

RORUM

**ICE FISH FARM**

Rannsóknir á hryggleysingjum og fleiri umhverfispáttum í Gautavík í Berufirði 2020

Þorleifur Eiríksson
Adam Hoffritz
Þorleifur Ágústsson

ISSN 2547-6696

ISBN 978-9935-514-09-7

RORUM ehf.

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

RORUM 2021 011

Lykilsíða

Skýrsla: RORUM 2021 011	Dags.: 19.10.2021	Dreifing: Opin	Fjöldi síðna: 17
ISSN 2547-6696		ISBN 978-9935-514-09-7	
Heiti skýrslu: Rannsóknir á hryggleysingjum og fleiri umhverfispáttum í Gautavík í Berufirði 2020			
Höfundar: Þorleifur Eiríksson Adam Hoffritz Þorleifur Ágústsson			
Framkvæmd: RORUM			
Unnið fyrir: Fiskeldi Austfjarða/Ice Fish Farm			
<p>Útdráttur</p> <p>Fiskeldi Austfjarða (520412-0930) er með í undirbúningi að hefja sjókvíaelði á eldissvæði í Gautavík í Berufirði. Fiskeldi Austfjarða óskaði eftir því að RORUM ynni grunnrannsókn á botndýralífi á svæðinu í Gautavík. Grunnrannsókn botndýralífs er forsenda vöktunar á áhrifum fiskeldis á botndýralíf fjarðarins. Sýnatökustaðir voru valdir í samræmi við ISO 12878:2012 staðalinn og út frá fyrirhuguðu eldissvæði Fiskeldis Austfjarða í Gautavík. Í skýrslunni er yfirlit yfir tegundir og hópa sem fundust í rannsókninni og niðurstöður úr efnarannsóknnum. Tegundafjölbreytni er mikil af bæði skeldýrum (Mollusca) og burstormum (Polychaeta), en krabbadýr (Crustacea) líka til staðar. Oxunargildi (ORP) eru lág miðað við lítt raskað svæði.</p>			
Lykilorð: Botndýrafána, botndýrasamfélög, Austfirðir, Gautavík, fiskeldi.			
Keywords: Iceland, bottom fauna, Bottom communities, Gautavík, aquaculture			

Efnisyfirlit

Lykilsíða	2
Efnisyfirlit.....	3
Myndir	3
Töflur	3
Útdráttur	4
1. Inngangur.....	4
2. Aðferðir.....	5
2.1. Botnsýnataka	5
2.2. Mælingar	7
2.3. Efnasýni	7
2.4. Kornastærð	7
2.5. Vatnssýnataka	7
2.6. Fuglar	7
2.7. Mat á fjölbreytni	7
3. Niðurstöður.....	8
3.1. Fuglar	15
4. Umræður	15
5. Þakkir	16
6. Heimildir	16

Myndir

Mynd 1-1. Berufjörður og fyrirhugað eldissvæði, Gautavík.	5
Mynd 2-1. Sýnatökustaðir á fyrirhuguðu sjókvíeldissvæði í Gautavík.....	6
Mynd 2-2. Lokuð Van Veen greip til vinstri og opin greip með sýni til hægri.	6
Mynd 3-1. Fjölbreytnistuðullinn Shannon H´ á mismunandi svæðum.	14
Mynd 3-2. Einsleitnistuðullinn J´ á mismunandi svæðum.	14
Mynd 3-3. Fjölbreytnistuðullinn Simpsons D á mismunandi svæðum.	15

Töflur

Tafla 2-1. Staðsetning sýnatökustöðva	5
Tafla 3-1. Lýsing á botngerð.....	8

Tafla 3-2. Niðurstöður kornastærðarmælinga.....	9
Tafla 3-3. Hiti, pH og ORP á mismunandi stöðvum.....	9
Tafla 3-4. Efnamælingar úr seti.....	10
Tafla 3-5. Efnainnihald í vatni.	10
Tafla 3-6. Tegundir og fjöldi botndýra sem fundust eftir stöðvum í Gautavík.	10
Tafla 3-7. Fjölbreytnistuðlar fyrir mismunandi stöðvar.	13

Útdráttur

Fiskeldi Austfjarða (520412-0930) er með í undirbúningi að hefja sjókvíaeldi á eldissvæði í Gautavík í Berufirði. Fiskeldi Austfjarða óskaði eftir því að RORUM ynni grunnrannsókn á botndýralífi á svæðinu í Gautavík. Grunnrannsókn botndýralífs er forsenda vöktunar á áhrifum fiskeldis á botndýralíf fjarðarins. Sýnatökustaðir voru valdir í samræmi við ISO 12878:2012 staðalinn og út frá fyrirhuguðu eldissvæði Fiskeldis Austfjarða í Gautavík. Í skýrslunni er yfirlit yfir tegundir og hópa sem fundust í rannsókninni og niðurstöður úr efnarannsóknum. Tegundafjölbreytni er mikil af bæði skeldýrum (Mollusca) og burstormum (polychaeta), en krabbadýr (Crustacea) eru líka til staðar. Oxunargildi eru lág miðað við lítt raskað svæði.

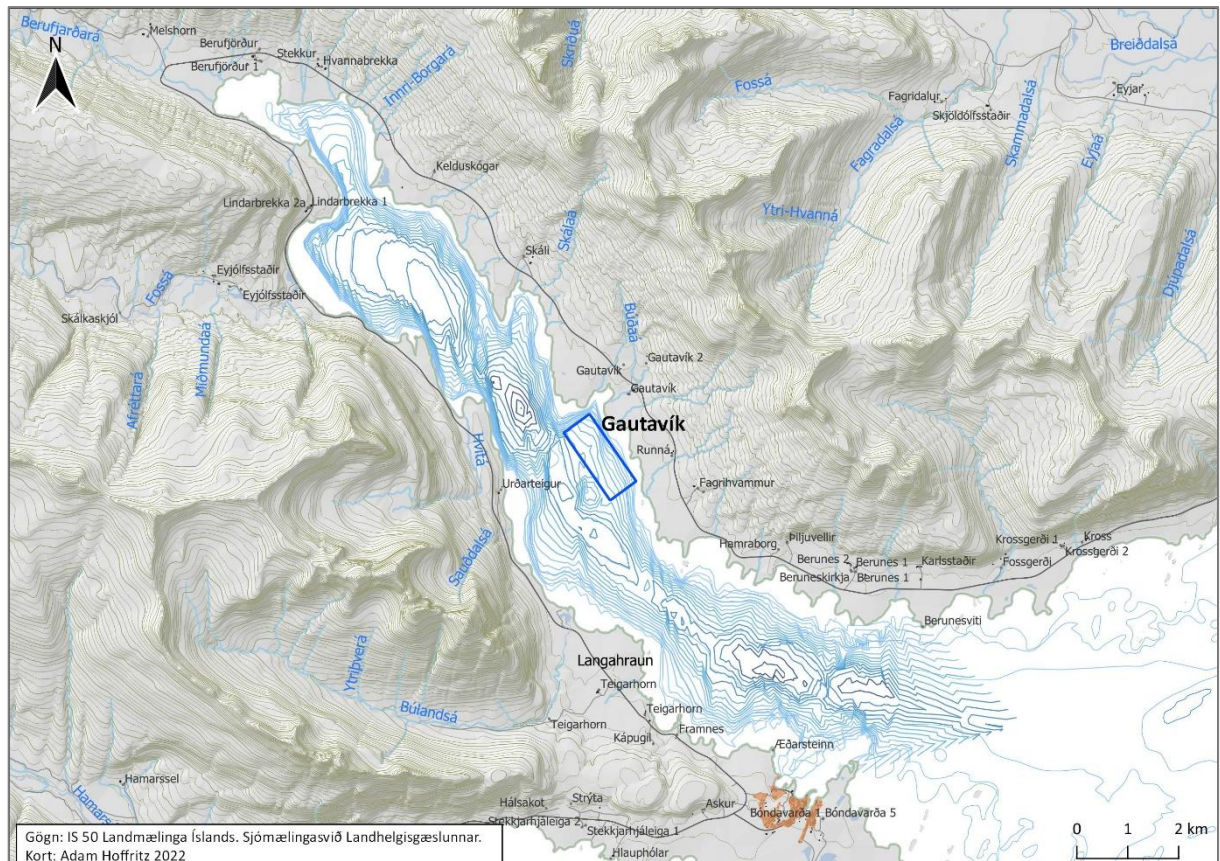
1. Inngangur

Fiskeldi Austfjarða (520412-0930) er með í undirbúningi að hefja sjókvíaeldi í Gautavík og óskaði eftir því að RORUM ynni grunnrannsókn á botndýralífi á hinu nýja svæði. Sýnataka var framkvæmd 22. nóvember 2020.

Grunnrannsókn botndýralífs er forsenda vöktunar á áhrifum fiskeldis á botndýralíf fjarðarins. Ef lífmassi fiskeldis er mikill og stendur yfir í langan tíma safnast skítur og fóðurleifar á fjarðarbotninn. Það hefur þau áhrif á botndýralíf að fjölbreytni minnkar og einnig fjöldi einstaklinga. Ef uppsöfnun lífræns efnis á sjávarbotni er langvarandi getur það leitt til aldauða hryggleysingja.

Til að koma í veg fyrir aldauða og til að gera endurnýjun botndýralífs mögulega, er nauðsynlegt að hvíla eldissvæði fyrir fiskeldi reglulega. Lengd og tíðni hvíldartíma fer eftir eldismagni og eldistíma, en ákvörðun um hvíldartíma er mjög mikilvæg með tilliti til þess hvort svæði geti endurnýjast með eðlilegri fjölbreytni botndýralífs (Þorleifur Eiríksson og Þorleifur Ágústsson 2007). Til að geta vaktað áhrif fiskeldis á lífríki botnsins þarf að rannsaka fjölbreytni botndýralífs áður en eldi hefst og fylgjast svo náið með hvernig lífríkið þróast eftir að eldi er hafið.

Botndýralíf í Berufirði hefur áður verið rannsakað (Þorleifur Eiríksson og Böðvar Þórisson 2004; Þorleifur Eiríksson o.fl. 2007; Erlín Emma Jóhannsdóttir o.fl. 2012; Erlín Emma Jóhannsdóttir og Christian Gallo 2016; Þorleifur Eiríksson og Guðmundur Víðir Helgason 2018; Þorleifur Eiríksson o.fl. 2017; Þorleifur Eiríksson o.fl. 2019).



Mynd 1-1. Berufjörður og fyrirhugað eldissvæði, Gautavík.

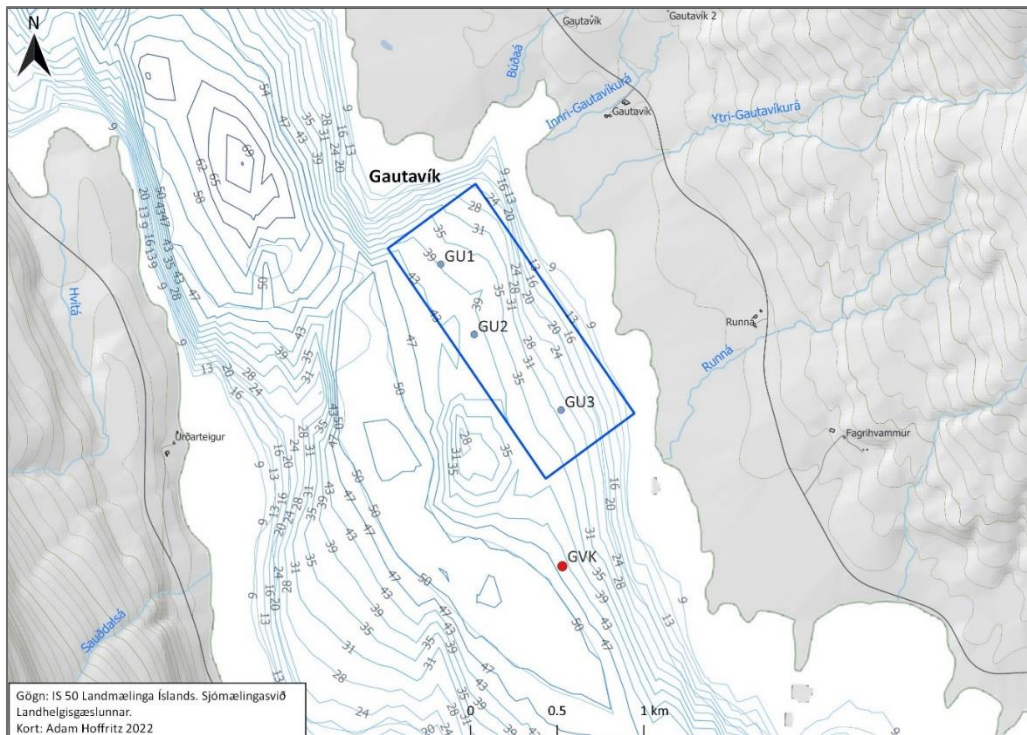
2. Aðferðir

2.1. Botnsýnataka

Sýni voru tekin á þremur stöðvum á fyrirhuguðu svæði auk viðmiðunarstöðvar (tafla 2-1, mynd 2-1).

Tafla 2-1. Staðsetning sýnatökustöðva

Stöðvar	Norðurhnit	Vesturhnit
GU 1	64°43.538	14°21.821
GU 2	64°43.313	14°21.616
GU 3	64°43.059	14°21.027
GVK	64°24.575	14°21.101



Mynd 2-1. Sýnatökustaðir á fyrirhuguðu sjókvíeldissvæði í Gautavík.

Við botnsýnatökur var notuð Van Veen botngreip með flatarmálið 250 cm² (sjá mynd 2-2). Sýnum var komið fyrir í 5 l 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 mm sigti. Ef sýnið var stórt var því skipt niður í hæfileg hlutsýni.



Mynd 2-2. Lokuð Van Veen greip til vinstri og opin greip með sýni til hægri.

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

2.2. Mælingar

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

Eftirfarandi einkennum yfirborðs var lýst: Þéttleika og grófleika yfirborðs, lit, hvort það sæjust gasbólur, hvort það sæist bakteríuskán eða fóðurkögglar.

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 sýni var greint heildar kolefni (TOC), heildar köfnunarefni (TN) og heildar fosfór (TP).

2.4. Kornastærð

Sérstök greip var tekin fyrir kornastærð. Kornastærðarsýni voru skoðuð og greind hjá Þekkingarsetri Suðurnesja.

2.5. Vatnssýnataka

Vatnssýni voru tekin á fyrirhuguðum eldissvæðum ásamt viðmiðunarstöð. Sýni voru tekin með vatnssýnataka 50 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).

2.6. Fuglar

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

2.7. Mat á fjölbreytni

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

3. Niðurstöður

Niðurstöður eru settar fram í töflum og myndum.

Lýsing á botngerð er í töflu 3-1 en þar er dýpi, botngerð, litur, lykt, gasbólur, bakteríuskán og fóðurköggjar.

Tafla 3-1. Lýsing á botngerð.

Gautavík	Dýpi (m)	Botngerð	Litur	Lykt	Gasbólur	Bakteríu- skán	Fóður- köggjar
GV1	41,1	Leðja	Grábrúnn	Engin	Engar	Engin	Engir
GV2	45	Leðja	Dökk grá brúnn	Engin	Engar	Engin	Engir
GV3	32,4	Leðja	Grár	Engin	Engar	Engin	Engir
GV4	47,4	Leðja	Grádökkur	Engin	Engar	Engin	Engir

Niðurstöður kornastærðarmælinga eru settar fram í töflu 3-2.

Tafla 2-2. Niðurstöður kornastærðarmælinga

Sýni	GV-1	GV-2	GV-3	GV-Control
Blautþyngd	300	300	300	300

Sigti mm	Niðurstaða í grömmum (g)			
4	0	0,07	1,581	0,119
2	0,165	0,08	0,165	0,114
1	0,105	0,1	0,175	0,09
0,5	0,087	0,08	0,2	0,063
0,25	0,11	0,11	0,325	0,135
0,125	0,25	0,41	0,573	0,501
0,063	6,66	12,34	9,08	16,28
<0,063	124,41	125,67	132,73	131,55
Heildarþyngd	131,787	138,86	144,829	148,852

Sigti mm	Niðurstaða í prósentum (%)			
4	0,000	0,050	1,092	0,080
2	0,125	0,058	0,114	0,077
1	0,080	0,072	0,121	0,060
0,5	0,066	0,058	0,138	0,042
0,25	0,083	0,079	0,224	0,091
0,125	0,190	0,295	0,396	0,337
0,063	5,054	8,887	6,269	10,937
<0,063	94,402	90,501	91,646	88,376

Set í Gautavík er mjög fínkornótt (tafla 2).

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

Tafla 3-3. Hiti, pH og ORP á mismunandi stöðvum.

Einstigi	Hiti	pH-gildi	ORP-gildi
GV1	4,1	7,87	-16
GV2	4,1	7,75	-55
GV3	4,1	7,7	-129
GVC	3,8	7,70	-95

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

Tafla 3-4. Efnamælingar úr seti.

Sýni	TOC	TN	C/N	P-tot	P-tot
	% í þe	% í þe	hlutfall	mg/kg-þe	% í þe
GV1	1,53	0,190	8,07	1475,5	0,148
GV2	1,43	0,180	7,93	1357,9	0,136
GV3	1,56	0,190	8,23	1434,1	0,143
GVC	1,57	0,196	8,00	1480,7	0,148

Niðurstöður efnamælinga í seti sýna lítið magn af kolefni (TOC), nitur (TN) og fosfór (P-tot). Í töflu 3-5 eru niðurstöður mælinga á efnainnihaldi vatns; magni niturs (TN) og fosfats (TP).

Tafla 3-5. Efnainnihald í vatni.

Sjósýni				
Svæði	Stöð/Sýni	TP	TOC	TNb (TN)
		[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]
Gautavík	GV	0,019	0,57	0,115
	GVC	0,020	0,61	0,100

Mæligildi á næringarefnum í vatnsbolnum eru lág (Tafla 3-5). Í töflu 3-6. eru niðurstöður greininga á botndýrum á mismunandi stöðvum.

Tafla 3-6. Tegundir og fjöldi botndýra sem fundust eftir stöðvum í Gautavík.

	Tegund / hópur	Stöð 1	Stöð 2	Stöð 3	Stöð 4
	Nemertea				
	Nemertea	2,0		1,8	1,3
	Sipuncula				
	Sipuncula				0,4
	Bivalvia				
	Carditida				
	Astartidae				
	Astarte sulcata			0,9	
	Tellinidae				
	Macoma calcarea	2,7	1,3	1,8	1,3
	Nuculanida				
	Nuculanidae				
	Nuculana pernula		3,3	1,3	0,9
	Yoldiidae				
	Yoldia hyperborea	0,3	1,3	1,8	1,8
	Nuculida				
	Nuculidae				
	Ennucula tenuis	14,0	11,3	28,9	23,1
	Semelidae				

		Abra nitida			0,4	
		Hiatellidae				
		Thyasira flexuosa	3,0	8,0	7,1	5,8
		Polychaeta				
		Polychaeta	1,0	2,0	3,1	0,9
		Sedentaria				
		Sabellidae				
		Sabellidae	2,3	3,3	5,3	8,9
		Euchone sp	2,7	10,7	16,0	5,8
		Euchone papilosa				3,1
		Serpulidae				
		Spirorbis sp			3,1	
		Terebellida				
		Terebellidae				
		Terebellidae	0,7		0,4	0,4
		Sternaspidae				
		Sternaspis scutata	2,7	1,3		8,0
		Oweniidae				
		Oweniidae		1,3	0,9	1,3
		Galathowenia oculata	3,0	13,0	16,4	20,0
		Owenia fusiformis		0,7		0,9
		Trichobranchidae				
		Terebellides stroemi		0,3	1,8	
		Ampharetidae				
		Ampharetidae		1,0		
		Ampharete sp		0,7		
		Sabellides sp	0,7	0,7	6,7	
		Melinnidae				
		Melinna cristata	0,7			
		Cirratulidae				
		Chaetozone setosa	2,0	1,0	0,4	2,2
		Spionida				
		Spionidae				
		Spionidae	1,3	2,7		3,1
		Prionospio steenstrupi	31,0	31,3	41,7	44,9
		Scolecida				
		Maldanidae				
		Maldanidae			0,4	
		Maldane sarsi			2,2	
		Levinsenia gracilis		0,7		
		Nicomache lumbricalis				0,4
		Paraonidae				
		Paraonidae				0,4
		Orbiniidae				
		Scoloplos armiger		0,3		0,9

	Opheliidae				
	Ophelina acuminata		0,7		0,4
	Cossuridae				
	Cossura pygodactylata	1,3	2,0	8,4	5,3
	Scalibregmatidae				
	Scalibregma sp			1,3	
	Scalibregma inflatum			1,3	
	Eunicida				
	Lumbrineridae				
	Lumbrinereis sp	0,7		3,1	
	Lumbrinereis fragilis			0,4	
	Dorvilleidae				
	Parougia nigridentata	0,7	0,7	1,3	1,3
	Errantia				
	Phyllodocida				
	Phyllodocidae				
	Phyllodocidae	0,7		0,4	4,4
	Phyllodoce maculata			1,3	
	Eteone longa	13,3	9,0	9,3	10,7
	Hesionidae				
	Hesionidae	0,7		2,2	0,4
	Microphthalmus aberrans	0,7			
	Nephtyidae				
	Nephtys sp	0,3	1,3	3,1	0,9
	Polynoidae				
	Pholoe sp.	1,3	4,3	4,4	7,1
	Crustacea				
	Copepoda				
	Harpacticoidae				
	Harpacticoidae		1,3		0,4
	Ostracoda				
	Ostracoda	4,3	17,7	39,5	19,6
	Tanaidacea				
	Tanaidacea		0,7		0,4
	Leptognathiidae				
	Leptognathia sp		0,3		
	Cumacea				
	Leuconidae				
	Leucon sp	1,3			
	Isopoda				
	Janiridae				
	Jaera sp		0,7		
	Amphipoda				
	Oedicerotidae				

		Oedicerotidae				1,3
		Monoculodes sp				0,4
Echinodermata						
	Asteroidea					
		Asterinidae	0,3		0,3	
	Fjöldi tegunda/hópa					
			28	32	35	35
	Fjöldi einstaklinga					
			96	135	219	189

Niðurstöður sýna talsverðan fjölda tegunda hryggleysingja á botni, eða 28-35 tegundir eða hópa, á mismunandi sýnatökustöðvum í Gautavík, sem tilheyra: Samlokum (Bivalvia), burstaormum (Polychaeta) og krabbadýrum (Crustacea).

Af samlokum (Bivalvia) var mest af gljáhnytlu (*Ennucula tenuis*), en þrjár aðra tegundir voru líka á öllum svæðum; trönuskel (*Nuculana pernula*), hallloka (*Macoma calcarea*) og kolkuskel (*Yoldia hyperborea*).

Tegundir burstaorma eru ríkjandi og eru sumar tegundir á öllum stöðvum, bæði af flokki setorma (Sedentaria); *Euchone* sp, leirglyrnu (*Galathowenia oculata*), Nikkubendil (*Chaetozone setosa*), *Prionospio steenstrupi*, langbráð (*Cossura pygodactylata*) og *Parougia nigridentata*, en einnig af flokki farorma (Errantia): Leirulaufa (*Eteone longa*), *Nephtys* sp, *Pholoe* sp., sem eru rándýr.

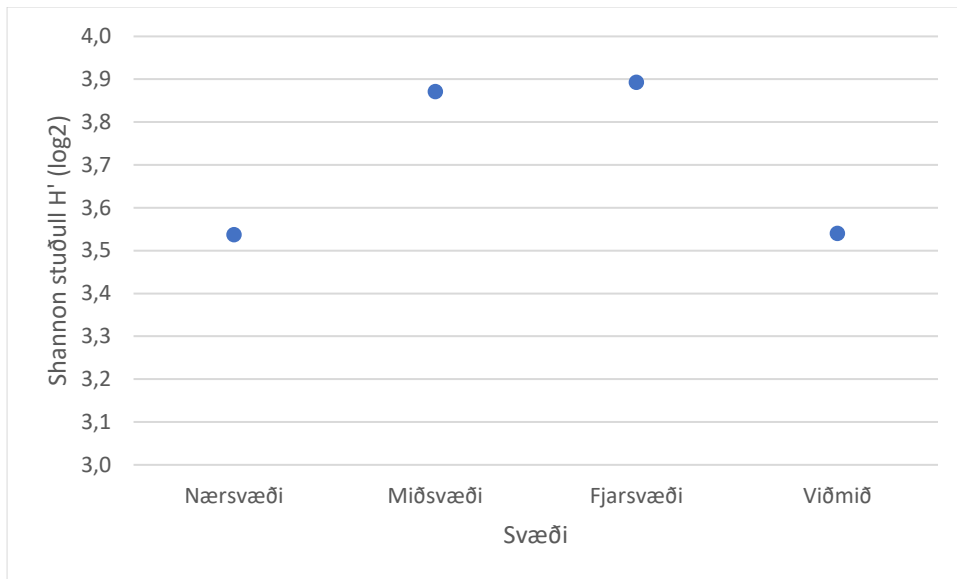
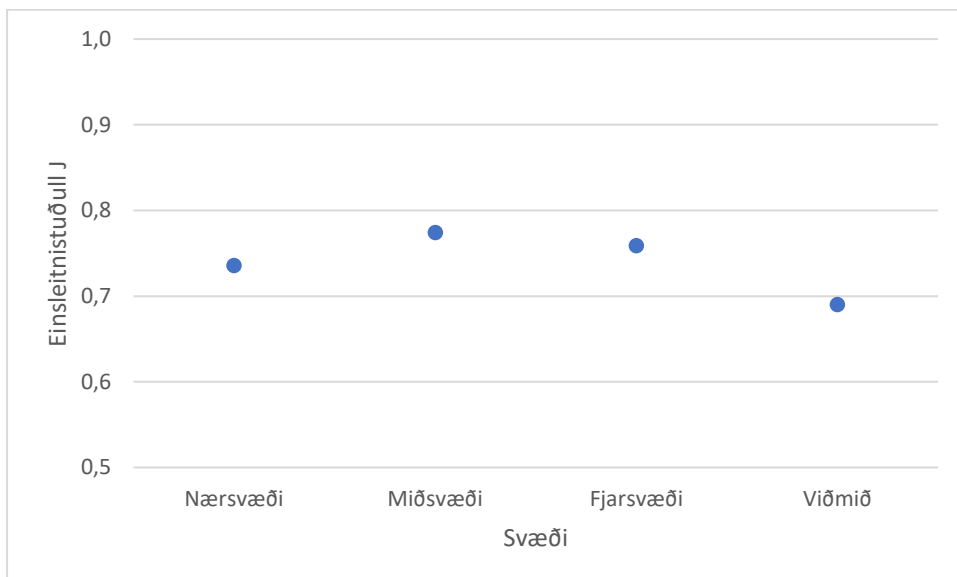
Krabbadýrin voru af þremur ættbálkum: Jafnfætlur (Isopoda), marflær (Amphipoda) og pungrækjur (Cumacea) (tafla 3-6).

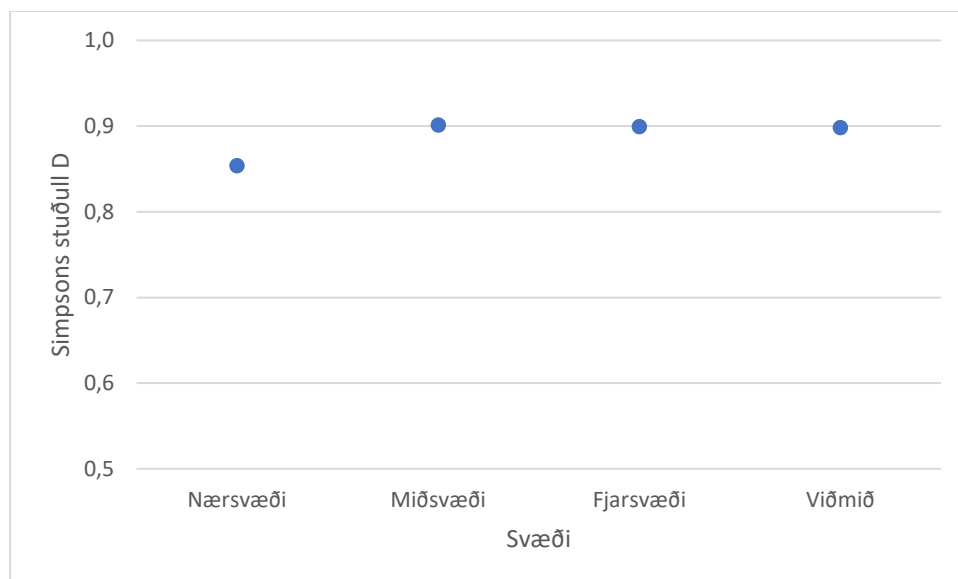
Tafla 3-7 sýnir stuðlana sem reiknaðir voru fyrir botndýrasamfélög í Gautavík: fjölbreytnistuðullinn Shannon H', einsleitnistuðullinn J' og fjölbreytnistuðullinn Simpsons D.

Tafla 3-7. Fjölbreytnistuðlar fyrir mismunandi stöðvar.

	H' (ln)	H' (log2)	H' (log10)	J'	D
Nærsvæði	2,4520	3,5374	1,0649	0,7358	0,8540
Miðsvæði	2,6831	3,8709	1,1653	0,7742	0,9012
Fjarsvæði	2,6981	3,8925	1,1718	0,7589	0,8993
Viðmið	2,4540	3,5404	1,0658	0,6902	0,8984

Á mynd 3-1, mynd 3-2 og mynd 3-3 eru sýndir fjölbreytnistuðlar fyrir botndýrasamfélög á mismunandi svæðum.

Mynd 3-1. Fjölbreytnistuðullinn Shannon H' á mismunandi svæðum.Mynd 3-2. Einsleitnistuðullinn J' á mismunandi svæðum.



Mynd 3-3. Fjölbreytnistuðullinn Simpsons D á mismunandi svæðum.

Tegundafjölbreytni, Shannon H' og Simpsons D er mikil og einsleitni J' milli tegunda einnig frekar há (tafla 3-7).

3.1. Fuglar

Veður á sýnatökustað var slæmt og var fuglaeftirlit af þeim sökum ekki marktækt.

4. Umræður

Botndýrasamfélög eru fjölbreytt í Gautavík og í samræmi við það sem mátti búast við á leðjubotni eins og búast má við miðað við fyrri rannsóknir í Berufirði (Þorleifur Eiríksson og Böðvar Þórisson 2004; Þorleifur Eiríksson o.fl. 2007; Erlín Emma Jóhannsdóttir o.fl. 2012; Erlín Emma Jóhannsdóttir og Christian Gallo 2016; Þorleifur Eiríksson og Guðmundur Víðir Helgason 2018; Þorleifur Eiríksson o.fl. 2017; Þorleifur Eiríksson o.fl. 2019).

Tegundafjölbreytni H' er mikil og einsleitni J' milli tegunda einnig frekar há (Tafla 3-7).

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).

Mæligildi fyrir oxunargildi (Redox, ORP) eru lægri en búast mætti við miðað við svæði sem ekki hefur verið í notkun fyrir fiskeldi og mikilvægt að taka tillit til þess við vöktun.

Ekki verður séð að neitt mæli á móti því að sjókvíar verði staðsettar á þessum svæðum og þessi rannsókn er góð undirstaða undir komandi vöktun.

5. Þakkir

Sigurður Ívar Jónsson vann við sýni og flokkun.

6. Heimildir

Erlín Emma Jóhannsdóttir og Cristian Gallo. 2016. Botndýrarannsóknir og efnagreiningar á sjó og seti vegna fiskeldis í Berufirði 2015. Náttúrustofa Austurlands. NA-160162.

Erlín Emma Jóhannsdóttir, Þorleifur Eiríksson og Böðvar Þórisson. 2012. Botndýrarannsóknir vegna fiskeldis í Berufirði 2011. Náttúrustofa Austurlands og Náttúrustofa Vestfjarða. NA-120115, NV nr. 1-12.

Gharibi, Arastou. 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.

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 strandsjavarvatnshlota/ Quality Elements and Reference Conditions of Coastal Water Bodies. Hafrannsóknastofnun ISSN 2298-9137. HV 2019-53.

Þorleifur Eiríksson og Böðvar Þórisson. 2004. Botndýr í Berufirði og Fáskrúðsfirði. Náttúrustofa Vestfjarða, NV nr. 09-04.

Þorleifur Eiríksson, Böðvar Þórisson & Gunnar Steinn Gunnarsson. 2007. Botndýrarannsóknir vegna fiskeldis í Berufirði. Náttúrustofa Vestfjarða. NV nr. 5-07, 20 bls.

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

Þorleifur Eiríksson og Guðmundur Víðir Helgason. 2018. Hryggleysingjar á botni Berufjarðar. RORUM 2018 002.

Thorleifur Eiríksson, Leon Moodley Guðmundur Víðir Helgason, Kristján Lilliendahl, Halldór Pálmar Halldórsson, Shaw Bamber, Gunnar Steinn Jónsson, Jónatan Thórdarson and Thorleifur Águstsson .2017. Estimate of organic load from aquaculture - a way to increased sustainability. RORUM 2017 011.

Þorleifur Eiríksson, Leon Moodley, Guðmundur Víðir Helgason, Halldór Pálmar Halldórsson, Silvia Hidalgo Martinez, Diana Vasquez Cardenas, Þorgerður Þorleifsdóttir, Jónatan Þórðarson, Þorleifur Ágústsson. 2019. Niðurbrot lífræns efnis undir sjókvíum. Aukinn skilningur á hvíld. RORUM 2019 007.

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