



NÁTTÚRUSTOFA
VESTFJARÐA

Botndýr í Arnarfirði

Unnið fyrir Íslenska kalkþörungafélagið ehf.

Þorleifur Eiríksson

og

Hafsteinn H. Gunnarsson

September 2002

NV nr. 4-02/L-04

Leiðrétt september 2004

Útdráttur

Vegna fyrirhugaðrar kalkþörungavinnslu í Arnarfirði kannaði Náttúrustofa Vestfjarða botndýralíf á og við fyrirhugaða námustaði fyrir Íslenska Kalkþörungafélagið ehf.

Kalkþörungar (Kóralþörungar, *Lithothamnium* spp.) eru kalkkenndir, hríslóttir rauðþörungar af ættinni Corallianceae, sem vaxa inni í fjörðum víða umhverfis landið og mynda allþykk setlög, Þar sem það hefur verið kannað í Arnarfirði.

Áhrif námuvinnslu á botni Arnarfjarðar eru mjög sambærileg við yfirborðsnámur á landi. Yfirborðslagið verður fjarlæggt á væntanlegum námustöðum og því mest um staðbundin áhrif að ræða.

Fyrirhuguð námusvæði eru á fjallsbrúnum og í fjallshlíðum neðansjávar. Það er því ekki gert ráð fyrir því að það myndist holur sem safni í sig lausu efni úr nágrenninu. Fyrirverandi námusvæði verða fyrir áhrifum strauma og undirlagið mótast af því eins og nú.

Lífverurnar eru í yfirborðslaginu og með tímanum mun byggjast upp lífkerfi sem samræmist hinum nýju aðstæðum.

Námuvinnslan mun valda miklu gruggi og róti á næstu svæðum og grugg samfara dælingu mun dreifast um fjörðinn.

Þar sem dæling er ekki stöðug verða langtímaáhrif á svæði á botni Arnarfjarðar lítil en dæling mun hafa áhrif meðan á henni stendur.

Botndýralíf var kannað með því að taka botnsýni á ákveðnum stöðvum og kanna dýralíf í þeim sýnum. Sýni voru sigtuð með 0,5 mm sigti. Dýr úr hverju sýni voru greind til tegunda eða hópa og talin.

Niðurstöður sýna að fjölbreytni samfélaga (vistgerða) er mikil. Í innanverðum Arnarfirði er sennilega síendurtekið mynstur þessara mismunandi samfélaga. Þetta minnkar líkurnar á því að við efnisnám verði einhverjum samfélögum, eða dýrategundum, útrýmt á svæðinu. Jafnframt eykur það líkurnar á að samfélög byggist upp aftur að efnistöku lokinni og verði með svipuðu sniði og nú er.

Það má búast við því að dýralíf á svæðum næst námusvæðum verði fyrir áföllum, en þar sem dæling er ekki stöðug má búast við því að mjög svipað dýralíf viðhaldist og styrkist þegar námuvinnslu lýkur.

Þrátt fyrir að námuvinnsla sé ekki endurnýjanleg auðlind er yfirborðið endurnýjanlegt og mikið af þessum áhrifum því líklega ekki endanleg.

Abstract

Íslenska Kalkþörungafélagið (The Icelandic Sea minerals ltd.) is planning a mining of the Crustose Corallines sediment's in Arnarfjörður, in the Westfjords of Iceland. In order to estimate environmental impact, the company asked Náttúrustofa Vestfjarða (Westfjords Natural History Institute) to examine the benthic fauna in and around intended mining areas.

Crustose corallines are calcareous algae (*Lithothamnium* spp.) which grows in many fjords around Iceland and can make thick sediments.

The benthic fauna was studied by taking samples from the sediment at prearranged stations and studying the fauna.

The mining operation of coralline sediments in Arnarfjörður has a considerable influence on the site and in the near vicinity, as in other surface mining operations.

Even if mining operation is not a sustainable operation the surface is renewable and will recover in some kind similar to present fauna in the future.

Benthic fauna was surveyed by taking bottom samples from three areas in Arnarfjörður. The samples were filtered with 0.5 mm filter. And the specimens from each sample identified to species or groups and counted.

The results show that ecosystems diversity is high. At the inner part of Arnarfjörður it is most likely repetitive pattern of these different communities.

This lowers the risk of that the mining will destroy any community type completely in the area and increases the probabilities that communities will recover after the mining operation.

It is expected that the fauna in the areas closest to the mining activity will be damaged but since the mining will go on in periods it can be expected that the animal life will not be very much affected and similar or even stronger animal life can be expected after mining.

Even though mining is not a renewable resource the surface is renewable and therefore are the environmental effects not permanent.

Efnisyfirlit

Útdráttur	2
Abstract	3
Efnisyfirlit	4
Inngangur	5
Kalkþörungur	5
Setlög	5
Efnistaka (námuvinnsla)	5
Aðferðir	5
Rannsóknarsvæði	5
Dýptarmælingar	6
Sýnatökustöðvar	6
<i>Mynd 1. Staðsetning sýnatökustöðva og dýpt á einstökum stöðvum.</i>	7
<i>Tafla 1. Staðsetning sýnatökustöðva.</i>	7
<i>Mynd 2. Dýpi á athugunarsvæði við Langanes.</i>	8
<i>Staðsetning svæðisins í Arnarfirði sést á neðri myndinni.</i>	8
<i>Mynd 3. Dýpi á athugunarsvæði við Otradal.</i>	9
Sýnataka	10
Úrvinnsla	10
Mat á fjölbreytileika	10
Niðurstöður	11
Svæðalýsing	11
Stöðvalýsing	11
Botndýr	12
<i>Tafla 2. Botndýr við Langanes.</i>	13
<i>Tafla 3. Botndýr út af Otradal.</i>	13
<i>Tafla 4. Botndýr í Reykjafirði.</i>	14
Fjölbreytileikareikningar	14
Umræður	15
Botndýrasamfélög	15
<i>Fjölbreytileiki</i>	15
Botnþörungur	16
Verndargildi	16
Áhrif námuvinnslu	17
Umfjöllun um áhrif námuvinnslu	17
Lokaorð	18
Þakkir	18
Heimildir	19
Viðhengi	20
Viðhengi 1. Botndýr við Langanes.	20
Viðhengi 2. Botndýr við Otradal.	21
Viðhengi 3. Botndýr í Reykjafirði.	22

Inngangur

Íslenska kalkþörungafélagið ehf. fyrirhugar vinnslu á kalkþörungum í Arnarfirði á Vestfjörðum.

Sem liður í undirbúningi þessarar vinnslu bað Kalkþörungafélag Íslands Náttúrustofu Vestfjarða að kanna botndýralíf á og við fyrirhuguð námusvæði. Verkið er unnið í samræmi við áætlun um framkvæmd mats á umhverfisáhrifum (Jarðfræðistofa Kjartans Thors og Góð ráð ehf. 2000).

Kalkþörungar

Kalkþörungar (Kóralþörungar, *Lithothamnium* spp.) eru kalkkenndir, hríslóttir rauðþörungar af ættinni Corallianceae, sem vaxa a.m.k. hluta af æviskeiði sínu lausir á botni.

Þessir þörungar vaxa inni í fjörðum víða umhverfis landið. Víða mynda þeir allþykk setlög þar sem þeir ná að hlaða stöðugt undir sig um leið og þeir vaxa.

Í Arnarfirði eru þessi setlög víða og gott dæmi er út af Langanesi (Adey 1968; Karl Gunnarsson 1977).

Setlög

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 (Kjartan Thors 2000, 2001).

Efnistaka (námuvinnsla)

Miðað er við að efnistaka (námuvinnsla) hefjist út af Langanesi og er eftirfarandi umfjöllun miðuð við það.

Gert er ráð fyrir að efnistaka fari fram með dæluskipi og dæling fari fram tvisvar til þrisvar á ári (Jarðfræðistofa Kjartans Thors og Góð ráð ehf. 2000).

Aðferðir

Botndýralíf var kannað með því að taka botnsýni á ákveðnum stöðvum til skoðunar.

Rannsóknarsvæði

Valin voru þrjú svæði í Arnarfirði til sýnatöku, þ.e. út af Langanesi, Otradal og í Reykjafirði (sjá mynd 1).

Þessi þrjú svæði eru sameiginlega með fjölbreyttar aðstæður til að gefa yfirlit um botndýralíf í innanverðum Arnarfirði.

Á hverju svæði var ákveðið snið, þannig að sem mest dýptarsvið á hverju svæði lentu á sniðinu.

Dýptarmælingar

Til að ákveða nákvæmlega staðsetningu einstakra sýnatökustöðva var siglt skipulega yfir svæðið og dýptarmælingar skráðar inn á tölvu. Forritið Maxsea var síðan notað til að gera dýptarkort af hverju svæði fyrir sig og á grundvelli þess voru sýnatökustöðvar staðsettar.

Út af Langanesi gengur neðansjárhryggur með bröttum hlíðum (sjá mynd 2).

Út af Otradal og nágrenni var aðdýpi mikið og erfitt að finna stað fyrir snið og óæskilegt að stöðvar á mismunandi dýptarsviðum væru með miklu millibili meðfram ströndinni (sjá mynd 3).

Sýnatökustöðvar

Þrjár stöðvar á mismunandi dýpi voru ákveðnar á sniðum við Langanes og Otradal. Á sniðinu í Reykjafirði var álitnið nauðsynlegt að taka fjórar stöðvar og fimmtu stöðina á botni Arnarfjarðar þar sem sniðin frá Otradal og Reykjafirði skárust, á um 94m dýpi.

Svæði 1. Langanes.

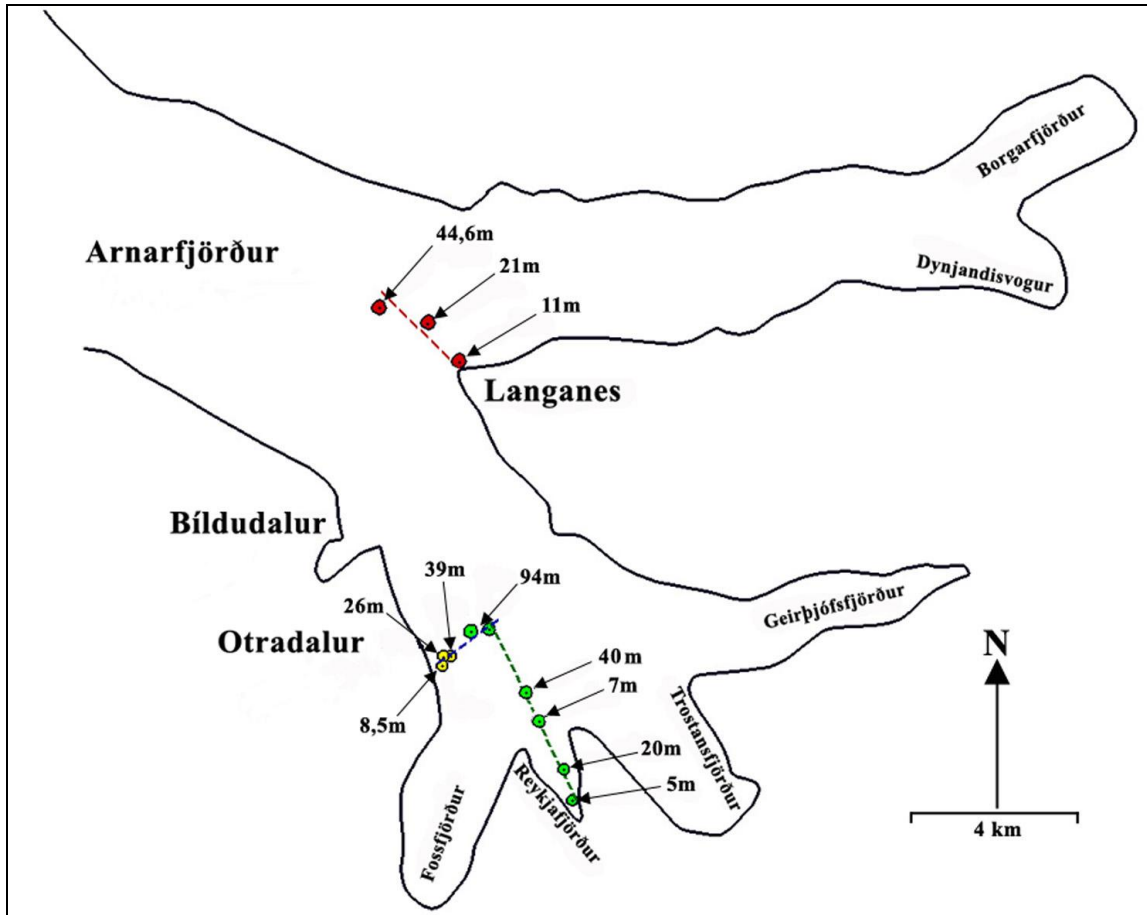
Út frá Langanesi voru valdar þrjár stöðvar, þ.e. á 11m, 21m og 45m dýpi. Botngerðin einkenndist af hörðum botni og mikið af lifandi kalkþörungum. Ekki tókst að ná sýnum á mesta dýpi á Langaneshrygg, þ.e. 45m dýpi.

Svæði 2. Otradalur.

Út frá Otradal voru tekin sýni á 8.5m, 26m og 39m dýpi. Botninn var frekar harður og mikið af kalkþörungum á 26m dýpi. Aðeins tókst að ná tveimur sýnum á 39m dýpi.

Svæði 3. Reykjafjörður.

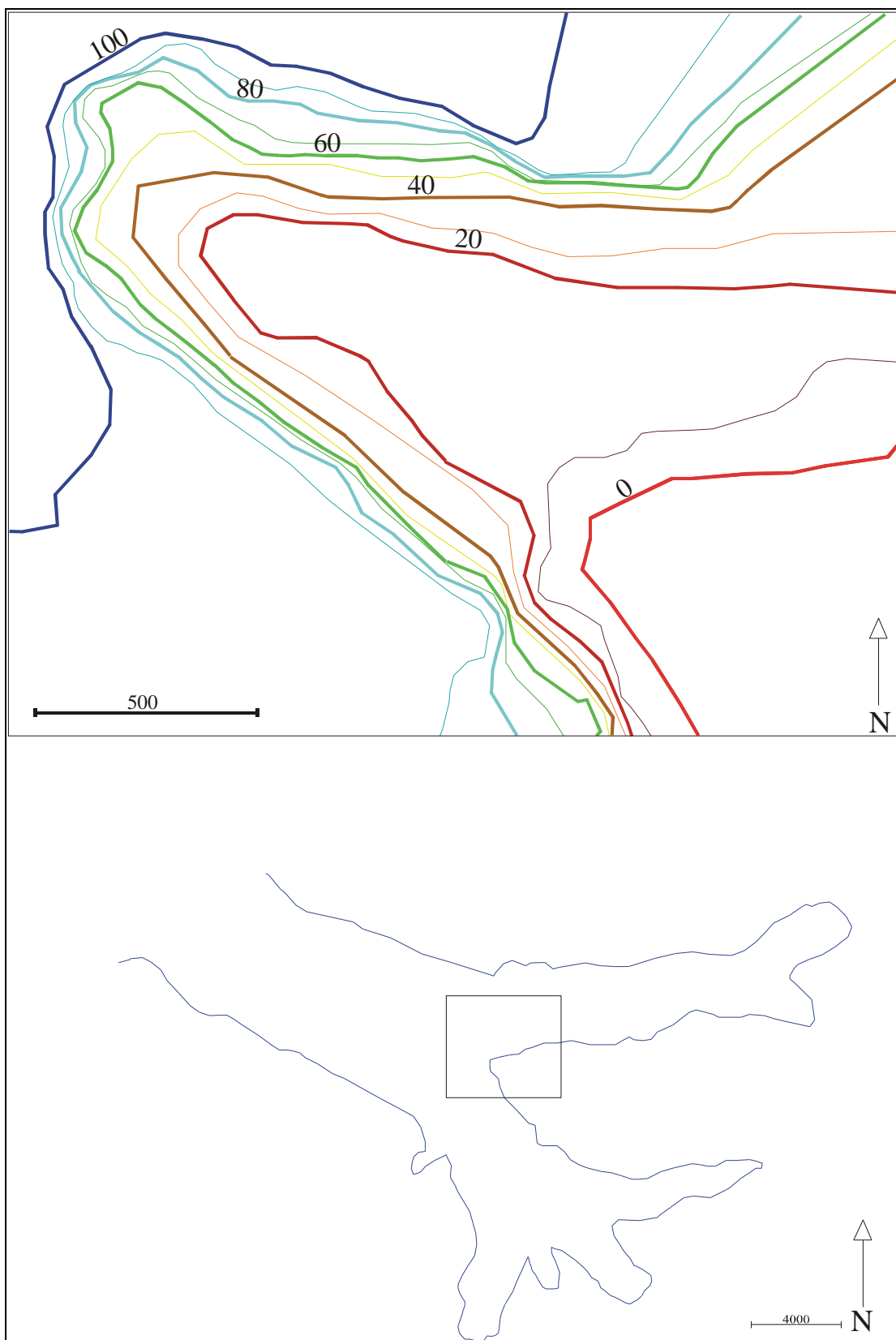
Í Reykjafirði voru valdar fjórar stöðvar, á 5m dýpi innst í firðinum, á 20m dýpi í miðjum firðinum, á 7m dýpi í mynni fjarðarins og að lokum á um 40m dýpi. Ennfremur var tekin ein stöð út frá Reykjafirðinum á 94m dýpi. Sú stöð var valin þar sem sniðin frá Otradal og Reykjafirði skárust.



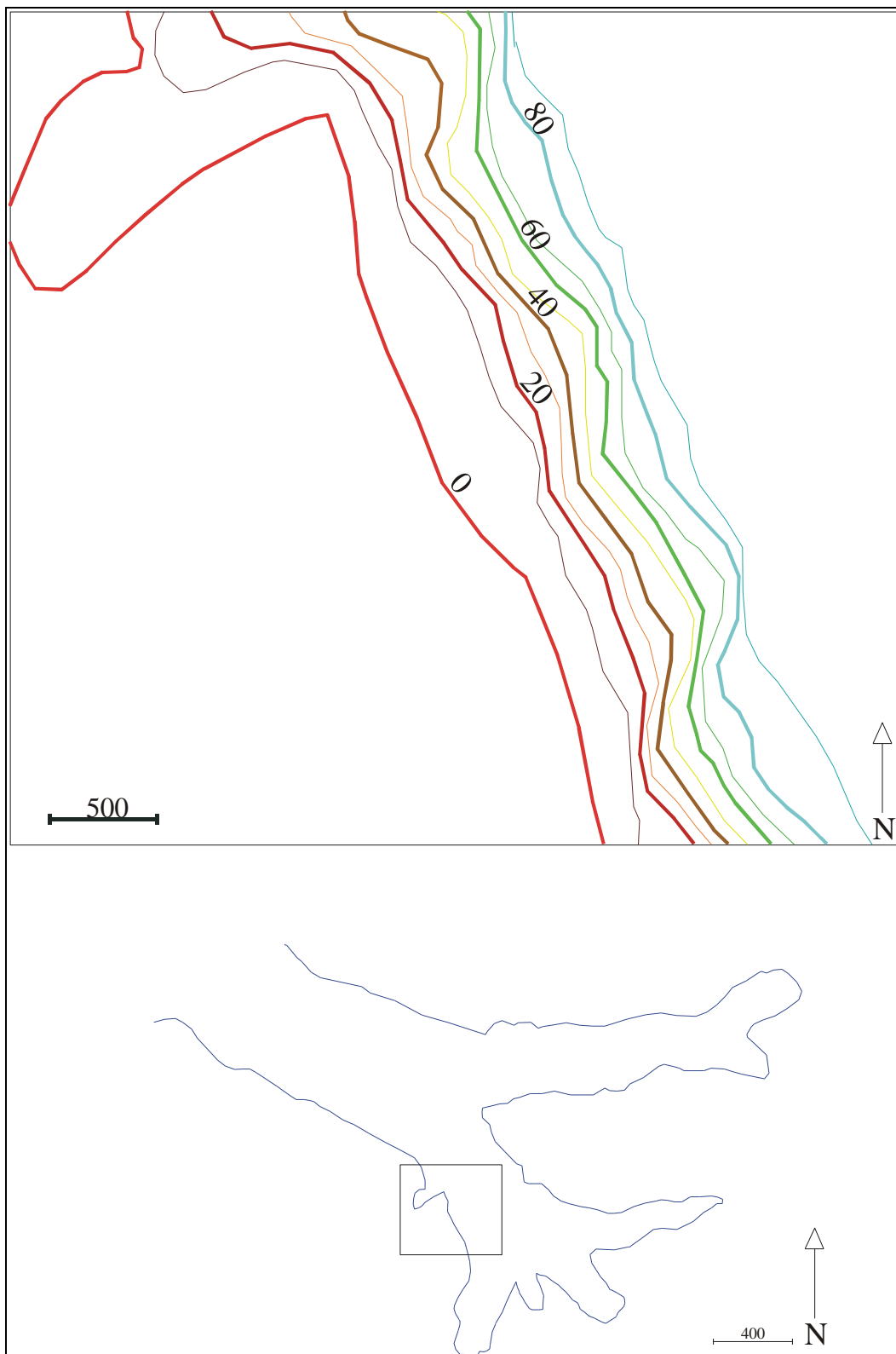
Mynd 1. Staðsetning sýnatökustöðva og dýpt á einstökum stöðvum. Stöðvarnar eru við Langanes, Otradal og í Reykjafirði.

Tafla 1. Staðsetning sýnatökustöðva.

Svæði	Stöð	Dýpi	Staðsetning
Langanes	1	11	N 65°43.33' - W 23°32.15'
	2	21	N 65°43.81' - W 23°33.08'
	3	44,6	N 65°44.00' - W 23°34.70'
Otradalur	1	8,5	N 65°39.45' - W 23°32.76'
	2	26	N 65°39.63' - W 23°32.66'
	3	39	N 65°39.58' - W 23°32.52'
Reykjafjörður	1	5	N 65°37.67' - W 23°28.18'
	2	20	N 65°38.11' - W 23°28.72'
	3	7	N 65°38.62' - W 23°29.15'
	4	40	N 65°39.08' - W 23°29.58'
	5	94	N 65°39.87' - W 23°31.34'



Mynd 2. Dýpi á athugunarsvæði við Langanes.
Staðsetning svæðisins í Arnarfirði sést á neðri myndinni.



Mynd 3. Dýpi á athugunarsvæði við Otradal.
Staðsetning svæðisins í Arnarfirði sést á neðri myndinni.

Sýnataka

Sýnataka fór fram dagana 21. og 26. september 2001. Sýni voru tekin á rannsóknarbátnum Ormi IS-104-6505.

Þegar staðsetning stöðva hafði verið ákveðin var bátnum beitt upp í strauminn á hverjum stað og akkeri sleppt. Þar sem akkerisvinda er á rannsóknarbátnum Orminum er hægt að nota þungt akkeri sem stöðvar bátinn fljótt og vel. Þrátt fyrir það var sýnataka út af Otradal erfið. Á yfir 90m dýpi er svo mikil fyrirhöfn að leggjast fyrir akkeri og var sú stöð tekin á liggjandanum þar sem vindur var svo lítill að báturinn færðist lítið.

Reynt var að taka þrjú botnsýni á hverri stöð. Það tókst í flestum tilfellum, en gerð er grein fyrir undantekningum.

Við sýnatöku var notuð sýnatökugreip af Van Veen gerð (flatarmál: $16,95 * 11,5 \text{ sm} = 195 \text{ sm}^2$) og henni slakað niður á botn og hífð upp aftur með handfærarúllu. Með þessu móti er sýnataka hraðvirk og hægt að nýta sér hagstæðar aðstæður til hins ítrasta.

Innihaldi greiparinnar var komið fyrir í plastfötum, fest (fixerað) og varðveitt í 5-10% formalíni með boraxi til að koma í veg fyrir upplausn kalks í skeldýrum.

Reynt var að taka sérstakt sýni á hverri stöð til að meta kornastærð sem tókst ekki alltaf. Vegna þess að undirlag er vel skilgreint með lýsingu á sýnum er ekki ástæða til að greina sýnin frekar. Þau sýni sem náðust eru varðveitt og tilbúin til greiningar síðar.

Úrvinnsla

Sýni voru sigtuð með 0,5 mm sigti, skipt niður í hæfileg hlutsýni eftir stærð sýnisins og síðan öll dýr tínd úr einu eða fleiri hlutsýnum eftir fjölda dýra.

Dýrin voru síðan flokkuð í tegundir eða hópa með aðstoð víðsjár (Leica MZ 12) og þau talin.

Dýrin eru varðveitt í 70% isopropanoli til nánari skoðunar síðar ef ástæða þykir. Sýnin eru skráð í sýnasafn Náttúrustofu Vestfjarða.

Mat á fjölbreytileika

Fjölbreytileiki var metinn á stöðvunum með tveimur reikniáðferðum, þ.e. Shannon fjölbreytileikastuðli og einsleitnistuðli J. (Grey et. al 1992; Brage, R og I. Thélín 1993).

Shannon-Wiener stuðullinn,

$$H' = - \sum_{i=1}^s (p_i) (\log_2 p_i)$$

sem er mjög mikið notaður, hækkar eftir því sem fjölbreytileiki eykst.

Einsleitnistuðlinn J

$$J' = \frac{H'}{H_{\max}}$$

er nátengdur Shannon-Wiener stuðlinum, en sýnir meira hvort jafnræði er milli tegunda, eða ein eða fáar tegundir sérstaklega áberandi. Stuðullinn lækkar þegar það gerist.

Niðurstöður

Svæðalýsing

Svæði 1. Langanes

Út af Langanesi gengur neðansjávarhryggur með snarbröttum hlíðum. Dýpi á hryggnum er 10-40 m. Báðum megin hryggjarins eru kalkpörungalög með lifandi kalkpörungi á yfirborðinu (Kjartan Thors 2000). Fremst á hryggnum á 40 m dýpi er klöpp, eða harður botn.

Svæði 2 Otradalur

Við Otradal er mjög aðdjúpt og botninn einkenndist af muldum kalkpörungi, blönduðum leir og sandi.

Svæði 3 Reykjafjörður

Reykjafjörður hefur nokkra sérstöðu af þessum svæðum þar sem sniðið liggur út miðjan fjörðin og dýptarsvið því ólíkt hinum sniðunum.

Dýptin eykst jafnt og þétt frá fyrstu stöð niður á aðra stöð á 20m dýpi en grynnist síðan aftur í 7m í fjarðarminninu, síðan dýpkar hratt niður á 40m en síðan hægar niður á rúmlega 90m.

Botngerðin er sandur og leir. Innst í firðinum og á haftinu í fjarðarmynninu er botninn harður með þaraskellum.

Stöðvalýsing

Langanes. Stöð 1 - 11m dýpi.

Botngerð: Harður botn, heilir kalkpörungar.

Tekin þrjú botndýrasýni á 11m dýpi ásamt einu fyrir mat á kornastærð. Þrjú sýni mistókust þar sem greipin var opin þegar hún kom í yfirborð. Í hinum sýnunum var lítið um leir en talsvert af kalkpörungum.

Langanes. Stöð 2 - 21m dýpi.

Botngerð: Harður botn, heilir kalkpörungar. Þrjú botndýrasýni, ásamt einu fyrir mat á kornastærð. Tekin tvö aukasýni.

Langanes. Stöð 3 - 44,6m dýpi.

Botngerð: Harður botn. Ekkert kom upp í greipinni.

Otradalur. Stöð 1 - 8,5m dýpi.

Botngerð: Mjúkur botn, kalkþörungasalli, sandur, þaragróður. Þrjú sýni ásamt einu fyrir kornastærð.

Otradalur. Stöð 2 - 26m dýpi.

Botngerð: Tiltölulega harður botn, kalkþörungasalli. Þrjú sýni á 26-27m dýpi ásamt einu fyrir kornastærð.

Otradalur. Stöð 3 - 39m dýpi.

Botngerð: Harður botn, heilir kalkþörungar. Tvö sýni á þessari stöð, fjórar tilraunir mistókust.

Reykjafjörður. Stöð1 - 5m dýpi.

Botngerð: Harður botn með þaraflákum. Valið snið frá botni og út fjörðinn. Fyrsta stöð valin austanmegin í firðinum til að lágmarka ferskvatnsáhrif. Náðum þremur sýnum í sjö tilraunum ásamt einu sýni fyrir kornastærð.

Reykjafjörður. Stöð 2 - 20m dýpi.

Botngerð: Mjúkur botn, leðja, sandur, kalkþörungasalli, þaragróður. Þrjú botnsýni, kornastærð sleppt.

Reykjafjörður Stöð 3 - 7m dýpi.

Botngerð: Mjúkur botn, kalkþörungasalli, sandur, heillegir kalkþörungar. Þrjú sýni ásamt einu fyrir kornastærð.

Reykjafjörður. Stöð 4 - 40m dýpi.

Botngerð: Harður botn, mikið af grjóti sem gerði sýnatöku erfiða. Þrjú sýni náðust en eru ófullkomin þar sem greipin lokaðist ekki að fullu (opið var frá 1 til 5mm). Þetta ætti ekki að hafa áhrif á tegundasamsetningu og hlutfallslegan fjölda einstaklinga, en hafa verður fyrirvara um heildarfjölda einstaklinga

Reykjafjörður (Otradalur). Stöð 5 - 94m dýpi.

Botngerð: Mjúkur botn, leðja. Tekin tvö sýni á 94m dýpi. Í báðum sýnum er mikil leðja, dökkbrún. Þriðja sýnið er tekið á 93m dýpi. Reynt við sýni fyrir mat á kornastærð en tókst ekki.

Botndýr

Botndýr voru skoðuð á þremur svæðum, á mismunandi dýpi á hverju svæði, eins og áður sagði.

Hópa- og tegundasamsetning er misleit eftir stöðvum. Niðurstöður um fjölda hópa og fjölda einstaklinga í hverjum hópi eru settar fram í töflum 1-3. Fjöldi einstaklinga af einstökum tegundum eða hópum eru í viðhengjum 1-3. Tölurnar eru meðaltal í sýni. Flatarmál sýnis var 196 sm².

Tafla 2. Botndýr við Langanes.

Fjöldi hópa og meðalfjöldi einstaklinga (e) í hópum.

Hópur/tegund	Heiti	1- D. 11 m Fj. h (e)	2- D. 21 m Fj. h (e)
Bivalvia	Samlokur	2 (4)	
Gastropoda	Sniglar	3 (9)	
Polyplacophora	Nökkvar	1 (1)	
Polychaeta	Burstaormar	7 (27,3)	3(5,7)
Crustacea	Krabbadýr	1 (3)	1 (1)
Echinodermata	Skrápdýr	3 (65)	1 (5)
Samtals		17 (109,3)	5 (11,7)

Tafla 3. Botndýr út af Otradal.

Fjöldi hópa og meðalfjöldi einstaklinga (e) í hópum.

Hópur/tegund	Stöð Heiti	1- D 8,5 m Fj. h (e)	2- D 26 m Fj. h (e)	3- D 39 m Fj. h (e)
Hydrozoa	Hveldýr	1 (x)		
Bivalvia	Samlokur	3 (10.7)	3 (17.3)	1 (12)
Gastropoda	Sniglar		2 (2.7)	1 (2.0)
Polyplacophora	Nökkvar	1 (1.3)		
Polychaeta	Burstaormar	15 (73,6)	8 (33,3)	2 (2.0)
Crustacea	Krabbadýr		1 (1.3)	
Ophiurodea	Slöngustjörnur		1 (14.7)	1 (1.0)
Samtals		20 (85,6)	13 (69,3)	5 (17,0)

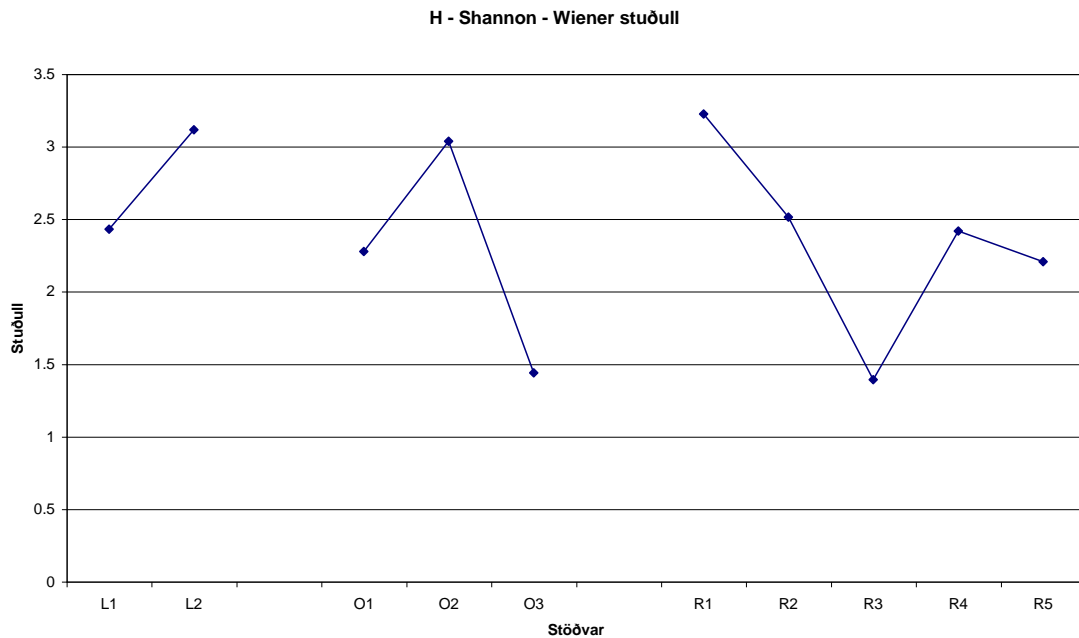
Tafla 4. Botndýr í Reykjafirði.

Fjöldi hópa og meðalfjöldi einstaklinga (e) í hópum.

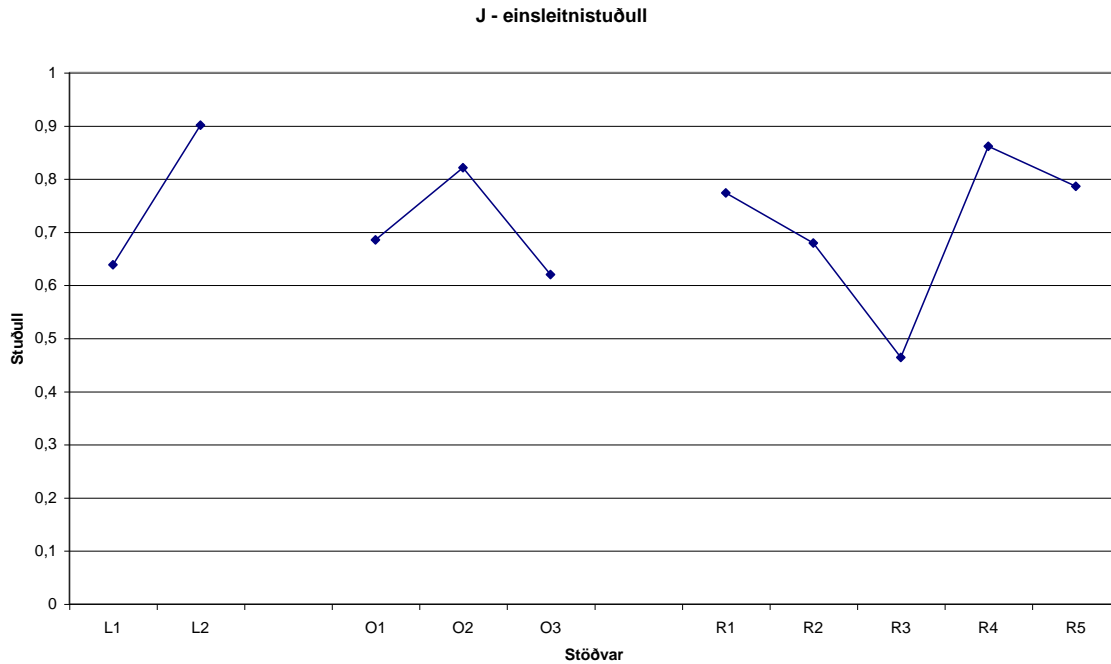
Hópur/tegund	Stöð Heiti	1- D. 5 m	2- D. 20 m	3- D. 6,9m	4- D. 40 m	5- D. 94 m
		Fj. h (e)	Fj. h (e)	Fj. h (e)	Fj. h (e)	Fj. h (e)
Bivalvia	Samlokur	3 (35,3)	4 (17,3)			1 (2,5)
Gastropoda	Sniglar	2 (25,3)		1 (1,3)	1 (1,0)	
Polychaeta	Burstaormar	7 (50)	14 (81,22)	5 (138,6)	6 (2,0)	7 (52,34)
Crustacea	Krabbadýr	4 (80)			1 (0,3)	
Echinodermata	Skrápdýr	1 (0,7)		2 (5,3)		
Samtals		17 (191,3)	18 (98,52)	8 (145,2)	8 (3,3)	8 (54,84)

Fjölbreytileikareikningar

Fjölbreytileiki á einstökum stöðvum var skoðaður með Shannon Wiener fjölbreytileika stuðlinum H og einsleitni með stuðlinum J. Niðurstöður fyrir einstakar stöðvar eru sýndar á myndum 4 og 5.



Mynd 4. Shannon Wiener fjölbreytileika stuðull.



Mynd 5. Einsleitnistuðullinn J.

Umraður

Botndýrasamfélög

Tegunda- og hópasamsetning er í samhengi við undirlagið og áhrif dýpis.

Á hörðum botni grynna eru lindýr (samlokur, sniglar; Mollusca) áberandi. Á þeim stöðvum og dýpra á mjúkum botni eru krabbadýr (Crustacea) áberandi, aðallega marflær (Amphipoda). Þegar leirbotn verður meira ríkjandi eykst hlutfall burstaorma (Polychaeta).

Það sem vekur athygli er fjöldi skrápdyra í kalkþörungabreiðum. Þar er um að ræða einstaka krossfisk, ígulker og sérstaklega slöngustjörnur. Þéttin á slöngustjörnum á stöð 1 (11m.d.) við Langanes og við stöð 2 (26 m.d.) Otradal, er t.d. mjög mikil.

Fjöldi vistgerða er mikill og má búast við að þetta mynstur endurtaki sig um allan innanverðan Arnarfjörð, með mismunandi stórum blettum af hverju.

Fjölbreytileiki

Fjölbreytileiki dýralífs á einstökum stöðvum er mismunandi, en yfirleitt mikill (mynd 4) og einsleitni einnig mikil (mynd 5). Þó að fjöldi tegunda á hverri stöð sé ekki hár er engin ein tegund ráðandi í fjölda.

Botnþörungar

Botnþörungar á Langaneshrygg voru kannaðir 1975 (Karl Gunnarsson 1977). Kalkþörungarnir sem mynda setlöggin eru sennilega *Lithothamnium tophiforme* (Adey 1968, 1970).

Kóralþörungar eru harðir og greinóttir og því ákjósanlegt undirlag fyrir botnþörungum. Í Arnarfirði fundust níu tegundir í kóralþörungum breiðum.

Cruoria arctica
Turnerella pennyi
Corallina officinalis
Lithothamnium glasciale
Callophyllis crstata
Polysiphonia urceolata
Desmarestia acculeata
D. viridis
Laminaria saccharina

Allt eru þetta ásætur á kóralþörungnum nema tvær *Lithothamnium glaciæ* og *Laminaria saccharina*.

Verndargildi

Hvert svæði hefur sérstakt lífríki og það lífríki er því í eðli sínu einstakt. Munur á milli svæða er aftur á móti mjög mismikill og sum svæði eru mjög lík þó að þau séu ekki eins.

Ísland er aðili að alþjóðasamningum um verndun sjávarumhverfis, sem hafðir eru til viðmiðunar, t.d. OSPAR convention (OSPAR commission 1992).

Ekki eru til neinir viðurkenndir staðlar til að meta verndargildi svæða neðan fjöru og viðmið vantar.

Þeim atriðum sem oftast er miðað við má skipta í þrjú þætti.

1. Hversu sjaldgæft er fyrirbrigðið, eða er það einstakt (uniqueness).
2. Fjölbreytileiki lífríkisins. Venjulega mælt með fjölda og samsetningu tegunda á svæðinu og/eða breytileika í vistgerðum. Fjölbreytileiki er oft metin með stöðluðum reikniáðferðum.
3. Þéttleiki. Á þurrlandi er oft talað um samfelld gróðurlendi eða mikinn þéttleika fugla og lífmiklar fjörur.

Í þessu tilfalli er það fyrst og fremst beytileiki í vistgerðum sem er athyglisvert. Eins og bent hefur verið á er í Arnarfirði myndur mismunandi vistgerða.

Námuvinnsla á afmörkuðu svæði mun því ekki eyða neinni vistgerð af svæðinu og að námuvinnslu lokinni ætti innflutningur lífvera að hefjast.

Áhrif námuvinnslu

Áhrifum námuvinnslu í Arnarfirði má skipta í fernt.

1. Á námusvæðum verður yfirborðslagið fjarlæggt og allt dýralíf hverfur því á þeim svæðum.
2. Á námusvæðum verður dýpkun og því verða skilyrði ekki þau sömu eftir námuvinnslu og fyrir.
3. Námuvinnslan mun valda miklu gruggi og róti á næstu svæðum.
4. Grugg mun verða samfara dælingu sem mun dreifast um fjörðinn.

Umfjöllun um áhrif námuvinnslu

1. *Á námusvæðum verður yfirborðslagið fjarlæggt.*

Fyrirhuguð námusvæði eru á fjallsbrúnum og í fjallshlíðum neðansjávar. Það er því ekki gert ráð fyrir því að það myndist holur sem safni í sig lausu efni úr nágrenninu.

Fyrirverandi námusvæði verða fyrir áhrifum strauma og undirlagið mótast af því sem nú er. Búast má við að undirlagið verði svipað og er út af Otradal, þ.e. sandur og kalkþörungamulningur blandað leir eftir straumstyrk og hafróti á hverju svæði.

Með tímanum mun byggjast upp lífkerfi sem samræmist hinum nýju aðstæðum. Fyrst má búast við að lífverur sem nú eru við Otradal nemi land. Með tímanum má svo búast við því að kalkþörungar færast inn á svæðið og að lokum má búast við því að lífríkið verði svipað og nú er.

Á námusvæðum verður dýpkun en kalkþörungar geta þrífist á allt að 30 - 40m dýpi ef aðrar umhverfisaðsstaður eru viðunandi (Adey 1971).

Þannig gætu kalkþörungar numið land að nýju þó svæði dýpki verulega, t.d. úr 10m í 30m (Adey 1971, sjá líka Adey 1970). Sköpulag kalkþörungna ákvarðast meðal annars af dýpi, en þeir verða kræklóttari eftir því sem neðar dregur (Karl Gunnarsson 1977). Þó að kalkþörungar nemi aftur land á fyrirverandi námusvæðum verður dýralíf því ekki endilega það sama, en sennilega svipað og getur verið jafn fjölbreytt.

2. *Námuvinnslan mun valda gruggi og róti á næstu svæðum.*

Það má búast við því að dýralíf á svæðum næst námusvæðum verði fyrir áföllum, en þar sem dæling er ekki stöðug má búast við því að mjög svipað dýralíf viðhaldist.

3. *Grugg mun verða samfara dælingu sem mun dreifast um fjörðinn.*

Þar sem dæling er ekki stöðug verða langtímaáhrif á svæði á botni Arnarfjarðar lítil.

Lokaorð

Námuvinnsla á setlögum kalkþörungum í Arnarfirði hefur mikil áhrif þar sem hún fer fram, rétt eins og í annarri námuvinnslu á yfirborði. Umtalsverð áhrif verða næst námunni en dvína með fjarlægð.

Niðurstöður sýna að fjölbreytni samfélaga (vistgerða) er mikil. Í innanverðum Arnarfirði er sennilega síendurtekið mynstur þessara mismunandi samfélaga. Þetta minnkar líkurnar á því að við efnisnám verði einhverjum samfélögum, eða dýrategundum, útrýmt á svæðinu. Jafnframt eykur það líkurnar á að samfélög byggist upp aftur að efnistöku lokinni og verði með svipuðu sniði og nú er.

Það má búast við því að dýralíf á svæðum næst námusvæðum verði fyrir áföllum, en þar sem dæling er ekki stöðug má búast við því að mjög svipað dýralíf viðhaldist og styrkist þegar námuvinnslu lýkur.

Þrátt fyrir að námuvinnsla sé ekki endurnýjanleg auðlind er yfirborðið endurnýjanlegt og mikið af þessum áhrifum því líklega ekki endanleg.

Þakkir

Starfsmenn Náttúrustofu Vestfjarða aðstoðuðu: Jón Friðrik Jóhannsson var skipstjóri á rannsóknarbátinum Ormi Is-104-6505 og fyrir utan skipstjórn aðstoðaði hann við sýnatöku, sigtun og frágang sýna. Petrína Sigurðardóttir flokkaði sýnin og vann að töflugerð. Ragnheiður Sveinsdóttir teiknaði kort. Böðvar Þórisson aðstoðaði við skýrslugerð. Auk starfsmanna Náttúrustofunnar gaf Karl Gunnarsson upplýsingar um rannsóknir sínar á svæðinu og kom með góðar ábendingar. Agnar Ingólfsson, Guðmundur V. Helgason og Jörundur Svavarsson aðstoðuðu við greiningar. Bíldudals Fjalli og hans starfsfólk sáu vel um leiðangursmenn eftir vinnu. Kjartan Thors og Aðalsteinn Óskarsson höfðu umsjón með verkinu að hálfu verkkaupa.

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.
- Brage, R og I. Thélin. 1993. Klassifisering av miljökvalitet I fjorder og kystfarvann. Virkningar av organiske stoffer. Statens forurensingstilsyn (SFT).
- 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.
- 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.
- Jarðfræðistofa Kjartans Thors og Góð ráð ehf 2000. Nám kalkþörungasetts úr Arnarfirði. Áætlun um framkvæmd mats á umhverfisáhrifum. Unnið fyrir Íslenska kalkþörungafélagið ehf. Jarðfræðistofa Kjartans Thors og Góð ráð ehf.
- OSPAR Commision. 1992. OSPAR convention for the protection of the marine environment of the North-east Atlantic.

Viðhengi

Í viðhengjum 1- 3 er að finna lista yfir tegundir og hópa sem greindir voru á hverri stöð og fjölda einstaklinga. Feitletrað er nafn flokka og fjöldi einstaklinga í flokki. Tölur sýna meðalfjölda í sýni. Flatarmál sýnis 196 sm².

Viðhengi 1. Botndýr við Langanes.

Hópur / tegund	Stöð Heiti	1- D.11m Fj.	2- D.21m Fj.
Bivalvia	Samlokur		3,99
<i>Mya truncata</i>	Smyrslingur		2,7
<i>Cardium cf ciliatum</i>	(Báruskel)		1,3
Gastropoda	Sniglar	9,32	1,33
<i>Acmaea virginea</i>	Meyjarhetta	5,3	
<i>Margarites helicinus</i>	Gljásilfri	2,7	
<i>Omalogyrus atomus</i>	Ránarögn		1,3
<i>Puncturella noachina</i>	Ljóramotra	1,3	
Polyplacophora	Nökkvar	1,3	
Polyplacophora ungvíði		1,3	
Polychaeta	Burstaormar	27,34	5,66
<i>Harmothoe imbricata</i>		3	0,0
<i>Harmothoe impar</i>		2,7	1,3
<i>Harmothoe</i> sp.		2,7	0,0
<i>Levinsenia gracilis</i>		1,3	0,0
<i>Nereimyra punctata</i>		12,0	3,0
<i>Pectinaria granulata</i>		3,0	0,0
<i>Sphaerosyllis erinaceus</i>		2,7	0,0
<i>Laphania boeckii</i>		0,0	1,3
Crustacea	Krabbadýr	3,99	3,99
<i>Munna</i> sp.	Jafnfætla	1,3	
Amphipoda sp.	Marfló	2,7	
<i>Ischyrocerus anguipes</i>		0	1,3
<i>Leptognathia</i> sp.		0	2,7
Echinodermata	Skrápdýr	66,66	5,33
<i>Ophiopholis aculata</i>	Slöngustjarna	60	0
<i>Asterias cf. rubens</i> juv.	(Roðakrossi)	1,3	
<i>Strongylocentrotus drobachiensis</i>	Skollakoppur	5,3	5,3

Viðhengi 2. Botndýr við Otradal.

Hópur/tegund	Stöð Heiti	1-D. 8,5m Fj.	2-D. 26m Fj.	3-D. 39m Fj.
Foraminifera	Götungar	1,3	1,3	17,0
Miliolina		0,0	1,3	7,0
Rotaliina		1,3		10,0
Nematoda	Práðormar	0,0	2,7	0,0
Nematoda		0,0	2,7	0,0
Nemertini	Ranaormar	1,3	0,0	0,0
Nemertini		1,3	0,0	0,0
Bivalvia	Samlokur	10,7	17,3	12,0
Bivalvia-ungv		1,3	1,3	12,0
<i>Crenella decusata</i>	Auðnuskel	4,0	0,0	0,0
<i>Mya truncata</i>	Smyrslingur	4,0	1,3	0,0
<i>Mytilus edulis</i>	Kræklingur	1,3	0,0	0,0
<i>Nucula tenuis</i>	Gljáhnytla	0,0	12,0	0,0
<i>Thyasira flexuosa</i>	Hrukkubúlða	0,0	2,7	0,0
Gastropoda	Sniglar	0,0	2,7	2,0
Gastropoda-ungv		0,0	1,3	2,0
<i>Lepeta coeca</i>	Haðarhetta	0,0	1,3	0,0
Polyplacophora	Nökkvar	1,3	0,0	0,0
Polyplacophora ungv		1,3	0,0	0,0
Polychaeta	Burstaormar	73,64	33,33	2,0
Ampharetidae		1,3	0,0	0,0
Capitellidae		3,0	8,0	0,0
<i>Nereimyra punctata</i>		21,3	0,0	0,0
Heisonidae		4,0	0,0	0,0
<i>Ophelina sp.</i>		1,3	0,0	0,0
<i>Scoloplos sp.</i>		2,7	10,7	1,0
Pectinariidae		0,0	0,0	1,0
<i>Pectinaria granulata</i>		13,3	0,0	0,0
<i>Pectinaria koreni</i>		8,0	0,0	0,0
<i>Harmthoe imbricata</i>		8,0	1,3	0,0
<i>Harmothoe impar</i>		1,3	0,0	0,0
<i>Harmothoe sp.</i>		0,0	2,	0,0
<i>Sphaerodoridium flavum</i>		1,3	0,0	0,0
<i>Maldane sarsi</i>		0,0	1,3	0,0
<i>Syllis armillaris</i>		5,3	0,0	0,0
<i>Terebellides stroemi</i>		1,3	0,0	0,0
<i>Cossura longocirrata</i>		0,0	1,3	0,0
<i>Chaetozone setosa</i>		4,0	0,0	0,0
<i>Laphania boeckii</i>		1,3	0,0	0,0
<i>Levinsenia gracilis</i>		0,0	2,7	0,0
<i>Eteone Longa</i>		0,0	1,3	0,0

Crustacea	Krabbadýr	0,0	1,3	0,0
<i>Eudorella emarginata</i>		0,0	1,3	0,0
Ophiurodea	Slöngustjörnur	0,0	14,7	1,0
Ophiurodea		0,0	14,7	1,0

Viðhengi 3. Botndýr í Reykjafirði.

Hópur/tegund	Stöð Heiti	1-D. 5m fj.	2-D. 20m fj.	3-D. 6.9m fj.	4-D. 40m fj.	5-D. 94m fj.
Nematoda	Práðormar					
Nematoda		0,7	28,0	8,0	0,0	0,0
Turbellaria	Flatormar					
Turbellaria		2,7	0,0	0,0	0,0	0,0
Nemertini	Ranaormar					
Nemertini		0,0	0,0	1,3	0,0	0,5
Bivalvia	Samlokur	35,3	17,3	0,0	0,0	2,5
Bivalvia-ungviði		12,0	1,3	0,0	0,0	0,5
<i>Macoma calcarea</i>	Halloka	0,0	5,3	0,0	0,0	0,0
<i>Cardium sp.</i>		0,7	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Crenella decuuata</i>	Auðnuskel	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Mya truncata</i>	Smyrslingur	0,0	6,7	0,0	0,0	2,0
<i>Mytilus edulis</i>	Kræklingur	22,0	2,7	0,0	0,0	0,0
<i>Thyasira flexuosa</i>	Hrukkubúlða	0,0	1,3	0,0	0,0	0,0
Gastropoda	Sniglar	25,3	0,0	1,3	1,0	0,0
<i>Lacuna vincta</i>	Þarastrútur	4,0	0,0	1,3	0,0	0,0
<i>Lepeta coeca</i>	Haðarhetta	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0
<i>Margarites helycinus</i>	Gljásilfri	21,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Oligochaeta	Ánar					
Oligochaeta		6,7	0,0	0,0	0,0	0,0
Polychaeta	Burstaormar	49,99	81,21	138,65	1,99	52,34
Phyllodocidae		1,3	5,3	1,3	0,0	0,0
<i>Nereimyra punctata</i>		19,3	0,0	9,3	0,0	0,0
<i>Nicolea zostericola</i>		1,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Capitellidae		0,0	1,3	5,3	0,3	1,0
Cirratulidae		0,0	4,0	0,0	0,3	0,3
<i>Chaetozone setosa</i>		0,0	0,0	0,0	0,0	2,7
Cossuridae		0,0	5,3	0,0	0,3	0,0
<i>Cossura longocirrata</i>		0,0	0,0	0,0	0,0	19,7
<i>Harmothoe sp.</i>		0,7	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Harmothoe impar</i>		0,0	0,0	41,3	0,3	0,0

Hesionidae		0,0	1,3	0,0	0,0	0,0
Syllidae		0,0	1,3	0,0	0,0	0,0
<i>Syllis cornuta</i>		0,0	1,3	0,0	0,0	0,0
<i>Syllis armillaris</i>		0,0	1,3	81,3	0,0	0,0
Pectinariidae		0,7	17,3	0,0	0,0	0,0
Polychaeta		28,0	5,3	0,0	0,0	0,7
Spionidae		0,0	13,3	0,0	0,0	6,0
<i>Spirobis spp.</i>	Kalkpípuormar	x	0,0	0,0	x	0,0
Scalibregmidae		0,0	12,0	0,0	0,0	0,0
<i>Prionospio steenstrupi</i>		0,0	0,0	0,0	0,0	24
<i>Scoloplos sp.</i>		0,0	4,0	0,0	0,67	0,
<i>Ophelina acuminata</i>		0,0	8,0	0,0	0,0	0,33
Crustacea	Krabbadýr	86,7	1,3	5,3	0,3	0,0
Copepoda	Árfætlur	6,7	1,3	2,7	0,0	0,0
<i>Idotea baltica</i>	Oddalús	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Caprella septentrionalis</i>	Þanggeit	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0
Amphipoda ungvíði	Marflær	26,7	0,0	0,0	0,3	0,0
<i>Corophium bonelli</i>		6,7	0,0	0,0	0,0	0,0
Amphipoda		45,3	0,0	2,7	0,0	0,0
Echinodermata	Skrápdýr	0,7	0,0	5,3	0,0	0,0
Asteroidea ungvíði	Krossfiskar	0,0	0,0	1,3	0,0	0,0
Ophiurodea	Slöngustjörnur	0,7	0,0	4,0	0,0	0,0