

RORUM



Vöktun á umhverfispáttum vegna fiskeldis í Skutulsfirði 2022

Þorleifur Eiríksson
Sigurður Ívar Jónsson
Þorleifur Ágústsson

ISSN 2547-6696

ISBN 978-9935-514-23-3

RORUM 2023 006

RORUM ehf.

Sundaborg 1 • 104 Reykjavík • +354 577 3337 • +354 864 7999 • rorum@rorum.is • www.rorum.is

Lykilsíða

Skýrsla: RORUM 2023 006	Dags.: 28.04.2023	Dreifing: Opin	Fjöldi síðna: 18
ISSN 2547-6696		ISBN 978-9935-514-23-3	
Heiti skýrslu: Vöktun á umhverfisþáttum vegna fiskeldis í Skutulsfirði 2022			
Höfundar: Þorleifur Eiríksson Sigurður Ívar Jónsson Þorleifur Ágústsson			
Framkvæmd: RORUM			
Unnið fyrir: Hábrún ehf.			
Útdráttur: Hábrún er með fiskeldi í Skutulsfirði og fór reglubundin vöktun fram 1.12.2022. Tekin voru sýni til athugana á botndýralífi, efnainnihaldi í seti og vatni. Einnig voru gerðar fuglaathuganir. Í skýrslunni eru aðferðir útskýrðar og niðurstöður settar fram í töflum og texta. Tekin voru sýni á öllu eldissvæði Hábrúnar, sem skipt er upp í 3 eldissvæði. Niðurstöður vöktunar eru að ástand eldissvæða er í heildina mjög gott.			
Lykilorð: Botndýrafána, botndýrasamfélög, fiskeldi, Skutulsfjörður, Ísafjarðardjúp			

Efnisyfirlit

Lykilsíða	2
Efnisyfirlit	3
Myndir	4
Töflur	4
Útdráttur.....	4
1. Inngangur	5
2. Aðferðir	5
2.1. Botnsýnataka.....	6
2.2. Mælingar	8
2.3. Efnasýni	8
2.4. Vatnssýnataka	8
2.5. Fuglar.....	8
2.6. Mat á fjölbreytni.....	8
3. Niðurstöður	9
3.1. Fuglar.....	16
4. Umræður.....	16
5. Þakkir.....	17
6. Heimildir.....	17

Myndir

Mynd 1-1 Sjókvíeldissvæði Hábrúnar í Skutulsfirði.....	5
Mynd 2-1. Eldissvæði og sýnatökustaðir í Skutulsfirði.....	7
Mynd 2-2. Sýni eru tekin með Van Veen greip.	8
Mynd 3-1. Fjölbreytnistuðullinn Shannon H´ fyrir tvö svæði og Control-stöð.....	15
Mynd 3-2. Einsleitnistuðullinn J´ fyrir tvö svæði og Control-stöð.....	16
Mynd 3-3. Fjölbreytnistuðullinn Simpsons D fyrir tvö svæði og Control-stöð.....	16

Töflur

Tafla 2-1. Staðsetning sýnatökustöðva.	6
Tafla 3-1. Lýsing á botnngerð.	10
Tafla 3-2. Hiti og ORP á mismunandi stöðvum.....	10
Tafla 3-3. Efnamælingar úr seti.	11
Tafla 3-4. Efnainnihald í sjó.	11
Tafla 3-5. Tegundir og fjöldi botndýra sem fundust eftir fiskeldisstöðvum.....	11
Tafla 3-6 Fjölbreytnistuðlar fyrir botndýrasamfélög á mismunandi svæðum.	15

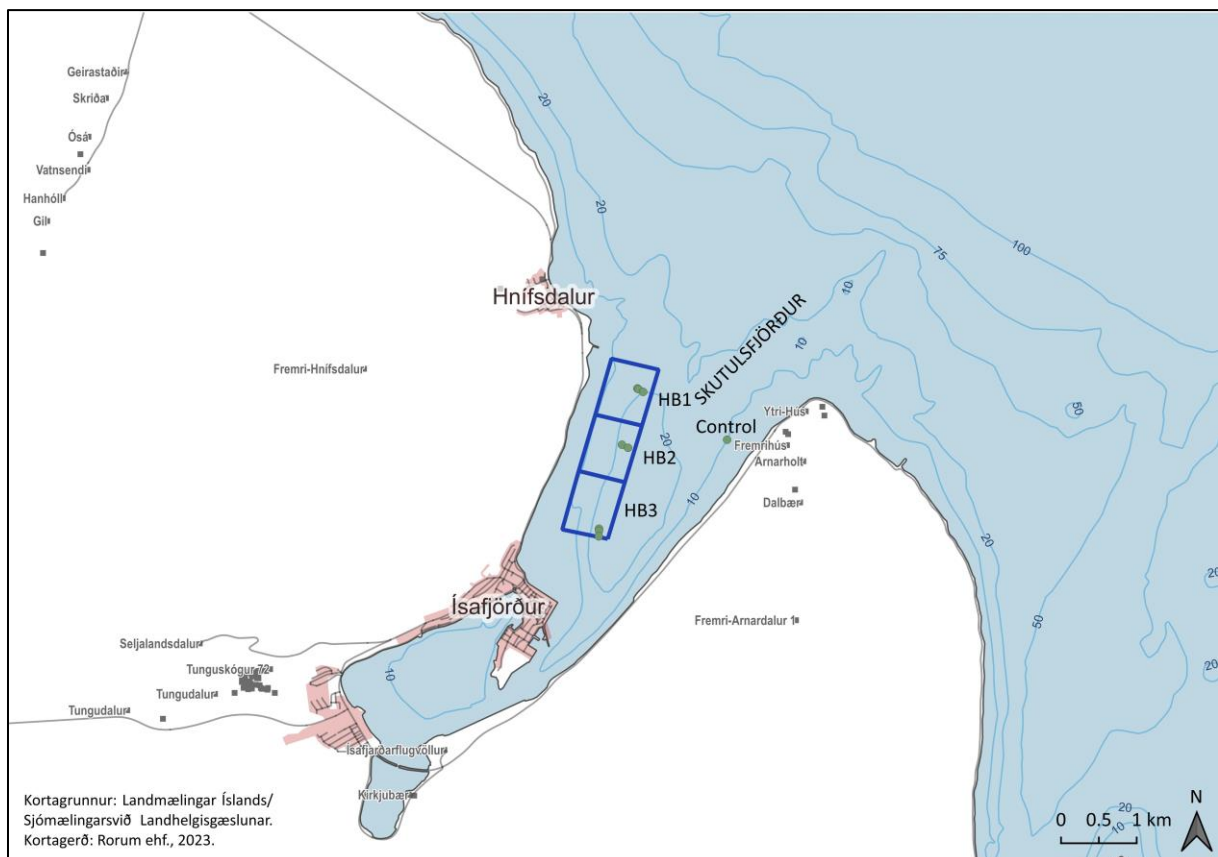
Útdráttur

Hábrún er með fiskeldi í Skutulsfirði og fór reglubundin vöktun fram 1.12.2022. Tekin voru sýni til athugana á botndýralífi, efnainnihaldi í seti og vatni. Einnig voru gerðar fuglaathuganir. Í skýrslunni eru aðferðir útskýrðar og niðurstöður settar fram í töflum og texta. Tekin voru sýni á öllu eldissvæði Hábrúnar, sem skipt er upp í 3 eldissvæði. Niðurstöður vöktunar eru að ástand eldissvæða er í heildina mjög gott.

1. Inngangur

Hábrún er með eldi í Skutulsfirði og 1. desember 2022 fór fram reglubundin sýnataka í samræmi við vöktunaráætlun Hábrúnar. Tekin voru sýni á eldissvæði 1 og 2, sem er í hvíld og svæði 3, þar sem lífmassi er í hámarki.

Rannsóknir hafa verið gerðar á botndýralífi Skutulsfjarðar til að nota til viðmiðunar (Anton Helgason o.fl. 2002; Þorleifur Eiríksson o.fl. 2008; 2021a; 2021b).



Mynd 1-1 Sjúkvíeldissvæði 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 öllum þremur eldissvæðum Hábrúnar í Skutulsfirði auk control-stöðvar. Nærsvæði (stöð A) er tekin alveg við kví (0m), miðsvæði (stöð B) er tekin 30m frá kví og fjarsvæði (stöð C) er tekin 100m frá kví. Stöð D er control stöð er sú sama fyrir öll svæðin og er austan megin í firðinum.

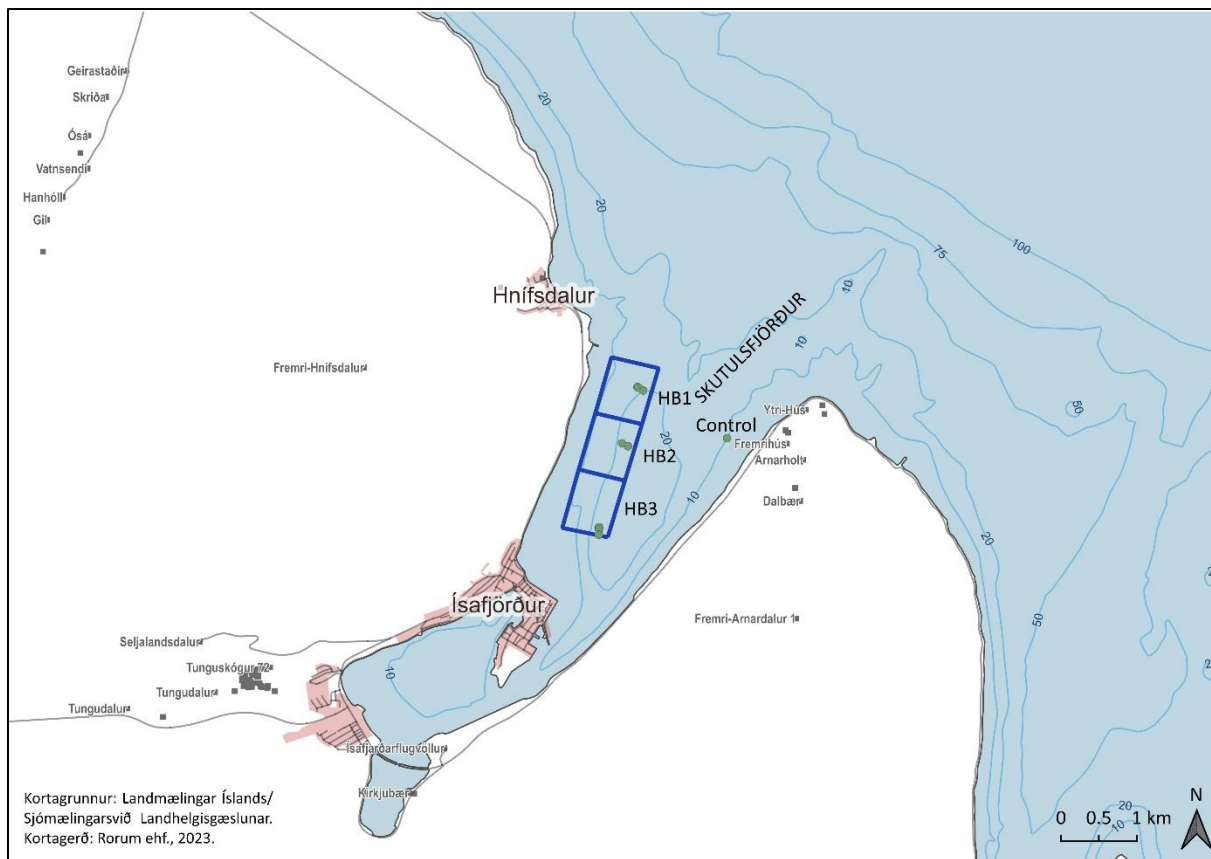
Sýni voru ekki tekin á stöð C á eldissvæði 2 vegna aðstæðna. Niðurstöður á stöðvum A og B sýna gott ástand og því skortir ekki upplýsingar frá stöð C svo að hægt sé að leggja mat á ástand svæðisins í heild.

2.1. Botnsýnataka

Sýni voru tekin á þremur stöðvum á öllum sjókvíaeldisvæðum Hábrúnar í Skutulsfirði, svæði 1, 2 og svæði 3, auk Control-stöðvar (Tafla 2-1, Mynd 2-1). Á hverri stöð voru tekin tvö sýni til að greina botndýrasamfélög.

Tafla 2-1. Staðsetning sýnatökustöðva.

Eldishólf	Stöð	Svæði	Norður	Vestur
1	A	Nærsvæði	66° 5.9727	-23° 5.5816
	B	Millisvæði	66° 5.9682	-23° 5.5603
	C	Fjarsvæði	66° 5.9510	-23° 5.4763
2	A	Nærsvæði	66° 5.5661	-23° 5.7869
	B	Millisvæði	66° 5.5619	-23° 5.7649
	C	Fjarsvæði	66° 5.5473	-23° 5.6768
3	A	Nærsvæði	66° 4.9591	-23° 6.0932
	B	Millisvæði	66° 4.9443	-23° 6.0913
	C	Fjarsvæði	66° 4.9050	-23° 6.0883
	D	Control	66° 5.6499	-23° 3.9537



Mynd 2-1. Eldissvæði og sýnatökustaðir í Skutulsfirði.

Við botnsýnatökur var notuð Van Veen botngreip með flatarmálið 250 cm^2 . Sýni voru sigtuð í rennandi vatni með $0,5 \text{ mm}$ 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. Sýni voru sigtuð í rennandi vatni með $0,5 \text{ mm}$ sigti. 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 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 Nýsköpunarmiðstöð Íslands. Í sýnum var greint: Heildar kolefni (TOC) heildar köfnunarefni (TN) og heildar fosfór (TP).

2.4. Vatnssýnataka

Vatnssýni voru tekin á fyrirhuguðum eldissvæðum ásamt 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 Nýsköpunarmiðstöð Íslands. Í vatnssýnum var greint heildar köfnunarefni (TN) og heildar fosfór (TP).

2.5. Fuglar

Gerðar voru fuglaathuganir þar sem taldir voru fuglar í nágrenni kvíasvæða, 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 botnngerð er í

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

Tafla 3-1. Lýsing á botngerð á öllum eldissvæðum.

Stöð	Dýpi (m)	Botngerð	Litur	Lykt	Gasbólur	Bakteríu-skán	Fóður-köggjar
HB 1A	24,2	Þéttur leir	Grár	Engin	Engar	Engin	Engir
HB 1B	24,5	Þéttur leir	Grár	Engin	Engar	Engin	Engir
HB 1C	25,5	Leðja	Grábrún	Engin	Engar	Engin	Engir
HB 2A	25,5	Leðja	Grábrún	Engin	Engar	Engin	Engir
HB 2B	24,9	Leðja	Grábrún	Engin	Engar	Engin	Engir
HB 2C	25,2	Leðja	Grábrún	Engin	Engar	Engin	Engir
HB 3A	24,8	Fín leðja m/ gróðurleyfum	Dökk	Mild	Engar	Engin	Engir
HB 3B	24,6	Leðja	Grábrún	Engin	Engar	Engin	Engir
HB 3C	24,2	Leðja m/ gróðurleifum	Svört	Engin	Engar	Engin	Engir
Control (D)	25,4	Fín leðja	Grábrún	Engin	Engar	Engin	Engir

Botngerð er þéttur leir eða leðja og gróðurleifar er að finna í eldishólfi 3 sem er innst í firðinum (Tafla 3-1). Eldissvæðið í heild sinni ber lítil sem engin merki lífrænnar mengunar og fannst mild lykt aðeins á einni stöð (3A) þar sem eldi er í hámarki.

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 1A	6,5	159	7,40
HB 1B	6,2	134	7,72
HB 1C	6,0	153	7,72
HB 2A	5,7	201	7,65
HB 2B	5,9	190	7,64
HB 2C	5,7	147	7,65
HB 3A	6,1	120	7,64
HB 3B	6,1	82	7,66
HB 3C	6,2	180	7,82
Control (D)	6,2	138	7,7

Mæligildi fyrir ORP sýna að ástand eldissvæðis sé mjög gott (Tafla 3-2).

í

		Syllidae									
		Syllidae	8		2		4				28
		Syllis gracilis		2					2	2	
		Nephtyidae									
		Nephtys sp		10	8	4	3		6	10	8
		Hesionidae									
		Hesionidae		6		3	1	4			
		Microphthalmus aberrans						12		8	
		Goniadidae									
		Goniada maculata				1	3				
		Polynoidae									
		Pholoe sp	4	6	2		5	2	2	2	
		Lepidonotus squamatus	4								
		Sphaerodoridae									
		Sphaerodoridae				7			2	2	8
		Arthropoda									
		Crustacea									
		Ostracoda									
		Ostracoda		4	2	1					12
		Cirripedia									
		Balanus balanoides	20								
		Tanaidacea									
		Tanaidacea		2		15	13		2	2	
		Cumacea									
		Cumacea				3	6				
		Leuconidae									
		Leucon sp	4	60	12	48	33	14	40	52	8
		Diastylidae									
		Diastylis sp					2				
		Amphipoda									
		Amphipoda		2	10	1	1		8	8	20
		Monoculodes sp									4
		Lysianassidae									
		Lysianassidae							2		
		Decapoda									
		Oregoniidae									
		Hyas coarctatus									
		Cancriidae									
		Cancer irroratus					1				
		Echinodermata									
		Ophiuroidea									
		Ophiuridae									
		Ophiuridae					1				

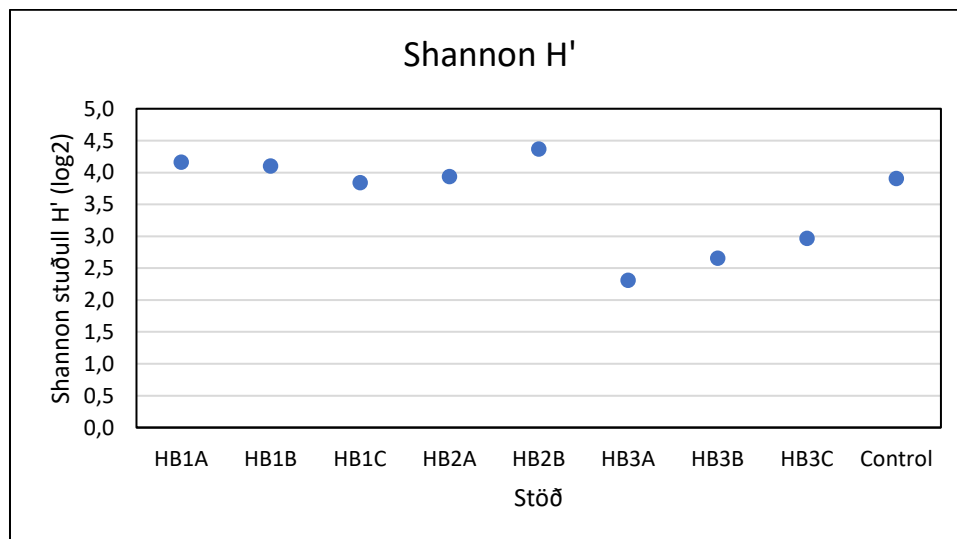
				Fjöldi tegunda	21	31	25	28	35	15	32	28	27
--	--	--	--	----------------	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Botndýrasamfélögin í Skutulsfirði sýna mikinn fjölbreytileika og einkennast af samlokum (Bivalvia), sérstaklega gljáhnytlu (*Ennucula tenuis*) og hrukkubúldu (*Thyasira flexuosa*) og burstaormum (Polychaeta), sérstaklega nikkubendli (*Chaetozone setosa*) og leirulaufa (*Eteone longa*). Einnig eru krabbadýr (Crustacea) til staðar í samfélögunum, sérstaklega marflær (Amphipoda) og pungrækjur (Cumacea).

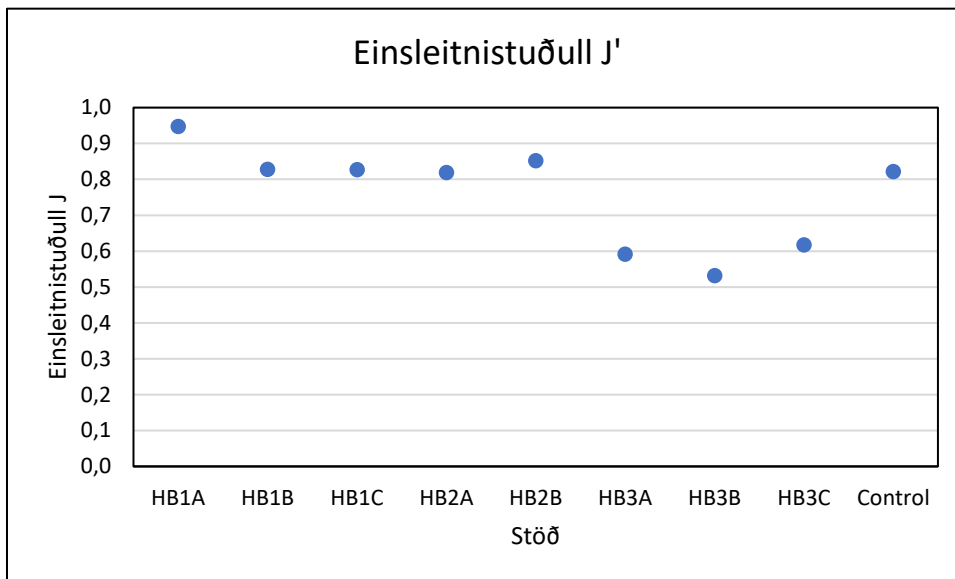
Í Tafla 3-6, Mynd 3-1, Mynd 3-2 og Mynd 3-3 má sjá stuðlana sem reiknaðir voru fyrir botndýrasamfélög í Skutulsfirði: fjölbreytnistuðullinn Shannon H' , einsleitnistuðullinn J' og fjölbreytnistuðullinn Simpsons D .

Tafla 3-6 Fjölbreytnistuðlar fyrir botndýrasamfélög á mismunandi svæðum.

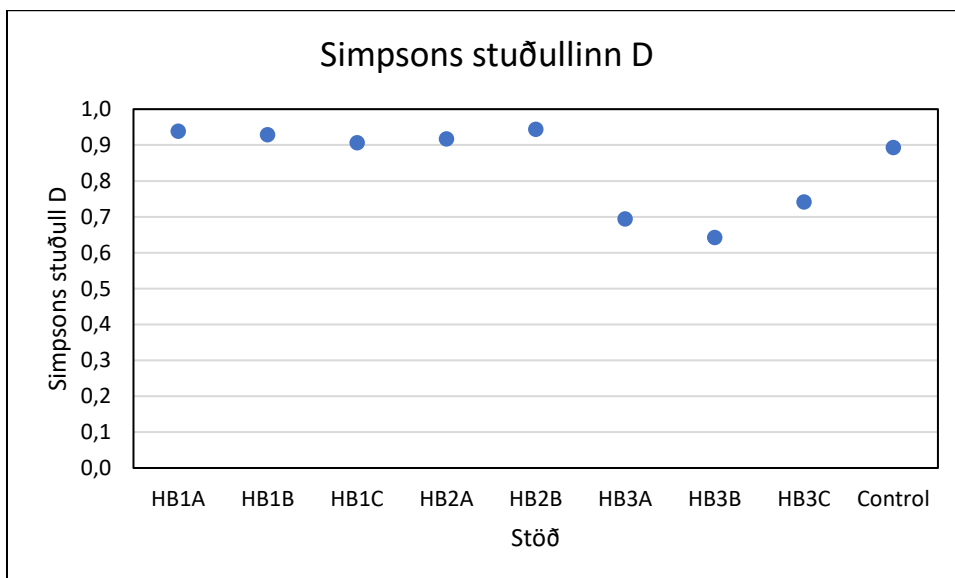
Svæði	Stöð	H' (ln)	H' (log2)	H' (log10)	J'	D
HB1	HB1A	2.8845	4.1614	1.2527	0.9474	0.9389
HB1	HB1B	2.8425	4.1008	1.2345	0.8277	0.9292
HB1	HB1C	2.6615	3.8397	1.1559	0.8268	0.9070
HB2	HB2A	2.7307	3.9395	1.1859	0.8195	0.9172
HB2	HB2B	3.0298	4.3711	1.3158	0.8522	0.9442
HB3	HB3A	1.6014	2.3104	0.6955	0.5914	0.6944
HB3	HB3B	1.8433	2.6593	0.8005	0.5319	0.6425
HB3	HB3C	2.0572	2.9679	0.8934	0.6174	0.7417
C	Control	2.7083	3.9073	1.1762	0.8217	0.8930



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



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



Mynd 3-3. Fjölbreytnistuðullinn Simpsons D fyrir eldissvæði og Control-stöð.

Fjölbreytnistuðlarnir og einsleitnistuðull sýna mjög gott ástand á ytri svæðum (1 og 2) en afgerandi að fjölbreytileiki og einsleitni er minnst við kvíar á svæði 3 sem er í hámarki.

3.1. Fuglar

Á svæði 2 sáust 20+ æðarfuglar, ein teista og tveir fullorðnir hvítmávar. Á svæði 3 var mikill fjöldi æðarfugla, um 215 fullorðnir fuglar. Einnig sáust fjórir fullorðnir hvítmávar og tveir ungir hvítmávar.

4. Umræður

Tekin voru sýni á öllum þrem svæðum Hábrúnar. Svæði 1 og 2 voru í mjög góðu ástandi enda búin að vera í hvíld. Á svæði 3 var lífmassi í hámarki og bar það merki þess m.t.t. lífræns álags.

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 greinilega þegar botndýrasamfélög eru undir álagi vegna uppsöfnunar lífrænna efna.

Mikil fjölbreytni endurspeglast í háum fjölbreytnistuðlum eins og við má búast. Fjölbreytnistuðlar eru mikilvægt verkfæri við vöktun. Það hefur verið venja að nota Shannon H' og Pileou einsleitnistuðul J', en hins vegar er Simpsons D stuðull sem sýnir sambærilegar niðurstöður og að mörgu leiti virðist sá stuðull henta betur til viðmiðunar við vöktun en Shannon. Báðir þessir stuðlar eru nefndir sem mögulegir stuðlar í skýrslu Hafrannsóknastofnunar (Sólveig Rósa Ólafsdóttir o.fl. 2019).

Eins og við má búast eru næringarefni og kolefni í meira mæli á svæði 3 við fiskeldiskvíar (Tafla 3-3) borið saman við svæði 1 og 2 sem voru í hvíld á þessum tíma.

Oxunargildi (ORP) er lægst við kvíar á svæði 3 sem voru með fiski líkt og sést í Tafla 3-2

5. Þakkir

Skipstjóri á þjónustubát var Jón Halldór Pálmason og háseti Elías Már Helgason. Anna Hauksdóttir vann við töflur.

6. Heimildir

- Anton Helgason, Sigurjón Þórðarson og Þorleifur Eiríksson. 2002. Athugun á skólpmengun við sjö þéttbýlisstaði. Áfangaskýrsla 1. Náttúrustofa Vestfjarða.
- 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 og Guðmundur Víðir Helgason. 2016. Fjölbreytnistuðlar og vísitægundir 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.