

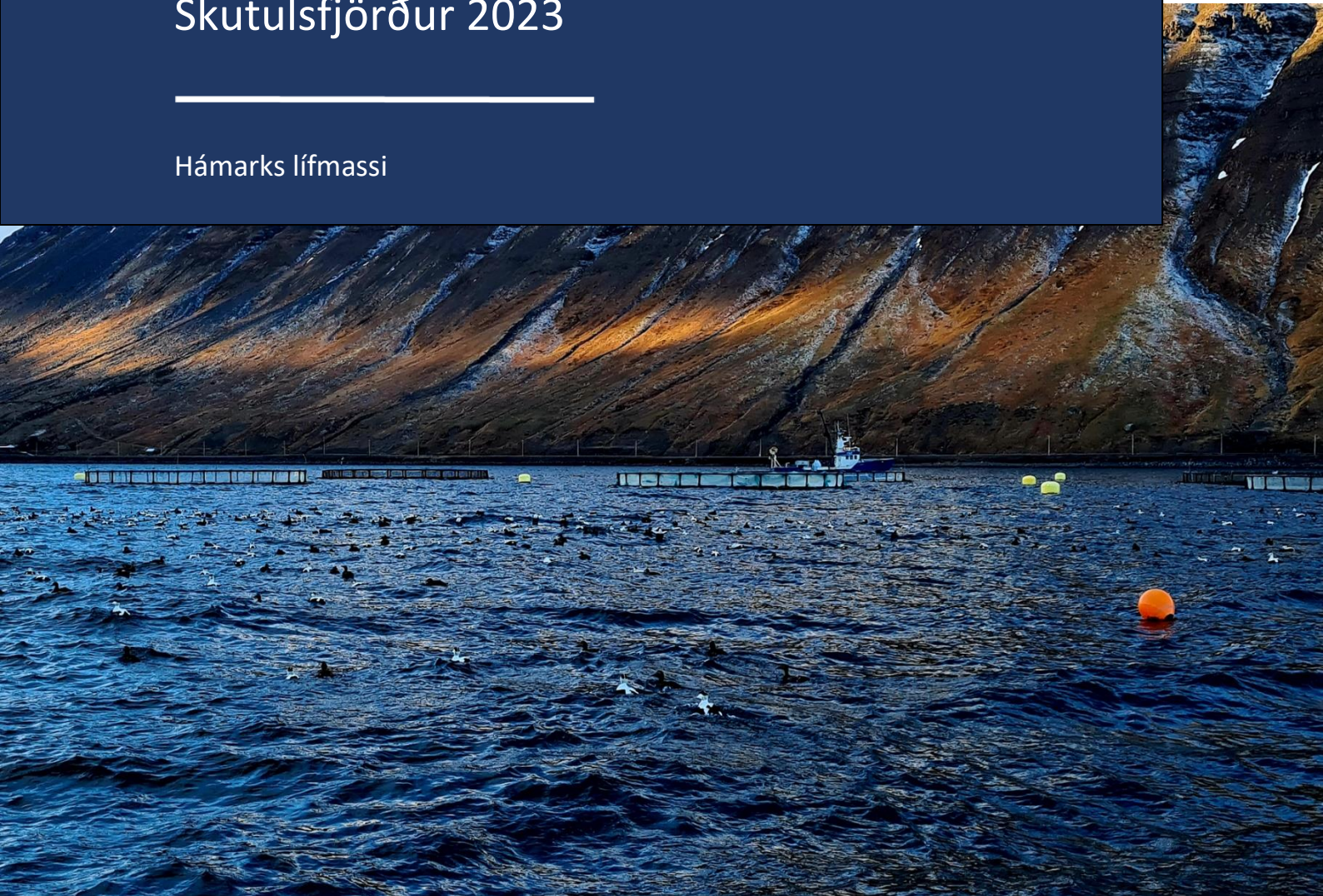
RORUM



Vöktun

Skutulsfjörður 2023

Hámarks lífmassi



RORUM 2024 008

Skýrsla: RORUM 2024 008	Dags.: 22.04.2024	Dreifing: Opin	Fjöldi síðna: 16
ISSN 2547-6696			
Heiti skýrslu: Vöktun á umhverfisþáttum vegna fiskeldis í Skutulsfirði í Ísafjarðardjúpi 2023 Hámarks lífmassi			
Höfundar: Þorleifur Ágústsson Eva Dögg Jóhannesdóttir Þorleifur Eiríksson			
Framkvæmd: RORUM			
Unnið fyrir: Hábrún ehf.			
Útdráttur: Reglubundin vöktun í Skutulsfirði fór fram 02.11.2023, þegar hámarks lífmassi var á miðeldissvæði og slátrun að hefjast. Sýnatökustaðir voru valdir í samræmi við ISO 12878:2012 staðalinn. Tekin voru botnsýni til skoðunar á botndýralífi og efnainnihaldi, auk mælinga á efnainnihaldi í sjó. Jafnframt voru gerðar fuglaathuganir. Í skýrslunni eru aðferðir útskýrðar og niðurstöður eru settar fram í töflum og texta. Niðurstöður sýna að svæði næst sjókvíum eru undir áhrifum frá uppsöfnun lífrænna efna.			
Lykilorð: Botndýrafána, botndýrasamfélög, fiskeldi, Skutulsfjörður, Ísafjarðardjúp, hámarks lífmassi.			

Efnisyfirlit

Efnisyfirlit	3
Myndir	4
Töflur	4
Útdráttur.....	4
1. Inngangur	5
2. Aðferðir	5
2.1. Botnsýnataka.....	5
2.2. Mælingar	7
2.3. Efnasýni	7
2.4. Vatnssýnataka	7
2.5. Fuglar.....	7
2.6. Mat á fjölbreytni.....	7
3. Niðurstöður	8
3.1. Fuglar.....	15
4. Umræður.....	15
5. Heimildir.....	15

Myndir

Mynd 1-1 Sjókvíeldissvæði Hábrúnar í Skutulsfirði.....	5
Mynd 2-1. Eldissvæði og sýnatökustaðir í Skutulsfirði.....	6
Mynd 2-2. Sýni eru tekin með Van Veen greip.	7
Mynd 3-1. Fjölbreytnistuðullinn Shannon H´ fyrir þrjár stöðvar og Control-stöð.	14
Mynd 3-2. Einsleitnistuðullinn J´ fyrir þrjár stöðvar og Control-stöð.....	14
Mynd 3-3. Fjölbreytnistuðullinn Simpsons D fyrir þrjár stöðvar og Control-stöð.	14

Töflur

Tafla 2-1. Staðsetning sýnatökustöðva mið-eldissvæðis.	6
Tafla 3-1. Lýsing á botngerð.	9
Tafla 3-2. Hiti og ORP á mismunandi stöðvum.....	9
Tafla 3-3. Efnamælingar úr seti.	9
Tafla 3-4. Efnainnihald í sjó.	10
Tafla 3-5. Tegundir og fjöldi botndýra sem fundust eftir sýnatökustöðvum.....	10
Tafla 3-6 Fjölbreytnistuðlar fyrir botndýrasamfélög á mismunandi svæðum.	13

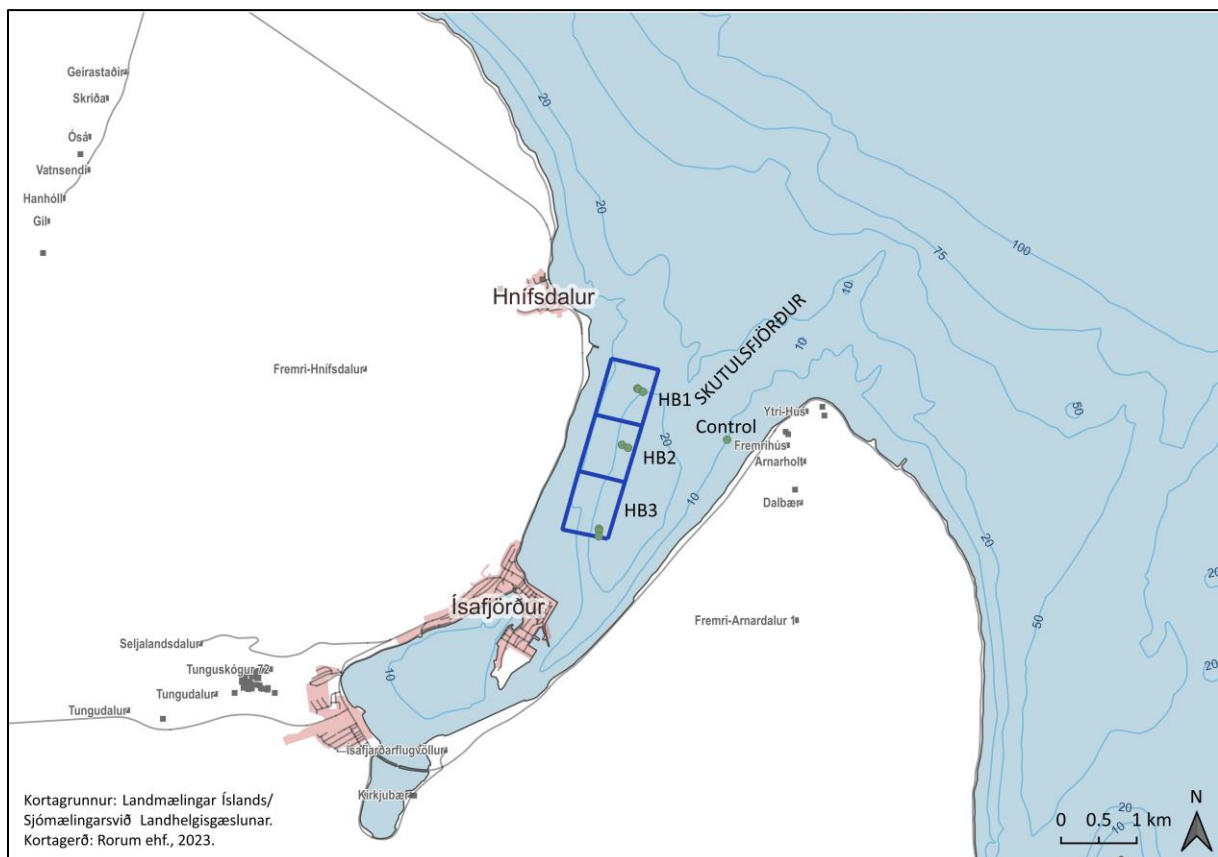
Útdráttur

Reglubundin vöktun í Skutulsfirði fór fram 02.11.2023, þegar hámarks lífmassi var á mið-eldissvæði og slátrun að hefjast. Sýnatökustaðir voru valdir í samræmi við ISO 12878:2012 staðalinn. Tekin voru botnsýni til skoðunar á botndýralífi og efnainnihaldi, auk mælinga á efnainnihaldi í sjó. Jafnframt voru gerðar fuglaathuganir. Í skýrslunni eru aðferðir útskýrðar og niðurstöður eru settar fram í töflum og texta. Niðurstöður sýna að svæði næst sjókvíum eru undir áhrifum frá uppsöfnun lífrænna efna.

1. Inngangur

Hábrún er með eldi á regnbogasilungi í Skutulsfirði og 02. nóvember 2023 fór fram reglubundin sýnataka í samræmi við vöktunaráætlun Hábrúnar. Tekin voru sýni á mið-eldissvæði (HB2), þar sem lífmassi var í hámarki.

Rannsóknir hafa verið gerðar á botndýralífi Skutulsfjarðar til að nota til viðmiðunar (Þorleifur Eiríksson o.fl. 2008; 2021a; 2021b; 2022; 2023).



Mynd 1-1 Sjúkvældissvæði Hábrúnar í Skutulsfirði.

2. Aðferðir

Sýni voru tekin til greiningar á botndýralífi, oxunargildi botnleðju, efnainnihaldi botnleðju og efnainnihaldi vatns. Jafnframt voru gerðar fuglaathuganir við kvíarnar.

Staðsetning sýnatökustöðva er í

Tafla 2-1 og á Mynd 2-1. Sýni voru tekin á mið-eldissvæði Hábrúnar í Skutulsfirði auk control stöðvar. Nærsvæði (HB2 A) er tekin alveg við kví (0m), miðsvæði (HB2 B) er tekin 30m frá kví og fjarssvæði (HB2 C) er tekin 100m frá kví. Stöð D er control stöð utan áhrifasvæðis fiskeldisins.

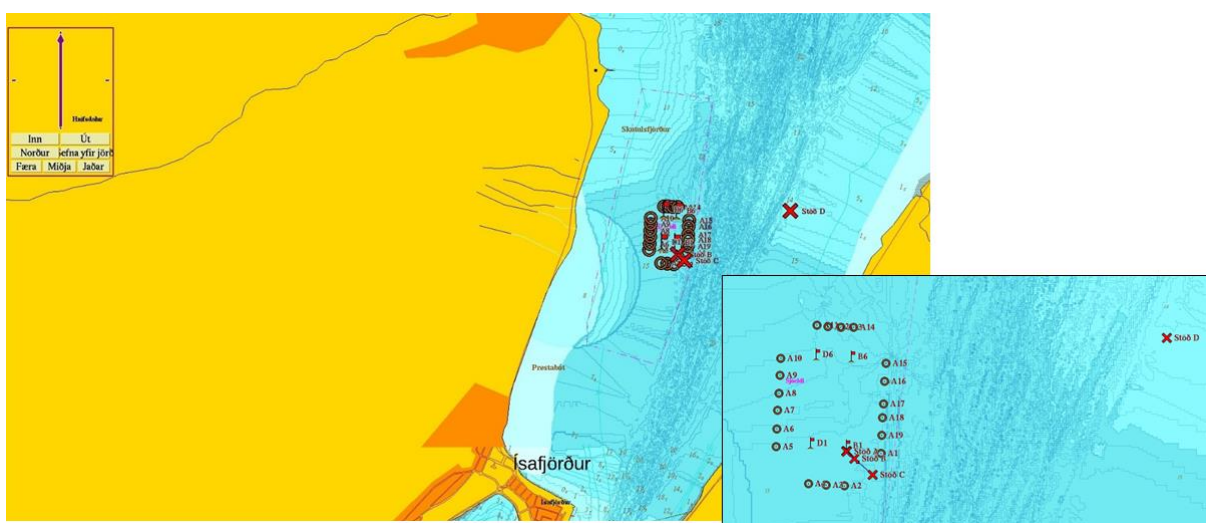
2.1. Botnsýnataka

Sýni voru tekin á stöðvum A, B og C á mið-eldissvæði Hábrúnar í Skutulsfirði, auk stöðvar D (

Tafla 2-1, Mynd 2-1). Á hverri stöð voru tekin tvö sýni til að greina botndýrasamfélög.

Tafla 2-1. Staðsetning sýnatökustöðva mið-eldissvæðis.

Stöð	Norður	Vestur
HB 2 A	66°05.486	23°05.696
HB 2 B	66°05.475	23°05.668
HB 2 C	66°05.450	23°05.599
Control D	66°05.658	23°04.499



Mynd 2-1. Eldissvæði og sýnatökustaðir í Skutulsfirði.

Við botnsýnatökur var notuð Van Veen botngreip með flatarmálið 250 cm². Sýni voru sigtuð í rennandi vatni með 0,5 mm sigti um borð í sýnatökubátnum og komið fyrir í eins lítra plastfötum og 5-10% formalíni hellt yfir sýnið. Auk þess var bætt við einni skeið af bóraxi til að koma í veg fyrir að kalk leystist upp. Eftir 2-3 daga var formalíni hellt af og 80 % alkóhól sett í staðinn. Væri sýnið stórt var því skipt niður í hæfileg hlutsýni.

Dýr voru greind til tegunda eða hópa undir víðsjá og talin. Tekin voru meðaltöl af mismunandi greiparsýnum.



Mynd 2-2. Sýni eru tekin með Van Veen greip.

2.2. Mælingar

Sérstök greip var tekin á hverri stöð til að mæla hita í botnleðju, pH og oxunargildi leðjunnar (ORP - Oxidation-reduction potential, redox). Greip var opnuð að ofan og mælt var í yfirborði leðjunnar.

Yfirborði var lýst: Þéttleika og grófleika yfirborðs, lit, hvort það sæjust gasbólur, hvort það sæist bakteríuskán eða fóðurköggjar.

2.3. Efnasýni

Sérstök greip var tekin á hverri stöð til að taka sýni til efnagreininga sem tekin voru úr yfirborði leðjunnar. Sýni voru sett í glerkrukkur og þeim komið fyrir í frysti þar til þau voru send í efnagreiningu hjá Sýni ehf. Í sýnum var greint: Heildar kolefni (TOC) heildar köfnunarefni (TN) og heildar fosfór (TP).

2.4. Vatnssýnataka

Vatnssýni voru tekin á viðmiðunarsvæði, HB 2 C og á Stöð D, Control-stöð. Sýni voru tekin með vatnssýnataka 60 cm undir yfirborði. Sýni voru sett í plastflösku, komið fyrir í frysti og send í efnagreiningu hjá Sýni ehf. Í vatnssýnum var greint heildar köfnunarefni (TN) og heildar fosfór (TP).

2.5. Fuglar

Gerðar voru fuglaathuganir þar sem taldir voru fuglar í nágrenni kvíassvæða, þeir greindir til tegunda og atferli þeirra lýst.

2.6. Mat á fjölbreytni

Fjölbreytni var metin með Shannon H' fjölbreytnistuðli, einsleitnistuðli J' (Pileou) og Simpsons D fjölbreytnistuðlinum (Shannon 1948; Simpson 1949; Pileou 1966a, 1966b; Grey et.al. 1992;

Brage og Thélín 1993; Arastou Gharibi 2011; Þorleifur Eiríksson og Guðmundur Víðir Helgason 2016).

Shannon fjölbreytnistuðullinn H' :

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$$

þar sem:

S = fjöldi tegunda,

p_i = hlutdeild af heildarsýni, sem tilheyrir tegund i .

p_i hækkar eftir því sem fjölbreytileiki eykst og er stuðullinn hæstur þegar fjöldi einstaklinga er sá sami hjá öllum tegundum.

$$H'_{max} = - \sum_{i=1}^S \frac{1}{S} \log_2 \frac{1}{S} = \log_2 S$$

Einsleitnistuðullinn J' , er nátengdur Shannon stuðlinum en sýnir hvort jafnræði er milli tegunda eða ein eða fáar tegundir eru sérstaklega áberandi. Stuðullinn lækkar þegar það gerist, en hann getur mest orðið 1.

Einsleitnistuðullinn J :

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

Simpsons fjölbreytnistuðull D :

$$D = 1 - \frac{\sum n(n-1)}{N(N-1)}$$

þar sem n er fjöldi einstaklinga af tegund eða hópi og N = heildar fjöldi einstaklinga.

Fjölbreytnistuðlarnir Shannon H' og Simpsons D og Einsleitnistuðullinn J' voru reiknaðir fyrir botndýrasamfélög á mismunandi svæðum á sjókvíaeldistöðvunum í Skutulsfirði.

3. Niðurstöður

Niðurstöður eru settar fram í töflum og myndum. Lýsing á botngerð er í

Tafla 3-1 en þar er dýpi, botngerð, litur, lykt, gasbólur, bakteríuskán og fóðurkögglar.

Tafla 3-1. Lýsing á botngerð.

Stöð	Dýpi (m)	Botngerð	Litur	Lykt	Gasbólur	Bakteríu-skán	Fóður-köggjar
HB 2 A	25,6	Leðja	Grábrún	Engin	Engar	Engin	Engir
HB 2 B	24,9	Leðja	Grábrún	Engin	Engar	Engin	Engir
HB 2 C	25,2	Leðja	Grábrún	Engin	Engar	Engin	Engir
Control (D)	25,4	Fín leðja	Grábrún	Engin	Engar	Engin	Engir

Botngerð er grábrún leðja, en ekki er að finna rotnunarykt, gasbólur, bakteríuskán né óetíð fóður (Tafla 3-1).

Í töflu 3-2 er hiti, pH gildi og ORP gildi.

Tafla 3-2. Hiti og ORP á mismunandi stöðvum.

Stöð	Hiti (°C)	ORP-gildi	pH
HB 2 A	6,1	119	7,6
HB 2 B	5,9	107	7,7
HB 2 C	5,7	124	7,7
Control (D)	6,2	72	7,7

Mæligildi fyrir ORP eru öll í plústölum og sem bendir til að ástand eldissvæðis sé mjög gott (Tafla 3-2).

Í Tafla 3-3 eru niðurstöður efnamælinga úr seti: magn kolefnis (TOC), niturs (TN) og magn fosfórs (TP).

Tafla 3-3. Efnamælingar úr seti.

	TOC	TN	TP	H ₂ S
Stöð	% í þe.	% í þe.	mg/kg í þe.	Hlutf.
HB 2 A	1,5	0,24	1920	0
HB 2 B	1,2	0,21	909	0
HB 2 C	1,4	0,25	692	0
Control D	0,6	0,10	1090	0

Áburðarefni mælast hæst á svæði næst kvíum (HB 2 A). Áburðarefni í vatnsbolnum eru undir greiningarmörkum (Tafla 3-4).

Tafla 3-4. Efnainnihald í sjó.

Stöð	TN (mg/L)	TP (mg/L)
HB 2 C	< 0,5	< 0,1
Control D	<0,5	< 0,1

Í Tafla 3-5. eru niðurstöður greininga á botndýrum á mismunandi stöðvum við mismunandi sjókvíaldisstöðvar í Skutulsfirði. Fjöldi er einstaklingar í greip (250 cm²). Meðaltal greipa.

Tafla 3-5. Tegundir og fjöldi botndýra sem fundust eftir sýnatökustöðvum.

Flokkun	Stöð	A	B	C	D
Nematoda	Nematoda	6.5	42	12.25	2.5
Platyhelminthes	Platyhelminthes		0.8		
Nemertea	Nemertea	1.0	0.3		
Mollusca					
	Bivalvia				
	Mytilida				
	Mytilidae				
	<i>Mytilus edulis</i>	3.3			1.0
	<i>Crenella decussata</i>				11.8
	Carditida				
	Astartidae				
	<i>Astarte sp</i>				0.5
	<i>Astarte elliptica</i>		2.3		0.4
	<i>Astarte montagui</i>		0.3		
	Cardiida				
	Tellinidae				
	<i>Macoma calcarea</i>		0.3	0.3	0.4
	Nuculida				
	Nuculidae				
	<i>Ennucula tenuis</i>		9.8	2.0	0.5
	Semelidae				
	<i>Abra nitida</i>		4.5	3.8	
	Lucinida				
	Thyasiridae				
	<i>Thyasira gouldii</i>		4.3	7.5	1.4
	Anomalodesmata				
	Thraciidae				
	<i>Thracia myopsis</i>		0.3		
	Polyplacophora				
	Chitonida				
	Leptochitonidae				
	<i>Leptochiton asellus</i>				0.3

Annelida						
		Clitellata				
			Oligochaeta	11.0	38.8	3.0
Polychaeta						
	Echiura					
			Echiura	0.5		0.5
Sedentaria						
	Sabellida					
		Sabellidae				
			Sabellidae	6.0		0.5
			<i>Euchone sp</i>			0.1
			<i>Chone duneri</i>	0.3	1.0	
			<i>Pseudopotamilla reniformis</i>			1.3
		Fabriciidae				
			<i>Fabricia stellaris</i>	1.0		
		Oweniidae				
			<i>Owenia fusiformis</i>	3.3		
			<i>Galathowenia oculata</i>	1.3	0.3	0.6
	Terebellida					
		Pectinariidae				
			<i>Lagis koreni</i>	0.5		
		Sternaspidae				
			<i>Sternaspis scutata/islandica</i>	2.3	1.3	
		Trichobranhidae				
			<i>Terebellides stroemi</i>		0.5	6.0
		Ampharetidae				
			<i>Ampharete sp</i>	5.0		
			<i>Ampharete octocirrata</i>	5.8	22.8	
		Melinnidae				
			<i>Melinna cristata</i>	0.5	0.3	0.1
		Cirratulidae				
			<i>Chaetozone setosa</i>	0.5	6.8	32.5
		Spionida				
		Spionidae				0.1
			<i>Spio filicornis</i>	2.0	1.0	
			<i>Pygospio elegans</i>	3.5	5.5	0.3
			<i>Malacoceros fuliginosa</i>	68.0		
		Apostobranchidae				
			<i>Apostobranchus tullbergi</i>	13.0	11.0	11.6
	Scolecida					
		Capitellidae				
			<i>Capitella capitata</i>	488.5	19.3	5.0
		Maldanidae				
			<i>Maldane sarsi</i>	4.0		1.3

			<i>Praxillella praetermissa</i>		4.0	0.5	5.3
			Paraonidae				
			<i>Levinsenia gracilis</i>		82.8	17.5	8.6
			<i>Aricidea suecica</i>		2.0	1.0	0.5
			Orbiniidae				
			<i>Scoloplos armiger</i>		3.0	3.5	1.5
			Cossuridae				
			<i>Cossura pygodactylata</i>	1.0	107.5	118.5	0.5
			Scalibregmatidae				
			<i>Scalibregma inflatum</i>		0.3	0.5	
			Errantia				
			Phyllodocida				
			Phyllodocidae				
			<i>Phyllodoce groenlandica</i>			1.0	
			<i>Eteone longa</i>	1.0	1.3	2.3	0.3
			Syllidae				
			Syllidae		1.0		0.1
			<i>Syllis gracilis</i>				1.6
			<i>Exogene verrugera</i>			2.0	0.5
			Hesionidae				
			<i>Microphthalmus aberrans</i>	1.0	3.0	3.0	
			Goniadidae				
			<i>Goniada maculata</i>				0.5
			Nephtyidae				
			<i>Nephtys ciliata</i>		0.5	1.5	0.3
			Polynoidae				
			<i>Pholoe sp</i>		1.0	1.0	
			<i>Harmathoe imbricata</i>			0.3	0.1
			Eunicida				
			Dorvilleidae				
			<i>Parougia nigridentata</i>	2.0	2.0	1.0	1.5
			Crustacea				
			Copepoda				
			Harpacticoida				
			Harpacticoida		1.0		
			Cirripedia				
			Verrucidae				
			<i>Verruca stroemia</i>				13.0
			Malacostraca				
			Tanaidacea				
			Leptognathiidae				
			<i>Leptognathia sp</i>		2.0		
			Cumacea				
			Leuconidae				
			<i>Leucon sp</i>			3.0	

		Isopoda			
		Paramunnidae			
		<i>Pleurogonium spinosinum</i>		1.0	
		Amphipoda			
		Amphipoda			0.5
		Caprellidae			
		<i>Caprella septentrionalis</i>	1.0		
		Uristidae			
		<i>Anonyx sarsi</i>	1.0	0.5	
		Oedicerotidae			
		<i>Monoculodes sp</i>		2.0	
		<i>Monoculodes longirostris</i>			0.1
		Corophiidae			
		<i>Crassikorophium bonellii</i>	1.0		
		Decapoda			
		Paguridae			
		<i>Eupagurus bernhardus</i>			0.4
		Oregoniidae			
		<i>Hyas araneus</i>			0.8
		Carcinidae			
		<i>Carcinus maenas</i>	0.3		
		Fjöldi tegunda	10	46	34
					42

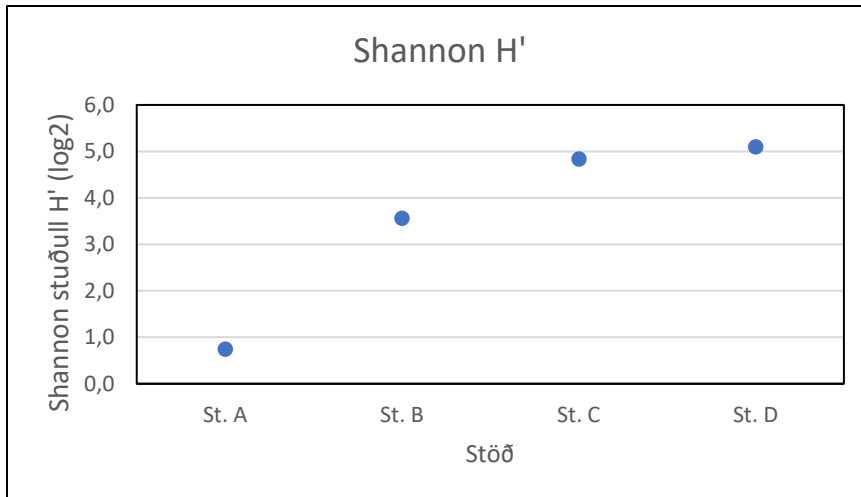
Botnngerðin í Skutulsfirði er breytileg, bæði fín leðja og malar eða sandborun leðja með skeljabrotum. Tegundafjöldi er því mikill og einkennandi að það eru margar tegundir af lindýrum (Mollusca) 10 tegundir, burstaormum (Polychaeta) 37 tegundir og Krabbadýrum (Crustacea) 14 tegundir, en engin ein tegund eða hópur ráðandi.

Stöðin við kvíarnar (HB2 A) er greinilega undir álagi frá uppsöfnun lífrænna efna þar sem tegundir þar eru færri en á hinum stöðvunum og fjöldi burstaormanna *Capitella capitata* og *Malacoceros fuliginosa* er mikill.

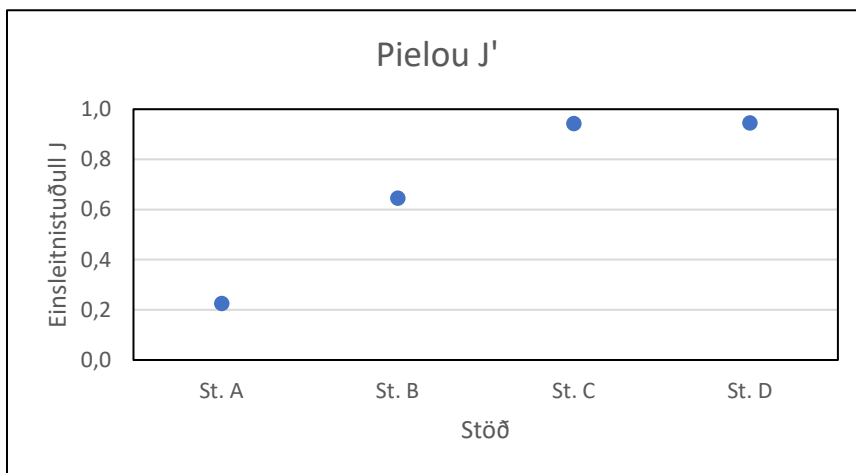
Í Tafla 3-6, Mynd 3-1, Mynd 3-2 og Mynd 3-3 má sjá stuðlana sem reiknaðir voru fyrir botndýrasamfélög í Skutulsfirði: fjölbreytnistuðullinn Shannon H', einsleitnistuðullinn J' og fjölbreytnistuðullinn Simpsons D.

Tafla 3-6 Fjölbreytnistuðlar fyrir botndýrasamfélög á mismunandi svæðum.

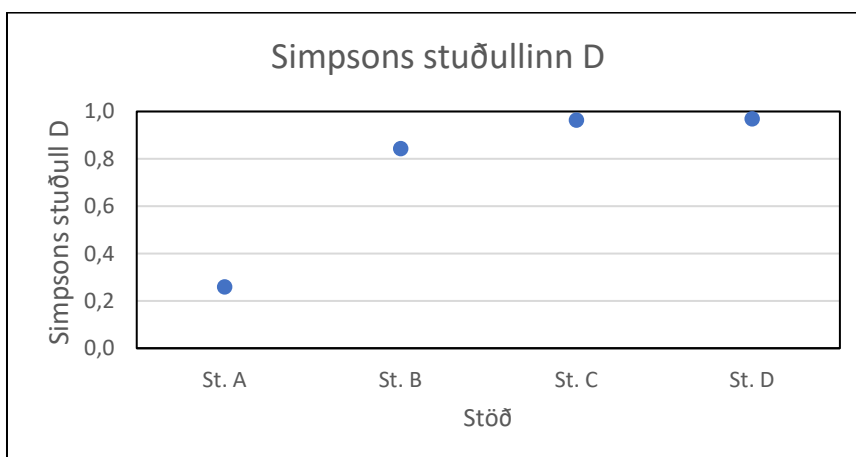
Stöð	H' (ln)	H' (log2)	H' (log10)	J'	D
HB 2 A	<u>0.5194</u>	0.7493	0.2256	0.2256	0.2587
HB 2 B	<u>2.4712</u>	3.5652	1.0732	0.6455	0.8429
HB 2 C	<u>3.3553</u>	4.8407	1.4572	0.9437	0.9632
Control D	<u>3.5355</u>	5.1006	1.5354	0.9459	0.9691



Mynd 3-1. Fjölbreytnistuðullinn Shannon H' fyrir þrjár stöðvar og Control-stöð.



Mynd 3-2. Einsleitnistuðullinn J' fyrir þrjár stöðvar og Control-stöð.



Mynd 3-3. Fjölbreytnistuðullinn Simpsons D fyrir þrjár stöðvar og Control-stöð.

Fjölbreytnistuðlarnir (Shannon og Simpsons) og einsleitnistuðullinn (Pielou) sýna að fjölbreytileiki og einsleitni er minnst næst kvíum (A).

3.1. Fuglar

Mikill fjöldi æðarfugla var á svæðinu þegar vöktun fór fram og er það ekki óeðlilegt á þessum tíma árs (sjá forsiðumynd).

4. Umræður

Botndýrasamfélög eru breytileg í Skutulsfirði vegna breytilegrar botngerðar og því erfitt að benda á ríkjandi tegundir og þessi rannsókn engin undantekning (Þorleifur Eiríksson o.fl. 2008; 2021a; 2021b). Það sést þó að fjölbreytileikinn er minni næst kvíum á stöð A, þar sem lífrænna áhrifa gætir.

Mikil fjölbreytni er strax á stöð B, 30 metra frá kvíum, og endurspeglast það í háum fjölbreytnistuðlum líkt og sést á Mynd 3-1, Mynd 3-2 og Mynd 3-3.

Eins og við má búast eru næringarefni og kolefni í meira mæli á stöð A, næst kvíum (Tafla 3-3).

Oxunargildi (ORP) er í plús á öllum stöðvum og sem bendir til að eldissvæðið er í heild í góðu ástandi, líkt og sést í Tafla 3-2.

Einungis er hægt að merkja áhrif lífræns efnis í einhverju mæli á stöð A og er eldissvæðið í heild í góðu ástandi.

5. Heimildir

Arastou Gharibi. 2011. Ecological quality assessment for Pollurinn (Ísafjörður) by using biotic indices. Master's thesis. Advisor: Dr. Thorleifur Eiríksson. University Centre of the Westfjords, University of Akureyri.

Folk, R.L og Ward, W.C. 1957. Brazos River Bar: A Study in the Significance of Grain Size Parameters. *Journal of Sedimentary Petrology*, 27, 3-26.

Pileou, E. C. 1966. Shannon's Formula as a Measure of Specific Diversity: Its Use and Misuse. *The American Naturalist*, Vol. 100, No. 914, pp. 463-465.

Pileou, E.C. 1966. Species-Diversity and Pattern-Diversity in the Study of Ecological Succession. *J. Theoret. Biol.* (1966) 10, 370-383.

Shannon, C.E. 1948. A Mathematical Theory of Communication. Reprinted with corrections from *The Bell System Technical Journal*, Vol. 27, pp. 379–423, 623–656.

Simpson, E.H. 1949. Measurement of Diversity. *NATURE*. 163, 688.

Sólveig Rósa Ólafsdóttir, Agnes Eydal, Steinunn Hilma Ólafsdóttir, Kristinn Guðmundsson og Karl Gunnarsson. 2019. Gæðapættir og viðmiðunaraðstæður strandsjávarvatnshlota/ Quality Elements and Reference Conditions of Coastal Water Bodies. Hafrannsóknastofnun ISSN 2298-9137. HV 2019-53.

Þorleifur Eiríksson, Sigurður Ívar Jónsson og Þorleifur Ágústsson. 2022. Vöktun á umhverfisþáttum vegna fiskeldis í Skutulsfirði. *RORUM* 2023.

Þorleifur Eiríksson, Adam Hoffritz og Þorleifur Ágústsson. 2022. Vöktun á hryggleysingjum og öðrum umhverfisþáttum í Skutulsfirði. *RORUM* 2022.

Þorleifur Eiríksson og Guðmundur Víðir Helgason. 2016. Fjölbreytnistuðlar og vísitengundir við vöktun. Kímblaðið. 2016: 46-50.

Þorleifur Eiríksson, Kristjana Einarsdóttir, Cristian Gallo og Böðvar Þórisson. 2008. Botndýrarannsóknir í Skutulsfirði. Náttúrustofa Vestfjarða, NV nr. 14-08.

Þorleifur Eiríksson, Þorgerður Þorleifsdóttir og Þorleifur Ágústsson. 2021a. Vöktun við sjókvíar Hábrúnar í Skutulsfirði. Grunnstýrnataka eftir hvíld Júlí 2019. Unnið fyrir Hábrún. RORUM 2021.

Þorleifur Eiríksson, Þorgerður Þorleifsdóttir og Þorleifur Ágústsson. 2021b. Vöktun við sjókvíar Hábrúnar í Skutulsfirði September 2020. Unnið fyrir Hábrún. RORUM 2021.

Þorleifur Eiríksson og Þorleifur Ágústsson. 2007. Umhverfismál Þorskeldis. Ægir. 100:40-43.