

Hafrannsóknastofnunin. Fjölrit nr. 136

**Reynsla af sjókvíaeldi á Íslandi**

**Valdimar Ingi Gunnarsson**

Reykjavík 2008

---



## Efnisyfirlit

<b>Ágrip</b> .....	5
<b>Abstract</b> .....	6
<b>1.0 Inngangur</b> .....	7
1.1 Þróun sjókvíaelðis í N-Atlantshafi.....	7
1.2 Saga sjókvíaelðis á Íslandi.....	7
1.3 Markmið og gagnaöflun.....	10
<b>2.0 Staðsetning og reynsla af sjókvíaelði eftir landshlutum</b> .....	11
2.1 Suðurland.....	11
2.2 Suðvesturland.....	11
2.3 Vesturland.....	14
2.4 Vestfirðir.....	16
2.5 Norðurland.....	18
2.6 Austurland.....	20
<b>3.0 Umhverfispættir og sjókvíaelði</b> .....	23
3.1 Sjávarhiti.....	23
3.2 Lagnaðarís og hafís.....	26
3.3 Öldur, straumar og eldistækni.....	29
3.4 Skaðlegar marglyttur.....	31
3.5 Skaðlegir svifþörungur.....	33
3.6 Afræningjar.....	34
3.7 Mengun og súrefnisskortur.....	35
<b>4.0 Samantekt og ályktanir</b> .....	36
4.1 Umfang sjókvíaelðis eftir tímabilum og svæðum.....	36
4.2 Staða og framtíðaráform.....	37
4.3 Umfang tjóna eftir umverfispáttum.....	38
4.4 Aðstæður til sjókvíaelðis – Hvað hefur breyst?.....	39
<b>5.0 Þakkarorð</b> .....	42
<b>6.0 Heimildir</b> .....	43



## ÁGRIP

Valdimar Ingi Gunnarsson 2007. Reynsla af sjókvíaeldi á Íslandi. Hafrannsóknastofnunin, *Fjölrit 136*.

Íslendingar hafa fylgst með þróun sjókvíaeldis hjá nágrannalöndum á undanförunum áratugum og undrast velgengi þeirra á sama tíma og lítið hefur gegnið að byggja upp sambærilegt eldi hér á landi. Á Íslandi eru erfiðar umhverfisaðstæður fyrir sjókvíaeldi og hafa tjón í eldinu verið tíð, sérstaklega á árunum 1985-1991. Skiptar skoðanir hafa verið um möguleika til sjókvíaeldis við strendur Íslands en meiri bjartsýni gætir nú en oft áður.

Mikil aukning var í fjölda sjókvíaeldisstöðva upp úr miðjum níunda áratugnum. Flestar voru sjókvíaeldisstöðvarnar árið 1988 en þá stunduðu 24 fyrirtæki heilsárseldi, auk þess voru nokkur fyrirtæki með eldi hluta af árinu. Seinni hluta níunda áratugarins var sjókvíaeldi stundað í öllum landsfjórðungum. Þegar kom fram á tíunda áratuginn fækkaði sjókvíaeldisstöðvum m.a. vegna mikilla áfalla í eldinu og í lok hans var aðeins eitt fyrirtæki með heilsárseldi. Í byrjun þessarar aldar hófst heilsárseldi aftur allt í kringum landið og urðu stöðvarnar festar 20 árið 2004, en þeim hefur fækkað síðan og eru nú í lok ársins 2007 tíu starfandi sjókvíaeldisstöðvar.

Mörg dæmi eru um tjón af völdum neikvæðra umhverfispáttá í íslensku sjókvíaeldi. Stærri slyasleppingar eru nær eingöngu við sunnan- og suðvestanvert landið. Hér er oftast um að ræða að búnaður hafi gefið sig vegna slæmra veðurskilyrða. Lagnaðarís hefur eingöngu fram að þessu valdið tjóni á nokkrum svæðum við suðvestan-, vestan- og norðanvert landið. Afföll á eldisfiski vegna sjávarkulda er bundið við þrjá firði við vestanvert landið. Skaðlegir þörungar hafa valdið tjóni um allt land, en tjón vegna marglyttna hafa verið bundin við nokkra firði á austfjörðum. Afræningjar (selir) hafa ekki valdið miklu tjóni hjá íslenskum sjókvíaeldisstöðvum.

Allt frá því sjókvíaeldi hófst hér við land árið 1972 hafa miklir erfiðleikar verið í greininni og mikill fjöldi þeirra fyrirtækja sem hafa hafið rekstur hafa hætt eftir tiltölulega stuttan rekstrartíma. Það má því velta þeirri spurningu fyrir sér hvað hefur breyst og hvort í raun og veru sjókvíaeldi við strendur landsins geti orðið samkeppnishæft við sjókvíaeldi annarra landa í Norður-Atlantshafi á næstu árum. Á síðustu árum hafa nokkrar mikilvægar forsendur breyst. Þekking á umhverfisaðstæðum og rekstri sjókvíaeldisstöðva hefur aukist mikið. Búnaður er betur aðlagður að íslenskum aðstæðum og veðurfar virðist vera að hlýna. Eldi á þorski er hafið og er tegundin betur aðlöguð að umhverfisaðstæðum á Íslandi en laxinn sem var ráðandi tegund í sjókvíaeldi.

## Abstract

Valdimar Ingi Gunnarsson 2007. The experience of sea cage farming in Iceland. Marine Research Institute, report series nr. 136.

Over the past decades there has been little or no success in cage aquaculture in Iceland while at the same time the industry has been growing successfully in the neighboring countries. The environmental conditions for cage aquaculture are difficult in Iceland. Damage of equipment and mortality of farmed fish has been common, especially in the years 1985-1991. As a result doubts have arisen about the possibility of cage aquaculture in Iceland but right now there is more optimism regarding the future than before. This rapport will mainly focus on the influence of environmental conditions on the development of cage aquaculture in Iceland.

In the 80's cage aquaculture increased, reaching the maximum number of 24 farms in the year 1988. The farms were operating in all parts of Iceland. In the 90's the number of sea cage farms decreased because of disappointing results and by the end of the decade only 1 farm was operational. In the beginning of this century the number of farms increased again, reaching 20 farms in the year 2004, then decreased and only 10 farms were left by the end of the year 2007.

There are numerous instances of damages in cage aquaculture because of adverse environmental conditions. Escapement has occurred off the south and southwest coast of Iceland because of equipment damage in bad weather conditions. Cage damage caused by sea ice has occurred on a few locations in the west and northwest coast of Iceland. Fish mortality caused by low sea temperature occurred in three fjords on the west and northwest coast. Mortality of farmed fish due to phytoplankton happened in all regions but due to jellyfish only on the east coast. Predators (seal) have not caused much trouble in the operation of sea cage farms in Iceland.

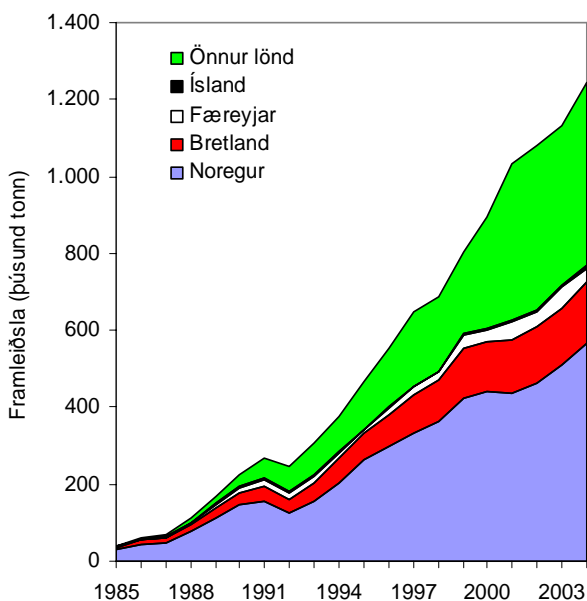
Since the first experiment with cage aquaculture in Iceland in the year 1972 there have been considerable problems and most of the farms only operated over a short period of time. Therefore there are doubts regarding the competitiveness of cage aquaculture in Iceland in the future. But over the past years important factors have changed. There is more knowledge in general about environmental conditions and the operation of sea cage farms. Cages are adaptable to environmental conditions in Iceland and the climate change seems to increase the potential for cage aquaculture in Icelandic waters. The farming of Atlantic cod has recently started, which is better adapted to the conditions in Iceland than the Atlantic salmon that was the preferred species in cage aquaculture over the years.

---

## 1.0 Inngangur

### 1.1 Þróun sjókvíaelðis í N-Atlantshafi

Íslendingar hafa fylgst með þróun sjókvíaelðis hjá nágrennalöndum á undanförunum áratugum og undrast velgengi þeirra á sama tíma og lítið hefur gegnið að byggja upp sambærilegt eldi hér á landi. Þróun sjókvíaelðis í Norður-Atlantshafi verður best lýst með þeirri framleiðsluaukningu sem hefur átt sér stað í laxeldi á síðustu tveimur áratugum (mynd 1.1). Árið 1985 var framleiðsla á Atlantshafslaxi um 40.000 tonn en var komin upp í rúma 1,2 milljónir tonna árið 2004. Heildarframleiðsla í íslensku fiskeldi nam um 9.000 tonn árið 2004 skv. upplýsingum frá Landsambandi fiskeldistöðva. Þar af voru framleidd rúm 7.000 tonn af laxi og þorski, að mestu leyti í sjókvíaelðisstöðvum. Til samanburðar voru framleidd 566.000 tonn af laxi í Noregi og 158.000 tonn í Bretlandi árið 2004 (mynd 1.1). Framleiðsla á öðrum tegundum er ennþá tiltölulega lítil í þessum löndum. Í Færeyjum hefur velgengi einnig verið mun meiri en á Íslandi og hafa þar mest verið framleidd um 56.000 tonn af laxi árið 2003.



Mynd 1.1. Framleiðsla af Atlantshafslaxi í Noregi, Bretlandi, Færeyjum, Íslandi og öðrum löndum árin 1985-2004 (heimild: Fishstat Plus, FAO).

Figure 1.1. Production of Atlantic salmon in Norway, the United Kingdom, Faroe Islands, Iceland and other countries in the years 1985-2004 (Source: Fishstat Plus, FAO).

Menn hafa velt því fyrir sér af hverju sjókvíaelði hefur ekki þróast eins á Íslandi og í nágrennalöndum okkar. Margar ástæður eru eflaust fyrir því, en hér verður eingöngu fjallað um áhrif umverfisþátta á eldið. Á Íslandi eru erfiðar umhverfisaðstæður fyrir sjókvíaelði og hafa tjón í eldinu verið tíð. Skiptar skoðanir hafa verið um möguleika til sjókvíaelðis við strendur Íslands en meiri bjartsýni gætir nú en oft áður. Mikil uppbygging var í laxeldi í sjókvíum í byrjun áratugarins. Það er þó komið bakslag og þau fyrirtæki sem leitt hafa þróunina hafa nú hætt starfsemi (kafla 4.2). Þorskeldi hefur aftur á móti aukist jafnt og þétt en framleiðslan er þó ennþá lítil. Stóru sjávarútvegsfyrirtækin leiða þróun þorskeldis á Íslandi og líta á eldið sem tilraunaverkefni til að meta arðsemi þess (Valdimar Ingi Gunnarsson 2004). Það mun væntanlega fást svar við því á allra næstu árum hvort hægt verður að þróa samkeppnishæft þorskeldi í sjókvíum á Íslandi.

### 1.2 Saga sjókvíaelðis á Íslandi

#### Upphaf sjókvíaelðis

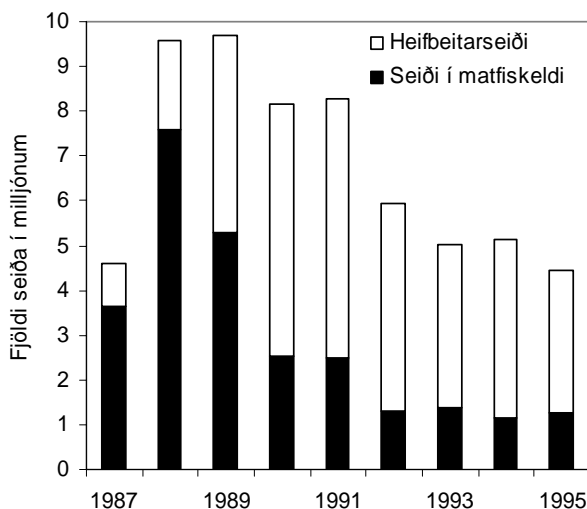
Fyrstu tilraunir í sjókvíaelði hér á landi hófust árið 1972 í Hvammsvík í Hvalfirði á vegum Fiskifélags Íslands (Ingimar Jóhannsson 1979). Fyrstu athuganir á möguleikum sjókvíaelðis bentu til að mjög fáir staðir væru hentugir fyrir slíkt eldi (Árni Ísaksson 1973; Milne 1975). Komist var að þeirri niðurstöðu að möguleikar á heilsárseldi laxfiska væri fyrst og fremst við suðurströnd landsins og var í því sambandi bent á ytri höfnina í Vestmannaeyjum. „Samkvæmt þeim hitamælingum sem fyrir liggja er varasamt að treysta á eldi í flotkvíum yfir veturinn við Vesturland og algjörlega útilokað við Norður- og Austurland“ (Árni Ísaksson 1973). Seinna kom í ljós að í Lón í Kelduhverfi væru mjög sérstakar og heppilegar aðstæður til eldis í kvíum (Milne 1975).

Á áttunda áratugnum voru gerðar tilraunir með kvíaelði á sex stöðum við landið. Allt voru þetta litlar stöðvar og óhöpp algeng. Í skýrslu sem gefin var út af Framkvæmdastofnun ríkisins var komist að þeirri niðurstöðu að „sjókvíaelði virðist ekki henta við íslenskar aðstæður, hins vegar eru möguleikar á laxeldi í kerjum á landi fyrir hendi á nokkrum stöðum á landinu“ (Björn Rúnar Guðmundsson 1980).

### Sjókvíaelði á níunda áratugnum

Árið 1980 skipaði landbúnaðarráðuneytið nefnd til að kanna hvernig fiskeldismöguleikar á Íslandi verði best nýttir. Varðandi sjókvíaelði komst nefndin að eftirfarandi niðurstöðu „Aðeins Vestmanneyjar og Lón í Kelduhverfi koma til greina fyrir árvissst eldi í flotkvíum að norskri fyrirmynd“ (Árni Ísaksson o.fl. 1982). Í byrjun níunda áratugarins hóf ISNO hf. síðan eldi í Lóni í Kelduhverfi en Fiskifélag Íslands hafði verið með tilraunareldi í Lóninu allt frá árinu 1976 (Ingimar Jóhannsson og Björn Jóhannesson 1979, 1983; Ingimar Jóhannsson 1982). Laxeldi á vegum ISNO hf. hófst árið 1986 í Vestmanneyjum (Bjarni Harðarson 1986).

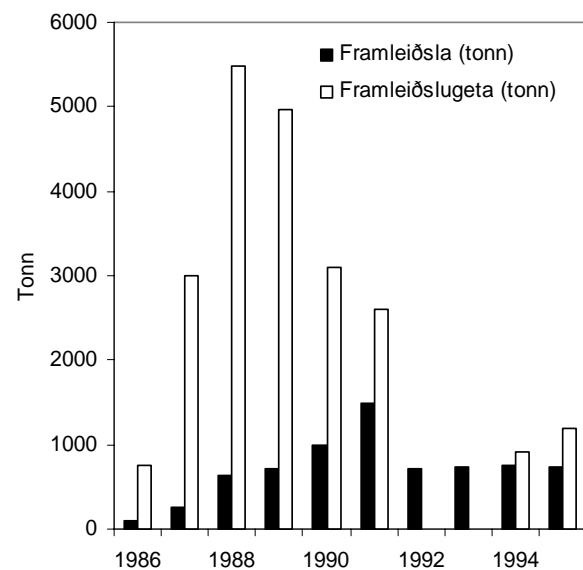
Það átti sér stað mikil uppbygging í seiðaeldi um miðjan níunda áratuginn. Margar af eldisstöðvunum byggðu áætlanir um rekstur á útflutningi þrátt fyrir að einungis væri tímaspursmál hvenær útflutningsmarkaðir lokuðust. Það gerðist árið 1988 en þá voru margar íslensku stöðvanna með fyrstu seiðin úr framleiðslu sinni tilbúin fyrir markað. Til að reyna að skapa verðmæti úr seiðunum tóku eigendur margra seiðaeldisstöðva þá ákvörðun í skyndi, að ráðast sjálfir í matfiskeldi og hafbeit (Rannsóknaráð ríkisins 1992). Mestur fjöldi gönguseiða fór í matfiskeldi, um 7,5 milljónir seiða, bæði í sjókvíar og strandeldi (mynd 1.2).



Mynd 1.2. Fjöldi gönguseiða (í þúsundum) sem sleppt var í hafbeit og sett í matfiskeldi (kvía- og strandeldi) á árunum 1987-1995 (Stefán E. Stefánsson 1996).

Figure 1.2. The numbers of smolts (thousands) used in ranching and in salmon farms (sea cage and land based farms) in the years 1987-1995 (Stefán E. Stefánsson 1996).

Samfara aukinni útsetningu laxaseiða í sjókvíar jókst eldisrými þeirra og náði 366 þús. rúmmetra hámarki árið 1988, en fór síðan minnkandi. Árin 1987-89 voru um 15 kvía- og fareldisstöðvar með framleiðslu á laxi á skrá hjá Veidimálastofnun. Fjöldi stöðva sem voru með kvíar í sjó voru þó fleiri og á árinu 1988 voru þær um 30 (Valdimar Ingi Gunnarsson 1991). Þrátt fyrir þessa uppbyggingu náði framleiðslan aðeins um 700 tonnum árið 1989 sem er langt undir framleiðslugetu (mynd 1.3). Ástæðan fyrir slakri afkomu laxeldis eru margar og má þar nefna að víða skorti á að gæði seiða væru sem skyldi, tjón voru tíð í eldinu og þekkingu og reynslu skorti (Rannsóknaráð ríkisins 1992).



Mynd 1.3. Framleiðsla á laxi og framleiðslugeta kvía- og fareldisstöðva á árunum 1986 til 1995. Við útreikning á framleiðslugetu er miðað við 15 kg framleiðslu á rúmmetra (gögn frá Veidimálastofnun og veidimálastjóra).

Figure 1.3. The production of salmon and production capacity in sea cages in the years 1986 to 1995 (Source: Institute of Freshwater Fisheries and Directorate of Freshwater Fisheries).

Vegna óhagstæðra umhverfisskilyrða til sjókvíaeldis í fjörðum á Íslandi var bent á möguleika á að þróa fareldi eða skiptieldi (Árni Ísaksson o.fl. 1982; Rannsóknaráðs ríkisins 1986). Eldisaðferðin byggist á því að fengin eru seiði að hausti og þau stríðali við kjöraðstæður í strandeldi um veturinn. Þegar fer að hitna í sjónum um vorið eru þau sett í sjókvíar og alin þar í 6-8 mánuði eða þar til markaðsstærð er náð (Þórólfur Antonsson 1987).

Seinna kom í ljós að reynsla af þessu eldisformi



uppfyllti ekki þær væntingar sem gerðar voru til fareldis á Íslandi (Rannsóknaráð ríkisins 1992).

Í samantekt um stöðu laxeldis árið 1987 kom fram: „Vegna óhagstæðra umhverfisaðstæðna á Íslandi er tæplega hægt að reikna með sjókvíaeldi í stórum stíl eins og stundað er erlendis. Þróun í sjókvíaeldi þegar litið er til lengri tíma hlýtur því að miðast við úthafskvíar ef reynslan af þessum kvíum skilar jákvæðum árangri (Valdimar Ingi Gunnarsson 1987b). Reyndar voru tvær gerðir af úthafskvíum seinni hluta níunda áratugarins og var árangurinn ekki nægilega góður og þeim rekstri fljótlega hætt (Rannsóknaráð ríkisins 1992).

### Sjókvíaeldi á tíunda áratugnum

Í byrjun tíunda áratugarins hafði sjókvíaeldisstöðvum með laxeldi fækkað mikið og um miðjan áratuginn var eldisrými stöðvanna komið vel undir 100 þús. rúmmetra (Valdimar Ingi Gunnarsson 2004). Þau fyrirtæki sem eftir voru náðu jafnframt betri árangri og framleiðslan í meira samræmi við framleiðslugetu (mynd 1.3).

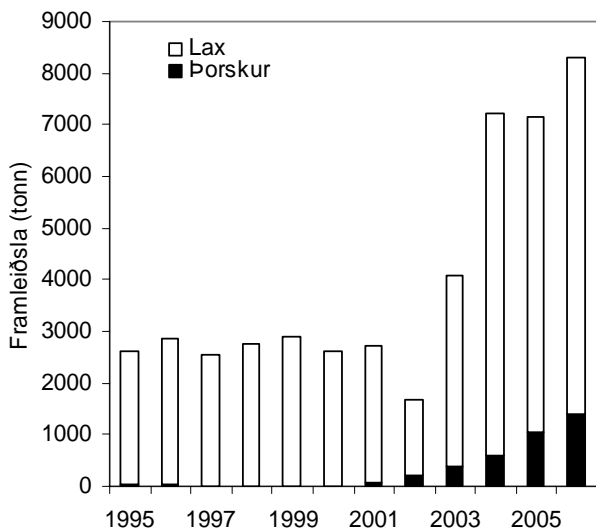
Í kvía- og fareldi náði framleiðslan hámarki árið 1991 þegar hún fór upp í 1.500 tonn af laxi, minnkaði síðan og var um 700-800 tonn á ári yfir tímabilið 1992-1996 (mynd 1.3). Frá og með árinu 1997 hefur ekki verið greint á milli kvíalaxa og laxa úr strandeldi í framleiðslutölum. Það er þó vitað að mesti hluti framleiðslunnar seinni hluta tíunda áratugarins kom frá strandeldisstöðvum og nam hún 2.500-3.000 tonnum af laxi á ári (mynd 1.4).

Í skýrslu sem gefin var út af Rannsóknaráði ríkisins (1992) var komist að eftirfarandi niðurstöðu: „Aðstæður til heilsárseldis í sjókvíum hér við land virðast vera mun verri en í nágrennalöndum. Aðalástæður eru lágur sjávarhit, ofkælingarhætta og skjólleysi á stöðum þar sem hitastig er hagstæðara. [...]. Eldistækni við heilsárseldi í sjókvíum virðist í mörgum tilvikum ekki vera nothæf við þær aðstæður sem ríkja hér á landi. Þó skal sérstaklega á það bent að örfáir staðir henta til heilsárseldis í kvíum með hefðbundnum eldisbúnaði og aðferðum“. Í skýrslu Rannsóknaráðs ríkisins (1992) var eingöngu mælt með rannsókna- og þróunarverkefnum er snúa að eldistækni eða aðferðum innan strandeldis og hafbeitar.

Í framtíðarsýn Erlendar Jónssonar og Vigfúsar Jóhannssonar (1993) kom fram: „Gera má ráð fyrir að kvíaeldi verði einungis stundað

á fáum stöðum (< 10), þar sem vetrarhiti og skjól eru viðunandi. Áætlað er að einungis 2-4 framleiðendur framleiði yfir hundrað tonn á ári og árið 2000 er heildarframleiðslan úr kvíaeldi áætluð um 750 tonn“.

Um miðjan tíunda áratuginn vaknaði mikill áhugi á þorskeldi sem stundað var í kvíum á Vestfjörðum, Eyjafirði og Austfjörðum. Mesta umfang var á árunum 1994-96 og voru samtals 17 aðilar sem stunduðu áframeldi á þorski á þessum árum. Hér var um að ræða tilraunareldi og var umfang rekstursins lítið. Mest var framleitt á árunum 1994-96 um 30-45 tonn á ári. Fyrstu árin studdi Sjávarútvegsráðuneytið við bakið á þeim sem gerðu tilraunir með þorskeldi með því að úthluta hverjum aðila 5 tonna kvóta af lifandi þorski. Þrátt fyrir þetta dofnaði áhuginn fljótt, verðið sem fékkst fyrir þorskinn lækkaði og fyrirhöfnin var mikil miðað við tiltölulega lítil umsvif. Aðalhindrunin var að safna nægilega miklu af þorski á hagkvæman hátt.



Mynd 1.4. Framleiðsla á laxi og þorski árin 1995-2005 (heimild: Veidimálastofnun, veiðimálastjóri, Fiskistofa og Landsamband fiskeldisstöðva).

Figure 1.4. Production of Atlantic salmon and Atlantic cod in the years 1995 to 2005 (Source: Institute of Freshwater Fisheries, Directorate of Fisheries, Directorate of Freshwater Fisheries and Icelandic Aquaculture Association).

### Sjókvíaeldi í byrjun 21. aldar

Í upphafi 21. aldar vaknaði aftur áhugi manna á laxeldi í sjókvíum með mikilli uppbyggingu á Austfjörðum. Í ágúst 2004 var heildareldisrými 21 sjókvíaeldisstöðvar um 600.000 m<sup>3</sup>. Fyrirtæki með laxeldi voru með umfangsmesta

eldið og eldisrymi hjá þessum fyrirtækjum voru tæpir 500.000 m<sup>3</sup> (Valdimar Ingi Gunnarsson 2004). Framleiðsla á laxi var 6-7.000 tonn árin 2004-2006 (mynd 1.4), en fyrirséður er verulegur samdráttur á næstu árum (kafli 4.2).

Sjókvíaeldisstöðvum með þorskeldi fjölgaði hratt á tíunda áratugnum og árið 2004 var það stundað á 17 stöðum allt í kringum landið. Þetta voru yfirleitt litlar stöðvar með áframeldi á þorski og var heildareldisrymi allra þorskeldisstöðva rúmir 100 þús. rúmmetrar. Þróunin í áframeldi á þorski hefur verið sú að sjókvíaeldisstöðvum hefur fækkað og á árinu 2005 voru þær 9 en á sama tíma hafa þær stækkað og nam eldisrymi þeirra í byrjun ársins 2006 um 130 þús. rúmmetrar (Valdimar Ingi Gunnarsson o.fl. 2007). Mun minna umfang er í aleldi á þorski. Árið 2006 á sér stað lítilsháttar fjölgun á þorskeldisfyrirtækjum og var fjöldi þeirra 12 í lok ársins og þar af var aðeins eitt fyrirtæki eingöngu með aleldisþorsk (kafli 4.2).

Árið 2002 hófst verkefnið „*Þorskeldi á Íslandi: Stefnumótun og upplýsingabanki*“. Verkefnið var samstarfsverkefni sjávarútvegsráðuneytis, sjávarútvegsdeildar Háskólans á Akureyri, Hafrannsóknastofnunar og sjávarútvegsfyrirtækja. Í skýrslu sem hópurinn gaf út var bent á að aðstæður til heilsárseldis í sjókvíum hér við land væru erfiðar og lakari en almennt í samkeppnislöndum í norðanverðu Atlantshafi (Guðbrandur Sigurðsson o.fl. 2002). Í skýrslunni var m.a. bent á eftirfarandi: „*Ef bornar eru saman aðstæður til þorskeldis á Íslandi og í samkeppnislöndunum er meginmunur á þeim hluta eldisferlisins sem fer fram í sjókvíum okkur í óhag. Það er því eðlilegt að í byrjun verði mesta áherslan lögð á að ná tökum á eldi þorsks í sjókvíum, bæði á smáum seiðum og stærri fiski*“.

### 1.3 Markmið og gagnaöflun

Í þessari samantekt er megináhersla lögð á þá umhverfisþætti sem geta og hafa valdið tjóni á búnaði og fiski. Markmiðið er að:

- gefa yfirlit yfir hvar og hvenær sjókvíaeldi hefur verið stundað hér við land.
- afla upplýsinga um reynslu af sjókvíaeldi á Íslandi.
- gera grein fyrir hvaða umhverfisþættir hafa valdið tjóni á búnaði og eldisfiski.
- leggja mat á árangurinn og hvað við getum af honum lært í framtíðinni.

Við gagnaöflun hefur verið farið yfir skriflegar heimildir um sjókvíaeldi í skýrslum, tímaritum og dagblöðum. Þegar vitnað er í dagblöð er gefið upp heiti dagblaðs, dagsetning og ártal birtingar en þá heimild er ekki að finna í heimildalista. Einnig er mikið stuðst við munnlegar heimildir frá forsvarsmönnum og starfsmönnum sjókvíaeldisstöðva. Það sem langt er liðið í sumum tilvikum kann að vera að munnlegar heimildir séu ekki alltaf nákvæmar. Einnig er hugsanlegt að lýsing á atburðum í dagblöðum sé ekki alltaf áreiðanlegar. Mest er stuðst við heimildir úr Morgunblaðinu sem oft á tíðum virðist nákvæmari í umfjöllum en önnur dagblöð. Reynt hefur verið eftir bestu getu að sannreyna munnlegar heimildir og tilvitnanir í dagblöðum.

Á vegum Veiðimálastofnunar voru gefnar út ársskýrslur um lykiltölur í íslensku fiskeldi á árunum 1984-1996 (Guðni Guðbergsson og Eydís Njarðardóttir 1997). Stuðst er við þessar skýrslur varðandi heiti, staðsetningu, rekstrar tíma og framleiðslu einstaka sjókvíaeldisstöðva. Ekki er vitnað beint í þessar skýrslur en þess getið að heimildir séu fengnar frá Veiðimálastofnun.

Þegar fjallað er um áframeldi á þorski í sjókvíum árin 2002-2004 er heimilda ekki getið en þær er að finna í skýrslum þorskeldiskvóta-verkefnisins sem gefnar eru út af Hafrannsóknastofnunni (Valdimar Ingi Gunnarsson o.fl. 2003, 2005b, 2006). Upplýsingarnar eru fengnar úr greinargerðum fyrirtækja sem hafa fengið úthlutað þorskeldiskvóta. Þessum aflaheimildum hefur verið ráðstafað til tilrauna með áframeldi á þorski í samráði við Hafrannsóknastofnunina sem fylgist með tilraunum og birtir niðurstöður um gang þeirra. Vegna árána 2005 og 2006 er vitnað beint í greinargerðir einstakra fyrirtækja. Á tíunda áratugnum var einnig stundað þorskeldi á nokkrum stöðum við landið en þar er heimilda ekki getið en byggt er á gögnum Hafrannsóknastofnunar. Þar á meðal greinargerðum Hafrannsóknastofnunar sem sendar voru til sjávarútvegsráðuneytisins vegna 5 tonna úthlutanna til einstakra aðila með tilraunir á áframeldi á þorski. Hluti af þeim upplýsingum er m.a. að finna í skýrslunni „*Rannsóknir, eldi og hafbeit þorsks á Íslandi*“ (Valdimar Ingi Gunnarsson og Björn Björnsson 2001).

## 2.0 Staðsetning og reynsla af sjókvíaelði eftir landshlutum

### 2.1 Suðurland

#### *Vestmanneyjar*

Laxeldi í Vestmanneyjum hófst á vegum ISNO hf. árið 1986 í Klettsvík á norðanverðri Heimaey (Bjarni Harðarson 1986). ISNO var með tvær stálkvíaeiningar (mynd 2.1) með samtals 24 netpokum (Guðni Georgsson, munnl.uppl.). Um veturinn 1988/89 færðust kvíarnar um allt að 50 metra í verstu áhlaupum. Lítilsháttar afföll urðu þegar laxar nudduðust utan í næturnar í kvíunum vegna mikilla strauma (Eiríkur St. Eiríksson 1989). Til að styrkja festingarnar var hluti þeirra festur beint klettavegginn (Guðni Georgsson, munnl.uppl.). Í óveðri í janúar 1990 átti sér síðan stað mikið tjón á búnaði og fiski sem nam 80 milljónum króna (Morgunblaðið, 25. júní 1990). Ástæðan fyrir tjóninu var sú að botnfestingar voru ekki nægilega öflugar og gáfu sig (Guðni Georgsson, munnl.uppl.). ÍSNÓ hætti síðan starfsemi árið 1992 (Morgunblaðið, 10. apríl 1992).



Mynd 2.1. Ferkantaðar stálkvíaeiningar hjá ISNO hf., með göngubrú á milli kvía sem staðsett var í Klettsvík, Heimaey. Myndin er tekin í febrúar 1988 (Ljósmynd: Sigurgeir Jónasson).

*Figure 2.1. ISNO salmon farm located in Klettsvík, Heimey Vestmannaeyjar (Photo: Sigurgeir Jónasson).*

Sumarið 1998 var komið fyrir í Klettsvík öflugri kví sem hvalurinn Keikó var hafður í (mynd 3.2). Kvíin er fest á tíu stöðum með svokölluðum siflex-gúmmíteygjum sem hafa þann eiginleika að geta tvöfaldað lengd sína við átak (Morgunblaðið, 23. júlí 1998). Í september 1999 brotnuðu tveir 36 tommu bitar sem halda kvínni saman undan miklum straumþunga.

Það tókst að gera við kvína án þess að hvalurinn slyppi út úr kvínni (Morgunblaðið 12. september 1999).



Mynd 2.2. Eldissvæði Kvíar innst inni í Klettsvík á Heimaey þar sem Keikó kvíin er nú staðstaðsett (Ljósmynd.: Valdimar Ingi Gunnarsson).

*Figure 2.2. On-growing area for wild cod in Klettsvík, Heimaey, Vestmannaeyjar (Photo: Valdimar Ingi Gunnarsson).*

Árið 2003 hóf fyrirtækið Kví ehf. áframeldi á þorski í Klettsvík. Í eldið var notuð Keikó kvíin og settir í hana tveir netpokar sem hentuðu fyrir áframeldi á þroski. Í mars 2004 varð mikið tjón hjá Kví ehf., um 23 tonn af fiski sluppu þegar annar netpokinn opnaðist að ofanverðu í óveðri. Fyrirtækið hætti síðan rekstri í lok ágúst 2004. Sumarið 2006 var stundað bleikjueldi í litlu umfangi í Keikó kvínni (Morgunblaðið, 15. maí 2006).

### 2.2 Suðvesturland

#### *Ósabatnar, Höfnum*

Í lok júní árið 1974 hófust sjókvíaeldistilraunir Fiskifélags Íslands í Ósabatnum í Höfnum á Reykjanesi. Tilraun þessi var framhald af sjókvíaelði Fiskifélagsins í Hvalfirði en það var flutt yfir í Ósabatna vegna meira skjóls og hagstæðara sjávarhita. Umfang tilraunarinnar var lítið og fóru í kvíarnar um 2.000 laxaseiði (Milne 1975). Ný gerð af kví með plasthringum var notuð í þessa tilraun og var um að ræða íslenska hönnun (mynd 2.3). Þvermál kvíarinnar

var um 12 m, en dýpt netpokans um 2,5 m. Á hringina voru festar járnbaulur sem netpokinn var bundinn við (Milne 1975). Ekki tókst betur til með tilraun Fiskifélagsins en að fiskurinn slapp út eftir nokkurra mánaða eldi. Árið 1979 hóf Fiskifélag Íslands aftur sjókvíaeldistilraunir í Ósabatnum. Um veturinn sleit rekís festingar og kvín rak á haf út og þegar náðist í hana hafði allur fiskur sloppið (Ingimar Jóhannsson, munnl.uppl.).



Mynd 2.3. Plastringir voru í fyrsta skipti hér á landi notaðir í tilraun Fiskifélags Íslands í Ósabatnum. Kvín var hönnuð af Ingimar Jóhannssyni, Þórnari Jakobssyni og Matthíasi Guðmundssyni (Ljósmynd: Þórnariinn Jakobsson).

*Figure 2.3. Icelandic design of a flexible circular cage with two plastic rings from the Icelandic Fisheries Association experiment in the year 1974 (Photo: Þórnariinn Jakobsson).*

Árið 1979 hófu nokkrir einstaklingar sjókvíaeldi í Ósabatnum (Björn Rúnar Guðmundsson 1980). Í framhaldi stofnuðu þessir einstaklingar Sjóeldi hf. og hófu tilraunir með skipti-eldi árið 1982. Stórseiði sem alin höfðu verið á landi voru sett í sjókvíar um vorið og alinn fram í lok ársins. Á árunum 1983 og 1984 komu upp vandamál vegna hreisturslos og náðust því ekki framleiðslumarkmið. Þegar nýrnaveiki kom upp haustið 1984 var öllum fiski fargað (Rannsóknaráð ríkisins 1985).

#### Stakksfjörður

Sjóeldi hf. keypti fyrstu úthafskví hér á landi af Bridgestone gerð og var hún sett út á Keflavík við Stakksfjörð í byrjun nóvember 1985. Í apríl 1987 keypti Sjóeldi hf. aðra kví af sömu gerð, sú kví var staðsett norður af Vogastapa inni á



Mynd 2.4. Bridgestone úthafskví eins og notuð var hér á landi á árunum 1985-1990 (Ljósmynd: Úr bæklingi frá framleiðenda).

*Figure 2.4. A Bridgestone ocean cage used on the south-west coast of Iceland in the years 1985-1990 (Photo from the producer).*

Stakksfirði og var fyrri kvín einnig flutt þangað í júní 1987. Floteiningin í Bridgestone kvíunum er samasett úr 6 flotkrögum, sveiganleg 12 metra gúmmíslanga fyllt með lofti og 2 metra stálstykki sitt hvorum megin (mynd 2.4). Næturnar voru 10 metra djúpar og rúmmál um 7.000 m<sup>3</sup> (Jón Gunnar Gunnlaugsson 1988).

Reynslan af Bridgestone kvínni var ekki nægilega góð sem rakið var til rangrar hönnunar á netpoka og erfiðara umhverfisaðstæðna, þ.e.a.s. krappari og öflugri öldur en er á þeim stöðum sem betur hefur gengið með Bridgestone kvíanna. Í febrúar 1986 uppgvötváðist 15 metra löng rifa á 10 metra dýpi rétt undir blýteini. Þetta var fyrsta tjónið af fjórum sem urðu til á nákvæmlega sama hátt. Unnið var með framleiðendum við endurbætur á netpokanum en það var ekki fyrir en farið var að vinna með íslenskum sérfræðingum að komið var í veg fyrir þennan hönnunargalla á botni netpokans (Jón Gunnar Gunnlaugsson 1988).

Á árinum 1985 og 1986 voru sett um 200.000 laxa- og regnbogasilungsseiði í kvíarnar. Mikill fjöldi þessara seiða slapp en einnig voru töluverð afföll af öðrum orsökum (Jón Gunnar Gunnlaugsson 1988). Sjóeldi hætti starfsemi 1988 vegna endurtekinna áfalla sem höfðu átt sér stað í rekstrinum (Morgunblaðið, 3. nóvember 1988).

Faxalax hf. var stofnaður um sumarið 1988 (Eðvarð Ingólfsson 1988). Fyrirtækið tók við rekstri Sjóeldis í Stakksfirði og var með fjórar Bridgestone kvíar. Netpokar rifnuðu á kvíum og var aðalorsökin talin mikil þyngsli

af völdum ásæta og samfara mikilli hreyfingu þoldu möskvar pokans ekki álagið. Töluvert magn af fiski slapp úr kvíunum. Göt mynduðust einnig á netpoka af völdum rekaviðars og skarfur beit í sundur möskva. Selur gerði gat á selanet (hlífðarnet) sem haft var utan um kvína en náði ekki að gera gat á netpoka. Fyrirtækið hætti síðan rekstri árið 1990 (Tómas Knútsson, munnl. uppl.)

Silungur hf. hóf tilraunaeldi í sjókvíum árið 2000 í Stakksfirði. Í kvíarnar voru settir um 100.000 laxar og bleikjur um vorið, að meðaltali rúmlega eitt kíló að þyngd (Sigurður Guðjónsson o.fl. 2001). Fiskinum var dreift í sjö kvíar, sem voru hringlaga plasthringir (Morgunblaðið, 6. september 2000). Eldið var stundað í Stakksvík allt fram til 20. nóvember en þann dag var síðasta kvíin dregin til Helguvíkur þar sem fiskurinn var alinn áfram til áramóta 2000/2001. Í nóvember drápu stundum rúmlega 4.000 laxar og er talið að rekja megi það til veðurfars og nudds á fiski við netpokann í kvíum með mikinn þéttleika (Sigurður Guðjónsson o.fl. 2001). Tilraunum með sjókvíaeldi í Stakksfirði var síðan hætt. Sjókvíaeldi er ekki stundað í Stakksfirði í dag en AKVA ehf. hefur starfsleyfi frá Umhverfisstofnun upp á 3.000 tonna eldi á þorski.

#### *Vatnsleysuvík, Reykjanesi*

Um sumarið 1989 hóf fiskeldisfyrirtækið Sjókvíar hf. laxeldi í Vatnsleysuvík með þátttöku sænskra aðila (Morgunblaðið, 24. júní 1989). Notuð var Farmocean, Platform 4500 úthafskví sem byggð er úr sexköntuðum floteiningum úr stáli með gangbraut í kring (mynd 2.5). Netpokinn í kvínni er um 4.500 m<sup>3</sup> og nær niður á 15 metra dýpi. Áfast kvínni er gangbrú sem getur snúist 360° og leitar undan veðri. Ofan á kvínni er sjálfvirkur fóðrari. Til að kanna ástand búnaðar og fisks er lofti dælt í floteiningu kvíarinnar til að lyft henni upp um nokkra metra. Farmocean kvíar lyftast lítið með öldum, eins og hefðbundnar kvíar gera. Álag á netpokann er því minna en hjá hefðbundnum kvíum (Valdimar Ingi Gunnarsson 1991). Eldið gekk erfiðlega og í byrjun janúar 1990 afhreistraðist og drapst megnið af fiskinum í miklu óveðri sem gekk yfir landið. Sá fiskur sem lifði var illa skaddaður. Ákveðið var að hætta rekstri eftir þetta tjón (Hreinn Sigmarsson, munnl. uppl.).



Mynd 2.5. Farmocean, Platform 4500 úthafskví á vegum Sjókvíar hf. utan við Vatnsleysuvík á Reykjanesi (Ljósmynd: Valdimar Ingi Gunnarsson).

*Figure 2.5. Farmocean, Platform 4500 used by the southwest-coast of Iceland in the years 1989-1990 (Photo: Valdimar Ingi Gunnarsson).*

#### *Kvíar í og við Straumsvík*

Pólarlax hf. var með laxeldi í Straumsvík á árunum 1985-1986. Umfang eldisins var ekki mikið, mest tvær litlar hringlaga plastkvíar. Þeir urðu fyrir því tjóni að selur beit gat á nótt og um 2.000 fiskar slupu út (Jóhann Geirsson, munnl. uppl.).

Í maí 1986 kom Hafeldi hf. fyrir úthafskví af Bridgestone gerð 3 km vestur af Straumsvík (Jón Gunnar Gunnlaugsson 1988). Hafeldi hafði einnig kvíar í Straumsvík og í lok ágúst 1988 slitnuðu upp og rak á landi í illviðri fimm kvíar með um 250.000 laxaseiðum. Þegar þetta gerðist var mjög hvass vindur beint inn í Straumsvíkina og jafnframt var stærsti straumur ársins (Morgunblaðið, 30. ágúst 1988). Bridgestone kví varð einnig fyrir tjóni í illviðri en þá rifnaði netpokinn og mikið magn af fiski slapp út (Álfheiður Ingadóttir, munnl. uppl.). Hafeldi hf. hætti síðan starfsemi árið 1990 (Morgunblaðið, 11. júlí 1991).

Fellalax hf. flutti sitt sjókvíaeldi úr Hofsvík yfir í Straumsvík eftir að Hafeldi hf. hætti starfsemi. Notuð var stálkvíaeining með 8 netpokum. Kvíarnar skemmdust í desember 1992 þegar hvass vindur blés beint inn víkina. Töluvert magn af fiski slapp út úr kvíunum (Vignir Stefánsson, munnl. uppl.). Eftir þetta tjón hætti Fellalax hf. starfsemi og Njörvi hf. tók við rekstrinum og var með sjókvíaeldi fram til ársins 1997 (Jens Valdimarsson, munnl. uppl.).

Um máðaðarmótin ágúst/september 1995 ollu kísilþörungur, aðallega *Skeletonema spp.*

tjóni á laxi og regnbogasilungi í sjókvíum í Straumsvík. Þörungurinn er alsettur oddkvössum nálum sem geta sært viðkvæm tálknin. Þó að beinn skaði hafi ekki verið mikill voru afföll vegna bakteríusýkingar hjá laxaseiðum rakin til þessa blóma (Gísli Jónsson 1996).

#### *Skógtjörn, Álftanesi*

Sumarið 1978 var eldi á sjóbirtingi stundað í eldiskví í Skógtjörn á Álftanesi af tveimur einstaklingum. Þessum rekstri var hætt árið 1979 og hann fluttur yfir í Ósaboðna í Höfnum (Björn Rúnar Guðmundsson 1980).

#### *Sjókvíaeldisstöðvar við Reykjavík*

Árið 1985 hóf Íslenska fiskeldisfélagið hf. sjókvíaeldi í Eiðsvík, en Haflax hf. og Sveinbjörn Runólfsson sf. árið eftir (Bjarni Harðarsson 1986). Hjá Íslenska fiskeldisfélaginu slitnaði festing á einum plasthring í aftaka veðri veturinn 1985/86 og fiskur slapp út. Einnig voru notaðar stálkvíaeiningar sem urðu fyrir töluverðum skemmdum eða sliti þó án þess að fiskur slyppi út (Eyjólfur Friðgeirsson, munnl.uppl.). Í febrúar 1988 fór sjávarhiti í Reykjavíkurböfn lægst niður í  $-0,6^{\circ}\text{C}$  skv. mælingum Hafrannsóknastofnunnar. Á þessum tíma áttu sér ekki stað afföll á fiski vegna ofkælingar sjávar í Eiðsvík (Eyjólfur Friðgeirsson, munnl.uppl.).

Fyrri hluta júlí 1988 áttu sér stað afföll á laxi í sjókvíum hjá Haflaxi hf. Talið er að 20 tonn af fiski hafi drepist, en í kvíunum voru alls 100 tonn. Mest afföll voru á seiðum eða allt að 80% í sumum kvíum. Ekki er vitað um orsök tjónsins en getgátur voru um að skaðlegir þörungur og jafnvel ammoníak megun frá Áburðarverskmiðjunni hafi hugsanlega verið valdur að því (Morgunblaðið, 15. júlí 1988). Á vegum Hafrannsóknastofnunnar var tekið sjósýni við kvíarnar þann 12. júlí og bentu þær niðurstöður hvorki til þess að svifþörungur né gerlar hafi verið valdir að laxadauða. Nokkrum árum seinna kom síðan í ljós að nokkrum dögum áður en afföllin áttu sér stað hjá Haflaxi hafði verið tekið sjósýni skammt frá Eiðsvíkinni og í því sýni mældist talsvert af skaðlegum þörungum (Konráð Þórisson, munnl. uppl.). Íslenska fiskeldisfélagið og Haflax voru síðast á skrá Veidimálastofnunnar árið 1989 og Sveinbjörn Runólfsson árið 1990.

Fiskeldisstöð Ívars H. Friðþjólfssonar var staðsett við Þerney norðan við Reykjavík. Á vegum fyrirtækisins var notuð Fischtechnik kví (Jón Gunnar Gunnlaugsson 1988). Eldið stóð yfir í stuttan tíma og var fyrirtækið á skrá Veidimálastofnunnar á árunum 1986 og 1987.

#### *Hofsvík, Kjalarnesi*

Fellalax hf. hóf sjókvíaeldi í Hofsvík út af landi Lykkju árið 1987. Notuð var stálkvíaeining með fjórum netpokum. Hofsvík er opinn fyrir suðvestan vindi og drógust kvíar til, nót rifnaði og fiskur slapp út. Sjókvíaeldi var hætt í Hofsvík árið 1990 og eldið flutt til Straumsvíkur (Sindri Sigurðsson, munnl.uppl.).

Í mars 1998 rak stálkvíaeining á stærð við hálfan knattspyrnuvöll á land Hofsfjörú á Kjalarnesi. Stálkvíaeiningunni hafði áður verið komið fyrir í Hofsvík utan við land Lykkju og var í eigu Njörva hf. Engin fiskur var í kvínni en áður hafði hún verið notuð í Straumsvík (Morgunblaðið 28. mars 1998).

## 2.3 Vesturland

#### *Hvalfjörður*

Árið 1972 hófust tilraunir Fiskifélags Íslands með sjókvíaeldi í Hvalfirði. Í byrjun júlí var 5 þúsund laxaseiðum komið fyrir í kvíum í Hvammsvík. Kvíin var hringlaga flotrammi úr tré og neðan úr honum hékk netpoki. Tilraunin stóð í nær eitt ár eða þar til megin hluti af fiskinum slapp út, þá var búnaðurinn illa farinn og þoldi greinilega ekki aðstæður í Hvalfirði (Milne 1975; Ingimar Jóhannsson 1979). Áður en laxinn slapp úr kvínni var búið að slátra hluta af fiskinu. Hér er um að ræða fyrstu slátrun á eldislaxi úr sjókvíum á Íslandi (Ingimar Jóhannsson, munnl. uppl.).

Árið 1985 hóf Laxalón hf. regnbogasilungs- og laxeldi í sjókvíum í Hvammsvík. Í febrúar 1988 frusu kvíar inn í Hvammsvík og um 100 tonn af fiski dráput vegna sjávarkulda (Eðvarð Ingólfsson 1988). Þegar ísinn losnaði slitnuðu festingar og kvíarnar rak út í fjörð (Finnur Garðarsson, munnl.uppl.). Í framhaldi af þessu tjóni stofnaði Laxalón hf. fyrirtækið Faxalax hf. ásamt öðrum aðilum og hóf eldi í Stakksfirði (Morgunblaðið, 12. október 1988). Fiskurinn var síðan aðeins alinn í sjókvíum í Hvammsvík um sumarið fram á haust og var þá fluttur í eldi í Stakksfirði á meðan Faxalax var í rekstri (Tómas Knútsson, munnl.uppl.).

Fiskeldisfélagið Strönd hf. hóf sína starfsemi árið 1985. Sjókvíar stöðvarinnar voru staðsettar 200 til 300 metrum frá landi undan prestsetrinu Saurbæ á Hvalfjarðarströnd. Rétt innan við Fiskeldisfélagið Strönd hf. var Kvíaeldisstöð Ferstiklu sem hóf starfsemi árið 1986 (Bjarni Harðarsson 1986). Kvíaeldisstöðin Ferstikla; lítil sjókvíaelðisstöð sem var á skrá Veiðimálastofnunar fram til 1988.

Í lok maí 1987 olli blómi svifþörungsins *Heterosigma akasiwo* líklega dauða 9.500 laxfiska í Hvalfirði. Þegar þetta gerðist voru aðstæður hentugar fyrir vöxt þörungsins, lagskiptur sjór vegna upphitunar og bjart var í veðri (Guðrún G. Þórarinsdóttir 1987). Fiskeldisfélagið Strönd hf. varð fyrir þessu tjóni (Eldisfréttir 1987).

Fyrstu tvo veturna sem Fiskeldisfélagið Strönd hf. stundaði sjókvíaelði í Hvalfirði fór sjávarhiti niður í  $-0,7^{\circ}\text{C}$ . Það olli þó ekki tjóni en hins vegar drapst allur fiskur er sjór fór allt niður að  $-1,8^{\circ}\text{C}$  í febrúar 1988 (Finnur Garðarsson og Logi Jónsson 1988). Þegar sjávarhiti var kominn niður í  $-1,4^{\circ}\text{C}$  byrjaði tveggja ár lax að drepast og við  $-1,7^{\circ}\text{C}$  þriggja ára lax (Guðrún Valgerður Skúladóttir o.fl. 1990). Hér er um verulegt tjóna að ræða þar sem í eldið voru teknir tæplega 40.000 laxar árið 1986 og rúmlega 70.000 laxar árið 1987 (Finnur Garðarsson og Logi Jónsson 1988).

Í frosthörkunum í febrúar 1988 fraus Hvalfjörðinn og lagnaðarísinn náði fram fyrir Hrafnabjörg og að Ferstiklu. Ísinn brotnaði síðan upp og rak út fjörðinn og olli skemmdum á kvíum hjá Fiskeldisfélaginu Strönd hf. Í framhaldi af þessum tjónum var breytt um eldisform og lögð áhersla á fareldi en fyrirtækið var með strandeldisstöð í nágrenni við kvíarnar (Finnur Garðarsson, munnl.uppl.). Fiskeldisfélagið Strönd hélt áfram rekstri og var síðasta laxinum slátrað upp úr kvíum seinnihluta ársins 1993 (Gísli Jónsson, munnl. heimild).

Árið 2002 var Blikaból ehf. með áframeldi á þorski og ýsu rétt utan við Hvalfjarðareyri, austan megin í Hvalfirði. Þessum rekstri var síðan hætt árið 2004. Í dag er ekkert sjókvíaelði í Hvalfirði en AKVA ehf. hefur fengið starfsleyfi þar sem heimild er gefin til að framleiða 3.000 tonn af þorski.

#### *Grundarfjörður*

Árið 1984 hófst laxeldi í sjókvíum á vegum Snæ

lax hf. í Grundarfirði. Fyrirtækið var í eigu Guðmundar Runólfssonar hf. (Barni Harðarson 1986). Í febrúar 1988 snöggkólnaði sjór í Grundarfirði og fór á stuttum tíma úr  $2^{\circ}\text{C}$  í  $-0,5^{\circ}\text{C}$  og í kjölfarið drapst lax í einni kví (Morgunblaðið 12. febrúar 1988). Kvíarnar voru staðsettar vestan megin í innanverðum firðinum og einnig austan megin fyrir miðjum firði. Aftur átti sér stað tjón vegna sjávarkulda sumardaginn fyrsta (19. apríl) 1990 en þá kom sunnan fárviðri og var það ekki fyrir en 23. apríl sem komist var út í kvíarnar en þá var allur fiskur dauður. Eftir þetta áfall var allri starfsemi hætt (Runólfur Guðmundsson, munnl. uppl.). Engar sávarhitamælingar eru til frá Grundarfirði eða í næsta nágrenni frá þessum tíma. Aftur á móti sýna lofthitamælingar að kalt hafi verið í veðri á þessum tíma. Lofthitamælingar úr Reykjavík sýna að fyrir tímabilið 1949-2003 mældist árið 1990 lengsta tímabil með daglegu lágmarki neðan frostmarks frá 5. febrúar til 7. apríl eða í 63 daga (Trausti Jónsson 2003b).

Áframeldi á þorski í Grundarfirði hófst árið 2003 á vegum Guðmundar Runólfssonar hf. Sjókvíarnar voru staðsettar í innanverðum Grundarfirði, að austanverðu. Grundarfjörður er allur tiltölulega grunnur og eru því mikla sveiflur í sjávarhita. Töluverð afföll hafa átt sér stað á þorski yfir heitustu mánuði ársins sérstaklega á árunum 2003 og 2004 en þá fór yfirborðshiti allt upp í  $16^{\circ}\text{C}$  og í  $14^{\circ}\text{C}$  á 5 metra dýpi.

Hjá Guðmundi Runólfssyni hf. hafa verið notaðar einfestukvíar sem keyptar voru til landsins frá Noregi. Hver kví er tæpir þrjú þúsund rúmmetrar að stærð, ummál 60 metrar og dýpt netpoka um 10 metrar. Eins og nafnið bendir til er aðeins ein festing og við hana eru festar tvær kvíar (mynd 2.6). Hér er um að ræða sterkar kvíar sem almennt hafa reynst vel. Aftur á móti reyndust gamlar sjókvíar sem útbúnar voru sem einfestukví illa, árið 2003 aflöguðust plasthringir með þeim afleiðingum að netpokinn rifnaði og um 4.500 þorskar sluppu út. Smá tjón var á einni einfestukví sem keypt var frá Noregi, í slæmu veðri haustið 2005 þegar netpokinn slitnaði niður á kafla við flothring. Lítið af fiski slapp úr kvínni (Runólfur Guðmundsson og Runólfur Viðar Guðmundsson 2006).

Þann 9. janúar 2007 kom í ljós að allur áframeldisþorskur hjá Guðmundi Runólfssyni hf. var dauður, en aðeins var fiskur í einni kví. Þegar þetta gerðist hafði ekki verið hægt að

komast út í kvíar í nokkra daga (Runólfur Guðmundsson, munnl. uppl.). Í mælingum sem voru framkvæmdar af Hafrannsóknastofnun þann 15. janúar kom í ljós óvanalega lágt súrefnisinnihald í sjónum. Lægst var það innst í firðinum, 2-2,9 mg O<sub>2</sub>/lítra í nágrenni við kvíarnar en hækkaði síðan eftir sem utan kom í fjörðinn. Niðurstöður benda því til að ástæður fiskadauða séu súrefnisskortur en mikið magn af síld var í firðinum á þeim tíma sem fiskurinn drapst (Hafrannsóknastofnun, 19. janúar 2007).



Mynd 2.6. Einfestukví hjá Guðmundi Runólfssyni hf. í Grundarfirði (Ljósmynd: Valdimar Ingi Gunnarsson).

Figure 2.6. Cages with one anchor in Grundarfjordur, west-coast of Iceland (Photo: Valdimar Ingi Gunnarsson).

## 2.4 Vestfirðir

### *Patreksfjörður*

Í Patreksfirði innan við Þúfneyri hófst heilsárseldi á laxi í sjókvíum árið 1986 á vegum Vesturlax hf. (Bjarni Harðarson 1986). Þúfneyri er fyrir miðjum firði austan megin. Um miðjan febrúar 1988 drapst laxinn vegna sjávarkulda, en á þessum tíma fór sjávarhitinn niður í -0,8°C þann 15. febrúar. Eftir þetta áfall var eldinu hætt (Björn Gíslason, munnl. uppl.). Árið 1989 mældist sjávarhiti einnig lágur eða -1,2°C í febrúar skv. mælingum Hafrannsóknastofnunnar.

Árið 1994 var Oddi hf. með áframeldi á þorski í tveimur sjókvíum við Þúfneyri í Patreksfirði. Umfang rekstursins var lítil og var öllum fiski slátrað fyrir áramót. Oddi hf. hóf aftur áframeldi á þorski árið 2003. Þóroddur ehf. tók síðan við þessum rekstri árið 2004 en eldi var hætt við Þúfneyri árið 2006 og öll starfsemin flutt til Patreksfjarðar.

Árið 2005 var sjávarhiti mældur á tveimur stöðum í Patreksfirði við Þúfneyri og í Ósafirði innst inn í Patreksfirði. Á tímabilinu 21.-23. janúar fer sjávarhiti undir 0°C alla dagana og lægst niður í -0,45°C. Þann 5. febrúar mældist sjávarhiti lægstur -0,55°C við Þúfneyri en á sama tíma fór hitinn ekki undir 0°C í Ósafirði. Þegar sjávarhitinn var undir 0°C um morguninn þann 5. febrúar blés að sunnan og suðvestan út Patreksfjörð, lofthiti var lægstur um -3°C en hafði verið lægri um nóttina. Á sama tíma voru mælingar framkvæmdar á tveimur stöðum í Tálknafirði og var sjávarhiti þar 1-2°C hærra en við Þúfneyri (Jón Örn Pálsson 2006). Þúfneyri virðist því ekki henta nægilega vel til sjókvíeldis.

Í dag er lítið áframeldi á þorski í Ósafirði í botni Patreksfjarðar. Eldið er á vegum Einherja ehf. og hófst um vorið 2006 (Ólafur H. Harðarson 2007). Í febrúar 2007 myndaðist lagnaðarís í Ósafirði og dróst kvíun með ísnum þegar hann losnaði og rak út í Patreksfjörð. Lítið af þorski var í kvíunni og engin afföll urðu á fiski eða skemmdir á kvíunni (Ólafur H. Harðarson, munnl. uppl.).

### *Tálknafjörður*

Í Tálknafirði hófst laxeldi í sjókvíum árið 1987 í Hópinu innst inn í firðinum. Um veturinn 1987/88 voru næturnar klæddar efst að innan með plastdúk og heitt vatn leitt út í kvíarnar. Með þessu móti tókst að halda hitanum í þeim við 4-6°C um veturinn. Hópið leggur um veturna og var mikil vinna lögð í að halda ísnum frá kvíunum og var tilraunin þess vegna ekki endurtekin (Eiríkur St. Eiríksson 1988). Þórslox hf. stóð fyrir þessum rekstri og á fyrstu árum sjókvíaeldis í Tálknafirði var laxinn yfirleitt settur í sjókvíar um vorið og alinn fram undir lok ársins. Þá var laxi sem náð hafði markaðsstærð slátrað og minni fiskurinn fluttur í kör á landi til áframhaldandi eldis. Eldi í sjókvíum á vegum Þórslox stóð allt fram til ársins 1994 (Jón Örn Pálsson, munnl. uppl.).

Árið 1994 var áframeldi á þorski stundað á vegum Tungueldis hf. Áframeldi á þorski hófst aftur árið 1999 á vegum Þórsbergs hf. og hefur verið stundað samfelt síðan, fyrst yfir hluta af árinu og miðað við að slátra fiski fyrir áramótin. Heilsárseldi á þorski í sjókvíum hófst aftur í Tálknafirði veturinn 2002/2003. Árið 2004 tók síðan Þóroddur ehf. við rekstrinum. Þóroddur hefur verið með eldiskvíar á þremur



stöðum í Tálknafirði, í Hópinu innst inn í firðinum, utan við Sveinseyri og innan við Suðureyri.

Lagnaðarís getur orðið til vandræða yfir vetrartímamann í botni Tálknafjarðar. Veturinn 2002/2003 olli lagnaðarís skemmdum á sjókvíum í Hópinu þegar ísinn fór af stað. Þess vegna hefur verið gripið til þess ráðs að sökkva kvíunum undir yfirborð sjávar frá áramótum fram í byrjun maí. Þetta var fyrst reynt veturinn 2002/2003, þegar einni kví var sökk. Það var síðan endurtekið veturinn 2003/2004 og veturinn 2004/2005 var sökk fimm eldiskvíum með áframeldisþorski. Sökkvanlegar kvíar eru hefðbundnar eldiskvíar með loft- og sjóventlum. Þegar kví er sökk er saumað þak yfir netpokann og 9 belgir bundnir í upphengjur á handriði. Í dag hefur Þóroddur flutt allt sitt eldi úr Hópinu innan við Suðureyri og út af Sveinseyri utar í Tálknafjörð til að losna við vandræði sem fylgja lagnaðarís á veturna (Jón Örn Pálsson 2007).

#### Arnarfjörður

Söfnun á þorski í áframeldi hófst í september 2005 og var það hluti af verkefninu „Hjarðeldi á þorski í Arnarfirði“ sem Hafrannsóknastofnunin er í forsvari fyrir. Kvíarnar eru staðsettar utan við Otradal rétt fyrir innan Bíldudal. Fyrirtækið Róður ehf. hefur séð um að sinna eldinu en því var hætt í febrúar 2007 (Björn Björnsson, munnl.uppl.).

#### Dýrafjörður

Á árunum 1994-1996 var framleiðsla á áframeldisþorski í Dýrafirði. Að eldinu stóðu einstaklingar og var umfang rekstursins lítið og var aðeins slátrað nokkrum tonnum á ári. Árið 1995 var aðeins einn aðili með eina kví sem staðsett var innan við Þingeyri. Hér var um að ræða eldi hluta af árinu og öllum fiski slátrað um áramótin. Eldi var ennig stundað á árinu 1996 og í lok ársins slitnuðu festingar á kvíum í suðaustan stormi og lagðist þá af áframeldi á þorski í Dýrafirði.

#### Súgandafjörður

Áframeldi á þorski í litlu umfangi í kví í lóni innan við Suðureyri var stundað um miðjan tíunda áratuginn. Þann 26. október 1995 féll snjóflóð úr fjallinu norðan við Súgandafjörð og orsakaði flóðbylgju sem gekk yfir lónið og olli tjóni á búnað og fiski og var þá eldinu hætt.

#### Skutulsfjörður

Á vegum Glaðs ehf. hófst áframeldi á þorski árið 1994 og stóð fyrst fram til 1997 og síðan frá árinu 2000. Hjá Glaði eru allar sjókvíar staðsettar vestan megin í Skutulsfirði rétt innan við Hnífsdalsbryggju. Skutulsfjörður er sá staður á landinu sem áframeldi á þorski hefur verið stundað lengst. Framan af var eldið aðeins stundað frá vori fram undir árslok en það var fyrst veturinn 2004/2005 sem heilsárseldi er stundað í firðinum.

Á vegum Álfsfells hófst áframeldi á þorski í Skutulsfirði árið 2003. Þeirra kvíar eru einnig staðsettar vestan megin í firðinum innan við eldissvæði Glaðs, við Prestabugt rétt utan við Ísafjarðarkaupstað. Hjá Álfsfelli er talið að selur hafi bitið gat á pokann árið 2004 með þeim afleiðingum að um 2.300 fiskar sluppu út.

#### Álftafjörður

Árið 1995 stundaði einstaklingur áframeldi á þorski í Álftafirði. Umfang rekstursins var lítið og var öllum fiski slátrað í lok ársins.

Hraðfrystihúsið-Gunnvör hf. hóf áframeldi á þorski í Álftafirði árið 2001. Sjókvíarnar eru staðsettar utan við Langeyri í Álftafirði (mynd 2.7). Fyrirtækið er með umfangsmesta áframeldi á þorski hér við landi. Á eldissvæði Hraðfrystihúsins-Gunnvarar hf. hefur Matís ohf. komið fyrir nokkrum litlum kvíum til tilrauna í fiskeldi.



Mynd 2.7. Eldissvæði Hraðfrystihúsins-Gunnvarar hf. í Álftafirði og tilraunarkvíar Matís ohf. (Ljós.: Valdimar Ingi Gunnarsson).

Figure 2.7. On-growing area for wild cod in Alftafjörður, northwest-coast of Iceland (Photo: Valdimar Ingi Gunnarsson).

Hættuástand skapaðist við sjókvíaeldið á Álftafirði þann 31. mars 2006. Losnaði þá lagn-

aðarísinn fyrir innan Langeyri og rak út fjörðinn. Ísinn skall utan í ystu kvína og skemmdi án þess þó að netpokinn yrði fyrir tjóni. Bátar fyrirtækisins náðu síðan að stýra flekanum frá sjókvíunum með því að keyra rólega á ísinn (Þórarinn Ólafsson 2007).

#### *Seyðisfjörður*

Hraðfrystihúsið-Gunnvör hf. hefur stundað sjókvíaeldi í Seyðisfirði allt frá árinu 2002. Þar er stundað aleldi á þorski og áframeldi á villtum þorskseiðum. Kvíarnar hafa verið staðsettar bæði innan og utan við Eyri í vestanverðum firðinum. Á árunum 2004 og 2005 myndaðist lagnaðarís í Seyðisfirði. Ísinn olli ekki tjóni árið 2004 en á árinu 2005 dró hann festingar ásamt því að mynda lítil göt á netpoka við sjólínu á kvíum sem staðsettar voru innan við Eyri (Þórarinn Ólafsson 2006a). Í dag eru allar kvíar staðsettar utan við Eyri.

#### *Innanvert Ísafjarðardjúp*

Á vegum Íslax hf. var stundað eldi í sjókvíum árin 1988-1990 utan við Nauteyri innst í Ísafjarðardjúpi. Hér var um að ræða skiptieldi, lax settur í kvíarnar um vorið og slátrað upp úr þeim á haustin (Reynir Stefánsson, munnl.uppl.). Fyrsta árið voru notaðir plasthringir og beit selur gat á nótina og megnið af fiskinum slapp út (Morgunblaðið, 20 nóvember 1988). Seinni tvö árin var notuð stálkvíaeining með fjórum netpokum. Búnaður varð fyrir tjóni um haustið 1990 í norðvestan átt og allur fiskurinn sem eftir var í þremur netpokum slapp út (Reynir Stefánsson, munnl.uppl.).

#### *Steingrímsfjörður*

Um miðjan tíunda áratuginn (1994 og 1996) var áframeldi á þorski stundað í Hveravík innan við Drangnes í Steingrímsfirði. Hér var um að ræða rekstur í litlu umfangi og aðeins slátrað fáeinum tonnum.

Á árunum 2002 og 2003 var áframeldi á þorski stundað á vegum Brims-fiskeldis ehf. í samvinnu við Hólmadrang hf. Kvíarnar voru staðsettar við Kleifar innan við Drangnes. Hér var um ræða eldi í litlu umfangi og fiskur fluttur í kvíar Brims-fiskeldi í Eyjafirði seinni hluta árs.

## 2.5 Norðurland

#### *Skagafjörður*

Árið 1985 hóf fiskeldisstöðin Hafrún hf. starfsemi (Bjarni Harðarson 1986). Fyrirtækið fékk síðan nafnið Fornós hf. og hætti starfsemi árið 1990 (Morgunblaðið, 15. september 1990). Eldið fór fram í eldikerum á landi á veturna en eitt árið var reynt með plastringi í höfninni á Sauðarkróki. Of mikil hreyfing var á kvínni og fiskurinn varð fyrir hreisturskaða (Jón Stefánsson, munnl. uppl.).

Um sumarið 1987 voru um 400.000 laxaseiði sett í kvíar í Miklavatni í Fljótum á vegum Miklax hf. Seiði þessi voru sett í kvíar þar sem sölutregða var á seiðum til Noregs og að strandeldisstöð fyrirtækisins var ekki tilbúin. Um haustið lagði Miklavatn og kvíarnar frusu fastar. Seinna um haustið kom þíða, ísinn losnaði og skemmdi kvíarnar og þeir misstu allan fiskinn (Reynir Pálsson, munnl. uppl.).

#### *Siglufjörður*

Dúan sf. var með áframeldi á þorski á árunum 2002 og 2003. Umfangið á þessum rekstri var lítið.

#### *Eyjafjörður*

Sjókvíaeldi hefur verið stundað á nokkrum stöðum í Eyjafirði. Fyrsti eldisfiskurinn var settur í kvíar í Eyjafirði árið 1985 á vegum Öluns hf. Stundað var fareldi, laxinn var fyrst alinn í strandeldisstöð fyrirtækisins og síðan um vorið settur í sjókvíar í nágrenni við Dalvík og slátrað seinni hluta ársins (Þórólfur Antonsson 1987). Heilsárseldi var stundað á vegum Öluns árin 1987 til 1990 með góðum árangri (Þórólfur Antonsson, munnl. uppl.). Þann 12. febrúar 1988 barst ís inn á Eyjafjörð utanverðan. Stakir jakar voru á siglingaleið austan megin í firðinum frá Gjögurtá og inn fyrir Hrólfsker (Veðurstofa Íslands 1988). Íshrafl barst einnig inn á Dalvíkina og til öryggis voru sjókvíarnar því dregnar í skjól inn í höfninni (Þórólfur Antonsson, munnl. uppl.). Fyrirtækið hætti starfsemi árið 1990 (Morgunblaðið, 2. nóvember 1990).

Laxeldi var stundað í Rauðuvík á vegum Rauðuvíkur hf. og fyrirtækið var á skrá hjá Veðimálastofnun á árunum 1988 og 1989.

Straumfiskur hf. hóf starfsemi árið 1990 og var með sitt eldi við Svalbarðseyri.

Valin var sú leið að vera með fareldi, þ.e.a.s. eldi í kerum á landi á Svalbarseyri á veturna og laxinn settur í sjókvíar um vorið og honum síðan slátrað fyrir áramót. Ástæðan fyrir því að fareldi var valið er að Akureyrarpollurinn frýs því sem næst árlega og hætta er á að rekís skemmi kvíar þegar hann berst út fjörðinn að austanverðu. Straumfiskur var með laxeldi og í litlu mæli þorskeldi í sjókvíum við Svalbarðseyri fram til ársins 1997. Um miðjan níunda áratuginn var Straumfiskur með heilsár-eldi í sjókvíum í Skjaldavík. Um veturinn drapst fiskur þegar rekís sem barst úr Akureyrarpollinum fór undir plastringi og lyfti upp netpökunum (Jón Stefánsson, munnl.uppl.).

Lax- og silungselði í sjókvíum hófst 1990 í Ystu-Vík sem er austan megin í Eyjafirði. Fyrirtækið fékk fljótlega nafnið Víkurlax og var jafnframt með eldi á landi í Ystu-Vík (Gunnar Blöndal, munnl.uppl.). Á tíunda áratugnum var stundað skiptiöldi í litlu mæli yfir heitustu mánuðina (Gísli Jónsson, dýralæknir fisk-sjúkdóma, munnl.uppl.). Samherji tók við rekstri Víkurlax árið 2000 (Morgunblaðið, 19. ágúst 2000). Þá hófst heilsárseldi á laxi í sjókvíum sem stóð fram til ársins 2004. Eftir það hefur ekki verið stundað eldi í sjókvíum í Ystu-Vík (Gísli Jónsson, munnl.uppl.). Í byrjun ársins 2007 úrskurðaði Skipulagsstofnun að 1.000 tonna eldi á laxi í Ystu-Vík á vegum Íslandslax hf. væri ekki háð umhverfismati.

Svifþörungur voru með almesta móti á árinu 2003. Kröftugur vorblómi var af kísilþörungunum *Chaetoceros* sp. og *Thalassiosira* sp. Þörungana var fyrst vart í Eyjafirði í byrjun maí og á sama tíma átti sér stað laxadauði í kvíum hjá Víkurlaxi (Gísli Jónsson 2004; Gísli Jónsson, munnl.uppl.).

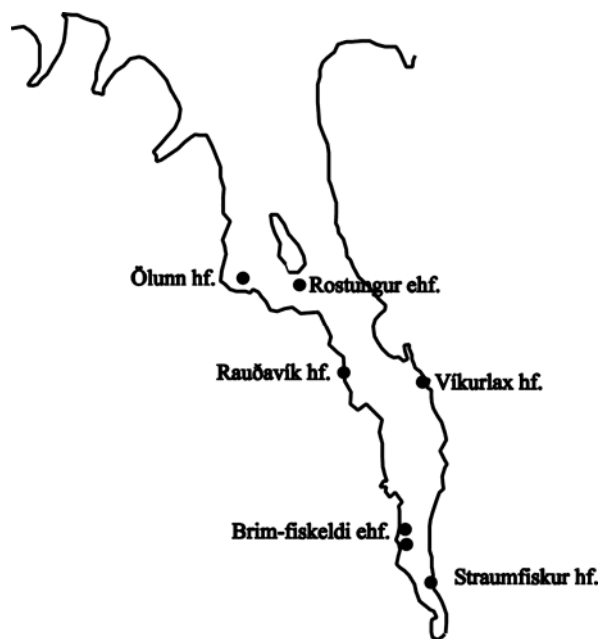
Á vegum Útgerðarfélag Akureyringa hf. hófst áframeldi á þorski í sjókvíum við Svalbarðseyri árið 2001. Eftir að tómar kvíar höfðu orðið fyrir tjóni vegna rekís um veturinn var starfsemin færð vestanmegin í fjörðinn. Brim-fiskeldi ehf. tók við rekstrinum árið 2003 og er eldið nú staðsett við Baldurshaga og Þórsnes. Kvíaþyrping við Baldurshaga er í 3,5 sjómílna fjarlægð frá Akureyri og kvíaþyrping við Þórsnes er um 1,6 sjómíllur þar fyrir norðan. Á vegum fyrirtækisins hefur bæði verið stundað aeldi og áframeldi á þorski ásamt eldi á ýsu.

Í nóvember 2006 kom mikill frostakafli í Eyjafirði. Ís byrjaði að myndast á pollinum 15. nóv. og jakar voru á víð og dreif um fjörðinn í

nær 2 vikur. Nær undantekningarlaust rekur ís sem myndast á pollinum út úr firðinum að austanverðu. Talsverð hætta skapaðist þó þann 24. nóvember þegar stór 15 cm þykkur ísfleki rak út fjörðinn nokkrum metrum frá kvíastæði Brims fiskeldis, reynt var að keyra á flekann en hann haggðist ekki enda fleiri ferkílómetrar að flatarmáli. Þessi fleki brotnaði svo niður um kvöldið í norðan roki (Sævar Þór Ásgeirsson 2007).

Rostungur ehf. var með áframeldi á þroski á árunum 2002 og 2003 sunnan við Hrísey. Búnaður varð fyrir tjóni og hluti af fiskinum slapp úr kvíunum.

Umhverfisstofnun hefur gefið heimildir í starfsleyfum til að framleiða samtals 4.200 tonn af eldisfiski í Eyjafirði. Brim-fiskeldi ehf. hefur fengið heimild til að framleiða 1.000 tonn af þorski í Rauðuvík og 1.200 tonn af þroski og ýsu undan Baldurshaga. AKVA-Norðurland ehf. fékk heimild til að framleiða 2.000 tonn af þorski við Hauganes í starfsleyfi frá Umhverfisstofnun.



Mynd 2.8. Staðsetningar sjókvíaeldisstöðva í Eyjafirði árin 1985-2006.

Figure 2.8. Locations of sea cage farms in Eyjafjörður, North-coast of Iceland in the years 1985-2006.

#### Lón í Kelduhverfi

Á árunum 1976 til 1980 stundaði Fiskifélag Íslands tilraunir í laxeldi í kvíum í Innra-Lóninu

í Kelduhverfi (Ingimar Jóhannsson og Björn Jóhannesson 1983). Árið 1980 komu einkaáðilar að þessum tilraunum og árið 1981 var fiskeldisfyrirtækið ISNO hf. stofnað. Árið 1981 olli stormur og ísrek því að 30.000 unglaxar sluppu úr kvíum (Eyjólfur K. Jónsson 1987). ÍSNÓ hf. hætti síðan starfsemi á árinu 1992 og við rekstrinum tók Rifós hf. (Morgunblaðið, 10. júní 1992).

Um miðjan janúar 2001 drapst eldislax í kvíum hjá Rifósi í suðaustan hvassviðri (Morgunblaðið, 16. janúar 2001). Í kvíunum voru um 450 tonn af eldislaxi og um 370 tonn af laxinum drapst (Morgunblaðið, 30. janúar 2001). Ástæðan var rakin til kröftugrar eitrunar af völdum brennisteinsvetnis ( $H_2S$ ) (Gísli Jónsson 2002). Þrátt fyrir þessi tjón hefur eldi í Lóni í Kelduhverfi gengið að mörgu leyti vel sérstaklega ef borið er saman við árangurinn í sjókvíaeldi á öðrum svæðum við landið. Heilsárseldi í Innra-Lóninu hefur verið stundað samfelld í meira en 25 ár eða mun lengur en á öðrum stöðum við landið.

## 2.6 Austurland

### Vopnafjörður

Í Nýpslóni var lax- og bleikjueldi stundað í kvíum yfir heitustu mánuðina og var fiskinum slátrað um haustið (Þorgrímur Þráinsson 1988). Fyrirtækið hét Lónalax hf. og var á skrá hjá Veiðimálastofnun á árunum 1987-1989.

Á vegum Vopn-fisks ehf. er stundað áframeldi á þorski og eru eldisgildrunar staðsettar innan við þorpið. Tilraunir með þróun eldisgildra hófust árið 2002 en í þær er fiskurinn bæði fangaður og alinn. Hér er um að ræða búnað sem er látinn standa á botni (mynd 2.9). Töluvert af fiski hefur sloppið út um göt sem hafa myndast á netpókanum.



Mynd 2.9. Eldisgildra hönnuð og smíðuð á vegum Vopnfisks ehf. á Vopnafirði (Ljósm.: Guðmundur Wium Stefánsson).

Figure 2.9. Submersible cage trap designed and constructed by Vopn-fiskur in Vopnafjörður, east-coast of Iceland (Photo: Guðmundur Wium Stefánsson).

Í Seyðisfirði var einnig Fiskeldi Harðar Hilmarssonar árið 1988 sem síðan fékk heitið Laxmaður hf. 1989 skv. skrá Veiðimálastofnunnar. Hér var um að ræða lítið fyrirtæki sem var aðeins á skrá stofnunnar í tvö ár.

Seinni hluta maí 1995 átti sér stað blómi kísilþörungans *Skeletonema sp.* á eldissvæði Strandarlax. Svifþörungurinn er með hvassar nálar á yfirborði sem geta skaðað fiskinn en lítið bar á dauða í þetta skipti. Brennimarglyttur hafa valdið tjóni hjá Strandarlaxi og þann 7. september 1995 var farið að gæta fiskdauða í kvíum og voru sumir fiskar illa brenndir og blindir eftir marglyttunna (Gísli Jónsson 1996). Seinni hluta júlí 1996 varð vart við blóma sköruþörungans *Ceratium sp.* Um tíma var mjög kröftugur blómi sem dró úr vexti og viðgangi fisksins (Gísli Jónsson 1997). Allur stór lax, um 100 þúsund fiskar drapst vegna þörungablómans á árinu 1996 að sögn forsvarsmanns fyrirtækisins (Morgunblaðið, 18. júlí 1997). Í maí 1997 var vart við kröftugan blóma kísilþörungans *Chaetoceros sp.* og fleiri tegunda. Sjórinn varð dökk grænleitur og sjón-dýpi varð aðeins um 40 cm þegar verst var. Fiskurinn hætti að éta svo vikum skipti (Gísli Jónsson 1998). Að sögn forsvarsmanns fyrirtækisins drapst líðlega þriðjungur af stóra fiskinum og um 70% seiðanna (Morgunblaðið 18. júlí 1997). Í lok ágúst 1997 átti sér aftur stað þörungablómi m.a. var þar að finna skorupörunginn *Gyrodinium aureolum*. Fiskurinn sýndi mikil streitueinkenni en þó án þess að drepast (Gísli Jónsson 1998). Endurtekinn þörungablómi var talinn stafa af mengun frá bræðslunni á Seyðisfirði og þar sem fyrirséð voru engar breytingar á starfsháttum bræðslunnar var rekstri Strandarlax hætt (Gísli Jónsson 1999).

Aftur var hafið sjókvíeldi í Seyðisfirði í byrjun þessa áratugar á vegum Austlax ehf. Árið 2001 varð vart við mikið af marglyttu í ágúst og september á Austfjörðum. Miklar breiður ráku inn í firðina og drapst um 3% af eldisfiski í sjókvíum (Gísli Jónsson 2002), þar á meðal hjá Austlaxi (Sigfinnur Mikaelsson, munnl. uppl.). Aftur varð vart við marglyttu í lok ágúst og fram eftir september árið 2002 og olli hún afföllum á fiski (Gísli Jónsson 2003). Svifþörungur voru með almesta móti á árinu 2003. Kröftugur vorblómi var af kísilþörungunum *Chaetoceros sp.* og *Thalassiosira sp.* Þeir ollu afföllum á laxa-seiðum í Seyðisfirði upp úr 10. maí. Þörungur-

blóminn fjaðraði síðan út upp úr 17. maí eftir snöggar veðurfarsbreytingu (Gísli Jónsson 2004). Austlax hætti eldi árið 2005 (Sigfinnur Mikaelsson, munnl. uppl.). Austlax fékk árið 2004 úrskurð frá Skipulagsstofnun að 8.000 tonna framleiðsla af laxi, regnbogasilungi og þorski í Seyðisfirði þyrfti ekki að fara í umhverfismat.

### Mjóifjörður

Laxeldi á vegum Sæsifurs hf. hófst um sumarið 2001 (Morgunblaðið, 11. júlí 2001). Við uppbyggingu Sæsifurs hefur verið byggt á þeirri tækni sem best hefur reynst erlendis. Notaðar eru kvíar sem eru allt að 18.000 m<sup>3</sup> að stærð og fóðrinu dælt um rörakerfi í allar kvíarnar úr sérstökum fóðurprömmum. Sæsifur hf. er með þrjár kvíapyrpingar í Mjóafirði (Rimi, Reykir og Ekra).

Strax á fyrsta rekstrarári varð vart við mikið af marglyttu í ágúst og september. Miklar breiður rak inn á Austfirði og drápu eldisfisk í sjókvíum (Gísli Jónsson 2002). Marglyttur settu sterkan svip á árið 2002 og ollu miklu tjóni. Miklar breiður af brennimarglyttu rak inn á Austfirði í lok ágúst og fram eftir september og drapst hátt í 200 tonn af eldislaxi í kvíum, aðallega í Mjóafirði en einnig í Seyðisfirði (Gísli Jónsson 2003). Árið 2003 héldu brennimarglyttur innreið sína og voru erfiðar viðfangs í einar þrjár vikur, án þess þó að valda teljandi tjóni. Eldismenn gerður tilraunir með umfangsmikinn varnarbúnað (Gísli Jónsson 2004). Tæknin felur í sér að dæla lofti í sjóinn fyrir framan kvíarnar. Við það safnast loft undir marglyttunum og þær lyftast upp á yfirborð sjávar (Árni Kristmundsson o.fl. 2004). Árið 2004 var vart við brennimarglyttu um miðjan ágúst og voru þær erfiðar viðfangs í einar þrjár viku en það tókst að koma í veg fyrir tjón á fiski (Gísli Jónsson 2005). Árið 2005 voru marglyttur minna áberandi en árin á undan og tókst nánast alveg að koma í veg fyrir tjón (Gísli Jónsson 2006). Aftur á móti var marglytta til vandræða árið 2006 og olli miklu tjóni á laxi hjá Sæsilfri. Miklar breiður af marglyttu ráku inn á Mjóafjörð í lok ágúst og fram eftir september og drápust um 100.000 eldislaxar í kvíum (1-2 kg). Með neyðarslátrun tókst að bjarga um 250.000 löxum (760 tonn) sem nýttust til manneldis (Gísli Jónsson 2007). Laxeldi var hætt í Mjóafirði árið 2007 og allar kvíar og annar búnaður fjarlægður úr firðinum.



Mynd 2.10. Ein af kvíapyrpingum Sæsifurs hf. í Mjóafirði (Ljósmynd: Valdimar Ingi Gunnarsson).

*Figure 2.10. Cluster of sea cages in Mjóafjörður, east-coast of Iceland ( Photo: Valdimar Ingi Gunnarsson).*

### Norðfjörður

Laxeldi á vegum Mánalax hf. hófst árið 1985 (Bjarni Harðarson 1986; Björn Björnsson 1987). Eldið var að mestu utan stór áfalla en fiskur slapp út um gat á einni kví eitt árið (Morgunblaðið 8. ágúst 1989). Mánalax hf. var tekin af skrá Veiðimálastofnunar árið 1991.

Árið 1993 var fyrirtækið Þorskur hf. stofnað til að stunda þorskeldi í Norðfirði (Sigurður Einarsson og Vilhjálmur Þorsteinsson 1994). Á vegum fyrirtækisins var framleiddur áframeldisþorskur á árunum 1994-1996.

Á vegum Síldarvinnslunnar hf. hefur verið stundað áframeldi á þorski frá árinu 2002. Sjókvíarnar eru staðsettar við sunnanverðan Norðfjörð út af s.k. Búlandi um 300 metra frá landi.

Hjá Síldarvinnslunni hefur borið á smáum götum á botni netpoka. Þegar netpokinn hefur verið skoðaður í neðansjávarmyndavél hefur komið í ljós að þorskur hefur verið að naga netpokann á stöðum þar sem dauður þorskur eða fóðurleifar hafa legið. Einkenni þessara gata er að þræðir eru tættir eða trosnaðir.

Á vegum Veiðibjöllunar ehf. hefur verið stundað áframeldi á þorski frá árinu 2003. Veiðibjallan var með sínar kvíar í norðanverðum Norðfirði. Rekstrinum var hætt árið 2005 þegar hann var seldur til Síldarvinnslunnar. Í byrjun október 2004 var mikið hvasviðri í um viku tíma í Norðfirði. Í þessu veðri brotnaði innri plastringur á einni kví Veiðibjöllunnar.

### Reyðarfjörður

Rákir hf. hóf starfsemi árið 1988 og voru kvíarnar staðsettar skammt innan við bæinn Eyri, á stað sem nefnist Rákir sunnan megin í Reyðarfirði. Töluverð afföll hafa orðið vegna marglytna og af þessum völdum misstu þeir í eitt skipti um 5.000 fiska. Síldarbátur skemmdi kvíar á árinu 1989 og einn árgangur af laxi slapp (Elís Frosti Magnússon 1990). Rákir hf. voru síðast á skrá hjá veiðimálastofnun árið 1991.

Í dag er sjókvíaeldi ekki stundað í Reyðarfirði en Samherji fékk starfsleyfi frá Umhverfisstofnun árið 2003 til að framleiða 6.000 tonna af laxi.



Mynd 2.11. Staðsetning sjókvíaeldisstöðva í Reyðarfirði, Eskifirði og Fáskrúðsfirði á tímabilinu 1987-2004.

Figure 2.11. Location of cage farms in Reyðarfjörður, Eskifjörður and Fáskrúðsfjörður, east-coast of Iceland in the years 1987-2004.

### Eskifjörður

Á árinu 1988 voru þrjár sjókvíaeldisstöðvar með laxeldi á skrá hjá Veiðimálastofnun. Það voru fyrirtækin Austfirðingur hf., Laxeldisstöð Helga Garðarssonar og Sæberg hf. Laxeldisstöð Helga Garðarssonar var aðeins á skrá Veiðimálastofnunar í eitt ár, Sæberg var tekið af skrá 1991 og Austfirðingur 1993. Sjókvíar hjá Austfirðingi voru fyrir utan Mjóeyrina en voru færðar inn fyrir eyrina við yfirtöku Laxeldisstöð Helga Garðarssonar og þar rétt fyrir innan voru kvíar Sæbergs (Sigtryggur Hreggviðsson, munnl. uppl.).

Á árunum 1995-1997 reyndi sig einstaklingur með áframeldi á þorski. Umfang

reksturins var lítið og ekki tókst betur til en að fiskurinn slapp.

Í júlí 1991 kom upp þörungablómi í Eskifirði sem rekja mátti til blóma skorupörungsins *Alexandrium tamarense* (*Gonyaulax excavata*). Þetta gerðist á heitu og sólríku tímabili og mældist yfirborðshiti sjávar allt að 15-16°C (Guðrún G. Þórarinsdóttir og Þórunn Þórðardóttir 1997). Samtals misstu laxeldisstöðvarnar Austfirðingur hf. og Sæberg hf. um 25 tonn af fiski (Gísli Jónsson 1992). Megnið af laxinum drapst og það sem eftir lifði var smár fiskur (Sigtryggur Hreggviðsson, munnl. uppl.). Aftur var vart við skaðlegan þörunguna í byrjun september 1993 hjá Austfirðingi hf. Hér var um að ræða þörunginn *Gyrodinium aureolum* en tjón urðu ekki á fiski (Gísli Jónsson 1994). Um mánaðarmótin ágúst/september 1996 var vart við skaðlega þörunguna í sjókvíum í Eskifirði. Sjórinn var mjög brúnleitur og fór skyggni niður í eitt fet. Þörungablóminn olli því að það dróg úr áti en lítið var vart við afföll á fiski. Í blómanum virtist mest vera af skorupörunginum *Gonyaulax sp.* en einnig er talið að *Gyrodinium aureolum* hafi verið til staðar (Gísli Jónsson 1997).

Á þeim árum sem Austfirðingur hf. var í rekstri varð vart við brennimarglyttur en töluverður munur var í magni á milli ára. Sár mynduðust á fiski eftir marglyttuna en afföll voru ekki teljandi (Sigtryggur Hreggviðsson, munnl. uppl.).

Eskja hf. var með þorskeldi á árunum 2002 til 2004. Í febrúar 2003 drógust festingar til í miklu norðvestan roki sem gekk yfir Eskifjörð með þeim afleiðingum að nyrsta kvíin rann yfir næstu kví. Lítið af fiski var í kvíunum og ekki komu göt á netpoka en einn kvíahringur skemmdist mikið.

Í dag er sjókvíaeldi ekki stundað í Eskifirði, en árið 2004 fékk Eskja hf. úrskurð frá Skipulagsstofnun að 1.400 tonna framleiðsla af þorski í firðinum væri ekki háð umhverfismati.

### Fáskrúðsfjörður

Árið 1975 hófu tveir Fáskrúðsfirðingar tilraunir með kvíaeldi á laxi í Fáskrúðsfirði (Eyjólfur Friðgeirsson 1978). Höfðu þeir mest þrjár kvíar en tvær þeirra voru í notkun samtímis. Kvíarnar voru staðsettar innst í sunnanverðum firðinum (Sjávarfréttir 1976).

Í aftakaveðri í janúar 1978 slapp allur lax úr annarri af tveimur kvíum og seinna sama ár var tilraunum hætt (Björn Björnsson 1987).

Á árinu 1988 voru þrjár sjókvíaelðisstöðvar í Fáskrúðsfirði á skrá hjá veiðimálastofnun, Akkur hf., Stjörnulax hf og Búðalax hf. Búðalax var aðeins skráður í eitt ár, Stjörnulax á árunum 1988-1991 og Akkur á árunum 1987-1990. Akkur hf. var staðsettur innst inn í firðinum sunnanverðum. Stjörnulax var fyrst staðsettur sunnan til í firðinum innan við bæinn Eyri og eldið var síðan fært inn undir Mjóeyrina sem er norðan megin rétt fyrir utan þorpið. Bæði á árinu 1989 og 1990 olli brennimarglytta tjóni á laxi í kvíunum hjá Stjörnulaxi. Um 5-10% af fiskinum var með sár eftir brennimarglyttuna og hluti af honum drapst (Guðmundur Valur Stefánsson, munnl. uppl.). Árið 1991 slapp megnið af fiskinum út um gat á einni kvínni hjá Stjörnulaxi (Morgunblaðið 23. júlí 1991).

Í dag er sjókvíaelði ekki stundað í Fáskrúðsfirði en Salar Islandica ehf. fékk starfsleyfi frá Umhverfisstofnun árið 2004 til að framleiða 3.000 tonna af þorski.

### **Stöðvarfjörður**

Fyrstu tilraunir með söfnun á villtum þorski til áframeldis í kvíum hér á landi hófust á Stöðvarfirði sumarið 1992. Fyrirtækið Fiskeldi hf. var stofnað um þennan rekstur (Björn Björnsson 1994). Á árunum 1993-1995 voru mest þrjár sjókvíaelðisstöðvar með framleiðslu á áframeldisþorski, en umfang rekstursins var lítið.

Á árinu 2003 hófu Ósnes ehf. á Djúpavogi og Skútuklöpp ehf. á Stöðvarfirði áframeldi á þorski í Stöðvarfirði. Þessi rekstur var síðan færður undir Þorskeldi ehf. Kvíar hjá Þorskeldi eru staðsettar norðan megin í Stöðvarfirði rétt fyrir innan þorpið

### **Berufjörður**

Á árunum 1995 til 1997 stundaði einstaklingur áframeldi á þorski í Berufirði. Umfang rekstursins var lítið og ekki tókst betur til en að fiskurinn slapp.

Laxeldi í sjókvíum á vegum Salar Islandica ehf. hófst í Berufirði 2002 (Morgunblaðið, 19. september 2002). Sjókvíarnar eru staðsettar innanlega sunnan megin í firðinum (mynd 2.12). Laxeldi var hætt á árinu 2007 og er nú stundað tilraunareldi á þorski í Berufirði.



Mynd 2.12. Sjókvíaelði Salar Islandica ehf. í Berufirði (Ljósmynd: Valdimar Ingi Gunnarsson).

*Figure 2.12. Salar Islandica salmon farm in Berufjordur, east-coast of Iceland.*

Lýsisgrútur frá síldarbræðslu olli töluverðu tjóni á laxaseiðum í Berufirði í byrjun nóvember 2002. Þetta gerðist við flutning á seiðunum út að eldissvæðinu og á nokkrum dögum drápu um sex þúsund seiði eða 33% af heildarfjölda (Gísli Jónsson 2003). Á árinu 2003 myndaðist lagnaðarís í einn dag um veturinn. Ísinn var brotinn niður með bátum og rak hann að kvíum án þess að valda skaða á búnaði (Gunnar Steinn Gunnarsson, munnl. uppl.).

## **3.0 Umhverfisþættir og sjókvíaelði**

### **3.1 Sjávarhiti**

#### *Afföll á eldisfiski vegna sjávarkulda*

Vitað er til að afföll á eldisfiski vegna ofkælingar sjávar hafi átt sér stað á þremur svæðum við vestanvert landið. Í febrúar 1988 drápu laxar og regnbogasilungur í sjókvíum í Hvalfirði, Grundarfirði og Patreksfirði. Í apríl 1990 olli sjávarkuldi aftur afföllum á laxi í sjókvíum í Grundarfirði (kafla 2.3 og 2.4).

Eftir að fiskur drapst í sjókvíum við vestanvert landið árið 1988 var farið að stunda eldi í meira mæli í úthafskvíum á opnari svæðum þar sem sjávarhiti var hærri. Í fjórðum eins og Hvalfirði var hætt með heilsárseldi og eldisfiskur eingöngu alinn í kvíum yfir heitustu mánuðina á árinu (kafla 2.3). Einnig átti sér stað töluverð aukning í eldi á Austfjörðum en þar hafði m.a. verið bent á að hægt væri að stunda

heilsárseldi í sjókvíum án mikillar áhættu (Björn Björnsson 1987).

#### *Líkur á afföllum vegna sjávarkulda*

Í byrjun þessa áratugar hófst aftur sjókvíaeldi í Hvalfirði, Grundarfirði og Patreksfirði þar sem eldið varð fyrir tjóni vegna ofkælingar sjávar árin 1988 og 1990. Fram að þessu hafa ekki átt sér stað afföll á eldisfiski í þessum fjörðum vegna sjávarkulda (kafla 2.3 og 2.4). Það má velta því fyrir sér hvort árin 1988 og 1990 hafi verið einstök og að líkur á afföllum vegna sjávarkulda hafi verið hverfandi ef samfelld eldi hefði verið stundað í þessum fjörðum fram til dagsins í dag. Hér verður reynt að leggja mat á líkur á afföllum vegna sjávarkulda í Hvalfirði á tímabilinu 1969-2005 (mynd 3.1) út frá þeim sjávarhitamælingum sem hafa verið framkvæmdar á nálægðum svæðum.

Í Reykjavíkurbænum eru bestu samfelldu sjávarhitamælingarnar á síðustu áratugum (mynd 3.1) og þær því hafðar til viðmiðunar við mat á tíðni affalla vegna sjávarkulda í Hvalfirði. Þegar eldislax drapst í Hvalfirði í febrúar 1988 mældist sjávarhiti lægstur  $-0,6^{\circ}\text{C}$  í Reykjavíkurbænum og hitastig var undir  $0^{\circ}\text{C}$  í 9 daga samfelld. Þessar forsendur eru hafðar til viðmiðunar við mat á líkum á hugsanlegum afföllum á eldisfiski í Hvalfirði vegna sjávarkulda.

Á tímabilinu 1969-1979 fer sjávarhiti í janúar, febrúar eða mars undir  $-0,6^{\circ}\text{C}$  í fimm ár af þessum ellefu árum (mynd 3.1). Sjávarhitastig undir  $0^{\circ}\text{C}$  samfelld í meira en 9 daga átti sér stað árin 1969, 1975 og 1979. Það vantar sjávarhitamælingar í Reykjavíkurbænum fyrir árin 1980-1984 en út frá lofthitamælingu (mynd 3.3) má gera ráð fyrir að sjávarhiti hafi verið lágur, sérstaklega árið 1984. Það ár var t.d. meðal-sjávarhiti á Stykkishólmi  $-0,6^{\circ}\text{C}$  í janúar (Veðráttan 1985).

Á tímabilinu 1985-1992 er tiltölulega hlýtt í Reykjavíkurbænum að undanskildu árinu 1988 (mynd 3.1). Sjávarhitamælingar vantar fyrir árið 1993 í Reykjavíkurbænum. Einu mælingarnar af vestanverðu landinu eru frá Flatey í Breiðafirði. Eingöngu er um að ræða mælingar fyrri hluta janúar og var sjávarhiti flesta daga undir  $0^{\circ}\text{C}$  og fór lægst niður í  $-1,45^{\circ}\text{C}$  (mynd 3.2).

Á tímabilinu 1994 til 1998 var sjávarhiti í Reykjavíkurbænum tiltölulega hár að undanskildu árinu 1995 (mynd 3.1). Það ár var mjög kalt

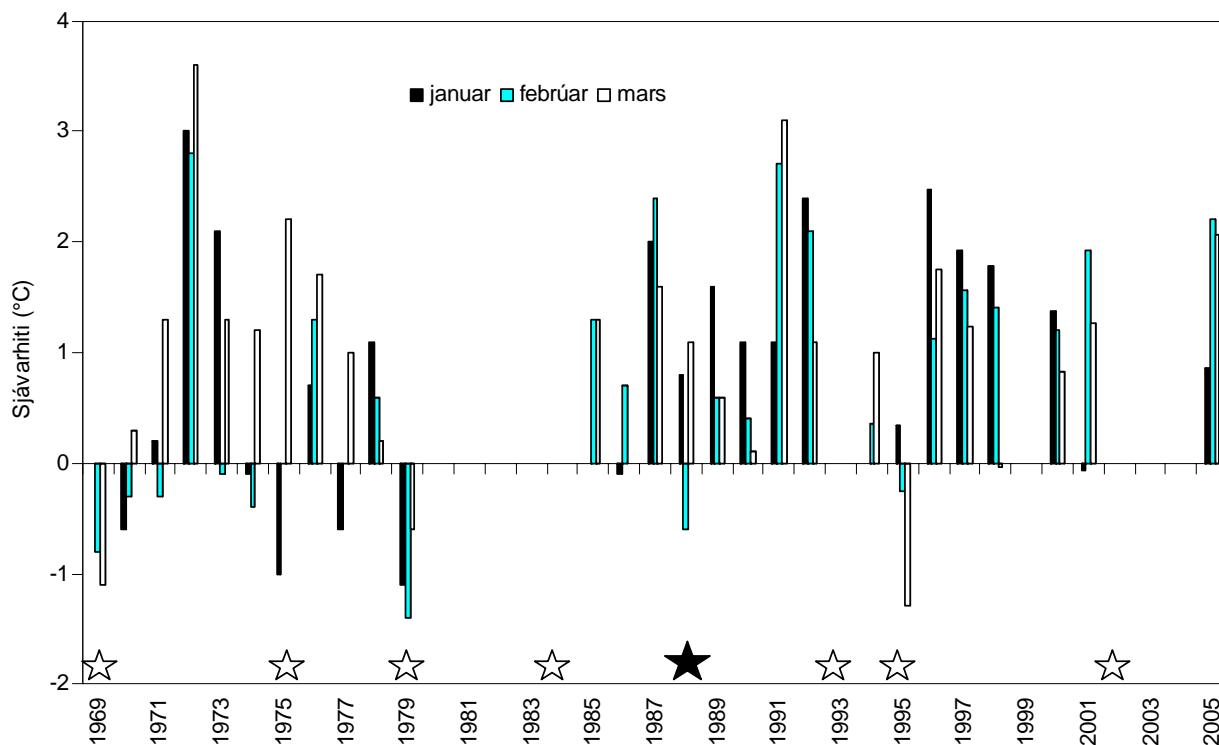
og var sjávarhitinn meira og minna undir  $0^{\circ}\text{C}$  frá 8. febrúar til 3. mars og lægstur  $-1,3^{\circ}\text{C}$ . Frá árinu 1996 hafa orðið breytingar á Atlantshafinu vestan við land og sjávarhiti hækkað á landgrunnskantinum út af Faxaflóa (Héðinn Valdimarsson o.fl. 2005). Hitastig í Reykjavíkurbænum hefur einnig verið tiltölulega hátt frá árinu 1996 og lægst farið niður í um  $0^{\circ}\text{C}$  (mynd 3.1), en í séríuna vantar að vísu árið 1999 og 2002-2004. Það er einkum árið 2002 sem er kalt en þá fer sjávarhiti í Flatey lægst niður í  $-0,7^{\circ}\text{C}$  (mynd 3.2) og  $-1,7^{\circ}\text{C}$  á Hnífsdalsbryggju skv. mælingum Hafrannsóknastofnunar. Í Æðey í Ísafjarðardjúpi var sjávarhiti um og undir  $0^{\circ}\text{C}$  allt frá 19. febrúar til 22. mars og fór lægst niður í  $-1,3^{\circ}\text{C}$ . Aftur á móti fór sjávarhiti í Álftafirði þar sem sjókvíaeldi Hraðfrystihússins-Gunnvarar hf. er staðsett lægst niður í  $-0,6^{\circ}\text{C}$  þann 1. mars (Þórarinn Ólafsson 2006b). Þrátt fyrir að almennt hafi hitnað á undanföllum árum sýna hitamælingar árið 2002 að ekki sé hægt að útiloka mjög köld ár á hlýmdatímabilum. Í því sambandi má benda á að í hlýjum tímabilum eins og frá um 1920 til 1960 geta verið miklar sveiflur á milli ára og t.d. í Stykkishólmi og Suðureyri var meðalsjávarhiti í mars undir  $0^{\circ}\text{C}$  í mörgum af þessum árum (Trausti Jónsson 2003a).

Ef miðað er við tímabilið frá 1969 til 2005 er hugsanlegt að ofkæling sjávar hafi valdið tjóni á eldisfiski í sjókvíum í Hvalfirði í allt að 7 ár af 37 árum eða u.þ.b. fimmta hvert ár (mynd 3.1). Það skal þó hafir margir fyrirvarar við þessari ályktun sem byggir ekki á hitamælingum í Hvalfirði. Verulegur munur getur verið á milli svæða eða fjarða vegna staðbundinna áhrifa á kælingu sjávar.

#### *Þorskur betur aðlagður að sjávarkulda*

Í dag er eingöngu þorskur alinn í eldiskvíum við vestanvert landið. Erlendar rannsóknir sýna að þorskur getur myndað frostlög og komið hefur í ljós að hann þolir allt að  $-1,7^{\circ}\text{C}$  sem er mjög nálægt frostmarki fullsalts sjávar (Fletcher o.fl. 1987, 1997). Skilyrði fyrir því er að þorskurinn komist ekki í snertingu við ískristalla sem geta borist niður í sjóinn með umróti. Það kann að vera munur á milli stofna og íslenski þorsstofninn hafi minni frostþol en það þarf að staðfesta með rannsóknum. Í dag eru sjókvíar orðnar stærri og dýpri en þær voru á níunda áratugnum. Það ætti því að vera hægt að halda fiskinum á dýpra vatni frá ískristöllum og oft í heitari sjó en er að finna í yfirborði sjávar. Líkur á tjóni





Mynd 3.1. Lægsti sjávarhiti í janúar, febrúar og mars í Reykjavíkurbörn árin 1969-1979, 1985-1992, 1994-1998, 2000-2001 og 2005. Byggt á gögnum Hafrannsóknastofnunnar um sjávarhita ([www.hafro.is/hafro/Sjora/index.htm](http://www.hafro.is/hafro/Sjora/index.htm)). Lokuð stjarna er við árið sem eldisfiskur í sjókvíum drapst í Hvalfirði vegna sjávarkulda og opna stjarnan er þau ár sem eldisfiskur hefði hugsanlega geta drepist í kvíum í Hvalfirði.

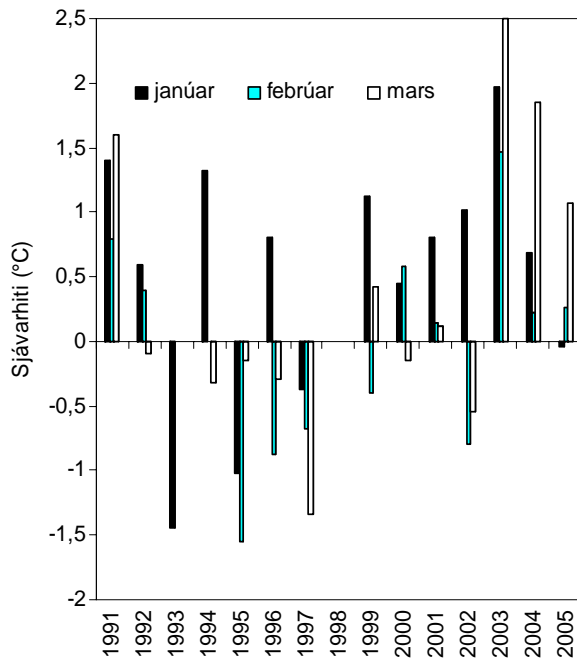
Figure 3.1. Lowest measured sea temperatures in January, February and Mars in Reykjavik harbour in the years 1969-1979, 1985-1992, 1994-1998, 2000-2001 and 2005 (Source: Marine Research Institute). The filled in star is by the year mortality of farmed fish occurred in sea cages in Hvalfjörður due to low sea temperature. Open stars are by the years of possible mortality due to low sea temperature.

eru því hugsanlega minni nú vegna dýpri netpoka í kvíunum og að í eldinu er tegund sem virðist þola meiri sjávarkulda. Í reynd hefur sjávarkuldi ekki verið vandamál í þorskeldi eða að minnsta kosti ekki ollið afföllum á eldisfiski á þessum áratugi. Aftur á móti hefur hátt sjávarhitastig seinni hluta sumars valdið minni vexti og afföllum á stærri fiski og þá sérstaklega í Grundarfirði þar sem hitastigið hefur mælst hæst (Valdimar Ingi Gunnarsson o.fl. 2007).

#### Mildara veðurfar framundan?

Í aðalatriðum eru breytingar á sjávarhita í fjórðum svipaðar og breytingar lofthita. Köld og hlý skeið eru að mestu hin sömu í báðum tilvikum (Trausti Jónsson 2003a; Hanna o.fl. 2006). Það hefur einnig komið fram í sjávarhitamælingum Hafrannsóknastofnunnar að mikið samræmi er á milli svæða. Komist var að þeirri niðurstöðu að sjávarhiti séu að einhverju leyti tengdar lofthita yfir landinu sem ekki er óeðli-

lilegt þar sem um er að ræða yfirborðsmælingar nálægt landi (Steingrímur Jónsson 1999, 2004). Breytingar á sjávarhita á næstu árum munu því að stórum hluta ráðast af þróun lofthita. Talið er að hlýnun í lofthita hér á landi kunni að verða um  $0,3^{\circ}\text{C}$  á áratug vegna aukningar gróðurhúsalofttegunda. Hlýnun verður meiri að vetralagi en að sumarlagi (Sigurður Guðmundsson o.fl. 2000). Ef þessar spár ganga eftir munu líkur á afföllum á fiski vegna sjávarkulda minnka eftir því sem líður á öldina. Það skal þó haft í huga að mikil óvissa er í spám um þróun veðurfars vegna skorts á þekkingu um ýmis grundvallaratriði í viðbrögðum lofthjúps og úthafa við auknum gróðurhúsáhrifum og vegna þess að losun gróðurhúsalofttegunda í framtíðinni er ekki þekkt. Þessi óvissa er meiri á Norður-Atlantshafssvæðinu en víðast annar staðar á jörðinni vegna skorts á þekkingu um viðbrögð hafstrauma Norður-Atlantshafsins við hlýnun veðurfars á jörðinni. Hugsanlegt er að



Mynd 3.2. Lægsti sjávarhiti í janúar, febrúar og mars í Flatey, Breiðafirði, árin 1991-1997 og 1999-2005. Byggt á gögnum Hafrannsóknastofnunar um sjávarhita ([www.hafro.is/hafro/Sjora/index.htm](http://www.hafro.is/hafro/Sjora/index.htm)).

Figure 3.2. Lowest measured sea temperatures in January, February and Mars in Flatey, Breiðafjörður, in the years 1991-1997 and 1999-2005 (Source: Marine Research Institute).

svo mikið dragi úr varmaflutningi með hafstraumum að hlýnun verði nánast engin í grennd við Ísland einnig er mögulegt að hlýnun verði mun meiri en  $0,3^{\circ}\text{C}$  á áratug. Það skal haft í huga að náttúrulegar sveiflur í veðurfari næstu áratuga geta haft áhrif til kólnunar í grennd við Ísland og er þá óvíst að meðalhækkun hita á jörðinni komi fram hérlendis á næstu 10-20 árum. Ekki er hægt að útiloka kólnun af náttúrulegum ástæðum svipað og gerðist á árunum frá 1960-1980 (Sigurður Guðmundsson o.fl. 2000). Ef þessar spár ganga eftir munu líkur á afföllum á fiski vegna sjávarkulda minnka eftir því sem líður á öldina. Það skal þó haft í huga að mikil óvissa er í spám um þróun veðurfars vegna skorts á þekkingu um ýmis grundvallaratriði í viðbrögðum lofthjúps og úthafa við auknum gróðurhúsaáhrifum og vegna þess að losun gróðurhúsalofttegunda í framtíðinni er ekki þekkt. Þessi óvissa er meiri á Norður-Atlantshafssvæðinu en víðast annar staðar á jörðinni vegna skorts á þekkingu um viðbrögð hafstrauma Norður-Atlantshafsins við hlýnun veðurfars á jörðinni. Hugsanlegt er að svo

mikið dragi úr varmaflutningi með hafstraumum að hlýnun verði nánast engin í grennd við Ísland einnig er mögulegt að hlýnun verði mun meiri en  $0,3^{\circ}\text{C}$  á áratug. Það skal haft í huga að náttúrulegar sveiflur í veðurfari næstu áratuga geta haft áhrif til kólnunar í grennd við Ísland og er þá óvíst að meðalhækkun hita á jörðinni komi fram hérlendis á næstu 10-20 árum. Ekki er hægt að útiloka kólnun af náttúrulegum ástæðum svipað og gerðist á árunum frá 1960-1980 (Sigurður Guðmundsson o.fl. 2000).

### 3.2 Lagnaðarís og hafís

#### *Tjón af völdum lagnaðarís*

Fyrsta tjón af völdum lagnaðarís/rekís sem vitað er um átti sér stað Ósabotnum á Reykjanesi árið 1979 en þar var Fiskifélag Íslands með tilraunareldi. Vitað er um a.m.k. níu tilfella þar sem lagnaðarís/rekís hefur ollið tjóni á sjókvímum og nokkrum tilfellum einnig eldisfiski (tafla 3.1). Á allra síðustu árum hafa þó ekki átt sér nein stór tjón á sjókvímum eða eldisfiski. Lagnaðarís/rekís hefur einnig ollið tjóni í kræklingarækt. Fyrri hluta mars 2002 frusu kræklingalínur inn í Hvammsvík og þegar ísinn fór af stað rak línuna út úr víkinni yfir að Geirshólma innar í Hvalfirði. Sama ár varð kræklingalína í Kolgrafafirði fyrir tjóni vegna lagnaðarís (Valdimar Ingi Gunnarsson o.fl. 2002).

Tjónum af völdum lagnaðarís má skipta í tvo flokka:

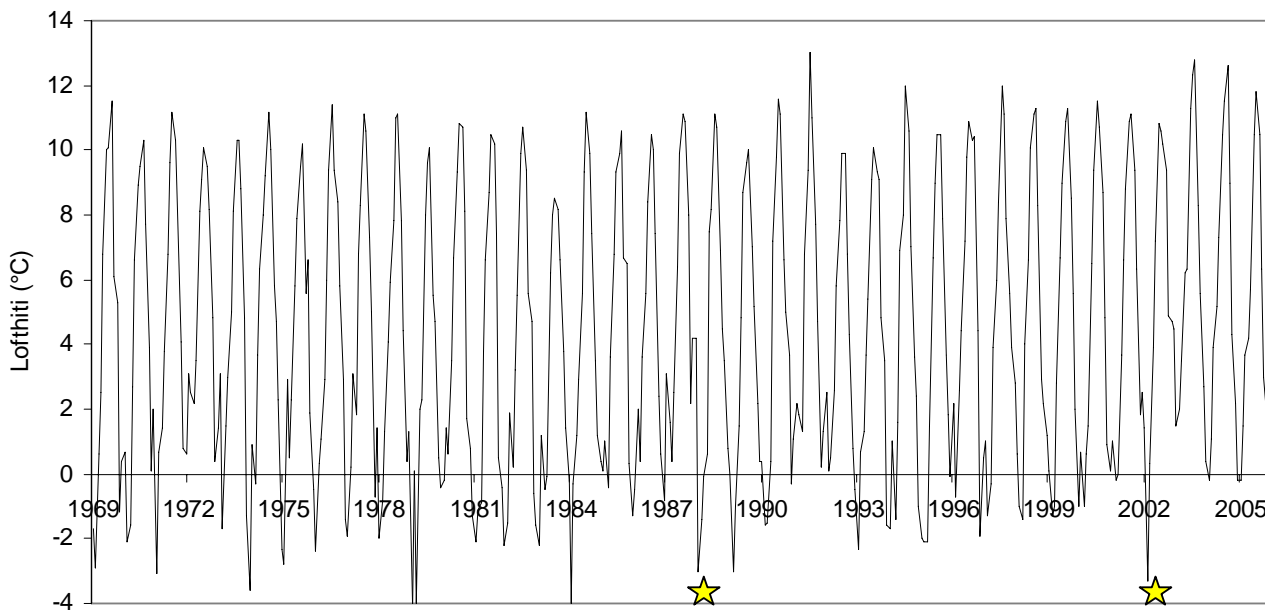
Tjón í vötnum og tiltölulega lokuðum víkum/fjörðum þar sem myndast lagnaðarís eins og Miklavatn, Hópið í Tálknafirði, Lón í Kelduhverfi og Hvammsvík í Hvalfirði.

Tjón af völdum rekís en hér má nefna Eyjafjörð, Seyðisfjörð og Hvalfjörð.

#### *Varnir gegn lagnaðarís*

Til að koma í veg fyrir eða draga úr tjóni af völdum lagnaðarís/rekís hefur verið beitt nokkrum fyrirbyggjandi aðgerðum hjá sjókvía-eldisstöðvum hér á landi á síðust árum.

- Sjókvím hefur verið sökkt undir yfirborð sjávar s.s. í Tálknafirði.
- Kvíar færðar þeim megin í firðinum sem sjór streymir inn fjörðinn, s.s. í Tálknafirði og Eyjafirði. Rekísinn fer oftast út þeim megin í firðinum sem sjór streymir út fjörðinn.



Mynd 3.3. Meðaltalslofthiti í Reykjavík eftir mánuðum frá 1969 til 2005 (gögn frá Veðurstofu Íslands). Stjarna merkið árið þar sem vitað er til að lagnaðarís hafi valdið tjóni á eldisbúnaði í Hvammsvík í Hvalfirði.

Figure 3.3. Average air temperature in Reykjavik by months in the years 1969-2005 (Source: Icelandic Meteorological Office). The stars indicate the years of damage of farm equipment in Hvammsvik, Hvalfjörður caused by sea ice.

- Í Mjóafirði og Berufirði hefur lagnaðarís verið brotinn niður í minni skaðlausari einingar með bát þegar lagnaðarís myndast í botni fjarðanna.
- Í Álftafirði og Eyjafirði hafa bátar verið notaðir til að ýta ísflekum frá sjókvíunum.
- Kvíar sem staðsettar hafa verið innan við eyrar hafa verið fluttar fram fyrir þær s.s. í Seyðisfirði í Ísafjarðardjúpi. Þegar ísinn rekur út fjörðinn geta eyrar varið kvíar sem eru utan við þær

#### Lagnaðarís til vandræða þrátt fyrir hlýnandi veðurfar

Á síðustu árum hefur töluvert verið um myndun lagnaðarís í íslenskum fjörðum þrátt fyrir að sjór hafi verið tiltölulega heitur. Þessar aðstæður myndast einkum innst inn í þröngum fjörðum með tiltölulega mikið ferskvatnsflæði og gott skjól. Í froststillum ber iðulega við að firði og víkur leggur innan til, einkum út af árósum. Ástæðan er sú að eðlisþyngd saltari sjávarins í neðra laginu er hærri en eðlisþyngd yfirborðs-sjávarins, þrátt fyrir kælingu hans. Þar sem kælingin nær aðeins til hins þunna yfirborðslags, kólnar það á skömmum tíma niður í frostmark, svo að lagnaðarís getur myndast, þótt

nokkrum metrum undir yfirborði sé hlýrri sjór (Hlynur Sigtryggsson og Unnsteinn Stefánsson 1969).

Í Hvalfirði er vitað um að lagnaðarís/rekís hafi valdið tjóni árið 1988 og 2002 (mynd 3.3). Ef eldi hefði verið stundað samfellt frá árinu 1969 er hugsanlegt að tilfelli hafi orðið fleiri þar sem lofthiti í Reykjavík er lægri eða svipaður a.m.k. í fjórum tilfellum. Eftir 2000 er lofthiti yfir vetramánuðina tiltölulega hár að árinu 2002 undanskildu (mynd 3.3). Samkvæmt spám er gert ráð fyrir áframhaldandi hækkandi lofthita sérstaklega yfir vetramánuðina (Sigurður Guðmundsson o.fl. 2000). Líkur á myndun lagnaðarís mun því minnka en haft skal í huga að ákveðin óvissa er í spám um þróun veðurfars á næstu áratugum og er t.d. spáskekkja fyrir lofthita í Reykjavík yfir vetramánuðina mest (Kristján Jónsson 2003).

Mælingar síðustu áratuga sýna að mestu frávik á milli ára í lofthita er yfir vetramánuðina (janúar-mars) og þá meira norðanlands en sunnan (Alda Bára Sigfúsdóttir 1969; Markús Á. Einarsson 1989). Þó að árferði sé almennt gott getur því alltaf verið hætta á löngum froststillum og myndunar lagnaðarís yfir köldustu vetramánuðina eins og t.d. árið 2002. Gerð var könnun á lengsta samfellda kuldakafli með dag-

Tafla 3.1 Helstu tjón á búnaði og slysasleppingar af völdum lagnaðaris/rekís frá því að sjókvíaeldi hófst hér við land (heimild: kafli 2).

Table 3.1. Main damage of fish farm equipment and escape of fish caused by sea ice in Icelandic fjords and lakes (Source: chapter 2).

Ár	Staðsetning	Umfang tjóns
1979	Ósabotnar, Reykjanesi	Rekís sleit festingar og kvíin rak á haf út og þegar náðist í hana hafði allur fiskur sloppið.
1981	Lóni í Kelduhverfi	Rekís olli tjóni á kvíum og 30.000 unglaxar sluppu.
1987	Miklavatn, Fljótum	Sjókvíar frusu fastar og skemmdust þegar ís losnaði með þeim afleiðingum að þeir misstu allan fiskinn, um 400.000 laxaseiði.
1988	Hvalfjörður	Sjókvíar inni í Hvammsvík í Hvalfirði frusu fastar og þegar ísinn losnaði slitnuðu festingar og kvíarnar rak út í fjörð. Á sama tíma olli rekís skemmdum á kvíum hjá fiskeldisstöð utar í firðinum.
Um 1995	Skjaldavík, Eyjafirði	Fiskur drapst þegar rekís sem barst úr Akureyrarpollinum fór undir plasthringi og lyfti upp netpoka.
2001	Svalbarðseyri, Eyjafirði	Rekís veldur tjóni á tónum kvíum.
2002/2003	Hópið, Tálknafjörður	Lagnaðaris olli skemmdum á sjókvíum.
2005	Seyðisfirði, Ísafjarðardjúpi	Rekís dró festingar og myndaði lítil göt á netpoka við sjólinu á kvíum sem staðsettar voru innan við Eyri.
2006	Álftafirði, Ísafjarðardjúpi	Í skall utan í ystu kvinna og skemmdi án þess þó að netpoki yrði fyrir tjóni.
2007	Ósafjörður í Patreksfirði	Ein kví fraus föst í lagnaðaris í Ósafirði og barst út í Patreksfjörð þegar ísinn losnaði. Lítið af þorski var í kvinni og engin afföll urðu á fiski eða skemmdir á kvinni.

legu lágmarki undir  $-5^{\circ}\text{C}$  í Reykjavík á árunum 1949-2003. Samtals sex sinnum var daglegt lágmark undir  $-5^{\circ}\text{C}$  í 11 daga eða meira á tímabilinu (Trausti Jónsson 2003b). Athyglisvert er að fjögur þessara ára voru á tímabilinu 1949-1960 þegar árferði var almennt betra en seinni hluta tímabilsins. Reynslan á allra síðustu árum sýnir einnig að full ástæða er til að óttast tjón af völdum lagnaðaris þrátt fyrir tiltölulega hagstætt árferði. Í því sambandi má nefna að árið 2006 tókst að koma í veg fyrir að rekíss ylli tjóni hjá Hraðfrystihúsinu-Gunnvöru hf. í Álftafirði (Þórarinn Ólafsson 2007) og stór ísfleki rak út Eyjafjörð nokkrum metrum frá kvíastæði Brims-fiskeldis ehf. (Sævar Þór Ásgeirsson 2007).

#### *Hafís hefur fram að þessu ekki valdið tjóni*

Ennþá hafa engin tjón átt sér stað í sjókvíaeldi vegna hafíss. Það eru þó dæmi um hafís í fjörðum þar sem stundað er umfangsmikið sjókvíaeldi eins og t.d. í Eyjafirði og á Austfjörðum. Á síðustu u.þ.b. fjórum áratugum eru tvö tilfelli um umtalsverðan hafís í Eyjafirði. Á hafísárinu 1968 náði ísinn inn að Akureyri en árið 1979 inn undir Hrísey. Hafís náði þó

fleiri ár inn í Eyjafjörð en þá var aðeins um að ræða staka jaka (Þór Jakobsson o.fl. 2002). Á Austfjörðum voru margir firðir lokaðir vegna hafíss í byrjun maí 1968 og um miðjan mánuðinn lokuðust allir firðir suður að Hornafirði. Þann 29. mars 1979 var hafís frá mynni Seyðisfjarðar að Héraðsflóa og Borgarfjarfjörður fullur af hafís. Talsverðan ís rak inn á Norðfjarðarflóa. Í byrjun apríl náðu ísjakar suður fyrir Berufjörð og víða var talsvert ísrek á land, vikur og fjarðarmynni lokuð (Páll Bergþórsson 1988).

#### *Það dregur úr útbreiðslu hafíss norður af Íslandi*

Á síðustu áratugum hefur hafísinn í Íshafinu norður af landinu þynnst og útbreiðsla hans minnkað (Macdonald o.fl. 2005; Lindsay og Zhang 2005). Á tímabilinu 1920-1998 minnkaði útbreiðsla hafíss norður af landinu um 16% fyrir apríl og um 22% fyrir ágúst og mestu áhrifin eru eftir 1970 (Vinje 2001). Gervihnattamyndir frá 1979 sýna að mest dregur úr útbreiðslu hafíss eftir 2000 (Reid o.fl. 2006). Frá árinu 2002 hafa syðri sumarmörk hafísbreiðunnar, við austurströnd Grænlands, legið nálægt 75. breiddar-

gráðu, sem er 500 km norðar en í meðalári. Slíkt er nánast einsdæmi og þarf að fara aftur á þjóðveldisöld til að finna sambærilegt dæmi um íslaut haf að sumarlagi jafnlangt norður eftir austurströnd Grænlands fleiri en eitt ár í röð (Utánríkisráðuneytið 2005).

### *Hætta af tjóni af völdum hafíss er enn til staðar*

Hafís á Grænlandssundi rekur undan vindum og straumum inn á siglingarleið við Ísland og upp að ströndum landsins. Það eru einkum langvarandi suðvestan- og vestanáttir í Grænlandssundi sem valda því (Þór Jakobsson 2004). Þrátt fyrir lítinn hafís undanfarin ár var útbreiðsla hans yfir meðaltali árið 2005 og í mars lokaðist siglingaleiðin fyrir Horn á Hornströndum í stuttan tíma og var aðeins fær skipum í björtu. Ísinn náði austur með landinu og sást ísspöng í Bakkaflóa og stakir jakar ráku inn Vopnafjörð (Veðurstofa Íslands 2005). Annað dæmi er frá lok janúar 2007 en þá barst hafís m.a. inn á Arnafjörð, fyllti Dýrafjörð og stakir jakar bárust inn í Ísafjarðardjúp (Morgunblaðið, 28-29 janúar 2007). Þetta er mjög óvanlegt og sem dæmi bárust aðeins stakir jakar inn í þessa firði á hafísárunum 1968-1969 (Flosi H. Sigurðsson 1969; Svend-Aage Malmberg 1970; Veðráttan 1969).

Vísindamenn eru almennt sammála um að allt bendi til að bráðnun haldi áfram, þótt þá greini á um hversu ör þróunin verði (Utánríkisráðuneytið 2005). Líkur á því að hafís geti valdið tjóni hjá sjókvíældisstöðvum ætti því að minnka eftir því sem líður á 21. öldina.

### 3.3 Öldur, straumar og eldistækni

#### *Á fyrstu árum sjókvíældis hentaði búnaður ekki nægilega vel aðstæðum*

Í fyrstu tilraun sem gerð var með sjókvíældi hér á landi kom fram að búnaður sem notaður var í lygnum fjörðum í Noregi hentaði ekki íslenskum aðstæðum (Ingimar Jóhannsson 1979). Á vegum Fiskifélags Íslands var farið út í að hanna nýja gerð af kví sem var fyrst notuð í Ósabotnum á Reykjanesi árið 1974 (mynd 3.4). Um var að ræð kví með tvöföldum plasthringjum og járnbaulum sem héldu hringjunum saman (Milne 1975). Hér er hugsanlega um að ræða fyrsta eintak af þessari gerð sjókvíá í heiminum. Á árinu 1974 byrjuðu Norðmenn að

nota kví með einum plasthring og plastbaulum. Seinna tóku þeir í notkun tvöfalda plasthringi með járnbaulum (Myrseth 1978). Tvöfaldir plasthringir með stálbaulum voru síðan algengir við uppbyggingu á sjókvíældi á Íslandi seinni hluta níunda áratugarins (Valdimar Ingi Gunnarson 1991). Þessir hringir reyndust nokkuð vel og eru plasthringir sú tækni sem er ráðandi í sjókvíældi á Íslandi um þessar mundir.



Mynd 3.4. Frá tilraunaeldi Fiskifélags Íslands í Ósabotnum, Reykjanesi árið 1974 (Ljósmynd: Þórarinn Jakobsson).

Figure 3.4. Picture from Icelandic Fisheries Associations sea cage experiment in the year 1974 (Photo: Þórarinn Jakobsson).

Við uppbyggingu sjókvíældis seinni hluta níunda áratugarins voru keyptur til landsins nokkrar tegundir af sjókvíum sem notaðar voru í laxeldi í nágrannalöndum og þá einkum Noregi. Það kom fljótt í ljós að þessi búnaður hentaði ekki í öllum tilvikum fyrir íslenskar aðstæður. Stálkvíæiningar þoldu ekki álagið nema á skjólgóðum stöðum eins og í Lóni í Kelduhverfi. Úthafskvíarnar Farmocean og Bridgestone sem notaðar voru í sunnanverðum Faxaflóa þoldu ekki veðurálagið og slysasleppingar voru algengar einnig skaddaðist fiskur í kvíunum.

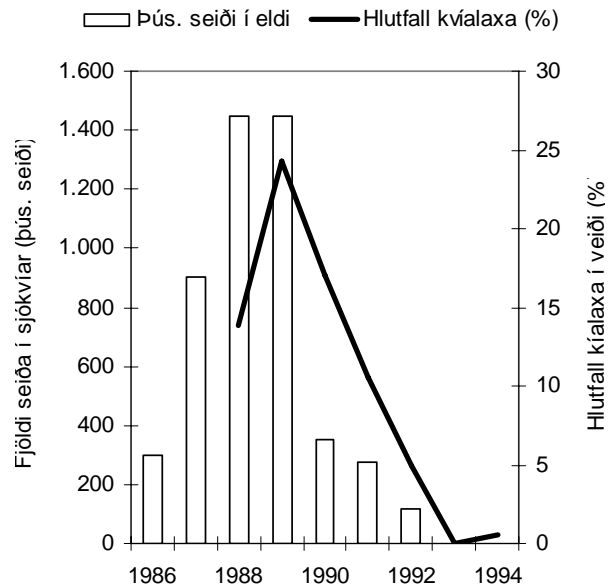
Úthafskvíar voru notaðar til að forðast ofkælingarhættu og voru þær staðsettar á opnum svæðum þar sem skjól er minna, en hitastig hærra og hitasveiflur minni en í innanverðum Faxaflóa (kafli 2). Eftir að eldi í úthafskvíum var hætt um 1990 hefur heilsárseldi ekki verið reynt aftur á þessu svæði.

*Slysasleppingar algengar á níunda áratugnum*  
Engar nákvæmar tölur eru til um fjölda laxa sem sluppu úr kvíum á þessum árum. Það er þó margt sem bendir til að slysasleppingar hafi verið algengastar hjá sjókvíaeldisstöðvum sem staðsettar voru í Faxaflóa. Engar upplýsingar eru til um heildarfjölda sjósettra laxagönguseiða í sjókvíaeldisstöðvar, eða fjölda seiða sem fóru í kvíar eftir landshlutum, nema í Faxaflóa (mynd 3.5). Á árunum 1988-1989 voru sjósett í Faxaflóa um 1,5 milljónir seiða á ári og hefði mátt vænta að minnsta kosti 5.000 tonna framleiðslu úr þessum tveimur árgöngum. Reyndin var önnur því aðeins skiluðu sér nokkur hundruð tonn í slátrun (mynd 3.6).

Mest af laxi sem slapp úr kvíum skilaði sér í í laxveiðiár í Faxaflóa og var hlutfall kvíalaxa mest í sunnanverðum flóanum allt upp í rúm 60% í einstökum ám. Mun minna var um kvíalaxa í öðrum landshlutum (Valdimar Ingi Gunnarsson 2002). Það kemur í sjálfum sér ekki á óvart þar sem vitað er um að umfangsmestu slysasleppingarnar áttu sér stað í sunnanverðum Faxaflóa (kafli 2). Gott sambengi er á milli fjölda laxaseiða í eldi í Faxaflóa og fjölda kvíalaxa í veiði í Elliðaánum (mynd 3.5). Kúrfan með hlutfalli kvíalaxa í laxveiði er hliðruð til hægri vegna þess að það tók laxagönguseiðin eitt til tvö ár að verða kynþroska eftir sjósetningu á þessum tíma.

#### *Betri búnaður og færri slysasleppingar*

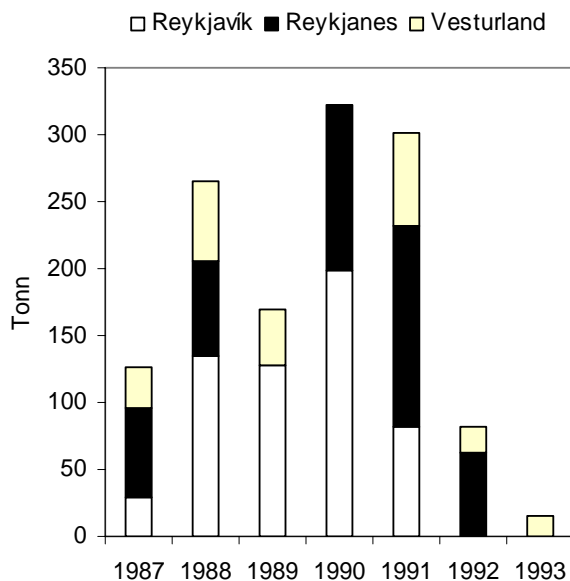
Mikil þróun hefur átt sér stað í eldistækni á síðustu tveimur áratugum og Norðmenn tekið í notkun staðal fyrir sjókvíar (NS 9415) (Norsk standard 2003). Staðalinn tekur fyrir hönnun, kröfur um styrkleika, uppsetningu, rekstur og eftirlit. Í byrjun ársins 2006 er öllum nýjum sjókvíaeldisstöðvum í Noregi skylt að uppfylla staðalinn. Unnið er að því að gera staðalinn alþjóðlegan (Fiskeri- og kystdepartmentet 2005). Með því að uppfylla staðalinn á að vera betur tryggt að sjókvíar henti og þoli aðstæður sem ríkja á fyrirhuguðum eldisstað. Nú eru gerðar miklar kröfur til sjókvíaeldisstöðva með laxeldi á Íslandi og þurfa þær að uppfylla reglu-



Mynd 3.5. Fjöldi laxagönguseiða (í þús.) sem fóru í sjókvíastöðvar í Faxaflóa á árunum 1986-1992 og hlutfall kvíalaxa í laxveiði Elliðaánum á árunum 1988-1994 (gögn frá Friðjóni M. Viðarssyni og Sigurði Guðjónssyni 1991, 1993).

*Figure 3.5. Number of smolts (in thousands) released in sea cages in Faxaflói in the years 1986-1992 and percentage of farmed salmon catch in Elliðaánum in the years 1988-1994 (Fridjon M. Vidarsson and Sigurdur Gudjonsson 1991, 1993).*

gerð nr. 1011/2003 um búnað og innra eftirlit í fiskeldisstöðvum og sem að mörgu leiti svipar til krafna í norska staðlinum. Það hafa ekki komið upp tilvik þar sem lax hefur sloppið úr kvíum vegna ófullnægjandi búnaðar, eingöngu hafa komið upp tilvik þar sem um mannleg mistök hefur verið um ræða (Valdimar Ingi Gunnarsson og Eiríkur Beck 2004, 2005). Í þorskeldi hefur oftast verið haft til viðmiðunar búnaður frá Færeyjum sem hefur reynst vel. Hér er um að ræða 2-3 plasthringir festir saman með öflugum jarnbánum, ásamt sterkum netpoka. Í þeim tilvikum sem slysasleppingar hafa átt sér stað eru þær raktar til ófullnægjandi búnaðar eða rangrar uppsetningar á búnaði. Með því að taka í notkun og framfylgja staðli eins og NS 9415 fyrir allt sjókvíaeldi á Íslandi ættu að því sem næst að vera hægt að koma í veg fyrir slysasleppingar. Útbúnar hafa verið leiðbeiningar um gerð verklagsregla fyrir sjókvíaeldisstöðvar sem hafa það að markmiði að auka öruggi og draga úr líkum á slysasleppingum (Valdimar Ingi Gunnarsson 2003).



Mynd 3.6. Framleiðsla á laxi í sjókvím Vesturlandi, Reykjanesi og Reykjavík á árunum 1987-1994 (heimild: veiðimálastjóri).

Figure 3.6. Production of Atlantic salmon in sea cages in West-coast of Iceland in the years 1987-1994 (Source: Directorate of Freshwater Fisheries).

### 3.4 Skaðlegar marglyttur

#### Tjón af völdum brennimarglytta

Á Íslandi er aðeins vitað um tjón í sjókvíaeldi af völdum brennimarglyttu (*Cyanea capillata*). Erlendis eru dæmi um tjón af völdum margra annarra marglyttutegunda (Bámstedt o.fl. 1998; Tangen 1999). Á yfirborði brennimarglytta eru sérhæfðar frumur sem nefnast brennifrumur eða stingfrumur (*cnidocytes*) og notast í sjálfsvörn eða til veiða. Þegar stingfruman verður fyrir áreiti, t.d. við það að rekast á eitthvert utanaðkomandi fyrirbæri, þá gefur hún frá sér eitrad prótein. Þessi frumugerð er einkennandi fyrir marglyttur og finnst víðsvegar á yfirborði þeirra, einkum þó á örmunum. Ætandi eitrefni marglyttanna skemma tálkn, brunasár myndast á roði og augum sem tækifærissýklar setjast í og valda staðbundinni sýkingu. Skemmdir í tálknnum draga úr loftskiptum og seltustjórnun og taugaveiklunarkenndrar sundhegðunar verður vart í kvínni. Fiskurinn syndir ítrekað í nóttina, sem eykur á roðskemmdir, víða á bol og einnig trjónu. Við það missir fiskurinn tök á seltustjórnun, hann flýtur sljór við yfirborðið og

drepst. Augnskemmdir og sýkingar af völdum tækifærissýkla, sérstaklega í roðsárum, flýta svo enn þessu ferli og fiskar geta drepist í stórum stíl (Árni Kristmundsson o.fl. 2004).

Tjón af völdum brennimarglyttu virðist eingöngu vera bundið við Austfirði en þar er ágangur marglyttna mismunandi eftir fjörðum. Vitað er til að brennimarglytta hafi valdið tjóni í Mjóafirði, Seyðisfirði, Reyðarfirði og Fáskrúðsfirði (tafla 3.2). Þrátt fyrir að sjókvíaelði hafi verið stundað lengi í Norðfirði og Stöðvafirði og Eskifirði er ekki vitað til að þar hafi marglytta verið til umtalsverða vandræða. Einnig virðist tjón af völdum marglytta vera mis umfangsmikið á milli fjarða, mest í Mjóafirði, en það kann þó hugsanlega að skýrast af meira umfangi þar. Ágangur af völdum brennimarglyttu er einnig árstíðabundinn og þar sem heimildir eru til staðar eiga tjón sér stað í ágúst og september (tafla 3.2).

#### Aðferðir til að verjast marglyttu

Erfitt getur reynst að verjast miklum fjölda marglytta, ekki síst ef veðurhæð og straumar eru miklir. Við minni stöðvar með fáum sjókvímum má reyna að girða af með reknetum sem safna í sig hveljunum. Þar sem eldi er umfangsmikið hefur þessi aðferð reynst óviðráðanleg og nánast gagnslaus. Á vegum Sæsilsfurs í Mjóafirði hefur verið unnið að þróun á varnargirðingu. Tæknin felur í sér að dæla lofti í sjóinn fyrir framan kvíarnar. Við það safnast loft undir marglyttunum og þær lyftast upp á yfirborð sjávar (Árni Kristmundsson o.fl. 2004). Það hefur ekki nægt til að koma í veg fyrir ágang marglytta í öllum tilvikum og varð Sæsilsfur fyrir verulegu tjóni árið 2006 (Gísli Jónsson 2007).

Ágangur marglytta virðist vera mismunandi á milli ára (tafla 3.2). Það er einnig þekkt í öðrum löndum að mikill munur getur verið á milli ára í þéttleika marglytta. Á suður og vestur strönd Noregs berst brennimarglytta upp í yfirborð við uppstreymi á djúpsjó þegar vindur blæs af landi (Tangen 1999). Hér á landi á eftir að rannsaka við hvaða aðstæður mestar líkur eru á því að marglytta valdi tjóni á eldisfiski

Tafla 3.2. Firðir þar sem marglytta (*Cyanea capillata*) hefur verið til vandræða ásamt tímasetningu tjóns (heimild: kafli 2).

Table 3.2. Fjords in Iceland where jellyfish (*Cyanea capillata*) has cause trouble in the operation of sea cage farms and timeframe (Source: chapter 2).

<i>Svæði</i>	<i>Tímasetning</i>	<i>Tjón</i>
Fáskrúðsfjörður	1989 og 1990	5-10% af fiskinum með sár og hluti drapst
Reyðarfjörður	Ca. 1989-1990	Misstu mest um 5.000 fiska
Seyðisfjörður	September 1995	Afföll á fiski í kvíum
Mjóifjörður	Ágúst/september 2001	Um 3% eldislaxa drápu í kvíum
Seyðisfjörður	Ágúst/september 2001	Afföll á fiski í kvíum
Seyðisfjörður	Ágúst/september 2002	Afföll á fiski í kvíum
Mjóifjörður	Ágúst/september 2002	Um 200 tonn af eldislaxi drápu
Mjóifjörður	September 2003	Lítið tjón, varnarbúnaður notaður
Mjóifjörður	Ágúst/september 2004	Tókst að koma í veg fyrir tjón
Mjóifjörður	2005	Komið nánast í veg fyrir tjón
Mjóifjörður	2006	Um 1.000 tonn eldislaxa drápu eða voru teknir í neyðarslátrun

Tafla 3.3. Skaðlegir þörungur sem voru til staðar þegar afföll áttu sér stað á eldisfiski í sjókvíum við Ísland ásamt staðsetningu og tímasetningu tjóns (heimild: kafli 2).

Table 3.3. Scientific names of phytoplankton that induce mortality of farmed fish in Iceland and also location and timeframe

<i>Þörungategund</i>	<i>Tímasetning</i>	<i>Svæði</i>	<i>Tjón</i>
<i>Heterosigma akasiwo</i>	Í lok maí 1987	Hvalfirði við Ferstiklu	9.500 dauðir laxar
<i>Alexandrium tamarensse</i>	Í lok júlí 1991	Eskifirði, innan við Mjóeyri	25 tonn af laxi drápu
<i>Skeletonema spp.</i>	Ágúst/sept. 1995	Straumsvík	Tjón á laxi og regnbogasilungi
<i>Skeletonema spp.</i>	Í lok maí 1995	Seyðisfjörður (utan við þorp)	Lítilsháttar afföll
<i>Ceratium spp.</i>	Í byrjun sept. 1995	Seyðisfjörður (utan við þorp)	Afföll, 100. þús. fiskar árið 1995
<i>Alexandrium spp./ Gyrodinium aureolum</i>	Ágúst/sept. 1996	Eskifirði, innan við Mjóeyri	Lítið var vart við afföll
<i>Chaetoceros spp. o. fl. tegundir</i>	Maí 1997	Seyðisfjörður (utan við þorp)	Afföll, 1/3 af stóra fiskinum og 70% seiða
<i>Chaetoceros spp./ Thalassiosira spp.</i>	Í byrjun maí 2003	Eyjafjörður, Ysta-Vík	Afföll á laxi
<i>Chaetoceros spp./ Thalassiosira spp.</i>	Maí 2003	Seyðisfjörður (utan við þorp)	Afföll á laxaseiðum



### 3.5 Skaðlegir svifþörungar

#### *Tjón af völdum skaðlegra svifþörungna*

Á Íslandi er vitað um a.m.k. níu tilfelli þar sem skaðlegir þörungar hafa valdið afföllum á eldisfiski (tafla 3.3). Fyrsta skráða tilfellið er frá árinu 1987, en það vekur athygli hve fá tilfelli eru á níunda áratugnum þegar umfang sjókvíaeldis er mest. Aftur á móti fjölgar skráðum tilfellum á tíunda áratugum þegar draga fer verulega úr umfangi sjókvíaeldis. Á árinu 1991 tók til starfa nýr dýralæknir fisksjúkdóma sem hafði reynslu af skaðlegum þörungum í fiskeldi í Noregi (Gísli Jónsson 1992). Hugsanlegt er að skráðum tilvikum á tíunda áratugnum sé vegna þess að þessum málum hafi verið sýnt meiri athygli. Einnig hefur dýralæknir fisksjúkdóma í sínum árskýrslum tilgreint öll tilfelli affalla af völdum skaðlegra þörungna sem ekki var gert hér áður fyrir.

Með auknu sjókvíaeldi í byrjun þessarar aldar hefur betur verið fylgst með skaðlegum þörungum í sjónum. Í árskýrslu dýralæknis fisksjúkdóma fyrir árið 2003 kemur fram að vorblómi var kröftugur þar sem kísilþörungar *Chaetoceros* spp. og *Thalassiosira* spp. voru algengastir. Þeirra var fyrst vart í Eyjafirði í byrjun maí og ollu afföllum á laxi í sjókvíum, síðan var þeirra vart í Seyðisfirði upp úr 10. maí og drápu nokkuð af laxaseiðum innst í firðinum. Í Mjóafirði bar á lystaleysi hjá kvíalaxi en engi afföll urðu á fiski. Þörungablóminn fjaðraði svo út upp úr 17. maí eftir snöggar veðurfarsbreytingu (Gísli Jónsson 2004). Aftur móti á árinu 2004 var lítið vart við skaðlega þörungna (Gísli Jónsson 2005). Árið 2005 voru svifþörungar áberandi og aftur í lok júní. Þörungablómi orsakaði átleysi og eilítil afföll bæði á laxi og þorski í sjókvíum norðan- og austanlands. Hér voru fyrst og fremst kísilþörungar af nokkrum tegundum *Chaetoceros* spp. á ferðinni (Gísli Jónsson 2006).

#### *Svifþörungategundir sem valdið hafa afföllum á fiski*

Fyrsti þörungurinn sem vitað er til að hafi valdið afföllum á fiski í sjókvíum við Ísland er *Heterosigma akasiwo* (tafla 3.3). Tegundin veldur því að fiskurinn kafnar vegna mikillar slímmyndunnar og skaða í tálknavef. Næsta tilfelli var af völdum skorubörungsins *Alexandrium tamarense* (Guðrún G. Þórarinsdóttir og

og Þórunn Þórðardóttir 1997). Svifþörungurinn *Alexandrium tamarense* veldur afföllum á fiski vegna eiturráhrifa og skaða í tálknavef (Tangen 1999). Í báðum þessum tilfellum urðu veruleg afföll á eldisfiski (tafla 3.3). Vitað er til þess að skorubörungurinn *Ceratium* spp. hafi einu sinni verið til staðar í miklu magni þegar afföll áttu sér stað á eldisfiski (tafla 3.3). Svifþörungurinn var ekki greindur til tegundar en *Ceratium fusus* hefur í sumum tilvikum verið talinn orsök affalla á eldisfiski. Talið er að mikil súrefnisnotkun við mikinn þéttleika tegundarinnar valdi köfnun hjá eldisfiski (Tangen 1999). Skorubörungurinn *Gyrodinium aureolum* hefur tvisvar greinst í nágrenni við kvíar þar sem afföll áttu sér stað á fiski. Í þessum tilvikum voru afföllin þó lítil (tafla 3.3). Tegundin framleiðir eitur sem m.a. skemmir tálkn sem dregur úr súrefnisupptöku og kemur ójafnvægi á sel-tubúskapinn hjá fiskinum (Tangen 1999).

Nokkur tilfelli eru um afföll á eldisfiski samhliða blóma kísilþörungna (tafla 3.3). Fyrsta tilfelli sem vitað er um er af völdum *Skeletonema* spp. á tveimur stöðum við landið en bein afföll voru lítil. Það var þó talið að skemmdir á tálknnum hafi seinna valdið bakteríusýkingu og töluverðum afföllum (Gísli Jónsson 1996). Kísilþörungurinn *Chaetoceros* spp. hefur valdið afföllum á eldisfiski í þremur tilvikum. Við lítinn þéttleika veldur *Chaetoceros* spp. minna áti hjá eldisfiski og við mikinn þéttleika getur hann valdið miklum afföllum. Þörungurinn festir sig við tálknin og eykur slímmyndun sem dregur úr súrefnisupptöku. Nálar sem eru á þörunginum geta sært tálknin og valdið blæðingum (Tangen 1999). Á tveimur stöðum þar sem afföll áttu sér stað á eldisfiski greindist kísilþörungurinn *Thalassiosira* spp. ásamt *Chaetoceros* spp. (Gísli Jónsson 2004). *Thalassiosira* spp. hefur verið tengdur við afföll á eldisfiski við mikinn þéttleika tegundarinnar (Anderson o.fl. 2001).

#### *Vöktun og aðrar forvarnir*

Reynslan sýnir að það er raunverulega hættu á tjóni af völdum skaðlegra þörungna í sjókvíaeldi við Ísland eins og í öðrum löndum. Í mörgum af okkar nágrannalöndum er vöktum með skaðlegum þörungum. Það felur meðal annars í sér að aðvara forsvarsmenn fiskeldisstöðva til að hægt sé að grípa til viðeigandi fyrirbyggjandi ráðstafanna með það að markmiði að lágmarka tjón af völdum skaðlegra þörungna (Anderson o.fl. 2001). Á Íslandi er vöktun á eitruðum þör-

ungum í Hvalfirði, Breiðafirði, Eyjafirði og Mjóafirði ([www.hafro.is/voktun](http://www.hafro.is/voktun)).

Til að draga úr líkum á því að skaðlegir þörungur valdi tjóni á eldisfiski er mikilvægt að velja heppilegt eldissvæði. Í reynd byggist val á eldissvæðum m.t.t. skaðlegra þörungum á fyrri reynslu af öðrum svæðum í nágrenninu (Anderson o.fl. 2001). Það vekur athygli að tjón af völdum skaðlegra þörungum eru algengust í Seyðisfirði og Eskifirði. Hér eru kvíarnar staðsettar innarlega í þröngum fjörðum, með íbúðarbyggð í nágrenninu ásamt iðnaði eins og fiskimjólsværksmiðjum.

### 3.6 Afræningjar

#### *Tjón af völdum afræningja*

Nokkrar tegundir spendýra, fugla og fiska hafa valið tjóni á eldisfiski og búnaði sjókvíaeldisstöðva. Af tegundum hér við land er helst að nefna seli, skarf, mink og háf (*Squalus acanthias*) (Iwama o.fl. 1997; Quick o.fl. 2004; Aqua management 2004).

Í Bresku Kólumbíu sem er fylki í Kanada mátti rekja um 20% tilfella slysasleppinga til afræningja á árunum 1993-1996 og 8% á tímabilinu 1997-2000 (Anon 2002). Í Noregi var þetta hlutfall heldur lægra eða 6,6% á árunum 1994-1999 (Anon 2000).

#### *Selir*

Vitað er um þrjú tilfelli hér á landi þar sem talið er að selur hafi skemmt netpoka og ollið slysasleppingu. Fyrsta tilfellið er upp úr 1985 í Straumsvík, næsta næsta utan við Nauteyri í Ísafjarðardjúpi og þriðja tilfellið í Skutulsfirði (kafla 2). Hjá Álfsvelli ehf. í Skutulsfirði er talið að rekja megi slysasleppingu til þess að of stór netpoki var notaður í kvína. Þá myndast slaki á netpoka og selurinn á auðveldara með að ýta honum á undan sér og ná í eldisfiskinn. Við það er hætt á að hann bítu gat á pokann sem viðist hafa gerst í þessu tilviki (Valdimar Ingi Gunnarsson o.fl. 2006). Slaki á neti og dauður fiskur í botni kvíarinnar eru helstu áhættuþættir sem get leitt til þess að selur valdi tjóni á búnaði og fiski (Valdimar Ingi Gunnarsson 2003).

Selur getur bitið fisk í gegnum netmöskva jafnvel án þess að skemma möskvana. Einkenni selbitins fisks getur verið frá því að stykki úr kvið fisksins vantar allt að því að eingöngu haus og sporður eru eftir. Selurinn sagnar fiskinn út í gegnum möskvana. Hann getur einnig notað

hreifana við árás og klórað fiskinn (Anon 1990).

Þó tjón af völdum sels séu eflaust fleiri en þrjú er fátt sem bendir til þess að þetta sé umtalsvert vandamál hér við land nema þá hugsanlega í nágrenni við selalátur. Aftur á móti eru selir til vandræða hjá um 80% sjókvíaeldisstöðva í Skotlandi. Þar hefur jafnframt komið fram í rannsóknum að landselir eru ágengastir (Quick o.fl. 2004).

#### *Minkur*

Minkur hefur valdið tjóni í sjókvíaeldi erlendis (Anon 1990). Dæmi eru um að minkur hafi tekið fisk í sjókvíaeldisstöðvum hér á landi (Valdimar Ingi Gunnarsson 1991). Það er þó ekki vitað til þess að minkur hafi valdið umtalsverðu tjóni í sjókvíaeldisstöðvum á Íslandi.

#### *Fiskar*

Af einstökum fisktegundum er það einkum háfur sem hefur ollið tjóni í sjókvíaeldi í Noregi og Kanada (Iwama o.fl. 1997; Aqua management 2004). Engar upplýsingar eru um að háfur hafi valdið tjóni hér á landi. Aftur á móti hefur villtur þorskur nagað smá göt á netpoka á stöðum þar sem dauður fiskur og fóðurleifar hafa legið. Ekki er vitað til þess að villtur fiskur hafi verið þess valdandi að eldisfiskur hafi sloppið út úr kvíum á Íslandi.

#### *Fuglar*

Skarfar ollu tjóni á fiski í nokkrum sjókvíaeldisstöðvum á níunda áratugnum (Valdimar Ingi Gunnarsson 1991). Algengt hefur einnig verið að skarfur sæki að eldiskvíum þorskeldisfyrirtækja á haustin og fram á seinni hluta vetrar og valdi tjóni á smærri fiski. Ef netpokarnir eru með smáum möskvum nær hann ekki góðu taki á fiskinum og getur því drepið og sært marga fiska. Merki þess að skarfur hafi verið á ferðinni er hreisturstap og djúp sár á hlið fisksins. Beittur goggurinn getur einnig skaðað möskvana á netpokanum (Anon 1990). Aðrar tegundir sem valdið geta tjóni á eldisfiski eru s.s. mávategundir en þar er helst um að ræða tjón á nýútsettum seiðum. Með því að hafa fuglanet yfir kvínni er hægt að koma í veg fyrir tjón (Valdimar Ingi Gunnarsson 1991).

#### *Tíðni tjóna af völdum afræningja eflaust vanmetin*

Flestir afræningjar, sérstaklega spendýr og fuglar ráðast á fisk í sjókvíum þegar starfsmenn eru fjarverandi í birtingu á morgnana og þegar fer

að dimma á kvöldin. Bjartar, kyrrar nætur eru einnig oft notaðar af afræningjum (Anon 1990). Oft finnast göt á netpoka án þess að vitað sé um orsök. Hér kann í einhverjum tilvikum megi rekja tjón til afræningja en margar aðrar ástæður geta einnig skýrt gat á netpoka. Það er því hugsanlegt að tjón vegna ágangs afræningja sé meira en menn hafa hingað til talið sérstaklega hjá litlum sjókvíaeldisstöðvum þar sem eftirlit er lítið. Góðar forvarnir eru besta leiðin til að halda afræningjum frá eldinu og er bent á nokkrar leiðir í greininni „Slyasleppingar: Áhættuþættir og verklagsreglur fyrir sjókvíaeldisstöðvar” (Valdimar Ingi Gunnarsson 2003).

### 3.7 Mengun og súrefnisskortur

#### *Tjón vegna mengunar*

Vitað er um a.m.k. tvö tilfelli affalla á eldisfiski vegna mengunar í íslenskum sjókvíaeldisstöðvum. Í öðru tilvikinu olli lýsisgrútur frá síldarbræðslu tjóni á laxaseiðum í Berufirði í byrjun nóvember 2002 (Gísli Jónsson 2003). Í hinu tilvikinu áttu sér stað mikil afföll á eldislaxi hjá Rifósi í Innra-Lóninu í Kelduhverfi um miðjan janúar 2001. Ástæðan var rakin til kröftugrar eitrunar af völdum brennisteinsvetnis ( $H_2S$ ) (kafla 2.5). Brennisteinsvetni myndast við súrefnissnaugar aðstæður niður við botn á menguðum svæðum þar sem úrgangur m.a. frá eldinu safnast upp og rotnað. Á fyrstu árum norsks laxeldis var eldinu oft valinn staður á skjólgóðum, straumlitlum grunnum svæðum oft í þröskuldsfjörðum. Úrgangur safnaðist því undir kvíunum með þeim afleiðingum í verstu tilvikum að brennisteinsvetni myndaðist og olli afföllum á fiski. Eldinu er nú valinn staður á dýpri, opnari og straummeiri svæðum m.a. til að koma í veg fyrir afföll á eldisfiski vegna mengunar (Velvín 1999). Aðstæður í Innra-Lóninu er að sumu leyti svipað því sem var á fyrstu árum í norsku sjókvíaelði. Lón í Keldukerfi er stöðuvatn  $3,6 \text{ km}^3$  að flatarmáli, þar af er Innra-Lón  $2,0 \text{ km}^3$ . Vestari hluti Innra-Lóns ( $1,2 \text{ km}^3$ ) er talsvert dýpri en aðrir hlutar vatnsins eða 9-11 metra djúpt (Ingimar Jóhannsson og Björn Jóhannsson 1979). Lónið er lagskipt, saltara niður við botn og ferskt í yfirborði. Það magn af sjó sem streymir inn í Lón hverju sinni, er ekki aðeins háð sjávarföllum og því hve stórstreymt er – það er einnig breytilegt frá ári til árs vegna þess að dýpt og staða óssins breytist. Vatnaskipti fylgja sjávarföllum og á flóði fellur sjór inn í gegnum ósinn og af og til nær hann inn í

Innra-Lónið og fellur þá undir ferskvatnsbolinn og blandast vatninu í vestari hluta þess. Miklar sveiflur eru því í seltu- og súrefnisinnihaldi salta lagsins (Ingimar Jóhannsson og Björn Jóhannsson 1983).

#### *Mat á umhverfisáhrifum og vöktun*

Aðstæður í Innra-Lóninu eru mjög sérstæðar og ekki hægt að heimfæra yfir á önnur svæði þar sem sjókvíaelði er stundað hér á landi. Straumur í íslenskum fjörðum er yfirleitt mikill og þar sem eldinu er valinn staður á djúpu vatni eru áhrif eldisins lítil. Samkvæmt lögum nr. 106/2000 og reglugerð nr. 1123/2005 um mat á umhverfisáhrifum þarf að tilkynna Skipulagsstofnun um allt fiskeldi sem er með frárennsli í sjó ef áformað er að ársframleiðsla verði meiri en 200 tonn. Skipulagsstofnun úrskurðar síðan hvort fallist skuli á framkvæmdina með eða án skilyrða. Mat á umhverfisáhrifum er mikilvægt stjórnæki til að koma í veg fyrir umtalsverð neikvæð áhrif á umhverfið og til að stuðla að sjálfbærri þróun (Auður Ýr Sveinsdóttir o.fl. 2005).

Í starfsleyfi er kveðið á um vöktun sem þarf að framkvæma vegna starfsemi sjókvíaeldisstöðvar (Anna Rósa Böðvarsdóttir 2004). Í Mjóafirði þar sem umfangsmesta sjókvíaelðið er stundað á sér stað uppsöfnun undir kvíunum en með því að hvíla svæðin öðru hvoru ná þau fljótt að hreinsa sig (Björgvin Harri Bjarnason 2004).

#### *Tjón af völdum súrefnisskorts*

Eina tilvikið sem vitað er um afföll á eldisfiski vegna súrefnisskort er úr Grundarfirði. Þann 9. janúar 2007 kom í ljós að allur áframeldisþorskur hjá Guðmundi Runólfssyni hf. var dauður. Í mælingum Hafrannsóknastofnunar kom síðan í ljós óvanalega lágt súrefnisinnihald í sjónum, 2-2,9 mg  $O_2$ /lítra í nágrenni við kvíarnar. Niðurstöður benda því til að ástæður fiskadauða sé súrefnisskortur (kafla 2.3), en 618 þúsund tonn af síld mældust í firðinum á þessum tíma (Hafrannsóknastofnun 2007). Á sama tíma fannst í firðinum einkum í nágrenni við kvíarnar lítilsháttar magn af dauðum villtum þorski og síld. Í mælingum Hafrannsóknastofnunnar kom fram að sjórinn í firðinum var heldur kaldari og ferskari (lægri selta) en sjórinn fyrir utan. Er það talið ástæða þess að síldin hafi leitað inn í fjörðinn, en síld heldur sig gjarnan í köldum sjó yfir veturinn, í svokallaðri vetursetu. Í vetursetu dregur úr fæðunámi síldarinnar og

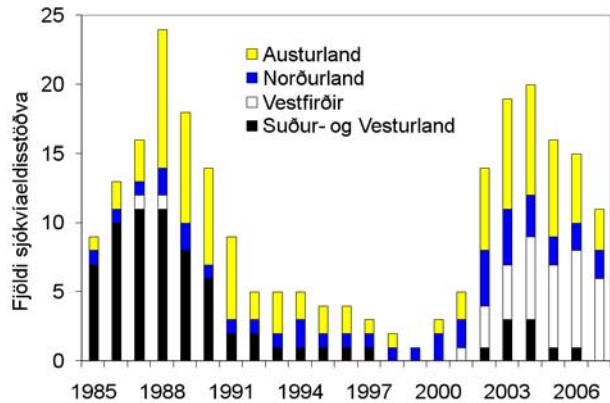
hægir á líkamsstarfsemi hennar. Rannsóknir erlendis frá sýna að síld getur lifað við lágt súrefnisinnihald sjávar miðað við þorskfiska og kann það að vera skýring þess að lítið fannst af dauðri síld (Hafrannsóknastofnun, frétt 19. janúar 2007). Í framhaldi af þessu tjóni má velta því fyrir sér hvort að afföll vegna súrefnisskorts geti átt sér stað í öðrum fjörðum hér á landi. Það er ekki hægt að útiloka og er þekkt að mikið magn af síld hefur leitað inn í aðra firði til vetursetu. Á Austfjörðum hefur t.d. mælst mikið magn af síld í Berufirði, Reyðafirði, Eskafirði, Seyðisfirði og Mjóafirði. Innarlega í Berufirði mældust t.d. um 125.000 tonn af síld árið 1980 og um 160.000 tonn árið 1986 á tiltölulega litlu svæði (Jakob Jakobsson 1981; Ólafur Halldórsson 1986). Allt eru þetta firðir þar sem sjókvíaeldi hefur verið stundað og í dag er að finna eldi í Berufirði. Auðvelt ætti þó að vera að koma í veg fyrir afföll á fiski með því að fylgjast með síldargöngum, mæla súrefnisinnihald sjávar og færa kvíar ef þess er þörf.

## 4.0 Samantekt og ályktanir

### 4.1 Umfang sjókvíaeldis eftir tímabilum og svæðum

Mikil aukning var í fjölda sjókvíaeldisstöðva upp úr miðjum níunda áratugnum (mynd 4.1 og 4.2). Flestar voru sjókvíaeldisstöðvarnar árið 1988 og þá stunduðu 24 fyrirtæki heilsárseldi (mynd 4.1), auk þess voru nokkur fyrirtæki með eldi hluta af árinu (mynd 4.2). Seinni hluta níunda áratugarins var sjókvíaeldi stundað í öllum landsfjórðungum. Þegar kom fram á tíunda áratuginn fækkaði sjókvíaeldisstöðvum m.a. vegna mikilla áfalla í eldinu og í lok hans var aðeins eitt fyrirtæki með heilsárseldi, í Lóni í Kelduhverfi. Í byrjun þessarar aldar hófst heilsárseldi aftur allt í kringum landið (mynd 4.1). Frá árinu 2004 hefur þeim síðan fækkað ár frá ári.

Sjókvíaeldi á Íslandi hefur aðeins verið stundað í umtalsverðu mæli í rétt rúm 10 ár, þ.e.a.s. á tímabilinu 1985-1991 og 2002-2007. Saga sjókvíaeldis er því stutt hér á landi í samanburði við nágrannalönd þar sem það hefur verið stundað samfelld í nokkra áratugi. Á mynd 4.3 er yfirlit yfir þau svæði eða firði þar sem sjókvíaeldi hefur verið stundað á Íslandi á



Mynd 4.1. Fjöldi fyrirtækja með heilsárseldi í sjókvíum eftir landshlutum árin 1985-2007.

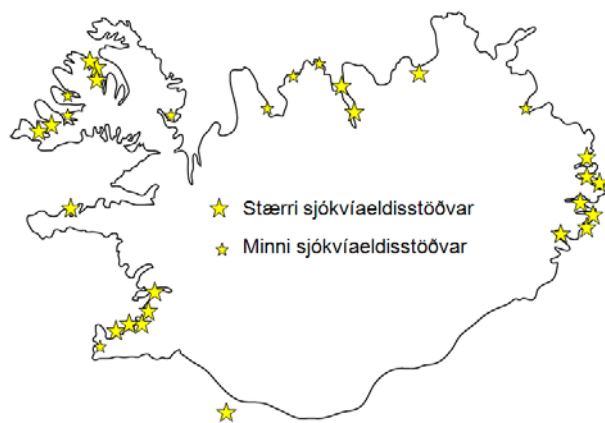
Figure 4.1. The number of sea cage farms in regions in the years 1985-2007.

tímabilinu 1985 til 2007.

Sjókvíaeldi hefur verið stundað í um 30 fjörðum eða svæðum hér við land (mynd 4.3). Í sumum fjörðum er um að ræða nokkrar staðsetningar á eldisstöðvum eða kvíaþyrpingum. Umfang rekstursins er mjög breytilegt á milli svæða og reynslan af sjókvíaeldi einnig mismunandi þar sem í sumum tilvikum er eingöngu um að ræða eldi yfir hlýjustu mánuðina á árinu.

Þegar skoðaðir eru einstakir landshlutar er mikil uppbygging í sjókvíaeldi við sunnan- og vestanvert landið seinni hluta níunda áratugarins, en í upphafi tíunda áratugarins lagðist sjókvíaeldi á þessu svæði því sem næst af (mynd 4.1 og 4.2). Þar vegur þungt áföll vegna ofkælingar sjávar inn í fjörðum og endurtekin tjón á búnaði sem ekki virtist vera hannaður fyrir aðstæður á opnum svæðum. Í lok tíunda áratugarins leggst heilsárseldi af við sunnan- og vestanvert landið en hefst aftur árið 2002 og er stundað fram til byrjun ársins 2007 þegar síðasta sjókvíaeldisstöðin hættir rekstri (mynd 4.1 og 4.2).

Á Vestfjörðum var sjókvíaeldi nær eingöngu stundað yfir heitustu mánuðina á níunda og tíunda áratugnum (mynd 4.1 og 4.2). Í þeim tilvikum sem heilsárseldi var reynt olli ofkæling sjávar og lagnaðarís vandræðum. Í byrjun þessa áratugar hefst heilsárseldi á nokkrum stöðum á Vestfjörðum (mynd 4.1). Fram að þessu hafa neikvæðir umhverfisþættir ekki valdið umtalsverðum tjónum í eldinu. Á Norðurlandi hefur sjókvíaeldi aðallega verið stundað í Eyjafirði og Lóni í Kelduhverfi þar sem eldi hefur verið stundað í tæpa þrjá áratugi.



Mynd 4.3. Yfirlit yfir svæði og firði þar sem sjókviældi hefur verið stundað á Íslandi á tímabilinu 1972-2006. Stórar stjörnur tákna stærri stöðvar með heilsárseldi og er þá miðað við það tímabil þegar umfangið var mest. Sjókviældisstöðvar með fareldi og tilraunareldisstöðvar með heilsárseldi eru auðkenndar með litlum stjörnum. Aðeins er höfð ein stjarna fyrir hverja staðsetningu eða hvern fjörð, en í sumum tilvikum getur verið um nokkrar sjókviældisstöðvar að ræða.

Figure 4.3. Location and periods of sea cage farms operating in the years 1972-2006. Bigger stars indicate the main activity and smaller stars indicate mainly operation of smaller farms operating during the warmer part of the year.

Í Eyjafirði er sjókviældi framan af aðallega stundað yfir heitustu mánuðina en það er ekki fyrir en í byrjun þessa áratugar sem heilsárseldi í Eyjafirði festir sig í sessi (mynd 4.1 og 4.2).

Á Austurlandi byrjaði sjókviældisstöðvum að fjölga umtalsvert seinni hluta níunda áratugarins og var þá sjókviældi mest stundað í fimm fjörðum (mynd 4.1 og 4.2). Þegar líða fór á tíunda áratuginn fækkaði sjókviældisstöðvum verulega og lagðist af í lok hans. Sjókviældi hefst síðan með miklum krafti á Austfjörðum í upphafi þessa áratugar.

## 4.2 Staða og framtíðaráform

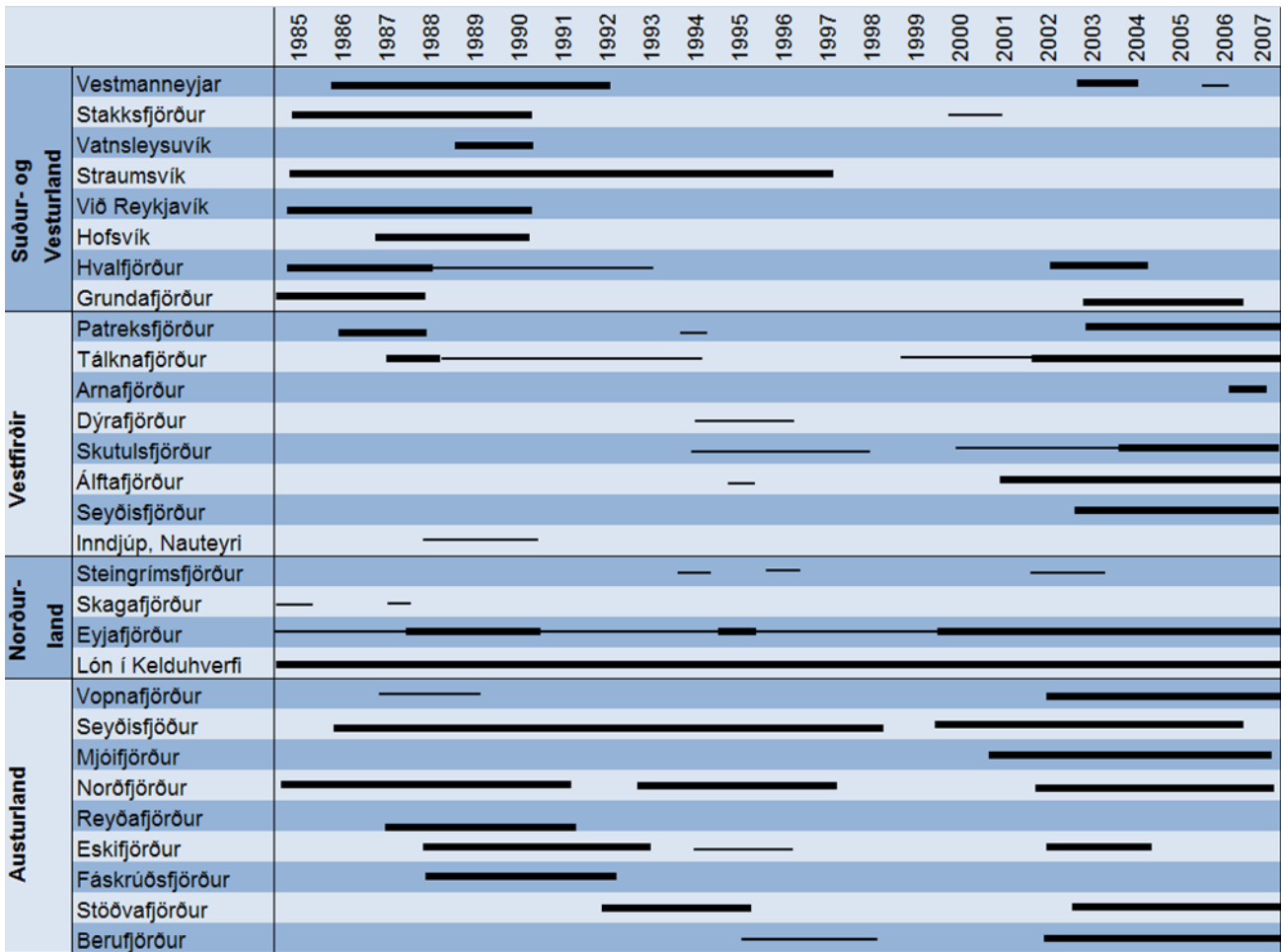
Í lok ársins 2006 eru 14 fyrirtæki með heilsárseldi í sjókvíum (tafla 4.1). Þar af eru ellefu fyrirtæki með áframeldi á þorski, fjögur með aleldi á þorski, þrjú með laxeldi í kvíum og eitt með bleikjueldi (mynd 4.4). Á árinu 2007 hætti Sæsilfur hf., Síldarvinnslan hf., Róður ehf. og Guðmundur Runólfsson hf. rekstri og voru því aðeins 10 starfandi fyrirtæki með sjókviældi í

lok ársins. Fyrirséður er mikill samdráttur í laxeldi í sjókvíum þar sem bæði Sæsilfur hf. og Salar Islandica haf hætt eldi á laxi. Salar Islandica hyggst einbeita sér að tilraunaeldi á þorski (Ríkisútvarpið, 20. mars 2007). Varðandi þorskeldi leiða stóru sjávarútvegsfyrirtækin þróunina og líta á eldið sem tilraunaverkefni til að meta arðsemi þess. Þorskeldi er í stöðugri skoðun hjá fyrirtækjunum og er ekki líklegt að teknar verði ákvarðanir á allra næstu árum um stórtæka uppbyggingu. Ennþá á eftir að sýna fram á árangur í kynbótum á þorski, þróa bólu-efni, draga úr tjóni vegna kynþroska og auka almenna þekkingu á sjúkdómum og eldi á þorski. Ekki er gert ráð fyrir mikilli framleiðslu og á árinu 2010 er frekar gert ráð fyrir að framleiðslan verði innan 5.000 tonna heldur en 10.000 tonna og komi að stórum hluta úr áframeldi á villtum þorski.

Fyrirtæki	Staðsetning	Tegundir
Guðmundur Runólfsson hf.	Grundarfjörður	Áframeldi á þorski
Þóroddur ehf.	Patreksfjörður og Tálknafjörður	Aleldi og áframeldi á þorski
Einherji ehf.	Patreksfjörður	Áframeldi á þorski
Róður ehf.	Arnafjörður	Áframeldi á þorski
Glaður ehf.	Skutulsfjörður	Áframeldi á þorski
Álfsvell ehf.	Skutulsfjörður	Áframeldi á þorski
Hraðfrystihúsið - Gunnvör hf.	Álftafjörður og Seyðisfjörður	Aleldi og áframeldi á þorski
Brim-fiskeldi ehf.	Eyjafjörður	Aleldi á þorski Áframeldi á þorski og ýsu
Rifós hf.	Lón í Kelduhverfi	Lax- og bleikjueldi
Vopn-fiskur ehf.	Vopnafjörður	Áframeldi á þorski
Sæsilfur hf.	Mjóifjörður	Laxeldi
Síldarvinnslan hf.	Norðfjörður	Aleldi og áframeldi á þorski
Þorskeldi ehf.	Stöðvarfjörður	Áframeldi á þorski
Salar Islandica hf.	Berufjörður	Aleldi á þorski og laxeldi

Tafla 4.1. Staðsetning fyrirtækja með sjókviældi og eldistegundir í lok ársins 2006.

Table 4.1. Location of sea cage farms in Iceland by the end of the year 2006 and species farmed in each.



Mynd 4.2. Staðsetning sjókvíaeldis við Ísland árin 1995-2007. Breiða línan táknar fyrirtæki með heilsárseldi í sjókvíum. Mjóa línan táknar sjókvíaeldisstöðvar með eldi hluta úr árinu eða mjög litlar stöðvar með heilsárseldi. Á myndinni er ekki gerður greinamunur á því hvort það séu ein eða fleiri sjókvíaeldisstöðvar í sama firði.

Figure 4.2. Location of sea cage farms in Iceland in the years 1985-2007. Wide lines indicate farms operating the whole year. Narrow lines indicate mainly small farms operating in the warmest months of the year.

Sjókvíaeldisstöðvar sem stefna að því að framleiða meira en 200 tonn af eldisfiski þurfa að sækja um leyfi til Umhverfisstofnunar. Fyrst þarf Skipulagsstofnun að leggja mat á það hvort líklegt sé að fyrirhugað fiskeldi hafi umtalsverð umhverfisáhrif og sé háð mati á umhverfisáhrifum skv. lögum nr. 106/2000. Stofnunin hefur nú úrskurðað að eldi í sjókvíum hér við land sem getur numið rúmum 50.000 tonnum sé ekki háð mati á umhverfisáhrifum. Umhverfisstofnun hefur nú veitt starfsleyfi til framleiðu á um 40.000 tonnum af eldisfiski (tafla 4.2). Til viðbótar þessu eru leyfi sem heilbrigðiseftirlit sveitafélaga hafa veitt sjókvíaeldisstöðvum til að framleiða minna en 200 tonn. Miðað við framtíðaráform eldisfyrirtækja í dag er ekki líklegt að heimildir sem hafa verið veittar til

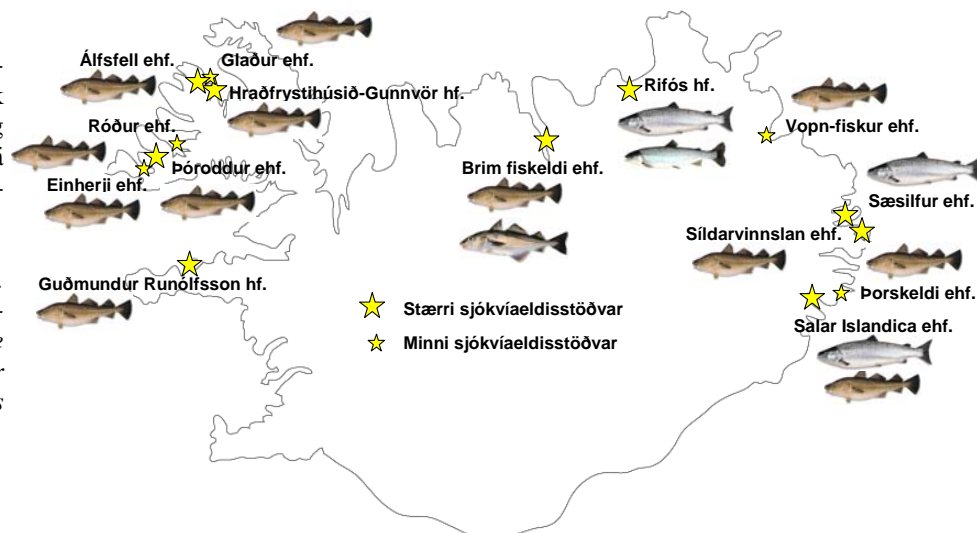
framleiðslu á eldisfiski í sjókvíaeldisstöðvum verði nýttar í umtalsverðu mæli á allra næstu árum.

### 4.3 Umfang tjóna eftir umhverfisþáttum

Mörg dæmi eru um tjón af völdum neikvæðra umhverfisþátta í íslensku sjókvíaeldi (mynd 4.5). Eins og kemur fram á myndinni eru stærri slyasleppingar nær eingöngu við sunnanverðan Faxaflóa og Vestmanneyjar. Hér er oftast um að ræða að búnaður hafi gefið sig vegna slæmra veðurskilyrða. Til viðbótar er fjöldi slyasleppinga sem raktar eru til þess að gat hefur komið á netpoka eða vegna mistaka við meðhöndlun á lifandi eldisfiski. Lagnaðarís hefur eingöngu fram að þessu valdið tjóni við vestan- og norðanvert landið. Tjón vegna

Mynd 4.4.  
Staðsetning sjókvíaeldisstöðva í lok ársins 2006 og eldistegundir hjá einstökum fyrirtækjum.

Figure 4.4.  
Location of sea-cage farms by the end of the year 2006 and species farmed in each.



sjávarkulda er bundið við vestanvert landið. Skaðlegir þörungar hafa valdið tjóni um allt land, en tjón vegna marglyttna er bundið við Austfirði. Afræningjar (selir) hafa ekki valdið miklu tjóni hjá íslenskum sjókvíaeldisstöðvum. Mengun og súrefnisskortur hefur aftur á móti valdið verulegu tjóni í Lóni í Kelduhverfi og Grundarfirði.

Nú má velta því fyrir sér hvort reynsla undanfarna áratugi geti gefið vísbendingar um gæði einstakra svæða m.t.t. sjókvíaeldis. Við þennan samanburð verður að hafa nokkra fyrirvara og í því sambandi má nefna að:

- Heilsárseldi í sjókvíum hér á landi hefur almennt verið stundað í stuttan tíma og reynsla því takmörkuð.
- Upplýsingagjöf frá einstökum fyrirtækjum er mjög mismunandi.
- Eftirlit með eldinu er mismunandi sérstaklega á fyrstu árum sjókvíaeldis hér á landi.

Á flestum eldissvæðanna hefur sjókvíaelði verið stundað í tiltölulega stuttan tíma og reynsla af því mjög takmörkuð (mynd 4.1). Lengst hefur það verið í Lóni í Kelduhverfi þar sem afföll hafa verið tiltölulega lítil nema vegna mengunar árið 2001. Á Seyðisfirði hefur heilsárseldi verið stundað í tæp 20 ár og tjón þar verið tíð einkum vegna skaðlegrar þörungur og marglyttna. Á öðrum svæðum hefur eldi verið stundað í mun styttri tíma og t.d. á Vestfjörðum hefur heilsárseldi í sjókvíum verið lengst stundað samfelt í Álftafirði frá 2001.

Það er mjög mismunandi eftir fyrirtækjum hve nákvæmar upplýsingarnar eru frá

forsvarsmönnum eða starfsmönnum fyrirtækjanna. Í sumum tilvikum fengust engar upplýsingar og því varhugavert að alhæfa út frá þessum gögnum hvar bestu aðstæður eru til sjókvíaeldis með það að markmiði að lágmarka tjón vegna óhagstæðra umhverfisþátta. Þessi samantekt gefur ákveðnar vísbendingar en skipulagðar rannsóknir og gagnaöflun til lengri tíma þarf til að fá öruggari upplýsingar um kosti og ókosti hvers eldissvæðis.

Á fyrstu árum sjókvíaeldis var ekki til staðar nægilega góður búnaður til að fylgjast reglulega með afföllum á fiski. Það er ekki fyrir en nú á síðustu árum sem almennt eru teknir í notkun dauðfiskaháfar. Það gat því liðið langur tími á milli þess að könnuð voru afföll á fiski í botni netpokans og fiskur því hugsanlega náð að rotna. Algengt var einnig á fyrstu árum sjókvíaeldis að við slátrun vantaði mikið upp á þann fjölda fiska sem upphaflega var settur í kvína. Afföll á fiski s.s. vegna skaðlegrar þörungur kunna því hugsanlega að vera meiri og algengari en áður hefur verið talið.

#### 4.4 Aðstæður til sjókvíaeldis – Hvað hefur breyst?

Allt frá því sjókvíaelði hófst hér við land árið 1972 hafa margir haft efasemdir um möguleika Íslendinga í framleiðslu á eldisfiski í sjókvíum á samkeppnishæfu verði (kafla 1.2). Miklir erfiðleikar hafa verið í greininni og mikill fjöldi þeirra fyrirtækja sem hafa hafið rekstur hafa hætt eftir tiltölulega stuttan rekstrartíma (kafla 2). Það má því velta þeirri spurningu fyrir sér hvað hefur breyst og hvort í raun og veru sjókvíaelði við stendur landsins geti orðið samkeppnishæft við sjókvíaelði annara landa í

Fyrirtæki	Staðsetning	Úrskurður Skipulagsstofnunar, ekki háð umhverfismati og hámarks framleiðsla (tonn)			Starfsleyfi Umhverfis-stofnunar	
		Dags.	Þorskur	Lax	Dags.	Tonn
Íslandslax hf.	Ystu-Vík, Eyjafirði	31.01.07		1.000		
AGVA ehf.	Hvalfirði	23.06.06	3.000		23.02.07	3.000
AGVA ehf.	Stakksfirði	23.06.06	3.000		15.02.07	3.000
Salar Islandica hf.	Berufirði	15.05.06	1.000	7.000	09.01.01	8.000
Hraðfrystihúsið-Gunnvör hf.	Álftafirði og Seyðisfirði	25.04.06	2.000		29.08.06	2.000
Salar Islandica hf.	Fáskrúðsfirði	23.09.04	3.000		14.06.05	3.000
Brim-fiskeldi ehf.	Eyjafirði undan Baldurshaga	07.01.04	*1.200		18.12.06	1.200
Rifós hf.	Lóni í Kelduhverfi	28.07.04		***700	19.04.00	700
Eskja hf.	Eskifirði og Reyðarfirði	22.06.04	1.400			
Austlax ehf.	Seyðisfirði	04.04.04		**8.000		
AGVA-Norðurland ehf.	Eyjafirði við Hauganes	08.04.03	2.000		07.12.05	2.000
Samherji hf. (Reyðarlax)	Reyðarfirði	23.10.02		6.000	14.03.03	6.000
Síldarvinnslan hf.	Norðfirði	26.06.02	2.000		17.02.03	2.000
Útgerðarfélag Akureyringa hf. +	Eyjafirði í Rauðuvík	25.01.02	1.000		23.10.02	1.000
Íslandslax hf.	Vestmanneyjar, Klettsvík	03.04.01		1.000		
Útgerðarfélag Akureyringa hf. +	Eyjafirði, Grenivík og Svalbarðseyri	29.06.01	++2.000			
AGVA ehf. +++	Mjóafirði	09.08.00		8.000	04.01.01	8.000
<b>Samtals</b>			<b>21.700</b>	<b>31.700</b>		<b>39.900</b>

\* Heimild til eldis á þorski og ýsu. \*\* Eldi á laxi, regnbogasilungi og þorski. \*\*\*Framleiðsla á laxi og bleikju.  
+ Nú Brim-fiskeldi ehf. ++ Þorskur og lúða. +++ Nú Sæsillfur hf.

Tafla 4.2. Dagsetning úrskurðar Skipulagsstofnunar um heimilaða hámarks framleiðslu í sjókvímum eftir fyrirtækjum, ásamt dagsetningu starfsleyfis Umhverfisstofnunar (heimild; Umhverfisstofnun og Skipulagsstofnun).

Table 4.2. Date of the Icelandic National Planning Agency decision of maximum allowed production in each sea cage farm and date of the Environment and Food Agency licence (Source: Environment and Food Agency and Icelandic National Planning Agency).

Norður-Atlantshafi á næstu árum. Það var einkum árin 1985-1991 sem mestu tjón áttu sér stað í íslensku sjókvíaelði, en frá þeim tíma hafa nokkrar mikilvægar forsendur breyst, en þær eru:

- Eldi á þorski er hafið og er tegundin betur aðlöguð að umhverfisaðstæðum á Íslandi en laxinn sem var ráðandi tegund í sjókvíaelði.

- Þekking á umhverfisaðstæðum hefur aukist mikið með rekstri sjókvíaeldisstöðva allt í kringum landið á undanförunum áratugum.
- Mikil þróun hefur átt sér stað á búnaði til sjókvíaeldis. Hann er nú mun sterkari og betur aðlagður að aðstæðum hér á landi en áður var.



	Suður- og vesturland								Vestfirðir					Norður- og Austurland										
	Vestmannaeyjar	Ósábotnar	Stakkfjörður	Vatnsleysuvík	Straumsvík	Við Reykjavík	Hofsvík	Hvalfjörður	Grundarfjörður	Patreksfjörður	Tálknafjörður	Skutulsfjörður	Álftafjörður	Seyðisfjörður	Eyjafjörður	Lón í Keiduhverfi	Seyðisfjörður	Mjólfjörður	Norðfjörður	Reyðafjörður	Eskifjörður	Fáskrúðsfjörður	Stöðvafjörður	Berufjörður
Veðurfar / slysasleppingar	■		■	■	■		■																	
Ofkæling								■	■	■														
Lagnaðarís		■						■			■			■	■									
Skaðlegir þörungar					■			■									■				■			
Marglyttur																	■	■		■		■		
Afræningjar (selur)					■						■													
Mengun/súrefniskortur									■							■								

Mynd 4.5. Helstu tjón af völdum neikvæðra umhverfisþátta í fjörðum eða svæðum þar sem heilsárseldi í sjókvíum hefur verið stundað á Íslandi á tímabilinu 1972-2007.

Figure 4.5. Damages of sea cage farms and mortality of fish due to unfavourable environmental conditions. Reasons for damages were unfavourable weather conditions, low sea temperature, sea ice, phytoplankton, jellyfish, seal and pollution.

- Veðurfar virðist vera að hlýna og spáð er hlýnun á næstu áratugum.

Hér áður fyrir þegar gerður var samanburður á aðstæðum til sjókvíaeldis við Íslandi og í samkeppnislöndum var ein meginforsendan sjávarhiti og komist að þeirri niðurstöðu að hann væri ekki nægilega hár og vöxtur því hægur fyrir lax.

Kjörhitastig fyrir vöxt hjá laxi er tiltölulega hátt eða um 14°C fyrir 600-2000 g fisk (Austreng o.fl. 1987). Hjá 200-2000 g þorski er kjörhitastig fyrir vöxt töluvert lægri eða 9,2-11,1°C (Björn Björnsson o.fl. 2007). Með tilliti til kjörhita er þorskur því betur aðlagður að umhverfisaðstæðum við Ísland en lax. Meðal-sjávarhiti yfir árið er 6,0°C í Reykjavíkurhöfn og 4,3°C í Mjóafirði (Steingrímur Jónsson 1999). Þrátt fyrir lágt kjörhitastig hjá þorski er sjávarhiti óhagstæðari við Íslandi í samanburði við Skotland og Noreg sérstaklega fyrir smærri fiskinn. Kjörhiti fyrir 20 g þorskseiði er um 13°C og 15°C fyrir 2 g seiði (Björn Björnsson o.fl. 2007). Útreikningar sýna að það tekur töluvert lengri tíma að ná þorskseiðum upp í markaðsstærð í sjókvíum við vestan-, norðan- og austanvert landið en í Noregi og Skotlandi og þá sérstaklega þegar lítil seiði eru sett í kvíarnar (Valdimar Inga Gunnarsson o.fl. 2004).

Á síðustu tveimur áratugum hefur safnast töluvert af upplýsingum um aðstæður til sjó-

kvíaeldis. Hér er um að ræða gögn sem rannsóknastofnannir hafa safnað og forsvarsmenn sjókvíaeldisstöðva. Það skal þó haft í huga að Ísland er á jaðarsvæði fyrir sjókvíaelði og því mikilvægara fyrir okkur að þekkja vel til umhverfisaðstæðna en samkeppnislöndin, þar sem aðstæður eru oft mun hagstæðari til sjókvíaeldis. Grunnrannsóknir til að auka þekkingu okkar á umhverfisaðstæðum og vistfræði fjárða eru því lykilatriði fyrir áframhaldandi þróun sjókvíaeldis á Íslandi. Umhverfisaðstæður eru einnig mjög mismunandi eftir landshlutum og hvert svæði hefur sín sérkenni. Því er mikilvægt að kortleggja umhverfisaðstæður á hverjum stað til að meta hvaða eldisbúnaðar og eldistegund hentar hverju sinni.

Mikil þróun hefur átt sér stað á búnaði til fiskeldis á síðustu tveimur áratugum. Nú á síðustu árum hafa forsvarsmenn sjókvíaeldisstöðva yfirleitt tekið þá ákvörðun að velja sterkan búnað sem hefur reynst vel við svipaðar aðstæður og eru hér við land. Enda er reynslan sú að lítið hefur verið um tjón á búnaði. Jafnframt er búið að þróa staðal fyrir sjókvíar sem stefnt er að gera að alþjóðlegum staðli. Með því að uppfylla staðalinn á að vera betur tryggt að sjókvíar henti og þoli aðstæður sem ríkja á fyrirhuguðum eldisstað (kafla 3.3).

Á síðasta áratugi hefur sjór verið hlýrri en á árunum 1985-1991. Ef spár um hlýnun sjávar á 21. öld ganga eftir má teljast yfir-

gnæfandi líkur á því að vaxtarhraði hjá laxi og þorski í sjókvíum við Ísland mundi aukast og tilkostnaður minnka. Jafnframt mundi samkeppnistaða Íslendinga í þorskeldi batna miðað við helstu keppinautana í Noregi og Skotlandi (Björn Björnsson 2004). Þorskur hefur tiltölulega lágan kjörhita og hærri sjávarhiti getur hugsanlega útilokað svæði þar sem sjávarhitastig er tiltölulega hátt í dag eins og t.d. Vestur-Noregi en þar hafa komið upp vandamál í þorskeldi í heitum sumrum (Blaalid o.fl. 2006).

Í þessari samantekt er ekki gefið endanlegt svar um það hvort hægt verði að byggja upp samkeppnishæft sjókvíaeldi á þorski á Íslandi. Lagt hefur verið mat á árangur af sjókvíeldi hér á landi og hvað við getum lært af reynslu síðustu áratuga. Hvernig okkur tekst að nýta þessa reynslu, auka þekkingu á umhverfisaðstæðum með rannsókn- og þróunarstarfi, aðlaga eldistækni betur að aðstæðum, mun ráða miklu um hvort hægt verði að byggja upp samkeppnishæft sjókvíaeldi á Íslandi.



Mynd 4.6. Sjókvíar ISNO hf. í Klettsvík, Heimaey í sjóroki þann 23. febrúar 1991 (Ljósmynd: Sigurgeir Jónasson).

*Figure 4.6. ISNO sea cage farm in Klettsvík, Heimaey in a sea storm 23. February 1991 (Photo: Sigurgeir Jónasson).*

## 5.0 Þakkarorð

Öllum þeim aðilum sem gáfu munnlegar upplýsingar er þakkað þeirra framlag. Hér er um að ræða starfsmenn og forsvarsmenn fyrirtækja með sjókvíaeldi. Einnig er Karli Gunnarssyni, Hafrannsóknastofnun þakkað margar ganglegar ábendingar um það sem betur mætti fara.

## 6.0 Heimildir

- Adda Bára Sigfúsdóttir 1969. Temperature in Stykkishólmur 1946-1968. *Jökull* 19:7-10.
- Anderson, D. M., Andersen, P., Bricelj, V. M., Cullen J. J. & Rensel J. E.J. 2001. Monitoring and Management Strategies for Harmful Algal Blooms in Coastal Waters. Intergovernmental Oceanographic Commission. *Technical Series* 59: 1-268.
- Anna Rósa Böðvardsdóttir 2004. Fiskeldi í sjókvíum við strendur Íslands: Umfjöllun um ferli leyfisveitinga, mat á umhverfisáhrifum og vöktunaraðferðir. Meistaraprófsverkefni í umhverfisfræðum við Háskóla Íslands. 175 bls.
- Anon 1990. Salmon farming and predatory wild life. A code of practice. A publication by the Scottish Salmon Growers Association. 33 p.
- Anon 2000. Nasjonal handlingsplan mot rømming. Norsk fiskeoppdretters forening, Fiskeridirektoratet, Direktorat for naturforvaltning, Norsk forsikringsforbund, Fylkesmannen i Rogaland.
- Anon, 2002. 2nd annual inspection report on marine fin-fish aquaculture sites. Ministry of agriculture, food and fisheries, Canada ([www.agf.gov.bc.ca/fisheries/aqua\\_report/index.htm](http://www.agf.gov.bc.ca/fisheries/aqua_report/index.htm)).
- Aqua Management 2004. Fískan rømmer - En risikoanalyse av driftsrelaterede årsaker. *Agua Management* As, 35 s.
- Árni Ísaksson 1973. Eldi laxfiska í sjó. *Freyr* 69(11-12): 285-289.
- Árni Ísaksson, Karl Ragnars & Unnsteinn Stefánsson 1982. Skýrsla nefndar um fiskeldismál. Landbúnaðarráðuneytið.
- Árni Kristmundsson, Bergljót Magnadóttir, Bjarnheiður K. Guðmundsdóttir, Grísi Jónsson, Matthías Eydal, Rannveig Björnsdóttir, Sigríður Guðmundsdóttir & Sigurður Helgason 2004. Sjúkdómar í eldisþorski. Í, Björn Björnsson & Valdimar Ingi Gunnarsson (ritstj.), Þorskelði á Íslandi. Hafrannsóknastofnunin. *Fjölrit 111*: 145-173.
- Auður Ýr Sveinsdóttir, Elín Smáradóttir, Hólmfríður Sigurðardóttir, Jakob Gunnarsson, Óli Halldórsson, Sigurður Ásbjörnsson og Þóroddur F. Þóroddsson 2005. Leiðbeiningar um mat á umhverfisáhrifum framkvæmda. Skipulagsstofnun, 56 bls.
- Austreng, E., Storbakken, T. & Åsgård, T. 1987. Growth rate estimates for cultured Atlantic salmon and rainbow trout. *Aquaculture* 60(2): 157-160
- Beveridge, M. 2004. *Cage aquaculture*. Blackwell Publishing Ltd. 368 p.
- Bjarni Harðarson 1986. Matfiskeldi og hafbeit: Framleiðsla sem margfaldast á næstu árum. *Bóndinn* 5: 6-20.
- Björgvin Harri Bjarnason 2004. Botnrannsóknir undir og við fiskeldiskvíar í Mjóafirði 2001-2004 – Samantekt. Samherji hf. 5 bls.
- Björn Björnsson 1987. Fiskeldismöguleikar á Austurlandi. *Sjómannadagsblað Neskaupstaðar* 10:102-110.
- Björn Björnsson 1994. Þorskelði við Íslandsstrendur. *Sjómannadagsblað Neskaupstaðar* 17: 40-45.
- Björn Björnsson 2004. Áhrif hækkandi hita á vaxtarhraða hjá eldisfiski í sjókvíum við Ísland. Í, Þættir úr vistfræði sjávar 2003. Hafrannsóknastofnunin, *Fjölrit* 101: 33-36.
- Björn Björnsson & Agnar Steinarsson 2002. The food-unlimited growth rate of Atlantic cod (*Gadus morhua*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 59: 494-502.
- Björn Björnsson, Agnar Steinarsson & Tómas Árnason 2007. Growth model for Atlantic cod (*Gadus morhua*): effects of temperature and body weight on growth rate. *Aquaculture* 271: 216-226.
- Björn Rúnar Guðmundsson 1980. Staða laxeldis og þróunarmöguleikar þess. Framkvæmdastofnun ríkisins. 47 bls.
- Blaalid, G.-E., Jensen, P.M. & Tveit, K.J. 2006. Milliard til torsk. *Norsk fiskeoppdrett* 31(11): 16-27.
- Båmstedt, U., Fosså, J.H., Martinussen, M.B. & Fosshagen, A. 1998. Mass occurrence of the physonect siphonophore *Apolemia uvaria* (Lesueur) in Norwegian waters. *Sarsia* 83: 79-85.
- Eðvald Ingólfsson 1988. *Baráttusaga athafnamanns. Endurminningar Skúla Pálssonar á Laxalóni*. Reykjavík, Æskan, 186 bls.
- Eiríkur St. Eiríksson 1988. Kvótakerfið var kveikjan - að stofnun eldisfyrirtækjanna Lax hf. og Þórslax hf. *Sjávarfréttir* 16(3):51-54.
- Eiríkur St. Eiríksson 1989. Eldisstöð ISNO í Vestmannaeyjum - Stefnt að 700-750 tonna framleiðslu. *Sjávarfréttir* 17(1):53-56.
- Eldisfréttir 1987. Eitraðir þörungur gera usla. *Eldisfréttir* 3 (2):6.
- Elís Frosti Magnússon 1990. Kvíældi á Austfjörðum. Aðalverkefni á Fiskeldisbraut Hólaskóla, Hólum í Hjaltadal, 16 bls.
- Erlendur Jónsson og Vigfús Jóhannsson 1993. Fiskeldi á Íslandi - staðan nú og framtíðarhorfur. *Eldisfréttir* 9 (1):26-32.
- Eyjólfur Friðgeirsson 1978. Laxeldi í sjó. *Morgunblaðið* 5. september, bls. 36-37.
- Eyjólfur K. Jónsson 1987. Salmon farming at lake Lón. bls. 46-52. Í, Proceedings of the salmon farming conference, Reykjavík, Iceland, 19-20 sept. 1985. Veiðimálastofnun.
- Finnur Garðarsson & Logi Jónsson 1988. Vetráfóðrun á laxi í sjókvíum við náttúrulegar aðstæður. Háskóli Íslands. Líffræðistofnun, 30 bls.
- Fiskeri- og kystdeparmentet 2005. Tekniske krav til oppdrettsanlegg NYTEK. 16. s. (<http://odin.dep.no/filarkiv/255313/NYTEKaug2005.pdf>)

- Fletcher, G.L., King, M.J. & Kao, M.H. 1987. Low temperature regulation of antifreeze glycopeptides levels in Atlantic cod (*Gadus morhua*). *Canadian Journal of Zoology* 65: 227-233.
- Fletcher, G.L., Wroblewski, J.S., Hickey, M.M., Blanchard, B., Kao, M.H. & Goddard, S.V. 1997. Freezing resistance of caged Atlantic cod (*Gadus morhua*) during a Newfoundland winter. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 54(Suppl. 1): 94-98.
- Flosi H. Sigurðursson 1969. Hafís við Ísland ísaárið 1967-68. Í, Hafísinn. Markús Á. Einarsson (ritstjóri). Bls. 280-305. Almenna Bókafélagið.
- Friðjón Már Viðarsson & Sigurður Guðjónsson 1991. Hlutdeild eldislaxa í ám við Faxaflóa. Veiðimálastofnun, VMST-R/91015. 49 bls.
- Friðjón Már Viðarsson & Sigurður Guðjónsson, 1993. Hlutdeild eldislaxa í ám á Sv-horni landsins samkvæmt hreisturlestri 1992. Veiðimálastofnun. VMST-R/93015. 38 bls.
- Gísli Jónsson 1992. Ársskýrsla dýralæknis fisksjúkdóma til yfirdýralæknis og Fisksjúkdómanefndar, árið 1991. 11 bls.
- Gísli Jónsson 1994. Ársskýrsla dýralæknis fisksjúkdóma til yfirdýralæknis og Fisksjúkdómanefndar fyrir árið 1993. 15 bls.
- Gísli Jónsson 1995. Ársskýrsla dýralæknis fisksjúkdóma til yfirdýralæknis og Fisksjúkdómanefndar fyrir árið 1994. 18 bls.
- Gísli Jónsson 1996. Ársskýrsla dýralæknis fisksjúkdóma til yfirdýralæknis og Fisksjúkdómanefndar fyrir árið 1995. 19 bls.
- Gísli Jónsson 1997. Ársskýrsla dýralæknis fisksjúkdóma til yfirdýralæknis og Fisksjúkdómanefndar fyrir árið 1996. 18 bls.
- Gísli Jónsson 1998. Dýralæknir fisksjúkdóma - Ársskýrsla 1997. 16 bls.
- Gísli Jónsson 1999. Dýralæknir fisksjúkdóma - Ársskýrsla 1998. 16 bls.
- Gísli Jónsson 2002. Dýralæknir fisksjúkdóma. Embætti yfirdýralæknis. Ársskýrsla 2001, 4 bls.
- Gísli Jónsson 2003. Dýralæknir fisksjúkdóma. Embætti yfirdýralæknis. Ársskýrsla 2002, bls. 19-21.
- Gísli Jónsson 2004. Dýralæknir fisksjúkdóma. Embætti yfirdýralæknis. Ársskýrsla 2003, bls. 27-31.
- Gísli Jónsson 2005. Dýralæknir fisksjúkdóma. Embætti yfirdýralæknis. Ársskýrsla 2004, bls. 28-32.
- Gísli Jónsson 2006. Ársskýrsla dýralæknis fisksjúkdóma 2005. Embætti yfirdýralæknis. 11 bls.
- Gísli Jónsson 2007. Ársskýrsla dýralæknis fisksjúkdóma 2006. Embætti yfirdýralæknis. 13 bls.
- Guðbrandur Sigurðsson, Finnbogi Jónsson, Jóhann Sigurjónsson, Jón Þórðarson, Kristinn Hugason & Kristján G. Jóakimsson 2002. Þorskelði á Íslandi - Stefnumótun í rannsókn- og þróunarvinnu. Gefið út af verkefninu „Þorskelði á Íslandi: Stefnumótun og upplýsingabanki“. Verkefnið er samstarfsverkefni sjávarútvegsráðuneytis, sjávarútvegsdeildar Háskólans á Akureyri, Hafrannsóknastofnunarinnar og sjávarútvegsfyrirtækja. 50 bls.
- Guðni Guðbergsson & Eydís Njarðardóttir 1997. Framleiðsla í íslensku fiskeldi árið 1996. Veiðimálastofnun, VMST-R/97020.
- Guðrún G. Þórarinsdóttir 1987. Dyrkning af blaamusling (*Mytilus edulis*) í Hvitanes, Hvalfjörður, Ísland 1986-1987. Cand scient opgave i biologi, Aarhus Universitet, Aarhus, Danmark, 61 bls.
- Guðrún G. Þórarinsdóttir & Þórunn Þórðardóttir 1997. Vágastir í plöntusvifinu. *Náttúrufræðingurinn* 67 (2):67-76.
- Guðrún Valgerður Skúladóttir, Helgi B. Schiöth, Elín Guðmundsdóttir, Björgvin Richards, Finnur Garðarsson & Logi Jónsson 1990. Fatty acid composition of muscle, heart and liver lipids in Atlantic salmon, *Salmo salar*, at extremely low environmental temperature. *Aquaculture* 84:71-80.
- Hafrannsóknastofnun 2007. Nytjastofnar sjávar 2006/2007. Aflahorfur fiskveiðiárið 2007/2008. Hafrannsóknastofnunin, *Fjölrit nr. 129*. 180 bls.
- Hanna, E., Trausti Jónsson, Jón Ólafsson & Héðinn Valdimarsson 2006. Icelandic coastal sea surface temperature records constructed: Putting the pulse on air-sea-climate interactions in the Northern North Atlantic. Part I: Comparison with HadISST1 open-ocean surface temperatures and preliminary analysis of long-term patterns and anomalies of SSTs arounds Iceland. *Journal of Climate* 19:5652-5666.
- Héðinn Valdimarsson, Höskuldur Björnsson og Kristinn Guðmundsson 2005. Breytingar á ástandi sjávar á Íslandsmiðum og áhrif þeirra á lífríkið. Hafrannsóknastofnunin, *Fjölrit nr. 116*: 23-28.
- Hlynur Sigtryggsson og Unnsteinn Stefánsson 1969. Eiginleikar hafíss, myndun hans og vöxtur. Í, Markús Á. Einarsson (ritstjóri), Hafísinn. Almenna Bókafélagið. bls. 207-223.
- Ingimar Jóhannsson 1979. Tilraunir með laxeldi í sjó í Hvalfríði. *Ægir* 72(3):129-132.
- Ingimar Jóhannsson 1982. Laxeldistilraunir í Lóni í Kelduhverfi 1980-82. *Ægir* 75(3):114-118.
- Ingimar Jóhannsson og Björn Jóhannesson 1979. Eldistilraunir með lax í stöðuvatninu Lóni í Kelduhverfi. *Ægir* 72(3):127-129.
- Ingimar Jóhannsson og Björn Jóhannesson 1983. Fiskeldi og fiskrækt í Kelduhverfi. *Ægir* 76(2):127-129.
- Iwama, G., Nichol, L. & Ford, J., 1997. Aquatic mammals and others species. *Salmon Aquaculture Review*, vol. 3. Environmental Assessment Office, Victoria, BC (Part E):

- Technical Advisory Team Discussion Papers. Prepared for the Environmental Assessment Office.
- Jakob Jakobsson 1981. Fjarðasíld. *Ægir* 74(8):435-443.
- Jón Gunnar Gunnlaugsson 1988. Úthafskvíar. Handrit. 23 bls.
- Jón Örn Pálsson 2006. Áframeldi á þorski hjá Þóroddi. Greinagerð um rekstur fyrir árið 2005 til AVS sjóðsins. Þóroddur hf. 39 bls.
- Jón Örn Pálsson 2007. Áframeldi á þorski hjá Þóroddi ehf. Greinagerð um rekstur fyrir árið 2006. Skýrsla til AVS sjóðsins. 18 bls.
- Kristján Jónasson 2003. Spá um meðalhita í Reykjavík 2004-2035. Veðurstofa Íslands. *Greinagerð* 02041. 19 bls.
- Lindsay, R.W. & Zhang, J. 2005. The thinning of Arctic sea ice, 1988-2003: Have we passed a tipping point? *Journal of Climate* 18:4879-4894.
- Macdonald, R.W., Harner, T. & Fyfe, J. 2005. Review: Recent climate change in the Arctic and its impact on contaminant pathway and interpretation of temporal trend data. *Science of Total Environment* 342: 5-96.
- Markús Á. Einarsson 1989. *Hvernig viðrar?* Íðunn. 152 bls.
- Milne, P.H., 1975. Fiskrækt við strendur Íslands. *Árbók Félags áhugamanna um fiskrækt 1974*, bls. 30-34.
- Myrseth, B. 1978. Om flytedammer II. *Norsk fiskeoppdrett* 3(2):15-16.
- Norsk standard 2003. Flytende oppdrettsanlegg – Krav til utforming, dimensjonering, utførelse, installasjon og drift. NS 9415.
- Ólafur Halldórsson 1986. Íslenska sumargotssíldin. *Ægir* 79(9):560-571.
- Ólafur H. Harðarson 2007. Þorskeldiskvóti – greinagerð Einherja ehf. Skýrsla til AVS sjóðsins. 5 bls.
- Páll Bergþórsson 1988. Hafís við Austfirði 1946-1987. *Sjómannadagsblað Neskaupsstaðar* 11: 1001-107.
- Rannsóknaráð ríkisins 1985. *Þróun fiskeldis (drög)* Rannsóknaráð ríkisins, *Rit* nr. 4-85. 166 bls.
- Rannsóknaráð ríkisins 1986. Þróun fiskeldis. Rannsóknaráð ríkisins, *Rit* 1986:1. 92 bls.
- Rannsóknaráð ríkisins 1992. Fiskeldi og sjávarbúskapur. Rannsóknaráð ríkisins, *Rit* 1992:1. 137 bls.
- Reid P.C., Jón Ólafsson & Hugl Ólafsson 2006. North Atlantic Climate and Ecosystems: A CURRENT THREAT? Report of Symposium held in Reykjavik Iceland, 11-12 September 2006. Ministry for the Environment, Reykjavik, Iceland. 38 p. (www.hafro.is/symposium/images/report.pdf).
- Runólfur Guðmundsson & Runólfur Viðar Guðmundsson 2006. Skýrsla um áframeldi þorsks árið 2005. Vegna úthlutunar á aflaheimildum í þorski til áframeldis. Guðmundur Runólfsson hf. 32 bls.
- Sigurður Einarsson & Vilhjálmur Þorsteinsson 1994. Eldi á smáþorski (*Gadus morhua*) í sjókvíum í Norðfirði. *Eldisfréttir* 10:30-35.
- Sigurður Guðjónsson, Gísli Jónsson & Vigfús Jóhannsson 2001. Áfangaskýrsla. Mat á hugsanlegum áhrifum tilraunaeldis Silungs ehf. á laxi í sjókvíum í Stakksfirði á lífríki nærliggjandi svæða. Nefnd til að meta hugsanleg áhrif sjókvíaeldis í Stakksfirði á lífríki. Óbirt handrit.
- Sigurður Guðmundsson, Árný Sveinbjörnsdóttir, Gísli Viggósson, Jóhann Sigurjónsson, Jón Ólafsson, Stefán Ólafsson, Tómas Jóhannesson & Trausti Jónsson 2000. Veðurfarsbreytingar og afleiðingar þeirra. Skýrsla vísindanefndar um loftslagsbreytingar. Umhverfissráðuneytið, 34 bls.
- Sjávarfréttir 1976. Fáskrúðsfjörður. *Sjávarfréttir* 9(4):45 og 47.
- Svend-Aage Malberg 1970. Hafís fyrir Vestfjörðum í lok apríl 1969 og straummæling í Látraröst. *Nátturufræðingurinn* 39(3-4): 243-250.
- Stefán E. Stefánsson 1996. Framleiðsla í íslensku fiskeldi árið 1995. Veiðimálastofnun, *VMST-R/96002*.
- Steingrímur Jónsson 1999. Temperature time series from Icelandic coastal stations. *Rit Fiskideildar* 16: 59-68.
- Steingrímur Jónsson 2004. Sjávarhiti, straumar og súrefni í sjónum við strendur Íslands. Í, Björn Björnsson & Valdimar Ingi Gunnarsson (ritstj.), Þorskeldi á Íslandi. Hafrannsóknastofnunin. *Fjölrit* 111: 9-20.
- Sævar Þór Ásgeirsson 2007. Þorskeldiskvóti – greinagerð. Skýrsla Brims fiskeldis ehf. vegna þorskeldisrannsóknna árið 2006. 41 bls.
- Tangen, K. 1999. Skadelig plankton i fiskeoppdrett. s. 252-263. Í, Fiskehelse og fiske sykdommer. Trygve Poppe (red.). Universitetsforlaget. 441 s.
- Trausti Jónsson 2003a. Langtímasveiflur III - Sjávarhiti. Veðurstofa Íslands. *Greinagerð* 03013. 15 bls.
- Trausti Jónsson 2003b. Langtímasveiflur VI – Kuldaköst og kaldir dagar. Veðurstofa Íslands. *Greinagerð* 03033. 38 bls.
- Utanríkisráðuneytið 2005. Fyrir stafni haf – Tækifæri tengd siglingum á norðurslóðum. Skýrsla starfshóps utanríkisráðuneytisins. 63 bls.
- Valdimar Ingi Gunnarsson 1987a. Framleiðsla á gönguseiðum og matfiski frá árinu 1970 til 1983. Veiðimálastofnun, *VMST-R/87039*. 4 bls.
- Valdimar Ingi Gunnarsson 1987b. Staða laxeldis í dag. *Eldisfréttir* 3(3):10-34.
- Valdimar Ingi Gunnarsson 1991. Sjókvíaelði. Kennsluhandrit. Hólaskóli, Hólum í Hjaltadal. 111 bls.
- Valdimar Ingi Gunnarsson 2002. Hugsanleg áhrif eldislaxa á villta laxastofna. Embætti veiðimálastjóra. EV-2002-003. 67 bls.

- Valdimar Ingi Gunnarsson 2003. Slysasleppingar: Áhættuþættir og verklagsreglur fyrir sjókvíaldisdöðvar. *Sjávarútvegurinn - Vefrit um sjávarútvegsfél* 3(1):1-16.
- Valdimar Ingi Gunnarsson 2004. Staða og framtíðaráform í íslensku fiskeldi. Skýrsla fiskeldisnefndar. Landbúnaðarráðuneytið og sjávarútvegsráðuneytið. 82 bls.
- Valdimar Ingi Gunnarsson & Björn Björnsson 2001. Rannsóknir, eldi og hafbeit þorsks á Íslandi. *Sjávarútvegurinn - Vefrit um sjávarútvegsfél* 1(1): 1-8.
- Valdimar Ingi Gunnarsson & Eiríkur Beck 2004. Slysasleppingar á eldislaxi á árinu 2003 - Kynþroskahlutfall og endurheimtur. Veiðimálastjóri. 18 bls.
- Valdimar Ingi Gunnarsson & Eiríkur Beck 2005. Kynþroskahlutfall, örmerkingar og endurheimtur á eldislaxi á árinu 2004. Veiðimálastjóri. EV-2005-001. 16 bls.
- Valdimar Ingi Gunnarsson, Björn Björnsson & Jón Þórðarson 2004. Matfiskeldi á þorski. Í, Björn Björnsson & Valdimar Ingi Gunnarsson (ritstj.), Þorskeldi á Íslandi. Hafrannsóknastofnunin. *Fjölrit 111*: 87-120.
- Valdimar Ingi Gunnarsson, Guðrún G. Þórarinsdóttir, Björn Theódórsson & Sigurður Már Einarsson 2002. Kræklingarækt á Íslandi: Ársskýrsla 2002. Veiðimálastofnun. VMST-R/0219. 34 bls.
- Valdimar Ingi Gunnarsson, Guðrún G. Þórarinsdóttir, Björn Theódórsson & Sigurður Már Einarsson 2005a. Kræklingarækt á Íslandi. Ársskýrsla 2004. Veiðimálastofnun. VMST-R/05. 34 bls.
- Valdimar Ingi Gunnarsson, Björn Björnsson, Erlendur Steinar Friðriksson, Jón Örn Pálsson, Karl Már Einarsson, Ketill Elíasson, Kristinn Hugason, Óttar Már Ingvason, Sindri Sigurðsson & Þórarinn Ólafsson 2003. Þorskeldiskvóti: Yfirlit yfir füngun og áframeldi þorsks á árinu 2002. Hafrannsóknastofnunin, *Fjölrit* 100, 26 bls.
- Valdimar Ingi Gunnarsson, Björn Björnsson, Elías Hlynur Grétarsson, Gísli Gíslason, Halldór Þorsteinsson, Hjalti Karlsson, Hlynur Pétursson, Jón Örn Pálsson, Karl Már Einarsson, Ketill Elíasson, Runólfur Viðar Guðmundsson, Óttar Már Ingvason, Sindri Sigurðsson, Skjöldur Pálmason, Sverrir Haraldsson, Þórarinn Ólafsson & Þórbergur Torfason 2005b. Þorskeldiskvóti: Yfirlit yfir füngun og áframeldi þorsks á árinu 2003. Hafrannsóknastofnunin. *Fjölrit 113*, 75 bls.
- Valdimar Ingi Gunnarsson, Björn Björnsson, Davíð Kjartansson, Elías Hlynur Grétarsson, Guðmundur W. Stefánsson, Hjalti Karlsson, Hlynur Pétursson, Jón Örn Pálsson, Ketill Elíasson, Runólfur Guðmundsson, Óttar Már Ingvason, Sindri Sigurðsson, Sverrir Haraldsson & Þórarinn Ólafsson 2006. Þorskeldiskvóti: Yfirlit yfir füngun og áframeldi þorsks á árinu 2004. Hafrannsóknastofnunin. *Fjölrit nr. 124*, 72 bls.
- Valdimar Ingi Gunnarsson, Björn Björnsson, Elís Hlynur Grétarsson, Hallgrímur Kjartansson, Hjalti Karlsson, Hlynur Pétursson, Jón Örn Pálsson, Ketill Elíasson, Runólfur Guðmundsson, Sindri Sigurðsson, Sævar Þór Ásgeirsson & Þórarinn Ólafsson 2007. Þorskeldiskvóti: Yfirlit yfir füngun og áframeldi þorsks á árinu 2005. Hafrannsóknastofnunin. *Fjölrit nr. 132*. 42 bls.
- Veðráttan 1969. Mánaðar- og ársyfirlit Veðurstofu Íslands fyrir árið 1969.
- Veðráttan 1985. Veðráttan 1984 - Ársyfirlit samið af Veðurstofunni. Veðurstofa Íslands. 132 bls.
- Veðurstofa Íslands 1988. Hafís við strendur Íslands, október 1987 – september 1988. Hafísdeild Veðurstofu Íslands. 45 bls.
- Veðurstofa Íslands 2005. Hafís og borgaristilkynningar 2005. (<http://www.vedur.is/hafis/textatilkynn/2005.html>).
- Velvin, R. 1999. Forurensing. Í, Fiskehelse og fiskesykdómmur. Trygve Poppe (red.). s. 340-347. Universitetsforlaget.
- Vinje, T. 2001. Anomalies and trends of sea-ice extent and atmospheric circulation in the Nordic Seas during the period 1864-1998. *Journal of Climate* 14:255-267.
- Øiwick, N.J. Stuart J. Middlemas, S.J. & Armstrong, J.D. 2004. A survey of antipredator controls at marine salmon farms in Scotland. *Aquaculture* 230:169– 180.
- Þór Jakobsson 2004. Hafís og lagnaðaris við strendur Íslands með tilliti til þorskeldis. Í, Björn Björnsson & Valdimar Ingi Gunnarsson (ritstj.), Þorskeldi á Íslandi. Hafrannsóknastofnunin. *Fjölrit 111*: 21-28.
- Þór Jakobsson, Eiríkur Sigurðsson, Sigbrúður Ármannsdóttir & Sigríður Sif Gylfadóttir 2002. Hafíshætta með tilliti til siglinga út fyrir Norðurlandi. Unnið fyrir Fjárfestingastofnuna - orkusvið. Veðurstofa Íslands, VÍ-ÚR01. 70 bls.
- Þórarinn Ólafsson 2006a. Greinargerð um áframeldi á þorski árið 2005. Vegna úthlutunar á aflaheimildum í þorski til áframeldis fiskveiðarárið 2004-2005. Hraðfrystihúsið-Gunnvör hf. 20 bls.
- Þórarinn Ólafsson 2006b. Fiskeldisframkvæmdir í Álftafirði og Seyðisfirði við Ísafjarðardjúp: Núverandi og fyrirhugaðar á vegum Hraðfrystihússins – Gunnvarar hf. Tilkynning um framkvæmd. Hraðfrystihúsið – Gunnvör hf. 24 bls.
- Þórarinn Ólafsson 2007. Greinargerð um áframeldi á þorski árið 2006: Vegna úthlutunar á aflaheimildum í þorski til áframeldis fiskveiðarárið 2005/2006. Hraðfrystihúsið-Gunnvör hf. 20 bls.
- Þorgrímur Þráinsson 1988. Sumareldi stórseiða. *Sjávarfréttir* 16(4): 43-47.
- Þórólfur Antonsson 1987. Skipt laxeldi. *Freyr* 83(2):79-80.

# Hafrannsóknastofnunin. Fjölrit

## Marine Research Institute. Reports

**Þessi listi ásamt öllum texta fjölritanna er nú aðgengilegur á netinu:**  
*This list with full text of all the reports is now available on the Internet:*

<http://www.hafro.is/Bokasafn/Timarit/fjolar.htm>

1. **Kjartan Thors, Þórdís Ólafsdóttir:** Skýrsla um leit að byggingarefnum í sjó við Austfirði sumarið 1975. Reykjavík 1975. 62 s. (Ófáanlegt - Out of print).
2. **Kjartan Thors:** Skýrsla um rannsóknir hafsbotsins í sunnanverðum Faxaflóa sumarið 1975. Reykjavík 1977. 24 s.
3. **Karl Gunnarsson, Konráð Þórisson:** Áhrif skolpmengunar á fjörubörunga í nágrenni Reykjavíkur. Reykjavík 1977. 19 s. (Ófáanlegt - Out of print).
4. **Einar Jónsson:** Meingunarrannsóknir í Skerjafirði. Áhrif frárennslis á botndýralíf. Reykjavík 1976. 26 s. (Ófáanlegt - Out of print).
5. **Karl Gunnarsson, Konráð Þórisson:** Stórþari á Breiðafirði. Reykjavík 1979. 53 s.
6. **Karl Gunnarsson:** Rannsóknir á hrossaþara (*Laminaria digitata*) á Breiðafirði. 1. Hrossaþari við Fagurey. Reykjavík 1980. 17 s. (Ófáanlegt - Out of print).
7. **Einar Jónsson:** Líffræðiathuganir á beitusmökk haustið 1979. Áfangaskýrsla. Reykjavík 1980. 22 s. (Ófáanlegt - Out of print).
8. **Kjartan Thors:** Botngerð á nokkrum hrygningarstöðvum síldarinnar. Reykjavík 1981. 25 s. (Ófáanlegt - Out of print).
9. **Stefán S. Kristmannsson:** Hitastig, selta og vatns- og seltubúskapur í Hvalfirði 1947-1978. Reykjavík 1983. 27 s.
10. **Jón Ólafsson:** Þungmálmur í kræklingi við Suðvestur-land. Reykjavík 1983. 50 s.
11. Nyttjastofnar sjávar og umhverfisþættir 1987. Aflahorfur 1988. *State of Marine Stocks and Environmental Conditions in Icelandic Waters 1987. Fishing Prospects 1988.* Reykjavík 1987. 68 s. (Ófáanlegt - Out of print).
12. Haf- og fiskirannsóknir 1988-1992. Reykjavík 1988. 17 s. (Ófáanlegt - Out of print).
13. **Ólafur K. Pálsson, Björn Æ. Steinarsson, Einar Jónsson, Gunnar Jónsson, Gunnar Stefánsson, Sigfús A. Schopka:** Stofnmæling botnfiska á Íslandsmiðum. Reykjavík 1988. 76 s. (Ófáanlegt - Out of print).
14. Nyttjastofnar sjávar og umhverfisþættir 1988. Aflahorfur 1989. *State of Marine Stocks and Environmental Conditions in Icelandic Waters 1988. Fishing Prospects 1989.* Reykjavík 1988. 126 s.
15. Ástand humar- og rækjustofna 1988. Aflahorfur 1989. Reykjavík 1988. 16 s.
16. **Kjartan Thors, Jóhann Helgason:** Jarðlög við Vestmannaeyjar. Áfangaskýrsla um jarðlagagreiningu og könnun neðansjávareldvarpa með endurvörpsmælingum. Reykjavík 1988. 41 s.
17. **Stefán S. Kristmannsson:** Sjávarhitamælingar við strendur Íslands 1987-1988. Reykjavík 1989. 102 s.
18. **Stefán S. Kristmannsson, Svend-Aage Malmberg, Jóhannes Briem:** *Western Iceland Sea. Greenland Sea Project. CTD Data Report. Joint Danish-Icelandic Cruise R/V Bjarni Sæmundsson, September 1987.* Reykjavík 1989. 181 s.
19. Nyttjastofnar sjávar og umhverfisþættir 1989. Aflahorfur 1990. *State of Marine Stocks and Environmental Conditions in Icelandic Waters 1989. Fishing Prospects 1990.* Reykjavík 1989. 128 s. (Ófáanlegt - Out of print).
20. **Sigfús A. Schopka, Björn Æ. Steinarsson, Einar Jónsson, Gunnar Jónsson, Gunnar Stefánsson, Ólafur K. Pálsson:** Stofnmæling botnfiska á Íslandsmiðum 1989. Rannsóknaskýrsla. Reykjavík 1989. 54 s.
21. Nyttjastofnar sjávar og umhverfisþættir 1990. Aflahorfur 1991. *State of Marine Stocks and Environmental Conditions in Icelandic Waters 1990. Fishing prospects 1991.* Reykjavík 1990. 145 s.
22. **Gunnar Jónsson, Björn Æ. Steinarsson, Einar Jónsson, Gunnar Stefánsson, Ólafur K. Pálsson, Sigfús A. Schopka:** Stofnmæling botnfiska á Íslandsmiðum 1990. Reykjavík 1990. 53 s. (Ófáanlegt - Out of print).
23. **Stefán S. Kristmannsson, Svend-Aage Malmberg, Jóhannes Briem, Erik Buch:** *Western Iceland Sea - Greenland Sea Project - CTD Data Report. Joint Danish Icelandic Cruise R/V Bjarni Sæmundsson, September 1988.* Reykjavík 1991. 84 s. (Ófáanlegt - Out of print).
24. **Stefán S. Kristmannsson:** Sjávarhitamælingar við strendur Íslands 1989-1990. Reykjavík 1991. 105 s. (Ófáanlegt - Out of print).
25. Nyttjastofnar sjávar og umhverfisþættir 1991. Aflahorfur fiskveiðarárið 1991/92. *State of Marine Stocks and Environmental Conditions in Icelandic Waters 1991. Prospects for the Quota Year 1991/92.* Reykjavík 1991. 153 s. (Ófáanlegt - Out of print).
26. **Páll Reynisson, Hjálmar Vilhjálmsson:** Mælingar á stærð loðnustofnsins 1978-1991. Aðferðir og niðurstöður. Reykjavík 1991. 108 s.
27. **Stefán S. Kristmannsson, Svend-Aage Malmberg, Jóhannes Briem, Erik Buch:** *Western Iceland Sea - Greenland Sea Project - CTD Data Report. Joint Danish Icelandic Cruise R/V Bjarni Sæmundsson, September 1989.* Reykjavík 1991. Reykjavík 1991. 93 s.
28. **Gunnar Stefánsson, Björn Æ. Steinarsson, Einar Jónsson, Gunnar Jónsson, Ólafur K. Pálsson, Sigfús A. Schopka:** Stofnmæling botnfiska á Íslandsmiðum 1991. Rannsóknaskýrsla. Reykjavík 1991. 60 s.
29. Nyttjastofnar sjávar og umhverfisþættir 1992. Aflahorfur fiskveiðarárið 1992/93. *State of Marine Stocks and Environmental Conditions in Icelandic Waters 1992. Prospects for the Quota Year 1992/93.* Reykjavík 1992. 147 s. (Ófáanlegt - Out of print).

30. **Van Aken, Hendrik, Jóhannes Briem, Erik Buch, Stefán S. Kristmannsson, Svend-Aage Malmberg, Sven Ober:** *Western Iceland Sea. GSP Moored Current Meter Data Greenland - Jan Mayen and Denmark Strait September 1988 - September 1989.* Reykjavík 1992. 177 s.
31. **Björn Æ. Steinarsson, Einar Jónsson, Gunnar Jónsson, Gunnar Stefánsson, Ólafur K. Pálsson, Sigfús A. Schopka:** Stofnmæling botnfiska á Íslandsmiðum 1992. Reykjavík 1993. 71 s. (Ófánlegt - *Out of print*).
32. **Guðrún Marteinsdóttir, Gunnar Jónsson, Ólafur V. Einarsson:** Útbreiðsla grálúðu við Vestur- og Norðvesturland 1992. Reykjavík 1993. 42 s. (Ófánlegt - *Out of print*).
33. **Ingvar Hallgrímsson:** Rækjuleit á djúpslóð við Ísland. Reykjavík 1993. 63 s.
34. Nyttjastofnar sjávar 1992/93. Aflahorfur fiskveiðiárið 1993/94. *State of Marine Stocks in Icelandic Waters 1992/93. Prospects for the Quota Year 1993/94.* Reykjavík 1993. 140 s.
35. **Ólafur K. Pálsson, Björn Æ. Steinarsson, Einar Jónsson, Gunnar Jónsson, Gunnar Stefánsson, Sigfús A. Schopka:** Stofnmæling botnfiska á Íslandsmiðum 1993. Reykjavík 1994. 89 s.
36. **Jónbjörn Pálsson, Guðrún Marteinsdóttir, Gunnar Jónsson:** Könnun á útbreiðslu grálúðu fyrir Austfjörðum 1993. Reykjavík 1994. 37 s.
37. Nyttjastofnar sjávar 1993/94. Aflahorfur fiskveiðiárið 1994/95. *State of Marine Stocks in Icelandic Waters 1993/94. Prospects for the Quota Year 1994/95.* Reykjavík 1994. 150 s.
38. **Stefán S. Kristmannsson, Svend-Aage Malmberg, Jóhannes Briem, Erik Buch:** *Western Iceland Sea - Greenland Sea Project - CTD Data Report. Joint Danish Icelandic Cruise R/V Bjarni Sæmundsson, September 1990.* Reykjavík 1994. 99 s.
39. **Stefán S. Kristmannsson, Svend-Aage Malmberg, Jóhannes Briem, Erik Buch:** *Western Iceland Sea - Greenland Sea Project - CTD Data Report. Joint Danish Icelandic Cruise R/V Bjarni Sæmundsson, September 1991.* Reykjavík 1994. 94 s.
40. Þættir úr vistfræði sjávar 1994. Reykjavík 1994. 50 s.
41. **John Mortensen, Jóhannes Briem, Erik Buch, Svend-Aage Malmberg:** *Western Iceland Sea - Greenland Sea Project - Moored Current Meter Data Greenland - Jan Mayen, Denmark Strait and Kolbeinsey Ridge September 1990 to September 1991.* Reykjavík 1995. 73 s.
42. **Einar Jónsson, Björn Æ. Steinarsson, Gunnar Jónsson, Gunnar Stefánsson, Ólafur K. Pálsson, Sigfús A. Schopka:** Stofnmæling botnfiska á Íslandsmiðum 1994. - Rannsóknaskýrsla. Reykjavík 1995. 107 s.
43. Nyttjastofnar sjávar 1994/95. Aflahorfur fiskveiðiárið 1995/96. *State of Marine Stocks in Icelandic Waters 1994/95 - Prospects for the Quota Year 1995/96.* Reykjavík 1995. 163 s.
44. Þættir úr vistfræði sjávar 1995. *Environmental Conditions in Icelandic Waters 1995.* Reykjavík 1995. 34 s.
45. **Sigfús A. Schopka, Björn Æ. Steinarsson, Einar Jónsson, Gunnar Jónsson, Gunnar Stefánsson, Höskuldur Björnsson, Ólafur K. Pálsson:** Stofnmæling botnfiska á Íslandsmiðum 1995. Rannsóknaskýrsla. *Icelandic Groundfish Survey 1995. Survey Report.* Reykjavík 1996. 46 s.
46. Nyttjastofnar sjávar 1995/96. Aflahorfur fiskveiðiárið 1996/97. *State of Marine Stocks in Icelandic Waters 1995/96. Prospects for the Quota Year 1996/97.* Reykjavík 1996. 175 s.
47. **Björn Æ. Steinarsson, Gunnar Jónsson, Hörður Andrésón, Jónbjörn Pálsson:** Könnun á flatfiski í Faxaflóa með dragnót sumarið 1995 - Rannsóknaskýrsla. *Flatfish Survey in Faxaflói with Danish Seine in Summer 1995 - Survey Report.* Reykjavík 1996. 38 s.
48. **Steingrímur Jónsson:** *Ecology of Eyjafjörður Project. Physical Parameters Measured in Eyjafjörður in the Period April 1992 - August 1993.* Reykjavík 1996. 144 s.
49. **Guðni Þorsteinsson:** Tilraunir með þorsgildrur við Ísland. Rannsóknaskýrsla. Reykjavík 1996. 28 s.
50. **Jón Ólafsson, Magnús Danielsen, Sólveig Ólafsdóttir, Þórarinn Arnarson:** Næringarefni í sjó undan Ánanaustum í nóvember 1995. Unnið fyrir Gatnamálastjórnann í Reykjavík. Reykjavík 1996. 50 s.
51. **Þórunn Þórðardóttir, Agnes Eydal:** *Phytoplankton at the Ocean Quahog Harvesting Areas Off the Southwest Coast of Iceland 1994.* Svifþörungur á kúfiskmiðum út af norðvesturströnd Íslands 1994. Reykjavík 1996. 28 s.
52. **Gunnar Jónsson, Björn Æ. Steinarsson, Einar Jónsson, Gunnar Stefánsson, Höskuldur Björnsson, Ólafur K. Pálsson, Sigfús A. Schopka:** Stofnmæling botnfiska á Íslandsmiðum 1996. Rannsóknaskýrsla. *Icelandic Groundfish Survey 1996. Survey Report.* Reykjavík 1997. 46 s.
53. Þættir úr vistfræði sjávar 1996. *Environmental Conditions in Icelandic Waters 1996.* Reykjavík 1997. 29 s.
54. **Vilhjálmur Þorsteinsson, Ásta Guðmundsdóttir, Guðrún Marteinsdóttir, Guðni Þorsteinsson og Ólafur K. Pálsson:** Stofnmæling hrygningarþorsks með þorskanetum 1996. *Gill-net Survey to Establish Indices of Abundance for the Spawning Stock of Icelandic Cod in 1996.* Reykjavík 1997. 22 s.
55. Hafrannsóknastofnunin: Rannsókn- og starfsáætlun árin 1997-2001. Reykjavík 1997. 59 s. (Ófánlegt - *Out of print*).
56. Nyttjastofnar sjávar 1996/97. Aflahorfur fiskveiðiárið 1997/98. *State of Marine Stocks in Icelandic Waters 1996/97. Prospects for the Quota Year 1997/98.* Reykjavík 1997. 167 s.
57. Fjölstofnarannsóknir 1992-1995. Reykjavík 1997. 410 s.
58. **Gunnar Stefánsson, Ólafur K. Pálsson (editors):** *BORMICON. A Boreal Migration and Consumption Model.* Reykjavík 1997. 223 s. (Ófánlegt - *Out of print*).
59. **Halldór Narfi Stefánsson, Hersir Sigurgeirsson, Höskuldur Björnsson:** *BORMICON. User's Manual.* Reykjavík 1997. 61 s. (Ófánlegt - *Out of print*).
60. **Halldór Narfi Stefánsson, Hersir Sigurgeirsson, Höskuldur Björnsson:** *BORMICON. Programmer's Manual.* Reykjavík 1997. 215 s. (Ófánlegt - *Out of print*).
61. **Þorsteinn Sigurðsson, Einar Hjörleifsson, Höskuldur Björnsson, Ólafur Karvel Pálsson:** Stofnmæling botnfiska á Íslandsmiðum haustið 1996. Reykjavík 1997. 34 s.
62. **Guðrún Helgadóttir:** *Paleoclimate (0 to >14 ka) of W and NW Iceland: An Iceland/USA Contribution to P.A.L.E. Cruise Report B9-97, R/V Bjarni Sæmundsson RE 30, 17th-30th July 1997.* Reykjavík 1997. 29 s.
63. **Halldóra Skarphéðinsdóttir, Karl Gunnarsson:** Lífríki sjávar í Breiðafirði: Yfirlit rannsókna. *A review of literature on marine biology in Breiðafjörður.* Reykjavík 1997. 57 s.
64. **Valdimar Ingi Gunnarsson og Anette Jarl Jörgensen:** Þorskrannsóknir við Ísland með tilliti til hafbeitar. Reykjavík 1998. 55 s.
65. **Jakob Magnússon, Vilhelmina Vilhelmsdóttir, Klara B. Jakobsdóttir:** Djúpslóð á Reykjanes hrygg: Könnunar-



- leiðangrar 1993 og 1997. *Deep Water Area of the Reykjanes Ridge: Research Surveys in 1993 and 1997*. Reykjavík 1998. 50 s.
66. **Vilhjálmur Þorsteinsson, Ásta Guðmundsdóttir, Guðrún Marteinsdóttir:** Stofnmæling hrygningarþorsks með þorsknetum 1997. *Gill-net Survey of Spawning Cod in Icelandic Waters in 1997. Survey Report*. Reykjavík 1998. 19 s.
  67. Nyttjastofnar sjávar 1997/98. Aflahorfur fiskveiðiárið 1998/99. *State of Marine Stocks in Icelandic Waters 1997/98. Prospects for the Quota year 1998/99*. Reykjavík 1998. 168 s.
  68. **Einar Jónsson, Hafsteinn Guðfinnsson:** Ýsurannsóknir á grunnslóð fyrir Suðurlandi 1989-1995. Reykjavík 1998. 75 s.
  69. **Jónbjörn Pálsson, Björn Æ. Steinarsson, Einar Hjörleifsson, Gunnar Jónsson, Hörður Andrésson, Kristján Kristinsson:** Könnun á flatfiski í Faxaflóa með dragnót sumrin 1996 og 1997 - Rannsóknaskýrsla. *Flatfish Survey in Faxaflói with Danish Seine in Summers 1996 and 1997 - Survey Report*. Reykjavík 1998. 38 s.
  70. **Kristinn Guðmundsson, Agnes Eydal:** Svifþörungur sem geta valdið skelfiskeitrun. Niðurstöður tegundagreininga og umhverfisathugana. *Phytoplankton, a Potential Risk for Shellfish Poisoning. Species Identification and Environmental Conditions*. Reykjavík 1998. 33 s.
  71. **Ásta Guðmundsdóttir, Vilhjálmur Þorsteinsson, Guðrún Marteinsdóttir:** Stofnmæling hrygningarþorsks með þorsknetum 1998. *Gill-net survey of spawning cod in Icelandic waters in 1998*. Reykjavík 1998. 19 s.
  72. Nyttjastofnar sjávar 1998/1999. Aflahorfur fiskveiðiárið 1999/2000. *State of Marine Stocks in Icelandic Waters 1998/1999. Prospects for the Quota year 1999/2000*. Reykjavík 1999. 172 s. (Ófánlegt - Out of print.)
  73. Þættir úr vistfræði sjávar 1997 og 1998. *Environmental Conditions in Icelandic Waters 1997 and 1998*. Reykjavík 1999. 48 s.
  74. **Matthías Oddgeirsson, Agnar Steinarsson og Björn Björnsson:** Mat á arðsemi sandhverfueidis á Íslandi. Grindavík 2000. 21 s.
  75. Nyttjastofnar sjávar 1999/2000. Aflahorfur fiskveiðiárið 2000/2001. *State of Marine Stocks in Icelandic Waters 1999/2000. Prospects for the Quota year 2000/2001*. Reykjavík 2000. 176 s.
  76. **Jakob Magnússon, Jútta V. Magnússon, Klara B. Jakobsdóttir:** Djúpfiskarannsóknir. Framlag Íslands til rannsóknaverkefnisins EC FAIR PROJECT CT 95-0655 1996-1999. *Deep-Sea Fishes. Icelandic Contributions to the Deep Water Research Project. EC FAIR PROJECT CT 95-0655 1996-1999*. Reykjavík 2000. 164 s. (Ófánlegt - Out of print.)
  77. Þættir úr vistfræði sjávar 1999. *Environmental Conditions in Icelandic Waters 1999*. Reykjavík 2000. 31 s.
  78.  $dst^2$  Development of Structurally Detailed Statistically Testable Models of Marine Populations. QLK5-CT1999-01609. Progress Report for 1 January to 31 December 2000. Reykjavík 2001. 341 s. (Ófánlegt. - Out of print.)
  79. *Tagging Methods for Stock Assessment and Research in Fisheries*. Co-ordinator: Vilhjálmur Þorsteinsson. Reykjavík 2001. 179 s.
  80. Nyttjastofnar sjávar 2000/2001. Aflahorfur fiskveiðiárið 2001/2002. *State of Marine Stocks in Icelandic Waters 2000/2001. Prospects for the Quota year 2001/2002*. Reykjavík 2001. 186 s.
  81. **Jón Ólafsson, Sólveig R. Ólafsdóttir:** Ástand sjávar á losunarsvæði skolps undan Ánanaustum í febrúar 2000. Reykjavík 2001. 49 s.
  82. **Hafsteinn G. Guðfinnsson, Karl Gunnarsson:** Sjór og sjávarnytjar í Héraðsflóa. Reykjavík 2001. 20 s.
  83. Þættir úr vistfræði sjávar 2000. *Environmental Conditions in Icelandic Waters 2000*. Reykjavík 2001. 37 s.
  84. **Guðrún G. Þórarinsdóttir, Hafsteinn G. Guðfinnsson, Karl Gunnarsson:** Sjávarnytjar í Hvalfirði. Reykjavík 2001. 14 s.
  85. Rannsóknir á straumum, umhverfisþáttum og lífríki sjávar í Reyðarfirði frá júlí til október 2000. *Current measurements, environmental factors and biology of Reyðarfjörður in the period late July to the beginning of October 2000*. Hafsteinn Guðfinnsson (verkefnisstjóri). Reykjavík 2001. 135 s.
  86. **Jón Ólafsson, Magnús Danielsen, Sólveig R. Ólafsdóttir, Jóhannes Briem:** Ferskvatnsáhrif í sjó við Norðausturland að vorlagi. Reykjavík 2002. 42 s.
  87.  $dst^2$  Development of Structurally Detailed Statistically Testable Models of Marine Populations. QLK5-CT1999-01609. Progress Report for 1 January to 31 December 2001 Reykjavík 2002. 300 s.
  88. Nyttjastofnar sjávar 2001/2002. Aflahorfur fiskveiðiárið 2002/2003. *State of Marine Stocks in Icelandic Waters 2001/2002. Prospects for the Quota year 2002/2003*. Reykjavík 2002. 198 s.
  89. **Kristinn Guðmundsson, Ástþór Gíslason, Jón Ólafsson, Konráð Þórisson, Rannveig Björnsdóttir, Sigmar A. Steingrímsson, Sólveig R. Ólafsdóttir, Óivind Kaasa:** Ecology of Eyjafjörður project. Chemical and biological parameters measured in Eyjafjörður in the period April 1992-August 1993. Reykjavík 2002. 129 s.
  90. **Ólafur K. Pálsson, Guðmundur Karlsson, Ari Arason, Gísli R. Gíslason, Guðmundur Jóhannesson, Sigurjón Aðalsteinsson:** Mælingar á brottkasti þorsks og ýsu árið 2001. Reykjavík 2002. 17 s.
  91. **Jenný Brynjarsdóttir:** Statistical Analysis of Cod Catch Data from Icelandic Groundfish Surveys. M.Sc. Thesis. Reykjavík 2002. xvi, 81 s.
  92. Umhverfisaðstæður, svifþörungur og kræklingur í Mjóafirði. Ritstjóri: Karl Gunnarsson. Reykjavík 2003. 81 s.
  93. **Guðrún Marteinsdóttir** (o.fl.): METACOD: The role of sub-stock structure in the maintenance of cod metapopulations. METACOD: Stofngerð þorsks, hlutverk undirstofna í viðkomu þorskstofna við Ísland og Skotland. Reykjavík 2003. vii, 110 s.
  94. **Ólafur K. Pálsson, Guðmundur Karlsson, Ari Arason, Gísli R. Gíslason, Guðmundur Jóhannesson og Sigurjón Aðalsteinsson:** Mælingar á brottkasti botnfiska 2002. Reykjavík 2003. 29 s.
  95. **Kristján Kristinsson:** Lúðan (*Hippoglossus hippoglossus*) við Ísland og hugmyndir um aðgerðir til verndunar hennar. Reykjavík 2003. 33 s.
  96. Þættir úr vistfræði sjávar 2001 og 2002. *Environmental conditions in Icelandic water 2001 and 2002*. Reykjavík 2003. 37 s.
  97. Nyttjastofnar sjávar 2002/2003. Aflahorfur fiskveiðiárið 2003/2004. *State of Marine Stocks in Icelandic Waters 2002/2003. Prospects for the Quota year 2003/2004*. Reykjavík 2003. 186 s.

98. *ds<sup>2</sup> Development of Structurally Detailed Statistically Testable Models of Marine Populations. QLK5-CT1999-01609. Progress Report for 1 January to 31 December 2002.* Reykjavík 2003. 346 s.
99. **Agnès Eydal:** Áhrif næringarefna á tegundasamsetningu og fjölda svifþörungna í Hvalfirði. Reykjavík 2003. 44 s.
100. **Valdimar Ingi Gunnarsson** (o.fl.): Þorskeldiskvóti: Yfirlit yfir föngun og áframeldi þorsks á árinu 2002. Reykjavík 2004. 26 s.
101. Þættir úr vistfræði sjávar 2003. *Environmental conditions in Icelandic waters 2003.* Reykjavík 2004. 43 s.
102. Nytjastofnar sjávar 2003/2004. Aflahorfur fiskveiðiárið 2004/2005. *State of Marine Stocks in Icelandic Waters 2003/2004. Prospects for the Quota Year 2004/2005.* Reykjavík 2004. 175 s.
103. **Ólafur K. Pálsson** o.fl.: Mælingar á brottkasti 2003 og Meðafli í kolmunnaveiðum 2003. Reykjavík 2004. 37 s.
104. **Ásta Guðmundsdóttir, Þorsteinn Sigurðsson:** Veiðar og útbreiðsla íslensku sumargotssíldarinnar að haust- og vetrarlagi 1978-2003. Reykjavík 2004. 42 s.
105. **Einar Jónsson, Hafsteinn Guðfinnsson:** Ýsa á grunnslóð fyrir Suðurlandi 1994-1998. Reykjavík 2004. 44 s.
106. **Kristinn Guðmundsson, Þórunn Þórðardóttir, Gunnar Pétursson:** *Computation of daily primary production in Icelandic waters; a comparison of two different approaches.* Reykjavík 2004. 23 s.
107. **Kristinn Guðmundsson, Kristín J. Valsdóttir:** Frumframleiðnimælingar á Hafrannsóknastofnuninni árin 1958-1999: Umfang, aðferðir og úrvinnsla. Reykjavík 2004. 56 s.
108. **John Mortensen:** *Satellite altimetry and circulation in the Denmark Strait and adjacent seas.* Reykjavík 2004. 84 s.
109. **Svend-Aage Malmberg:** *The Iceland Basin. Topography and oceanographic features.* Reykjavík 2004. 41 s.
110. **Sigmar Arnar Steingrímsson, Sólmundur Tr. Einarsson:** Kóralsvæði á Íslandsmiðum: Mat á ástandi og tillaga um aðgerðir til verndar þeim. Reykjavík 2004. 39 s.
111. **Björn Björnsson, Valdimar Ingi Gunnarsson (ritstj.):** Þorskeldi á Íslandi. Reykjavík 2004. 182 s.
112. **Jónbjörn Pálsson, Kristján Kristinsson:** Flatfiskar í humarleidangri 1995-2003. Reykjavík 2005. 90 s.
113. **Valdimar I. Gunnarsson o.fl.:** Þorskeldiskvóti: Yfirlit yfir föngun og áframeldi þorsks á árinu 2003. Reykjavík 2005. 58 s.
114. **Kristján Kristinsson, Björn Ævarr Steinarsson og Sigfús Schopka:** Skyndilokanir á þorskveiðar í botnvörpu á Vestfjarðamiðum. Reykjavík 2005. 29 s.
115. **Erlingur Hauksson** (ritstj.). Sníkjuormar og fæða fisks, skarfs og sels. Reykjavík 2005. 45 s.
116. Þættir úr vistfræði sjávar 2004. *Environmental conditions in Icelandic waters 2004.* Reykjavík 2005. 46 s.
117. **Ólafur K. Pálsson** o.fl.: Mælingar á brottkasti 2004 og Meðafli í kolmunnaveiðum 2004. Reykjavík 2005. 37 s.
118. *ds<sup>2</sup> Development of Structurally Detailed Statistically Testable Models of Marine Populations. QLK5-CT1999-01609. Final report: 1 January 2000 to 31 August 2004. Volume 1.* Reykjavík 2005. 324 s.
119. *ds<sup>2</sup> Development of Structurally Detailed Statistically Testable Models of Marine Populations. QLK5-CT1999-01609. Final report: 1 January 2000 to 31 August 2004. Volume 2.* Reykjavík 2005. 194 s.
120. **James Begley:** *Gadget User Guide.* Reykjavík 2005. 90 s.
121. Nytjastofnar sjávar 2004/2005. Aflahorfur fiskveiðiárið 2005/2006. *State of Marine Stocks in Icelandic Waters 2004/2005. Prospects for the Quota Year 2005/2006.* Reykjavík 2005. 182 s.
122. **Sólveig Ólafsdóttir:** Styrkur næringarefna í hafinu umhverfis Ísland. Nutrient concentrations in Icelandic waters. Reykjavík 2006. 24 s.
123. **Sigfús A. Schopka, Jón Sólmundsson, Vilhjálmur Þorsteinsson:** Áhrif svæðafriðunar á vöxt og viðgang þorsks. Niðurstöður úr þorskmerkingum út af norðanverðum Vestfjörðum og Húnaflóa sumurin 1994 og 1995. **Guðmundur J. Óskarsson:** Samanburður á íslensku sumargotssíldinni sem veiddist fyrir austan og vestan land árin 1997-2003. Reykjavík 2006. 42. s.
124. **Valdimar I. Gunnarsson o.fl.:** Þorskeldiskvóti: Yfirlit yfir föngun og áframeldi þorsks á árinu 2004. Reykjavík 2006. 72 s.
125. Þættir úr vistfræði sjávar 2005. *Environmental conditions in Icelandic waters 2005.* Reykjavík 2006. 34 s.
126. Nytjastofnar sjávar 2005/2006. Aflahorfur fiskveiðiárið 2006/2007. *State of Marine Stocks in Icelandic Waters 2005/2006. Prospects for the Quota Year 2006/2007.* Reykjavík 2006. 190 s.
127. **Ólafur K. Pálsson** o.fl. Mælingar á brottkasti botnfiska og meðafli í kolmunnaveiðum 2005. Reykjavík 2006. 27 s.
128. **Agnès Eydal o.fl.:** Vöktun eiturbörunga í tengslum við nýtingu skelfisks árið 2005. Reykjavík 2007. 19 s.
129. Nytjastofnar sjávar 2006/2007. Aflahorfur fiskveiðiárið 2007/2008. *State of Marine Stocks in Icelandic Waters 2006/2007. Prospects for the Quota Year 2007/2008.* Reykjavík 2007. 180 s.
130. Þættir úr vistfræði sjávar 2006. *Environmental conditions in Icelandic waters 2006.* Reykjavík 2007. 39 s.
131. **Höskuldur Björnsson ofl:** Stofnmæling botnfiska á Íslandsmiðum (SMB) 1985-2006 og stofnmæling botnfiska að haustlagi (SMH) 1996-2006. Reykjavík 2007. 220 s. (*With English summary*)
132. **Valdimar I. Gunnarsson o.fl.:** Þorskeldiskvóti: Yfirlit yfir föngun og áframeldi þorsks á árinu 2005. Reykjavík 2007. 42 s.
133. **Sigfús A. Schopka:** Friðun svæða og skyndilokanir á Íslandsmiðum – Sögulegt yfirlit. Reykjavík 2007.86 s.

134. **Ólafur K. Pálsson o.fl.:** Mælingar á brottkasti botnfiska 2006. Reykjavík 2007. 17 s.
  135. **Gunnar Karlsson:** Afli og sjósókn Íslendinga frá 17 öld til 20. aldar. Reykjavík 2007. 64 s.
  136. **Valdimar Ingi Gunnarsson:** Reynsla af sjókvíaeldi á Íslandi. Reykjavík 2008. 46 s.
-

