



Titill / Title	Holdafar þorsks, vinnslunýting og vinnslustjórnun		
Höfundar / Authors	Brynjólfur Eyjólfsson, Sigurjón Arason, Gunnar Stefánsson, Guðjón Þorkelsson.		
Skýrsla Rf / IFL report	2 - 01	Útgáfudagur / Date:	Ágúst 2001
Verknr. / project no.	1497		
Styrktaraðilar / funding:			
Ágrip á íslensku:	<p>Ritgerð þessi fjallar um rannsókn á holdafari þorsks og tengsl þess við flakanýtingu í fiskvinnslu. Markmið rannsóknarinnar var að rannsaka sambandið milli holdafars þorsks og flakanýtingar og að kanna breytileika í holdafari og flakanýtingu þorsks í tíma og rúmi.</p> <p>Í rannsókninni voru notaðar einfaldar mælingar á holdafari til að spá fyrir um flakanýtingu. Með því fæst tæki sem hægt er að nota við vinnslustjórnun til að velja hentugustu framleiðsluleið hráefnisins, því holdafar fisks getur haft mikið að segja um hvaða afurð er hagkvæmast að framleiða úr þeim fiski sem veiðist hverju sinni.</p> <p>Mikilvægt er að geta nýtt sem best það sem veiðist og bæta má nýtingu með þekkingu á holdafari þannig að úr sjó sé í auknum mæli dreginn þorskur sem er í góðum holdum. Með því að veiða fiskinn þegar hann er holdmeiri og gefur meira af sér í afurðaverðmæti, standa færri einstaklingar að baki heildarkvóta og má þannig auka afrakstur stofnsins. Ekki næst góð nýting á þorskstofninum ef mikið er veitt af horuðum þorski sem gefur lítið af sér í afurðir til neytenda. Betra er að veiða þorskin á þeim stað og þeirri stund sem hver einstaklingur gefur meira af sér.</p> <p>Ritgerðinni má skipta í fjóra hluta. Í fyrsta hluta verður rætt um þorsk, fæðu hans, hrygningu, vöxt, göngur og búsvæði ásamt því að farið verður í gegnum helstu atriði um þorskveiðar á heimsvísu og á Íslandsmiðum, stjórn þeirra, veiðitímabil, veiðarfæri, veiðisvæði og fleira. Einnig verður rætt um ráðstöfun afla, mikilvægi þorsks fyrir þjóðarbúið og að lokum breytileika í hráefnisgæðum þorsks.</p> <p>Í öðrum hluta er rætt um rannsóknina, markmið hennar, efnivið og aðferðir. Rannsóknin fór fram í þrennu lagi. Í fyrsta lagi var samband holdafars og flakanýtingar rannsakað í vinnslu Haraldar Böðvarssonar hf. á Akranesi. Í öðru lagi var breytileiki í holdafari kannaður úr stofnmælingum botnfiska með botnvörpu sem Hafrannsóknastofnunin framkvæmir tvisvar á ári, eða svonefndum togararöllum. Í þriðja lagi var breytileiki í nýtingarmælingum vinnsluskipa kannaður frá fiskveiðiárinu 1999/2000, en þær eru í vörslu Fiskistofu. Niðurstöður verkefnisins eru birtar í þriðja hluta og þær túlkaðar og settar í samhengi í umræðum í fjórða hluta.</p> <p>Verkefnið fékk styrk úr og verður hluti af Auðlindarbók Rannsóknastofnunar fiskiðnaðarins. Auðlindarbókin er regnhlífarverkefni um mörg faglega afmörkuð verkefni með sama tilgang um að safna, vinna úr og setja fram upplýsingar og þekkingu sem tengjast öryggi og velferð neytenda á einn eða annan hátt.</p>		
Lykilorð á íslensku:	<i>þorskur, holdarfar, flakanýting, vinnslustjórnun,</i>		



Summary in English:

The objective of this project was to determine the relationship between the condition and the yield of Atlantic Cod (*Gadus morhua*) and to study the respective variations in Icelandic waters. Condition was defined as the gutted weight divided with the estimated weight of cod of the same length, from its length-weight relationship.

Three separate studies were carried out. The relationship between condition and yield was studied in a trial at the processing plant of Haraldur Böðvarsson Ltd. in Akranes, Iceland. The variation in condition was studied using data from the Marine Research Institute in Iceland, and the yield variation was studied using data from measurements of yield onboard freezing trawlers collected by the Directorate of Fisheries in Iceland.

The main results were that yield increases significantly with the improved condition. The condition of cod in Icelandic waters this year is close to the average – compared to that of the last nine years.

The seasonal variations are evident as the freezing trawlers got high yield in the beginning of the year, but it dropped considerably in May and was lowest in the summer. Most length-groups also had lower condition in October than in March.

The condition of cod varied seasonally in accordance to the life cycle of the fish. The drop in condition from March to October increased proportionally to the length of the fish and but small, immature fish seemed to increase in condition from March to October.

There was also a geographical variation in the condition of cod. It was highest in the fishing grounds south-east of Iceland and lowest in the fishing grounds north and north-west of the country. This was also evident by the difference in yield aboard the processing trawlers fishing in those areas.

English keywords: *cod, condition, yield,*

Efnisyfirlit

EFNISYFIRLIT.....	I
ENGLISH ABSTRACT	IV
FORMÁLI.....	V
1 INNGANGUR.....	1
2 ÞORSKUR.....	3
2.1 FÆÐUNÁM.....	3
2.2 HRYGNING OG KYNÞROSKI.....	5
2.3 VÖXTUR	6
2.3.1 <i>Vaxtargeta</i>	6
2.3.2 <i>Vöxtur á ólíkum svæðum</i>	7
2.3.3 <i>Vöxtur við Ísland</i>	7
2.3.4 <i>Áhrif á afrakstur</i>	8
2.4 GÖNGUR ÞORSKS	8
2.4.1 <i>Ætisgöngur</i>	8
2.4.2 <i>Hrygningargöngur</i>	9
2.5 BÚSVÆÐI.....	9
2.5.1 <i>Hafið umhverfis Ísland</i>	10
2.5.2 <i>Straumar umhverfis Ísland</i>	10
2.5.2.1 <i>Golfstraumurinn</i>	10
2.5.2.2 <i>Austur-Grænlandsstraumur</i>	11
2.5.3 <i>Framleiðni og frjósemi hafsins</i>	12
2.6 FRAMBOÐ AF ÞORSKI Á HEIMSVÍSU.....	13
2.7 ÞORSKVEIÐAR Á ÍSLANDSMIÐUM.....	15
2.7.1 <i>Stjórn þorskveiða</i>	17
2.7.2 <i>Þorskstofninn</i>	19
2.7.3 <i>Veiðitímabil þorsks</i>	19
2.7.4 <i>Veiðarfæri</i>	20
2.7.5 <i>Veiðiskip</i>	21
2.7.6 <i>Veiðisvæði</i>	22
2.8 RÁÐSTÖFUN AFLA	24
2.8.1 <i>Vinnsluleiðir þorsks</i>	25
2.8.2 <i>Markaðir</i>	28
2.9 ÞORSKUR Í ÞJÓÐARBÚSKAPNUM	30
2.10 BREYTILEIKI Í HRÁEFNISGÆÐUM ÞORSKS.....	32

2.10.1	<i>Efna- og eðliseiginleikar</i>	33
2.10.2	<i>Slóghlutfall og innyfli</i>	34
2.10.3	<i>Dauðastirðnun</i>	35
2.10.4	<i>Los</i>	36
2.10.5	<i>Holdafar</i>	37
3	EFNIVIÐUR OG AÐFERÐIR	40
3.1	UM HOLDAFAR	40
3.2	SAMBAND HOLDAFARS OG FLAKANÝTINGAR.....	42
3.2.1	<i>Efniviður</i>	42
3.2.2	<i>Aðferðir</i>	43
3.2.3	<i>Úrvinnsla</i>	45
3.3	BREYTILEIKI Í HOLDAFARI ÞORSKS	46
3.3.1	<i>Skilgreining svæða og tímabila</i>	47
3.3.1.1	Skilgreining tímabila	47
3.3.1.2	Skilgreining svæða.....	47
3.3.2	<i>Efniviður</i>	49
3.3.3	<i>Aðferðir</i>	51
3.4	NÝTINGARMÆLINGAR SJÓMANNA VINNSLUSKIPA	52
3.4.1	<i>Framkvæmd nýtingarmælinga</i>	52
3.4.2	<i>Skipin</i>	53
3.4.3	<i>Um gögnin</i>	53
3.4.4	<i>Skilgreining svæða og tímabila</i>	55
3.4.4.1	Skilgreining tímabila	55
3.4.4.2	Skilgreining svæða.....	55
3.4.5	<i>Meðferð gagna</i>	57
3.4.6	<i>Aðferðir</i>	58
4	NIÐURSTÖÐUR	59
4.1	SAMBAND HOLDAFARS OG FLAKANÝTINGAR.....	59
4.2	BREYTILEIKI Í HOLDAFARI.....	65
4.2.1	<i>Smæstur (40-54 cm)</i>	70
4.2.2	<i>Smár (55-69 cm)</i>	74
4.2.3	<i>Millistór (70-84 cm)</i>	76
4.2.4	<i>Stór (85-99 cm)</i>	80
4.2.5	<i>Stærstur (100 cm og stærri)</i>	82
4.3	BREYTILEIKI Í NÝTINGU.....	86
5	UMRÆÐA	91
5.1	HOLDAFAR OG FLAKANÝTING	92
5.2	BREYTILEIKI Í HOLDAFARI.....	93
5.2.1	<i>Holdafar eftir árstímum</i>	94

5.2.2	<i>Holdafar eftir svæðum</i>	94
5.3	BREYTILEIKI Í FLAKANÝTINGU	96
5.4	SAMANTEKT	98
6	HEIMILDIR	100
7	VIÐAUKAR	105
	VIÐAUKI 1 - TÖFLULISTI	105
	VIÐAUKI 2 - MYNDALISTI	107
	VIÐAUKI 3 - FJÖLDI FISKA Í HVERJUM STÆRÐARFLOKKI EFTIR SVÆÐUM OG ÁRUM.	110
	VIÐAUKI 4 - HLUTFALLSLEG FRÁVIK NÝTINGAR EFTIR SVÆÐUNUM 10.	113

English abstract

The objective of this project was to determine the relationship between the condition and the yield of Atlantic Cod (*Gadus morhua*) and to study the respective variations in Icelandic waters. Condition was defined as the gutted weight divided with the estimated weight of cod of the same length, from its length-weight relationship.

Three separate studies were carried out. The relationship between condition and yield was studied in a trial at the processing plant of Haraldur Böðvarsson Ltd. in Akranes, Iceland. The variation in condition was studied using data from the Marine Research Institute in Iceland, and the yield variation was studied using data from measurements of yield onboard freezing trawlers collected by the Directorate of Fisheries in Iceland.

The main results were that yield increases significantly with the improved condition. The condition of cod in Icelandic waters this year is close to the average – compared to that of the last nine years.

The seasonal variations are evident as the freezing trawlers got high yield in the beginning of the year, but it dropped considerably in May and was lowest in the summer. Most length-groups also had lower condition in October than in March.

The condition of cod varied seasonally in accordance to the life cycle of the fish. The drop in condition from March to October increased proportionally to the length of the fish and but small, immature fish seemed to increase in condition from March to October.

There was also a geographical variation in the condition of cod. It was highest in the fishing grounds south-east of Iceland and lowest in the fishing grounds north and north-west of the country. This was also evident by the difference in yield aboard the processing trawlers fishing in those areas.

Formáli

Verkefni þetta er lokaverkefni mitt í meistaranámi í sjávarútvegsfræðum við viðskiptaskor Háskóla Íslands. Verkefnið er 30 einingar og var unnið á Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins undir leiðsögn Sigurjóns Arasonar yfirverkfræðings á Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins og dósents við Háskóla Íslands, Gunnars Stefánssonar deildarstjóra reiknideildar Hafrannsóknastofnunarinnar og dósents við Háskóla Íslands og Guðjóns Þorkelssonar hópstjóra á Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins og lektors við Háskóla Íslands.

Verkefnið fékk styrk úr og verður hluti af Auðlindarbók Rannsóknastofnunar fiskiðnaðarins. Auðlindarbókin er regnhlífaverkefni um mörg faglega afmörkuð verkefni með sama tilgang um að safna, vinna úr og setja fram upplýsingar og þekkingu sem tengjast öryggi og velferð neytenda á einn eða annan hátt.

Sérstakar þakkir vil ég færa Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins fyrir að bjóða mér aðstöðu til að vinna verkefnið. Einnig vil ég þakka Hafrannsóknastofnuninni og Fiskistofu fyrir aðgang að upplýsingum og aðstoð við að safna þeim. Sömuleiðis þakka ég Haraldi Böðvarssyni hf. fyrir að leyfa mér að rannsaka þorsk í vinnslu þeirra og fyrir aðgang að tækjabúnaði.

Starfsfólki þeirra fyrirtækja og stofnana sem komu að verkefninu þakka ég, sérstaklega Sigurði Jónssyni á Hafrannsóknastofnuninni, Eyþóri Þórðarsyni á Fiskistofu og Þresti Reynissyni í Haraldi Böðvarssyni hf. Jóni Inga Ingimarssyni þakka ég aðstoð við sýnatöku og einnig þakka ég leiðbeinendum mínum fyrir góða leiðsögn.

1 Inngangur

Sjávarútvegur, eins og Íslendingar þekkja hann, snýst um að veiða villt dýr til matar í svo stórum stíl að tala má um nánast einsdæmi í heiminum. Fiskur er alinn í sjó og því ekki hægt að stýra umhverfi hans (fæðu, hitastigi og búsvæðum) eða slátrun líkt og í ýmissi annarri matvælaframleiðslu.

Í langan tíma hefur verið ljóst að sótt hefur verið of fast í flestar mikilvægustu tegundir Norður-Atlantshafs. Í ljósi þess hefur sóknin færst í átt að sífellt fleiri tegundum, á áður ónýtt mið ásamt því að unnið hefur verið að því að nýta betur það sem dregið er úr sjó.

Afleiðing þess er að mikil þróun hefur orðið m.a. í skipa- og veiðarfærataekni, vinnslutæki hafa orðið nákvæmari og betri, meiri áhersla hefur verið lögð í nýtingu og markaðssetningu aukaafurða, geymslu-, flutninga- og upplýsingatækni hefur stórbatnað og öll markaðssetning hefur orðið markvissari. Enn er þó svigrúm til umbóta. Ekki hefur verið lögð nægilega mikil áhersla á það hingað til að frumhræfnið, þ.e. sjálfur lifandi fiskurinn, hefur ekki alltaf sömu eiginleika.

Ástand fisks er mjög breytilegt eftir því hvar fiskurinn dvelur og á hvaða stigi hann er á sínum lífsferli. Árstíðabundnar breytingar verða m.a. á fitu- og vatnsinnihaldi, sýrustigi, próteinsamsetningu, holdafari og ýmsu fleiru. Þetta hefur umtalsverð áhrif á hræfnisgæði fisksins og koma áhrifin m.a. fram í losi, áferð, útliti, bragði og afurðanýtingu (Dambergs, 1964; Love, 1976; Sólveig Ingólfssdóttir, 1996; Jón Heiðar Ríkharðsson og Rúnar Birgisson, 1996).

Taka þarf tillit til breytileika hræfnisins við skipulagningu veiða og vinnslu. Með þekkingu á hræfnisgæðum fisks og breytileika þeirra má, upp að vissu marki, velja þá náttúrulegu eiginleika sem æskilegir eru til að uppfylla skilyrði ákveðinna vinnsluleiða og geta uppfyllt kröfur kaupenda og neytenda. Breytileiki hræfnisins frá hendi náttúrunnar getur því skipt sköpum við skipulagningu veiða og vinnslu og við stjórnun á nýtingu auðlindarinnar.

Ritgerð þessi fjallar um rannsókn á holdafari þorsks og tengsl þess við flakanýtingu í fiskvinnslu. Markmið rannsóknarinnar var að rannsaka sambandið milli holdafars þorsks og flakanýtingar og að kanna breytileika í holdafari og flakanýtingu þorsks í tíma og rúmi.

Í rannsókninni voru notaðar einfaldar mælingar á holdafari til að spá fyrir um flakanýtingu. Með því fæst tæki sem hægt er að nota við vinnslustjórnun til að velja hentugustu framleiðsluleið hráefnisins, því holdafar fisks getur haft mikið að segja um hvaða afurð er hagkvæmast að framleiða úr þeim fiski sem veiðist hverju sinni.

Mikilvægt er að geta nýtt sem best það sem veiðist og bæta má nýtingu með þekkingu á holdafari þannig að úr sjó sé í auknum mæli dreginn þorskur sem er í góðum holdum. Með því að veiða fiskinn þegar hann er holdmeiri og gefur meira af sér í afurðaverðmæti, standa færri einstaklingar að baki heildarkvóta og má þannig auka afrakstur stofnsins. Ekki næst góð nýting á þorskstofninum ef mikið er veitt af horuðum þorski sem gefur lítið af sér í afurðir til neytenda. Betra er að veiða þorskin á þeim stað og þeirri stund sem hver einstaklingur gefur meira af sér.

Ritgerðinni má skipta í fjóra hluta. Í fyrsta hluta verður rætt um þorsk, fæðu hans, hrygningu, vöxt, göngur og búsvæði ásamt því að farið verður í gegnum helstu atriði um þorskveiðar á heimsvísu og á Íslandsmiðum, stjórn þeirra, veiðitímabil, veiðarfæri, veiðisvæði og fleira. Einnig verður rætt um ráðstöfun afla, mikilvægi þorsks fyrir þjóðarbúið og að lokum breytileika í hráefnisgæðum þorsks.

Í öðrum hluta er rætt um rannsóknina, markmið hennar, efnivið og aðferðir. Rannsóknin fór fram í þrennu lagi. Í fyrsta lagi var samband holdafars og flakanýtingar rannsakað í vinnslu Haraldar Böðvarssonar hf. á Akranesi. Í öðru lagi var breytileiki í holdafari kannaður úr stofnmælingum botnfiska með botnvörpu sem Hafrannsóknastofnunin framkvæmir tvisvar á ári, eða svonefndum togararöllum. Í þriðja lagi var breytileiki í nýtingarmælingum vinnsluskipa kannaður frá fiskveiðiarinu 1999/2000, en þær eru í vörslu Fiskistofu. Niðurstöður verkefnisins eru birtar í þriðja hluta og þær túlkaðar og settar í samhengi í umræðum í fjórða hluta.

2 Þorskur

Atlantshafsþorskur (*Gadus morhua*) á heimkynni í Norður-Atlantshafi. Útbreiðsla hans nær frá Novaya Semlya, norður í Barentshafi, um Svalbarða og Ísland og alveg suður um Norðursjó að Biscayaflóa við Frakkland. Í vestri nær útbreiðslan norður frá eyggi Disko við Suðvestur-Grænland og suður að austurströnd Bandaríkjanna (Gunnar Jónsson, 1992).

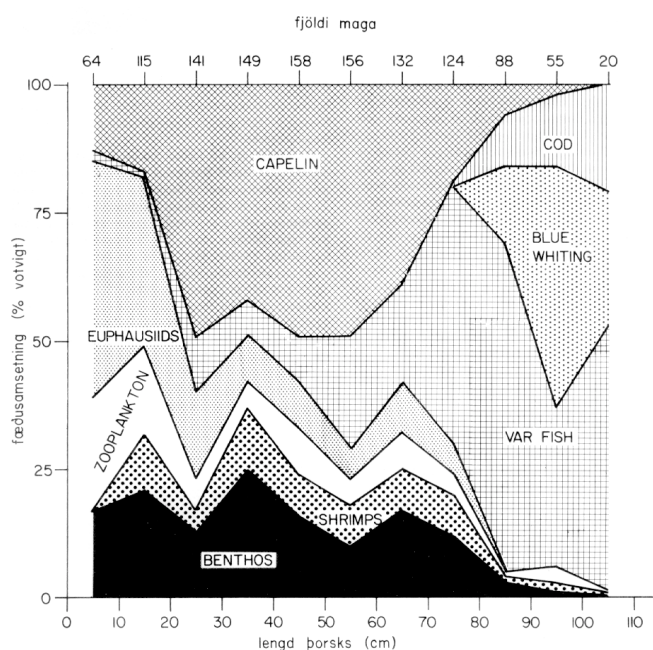
Nokkrir stofnar þorsks eru í Norður-Atlantshafi sem geta blandast þegar fiskur er í ætisgöngu. Helstu stofnar eru á milli 50 °N og 75 °N í Norðaustur-Atlantshafi og milli 40 °N og 70 °N í Norðvestur-Atlantshafi (Waterman, 1983). Mikilvægustu stofnar í Norðaustur-Atlantshafi eru Barentshafsþorskurinn, íslenski stofninn og stofnarnir við Grænland. Mörk milli stofna eru oft óljós, en merkingar hafa sýnt fram á að þorskur gengur nær aldrei frá Íslandi, en þorskur frá öðrum svæðum gengur stöku sinnum til Íslands. Þó hefur seiðarek frá Íslandsmiðum til Grænlands verið nokkurt á ákveðnum árum. Þorskstofninn við Ísland er því talinn sjálfstæður stofn (Sigfús A. Schopka, 1996).

Þorskur merktur við Ísland á árunum 1948-1971 endurheimtist nánast allt umhverfis landið óháð merkingarstað. Því hefur verið gert ráð fyrir því að hér við land sé einn aðalstofn með búsvæði víðsvegar umhverfis landið. En nýlegar rannsóknir hafa leitt í ljós tilvist staðbundinna smástofna með afmörkuð eigin hrygningarsvæði. Þeir eru þó mjög smáir ef litið er á þorskstofninn við Ísland í heild, en hugsanlega má finna slíka smástofna í fjörðum víða um land (Jakob Jakobsson, 2000).

2.1 Fæðunám.

Fæða þorsks er mjög breytileg eftir árstímum, svæðum og ekki síst eftir stærð þorsksins. Fæða hans er mjög fjölbreytileg, en hann kýs tiltekna fæðu umfram aðra. Þorskseiði nærast í fyrstu á lirlfum rauðátu og ljósátu og síðar á smáum áttfætlum og krabbaflóm. Þegar seiðið stækkar frekar eru það fyrst og fremst loðnulirfur og ljósáta sem eru undirstaða næringar. Eftir að þorskurinn hefur leitað til botns fer hann að éta botndýr og rækju, auk ljósátunnar (Sigfús A. Schopka, 1996).

Eftir því sem þorskurinn stækkar þeim mun meira étur hann af fiski og minna af hryggleysingjum, eins og sést á mynd 2.1.1. Hjá 30-40 cm þorski er um helmingur fæðunnar fiskbráð, en hjá stærsta þorskinum er fæðan nær eingöngu fiskur. Skipta má æti þorsks í þrjú fæðuskeið eftir stærð þorsksins; ljósátuskeið, loðnuskeið og fiskaskeið. Ljósátuskeið er þegar þorskur er minni en 20 cm og er meginfæðan ljósáta og önnur sviflæg krabbadýr. Þorskur er á loðnuskeiði um 20-70 cm og er þá u.þ.b. 50% fæðu hans loðna. Á fiskaskeiði étur þorskur ýmsa fiska stærri en loðnu, t.d. (eftir magni) karfa, smærri þorsk vegna sjálfráns, kolmunna, skrápflúru, steinbít, ýsu, síld og sandsíli (Ólafur Karvel Pálsson, 1980; Ólafur Karvel Pálsson, 1997).



Mynd 2.1.1 – Hlutfallsleg skipting fæðu þorsks eftir lengd. Benthos = botndýr, shrimps = rækja, zooplankton = svifdýr, euphausiids = ljósáta, blue whiting = kolmunni, cod = þorskur, capelin = loðna, var fish = ýmsar fiskitegundir. (Mynd Ólafur Karvel Pálsson, 1980).

Langmikilvægasta tegund í fæðu þorsks er loðna, sérstaklega hjá 50-90 cm þorski. Stærsti hluti þorskstofnsins er einmitt á þessu lengdarbili og má því gera ráð fyrir að loðna geti verið allt að 40-50% af heildarfæðu þorskstofnsins. Svo virðist sem engin fæðutegund í íslenska vistkerfinu geti komið í stað loðnunnar sé hún ekki fyrir hendi og hefur stærð loðnustofnsins því umtalsverð áhrif á afrakstur þorskstofnsins (Ólafur Karvel Pálsson, 1980; Kjartan G. Magnússon og Ólafur Karvel Pálsson, 1989 & 1991; Björn Ævarr Steinarsson og Gunnar Stefánsson, 1996).

Rækja er næstmikilvægasta einstaka fæðutegund þorsks. Hún er mjög algeng fæða smáþorsks og er hlutfallslegt magn hennar mest hjá 20-40 cm þorski, en stærri þorskur kýs heldur fiskmeti eins og fram hefur komið. Ýmis önnur svif- og botndýr eru einnig mikilvægur hluti fæðu þorsks, sérstaklega smáþorsks (Ólafur Karvel Pálsson, 1980).

2.2 Hrygning og kynþroski

Þorskur verður kynþroska að meðaltali u.þ.b. 5-6 ára, og milli 50-100 cm langur. En fyrstu fiskarnir verða kynþroska 3 ára og eru allir orðnir kynþroska um 10 ára. Hrygning hefst oftast í síðari hluta mars, er í hámarki rétt fyrir miðjan apríl og lýkur í lok maí. Meginhrygningarstöðvar eru á grunnunum undan strönd landsins frá Reykjanesi og austur í Meðallandsbug, en hrygning er mest á Selvogsbanka. Þorskur hrygnir bæði austan og vestan við aðalhrygningarsvæðið, en ekki í eins miklum mæli. Nokkur hrygning fer einnig fram í Breiðafirði og fyrir norðan og austan Ísland, en er óveruleg í samanburði við megin hrygningarsvæðin (Sigfús A. Schopka, 1996).

Þorskur er mjög frjósamur og hrygnir hver hrygna frá 500 þúsund hrognum og allt að 12 milljónum hroгна. En svo mikil eru afföllin að aðeins örlítið brot af hrognunum nær að lifa fyrstu æviskeiðin af. Eggin eru til að byrja með sviflæg og jafnvel fljótandi, en algengast er að hrygningin fari fram á 40-100 m dýpi (Sigfús A. Schopka, 1996; Jakob Jakobsson, 2000).

Stærri hrygnur hefja hrygningu fyrir og stunda hana lengur. Stærsti þorskurinn virðist einnig hrygna nær landi og eru hrygnur nær landi þyngri en jafnaldrar þeirra sem hrygna lengra frá landi. Stærsti þorskurinn hrygnir mun fleiri hrognum og virðist gefa af sér lífvænlegri afkvæmi en sá minni (Guðrún Marteinsdóttir o.fl, 2000).

Seiðin eru algerlega háð straumum og vindum. Þegar eggin klekjast út 15-20 dögum eftir hrygningu, hafa straumar borið megin hluta þeirra fyrir Reykjanes og inn á Faxaflóa. Nokkuð af seiðum berst þó austur með suðurströndinni og einnig verður nokkuð eftir í Faxaflóa, Breiðafirði og við Vestfirði, en lítið sem ekkert verður eftir

við suðurströndina. Þegar myndbreytingu lirfunnar er lokið hafa straumar borið þorskseiðin norður með vesturströnd landsins og eru seiðin komin norður fyrir landið í ágúst þar sem þau taka að síga til botns í fjörðum við norðvestur- og norðausturströnd landsins (Sigfús A. Schopka, 1996).

2.3 Vöxtur

Þorskur vex alla ævi, en þó fer að draga úr vexti þegar hann hefur náð ákveðinni stærð (Gunnar Jónsson, 1992). Vöxtur þorsks er hraður miðað við aðra botnfiska, en hann er mishraður og fer það aðallega eftir hitastigi og fæðumagni í umhverfi. Þorskur hefur misheitt blóð og fer því efnaskiptahraði hans að miklu leyti eftir hita. Vöxtur er þess vegna mismikill eftir stofnum og hafsvæðum (Sigfús A. Schopka, 1996).

2.3.1 Vaxtargeta

Hitastig hefur mun meiri áhrif á vöxt ungvíða en eldri þorsks. Kjörhitastig vaxtar minnkar með þyngd, a.m.k. á þyngdarbilinu 2-5.000 g, og er það 17 °C hjá 2 g þorski en 7 °C hjá 2 kg þorski (Björn Björnsson, Agnar Steinarsson, óbirt; Björn Björnsson, Agnar Steinarsson og Matthías Oddgeirsson, 2001). Niðurstöður eldistilrauna á vexti við stöðugt hitastig (2, 4, 7, 10, 13 og 16 °C) á þriggja ára tímabili sýna að þorskur vex mest við 7 °C, en minna við hærri og lægri hita og reyndist vöxtur vera nánast enginn við 2 °C (Björn Björnsson, Agnar Steinarsson, óbirt).

Sé hitastig hins vegar breytilegt og því haldið við kjörhitastig vaxtar fyrir hverja stærð, vex þorskurinn mun hraðar. Þannig ætti þorskur sem alinn er í 2 ár við kjörhitastig vaxtar og nægt æti að geta náð 2,1 kg samanborett við meðalþyngd tveggja ára þorsks á uppeldissvæðum við Ísland er minni en 200 g (Björn Björnsson, Agnar Steinarsson og Matthías Oddgeirsson, 2001).

2.3.2 *Vöxtur á ólíkum svæðum*

Vöxtur þorsks í náttúrunni er vitaskuld fjarri vaxtargetu hans við það hitastig sem hann lifir við. Ástæðan er fæðuskortur í náttúrunni, en þorskur í fyrrgreindum tilraunum hafði ávallt nægt æti.

Meðalþyngd þriggja ára þorsks úr stofnmælingum Hafrannsóknastofnunarinnar í október árin 1995-1998 var 966 g á svæðum þar sem meðalárshiti var 4 °C, en meðalþyngd þriggja ára þorsks í Norðursjó þar sem meðalárshiti er um 8,6 °C er 1,9 kg (Björn Björnsson, Agnar Steinarsson, óbirt).

Í rannsókn Branders (1995) á þyngd þorsks frá svæðum þar sem meðalárshiti er allt frá því að vera 2 °C í að vera 11 °C, kom fram að meðalþyngd þriggja ára þorsks úr afla jókst í veldisvexti með hitastigi og náði þyngd hans hámarki í 3,7 kg við 11 °C (Brander, 1995).

2.3.3 *Vöxtur við Ísland*

Vöxtur þorsks í hafinu við Ísland er mjög breytilegur. Þorskur vex hraðast í hlýja sjónum sunnan- og suðvestanlands, en þar sem sjórinn er kaldari vex hann hægar og er vöxtur við Austfirði minnstur. Fjögurra ára þorskur vó, árabilið 1985-1989, á Norður- og Austurmiðum aðeins 1,3 kg að meðaltali, en 1,8 kg að meðaltali á Suður- og Suðvesturmiðum (Sigfús A. Schopka, 1996).

Vöxtur er mjög breytilegur frá ári til árs, enda árar misvel í umhverfi þorsksins. Til dæmis minnkaði meðalþyngd 6 ára þorsks úr 4,1 kg árið 1977 í 3 kg árið 1983 og meðalþyngd 7 ára þorsks úr 5,8 kg í 4,1 kg á sama tíma. Ástæðan var sú að ásamt lægri sjávarhita dró mjög úr æti vegna þess að loðnustofninn hrundi á þessum sömu árum (Sigfús A. Schopka, 1996).

Ef meðalþyngd þorsks er skoðuð sögulega virðist vera að vöxtur hafi verið mun hægari á meðan þorskstofninn var sem stærstur á árunum 1930-1955. Hugsanlega var fæðuframboð takmarkandi þáttur á þeim tíma. Einnig minnkaði meðalþyngd 5-8 ára

þorsks í kuldakaflanum á seinni hluta 7. áratugarins, en talið er að loðnustofninn hafi einnig verið lítill á þeim tíma. Meðalþyngd 5-8 ára þorsks minnkaði sömuleiðis í byrjun 9. áratugarins, en þá hrundi loðnustofninn (Jakob Jakobsson, 2000).

2.3.4 Áhrif á afrakstur

Breytingar í vexti hafa veruleg áhrif á afrakstur stofnsins. Til dæmis veiddust um 300 þúsund tonn af þorski árið 1983, sem voru um 90 milljónir einstaklinga. Hefði þyngd árganga þorsks árið 1983 verið sú sama og hún var 1977 hefðu þessir 90 milljón einstaklingar vegið 90 þúsund tonnum meira (Sigfús A. Schopka, 1996). Það sama má segja um árin 1983 og 1986, því hefði meðalþyngd árið 1986 verið jafn lág og 1983 hefði sami fjöldi fiska gefið um 304 þúsund tonn í stað 365 þúsund tonna eins og raunin varð (Jakob Jakobsson, 2000).

2.4 Göngur þorsks

Þorskur frá Grænlandsmiðum hefur oft gengið til Íslands. Þegar stórir árgangar hafa verið í veiðinni við Grænland, þá hefur það skilað sér í talsverðum afla við Ísland. Talið er fullvíst að sá þorskur sem gengur til Íslands frá Grænlandi sé í raun íslenskur þorskur að uppruna sem hafi rekið sem seiði til Grænlands og að hann leiti hingað aftur til hrygningar. Þetta virðist nær eingöngu eiga við um mjög stóra árganga og er því ákaflega mismikið milli ára (Sigfús A. Schopka, 1996).

En þorskur við Ísland gengur einnig milli hafsvæða umhverfis Ísland. Göngum þorsks er gjarnan skipt í göngur annars vegar vegna fæðuöflunar eða í leit að æti, og hins vegar til hrygningar, þ.e. göngur milli hrygningar- og uppeldisstöðva.

2.4.1 Ætisgöngur

Þorskur er staðbundinn fyrstu ár lífsins eða allt þar til hann verður kynþroska. Megin hluti ókynþroska hluta stofnsins elst upp í kalda sjónum út af Vestfjörðum, Norður- og Vesturlandi, en þorskur vex einnig upp í hlýja sjónum sunnan og vestanlands

(Jakob Jakobsson, 2000). Ókynþroska þorskur norðan Íslands heldur sig þar, en fer út á grunninn og inn á firðina í ætisleit. Það sama virðist eiga við um þorsk sem elst upp við Austfirði og Vestfirði. Ungþorskur sem elst upp á Breiðafirði, Faxaflóa og við suðurströndina er einnig mjög staðbundinn. Mestu máli skiptir sjávarhitinn og hvar æti er að finna. Yngsti þorskurinn fer í grynningar og jafnvel inn á firðina að sumri, en leitar í hlýndi í djúpunum þegar fer að hausta (Sigfús A. Schopka, 1996).

2.4.2 Hrygningargöngur

Þorskur við Ísland hrygnir víða í kringum landið, en megin hrygningarsvæði þorsks við Ísland eru á grynningum sunnanlands eins og fram hefur komið. Þorskurinn á uppeldissvæðunum norðan og austan við Ísland þarf því að ferðast þó nokkra leið að megin hrygningarsvæðinu. Þorskurinn norðanlands fer yfirleitt vesturleiðina og leggur af stað þegar líða fer að áramótum, en sá fyrir austan fer beint suður og hrygnir gjarnan í austari hluta megin hrygningarsvæðisins. Þorskur vestan við landið, á Breiðafirði og Faxaflóa, þarf ekki að leita langt til hrygningar, því góð skilyrði til hrygningar eru sunnan við Snæfellsnes.

Þótt þorskurinn sé í hrygningargöngu geta aðrir þættir oft haft áhrif á göngur hans. Hann eltir t.d. oftast loðnugönguna í febrúar og mars suður með Austfjörðum og fylgir henni oft með allri suðurströndinni og stöðvast um leið og hún. Svipað á við um vesturgöngu þorsksins, ef loðnan gengur af Vestfjarðamiðum suður á Breiðafjörð eða Faxaflóa fylgir þorskurinn henni oft (Sigfús A. Schopka, 1996; Ólafur Karvel Pálsson, Hjálmar Vilhjálmsson og Höskuldur Björnsson, 1997).

2.5 Búsvæði

Þorskurinn er botnfiskur en finnst allt frá yfirborði og niður á 600 metra dýpi við Ísland, en algengast er þó að finna hann á 180-360 m dýpi. Hann lifir á ýmiskonar botni; sandi, leir, hrauni og kóralbotni. Stundum finnst hann ofarlega í sjó og er hann þá annaðhvort í ætisleit eða við hrygningu (Gunnar Jónsson, 1992).

Hann lifir í köldum sjó við Ísland. Á uppeldisstöðvunum er hann oftast þar sem sjórinn er 2-4 °C, en ef hann er í æti þá fer hann jafnvel í enn kaldari sjó eða 1 °C (Sigfús A. Schopka, 1996). Þorsstofnar víðsvegar í Norður-Atlantshafi lifa hins vegar við meðalárshitastig á bilinu 2-11 °C (Brander, 1994). En hitastig sem hver einstaklingur lifir við getur verið mjög breytilegt eftir hafsvæðum, dýpi, árstíma, vegna sveiflna milli ára og eftir aldri hans. Þorskur finnst því á svæðum þar sem hitastig er á bilinu 1 °C til 20 °C (Gunnar Jónsson, 1992).

2.5.1 Hafið umhverfis Ísland

Hafið umhverfis Ísland er langt frá því að vera einsleitt. Ísland liggur á mörkum hins hlýja og kalda sjávar Atlantshafs og einkennist straumakerfið í kringum landið af því. Ísland liggur á Mið-Atlantshafshryggnum, sem skilur að Evrasíufleka og Ameríkufleka. En annar hryggur liggur einnig um Ísland, frá Grænlandi um Færeyjar til Skotlands (Svend-Aage Malmberg, 1981). Þessi hryggur hefur ekki síður áhrif á afkomu landsmanna, því það má segja að þar mætist kaldri og heiti sjór Atlantshafs. Ef hryggjarins nyti ekki við væri allt eins líklegt að hinn hlýi sjór golfstraumsins myndi streyma framhjá okkur í stað þess að bera hlýindi að ströndum Íslands.

Lífríki í hafinu umhverfis Íslands er breytilegt eftir hafsvæðum og má rekja þann breytileika til umhverfisskilyrða hvers svæðis sem aftur má rekja að talsverðu leyti til þessa hryggjar.

2.5.2 Straumar umhverfis Ísland

Straumakerfið við Ísland er fyrst og fremst knúið af tveimur straumum, Golfstraumi og Austur-Grænlandsstraumi, og greinum og kvíslum frá þeim.

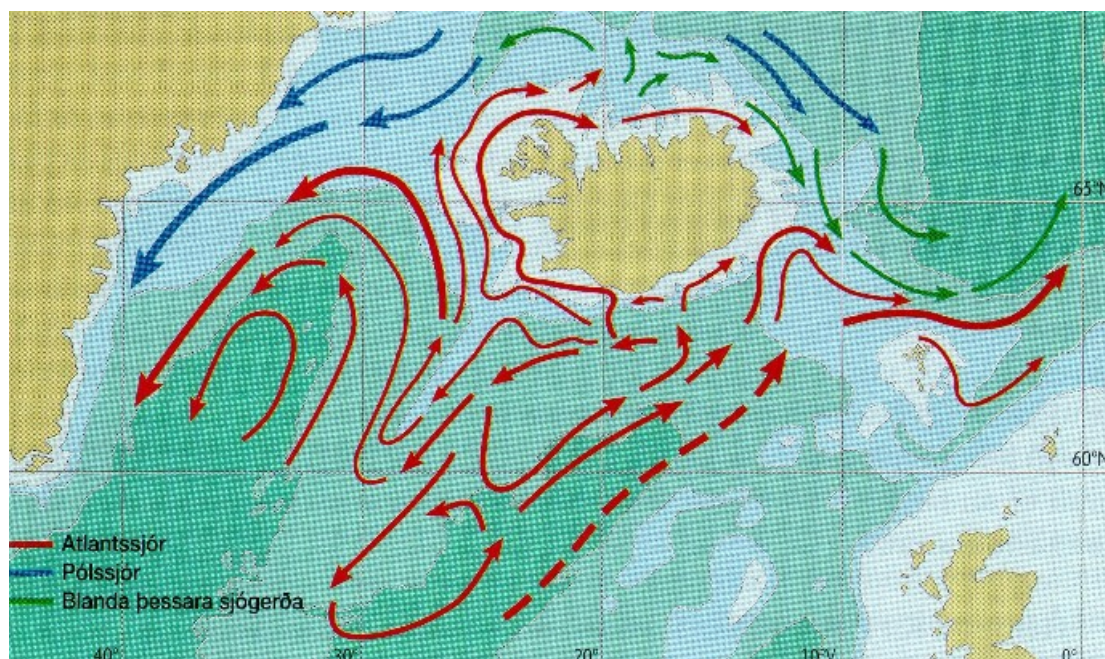
2.5.2.1 Golfstraumurinn

Golfstraumurinn er knúinn af staðvindakerfi í sunnanverðu Atlantshafi og flytur um 60 milljónir rúmmetra sjávar á sekúndu suður af Flórídaskaga, þar sem hann er

öflugastur og á upptök sín. Golfstraumurinn liggur frá Flórída og í norðaustur að Evrópu. Þar sem straumurinn kemur að Íslands-Færeyja hryggnum kvíslast hann í tvær greinar, aðra sem heldur áfram norður með ströndum Noregs, og hina, Irmingerstrauminn, sem fer vestur með suðurströnd Íslands og norður með vesturströnd landsins. Irmingerstraumurinn flytur u.þ.b. tvær til þrjár milljónir rúmmetra á sekúndu. Hann er hlýr, u.þ.b. 3–8 °C, og saltur, u.þ.b. $S = 34,9$ (Unnsteinn Stefánsson og Jón Ólafsson, 1991).

2.5.2.2 Austur-Grænlandsstraumur

Austur-Grænlandsstraumur er pólstraumur og er kaldur, 0 °C, og seltulágur eða $S = 34,4$. Hann liggur meðfram austurströnd Grænlands í suður og nær suður fyrir Grænland. Með honum berst oft talsvert af hafís. Austur-Íslandsstraumur myndast við blöndun á hlýjum Atlantshafssjó, sem berst með Irmingerstraumi, og sjó af uppruna úr Austur-Grænlandsstraumi, ásamt sjó sem streymir að norðan úr Jan Mayen-Atlantshafsstraumi. Austur-Íslandsstraumur liggur austur með Norðurlandi og austur fyrir land. Úr þessum straumum verða til þær sjógerðir sem finnast hér við land (Unnsteinn Stefánsson og Jón Ólafsson, 1991).



Mynd 2.5.1 – Helstu straumar við Ísland. (Mynd Héðinn Valdimarsson og Svend-Aage Malmberg, 1999).

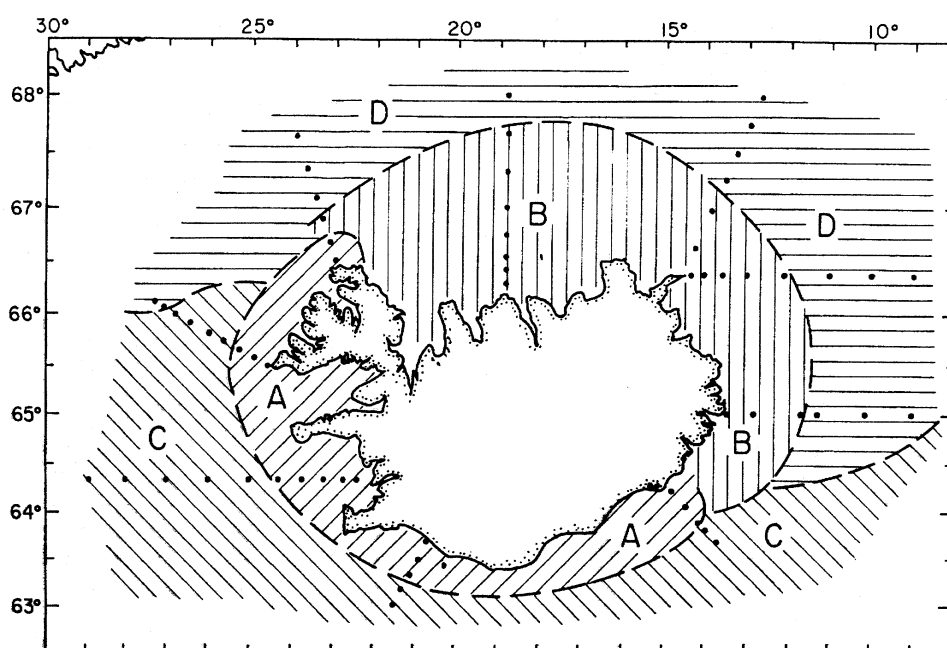
2.5.3 Framleiðni og frjósemi hafsins

Skilyrði fyrir frumframleiðni í sjó eru nægur styrkur næringarefni (N, P og Si), birta og lagskipting sjávar svo þörungar haldist í efstu lögum sjávar þar sem birta er næg (Þórunn Þórðardóttir og Kristinn Guðmundsson, 1998). Dýrasvif, t.d. rauðáta og ljósáta, nærast á frumframleiðendum og er viðkoma dýrasvifs lykilatriði fyrir fiskistofna. Dæmigerð fæðukeðja í sjó við Ísland er plöntusvif - dýrasvif - uppsjávarfiskur - botnfiskur - sjávarspendýr. Egg fiska og lirfur lifa í svifinu fyrstu mánuði lífsins, uppsjávarfiskar og ungviði botnfiska nærast beint á átu og fæða uppvaxinna botnfiska nærast beint á átu og ræður framleiðni og frjósemi hafsins því mjög miklu um vöxt og viðgang fiska.

Frjósemi er há á háum breiddargráðum, bæði suðlægum og norðlægum, og það á að sjálfsgöðu við um hafið umhverfis Ísland. Helsta ástæðan fyrir mikilli frjósemi hér er að lagskiptingin er ekki viðvarandi og næringarefni geta endurnýjast með lóðréttri blöndun. Þar sem lagskipting er viðvarandi klárast næringarefni fljótt úr efstu lögum sjávar, þar sem mest birta er, og framleiðni minnkar eða stöðvast. Frjósemi eykst einnig á mótum hlýrra og kaldra strauma, þar sem straumar rekast á meginlönd eða sjávarhryggi, vegna vindblöndunar og vegna mengunar. Í hitabeltinu er varanlegt hitaskiptalag og næringarefni komast ekki upp á yfirborðið og er framleiðni þar því lítil en stöðug allan ársins hring (Svend-Aage Malmberg 1981; Ólafur S. Ástþórsson, 1991).

Framleiðni er mikil við Ísland samanborið við framleiðni heimshafanna. Landgrunnið er frjósamara en úthafið og er framleiðni á landgrunninu við Ísland hæst í sunnanverðum Faxaflóa og við straummótin suðaustan og norðvestan landsins (Þórunn Þórðardóttir og Kristinn Guðmundsson, 1998). Hafinu umhverfis Ísland hefur verið skipt í fjögur svæði eftir tegundasamsetningu dýrasvifs (Ástþór Gíslason og Ólafur S. Ástþórsson, 1997), eins og sést á mynd 2.5.2. Einkenni hvers svæðis er eftirfarandi: A – er að mestu yfir landgrunni og er sjórinn blanda af hlýjum Atlantssjó og strandsjó. Helstu tegundir dýrasvifs er rauðáta, ljósátulirfur og hrúðurkarlalirfur, B – er einnig að mestu yfir landgrunni, en þar eru áhrif Atlantssjávar og strandsjávar minni vegna íblöndunar kaldari sjávar að norðan. Rauðáta og ljósátulirfur eru megin einkennistegundir svæðisins. C – er úthafssvæði í hreinum Atlantssjó og er mikil

útbreiðsla rauðátu megin einkenni þess. D – er einnig úthafssvæði, en kaldur og seltulágur pólsjór ræður ríkjum þar og eru megin einkennistegundir rauðáta og póláta (Ástþór Gíslason og Ólafur S. Ástþórsson, 1997). Lífmassi dýrasvifs er meiri í Austur-Íslandsstraumnum við svæði D og B, en í Irmingerstraumnum við svæði A og C (Ólafur S. Ástþórsson og Ástþór Gíslason, 1995).



Mynd 2.5.2 – Skipting hafsins umhverfis Íslands í svæði eftir einkennandi átutegundum. A – Rauðáta, ljósátulirfur og hrúðurkarlalirfur, B – Rauðáta og ljósátulirfur, C – Rauðáta, D – Rauðáta og póláta (Mynd Ástþór Gíslason og Ólafur S. Ástþórsson, 1997).

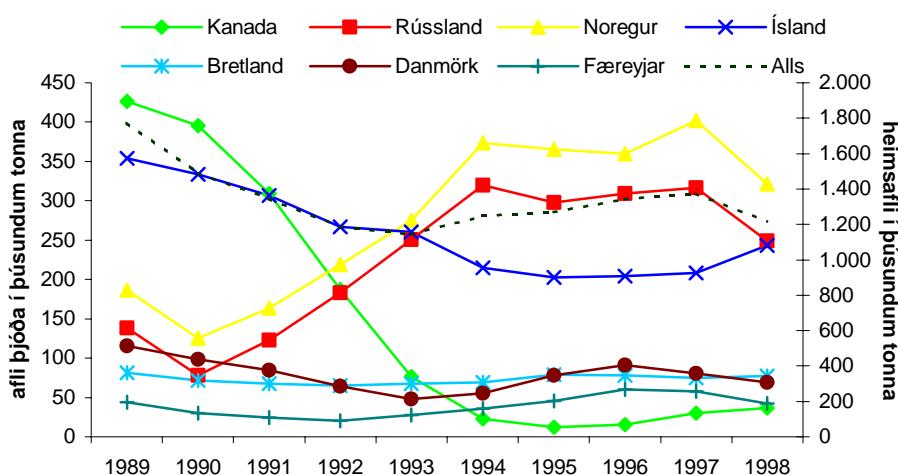
2.6 Framboð af þorski á heimsvísu

Framboð af þorski á heimsmarkaði hefur minnkað umtalsvert undanfarin ár.

Heimsaflinn 1998 var rúmar 1,2 milljónir tonna eða um 1% af heimsafla vatna- og sjávardýra. Aflinn var nærri 1,8 milljónir tonna 10 árum áður. Þessi minnkun er þó nær öll á veiðisvæðum Kanada við Labrador, en Labradorstofninn hrundi í upphafi 10. áratugarins. Hins vegar juku Norðmenn og Rússar afla sinn umtalsvert á sama tíma (FAO, 2000).

Í lok 9. áratugarins voru Kanadamenn og Íslendingar langstærstu þorskveiðipjóðir heimsins eins og sést á mynd 2.6.1, en á miðjum 10. áratugnum veiddu Norðmenn og Rússar mestan þorsk. Afli Norðmanna og Rússa minnkaði hins vegar talsvert aftur í

lok 10. áratugarins. Þróun heimsafla þorsks síðan 1998 hefur verið niður á við. Afli Norðmanna og Rússa hefur minnkað enn frekar, veiðar í Norðursjó hafa minnkað umtalsvert og nú er afli Íslendinga einnig á niðurleið.



Mynd 2.6.1 – Þróun þorskveiða 7 stærstu þorskveiðipjóða heims ásamt heimsafla 1989-1998 (FAO, 2000).

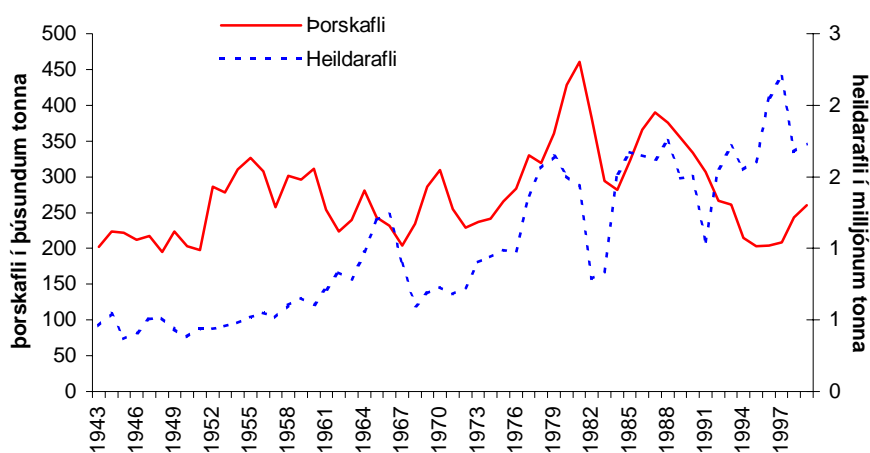
Það er víðast hvar viðurkennt að framboð fiskis úr hefðbundnum fiskveiðum hafi nokkurn veginn náð hámarki, í um 90 milljónum tonna, og að það muni ekki vaxa í miklu magni í framtíðinni. Eftirspurn eftir fiskmeti er hins vegar að síaukast og mun eftirspurninni að öllum líkindum verða mætt að langstærstum hluta með fiskeldi. Gert er ráð fyrir því að framboð á afurðum fiskeldis muni aukast um a.m.k. 25 % á næstu 10 árum og verði um 35 % af heildarframleiðslu fiskafurða árið 2010 (Björn Knútsson, 2001).

Þetta á einnig við um þorsk og eru flestir sammála því að þorskstofnar í Norður-Atlantshafi séu nánast fullnýttir. Líklegt þykir því að þorskeldi muni skipa mun stærri sess í framtíðinni og margir telja einu leiðina til að mæta eftirspurn sé með þorskeldi. Tilraunir með þorskeldi hafa verið gerðar í Noregi, Skotlandi, Íslandi og Kanada, en stórfellt þorskeldi er þó hvergi farið af stað (Björn Björnsson, Agnar Steinarsson, óbirt). Framleiðsla þorskeldis var einungis 148 tonn árið 1998 og hafði minnkað úr 569 tonnum árið 1994 þegar hún náði hámarki (FAO, 2000b).

2.7 Þorskveiðar á Íslandsmiðum

Til eru aflatölur yfir þorskaflann hér við land frá árinu 1905. Miklar sveiflur hafa orðið, m.a. í takt við umhverfi þorsksins, styrjaldir, tækniþróun og stjórnunaraðgerðir. Þorskaflinn fór vaxandi úr tæplega 100 þúsund tonnum árið 1905 fram að fyrri heimsstyrjöldinni, en þá minnkaði aflinn því veiðiflotinn hvarf að mestu af miðunum. Eftir fyrri heimsstyrjöldina fór aflinn að aukast á ný og náði hann tæplega 520 þúsund tonnum árið 1933. En aftur fór aflinn minnkandi í kreppunni þó svo að mikið væri sótt á miðin og var kominn niður í 300 þúsund tonn undir lok 4. áratugarins eins og sést á mynd 2.7.1.

Í síðari heimsstyrjöldinni var lítið sótt á miðin og þ.a.l. lítill afli, en strax eftir stríð kom erlendur veiðifloti aftur á Íslandsmið, ásamt því að floti Íslendinga stækkaði umtalsvert. Árið 1954 náði þorskaflinn tæplega 550 þúsund tonnum, og er það mesti þorskaflinn sem fyrr eða síðar hefur fengist á Íslandsmiðum (Sigfús A. Schopka, 1996).



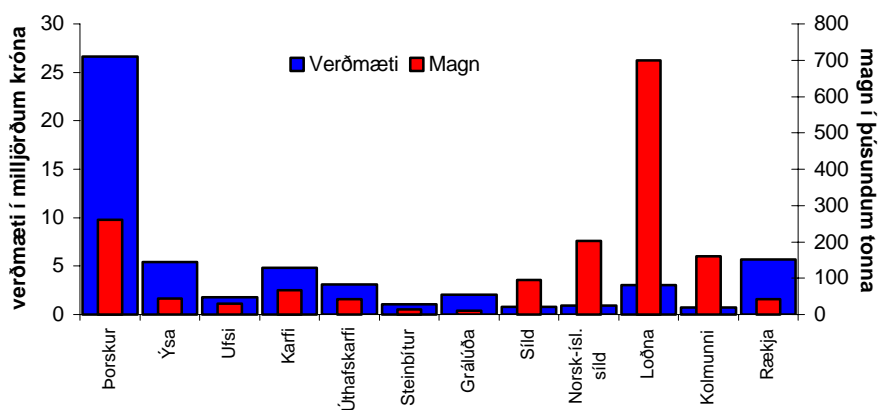
Mynd 2.7.1 – Þorskaflinn Íslendinga og heildaraflinn Íslendinga.

Heildaraflinn Íslendinga á öllum tegundum árið 1999 var rúmlega 1,7 milljónir tonna, nánast allur af Íslandsmiðum, en 4.511 tonn veiddust í Barentshafi, 9.147 tonn á Flæmingjagrunni og 899 tonn á öðrum veiðisvæðum. Verðmæti aflans upp úr sjó var rúmlega 60 milljarðar króna, þar af um 58 milljarðar frá Íslandsmiðum. Mesti aflinn Íslendinga kom hins vegar á land árið 1997, nærri 2,2 milljónir tonna og að var að heildarverðmæti um 52 milljarðar króna upp úr sjó á verðlagi þess árs.

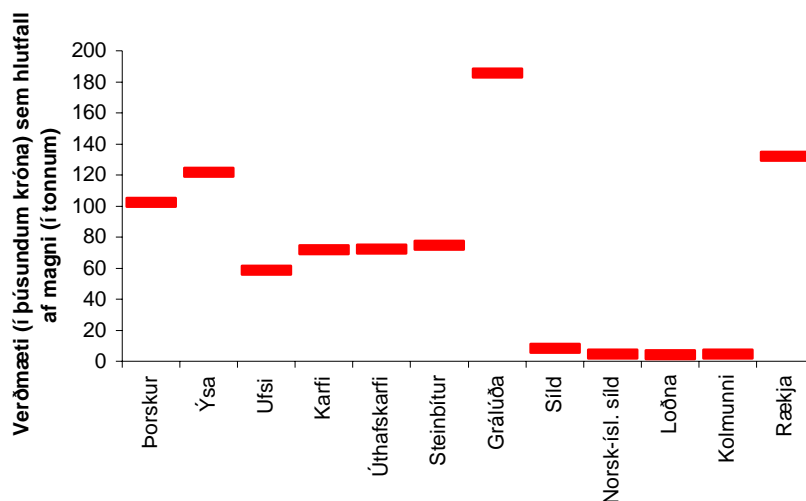
Um 28% af heildaraflamagni árið 1999 var botnfiskur, en botnfiskur var 76% af heildarverðmætum. Flatfiskur var tæp 2% heildarmagns og 7% að verðmætum, uppsjávarafli nærri 68% magns og 10% að verðmætum en skel- og krabbadýr tæp 3% heildarmagns og 8% heildarverðmæta.

Þorskafla árið 1999 var 260.643 tonn eða um 15% af heildarafla og 54% af botnfiskafla. Verðmæti þorskafla ársins 1999 var 26.644.814 þúsund krónur eða um 45% af heildarverðmætum afla af Íslandsmiðum og 60% af heildarverðmætum botnfiskafla af Íslandsmiðum. Þorskurinn var að mestu veiddur á Íslandsmiðum eða um 258.657 tonn, en 1.985 tonn fengust í Barentshafi (Útvegur, 1999).

Mynd 2.7.2 sýnir heildarafla og heildaraflaverðmæti þeirra 12 tegunda sem Íslendingar veiddu í meira magni en 10 þúsund tonn árið 1999. Á myndinni sést greinilega sérstaða þorsksins og var verðmæti þorskafla u.þ.b. 5 sinnum meira en verðmæti næstu tegunda á eftir. Ef sama mynd er sett upp á annan hátt (mynd 2.7.3) má bera saman hlutfallsleg verðmæti tegunda miðað við magn afla. Þar kemur fram að þorskur var árið 1999 fjórða verðmætasta tegundin miðað við magn á eftir grálúðu, ýsu og rækju. Hins vegar veiðist þorskur í margfalt meira magni en þessar tegundir. Verðmæti uppsjávartegundanna sem hlutfall af magni er langminnst.



Mynd 2.7.2 - Þær tegundir sem voru veiddar í meira magni en 10 þúsund tonnum 1999 (Útvegur, 1999).



Mynd 2.7.3 – Verðmæti tegunda miðað við magn 1999. Stuðullinn merkir hve verðmætið (í þúsundum króna) er margfalt meira en magnið (í tonnnum).

Bráðabirgðatölur frá árinu 2000 gera ráð fyrir að heildarafli hafi verið 1.976 þúsund tonn, þar af 235 þúsund tonn af þorski. Gert er ráð fyrir því að heildarafli Íslendinga minnki á árinu 2001 og frekari niðurskurður verður í þorskafli (Þjóðhagsstofnun, 2001; Hafrannsóknastofnunin, 2001).

2.7.1 Stjórn þorskveiða

Lengi hefur verið þekkt að þorskurinn við Ísland er takmörkuð auðlind. En það var ekki fyrr en á 8. áratugnum með stækkun fiskveiðilögsögunnar, fyrst í 50 sjómíllur og svo í 200 sjómíllur, sem stjórn komst á sókn í hann. Komið var á skrapdagakerfi¹ á árunum 1977-1983, einnig voru möskvar² veiðarfæra stækkaðir, ýmis svæði lokuð fyrir togveiðum og komið á skyndilokunum³ (Sigfús A. Schopka, 1996; Ragnar Árnason, 1999).

En ljóst var að þessar aðgerðir dygðu ekki til að sporna við ofveiði og var kvótakerfi⁴ í botnfiskveiðum komið á 1984. Kvótakerfi hafði þó verið komið á við síldveiðar á

¹ Sóknin takmörkuð við ákveðinn dagafjölda á ári.

² Stærð riðils í neti.

³ Svæði lokað vegna of hás hlutfalls smáfisks í afla.

⁴ Skip fá ákveðna aflahlutdeild úr heildaraflamarki hvers árs.

miðjum 8. áratugnum og við loðnuveiðar frá 1980 (Ragnar Árnason, 1999). Eftir að kvótakerfi var komið á gátu smærri bátar engu að síður valið milli sóknartakmarkana og kvótakerfis og veiddist yfir helmingur þorskafla árána 1986-1990 í kerfi sóknartakmarkana, en ekki í kvótakerfi. Aflí þessara ára var langt yfir afraksturgetu þorskstofnsins og óx bæði floti og sókn hröðum skrefum. Árið 1991 var sóknarmarkið afnumið að mestu og segja má að kvótakerfið hafi ekki verið sæmilega hreint fyrr en þá (Ragnar Árnason, 1999).

Árið 1991 var tekið upp svokallað fiskveiðiár, sem hefst 1. september og lýkur 31. ágúst árið eftir og er kvóti úthlutaður miðað við fiskveiðiár. Árið 1995 var svo komið upp svokallaðri aflareglu, þar sem segir að heildaraflamark skuli vera 25 % af meðaltali áætlaðrar stærðar veiðistofns þorsks í upphafi yfirstandandi árs og í upphafi þess næsta. Aflinn mátti hins vegar ekki fara undir 155 þúsund tonn.

Breytingar voru gerðar á aflareglunni í júní 2000 og fólu þær í sér að leyfilegur þorskafli milli ára breytist aldrei meira en sem nemur 30 þúsund tonnum. Reglan gildir bæði til hækkunar og lækkunar og var um leið fellt niður 155 þúsund tonna lágmarkið.

2.7.2 Þorskstofninn

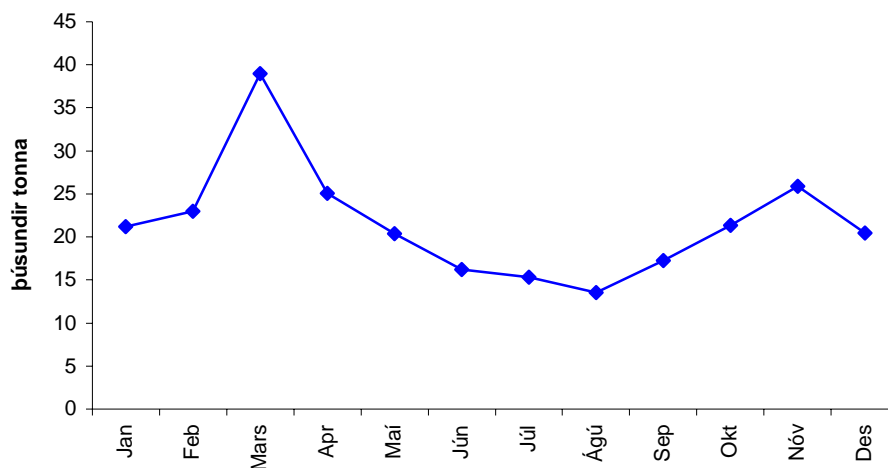
Stærð þorskstofnsins hefur farið minnkandi, þó með sveiflum, allt frá árinu 1928, en lengra aftur í tímann hefur stærð hans ekki verið reiknuð. Veiðistofn⁵ þorsks er talinn hafa verið milli 2,5-3,2 milljónir tonna á árunum 1928 til 1933. Hann minnkaði þó fljótt niður í um 1,5-2,1 milljón tonn árin 1937 til 1953. Árin 1953 til 1954 kom stór árgangur inn í veiðistofninn og er talið að stofninn hafi verið á bilinu 2,5-2,7 milljónir tonna.

Síðan þá hefur stofninn aldrei náð fyrri stærð og var hann um ein milljón tonn árið 1967. Stofninn árið 1992 var áætlaður aðeins 547 þúsund tonn, en óx árin á eftir. Veiðistofn árið 1997 var rúm 786 þúsund tonn, 710 þúsund tonn árið eftir og 709 þúsund tonn 1999. Veiðistofninn minnkaði talsvert árið 2000 og var metinn í sögulegu lágmarki eða 527 þúsund tonn eftir endurmat, en fyrir endurmat hafði verið gert ráð fyrir því að stofninn væri 755 þúsund tonn. Stofnstærð nú, árið 2001, er talin vera um 577 þúsund tonn, en gert er ráð fyrir því að stofninn vaxi nokkuð á næstu árum (Hafrannsóknastofnunin, 2000; Hafrannsóknastofnunin, 2001).

2.7.3 Veiðitímabil þorsks

Þorskur veiðist allt árið, en aflamagn er ójafnt milli mánaða. Á mynd 2.7.4 má sjá veiðitímabil þorsks 1999. Þar kemur fram að mars er sá mánuður sem mest veiddist af þorski og ágúst sá mánuður sem minnst veiddist. Einnig var þorskafli mikill síðla haust.

⁵ Fjögurra ára og eldri þorskur.

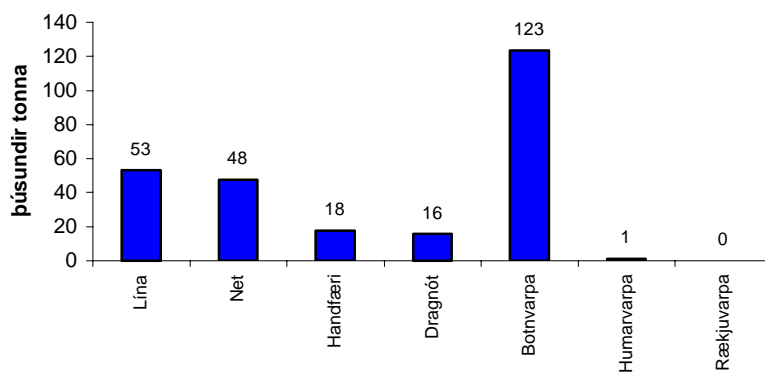


Mynd 2.7.4 – Veiðitímabil þorsks 1999 (Útvegur, 1999).

2.7.4 Veiðarfæri

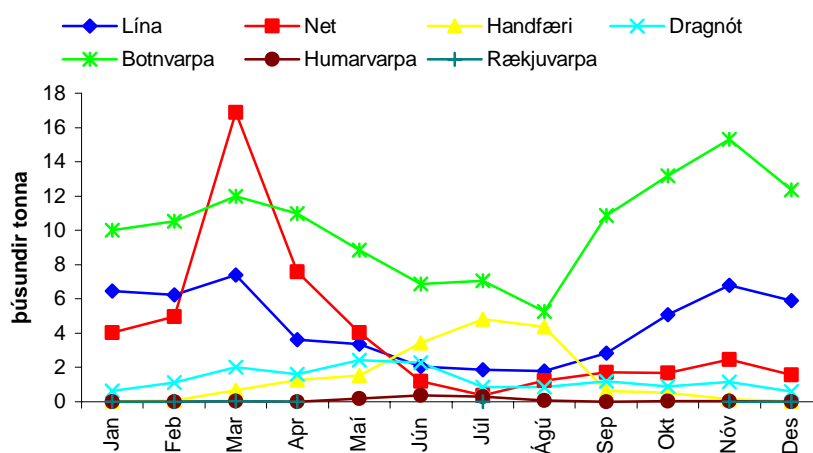
Þorskur veiðist í ýmis veiðarfæri, en segja má að megin veiðarfærin séu fimm: botnvarpa, lína, net, handfæri og dragnót. Einnig veiðist þó nokkuð í humar- og rækjuvörpu. Botnvörpuaflinn 1999 var 47% heildarþorskafla eða rúm 123 þúsund tonn, en lengst af hefur botnvörpuaflinn verið um helmingur þorskafla (Sigfús A. Schopka, 1996). Lína og net koma næst á eftir með samanlagt um 100 þúsund tonn, en þorskafla í handfæri var 18 þúsund tonn og 16 þúsund tonn í dragnót, eins og sést á mynd 2.7.5.

Netaveiðar þorsks eru árstíðabundnar og er aðalnetaveiðitíminn á vetrarvertíð. Hlutdeild neta var oftast 25-30% heildarþorskaflans, en hefur farið minnkandi og var 19% árið 1995. Línuveiðar eru stundaðar við Suðvesturland á haustin og fram í febrúar eða þar til netavertíðin tekur við. Línuveiðar eru talsvert stundaðar út af Vestfjörðum og einnig við aðra landshluta á vetrarvertíð. Línuaflinn hefur farið vaxandi undanfarin ár, ekki síst vegna þess að á tímabilinu frá nóvember til febrúar mátti helmingur línuafans vera utan kvóta, en tekið var fyrir þetta frá og með fiskveiðiárinu 1996/1997. Línuaflinn var áður um 10-15% heildarþorskafla en fór í 29% árið 1995. Handfæraveiðar eru fyrst og fremst stundaðar af trillum og smærri bátum yfir sumarmánuðina og fram eftir hausti, um allt landið (Sigfús A. Schopka, 1996).



Mynd 2.7.5 – Þorskveiði eftir veiðarfærum 1999 (Útvegur, 1999).

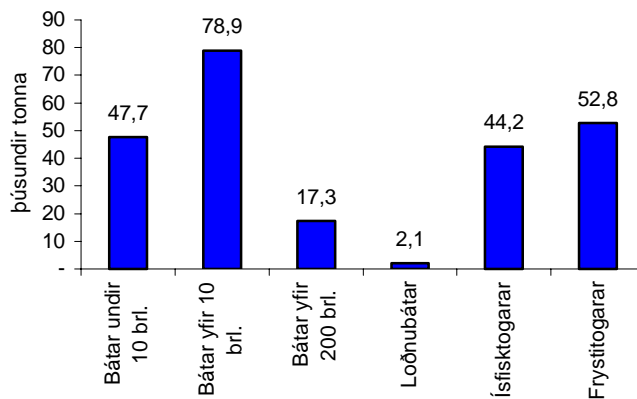
Hvert veiðarfæri hefur ákveðið veiðimynstur og veiðitímabil. Botnvörpuafllinn 1999 var mestur í október, nóvember og desember, en minnstur í ágúst. Netaveiðin er með mjög áberandi topp í mars og veiddust 35% af netafla þorsks árið 1999 í mars. Línuafllinn 1999 fylgdi nokkurn veginn mánaðarlegum heildarafla, en handfæraafllinn kemur nánast allur yfir sumarmánuðina, eins og sést á mynd 2.7.6.



Mynd 2.7.6 – Veiðitímabil þorsks eftir veiðarfærum 1999 (Útvegur, 1999).

2.7.5 Veiðiskip

Stærstur hluti þorsks var veiddur af bátum á stærðarbilinu 10-200 brúttórúmllestir 1998, eða u.þ.b. 32% þorskafla þess árs eins og sést á mynd 2.7.7. Hluttur frystitogara var 22%, báta undir 10 brúttórúmllestum 20%, hluttur ísfisktogara 18% og hluttur báta yfir 200 brúttórúmllestir 7%. Alls veiddu bátar um 60% aflans, en togarar 40%.



Mynd 2.7.7 – Skipting þorskafla af Íslandsmiðum 1998 eftir tegund skipa (Þjóðhagsstofnun, 2001b).

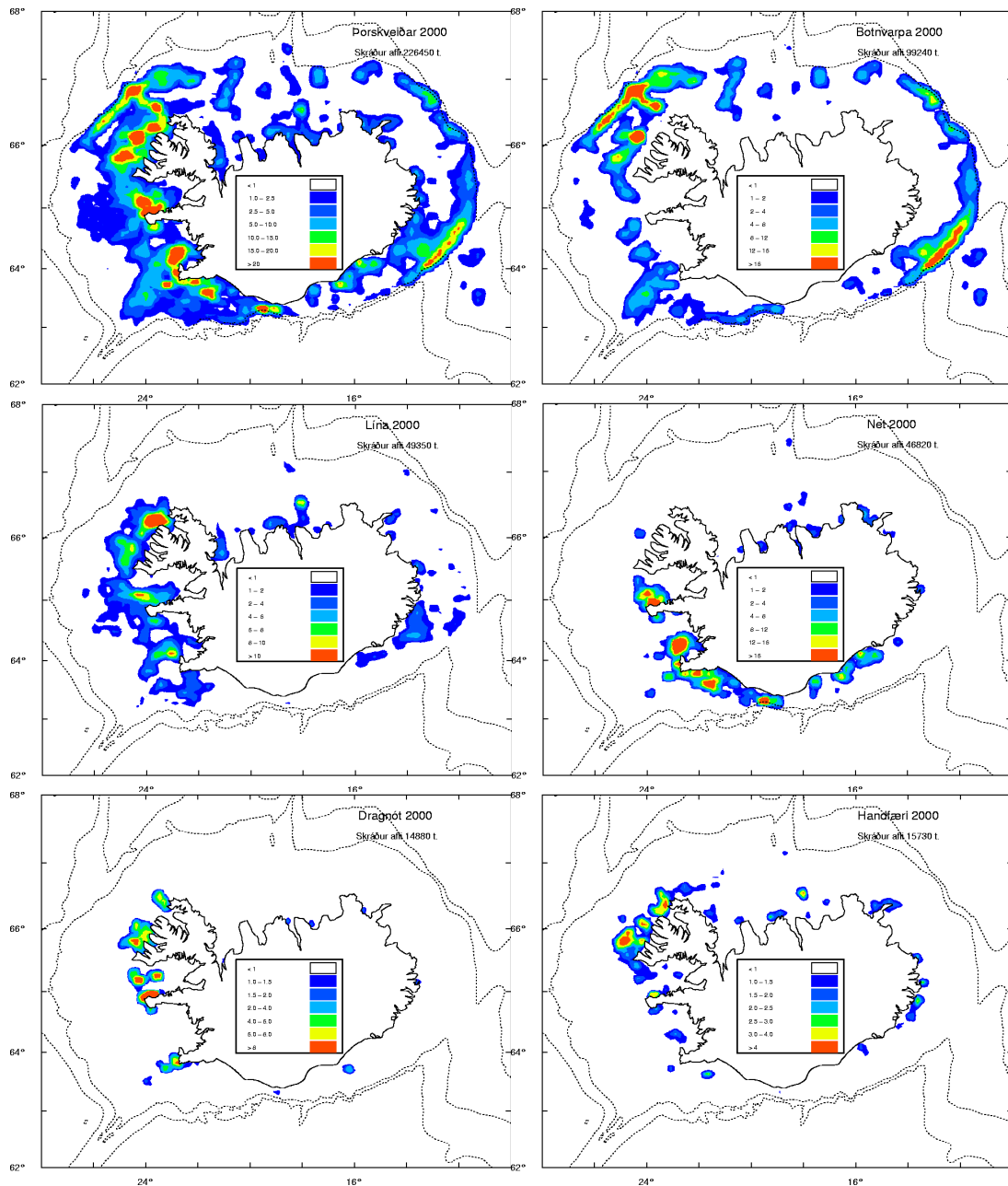
2.7.6 Veiðisvæði

Þorskur veiðist allt í kringum Ísland, en miðin eru misgjöful. Mikilvægustu þorskiðin við Ísland eru Vestfjarðamið, svæðið frá Hala og austur á Strandagrunn. Á Norðurlandi eru Sporðagrunn og Sléttugrunn gjöful og undan Austfjörðum eru Langanesgrunn, Digranesflak, Glettinganesgrunn og Hvalbakshallinn gjöful. Á vetrarvertíð⁶ er mikið um þorsk suðvestanlands á Látragrunni, í Breiðafirði, út af Faxaflóa, vestur af Reykjanesi, í Selvogsdjúpi og á Selvogsgrunni og austur um Meðallandsbug (Sigfús A. Schopka, 1996).

Samkvæmt afladagbókum⁷ fékkst mestur þorskafla árið 2000 út af Vestfjörðum, á Breiðafirði og í Faxaflóa og úti fyrir Austfjörðum eins og sést á mynd 2.7.8. Megin veiðisvæði þorsks í botnvörpu eru norðvestur af Vestfjörðum og úti fyrir Austfjörðum. Þorskafla á línu var mestur úti fyrir Ísafjarðardjúpi, en einnig nokkuð mikill á Breiðafirði og í Faxaflóa. Netaafllinn var mestur í Faxaflóa, en einnig mikill á Breiðafirði og sunnan Reykjanesskaga. Dragnótaafllinn var mestur á Breiðafirði, en handfæraafllinn mestur úti fyrir Vestfjörðum.

⁶ Veiðitími frá janúar til maí.

⁷ Allir skipstjórar íslenskra fiskiskipa, sem veiðar stunda í atvinnuskyni, skulu halda sérstakar afladagbækur þar sem skráðar eru m.a. upplýsingar um veiðarfæri, staðarákvörðun og tíma, afla eftir magni og tegundum og veiðidagur (Reglugerð nr. 303, 3. maí 1999).



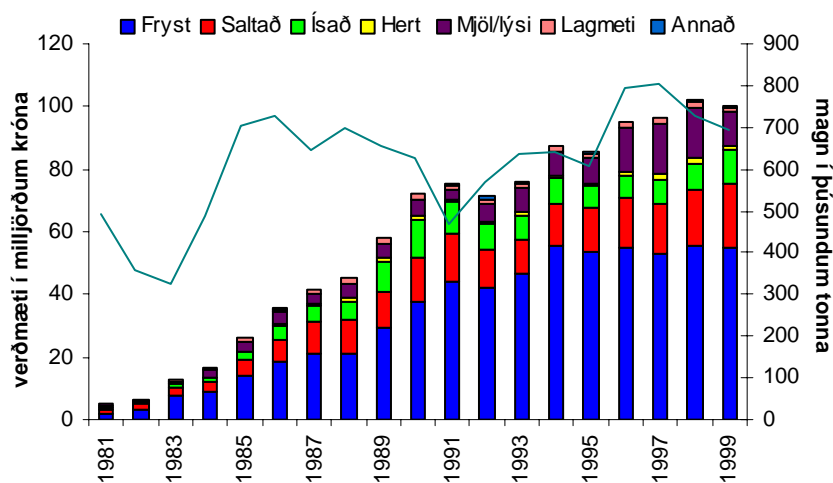
Mynd 2.7.8 – Veidisvæði þorsks árið 2000 samkvæmt aflskýrslum. Heildarveiði og veiði í botnvröpu, dragnót, net, línu og handfæri. Gert var grein fyrir um 88% heildarafla, 80% botnvröpuafila, 92% línuafila, 98% netafla, 95% dragnótaafila og 90% handfæraafila í aflskýrslum.

2.8 Ráðstöfun afla

Nú eru þrjár vinnslugreinar eða varðveisluaðferðir ráðandi héraendis í framleiðslu sjávarafurða til manna. Það eru hraðfrysting, söltun og kæling með ís og eru greinarnar í sífelldri samkeppni innbyrðis um hráefni.

Helstu breytingar í veiðum og vinnslu botnfisks síðasta áratug hefur verið aukinn hlutur sjófrystingar. Saltfiskvinnsla hefur haldið sínum hlut, en síðasta áratuginn hefur vinnsla og útflutningur ferskra flaka stóraukist og siglingar með ísaðan, heilan fisk hafa snarminnkað (Heimasíðan fisheries.is).

Á mynd 2.8.0 sést hvernig útflutningsverðmæti sjávarafurða skiptast eftir afurðaflokkum 1981-1999. Þar er einnig sýnt til samanburðar heildarmagn útfluttra sjávarafurða á tímabilinu og sést að heildarmagn 1999 er nokkurn veginn það sama og 1985.



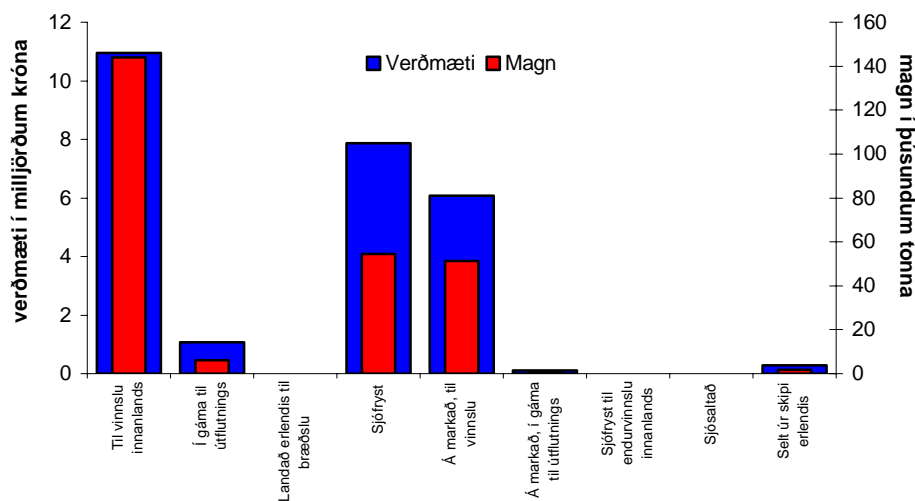
Mynd 2.8.0 – Verðmæti útfluttra sjávarafurða eftir afurðaflokkum 1981-1999 og heildarmagn útfluttra sjávarafurða (lína).

Mest áberandi er hve hlutur frystingar er sterkur og hve hann styrktist á tímabilinu. Einnig varð umtalsverð aukning í verðmætum fiskimjöls og lýsi. Þó sveiflast hlutfall fiskimjöls og lýsis talsvert vegna sveiflna í uppsjávarveiðum, t.d. úr 4% 1991 í 16% 1997 og 1998. Hlutur söltunar hefur haldist nokkuð stöðugur og verið undanfarin ár á bilinu 15-20%.

Árið 1999 var hlutur frystingar í verðmætum 55%, söltun var 20%, mjöl og lýsi 11% og ísað einnig með 11%, lagmeti og þurrkað voru 1% hvort.

2.8.1 Vinnsluleiðir þorsks

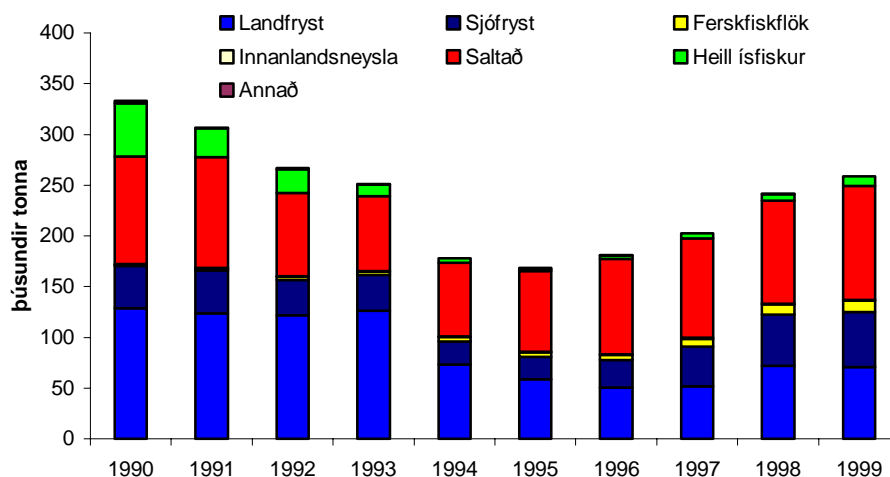
Algengast er að þorski sé landað beint til vinnslu innanlands eins og sést á mynd 2.8.1. Einnig er miklu magni landað sjófrystu eða selt á fiskmarkaði til innanlandsvinnslu. Þó er verðmætum ekki skipt eins og magninu, því mun hærra kílóverð fæst að meðaltali fyrir afla sem landað er sjófrystum eða seldum á fiskmarkaði en þann afla sem landað er beint til vinnslu. Kílóverð árið 1999 var að meðaltali hæst á þorski sem landað var í gáma til útflutnings eða 172 kr/kg. Um 145 kr/kg fengust að meðaltali fyrir sjófrystan þorsk, um 118 kr/kg fyrir þorsk sem landað var á fiskmarkað til innanlandsvinnslu og um 76 kr/kg fyrir þorsk sem landað var beint til vinnslu innanlands (Útvegur, 1999).



Mynd 2.8.1 – Þorskafla og verðmæti 1999 eftir tegund löndunar (Útvegur, 1999).

Langmest er fryst af þorski eða saltað eins og sést á mynd 2.8.2. Landfrysting hefur minnkað umtalsvert frá því fyrir 1990, en nokkur vöxtur var þó undir lok 10. áratugarins. Hlutur söltunar hefur verið nokkuð stöðugur, en sjófrysting farið vaxandi. Hlutur heils ísfisks er að verða að engu, en góður vöxtur er í framleiðslu

ferskra þorsklaka. Árið 1999 var 43% af þorski saltað, 27% var fryst í landi, 21% fryst á sjó, 4% flakað ferskt og 3% ísað heilt.



Mynd 2.8.2 – Ráðstöfun þorskafla af Íslandsmiðum 1990-1999. (Mynd Alda Möller, 2001).

Vöxturinn í framleiðslu ferskra þorsklaka er svokallaður flugfiskur. Fiskur er fluttur með miklum hraða í gegnum veiðar, vinnslu og í flug beint á markað til neytenda. Mjög gott verð fæst í þessari vinnslu, enda afurðirnar mjög ferskar og flutningurinn kostnaðarsamur. Vöxtur þessarar vinnslu hefur verið hvað mestur í þorski, en hlutur þorsks í þessari framleiðslu var 17% árið 1990 en 38% 1999 og magnið tífaldaðist á þessu tímabili (Útvegur, 1999).

Árið 1999 var þorskur 17% af heildarútflutningi sjávarfangs í magni, en 42% í verðmætum. Magnið hafði vaxið úr 12% heildarútflutnings og verðmætið úr 26% miðað við árið 1996, enda fór þorskaflinn úr 204 þúsund tonnum 1996 í rúm 260 þúsund tonn 1999 (Útvegur, 1999).

Alls voru flutt út tæp 118 þúsund tonn af þorskafurðum 1999, sem voru að söluverðmæti 41,5 milljarðar króna (FOB). Í töflu 2.8.1 má sjá heildarmagn og verðmæti útfluttra þorskafurða 1999 eftir afurðaflokkum. Blautverkaður saltfiskur skipaði þar stærstan sess með um 32% af heildarverðmætum útfluttra þorskafurða. Næst á eftir komu landfryst flök með um 22% af verðmætum og sjófryst flök með um

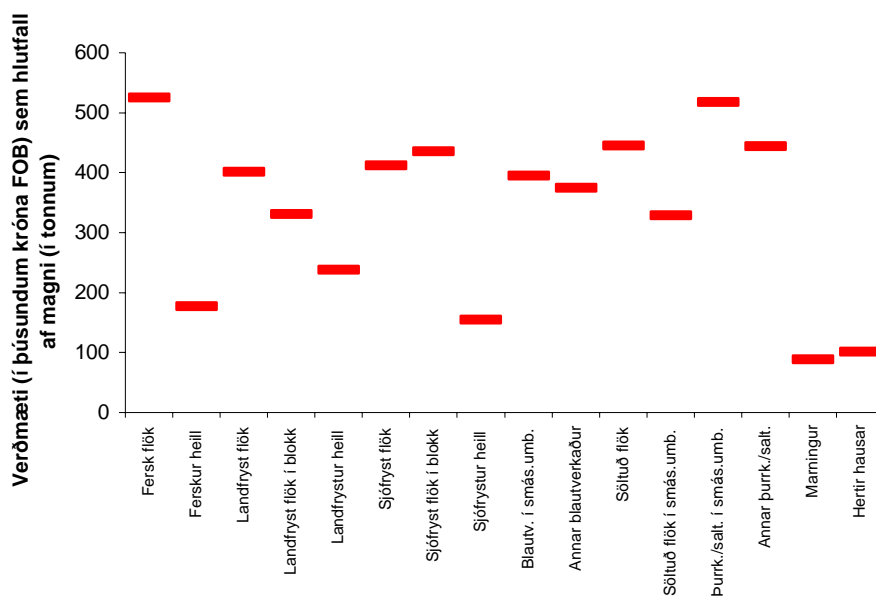
19% af verðmætum. Söltuð flök eru með 7% verðmæta og fersk flök og landfryst flök í blokk eru með 6% af verðmætum hvort.

Tafla 2.8.1 – Magn og verð ásamt hlutfalli útflutts þorsks 1999 eftir afurðaflokkum (Útvegur, 1999).

Afurðarflokkur	Tonn		Þús.kr.(FOB)	
Fersk flök	4.940	4%	2.592.268	6%
Ferskur heill	6.801	6%	1.206.280	3%
Landfryst flök	23.106	20%	9.267.602	22%
Landfryst flök í blokk	7.515	6%	2.489.517	6%
Landfrystur heill	137	0%	32.674	0%
Sjófryst flök	19.040	16%	7.839.215	19%
Sjófryst flök í blokk	665	1%	289.345	1%
Sjófrystur heill	392	0%	60.794	0%
Blautverkaður í smásöluumbúðum	0	0%	24	0%
Annar blautverkaður	35.698	30%	13.390.282	32%
Söltuð flök	6.752	6%	3.008.780	7%
Söltuð flök í smásöluumbúðum	13	0%	4.412	0%
Þurrkaður/saltaður í smásöluumbúðum	0	0%	10	0%
Annar þurrkaður/saltaður	317	0%	140.841	0%
Þorskmarningur	3.102	3%	275.082	1%
Hertir þorskhausar	9.428	8%	957.399	2%
Þorskur samtals	117.907		41.554.527	

Hlutfallið milli magns og verðmæta er mjög ólíkt milli þessara afurðaflokka eins og sést á mynd 2.8.3. Verðmætustu afurðirnar miðað við magn eru fersk flök með u.þ.b. 525 þúsund krónur (FOB) fyrir hvert tonn og þurrkaður eða saltaður þorskur í smásöluumbúðum með um 518 þúsund krónur fyrir tonnið. Blautverkaður þorskur gaf um 375 þúsund krónur fyrir hvert tonn, landfryst flök rúmar 400 þúsund krónur fyrir tonnið og sjófryst flök 412 þúsund krónur tonnið.

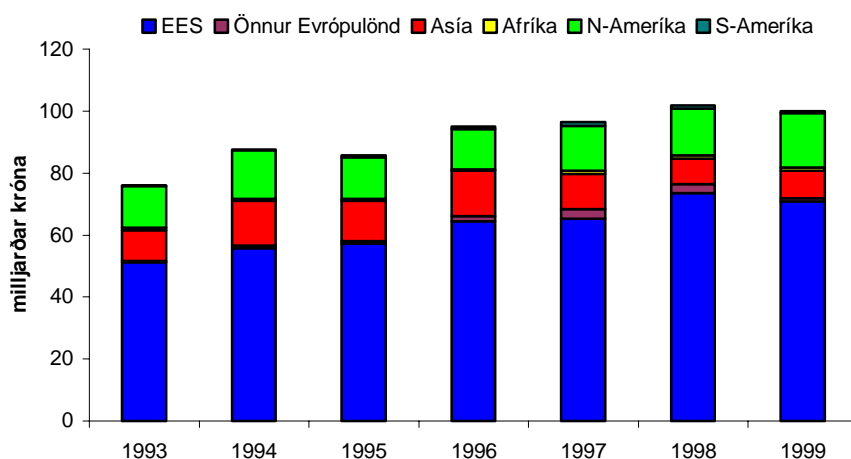
Verðminnstu afurðirnar miðað við magn voru marningur með 89 þúsund krónur fyrir tonnið og hertir hausar með 102 þúsund krónur tonnið. Einnig fékkst lágt verð fyrir sjófrystan heilan og ferskan heilan þorsk.



Mynd 2.8.3 – Hlutfallið milli verðmæta og magns af útfluttum þorski 1999 eftir afurðaflokkum.

2.8.2 Markaðir

Mikilvægasta markaðssvæði fyrir íslenskar sjávarafurðir er EES-svæðið eins og sést á mynd 2.8.4. Árið 1999 fóru sjávarafurðir fyrir um 71 milljarð króna til EES eða um 71% af heildarútflutningi þeirra. Þar af fóru um 24% allra sjávarafurða til Bretlands. Næst mikilvægasta markaðssvæðið er Norður-Ameríka með u.þ.b. 18% af útflutningsverðmætum 1999. Asía er einnig mjög mikilvægt markaðssvæði, en þangað fóru um 9% af útflutningsverðmætum 1999.



Mynd 2.8.4 – Verðmæti útfluttra sjávarafurða frá Íslandi eftir markaðssvæðum (Mynd Alda Möller 2001).

Auk Bretlands voru Frakkland, Spánn, Portúgal og Þýskaland mikilvægustu markaðslöndin innan EES-svæðisins, en árið 1999 seldu Íslendingar svipað magn til þeirra allra eða milli 6,5-7,0 milljarðar (Alda Möller, 2001).

Markaðir fyrir íslenskar þorskafurðir eru einna helst Bandaríkin og Bretland fyrir fryst flök, Spánn og Portúgal fyrir saltfisk, Bretland fyrir ísaðan þorsk og Bretland og Bandaríkin fyrir fersk flök.

Sé litið á verðmæti útflutnings þorskafurða 1999 þá fóru 75% frystra flaka til ESB, þar af um 22% til Bretlands, en 25% fóru til Bandaríkjanna. Útflutningur landfrystra afurða hefur minnkað umtalsvert til Bandaríkjamarkaðar síðustu ár, en útflutningur til Evrópu hefur aukist. Útflutningur á sjófrystum botnfiskflökum er hins vegar nokkuð stöðugur til Bandaríkjamarkaðar. Framleiðsla og útflutningur flakablokkar úr þorski hefur minnkað umtalsvert og er flakablokkinn nú innan við 10% af heildarframleiðslu. Í stað blokkarinnar sem er iðnaðarvara hefur komið útflutningur á frystum flökum sem oftast er neytendavara (Alda Möller, 2001).

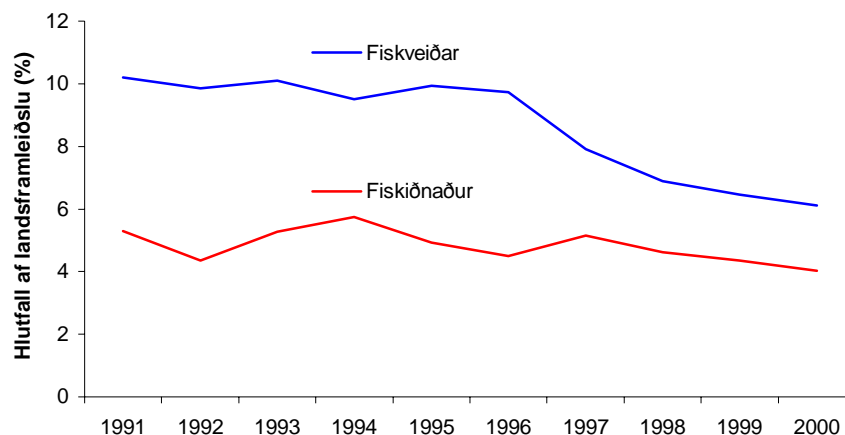
Þorskur er langmikilvægast tegundin á heimsmarkaði fyrir saltfisk og það sama gildir að sjálfsögðu á Íslandi. Saltaður þorskur fer nær allur til Suður-Evrópu, þar af flattur mest til Portúgals eða um 45% flatts fisks, en um 75% saltfiskflaka fara til Spánar. Á síðustu árum hafa markaðir í Suður-Ameríku aftur orðið samkeppnishæfir fyrir ódýrari afurðir.

Útflutningur á ferskum flökum með flugi er mjög háður örfáum mörkuðum, helst Bretlandsmarkaði og Bandaríkjamarkaði. Um 46% ferskra flaka fara til Bretlands, 33% til Bandaríkjanna og um 20% til annarra ESB-ríkja en Bretlands. Ísaður fiskur fer allur til Bretlands (Alda Möller, 2001).

2.9 Þorskur í þjóðarbúskapnum

Þorskur hefur verið langmikilvægasta fisktegund í þjóðarbúskap Íslendinga allt frá því að land byggðist. Strax á 13. öld voru útlendingar farnir að veiða hann við strendur Íslands og byrjuðu Englendingar, Frakkar og Portúgalir að stunda þorskveiðar við Ísland af fullum krafti á 16. öldinni. Íslendingar hafa háð mörg þorskastríð til að fá lögsögu yfir þessum miklu miðum, síðast fyrir um 25 árum þegar fiskveiðilögsagan var færð út í 200 sjómíllur (Sigfús A. Schopka, 1996).

Hluttur fiskveiða og fiskiðnaðar í landsframleiðslu hefur farið minnkandi undanfarin ár eins og sést á mynd 2.9.1. Fiskveiðar eru stærri hluti landsframleiðslunnar en fiskiðnaður, en bilið milli þessara greina hefur minnkað umtalsvert á síðustu árum. Um rúm 10% landsframleiðslunnar 1999 mátti rekja beint til sjávarútvegs og hafði sú tala minnkað úr 15,5% síðan 1990. En séu óbein áhrif sjávarútvegsins á aðrar atvinnugreinar tekin með verður hlutfallið eflaust mun hærra og án sjávarútvegsins myndu líf skjör landsmanna vera allt önnur og miklu lakari en þau eru (Ragnar Árnason, 1995).

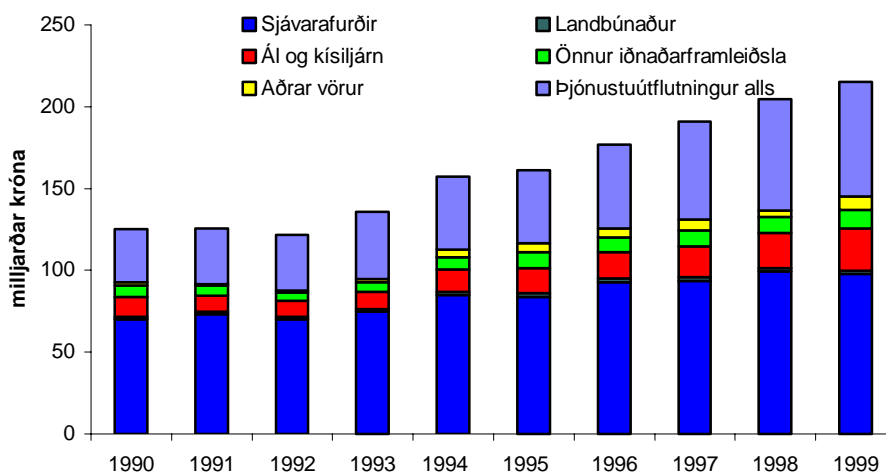


Mynd 2.9.1 – Hluttur fiskveiða og fiskiðnaðar af landsframleiðslu 1991-2000. Árin 1998-2000 eru spá (Þjóðhagsstofnun, 2001b).

Útflutningstekjur af sjávarafurðum 1999 voru tæpir 98 milljarðar króna og hafa tekjurnar vaxið úr tæpum 70 milljörðum árið 1992 eins og sést á mynd 2.9.2. Hins vegar hefur hlutfall sjávarafurða af heildarútflutningstekjum farið minnkandi úr

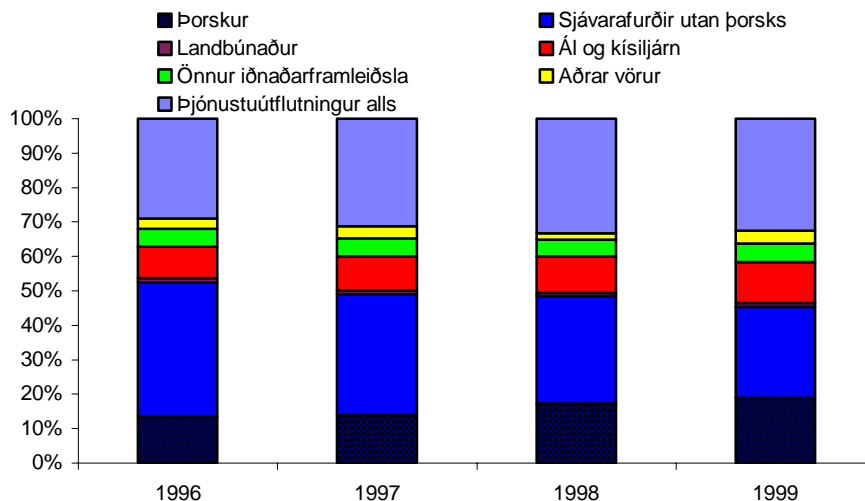
rúmum 58% árið 1991 í 45,4% árið 1999. Sjávarafurðir eru engu að síður stærsti einstaki hluti heildarútflutningstekna þjóðarinnar og langstærsti hluti vöruútflutningstekna. Hlutfall sjávarafurða í vöruútflutningstekjum árið 1999 var í sögulegu lágmarki í 67% og hefur minnkað úr 80% síðan árið 1991. Útflutningur sjávarafurða dróst saman um 3% árið 2000 samanborið við árið áður og er búist við 3,5% samdrætti í útflutningi sjávarafurða árið 2001 miðað við árið 2000 (Þjóðhagsstofnun, 2001).

Mikill vöxtur hefur verið í heildarútflutningstekjum á undanförunum árum og hefur útflutningur þjónustu meira en tvöfaldast að magni á síðustu 10 árum, vaxið úr 32 milljörðum í 70 milljarða. Hlutfall þjónustuútflutnings var 26% árið 1990, en 33% 1999. Hluttur áls og kísiljárns hefur einnig vaxið talsvert eða úr 7,8% árið 1990 í 11,9% árið 1999.



Mynd 2.9.2 – Útflutningur vöru og þjónustu eftir atvinnugreinum 1990-1999 (Þjóðhagsstofnun, 2001b).

Miðað við hluta sjávarafurða í útflutningstekjum þjóðarinnar og hluta þorsks í útflutningsverðmætum sjávarafurða var hluttur þorsks í gjaldeyriskjum þjóðarinnar 19% árið 1999 og hafði vaxið úr 14% frá árinu 1996, eins og sést á mynd 2.9.3. Mikilvægi þorsks fyrir íslenska þjóðarbúið er því enn mjög mikið þrátt fyrir talsverða minnkun þorskafla til lengri tíma litið og uppgang annarra greina.



Mynd 2.9.3 – Hlutfallsleg skipting útflutnings vöru og þjónustu eftir atvinnugreinum 1996-1999 (Þjóðhagsstofnun). Hluta sjávarútvegs er skipt í þorsk og aðrar sjávarafurðir.

2.10 Breytileiki í hráefnisgæðum þorsks

Kaupendur þorsks geta oft þekkt hvaðan þorskurinn kemur vegna lögunar hans, litar eða lyktar. Út frá þessum eiginleikum geta kaupendur þekkt hvaða möguleika þorskurinn sem þeir kaupa hefur til vinnslu og kjósa kaupendur oft þorsk helst frá ákveðnum svæðum og ákveðnum árstíma. Til dæmis vex þorskur frá Færeyjum hratt og er bústinn, en þorskur frá Bjarnareyjum er magur og er flakanýting hans miklu lægri en í þorski frá Færeyjum (Love, 1976).

Náttúrulega eiginleika fisks má flokka í tegundabundna eiginleika, stærð, efna- og eðliseiginleika, slóghlutfall og innyfli, holdafar og áferð og sníkjudýr (Sigurjón Arason, 2001). Breytileiki þessara eiginleika virðist háður uppruna fisksins, veiðisvæði, árferði og árstíma (Jón Heiðar Ríkharðsson og Rúnar Birgisson, 1996). Þessum eiginleikum er ekki hægt að stýra og eru flestir breytilegir eftir því hvar fiskurinn dvelur og á hvaða stigi hann er í sínum lífsferli. Hver tegund hefur sitt útbreiðslusvæði og göngumynstur og er því hægt að velja, upp að vissu marki, þá tegund og stærð sem óskað er eftir með veiðisvæði, veiðitímabili og veiðarfæri. Hvert veiðarfæri hefur sína kjörhæfni og er hægt að velja tegundir og stærðir með breytilegum möskvum, önglum, beitu og dýpi.

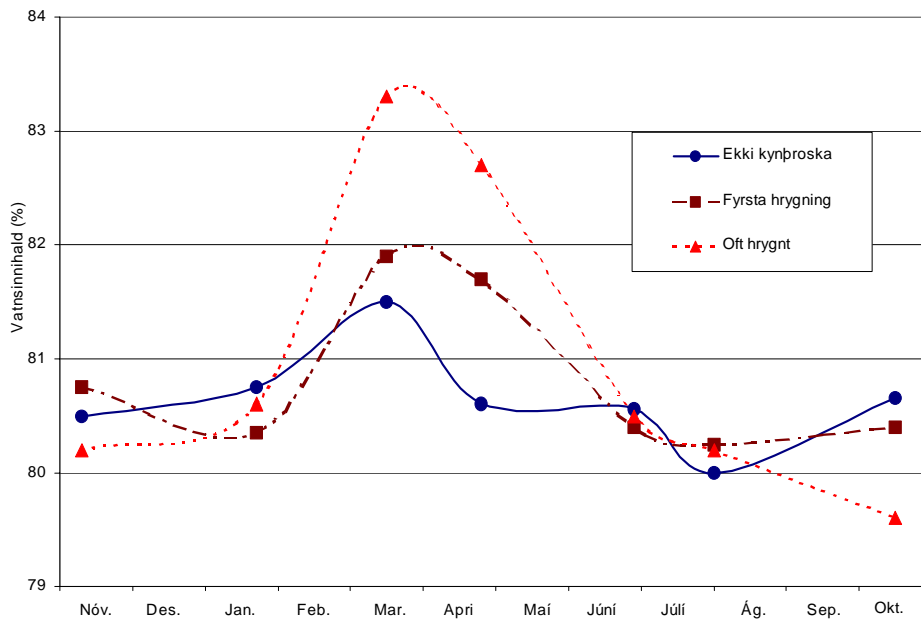
Aldursdreifing fisks getur einnig verið mjög breytileg eftir veiðisvæðum, enda hafa margar tegundir aðra uppeldisslóð en hrygningarslóð. Eins og fram hefur komið er megin hrygningarsvæði þorsks sunnan Íslands, en megin uppeldissvæði norðan Íslands.

2.10.1 Efnasamsetning og eðliseiginleikar

Bæði innlendar og erlendar rannsóknir sýna að talsverður breytileiki er í efnasamsetningu þorskhólds milli árstíma og að það hefur mikil áhrif á áferð þorskvöðvans (Dambergs, 1964; Sólveig Ingólfssdóttir, 1996; Jón Heiðar Ríkharðsson og Rúnar Birgisson, 1996; Sigurjón Arason, 2001). Árstíðabundnar breytingar verða m.a. á sýrustigi, vatnsinnihaldi, próteinsamsetningu, fituinnihaldi og ýmsu fleiru. Þetta hefur umtalsverð áhrif á hráefnisgæði fisksins og koma áhrifin m.a. fram í losi, áferð, útliti, bragði og holdafari hans (Love, 1988; Sólveig Ingólfssdóttir, 1996).

Breytingarnar eru mestar í kringum hrygningartímabilið, en einnig í tengslum við framboð fæðu. Prótein og fita minnkar í þorskhöldinu seinni hluta vetrar og um leið eykst hlutfall vatns. Snemma sumars, eftir hrygningu, ganga þessar breytingar yfirleitt til baka. Orsök þessara breytinga eru að öllum líkindum þær helstar að við uppbyggingu hrognna eða svilja notar þorskur að hluta til byggingarefni frá sínu eigin holdi. Einnig getur þó breytt fæðuframboð orsakað hluta þessara breytinga (Dambergs, 1964; Love, 1979; Eliassen og Vahl, 1982; Solberg o.fl, 2000).

Vatnsinnihald þorsks er breytilegt eftir árstímum eins og sést á mynd 2.10.1, og eru breytingarnar sérstaklega áberandi hjá eldri þorski. Breytingar eru mestar um hrygninguna eins og áður hefur komið fram, og virðist sem gangi meira á hold eldri þorsks við hrognna- eða sviljaframleiðslu. Þetta er í samræmi við það að stærri þorskur framleiðir mun fleiri hrogn en minni þorskur. Eldri þorskur verður því mjög horaður eftir hrygningu og gefur lítið af sér í afurðir á þeim tíma.

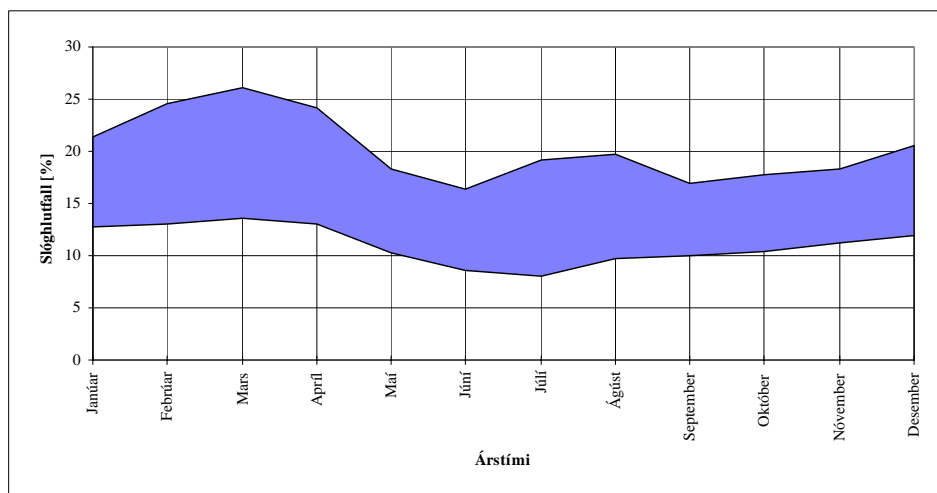


Mynd 2.10.1 – Árstíðabundnar breytingar í vatnsinnihaldi þorsks (Love, 1988).

2.10.2 Slóghlutfall og innyfli

Breytileiki í slóghlutfalli og innyflum er að mestu háður hrygningu fisksins, en einnig öðrum þáttum eins og holdafari, stærð hans, æti og fleiru (Jón Heiðar Ríkharðsson, 1992; Rúnar Birgisson og Halldór Pétur Þorsteinsson, 1997). Hrogn og svil vaxa úr því að vera nánast ekki neitt í það að vera í sumum tilfellum tiltölulega stórt hlutfall þyngdar þorsksins. Þorskur getur verið lengi í sveltí og svo þegar hann kemst í æti belgir hann sig út af fæðu. Einnig geta lifur og önnur innyfli verið mjög misstór eftir ástandi og umhverfi fisksins.

Á mynd 2.10.2 sést árstíðabundinn breytileiki í slóghlutfalli þorsks úr rannsókn Jóns Heiðars Ríkharðssonar (1992). Þar sést að slóghlutfall var hæst rétt fyrir hrygningu, í mars, en lægst strax eftir hrygningu, í júní. Í rannsókninni kom fram breytileiki í slóghlutfalli milli veiðisvæða, ára og árstíma.



Mynd 2.10.2 – Árstíðabundnar breytingar í slóghlutfalli þorsks.
(Mynd Jón Heiðar Ríkhartsson, 1992).

2.10.3 Dauðastirðnun

Eftir dauða verða flóknar breytingar á vöðvum fisks og er dauðastirðnun afleiðing þeirra. Dauðastirðnun stafar af samdrætti í vöðvum vegna efnahvarfa. Þegar fiskur deyr er orka enn í vöðvum hans, en súrefni hættir að streyma í þá. Orkan klárast smám saman, því orku þarf til að halda vöðvum í slökun. Við orkuþurrð dragast vöðvar saman og læsast (Jónas Bjarnason og Sigurjón Arason, 1998).

Næringarástand, þreyta eða álag fyrir dauða og hitastig eftir dauða hafa áhrif á hraða, styrkleika og endingu dauðastirðnunar. Dauðastirðnun varir í mjög mislangan tíma eftir ástandi og meðferð fisks. Fiskur sem veiðist í botnvörpu fer t.d. almennt fljótt í gegnum dauðastirðnun, enda hefur hann eytt mikilli orku í sund og sprikl vegna veiðanna. Smár fiskur fer fyrr í dauðastirðnun en stór og losnar einnig fyrr úr henni. En fiskur í miklu æti fer almennt seint í dauðastirðnun og losnar seint úr henni. Heill fiskur stífnar án þess að breyta um lögun við dauðastirðnun, en flök eða stykki dragast saman ef þau eru laus frá beinagrind.

Þorskur sem geymdur er við 30 °C fer mjög fljótt í dauðastirðnun og losnar fljótt úr henni. Hins vegar verður dauðastirðnunin mun harkalegri og er líklegri til að hafa slæm áhrif á vinnslu- og afurðagæði. Í töflu 2.10.1 sést upphaf og endalok dauðastirðnunar í þorski við breytilegt hitastig.

Tafla 2.10.1 – Upphaf og endalok dauðastirðnunar eftir dauða hjá þorski við misjafnt hitastig (Jónas Bjarnason og Sigurjón Arason, 1998).

Geymsluhiti	Upphaf (klst)	Endalok (klst)
30 °C	0,5	1-2
10-12 °C	1	20-30
0 °C	2-8	20-65
Frysting	Misjafnt eftir hitastigi	1 eða fleiri mánuðir

2.10.4 Los

Los kemur gjarnan ekki fram í holdi fisks fyrr en eftir að fiskur hefur verið unninn. Losið hefur afgerandi áhrif á hversu verðmætar afurðir hægt er að framleiða úr hráefninu og er losmikill fiskur yfirleitt ónothæfur í lausfrysta bita og flök. Vinnsluhæfni fisks er gjarnan skipt í þrjá flokka eftir losi: hæft í vélflökun, hæft í handflökun en ekki vélflökun og einungis hæft í marning (Jón Heiðar Ríkharðsson og Rúnar Birgisson, 1996).

Lækkun sýrustigs í þorskvöðva veldur því að los verður meira. Sýrustig ræðst fyrst og fremst af mjólkursýrumyndun í holdi fisksins, en mjólkursýra í holdinu eykst t.d. við mikið erfiði eða vegna streitu (t.d. við veiðar) og þegar þorskur hefur verið í miklu æti (Love, 1979).

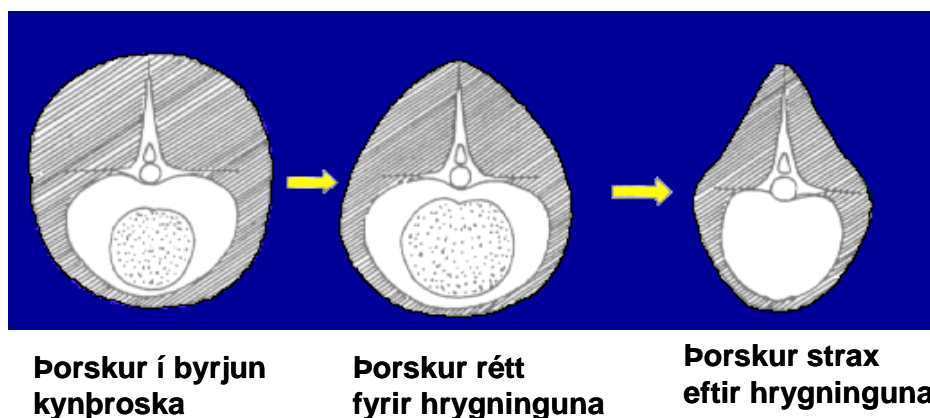
Hærra hitastig á meðan dauðastirðnun stendur yfir leiðir til þess að fiskur verður lausari í sér. Einnig getur allt hnjask sem fiskur verður fyrir áður en meðhöndlun hefst aukið los. Fiskhold sem fer að skemmast vegna gerlamyndunar verður einnig lausara í sér. Los ræðst því bæði af náttúrulegum eiginleikum og umhverfi, veiðum, geymslu og meðferð aflans. Einnig er talið að los minnki með hækkandi aldri fisks (Sigurjón Arason, 2001).

Los í þorskhaldi er mest um eða eftir hrygningartímamann, og einnig virðist fiskur sem hefur verið í miklu æti eða miklum vexti vera laus í sér (Sólveig Ingólfssdóttir, 1996; Björn Björnsson og Soffía Vala Tryggvadóttir, 2001). Eftir hrygningu fer þorskur að vinna upp vöðvatap með því að leita í æti og er þorskur gjarnan mjög laus í sér í apríl, maí og júní.

2.10.5 Holdafar

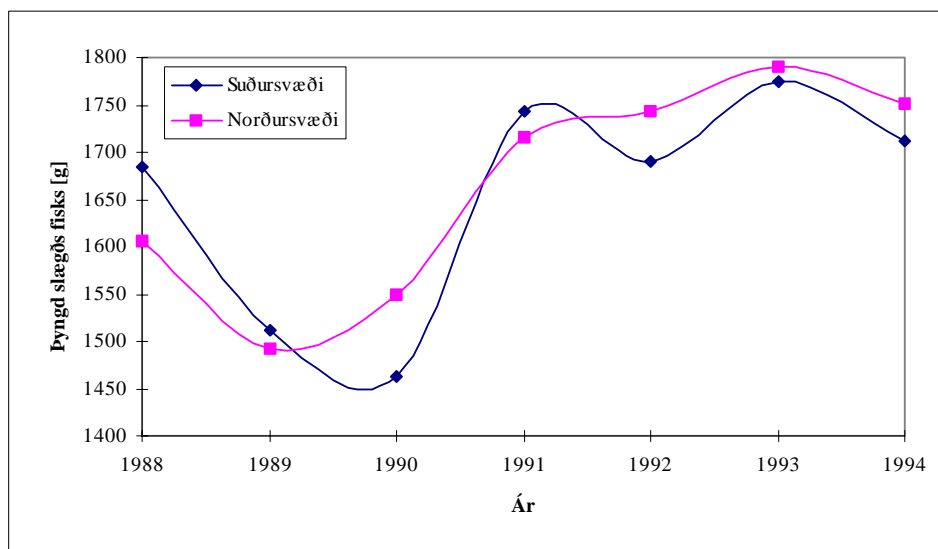
Eins og fram hefur komið minnkar prótein og fita í þorskholdinu seinni hluta vetrar og hlutfall vatns eykst. Þessar breytingar ganga yfirleitt til baka eftir hrygninguna og er orsökina að öllum líkindum að þorskur notar að hluta til byggingarefni frá sínu eigin holdi við uppbyggingu hrognna eða svilja. Þetta er sérstaklega áberandi hjá eldri þorski og er hann því oft mjög horaður eftir hrygningu og gefur lítið af sér í afurðir.

Á mynd 2.10.3 er sýnt dæmi um hvernig hold þorsks getur breyst milli árstíma. Eftir hrygningu er þorskur í æti og byggir upp hold allt þar til hann fer að hefja vöxt hrognna eða svilja. Þorskur eyðir mikilli orku í þroska kynfæra og gengur þá smám saman á holdið.



Mynd 2.10.3 – Dæmi um breytingar í holdafari þorsks. (Mynd Sigurjón Arason, 2001).

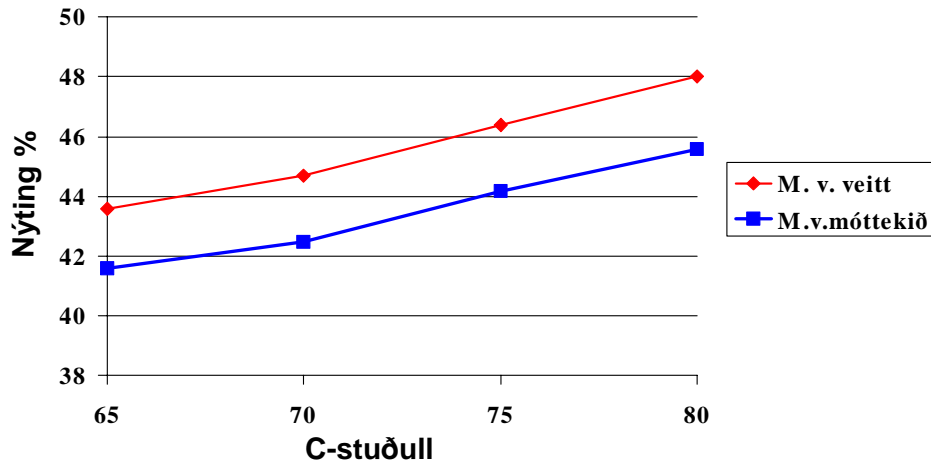
Einnig getur holdafar verið talsvert breytilegt milli ára. Meðalþyngd 60 cm þorsks úr stofnmælingum Hafrannsóknastofnunarinnar er oft mjög breytileg milli ára eins og sést á mynd 2.10.4. Á þessu tímabili sem sýnt er á myndinni er yfir 300 g munur á meðalþyngd þorsks milli ára og einnig nokkur munur á norður- og suðursvæðum.



Mynd 2.10.4 – Breyting í meðalþyngd 60 cm þorsks úr togararöllum Hafrannsóknastofnunarinnar 1988-1994. (Mynd Jón Heiðar Ríkharðsson og Rúnar Birgisson, 1996).

Sýnt hefur verið fram á það að holdafar þorsks getur verið mjög breytilegt eftir tímabilum og veiðisvæðum og getur þar munað talsverðu (Love, 1976; Love, 1988; Jón Heiðar Ríkharðsson og Rúnar Birgisson, 1996; Rúnar Birgisson og Halldór Pétur Þorsteinsson, 1997). Þannig getur holdastuðull (Condition factor (Fulton, 1903)), sem ræðst af lengd og þyngd fisks, verið mjög breytilegur milli ára. Holdastuðull er skilgreindur sem hlutfallið milli þyngdar og lengdar í þriðja veldi ($C = 100 * \text{þyngd} / \text{lengd}^3$). Hann er því í raun mælikvarði á lögun fisksins og er gert ráð fyrir því að tveir fiskar af misjafnri stærð, en með sama holdafarstuðul, séu eins í laginu (Rúnar Birgisson og Halldór Pétur Þorsteinsson, 1997).

Í rannsóknum í Noregi hefur fengist betri nýting fyrir fisk með hærri holdastuðul, sbr. mynd 2.10.5, og sýna íslenskar mælingar sömu niðurstöðu (Jón Heiðar Ríkharðsson og Rúnar Birgisson, 1996; Sigurjón Arason, 2001).



Mynd 2.10.5 – Samband holdastuðuls ($C = 100 * \text{þyngd} / \text{lengd}^3$) og flakanýtingar úr rannsóknum í Noregi. (Mynd Sigurjón Arason, 2001).

Ástæður þess að þorskur er misholdugur í náttúrunni eru því ýmsar. Breytingar vegna hrygningar hafa vissulega áhrif, en einnig gætu aðrir þættir haft mikið að segja. Sveiflur vegna ætis- og hrygningagangna gætu haft mikið að segja um holdafar fisksins, eins sveiflur í framboði ætis eða hitastigi milli ára. Samspil stofna og tegunda skiptir miklu máli og gæti ástand annarra tegunda (t.d. afræningja, samkeppnistegunda eða fæðu) haft mikið að segja um holdafar fisks. Einnig gæti hugsanlega skipt sköpum hvernig árar á tvísýnum lífstíma einstaklingsins, t.d. þegar kviðpokastigi lýkur.

Staðfest hefur verið tilvist staðbundinna smástofna þorsks inni á fjörðum og gætu aðstæður þeirra til vaxtar og uppbyggingu holds verið óvenju hagstæðar eða óhagstæðar. Ef um slíka stofna er að ræða gæti erfðablöndun við aðra þorska verið lítil og því gæti óvenju góð eða slæm vaxtargeta verið bundin í erfðir þeirra stofna.

Eins og fram hefur komið eignast stórar hrygnur stærri og lífvænlegri afkvæmi en minni þorskar. Þetta gæti einnig átt við um holdafar þorsks og að stórir þorskar eignist ekki bara lífvænlegri afkvæmi heldur einnig holdmeiri afkvæmi.

3 Efniviður og aðferðir

Eins og fram hefur komið var markmið þessarar rannsóknar að kanna samband holdafars og flakanýtingar hjá þorski og að kanna breytileika í holdafari þorsks og nýtingastuðlum hans eftir tímabilum og veiðisvæðum.

Til að ná þessum markmiðum voru gerðar þrjár rannsóknir. Til að rannsaka samband holdafars og nýtingar voru gerðar mælingar á holdafari þorsks og flakanýtingu hans í vinnslulínu hjá Haraldi Böðvarssyni hf. á Akranesi. Til að kanna breytileika í holdafari voru gögn frá Hafrannsóknastofnuninni, úr stofnmælingum þeirra að hausti og vori, rannsökuð. Nýtingarmælingar sjómanna vinnsluskipa voru notaðar til að kanna breytileika í flakanýtingu, en þær eru í vörslu Fiskistofu.

3.1 Um holdafar

Þorskur er í mjög misgóðum holdum í náttúrunni. Mælikvarði á holdafar felur í sér að bera saman mismunandi þyngd fisks af sömu lengd. Hingað til hefur Holdastuðull verið mikið notaður (jafna 1) ásamt því að reikna meðalþyngdir lengdar- eða aldursflokka. Einnig mætti hugsa sér að nota einhverskonar mælingar á lögun fisksins eða mælingar á hlutfallslegu magni vöðva, sem hvoru tveggja eru talsvert flóknari leiðir að sama markmiði. Lykilatriði er að mælikvarðinn sé einfaldur svo auðvelt sé að áætla flakanýtingu út frá einföldum mælingum.

Jafna 1 – Holdastuðull (C)⁸

$$C = 100 * \frac{\text{þyngd}}{\text{lengd}^3}$$

Holdastuðull er nokkuð háður lengd fisksins því fiskur vex ekki eins og kassi, þ.e. í þriðja veldi, og er sá mælikvarði því ekki góður til að bera saman fisk af ólíkri stærð.

⁸ Holdastuðull (C) var áður K-stuðull.

Það að nota meðalþyngd lengdar- eða aldursflokka getur verið gott, t.d. til að bera saman meðalþyngdir milli svæða eða tímabila.

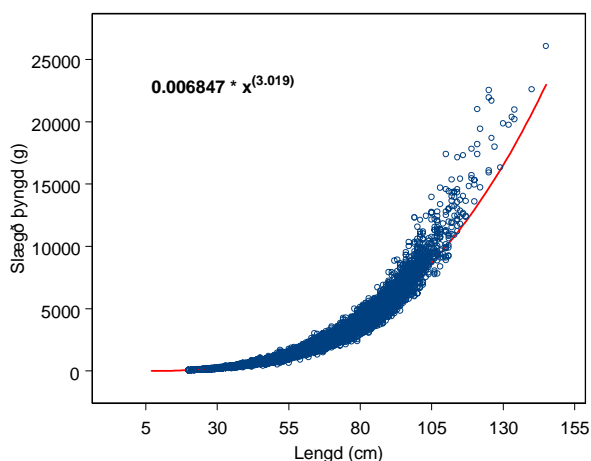
Í þessari rannsókn verður hins vegar farin sú leið að meta holdafar fisks sem hlutfallslegt frávik þyngdar fisksins frá lengdarþyngdarsambandi (\hat{w}), sbr. jafna 2. Holdafar er því metið á þann hátt að holdafar er sambærilegt hjá þorski af allri stærð.

Jafna 2 - Holdafar

$$\text{Holdafar} = \frac{w}{\hat{w}}$$

Talsverður breytileiki er í hlutfalli slógs (Jón Heiðar Ríkharðsson, 1992; Rúnar Birgisson og Halldór Pétur Þorsteinsson, 1997) hjá þorski vegna breytilegrar lifrarþyngdar, mismikils magainnihalds og vegna þroska hroгна og svilja. Til að útiloka breytileika vegna slógs var því eingöngu stuðst við slægða þyngd þorsks í rannsókninni.

Lengdarþyngdarsamband slægðs þorsks var metið úr stofnmælingum botnfiska að vori og hausti frá árunum 1997-2001 (mynd 3.1.1). Sambandið er $0,006847 * \text{lengd}^{3,019}$ og er holdafar allra þroska í rannsókninni því metið samkvæmt því.



Mynd 3.1.1 - Lengdarþyngdarsamband slægðs þorsks úr stofnmælingum Hafrannsóknastofnunarinnar að vori og hausti 1997 - 2001.

Jafna 3 – Mat á holdafari hvers þorsks í rannsókninni

$$\text{Holdafar}_i = \frac{W_i}{0,006847 * \text{lengdi}^{3,019}}$$

Lengdarþyngdarsambandið sýnir að stærsti þorskurinn er í flestum tilfellum ofan við lengdarþyngdarsambandið og því með hátt holdafar. Þetta bendir til þess að þorskur hægi á einhverjum tímapunkti á lengdarvexti sínum án þess að hægja jafn mikið á þyngdarvexti sínum. Það er í samræmi við rannsóknir Ástu Guðmundsdóttur og Björns Ævarr Steinarssonar (1997) á ufsa.

3.2 Samband holdafars og flakanýtingar

Samband holdafars og nýtingar var kannað í febrúar og mars 2001 hjá Haraldi Böðvarssyni hf. á Akranesi. Farið var í þrjár ferðir, þann 20. febrúar, 27. febrúar og 6. mars. Markmið rannsóknarinnar var að kanna hvort finna mætti samband milli holdafars og nýtingar með einföldum mælingum.

3.2.1 Efniviður

Í fyrstu ferð voru 27 þorskar rannsakaðir sem veiddir höfðu verið þann 15. febrúar í botnvörpu af ísfisktogaranum Sturlaugi H. Böðvarssyni (AK 10). Í annarri ferð voru alls 46 þorskar rannsakaðir, sem veiddir höfðu verið af sama skipi þann 22. febrúar. veiðisvæði var í báðum tilfellum við Látragrunn vestur af Breiðafirði. Í þriðju ferð voru rannsakaðir 80 þorskar sem fengnir höfðu verið frá smábátum úr Sandgerði. Sá þorskur var veiddur þann 1. og 2. mars á línu. Fiskurinn hafði í öllum tilfellum verið blóðgaður og slægður um borð í skipi og settur á ís.



Mynd 3.2.1 - Sturlaugur H. Böðvarsson AK-10 (Heimasíða Haraldar Böðvarssonar hf.).



Mynd 3.2.2 - Þorskur sem fenginn var frá smábátum úr Sandgerði.

3.2.2 Aðferðir

Rannsóknin fór þannig fram að hver fiskur var lengdar- og þyngdarmældur heill og því næst handhausaður. Hausað var líkt og í saltfiskvinnslu þannig að klumba og hnakki fylgdu bók fisksins og þar með flakinu en ekki hausnum. Þegar hausað er á þennan hátt minnkar breytileiki í hlutfallslegri þyngd hauss vegna hausunarinnar sjálfrar, en þegar klumba og hnakki fylgja hausnum er hætt við því að hausunin sjálf valdi meiri mæliskekkju.



Mynd 3.2.3 - Þorskur eftir hausun.



Mynd 3.2.4 - Hausar úr rannsókninni. Á myndinni sést greinilega hvernig var hausað þannig að klumba og hnakki fylgdu bók fisksins og þar með flakinu en ekki hausnum.

Eftir að hausinn hafði verið veginn var fiskurinn flakaður í Baader 184 flökunarvél, en hvorki beinhreinsaður né roðflettur. Að lokum voru flökin vegin. Nákvæmni í lengdarmælingum var 0,5 cm og 0,5 g í þyngdarmælingum. Allar niðurstöður voru skráðar á þar til gert mæliblað ásamt upplýsingum um veiðarfæri, veiðiskip, veiðidag og dagsetningu rannsóknar. Allar mælingar voru einstaklingsmælingar og mælingum fyrir hvern einstakan þorsk var haldið saman fyrir úrvinnslu.



Mynd 3.2.5 - Flök úr rannsókninni. Á myndinni sést vel að klumba og hnakkastykki fylgja flakinu.

3.2.3 Úrvinnsla

Flakanýting (η) var reiknuð sem hlutfallið milli þyngdar flaka og slægðar þyngdar (jafna 4). Haushlutfall var reiknað sem hlutfallið milli hausþyngdar og slægðar þyngdar (jafna 5) og holdafar var eins og áður sagði hlutfallsleg fjarlægð þyngdar frá lengdarþyngdarsambandi (jafna 3).

Jafna 4 – Flakanýting.

$$\eta_i = \frac{\text{flakaþyngd}_i}{w_i}$$

Jafna 5 – Hlutfall hauss.

$$\text{Haushlutfall}_i = \frac{\text{hausþyngd}_i}{w_i}$$

Til að kanna samband milli mældra breyta voru gerðar aðhvarfsgreiningar. Í samræmi við markmið rannsóknarinnar var gerð aðhvarfsgreining á sambandinu milli holdafars og flakanýtingar, en einnig voru gerðar aðhvarfsgreiningar á sambandi annarra breyta sem mældar voru, s.s. lengdar og holdafars, lengdar og flakanýtingar, lengdar og haushlutfalls, haushlutfalls og flakanýtingar og haushlutfalls og holdafars. Öll úrvinnsla fór fram í tölfræðiforritinu S-PLUS 2000 Professional.

3.3 Breytileiki í holdafari þorsks

Hafrannsóknastofnunin framkvæmir árlega stofnmælingar á botnfiskum með botnvörpu, eða svokölluð togararöll, bæði að vori og að hausti. Þar er farið umhverfis Ísland og togað á fyrirfram skilgreindum stöðvum. Togað er á sömu stöðvum ár eftir ár, alltaf með samskonar veiðarfæri, sama toghraða og með sömu tog lengd.

Meginmarkmið togararalla er að meta stærð botnlægra fiskistofna, einkum þorsks, til að treysta vísindalegan grundvöll fiskveiðistjórnunar (Eiríkur Þ. Einarsson, Gunnar Jónsson og Konráð Þórisson, 2000). Farið hefur verið í vorrall frá árinu 1983, en fyrst var farið í haustrall árið 1996. Vorrall, sem einnig gengur undir nafninu stofnmæling botnfiska í mars, er framkvæmt í mars eins og nafnið gefur til kynna, en lagt er af stað í haustrall, eða stofnmæling botnfiska að haustlagi, í október.

Í vorröllum er rannsóknarsvæðið íslenska landgrunnið niður að 500 metra botndýpi, en þó ekki Færeyjahryggur síðan 1995. Alls er togað á 533 stöðvum í voröllum, þar af 157 á suðursvæði og 376 á norðursvæði. Rannsóknarsvæðið er stærra í hauströllum, eða íslenska landgrunnið niður að 1500 metra dýpi, að því undanskildu að djúpslóð fyrir suðurlandi er sleppt og ekki er farið út fyrir 200 mílna efnahagslögsögu Íslands. Alls er togað á um 300 stöðvum í haustralli.

Veiðarfærin sem notuð eru í togararöllum eru þrjú afbrigði af klæddri⁹ botnvörpu. Í vorralli er notað svokölluð “mars”-gerð af botnvörpu, en “Gulltoppur” er notaður á grunnslóð í haustralli og “Gulltoppur 66.6 m” á djúpslóð í haustralli. Toghraði er 3,8 hnútar og tog lengd 4 sjómíllur með veiðarfærið í botni að vori en 3 sjómíllur með veiðarfærið í botni í haustralli (Ólafur Karvel Pálsson o.fl, 1996; Þorsteinn Sigurðsson o.fl, 1996).

⁹ Botnvarpa með smærri möskva en leyfilegt er í hefðbundnum fiskveiðum.

3.3.1 Skilgreining svæða og tímabila

Markmið þessarar rannsóknar var að kanna breytileika í holdafari þorsks eftir veiðisvæðum og tímabilum. Notaðar voru mælingar úr vorróllum frá 1993-2001, en mælingar frá 1997-2000 úr haustróllum. Nauðsynlegt var að hefja leik með því að skilgreina hvaða tímabil og hvaða veiðisvæði skyldi bera saman.

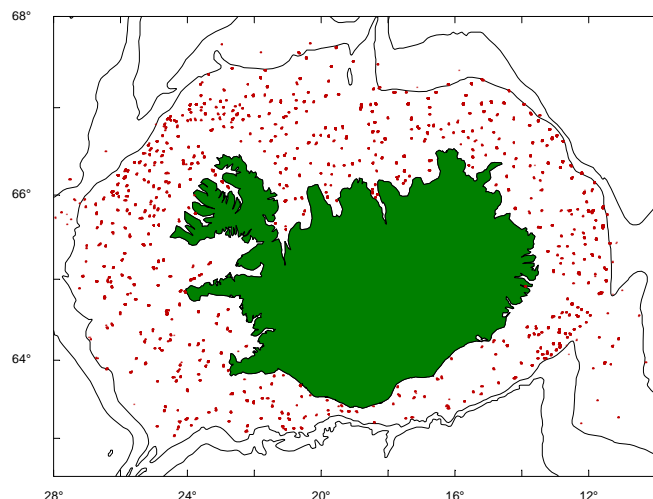
3.3.1.1 Skilgreining tímabila

Eins og fram hefur komið er farið í vorrall í mars og hausrall í október, en engar sambærilegar rannsóknir eru gerðar reglulega á öðrum árstímum. Þess vegna var einungis um tvö tímabil innan árs að ræða, þ.e. vor og haust. Nægilegt þótti að kanna breytileika milli árstíma aftur til ársins 1997 og þar sem ekki hefur verið farið í hausrall þessa árs (2001) verða alls notuð 4 hauströll. Til að kanna breytileika í holdafari eftir árum var farið aftur til ársins 1993 að vori, en 1997 að hausti og breytileiki kannaður allt til ársins 2001 að vori og 2000 að hausti.

3.3.1.2 Skilgreining svæða

Eins og fram hefur komið er útbreiðsla þorsks mest á dýpisbilinu 180-360 m. En tog í togararöllum eru gerð niður að 500 m í vorróllum og 1500 m í haustróllum. Röllin ná því vel öllu útbreiðslusvæði þorsks við Ísland, enda er það markmið togararalla. Á mynd 3.3.1 sjást þær togstöðvar sem þorskur hefur veiðst í þeim togararöllum sem notuð eru í rannsókninni.

Búsvæði þorsksins umhverfis Ísland er langt frá því að vera einsleitt eins og komið hefur fram. Lega Mið-Atlantshafshryggjarins og hryggjarins milli Grænlands, um Ísland og til Færeyja skiptir hafsvæðinu umhverfis Ísland í fjögur megin svæði. Þar sem útbreiðsla og veiðar þorsks ná ekki mikið dýpra en niður að 500 m, markast ytri mörk svæðanna við 500 m dýptarlínu frá Íslandi.



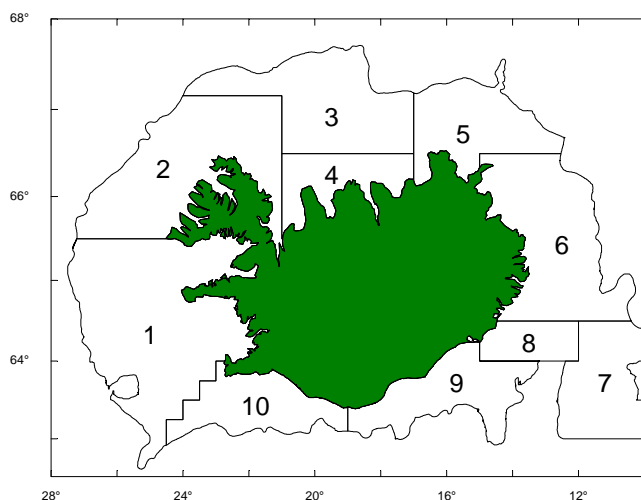
Mynd 3.3.1 – Togstöðvar þar sem þorskur hefur fengist í togararöllum sem notuð eru í rannsókninni. Línurnar tvær tákna 500 m og 1000 m botndýpi.

Svæðaskilgreining verður að taka tillit til hafdjúpsins og botngerðar hvers svæðis, einnig til sjógerða og strauma ásamt fæðuskilyrðum, útbreiðslu, göngum og hrygningarsvæðum tegunda. Þessi vinna hefur verið unnin á Hafrannsóknastofnuninni í tengslum við fjölstofnaverkefnið Bormicon (Gunnar Stefánsson og Ólafur Karvel Pálsson, 1997).

Eftir að tekið var tillit ofangreindra þátta í vinnu Hafrannsóknastofnunarinnar var hafsvæðinu umhverfis Ísland var skipt í þau 10 svæði sem sýnd eru á mynd 3.3.2. Við skilgreiningu á mörkum svæða var tekið tillit til eftirfarandi tegunda: þorsks, ýsu, ufsa, karfa, steinbíts, grálúðu, skarkola, síldar, loðnu, úthafsækju og humars. Þetta er engan veginn afdráttarlaus niðurstaða, en engu að síður fékkst nokkuð góð samsvörun (Gunnar Stefánsson og Ólafur Karvel Pálsson, 1997). Stuðst verður við sömu svæðaskiptingu í þessari rannsókn.

Helstu rökin fyrir skiptingu eru m.a. eftirfarandi: Skipting milli svæða 1 og 2 er nokkurn veginn í samræmi við skiptingu veiðisvæða þorsks vestan Íslands. Einnig getur verið talsverður munur á hitastigi sjávar frá syðri hluta svæðis 1 til nyrðri hluta svæðis 2. Mörkin milli svæða 2 og 3 eru nokkurn veginn í samræmi við útbreiðslu úthafsækju og finnst hún norðan- og austanmegin við línuna, á svæði 3, en nánast ekkert sunnan og vestanmegin, á svæði 2. Eins og fram hefur komið er rækja næstmikilvægasta fæðutegund þorsks. Á þessu svæði liggur einnig hryggurinn frá

Íslandi til Grænlands. Svæði 4 er tiltölulega grunnt svæði þar sem m.a. unþorskur leitar þegar hitastig sjávar lækkar yfir vetrarmánuðina. Skiptingin milli svæða 5 og 6 er vegna Mið-Atlantshafshryggjarins og getur verið mun hlýrri sjór vestanmegin en austan í sumum árum.



Mynd 3.3.2 – Svæðaskipting í fjölstofnaverkefni Hafrannsóknastofnunarinnar.

Hryggurinn milli Íslands og Færeyja liggur í svæðum 7 og 8. Þar eru straumaskil eða mörk hins hlýja Atlantshafssjávar og kalda pólsjávar. Straumskilin eru vitanlega ekki á ákveðnum föstum stað, en eru innan þessara svæða. Í svæði 6 er því kaldur, seltulágur sjór, en í svæði 9 er hlýr selturíkur sjór. Svæði 7 er nokkurs konar tenging landgrunns Íslands við landgrunn Færeyja. Ýmsar dýrategundir lifa við nokkuð vel afmarkað dýpi og getur útbreiðsla þeirra náð um þennan hrygg til Færeyja. Skiptingin milli svæði 9 og 10 er aðallega vegna útbreiðslu humarstofna og mörkin milli svæða 10 og 1 eru vegna Reykjanesshryggjarins (Gunnar Stefánsson og Ólafur Karvel Pálsson, 1997).

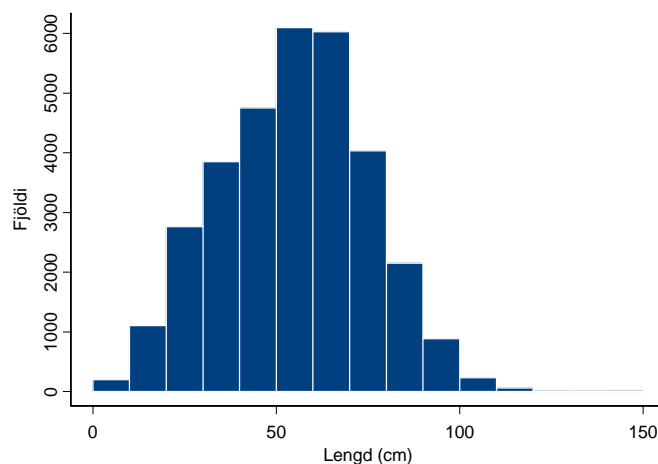
3.3.2 Efniviður

Í stofnmælingum botnfiska eru þorskar lengdar- og þyngdarmældir og kvarnaðir, en eftir að ákveðnum fjölda er náð er einungis lengdarmælt og að lokum er fjöldi fiska talinn eftir að ákveðinn fjöldi hefur verið lengdarmældur. Í þessari rannsókn eru

notaðir þeir þorskar sem hafa verið lengdarmældir og mældir slægðir, því holdafar er reiknað út frá þeim breytum.

Vegna þess að botnvarpan er með minni möskva en leyfilegt er í hefðbundnum fiskveiðum fæst mikið af smáum fiski sem annars fengist ekki. Lengdardreifing úr haust- og vorróllum 1997-2001 sýnir að þorskur niður fyrir 10 cm langur fæst í klæddu veiðarfærin, eins og sést á mynd 3.3.3. Þessi rannsókn snýst ekki um að kanna breytileika í holdafari ungvíða, heldur fyrst og fremst breytileika í holdafari fisks sem fæst í hefðbundnum fiskveiðum. Þess vegna var minnsti fiskurinn útilokaður úr rannsókninni.

Samkvæmt 5. málsgrein 7. greinar reglugerðar nr. 496 frá 7. júlí 2000 um veiðar í atvinnuskyni fiskveiðiárið 2000/2001, skal þorskur styttri en 50 cm teljast einungis að hálfu til aflamarks, enda fari þorskur undir 50 cm ekki yfir 7% af þorskafli í veiðiferð (Reglugerð nr. 496, 7. júlí 2000). Því má vera ljóst að nokkuð berst á land af þorski undir 50 cm. Sú leið var því valin að útiloka þorsk minni en 40 cm frá rannsókninni.



Mynd 3.3.3 – Lengdardreifing þorsks úr vor- og hauströllum 1997-2001.

Endanlegur fjöldi þorska sem notaður var í rannsókninni eftir svæðum og árum er sýndur í töflu 3.3.1 úr vorróllum og töflu 3.3.2 úr hauströllum. Eins og kemur fram í töflu 3.3.1 hefur enginn þorskur fengist á svæði 7 í vorróllum síðan 1995, enda hefur ekki verið farið þangað síðan þá. Flestir þorskar eru frá svæði 2, en fæstir frá svæði 9 að vori, en flestir þorskar eru á svæði 6 að hausti og fæstir einnig frá svæði 9.

Tafla 3.3.1 – Fjöldi þorska úr vorróllum sem notaðir eru í rannsókninni, flokkað eftir árum og veiðisvæðum.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Alls
1993	514	390	320	142	194	207	106	35	54	52	2.014
1994	507	484	137	74	222	228	92	129	89	259	2.221
1995	418	625	85	81	201	249	73	146	88	292	2.258
1996	758	998	357	115	336	343	0	273	154	426	3.760
1997	619	929	487	91	347	433	0	199	88	210	3.403
1998	533	787	462	152	362	369	0	261	87	363	3.376
1999	619	861	197	167	303	420	0	222	83	345	3.217
2000	494	844	151	115	222	336	0	199	103	202	2.666
2001	543	541	406	200	299	362	0	159	87	180	2.777
Alls	5.005	6.459	2.602	1.137	2.486	2.947	271	1.623	833	2.329	25.692

Tafla 3.3.2 – Fjöldi þorska úr haustróllum sem notaðir eru í rannsókninni, flokkað eftir árum og veiðisvæðum.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Alls
1997	92	378	573	116	378	477	58	51	20	27	2.170
1998	137	516	529	173	326	568	68	69	17	18	2.421
1999	155	500	330	218	301	471	41	35	11	37	2.099
2000	126	502	219	179	331	492	81	71	7	32	2.040
Alls	510	1.896	1.651	686	1.336	2.008	248	226	55	114	8.730

3.3.3 Aðferðir

Holdafar þorsks var metið sem hlutfallsleg fjarlægð þyngdar frá lengdarþyngdarsambandi (jafna 3, bls. 42). Gerð var fervikagreining til að kanna hvort um marktækan mun væri að ræða eftir árum. Í flestum tilfellum gefur það ekki nægar upplýsingar að segja það eitt að marktækur munur sé eftir árum án þess að kanna á hvaða árum er marktækur munur og á hvaða árum ekki. Tukey's-próf (Splus, 2000) var því framkvæmt til að kanna á hvaða árum marktækur munur væri.

Sömu aðferð var beitt til að kanna svæðamun, þ.e. beitt var fervikagreiningu og Tukey's-prófi. Öll vorróllin voru prófuð saman og öll haustróllin prófuð saman. Til að kanna hvort marktækur munur væri á holdafari í vor- og haustróllum var notað t-próf, eitt próf fyrir hvert hinna fjögurra ára sem rannsökuð voru.

Hugsanlega getur holdafar fiskis innan sama svæðis og sama árs verið breytilegt eftir stærð fiskisins, þ.e. að stór fiskur á því svæði sé holdmikill, en smáfiskurinn í lélegum holdum. Einnig er hugsanlegt að á einu og sama svæðinu sé nánast eingöngu mjög stór fiskur og lítið sem ekkert sé af smærri fiski. Þetta var kannað og vegna þessa var

fiskurinn flokkaður eftir lengd í fimm lengdarflokkum: smæstur (40-54 cm), smár (55-69 cm), milli (70-84 cm), stór (85-99 cm) og stærstur (100 cm og stærri). Fjöldi þorska í hverjum lengdarflokki, flokkur eftir árum og svæðum, er sýndur í viðauka 3.

Gerð var ferveikagreining til að kanna hvort marktækur munur væri á holdafari þorsks að vori á árabílinu 1993-2001 fyrir hvern þessara lengdarflokka og væri um marktækan mun að ræða var gert Tukey's-próf til að kanna á hvaða árum væri munurinn marktækur. Það sama var gert til að kanna mun á veiðisvæðunum 10 fyrir hvern lengdarflokkinn og að lokum birtar myndir og töflur af meðalholdafari hvers svæðis á hverju ári 1993-2001 fyrir hvern lengdarflokkinn. Úrvinnsla fór fram í tölfræðiforritinu S-PLUS 2000 Professional.

3.4 Nýtingarmælingar sjómanna vinnsluskipa

Að flaka, roðfletta og snyrta á fisk um borð í veiðiskipi er óheimilt án sérstaks leyfis Sjávarútvegsráðuneytisins. Mælingar á vinnslunýtingu skulu framkvæmdar um borð í öllum fiskiskipum, stærri en 20 brúttótonn, sem vinna eigin fiskafla um borð (Reglugerð nr. 510, 24. ágúst 1998; Reglugerð nr. 511, 18. ágúst 1998).

3.4.1 Framkvæmd nýtingarmælinga

Vinnsluskip skulu gera reglulegar mælingar á nýtingu meðan vinnsla er í fullum gangi. Taka á að lágmarki tvær nýtingarprufur¹⁰ á sólarhring, þ.e. a.m.k. ein nýtingarprufa á hvorri vakt. Ef aflí er mjög blandaður er vinnslustjóra skipsins ætlað að gera fleiri mælingar, til að fá mælingar á sem flestum vinnsluleiðum.

Verði aflí meiri en 5 tonn af ákveðinni fisktegund til framleiðslu á sömu afurð, miðað við slægðan fisk upp úr sjó, skal gera a.m.k. eina nýtingarmælingu á þeirri afurð. Fari aflinn yfir 10 tonn af ákveðinni fisktegund til framleiðslu á sömu afurð skal gera a.m.k. 3 nýtingarmælingar á þeirri afurð og ef aflinn er meiri en 20 tonn skulu nýtingarmælingar vera a.m.k. 6 á þeirri afurð.

¹⁰ Aska eða öskjur sem hefur að geyma afurðir fiska sem notaðir voru í nýtingarmælingar.

Hver mæling inniheldur upplýsingar um 10 fiska, sem er úr þeim afla sem verið er að vinna. Sé fiskur grófflokkaður við blóðgun, skal eftir atvikum taka smáfisk, millistóran fisk og stóran fisk í hverja nýtingarprufu, og mæla í samræmi við stærðardreifingu aflans.

Niðurstöður mælinga eru skráðar á sérstakt mæliblað ásamt upplýsingum um nafn tegundar, nafn skips, dagsetningu, afurðaflokk, einkenni vaktar og fleira. Einnig skal skrá upplýsingar um þær pakkningar sem afurðum er pakkað í. Númer pakkningar segir til um í hvaða stærðarflokka nýtingarprufan fór í. Fari nýtingarprufan í fleiri en einn stærðarflokk skal pakka henni í sama kassa.

Öll nýtingarsýni sem tekin eru skal geyma aðskilin frá öðrum afla þannig að þau séu aðgengileg veiðieftirlitsmönnum áður en löndun hefst (Fiskistofa, 1998).

Útreikningur á afla vinnsluskipa til aflamarks byggir á nýtingarstuðlum sem reiknaðir eru á grundvelli þessara mælinga. Þyngd afla m.v. slægðan fisk með haus, er reiknuð út með því að deila í þyngd afurðar með nýtingarstuðli (Reglugerð nr. 511, 18. ágúst 1998).

3.4.2 Skipin

Fiskveiðiárið 1999-2000 framkvæmdi 31 vinnsluskip nýtingarmælingar á þorski og sendi Fiskistofu. Þessi skip verða ekki nafngreind hér og engar upplýsingar voru skoðaðar með tilvísun í ákveðið skip eða ákveðinn hóp skipa.

3.4.3 Um gögnin

Alls voru 5.316 nýtingarprufur á þorski tiltækar hjá Fiskistofu frá fiskveiðiarinu 1999/2000. Gögnin voru ekki á tölvutæku formi og voru þau því slegin inn. Hver nýtingarprufa inniheldur m.a. upplýsingar um dagsetningu, afurðagerð og þyngd flaka, hauss, roðs og snyrtingar. Gögnin innihalda ekki nákvæmar upplýsingar um veiðisvæði.

Til þess að geta borið saman nýtingu veiðisvæða var því farið í afladagbækur og dagsetning hverrar nýtingarprufu notuð til að finna veiðisvæði. Í afladagbækur er skráð m.a. dagsetning, tími, nákvæm staðsetning og áætlaður aflí hverrar tegundar fyrir hvert tog. Ekki reyndist mögulegt að segja með fullri vissu í hvaða togi hvers dags aflinn fékkst sem hver nýtingarprufa var tekin úr. Því var brugðið á það ráð að finna út meðalstaðsetningu hvers skips fyrir hvern dag fiskveiðiársins, út frá upplýsingum um staðsetningu toga.

Veiðisvæði nýtingarprufu er því meðalstaðsetning skipsins þann dag sem nýtingarprufan var framkvæmd. Vegna þessa er nákvæmni staðsetninga ekki mjög mikil, en þó ásættanleg. Í aflaskýrslum var gerð grein fyrir um 88% þorskafla árið 2000 og því vantar nokkuð upp á öll tog séu þar skráð. Þess vegna var ekki hægt að finna staðsetningu allra nýtingarmælinga og vantar staðsetningu í 243 tilfellum.

Fjöldi nýtingarprufa eftir mánuðum og svæðum má sjá í töflu 3.4.1. Flestar nýtingarprufur voru teknar í október, nóvember, desember og janúar, en færstar í maí. Langflestar nýtingarprufur voru teknar á svæði 2, en færstar á svæði 4.

Tafla 3.4.1 – Fjöldi nýtingarmælinga eftir svæðum og mánuðum. NA stendur fyrir að upplýsingar um svæði vantar.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	NA	Alls
Sep	3	312	77	0	0	30	7	13	2	0	35	479
Okt	9	405	143	0	3	40	29	12	0	0	21	662
Nóv	1	489	12	0	7	40	30	48	3	1	35	666
Des	11	235	36	8	41	285	17	34	0	0	33	700
Jan	132	120	6	0	69	257	94	47	3	9	30	767
Feb	105	15	0	0	0	27	33	170	5	78	10	443
Mar	78	31	0	0	0	0	0	59	10	176	27	381
Apr	62	0	0	0	0	0	0	79	14	136	5	296
Maí	3	0	0	0	0	0	0	17	43	4	23	90
Jún	19	116	0	0	0	0	11	63	6	10	15	240
Júl	12	395	0	0	0	2	9	24	2	5	7	456
Ág	15	82	0	18	0	6	8	5	0	0	2	136
Alls	450	2.200	274	26	120	687	238	571	88	419	243	5.316

3.4.4 Skilgreining svæða og tímabila

Markmið þessarar rannsóknar var að kanna breytileika í flakanýtingu þorsks eftir veiðisvæðum og tímabilum. Ekki var hægt að byggja á nákvæmlega sömu skilgreiningu á tímabilum og svæðum og var gert í rannsókninni á breytileika í holdafari og var því nauðsynlegt var að skilgreina upp á nýtt hvaða tímabil og hvaða veiðisvæði skyldi bera saman.

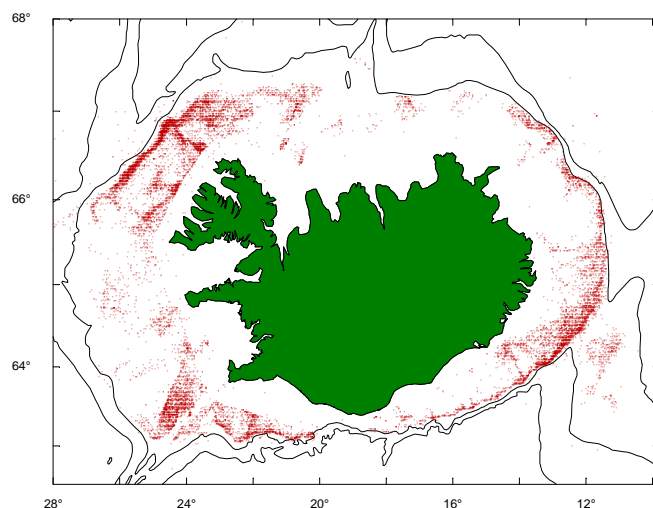
3.4.4.1 Skilgreining tímabila

Það sem aðeins var um eitt ár að ræða, fiskveiðiárið 1999/2000, var ekki mögulegt að kanna breytileika milli ára. Hins vegar voru teknar nýtingarmælingar í hverjum mánuði fiskveiðiársins og því svigrúm til að bera saman flakanýtingu í einstökum mánuðum.

3.4.4.2 Skilgreining svæða

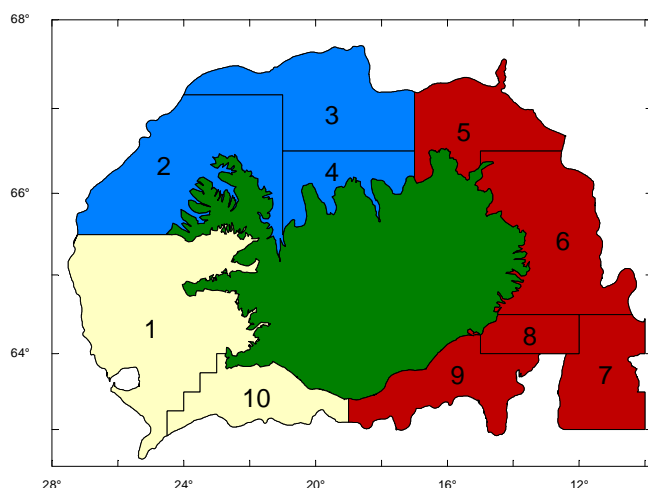
Farið var vel í rökin fyrir skiptingu hafsvæðisins umhverfis Íslands í 10 svæði í kaflanum um skilgreiningu svæða vegna rannsóknarinnar á breytileika í holdafari. Sömu rökin gilda vissulega í þessu tilviki, en þó ekki alveg vegna þess að veiðisvæði þess fisks sem notaður var í nýtingarprufu er ekki eins nákvæmt og staðsetning togs úr togararöllum. Ef skip veiðir þorsk á fleiri en einu af svæðunum á sama degi er hugsanlegt að einhverjar nýtingarprufur myndu verða skilgreindar á röngu svæði.

Mynd 3.4.1 sýnir tog vinnsluskipa fiskveiðiárið 1999/2000 þar sem þorskur veiddist. Myndin segir ekkert til um magn þorsks í hverju togi eða hvort þorskur var meginafli eða meðafli. Togsvæðin eru í samræmi við veiðisvæði þorsks í botnvörpu (mynd 2.7.8, bls. 23). Eins og myndin sýnir er um þrjú megin veiðisvæði að ræða, við Reykjaneshrygg, úti fyrir Vestfjörðum og við Austurland.



Mynd 3.4.1 – Togsvæði vinnsluskipa fiskveiðiárið 1999/2000 með þorski.

Til að minnka frekar líkur á því að nýtingarprufa sé skilgreind innan annars svæðis en hún var í raun tekin, var niðurstaðan sú að sameina svæði þannig að hafsvæðið umhverfis Ísland væri 3 svæði í stað 10. Þessi 3 svæði samræmast vel skiptinu toga vinnsluskipa með þorski. Svæðin verða kölluð A, B og C og eru sýnd á mynd 3.4.2; svæði A er þar sem áður voru svæði 1 og 10, svæði B er þar sem áður voru svæði 2, 3 og 4 og svæði C er þar sem áður voru svæði 5, 6, 7, 8 og 9. Fjöldi nýtingarmælinga innan hvers svæðis í hverjum mánuði er sýndur í töflu 3.4.2.



Mynd 3.4.2 – Svæðaskipting sem notuð er í rannsókninni á breytileika í flakanýtingu. Hver litur táknar eitt svæði. Framvegis verður gula svæðið kallað svæði A, bláa svæðið kallað svæði B og rauða svæðið kallað svæði C.

Tafla 3.4.2 – Fjöldi nýtingarmælinga eftir svæðunum þremur og mánuðum. Svæði A er þar sem áður voru svæði 1 og 10, svæði B er þar sem áður voru svæði 2, 3 og 4 og svæði C er þar sem áður voru svæði 5, 6, 7, 8 og 9. NA stendur fyrir að upplýsingar um svæði vantar.

	A	B	C	NA	Alls
Sep	3	389	52	35	479
Okt	9	548	84	21	662
Nóv	2	501	128	35	666
Des	11	279	377	33	700
Jan	141	126	469	30	767
Feb	183	15	235	10	443
Mar	254	31	69	27	381
Apr	198	0	93	5	296
Maí	7	0	60	23	90
Jún	29	116	80	15	240
Júl	17	395	37	7	456
Ág	15	100	19	2	136
Alls	869	2500	1704	243	5316

3.4.5 Meðferð gagna

Vinnsluskip framleiða margar afurðir úr þorski, en einungis voru rannsakaðar þrjár algengustu afurðirnar; roðlaust-beinlaust, roðlaust-með-beini og með-roði-með-beini. Nýting er ákaflega mishá eftir því hvaða afurð er verið að vinna. Meðalnýting í roðlaust-beinlaust er lægst að jafnaði, en meðalnýting í með-roði-með-beini hæst að jafnaði.

Það að tiltekið skip fái 40% nýtingu í roðlausu-beinlausu getur haft allt aðra merkingu að annað skip fái 40% nýtingu í sömu afurð. Nýtingin er mjög breytileg eftir gerð og útbúnaði skipa, líkt og hún er mjög breytileg eftir því hvaða afurð er verið að vinna.

Þess vegna var brugðið á það ráð að gera allar nýtingarprufur sambærilegar, óháð því hvaða afurð var verið að vinna og óháð því skipi sem gerði nýtingarprufuna. Það var gert með því að reikna út hlutfallsleg frávik hverrar nýtingarprufu frá meðalflakanýtingu hvers skips fyrir hverja afurð (jafna 6).

Jafna 6 – Hlutfallsleg frávik frá meðalflakanýtingu skips í hverri afurðagerð.

$$Frávik_i = \frac{\eta_{i,skip_j,afurð_k}}{\bar{\eta}_{skip_j,afurð_k}}$$

Stuðullinn sem notaður var segir því til um hve há eða lág nýtingin er samanborið við meðalnýtingu skipsins í sömu afurð. Ef tvö skip, A og B, fá 39,5 % nýtingu í roðlaust-beinlaust sama daginn á sitt hvoru veiðisvæðinu, en skip A hefur meðalnýtinguna 40,0% og skip B hefur 39,0% meðalnýtingu í sömu afurð, fær nýtingarmæling skips A stuðullinn 0,988 (-1,2%), en mæling skips B fær 1,013 (+1,3%). Skip A var að fá nýtingu undir meðallagi, en skip B yfir meðallagi og gefur stuðullinn því líklega betri upplýsingar en nýtingarmælingin 39,5. Stuðullinn er því hlutfallstala sem er sambærileg milli skipa og sambærileg milli afurða og er þess vegna mögulegt að rannsaka allar nýtingarmælingarnar saman í einni rannsókn.

3.4.6 Aðferðir

Gerð var ferveikagreining til að kanna hvort um marktækan mun væri að ræða á frávikum frá meðalnýtingu hvers skips í hverjum afurðarflokki eftir mánuðum. Ef um marktækan mun var að ræða var gert Tukey's-próf til að kanna á hvaða mánuðum marktækur munur væri.

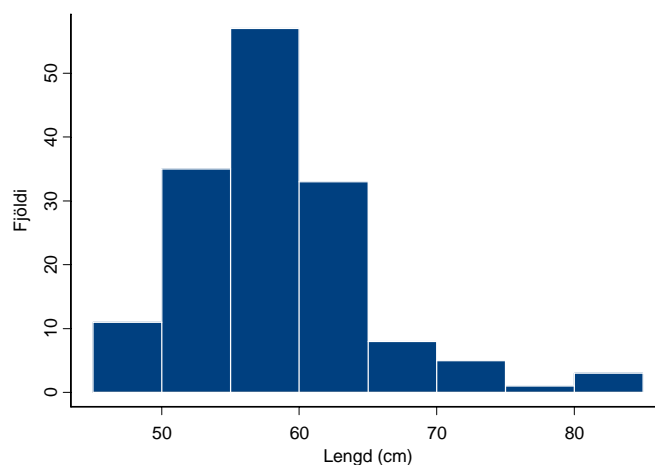
Eins var gerð ferveikagreining til að kanna hvort marktækur munur væri á frávikum frá meðalnýtingu á svæðunum þremur og Tukey's-próf gert til að kanna hvaða svæði var marktækt frábrugðið öðru. Öll úrvinnsla fór fram í tölfræðiforritinu S-PLUS 2000 Professional.

4 Niðurstöður

Niðurstöður þessa verkefnis staðfesta samband holdafars og flakanýtingar. Einnig staðfesta þær að marktækur munur er á holdafari þorsks eftir veiðisvæðum, árum og tímabilum. Niðurstöður rannsókna á breytileika í flakanýtingu staðfesta að marktækur munur var á nýtingu eftir veiðisvæðum og mánuðum fiskveiðiárið 1999/2000. Hér á eftir koma niðurstöður í tölulegu og myndrænu formi.

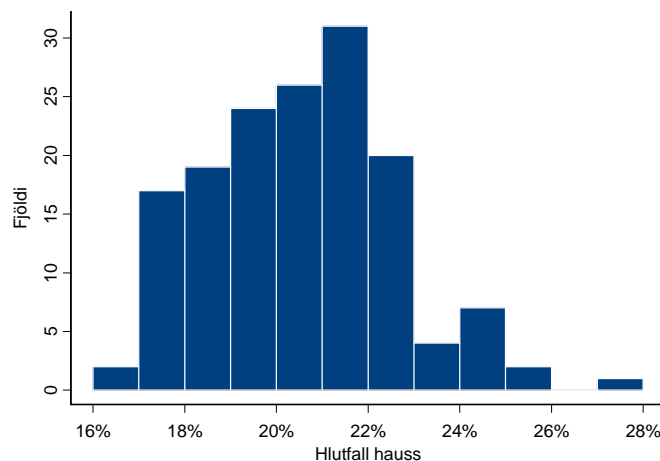
4.1 Samband holdafars og flakanýtingar

Alls voru 152 fiskar rannsakaðir og var lengd þeirra á bilinu 46 til 85 cm og þyngd á bilinu 738 g til 4.694 g, en meðallengd var 58,8 cm og slægð meðalþyngd 1.651 g. Lengdardreifingu fiskanna má sjá á mynd 4.1.1.



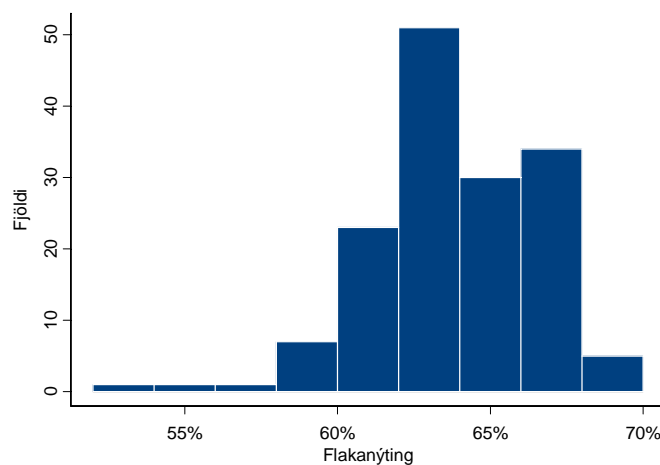
Mynd 4.1.1 - Lengdardreifing þorsks úr rannsókninni í Haraldi Böðvarssyni hf.

Þrátt fyrir að hausað hafði verið þannig að sem minnstur breytileiki kæmi fram vegna hausunarinnar sjálfrar var hlutfall hauss mjög breytilegt, en hlutfall hauss var á bilinu 17-28% eins og sést á mynd 4.1.2. Breytileiki í hlutfalli hauss ræðst að miklu leyti af holdafari fisksins, enda eðlilegt að fiskur sem hefur lítið kjöt á beinum hafi hátt haushlutfall.



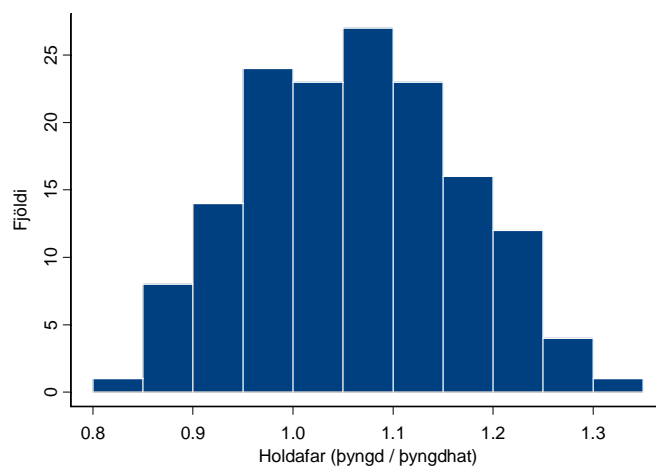
Mynd 4.1.2 - Hlutfallsleg þyngd hauss

Flakanýting var á bilinu 53-69%, en meðaltal reyndist 64%, eins og sjá má á mynd 4.1.3. Hins vegar er flakanýting í vinnsluskipum algeng á bilinu 39-48% eftir því hvaða afurð er verið að vinna. Munurinn liggur í því að klumba og hnakki fylgja flakinu í rannsókninni og flökin eru ósnyrt, ólíkt afurðum vinnsluskipa.



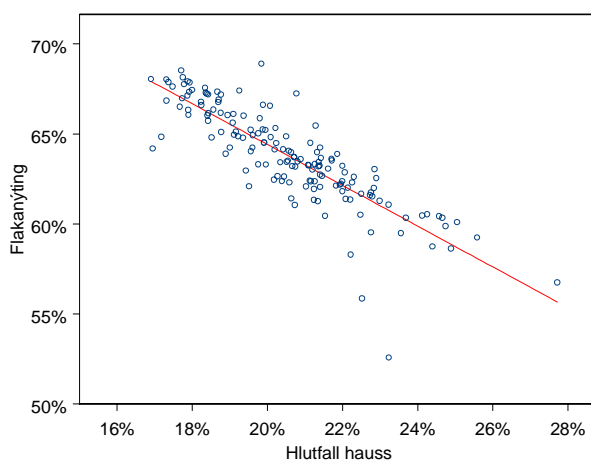
Mynd 4.1.3 - Flakanýting

Holdafar þorsks úr rannsókninni var á bilinu 0,83-1,32 og var meðaltal þess 1,06 (mynd 4.1.4). Meðaltalið er nokkuð yfir 1,0 sem segir að hold fisksins var að meðaltali meira en holdafar úr togararöllum 1997-2001.

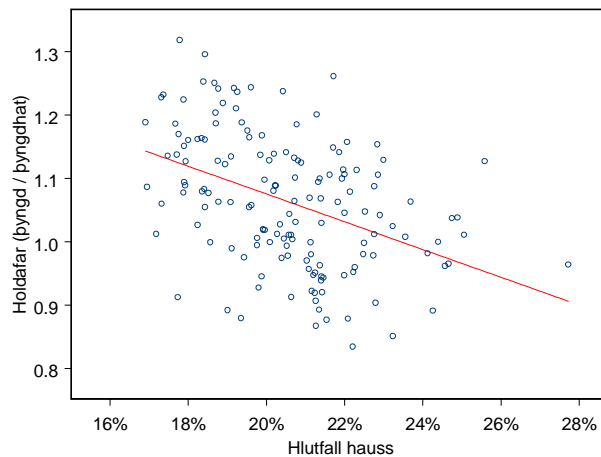


Mynd 4.1.4 - Holdafar þorsks úr rannsókninni.

Sterkt neikvætt samband var milli bæði flakanýtingar og haushlutfalls ($R^2 = 0,715$; F-gildi = 378,9; Frítölur 1 og 151; P-gildi < 0,001) og holdafars og haushlutfalls ($R^2 = 0,179$; F-gildi = 32,84; Frítölur 1 og 151; P-gildi < 0,001). Það þarf ekki að koma á óvart vegna þess að fiskur sem er holdlítill hefur hátt haushlutfall vegna þess að ekki gengur á þyngd haussins þegar gengur á hold fisksins. Þegar þorskur vex í holdum stækkar haus hans ekki að sama skapi vegna þess að ekki er mikið hold á höfðinu.



Mynd 4.1.5 - Samband haushlutfalls og flakanýtingar. ($R^2 = 0,715$; F-gildi = 378,9; Frítölur 1 og 151; P-gildi < 0,001).

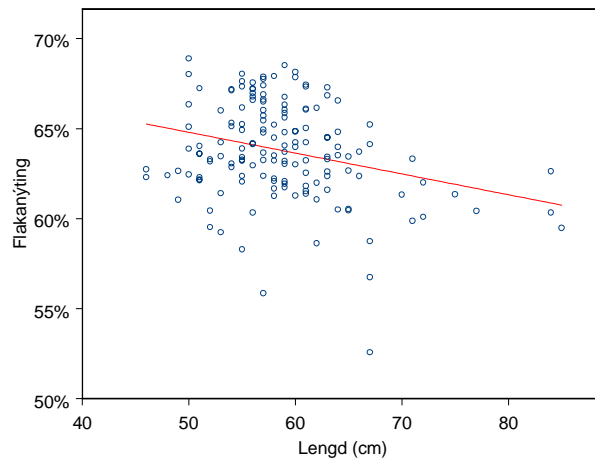


Mynd 4.1.6 - Samband holdafars og hlutfalls hauss. ($R^2 = 0,179$; F-gildi = 32,84; Fritölur 1 og 151; P-gildi < 0,001).

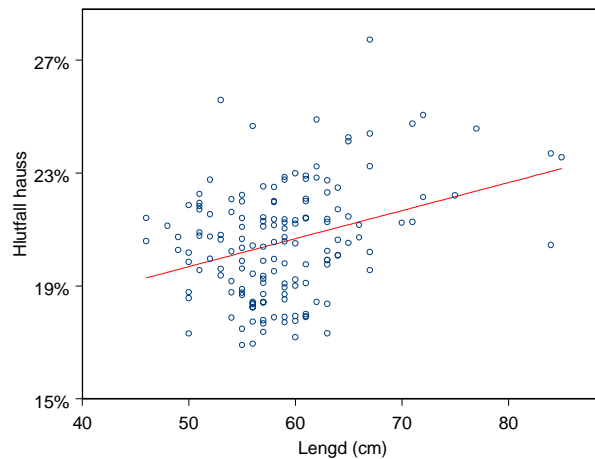
Athuga þarf að formleg tölfræðipróf, á sambandi flakanýtingar og haushlutfalls og holdafars og haushlutfalls, hafa takmarkaða merkingu vegna þess að sambandið er að nokkru innbyggt í mælingarnar, því fiskurinn samanstendur af haus, flökum og hrygg og skerðing í einum hlut leiðir óhjákvæmilega til aukningar í öðrum. Einnig eru hlutföllin reiknuð á þann hátt að deilt er með sömu tölu (w_i) fyrir nýtingu (η_i) og haushlutfall ($haushlutfall_i$).

Nýting lækkaði lítillega með lengd, en þó marktækt ($R^2 = 0,081$; F-gildi: 13,23; Fritölur 1 og 151; P-gildi < 0,001). Sambandið er þó ekki mjög sterkt, m.a. vegna þess hve fáir stórir þorskar liggja að baki þess. Skýring þessarar minnkunar í nýtingu er að Baader 184 flökunarvélin sem notuð var hefur uppgefna kjörstærð bolfisks 30-70 cm (Baader, 1996), en alls voru 9 þorskar í rannsókninni stærri en 70 cm.

Hlutfall hauss óx marktækt ($R^2 = 0,107$; F-gildi = 18,03; Fritölur 1 og 151; P-gildi < 0,001) með lengd fisks í rannsókninni eins og sést á mynd 4.1.8. Það er í samræmi við það að nýting lækkar með lengd, enda samband haushlutfalls og nýtingar neikvætt.



Mynd 4.1.7 - Samband lengdar og flakanýtingar. ($R^2 = 0,081$; F-gildi: 13,23; Frítölur 1 og 151; P-gildi < 0,001).



Mynd 4.1.8 – Samband lengdar og hlutfalls hauss. ($R^2 = 0,107$; F-gildi = 18,03; Frítölur 1 og 151; P-gildi < 0,001).

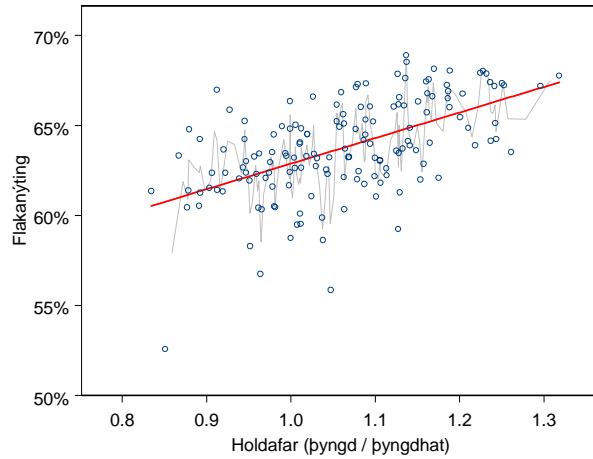
Markmið rannsóknarinnar var að kanna sambandið milli holdafars og flakanýtingar.

Það er sýnt á mynd 4.1.9 og kemur þar fram að sambandið er bæði jákvætt og hámarktækt ($R^2 = 0,302$; F-gildi = 65,39; Frítölur 1 og 151; P-gildi < 0,001).

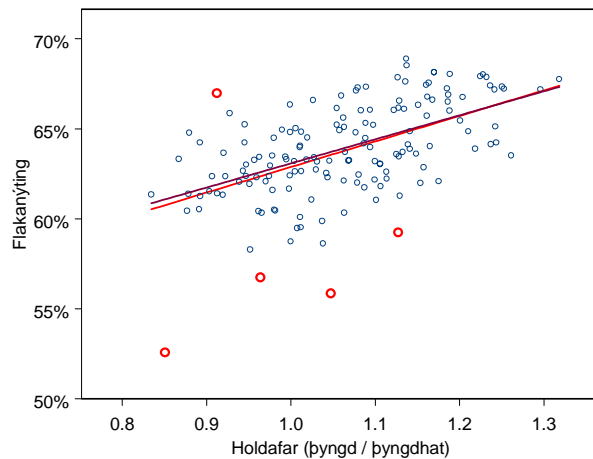
Flakanýting eykst með auknu holdafari og er sambandið $0,489+0,142*x$. Þetta þýðir að fyrir hverja hækku um 0.1 í holdafari myndi nýtingin í þessum afurðaflokki hækka um 1,42%-stig.

Eins og sést á mynd 4.1.9 eru nokkrir áberandi útlagar. Séu þeir mest áberandi útilokaðir frá aðhvarfsgreiningunni fæst örlítið betra samband eins og sést á mynd 4.1.10 ($R^2 = 0,338$; F-gildi = 74,46; Frítölur 1 og 146; P-gildi < 0,001). Jafna

aðhvarfslínunnar eftir að útlagar hafa verið fjarlægðir er $0,497 + 0,134*x$, sem gerir ráð fyrir því að við hverju hækkun um 0,1 í holdafari hækki flakanýting í þessum afurðaflokki um 1,34%-stig.



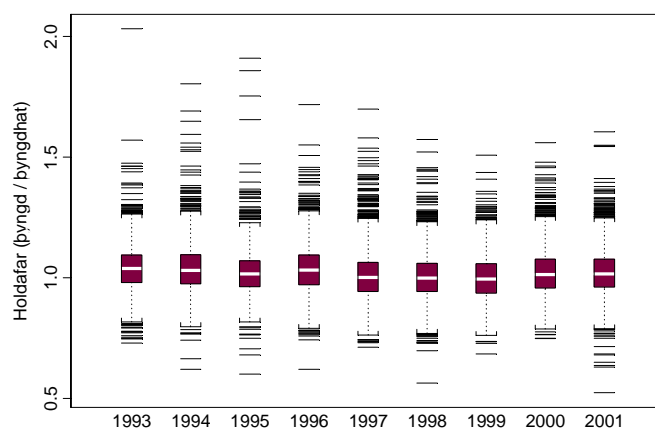
Mynd 4.1.9 - Samband holdafars og flakanýtingar, hlaupandi þriggja punkta meðaltal og aðhvarfslína. ($R^2 = 0,302$; F-gildi = 65,39; Fritölur 1 og 151; P-gildi < 0,001).



Mynd 4.1.10 – Samband holdafars og flakanýtingar eftir að búið er að útiloka 5 útlaga úr aðhvarfsgreiningunni (dökk lína). Rauðir punktar eru útilokaðir og rauð lína er sambandið áður en þeir voru útilokaðir. ($R^2 = 0,338$; F-gildi = 74,46; Fritölur 1 og 146; P-gildi < 0,001).

4.2 Breytileiki í holdafari

Holdafar þorsks er marktækt breytilegt eftir árum (F-gildi = 68,17; Frítölur 8 og 25.683; P-gildi < 0,001). Ef litið er á þorsk í hafinu umhverfis Ísland í heild hefur holdafar farið vaxandi allra síðustu ár, eins og sést á mynd 4.2.1. Þó er ekki marktækur munur á 2000 og 2001. Holdafar árunna 1993, 1994 og 1996 var mest, en minnst á árunum frá 1997 til 1999. Holdafar árið 2001 er hærra en árin 1997, 1998 og 1999, en lægra en árin 1993, 1994 og 1996. Segja má að holdafar þorsks á Íslandsmiðum árið 2001 sé því nálægt meðaltali undanfarinna 9 ára.

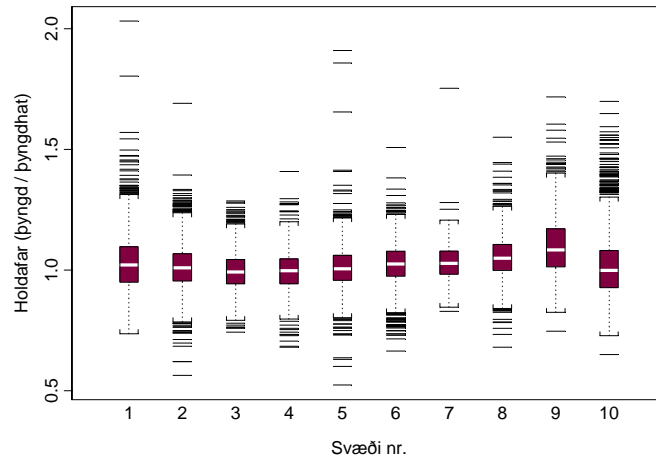


Mynd 4.2.1 – Holdafar þorsks að vori 1993-2001. (F-gildi = 68,17; Frítölur 8 og 25.683; P-gildi < 0,001).

Tafla 4.2.1 – Niðurstöður tölfræðiprófa (Tukey's) fyrir holdafar þorsks að vori. Marktækur munur með 95% öryggi er á árum merkt með *.

	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
1993			*		*	*	*	*	*
1994			*		*	*	*	*	*
1995	*	*		*	*	*	*		
1996			*		*	*	*	*	*
1997	*	*	*	*			*	*	*
1998	*	*	*	*				*	*
1999	*	*	*	*	*			*	*
2000	*	*		*	*	*	*		
2001	*	*		*	*	*	*		

Holdafar er einnig mjög breytilegt eftir veiðisvæðum eins og sést á mynd 4.2.2 (F-gildi = 130,2; Frítölur 9 og 25.682; P-gildi < 0,001). Holdafar á svæði 9 er hæst, og er marktækt herra en á öllum öðrum svæðum. Holdafar á svæði 8 er marktækt herra en á öllum öðrum svæðum en á svæði 9. Minnst er holdafarið á svæðum 3 og 4. Holdafar er því mest fyrir suðaustan land en minnst úti fyrir Norðurlandi.

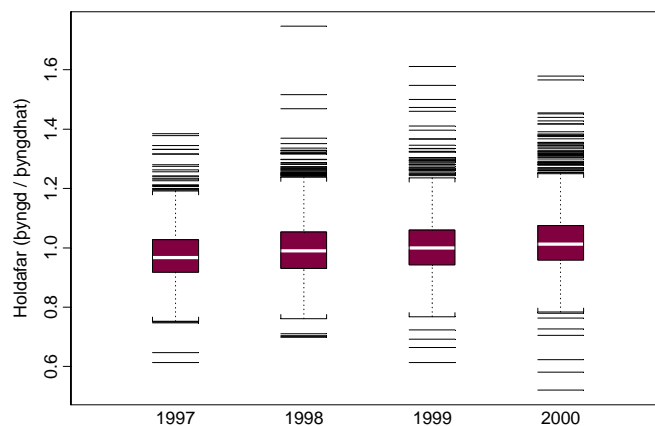


Mynd 4.2.2 – Holdafar þorsks að vori 1993-2001 eftir svæðum. (F-gildi = 130,2; Frítölur 9 og 25.682; P-gildi < 0,001).

Tafla 4.2.2 – Niðurstöður tölfræðiprófa (Tukey's) fyrir holdafar þorsks. Marktækur munur með 95% öryggi er á svæðum merktum með *.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1		*	*	*	*			*	*	*
2	*		*	*		*	*	*	*	
3	*	*			*	*	*	*	*	*
4	*	*			*	*	*	*	*	*
5	*		*	*		*	*	*	*	
6		*	*	*	*			*	*	
7		*	*	*	*			*	*	
8	*	*	*	*	*	*	*		*	*
9	*	*	*	*	*	*	*	*		*
10	*		*	*				*	*	

Holdafar þorsks í síðustu 4 hauströllum hefur farið vaxandi eins og sést á mynd 4.2.3 (F-gildi = 85,22; Frítölur 3 og 8.726; P-gildi < 0,001). Marktækur munur er á holdafari á öllum fjórum hauströllum sem athuguð voru.

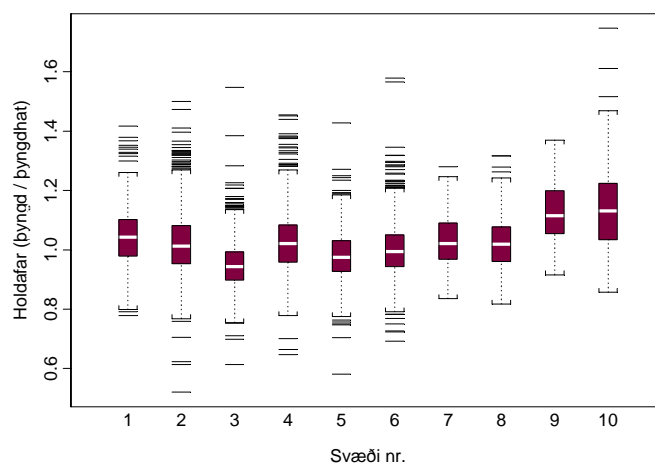


Mynd 4.2.3 – Holdafar þorsks að hausti 1997-2000 (F-gildi = 85,22; Frítölur 3 og 8.726; P-gildi < 0,001).

Tafla 4.2.3 – Niðurstöður tölfræðiprófa (Tukey's) fyrir holdafar þorsks að hausti. Marktækur munur með 95% öryggi er á árum merktum með *.

	1997	1998	1999	2000
1997		*	*	*
1998	*		*	*
1999	*	*		*
2000	*	*	*	

Marktækur munur er á holdafari eftir svæðum að hausti eins sjá má á mynd 4.2.4 (F-gildi = 151,8; Frítölur 9 og 8.720; P-gildi < 0,001). Holdafar er hæst á svæðum 9 og 10 og holdafar á þeim svæðum marktækt herra en á öllum öðrum svæðum. Holdafar er einnig hátt á svæðum 1 og 7 og í meðallagi á svæðum 2, 4 og 8. Holdafar er langlægst á svæði 3 og er marktækur munur á svæði 3 og öllum hinum svæðunum. Það á einnig við um svæði 5, en holdafar er næstlægst þar að hausti.

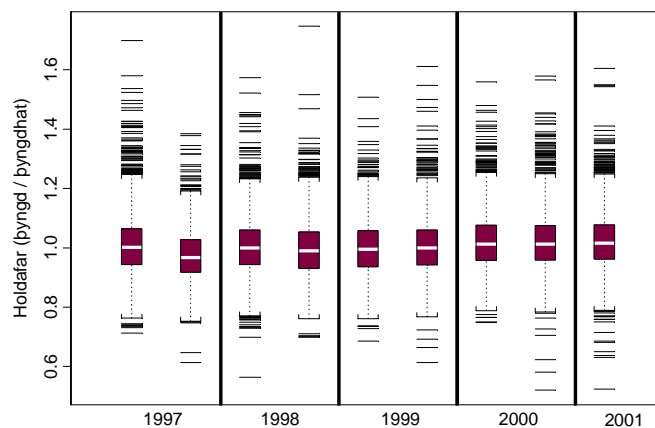


Mynd 4.2.4 – Holdafar þorsks að hausti 1997-2000 eftir svæðum. (F-gildi = 151,8; Fritölur 9 og 8.720; P-gildi < 0,001).

Tafla 4.2.4 – Niðurstöður tölfræðiprófa (Tukey's) fyrir holdafar þorsks. Marktækur munur með 95% öryggi er á svæðum merktum með *.

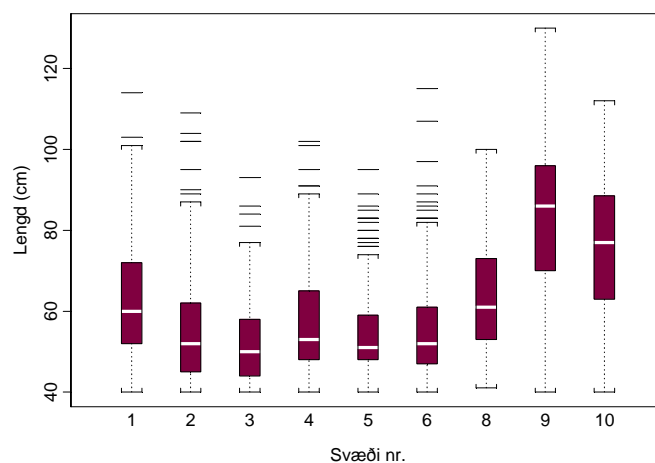
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1		*	*	*	*	*		*	*	*
2	*		*		*	*			*	*
3	*	*		*	*	*	*	*	*	*
4	*		*		*	*			*	*
5	*	*	*	*		*	*	*	*	*
6	*	*	*	*	*		*	*	*	*
7			*		*	*			*	*
8	*		*		*	*			*	*
9	*	*	*	*	*	*	*	*		
10	*	*	*	*	*	*	*	*		

Holdafar þorsks er breytilegt eftir því á hvaða árstíma hann er veiddur eins og sést á mynd 4.2.5. Marktækur munur er á holdafari að vori og hausti árin 1997 (t-gildi = 13,25; Fritölur 5.571; P-gildi < 0,001), 1998 (t-gildi = 2,798; Fritölur 5.795; P-gildi = 0.005) og 1999 (t-gildi = -2.456; Fritölur 5.314; P-gildi = 0.014). Hins vegar er ekki marktækur munur á holdafari að vori og hausti árið 2000 (t-gildi = -0.017; Fritölur 4.704; P-gildi = 0.987). Holdafar er í tveimur tilfellum lægra að hausti en að vori, í einu tilfelli hærra að hausti en að vori og í eitt skipti er holdafar jafn hátt að hausti og vori.



Mynd 4.2.5 – Holdafar þorsks að vori og hausti árin 1997-2001. Árið 1997 (t-gildi = 13,25; Fritölur 5.571; P-gildi < 0,001), 1998 (t-gildi = 2,798; Fritölur 5.795; P-gildi = 0,005), 1999 (t-gildi = -2,456; Fritölur 5.314; P-gildi = 0,014) og 2000 (t-gildi = -0,017; Fritölur 4.704; P-gildi = 0,987).

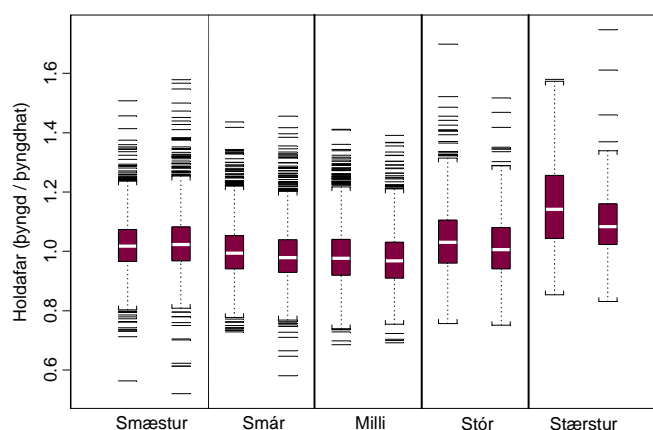
Ef borin er saman lengd þorsks á svæðunum 10 úr vorralli 2001 kemur fram mikill munur á svæðum eins og sést á mynd 4.2.6. Vegna þess vaknar upp sú spurning hvort ástæðan fyrir því að holdafar er hæst á svæði 9, sé einfaldlega sú að þar sé stærsti þorskurinn á þeim árstíma sem togararall fer fram. Eins og lengdarþyngdarsamband þorsks úr togararöllum 1997-2001 sýndi, er stærsti þorskurinn í flestum tilfellum ofan við lengdarþyngdarsambandið og hefur því hátt holdafar.



Mynd 4.2.6 – Lengd eftir svæðum úr vorralli 2001.

Fiskur var þess vegna flokkaður í 5 lengdarflokka; smæstur (40-54 cm), smár (55-69 cm), milli (70-84 cm), stór (85-99 cm) og stærstur (100 cm og stærri).

Munur á holdafari að vori og að hausti var rannsakaður eftir stærðarflokkunum 5. Holdafar smæsta þorsksins er örlítið lægra að vori en að hausti (t-gildi = -2,949; Frítölur 6.185; P-gildi = 0,003), en holdafar er hærra að vori en hausti í öllum öðrum lengdarflokkum (Smár t-gildi = 6,410; Frítölur 8.084; P-gildi < 0,001. Milli: t-gildi = 3,554; Frítölur 5.075; P-gildi < 0,001. Stór: t-gildi = 3,916; Frítölur 1.717; P-gildi < 0,001. Stærstur t-gildi = 3,569; Frítölur 321; P-gildi < 0,001). Munur á holdafari að vori og hausti virðist aukast með lengd fisks, eins og sést á mynd 4.2.7.

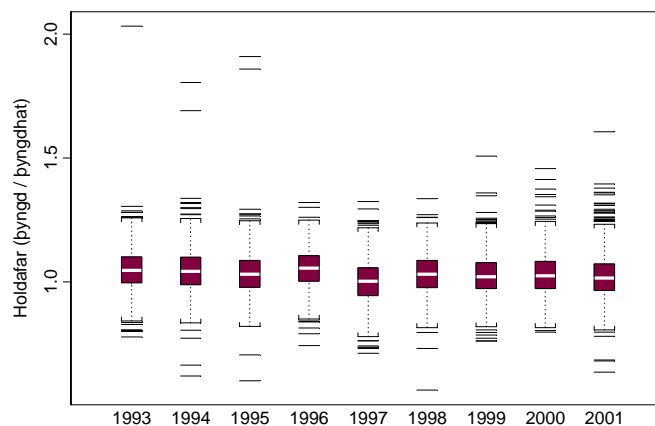


Mynd 4.2.7 – Holdafar lengdarflokka að vori og hausti 1997-2000.

Breytileiki í holdafari hvers lengdarflokks eftir árum og svæðum var kannaður og koma niðurstöður þess hér á eftir.

4.2.1 Smæstur (40-54 cm)

Þorskur 40 til 54 cm er í misgóðum holdum eftir árum eins og sést á mynd 4.2.8 (F-gildi = 38,04; Frítölur 8 og 8.597; P-gildi < 0,001). Líkt og holdafar alls þorsks er holdafar hæst árin 1993, 1994 og 1996, en það er einnig hátt 1995 hjá smæsta þorskinum. Holdafar er lægst árið 1997, en undanfarin fjögur vor hefur holdafar verið lægra en á fyrstu fjórum árunum sem rannsökuð voru.

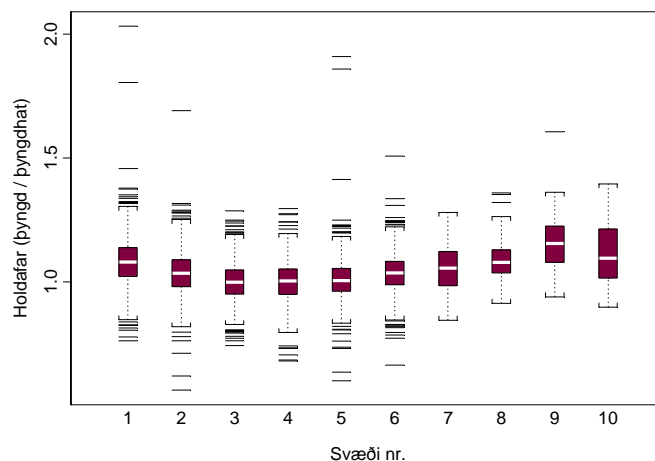


Mynd 4.2.8 – Holdafar 40-54 cm þorsks 1993-2001 (F-gildi = 38,04; Fritölur 8 og 8.597; P-gildi < 0,001).

Tafla 4.2.5 – Niðurstöður tölfræðiprófa (Tukey's) fyrir 40-54 cm þorsk. Marktækur munur með 95% öryggi er á árum merktum með *.

	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
1993			*		*	*	*	*	*
1994					*	*	*	*	*
1995	*			*	*				*
1996			*		*	*	*	*	*
1997	*	*	*	*		*	*	*	*
1998	*	*		*	*				
1999	*	*		*	*				
2000	*	*		*	*				
2001	*	*	*	*	*				

Holdafar 40-54 cm þorsks er einnig breytilegt eftir veiðisvæðum eins og sést á mynd 4.2.9 (F-gildi = 115,7; Fritölur 9 og 8.596; P-gildi < 0,001). Holdafar er hæst á svæði 9, en einnig hátt á svæðum 1, 8 og 10. Holdafar er lægst á svæðum 3, 4 og 5, en á svæði 7 eru það fáir þorskar sem liggja að baki að einungis finnst marktækur munur á því og svæði 9.



Mynd 4.2.9 – Holdafar 40-54 cm þorsks 1993-2001 eftir svæðum (F-gildi = 115,7; Fritölur 9 og 8.596; P-gildi < 0,001).

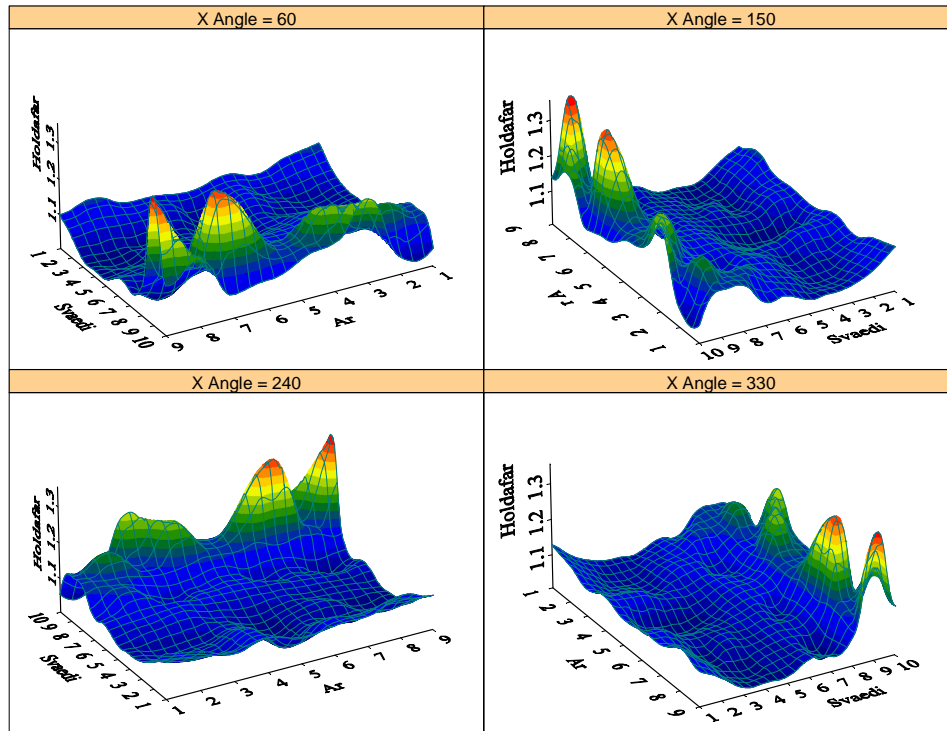
Tafla 4.2.6 – Niðurstöður tölfræðiprófa (Tukey's) fyrir 40-54 cm þorsk. Marktækur munur með 95% öryggi er á svæðum merktum með *.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1		*	*	*	*	*			*	
2	*		*	*	*			*	*	*
3	*	*				*		*	*	*
4	*	*				*		*	*	*
5	*	*				*		*	*	*
6	*		*	*	*			*	*	*
7									*	
8		*	*	*	*	*			*	
9	*	*	*	*	*	*	*	*		*
10		*	*	*	*	*			*	

Á mynd 4.2.10 og í töflu 4.2.7 er sýnt meðalholdafar að vori á hverju svæði og á hverju ári. Tveir mjög áberandi toppar sjást á myndinni, en meðalholdafar var mjög hátt á svæði 9 árin 1999 og 2001. Einnig var holdafar talsvert hátt á svæði 10 árið 1995. Engin áberandi lágmörk eru í þessum stærðarflokki og fer meðalholdafar hvers svæðis á ári aldrei langt undir 1. Þó er holdafar nokkuð lágt 1997, sérstaklega á svæðum 3 og 4.

Holdafar er í sex árum af níu hæst á svæði 9, tvisvar hæst á svæði 10 og einu sinni á svæði 8. Holdafar er í átta árum af níu annaðhvort lægst á svæði 4 eða 5 og í eitt skipti lægst á svæði 3.

Ef litið er á hæsta gildi hvers svæðis á tímabilinu sést að það er í þremur tilfellum árið 1996 (svæði 2-4) og í þremur tilfellum árið 1995 (svæði 5, 6 og 10). Á svæðunum fyrir vestan land og norðan (1-4) var holdafar lægst árið 1997, en lægsta gildi á svæðum 5 og 8 var árið 2001.



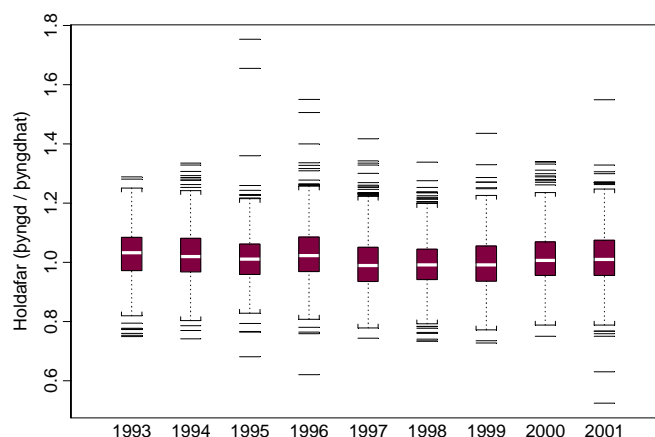
Mynd 4.2.10 – Meðalholdafar 40-54 cm þorsks eftir svæðum og árum. Árunum 1993-2001 er raðað eftir röð 1-9 á x-ás (Ar), svæðin 1-10 á y-ás (Svæði) og holdafar á z-ás (Holdafar). Myndinni er svo snúið á fjóra mismunandi vegu.

Tafla 4.2.7 – Meðalholdafar 40-54 cm þorsks eftir svæðum og árum.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1993	1,114	1,056	1,024	1,015	1,014	1,044	1,042	1,115	1,120	-
1994	1,092	1,039	0,996	0,994	1,033	1,057	1,102	1,105	1,167	1,023
1995	1,057	1,025	1,015	1,002	1,046	1,061	1,034	1,084	1,107	1,243
1996	1,080	1,061	1,049	1,024	1,022	1,047	-	1,080	1,218	1,129
1997	1,053	0,990	0,969	0,971	0,999	1,043	-	1,097	1,122	1,103
1998	1,064	1,048	1,005	1,007	1,016	1,036	-	1,090	-	1,061
1999	1,067	1,040	0,984	1,018	1,008	1,027	-	1,078	1,347	1,043
2000	1,107	1,047	0,988	0,973	1,002	1,017	-	1,075	1,122	1,180
2001	1,080	1,039	0,990	0,987	0,989	1,025	-	1,059	1,385	1,136

4.2.2 Smár (55-69 cm)

Holdafar þorsks á stærðarbilinu 55 til 69 er breytilegt eftir árum eins og sést á mynd 4.2.11 (F-gildi = 26,72; Fritölur 8 og 9.143; P-gildi < 0,001). Líkt og holdafar alls þorsks og smæsta þorsksins er holdafar hæst árin 1993, 1994 og 1996, en það er einnig nokkuð hátt 1995, 2000 og 2001 í þessum stærðarflokki. Holdafar var lægst árin 1997, 1998 og 1999.

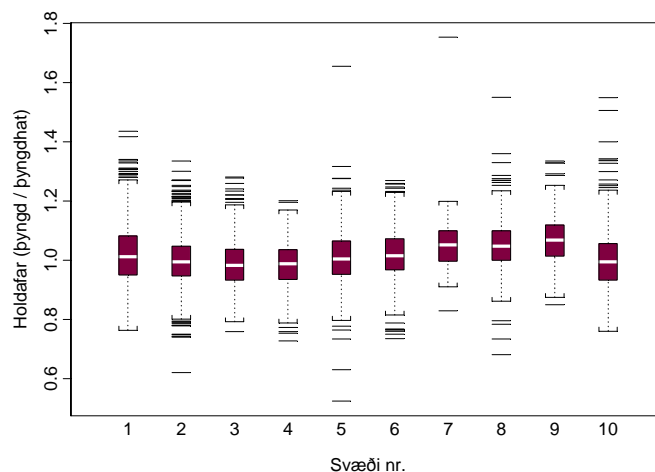


Mynd 4.2.11 – Holdafar 55-60 cm þorsks 1993-2001 (F-gildi = 26,72; Fritölur 8 og 9.143; P-gildi < 0,001).

Tafla 4.2.8 – Niðurstöður tölfræðiþróa (Tukey's) fyrir 55-69 cm þorsk. Marktækur munur með 95% öryggi er á árum merktum með *.

	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
1993	■				*	*	*		
1994		■	*		*	*	*	*	
1995		*	■	*	*	*	*		
1996			*	■	*	*	*	*	*
1997	*	*	*	*	■			*	*
1998	*	*	*	*		■		*	*
1999	*	*	*	*			■	*	*
2000		*		*	*	*	*	■	
2001				*	*	*	*		■

Holdafar 55-69 cm þorsks er einnig marktækt breytilegt eftir svæðum (F-gildi = 48,39; Fritölur 9 og 9.142; P-gildi < 0,001). Holdafar er hæst á svæðum 7, 8 og 9, en lægst á svæðum 2, 3, 4 og 10 (mynd 4.2.12).



Mynd 4.2.12 – Holdafar 55-69 cm þorsks árin 1993-2001 eftir svæðum (F-gildi = 48,39; Fritölur 9 og 9.142; P-gildi < 0,001).

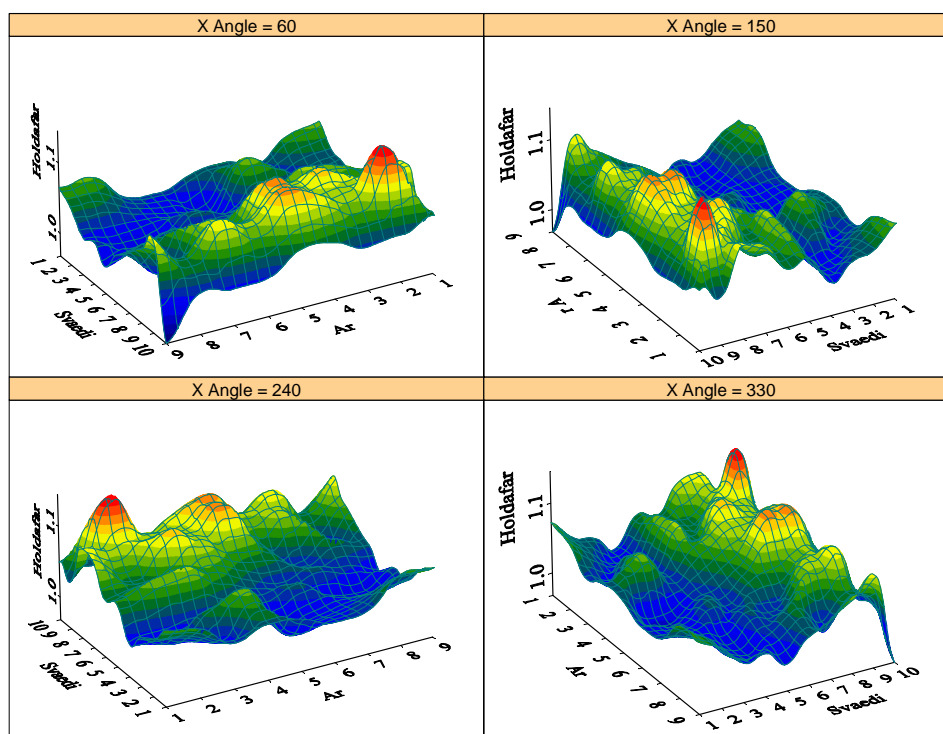
Tafla 4.2.9 – Niðurstöður tölfræðiþróa (Tukey's) fyrir 55-69 cm þorsk. Marktækur munur með 95% öryggi er á svæðum merktum með *.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1		*	*	*			*	*	*	*
2	*				*	*	*	*	*	
3	*				*	*	*	*	*	*
4	*				*	*	*	*	*	
5		*	*	*			*	*	*	
6		*	*	*			*	*	*	*
7	*	*	*	*	*	*				*
8	*	*	*	*	*	*				*
9	*	*	*	*	*	*				*
10	*		*			*	*	*	*	

Á mynd 4.2.13 og í töflu 4.2.10 er sýnt meðalholdafar smás þorsks á hverju svæði og á hverju ári. Mest áberandi er toppurinn á svæði 9 árið 1994 en einnig eru há gildi á svæðum 7, 8 og 9 árin 1993, 1995, 1996 og 1997. Nokkuð há gildi eru á svæði 9 árin 1999 og 2001. Mest áberandi lágmörk eru 1997-1998 á svæðum 2 og 3. Holdafar nær ekki eins háum toppum í þessum lengdarflokki eins og hjá smæsta þorskinum, og er meira um gildi undir 1.

Holdafar er í fimm árum af níu hæst á svæði 9 og tvisvar hæst á svæði 8. Holdafar er í sjö árum af níu annaðhvort lægst á svæði 3 eða 4 og í eitt skipti lægst á svæðum 2 og 5. Meðalholdafar á svæði 4 nær einungis einu sinni yfir 1.

Lægsta meðalgildi hvers svæðis á tímabilinu var í 8 tilfellum frá árinu 1997 eða síðar, en hæsta meðalgildi hvers svæðis í flestum tilfellum á fyrri hluta tímabilsins.



Mynd 4.2.13 – Meðalholdafar 55-69 cm þorsks eftir svæðum og árum. Árunum 1993-2001 er raðað eftir röð 1-9 á x-ás (Ar), svæðin 1-10 á y-ás (Svæði) og holdafar á z-ás (Holdafar). Myndinni er svo snúið á fjóra mismunandi vegu.

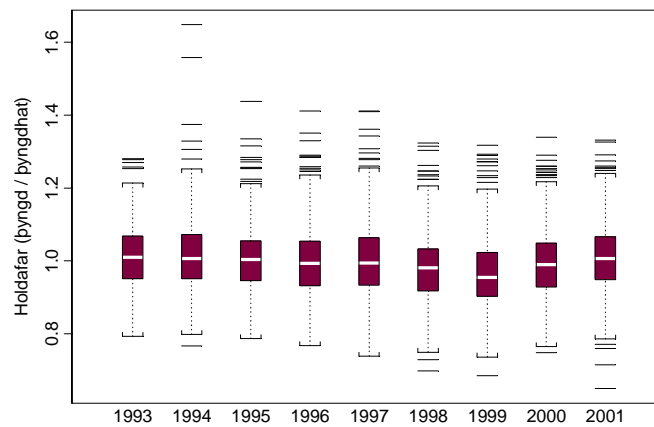
Tafla 4.2.10 – Meðalholdafar 55-69 cm þorsks eftir svæðum og árum.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1993	1,048	1,013	1,003	0,976	1,025	1,017	1,065	1,075	1,002	1,020
1994	1,035	1,005	0,980	0,982	1,042	1,027	1,029	1,066	1,125	1,001
1995	0,997	0,982	1,020	0,989	1,053	1,024	1,077	1,065	1,050	0,995
1996	1,014	1,028	1,040	0,995	1,027	1,050	-	1,065	1,073	1,016
1997	1,008	0,966	0,964	0,986	1,003	1,027	-	1,097	1,092	1,020
1998	0,989	0,979	0,976	1,003	0,988	1,016	-	1,047	1,049	0,986
1999	0,995	0,989	0,983	0,972	1,002	0,992	-	1,059	1,076	0,982
2000	1,042	1,014	0,979	0,964	0,987	1,013	-	1,006	1,025	0,990
2001	1,039	1,019	0,986	0,992	0,967	1,002	-	1,045	1,075	1,051

4.2.3 Millistór (70-84 cm)

Marktækur munur er á holdafari 70-84 cm þorsks eftir árum eins og sést á mynd 4.2.14 (F-gildi = 22,60; Frítölur 8 og 5.675; P-gildi < 0,001). Holdafar í þessum

lengdarflokki er lægst árið 1999, en einnig lágt árin 1998 og 2000. Holdafar árin 1993, 1994, 1995, 1997 og 2001 er hæst, en ekki er marktækur munur á þessum árum.

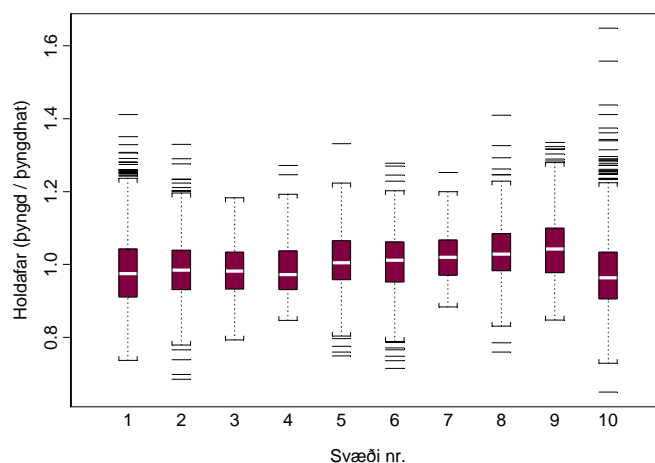


Mynd 4.2.14 – Holdafar 70-84 cm þorsks úr vorróllum 1993-2001 (F-gildi = 22,60; Fritölur 8 og 5.675; P-gildi < 0,001).

Tafla 4.2.11 – Niðurstöður tölfræðiprófa (Tukey's) fyrir 70-84 cm þorsk. Marktækur munur með 95% öryggi er á árum merktum með *.

	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
1993				*		*	*		
1994				*		*	*	*	
1995						*	*		
1996	*	*				*	*		
1997						*	*		
1998	*	*	*	*	*		*		*
1999	*	*	*	*	*	*		*	*
2000		*					*		
2001						*	*		

Holdafar 70-84 cm þorsks er einnig breytilegt eftir veiðisvæðum eins og sést á mynd 4.2.15 (F-gildi 29,76; Fritölur 9 og 5.674; P-gildi < 0,001). Holdafar er hæst á svæðum 7, 8 og 9, en lægst á svæðum 1, 2, 3, 4 og 10. Hvorki er marktækur munur á svæðum 7, 8 og 9 né svæðum 1, 2, 3, 4 og 10.



Mynd 4.2.15 – Holdafar 70-85 cm þorsks úr vorróllum 1993-2001 eftir veiðisvæðum (F-gildi 29,76; Fritölur 9 og 5.674; P-gildi < 0,001).

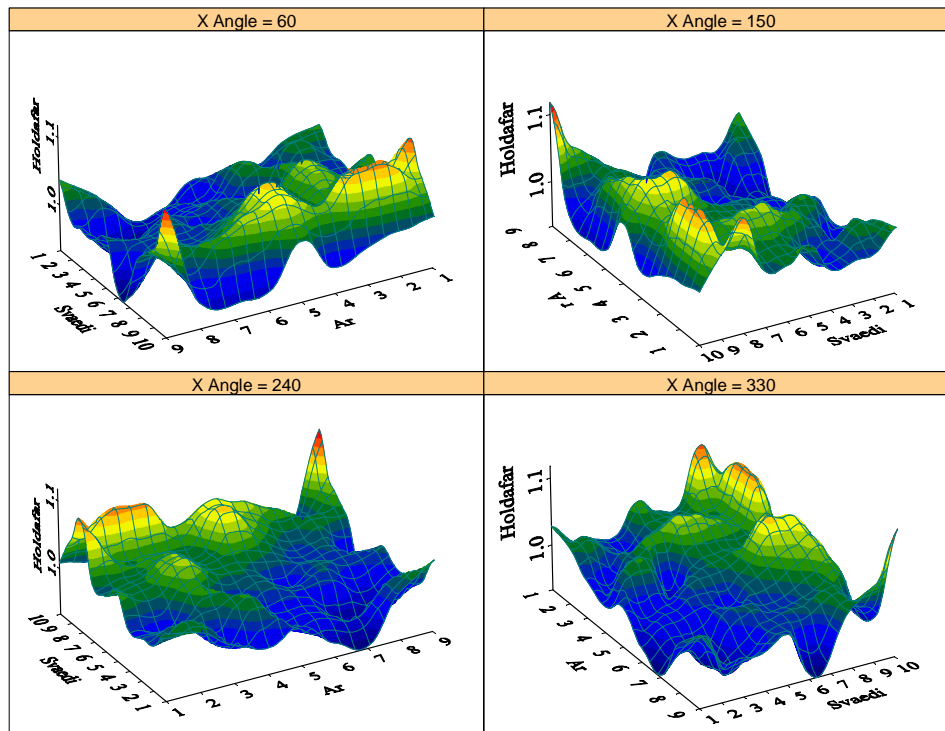
Tafla 4.2.12 – Niðurstöður tölfræðiþróa (Tukey's) fyrir 70-84 cm þorsk. Marktækur munur með 95% öryggi er á svæðum merktum með *.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1					*	*	*	*	*	
2					*	*	*	*	*	
3					*	*	*	*	*	
4								*	*	
5	*	*	*					*	*	*
6	*	*	*					*	*	*
7	*	*	*							*
8	*	*	*	*	*	*				*
9	*	*	*	*	*	*				*
10					*	*	*	*	*	

Á mynd 4.2.16 og í töflu 4.2.13 er sýnt meðalholdafar þorsks af millistærð á hverju svæði og á hverju ári. Toppur er árið 1993 á svæði 8 og næstu ár á eftir á svæði 9. Einnig er toppur á svæði 8 árið 1997 og á svæði 9 árið 2001. Mest áberandi lágmörk eru 1997-1999 á svæðum 1, 2 og 3. Ennþá minna er um há gildi en hjá minni lengdarflokkunum og meira er um lág gildi.

Holdafar er í sex árum af níu hæst á svæði 9 og þrisvar hæst á svæði 8. Þessi tvö svæði skera sig nokkuð úr. Holdafar er í flestum tilfellum lágt á svæðum 1-4, en lágmörk árána eru í öllum tilfellum á þessum svæðum nema í eitt skipti.

Hæsta meðalgildi hvers svæðis á tímabilinu var í fjórum tilfellum á árinu 1995, en í 7 tilfellum á árinu 1995 eða fyrr. Lægsta gildi hvers svæðis var í fjórum tilfellum af tíu árið 1999 og í öllum tilfellum seinna en árið 1995, ef undanskilið er svæði 7 þar sem ekki eru til mælingar síðan 1995.



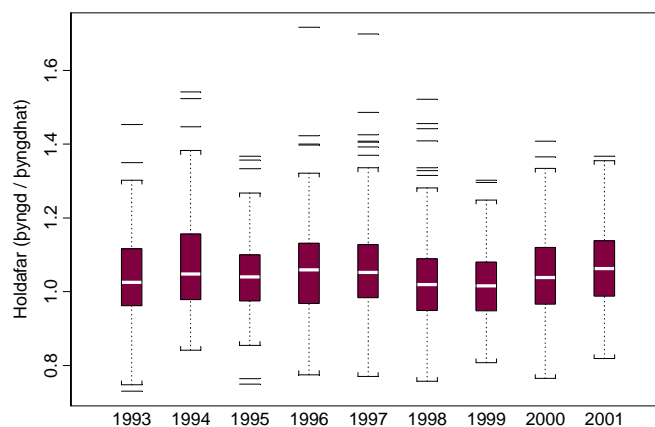
Mynd 4.2.16 – Meðalholdafar 70-84 cm þorsks eftir svæðum og árum. Árunum 1993-2001 er raðað eftir röð 1-9 á x-ás (Ar), svæðin 1-10 á y-ás (Svæði) og holdafar á z-ás (Holdafar). Myndinni er svo snúið á fjóra mismunandi vegu.

Tafla 4.2.13 – Meðalholdafar 70-84 cm þorsks eftir svæðum og árum.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1993	1,029	0,998	0,994	0,991	1,035	1,014	1,012	1,097	1,054	1,008
1994	1,018	1,021	0,995	0,981	1,014	1,022	1,022	1,033	1,083	1,000
1995	0,988	0,971	1,011	1,032	1,049	1,048	1,036	1,030	1,083	0,988
1996	0,971	1,016	1,020	0,960	1,013	1,019	-	1,025	1,038	0,970
1997	0,990	0,971	0,982	1,002	1,011	1,019	-	1,071	1,061	1,021
1998	0,952	0,975	0,981	0,990	0,980	1,008	-	1,045	1,053	0,960
1999	0,935	0,963	0,943	0,995	1,003	0,994	-	1,017	1,034	0,955
2000	1,005	1,005	0,945	0,965	0,993	1,000	-	1,022	0,996	0,968
2001	1,038	0,990	0,988	0,990	1,006	0,940	-	1,022	1,045	1,018

4.2.4 Stór (85-99 cm)

Holdafar 85-99 cm þorsks er breytilegt eftir árum eins og sést á mynd 4.2.17 (F-gildi = 5,136; Frítölur 8 og 1.800; P-gildi < 0,001). Holdafar í þessum lengdarflokki hefur rokkað nokkuð milli ára, en holdafar er hæst 1994, 1996 og 1997, en einnig hátt árið 2001. Holdafar er lægra árin 1993, 1995, 1998, 1999 og 2000, og ekki finnst marktækur munur á þeim.



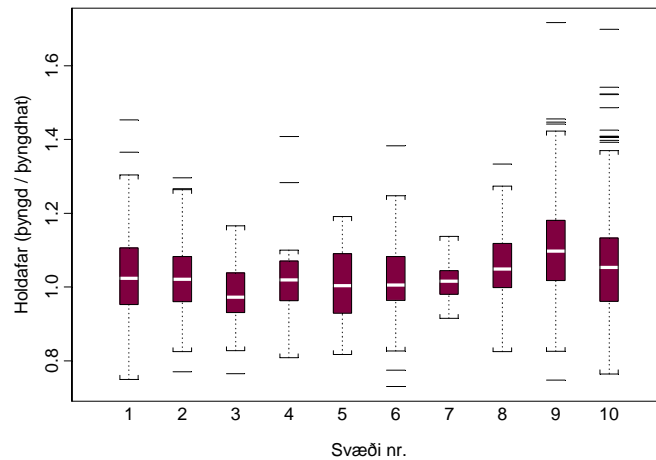
Mynd 4.2.17 – Holdafar 85-99 cm þorsks 1993-2001 (F-gildi = 5,136; Frítölur 8 og 1.800; P-gildi < 0,001).

Tafla 4.2.14 – Niðurstöður tölfræðiprófa (Tukey's) fyrir 85-99 cm þorsk. Marktækur munur með 95% öryggi er á svæðum merktum með *.

	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
1993	■								
1994		■				*	*		
1995			■						
1996				■		*	*		
1997					■	*	*		
1998		*		*	*	■			
1999		*		*	*		■		*
2000								■	
2001							*		■

Holdafar 85-99 cm þorsks er einnig marktækt breytilegt eftir svæðum (F-gildi = 13,79; Frítölur 9 og 1.799; P-gildi < 0,001). Enn er holdafar hæst á svæði 9 líkt og í öðrum lengdarflokkum. Á svæði 10 er holdafar marktækt lægra en á svæði 9 og

marktækt hærra en á svæðum 1, 2, 3 og 5. Holdafar á svæði 8 er marktækt hærra en á svæði 3, en marktækur munur er ekki á holdafari á öðrum svæðum.

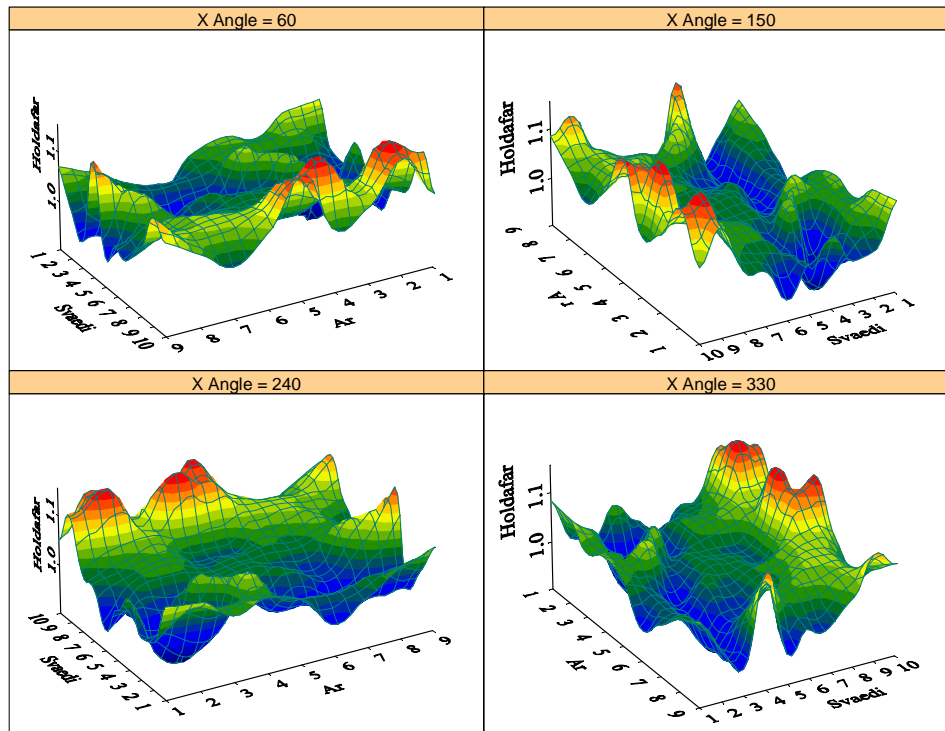


Mynd 4.2.18 – Holdafar 85-99 cm þorsks 1993-2001 eftir svæðum (F-gildi = 13,79; Fritölur 9 og 1.799; P-gildi < 0,001).

Tafla 4.2.15 – Niðurstöður tölfræðiprófa (Tukey's) fyrir 85-99 cm þorsk. Marktækur munur með 95% öryggi er á svæðum merktum með *.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1									*	*
2									*	*
3								*	*	*
4									*	
5									*	*
6									*	
7									*	
8			*						*	
9	*	*	*	*	*	*	*	*		*
10	*	*	*		*				*	

Á mynd 4.2.19 og í töflu 4.2.16 er sýnt meðalholdafar 85-99 cm þorsks á hverju svæði og á hverju ári. Áberandi toppar eru í meðalholdafari á svæði 9 árin 1993, 1994, 1996 og 1997 og einnig á svæði 10 árin 1994 og 1997. Einnig eru toppar árið 2001 á svæði 4 og 9. Mest áberandi lágmark er á svæði 3 síðustu nokkur árin. Minna er um lág gildi en hjá millistórum þorski, en mjög há gildi eru heldur ekki til staðar. Holdafar er í fimm árum af níu hæst á svæði 9, í fimm árum af níu lægst á svæði 3.



Mynd 4.2.19 – Meðalholdafar 85-99 cm þorsks eftir svæðum og árum. Árunum 1993-2001 er raðað eftir röð 1-9 á x-ás (Ar), svæðin 1-10 á y-ás (Svaedi) og holdafar á z-ás (Holdafar). Myndinni er svo snúið á fjóra mismunandi vegu.

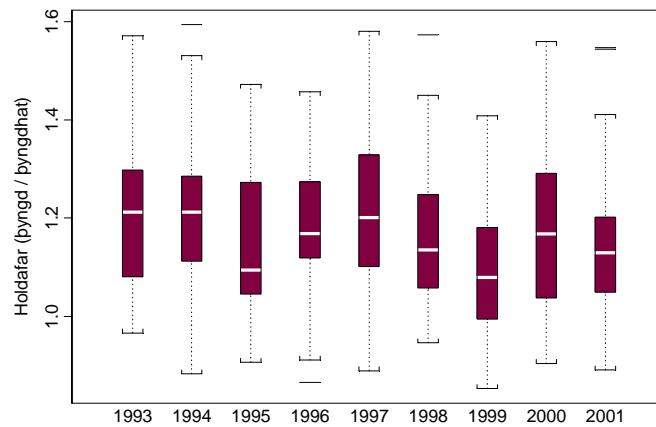
Tafla 4.2.16 – Meðalholdafar 85-99 cm þorsks eftir svæðum og árum.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1993	1,085	0,996	0,987	1,045	1,003	0,945	1,010	1,022	1,115	1,051
1994	1,076	1,042	-	0,915	0,991	1,022	1,027	1,053	1,152	1,135
1995	1,034	1,031	0,947	1,054	0,983	1,032	1,043	1,062	1,068	1,056
1996	1,052	1,041	1,066	0,998	1,017	1,014	-	1,040	1,149	1,027
1997	1,033	1,014	0,976	-	1,024	1,020	-	1,046	1,126	1,151
1998	0,966	1,006	0,967	1,010	1,004	1,025	-	1,064	1,077	1,056
1999	1,005	1,015	0,941	0,978	0,992	1,025	-	1,065	1,059	1,006
2000	1,045	1,022	0,953	1,031	1,074	1,033	-	1,056	1,060	1,046
2001	1,071	1,004	0,957	1,134	0,962	0,999	-	1,040	1,115	1,061

4.2.5 Stærstur (100 cm og stærri)

Marktækur munur er á holdafari 85-99 cm þorsks eftir árum eins og sést á mynd 4.2.20 (F-gildi = 4,163; Fritölur 8 og 432; P-gildi < 0,001). Holdafar í þessum lengdarflokki er hátt ef á heildina er litið og er það í samræmi við það að stærsti þorskurinn er ofan við lengdarþyngdarsambandið. Holdafar er lægst árið 1999 og einnig lágt 1995, 1998 og 2001. Marktækur munur finnst ekki á öðrum árum, en

meðaltöl gefa til kynna að þorskur í þessum stærðarflokki hafi að öllum líkindum verið í góðum holdum árin 1993, 1994 og 1997.

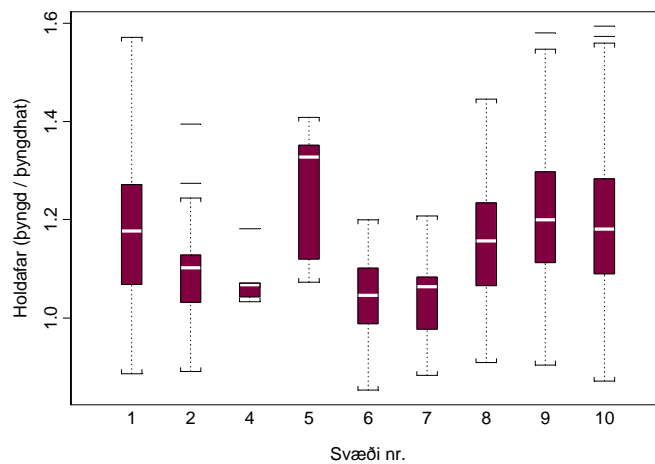


Mynd 4.2.20 – Holdafar 100 cm þorsks og stærri 1993-2001 (F-gildi = 4,163; Frítölur 8 og 432; P-gildi < 0,001).

Tafla 4.2.17 – Niðurstöður tölfræðiprófa (Tukey's) fyrir þorsk 100 cm og stærri. Marktækur munur með 95% öryggi er á árum merktum með *.

	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
1993							*		
1994							*		
1995									
1996							*		
1997							*		
1998									
1999	*	*		*	*			*	
2000							*		
2001									

Eins og kemur fram á mynd 4.2.21 er holdafar 100 cm þorsks og stærri marktækt breytilegt eftir svæðum (F-gildi = 6,387; Frítölur 8 og 432; P-gildi < 0,001). Enginn þorskur í þessum stærðarflokki er úr svæði 3. Holdafar er lægst á svæði 6 í þessum stærðarflokki, en þó finnst ekki marktækur munur á svæði 6 og svæða 2, 4, 7 og 8. Holdafar er hæst á svæðum 1, 9 og 10, en meðaltal svæðis 5 er mjög hátt þrátt fyrir að marktækur munur sé ekki á því og neinu öðru svæði utan svæðis 6.



Mynd 4.2.21 – Holdafar 100 cm þorsks og stærri 1993-2001 eftir svæðum (F-gildi = 6,387; Fritölur 8 og 432; P-gildi < 0,001).

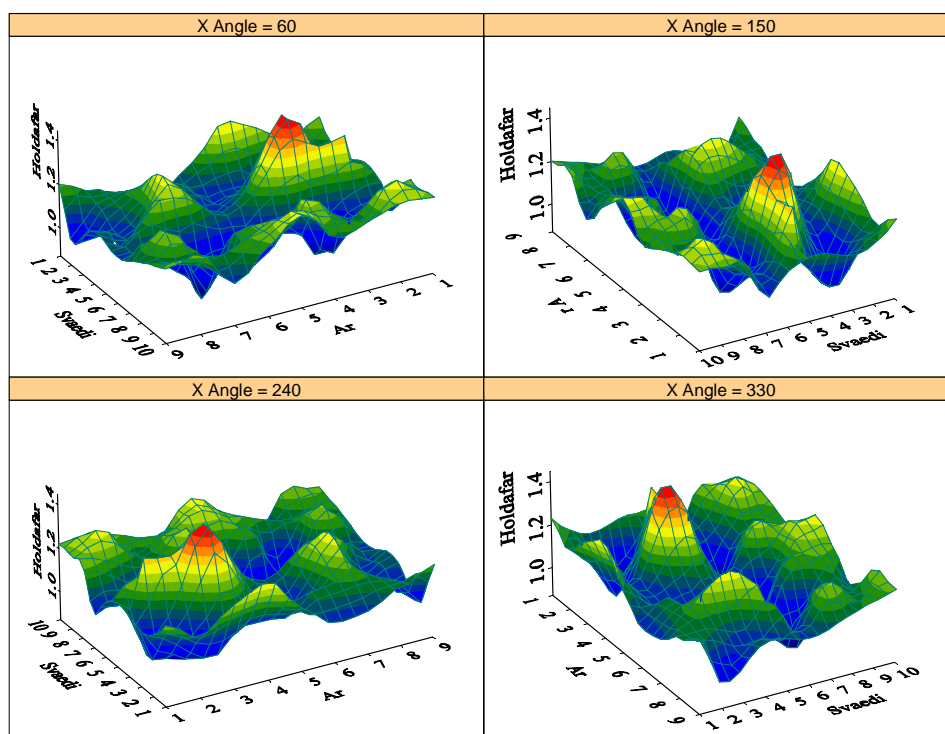
Tafla 4.2.18 – Niðurstöður tölfraeðiþrófa (Tukey's) fyrir þorsk 100 cm og stærri. Marktækur munur með 95% öryggi er á svæðum merktum með *. Enginn þorskur í þessum stærðarflokki er úr svæði 3.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1						*				
2									*	*
3										
4										
5						*				
6	*				*				*	*
7									*	*
8										
9		*				*	*			
10		*				*	*			

Á mynd 4.2.22 og í töflu 4.2.18 er sýnt meðalholdafar þorsks af millistærð á hverju svæði og á hverju ári. Eins og sést í töflunni vantar nokkuð uppá að mælingar séu til úr öllum svæðum á öllum árum. Eins og komið hefur fram er holdafar þessa lengdarflokks hátt, ef á heildina er litið, og er það í samræmi við lengdarþyngdarsambandið.

Nokkrir toppar eru greinilegir á mynd 4.2.22. Mest áberandi er toppur á svæði 5 árin 1994 og 1995. En sökum fárra fiska sem liggja að baki þessum tölum er munur á svæði 5 og flestum öðrum ómarktækur. Holdafar er hátt á svæðum 1, 8, 9 og 10, þó

meira á fyrri hluta tímabilsins en þeim síðari. Holdafar er lágt flest árin á svæði 6 í samanburði við önnur svæði.



Mynd 4.2.22 – Meðalholdafar 100 cm þorsks og stærri eftir svæðum og árum. Árunum 1993-2001 er raðað eftir röð 1-9 á x-ás (Ar), svæðin 1-10 á y-ás (Svæði) og holdafar á z-ás (Holdafar). Myndinni er svo snúið á fjóra mismunandi vegu.

Tafla 4.2.19 – Meðalholdafar þorsks 100 cm og stærri eftir svæðum og árum.

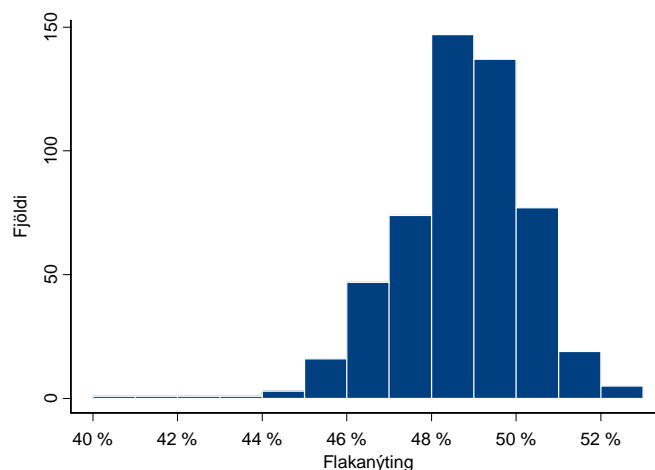
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1993	1,232	1,147	-	-	-	1,122	1,033	1,214	1,211	1,220
1994	1,147	-	-	1,033	1,327	1,090	1,064	-	1,280	1,232
1995	1,250	1,027	-	-	1,352	0,989	0,906	1,094	1,138	1,185
1996	1,310	1,105	-	-	-	1,073	-	1,242	1,207	1,149
1997	1,156	1,080	-	1,071	1,120	0,996	-	1,087	1,261	1,287
1998	1,051	1,134	-	-	-	0,988	-	1,182	1,199	1,184
1999	1,067	1,153	-	-	1,241	0,958	-	0,968	1,148	1,059
2000	1,139	1,128	-	1,067	-	-	-	1,213	1,136	1,227
2001	1,203	0,985	-	1,112	-	1,082	-	1,143	1,173	1,140

4.3 Breytileiki í nýtingu

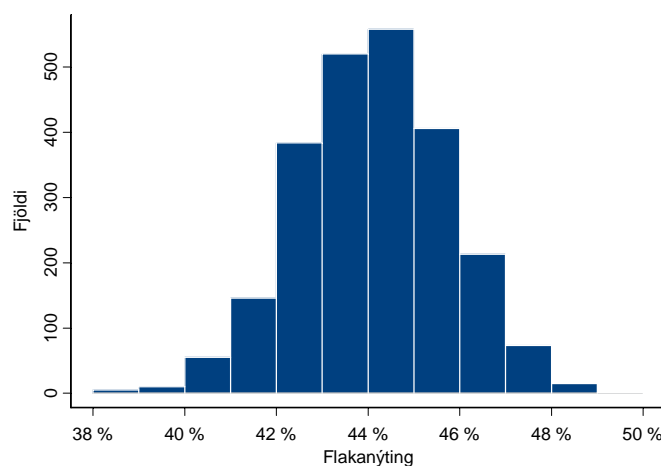
Alls voru 5.316 nýtingarmælingar rannsakaðar í þremur mismunandi afurðum. Nýting er vitanlega mjög mishá eftir því í hvaða afurð er verið að vinna og sýna myndir 4.3.1-4.3.3 flakanýtingu vinnsluskipa fiskveiðiárið 1999/2000 eftir afurðunum þremur; með-roði-með-beini, roðlaust-með-beini og roðlaust-beinlaust. Fjöldi mælinga og meðalnýting í hverri afurð er sýnd í töflu 4.3.1.

Tafla 4.3.1 – Fjöldi nýtingarmælinga eftir afurðagerð.

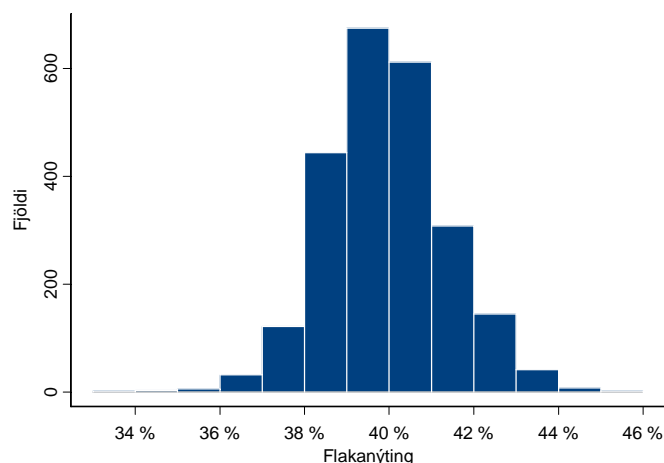
Afurðagerð	Fjöldi mælinga	Meðalnýting
Með roði og beini	529	48,71
Roðlaust með beini	2.386	44,12
Roðlaust beinlaust	2.401	39,94



Mynd 4.3.1 – Nýting í afurðaflokknum með-roði-með-beini.

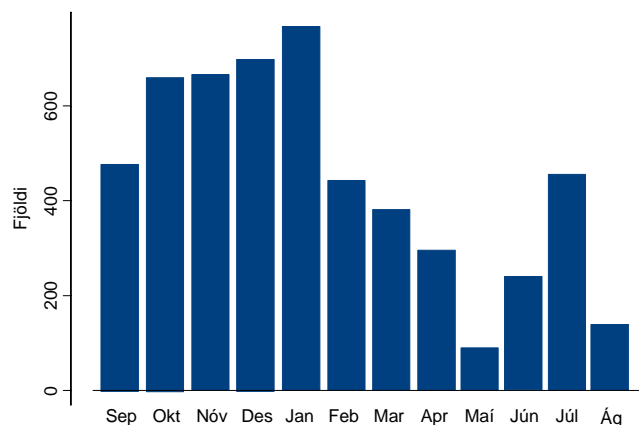


Mynd 4.3.2 – Nýting í afurðaflokknum roðlaust-með-beini.



Mynd 4.3.3 – Nýting í afurðaflokknum roðlaust-beinlaust.

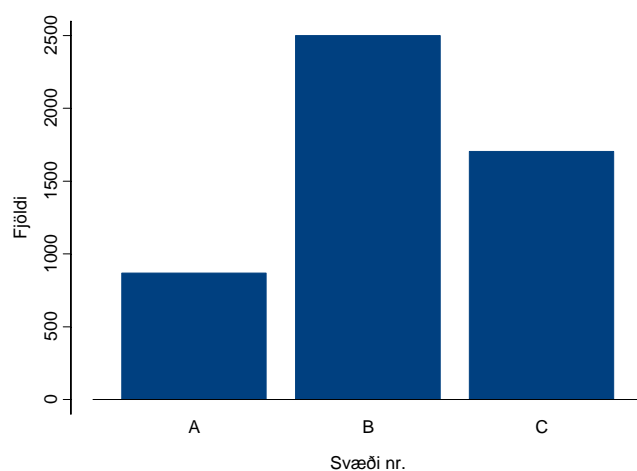
Nýtingarmælingar eru úr öllum mánuðum fiskveiðiársins 1999/2000 eins og sést á mynd 4.3.4. Flestar eru úr síðustu mánuðum ársins 1999 og í byrjun ársins 2000, en einnig eru nokkuð margar úr júlí 2000. Mjög fáar nýtingarmælingar eru úr maí og ágúst 2000. Það er nokkurn veginn í samræmi við þorskafla í botnvörpu árið 1999 þar sem mest af þorski barst á land í upphafi fiskveiðiárs, en minnst yfir sumarmánuðina.



Mynd 4.3.4 – Nýtingarmælingar eftir mánuðum fiskveiðiárið 1999/2000.

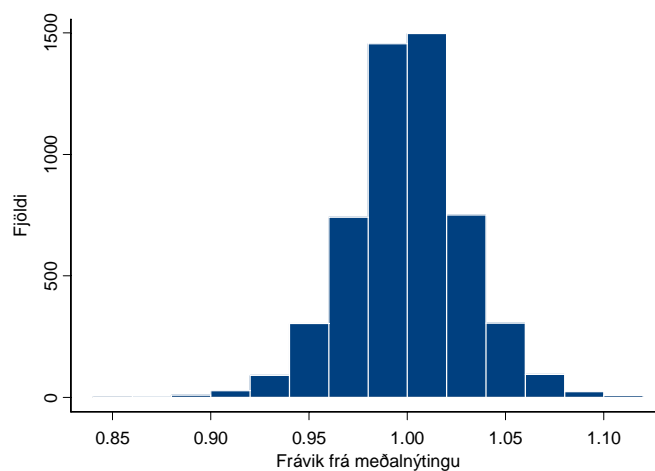
Nærri helmingur nýtingarmælinga eru frá svæði B eða 2.500 mælingar eins og sést á mynd 4.3.5. Flestar þeirra, eða 2.200, eru úr afla sem fenginn var úti fyrir Vestfjörðum, úr þeim hluta svæðis B sem skilgreint var sem svæði 2 í rannsókninni á breytileika í holdafari. En hafa ber í huga að staðsetningar nýtingarmælinga eru ekki nákvæmar, heldur meðalstaðsetning hvers skips á hverjum degi miðað við skráningu togsvæða í afladagbækur. Nýtingarmælingar frá svæði C eru 1.704 og 869 mælingar

eru frá svæði A. Þetta er í samræmi við veiðisvæði þorsks í botnvörpu árið 2000 þar sem mestur hluti aflans fékkst við Vestfirði og mikill hluti suðaustan við Ísland.



Mynd 4.3.5 – Fjöldi nýtingarmælinga eftir veiðisvæðum.

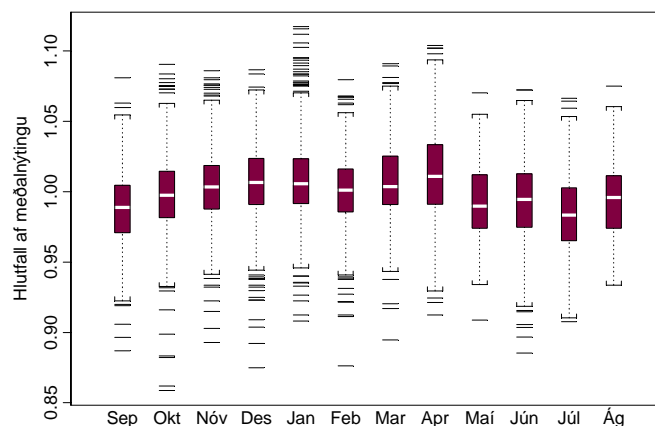
Allar nýtingarmælingar eru notaðar saman í rannsókninni óháð afurðargerð og skipi. Kannað var hvernig nýting breytist eftir veiðisvæðum og mánuðum með því að nota hlutfallsleg frávik nýtingar frá meðalnýtingu skips í hverjum afurðarflokki. Á mynd 4.3.6 má sjá hvernig hlutfallsleg frávik frá meðalnýtingu dreifast. Meðaltalið er 1 og nær öll gildi eru innan við 5% yfir eða undir meðaltali.



Mynd 4.3.6 – Hlutfallsleg frávik frá meðalnýtingu.

Marktækur munur er á nýtingu eftir mánuðum fiskveiðiárið 1999/2000 (F-gildi = 41,47; Frítölur 11 og 5.304; P-gildi < 0,001). Nýtingin var hæst í desember, janúar, mars og apríl, en í meðallagi í október, nóvember og febrúar eins og sést á mynd

4.3.7. Nýtingin var lág í september 1999 og einnig yfir sumarmánuðina árið eftir, alveg frá maí til ágúst.



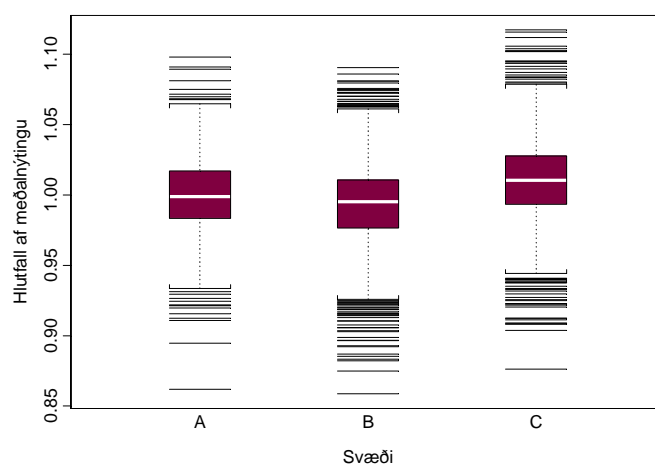
Mynd 4.3.7 – Hlutfallsleg frávik frá meðalnýtingu eftir mánuðum (F-gildi = 41,47; Fritölur 11 og 5.304; P-gildi < 0,001).

Tafla 4.3.2 – Niðurstöður tölfræðiþróa (Tukey's) fyrir frávik frá meðalnýtingu eftir mánuðum. Marktækur munur með 95% öryggi er á mánuðum merktum með *.

	Sep	Okt	Nóv	Des	Jan	Feb	Mar	Apr	Maí	Jún	Júl	Ág
Sep		*	*	*	*	*	*	*				
Okt	*		*	*	*		*	*			*	
Nóv	*	*			*			*	*	*	*	*
Des	*	*				*			*	*	*	*
Jan	*	*	*			*			*	*	*	*
Feb	*			*	*		*	*		*	*	
Mar	*	*				*		*	*	*	*	*
Apr	*	*	*			*			*	*	*	*
Maí			*	*	*		*	*		*		
Jún			*	*	*	*	*	*			*	
Júl		*	*	*	*	*	*	*		*		*
Ág			*	*	*	*	*	*			*	*

Nýting er marktækt breytileg eftir veiðisvæðum (F-gildi = 180,4; Fritölur 2 og 5.070; P-gildi < 0,001) og staðfesta niðurstöður Tukey's-prófa að marktækur munur er á öllum svæðum. Nýtingin er hæst á svæði C, austan Íslands, en lægst á svæði B, úti fyrir Vestfjörðum og Norðurlandi Vestra.

Ef litið er á meðalnýtingu hvers mánaðar á hverju svæði sést að meðalnýting sveiflast mest á svæði A, úr 0,958 eða 4,2% undir meðaltali í maí og í 1,007 eða 0,7% yfir meðaltal í desember og mars. Á svæði B er sveiflan mun minni eða úr 1,7% undir meðaltali í júlí og í 0,3% yfir meðaltal í nóvember og janúar. Athyglisvert er að á svæði C fer meðalfrávik nýtingar einungis í tveimur mánuðum undir meðalnýtingu, í maí og júlí og aðeins rétt undir í báðum tilfellum. Meðalnýting á svæði C er minnst í maí eða 0,5% undir meðaltali og mest í apríl eða 3,3% yfir meðaltal. Meðalnýting er hæst á svæði C alla mánuði fiskveiðiársins 1999/2000 eins og sést í töflu 4.3.3.



Mynd 4.3.8 – Hlutfallsleg frávik frá meðalnýtingu eftir svæðum (F-gildi = 180,4; Fritölur 2 og 5.070; P-gildi < 0,001).

Tafla 4.3.3 – Hlutfallsleg meðalfrávik nýtingar eftir mánuðum og svæðum. Engar nýtingarmælingar eru úr svæði B í apríl og maí.

	A	B	C
Sep	0,979	0,985	1,008
Okt	0,961	0,996	1,015
Nóv	1,005	1,003	1,008
Des	1,007	1,002	1,009
Jan	1,000	1,003	1,013
Feb	0,993	0,997	1,005
Mar	1,007	0,989	1,017
Apr	1,001	-	1,033
Maí	0,958	-	0,995
Jún	0,980	0,986	1,004
Júl	0,979	0,983	0,999
Ág	1,000	0,989	1,016

5 Umræða

Sá mælikvarði sem notaður var á holdafar í þessari rannsókn hefur ekki verið notaður á þennan hátt áður til að bera saman við flakanýtingu. Mælikvarðinn er góður, en það mætti hugsa sér að hægt væri að gera hann enn betri með því að gera \hat{w} nákvæmara. Lengdarþyngdarsamband, reiknað eftir líkingunni $a \cdot \text{þyngd}^b$, gerir ráð fyrir því að vöxtur sé í sömu hlutföllum alla ævi, en það virðist ekki gilda í raunveruleikanum (Gunnar Jónsson, 1992; Ásta Guðmundsdóttir og Björn Ævarr Steinarsson, 1997). Lengdarþyngdarsambandið vanmetur af þessum sökum þyngd stærsta fisksins svo mikið að nánast allur þorskur stærri en 100 cm er ofan við sambandið og því með holdafar yfir 1,000. Þetta bendir til þess að þorskur hægi á einhverjum tímapunkti á lengdarvexti sínum án þess að hægja jafn mikið á þyngdarvexti sínum.

Sambandið verður því aldrei annað en nálgun, en til þess að færa það nær raunveruleikanum þarf að skipta vexti niður eftir stærð fisks og verður slíkt samband því talsvert flóknara. Sú staðreynd að flakanýting eykst með stærð fisks (Rúnar Birgisson, 1995) og að flakanýting þorsks, stærri en 100 cm, sé í flestum tilfellum mjög há (Sigurjón Arason, 2001b) styður notkun þessa mælikvarðar á holdafar í rannsókn sem þessari. Einnig var það hluti af markmiðum þessa verkefnis að hafa mælikvarðan einfaldan, en ef lengdarþyngdarsambandinu væri skipt niður yrði mælikvarðinn (\hat{w}) fljótt talsvert flóknari.

Mælikvarðinn *holdafar* er mun nákvæmari en *holdastuðull* og gefur mun meiri upplýsingar en að nota eingöngu meðalþyngdir lengdar- eða aldursflokka. Aðrir hugsanlegir mælikvarðar eru flestir mun flóknari, samanber að nota einhverskonar mælingar á hlutfallslegu vöðvamagni eða að meta nákvæma lögun fisksins.

Í rannsókninni var lykilatriði að nota mælikvarða sem er einfaldur til þess að auðvelt sé að áætla flakanýtingu út frá einföldum mælingum. Það að geta gert mælingar á lengd og þyngd, reikna út holdafar fisksins með því að bera við lengdarþyngdarsamband og áætla þar með hvort flakanýting verði há eða lág er mjög öflugt tæki við vinnslustjórnun. Með því að áætla nýtingu á þennan hátt er auðveldara að gera áætlanir um framleiðslu afurða og áætla hve mikið hráefni þarf til þess að

framleiða þær afurðir sem stefnt er á að framleiða. Einnig getur framleiðandi valið fisk í ákveðna framleiðsluleið út frá holdafari. Í ákveðnum afurðum getur verið mun hagkvæmara að framleiða úr holdmeiri fiski en holdminni og jafnvel mjög erfitt að framleiða þær úr holdminni fiski (Sigurjón Arason, 2001b).

Einnig er hægt að hugsa sér að kaupandi fisks geti gert kröfur um að fiskurinn hafi að lágmarki ákveðið holdafar eða að verð aflu ráðist að hluta til af holdafari hans. Þá væri kaupandi í raun að kaupa fisk á grundvelli afurðamagns í stað hráefnismagns.

5.1 Holdafar og flakanýting

Holdafar þorsks úr rannsókninni í Haraldi Böðvarssyni hf. var á bilinu 0,83-1,32 og var meðaltal 1,06. Þetta er nokkuð breitt bil sé litið til þess að fiskurinn er allur veiddur á sama tímabili og á nálægum miðum. Meðaltalið er nokkuð yfir 1,0 sem bendir til þess að fiskurinn hafi að meðaltali verið í nokkuð betri holdum en fiskur úr togararöllum 1997-2001. Þessi fiskur hefði því að öllum líkindum flakanýtingu yfir meðallagi hvort sem væri verið að vinna í roðlaust-beinlaust, með-roði-með-beini, roðlaust-með-beini eða aðra afurð.

Mjög áberandi var hve sterkt neikvætt samband var milli haushlutfalls og bæði flakanýtingar og holdafars. Sé heilum slægðum fiski skipt upp í flök, haus og hrygg eins og gert var í rannsókninni, þá er augljóst að aukning í einum hlut þýðir minnkun í öðrum og þarf því ekki að koma á óvart að samband milli þessara breyta sé sterkt.

Niðurstöður rannsóknarinnar staðfestu samband holdafars og flakanýtingar. Það er í samræmi við niðurstöður Jóns Heiðars Ríkharðssonar og Rúnars Birgissonar (1996) og Love (1979 og 1988) þar sem flakanýting óx með holdastuðli. Flakanýting þeirrar afurðar sem rannsökuð var reyndist á bilinu 53-69%, en meðaltal var 64%, og jókst flakanýting um 1,42%-stig við hverja hækkun um 0,1 í holdafari. Flakanýting í vinnsluskipum er hins vegar algeng á bilinu 39-48% eftir því hvaða afurð er verið að vinna í. Þessar niðurstöður er því ekki hægt að bera beint saman við flakanýtingu vinnsluskipa vegna þess að klumba og hnakki fylgdu flakinu í rannsókninni, en við hefðbundna hausun fylgja þeir hlutar hausnum.

En hvað þýða þessar niðurstöður um flakanýtingu í öðrum afurðum, líkt og roðlaust-beinlaust, með-roði-með-beini og roðlaust-með-beini? Er einhver ástæða til þess að ætla að halli sambands holdafars og flakanýtingar í annarri afurð en þeirri sem var rannsökuð, sé annar? Munurinn á þeirri afurð sem rannsökuð var og t.a.m. með-roði-með-beini er eingöngu kominn til vegna hausunarinnar, þ.e. að klumba og hnakki fylgja hausnum. Aukist holdafar fisks eða minnki má gera ráð fyrir því að holdafar hnakkans vaxi eða minnki í sömu eða a.m.k. svipuðum hlutföllum. Hins vegar er klumban að hluta til bein og að hluta til hold og vex klumban því hlutfallslega hægar ef fiskur bætir á sig holdi. Þetta bendir til þess halli línunnar í sambandi holdafars og flakanýtingar í með-roði-með-beini ætti að vera svipaður eða hugsanlega örlítið meiri en sá sem fékkst í rannsókninni.

Í afurðuinni roðlaust-með-beini er einnig roðflett og í roðlaust-beinlaust er einnig beinhreinsað og bætast því við breyturnar roð og snyrting. Gera má ráð fyrir því að hlutfall roðs vaxi nokkurn veginn í samræmi við hlutfallslegt flatarmál fisksins og að hlutfall snyrtingar minnki ef eitthvað er með auknu holdafari. Ef svo er má gera ráð fyrir að halli sambands holdafars og flakanýtingar í roðlausu-beinlausu og roðlausu-með-beini sé svipaður eða e.t.v. meiri en halli sambandsins í rannsókninni.

5.2 Breytileiki í holdafari

Holdafar þorsks á Íslandsmiðum hefur verið í nokkrum vexti undanfarin 5 ár, en árið 1997 var holdafar lægst á því tímabili sem rannsakað var. Þorskur var í góðum holdum árið 1993 og næstu ár á eftir, en holdafar var lágt árin 1997-1999. Holdafar þorsks vorið 2001 var því nálægt meðaltali síðustu 9 ára.

Holdafar smæsta þorsksins (40-54 cm) var einnig hæst fyrstu árin sem rannsökuð voru og lægst árið 1997. Undanfarin fjögur voru hefur holdafar verið lægra í þessum lengdarflokki en á fyrstu fjórum árunum. Smár þorskur (55-69 cm) og millistærðar þorskur (70-84 cm) var í góðum holdum fyrstu árin líkt og smæsti þorskurinn, en þorskur af millistærð var einnig í góðum holdum 1997 og 2001, ólíkt minni þorski. Holdafar stórs þorsks (85-99 cm) var hæst 1994, 1996 og 1997 og einnig hátt árið

2001, en holdafar stærsta þorsksins (100 cm og stærri) er hátt allt tímabilið, enda er hann í flestum tilfellum ofan við lengdarþyngdarsambandið.

Þessar sveiflur í holdafari síðan 1993 eru ekki í samræmi við helstu breytingar í hitastigi sjávar, átumagni, rækjumagni eða stærð loðnustofns samkvæmt rannsóknnum Hafrannsóknastofnunarinnar (2000, 2000b og 2001). Sennilegast er breytileiki í holdafari eftir árum háður mun flóknara samspili ofangreindra og annarra þátta.

5.2.1 Holdafar eftir árstímum

Holdafar reyndist í tveimur tilfellum af fjórum hærra að vori en að hausti, í einu tilfelli lægra að vori en að hausti og í eitt skipti var ekki marktækur munur á holdafari að vori og hausti. Þetta bendir til þess að ekki sé hægt að ganga að því vísu að þorskur hafi í október bætt á sig því holdi sem hann tapaði við þroska kynfæra. Þetta er í ósamræmi við það sem gert var ráð fyrir, þ.e. að þorskur sé mun holdminni rétt fyrir hrygningu og bæti svo á sig holdi mánuðina eftir hrygningu, þar til hann hefur vöxt kynfæra á ný.

Holdafar smæsta þorsksins (40-54 cm) eykst frá vori til hausts, enda er hann nær allur ókynþroska og eyðir því ekki orku í þroska kynfæra. Lengri þorskur en 54 cm er í betri holdum að vori en að hausti og virðist munur á holdafari að vori og hausti aukast með lengd. Þetta samræmist því að aukinn hluti fisks er kynþroska með vaxandi lengd og fjölgar þeim því hlutfallslega sem þurfa að eyða orku í að þroska kynfæri. Stærri þorskur framleiðir einnig mun fleiri og lífvænlegri hrogn og gengur meira á hold hans en smærri kynþroska fisks (Guðrún Marteinsdóttir o.fl, 2000).

5.2.2 Holdafar eftir svæðum

Svæðaskiptingin sem notuð var í þessari rannsókn tekur mið af vinnu Hafrannsóknastofnunarinnar við fjölstofnaverkefni hennar. Þegar hafsvæðinu niður að 500 m dýpi var skipt var tekið mið af útbreiðslu og hegðun margra tegunda, en ekki eingöngu þorsks og samspils þorsks við aðrar tegundir. Þess vegna eru mörk svæða í sumum tilfellum ef til vill ekki í fullkomnu samræmi við útbreiðslu eða

hegðun þorsks. Hugsanlega mætti sameina einhver svæði eða færa mörk milli einhverra svæða lítillega til að fylgja betur lífsmynstri þorsks. Hins vegar er svæðaskiptingin í heild mjög góð og skipting nær allra svæða í samræmi við lífshætti þorsks. Einnig væri sú vinna sem færi í að skilgreina svæði upp á nýtt, eingöngu með lífshætti þorsks í huga, svo umfangsmikil að það væri líklega verkefni annarrar jafn viðamikillar rannsóknar og þessarar.

Holdafar reyndist lang hæst að vori á svæði 9, suðaustur af Íslandi, hærra en við straumskilin austan við Ísland, á svæði 8, sem er þó hærra en á öðrum svæðum. Holdafar að hausti reyndist hæst sunnan við Ísland, á svæðum 9 og 10. Holdafar var nokkuð hátt bæði að vori og hausti við Faxaflóa og á Íslands-Færeyjahrygg, á svæðum 1 og 7, og einnig við Austurland, á svæði 6, að vori.

Lægst er holdafar við Norðurland, á svæðum 3 og 4 að vori, en lægst á svæði 3 að hausti. Holdafar er nokkuð lágt á svæðum 2, 5 og 10 að vori og lágt á svæðum 5 og 6 að hausti.

Á svæði 9 hefur verið mikið af stórum þorski og eins og fram hefur komið er þorskur yfir 100 cm nánast alltaf ofan við lengdarþyngdarsambandið. Holdafar á svæði 9 er samt sem áður ekki eingöngu hátt vegna þess að þar sé mjög stór þorskur. Holdafar smæsta þorsksins (40-54 cm) er einnig hæst á þessu svæði og afsannar það að orsökina séu eingöngu vegna þess að þar sé mjög stór fiskur. Holdafar smæsta þorsksins er einnig nokkuð hátt á svæðum 1, 8 og 10. Holdafar smás þorsks (55-69 cm) og millistærðar þorsks (70-84 cm) er hæst suðaustan Íslands, á svæðum 7, 8 og 9 og holdafar stórs þorsks (85-99 cm) er hæst á svæði 9 líkt, en einnig nokkuð hátt á svæði 10. Holdafar stærsta þorsksins (100 cm og stærri) er hátt á öllum svæðum, en er hæst á svæðum 1, 9 og 10.

Niðurstaðan er því sú að þorskur af misjafnri lengd virðist hafa svipað mynstur í holdafari eftir svæðum og er þorskur sunnan- og suðaustan lands í betri holdum en annars staðar við Ísland. Holdafar þorsks var í nær öllum tilfellum lægst við Norðurland og Vestfirði, en smár (55-69 cm) og millistærðar (70-84 cm) þorskur var einnig holdlítill á svæði 10 og millistærðar og stór (85-99 cm) var holdlítill á svæði 1.

En hverjar eru ástæður þess að holdafarið er oftast hæst við suður- eða suðausturland? Mikilvægustu þættir fyrir vöxt þorsks er magn fæðu og hitastig (Björn Björnsson, Agnar Steinarsson, óbirt). Mikilvægasta fæða þorsks, eftir stærð, er áta, rækja, loðna og stærri fiskur (Ólafur Karvel Pálsson, 1997). Meira er af átu norðan Íslands, í Austur-Íslandsstraumi en í Irmingerstraumi (Ólafur S. Ástþórsson og Ástþór Gíslason, 1995), meira er af rækju norðan Íslands en sunnan (Hafrannsóknastofnunin, 2000) og loðnan er sunnan Íslands þegar hún kemur til hrygningar á vorin. Hrygningarganga loðnu réttisælis í kringum Ísland í byrjun árs frá Íslandshafi að hrygningarstöðvum suðvestan Íslands veldur því að mikið framboð er af loðnu í mars, þegar vorróll eru framkvæmd. Át þorsks á loðnu í mars er víða umhverfis Ísland, en mest út af Breiðafirði og Vestfjörðum (Ólafur Karvel Pálsson, Hjálmar Vilhjálmsson og Höskuldur Björnsson, 1997). Hins vegar kemur golfstraumurinn að Íslandi sunnan- og suðaustanlands og ber með sér hlýjan sjó (Héðinn Valdimarsson og Svend-Aage Malmberg, 1999) og virðist vera sem svo að herra hitastig sjávar gæti verið þáttur í því að holdmeiri þorskur er á þessum svæðum. Einnig er útbreiðsla kolmunna talsverð á þessu svæði (Sveinn Sveinbjörnsson, 2001), en kolmunni er mjög mikilvægur hluti fæðu stærri þorsks (Ólafur Karvel Pálsson, 1997).

5.3 Breytileiki í flakanýtingu

Nýting er mjög breytileg eftir gerð og útbúnaði skipa og einnig eftir því hvaða afurð er verið að vinna. Kannað var hvernig nýting breytist eftir veiðisvæðum og mánuðum með því að nota hlutfallsleg frávik nýtingar frá meðalnýtingu hvers skips í hverri afurð. Þannig voru allar nýtingarprufur gerðar sambærilegar, óháð því hvaða afurð var verið að vinna og óháð því skipi sem gerði nýtingarprufuna. Meðaltalið er 1 og nær öll gildi eru innan við 5% yfir eða undir meðaltali.

Útreikningur á afla vinnsluskipa til aflamarks byggir á nýtingarstuðlum sem reiknaðir eru á grundvelli þeirra nýtingarmælinga sem notaðar voru í rannsókninni. Þyngd afla m.v. slægðan fisk með haus, er reiknuð út með því að deila í þyngd afurðar með nýtingarstuðli. Þetta gerir það að verkum að það er hagur hvers vinnsluskipa að hver nýtingarmæling takist vel og gefi sem hæsta nýtingu. Reiknuð er út meðalnýting hverrar veiðiferðar í hverri afurðargerð og notuð til að umreikna í afla upp úr sjó.

Fiskistofa hefur eftirlit með því að nýtingarmælingar séu innan eðlilegra frávika frá nýtingarmælingum eftirlitsmanna Fiskistofu og einnig er öllum nýtingarprufum haldið til hliðar og gerðar aðgengilegar þegar komið er að landi með aflann, svo Fiskistofa geti staðfest að þær hafi verið gerðar á réttan hátt. Það er hins vegar fjarri rannsókn þessari að kanna á nokkurn hátt hvort nýtingarmælingar séu utan eðlilegra marka, en nauðsynlegt er að velta upp þeirri spurningu hvort þetta gæti haft einhver áhrif á niðurstöður rannsóknarinnar.

Þær ráðstafanir sem gerðar voru til þess að gera nýtingarmælingar ólíkra vinnsluskipa og afurða sambærilegar koma einnig í veg fyrir að þetta hafi áhrif á niðurstöður þessarar rannsóknar. Þetta gildir í langflestum tilfellum, en þó er gert ráð fyrir því að hvert skip fari eins að allt fiskveiðiárið 1999/2000. Ef ske kynni að skipverjar fari ekki eins að á öllum vöktum, í öllum mánuðum eða veiðiferðum hefur það vissulega áhrif á niðurstöður þessa verkefnis. Að koma í veg fyrir það er samt sem áður nánast ógerlegt og því er gert ráð fyrir því að skipverjar fari eins að allt tímabilið.

Tiltekið skip getur haft lága meðalnýtingu vegna þess að skipið veiðir alltaf á svæði sem gefur lélega nýtingu. Frávik frá meðalnýtingu verða þá stundum jákvæð á því svæði þar sem nýting er í raun lág, eingöngu vegna þess að skipið veiðir alltaf þar. Annað skip gæti haft góða nýtingu vegna þess að það er alltaf á réttum stað á réttum tíma. Þrátt fyrir þetta verður stuðullinn neikvæður á góðum stað á góðum tíma, eingöngu vegna þess hve skipverjar fara vel að. Þetta brenglar mælikvarðann vissulega nokkuð, en þessi leið er þó mun nákvæmari en að nota nýtingarmælingar beint eins og þær berast vegna þess hve breytileiki milli skipa og afurða getur verið mikill.

Nýtingin reyndist hæst í desember, janúar, mars og apríl og við meðaltal í október, nóvember og febrúar. Nýtingin var lág í september 1999 og einnig yfir sumarmánuðina árið eftir, alveg frá maí til ágúst. Þetta gæti bent til þess að ekki gangi verulega á hold þorsks vegna þroska hrognna og svilja fyrr en rétt fyrir hrygningu í apríl eða maí. Einnig að það taki þorskinn alveg fram á vetur að byggja upp hold á ný. Þó ber að geta þess að vinnsluskip veiða mest af þorski á lengdarbilinu 55-75 cm (Sigurjón Arason, 2001b) en mikill hluti þess fisks er ókynþroska.

Niðurstöðurnar eiga því vel við um kynþroska þorsk og eru í samræmi við niðurstöður rannsóknarinnar á breytileika í holdafari eftir árstímum, þar sem holdafar lengdarflokka stærri en 54 cm var hærra að vori en hausti. En ókynþroska þorskur eykur sitt holdafar frá vori til hausts og því ætti flakanýting þess fisks ekki að minnka yfir sumarmánuðina.

Nýtingin reyndist vera hæst á svæði C, austan Íslands, meðalhá á svæði A, en lægst á svæði B, úti fyrir Vestfjörðum og Norðurlandi vestra, sem er í samræmi við niðurstöður úr rannsókninni á breytileika í holdafari eftir svæðum þar sem holdafar var hæst á svæði við Suð-Austurland, innan svæðis C, og nokkuð hátt við Suðurland, innan svæðis A. Holdafar var lægst við Norðurland vestra sem er innan svæðis B. Holdafar 55-69 cm þorsks, sem er algeng stærð í afla vinnsluskipa, var hæst við Suð-Austurland, en lægst við Vestfirði og Norðurland vestra, innan svæðis A, og við Suðurland.

Meðalnýting sveiflaðist mest á svæði A, úr 4,2% undir meðaltali í maí og í 0,7% yfir meðaltal í desember og mars. Á svæði B var sveiflan mun minni eða úr 1,7% undir meðaltali í júlí og í 0,3% yfir meðaltal í nóvember og janúar. Meðalnýting á svæði C var minnst í maí eða 0,5% undir meðaltali og mest í apríl eða 3,3% yfir meðaltal. Meðalnýting allra svæða var því lægst í maí eða júlí og hæst á tímabilinu nóvember til janúar eða mars til apríl. Meðalnýting var hæst á svæði C alla mánuði fiskveiðiársins 1999/2000.

5.4 Samantekt

Eitt af því sem einkennir þessa rannsókn er hve mikil gögn liggja að baki mælingunum. Í rannsókninni á tengslum holdafars og flakanýtingar voru 152 fiskar rannsakaðir, en í rannsókninni á breytileika í holdafari úr stofnmælingum Hafrannsóknastofnunarinnar voru alls 34.422 fiskar skoðaðir. Í rannsókninni á breytileika á nýtingu voru alls 5.316 nýtingarmælingar skoðaðir, en hver þeirra er 10 fiska mæling. Það voru því alls 87.734 þorskar sem lögðu rannsókninni lið.

Í rannsókninni voru einungis notaðar mælingar á holdafari frá tveimur tímabilum innan árs. Í ljósi niðurstaðna úr rannsókninni á sambandi holdafars og flakanýtingar þótti hins vegar nægja að kanna breytileika innan árs með því að rannsaka nýtingarmælingar vinnsluskipa. En til að kanna breytileikann í holdafari innan árs frekar þyrfti að gera reglulegar mælingar á holdafari frá annaðhvort einu ákveðnu veiðisvæði eða fleirum. Mælingar Hafrannsóknastofnunarinnar á lönduðum afla eru gerðar í hverjum mánuði árs og mætti auka frekar þekkingu á breytileika holdafars með að rannsaka þær mælingar.

Í framhaldi af þessum rannsóknum væri einnig hægt að taka aðrar breytur með í reikninginn eins og t.d. sýrustig, prótein-, vatns- og fituinnihald, los og fleira og skoða innbyrðis tengsl þeirra og tengsl þeirra við holdafar og nýtingu. Einnig mætti rannsaka tengsl þessara breyta við gæðaeiginleika afurðarinnar eða við mögulegar vinnsluleiðir. Skilgreina mætti svæði á annan hátt eða að skoða breytileikann betur innan ákveðinna svæða og í tengslum við t.d. hitastig sjávar, botndýpi eða -gerð og aðrar umhverfisbreytur.

Niðurstöður rannsókna þriggja samræmast vel og styðja í raun vel hver aðra. Flakanýting eykst með auknu holdafari og holdafar úr mælingum Hafrannsóknastofnunarinnar og flakanýting vinnsluskipa er hærri sunnan og suðaustan Íslands, en norðan Íslands og við Vestfirði. Niðurstöðurnar benda til þess að holdafar og flakanýting sé lág yfir sumarmánuðina, en hækki á haustin og sé hæst fyrstu mánuði ársins.

Með þeirri þekkingu sem aflaðist í verkefninu, á holdafari og tengsum þess við flakanýtingu, er mögulegt að sækja í sjó fisk sem gefur verðmætari afurðir. Auk þess að vinna verðmætari afurðir má um leið auka framleiðni, því framleiðsla afurða á hvern manntíma eykst einnig sé verið að vinna holdmeiri fisk. Afrakstur má einnig auka vegna þess að hver fiskur gefur meira af sér í afurðir til neytenda og standa færri fiskar að baki leyfilegum heildarafla. Þannig leggur hver einstakur íslenskur þorskur meira af mörkum fyrir þjóðarbúið og til heimsneyslu sjávarafurða.

6 Heimildir

1. Alda Möller, 2001. Námsefni í málstofu í sjávarútvegsfræðum við Háskóla Íslands 2001.
2. Ásta Guðmundsdóttir og Björn Ævarr Steinarsson, 1997. An attempt to model the length-weight relationship for saithe in Icelandic waters. ICES Annual Science Conference Biology and Behaviour (II) (CC). CM 1997/CC:08.
3. Ástþór Gíslason og Ólafur S. Ástþórsson, 1997. Útbreiðsla og tegundasamsetning dýrasvifs við Ísland í tengslum við sjógerðir. Fjölstofnarannsóknir 1992-1995. Hafrannsóknastofnun fjölrit nr. 57.
4. Baader, 1996. Baader 184, Filleting Machine Operating Instructions. Nordischer Maschinenbau Rud.Baader. Nr. 52652-7 A 385 GB.
5. Björn Björnsson og Soffía Vala Tryggvadóttir, 2001. Ástand þorskholds eftir mismikla fóðrun. Ægir, 3. tbl. 95. árg., mars 2001.
6. Björn Björnsson, Agnar Steinarsson og Matthías Oddgeirsson, 2001. Optimal temperature for growth and feed conversion of immature cod (*Gadus morhua* L.): effects of weight. ICES Journal of Marine Science. 58: 28-38.
7. Björn Björnsson, Agnar Steinarsson, óbirt. Growth potential of cod (*Gadus morhua* L.) fed on maximum rations: effects of temperature and size.
8. Björn Knútsson, 2001. Tækifæri í fiskeldi. Morgunblaðið, 24. janúar 2001. Úr verinu.
9. Björn Ævarr Steinarsson og Gunnar Stefánsson, 1996. Factors affecting cod growth in Icelandic waters and the resulting effect on potential yield of cod. ICES C.M. 1996/G:32.
10. Brander, K.M., 1995. The effects of temperature on growth of Atlantic cod (*Gadus morhua* L.). ICES J. mar. Sci. 52: 1-10.
11. Brander, K.M., 1994. Patterns of distribution, spawning, and growth in North Atlantic cod: the utility of inter-regional comparisons. ICES mar. Sci. Symp. 198: 406-413.

12. Dambergs, N., 1964. Extractives of fish muscle. 4. Seasonal variations of fat, watersolubles, protein and water in cod (*Gadus morhua* L.) filets. J. Fish. Res. Bd. Canada 21: 703-709.
13. Eiríkur Þ. Einarsson, Gunnar Jónsson og Konráð Þórisson (ritstjórn), 2000. Skýrsla um starfsemi Hafrannsóknastofnunar 1999. Hafrannsóknir - 55. hefti. Hafrannsóknastofnunin, Reykjavík, 2000.
14. Eliassen, J.-E. and Vahl, O., 1982. Seasonal variations in the gonad size and the protein and water content of cod (*Gadus morhua* L.), muscle from Northern Norway, J. Sci. Food Agric. 30:433-438.
15. FAO, 2000. Fishery statistics, capture production 1998. Vol. 86/1. FAO Fisheries Series No. 54. FAO Statistics Series No. 152.
16. FAO, 2000b. Fishery statistics, aquaculture production 1998. Vol. 86/2. FAO Fisheries Series No. 56. FAO Statistics Series No. 154.
17. Fiskistofa, 1998. Nýtingarmælingar um borð í vinnsluskipum. Fiskistofa, veiðieftirlit. Umsjón Eyþór Þórðarson.
18. Fulton, T.W. 1903. Rate of Growth of Sea Fishes. Fish. Board Scotland, 22. Annual Report 1903.
19. Guðrún Marteinsdóttir, Ásta Guðmundsdóttir, Vilhjálmur Þorsteinsson og Gunnar Stefánsson, 2000. Spatial variation in abundance, size composition and viable egg production of spawning cod (*Gadus morhua* L.) in Icelandic waters. ICES Journal of Marine Science, 57: 824-830.
20. Gunnar Jónsson, 1992. Íslenskir Fiskar, 2. útgáfa. – Bókaútgáfan Fjölvi, Reykjavík 1992.
21. Gunnar Stefánsson & Ólafur K. Pálsson, 1997. BORMICON, A Boreal Migratory And Consumption Model. Hafrannsóknastofnun, fjölrít nr. 58.
22. Hafrannsóknastofnunin, 2000. Nytjastofnar sjávar 1999/2000 – Aflahorfur fiskveiðiárið 2000/2001. Hafrannsóknastofnun, fjölrít nr. 75.
23. Hafrannsóknastofnunin, 2000b. Þættir úr vistfræði sjávar 1999. Hafrannsóknastofnunin, fjölrít nr. 77. Reykjavík 2000.
24. Hafrannsóknastofnunin, 2001. Nytjastofnar sjávar 2000/2001 – Aflahorfur fiskveiðiárið 2001/2002. Hafrannsóknastofnun, fjölrít nr. 80.
25. Heimasíða Haraldar Böðvarssonar hf.
26. Heimasíðan fisheries.is

27. Héðinn Valdimarsson og Svend-Aage Malmberg, 1999. Near-surface circulation in Icelandic waters derived from satellite tracked drifters. *Rit Fiskideildar* 16: 22-39.
28. Jakob Jakobsson, 2000. Námsefni í námskeiðinu Fiskifræði I við Háskóla Íslands.
29. Jón Heiðar Ríkhartsson, 1992. Slóghlutfall í þorski. Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins, Skýrsla 11.
30. Jón Heiðar Ríkhartsson og Rúnar Birgisson, 1996. Aflabót. Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins, 6. júní, 1996.
31. Jónas Bjarnason og Sigurjón Arason, 1998. Dauðastirðnun í fiski. *Rf pistlar*, Nr. 11 desember 1998. Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins.
32. Kjartan G. Magnússon og Ólafur Karvel Pálsson, 1989. Trophic ecological relationships of Icelandic cod. *Rapp. P.-v. Reun. Cons. Int. Explor. Mer.*, 188:206-224.
33. Kjartan G. Magnússon og Ólafur Karvel Pálsson, 1991. Predator-prey interactions of cod and capelin in Icelandic waters. *ICES mar. Sci. Symp.*, 193. 153-170.
34. Love, R.M., 1976. Processing Cod: The Influence of Season and Fishing Ground. Torrey Advisory Note No. 71. Torrey Research Station, Ministry of Agriculture, Fisheries and Food.
35. Love, R.M., 1979. The post-modern pH of cod and haddock muscle and its seasonal variation. *J. Sci. Food Agric.* 30: 433-438.
36. Love, R.M., 1988. The Food Fishes, their intrinsic variation and practical implications. Farrand Press London. Van Nostrand Reinhold Company, New York.
37. Ólafur Karvel Pálsson, 1980. Um fæðu fimm botnlægra fisktegunda við Ísland. *Ægir*, 11. tbl. 1980.
38. Ólafur Karvel Pálsson, 1997. Fæðunám þorsks. Fjölstofnarannsóknir 1992-1995. Hafrannsóknastofnun fjölrít nr. 57.
39. Ólafur Karvel Pálsson, Björn Ævarr Steinarsson, Einar Jónsson, Gunnar Jónsson, Gunnar Stefánsson og Sigfús A. Schopka, 1996. Handbók um stofnmælingu botnfiska á Íslandsmiðum 1996. Hafrannsóknastofnunin.

40. Ólafur Karvel Pálsson, Hjálmar Vilhjálmsson, Höskuldur Björnsson, 1997. Fæðutengsl þorsks og loðnu með hliðsjón af útbreiðslu og magni ránfisks og bráðar. Fjölstofnarannsóknir 1992-1995. Hafrannsóknastofnun fjölrit nr. 57.
41. Ólafur S. Ástþórsson, 1991. Dýrasvif. Lífríki sjávar. Námsgagnastofnun og Hafrannsóknastofnun, Reykjavík.
42. Ólafur S. Ástþórsson og Ástþór Gíslason, 1995. Long-term changes in zooplankton biomass in Icelandic waters in spring. ICES J. mar. Sci., 52: 657-668.
43. Ragnar Árnason, 1995. The Icelandic Fisheries: Evolution and Management of a Fishing Industry. Fishing News Books. Oxford.
44. Ragnar Árnason, 1999. Árangur fiskveiðistjórnunarinnar. Sjávarsýn, blað meistaranema í sjávarútvegsfræðum við Háskóla Íslands, 1. tbl. 1. árg.
45. Reglugerð nr. 303, 3. maí 1999, um afladagbækur. Sjávarútvegsráðuneytið.
46. Reglugerð nr. 496, 7. júlí 2000, um veiðar í atvinnuskyni fiskveiðiárið 2000/2001. Sjávarútvegsráðuneytið.
47. Reglugerð nr. 510, 24. ágúst 1998, um leyfi til fullvinnslu botnfiskafla um borð í veiðiskipum. Sjávarútvegsráðuneytið.
48. Reglugerð nr. 511, 18. ágúst 1998, um mælingar á vinnslunýtingu um borð í skipum sem vinna afla um borð. Sjávarútvegsráðuneytið.
49. Rúnar Birgisson, 1995. Aflabót, náttúrulegur breytileiki þorsks með tilliti til eiginleika í vinnslu. Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins, Skýrsla, 111.
50. Rúnar Birgisson og Halldór Pétur Þorsteinsson, 1997. Slóghlutfall í þorski á Íslandsmiðum. Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins, Skýrsla 11.
51. Sigfús A. Schopka, 1996. Þorskur. 2. útgáfa. Lífríki sjávar. Námsgagnastofnun og Hafrannsóknastofnunin, Reykjavík.
52. Sigurjón Arason, 2001. Eiginleikar fisks sem hráefni. Sjávarsýn, blað meistaranema í sjávarútvegsfræðum við Háskóla Íslands, 2. tbl.
53. Sigurjón Arason, 2001b. Munnleg heimild.
54. Solberg, C., Hegli, S., Skaanevik, G.Å. og Solberg, T., 2000. Seasonal Variation in Cod. Bodø College, N-8049 Bodø, Norway.

55. Sólveig Ingólfssdóttir, 1996. Seasonal variation in some chemical and functional properties of cod (*Gadus morhua*). Meistaraverkefni við Háskóla Íslands.
56. Splus, 2000. Professional Release 1. MathSoft Inc.
57. Sveinn Sveinbjörnsson, 2001. Kolmunnir verður æ mikilvægari. Morgunblaðið 9. maí 2001, Úr verinu.
58. Svend-Aage Malmberg 1981: Sjórin og miðin. I. Straumamót og Íslandsmið. Ægir, 74: 30-35.
59. Unnsteinn Stefánsson og Jón Ólafsson 1991. Nutrients and fertility of Icelandic waters. Rit fiskideildar, Hafrannsóknastofnunin 1991.
60. Útvegur 1999. Hagskýrslur Íslands III, 75. Hagstofa Íslands, 2000.
61. Waterman, J.J., 1983. The Cod. Torry Advisory Note No. 33. Torry Research Station, Ministry of Agriculture, Fisheries and Food.
62. Þjóðhagsstofnun, 2001. Þjóðarbúskapurinn, framvindan 2000 og horfur 2001. Þjóðarbúskapurinn nr. 27. Þjóðhagsstofnun, Reykjavík, mars 2001.
63. Þjóðhagsstofnun, 2001b. Ýmsar upplýsingar af heimasíðu Þjóðhagsstofnunar (www.ths.is).
64. Þorsteinn Sigurðsson, Einar Hjörleifsson, Höskuldur Björnsson, Jakob Magnússon og Ólafur Karvel Pálsson, 1996. Handbók um stofnmælingu botnfiska að haustlagi 1996. Hafrannsóknastofnunin.
65. Þórunn Þórðardóttir og Kristinn Guðmundsson, 1998. Plöntusvif. Lífríki sjávar. Námsgagnastofnun og Hafrannsóknastofnun, Reykjavík.

7 Viðaukar

Viðauki 1 - Töflulisti

Tafla 2.8.1 – Magn og verð ásamt hlutfalli útflutts þorsks 1999 eftir afurðaflokkum (Útvegur, 1999).	27
Tafla 2.10.1 – Upphaf og endalok dauðastirðnunar eftir dauða hjá þorski við misjafnt hitastig (Jónas Bjarnason og Sigurjón Arason, 1998).	36
Tafla 3.3.1 – Fjöldi þorska úr vorröllum sem notaðir eru í rannsókninni, flokkað eftir árum og veiðisvæðum.....	51
Tafla 3.3.2 – Fjöldi þorska úr hauströllum sem notaðir eru í rannsókninni, flokkað eftir árum og veiðisvæðum.....	51
Tafla 3.4.1 – Fjöldi nýtingarmælinga eftir svæðum og mánuðum. NA stendur fyrir að upplýsingar um svæði vantar.....	54
Tafla 3.4.2 – Fjöldi nýtingarmælinga eftir svæðunum þremur og mánuðum. Svæði A er þar sem áður voru svæði 1 og 10, svæði B er þar sem áður voru svæði 2, 3 og 4 og svæði C er þar sem áður voru svæði 5, 6, 7, 8 og 9. NA stendur fyrir að upplýsingar um svæði vantar.....	57
Tafla 4.2.1 – Niðurstöður tölfræðiprófa (Tukey's) fyrir holdafar þorsks að vori. Marktækur munur með 95% öryggi er á árum merkt með *.	65
Tafla 4.2.2 – Niðurstöður tölfræðiprófa (Tukey's) fyrir holdafar þorsks. Marktækur munur með 95% öryggi er á svæðum merktum með *.	66
Tafla 4.2.3 – Niðurstöður tölfræðiprófa (Tukey's) fyrir holdafar þorsks að hausti. Marktækur munur með 95% öryggi er á árum merktum með *.	67
Tafla 4.2.4 – Niðurstöður tölfræðiprófa (Tukey's) fyrir holdafar þorsks. Marktækur munur með 95% öryggi er á svæðum merktum með *.	68
Tafla 4.2.5 – Niðurstöður tölfræðiprófa (Tukey's) fyrir 40-54 cm þorsk. Marktækur munur með 95% öryggi er á árum merktum með *.	71
Tafla 4.2.6 – Niðurstöður tölfræðiprófa (Tukey's) fyrir 40-54 cm þorsk. Marktækur munur með 95% öryggi er á svæðum merktum með *.	72
Tafla 4.2.7 – Meðalholdafar 40-54 cm þorsks eftir svæðum og árum.	73
Tafla 4.2.8 – Niðurstöður tölfræðiprófa (Tukey's) fyrir 55-69 cm þorsk. Marktækur munur með 95% öryggi er á árum merktum með *.	74
Tafla 4.2.9 – Niðurstöður tölfræðiprófa (Tukey's) fyrir 55-69 cm þorsk. Marktækur munur með 95% öryggi er á svæðum merktum með *.	75
Tafla 4.2.10 – Meðalholdafar 55-69 cm þorsks eftir svæðum og árum.	76
Tafla 4.2.11 – Niðurstöður tölfræðiprófa (Tukey's) fyrir 70-84 cm þorsk. Marktækur munur með 95% öryggi er á árum merktum með *.	77
Tafla 4.2.12 – Niðurstöður tölfræðiprófa (Tukey's) fyrir 70-84 cm þorsk. Marktækur munur með 95% öryggi er á svæðum merktum með *.	78
Tafla 4.2.13 – Meðalholdafar 70-84 cm þorsks eftir svæðum og árum.	79
Tafla 4.2.14 – Niðurstöður tölfræðiprófa (Tukey's) fyrir 85-99 cm þorsk. Marktækur munur með 95% öryggi er á svæðum merktum með *.	80
Tafla 4.2.15 – Niðurstöður tölfræðiprófa (Tukey's) fyrir 85-99 cm þorsk. Marktækur munur með 95% öryggi er á svæðum merktum með *.	81
Tafla 4.2.16 – Meðalholdafar 85-99 cm þorsks eftir svæðum og árum.	82
Tafla 4.2.17 – Niðurstöður tölfræðiprófa (Tukey's) fyrir þorsk 100 cm og stærri. Marktækur munur með 95% öryggi er á árum merktum með *.	83

Tafla 4.2.18 – Niðurstöður tölfræðiþrófa (Tukey's) fyrir þorsk 100 cm og stærri. Marktækur munur með 95% öryggi er á svæðum merktum með *. Enginn þorskur í þessum stærðarflokki er úr svæði 3.	84
Tafla 4.2.19 – Meðalholdafar þorsks 100 cm og stærri eftir svæðum og árum.	85
Tafla 4.3.1 – Fjöldi nýtingarmælinga eftir afurðagerð.....	86
Tafla 4.3.2 – Niðurstöður tölfræðiþrófa (Tukey's) fyrir frávik frá meðalnýtingu eftir mánuðum. Marktækur munur með 95% öryggi er á mánuðum merktum með *.	89
Tafla 4.3.3 – Hlutfallsleg meðalfrávik nýtingar eftir mánuðum og svæðum. Engar nýtingarmælingar eru úr svæði B í apríl og maí.	90
Tafla 5.4.1 – Fjöldi þorska úr vorröllum í lengdarflokki smæsta þorsks (40-54 cm) sem notaðir voru í rannsókninni, flokkað eftir árum og veiðisvæðum.	110
Tafla 5.4.2 – Fjöldi þorska úr vorröllum í lengdarflokki smás þorsks (55-69 cm) sem notaðir voru í rannsókninni, flokkað eftir árum og veiðisvæðum.	110
Tafla 5.4.3 – Fjöldi þorska úr vorröllum í lengdarflokki millistærðar þorsks (70-84 cm) sem notaðir voru í rannsókninni, flokkað eftir árum og veiðisvæðum.	110
Tafla 5.4.4 – Fjöldi þorska úr vorröllum í lengdarflokki stórs þorsks (95-99 cm) sem notaðir voru í rannsókninni, flokkað eftir árum og veiðisvæðum.	111
Tafla 5.4.5 – Fjöldi þorska úr vorröllum í lengdarflokki stærsta þorsks (100 cm og stærri) sem notaðir voru í rannsókninni, flokkað eftir árum og veiðisvæðum.	111
Tafla 5.4.6 – Fjöldi þorska úr hauströllum í lengdarflokki smæsta þorsks (40-54 cm) sem notaðir voru í rannsókninni, flokkað eftir árum og veiðisvæðum.	111
Tafla 5.4.7 – Fjöldi þorska úr hauströllum í lengdarflokki smás þorsks (55-69 cm) sem notaðir voru í rannsókninni, flokkað eftir árum og veiðisvæðum.	111
Tafla 5.4.8 – Fjöldi þorska úr hauströllum í lengdarflokki millistærðar þorsks (70-84 cm) sem notaðir voru í rannsókninni, flokkað eftir árum og veiðisvæðum.	112
Tafla 5.4.9 – Fjöldi þorska úr hauströllum í lengdarflokki stórs þorsks (85-99 cm) sem notaðir voru í rannsókninni, flokkað eftir árum og veiðisvæðum.	112
Tafla 5.4.10 – Fjöldi þorska úr hauströllum í lengdarflokki stærsta þorsks (100 cm og stærri) sem notaðir voru í rannsókninni, flokkað eftir árum og veiðisvæðum.	112
Tafla 5.4.11 – Meðaltal fráviks frá meðalnýtingu eftir svæðunum 10 og mánuðum.....	113

Viðauki 2 - Myndalisti

Mynd 2.1.1 – Hlutfallsleg skipting fæðu þorsks eftir lengd. Benthos = botndýr, shrimps = rækja, zooplankton = svifdýr, euphausiids = ljósáta, blue whiting = kolmunni, cod = þorskur, capelin = loðna, var fish = ýmsar fiskitegundir. (Mynd Ólafur Karvel Pálsson, 1980).....	4
Mynd 2.5.1 – Helstu straumar við Ísland. (Mynd Héðinn Valdimarsson og Svend-Aage Malmberg, 1999).	11
Mynd 2.5.2 – Skipting hafsins umhverfis Íslands í svæði eftir einkennandi átutegundum. A – Rauðáta, ljósátulirfur og hrúðurkarlalirfur, B – Rauðáta og ljósátulirfur, C – Rauðáta, D – Rauðáta og póláta (Mynd Ástþór Gíslason og Ólafur S. Ástþórsson, 1997).....	13
Mynd 2.6.1 – Þróun þorskveiða 7 stærstu þorskveiðipjóða heims ásamt heimsafla 1989-1998 (FAO, 2000).	14
Mynd 2.7.1 – Þorskaflí Íslendinga og heildaraflí Íslendinga.	15
Mynd 2.7.2 – Þær tegundir sem voru veiddar í meira magni en 10 þúsund tonnum 1999 (Útvegur, 1999).	16
Mynd 2.7.3 – Verðmæti tegunda miðað við magn 1999. Stuðullinn merkir hve verðmætið (í þúsundum króna) er margfalt meira en magnið (í tonnum).	17
Mynd 2.7.4 – Veiditímabil þorsks 1999 (Útvegur, 1999).	20
Mynd 2.7.5 – Þorskveiði eftir veiðarfærum 1999 (Útvegur, 1999).	21
Mynd 2.7.6 – Veiditímabil þorsks eftir veiðarfærum 1999 (Útvegur, 1999).	21
Mynd 2.7.7 – Skipting þorskafla af Íslandsmiðum 1998 eftir tegund skipa (Þjóðhagsstofnun, 2001b).	22
Mynd 2.7.8 – Veidisvæði þorsks árið 2000 samkvæmt aflaskýrslum. Heildarveiði og veiði í botnvörpu, dragnót, net, línu og handfæri. Gert var grein fyrir um 88% heildarafla, 80% botnvörpuafra, 92% línuafra, 98% netaafra, 95% dragnótaafra og 90% handfæraafra í aflaskýrslum.	23
Mynd 2.8.1 – Þorskaflí og verðmæti 1999 eftir tegund löndunar (Útvegur, 1999).	25
Mynd 2.8.2 – Ráðstöfun þorskafla af Íslandsmiðum 1990-1999. (Mynd Alda Möller, 2001).....	26
Mynd 2.8.3 – Hlutfallið milli verðmæta og magns af útfluttum þorski 1999 eftir afurðaflokkum.	28
Mynd 2.8.4 – Verðmæti útfluttra sjávarafurða frá Íslandi eftir markaðssvæðum (Mynd Alda Möller 2001).	28
Mynd 2.9.1 – Hlutur fiskveiða og fiskiðnaðar af landsframleiðslu 1991-2000. Árin 1998-2000 eru spá (Þjóðhagsstofnun, 2001b).	30
Mynd 2.9.2 – Útflutningur vöru og þjónustu eftir atvinnugreinum 1990-1999 (Þjóðhagsstofnun, 2001b).	31
Mynd 2.9.3 – Hlutfallsleg skipting útflutnings vöru og þjónustu eftir atvinnugreinum 1996-1999 (Þjóðhagsstofnun). Hluta sjávarútvegs er skipt í þorsk og aðrar sjávarafurðir.....	32
Mynd 2.10.1 – Árstíðabundnar breytingar í vatnsinnihaldi þorsks (Love, 1988).	34
Mynd 2.10.2 – Árstíðabundnar breytingar í slóghlutfalli þorsks. (Mynd Jón Heiðar Ríkharðsson, 1992).....	35
Mynd 2.10.3 – Dæmi um breytingar í holdafari þorsks. (Mynd Sigurjón Arason, 2001).....	37
Mynd 2.10.4 – Breyting í meðalþyngd 60 cm þorsks úr togararöllum Hafrannsóknastofnunarinnar 1988-1994. (Mynd Jón Heiðar Ríkharðsson og Rúnar Birgisson, 1996).	38
Mynd 2.10.5 – Samband holdastuðuls ($C = 100 * \text{þyngd} / \text{lengd}^3$) og flakanýtingar úr rannsóknum í Noregi. (Mynd Sigurjón Arason, 2001).....	39
Mynd 3.1.1 - Lengdarþyngdarsamband slægðs þorsks úr stofnmælingum Hafrannsóknastofnunarinnar að vori og hausti 1997 - 2001.	41

Mynd 3.2.1 - Sturlaugur H. Böðvarsson AK-10 (Heimasíða Haraldar Böðvarssonar hf.).	43
Mynd 3.2.2 - Þorskur sem fenginn var frá smábátum úr Sandgerði.	43
Mynd 3.2.3 - Þorskur eftir hausun.	44
Mynd 3.2.4 - Hausar úr rannsókninni. Á myndinni sést greinilega hvernig var hausað þannig að klumba og hnakki fylgdu búk fisksins og þar með flakinu en ekki hausnum.	44
Mynd 3.2.5 - Flök úr rannsókninni. Á myndinni sést vel að klumba og hnakkastykki fylgja flakinu.	45
Mynd 3.3.1 – Togstöðvar þar sem þorskur hefur fengist í togararöllum sem notuð eru í rannsókninni. Línurnar tvær tákna 500 m og 1000 m botndýpi.	48
Mynd 3.3.2 – Svæðaskipting í fjölstofnaverkefni Hafrannsóknastofnunarinnar.	49
Mynd 3.3.3 – Lengdardreifing þorsks úr vor- og hauströllum 1997-2001.	50
Mynd 3.4.1 – Togs svæði vinnsluskipa fiskveiðiárið 1999/2000 með þorski.	56
Mynd 3.4.2 – Svæðaskipting sem notuð er í rannsókninni á breytileika í flakanýtingu. Hver litur táknar eitt svæði. Framvegis verður gula svæðið kallað svæði A, bláa svæðið kallað svæði B og rauða svæðið kallað svæði C.	56
Mynd 4.1.1 - Lengdardreifing þorsks úr rannsókninni í Haraldi Böðvarssyni hf.	59
Mynd 4.1.2 - Hlutfallsleg þyngd hauss.	60
Mynd 4.1.3 - Flakanýting.	60
Mynd 4.1.4 - Holdafar þorsks úr rannsókninni.	61
Mynd 4.1.5 - Samband haushlutfalls og flakanýtingar. ($R^2 = 0,715$; F-gildi = 378,9; Fritölur 1 og 151; P-gildi < 0,001).	61
Mynd 4.1.6 - Samband holdafars og hlutfalls hauss. ($R^2 = 0,179$; F-gildi = 32,84; Fritölur 1 og 151; P-gildi < 0,001).	62
Mynd 4.1.7 - Samband lengdar og flakanýtingar. ($R^2 = 0,081$; F-gildi: 13,23; Fritölur 1 og 151; P-gildi < 0,001).	63
Mynd 4.1.8 – Samband lengdar og hlutfalls hauss. ($R^2 = 0,107$; F-gildi = 18,03; Fritölur 1 og 151; P-gildi < 0,001).	63
Mynd 4.1.9 - Samband holdafars og flakanýtingar, hlaupandi þriggja punkta meðaltal og aðhvarfslína. ($R^2 = 0,302$; F-gildi = 65,39; Fritölur 1 og 151; P-gildi < 0,001).	64
Mynd 4.1.10 – Samband holdafars og flakanýtingar eftir að búíð er að útiloka 5 útlaga úr aðhvarfsgreiningunni (dökk lína). Rauðir punktar eru útilokaðir og rauð lína er sambandið áður en þeir voru útilokaðir. ($R^2 = 0,338$; F-gildi = 74,46; Fritölur 1 og 146; P-gildi < 0,001).	64
Mynd 4.2.1 – Holdafar þorsks að vori 1993-2001. (F-gildi = 68,17; Fritölur 8 og 25.683; P-gildi < 0,001).	65
Mynd 4.2.2 – Holdafar þorsks að vori 1993-2001 eftir svæðum. (F-gildi = 130,2; Fritölur 9 og 25.682; P-gildi < 0,001).	66
Mynd 4.2.3 – Holdafar þorsks að hausti 1997-2000 (F-gildi = 85,22; Fritölur 3 og 8.726; P-gildi < 0,001).	67
Mynd 4.2.4 – Holdafar þorsks að hausti 1997-2000 eftir svæðum. (F-gildi = 151,8; Fritölur 9 og 8.720; P-gildi < 0,001).	68
Mynd 4.2.5 – Holdafar þorsks að vori og hausti árin 1997-2001. Árið 1997 (t-gildi = 13,25; Fritölur 5.571; P-gildi < 0,001), 1998 (t-gildi = 2,798; Fritölur 5.795; P-gildi = 0,005), 1999 (t-gildi = -2,456; Fritölur 5.314; P-gildi = 0,014) og 2000 (t-gildi = -0,017; Fritölur 4.704; P-gildi = 0,987).	69
Mynd 4.2.6 – Lengd eftir svæðum úr vorralli 2001.	69
Mynd 4.2.7 – Holdafar lengdarflokka að vori og hausti 1997-2000.	70
Mynd 4.2.8 – Holdafar 40-54 cm þorsks 1993-2001 (F-gildi = 38,04; Fritölur 8 og 8.597; P-gildi < 0,001).	71
Mynd 4.2.9 – Holdafar 40-54 cm þorsks 1993-2001 eftir svæðum (F-gildi = 115,7; Fritölur 9 og 8.596; P-gildi < 0,001).	72
Mynd 4.2.10 – Meðalholdafar 40-54 cm þorsks eftir svæðum og árum. Árunum 1993-2001 er raðað eftir röð 1-9 á x-ás (Ar), svæðin 1-10 á y-ás (Svæði) og holdafar á z-ás (Holdafar). Myndinni er svo snúið á fjóra mismunandi vegu.	73

Mynd 4.2.11 – Holdafar 55-60 cm þorsks 1993-2001 (F-gildi = 26,72; Fritölur 8 og 9.143; P-gildi < 0,001).....	74
Mynd 4.2.12 – Holdafar 55-69 cm þorsks árin 1993-2001 eftir svæðum (F-gildi = 48,39; Fritölur 9 og 9.142; P-gildi < 0,001).	75
Mynd 4.2.13 – Meðalholdafar 55-69 cm þorsks eftir svæðum og árum. Árunum 1993-2001 er raðað eftir röð 1-9 á x-ás (Ar), svæðin 1-10 á y-ás (Svaedi) og holdafar á z-ás (Holdafar). Myndinni er svo snúið á fjóra mismunandi vegu.	76
Mynd 4.2.14 – Holdafar 70-84 cm þorsks úr vorróllum 1993-2001 (F-gildi = 22,60; Fritölur 8 og 5.675; P-gildi < 0,001).	77
Mynd 4.2.15 – Holdafar 70-85 cm þorsks úr vorróllum 1993-2001 eftir veiðisvæðum (F-gildi 29,76; Fritölur 9 og 5.674; P-gildi < 0,001).	78
Mynd 4.2.16 – Meðalholdafar 70-84 cm þorsks eftir svæðum og árum. Árunum 1993-2001 er raðað eftir röð 1-9 á x-ás (Ar), svæðin 1-10 á y-ás (Svaedi) og holdafar á z-ás (Holdafar). Myndinni er svo snúið á fjóra mismunandi vegu.	79
Mynd 4.2.17 – Holdafar 85-99 cm þorsks 1993-2001 (F-gildi = 5,136; Fritölur 8 og 1.800; P-gildi < 0,001).....	80
Mynd 4.2.18 – Holdafar 85-99 cm þorsks 1993-2001 eftir svæðum (F-gildi = 13,79; Fritölur 9 og 1.799; P-gildi < 0,001).	81
Mynd 4.2.19 – Meðalholdafar 85-99 cm þorsks eftir svæðum og árum. Árunum 1993-2001 er raðað eftir röð 1-9 á x-ás (Ar), svæðin 1-10 á y-ás (Svaedi) og holdafar á z-ás (Holdafar). Myndinni er svo snúið á fjóra mismunandi vegu.	82
Mynd 4.2.20 – Holdafar 100 cm þorsks og stærri 1993-2001 (F-gildi = 4,163; Fritölur 8 og 432; P-gildi < 0,001).....	83
Mynd 4.2.21 – Holdafar 100 cm þorsks og stærri 1993-2001 eftir svæðum (F-gildi = 6,387; Fritölur 8 og 432; P-gildi < 0,001).	84
Mynd 4.2.22 – Meðalholdafar 100 cm þorsks og stærri eftir svæðum og árum. Árunum 1993-2001 er raðað eftir röð 1-9 á x-ás (Ar), svæðin 1-10 á y-ás (Svaedi) og holdafar á z-ás (Holdafar). Myndinni er svo snúið á fjóra mismunandi vegu.	85
Mynd 4.3.1 – Nýting í afurðafloknum með-roði-með-beini.	86
Mynd 4.3.2 – Nýting í afurðafloknum roðlaust-með-beini.	86
Mynd 4.3.3 – Nýting í afurðafloknum roðlaust-beinlaust.	87
Mynd 4.3.4 – Nýtingarmælingar eftir mánuðum fiskveiðiárið 1999/2000.	87
Mynd 4.3.5 – Fjöldi nýtingarmælinga eftir veiðisvæðum.	88
Mynd 4.3.6 – Hlutfallsleg frávik frá meðalnýtingu.	88
Mynd 4.3.7 – Hlutfallsleg frávik frá meðalnýtingu eftir mánuðum (F-gildi = 41,47; Fritölur 11 og 5.304; P-gildi < 0,001).	89
Mynd 4.3.8 – Hlutfallsleg frávik frá meðalnýtingu eftir svæðum (F-gildi = 180,4; Fritölur 2 og 5.070; P-gildi < 0,001).	90
Mynd 5.4.1 – Hlutfallsleg frávik frá meðalnýtingu eftir svæðunum 10 og mánuðum.....	113

Viðauki 3 - Fjöldi fiska í hverjum stærðarflokki eftir svæðum og árum.

Tafla 5.4.1 – Fjöldi þorska úr vorróllum í lengdarflokki smæsta þorsks (40-54 cm) sem notaðir voru í rannsókninni, flokkað eftir árum og veiðisvæðum.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Alls
1993	167	231	177	97	89	118	4	12	13	0	908
1994	132	237	85	50	81	104	4	34	6	12	745
1995	71	294	25	47	67	82	3	9	7	4	609
1996	197	365	221	73	156	158	0	85	3	8	1.266
1997	120	350	269	61	138	190	0	33	3	2	1.166
1998	80	185	119	87	95	112	0	11	0	4	693
1999	75	267	112	100	191	220	0	52	1	1	1.019
2000	84	331	82	56	123	148	0	34	6	2	866
2001	165	302	279	106	190	223	0	52	5	12	1.334
Alls	1.091	2.562	1.369	677	1.130	1.355	11	322	44	45	8.606

Tafla 5.4.2 – Fjöldi þorska úr vorróllum í lengdarflokki smás þorsks (55-69 cm) sem notaðir voru í rannsókninni, flokkað eftir árum og veiðisvæðum.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Alls
1993	210	107	98	32	73	61	24	15	8	8	636
1994	259	192	48	20	92	85	37	54	40	125	952
1995	178	200	39	23	82	119	30	59	25	119	874
1996	262	332	98	32	125	92	0	73	19	80	1.113
1997	281	340	172	21	137	168	0	66	12	39	1.236
1998	211	372	254	44	183	167	0	134	11	72	1.448
1999	256	321	47	45	74	118	0	73	14	69	1.017
2000	219	332	43	41	72	158	0	111	32	28	1.036
2001	223	171	97	62	78	89	0	54	13	53	840
Alls	2.099	2.367	896	320	916	1.057	91	639	174	593	9.152

Tafla 5.4.3 – Fjöldi þorska úr vorróllum í lengdarflokki millistærðar þorsks (70-84 cm) sem notaðir voru í rannsókninni, flokkað eftir árum og veiðisvæðum.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Alls
1993	96	41	41	11	26	23	50	4	7	14	313
1994	86	46	4	2	42	25	37	29	12	74	357
1995	129	111	20	7	48	40	35	66	36	135	627
1996	221	233	34	6	50	73	0	87	46	266	1.016
1997	144	182	39	8	59	57	0	65	24	91	669
1998	171	175	79	18	71	69	0	72	29	156	840
1999	233	227	34	18	32	70	0	72	38	192	916
2000	142	158	21	11	23	23	0	39	27	84	528
2001	121	57	28	26	27	42	0	40	24	53	418
Alls	1.343	1.230	300	107	378	422	122	474	243	1.065	5.684

Tafla 5.4.4 – Fjöldi þorska úr vorróllum í lengdarflokki stórs þorsks (95-99 cm) sem notaðir voru í rannsókninni, flokkað eftir árum og veiðisvæðum.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Alls
1993	27	8	4	2	6	3	24	3	12	13	102
1994	17	9	0	1	6	13	10	12	15	22	105
1995	32	17	1	4	3	5	4	11	15	27	119
1996	72	66	4	4	5	15	0	23	59	58	306
1997	66	54	7	0	12	15	0	32	33	57	276
1998	66	47	10	3	13	20	0	39	37	104	339
1999	45	40	4	4	4	9	0	23	24	66	219
2000	45	22	5	6	4	7	0	13	24	69	195
2001	28	7	2	4	4	6	0	12	27	58	148
Alls	398	270	37	28	57	93	38	168	246	474	1.809

Tafla 5.4.5 – Fjöldi þorska úr vorróllum í lengdarflokki stærsta þorsks (100 cm og stærri) sem notaðir voru í rannsókninni, flokkað eftir árum og veiðisvæðum.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Alls
1993	14	3	0	0	0	2	4	1	14	17	55
1994	13	0	0	1	1	1	4	0	16	26	62
1995	8	3	0	0	1	3	1	1	5	7	29
1996	6	2	0	0	0	5	0	5	27	14	59
1997	8	3	0	1	1	3	0	3	16	21	56
1998	5	8	0	0	0	1	0	5	10	27	56
1999	10	6	0	0	2	3	0	2	6	17	46
2000	4	1	0	1	0	0	0	2	14	19	41
2001	6	4	0	2	0	2	0	1	18	4	37
Alls	74	30	0	5	5	20	9	20	126	152	441

Tafla 5.4.6 – Fjöldi þorska úr haustróllum í lengdarflokki smæsta þorsks (40-54 cm) sem notaðir voru í rannsókninni, flokkað eftir árum og veiðisvæðum.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Alls
1997	16	96	125	53	49	85	0	3	2	3	432
1998	20	194	117	83	108	147	1	11	1	0	682
1999	26	179	73	124	94	83	0	1	1	2	583
2000	29	252	89	76	96	165	0	31	0	8	746
Alls	91	721	404	336	347	480	1	46	4	13	2.443

Tafla 5.4.7 – Fjöldi þorska úr haustróllum í lengdarflokki smás þorsks (55-69 cm) sem notaðir voru í rannsókninni, flokkað eftir árum og veiðisvæðum.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Alls
1997	34	152	303	49	152	220	7	7	5	5	934
1998	71	153	244	51	98	226	10	26	7	2	888
1999	64	192	138	61	130	189	4	4	1	8	791
2000	44	162	65	60	160	215	4	14	2	10	736
Alls	213	659	750	221	540	850	25	51	15	25	3.349

Tafla 5.4.8 – Fjöldi þorska úr hauströllum í lengdarflokki millistærðar þorsks (70-84 cm) sem notaðir voru í rannsókninni, flokkað eftir árum og veiðisvæðum.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Alls
<i>1997</i>	28	71	125	9	144	123	20	21	7	12	560
<i>1998</i>	28	110	149	28	101	167	39	29	3	5	659
<i>1999</i>	41	80	113	20	60	168	22	15	2	17	538
<i>2000</i>	30	67	56	20	66	90	19	12	1	6	367
<i>Alls</i>	127	328	443	77	371	548	100	77	13	40	2.124

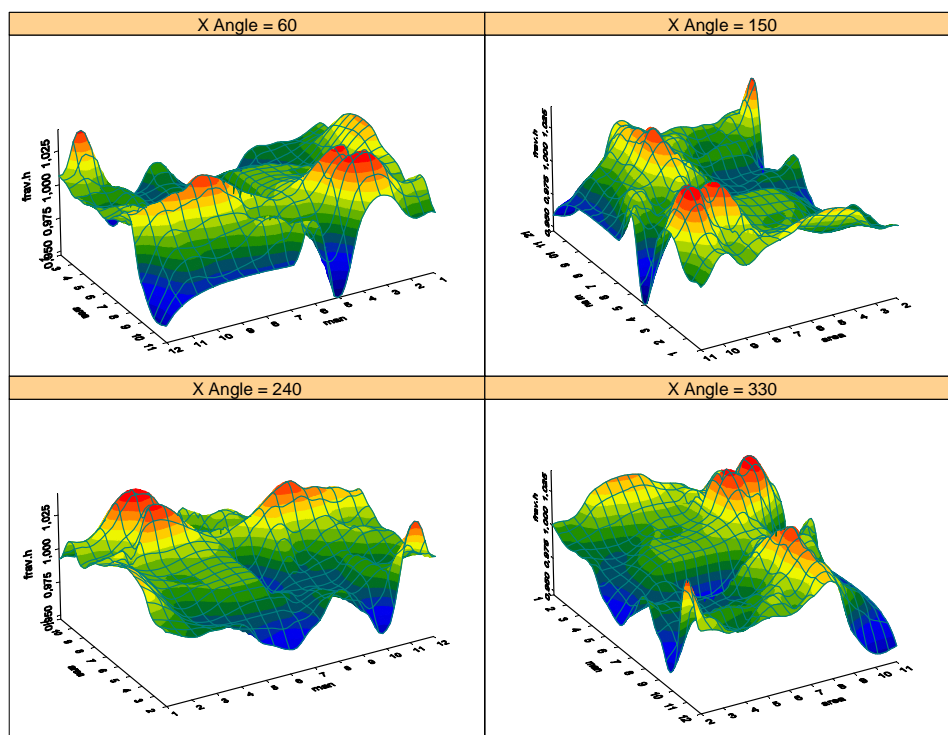
Tafla 5.4.9 – Fjöldi þorska úr hauströllum í lengdarflokki stórs þorsks (85-99 cm) sem notaðir voru í rannsókninni, flokkað eftir árum og veiðisvæðum.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Alls
<i>1997</i>	10	48	20	4	32	43	25	14	5	5	206
<i>1998</i>	17	51	17	11	16	22	18	3	2	9	166
<i>1999</i>	22	35	6	11	16	30	14	12	6	7	159
<i>2000</i>	18	19	9	17	8	20	45	13	3	7	159
<i>Alls</i>	67	153	52	43	72	115	102	42	16	28	690

Tafla 5.4.10 – Fjöldi þorska úr hauströllum í lengdarflokki stærsta þorsks (100 cm og stærri) sem notaðir voru í rannsókninni, flokkað eftir árum og veiðisvæðum.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Alls
<i>1997</i>	4	11	0	1	1	6	6	6	1	2	38
<i>1998</i>	1	8	2	0	3	6	0	0	4	2	26
<i>1999</i>	2	14	0	2	1	1	1	3	1	3	28
<i>2000</i>	5	2	0	6	1	2	13	1	1	1	32
<i>Alls</i>	12	35	2	9	6	15	20	10	7	8	124

Viðauki 4 - Hlutfallsleg frávik nýtingar eftir svæðunum 10.



Mynd 5.4.1 – Hlutfallsleg frávik frá meðalnýtingu eftir svæðunum 10 og mánuðum.

Tafla 5.4.11 – Meðaltal frávika frá meðalnýtingu eftir svæðunum 10 og mánuðum.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Jan	1,001	1,002	1,020	-	1,024	1,014	-	1,000	1,012	0,992
Feb	0,992	0,997	-	-	-	1,008	1,012	1,003	1,013	0,993
Mar	0,993	0,989	-	-	-	-	-	1,014	1,035	1,013
Apr	0,993	-	-	-	-	-	-	1,033	1,034	1,004
Mái	0,974	-	-	-	-	-	-	1,011	0,988	0,947
Jún	0,965	0,986	-	-	-	-	1,006	1,005	0,993	1,008
Júl	0,978	0,983	-	-	-	0,985	1,012	0,995	1,007	0,979
Ág	1,000	0,989	-	0,985	-	1,012	1,024	1,008	-	-
Sep	0,979	0,985	0,984	-	-	1,003	1,034	1,010	0,991	-
Okt	0,961	0,995	0,998	-	0,999	1,011	1,026	1,005	-	-
Nóv	1,035	1,003	0,991	-	1,007	1,002	1,022	1,006	0,990	0,975
Des	1,007	1,002	1,001	1,004	1,002	1,011	1,018	1,004	-	-