



NÁTTÚRUSTOFA  
VESTFJARÐA

Aðalstræti 12  
415 Bolungarvík  
[nave@nave.is](mailto:nave@nave.is)


## Grunnathugun fiskeldissvæðis við Ytra Kofradýpi

Unnið fyrir Háafell

Cristian Gallo

Janúar 2024

NV nr. 1-24

 <b>NÁTTÚRUSTOFA VESTFJARÐA</b>		<b>Dagsetning mán/ár:</b> Janúar 2024
		<b>Dreifing:</b> <input type="checkbox"/> Opin <input type="checkbox"/> Lokuð til: <input checked="" type="checkbox"/> Háð leyfi verkkaupa
<b>Skýrsla nr:</b> NV nr. 1-24	<b>Verknúmer:</b> 639	
<b>Heiti skýrslu:</b> Grunnathugun fiskeldissvæðis við Ytra Kofradýpi		<b>Blaðsíður:</b> 23
		<b>Fjöldi tafla:</b> 7
<b>Höfundur:</b> Cristian Gallo		<b>Fjöldi mynd:</b> 7
		<b>Fjöldi viðauka:</b> 4
<b>Unnið fyrir:</b> Háafell hf.		<b>Gerð skýrslu/Verkstig:</b> Lokaeintak
<b>Útdráttur:</b> <p>Grunnathugun á botngerð og lífríki botns nýs fiskeldissvæðis við Ytra Kofradýpi í Ísafjarðardjúpi fór fram 7. júní 2023. Framkvæmd sýnatökunnar var gerð samkvæmt ISO 12878 staðlinum. Niðurstöður benda til að botninn undir og í nágrenni kvíanna sé mjúkur sjávarbotn. Mælingar á setinu sýndu að hitastig botnsins var um 4,8 °C, afoxunarmáttur (Eh) var yfir 250 mV og sýrustig (pH) var um 7,1. Við Ytri Kofradýpi voru botndýrasamfélögin álíka á milli stöðva tekin við kví og í straumstefna frá kví. A.m.k. 83 dýrategundir eða hópar fundust á svæðinu. Fjöldi hópa/tegunda á stöð var frá 29 til 48. Fjöldi dýra á stöðvum var milli 2,3 og 5,7 þúsund dýr á m<sup>2</sup>. Fjölbreytileikinn H'(log<sub>e</sub>) var að meðaltali 3,1. NQI1 var að meðaltali 0,67. Burstaormar, þráðormar og samlokur voru algengustu hóparnir. Algengustu tegundirnar voru burstaormar eins og <i>Euchone cf incolor</i>, <i>Sternaspis sp.</i>, <i>Prionospio steenstrupi</i> og <i>Maldane sarsi</i> og samlokurnar hrukkubúlða og gljáhnytla. Bray-Curtis skyldleika próf sýnir að um 75% skyldleiki sé milli stöðvanna sem teknar voru við kví og þeim sem voru í straumstefnu frá kvíunum. Niðurstöður NQI1 sýna að ástand botnsins sé mjög gott samkvæmt íslensku viðmiðunargildi. Mom B samkvæmt NS staðlinum sýnir að heildar einkunn svæðisins sé mjög góð.</p>		
<b>Lykilorð íslensk:</b> Grunnathugun, fiskeldi, botndýr, burstaormar, fjölbreytileiki, afoxunarmætti, NQI1 stuðull, MomB		<b>Lykilorð ensk:</b> Baseline monitoring, mariculture, benthos, polychaeta, diversity, redox, NQI1 index, MomB

**EFNISYFIRLIT**

INNGANGUR .....	4
AÐFERÐIR .....	4
Sýnataka .....	4
Úrvinnsla.....	5
Mat á fjölbreytni og skyldleika .....	5
NIÐURSTÖÐUR .....	7
Staðsetning og einkenni sýnatökustöðva.....	7
Redox og pH mælingar .....	8
Botndýralíf.....	8
Fjölbreytileiki .....	9
Skyldleika próf.....	11
Mom B próf .....	12
UMRÆÐUR .....	14
HEIMILDIR.....	15
VIÐAUKI I. ....	17
VIÐAUKI II. ....	18
VIÐAUKI III. ....	21
VIÐAUKI IV. ....	23

## INNGANGUR

Háafell hf. óskaði eftir því að Náttúrustofa Vestfjarða (Nave) framkvæmdi grunnathugun á fiskeldissvæði fyrirtækisins við Ytra-Kofradýpi í Ísafjarðardjúpi. Markmið þessarar sýnatöku var að kanna ástand botnsins áður en fyrirtækið setti út lax í maí 2023. Athugunin er liður í vöktun áhrifa fiskeldis Háafells hf. á botndýralífi samkvæmt starfsleyfi fyrirtækisins (Umhverfisstofnun 2021) og vöktunaráætlun þess fyrir tímabilið 2020-2025 (Cristian Gallo og Margrét Thorsteinsson 2020).

Á fiskeldissvæðinu við Ytra-Kofradýpi eru 10 kvíar sem hver um sig er 51 m að þvermáli eða 160 m að ummáli.

Árið 2022 var gerð athugun á straumi við fiskeldissvæðið og straumstefnan mæld á 15 m dýpi (Vegard H. og Anne T.A. 2022).

## AÐFERÐIR

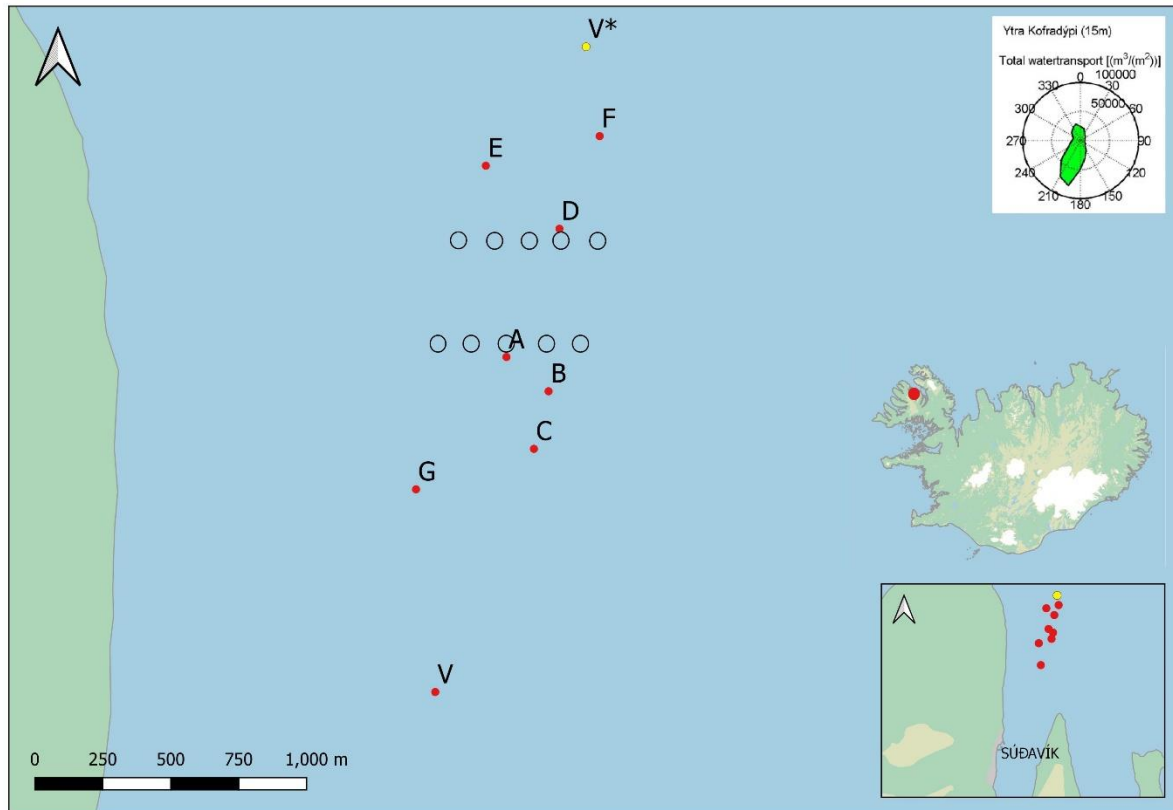
### Sýnataka

Botnsýnataka fór fram þann 7. júní 2023 samkvæmt ISO 12878 staðlinum. Notuð var 250 cm<sup>2</sup> Van Veen greip sem látin var síga niður á botn og hífð upp með spili (koppi). Sýni taldist nothæft ef greipin var lokuð þegar hún kom upp og set í greipinni.

Tekin voru 23 dýrasýni á 8 stöðvum, 3 sýni á hverri stöð nema á stöð D þar sem náðust einungis 2 sýni. Stöðvar voru teknar við kvíar (stöðvar A og D), 100 m (stöð B), 300 m (stöð C) og 600 m (stöð G) frá kvíum undan straumstefnu. Til viðbótar var tekin stöð 150 m og 500 m andstreymis frá kvíunum (stöðvar E og F). Áætlað var að taka viðmiðunarstöð (stöð V\*) utar í firðinum andstreymis við kvíarnar. Ekki náðist að taka sýni á þeim stað, svo viðmiðunarstöðin var tekin innar í firðinum, undan straumstefnu en í um 1 km fjarlægð frá kvíunum (kort 1). Hver stöð var hnitsett (brot úr mínútum, *e. decimal minutes*) og dýpi skráð (tafla 1).

Öllum sýnunum var lýst með tilliti til setgerðar (t.d. leir eða sandur), litar og lyktar og hvort lífverur eða skeljabrot sáust greinilega. Afoxunarmáttur (redox potential) var mældur með Orion 9678BNWP í efstu 2 cm sýna og hiti skráður (skekjumörk tækis eru 60 mV). Sýrustig (pH) var einnig mælt í efstu 2 cm sýna með Aqua Pro 9156APWP. Eitt efnasýni var auk þess tekið á hverri stöð og sýnin geymd í frysti ef nánari mælingar yrðu nauðsynlegar.

Öll botndýrasýni voru sigtuð varlega í rennandi sjóvatni í 0,5 mm (500  $\mu$ m) sigti strax í sýnatöku. Það sem eftir sat í sigtinu var varðveitt í formalíni (8-10%) og boraxi bætt út í til að sporna við niðurbroti skelja skeldýra.



Kort 1. Staðsetning sýnatökustöðva og viðmiðunarstöðvar á fyrirhuguðu fiskeldissvæði við Ytra Kofradýpi ásamt mynd af straumstefnu. Kortagerð: HBA/Nave©2024.

## Úrvinnsla

Formalíni var hellt af sýnunum eftir nokkra daga og alkóhól (70%) sett í staðinn. Dýrin voru síðan flokkuð úr heildarsýni undir víðsjá, Leica MZ 6 og/eða MZ 12, þau greind í tegundir eða hópa eins og kostur gafst með hjálp greiningarlykla og að lokum talin.

## Mat á fjölbreytni og skyldleika

Fjölbreytni botndýrasamfélaga var metin með Margalef (d) og Shannon-Wiener (H') fjölbreytileika stuðlum og einsleitni metin með jafnræðisstuðli Pielou (Grey o.fl. 1992, Brage og Thélin 1993). Skyldleiki milli stöðva var reiknaður með Bray-Curtis skyldleika prófi. PRIMER

6 forritið var notað við útreikningana (Clarke og Warwick 2001). Þá var einnig reiknaður AMBI líffræðistuðull með hugbúnaði sem finna má á vefsíðuni [www.azti.es](http://www.azti.es).

Azti's Marine Biotic Index (AMBI) er líffræðistuðull sem þróaður hefur verið fyrir botndýr sem finna má í mjúkum botni í ósum og strandsvæðum víðsvegar um Evrópu (Borja o.fl. 2000, 2006) og er oft notaður við umhverfismat í sátt við „The Water Framework Directive (WFD)“. AMBI stuðullinn flokkar tegundir í vistkerfis hópa og raðar þeim svo eftir hversu viðkvæmar þær eru fyrir raski í vistflokka I til V. Flokkunin er á semi-megindlegum skala og eru vistkerfis flokkarnir með lægra númer náttúrulegri og viðkvæmari fyrir raski (mynd 1).



Mynd 1: Vistflokkar notaðir til útreikninga á AMBI stuðli.

AMBI stuðullinn er síðan byggður á fjöldahlutfalli einstakra vistkerfishópa samkvæmt eftirfarandi formúlu:  $AMBI\ index = \{(0 \times \% GI) + (1,5 \times \% GII) + (3 \times \% GIII) + (4,5 \times GIV) + (6 \times GV)\} / 100$

Niðurstöður þessarar greiningar gefa vísbendingu um gæði botns, því hærri sem gildin eru því mengaðari/raskaðari er sýnatöku svæðið (0 = ómengað; 6 = mjög mengað; 7 = án lífs).

NQI 1 stuðullinn var líka reiknaður en hann er tengdur AMBI stuðlinum. Af þeim stuðlum sem í boði eru þóttu Pamela Woods og félögum hann vera sá stuðull sem virkaði best í íslenskri náttúru (Pamela Woods o.fl. 2021). Ástand botnsins var þá metið viðmiðunargildi samkvæmt nýrri skýrslu Hafrannsóknastofnunar (Rakel Guðmundsdóttir og fl. 2022) þar sem Ísafjarðardjúp er flokkað sem/í vatnshlotagerð CS 2152 (mynd 2).

Ástand botnsins var líka metið með aðferðafræði MomB samkvæmt NS 9410-2016 staðlinum.

Vatnshlotagerð	Lýsing	Norwegian Quality Index 1 (NQI1)			
		Viðmiðunargildi	Mjög gott	Gott	Ekki viðunandi
Opið norður/austur (CN1152)	Strandsjór norðanlands og austan þar sem strönd er opin fyrir öldu	1	1- 0,65	<0,65-0,53	<0,53
Skjólsælt norður/austur (CN1352) *	Strandsjór norðanlands og austan þar sem strönd er skjólsæl	1	1-0,65	<0,65-0,53	<0,53
Opið suður/vestur (CS2152)	Strandsjór sunnanlands og vestan þar sem strönd er opin fyrir öldu	1	1-0,58	<0,58-0,45	<0,45
Skjólsælt suður/vestur (CS2352) *	Strandsjór sunnanlands og vestan þar sem strönd er skjólsæl	1	1-0,58	<0,58-0,45	<0,45

\* Vegna vöntunar á gögnum um hryggleysingja úr skjólsælum vatnshlotum eru ástandsflokkar fyrir þau sömu og skilgreindir eru fyrir vatnshlot sem eru opin fyrir öldu innan viðkomandi vistsvæðis. Því þarf að taka þeim með fyrirvara um breytingar selinna meir.

Mynd 2. Viðmiðunargildi og mörk ástandsflökka fyrir botnlæga hryggleysingja (botndýr) á mjúkum botni í standsjó við Ísland, tekið beint frá Rakel Guðmundsdóttir og fl. 2022.

## NIÐURSTÖÐUR

### Staðsetning og einkenni sýnatökustöðva

Staðsetning sýnatökustöðva og lýsingar sýna má finna í töflu 1. Dýpi undir kvíum er um 60 m. Flest sýnin voru dæmigerð mjúk botnsýni með grárri leðju sem blönduð var sandi með litlum skeljabrotum (mynd 7 í viðauka I). Á tveimur stöðvum, stöð E og F voru sýnin grófari með sand, steinum og skeljabrotum (mynd 7 í viðauka I). Burstaormar og samlokur voru sýnileg í flestum sýnanna. Engrar brennisteins lyktar var vart af sýnunum.

Tafla 1. Staðsetning og lýsing á stöðvum við Ytra Kofradýpi í Ísafjarðardjúpi.

Stöð	Hnit (ISN93)	Dýpi (m)	Fjarlægð frá kví (m)	Fjöldi sýna	Lýsing
A	321012 625269	60	0	3	Grá leðja
B	321167 625143	61	100	3	Grá leðja. Lítil skeljabrot
C	321113 624931	60	300	3	Grá leðja/sandur
D	321207 625741	60	0	2	Grá leðja/sandur
E	320936 625973	58	150	3	Grár sandur, steinar og skeljabrot
F	321355 626082	70	500	3	Grár sandur, steinar og skeljabrot
G	320679 624782	59	500	3	Grá leðja. Lítil skeljabrot
V	320750 624036	58	1000	3	Grá leðja. Lítil skeljabrot
V*	321305 626411	70	750	0	

## Redox og pH mælingar

Eins og lýst var að ofan voru tekin tvö til þrjú sýni á hverri stöð og í hverju þeirra voru gerðar mælingar á hitastigi, afoxunarmætti (Eh) og sýrustigi (ph). Fyrir hverja stöð var reiknað meðaltal þessara þriggja mælinga og má sjá þær niðurstöður í töflu 2.

Hitastig stöðvanna var á bilinu 4,6- 5,1 °C, Eh var á bilinu 220- 300 mV og pH var á bilinu 7,0 -7,2.

Mælda gildið fyrir afoxunarmátt var líka umreiknað yfir í Eh<sub>SHE</sub>. Til þess er notuð tala (Reference potential) sem tengist hitastigi sýnisins og fylgir með tækinu (Thermo Fisher Scientific inc. 2007). Útreikningurinn er gerður á eftirfarandi hátt (Hargrave o.fl. 2008):

$$Eh_{SHE} = E_{mælt} + E_{ref.pot}$$

Tafla 2. Meðaltal tveggja eða þriggja mælinga á hita, afoxunarmætti (redox) Eh og Eh SHE, og pH í sýnum hveirrar stöðvar.

Stöð	Hiti (°C)	Redox Eh (mV)	Redox EhSHE (mV)	pH
A	4,6	300±60	518±60	7,1
B	4,7	252±60	470±60	7,1
C	4,9	223±60	441±60	7,0
D	4,8	275±60	493±60	7,1
E	5,0	260±60	478±60	7,2
F	5,1	268±60	486±60	7,1
G	4,9	245±60	463±60	7,2
V	5,0	220±60	438±60	7,0

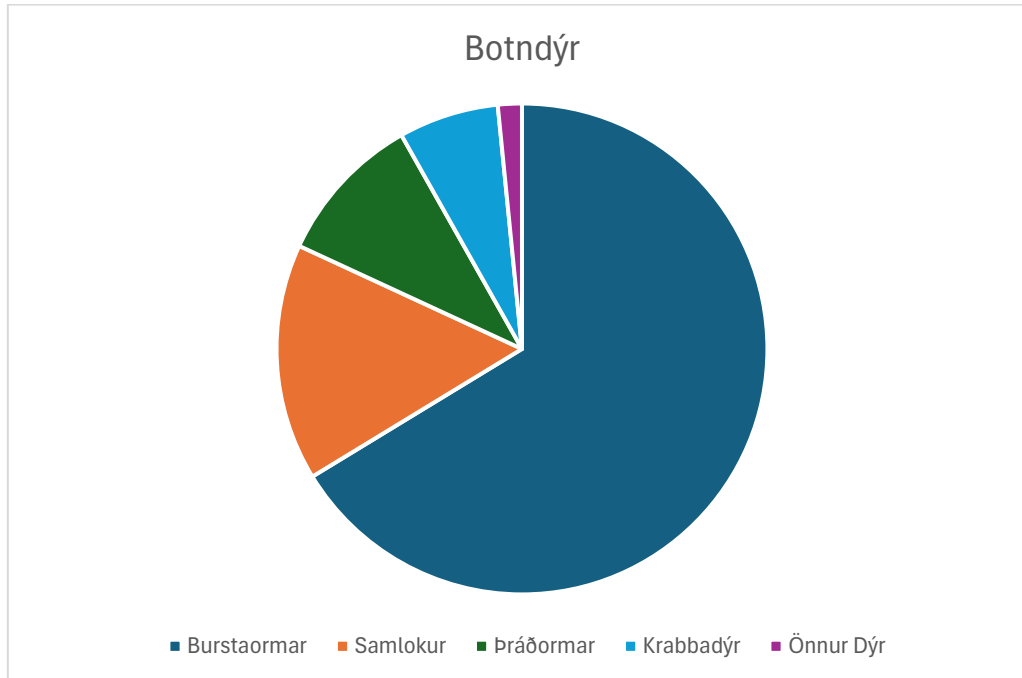
## Botndýralíf

Niðurstöður greininga á botndýralífi eftir stöðvum má sjá í viðauka II.

Botndýrasamfélög við Ytra Kofradýpi voru álíka á milli stöðva ef frátaldar eru stöðvar E og F sem voru líkari hvor annarri. Burstaormar (Polychaeta) voru algengasti hópurinn með a.m.k 47 flokkunareiningar (taxa). Lindýr voru næst í fjölda en þau voru nær 100% samlokur (Bivalvia) með 12 flokkunareiningar. Þráðormar (Nematoda) fundust á öllum stöðvum. Marflær (Amphipoda) og pungrækjur (Cumacea) fundust en voru ekki algengar og voru settar saman í



hópin „Krabbadýr“. Ánar (*Oligochaeta*), ranaormar (*Nemertea*), maðkamóðir (*Priapulus caudatus*), sæbelgir (*Sipunculidae*), hyrnar (*Antalis entalis* cf), krossfiskar (*Ctenodiscus crispatus*) og sæfíflar (*Tealia felina* cf) voru flokkaðir saman sem „Önnur Dýr“ á mynd 3.



Mynd 3. Hlutfall algengustu dýrahópa við Ytra Kofradýpi.

Algengasta dýrið var burstaormurinn *Euchone cf incolor* með að meðaltali um 327 einstaklinga á fermetra (einst./m<sup>2</sup>). Aðrir algengir burstaormar voru í röð eftir fjölda *Sternaspis sp.* (252 einst./m<sup>2</sup>), *Prionospio steenstrupi* (197 einst./m<sup>2</sup>) og *Maldane sarsi* (182 einst./m<sup>2</sup>).

Af samlokum var *Ennucula tenuis* (gljáhnytla) mest áberandi með um 297 einst./m<sup>2</sup> og svo *Thyasira sp.* (að öllum líkindum hrukkubúlða) með um 98 einst. /m<sup>2</sup>.

### Fjölbreytileiki

Fjöldi hópa/tegunda (S) á stöð var frá 29 til 48. Fæst dýrin voru á stöð D þar sem einungis 2 dýrasýni voru tekin. Fjöldi dýra (N) á stöðvum var milli 2,3 og 5,7 þúsund dýr á m<sup>2</sup>.

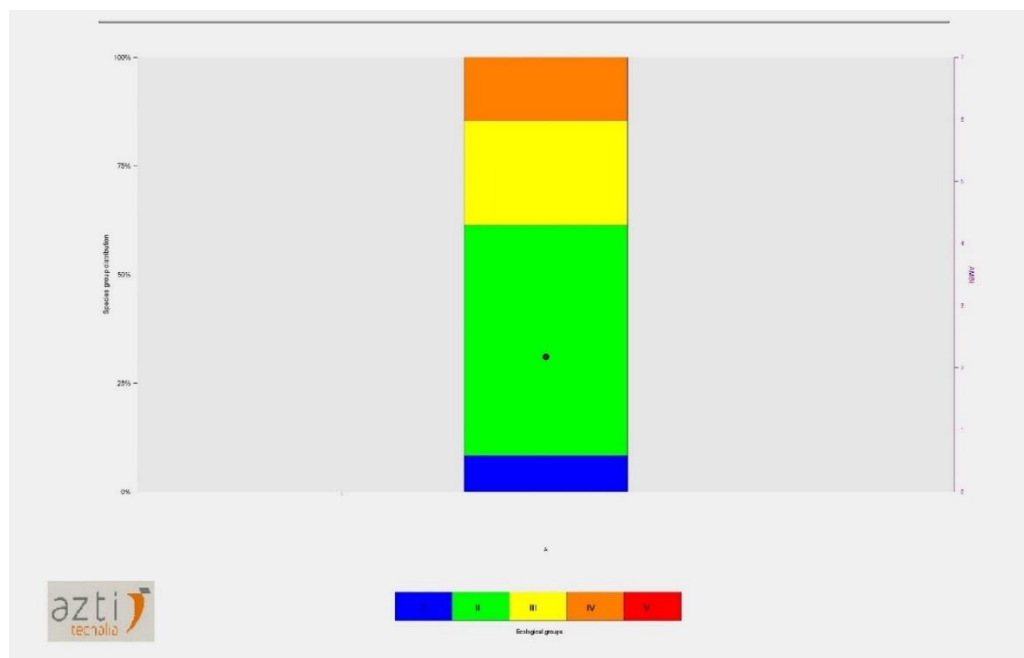
Einsleitnin (J') var svipuð á milli stöðva eða milli 0,79 og 0,88. Fjölbreytileikinn H'(log<sub>e</sub>) var milli 2,94 og 3,34. Margalef fjölbreytileikastuðullinn (d) var milli 3,57 og 5,79. AMBI líffræðistuðullinn milli 1,97 og 2,49 og NQ11 milli 0,62 og 0,70 (tafla 3).

Gögnin sem notuð voru fyrir þessa útreikninga eru þau sömu og finna má í viðauka III með þeim undantekningum að þráðormar (nematoda) voru ekki höfðmeð í útreikningunum að venju. Auk þess voru nokkrar tegundir sameinaðar í næstu flokkunareiningu (genus eða ætt).

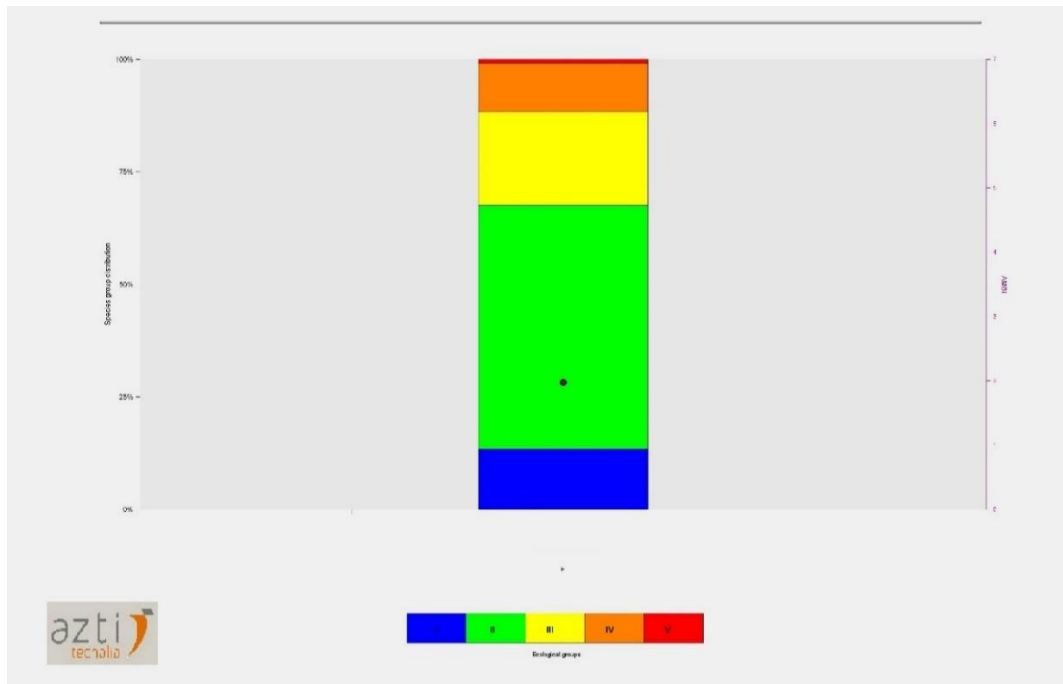
Tafla 3. Fjöldi hópa/tegunda (S), fjöldi dýra (N), jafnræðisstuðull Pileou ( $J'$ ), Shannon-Wiener ( $H'$ ) fjölbreytileikastuðull, Margalef (d) fjölbreytileikastuðull, AMBI og NQI1 líffræðistuðlar. Útreikningarnir eru byggðir á niðurstöðum eftir sigtun með 0,5 mm sigti.

Stöðvar	S	N	$J'$	$H'$ (log <sub>e</sub> )	d	AMBI	NQI1
A	44	3080	0,81	3,05	5,35	2,17	0,68
B	36	2600	0,83	2,98	4,45	2,28	0,66
C	40	2333	0,82	3,03	5,03	2,34	0,67
D	29	2520	0,84	2,83	3,57	2,49	0,62
E	42	3093	0,79	2,94	5,10	1,97	0,69
F	47	2813	0,86	3,33	5,79	1,97	0,70
G	45	3467	0,88	3,34	5,40	2,16	0,68
V	48	5773	0,84	3,26	5,43	2,28	0,67

Á mynd 4 og 5 má sjá hlutfallslegan fjölda dýra, í vistgerðarflokkunum fimm (I-V) samkvæmt AMBI stuðlinum, á stöðvum A og E.



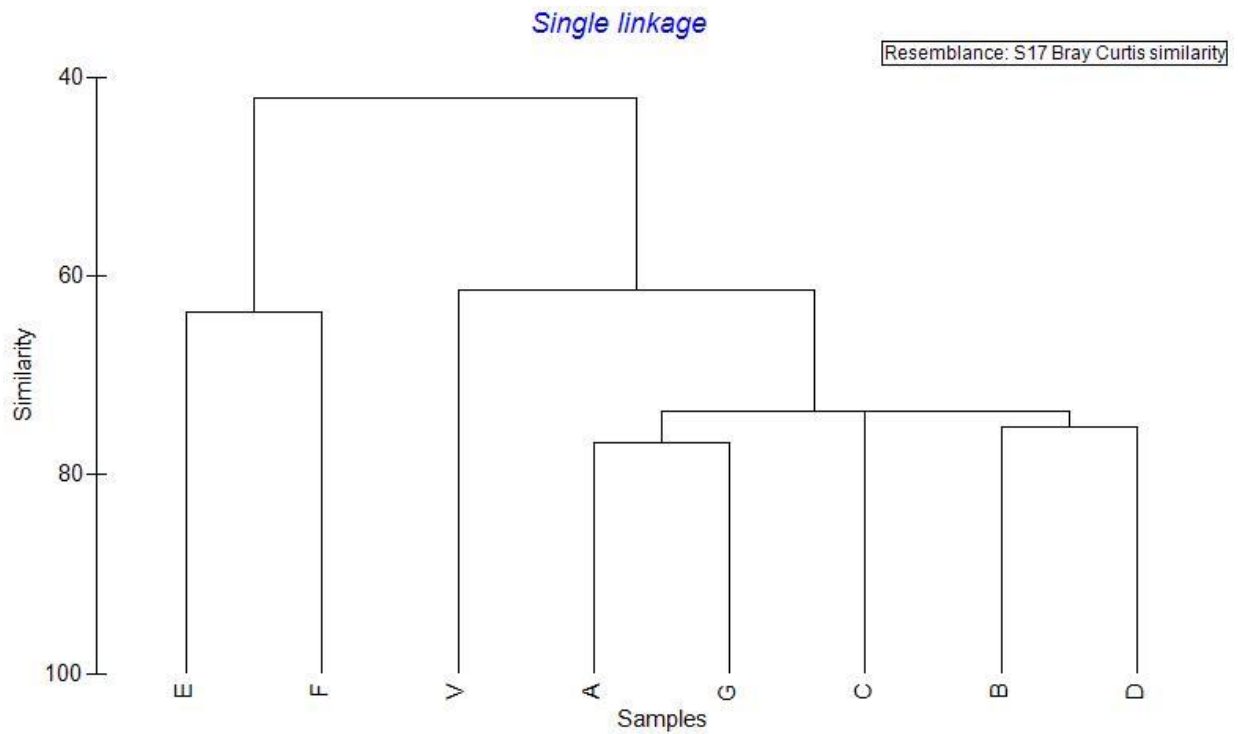
Mynd 4. Hlutfallslegur fjöldi dýra í hinum fimm (I-V) vistgerðarflokkum AMBI í sýnum sem tekin voru á stöð A við kvíar.



Mynd 5. Hlutfallslegur fjöldi dýra í hinum fimm (I-V) vistgerðarflokkum AMBI í sýnum sem tekin voru á stöð E sem staðsett er 150 m andstreymis frá kvíum.

### Skuldleika próf

Niðurstöður Bray-Curtis skyldleika prófs sýna að um 75% skyldleiki er milli stöðvanna A, B, C, D og G. Þá er um 60% skyldleiki milli þessara stöðva og viðmiðunarstöðvar V. Stöðvar E og F sýna um 60% skyldleika sín á milli en einungis um 40% skyldleika við hinar stöðvarnar (mynd 6).



Mynd 6. Niðurstöður Bray-Curtis skyldleika prófs milli stöðva.

### Mom B próf

B1 form (proveskema) fyrir mom B samkvæmt NS staðlinum er í töflu 4. Niðurstöður sýna að heildar einkun svæðisins við grunnathugun var 1 = mjög góð (NS 9410:2016). Form 2 fyrir mom B má finna í viðauka IV.

Tafla 4. Form B1 fyrir mom B samkvæmt NS staðlinum vegna grunnathugunar við Ytra Kofradýpi.

Fyrirtæki: Háafell

Gátlisti B.1

Dags.:7.6.2023

Staðsetning: Ytra Kofradýpi grunnathugun

Gr.	Breyta	Stig	Númer sýnis										stuðull	
			A	B	C	D	E	F	G	V				
Botngerð: Mjúk (M), Hörð (H)			M	M	M	M	M	M	M	M	M			
I	Dýr	Já=0, Nei=1	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0,0
			Á											
II	pH	Mælt gildi	7,1	7,1	7,0	7,1	7,2	7,1	7,2	7,0				
	Eh (mV)	Mælt gildi	300	252	223	275	260	268	245	220				
		Með viðm.gildi*	515	467	438	490	475	483	460	435				
	pH/Eh	skv. mynd D.1**	0	0	0	0	0	0	0	0				0,0
Hiti í seti °C			4,6	4,7	4,9	4,8	5,0	5,1	4,9	5,0				
Ástand sýnis:			1	1	1	1	1	1	1	1				
Ástand flokks II:			1	Hiti buffera (°C)					Hiti í sjó (°C)					
				pH í sjó : 7,9					Eh í sjó: *Viðm. gildi = 218					
III	Gasbólur	Já = 4												
		Nei = 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
	Litur	Ljós/grá = 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
		Brúnt/svart = 2												
	Lykt	Engin = 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
		Vottur = 2												
		Sterk = 4												
	Áferð	Þétt=0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
		Mjúk=2												
		Laus = 4												
	Rúmmál greipar	< 1/4 = 0												
		1/4 - 3/4 = 1												
> 3/4 = 2		2	2	2	2	2	2	2	2	2				
Þykkt grots	0 cm - 2 cm = 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
	2 cm-8 cm = 1													
	> 8 cm = 2													
Samtals =			2	2	2	2	2	2	2	2				
Gildi margfaldað með 0,22			0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44			0,4	
Ástand sýnis			1	1	1	1	1	1	1	1				
Ástand flokks III			1											
Meðaltal flokka II og III			0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22			0,2
Ástand sýna			1	1	1	1	1	1	1	1				
pH/Eh	Leiðréttingar summa	stuðull	Meðaltal	Flokkur I: tilvist dýra										
				Hlutfall sýna					Einkunn					
	< 1,1	1	> 50% sýna með dýr					Ásættanlegt: Á						
	1,1-<2,1	2	< 50% sýna án dýra					Óásættanlegt: Ó						
2,1-<3,1	3													
≥3			4											
HEILDAR EINKUNN SVÆÐIS												1		

\*Thermo Fisher Scientific inc. (2007). User guide, Redox/ORP electrodes.

Skoðað þann 10.maí 2018 á slóð <https://tools.thermofisher.com/content/sfs/manuals/D15841~.pdf>

\*\*Standard Norge (2016). Miljøovervåking av bunnpåvirkning fra marine akvakulturanlegg

(Environmental monitoring of benthic impact from marine fish farms). NS 9410:2016).

## UMRÆÐUR

Þessi grunnathugun lýsir einkennum botnsets og samsetningu botndýrasamfélaga á fiskeldissvæði við Ytra Kofradýpi í Ísafjarðardjúpi. Niðurstöðurnar verða grunnur til samanburðar í umhverfisvöktun á áhrifum fiskeldis á svæðið.

Botninn undir og í nágrenni kvíanna þar sem sýni voru tekin var mjúkur sjávarbotn.

Afoxunarmáttur í efstu 2 cm setsins mældist um 250 mV. Þessar mælingar eru í samræmi við niðurstöður athugana sem gerðar voru af Hafrannsóknarstofnun í Ísafjarðardjúpi á árunum 2018 og 2019. Í þeim athugunum var afoxunarmáttur að meðaltali 203,9 á 1 cm dýpi sets en 122,6 á 2 cm dýpi. Sýrustig var um 7,1 en í fyrrnefndri rannsókn Hafrannsóknarstofnunar mældist það um 7,55 á yfirborði setsins og 7,43 á 2 cm dýpi (Rakel Guðmundsdóttir o.fl. 2020).

Botndýrasamfélagið var fjölbreytilegt eins og sjá má af niðurstöðum Margalef og Shannon-Wiener fjölbreytileikastuðulsins eða um 3,1 þegar tekið er meðaltal stöðvanna. Skyldleiki milli stöðva var misjafn eða um 75% fyrir stöðvar við kví og í straumstefnu frá kvíunum. Algengustu tegundirnar voru burstaormar eins og *Euchone cf. incolor*, *Sternaspis sp.*, *Prionospio steenstrupi* og *Maldane sarsi* og samlokurnar hrukkubúlða og gljáhnyla. Útbreiðsla þeirra smádýrategunda sem fundust í þessari athugun er ekki þekkt en flestar þeirra eru taldar vera algengar um allt land.

Niðurstöður AMBI stuðulsins benda til að botninn sýni lítilsháttar röskun (*slightly disturbed*) sem er einkennilegt þar sem svæðið hefur aldrei verið notað sem fiskeldissvæði auk þess sem enginn bær er í nágrenni þess. Ástæður þessa má að mestu rekja til þess að flestar tegundirnar, flokkast í vistflokk II en stór hluti flokkast einnig í vistflokk III og IV.

Niðurstöður NQI1 sýna að ástand botnsins sé mjög gott samkvæmt íslensku viðmiðunargildi.

Heildar einkunn svæðisins samkvæmt Mom B var 1 eða mjög góð.

## HEIMILDIR

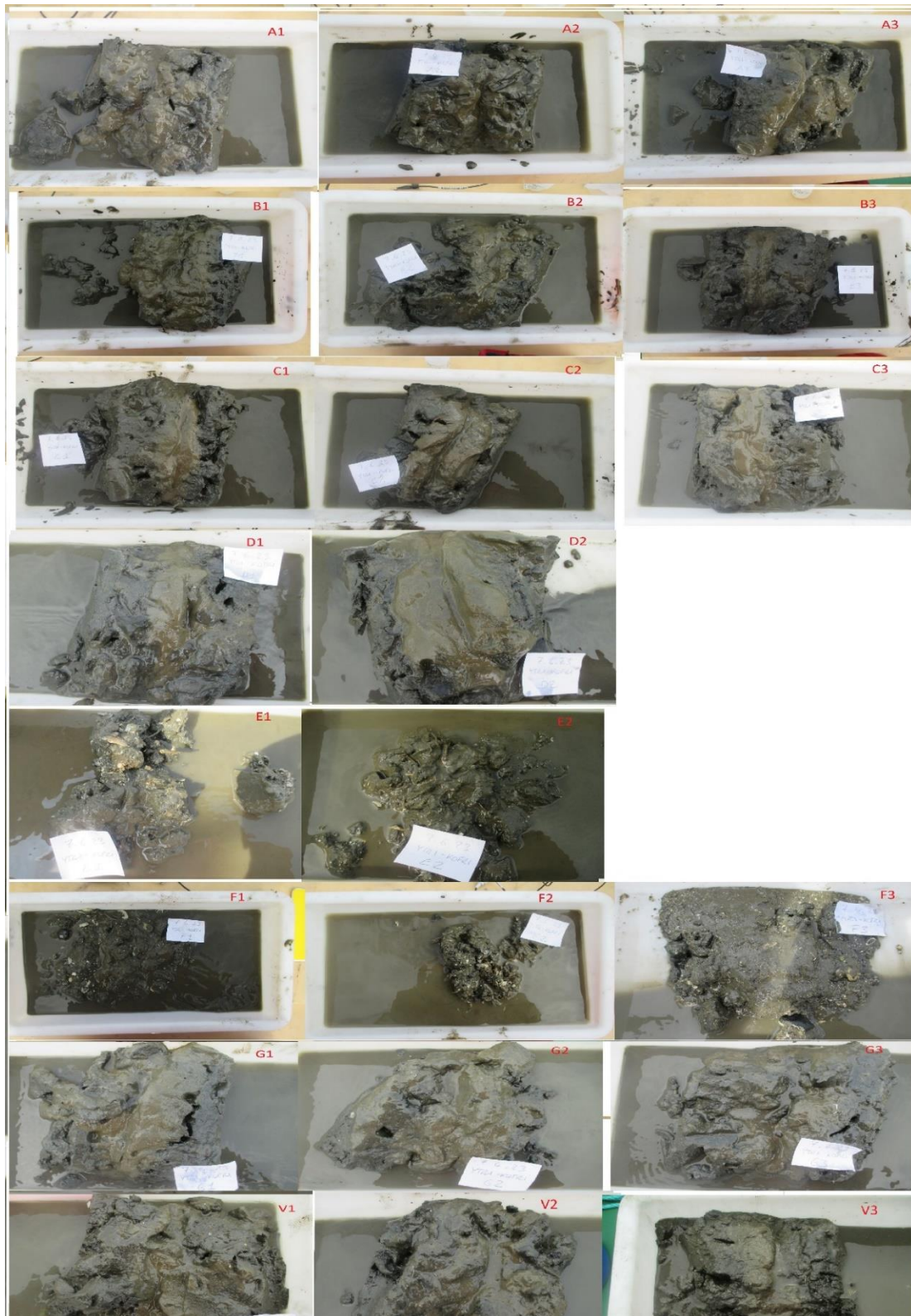
- Borja, A', Franco, J., Perez, V., 2000. *A marine biotic index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments*. Marine Pollution Bulletin 40, 1100-1114.
- Borja, A', Josefsen, A.B., Miles, A., Muxika, I., Olsgard, F., Phillips, G., Rodríguez, J.G., Rygg, B., 2006. *An approach to the intercalibration of benthic ecological status assessment in the north Atlantic ecoregion, according to the European Water Framework Directive*. Marine Pollution Bulletin.
- Brage, R og I. Thélín, 1993. Klassifisering av miljøkvalitet I fjorder og kystfarvann. Virkningar av organiske stoffer. Statens forurensingstilsyn (SFT).
- Clarke, K.R. and R.M Warwick, 2001. Change in marine communities: An approach to statistical analysis and interpretation. Primer-E Ltd.
- Cristian Gallo og Margrét Thorsteinsson, 2020. Vöktunaráætlun fyrir sjókvíældi Háafells ehf. í Ísafjarðardjúpi fyrir árin 2020-2025. Unnið fyrir Háafell ehf. NV nr. 1-20. Bolungarvík: Náttúrustofa Vestfjarða.
- 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.
- Hargrave, B. T., M. Holmer, C.P. Newcombe, 2008. Towards a classification of organic enrichment in marine sediments based on biogeochemical indicators. Elsevier. Marine Pollution Bulletin 56: 810-824.
- NS 9410:2016. Miljøovervåking av bunnpåvirkning fra marine akvakulturanlegg. Environmental monitoring of benthic impact from marine fish farms. Norsk Standard, ICS 13.020.40:65.150.

- Pamela Woods, Ólafsdóttir S.H., Guðmundsdóttir R., 2021. Exploration of Benthic Invertebrate Diversity Indices and Ecological Quality Ratios for defining ecological status of coastal marine waters according to the Water Framework Directive (2000/60/EC). HV 2021-05
- Pearson TH., Rosenberg R., 1978. Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. *Oceanogr Mar Biol Annu Rev* 16: 229-311.
- Rakel Guðmundsdóttir, Sólveig R. Ólafsdóttir, Hjalti Karlsson og Stefán Áki Ragnarsson, 2020. Umhverfisáhrif sjókvíaeldis - Mælingar á efnaferlum í seti íslenskra fjarða. Hafrannsóknastofnun. HV 2020-42
- Rakel Guðmundsdóttir, Sólveig R. Ólafsdóttir, Steinunn Hilma Ólafsdóttir, Pamela Woods, Lilja Gunnarsdóttir, Karl Gunnarsson, Kristinn Guðmundsson og Eydís Salome Eiríksdóttir, 2022. Vistfræðileg viðmið við ástandsflokkun strandsjávar. Hafrannsóknastofnun. HV 2022-39.
- Thermo Fisher Scientific, 2007. User Guide. Redox/ORP Electrodes.
- Umhverfisstofnun, 2021. Starfsleyfi fyrir kvíaeldisstöð. Umhverfisstofnun. Sótt á vef þann 11.6.2021 af slóð: [https://www.ust.is/library/sida/atvinnulif/starfsleyfi-og-eftirlitsskyrslur/02\\_Starfsleyfi%20H%c3%a1afells%20ehf.%20%c3%8dsafjar%c3%b0ardj%c3%bapi\\_undirrita%c3%b0.pdf](https://www.ust.is/library/sida/atvinnulif/starfsleyfi-og-eftirlitsskyrslur/02_Starfsleyfi%20H%c3%a1afells%20ehf.%20%c3%8dsafjar%c3%b0ardj%c3%bapi_undirrita%c3%b0.pdf)
- Vegard Holen, Anne Tårånd Aasen, 2022. Site survey with ocean wave modelling for Ytra Kofradýpi, 2022. Akvaplan-niva AS Report: 2022 63212.02. Unnið fyrir Háafell ehf. Tromsø



**VIÐAUKI I.**

Mynd 7. Sýni sem tekin voru við grunnathugun fiskeldissvæðis við Ytra Kofradýpi. Myndirnar voru teknar af sýnunum þegar þau voru losuð úr greipinni fyrir sigtun.



## VIÐAUKI II.

Tafla 5. Niðurstöður greininga á botndýralífi á stöðvum teknum við Ytra Kofradýpi í Ísafjarðardjúpi. Taflan sýnir meðalfjölda ólíkra dýrahópa á m<sup>2</sup> hvarrar stöðvar (sbr. tafla 1).

Hópur/Ætt/tegund	Íslensk heiti	Stöð							
		A	B	C	D	E	F	G	V
<b>Polychaeta</b>	Burstaormar								
Ampharetidae						13	13	13	27
<i>Amphicteis midas</i>						13			
<i>Brada villosa</i>	Leðjubrati					13			
<i>Capitella capitata</i>									13
<i>Chaetozone setosa</i>		90	53	120	120	147	80	133	133
<i>Cossura pygodactylata</i>		80		13	100		13	93	627
<i>Eteone longa</i>	Leirulaufi					40			120
<i>Eteone sp.</i>		20	27	40			13	53	80
<i>Euchone analis cf</i>				13					
<i>Euchone cf incolor</i>		520	187	347	340		27	293	840
<i>Euchone papillosa</i>		50						13	
<i>Euchone sp.</i>			160		200				
<i>Exogone cf hebes</i>						80		80	
<i>Exogone sp.</i>		40	13	53	40	133	120	40	147
<i>Galathowenia oculata</i>		10	53	27		40	40	40	27
<i>Glycera sp.</i>						13			
<i>Goniada sp.</i>		50					27	53	40
Hesionidae									13
<i>Lagis koreni</i>							13		27
<i>Lanassa nordenskioldi</i>		10							
<i>Lanassa sp.</i>		70	27	67	40		27	133	107
<i>Lanassa venusta</i>		20	27					13	27
<i>Laonice bahusiensis</i>							13		
<i>Levinsenia gracilis</i>		20	40	27	40	13	27	53	173
Lumbrineridae			13	40					
<i>Lumbrineris sp.</i>		60	13	27	40	53	53	80	80
<i>Maldane sarsi</i>		10				907	507	13	13
<i>Mediomastus fragilis</i>			13			27	13		40
<i>Mediomastus/Heteromastus sp.</i>		30			20	13			
<i>Melinna cristata</i>			13	13				13	13
<i>Microphthalmus sp.</i>									13
<i>Mystides borealis</i>			13		20				
<i>Nephtys cf pente</i>								13	
<i>Nephtys sp.</i>		40		13	40		67	27	53
<i>Nicomache lumbricalis</i>		10				27			
<i>Nicomache sp.</i>			13			13	27	13	
<i>Notomastus latericeus cf</i>							27		
<i>Owenia fusiformis</i>		10		13		67	40	80	173

<i>Parougia nigridentata cf</i>		10		40				40	67
<i>Petaloproctus borealis cf</i>							13		
<i>Pherusa falcata</i>		20	27		20		53	53	
<i>Pholoe sp.</i>		20	13	27	20		27	53	173
Phyllodocidae					20				
<i>Polydora/Pseudopolydora sp.</i>		10							
Polynoidae							13		
<i>Praxillella praetermissa</i>		110	93	147	120	120	107	120	40
<i>Praxillella sp.</i>		30	40		20	93	27	53	80
<i>Prionospio cirrifera</i>		10		40	20				
<i>Prionospio sp.</i>		70		13					53
<i>Prionospio steenstrupi</i>		170	267	173	320	187	67	240	40
<i>Rhodine gracilior</i>						67	80		27
<i>Rhodine sp.</i>		10				27	13	27	27
<i>Sabellides borealis cf</i>			27		20				
<i>Scoletoma fragilis</i>				13		27	40		
<i>Scoloplos armiger</i>	Roðamaðkur	50	147	53	80	147	240	53	80
Sphaerodoridae			13		20	13		27	53
<i>Sphaerodoropsis minuta</i>									27
<i>Sphaerodoropsis sp.</i>				13			53		
<i>Spio goniocephala</i>				27				27	27
<i>Spio sp.</i>		10	27		20	27		53	27
<i>Sternaspis sp.</i>		370	333	187	260	13		373	440
Syllidae		50		13		93	67	53	40
Terebellidae			27		20	27	27		27
<i>Axionice maculata</i>							13		
<i>Terebellides sp.</i>		100				13		40	
<i>Terebellides stroemii</i>		70	67	13		13	93	187	173
<b>Bivalvia</b>	Samlokur								
<i>Abra nitida</i>	Lýsuskel	50	27	40	40	13	27	27	27
<i>Abra sp.</i>			13			27		27	40
<i>Arctica islandica</i>	Kúfiskel	20		13					
<i>Astarte crenata</i>	Færiskel	10	13					13	
<i>Astarte sulcata</i>	Sauðaskel			13		53	107		
<i>Crenella decussata</i>	Auðnuskel					80	27		
<i>Crenella sp.</i>						27	27		
<i>Ennucula tenuis</i>	Gljáhnytla	360	453	400	340	27	40	267	480
<i>Macoma calcarea</i>	Halloka	10							27
<i>Musculus discors</i>	Silkihadda					13			
<i>Mya truncata</i>	Smyrslingur					13			
<i>Nuculana pernula</i>	Trönuskel	10				27	27		13
<i>Nuculana sp.</i>		10	53	27		40	93	40	27
<i>Parvicardium minimum cf</i>	Grýtuskel					13		13	
<i>Thyasira sp.</i>	Hrukkubúlta	80	40	80	40	53	93	93	293

<i>Yoldia hyperborea</i>	Kolkuskel		40					13	27
<b>Scaphopoda</b>	Hyrnar								
<i>Antalis entalis cf</i>							13		13
<b>Crustacea</b>	Krabbadýr								
<b>Amphipoda</b>	Marflær								
<i>Ampelisca cf anomala</i>									13
<i>Ampelisca sp.</i>		10				13	13		
<i>Caprella septentrionalis</i>				13					
Lysianassidae				13				53	
<i>Monoculodes sp.</i>			13					27	40
Oedicerodidae		40	27	13	20		40	27	
Photidae		70							
<i>Pseudalibrottes littoralis</i>		20						13	80
<b>Cumacea</b>	Pungrækjur								
<i>Brachydiastylis resima</i>		10			20	27			
<i>Diastylis sp.</i>		10							
<i>Eudorella emarginata</i>						13			
<i>Eudorella sp.</i>			27					13	27
<i>Leucon nasicooides</i>		70							
<i>Leucon sp.</i>		30	80	67	100	53	13	147	53
<b>Copepoda</b>	Krabbaflær	20	53	27				13	160
<i>Philomedes globosum</i>							13		
<b>Tanaidacea</b>	Þvengflær					13		13	213
<b>Asteroidea</b>	Krossfiskar								
<i>Ctenodiscus crispatus</i>				13					
<b>Nematoda</b>	Þráðormar	440	347	320	260	293	120	587	427
<b>Nemertea</b>	Ranaormar			13					
<b>Oligochaeta</b>	Ánar			13		27	160		13
<b>Priapulida</b>	Bjúgormar								
<i>Priapulus caudatus</i>	Maðkamóðir					53	27		40
<b>Sipunculidae</b>	Sæbelgir			13		27		13	
<b>Actiniaria</b>	Sæfíflar								
<i>Tealia felina cf</i>							13		

## VIÐAUKI III.

Tafla 6. Niðurstöður greininga á botndýralífi á stöðvum teknum við Ytra Kofradýpi í Ísafjarðardjúpi. Taflan sýnir meðalfjölda ólíkra dýrahópa á m<sup>2</sup> hvernar stöðvar sem notaður var til útreikninga stuðla (sbr. tafla 1).

Hópur/Ætt/tegund	Stöð							
	A	B	C	D	E	F	G	V
<i>Abra nitida</i>	50	40	40	40	40	27	53	67
<i>Ampelisca</i> sp.	10				13	13		13
Ampharetidae					13	13	13	27
<i>Amphicteis midas</i>					13			
<i>Antalis entalis</i> cf						13		13
<i>Arctica islandica</i>	20		13					
<i>Astarte crenata</i>	10	13					13	
<i>Astarte sulcata</i>			13		53	107		
<i>Axionice maculata</i>						13		
<i>Brachydiastylis resima</i>	10			20	27			
<i>Brada villosa</i>					13			
<i>Capitella capitata</i>								13
<i>Caprella septentrionalis</i>			13					
<i>Chaetozone setosa</i>	90	53	120	120	147	80	133	133
<b>Copepoda</b>	20	53	27				13	160
<i>Cossura pygodactylata</i>	80	13	13	100		13	93	627
<i>Crenella decussata</i>					107	53		
<i>Ctenodiscus crispatus</i>			13					
<i>Diastylis</i> sp.	10							
<i>Ennucula tenuis</i>	360	453	400	340	27	40	267	480
<i>Eteone</i> sp.	20	27	40		40	13	53	200
<i>Euchone</i> cf <i>incolor</i>	520	187	347	340		27	293	840
<i>Euchone papillosa</i>	50	160	13	200			13	
<i>Eudorella</i> sp.		27			13		13	27
<i>Exogone</i> sp.	40	13	53	40	213	120	120	147
<i>Galathowenia oculata</i>	10	53	27		40	40	40	27
<i>Glycera</i> sp.					13			
<i>Goniada</i> sp.	50					27	53	40
Hesionidae								13
<i>Lagis koreni</i>						13		27
<i>Lanassa</i> sp.	100	53	67	40		27	147	133
<i>Laonice bahusiensis</i>						13		
<i>Leucon</i> sp.	100	80	67	100	53	13	147	53
<i>Levinsenia gracilis</i>	20	40	27	40	13	27	53	173
<i>Lumbrineris</i> sp.	60	27	67	40	53	53	80	80
Lysianassidae			13				53	
<i>Macoma calcarea</i>	10							27
<i>Maldane sarsi</i>	10				907	507	13	13
<i>Mediomastus fragilis</i>	30	13		20	40	13		40

<i>Melinna cristata</i>		13	13				13	13
<i>Microphthalmus sp.</i>								13
<i>Monoculodes sp.</i>		13					27	40
<i>Musculus discors</i>					13			
<i>Mya truncata</i>					13			
<i>Mystides borealis</i>		13		20				
<b>Nemertea</b>			13					
<i>Nephtys sp.</i>	40		13	40		67	40	53
<i>Nicomache lumbricalis</i>	10	13			40	27	13	
<i>Notomastus latericeus cf</i>						27		
<i>Nuculana sp.</i>	20	53	27		67	120	40	40
Oedicerodidae	40	27	13	20		40	27	0
<b>Oligochaeta</b>			13		27	160		13
<i>Owenia fusiformis</i>	10		13		67	40	80	173
<i>Parougia nigridentata cf</i>	10		40				40	67
<i>Parvicardium minimum</i>					13		13	
<i>Petaloproctus borealis cf</i>						13		
<i>Pherusa falcata</i>	20	27		20		53	53	
<i>Philomedes globosum</i>						13		
<i>Pholoe sp.</i>	20	13	27	20		27	53	173
Photidae	70							
Phyllodocidae				20				
<i>Polydora/Pseudopolydora sp.</i>	10							
Polynoidae						13		
<i>Praxillella praetermissa</i>	140	133	147	140	213	133	173	120
<i>Priapulus caudatus</i>					53	27		40
<i>Prionospio cirrifera</i>	10		40	20				
<i>Prionospio steenstrupi</i>	240	267	187	320	187	67	240	93
<i>Onisimus litoralis</i>	20						13	80
<i>Rhodine gracilior</i>	10				93	93	27	53
<i>Sabellides borealis cf</i>		27		20				
<i>Scoletoma fragilis</i>			13		27	40		
<i>Scoloplos armiger</i>	50	147	53	80	147	240	53	80
<b>Sipunculidae</b>			13		27		13	
<i>Sphaerodoropsis sp.</i>		13	13	20	13	53	27	80
<i>Spio sp.</i>	10	27	27	20	27		80	53
<i>Sternaspis sp.</i>	370	333	187	260	13		373	440
Syllidae	50		13		93	67	53	40
<b>Tanaidacea</b>					13	0	13	213
<i>Tealia felina cf</i>						13		
Terebellidae		27		20	27	27		27
<i>Terebellides stroemii</i>	170	67	13		27	93	227	173
<i>Thyasira sp.</i>	80	40	80	40	53	93	93	293
<i>Yoldia hyperborea</i>		40					13	27

**VIÐAUKI IV.****Tafla 7. B2 proveskema (Mom B próf samkvæmt NS 9410:2016 staðlinum).**

Fyrirtæki: Háfell Dags: 7.6.2023  
Ytri Kofradýpi grunnathugun

Upplýsingar frá sýnatökustað		Gátlisti B.2										
		Sýnatökustöðvar										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Sýnatökustöðvar		A	B	C	D	E	F	G	V			
Dýpi (m)		60	61	60	60	58	70	59	58			
Fjöldi sýna		3	3	3	2	3	3	3	3			
Loftbólur við sýnatöku		nei	nei	nei	nei	nei	nei	nei	nei			
Setgerð	Leir	x	x	x	x			x	x			
	Silt	x	x	x	x	x	x	x	x			
	Sandur					x	x					
	Möl					x	x					
Skeljasandur			x			x	x	x	x			
Grjótbötn												
Steinbötn												
Skrápdýr (fjöldi)												
Krabbadýr (fjöldi)		x	x				x	x				
Skeljar (fjöldi)		xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx				
Burstaormar (fjöldi)		xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx				
Önnur dýr (samtals fjöldi)												
Beggjatoa		nei	nei	nei	nei	nei	nei	nei				
Fóður leifar		nei	nei	nei	nei	nei	nei	nei				
Skítur		nei	nei	nei	nei	nei	nei	nei				
Athugasemdir												
* Heiti í GPS tæki												