

**Þættir úr vistfræði
sjávar 1994**

Efnisyfirlit

Formáli.....	bls. 5
Ágrip.....	bls. 6
1. Ástand sjávar og svífsamfélög 1994.....	bls. 9
2. Langtímabreytingar	bls. 22
3. Hrygning þorsks og útbreiðsla lirfa	bls. 26
4. Fjöldi og útbreiðsla fiskseiða í ágúst	bls. 28
5. Á slóðum síldarinnar í Austurdjúpi	bls. 34
6. Straumar mældir með rekduflum	bls. 38
7. Eitraðir þörungar.....	bls. 40
8. Ástand sjávar djúpt í Íslandshafi.....	bls. 44
9. Botnhiti á Íslandsmiðum	bls. 46
10. Koltvíoxíð í sjó	bls. 49

FORMÁLI

Á Hafrannsóknastofnuninni er unnið að margvíslegum rannsóknum á vistfræði sjávar. Stór hluti þeirra rannsókna beinist að því að fylgjast með breytingum sem verða á ástandi sjávar og lífríki í yfirborðslögum.

Allt frá árinu 1985 hafa nokkrar niðurstöður rannsókna á ástandi sjávar og sviflífverum að vori verið birtar í árlegri skýrslu Hafrannsóknastofnunarinnar um nytjastofna sjávar og aflahorfur. Þessar niðurstöður voru einkum byggðar á rannsóknum í vorleiðangri sem lýkur í fyrri hluta júnímánaðar. Síðastliðin tvö ár hefur hin árlega skýrsla stofnunarinnar um nytjastofna verið birt í maí, þ.e. áður en vorleiðangri hefur verið lokið. Því var gripið til þess ráðs að gefa út sérstaka skýrslu um tiltekna þætti í vistfræði sjávar. Meginefni hennar er um ástand sjávar, þörungasvif og átu í hafinu umhverfis Ísland frá hausti 1993 til hausts 1994. Einnig er fjallað um niðurstöður nokkurra annarra vistfræðiverkefna sem unnið er að á stofnuninni.

Skipaður var starfshópur til að sjá um útgáfu skýrslunar. Í honum eru Ástþór Gíslason, Kristinn Guðmundsson, Svend-Aage Malmberg og Karl Gunnarsson sem er verkefnisstjóri. Starfshópurinn samdi megnið af efni skýrslunnar en margir aðrir starfsmenn Hafrannsóknastofnunar tóku einnig þátt í gerð skýrslunnar. Þeir eru ; Guðrún Marteinsdóttir (hrygning þorsks og dreifing lirfa), Sveinn Sveinbjörnsson og Vilhelmína Vilhelmsdóttir (útbreiðsla og fjöldi seiða), Þorsteinn Sigurðsson (síld), Þórunn Þórðardóttir og Agnes Eydal (þörungar), Héðinn Valdimarsson (botnhiti) og Jón Ólafsson (næringasölt og koltvísýringur í sjó).

Þá ber að þakka öðrum starfsmönnum á Hafrannsóknastofnuninni sem hafa tekið þátt í söfnun og úrvinnslu þessara gagna, bæði á sjó og í landi. Konráð Þórisson las yfir texta og Guðmundur Svavar Jónsson teiknaði flestar myndirnar í skýrslunni af alkunnri snilld.

Reykjavík, 30. október 1994

Jakob Jakobsson

ÁGRIP

Hita- og seltumælingar í febrúar 1994 á norðurmiðum sýndu tiltölulega há gildi þannig að ekki gætti pólsjávar og hafshætta var þar af leiðandi hverfandi. Hlýsjór að sunnan hafði síðan mikla útbreiðslu fyrir norðan land um vorið og vegna langvarandi hægviðris og hlýinda hitnuðu yfirborðslögin yfir sumarið og sterk lagskipting varð ríkjandi.

Talsverður gróður var fyrir Vesturlandi og vestanverðu Norðurlandi þegar rannsakað var þar í vorleiðangri, en lítill út af austanverðu Norðurlandi. Þá var mikill gróður bæði norðan til og sunnan til út af Austurlandi þótt lítill gróður væri út af miðju Austurlandi. Í ágúst var sjór víð ast hvar lagskiptur, lítið af næringasöltum og lítill gróður í yfirborðslögum. Þó mældist talsverður gróður við straumskilin út af Vestfjörðum og Suðausturlandi og einnig í Faxaflóa.

Átumagnið var víðast hvar um eða yfir meðallagi um mánaðarmótin maí-júní. Fyrir norðan land var átumagnið með almesta móti. Sömu sögu er að segja um svæðið djúpt norðaustur af landinu en þar meginhluti átunnar hánorrænar tegundir. Átumagnið hélst mikið fram í júní og júlí djúpt norður og norðaustur af landinu. Átumagn vorið 1994 virtist þannig vera með almesta móti bæði á Selvogsbanka og út af Siglunesi miðað við fyrri ár.

Á árinu byrjaði hrygning rauðátu sunnan landsins í mars og virtist ná hámarki um mánaðarmótin apríl-maí. Náið samband viðist vera milli fæðunáms rauðátunnar og eggjaframleiðslu.

Breytingar á seltu og hita ár frá ári eru yfirleitt litlar í hlýsjónum á Selvogsbanka samanborið við ástandið fyrir Norðurlandi en þó hafa orðið þar nokkrar greinilegar sveiflur. Borið saman við fyrri ár var seltan á Selvogsbanka tiltölulega lág 1994 eins og undanfarin þrjú ár.

Athuganir á Selvogsbanka sýndu að þorskur byrjaði að hrygna á grunnslóð um miðjan mars en utar um mánuði seinna. Hápunktur hrygningar var í þriðju til fjórðu viku aprílmánaðar. Útbreiðsla bolfisklirfa í svifinu í lok maí var mjög afmörkuð og lítið af lirfum virtist hafa borist af hrygningasvæðinu á Selvogsbanka vestur fyrir Reykjanes.

Mælingar á straumum með rekduflum 1994 bentu til að lítið flæði væri í yfirborðslögum frá Selvogsbanka fyrir Reykjanes að vori og fyrri hluta sumars. Rekdufl sem sett var í sjó út af Látrabjargi rak norður og austur fyrir land og staðfesti að hlýsjór hafði flætt inn á norðurmið að vestan.

Útbreiðsla og fjöldi seiða í yfirborðslögum í hafinu umhverfis land var athugað í ágúst. Mjög lítið fannst af þorsk- og ýsuseiðum og einnig fremur lítið af karfaseiðum. Af loðnuseiðum fannst hins vegar óvenju mikið. Þorskseiðin héldu sig aðallega meðfram Norðurlandi en ýsuseiðin einkum fyrir suðvestan og suðaustan land. Loðnuseiði voru dreifð út af öllu Norðurlandi og vestur yfir Grænlandssund og í Grænlandshaf. Karfaseiði fundust hins vegar nær eingöngu í Grænlandshafi og á landgrunninu við Austur-Grænland.

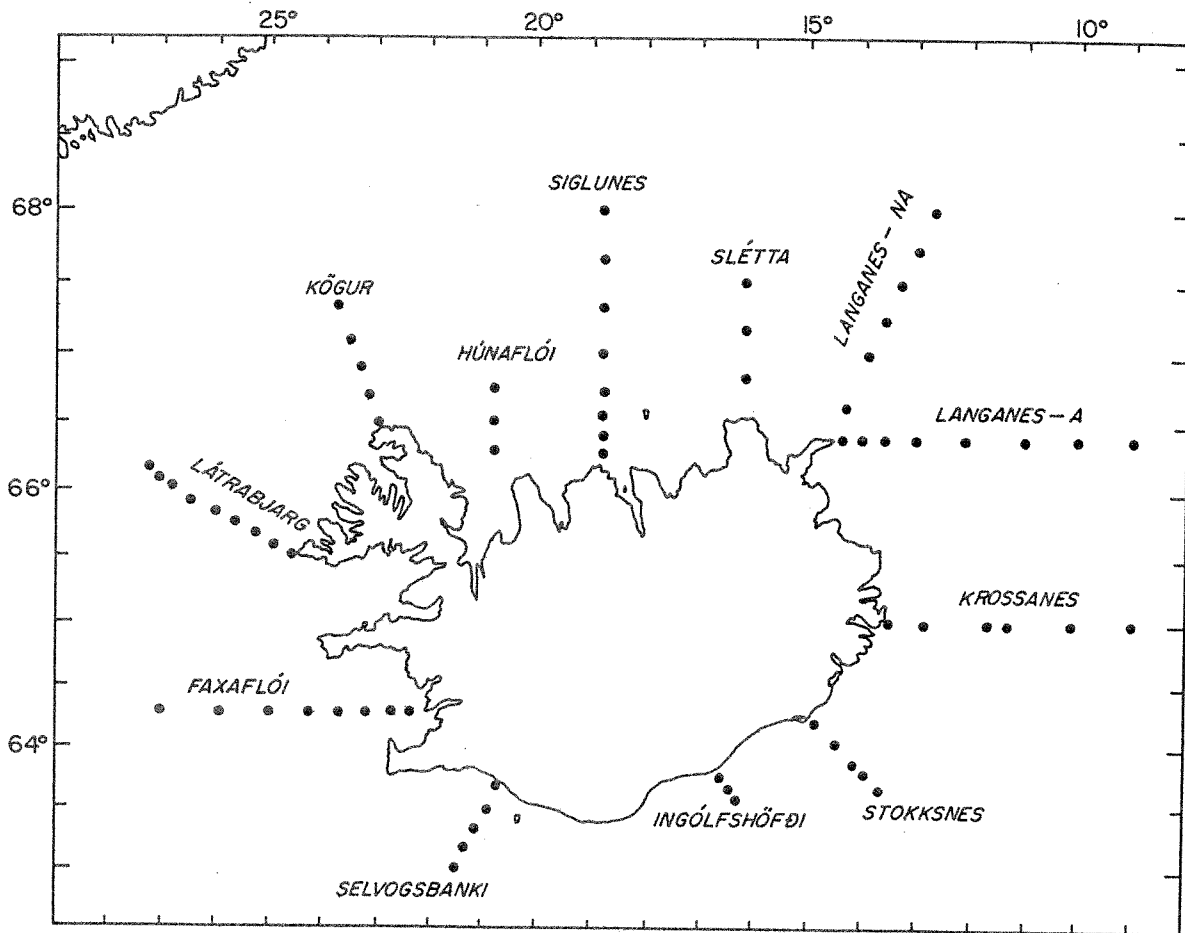
Um mánaðarmótin maí-júní varð vart við síld úr norsk-íslenska síldarstofninum djúpt út af Norðausturlandi. Síldin hélt sig í þéttri átu austan við skilin milli hins kalda Austur-Íslandsstraums og hlýsjávarins í Noregshafi. Við athugun í júní höfðu straumskilin færst nokkru austar og síldin hafði einnig fært sig austar. Eins og í maí var mikið af átu á svæðinu.

Við athugun á svifinu í Faxaflóa í maí varð vart við töluverðan fjölda af skorupörungum sem geta valdið skelfiskeitrun. Í framhaldi af því var fylgst með svifpörungum í innanverðum Faxaflóa og í Hvalfirði um sumarið. Í öll skiptin sem athugað var reyndist fjöldi eitraðra þörunga vera yfir viðvörunarmörkum og var fólk því varað við að tína krækling á svæðinu. Einnig var fylgst með hvort eitraðir þörungar væru í svifinu við Vestfirði. Þar bar hins vegar lítið á eitruðum skorupörungum.

Djúpt norður í Íslandshafi var hiti og selta hærri í október 1993 en mælt hafði næstu sex ár á undan og áhrif pólsjávar voru með minnsta móti.

Botnhiti á landgrunninu sunnan lands og vestan einkenndist af 4-6 °C heitum hlýsjó en fyrir norðan og austan er botnhiti á landgrunninu 2-5 °C. Hiti fór lækandi með dýpi út frá landi. Utan við landgrunnsbrún var botnhiti um 4 °C fyrir sunnan land og vestan en annars staðar um eða undir 0 °C.

Koltvíoxíð-mettun í yfirborðslögum var talsvert meiri í hlýsjónum fyrir sunnan land og vestan en fyrir norðan. Vöxtur þörunga í yfirborðslögum sjávar hefur mikil áhrif á árstíðabreytingar í koltvíoxíð-mettun á báðum svæðum.



1. mynd. Staðalsnið sjó- og sviðfransókna umhverfis Ísland.

1. ÁSTAND SJÁVAR OG SVIFSAMFÉLÖG 1994

Á tímabilinu frá október 1993 til ágúst 1994 var ástand sjávar, þ.e. hiti og selta, kannað umhverfis Ísland í fjórum leiðöngrum eins og oftast síðan um 1970 (1. mynd). Mælingar fóru fram í loðnuleiðangri í október-nóvember 1993, vetrarleiðangri í febrúar, vorleiðangri í maí-júní og í seiðaleiðangri í ágúst 1994.

Gögnum um þörungasvif var safnað í vorleiðangri og seiðaleiðangri. Gögnum um dýrasvif var safnað í vorleiðangri og í leiðangri sem stóð yfir frá 9. til 14. júní og var farinn til að kanna útbreiðslu norsk-íslensku síldarinnar í Austurdjúpi. Auk þess var átu safnað djúpt út af Norðurlandi dagana 20. júní til 6. júlí í tengslum við rannsóknir á fæðu loðnu.

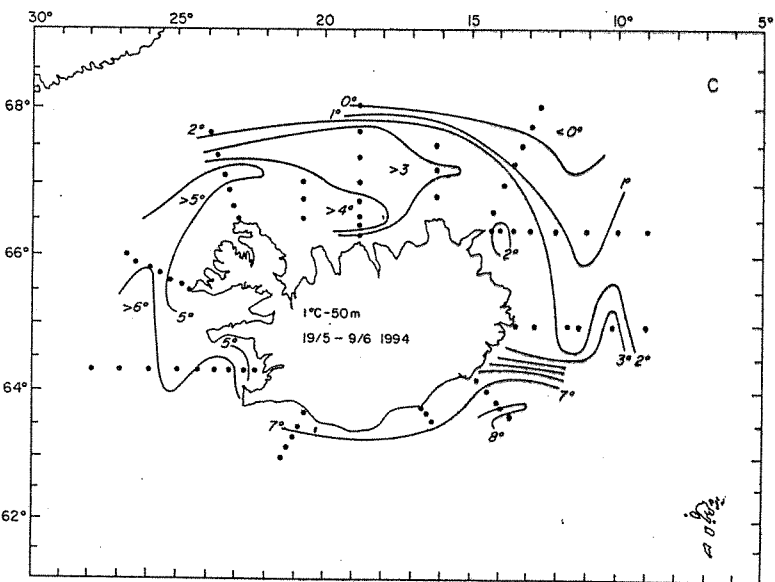
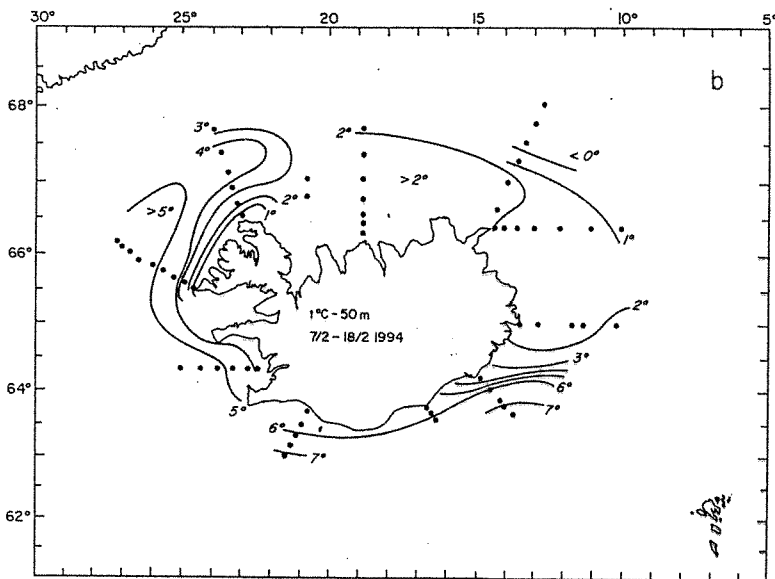
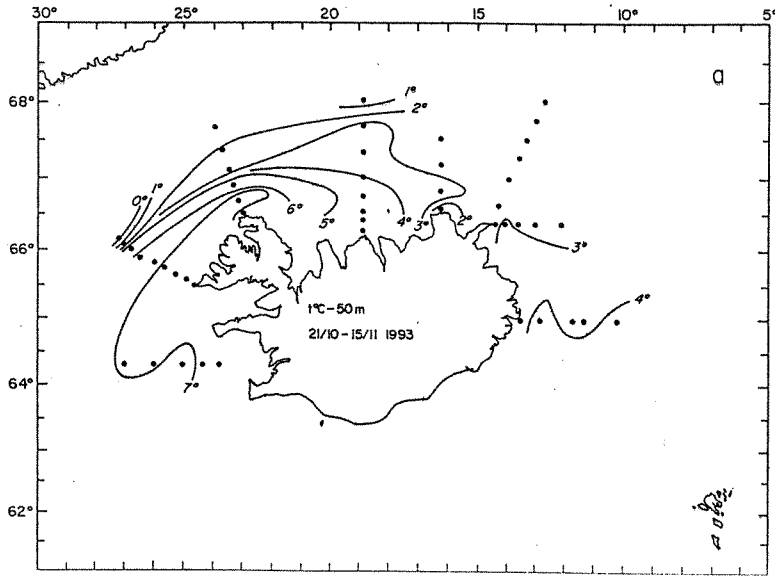
Í vorleiðangri og seiðaleiðangri var safnað á hefðbundnu stöðvarneti umhverfis landið (1. mynd) en í vorleiðangri var einnig farið austar í Austurdjúp en venja er. Var það gert m. a. vegna rannsókna á vistfræði Norðurhafa sem Hafrannsóknastofnun á aðild að ásamt Norðmönnum og Færeyingum.

A. Hiti og selta.

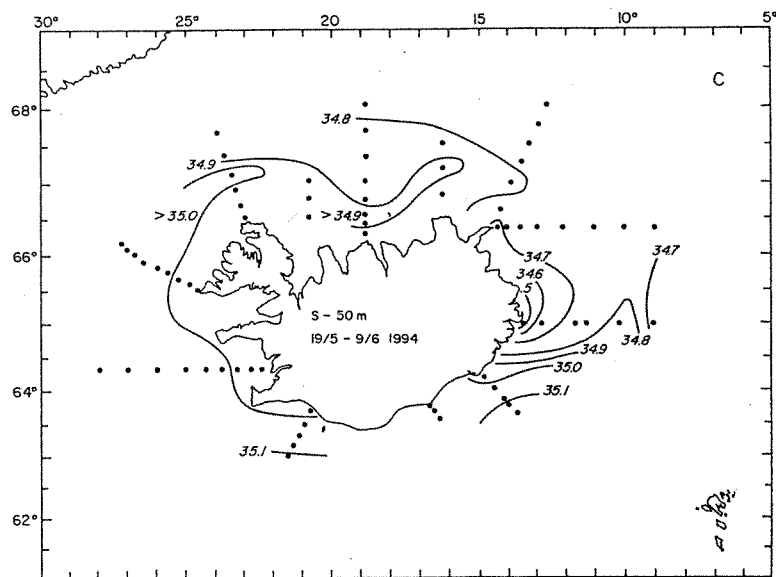
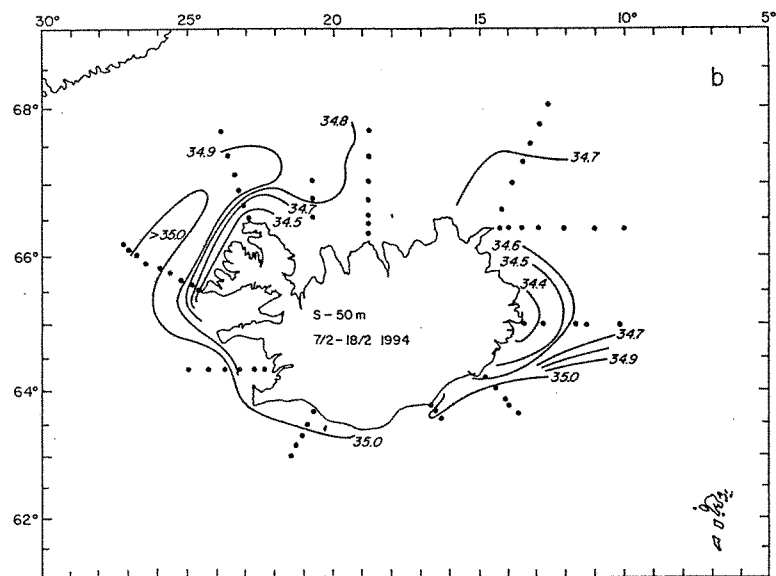
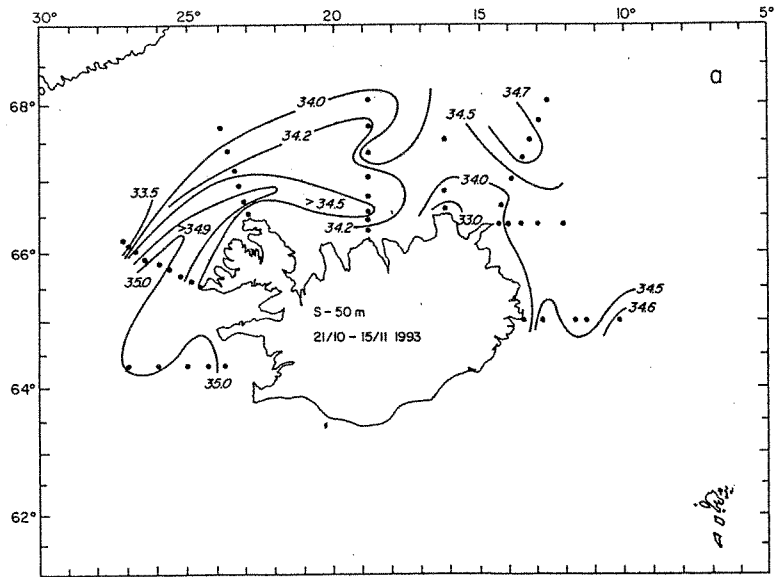
Athuganir á hita og seltu á ýmsum árstímum 1993-1994 sýndu um 5-7 °C heitan sjó með seltu yfir 35 úti fyrir Suður- og Vesturlandi. Þessi gildi virðast þó heldur vera í lægri kantinum fyrir annars lítt breytilegan hlýsjóinn sunnan lands og vestan (2. og 3. mynd). Árstíðabreytingar í þessum sjó voru nær eingöngu í yfirborðslögum og komu fram í upphitun og lækkanði seltu frá vetri til sumars.

Fyrir Norður- og Austurlandi voru árstíðabreytingar mun meiri en annars staðar við landið. Í október-nóvember 1993 gætti enn áhrifa frá sumrinu á undan með tiltölulega heitum sjó og lágri seltu í yfirborðslögum (2. og 3. mynd a). Í febrúar 1994 hafði vetrarkólnunin hins vegar náð hámarki með hitastigi um 2 °C og seltu um 34,8 (vetrarsjór) (2. og 3. mynd b). Niðurstöður um vetrarástand sjávar á norður- og austurmiðum 1994 bentu til "góðs" ástands og m.a. ekki til hafíshættu.

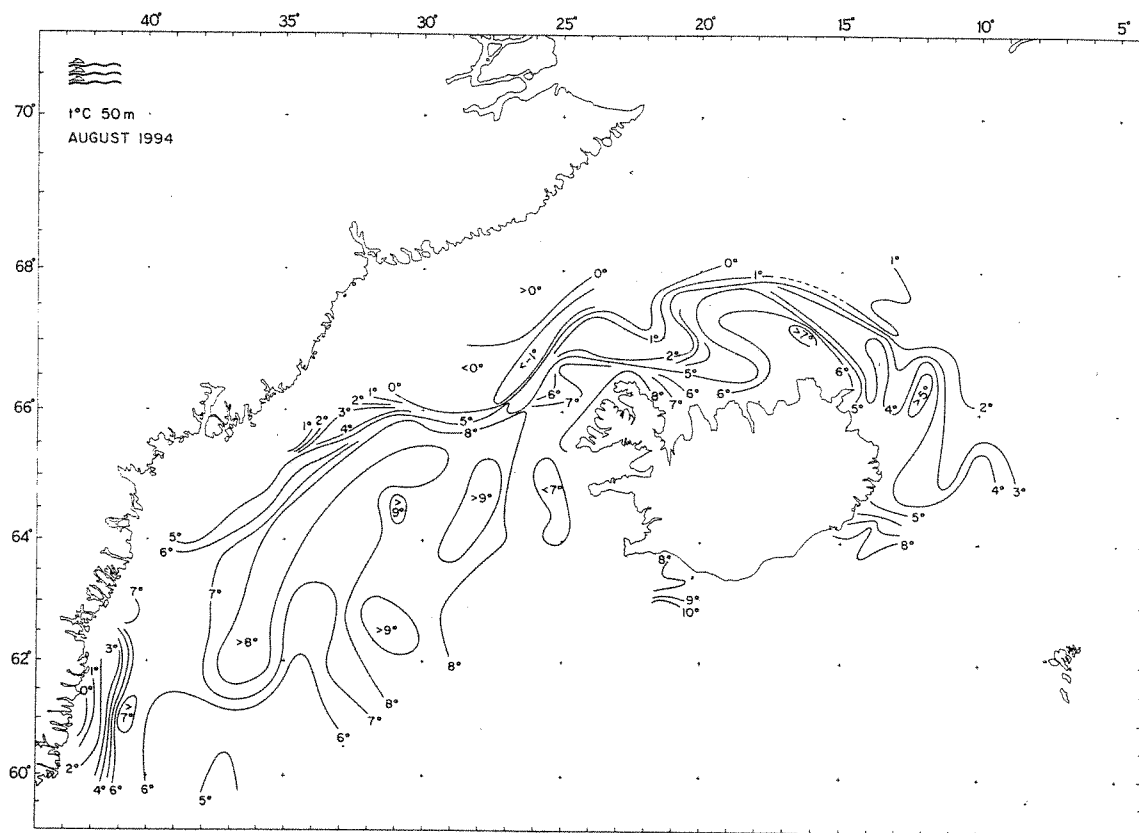
Með vorinu barst hlýsjór inn á norðurmið með hitastig um 3-4 °C og seltu á bilinu 34,8 til 35,0 sem bar vott um gott árferði í sjónum (2. og 3. mynd c). Fram eftir sumrinu jókst svo upphitunin í allt að 8 °C (4. mynd) og selta lækkaði (í minni en 34,5) í yfirborðslögum. Selturíkur hlýsjór var eftir sem áður dýpra. Upphitun í



2. mynd. Sjávarhiti ($^\circ\text{C}$) á 50 m dýpi í hafinu umhverfis Ísland í a) október-nóvember 1993, b) febrúar 1994 og c) maí-júní 1994.



3. mynd. Selta (S) á 50 m dýpi í hafinu umhverfis Ísland í a) október-nóvember 1993, b) febrúar 1994 og c) maí-júní 1994.



4. mynd. Sjávarhiti ($^{\circ}\text{C}$) á 50 m dýpi í hafinu við Ísland og Austur-Grænland í ágúst 1994.

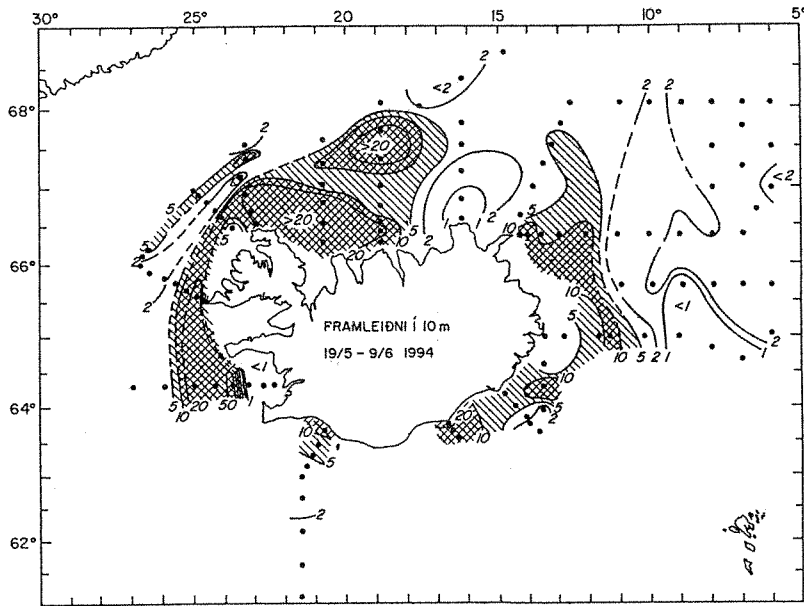
yfirborðslögum sjávar á Íslandsmiðum sumarið 1994 var óvenju mikil. Stafar það vafalaust af hlýju sumri með stillum, sem hugsanlega hafa dregið úr hæfilegri blöndun í yfirborðssjónum og þannig e.t.v. rýrt fæðuskilyrði hinna minnstu lífvera hafsins.

B. Þörungasvif

Gróður að vori

Athuganir á plöntusvifi hafa aðallega beinst að mælingum á magni svifþörungum og framleiðnigetum þeirra. Auk þess eru háfsýni skoðuð í smásjá eins og ástæða þykir til hverju sinni til að fylgjast með tegundasamsetningunni.

Kísilþörungahámarkið var um garð gengið í Faxaflóa þegar athugunin var gerð í upphafi vorleiðangurs og voru skorubörungar áberandi í flórunni. Á landgrunninu utan flóans og norður með vesturströndinni var þörungagróðurinn í fullum vexti (5. mynd). Í hlýsjónum utar og allt norður að Kögri var lítill gróður, en styrkur næringarefna var hár (6. mynd) og sjór lagskiptur og mátti því ætla að gróðuraukning væri á næsta leiti.



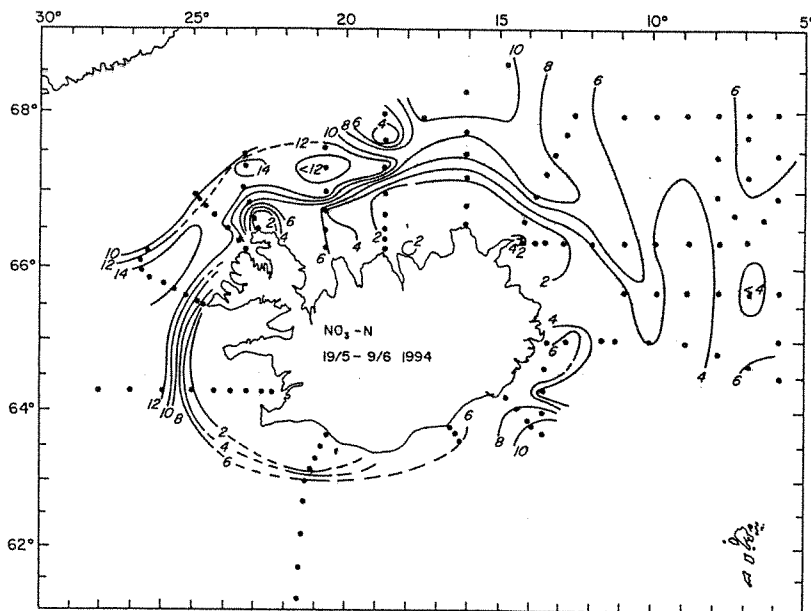
5. mynd. Frumframleiðni ($\text{mg C m}^{-3} \text{klst}^{-1}$) í hafinu umhverfis Ísland í maí-júní. Vert er að benda á að hægt er að bera saman framleiðni- og blaðgrænugildi (5. og 7. mynd) með því að margfalda blaðgrænu-gildin með tveimur til þremur. Góð fylgni er milli þessarra mælinga.

Fyrir norðan land var mikill gróður frá Kögri og austur fyrir Siglunes. Styrkur næringarefna var hár á vestari hluta þessa svæðis og mátti því búast við áframhaldandi gróðri þar. Norður af Siglunesi voru hins vegar næringarefni þurrausin í yfirborðslögum og því sýnt að gróður myndi minnka innan tíðar nema endurnýjun yrði á næringarefnum. Norður af Melrakkaslétu var gróðurhámarkið liðið hjá og næringarefnin uppurin.

Í stórum dráttum má því segja að á áhrifasvæði hlýsjávar vestan og norðan lands hafi gróðurkoman verið nokkuð snemma. Það má rekja til þess að í fyrri hluta maí var hægviðri og sólríkt. Yfirborðslögin hafa því orðið lagskipt tiltölulega snemma að vori.

Á áhrifasvæði svalsjávar djúpt norðaustur af landinu var nokkur gróður og einnig talsvert eftir af næringarefnum. Þar var einnig mikið dýrasvif og því líklegt að beit hafi haft veruleg áhrif á framvindu gróðurs. Upp við landið norðaustanvert var enn töluvert af gróðri, (5. mynd). Styrkur næringarefna var lágur þar sem mestur gróður var (6. mynd). Djúpt út af Austfjörðum var lítil gróður og talsvert gengið á næringarefnaforðan. Við skilin suðaustur af landinu var að venju bæði mikið magn þörungna og styrkur næringarefna hár.

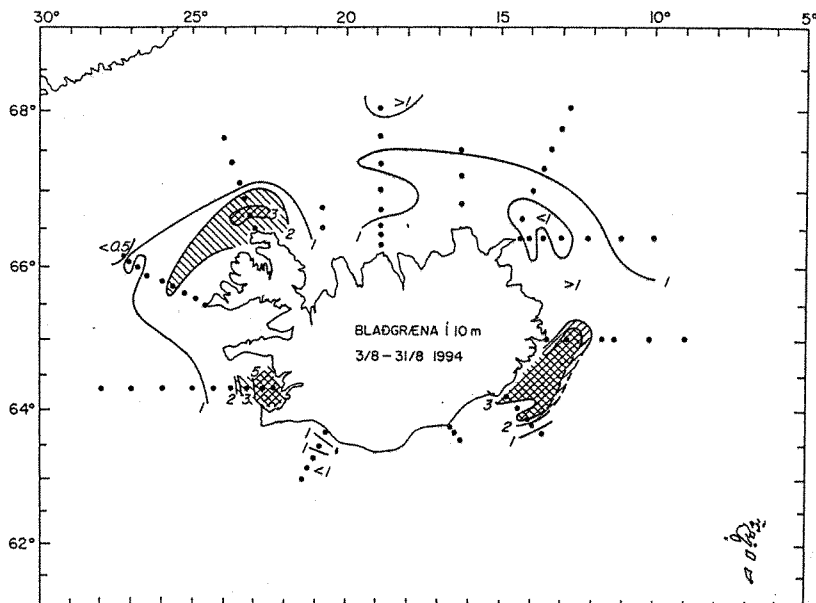
Á Selvogsbanka var mikill gróður, en styrkur næringarefna í lágmarki. Í hafinu sunnar var talsverður vöxtur þörungna en jafnframt mikið af átu sem gat haldið gróðri niðri, en vegna þess að styrkur næringarefna var tiltölulega hár mátti gera ráð fyrir áframhaldandi vexti þörungna þar.



6. mynd. Styrkur nítrats (μM) í yfirborði í hafinu umhverfis Ísland í maí-júní 1994.

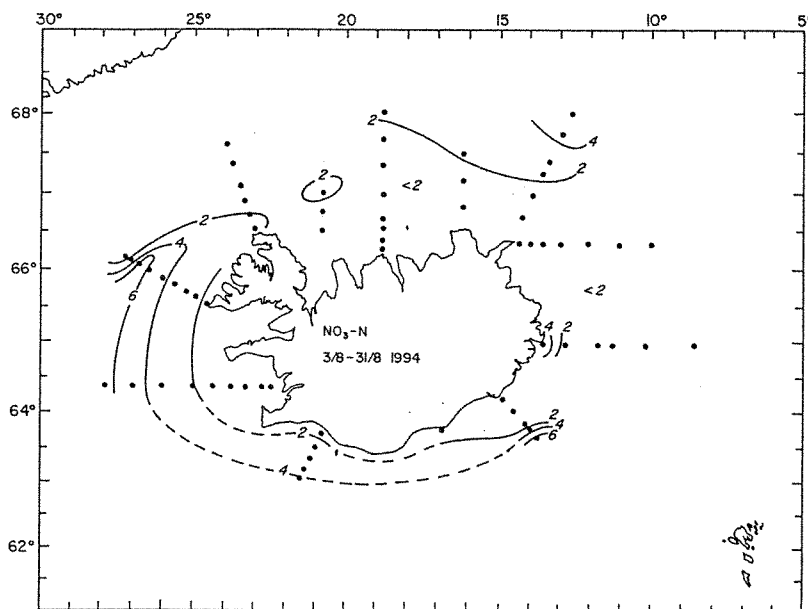
Gróður í ágúst

Í ágúst mældist minna plöntusvif í hafinu umhverfis Ísland en í maí-júní (5. og 7. mynd). Sumarástand var ríkjandi í yfirborðslögum þ.e. magn svifþörunga takmarkað, sjór lagskiptur og styrkur næringarefna lágur (8. mynd). Undanskilin voru svæði þar sem veruleg endurnýjun næringarefna hafði átt sér stað við straumskil og þar sem styrkur næringarefna hafði aukist vegna blöndunar í kjölfar sterkra vinda.



7. mynd. Blaðgræna (mg m^{-3}) á 10 m dýpi í hafinu umhverfis Ísland í ágúst 1994. Vert er að benda á að hægt er að bera saman framleiðni- og blaðgrænugildi (5. og 7. mynd) með því að margfalda blaðgrænugildin með tveimur til þremur. Góð fylgni er á milli þessarar mælinga

Dreifing seltu og hita í ágúst (4. mynd) gefur til kynna að sterk lagskipting hafi verið ríkjandi á rannsóknasvæðinu yfir sumarið, nema við straumskilin norðvestur og suðaustur af landinu. Þó styrkur næringarefna hafi víðast hvar verið lágur í yfirborðslögum voru þau ekki uppurin. Styrkur nítrats var milli 1 og 2 μM yfir mestöllu landgrunninu. Af því má ætla að annað hvort hafi ríkt gott jafnvægi milli frumframleiðni og beitarálags eða að talsverð endurnýjun hafi átt sér stað í yfirborðslögum.



8. mynd. Styrkur nítrats (μM) í yfirborði í hafinu umhverfis Ísland í ágúst 1994.

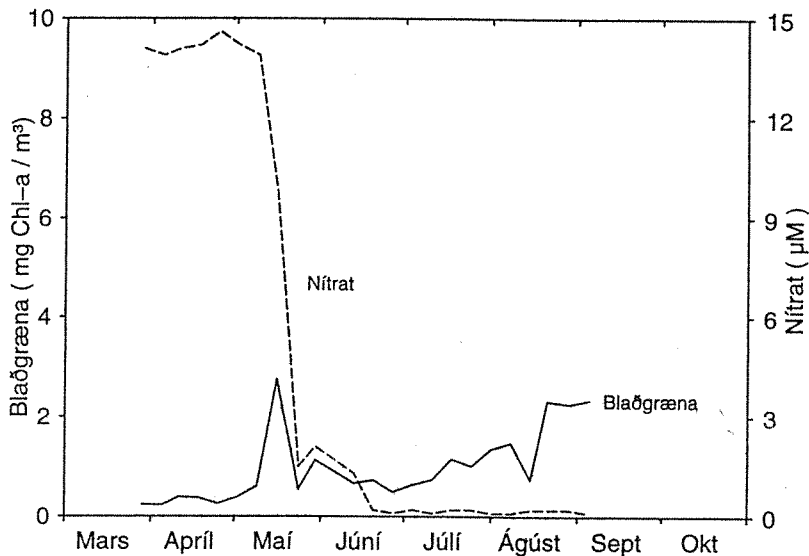
Á djúpslóð var styrkur næringarefna hærri (8. mynd) og magn svifþörungum minna en upp á landgrunninu. Sennileg skýring er að lagskipting sem afmarkaði yfirborðslögin var á meira dýpi fjær landi. Yfir landgrunninu norðaustan lands hafði styrkur næringarefna heldur aukist frá því sem var í maí-júní.

Sniðið inn Faxaflóa var rannsakað í lok leiðangurs þann 31. ágúst og mældist þá óvenju mikill svifþörungagróður þar, mest kísilþörungar. Gera má ráð fyrir að endurnýjun næringarefna hafi orðið er allhvass vindur af norðaustri gekk yfir vesturmið tæpri viku áður. Almennit má segja að niðurstöður plöntusvifsrannsókna í ágústmánuði séu í samræmi við fyrri athuganir á þessum árstíma.

Árstíðabreytingar á gróðri í Grímseyjarsundi

Undanfarin þrjú ár (1992-1994) hefur yfirborðssýnum verið safnað vikulega í Grímseyjarsundi frá ferjunni Sæfara. Þannig hafa fengist upplýsingar um yfirborðshita, seltu, næringarefnastyrk, blaðgrænumagn og tegundasamsetningu plöntusvifsins yfir gróðurtímabilið þessi ár.

Niðurstöður athuganna 1994 sýndu að vorkoman varð seint eða upp úr miðjum maí í Grímseyjarsundi (9. mynd). Hitinn steig úr 2 °C í 4 °C milli athugana um miðjan mánuðinn og má því ætla að hitalagskipting hafi myndast. Styrkur næringarefna féll snögglega um sama leyti. Þrátt fyrir fall í næringarefnaforða mældist magn blaðgrænu aldrei mikið. Það varð mest tæplega 3 mg á rúmmetra og ekki er ljóst hverju sætti. Þrátt fyrir að nær ekkert nítrat hafi mælst frá því í lok júní og fram í september var nokkur gróður í yfirborðslögnum allt sumarið. Í ágúst jókst blaðgrænumagnið upp í 2 mg á rúmmetra án þess að nokkur breyting sæist á styrk næringarefna.



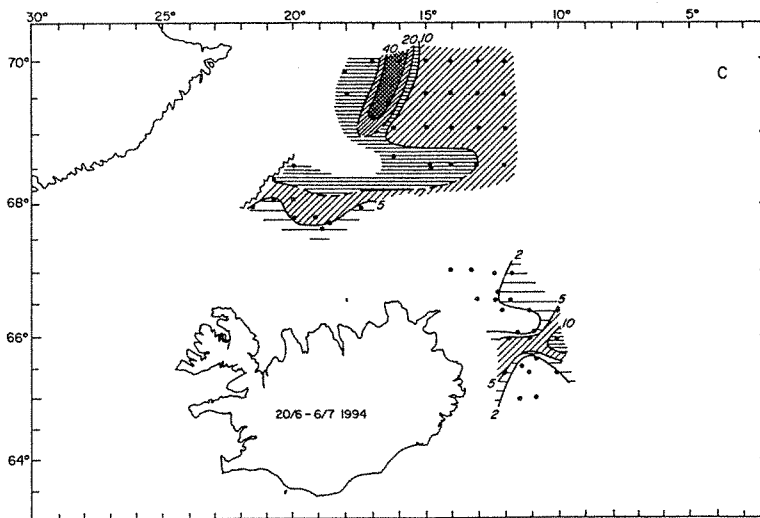
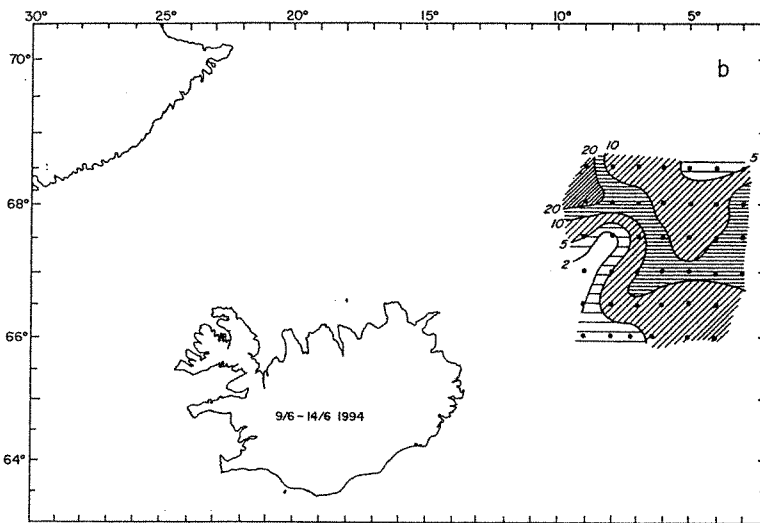
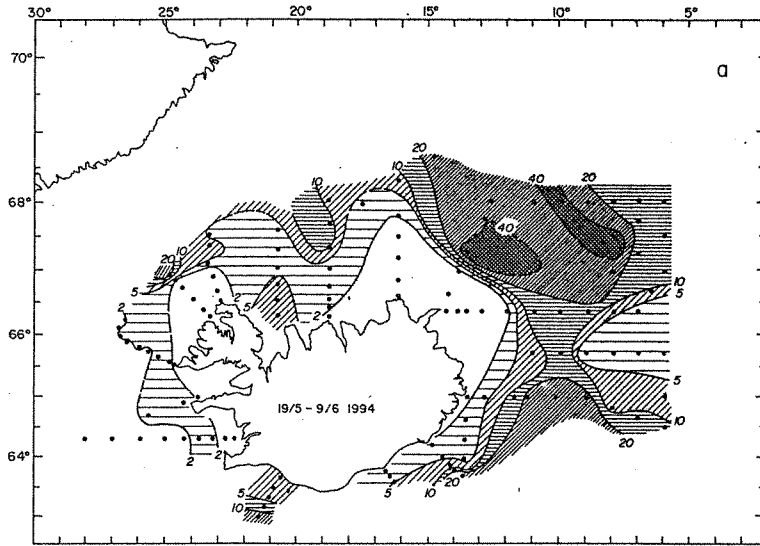
9. mynd. Árstíða-breytingar á magni svifþörungum (mg blaðgræna m⁻³) og nitrati (µM) við yfirborð í Gríms-eyjarsundi árið 1994.

Ofangreindar niðurstöður frá Grímseyjarsundi eru frábrugðnar niðurstöðum árána 1992 og 1993. Vorkoman varð a.m.k. mánuði seinna 1994 en þau ár. Þegar árstíðabreytingar á svifþörungum voru athugaðar við Grímsey 1980 - 1982 fengust svipaðar niðurstöður og 1994, vorkoman varð seint og gróður var lítill.

C. Dýrasvif

Magn og dreifing átu að vor- og sumarlagi

Að venju var magn og útbreiðsla dýrasvifs á miðunum í kringum landið kannað í vorleiðangri sem stóð frá 19. maí til 9. júní. Sýnum var safnað á um 140 stöðvum umhverfis landið með svonefndum WP-2 háf sem dreginn var frá 50 m dýpi og upp að yfirborði. Í rannsóknastofu skipsins var lífmassi sýnanna mældur og samsetning átunnar metin í stórum dráttum. Sýnin voru þessu næst varðveitt í formalíni og fór ýtarlegri úrvinnsla (smásjárgreining og talning) fram í rannsóknastofu í landi.



10. mynd. Útbreiðsla dýrasviðs í yfirborðslögum í hafinu umhverfis Ísland vor og sumar 1994 (þurrvig, $g\ m^{-2}$) a) 19. maí-9. júní, b) 9.-14. júní og c) 20. júní-6. júlí.

Út af Vesturlandi var átumagn nálægt meðallagi (10. mynd a). Talsvert af átu fannst út af Faxaflóa og Breiðafirði og mikið í straumskilunum norðvestur af landinu. Á norðurmiðum var átumagn með almesta móti. Að venju fannst mest djúpt norður og norðaustur af landinu, en á þessu svæði var mikið af hánorrænum tegundum (t.d. pólátu) sem hinn kaldi Austur-Íslandsstraumur ber með sér. Á grunnslóð norðaustan og austan lands fannst hins vegar lítið af átu. Á suðurmiðum var átumagn yfir meðallagi. Einkum mældist mikil áta djúpt suðaustur af landinu. Þar sem vart varð við göngur norsk-íslensku síldarinnar djúpt austur af landinu var einnig mikil áta.

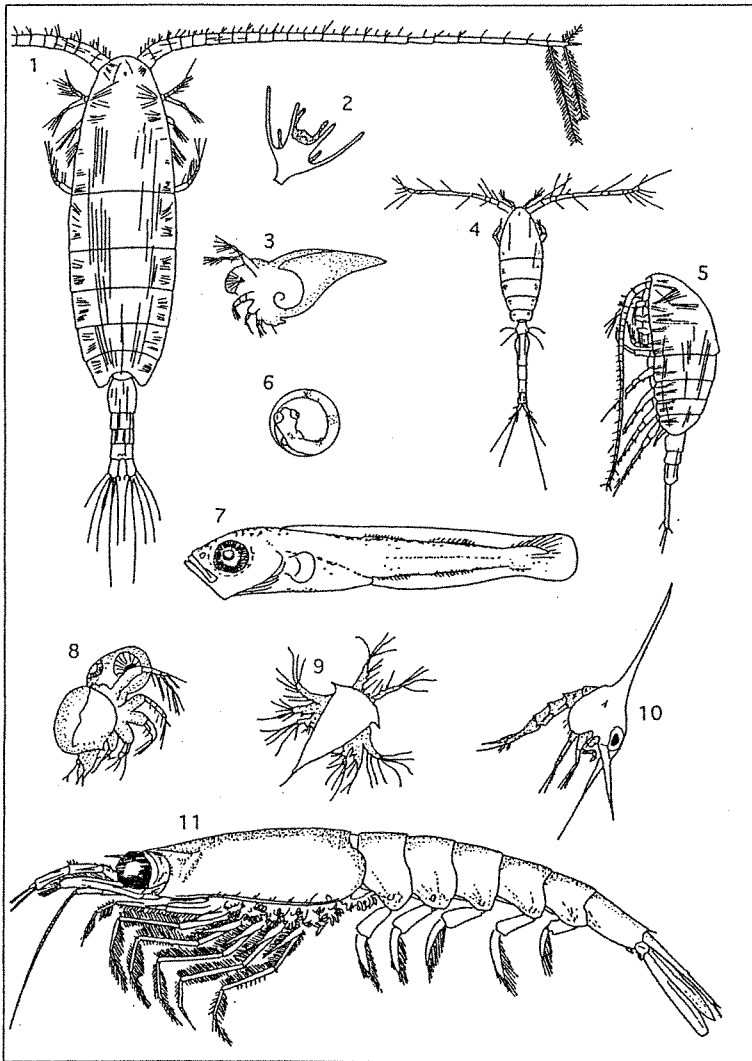
Í tengslum við sameiginlegar síldarrannsóknir Íslendinga og Norðmanna í Noregshafi var könnuð útbreiðsla átu djúpt norðaustur af landinu dagana 9.-14. júní (10. mynd b). Átumagn á þessu svæði reyndist svipað og í vorleiðangri og eins og þá mældust hæstu gildin í Austur-Íslandsstraumi. Sem kunnugt er lifir síldin aðallega á átu, og í ljós kom að mikið var af átu þar sem mest fannst af síld, austan við skil Austur-Íslandsstraums og hlýsjávarins í Noregshafi. Síldar varð hinsvegar ekki vart í hinum kalda Austur-Íslandsstraumi, þótt þar væri eins og áður sagði mjög mikil áta.

Dagana 20. júní til 6. júlí var útbreiðsla átu fyrir norðan land könnuð í tengslum við athuganir á fæðu og fæðuvejum loðnu. Loðna virtist aðallega halda sig um 68°N milli 15°V og 20°V, auk þess sem vart varð við dálftið af loðnu við landgrunnsbrúnina austur og norðaustur af Langanesi. Talsverð áta var á þessum slóðum, en þó mældust hæstu átugildin á loðnulausum svæðum (10. mynd c). Stafar það sennilega af því að þar hafði loðnan ekki haft tækifæri til að éta niður átuna. Aðalfæða loðnu er rauðáta og ljósáta, og er líklegt að hún geti haft mikil áhrif á stofna þessara tegunda á aðalætisslóðinni djúpt norður af landinu.

Í heild sýna niðurstöðurnar að átumagn var með almesta móti á Íslandsmiðum sumarið 1994 og í vorleiðöngurum hefur átumagn ekki mælst meira síðustu þrjá áratugi. Hið mikla magn sem mældist í vorleiðangri (maí-júní) virtist ekki hafa minnkað mikið fyrir norðan land og austan þó komið væri fram í júlí. Það er í samræmi við þau gögn sem til eru um árstíðabreytingar á magni dýrasvifs á norðurmiðum, en þau benda til þess að sumarvextinum ljúki ekki fyrr en um miðjan ágúst.

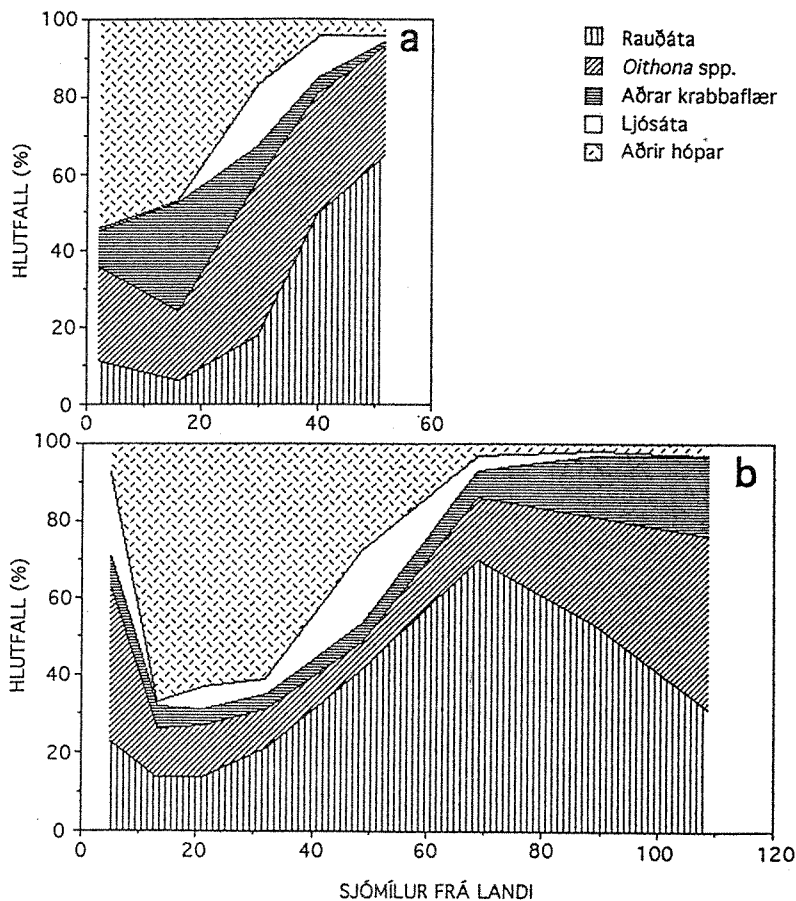
Dreifing dýrasvifs út frá landinu

Tegundasamsetning dýrasvifs tekur miklum breytingum eftir því sem fjær dregur landi. Á vorin eru t.d. botndýralirfur, fiskaegg og fisklirfur mjög algengar í svifinu næst landi en sjaldgæfar í úthafinu (11. mynd). Þá eru ýmis sviflæg krabbadýr aðallega bundin við strandsvæði, t.d. tegundirnar rekyrna, rekringla og klaufhali. Algengasta svifdýrið hér við land, rauðátan, finnst hins vegar bæði á strandsvæðum og í úthafinu, en þar er hún venjulega langalgengasta tegundin. Loks eru hreinar úthafstegundir, t.d. póláta sem er algengust djúpt norður af landinu.



11. mynd. Nokkrar algengar tegundir svifdýra í sjónum við Ísland; 1. rauðáta, 2. slöngustjörnulirfa, 3. rekhyrna, 4. *Oithona* spp., 5. klaufhali, 6. fiskaegg, 7. þorsklirfa, 8. rekkringla, 9. hrúðurkarlalirfa, 10. krabbalirfa, 11. ljósáta. Athugið að myndirnar eru ekki í réttum stærðarhlutföllum.

Á 12. mynd er sýnd hlutfallsleg samsetning átunnar á tveimur athugunarsniðum við landið eins og hún var í vorleiðangri 1994. Annað sniðið liggur í suður frá landinu (Selvogsbankasnið), en hitt í norður (Siglunessnið, sbr. 1. mynd). Þessi snið eru að ýmsu leyti dæmigerð fyrir þann breytileika sem er í samsetningu átunnar þegar farið er út frá landinu. Á báðum sniðum voru krabbaflær, aðallega rauðáta og *Oithona* spp., algengastar. Í flestum sýnum voru þær meira en helmingur svifdýranna og var hlutfallið hæst fjærst landi þar sem yfir 80% dýranna tilheyrðu þessum tveimur hópum. Þá fannst talvert af öðrum krabbaflóategundum og ljósátu bæði fyrir sunnan og norðan land. Dýr sem flokkast til annarra hópa á 12. mynd eru einkum rekkringla og rekhyrna fyrir sunnan land, en slöngustjörnulirfur fyrir norðan. Rekkringla og rekhyrna, fundust aðallega næst landi sunnanlands, en slöngustjörnulirfur voru algengastar í um 10-50 sjómílna fjarlægð frá landi fyrir norðan. Þær síðastöldu staldra hins vegar aðeins tiltölulega stutt við í svifinu.

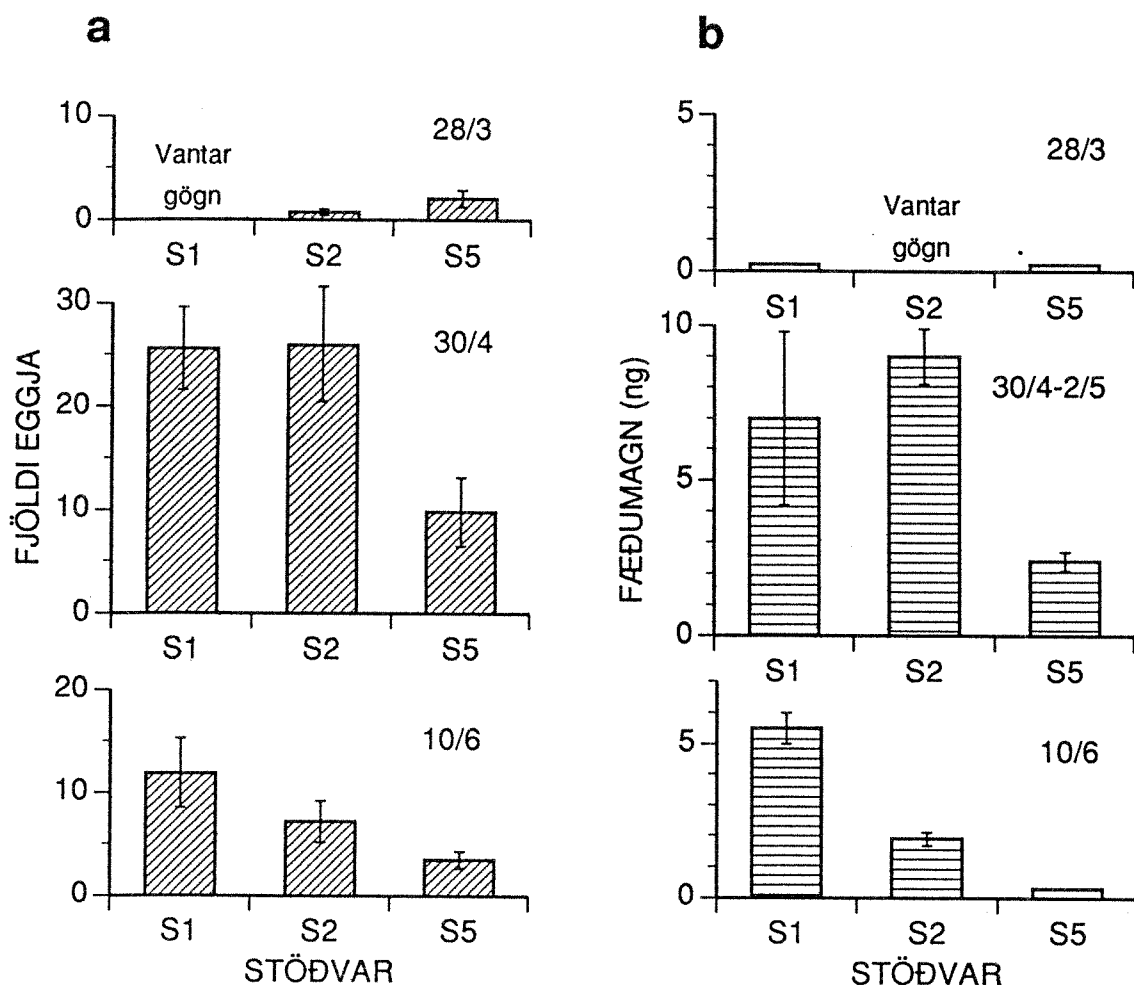


12. mynd. Hlutfallsleg samsetning dýrasviðs miðað við fjölda á tveimur sniðum út frá landinu í maí-júní 1994 á a) Selvogsbankasniði og b) Siglunessniði (sbr. 1. mynd).

Hrygning rauðátu fyrir sunnan land

Aðalhrygningarsvæði flestra nytjafiska okkar eru á grunnslóð fyrir sunnan og suðvestan land. Einkum eru mikilvægar hrygningarstöðvar á Selvogsbanka. Lirfur og seiði flestra nytjafiska eru sviflægar fyrstu vikurnar og mánuðina, en talið er að þessi tími geti verið mjög afdrifaríkur fyrir afkomu og lífslíkur þeirra og þar með árgangastyrk fiskstofnanna. Á meðan á hinu sviflæga skeiði stendur er vöxtur og afkoma fisklirfanna m.a. háð nægu fæðuframboði. Fyrst eftir að fisklirfurnar byrja að taka til sín fæðu eru egg og lirfur rauðátunnar aðalfæðan. Þess vegna eru mergð og eggjaframleiðni rauðátu mjög mikilvæg fyrir afkomu og vöxt lirfanna.

Margir þættir gera grunnsævið fyrir sunnan og suðvestan Ísland heppilegt til hrygningar. Á meðal atriða sem líklega eru mikilvæg má nefna að sjávarhiti er þar tiltölulega stöðugur, frumframleiðni mikil og átumagn að jafnaði mjög mikið, sérstaklega á mörkum strandsjávar og Atlantssjávar.



13. mynd. Eggjaframleiðsla (a) og fæðumagn (b) rauðátu á þremur athugunarstöðum á Selvogsbanka vorið 1994. Eggjaframleiðslugildin gefa til kynna meðalfjölda eggja sem hvert kvendýr hrygnir á einum sólarhring, en fæðumagnid er meðalþyngd (ng) blaðgrænu í hverju dýri. Á myndinni eru einnig sýnd staðalskekkjumörk. Stöð S1 er næst landi en S5 er fjærst landi (sbr. 1. mynd).

Vorið 1993 hófust rannsóknir fyrir sunnan land sem beindust að því að greina þá þætti sem áhrif hafa á framleiðni krabbafloða, einkum rauðátunnar. Þessum athugunum var svo haldið áfram vorið 1994. Í tengslum við verkefnið var fæðunám og eggjaframleiðsla rauðátu metin á tveimur athugunarsniðum suður frá landinu. Annað sniðið er á Selvogsbanka, en hitt liggur í suður frá Krísuvíkurbergi. Niðurstöðurnar benda til að hrygning rauðátu hafi byrjað í lok mars, en þá voru dýrin ekki byrjuð að éta svifþörungna, enda vorvöxtur plöntusvifsins enn ekki hafinn (13. mynd). Eggjaframleiðslan var þó mjög lítil í byrjun. Í lok apríl virtust bæði hrygning og beit vera í hámarki, en þá hrygndi hvert kvendýr að meðaltali 10-25 eggjum á dag. Þegar næst voru gerðar athuganir um miðjan júní hafði bæði dregið úr fæðunámi og eggjaframleiðslu. Þannig benda niðurstöðurnar til þess að náid samband sé milli fæðunáms og eggjaframleiðslu hjá rauðátu. Tiltæk gögn um hrygningartíma rauðátu úti fyrir suðurströndinni benda til að hann sé allbreytilegur frá ári til árs. Vorið 1994 virtist rauðátuhrygningin fyrir sunnan land hafa náð hámarki í apríl og maí.

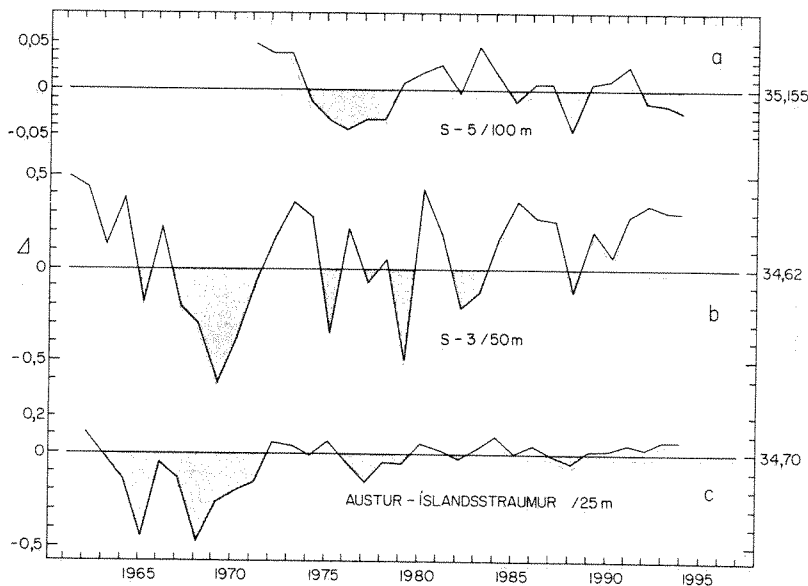
2. LANGTÍMABREYTINGAR

A Hiti og selta

Selvogsbanki

Á Selvogsbanka ná sanfelld langtímagögn um ástand sjávar aftur til ársins 1971. Á bankanum eru einkum tvær sjógerðir. Utan til er selturíkur hlýsjór sem kemur sunnan úr hafi, en næst landi er strandsjór sem myndast við það að hlýsjórinn blandast afrennsli frá landi.

Sveiflur frá ári til árs á hitastigi og seltu eru mun minni á Selvogsbanka en á norðurmiðum, enda slóðin opin fyrir hlýsjónum að sunnan. Nokkrar greinilegar sveiflur hafa þó orðið á seltu og hita í hlýsjónum á Selvogsbanka.



14. mynd. Frávik seltu að vori a) á 100 m dýpi á 5. stöð á Selvogsbankasniði (1971-1994), b) á 50 m dýpi 3. stöð á Siglunes-sniði (1961-1994), og c) á 25 m dýpi í Austur-Íslands-straumi (1961-1994).

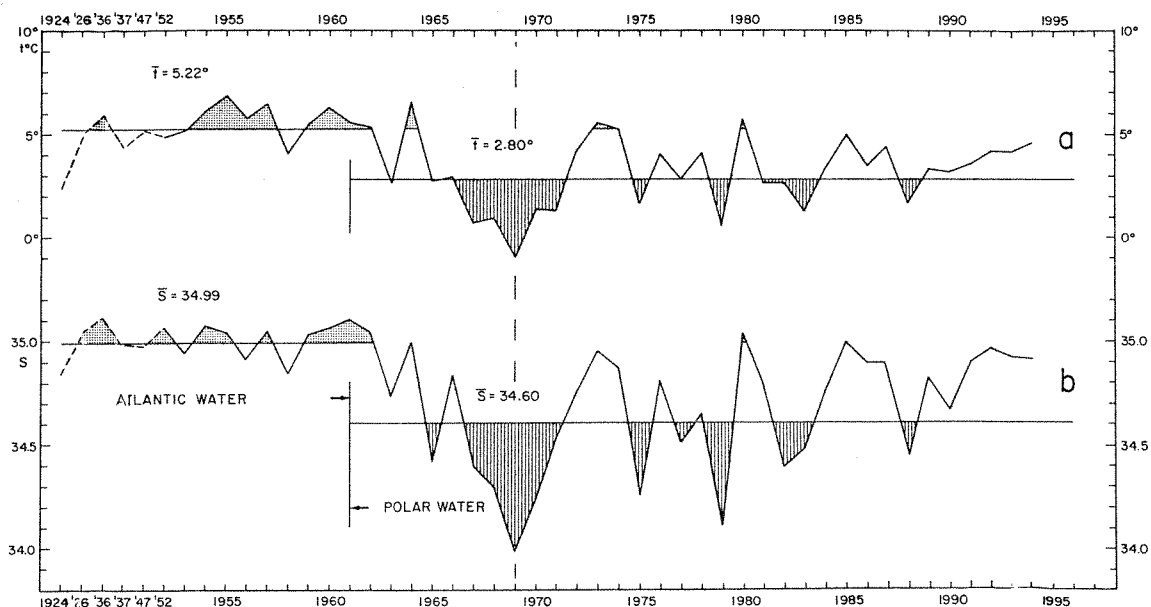
Síðan 1976 hafa skipst á tímabil með lágrí og hárrí seltu í hlýsjónum á Selvogsbanka (14. mynd a). Seltan var þannig tiltölulega lág árin 1985-1988 og svo aftur á undanförunum þremur árum eða frá 1992 þar til nú í ár (1994). Þess skal getið að lágrí seltu á Selvogsbanka fylgir að öllu jöfnu lægra hitastig en ella.

Langtímasveiflur í seltu á Selvogsbanka tengjast miklum breytingum sem hafa orðið á seltu í norðanverðu Norður-Atlantshafi og í Norðurhafi og ganga undir nafninu

"seltufrávikkið mikla". Það birtist á áttunda áratugnum sem lægð í seltu. Þetta seltufrávik (0,05-0,15) tengdist flæði seltulítills pólsjávar úr Norðurhöfum um Grænlandssund út í Atlantshaf á árunum 1965 til 1970 (hafísár við Ísland, 14. mynd b og c), og barst aftur sunnan úr hafi á Selvogsbanka um 1976 (14. mynd a). Seltufrávikkið kom síðan fram við Norður-Noreg 1979 og að lokum barst það með straumum úr norðri suður í Íslandshaf 1981-1983.

Sveiflur sem hafa orðið hin síðari ár á Selvogsbanka má e.t.v. rekja til pólsjávar í Íslandshafi 1975-1979 sem barst suður í Atlantshaf og þaðan norður í Noregshaf og að lokum aftur í Íslandshaf 1989-1990. Hvort lág selta 1992-1994 á Selvogsbanka skili sér í svalsjó á norðurmiðum eftir fáein ár verður tíminn að leiða í ljós.

Í Íslandshafi komu áhrif seltufráviksins þannig fram í svonefndum svalsjó fyrst á árunum 1981-1983 og síðan e.t.v. aftur 1989-1990 (14. mynd b og c). Bæði þessi tímabil var íslenski loðnustofninn einnig í lágmarki. Hugsanleg áhrif þessara breytinga á ástandi sjávar í norðanverðu Atlantshafi á fiskistofna eru mjög til umræðu.



15. mynd. Frávik sjávarhita (a) og seltu (b) að vori á 50 m dýpi út af Siglunesi (1924-1994) (athugunarstöðin er þriðja stöð frá landi, sbr. 1. mynd).

Siglunes

Athuganir á hitastigi og seltu að vori í sjónum út af Siglunesi hafa farið fram um áratuga skeið (15. mynd). Á tímabilinu frá um 1920 til 1964 ríkti hlýviðrisskeið á norðanverðu Norður-Atlantshafi og á þeim tíma ríkti selturíkur hlýsjór (hitastig hærra en 5 °C og selta um 35) nær vor hvert á norðurmiðum. Síðan tók við kuldatímabil eða svonefnd hafísár 1965-1971 með köldum og seltusnauðum pólsjó á norðurmiðum. Lág selta í yfirborðslögum veldur mikilli lagskiptingu í sjónum.

Síðan 1971 hafa skipst á "hlý" ár (einkum 1972-1974, 1980, 1984-1987 og 1991-1994) og "köld" ár (einkum 1975, 1977, 1979, 1981-1983 og 1988-1990). Þeim síðarnefndu má skipta í ár pólsjávar og svalsjávar eftir ríkjandi sjógerðum og lagskiptingu í sjónum. Þannig flokkast miðlungsköldu árin 1981-1983 og 1989-1990 til svalsjávarára, en þá var lagskipting í sjónum á norðurmiðum tiltölulega lítil.

Niðurstöður sjórannsóknna sýna að tiltölulega hlýr og selturíkur sjór hefur verið á norðurmiðum undanfarin ár, þ.e. frá síðari hluta árs 1990 til 1994 (15. mynd). Jafnframt skal þess getið að hlýsjórinn birtist ekki aðeins í mismunandi mæli heldur einnig á mismunandi tíma á svæðinu út af Siglunesi. Sum árin birtist hann þegar að vori en önnur ár seinna um sumarið (ágúst). Það síðarnefnda á einkum við þegar hlýsjávarins gætir með minna móti á svæðinu.

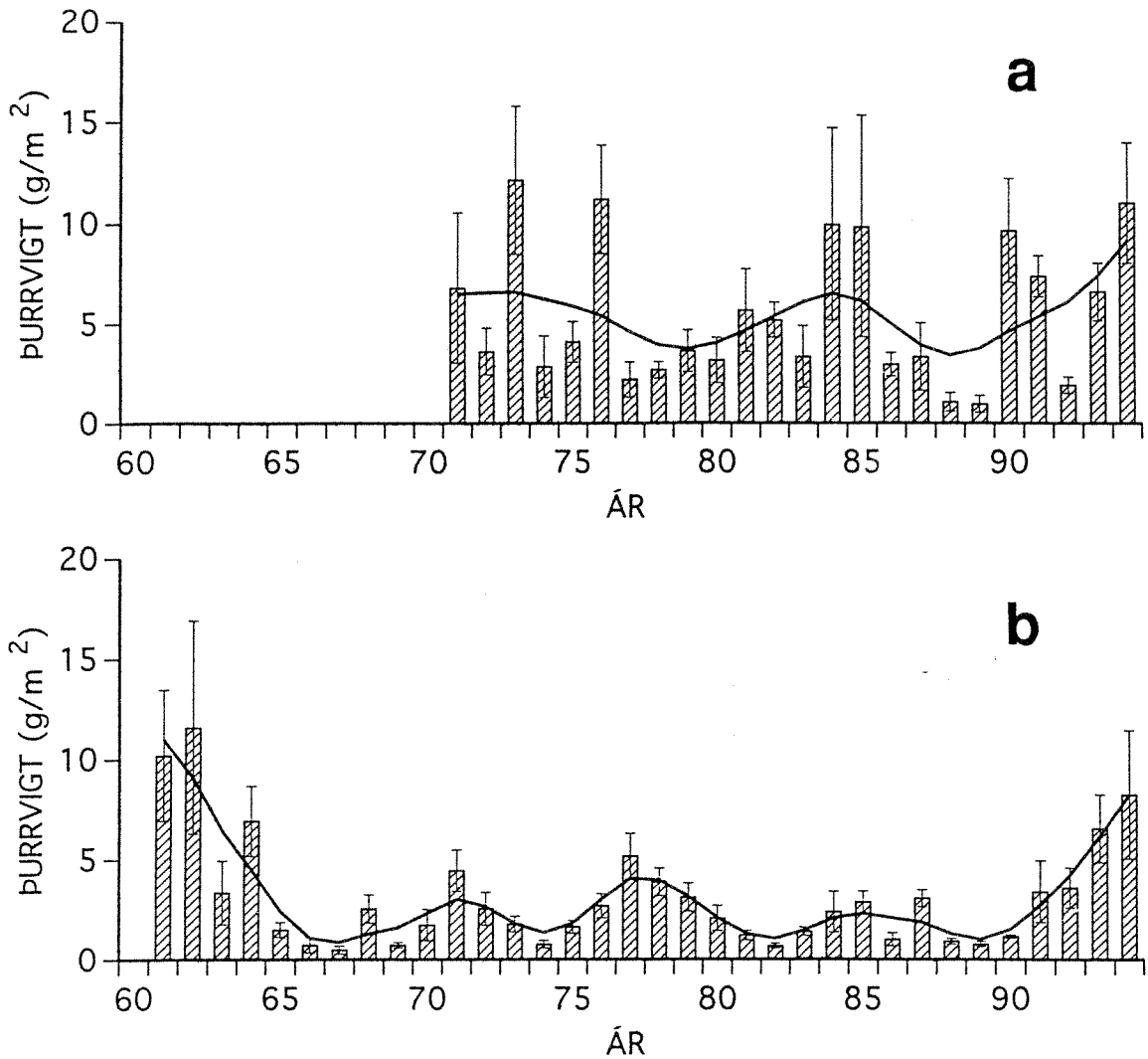
B Dýrasvif

Rannsóknir á átu í því augnamiði að fylgjast með breytingum ár frá ári hafa verið stundaðar hér við land í meira en 30 ár. Í upphafi voru þær eingöngu stundaðar úti fyrir Norðurlandi í sambandi við síldarleit og á þeim slóðum ná gögnin því lengst aftur í tímann. Frá árinu 1971 hefur rannsóknunum verið sinnt allt í kringum land í vorleiðöngurum. Sýnataka hefur verið með líku sniði öll árin og eru gögnin því sambærileg. Þá hefur verið leitast við að gera þessar athuganir á nokkurn veginn sama árstíma ár hvert (maí og júní), þegar átan er í örurum vexti allt í kringum land.

Breytileikinn í átumergð frá ári til árs að vori segir líklega að einhverju leyti til um mismunandi heildarframleiðslu átu yfir sumarið, en sennilega má að hluta til tengja þennan breytileika því að sá tími sem vorvöxtur átunnar hefst kann að vera breytilegur. Bæði vorvöxtur og heildarframleiðsla dýrasvifsins eru talin ráðast af atriðum eins og umhverfisskilyrðum og fæðuframboði.

Langtímabreytingar á átumagni á Selvogsbanka- og Siglunessniði eru sýndar á 16. mynd. Gildin sem sýnd eru á myndinni eru meðaltöl fyrir allar stöðvar á viðkomandi sniðum. Fram kemur að miklar sveiflur hafa verið í átumagni á báðum sniðum þar sem skiptast á hæðir og lægðir, og er munurinn á hæstu og lægstu gildum allt að 24 faldur.

Á Selvogsbanka var átumagn í hámarki í byrjun áttunda áratugarins, en fór svo lækkandi og náði lágmarki í lok áttunda áratugarins (16. mynd a). Annað hámark kom fram í átumagninu um miðjan níunda áratuginn, en síðan minnkaði magnið aftur þar til í lok níunda áratugarins að það byrjaði aftur að aukast og hefur farið vaxandi síðan. Á milli hæstu gilda á Selvogsbankasniði hafa því liðið um 10-13 ár.



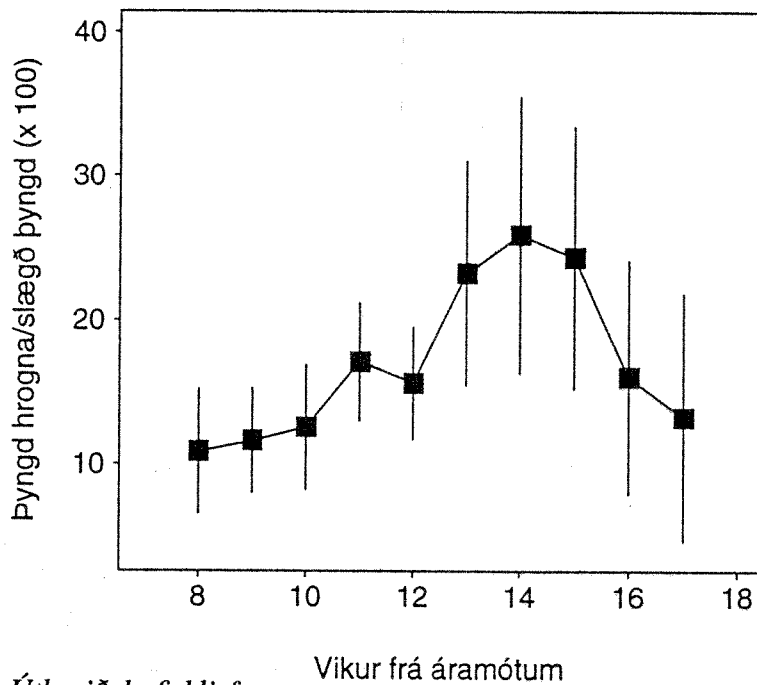
16. mynd. Breytingar á átumagni (þurrvig, g m⁻²) að vorlagi á a) Selvogsbankasniði (1971-1994) og b) Siglunessniði (1961-1994). Súlnar sýna meðaltöl allra stöðva á sniðunum (sbr. 1. mynd). Einnig er sýnd staðalskekkja. Heildregna línan er reiknaður ferill sem dregur úr óreglum einstakra ára.

Á Siglunessniði var átumagnið í hámarki þegar rannsóknirnar hófust í upphafi sjöunda áratugarins, en síðan hafa skipst á hæðir og lægðir með 7-10 ára millibili (17. mynd b). Um þessar mundir er átumagnið vaxandi og hefur svo verið síðan í lok níunda áratugarins.

3. HRYGNING ÞORSKS OG ÚTBREIÐSLA LIRFA

Hrygning þorsks

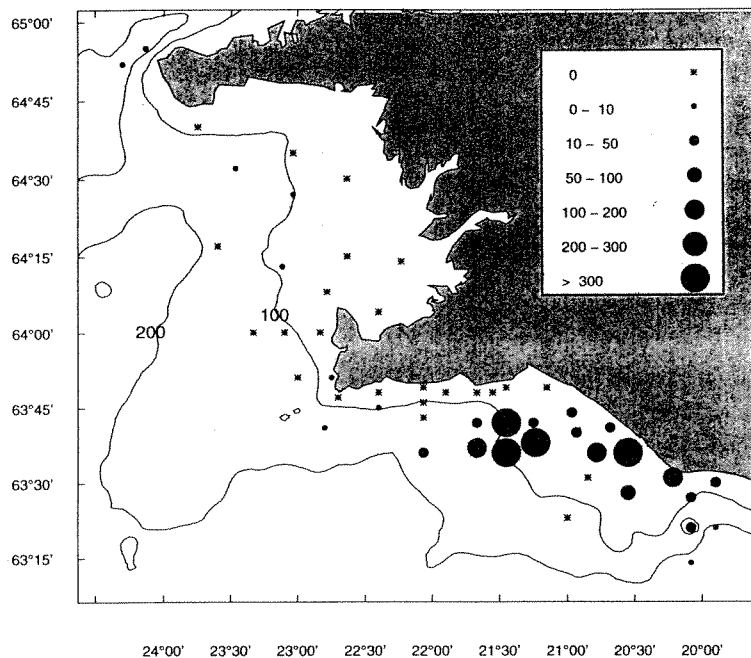
Fylgst var með hrygningu þorsks á grunnslóð frá Þjórsárósum vestur fyrir Þorlákshöfn og á Selvogsbanka á síðastliðinni vertíð (1994). Fyrst varð vart við hrygningu hjá þorski á grunnslóð um miðjan mars. Hrygning á meira dýpi utar á Selvogsbanka var hins vegar ekki hafin í neinum mæli fyrr en um miðjan apríl. Breytingar í hlutfallslegri þyngd hrognasekkja (17. mynd) gefa til kynna að hápunktur hrygningar hafi átt sér stað í þriðju viku apríl mánaðar (15. viku). Á 17. mynd sést að hlutfallsleg þyngd hrognasekkja féll um 35 % frá þriðju til fjórðu viku í apríl, sem þýðir að megnið af hrognunum var losað á þessu tímabili.



17. mynd. Breytingar á hlutfallslegri þyngd hrognasekkja hjá þorski yfir hrygningartímann á Selvogsbanka.

Útbreiðsla fisklirfa.

Útbreiðsla fisklirfa var könnuð á Selvogsbanka og í Faxaflóa í leiðangri sem var farinn 24.-27. maí 1994. Úrvinnslu gagna er ekki lokið en fyrstu niðurstöður benda til að útbreiðsla bolfisklirfa hafi takmarkast við tiltölulega afmarkað svæði (18. mynd). Engar bolfisklirfur fundust á grynntu stöðvunum meðfram ströndinni frá Þorlákshöfn vestur með Reykjanesi og mjög fáar lirfur fundust á Faxaflóasvæðinu. Tegundagreiningu er lokið á 8 stöðvum en alls hafa verið greindar 10 tegundir, þorskur, ýsa, lýsa, spærlingur, keila, ufsi, litla brosmá, litli sogfiskur, litli marhnútir, stóri karfi, ásamt ótöldum flatfiskategundum og sæveslum. Hlutfall þorsklirfa er nálægt 10 % á þessum stöðvum.



18. mynd. Útbreiðsla bolfisklirfa við Suð-vesturland 24.-27. maí 1994.

Útbreiðsla þorsklirfa á þessu svæði var síðast athuguð á árunum 1982 og 1983. Útbreiðsla fisklirfanna 1994 líkist útbreiðslu þorsklirfa árið 1982 sem er mun minni útbreiðsla en var árið 1983. Þá var mikið af lirfum á Selvogsbanka, vestur með Reykjanesi og stór flekkur af lirfum fannst í miðjum Faxaflóa.

4. FJÖLDI OG ÚTBREIÐSLA FISKSEIÐA Í ÁGÚST

Árlegar rannsóknir á fjölda og útbreiðslu seiða helstu nytjafiska fóru fram í ágúst. Rannsóknir þessar hafa verið gerðar óslitið frá 1970. Markmið þeirra er að fá vitneskju um árangur klaks og fyrstu vísbendingu um árgangastyrk og væntanlega nýliðun í veiðanlegan hluta þessara nytjastofna.

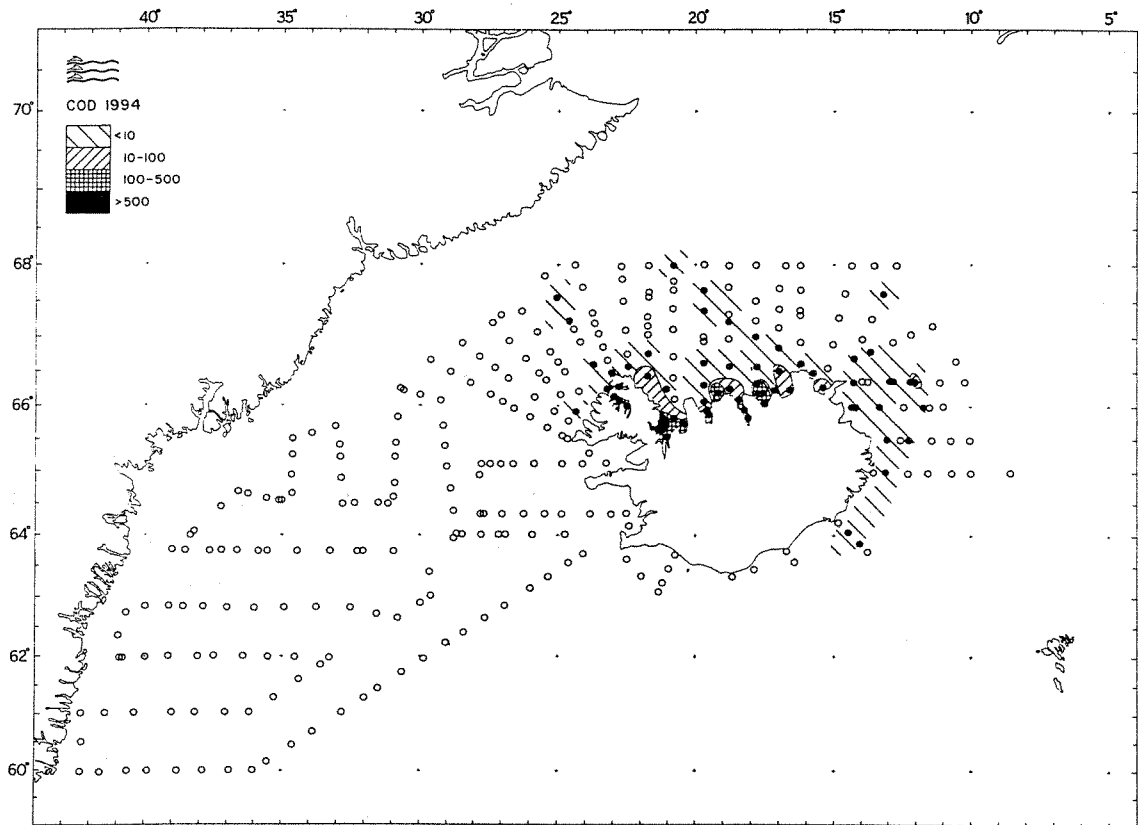
Tvö skip tóku þátt í rannsóknunum 1994 og skiptu með sér rannsóknasvæðinu sem hér segir:

Skip	Tímabil	Svæði
Bjarni Sæmundsson	3.8.-19.8.	Suðvestur af Íslandi og hafsvæðið við Austur-Grænland, þ.e. Grænlandssund, Grænlandshaf og landgrunn Austur-Grænlands
Árni Friðriksson	3.8.-31.8.	Landgrunnið við Ísland, Grænlandssund

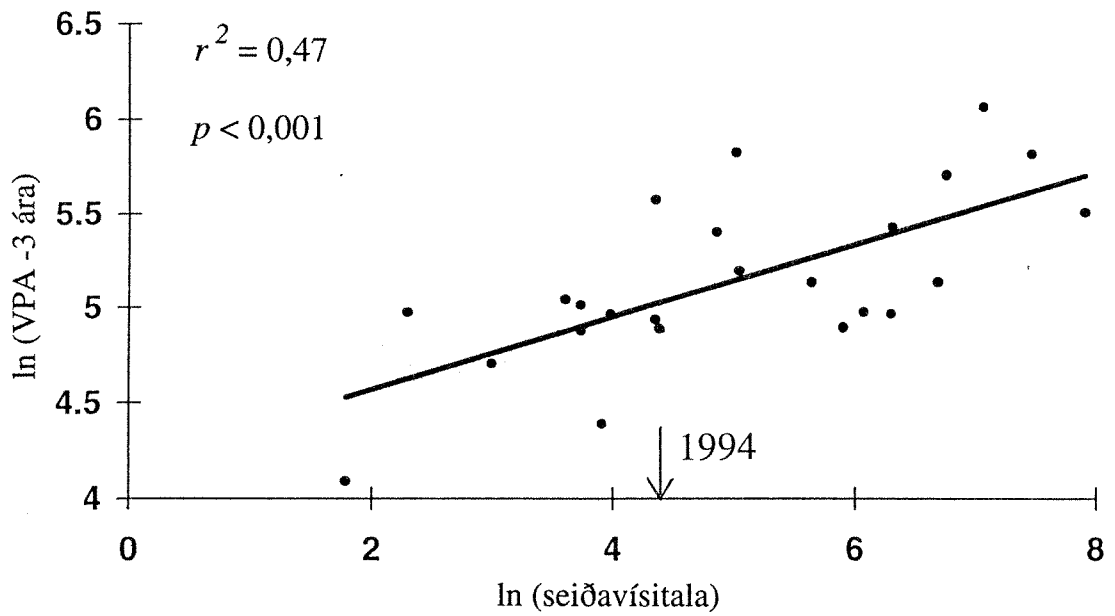
Seiðavarpa var notuð til að safna sýnum og kanna fjölda og útbreiðslu seiða. Seiðavísitölur fyrir þorsk, ýsu og loðnu eru fengnar með því að rannsóknasvæðinu er skipt upp í nokkur aðalsvæði og hverju þeirra í undirsvæði eftir seiðafjölda í togi. Meðalfjöldi seiða á togmílu innan hvers undirsvæðis er margfaldaður með 100 og fæst þá vísitala sem svarar til þess að yfirferð vörpunnar hafi verið ein fersjómíla. Þessi vísitala er svo margfölduð með flatarmáli svæðisins (í fersjómílum) og er þar með fengin vísitala svæðisins. Þetta er svo endurtekið fyrir öll svæðin innan aðalsvæðanna og samanlagðar seiðavísitölur þeirra gefa svo heildarvísitöluna. Fyrir karfa er vísitalan gefin sem fjöldi seiða á fersjómílu. Einnig eru vísitölur fyrir loðnu- og karfaseiði fengnar með tegrin bergmálgilda.

Þorskur

Aðalútbreiðslusvæði þorskseiða var út af Norðurlandi eins og hefur oftast verið áður (19. mynd). Ekki varð vart við rek þorskseiða vestur um Grænlandssund og Dohrn Banka.



19. mynd. Útbreiðsla þorskseiða í ágúst 1994 (fjöldi á togmílu).

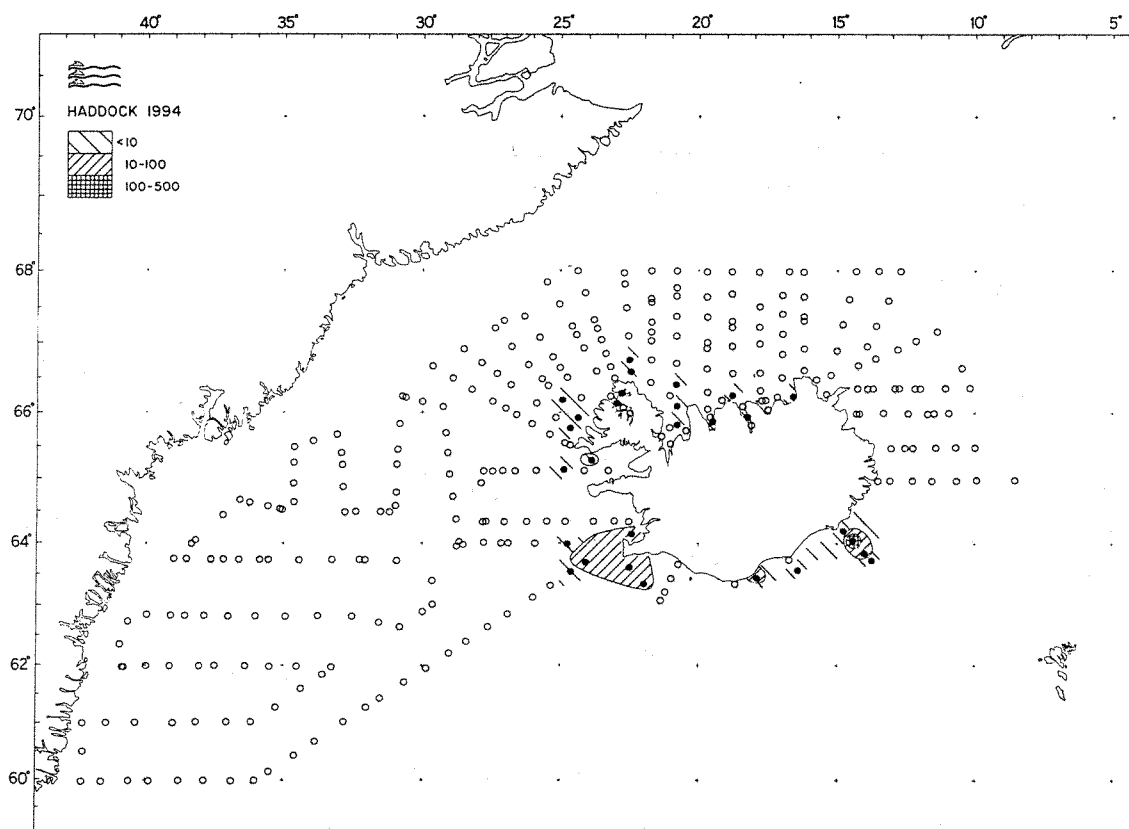


20. mynd. Samband seiðavísitölu og nýliðunar þorsks á Íslandsmiðum árin 1971-1994. Náttúrlegur lógaritmi (ln) af gildunum er notaður til að sýna sambandið. Örin sýnir seiðavísitölu fyrir árið 1994.

Vísitala þorskseiða var 74 1994 og er með því lægsta sem mælst hefur. Á árunum 1970 - 1993 hefur vísitala seiðaárgangs þorsks 11 sinnum mælst undir 100. Síðari mælingar á stærð þessara árganga með öðrum aðferðum hafa leitt í ljós að í öll skiptin nema eitt hefur svo lág seiðavísitala gefið árgang sem er langt undir meðalárgangi að stærð (20. mynd). Meðalstærð þorskseiða var einnig með allra minnsta móti. Fyrstu vísbendingar um stærð 1994 árgangs þorsks eru því þær að hann verði undir meðallagi eða lítill.

Ýsa

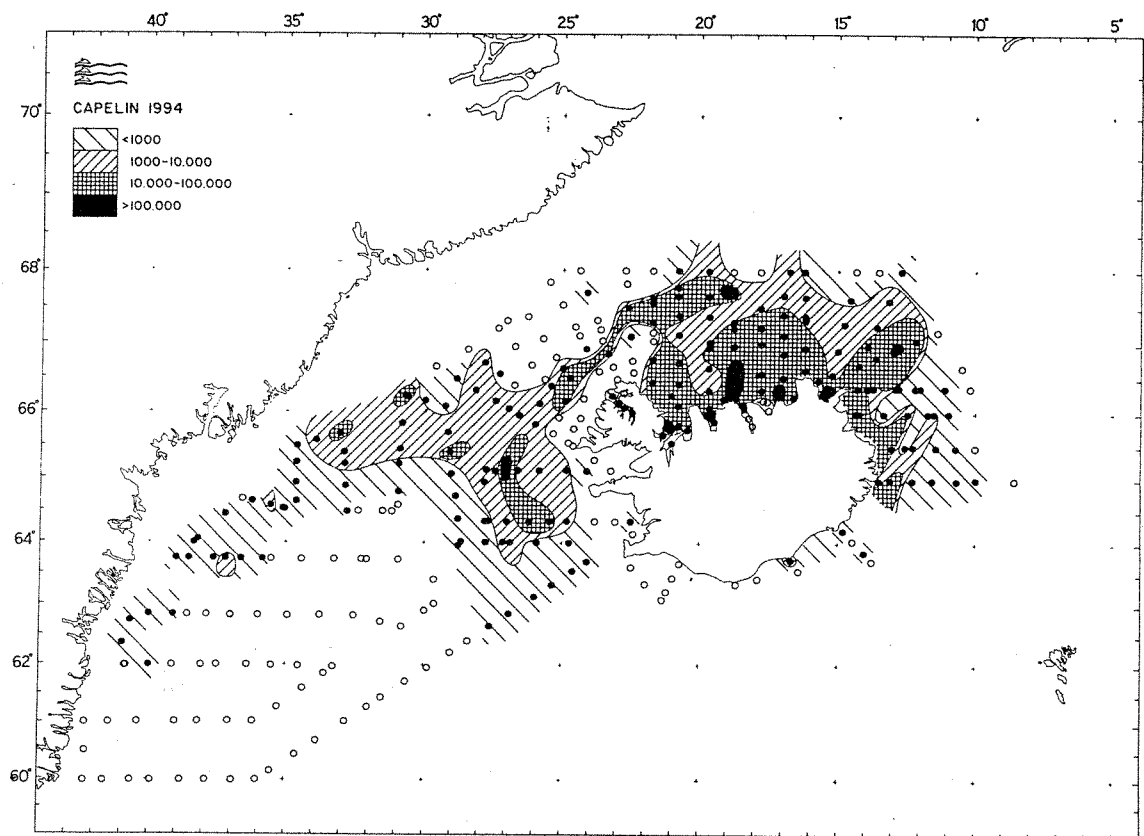
Aðalútbreiðsla ýsuseiða var út af Suðvestur- og Suðausturlandi (21. mynd). Vísitala ýsuseiða mældist 3 og er með því lægsta síðan þessar rannsóknir hófust. Meðallengd seiðanna var talsvert undir langtímameðaltali. Á árunum 1970 - 1993 hefur seiðavísitala ýsu 8 sinnum mælst minni en 15. Í öll skiptin hefur svo lág vísitala gefið árganga sem voru minni en meðalárgangar samkvæmt mælingum sem gerðar voru síðar með öðrum aðferðum. Fyrstu vísbendingar eru því þær að ýsuárgangurinn 1994 verði undir meðallagi eða lítill.



21. mynd. Útbreiðsla ýsuseiða í ágúst 1994 (fjöldi á togmílu).

Loðna

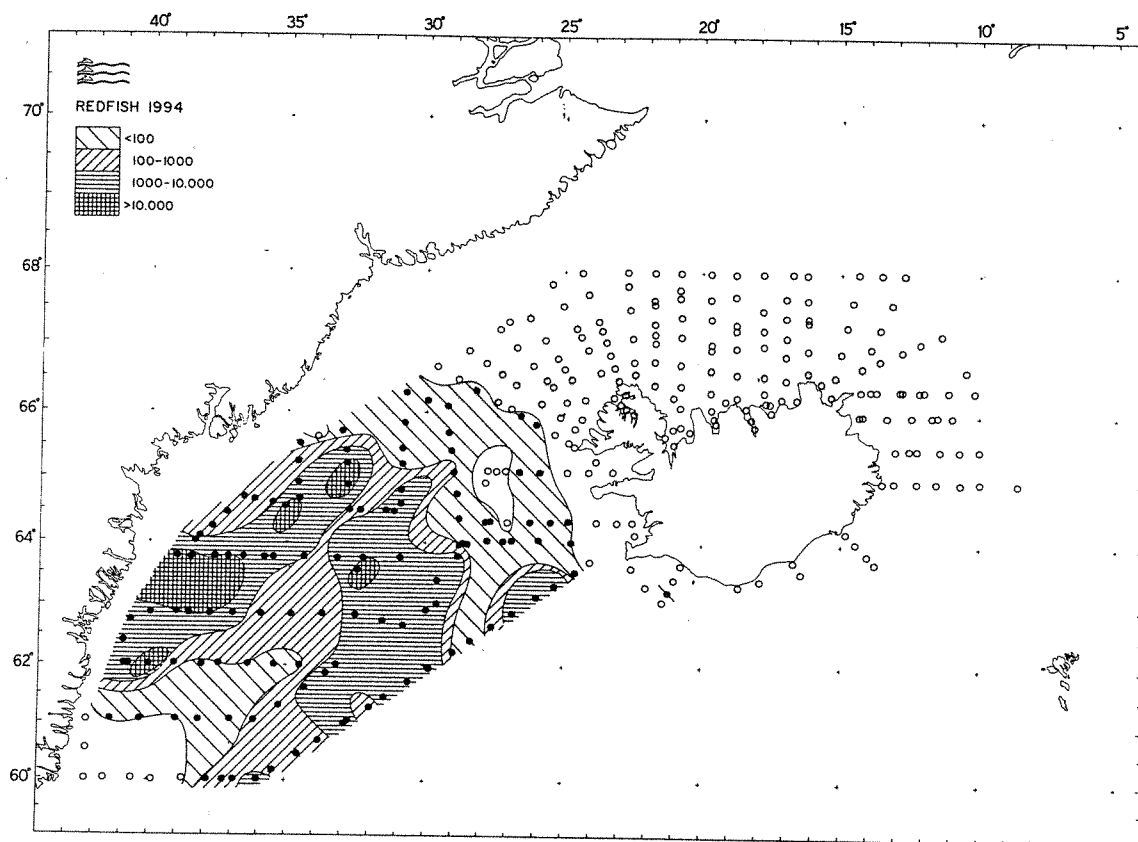
Seiðavísitala loðnu var mjög há 1994 og hefur ekki mælt hærri síðan 1974. Meðallengd seiðanna var á hinn bóginn nokkuð fyrir neðan langtímameðaltal. Mestur þéttleiki loðnuseiða var út af Norðurlandi, en þegar á heildina er litið var loðnan nokkuð jafnt dreifð um svæðið út af Vestur-, Norður- og Austurlandi (22. mynd). Nokkuð af loðnuseiðum hafði rekið vestur um Grænlandssund og Dohrn Banka áleiðis að Austur-Grænlandi. Ekki hefur tekist að sýna fram á samband milli stærðar seiðaárgangs loðnu og árgangastærðar í veiðistofni.



22. mynd. Útbreiðsla loðnuseiða í ágúst 1994 (fjöldi á togmílu).

Karfi

Karfaseiði fundust víða í Grænlandssundi 1994 eins og árið 1993 en munur var á því hvar mest var af seiðum. Mestur fjöldi seiða fannst á tveimur svæðum þ.e. í miðju og vesturhluta Grænlandshafs (23. mynd). Engin karfaseiði fundust á suðvestasta hluta athugunarsvæðisins sunnan við 61°N og vestan við 38°V. Útbreiðsla karfaseiðanna á athugunarsvæðinu bendir til að vænta megi karfaseiða fyrir sunnan og austan svæðið. Við Ísland fundust aðeins örfá karfaseiði og voru þau við Suðvestur- og Vesturland.



23. mynd. Útbreiðsla karfaseiða í ágúst 1994 (fjöldi á togmílu).

Vísitala karfaseiða fyrir árið 1994 á hafsvæðinu við Austur-Grænland var 5,8 milljón seiði á fersjómílu, sem er lítið eitt hærra en árið 1993 (4,0 milljón seiði). Vísitalan árið 1994 verður þó að teljast lág sé borið saman við fyrri athuganir sem ná yfir sama svæði. Það var áberandi 1994 að karfaseiðin á suðurhluta athugunarsvæðisins voru minni en á norðurhlutanum.

Á árinu 1994 var gullkarfi (*Sebastes marinus*) 52 % af fjölda þeirra karfaseiða sem greind voru til tegundar. Hæst hlutfall seiða gullkarfa var við Austur-Grænland, 62 %. Djúpkarfaseiði (*S. mentella*) voru hlutfallslega algengust (99 %) í sunnanverðu Grænlandshafi. Nokkur seiði litla karfa (*S. viviparus*) fengust einnig í þessari athugun. Seiði djúpkarfa árið 1994 voru nokkru minni en þau voru 1993 en seiði gullkarfa voru hins vegar svipuð að stærð og áður.

Helmingur þeirra toga sem karfaseiði fengust í var tekinn á tímabilinu milli kl 8 að kvöldi og 8 að morgni en aðeins um þriðjungur seiðanna fékkst á því tímabili.

Aðrar tegundir.

Í seiðaleiðöngrum síðsumars fást ávallt seiði ýmissa annara tegunda en þeirra fjögurra sem fjallað er um hér að framan. Tegundafjöldinn hefur verið breytilegur frá ári til árs þ.e. frá 11 til 26. Í seiðaleiðangri 1994 fengust 23 tegundir.

Flestar þessara tegunda finnast á hafsvæðinu kringum Ísland, en sumar hafa næstum eingöngu fundist sem seiði á Grænlandshafi, svo sem grálúða og blálanga. Í leiðangrinum 1994 fundust grálúðuseiði á 20 stöðvum en seiði blálöngu aðeins á 3 stöðvum. Seiði og fullorðin síli (*Ammodytidae* tegundir) voru mjög algeng bæði við Ísland og Austur-Grænland. Skrápflúru- og steinbítseiði voru líka algeng við Ísland og Austur-Grænland. Hrognkelsi, ungvíði og fullorðin, voru algeng við Ísland en venju fremur fátt um þau við Austur-Grænland og í Grænlandshafi.

5. Á SÍLDARSLÓÐUM Í AUSTURDJÚPI

Norsk-íslenski síldarstofninn er í örum vexti um þessar mundir. Hann hefur hin síðari ár gengið æ lengra út frá Noregsströndum og út í Noregshaf í ætisleit. Til þess að fylgjast með þessum ferðum síldarinnar var þrisvar sinnum síðastliðið sumar hugað sérstaklega að göngum hennar. Þannig var í vorleiðangri farið austar í Austurdjúpi en venjulega. Athuganirnar voru liður í sameiginlegu átaki Norðmanna, Færeyinga og Íslendinga í rannsóknum á vistkerfi Norðurhafa (Mare Cognitum verkefnið) sem tengjast m.a. göngum norsk-íslensku síldarinnar. Íslendingar rannsaka sérstaklega svæðið austur og norðaustur af landinu.

Þá var farinn sérstakur leiðangur dagana 9.-14. júní í Noregshaf til að leita að síld, og dagana 27.-28. júní var aftur hugað að síld á hafsvæðinu fyrir austan Ísland. Auk síldarleitar voru í öllum leiðöngrum gerðar hefðbundnar mælingar á hita, seltu og átu. Í vorleiðangri voru auk þess gerðar athuganir á næringarefnum og þörungum. Hér á eftir verður greint frá helstu niðurstöðum þessara athugana.

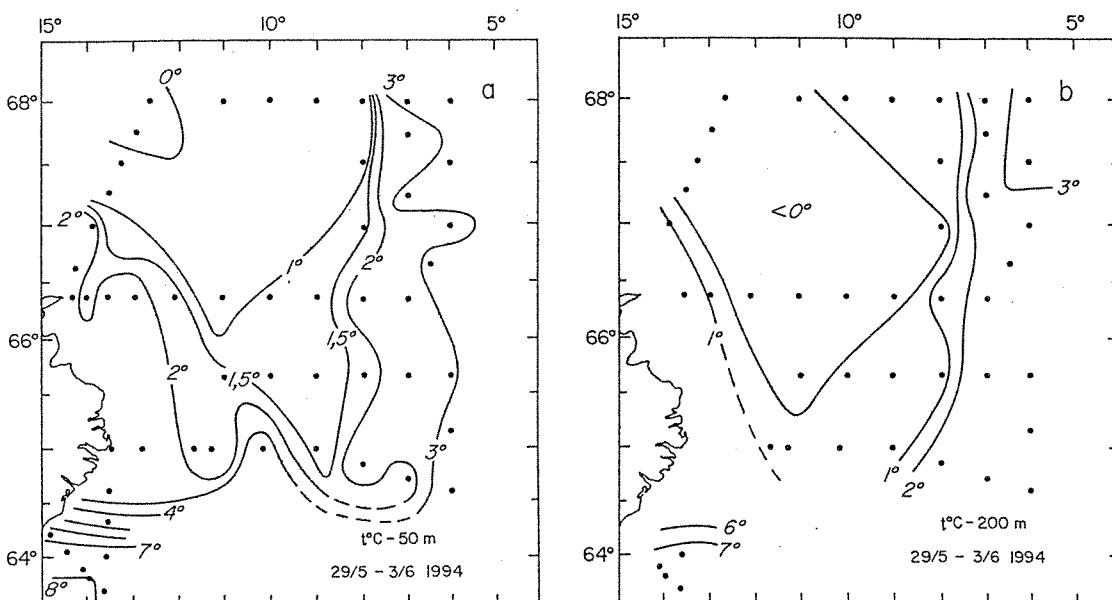
I

Í vorleiðangri var svæðið rannsakað 29. maí - 3. júní. Athugað var svæðið norðaustur og austur af landinu austur að 6°V, frá 68°N suður fyrir 65°N. Töluvert fannst af síld allt frá norðurmörkum svæðisins og suður fyrir 65°N, aðallega milli 6°V og 8°V. Mest virtist magnið vera 180-200 sjómíllur ANA af Langanesi á milli 67°N og 68°N. Hélt síldin sig þar aðallega á minna en 50 m dýpi. Einnig virtist vera töluvert af síld fyrir sunnan 65°N í kringum 7°V. Síldin á syðra svæðinu var á mun meira dýpi, eða milli 200 og 300 m.

Sýni voru tekin sem staðfestu að um var að ræða norsk-íslenska vorgotssíld. Meginuppistaðan voru síldar af 1983 árganginum (57 % af fjölda), en þó fengust aðrir árgangar einnig, aðallega árgangarnir frá 1984 og 1985. Meðallengd síldarinnar reyndist 35,6 cm.

Á nyrðri hluta athugunarsvæðisins var hitastig lægra en 0 °C á 200 m dýpi og lægra en 1 °C á 50 m dýpi (24. mynd). Austan við straumskilin (7-8°V), norðan til á svæðinu, var hitastig þó um 3 °C bæði á 50 og 200 m dýpi, en sunnar, á tæplega 65°N var hitastig 2-4 °C á 50 m dýpi en kaldara dýpra.

Seltan var um 34,7-34,8 í Austur-Íslandsstraumi og 34,8-35,0 austan skilanna. Þessar niðurstöður eru í samræmi við það sem vænta má í góðu árferði. Ástand sjávar í Austurdjúpi sumarið 1994 svipar til þess sem var á síldarárunum fyrir 1965. Ástandið breyttist svo til hins verra, sem kunnugt er, á hafísárunum þar á eftir.



24. mynd. Sjávarhiti ($^{\circ}\text{C}$) í Austurdjúpi, 29. maí-3. júní 1994 á a) 50 m dýpi og b) 200 m dýpi.

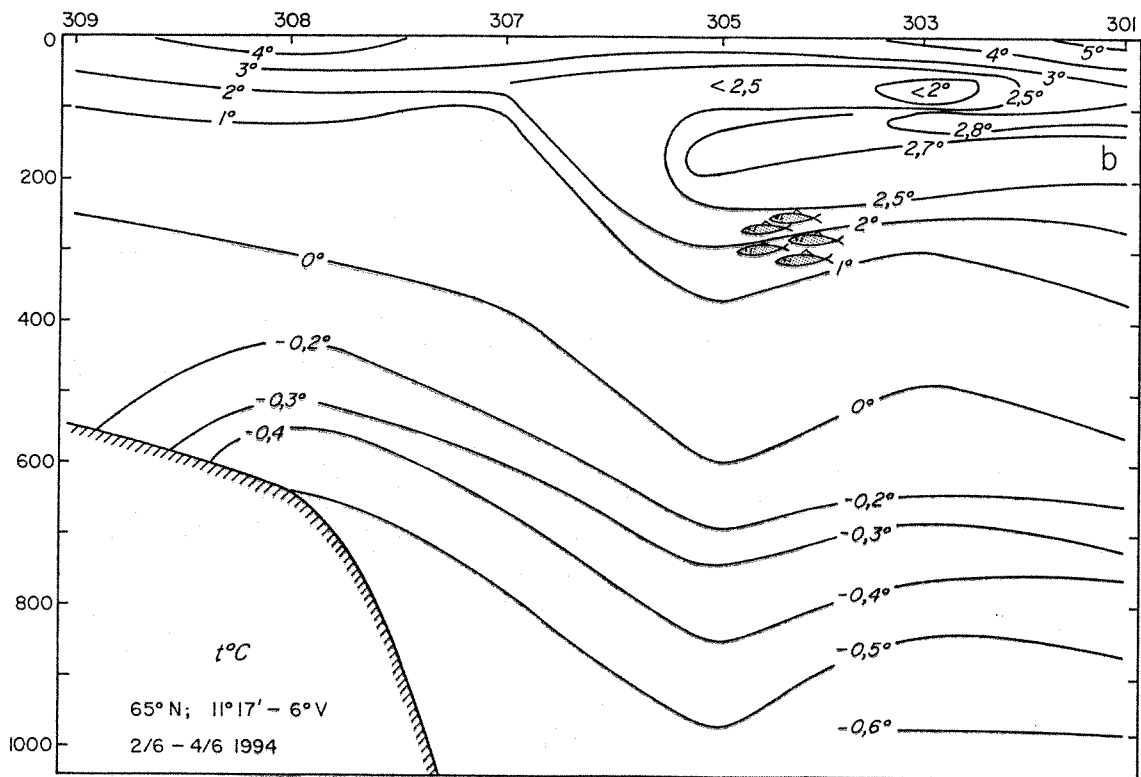
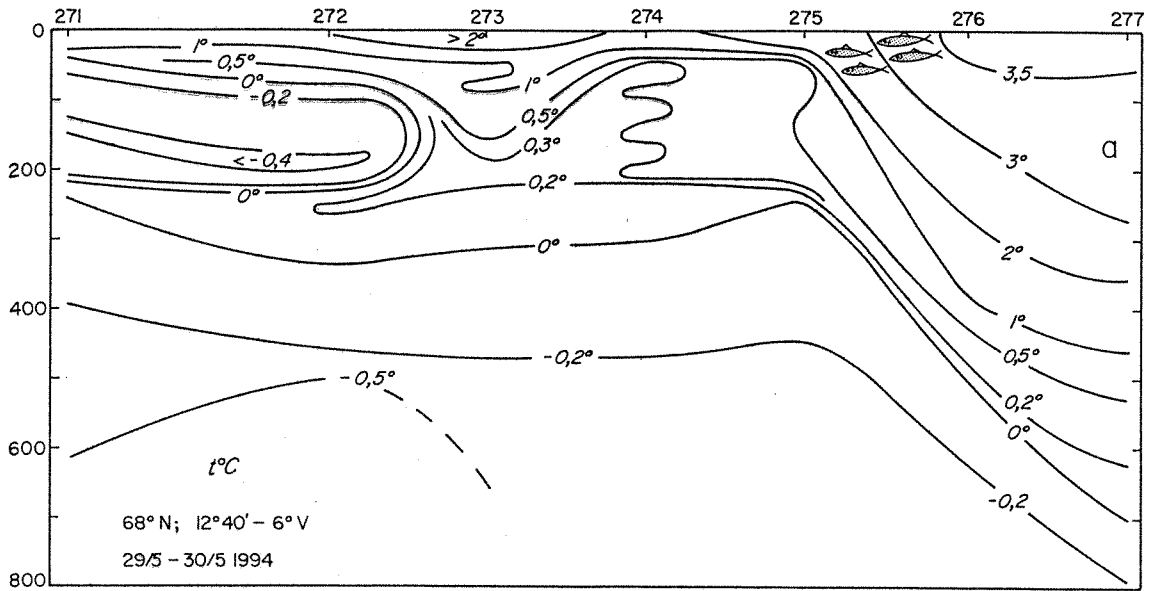
Eins og segir hér fyrir framan varð síldar aðallega vart á minna en 50 m dýpi nyrst á svæðinu en á 200-300 m dýpi syðst. Tvö lóðrétt snið hitastigs á 68°N og á um 65°N sýna þetta nánar (25. mynd). Á báðum sniðunum hélt síldin sig á skilunum við hlýja sjóinn (selta meiri en $34,9$, hitastig $2-3^{\circ}\text{C}$), í norðri í yfirborðslagi (50 m) og í suðri við hlýtt millilag (200-300 m) milli hins kalda yfirborðssjávar og kalda djúpsjávarins.

Allnokkur þörungagróður (u.þ.b. $3\text{ mg blaðgræna m}^{-3}$) var austan Austur-Íslandsstraums (26. mynd). Töluverður forði var af næringarefnum í yfirborðslögum og því líkur á áframhaldandi vexti svifþörungum (sjá 6. mynd). Í kjarna Austur-Íslandsstraumsins og við syðri mörk kaldsjávarins í yfirborðssjónum voru blaðgrænugildin helmingi lægri. Mæld frumframleiðni var þó áþekkt á öllu svæðinu. Þetta bendir til mismikillar afkastagetu plönutsvifsins á þessu svæði.

Mikil áta mældist á þeim svæðum sem síldin hélt sig á, um og yfir 10 g á fermetra (10. mynd a). Athyglisvert er að ekki voru nein merki um að síldin hafi gengið vestur fyrir skil kalda og heita sjávarins, þótt þar væri mun meiri áta. Ef til vill hefur kaldur sjór á þeim slóðum komið í veg fyrir það.

II

Rannsóknirnar 9.-14. júní voru gerðar sameiginlega af Íslendingum og Norðmönnum. Þær fóru fram á tveimur rannsóknaskipum (Árna Friðrikssyni og G.O. Sars). Í þetta sinn náði rannsóknasvæðið frá 66°N að $68^{\circ}30'\text{N}$, milli 2°V og 9°V .

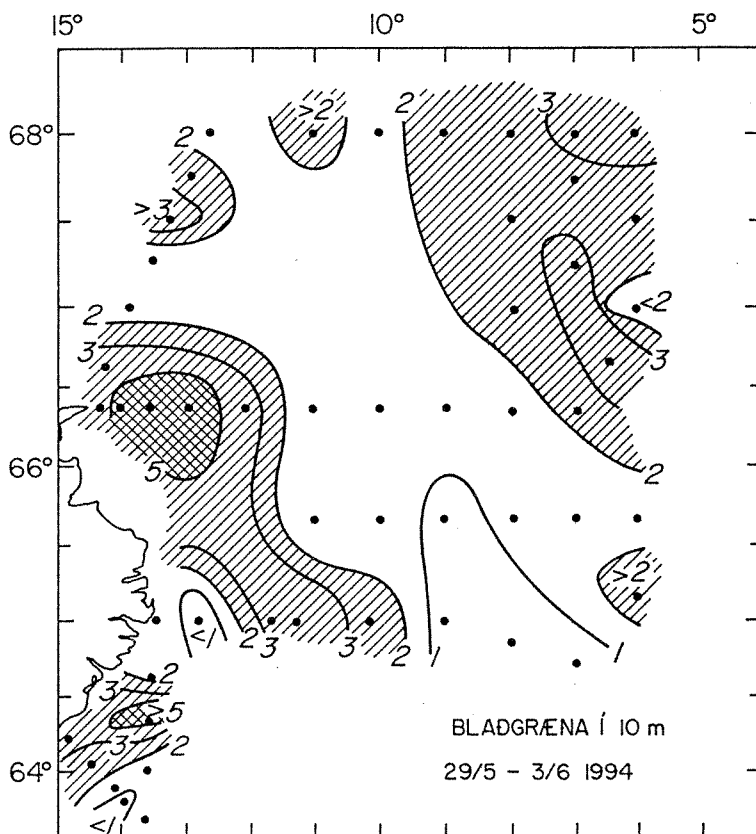


25. mynd. Dreifing hitastigs í lóðréttu sniði í Austurdjúpi 29. maí-3. júní 1994. a) 68°N og b) 65°N. Staða síldar er einnig sýnd á myndinni. Lega sniðanna sést á 24. mynd.

Í leiðangrinum varð síldar vart á öllu svæðinu frá 2°V og vestur undir 6°V, sem var nokkru austar en í vorleiðangri. Mest virtist vera af síld frá 66°N að 68°N milli 5°V og 6°V. Síldin hélt sig mest á um 10-30 m dýpi, en þó voru torfur dýpra, allt niður á 250 m dýpi, og voru þær oftast stærri. Aldurssamsetning og meðallengd síldarinnar var svipuð

og í vorleiðangri.

Hitadreifing var áþekk og í fyrri yfirferð. Kaldi sjórinn virtist þó ná aðeins austar en áður og virtist síldin einnig hafa færst austar á svæðinu, eins og áður sagði.



26. mynd. Blaðgræna í yfirborði í Austurdjúpi 29. maí-3. júní 1994.

Mikið fannst af átu á þeim slóðum sem síldin hélt sig (10. mynd b). Mest fannst þó af átu á norðvesturhluta athugunarsvæðisins, þ.e. í hinum kalda Austur-Íslandsstraumni, en eins og í fyrri leiðangri gekk síldin ekki á það svæði.

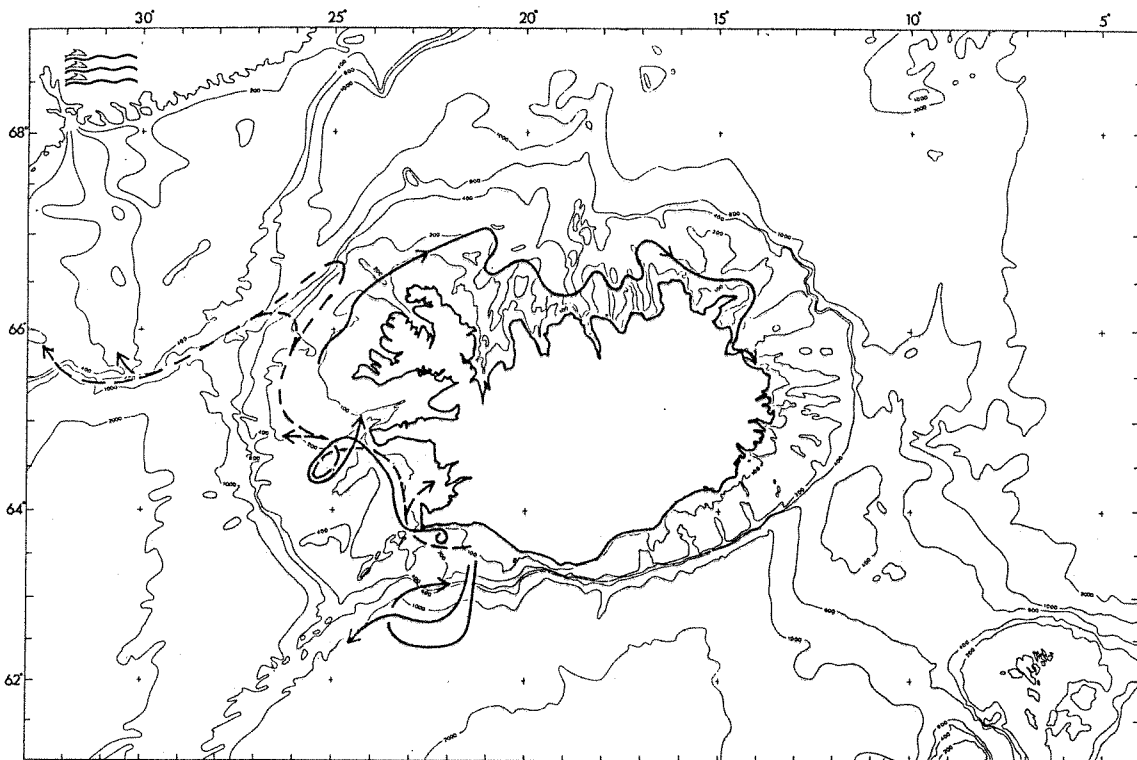
III

Að lokum má geta þess að dagana 27.-28. júní var leitað síldar á rannsóknaskipinu Árna Friðrikssyni við Norðausturland frá 66°20'N að 65°N milli 12°V og 10°V. Talsvert fannst af átu á þessu svæði (10. mynd c) en engin síld.

6. STRAUMAR MÆLDIR MEÐ REKDUFLUM

Á árinu 1994 fóru fram eins og 1992 og 1993 athuganir á straumum á nokkrum stöðum á íslenska landgrunninu. Var það gert með rekduflum sem fylgst er með frá gervihnetti (ARGOS). Verkefnið beindist sérstaklega að því að mæla strauma frá hrygningarslóð á Selvogsbanka vestur og norður með landi. Straumar voru mældir á 15 til 40 m dýpi. Niðurstöður voru eftirfarandi (27. mynd):

Af tveimur duflum sem var varpað út á Selvogsbanka 28. mars 1994 hætti annað fljótlega sendingum, en hitt rak fyrst til suðurs út fyrir landgrunnið og síðan til vesturs og norðurs með Reykjaneshrygg vestanverðum og síðan til austurs aftur þ.e.a.s. í réttsælis hring út af Grindavíkurdjúpi. Rekhraði var 0,5-2,5 sjómíli á sólarhring.



27. mynd. Meginferlar rekdufla sem sett voru í sjó vorið 1992 og 1993 (brotin lína) og 1994 (heil lína).

Næst var tveimur duflum varpað í sjó á Selvogsbanka 21. apríl. Annað þeirra hætti fljótlega sendingum en hitt rak sem fyrr djúpt suður í haf og síðan vestur að

Reykjaneshrygg. Meðalhraði var um 1,5-2 sjómíllur á sólarhring.

Síðan var enn tveimur duflum varpað í sjó á Selvogsbanka 3. maí. Annað þeirra var sennilega strax tekið í skip en hitt fannst fljótlega af skipi og var skilað.

Þann 22. maí var síðastnefnda duflinu aftur varpað í sjó út af Látrabjargi. Barst það fyrir Vestfirði og inn á norðurmið. Rek duflsins fylgdi vel botnlögun nálægt 200 m dýptarlínunni austur með landinu uns það strandaði í Héraðsflóa eftir u.þ.b. 120 daga rek með meðalhraða um 3 sjómíllur á sólarhring.

Enn var dufli varpað í sjó út af Krísuvíkurbjargi 14. júní. Rak það eftir nokkrum krókaleiðum fyrir Reykjanes og Faxaflóa og síðan rangsælis djúpt í Kolluál uns það lenti í skipi eftir nær tvo mánuði í sjó. Rekhraði var allt að 3 sjómíllur á sólarhring.

Að lokum var dufli varpað í sjó þann 1. júlí í Faxaflóa norðanverðum. Það hætti sendingum rúmum mánuði síðar eftir að hafa rekið vestur á 26°V með 200 m dýptarlínunni. Rekhraði var 2 sjómíllur á sólarhring.

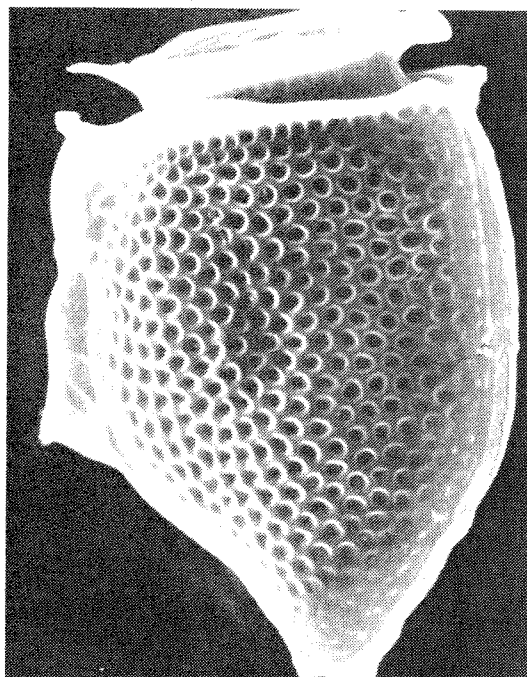
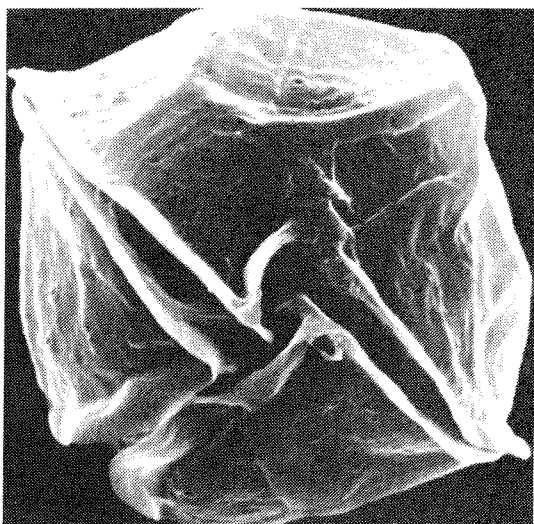
Heildarniðurstöður mælinganna 1994 sýna þannig ekkert rek að vori og fyrri hluta sumars frá Selvogsbanka fyrir Reykjanes og vestur fyrir land. Rekduflið sem komst frá Látrabjargi inn á norðurmið staðfesti aftur á móti vel straumferilinn eins og honum hefur verið lýst áður með öðrum aðferðum.

Eins og fram kemur hér á undan voru vanhöld nokkur varðandi rekana á árinu 1994. Þau voru engin á árunum 1992 (3 rekar) og 1993 (2 rekar). Á þeim árum rak þá eftir væntingum frá Selvogsbanka fyrir Reykjanes allt í Víkurál og þaðan til Grænlands en ekki inn á norðurmið (27. mynd).

7. EITRAÐIR ÞÖRUNGAR

Þörungar í Faxaflóa

Við rannsóknir á þörungasvifi í Faxaflóa í byrjun vorleiðangurs kom í ljós að töluverður fjöldi skorubörunga, sem vitað er að geta myndað hættuleg eitrefni, var í sýnunum. Bar mest á tegundunum *Alexandrium tamareuse* og *A. ostenfeldi* sem mynda hið hættulega taugaeitur PSP (Paralytic shellfish poison), en einnig sáust þar *Dinophysis* tegundirnar *D. norvegica*, *D. acuminata* og *D. acuta* sem mynda DSP (Diarrhetic shellfish poison), sem veldur magaeitrun (28. mynd).



28. mynd. Eitraðir þörungar. a) *Alexandrium tamareuse* sem veldur PSP eitrun. b) *Dinophysis norvegica*, sem veldur DSP eitrun. Myndirnar eru teknar í rafeindasmásjá og eru úr bók J.D. Dodge, Atlas of Dinoflagellates, Blackwell, London, 1985.

Fjöldi *Alexandrium tamareuse* fruma reyndist vera yfir viðvörnumörkum á öllum Faxaflóastöðvunum. Þar sem vitað er að skelfisktínsla er algeng í Hvalfirði var safnað plöntusvifsýnum þar 25. maí. Þau sýni gáfu til kynna að fjöldi *Alexandrium* og *Dinophysis* tegunda var yfir viðvörnumörkum. Þótti því ástæða til að vara við skelfisktínslu á nálægum svæðum og fylgjast með þörungasvifinu og eiturmagni í skelfiski.

Sýnum til athugana á eitruðum þörungum var síðan safnað alls 6 sinnum á tímabilinu 25. maí til 31. ágúst. Þeim var safnað á 2 til 4 stöðvum út af Engey og í Hvalfirði. Einnig var safnað utar í Faxaflóa tvisvar yfir sumarið. Sýnatakan var ekki reglubundin. Sýnin í Hvalfirði hafa því verið tekin á mismunandi stöðum og ekki endilega þar sem skelfisktínsla fer fram.

Niðurstöður benda til þess að fjöldinn af *Alexandrium tamarense* hafi verið mestur um og eftir mánaðarmótin maí og júní. Það voru t.d. nær 200 þúsund frumur í lítra 31. maí á stað innanlega í Hvalfirði en 20. júní var frumufjöldinn innan við þúsund í lítra á sömu slóðum og hélst lágur, eða undir viðvörunarmörkum, það sem eftir var sumars. Þegar rannsakað var utar í Faxaflóa 6. júní var fjöldi *Alexandrium* fruma á bilinu 11-33 þúsund frumur í lítra. Fjöldi *Dinophysis* tegunda var hins vegar yfir viðvörunarmörkum í Hvalfirði öll skiptin sem rannsakað var.

Á vegum Rannsóknastofnunar Fiskiðnaðarins voru gerðar mælingar á þörungaeitri í öðu og kræklingi nokkrum sinnum á umræddu tímabili. Reyndist hluti þeirra dýra sem voru mæld innihalda DSP eitur yfir hættumörkum, hins vegar var eitrun í skelfiski af völdum PSP ekki yfir hættumörkum þegar mælingar fóru fram.

Á árunum 1988 og 1990 fannst í byrjun júní talsvert af *Alexandrium tamarense* í sýnum frá Faxaflóasvæðinu. Fjöldinn var ekki metinn á sama hátt og nú en ástæða er til að ætla að hann hafi verið yfir viðvörunarmörkum. Endurtekinn blómi *A. tamarense* bendir til að tegundin hafi festst í sessi á svæðinu og hætta á blóma því yfirvofandi að sumarlagi. *Alexandrium* tegundir mynda dvalargró sem setjast á botn og geta lifað í setinu í fjölda ára. Við hagstæð skilyrði geta þau spírað og fjölgað sér mikið á stuttum tíma. Skelfiskur og aðrir hryggleysingjar sem nærast á svifþörungum skaðast ekki en þegar þau dýr eru étin kemur eitrunin fram. Mikill fjöldi eitraðra *Dinophysis* og *Alexandrium* tegunda á Faxaflóasvæðinu í sumar sýnir nauðsyn þess að koma á reglubundnu eftirliti með eitruðum þörungum á svæðinu.

Þörungar á kúfiskmiðum á Vestfjörðum

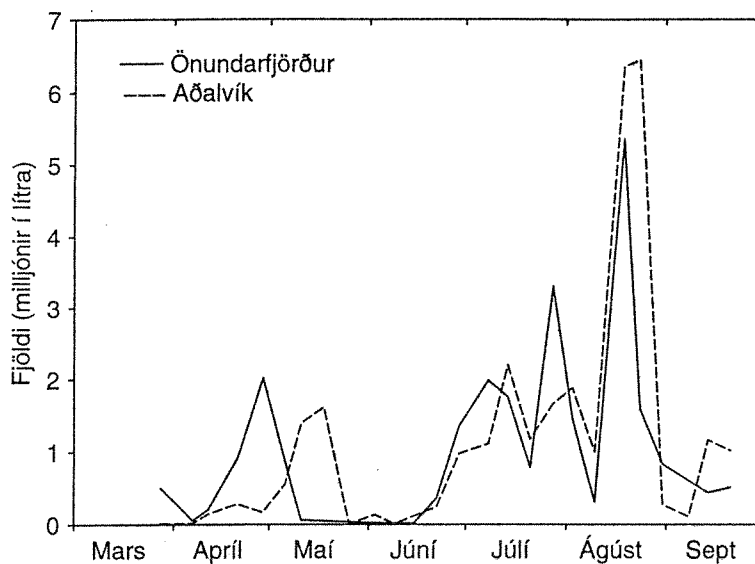
Vegna fyrirhugaðs útflutnings á kúfiski til Bandaríkjanna, hafa bandarísk yfirvöld gert kröfur um viðamiklar rannsóknir á veiðisvæðum kúfisks. Meðal annars er farið fram á að athugað verði hvort eitraðir þörungar finnast á veiðisvæðunum og hvort þörungaeitur sé í kúfiskinum.

Safnað hefur verið vikulega frá 28. mars 1994 og er áætlað að halda því áfram út október 1994. Sýnum hefur verið safnað á kúfiskmiðum í Öndarfirði, Aðalvík og Fljótavík. Háfsýni og talningarsýni voru tekin úr yfirborði. Einnig var mæld blaðgræna, selta, næringarefni og hiti í yfirborði. Mánaðarlega voru mæld þörungaeittrin PSP, DSP og ASP í kúfiskinum. ASP (Amnesic shellfish poison) er eitur sem m.a. veldur minnisleysi, og hefur fundist hjá kísilþörungategundunum *Pseudonitzschia pseudodelicatissima* og *P. pungens f. multiseris*.

Helstu niðurstöður, hvað varðar eiturþörunga, eru þær að lítið bar á tegundum sem valdið geta PSP og DSP eitrun á rannsóknarsvæðunum (31. mynd). Hins vegar var kísilþörungur *P. pseudodelicatissima* í miklu magni á öllum svæðum í ágústmánuði, en hann getur valdið ASP eitrun.

Mælingar á DSP og PSP sýndu að ekki var um eitrun í kúfiski að ræða af völdum þessara eitrefna. Mælingar á kísilþörungaeitrunu ASP hafa enn ekki verið gerðar.

Rannsóknirnar hafa einnig gefið áhugaverðar niðurstöður um árstíðabreytingar á þörungasvifi við Vestfirði. Vorhámark kísilþörunga varð í Önundarfirði upp úr miðjum apríl og lauk um miðjan maí, en í Aðalvík og Fljótavík varð vorhámark um þremur vikum seinna (29. mynd). Sömu tegundir voru ríkjandi í vorhámarki á öllum svæðunum. Mest bar á *Thalassiosira spp.* en *Phaeocystis pouchetii* fjölgaði þegar leið á hámarkið. Eftir lægð í fjölda þörunga í júnímánuði varð mikil aukning um mánaðarmótin júní-júlí í Önundarfirði og viku seinna í Aðalvík og Fljótavík. Eins og áður var þörungasamfélagið áþekkt á öllum svæðum. Fjöl margar tegundir var að finna í svifinu í byrjun júlí og sumar þeirra í töluverðu magni. Langmest var þó af smáum kísilþörungum *Leptocylindrus minimus*.

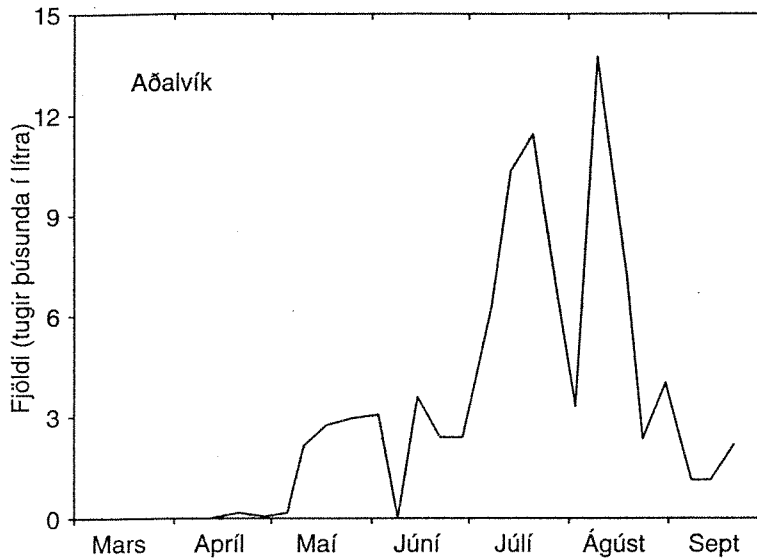


29. mynd. Árstíðabreytingar á fjölda kísilþörunga í Önundarfirði og Aðalvík 28. mars til 21. september 1994.

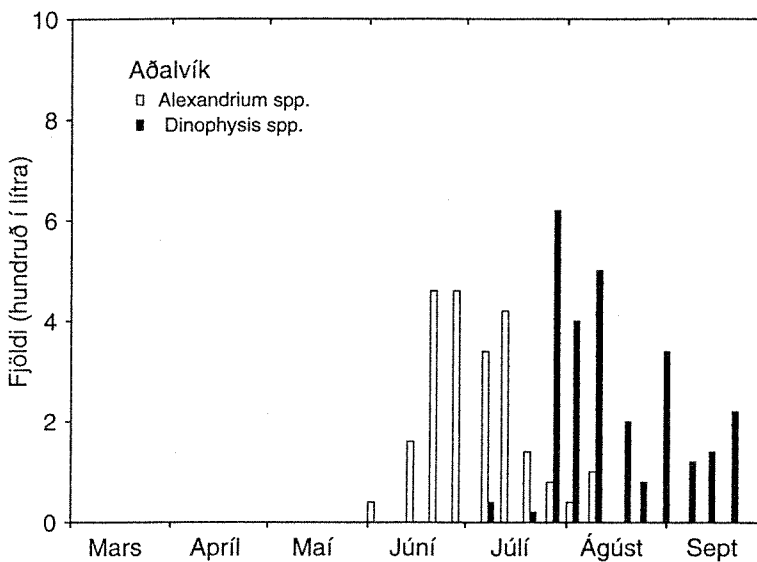
Í lok júlí varð svo *Skeletonema costatum* ríkjandi tegund og var í mestum fjölda inni á Önundarfirði. Hámark í fjölda þessarar tegundar stóð stutt, því að í fyrstu viku ágústmánaðar fór að bera á *P. pseudodelicatissima* og fjölgaði henni ört í svifinu á næstu vikum. Hámarki náði tegundin á öllum svæðunum upp úr miðjum ágústmánuði. Fjöldi fruma á lítra fór þó fljótlega minnkandi í Önundarfirði og á Fljótavík, en hélst lengur á Aðalvík.

Lítið var um skorupörunga á þessum svæðum í samanburði við kísilþörunga. Mestur fjöldi skorupörunga var í júlí og fram í ágúst á öllum svæðum (30. mynd). Þær

tegundir sem mest var af voru *Heterocapsa triquetra* og *Scrippsiella trochoidea*. Af öðrum þörungum í svifinu var *Phaeocystis* mest áberandi, en fjöldinn varð aldrei mikill, mest tæplega 300 þúsund frumur á lítra.



30. mynd. Árstíða-breytingar á fjölda skorupörunga í Aðalvík 28. mars til 21. september 1994.



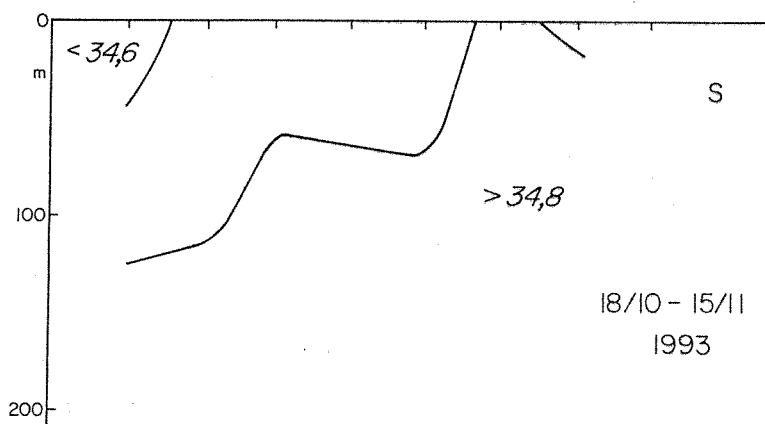
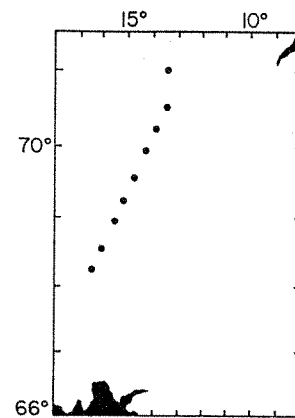
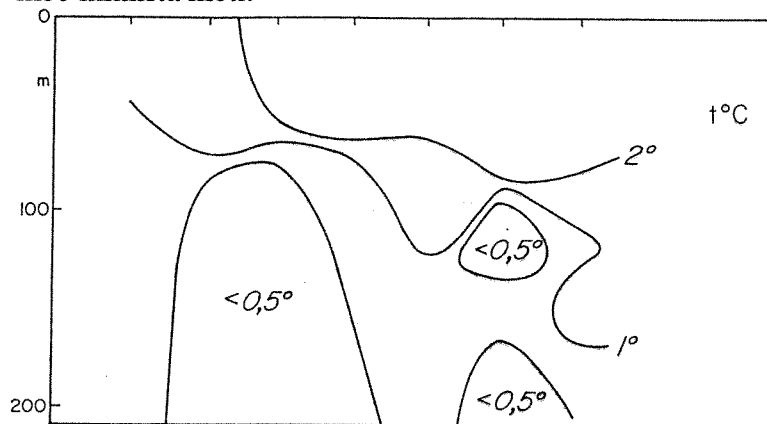
31. mynd. Fjöldi fruma af *Alexandrium spp.* og *Dinophysis spp.* í Aðalvík 28. mars til 21. september 1994.

Eins og fram kemur á 29. mynd var frumufjöldinn mun minni í vorhámarkinu þegar *Thalassiosira* tegundir voru ríkjandi, en um miðjan ágúst þegar mest var af *Pseudonitzschia pseudodelicatissima*. En það verður að hafa í huga að rúmmál *Thalassiosira* tegunda er um 80 sinnum meira en *P. pseudodelicatissima*.

8. ÁSTAND SJÁVAR DJÚPT Í ÍSLANDSHAFI

Á árunum 1987-1991 voru í september ár hvert gerðar athuganir á ástandi sjávar þ.e. hita og seltu á sniði í kalda sjónum djúpt um mitt Íslandshaf frá 68°N til 71°N. Sniðið var hluti af alþjóðlegu verkefni sem gengur undir nafninu Greenland Sea Project (GSP). Árangur af mælingunum gaf tilefni til framhalds og í október 1992 og 1993 voru gerðar athuganir í loðnurannsóknaleiðöngrum.

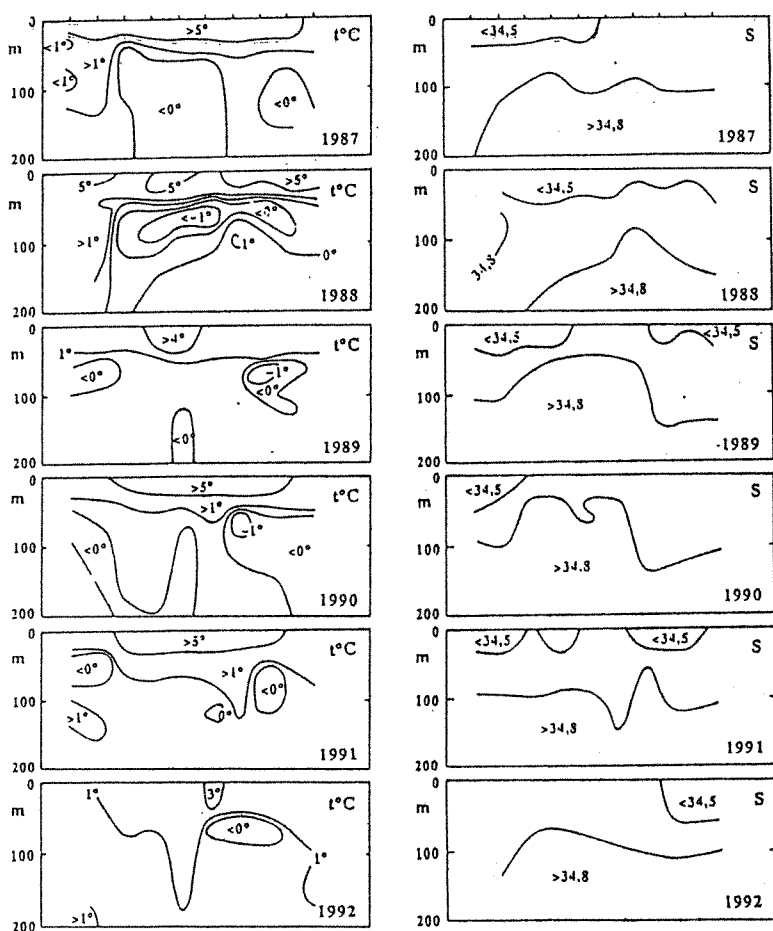
Niðurstöður frá október 1993 (32. mynd) sýna hlýrri og selturíkari sjó en mældist öll hin árin (33. mynd). Þótt sömu sjógerðir væru fyrir hendi 1993 eins og áður, þá var hitastig og selta í efstu 200 metrunum hærra 1993 en fyrri árin. Þannig var hitastig 1993 hvergi undir 0 °C og seltan hvergi undir 34,5 sem benti til að áhrif pólsjávar væru með minnsta móti.



32. mynd. Dreifing hitastigs og seltu í lóðréttu sniði í Íslandshafi frá 68°N-71°N í október 1993. Litla myndin sýnir legu rannsókna-sniðsins.

Árunum 1987-1993 má skipta í þrjá flokka eftir ástandi sjávar í Íslandshafi. Árin 1987, 1991, 1992 og 1993 flokkast til "hlýrra ára" með tiltölulega jafnri lagskiptingu í 0-200 m laginu. Árið 1988 flokkast til "pólsjávar ára", þá var ískaldur sjór á sniðinu,

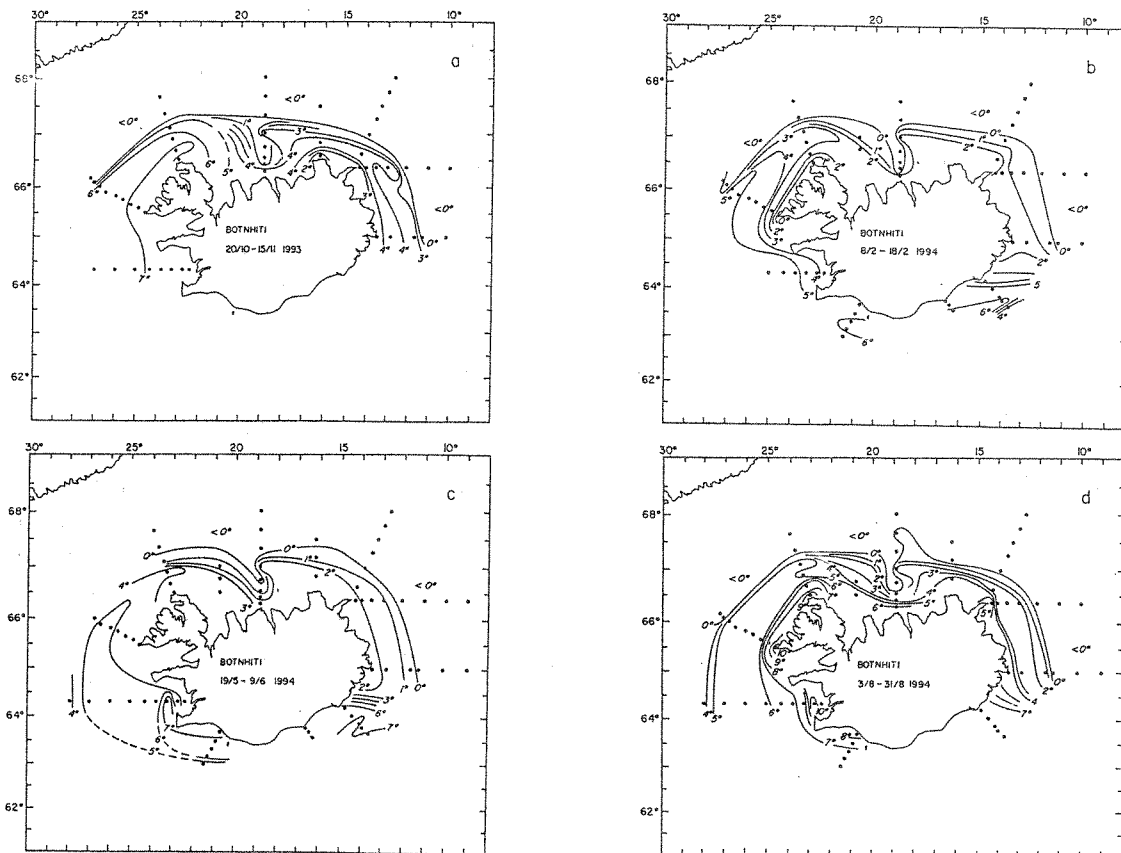
með hita lægri en $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ og mikilli lagskiptingu næst yfirborði vegna lágrar yfirborðsseltu, enda hafís við Ísland. Árin 1989-1990 flokkast síðan til "svalsjávarára" með miðlungsháan hita og seltu og lítilli lagskiptingu um meginhluta vatnssúlunnar. Yfirleitt er gott samræmi milli ástandsins á slóðinni djúpt í Íslandshafi að hausti og ástands sjávar að vori á norðurmiðum á sama ári.



33. mynd. Lóðrétt dreifing hitastigs seltu og eðlisþyngdar (0-200 m) í september 1987-1991 og í október 1992 á staðalsniði í Íslandshafi. Lega rannsóknarsniðsins er sýnt á 32. mynd.

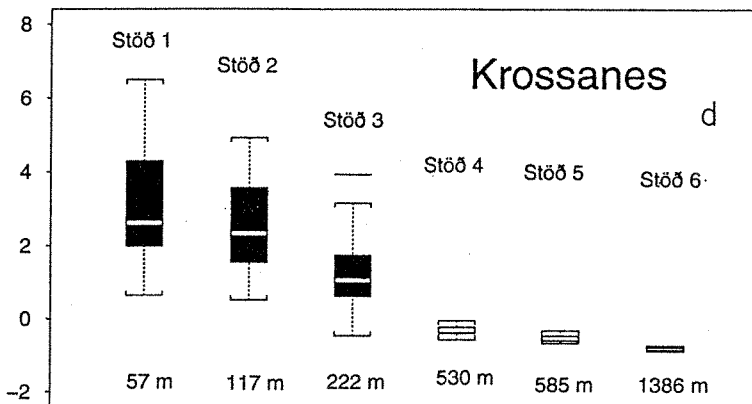
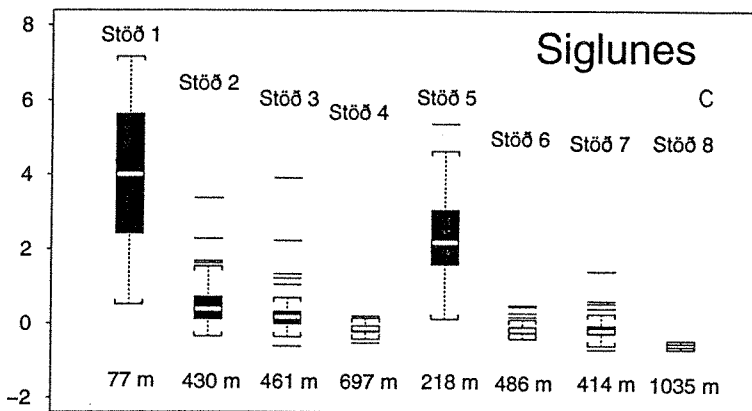
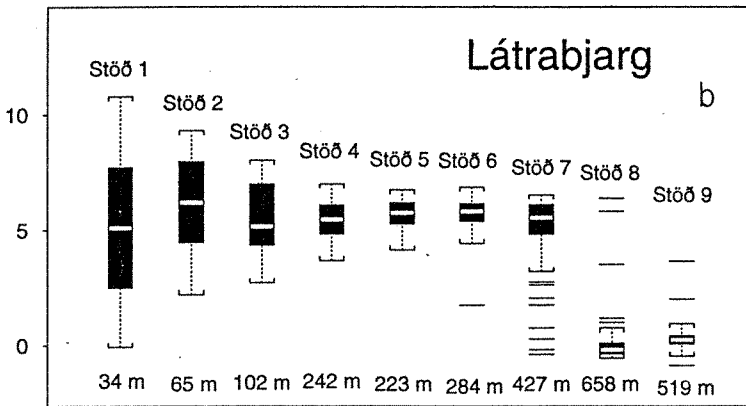
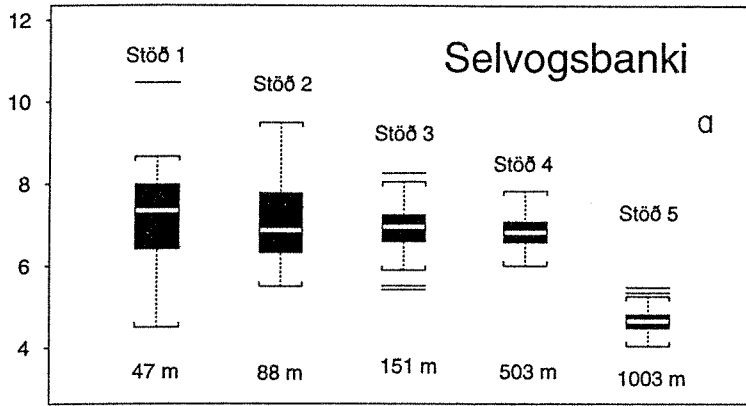
9. BOTNHITI Á ÍSLANDSMIÐUM

Botnhiti á Íslandsmiðum í nóvember 1993, í febrúar, maí-júní og ágúst 1994 er sýndur á 34. mynd. Þegar myndin er skoðuð verður að gera sér grein fyrir mismunandi dýpi á hinum ýmsu stöðum og jafnframt nálægð við land. Augljós einkenni hitadreifingar við botn eru áhrif hlýja sjávarins á landgrunninu fyrir sunnan og vestan land (4-7 °C) og kalda sjávarins fyrir norðan og austan land (2-5 °C). Botnhiti er eins og vænta má yfirleitt lægstur í febrúar og hæstur í ágúst. Árssveifla er auk þess að vonum mest grynnt við landið og minnkar er utar dregur með vaxandi dýpi.



34. mynd. Sjávarhiti við botn á Íslandsmiðum í a) október-nóvember 1993, b) febrúar 1994, c) maí-júní 1994 og d) ágúst 1994.

Utan við landgrunnsbrúnina norðan- og austanlands var hitastig á öllum árstímum undir 0°C (djúpsjór Norðurlands). Fyrir miðju Norðurlandi, í Eyjafjarðarál (dýpi allt að 700 m), náði kaldur djúpsjórinn langt inn til landsins og skipti norðurmiðum í vestri og eystri hluta.



35. mynd. Botnhiti á 4 staðalsniðum 1970-1993. a) Selvogsbankasnið, b) Látrabjargasnið, c) Siglunessnið og d) Krossanes-snið (sbr. 1. mynd).
 Skýringar: Svörtu súlurnar sýna dreifingu helmings mæligildanna um meðaltalið. Hvítu strikin í svörtu súlunum tákna miðgildi. Punkta-línan sýnir dreifingu 99,3 % gildanna um meðaltalið miðað við normal-dreifingu. Einstök mæligildi sem lenda utan við punkta-línuna eru sýnd með stökum láréttum strikum

Í landgrunns hlífðunum sunnan og vestan lands fór botnhiti einnig lækkandi niður í djúpin en í mun minna mæli en norðan lands og austan eða niður fyrir 4 og 5 °C. Dreifing botnhita fer þannig mjög eftir botndýpi, lögun botnsins eða breidd landgrunnsins.

Á 35. mynd er lýst botnhita á nokkrum stöðum við landið fyrir allar athuganir árána 1970-1993. Á Selvogsbanka var botnhiti tíðast á bilinu 6-8 °C með minnkandi árssveiflu út frá landinu með vaxandi dýpi, og lækkandi hitastigi þegar kemur út á dýpið í landgrunns hlífðunum (35. mynd a). Á sniði út frá Látrabjargi er svipaða sögu að segja nema árssveiflan (2-8 °C) er þar tíðast mun meiri næst landinu en á Selvogsbanka, en hún minnkar svo með vaxandi dýpi (5-6 °C) (35. mynd b). Þegar kemur út í álinn milli Íslands og Grænlands (500-600 m dýpi) gætir svo tíðast kalda sjávarins (hiti undir 0 °C) úr norðri með lítilli árssveiflu. Botnhiti út frá Siglunesi er mjög óreglulegur vegna mismunandi botndýpis á Kolbeinseyjarhrygg og í Eyjafjarðarál (35. mynd c). Hitastig er hæst og árssveifla mest grynst við landið (2-6 °C), en bæði lækka ört út frá landinu og út í djúpið. Á landgrunninu umhverfis Ísland er botnhiti lægstur við Austfirði. Á innstu stöð á Krossanessniði er hann tíðast 2-4°C og lækkar út frá landinu niður í um 1 °C út við landgrunnsbrún (35. mynd d). Utar í djúpinu fyrir Austurlandi gætir svo kalda djúpsjávarins úr Norðurhafi með hitastigi um 0 °C eða minna.

Eins og sést á 35. mynd þá koma fyrir einstök frávik frá meginniðurstöðum, bæði með háu og lágu hitastigi eins og gerist í sveifflugjörnu árferði. Niðurstöður athugana á botnhita á Íslandsmiðum 1993-1994 (34. mynd) benda til þess að botnhiti hafi á því tímabili yfirleitt verið í góðu meðallagi.

10. KOLTVÍOXÍÐ Í SJÓ

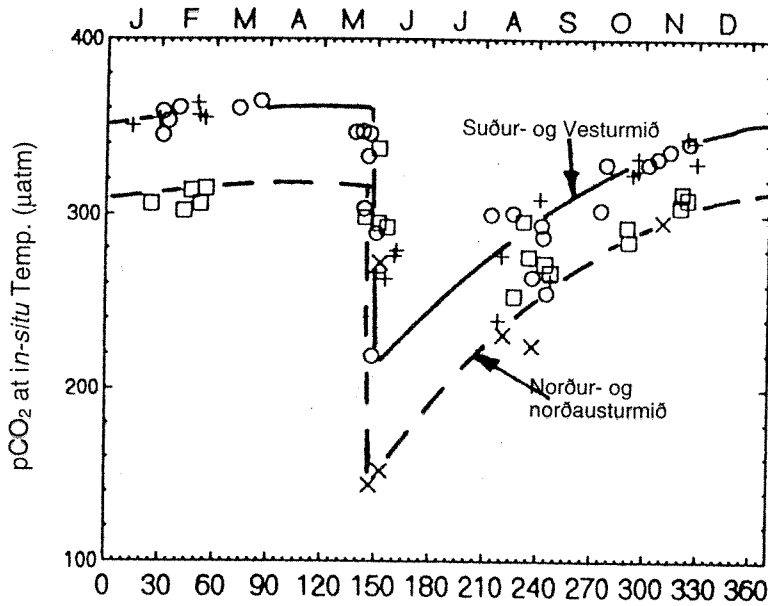
Norræni umhverfisrannsóknasjóðurinn veitti 1992 þriggja ára styrk til samstarfsverkefnis um hringrás kolefnis og lóðréttu strauma í Norðurhöfum. Hafrannsóknastofnun er þátttakandi í þessu verkefni ásamt stofnunum í Noregi og Svíþjóð. Markmið verkefnisins eru þessi:

1. Meta hve ört koltvíoxíð flæðir úr lofti til sjávar í Norðurhöfum.
2. Bæta skilning á þeim eðlisfræði-, líffræði- og jarðefnafræðilegu ferlum sem áhrif hafa á koltvíoxíð flæði Norðurhafa.
3. Bæta skilning á þáttum sem ráða lóðréttum straumum og þýðingu þeirra fyrir koltvíoxíð- og varmaflæði.
4. Meta hvort hugsanlegar veðurfarsbreytingar geti haft áhrif á ofangreinda ferla á svæðinu.

Þáttur Hafrannsóknastofnunnar í verkefninu felst í því að afla ítarlegra ársferla um flæði koltvíoxíðs milli lofts og sjávar, hvernig það stýrist af breytingum sem verða í lífríki yfirborðslaganna og hvaða áhrif eðlisfræðilegir þættir svo sem upphitun og blöndun hafa. Árið 1993 var þetta rannsakað með 15 athugunum á sniði vestur af landinu, þ.e.a.s. í Atlantíska hlýsjónum. Árið 1994 eru rannsakaðir á svipaðan hátt ársferlar í kaldari sjó Íslandshafs.

Koltvíoxíð andrúmsloftsís leysist eins og aðrar lofttegundir upp í sjó. Þegar hlutþrýstingur þess er sá sami í lofti og í yfirborði sjávar er flæði koltvíoxíðs jafnt úr lofti í sjó og úr sjó í loft. Þegar hlutþrýstingurinn er lægri í sjó en í lofti telst sjórinn undirmettaður og hann dregur í sig koltvíoxíðið úr lofti. Hversu hratt það gerist ræðst af því hve hlutþrýstingsmismunurinn er mikill og því hvað vindar eru sterkir.

Í rannsóknum hér við land hafa komið fram miklar sveiflur á hlutþrýstingi koltvíoxíðs í yfirborði sjávar bæði eftir árstíðum og svæðum (36. mynd). Í hlýsjó vestur og suður af landinu var yfirborð sjávar lítið eitt undirmettað um hávetur en þegar sól hækkaði á lofti og þörungar fóru að vaxa nýttu þeir koltvíoxíð við tillífun og hlutþrýstingurinn lækkaði. Þessi lækkun varð mjög ör ef vorblómi var mikill. Hlutþrýstingurinn hækkaði að vorblóma loknum en hélst þó lágur allt fram á haust er hann tók að hækka og náði hámarki í febrúar-mars.



36. mynd. Niðurstöður mælinga á styrk koltvíoxíðs í yfirborðslögum sjávar hér við land sýna að um hávetur (febrúar-mars) er sjór vestan og sunnan lands mettaður en norðan og norðaustan lands er styrkurinn lægri og sjór undirmettaður. Við vorblóma þörungna um mánaðarmótin maí-júní fellur styrkurinn og líklegt er að sjór sem er svo undirmettaður geti dregið í sig mikið af koltvíoxíði úr lofti.

Í yfirborðssjó úti fyrir Norður- og Norðausturlandi var þróunin svipuð en undirmettunin meiri allt árið. Á þessu svæði sýndu mælingar að hlutþrýstingur koltvíoxíðs í yfirboði fellur við vorblóma niður í 1/3 af mettnarstyrk.

Þar eð breytingar á koltvíoxíði í sjó tengjast vexti þörungna fylgja þær að sumu leyti einnig þeim sveiflum sem verða á styrk næringarsalta. Því fara samhliða fram ítarlegar rannsóknir á næringarsöltum og eðlisfræðilegum eiginleikum (hitastigi, seltu og lóðréttri blöndun) því lóðrétta blöndun ræður mestu um það hvernig koltvíoxíði berst í djúpsjó og vistast þar með í hafinu til langs tíma.

