



# **Greinargerð um klasagreiningu á botndýrasamfélögum í Arnarfirði og á öðrum svæðum**

Unnið fyrir Íslenska Kalkþörungafélagið ehf.

Þorleifur Eiríksson

og

Böðvar Þórisson

Október 2003

NV nr. 13-03

## Útdráttur

Í framhaldi af rannsóknum á botndýralífi Arnarfjarðar vegna mats á umhverfisáhrifum fyrirhugaðs kalkþörunganáms var álitid nauðsynlegt að skoða hversu sérstæð botndýrasamfélög á kalkþörungasvæðum væru miðað við önnur svæði.

Í úrskurði Skipulagsstofnunar var mælt til að nánari úrvinnsla fari fram á gögnum um botndýr á kalkþörungasvæðum þar sem verndargildi sé en óljóst. Þar sem litlar rannsóknir hafa verið gerðar á kalkþörungasamfélögum hér á landi voru skoðaðar athuganir sem hafa verið gerðar við svipaðar umhverfisaðstæður (dýpi, botngerð og straumar).

Íslenska Kalkþörungafélagið ehf. fékk Náttúrustofu Vestfjarða til að athuga skyldleika botndýrasamfélaga í Arnarfirði við önnur þekkt kalkþörungasvæði og aðra staði með svipuðum umhverfisaðstæðum.

Rannsóknir til samanburðar voru valdar með tilliti til botngerðar þ.e.a.s. þær innihéldu sýnatökustöð með grófum botni og dýpi innan við 30 m, en kalkþörungar eru algengastir á 5 -30 m.

Til að gera samanburð á svæðunum var notuð klasagreining sem reiknar út skyldleika á milli stöðva, bæði innan svæðis og á milli svæða.

Skyldleiki stöðva í Arnarfirði við aðrar stöðvar á landinu var frekar lítill og voru hæstu tölur á milli 30 og 40 %. En það má segja sama um margar aðrar stöðvar eins og í innsiglingunni í Vopnafirði. Þar var lítill skyldleiki á milli stöðva innan svæðis og við aðrar stöðvar á landinu.

Samfélög á kalkþörungasvæðum flokkast gróflega eftir skyldleika með öðrum botndýrasamfélögum á grófum botni. Botndýrasamfélög á kalkþörungasvæðum eru hvorki líkari eða ólíkari innbyrðis en önnur svæði á grófum botni. Því er ekki hægt að segja að þau séu sérstæðari en önnur botndýrasamfélög.

Botndýrasamfélög á grófum botni sem fjallað er um í þessri greinagerð virðast öll hafa ákveðna sérstöðu og ekki hægt að flokka þau í skýra flokka. Það er því ekki hægt að segja að stöðvar í kalkþörungasamfélögum séu eitthvað sérstæðari en aðrar stöðvar þegar tekið er tillit til mikils eða lítills skyldleika.

Til að hægt sé að skilgreina sérstöðu botndýrasamfélaga á kalkþörungasvæðum verður að framkvæma rannsóknir á nokkrum svæðum með kalkþörungum á mismunandi stöðum við landið. Þá þyrfti einnig taka valin svæði til samanburðar.

## **Efnisyfirlit**

<b>ÚTDRÁTTUR</b> .....	<b>2</b>
<b>EFNISYFIRLIT</b> .....	<b>3</b>
<b>INNGANGUR</b> .....	<b>4</b>
<b>Kalkþörungar</b> .....	<b>4</b>
<b>Botndýrarannsóknir</b> .....	<b>5</b>
<b>AÐFERÐIR</b> .....	<b>5</b>
<b>ÚRVINNSLA</b> .....	<b>6</b>
<b>Gögn</b> .....	<b>6</b>
<b>Gagnavinnsla</b> .....	<b>6</b>
<b>NIÐURSTÖÐUR</b> .....	<b>7</b>
<b>UMRÆÐUR</b> .....	<b>16</b>
<b>HEIMILDIR</b> .....	<b>17</b>

## Inngangur

Hluti af mati á umhverfisáhrifum fyrirhugaðs kalkþörunganáms í Arnarfirði, var að Íslenska Kalkþörungafélagið ehf. léti rannsaka botndýralíf á fyrirhuguðum námusvæðum og var skýrsla um þær rannsóknir tilbúin í september 2002 (Þorleifur Eiríksson og Hafsteinn H. Gunnarsson 2002).

Í úrskurði Skipulagsstofnunar var mælt til að nánari úrvinnsla fari fram á gögnum um botndýr á kalkþörungasvæðum þar sem verndargildi sé en óljóst. Þar sem litlar rannsóknir hafa verið gerðar á kalkþörungasamfélögum hér á landi voru skoðaðar athuganir sem hafa verið gerðar við svipaðar umhverfisaðstæður (dýpi, botngerð og straumar).

Samanburðarrannsóknir eru í eðli sínu almennar og vafamál hversu víðtækar þær eiga að vera í hverju tilfalli. Þessi athugun er kostuð af Íslenska Kalkþörungafélaginu ehf. og tengist beint leyfi til kalkþörungavinnslu í Arnarfirði. Það er spurning til hversu mikils er hægt að krefjast af einstökum aðila í samanburði mismunandi svæða og því var ákveðið að takmarka verkefnið við mat á skyldleika með klasagreiningu.

## Kalkþörungar

Kalkþörungar finnast víða við strendur í Norður Atlanshafi, en einnig víðar (Foster 2001). Þeir eru víða nýttir við strendur Evrópu, en einnig eru þörungasvæðin þar undir álagi vegna veiðafæra (t.d. í Biomaerl Team 1998, Hall-Spencer og Moore 2000, Donnan og Moore 2001).

Þar sem kalkþörungar vaxa mjög hægt (Potin o.fl. 1990), hafa menn áhyggjur af þeim samfélögum sem byggja kalkþörungasvæði og telja að kalkþörungasvæði hafi mikið verndargildi. Ísland er aðili að alþjóðasamningum um verndun sjávarumhverfis, sem hafðir eru til viðmiðunar, t.d. OSPAR samkomulagið (Ospar commission 1992).

Kalkþörungar (Kóralþörungar, *Lithothamnium* spp.) eru kalkkenndir, hríslóttir rauðþörungar af ættinni Corallianceae, sem vaxa a.m.k. hluta af æviskeiði sínu lausir á botni. Þörungarnir eru þéttastir á 9 – 15 m dýpi en vaxa niður á 30 m dýpi þar sem strauma gætir nægilega mikið til að fínt set myndist ekki, en kalkþörungar vaxa ekki á fínkorna botni, sennilega vegna þess hve óstöðugur botninn er (Adey 1970, 1971). Eftir því sem dýpi eykst breytist lögun kalkþörungum og þeir verða renglulegri (Karl Gunnarsson 1977). Víða mynda þeir allþykkt setlög þar sem dauðir þörungar hlaðast upp um leið og nýir vaxa.

Við strendur Íslands er kalkþörungum víða að finna, t.d. í Arnarfirði, Eyjafirði, Ísafjarðardjúpi, t.d. við Æðey, Hvalfirði, í Húnaflóa t.d. í Steingrímsfirði, Hrutafirði, Bitrufirði og Miðfirði. Á Austfjörðum hafa kalkþörungar einnig fundist, t.d. við Hólmanes milli Reyðarfjarðar og Eskifjarðar. Kalkþörungar hafa fundist á nokkrum stöðum í Hvalfirði og í Hvammsfirði (Helgi Jónsson 1910; Adey 1968; Karl Gunnarsson 1977; Kjartan Thors og Guðrún Helgadóttir 1980; Kristín Aðalsteinsdóttir og Arnþór Garðarsson 1980; Jarðfræðistofa Kjartans Thors 2000; Jarðfræðistofa Kjartans Thors 2001; Agnar Ingólfsson o.fl. 2002).

Kalkþörungar finnast þannig víða við landið en virðast hafa blettótta útbreiðslu, eins og víða annarsstaðar (t.d. De Grave og Whitaker 1999; De Grave e.al. 2000). Útbreiðsla

kalkþörungur hefur ekki verið könnuð skipulega og er heildarútbreiðsla illa þekkt. Dýralíf á kalkþörungasvæðum hefur einnig lítið verið skoðað.

Í Arnarfirði eru kalkþörungasetlög víða og gott dæmi er út af Langanesi, þar sem vaxa mjög reglulegir hríslóttir kalkþörungur á 8 – 20 m dýpi (Karl Gunnarsson 1977, Þorleifur Eiríksson og Hafsteinn H. Gunnarsson 2002), en annarstaðar í firðinum, þar sem fundist hafa kalkþörungasetlög, er þörungurinn ekki eins reglulegur og frekar reglulegar greinar í bland við grófan skeljasand. Botngerð á kalkþörungaseti er því ekki einsleit og dýralíf einnig ólíkt milli nálægra svæða (Þorleifur Eiríksson og Hafsteinn H. Gunnarsson 2002).

Í Arnarfirði hefur þykkt kalkþörungasetts verið mæld á nokkrum svæðum í innanverðum firðinum. Setþykktin er mjög mismunandi, en er 8-10 m á ákveðnum svæðum og vinnsla talin hagkvæm (Kjartan Thors 2000, 2001). Setlög hafa einnig verið könnuð með tilliti til vinnslu í Hrutafirði og vinnsla talin hagkvæm þó að sumstaðar séu kalkþörungasetið mikið blandað leir. Hversu mikið af vinnanlegum setlögum er annarsstaðar við landið er ekki vitað.

### **Botndýrarrannsóknir**

Rannsóknir á botndýrum hafa aukist mjög á undanförunum árum. Hér er átt við rannsóknir nálægt ströndum landsins, á minna en 100 m dýpi. Þessar rannsóknir eru yfirleitt inni í fjörðum eða skammt frá fjörumörkum (t.d. Agnar Ingólfsson o.fl. 1972; Agnar Ingólfsson 1974; Agnar Ingólfsson og Svend-Aage Malmberg 1974; Agnar Ingólfsson.1976; Arnþór Garðarsson og Kristín Aðalsteinsdóttir 1977; Agnar Ingólfsson og Árni Einarsson 1980; Kristín Aðalsteinsdóttir og Arnþór Garðarsson 1980; Agnar Ingólfsson og Guðmundur V. Helgason 1982; Jörundur Svavarsson og Arnþór Garðarsson 1986; Jörundur Svavarsson 1990; Guðmundur Víðir Helgason og Jörundur Svavarsson 1991, Jörundur Svavarsson ofl. 1991; Guðmundur V. Helgason o.fl. 1998; Agnar Ingólfsson og Jörundur Svavarsson 1999; Jörundur Svavarsson 1999; Hafsteinn G. Guðfinnsson o.fl. 2001; Þorleifur Eiríksson og Hafsteinn H. Gunnarsson 2002; Jörundur Svavarsson og Guðmundur Víðir Helgason 2002; Sigmar Arnar Steingrímsson handrit 2003; Þorleifur Eiríksson og Böðvar Þórisson 2003; Þorleifur Eiríksson, Böðvar Þórisson og Björgvin Harri Bjarnason 2003a; Þorleifur Eiríksson, Böðvar Þórisson og Björgvin Harri Bjarnason 2003b).

Þessar rannsóknir hafa yfirleitt verið gerðar af sérstökum ástæðum, svo sem vegna mats á umhverfisáhrifum framkvæmda, verksmiðjureksturs, fiskeldis eða mengunar. Þessar rannsóknir dreifast því óreglulega, þar sem rannsóknarsvæði voru ekki skipulögð til að fá yfirlit yfir botndýrasamfélög við strendur landsins. Þrátt fyrir þessar auknu rannsóknir verður að telja að botndýrasamfélög við strendur landsins séu illa þekkt.

### **Aðferðir**

Farið var yfir rannsóknarskýrslur og greinar um rannsóknir á botndýrum við strendur Íslands og leitað að skýrslum sem uppfylltu eftirfarandi skilyrði:

- 1) Rannsókn innhaldi sýnatökustöð innan 30 m dýpi. Kalkþörungur eru algengastir á 5 til 30 m dýpi (Adey 1970).
- 2) Rannsókn innihaldi sýnatökustöð á grófum botni (harður, mól og/eða kóral).
- 3) Sýni voru tekin með botngreip (að samræma sýni sem tekin eru með botnsleða eða öðrum aðferðum er mjög erfitt).

- 4) Sýni urðu að hafa verið sigtuð með 0.5 mm eða 1 mm sigti.
- 5) Nauðsynlegt var að í niðurstöðum væru tegundalistar eftir stöðvum (í flestum tilfellum var þessu skilyrði fullnægt en í einni skýrslu voru gögnin sett þannig fram að erfitt var að fullnægja þessu skilyrði (Kristín Aðalsteinsdóttir og Arnþór Garðarsson 1980). Samanburði við þær rannsóknir ber því að skoða í því ljósi.

Þær rannsóknir sem valdar voru til samanburðar við rannsóknina í Arnarfirði voru á:

Austfjörðum; Vopnafirði (Sigmar Arnar Steingrímsson handrit 2003) og Reyðarfirði (Jörundur Svavarsson 1999; Hafsteinn G. Guðfinnsson o.fl. 2001).

Vesturland; Hvalfirði (Kristín Aðalsteinsdóttir og Arnþór Garðarsson 1980).

Vestfjörðum; Mjóafirði og Reykjarfirði í Ísafjarðardjúpi (Þorleifur Eiríksson og Böðvar Þórisson 2003).

## Úrvinnsla

Þegar búið var að velja rannsóknir til samanburðar voru gögnin samræmd.

### Gögn

Að setja gögnin upp samræmt er erfitt af nokkrum ástæðum.

Gögnin eru ekki sett fram á samræmdan hátt. Þannig eru gögn um rannsóknir í Hvalfirði (Kristín Aðalsteinsdóttir og Arnþór Garðarsson. 1980) sett fram á annan hátt en nú er vanalegast.

Það er mismunandi eftir rannsóknum hvað er greint í tegundir eða minni hópa. Í flestum rannsóknum eru ákveðnar lífverur bara greindar í yfirhópa, svo sem Foraminifera, Nemertea, Turbellaria, Nematoda, Copepoda og Ostracoda. Í öðrum tilfellum er sumum af þessum hópum sleppt alveg, þar sem sýnatökuaðferðir gefi ekki rétta mynd af fjölda þeirra, t.d. Foraminifera, Nematoda, Copepoda og Ostracoda.

Það er líka mismunandi hversu nákvæmlega er greint í tegundir eða hópa af ýmsum ástæðum. Í þessum tilfellum er bara um tvær leiðir að ræða að slá saman tegundum og minni hópum í stærri hópa eða sleppa hópum sem eru misgreindir á milli rannsókna og er annaðhvort gert í þessari skoðun.

### Gagnavinnsla

Gögn sem notuð eru í þessum samanburði eru frá löngu tímabili, unnin í mismunandi tilgangi af mörgum aðilum. Eftir að búið var að setja gögnin inn á samræmdan hátt var lagt mat á hversu lík samfélögin voru. Til þess var notaður PRIMER hugbúnaður. Hann var notaður til að meta vísitölu skyldleika, Bray-Curtis similarity coefficient (Clarke og Warick 2001). Vísitalan er frá 0-100% og eykst skyldleiki með hærri tölu. Skyldleika á milli einstakra stöðva er síðan hægt að lesa út úr töflu (sjá töflu 7). Gerð var klasagreining og MDS-greining en í þeirri síðarnefndu endurspeglar fjarlægðir hversu ólík samfélögin eru. Klasagreiningin raðar líkum stöðvum saman en sýnir ekki á mynd nákvæmlega hve mikinn skyldleika (%) er á milli þeirra.

## Niðurstöður

Heiti og lýsingar á botnsýnatökustöðvum á einstökum svæðum eru í töflum 1-6.

Niðurstöður klasagreiningar á stöðvum á einstökum rannsóknarsvæðum eru settar fram á myndum 1-3 og 5-6. Myndir 4 og 7 sýna MDS kort en þar er sýnd afstæð fjarlægð (skyldleiki) á milli botnsýna.

Tafla 1. Stöðvar og botngerðir í innsiglingunni í Vopnafirði.

Stöð	Dýpi (m)	Botngerð
V2	4-7	Sandur.
V3	4-7	Sandur.
V4	4-7	Sandur.
V5	4-7	Möl.
V6	4-7	Sandur.

(Sigmar Arnar Steingrímsson 2003).

Stöðvarnar voru teknar við innsiglinguna í Vopnafirði.

Tafla 2. Stöðvar og botngerð inn í Reyðarfirði.

Stöð	Dýpi (m)	Botngerð
RA1	20	Leir.
RA3	60	Leir.
RA6	31	Sandur.
RA7	25	Sandur.
RA10	87	Leir.
RA12	24	Sandur (grófur).
RA13	19	Sandur.
RA16	99	Leir.
RA18	19	Sandur (grófur).
RA19	16	Sandur.
RA22	113	Leir.
RA25	20	Sandur.
RA26	20	Sandur.
RA31	114	Leir (fíngert).
RA36	19	Sandur.

(Hafsteinn o.fl. 2001).

Stöðvar voru teknar fyrir innan Hólmanes í Reyðarfirði og eru grynustu stöðvarnar með ströndinni en dýpstu í álnum.

Tafla 3. Stöðvar og botngerð við Hraun í Reyðarfirði.

Stöð	Dýpi (m)	Botngerð
HR-I-3	3	Leir.
HR-I-6	6	Leir.
HR-I-9	9	Leir.
HR-I-12	12	Leir.
HR-II-3	3	Leir.
HR-II-6	6	Leir.
HR-II-9	9	Sandur/leir.
HR-II-12	12	Sandur/leir.
HR-III-3	3	Sandkenndur.

HR-III-6	6	Sandur/leir, stakir hnullungar.
HR-III-9	9	Sandur/leir, stakir hnullungar.
HR-III-12	12	Sandur/leir.

(Jörundur Svavarsson 1999).

Stöðvarnar voru teknar við Hraun í Reyðarfirði en það er fyrirhugað svæði fyrir álver.

Tafla 4. Stöðvar og botngerð í Hvalfirði.

Stöð	Dýpi	Botngerð
LS(36m)	36	Leir/sandur.
LS(37m)	37	Leir/sandur.
SMK(21m)	21	Sandur/möl/kórall.
KMB(16m)	16	Kórall/möl/skeljabruðningur.
LKB(5m)	5	Leir/kórall/skeljabruðningur.
K(6m)	6	Kórall.
KMS(4m)	4	Kórall/möl/sandur.

(Kristín Aðalsteinsdóttir og Arnþór Garðarsson 1980).

Valdar voru í skýrslunni stöðvar með kalkþörungum og tvær viðmiðunarstöðvar með leir/sand botni. Lítið dýralíf var á SMK(21m) og sker hún sig því dálítið úr.

Tafla 5. Stöðvar og botngerð í Mjóa- og Reykjarfirði í Ísafjarðardjúpi.

Stöð	Dýpi (m)	Botngerð
Mj.A.	6,6	Skeljasandur.
Mj.B.	6,7	Kalkþörungur.
Mj.C.	7,2	Fínn skeljasandur, kalkþ. leifar og leir.
R.A.	11,4	Leðja, skeljasandur og smásteinum.
R.B.	22	Leðja, skeljasandur og smásteinum.
R.C.	3,2	Skeljasandur, eitthvað af kalkþörungum.

(Þorleifur Eiríksson og Böðvar Þórisson 2003).

Stöðvar í Mjóafirði voru teknar við og fyrir utan Hrutey. Í Reykjarfirði er stöð R.C. á þröskuldi utarlega í firðinum en hinar fyrir innan.

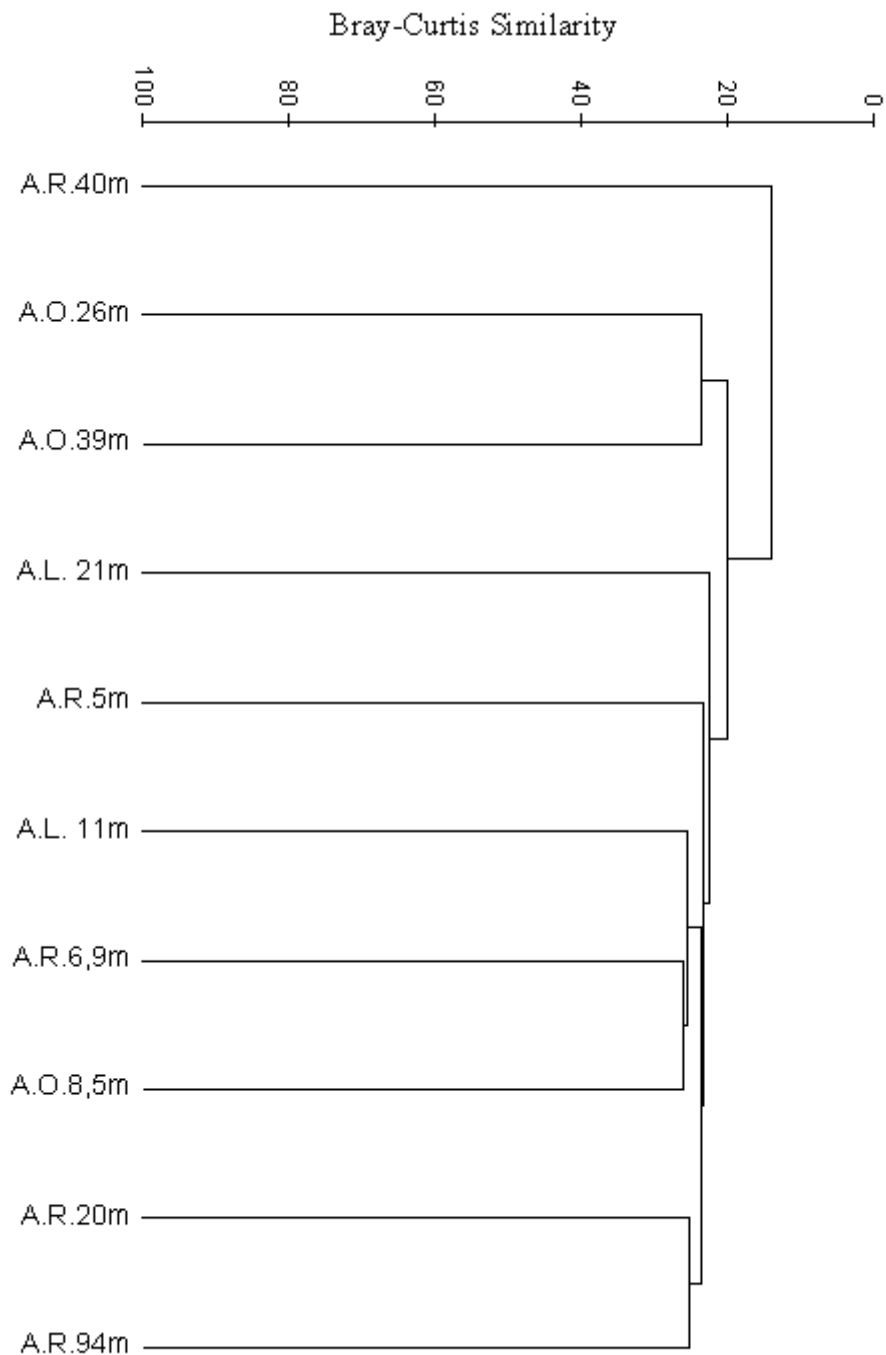
Tafla 6. Stöðvar og botngerð í Arnarfirði.

Staður	Stöð	Dýpi (m)	Botngerð
Reykjafjörður	1 (A.R)	5	Harður botn.
	2 (A.R)	20	Leðja, sandur og kalkþörungasalli.
	3 (A.R)	7	Sandur, kalkþörungasalli, heilir kalkþ.
	4 (A.R)	40	Harður botn, mikið af grjóti.
	5 (A.R)	94	Mjúkur botn, leðja.
Otradalur	1 (A.O)	8,5	Mjúkur botn, kalkþörungasalli.
	2 (A.O)	26	Nokkuð harður botn, kalkþörungasalli.
	3 (A.O)	39	Harður botn, heilir kalkþörungur.
Langanes	1 (A.L)	11	Harður botn, heilir kalkþörungur.
	2 (A.L)	22	Harður botn, heilir kalkþörungur.

(Þorleifur Eiríksson og Hafsteinn H. Gunnarsson 2002).

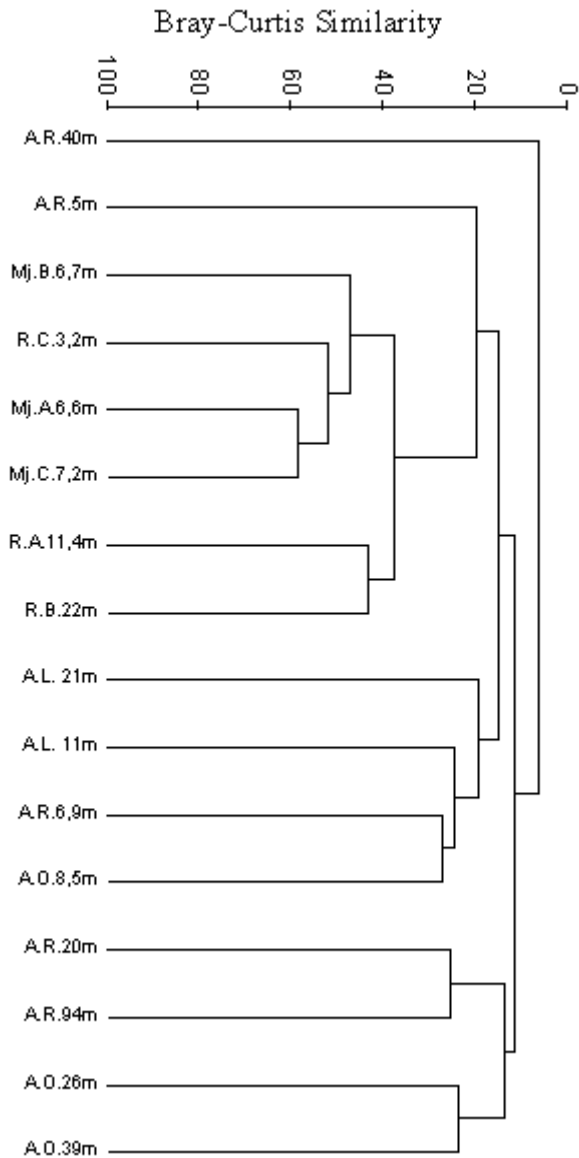
Stöðvar í Arnarfirði voru teknar á þremum sniðum á kalkþörungaseti.





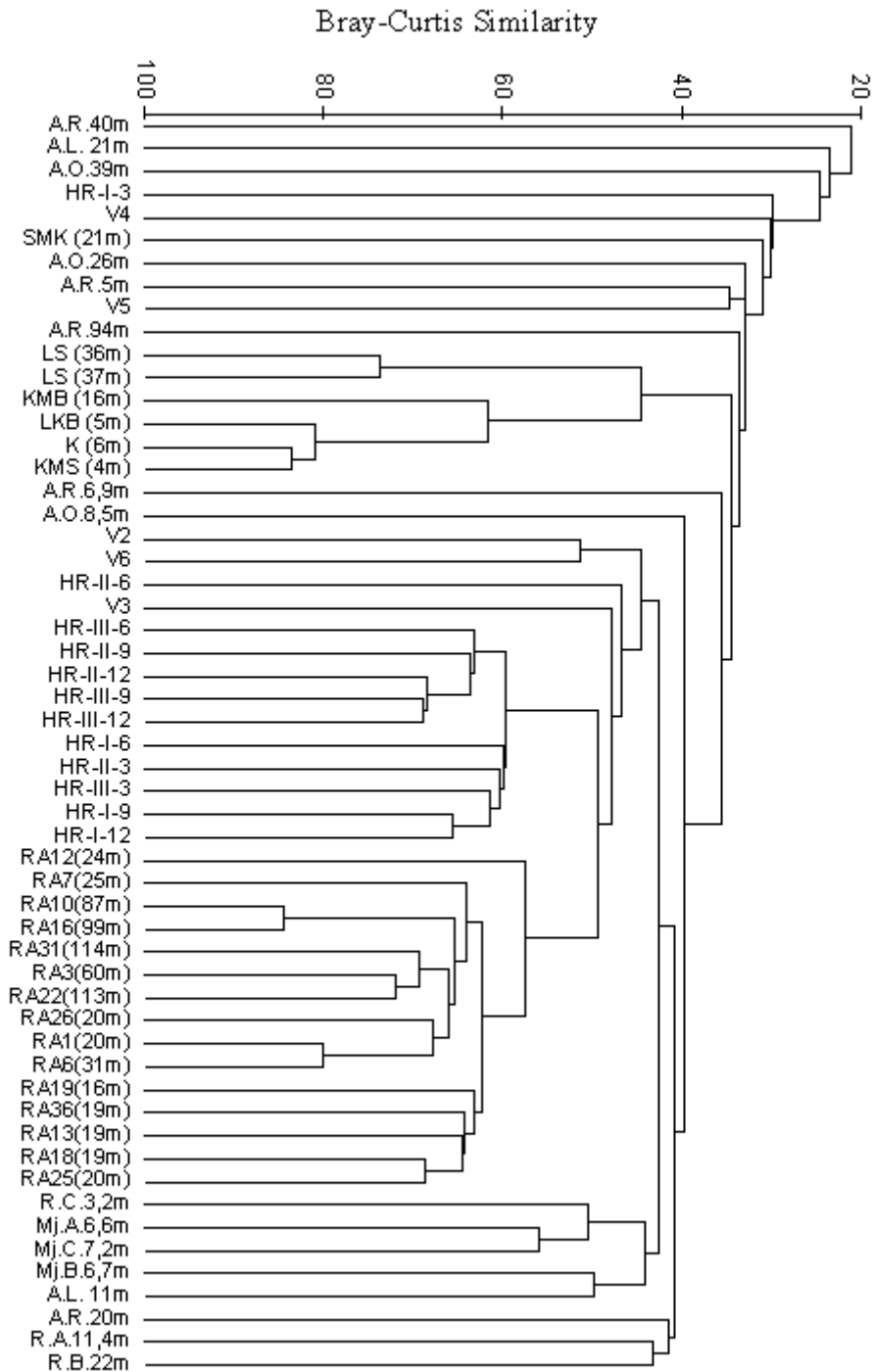
Mynd 1. Klasageining á botndýrum úr Arnarfirði.

Á mynd 1 sést hvernig stöðvar raðast eftir skyldleika. Ásinn sýnir frá 0-100% skyldleika (similarity) en það er greinilegt að stöðvarnar í Arnarfirði eru lítt skyldar. Mestur skyldleiki fer upp í 25% og er það t.d. á milli A.L. 11 m og A.O. 8,5 m.



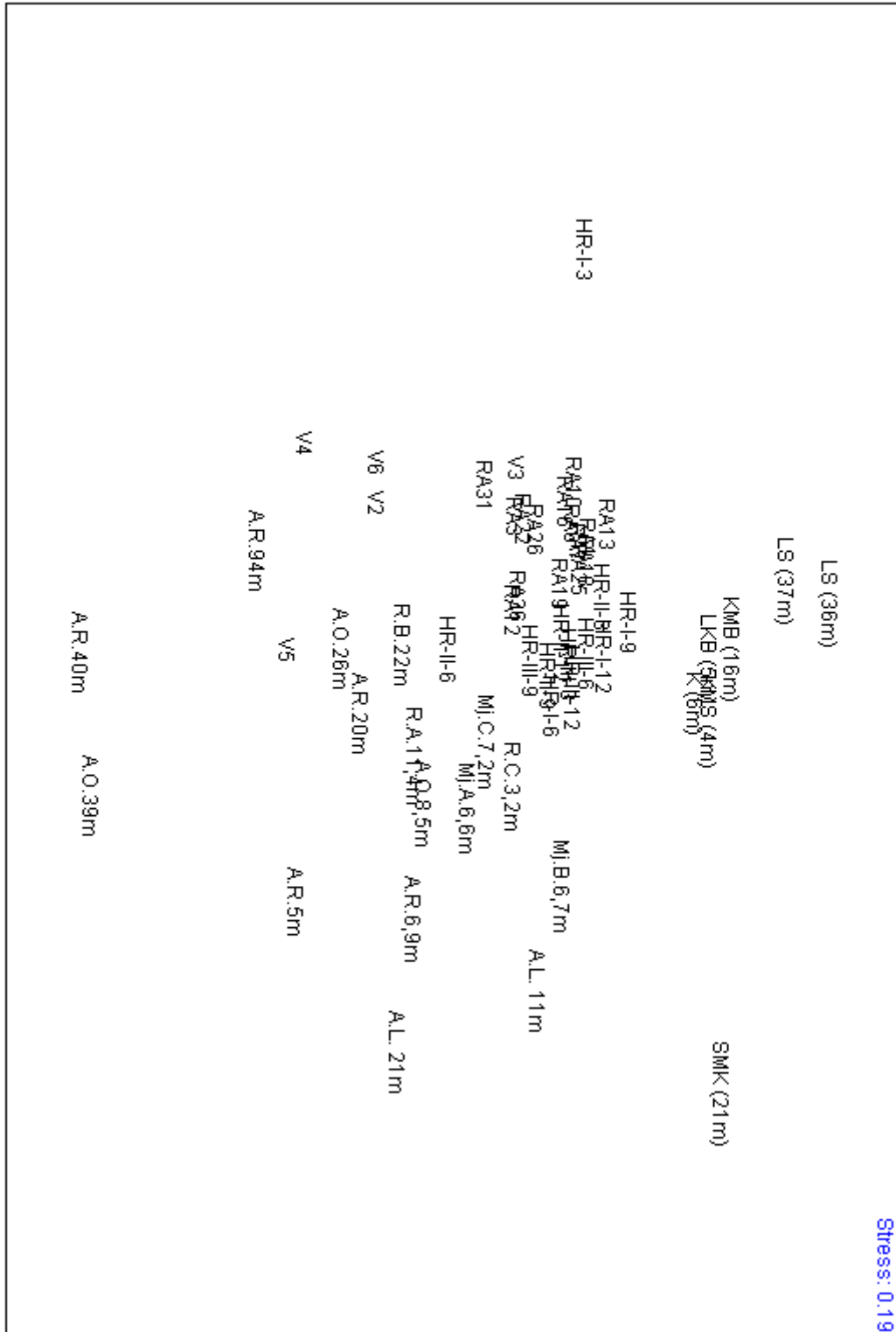
Mynd 2. Klasagreining á botnsýnum úr Arnar-, Mjóa- og Reykjarfirði.

Eins og sést á mynd 2 eru stöðar C og A í Mjóafirði með mestan skyldleika (58%) en einnig sýnir stöð C í Reykjarfirði um 50% skyldleika við stöð A í Mjóafirði. Skyldleiki stöðva í Mjóa- og Reykjarfirði við stöðvar í Arnarfirði er lítill en mesti skyldleiki er á milli Langanesstöð (A.L. 11m) og stöð B í Mjóafirði eða um 38%.



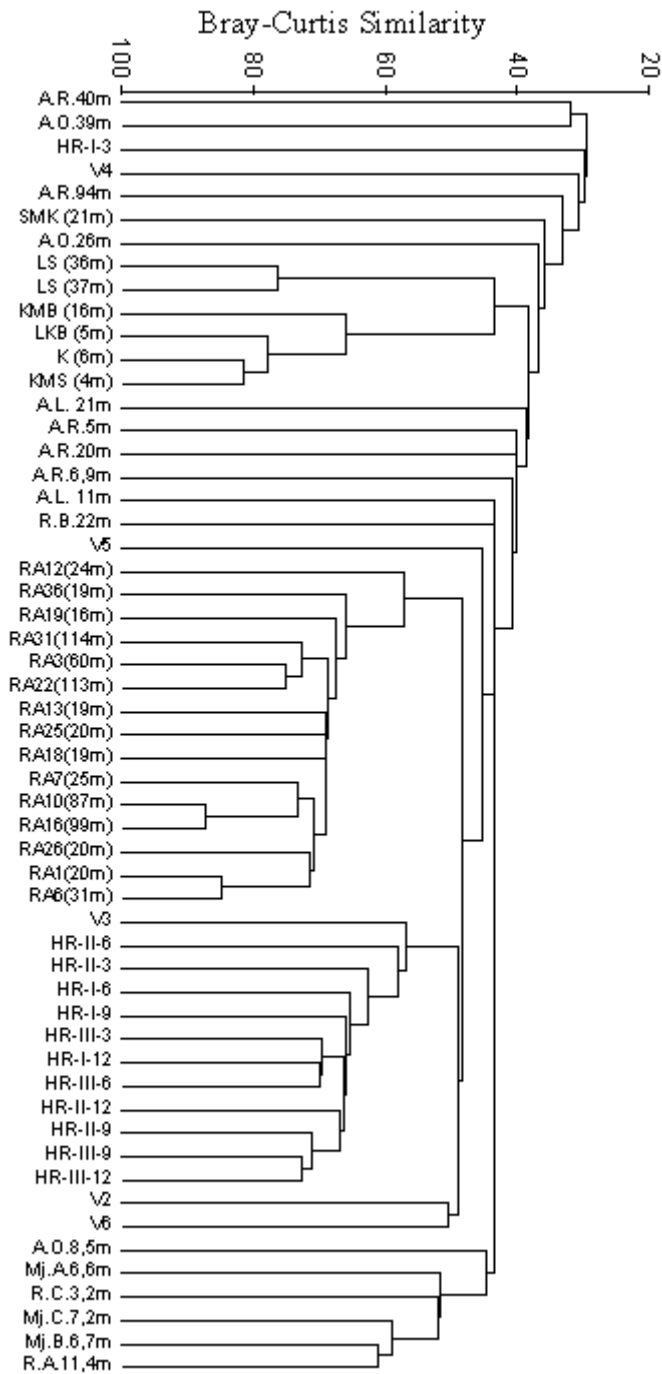
Mynd 3. Klasagreining á botnsýnum úr Reyðar-, Vopna-, Hval-, Arnar-, Reykjar- og Mjóafirði.

Fyrir mynd 3 hafa gögnin verið samræmd meira en gert var fyrir mynd 1 og 2. Það sést á myndinni að stöðvar innan svæðis flokkast frekar saman heldur en stöðvar með líka botngerð. Mestur skyldleiki var á milli stöðva með líka botngerð í Hvalfirði (stöð K og KMS).



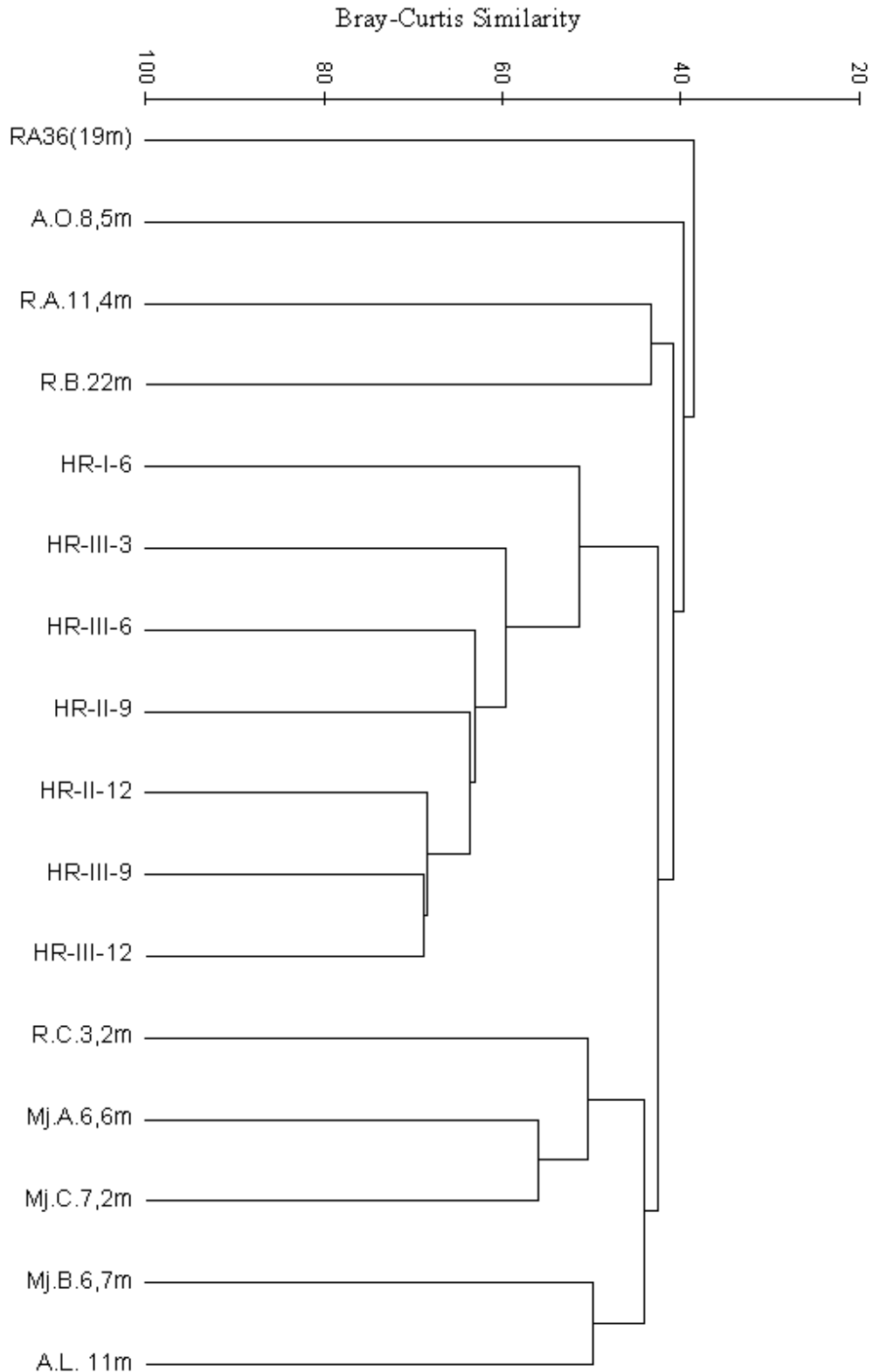
Mynd 4. MDS kort af afstæðri fjarlægð (skuldleika) botnsýna.

Á mynd 4 er sýnd afstæð fjarlægð stöðva. Það sést á myndinni að flestar Reyðarfjarðarstöðvarnar flokkast saman annarsvegar og Hvalfjarðarstöðvarnar hinsvegar. Aðrar stöðvar eru frekar dreifðar.



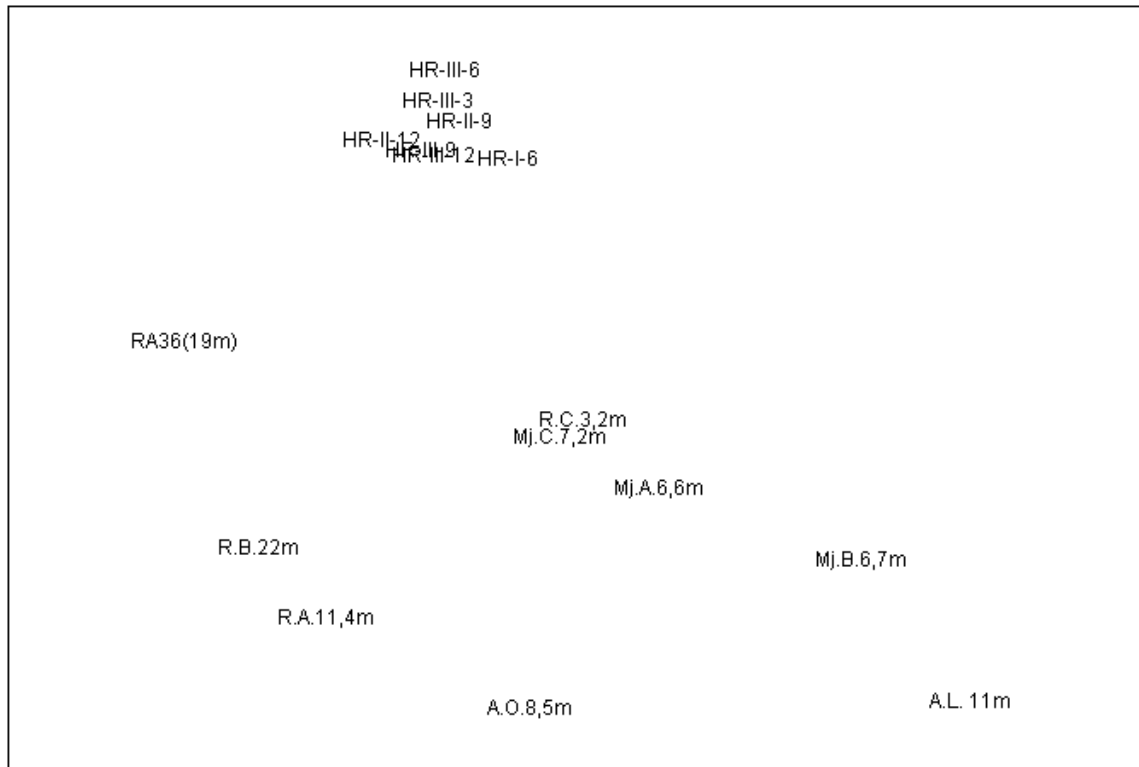
Mynd 5. Klasagreining á burstaormum úr botnsýnum víðsvegar um landið.

Gerð var klasagreining á burstaormum og athugað hvort einhver breyting yrði. Það sést að mynd 5 hefur lítið breyst frá mynd 3 en einstakar stöðvar hafa hækkað eða lækkað í skyldleika.



Mynd 6. Klasagreining á botnsýnum með um og meira en 40% skyldleika (Similiarity).

Teknar voru stöðvar á Vestfjörðum og þær stöðvar sem voru með um eða meira 40% skyldleika við þær. Gögnin hafa verið meira samræmd frá því mynd 1 og 2. Skyldleiki (%) hefur því aðeins breyst á milli einstakra stöðva. Langanesstöð (A.L. 11m) er t.d. með um 50% skyldleika við stöð B í Mjóafirði á þessari mynd.



Mynd 7. MDS kort af afstæðri fjarlægð (skyldleika) botnsýna. Þvingun (e. stress) = 0,11.

Gögnin á bak við mynd 7 eru þau sömu og á mynd 6. Á mynd 7 sést betur hvað stöðarnar eru dreifðar hvað varðar skyldleika nema Reyðarfjarðastöðvarnar.

Tafla 7. Skyldleiki (Similarity %) einstakra stöðva.

Stöð	Mj.A.	Mj.B.	Mj.C.	R.A.	R.B.	R.C.	A.O.	A.L.	RA36
Mj.A.6,6m									
Mj.B.6,7m	44,1								
Mj.C.7,2m	56,1	42,1							
R.A.11,4m	34,1	26,6	40,8						
R.B.22m	34,9	13,1	40,3	43,2					
R.C.3,2m	49,5	41,9	50,4	31,8	37,5				
A.O.8,5m	39,7	23,8	30,8	28,0	33,0	38,5			
A.L. 11m	36,1	49,9	27,2	15,0	5,7	22,6	27,4		
RA36(19m)	26,2	17,4	38,2	27,6	34,9	34,4	20,4	12,6	
HR-III-9	31,0	16,9	42,6	26,6	27,3	33,7	23,5	9,9	36,4

Í töflu 7 er sýndur skyldleiki á milli stöðva á Vestfjörðum og tveggja stöðva í Reyðarfirði. Skyldleiki er frekar lítill og er hann mestur á milli stöðva í Mjóafirði og Reykjarfirði. Langanes (A.L 11m) í Arnarfirði sýnir um 50% skyldleika við stöð B í Mjóafirði en aðrar stöðvar í Arnarfirði eru með mun minni skyldleika. Af öðrum stöðvum sem eru ekki í töflu 7 þá er mestur skyldleiki innan kalkþörungastöðva í Hvalfirði (um 80%), leir/sand stöðvar í Hvalfirði (73%) og einstakra stöðva í Reyðarfirði (um 60 %). Skyldleiki stöðva í Arnarfirði við aðrar stöðvar á landinu var frekar lítill og voru hæstu tölur á milli 30 og 40 %. En það má segja sama um margar aðrar stöðvar eins og í innsiglingunni í Vopnafirði. Þar var lítill skyldleiki á milli stöðva innan svæðis og við aðrar stöðvar á landinu.

## Umræður

Þar sem litlar samanburðarrannsóknir hafa verið framkvæmdar á botndýrasamfélögum á milli svæða við Íslandsstrendur, er ekki hægt að segja að eitthvað komi á óvart. Það veur þó athygli hversu lítill skyldleiki mælist, í þessari athugun milli samfélaga á mismunandi svæðum við sambærilegar umhverfisaðstæður.

Aðalniðurstöður þessarar athugunar virðast vera að samfélög á sama svæði eru líkari innbyrðis, óháð umhverfisaðstæðum svo sem dýpi, en samfélög á öðrum svæðum að því er virðist með líkum umhverfisaðstæðum. Innan svæðis er yfirleitt meiri skyldleiki með líkari botngerð, dýpi og straum.

Samfélög á kalkþörungasvæðum flokkast gróflega eftir skyldleika með öðrum botndýrasamfélögum á grófum botni. Botndýrasamfélög á kalkþörungasvæðum eru hvorki líkari eða ólíkari innbyrðis en önnur svæði á grófum botni. Því er ekki hægt að segja að þau séu sérstæðari en önnur botndýrasamfélög.

Botndýrasamfélög á grófum botni sem fjallað er um í þessri greinagerð virðast öll hafa ákveðna sérstöðu og ekki hægt að flokka þau í skýra flokka. Það er því ekki hægt að segja að stöðvar í kalkþörungasamfélögum séu eitthvað sérstæðari en aðrar stöðvar þegar tekið er tillit til mikils eða lítils skyldleika.

Til að hægt sé að skilgreina sérstöðu botndýrasamfélaga á kalkþörungasvæðum verður að framkvæma rannsóknir á nokkrum svæðum með kalkþörungum á mismunandi stöðum við landið. Þá þyrfti einnig taka valin svæði til samanburðar.



## Heimildir

- Adey, Walter H. 1968. The distribution of crustose corallines on the Icelandic coast. *Science in Iceland* 1: 16-35.
- Adey, Walter H. 1970. Some relationship between crustose corallines and their substrate. *Science in Iceland* 2:21-25.
- Adey, Walter H. 1971. The sublittoral distribution of crustose corallines on the Norwegian coast. *Sarsia*, 46: 41-58.
- Agnar Ingólfsson, Arnþór Garðarsson og Sveinn Ingvarsson. 1972. Botndýralíf í Akureyrarpólli. Könnun í mars 1972. Fjölrit Náttúrugripasafnsins á Akureyri nr. 3.
- Agnar Ingólfsson. 1974. Botndýralíf í Borgarfirði og Hvalfirði. Sunddýr. Háskóli Íslands, Líffræðiskor.
- Agnar Ingólfsson og Svend-Aage Malmberg. 1974. Vistfræðilegar rannsóknir í Hvalfirði, Borgarfirði og Hraunfirði. Yfirlitsskýrsla. Líffræðistofnun Háskólans og Hafrannsóknastofnunin. Fjölrit nr. 3.
- Agnar Ingólfsson. 1976. Forkönnun á lífríki Gilsfjarðar, Þorskafjarðar, Djúpafjarðar, Gufufjarðar og nærliggjandi fjarða. Líffræðistofnun Háskólans. Fjölrit nr. 8.
- Agnar Ingólfsson og Árni Einarsson. 1980. Forkönnun á lífríki Nýpslóns og Skógalóns við Vopnafjörð. Líffræðistofnun háskólans. Fjölrit nr. 15.
- Agnar Ingólfsson og Guðmundur Víðir Helgason. 1982. Athuganir á lífríki Skógalóns við Vopnafjörð. Líffræðistofnun Háskólans. Fjölrit nr. 16.
- Agnar Ingólfsson, Arnþór Garðarsson og Guðmundur Víðir Helgason. 2002. Nám kalkþörungasetts í Arnarfirði. Mat á umhverfisáhrifum. Greinargerð.
- Agnar Ingólfsson og Jörundur Svavarsson. 1999. Forkönnun á lífríki fjöru og botns á grunnsævi neðana fjöru á fyrirhuguðum álverksmiðjustað í Reyðarfirði. Líffræðistofnun, áfangaskýrsla, 27 júlí 1999.
- Arnþór Garðarsson og Kristín Aðalsteinsdóttir 1977. Rannsóknir í Skerjafirði I. Botndýralíf. Líffræðistofnun Háskólans. Fjölrit nr. 9.
- BIOMAERL Team. 1998. Maerl grounds: habitats of high biodiversity in European seas. Therd European Marine Science and Technology Conference, Project Synopsis Vol. 1: Marine systems: 170-178.
- Brage, R og I. Thélin. 1993. Klassifisering av miljøkvalitet I fjorder og kystfarvann. Virkningar av organiske stoffer. Statens forurensingstilsyn (SFT).
- Clarke, K.R., og R.M. Warwick. 2001. Change in marine communities: An approach to statical analysis and interpretation. Önnur útgáfa. Primer-E Ltd.

- De Grave, S. and Whitaker, A. 1999. A census of maerl beds in Irish waters. *Aquatic Conservation Marine and Freshwater Ecosystems* 9: 303-311.
- De Grave, S., Fazakerley, H., Kelley, L., Guiry, M.D., Ryan, M. and Walshe, J. 2000. A Study of Selected Maerl Beds in Irish Waters and their Potential for Sustainable Extraction. Marine Institute.
- Donnan, D.V. and Moore, P.G. Rittstj. 2001. International Workshop on "The Conservation and Management of Maerl". Special issue. *Aquatic conservation. Marine and Freshwater Ecosystems. Volume 13 Supplement 1.*
- Foster, Michael S. 2001. Rhodoloths: between rocks and soft places. *J. Phycol.* 37: 659-667.
- Grey, J.S, A.D. McIntyre og J. Stirn. 1992. Manual of methods in aquatic environment research. Biological assessment of marine pollution – with particular reference to benthos. Part 11. FAO. fisheries technical paper 324. 49 bls.
- Guðmundur Víðir Helgason og Jörundur Svavarsson. 1991. Botndýralíf í Þerneyjarsundi. *Líffræðistofnun Háskólans. Fjölrit nr. 30.*
- Guðmundur Víðir Helgason, Jón S. Ólafsson og Arnþór Garðarsson. 1998. Lífríki við Hvaleyri. *Líffræðistofnun Háskólans. Fjölrit nr. 43.*
- Hafsteinn G. Guðfinnsson, Héðinn Valdimarsson, Steingrímur Jónsson, Jóhannes Briem, Jón Ólafsson, Sólveig Ólafsdóttir Ástþór Gíslason og Sigmar A. Steingrímsson. 2001. Rannsóknir á Straumum, umhverfisþáttum og lífríki sjávar í Reyðarfirði frá júlí til október árið 2000. *Hafrannsóknastofnunin.* 136 bls.
- Helgi Jónsson. 1910. Om algevegetationen ved Islands kyster. *Theses. Kbh. 1910.* 105 bls.
- Karl Gunnarsson. 1977. Þörungar á kóralsetlögum í Arnarfirði. *Hafrannsóknir.* 10. hefti. bls. 3-10. *Hafrannsóknarstofnunin. Reykjavík.*
- Kjartan Thors. 2000. Setþykkt á kalkþörungasvæðum í Arnarfirði. *Jarðfræðistofa Kjartan Thors. Atvinnuþróunarfélag Vestfjarða.* 7 bls. + 2 kort.
- Kjartan Thors. 2001. Setþykktarmælingar í Arnarfirði vorið 2001. *Jarðfræðistofa Kjartan Thors. Íslenska Kalkþörungafélagið.* 9 bls. + 3 kort.
- Kjartan Thors og Guðrún Helgadóttir. 1980. Kalkþörungar í Húnaflóa og hugsanleg nýting þeirra. *Íslenskar landbúnaðarrannsóknir.* 12: 85-92.
- Kristín Aðalsteinsdóttir og Arnþór Garðarsson. 1980. Botndýralíf í Hvalfirði. *Líffræðistofnun Háskólans. Fjölrit nr. 14.* 167 bls.
- Jarðfræðistofa Kjartans Thors. 2000. Setþykkt á kalkþörungasvæðum í Arnarfirði. *Jarðfræðistofa Kjartans Thors.* 7 bls. + kort.

- Jarðfræðistofa Kjartans Thors. 2001. Setþykktarmælingar í Arnarfirði vorið 2001. Jarðfræðistofa Kjartans Thors. 10 bls. + kort.
- Jarðfræðistofa Kjartans Thors og Góð ráð ehf 2000. Nám kalkpörungasetts úr Arnarfirði. Áætlun um framkvæmd mats á umhverfisáhrifum. Unnið fyrir Íslenska Kalkpörungafélagið ehf. Jarðfræðistofa Kjartans Thors og Góð ráð ehf.
- Jörundur Svavarsson og Arnþór Garðarsson. 1986. Botndýralíf í Dýrafirði. Líffræðistofnun Háskólans. Fjölrit nr. 25.
- Jörundur Svavarsson. 1990. Studies on the rocky subtidal communities in vicinity of a dumping pit for pot linings at Straumsvík, Southwestern Iceland. Líffræðistofnun Háskólans. Fjölrit nr. 28.
- Jörundur Svavarsson. 1991. Rannsóknir á lífríki klettbotns neðansjávar í Hraunsvík við Hafnarfjörð. Líffræðistofnun Háskólans. Fjölrit nr. 34.
- Jörundur Svavarsson. 1999. Forkönnun á lífríki botns neðan fjöru við iðnaðarlóðina Hraun í Reyðarfirði. Líffræðistofnun Háskólans. Fjölrit nr 49. 15 bls.
- Jörundur Svavarsson og Guðmundur Víðir Helgason. 2002. Lífríki á botni Mjóafjarðar. Líffræðistofnun Háskólans. Fjölrit nr 63. 25 bls.
- Sigmar Arnar Steingrímsson. 2003. Botndýralíf við innsiglingu í Vopnafjarðarhöfn. Hafrannsóknastofnunin. Handrit. 10 bls.
- OSPAR Commision. 1992. OSPAR convention for the protection of the marine environment of the North-east Atlantic.
- Potin, P., J. Y. Fioch, Augris, C. og Cabioch, J. 1990. Annual growth rate of teh calcareous red alga Lithohamnion coralloides (Corallinales, Rhodophyta) in the Bay of Brest, France. Hydrobiologia 204/205: 263-267.
- Porleifur Eiríksson og Böðvar Þórisson. 2003. Botndýr við Hrótey í Mjóafirði og í Reykjarfirði í Ísafjarðardjúpi. Náttúrustofa Vestfjarða. NV. nr 3-03.
- Porleifur Eiríksson, Böðvar Þórisson og Björgvin Harri Bjarnason. 2003a. Botndýr við fyrirhugaðar fiskeldisstöðvar í Reyðarfirði. Unnið fyrir Reyðarlax (Samherja). Náttúrustofa Vestfjarða. NV nr. 11-03.
- Porleifur Eiríksson, Böðvar Þórisson og Björgvin Harri Bjarnason. 2003b. Botndýr við fiskeldiskvíar í Mjóafirði. Unnið fyrir Sæsifur (Samherja). Náttúrustofa Vestfjarða. NV nr. 12-03.
- Porleifur Eiríksson og Hafsteinn H. Gunnarsson. 2002. Botndýri í Arnarfirði. Skýrsla unnin fyrir Íslenska Kalkpörungafélagið ehf. Náttúrustofa Vestfjarða. NV nr. 4-02. 23 bls.

