



ORKUSTOFNUN
Vatnsorkudeild

Hákon Aðalsteinsson

**AFDRIF SVIFSINS Í ÞÓRISVATNI
EFTIR MIÐLUN OG VEITU
ÚR KÖLDUKVÍSL**

OS81025/VOD11

Reykjavík, nóvember 1981



ORKUSTOFNUN
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Hákon Aðalsteinsson

**AFDRIF SVIFSINS Í ÞÓRISVATNI
EFTIR MIÐLUN OG VEITU
ÚR KÖLDUKVÍSL**

OS81025/VOD11
Reykjavík, nóvember 1981

ÁGRIP

Þórisvatn hefur verið jökulaurblandið og undirorpið vatnsborðsbreytingum frá 1973/74, mismikið eftir árferði.

Ljóst er að veigamiklar breytingar hafa orðið á fínu vatnsins á þessum árum. Lífvist strandarinnar hefur að öllum líkindum verið þurrkuð út, og hrygning urriðans misfarist. Fækkar urriða því óðum í vatninu. Fyrir samspil þessara þátta hefur dýrasvifið einnig tekið miklum breytingum. Þær breytingar sem beinlínis má rekja til áðurnefndra atburða eru aukin sókn urriða í dýrasvifið, a.m.k. á fyrstu árum miðlunarinnar. Það hefur líklega létt á samkeppni við aðrar tegundir dýrasvifs sem eru minna áberandi og komast því hjá afráðinu.

Frumframleiðsla í svifi takmarkast af framboði á nítursamböndum en ekki ljósi. Það ásamt stöðugleika á plöntusvifinu á þessum árum, bendir til að gruggun vatnsins hafi ekki haft veruleg áhrif á framleiðslu plöntusvifs.

Rannsóknir á lífsferlum dýrasvifsins benda til að vöxtur þess sé heldur hægari í vesturhluta Þórisvatns en í Austurbotnavatni, sem líklega má rekja til hærri hitastigs þar.

Á heildina litið virðist Þórisvatn fyrst og fremst einkennast af stærð sinni og miklu dýpi, en ekki gruggun af völdum Köldukvíslar. Þær breytingar sem orðið hafa á svifinu má rekja til breytinga í háttalagi urriðans og stærðar stofnsins, sem aftur má rekja til áhrifa af miðlun vatnsins. Það helsta sem gæti orðið urriðastofninum til bjargar er að dregið verði úr vatnsborðssveiflum í Austurbotnavatni. Með tilliti til áforma um Kvíslaveitu, m.a. úr Þjórsá, eru settar fram hugmyndir um að auka lindarrennslið í Austurbotnum sem mótvægi við aukna veitu jökulgruggs til vatnsins.

<u>EFNISYFIRLIT</u>	Bls.
ÁGRIP	3
EFNISYFIRLIT	5
TÖFLUSKRÁ	6
MYNDASKRÁ	6
1 INNGANGUR	9
2 MIÐLUN OG KÖLDUKVÍSLARVEITA	10
3 YFIRLIT UM FISKIRANNSÓKNIR	11
4 BREYTINGAR Á YTRI UMHVERFISÞÁTTUM	13
4.1 Gruggun af völdum jökulaurs (svifauris)	13
4.2 Áhrif gruggunar á framleiðni	14
5 PLÖNTUSVIF OG UMHVERFISÞÆTTIR Í ÞÓRISVATNI	20
5.1 Hitastig	20
5.2 Sýrustig og alkalítala	21
5.3 Plöntusvif	22
5.4 Framleiðnitakmarkandi þættir	22
5.5 Frumframleiðsla 1979	25
5.6 Samsetning plöntusvifsins 1979	26
5.7 Framvinda plöntusvifs 1974-1979	29
6 DÝRASVIF	37
6.1 Framvinda dýrasvifs 1974-1979	37
6.2 Lífsferill og vöxtur helstu krabbasviftegundanna ...	42
6.3 Dýptardreifing dýrasvifsins í vesturhluta Þórisvatns	49
7 HELSTU NIÐURSTÖÐUR, ÁLYKTANIR	50
8 ÁBENDINGAR	53
HEIMILDASKRÁ	54

TÖFLUSKRÁ

	bls.
1 Rýnið (m) í Þórisvatni	13
2 Niðurstöður mælinga á ýmsum umhverfisþáttum í Þórisvatni og Krókslóni sumarið 1979	21
3 Magn og samsetning plöntusvifs við Grasatanga 1. júlí 1979	30
4 " " " " " " 12. okt. 1979	30
5 " " " " " Vatnsfell 11. júlí 1979	32
6 " " " " " við Vatnsf. og Grasat. 16. ág. '79.....	32
7 " " " " " við Grasatanga 16. ág. 1979	33
8 " " " " " í Austurbotni og Austurbotnavatni 18. ágúst og 12. október 1979	33
9 Breytingar á plöntusvifi í yfirborði á Grasatanga- Vatnsfellsniði frá 1974-1979	34
10 Breytingar á plöntusvifi í yfirborði Austurbotns 1974-1979	34
11 " " " " " Austurbotnavatns 1974-1979 ...	35
12 Breytingar á dýrasvifi í yfirborði á Grasatanga- Vatnsfellsniði frá 1974-1979	41
13 Breytingar á dýrasvifi í yfirborði Austurbotns frá 1974-1979 ..	41
14 " " " " " Austurbotnavatns 1974-1979	41
15 Samanburður á svifdýrafánu Vatnsfellsskurðar og Grasatangadjúps 22. ágúst 1975 (hlutfallslegur)	42
15 Samanburður á svifdýrafánu Grasatangadjúps og Austurbotnavatns (hlutfallslegur)	44

MYNDASKRÁ

1 Jafndýptarlínur í Þórisvatni	10
2 Frumframleiðsla og gegnsæi í Þórisvatni í júlí og ágúst 1976 ..	16
3 Frumframleiðsla við Vatnsfell-Grasatanga og gegnsæi (T %) 1979.	17
4 Frumframleiðsla í Austurbotnavatni 1979	18

	bls.
5 Frumframleiðsla í Krókslóni	19
6 Niðurstöður mælinga á plöntusvifi og umhverfispáttum þess í vesturhluta Þórisvatns 1979	23
7 Magn og samsetning plöntusvifsins í Þórisvatni 1979	27
8 Hlutfall <i>Melosira islandica</i> af <i>Melosira</i> spp. í mismunandi hlutum Þórisvatns 1979	28
9 Helstu tegundir kísilþörunga í Þórisvatni	36
10 "Aldurs"- og lengdardreifing langhalaflóar frá Grasatanga- djúpi í ágúst 1978	45
11 "Aldurs"- og lengdardreifing augndíla í Vatnsfellsskurði og Grasatangadjúpi sumarið 1978	46
12 "Aldurs"- og lengdardreifing ísdíla í Vatnsfellsskurði og Grasatangadjúpi sumarið 1978	47
13 Dýptardreifing dýrasvifs í Grasatangadjúpi í ágúst 1979	48

1 INNGANGUR

Veita Köldukvíslar til Þórisvatns og vatnsmiðlun í Þórisvatni voru fyrstu meiriháttar framkvæmdirnar á því sviði hérlendis. Líffræðisrannsóknir á Þórisvatni hafa fyrst og fremst beinst að áhrifum gruggunar af völdum jökulaurs á svifið, þar sem af því ætti að mega ráða ýmislegt um áhrif síðari framkvæmda af svipuðum toga.

Í sinni upprunalegu mynd var Austurbotnavatn aðskilið Þórisvatni og rann úr því til Austurbotns, sem er hluti Þórisvatns. Í fullri hæð eftir miðlun, renna Austurbotn og Austurbotnavatn saman í eitt. Til aðgreiningar frá Austurbotni er meginvatnið vestan og norðan Útigönguhöfða nefnt vesturhluti.

Fyrstu rannsóknir á Þórisvatni voru viðamiklar hitamælingar í vatninu 1970-71, sem staðarverkfræðingur Landsvirkjunar sá um.

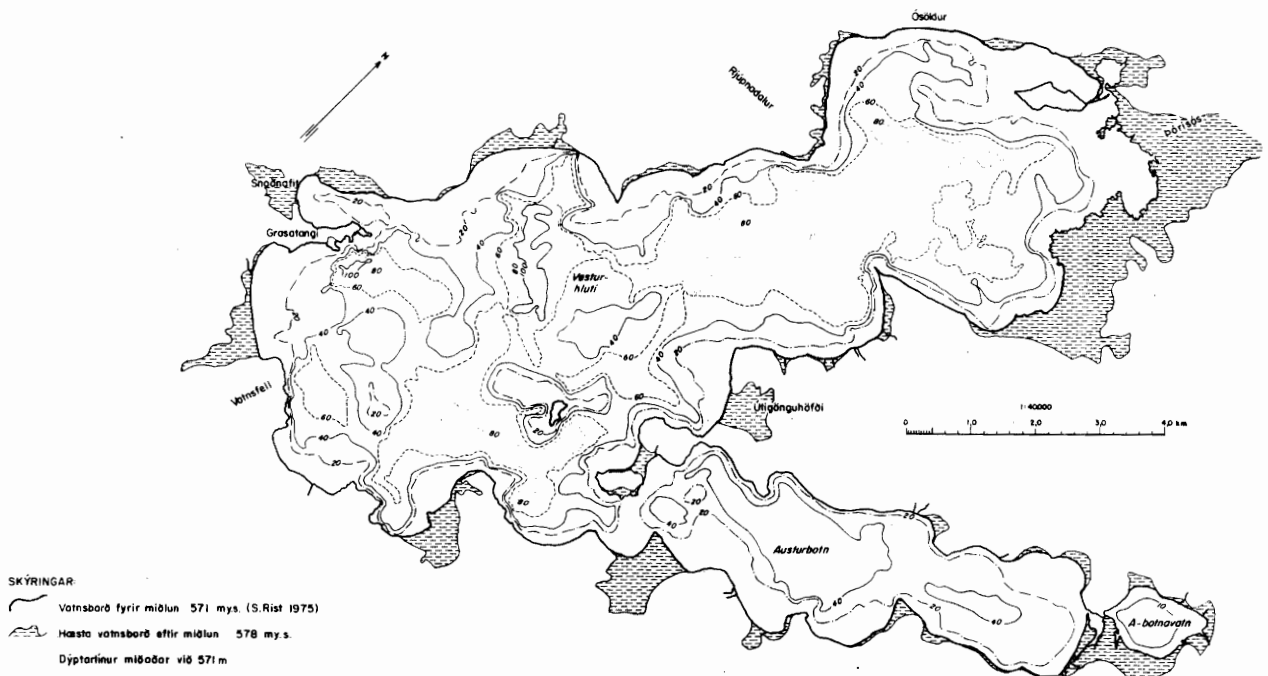
Á vegum Orkustofnunar hefur verið fylgst með þróun lífríkisins í Þórisvatni frá 1974, eða frá fyrstu árum miðlunarinnar. Því miður er lítið vitað um lífríki vatnsins frá því fyrir miðlun. Nokkuð greinagóðar upplýsingar eru þó til um dreifingu og vöxt urriðans úr rannsóknnum sumarið 1973 (Jón Kristjánsson 1974). Upplýsingar um fæðuval urriðans þá gefa ýmsar óbeinar en gagnlegar upplýsingar, sem hafa orðið til að renna stoðum undir ályktanir af síðari rannsóknnum. Í upphafi beindust rannsóknirnar að áhrifum jökulaursins á gegnsæi og framleiðni (Hákon Aðalsteinsson 1976 b), síðar að lífsferlum helsta dýrasvifsins (1978), og loks að næringarefnabúskap vatnsins 1979. Auk þess hefur verið fylgst með framvindu svifs á árunum 1974 og 1976-79.

Þessi skýrsla er fyrst og fremst samantekt á niðurstöðum frá 1978 og 1979, en jafnframt er rakin sú þróun sem átt hefur sér stað í vatninu og settar fram hugmyndir um helstu orsakir hennar. Efni skýrslunnar er þannig sett fram að á eftir kafla um miðlun Þórisvatns og Köldukvíslarveitu er gerð grein fyrir niðurstöðum rannsókna, sem hafa verið á vegum annarra aðila, og þeim ályktunum sem ég tel að megi draga af þeim og varða mitt rannsóknarsvið, þ.e. svifið í Þórisvatni. Í lokin dreg ég saman heildarniðurstöður og geri grein fyrir hugmyndum um hvernig megi vinna gegn þeim breytingum sem miðlun og jökulvatnaveitur valda í lífkerfi vatnsins.

2 MIÐLUN OG KÖLDUKVÍSLARVEITA

Náttúrulegt vatnsborð í Þórisvatni er um 571 m y.s. (S. Rist 1975). Við það vatnsborð munar sennilega minna en 1 m á því og Austurbotnavatni, því mælipunktur á korti OS í mælikvarða 1:20000 er gefinn í 572 m y.s. á eiðinu framan við Austurbotnavatn. Hækkun í Þórisvatni hefur fljótt áhrif til hækkunar í Austurbotnavatni. Einungis vatnar milli þeirra um þröngt sund, þar til byrjar að flæða yfir eiðið, og því gruggast Austurbotnavatn yfirleitt ekki fyrr en síðsumars eða á haustin.

Miðlunarmannvirki í Þórisvatni voru tekin í notkun 1. des. 1971, en Köldukvísl veitt 15. ágúst 1972 til vatnsins. Lítillega var safnað vatni haustið 1972 og notað síðvetrar 1973. Vatni var fyrst safnað að gagni í júní/júlí 1973, og í lok ágúst. Það ár var allt vatnið orðið skollitað, nema Austurbotnavatn (Jón Kristjánsson 1974). Sumarið 1974 er miðlunarrýmið fyrst fullnýtt og miðlunin fullnýtt síðvetrar 1975, en tiltölulega lítið nýtt síðvetrar 1976. Síðan 1977 hefur ekki tekist að fylla miðlunarrýmið (í 575-576 m y.s.) nema 1980, og aðeins í 572, 4 m haustið 1979.



MYND 1

Þórisvatn, jafndýptarlínur og stækkun þess eftir hækkun úr 571 í 578 m y.s. (Fnr. 14742).

3 YFIRLIT UM FISKIRANNSÓKNIR

Sumarið 1973 var í fyrsta skipti gerð athugun á fiskistofni Þórisvatns, og voru þar að verki Veiðimálastofnun og Veiðifélag Holtamannaafréttar. Langmest veiddist í Austurbotnavatni, og mun meira syðst í vesturhluta Þórisvatns en norðar, og ekkert við Þórisós (Jón Kristjánsson 1974). Ennfremur eru kunnar árangurslausar tilraunir til að veiða í Þórisósi, frá árunum fyrir Köldukvíslarveitu.

Árið 1976 voru net lögð tvívegis í vesturhluta Þórisvatns, Austurbotni og Austurbotnavatni. Lítið veiddist þá í vesturhluta, sæmilega í Austurbotni og best í Austurbotnavatni (Jón Kristjánsson 1976 og Maríanna Alexandersdóttir 1976).

Árið 1976 eimdi ennþá eftir af dreifingu urriðans um vatnið, eins og hún var sumarið 1973, þ.e. u.þ.b. sem miðlun hófst. Greinilegt er þó að fiskum fækkar í vesturhluta. Ennfremur er kunnur árangursríkur veiðidagur í ágúst 1975 í grunnu viki rétt norðan við Vatnsfellsskurð.

Í rannsóknunum 1973 kom í ljós að líkamlegt ástand urriðans var mun betra í vesturhluta Þórisvatns en í Austurbotnavatni. Ennfremur reyndist urriðinn í vesturhluta aðallega vera geldfiskur, en kynþroska í Austurbotnavatni, sem bendir eindregið til hrygningarstöðva þar. Fiska-fæð við Þórisós, sem fljótt á lítið virtist geta komið til greina sem hrygningarstöðvar, styrkir einnig þá niðurstöðu.

Af lengdarvaxtarlínuriti sem Jón Kristjánsson (1974) hefur gert, má ráða að vöxtur urriðans í Þórisvatni var svipaður um allt vatn, fram til 5-7 ára aldurs, og svipaður og í Stóra Fossvatni (Veiðivötnum). Eftir 5-7 ára aldur virðist hægja á vextinum í vesturhluta vatnsins, miðað við Austurbotnavatn. Það mætti skýra með því að stærstu fiskarnir af þeim eldri hafi leitað inn í Austurbotnavatn. Hinsvegar gæti einnig komið til greina, að vaxtarskilyrði fyrir stærri fisk hafi verið betri í Austurbotnavatni en annarsstaðar í vatninu. Sú skýring er þó ekki líkleg, þar sem fæðuskilyrði virtust jafnvel betri í vesturhluta á rannsóknartíma, byggt á magafylli urriðanna.

Frá því að Köldukvíslarveita og miðlun voru í alvöru tekin í notkun 1973 til 1976 hafði urriða í vesturhluta vatnsins fækkað í 1/4 - 1/3 af því sem hann var 1973. (Jón Kristjánsson 1976 og Marianna Alexandersdóttir 1976) Hin mikla fækkun á þessu tímabili stafar e.t.v. af því að fiskurinn hefur leitað undan grugguninni, vegna þess að hann er háður sjóninni við fæðuöflun.

Helstu breytingar, sem vænta má að fylgi í kjölfar vatnsborðsbreytinga, sem leiða af miðlun vatnsins, eru þær að strandfánan verður fyrir verulegum skakkaföllum. Engar rannsóknir liggja fyrir á þessum þætti hér, en áhrifin eru alkunn úr rannsóknum frá Skandinavíu, þar sem hliðstæðar ráðstafanir hafa verið gerðar. Flest dýr strandarinnar þola ekki svo róttæka röskun á búsvæðum sínum, þannig að flestir stofnar strandsvæðanna hrynja (sjá t.d. Grimås 1961). Ástæðan er sú að beltið næst vatnsborði er þurrkað upp hluta ársins, og hluta ársins liggur ís yfir því. Vegna vatnsborðssveiflunnar myndast rofbelti, þar sem áður var tiltölulega stöðugt búsvæði, og neðan þess myndast jafnframt setbelti. Þó að víðast hvar sé ekki mikið af lausum jarölögum til að rjúfa í Þórisvatni, er reyndin samt sú að mikill sandburður er meðfram stórum hluta strandarinnar, þegar hvekkir.

Rannsóknir á fæðu urriðans annarsvegar 1973 og hinsvegar 1976, benda til mikilla breytinga í svipaða átt og lýst var hér að framan. Sumarið 1973 voru rykmýslirfur (*Chironomidae*) og smáar vatnasamlokur (*Pisidium*) helsta fæða urriðans, en á sama tíma 1976 voru tvær sviftegundir ríkjandi í fæðu hans.

Önnur breyting sem líklega má rekja til vatnsborðssveiflunnar er að hrygningin hjá urriðanum virðist hafa misfarist. Líklegt er að urriðinn hafi aðallega hrygnt á grunnu vatni í lindasvæðinu í Austurbotnavatni.

Óvísá er meira rof úr bökkum vatnsins en einmitt á lindasvæðunum, og þar hafa orðið miklar breytingar frá ári til árs af þeim sökum. Líklegt er að sandur hafi lagst yfir, þar sem lindirnar hafa fyrrum verið búnar að mynda malarbotn, sem hentaði vel til hrygningar. Ennfremur má búast við að stór hluti af mögulegum hrygningarblettum lendi undir ís, þegar lækkar í vatninu yfir veturinn.

4 BREYTINGAR Á YTRI UMHVERFISÞÁTTUM

Á rofið og þær breytingar sem af því hafa hlotist fyrir botndýralífið, einkum strandfánuna, hef ég þegar dregið í fyrri kafla. Aðrar helstu breytingar sem orðið hafa eiga rætur að rekja til jökulaursins úr Köldukvísl.

4.1 Gruggun af völdum jökulaurs (svifaurs)

Magn svifaurs í Þórisvatni er háð framburði Köldukvíslar, og því hve stóran hluta Köldukvíslarveita á í vatnsbúskap Þórisvatns í samanburði við lindirnar, sem eru einkum í Austurbotnum. Ennfremur útbreiðslu svifaursins, þ.e. framrás hans í Austurbotnum. Ríkjandi vindáttir og -styrkur hafa hér einnig mikil áhrif.

Rýni, þ.e. það dýpi sem hvít skífa hverfur sjónum manns á, er talin ágætur mælikvarði á gruggun vatns. Í töflu 1 eru birtar niðurstöður um rýni í Þórisvatni frá 1974-1979.

Í Grasetangadýpi í vesturhluta hefur rýnið verið á bilinu 0,4 til 0,7 m, nema í júní/júlí 1979, að það var 1,0 m.

TAFLA 1

Rýnið (m) í Þórisvatni og Austurbotni á árunum 1974 - 1979

Ár mán.	1974	1976		1978		1979	
	sept.	júlí	ág./sept.	júní/júlí/ág./sept.	júní/júlí/ág./sept.	júní/júlí	ág./okt.
Grasetangadýpi	0,5	0,6	0,7	0,4	0,5	1,0	1,5
Austurbotn	1,05	0,8	1,2		1,5		1,8
Austurbotnavatn	tært	2,0	1,35		5,5		6,8 3,3

Sumarmánuðina 1974 og 1976 var rýnið 1,8-1,2 m í Austurbotni, 1,5 m í ágúst 1978, og 1,8 í ágúst 1979.

Rýnið í Austurbotnavatni er háð hæð í vatninu og veðrum. Í SV áttum og þegar ósinn til Austurbotns er orðinn breiður getur orðið veruleg blöndun. Þegar byrjar að flæða yfir eiðið getur Austurbotnavatn gruggast allt að því til jafns við Austurbotn, eins og t.d. í ágúst/sept. 1976 í hörðu SV-veðri.

Samkvæmt reynslu er rýnið talið beinn mælikvarði á þykkt ljóstillífunarlagsins, sem er það lag þar sem ljóstillífunin er jákvæð, þ.e. gerir meira en að jafngilda öndun og hrörnun. Sú þumalregla er gjarnan notuð að dýpi þessa lags samsvari því dýpi sem 1% af yfirborðsljósinu nær ($T_{1\%}$). Rannsókn á samsvörun rýnis og $T_{1\%}$ leiddi í ljós að sambandi þessara mælikvarða væri öðruvísi varið í jökulvötnum en í venjulegum vötnum (Hákon Aðalsteinsson 1981, mynd 9). Fyrir jökulaurblandin vötn eins og Þórisvatn og Hvítárvatn fékkst sú niðurstaða, að nálgast mætti þykkt ljóstillífunarlagsins með því að margfalda rýnið með u.þ.b. 6. Í venjulegum vötnum er ljóstillífunarlagið hinsvegar oftast niður á dýpi sem samsvarar 2,3 - 2,7 sinnum rýnið. Eftir því sem jökulaurinn minnkar nálgast þessi viðmiðun það sem gengur og gerist í venjulegum vötnum, og reyndist vera u.þ.b. 4,5 fyrir Langasjó, sem mætti hafa til viðmiðunar fyrir Austurbotnavatn, þegar innblöndun jökulaurs er lítil.

4.2 Áhrif gruggunar á framleiðni

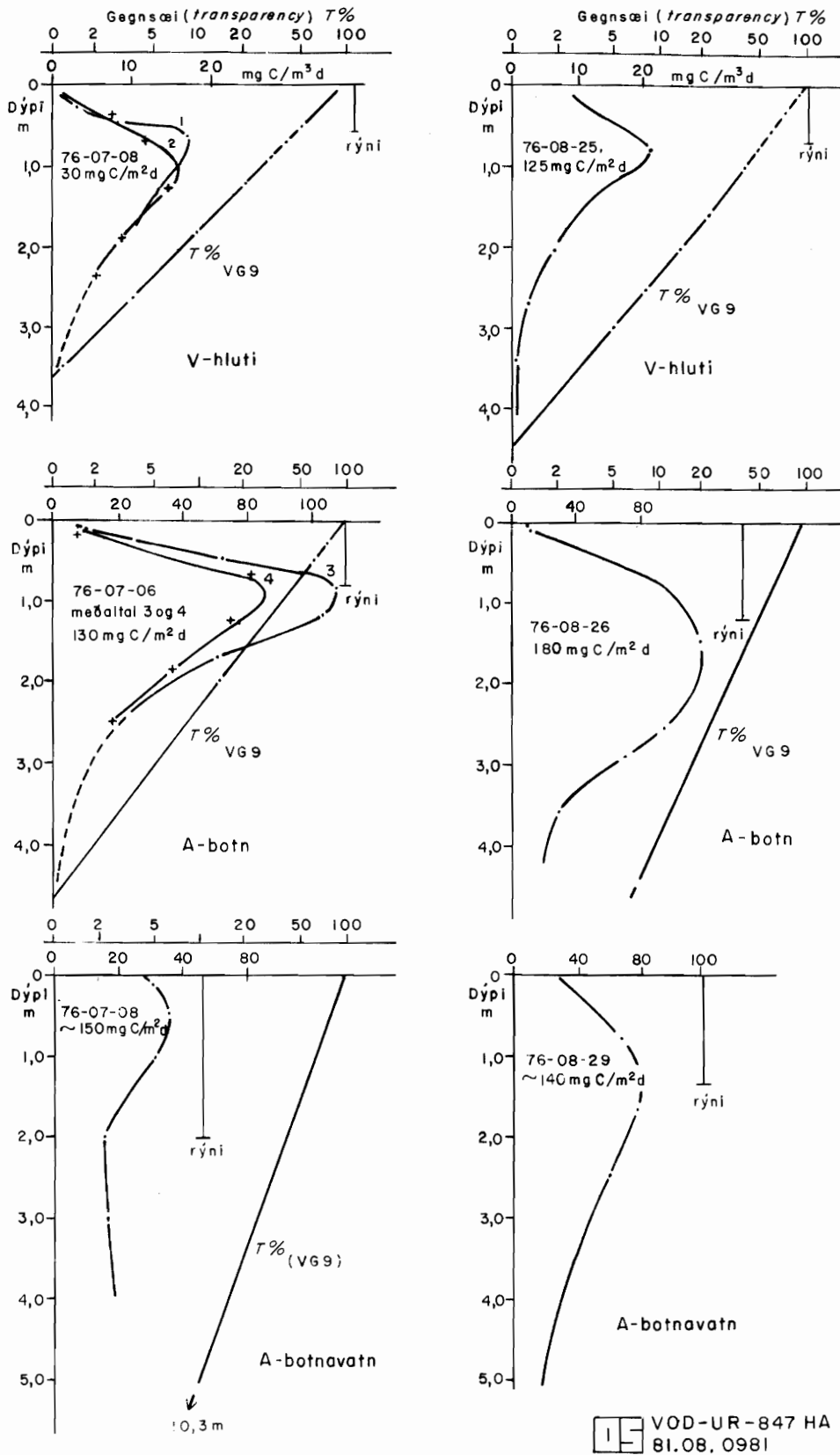
Í skýrslu um Þórisvatn (Hákon Aðalsteinsson 1976 b) voru birtar mælingar á gegnsæi og framleiðni frá sumrinu 1976, og sýnd samsvörun milli dýptardreifingar frumframleiðslunnar og gegnsæisins (mynd 2). Þar kemur fram að við ríkjandi gegnsæi eins og það var þá bæði í vesturhluta og í Austurbotni fjaraði ljósið og framleiðnin út á 3-4 m dýpi, en í Austurbotnavatni var framleiðni enn veruleg á allt að 5 m dýpi.

Framleiðnimælingar voru endurteknar sumarið 1979, en það sumar rann tiltölulega lítið inn í vatnið úr Köldukvíslarveitu, og rýnið var frá 1,0 til 1,5 m í vesturhluta, en Austurbotnavatn var lengst af næsta tært. Þar var rýnið 6,8 m í ágúst, en hafði farið niður í 3,3 m í október.

Vart þarf að búast við að gegnsæið í vatninu verði nokkurn tíma meira en það var 1979 á meðan vatnið verður notað sem miðlunarlón. Það ár náðu bæði ljósið og framleiðnin heldur lengra niður en 1976. Ekki tókst að ná nema einni ljósmælingu 1976, og þá í október. Eitt prósent mörkin ($T_{1\%}$) fyrir ljósið í vesturhluta mældust á rúmlega 7 m dýpi og voru um 4,7 sinnum rýnið (1,5 m). Fyrr um sumarið (rýni: 1,0-1,2 m) virtist framleiðni ná niður á u.þ.b. 6 m dýpi (myndir 3 og 4), sem kemur heim og saman við samband rýnis og gegnsæis ($T_{1\%}$) við magn svif-
aurs eins og það gerist oftast í Þórisvatni.

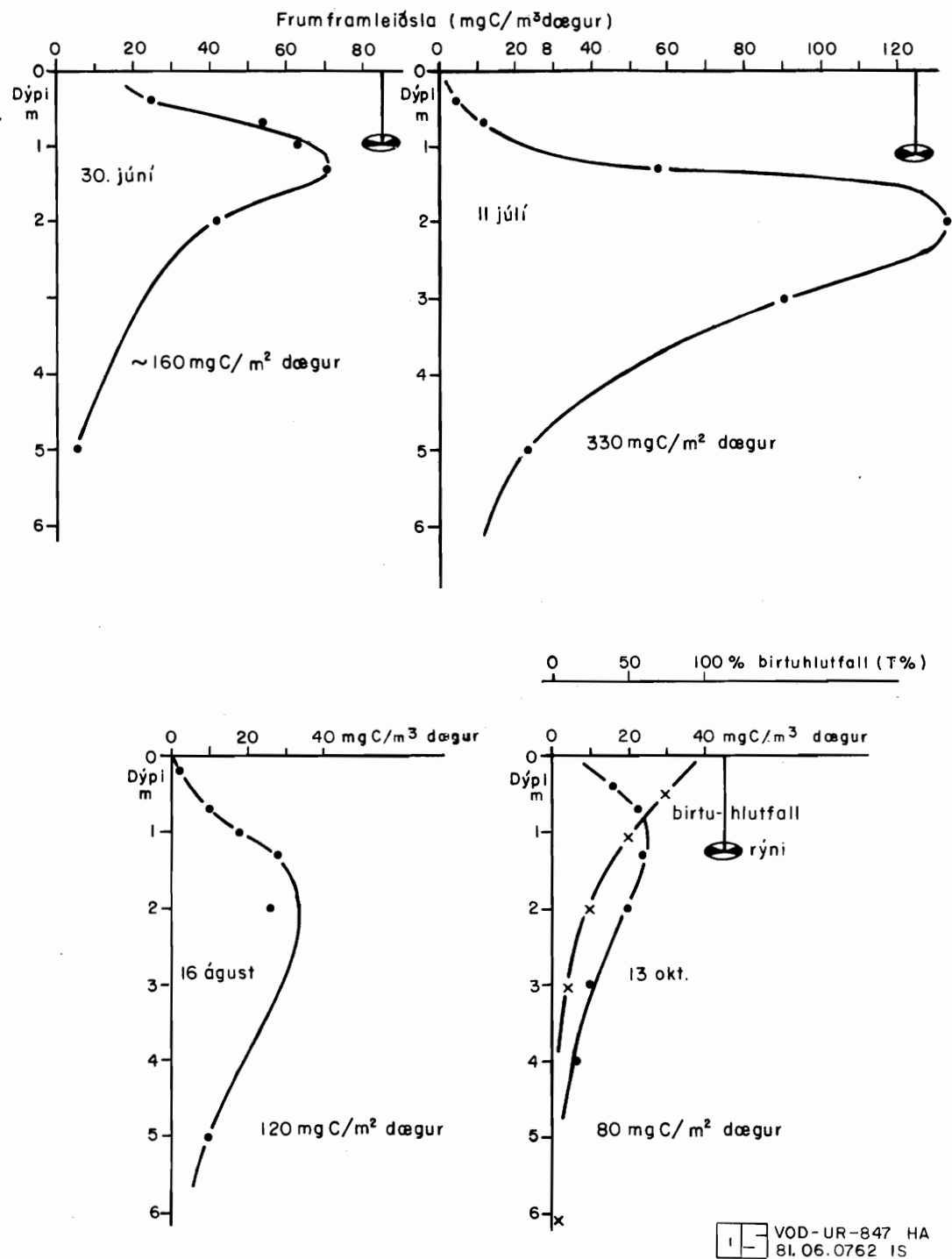
Nú stendur fyrir dyrum að bæta við innrennslið í Þórisvatn, með veitu úr austurkvíslum Þjórsár og síðar einnig úr Þjórsá. Janframt er áætlað að auka 3/4 við miðlunina. Það mun væntanlega hafa í för með sér þær almennu breytingar á vatninu, að magn svifaus eykst og þess mun gæta mun oftast og meira í Austurbotni og Austurbotnavatni heldur en nú er. E.t.v. má fá hugmynd um það hvernig ástandið verður þá, með því að skyggjast um í Krókslóni. Þar var tekin ein framleiðnimæling í ágúst 1979. Rýnið var 0,3 m, og með skírskotun til sambands rýnis og gegnsæis ($T_{1\%}$) við svo lágt rýni, má búast við að $T_{1\%}$ sé um 3,5 sinnum rýnið, þ.e. á rösklega 1 m dýpi (Hákon Aðalsteinsson 1981). Enda sýnir framleiðnimælingin að framleiðnin er að fjara út á um 1 m dýpi (mynd 5).

Sumarið 1979 var óvenjulítill svifaur í Þórisvatni, eins og fyrr segir. Það kom því nokkuð á óvart, að ekki skyldi vera meiri framleiðni í vatninu þá en sumarið 1976 þegar svifaurinn var með meira móti. Skýring-
una virtist m.a. vera að finna í næringarefnabúskapi vatnsins.



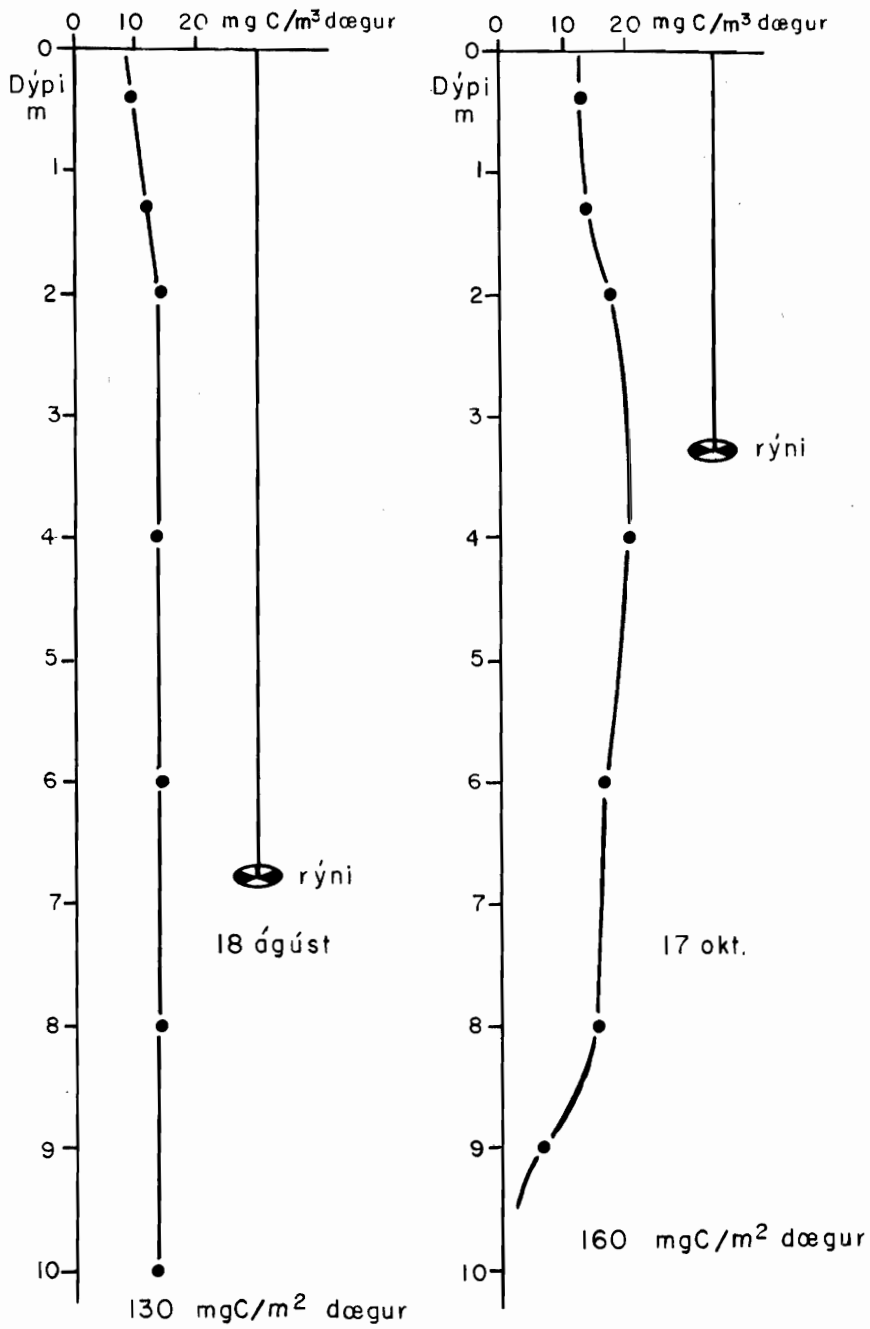
MYND 2

Frumframleiðsla (mg C/m^2 dagur) og gegnsæi í Þórisvatni í júlí og ágúst 1976 (sjá Hákon Aðalsteinsson 1976 b).



MYND 3

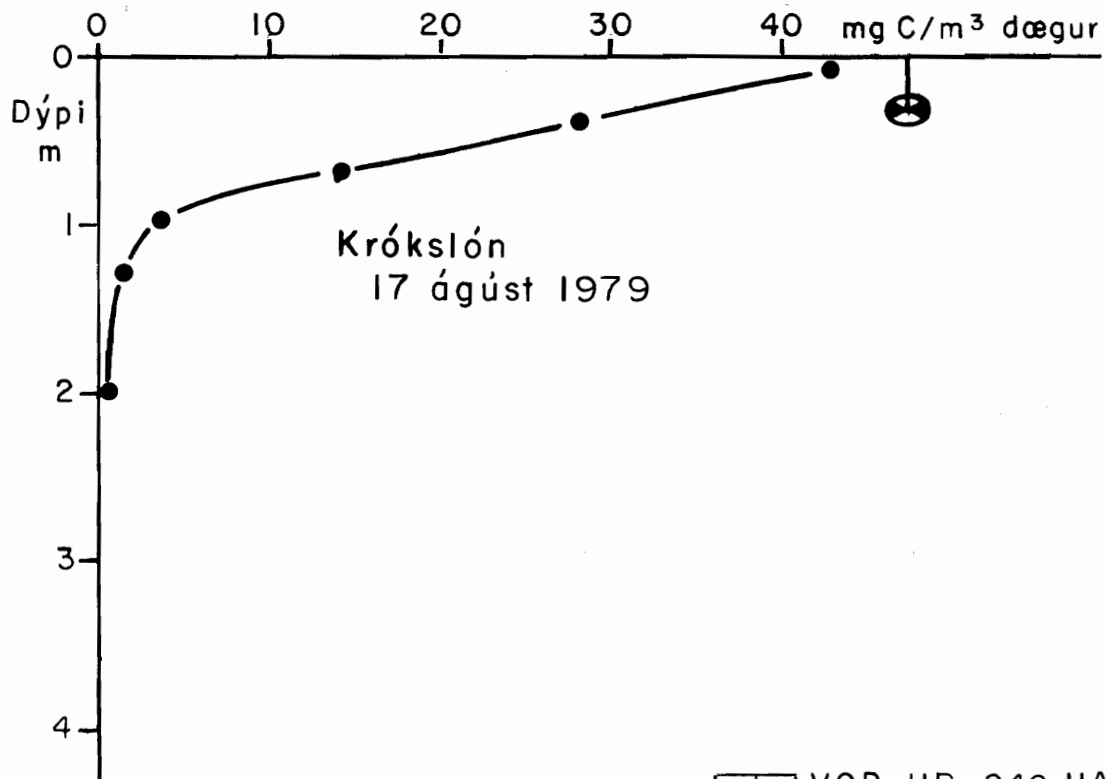
Frumframleiðsla við Vatnsfell - Grasatanga í Þórisvatni sumarið 1979, og gegnsæi (T %), mælt með birtuhlutfallsmæli í október 1979.



VOD-UR-847 HA
81.06.0763 IS

MYND 4

Frumframleiðsla í Austurbotnavatni í ágúst og október 1979.



VOD-UR-840 HA
81.06.0764 IS

MYND 5

Frumframleiðsla í Krókslóni í ágúst 1979.

5 PLÖNTUSVIF OG UMHVERFISÞÆTTIR Í ÞÓRISVATNI

Sumarið 1979 voru gerðar margháttaðar mælingar í Þórisvatni, bæði á plöntusvifi og ýmsum umhverfisþáttum, niður á allt að 60-90 m dýpi í vesturhluta.

Fyrir plöntusvif var, auk frumframleiðslu, mælt magn blaðgrænu (chlorophyll a), sem er mælikvarði á magn þörunga. Auk þess var mælt hitastig, sýrustig og alkalítala (A'), sem mælir uppleyst kolefni. Ríkjandi sýrustig bendir til að kolefni sé yfirgnæfandi á forminu bikarbónat HCO_3^- . Þá voru einnig mæld helstu næringarsölt, nítrat $\text{NO}_3^- - \text{N}$, silikat SiO_2 og fosfat $\text{PO}_4 - \text{P}$. Næringarsöltin voru mæld á Hafrannsóknarstofnun, með aðferðum sem m.a. var lýst af Jóni Ólafssyni 1979.

Köfnunarefni (nitur) og fosfór eru þau einstök efni nauðsynleg þörungum, sem oftast eru takmarkandi fyrir vöxt þeirra.

5.1 Hitastig

Í skýrslu um rannsóknir í Þórisvatni 1976 (Hákon Aðalsteinsson 1976 b) voru birtar niðurstöður hitamælinga í Þórisvatni frá 1970-1971, sem sýna vel árstíðabundnar sveiflur hitastigs vatnsins í einstökum hlutum þess.

Þá fór hitastigið í vesturhluta í rösklega 6°C í ágúst/september. Enga hitalagskiptingu var hægt að merkja í vatninu, þó að einstaka sinnum hafi mælst örlítið herra hitastig í yfirborði en neðar í vatnsbolnum, enda er sjaldgæft að hitalagskipti myndist fyrr en hitinn er kominn í meira en $7-8^\circ\text{C}$.

Í Austurbotnavatni komst hitinn hæst í um 11°C í ágúst, og var hitastigið nánast jafnt frá yfirbroði til botns.

Sumarið 1979 var fremur kalt, og mældist hitastigið mest 6°C í yfirborði vesturhluta í ágúst, og $5,4^\circ\text{C}$ á 90 m dýpi. 30. júní var hitastigið í

yfirborði vesturhluta aðeins um 2,4°C, og 2,9°C 11. júlí, 6°C 16. ágúst, og var það komið niður í 3,6°C 13. okt. (mynd 6). Þetta er yfirleitt heldur lægra en mældist bæði 1971 og 1976 mestu munar vor og haust, eða um 1°C. Á árunum milli 1974 og 1979 hefur hitastig í yfirborði vesturhluta mælst mest 7,5°C, 22. ágúst 1978.

Allar hitamælingar sem hafa verið gerðar í Þórisvatni frá yfirborði til botns benda til fullkominnar blöndunar vatnsmassans og endurspeglast það í dreifingu mæligilda annarra umhverfispáttanna eftir dýpi.

5.2 Sýrustig og alkalítala

Bæði sýrustig og alkalítala taka litlum breytingum hvort sem miðað er við dýpi eða tíma. Sýrustigið er á bilinu 7,4-7,7, hæst 7,7 í júlí og 7,6 í ágúst.

Alkalítalan er um 0,74 meql/l allt sumarið, sem svarar til 8,9 mg/l af kolefni og 45 mg HCO₃⁻.

TAFLA 2

Niðurstöður mælinga á ýmsum umhverfispáttum í Þórisvatni og Krókslóni sumarið 1979 (Niðurstöður úr vesturhluta Þórisvatns eru einnig sýndar á mynd 6).

Dýpi	hitastig °C				pH				A' (meql/l)				NO ₃ -N (µg/l)				PO ₄ -P (µg/l)				mg/l svifaurs		
	30/6	11/7	16/8	13/10	30/6	11/7	16/8	13/10	30/6	11/7	16/8	13/10	30/6	11/7	16/8	13/10	30/6	11/7	16/8	13/10	2/7	15/8	
Þórisvatn																							
v-hluti	1m	2,6	3,0	6,0	3,6	7,6	7,7	7,7	7,4	0,76	0,75	0,70	0,74	14,0	15,4	0	2,8	29,4	39,7	24,8	3,9	4,4	
	5m		2,9	6,0	3,6	7,6	7,7	7,7		0,76	0,74	0,70		14,0		2,8	0	30,4		21,7	3,6	4,5	
	10m	2,2	2,9	5,9		7,6	7,7		7,45	0,76	0,73		0,74	15,4	16,8	0	0	28,5	39,1	21,7	3,8	4,8	
	20m		2,9				7,7				0,69												
	30m			5,6					7,45				0,75	14,0	16,8	0	0	27,6	40,6	21,7	3,8	4,2	
	60m			5,4					7,45				0,73	15,4	16,8	0	0	30,7	39,1	21,7	3,7	4,9	
	75m													15,4									
	90m			5,4										14,0		0	0	27,6		21,7	8,4	5,3	
		12/7 17/8				12/7 17/8				12/7 17/8				17/8				17/8				12-13/7	
Krókslón	1m	8,8 9,2				7,6 7,5				0,55 0,50				11,2				34,1				34,8	
	10m													12,6				27,9					
		18/8 12/10				18/8				18/8				18/8				18/8					
Þórisv./	1m	9,0 1,6				7,9 7,6				1,23 1,17				5,6				37,2					
A-botnav.	12m	8,5 1,6				7,9 7,8				1,22 1,22				0				40,3					
Þórisv./	1m	7,5				7,5				0,90				4,2				24,8					
A-botn	20m	7,3				7,5				0,90				2,8				24,8					
		12/7 18/8 11/10				12/7 18/8 11/10				12/7 18/8 11/10				18/8 11/10				18/8 11/10					
A-botn-lind		4,6 4,2 4,4				8,4 8,3 8,6				1,22 1,26 1,27				4,2 3,5				43,4 47,4					

Í efstu 5 metrum vatnsbolsins, þ.e. í þeim hluta þar sem ljóstillífun á sér stað, hækkar alkalítalan lítillega yfir daginn, væntanlega fyrir áhrif ljóstillífunar. Sýrustigið tekur hinsvegar engum breytingum, nema í ágúst að sýrustigið mældist heldur lægra í yfirborðinu kl. 17.30, en það var kl. 13.00 þann 16. ágúst (mynd 6 og tafla 2).

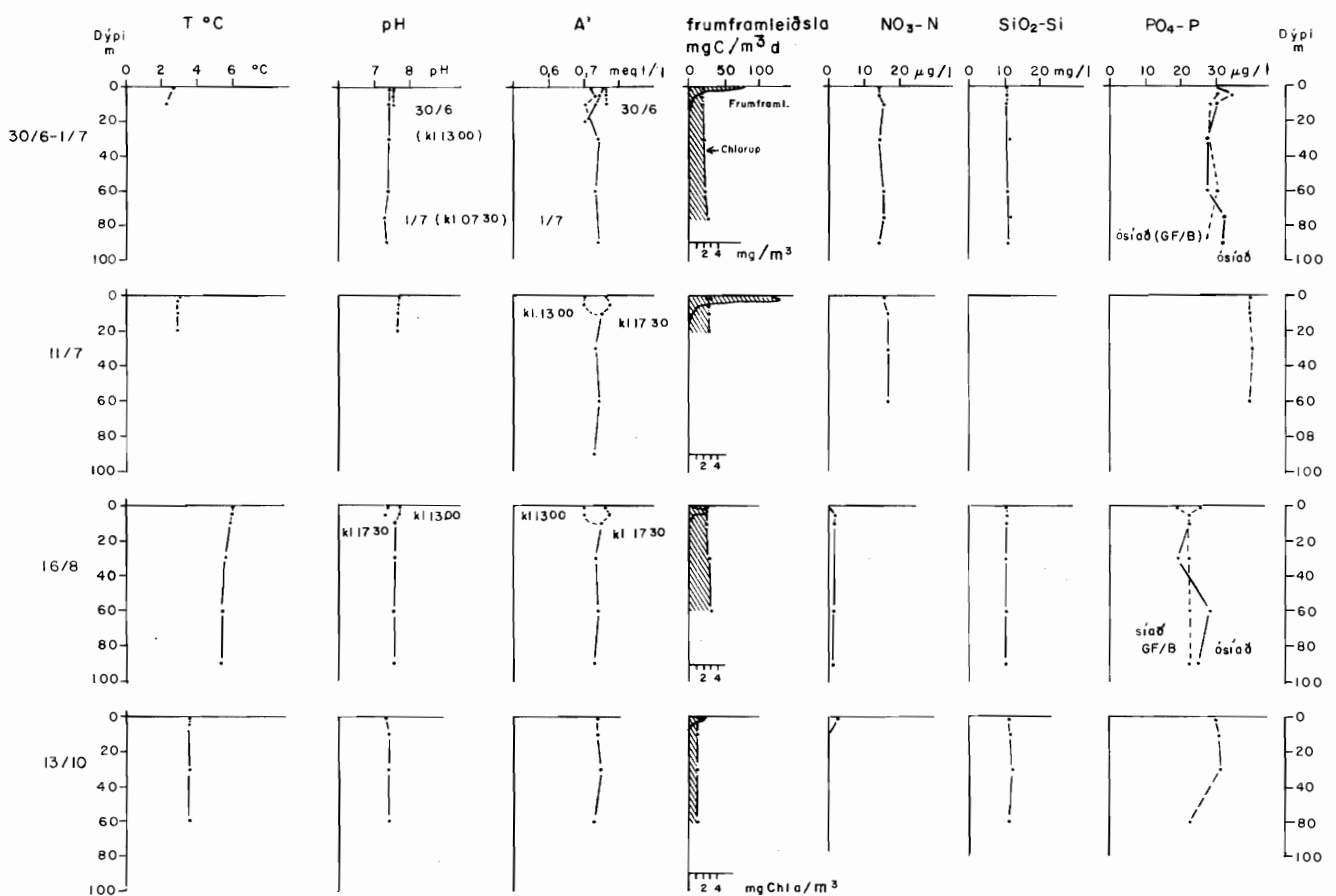
5.3 Plöntusvif

Magn plöntusvifs, áætlað með blaðgrænu (chlorophyll a) mælingum, fór vaxandi fram í júlí-ágúst, úr u.þ.b. 2 mg Chl a/m³ í júní í u.þ.b. 3 mg í ágúst. Magn blaðgrænu tók í heild litlum breytingum með dýpi, en jókst þó lítillega með dýpi bæði í júní og ágúst (mynd 6). Nokkur sýni voru einnig tekin af plöntusvifi og talin og ákvörðuð samsetning og magn. Í ágúst voru tekin sýni úr öllum aðalhlutum vatnsins, þar á meðal niður á 60 m dýpi í vesturhluta. Magn plöntusvifsins reyndist svipað niður á 30 m dýpi, en hafði hinsvegar, gagnstætt blaðgrænu, minnkað um helming niður á 60 m dýpi (mynd 7). Hluta af mismuninum mætti skýra með eðlilegri skekkju, vegna dreifingar, en fleira kemur til. Í talningu plöntusvifs eru eingöngu teknir ferskir "lifandi" þörungar, en blaðgrænumælingin tekur ekki tillit til ástands þörunganna. Í dauðum þörungum umbreytist Chlorophyll a fljótt í sk. pheophytin, sem að nokkru mælist sem chlorophyll a í ljósgleypnimæli, en tilraunir til að aðgreina þau mistókust, og líklega stafar mæld aukning á chlorophyll a með dýpi af truflun frá pheophytin í sökkvandi þörungum.

5.4 Framleiðnitakmarkandi þættir

Samkvæmt mælingu Vatnamælinga OS var meðaldýpi í Þórisvatni fyrir miðlun 41 m (Sigurjón Rist 1975), og augljóslega er meðaldýpið í vesturhluta Þórisvatns enn meira, sennilega nær 60 m. Framleiðsla plöntusvifs nær aðeins niður á u.þ.b. 3-6 m dýpi í vesturhluta (myndir 1-3), tiltölulega dýpra 1979 en 1976. Þrátt fyrir þennan mismun, sem er þó plöntusvifinu hagstæður, fer framleiðslan eingöngu fram allra efst í vatnsbolnum (sjá mynd 6). Þörungar sem finnast neðar eru annað hvort að sökkva, eða þá að þeim er haldið á svifi af straumum í vatninu. Þar sem

bæði hitastig og efnasambönd eru jafnt dreifð um vatnsbolinn, hitastigið a.m.k. niður á 100 m dýpi, er augljóslega um öra blöndun að ræða. Það er einnig augljóst að við þær aðstæður, sem hér er lýst eykst plöntusvifið ákaflega hægt, því að þörungarnir dreifast jafnóðum um vatnsbolinn, jafnt í ljóstillífunarlaginu sem neðan þess. Plöntusvifið nær hámarkslífþyngd einhvern tíma í júlí-ágúst, en fer síðan dvínandi. Á tímanum 11. júlí til 16. ágúst, þ.e. milli þess að ég tók sýni á tímabili hámarkslífþyngdar, minnkaði NO_3 í upplausn úr 15-16 μg l/l í ómælanlegt og hélst svo a.m.k. fram í október.



MYND 6

VOD-UR-847-HA
81.06.0769-IS

Niðurstöður mælinga á plöntusvifi og umhverfispáttum þess í vesturhluta Þórisvatns júlí - okt. 1979.

Niðurstaðan er því sú, að þrátt fyrir að svifaurinn dragi að því marki úr gegnsæi vatnsins sem lýst er í kafla 4.1 og valdi því að ljóstillífun á sér aðeins stað í efstu lögum vatnsbolsins (4,2), þá er ljósið ekki

fyrst og fremst takmarkandi fyrir frumframleiðslu vatnsins, heldur framboð á uppleystum nitursamböndum. Sennilegt má þó telja, að takmarkað ljós valdi því að lágmarkskröfur til nitursambanda séu hærri í jökulvötnum en ella (Rhee & Gotham 1979).

Bæði kísill og forfór eru alltaf í nægilegu magni í upplausn til að tryggja hámarks framleiðni. Kísill, $\text{SiO}_2\text{-Si}$, er stöðugur; um 11 mg/l fosfór, $\text{PO}_4\text{-P}$, er mest um 40 $\mu\text{g/l}$ í júlí og fer niður í um 20 $\mu\text{g/l}$ í ágúst um það bil sem plöntusvifið er í hámarki, en eykst síðan í um 30 $\mu\text{g/l}$ í október, eftir að $\text{NO}_3\text{-N}$ er farið að takmarka vöxt þörunga, og þar með nýtingu annarra næringarsalta (mynd 5 og tafla 2).

$\text{PO}_4\text{-P}$ var bæði mælt í síuðum og ósíuðum sýnum. Í síuðum sýnum kemur eingöngu fram uppleyst $\text{PO}_4\text{-P}$, en í ósíuðum sýnum var hugmyndin að fá fram $\text{PO}_4\text{-P}$, sem væri aðsogað eða bundið í svifaur, og væri mögulegur varaforði, ef uppleyst $\text{PO}_4\text{-P}$ gengi til þurrðar. Mælingarnar sýndu hins vegar að enginn marktækur munur var á síuðum og ósíuðum sýnum. Ennfremur kom í ljós í þessum rannsóknum að ævinlega var nóg framboð á fosfati, þannig að aldrei reyndi á hugsanlegan varaforða fosfats.

Mælingar í Tungnaá, sem gerðar voru á svipuðum tíma, sýndu hins vegar að talsvert magn $\text{PO}_4\text{-P}$ er bundið á einn eða annan hátt í jökulaurnum, eða allt að 10-40% af heildarfosfórnum sem mældist (Hákon Aðalsteinsson 1980). Frumathugun á bindingu fosfatsins gaf til kynna, að a) binding væri mismunandi eftir kornastærð og b) að meirihlutinn (90%) væri bundinn í feldspatkrystalnum apatíti, og því ekki aðgengilegur nema að undan-genginni hægfara útleysingu.

Nitur og fosfór eru notuð í hlutfallinu 7:1 til uppbyggingar þörunganna. Fosfór hefur jarðbundna hringrás, og til lengri tíma litið er jafnvægi á milli útleysingar úr jarð- og setlögum og þess að fosfór binst í jarðvegi og seti og tapast hringrásinni um tíma (á jarðsögulegan mælikvarða).

Nituhringrásinni er miklu fremur lýst sem yfirborðshringrás í frumgerð sinni, og útleysing úr jarðlögum hefur þar litla þýðingu. Mikið nitur framboð er því oftast tengt gróðurlöndum og ekki hvað síst ræktun.

Þessi mismunur kemur greinilega fram í magni og hlutfalli þessara efna í Tungnaáröræfum. Í Þórisvatni var hlutfall N og P 1:2 í júní, en u.þ.b. 1:1 í lindunum í Austurbotnavatni (tafla 2). Hlutfallið var 1:4 í lind við Hófsvað og í Tungnaá við Hófsvað um 1:2-2,5 (Hákon Aðalsteins-son 1980), og svipað í Krókslóni (tafla 2). Ef þetta hlutfall er borið saman við hlutfall N og P í uppbyggingu lífmassans, 7:1, virðist ljóst að á þessum slóðum þyrfti að tífalda magn nítursambanda til að fosfór fari að verða takmarkandi.

Til samanburðar mætti taka Mývatn, sem hefur um margt svipaðar aðrennslis- aðstæður, og þar sem einnig eru til mælingar á þessum frumþáttum. N og P berast vatninu í hlutfallinu 1:1 (svipað og í lindum við Þórisvatn), og þyrfti N þar að 7-faldast til að P nýtist upp. Það er einmitt það sem gerist, því í Mývatni eru vaxtarskilyrði (sennilega hitastig) heppi- leg fyrir blágrænupörunga og sennilega einnig ýmsa gerla, sem nema nítur úr loftinu, og breyta því í sambönd sem þeir geta nýtt ($N_2 \rightarrow NH_3 \rightarrow NH_2$), og í Mývatni reyndist fosfórin verða takmarkandi (Jón Ólafsson 1979 og Pétur M. Jónasson og Hákon Aðalsteinsson 1979).

5.5 Frumframleiðsla 1979

Línurit sem sýna samband framleiðni og dýpis og áhrif gegnsæis þar á eru birt á myndum 3 og 4.

Í vesturhluta mældist framleiðslan hæst fyrri hluta sumars, 160 mg C/m²d 30. júní og 330 mg C/m²d 14. júlí, en fór lækkandi til haustsins og var komin í 80 mg C/m²d í október.

Í Austurbotnavatni mældist framleiðslan 130 mg C/m²d í ágúst en 160 mg C/m²d í október. Þar var framleiðslan nálægt hámarki alla leið niður á botn á rúmlega 10 m dýpi, en í vesturhluta var hámarkið á u.þ.b. 2 m dýpi og hafði að mestu fjarað út á um 6 m dýpi.

Framleiðslan var mjög svipuð miðað við flatareiningu á báðum stöðunum, en hámarksframleiðslan, þ.e. framleiðsla á besta dýpi (a opt) var mun meiri í vesturhluta en í Austurbotnavatni.

Ef borin eru saman árin 1976 og 1979 virðist sem minna gegnsæi 1976 en 1979 hafi valdið hægari þróun frumframleiðslunnar það ár en 1979, eða aðeins um $30 \text{ mg C/m}^2\text{d}$ 8. júlí 1976 á móti 160 mg 30 júní og 330 mg 11. júlí 1979.

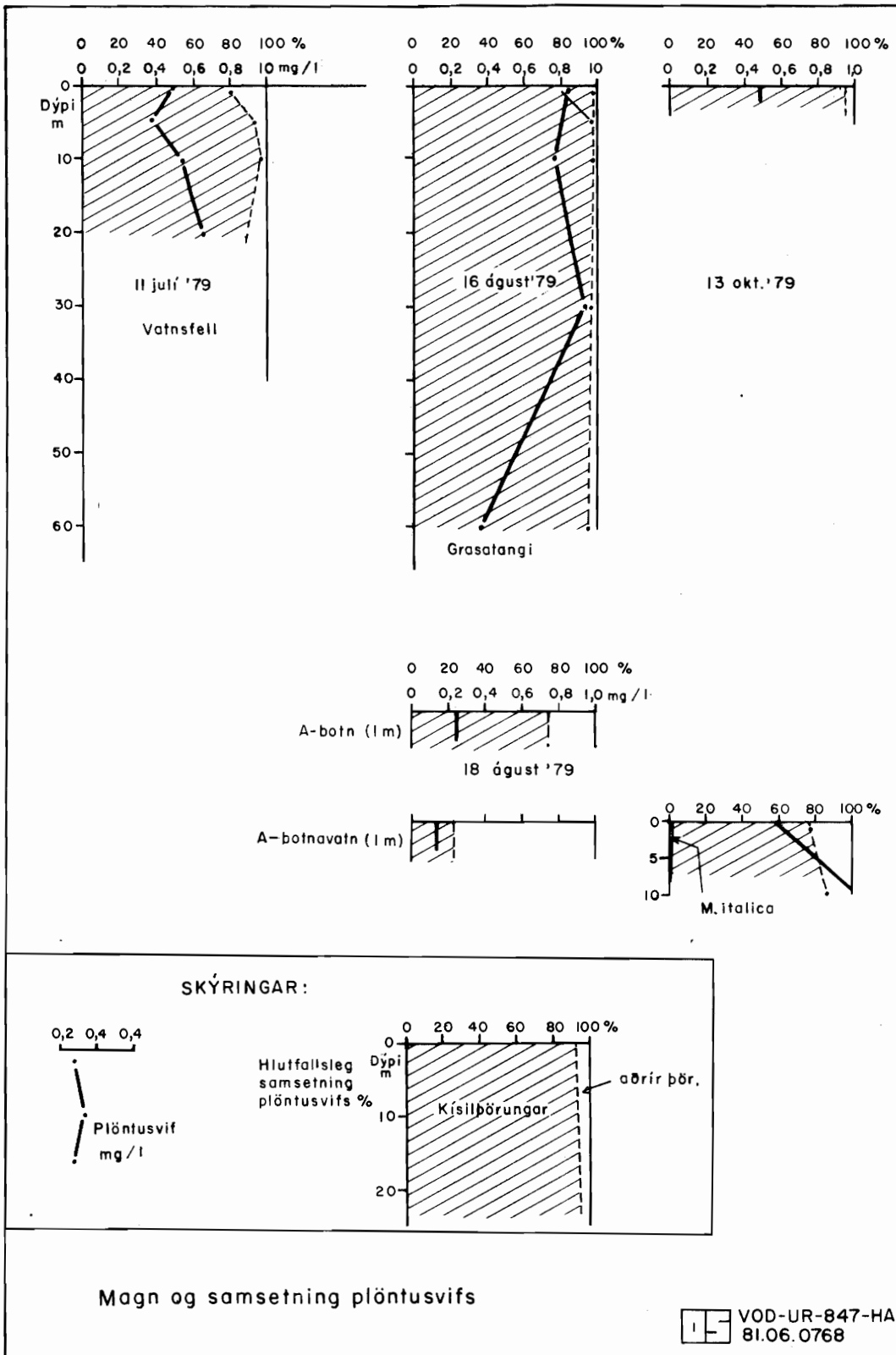
Miklu minna gegnsæi í Austurbotnavatni 1976 en 1979 kom fram í línuritum, sem meira líkjast línuritum úr vesturhluta en Austurbotnavatni, eins og þau voru 1979.

5.6 Samsetning plöntusvifsins 1979

Samsetning plöntusvifsins var mjög ólík í hinum mismunandi hlutum vatnsins. Í vesturhluta Þórisvatns voru kísilþörungur frá 90-98% af plöntusvifinu (mynd 7), nær eingöngu tvær tegundir; *Melosira islandica* og *M. italica*. Af öðrum þörungum en kísilþörungum voru dulþörungur (Cryptophyceae) algengastir. Í Austurbotni voru kísilþörungur 75% af plöntusvifinu (mynd 7) og sömuleiðis langmest af *Melosira* spp. Hinsvegar var hlutfall *Melosira*-tegundanna nokkuð ólíkt í vesturhluta og Austurbotni. Þann 16. ágúst var *M. islandica* 83-97% af þeim í vesturhluta, en aðeins 41% í Austurbotni. Þar var *M. italica* hinsvegar 59% af *Melosira* tegundunum (mynd 8). Í Austurbotnavatni var samsetning svifsins miklu meiri breytingum undirorpin en í hinum hlutum vatnsins. Þann 18. ágúst var tiltölulega lítið plöntusvif og voru þá gullþörungur, ýmsar tegundir, ríkjandi, 51% af magni. Dulþörungur og Kísilþörungur komu næst með um 20% hvor. Þar var um að ræða smærri tegundir en í hinum flóunum, og einungis mjög lítið af *Melosira*-tegundunum, engar *Melosira islandica*, en lítið eitt af *M. italica*, (mynd 7), sem er mun minni.

Mjög róttækar breytingar í Austurbotnavatni frá ágúst til október, en á þeim tíma hafði hækkað mikið í vatninu og farið var að gæta innblöndunar úr vesturhluta um Austurbotn í Austurbotnavatni. Magn þörungur hafði 5-faldast, mest Kísilþörungur (mynd 7).

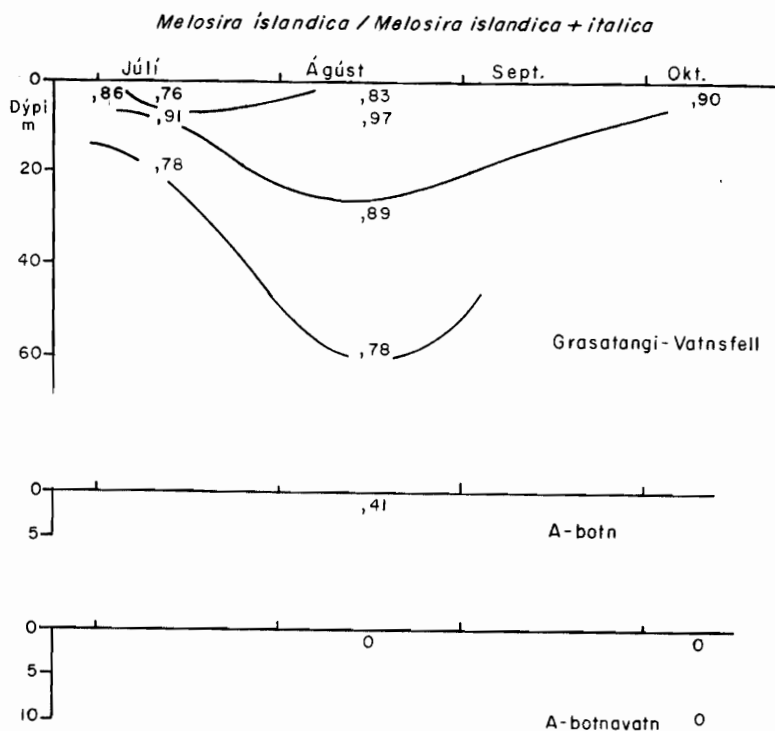
Helmingi meira magn þörungur var á 10 m dýpi, sem er nærri botni, en við yfirborðið í Austurbotnavatni, enda er frumframleiðsla þar enn mikil á 8 m dýpi.



MYND 7

Magn og samsetning plöntusvifsins í Þórisvatni 1979.

VOD-UR-847-HA
81.06.0767. IS



MYND 8

Hlutfall *Melosira islandica* af *Melosira* tegundunum í mismunandi hlutum Þórisvatns 1979.

Í stuttu máli var helsti munurinn á plöntusvifi innan Þórisvatns sá, að stórir kísilþörungar, langmest *Melosira islandica*, voru ríkjandi í vesturhluta, þar sem mest gætir áhrifa frá jökulaur.

Í Austurbotni varð minni *Melosira* tegundin meira áberandi, og í Austurbotnavatni réktu enn aðrar tegundir, þ.e. gullþörungar, framan af, en kísilþörungar um haustið, langmest fannst af *Asterionella formosa*, og auk hennar botnlæg tegund, *Fragillaria construens* á 10 m dýpi. Meðal annarra tegunda var sá munur helstur, að hlutdeild gullþörungna jókst eftir því sem nær dró Austurbotnum, og að nokkru var sama upp á teningnum hvað varðaði dulþörungna, ekki svo mjög í magni, heldur voru smávaxnari tegundir, *Rhodomonas* sp og *Katablepharis* sp í Austurbotnum, en stærri tegund *Cryptomonas* sp í vesturhluta.

Þar sem Þórisvatn er gífurlega stórt frá sjónarhóli eins athuganda, er ekki hlaupið að því að kanna dreifinguna í öllu vatninu, heldur hef ég reynt að halda mig við fastar stöðvar. Vegna erfiðs "sjólags" í vesturhluta voru sýni tekin og mælingar stundum gerðar í vari af Vatnsfelli, þó ég hafi reynt að halda mig við stöð í Grasetangadjúpi þegar gaf á vatnið. Í töflu 6 er samanburður á sýnum frá Vatnsfelli og Grasetanga, og reyndist munurinn á þeim á hðildina litið innan eðlilegra marka. Dulþörungar voru þó algengari við Vatnsfell en Grasetanga. Þrátt fyrir það ættu mælingar á þessum stöðvum að vera nægilega sambærilegar.

5.7 Framvinda plöntusvifs 1974-1979

Fylgst hefur verið með plöntusvifi af og til síðan 1974. Á jökul-korgaða hlutanum eru kísilþörungar (*M. islandica*) yfirgnæfandi, en bæði dulþörungar (Cryptophyceae) og gullþörungar (Chrysophyceae) mega sín yfirleitt meira í tærari hlutum vatnsins. Í skýrslu frá 1976 var rætt um að svipuþörungar á borð við dulþörungum ættu auðveldar uppdráttar en ýmsir aðrir, t.d. kísilþörungar, vegna hreyfanleika síns. Hreyfanleikinn átti að koma að notum til að halda þeim nær yfirborði í staðinn að vera á sífelldum þeytingi undan veðrum og straumum um meira eða minna myrkan vatnsbolinn. Rannsóknir á dýptardreifingu plöntusvifsins styðja þó ekki þessa hugmynd, en hafa bent til fullkominnar blöndunar, þ.e. að straumar af völdum vinda blandi vatnsmassanum og þörungunum (sjá mynd 6 og töflur 3-8). Af því ber þó að gæta að hinir smáu gullþörungar og dulþörungar eru líklega eftirsóttasta fæða dýrasvifsins, en það heldur sig mest í efstu 10 metrunum. Ef beit væri ekki til að dreifa mætti því búast við að áður nefndir þörungar væru algengari efst í vatnsbolnum en raun ber vitni. Svipuþörungarnir reyndust hins vegar setja meiri svip á tærari hluta vatnsins og enn fremur má ætla, samanber rannsóknir 1979, að dulþörungar séu í blóma á vorin, þ.e. áður en Köldukvíslarveitun fer að gæta að marki.

Samsetning plöntusvifsins og framvinda þess, að svo miklu leyti sem þessi fátæklegu gögn leyfa ályktanir þar um, virðist nokkuð svipuð frá ári til árs, og einkennast almennt af vaxandi hlutdeild kísilþörungum fram á haust (sjá töflur 3 og 4).

TAFLA 3

Magn og samsetning plöntusvifs í Þórisvatni v/Grasatanga í yfirborði
1. júlí 1979.

Flokkar þörungar	fjöldi / l		
	nos / l	mg / l	%
Blágrænu þörungar Cyanophyta	-		
Grænþörungar Chlorophyta	30.000	0,003	
Cryptophyceae	116.000	0,042	6
Dinophyceae	-		
Gullþörungar Chrysophyceae	1.200.000	0,027	4
Kísilþörungar Diatomeae	580.000	0,646	90
		0,718	

TAFLA 4

Magn og samsetning plöntusvifs í Þórisvatni v/Grasatanga í yfirborði
12. okt. 1979

Flokkar þörungar	fjöldi / l		
	nos / l	mg / l	%
Blágrænuþörungar Cyanophyta	-		
Grænþörungar Chlorophyta	-		
Cryptophyceae	90.000	0,011	2
Dinophyceae	2.000	0,002	
Gullþörungar Chrysophyceae	360.000	0,008	2
Kísilþörungar Diatomeae	760.000	0,470	96
		0,491	

Veigamiklar undantekningar eru þó í Austurbotnavatni, þar sem hlutfallið milli gullþörungar, kísilþörungar og dulþörungar hefur verið mjög breytilegt. Hér gildir að vísu hið almenna fyrir vatnið að kísilþörungum fjölgará haustin, annað hvort beinlínis árstíðabundið, eða fyrir áhrif jökulaurs, nema hvorttveggja sé. Hlutdeild gullþörungar var óvenju mikil sumrin 1977 og 1979 og í júlí 1977 voru kísilþörungar minna en 0,5% af plöntusvifinu. Því miður eru ekki til sýni frá júlí 1979, en um miðjan ágúst voru kísilþörungar aðeins um 20% af plöntusvifinu.

Í september 1974 var *Stephanodiscus* sp ríkjandi í Austurbotnavatni og næstráðendur *M. italica* og *Asterionella formosa*. September 1976 var um margt óvenjulegur í Austurbotnavatni miðað við september 1974 og október 1979. Í september 1976 voru *Melosira islandica* og *M. italica* ríkjandi og næstráðendur *Stephanodiscus* sp og *A. formosa*. Líklega má rekja *Melosira* tegundirnar til innblöndunar úr Austurbotni. Í október 1979 var *A. formosa* ríkjandi, og kann að vera að svo hafi yfirleitt verið þegar svo langt var liðið á haust. Hvað varðar vesturhluta Þórisvatns, þann sem fyrir mestum áhrifum verður af blöndun jökulvatns, hafa hinar tiltölulega stóru *Melosira* tegundir alltaf verið yfirgnæfandi á tímabilinu 1974-1979, þegar athuganir voru gerðar. Þannig var einnig í Hvítárvatni 1975. Í Þingvallavatni reyndust *Melosira* tegundirnar, hinar sömu og í Þórisvatni, ríkjandi 1974-1975 (Gunnar St. Jónsson 1976), en sum árin síðar hafa aðrir þörungar, aðallega gullþörungar verið algengastir, og í Langasjó, sem enn hafði leifar af jökulvatni 1976, voru aðrar tegundir en kísilþörungar ríkjandi í ágúst/september (Hákon Aðalsteinsson 1976 b), þannig að ekki er hátt hlutfall stórra kísilþörungum eingöngu einkenni stórra vatna. Þau henta þó að öðru jöfnu vel svif-eiginleikum kísilþörungum, þar sem kísilþörungar, einkum stórir, þurfa mikið straumfar og blöndun til að haldast í svifi. Ef lítið er á Þórisvatn í heild má finna ýmislegt sem bendir til að ofan nefndar kröfur sem stórir kísilþörungar eins og *M. islandica* gera til strauma og blöndunar, ráði nokkru um tegundadreifingu kísilþörungum í vatninu. Þeir þörungar sem setja svip sinn á grynri, minni og skýlli hluta vatnsins, hafa almennt meiri svifhæfni en *Melosira* tegundirnar. Þannig hefur *Asterionelli* í krafti smæðar, byggingarlags og sambýlisgerðar besta svifeiginleika (mynd 9) sem kemur sér vel í Austurbotnavatni, sem bæði er tiltölulega grunnt og lítið. Í Austurbotni, þar sem aldan hefur oftast styttri aðdraganda, verður minni og veldur því minni straumum en í vesturhluta, mætti skýra hærri hlutdeild hinnar smávaxnari *M. italica* sem afleiðingu af meiri svifhæfni í krafti hagstæðara hlutfalls milli yfirborðs og massa en hjá hinni stórvaxnari *M. islandica* (mynd 9).

TAFLA 5

Magn og samsetning plöntusvifs í Þórisvatni v/Vatnsfell á 1-20 m dýpi,
11. júlí 1979

Flokkar þörungna	1 m			5 m			10 m			20 m		
	fjöldi/l nos/l	mg / l	%	fjöldi/l nos/l	mg/l	%	fjöldi/l nos/l	mg / l	%	fjöldi/l nos/l	mg/l	%
Blágrænubörungar Cyanophyta	-			-			-			-		
Grænþörungar Chlorophyta	-			70.000	0,013	3	25.000	0,005	1	40.000	0,008	1
Cryptophyceae	170.000	0,073	15	25.000	0,005	1	40.000	0,008	1	130.000	0,033	5
Dinophyceae	17.000	0,017	3	-			-			10.000	0,021	3
Gullþörungar Chrysophyceae	240.000	0,004	1	450.000	0,005	1	360.000	0,005	1	330.000	0,010	2
Kísilþörungar Diatomeae	960.000	0,394	81	660.000	0,356	94	440.000	0,517	97	840.000	0,576	89
		0,488			0,379			0,535			0,648	

TAFLA 6

Magn og samsetning plöntusvifs í Þórisvatni yfirborði, 16. ágúst 1979

Flokkar þörungna	VATNSFELL						GRASATANGI					
	1 m			5 m			1 m			10 m		
	fjöldi/l nos/l	mg/l	%	fjöldi/l nos/l	mg/l	%	fjöldi/l nos/l	mg / l	%	fjöldi/l nos/l	mg / l	%
Blágrænubörungar Cyanophyta	-			-			-			-		
Grænþörungar Chlorophyta	-			-			17.000	0,001		-		
Cryptophyceae	180.000	0,045	6	110.000	0,027	3	42.000	0,010	1	40.000	0,008	1
Dinophyceae	4.000	0,003		3.000	0,003		-			2.000	0,002	
Gullþörungar Chrysophyceae	220.000	0,004		350.000	0,007	1	170.000	0,005	1	340.000	0,005	1
Kísilþörungar Diatomeae	1.300.000	0,749	94	1.660.000	0,930	96	1.450.000	0,824	98	1.150.000	0,762	98
		0,801			0,967			0,840			0,777	

TAFLA 7

Magn og samsetning plöntusvifs í Þórisvatni v. Grasetanga, frá 1 m - 60 m dýpis, 16 ágúst 1979

Flokkar þörungar	1 m			10 m			30 m			60 m		
	fjöldi/l nos/l	mg/l	%	fjöldi/l nos/l	mg/l	%	fjöldi/l nos/l	mg/l	%	fjöldi/l nos/l	mg/l	%
Blágrænupörungar Cyanophyta	-			-			-					
Grænþörungar Chlorophyta	17.000	0,001		-			-					
Cryptophyceae	42.000	0,010	1+	40.000	0,008	1	90.000	0,023	2	50.000	0,012	3
Dinophyceae				2.000	0,002		4.000	0,003		6.000	0,004	1
Gullþörungar Chrysophyceae	170.000	0,005	1-	340.000	0,005	1	110.000	0,003		-		
Kísilþörungar Diatomeae	1.450.000	0,824	98	1.150.000	0,762	98	1.500.000	0,905	97	800.000	0,363	96
		0,840			0,777			0,934			0,379	

TAFLA 8

Magn og samsetning plöntusvifs í Þórisvatni, Austurbotni og Austurbotnavatni 18. ágúst og 12. október 1979

Flokkar þörungar	A - botn, 18/8			18/8 A - botnavatn 12/10.								
	1 m			1 m			1 m			10 m		
	fjöldi/l nos/l	mg/l	%	fjöldi/l nos/l	mg/l	%	fjöldi/l nos/l	mg/l	%	fjöldi/l nos/l	mg/l	%
Blágrænupörungar Cyanophyta	-			-			-			-		
Grænþörungar Chlorophyta	60.000	0,005	2	25.000	0,002	2	75.000	0,027	5	220.000	0,023	2
Cryptophyceae	160.000	0,039	15	190.000	0,024	20	170.000	0,025	4	260.000	0,052	5
Skorupörungar Dinophyceae	2.000	0,002	1	5.000	0,005	4	1.500	0,001		4.000	0,004	
Gullþörungar Chrysophyceae	680.000	0,020	7	1.800.000	0,060	51	2.000.000	0,073	13	1.400.000	0,073	7
Kísilþörungar Diatomeae	700.000	0,192	75	230.000	0,027	23	2.000.000	0,442	78	4.000.000	0,873	86
		0,256			0,118			0,567			1,025	

TAFLA 9

Breytingar í plöntusvifi í yfirborði Grasetanga- Vatnsfellssniði í Þórisvatni frá 1974-1979, mg/l og hlutdeild (%).

	1974		1976		1978		1979	
	mg/l							
	sept.	júli/ágúst	ágúst/sept.	júli	ágúst/sept.	júní/júli	ágúst	október
Cyanophyta					-		-	
Chlorophyta	0,003	-	0,010		0,005		0,005	
Cryptophyceae	0,020	0,060	0,025		0,079		0,039	
Dinophyceae	-	0,025	-		-		0,002	
Chrysophyceae	0,015	0,038	0,009		0,030		0,018	
Diatomeae	0,070	0,280	1,322		0,393		0,192	
	0,108	0,403	1.370		0.507		0,256	
hlutdeild (%)								
Cyanophyta					-		-	
Chlorophyta	3	-	1		1		2	
Cryptophyceae	18	15	2		15		15	
Dinophyceae	-	6	-		-		1	
Chrysophyceae	14	9	1		6		7	
Diatomeae	65	69	96		78		75	

TAFLA 10

Breytingar í plöntusvifi í yfirborði Austurbotni, Þórisvatni frá 1974 - 1979, mg/l og hlutdeild (%)

	1974		1976		1978		1979	
	mg/l							
	sept.	júli/ágúst	ágúst/sept.	júli	ágúst	júní/júli	ágúst	október
Cyanophyta						-	-	-
Chlorophyta						-	0,001	-
Cryptophyceae	0,006	0,002	0,018			0,073	0,010	0,011
Dinophyceae	0,003	0,004	-			0,017	0,002	0,002
Chrysophyceae	0,001	0,004	0,003			0,004	0,005	0,008
Diatomeae	0,350	0,096	0,493			0,394	0,824	0,470
Plöntusvif	0,360	0,106	0,514			0,488	0,842	0,491
hlutdeild (%)								
Cyanophyta						-	-	-
Chlorophyta						-	-	-
Cryptophyceae	2	2	4			15	1	2
Dinophyceae	1					3		
Chrysophyceae	-	4	1			1	1	2
Diatomeae	97	90	96			81	98	96

TAFLA 11

Breytingar í plöntusvifi í yfirborði í Austurbotnavatni, Þórisvatni, frá 1974-1979, mg/l og hlutdeild (%)

	1974	1976		1977	1978		1979	
	mg/l							
	sept.	júlí/ágúst/september		júlí	júlí	ágúst	júní/júlí	ágúst
Cyanophyta	-	0,011	0,009	-			-	
Chlorophyta	0,001	0,020	0,001	0,019			0,002	0,027
Cryptophyceae	0,026	0,041	0,047	0,055			0,024	0,025
Dinophyceae	-	-	-	-			0,005	-
Chrysophyceae	0,001	0,066	0,024	0,225			0,060	0,073
Diatomeae	0,085	0,180	1,737	-			0,027	0,442
plöntusvif	0,113	0,320	1,820	0,299			0,118	0,567
hlutdeild (%)								
Cyanophyta		3	-				-	-
Chlorophyta	1	6		6			2	5
Cryptophyceae	23	12	3	18			20	4
Dinophyceae	-	-	-				4	-
Chrysophyceae	1	21	2	75			51	13
Diatomeae	75	57	96	-			23	78

Algengustu kísilþörungar í Þórisvatni

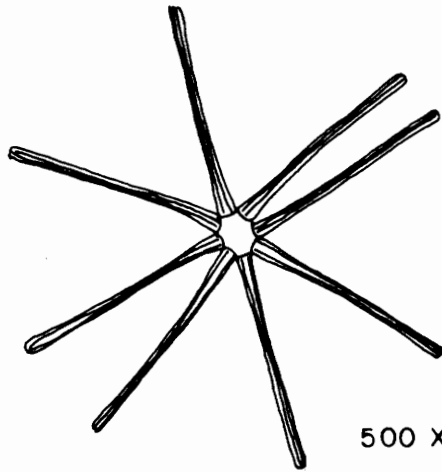


islandica

1000 X
Melosira



italica



500 X

Asterionella formosa

DE VOD-UR-847 HA
81.06.0766

MYND 9

Helstu tegundir kísilþörungna í Þórisvatni

6 DÝRASVIF

6.1 Framvinda dýrasvifs 1974-1979

Í skýrslu frá 1976 (Hákon Aðalsteinsson 1976 b) er getið helstu breytinga sem merkja mátti á tímabilinu 1974-1976. Ástandið 1974 var talið eitthvað í líkingu við það sem var fyrir miðlun og Köldukvíslarveitu, þó aldrei verði það sannað. Helstu breytingar sem talið var að hefðu fylgt í kjölfar veitunnar voru þær að halaflóin, *Daphnia pulex*, hefði látið undan síga, en ísdílinn, *Diaptomus glacialis*, náð sér á strik, en hans hafði ekki orðið vart 1974. Í töflum 12-14 er rakin þróun dýrasvifs frá 1974-1979. Sú fækkun sem varð á þyrildýrum milli 1974 og 1976 virðist hafa verið liður í því að þyrildýrin létu undan síga og voru þau að mestu horfin úr vesturhluta Þórisvatns 1979, og virðast einnig hafa farið fækkandi í Austurbotni. Í Austurbotnavatni halda þau hins vegar hlut sínum og vel það, því að 1979 voru þau mest 440 í lítra á móti 16 í sept. 1974 og 21 í júlí 1976. Sem fyrr segir var halaflóin *Daphnia pulex* áberandi í öllu vatninu 1974. Þrátt fyrir fáa einstaklinga, 0,3 í lítra, í vesturhluta var hún langmikilvægust dýrasvifsins í krafti stærðar sinnar. *D. pulex* var þá einnig mikilvægust svifdýra bæði í Austurbotni og Austurbotnavatni.

Smádílinn (*Leptodiaptomus minutus*) var einnig áberandi í vatninu 1974, einkum í vesturhluta. Lítið varð vart við hann 1976, og síðar hafa einungis einstaka fundist.

Jafnframt því að halaflóinni fækkaði mjög 1976, kom ísdílinn fram sem ný ríkjandi tegund 1976, og var mikilvægasta tegundin í vatninu sumarið 1978, en aftur á móti lítið áberandi 1979.

Á árunum 1977 og 1978, einkum þó 1978, þegar talsvert var tekið af sýnum í vatninu fór að bera á langhalaflóinni *Daphnia longispina*, og virðist hún hafa þokað frænku sinni, *D. pulex*, algerlega til hliðar sumarið 1979. Áðurnefndar breytingar á krabbadýrafánunni hafa gengið nokkuð jafnt yfir í öllum hlutum vatnsins.

Hins vegar hefur stökkrabbinn, sá sem nefndur hefur verið augndíli, *Cyclops abyssorum*, litlum breytingum tekið í Austurbotnavatni, en hafði

meira en tífaldast í Austurbotni 1979 miðað við 1974-1978. Í vesturhluta varð hans hvorki vart 1974 né 1976, lítillega 1978 (0,6 í lítra) en 1979 fengust mest 5,5 í lítra og eru þó náplíurnar (yngstu lirfustigin) ekki talin með.

Svo sem rakið er í yfirliti um niðurstöður rannsókna á urriðastofni vatnsins má merkja eftirtaldir breytingar: 1) fiski hefur fækkað stórllega í vesturhluta síðan 1973; 2) vegna eyðileggingar strandarinnar sem búsvæðis smádyra hefur orðið sú breyting á fæðuvali urriðans, að yfirsumarið nýtir hann svifkrabba, sem hann eða a.m.k. stálpaðir urriðar gerðu lítt eða ekki 1973; 3) hrygning virðist hafa brugðist og þar með endurnýjun stofnsins.

Miðað við síbreytta samsetningu dýrasvifsins frá 1974-1979, er langtílegast að jafnvægi hafi ekki verið komið á dýrasvifið 1979, og þurfi enn um sinn að fylgjast með breytingum á því. Engu að síður er rétt að reyna að finna samhengi í breytingunum, þ.e. hvort þær hafi tekið einhverja ákveðna stefnu, sem megi skýra á einfaldan hátt.

Það eru aðallega þrenns konar breytingar sem hafa orðið í vatninu og gætu varðað dýrasvifið.

- 1) Gruggun (jökulaur (svifaur)) úr Köldukvísl.
- 2) Breytingar á fæðuvali urriðans.
- 3) Breytingar á urriðastofninum.

Auk þessa er hugsanlegt að í vesturhluta hafi hlutdeild stórra kísilþörunga aukist við gruggunina, en úr því verður tæplega skorið hér eftir.

1) Áhrif af svifaurnum: Í áðurnefndri skýrslu frá 1976 er íað að því að halafloin *Daphnia pulex* hafi getað lent í erfiðleikum vegna stóru kísilþörunganna og einnig fyrir það að jökulaurinn hafi getað festst í síunarfærunum. Þau eru mun fíngerðari hjá bæði halafloinni og smádílanum (*Leptodiptomus minutus*) sem einnig hefur fækkað en hjá ísdílanum (*Diptomus glacialis*). Síðar kom í ljós að allteins gat verið um að ræða breytta samkeppnisstöðu gagnvart langhalafloinni (*Daphnia longispina*) við aukið afrán frá urriðanum. Önnur áhrif af grugguninni eru þau að

meiri hluti vatnsbolsins myrkvast og veitir þar með vissa vörn gegn af-ráni, og kann það að skýra hvers vegna hinn stóri og áberandi ísdíli heldur velli þrátt fyrir breytt fæðuval urriðans.

2) Breytt fæðuval urriðans: Við rannsókn á urriðastofninum 1976 kom í ljós að urriðinn hafði orðið að snúa sér að svifi sem aðalfæðu, sem er fremur sjaldgæft að urriðinn geri, einkum þó ef hann á í samkeppni við aðrar fisktegundir. Hann er vanur að halda sig að fæðuleit á botni strandsvæða. Það er hins vegar ljóst að við vatnsborðssveifluna hafa þær veiðilendur verið eyðilagðar strax á fyrsta ári miðlunar, og því hefur urriðinn snúið sér að svifi, sem 1974 var hin stóra og dökkleita halafló (*D. pulex*).

Sumarið 1976 hafði ísdílinn einnig náð sér á strik og þá voru báðar tegundir nokkuð jöfnum höndum bráð urriðans.

Í þessari röksemdarfærslu felst að sönnu þversögn. Sú að ný og mjög svo áberandi sviftegund skuli ná sér á strik jafnframt því sem urriðinn verður að snúa sér að svifi í ætisleit. En þá verður að hafa í huga að vissar breytingar verða á urriðastofninum.

3) Breytingar á urriðastofninum: Ekki hefur orðið vart við neina nýliðun frá 1973-74, þegar vatnið var tekið til miðlunar. Þannig virðist vera klippt á þann hluta urriðastofnins, þ.e. seiðin, sem hugsanlega hafa beitt svifið að nokkru fyrir 1974, en þá má búast við að hinn stóri rauði ísdíli hafi orðið verr úti en hin stóra dökkleita halafló, sem ekki er eins áberandi og ísdílinn. Það sem einkum styrkir þá skoðun, að urriðinn hafi beitt svifið í verulegum mæli er það, að í Veiðivötnum þar sem urriði er eina fisktegundin, er krabbasvif mjög sjaldgæft, en hins vegar algengt í Langasjó, sem er fisklaust. Sama er upp á teningnum í fiskivötnum og fisklausum vötnum austan Tungnár (óbirtar niðurstöður).

Í ljósi ofanskráðs, set ég fram eftirfarandi atburðarrás sem líklega skýringu þess sem gerðist: Meðan vatnið var í sínu upprunalega ástandi var svifið nokkuð beitt og bitnaði það fyrst og fremst á ísdílanum. Þegar strandsvæðin voru eyðilögð voru búsvæði helstu fæðudýra urriðans eyðilögð og jókst þá svifbeitin verulega. En þar sem hrygningarstöðvar hafa einnig verið eyðilagðar, fækkaði þeim sem nytjuðu svifið jafnframt

smám saman. Þó að með þessum hætti hafi í byrjun verið aukin ásóknin í svifið, veitti gruggunin nokkra vörn gegn afráni urriðans, sem er háður sjónskyninu við ætisleitina. Sóknin í ísdílann hefur því verið tempruð verulega. Þegar halaflónni *D. pulex* fækkaði, e.t.v. fyrir áhrif samkeppni við ísdíla, auk afráns, opnaði það möguleikann fyrir aðra skylda tegund, langhalaflóna (*D. longispina*). Hún er litlaus og sleppur því mun betur undan afráni en hin dökka *D. pulex*. Aðstaða langhalaflóanna til að koma upp afkomendum verður því mun betri við ríkjandi aðstæður. Hér að ofan hafa verið leidd rök að því, að áður fyrr hafi einnig verið verulegt afrán í vatninu, og ætla mætti að langhalaflóin hefði þá þegar átt að ná sér á skrið. *D. pulex* er líklega kuldaþolnari, ef marka má útbreiðslu hennar á heimsskautasvæðunum. Hún er einnig stærri og ætti því að hafa gengið betur að nýta sér kísilþörungana en *D. longispina*. Það jafnvægi sem hafði verið *D. pulex* hagstæðara, kollvarpaðist með auknu afráni, og hugsanlega bættri samkeppnisstöðu ísdílans.

Ekki er gott að segja hvað hefur valdið því að þyrildýrin hafa látið svo mjögundan síga síðan 1974. Varla er það bein afleiðing af jökulaurnum, því að við svipað magn svifaurs í Hvítárvatni þrífust þau ágætlega (Hákon Aðalsteinsson 1976 c), og í Krókslóni, sem er mun gruggugra voru þyrildýr allsráðandi, 13 tegundir, samtals um 20 einstaklingar í lítra. Í Krókslóni fundust einungis örfáir einstaklingar af augndíla og smádíla í 40-60 l vatns. Líklega gjalda þyrildýrin í Þórisvatni samkeppninnar við langhalaflóna, en þrátt fyrir stærðarmuninn sækja þau í svipaða þörunga.

Enn ein tegund hefur tekið nokkrum breytingum á þessu tímabili, en það er augndílinn *Cyclops abyssorum*. Að minnsta kosti í vesturhluta og Austurbotni kemur hann fram um leið og ísdílinn, og á seinni árunum virðist hugsanlegt að samband sé á milli fækkunar ísdíla og fjölgunar augdíla. Augndílinn er alæta og einkum þó rándýr, þegar aðstæður leyfa. Náplíulirfur annarra stökkrabba (Copepoda, árfætla) og reyndar einnig eigin lirfur, eru meðal eftirsóttustu fæðunnar (sjá m.a. Fryer 1957). Ég tel því að uppgangur augndíla hafi fylgt í kjölfar uppgangs ísdílans, en líklega getur augndílinn enn fremur nýtt sér langhalaflóna, fyrst og fremst sem hræta (Schindler 1971).

TAFLA 12

Breytingar á dýrasvifi í yfirborði á Grasetanga, Vatnsfellssniði í Þórisvatni frá 1974-1979, fjöldi í lítra

	1974	1976		1978		1979		
	sept.	júlí	ágúst	júní/júlí	ágúst	júní/júlí	ágúst	október
Þyrildýr	2	0,05	0,3	-	-	+	-	+
Daphnia pulex/longispina	0,3				0,8	+	0,5	1,5
Náplíur	0,3	0,05		0,8	0,8	2,2	2,3	0,3
D. minutus	0,6	+						
D. glacialis		+	+	0,7	0,7	0,1	0,1	
C. abyssorum				+	0,6	+	5,5	3,1
Önnur krabbaðýr			0,05				0,5	+

TAFLA 13

Breytingar á dýrasvifi í yfirborði á Austurbotni í Þórisvatni frá 1974-1979, fjöldi í lítra.

	1974	1976		1978		1979		
	sept.	júlí	ágúst	júní/júlí	ágúst	júlí	ágúst	október
Þyrildýr	5	4	9		0,4	3		+
Daphnia	1,8		+		+	2,2		1
Náplíur	0,4	8,1	0,3		3,4	4,8		0,5
D. minutus	+		+		-			
D. glacialis		0,4	0,1		0,2		+	
C. abyssorum	0,6	0,2	+		0,4	8,4		2,8
Önnur krabbaðýr			+		0,4	0,6		+
krabbaðýr	2,8	8,7	0,4		4,4	16		4,3
+ náplíur	2,4	0,6	0,1		1	11,8		3,8

TAFLA 14

Breytingar á dýrasvifi í yfirborði á Austurbotnavatni í Þórisvatni frá 1974-1979, fjöldi í lítra.

	1974	1976		1977	1978		1979		
	sept.	júlí	ágúst/sept.	júlí	júlí	ágúst	júlí	ágúst	október
Þyrildýr	16	21	5	9		9	440		80
Daphnia	3	+	0,2	0,8		2	0,8		2,8
Náplíur	1,0	0,6	2	5		0,2	2,6		2
D. minutus	0,1	+	0,2						
D. glacialis		0,4	0,3					0,1	
C. abyssorum	1,9	+		3,2				0,8	1,9
Önnur krabbaðýr			0,5			0,9			+
krabbaðýr	5	1	3,2	9		3,1	4,3		6,7
+ náplíur	4	0,4	1,2	4		2,9	1,7		4,7

6.2 Lífsferill og vöxtur helstu krabbasviftegundanna

Sumarið 1978 var gerð tilraun til að ákvarða lífsferla helstu tegunda dýrasvifs í Þórisvatni. Var hugmyndin að nýta sér það, að starfsfélagar af Orkustofnun voru allt sumarið að vinna við Sigöldulónið (Krókslón). U.þ.b. vikulega voru tekin háfsýni úr Vatnsfellsskurði frá vatnsbakkanum. Ýmsir annmarkar eru á slíku, og þá helst að ekta svifdýr, eins og hér er um að ræða, forðast ströndina, og kom því lítið í háfinn. Auk þess er viss hættu á skekkjum, vegna mismunandi tilhneigingar að forðast ströndina hjá tegundunum. Til samanburðar voru því tvívegis tekin sýni úti á vatni, 3. júlí og 22. ágúst. Í ágúst voru ennfremur tekin sýni í miðjum Vatnsfellsskurði. Samanburður á samsetningu dýrasvifsins er gerður í töflu 15.

TAFLA 15

Samanturður á svifdýrafánu Vatnsfellsskurðar og Grasetangadjúps 22. ágúst 1978 (hlutfallslegur).

	A	B	C	D
<u>Daphnia</u>	27	67	119	188
<u>D. glacialis</u>	59	21	37	59
<u>L. minutus</u>	-	4	7	11
<u>Cyclops</u>	251	95	169	266
	333	187	332	525

- A: Fjöldi í sýninu úr Vatnsfellsskurði (0-10 m)
- B: Fjöldi í sýninu frá Grasetangadjúpi (0-10 m).
- C: Sýnið frá Grasetangadjúpi reiknað upp miðað við að fá sama heildarfjölda og í skurðinum.
- D: Sýnið frá Grasetangadjúpi reiknað upp miðað við að bera saman aðrar sviftegundir við sama fjölda af *D. glacialis* og var í Vatnafellsskurðinum.

Sú staðreynd að Vatnsfellsskurður er grunnur miðað við Grasetangadjúp kemur sennilega ekki að sök, þar sem megnið af svifinu heldur sig í efstu 10 metrunum, sjá kafla 6.3.

Langhalafloín, *Daphnia* var u.þ.b. 7 sinnum algengari út í vatni en í skurðinum, en hlutfall *D. glacialis* og *Cyclops* er svipað á báðum stöðunum.

Langhalafloín náðist ekki í háfsýnin úr skurðinum, sem er í samræmi við niðurstöður úr ofanefndri könnun og bendir það enn fremur til að hún forðist ströndina af óvenju miklu kappi. Lítið fékkst því af henni fyrr en 22. ágúst, og er dreifingin byggð á samanlögðum sýnum úr Vatnsfells-skurði og Grasetangadjúpi. Þá voru lítil (ung) eintök ríkjandi og bendir það til að tegundin vaxi fremur hægt, en því miður gefur efniviðurinn ekki tilefni til frekari ályktana (mynd 10).

Augndílinn, *Cyclops abyssorum*, fékkst í öll sýnin frá júlí-sept. Ekki er ólíklegt að hann hagi sér svipað og í Þingvallavatni og þreyi þá veturinn sem ungar náplíulirfur (Úlfar Antonsson 1976). En hvernig svo sem því er varið, voru komin einstaka cópepóðulirfustig þann 3. júlí, og mánuði síðar varð vart við fyrstu fullorönu einstaklingana. Þann 22. ágúst var mest af náplíu- og ungum cópepóðulirfum, og í september voru fullvaxnir einstaklingar algengastir (mynd 11). Hinsvegar náðust of fá eintök í september til að niðurstaða fengist óyggjandi um tvær kynslóðir á ári í Þórisvatni, eins og í Mývatni (Hákon Aðalsteinsson 1979). Augndílinn er um þriðjungu styttri (um helmingi léttari) í Þórisvatni en í Mývatni, sem er væntanlega aðlögun að erfiðari lífsskilyrðum í Þórisvatni.

Ísdílinn, *D. glacialis*, fékkst bæði á náplíu- og cópepóðulirfustiginu í júlí, aðallega þó á náplíustigi, en á cópepóðustigi framan af í ágúst. Þann 22. ágúst var verulegur hluti stofnsins fullvaxinn og jókst sá hluti fram í september. Þannig að ljóst er að ísdílanum veitir ekki af sumrinu til að ná kynþroska. Ísdílinn er langstærsta dýrasviftegundin í vötnum hérlendis. Karldýrin um 2,4-2,9 mm, en kvendýrin 2,8-3,4 mm að stærð (mynd 12).

Það sem hér hefur verið rakið gildir að sjálfsögðu eingöngu um vesturhlutann, og verður hér ekkert um það fullyrt hvernig lífsferlar þessara tegunda eru í Austurbotnavatni. Í ágúst 1978 voru þó tekin þar sýni á svipaðan hátt og í Vatnsfellsskurði og Grasetangadjúpi og er gerður samanburður á samsetningu dýrasvifsins frá Grasetangadjúpi og Austurbotnavatni í töflu 16.

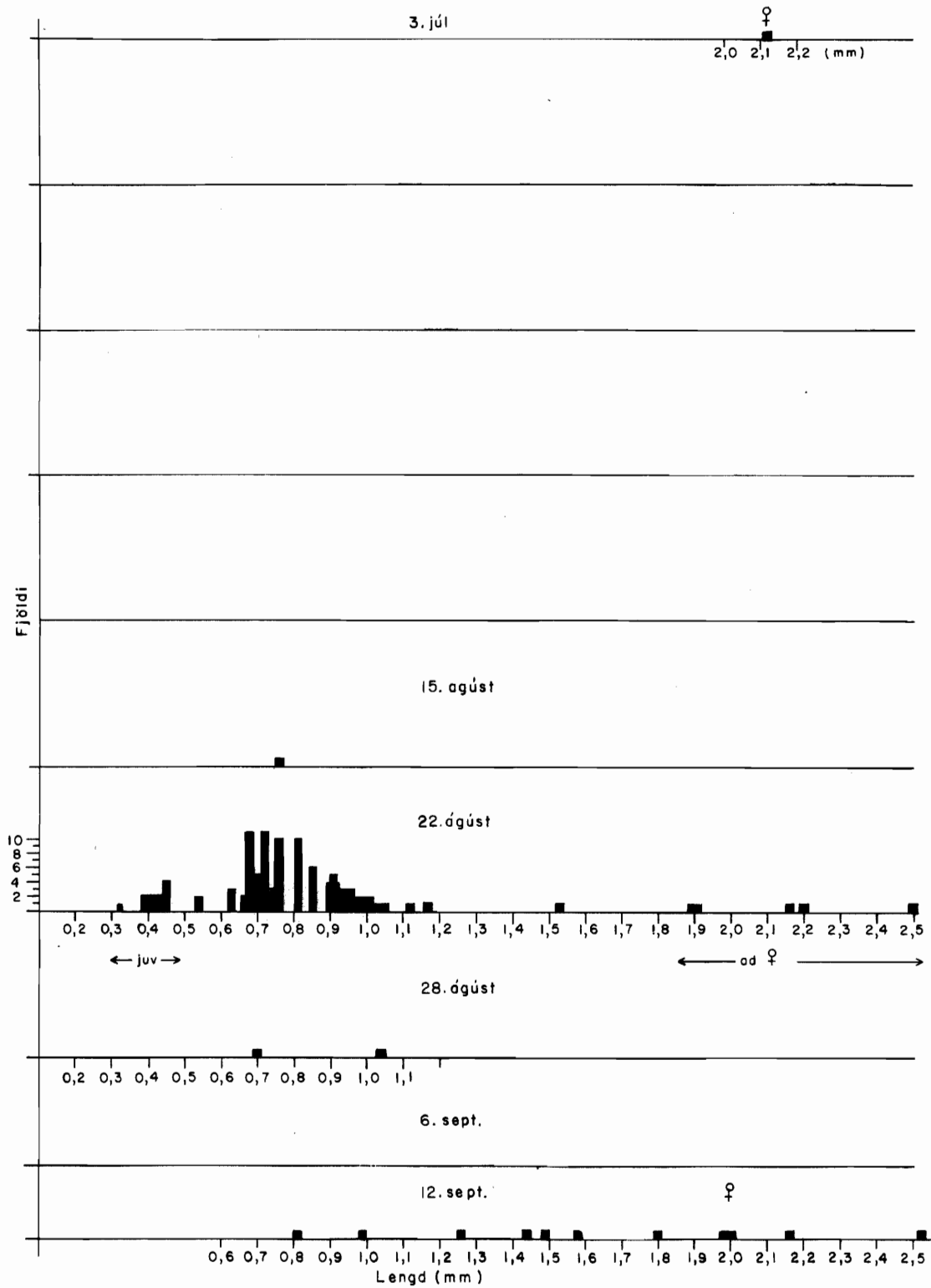
TAFLA 16

Samanburður á svifdýrafánu Grasetangadjúps og Austurbotnavatns (hlutfallslegur).

	A	B	C	D
<u>Daphnia</u>	67	10	5	6
<u>D. glacialis</u>	21	32	15	21
<u>L. minutus</u>	4	1	0,5	1
<u>Cyclops</u>	95	361	167	237
	187	404	187	265

- A: Fjöldi í sýninu frá Grasetangadjúpi (0-10 m).
- B: Fjöldi í sýninu frá Austurbotnavatni (0-10 m).
- C: Sýnið frá Austurbotnavatni umreiknað til að fá sama heildarfjölda og í Grasetangadjúpi.
- D: Sýnið frá Austurbotnavatni umreiknað til að bera saman aðrar sviftegundir við sama fjölda af *D. glacialis* og var í Grasetangadjúpi.

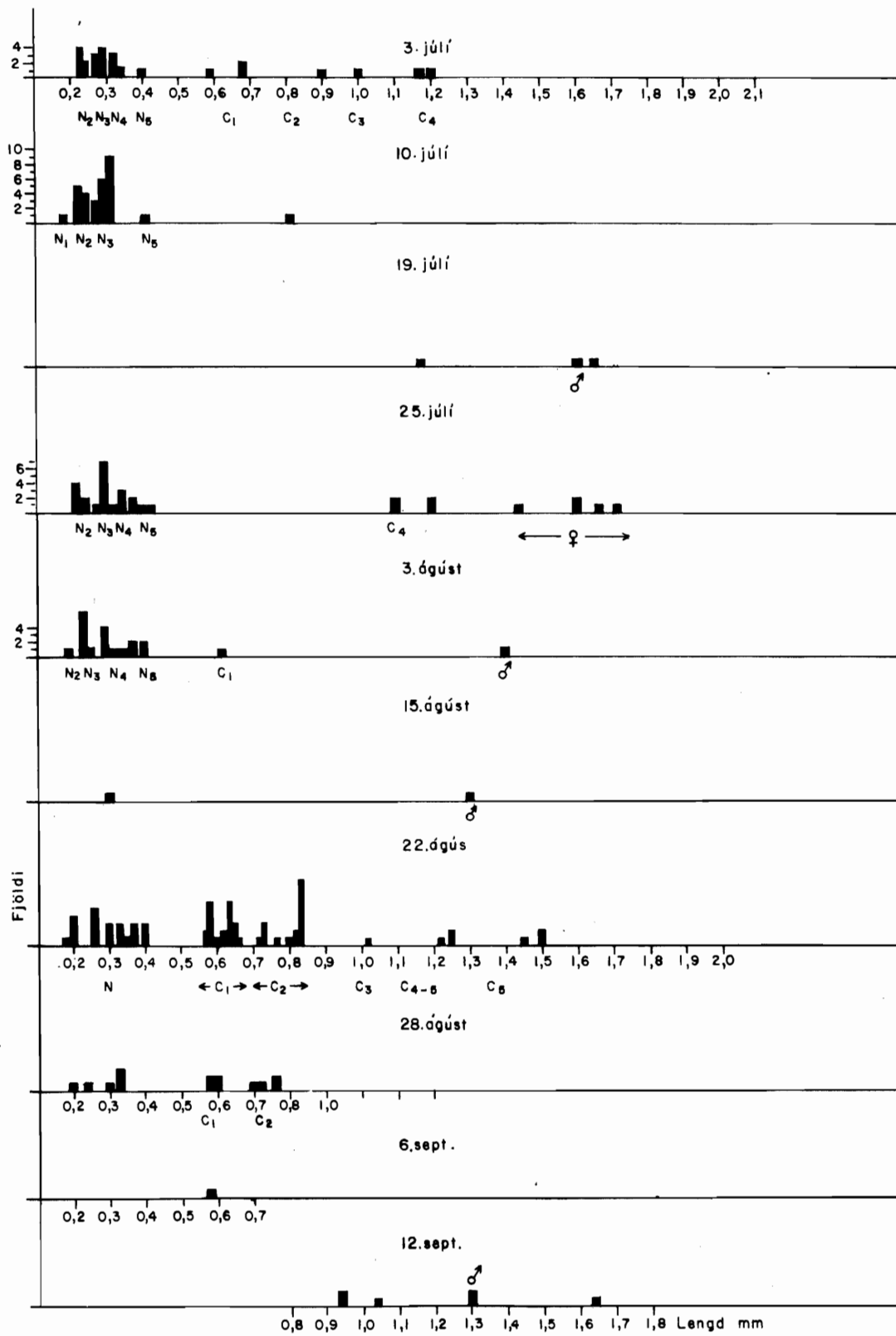
Niðurstaða þessa samanburðar er fyrst og fremst sú að hlutfallslega er langhalafloín u.þ.b. tíu sinnum algengari við Grasetanga en í Austurbotnavatni og augndílinn u.þ.b. tvöfalt algengari í Austurbotnavatni en í Grasetangadjúpi. Þyrildýr voru ekki talin í þessari athugun, en vert er að benda á mergð þeirra í Austurbotnavatni 1979 og þá tilgátu að langhalafloín sé skæður keppinautur þeirra.



MYND 10

VOD-UR-847-HA
81.06.0771-IS

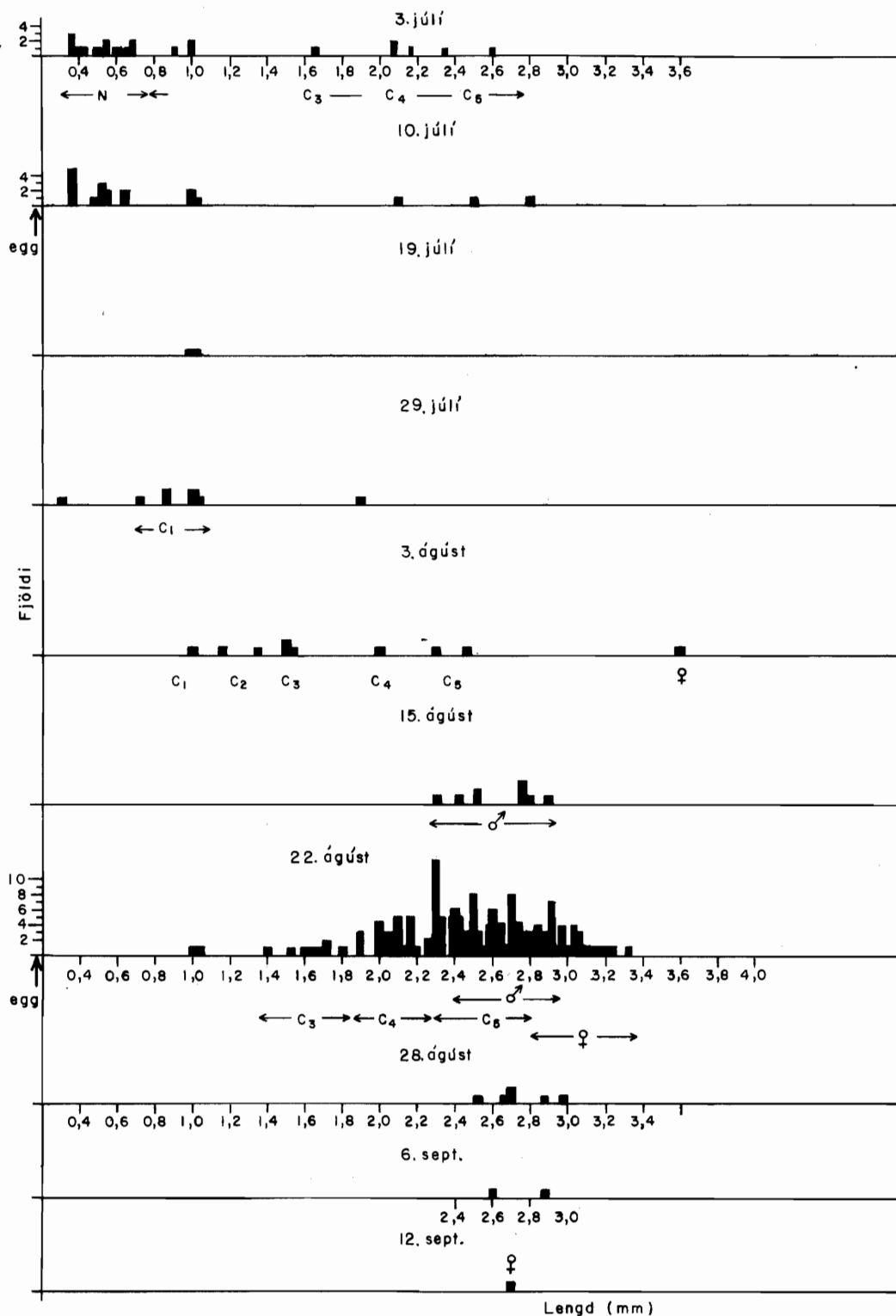
"Aldurs"- og lengdardreifing langhalaflóar (*Daphnia longispina*) frá Grasetangadjúpi í ágúst 1978.



MYND 11

VOD-UR-847-HA
81.06.0772-IS

"Aldurs"- og lengdardreifing augndíla (*Cyclops abyssorum*) úr Vatnsfells-
skurði og Grasetangadjúpi sumarið 1978.



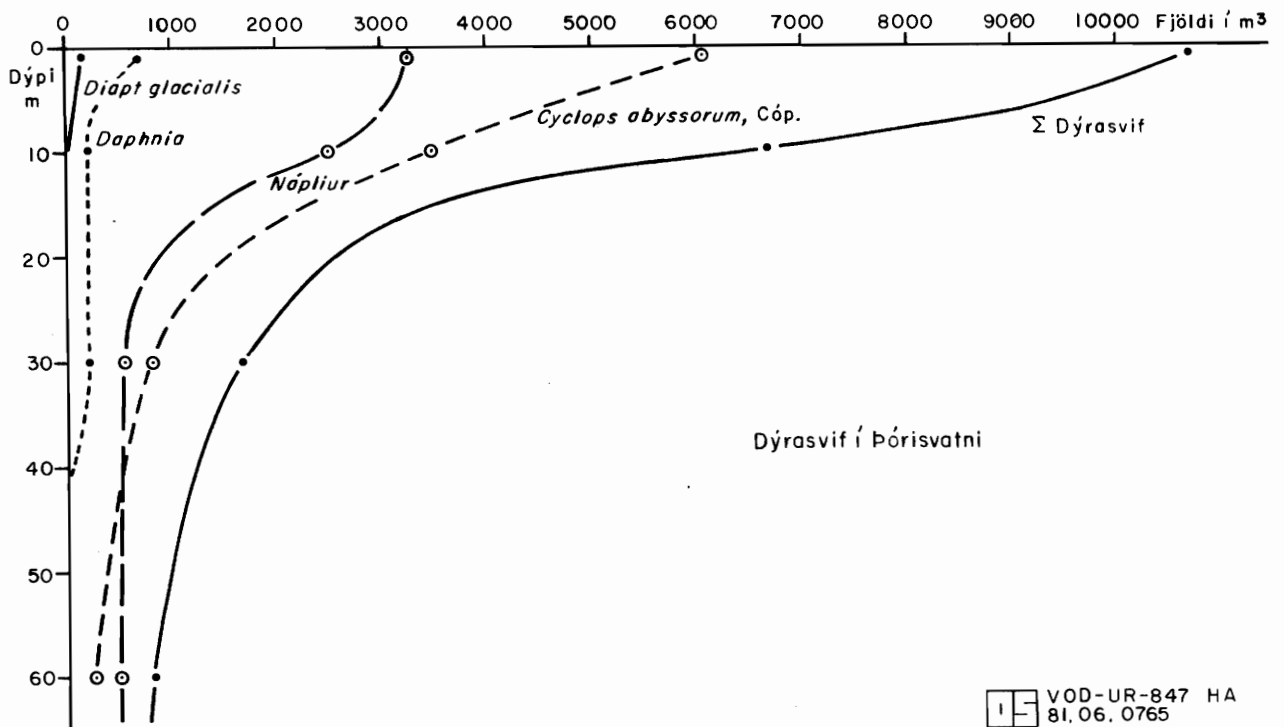
MYND 12

VOD-UR-847-HA
81.06.0770-IS

"Aldurs"- og lengdardreifing ísdíla (*Diaptomus glacialis*) úr Vatnsfells-
skurði í Grasetangdjúpi sumarið 1978.

Í Austurbotnavatni var mun hærri hlutfall fullvaxinna ísdíla en í vesturhluta Þórisvatns 22. ágúst, sem endurspeglar sennilega örari vöxt þar en í Grasetangadjúpi. Augndíflarnir voru að mestu á náplíustigi í Austurbotnavatni 22. ágúst og í samanburði við aldursdreifingu í Grasetangadjúpi, eins og hún er sýnd á mynd 11 gæti það þýtt lítið eitt hægari vöxt í Austurbotnavatni en í Grasetangadjúpi. Gæti það stafað af minni fæðuframboði vegna færri langhalafloa, eða "dýrara" fæðunáms meðal þyril-dýra, nema þá að þarna sé komin náplíukynslóð samsvarandi þeirri sem vænta má að fylgi í kjölfar hinna fullvöxnu sem fengust 12. september í Vatnsfellsskurðinum. Hvað varðar þörungaæturnar (langhalafló og ísdíla) er líklegt að vaxtarskilyrði séu mun betri í Austurbotnavatni en í vesturhluta, bæði vegna hærri hitastigs og atilegri þörunga.

Augsýnilega er afar erfitt að bera saman einstakar sýnatökur úr vatni sem er svo margbreytilegt að gerð og Þórisvatn er, og til þess að gera lífsferlum og vexti þessara svifdýra einhver skil þarf mun viðtækari rannsóknir en þær sem hafa verið gerðar fram til þessa.



MYND 13

Dýptardreifing dýrasvifs í Grasetangadjúpi í ágúst 1979.

6.3 Dýptardreifing dýrasvifsins í vesturhluta

Greinilegt er að dýrasvifið leitast við að halda sig nærri yfirborði, þar sem frumframleiðslan á sér stað (mynd 13), og á það jafnt við um allar tegundir. Þann 16. ágúst var u.þ.b. 4 sinnum meira af dýrasvifi í efstu 10 metrunum en á 30 m dýpi og u.þ.b. 10 sinnum meira en á 60 m dýpi. Svipuð niðurstaða fékkst 1976, en þá var margfalt minna af dýrasvifi í vesturhluta en 1979. Þá var vatnið mun gruggugra, þ.e. hafði í sér mun meira af jökulaur heldur en 1979. Hvort það er ástæðan, eða hvort það er aðallega að þakka minnkandi afráni frá urriða verða frekari rannsóknir að leiða í ljós, t.d. þegar jökulaurinn verður aftur með svipuðum hætti og sumarið 1976.

Mikilvægustu niðurstöðurnar eru þær að framboð á nitursamböndum takmarkar frumframleiðslu í svifi en ekki beinlínis gruggun vatnsins. Það gefur til kynna að ekki hafi orðið neinar meginbreytingar á frumframleiðni í svifi vatnsins, þrátt fyrir Köldukvíslarveitu. Enda virðist plöntu-svifið hafa tekið litlum breytingum frá 1974, sem er fyrsta árið sem vatn úr Köldukvísl er geymt að ráði í Þórisvatni.

Að vísu er ekki ljóst hvort veitan hefur haft breytingar í för með sér strax á fyrsta ári, og hafi sú skipan sem þá komst á haldist síðan. Það er þó ekki talið líklegt, en úr því fæst væntanlega aldrei skorið óyggjandi.

Það sem hér hefur verið rætt gildir eingöngu um svifið. Strandsvæðin hafa líklega verið eyðilögð strax í byrjun, vegna breytilegs vatnsborðs. Vegna þess hve ströndin er víðast hvar brött, er ekki líklegt að hið lífræna set strandarinnar hafi verið mikið. Hún hefur því væntanlega verið auðrofin inn í bera klöpp og niður í sand, og hafa ásetuþörungur horfið við rofið. Þar sem áður var lífbelti á ströndinni er nú komið rofbelti og setbelti og þar fyrir neðan takmarkar myrkrið frumframleiðsluna, nema í Austurbotnavatni, sem er "tært," eða því sem næst, meginhluta sumarsins. Venjan er að rof af völdum vatnsborðsbreytinga valdi tímabundinni næringarauðgi, en það skeið hefur verið stutt í Þórisvatni, vegna gerðar strandarinnar.

Ekki hefur orðið vart við nýliðun urriðans síðan miðlunin var tekin í notkun og þykir líklegt að rof og vatnsborðsbreytingar hindri að hrygning heppnist.

Afleiðing vatnsborðsbreytinganna er sú að strandfáan virðist nú aðeins vera svipur hjá sjón miðað við ástandið fyrir miðlun. Að vísu liggja engar beinar athuganir fyrir, en óbeint má draga þá ályktun af því að urriðinn gjörbreytti fæðuvali sínu, frá því að lifa af strandfánu fyrir miðlun í það að sækja í svifið eftir miðlun. Þetta er í fullu samræmi við það sem hefur gerst í miðlunarlónum annarsstaðar.

Jafnframt breytingum í fæðuvali hefur urriða fækkað í vatninu, sem fyrst í stað hefur sennilega lítið komið fram í Austurbotnavatni, vegna þess að urriðinn virtist hafa leitað þangað úr meginvatninu, undan jökul-
aunnum. Á síðari árum er hinsvegar einnig um greinilega fækkun að ræða í Austurbotnavatni. Dýrasvifið hefur tekið miklum stakkaskiptum frá 1974. Þær breytingar er talið að megi rekja til aukins eða breytts afráns.

Fyrstu viðbrögð í samspili dýrasvifs og urriða er stóraukin sókn stálp-
aðra urriða í svif, en ennfremur losnar um sókn smáseiða, þar sem nýliðun bregst. Það er því eins víst, að sóknin hafi í heildina minnkað á tímabilinu, nema e.t.v. í Austurbotnavatni, a.m.k. fram á síðustu ár.

Fullyrða má þó, að fyrstu viðbrögðin hafi verið stóraukin sókn urriða í svifið. Sumarið 1974 var það eingöngu halafló, sem stóð til boða. Sumarið 1976 hafði ísdílinn náð sér á strik samfara mikilli fækkun urriðans frá 1973. Frá 1976 hefur bæði halaflónni *D. pulex* og ísdílanum fækkað og aðrar tegundir tekið við. Langhalaflóin *D. longinspina* er minna áberandi en *D. pulex* og á því meiri möguleika á að koma upp afkvæmum en *D. pulex*. Augndíla varð ekki vart 1974 en hefur farið fjölgandi á síð-
ustu árum. Honum stafar einnig minni hættu af afráni en ísdíla og *D. pulex*. Auk þess er líklegt að uppgangur ísdíla hafi frá upphafi örvað augndílann, sem lifir gjarnan á lirfum annarra díla.

Þyrildýr hafa verið að hverfa úr vesturhluta og virðist mega tengja það uppgangi langhalaflóarinnar.

Áhrif jökulaursins virðast fyrst og fremst vera óbein, og felast í því að tempru afránið, sem auðveldar stærra dýrasvifi að koma upp afkvæmum. Ef urriðinn hverfur að mestu úr Þórisvatni, eins og ýmislegt bendir til, má vera að enn eigi eftir að verða byltingarkenndar breytingar í dýrasvifinu.

Ef jökulaurinn eykst mikið frá því sem nú er, getur það haft eftirfarandi afleiðingar:

1. Aukin myrkvun yrði takmarkandi fyrir frumframleiðslu.

2. Ýmsar ófyrirséðar breytingar á dýrasvifi, sem e.t.v. má fá einhverjar hugmyndir um hverjar yrðu með skírskotun til Krókslóns, þar sem þyrildýr eru svo til einráð.

Niðurstöðurnar mætti draga saman í eftirfarandi fullyrðingu. Svifið í vatninu einkennist fyrst og fremst af stærð vatnsins og dýpi. Þær breytingar sem orðið hafa má rekja til breytinga sem varða urriðastofninn; stofnstærðarbreytingu og háttalagsbreytingu, sem er beinlínis afleiðing af miðlun vatnsins. Ef fram heldur sem horfir má búast við að urriðinn hverfi að mestu úr vatninu, og ætti það að leiða til breytinga á svifinu, sem e.t.v. hefðu í för með sér dýrasvif í líkingu við það sem fannst á fyrstu árunum eftir miðlunina. Það er einnig hugsanlegt að frekari jökulvatnsveita til vatnsins færi svifið nær því sem einkennir t.d. Krókslón.

Í upphafi voru þessar rannsóknir hafnar til að fylgjast með breytingum sem yrðu í kjölfar gruggunarinnar fryst og fremst. Ljóst er að aðrar breytingar sem urðu samtímis, þ.e. á urriðastofninum, hafa flækt málin verulega og útilokað aðgreiningu þeirra þátta sem varða gruggunina.

Þótt ég hafi sett hér fram hugmyndir um atburðarás, þá eru enn ýmsir lausir endar sem þarf að rekja, og ástæða er til að fylgjast enn með breytingum í vatninu. Ekki hvað síst í ljósi áforma um frekari veitu og miðlun vatnsins. Ég tel ekki ástæðu til að auka þær hvð varðar svifið, frá því sem verið hefur, heldur mun ég halda mig við samsetningar og innbyrðis hlutfall tegundanna. Til þess að gera magnbundnar rannsóknir og nákvæmari úttekt á lífsferlum dýrasvifsins þarf miklu meiri mannafla og tíma. Ég tel að niðurstaða sé fengin hvað varðar áhrif á plöntusvif, og að ekki sé ástæða til að endurtaka næringarefnarannsóknir fyrir en frekari breytingar verða í kjölfar Kvíslaveitu. Hins vegar er rétt að fylgjast með plöntusvifinu jafnframt öðrum rannsóknum enda ekki sérlega tímafrekt.

Niðurstöður um dýptardreifingu í vatninu gefa til kynna að nægilegar upplýsingar fáiast með sýnatöku úr efstu 10 metrunum, og verður það til að einfalda rannsóknirnar mjög.

Ýmsar aðgerðir virðast koma til greina til að takmarka áhrif af Köldukvíslarveitu og miðlun, einkum með tilliti til áforma um stækkun miðlunarrýmisins og aukinnar veitu jökulvatns.

Sem mótvægi gegn aukinni veitu jökulvatns mætti athuga tvenns konar aðgerðir:

1. Stíflu á eiðið við Austurbotnavatn, sem héldi vatnsborði stöðugra þar.
2. Veita hluta Köldukvíslar út á hraunið norður af Gjáfjöllum.

Stöðugra vatnsborð gæti bjargað hrygningarskilyrðum urriðans og skapað nauðsynlegan stöðugleika á strönd Austurbotnavatns þegar fram í sækir.

Ef hluta af Köldukvísl yrði veitt út á hraunið kæmi það líklega fram í auknu lindainnrennsli í Austurbotnum og e.t.v. víðar við austurbakkann (sjá Guttorm Sigbjarnason 1972, kort). Hrygningarstöðvarnar héldust þá hreinni af sandi en nú er, og aukið rennsli um Austurbotnavatn héldi betur á móti innblöndun jökulkorgs úr vesturhluta Þórisvatns.

Tæpast yrði þó verjandi að ráðast í slíka veitu, nema að undangengnum rannsóknum á rennslisleiðum vatns eftir að það hefur sigið niður í hraunin, sem leiddu í ljós rennsli til Þórisvatns.

HEIMILDASKRÁ

Aðalsteinsson, H. 1979: Zooplankton and its relation to available food in Lake Mývatn. Oikos, 32: 162 - 194.

Fryer, G. 1957: The food of some freshwater Cyclopoid Copepoda and its ecological significance. J. Anim. Ecol., 26: 263 - 286.

Grimås, U. 1961: The bottomfauna of natural and impounded lakes in northern Sweden (Ankarvattnet and Blåsjön). Rept. Inst. Freshw. Res. Drottningholm, 42: 183 - 327.

Gunnar Steinn Jónsson 1976: Plöntusvif í Þingvallavatni 1974-75 (handrit). Líffræðistofnun H.Í., 54 s.

Guttormur Sigbjarnarson 1972: Vatnafræði Þórisvatnssvæðis, Orkustofnun, OS-ROD, 27 s.

Hákon Aðalsteinsson 1976 a: Lögurinn, svifaur, gegnsæi og lífríki. Orkustofnun, OS-ROD-7609, 35 s. (Endurútgefin sem Gegnsæi og framleiðni í Leginum, RARIK 1978).

Hákon Aðalsteinsson 1976 b: Þórisvatn, áhrif miðlunar og Köldukvíslarveitu á lífsskilyrði svifs. Orkustofnun, OS-ROD-7643, 29 s.

Hákon Aðalsteinsson 1979: Sjá Aðalsteinsson, H. 1979.

Hákon Aðalsteinsson 1980: Fosfat í og utan á jökulaur; íburður Tungnaár. Orkustofnun, greinargerð HA-80/03, 19 s.

Hákon Aðalsteinsson 1981: Gegnsæi og framleiðni í jökulvötnum, Orkustofnun (í prentun).

Jón Kristjánsson 1974: Fiskirannsóknir í Þórisvatni. Veiðimálastofnun, bréfskýrsla, 14 s.

Jón Kristjánsson 1976: Þórisvatn, rannsóknarferð 2-9/7 1976. Veiðimálastofnun, bréfskýrsla, 9 s.

Jón Ólafsson 1979: Sjá Ólafsson, J. 1979.

Jónasson, P.M. and H. Aðalsteinsson 1979: Phytoplankton production in shallow eutrophic Lake Mývatn, Iceland. Oikos, 32: 113 - 138.

Marianna Alexandersdóttir 1976: Rannsóknarferð í Þórisvatn 24-30/8 1976. Veiðimálastofnun, bréfskýrsla, 8 s.

Ólafsson J. 1979: The chemistry of Lake Mývatn and River Laxá. Oikos, 32: 82 - 112.

Pétur M. Jónasson og Hákon Aðalsteinsson 1979: Sjá Jónasson, P.M. and H. Aðalsteinsson 1979.

Rhee, G-Yull and I.J. Gotham 1981. The effect of environmental factors on phytoplankton growth: Light and the interaction of light with nitrate limitation. Limnol Oceanogr., 26: 649 - 659

Schindler, J.E. 1971: Food quality and zooplankton nutrition. J. Anim. Ecol., 40: 589 - 595.

Sigurjón Rist 1975: Stöðuvötn. Orkustofnun, OS-ROD-7519 (Dýptarkort af 70 vötnum).

Úlfar Antonsson 1976. Dýrasvifið í Þingvallavatni 1974-1975 (handrit). Líffræðistofnun H.Í., 60 s.