

SVIFPÖRUNGAR SEM GETA VALDIÐ SKELFISKEITRUN

**Niðurstöður tegundagreininga
og umhverfisathugana**

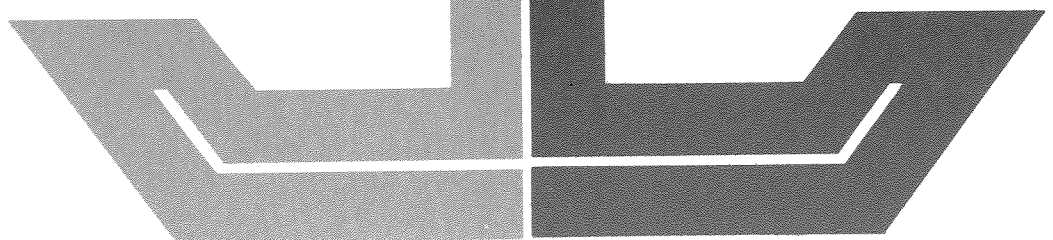
- 1. Ísafjarðardjúp 1987**
- 2. Eyjafjörður 1992**

PHYTOPLANKTON, A POTENTIAL RISK FOR SHELLFISH POISONING

**Species identification and
environmental conditions**

- 1. Ísafjarðardjúp 1987**
- 2. Eyjafjörður 1992**

Kristinn Guðmundsson og Agnes Eydal



**SVIFPÖRUNGAR
SEM GETA VALDIÐ SKELFISKEITRUN**

**Niðurstöður tegundagreininga
og umhverfisathugana**

- 1. Ísafjarðardjúp 1987**
- 2. Eyjafjörður 1992**

**PHYTOPLANKTON, A POTENTIAL
RISK FOR SHELLFISH POISONING**

**Species identification and
environmental conditions**

- 1. Ísafjarðardjúp 1987**
- 2. Eyjafjörður 1992**

**Kristinn Guðmundsson
og
Agnes Eydal**

**Hafrannsóknastofnunin
Reykjavík 1998**

EFNISYFIRLIT / Content

	bls. / page
Formáli / Preface	5
Ágrip á ensku / English summary	7
1. Vistfræðirannsóknir í Ísafjarðardjúpi, 1987 /	
<i>Ecological study of Ísafjarðardjúp, 1987</i>	9
1.1 Inngangur / Introduction	9
1.2 Framkvæmd sýnatöku og úrvinnsla gagna /	
<i>Material and methods</i>	9
1.3 Niðurstöður / Results	9
1.3.1 Sjórannsóknir /	
<i>Hydrographical and chemical analysis</i>	9
1.3.2 Blaðgræna og þörungagróður /	
<i>Chlorophyll and phytoplankton identification</i>	10
1.3.3 Þörungar sem geta valdið skelfiskeitrun /	
<i>Potential toxic algal species</i>	11
2. Árferðisrannsóknir í Eyjafirði 1992 /	
<i>Ecological study of Eyjafirði, 1992</i>	13
2.1 Inngangur / Introduction	13
2.2 Framkvæmd sýnatöku og úrvinnsla gagna /	
<i>Material and methods</i>	13
2.3 Niðurstöður / Results	13
2.3.1 Sjórannsóknir /	
<i>Hydrographical and chemical analysis</i>	13
2.3.2 Blaðgræna og þörungagróður /	
<i>Chlorophyll and phytoplankton identification</i>	14
2.3.3 Þörungar sem geta valdið skelfiskeitrun /	
<i>Potential toxic algal species</i>	15
Umræða / Discussion	16
Þakkir / Acknowledgements	19
Heimildir / References	20
Myndir / Figures	23
Viðauki / Appendix	30

FORMÁLI

Veiðar á samlokum hér við land og markaðssetning aflans til manneðis, bæði innanlands og á erlendum mörkuðum, hefur stóreflst á undanförunum áratugum. Engin ástæða er til að ætla að breyting verði á þeirri þróun á næstu árum. Samlokur nærast meðal annars á svifþörungum og sumar tegundir svifþörunganna geta myndað eiturefni sem safnast fyrir í meltingarvegi skelfisksins án þess að hafa áhrif á hann. Þegar þörungaeitur hefur safnast fyrir í skelfiski getur verið varhugavert og jafnvel lífshættulegt að neyta hans næstu vikurnar og jafnvel mánuðina. Þetta eru mjög sterk eiturefni og losunarhraði mismunandi eftir eiturtegundum.

Í ferðabók Eggerts og Bjarna frá árinu 1772 (Eggert Ólafsson 1943) kemur fram andúð landans á skelfiskáti, viðhorf sem virðist hafa verið ríkjandi til skamms tíma. Ekki er ólíklegt að viðhorfið endurspegli vitneskju fólksins um hve hastaleg eitrun getur fylgt skelfiskneyslu. Ávallt voru þó einhverjir sem vildu nýta sér þennan annars ágæta kost og um það má finna heimildir í fyrsta bindi Lúðvíks Kristjánssonar (1980) um íslenska sjávarhætti. Alþýðureglan um að ekki skuli týna krækling til átu í r-lausum mánuðum virðist hafa verið vel þekkt og mest var sótt í þessa matarkistu að vetrarlagi og fram á vormánuði. Þetta getur skýrt hve lítið er til af beinum heimildum um eitranir af völdum skelfisksáts. Lúðvík Kristjánsson (1980) skrifar þó eftir nokkrum heimildarmönnum sínum af vestanverðu landinu: "*Þar sem kræklingasát var algengast, virðist sú reynsla hafa verið almenn, að óheppilegt væri að eta mikið af kræklingi sem einmeti á fastandi maga, og voru börn strengilega vörud við því. Afleiðingarnar af slíkri kræklingneyslu urðu máttleysisslen, einkum í hnjáliðamótum, drungi í höfði, og hann jafnvel svo mikill, að menn áttu erfitt með að halda sér vakandi.*" Lýsingin á einkar vel við um áhrifin sem vænta má af PSP (Paralytic Shellfish Poisoning), en þau eru (Hallegraeff 1995) fiðringur og doði innan hálftrar klukkustundar, fyrst kringum varir en dreifist um andlit og háls, síðan fylgir nálardofi, höfuðverkur, sljóleiki, vanlíðan, uppköst og niðurgangur. Í slæmum tilfellum, þegar styrkur eiturs er hár, lamast fólk af völdum PSP-eitrunar og kafnar jafnvel innan 2 - 24 klukkustunda, nema viðkomandi komist í öndunarvél. PSP má rekja til skorupörunga af ættinni *Alexandrium* sem finnast oft hér við land, einkum síðla vors og fram á sumar. Önnur tilvitnun í ofangreinda bók Lúðvíks, þ.e. "*almennir virðist hafa verið lítið svo á hérlendis, að ekki væri hættulaust að eta skelfisk í ágústmánuði, því þá gæti hann verið eitradur*", er til marks um að fólk hafi endrum og eins kynnst öðrum kvilla sem getur fylgt neyslu skelfisks. Það þörungaeitur sem oftast veldur skelfiskeitrun síðla sumars við norðanvert Atlantshaf má rekja til skorupörunga af ættinni *Dinophysis* og nefnist DSP (Diarrhetic Shellfish Poisoning). Einkenni DSP eru hastalegir magakvillar, eins og enska nafnið bendir til. Nokkrar varasamar tegundir *Dinophysis* eru algengir hér við land. Auk framangreindra skelfiskeitruna, PSP og DSP, þarf að gæta að ASP (Amnesic Shellfish Poisoning), en það má rekja til kísilþörunganna af ættinni *Pseudo-nitzschia* sem oft finnast hér við land, stundum í miklum þéttleika. Engin dæmi eru um að ASP-eitrun hafi verið rakin til íslensks skelfisks.

Í aðeins tveimur innlendum rannsóknaverkefnum, sem hafa birst á prenti, er kannað sérstaklega hvort, og þá hvenær, svifþörunganna sem vitað er að geta valdið skelfiskeitrun er

að finna á viðkomandi svæði (Þórunn Þórðardóttir og Agnes Eydal 1996, Guðrún G. Þórarinsdóttir 1987). En þó ákveðnir eiturbörungar finnast í svifinu er ekki víst að skelfiskur á svæðinu verði eittraður og til að fá úr því skorið þarf að "mæla" eitrið í skelinni. Mælingar á þörungaeitri í skelfisksýnum voru gerðar í tengslum við eitt af tveimur framangreindum rannsóknaverkefnum (Guðjón Atli Auðunsson og Eggert Gunnarsson 1995). Auk þess er vitað að Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins lét gera vikulegar prófanir á því hvort PSP væri í hörpuðiskssýnum úr Jökulfjörðum og kræklingssýnum úr Hvalfirði sumarið 1969 (Björn Dagbjartsson, 1969), og Heilbrigðiseftirlit Kjósasvæðis stóð fyrir prófunum á PSP og DSP í kræklingssýnum frá Hvalfirði árið 1994. Ekkert framangreindra rannsóknaverkefna staðfestir að skelfiskur hafi verið óhæfur til neyslu, en rökstuddur grunur er um að fólk sem neytti kræklinga frá Hvalfirði haustið 1986 hafi veikst af DSP (Guðjón Atli Auðunsson og Eggert Gunnarsson 1995). Hins vegar eru nokkrar stakar mælingar á sýnum frá Suður- og Vesturlandi sem staðfesta að þörungaeitur hafi fundist í skelfiski við Ísland. Þær voru allar gerðar vegna tilviljanakenndra athuganna eða til að mæta kröfum kaupenda um eftirlit.

Fyrstu niðurstöður mælinga sem sýna fram á þörungaeitur í íslenskum samlokum bárust Fiskistofu frá Danmörku síðla árs 1993. Sýnin voru tekin úr farmi af heilfrystum hörpuðiski, þ.e. með hrognasekkjum. Skelin var veidd í Breiðafirði um sumarið 1992. Afliinn kom úr minnst tveimur veiðiferðum og ekki hægt að rekja nánar hvar og hvenær skelin var veidd. PSP var yfir leyfilegum mörkum í þessum farmi, en megnið af eitrunu var í hrognasekkjunum.

Annað dæmi er frá Vestmannaeyjum. Í byrjun lok maí 1991 voru tekin svifþörungasýni við Heimaklett, utan innsiglingarinnar. Töluverður fjöldi af *Alexandrium tamarense* fannst í sýnunum, tegund sem getur valdið PSP. Á sama tíma var tekið kræklingssýni við Hænuna, litla eyju vestan við Heimaey, til mælinga á mengandi efnum. Árið 1994 var hluti af kræklingssýninu notað til að prófa hvort skelfiskurinn væri eittraður. Músaprófanir gáfu ótvírætt til kynna PSP og því má fullyrða að kræklingurinn hafi verið alls óhæfur til neyslu (Guðjón Atli Auðunsson, munnl. uppl.).

Þriðja dæmið er frá júní 1994, en þá var óskað eftir eiturefnaþingum á öðu sem safnað var í Kollafirði norðan Reykjavíkur. Stuttu áður hafði fundist töluverður fjöldi af *Alexandrium* spp. í svifþörungasýnum sem tekin voru utar í flóanum og inn á Engeyjarsundi og því varað við skeljatöku til neyslu af Faxaflóasvæðinu (Hafrannsóknastofnunin 1994). Niðurstöður eiturefnaþinganna komu nokkuð á óvart því þær sýndu að verulegt magn af DSP var í öðunni, eitur sem *Dinophysis* tegundir framleiða, en PSP mældist ekki í sýnunum eins og þó hefði mátt búast við (Guðjón Atli Auðunsson og Eggert Gunnarsson 1995).

Ofangreind dæmi undirstrika að aðgátar er þörf, sér í lagi ef markaðsetja á skelfiskinn, þó svo að enn megi fullyrða að fá dæmi eru þekkt um eitranir af völdum skelfisks á Íslandi. Skýrslan sem hér birtist er fyrri hluti rannsóknaverkefnis um hvar og hvenær helst er að finna eittraða svifþörunguna hér við land og staðfesta að þörungaeitur safnist fyrir í skelfiski á viðkomandi svæðum ef hægt er. Í fyrstu atrennu var gert yfirlit yfir svifþörunguna í sýnum frá Ísafjarðardjúpi 1987 og frá Eyjafirði 1992, ásamt upplýsingum um umhverfisaðstæður. Í annarri atrennu var skipulögð eins árs athugun á svifþörungum og hugsanlegri skelfiskeitrun í Hvalfirði 1997 og verður greint frá þeim niðurstöðum síðar.

ENGLISH SUMMARY

The interest for shellfish in Icelandic waters has been increasing, both for private consumption and commercial exploitation. The focus has mostly been on clams (*Chlamys islandica*), ocean quahog (*Arctica islandica*), blue mussel (*Mytilus edulis*), and to lesser degree on horse mussel (*Modiolus modiolus*) and blunt gaper (*Mya truncata*). The utilization of shellfish is inevitably associated with the risk for shellfish poisoning. The reason for this is, of course, the ability of bivalves to accumulate food particles as phytoplankton, some of which may produce the most dangerous vertebrate toxin known. Several algal toxins, categorized according to their effects on humans, are found in shellfish. So far, only toxins related to PSP (Paralytic shellfish poisoning) and DSP (Diarrhetic shellfish poisoning) have been manifested in Icelandic shellfish by tests. Both of these algal toxins are produced by certain species of dinoflagellates. PSP may be caused by *Alexandrium* spp. (*A. tamarense*, *A. ostenfeldii*) and DSP by *Dinophysis* spp. (*D. acuminata*, *D. acuta*, *D. norvegica*), all common species in studies around Iceland. Furthermore, one must be aware of the diatoms, *Pseudo-nitzschia* spp. (*Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima*, *P. seriata* and probably *P. pungens*), which sometimes are abundant in these waters and might produce domoic acid, which causes ASP (Amnesic Shellfish Poisoning), given some particular conditions. Observations of suspectable planktonic algae, however, may certainly not be interpreted as poisonous shellfish if found in the area, but rather as guidance to where and when one should pick out the bivalves for tests.

The objective of this report is to add to the available information on the occurrence of potentially toxic algal species identified in Icelandic waters. The result of measurements during the growth season from March to October are summarized for two localities; Ísafjarðardjúp, 66°N, 22°30'W sampled in 1987, and Eyjafjörður, 65°50'N, 18°10'W, sampled in 1992. The material was in both instances sampled in order to obtain information about the annual cycles of the plankton environment, and was available for this study. Identification and counting of phytoplankton in the fixed and stored samples was worked up for this study, while the environmental data were available on files.

The range in surface temperature in Ísafjarðardjúp was 1 - 12°C, and in Eyjafjörður 2 - 10°C. The salinity varied considerably in the surface layer, from that typical of coastal water (34.5) to values well below 30 in Ísafjarðardjúp and as low as 16 in Eyjafjörður. These variations in salinity are just as one might have expected at stations close to the shore, the one in Eyjafjörður being just outside the river mouth of Hörgá. Apparently the concentrations of silicate were also influenced by the run-off, and at the station in Eyjafjörður the silicate concentration occasionally reached values one order of magnitude higher than those normally found in seawater. This may be explained by the source of geothermic water feeding the river Hörgá.

Both in Ísafjarðardjúp and Eyjafjörður, the phytoplankton growth season started as expected in April, and the spring bloom culminated in late May. During the summer, low but variable biomass values were observed most of the time, generally followed by a minor autumn bloom in August or September. The lack of springbloom in observations at station 21 in Ísafjardardjúp (Figure 3) is probably due to infrequent sampling within a thin surface layer of low saline water. This may be supported by comparison of the results from the surface with simultaneous observations at 5 m depth (Figure 5).

During the spring bloom period one can expect various diatoms to dominate the phytoplankton community, sometimes together with colonies of *Phaeocystis pouchetii*, which in some years are quite common in Eyjafjörður. As soon as the bloom culminates the diversity generally increases. In accordance with earlier findings *Alexandrium* sp. often appears in late May - early June, and it may be quite common in the phytoplankton community for the rest of the summer. In Eyjafjörður *Alexandrium* spp. was found in all samples during middle of June to middle of August (Table 3), with the highest number found in June 8 (Table 4). In Ísafjardardjúp *Alexandrium* sp. was most numerous during the same time of the year (July 14, Table 2), but was, however, much less prominent in the samples during the summer (Table 1).

Regarding the *Dinophysis* spp., these seem to thrive best during the warmer period of the summer, and were thus most numerous in July and August. In a sample from Eyjafjörður, taken August 19 (Table 4), *Dinophysis acuminata* exceeded the density referred to by Þórunn Þórðardóttir and Agnes Eydal (1996) as potential risk for shellfish poisoning.

The mere presence of these species, in the samples from Ísafjardardjúp and Eyjafjörður, should be a reason for a precautionary attitude. It should, however, be stressed that the present results only account for some sporadic counting of phytoplankton samples and the observations of suspected species do not imply that poisonous shellfish is to be found in the area. For confirming that one has to make the tests for toxins in samples of the shellfish. So far, unacceptable levels of PSP and DSP has only been confirmed 3 - 4 times; *i.e.* PSP in clams, with roe, taken in Breiðifjörður during summer 1992; PSP in blue mussels from Vestmannaeyjar sampled in early June 1991; DSP in horse mussels picked up by divers off Kjalanes in June 1994; and most probably DSP caused several people in few different groups suffer from diarrhea in September and October 1986, all these groups of people had picked and consumed blue mussels at the shore of Hvalfjörður. These scarce examples do not contradict the familiar and wise old rule of thumb, saying 'one should not pick shellfish (for consumption) during months which names are not spelled with the letter *r*', *i.e.* May - August, and leaving out the rest of the year.

1. VISTFRÆÐIRANNSÓKNIR Í ÍSAFJARÐARDJÚPI 1987

1.1 Inngangur

Á vegum Hafrannsóknastofnunarinnar voru árstíðabundnar breytingar á ástandi sjávarins og vistkerfi svífsamfélaganna kannaðar í Ísafjarðardjúpi frá febrúar 1987 til febrúar 1988. Samfélög svífpörunga og dýrasvífs voru rannsökuð með hliðsjón af breytilegum umhverfisaðstæðum, þ.e. seltu, hita, næringarefnum og ljósmagni. Djúpið var valið sem rannsóknasvæði meðal annars vegna þess að þar eru mikilvæg rækjumið og svæðið er þekktur uppeldisstaður fyrir fiskseiði. Sýnatakan var reglubundin en þó fremur strjál fyrir þær rannsóknir sem hér verður greint frá.

1.2 Framkvæmd sýnatöku og úrvinnsla gagna

Í Ísafjarðardjúpi var safnað sýnum á samtals 24 stöðvum í hverjum leiðangri. Gögnin sem hér eru notuð eru frá tveimur stöðvum (1. mynd), annars vegar stöð 16 fyrir miðju Djúpinu milli Ögurs og Æðeyjar, 66°04,5'N, 22°42,0'V og botndýpi 115 m og hins vegar stöð 21 í Ísafirði út af Reykjanesi 65°54,0'N, 22°24,0'V og botndýpið þar er 80 m. Safnað var á um það bil mánaðarfresti í eitt ár, en hér er aðallega skoðað gróðurtímabilið, þ.e. frá mars til október 1987. Rannsóknaskip Hafrannsóknastofnunarinnar voru notuð við sýnatökuna. Sjór var tekinn í sjótaka með hitamælum og hlutsýni tekin úr þeim til mælinga á seltu, næringarefnum (P, N, Si), blaðgrænu og til magnbundinna talninga á svífpörungum. Háfsýni til tegundagreininga var tekið með svífpörungaháf, möskvastærð 20 µm, sem dreginn var upp frá u.þ.b. 5 m dýpi.

Unnið var úr öllum sýnunum á Hafrannsóknastofnuninni í samræmi við staðlaðar aðferðir seltu- og næringarefnumælinga. Sýni til mælinga á blaðgrænu, 250 ml, voru síuð á GF/C síur, leyst upp í 96% alkahóli (Nusch 1980) og geymd á köldum og dimmum stað þar til þau voru mæld á rannsóknastofnu. Blaðgrænusýnin voru mæld í flúrljómunarmæli (Strickland og Parson 1972). Þörungasýnin voru varðveitt í hlutlausu formalíni. Styrkleiki formalínsins í 100 ml talningarsýni var 0,4%. Svífpörungarnir voru tegundagreindir úr háfsýnunum og ef ástæða þótti til, þ.e. þegar eittraðir þörungar greindust, voru sýni valin til talningar. Fyrir talningu var sýnaflöskunum velt fram og tilbaka 150 sinnum áður en hellt var yfir í 50 ml talningahólka og það látið setjast til í einn sólarhring áður en talið var. Talningarnar voru framkvæmdar í snúinni smásjá við 200 sinnum stækkun. Allt botnfallið (50 ml) var skoðað, en einungis svífpörungar sem talið er að geti verið eittraðir voru taldir.

1.3 Niðurstöður

1.3.1 Sjórannsóknir

Yfirborðshitinn á stöð 16 var 2,3°C í febrúar 1987 en fór niður í 1,5°C í mars. Eftir það fór hitinn við yfirborð hækkandi (2. mynd a) og hélst yfir 10°C frá síðari hluta júnímánaðar og fram til loka ágústmánaðar. Mesti hiti sem mældist á stöð 16 var 10,9°C í júní, en minnstur hiti sem mældist var 0,9°C í febrúar 1988, þegar síðustu mælingarnar voru gerðar í þessari umferð. Mun á hitastigi í yfirborðssjó í febrúar árin 1987 og 1988 má líklega að mestum hluta skýra með þeim mismun sem var á meðallofthita í febrúar

Þessi ár. Tíðarfar í byrjun árs 1987 var ágætt, meðalhitinn tæplega 1°C yfir meðallagi (Veðurstofa Íslands 1987), en lofthitinn í febrúar 1988 var rúmlega 1°C undir meðallagi (Veðurstofa Íslands 1988).

Á stöð 21 var yfirborðshitinn 2,0°C í febrúar 1987. Yfirborðshitinn þar var talsvert lægri um vorið en á stöð 16. Lægstur hiti á stöð 21 í mælingum frá 1987 var 0,8°C í mars (3. mynd a), en í maí hækkaði hitinn ört og var yfirleitt lítið eitt hærri en á stöð 16 yfir sumarmánuðina. Mestur hiti á stöð 21 mældist 11,7°C þann 19. ágúst 1987 og eins og á stöð 16 mældist lægsti hitinn á rannsóknatímanum 0,2°C í febrúar 1988. Yfirborðshitinn endurspeglar yfirleitt lofthitann á hverjum stað, en getur líka breyst snögglega þegar áhrifa ferskvatns gætir frá landi. Sveiflur í yfirborðshitunum á stöð 21 voru töluvert meiri en á stöð 16, eins og vænta mátti af því að stöð 21 er mun nær landi og ferskvatnsáhrifin því meiri.

Seltan við yfirborð á stöð 16 (2. mynd b) var nokkuð stöðug, en talsverðar seltulækkunar gætti þó um sumarið. Seltan var hæst 34,69 í janúar 1988 (ekki sýnt), en lægst 28,56 í lok júní árið áður. Frá síðari hluta ágúst og fram undir mánaðamót maí og júní var seltan á bilinu 34,11 - 34,69. Á stöð 21 (3. mynd b) var seltan mun breytilegri, hún mældist hæst 34,51 í janúar 1988 (ekki sýnt) og lægst 24,65 í júní 1987. Vegna áhrifa ferskvatns af landi var seltan á stöð 21 ávallt lægri en stöð 16. Seltan var lægst yfir sumarmánuðina á báðum stöðvum, en þá er afrennsli frá landi mikið og sjórinn auk þess lagskiptur. Þetta endurspeglast í auknum kísli samfara seltulækkun (2. mynd d og 3. mynd d). Strandsjór streymir inn í Ísafjarðardjúpið sunnanvert, þ.e. atlantískur sjór sem er ferskvatnsblandaður (Unnsteinn Stefánsson 1962), en áhrif hans eru trúlega lítil í yfirborðinu í innanverðu Djúpinu yfir sumarmánuðina.

Styrkur næringarefna er hár frá því síðla hausts og yfir vetrarmánuðina, eins og fram kom í mælingunum 1987 - 1988. Gróðuraukningin 1987 varð í apríl og um leið fór að ganga á næringarefnaforðann (2. mynd c,d,e og 3. mynd c,d,e). Um miðjan maí var nítrat svo til upp urið á báðum stöðvunum, 0,4 µM á stöð 16 og 0,3 µM á stöð 21. Eins var með fosfatið, á stöð 16 mældust 0,05 µM, en 0,02 µM á stöð 21. Öðru máli gegndi um kísilinn, um miðjan maí var nægur kísill á stöð 21 eða 7,0 µM og hélst hár allt sumarið. Á stöð 16 var kísill í lágmarki í maí og júní, 0,9 µM, og um sumarið mældist þar ekki mikill kísill utan einu sinni, þ.e. 6,0 µM þann 22. júní. Ástæðan fyrir því að svo mikill kísill mældist á stöð 21 getur verið framburður kísils frá landi, eða áhrif frá sjávarhver sem er þarna nálægur. Frá maí og út ágúst var nítrat og fosfat í algjöru lágmarki á báðum stöðvum. Mælingar í september sýndu að endurnýjun næringarefna hafði átt sér stað, sennilega vegna uppblöndunar í kjölfar innstreymis. Lækkun sjávarhita og hækkun seltu í Djúpinu á sama tíma er til marks um það.

1.3.2 Blaðgræna og þörungagróður

Gróður jókst í apríl, um svipað leyti og yfirborðshitinn hækkaði og selta lækkaði. Á stöð 16 mældist blaðgræna í yfirborðssýnum mest þann 14. maí 3,4 mg m⁻³ (2. mynd f), en af samtíma gögnum sem safnað var frá ferjunni Fagranesi á svipuðum slóðum má sjá að þá var vorhámarkið yfirstaðið (4. mynd). Á stöð 21 fór heldur lítið fyrir vorhámarkinu (3. mynd f), ef marka á yfirborðssýnin eins og almennt er gert í þessarri skýrslu. Blaðgræna í yfirborðssýni á stöð 21 var aðeins 1,0 mg m⁻³ á sama tíma og hún mældist hæst á stöð 16. Hæsta blaðgrænugildið í yfirborðssýnunum frá stöð 21 mældist 1,1 mg m⁻³, tekið þann 22. júní. Annað kemur í ljós ef niðurstöður mælinga frá 5 m dýpi á

stöð 21 eru skoðaðar, þar mældist blaðgrænan $5,8 \text{ mg m}^{-3}$ þann 14. maí (5. mynd). Þessi mikli munur á blaðgrænu á 0 og 5 metra dýpi kemur ekki á óvart ef seltan á þessum sömu dýpum er skoðuð. Augljóst er að í efstu metrunum var ferskvatnslinsa sem hefur afmarkast frá sjónum dýpra með skörpum skilum í eðlisþyngd. Í yfirborðslaginu eru birtuskilyrðin góð og næringarefnin klárast þar á skömmum tíma af því að skilin hindra blöndun við sjóinn undir. Gróðuraukningin er því skammvinn og auðvelt að missa af henni með þeirri tíðni á sýnatökum sem var viðhöfð. Um sumarið var lítil gróður á báðum stöðvum enda lítið framboð næringarefna. En um haustið vottaði aftur fyrir smá aukningu, þann 19. ágúst var blaðgrænan $2,3 \text{ mg m}^{-3}$ á stöð 16 og $1,1 \text{ mg m}^{-3}$ á stöð 21. Gróðuraukning síðsumars í námunda við Æðey er öllu greinilegri ef niðurstöður mælinga á sýnum sem safnað var frá ferjunni Fagranesi eru skoðaðar (4. mynd).

Snemma árs, þ.e. í febrúar og mars, var gróður rýr á báðum stöðvum (Viðauki, I. og II. tafla). Þegar kom fram í apríl var orðið mikið af kísilþörungum á stöð 16 og *Thalassiosira* tegundir, sem eru frekar stórir kísilþörungar, orðnar áberandi. Plöntusvifið á stöð 21 var aftur á móti rýrt, *Thalassiosira* tegundir voru þar til staðar en aðeins í litlum mæli. Á þessum tíma hafði hitinn hækkað og seltan lækkað talsvert á báðum stöðvum, en meira hafði gengið á næringarefnaforðan á stöð 16. Í maí varð blóminn mestur á stöð 16 og næringarefnin svo til upp urin þar. *Thalassiosira gravida* var ríkjandi tegund í plöntusamfélaginu en nokkur fjöldi var einnig af öðrum tegundum, svo sem *T. nordenskiöldii*, *Chaetoceros convolutus* og *C. furcellatus*. Vart varð við skorupörunga af ætt *Gymnodiniales* í sýnum frá maí og á sama tíma fannst lítið eitt af *Phaeocystis pouchetii* (flokkur Haptophyceae), en það var í eina skiptið sem *Phaeocystis* fannst í þeim sýnum sem skoðuð voru. Á stöð 21 var svifið heldur fjölbreyttara í maí en í apríl, en það voru ekki alveg sömu tegundir og á stöð 16 og engin ein sem var ríkjandi. Helstu tegundir á stöð 21 í þessari yfirferð voru *T. gravida*, *C. subsecundus*, *C. socialis*, *Pseudo-nitzschia seriata* og *P. turgidula*. Í júní og júlí ríkti dæmigert sumarsvif á báðum stöðvum, en það einkennist af ýmsum tegundum skorupörunga aðallega af ættinni *Protoperdinium spp.* ásamt smærri kísilþörungum. Seinni hluta júní ríktu skorupörungarnir *Ensiculifera/Scrippsiella* á báðum stöðvunum (*E. mexicana* og *S. trochoidea* eru ekki aðgreindar). Í sýnum sem safnað var 22. september og einnig síðar um haustið, var *Ceratium lineatum* áberandi á báðum stöðvum, þó einkum á stöð 21. *C. lineatum* er stór skorupörungur og verður oft mjög áberandi í svifinu síðsumars og fram á haustið, einkum útaf Vestur- og Norðurlandi (Þórunn Þórðardóttir, munnl. uppl.). Geta má að þessi skorupörungur var einnig ríkjandi í svifinu austur af landinu haustið 1995 (Kristinn Guðmundsson, óbirt gögn).

1.3.3 Þörungar sem geta valdið skelfiskeitrun

Þær þörungategundir sem fundust í háfsýnum úr Djúpinu 1987 og vitað er að geta framleitt eitrefni og þar með valdið skelfiskeitrun voru: Skorupörungarnir *Alexandrium spp.* (*A. tamarense* og *A. ostenfeldii* eru ekki aðgreindir hér) sem geta myndað eitrið PSP, *Dinophysis spp.* (*D. norvegica*, *D. acuminata* og *D. acuta*) sem geta myndað eitrið DSP og kísilþörungurinn *Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima* sem getur myndað eitrið ASP (6. mynd). Þessar tegundir fundust þó aðeins í mjög litlum mæli (1. tafla). Það voru helst *Dinophysis* tegundirnar sem eitthvað bar á.

1. tafla.

Svifþörungur í háfsýnum frá Ísafjarðardjúpi 1987 og 1988, sem geta valdið skelfiskeitrun.

Potentially toxic algal species in netsamples from Ísafjarðardjúp 1987 and 1988.

A: *Alexandrium*, D: *Dinophysis*, P: *Pseudo-nitzschia* (Stöð/Dags.: station/date).

Stöð/Dags.	A. spp.	D. acuminata	D. norvegica	D. acuta	P. pseudodelicatissima
16/13.02.87			x		
21/13.02.87		x	x		
21/28.03.87					x
21/02.06.87	x				
16/22.06.87		x			
21/22.06.87	x		x		
16/14.07.87	x	x	x		
16/22.09.87			x	x	
21/27.10.87			x		
21/06.01.88		x	x		

x = greint (observed)

Að lokinni könnun á háfsýnum voru valin til talninga (2. tafla) sýni þar sem eiturförungategundir voru áberandi.

2. tafla.

Niðurstöður talninga á eitruðum svifþörungum í Ísafjarðardjúpi 1987 og 1988.

The abundance of toxic species in samples from Ísafjarðardjúp 1987 and 1988.

Fjöldi fruma í lítra (cells/liter and Stöð/Dags.: station/date).

Stöð/Dags.	<i>Alexandrium</i> spp.	<i>Dinophysis acuta</i>	<i>D. acuminata</i>	<i>D. norvegica</i>
16/22.06.87	80			
21/22.06.87	100	80		
16/14.07.87	220		440	
21/14.07.87	40		80	180
16/06.01.88			20	60

Fjöldi eitraðra svifþörungum í lítra hefur verið borinn saman við settar viðmiðanir um hættu á skelfiskeitrun. Eftirfarandi viðmiðanir (sbr. Þórunn Þórðardóttir og Agnes Eydal 1996) voru notaðar fyrir þær tegundir sem koma til álita, *Alexandrium* spp. 500 frumur/lítra, *Dinophysis* spp. 300 frumur/lítra og *Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima* 5×10^5 frumur/lítra. Samkvæmt ofangreindum talningum á sýnum úr Ísafjarðardjúpi (2. tafla), fór fjöldi *Alexandrium* spp. aldrei yfir viðmiðunarmörkin, en það gerði hins vegar fjöldi *Dinophysis* spp. um miðjan júlí.

Við samanburð á stöðvunum í Djúpinu kom í ljós að oft voru ekki sömu tegundir ríkjandi í svifinu samtímis (Viðauki, I. og II. tafla). Þetta átti bæði við um svifþörungum almennt og þær tegundir sem vitað er að geta verið eitraðar. Umhverfisskilyrði voru heldur ekki alveg þau sömu, áhrifa af landi gætir t.d. mun meira á stöð 21.

2. VISTFRÆÐIRANNSÓKNIR Í EYJAFIRÐI 1992

2.1 Inngangur

Hafrannsóknastofnunin og Háskólinn á Akureyri stóðu að vistfræðirannsóknnum í Eyjafirði árin 1992 og 1993. Markmið rannsókna var að kanna vistfræði fjarðarins, m.a. breytingar lífrænna og ólífrænna þátta með árstíma og afla upplýsinga um straumakerfið. Rannsóknir á þörunga- og dýrasvifi voru skipulagðar með hliðsjón af þeim upplýsingum sem fyrir lágu um umhverfið og þeim breytingum sem vænta mátti í svifinu með árstíma. Hvað þörungarannsóknirnar varðar var áhersla lögð á að mæla magn plöntusvifsins og frumframleiðnina í firðinum. Rannsóknaleiðangrar voru farnir u.þ.b. mánaðarlega og mælingar teknar á 36 stöðvum, frá Pollinum í innsta hluta fjarðarins og út fyrir mynni fjarðarins. Jafnframt voru tekin vikuleg yfirborðssýni á Hörgárgrunni um borð í ferjunni Sæfara.

2.2 Framkvæmd sýnatöku og úrvinnsla gagna

Í þessari skýrslu er einungis fjallað um þau gögn sem safnað var yfir gróðurtímabilið, þ.e. frá mars til október. Megnið af niðurstöðunum eru fengnar frá gagnasöfnun um borð í Sæfara. Sýnin eru öll frá Hörgárgrunni í Eyjafirði, (7. mynd), staðsetning 65°49,4'N og 18°08,1'V. Á Grímseyjarferjunni Sæfara annaðist áhöfnin sýnatökuna, en útibúi Hafrannsóknastofnunarinnar á Akureyri tók á móti sýnunum og sendi þau suður. Söfnunin 1992 hófst 14. apríl og stóð til 6. október sama ár. Sýni voru tekin vikulega frá því í apríl og fram í september, með undanteknum í maí og júní. Yfirborðssjó var safnað í fötu og hiti mældur í fötunni um leið og hún kom á dekk. Sýni voru tekin úr fötunni til mælinga á seltu, næringarefnum (P, N, Si), blaðgrænu (1 lítri) og að auki var tekið sýni til magnbundinna talninga á svifþörungum. Háfsýni til tegundagreiningar voru tekin með svifþörungaháf (möskvastærð 20 µm). Áhersla var lögð á að tegundgreina háfsýnin, en aðeins talið úr völdum sýnum með hliðsjón af þeim niðurstöðum sem fengust við greiningu þeirra. Meðhöndlun sýnanna um borð í Grímseyjarferjunni fólst í síun sjósýna til mælinga á blaðgrænu. Síurnar voru pakkaðar í álpappír og frystar ásamt næringarefnasýnunum. Þörungasýnin voru varðveitt í hlutlausu formalíni, þ.e. 0.4% að styrkleika í 100 ml talningarsýnum en u.þ.b. 2% í háfsýnum. Sýnunum var safnað saman á útibúi Hafrannsóknastofnunarinnar á Akureyri en síðan send til Hafrannsóknastofnunarinnar í Reykjavík, þar sem þau voru mæld og rannsökuð. Blaðgrænusýnin, 1 lítri síaður á GF/C síur, voru leyst í 90% acetoni og mæld í litrófsmæli (Anon. 1966). Að öðru leyti vísast til framkvæmdarlýsingar hér að framan (§ 1.2, Ísafjarðardjúp). Aðeins þeir svifþörungar sem álitid er að geti verið skaðlegir voru taldir, í 50 ml hlutsýni.

2.3 Niðurstöður

2.3.1 Sjórannsóknir

Yfirborðshitinn (8. mynd a) um miðjan apríl var 2°C en jókst jafnt og þétt úr því og mældist mestur 10°C þann 12. ágúst. Eftir það fór hitinn lækkandi og var 6°C þann 16. september, nema hvað yfirborðshitinn hækkaði í byrjun október um 2°C, sem samrýmist

Því að lofthitinn inn á Akureyri var vel yfir meðaltali á sama tíma (Veðurstofa Íslands 1992). Niðurstöður seltumælinganna sýna miklar sveiflur (8. mynd b), hæst var seltan 34,54 þann 4. maí og lægst 17,52 þann 15. júlí. Líklegasta skýringin á þessum sveiflum er breytilegt ferskvatnsflæði út á grunníð tengt snjóleysingum á vorin og mikilli úrkomu.

Vetrargildi næringarefna vantar í þessa rannsókn. Fyrsta sýnið var tekið 14. apríl (8. mynd c,d,e), og þá var gróður kominn í fullan blóma og lítið orðið eftir af nitrati eða 0,8 μM , (8. mynd c). Sömu sögu er að segja um fosfatið (8. mynd e), en það var komið niður í 0,22 μM . Kísill var hins vegar ekki uppurinn en lágur, 3,5 μM , (8. mynd d). Upp úr miðjum apríl varð endurnýjun næringarefna í yfirborðslaginu, líklega með streymi sjávar inn vestanverðan fjörðinn (Steingrímur Jónsson 1996), enda hélst töluverður gróður fram í byrjun maí. Sýnataka féll niður frá 4. maí til 28. maí, en í lok maí var níturat svo til uppuríð, 0,5 μM , og magn gróðurs í rénun að afloknum vorblóma. Frá lokum maí og fram eftir sumri komu gusur af ferskvatni frá landi út á grynningarnar með tilsvarendi aukningu í styrk kísils, en níturat var í lágmarki allt sumarið og fram í október. Miðað við níturat var styrkur fosfats tiltölulega hár, t.d. benda mælingar frá 10. júní og 8. júlí til mikilla landrænna áhrifa (e.t.v. frá landbúnaði) eða hugsanlegrar sápumengunar í sýnatökuílátunum. Lægsti styrkur forsöts mældist 0,1 μM þann 22. júlí.

Almennt má sjá að styrkur kísils eykst samhliða lækkingun í seltu í yfirborðssýnum frá Hörgárgrunni, eins og við má búast því hveravatn rennu í Hörgánnu. Lækkingun í kísli í byrjun október samhliða hækkingun í nitrati og fosfati (8. mynd c,d,e) gæti bent til uppblöndunar, en því miður er ekki hægt að tengja þetta seltunni því seltumælinguna vantar.

2.3.2 Blaðgræna og þörungagróður

Magn blaðgrænu mældist mest þann 14. apríl 7,8 mg m^{-3} (8. mynd f), en lækkaði síðan verulega næstu tvær vikur áður en það jókst aftur í 6,1 mg m^{-3} þann 4. maí. Niðurstöður blaðgrænumælinganna sýndu að lítið var um gróður það sem eftir lifði af gróðurtímabilinu þó það orlaði fyrir smá aukningu um haustið, 1,8 mg m^{-3} þann 9. september.

Í fyrstu voru kísilþörungur ríkjandi í svifinu (Viðauki, III. tafla), en yfirleitt einkenna þeir einmitt vorgróðurinn. Nánar tiltekið var *Thalassiosira nordenskiöldii* ríkjandi bæði 14. apríl og 22. apríl. Helstu tegundir aðrar en *T. nordenskiöldii* voru *T. angulata*, *T. gravida* og *T. hyalina*. Auk framangreindra tegunda voru smærri tegundir áberandi, svo sem *Skeletonema costatum*, *Fragilariopsis oceanica* og *Chaetoceros calcitrans*. *Phaeocystis pouchetii* (flokkur Haptophyceae), var einnig áberandi í sýnum frá 14. apríl, og samhliða varð vart við *Pseudo-nitzschia granii*. *T. nordenskiöldii* og *P. pouchetii* voru þær tegundir sem voru mest áberandi 22. apríl, en 29. apríl var gróður orðinn rýr og bar helst á *T. nordenskiöldii*. Þann 4. maí var *P. pouchetii* hinsvegar orðinn ríkjandi, þó að enn mætti finna bæði *T. nordenskiöldii* og *T. gravida*. Mjög lítið var af skorupörungum í þessum fyrstu sýnum, en í lok maí hafði þörungagróðurinn breytt verulega um svip. Styrkur nitrats (8. mynd c) var orðinn lágur þann 28. maí, 0,5 μM , eins og komið er fram og sömuleiðis hafði styrkur fosfats (8. mynd e) fallið á þessum tíma. Kísill (8. mynd d) var hinsvegar ávallt til staðar í verulegu magni yfir Hörgárgrunninu. Um sumarið bar hins vegar mest á skorupörungategundum, aðallega af ættinni *Protoperdinium* og af þeim var *P. pellucidum* mest áberandi. Kísilþörungum mátti þó áfram greina í sýnunum, þó þeir væru ekki jafn áberandi og fyrr um árið. Af

kísilþörungum voru *Chaetoceros debilis* og *C. lacinosus* mest áberandi. Samsetning svifþörungasamfélagsins hélst með þessu sniði út sumarið, þ.e. skorubörungar voru ríkjandi en smærri kísilþörungar þó einnig áberandi og eflaust alla jafna í meiri fjölda. Fyrri hluta júní voru skorubörungar, *Ensiculifera/Scrippsiella*, ríkjandi ísvifinu og síðan aftur seinni hluta júlí. Þess á milli voru kísilþörungarnir *Leptocylindrus danicus*, *Rhizosolenia hebetata* f. *semispina* og *Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima* mest áberandi ásamt skorubörungunum *P. brevipes* og *P. pellucidum*. Þörungar sem hugsanlega geta valdið skelfiskeitrun varð fyrst vart í júnímánuði, en þá fannst *Alexandrium* spp. og var til staðar fram til 19. ágúst. Sömu leiðis fannst *Dinophysis* spp. í sýnum allt sumarið fram til 26. ágúst. Þegar komið var fram í september voru skorubörungar orðnir lítið áberandi, en kísilþörungurinn *Skeletonema costata* ríkjandi.

2.3.3 Þörungar sem geta valdið skelfiskeitrun

Í háfsýnum fundust svifþörungategundir sem geta myndað hættulegt eitur. Þetta voru skorubörungar af ætt *Alexandrium* (tegundirnar *A. tamarense* og *A. ostenfeldii* eru ekki aðgreindar hér) sem geta myndað PSP, *Dinophysis* spp. (*D. norvegica*, *D. acuminata* og *D. acuta*) sem geta myndað DSP og kísilþörungurinn *Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima* sem getur myndað ASP (6. mynd). Yfirlit yfir hvenær ársins þessir svifþörungar fundust í háfsýnum er sýnt í 3. töflu.

3. tafla.

Svifþörungar í háfsýnum frá Eyjafirði 1992 sem gætu valdið skelfiskeitrun.

Potentially toxic algal species in netsamples from Eyjafjörður 1992.

A: *Alexandrium*, D: *Dinophysis* og P: *Pseudo-nitzschia* (Dags.: date).

Dags.	A. spp.	D. acuta	D. acuminata	D. norvegica	P. pseudodelicatissima
10.06	x	x	x		
24.06	x	x			
01.07	x				
08.07	x				x
13.07	x			x	x
22.07	x	x	x		
29.07					x
12.08	x	x	x		x
19.08	x	x	x	x	
26.08			x	x	
09.09					x
16.09					x

x = greint (observed)

Til talninga voru valin sýni þar sem einhverjar eiturþörungategundir voru áberandi í háfsýnum. Niðurstöður þessarra talninga eru gefnar í 4. töflu.

4. tafla.

Niðurstöður talninga á eitruðum svifþörungum í Eyjafirði 1992.

The abundance of toxic species in samples from Eyjafjörður 1992.

Fjöldi fruma í lítra (cells/liter and Stöð/Dags.: station/date).

A., D., og P. sbr. 3. Tafla (cf. Table 3).

Dags.	A. spp.	D. acuta	D. acuminata	D. norvegica
10.06.92	200			
08.07.92	480			
19.08.92	100	20	840	40
26.08.92	20		160	

Ef notuð eru sömu hættumörk og greint er frá hér að framan (§ 1.3.3), þá sést að fjöldi *Alexandrium spp.* fór aldrei yfir þessi mörk, þó svo að litlu muni þann 8. júlí. *Dinophysis spp.* var hins vegar talsvert yfir viðmiðunarmörkunum þann 19. ágúst. Ekki var mögulegt að telja *Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima* í sýninu frá 8. júlí, þegar mest sást af tegundinni í viðkomandi háfsýni. Ástæðan var að sýnið var illa farið og því ógerlegt að telja þessa smáu kísilþörungna.

3. UMRÆÐA

Eins og komið hefur fram voru það einkum kísilþörungur sem einkenndu plöntusvifið í apríl og fyrri hluta maí bæði í Eyjafirðinum og í Djúpinu. Snemma vors var styrkur næringarefna hár og sjórinn ekki afgerandi lagskiptur í Djúpinu, en plöntusvifið í Eyjafirðinum var í fullum blóma þegar rannsóknirnar hófust 1992. Mest blaðgræna mældist samhliða vorhámarki kísilþörunganna á báðum stöðunum, en þegar ganga fór á næringarefnin urðu skorubörungur meira áberandi. Rannsóknir á framvindu í tegundasamsetningu svifþörungagróðursins sýna gjarnan þessa þróun (Smayda 1980), þ.e.a.s. kísilþörungum fjölga ört í upphafi gróðurtímabilsins þegar birtan er orðin næg og nóg er af næringarefnum eru þeir meginuppistaða vorhámarksins. Í kjölfar kísilþörungablómans verða svo skorubörungarnir meira áberandi. Með rannsóknum á framvindu svifþörungagróðurs í sjó í stórum tilraunasekkjum (meso-cosmos) þar sem hafa má stjórn á umhverfisþáttum eins og næringarefnum o.fl., hefur verið sýnt fram á að kísilþörungur hafa betur í samkeppni við aðrar svifþörungategundir ef ekki er skortur á næringarefnum og styrkur kísils er yfir 2 μM (Egge og Aksnes 1992). Lóðrétt blöndun hentar vel viðgangi kísilþörungna, en getur hamlað vexti hjá skorubörungum (Estrada og Berdalet 1998, White 1976).

Í Eyjafirði og á stöð 21 í Djúpinu var nægur kísill allan þann tíma sem rannsóknirnar stóðu yfir, en kísill var hins vegar uppurinn í maí og hélst lágur fram á haust á stöð 16 í Djúpinu. Á stöð 21 voru kísilþörungur ekki ríkjandi yfir sumartímann þrátt fyrir að nægur kísill væri fyrir hendi og sama mátti segja um Eyjafjörðinn. Skýringin gæti legið í því að þrátt fyrir að nóg sé af kísli þá dregur verulega úr vexti kísilþörungna miðað við skorubörungna og aðra svipuðörungna þegar framboð fosfats minnkar (Egge 1993). Þess ber að geta að aðeins var mælt nítrat en ekki styrkur annarra köfnunarefnasambanda, þó svo að gera megi ráð fyrir að þau hafi verið til staðar í einhverjum mæli.

Endurnýjun næringarefna yfir sumartímann getur átt sér stað við blöndun sjávar. Dæmi um það má sjá fyrrihluta júnímánaðar í Eyjafirði, en þá jókst styrkur nitrats

samhliða seltuaukningu. Í kjölfar þess náðu kísilþörungar aftur yfirhöndinni seinni hluta júnímánaðar, sem er í samræmi við fyrrgreindar niðurstöður Egge og Aksnes (1992) á áhrifum næringarefna á tegundasamsetninguna. Ekki varð vart við sambærilega endurnýjun næringarefna yfir sumartímann á stöðvum 16 og 21 í Djúpinu. Breytingar á umhverfisþáttum yfir árið eru vafalaust mismunandi frá ári til árs og að mörgu leyti nátengdar veðráttunni (Svendsen 1986). Leysingar hefjast t.d. missnemma á vorin, en ferskvatnið og ráðandi vindáttir og vindstyrkur skipta miklu um flæði sjávar, endurnýjun og lagskiptingu, sérstaklega á tiltölulega lokuðum svæðum eins og inn á fjörðum.

Ekki bar mikið á eitruðum svifþörungategundum á umræddum svæðum og greindust þær fyrst þegar komið var fram á sumar. Í byrjun júní jókst fjöldi *Alexandrium spp.*, en síðan tóku *Dinophysis* tegundir við. Svipuð framvinda gróðurs er kunn frá öðrum íslenskum rannsóknum (Þórunn Þórðardóttir og Agnes Eydal 1996). Í samantekt um danskar rannsóknir (Sørensen 1990) kemur fram að flestar tegundir svifþörungum sem geta verið eittraðar finnast helst á ákveðnum tíma ársins. Blómaskeið einstakra tegunda eru frábrugðin, sumar vaxa snemma og aðrar síðla á gróðurtímabilinu. Að áliti Sørensen (1990) ráða kröfur tegundanna til umhverfishita mestu þar um. Framvindan við Danmörku virðist vera svipuð og komið hefur fram hér, þ.e. *Alexandrium spp.* fjölga sér í byrjun sumars og *Dinophysis spp.* fylgja í kjölfarið þegar líða tekur að miðju sumri (Þórunn Þórðardóttir og Agnes Eydal 1996, Guðrún G. Þórarinsdóttir 1987). Þessar tegundir eru í svifsýnum allt árið (Sørensen 1990) þótt verulega dragi úr fjölda þeirra síðla hausts, og skorupörungur eru gjarnan áberandi í sýnum að vetrarlagi þegar lítið annað er í sýnunum (Øivind Kaasa og Kristinn Guðmundsson 1994). Lítið fannst af kísilþörungum af ættinni *Pseudo-nitzschia* í þeim sýnum sem voru skoðuð, en *P. pseudodelicatissima* er nokkuð algeng í hafinu sunnan og vestan Íslands (Guðrún G. Þórarinsdóttir og Þórunn Þórðardóttir 1997) og talin árviss í strandsjónum við vestanvert landið (Þórunn Þórðardóttir, munnl. upplýsingar). Líklegt er að tegundir, sem eru á lista yfir svifþörungum sem geta valdið skelfiskeitrunum (Andersen 1996) og eru nefndar hér, finnast að staðaldri í sjónum við landið, en upplýsingar um það eru fremur takmarkaðar (sjá Guðrún G. Þórarinsdóttir og Þórunn Þórðardóttir 1997, Þórunn Þórðardóttir og Agnes Eydal 1996, Sigurður Pétursson 1962, 1963).

Það þarf hentug skilyrði til að þörungur nái að fjölga sér verulega, en skilyrðin sem henta hverri einstakri tegund geta verið þó nokkuð mismunandi. Umhverfisskilyrðin í sjónum við Ísland eru all breytileg frá ári til árs og lítið hægt að fullyrða um líkur á fjölgun eða blóma einstakra svifþörungategunda. Megnið af þeim tegundum sem geta verið eittraðar tilheyra þó flokki skorupörungum. Oft hefur því verið haldið fram að hentug skilyrði fyrir fjölgun skorupörungum myndist eftir viðvarandi lagskiptingu, t.d. þegar hitaskiptalag hefur haldist um langan tíma. Við slíkar aðstæður verður gjarnan skortur á einhverju næringarefni sem takmarkar vöxt kísilþörungum, og skorupörungur verða þá gjarnan ríkjandi. Fjöldi skorupörungum er þó alla jafnan ekki ýkja mikill samanborið við kísilþörungum. Næringarefnaskortur sem hamlar vexti kísilþörungum þarf ekki endilega að takmarka vöxt skorupörungum, bæði eins og vikið var að hér að framan í sambandi við lágan styrk fosfats og eins varðandi kísilinn sem kísilþörungur þurfa umfram aðra hópa. Því hefur verið haldið fram að hraði frumuskiptinga hjá skorupörungum nægði ekki til að skýra þá skyndilegu fjölgun þeirra sem oft hefur orðið vart við í rannsóknum við náttúrulegar aðstæður (Taylor 1987), en nýlegar niðurstöður (Smayda 1996) virðast hrekja þá kenningu. Þegar blöndun á sér stað og næringarefni berast að hafa þörungur

sem mest var af á svæðinu, eða bárust að með straumum, ákveðið forskot til að fjölga sér áður en hinir hraðvaxta kísilþörungar ná sér á strik. Auk þessa er sá möguleiki ávallt fyrir hendi að skorupörungar geti safnast saman við vissar aðstæður, eins og bent hefur verið á sem hugsanlega skýringu á mislitum sjó af völdum skorupörunga (Tayler 1987).

Það er ekkert álitamál að rekja má skelfiskeitranir til eitraðra þögunga. Það er hins vegar ekki alltaf víst að ákveðin tegund svifþörungs sé eitruð þó hún geti verið eitruð annars staðar eða við aðrar aðstæður. Til að fá óyggjandi upplýsingar um hvort skelfiskur af einhverju svæði er eitruður þarf að gera eiturefnaþælingar á honum. Öruggustu prófanirnar á því hvort skelfiskur er eitruður eru fengnar með svokölluðum músaprófunum, því ekki er alltaf hægt að segja fyrir um hverskonar eitur getur verið í sýninu. Ef hins vegar er vitað fyrirfram hvaða eiturefni þarf að mæla þá nægir að mæla eitrið með efnagreiningu. Eiturefnaþælingar voru ekki mögulegar í tengslum við rannsóknirnar í Ísafjarðardjúpi og Eyjafirði vegna þess að sýnataka var ekki skipulögð með þær rannsóknir í huga. Einhverja vísbendingu má þó fá um hvort hætta hafi verið á ferðum með því að skoða fjölda viðkomandi tegunda í svifinu (Della Loggia o. fl. 1993, Andersen o. fl. 1996) ef yfirfæra má reynslu af rannsóknnum sem gerðar hafa verið á öðrum svæðum. Samkvæmt birtum viðmiðunum (Andersen 1996) þarf fjöldi eitraðra skorupörunga ekki að vera svo ýkja mikill til þess að hættulegt magn eiturs mælist í skelfiski. Engu að síður er ljóst að viðmiðunarmörkin eru breytileg frá einni rannsókn til annarrar. Það gæti stafað af því að eitrið safnast mishratt fyrir eftir því hve mikið er af öðrum fæðuögnum og til samræmis við meltingarhraðann, sem aftur er háður umhverfishitanum (Kat 1989). Eða, eins og áður sagði, að ekki er víst hvort viðkomandi tegund svifþörunga sé alltaf jafn eitruð. Við rannsóknir á eitruðum þörungum við Vestfirði árið 1994 (Þórunn Þórðardóttir og Agnes Eydal 1996) var stuðst við norskar og danskar vinnureglur (§ 1.3.3) og var ákveðið að hafa sömu viðmiðanir hér. Ef talningarnar frá Ísafjarðardjúpi og Eyjafirði eru skoðaðar í ljósi nefndra viðmiðana má ætla að skelfiskur hafi ekki verið eitruður á þessum stöðum þau árin sem sýnin voru tekin.

Skorupörungar virðast geta fjölgað sér að sumarlagi, jafnvel þótt að engin sjáanleg aukning hafi átt sér stað í þeim næringarefnum sem mæld eru, eins og fram kemur hér og víða annars staðar. Í þessu sambandi er vert að minnst þess að skorupörungar hafa svipur og geta synt. Sundhæfileikann geta þeir nýtt sér til að nálgast næringarefni á meira dýpi um nætur en fíkrað sig svo aftur ofar þegar birtir til að ljóstillífa (Cullen og MacIntyre 1998, Raven og Richardson 1984). Auk þess eru margir svipuþörungar "mixotroph", þ.e. lifa bæði af eigin framleiðslu, eins og frumbjarga plöntur gera almennt, og éta svo jafnframt aðrar lífverur (Boras o. fl. 1988, Granéli og Carlsson 1998). Enn aðrar tegundir svifþörunga eru "heterotroph", þ.e. ófrumbjarga eins og dýr (Gaines og Elbrächter 1987), og þar á meðal eru ýmsir skorupörungar (Jacobson og Anderson 1996, Hansen 1991). Það ætti því ekki að koma á óvart þótt finna megi aukinn fjölda sumra skorupörunga þar sem lífrænum efnum er sleppt í sjóinn og hugsanlega fjölgun tilfella þar sem þörungaeitur veldur usla. Almennt má þó telja að líkurnar á skelfiskeitrunum séu mestar þegar yfirborðslög sjávar hafa hitnað og lagskipting myndast (Estrada og Berdalet 1998). Annað sem hafa ber í huga er að skekkt hlutfall næringarefna í sjónum, miðað við það sem eðlilegt er, getur stuðlað að myndun eiturs hjá tegundum sem ekki eru eitruðar við venjulegar kringumstæður. Þetta virðist t.d. eiga við um eitranir af völdum *Pseudonitzschia spp.* (Bates 1998, Pan o. fl. 1996, Subba Rao o. fl. 1996) og *Chrysochromulina spp.* (Moestrup 1994).

Þær niðurstöður sem hér hefur verið fjallað um skera ekki úr um það hvort þörungaeitur (PSP, DSP eða ASP) var í samlokum á rannsóknasvæðunum á þeim tíma sem gögnunum var safnað. Til að afla vitneskju um það þarf að mæla eiturefnin í skelfiskinum, eins og nefnt var hér að framan. Hins vegar er ekki hægt að horfa fram hjá þeirri staðreind að eiturþörungur fundust í svifinu. Fjöldinn var að vísu aldrei mikill, en það er ekki hægt að útiloka þann möguleika að skilyrði skapist til fjölgunar hjá ákveðnum tegundum á þessum svæðum.

ÞAKKIR

Við þökkum áhöfnum á Djúpbátum Fagranesi og Grímseyjarferjunni Sæfara og áhöfnum rannsóknaskipa Hafrannsóknastofnunarinnar fyrir veitta aðstoð við öflun sýnanna. Sömuleiðis þökkum við samstarfsfólki á Hafrannsóknarstofnuninni fyrir þeirra þátt við sýnatöku og mælingar. Eiríkur Þ. Einarsson og Ólafur S. Ástþórsson eiga þakkir skyldar fyrir margar þarfar ábendingar varðandi framsetningu og frágang skýrslunnar. Greining og talning á plöntusvifi, og úrvinnsla til birtingar á niðurstöðum var styrkt af Lýðveldissjóði 1996-1997.

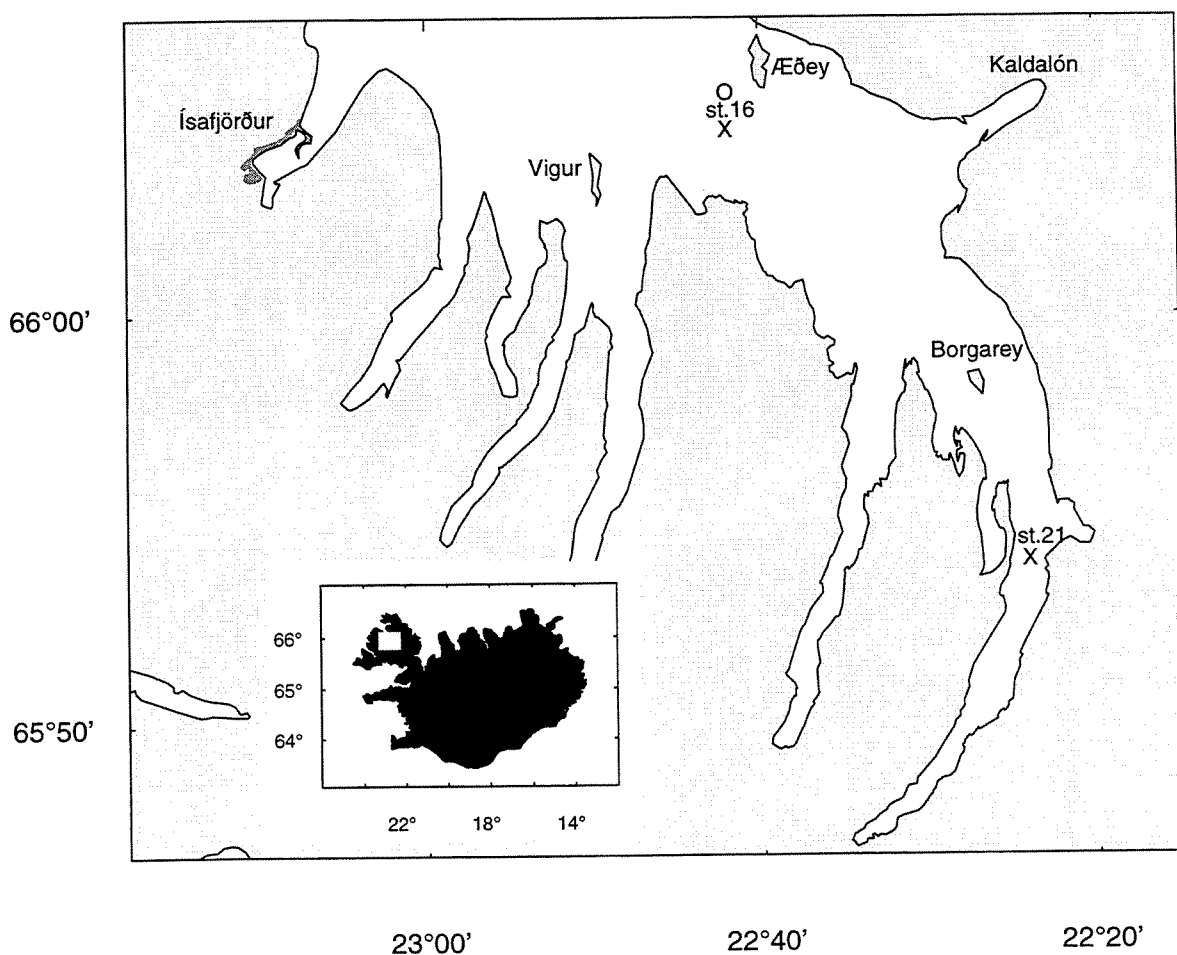
HEIMILDIR

- Andersen, P. 1996: Design and implementation of some harmful algal monitoring systems. IOC technical series Nr. 44, UNESCO 1996, 102 s.
- Andersen, P., B. Hald og H. Emsholm 1996: Toxicity of *Dinophysis acuminata* in Danish coastal waters. Í: Yasumoto, T., Y. Oshima, Y. Fukuyo (ritstj.), Harmful and toxic algal blooms, IOC of UNESCO 1996, s. 281-284.
- Anon 1966: Determination of photosynthetic pigments in sea-water. UNESCO/SCOR, Paris, 69 s.
- Bates, S.S. 1998: Ecophysiology and metabolism of ASP toxin production. Í: Anderson, D.M., A.D. Cembella og G.M. Hallegraeff (ritstj.), Physiological ecology of harmful algal blooms. NATO ASI Series, Vol. G 41, Springer-Verlag, s. 405-426.
- Björn Dagbjartsson, 1969. Óbirt skýrsla, Rannsóknastofnun Fiskiðnaðarins.
- Boras, M.E., K.W. Estep, P.W. Johnson, M.J. Sieburth, 1988: Phagotrophic phototrophs: The ecological significance of mixotrophy. J. Protozool. 35:249-252.
- Cullen, J.J. og J.G. MacIntyre 1998: Behavior, physiology and the niche of depth-regulating phytoplankton. Í: Anderson, D.M., A.D. Cembella og G.M. Hallegraeff (ritstj.), Physiological ecology of harmful algal blooms. NATO ASI Series, Vol. G 41, Springer-Verlag, s. 559-579.
- Della Loggia, R., M. Cabrini, P. del Negro, G. Honsell 1993: Relationship between *Dinophysis* spp. in seawater and DSP toxins in mussels in the Northern Adriatic Sea. Í: Smayda, T.J. og Y. Shimizu (ritstj.), Toxic phytoplankton blooms in the sea, Elsevier Science Publishers B.V., s. 483-488.
- Egge, J.K. 1993: Nutrient control of phytoplankton growth: Effects of macronutrient composition (N, P, Si) on species succession. Dr. scient thesis, University of Bergen, 104 s.
- Egge, J.K., D.L. Aksnes 1992: Silicate as regulating nutrient in phytoplankton competition. Mar.Ecol.Prog.Ser. 83:281-289.
- Eggert Ólafsson 1943: Ferðabók Eggerts Ólafssonar og Bjarna Pálssonar, um ferðir þeirra á Íslandi árin 1752 - 1757. Haraldur Sigurðsson og Helgi Hálfðánarson (útg.), Reykjavík, 2 bindi.
- Estrada, M. og E. Berdalet 1998: Effects of turbulence on phytoplankton. Í: Anderson, D.M., A.D. Cembella og G.M. Hallegraeff (ritstj.), Physiological ecology of harmful algal blooms. NATO ASI Series, Vol. G 41, Springer-Verlag, s. 601-618.
- Gaines, G. og M. Elbrächter 1987: Heterotrophic nutrition. Í: Taylor, F.J.R. (ritstj.), The biology of dinoflagellates, Blackwell Science Publ., Oxford, s. 224-268.
- Granéli, E. og P. Carlson 1998: The ecological significance of phagotrophy in photosynthetic flagellates. Í: Anderson, D.M., A.D. Cembella og G.M. Hallegraeff (ritstj.), Physiological ecology of harmful algal blooms. NATO ASI Series, Vol. G 41, Springer-Verlag, s. 539-557.
- Guðjón Atli Auðunsson og Eggert Gunnarsson 1995: Monitoring of algae toxins in ocean quahog (*Arctica islandica*) from Önundafjörður, Fljótavík and Aðalvík, NW-Iceland, April-November 1994. Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins, Report 88, Reykjavík, 36 s.

- Guðrún G. Þórarinsdóttir 1987: Dyrking af blámuslinger (*Mytilus edulis*) i Hvitanes, Hvalfjörður, Island. Cand. scient. ritgerð, Århus Universitet, Danmark, 61 s.
- Guðrún G. Þórarinsdóttir og Þórunn Þórðardóttir 1997: Vágestir í plöntusvifinu. Náttúrufræðingurinn 67(2):67-76.
- Hallegræff, G.M. 1995: 1. Harmful algal blooms: A global overview. Í: Hallegræff, G.M., D.M. Anderson og A.D. Cembella (ritstj.), Manual on harmful marine microalgae. IOC Manuals and Guides No. 33. UNESCO 1995.
- Hafrannsóknastofnunin 1994: Þættir úr vistfræði sjávar 1994. Hafrannsóknastofnun, fjölrit Nr. 40, Reykjavík, 29 s.
- Hansen, J. 1991: *Dinophysis* - a planktonic dinoflagellate genus which can act both as prey and predator of a ciliate. Mar. Ecol. Prog. Ser. 69:201-204
- Jacobson, D.M. og D.M. Anderson 1998: Widespread phagocytosis of ciliates and other protists by marine mixotrophic and heterotrophic thecate dinoflagellates. J. Phycol. 32:279-285
- Kat, M. 1989: Toxic and non-toxic dinoflagellate blooms on the Dutch coast. Í: Okaichi, T., D.M. Anderson, T. Nemoto (ritstj.), Red tides: Biology, environmental science, and toxicology, Elsevier Science Publ., N.Y., s. 73-76.
- Lúðvík Kristjánsson 1980: Skeljar og skelfiskur. Íslenskir sjávarhættir I. Reykjavík, Bókaútgáfa Menningarsjóðs, s. 141-159.
- Moestrup, Ø. 1994: Economic aspects: blooms, nuisance species, and toxins. Í: Green J.C. og B.S.C. Leadbeater (ritstj.), The Haptophyte Algae. The System. Ass., Special Vol. 51:265-285.
- Nusch, E.A. 1980: Comparison of different methods for chlorophyll and phaeopigment determination. Arch. Hydrobiol., Beih., Ergebn. Limnol. 14:14-36.
- Pan Y., D.V. Subba Rao, K.H. Mann, R.G. Brown og R. Pocklington 1996: Effects of silicate limitation on production of domoic acid, an neurotoxin, by the diatom *Pseudo-nitzschia multiseriis*. I. Batch culture studies. Mar.Ecol.Prog.Ser. 131:225-233.
- Raven, J.A. og K. Richardson 1984: Dinoflagellate flagella: a cost-benefit analysis. New Phytol. 98:259-276.
- Sigurður Pétursson 1962: Skelfisktekja og skelfiskeitrun. Ægir 55(4):85- .
- Sigurður Pétursson 1963: Plöntusvif á skelfiskmiðum. Náttúrufræðingurinn 33(2):84-91.
- Smayda, T.J. 1980: Phytoplankton species succession. Í: Morris, I. (ritstj.), The physiological ecology of phytoplankton. Studies in Ecology, Vol. 7, Blackwell Scientific Publ., Oxford, s. 493-570.
- Smayda, T.J. 1996: Dinoflagellate bloom cycles: What is the role of cellular growth rate and bacteria? Í: Yasumoto, T., Y. Oshima, Y. Fukuyo (ritstj.), Harmful and toxic algal blooms, IOC of UNESCO 1996, s. 331-334.
- Steingrímur Jónsson 1996: Ecology of Eyjafjörður project. Hafrannsóknastofnun Fjölrit Nr. 48, 160 s.
- Strickland, J.D.H. og T.R. Parsons 1972: A practical handbook of seawater analysis. Fish.Res.Bd.Can., Bull.167, Ottawa, 310 s.
- Subba Rao, D.V. og K.H. Mann 1996: Changes in domoic acid production and cellular chemical composition of the toxigenic diatom *Pseudo-nitzschia multiseriis* under phosphate limitation. J. Phycol. 32:371-381.
- Svendsen, H. 1986: Mixing and exchange processes in estuaries, fjords and shelf waters. Í: Skreslet, S. (ritstj.), The role of freshwater outflow in coastal marine ecosystems. NATO ASI Series, Vol. G7, Heidelberg, s. 13-45.

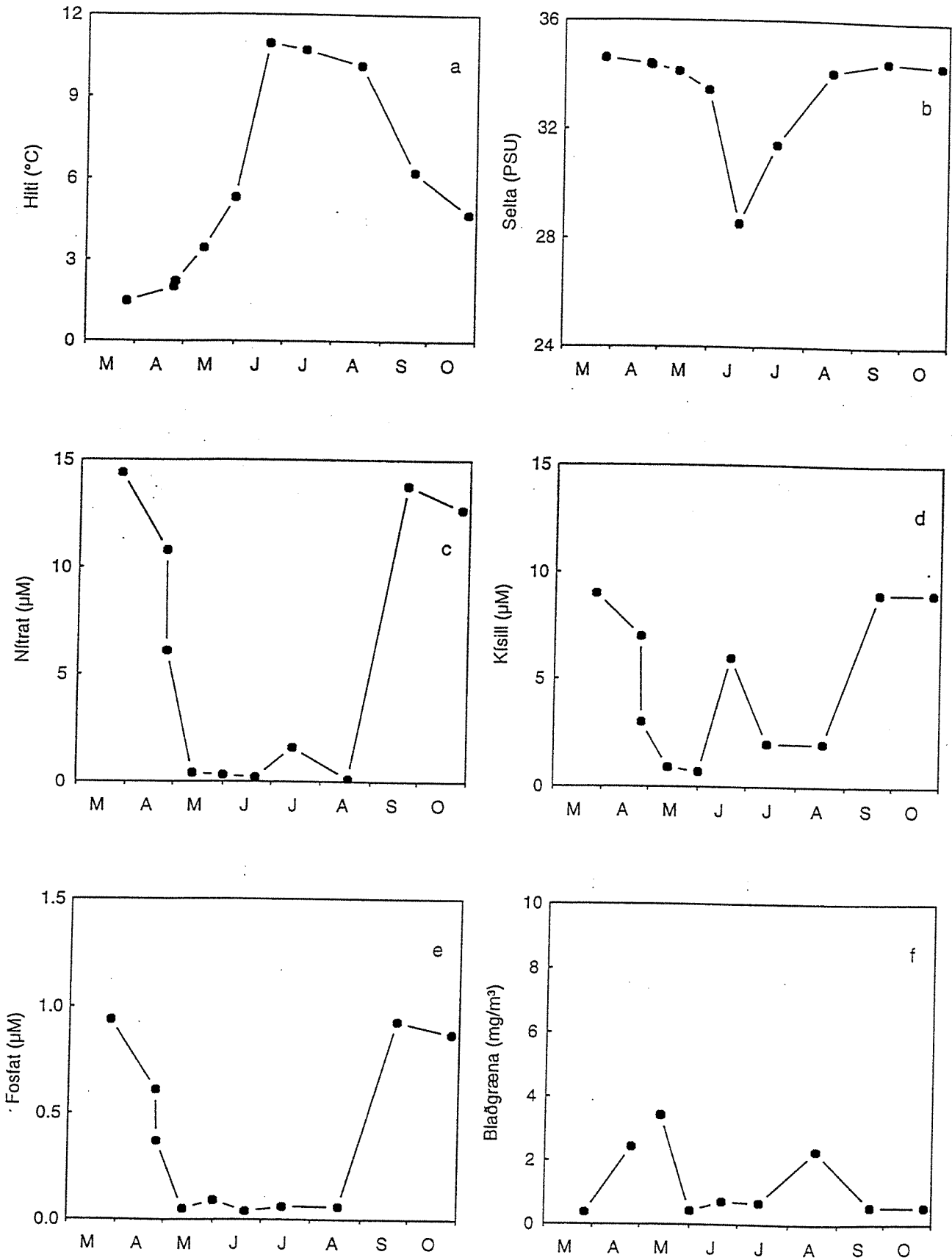
- Sørensen, H.M. 1990: Toksiske og potentialt toksiske algers økologi i danske farvande. Í: Bjergskov, T., J. Larsen, Ø. Moestrup, H.M. Sørensen og P. Krogh (ritstj.), Toksiske og potentielt toksiske algers økologi i danske farvande. Fiskeriministeriets Industritilsyn, København, s. 63-70.
- Taylor, F.J.R. 1987: Ecology of dinoflagellates. A. General and marine ecosystems. Í: Taylor, F.J.R. (ritstj.), The biology of dinoflagellates, Blackwell Science Publ., Oxford, s. 399-502.
- Unnsteinn Stefánsson 1962: North Icelandic Waters. Rit Fiskideildar 3, 269 s.
- Veðurstofa Íslands 1987: Veðráttan 1987. Veðurstofa Íslands s. 97-132.
- Veðurstofa Íslands 1988: Veðráttan 1988. Veðurstofa Íslands s. 9-16.
- Veðurstofa Íslands 1992: Veðráttan 1992. Veðurstofa Íslands s. 73-80.
- White, A.W. 1976: Growth inhibition caused by turbulence in the toxic marine dinoflagellate *Gonyaulax excavata*. J. fish. Res. Bd. Canada 33:2498-2602
- Þórunn Þórðardóttir og Agnes Eydal 1996: Phytoplankton at the Ocean quahog harvesting areas off the northwest coast of Iceland 1994. Hafrannsóknastofnun Fjölrit Nr. 51, 28 s.
- Öivind Kaasa og Kristinn Guðmundsson 1994: Seasonal variations in the plankton community in Eyjafjörður, North Iceland. ICES C.M. 1994/L:24, 15 s.

MYNDIR



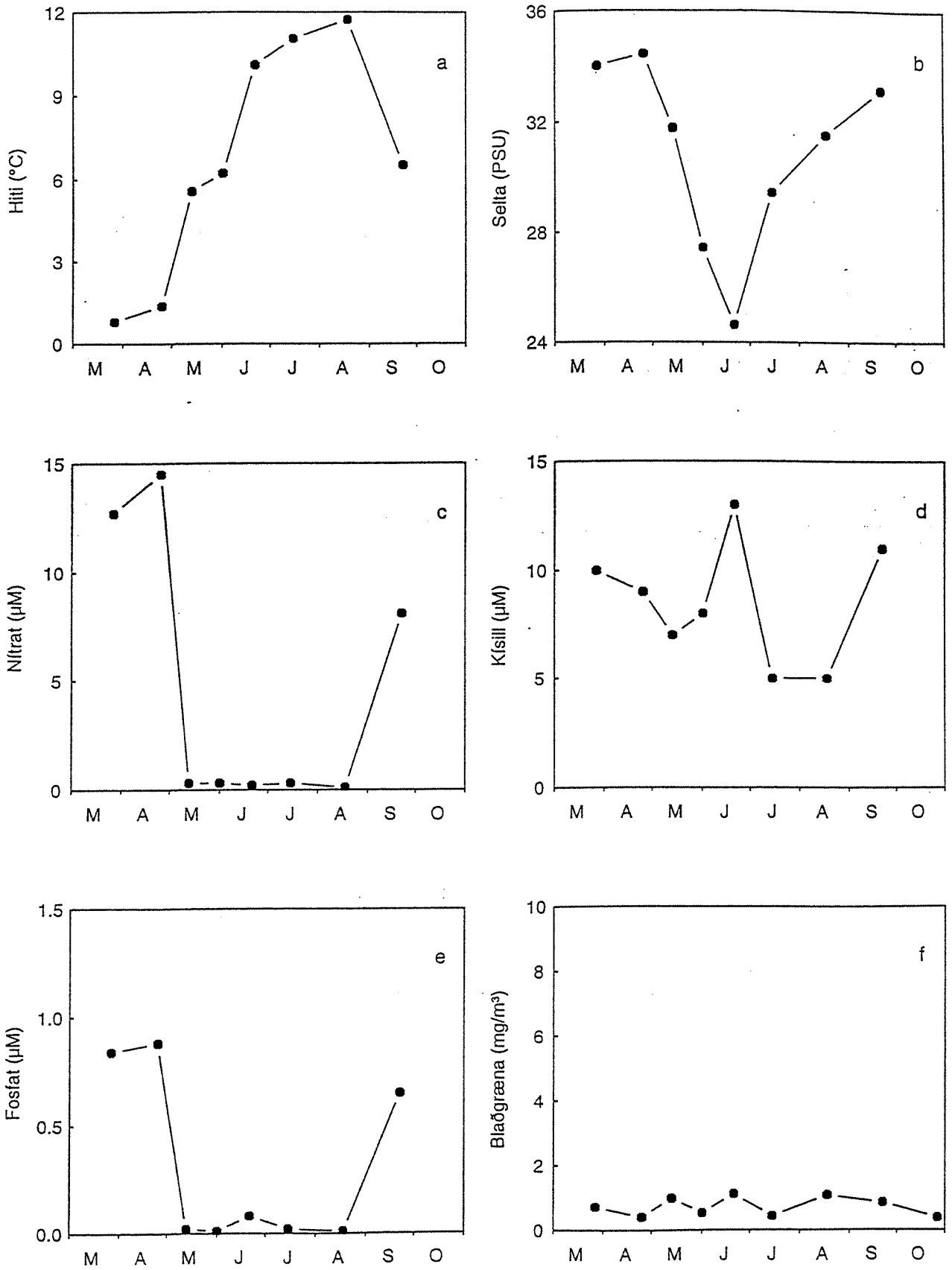
1. mynd Ísafjarðardjúp; stöð 16 við Æðey og stöð 21 í Ísafirði, þar sem svifþörungasýnum var safnað 1987, eru sýndar (X) á kortinu. Einnig er sýndur staðurinn á leið Djúpbátsins, Fagranesins, til Æðeyjar (O) þar sem ferjusýnunum var safnað.

Map of Ísafjarðardjúp. The locations of sampling stations (X) in 1987, near Æðey (no. 16) and in Ísafjörður (no. 21), are shown, as well as the location where the surface samples were collected (O) by the crew of the ferry Fagranes.



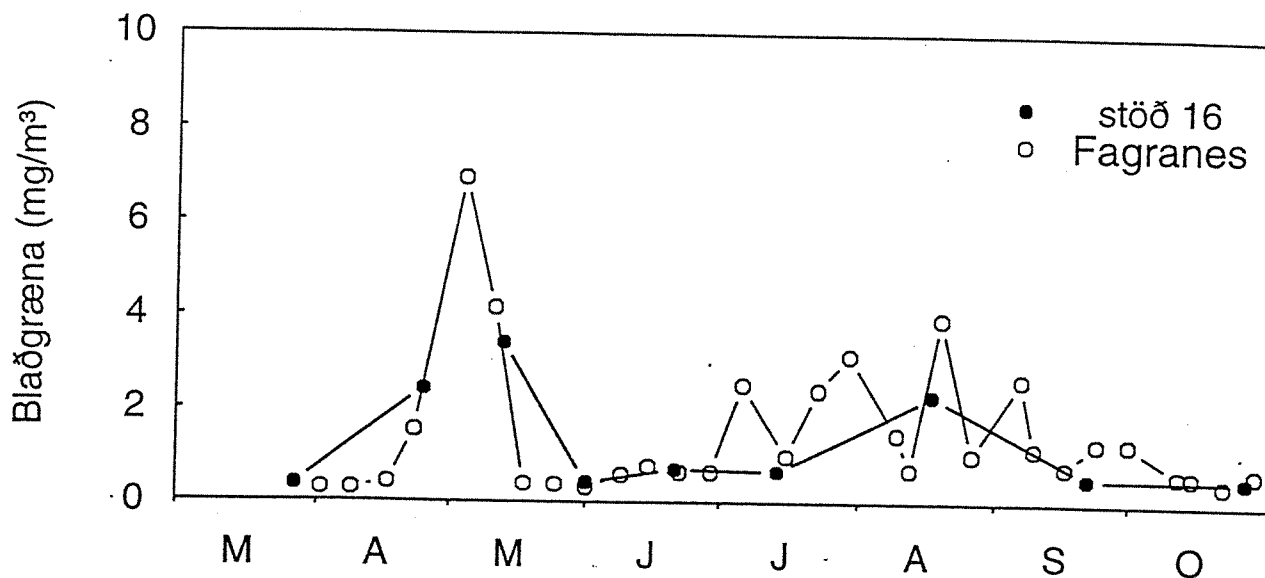
2. mynd Árstíðabreytingar í umhverfispáttum og plöntusvifsmagni, við yfirborð á stöð 16 í Ísafjarðardjúpi árið 1987.

The seasonal variations at the surface in a) ambient temperature, b) salinity, c) nitrate, d) silicate, e) phosphate and f) chlorophyll-a, measured at station 16 in Ísafjarðardjúp during 1987.



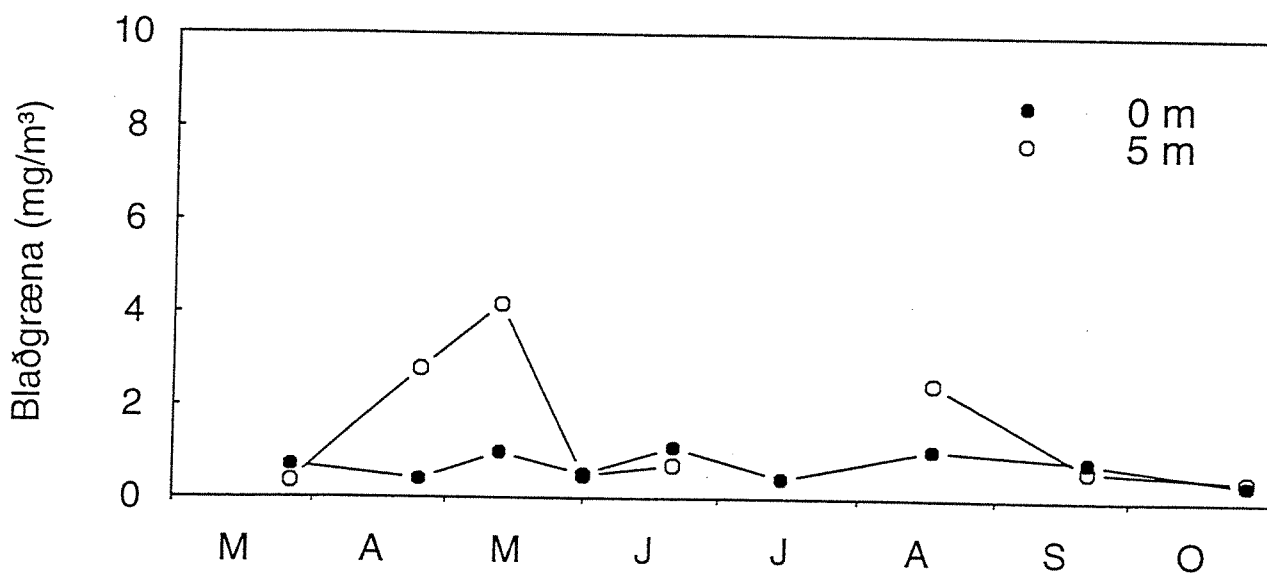
3. mynd Árstíðabreytingar í umhverfispáttum og plöntusvifsmagni, við yfirborð á stöð 21 í Ísafirði árið 1987.

The seasonal variations at the surface in a) ambient temperature, b) salinity, c) nitrate, d) silicate, e) phosphate and f) chlorophyll-a, measured at station 21 in Ísafjörður during 1987.



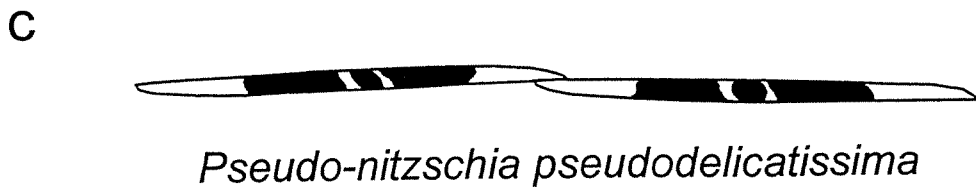
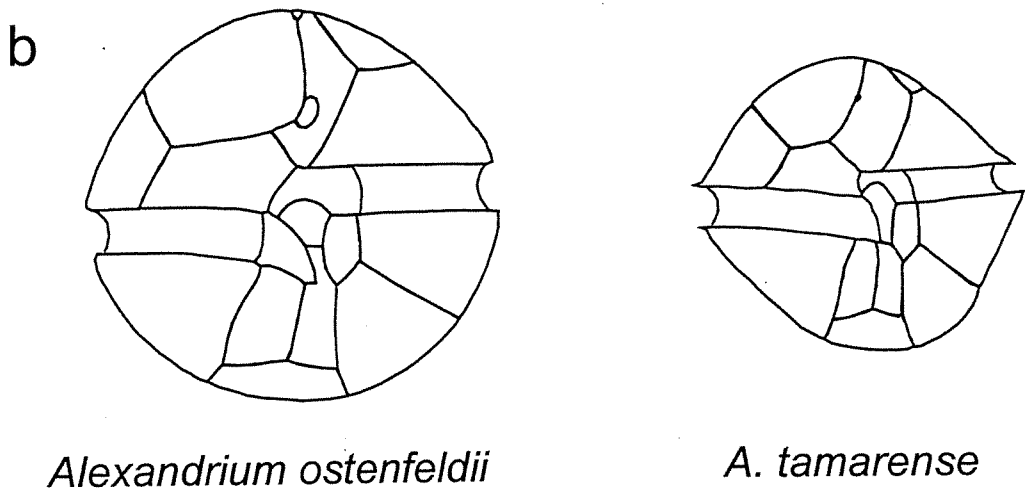
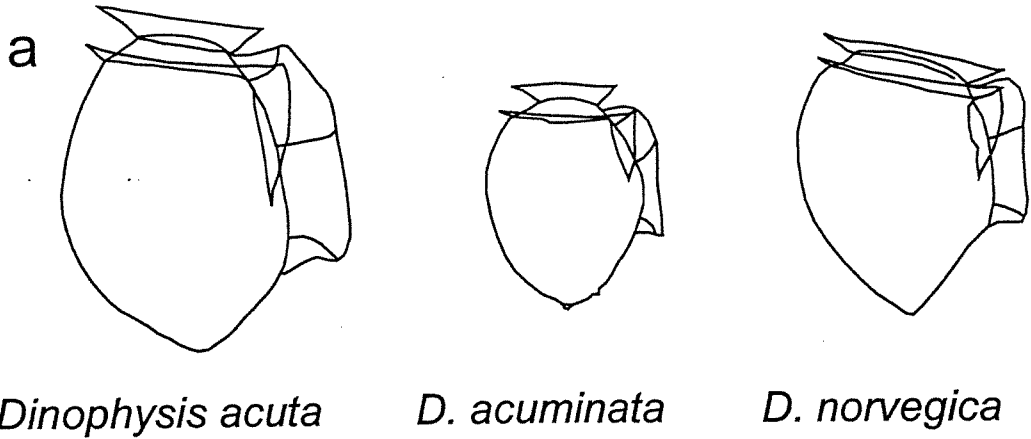
4. mynd Plöntusvifsmagn við yfirborð á stöð 16 í Ísafjarðardjúpi árið 1987 (•) borið saman við niðurstöður mælinga á plöntusvifsmagni í yfirborðssýnum (o) sem áhöfnin á Fagranesinu safnaði vikulega sama ár.

Variation in chlorophyll-a, measured at the surface during 1987; (•) sampled at station 16 in Ísafjarðardjúp, compared with bucket samples (o) taken each week from the ferry Fagranes.



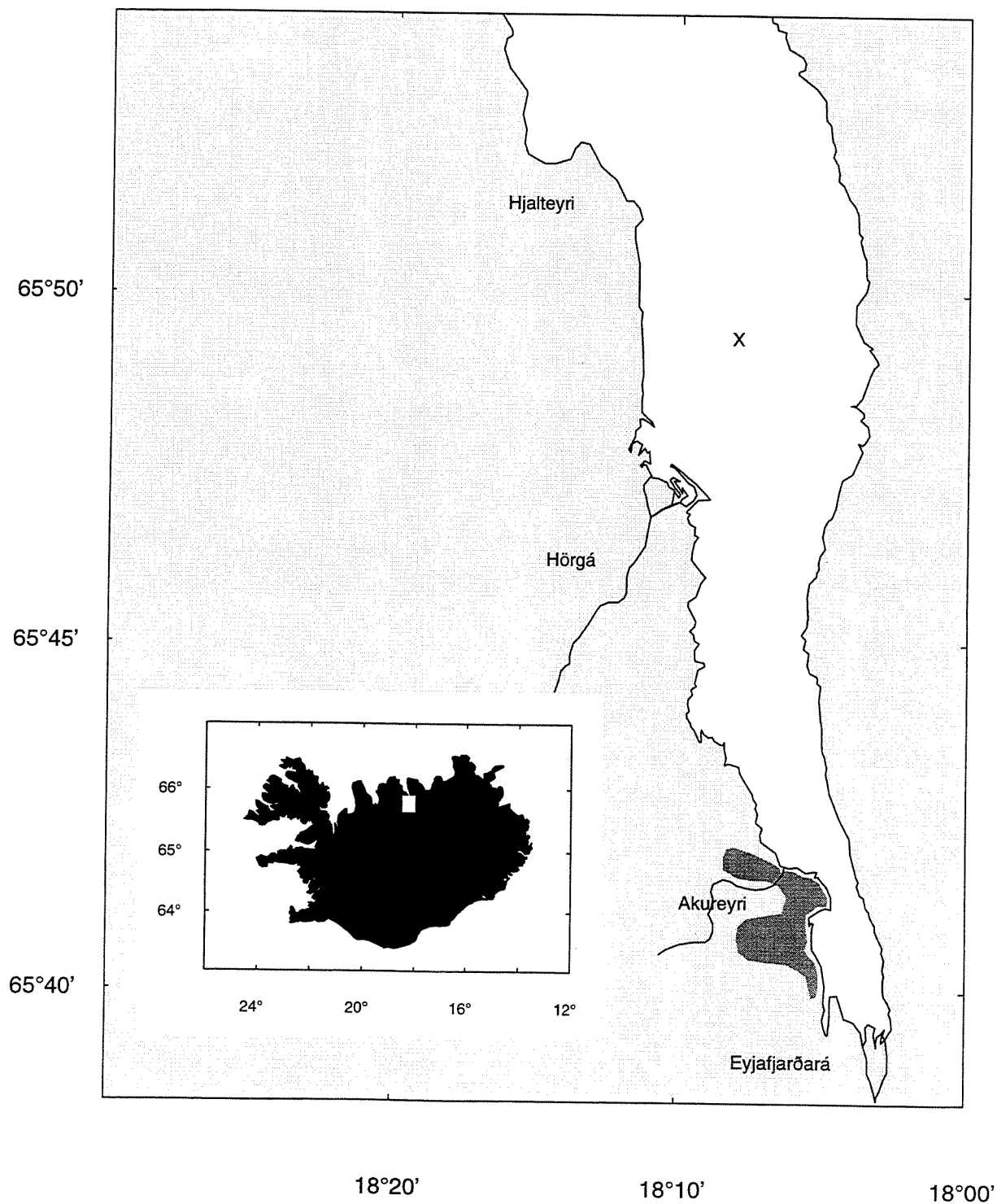
5. mynd Plöntusvifsmagn við yfirborð (•) borið saman við plöntusvifsmagn á 5 metra dýpi (o) á stöð 21 í Ísafirði árið 1987.

Variation in chlorophyll-a at the surface (•) and at 5 m depth (o), at station 21 in Ísafjörður during 1987.

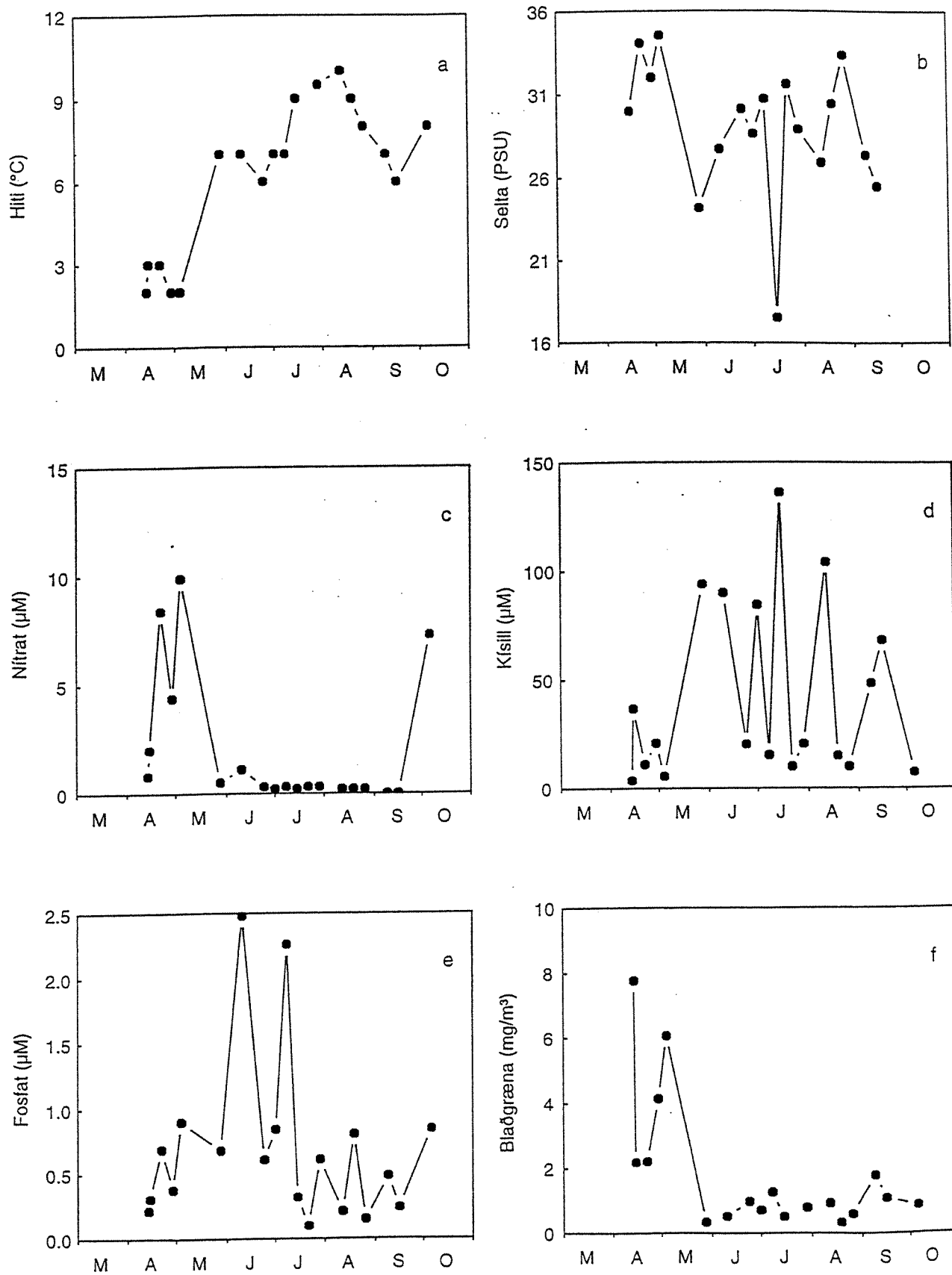


6. mynd Nokkrar svifpörungategundir sem geta framleitt hættuleg eiturefni: a) *Dinophysis* tegundir sem geta myndað DSP-eitur, b) *Alexandrium* tegundir sem geta myndað PSP-eitur og c) *Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima* sem getur myndað ASP-eitur.

Some potentially toxic phytoplankton species found in Icelandic waters: a) Dinophysis species that may produce DSP-toxin, b) Alexandrium species that may produce PSP-toxin and c) Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima that may produce ASP-toxin.



7. mynd Eyjafjörður; stöð á Hörgárgrunni þar sem svifþörungasýnum var safnað frá Grímseyjarferjunni Sæfara árið 1992 er sýnd (X) á kortinu.
Map of Eyjafjörður, showing the location where the surface samples were collected in 1992 (X), by the crew of the ferry Sæfari.



8. mynd Árstíðabreytingar í umhverfisþáttum og plöntusvifsmagni á Hörgárgrunni í Eyjafirði árið 1992. Mælingarnar voru gerðar á sýnum sem tekin voru við yfirborð.

The seasonal variations at the surface in a) ambient temperature, b) salinity, c) nitrate, d) silicate, e) phosphate and f) chlorophyll-a, measured at Hörgárgrunnur in Eyjaförður during 1992.

VIÐAUKI

I. Tafla / Table 1

Tegundir greindar úr háfsýnum frá stöð 16, Ísafjarðardjúpi 1987.
Species identified in netsamples, sampled near Æðey in Ísafjarðardjúpi 1987.

Tegundarheiti / species	13/2	28/3	25/4	14/5	2/6	22/6	14/7	22/9	27/10
<i>Kísilþörungar/diatoms</i>									
<i>Chaetoceros atlanticus</i>	X								
<i>Chaetoceros convolutus</i>		X		X	X			X	
<i>Chaetoceros debilis</i>		X			X		X		
<i>Chaetoceros furcellatus</i>				X				X	
<i>Chaetoceros similis</i>									X
<i>Chaetoceros subsecundus</i>	X		X		X				
<i>Ch. subsecundus dvalargró</i>									X
<i>Gyrosigma / Pleurosigma</i>	X	X							
<i>Leptocylindrus danicus</i>					X	X			
<i>Melosira sulcata</i>	X								X
<i>Navicula</i> spp.				X					
<i>Porosira glacialis</i>			X						
<i>Pennat</i> spp.	X								
<i>Pseudonitzschia closterium</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Pseudonitzschia granii</i>				X					
<i>Pseudonitzschia seriata</i>						X			
<i>Rhizosolenia hebetata</i> f. <i>semispina</i>					X		X		
<i>Skeletonema costatum</i>							X		
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	X	X							
<i>Thalassiosira anguste-lineata</i>	X				X	X	X		
<i>Thalassiosira antarctica</i>	X								
<i>Thalassiosira gravida</i>			X	X					
<i>Thalassiosira hyalina</i>			X						
<i>Thalassiosira nordenskiöldii</i>			X	X					
<i>Skoruþörungar/dinoflagellates</i>									
<i>Alexandrium ostenfeldii</i>					X				
<i>Alexandrium</i> spp.							X		
<i>Alexandrium tamarense</i>						X			
<i>Ceratium fusus</i>	X								
<i>Ceratium lineatum</i>								X	
<i>Dinophysis acuminata</i>						X	X		
<i>Dinophysis acuta</i>								X	
<i>Dinophysis norvegica</i>	X						X	X	
<i>Ensiculifera / Scrippsiella</i>					X	X	X	X	
<i>Scrippsiella dvalargró</i>						X		X	
<i>Gymnodiniales</i> spp.				X	X	X	X		
<i>Gymnodinium lohmanni</i>				X	X				
<i>Heterocapsa triquetra</i>				X			X		
<i>Prorocentrum</i> sp.							X		
<i>Protoberidinium bipes</i>				X	X		X		
<i>Protoberidinium brevipes</i>	X			X	X			X	
<i>Protoberidinium conicoides</i>				X					
<i>Protoberidinium ovatum</i>								X	
<i>Protoberidinium pellucidum</i>					X	X	X		
<i>Protoberidinium roseum</i>				X	X	X	X		
<i>Protoberidinium subinerme</i>					X				
<i>Protoberidinium thorianum</i>				X					
<i>Annað/other</i>									
<i>Ciliata</i> spp.					X			X	
<i>Dictyocha speculum</i>	X							X	
<i>Dinobryon</i> spp.					X	X			
<i>Eutreptia lanowii</i>				X					
<i>Phaeocystis pouchetti</i>				X					

II. Tafla / Table 2

Tegundir greindar úr háfsýnum frá stöð 21, Ísafjarðardjúpi 1987.
Species identified in netsamples from Ísafjörður in 1987.

Tegundarheiti / species	14/2	28/3	26/4	14/5	2/6	22/6	14/7	22/9	27/10
<i>Kísilþörungar/diatoms</i>									
<i>Chaetoceros convolutus</i>			X		X				X
<i>Chaetoceros debilis</i>					X			X	X
<i>Chaetoceros similis</i>		X							
<i>Chaetoceros socialis</i>				X					
<i>Chaetoceros</i> spp.		X			X				
<i>Chaetoceros subsecundus</i>				X	X				
<i>Fragilariopsis oceanica</i>				X					
<i>Gyrosigma / Pleurosigma</i>	X								
<i>Navicula</i> spp.		X						X	
<i>Odontella aurita</i>			X						
<i>Pennat</i> spp.		X							
<i>Pseudonitzschia closterium</i>	X	X	X		X	X	X	X	X
<i>Pseudonitzschia pseudodelicatissima</i>		X							
<i>Pseudonitzschia seriata</i>				X	X				X
<i>Pseudonitzschia turgidula</i>		X		X					
<i>Rhizosolenia hebetata</i> f. <i>semispina</i>					X				
<i>Skeletonema costatum</i>	X	X					X		X
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	X	X							X
<i>Thalassiosira anguste-lineata</i>									X
<i>Thalassiosira antarctica</i>		X							
<i>Thalassiosira gravida</i>		X		X					
<i>Thalassiosira hyalina</i>			X						
<i>Thalassiosira nordenskiöldii</i>		X	X						
<i>Skoruþörungar/dinoflagellates</i>									
<i>Alexandrium tamarense</i>						X			
<i>Ceratium lineatum</i>								X	
<i>Dinophysis acuminata</i>	X								
<i>Dinophysis acuta</i>						X			
<i>Dinophysis norvegica</i>	X					X			X
<i>Dinophysis rotundata</i>						X			
<i>Ensiculifera / Scrippsiella</i>					X	X	X	X	
<i>Exuviaella</i> spp.					X				
<i>Gonyaulax spinifera</i>					X	X			
<i>Gymnodiniales</i> spp.	X				X	X			
<i>Heterocapsa triquetra</i>				X					
<i>Prorocentrum</i> sp.							X		
<i>Protoberidinium bipes</i>					X		X		
<i>Protoberidinium brevipes</i>					X			X	X
<i>Protoberidinium pallidum</i>						X			
<i>Protoberidinium pellucidum</i>	X						X		
<i>Protoberidinium roseum</i>	X	X				X	X		
<i>Protoberidinium</i> spp.							X		
<i>Zygabikodinium lenticulatum</i>						X			
<i>Annaðlother</i>									
<i>Ciliata</i> spp.	X					X			X
<i>Dictyocha speculum</i>	X	X						X	X
<i>Dinobryon</i> spp.					X	X	X		

III. Tafla (framh.) / Table 3 (continued)

Tegundarheiti / species	14/4	22/4	29/4	4/5	28/5	10/6	24/6	1/7	8/7	13/7	22/7	29/7	12/8	19/8	26/8	9/9	16/9	21/9
Skorpuörungar / diatoms																		
<i>Alexandrium</i> spp.					X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X		
<i>Ceratium arcticum</i>											X							
<i>Ceratium lineatum</i>												X			X			X
<i>Ceratium longipes</i>					X						X		X	X	X			
<i>Dinophysis acuminata</i>						X					X		X	X	X			
<i>Dinophysis acuta</i>										X	X		X	X	X			
<i>Dinophysis norvegica</i>											X		X	X	X			
<i>Dinophysis rotundata</i>											X		X	X	X			
<i>Dinophysis ruudi</i>									X	X	X		X	X	X			X
<i>Ensiculifera/Scrippsiella</i>					X	X	X	X	X	X	X		X	X	X			
<i>Scrippsiella dvalargró</i>											X		X	X	X			
<i>Exuviaella</i> spp.				X							X		X	X	X			
<i>Gonyaulax spinifera</i>						X					X		X	X	X			X
<i>Gonyaulax triacantha</i>					X	X	X			X	X		X	X	X			
<i>Gymnodiniales</i> sp.		X		X		X	X				X		X	X	X			
<i>Heterocapsa triquetra</i>											X		X	X	X			
<i>Protoperidinium bipes</i>					X	X				X	X		X	X	X			
<i>Protoperidinium breve</i>					X	X				X	X		X	X	X			
<i>Protoperidinium brevipes</i>				X	X				X	X	X		X	X	X			
<i>Protoperidinium depressum</i>											X		X	X	X			X
<i>Protoperidinium leonis</i>											X		X	X	X			
<i>Protoperidinium ovatum</i>						X	X			X	X		X	X	X			X
<i>Protoperidinium pellucidum</i>		X				X	X			X	X		X	X	X			X
<i>Protoperidinium roseum</i>					X	X				X	X		X	X	X			
<i>Protoperidinium subinermis</i>				X	X		X			X	X		X	X	X			
<i>Zygabikodinium lenticulatum</i>				X	X	X	X			X	X		X	X	X			
Annað / other																		
<i>Dictyocha speculum</i>					X		X			X								X
<i>Dinobryon</i> sp.																		
<i>Eutreptia lanowii</i>					X													
<i>Eutreptia</i> spp.																		
<i>Phaeocystis pouchetti</i>	X	X		X											X			

