

Breytingar á botndýralífi vegna uppsöfnunar lífrænna efna frá fiskeldi

Unnið sem hluti af verkefni, sem styrkt var af AVS rannsóknarsjóðnum
ÞRÓUN IÐNAÐARVÆDDIS ÞORSKELDIS: Stjórn vaxtar og kynþroska með
háþróuðum ljósabúnaði

Samstarfsaðilar í verkefninu eru:
Matís ohf, Hafrannsóknarstofnunin, Hraðfrystihúsið Gunnvör,
Háskólinn á Hólum, Prokaria, Prof. Björn Thrandur Björnsson

Höfundar:

Þorleifur Eiríksson, Cristian Gallo,
Böðvar Þórisson og Þorleifur Ágústsson

Náttúrustofa Vestfjarða
September 2009
NV nr. 3-09

Efnisyfirlit

Efnisyfirlit	2
Inngangur	3
Aðferðir	3
Rannsóknarsvæði.....	3
Sýnataka.....	4
Úrvinnsla.....	5
Mat á fjölbreytni.....	5
Niðurstöður.....	6
Umræður.....	11
Þakki.....	12
Heimildir.....	12

Inngangur

Athuganir á botndýralífi eru ein leið til að meta stöðu ofauðgunar sem hugsanlega er tengd fiskeldi. Uppsöfnun lífrænna efna breytir eðli botnsetsins; minkar hið súrefnisauðuga lag og myndar aðstæður fyrir bakteríur sem lifa í súrefnissnauðu umhverfi. Mikið af lífrænum efnum hefur töluverð áhrif á dýralíf í botnsetinu og á yfirborði þess, sem leiðir oft til fækkunar tegunda og einungis aukningar í fjölda hjá tegundum, sem geta nýtt sér þessar aðstæður (Johannessen o.fl. 1994).

Athuganir á botndýralífi vegna fiskeldis hafa aðallega verið gerðar á Aust- og Vestfjörðum, bæði áður og eftir að fiskur er kominn í eldiskvíar (Jörundur Svavarsson og Arnþór Garðarsson 1986, Jörundur Svavarsson og Guðmundur V. Helgason. 2002; Þorleifur Eiríksson og Böðvar Þórisson 2003, Þorleifur Eiríksson og Böðvar Þórisson 2004, Þorleifur Eiríksson, Böðvar Þórisson og Björgvin Harri Bjarnason 2003a; Þorleifur Eiríksson, Böðvar Þórisson og Björgvin Harri Bjarnason 2003b; Þorleifur Eiríksson, Böðvar Þórisson og Gunnar Steinn Gunnarsson 2007; Þorleifur Eiríksson og Hafsteinn Gunnarsson 2002).

Engar rannsóknir hafa hingað til verið gerðar þar sem sýni hafa verið tekin áður en fiskur var settur í fiskeldiskvíar og aftur á sama stað eftir að fiskur er settur í kvíarnar bæði vor og haust, eins og gert er í þessari rannsókn. Jafnframt er magn af fiski í kvíunum þekkt nákvæmlega. Í þessari rannsókn er því hægt að skoða breytingar á botndýralífi við þekkt álag í ákveðinn tíma.

Rannsóknin var gerð sem hluti af rannsókn á áhrifum lýsingar á kynþroska fiska.

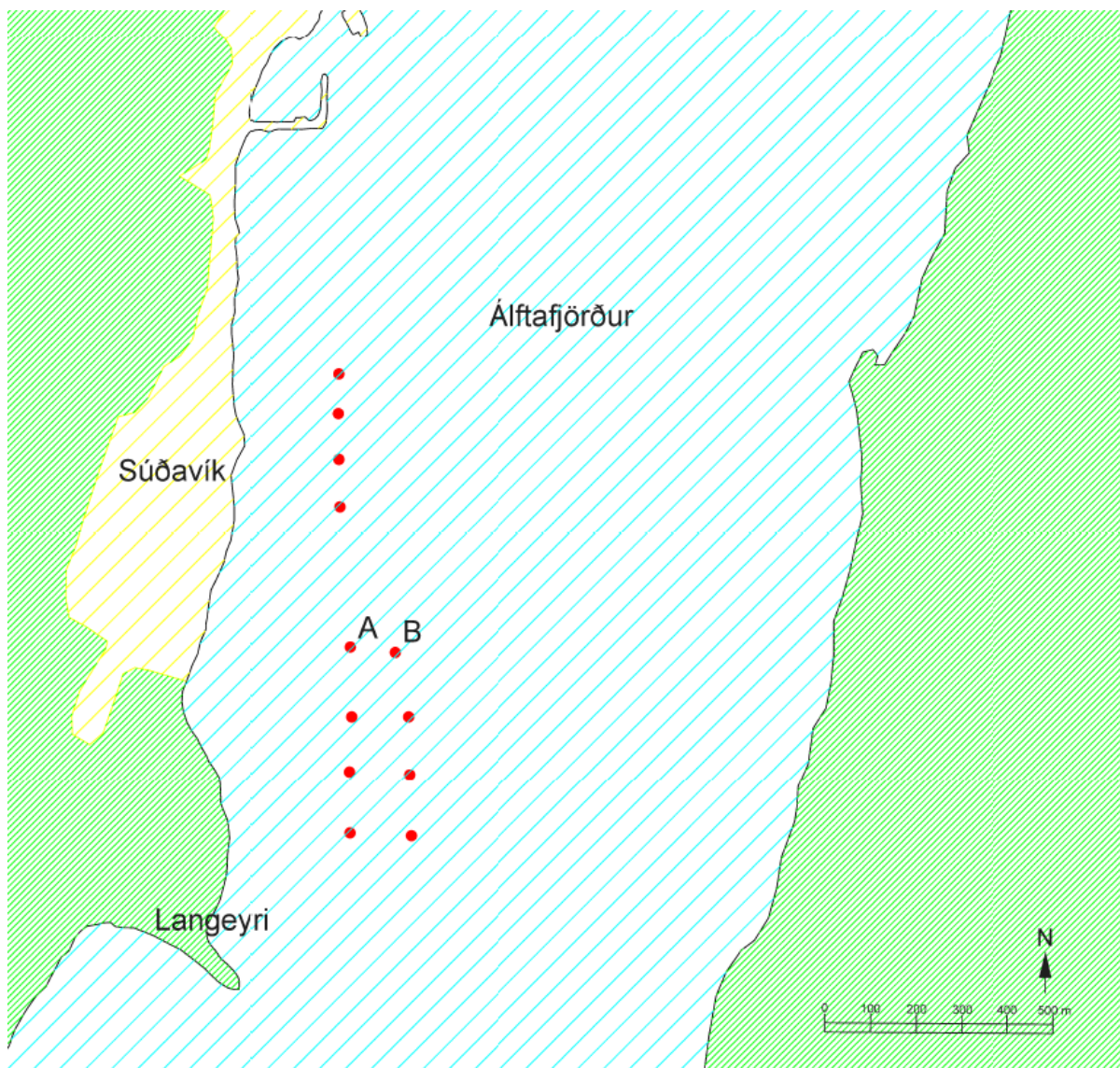
Aðferðir

Rannsóknarsvæði

Rannsóknarsvæðið er ytri hluti Álftafjarðar í Ísafjarðardjúpi eða nánar tiltekið svæðið fyrir utan Langeyri við Súðavík. Rétt fyrir utan Langeyri er um 50 m dýpi en við mynni Álftafjarðar er um 30 m dýpi.

Hraðfrystihúsið Gunnvör ehf. hefur verið með fiskeldi í sjókvíum rétt fyrir utan Langeyri. Matís ehf. byrjaði síðan tilrauneldi með ljósum árið 2006 í mun minni kvíum, en eru almennt notaðar og við þær kvíar var rannsókn þessi gerð.

Í rannsókninni voru notaðar átta sjókvíar, sex m í þvermál og sex m á dýpt (um það bil 170m³). Kvíarnar voru hafðar fjórar og fjórar saman með um það bil 100 m fjarlægð milli kvíþyrpinganna og um það bil 600 m frá landi. Þyrpingarnar voru aðgreindar með stöfunum A og B (mynd 1). Kvíar í þyrpingu A (N 66°01.522' - W22° 58.906') voru lýstar með CCL (Cold Cathode Lights; köld katóðu ljós) á meðan kvíar í þyrpingu B (66°01.519' - W 22°58.776') voru ekki lýstar.



Mynd 1. Matís kvíar (A og B) og aðrar fiskeldiskvíar (rauðir pkt.) í Álftafirði.

Þorskseiði voru flutt í allar átta kvíarnar í júlí 2006. Seiðin voru 5600- 6200 talsins í hverri kví svo byrjunar þéttleiki á kví var um það bil fimm kg á rúmmetra. Aldur seiðanna var um það bil 10 mánuðir og vógu þau 150 ± 30 g hvert.

Á tveggja mánaða fresti í gegnum alla tilraunina, var um það bil 100 fiskum/kví slátrað í nóvember 2008 og janúar 2009 var því sem eftir var af fiski slátrað.

Sýnataka

Sýnataka fór fram á tveim stöðvum, við báðar kvíaþyrpingarnar (stöðvar A og B). Safnað var þrisvar sinnum á hvorri stöð þ.e. 27. mars og 6. nóvember 2006 og 10. mars 2009. Fleiri sýni voru tekin við kvíar með ljósum (stöð A) en við ljóslausar kvíar (stöð B).

Sýnataka fór fram með tveimur gerðum á botngreipum; Shipeck greip og Van Veen greip. Aðalmunurinn er að Van Veen greipin er létt og vinnur með vogarafli á meðan Shipeck

greipin er þung og notast við gorma til að loka sýnatökuskúffunni. Þá greip er því hægt að nota á harðari botni og meira dýpi. Shipeck greipin tekur 340 cm² flöt á meðan Van Veen greipin tekur 200 cm². Greiparnar eru látnar síga til botns og dregnar jafnhraðan upp aftur. Sé greipin vel lokuð er sýnið í lagi og sett í fjögurra lítra plastfötu. Sýnum í greipunum var lýst eftir lit, lykt, grófleika setsins og hvort lifandi dýr sáust. Sýnin voru fest með 6-10% formalíni og boraxi bætt út í svo skeljar skeldýra leysist ekki upp.

Dýpi og hnit voru skráð á hverri sýnatökustöð.

Úrvinnsla

Eftir að minnsta kosti sólarhring en ekki meira en þrjá til fjóra sólarhringa er formalíninu hellt af sýnunum og 70% alkohól sett í staðinn. Sýnin eru sigtuð varlega í gegnum 500 µm með rennandi vatni.

Við sigtun var setinu skipt upp í eftirfarandi flokka eftir grófleika: smásteynar, sandur og/eða mól stærri en 500 µm, sandur/leir minni en 500 µm og skeljabrot.

Dýr voru flokkuð undir víðsjá Leica MX 12, greind í tegundir og hópa með hjálp greiningarlykla og talin.

Reiknaður var út meðalfjöldi einstaklinga á m² innan hvers hóps, fyrir hverja stöð og báðar stöðvar saman, bæði úr sýnum tekin með Van Veen greip og Shipeck greip.

Mat á fjölbreytni

Fjölbreytni var metin, á stöðvunum tveimur og sameinuðu sýni frá báðum stöðvum, með Shannon-Wiener H' fjölbreytileika stuðli (Grey et. al 1992; Brage og Thélin 1993). PRIMER 5 forritið var notað við útreikninga. Tegundir og hópar notaðir í útreikningum eru í töflu 4. Fjöldi þráðorma (Nematoda) og árfætla (Copepoda) var ekki notaður við útreikninga og sumar tegundir voru sameinaðar í ættkvísl eða ætt.

Shannon-Wiener fjölbreytni stuðull H';

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

n_i ; fjöldi einstaklinga í hópi.

S ; fjöldi hópa.

N ; heildarfjöldi einstaklinga

p_i ; hlutfallsleg þéttni hvers hóps, reiknað sem hlutfall einstaklinga af gefnum hópi og heildarfjölda einstaklinga í vistkerfinu. $n_i N^{-1}$

Niðurstöður

Í töflu 1 má sjá fjölda sýna og lýsingu á eiginleikum stöðva. Dýpi á báðum stöðvum var um 50 m. Lykt er lýst sem brennisteinslykt eða ekki (Nei) og litur er yfirleitt grábrúnn. Hvorki litur né lykt benda til þess að í botnsetinu séu súrefnissnauðar aðstæður.

Tafla 1. Lýsing á sýnum.

Stöð	Stöð A			Stöð B		
	Mars-06	Nóv-06	Mars-09	Mars-06	Nóv-06	Mars-09
Mán-ár	Mars-06	Nóv-06	Mars-09	Mars-06	Nóv-06	Mars-09
Dýpi (m)	52,6	50,0	51,5	51,5	50,3	51,9
Brennist. lykt	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei
Litur	Grábrúnn	Grábrúnn	Grábrúnn	Grábrúnn	Grábrúnn	Grábrúnn
Sandur/leir < 500µm	51	33	24	40	30	30
Sandur > 500µm	0	0	2	0	0	0
Möl	17	43	6	0	50	10
Steinar	5	0	27	20	0	17
Skeljabrot	27	24	41	40	20	43
Fjöldi sýna	6	12	10	1	3	3

Niðurstöður greininga á botndýralífi er í töflu 2. Gefinn er upp meðalfjöldi einstaklinga innan hvers hóps á m².

Tafla 2. Meðalfjöldi dýra af mismunandi hópum á fermetra.

Phylum Class	Family Species	Stöð A			Stöð B			Stöð A og B saman		
		M06	N06	M09	M06	N06	M09	M06	N06	M09
Nematoda	Nematoda	96,1	214	379	567	1078	48,1	390,5	728,3	
Nemertea	Nemertea			10					5,0	
Platyhelminthes	Platyhelminthes	8,3			58,8		4,2		29,4	
Priapula	Priapulidae				19,6				9,8	
Cnidaria	Anthozoa									
	Actiniaria	8,3					4,2			
Mollusca	Bivalvia juvenile		4,2						2,1	
	Cardiidae									
	<i>Cerastoderma sp. juv.</i>	8,3	12,5				4,2	6,3		
	Myidae									
	<i>Mya sp(p) jv.</i>			2,9					1,5	
	Mytilidae									
	<i>Mytilus edulis juv.</i>		4,2			19,6		2,1	9,8	

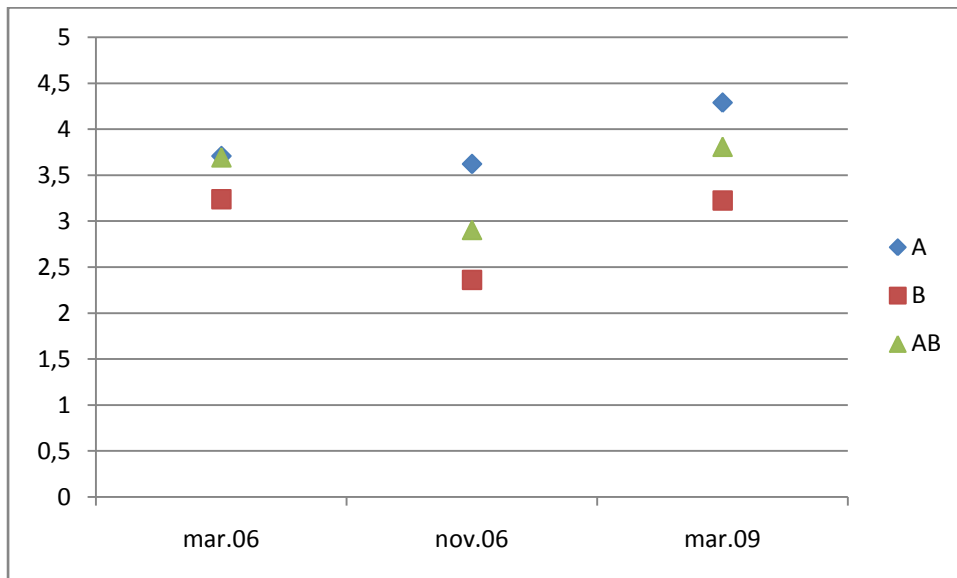
Phylum	Family	Stöð A			Stöð B			Stöð A og B saman		
		M06	N06	M09	M06	N06	M09	M06	N06	M09
	Class									
	Species									
	Nuculanidae									
	<i>Ennucula tenuis</i>	37,7	25	29,7		33	29,4	18,9	29,0	29,6
	<i>Nuculana sp(p)</i>	4,9	12,5	5		16,7		2,5	14,6	2,5
	<i>Nuculana cf. pernula</i>	9,8						4,9		
	Petricolidae									
	<i>Mysia undata</i>						19,6			9,8
	Semelidae									
	<i>Abra sp(p) jv.</i>	4,9	4,2	17,9				2,5	2,1	9,0
	<i>Abra cf. prismatica</i>				29,4			14,7		
	Tellinidae									
	<i>Macoma calcarea</i>						19,6			9,8
	<i>Macoma calcarea jv.</i>	8,3		36,7				4,2		18,4
	Thyasiridae									
	<i>Thyasira sp(p)</i>	8,3	6,6	5				4,2	3,3	2,5
	<i>Thyasira cf. flexuosa</i>	4,9						2,5		
	Astartidae									
	<i>Astarte cf. crenata</i>		2,5						1,3	
	Gastropoda									
	Archaeogastropoda									
	Turbinidae									
	<i>Moelleria costulata</i>		2,5						1,3	
	Neotaenioglossa									
	Naticidae									
	<i>Natica sp(p)</i>	8,3						4,2		
	Velutinidae									
	<i>Velutina cf. lanigera jv.</i>			2,9						1,5
	Nudibranchia									
	Aeolidiidae						35		17,5	
	<i>Aeolidia papillosa jv.</i>		8,3						4,2	
	Opisthobranchia jv.									4,9
	Patellogastropoda			5						2,5
	Lepetidae									
	<i>Lepeta sp(p)</i>			10						5,0
	<i>Lepeta cf. caeca</i>		20,8	17,9					10,4	9,0
	Patellidae									
	<i>Patella sp(p)</i>	25						12,5		
	Polyplacophora									
	Leptochitonidae				29,4			14,7		
	Ischnochitonidae									
	<i>Ischnochiton cf. albus</i>	5,6	4,2					2,8	2,1	
	<i>Tonicella cf. marmorea</i>	8,3						4,2		
	Annelida									
	Clitellata									
	Oligochaeta	198	97,3	145	147	283	274	172,5	190,3	209,9
	Polychaeta									
	Polychaeta		10,8	60					5,4	30,0
	Ampharetidae	9,8	2,5	5				4,9	1,3	2,5
	Aphroditidae jv.					16,6			8,3	
	Apistobranchidae									
	<i>Apistobranchus sp(p)</i>	9,8						4,9		
	Capitellidae					150			75,0	

Phylum	Family	Stöð A			Stöð B			Stöð A og B saman		
		M06	N06	M09	M06	N06	M09	M06	N06	M09
	Class									
	Species									
	juvenile	34,8	81,6	268				17,4	40,8	134,0
	<i>Capitella capitata</i>	33,3	982	58,8	323	4033	1274	178,4	2507,7	666,4
	<i>Heteromastus sp(p)</i>		12,5				284		6,3	142,1
	Cirratulidae				29,4			14,7		
	juvenile		4,2						2,1	
	<i>Chaetozone setosa</i>	752	686	500	529	1200	127	640,8	943,1	313,9
	<i>Cirratulus cirratus</i>	13,2		35,6			186	6,6		110,9
	Cossuridae									
	<i>Cossura longocirrata</i>	230	27,5	17,9	118			173,8	13,8	9,0
	Dorvilleidae	8,3	4,2	327		150	2176	4,2	77,1	1251,4
	<i>Parougia negridentata</i>	243	338	124	559	567	245	400,9	452,4	184,3
	Glyceridae									
	<i>Glycera cf capitata</i>			5						2,5
	Hesionidae		29,2			16,7			23,0	
	<i>Nereimyra cf punctata</i>	4,9						2,5		
	Lumbrineridae									
	<i>Lumbrineris sp(p)</i>	37,7	44,1	5			19,6	18,9	22,1	12,3
	<i>Lumbrineris cf. fragilis</i>				29,4			14,7		
	Maldanidae	4,9	12,3	45		16,7		2,5	14,5	22,5
	<i>Maldane sarsi</i>	135	75,2	21,7		35		67,7	55,1	10,9
	<i>Nicomache sp(p)</i>	33,3	6,6	41,7			68,6	16,7	3,3	55,2
	<i>Rhodine cf. gracilior</i>		2,5		29,4			14,7	1,3	
	Nephtyidae									
	<i>Nephtys sp(p) jv.</i>	8,3						4,2		
	<i>Nephtys sp(p)</i>		11,5						5,8	
	<i>Nephtys cf caeca</i>			5,9						3,0
	<i>Nephtys cf longosetosa</i>	4,9						2,5		
	Nereididae									
	<i>Nereis sp(p)</i>			5						2,5
	<i>Nereis cf. pelagica</i>		2,5		29,4			14,7	1,3	
	Oeonidae						314			156,8
	Onuphidae									
	<i>Nothria conchylega</i>		10,8	10,9		16,7			13,8	5,5
	Opheliidae									
	<i>Ophelina acuminata</i>		115			167			140,7	
	Orbiniidae									
	<i>Orbinia sp(p)</i>	8,3		10				4,2		5,0
	<i>Orbinia norvegica</i>		17,2	15					8,6	7,5
	<i>Scoloplos armiger</i>	4,9	90,7	106		133	127	2,5	112,0	116,5
	Oweniidae	16,7						8,4		
	<i>Myriochele heeri</i>		8,3						4,2	
	<i>Myriochele oculata</i>		16,7	17,9					8,4	9,0
	Paraonidae		49	39,7		50			49,5	19,9
	juvenile	13,2						6,6		
	<i>Paraonis sp(p)</i>		32,8						16,4	
	Pectinariidae									
	<i>Pectinaria sp(p)</i>	31,4	21,5	144	88,2	33,3	78,4	59,8	27,4	111,2
	Pholoidae	4,9	4,2	21,8	29,4		39,2	17,2	2,1	30,5
	Phyllodocidae		136						67,9	
	<i>Anaitides cf maculata</i>			37,7			88,2			63,0
	<i>Eteone sp(p)</i>	16,7	20,8	7,9				8,4	10,4	4,0

Phylum	Family	Stöð A			Stöð B			Stöð A og B saman		
		M06	N06	M09	M06	N06	M09	M06	N06	M09
Class	Species									
	<i>Eteone cf longa</i>	4,9	24,8	32,9				2,5	12,4	16,5
	<i>Eteone cf barbata</i>		4,2						2,1	
	<i>Eulalia cf bilineata</i>	14,7						7,4		
	<i>Phyllodoce sp(p)</i>		4,2	2,9		317	19,6		160,5	11,3
	Polynoidae	38,2	12,5	12,9	58,8		49	48,5	6,3	31,0
	<i>Harmothoe imbricata</i>			2,9	29,4			14,7		1,5
	Sabellidae	4,9	6,6	40,6		16,7		2,5	11,7	20,3
	Scalibregmatidae			7,9						4,0
	<i>Scalibregma inflatum</i>	18,1	227	52,9	29,4	167	314	23,8	197,0	183,3
	Spionidae									
	<i>Polydora sp(p)</i>		4,2	5					2,1	2,5
	<i>Pygospio elegans</i>					16,7			8,4	
	<i>Spio sp(p)</i>		69,6	67,6	29,4		19,6	14,7	34,8	43,6
	Sternaspidae									
	<i>Sternaspis scutata</i>		2,5	5					1,3	2,5
	Syllidae	49,5	43,1	94,4	29,4	35	118	39,5	39,1	106,0
	Terebellidae						9,8			4,9
	juvenile	8,3	2,5					4,2	1,3	
	<i>Terebellides cf stroemi</i>	8,3						4,2		
<i>Neoamphitrite cf. figulus</i>	16,7			88,2			52,5			
Arthropoda										
Crustacea										
Copepoda			2,9			29,4			16,2	
Amphipoda juv.	4,9	4,2	15				2,5	2,1	7,5	
Melitidae										
<i>cf Maera loveni</i>		2,5						1,3		
Oedicerotidae						9,8			4,9	
juvenile	8,3						4,2			
Decapoda larvae		4,2						2,1		
Paguridae										
<i>Pagurus bernhardus</i>				29,4			14,7			
Isopoda	4,9						2,5			
Ostracoda			2,9						1,5	
Sessilia										
Balanidae										
<i>Balanus/ Semibalanus sp(p) jv.</i>			50						25,0	
<i>Balanus/ Semibalanus sp(p)</i>	9,8						4,9			
Insecta										
Diptera										
Chironomidae larvae			5						2,5	
Echinodermata										
Asteroidea	4,9	2,5					2,5	1,3		

Breytingar á fjölda hópa á milli sýnatökudagasetninga þarf að hugsa út frá tveimur forsendum. Annars vegar er það samanburður á fjölda í mars og nóvember 2006, eftir fjögurra mánaða eldi, en einnig eftir eðlilega fjölgun um vorið. Hins vegar er samanburður á fjölda í mars 2006 og mars 2009 eftir þriggja ára eldi.

Niðurstöður úr reikningum á fjölbreytileika stuðlinum H' sjást á mynd 2. Stuðullinn er lægri eftir fjögurra mánaða eldi en hækkar svo aftur á næstu þremur árum.



Mynd 2. Niðurstöður úr reikningum á fjölbreytileika stuðlinum H'.

Samtals fundust 75 hópar/tegundir í þremur sýnatökum, flestar nóvember 2006 eða 54 hópar/tegundir. Fjölgun er á burstaormshópum (Polychaeta) frá mars 2006 en lítil breyting eða fækkun er hjá öðrum hópum (tafla 3).

Tafla 3. Fjöldi hópa í hverri sýnatöku og hvað margir hafa fundist í heildina (stöð A og B saman).

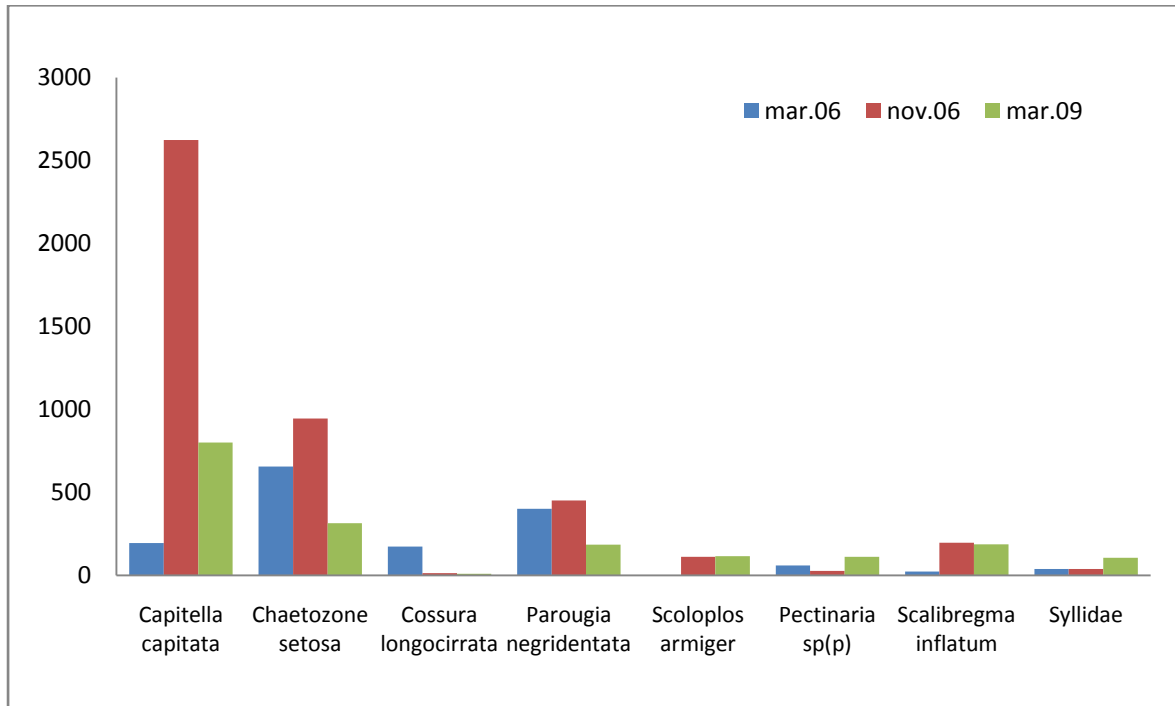
Fjöldi undirhópa	Mars 06	Nóvember 06	Mars 09	Samtals
Bivalvia	6	8	8	11
Gastropoda	2	3	3	6
Polychaeta	29	37	33	43
Crustacea	5	3	3	7
Annað	6	3	4	8
Samtals	48	54	51	76

Í töflu 4 má hjá breytingar á fjölda einstaklinga innan ákveðinna hópa (ættir/tegundir) á milli sýnatöku í mars 2006 og nóvember 2006 annars vegar og mars 2006 og mars 2009 hinsvegar. Eins og sést þá er fjölgunin aðallega í burstaormum.

Tafla 4. Breyting á fjölda einstaklinga, innan ákveðinna hópa, á milli sýnataka (stöð A og B saman).

Hópar	Fjöldi undirhópa	mars 06 – nóvember 06		mars 06 – mars 09	
		Fjölgun	Fækkun	Fjölgun	Fækkun
Bivalvia	11	6	3	5	4
Gastropoda	6	3	2	2	2
Polychaeta	43	24	17	23	16
Crustacea	7	2	5	4	2
Aðrir	8	1	5	4	4
Samtals	75	36	32	38	28

Í nokkrum hópum fækkar eða fjölgar einstaklingum verulega á milli sýnataka t.d. fækkar *Cossura longicirrata* verulega frá mars 2006 til mars 2009 en Capitellidae fjölgar aftur á móti. Hjá mörgum tegundum er lítil breyting. Á mynd 3 má sjá algengustu burstaormshópana og breytingar í fjölda á þeim.



Mynd 3. Fjöldi nokkra burstaormshópa á milli sýnataka (stöð A og B saman).

Umræður

Athugun á botndýralífi áður en fiskur er settur í kvíar, eru nauðsynlegar til að meta áhrif uppsöfnunar lífrænna efna á lífríki botnsins. Með endurtekinni sýnatöku er hægt að sjá áhrif fiskeldis á botndýralíf.

Eitt af því sem breytist og gott er að fylgjast með er fjölbreytni dýralífsins á botninum. Eins og sést á mynd 2 þá breytist Shannon-Wiener fjölbreytni stuðullinn H' , þannig að hann lækkar frá mars til nóvember 2006, en hækkar aftur frá mars 2006 til mars 2009.

Ástæða þess að stuðullinn lækkar fyrstu fjóra mánuðina er að ákveðnar tegundir hverfa og sumum tegundum fjölgar meira en öðrum sem eykur ójafnvægi tegunda og lækkar þannig fjölbreytileikann. Stuðullinn hækkar síðan aftur þegar borin er saman sýnataka á sama árstíma því þótt ákveðnar tegundir hverfi þá koma aðrar í staðinn. Stuðullinn er alltaf hærri fyrir stöð A, þ.e. ljósakvíarnar, en fleiri sýni voru tekin við þá stöð sem gæti skýrt muninn.

Mjög tímafrekt er að skoða fjölda tegunda til að fá hugmynd um ástand vistkerfisins og því þarf að finna einfaldari aðferðir. Ein hugmyndin er að nota ákveðnar tegundir, sem endurspeglar ástandið, svokallaðar vísitategundir. Hugmyndir um vísitategundir hafa komið fram hjá fjölda höfunda (Pearson, Gray og Johannessen 1983; Pearson og Blak 2001; ; Anton

Helgason o.fl. 2002; Þorleifur Eiríksson o.fl. 2003a; Þorleifur Eiríksson o.fl. 2003b; Tomasetti og Porello, 2005; Þorleifur Eiríksson o.fl. 2007; Dahl 2007; Hiscock et al., 2008; Þorleifur Eiríksson o.fl. 2008), en enn hefur ekki tekist að útfæra þessar hugmyndir á fullnægjandi hátt hérlendis. Það er þó sammerkt með mörgum rannsóknum að fjölgun verður á burstaormstegundinni *Capitella capitata* þegar uppsöfnun á lífrænum leifum er til staðar (þessi rannsókn; Anton Helgason o.fl. 2002; Jörundur Svarsson og Guðmundur Víðir Helgason 2002; Þorleifur Eiríksson o.fl. 2003b). Í þessari rannsókn sást að við lítið álag fjölgaði þessari tegund strax eftir aðeins fjóra mánuði.

Af öðrum tegundum burstaorma þá fækkar sumum svo sem *Chaetozone setosa*, *Cossura Longocirrata*, *Parougia nigirdentata* á meðan öðrum fjölga t.d. *Scoloplos arminger*, *Pectinaria sp(p)* *Scalibregma inflatum* og ormum af ættinni Syllidae (mynd 3).

Það sem er einna athyglisverðast í niðurstöðum þessarar rannsóknar er að við lítið álag, þ.e. lítið magn lífrænna efna, verða samt miklar breytingar á dýralífi botnsins. Botndýralífið minskar ekki endilega og fjölbreytni helst svipuð, en tegundasamsetning breytist (mynd 2, tafla 4).

Það sést á mynd 3 að tegundir bregðast mismunandi við auknu magni lífrænna efna þó álagið sé lítið. Því ætti að vera hægt að meta áhrif uppsöfnunarinnar eftir svörun ákveðinna tegunda, en ekki endilega nauðsynlegt að greina allar tegundir botndýralífsins. Þessar tegundir, eða svokallaðar vísitægi hafa ekki verið skilgreindar í íslenskum botndýrasamfélögum og því afar áhugavert að halda þessum rannsóknum áfram.

Þakkir

Friðrik Jóhannsson var skipstjóri á sýnatökubátum Ramónu. Guðrún Steingrímsdóttir og Gunnar Sigurðsson unnu við sýnatöku og flokkun sýna.

Heimildir

- Anton Helgason, Sigurjón Þorðarsson, Þorleifur Eiríksson. 2002. Athugun á skólpmengun við sjö þéttbýlisstaði. Áfangaskýrsla 1. Náttúrustofa Vestfjarða. NV nr. 3-02.
- Brage, R og I. Thélin. 1993. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Virkningar av organiske stoffer. Statens forureningstilsyn (SFT).
- Dahl J.W., 2007- Potential influence of effluents from Longyearbyen on the benthic fauna in Adventfjorden, Svalbard. Master's thesis in Fishery Sciences discipline fisheries biology. Department of Aquatic BioSciences. Norwegian College of Fisheries Science. University of Tromsø
- Grey, J.S., A.D. McIntyre og J. Stirn. !))". 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.
- Hiscock K., Langmead O, Warwick R.; 2004- Identification of seabed indicator species from time-series and other studies to support implementation of the EU habitats and water framework directives. Take care is 2004

- JOHANNESSEN, P. J., H. B. BOTNEN & O. F. TVEDTEN. 1994. Macrobenthos: before, during and after a fish farm. *Aquaculture and Fisheries Management* 25, 55-66.
- Jörundur Svavarsson og Arnþór Garðarsson. 1986. Botndýralíf í Dýrafirði. Líffræðistofnun Háskólans, Fjölrit nr. 25.
- Jörundur Svavarsson og Guðmundur V. Helgason. 2002. Lífríki á botni Mjóafjarðar. Líffræðistofnun Háskólans, Fjölrit nr. 63.
- Pearson, T.H.; Black, K.D. 2001. The environmental impacts of marine fish cage culture, in: Black, K.D. (2001). *Environmental impacts of aquaculture*. pp. 1-31 is a book mention in the study of Hiscock
- Person T.J., Gray J.S., Johannessen P.J., 1983; Objective selection of sensitive species indicative of pollution- induced change benthic communities. 2. Data analyses. (Marine Ecology Progress Series) Vol. 12 : 237-255.
- Tomasetti P., Porrello S. 2005. Polychaetes as indicators of marine fish farm organic enrichment. (*Aquaculture International*) Vol. 13: 109-128
- Þorleifur Eiríksson og Hafsteinn H. Gunnarsson. 2002. Botndýr í Arnarfirði, unnið fyrir Íslenska kalkþörungafélagið ehf. NV nr. 4-02.
- Þorleifur Eiríksson og Böðvar Þórisson. 2003. Botndýr við Hrutey í Mjóafirði og Reykjafirði í Ísafjarðardjúpi. NV nr. 3-03.
- Þorleifur Eiríksson og Böðvar Þórisson. 2004. Straumar og botndýr út af Óshólum í Bolungarvík. Unnið fyrir Bolungarvíkurkaupstað vegna fyrirhugaðrar dýpkunar hafnarinnar. NV nr. 7-04.
- Þorleifur Eiríksson, Böðvar Þórisson og Björgvin Harri Bjarnason. 2003a. Botndýr við fyrirhugaðar fiskeldisstöðvar í Reyðarfirði. NV nr. 11-03.
- Þorleifur Eiríksson, Böðvar Þórisson og Björgvin Harri Bjarnason. 2003b. Botndýr við fyrirhugaðar fiskeldiskvíar í Mjóafirði. NV nr. 12-03.
- Þorleifur Eiríksson, Böðvar Þórisson og Gunnar Steinn Gunnarsson. 2007. Botndýrarannsóknir vegna fiskeldis í Berufirði 2006. NV nr. 5-07.