarsvæði	566.529	9.099.658	1.579.501	1.243.310	736.409	1.217.281	117.277	357.501	0	24.960	0	14.932.426	5.832.768	39,06%	60,94%
Norðurland eystra	4.627.681	1.349.165	29.258.134	428.272	121.547	675.952	224.754	846.516	868	1.775.789	0	39.308.678	10.050.544	25,57%	74,43%
Norðurland vestra	91.307	40.291	1.880	8.461.004	32.814	212.091	0	110.119	281	10.667	0	8.960.454	499.450	5,57%	94,43%
Suðurland	493.709	863.470	215.766	124.445	15.407.772	561.053	165.883	406.248	23	3.540.889	0	21.779.258	6.371.486	29,25%	70,75%
Suðurnes	5.532.414	2.327.132	2.063.776	1.759.380	208.735	23.694.593	371.407	315.963	254	6.961	0	36.280.615	12.586.022	34,69%	65,31%
Vestfirðir	1.244.746	267.029	400.931	444.138	11.020	849.123	23.733.671	753.845	5.309	92.019	0	27.801.831	4.068.160	14,63%	85,37%
Vesturland	1.348.482	1.352.490	2.175.822	4.878.829	134.710	167.175	835.784	23.961.829	211	1.066.669	0	35.922.001	11.960.172	33,29%	66,71%
Ýmsir staðir	419	0	0	0	0	0	23.124	20.536	0	0	0	44.079	44.079	100,00%	0,00%
Erlendis	0	762.896	485.652	0	4.801	40.568	1.164.718	0	0	0	0	2.458.635	2.458.635	100,00%	0,00%
Gámur/Sigling	2.010	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.010	2.010	100,00%	0,00%
<b>Samtals innflutningur</b>	<b>13.897.297</b>	<b>7.245.796</b>	<b>7.254.770</b>	<b>8.940.242</b>	<b>1.346.489</b>	<b>3.757.789</b>	<b>2.930.926</b>	<b>3.239.526</b>	<b>7.414</b>	<b>6.521.113</b>	<b>0</b>	<b>201.857.805</b>			
Hlutfall innflutnings af lönduðu	51,48%	44,33%	19,87%	51,38%	8,04%	13,69%	10,99%	11,91%	100,00%	100,00%	0,00%				

Heimild: Fiskistofa

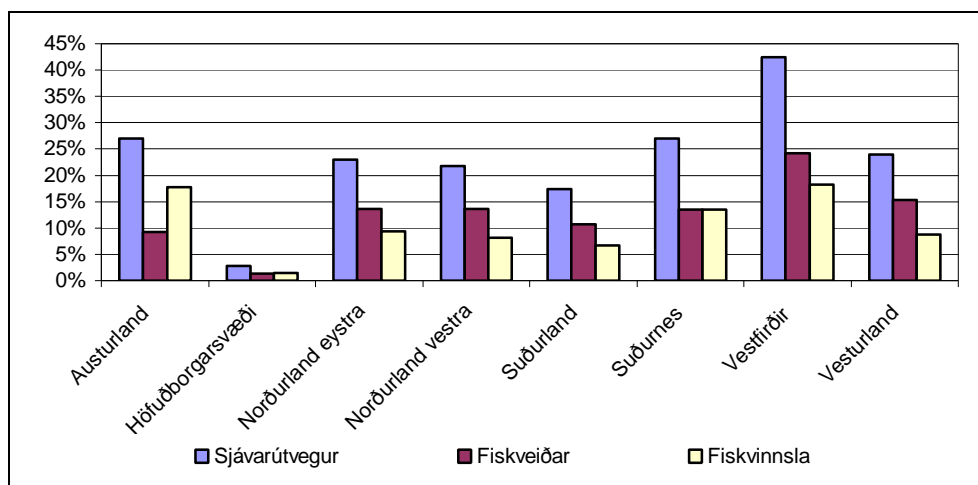
Áhugavert er að hlutfallslega treysta Vestlendingar, Vestfirðingar og Sunnlendingar minnst á afla skipa frá öðrum landsvæðum.

### 3.2.2. Mikilvægi þorsks

Þorskur er mikilvægasta botnfisktegundin á Íslandsmiðum en ekki eru öll svæði og sveitarfélög jafn háð þorskveiðum.

Áður en við einblínum á þorskinn er ekki úr vegi að skoða hve sjávarútvegur er stór hluti atvinnustarfsemi á hinum ýmsu svæðum landsins. Á myndinni hér fyrir neðan sést hlutfall vergra þáttatekna í veiðum og vinnslu og samtölu þessara tveggja þátta, sem hlutfall af heildarþáttatekjum á hverju svæði. Tölur þessar eru frá árinu 2005.<sup>4</sup>

Mynd 3. 8: Hlutfall sjávarútvegs af heildarþáttatekjum



Heimild: Byggðastofnun

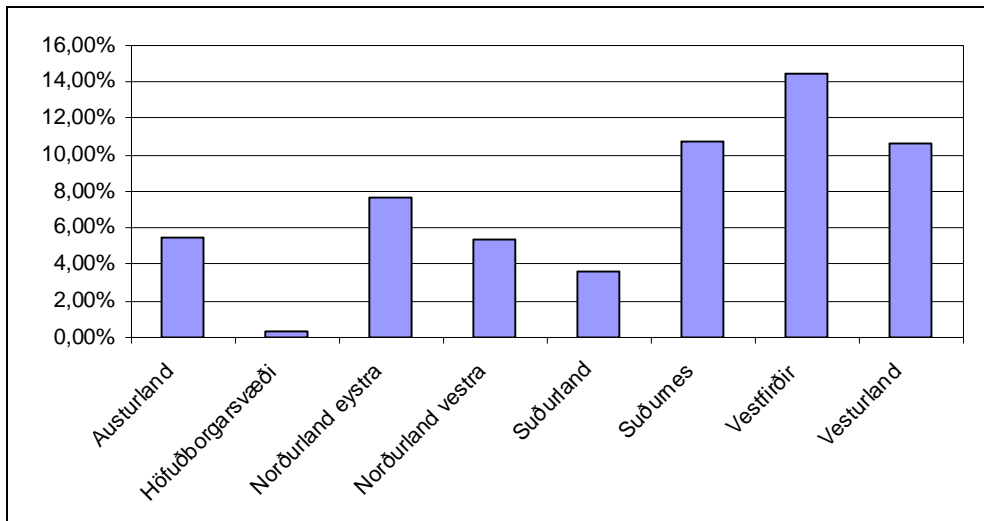
Þrátt fyrir að um sé að ræða ófullkominn mælikvarða segir hann þó mikið um mismunandi vægi sjávarútvegs í efnahagsstarfsemi á hverju svæði fyrir sig. Samkvæmt þessu er sjávarútvegur mikilvægastur fyrir Vestfirðinga en rúmlega 40% af efnahagsstarfsemi þeirra tengist sjávarútvegnum með beinum hætti.

Þá má líta til þess hve þorskveiðar eru stórt hlutfall af vergum þáttatekjum á hverju svæði fyrir sig.<sup>5</sup>

<sup>4</sup> Gögn um heildarþáttatekjur á hverju svæði eru fengin frá Byggðastofnun.

<sup>5</sup> Tölur fyrir árið 2005.

**Mynd 3. 9: Aflaverðmæti þorskafla sem hlutfall af heildarþáttatekjum**

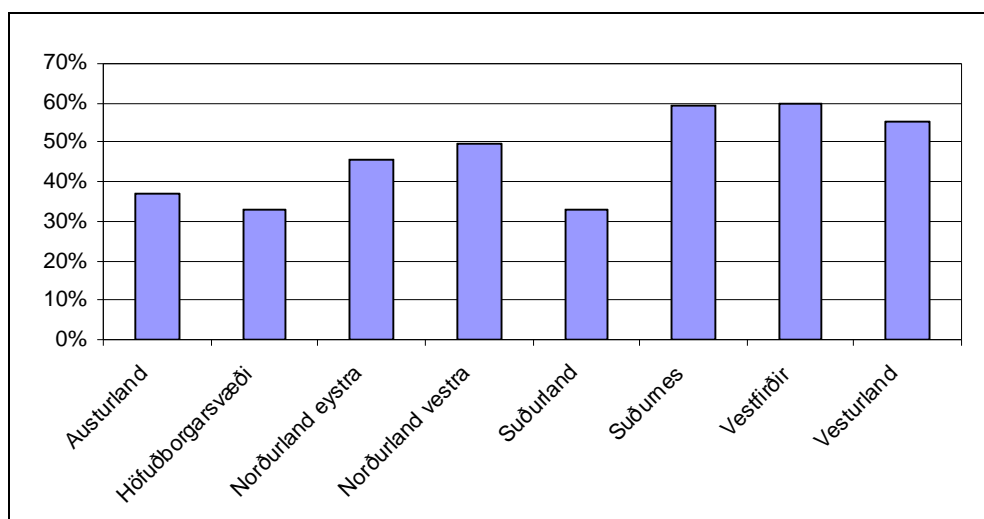


Heimild: Byggðastofnun og Hagstofa Íslands

Af þessu má ráða að þorskveiðar eru mikilvægastar fyrir efnahagsstarfsemi á Vestfjörðum en þvínæst á Suðurnesjum og Vesturlandi.

Á eftirfarandi mynd sést hlutfall aflaverðmæti þorsks af heildaraflaverðmæti. Hér er heildaraflaverðmæti einungis reiknað af þeim tegundum sem Fiskistofa reiknar þorskígildi fyrir (þ.e. djúpkarfi, grálúða, keila, kolmunni, langa, langlúra, loðna, rækja, sandkoli, síld, skarkoli, skötuselur, skrápflúra, steinbítur, þorskur, ufsi og ýsa).

**Mynd 3. 10: Verðmæti þorskafla af heildaraflaverðmæti árið 2006**



Heimild: Fiskistofa

Samkvæmt þessum útreikningum eru höfuðborgarsvæðið og Suðurland minnst háð þorskveiðum en Suðurnes og Vestfirðir háðari þorskveiðum en aðrir landshlutar. Gera má ráð fyrir að þessi svæði yrðu fyrir meira áfalli en önnur yrði dregið verulega úr þorskaflahámarki.

Eftirfarandi tafla sýnir sömu skiptingu á útgerðarstaði. Hér er um að ræða verðmæti þorskafla sem hlutfall af heildaraflaverðmæti þeirra skipa sem hafa eftirtaldar heimahafnir.

**Tafla 3.15: Verðmæti þorskafla af heildaraflaverðmæti árið 2006**

Verðmæti þorsks / aflaverðmæti			
<b>Austurland</b>	<b>36,82%</b>	<b>Suðurland</b>	<b>33,01%</b>
Borgarfjörður Eystri	80,06%	Eyrarbakki	72,66%
Breiðdalsvík	50,83%	Hafnir	82,86%
Djúpivogur	54,13%	Hornafjörður	36,97%
Eskifjörður	29,44%	Selfoss	28,09%
Fáskrúðsfjörður	39,10%	Stokkseyri	19,93%
Mjóifjörður	76,18%	Þorlákshöfn	53,50%
Neskaupstaður	33,44%	Vestmannaeyjar	28,05%
Reyðarfjörður	49,36%	<b>Suðurnes</b>	<b>59,25%</b>
Seyðisfjörður	48,05%	Garður	50,21%
Stöðvarfjörður	64,05%	Grindavík	60,35%
Vopnafjörður	40,68%	Keflavík	57,12%
<b>Höfuðborgarsvæði</b>	<b>33,11%</b>	Njarðvík	60,71%
Garðabær	84,65%	Sandgerði	65,33%
Hafnarfjörður	59,65%	Vogar	74,72%
Kópavogur	73,72%	<b>Vestfirðir</b>	<b>59,80%</b>
Reykjavík	24,66%	Bíldudalur	61,33%
Seltjarnarnes	83,08%	Bolungarvík	59,91%
<b>Norðurland eystra</b>	<b>45,48%</b>	Brjánslækur	97,63%
Akureyri	45,85%	Djúpavík	79,51%
Árskógssandur	72,92%	Drangsnæs	45,66%
Bakkafjörður	65,09%	Flateyri	76,93%
Dalvík	65,84%	Hnífsdalur	60,48%
Grenivík	26,25%	Hólmavík	69,13%
Grímsey	77,95%	Ísafjörður	34,67%
Hauganes	93,18%	Norðurfjörður	97,96%
Hrísey	69,98%	Patreksfjörður	60,86%
Húsavík	47,15%	Súðavík	68,38%
Kópasker	75,35%	Suðureyri	45,05%
Ólafsfjörður	40,61%	Tálknafjörður	77,92%
Raufarhöfn	61,81%	Þingeyri	63,59%
Þórshöfn	13,34%	<b>Vesturland</b>	<b>55,18%</b>
<b>Norðurland vestra</b>	<b>49,63%</b>	Akranes	38,96%
Arnarstapi	70,86%	Arnarstapi	70,86%
Blönduós	35,17%	Borgarnes	80,02%
Borgarnes	80,02%	Grundarfjörður	57,53%
Haganesvík	65,03%	Hellissandur	73,25%
Hellissandur	73,25%	Hellnar	95,27%
Hellnar	95,27%	Ólafsvík	58,37%
Hofsós	39,32%	Rif	57,25%
Hvammstangi	28,03%	Stykkishólmur	73,64%
Ólafsvík	58,37%		
Rif	57,25%		
Sauðárkrókur	40,07%		
Siglufjörður	48,51%		
Skagaströnd	56,45%		



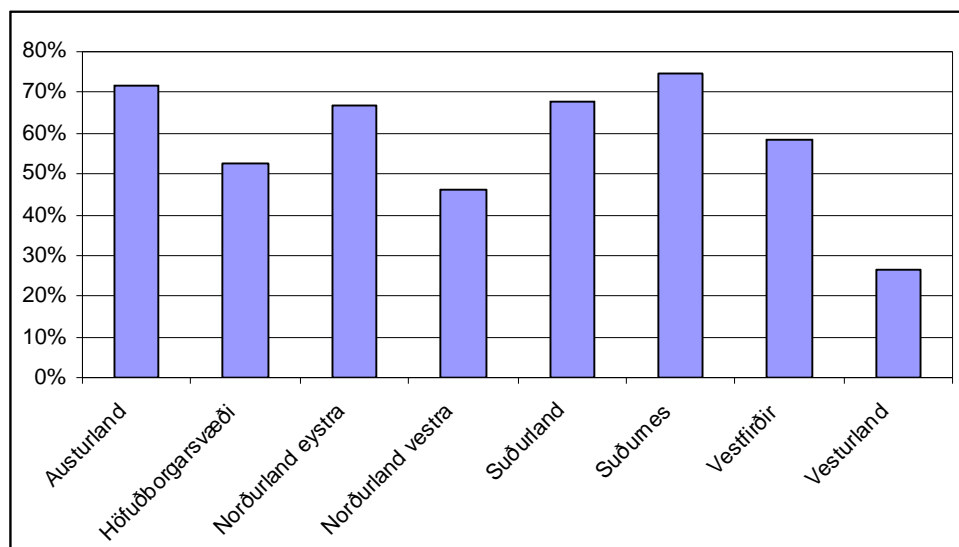
Af þessu sést glögglega að mjög mikill breytileiki er innan svæða hvað varðar mikilvægi þorsksveiða. Það þýðir að erfitt getur reynst að líta á niðurskurð aflaheimilda í þorski sem vandamál sérstakra landshluta, heldur verður að líta á hvern útgerðarstað fyrir sig.

### 3.2.3. Vinnsla

Skoða má aflahlutdeild sem vísbendingu um hvaða möguleika byggðir hafa til atvinnusköpunar í sjávarútvegi. Umfang fiskvinnslu og þar með raunveruleg atvinnusköpun fer hins vegar eftir fleiru en aflahlutdeild. Allt eins má hugsa sér að stórum hluta aflans sé ekki landað í heimahöfn eins og áður hefur komið fram og/eða kaupendur aflans geta flutt fiskinn til vinnslu annars staðar.

Mynd 3.11 sýnir hve stór hluti þorskafla skipa sem verkaður er innanlands er verkaður í heimahöfn árið 2005. Þar eru Suðurnes og Austurland með hæsta hlutfallið en þessir landshlutar vinna meira en 70% af landunnum afla sínum í heimahöfn. Á Vesturlandi er þetta hlutfall hins vegar aðeins um 30%.

Mynd 3. 11: Hlutfall þorskafla sem verkaður er í heimahöfn af landvinnslu árið 2005

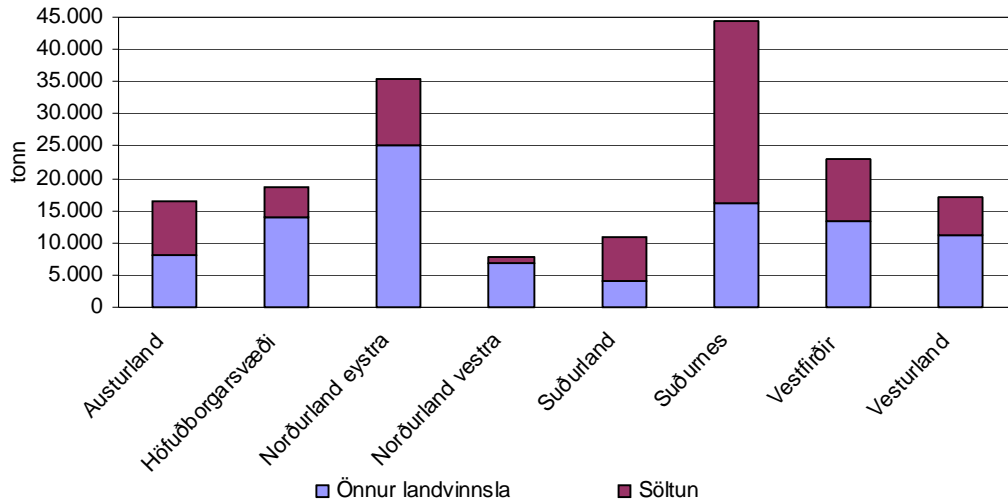


Heimild: Hagstofa Íslands

Mynd 3.12 sýnir magn þorsks sem unninn er á hverjum stað. Um er að ræða samanlagt magn landfrystingar, söltunar, herslu, gámafisks, innanlandsneyslu og fisks sem er ísaður í flug. Á myndinni sést hvað söltun er stór hluti af heildarvinnslu í landi. Sjá má að mest er vinnslan á Suðurnesjum en minnst á Norðurlandi vestra.

Á Suðurnesjum er mest saltað og því líklegt að vinnslan þar yrði fyrir meiri hnekki en önnur svæði ef heildarafli af þorski yrði minnkaður vegna mikilvægi þorsks í söltun.<sup>6</sup>

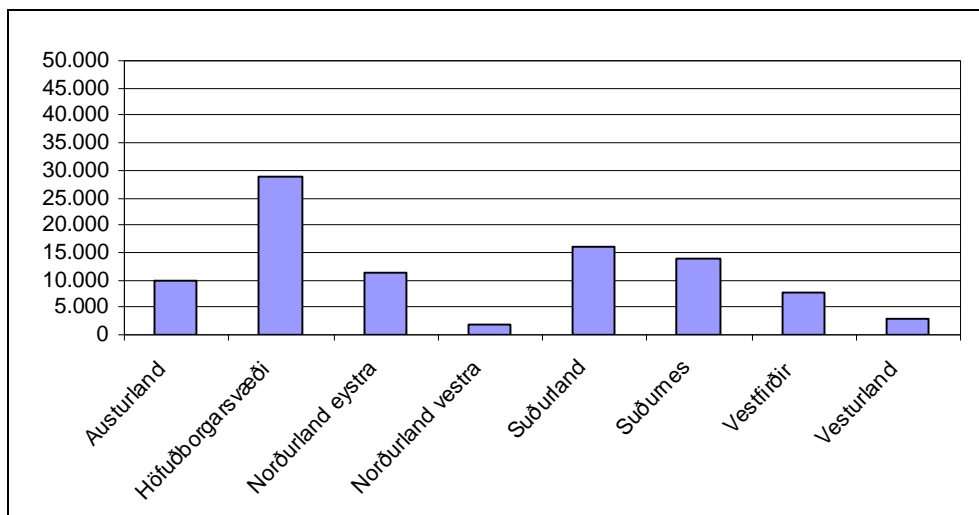
**Mynd 3. 12: Magn vinnslu af þorski eftir landshlutum**



Heimild: Hagstofa Íslands

Til að fá einhverja mynd af vinnslu annarra tegunda en þorsks má sjá magn vinnslu ufsa og ýsu á eftirfarandi myndum. Þetta gæti skipt máli ef aflamark fyrir ufsa og ýsu er aukið til að bæta upp fyrir hugsanlega minna aflamark í þorski. Höfuðborgarsvæðið er með langmestu vinnsluna eða um 29 þúsund tonn. Þar á eftir kemur Suðurland með tæplega 16 þúsund tonn.

**Mynd 3. 13 Magn vinnslu af ufsa og ýsu eftir landshlutum**



Heimild: Hagstofa Íslands

<sup>6</sup> Tölur fyrir árið 2005.

### 3.2.4. Samantekt

Í eftirfarandi töflu má sjá aflahlutdeild, landanir og vinnsla í hverjum landshluta fyrir sig. Til að auðvelda að lesa úr töflunni eru litir notaðir. Grænn litur merkir að viðkomandi þáttur er hlutfallslega betri á þessu svæði en öðrum. Rauður litur merkir að miðað við önnur svæði er viðkomandi þáttur verri og gulur litur merkir mitt á milli. Greinilegt er að Norðurland eystra virðist hafa forskot hvað varðar flesta þá þætti sem litið er til. Þar er mesta aflahlutdeildin, mest landað af afla, ágætlega mikil ufsa- og ýsuvinnsla og aðeins um þriðjungur þorsks til vinnslu er saltaður.

**Tafla 3.16: Aflahlutdeild, landanir og vinnsla eftir landshlutum**

	Aflahlutdeild í þorski	Aflamark í þorski	Landaður þorskaflí	Hlutfall af heildarafla	Tilflutningur þorsks inn á svæðið	Tilflutningur þorsks frá svæðinu	Mismunur tilflutnings til og frá svæðinu	Hlutfall þess sem landað í heimahöfn	Landvinnsla af þorski	Söltun þorsks	Landvinnsla af ufsa og ýsu
Austurland	6,52%	12.128.432	26.997.079	13%	13.897.297	1.268.036	12.629.261	91%	16.375.000	8.407.000	9.831.000
Höfuðborgarsvæðið	7,65%	14.236.274	16.345.454	8%	7.245.796	5.832.768	1.413.028	61%	18.666.000	4.723.000	29.006.000
Norðurland eystra	22,90%	42.603.419	36.512.904	18%	7.254.770	10.050.544	-2.795.774	74%	35.385.000	10.146.000	11.348.000
Norðurland vestra	6,11%	11.368.327	17.401.246	9%	8.940.242	499.450	8.440.792	94%	7.841.000	877.000	1.874.000
Suðurland	13,53%	25.180.175	16.754.261	8%	1.346.489	6.371.486	-5.024.997	71%	10.889.000	6.991.000	15.985.000
Suðurnes	16,04%	29.832.498	27.452.382	14%	3.757.789	12.586.022	-8.828.233	65%	44.249.000	28.233.000	13.778.000
Vestfirðir	11,52%	21.433.027	26.664.597	13%	2.930.926	4.068.160	-1.137.234	85%	22.826.000	9.551.000	7.724.000
Vesturland	15,73%	29.258.848	27.201.355	13%	3.239.526	11.960.172	-8.720.646	67%	17.066.000	5.780.000	3.084.000

- Austurland er með næst minnstu aflahlutdeildina eða 6,52% og er um 13% heildaraflans landað þar. Nettó innflutningur er rúmlega 12,6 þúsund tonn og um 91% aflans er landað í heimahöfn. Það er mikil landvinnsla í þorski á Austurlandi eða um 16 þúsund tonn. Um helmingurinn af vinnslunni er söltun. Á Austurlandi er einnig nokkur landvinnsla á ufsa og ýsu eða tæplega 10 þúsund tonn unnin þar.
- Höfuðborgarsvæðið er með um 7,65% aflahlutdeildarinnar sem er þriðja minnst allra svæða. Höfuðborgarsvæðið fær til sín þorsk frá öðrum svæðum til vinnslu eða um eitt og hálf tonn. Um 61% af afla skipa frá svæðinu er landað í heimahöfn. Höfuðborgarsvæðið hefur þó nokkra landvinnslu eða tæplega 19 þúsund tonn og þar af eru 5 þúsund tonn söltuð. Einnig er mikil ufsa- og ýsuvinnsla á svæðinu.
- Norðurland eystra er með hæstu aflahlutdeildina eða um 22,9% og landar um 74% af afla skipa svæðisins í heimahöfn. Þar fyrir utan er nettó aflflutningur frá landshlutann 2 þúsund tonn. Á Norðurlandi eystra er mikil landvinnsla á þorski eða um 35 þúsund tonn og einn þriðji af henni er söltun. Þar fyrir utan er líka mikil ufsa- og ýsuvinnsla á Norð-Austurlandi eða um 11 þúsund tonn.

- Norðurland vestra er með aflahlutdeild upp á 6,11% og er um 9% af heildarafla landað þar. Landshlutinn flytur nettó inn 0,5 þúsund tonn. Norðurland vestra landar stórum hluta síns afla í heimahöfn eða um 94%. Um 8 þúsund tonn af þorski eru unnin þar í landi og þar af 0,9 þúsund tonn söltuð. Ekki er mikil ufsa- og ýsuvinnsla eða um tæplega 2 þúsund tonn sem er minna en í öllum öðrum landshlutum.
- Suðurland er með 13,53% aflahlutdeild en einungis er um 8% af heildarafla landað þar. Suðurland flytur þar með frá landshlutanum nettó um 6 þúsund tonn af þorski til annarra landshluta. Sunnlensk skip landa um 71% aflans í heimahöfn. Ekki er mikil þorskvinnsla í þessum landshluta, aðeins um 10 þúsund tonn og þar af eru 7 þúsund tonn söltuð. Þó nokkur ufsa- og ýsuvinnsla er á svæðinu.
- Suðurnes hefur yfir að ráða 16% heildaraflahlutdeildar en aðeins er um 14% af heildarafla landað þar. Þorskur er því fluttur frá landshlutanum upp á nettó 8,8 þúsund tonn og á Suðurnesjum er landað um 65% af aflanum í heimahöfn. Mikil vinnsla er á Suðurnesjum en þar eru um 44 þúsund tonn af þorski unnin í landi. Af því eru tæplega 30 þúsund tonn söltuð. Þó nokkur ufsa- og ýsuvinnsla er til staðar eða um 15 þúsund tonn.
- Vestfirðir eru með 11,52% aflahlutdeildar og er þar landað um 13% af heildarafla. Vestfirðir flytja þorsk til annarra landshluta upp á um 1 þúsund tonn. Um 85% aflans er landað í heimahöfn. Mikil þorskvinnsla er á Vestfirðum þ.e. um 22 þúsund tonn og þar af eru rúmlega 9 þúsund tonn söltuð. Um 8 þúsund tonnum af ýsu og ufsa eru unnin á Vestfjörðum.
- Vesturland hefur aflahlutdeild upp á 15,73 og er þar landað um 13% af heildarafla. Vesturland flytur nettó mikið af þorski út úr landshlutanum enda er aðeins um 67% aflans landað í heimahöfn. Vesturland er með þó nokkra þorskvinnslu og er um einn þriðji af henni saltaður.

### 3.3. Breytt aflaregla – lægra veiðihlutfall

Líklegt má telja að verði leyfilegur heildaraflí lækkaður verulega muni minnstu útgerðirnar selja aflahlutdeild sína til þeirra stærstu.<sup>7</sup> Sá möguleiki að fyrirtækin sameinist er líka fyrir hendi en við munum ekki fjalla sérstaklega um hann hér enda breytir það ekki miklu ef nokkrar litlar útgerðir í einu bæjarfélagi sameinast. Alvarlegustu áföllin verða þegar aflahlutdeildir eru seldar úr bæjarfélögum og/eða landshlutunum. Ómögulegt er að slá nokkru föstu um væntanlega þróun. Í því sem hér fer á eftir munum við skoða sex hugsanleg tilvik án þess að með því sé verið að spá um framtíðina. Þessi sex tilvik sem við gefum okkur eru eftirfarandi:

**Tilvik 1:** Útgerðir með lægri en 0,01% aflahlutdeild hætta og selja þær aflahlutdeild sína til útgerða með meira en 1% aflahlutdeild. Skiptist þessi aflahlutdeild hlutfallslega niður á stærð útgerðanna sem kaupa, hvar sem er á landinu.

**Tilvik 2:** Útgerðir með lægri en 0,01% aflahlutdeild hætta og selja þær aflahlutdeild sína til útgerða með meira en 2% aflahlutdeild. Skiptist þessi aflahlutdeild hlutfallslega niður á stærð útgerðanna sem kaupa, hvar sem er á landinu.

**Tilvik 3:** Útgerðir með lægri en 0,02% aflahlutdeild hætta og selja þær aflahlutdeild sína til útgerða með meira en 1% aflahlutdeild. Skiptist þessi aflahlutdeild hlutfallslega niður á stærð útgerðanna sem kaupa, hvar sem er á landinu.

**Tilvik 4:** Útgerðir með lægri en 0,02% aflahlutdeild hætta og selja þær aflahlutdeild sína til útgerða með meira en 2% aflahlutdeild. Skiptist þessi aflahlutdeild hlutfallslega niður á stærð útgerðanna sem kaupa, hvar sem er á landinu.

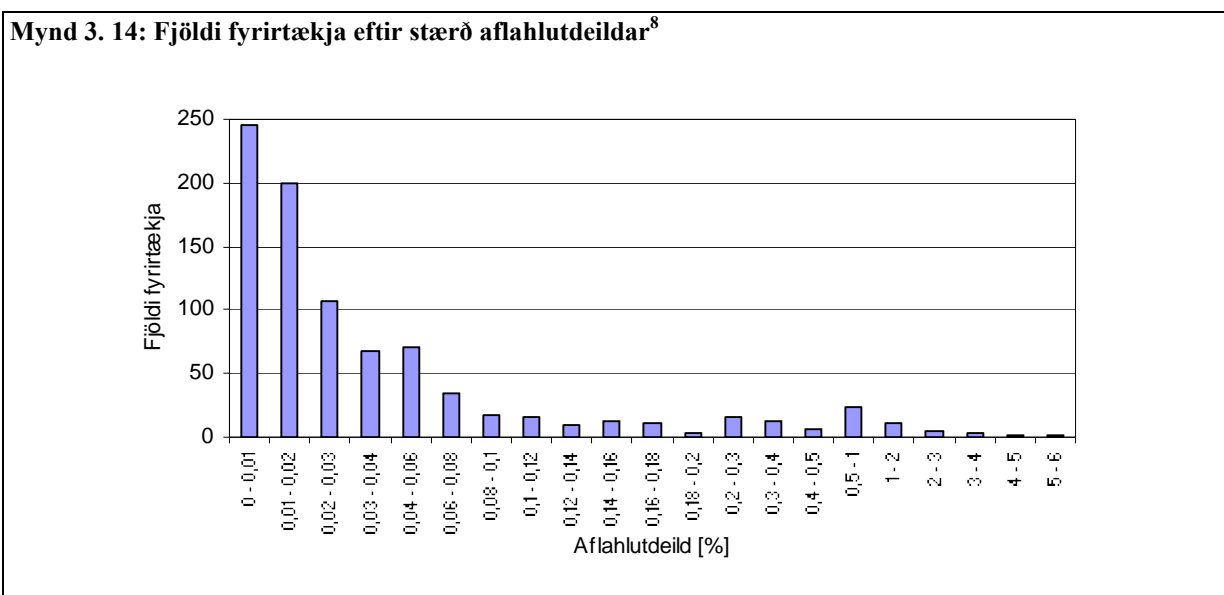
**Tilvik 5:** Útgerðir með lægri en 0,03% aflahlutdeild hætta og selja þær aflahlutdeild sína til útgerða með meira en 1% aflahlutdeild. Skiptist þessi aflahlutdeild hlutfallslega niður á stærð útgerðanna sem kaupa, hvar sem er á landinu.

**Tilvik 6:** Útgerðir með lægri en 0,03% aflahlutdeild hætta og selja þær aflahlutdeild sína til útgerða með meira en 2% aflahlutdeild. Skiptist þessi aflahlutdeild hlutfallslega niður á stærð útgerðanna sem kaupa, hvar sem er á landinu.

---

<sup>7</sup> Þetta er ekki sjálfgefin þróun en líklegt má þó telja að þar sem fastur kostnaður er meira íþyngjandi fyrir minni útgerðir en stærri má ætla að þessi yrði raunin, að öðru öðru óbreyttu.

Samkvæmt þessum útreikningum þar sem útgerðir með aflahlutdeild undir 0,01% hætta rekstri eru það um 245 útgerðir sem hætta. Ef hins vegar útgerðir með aflahlutdeild undir 0,02% hætta rekstri verða það 445 útgerðir sem hætta og 552 útgerðir ef útgerðir með aflahlutdeild undir 0,03% hætta rekstri. Stóru útgerðirnar eru líklegastar til að geta greitt hvað mest fyrir aflahlutdeildirnar og því líklegt að þær kaupi allar aflahlutdeildir þeirra sem hætta. Ef útgerðir með aflahlutdeild meiri en 1% kaupa aflahlutdeildir þeirra sem hætta starfsemi verður það aðeins 21 útgerð sem kaupir. Ef útgerðir með aflahlutdeild meiri en 2% kaupa verða það aðeins 10 útgerðir sem kaupa aflahlutdeildir allra þeirra litlu sem hætta. Af þessu sést að mjög margar litlar útgerðir munu hætta rekstri og aflahlutdeild þeirra færast á fáar stórar útgerðir samkvæmt þessum tilfellum.



### 3.3.1. Ef aflamark miðast við 130 þúsund tonn

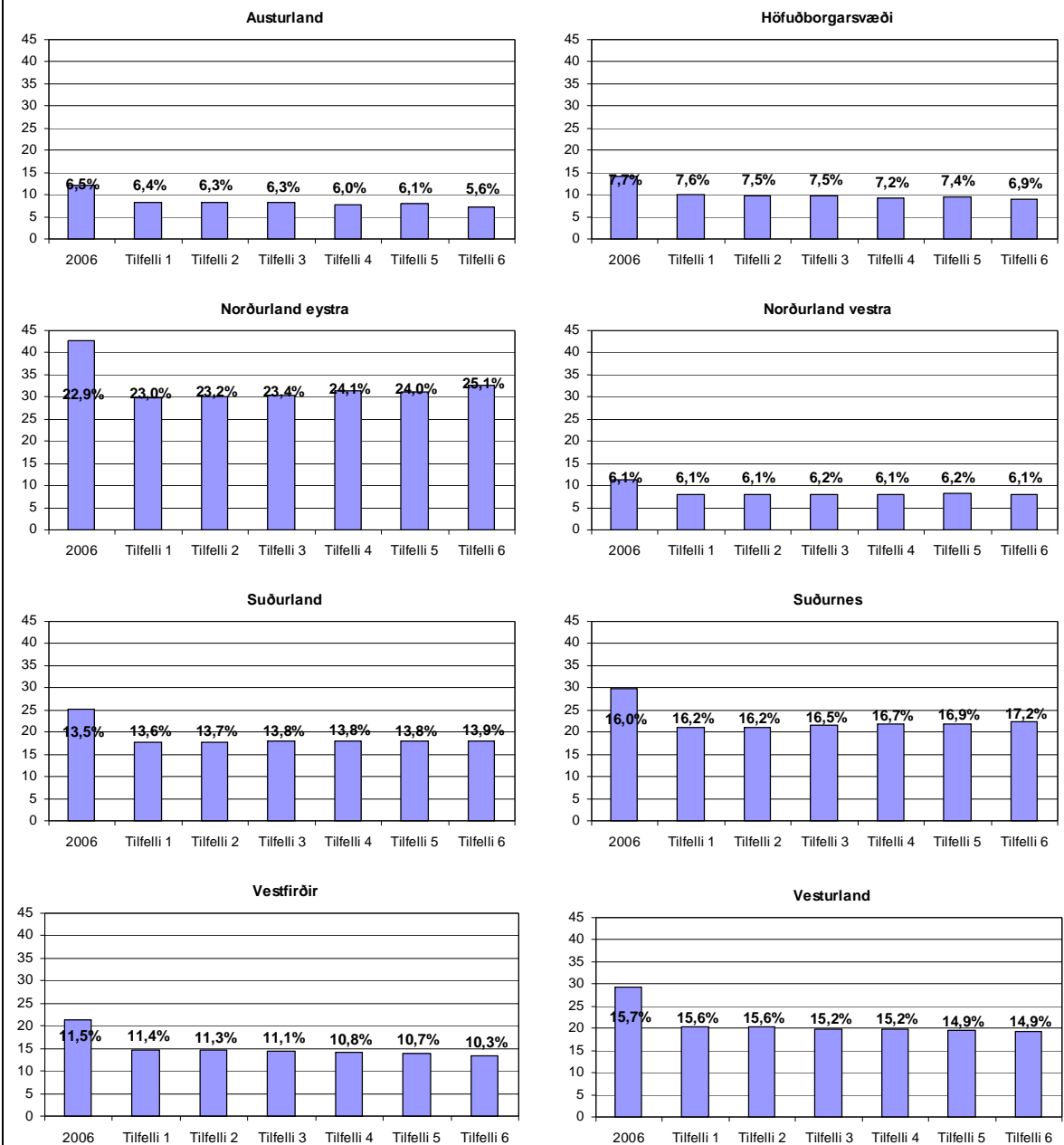
Við það að lækka leyfilegt heildaraflamark niður í 130 þúsund tonn mun aflamarkið minnka um 25-40% á hverjum landshluta fyrir sig miðað við árið 2006. Á Suðurnesjum og Norðurlandi eystra mun aflamarkið minnka hlutfallslega minnst eða í tilviki 1 tæplega 30% og tilviki 6 um 25%. Verst kemur Austurland út, þó höfuðborgarsvæðið og Vestfirðir séu í svipaðri stöðu, þar sem aflinn lækkar um 31% í tilviki 1 en um 40% í tilviki 2.

Stóru útgerðirnar eru á Suðurnesjum og Norðurlandi eystra eins og sjá má á súluritunum hér á næstu síðu. Það sést best á því að í tilvikum 2, 4 og 6, þar sem útgerðir með meira en 2%

<sup>8</sup> Myndin sýnir fjölda fyrirtækja á hverjum stað. Það þýðir að ef fyrirtæki rekur útgerð á þremur stöðum á landinum telst hún í þessum gögnum sem 3 fyrirtæki.

aflahlutdeild kaupa aflamark þeirra litlu, eru þessir landshlutar með meira aflamark en í tilvikum 1, 3 og 5 þar sem útgerðir með meira en 1% aflahlutdeild kaupa aflamarkið. Einnig má sjá að eftir því sem fleiri litlar útgerðir leggja niður starfsemi fá þessir landshlutar hlutfallslega meiri aflahlutdeild/aflamark en aðrir. Á eftirfarandi súluritum sýna súlurnar aflamarkið en prósentan á súlunum sýnir aflahlutdeildina hverju sinni.

**Mynd 3.15: Aflamarks (þús.tonn)/aflahlutdeildar breyting eftir tilfellunum sex**



Greinilegt er að einhverjar litlar útgerðir hætta rekstri og einhverjar stórar útgerðir kaupa aflahlutdeildina af þeim litlu í flestum landshlutum því hlutfall aflahlutdeilda á landshlutum virðist haldast nokkurn veginn það sama.

Austurland, höfuðborgarsvæðið, Norðurland vestra, Vestfirðir og Vesturland missa hlutfallslega meira aflamark en hinir landshlutarnir eða meira en 30%. Hins vegar minnkar aflamarkið á Norðurlandi eystra, Suðurlandi og Suðurnesi um minna en 30%.

Fjöldi útgerða og aflamark þeirra sem munu hætta rekstri er frá 245 útgerðum með 1,7 þúsund tonn í aflamark til 552 útgerða með 9 þúsund tonn í aflamark. Hér er gert ráð fyrir að 21 eða 10 stærstu útgerðirnar kaupi aflamarkið.

**Tilvik 1:** 245 útgerðir með aflamark upp á 1.796 tonn árið 2006 eða 1,38% aflahlutdeild hætta rekstri og 21 útgerð getur keypt aflamark þeirra.

**Tilvik 2:** 245 útgerðir með aflamark upp á 1.796 tonn árið 2006 eða 1,38% aflahlutdeild hætta rekstri og 10 útgerðir geta keypt aflamark þeirra.

**Tilvik 3:** 445 útgerðir með aflamark upp á 5.646 tonn árið 2006 eða 4,34% aflahlutdeild hætta rekstri og 21 útgerð getur keypt aflamark þeirra.

**Tilvik 4:** 445 útgerðir með aflamark upp á 5.646 tonn eða 4,34% aflahlutdeild hætta rekstri og 10 útgerðir geta keypt aflamark þeirra.

**Tilvik 5:** 552 útgerðir með samtals aflamark upp á 9.090 tonn eða aflahlutdeild upp á 6,99% hætta rekstri og 21 útgerð getur keypt aflamark þeirra.

**Tilvik 6:** 552 útgerðir með aflamark um 9.090 tonn eða 6,99% aflahlutdeild hætta rekstri og 10 útgerðir geta keypt aflamark þeirra.

### **3.3.2. Samantekt**

Aflahlutdeildin helst svipuð yfir landshlutana þrátt fyrir að aflamarkið væri minnkað í 130 þúsund tonn. Litlar og stórar útgerðir eru til staðar í öllum landshlutum. Líklegt er að margar litlar útgerðir þurfi að hætta starfsemi sinni nema þær nái að sameinast öðrum litlum úgerðum. Það myndi auðvitað draga úr áhrifunum, m.ö.o. færri litlar útgerðir myndu þá selja aflahlutdeild sína og stóru útgerðirnar þar af leiðandi ekki auka aflahlutdeild sína eins mikið. Aflinn mundi minnka að jafnaði um 25-40% miðað við árið 2006 í öllum landshlutum ef aflamarkið yrði lækkað í 130 þúsund tonn.



## 4. Niðurstöður og ábendingar

Ýmislegt bendir til að núverandi aflaregla og framkvæmd hennar hafi ekki skilað því sem við var búist hvað varðar uppbyggingu þorsstofnsins. Bæði er það að veitt hefur verið umfram aflamark en einnig virðist sem ofmat á stofninum hafi leitt til meira veiðiálags en ella hefði orðið. Ekki skal fullyrt hér hvort þetta aukna veiðiálag er eina ástæða lélegrar nýliðunar síðastliðin ár og minni stofnstærðar. Hugsanlega hefur samsetning þorsstofnsins breyst þannig að nýliðnunin eykst ekki þrátt fyrir að dragi úr sókn og afla. Í því tilviki má hugsa sér að samdráttur í veiðum nú gæti leitt til þess. Það er ljóst að enn frekari niðurskurður á aflaheimildum í þorski frá því sem verið hefur getur haft afdrifaríkar afleiðingar fyrir greinina í heild sem og einstök fyrirtæki og byggðir.

Áður en fjallað verður um sérstakar tillögur er ekki úr vegi að fara nokkrum orðum um hlutverk sjávarútvegs í íslensku efnahagslífi.

### 4.1. Áhrif á efnahagslífið og hagstjórn

Samkvæmt þjóðhagsreikningum lagði sjávarútvegur um 5,9% til landsframleiðslu ársins 2005. Sýnt hefur verið fram á að hlutverk sjávarútvegs sé vanmetið í opinberum tölum (Hagfræðistofnun 2007). Í fyrrgreindri tölu er einungis litið til beinna framlaga einstakra atvinnugreina til landsframleiðslu en litið framhjá áhrifum greinarinnar, jafnt á aðrar greinar í landinu og neyslu. Þessi áhrif geta verið veruleg. Gróft má skipta þessum áhrifum í fjóra flokka.

1. Starfsemi fyrirtækja sem þjóna íslenskum útgerðum og vinnslu.
2. Starfsemi fyrirtækja sem þjóna íslenskum sjávarútvegsfyrirtækjum án þess þó að hafa verið sérstaklega stofnuð í þeim tilgangi.
3. Ýmis konar opinber rekstur og stjórnsýsla sem tengist sjávarútvegi.
4. Önnur einkarekin fyrirtæki.

Samkvæmt nýlegum útreikningum (Hagfræðistofnun 2007) má ætla að um 25-30% ársverka árið 1997 hafi tengst sjávarútvegi með einum eða öðrum hætti. Enda þótt þetta hlutfall hafi

hugsanlega eitthvað lækkað á síðustu árum er vægi sjávarútvegs vafalítið vanmetið í opinberum tölum.

Þá má ætla að verði heildaraflamark í þorski næsta fiskveiðiárs 130 þúsund tonn dregst útflutningsverðmæti þorsks saman og áhrif á hagvöxtinn geta orðið töluverð. Því er ljóst að verulegur samdráttur í aflaheimildum í þorski mun ekki einungis hafa staðbundin áhrif á ýmsar sjávarbyggðir heldur verða þjóðhagsleg áhrif einnig töluverð.

Þá má spyrja sig hvort nú sé heppilegur tími í hagstjórn til að grípa til aðgerða sem þessara. Ríkissjóður stendur vel fjárhagslega og ef ráðist verður í frekari stóriðjuframkvæmdir á næstu árum má ætla að einhver þensla verði áfram til staðar í hagkerfinu. Tímabundnar aðgerðir, t.d. í formi greiðslna til sveitarfélaga sem fara illa út úr aflasamdrætti, gætu því verið auðveldari en ella í slíku árferði.

#### *Kvótakerfið og byggðavandi*

Það er ljóst að samkvæmt greiningu þessarar skýrslu er hagkvæmt, til langs tíma litið, að draga verulega úr sókn í þorskstofninn miðað við núverandi aðstæður. Sú niðurstaða byggir á mörgum forsendum og meðal annars þeirri að undirliggjandi stofnstærðarlíkan gefi rétta mynd af raunverulegu ástandi og við hverju megi búast sé gripið til frekari verndaraðgerða.

Þá er víst að verði aflaheimildir skornar verulega niður mun það hafa mjög neikvæðar afleiðingar, sérstaklega fyrir þær byggðir landsins sem byggja afkomu sína á sjávarútvegi, en einnig þjóðarbúið í heild sinni.

Í þeirri umræðu má ekki gleymast að líklega kunna einhver fyrirtæki að hætta starfsemi í kjölfar niðurskurðar á aflaheimildum. Hugsanlega munu ekki önnur fyrirtæki koma í þeirra stað þrátt fyrir að aflamarkið verði aukið síðar þar sem ákveðinn kostnaður fylgir því að stofnsetja fyrirtæki. Hér ber einnig að hafa í huga að óvíst er að öll núverandi sjávarútvegsfyrirtæki hefðu haldið starfsemi sinni áfram þrátt fyrir að þorskveiðar verði ekki skornar niður.

Annað atriði sem vert er að leggja áherslu á er að engin tengsl eru milli kvótakerfisins og verndurnar eða uppbyggingar þorskstofnins. Ekki hefur verið sýnt frammá að kvótakerfið leiði til veiðimynsturs sem hafi verri áhrif á viðgang stofnins en ef aðrar leiðir væru farnar við fiskveiðistjórnun. Þannig hefur kvótakerfið engin áhrif á nýliðun eða aðra þá þætti sem tengjast vexti og viðgangi stofnsins. Þá hafa ekki komið fram haldbær rök fyrir að meira sé um brottkast á Íslandsmiðum vegna kvótakerfisins en áður var. Kvótakerfi auðvelda

samrýmdar aðgerðir útgerða til að draga úr sókn ef stofninn minnkar verulega. Ákvörðun heildaraflamarks er sá þáttur sem ræður mestu um verndun og viðgang stofnsins. Þar kemur kvótakerfið hvergi nærri. Takmark kvótakerfisins er ekki að ákvarða heildaraflamark eða vernda stofnana sérstaklega. Kvótakerfið leiðir til hagkvæmrar nýtingar þess afla sem leyfður er á hverjum tíma.

### *Undangengin áföll*

Íslenskur sjávarútvegur hefur áður gengið í gegnum tímabil þar sem afli hefur dregist verulega saman og grípa hefur þurft til aðgerða af þeim sökum. Liggur einna næst að nefna hrun síldveiðanna 1967 sem dæmi um þetta, en um sama leyti féll einnig verð á frystum fiski á Bandaríkjamarkaði, sem var þá helsti markaðurinn fyrir þá vöru. Viðbrögð stjórnvalda voru mikil gengislækkun á krónunni árið 1968, sem kom sjávarútveginum mjög til góða, ásamt því að greitt var fyrir verulega auknum lánveitingum til sjávarútvegs og annars atvinnurekstrar frá bönkum og opinberum sjóðum. Jafnframt efndi ríkisstjórnin til viðtæks samráðs við samtök verkálýðs og atvinnurekenda sem stefndi að því að halda verðbólgu í skefjum samfara ráðstöfunum til að draga úr því atvinnuleysi sem fylgi í kjölfar hrunsins. Voru á grundvelli sérstakra laga settar á fót atvinnunefndir í öllum kjördæmum þar sem fulltrúar atvinnulífs og launþega áttu sæti ásamt fulltrúum sveitarstjórna. Miðstöðin var svo eins konar yfirnefnd þessara sömu aðila sem sjálfur forsætisráðherra stýrði, en á hennar vegum starfaði sérstakur framkvæmdastjóri. Þessi nefnd hafði umráð yfir erlendu lánsfé sem veitt var til umbreytingar bátaflotans frá síldveiðum til þorskveiða, endurbóta hraðfrystihúsa sem vanræktar höfðu verið á síldarárunum og til eflingar annars atvinnurekstrar, svo sem rækjuvinnslu og ýmis konar iðnaðar eftir aðstæðum á hverjum stað. Almenn samstaða var um þessar ráðstafanir og sá árangur náðist að verðbólga hélst í skefjum, rekstur sjávarútvegs dafnaði von bráðar á nýjum grunni og atvinnuleysi dvínaði áður en langt um leið.

Ekki þarf að orðlengja það hversu ólíkar aðstæður eru nú samanborið við það sem var fyrir fjörutíu árum og geta þjóðarbúsins til að mæta áföllum meiri en þá var. Þá er staða sjávarútvegsins að því leyti lakari nú en þá að umskipti til veiða annarra tegunda virðast vera mjög takmörkuð. Hins vegar er efnahagur landsins nú vel þróaður og hvílir á mörgum stöðum. Fyrirtæki innan sjávarútvegsins eru tæknilega vel búin og fjárhagslega styrk. Fjármálakerfi landsins er fjölþætt og öflugt og því vel í stakk búið til að styðja atvinnugreinar sem verða fyrir áföllum til umbreytinga og aðlögunar.

Íslenska hagkerfið og ekki síst íslenskur vinnumarkaður, er sveigjanlegur og efnahagsástand síðustu ára hefur einkennst af þenslu. Því er hagkerfið að mörgu leyti betur í stakk búið til að

takast á við neikvæðar afleiðingar minni þorskafla en oft áður. Ef ráðist verður í fyrirhugaðar stóriðjuframkvæmdir á næstu árum ætti ekki að myndast mikill slaki í hagkerfinu á næstu 3-4 árum, þrátt fyrir að dregið yrði úr sókn í þorskstofninn. Einnig er íslenskur fjármálamarkaður öflugri en áður og því ættu fyrirtæki að geta brúað bilið ef fyrirséð er að tekjur þeirra dragast tímabundið saman vegna minni afla.

#### *Almennar aðgerðir í efnahagsmálum*

Síðustu ár hafa á margan hátt verið sjávarútvegsfyrirtækjum erfið. Undanfarið hefur ríkt ójafnvægi í efnahagslífinu, vextir hafa verið háir, gengi krónunnar hátt og viðvarandi umframeftirspurn eftir vinnuafli. Hefur þetta ástand komið verst niður á fyrirtækjum í útflutningi og þá ekki síður sjávarútvegsfyrirtækjum. Tiltölulega hátt verð sjávarafurða á erlendum mörkuðum hefur náð að vinna eitthvað gegn þessum neikvæðu áhrifum ofþenslunnar.

#### *Aðstoð við sveitarfélög*

Þrátt fyrir að fjármálastofnanir geti auðveldað útgerðar- og vinnslurfyrirtækjum að lifa af tímabundið tekjutap er óvíst að sama gildi um það starfsfólk í sjávarútvegi sem hugsanlega missir vinnuna í kjölfar aflasamdráttar. Eins og ástandið er á vinnumarkaði er eftirspurn eftir vinnuafli víða þannig að einhverjir sem þannig er ástatt fyrir ættu að geta fundið fundið aðra vinnu. Hins vegar er alveg ljóst að eftirspurn eftir vinnuafli er ekki endilega á þeim stöðum sem verst færu út úr aflasamdrætti. Íbúar þeirra staða gætu átt mjög óhægt um vik að flytja til að sækja aðra vinnu. Þá má ætla að ef fólk flytur milli svæða er hætta á að fasteignir þessa fólks verði lítils virði.

Það er rétt að taka það fram að hér er ekki verið að spá því að heilu byggðirnar leggist af, heldur einungis verið að líta til þess að minni þorskafla gæti leitt til þess að einhver fyrirtæki hætti rekstri og starfsfólk þeirra missti vinnuna. Það hve stórt hlutfall þetta er af heildarvinnuafli í sjávarútvegi skal ósagt látið enda fer það mjög eftir ýmsum öðrum þáttum en þorskafla, s.s. afla annarra tegunda o.s.frv.

Leiði samdráttur í þorskafla hins vegar til þess að atvinnuleysi aukist til muna í einhverjum sveitarfélögum má hugsa sér að hið opinbera styrki sveitarfélögin til að halda uppi nauðsynlegri þjónustu fyrir íbúana, koma upp atvinnumiðlunum eða aðstoða þau á annan hátt við að efla atvinnulíf og bjóða uppá endurmenntun þeirra sem það vilja, svo einhver dæmi séu nefnd. Í því sambandi má ekki gleyma að líta sérstaklega til menntunar og þjálfunar kvenna.

Þeirri spurningu hve miklu fé ætti að verja til slíkrar aðstoðar skal ósagt látið enda er að stórum hluta um að ræða pólitískar ákvarðanir.

#### *Tímabundin lækun veiðigjalds*

Hugsanlega mætti lækka veiðigjald það sem lagt er á handhafa aflahlutdeilda á þeim tíma sem dregið er úr afla til að byggja upp þorskstofninn.

#### *Auka við afla annarra tegunda*

Einnig má hugsa sér að auka tímabundið aflamark annarra botnfisktegunda en þorsks. Þannig má hugsa sér að þær byggðir sem verst yrðu úti vegna skerðingar í þorskafli fengu auknar heimildir til veiða á ýsu. Slíkar aðgerðir yrðu þó að vera gerðar í samráði við ráðgjöf Hafrannsóknarstofnunar og tryggja þarf að einungis sé um tímabundnar aðgerðir að ræða.

#### *Hnika til framkvæmdum*

Sé útlit fyrir að samdráttur í þorskafli leiði til verulegrar röskunar í athafnalífi byggðarlaga má hugsa sér að hnika til ýmsum opinberum framkvæmdum í þeim byggðum og draga þannig úr áhrifunum. Í því sambandi má nefna vegaframkvæmdir eða aðrar þær fjárfestingar sem bæta innviði byggðarlaga og landshluta. Slíkar framkvæmdir eru oft þjóðhagslega hagkvæmar og gætu haft jákvæð áhrif á efnahagslíf byggðarlaga og svæða, bæði meðan á framkvæmdum stæði og einnig eftir að þeim yrði lokið.

## 5. Tilvísanir

- Anon. (1993). Hagkvæm nýting fiskstofna. Áfangaskýrsla vinnuhóps um nýtingu fiskstofna. Reykjavík. Fjölrit.
- Anon. (1994). Hagkvæm nýting fiskstofna. Vinnuhópur um nýtingu fiskstofna. Reykjavík. Fjölrit.
- Anon. (2003). Mat á aflareglu fyrir þorsk (2003). Áfangaskýrsla nefndar um langtímanýtingu fiskistofna. Yfirfarin útgáfa apríl 2003. Fjölrit.
- Anon. (2004). Aflaregla fyrir þorskveiðar á Íslandsmiðum. Skýrsla nefndar um langtímanýtingu fiskistofna. Fjölrit.
- Agnarsson, S og R. Arnason. 2007. The Role of the Fishing Industry in the Icelandic Economy. In T. Bjorndal, D. Gordon R. Arnason and R. Sumaila (eds.). *Advances in Fisheries Economics*. Blackwell. 2007.
- Agnarsson, S, R. Arnason, K. Johannsdottir, L Ravn-Jonsen, L. Sandal, S. Steinshamn and N. Vestergaard. 2007. Comparative Evaluation of the Cod and Herring Fisheries in Denmark, Iceland and Norway: Multispecies and Stochastic issues. Report to the Nordic Council. Nordic Council. Kaupmannahöfn
- Arnason, R, L. Sandal, S. Steinshamn and N. Vestergaard. 2004a. Optimal Feedback Controls: Comparative Evaluations of the Cod Fisheries of Denmark, Iceland and Norway. *American Journal of Agricultural Economics* 86, 2:531-542.
- Arnason, R, L. Sandal, S. Steinshamn and N. Vestergaard. 2004b. Actual versus Optimal Fisheries Policies”, *EuroChoices*. 3(3):6-11.
- Arnason, R. 1984. Efficient Harvesting of Fish Stocks: The case of the Icelandic demersal fisheries. A Ph.D. dissertation. University of British Columbia. Vancouver.
- Bellman, R. 1957. *Dynamic Programming*. Princeton University Press. Princeton.
- Beverton, R.J.H. and S.J. Holt. 1957. *Dynamics of Exploited Fish Populations*. Fisheries Investigations Series II, vol. XIX. Her Majesty's Stationary Office., London.
- Butterworth, D. and R. Rademeyer. 2005. Sustainable Management Initiatives for the Southern African hake Fisheries over recent years. *Bulletin of Marine Science* 76(2):287-319.
- Byrd, D. og Cothorn, R.2000. Introduction to Risk Analysis: A Systematic Approach to Science-based Decision Making. Rothstein NY.
- Clark, C. 1976. *Mathematical Bioeconomics: The Optimal Management of Renewable Resources*. John Wiley & Sons.
- Hafrannsóknarstofnun 2006. Nytjastofnar sjávar 2005/2006. Aflahorfur fiskveiðiárið 2006/2007. Hafrannsóknarstofnun Fjölrit nr. 126. Reykjavík.
- Hafrannsóknarstofnun 2007. Nytjastofnar sjávar 2006/2007. Aflahorfur fiskveiðiárið 2007/2008. Hafrannsóknarstofnun Fjölrit nr. 129. Reykjavík.

- Hagstofa Íslands. 2007. Vefsíða <http://www.hagstofa.is/>. Reykjavík.
- Helgason, Þ. and S. Ólafsson. 1988. An Icelandic Fisheries Model. *European Journal of Operations Research* 33:191-99.
- Layard, R. 2005. *Happiness: Lessons from a New Science*. Penguin. UK.
- Thom, R. 1975. *Structural Stability and Morphogenesis: An Outline of a General Theory of Models*. W.A. Benjamin Inc. Massachusetts.
- Verhulst, P.-F. "Recherches mathématiques sur la loi d'accroissement de la population." *Nouv. mém. de l'Académie Royale des Sci. et Belles-Lettres de Bruxelles* **18**, 1-41, 1845.
- Weitzman, M. 2003. *Income Wealth and the Maximum Principle*. Harvard University Press. Cambridge Mass.
- Þórður Friðjónsson (1995). Stjórn fiskveiða og nýting fiskstofna. Hagkvæm nýting fiskstofna – Hagfræðilegur þáttur aflareglu. *Fjármálatíðindi* 42:1, bls. 18-30.

# Viðauki A

## Grunnlíkan

Greiningin á hagrænum afleiðingum mismunandi aflareglna byggist á tilteknu grunnlíkani af íslenskum þorskveiðum, sem þróað hefur verið í fyrri rannsóknum á fiskveiðistefnum (Arnason et al. 2004a og b). Líkan þetta er afar einfalt en bæði fræðikenningar og reynsla hafa sýnt að það hentar vel til að varpa ljósi á megindrættina í líf- og hagrænum afleiðingum mismunandi fiskveiðistefna.

Helstu jöfnur líkansins eru sem hér segir:

$$(1) \quad x_{t+1} - x_t = G(x_t) - q_t.$$

Þessi líking lýsir þróun fiskistofns yfir tíma. Breyturnar  $x_t$  og  $q_t$  tákna stærð veiðistofn og afla úr honum á tíma  $t$ .  $G(x_t)$  er fall sem lýsir hinum náttúrulega vexti stofnsins. Ýmsir möguleikar varðandi þetta fall koma til greina.

$$(2) \quad C(q_t, x_t) = k \cdot \frac{q_t^\delta}{x_t^\varepsilon} + fk.$$

Þessi líking lýsir kostnaði við veiðarnar. Stuðlarnir  $k$ ,  $\delta$ ,  $\varepsilon$  og  $fk$  eru væntanlega allir jákvæðir. Tölugildi þeirra þarf hins vegar að ákvarða á grundvelli fyrirliggjandi gagna um afla, stofnstærðir, rekstur og rekstrarkostnað.

$$(3) \quad p_t = P(q_t).$$

Þessi líking lýsir verði fiskafla, sem táknað er með breytunni  $p_t$ . Gera má ráð fyrir að hið landaða magn,  $q_t$ , hafi ekki jákvæð áhrif á verð fiskafans. Að öðru leyti koma ýmis form fyrir fallið  $P(q_t)$  til greina.

$$(4) \quad \pi_t = P(q_t) \cdot q_t - C(q_t, x_t).$$



Þessi líking lýsir hagnaði af fiskveiðum á hverjum tíma. Breytan  $\pi_t$  táknar hagnað á tíma  $t$ . Núvirði hagnaðar af aflaferlinum  $\{q\}$  yfir tímabilið  $[0, T]$

$$(5) \quad PV(\{q\}, r) = \sum_{t=0}^T \frac{\pi_t}{(1+r)^t},$$

þar sem  $r$  táknar ávöxtunarkröfu.

Tölfræðileg athugun á ofangreindum fallsamböndum leiddi til eftirfarandi niðurstaðna (Agnarsson et al. 2007):

$$G(x_t) = \alpha \cdot x_t - \beta \cdot x_t^2.$$

$$P(q_t) = p.$$

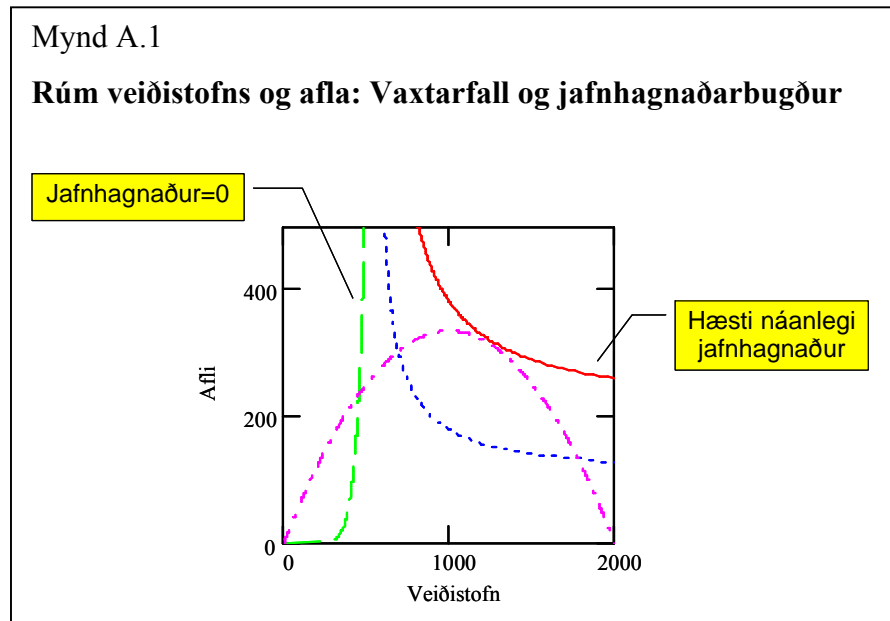
M.ö.o; á grundvelli fyrirbyggjandi gagna var ekki unnt að hafna því að náttúrulega vaxtarfallið væri Verhulst “lógistíska” fallið (Verhulst 1845) og að verð þorskafla væri óháð lönduðu magni.

Tölfræðilegt mat á hinum óþekktu stuðlum leiddi til þeirra tölugilda sem rakin eru í töflu A.1 (Agnarsson et al. 2007)

Tafla A.1 Mat á stuðlum líkans	
$\alpha$	0,669853
$\beta$	$3,353 \cdot 10^{-4}$
$k$	57604,95
$\delta$	1,1
$\varepsilon$	1,0
$fk$	10.000
$p$	220,0

Bugðurnar í mynd A.1 fela vonandi í sér sæmilega innsýn í innviði þessa líkans. Myndin gildir á ákveðnum tímapunkti og þar með einnig í jafnstöðu. Parabólulagða bugðan endurspeglar

vaxtarfall fiskistofnsins. Ef afli er á þessari bugðu, er um jafnstöðu stofnsins að ræða. Hinar bugðurnar í myndinni eru jafnhagnaðarbugður (þ.e. þau hnit stofnstærðar og afla þar sem hagnaður er



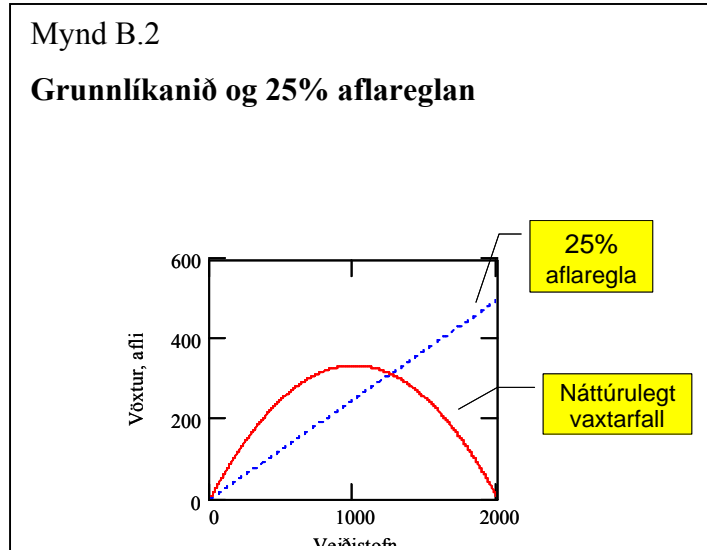
föst tala). Þar sem þessar jafnhagnaðarbugður skera bugðu vaxtarfallsins er jafnstaða með viðkomandi hagnaði. Mesti jafnstöðuhagnaður næst þar sem hæsta jafnhagnaðarbugðan snertir bugðu vaxtarfallsins. Eins og sjá má í línuritinu gerist það við u.þ.b. stofnstærð=1240 þús. tn. og afla 315 þús. tn. Athyglisvert er að þessi afli samsvarar aflahlutfalli af veiðistofni upp á 25.4%. Í þessum hagstæðasta jafnstöðupunkti nemur breytilegur hagnaður af þorskveiðunum u.þ.b. 197 þús. tn. af þorski sem samsvarar nálægt 43 ma. kr.

Mynd A.1 lýsir fyrst og fremst kyrrstæðri lausn á þorskveiðivandamálinu Hið tímatengda (e. dynamic) vandamál er að velja þann feril afla og stofnstærðar í Mynd 1 sem hámarkar núvirði hagnaðar yfir tíma. Lausn þess vandamáls skýrgreinir í raun aflareglu, þ.e. þann afla sem hagkvæmast er að veiða við sérhverja stærð veiðistofnsins.

## Viðauki B

### Hnikaða vaxtarfallið: Hugsanlegt stofnhrun

Náttúrulega vaxtarfallið í grunnlíkaninu (lógistíska fallið sbr. Viðauka A,) felur í sér mikið mótstöðuafli stofnsins gegn hruni. Þetta stafar af því að fallið er stranghvelft, þ.e. önnur afleiða þess er ætíð neikvæð — jaðaráhrif stofns á vöxt falla með stofnstærð. Í líffræði er þetta kallað “compensatory” vaxtarfall (Clark 1976). Þetta þýðir jafnframt að hlutfallsleg aflaregla, t.d. sú að veiða fjórðung af veiðistofni á ári hverju eykur ekki líkur á stofnhruni verulega nema auðvitað að mesti vaxtarhraði stofnsins nái ekki 25% á ári. Þessu er lýst í meðfylgjandi mynd B.2.



Það er hins vegar engin yfirgnæfandi ástæða til að ætla að vöxtur raunverulegs fiskistofns hafi endilega þessa sterku stöðugleikaeiginleika. Á það ekki hvað síst við þegar stofninn er lítill. Fyrir slíku eru ýmis líffræðileg rök og nokkur reynsla. Frá sjónarmiði líffræðinnar eru m.ö.o. umtalsverðar líkur á því að við tiltölulega litla stofnstærð geti vöxtur þorsstofnsins verið það sem líffræðingar kalla „compensatory“, þ.e. vaxtarhraðinn er tiltölulega lítill en vex með vaxandi stofnstærð upp að vissu marki. Náttúrulega vaxtarfallið er þá ekki hvelft við litlar stofnstærðir. Það er vel þekkt að slík föll geta getið af sér fleiri en eitt jafnvægi, óstöðugleika og jafnvel „katastrófur“ í stærðfræðilegum skilningi (Thom 1975).

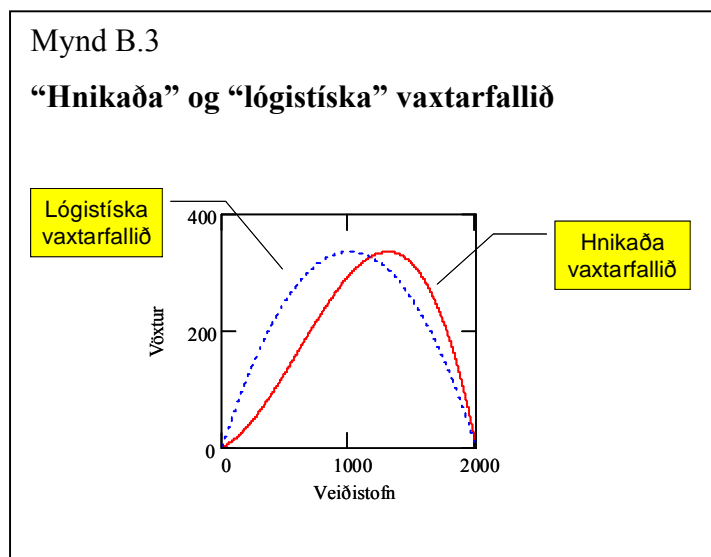
Sé „compensatory“-vöxtur til staðar í þorsstofninum getur hann valdið óstöðugleika í þróun stofnsins og jafnvel stofnhruni við vissar aðstæður. Hlutfallsleg aflaregla hefur ríka tilhneigingu til að auka mjög líkurnar á að þetta gerist. Til að átta okkur betur á þessum möguleika skulum við nú skýrgreina annað vaxtarfall stofnsins, sem hefur að öllu leyti sömu eiginleika og lógistíska fallið (í Viðauka A) að undanteknu því að það er ekki stranghvelft — þ.e. það sýnir „compensatory“ vöxt við litlar stofnstærðir.

Í samræmi við þetta skulum við nú láta náttúrulega vaxtarfallið vera:

$$(6) \quad G(x_t) = a \cdot x_t + b \cdot x_t^2 - c \cdot x_t^3,$$

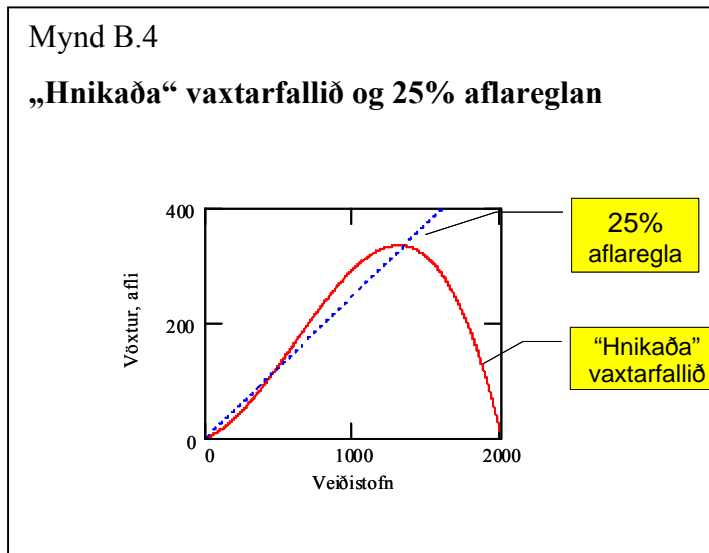
þar sem allir stuðlar eru jákvæðir. Sé stofnstærð undir ákveðnu marki, nánar tiltekið  $x_t < b/3c$ , er þetta fall ekki hvelft heldur kúpt. Vaxtarhraðinn vex m.ö.o. með stofnstærð. Vöxturinn er “depensatory”. Gerum nú ráð fyrir því að þetta fall hafi sömu hámarksstofnstærð og mesta jafnstöðuafli og lógistíska vaxtarfallið í Viðauka A (sjá myndir A.1 og A.2). Graf þess yrði þá svipað lógistíska fallinu að því undanteknu að það er eins og því hafi verið hnikað til hægri. Við köllum þetta því „hnikaða“ vaxtarfallið. Grafi þess er nánar lýst í mynd A.3 þar sem einnig er dregið „lógistíska“ vaxtarfallið til samanburðar. Takið eftir því að bæði föllin hafa sömu hámarksstofnstærð (1998 þús. tn.) og sama hámarksjafnstöðuafli (335 þús. tn.). Að þessu leyti endurspeglar bæði föllin meginatriðin í þekkingu okkar á stofnstærðum og viðkomu þorsstofnsins. Munurinn liggur hins vegar í því að í „hnikaða“ fallinu næst hámarksjafnstöðuafli hins vegar við talsvert hærri stofnstærð en í „lógistíska“ fallinu og vaxtarhraði stofnsins við lægri stofnstærðir er talsvert minni. Vera kann að þetta endurspegli reynslu okkar af vexti þorsstofnsins á undanförunum árum betur en „lógistíska“ fallið.

Rík ástæða er til að taka sérstaklega eftir kúpta kaflanum á “hnikaða” vaxtarfallinu við lágar stofnstærðir. Eins og mynd B.3 er dregin er hann til staðar þar til veiðistofn nær u.þ.b. 595 þús. tn. Á þessum kafla fer vaxtarhraðinn því vaxandi með stofnstærð. Við mjög litlar stofnstærðir er vaxtarhraðinn afar lítill. Eins og mynd A.3 er dregin er hlutfallslegur vaxtarhraði við því nær



enga stofnstærð („intrinsic growth rate“) um 10%. Til samanburðar er þessi „innri“ vaxtarhraði („intrinsic growth rate“) í lógistíska fallinu hins vegar um 67%. Sé „hnikaða“ vaxtarfallið betri lýsing á raunveruleikanum er afleiðingin veruleg hætta á óstöðugleika og stofnhruni falli stofninn undir ákveðið mark.

Eitt af því sem eykur verulega líkur á stofnhruni þegar hnikaða vaxtarfallið er annars vegar eru hlutfallslegar aflareglur. Sé slíkri reglu fylgt undantekningarlaust eru mjög miklar líkur á því að stofnhrun verði fyrr eða síðar. Í mynd B.4 er dregin bugða „hnikaða“ vaxtarfallsins og 25% aflareglunnar. Myndin sýnir að sé veiðistofn undir ákveðnu lágmarki (455 þús. tn.) er afli samkvæmt aflareglunni meiri en nemur vexti stofnsins. Veiðistofninn mun því fara minnkandi. Leyfilegur heildarafli mun einnig fara minnkandi samkvæmt aflareglunni. Hann mun hins vegar ekki minnka nægilega hratt til að bjarga stofninum frá hruni. Afli samkvæmt aflareglunni verður ávallt yfir vexti stofnsins uns honum er útrýmt með öllu. Þetta ferli minni óneitanlega talsvert á hrun þorsstofnsins við Nýfundnaland og raunar fleiri fiskitegunda.



Af ofangreindu má ráða að sé vexti fiskistofns best lýst með “hnikuðu” stofnstærðarfalli og fylgt sé hlutfallslegri aflareglu muni vera til staðar einhver kritísk stærð veiðistofns sem er þannig að falli veiðistofninn niður fyrir það mark fylgir stofnhrun í kjölfarið. Í mynd B.4 er þessi krítíska stofnstærð 455 þús. tn., en hún gæti í rauninni bæði verið talsvert hærri eða miklu lægri, eða jafnvel alls ekki til staðar (hvelft vaxarfall). Þekking okkar á viðkomu þorsksins er einfaldlega ekki nægilega mikil til að ákvarða hvort svona krítísk stofnstærð er fyrir hendi eða ekki eða hver hún sé, ef hún er á annað borð fyrir hendi. Kjarni málsins er sá að svona krítíska stofnstærð gæti verið fyrir hendi. Þar með er umtalsverð hættu á að hlutfallsleg aflaregla leiði til stofnhruns. Sú áhætta vex því minni sem veiðistofninn er.

Í þessu samhengi er afar mikilvægt að átta sig á tvennu: Í fyrsta lagi getur hlutfallsleg aflaregla ekki valdið stofnhruni (a.m.k. ekki stofnhruni af þessu tagi) sé hið náttúrulega vaxtarfall stofnsins „lógistíska“ fallið eða annað hvelft fall. Í öðru lagi fela hin mun margbrotnari stöðluðu stofnstærðarlíkön (Beverton-Holt ættuð líkön, Beverton og Holt, 1957), sem Hafrannsóknarstofnun sem og aðrar hafrannsóknarstofnanir heims gjarnan beita í framreikningi sínum á stofnstærðum, jafnan í sér hvelft náttúrulegt vaxtarfall við litlar

stofnstærðir. Það er því ákveðin og hugsanlega sterk tilhneiging til þess í grunnaðferðafræði þessara stofnana að vanmeta hættuna á stofnstærðarhruni og þar með einnig þá áhættu sem tengist hlutfallslegum aflareglum.<sup>9</sup>

---

<sup>9</sup> Rétt er að taka það fram að enda þótt Hafrannsóknarstofnun beiti Beverton-Holt líkönum sem grunnaðferð til framreiknings á stofnstærð þorsks, notar hún einnig margar aðrar aðferðir, sem geta endurspeglast í „hnikuðu“ vaxtarfalli. Gallinn er bara sá að þessar öðru aðferðir eru ekki eins staðalaðar og kerfisbundnar í stofnreikningum Hafrannsóknarstofnunar og fyrrgreind Beverton-Holt aðferðafræði.

## Viðauki C

### Óvissa og hermanir

Allir þættir í grunnlíkaninu eru óvissir. Þessi óvissa er mörgu tagi. Hún lýtur að fallsamböndum, stuðlum og mælingum á breytum. Ljóst er að það væri viðamikið rannsóknarverk að gera sæmilega grein fyrir öllum þessum óvissuþáttum. Það er jafnframt fremur ólíklegt að slík vinna myndi skila umtalsvert meiri gagnlegum skilningi en miklu einfaldari nálgun.

Hér er tekinn sá kostur að takmarka greininguna við óvissu í vexti fiskistofnsins. Einföld framsetning slíkar óvissu er eftirfarandi:

$$(7) \quad G(x_t) \cdot g(u_t),$$

þar sem  $G(x_t)$  er hið náttúrulega vaxtarfall (Viðauki A) og  $g(u_t)$  eitthvað fall af hendingarstærðinni  $u_t$ .

Fjölmargir möguleikar koma til greina varðandi fallformið  $g(\cdot)$  og líkindadreifinguna fyrir  $u_t$ . Þar sem fyrirliggjandi þekking er ónóg til að greina á milli þeirra eru hér valdar einfaldar útgáfur.

Hendingastærðin,  $u_t$ , er talin hafa sömu óháðu normaldreifinguna á öllum tímabilum. Þetta er gjarnan ritað:

$$(8) \quad u_t \square NIID(0, \sigma^2), \text{ öll } t.$$

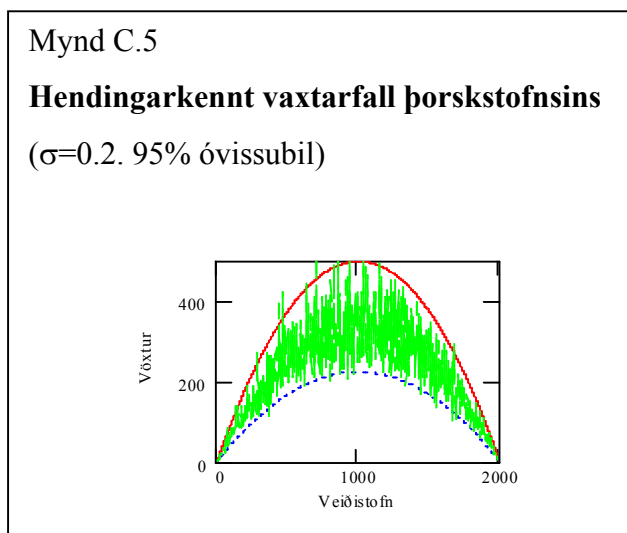
Fallið  $g(u_t)$  er skýrgreint sem

$$(9) \quad g(u_t) = e^{u_t}.$$

Þessar forsendur (líkingar (7)-(9)) þýða að vöxtur fiskistofnsins fyrir hverja tiltekna stofnstærð hefur log-normala líkindadreifingu, þ.e. líkindadreifingu sem er teygð til hægri. Vongildi vaxtarins er því meiri en miðgildið og hágildið (“mode”). Varians dreifingarinnar er hins vegar breytilegur og þeim mun meiri sem vongildi vaxtarins er hærra. Frá hagnýtu sjónarmiði þýðir þessi log-normal dreifing að vöxtur stofnsins getur verið miklu lengra yfir líklegasta gildi en undir. Er það vissulega í samræmi við lögmál líffræðinnar og reynsluna.

Þegar líkindadreifing hefur verið skýrgreind líkt og gert hefur verið í (8) og (9) er unnt að meta líkindadreifingu tengdra stærða eins og t.d. vaxtar fiskistofnsins og annarra breyta sem eru háðar þeim vexti með svokallaðri hermun (e. simulation). Hermun felst í aðalatriðum í því að draga hendingarstærðir endurtekið úr viðkomandi dreifingum og kanna afleiðingarnar fyrir innri stærðir líkansins. Fyrir hverja hendingarstærð sem svona er dregin fæst ein útkoma fyrir allar innri stærðir líkansins. Endurteknir drættir (hermanir) af þessu tagi gefa þá líkindadreifingu fyrir þessar sömu innri stærðir. Til að fá marktækt mat á þeirri líkindadreifingu þarf nokkurn fjölda drátta (hermana). Yfirleitt er litið svo á að þeir þurfi að vera nokkur hundruð. Stundum setur fyrirleggjandi reiknigeta þessum fjölda nokkur mörk.

Dæmi um líkindadreifingu sem metin er á grundvella hermana af þessu tagi er að finna í Mynd C.5. Þar er dregið upp það sem kalla má hendingarkennt vaxtarfall fiskistofnsins. Nánar tiltekið lýsir mynd C.5 mögulegum vexti fiskistofns miðað við mismunandi stofnstærðir og ofangreinda líkindadreifingu þar sem  $\sigma=0.2$ . Í myndina eru einnig dregin mörk fyrir óvissubíl sem er þannig skýrgreint að það eru 95% líkur á að vöxturinn við sérhverja stofnstærð falli innan markanna.



Líkindadreifing aflans miðað við að veiðistofn sé nálægt þeim sem gefur hámarksjafnstöðuafla að jafnaði og afli aðlagður að vexti til að halda stofni í þessari stöðu er lýst í mynd C.6. Af myndinni má ráða að jafnvel þótt veiðistofn sé í þeirri stærð sem samsvarar hámarki jafnstöðuafla geti sá afli sem heldur stofninum óbreyttum verið á bilinu



tæplega 200 þús. tn. upp í yfir 500 þús. tn. Á hinn bóginn má ímynda sér að afla sé haldið föstum í einhverri hóflegri stærð (þ.e. undir hámarksjafnstöðuaflla). Þá mun stofnstærð hafa líkindadreifingu sem líkist þeirri í mynd C.6

Augljóst er að óvissa um náttúrulegan vöxt stofnsins veldur samasvarandi óvissu um þróun hans miðað við mismunandi

veiðistefnur. Þannig getur t.d. aflaregla sem er fyllilega örugg við aðstæður þar sem þessi óvissa er ekki fyrir hendi skapað verulegar líkur á stofnhruni við hendingarkenndar aðstæður.

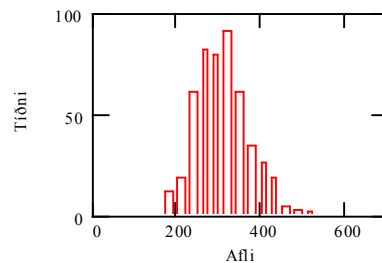
Þetta á ekki hvað síst við þegar aflafallið er „hnikað“ eins og um var fjallað í Viðauka B. Þessu er nánar lýst í mynd C.7, sem gerir ráð fyrir „hnikuðu“ vaxtarfalli og sömu óvissu og skýrgreind var hér að framan. Í sömu mynd er dregnir ferlar 25%-aflareglu og 20% aflareglu. Eins og sjá má eru umtalsverðar líkur á að 25% aflareglan (hærri línan) leiði til útrýmingar stofnsins jafnvel þótt veiðistofninn sé talsvert stór í

upphafi. Þetta getur líka gerst þótt aflareglan sé aðeins 20% (lægri línan), en líkurnar eru þá hins vegar miklu minni.

Sömu sögu má auðvitað einnig segja um efnahagslegan árangur veiðanna. Hagkvæm aflaregla við aðstæður þar sem vöxtur fiskistofnsins er ekki óviss, getur hæglega reynst afar óhagkvæm við tilviljunarkenndar aðstæður.

Mynd C.6

**Líkindadreifing afla í jafnstöðu veiðistofns**  
(Veiðistofn: 1246 þús. tonn)



Mynd C.7

**Hendingarkennt “hnikað” vaxtarfall og 25% og 20% aflareglur**

