

VISTFRÆÐI- OG VERNDARFLOKKUN ÍSLENSKRA STÖÐUVATNA

Verkefni unnið fyrir Rammaáætlun
um nýtingu vatnsafls og jarðvarma

Áfangaskýrsla

Hilmar J. Malmquist¹, Jón S. Ólafsson², Guðni Guðbergsson³, Þórólfur
Antonsson³, Skúli Skúlason⁴ og Sigurður S. Snorrason²,

- 1) Náttúrufræðistofa Kópavogs, Hamraborg 6 A, 200 Kópavogur
- 2) Líffræðistofnun Háskólans, Grensásvegi 12, 108 Reykjavík
- 3) Veiðimálastofnun, Vagnhöfða 7, 112 Reykjavík
- 4) Hólaskóli, Hólum, Hjaltadal, 801 Sauðárkrókur

Náttúrufræðistofa Kópavogs
Október 2003

Ágrip

Áfangaskýrsla þessi er unnin samkvæmt verksamningi milli aðstandenda rannsóknaverkefnisins *Yfirlitskönnun á lífríki íslenskra vatna: samræmdur gagnagrunnur* og Auðlindaeildar Orkustofnunar. Að Yfirlitskönnuninni standa Líffræðistofnun Háskólans, Hólaskóli, Náttúrufræðistofa Kópavogs, sem fer með stjórn verkefnisins, og Veiðimálastofnun. Verkið er unnið í tengslum við vinnu faghóps 1 við gerð Rammaáætlunar um nýtingu vatnsafls og jarðvarma og er markmið verksins þrjúþætt: 1) að veita yfirlit um samfélagsgerð, þéttleika og fjölbreytni lífsamfélaga í stöðuvötnum á Íslandi; 2) að veita yfirlit sem gefi til kynna vistfræðilega flokkun og hvernig einstök stöðuvötn falla að henni og; 3) að greina frá aðferðum sem gagnast til að skipa stöðuvötnum í verndarflokka.

Hér er á ferð all umfangsmikið verk. Ekki hefur áður verið ráðist í samskonar yfirlit og úttekt á lífríki íslenskra stöðuvatna. Jafnframt er hér í fyrsta sinn gerð tilraun til að flokka stöðuvötn í landinu m.t.t. vistfræði þeirra og verndargildis út frá empírískum mæligögnum. Verkið byggir að verulegu leyti á rannsóknargögnum úr gagnagrunni Yfirlitskönnunar á lífríki íslenskra vatna. Þar er á ferð yfirgripsmikill gagnabanki með margvíslegum upplýsingum um líffræðiþætti í liðlega 70 stöðuvötnum víðs vegar um landið. Auk þess er að finna í gagnabanknum upplýsingar um vatna- og efnafræði, eðlisþætti og jarðfræði, jafnt fyrir vötn og vatnasvið þeirra.

Samfélagsgerð, þéttleiki og fjölbreytni hryggleysingja í íslenskum stöðuvötnum er all breytileg milli vatna. Í grýttri fjöruvist er rykmý mest áberandi hópur hryggleysingja almennt í vötnum. Greinilegt er þó að bæði magn og tegundagróska er mest í vötnum á vatnasviðum með ungan berggrunn, þar sem fjöruvistin einkennist af lítt veðruðu, hrufóttu og yfirborðsmiklu hraungrýti. Lífríkisgróska í fjöruvist eykst einnig með vaxandi styrk næringarefna og jafnframt er gróskan meiri í vötnum á láglandi en hálendi. Lindarvötn, strandvötn og grunn dragavötn á grónum heiðum eru iðulega gróskumeiri en eindreginn dragavötn hátt til fjalla og jökulvötn.

Lífríki í setvist er almennt lítilfjörlegra en í fjöruvist, en þó getur þéttleiki einstakra dýrahópa, einkum fáburstunga verið geysimikill. Fjöruvistin skiptir jafnan meira máli fyrir fiska en setvistin, bæði m.t.t. fæðu og afdreps. Svifdýr í vatnsbol skipta miklu máli í orkumsetningu og næringarefnaflæði vatna og eru að auki oft mikilvæg fæða fyrir bleikju. Magn og tegundasamsetning svifdýra eykst með vaxandi meðaldýpi og rúmmáli vatna. Rýni skiptir einnig miklu máli og er langminnst af svifdýrum í jökulvötnum með hátt aurinnihald og lítið rýni.

Bleikja er algengasti laxfiskurinn á Íslandi og finnst í nær öllum vötnum sem ekki botnfrjósa (vötn með meðaldýpi 1-1,5 m). Urriði er mjög víða í vötnum en síður þó í vötnum á hrjóstrugum og hálendum landssvæðum þar sem bleikjan hefst við. Auk bleikju og urriða eru hornsíli mjög algeng í vötnum, en mun minna er af laxi og ál. Á móti tegundafábreytni fiska kemur umtalsverð fjölbreytni í útliti, lífsöguþáttum og vistfræði fiskanna, einkum hjá bleikju. Í sumum vötnum, einkum stórum og djúpum þar sem bleikjan er eini laxfiskurinn, fyrirfinnst 2-4 mismunandi bleikjuafbrigði m.t.t. líkamslögunar, litar, lífsöguþátta og lífshátta.

Flokkun stöðuvatna

Samkvæmt tölfræðilegri fjölþáttahnitun (DCA og CCA greiningar) má flokka íslensk stöðuvötn í stórum dráttum í þrjú vistfræðilega hópa með hliðsjón af tegundasamsetningu krabbadýra. Í fyrsta lagi eru grunn vötn þar sem botnlægar vatnaflær eru allsráðandi og kúlufló er einkennistegund. Í öðru lagi eru djúp og meðaldjúp vötn þar sem sviflægar krabbategundir eru allsráðandi og ranafló, halaflær og stökkkrebbi eru einkennistegundir. Í þriðja lagi eru strandlón og jökulvötn ásamt fleiri vatnagerðum þar sem lítið ber á vatnaflóm en mikið er af stökkkrebbum og smádíli er yfirleitt einkennistegund. Samsvarandi vistfræðiflokkun stöðuvatna með hliðsjón af botndýrum í fjöru- og setvist býður betri tíma, eða þar til fullnægjandi tegunda- og ættkvíslagreining liggur fyrir á rykmýslirfum, en þær skipa iðulega stærsta hóp botndýra í stöðuvötnum.

Í tillögu að verndarflokkun stöðuvatna er lagt til að meta náttúruverðmæti (verndargildi) stöðuvatna út frá tilteknum, mældum og metnum náttúrufræðiþáttum (viðföngum) sem tilheyra vötnunum. Viðföng, sem skiptast í megin- og undirviðföng, voru valin með hliðsjón af verndargildi þeirra í líffræði-, vatnafræði- og jarðfræðilegu tilliti. Skilgreind voru þrjú meginviðföng: 1) Vatnafræði; 2) Hryggdýr og; 3) Hryggleysingjar og vatnagróður. Hverju meginviðfangi tilheyra undirviðföng, mismörg eftir meginviðfangi. Í meginviðfanginu Vatnafræði voru skilgreind fjögur undirviðföng (Vatnagerð, Vatnasvið, Hæð vatns y. sjó og Stærð (rúmmál vatns)). Í meginviðfanginu Hryggdýr voru skilgreind fjögur undirviðföng (Fiskur, Tilvist sjógöngustofns, Tilvist bleikjuafbrigða og Fugl). Í meginviðfanginu Hryggleysingjar og vatnagróður voru skilgreind þrjú undirviðföng (Fjörudýr, Svifkrabbar og Botngróður). Hverju undirviðfangi tilheyra ákveðin viðmið (eigindi) sem geta verið annað hvort mældar hlutbundnar breytistærðir (t.d. þéttleiki fjörudýra á fermetra) eða metnar óhlutbundnar breytur (t.d. hvort vatn er staðsett á friðlýstu svæði eða ekki). Alls voru skilgreind sex viðmið: 1) Fjölbreytni; 2) Auðgi; 3) Fágæti á landsvísu; 4) Upprunagildi; 5) Upplýsingagildi og; 6) Íslensk lög og alþjóðasamþykki. Sum viðmið eiga ekki við öll undirviðföng. Við mat á verndargildi vatns er viðmiði tiltekins undirviðfangs gefin einkunn (skali: 0, 1, 3, 6 og 10) og sú tala margfölduð með vogtölu (vægi) þess viðmiðs, en viðmiðin hafa mismunandi vægi. Fyrir hvert undirviðfang er niðurstaðan úr síðastnefnda margfeldi margfölduð með vogtölu (vægi) þess undirviðfangs, en undirviðföngin hafa mismunandi vægi. Lokaeinkunn meginviðfangs fæst með því að leggja saman síðastnefndu tölu fyrir öll undirviðföng viðkomandi meginviðfangs og margfalda með vogtölu (vægi) þess meginviðfangs, en vægi meginviðfanga er mismunandi. Með því að leggja saman útkomu fyrir meginviðföngin þrjú fæst samtala, heildartala yfir verndargildi vatns. Með því að endurtaka þetta fyrir mörg vötn má raða þeim eða flokka eftir verndargildi.

EFNISYFIRLIT

Ágrip.....	1
1. Inngangur	4
2. Samfélagsgerð, þéttleiki og fjölbreytni lífsamfélaga – Yfirlit	5
2.1 Lífríki í fjöruvist	6
2.2 Lífríki í setvist	10
2.3 Lífríki í vatnsbol.....	11
2.4 Samfélag fiska.....	14
2.5 Vatnafuglar.....	18
3. Vistfræðileg flokkun stöðuvatna – DCA-greining	19
3.1 Aðferðir við DCA-greiningu	19
3.2 Niðurstöður og umræður	20
4. Verndarflokkun stöðuvatna – Greining á aðferðum – Tillögur	22
4.1 Viðföng	22
4.1.1 Meginviðfangið Vatnafræði	23
4.1.2 Meginviðfangið Hryggdýr.....	24
4.1.3 Meginviðfangið Hryggleysingjar og Vatnagróður	25
4.2 Viðmið	25
4.2.1 Skilgreiningar á viðmiðum.....	26
5. Heimildir og ítarefni	31
Viðauki I.....	33

1. Inngangur

Áfangaskýrsla þessi er unnin samkvæmt verksamningi sem gerður var 24. júlí 2000 milli aðstandenda rannsóknaverkefnisins *Yfirlitskönnun á lífríki íslenskra vatna: samræmdur gagnagrunnur* og Auðlindadeildar Orkustofnunar. Að Yfirlitskönnuninni standa Líffræðistofnun Háskólans, Hólaskóli, Náttúrufræðistofa Kópavogs, sem fer með stjórn verkefnisins, og Veiðimálastofnun.

Samkvæmt samningnum skulu aðstandendur Yfirlitskönnunar afhenda Auðlindadeild Orkustofnunar eftirfarandi niðurstöður í tengslum við vinnu faghóps 1 í Rammaáætlun um nýtingu vatnsafls og jarðvarma:

- 1) Yfirlit um samfélagsgerð, þéttleika og fjölbreytni lífsamfélaga í stöðuvötnum á Íslandi (kaflí 2)
- 2) Yfirlit sem gefi til kynna vistfræðilega flokkun og hvernig einstök stöðuvötn falla að henni (kaflí 3)
- 3) Greiningu á aðferðum sem gagnast til að skipa stöðuvötnum í verndarflokka (kaflí 4)

Framangreindar niðurstöður eru hluti af fyrri áfanga þessa verksamnings. Seinni áfangi verksamningsins felst í endurskoðun á niðurstöðunum í ljósi nýrra gagna og upplýsinga sem kunna að bætast við gagnagrunninn eftir skil á niðurstöðum samkvæmt fyrri áfanga.

Í öðrum kafla, þar sem veitt er yfirlit um samfélagsgerð í stöðuvötnum, er fyrst og fremst byggt á gögnum og upplýsingum í rannsóknarverkefninu *Yfirlitskönnun á lífríki íslenskra vatna*. Markmiðið með yfirlitinu er að veita innsýn í helstu einkenni og sérkenni íslensks vatnalífríkis á grundvelli upplýsinga í gagnagrunni Yfirlitskönnunarinnar. Öðrum þræði er horft til lífríkispátta sem að mati höfundanna skipta máli við verndarflokkun á íslenskum stöðuvötnum. Í samfélagsyfirlitinu er takmörkuð umfjöllun um vatnagróður og vatnafugla, m.a. vegna þess að gagnasöfnun í Yfirlitskönnuninni beindist að mestum þunga að öðrum lífríkispáttum, aðallega að smádyrum og fiski. Vatnagróður og vatnafuglar eru hins vegar mikilvægir þættir við vistfræðilega flokkun vatna og a.m.k. hvað fuglana varðar, mjög þýðingarmiklir við mat á verndargildi vatnanna. Við flokkun vatna m.t.t. vistfræði og sér í lagi m.t.t. verndargildis er því tekið tillit til beggja þessara lífríkispátta og m.a. byggt á upplýsingum í gagnabanka Yfirlitskönnunarinnar.

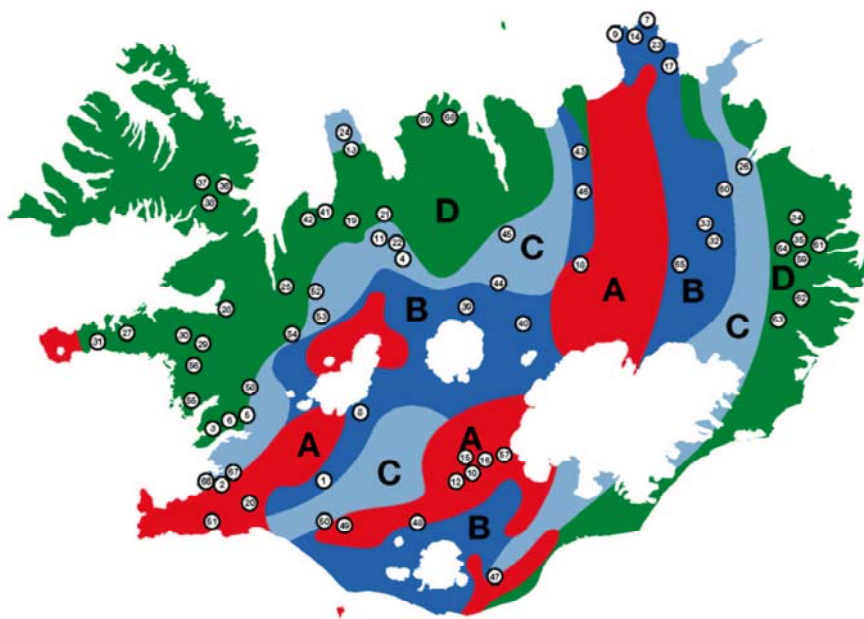
Til frekari kynningar á íslensku vatnalífríki almennt má benda á bókina „*Fiskar í ám og vötnum*“ eftir Guðna Guðbergsson og Þórólf Antonsson (1996), bókarkafllann „*Ár og vötn á Íslandi: Vistfræði og votlendistengsl*“ eftir Hilmar J. Malmquist (1998) og bókarkafllann „*Andfuglar og aðrir vatnafuglar*“ eftir Arnþór Garðarsson (1982).

2. Samfélagsgerð, þéttleiki og fjölbreytni lífsamfélaga – Yfirlit

Í þessum kafla er gerð stutt grein fyrir helstu dráttum í íslensku vatnalífriki. Fyrst er fjallað um lífríki í fjöruvist, næst um setvist, þá um vatnsbol og að endingu umfjöllun um fiska og fugla. Að mestu er stuðst við gögn úr gagngrunni Yfirlitskönnunarinnar, bæði birt gögn og niðurstöður sem kynntar hafa verið á ráðstefnum og í fyrirlestrum. Einnig er stuðst við ýmsar aðrar heimildir og er þeirra getið í heimildaskrá. Gagnagrunnur Yfirlitskönnunarinnar byggist á fjölþættum upplýsingum um efna- og eðlisþætti, vatna- og jarðfræðiþætti, gróður, smádyr, fiska og fugla og nær til liðlega 70 stöðuvatna víðs vegar um landið (mynd 2.1).

Íslenskt vatnalífriki er mjög breytilegt innan stöðuvatna og milli þeirra. Innan tiltekins vatns er jafnan um þrjá ólíka lífveruhópa að ræða hvað varðar hryggleysingja og jurtir ef til staðar eru hinar þrjár megingerðir af búsvæðum í vatninu; *fjöruvist* með grýttan botn, *setvist* með mjúkan botn og *svifvist* í vatnsbol. Búsvæðin þrjú eru mjög ólík m.t.t. undirlags, áhrifa ölduhreyfinga, hitastigs, efnabátta og ljóss og ráða þessir þættir miklu um samfélagsgerð lífveranna.

Breytileiki í lífríki milli stöðuvatna ræðst af ýmsum atriðum. Meðal annars skiptir máli gerð berggrunns og gróðurþekja á vatnasviði, yfirborðsáferð fjörugrjóts, þ.e. jarðfræðilegur uppruni og aldur fjörugrjóts, hæð vatns yfir sjó, lögun vatnsskálar, dýpi vatns og stærð. Margir aðrir þættir koma við sögu og eru sumir tengdir fyrrnefndum þáttum. Ágætt dæmi um samspil eða tengsl þátta eru áhrif gróðurþekju á vatnasviði á vatnalífriki, en gróðurþekjan er aftur háð hæð lands yfir sjó sem minnkar almennt með vaxandi hæð yfir sjó. Auk minnkandi gróðurþekju lækkar hitastig einnig og vaxtartími styttist með vaxandi hæð yfir sjó og jafnframt minnkar iðulega hentugur jarðvegur fyrir gróður..

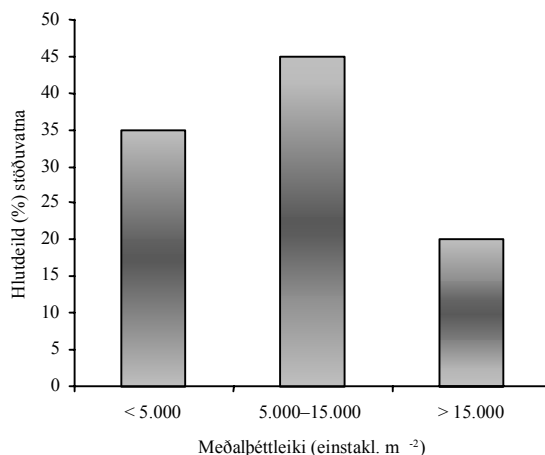


Mynd 2.1. Staðsetning 69 stöðuvatna í gagnagrunni verkefnisins *Yfirlitskönnun á lífríki íslenskra vatna*. Á myndina vantar nokkur vötn sem bæst hafa við gagnagrunninn á tímabilinu 2000-2002. Skrá yfir heiti allra vatna í Yfirlitskönnuninni er að finna í Viðauka I. Berggrunnur á rauðu landssvæði (A) eru basísk og ísúr hraun frá nútíma (< 0,01 milljón ára), á dökkbláum svæðum (B) eru basísk og ísúr hraunlög (grágrýti) og móberg frá síðari hluta ísaldar (0,01-0,8 milljón ára), á ljósbláum svæðum (C) eru basískt og ísúrt gosberg frá Síð-Plíósen og fyrri hluta ísaldar (0,8-3,3 milljón ára) og á grænum svæðum (D) eru basískt og ísúrt gosberg frá Síð-Tertíer (> 3,3 milljón ára).

2.1 Lífríki í fjöruvist

Fjöruvist er grynnssti hluti strandsvæðisins og jafnan grýtt þar eð lífræn efni ná ekki að setjast þar fyrir vegna öldugangs. Hve djúpt fjörubeltið nær niður og hve langt frá landi er mismunandi bæði innan vatna og milli þeirra og ræðst m.a. af lögun vatnsskálar, ríkjandi vindátt og lögun strandlengjunnar.

Fjörubeltið er vistfræðilega mjög mikilvægt búsvæði þar sem stór hluti af lífrænni framleiðslu vatna fer þar fram. Fjörugrjótið er hentugt undirlag fyrir jafnt jurtir og dýr til að sitja á og jafnframt veitir það mörgum dýrum skjól gegn afráni. Ýmis smádýr bæði liggja undir steini og fela sig í glufum milli steina. Slíkt gera m.a. bleikjuseiði, en fyrstu mánuði ævi sinnar dvelja þau að miklu leyti í fjörubeltinu.



Mynd 2.2. Meðalþéttleiki dýra á fjörugrjóti í 35 íslenskum stöðuvötnum, skipt í þrjú þéttleikabil. Byggt á 687 grjótsýnum (að jafnaði 20 grjótsýni úr hverju vatni). Sýnin eru sigtuð með 250 μ m sigti. Úr gagnagrunni Yfirlitskönnunar (sjá nánar Hilmar J. Malmquist o.fl. 2000).

Meðalþéttleiki dýra í grýttri fjöruvist íslenskra stöðuvatna er liðlega 12.000 dýr m⁻² (mynd 2.2, tafla 2.1) og er mjög breytilegur frá einu vatni til annars, eða allt frá því að vera tæp 100 dýr m⁻² upp í tæp 33.000 dýr m⁻². Liðlega þriðjungur (35%) vatna er með meðalþéttleika undir 5.000 dýr m⁻², tæplega helmingur með meðalþéttleika á bilinu 5.000-15.000 dýr m⁻² og um fimmtungur með meðalþéttleika yfir 15.000 dýr m⁻² (mynd 2.2).

Langalgengasti dýrahópurinn á fjörugrjóti er rykmý, með að jafnaði hartnær 50% hlutdeild af þéttleika allra dýra (tafla 2.1). Þar á eftir koma fáburstungar með tæplega helmingi minni þéttleika (25% af heild) og á svipuðu róli eru þráðormar (21% af heild). Samanlögð fjöldahlutdeild aðeins þessara þriggja dýrahópa er 92%.

Tvær undirættir rykmýs, bog- og kulmý, sem flestar eru þörungaaætur á lirlustigi, eru nær allsráðandi meðal rykmýsins (90% hlutdeild af rykmýi). Bráðabirgðaniðurstöður á tegundagreiningu þessara tveggja undirætta benda til að aðallega sé um tíu tegundir að ræða, einkum *Eukiefferiella*, *Orthocladius*, *Euorthocladius* og *Cricotopus* tegundir. Þeymý, sem eru flestar grotætur, og ránmý, sem eru rándýr, eru fremur fáliðað í fjöruvistinni. Í hvorri undirætt hafa verið greindar þrjár tegundir (Hilmar J. Malmquist o.fl. 2000).

Flokkun stöðuvatna

Tafla. 2.1. Tíðni (hundraðshluti af fjölda steina með viðkomandi dýrahóp eða tegund), þéttleiki (meðalfjöldi einstaklinga/m²) og % þéttleiki (hundraðshlutfall viðkomandi dýrahóps eða tegundar af heildarmeðalþéttleika) meðal dýra (250 µm sigti) á fjörugrjóti (687 steinar) í 35 stöðuvötnum. Úr gagnagrunni Yfirlitskönnunar (sjá nánar Hilmar J. Malmquist o.fl. 1999a; 2000).

Flokkunareining	Tíðni (%)	Þéttleiki	% Þéttleiki
HOLDÝR (Coelenterata) ¹	61	257	2
ÞRÁÐORMAR (Nematoda)	94	2.560	21
LINDÝR (Mollusca)	83	258	2
Vatnabobbi (<i>Lymnaea pereger</i>)	83	1	2
Efjuskel (<i>Pisidium</i> spp.)	34	1	x
FÁBURSTUNGAR (Oligochaeta)	100	3.112	25
Sundánar (Naididae)	94	2.658	22
Röránar (Tubificidae)	25	19	x
Pottormar (Enchytraeidae)	100	339	2
Skeggormar (Aelosomatidae)	17	76	x
Blóðmaðkur (Lumbriculidae) ²	44	18	x
Ánamaðkar (Lumbricidae) ³	8	2	x
IGLUR (Hirudinea)	26	13	X
Ormigla (<i>Helobdella stagnalis</i>)	20	11	x
Snigligla (<i>Glossiphonia complanata</i>)	14	2	x
STEINFLUGUR (Plecoptera) ⁴	36	21	X
VORFLUGUR (Trichoptera)	87	271	3
Randavára (<i>Apatania zonella</i>)	86	242	2
Tjarnavára (<i>Limnephilus affinis</i>)	46	14	x
Grávára (<i>L. griseus</i>)	35	12	x
Risavára (<i>Potamophylax cingulatus</i>)	8	3	x
BJÓLLUR (Coleoptera) ⁵	19	1	X
RYKMÝ (Chironomidae)	100	5.556	46
Bog- og kulmý (Orthocladiinae-Diamesinae)	100	4.998	40
Þeymý (Chironominae)	81	358	3
Ránmý (Tanypodinae)	58	200	2
ADRAR TVÍVÆNGJUR (Other diptera) ⁶	53	26	X
VATNAMAURAR (Hydracarina) ⁷	75	109	1
ALLS		12.184	100

¹ Langmest tegundin netarmla (*Hydra attenuata* Pallas). ² Ein tegund, blóðmaðkur (*Lumbriculus variegatus* (Müller)). ³ Ein tegund, vatnsmaðkur (*Eiseniella tetraedra* (Savigny)). ⁴ Ein tegund, steinfluga (*Capnia vidua* Klápalek). ⁵ Tvær tegundir, brunnskukka (*Agabus bipustulatus* (L.)) og lækjaklukka (*Hydroporus nigrita* (Fabr.)). ⁶ Fjórar tegundir, hrossafluga (*Tipula* sp.), (*Dicranota exclusa* (Walker)), strandfluga (*Clinocera stagnalis* (Haliday)) og lækjafluga (*Limnophora riparia* (Fallén)). ⁷ Tvær tegundir, ranamaur (*Sperchon glandulosa* Koenike) og Ameronothrus (*Ameronothrus lineatus* Thorell).

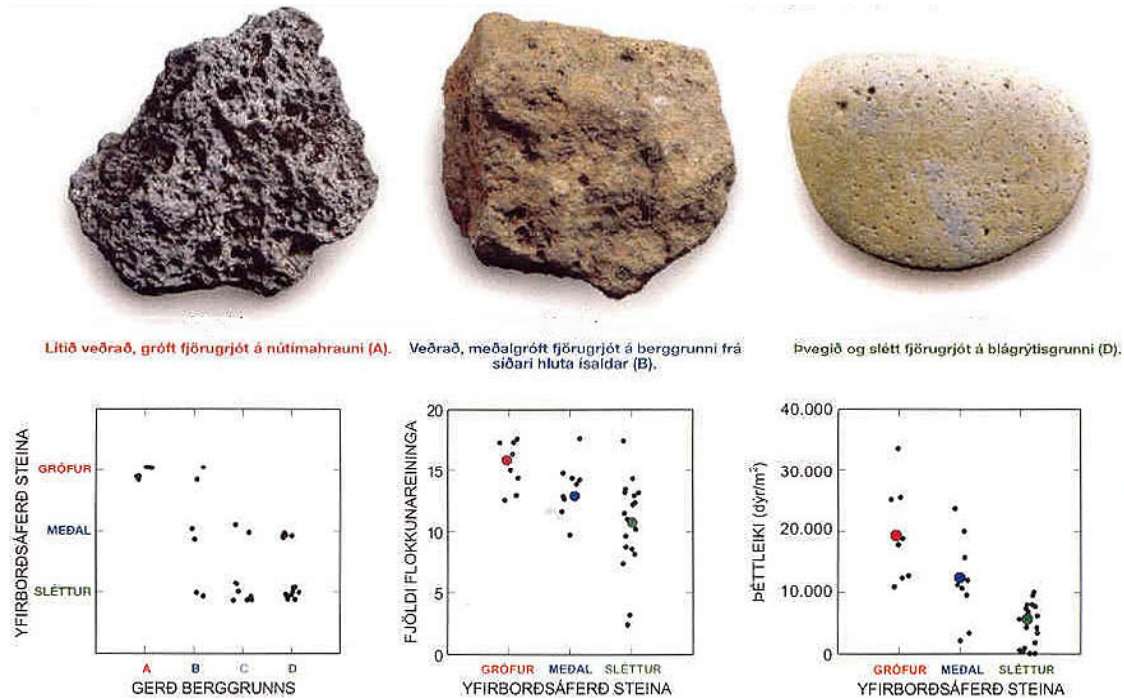
Á meðal fáburstunga gegna sundánar langmestu máli í fjöruvistinni (85% hlutdeild af heildarþéttleika fáburstunga, tafla 1). Langalgengastur sundána er rándýrið og kviðburstungurinn (*Caetogaster diaphanus* (Gruith.)), en áranar (*Nais* spp.), krókburstungur (*Uncinai uncinata* (Ørsted) og ranaormur (*Stylaria lacustris* (L.)) eru einnig töluvert algengir.

Heildarfjöldi tegunda af eindregnum vatnasmádyrum sem nýtir grýtta fjöruvist er iðulega á bilinu 20-30 í sérhverju stöðuvatni (sjá einnig Hilmar J. Malmquist o.fl. 2001). Hér eru krabbadýr undanskilin, en þau tilheyra flest setbotni og vatnsbol þar sem minni öldugangs gætir. Þessi flokkun er álitamál og í sumum tilvikum er eðlilegt

Flokkun stöðuvatna

að heimfæra a.m.k. sum krabbadýr á fjörubeltið. Ef það er gert, bætast um 10 tegundir við fjöruvátununa, þannig að heildarfjöldi smádýra verður 30-40 tegundir.

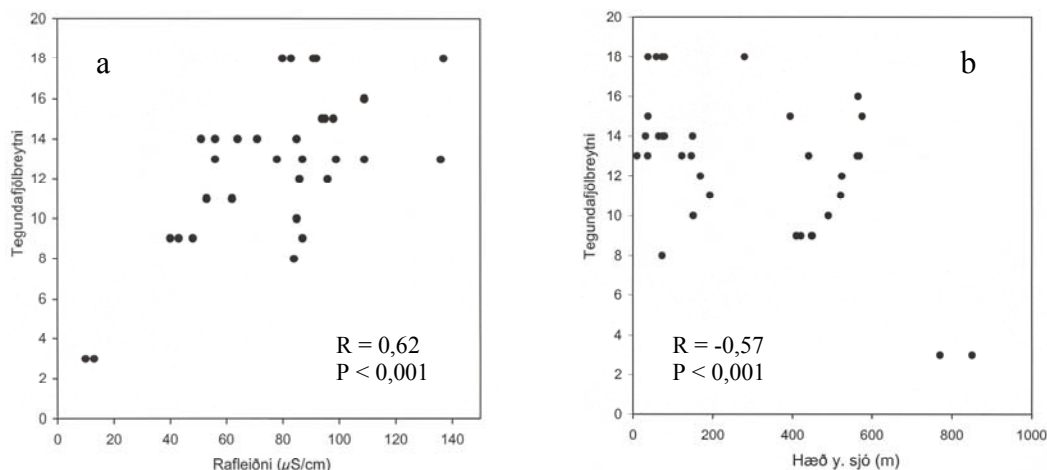
Margir þættir hafa áhrif á tegundasamsetningu og þéttleika dýra í fjörubeltinu. Meðal annars hefur verið sýnt fram á að tegundafjöldi og þéttleiki (líffýngd) ræðst að hluta til af yfirborðsáferð fjörugrjótsins sem dýrin búa á (mynd 2.3). Þar sem yfirborðsáferð fjörugrjóts er aftur nátengd gerð berggrunns á vatnasviði viðkomandi stöðuvatns, þ.e.a.s. að fjörugrjót er þeim mun hrufóttara og yfirborðsmeira eftir því sem berggrunnurinn er yngri, þá er vatnalífrikið jafnframt undir áhrifum af gerð berggrunns.



Mynd 2.3. Jaðfræðiþættir hafa bein áhrif á lífríki íslenskra vatna. Grafíð lengst t.v. sýnir tengsl á milli yfirborðsáferðar fjörugrjóts og gerðar berggrunns – því eldri sem berggrunnurinn er þeim mun sléttara er fjörugrjótið. Grafíð í miðju sýnir sambandið milli yfirborðsáferðar fjörugrjóts og fjölda flokkunareininga á fjörugrjóti – flokkunarfræðileg fjölbreytni er mest á hrufóttasta (yngsta) fjörugrjótinu og minnstur á sléttasta (elsta) fjörugrjótinu. Grafíð lengst t.h. sýnir sambandið á milli yfirborðsáferðar fjörugrjóts og þéttleika dýra sem sitja á steinunum – þéttleiki dýra er mestur á hrufóttasta (yngsta) fjörugrjótinu og minnstur á sléttasta (elsta) fjörugrjótinu. Gerð berggrunns: *A*, basísk og ísúr hraun frá nútíma (< 0,01 milljón ára); *B*, basísk og ísúr hraunlög (grágrýti) og móberg frá síðari hluta ísaldar (0,01-0,8 milljón ára), *C*, basískt og ísúrt gosberg frá Síð-Plíósen og fyrri hluta ísaldar (0,8-3,3 milljón ára), og *D*, basískt og ísúrt gosberg frá Síð-Tertíer (> 3,3 milljón ára). Yfirborðsáferð fjörugrjóts: *Grófur*, lítt veðrar fjörugrjót, óreglulegt og alsett smáholum; *Meðal*, nokkuð veðrad fjörugrjót með smáholum; og *Sléttur*, mjög veðrad, þvegið og slétt fjörugrjót. Byggt á 687 grjótsýnum úr 35 stöðuvötnum (að jafnaði 20 grjótsýni úr hverju vatni). Dýrasýnin sigtuð með 250 μm sigti. Úr gagnagrunni Yfirlitskönnunar (sjá nánar Hilmar J. Malmquist o.fl. 1999 og 2000).

Aðalskýringin að baki meiri tegundafjölbreytni og þéttleika dýra í fjöruvíst vatna á ungum landssvæðum, þ.e. í vötnum sem staðsett eru á virka gosbeltinu, liggur í sérstökum eiginleikum hraungrýtisins. Hraungrýtið myndar flókið, þrívítt búsvæði fyrir vatnalífverur sem hefur í för með sér meira yfirborð miðað við rúmmál (meira rými fyrir fleiri dýr), meiri fjölbreytni í búsvæðum (misstórar holur og því hentugra fyrir fleiri tegundir) og betra skjól fyrir smádýr gegn öldugangi og afráni.

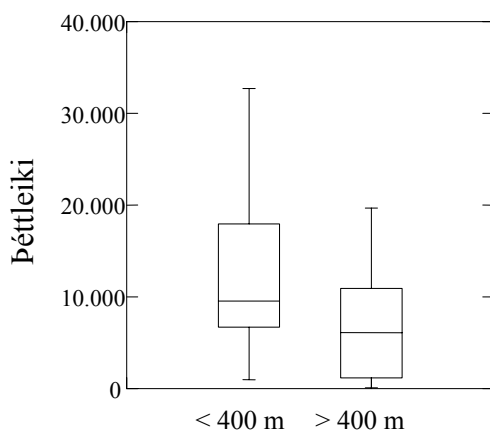
Flokkun stöðuvatna



Mynd 2.4. **a.** Tegundafjölbreytni (fjöldi tegunda og undirætta) í fjöruvist stöðuvatna vex með hækkandi rafleiðni í vötnum. **b.** Tegundafjölbreytni minnkar með vaxandi hæð vatna yfir sjó. Rafleiðni er mælikvarði á heildarstyrk uppleystra efna og endurspeglar lífvænleika vatnanna (því hærri rafleiðni, því hærri efnastyrkur og þeim mun lífvænlegra vatn). Úr gagnagrunni Yfirlitskönnunar (sjá nánar Hilmar J. Malmquist o.fl. 2000).

Fjölbreytni tegunda í fjöruvist ræðst einnig af styrk næringarefna í stöðuvötnum. Í vötnum með háan efnastyrk eru fleiri tegundir og undirættir en í vötnum með lágan efnastyrk (mynd 2.4a). Við þessu er að búast og endurspeglar þetta sambandið á milli næringarefna, frumframleiðenda og 2. stigs neytenda (því ríkara sem vatnið er af næringarefnum, því gróðurvænlegra verður fyrir þörunga, sem aftur eru étnir af smádyrunum).

Fjölbreytni tegunda og þéttleiki dýra í fjöruvist er einnig háð hæð stöðuvatna yfir sjávarmáli. Bæði tegundafjölbreytni (mynd 2.4b) og þéttleiki dýra (mynd 2.5) er marktækt minni í vötnum á hálendinu en á láglendinu (mynd 2.5). Þessi munur stafar mjög líklega af minni grósku almennt upp til fjalla, m.a. vegna styttri vaxtartíma og lægra hitastigs.

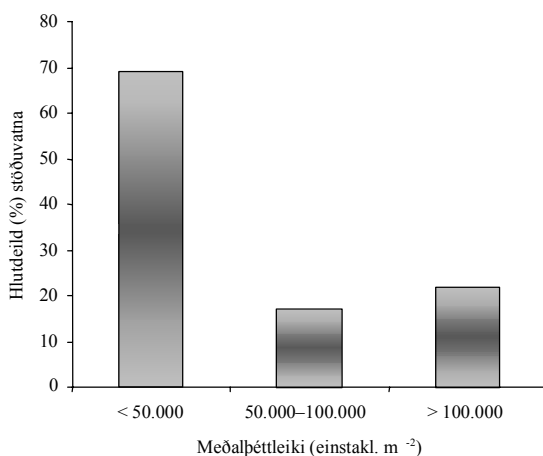


Mynd 2.5. Þéttleiki dýra (fjöldi einstakl. m^{-2}) í fjöruvist stöðuvatna er háð hæð vatnanna yfir sjó. Hér er vötnum skipt annars vegar í vötn á láglendi (< 400 m y.s.) og hins vegar vötn á hálendi (> 400 m y.s.). Úrgagnagrunni Yfirlitskönnunar (sjá nánar Hilmar J. Malmquist o.fl. 2000). Myndaskýring: Lárétt lína táknar meðaltal, innan kassans rúmast 50% gilda og lóðréttar línur taka til 25% gilda.

2.2 Lífríki í setvist

Setvist er dýpsti hluti vatna og þar ná lífræn efni að safnast fyrir. Botninn er því iðulega úr finni lífrænni efju og mjúkur, en grjót er fágætt. Mörkin á milli fjöru- og setvistar geta verið óglögg og ráðast þau m.a. af dýpi vatns og lögum vatnsskálar, ríkjandi vindátt og lögum strandlengjunnar.

Setvist vatna er jafnan nokkuð einsleitara búsvæði en fjöruvist, einkum þegar komið er niður fyrir ljóstillífunarmörk á um 20 m dýpi. Ofan þessara marka og upp að fjörubelti er setvistin í sumum vötnum all fjölbreytt og er þá um rófaster plöntur að ræða sem mynda kjörin búsvæði fyrir smádyr og fiska. Þar á meðal eru síkjamari (*Myriophyllum spicatum*), fjallnykra (*Potamogeton alpinus*), langnykra (*P. praelongus*) og tjarnarnál (*Nitella opaca*), en þessar tegundir geta myndað þéttvaxnar og víðfeðmar gróðurbreiður, allt að þrjú m á hæð.



Mynd 2.6. Meðalþéttleiki dýra á setbotni í 23 íslenskum stöðuvötnum, skipt í þrjú þéttleikabil Byggt á 230 Kajaksýnum (að jafnaði 10 sýni úr hverju vatni). Sýnin sigtuð með 250 μ m sigti. Úr gagnagrunni Yfirlitskönnunar (sjá nánar Höllu Jónsdóttur o.fl. 1998).

Meðalþéttleiki dýra á setbotni íslenskra stöðuvatna er um 35.000 dýr m⁻² og er mjög breytilegur frá einu vatni til annars, eða allt frá því að vera tæp 6.000 dýr m⁻² upp í tæp 135.000 dýr m⁻². Langflest vötn, eða liðlega tveir þriðju (69%), er með meðalþéttleika undir 50.000 dýr m⁻², tæplega fimmtungur (17%) með meðalþéttleika á bilinu 50.000-100.00 dýr m⁻² og rúmur fimmtungur (22%) með meðalþéttleika yfir 100.000 dýr m⁻² (mynd 2.6).

Samfélagsgerð dýra í setvist Þríhyrningsvatns (N-Múlasýslu), sem er djúpt vatn með meðaldýpi um 33 m, er um margt dæmigerð fyrir setvist í djúpum íslenskum vötnum (tafla 2.2). Röránar og þó sérstaklega skelkrebbsi ásamt fleiri botnlægum krabbadýrum eru langalgengustu dýrahóparnir. Á meðal skelkrebbsana er um margar tegundir að ræða, liðlega tíu alls, en meðal rörána eru það einkum tegundirnar *Tubifex tubifex* og *Spirosperma ferox* sem eru algengar. Aðrir hópar sem eitthvað kveður að, en þó í miklu minna mæli eru efjuskeljar (einkum *Pisidium casertanum* auk fleiri *Pisidium* tegunda), rauð- og augndíli, sem eru sviflægir krabbar, og þeymý (aðallega *Chironomus* sp., *Micropsectra* sp. og *Tanytarsus* sp. tegundir). Að rauð- og augndílum undanskildum eru framangreind dýr allt set- og grotætur sem búa meira eða minna ofan í botnefjunni og síá eða sópa fæðuagnir upp í sig.

Flokkun stöðuvatna

Tafla. 2.2. Tíðni (hundraðshluti af fjölda Kajaksýna með viðkomandi dýrahóp eða tegund), þéttleiki (meðalfjöldi einstaklinga/m²) og % þéttleiki (hundraðshlutfall viðkomandi dýrahóps eða tegundar af heildarmeðalþéttleika) meðal dýra í setvist Þríhyrningsvatns. Úr gagnagrunni Yfirlitskönnunar (sjá nánar Inga Rúnar Jónsson og Hilmar J. Malmquist 2002).

Flokkunareining	Tíðni (%)	Þéttleiki	% þéttleiki
LINDÝR (Mollusca)	93	3.937	3
Efjuskel (<i>Pisidium</i> spp.)	93	3.937	3
FÁBURSTUNGAR (Oligochaeta)	100	9.969	9
Sundánar (Naididae)	40	413	x
Röránar (Tubificidae)	100	9.302	9
Pottormar (Enchytraeidae)	20	222	x
Blóðmaðkur (Lumbriculidae)	7	32	x
KRABBADÝR (Crustacea)	100	89.936	85
Skötuormur (<i>Lepidurus arcticus</i>)	7	32	x
Burstafló (<i>Iliocryptus sordidus</i>)	33	222	x
Broddfló (<i>Macrothrix hirsuticornis</i>)	40	1.238	1
Ranafló (<i>Bosmina coregonii</i>)	53	2.063	2
Augndíli (<i>Cyclops</i> spp.)	87	16.635	16
Rauðdili (<i>Diaptomus</i> spp.)	93	2.762	3
Ormdíli (Canthocamptidae)	33	508	1
Skelkrebbs (Ostracoda)	100	66.476	63
VORFLUGUR (Trichoptera)	7	32	X
Randavára (<i>Apatania zonella</i>)	7	32	x
RYKMÝ (Chironomidae)	93	2.072	2
Bog- og kulmý (Orthocladiinae-Diamesinae)	60	928	1
Þeymý (Chironominae)	53	1.143	1
ALLS		105.937	100

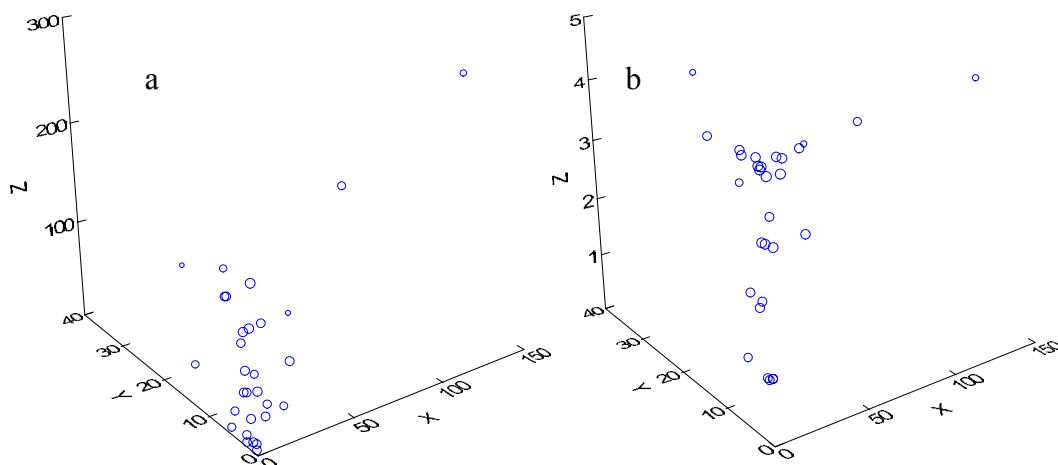
2.3 Lífríki í vatnsbol

Vatnsbolurinn, eða svifvistin er búsvæðið sem nær til alls vatnsmassans frá vatnsborði og niður á botn. Í djúpum og stórum vötnum með eindreginn vatnsbol er þetta búsvæði mjög einsleitt fyrir langflestar dýr. Þar er lítið um skjól fyrir dýr og þær tiltölulega fáu dýrategundir sem þar þrífast, búa yfir ýmsum aðlögunum sem gerir þeim kleift að komast af við fremur erfið skilyrði, a.m.k. hvað varðar hættu á afráni af völdum fiska. Aðlaganir dýranna gegn afráni felast einkum í smæð og lítt áberandi lit. Sum dýrin, eins og t.d. svifkrabbarnir langhalafló (*Daphnia longispina*) og kringlufló (*Holopedium gibberum*) eru hálf-gagnsæ. Að auki hegða sumar krabbategundir sér þannig að þær ferðast upp og niður í vatnssúlunni í takt við birtuskilyrði. Á daginn halda þær sig neðarlega í vatnsbolnum þar sem þær sjást illa, en á nóttunni flytja þær sig í efstu lög vatnsbolsins. Atferli af þessu tagi er vel þekkt hjá svifkröbbum í Þingvallavatni (Sigurður S. Snorrason o.fl. 2002).

Enda þótt vatnsbolurinn sé jafnan fátækur af dýrategundum skiptir búsvæðið oft mjög miklu máli í lífrænni framleiðslu viðkomandi vistkerfis. Á móti fáum dýrategundum kemur gjarnan að magn hvernar tegundir er mikið. Hvað varðar plöntur, þ.e. svifþörungur, þá er aftur á móti oft um bæði mikla tegundafjölbreytni lífræna framleiðslu að ræða. Frumframleiðsla svifþörungur í vatnsbolnum er nýtt bæði af svifdýrum sem þar búa og af botndýrum í setvistinni þar sem stór hluti frumframleiðslunnar í vatnsbolnum sest fyrir.

Samfélagsgerð svifkrabba í vatnsbol íslenskra stöðuvatna er mjög breytileg milli vatna. Almennu eykst magn og tegundafjöldi svifkrabba með vaxandi rúmmáli og

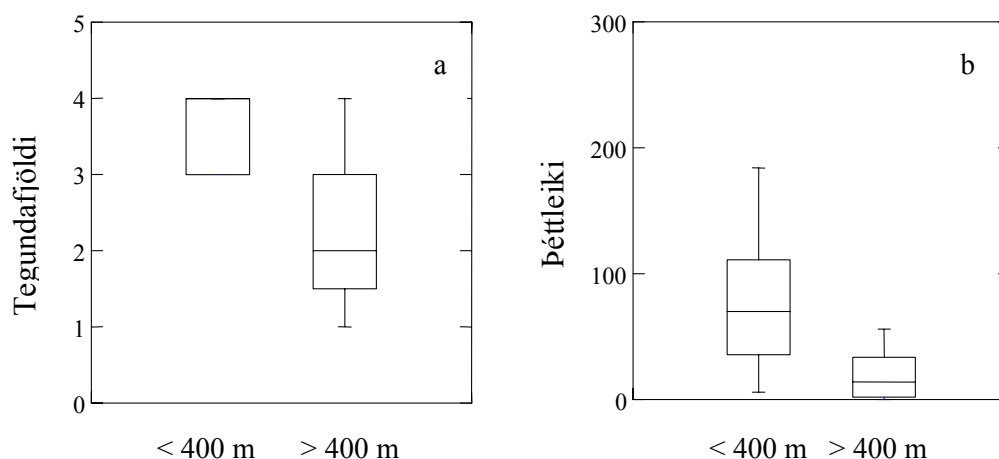
Flokkun stöðuvatna



Mynd 2.7. **a.** Tengsl milli þéttleika svifkrabba (z-ás, fjöldi einstakl. l^{-1}), meðaldýpis vatna (y-ás, m) og rúmmáls þeirra (x-ás, Gl). **b.** Tengsl milli fjölda svifkrabbategunda (z-ás), meðaldýpis vatna (y-ás, m) og rúmmáls þeirra (x-ás, Gl). Byggt á 30 stöðuvötnum. Úr gagnagrunni Yfirlitskönnunar.

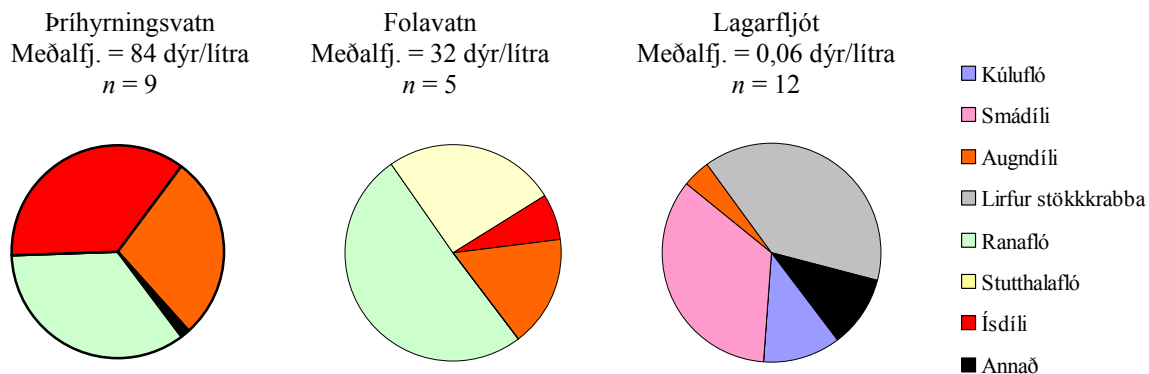
meðaldýpi (mynd 2.7). Með öðrum orðum, þéttleiki og fjöldi tegunda af svifkröbbum er jafnan meiri í vötnum með eindreginn vatnsbol en í mjög grunnum vötnum, rétt eins og búast má við.

Auk stærðar og dýpis hafa nokkrir aðrir þættir mótandi áhrif á samfélagsgerð svifkrabbana. Hæð vatns yfir sjó skiptir t.d. töluverðu máli líkt og á við um samfélagsgerð fjörudýranna. Almennt eru færri tegundir og minni þéttleiki af svifkröbbum í vötnum á hálendinu en á láglendinu (mynd 2.8). Þetta skýrist af almennt óhentugari lífsskilyrðum í fjallavötnum miðað vötn á láglendinu, m.a. vegna lægra hitastigs, minni frumframleiðslu og þar með minni fæðu fyrir svifkrabbana.



Mynd 2.8. **a.** Fjöldi tegunda og **b.** meðalþéttleiki svifkrabba (fjöldi einstakl. l^{-1}) í 19 stöðuvötnum á láglendi (< 400 m y.s.) og 11 stöðuvötnum hálendi (> 400 m y.s.). Úr gagnagrunni Yfirlitskönnunar. Sjá nánari skýringu fyrir myndina í texta við mynd 2.5.

Flokkun stöðuvatna



Mynd 2.9. Tegundasamsetning helstu svifkrabba í vatnsbol þriggja stöðuvatna. *n* segir til um fjölda háfsýna (125 μ m möskvi). Gögn fyrir Þríhyrningsvatn eru úr gagnagrunni Yfirlitskönnunar (Ingi Rúnar Jónsson og Hilmar J. Malmquist 2002), en gögn fyrir Folavatn og Lagarfljót (Vífilsstaðafló) eru fengin úr grein eftir Hilmar J. Malmquist o.fl. 2001.

Aurinnihald er einnig sterkur áhrifavaldur á magn svifkrabba í vötnum og eru jökulvötn einna snauðust vatna af svifkröbbum. Í Lagarfljóti t.d. er þéttleikinn ekki nema um eitt dýr í hverjum lítra vatns (mynd 2.9). Fæð svifdýra í jökulvötnum skýrist nær alfarið af aurnum, sem veldur því að sólarljós nær aðeins örstutt (jafnan innan við einn metra) ofan í vatnið. Þar með er fótunum kippt undan lífrænni undirstöðu svifdýrasamfélagsins, þ.e. frumframleiðslu jurtasvifsins.

Af eindregnum svifkröbbum er alls um átta tegundir að ræða í vatnsbol íslenskra stöðuvatna. Þetta eru annars vegar vatnaflærnar langhalafló (*D. longispina*), stutthalafló (*D. pulex*), ranafló (*Bosmina coregonii*), kringlufló (*H. gibberum*) og hakafló (*Simocephalus vetulus*) og hins vegar stökkrabbin augndíli (*Cyclops abyssorum*), smádíli (*Diaptomus minutus*) og ísdíli (*D. glacialis*). Langhalafló og augndíli og þó sér í lagi ranafló og smádíli eru langalgengustu tegundirnar. Hakafló og einkum kringlufló (mynd 2.10), sem er stærsti svifkrabbinn hér á landi, eru fágætar og koma afar sjaldan fyrir í miklu magni í stöðuvötnunum.

Breytileiki í tegundasamsetningu svifkrabba ræðst af ýmsum öðrum þáttum en þegar hafa verið nefndir. Meðal annars virðist ráða miklu hvort fiskur er til staðar í vötnunum. Í fisklausum vötnum eins og t.d. Folavatni á Hraunum (mynd 2.9), sem og í vötnum þar sem einungis er urriði en ekki bleikja, eins og t.d. í Baulárvallavatni á Snæfellsnesi, er hlutdeild stórra vatnaflóategunda á borð við stutthalafló og kringlufló meiri en ella. Báðir þessir krabbar eru eftirsóttur og fremur auðveldur biti fyrir fiska vegna stærðar sinnar og hve svifaseinir þeir eru við að forðast atlögur frá fiskunum.



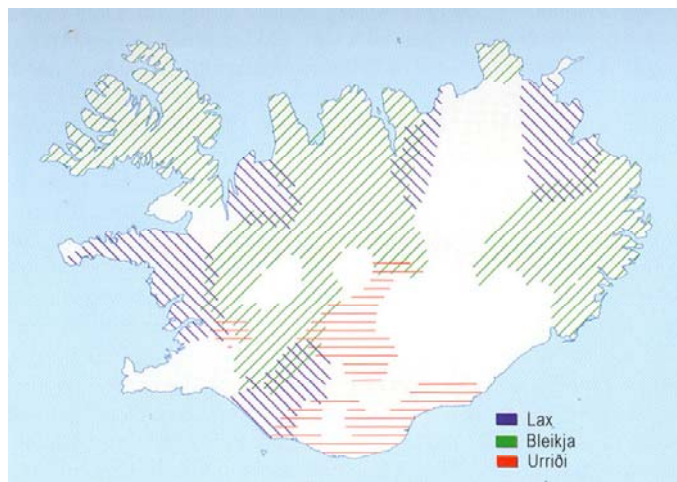
Mynd 2.10. Kringlufló (*Holopedium gibberum*) er þörungaæta og stærsta tegundin af sviflægum kröbbum í vatnsbol íslenskra stöðuvatna. Hún er allt að 4 mm á lengd, umlukin hjúpi úr hlaupkenndu efni og hálfagnsæ.

2.4 Samfélag fiska

Sex innlendar („native“) tegundir fiska lifa í ferskvatni á Íslandi. Þetta eru lax (*Salmo salar*), urriði (*S. trutta*), bleikja (*Salvelinus alpinus*), hornsíli (*Gasterosteus aculeatus*), Evrópuáll (*Anguilla anguilla*) og Ameríkuáll (*A. rostrata*). Sjöunda tegundin, regnbogasilungur (*Oncorhynchus mykiss*), var flutt inn til landsins í eldisskyni um miðja síðustu öld. Regnbogasilungur virðist almennt ekki tímgastr af sjálfsdáðum í íslenskri náttúru. Aðeins er þekkt eitt tilfelli af tímgun regnbogasilungs og var það í heitum læk í tengslum við eldi sem ekki er lengur til staðar (Guðna Guðbergsson og Þórólfur Antonsson 1996).

Allar sex náttúrulegu fisktegundirnar nýta stöðuvötn og búa þar, en í mjög misjöfnum mæli. Bleikja og hornsíli eru hvað algengustu fiskarnir í stöðuvötnum og er hvorug tegundin háð straumvatni til hrygningar eins og lax og urriði. Lax og áll eru háðir lífi í sjó hluta ævi sinnar og því finnast þessar tegundir þar sem aðgangur er til hafs um straumvatn eða votlendi (áll). Bæði bleikja og urriði geta þrífist í sjó en eru ekki háðar sjávarlífi eins og lax og einkum þó áll sem verður að tímgastr í sjó. Sjógöngustofnar hjá bleikjum og urriðum finnast þar sem greiður aðgangur er um straumvatn til sjávar. Hornsíli lifa jafnt í sjó sem ferskvatni.

Bleikjan finnst í vötnum nánast um allt land, en einkum er hún ráðandi á fremur hrjóstrugum og hálendum landssvæðum (mynd 2.11). Hún þrífst í djúpum jafnt sem grunnnum vötnum. Nærri lætur að bleikju sé að finna í vötnum hvarvetna þar sem ekki botnfrýs og dýpi er meira en 1-1,5 m. Eins og áður segir skiptir ekki máli fyrir viðgang bleikjustofna hvort straumvatn er í tengslum við viðkomandi vatn eða ekki.



Mynd 2.11. Helstu svæði þar sem lax, bleikja og urriði eru ríkjandi tegundir í ferskvatni á Íslandi. Eftir Guðna Guðbergsson og Þórólfur Antonsson (1996).

Ólíkt bleikju er tímgun urriða háð rennandi vatni. Tilvist urriða í stöðuvötnum er því undir því komin að annað hvort sé til staðar hentugt straumvatn (frá- og eða írennsli) eða að í vötnunum séu uppsprettur með nægum straumáhrifum fyrir þroskun hrogna (þ.e. nægt súrefnismagn) og hentugur malarbotn. Urriði er einkum ríkjandi á sunnanverðu landinu, einkum í Veiðivatnaklasanum og V-Skaftafellssýslu (mynd

2.11). Urriði lifir ásamt bleikju í allmörgum stöðuvötnum, en stöðuvötn með urriða eingöngu eru fá.

Lax er ríkjandi í frjósömum ám sem draga vatn af grónum heiðalöndum, einkum á Vesturlandi, Norðvesturlandi og norðausturhorni landsins (mynd 2.11). Einnig er töluvert um lax í lindám sem eru rennslisjöfnuð af stöðuvötnum. Búsvæði laxaseiða er aðallega í ám en þó eru til nokkur dæmi um að þau alist upp í stöðuvötnum. Kemur bæði til að lax hrygnir í útfalli stöðuvatna og að laxaseiði leita í stöðuvötn frá riðastöðum í frá- eða aðfallandi ám. Dvöl laxaseiða í stöðuvötnum er mislöng (tvö til fjögur ár), en sjóganga hefst jafnan á fjórða ári.

Álar hafast fyrst og fremst við í grunnnum stöðuvötnum, yfirleitt nálægt sjó eða í vötnum með tengsl við sjó um straumvatn eða mýrlendi.

Fá stöðuvötn hér á landi hýsa allar þrjár laxfisktegundirnar, en í allmörgum vötnum lifa bleikja og urriði saman. Þegar um sambýli bleikju og urriða er að ræða skipta tegundirnar jafnan með sér búsvæðum þannig að urriðinn ræður ríkjum á strandgrunni en bleikjan hefst meira við úti í vatnsbolnum. Búsvæðaskiptingin endurspeglast jafnframt að nokkru leyti í fæðuvalinu. Fæða urriða er ýms fjörudýr í stærri kantinum, aðallega bog- og kulmý (lirfur og púpur), vorflugulirfur, vatnabobbar og hornsíli. Í fæðu bleikja eru smágerð krabbdýr meira áberandi, bæði botn- og svifkrabbar. Bleikjan lifir auk þess í töluverðum mæli á efjuskeljum og þeymýi.

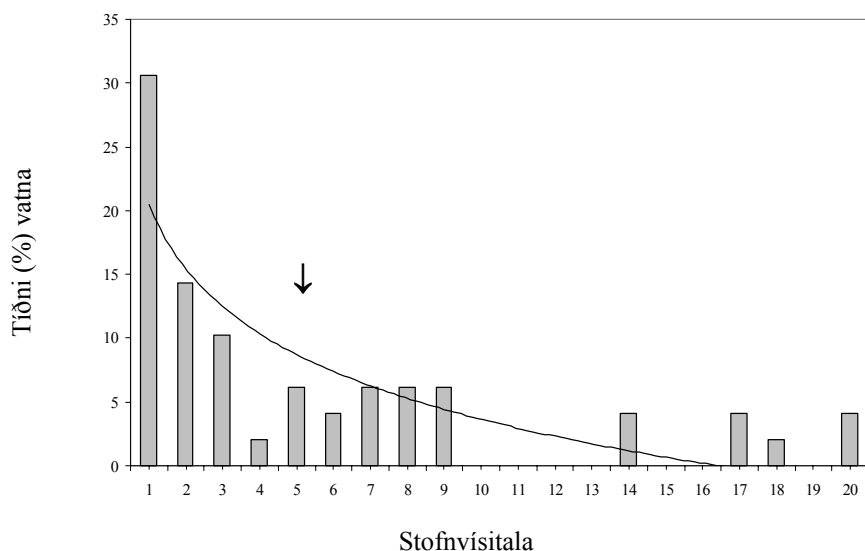
Í stöðuvötnum þar sem aðeins er bleikja (og e.t.v. hornsíli) svipar fæðuvali hennar til þess sem gerist hjá urriða. Að auki eru efjuskeljar, þeymý og kornáta oft mikilvægar fæðutegundir hjá bleikju. Ef eindreginn vatnsbolur er til staðar í viðkomandi vatni þá lifir bleikjan að auki á svifkröbbum á borð við langhalafló, augndíli og ísdíli.

Stofnstærð silunga í stöðuvötnunum er mismunandi og ræðst af ýmsum þáttum, m.a. fæðuframboði, skilyrðum til hrygningar og, ekki hvað síst, stærð vatna. Eiginlegar mælingar á stofnstærð silunga hafa ekki verið gerðar nema í örfáum stöðuvötnum hér á landi, en upplýsingar um afla á sóknareiningu eru til um fjölmörg vötn og þær geta nýst til að fá vísbendingar um hlutfallslega stofnstærð fiska á því lengdarbili sem netmöskvar veiða (mynd 2.12).

Sem fyrr segir þrífst silungur nær undantekningarlaust í vötnum sem ekki botnfrjósa, þ.e.a.s. þar sem meðaldýpi er a.m.k. 1 m. Stofnvísitölugögn gefa til kynna að í flestum vötnum á landinu sé stærð hins veiðanlega hluta silungsstofna mjög svipaður (mynd 2.12). Nánar tiltekið þá liggur stofnvísitalan á bilinu 1 til 5,2 fyrir rúmlega 60% vatnanna, en í um 40% vatna dreifist stofnvísitalan yfir miklu stærra bil, þ.e. á milli 5,3 og 20. Nokkur vötn skera sig úr með gífurlega mikinn einstaklingsfjölda og má nefna Apavatn, Svínavatn og Lagarfljót.

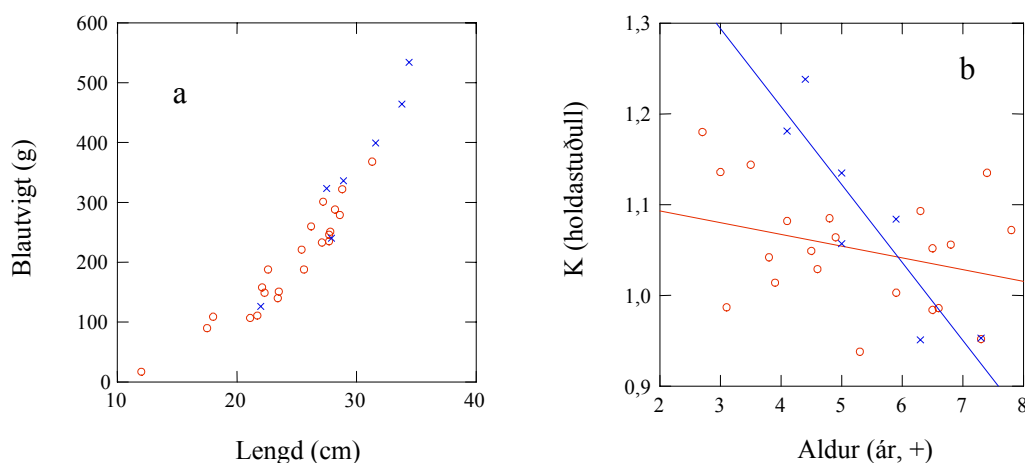
Í umfjöllun á stofnstærð er vert að gæta að muninum á fjölda og lífþyngd stofns. Þetta tvennt fer ekki alltaf saman og stundum er neikvætt samband þarna á milli. Lífþyngd í faliðuðum stofni getur verið mikil ef lífsskilyrði í vatninu eru góð og einstaklingarnir vaxa og dafna vel. Hver fiskur vegur meira í slíku vatni en ella. Ágætt dæmi um þetta er Reyðarvatn á Hofsafrétti. Vatnið er lítið og bleikjuafli á sóknareiningu afar lítill, en fiskurinn aftur á móti í einstaklega góðum holdum. Því mælist lífþyngd stofnsins tiltölulega mikil.

Flokkun stöðuvatna



Mynd 2.12. Tíðni (%) stöðuvatna ($n = 49$) með hliðsjón af stofnvísitölu silunga (fjöldi silunga á hvern netfermetra á veiðiklst. \times flatarmál vatns $\times 100$). Stofnvísitölu er skipt í jöfn bil og hvert bil (súla) nær yfir tíu einingabrot úr einni heilli stofnvísitölueiningu. Í hverju vatni var veitt með 11 netum (22 netum í allra stærstu vötnunum) með möskvastærð á bilinu 12-60 mm legglengd (hvert net með eina möskvastærð, þ.e. 11 mismunandi möskvastærðir). Stofnvísitalan gefur grófa mynd af stofnstærð þess hluta silunga sem netmöskvar veiða helst (fiskar um og yfir 10 cm á lengd). Örin bendir á meðaltal stofnvísitölu (5,2) fyrir öll vötnin 49. Á myndinni eru ekki sýnd fimm vötn með mjög háa stofnvísitölu (á bilinu 21-202) og einnig er sleppt sex fisklausum vötnum. Úr gagnagrunni Yfirlitskönnunar.

Að framansögðu er ljóst að huga verður að lengdar-, þyngdar- og aldurssamsetningu þegar fjallað er um gerð og eðli fiskstofna. Eins og fram kemur á myndum 2.13a og b er umtalsverður breytileiki í þessum lífsögupáttum meðal silungastofna í íslenskum vötnum. Innan hvers vatns er oft að auki mjög mikill einstaklingsmunur í lífsögupáttunum. Þannig getur einstaka bleikja t.d. náð 60 cm lengd, orðið ríflega 20 ára og vegið allt að 10 kg.



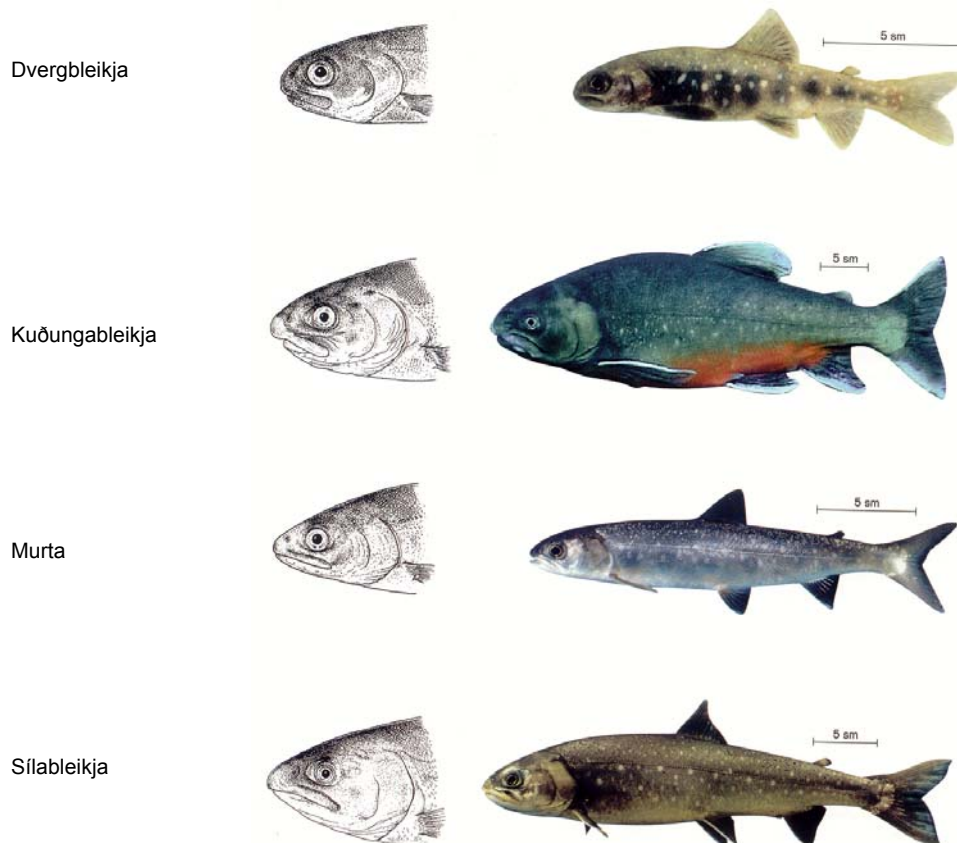
Mynd 2.13. **a**. Samband lengdar (meðallengd stofns) og þyngdar (meðalþyngd stofns) og **b** samband aldurs (meðalaldur stofns) og holdastuðuls (meðaltal í stofni) hjá bleikju (rauðir hringir) og urriða (bláir krossar) í stöðuvötnum ($n = 23$). Holdastuðull segir til um almennt holdafar fiska og er reiknað samkvæmt jöfnunni, $K = (\text{Þyngd}/\text{Lengd}^3) \times 100$. Úr gagnagrunni Yfirlitskönnunar (sjá nánar Höllu Jónsdóttur o.fl. 1998).

Flokkun stöðuvatna

Breytilegt útlit fiska er einn þátturinn enn sem einkennir fiskistofna og er þó einkum þekkt hjá bleikju. Breytileikinn tekur m.a. til litar og líkamslögunar og í sumum vötnum, sem jafnan eru stór og djúp, lifa saman tvö til fjögur ólík afbrigði af bleikju. Best þekkt dæmið um þetta eru bleikjuafbrigðin fjögur í Þingvallavatni (mynd 2.14). Bleikjuafbrigðin þar eru óvenju ólík í útliti auk þess að vera afar ólík að mörgu öðru leyti, s.s. í fæðu- og búsvæðavali, vexti, hrygningartíma og vali á hrygningarstöðum.

Ýmislegt bendir til að upprunalegur bleikjustofn í Þingvallavatni sé í krafti náttúruvals og fjölbreyttra lífsskilyrða í vatninu að þróast í mismunandi undirstofna og jafnvel tegundir, þar sem hvert bleikjuafbrigði hefur aðlagast ólíkum fæðuauðlindum og búsvæðum í vatninu. Aðlögunin nær ekki hvað síst til munn- og líkamslögunar, en felur einnig í sér mismun í atferli afbrigðanna við að ná sér í fæðu, velja sér maka o.fl.

Ekki er vitað um önnur vötn hér landi með fjórum jafn ólíkum bleikjuafbrigðum og í Þingvallavatni. Hins vegar er tilvist tveggja bleikjugerða kunn í nokkrum öðrum vötnum, þ. á m. í Mývatni, Þríhyrningsvatni, Galtabóli, Fljótsbotni og Svínavatni. Afbrigðamyndun meðal landluktra bleikjustofna þykir mjög áhugaverð í vísindalegu tilliti, sérstaklega á sviði vist- og þróunarfræði.



Mynd 2.14. Bleikja í stöðuvötnum á Norðurhveli er þekkt fyrir afbrigðamyndun og eru oftast tvö afbrigði saman í vatni. Í Þingvallavatni eru fjögur bleikjuafbrigði og hvergi virðist munur í útliti og lífsháttum vera jafn glöggur og þar. Afbrigðamyndun af þessu tagi þykir mjög áhugaverð í vísindalegu tilliti. Eftir Sigurð S. Snorrason o.fl. 2002.

Flokkun stöðuvatna

2.5 Vatnafuglar

Með hugtakinu vatnafuglar er átt við fugla sem byggja afkomu sína að öllu eða verulegu leyti á tilvist stöðuvatna. Eindregnir vatnafuglar eru brúsar (himbrimi og lómur), andfuglar (kafendur, buslendur, gæsir og álft) auk flórgoða og óðinshana. Afkoma þessara tegunda er mjög háð tilvist stöðuvatna. Alls eru þetta um 25 tegundir (tafla 2.3). Allar tegundirnar búa á vötnum, þ.e. synda á vötnum og nýta fæðuauðlindirnar þar, bæði það sem býðst á setbotninum, s.s. gróður, mýlirfur, botnkrabbar og ánar, og það sem gefst í vatnsbolnum, sem einkum eru svifkrabbadýr.

Auk hinna eginlegu vatnafugla eru allmargar fuglategundir sem nýta fjörubelti stöðuvatna sem matarkistu, en hafast ekki við úti á vötnunum. Hér á meðal eru nokkrar tegundir vaðfugla (tafla 2.3) og er sendlingur ágætt dæmi um slíkan fugl. Hann er varpfugl upp til heiða og oft má sjá hann spígspora í flæðarmáli stöðuvatna þar sem hann ténir í sig vatnabobba og mýlirfur. Ýmsir aðrir fuglar sækja fæðu í stöðuvötn og má nefna kríu, kjóa, smyrl, fýl, síla- og hettumáf.

Í samanburði við tegundirnar fimm af ferskvatnsfiskum sem hér lifa er Ísland mjög ríkt af fuglum, en alls verpa hér að staðaldri liðlega 70 fuglategundir. Þar af flokkast allt að 50 tegundir sem votlendisfuglar. Þá er tegundafjöldi votlendisfugla hér á landi nánast hinn sami og í Skandinavíu, en tegundafjöldi ferskvatnsfiska ekki nema um 10% af því sem hann er í Noregi og á Bretlandseyjum. Íslendingar bera sérstaka alþjóðlega ábyrgð á nokkrum fuglastofnum og þar á meðal eru álft, heiðagæs, himbrimi, húsönd, jarðrakan og sendlingur (Náttúrfræðistofnun Íslands. 2000. Válisti 2. Fuglar.).

Tafla 2.3. Helstu tegundir fugla sem byggja afkomu sína að öllu eða verulegu leyti á lifríki stöðuvatna á Íslandi. Heimildir: Ævar Petersen og Jón B. Hlíðberg (1999); Arnþór Garðarsson (1982).

Tegund		Fjöldi para að sumri	Aðalfæða	Bundin stöðuvatni
Óðinshani <i>Phalaropus lobatus</i>	Buslari	50.000–100.000	Smádýr	Mjög
Heiðagæs <i>Anser brachyrhynchus</i>	Hálfkafari	20.000–25.000	Gróður	Mjög
Skúfönd <i>Aythya fuligula</i>	Kafönd	6.000–8.000	Smádýr	Mjög
Duggönd <i>Aythya marila</i>	Kafönd	4.000–6.000	Smádýr	Mjög
Toppönd <i>Mergus serrator</i>	Fiskiönd	2.000–4.000	Fiskur	Mjög
Álft <i>Cygnus cygnus</i>	Hálfkafari	2.500–3.000	Gróður	Mjög
Hávella <i>Clangula hyemalis</i>	Kafönd	1.000–3.000	Smádýr	Mjög
Lómur <i>Gavia stellata</i>	Kafari	1.000–2.000	Fiskur	Mjög
Húsönd <i>Bucephala islandica</i>	Kafönd	800	Smádýr	Mjög
Hrafnönd <i>Melanitta nigra</i>	Kafönd	um 300	Gróður/Smádýr	Mjög
Flórgoði <i>Podiceps auritus</i>	Kafari	um 300	Fiskur	Mjög
Himbrimi <i>Gavia immer</i>	Kafari	um 300	Fiskur	Mjög
Gulönd <i>Mergus merganser</i>	Fiskiönd	300	Fiskur	Mjög
Hvinönd <i>Bucephala clangula</i>	Kafönd	25–50	Smádýr	Mjög
Skutulönd <i>Aythya ferina</i>	Kafönd	1–3	Gróður/Smádýr	Mjög
Grágæs <i>Anser anser</i>	Hálfkafari	10.000–20.000	Gróður	Fremur
Stökkönd <i>Anas platyrhynchos</i>	Buslönd	10.000–15.000	Gróður/Smádýr	Fremur
Sendlingur <i>Calidris maritima</i>	Vaðflugl	10.000	Smádýr	Fremur
Rauðhöfðaönd <i>Anas penelope</i>	Buslönd	4.000–6.000	Gróður	Fremur
Urtönd <i>Anas crecca</i>	Buslönd	3.000–5.000	Gróður	Fremur
Blesgæs <i>Anser albifrons</i>	Hálfkafari	1.000?	Gróður	Fremur
Grafönd <i>Anas acuta</i>	Buslönd	um 500	Gróður	Fremur
Gargönd <i>Anas strepera</i>	Buslönd	200–300	Gróður	Fremur
Skeiðönd <i>Anas clypeata</i>	Buslönd	um 30	Gróður/Smádýr	Fremur
Hrossagaukur <i>Gallinago gallinago</i>	Vaðflugl	um 300.000	Smádýr	Meðallagi
Heiðlóa <i>Pluvialis apricaria</i>	Vaðflugl	um 300.000	Smádýr	Meðallagi
Lóupræll <i>Calidris alpina</i>	Vaðflugl	um 300.000	Smádýr	Meðallagi
Stelkur <i>Tringa totanus</i>	Vaðflugl	50.000–100.000	Smádýr	Meðallagi
Sandlóa <i>Charadrius hiaticula</i>	Vaðflugl	50.000	Smádýr	Meðallagi
Jaðrakan <i>Limosa limosa</i>	Vaðflugl	7.000–10.000	Smádýr	Meðallagi

3. Vistfræðileg flokkun stöðuvatna

Í þessum kafla er gerð grein fyrir tilraun til að flokka stöðuvötn á Íslandi út frá mældum breytum í dýrasamfélögum vatnanna og ýmsum umhverfisbreytum sem tengjast vötnunum. Gögnin er að finna í gagnabanka *Yfirlitskönnunar á lífríki íslenskra vatna* og um er að ræða fjölþátta tölfræðigreiningu (DCA; Detrended Correspondence Analysis, CCA; Canonical Correspondence Analysis). Samsvarandi greining hefur verið gerð nýlega á dýrasamfélögum í straumvötnum í rannsóknarverkefni *Fallvötn á Íslandi* (Gísli Már Gíslason o.fl. 2002; Jón S. Ólafsson o.fl. 2001).

Vistfræðileg flokkun á íslenskum stöðuvötnum sem byggir á víðtækum gagnagrunni um líffræði og önnur mæld eigindi vatnanna hefur ekki verið gerð áður. Hins vegar hefur Arnþór Garðarsson (1979) lagt til slíka flokkun út frá jarðfræði- og vatnafræðilegum forsendum. Sigurður Guðjónsson (1990) lagði til svipaða flokkun m.t.t. straumvatna og studdi tillöguna með mælingum á rafleiðni og lífsögu laxa.

Í tillögum Arnþórs eru fimm megin vatnahópar: 1) Lindavötn á yngra móbergssvæðinu; 2) Dragavötn á eldra móbergssvæðinu; 3) Heiðavötn (sigvötn), fremur grunn vötn á vel grónum vatnasviðum norðvestan og norðaustan lands; 4) Dalavötn (fjallavötn), fremur djúp vötn, oft mynduð við þverun dala með hraunstíflum og skriðum, einkum á Vesturlandi og; 5) Eindregin dragavötn á tertíer berggrunni undir sterkum áhrifum yfirborðsvatns af lítt grónum hálendum svæðum.

3.1 Aðferðir við DCA- og CCA-greiningu

Gagnasafninu var skipt í þrjá hópa er byggðust á þeim vistum sem safnað var úr; svifvist (vatnsbol), fjöru- og setvist. Þessi skipting var viðhöfð þar sem sýnatökuaðferðir í vistunum voru mismunandi og einnig vegna þess hversu mislangt greining á sýnum úr vistunum þremur er komin. Fullnaðargreiningar liggja fyrir á sýnum úr svifvist, en ekki er lokið við að sundurgreina stærsta hóp botndýra (rykmýslirfur) úr hinum vistunum tveimur. Þar sem rykmý er nánast ávallt ríkjandi í fjölda í fjöruvist vatna er vandkvæðum háð á þessu stigi að sundurgreina vötnin út frá öðrum botndýrum. Tegunda- og ættkvíslagreining á rykmýi úr fjöruvist vatna er þegar hafin á gagnasafni Yfirlitskönnunarinnar og ættu fullbúnar niðurstöður að liggja fyrir innan tveggja ára. Þá liggur beint við að nýta þær niðurstöður til að þróa enn frekar þá flokkun á íslenskum stöðuvötnum en hér er reynd.

Við flokkun á vötnunum er byggt á hnitun (DCA) þar sem vötn með svipaða tegundasamsetningu ráðast nálægt hvert öðru. Ásarnir gefa til kynna fjarlægð á milli vatna byggðu á staðalfrávik, þannig að líklegt er að tegundasamsetning vatna sem hafa tvö staðalfrávik eða meira á milli sín séu mjög frábrugðin. Yfirleitt skýrir fallandi á fyrstu þremur til fjórum ásunum mestan hluta þess breytileika sem fram kemur í tegundasamsetningu vatnanna. Við frekari hnitum (CCA) er reynt að meta hvaða þættir það eru sem skýra megnið af þeim breytileika sem fram kemur í tegundasamsetningu svifsins. Með endurröðunarprófum (Monte Carlo) þar sem notast er við 499 umraðanir má fá upplýsingar um hvaða umhverfisþættir eru marktækir sem skýribreytur. Þar sem ýmsar umhverfisbreytur voru einungis til fyrir hluta af vötnunum, alls 49 vötn, var einungis hægt að prófa þau vötn með CCA, en ekki öll vötnin 72, eins og gert var í DCA hnituninni. Við hnitun var unnið með meðaltöl fyrir

Flokkun stöðuvatna

hvert vatn til að forðast tilbúna endurtekningu sýna (pseudoreplication). Gögnunum var umbreytt með lygra fyrir hnitun.

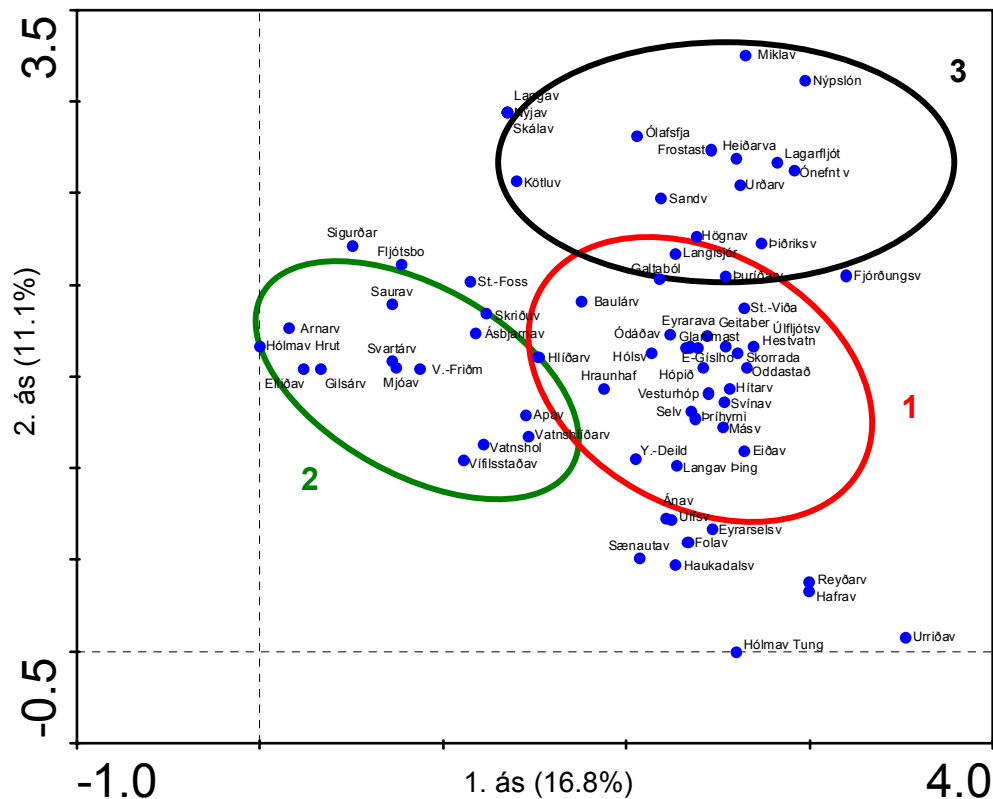
3.2 Niðurstöður og umræður

Hér verða aðeins kynntar niðurstöður fyrir hnitun vatna byggðar á gögnum um svifdýr. Við hnitun botnsýna sem safnað var úr fjöru og af djúpsvæðum var ekki hægt að styðjast við DCA eða CCA greiningar, þar sem gögnin voru línuleg, en bæði DCA og CCA greiningar gera ráð fyrir að gögnin séu “unimodal”. Þetta skýrist líklega að miklu leyti af því að stærsti botndýrahópurinn, rykmý, hefur ekki verið sundurgreindur, þannig að hnitun þessara sýna gefur takmarkaðar upplýsingar í þá átt að flokka vötnin.

Tafla 3.1. Niðurstöður úr DCA-greiningu á tegundasamsetningu svifdýra í 72 vötnum.

Ásar	1	2	3	4	Total inertia
Eigingildi (eigenvalues):	0.539	0.353	0.250	0.143	3.200
Lengd ása (gradient):	3.524	3.252	3.045	2.438	
Uppsöfnuð prósentu í útskýrðum breytileika gagnasafns:	16.8	27.9	35.7	40.1	

Í DCA-greiningunni útskýra fyrstu fjórir ásarnir 40,1% af breytileika í tegundasamsetningu svifdýra í vötnunum og þar af skýra fyrsti og annar ás samtals 27,9% (tafla 3.1). Í stórum dráttum má flokka vötnin í þrjá hóp (mynd 3.1). Í hóp 1 raðast



Mynd 3.1. Niðurstöður úr DCA-greiningu á tegundasamsetningu svifdýra í 72 vötnum.

4. Verndarflokkun stöðuvatna – Greining á aðferðum – Tillögur

Til grundvallar tillögnum um verndarflokkun vatna sem settar eru fram í þessum kafla liggur einkum þrennt. Í fyrsta lagi er byggt á hugmyndum og tillögum um vatnavernd sem kynntar eru í skýrslunni „*Vatnalífriki á virkjanaslóð.*“ (Hilmar J. Malmquist o.fl. 2001, kafla 9, bls. 161–176). Í öðru lagi er byggt á vinnu faghóps 1 um verndarflokkun og verndarviðmið í rammaáætlun (Þóra Ellen Þórhaldsdóttir o.fl. 2003; Einnig skýrslan *Verkefnisstjórn um gerð rammaáætlunar um nýtingu vatnsafls og jarðvarma. Tilraunamat á 15 virkjunarkostum í vatnsafla. Fjölrit. Apríl 2002.*). Í þriðja lagi er byggt á umfjöllun um verndarviðmið í skýrslunni „*Náttúruverndargildi á virkjunarsvæðum norðan jökla.*“ (Sigmundur Einarsson o.fl. 2000, 11. og 12. kafla).

Með verndarflokkun stöðuvatna er átt við að verndargildi (eða náttúruverðmæti) stöðuvatna er metið út frá tilteknum viðmiðum og viðföngum (þ.e. náttúrufræðipáttum og náttúrufrýrbærum) sem tilheyra stöðuvötnum.

Fjöldmörg viðföng koma til greina þegar náttúruverndargildi stöðuvatna er metið. Hér verður að velja og hafna, m.a. í því augnamiði að einfalda útreikninga og framsetningu efnis í töflum og ekki síður til að aðferðin verði gegnsæ og skýr. Þar fyrir utan er hætt við að eftir því sem fleiri atriði bætast við, þá jafnist munur milli vatna út, sem gerir það að verkum að erfiðara verður að greina á milli verndargildi vatnanna.

Við val á viðföngum er skynsamlegt að þau byggi ekki einvörðungu á eindregnum líffræðipáttum, heldur endurspegli víðara svið og höfði til fleiri náttúrufræðipátta. Þ. á. m. eru vatnafræði- og jarðfræðipáttir, en ýmis eigindi þessara þátta eru út af fyrir sig náttúruverðmæti sem vert er að meta til verndargildis stöðuvatna.

Viðmiðin eru tiltekin eigindi viðfanga og þurfa þau að hafa allsterka skírskotun til verndar náttúrunni og umhverfinu. Hér er um allauðugan garð að gresja og gildir líkt og um viðföngin, að velja verður og hafna, en jafnframt þannig að viðmiðin skírskoti til víðs sviðs náttúru- og umhverfisverndar.

4.1 Viðföng

Viðfang er náttúrufræðipáttur (náttúrulegt fyrirbæri) sem tengist og tilheyrir stöðuvatni, hvers verndargildi er metið út frá tilteknum viðmiðum. Í töflu 5.1 eru settar fram tillögur um viðföng. Við valið var höfð hliðsjón af breytum sem aðstandendur Yfirlitskönnunar telja að séu gagnlegar í DCA-greiningu fyrir vistfræðiflokkun stöðuvatna.

Um er að ræða þrjú meginviðföng: *Vatnafræði*; *Hryggdýr* og; *Hryggleysingjar og Vatnagróður*. Meginviðföngin skiptast jafnframt í mismörg undirviðföng (sbr. töflu 4.1). Hér á eftir er gerð nánari grein fyrir hverju meginviðfangi og undirviðföngum þeirra.

Flokkun stöðuvatna

Tafla 4.1. Mat á verndargildi stöðuvatna. Viðföng og viðmið eru skilgreind í texta. Dálkur merktur „Vægi“ sýnir vægi viðfanga í matinu. Tölur í reitum undir „Viðmið“ segja til um vægi viðmiða. Viðmið eru metin eigindi viðfanga. Að baki viðmiðunum „Fjölbreytni“ og „Auðgi“ eru mældar, hlutbundnar breytistærðir (mismunandi eftir viðföngum, sbr. texta í kafla 4.1). Að baki öðrum viðmiðum eru metnar og/eða óhlutbundnar breytur. Við mat á verndargildi vatns er viðmiði tiltekins undirviðfangs gefin einkunn (skali: 0, 1, 3, 6 og 10) og margfaldað með vægi þess viðmiðs. Fyrir hvert undirviðfang er niðurstaðan úr síðastnefnda margfeldi margfölduð með vægi undirviðfangsins. Lokaeinkunn meginviðfangs fæst með því að leggja saman síðastnefndu tölur og margfalda með vægi viðfangsins. Með því að leggja saman útkomu fyrir meginviðföngin þrjú fæst samtala, heildartala yfir verndargildi vatns. Með því endurtaka þetta fyrir mörg vötn má raða þeim eða flokka eftir verndargildi.

VIÐFÖNG	Vægi	VIÐMIÐ						Samtals
		Fjölbreytni	Auðgi	Fágæti á landsvísu	Upprunagildi	Upplýsingagildi	Íslensk lög Opinber stefna Alþjóðasamp.	
Stöðuvatn (heiti)								
Vatnafræði (Zv1-v4):	0,200							
Vatnagerð (v1)	0,075			0,300		0,200	0,500	1,000
Vatnasvið (v2)	0,050		0,250		0,250		0,500	1,000
Hæð vatns yfir sjávarmáli (v3)	0,050			0,750		0,250		1,000
Stærð (rúmmál) vatns (v4)	0,025			0,750	0,250			1,000
Hryggdýr (Zh1-h5):	0,500							
Fiskur (h1)	0,250	0,260	0,300	0,180	0,200	0,060		1,000
Tilvist sjógöngustofns (h2)	0,050			0,298	0,190	0,182	0,330	1,000
Tilvist bleikjuafbrigða (h3)	0,050			0,300		0,200	0,500	1,000
Lífsgöpuþátur fisks (lengd við 3+) (h4)	0,025			0,750		0,250		1,000
Fugl (h5)	0,125	0,260	0,300	0,180		0,060	0,200	1,000
Hryggleysingjar og vatnagróður (Zs1-s3):	0,300							
Fjörudýr (steinasýni) (s1)	0,140	0,298	0,330	0,190		0,182		1,000
Svífkrabbar í vatnsbol (svífsýni) (s2)	0,080	0,298	0,330	0,190		0,182		1,000
Botngróður (s3)	0,080	0,260	0,300	0,180		0,060	0,200	1,000
	1,000							

4.1.1 Meginviðfangið Vatnafræði

Meginviðfangið Vatnafræði tekur til vatnafræði-, jarðfræði- og landfræðilegra atriða og samanstendur af fjórum undirviðföngum. Vægi þessa meginviðfangs er 20% af heildarvægi allra þriggja meginviðfanganna og er það minnst vægi meðal þeirra (tafla 4.1). Aðalrökin að baki hlutfallslega lágu vægi viðfangsins eru að vatnafræðiþættirnir felast að mestu leyti í ólífrænum eða “dauðum” þáttum náttúrunnar, sem ekki ber að “verðleggja” jafn hátt og hina lifandi þætti náttúrunnar. Hin fjögur undirviðföng Vatnafræði meginviðfangsins eru:

Vatnagerð (h1). Gerð vatns m.t.t. berggrunns, uppruna vatns og lögun vatnsskálar. Hægt er að styðjast við flokkun Arnþórs Gardarssonar (1979) eða eigin niðurstöður í DCA-greiningu á vistfræðiflokkun stöðuvatna. Kosturinn við að nota flokkun Arnþórs er að hún er fljótleg og fremur einföld. Þetta undirviðfang fær 37,5% vægi af meginviðfanginu Vatnafræði og er það mest vægi einstakra undirviðfanga í því meginviðfangi.

Vatnasvið (h2). Afrennslissvæði til stöðuvatns. Hér er höfðað til “baklands” stöðuvatns, sem skiptir miklu máli m.t.t. líffræðilegra einkenna og ferla í stöðuvötnum. Þetta undirviðfang fær 25% vægi af meginviðfanginu Vatnafræði (sama vægi og hæð vatns yfir sjávarmáli). Einnig er vísað til þess að íslensk náttúruverndarlöggjöf og opinber náttúruverndarstefna, ásamt alþjóðasamþykktum, ná í nokkrum tilfellum til vatnasviða.

Hæð vatns yfir sjávarmáli (h3). Landfræðileg breyta og er einkum haft í huga að staðsetning vatns m.t.t. hæðar yfir sjó skírskotar með allsterkum hætti til ákvæða í íslenskri náttúruverndarlöggjöf og opinberri stefnumörkun á því sviði. Þetta undirviðfang fær 25% vægi af meginviðfanginu Vatnafræði (sama vægi og vatnasvið).

Stærð (rúmmál) vatns (h4). Stærð vatns er mikilvæg breyta fyrir vistfræði vatna, auk þess að hafa töluvert sjónrænt mikilvægi. Þetta undirviðfang fær 12,5% vægi af meginviðfanginu Vatnafræði, sem er minnst vægi einstakra undirviðfanga í því meginviðfangi.

4.1.2 Meginviðfangið Hryggdýr

Meginviðfangið Hryggdýr tekur til líffræðilegra atriða, þ.e. fiska og fugla, og samanstendur af fimm undirviðföngum. Vægi þessa meginviðfangs er 50% af heildarvægi allra þriggja meginviðfanganna. Aðalrökin að baki hlutfallslega háu vægi meginviðfangsins eru að það felst einvörðungu í lifandi og lífrænum þáttum náttúrunnar, sem ber að “verðleggja” herra en hina ólífrænu þætti náttúrunnar. Rökin að baki því að hafa vægi hryggdýra herra en vægi hryggleysingja og vatnagróðurs, eru í stuttu máli að stór dýr (lífverur) eru jafnan fá miðað við lítil dýr og jafnframt eru stór dýr almennt flóknari og “dýrari” í þróunar- og þroskunarfræðilegu tilliti en lítil dýr. Hin fimm undirviðföng Hryggdýra meginviðfangsins eru:

Fiskur. Tekur til bleikju, urriða, laxa og hornsíla. Áll er undanskilin vegna skorts á upplýsingum. Þetta undirviðfang fær 50% vægi af meginviðfanginu Hryggdýr og er það mest vægi einstakra undirviðfanga í því meginviðfangi.

Tilvist sjógöngustofns. Tekur til laxfiskategundanna þriggja, sér í lagi þó urriða og bleikju. Hér er einkum höfðað til mikilvægra eiginda tegundanna hvað varðar fjölbreytni og/eða sveigjanleika í lífsmunstri (hæfileikinn til að geta nýtt sér bæði salt og ferskt umhverfi). Þetta undirviðfang fær 10% vægi af meginviðfanginu Hryggdýr (sama vægi og tilvist bleikjuafbrigða).

Tilvist bleikjuafbrigða. Hér er höfðað til mikilvægra eiginda í þróunarvistfræðilegu tilliti. Miðað við mörg nágrannalönd er fyrirbærið tiltölulega vel kannað hér á landi. Afbrigðamyndun er þýðingarmikill hluti í skilgreiningu á hugtakinu um líffræðilega fjölbreytni. Þetta undirviðfang fær 10% vægi af meginviðfanginu Hryggdýr (sama vægi og tilvist sjógöngustofns).

Lífsöguþáttur fisks (lengd við 3+ aldur). Þetta undirviðfang fær 5% vægi af meginviðfanginu Hryggdýr, sem er minnst vægi einstakra undirviðfanga í því meginviðfangi.

Fugl. Þetta undirviðfang fær 25% vægi af meginviðfanginu Hryggdýr. Tekið skal fram, að þótt fuglagögn Yfirlitskönnunar séu mun takmarkaðri en fiskagögn, er ekki verjandi að sleppa fuglum í verndarmati stöðuvatna. Þá er gert ráð fyrir að styrkja fuglaupplýsingar með utankomandi fuglagögnum frá Náttúrufræðistofnun Íslands og e.t.v. fleirum. Engu að síður er ljóst að

gagnagrunnur um fugla er takmarkaðri en gagnagrunnur um fiska, sérstaklega hvað varðar upplýsingar um lífsögu og vistfræði dýranna. Vegna þessa og þess, að fiskar eru eindregnari vatnaverur og háðari vatni en langflestir fuglar, þykir réttmætt að hafa vægi fiskanna meira en fuglanna.

4.1.3 Meginviðfangið Hryggleysingjar og Vatnagróður

Meginviðfangið Hryggleysingjar og Vatnagróður tekur til líffræðilegra atriða og samanstendur af þremur undirviðföngum. Vægi þessa meginviðfangs er 30% af heildarvægi allra þriggja meginviðfanganna og er það næstmest vægi meðal þeirra. Hin þrjú undirviðföng meginviðfangsins eru:

Fjörudýr. Tekur til allra hryggleysingja í fjörubelti (steinasýni). Hér er höfðað til mikilvægis fjörubeltis, eitt af þremur helstu meginbúsvæðum stöðuvatna, m.t.t. lífrænnar framleiðslu, þ.m.t. sem uppeldissvæði fyrir ungfiska. Þetta undirviðfang fær 46,7% vægi af meginviðfanginu Hryggleysingjar og Vatnagróður og er það mest vægi undirviðfanganna þriggja í því meginviðfangi.

Svifkrabbar í vatnsbol. Tekur til krabbadýra (svifsýni). Hér er höfðað til mikilvægis vatnsbols, eitt af þremur helstu meginbúsvæðum stöðuvatna, m.t.t. lífrænnar framleiðslu. Þetta undirviðfang fær 26,7% vægi af meginviðfanginu Hryggleysingjar og Vatnagróður (sama vægi og fyrir Botnagróður).

Botnagróður. Þetta undirviðfang fær 26,7% vægi af meginviðfanginu Hryggleysingjar og Vatnagróður (sama vægi og fyrir Svifkrabba). Tekur til háplantna og kransþörungna á botni (togsýni) og vísar til mikilvægis vatnagróðurs m.t.t. almennrar lífríkisgrósku í vötnum og með tilvísun í mikilvægi botnagróðurs sem búsvæði fyrir dýr, jafnt hryggleysingja sem hryggdýr. Tekið skal fram, að þótt gagnagrunnur Yfirlitskönnunar um vatnagróður sé nokkuð takmarkaður, þykir ekki verjandi að sleppa vatnagróðri í verndarmati stöðuvatna. Þá er gert ráð fyrir að styrkja upplýsingar um vatnagróður með utankomandi gögnum frá Náttúrufræðistofnun Íslands og e.t.v. fleirum.

4.2 Viðmið

Viðmið eru tiltekin eigindi viðfanga sem hafa sterka skírskotun til verndar náttúru og umhverfi. Æskilegt er að viðmiðin endurspegli helstu svið náttúru- og umhverfisverndar, þ.e. eindreginn náttúrufræðipátt (m.a. líffræðilega fjölbreytni og auðgi), menningarþátt (m.a. fræðslu- og vísinda- og tákngildi) og stjórnsýsluþátt (lög, samþykktir og stefnur).

Í töflu 4.1 gefur að líta tillögur að sex viðmiðum. Öll viðmiðin eru notuð í einni eða annarri mynd í vinnu faghóps 1 í rammaáætlun og í skýrslu Náttúrufræðistofnunar Íslands (Sigmundur Einarsson o.fl. 2000). Þrjú viðmiðin voru einnig notuð í Vatnalífríkisskýrslu okkar (fjölbreytni, auðgi og íslensk lög og stefna).

Viðmiðin sex hafa mismunandi vægi og jafnframt er mismunur milli viðfanga hve mörg viðmið eiga við þau, eins og gefur að skilja þegar ólíkt eðli viðfanga er haft í huga (sbr. töflu 4.1). Varðandi vægi viðmiða er sú almenna regla höfð að leiðarljósi, að þau viðmið sem hafa hvað beinustu og skýrustu tilvísun til heildstæðra eiginda náttúru (lífrikis) og/eða þau viðmið sem byggjast á mældum, hlutbundnum breytum, hafa meira vægi en þau viðmið sem eru afleidd og eða byggjast á metnum, óhlutbundnum breytum.

4.2.1 Skilgreiningar á viðmiðum

Að baki tilteknu viðmiði liggur ákveðin aðferð til að leggja mat á gildi þess og fylgja hér á eftir skilgreiningar á þeim ásamt skilgreiningum á viðmiðum.

4.2.1.1 Fjölbreytni

Fjölbreytni (diversity) höfðar til magnbundins lífríkisþáttar og skírskotar til margbreytileika í náttúrunni. Viðmiðið á við fimm viðföng.

Fiskur: Fjöldi fisktegunda (laxfiskar og hornsíli) í vatni. Hér undir falla einnig bleikjuafbrigði. Fyrir 1 tegund er gefin einkunnin 1, einkunnin 3 fyrir 2 tegundir, einkunnin 6 fyrir 3 tegundir og einkunnin 10 fyrir 4 og fleiri tegundir (mest fimm tegundir).

Fugl: Fjöldi tegunda vatnafugla sem halda sig á vatni (nánari skilgr. vantar á þessu stigi. Í huga eru tegundir sem reiða sig í eindregnum mæli á vatn sem búsvæða- og fæðuauðlind). Fyrir tegundafjölda á bilinu 1-3 er gefin einkunnin 1, einkunnin 3 fyrir 4-6 tegundir, einkunnin 6 fyrir 7-10 tegundir og einkunnin 10 fyrir fleiri en 10 tegundir (bráðabirgðaskilgr.).

Fjörudýr: Fjöldi tegunda af hryggleysingjum í fjörubelti (steinasýni). Fyrir tegundafjölda á bilinu 1-10 er gefin einkunnin 1, einkunnin 3 fyrir 11-20 tegundir, einkunnin 6 fyrir 21-30 tegundir og einkunnin 10 fyrir fleiri en 30 tegundir.

Svikrabbar í vatnsbol: Fjöldi tegunda af krabbadýrum í vatnsbol (svifsýni). Fyrir tegundafjölda á bilinu 1-3 er gefin einkunnin 1, einkunnin 3 fyrir 4-6 tegundir, einkunnin 6 fyrir 7-10 tegundir og einkunnin 10 fyrir fleiri en 10 tegundir.

4.2.1.2 Auðgi

Auðgi (richness) höfðar til magnbundins lífríkisþáttar og skírskotar til magns í náttúrunni. Viðmiðið á við sex viðföng (tafla 4.1).

Vatnasvið: Gróðurþekja á vatnasviði (nánari skilgr. vantar á þessu stigi). Fyrir gróðurþekju á bilinu 0-10% er gefin einkunnin 1, einkunnin 3 fyrir 11-20% þekju, einkunnin 6 fyrir 21-50% þekju og einkunnin 10 fyrir \geq 51% gróðurþekju (bráðabirgðaskilgr.).

Flokkun stöðuvatna

Fiskur: CPUE laxfiska (fjöldi bleikja+urriða+laxa/netfermetra/netklst.). Fyrir CPUE á bilinu 0,1-1,0 er gefin einkunnin 1, einkunnin 3 fyrir CPUE 1,1-2,0, einkunnin 6 fyrir CPUE 2,1-3,0 og einkunnin 10 fyrir CPUE $\geq 3,1$ (bráðabirgðaskilgr.).

Fugl: Fjöldi tegunda vatnafugla sem halda sig á vatni. (nánari skilgr. vantar á þessu stigi. Í huga eru tegundir sem reiða sig í eindregnum mæli á vatn sem búsvæða- og fæðuauðlind). Fyrir tegundafjölda á bilinu 1-3 er gefin einkunnin 1, einkunnin 3 fyrir 4-6 tegundir, einkunnin 6 fyrir 7-10 tegundir og einkunnin 10 fyrir fleiri en 10 tegundir (bráðabirgðaskilgr.).

Fjörudýr: Meðalþéttleiki allra hryggleysingja pr. m^2 í fjörubelti (geómetríkst meðaltal (0 með)). Fyrir þéttleika á bilinu 1-5.000 dýr/ m^2 er gefin einkunnin 1, einkunnin 3 fyrir 5.001-10.000 dýr/ m^2 , einkunnin 6 fyrir 10.001-100.000 dýr/ m^2 og einkunnin 10 fyrir ≥ 100.001 dýr/ m^2 .

Svikrabbar í vatnsbol: Meðalþéttleiki krabbadýra pr. 10 l (geómetríkst meðaltal (0 með)). Fyrir þéttleika á bilinu 1-5 dýr/l er gefin einkunnin 1, einkunnin 3 fyrir 6-10 dýr/l, einkunnin 6 fyrir 11- 20 dýr/l og einkunnin 10 fyrir ≥ 21 dýr/l.

4.2.1.3 Fágæti á landsvísu

Fágæti tekur til fjölda tiltekins viðfangs á landsvísu. Viðmiðið á við öll viðföng nema Vatnasvið. Við matið er stuðst eftir föngum við opinberar heimildir og vísindaleg gögn sem geyma upplýsingar um viðkomandi viðfang.

Vatnagerð: Fyrir eindregin dragavötn er gefin einkunnin 1, einkunnin 3 fyrir heiðavötn, einkunnin 6 fyrir dalavötn og einkunnin 10 fyrir lindavötn.

Stærð (rúmmál) vatns: Fyrir vötn 0,1–2,0 km^3 er gefin einkunnin 1, einkunnin 3 fyrir 2,2–25,0 km^3 , einkunnin 6 fyrir 25,1–100,0 km^3 og einkunnin 10 fyrir vötn $\geq 100,1$ km^3 .

Hæð vatns yfir sjávarmáli: Fyrir vötn í 0–200 m hæð y. sjó er gefin einkunnin 1, einkunnin 3 fyrir 201–400 m h.y.s., einkunnin 6 fyrir 401–600 m h.y.s. og einkunnin 10 fyrir vötn > 600 m h.y.s.

Fiskur: Hér er höfðað til samfélagsgerðar laxfiska, þannig að tvinnuð er saman tegundasamsetningu þeirra og magni. Fyrir vötn með lítið af öðru hvoru, bleikju eða urriða, er gefin einkunnin 1, fyrir vötn með mikið af bleikju eða urriða er gefin einkunnin 3, fyrir vötn með mikið af bæði bleikju og urriða er gefin einkunnin 6 og fyrir vötn, annars vegar með bleikju, urriða og laxi, og hins vegar fisklaus en möguleg fiskvötn, er gefin einkunnin 10 (sbr. Hilmar J. Malmquist o.fl. 2001, 9 kafli og bls. 174).

Tilvist sjógöngustofns: Einkunnin 0 gefin ef engin sjógöngustofn er til staðar. Ef sjógöngustofn er til staðar, ræðst einkunnagjöf af hæð vatns yfir sjávarmáli. Fyrir vötn í 0–200 m hæð y. sjó er gefin einkunnin 1, einkunnin 3 fyrir 201–

Flokkun stöðuvatna

400 m h.y.s., einkunnin 6 fyrir 401–600 m h.y.s. og einkunnin 10 fyrir vötn > 600 m h.y.s.

Tilvist bleikjuafbrigða: Einkunnin 0 gefin ef engin bleikjuafbrigði eru til staðar. Ef bleikjuafbrigði eru til staðar, ræðst einkunnagjöf af fjölda þeirra. Fyrir tvö afbrigði er gefin einkunnin 3, einkunnin 6 fyrir 3 afbrigði og einkunnin 10 fyrir 4 (og fleiri) afbrigði.

Lengd við 3+ ár (eða 4+ ár): Einkunnagjöf vantar (ræðst af niðurstöðum eftir nánari greiningu í gagnagrunni Yfirlitskönnunar). Því fágætari sem lífsögupátturinn er þeim mun hærri einkunn (skali 0, 1, 3, 6 og 10).

Fugl: Tekur til fuglategunda. Einkunnagjöf vantar (ræðst af niðurstöðum eftir nánari upplýsingum frá Náttúrufræðistofnun Íslands og greiningu í gagnagrunni Yfirlitskönnunar). Því fágætari sem tegundin er þeim mun hærri einkunn (skali 0, 1, 3, 6 og 10).

Fjörudýr: Einkunnagjöf tekur mið af hlutfallslegri þéttleikasamsetningu helstu botndýrahópa í fjörubelti. Helstu botndýrahópar eru rykmý, lindýr, ánar, krabbar og annað. Fágætasta samsetningin fær hæstu einkunn.

Svikrabbar í vatnsbol: Einkunnagjöf tekur mið af hlutfallslegri þéttleikasamsetningu helstu krabbadýrategunda. Fágætasta samsetningin fær hæstu einkunn.

Botngróður: Tekur til tegunda háplantna og kransþörunga. Því fágætari sem tegund er þeim mun hærri (skali 0, 1, 3, 6 og 10).

4.2.1.4 Upprunagildi

Upprunagildi tekur til gildis á fyrirbæri m.t.t. umfangs mannglegrar íhlutunar í þróun fyrirbærisins og afleiðingar íhlutunar á gerð og eðli fyrirbærisins í dag. Viðmiðið á við viðföngin Vatnasvið, Stærð vatns, Fisk og Tilvist sjógöngustofns. Upprunagildi skarast að vissu marki við frelsishugtakið í umhverfismálaumræðu, en „frjáls náttúra“ skírskotar til náttúruyfyrirbæra sem eru laus við afskipti manna.

Við einkunnagjöf er tekið mið af umfangi íhlutunar og afturkræfni hennar. Fyrir mikið umfang íhlutunar og litla sem enga afturkræfni er gefin einkunnin 0, einkunnin 1 fyrir miðlungsíhlutun og litla afturkræfni, einkunnin 3 fyrir lítið umfang og litla afturkræfni, einkunnin 6 fyrir lítið umfang og mikla afturkræfni og einkunnin 10 fyrir litla sem enga íhlutun og mikla eða algjöra afturkræfni.

4.2.1.5 Upplýsingagildi

Tekur til þekkingar-, fræðslu, vísinda- dæmi-, heimilda- og eða tákngildis á öllum viðföngum nema Vatnasviði og Stærð vatns. Höfðar til gildis fyrirbæris m.t.t. almennrar þekkingar og fræðslu (t.d. vegna góðs aðgengis fyrir skólanema), vísindaiðkunar og eða sem heimildar eða dæmis um sérstök náttúruyfyrirbrigði (t.d. Þingvallavatn vegna þróun bleikjuafbrigða) og táknfræðilegrar þýðingar (t.d. vatn með öfuguggum og loðsilungum!).

Viðmiðið á við öll viðföng nema Vatnasvið og Stærð vatns.

4.2.1.6 Íslensk lög - *Opinber stefna – Alþjóðasamþykktir*

Hér er tekið mið af náttúru- umhverfisverndarákvæðum sem hafa stjórnsýslulegt gildi fyrir stöðuvötn og náttúruvæðingarmarkum. Stuðst er við eftirfarandi gögn:

Náttúruverndarlög (44/1999).

37. gr., b-, c- og d-liður (fjallað um sérstaka vernd landslagsgerða).

66. gr. Fjallar um atriði sem taka skal sérstakt tilliti til við gerð náttúruverndaráætlana.

Náttúruminjasrá. 1996.

Upptalning og afmörkun á svæðum sem njóta mismunandi friðhelgi.

Válistar.

Válisti 1. Plöntur. Náttúrufræðistofnun Íslands. 1996.

Válisti 2. Fuglar. Náttúrufræðistofnun Íslands. 2000.

TemaNord 1995:520. Hotade djur och växter i Norden (m.a. fiskar í áhættuflokkum).

Stefna í náttúruvernd.

Náttúruvernd ríkisins. Fjölrit nr. 28. Reykjavík, 1996.

Kaflar 1.1. – 1.5. Náttúruvernd m. almennum ákvæðum.

Kaflar 3.1 og 3.6. Verndarsvæði framtíðar.

Kaflar 4. Alþjóðlegar skyldur Íslands.

Ríkisstjórn Davíðs Oddssonar.

Sjálfbær þróun í íslensku samfélagi. Framkvæmdaáætlun til aldamóta. Umhverfisráðuneytið. Júní 1997.).

Alþjóðasamþykktir

Ramsar 1971 – Votlendissvæði (fyrir öll dýr, einkum þó fugla).

Bern 1979 ásamt viðaukum I, II, III. Fjallar um villt dýr, plöntur og búsvæði.

Río 1992 – Líffræðileg fjölbreytni.

París 1972 – Verndun menningar- og náttúruarfleifðar heims.

París 1950 – Fuglavernd.

Ýmislegt annað sem gagnlegt er að horfa til við verndarmat undir þessu viðfangi eru Búsvæðatilskipun ESB ásamt PHYSIS DATABASE, grein Sigurðar Þórarinssonar um fossa á Íslandi (Sigurður Þórarinsson. 1978. Fossar á Íslandi. Fjölrit nr. 2. Náttúruverndarráð.), nokkrar greinar í bókinni „Íslensk votlendi – Verndun og nýting“ (Jón S. Ólafsson (ritsj.). 1998. Íslensk votlendi. Verndun og nýting. Háskólaútgáfan.).

Viðmiðið á við viðföngin Vatnagerð, Vatnasvið, Tilvist sjógöngustofns, Tilvist bleikjuafbrigða, Fugla, og Botngróður.

Flokkun stöðuvatna

Vatnagerð: Afmarkast við skál stöðuvatns (ekki vatnasvið). Hér er einkum tekið mið af verndarákvæðum og stefnumörkun sem byggist á jarðfræði- og vatnafræðilegum grunni, þ.e. gerð berggrunns og uppruna vatns. Gögn til að notast við eru stefna Náttúruverndar ríkisins (4. kafli), Ríósáttmálinn um líffræðilega fjölbreytni (sbr. UNEP/CBD/COP/4/4. 17 Feb 1998) og búsvæðatilskipun ESB (COUNCIL DIRECTIVE 92/43/EEC of 21 May 1992 on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora).

Vatnasvið: Einkunn gefin í samræmi við eðli friðhelginnar og hve stór hluti vatnaviðs nýtur verndarákvæðis skv. friðhelginni. Um þrjá friðhelgunarflokka er að ræða (raðað e. dvinandi friðhelgi): 1) friðlýsing og alþjóðlegt svæði; 2) náttúruminjasvæði og 3); svæði sem ekki er á náttúruminjasvæði en ákvæði 37. gr. og 66. gr. laga nr. 44/1999 eiga við og/eða önnur verndarákvæði og opinber stefnumörkun um landnýtingu.

Tilvist sjógöngustofns: Tilvísun í verndarákvæði einhverra laga og/eða stefnumörkun (á eftir að athuga betur).

Tilvist bleikjuafbrigða: Ríósáttmálinn um líffræðilega fjölbreytni (sbr. UNEP/CBD/COP/4/4. 17 Feb 1998).

Fugl: Á við tegundir. Ramsarsáttmálinn, Bernarsamþykktin, Válisti 2. Fuglar. (Náttúrufræðistofnun Íslands. 2000).

Botngróður: Válisti. 1. Plöntur. Náttúrufræðistofnun Íslands. 1996.

5. Heimildir og ítarefni

Arnþór Garðarsson. 1982. Andfulgar og aðrir vatnafuglar. Rit Landverndar nr. 8. Bls. 77-116.

Arnþór Garðarsson. 1979. Vistfræðileg flokkun íslenskra vatna. *Týli* 9: 1-10.

Gísli Már Gíslason, Jón S. Ólafsson og Hákon Aðalsteinsson. 2002. Vistfræðileg flokkun íslenskra straumvatna. Verkefni unnið fyrir Rammaáætlun um nýtingu vatnsafls og jarðvarma. Stöðuskýrsla. Líffræðistofnun Háskólans. Ljósrit. 12 s.

Guðni Guðbergsson og Þórólfur Antonsson. 1996. Fiskar í ám og vötnum. Landvernd. 191. s.

Gunnar St. Jónsson, Hilmar J. Malmquist, Sigurður S. Snorrason & Kristinn Einarsson. 1999. Hydrogeological determinants of nutrient availability in Icelandic lakes. Abstract presented at: *Northern Research Basins (NRB) – Twelfth International Symposium and Workshop*. Reykjavík, Kirkjubæjarklaustur and Höfn, Hornafjörður, Iceland. August 23-27, 1999.

Halla Jónsdóttir, Hilmar J. Malmquist, Sigurður S. Snorrason, Guðni Guðbergsson & Sigríður Guðmundsdóttir. 1998. Epidemiology of *Renibacterium salmoninarum* in wild Arctic charr and brown trout in Iceland. *Journal of Fish Biology*. 53: 322-339.

Hilmar J. Malmquist. 1998. Ár og vötn á Íslandi: Vistfræði og votlendistengsl. Í: *Íslensk votlendi - verndun og nýting* (Jón S. Ólafsson ritstj.). Háskólaútgáfan. Bls. 37-55.

Hilmar J. Malmquist. Yfirlitskönnun á lífríki stöðuvatna. *Lesbók Morgunblaðsins. Greinaflokkur um Rannsóknir á Íslandi*. 13. apríl. 1996. Kynning á samstarfsverkefni Bændaskólans að Hólum, Líffræðistofnunar Háskólans, Náttúrufræðistofu Kópavogs og Veiðimálastofnunar.

Hilmar J. Malmquist, Þórólfur Antonsson, Guðni Guðbergsson, Skúli Skúlason & Sigurður S. Snorrason. 1999. Different geological scales and diversity of littoral animals in Icelandic lakes. Abstract and poster presented at: *Nordic Benthological Meeting*, September 9-12, 1999. University of Jyväskylä, Finland.

Hilmar J. Malmquist, Gunnar St. Jónsson, Sigurður S. Snorrason & Kristinn Einarsson. 1999. Næringarefni í íslenskum stöðuvötnum. Útdráttur. Bls. 94. Í: *Líffræðirannsóknir á Íslandi*. Afmælisráðstefna Líffræðifélags Íslands og Líffræðistofnunar Háskólans. Hótel Loftleiðum 18.-20. nóvember 1999. Háskólaútgáfan. Háskóli Íslands.

Hilmar J. Malmquist, Finnur Ingimarsson, Þórólfur Antonsson, Guðni Guðbergsson, Skúli Skúlason & Sigurður S. Snorrason. 1999. Líffræðileg fjölbreytni í fjöruvist íslenskra stöðuvatna. Útdráttur. Bls. 95. Í: *Líffræðirannsóknir á Íslandi*. Afmælisráðstefna Líffræðifélags Íslands og Líffræðistofnunar Háskólans. Hótel Loftleiðum 18.-20. nóvember 1999. Háskólaútgáfan. Háskóli Íslands.

Hilmar J. Malmquist, Þórólfur Antonsson, Guðni Guðbergsson, Skúli Skúlason & Sigurður S. Snorrason. 1999. Yfirlitskönnun á lífríki íslenskra stöðuvatna. Útdráttur. Bls. 95. Í: *Líffræðirannsóknir á Íslandi*. Afmælisráðstefna Líffræðifélags Íslands og Líffræðistofnunar Háskólans. Hótel Loftleiðum 18.-20. nóvember 1999. Háskólaútgáfan. Háskóli Íslands.

Hilmar J. Malmquist, Þórólfur Antonsson, Guðni Guðbergsson, Skúli Skúlason & Sigurður S. Snorrason. 2000. Biodiversity of macroinvertebrates on rocky substrate in the surf zone of Icelandic lakes. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 27: 121-127.

Hilmar J. Malmquist, Guðni Guðbergsson, Ingi Rúnar Jónsson, Jón S. Ólafsson, Finnur Ingimarsson, Erlín E. Jóhannsdóttir, Ragnhildur Þ. Magnúsdóttir, Sesselja, G. Sigurðardóttir, Stefán Már Stefánsson, Íris Hansen og Sigurður S. Snorrason. 2001. *Vatnalífriki á virkjanaslóð. Áhrif fyrirhugaðrar Kárahnjúkavirkjnar ásamt Laugarfellsveitu, Bessastaðaárveitu, Jökulsárveitu, Hafursárveitu og Hraunaveitum á vistfræði vatnakerfa*. Unnið fyrir Náttúrufræðistofnun Íslands og Landsvirkjun (LV-2001/025). 254 s.

Flokkun stöðuvatna

- Ingi Rúnar Jónsson og Hilmar J. Malmquist. 2001. Rannsóknir á Þríhyrningsvatni 1998. Veiðimálastofnun, VMST R/0100. 15 s.
- Jón S. Ólafsson (ritstj.). 1998. Íslensk votlendi – Verndun og nýting. Háskólaútgáfan. 283 s.
- Jón S. Ólafsson, Hákon Aðalsteinsson og Gísli Már Gíslason. 2001. Classification of running waters in Iceland, based on catchment characteristics. Í: *Classification of Ecological Status of Lakes and Rivers*. (S. Bäck og K. Karttunen ritstj.). *TemaNord* 2001, 584: 57-59.
- Sigmundur Einarsson (ritstj.), Sigurður H. Magnússon, Erling Ólafsson, Kristinn Haukur Skarphéðinsson, Guðmundur Guðjónsson, Kristbjörn Egilsson og Jón Gunnar Ottóson. 2000. Náttúruverndargildi á virkjunarsvæðum norðan jökla. Unnið fyrir Orkustofnun og Landsvirkjun. Náttúrufræðistofnun Íslands, Reykjavík. NÍ-00009. 220 Bls.
- Sigurður Guðjónsson. 1990. Íslensk vötn og vistfræðileg flokkun þeirra. Bls. 219-223. Í: *Vatnið og Landið. Ávörp, erindi og ágríp* (Guttormur Sigbjarnarson ritstj.). Orkusutofnun, Reykjavík. 307 Bls.
- Sigurður S. Snorrason, Hilmar J. Malmquist og Skúli Skúlason. 2002. Bleikjan. Í: *Þingvallavatn. Undraheimur í mótn* (Pétur M. Jónason & Páll Hersteinsson, ritstj.). Bls. 179-196. Mál & Menning, Reykjavík. 303 s.
- Skúli Skúlason, Hilmar J. Malmquist og Sigurður S. Snorrason. 2002. Þróun fiska í Þingvallavatni. Í: *Þingvallavatn. Undraheimur í mótn* (Pétur M. Jónason & Páll Hersteinsson, ritstj.). Bls. 207-211. Mál & Menning, Reykjavík. 303 s.
- Skúli Skúlason, Þórólfur Antonsson, Guðni Gudbergsson, Hilmar J. Malmquist and Sigurður S. Snorrason. 1992. Variability in Icelandic Arctic charr. *Icel. Agr. Sci.* 6: 143-153.
- Verkefnisstjórn um gerð rammaáætlunar um nýtingu vatnsafls og jarðvarma. 2002. Tilraunamat á 15 virkjunarkostum í vatnsafl. Fjölrit. Apríl 2002. 41 s.
- Þóra Ellen Þórhallsdóttir o.fl. 2003. Aðferðafræði Faghóps I. Náttúrua og menningarminjar. Greinagerð til verkefnisstjórnar um gerð rammaáætlunar um nýtingu vatnsafls og jarðvarma. Handrit, 1. október 2003. 30 s.
- Ævar Pertersen og Jón B. Hlíðberg. 1999. Íslenkir fuglar. Vaka-Helgafell. Reykjavík. 312 s.

VIÐAUKI I.

Skrá yfir stöðuvötn sem rannsökuð hafa verið og tilheyra gagnagrunni Yfirlitskönnunar á lífríki íslenskra vatna.

1	APAVATN	38	ÓNEFNT VATN
2	ELLIÐAVATN	39	ÁSBJARNARVATN SYÐRA
3	EYRARVATN	40	FJÓRÐUNGSVATN
4	GALTABÓL	41	HÓPIÐ
5	GEITABERGSVATN	42	VESTURHÓPSVATN
6	GLAMMASTAÐAVATN	43	LANGAVATN (ÞING.)
7	HRAUNHAFNARVATN	44	REYÐARVATN
8	HVÍTÁRVATN	45	URÐARVATN SYÐRA
9	KÖTLUVATN	46	MÁSVATN
10	LANGAVATN	47	FLJÓTSBOTN
11	MJÓAVATN	48	FROSTASTAÐAVATN
12	NÝJAVATN	49	EYSTRÁ-GÍSLHOLTSVATN
13	SELVATN	50	HESTVATN
14	SIGURÐARSTAÐAVATN	51	HLÍÐARVATN
15	SKÁLAVATN	52	HÓLMAVATN/TUNGUK.
16	STÓRA-FOSSVATN	53	ARNARVATN STÓRA
17	STÓRA-VIÐARVATN	54	ÚLFSVATN
18	SVARTÁRVATN	55	HÓLSVATN
19	SVÍNAVATN	56	SAURAVATN
20	ÚLFLJÓTSVATN	57	LANGISJÓR
21	VATNSHLÍÐARVATN	58	SKORRADALSVATN
22	VESTRA-FRÍÐMUNDARVATN	59	LAGARFLJÓT
23	YTRA-DEILDARVATN	60	ÞURÍÐARVATN
24	ÖLVESVATN	61	HEIÐARVATN/Fjarðarh.
25	HÓLMAVATN/HRÚTAFJ.	62	SKRÍÐUVATN
26	NÝPSLÓN	63	ÓDÁÐAVATN
27	BAULÁRVALLAVATN	64	SANDVATN
28	HAUKADALSVATN	65	ÞRÍHYRNINGSVATN
29	HÍTARVATN	66	VÍFILSSTAÐAVATN
30	ODDASTAÐAVATN	67	HAFRAVATN
31	VATNSHOLTSVATN (V)	68	ÓLAFSFIJARÐARVATN
32	ÁNAVATN	69	MIKLAVATN, FLJÓTUM
33	SÆNAUTAVATN	70	FOLAVATN, HRAUNI
34	EIÐAVATN	71	GILSÁRVATN, FLJÓTSDALSH.
35	URRIÐAVATN	72	EYRARSELVATN, FLJÓTSDALSH.
36	ÞIÐRIKSVALLAVATN		
37	HÖGNAVATN		