

Þorskrannsóknir við Ísland með tilliti til hafbeitar

Valdimar Ingi Gunnarsson
og
Anette Jarl Jørgensen

Reykjavík 1998

Efnisyfirlit

	bls.
Formáli	5
Samantekt og niðurstöður	6
1.0 Inngangur	8
1.1 Aðdragandi	8
1.2 Fyrstu hafbeitarsleppingar á þorski	8
1.3 Umræður hér á landi	8
1.4 Umræðan eftir seinni heimsstyrjöld	10
1.5 Mikilvægi þorskstofnsins	10
1.6 Þróun fiskeldis og hafbeitar á næstu árum	10
2.0 Vistfræði þorsks við Ísland	12
2.1 Hrygning	12
2.1.1 Hrygningarsvæði	12
2.1.2 Stærð og samsetning hrygningarstofns	12
2.1.3 Hrygningartími	15
2.1.4 Stærð og fjöldi hrogna	16
2.1.5 Margir hrygningarstofnar ?	17
2.2 Þorsklirfur og uppsjávarstig þorskseiða	18
2.2.1 Klak og kviðpokalirfur	18
2.2.2 Útbreiðsla og mergð þorsklirfa og -seiða	18
2.2.3 Fæða og vöxtur	19
2.2.4 Afföll hrogna þorsklirfa og -seiða	21
2.2.5 Lok uppsjávarstigs	22
2.3 Uppvöxtur þorskungviðis (0-III árg.)	22
2.3.1 Útbreiðsla og atferli	22
2.3.2 Fæða og vöxtur	25
2.3.3 Afföll og afræningjar	26

2.4 Þættir sem hafa áhrif á nýliðun	27
2.4.1 Sveiflur í nýliðun	27
2.4.2 Hrygningarstofn	27
2.4.3 Hrygningarslóð	29
2.4.4 Þorskungviði	31
3.0 Umfang seiðaeldis og hafbeitar	33
3.1 Norrænt samstarf	33
3.2 Noregur	33
3.3 Svíþjóð	34
3.4 Danmörk	35
3.5 Færeyjar	35
4.0 Hafbeit á þorski	36
4.1 Undirbúningur fyrir sleppingu	36
4.2 Sleppingar	37
4.3 Endurheimtur	38
4.4 Gæði hafbeitarseiða	39
4.5 Arðsemi hafbeitar	40
5.0 Hafbeit í Eyjafirði	41
5.1 Vistfræði þorsks í firðinum	41
5.2 Vistfræðirannsóknir í Eyjafirði	41
5.3 Rannsóknir á vistfræði þorsks	42
6.0 Heimildir	43

Formáli

Nokkuð er um liðið frá því lokið var við handrit að þessari skýrslu og síðan þá hefur Hafrannsóknastofnunin staðið að umfangsmiklum rannsóknum sem tengist efni hennar. Má þar nefna merkingar á þorski, rannsóknir sem Vilhjálmur Þorsteinsson, hefur stjórnað síðan 1991. Niðurstöður sýna m.a. að hrygningarfiskur sem merktur er á ákveðnu svæði á hrygningartíma skilar sér á sama svæði að ári liðnu.

Þá hefur Guðrún Marteinsdóttir staðið fyrir klakrannsóknum á íslenska þorskstofninum síðan 1992. Niðurstöðurnar sýna m.a. að eldri og stærri hrygnur hrygna yfir mun lengra tímabil á hverri vertíð en hinar smærri. Frjósemi stærri hrygnanna er einnig meiri þar sem þær losa fleiri hrogn miðað við hvert kg en smærri hrygnurnar. Rannsóknirnar hafa einnig sýnt að stærð hrogna og kviðpokalirfa er mest í upphafi hrygningar en fer síðan stigminkandi þegar líður á hrygningartímabilið. Þar sem stórar hrygnur framleiða stór hrogn yfir lengri tíma en hinar smærri og stærri kviðpokalirfur þola sveltí betur og hafa getu til að hefja fæðunám fyrr, en þær sem minni eru, þá er líklegt að framlag stærri hrygna til hrygningarinnar sé meira en hinna smærri.

Samhliða þorskklakrannsóknum hefur verið lögð áhersla á að þróa aðferðir til að fjöldaframleiða þorskseiði í Tilraunaeldisstöð Hafrannsóknastofnunarinnar undir stjórn Agnars Steinarssonar. Með því að fódra þorsklirfurnar eingöngu á lifandi fódurdýrum sem ræktuð voru í stöðinni tókst að framleiða um 50 þorskseiði árið 1994 og um 1700 þorskseiði árið 1995.

Í Tilraunaeldisstöðinni hefur Björn Björnsson staðið fyrir vaxartilraunum á þorsk síðan árið 1993. Í ljós hefur komið að kjörhiti þorsks lækkar verulega með aukinni stærð. Þannig virðist kjörhiti 10 g þorsks vera um 14°C en um 8°C hjá 2 kg þorski.

Þá hóf Björn undirbúningstilraunir á fódrun á villtum þorski í Stöðvarfirði sumarið 1994 og árið 1995 hófst tilraunafóðrun í firðinum sem standa á samfellt í eitt og hálf ár til að kanna hvort það sé tæknilega mögulegt og fjárhagslega arðbært að fódra villtan þorsk á friðuðu svæði. Í vor er fyrirhugað að sleppa um 1000 merktum eldisseiðum í Stöðvarfjörð til að kanna lífslíkur þeirra og vaxtarmöguleika á friðuðu fódrunarsvæði. Helstu niðurstöður hinna umfangsmiklu hafbeitartilrauna Norðmanna voru þær að framleiðni innanfjarðarsvæða varð ekki aukin að marki með sleppingum mikils fjölda þorskseiða vegna takmarkaðrar burðagetu svæðanna og þéttleikabundins dauða (Blaxter o.fl. 1993). Stöðvarfjarðarverkefnið gengur m.a. út á að kanna hvort unnt sé að auka burðargetu friðaðs strandsvæðis með reglubundinni fódrun.

Margir lásu yfir og komu með faglegar ábendingar við skrif skýrslunnar, þ.á.m. Björn Björnsson, Ólafur S. Ástþórsson, Sigfús A. Schopka og Steingrímur Jónsson og er þeim öllum þakkað þeirra framlag.

Samantekt og niðurstöður

Gefið er yfirlit yfir vistfræði þorsksins frá hrygningu að þriggja ára nýliðun, upplýsingar sem bæði nýtast við þróun seiðaframleiðslu og hafbeit á þorski. Fjallað er um reynslu nágrannaþjóða okkar af hafbeit og að hvaða leyti hún nýtist okkur.

Þeim sem hafa áhuga á að fá yfirlit yfir allan lífsferil þorsksins og þær rannsóknir sem gerðar hafa verið á þorski hér við land er bent á eftirfarandi greinar og bækur (Sigfús A. Schopka, 1972, 1992; Jón Jónsson, 1988, 1990; Gunnar Jónsson, 1992)

Sögulegt yfirlit

Þorsklak og hafbeit á þorski á sér langa sögu, eða meira en 100 ár. Í byrjun var reynt að hafa áhrif á viðgang þorsks með því að frjóvga hrogn úti á miðum og klekja þorskhrögnum í klakstöðvum og sleppa síðan kviðpokalirfum. Umfang sleppinga var mest í Bandaríkjunum og í Noregi. Þessum sleppingum var hætt í byrjun sjötta áratugarins í Bandaríkjunum og þeim áttunda í Noregi þar sem ekki var hægt að sýna fram á jákvæðan árangur af sleppingunum. Hér á landi hafa oft komið upp hugmyndir um að hefja hafbeit á þorski án þess að þær næðu fram að ganga. Seinni hluta áttunda áratugarins hófust sleppingar á sumaröldum seiðum í Noregi og var það upphafið að þeirri þróun sem hefur átt sér stað á síðustu árum.

Á Íslandi hefur umræðan um að hefja seiðaeldi og hafbeit á þorski aukist mikið á seinni árum, m.a. vegna lélegrar nýliðunar íslenska þorskstofnsins og mikillar aukningar á hafbeit á Norðurlöndum. Á árinu 1990 skipaði sjávarútvegsráðherra starfshóp til að gera úttekt á möguleikum á eldi sjávardýra hér á landi. Starfshópurinn gerði tillögur til ráðherra um starfsáætlun varðandi þorskrannsóknir, þar á meðal rannsóknir vegna hafbeitar á þorski, sem þessi skýrsla er m.a. hluti af.

Umfang seiðaeldis og hafbeitar

Á Norðurlöndum er mest framleitt af þorskseiðum í Noregi. Framleiðslan jókst smám saman á níunda áratugnum og var hún mest árið 1989, um 800 þús. seiði, en eftir það hefur dregið úr framleiðslunni. Í dag er hafbeit á þorski einnig umfangsmest í Noregi. Á árunum 1988-1992 hefur verið sleppt tæplega 700 þús. seiðum og þar af tæpum 300 þús. árið 1991. Mest hefur umfang hafbeitar verið í Masfjorden í Vestur-Noregi, þar sem sleppt hefur verið tæpum 400 þús. seiðum að mestu á árunum 1988-91. Skipulag og fjármögnun hafbeitar fer í dag um PUSH, rannsóknaráætlun um þróun og eflingu hafbeitar í Noregi. Upphaflega stóð til að þessi áætlun stæði til loka ársins 1994, en nú hefur verið ákveðið að framlengja hana til loka ársins 1997.

Í Danmörku hafa aðeins farið fram lítils háttar sleppingar í Limfjorden síðustu tvö árin þar sem ekki hefur tekist nægilega vel að framleiða seiði. Í Svíþjóð hefur verið byggð lítil seiðaeldisstöð til að framleiða seiði til sleppingar í Helsingjabotn og við vesturströnd Svíþjóðar. Í Færeyjum hafa verið framkvæmdar lítilsháttar sleppingar á Færeyjarbanka.

Reynslan af hafbeitarframkvæmdum

Vegna takmarkaðra sleppinga hjá öðrum Norðurlandaþjóðum en Norðmönnum er sú reynsla sem hefur fengist af hafbeit nær eingöngu bundin við sleppingar þeirra. Sleppingarnar hafa farið fram í fjörðum og tiltölulega lokuðum svæðum innan norska skerjagarðsins. Á þessum stöðum er þorskurinn mun staðbundnari en þekkt hér við land og skal farið varlega í að yfirfæra niðurstöður Norðmanna á íslenskar aðstæður.

Endurheimtur hafa verið mjög misjafnar úr þessum sleppingum. Að jafnaði hafa náðst bestu heimtur þegar sleppt hefur verið 0-ald.fl. (u.þ.b. 15-20 sm seiði) í Austevoll í Vestur-

Noregi, eða um 14%. Endurheimtur eru mjög háðar stærð seiðanna þegar þeim er sleppt og hafa þær aukist með aukinni sleppistærð fram að 20-25 sm. Við sleppingu stærri seiða (20-45 sm) hafa yfirleitt fengist 20-30% heimtur. Þó að endurheimtur aukist með stærð kemur á móti að kostnaður við eldi seiðanna er meiri eftir því sem seiðin eru stærri við sleppingu. Í dag er ekki vitað um hagkvæmustu sleppistærðina og nánari upplýsingar vantar um afföll og vöxt hjá smáum seiðum. Þekking á hentugum sleppistöðum, -tíma og -aðferðum er einnig takmörkuð.

Það tekur vissan tíma fyrir seiðin að aðlagast breyttum aðstæðum eftir sleppingu. Hátt hlutfall seiða virðist lenda í maga afræningja fljótlega eftir sleppingu. Eftir u.þ.b. 3 mánuði er fæðuval og vöxtur seiðanna svipaður og hjá náttúrulegum seiðunum.

Þekking á vistfræði þorsks hér við land

Ágæt vitneskja er um útbreiðslu hrygningar-svæða. Stærsti hluti hrygningarinnar fer fram við suðvestanvert landið að vori, en hrygning fer einnig fram fyrir vestan-, norðan- og austanverðu landinu. Í dag eru engin ótvíræð gögn um að fleiri en einn þorskstofn finnist hér við land.

Rek lirfa og seiða vestur og norður með landinu hefur verið kortlagt. Lítið er vitað um afkomu lirfa og seiða fyrstu vikur og mánuði eftir klak. Flest seiðin leita botns við norðanvert landið, en lítið af þeim er við sunnanvert landið. Hér á landi eins og erlendis vantar enn nokkuð á upplýsingar um vöxt, fæðuval, göngur, afföll og afræningja þorsks fyrstu árin á æviskeiði hans.

Sveiflur í nýliðun

Eins og í öllum fiskistofnum hafa verið sveiflur í nýliðun á þorski frá ári til árs á síðustu áratugum. Í flestum tilvikum er talið að það stafi af mismunandi árferði í sjónum. Frá árinu 1985 hefur nýliðun verið léleg, þrátt fyrir hagstætt árferði flest þessara ára. Af árgöngum þessa tímabils nær aðeins

árgangurinn 1993 meðalstærð. Skýringar á lélegri nýliðun virðist helst vera að leita í e.t.v. óheppilegri aldurssamsetningu og litlum hrygningarstofni og/eða afkomumöguleikum lirfa/seiða fyrstu mánuðina frá klaki þar sem magn seiða uppsjávar í ágústmánuði hefur mælst óvanalega lítið á síðustu árum. Hér kann hugsanlega að vega þungt hve lítið er af hrygnum sem hafa hrygnt oftar en einu sinni.

Mikilvægi vistfræðirannsókna

Ef vistfræðirannsóknir eru ekki gerðar samhliða sleppingum þorskseidda er ekki hægt að segja með vissu að hafbeitarfiskurinn auki afraksturinn þar sem sleppingarnar geta leitt af sér aukin afföll á náttúrulegum þorski. Erlendar rannsóknir sýna að verulegar sveiflur geta verið á vistkerfum fjarða, t.d. hvað varðar fæðuframboð og þar með þeim fjöldi þorska sem vistkerfið getur fóstað.

Áður en byrjað er á sleppingum á hafbeitarþorski þarf að vera nægilegur skilningur á því hvenær, hvar og við hvaða aðstæður sleppingar geta haft áhrif á nýliðun. Þekking okkar á vistfræði þorsksins er takmörkuð og þá sérstaklega frá hrygningu og þangað til fiskurinn kemur inn í veiði. Frekari vistfræðirannsóknir eru því fyrsta skrefið við þróun hafbeitar hér á landi.

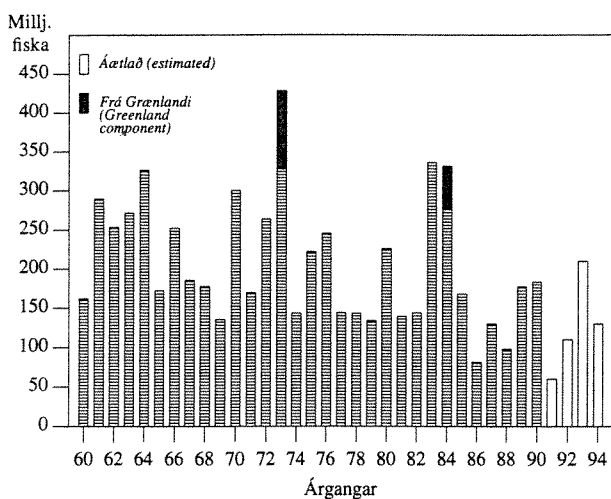
Lokaorð og tillögur

Áður en hafnar verða umtalsverðar hafbeitar-sleppingar í Eyjafirði þurfa að liggja fyrir meiri upplýsingar um vistfræði þorsksins í firðinum. Réttast væri að gera forkönnun þar sem megináhersla verði lögð á að rannsaka útbreiðslu, mergð og göngur þorsksungviðis í firðinum. Að fengnum niðurstöðum slíkrar rannsókna er fyrst hægt að meta hvort hafbeit á þorski í Eyjafirði geti verið raunhæfur kostur.

1.0 Inngangur

1.1 Aðdragandi

Flest bendir til þess að nýliðun þorsks á Íslandsmiðum hafi verið léleg frá og með árinu 1985 (mynd 1.1). Af árgöngum þessa tímabils nær aðeins árgangurinn 1993 meðalstærð. Þessi lélega nýliðun hefur skipt sköpum um þróun þorskstofnsins á allra síðustu árum og mun jafnframt hafa áhrif á þróun stofnsins á næstu árum að verulegu leyti (Anon, 1993a).



Mynd 1.1 Stærð þorskárganganna 1960-94. Fjöldi við 3 ára aldur (í milljónum) (frá Hafrannsóknastofnun, Fjölrit Nr. 43. Nytjastofnar sjávar 1994/1995 og aflahorfur fiskveiðiárið 1995/96.

Á síðustu árum hefur áhugi manna aukist á rannsóknum sem tengjast nýliðun, þannig eru t.d. í gangi vistfræðirannsóknir (umhverfi, þörungar og áta) svo og rannsóknir á hrygningu þorsks og afkomu þorsklirfa við Suðvesturland. Einnig hefur vaknað áhugi á rannsóknum sem tengjast sleppingum á hafbeitarþorski. Í því sambandi hefur verið bent á aukið umfang hafbeitarrannsókna á Norðurlöndum á síðustu árum og þá sérstaklega í Noregi.

Árið 1990 skipaði sjávarútvegsráðherra starfshóp til þess að gera úttekt á möguleikum á eldi sjávardýra hér á landi, og hvaða rannsóknir og þróunarstarsemi væri nauðsynleg í því sambandi. Í starfshópinn voru skipaðir Jakob Jakobsson forstjóri Hafrannsóknastofnunar, sem jafnframt var formaður hópsins, Hörður Jónsson, Rannsóknaráði ríkisins, Jón Þórðarson,

Háskólanum á Akureyri, Dr. Jónas Bjarnason, Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins og Ólafur Halldórsson, Fiskeldi Eyjafjarðar hf. Í lok ársins 1991 voru sjávarútvegsráðherra send drög að starfsáætlun um eldi sjávardýra fyrir árið 1992. Nefndin gerði tillögur um eftirfarandi starfsáætlun varðandi þorskrannsóknir;

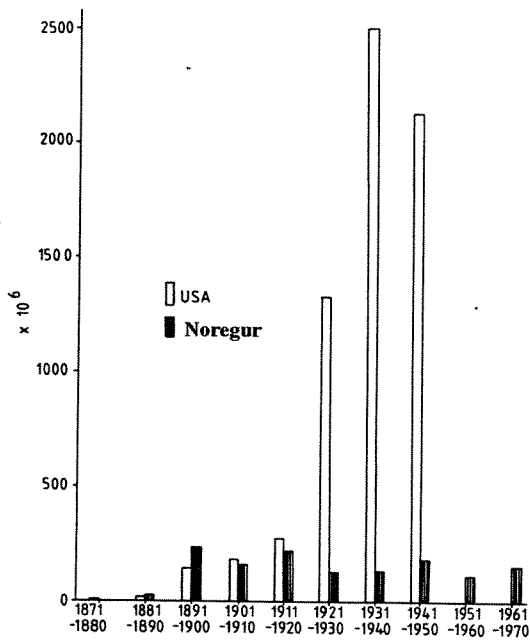
- Rannsóknir á klaki og afkomu þorsklirfa í Tilraunastöð Hafrannsóknastofnunar á Stað.
- Vistfræðirannsóknir á hrygningarstöð.
- Rannsóknir vegna hafbeitar á þorski, sem þessi samantekt er m.a. hluti af (Anon, 1991b).

1.2 Fyrstu hafbeitarleppingar á þorski

Hafbeit á þorski á sér langa sögu. Snemma gerðu menn sér grein fyrir því að mikill breytileiki væri í stærð þorskárganga. Norski dýrafræðingurinn G.O. Sars benti á það árið 1864 að með klaki þorskhrogna og sleppingu þorsklirfa í sjó mætti væntanlega auka fiskgengd. Tilraunir með þorsklak hófust fyrst í Gloucester í Bandaríkjunum árið 1878. Fyrstir Evrópubúum koma Norðmenn á fót klakstöð í Flödevigen í Suður-Noregi árið 1884. Fljótlega fylgdu Kanadamenn og Bretar á eftir. Í byrjun var bæði reynt að hafa áhrif á viðgang þorsks með því að frjógva hrogn úti á miðunum og klekja þorskhrognum í klakstöðvum og sleppa síðan kviðpokalirfum. Mest umfang í sleppingum kviðpokalirfa var í Bandaríkjunum og Noregi (Shelbourne, 1964; Solemdal o.fl. 1984) og náði þær hámarki á árunum 1920-50 (1.2 mynd). Minna er vitað um hve mikið magn af hrognum var frjógvað úti á miðunum.

1.3 Umræður hér á landi

Á Íslandi var fylgst með framgangi sjófiskaklaks erlendis og í lok síðustu aldar var m.a. skrifað um þá miklu möguleika sem frjógvun hrogna á rúmsjó gæti haft á afrakstur fiskistofna (Sveinbjörn Egilsson 1897). Bjarni Sæmundsson (1909) benti hinsvegar á "að lengi megi fiska enn hér við land til þess að þorskmergðin gangi svo til þurðar, að þörf yrði á, eða nokkurt lið yrði að útklakningu, er mennirnir önnuðust um".



Mynd 1.2. Slepping kviðpokalirfa þorsks í milljónum á ári. Míðað við meðaltal 10 ára (Solemdal o.fl. 1984).

Um 1920 varð mikil aukning á fjölda útsettra kviðpokaseiða í Bandaríkjunum og var sleppt nokkrum milljörðum af kviðpokalirfum á ári, þegar sleppinganar voru mestar (mynd 1.2). Á þessum árum var bent á mikilvægi þess að hefja sjófiskaklak á Íslandi og lagt til að stofnuð yrði nefnd til að skoða m.a. á hvern hátt væri hægt að koma á fót klaki í stórum stíl á einum eða tveimur stöðum hér við land (Guðmundur Davíðsson, 1920). Bjarna Sæmundssyni fannst þekking manna á sjófiskaklaka á þessum árum fremur óljós og að þeir hefðu mjög litla hugmynd um hvað væri að ræða. Hann fór því að safna upplýsingum um reynslu af sjófiskaklaka erlendis sem hann birti síðan í tímaritinu *Andvara* undir heitinu "Nokkur orð um sjófiskaklak". Bjarni leitaði heimilda á mörgum stöðum og skrifaði m.a. bréf til helstu sérfræðinga í sjófiskaklaka og varð niðurstaðan þessi: "Eftir þessum svörum að dæma, virðist það vera nærri einróma álit þessara stofnana og um leið þeirra manna, er færastir eiga að vera til þess að dæma í þessu máli, að árangurinn af sjófiskaklaka sje mjög vafasamur, einkum af klaki þeirra fiska, sem eiga svifegg og fara víða (þorskur, ýsa o.fl.)". Hann taldi þá ráðstöfun besta að vernda ungvíðið innan þeirrar landhelgi

sem Íslendingar réðu þá yfir (Bjarni Sæmundsson, 1924a).

Við rannsóknir á þorskungviði í byrjun aldarinnar kom fram að útbreiðsla seiða var mjög mismunandi eftir landshlutum og að uppeldisskilyrði væru góð og vöxtur seiðanna jafnframt bestur við sunnanvert landið þó lítið væri af seiðum þar. Þó að Bjarni mælti ekki með klaktilraunum, benti hann á að það væri ekki ólíklegt, "að flytja mætti þorskseiði í stórum stíl úr kalda sjónum norðan- og austanlands í heita sjóinn við Suður- og Suðvesturströndina, svo að þau gætu vaxið þar fljótara. Hver veit nema þetta verði framkvæmt einhvern tíma í framtíðinni" (Bjarni Sæmundsson, 1923b). Á seinni hluta þriðja áratugarins gerði Bjarni nokkrar tilraunir með frjóvgun og klak á þorskhrögnum á rúmsjó og fékk fulla vissu fyrir því að þau gætu "frjóvgast við slæginguna á skipsfjöl, án nokkurra afskipta manna, og sennilega klakist í sjónum kringum skipin, ef þau ná að skolast útbyrðis í tæka tíð". Í framhaldi af þessu hvatti hann skipstjóra á skipum sem slægja aflann á rúmsjó, að sjá um að hrognin skolist sem allra fyrst út að lokinni aðgerð á hverjum fiski (Bjarni Sæmundsson, 1931a).

Í byrjun fjórða áratugarins hóf Árni Friðriksson, fiskifræðingur störf hjá Fiskifélagi Íslands. Í ágrípi hans að stefnuskrá fiskirannsókna kom fram að hann hafði ekki trú á því að hægt væri að fjölga nytjafiski með klaki, það myndi ekki svara kostnaði. "Það eina sem hægt er að gera, er að vernda það sem til er og hlynna að því, með röggssamlegri strandgæslu o.þ.h." (Árni Friðriksson, 1931).

1.4 Umræðan eftir seinni heimsstyrjöld

Fljótlega eftir seinni heimsstyrjöld fór að draga úr þorskafla hér við land og varð það m.a. til þess að miklar umræður og skrif hófust um möguleika sjófiskaklaks (sjá t.d. Ólafur Þórðarson, 1947, 1948; Matthías Þórðarson, 1949a,b,c,d). Á þessum árum var haldið áfram að benda á þá miklu möguleika sem fælust í frjóvgun hroгна úti á rúmsjó og á klaki á þorskhrögnum og sleppingu kviðpokalirfa, án

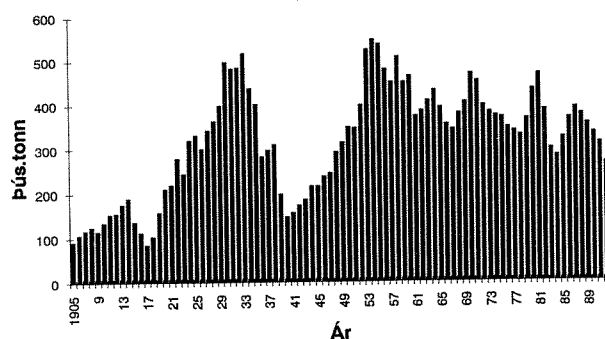
Þess að það félli í góðan jarðveg hjá fiskifræðingum (Jón Jónsson, 1948; Árni Friðriksson, 1951). Um þetta leyti var farið að draga verulega úr þessari starfsemi erlendis (mynd 1.2) og var henni hætt í byrjun sjötta áratugarins í Bandaríkjunum þar sem ekki var hægt að sýna fram á jákvæðan árangur af sleppingunum (Shelbourne, 1964). Sleppingu kviðpokalirfa var síðan hætt í Noregi af sömu ástæðu í byrjun áttunda áratugarins eftir að þessar tilraunir höfðu staðið yfir í tæp hundrað ár (Tveite, 1971; Solemdal o.fl. 1984).

Í byrjun aldarinnar lá fyrir vitneskja um að árgangastyrkleiki helstu fiskstofna réðist á fyrsta aldursári og þá sérstaklega á fyrstu vikum og mánuðum eftir klak. Vegna þessa var þá þegar dregið í efa ágæti sleppinga kviðpokalirfa (Solemdal, 1985). Það var aftur á móti ekki fyrr en seinni hluta áttunda áratugarins að farið var að sleppa þorskseiðum sem áður höfðu verið fóðruð, en það var í nágrenni Flødevigen í Suður-Noregi (Moksness og Øiestad, 1984). Fyrstu árin gekk framleiðsla þorskseiða erfiðlega, en árið 1983 tókst að framleiða verulegt magn, eða 75 þús. seiði (Øiestad, 1985a,b, 1991). Sama ár var haldin mikil ráðstefna í Flødevigen þar sem fram kom það markverðasta um þorskeldi og hafbeitt á þeim tíma. Eftir að hafa sótt ráðstefnuna komst Björn Björnsson fiskifræðingur, að þeirri niðurstöðu að ekki væri tímabært fyrir Íslendinga að hefja miklar tilraunir með seiðaeldi á þorski (Björn Björnsson, 1983). Nú seinni árin hefur umræðan um að hefja seiðaeldi og hafbeitt á þorski aukist mikið m.a. vegna lélegrar nýliðunar íslenska þorskstofnsins og mikillar aukningar á hafbeitt á Norðurlöndum. Í mörgum tilvikum hefur verið bent á að Íslendingar sem fiskveiðipjóð, sem byggir afkomu sína að mestu á sjávarútvegi, og þá sérstaklega veiðum og vinnslu á þorski, þurfi að taka þátt í þessum rannsóknum. Þótt margt megi læra af rannsóknum nágrannalöndanna, verða aðferðir ekki fluttar óbreyttar milli landa. Hafbeitt og eldi á þorski verður að byggja á íslenskum rannsóknum (sjá t.d. Valdimar Gunnarsson, 1991).

1.5 Mikilvægi þorskstofnsins

Þorskstofninn hefur lengi verið ein helsta auðlind Íslendinga og jafnframt sá fiskistofn sem hefur gefið mest af sér til þjóðarbúsins. Mikilvægi þorskstofnsins kemur meðal annars fram í miklum sveiflum á efnahag landsmanna eftir því hvernig aflast af þorski.

Eins og sjá má af mynd 1.3 hefur þorskaflinn verið breytilegur á Íslandsmiðum. Að meðaltali hefur ársaflinn verið um 400 þúsund tonn á tímabilinu 1950-92. Síðustu árin hefur dregið verulega úr afla og er hann nú kominn undir 200 þús. tonn á ári.

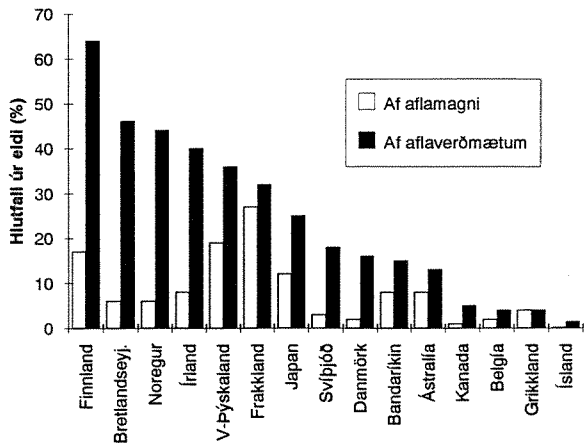


Mynd 1.3. Þorskveiði á Íslandsmiðum á árunum 1905-1992 (gögn frá Fiskifélagi Íslands).

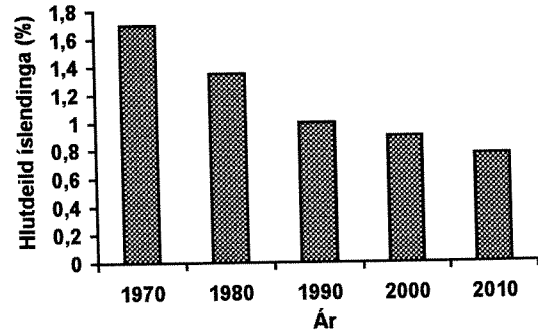
1.6 Þróun fiskeldis og hafbeitar á næstu árum

Í skýrslu Rannsóknarráðs ríkisins "Fiskeldi og sjávarbúskapur" er m.a. komist að eftirfarandi niðurstöðu: "Þáttur fiskeldis í efnahag margra þjóða hefur á undanförunum árum aukist verulega og mun án efa vaxa mikið á næstu árum" (Anon, 1992d). Á mynd 1.4 kemur vel fram hve framleiðsla eldisafurða var orðið hátt hlutfall af aflamagni og aflaverðmætum í nokkrum OECD löndum árið 1989. Það vekur athygli hve lágt þetta hlutfall er hjá okkur samanborið við þær þjóðir sem við berum okkur oft saman við.

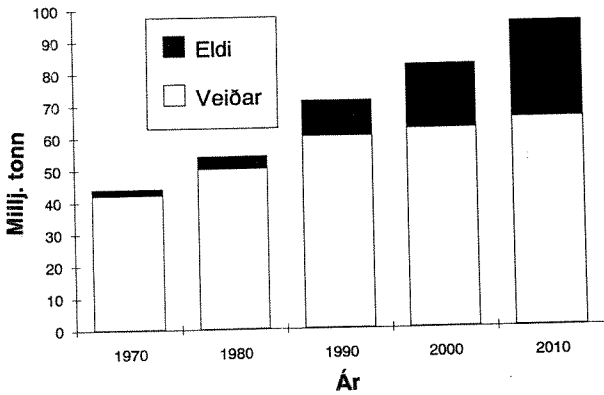
Í norskri spá er gert ráð fyrir að árleg neysla og framleiðsla fiskmetis í heiminum aukist úr rúmum 70 milljónum tonna árið 1990 í um 100 milljónir tonna árið 2010 (mynd 1.5). Þar sem ekki er talið að veruleg aukningu verði á veiðum er gert ráð fyrir að mestur hluti aukningarinnar komi úr eldi. Því er spáð að eldisframleiðsla



Mynd 1.4. Framleiðsla eldisafurða sem hlutfall af aflamagni og aflaverðmætum í nokkrum OECD löndum árið 1989 (Anon, 1992a).



Mynd 1.6. Hlutdeild neyslufisks frá Íslandi af heimsframleiðslunni árin 1970, 1980 og 1990 og spá fyrir árin 2000 og 2010 (Unnið úr gögnum frá Fiskifélagi Ísland og Anon,1990).



Mynd 1.5. Áætluð þróun á veiðum og eldi í heiminum (sjávargróður ekki talinn með) fram til ársins 2010 (Anon, 1990).

fiskmetis aukist úr um 11 milljónum tonna árið 1990 í um 30 milljónir tonna árið 2010.

Stærsti hluti eldisafurða er framleiddur í strjáleldi. Strjáleldi (*extensive culture*) kallast það þegar lífverurnar nýta sér næringu sem fyrir hendi er í náttúrunni (Anon, 1992a). Hafbeit á þorski flokkast því undir strjáleldi.

Á mynd 1.6 kemur fram að hlutdeild íslensks neyslufisks á heimsmarkaði hefur farið lækkandi á árunum 1970-90. Ef gert er ráð fyrir sama meðalafla árið 2010 og á árunum 1970-90, verður hlutfallið þá komið niður í um 0.8%, en það var í byrjun áttunda áratugarins um 1.7%.

2.0 Vistfræði þorsks við Ísland

2.1 Hrygning

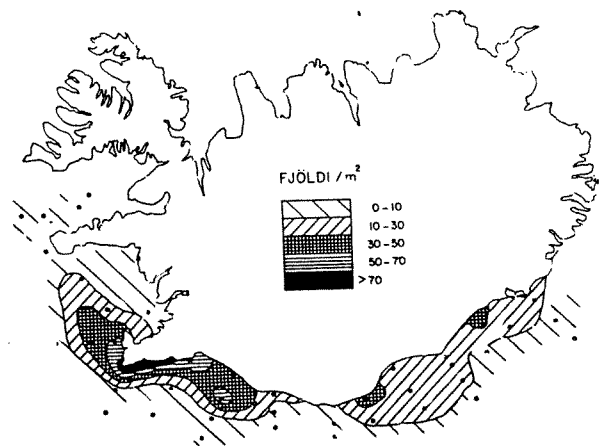
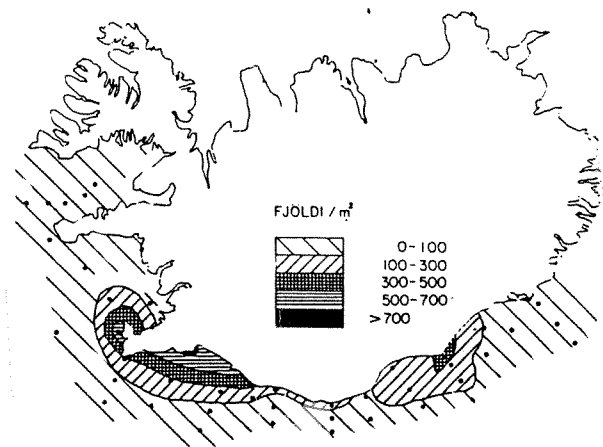
2.1.1 Hrygningarsvæði

Aðalhrygningarsvæði þorsks er undan suðvesturströndinni, milli Vestmannaeyja og Reykjaness (Schmidt, 1904). Á árunum 1976-81 var langmest hrygning grunnt með landi frá Selvogi austur fyrir Þjórsárós (mynd 2.1). Meginhluti hrygningarinnar náði yfirleitt ekki út á Selvogsbanka, nema árið 1979 (mynd 2.2) (Eyjólfur Friðgeirsson, 1982). Í Breiðafirði og við Suðausturland (Dyrhólaey til Vestra-Horns) er einnig töluverð hrygning sum ár (Bjarni Sæmundsson, 1906a; Árni Friðriksson, 1933; Eyjólfur Friðgeirsson, 1979, 1982). Við Suðausturland einkennist hrygningin af talsverðum breytileika bæði á magni og staðsetningu. Ólíkt því sem er á Selvogsbanka, þar sem mesta hrygningin er með landi, er oft á tíðum meiri hrygning við Suðausturland fjær ströndinni (Eyjólfur Friðgeirsson, 1982). Hrygning við Norðvestur-, Norður- og Austurland er afar takmörkuð (sjá mynd 2.2).

Talið er að ástand sjávar hafi mikil áhrif á það í hve miklum mæli þorskurinn hrygnir fyrir Norður- og Norðausturlandi. Þegar hlýna fór í sjónum á þriðja áratugnum var bent á það að meira væri af hrygnandi þorski við norðanvert landið (Bjarni Sæmundsson, 1934; Árni Friðriksson, 1943, 1948a).

Vitað er að þorskur hrygnir í mörgum fjörðum á Vestfjörðum, Norðurlandi og Austurlandi, minna er vitað um umfang og hve árviss þessi hrygning er. Á Vestfjörðum virðist þorskurinn helst hrygna í Ísafjarðardjúpi (Bjarni Sæmundsson, 1901, 1906a; Tåning, 1931; Árni Friðriksson, 1933). Á Norðurlandi virðist mest vera um hrygningu í Eyjafirði, Skagafirði, Skjálfanda og í Þilstilfirði (Bjarni Sæmundsson, 1906a, 1911; Árni Friðriksson, 1932; Einar Jónsson, 1982). Á árunum 1977 og 1979-80 var áætlað að hrygning við Norður- og Norðausturland væri að jafnaði 3-4% af heildarhrygningu þorsks við landið (Eyjólfur Friðgeirsson, munnl.uppl. í Einar Jónsson,

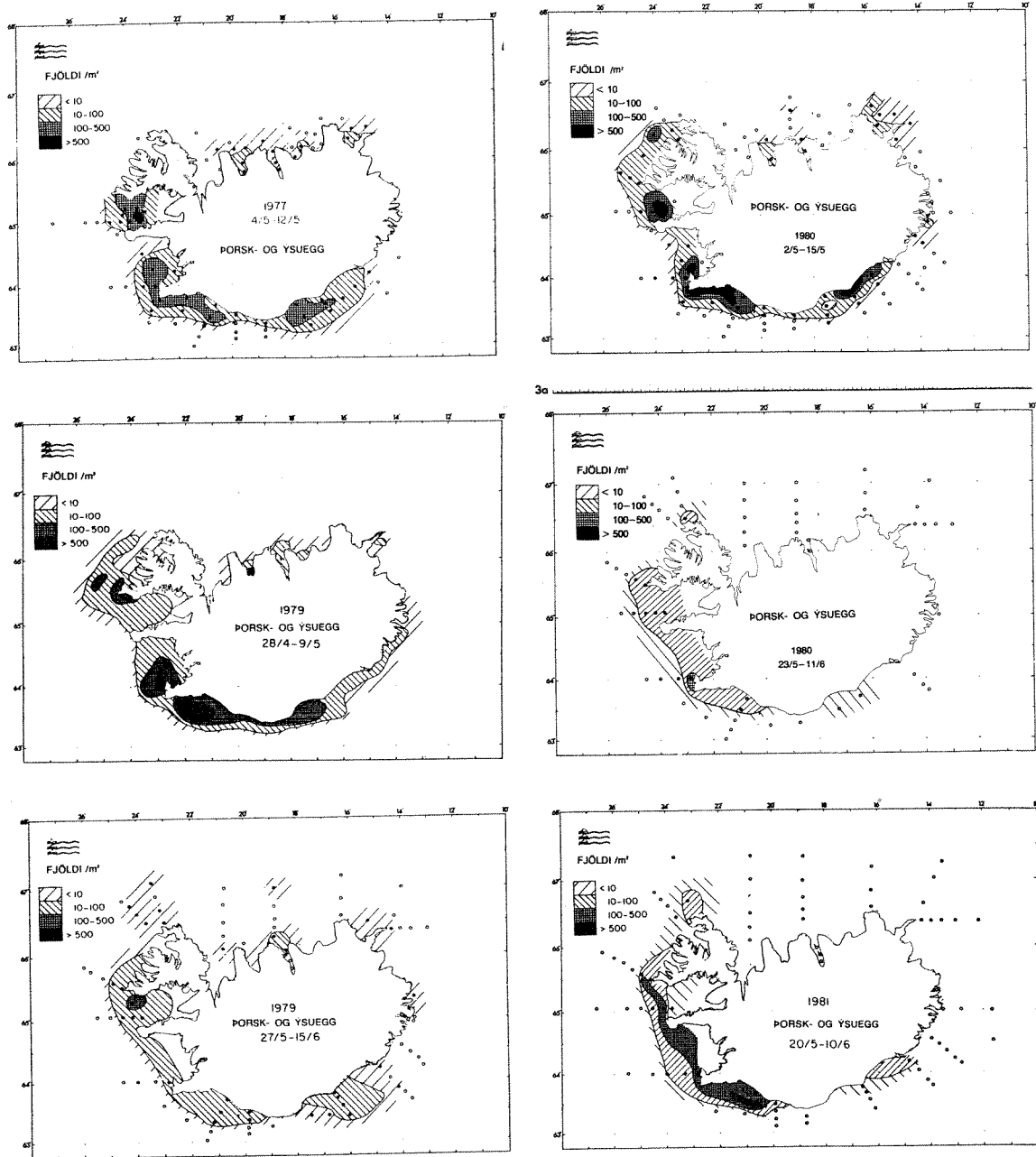
1982). Vart hefur orðið við hrygnandi þorsk í flestum fjörðum á Austurlandi (Bjarni Sæmundsson, 1906a, 1911; Árni Friðriksson, 1932; Einar Jónsson, 1982; Vilhjálmur Þorsteinsson og Guðrún Marteinsdóttir, 1992). Til að afla frekari upplýsinga um hrygningu þorsks eru m.a. hafnar rannsóknir í fjörðum á Austur- og Norðurlandi (Vilhjálmur Þorsteinsson, 1991 og munnl.uppl.).



Mynd 2.1. Útbreiðsla og mergð þorsk- og ýsuhrogna, eins dags gamalla (efri) og komin nálægt klaki, 8-9 daga gamalla (neðri). Meðaltal árunna 1976-81 á Vestur- og Suðurlandi (Eyjólfur Friðgeirsson, 1982).

2.1.2 Stærð og samsetning hrygningarstofns

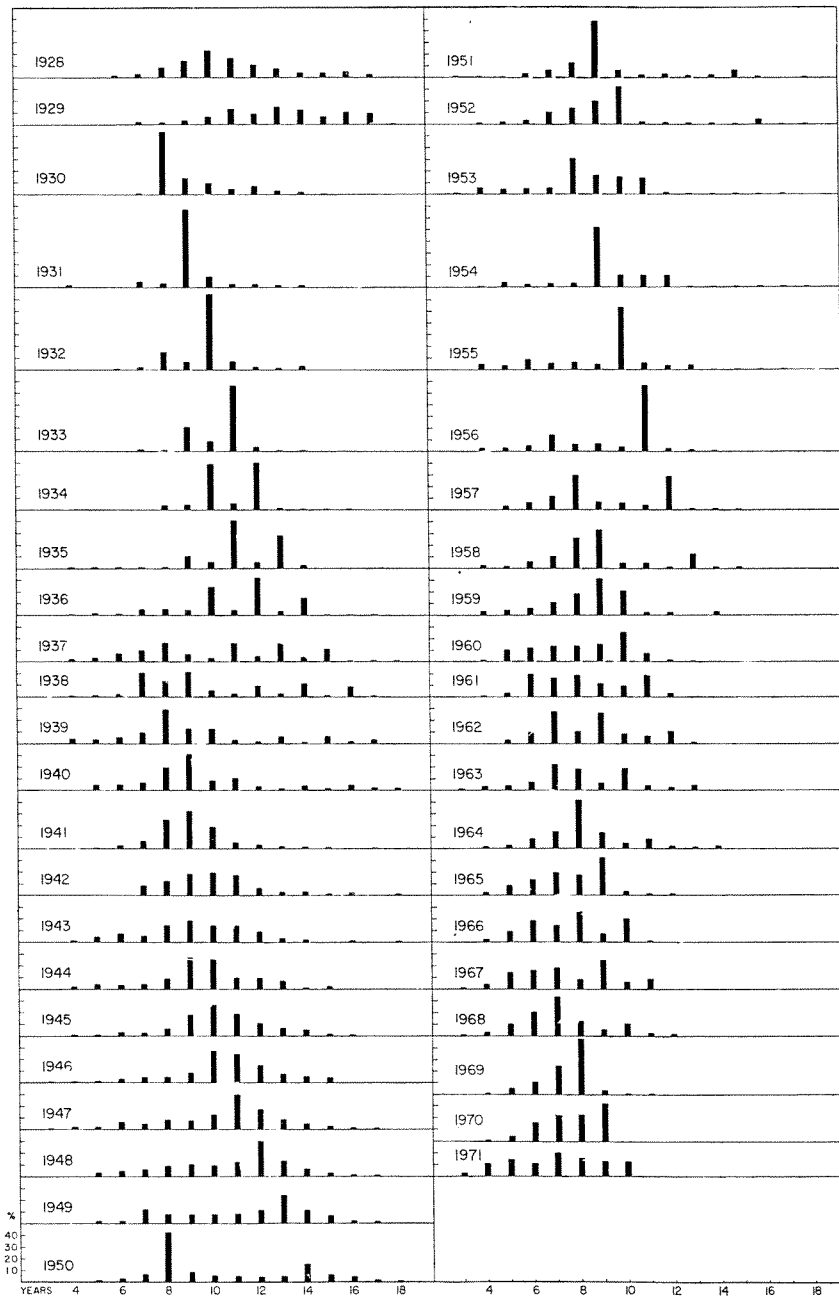
Með auknu veiðiálagi undanfarinna áratuga hefur átt sér stað mikil breyting á stærð og aldurssamsetningu hans. Á sjötta áratugnum var stærð hans að jafnaði yfir 1 milljón tonn, en á síðustu tíu árum hefur hann verið undir 400



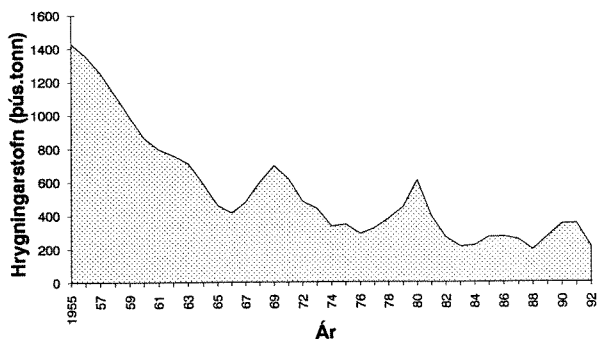
Mynd 2.2. Útbreiðsla þorsk- og ýsuhrogna í öllum landshlutum um vor og fyrrihluta sumars á árunum 1977, 1979-81 (Eyjólfur Friðgeirsson, 1982).

þús. tonnnum (mynd 2.3). Samhliða minnkandi hrygningarstofni hafa árgangarnir enst skemur en áður (mynd 2.4). Aldurssamsetning hrygningarstofnsins hefur verið mjög breytileg á milli ára og áratuga. Með tilkomu sterks

árgangs er meira um yngri og smærri hrygningarfisk þegar hann kemur fyrst til hrygningar, en hlutfall eldri og stærri fiska aukast síðan (mynd 2.4).

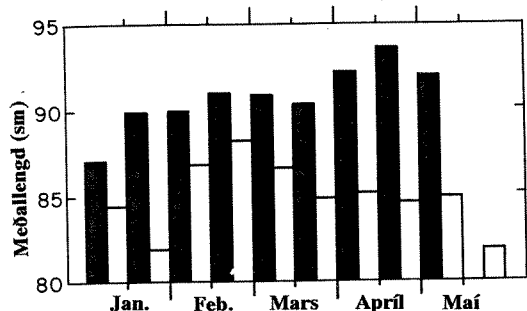


Mynd 2.4. Aldursdreifing vertíðarþorsks 1928-71 (Jón Jónsson, 1990).



Mynd 2.3. Stærð hrygningarstofns í þús. tonnum á árunum 1955 til 1992 (gögn frá Gunnari Stefánssyni, 1992).

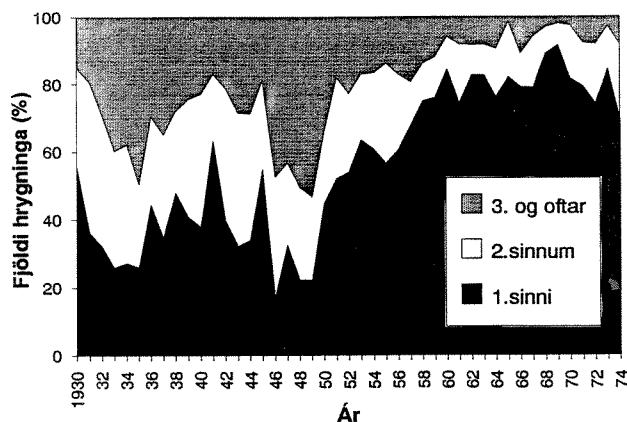
Stærð þorsks sem kemur til hrygningar virðist breytast á hrygningartímabilinu. Á Selvogsbanka þar sem stærsti hluti hrygningarinnar fer fram virðast stærstu fiskarnir hrygna seinni hluta apríl (Árni Friðriksson, 1932; mynd 2.5), þá virðist hrygningarfiskur að meðaltali vera stærri og eldri á Selvogsbanka samanborið við Faxaflóasvæðið (Einar Jónsson, 1982).



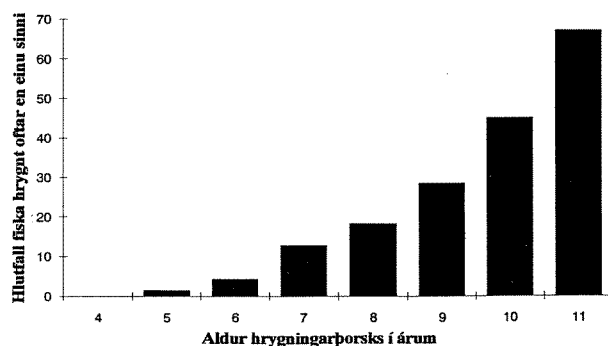
Mynd 2.5. Meðallengd á hrygningarþorski við Suðvesturland. Hvítar súlur eru fyrir Faxaflóa og þær svörtu fyrir svæðið sunnan Reykjaness og þá aðallega Selvogsbanka. Meðaltöl fyrir árin 1953-74 (Einar Jónsson, 1982).

Samfara minnkandi hrygningarstofni og meðalaldri hrygningarþorsks lækkar hlutfall fiska sem hafa hrygnt oftast en einu sinni (mynd 2.6). Á árunum 1930-50 var hlutfall fiska sem hrygdu í fyrsta skipti oftast um og undir 40%, en var komið yfir 70% á árunum 1960-74. Þetta hlutfall hefur ekki verið skoðað eftir 1974, en gera má ráð fyrir að það hafi hækkað á síðustu áratugum vegna aukinnar sóknar (Gunnar Stefánsson, 1992; Guðmundur Guðmundsson, 1992). Á árunum 1953-72 var hlutfall fiska af hverjum aldursflokki sem höfðu hrygnt oftast en

einu sinni að meðaltali rúmlega 1% hjá 5 ára hrygningarfiski en tæp 70% hjá 11 ára fiski (mynd 2.7).



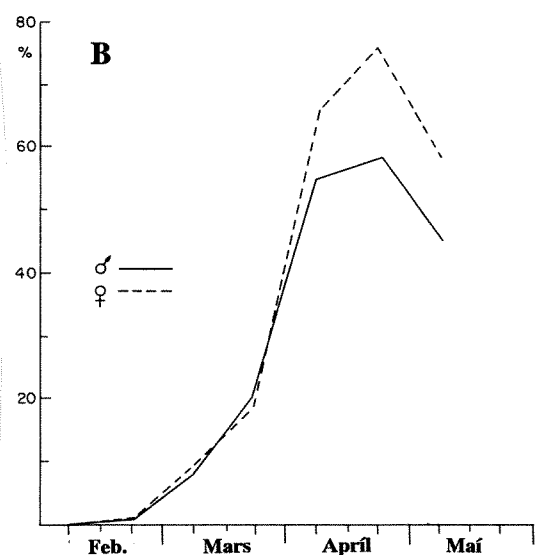
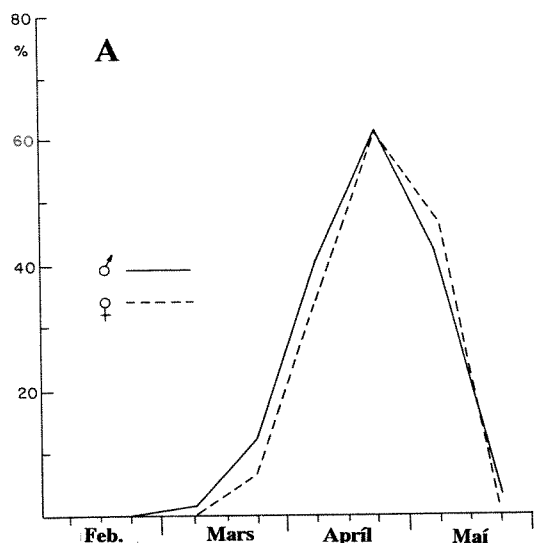
Mynd 2.6. Hlutfall hrygna og hænga sem eru að hrygna í fyrsta skipti, annað skipti og þrisvar og oftast á árunum 1930-74 (gögn frá Jóni Jónssyni, 1960; Einar Jónsson, 1982).



Mynd 2.7. Hlutfall þorska sem hafa hrygnt oftast en einu sinni eftir aldursflokkum. Meðaltal árunum 1953-72 (gögn frá Einari Jónssyni, 1982).

2.1.3 Hrygningartími

Á mynd 2.8 er sýnt hlutfall hrygnandi þorsks í Faxaflóa og sunnan Reykjaness mánuðina feb.-maí, árin 1953-74. Meðalhámark hrygningar er í 4. viku apríl. Hrygning sunnan Reykjaness byrjar almennt nokkru fyrr (7-10 dögum) en á Faxaflóasvæðinu (Einar Jónsson, 1982). Varðandi hámark hrygningar fengust í rannsóknnum á útbreiðslu og magni hrognna árin 1976-81 (Eyjólfur Friðgeirsson, 1982). Hrygningartímanum seinkar síðan eftir því sem kemur norðar og austar í kaldari sjó (Bjarni Sæmundsson, 1906a, 1908, 1926b; Einar Jónsson, 1982). Við athugun á hrygningarfiski undan Norðurlandi árið 1947 kom þannig fram að hámark hrygningarinnar



Mynd 2.8. Hlutfall hrygnandi fiska í Faxaflóa (A) og sunnan Reykjaness (B), aðallega Selvogsbanki mánuðina febrúar-maí. Meðaltöl fyrir árin 1953-74 (Einar Jónsson, 1982).

var fyrstu 3 vikur maímánaðar (Jón Jónsson, 1949).

Undan suðurströndinni fer meginhluti hrygningarinnar fram á 6 vikum, þ.e. frá 4. viku mars til 1. viku maí, en frávik frá byrjun aðalhrygningar geta verið allt að 2 vikur (Einar Jónsson, 1982). Á árunum 1954-66 virðist hrygning hafa verið í fyrra lagi, en næstu tíu árin var hún greinilega með seinna móti (mynd 2.9). Árið 1977 byrjaði hrygning fyrr en nokkurt annað ár eða um fjórum vikum fyrr en árið 1975, þegar hún hófst óvenju seint. Hugsanleg skýring á þessu er talin vera síaukin hlutdeild

þorsks, sem er að hrygna í fyrsta sinn og jafnvel lækkun sjávarhita (Einar Jónsson, 1982).

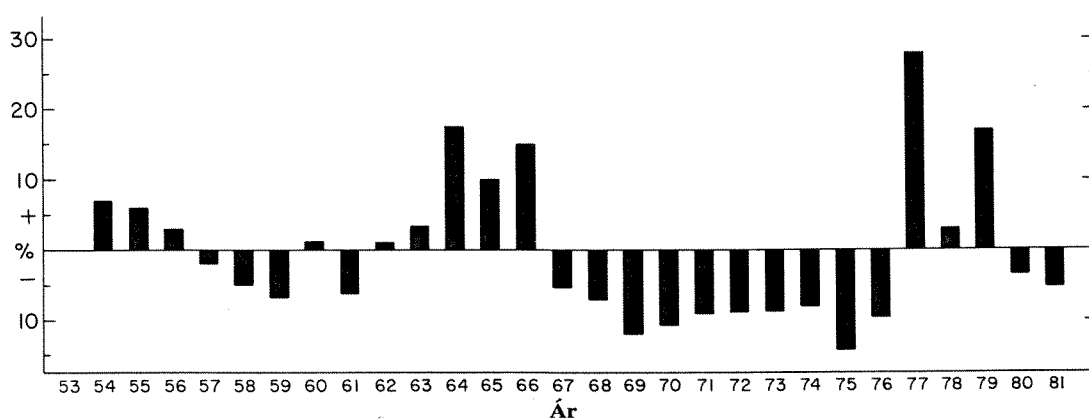
Ekki hefur fundist samhengi á milli sveiflna í hrygningartíma við Suðvesturland og meðalbotnhita sjávar. Þar sem suðvesturmiðin eru sameiginlegur hrygningarstaður þorsks hvaðanæva að kringum landið og frá Grænlandi, virðist lítil von til þess að beint samhengi komi fram milli sveiflna í hrygningartíma við Suðvesturland og hitabreytinga sjávar þar. Þannig gætu hrygningargöngur sterkra árganga úr köldum sjó, t.d. frá Grænlandi, seinkað eða teygt úr hrygningartímanum við Suðvesturland, án þess að til komi áhrif staðbundinna hitasveiflna eða annarra umhverfisþátta (Einar Jónsson, 1982).

2.1.4 Stærð og fjöldi hrogna

Eftir hrygningu fljóta hrognin upp að yfirborðinu (Sundby, 1991). Í góðu veðri er mestur hluti hrognanna undan Suðvesturströndinni ofan við 5-10 m dýpi en hluti þeirra getur verið dreifður niður á 50 m dýpi (Eyjólfur Friðgeirsson, 1982, 1984). Dreifing hrognanna er þó mikið háð veðurfari og er þau að finna neðar í vatnsmassanum þegar rót er í sjónum vegna vinda (Solemdal og Sundby, 1981; Sundby, 1991).

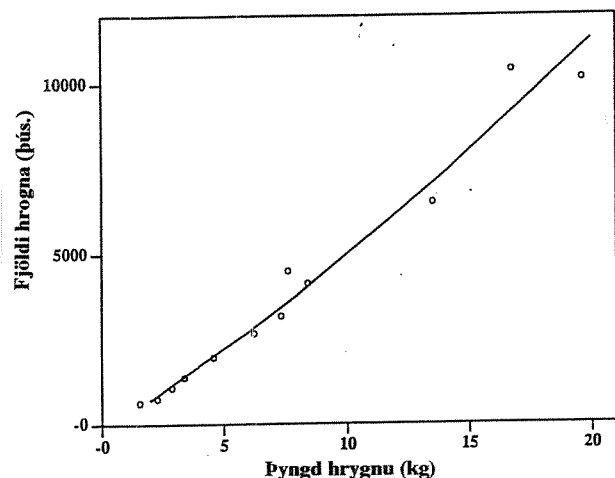
Þorskurinn er frjósamur fiskur. Smæstu kynþroska þorskar (55 sm) hrygna um hálfri milljón hrogna, en þeir stærstu 12-15 milljónum (mynd 2.10). Frjósemin eykst með aukinni stærð þorsksins um 584 þús. hrogn fyrir hvert kg sem fiskurinn (slægður með haus) þyngist og 183 þús. fyrir hvern sentímetra sem hann lengist. (Sigfús A. Schopka, 1971, Sigfús A. Schopka og G. Hempel, 1973). Fjöldi hrogna hjá hrygnum af sömu stærð, hvort sem um er að ræða lengd eða þyngd, getur þó verið mismunandi (Gunnar Jóakimsson, 1969; Sigfús A. Schopka, 1971).

Þvermál þorskrognna er 1.16-1.89 mm (Russell, 1976). Eftir því sem hrygnurnar eru stærri (lengri) hrygna þær stærri hrognum



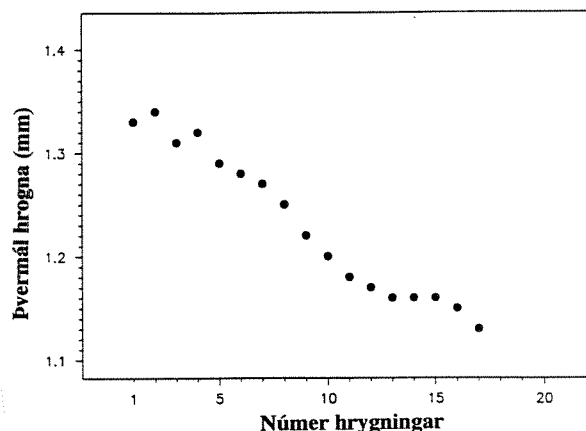
Mynd 2.9. Hrygning þorsks við Suðvesturland. Árleg frávík frá meðalbyrjun hrygningar (þorskur með rennandi hrogn) frá mars til miðs apríls 1954-74 (Einar Jónsson, 1982).

(Kjesbu, 1988, 1989; Guðrún Marteinsdóttir, munnl.uppl.). Vísbendingar eru einnig um að hrygnur sem hafa hrygnt oftár en einu sinni hrygni stærri hrognum en hrygnur sem eru að hrygna í fyrsta skipti (Kjesbu o.fl. 1992).



Mynd 2.10. Samband á milli hrognafjölda í þorskhrygnu og þyngdar (slægður fiskur) (Sigfús A. Schopka, 1970).

Hrygning einstakra þorska tekur nokkrar vikur (Bjarni Sæmundsson, 1929; Einar Jónsson, 1982). Hrognastærðin minnkar eftir því sem nær dregur lokum hrygningar (mynd 2.11), eða um 20-30% þegar miðað er við þurrvigt hrognanna (Kjesbu, 1988, 1989; Kjesbu o.fl. 1992). Þetta kemur m.a. fram í minnkandi hrognastærð eftir því sem líður á hrygningartímann við suðvesturlandið.



Mynd 2.11. Stærð hroгна miðað við mismunandi hrygningartíma hjá þorskhrygnu (Kjesbu, 1989).

2.1.5 Margir hrygningarstofnar ?

Á meðal sjómanna var snemma talið að hér við land væru margar tegundir eða afbrigði af þorski. T.d. var talið að netafiskur væri önnur tegund en færafiskur. Þessar hugmyndir fengu litlar undirtektir náttúrufræðinga þess tíma (Benedikt Gröndal, 1890; Bjarni Sæmundsson, 1905,1908).

Á árunum 1969-74 var safnað gögnum á hrygningartíma þorsks til að kanna breytileika í útbreiðslu HbI samsæta (allel). Niðurstaðan var sú að til hrygningar gengu aðgreindir erfðafræðilegir stofnar sem blönduðust ekki saman (Jamieson og Jónsson, 1971; Jamieson og Birley, 1989). Athugasemdir hafa verið

gerðar við þessar niðurstöður (sjá Einar Árnason o.fl. 1992b).

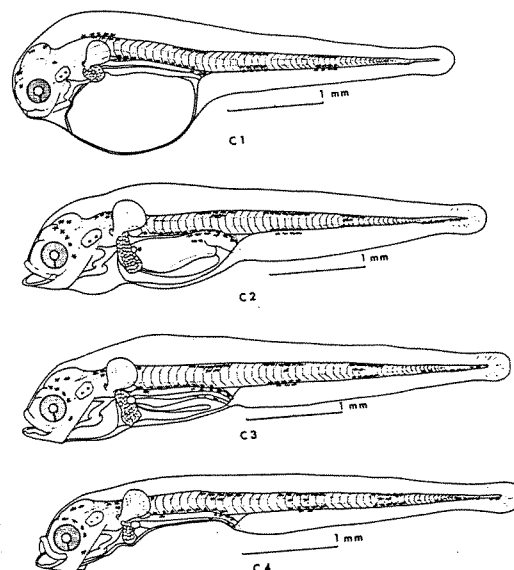
Í nýlegri athugun var safnað gögnum á mörgum stöðum kringum Ísland til að kanna stofngerð þorsks. Greindur var erfðabreytileiki litnings orkukorna (mtDNA). Vegna lítillar stofnaðgreiningar og hins háa genflæðis var ályktað að þorskur umhverfis Ísland teldist til eins stofns, þó svo hann leiti á ákveðin svæði til hrygningar á nokkrum stöðum kringum landið (Einar Árnason o.fl. 1992a,b). Gagnrýni á þessa niðurstöðu er að finna í grein eftir Vilhjálm Þorsteinsson (1992) og Jóhann Sigurjónsson (1992).

2.2 Þorsklirfur og uppsjávarstig þorskseiða

2.2.1 Klak og kviðpokalirfur

Rannsóknir hér á landi sýna að þroskun þorskhrogna frá frjóvgun fram að klaki tekur um 10 daga við 7,2°C (Eyjólfur Friðgeirsson, 1978). Miðað við að aðalhrygningin hér við land fari fram í lok apríl er því mestur þéttleiki lirfa í byrjun maí. Á öðrum svæðum við landið ræðst klaktíminn af því hvenær hrygningin fer fram og af hitastigi sjávar. Hrygningin og klakið er því mun seinna undan Norður- og Austurlandi, þar sem meðal sjávarhiti í maí-júní er aðeins 2-5°C (Unnsteinn Stefánsson, 1969).

Við klak er kviðpokalirfan u.þ.b. 4 mm og þegar kviðpokinn er uppurinn er lirfan orðin um 4,5-5,1 mm að lengd (Russell, 1976). Á mynd 2.12 eru sýnd mismunandi þroskastig þorsklirfa. Við 7°C tekur það 4-5 daga frá klaki þangað til lirfan er orðin nógu þroskuð til að taka til sín fæðu. Þá er lítið eftir af kviðpokanum og hann uppurinn 1-2 dögum síðar. Þær lirfur sem ekki byrja að taka til sín fæðu drepast u.þ.b. 15 dögum frá klaki (Eyjólfur Friðgeirsson, 1978). Hærra hitastig flýtir þessu þroskaferli, en lægra hægir á því. Það tímabil sem þorsklirfur við Suðvesturland hafa til að ná í næringu er u.þ.b. 5-6 dagar (sjá Yin og Blaxter, 1986, 1987) og því er mikilvægt að nægilegt magn af hæfilega stóru æti sé til staðar á þessum tíma.



Mynd 2.12. Þorsklirfa á mismunandi þroskastigi. C1, nýklakinn kviðpokalirfa; C2, við fyrstu fæðurtöku (5 daga gömul); C3, svelt lirfa of máttfarinn til að taka æti (Point of not return, 11. dagur); C4, Lirfan drepst (14. dagur) (Yin og Blaxter, 1986).

2.2.2 Útbreiðsla og mergð þorsklirfa/-seiða

Við Suðvesturströndina finnast lirfur yfirleitt í mestum fjölda á svæðum þar sem ferskvatnsáhrifa gætir og útbreiðsla þeirra er mjög háð dreifingu ferskvatnsblandaðs yfirborðssjávar við ströndina (Erlendur Jónsson og Eyjólfur Friðgeirsson, 1986; Ástþór Gíslason og Ólafur Ástþórsson, 1991).

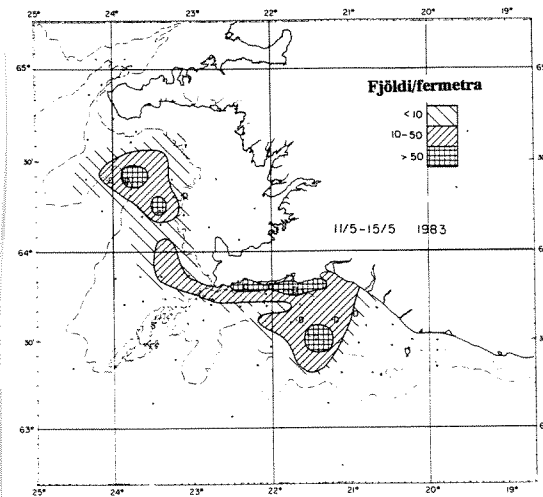
Á mynd 2.13 er sýnd dreifing loðnu- og þorsklirfa eftir dýpi á einni athugunarstöð sunnan Reykjaness í maí 1983. Á þessari stöð var í yfirborði hlýr og ferskvatnsblandaður sjór. Loðnu- og þorsklirfurnar voru í mestum fjölda í og yfir hita- og seltuskilum á 10-20 m dýpi (Erlendur Jónsson og Eyjólfur Friðgeirsson, 1986). Dýptardreifing dýrasvifs eggja og dýrasvifslirfa sem er aðalfæða þorsklirfa þegar þær byrja að éta var svipuð dreifingu lirfanna (Erlendur Jónsson og Eyjólfur Friðgeirsson, 1986). Lirfurnar geta synt lítilsháttar og þær hafa tilhneigingu til að leita ofar á næturnar en dýpka á sér á daginn (Eyjólfur Friðgeirsson, 1984). Erlendar rannsóknir sýna svipaðar niðurstöður, þegar sjór er lagskiptur, en hverfi lagskiptingin í vondum veðrum dreifast lirfurnar

og fæðudýrin meira í sjónum (Ellertsen o.fl. 1984; Lough, 1984).

Lirfurnar berast með strandstraumnum frá hrygningarslóðinni við Suðvesturland vestur og norður með landinu (Schmidt, 1904; Nielsen, 1905). Mælingar sem gerðar hafa verið í maí sýna (mynd 2.14) að þá er mestur hluti lirfanna út af Suðvestur- og Vesturlandi (Eyjólfur Friðgeirsson, 1984; Konráð Þórisson, 1991). Útbreiðsla þorsklirfanna vestur og norður með landinu á þessum tíma fer eftir hrygningartíma og -stað, straumum og vindum og má því gera ráð fyrir nokkrum áramun hvað það varðar. Í júlí er lirfurnar og seiðin að finna í miklum mæli út af Norðurlandi og í fyrri hluta ágúst eru þær einnig úti af Austurlandi (Schmidt, 1904, 1909, 1926; Hermann Einarsson, óbirt gögn). Í umræðunni hér á eftir er þorskur undir 10 mm kallaður þorsklirfa, en þorskseiði þegar hann er kominn yfir 10 mm.

Frá árinu 1970 hefur árlega, yfirleitt í ágústmánuði, farið fram könnun á útbreiðslu og mergð þorskseiða kringum landið og vestur til Grænlands (Hjálmar Vilhjálmsson og Eyjólfur Friðgeirsson, 1976; Ólafur S. Ástþórsson o.fl. 1993). Verulegur áramunur hefur verið í magni og útbreiðslu þorskseiða við landið (mynd 2.15). Rekleið seiðanna er mismunandi frá ári til árs og sum árin rekur þorskseiði vestur til Grænlands (mynd 2.15) (Sigfús A. Schopka, 1994). Talið er að það gerist helst í árum þegar Irmingerstraumurinn er sterkur (Viðar Helgason og Sveinn Sveinbjörnsson, 1987), einnig hefur

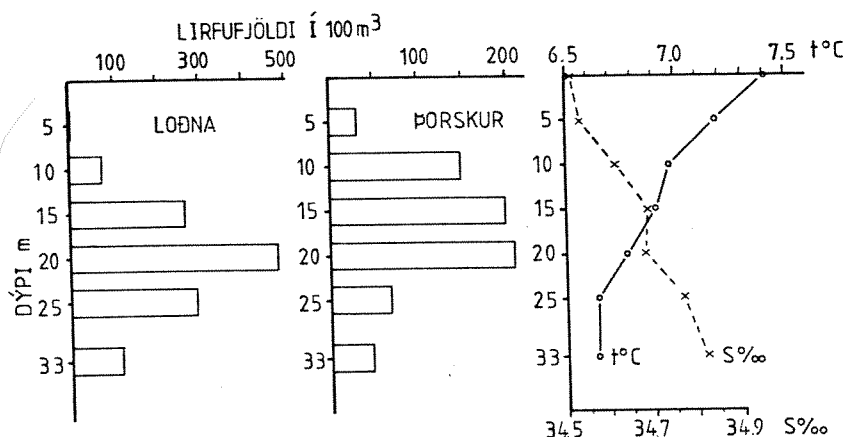
breytileiki í vindum og yfirborðstraumum á milli ára verið nefndur sem ástæða (Ólafur Ástþórsson o.fl. 1993).



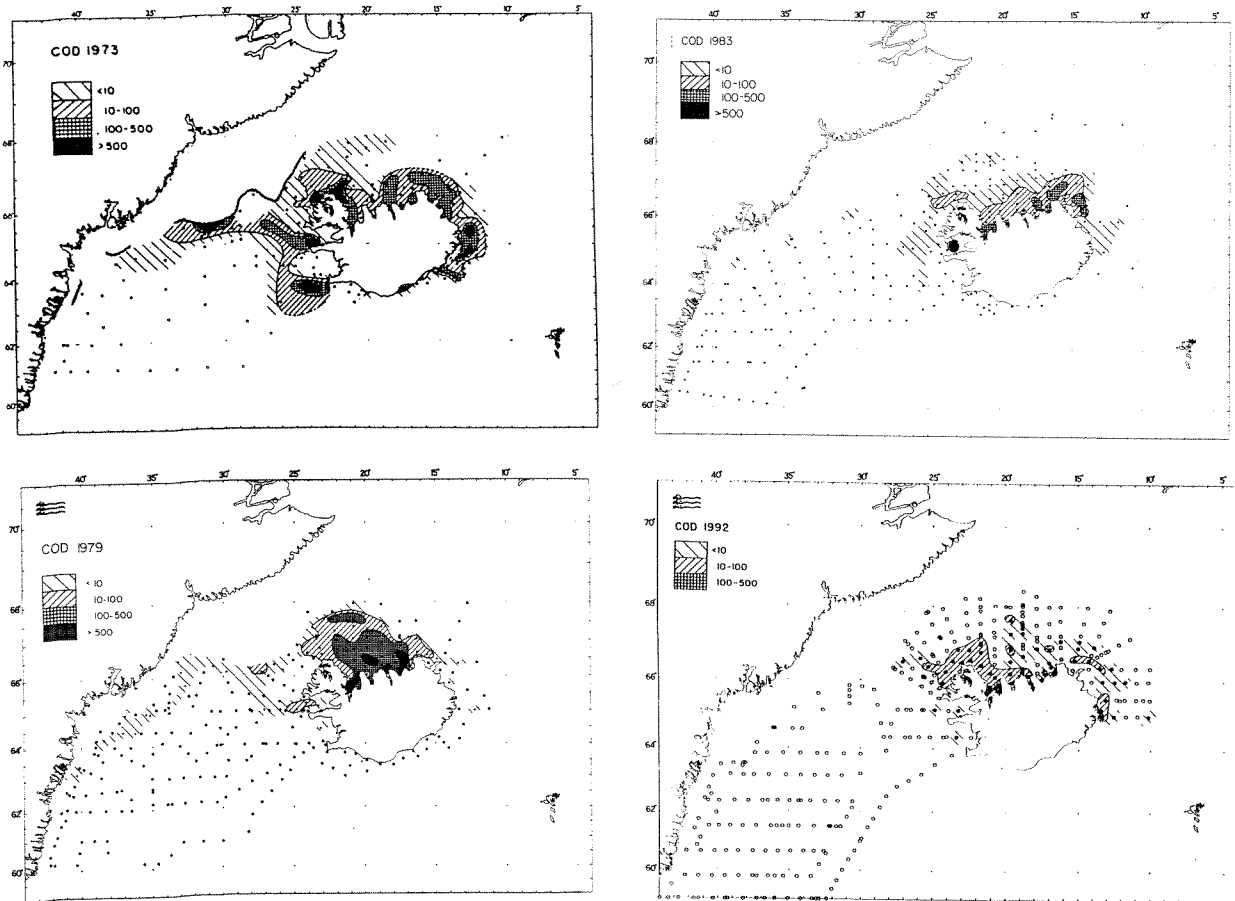
Mynd 2.14. Útbreiðsla og magn þorsklirfa 11-15/5 árið 1983 (Eyjólfur Friðgeirsson, 1984).

2.2.3 Fæða og vöxtur

Nokkrar rannsóknir hafa verið gerðar á fæðu þorsklirfa í maí. Aðalfæða þorsklirfa sem eru að byrja að éta eru egg og lirfur krabbaflóa. Önnur fæða í mögum þorsklirfa á þessum tíma eru t.d. egg og lirfur ljósátu, svifþörungur o.fl. (Bainbridge og MacKay, 1968; Eyjólfur Friðgeirsson, 1984; Erlendur Jónsson og Eyjólfur Friðgeirsson, 1986; Konráð Þórisson, 1989). Þegar lirfurnar stækka eykst hlutdeild lirfa og ungvíðis ljósátu (Bainbridge og MacKay, 1968; Konráð Þórisson, 1989).



Mynd 2.13. Dýptardreifing loðnu- og þorsklirfa á athugunarstöð sunnan Reykjaness 17 maí 1983. Sýndur er fjöldi lirfa í 100 rúmmetrum, ásamt seltu og hita á sex athugunardýpum (Anon, 1986).



Mynd 2.15. Útbreiðsla þorskseiða í ágúst árin 1973, 1979, 1983 og 1992. Fjöldi seiða á togmilu (Hjálmar Vilhjálmsson og Eyjólfur Friðgeirsson, 1976; Hjálmar Vilhjálmsson o.fl. 1980, 1983; Jutta V. Magnússon og Sveinn Sveinbjörnsson, 1992).

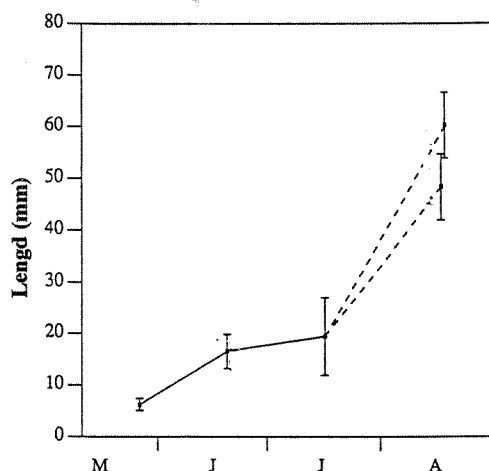
Í athugun sem gerð var á fæðuvali þorskseiða í júní 1985 voru nokkrar tegundir krabbaflóa aðalfæðan (Konráð Þórisson, 1989). Jafnframt kom fram að seiðin átu tiltölulega smá fæðudýr og að minni fæða var í maga og þörmum þeirra en á öðrum tímabilum. Þetta var sett í samhengi við minnkun á magarými sem á sér stað við myndbreytingu þeirra á þessum tíma. Bent var á að hugsanlega væru seiðin sérstaklega háð magni smæstu fæðudýranna, vegna þess hve stærðardreifing dýranna sem þau éta á þessum tíma er lítil (Konráð Þórisson, 1991, 1992). Í júlí árið 1985 var fæða þorskseiða sem voru minni en 25 mm, rauðáta og ýmsar aðrar tegundir krabbaflóa, en stærri seiðin átu í meira mæli ljósátu og loðnulirfur (Konráð Þórisson, 1991). Þegar borin er saman fæða þorskseiða í ágúst 1971 og 1985 kemur í ljós mismunandi fæðuval. Árið 1971 var mest um ljósátu í mögum seiðanna (Ólafur K. Pálsson, 1974), en árið 1985 var aftur á móti mest um loðnulirfur í mögum þeirra. Hugsanlega tengist þetta því að árið 1985 voru loðnulirfurnar óvanalega smáar

og því hæfilega stórar sem fæða fyrir þorskseiðin (Konráð Þórisson, 1989).

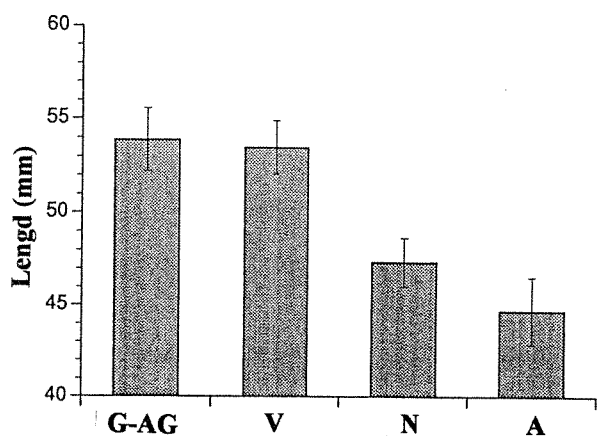
Árið 1985 var fylgst með vexti þorsklirfa/seiða við Ísland mánuðina frá maí til ágúst (mynd 2.16). Þetta ár var stærð seiðanna meiri en meðaltal árána 1970-84 (Konráð Þórisson, 1989). Í júní þegar lirfan er orðin rúmlega 10 mm löng byrjar myndbreyting. Breytingar verða á útliti og starfsemi hennar, eins og t.d. meltingarfærum, uggum og munnlögun. Talið er að þessar breytingar lagi lirfurnar að nýrri fæðu og búsvæði, þ.e.a.s. frá uppsjávarlífi að lífi við botn. Breytingarnar taka nokkuð langan tíma, t.d. eru meltingarfærin að breytast á meðan seiðið er að vaxa úr 15 mm lengd í 40 mm (Pedersen og Falk-Petersen, 1992).

Nokkur munur getur verið á stærð seiða á einstökum svæðum við landið (Hjálmar Vilhjálmsson og Eyjólfur Friðgeirsson, 1976; Konráð Þórisson, 1991; Ólafur Ástþórsson o.fl. 1993). Á mynd 2.17 er sýnd meðallengd

þorskseiða í ágúst á árunum 1970-92. Stærst voru seiðin við Vesturland, í Grænlandssundi og við Austur Grænland og minnst við Austurland. Þetta má að öllum líkindum rekja til mismunandi aðstæðna eftir svæðum og í því sambandi hefur m.a. verið bent á hitastig sjávar (Ólafur Ástþórsson o.fl. 1993).



Mynd 2.16. Meðallengd þorsklirfa/seiða og stærðardreifing, mánuðina maí-ágúst, árið 1985. Í ágúst mánuði er sýnd meðallengd / stærðardreifing seiða á tveimur stöðvum (Konnráð Þórisson, 1991).



Mynd 2.17. Meðallengd (mm) 0-ald.fl. þorskseiða við landið í ágúst á árunum 1970-92. Grænlandssund (G), Austur-Grænland (AG), Vesturland (V), Norðurland (N) og Austurland (A) (Ólafur Ástþórsson o.fl. 1993).

2.2.4 Afföll hrogna, þorsklirfa og -seiða

Þó líði ekki nema 9-10 dagar frá hrygningu að klaki verða mikil afföll á hrognunum. Á aðal hrygningarslóðinni við Suðvesturland mældust afföllin 85% árið 1981 (Eyjólfur Friðgeirsson, 1982). Erlendis hafa verið mæld

meiri afföll, um 90% (árin 1983-84) við Lófóten í Noregi (Fossum, 1988) og um 95% (árin 1987-88) í Norðursjónum (Heessen og Rijnsdrop, 1989).

Lítið er vitað um afföll á þorsklirfum/seiðum hér við land. Í kanadískum og norskum rannsóknum hefur komið í ljós að mestu afföllin eiga sér stað fyrstu 2-3 mánuðina frá klaki (Sundby o.fl. 1989; Campana o.fl. 1989). Í Barentshafi eru dagleg afföll fyrstu 2-3 mánuði frá klaki 7-13% en aðeins 1-3% næstu 3 mánuði. Dagleg afföll á seinna tímabilinu virðast m.a. vera háð þéttleika og aukast með auknum þéttleika seiðanna (Sundby o.fl. 1989). Ekki liggja fyrir upplýsingar um hvort afrán eða hungurdauði valdi mestum afföllum á þessu tímabili, en líklegt er að það sé mismunandi á milli ára og svæða (Leggett, 1986; Bailey og Houde, 1989).

Lítið er vitað um afrán á þorskrognum, -lirfum og -seiðum. Vitað er að fiskar, marglyttur og krabbadýr valda afföllum á hrognum og minni fisklirfum (< 10 mm), en aðallega fiskar hjá stærri lirfum og seiðum (Bailey, 1984; Bailey og Batty, 1984; Daan o.fl. 1985; Hunter, 1984; Yen, 1987; Bailey og Houde, 1989; Ólafur K. Pálsson, 1994).

Við athugun á útbreiðslu og mergð þorskseiða í Ísafjarðardjúpi seinni hluta júlí árið 1908 fannst mikið af marglyttum, og oft greindust hálfmelt þorskfiskaseiði í mögum þeirra (Bjarni Sæmundsson, 1909).

Stærstu fuglabjörg við Ísland eru á rekleið fisklirfa/seiða vestur og norður með landinu. Athugun á fæðuvali svartfugla við vestanvert landið leiddi í ljós að á sumrin var aðalfæða þeirra seiði nytjafiska, þótt einnig hafi borið nokkuð á annarri fæðu. Mest bar á seiðum þorskfiska, einkum þorsks í mögum svartfugla (Tåning, 1930), en hafa ber í huga að þessi rannsókn var mjög takmörkuð og því vafasamt að alhæfa út frá henni. Aðrar rannsóknir á fæðuvali svartfugla um haust, vetur og vor sýna að þorskfiskaseiði eru mjög lítill hluti fæðu þeirra (Sigurður Gunnarsson og Jónbjörn Pálsson, 1988; Kristján Lilliendahl, 1990). Við

rannsókn á fæðuvali svartbaks og hvítmafs kom ekki í ljós að þorskseiði væru hluti fæðu þeirra (Agnar Ingólfsson, 1976).

2.2.5 Lok uppsjávarstigs

Athugnir sem gerðar voru hér á landi í byrjun aldarinnar bentu til þess að þorskseiði byrjuðu að leita botns seinnihluta júní í Faxaflóa, um miðjan júlí í Ísafjarðardjúpi, í lok júlí við Norðurland og ekki fyrr en seint í ágúst eða september við Austfirði (Bjarni Sæmundsson, 1909). Í Ísafjarðardjúpi hafa flest seiðin leitað botns í lok september (sjá Ólafur K. Pálsson og Guðni Þorsteinsson, 1985). Gera má ráð fyrir að á þessu séu áraskipti, t.d. leituðu seiðin botns við Austurland í byrjun ágúst 1939 sem var tiltölulega heitt ár, eða um einum mánuði fyrr en venjulega (Tåning, 1943).

Í fjörðum hér við landi byrja þorskseiðin fyrst að leita botns um 2-3 sm löng (Bjarni Sæmundsson, 1909, 1911), en mörg seiðanna leita hinsvegar ekki botns fyrr en þau eru stærri. Í ágúst hefur komið í ljós mikil stærðardreifing seiða við yfirborð sjávar og eru þau allt að 8-10 sm löng (Hjálmar Vilhjálmsson og Eyjólfur Friðgeirsson, 1976).

Það virðist taka seiðin nokkurn tíma að leita botns, sem m.a. kemur fram í því að lengd seiðanna eykst með auknu dýpi (Koeller o.fl. 1986; Perry og Neilson, 1988; Potter o.fl. 1990). Fyrst eftir að seiðin hafa leitað botns eru þau ekki mjög staðbundin. Á daginn halda þau sig niður við botn, en leita upp á næturnar (1-5 m) til að éta og þá geta þau rekið undan straumi yfir á annað búsvæði. Á þennan hátt geta seiðin ferðast nokkuð frá þeim stað sem þau leituðu fyrst botns (Lough o.fl. 1989).

2.3 Uppvöxtur þorskungviðis (0-III ald.fl.)

2.3.1 Útbreiðsla og atferli

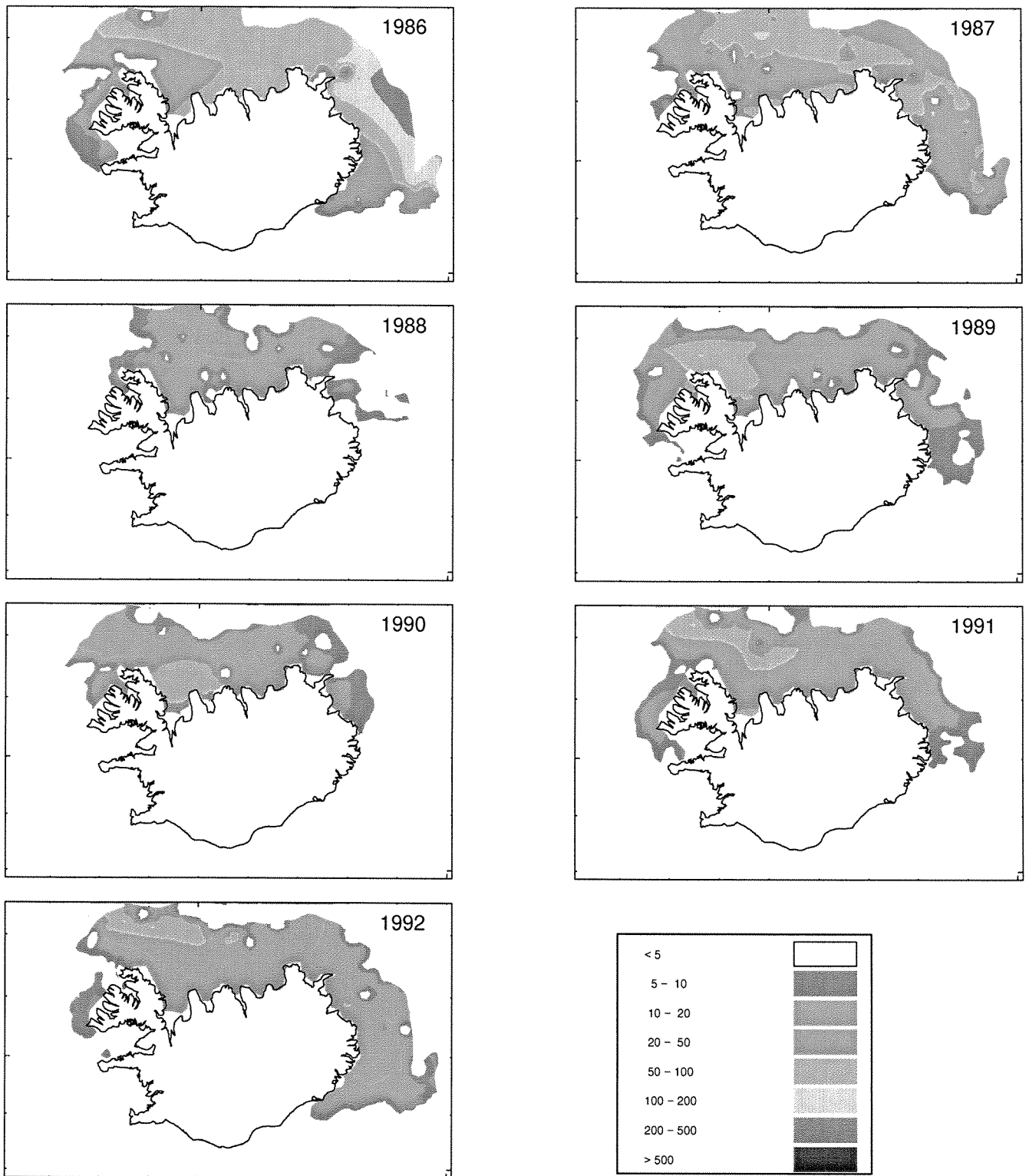
Upp úr aldamótum var útbreiðsla og mergð þorskungviðis rannsökuð víða í fjörðum hér við landi. Við rannsóknirnar var notuð landnót (álavarpa) á um 0-20 metra dýpi (Schmidt, 1904, 1909, 1926; Bjarni Sæmundsson, 1909, 1911, 1919, 1921, 1924b; Árni Friðriksson,

1929a). Mest fannst af þorskungviði við Vestfirði, Norðurland og Austurland, en mjög lítið í Breiðafirði og Faxaflóa. Í öðrum rannsóknum sem gerðar voru á mun meira dýpi við sunnan- og vestanvert landið kom í ljós að þorskungviði er helst að finna í Breiðafirði, Faxaflóa og grunnt meðfram suðurströndinni (Bjarni Sæmundsson, 1927a,b, 1937; Árni Friðriksson, 1948b; Ólafur K. Pálsson 1980; Ólafur K. Pálsson og Svend-Aage Malmberg, 1977). Árið 1976 hófust árlegar rannsóknir á útbreiðslu og mergð þorskungviðis á íslenska landgrunninu (Ólafur K. Pálsson, 1984). Þessar rannsóknir efldust mikið með tilkomu togararallsins sem hófst árið 1985 (t.d. Ólafur K. Pálsson o.fl., 1989; Ólafur K. Pálsson og Gunnar Stefánsson, 1991). Mynd 2.18 sýnir útbreiðslu og mergð tveggja ára þorskungviðis á árunum 1986-92 og má þar sjá að árganganir eru misjafnlega sterkir og útbreiðsla breytileg.

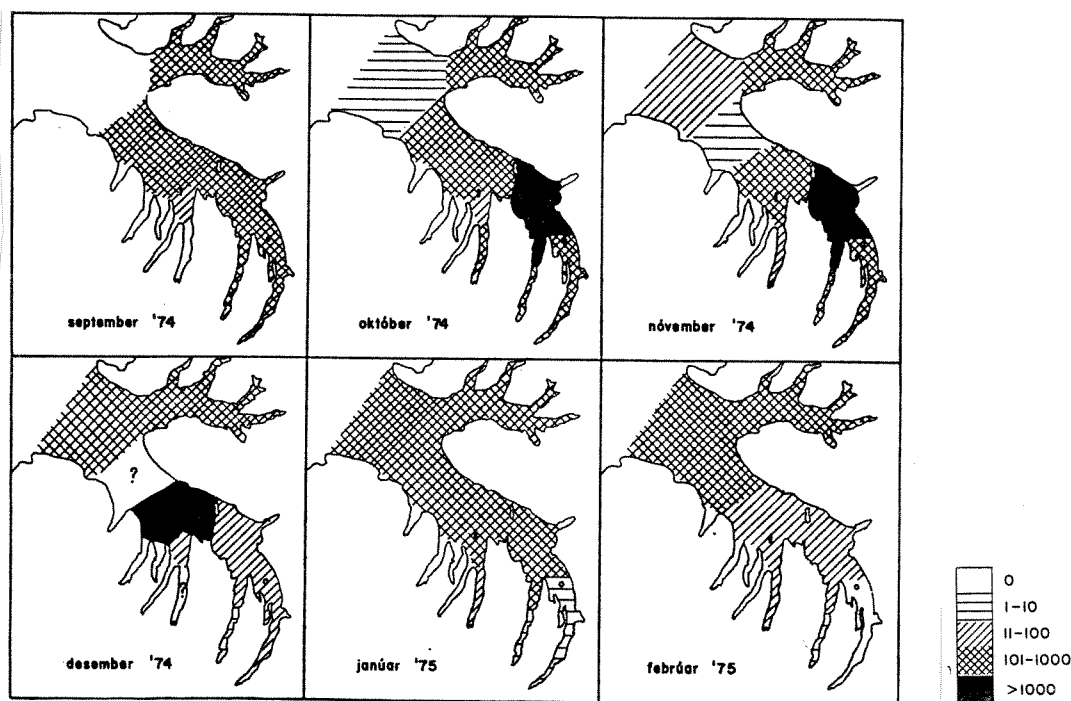
Rannsóknir á útbreiðslu þorskseiða sýna að 0-aldursflokkurinn heldur sig á grynna vatni en I og II aldursflokkarnir (mynd 2.19) (Bjarni Sæmundsson, 1909, 1911; Schmidt, 1904, 1909; Ólafur K. Pálsson og Svend-Aage Malmberg, 1977, 1978; Ólafur K. Pálsson, 1980).

Mismunandi búsvæðaval þorskungviðis eftir aldri er talið draga úr líkum á því að minni seiðin verði bráð eldri og stærri þorska (Railey og Parnell, 1984). Til að geta haldið sig á öðrum svæðum þurfa þau oft að velja búsvæði þar sem umhverfisaðstæður eru ekki sérlega hagstæðar. Dæmi um slíkt búsvæðaval eru seltuminni svæði í Norðursjónum (Railey og Parnell, 1984) og grunn köld svæði við strönd Kanada (Jean, 1964; Goddard o.fl. 1992). Seiðin eru vel aðlöguð að þessum aðstæðum og er kuldaþol þeirra meira en hjá stærri þorski (Kao og Fletcher, 1988).

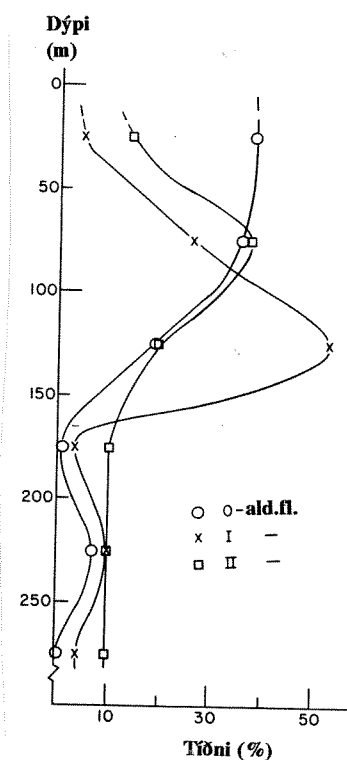
Þorskungviðið hefur tilhneigingu til þess að velja búsvæði eftir botngerð. Meira hefur oft fengist af þorskseiðum í þaraskógum en á öðrum svæðum í fjörðum hér við land (Schmidt, 1904, 1909). Einnig hefur sýnt sig í erlendum rannsóknum að þorskungviðið hefur



Mynd 2.18 Útbreiðsla tveggja ára þorsks í togararallinu fjöldi per staðaltog (Gögn frá Hafrannsóknastofnuninni)



Mynd 2.20. Útbreiðsla þorskárgangs frá 1974 (0-I ald.fl.) í Ísafjarðardjúpi eftir svæðum og tíma (Ólafur K. Pálsson, 1976).



Mynd 2.19. Dýptardreifing þorskeiða eftir aldri (Ólafur K. Pálsson, 1980).

tilhneigingu til að halda sig á grófum botni (Horne og Campana, 1989; Lough o.fl. 1989; Daan o.fl. 1990). Mikilvægi þaraskóga og annarra skjólstaða fyrir þorskungviði hefur komið fram í fjölda erlendra rannsókna (Tveite 1984; Pihl og Ulmestrand, 1988; Salvanes o.fl.

1991). Talið er að þorskseiði haldi sig við botn með skjólstöðum m.a. til að forðast afræningja (Keats o.fl., 1987; Gjøsæter, 1988; Clarke og Green, 1987, 1988, 1990).

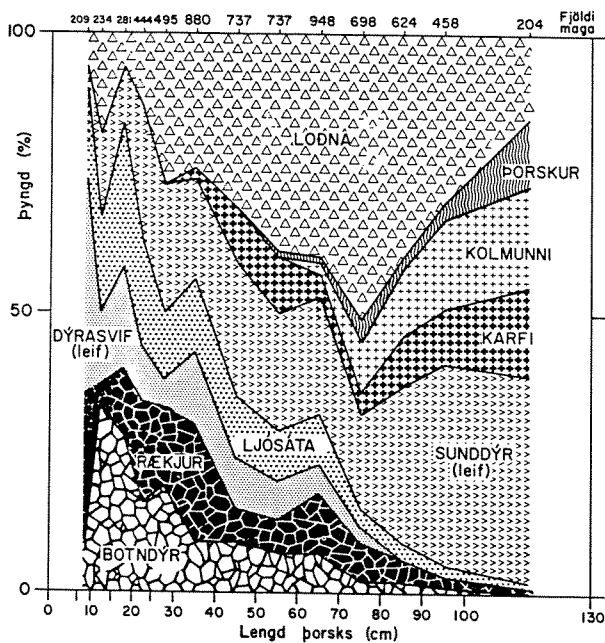
Við rannsókn á útbreiðslu þorskseiða (I-IV aldursflokkarnir) á djúpslóð (meira en 50-70 m dýpi) fyrir norðan Ísland hefur komið í ljós að þau færa sig töluvert úr stað og að útbreiðsla þeirra getur verið mismunandi eftir árstímum. Á sumrin halda allir aldurshópar sig á frekar grunnu vatni, en leita síðar á meira dýpi á veturna. Þessi regla riðlast þó með aldri fisksins, og fjögurra ára gamall fiskur fæst oft í miklu magni á 200-300 metra dýpi allt árið (Ólafur K. Pálsson, 1984).

Töluvert hefur verið merkt af ókynþroska þorski hér við land, mest yfir 40 sm. Þessar merkingatilraunir sýna að ungfiskurinn er tiltölulega staðbundinn (Jón Jónsson, 1954, 1965; Sigfús A. Schopka, 1992). Veturinn 1974/75 var gerð í Ísafjarðardjúpi athugun á útbreiðslu og mergð þorskárgangsins frá 1974 (Ólafur K. Pálsson 1976, 1977). Í aðalatriðum kom fram að ungvíðið (0-II aldursflokkarnir) leitar út eftir og út úr Djúpinu, eftir því sem líður á haust og vetur. Upp úr áramótum voru

Þorskeiðin nánast horfin úr innri hluta Ísafjarðardjúps og mestur þéttleiki fannst í utanverðu djúpinu og í Jökulfjörðum (mynd 2.20). Á meðan þorskungviðið býr við hagstæðar aðstæður í fjörðum geta þau verið mjög staðbundin (Hawkins o.fl. 1974, 1980; Midling o.fl. 1987; Clarke og Green, 1990). Þetta á t.d. við Masfjorden í Vestur-Noregi en þar heldur ungvíðið sig á minna en 20 metra dýpi allt árið (Salvenes m.fl. 1991).

2.3.2 Fæða og vöxtur

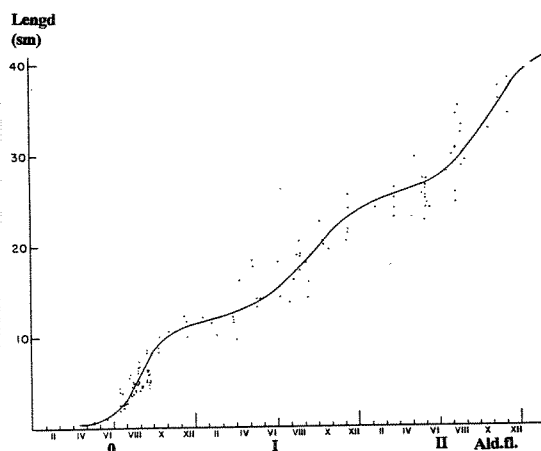
Á mynd 2.21 er sýnd fæða þorsks á Íslandsmiðum árin 1980-81. Aðalfæða smærri þorsks er dýrasvíf, fiskseiði (einkum loðnuseiði), botndýr og rækja (Ólafur K. Pálsson, 1980, 1983, 1985). Eftir því sem þorskurinn stækkar eykst hlutfall fiskbráðar, og er hún komin upp í um 50% hjá 30-40 sm þorski. Hlutfall fæðudýra er breytilegt á milli ára, árstíma og svæða, t.d. er ljósáta í mun meira mæli í fæðu 10-15 sm þorsks við Austurland en við Norðurland (Ólafur K. Pálsson, 1983). Rannsókn á fæðu þorskungviðis (0-I aldursflokkarnir) í Ísafjarðardjúpi veturinn 1974/75 leiddi í ljós að ljósáta er mikilvægasta fæðan að jafnaði, en einnig eru fiskseiði (loðnuseiði) og rækja mikilvæg fæða (Ólafur K. Pálsson, 1976).



Mynd 2.21. Meðalfæðunám (% þyngd fæðu) þorsks eftir lengd (sm) 1980-81 (Ólafur K. Pálsson, 1985).

Á mynd 2.22 er sýndur vöxtur þorskungviðis fyrir norðan land. Í lok fyrsta ársins eru seiðin rúmlega 10 sm og rúmlega 20 sm í lok annars árs. Vöxturinn er mjög árstíðabundinn, mestur á sumrin og haustin og minnstur á veturna (Ólafur K. Pálsson, 1980). Ástæða minni vaxtar á veturna eru einkum lægra hitastig og minna fæðuframboð (Hawkins o.fl. 1985; Brown o.fl. 1989).

Mikill munur er einnig í vexti eftir svæðum við landið (Tafla 2.1). Mestur er vöxturinn við Suðurland þar sem sjórinn er heitastur og minnstur á Austurlandi þar sem hann er kaldastur (Bjarni Sæmundsson, 1923a). Flest sýnanna sem upplýsingarnar í töflu 2.1 byggja á voru tekin inni á fjörðum, og þá sérstaklega 0-I aldursflokkarnir og gefur taflan því nokkuð góða mynd af vexti þorskungviðis í fjörðum í hinum einstöku landshlutum.



Mynd 2.22. Vaxtarkúrfa hjá þorskungviði (0-II ald.fl.) fyrir norðan land. Gögnum safnað á árunum 1955-74 (Ólafur K. Pálsson, 1980).

Tafla 2.1. Vöxtur þorskungviðis (0-III ald.fl.) eftir landshlutum. Gögnum safnað yfir sumarmánuðina frá því í byrjun þessarar aldar fram til ársins 1920. Stærð 0-ald.fl. miðast við 3-4 mánuði frá hrygningu og er gróft meðaltal (Bjarni Sæmundsson, 1923a).

LANDSHLUTI	ALDURSFLOKKUR			
	0	I	II	III
Suðurland	6,0	29,0	43,8	55,9
Suðvesturland	5,0	20,3	32,0	46,1
Norðvesturland	4,5	15,2	30,6	40,7
Norðurland	3,5	15,0	25,4	36,9
Austurland	2,5	12,7	22,8	33,4
Meðaltal	4,5	14,4	29,0	43,0

Nokkur munur getur verið í meðalstærð eins og tveggja ára þorsks á Íslandsmiðum frá ári til árs (Sigfús A. Schopka o.fl. 1989; Gunnar Stefánsson, 1992). Þá er og áramunur á meðalstærð þorsks eldri en þriggja ára og hefur hann helst verið skýrður með stærð loðnustofnsins (Svend-Aage Malmberg, 1988; Björn Æ. Steinarsson og Gunnar Stefánsson, 1991).

Athuganir á vexti þorsks fjögurra ára og eldri hér við land á árunum 1978-89 sýndu að ekki voru til staðar áhrif þéttleika á vöxt (Björn Æ. Steinarsson og Gunnar Stefánsson, 1991). Aftur á móti þegar meira var af þorski í sjónum (árg. 1920-52) var vöxturinn minni hjá stórum árgöngum en hjá þeim minni (Jón Jónsson, 1966). Hafa ber þó í huga að Grænlandsgöngur rugla þennan samanburð nokkuð, eins og Jón Jónsson (1966) reyndar benti á.

2.3.3 Afföll og afræningjar

Takmarkaðar upplýsingar eru til um afföll þorsks á Íslandsmiðum fyrstu árin eftir klak. Til að kanna hvenær afföllin eiga sér stað hafa m.a. verið bornar saman vísitölur 0 til III aldursflokka árganganna frá 1984-1991. Nokkuð gott samband er á milli seiðamælingar í ágúst og rallvísitölu eins árs þorsks í mars árið eftir (Gunnar Stefánsson og Björn Æ. Steinarsson, 1992). Höfundar benda á að freistandi væri að draga tvær ályktanir af þessu. Í fyrsta lagi að báðar mælingar séu allgóðar og í öðru lagi virðast afföll milli þessara tveggja mælinga vera nokkuð stöðug. Heldur verra samband er á milli vísitalna eins og tveggja ára fiska af sama árgangi en aftur betri milli tveggja og þriggja ára. Þetta virðist benda til allnokkurra, en breytilegra affalla frá því fiskurinn er eins árs í mars og þar til hann verður tveggja ára árið eftir (Gunnar Stefánsson og Björn Æ. Steinarsson, 1992).

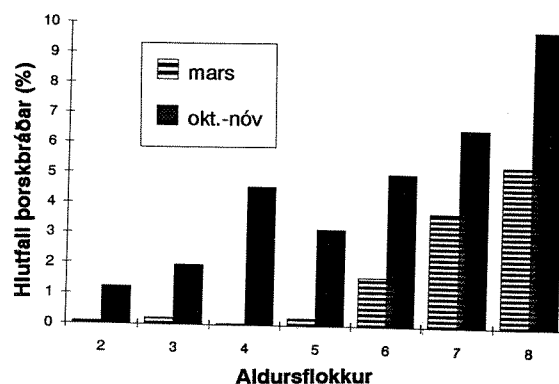
Í Ísafjarðardjúpi voru afföll á þorskseiðum (1974 árgangurinn) metinn veturinn 1974-75. Mikil fækkun seiða var á tímabilinu og fór fjöldi þeirra úr tæpum 8 milljónum í sept/okt 1974 í 552 þús. í mars 1975. Þ.e.a.s. á 165 dögum fækkaði seiðunum því um 93%. Af

upphaflegum fjölda voru um 30% veidd, náttúruleg afföll voru áætluð um 26% og talið var að um 37% af seiðunum hefðu gengið út úr Djúpinu (Ólafur K. Pálsson, 1976, 1977).

Margar ástæður geta verið fyrir náttúrulegum afföllum fiska. Afrán er þar sennilega mikilvægast, en aðrar orsakir geta t.d. verið sultur og sjúkdómar.

Talið er að af afræningjum éti þorskurinn sjálfur mest af sínum afkvæmum (Ólafur K. Pálsson, 1994). Hlutfall þorskbráðar í fæðu þorsks hér við land eykst með aukinni stærð eins og kemur fram á mynd 2.23. Algengast er að þorskurinn éti 0-II aldursflokka sinnar eigin tegundar (Ólafur K. Pálsson, 1983).

Sjálfrán á Íslandsmiðum er breytilegt frá ári til árs (Kjartan G. Magnússon og Ólafur K. Pálsson, 1989; Bogstad o.fl. 1994). Það er m.a. meira áberandi þau árin sem mikið er af þorskungviði í sjónum (Bogstad o.fl. 1994). Bent hefur verið á að sjálfrán hjá þorski dragi



Mynd 2.23. Hlutfall þorskbráðar (miðað við þyngd) í fæðu þorsks í mars (árin 1980-86) og í okt.-nóv. (árin 1979-83 og 1985) miðað við mismunandi aldur og stærð afræningja (gögn frá Kjartani G. Magnússyni og Ólafi K. Pálssyni, 1989).

úr sveiflum í stofnstærð (Hislop, 1984; Neillen, 1986; Ulltang, 1984). Sjálfrán er einnig mismunandi eftir árstímum og virðist oftast meira á haustin og fyrrihluta vetrar (Ólafur K. Pálsson, 1983, 1985) eins og kemur fram á mynd 2.23.

Við rannsókn á fæðuvali skrápflúru (*Hippoglossoides platessoides*) á árunum 1980-

81 kom í ljós að um og yfir 50% fæðu hennar var þorskungviði (0-aldursflokkurinn) var fæða hennar um og yfir 50% hjá sumum stærðarhópum fyrrihlutar vetrar (okt.-nóv.) (Ólafur K. Pálsson, 1983).

Smokkfiskur (*Todarodes sagittatus* L.) getur valdið afráni á þorskungviði. Haustið 1979 var fæða hans könnuð og kom fram að ungviði þorskfiska nam um 30%, mest af því var þorskur á fyrsta ári (Einar Jónsson, 1980). Afrán smokkfisks er hinsvegar mjög breytilegt, þar sem göngur hans til landsins eru ekki árvissar.

Á árunum 1979-82 kom í ljós að þorskungviði (aðallega 0-II aldursflokkarnir) var um 24% af fæðu landsels og um 22% af fæðu útsels (Erlingur Hauksson, 1984). Áætlað var að át sels samsvaraði um 11 þús. tonnum af þorskungviði eða 112 milljónum einstaklinga á ári og með því að fækka sel mætti auka þorskveiðar umtalsvert (Erlingur Hauksson, 1989, 1992). Vegna ónógrar vitneskju um náttúruleg afföll hjá þorskungviði er þó varasamt að umreikna át sem þetta upp í hugsanlegan afla. Hefði selurinn ekki étið þorskungviðið er alltaf spurningin sú í hvað miklu mæli aðrir afræningjar hefðu gert það. Ítarlegra er fjallað um helstu afræningja þorsks af Ólafi K. Pálssyni (1994).

2.4 Þættir sem hafa áhrif á nýliðun

2.4.1 Sveiflur í nýliðun

Þegar rætt er um sveiflur í nýliðun er nauðsynlegt að greina á milli skamm- og langtímasveiflna. Skammtímasveiflur ná yfir nokkur ár, en langtímasveiflur geta staðið yfir í áratugi. Gott dæmi um stofn sem sýnt hefur miklar langtímasveiflur er þorskstofninn við Grænland. Þegar tiltölulega hlýtt var við Grænland um miðja öldina var þorskstofninn stór, en fyrir og eftir þetta tímabil var sjór kaldari og nýliðun léleg og þorskstofninn því litill (Buch og Hansen, 1987). Dæmi eru einnig um að fiskleysi hafi verið hér við land í lengri tíma (Bjarni Sæmundsson, 1906b; Lúðvík Kristjánsson, 1971, 1992) og hefur það m.a.

verið sett í samhengi við mismunandi árferði (Svend-Aage Malmberg, 1977; Jón Jónsson, 1994). Áhrif langtímabreytinga veðurfars á fiskistofna hafa verið ítarlega rædd m.a. af Øiestad (1990).

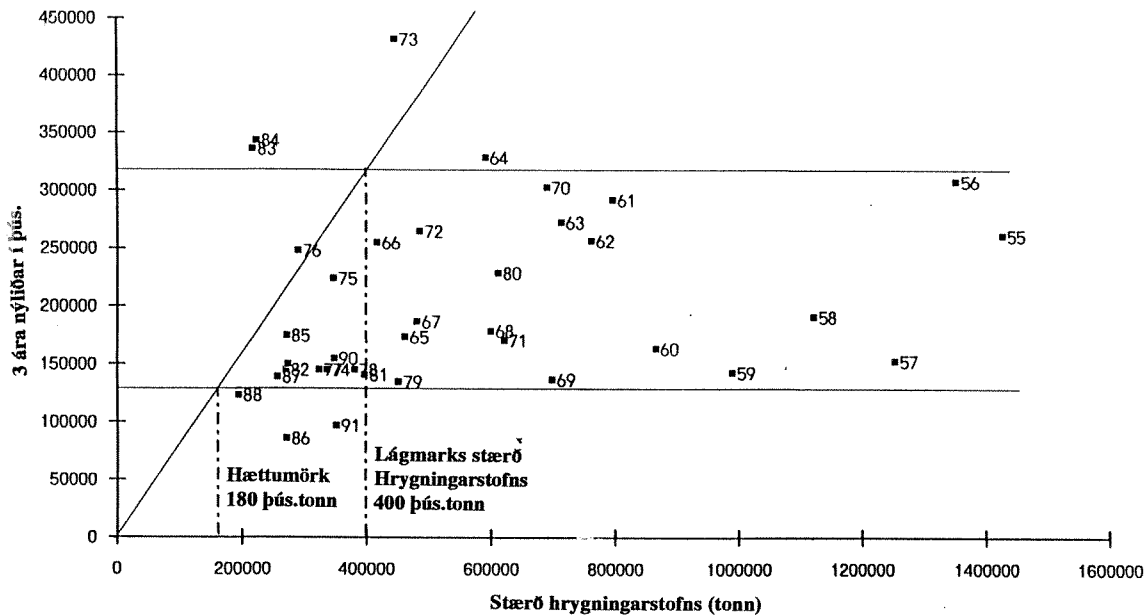
Margir þættir hafa áhrif á nýliðun og flókið samspil er á milli þeirra. Vægi einstakra þátta er einnig mismunandi eftir stað og tíma. Erfitt getur því verið að finna einfalt tölfræðilegt samhengi á milli einstakra þátta og nýliðunar, þó svo viðkomandi þáttur skipti verulegu máli. Hér verður greint frá helstu þáttum sem vitað er um að geti haft áhrif á nýliðun, án þess þó að reynt sé að meta vægi hvers og eins þeirra.

2.4.2 Hrygningarstofn

Stærð hrygningarstofns

Samanburður á stærð hrygningarstofns íslenska þorsksins og nýliðunar hefur ekki sýnt marktækt tölfræðilegt samhengi (Gunnar Stefánsson, 1992; Jón Kristjánsson, 1992; Ólafur K. Pálsson, og Gunnar Stefánsson, 1992a,b; Pope, 1992). Þó að ekki hafi tekist að sýna fram á marktækt samband á milli stærðar hrygningarstofns íslenska þorsksins og nýliðunar fyrir árin 1952-92, er því ekki að leyna að hin síðari ár virðist nýliðum fækka með minnkandi hrygningarstofni (Gunnar Stefánsson, 1992). Á árunum frá 1960-76 reyndust 11 árgangar yfir meðallagi eða sterkir en 7 árgangar undir meðallagi eða slakir. Frá árinu 1976 hafa þrír árgangar reynst yfir meðallagi eða sterkir en 11 undir meðallagi eða slakir (Ólafur K. Pálsson og Gunnar Stefánsson, 1992a).

Á mynd 2.24 er sýnd "Serebryakov skýringarmynd" á samhengi stærðar hrygningarstofns og nýliðunar. Þegar hrygningarstofn íslenska þorskstofnsins er tiltölulega stór (meira en 400 þús.tonn) er minni munur á nýliðun en þegar hann er litill. Tiltölulega litill hrygningarstofn hefur gefið af sér mjög sterka árganga, en jafnframt skal haft í huga að þá virðast vera meiri líkur á mjög veikum árgöngum, en þegar stofninn er stór. Talið er að þegar hrygningarstofninn er kominn niður í 180 þús. tonn sé hann kominn að



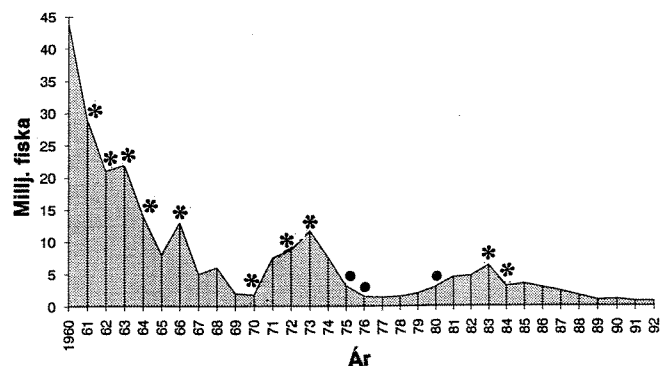
Mynd 2.24. Serebryakov skýringarmynd af samhengi stærðar hrygningarstofns íslenska þorsksstofnsins og nýliðunar (Pope, 1992).

hættumörkum og æskileg viðmiðun sé að lágmarki 400 þús. tonn (Pope, 1992). Nauðsynleg stærð hrygningarstofns til að tryggja eðlilega nýliðun er talin mismunandi eftir umhverfispáttum hverju sinni. Þannig virðist t.d. lítill hrygningarstofn þorsks við Ísland og í Barentshafi aðeins geta gefið af sér góða nýliðun við mjög hagstæð umhverfisskilyrði. Hins vegar virðast umhverfisskilyrðin skipta minna máli þegar hrygningarstofninn er stór (Serebryakov, 1990; Gunnar Stefánsson og Björn Æ. Steinarsson, 1992).

Hlutfall eldri fiska

Bent hefur verið á að fjöldi eldri fiska í hrygningarstofni íslenska þorsksins hafi haft jákvæð áhrif á nýliðun síðustu áratugi (Einar Júlíusson, 1989; Páll Bergþórsson, 1992, 1993; Jón Ólafsson o.fl. 1993). Þetta eru ekki nýjar hugmyndir því Ponomarenko (1973a) athugaði áhrif breytinga í aldurssamsetningu hrygningarstofns Barentshafþorsksins á nýliðun fyrir árin 1934-68. Niðurstöðurnar voru túlkaðar þannig að meiri líkur væru á góðri nýliðun eftir því sem meira væri af þorski sem hafði hrygnt oftar en einu sinni. (Ponomarenko, 1973a).

Á mynd 2.25 er sýndur fjöldi hrygningarfiska sem eru 10 ára og eldri og sterkir árgangar á árunum 1960-1992. Sterkir árgangar (> 250 millj., þriggja ára nýliða) koma nær eingöngu fram þau ár sem tiltölulega mikið er af 10 ára hrygningarfiski og eldri. Undantekning frá þessu er helst árið 1970, en það ár var mjög mikið af 9 ára hrygningarfiski.



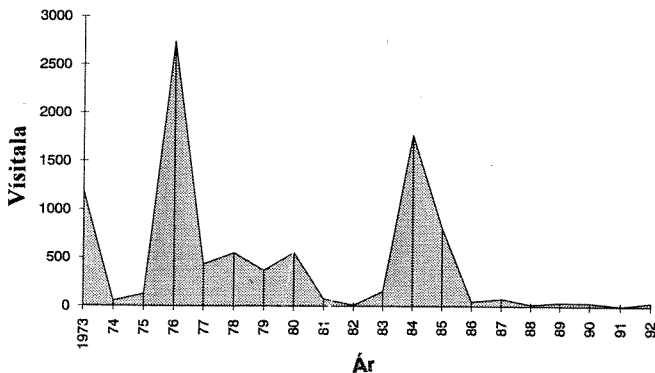
Mynd 2.25. Fjöldi hrygningarþorska (í milljónum) 10 ára og eldri og sterkir og meðalárgangar á árunum 1960-92. Sterkir árgangar (> 250 millj. þriggja ára nýliða) eru merktir með stjörnu og meðalárgangar (200-249 millj. þriggja ára nýliða) með lokuðum hring (gögn frá Gunnari Stefánssyni, 1992).

Árið 1984 var fjöldi hrygningarfiska 10 ára og eldri einnig tiltölulega lítill, en fjöldi 9 ára fiska tæpar 5 milljónir og var það mesti fjöldi á þeim

aldri frá árinu 1982. Frá árinu 1985 hefur hrygningarfiskur 10 ára og eldri fækkað stöðugt og var hann um og undir ein milljón, árin 1989-92. Á þessum árum hefur ekki myndast neinn sterkur árgangur og vísitala þorskseiða í ágústmánuði verið óvanalega lág (mynd 2.26). Lágt hlutfall af hrygningarfiski sem hefur hrygnt oftar en einu sinni getur því hugsanlega verið skýringin á því að enginn sterkur árgangur hefur myndast eftir 1984.

Ástand hrygningarfisks

Snemma var bent á að holdafar og stærð lifrar á hrygningarforski hér við land væri breytilegt frá ári til árs (Bjarni Sæmundsson, 1931a; Árni Friðriksson, 1932), án þess þó að sýnt væri fram á það með beinum mælingum. Eldstilraunir sýna að ástand hrygna hefur áhrif á frjósemi þeirra og eftir því sem þær eru í betri holdum er frjósemin meiri (Kjesbu o.fl. 1991). Hjá villtum þorski hefur mælst mismunandi frjósemi milli ára (Pinhorn, 1984; Rijnsdrop o.fl. 1991), án þess þó að það hafi verið sett í samhengi við mismunandi ástand fisksins.



Mynd 2.26. Visitala þorskseiða uppsjávar í ágústmánuði frá árinu 1973 (gögn frá Anon, 1992c).

Oft hefur verið rætt um að veiðar á þorski yfir hrygningartímann hafi neikvæð áhrif á hrygninguna og að banna ætti veiðar á hrygningarslóð á þessum tíma. Svæði við Suðvesturlandið hafa m.a. verið friðuð yfir hrygningartímann. Lítið er vitað um hvort og þá í hve miklum mæli veiðar á hrygnandi þorski hafa áhrif á nýliðun, en hugsanleg áhrif þeirra hafa m.a. verið rædd af Fahraeus-Van Ree (1990) í tengslum við veiðar á Nýfundnalandsporski yfir hrygningartímann.

2.4.3 Hrygningarslóð

Umhverfispættir

Jón Jónsson (1969) skoðaði tengsl hitastigs á Selvogsbanka og nýliðunar fyrir árin 1921-36, ekki virtist vera sjáanlegt samhengi þar á milli. Á Selvogsbanka eru litlar sveiflur í hitastigi (Jón Jónsson, 1969; Svend-Aage Malmberg og Stefán Kristmannsson, 1991), en aftur á móti við Lófóten þar sem miklar sveiflur eru í hita, myndast einungis lélegir árgangar þau ár sem hitinn á hrygningarslóðinni er lágur, en bæði sterkir og veikir þau ár sem hann er hár (Ellertsen o.fl. 1989).

Skoðuð hafa verið áhrif ferskvatnsmagns í sjónum fyrir Vesturlandi á nýliðun árin 1955-91. Í ljós kom meiri tilhneiging til betri nýliðunar þau ár sem ferskvatnslagið var þykkara og hrygningarstofninn stærri (Jón Ólafsson, 1985; Jón Ólafsson o.fl. 1993). Þá hefur verið skoðað samband Skeiðarárhlaupa og stærðar þorskárganga og virðist vera fylgni á milli "hlaupaárs" og þorsksárgangs ári síðar (Ólafur Andrésson, 1992). Það er þó óljóst hvernig hægt er að tengja áhrif Skeiðarárhlaupa við afkomumöguleika þorsklirfa/seiða.

Samband virðist vera á milli tíðni suðlægrar, suðvestlægrar og vestanáttu mánuðina janúar til apríl árin 1972-91 og nýliðunar (Magnús Jónsson, 1992). Suðvestlægar áttir voru t.d. ríkjandi þau ár sem mjög sterkir árgangar hafa myndast, þ.e.a.s. árin 1973, 1983-84. Hugsanlegt er þannig að suðvestlægar áttir skapi hagstæð skilyrði, en óljóst er þó hvernig hægt er að tengja slíkt viðgangi hrogna og lirfa.

Þörungablómi

Á vorin þegar stöðugt yfirborðslag myndast við sunnanvert landið á sér stað mikill þörungablómi og fljótlega þar á eftir mikil fjölgun dýrasvifs. Töluverður munur getur verið milli ára á tímasetningu, útbreiðslu og lengd þörungablómans á vorin og ræður þar mestu ferskvatnsframburður á af Suðurlandi, vindhraði og -stefna (Þórunn Þórðardóttir, 1986). Takmörkuð gögn benda hugsanlega til að samband geti verið á milli tímasetningar og

tímalengdar þörungablóma á vorin og nýliðunar. Könnuð voru þrjú ár, 1976-78, og var nýliðunin best það ár sem þörungablómi var mestur (Eyjólfur Friðgeirsson o.fl. 1979, 1981).

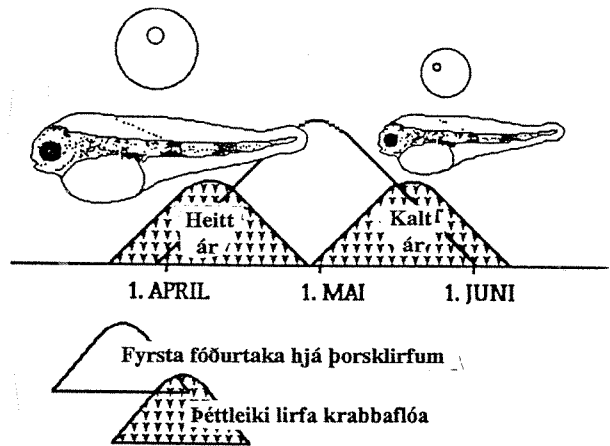
Fæðuframboð - fyrsta át lirfa

Þegar þorsklirfurnar eru nægilega þroskaðar til að éta þarf að vera til staðar nægilegt magn af fæðudýrum af réttri stærð til að lirfurnar nái að dafna eðlilega og gefa af sér sterkan árgang. Þessi kenning var fyrst sett fram í byrjun aldarinnar og hefur hún síðan verið í þróun og gengur nú undir nafninu "match/mismatch" á ensku máli. Hún gengur út á að tímasetning þroskunar fæðudýra í yfirborði sjávar og fyrsta át fisklirfa þurfi að gerast samtímis (match) til að von sé um góða nýliðun (Cushing, 1990). Ólafur S. Ástþórsson o.fl. (1983) báru saman magn dýrasvifs við Suðvesturland að vori og fjölda seiða uppsjávar í ágúst árin 1972-82. Breytingar á magni dýrasvifs frá ári til árs virtust vera svipaðar og í fjölda seiða. Þau ár sem mest mældist af seiðum, 1972 og 1976, var einnig mest um dýrasvif.

Undanfarin ár hafa staðið yfir rannsóknir undan Suðurlandi, þar sem m.a. er verið að skoða samband umhverfispáttá, voraukningar dýrasvifs og afkomu þorsklirfa (Ástþór Gíslason og Ólafur S. Ástþórsson 1991). Í þeim rannsóknum hefur m.a. komið fram verulegur munur á tímasetningu hámarks hrygningar og fjölgun lirfa krabbaflóa (Ástþór Gíslason o.fl. 1994).

Við Lófóten getur breytilegt hitastig á hrygningarslóðinni valdið allt að 6 vikna munur í tímasetningu fjölgunar á lirfum krabbaflóa. Þar sem þorskurinn hrygnir á mjög svipuðum tíma á hverju ári verður ósamræmi á milli þess tíma sem þorsklirfurnar byrja að éta og fjölgunar krabbaflóa í mjög köldum og heitum árum (Ellertsen o.fl. 1987, 1989). Þar sem stærð nýklaktra þorsklirfa (hrognastærð) minnkar eftir því sem liður á hrygningartímann getur mismunandi sjávarhiti ári til árs á hrygningarslóð haft áhrif á það hvort það eru stóru lirfurnar eða þær smáu sem fá bestu fæðuskilyrðin (mynd

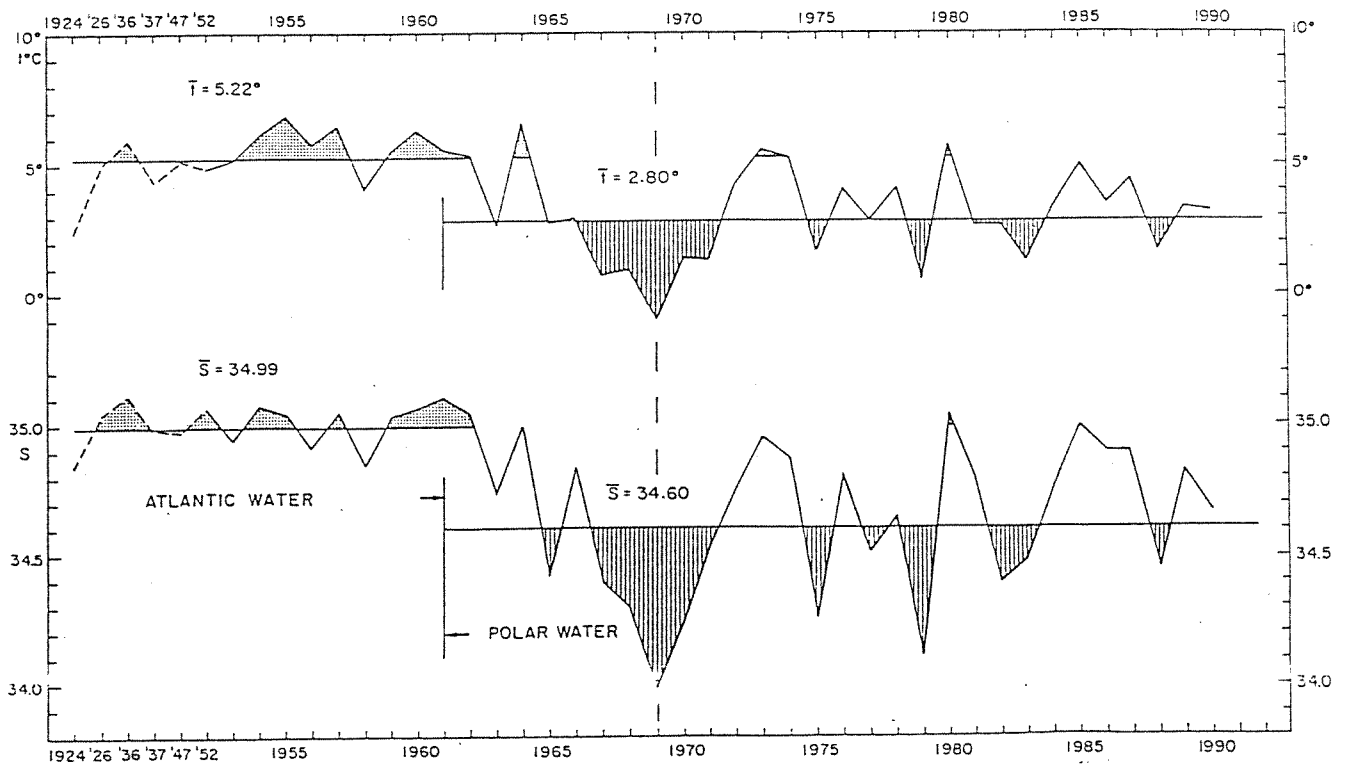
2.27). Í hlýjum árum eru það stærri lirfurnar sem fá bestu fæðuskilyrðin, en í köldum árum smærri og að öllum líkindum ekki eins lífsseigar þorsklirfur (Knutsen og Tilseth, 1984; Solemdal o.fl. 1991, 1992a, b).



Mynd 2.27. Tengsl hitastigsháðrar voraukningar á lirfum krabbaflóa og stærðar þorsklirfa sem fá bestu fæðuskilyrðin (Björke o.fl. 1992).

Hve aðgengileg eru fæðudýrin ?

Við rannsókn á fæðunámi þorsklirfa við Lófóten hefur komið fram að verulega dregur úr áti þegar þéttleiki nauplífa fer undir 5-10 stk í lítra (Ellertsen o.fl. 1984, 1987). Þessi mörk eru þó mismunandi eftir stærð og hreyfigetu lirfanna, og þurfa t.d. fjögurra mm lirfur mun meiri fæðuþéttleika en 12,5 mm lirfur (Thompson og Harrop, 1991). Einnig hefur verið bent á að hæfilegt umrót í sjónum auki líkur á því að lirfur og fæðudýr mætist og að nauðsynlegur þéttleiki nauplífa til að fullnægja fæðuþörf lirfanna minnki við slíkar aðstæður (Rothschild og Osborn, 1988; MacKenzie og Leggett, 1991). Hjá þorsklirfum er át t.d. tvöfalt meira þegar vindhraði er 6 m/sek samanborið við tvo m/sek (Sundby og Fossum, 1990). Aftur á móti í vondum veðrum getur umrót orðið of mikið og þá dreifast þorsklirfur og lirfur krabbaflóa á stórt svæði og mun erfiðara verður fyrir þær að sjá og grípa fæðudýrin (MacKenzie og Leggett, 1991). Þetta hefur m.a. endurspeglast í minni magafylli hjá þorsklirfum við Lófóten í vondum veðrum (Ellertsen o.fl. 1984; Tilseth og Ellertsen, 1984).



Mynd 2.28. Hitastig og selta á 50 metra dýpi á Siglufjarðarsniði í maí-júní á árunum 1924, 1926, 1936, 1937, 1947 og 1952-1990 (Svend-Aage Malmberg og Stefán Kristmannsson, 1991).

Hugmyndir hafa komið fram um að umrót í sjónum geti haft áhrif á árgangastyrkleika þorsks (Sundby og Fossum, 1990). Ekki hefur þó verið sýnt fram á samhengi nýliðunar og vindstyrks eða óbliðrar veðráttu í þeim mánuðum sem stærsti hluti þorsklirfanna er að byrja að taka fæðu. Mjög sjaldan hefur orðið vart við sveltandi fisklirfur og því dregið í efa að hungurdauði sé algengur (Heath, 1992). Aftur á móti ef dregur úr vexti hjá fisklirfum verða afföllin meiri og jafnframt stuðlar það einnig að meiri breytileika í nýliðun (Pepin og Myers, 1991).

2.4.4. Þorskungviði

Áhrif árferðis á viðgang þorskungviðis

Á uppeldissvæðum þorsks við norðanvert landið eru miklar breytingar á hita og seltu sjávar frá ári til árs (mynd 2.28). Talið er að þessar breytingar geti haft áhrif á nýliðun og tilhneigingin sé sú að hún sé betri á árum þegar mikið af Atlantssjó berst norður fyrir landið (Svend-Aage Malmberg 1984, 1988; Svend-Aage Malmberg og Johan Blindheim 1994;

Unnsteinn Stefánsson og Jakob Jakobsson 1989, Jakob Jakobsson 1992). Tilhneiging virðist vera fyrir því að sterkir árgangar komi fram í batnandi árferði. Ef skoðað er þetta samhengi frá og með árinu 1970 þá myndast allir sterkustu árgangarnir (yfir 250 milljónir, 3 ára nýliðar), þ.e.a.s. 1972, 1973, 1983, 1984 í byrjun batnandi árferðis, nema árgangur 1970.

Meðal árgangar (200-250 milljónir) komu fram 1975 þegar kalt var í sjónum, og 1976 og 1980 þegar árferði var gott. Meðal- og sterkir árgangar geta því bæði myndast í góðu og lélegu árferði þó svo að meiri líkur séu fyrir því að þeir myndist í góðu árferði. Tengsl virðast einnig milli ástands sjávar og nýliðunar á þorski við Vestur-Grænland (Stein og Messtorff 1990) og í Barentshafi (Sætersdal og Loeng 1989).

Frá síðari hluta ársins 1990 hefur árferði verið gott að undangengnum þremur köldum árum. Þórólfur Antonsson o.fl. (1992) telja þetta m.a. hafa komið fram í betri veiði á skammlífar tegundum (loðnu og laxi) sem eru fljótari en þorskur að bregðast við bættum

umhverfisaðstæðum. Þeir telja og líklegt að þorsstofninn fylgi á eftir og meira verði úr næstu árgöngum heldur en árgangspár gera ráð fyrir. Hæpið er þó að árgangarnir 1990-91 verði sterkir þar sem ekki eru dæmi um að þegar vísitala eins og tveggja ára fisks er léleg að úr verði sterkur árgangur síðar (sjá Gunnar Stefánsson og Björn Æ. Steinarsson, 1992).

Áhrif fæðuframboðs á viðgang ungvíðis

Hér við land hefur komið í ljós samband á milli stærðar loðnustofnsins og vaxtar þorsstofnsins. Snemma á níunda áratugnum minnkaði magn loðnu verulega með þeim afleiðingum að það dró úr vaxtarhraða þorsksins (Kjartan G. Magnússon og Ólafur K. Pálsson, 1989, 1991).

Á níunda áratugnum hafði minnkað fæðuframboð veruleg áhrif á nýliðun þorsks í Barentshafinu. Um miðjan síðasta áratug var loðnustofninn, sem er aðalfæða þorsks í Barentshafi í lágmarki. Þessi breyting á stærð loðnustofnsins hefur verið sett fram sem skýring á því að á þessum árum dróg verulega úr vexti þorskungvíðis og holdastuðulinn mældist lágur (Jørgensen, 1992). Takmarkað fæðuframboð kom einnig fram í meira sjálfráni (Mehl, 1989).

3.0 Umfang seiðaeldis og hafbeitar

3.1 Norrænt samstarf

Norræn ráðstefna um hafbeit

Norræna ráðherranefndin hefur valið hafbeit á þorski sem eitt af forgangs rannsóknaverkefnum innan sjávarútvegs. Í framhaldi af þessari ákvörðun var haldin ráðstefna í Danmörku í lok ársins 1990. Markmiðið hennar var að gefa yfirlit yfir þekkingu og reynslu á seiðaeldi og hafbeit á þorski á Norðurlöndum. Á ráðstefnunni voru mótuð markmið og valinn forgangs rannsóknaverkefni (Williams, 1991). Helstu markmið sem sett voru fram eru:

- Að þróa aðferðir til framleiðslu mikils fjölda af ódýrum þorskseiðum.
- Að ákvarða burðarþol fyrirhugaðra sleppisvæða.
- Að þróa aðferðir við sleppingu seiða fyrir hinar mismunandi aðstæður.
- Að þróa merkingartækni sem hentar við merkingu mikils fjölda lirfa/seiða.

Norræn samvinnuverkefni

Flest Norðurlandanna rannsaka nú hafbeit á þorski eða þá að áætlanir um slíkar rannsóknir eru í undirbúningi. Nú er unnið að þremur norrænum samstarfsverkefnum sem eru að hluta til fjármögnuð af Norrænu ráðherranefndinni. Þessi verkefni eru:

- Aðferðir við fjöldamerkingu á þorski.
- Erfðaeinkenni þorskstofna.
- Hafbeit á þorski á Færeyjarbanka.

Þessi samstarfsverkefni hófust í byrjun ársins 1992 og er áætlað að þeim ljúki í lok ársins 1994.

3.2 Noregur

Sögulegt yfirlit

Sleppingar kviðpokalirfa þorsks hófust fyrir meira en 100 ár í Noregi (kafli 1.2-1.4). Fyrrihluta níunda áratugarins hófst rannsóknaverkefni sem nefnt var "þorskur í

fjörðum". Markmiðið var að rannsaka og gera tilraunir til að jafna og jafnvel auka afrakstur þorskstofna í fjörðum og á strandsvæðum með sleppingum hafbeitarseiða. Gengið var út frá eftirfarandi tilgátum:

- Að þorskstofnarnir væru ofveiddir og að hrygningarstofninn gæti ekki gefið af sér nægilega nýliðun. Hugmyndin var að sleppa hafbeitarseiðum til að flýta uppbyggingu þorskstofnanna.
- Að það finnst fæða fyrir þorsk sem nýtt er af öðrum tegundum. Með auknum fjölda þorska er hugsanlegt að hann nýti þessa fæðu í auknu mæli.
- Þorskurinn er staðbundinn, þ.e.a.s. heldur sig í nágrenni þess svæðis þar sem hann klaktist og ólst upp (Olsen, 1991).

Bent var á að framtíð hafbeitar á þorski í fjörðum og strandsvæðum sem atvinnugreinar fælist m.a. í því hve réttar þessar tilgátur væru. Með þær að leiðarljósi hófust rannsóknir á þremur stöðum þar sem vistkerfin eru ólík, þ.e. í Masfjord í Vestur-Noregi, Sønderledfjord í Suður-Noregi og Tromsfjord í Norður-Noregi (Olsen, 1991).

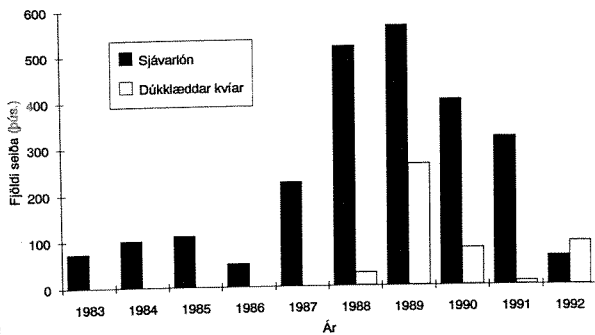
Árið 1989 var gerð fimm ára áætlun um hafbeitarrannsóknir á þorski (Anon, 1989). Þessi áætlun hefur nú verið framlengd til loka ársins 1997. Skipulag og fjármögnun hafbeitar í Noregi fer í dag um svokallað PUSH, þ.e. rannsóknaráætlun um þróun og eflingu hafbeitar (Anon, 1992b).

Á árunum 1975-84 voru gerðar viðamiklar rannsóknir á líffræði þorsklirfa og áhrifum umhverfis á þær. Niðurstöður þessara rannsókna eru teknar saman af Solemdal (1989).

Seiðaeldi

Á mynd 3.1 er yfirlit yfir heildarframleiðslu Norðmanna á þorskseiðum í kvíum og sjávarlönnum á árunum 1983-92. Mest var framleiðslan árið 1989, um 800 þús. seiði, en hún hefur síðan minnkað og var komin niður undir 200 þús. seiði árið 1992. Framan af var

öll framleiðslan í sjávarlónum, en hlutfallið úr kvíum hefur aukist síðustu árin og náði meirihluta árið 1992.



Mynd 3.1. Framleiðsla þorskseiða í Noregi á árunum 1983-92. Framleiðslutölur miðast við 1-10 gr seiði veidd úr sjávarlónunum og kvíum.

Stærð sjávarlónanna sem notuð hafa verið við þorskseiðaframleiðslu hefur verið mjög mismunandi, en vanalega á bilinu 20.000-250.000 rúmmetrar. Fjöldi kviðpokalirfa sem settur hefur verið í þær er á bilinu 0,01-0,1/líttra. Lirfurnar lifa á svifþörungum og dýrasvífi sem vaxa upp í lóninu. Fljótlega eftir að myndbreyting er hafin eru seiðin einnig fóðruð með dýrasvífi sem síð er úr sjónum fyrir utan og þurrfóðri.

Kvíar sem notaðar hafa verið við framleiðslu þorskseiða eru á bilinu 50-100 rúmmetrar að stærð. Í þær eru settar 0,2-5 kviðpokalirfur/líttra. Lirfurnar eru síðan fóðraðar með svífi sem síð er úr sjónum.

Margra ára reynsla er af framleiðslu þorskseiða í Noregi og hafa fengist upplýsingar um helstu vandamál. Í sjávarlónum vaxa þorsklirfur/seiði við tiltölulega náttúrlegar aðstæður og hafa þau reynst vel við rannsóknir á fæðutöku, vaxtarhraða og sjúkdómum (Folkvord o.fl.

1985, 1990). Sjávarlón henta hinsvegar ekki eins vel og kvíar við fjöldaframleiðslu seiða, þar sem mun auðveldara er að stjórna öllum umhverfisþáttum í þeim (Tilseth, 1990).

Hafbeitt

Hafbeittartilraunir með þorskseiði hófust árið 1976 við Flødevigen í Suður-Noregi (Gjøsæter, 1991). Umfang hafbeitar hefur síðan aukist og á síðustu árum hefur hafbeitt verið stunduð á mörgum stöðum í Noregi (mynd 3.2, tafla 3.1).

Á árunum 1988-92 hefur verið sleppt tæplega 700 þús. seiðum og þar af tæpum 300 þús. árið 1991. Vegna erfiðleika í framleiðslu seiða var hinsvegar sleppt mjög fáum seiðum árið 1992 (tafla 3.1).

Í Noregi var ákveðið að vera með sleppingar í fjörðum eða tiltölulega lokuðum svæðum innan norska skerjagarðsins. Þar er að finna staðbundna stofna og þannig betur hægt að fylgjast með og mæla árangur sleppinganna. Flestar sleppingar Norðmanna eru nú gerðar samhliða vistfræðirannsóknum.

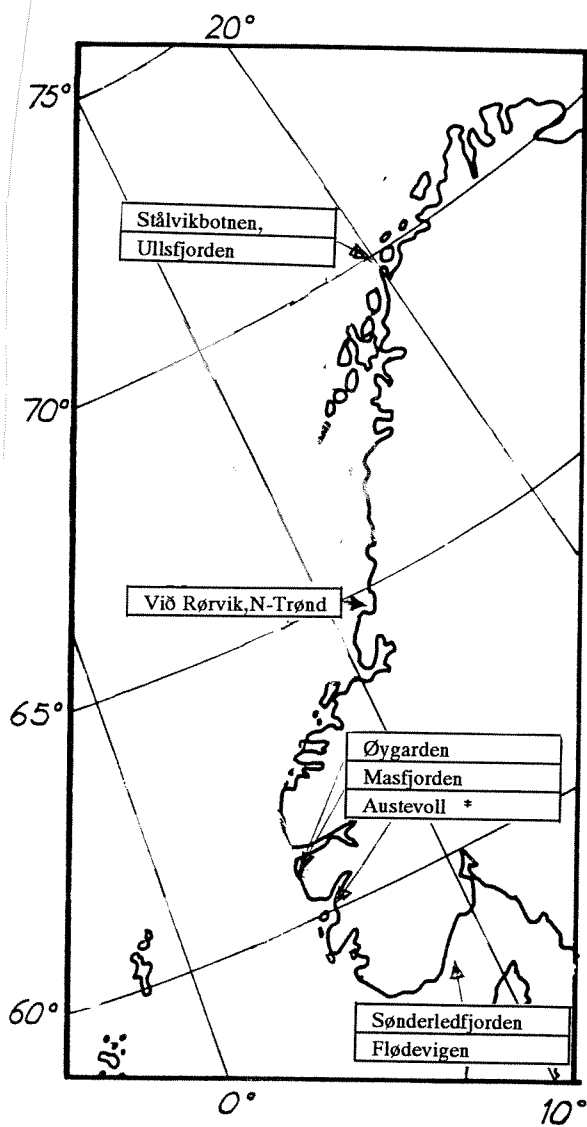
3.3 Svíþjóð

Hrygningarskilyrði þorsks í Eystrasalti hafa versnað síðustu árin vegna lækkandi seltu og mengunar. Ástæðan er sú að frá árinu 1980 hefur ekki átt sér stað innstreymi á söltum og súrefnisríkum sjó í Eystrasalt (Kosior og Netzel, 1989). Mikil afföll eru á hrognum við þá seltu sem nú er ríkjandi. Þorskseiði þrífast hinsvegar betur og því hafa komið upp hugmyndir um að hefja sleppingar (Nissling og Westin, 1991; Larsson, 1991).

Tafla 3.1. Fjöldi útsettra þorskseiða í þús. í Noregi á árunum 1985-92. Flest seiðin voru 10-20 sm við sleppingu.

Sleppistaður	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	Heimild
Stalvikbotn					5	12					Olsen, 1991
Ullsfjorden							51	3	2	0	Anon, 1993b
N-Trønd									19	14	Anon, 1993b
Øygarden									84	0	Anon, 1993b
Masfjorden			3	3	7	91	72	35	185	0	Anon, 1993b
Austevoll *	21	8	8	7	1						Svåsand o.fl. 1989
Sønderledfjorden				6	7	12	13				Gjøsæter, 1991
Flødevigen						3					Gjøsæter, 1991

* Einnig smá sleppingar í Skogsvågen og Vikanes



Mynd 3.2. Helstu staðir þar sem hafbeitartilraunir á þorski hafa farið fram í Noregi á síðustu árum.

Í Lysekil á vesturströnd Svíþjóðar hefur verið stundað tilraunaeldi á þorski (Pickova og Larsson, 1992). Stefnt er að því að sleppa seiðum í Helsingabotn og við vesturströnd Svíþjóðar (Jana Pickova, munnl.uppl.).

3.4 Danmörk

Vegna minnkandi þorskveiði síðustu 10 árin hefur áhugi á hafbeit aukist mikið í Danmörku. "Danmarks Havfiskeriforening" ákvað árið 1990 að fjármagna byggingu eldisstöðvar til framleiðslu á þorskseiðum til að athuga arðsemi hennar. Danska sjávarútvegsráðuneytið sér um að fjármagna sleppingarar og Hafrannsóknastofnunin fylgist með seiðunum eftir sleppingu (Carsten Krog, munnl.uppl.).

Í stað þess að hafa klakfisk til hrognatöku eins og tíðkast í Noregi hefur sú leið verið valinn í Danmörku að kreista þorskin á miðunum. Klakið fer fram á Hvide Sande og er eldið í stórum dúklögðum tjörnum, samtals 6.500 rúmmetrar að stærð, í Thyborøn á vesturströnd Jótlands. Í þær er síðan dælt sjó og dýrasvifi. Á árinu 1991 varð endanleg framleiðsla um 17 þús. seiði, en aðeins 6 þús. seiði á árinu 1992. Seiðunum hefur verið sleppt að stærstum hluta í Limfjorden á vesturströnd Danmerkur (Krog, 1992a, 1992b; Støttrup, o.fl. 1993).

Á vegum danska sjávarútvegsráðuneytisins, í samvinnu við Hafrannsóknastofnuna og dönsku sjómannasamtökin er einnig hafið tilraunaeldi í Neksö á Borgundarhólmi. Stefnt er að því að sleppa seiðunum í Eystrasalt, en af því hefur ekki orðið ennþá, vegna óhappa í eldinu (Philip Prince, munnl.uppl.).

3.5 Færeyjar

Á Færeyjabanka er þorskstofn sem í dag er orðinn mjög lítill m.a. vegna ofveiði, og hefur því verið ákveðið að friða hann. Færeyjarbanki er talinn mjög heppilegur til að meta árangur sleppinga á hafi úti þar sem hann er mjög afmarkaður og með sinn eigin þorskstofn. Þá eru tilraunaveiðar á bankanum undir eftirliti og því auðvelt að fylgjast með heimtum á hafbeitarfiskinum.

Eldið fer fram í litlu sjávarlóni og í fjórum kvíum að norskri fyrirmynd. Eldisrýmið er samtals um 10.000 rúmmetrar. Vegna mikilla affalla á seiðum voru aðeins framleidd um 2 þús. seiði árið 1991 og um 1 þús. seiði árið 1992 (Ingvar Fjallstein, munnl.uppl.).

Árið 1991 hófust vistfræðirannsóknir á Færeyjarbanka. Sleppingar þorskseiða hófust árið 1993. Það sem er sérstakt við fyrirhugaðar sleppingar á Færeyjarbanka er að seiðunum verður sleppt á 200 metra dýpi. Ákveðið hefur verið að nota senditæki (með dýptarmæli) til að fylgjast með atferli seiðanna eftir sleppingu (Hjalti í Jákupsstovu, munnl.uppl.).

4.0 Hafbeit á þorski

4.1. Undirbúningur fyrir sleppingu

Vistfræðirannsóknir

Fyrst þegar sleppingar hófust á þorskseiðum í Noregi fóru ekki fram forathuganir á umhverfispáttum og því er erfitt að meta hinn eiginlega árangur sleppinganna. Hvert vistkerfi getur fóstorað ákveðinn fjölda þorska og ef of mörgum hafbeitarseiðum er sleppt aukast afföllin bæði á náttúrlegum þorski og hafbeitarþorski og dregur því úr afrakstri hvers nýliða. Að undangengnum sleppingu er því nauðsynlegt að meta afrakstursgetu vistkerfisins og fjölda náttúrlegra seiða (0-aldursflokkurinn) og miða fjölda hafbeitarseiða við það (Svåsand, 1990b; Giske o.fl. 1991a,b; Salvanes o.fl. 1992). Sleppingar þorsks á ákveðin svæði geta fræðilega eingöngu gefið jákvæðan árangur hafi verulega dregið úr nýliðun hans, hvort sem er vegna ofveiði eða umhverfispátta. Í slíkum tilvikum geta sleppingar flýtt fyrir því að stofninn nái eðlilegri stærð á ný (Ulltang, 1984).

Gott dæmi um rannsóknir og þróun hafbeitar á þorski þar sem lögð hefur verið rík áhersla á vistfræðirannsóknir er frá Masfjorden í Vestur-Noregi. Þar var rannsókninni skipt í þrjú tímabil. Á fyrsta tímabilinu, sem hófst árið 1985 og stóð yfir í fjögur ár, var útbreiðsla og stærð fiskstofna í firðinum, fæðuval þeirra og fæðuframboð athugað. Sérstaklega var rannsökuð stærð, aldurssamsetning, nýliðun, vöxtur, afföll, fæðuval, göngur og erfðaeinkenni þorskstofnsins sem var fyrir í firðinum. Einnig var lögð áhersla á að finna tegundir sem voru í beinni samkeppni við þorskin og afræningja hans. Á öðru tímabilinu var sleppt miklu af seiðum, eða tæplega 400.000, aðallega á árunum 1988-91. Á þriðja tímabilinu, sem stendur til ársins 1995 verður fylgst með árangri sleppinganna og áhrifum þeirra á vistkerfið (Smedstad o.fl. 1992).

Merkingar

Margs konar merki hafa verið notuð til að merkja hafbeitarseiði. Þegar göngur fiska hafa verið rannsakaðar og upplýsinga frá sjómönnum

er þörf, hefur fiskurinn verið merktur með Floy merki fyrir sleppingu. Þetta merki sést nokkuð vel og hefur verið notað á hafbeitarþorsk um og yfir 15 sm. Afföll vegna merkinga hafa verið lítil, en aftur á móti hefur nokkuð af merkjunum losnað af fiskinum. Ekki er talið að merkin hafi nein marktæk áhrif á vöxt fisksins eða að líkur á afráni aukist (Svåsand, 1990b, 1992a). Stálmerki með áföstum nælonþræði sem skotið hefur verið inn í kviðarhol fisksins hefur einnig verið notað til merkinga á 10 sm hafbeitarþorski (Moksnes og Øiestad, 1984). Þar sem skoða þarf hvern fisk sérstaklega til að komast að því hvort hann sé merktur er þessi merkiaðferð ekki talin eins hentug og notkun Floy merkja (Svåsand, 1990b).

Hér á landi er löng reynsla í merkingu laxaseiða undir 10 sm með örmerkjum sem skotið er í trjónu fiskanna. Til að sá sem síðan veiðir fiskinn sjái að hann sé merktur er veiðiugginn klipptur. Verði þessi merkiaðferð notuð á þorsk þyrfti að athuga hvaða ugga væri best að fjarlægja þar sem þorskurinn er ekki með veiðiugga.

Ofanefndar merkiaðferðir eru mjög seinlegar og erfitt og kostnaðarsamt er að merkja mikinn fjölda fiska með þeim. Með því að fódra hafbeitarþorsk með fóðri sem inniheldur oksytetracyclin (OTC) er hinsvegar hægt að merkja mikinn fjölda á tiltölulega einfaldan hátt. OTC binst við kalsíum í beinum fisksins þegar hann vex. OTC merkið gefur síðan frá sér gula birtu þegar t.d. hryggbeinin eru lýst með útfjólubláu ljósi (Pedersen og Carlsen, 1991; Nordeide o.fl. 1992). Fyrst er hægt að gefa seiðunum fóður með OTC þegar þau hafa náð um 1 g (5 sm) stærð. Fóðrunin getur tekið nokkurn tíma og taka þarf sýni öðru hverju til að fullvissa sig um árangurinn. Þetta þýðir að fiskurinn getur verið allt að 10 sm áður en hægt er að sleppa honum (Svåsand, 1992a).

Nú seinni árin hefur tekist að þróa aðferð þar sem notuð eru erfðaeinkenni (sjaldgæfa samsætu (allele) á PGI-1 locus) til að aðgreina hafbeitarþorsk frá náttúrlegum þorski. Þessi aðferð gengur út á það að fundnir eru

foreldrafiskar með erfðaeinkennum sem eru ekki til staðar eða mjög sjaldgæf hjá náttúrulegum þorski. Afkvæmi þessara fiska eru síðan notuð til hafbeitarsleppinga. Með þessari merkitækni er ekki einungis hægt að meta hve mikið lifir, heldur er einnig unnt að fá upplýsingar um erfðafræðilega blöndun við náttúrulegu stofnana (Jørstad o.fl. 1991; Jørstad og Nævdal, 1992). Sleppingar á erfðamerktum þorski hafa m.a. farið fram í Heimarkspollen við Austevoll (Svåsand o.fl. 1991). Nú stendur yfir samnorrænt verkefni á notkun alizarin litarefnis til merkinga á hafbeitarþorski. Með notkun þess er hægt að merkja fiskinn allt frá hrognastigi með því að hafa hrognin í vissan tíma í lausn með efninu. Hægt er síðan að greina þennan fisk út frá litabreytingum í kvörnum (Svåsand, 1992b). Notkun alizarin litarefna og erfðavísamerking gerir kleift að fylgjast með afföllum, vexti og reki snemma á lirfustigi og afla mikilvægra upplýsinga um viðgang lirfanna (Jørstad og Nævdal, 1992; Secor og Houde, 1992). Ókosturinn við að nota OTC, alizarin, erfðavísamerkingu er að gagnasöfnum er mjög erfið og kostnaðarsöm, ef hafbeitarfiskurinn fer um stórt svæði. Til að hægt sé að nota þessar merkiaðferðir með góðu móti þarf hafbeitarfiskurinn að vera nokkuð staðbundinn.

4.2 Sleppingar

Sleppitími

Flestar sleppingar á hafbeitarseiðum hafa farið fram á haustin og fyrrihluta vetrar. Þetta er heppilegur tími að því leyti að hægt er að hætta eldi þegar kólna fer í veðri og allar aðstæður til þess versna. Margt bendir hinsvegar til að þessi árstími sé frekar óheppilegur m.a. þar sem sjálfrán hjá þorski virðist þá vera mest (sjá kafla 2.3.3). Í þeim tilvikum þar sem sleppt hefur verið á ýmsum árstímum hefur stærð seiðanna verið mjög mismunandi og því ekki hægt að finna út heppilegasta sleppitímann. Líklegt er að almennt sé besti sleppitíminn á vorin þegar fæðumagn er að aukast í sjónum. Hafbeitarseiðin hafa því vorið og sumarið þegar aðstæður í sjónum eru tiltölulega góðar til að

aðlaga sig að nýjum umhverfisaðstæðum og búa sig undir veturinn.

Sleppiaðferðir

Könnuð hafa verið áhrif þess að sleppa einu seiði eða hópi seiða (um 25 stk.) á grunnu vatni (< 10 m). Athugun kafara leiddi í ljós að seiðin leituðu botns innan fárra mínútna og að þegar þeim var sleppt í hóp syntu þau í torfu hraðar og markvissara niður að botni en þegar þeim var sleppt hverju fyrir sig (Svåsand og Kristiansen, 1985). Marktækur munur í endurheimtum fékkst þó ekki í þessari athugun (Svåsand o.fl. 1987).

Sleppistaður

Í Noregi hefur komið í ljós að mikill munur getur verið á árangri sleppinga eftir sleppistöðum. Bestu endurheimtur hafa að jafnaði náðst úr sleppingum við Austevoll í Vestur-Noregi, að meðaltali um 14% (tafla 4.1).

Bent hefur verið á að mikilvægt sé að á sleppistað séu skjólstaðir (þaraskógar og stórgryti) til að seiðin geti falið sig fyrir afræningjum meðan þau er að aðlaga sig að breyttum aðstæðum (Kristiansen og Svåsand, 1990). Ekki er þó einhlítt að sleppingar á stöðum með skjólstaði gefi betri heimtur (Svåsand o.fl. 1987).

Vistfræðirannsóknir í fjörðum í Noregi benda til að aðflutningur fæðudýra (dýrasvif) hafi meiri áhrif á framleiðslu fisks en framleiðsla fæðudýra í firðinum sjálfum. Aðflutningur fæðudýra getur verið mjög breytilegur á milli tímabila og staðhátta (Kaartvedt o.fl. 1988; Kaartvedt, 1991; Aksnes o.fl. 1989). T.d. hefur verið bent á að svæði utarlega í Masfjorden geti fóstorað meiri fjölda seiða, vegna meira fæðuframboðs ásamt hentugri botngerð en svæði innarlega í firðinum (Fosså, 1991; Fosså o.fl. 1993; Salvanes o.fl. 1991).

Fjöldi hafbeitarseiða

Hvert vistkerfi getur fóstorað vissan fjölda þorska. Ef sleppt er of miklum fjölda hafbeitarseiða aukast afföll, eins og komið hefur

Tafla 4.1. Endurheimtur á 0-ald.fl. þorskseiða á nokkrum stöðum í Noregi.

Sleppistaður	Sleppiár	Fj. sleppt	Stærð (sm)	Heimtur (%)	Heimild
Flødevigen	1976-77	1.070	7-17	6,1 (3,8-10,2)	Moksness og Øiestad, 1984
Risør	1986-89	37.200	13-20	8,1 (1,7-26,3)	Gjøsæter, 1991
Austevoll *	1982-87	45.319	16-22	14,1 (2,0-24,5)	Svåsand o.fl., 1989
Masfjorden	1985-88	18.798	14-24	5,1 (3,0-7,3)	Salvenes og Ulltang, 1991
Stålvikbotnen	1988	4.842	18 (14-24)	1,5	Larsen, 1990

* Einnig smá sleppingar í Skogsvågen og Vikanes.

fram í sleppitilraunum í Masfjorden, en þar hafa stórtækar sleppingar ekki skilað sér í aukinni stofnstærð (Fosså o.fl. 1993; Nordeide, 1993). Mikill munur á vaxtarhraða á þorski í Masfjorden á milli ára er talinn stafa af sveiflum í fæðuframboði og auknu magni af hafbeitarfiski (Fosså o.fl. 1989; Smedstad o.fl. 1992; Noreide og Fosså, 1992). Því er betri árangurs að vænta af sleppingum hafbeitarseiða þar sem minna er af þorski í nágrenni sleppistaðarins. Þetta hefur komið vel fram í sleppingum við Risør í Suður-Noregi, en þar endurheimtust 26,3% úr sleppingu (0-ald.fl.) árið 1988 eða mun meira en í öðrum sleppingum. Ástæðan fyrir háum endurheimtum það árið er talin sú að uppblómstrun á eitruðum þörungi hafi þá drepið mestan hluta af náttúrulegu ungvíði þorsks (Gjøsæter, 1991).

Til að sem bestur árangur verði af sleppingum þarf þorskurinn að vera á búsvæði þar sem nóg fæða er, ekki of mikil samkeppni og sem minnst af afræningjum. Þorskurinn er í samkeppni við aðra þorska og étur þorskungvíði. Með því að setja út hafbeitarþorsk ár eftir ár á sama stað byggist upp stofn af stærri þorski og við slíkar aðstæður myndu sleppingar þorskseiða enda sem fæða fyrir stærri þorskinn. Mestar líkur á góðum árangri eru taldar geta orðið þegar seiðum er sleppt í vistkerfum með staðbundnum stofnum eftir að búið er að fiska upp sem mest af fyrri sleppingu (Giske o.fl. 1991b; Smedstad o.fl. 1992; Blaxter o.fl. 1993).

4.3 Endurheimtur

Endurheimtuprósent

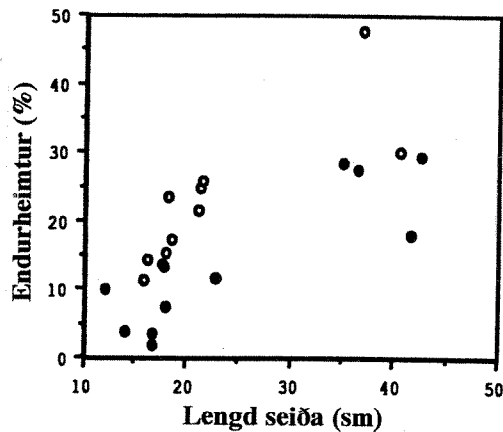
Í dag er komin mesta reynslan af hafbeitarstarfsemi í Noregi og í töflu 4.1 er yfirlit yfir árangur nokkurra sleppinga af 0-

aldursflokkinum. Líta verður á þetta sem lágmarkstölur þar sem ennþá á t.d. eftir að heimtast úr sumum þessum sleppingum, þá á sér stað merkjatap og endurheimtum merkjum er ekki skilað. Einnig er um tilraunasleppingar að ræða þar sem markmiðið er ekki endilega að fá sem mestar heimtur.

Afföll á hafbeitarfiskinum eru mest fyrst, en minnka síðan eftir því sem fiskurinn stækkar. Í Austevoll var áætlað að árleg náttúruleg afföll á 15-22 sm seiðum (0-I ald.fl.) frá sleppingu fram að tveggja ára aldri (tæpir 40 sm) væru á bilinu 60-80% fyrir árgangana 1983-85. Náttúruleg afföll eftir þennan tíma voru áætluð um 20% á ári (Svåsand og Kristiansen, 1990b; Svåsand, 1992a).

Töluverður munur getur verið á heimtum eftir sleppistærð seiða (Svåsand o.fl. 1987; Moksness, 1990; Larsen, 1990). Á mynd 4.1 má sjá að endurheimtur aukast með aukinni sleppistærð seiðanna fram að um 20-25 sm stærð. Hafbeitarseiði sem voru 20-45 sm að stærð þegar þeim var sleppt gáfu um 20-30% heimtur.

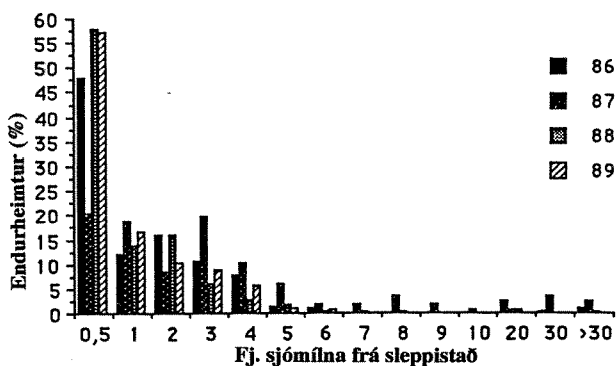
Í Heimarkspollen (2.9 ferkílómetrar) í Austevoll var sleppt 1.5 milljón erfðamerktum kviðpokalirfum árið 1988. Þrátt fyrir að sleppt hafi verið miklum fjölda kviðpokalirfa í tiltölulega litla vík var áætlað að hlutfall þeirra væri minna en 4% af heildarmagn kviðpokalirfa og eftir um hálfan mánuð frá sleppingu var það aðeins um 3.3% (Svåsand o.fl. 1991). Það má því vera ljóst að það þarf að sleppa miklum fjölda þorsklirfa/seiða til að áhrifin verði mælanleg þegar sleppt er í stærra vistkerfi.



Mynd 4.1. Endurheimtur á hafbeitarþorski í Vestur- og Suður-Noregi eftir sleppistærð (Danielssen og Gjøsæter 1991 í Moksness, 1991)

Endurheimtustaðir

Tilraunasleppingar á hafbeitarþorski hafa gefið góðar upplýsingar um atferli hjá staðbundnum fjarðarþorski í Noregi. Í þeim fjörðum þar sem aðstæður eru hagstæðar allt árið heldur ókynþroska þorskur sig í nágrenni við þann stað sem honum var sleppt (mynd 4.2). Yfir 90-95% af fiskinum veiðist innan við 2-10 km frá sleppistað. Þetta á jafnt við um þorsk sem sleppt er í firði í Vestur-Noregi (Nordeide og Salvanes, 1988; Svåsand og Kristiansen, 1990a) og Suður-Noregi (Moksness og Øiestad, 1984; Gjøsæter, 1991).



Mynd 4.2 Fjarlægð milli sleppistaðar og endurheimtustaðar hjá hafbeitarþorski sem sleppt var við Risør í Suður-Noregi. Tölurnar við myndskýringarnar tákna sleppiár. Fjarlægðin var mæld út frá stystu sjóleið frá sleppistað að endurheimtustað (Danielssen og Gjøsæter, 1991 í Gjøsæter, 1991).

Í fjörðum eða vikum þar sem aðstæður eru ekki heppilegar fyrir þorsk allt árið, eins og t.d. vegna lágs hitastigs um veturinn, flytur fiskurinn sig yfir á svæði þar sem í eru aðstæður

hagstæðari. Sem dæmi um slíkar göngur má m.a. nefna hafbeitarþorsk í Stálvikbotn í Norður-Noregi (Larsen, 1990).

Stærð þorsksins ræður miklu um hve staðbundinn hann er. Tilhneiging til að fara yfir stærra svæði eykst með aukinni stærð fisksins og þá sérstaklega þegar hann verður kynþroska (Noreide og Salvanes, 1988; Moksness, 1990; Svåsand og Kristiansen, 1990a). Atferli hafbeitarþorsks og náttúrulegs þorsks sem fluttur hefur verið yfir á annað svæði virðist ekki vera frábrugðið því sem gerist hjá náttúrulegum þorski á svæðinu (Svåsand, 1990a; Svåsand o.fl. 1990; Otterlind, 1985). Annar þáttur sem áhrif getur haft á göngur hafbeitarþorsks er t.d. þéttleiki. Bent hefur verið á að mikill þéttleiki þorsks í Masfjorden hafi hugsanlega valdið því að hafbeitarþorskurinn leitaði meira út úr firðinum eitt árið (Salvanes, 1991).

4.4 Gæði hafbeitarseiða

Vöxtur og fæða

Við rannsóknir í Masfjorden hefur komið í ljós að nokkrum sólarhringum eftir sleppingu hafði hafbeitarþorskurinn aðallega étið botndýr sem hreyfa sig lítið, en aftur á móti tók náttúrulegi þorskurinn meira af fæðudýrum sem synda um eins og t.d. fisk (Noreide og Salvanes, 1991). Rannsóknir sýndu að eftir þrjá mánuði var fæða hafbeitarþorsks svipuð og hjá náttúrulegum þorski (Svåsand og Kristiansen, 1985; Noreide og Fosså, 1992). Hafbeitarþorskurinn virðist fljótlega aðlagast breyttum fæðuvæðingum, því nokkrum mánuðum eftir sleppingu var ekki að sjá neinn mun á vaxtarhraða stofnanna (Moksness og Øiestad, 1984; Kristiansen og Svåsand, 1990; Noreide og Fosså, 1992).

Atferli og afræningjar

Við samanburð á atferli hafbeitarþorsks og náttúrulegs þorsks hefur komið í ljós að hafbeitarþorskurinn heldur sig í meiri fjarlægð frá stórum þorski heldur en náttúrulegur þorskur þegar þeim er haldið í sama kerfi (Nordeide og Svåsand, 1990). Ætla mætti að þessi atferlismunur leiddi til þess að hafbeitarfiskurinn yrði í minna mæli

afræningjum að bráð, en það hefur þó ekki verið reyndin. Aðrir þættir virðast vega þyngra, t.d. hefur komið fram að hafbeitarþorskurinn er lengri tíma að veiða fisk en náttúrulegur þorskur (Steingrund, munnl.uppl. í Salvanes og Ulltang, 1991). Þetta hefur í för með sér að meiri tími fer í að afla fæðu og minni tími í að halda sér frá og forðast afræningja (Salvanes og Ulltang, 1991).

Í Masfjorden var gerð athugunum á magainnihaldi afræningja, bæði fyrir og svo einum mánuði eftir sleppingu. Engin þorskseiði fundust í mögum þeirra fyrir sleppingu, en aftur á móti var fæða þeirra að stórum hluta þorskseiði strax eftir sleppingu (Nordeide og Salvanes, 1991). Hafbeitarþorskur hefur m.a. fundist í mögum þorsks, lýsu, löngu, og í sel (Svåsand og Kristiansen, 1985; Larsen, 1990; Nordeide og Salvanes, 1991; Salvanes o.fl. 1991). Ýmsar skýringar hafa verið nefndar fyrir miklum afföllum fljótlega eftir sleppingu, t.d. mikill þéttleiki á sleppistað, vöntun á skjólstöðum, streita vegna meðhöndlunar og flutnings fyrir sleppingu, og að hafbeitarþorskurinn kunni ekki að forðast stóran þorsk og aðra afræningja. Einnig hafa ólíkar aðstæður í eldi samanborið við það sem er í náttúrunni hugsanlega valdið því að hafbeitarfiskurinn er lítt lagaður að náttúrulegum aðstæðum (Nordeide og Salvanes, 1991).

Áhrif eldistækni á gæði hafbeitarfisks

Eldisaðstæður eru oft mjög frábrugðnar því sem gerist í náttúrunni og því valda þær oft margs konar kvillum hjá eldisdýrum, s.s. óeðlilegum líkamsþroska, takmarkaðri getu til að afla sér fæðu og forðast afræningja o.fl. Þetta hefur í för með sér að lífsafkoma eldisdýra er oft minni þegar þeim er hleypt út í náttúruna (Browman, 1989; Suboski og Templeton, 1989; Svåsand, 1992c,d). Munur á hafbeitarþorski og náttúrulegum þorski virðist vera lítill samanborið við það sem er hjá mörgum öðrum tegundum. Líkleg skýring á því er sú að fiskur sá sem notaður hefur verið til sleppinga hefur framan af verið alinn í stórum sjávarlónum, þar sem umhverfi er svipað því sem seiðin kynnast þegar þeim er sleppt. Einnig eru seiðin alin á

náttúrulegri fæðu og það er ekki fyrr en í lok eldisins sem þau eru fóðruð með þurrfóðri. Flestar aðrar tegundir sem sleppt er í hafbeit eru aldar í smáum tilbúnum kerum og oftast aðeins fóðraðar með tilbúnu fóðri (Svåsand, 1992a).

4.5 Arðsemi hafbeitar

Margir þættir hafa áhrif á arðsemi hafbeitar á þorski. Sandberg (1988, 1991) benti á eftirfarandi þætti sem ber að taka tillit til við mat á arðsemi hafbeitar:

- a) seiðaverð
- b) vöxt og afföll seiða
- c) endurheimtuprósentu
- d) stærðardreifingu veiddra fiska
- e) raunvesti
- f) kostnað við veiðar
- g) kostnað við stjórnun veiða
- h) markaðsverð á þorski

Þær forsendur sem mest óvissa er um er seiðaverð og endurheimtur. Þegar reiknað var með 16% endurheimtum og að hver fiskur væri að meðaltali 1.15 kg þegar hann veiddist þurfti seiðaverð að vera um 13 Íkr/stk (1.3 NOK/stk) til að endar næðu saman (Sandberg, 1991). Þetta verð er mun lægra en framleiðslukostnaður á þorskseiðum í dag. Árið 1990 hafði ekki tekist að framleiða þorskseiði undir 100 Íkr/stk (10 NOK/stk) (Moksness, 1991). Hér er átt við framleiðslu 0-ald.fl. að hausti og fyrrihluta vetrar, en á þeim tíma eru þau yfirleitt kominn yfir 10 sm stærð.

Hingað til hefur nær eingöngu verið sleppt stórum seiðum (10- 20 sm) í hafbeit. Bent hefur verið á að e.t.v. sé best að sleppa smáum seiðum (1,2-8 sm) til að auka nýliðun á þorski í norskum fjörðum (Svåsand, 1992a). Þó að endurheimtur hækki með aukinni stærð kemur á móti að kostnaðurinn er meiri eftir því sem seiðin eru stærri við sleppingu. Í dag er ekki vitað um hagkvæmustu sleppistærðina og frekari upplýsingar vantar um afföll og vöxt hjá smáum seiðum (Svåsand, 1992a).

5.0 Hafbeit í Eyjafirði

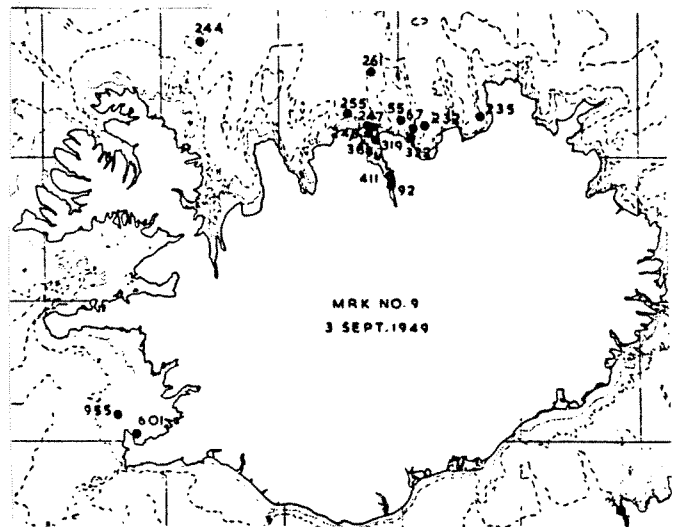
5.1 Vistfræði þorsks í firðinum

Gamlar heimildir eru til um hrygnandi þorsk í firðinum (Bjarni Sæmundsson, 1911). Á síðustu áratugum hefur þorskur hrygnt á ýmsum stöðum í firðinum. Talið er að hrygningin eigi sér stað í lok apríl og byrjun maí.

Líklegt er að mestur hluti þess þorskungviðis sem er í Eyjafirði hafi upphaflega rekið þangað frá hrygningarstöðvunum við sunnanvert landið. Til þess að lirfur og seiði frá fiski sem hrygnir í Eyjafirði haldist innan fjarðarins þarf að vera þar hringstreymi því annars berast þau út úr firðinum og austur með landinu. Í dag liggja ekki fyrir neinar upplýsingar um það hvort slíkt hringstreymi er í Eyjafirði á vorin og sumrin þegar hrogn og lirfur/seiði eru sviflæg. Rannsóknir á útbreiðslu hrogn og lirfa á vorin í Eyjafirði og öðrum stöðum undan norðurströndinni benda ekki til þess að þar eigi sér stað umtalsverð hrygning (sjá kafla 2.1.1).

Eftir að seiðin leita botns seinni hluta sumars og um haustið er lítið vitað um þau fyrr en þau koma fram í veiði. Nokkrar rannsóknir voru þó gerðar í byrjun þessarar aldar með landnót í Eyjafirði (Bjarni Sæmundsson, 1901, 1921), þar sem kannað var magn og fæðuval þorsks á grunnu vatni. Lengi hefur verið vitað um göngur á stærri þorska í og úr firðinum (Bjarni Sæmundsson, 1901). Merkingar sýna að þorskur sem er merktur í firðinum veiðist í Eyjafirði, út af firðinum, í nágrannafjörðum og þegar hann er kynþroska einnig á hrygningarstöðvum við sunnanvert landið (mynd 5.1). Það sama gildir um merkingar í nágrannafjörðunum, Skagafirði og Skjálfanda, og hefur fiskur úr merkingum þar m.a. veiðst í Eyjafirði (Bjarni Sæmundsson, 1913; Jón Jónsson, 1954, 1965). Merkingar benda því ekki til að allur stærri fiskurinn (> 40 sm) sé staðbundinn. Út frá þessum rannsóknum er þó ekki hægt að útiloka að hluti af þeim þorski sem er í firðinum haldi sig þar alla sína ævi, eða frá því hann leitaði fyrst botns.

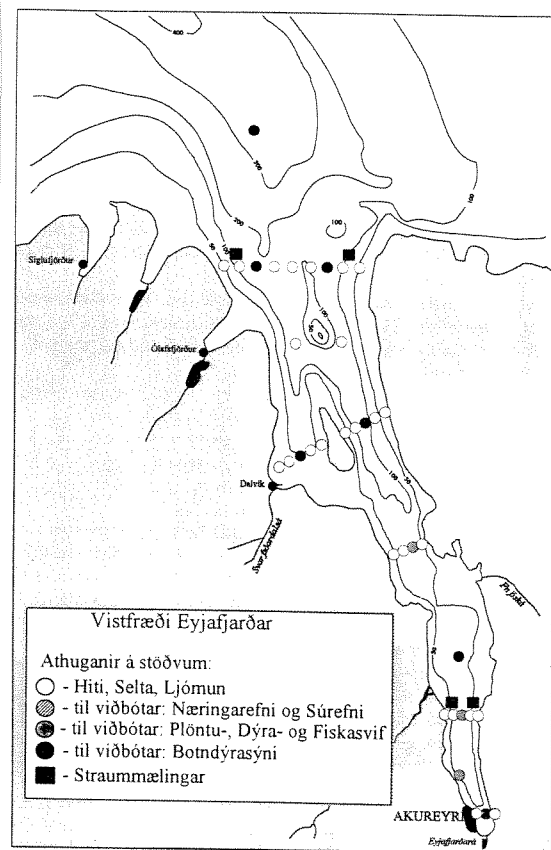
Heimildir eru um mismunandi aflbrögð í firðinum langt aftur í aldir. Áramunur í aflbrögðum virðist þó vera mismunandi eftir því hvort um er að ræða innfjörðinn eða útfjörðinn, t.d. á síðustu öld var sérstaklega mikill áramunur í veiði í innfirðinum, en veiðin var mun jafnari í útfirðinum (Bjarni Sæmundsson, 1901). Bent hefur verið á að mismunandi aflbrögð í Eyjafirði kunni að stafa af mismunandi árferði. Bornar voru saman breytingar á hitastigi við heildaraflann í Eyjafirði og afla á sóknareiningu á árunum 1977-85. Þegar þrjú köld ár komu í röð fyrir Norðurlandi þ.e. árin 1981-83 dró verulega úr afla smábáta (Ólafur Halldórsson og Erlendur Jónsson, 1987).



Mynd 5.1. Endurheimtur á þorski sem var merktur í sept. 1949 í Eyjafirði (Jón Jónsson, 1952b).

5.2 Vistfræðirannsóknir í Eyjafirði

Vorið 1992 hófst rannsókn þar sem makmiðið er "að rannsaka lífríkið í Eyjafirði, tengsl þess við umhverfisþætti og samspil hinna ýmsu líffélaga". Rannsóknirnar eru bundnar við haffræði, þörungna, dýrasvif, botndýr og uppsjávarstig fisklirfa/seiða. Mynd 5.2 sýnir rannsóknarstöðvarnar í firðinum. Til að upphaflegt markmið náist þarf að auka umfangið verulega m.a. með rannsóknum á þorski og öðrum fiski, eins og reyndar var stefnt að í upphafi.



Mynd 5.2. Rannsóknarstöðvar í Eyjafirði.

Ef hafbeitarslepping í Eyjafirði tengjast ekki rannsóknum á náttúrulegum þorski, er erfitt að gera sér grein fyrir því hvort og í hve miklum mæli sleppingarnar auka afrakstur þorskstofnsins. Ekki er t.d. hægt að segja með vissu að hafbeitarfiskurinn auki afraksturinn þar sem sleppingarnar geta leitt af sér aukin afföll á þorski sem fyrir er. Þegar vistfræðirannsóknir hafa farið fram fyrir og eftir sleppingu ætti að vera hægt að meta árangur sleppinganna, og ekki síst skýra ástæður mismunandi endurheimta (kafli 4.1). Erlendar rannsóknir sýna að verulegar sveiflur geta verið í vistkerfum fjarða, t.d. hvað varðar fæðuframboð og þar með þeim fjölda þorska sem vistkerfið getur fôstrað (kafli 4.2). Ef um er að ræða sleppingar á merktum þorskseiðum, án samhliða vistfræðirannsókna, er eingöngu hægt að meta endurheimtur en ekki af hverju þær eru breytilegar frá ári til árs. Vistfræðirannsóknir samtímis, myndu varpa frekari ljósi á mismunandi árangur sleppinga.

Ef þorskungviðið í firðinum er nokkuð staðbundið gefa rannsóknir á t.d. vexti,

holdastuðli og lifrarhlutfalli góða vísbandinu um það hvort vænta megi árangurs af hafbeitarsleppingum. Fari þorskurinn yfir tiltölulega stórt svæði eftir því sem hann stækkar eins og merkinganiðurstöður benda til, koma sleppingar tæplega til með að skila árangri nema þegar skilyrði eru góð fyrir norðan landið og lítið er af náttúrulegum þorski. Flest bendir því til að sleppingar í Eyjafjörð komi ekki til með að skila árangri á hverju ári.

Vegna takmarkaðrar þekkingar á vistfræði þorsksins í Eyjafirði og þá sérstaklega ungvíðinu er eðlilegt að fyrsta skrefið í þróun hafbeitar verði rannsóknir á þorskinum í firðinum. Niðurstöður þeirra rannsókna ættu síðan að segja til um hvort, og þá hvernig, best er að standa að hafbeit í firðinum.

5.3 Rannsóknir á vistfræði þorsks

Áður en hafnar verða umtalsverðar hafbeitarsleppingar í Eyjafirði þurfa að liggja fyrir upplýsingar um atriði eins og hve staðbundinn þorskurinn er, magn hans, fæðuval, vöxt, búsvæðaval, samkeppnistegundir og afræningja. Réttast væri að gera forkönnun þar sem megináhersla verði lögð á að rannsaka útbreiðslu, mergð og göngur þorsksungviðis í firðinum. Í framhaldi af þeim rannsóknum yrði gerð ítarleg áætlun til næstu ára um vistfræðirannsóknir í firðinum. Að fengnum niðurstöðum slíkrar rannsókna er fyrst hægt að meta hvort hafbeit á þorski í Eyjafirði sé raunhæfur kostur.

6.0 Heimildir

Agnar Ingólfsson, 1976. The feeding habits of Great black-backed gulls (*Larus marinus*) and Glaucous gulls (*L. hyperboreus*) in Iceland. Acta Naturalia Islandica 24: 1-19.

Aksnes, D.L., Aure, J., Kaartvedt, S., Magnesen, T. and Richard, J., 1989. Significance of advection for the carrying capacities of fjord populations. Mar.Ecol.Prog.Ser. 50: 263-74.

Anderson, J.T., 1988. A review of size dependent survival during pre-recruit stages of fishes in relation to recruitment. J.Northw.Atl.Fish.Sci. 8: 55-66.

Anon, 1986. Skýrsla um starfsemi Hafrannsóknastofnunarinnar 1985. Hafrannsóknir 34:81 bls.

Anon, 1989. Utvikling av havbeite som kystnæring - Forslag til fullskala havbeiteforsök. Havforskningsinstituttet, Senter for Havbruk. 53 sider.

Anon, 1990. Perspektivanalyse for havbruk. 157 sider. Unnið fyrir NTNF í Noregi.

Anon, 1991a. Vistfræði Eyjafjarðar - Hafrannsóknastofnun - Rannsóknáætlun fyrir árið 1992.

Anon, 1991b. Eldi sjávardýra - 1992. - Vinnuáætlun starfshóps á vegum Sjávarútvegráðuneytis. 19 bls.

Anon, 1992a. Fiskeldi og sjávarbúskapur. Rannsóknaráð ríkisins, rit 1992: 1. 137 bls.

Anon, 1992b. Nasjonal handlingsplan for havbruksforskning. Det nasjonale utvalg for havbruksforskning. Norges Fiskeriforskningsråd. 44 sider.

Anon, 1993a. Nytjastofnar sjávar og umhverfisþættir 1992/93. Aflahorfur fiskveiðiárið 1993/94. Hafrannsóknastofnun. Fjölrit Nr. 34. 154 bls.

Anon, 1993b. Evaluering av Havbeiteprogrammet PUSH.

Árni Friðriksson, 1929a. Age composition of the stock of cod in east Iceland fjords during the year 1925-27. Rapp.P.-v.Réun.Cons.int.Explor.Mer 57: 1-11.

Árni Friðriksson, 1929b. Um aldursákvæðanir á þorski og þýðingu þeirra. Ægir 22: 182-188.

Árni Friðriksson, 1931. Fiskirannsóknir Fiskifélagsins - Ágrip af stefnuskrá rannsóknanna á næstu árum. Ægir 24: 28-32.

Árni Friðriksson 1932. Fiskirannsóknir Fiskifélags Íslands árið 1931. Skýrsla Fiskifélags Íslands 1930-31. bls. 37-73.

Árni Friðriksson, 1933. Fiskirannsóknir II. Ársrit Fiskifélags Íslands 1932. Ísafoldarprentsmiðja. 77 bls.

Árni Friðriksson. 1943. Þorskvertíðin vorið 1943. Ægir 36: 206-212 og 220.

Árni Friðriksson, 1948a. Boreo-tended changes in the marine vertebrate fauna of Iceland during the last 25 years. Rapp.P.-v.Réun.Cons.int.Explor.Mer 125: 30-32.

Árni Friðriksson, 1948b. On cod in Faxabay. Rapp.P.-v. Réun.Cons.int.Explor.Mer 120: 54-55.

Árni Friðriksson, 1951. Klak sjávarfiska. Náttúrufræðingurinn 21: 29-30.

Ástþór Gíslason and Ólafur S. Ástþórsson, 1991. Distribution of zooplankton across the coastal current southwest of Iceland in relation to hydrography and primary production. ICES C.M. 1991/L: 17.

Ástþór Gíslason, Ólafur S. Ástþórsson and Hafsteinn Guðfinnsson, 1994. Phytoplankton, (*Calanus finmarchius*) and fish eggs southwest of Iceland, 1990-92. ICES mar.Sci.Symp., 198: 423-429.

Bailey, K., 1984. Comparison of laboratory rates of predation on five species of marine fish larvae by three planktonic invertebrates: effects of larval size on vulnerability. Mar.Biol. 79: 303-309.

Bailey, K.M. and Batty, R.S., 1984. Laboratory study of predation by *Aurelia aurita* on larvae of cod, flounder, plaice and herring: development and vulnerability to capture. Mar.Biol. 83: 287-91.

Bailey, K.M. and Houde, E.D., 1989. Predation on eggs and larvae of marine fishes and the recruitment problem. Adv.Mar.Biol. 25: 1-83.

Bainbridge, V. and McKay, B.J., 1968. The feeding of cod and redfish larvae. Spec.Publ.int.Comm.Northw. Atl.Fish. No.7. 1963 Part I: 187-217.

Benedikt Gröndal, 1890. Um æxlunareðli þorsfiska. Skýrsla um hið íslenska náttúrufræðifélag félagsárið 1889-1890: 41-57.

- Bergstad, O.A., Jørgensen, T. and Dragesund, O., 1987. Life history and ecology of the gadoid resources of the Barents sea. Fish.Res. 5: 119-161.
- Beyer, J.E., 1989. Recruitment stability and survival - simple size-specific theory with examples from the early life dynamics of marine fish. Dana 7: 45-147.
- Bjarni Sæmundsson, 1898. Fiskirannsóknir 1897. Andvari 23: 180-247.
- Bjarni Sæmundsson, 1899. Fiskirannsóknir 1898. Andvari 24: 51-120.
- Bjarni Sæmundsson, 1901. Fiskirannsóknir 1900. Andvari 26: 53-135.
- Bjarni Sæmundsson, 1902. Fiskirannsóknir 1901. Andvari 27: 96-172.
- Bjarni Sæmundsson, 1905. Fiskirannsóknir 1904. Andvari 30:112-125.
- Bjarni Sæmundsson, 1906a. Fiskirannsóknir 1905. Andvari 31:105-148.
- Bjarni Sæmundsson, 1906b. Aflabragða-annálar. Ægir 1: 76-78, 90-92, 106-108,128-29.
- Bjarni Sæmundsson, 1908. Oversigt over Islands fiske med oplysninger om deres forekomst, vigtiske biologiske forhold og økonomiske betydning. Medd.Komm.Havunders.Skr. 5: 1-140.
- Bjarni Sæmundsson, 1909. Rannsóknir á Vesturlandi 1908. Andvari 34: 114-53.
- Bjarni Sæmundsson, 1911. Fiskirannsóknir 1909 og 1910. Andvari 36: 51-103.
- Bjarni Sæmundsson, 1913. Continued marking experiments on plaice and cod in Icelandic waters. Med.Komm.Havunders. Serie: Fiskeri 4(6): 1-34.
- Bjarni Sæmundsson, 1915. Fiskirannsóknir 1913-15. Andvari 40: 35-77.
- Bjarni Sæmundsson, 1919. Fiskirannsóknir 1917-18. Andvari 44: 27-85.
- Bjarni Sæmundsson, 1921. Fiskirannsóknir 1919 og 1920. Andvari 46: 40-85.
- Bjarni Sæmundsson, 1923a. On the age and growth of the cod (*Gadus callaris* L.) in Icelandic waters. Medd.Komm.Havunders.Serie: Fiskeri, 7(3): 1-35.
- Bjarni Sæmundsson 1923b. Fiskirannsóknir 1921-1923. Andvari 48: 67-112.
- Bjarni Sæmundsson 1924a. Nokkur orð um sjófiskaklak. Andvari 49: 110-139
- Bjarni Sæmundsson, 1924b. Fiskirannsóknir á Dönu hér við land í sumar. Ægir 17: 135-144.
- Bjarni Sæmundsson, 1925. Fiskirannsóknir 1923-24. Andvari 50: 33-71.
- Bjarni Sæmundsson, 1926a. Rannsóknir á Dönu hér við land í sumar. Ægir 19: 145-154.
- Bjarni Sæmundsson, 1926b. Fiskarnir. Bókaverslun Sigfúsar Eymundssonar. 512 bls.
- Bjarni Sæmundsson, 1927a. Rannsóknir á Dönu hér við land síðastliðið sumar. Ægir 20: 258-260.
- Bjarni Sæmundsson, 1927b. Fiskirannsóknir 1925-26. Andvari 52: 51-100.
- Bjarni Sæmundsson, 1929. Fiskirannsóknir 1927-28. Andvari 54: 42-100.
- Bjarni Sæmundsson, 1931a. Fiskirannsóknir 1929-30. Andvari 56:48-110.
- Bjarni Sæmundsson, 1931b. Rannsóknir á Dönu hér við land 1931. Ægir 24: 231-235.
- Bjarni Sæmundsson, 1934. Probable influence of changes in temperature on the marine fauna of Iceland. Rapp.P.-v. Réun.Cons.int.Explor.Mer 86: 1-6.
- Bjarni Sæmundsson, 1937. Fiskirannsóknir 1935-37. Andvari 62: 22-61.
- Bjørke, H., Berntsen, J.P., Dalen, J., Fossum, P., Kjesbu, O.S. of Solemdal, P., 1992. Miljørapport 1992. Fisken og Havet Særnr. 2, s. 62-64.
- Björn Björnsson, 1983. Ráðstefna um þorskeldi og nokkur orð um fiskeldismöguleika á Íslandi. Ægir 77:482-85.
- Björn Æ. Steinarsson and Gunnar Stefánsson, 1991. An attempt to explain cod growth variability. ICES C.M. 1991/G: 42.
- Blaxter, J.H.S. Danielsson, D.S. and Moksness, E., 1983. Report from the symposium on sea ranching of cod and other marine fish species, Arnedal, Norway 15-18 June 1993. ICES C.M. 1993/F:49.
- Bogstad, B., Lilly, G., Mehl, S., Pálsson, Ó.K. and Stefánsson, G., 1994. Cannibalism and year-class strength in Atlantic cod (*Gadus morhua*) in the Arcto-

- boreal ecosystems (Barents sea, Iceland and eastern Newfoundland). ICES mar.Sci.Symp. 198:576-599.
- Brown, J.A., Pepin, P., Methven, D.A. and Somerton, D.C., 1989. The feeding, growth and behavior of juvenile cod (*Gadus morhua* L.) in cold environments. J.Fish Biol. 35: 373-380.
- Browman, H.I., 1989. Embryology, ethology and ecology of ontogenetic critical periods in fish. Brain.Behav.Evol. 34: 5-12.
- Buch, E. and Hansen, H.H., 1988. Climate and cod fishery at west Greenland. Int.Symp.Long Term Changes Mar.Fish Pop., Vigo 1986. pp.345-64.
- Campana, S.E., Frank, K.T., Hurley, P.C.F., Koeller, P.A., Page, F.H. and Smith, P.C., 1989. Survival and abundance of young Atlantic cod (*Gadus morhua*) and haddock (*Melanogrammus aeglefinus*) as indicators of year-class strength. Can.J.Fish.Aquat.Sci. 46(Suppl. 1): 171-82.
- Clarke, D.S. and Green, J.M., 1990. Activity and movement patterns of juvenile Atlantic cod (*Gadus morhua*) in Conception Bay, Newfoundland, as determined by sonic telemetry. Can.J.Zool. 68: 1434-1442.
- Clarke, D.S. and Green, J.M., 1991. Seasonal variation in temperature preference of juvenile Atlantic cod (*Gadus morhua*), with evidence supporting an energetic basis for their diel vertical migration. Can.J.Zool. 69: 1302-1307.
- Cushing, D.H., 1990. Plankton production and year class strength in fish populations: an update of the match/mismatch hypothesis. Adv.Mar.Biol. 26: 249-293.
- Daan, N., 1973. A quantitative analysis of the food intake of North sea cod (*Gadus morhua*). Neth.J.Sea Res. 6(4): 479-517.
- Daan, N., Bromley, J.R.G., Hislop, J.G.R. and Nielsen, N.A., 1990. Ecology of North sea fish. Neth.J.Sea Res. 26(2-4): 343-386.
- Daan, N., Rijnsdorp, A.D. and Overbreeke, G.R. van, 1985. Predation by North sea herring (*Clupea harengus*) on eggs of plaice (*Pleuronectes platessa*) and cod (*Gadus morhua*). Trans.Am.Fish.Soc. 114: 499-506.
- Einar Árnason, Snæbjörn Pálsson og Aðalgeir Arason, 1992a. Gene flow and lack of population differentiation in Atlantic cod (*Gadus morhua* L.) from Iceland, and comparison of cod from Norway and Newfoundland. J.Fish Biol. 40: 751-70.
- Einar Árnason, Snæbjörn Pálsson, Aðalgeir Arason og Vilhjálmur Þorsteinsson, 1992b. Stofngerð þorsks (*Gadus morhua*) við Ísland og víðar metin með breytileika í DNA orkukorna (mtDNA). Líffræðistofnun Háskólans. Rit. nr. 33. 51 bls.
- Einar Jónsson, 1980. Líffræðiathuganir á beitasmökk haustið 1979 - Áfangaskýrsla. Hafrannsóknastofnun Fjölrit nr. 7. 16 bls.
- Einar Jónsson, 1982. A survey of spawning and reproduction of the Icelandic cod. Rit Fiskideildar 6(2): 45 bls.
- Einar Júlíusson, 1989. Útsæðisát. Morgunblaðið 7. nóv.
- Ellertsen, B., Fossum, P., Solemdal, P., Sundby, S. and Tilseth, S., 1984. A case study on the distribution of cod larvae and availability of prey organisms in relation to physical processes in Lofoten. Í: Dahl, E., Danielssen, D.S. Moksness, E. and Solemdal, P. (eds). The propagation of cod (*Gadus morhua* L.). Flødevigen rapportser. 1: 453-447.
- Ellertsen, B., Fossum, P., Solemdal, P., Sundby, S. and Tilseth, S., 1987. The effect of biological and physical factors on the survival of Arco-Norwegian cod and the influence on recruitment variability. Í: Loeng, H. (ed.). The effect of oceanographic conditions on distribution, and population dynamics of commercial fish stocks in the Barents sea. Proceedings of the third Soviet-Norwegian Symp. Murmansk, 26-28 May 1986. pp. 101-126.
- Ellertsen, B., Fossum, P., Solemdal, P. and Sundby, S., 1989. Relation between temperature and survival of egg and first-feeding larvae of northeast Arctic cod (*Gadus morhua* L.). Rapp.P.-v.Réun.Cons.int.Explor.Mer 191: 209-19.
- Ellertsen, B. and Solemdal, P., 1990. Spawning strategy and mechanism for adaptive larval production in Arctic-Norwegian cod. ICES C.M. 1990/L: 100.
- Erlingur Hauksson, 1984. Fæða landsels (*Phoca vitulina* L.) og útsels (*Halichoerus grypus* Fabr.) við Ísland. Hafrannsóknir 30: 27-65.
- Erlingur Hauksson, 1989. Selir og áhrif þeirra á fiskveiðar. Ægir 82: 290-295.
- Erlingur Hauksson, 1992. Sela- og fiskstofnar og fiskveiðar í Norður-Atlantshafi. Ægir 85: 447-52.

- Erlendur Jónsson and Eyjólfur Friðgeirsson, 1986. Observations on the distribution and gut contents of fish larvae and environment parameters, south-west of Iceland. ICES. C.M.1986/L: 36.
- Eyjólfur Friðgeirsson, 1978. Embryonic development of five species of gadoid fishes in Icelandic waters. Rit Fiskideildar 5(5): 68 p.
- Eyjólfur Friðgeirsson, 1979. Útbreiðsla hrygningar þorsks og ýsu 1976-78. Sjómannaþlaðið Víkingur, 41(3): 49-51.
- Eyjólfur Friðgeirsson, 1982. Hrygning þorsks og ýsu 1976-81. Ægir 75:417-24.
- Eyjólfur Friðgeirsson, 1984. Cod larvae sampling with a large pump off SW-Iceland. Í: Dahl, E. Danielssen, D.S. Moksness, E. and Solemdal, P. (eds). The propagation of cod (*Gadus morhua* L.). Flødevigen rapportser. 1: 317-333.
- Eyjólfur Friðgeirsson, Sólmundur Einarsson, Erlingur Hauksson, Jón Ólafsson, and Þórunn Þórðardóttir, 1979. Environmental conditions and spring spawning off south and southwest Iceland 1976-78. ICES./ELS Symp. 1979. DA: 5.
- Eyjólfur Friðgeirsson, Sólmundur Einarsson, Erlingur Hauksson, Jón Ólafsson, and Þórunn Þórðardóttir, 1981. Environmental conditions and spring spawning off south and southwest Iceland 1976-78. Rapp.P.-v.Réun.Cons.Explor.Mer 178: 244-45.
- Fahraeus-Van Ree, G.E., 1990. Reproductive success in Atlantic cod (*Gadus morhua* L.): The potential impact of trawling. The Newfoundland Inshore Fisheries Association. 112 p.
- Folkvord, A., Botnen, H. og Kvenseth, P.G., 1990. Erfaringer med oppdrett av torskeyngel i poller i Sør-Norge. Í: Holm, J.C., Svåsand, T. and Wennevik, V. (red.). Håndbok i torskeoppdrett: Stamfiskhold og yngelproduksjon, side. 82-95.
- Folkvord, A., Kvenseth, P.G., Pedersen, T. and Øiestad, V., 1985. Mass production of juvenile Atlantic cod (*Gadus morhua* L.) in a pond: results and new approaches in 1985. ICES C.M. 1985/F: 63.
- Fossum, P., 1988. A tentative method to estimate mortality in the egg and early fish larval stages with special reference to cod (*Gadus morhua* L.). Fisk.Dir.Skr.Ser.HavUnders. 18: 329-49.
- Fosså, J.H., 1991. The ecology of the two-spot goby (*Gobiusculus flavescens* (Fabricius)): the potential for cod enhancement. ICES mar.Sci.Symp. 192: 147-55.
- Fosså, J.H. Nordeide, J.T., Salvanes, A.G., Borge, A. og Fjeldstad, S., 1989. Torsk i fjord, Masfjorden- Status juni 1989. IMB rapport nr.18/89.
- Fosså, J.H. Nordeide, J.T., Salvanes, A.G.V., Smedstad, O. og Giske, J., 1993. Utsetting av torsk i Masfjorden 1985-92. Fisken og havet Nr. 5. 64 sider.
- Giske, J., Fosså, J.H., Aksnes, D.L. og Kaartvedt, S., 1991a. Økologi for kulturbetinget fiske. Fiskets Gang 74(4): 23-28.
- Giske, J., Aksnes, D.L., Lie, U. and Wakii, S.M., 1991b. Computer simulation of pelagic production in Masfjorden, western Norway, and its consequences for production of released 0-group. ICES mar.Sci.Symp. 192: 161-175.
- Gjosæter, J., 1986. Utsetting av torskeyngel - Naturgrunnlag og mulige virkninger. Flødevigen meldinger 3: 43 sider.
- Gjosæter, J., 1987. Habitat selection and inter year class interaction of young cod (*Gadus morhua*) in aquaria. Flødevigen rapportser. 1: 27-36.
- Gjosæter, J., 1988. Competition for food and predator-prey relationships among young cod (*Gadus morhua*) and some other fish from shallow waters. Flødevigen rapportser. 1: 1-15.
- Gjosæter, J., 1990. Selection of foraging sites by cod (*Gadus morhua*), whiting, (*Merlangius merlangus*), and goldsinny-wrasse (*Ctenolabrus rupestris*), in aquaria. J.Appl.Ichthyol. 6: 204-210.
- Gjosæter, J., 1991. Toskeutsetting - norske forsøk med yngelutsetting. Í: Torsk i havbeite - seminar om ophjelpning av torskebestanden gjennom udsætning, Hvide Sande, 26-27/11 1990. Nordiske Seminar- og Arbeidsrapporter 1991: 504:10-30.
- Gjosæter, J. and Danielssen, D.S., 1990. Recruitment of cod (*Gadus morhua*), whiting (*Merlangius merlangus*) and pollack (*Pollachius pollachius*) in the Risør area on the Norwegian Skagerrak coast 1945 to 1985. Flødevigen rapportser. 1: 11-31.
- Goddard, S.V., Kao, M.H. and Fletcher, G.L., 1992. Antifreeze production, freeze resistance, and overwintering of juvenile Northern Atlantic cod (*Gadus morhua*). Can.J.Fish.Aquat.Sci. 49: 516-522.
- Godø, O.R., Gjosæter, J., Sunnanå, K. and Dragesund, O., 1989. Spatial distribution of 0-group gadoids off mid-Norway. Rapp.P.-v.Réun.Cons.int.Explor.Mer 191: 273-280.

- Guðmundur Davíðsson, 1920. Um fiskrækt. Ægir 13: 28-30.
- Guðmundur Guðmundsson, 1992. Fiskveiðistjórnun. Fjármálatíðindi 39: 118-129.
- Guðrún Marteinsdóttir, Sigrún Jónsdóttir and Vilhjálmur Þorsteinsson, 1993. Seasonal variation in egg size and this influence on egg and larval qualities of cod at Iceland. ICES 1993/CCC Symposium/No.48. 14p.
- Gunnar Jóakimsson, 1969. Fruchtbarkeitsbestimmungen an Kabeljau, Schellfish und Hering in isländischen Gewässern. Kieler Meeresforsch. 25: 172-89.
- Gunnar Jónsson, 1992. Íslenskir fiskar. Fjölváutgáfa.
- Gunnar Stefánsson, 1992. Notes on the stock-dynamics and assessments of the Icelandic cod. ICES C.M. 1992/G: 71.
- Gunnar Stefánsson og Björn Æ. Steinarsson, 1992. Um nýliðun þorsks. Ægir 85:455-62.
- Gunnar Stefánsson, Björn Æ. Steinarsson, Einar Jónsson, Gunnar Jónsson, Ólafur K. Pálsson og Sigfús A. Schopka, 1992. Stofnmæling botnfiska á Íslandsmiðum. Ægir 85: 14-24.
- Hawkins, A.D., MacLennan, D.N., Urquhart, G.G., Robb, C., 1974. Tracking cod *Gadus morhua* L. in a Scottish sea loch. J.Fish Biol. 6: 225-36.
- Hawkins, A.D., Urquhart, G.G. and Smith, G.W., 1980. Ultrasonic tracking of juvenile cod by means of large spaced hydrophone array. Í: Amlaner, C.J Jr. and MacDonald, D.W. (eds.) A handbook of biotelemetry and radio tracking. pp. 461-70. Pergamon Press, Oxford.
- Hawkins, A.D., Soofiani, N.M. and Smith, G.W., 1985. Growth and feeding of juvenile cod (*Gadus morhua* L.). J.Cons.int.Explor.Mer 42: 11-32.
- Health, M.R., 1992. Field investigations of the early life stages of marine fish. Adv.Mar.Biol. 28: 1-174.
- Heessen, H.J.L. and Rijnsdrop, A.D., 1989. Investigation on egg production and mortality of cod (*Gadus morhua* L.) and plaice (*Pleuronectes platessa* L.) in the sothern and eastern North sea in 1987 and 1988. Rapp.P.-v.Réun.Cons.int.Explor.Mer 191: 15-20.
- Hermann Einarsson, óbirt gögn af dreifingu þorsklirfa/seiða 21 apríl-14 ágúst 1948. Hafrannsóknastofnun.
- Hermann Einarsson og George C. Williams, 1968. Planktonic fish eggs of Faxaflói, Southwest Iceland, 1948-57. Rit Fiskideildar 4(5): 15 p.
- Hislop, J.R.G., 1984. A comparison of the reproductive tactics and strategies of cod, haddock, whiting and Norway pout in the North sea. Í: Potts, G.W. and Wootton, R.J. (eds.). Fish reproduction: Strategies and tactics. pp. 311-329. Academic Press.
- Hjálmar Vilhjálmsson and Eyjólfur Friðgeirsson 1976. A review of 0-group survey in the Icelandic-East Greenland area in the years 1970-75. Coop.Res.Rep. 54: 34 p.
- Hjálmar Vilhjálmsson, Vilhelmina Vilhelmsdóttir og Eyjólfur Friðgeirsson, 1980. Fjöldi og útbreiðsla fiskseiða í ágúst-september 1979. Ægir 73: 26-36.
- Hjálmar Vilhjálmsson, Vilhelmina Vilhelmsdóttir og Svend-Aage Malmberg, 1983. Fjöldi og útbreiðsla fiskseiða í ágúst 1983. Ægir 76: 594-603.
- Horne, J.K. and Campana, S.E., 1989. Environmental factors influencing the distribution of juvenile groundfish in nearshore habitats of Southwest Nova Scotia. Can.J.Fish.Aquat.Sci. 46: 1277-86.
- Hunter, J.R., 1984. Inferences regarding predation on the early life stages of cod and other fishes. Í: Dahl, E. Danielssen, D.S. Moksness, E. and Solemdal, P. (eds.). The propagation of cod (*Gadus morhua* L.). Flødevigen rapportser. 1: 533-562.
- Jakob Jakobsson, 1992. Recent variability in fisheries of the North Atlantic. ICES mar. Sci.Symp. 195:291-315.
- Jamieson, A. and Jónsson, J., 1971. The Greenland component of spawning cod at Iceland. Rapp.P.-v.Cons.int.Explor.Mer 161: 65-72.
- Jamieson, A. and Birley, A.J., 1989. The demography of a haemoglobin polymorphism in the Atlantic cod (*Gadus morhua* L.). J.Fish Biol. 35(suppl.A): 193-204.
- Jean, Y., 1964. Seasonal distribution of cod (*Gadus morhua* L.) along the Canadian Atlantic coast in relation to water temperature. J.Fish.Res.Bd.Can. 21: 429-60.
- Jespersen, P., 1940. Investigations on the quantity and distribution of zooplankton in Icelandic waters. Med.Kom.Danm.Fish.Havunders. Serie Plankton 3 (5): 76 p.
- Jóhann Sigurjónsson, 1992. Að gefnu tilefni: Um þorsstofna í Norður-Atlantshafi. Morgunblaðið 8. des. bls. 22.

- Jón Jónsson, 1948. Um fiskiklak og fiskirækt. Ægir 41: 8-9.
- Jón Jónsson, 1949. Spawning off the North coast. Ann.Biol. 4: 35-37.
- Jón Jónsson, 1952a. On the spawning stock in 1952. Ann.Biol. 8: 39-41.
- Jón Jónsson, 1952b. Migrations of cod from Iceland to Norwegian waters. Ann.Biol. 8:41-43.
- Jón Jónsson, 1954. Göngur íslenska þorsksins. Ægir 47: 2-9.
- Jón Jónsson, 1960. On the mortality in the Icelandic stock of cod during the years 1930-59. ICES C.M. 1960/No. 134.
- Jón Jónsson, 1965. Results of Icelandic cod taggings in the years 1948-62. ICES C.M. 1965/ No.139.
- Jón Jónsson, 1966. Abundance, recruitment, and growth in the Icelandic stock of cod. ICES C.M. 1966/G: 13.
- Jón Jónsson, 1969. Áhrif sjávarhita á vöxt og viðgang þorsksins við Ísland og Grænland. Í: Markús Á. Einarsson (ritstjóri). Hafisinn. Almenna bókafélagið. bls. 488-96.
- Jón Jónsson, 1986. On the post spawning cod in Icelandic waters. ICES C.M. 1986/G: 85.
- Jón Jónsson, 1988. Hafrannsóknir við Ísland I. Frá öndverðu til 1937. Bókaútgáfa Menningarsjóðs. 340 bls.
- Jón Jónsson, 1990. Hafrannsóknir við Ísland II. Eftir 1937. Bókaútgáfa Menningarsjóðs. 447 bls.
- Jón Jónsson, 1994. Fisheries at Iceland 1600-1900. ICES mar.Sci.Symp. 198: 3-16
- Jón Kristjánsson, 1992. Stór eða lítill hrygningarstofn ? Höfuðverkur fiskveiðistjórnunar. Sjómannaþingið Víkingur 53(11-12): 20-23.
- Jón Ólafsson, 1985. Recruitment of Icelandic haddock and cod in relation to variability in the physical environment. ICES C: M: 1985/G: 59.
- Jón Ólafsson, Garðar Jóhannesson and Gunnar Stefánsson, 1993. Recruitment of Icelandic cod in relation to spawning stock biomass and environmental factors. ICES 1993/CCC Symposium/No.37.
- Jutta V. Magnússon and Sveinn Sveinbjörnsson, 1992. Report on the 0-group fish survey in Iceland and East-Greenland waters, Aug.-Sept.1992. ICES C.M. 1982/G: 50.
- Jørgensen, T., 1990. Long-term changes in age at sexual maturity of Northeast Arctic cod (*Gadus morhua* L.). J.Cons.int.Explor.Mer. 46: 235-48.
- Jørgensen, T., 1992. Long-term changes in growth of North-east arctic cod (*Gadus morhua*) and some environmental influences. ICES J.mar.Sci. 49: 263-277.
- Jørstad, K.E. and Nævdal G., 1992. Genetic studies on released and recaptured cod in fjord system. ICES C.M. 1992/G: 65.
- Jørstad, K.E., Skaala, Ø. and Dahle, G., 1991. The development of biochemical and visible genetic markers and their potential use in evaluating interaction between cultured and wild fish populations. ICES mar.Sci.Symp. 192: 200-205.
- Kaartvedt, S., 1991. Plankton as potential prey in fjords. ICES mar.Sci.Symp. 192: 156-160.
- Kaartvedt, S., Aksnes, D.L. and Aadnesen, A., 1988. Winter distribution of macroplankton and micronekton in Masfjorden, western Norway. Mar.Ecol.Prog.Ser. 45: 45-55.
- Kao, M.H. and Fletcher, G.L., 1988. Juvenile Atlantic cod (*Gadus morhua*) can be more freeze resistant than adults. Can.J.Fish.Aquat.Sci. 45: 902-905.
- Keats, D.W., Steele, D.H., and South, G.R., 1987. The role of fleshy macroalgae in the ecology of juvenile cod (*Gadus morhua* L.) in inshore waters off eastern Newfoundland. Can.J.Zool. 65: 49-53.
- Kjartan G. Magnússon and Ólafur K. Pálsson 1989. Tropic ecological relationships of Icelandic cod. Rapp.P.-v.Réun.Cons.int.Explor.Mer 188: 206-224.
- Kjartan G. Magnússon and Ólafur K. Pálsson, 1991. Predator-prey interactions of cod and capelin in Icelandic waters. ICES mar.Sci.Symp. 193: 153-170.
- Kjesbu, O.S., 1988. Aspects of the reproduction in cod (*Gadus morhua* L.): Oogenesis, fecundity, spawning in captivity and stage of spawning. Dr.Sci.Thes. Dept.Fish.Bergen.
- Kjesbu, O.S., 1989. The spawning activity of cod (*Gadus morhua* L.). J.Fish Biol. 34: 195-206.

- Kjesbu, O.S., Klungsoyr, J., Kryvi, H., Witthames, P.R. and Walker, M.G., 1991. Fecundity, atresia, and egg size of captive Atlantic cod (*Gadus morhua*) in relation to proximate body composition. Can.J.Fish.Aquat.Sci. 48: 2333-2343.
- Kjesbu, O.S., Kryvi, H., Sundby, S. and Solemdal, P., 1992. Buoyancy variations in eggs of Atlantic cod (*Gadus morhua* L.) in relation to chorion thickness and egg size: theory and observations. J.Fish Biol. 41: 581-599.
- Knutsen, G.M. and Tilseth, S., 1985. Growth, development, and feeding success of Atlantic cod larvae (*Gadus morhua*) related to egg size. Trans. Am.Fish.Soc. 114: 507-511.
- Koeller, P.A., Hurley, P.C.F., Perley, P. and Neilson, J.D., 1986. Juvenile fish surveys on the Scotian Shelf: Implications for year-class size assessments. J.Cons.int.Explor.Mer 43: 59-76.
- Kosior, M. and Netzel, J., 1989. Eastern Baltic cod stocks and environmental conditions. Rapp. P.-v.Réun.Cons. int. Explor. Mer 190: 159-62.
- Konráð Þórisson, 1989. The food of larvae and pelagic juvenile of cod (*Gadus morhua* L.) in the coastal waters west of Iceland. Rapp.P-v.Réun.Cons.int.Explor.Mer 191: 264-72.
- Konráð Þórisson, 1991. The food and growth of larval and juvenile cod (*Gadus morhua* L.) in coastal waters west of Iceland. Cand.sci. Dept.Fish.Mar.Biol. Univ. Bergen. 63 p.
- Konráð Þórisson, 1992. Is metamorphosis a critical stage in the early life of marine fishes? ICES C.M. 1992/L: 37.
- Koslow, J.A., Thompson, K.R. and Silvert, W., 1987. Recruitment to Northwest Atlantic cod (*Gadus morhua*) and haddock (*Melanogrammus aeglefinus*) stocks: Influence of stock size and climate. Can.J.Fish.Aquat.Sci. 44: 26-39.
- Kristiansen, T.S. and Svåsand, T., 1990. Enhancement studies of coastal cod in western Norway. Part III. Interrelationships between reared and indigenous cod in nearly land-locked fjord. J.Cons.int.Explor.Mer 47: 23-29.
- Kristján Lilliendahl, 1990. Vetrarfæða svartfugla á grunnslóð við Ísland. Háskóli Íslands, líffræðiskor, 30 eininga prófritgerð framhaldsnáms. 84 bls.
- Krog, C., 1992a. Orientering om: Danmarks havfiskeriforeninges fiskepleje. Danmarks Havfiskeriforening.
- Krog, C., 1992b. Orientering om: Danmarks Havfiskeriforeninges fiskepleje i 1992. Danmarks Havfiskeriforening.
- Kvenseth, P.G., 1985. Veiledning i torskeoppdrett. Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt, Avd. for Akvakultur, Bergen. L.nr. 5/85.
- Larsen, L.-H., 1990. Vandring, dødlighet og bestandsdynamik hos vilde og utsatte torsk (*Gadus morhua* L.) i et Nordnorsk tæskelfjordsystem. Cand.Sci. Norges Fiskerihøgskole/ Universitetet i Tromsø. 120 sider.
- Larsson, P.-O., 1991. Odling och utsättning av torskyngel i Bottenhavet för upprätthålla ett fiske efter denna art. Í: Torsk i havbeite - seminar om ophjælpning av torskebestanden gjennom udsætning, Hvide Sande, 26- 27/11 1990. Nordiske Seminar- og Arbeidsrapporter 1991: 504:50-59.
- Leggett, W.C., 1986. The dependence of fish larval survival on food and predator densities. Í: Skreslet, S. (ed.). The role of freshwater outflow in coastal marine ecosystems. Bodo, 21-25. may 1985. NATO ASI Serie. Series G: Ecological Sciences, 7, Berlin. pp. 107-117.
- Lilly, G.R., 1987. Synopsis of research related to recruitment of Atlantic cod (*Gadus morhua*) and Atlantic redfishes (*Sebastes sp.*) on Flemish Cap. NAFO Sci.Coun.Studies nr. 11: 109-122.
- Loeng, H., 1989. The influence of temperature on some fish population parameters in the Barents sea. J.Northw.Atl.Fish.Sci. 9: 103-113.
- Loeng, H. and Gjørseter, H., 1990. Growth of 0-group fish in relation to temperature conditions in the Barents sea during the period 1965-89. ICES C.M. 1990/G: 49.
- Lough, R.G., 1984. Larval fish trophodynamic studies on Georges Bank: Sampling strategy and initial results. Í: Dahl, E. Danielssen, D.S. Moksness, E. and Solemdal, P. (eds.). The propagation of cod (Gadus morhua L.). Flødevigen rapportser. 1: 395-434.
- Lough, R.G., Valentine, P.C., Potter, D.C., Auditore, P.J., Boltz, G.R., Neilson, J.D., and Perry, R.I., 1989. Ecology and distribution of juvenile cod and haddock in relation to sediments type and bottom currents on eastern Georges Bank. Mar.Ecol.Prog.Ser. 56: 1-12.
- Lúðvík Kristjánsson, 1971. Úr heimildahandraða seytjándu og átjándu aldar I. Þá eru þrír komnir í hlut. Saga - Tímarit sögufélagsins. 9: 123-39.
- Lúðvík Kristjánsson, 1992. Aflabrestur á spjöldum sögunnar. Morgunblaðið 21. júní. bls. 20.

- MacKenzie, B.R. and Leggett, W.C., 1991. Quantifying the contribution of small-scale turbulence to the encounter rates between larval fish and their zooplankton prey: effects of wind and tide. Mar.Ecol.Prog.Ser. 73: 149-160.
- Magnús Jónsson, 1992. Þorskurinn og veðrið. Sjómannaþláðið Víkingur 54(11-12): 30-31.
- Matthías Þórðarson, 1949a. Sjófiskaklak í Noregi. Ægir 42: 43-51.
- Matthías Þórðarson, 1949b. Sjófiskaklak í Noregi. Ægir 42: 68-71.
- Matthías Þórðarson, 1949c. Verndun fiskimiðanna og viðhald fiskstofnsins. Ægir 42: 251-56.
- Matthías Þórðarson 1949d. "Sáið þá munuð þjer uppskera" Til ath. fyrir útgerðarmenn og fiskimenn. Morgunblaðið 7. des. bls.6.
- Mehl, S., 1989. The Northeast Arctic cod stock's consumption of commercially exploited prey species in 1984-1986. Rapp.P.-v.Réun.Cons.int.Explor.Mer 188: 185-205.
- Midling, K.Ø., Kristiansen, T.S., Ona E. and Øiestad, V., 1987. Fjord ranching with conditioned cod. ICES C.M. 1987/F: 29.
- Moksness, E., 1990. Tagging and release experiment of 2-group artificially reared coastal cod (*Gadus morhua*). Flødevigen rapportser. 1: 33-41.
- Moksness, E., 1991. Praktisk oppdrett og havbeite av torsk og steinbit. side 1-13. Marine arter i oppdrett. Aqua Nor. Nasjonal konferanse, lørdag 10. august 1991.
- Moksness, E. and Øiestad, V., 1984. Tagging and release experiments on 0-group coastal cod (*Gadus morhua* L.) reared in an outdoor basin. Í: Dahl, E. Danielssen, D.S. Moksness, E. and Solemdal, P. (eds.). The propagation of cod (*Gadus morhua* L.). Flødevigen rapportser. 1: 787-794.
- Neilson, J.D. and Perry, R.I., 1990. Diel vertical migrations of marine fishes: an obligate or facultative process. Adv.Mar.Biol. 26:115-168.
- Nellen, W., 1985. A hypothesis on the fecundity of bony fish. Meersforch. 31: 75-89.
- Nielsson, J.N., 1905. Contributions to the hydrography of the waters north of Iceland. Medd.Komm.Havunders.Serie:Hydrografi 1(7): 1-28.
- Nissling, A. och Westin, L., 1991. Rekryteringsproblematiken för torsk i Östersjön. Í: Torsk i havbeite - seminar om ophjælpning av torskebestanden gennem udsætning, Hvide Sande, 26-27/11 1990. Nordiske Seminar- og Arbejdsrapporter 1991: 504: 110-122.
- Nordeide, J.T., 1993. Experiments with reared juvenile coastal cod (*Gadus morhua* L.) in order to enhance the stock in a fjord. Dr. scient. thesis. Dep.Fish.Mar.Biol. Univ.Bergen.
- Nordeide, J.T. and Salvanes. A.G.V., 1988. The migration of coastal cod (*Gadus morhua* L.) tagged in a fjord of western Norway. ICES, C.M. 1988/G: 5.
- Nordeide, J.T. and Salvanes, A.G.V., 1990. The behavior of wild and reared juvenile cod (*Gadus morhua* L.) towards a potential predator. Aquaculture and Fisheries Management 21: 317-25.
- Nordeide, J.T. and Salvanes, A.G.V., 1991. Observations on reared newly released and wild cod (*Gadus morhua* L.) and their potential predators. ICES mar.Sci.Symp. 192: 139-46.
- Nordeide, J.T. and Fosså, J.H., 1992. Diet overlap between two subsequent year-classes of juvenile coastal cod (*Gadus morhua* L.) and wild and reared cod. Sarsia 77: 111-117.
- Nordeide, J.T., Holm, J.C., Otterå, H. Blom, G., and Borge, A., 1992. The use of oxytetracycline as a marker for juvenile cod (*Gadus morhua* L.). J.Fish Biol. 41: 21-30.
- Olsen, K., 1991. Havbeiting som kystnæring - "Torsk i fjord". Í: Torsk i havbeite - seminar om ophjælpning av torskebestanden gennem udsætning, Hvide Sande, 26-27/11 1990. Nordiske Seminar- og Arbejdsrapporter 1991: 504:36-45.
- Olsen, S. and Soledal, A.V., 1989. Observations on inshore distribution and behavior of 0-group northeast Arctic cod. Rapp.P.-v.Réun.Cons.int.Explor.Mer 191: 296-302.
- Otterlind, G., 1985. Cod migration and transplantation in the Baltic. Z.angew.Ichthyol. 1: 3-16.
- Ólafur S. Andrésson, 1992. Hlaupaþorskar. Morgunblaðið 7. júní. bls.12.
- Ólafur Ástþórsson, Ingvar Hallgrímsson and Guðmundur S.Jónsson, 1983. Variation in zooplankton densities in Icelandic waters in spring during the year 1961-82. Rit Fiskdeildar 7(2): 73-113.

- Ólafur Ástþórsson, Ástþór Gíslason and Ásta Guðmundsdóttir 1993. Distribution, abundance and length of pelagic juvenile cod in Icelandic waters in relation to environmental conditions. ICES 1993/CCC Symposium/No.38.
- Ólafur Halldórsson og Erlendur Jónsson, 1987. Hugmyndir að fiskeldi í Eyjafirði. Skýrsla til Iðnþróunarfélags Eyjafjarðar.
- Ólafur K. Pálsson, 1974. Rannsóknir á fæðu fiskseiða við strendur Íslands. Náttúrufræðingurinn 44(1): 1-21.
- Ólafur K. Pálsson, 1976. Um líffræði fiskungviðis í Ísafjarðardjúpi. Hafrannsóknir 8:5-56.
- Ólafur K. Pálsson, 1977. Um líffræði fiskungviðis í Ísafjarðardjúpi. Hafrannsóknir 12:58-62.
- Ólafur K. Pálsson, 1979. Zur Biologie Gadiden (gruppen 0-II) in isländischen Gewässern. Diss. math. - nat.Fak.Kiel.
- Ólafur K. Pálsson, 1980. Über die Biologie junger Gadiden der Altersgruppen 0, I und II in isländischen Gewässern. Meeresforschung 28(2-3): 101-145.
- Ólafur K. Pálsson, 1983. The feeding habits of demersal fish species in Icelandic waters. Rit Fiskideildar 7 (1): 60 p.
- Ólafur K. Pálsson, 1984. Studies on recruitment of cod and haddock in Icelandic waters. ICES. C.M./ G: 6.
- Ólafur K. Pálsson, 1985. Fæða botnlægra fiska við Ísland. Náttúrufræðingurinn, 55(3): 101-118.
- Ólafur K. Pálsson, 1994. A review of the trophic interactions of cod stocks in the North Atlantic. ICES mar.Sci.Symp. 198: 553-575.
- Ólafur K. Pálsson og Guðni Þorsteinsson, 1985. The management of juvenile fish bycatch in an Icelandic shrimp fishery. ICES C.M. 1985/K: 47.
- Ólafur K. Pálsson and Svend-Aage Malmberg, 1977. Investigations on demersal juvenile cod (age group 0-IV) in Icelandic waters in 1976. ICES C.M. 1977/F: 31.
- Ólafur K. Pálsson and Svend-Aage Malmberg, 1978. Investigations on demersal juvenile cod (age group 0-IV) in Icelandic waters in 1977. ICES C.M. 1978/G: 20.
- Ólafur K. Pálsson og Ólafur S. Ástþórsson, 1985. Remarks on the abundance and length of 0-group cod and caplin in Icelandic waters in relation to environmental conditions in 1970-1984. Hafrannsóknastofnun. Óbirt handrit.
- Ólafur K. Pálsson og Gunnar Stefánsson, 1991. Spatial distributions of Iceland cod in march 1985-1991. ICES C.M. 1991/G: 63.
- Ólafur K. Pálsson og Gunnar Stefánsson, 1992a. Um hrygningastofna og nýliðun þorsks og sildar. Morgunblaðið (Úr Verinu) 15. jan. bls. B7.
- Ólafur K. Pálsson og Gunnar Stefánsson, 1992b. Um hrygningarstofna og nýliðun þorsks og ýsu. Morgunblaðið (Úr Verinu). 22. jan. bls. B7.
- Ólafur K. Pálsson og Gunnar Stefánsson, 1992c. Um át þorsksins. Morgunblaðið 30. okt. bls.16-17.
- Ólafur K. Pálsson, Einar Jónsson, Sigfús A. Schopka, Gunnar Stefánsson and Björn Æ. Steinarsson, 1989. Icelandic groundfish survey data used to improve precision in stock assessments. J.Northw.Atl.Fish.Sci. 9: 53-72.
- Ólafur Þórðarson, 1947. Má klekja út milljörðum af þorski í Faxaflóa ? Morgunblaðið 9. sept.
- Ólafur Þórðarson, 1948. Fiskiklak í Faxaflóa og fiskiklak í glerkössum. Ægir 41: 62-63.
- Páll Bergþórsson, 1992. Þáttur golþorskanna. Morgunblaðið 28. nóv. Bréf til blaðsins.
- Páll Bergþórsson, 1993. Breytileiki þorskstofnsins. Morgunblaðið 3. nóv. bls. 15.
- Pedersen, T. and Falk-Petersen, I.B., 1992. Morphological changes during metamorphosis in cod (*Gadus morhua* L.), with particular reference to the development of the stomach and pyloric caeca. J.Fish Biol. 41: 449-461.
- Pedersen, T. and Carlsen, B., 1991. Marking cod (*Gadus morhua* L.) juveniles with oxytetracycline incorporated into the feed. Fish.Res. 12: 57-64.
- Pepin, P. and Myers, R.A., 1991. Significance of egg and larval size to recruitment variability of temperate marine fish. Can.J.Fish.Aquat.Sci. 48: 1820-28.
- Perry, R.I. and Neilson, J.D., 1988. Vertical distributions and trophic interactions of age-0 Atlantic cod and haddock in mixed and stratified waters of Georges Bank. Mar.Ecol. Prog.Ser. 49: 199-214.
- Pickova, J. and Larsson, P-O., 1992. Rearing experiments with cod. Comparison between Baltic cod and Skagerrak coastal cod. ICES C.M. 1992/F: 12.

- Pihl, L. och Ulmestrand, M., 1988. Kusttorskundersökningar på Svenska västkusten. Länsstyrelsen i Göteborgs och Bohus län, feb. 1988. 61 sider.
- Pinhorn, A.T., 1984. Temporal and spatial distribution in fecundity of Atlantic cod (*Gadus morhua*) in Newfoundland water. J.Northw.Atl.Fish.Sci. 5: 161-170.
- Ponomarenko, V.P., 1973a. On a probable relation between age composition of spawning stock and abundance of the year classes of cod in the Barents sea. Rapp.P.-v.Réun. Cons.int.Explor.Mer 163: 69-72.
- Pope, J., 1992. A reappraisal of the 1992 assessment of the Icelandic cod stock. Dir.Fish.Res. Fish.Lab., Lowestoft. (óútgefið handrit).
- Potter, D.C., Lough, R.G., Perry, R.I., and Neilson, J.D., 1990. Comparison of the MOCNESS and IYGPT pelagic samplers for capture of 0-group cod (*Gadus morhua*) on Georges Bank. J.Cons.int.Explor.Mer 46: 121-128.
- Railey, J.D. and Parnell, W.G., 1984. The distribution of young cod. Í: Dahl, E. Danielssen, D.S. Moksness, E. and Solemdal, P. (eds.). The propagation of cod (*Gadus morhua* L.), Flødevigen rapportser. 1: 563-580.
- Rijnsdrop, A.D. and Jaworski, A., 1990. Size-selective mortality in plaice and cod eggs: a new method in the study of egg mortality. J.Cons.int.Explor.Mer 47: 254-63.
- Rijnsdrop, A.D., Daan, N., van Beek, F.A. and Heessen, H.J.L., 1991. Reproductive variability in North Sea plaice, sole, and cod. J.Cons.int.Explor.Mer 47: 352-75.
- Rothschild, B.J., 1986. Dynamics of marine fish populations. Harvard Univ.Press. 277 p.
- Rothschild, B.J. and Osborn, T.R., 1988. Small-scale turbulence and plankton contract rates. J.Plankton Res. 10:465-74.
- Russell, F.S., 1976. The eggs and planktonic stages of British marine fishes. Academic Press. 524 p.
- Salvanes, A.G.V., 1991. Structure and dynamics of the cod population and trophic interactions in Masfjord: A contribution to a large-scale cod enhancement experiment. Dep. Fish.Mar.Biol. Univ. Bergen. Dr. Sci. Thesis.
- Salvanes, A.G.V. and Ulltang, Ø., 1991. Population parameters, migration and exploitation of the cod (*Gadus morhua* L.) in Masfjord, Western Norway. Í: Salvanes, A.G.V., 1991. Structure and dynamics of the cod population and trophic interactions in Masfjord: A contribution to a large-scale cod enhancement experiment. Dep. Fish.Mar.Biol. Univ. Bergen. Dr. Sci. Thesis. pp. 55-103.
- Salvanes, A.G.V., Fosså, J.H. and Nordeide, J.T., 1991. The fish fauna in West Norwegian fjord: Distributional patterns and trophic relations. Í: Salvanes, A.G.V., 1991. Structure and dynamics of the cod population and trophic interactions in Masfjord: A contribution to a large-scale cod enhancement experiment. Dep. Fish.Mar.Biol. Univ. Bergen. Dr. Sci. Thesis. pp.107-140.
- Salvanes, A.G.V., Aksnes, D.L. and Giske, J., 1992. Ecosystem model for evaluating potential cod production in a West Norwegian fjord. Mar.Ecol.Prog.Ser. 90: 9-22.
- Sandberg, P., 1988. Kulturbetinget fiske etter kysttorsk - Optimal fangstalter og samfunnsøkonomisk lønnsomhet. Hovedoppgave i sosialøkonomi. Univ. Bergen. 76 sider.
- Sandberg, P., 1991. Can sea ranching of cod in Norway be profitable ? Í: Pedersen, T.N. and Kjorsvik, E. (eds.). Sea ranching - Scientific experiences and challenges. Proceeding from the symposium and workshop 21 -23 oktober 1990, Bergen, Norway. pp. 113-116.
- Schmidt, J., 1904. Fiskeriundersøkelser ved Island og Færøerne i sommeren 1903. Medd.Komm.Havunders. Skr. 1.: 148 sider.
- Schmidt, J., 1909. The distribution of the pelagic fry and the spawning regions of the gadoids in the North Atlantic from Iceland to Spain. Rapp.P.-v. Réun.Cons.int.Explor.Mer 10: 1-229.
- Schmidt, J., 1926. The frequency of young cod etc. on the north and east coasts of Iceland during a period of years. With a survey of the life-history of the Iceland cod. Rapp.P.-v.Réun.Cons.int.Explor.Mer 39: 139-48.
- Secor, D.H. and Houde, E.D., 1992. Larval mark-release experiments: potential for research on dynamics and recruitment in anadromous and marine fish stocks. ICES C.M. 1992/M: 24.
- Serebryakov, V.P., 1990. Population fecundity and reproductive capacity of some food fishes in relation to year-class-strength fluctuations. J.Cons.int.Explor.Mer 47: 267-72.

- Shelbourne, J.E., 1964. The artificial propagation of marine fish. Adv.Mar.Biol. 2: 1-83.
- Sigfús, A. Schopka, 1970. Frjósemirannsóknir. Hafrannsóknir 3: 75-82.
- Sigfús, A. Schopka, 1971. Vergleichende Untersuchungen zur Fortpflanzungsrate bei Herings- und Kabeljaupopulationen (*Clupea harengus* L. und *Gadus morhua* L.). Ber.Dtsh.Wiss.Komm. Meresforsch 22: 31-79.
- Sigfús A. Schopka, 1972. Um þorskinn. Ægir 65: 204-213.
- Sigfús A. Schopka 1992. Lífríki sjávar: Þorskur. Námsgagnastofnun - Hafrannsóknastofnun. 14 bls.
- Sigfús A. Schopka, 1994. Fluctuations in the cod stock off Iceland during the twentieth century in relation to changes in the fisheries and environment. ICES mar.Sci.Symp. 198:175-193
- Sigfús A. Schopka and G. Hempel., 1973. The spawning potential of populations of herring (*Clupea harengus* L.) and cod (*Gadus morhua* L.) in relation to the rate of exploitation. Rapp.P.-v. Réun.Cons.int.Explor.Mer 164: 178-85.
- Sigfús A. Schopka, Björn Æ. Steinarsson, Einar Jónsson, Gunnar Jónsson, Gunnar Stefánsson og Ólafur K. Pálsson, 1989. Stofnmæling botnfiska á Íslandsmiðum 1989. Hafrannsóknastofnun Fjölrit nr.20: 1-54.
- Sigurður Gunnarsson og Jónbjörn Pálsson, 1988. Fuglalíf á og við Skjálfaflóa að vetri. Bliki 6: 1-23.
- Smedstad, O.M., Fosså, J.H., Lied, E., Nordeide, J.T. og Salvanes, A.G.V., 1992. "Torsk i fjord, Masfjorden" Sluttrapport til NFFR. Havforskningsinstituttet. Senter for Marine Ressurser.
- Solemdal, P., 1985. Kultivering av torsk - Et 100 års jubileum. Í: Veiledning i torskeoppdrett. (red. P.G. Kvenseth). Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt. side. 4-12.
- Solemdal, P., 1989. Torskelarveprosjektene 1975-1988. Havforskningsinstituttet. Rapport Nr. BKO 8903. 108 bls.
- Solemdal, P. and Sundby, S., 1981. Vertical distribution of pelagic fish egg in relation to species, spawning behavior and wind conditions. ICES C.M. 1981/G: 77.
- Solemdal, P., Dahl, E., Danielssen, D.S. and Moksness, E., 1984. The cod hatchery in Flødevigen - Background and realities. Í: Dahl, E. Danielssen, D.S. Moksness, E. and Solemdal, P. (eds.). The propagation of cod (*Gadus morhua* L.). Flødevigen rapportser. 1: 17-45.
- Solemdal, P., Kjesbu, O.S. and Kjorsvik, E., 1992b. The effects of maternal status of Arcto-Norwegian cod on egg quality and vitality of early larvae. I. The collection and characteristics of the cod females, a pilot study. ICES C.M. 1992/G: 78.
- Solemdal, P., Kjesbu, O.S., Opstad, I., Skiftesvik, A.B., Birkeland, R., Bratland, P. and Fonn, M., 1991. A comparison of egg quality and larval viability between cultured coastal cod and wild Arctic-Norwegian cod. ICES C.M./F. 41.
- Solemdal, P., Bergh, Ø., Finn, R.N., Fyhn, H.J., Grahl-Nielsen, O., Homme, O., Kjesbu, O.S., Kjorsvik, E., Opstad, I. and Skiftesvik, A.B., 1992a. The effects of maternal status of Arcto-Norwegian cod on egg quality and vitality of early larvae. II. Preliminary results of experiment in 1992. ICES C.M.1992/G: 79.
- Suboski, M.D. and Templeton, J.J., 1989. Life skills training for hatchery fish: Social learning and survival. Fish.Res. 7: 343-352.
- Sundby, S., 1991. Factors affecting the vertical distribution of eggs. ICES mar.Sci.Symp. 192: 33-38.
- Sundby, S. and Fossum, P., 1990. Feeding conditions of Arcto-Norwegian cod larvae compared with the Rothschild-Osborn theory on small-scale turbulence and plankton contact rates. J.Plankt.Res. 12(6): 1153-1162.
- Sundby, S., Bjerke, H., Soldal, A.V. and Olsen, S., 1989. Mortality rates during the early life stages and year-class strength of northeast Arctic cod (*Gadus morhua* L.). Rapp.P.-v.Réun.Cons.int.Explor.Mer 191: 351-358.
- Sveinbjörn Egilsson, 1897. Um fiskiklak. Ísland 39. töl.
- Svend-Aage Malmberg, 1977. Veðráttan og hafið. Hafrannsóknir 10:18-41.
- Svend-Aage Malmberg, 1984. A note on climate, hydro-biological investigations and fish recruitment in Icelandic waters in 1958-83. ICES C.M. 1984/L.17.
- Svend-Aage Malmberg, 1988. Ecological impact of hydrographic conditions in Icelandic waters.. Í: Wyatt, I. and Larraneta, M.G. (eds.). Long term changes in marine fish populations. Inst.Inv.Mar.Vigo, Spain. pp. 95-123.

- Svend-Aage Malmberg and Stefán Kristmannsson 1991. Hydrographic conditions in Icelandic waters 1980-89. ICES 1991/Variability Symp./Paper n.6.
- Svend-Aage Malmberg and Johan Blindheim, 1994. Climate, cod and capelin in northern waters. ICES mar.Sci.Symp. 198:297-310.
- Svåsand, T., 1990a. Comparisons of migration patterns of wild and recaptured reared coastal cod (*Gadus morhua* L.) released in a small fjord in western Norway. Aquaculture and Fisheries Management 21: 491-495.
- Svåsand, T., 1990b. Cod enhancement experiments in Norway. Proceedings of Canada-Norway finfish aquaculture workshop, september 11-14, 1989. Can.Tech.Rep.Fish.Aquat.Sci. 1761:143-51.
- Svåsand, T., 1992a. Enhancement studies of coastal cod (*Gadus morhua*) - Recruitment, migration and mortality. Dr. philos thesis. Dept.Fish.Mar.Bio. Univ. Bergen.
- Svåsand, T., 1992b. Ansøking om forlængelse af projektstøtte fra Nordiske Ministerråd 1992-93. (óútgefið handrit).
- Svåsand, T., 1992c. Er oppdrettet yngel egnet for utsetting ? (Del I). Norsk Fiskeoppdrett 17(10): 26-27.
- Svåsand, T., 1992d. Er oppdrettet yngel egnet for utsetting ? (Del II). Norsk Fiskeoppdrett 17(11): 20-21 og 24.
- Svåsand, T. and Kristiansen, T., 1985. Release of artificially reared 0-group cod (*Gadus morhua* L.) in landlocked fjord in Western Norway. ICES C.M. 1985/F: 10.
- Svåsand, T. and Kristiansen, T.S., 1990a. Enhancement studies of coastal cod in western Norway. Part II. Migration of reared coastal cod. J.Cons.int.Explor.Mer 47: 13-22.
- Svåsand, T. and Kristiansen, T.S., 1990b. Enhancement studies of coastal cod in western Norway. Part IV. Mortality of reared cod after release. J.Cons.int.Explor.Mer 47: 13-22.
- Svåsand, T., Kristiansen, T.S. og Næss, H., 1989. Oppsummering av resultater fra 6 år utsettinger av torsk i Austevoll. Fiskets Gang 75(1):12-14.
- Svåsand, T., Kristiansen, T.S. and Næss, H., 1987. Tagging experiments on artificially reared 0-group coastal cod (*Gadus morhua* L.) in Western Norway - Results from the releases in 1984. ICES C.M. 1987/F: 25.
- Svåsand, T., Jørstad, K.E., and Kristiansen, T.S., 1990. Enhancement studies of coastal cod in western Norway. Part I. Recruitment of wild and reared cod to local spawning. J.Cons.int.Explor.Mer 47: 5-12.
- Svåsand, T., Jørstad, K.E., Blom, G. and Kristiansen, T.S., 1991. Application of genetic markers for early life history investigations on Atlantic cod (*Gadus morhua* L.). ICES mar.Sci.Symp. 192: 193-199.
- Stein, M. and Messtorff, J., 1990. Relationship of fluctuations in cod recruitments off West Greenland to long-term variations of the physical environment. NAFO Sci.Coun.Studies 14: 39-44.
- Sættersdal, G. and Loeng, H., 1987. Ecological adaption of reproduction in Northeast Arctic cod. Fish.Res. 5: 253-70.
- Støttrup, J.G., Nielsen, R., Krog, C. and Rasmussen, K., 1993. Results on the extensive production of North Sea cod and their growth and distribution subsequent to release in the Limfjord, Denmark. Í: The international Symposium. Sea ranching of cod and other marine fish species. Arendal, Norway, 15-18 june 1993. Inst.Mar.Res. Flødevigen Mar.Res.Station, N-4817 His, Norway (abstract).
- Thompson, A.B., and Harrop, R.T., 1991. Feeding dynamics of fish larvae on copepoda in the western Irish sea, with particular reference to cod (*Gadus morhua*). Mar.Ecol.Prog.Ser. 68: 213-223.
- Tilseth, S., 1990. New marine fish species for cold-water farming. Aquaculture 85: 235-245
- Tilseth, S. and Ellertsen, B., 1984. The detection and distribution of larval Arcto-Norwegian cod (*Gadus morhua*) food organisms by an in situ particle counter. Fish.Bull. 82(1): 141-156.
- Tveite, S., 1971. Fluctuations in year-class strength of cod and pollock in southern Norwegian coastal waters during 1920-69. FiskDir.Skr.Ser.HavUnders. 16:65-76.
- Tveite, S. 1984. O-group cod investigations on the Norwegian Skagerak coast. Í: Dahl, E. Danielssen, D.S. Moksness, E. and Solemdal, P. (eds.). The propagation of cod (*Gadus morhua* L.). Flødevigen rapportser 1: 581-590.
- Tåning, A.V., 1930. Sortfugle og fisk ved Island. Naturens Verden feb:49-68.

- Tåning, A.V., 1931. Fluctuations in the stock of cod in Icelandic waters. Medd.Komm.Danmarks Fiskeri - Havunders. Fiskeri 9(3): 1-43.
- Tåning, A.V., 1943. Drift and growth of cod larvae. Ann.Biol. 1: 93-94.
- Unnsteinn Stefánsson 1969. Sjávarhiti á siglingarleið umhverfis Ísland. Í: Markús Á Einarsson (ritstjóri). Hafsinn. Almenna bókafélagið. bls. 131-49.
- Unnsteinn Stefánsson and Guðmundur Guðmundsson, 1978. The freshwater regime of Faxaflói, Southwest Iceland, and its relationship to meteorological variables. Estua.Costl.Mar.Sci. 6: 535-51.
- Unnsteinn Stefánsson and Jakob Jakobsson, 1989. Oceanographical variations in the Iceland sea and their impact on biological conditions, A brief review. Í: Rey, L. and Alexander, V. (eds.). Proceedings of the 6th conference of the Comité Arctique International, 13-15 may 1985. Leiden: E. J. Brill. pp. 427-455.
- Ulltang, Ø., 1984. The management of cod stocks with special reference to growth and recruitment overfishing and the question whether artificial propagation can help to solve management problems. Í: Dahl, E. Danielssen, D.S. Moksness, E. and Solemdal, P. (eds.). The propagation of cod (*Gadus morhua* L.). Flodevigen rapportser. 1: 795-817.
- Valdimar Gunnarsson, 1991. Hafbeit á þorski. Sjávarfréttir 19(4): 32-37.
- Viðar Helgason og Sveinn Sveinbjörnsson, 1987. Revised indices of cod abundance in 0-group surveys in the Iceland - East Greenland area in 1970-86. ICES C.M. 1987/G: 59.
- Vilhjálmur Þorsteinsson, 1991. Þorskmerkingar 1991 - og athuganir á hrygnandi þorski við Austurland. Sjávarfréttir 19(2): 56-62.
- Vilhjálmur Þorsteinsson, 1992. Þorskurinn, einn stofn eða fleiri? Morgunblaðið 18. des. bls. 28.
- Vilhjálmur Þorsteinsson og Guðrún Marteinsdóttir, 1992. Þorskmerkingar við Norðaustur- og Austurland vorið 1991 og endurheimtur sama ár. Ægir 85:60-64.
- Williams, J.H., (red.) 1990. Torsk i havbeite -Seminar om opphjælpning av torskebestanden gennem udsætning. Nordiske Seminar- og arbeidsrapporter 1991: 504: 158 sider.
- Yen, J., 1987. Predation by a carnivorous marine copepod (*Eucheta norvegica* Boeck), on eggs and larvae of the North Atlantic cod (*Gadus morhua* L.). J.Exp.Mar.Biol.Ecol. 112: 283-96.
- Yin, M.C. and Blaxter, J.H.S., 1986. Morphological changes during growth and starvation of larval cod (*Gadus morhua* L.) and flounder (*Platichthys flesus* L.). J.Exp.Mar.Biol.Ecol. 104: 215-228.
- Yin, M.C. and Blaxter, J.H.S., 1987. Feeding ability and survival during starvation of marine fish larvae reared in the laboratory. J.Exp.Mar.Biol.Ecol. 105: 73-83.
- Øiestad, V., 1985. Mass production of Atlantic cod juveniles (*Gadus morhua*) in a Norwegian saltwater pond. Trans.Am.Fish.Soc. 114: 590-95.
- Øiestad, V., 1990. Konsekvenser av klimaendringer for fiskeri- og havbruksnæringen. Fisken og Havet Nr.2: 96 sider.
- Øiestad, V., 1991. Torsk i oppdrett gjennom hundre år. Í: Holm, J.C. Svåsand, T. and Wennevik, V. (red.). Håndbok i torskoppdrett: Stamfiskhold og yngelproduksjon, Havforskningsinstituttet. side 1-7.
- Þórólfur Antonsson, Guðni Guðbergsson og Sigurður Guðjónsson 1992. Sveiflur í veiði og nýliðun fiskstofna. Ægir 85: 404-410.
- Þórunn Þórðardóttir, 1986. Timing and duration of spring blooming south and southwest of Iceland. Í: Skretslet, S. (ed.). The role of freshwater outflow in coastal marine ecosystems NATO ASI Series, Vol. G7. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. pp. 345-60