



NÁTTÚRUSTOFA
VESTFJARÐA

Aðalstræti 12
415 Bolungarvík
nave@nave.is

MOM C

Seyðisfjörður 2025

Unnið fyrir Háafell

Cristian Gallo

Desember 2025

NV nr. 41-25

 NÁTTÚRUSTOFA VESTFJARÐA		Dagsetning mán/ár: Desember 2025
		Dreifing: ☐ Opin ☐ Lokuð til: ☒ Háð leyfi verkkaupa
Skýrsla nr: NV nr. 41-25	Verknúmer: 723	
Heiti skýrslu: MOM C - Seyðisfjörður 2025		Blaðsíður: 25
		Fjöldi tafla: 14
Höfundur: Cristian Gallo		Fjöldi viðauka: 4
Unnið fyrir: Háafell hf.		Gerð skýrslu/Verkstig: Lokaeintak
Útdráttur: Lokasýnataka (við hámarks lífmassa) fór fram 16. október 2025 í Seyðisfirði í Ísafjarðardjúpi. Sýnatakan var gerð samkvæmt NS 9410 og ISO 12878 stöðlunum. Við sniðumhverfisvöktun voru teknar 4 stöðvar með samtals 12 sýnum. Súrefnismælingar í vatnssúlunni voru framkvæmdar með STD/CTD SD204. Á stöðvum teknum á sniðum var sýrustig um 7,1 og E_{SHE} á bilinu -100 og -186 mV. TOC63 var milli 27,4 og 28,9 mg/gr. Fá dýr voru í dýrasýnum og fjölbreytni innan dýrasamfélagsins lítil. Samkvæmt viðmiðum fyrir TOC63 flokkast ástand sets við kvíar miðlungs. Á eldistímabilinu lækkuðu pH og redox og niðurstöður útreikninga á NQI1 líffræðistuðlinum voru lágar. Við samanburð botndýrasamfélaga milli grunnathugunar og lokasýnatöku sáust miklar breytingar á botndýrasamfélögum. Fækkun var bæði í fjölda tegunda og fjölda dýra hvernar tegundar. Þar sem súrefnismagn við botninn var 4,16 ml/l flokkast það sem gott ástand. Niðurstöðurnar athugana á botndýralífi benda því til að ástand þess hafi verið slæmt eftir fyrsta kynslóðatímann þrátt fyrir að mælingar á TOC gefi setinu miðlungs einkunn og súrefnismagn við botninn hafi talist gott.		
Lykilorð íslensk: fiskeldi, umhverfisvöktun, MomC, lokasýnataka, hámarks lífmassi, botndýr, fjölbreytileiki, TOC, afoxunarmætti, NQI1.		Lykilorð ensk: mariculture, environmental impact assessment, MomC, peak-biomass monitoring, benthos, animal diversity, TOC, redox, NQI1.

EFNISYFIRLIT

INNGANGUR	4
AÐFERÐIR.....	5
Sýnataka.....	5
Úrvinnsla	6
VIÐMIÐ	7
TOC₆₃ í seti.....	7
Mat á fjölbreytni og skyldleika	7
Mat á ástandi botndýrasamfélags á stöð B	8
Samanburður botndýrasamfélaga í grunnathugun og lokasýnatöku.....	9
Súrefnismælingar.....	10
NIÐURSTÖÐUR.....	10
Staðsetning og einkenni sýnatökustöðva.....	10
Redox, pH og TOC mælingar	10
Botndýralíf	11
Fjölbreytileiki.....	12
Mat á ástandi botndýrasamfélags á stöð B samkvæmt NS 9410 (norska) staðlinum	14
Samanburður grunnathugunar og lokasýnatöku.....	14
Súrefnismælingar.....	16
SAMANTEKT	17
HEIMILDIR.....	18
VIÐAUKI 1.....	21
VIÐAUKI 2.....	22
VIÐAUKI 3.....	23
VIÐAUKI 4.....	24

INNGANGUR

Háafell hf. óskaði eftir því að Náttúrustofa Vestfjarða framkvæmdi lokasýnatöku við lok eldistímabils (hámarks lífmassa) á fiskeldissvæði fyrirtækisins í Seyðisfirði í Ísafjarðardjúpi. Markmið sýnatökunnar var að kanna ástand botnsins þegar fyrsta eldistímabili fiskeldissvæðisins væri að ljúka en byrjað var að setja lax í kvíarnar í maí 2024. Athuginin er liður í vöktun áhrifa fiskeldis Háafells hf. á botnset og botndýralíf samkvæmt starfsleyfi fyrirtækisins (Umhverfisstofnun, 2020) og vöktunaráætlunar þess fyrir tímabilið 2020-2025 (Cristian Gallo og Margrét Thorsteinsson, 2020). Grunnathugun fyrir þetta svæði var framkvæmd árið 2024 (Cristian Gallo, 2025).

Á fiskeldissvæðinu í Seyðisfirði voru 4 kvíar. Hver kví var um 51 m að þvermáli eða 160 m að ummáli. Hámarks lífmassi var í kvíunum eða um 1.115.128 kg um það leyti er sýnatakan fór fram.

Lokasýnatakan er gerð samkvæmt NS 9410-2016 sem uppfyllir ISO 12878 staðalinn og felur í sér bæði nærumhverfisvöktun (Mom B) og sniðumhverfisvöktun (Mom C). Sýnatökur fyrir bæði Mom B og C voru framkvæmdar á sama tíma og hafa niðurstöður nærumhverfisvöktunarinnar verið birtar (Cristian Gallo, 2025b).

Í sniðumhverfisvöktuninni var ástand botnsins í nágrenni kvíanna metið eins og sagt var að ofan samkvæmt Mom C frá norska staðlinum (NS 9410-2016) en einnig með viðmiðum frá Stjórn Vatnamála. Athugasvæðið er kallað „Intermediate impact zone“, í ISO 12878 en við munum kalla það fjærsvæði.

Gerðar voru mælingar á hita, afoxunarmætti (redox potential), sýrustigi (pH) og heildar lífrænu kolefni (total organic carbon, TOC) auk þess sem dýrin sem fundust í sýnunum voru greind og fjöldi þeirra talinn. Út frá niðurstöðum greininga á botndýrum var fjölbreytni botndýrasamfélaga metin með fjölbreytileika-, einsleitni- og líffræði- stuðlum. Til viðbótar var súrefni mælt í vatnssúlunni í nágrenni kvía.

Í skýrslunni verða niðurstöður þessarar rannsóknar einnig bornar saman við niðurstöður grunnathugunarinnar (Cristian Gallo, 2025a) til að kanna áhrif eldisins á botndýrasamfélög.

AÐFERÐIR

Sýnataka

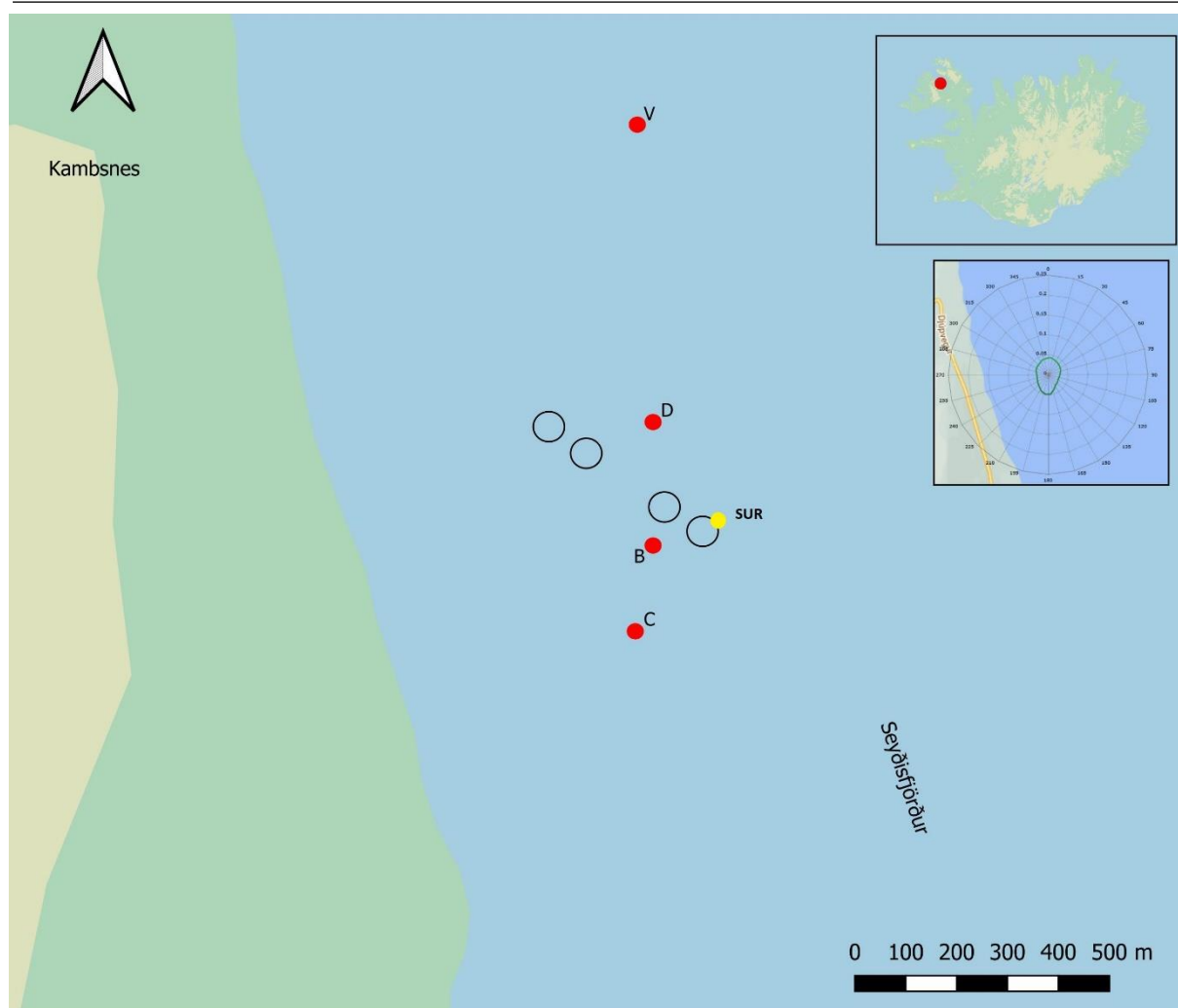
Botnsýnataka fór fram þann 16. október 2025. Notuð var 250 cm² Van Veen greip sem látin var síga niður á botn og hífð upp með spili (koppi). Sýni taldist nothæft ef greipin var lokuð þegar hún kom upp og set í greipinni.

Teknar voru 4 stöðvar (kort 1). Stöðvar B og C voru teknar á sniði út frá kvíasvæðinu, undan straumstefnu sem mæld var á 15 m dýpi (Jón Örn Pálsson, 2023). Staðsetning stöðvanna (B og C) var sú sama og í grunnathuguninni sem framkvæmd var árið 2024. Stöð B var tekin í um 50 m fjarlægð frá kvíum og stöð C í um 300 m fjarlægð. Stöð D var tekin andstreymis í um 100 m fjarlægð frá kvíunum. Viðmiðunarstöðin (stöð V) var svo tekin, eins og í grunnsýnatökunni, innar í firðinum í um 1 km fjarlægð frá kvíunum. Á öllum stöðvum voru teknar 4 dýrasýni eða samtals 0,1 m² á hverri stöð.

Öllum sýnunum var lýst með tilliti til setgerðar (t.d. leir eða sandur), litar og lyktar og hvort lífverur eða skeljabrot sáust greinilega. Í efstu 2 cm allra sýna var mældur hiti, afoxunarmáttur (redox potential) og sýrustig (pH). Afoxunarmáttur var mældur með YSI Pro10 sensor og sýrustig (pH) með Aqua Pro 9156APWP. Öll botndýrasýni voru sigtuð varlega í rennandi sjóvatni í 1 mm 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.

Eitt botnsýni til viðbótar var tekið á hverri stöð. Af yfirborði (um 2 cm) þessa botnsýnis voru teknar tvö u.þ.b. 100 ml setsýni. Annað setsýnanna var sent til Hafrannsóknastofnunar til mælinga á heildar lífrænu kolefni (TOC). Hitt setsýnið (kornasýni) var notað til að mæla hve stórt hlutfall setsins var með kornastærð minni en 63 µm og niðurstöður þeirra mælinga notaðar til að reikna TOC₆₃.

Súrefnismælingar í vatnssúlunni voru gerðar við kví 5 (sjá SUR á korti 1). Súrefnismælingarnar voru gerðar með STD/CTD SD204.



Kort 1. Staðsetning sýnatökustöðva, viðmiðunarstöðvar og súrefnisstöðvar á fiskeldissvæði í Seyðisfirði. Á kortinu er einnig mynd af straumstefnu svæðisins. Kortagerð: HBA/Nave©2025.

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 þau að lokum talin.

VIÐMIÐ

TOC₆₃ í seti

Heildar lífrænt kolefni (TOC) var mælt í efnasýnum af Matís. Kornasýnin voru sigtuð með 63 µm sigti og stærri og minni agnirnar rúmmálmældar til að fá $p < 63$ (hlutur kornasýnis minni en 63 µm). TOC₆₃ var svo reiknað út á eftirfarandi hátt $TOC_{63} = TOC_{mælt} + 18 * (1 - p < 63 \mu m)$. Viðmið ástands flokkanna eru í töflu 1 (Iversen og Sandøy, 2018).

Tafla 1. Viðmið fyrir TOC₆₃ sem mælt er í seti. Viðmiðin gefa til kynna ástand sjávarbotns eftir magni uppsöfnunar lífrænna efna (Iversen og Sandøy, 2018).

Tabell 9.23 Tilstand for organisk innhold i sediment i henhold til SFT Veileder 97:03.						
Parameter		Tilstandsklasser				
		I	II	III	IV	V
		Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
TOC ₆₃	Organisk karbon (mg/g) korrigert for innhold av finstoff	0-20	20-27	27-34	34-41	41-200

$TOC_{63} = TOC_{mg/g} + 18 * (1 - p < 63 \mu m)$.

TOC-verdien må være mg/g for at beregningen skal bli riktig.

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 Thélín 1993). PRIMER 6 forritið var notað við útreikningana (Clarke og Warwick 2001). Þá voru einnig reiknaðir AMBI (www.azti.es.) og NQ11 líffræðistuðlar (Vannportalen 2018).

Azti's Marine Biotic Index (AMBI) er líffræðistuðull þróaður fyrir botndýr sem lifa í mjúkum botni í ósum og strandsvæðum (Borja o.fl. 2000, 2006). Stuðullinn flokkar tegundir í vistkerfis flokka I til V eftir því hve viðkvæmar eða þolnar þær eru fyrir lífrænu álagi. AMBI stuðullinn er síðan byggður á fjöldahlutfalli einstakra vistkerfishópa. Niðurstöður AMBI stuðulsins gefa vísbendingu um gæði botns, því hærri sem gildin eru því mengaðri/raskaðri er sýnatöku svæðið (0 = ómengað; 6 = mjög mengað; 7 = án lífs).

Norwegian Quality Index (NQ11) stuðullinn var reiknaður en hann er tengdur AMBI stuðlinum. Fyrir þennan stuðul hafa Rakel Guðmundsdóttir o.fl. 2022 sett viðmiðunargildi og mörk ástands flokka fyrir botnlæga hryggleysingja á mjúkum botni í standsjó við Ísland. Viðmiðin hafa verið sett fyrir hverja tæknigerð vatnshlota (tafla 2). Ísafjarðardjúp, þar sem Seyðisfjörður

er til staðar, hefur vatnshlotanúmer (ID) 101-1390-C og tæknigerð CN2152 hjá stjórn vatnamála.

Við útreikninga á AMBI og NQI1 er notast við heildarfjölda dýra botndýrasamfélagsins sem finnst í sýnunum (Hildur Magnúsdóttir 2024).

Tafla 2. Viðmiðunargildi og mörk ástandsflokka fyrir Norwegian Quality Index (NQI1). Viðmiðunargildin hafa verið sett fyrir hverja tæknigerð vatnshlota og eru ætluð fyrir botnlæga hryggleysingja á mjúkum botni í standsjó við Ísland. Beint frá Rakel Guðmundsdóttir o.fl. 2022.

		Norwegian Quality Index 1 (NQI1)			
Vatnshlotagerð	Lýsing	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 seinna meir.

Mat á ástandi botndýrasamfélags á stöð B

Þetta mat fjallar um botndýrasamfélagið sem fannst í lokasýnatökunni á stöð B (50 m frá kví). Samkvæmt NS 9410 staðlinum ber sú stöð heitið C1 og viðmið fyrir staðalinn má finna í töflu 3. Þessi viðmið eru fyrir 0,2 m² flatarmál af sýnatöku-seti eða 2000 cm². Í þessari sýnatöku við stöð B voru tekin 4 sýni sem hvert um sig var 250 cm² eða að heild 1000 cm². Í stærra sýni er þó hugsanlegt að finnist fleiri tegundir.

Tafla 3. Viðmið fyrir mat á ástandi sjávarbotns á stöð B (C1 samkvæmt NS 9410:2016 staðlinum).

Miljötíilstand	Krav
1 – Meget god	– Minst 20 arter av makrofauna i et prøveareal på 0,2 m ² ; – Ingen av artene skal utgjøre mer enn 65 % av det totale individantallet.
2 – God	– 5 til 19 arter av makrofauna på et prøveareal på 0,2 m ² ; – Mer enn 20 individer på et prøveareal på 0,2 m ² ; – Ingen av artene skal utgjøre mer enn 90 % av det totale individantallet.
3 – Dårlig	– 1 til 4 arter av makrofauna på et prøveareal på 0,2 m ² .
4 – Meget dårlig	– Ingen makrofauna på et prøveareal på 0,2 m ² .

Samanburður botndýrasamfélaga í grunnathugun og lokasýnatöku

Samanburður á niðurstöðum þessarar sýnatöku, sem gerð var við lok eldistímans, og grunnathugunarinnar sem framkvæmd var árið 2024 þarf að vera gerður með ákveðna hluti í huga.

Í fyrsta lagi voru sýnatökurnar tvær framkvæmdar á ólíkum árstíma. Grunnathugunin var framkvæmd að vori þegar kvíar voru komnar á sinn stað og staðsetning sýnatökustöðva komin á hreint. Lokasýnataka þurfti hinsvegar að fara fram að hausti þar sem hana þarf að framkvæma við hámarks lífmassa í kvíunum. Þótt ýmsar rannsóknir hafi ekki fundið marktækan mun á breytingum á botnlægum tegundum milli árstíða, hefur slíkt ekki verið skoðað á Íslandi. Þar sem prófið sem notað er við samanburðar-útreikningana (Bray-Curtis similarity test) tekur einnig tillit til fjölda er hugsanlegt að tímasetning sýnatakanna geti haft áhrif á samanburðinn.

Í öðru lagi var sigtið sem notað var við lokasýnatökuna með 1 mm möskvum en það sem notað var við grunnathugunina með 0,5 mm möskvum. Með sigtun með þéttara sigti í grunnathuguninni nást minni dýr þannig að hægt er að sjá heildar samsetningu dýranna. Þau dýr sem tapast við sigtun með 1 mm sigtinu eru smáir einstaklingar tegunda burstaðra eins og *Cossura pygodactilata*, *Spio sp.* og *Exogone sp.* ásamt ungviði ýmissa liðorma (Annelida) og þráðorma (Nematoda) (Cristian Gallo, 2019). Sigtnun með fínna sigtinu er talsvert tímafrekari svo sigtun með 1 mm möskvum er því góð málamiðlun milli vinnuálags og áræðanlegra niðurstæðna. Sigtnun með grófara sigtinu opnar einnig möguleika á að miða við NS 9410 stuðulinn. Að þessu sögðu, dregur sigtun með 1 mm sigti úr fjölda tegunda og fjölda einstaklinga. Þetta getur leitt til þess að niðurstöður þessarar sýnatöku geta litið verr út í samanburði við fyrri sýnatökuna sem gerð var með fínna sigti. Í framtíðinni mun þó vera möguleiki á sýnatöku með 0,5 mm möskvastærð til samanburðar við grunnsýnatökuna teljist þess þörf.

Með þetta í huga var gerður samanburður efna mælinga (pH og redox), tegunda botndýrasamfélaga og líffræðistuðla milli grunn- og lokasýnatökunnar. Auk þess var skyldleiki milli ára reiknaður út með Bray-Curtis og Simple matching líkinda (similarity) prófi ásamt því að skoðað var hvaða tegundir bættust við og hurfu.

Súrefnismælingar

Rannsókn í Noregi sýndi að botndýrategundum fækkaði um 50-90% ef súrefnisstyrkur við sjávarbotn var undir 2 ml/l og um 35-50% ef súrefnisstyrkur var 2-3 ml/l. Engin breyting sást ef súrefnisstyrkur var hærri en 3 ml/l (Buhl-Mortensen o.fl. 2006). Súrefnismagni var breytt úr mg/l í ml/l á eftirfarandi hátt:

$$1 \text{ mg/l} = 22.391 \text{ ml}/31.998 = 0.700 \text{ ml/l (ices.dk)}$$

Út frá þessum niðurstöðum voru aðstæður við botn sjávar flokkaðar samkvæmt töflu 4.

Tafla 4. Viðmið fyrir súrefnisstyrk sem mældur er við sjávarbotn. Viðmiðin gefa til kynna ástand sjávarbotns eftir magni súrefnis í ml/L (Buhl-Mortensen o.fl. 2006).

Ástand botn	Mjög gott	Gott	Miðlungs	Slæmt	Mjög slæmt
ml/L	>4,5	4,5-3,5	3,5-2,5	2,5-1,5	<1,5

NIÐURSTÖÐUR

Staðsetning og einkenni sýnatökustöðva

Staðsetningar sýnatökustöðva (brot úr mínútum) og lýsingar sýna má finna í töflu 5. Dýpi var um 50-54 m. Öll sýnin voru dæmigerð mjúk botnsýni og allar greipar voru fullar. Teknar voru myndir af sýnunum og má finna þær í viðauka 1. Engin lykt fannst af sýnunum (tafla 5).

Tafla 5. Staðsetning og lýsing stöðva í Seyðisfirði í Ísafjarðardjúpi.

Stöð	Hnit (ISN93)	Dýpi (m)	Fjarlægð frá kví (m)	Fjöldi dýrasýna	Lýsing	Lykt
B	322540 619850	54	50	4	Svört/grá leðja/sandur	Engin
C	322563 619681	54	300	4	Grá/svört leðja/sandur	Engin
D	322597 620094	52	100	4	Grá leðja/sandur, skeljabrot	Engin
V	322566 620677	50	700	4	Grá leðja/sandur, skeljabrot	Engin
SÚR	322676 619902	52	0			

Redox, pH og TOC mælingar

Í dýrasýnum voru einnig gerðar mælingar á hitastigi, afoxunarmætti/redox (Eh) og sýrustigi (pH). Niðurstöður mælinganna eru í töflu 6.

Hitastig stöðvanna var um 8,1°C. Sýrustig botnsets (pH) á sniði (stöðvum B og C) var 7,1 og 7,2 og á viðmiðunarstöðinni 7,4. Mælda gildið fyrir afoxunarmátt var umreiknað yfir í E_{SHE} . Til þess er notuð „Reference potential“ talan 205 sem tengist platinum probe/nema sem var notuð í stað vetnis elektróðu sem notuð var af Hargrave o.fl. 2008 (Technical Applications and Support Specialist at Xylem). Á fjærsvæðinu var E_{SHE} á bilinu 19-105 mV (tafla 6).

Niðurstöður TOC mælinga eru í töflu 6 og viðauka 2. Hluti kornastærðar minni en 63 μm ($p < 63 \mu\text{m}$) var nálægur núlli. Reiknað gildi TOC_{63} var milli 27,4 og 28,9 mg/gr á fjærsvæðinu en 23,2 mg/gr á viðmiðunarstöðinni.

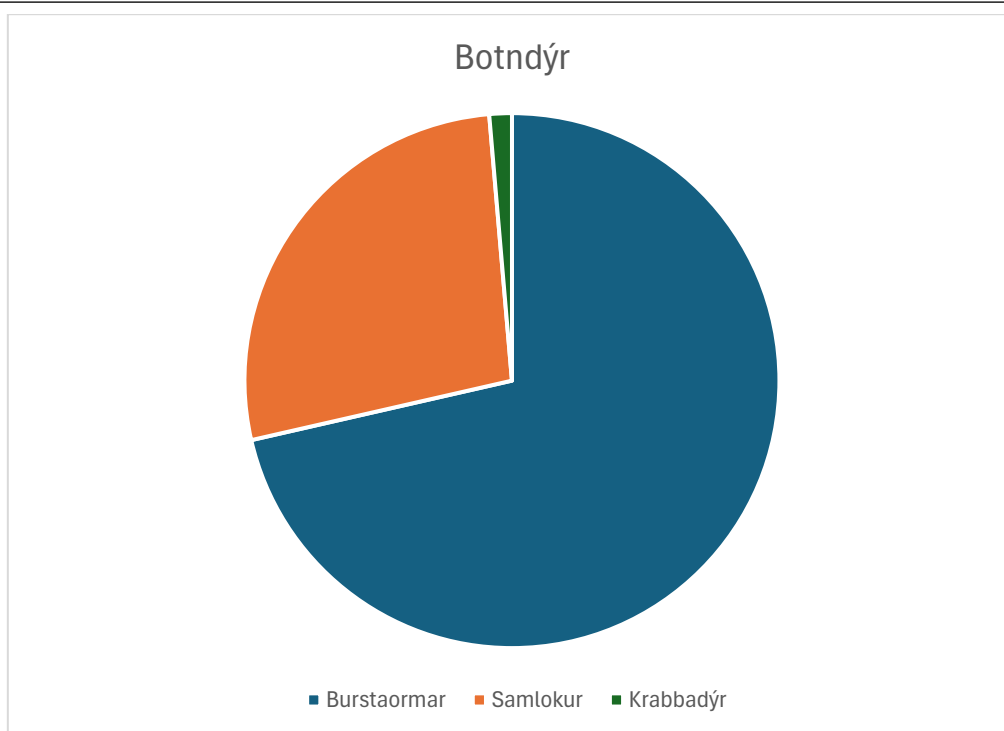
Tafla 6. Meðaltal mælinga á hita, afoxunarmætti (redox) E_h og $E_h \text{ SHE}$ og pH í sýnum hvernar stöðvar. Auk þess niðurstöður TOC og TOC_{63} mælinga.

Stöð	Hiti	Redox E_h	Redox E_{SHE}	pH	TOC	$p < 63 \mu\text{m}$	TOC_{63}
B	8,1	-186±20	19±20	7,1	10,6	0	27,7
C	8,1	-158±20	47±20	7,2	11,8	0	28,9
D	8,1	-100±20	105±20	7,2	10,3	0	27,4
V	8,0	-66±20	139±20	7,4	8,8	0,2	23,2

Botndýralíf

Niðurstöður greininga á botndýralífi birtar sem meðalfjöldi dýra á 0,1 m² á hverri stöð má sjá í viðauka 3. Burstaormar (Polychaeta) voru algengasti hópurinn, bæði í fjölda og flokkunareiningum en innan þeirra voru a.m.k. 18 flokkunareiningar (taxa). Lindýr voru næst í fjölda en þau voru nær 100% samlokur (Bivalvia) með 6 flokkunareiningar. Krabbadýr voru ekki áberandi (mynd 1) en þó fundust marflær (Amphipoda) og agnir (Mysida).

Algengasta dýrið á fjærsvæðinu var burstaormurinn *Capitella capitata* sem fannst á öllum stöðvum nema viðmiðunarstöðinni. Næst í fjölda var samlokan *Ennucula tenuis* (gljáhnýtla) sem fannst á öllum stöðvum nema stöð B. Önnur algeng dýr voru burstaormarnir *Chaetozone setosa*, *Euchone incolor*, *Cossura pygodactylata* og samlokan *Thyasira sp.* en þau fundust einungis á viðmiðunarstöðinni.



Mynd 1. Hlutfall algengustu dýrahópa í Seyðisfirði.

Fjölbreytileiki

Gögnin sem notuð voru fyrir útreikninga á fjölbreytileika eru þau sömu og finna má í töflu 13 í viðauka 3. Gögnin eru birt sem samantekt allra sýna hverrar stöðvar, það er fjöldi einstaklinga úr 4 greipum eða 0,1 m².

Fjöldi hópa/tegunda (S) á stöðvum var frá 2-5 á fjærsvæði til 23 á viðmiðunarstöðinni.

Fjöldi dýra (N) á stöðvum var milli 23 og 184 dýra á 0,1m². Flest dýrin voru á stöð V og fæst á stöð B sem var um 50 m undan straumstefnu frá kvíunum.

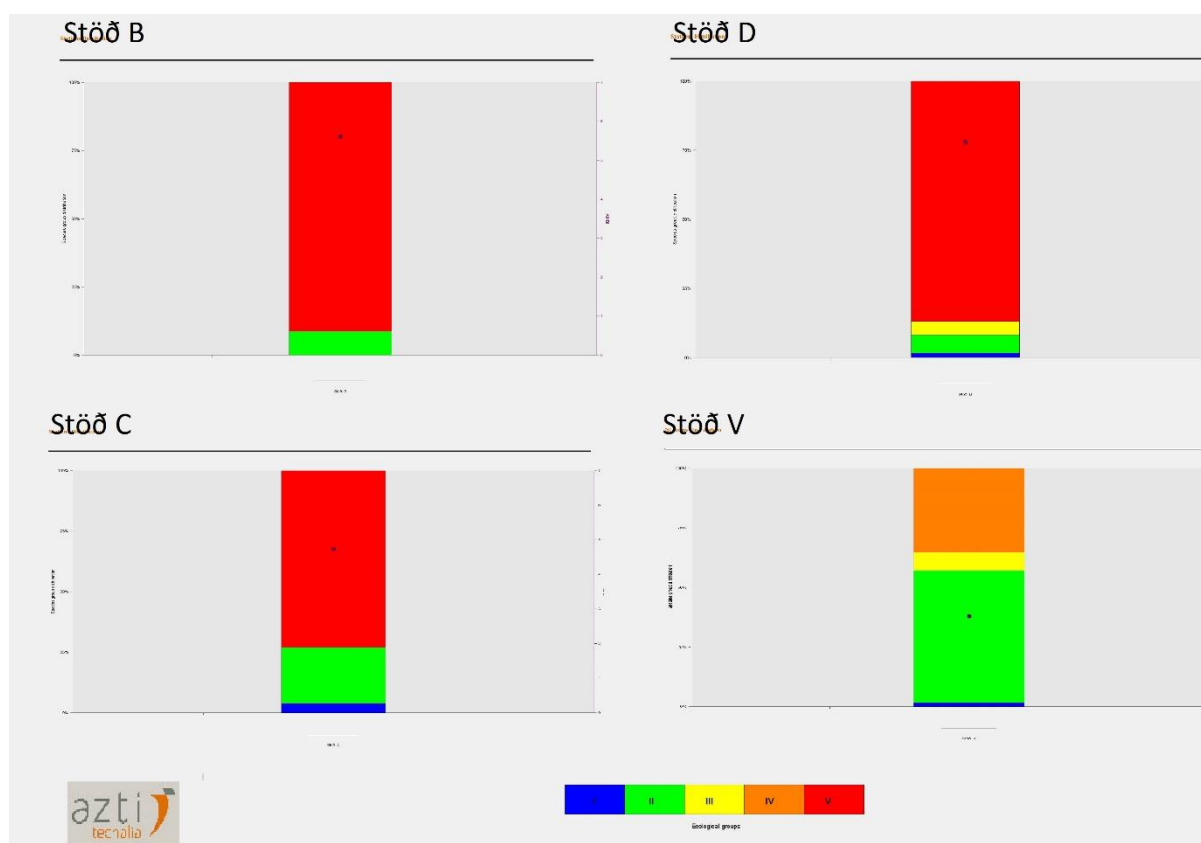
Jafnræði (J') botndýrasamfélagsins var minnst á stöðvum á fjærsvæðinu þar sem *Capitella capitata* var lang algengasta dýrið. Á stöð C var jafnræðið 0,57 en 0,71 á viðmiðunarstöðinni (V). Fjölbreytileikinn $H'(\log_e)$ var lægstur við kvíarnar 0,29 en jókst eilítið fjær þeim og var 0,80 á stöð C sem var 300 m undan straumstefnu kvíasvæðisins. $H'(\log_e)$ var 2,23 á viðmiðunarstöðinni.

AMBI líffræðistuðullinn var 4,73 á fjærsvæðinu en 2,65 á viðmiðunarstöðinni. NQI1 líffræðistuðullinn var milli 0,19-0,34 á fjærsvæðinu en 0,65 á viðmiðunarstöðinni (tafla 7).

Tafla 7. Fjöldi hópa/tegunda (*S*), fjöldi dýra á 0,1 m² (*N*), jafnræðisstuðull Pileou (*J'*), Shannon-Wiener (*H'*), fjölbreytileikastuðull, Margalef (*d*) fjölbreytileikastuðull, AMBI og NQI1 líffræðistuðlar. Útreikningarnir eru byggðir á niðurstöðum eftir sigtun með 1 mm sigti.

Stöð	S	N	J'	H'(log _e)	d	AMBI	NQI1
B	2	23	0,43	0,29	0,32	5,61	0,19
C	4	26	0,57	0,80	0,92	4,73	0,34
D	5	61	0,34	0,55	0,97	5,46	0,30
V	23	184	0,71	2,23	4,22	2,65	0,65

Á mynd 2 má sjá hlutfallslegan fjölda dýra, í vistgerðarflokkunum fimm (I-V) samkvæmt AMBI stuðlinum, á þeim stöðvum sem teknar voru. Á stöðvum B og D var mjög raskað botndýralíf, á stöð C miðlungs raskað en viðmiðunarstöðin fékk einkuninna lítillega raskað.



Mynd 2. Hlutfallslegur fjöldi dýra í hinum fimm (I-V) vistgerðarflokkum AMBI í sýnum sem tekin voru í lokasýnatökunni.

Mat á ástandi botndýrasamfélags á stöð B samkvæmt NS 9410 (norska) staðlinum

Lagt var mat á ástand botndýrasamfélagsins á stöð B (50 m frá kvíum) í lokasýnatökunni. Á stöðinni voru 2 flokkunareiningar og var *Capitella capitata* 91% allra einstaklinga. Eins og sagt var að ofan eru viðmiðin sem sett eru í norska staðlinum miðuð við flatarmál sýnis af stærðinni 0,2 m² eða 2000 cm². Fiskeldissvæðið flokkaðist í „dårlig“ eða slæmt samkvæmt staðlinum. Hafa ber í huga að sýnin sem tekin voru innihéldu einungis helming þess magns sem viðmiðið er sett fyrir.

Samanburður grunnathugunar og lokasýnatöku

Grunnathugun og lokasýnataka voru ekki framkvæmdar á sama árstíma og var hiti sets í grunnathuguninni 3,5 °C en 8,1 °C í lokasýnatökunni. Sýrustig minnkaði milli sýnataka og var pH 7,1-7,2 í sýnum á sniði í þessari athugun. Redox (E_{SHE}) minnkaði einnig á öllum stöðvum en mest á fjærsvæðinu (tafla 10).

Tafla 10. Meðaltal mælinga á hita, afoxunarmætti (redox) E_{SHE} og pH í sýnum hvernar stöðvar bæði í grunnathugun (2024) og lokasýnatöku (2025).

Grunnathugun Stöð	Hiti °C	Redox SHE mV	pH	Lokasýnataka Stöð	Hiti °C	Redox SHE mV	pH
B	3,5	151±60	7,5	B	8,1	19±20	7,1
C	3,7	170±60	7,3	C	8,1	47±20	7,2
D	3,5	151±60	7,4	D	8,1	105±20	7,2
V	3,5	182±60	7,5	V	8,0	139±20	7,4

Í samanburði við niðurstöður grunnathugunar fækkaði hópum/tegundum og fjölda einstaklinga á öllum stöðvum en þó sérstaklega á stöðvum á fjærsvæðinu (tafla 11 og viðauki 4).

Í samanburði við niðurstöður grunnathugunar lækkaði jafnræðisstuðullinn (J'), Shannon-Wiener fjölbreytileikastuðullinn og líffræðistuðullinn NQI1 á öllum stöðvum en mest á fjærsvæðinu (tafla 11).

Tafla 11. Fjöldi hópa/tegunda (*S*), fjöldi einstaklinga (*N*), jafnræðisstuðull Pileou (*J'*), Shannon-Wiener (*H'*) fjölbreytileikastuðull, Margalef (*d*) fjölbreytileikastuðull, AMBI og NQI1 líffræðistuðlar bæði grunnathugunar (2024) og lokasýnatöku (2025).

Grunnathugun							
Stöð	S	N	J'	H'(loge)	d	AMBI	NQI1
B	30	264	0,84	2,33	5,20	2,88	0,65
C	25	332	0,79	2,17	4,13	3,23	0,60
D	17	136	0,77	2,00	3,26	3,30	0,58
V	28	277	0,88	2,57	4,80	2,46	0,67
Lokasýnataka							
Stöð	S	N	J'	H'(loge)	d	AMBI	NQI1
B	2	23	0,43	0,29	0,32	5,61	0,19
C	4	26	0,57	0,80	0,92	4,73	0,34
D	5	61	0,34	0,55	0,97	5,46	0,30
V	23	184	0,71	2,23	4,22	2,65	0,65

Niðurstöður Bray-Curtis skyldleika prófs sýna að skyldleiki á milli stöðva sem teknar voru á fjærsvæðinu annars vegar í grunnsýnatökunni og í lokasýnatökunni var nálægur núlli. Skyldleiki milli viðmiðunarstöðva sýnatakanna tveggja var um 60% (tafla 12).

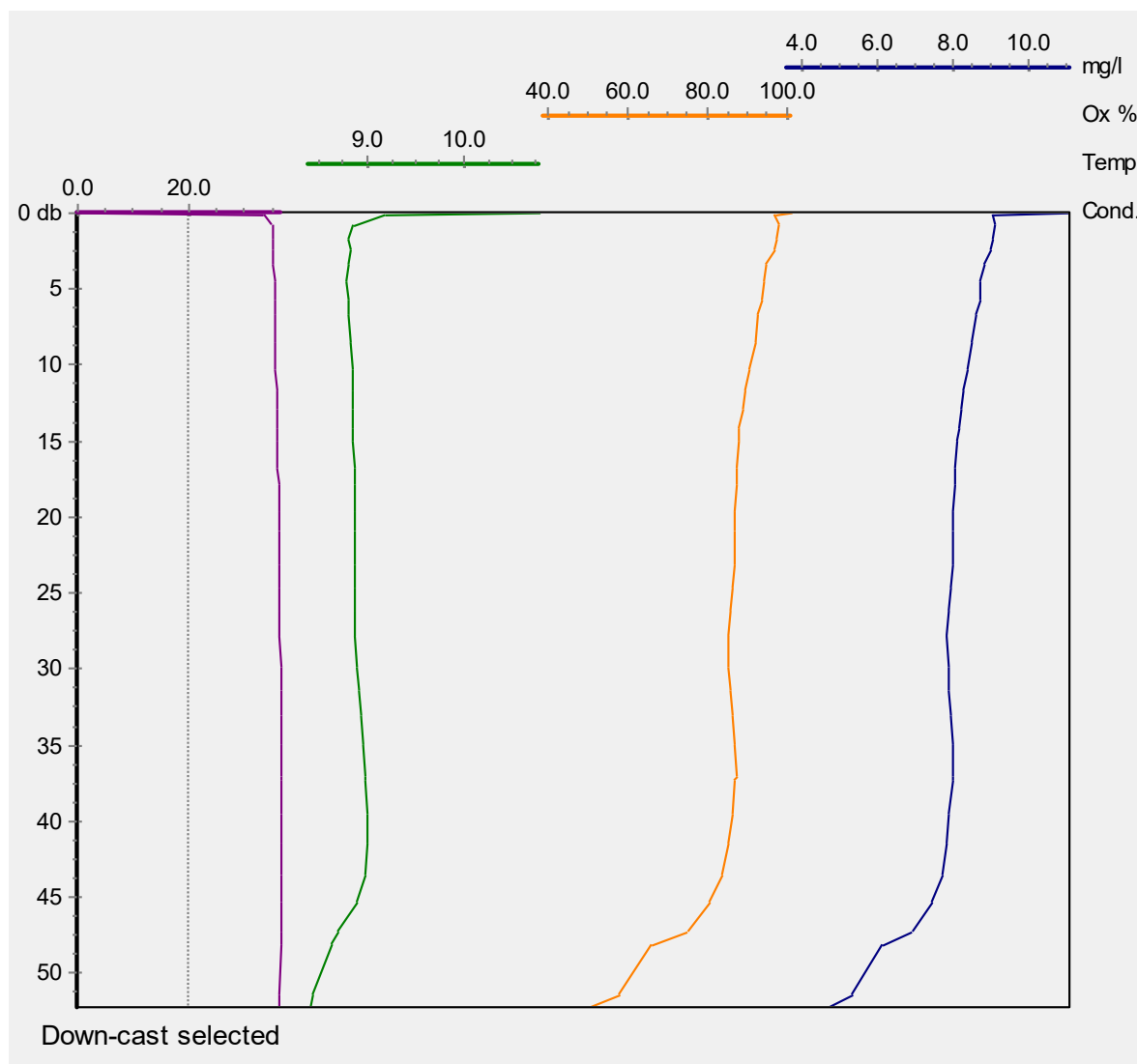
Tafla 12. Niðurstöður Bray- Curtis skyldleika prófs milli stöðva grunnathugunar (2024) og lokasýnatöku (2025).

	B24	C24	D24	V24	B25	C25	D25	V25
C24	76							
D24	62	54						
V24	67	64	43					
B25	0	0	0	2				
C25	3	3	6	5	82			
D25	1	1	1	2	50	48		
V25	61	52	43	59	0	5	2	

Súrefnismælingar

Súrefnismælingar benda til að styrkur súrefnis hafi verið um 5,95 mg/l sem er jafnt og 4,16 ml/l. Þetta þýðir um 65% súrefnismettun við botninn á um 50 metra dýpi (mynd 3).

Þar sem súrefnismagn við botninn var milli 3,5 og 4,5 ml/l flokkast það sem gott ástand, sjá viðmið í aðferðum (Buhl-Mortensen o.fl. 2006).



Mynd 3. Niðurstöður mælinga á salti (fjólublá lína), hitastigi (græn lína), súrefnismettun (appelsínugul lína) og styrk súrefnis (blá lína).

SAMANTEKT

Þessi athugun lýsir einkennum botnsets og samsetningu botndýrasamfélaga á fiskeldissvæði í Seyðisfirði í Ísafjarðardjúpi eftir fyrsta eldistímabilið sem var á árunum 2024 og 2025.

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

Á eldistímabilinu minnkaði pH og redox á fjarsvæði kvíanna. Samkvæmt viðmiðum fyrir TOC₆₃ flokkast ástand sets á fjarsvæði kvía miðlungs. Súrefnismælingar sýndu ekki skort á súrefni og samkvæmt viðmiðum fyrir súrefnismagn fiskeldissvæða var „gott ástand“.

Bæði voru fáar tegundir og fáir einstaklingar innan tegundanna í botndýrasamfélögum fiskeldissvæðisins og hafði þeim fækkað síðan grunnathugunin var gerð. Niðurstöður útreikninga á NQI1 líffræðistuðlinum voru því lágar.

Niðurstöðurnar athugana á botndýralífi benda því til að ástand þess hafi verið slæmt eftir fyrsta kynslóðatímann þrátt fyrir að mælingar á TOC gefi setinu miðlungs einkunn og súrefnismagn við botninn hafi talist gott.

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., Olsford, F., Phillips, G., Rodríguez, J.G., Rygg, B., 2007. *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 vol. 55, 42-52.
- Brage, R og I. Thélín, 1993. *Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann*. Virkningar av organiske stoffer. Statens forurensningstilsyn (SFT).
- Buhl-Mortensen, L., Aure, J., Alve, E., Oug, E. og Husum K. 2006. *Effekter av oksygensvikt på fjordfauna: Bunnfauna og miljø i fjorder på Skagerrakysten*. Fisker og Havet 3-2016: 108. ISSN 0071-5638.
- Clarke, K.R. and R.M Warwick, 2001. *Change in marine communities: An approach to statistical analysis and interpretation*. Primer-E Ltd.
- Cristian Gallo, 2025a. *Grunnathugun fiskeldissvæðis í Seyðisfirði*. Unnið fyrir Háafell. NV nr. 10-25. Bolungarvík: Náttúrustofa Vestfjarða.
- Cristian Gallo, 2025b. *MOM B – Seyðisfjörður*. Unnið fyrir Háafell. NV nr. 10-25. Bolungarvík: Náttúrustofa Vestfjarða.
- 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.

Hildur Magnúsdóttir, 2024. *Leiðbeiningar fyrir útreikninga á NQI1 og AMBI fyrir ástandsflokkun strandsjávar*. Hafrannsóknastofnun. KV 2024-06

Ices.dk.Skoðað 10.11.2025: <https://www.ices.dk/data/tools/Pages/Unit-conversions.aspx>

ISO 16665:2013 (Water quality - Guidelines for quantitative sampling and sample processing of marine soft- bottom macrofauna)

Iversen, A. & Sandøy, S., 2018. *Klassifisering av miljøtilstand i vann*. Veileder 02:2018.

Jón Örn Pálsson, 2023. Seyðisfjörður. Eldi og Umhverfi ehf.27.3.2023.

Jumars A. Peter, Dorgan M. Kelly, Lindsay Sara. 2014. *Diet of Worms Emended: An Update of Polychaete Feeding Guilds*. Annual Review of Marine Science 7(1). PubMed.

Norsk Standard NS 9410-2016. *Miljøovervåking av bunnpåvirkning fra marine akvakulturanlegg*. Environmental monitoring of benthic impact from marine fish farms. Standard Norge.

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 sjókvíældis - 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*. Skýrslan er unnin fyrir Umhverfisstofnun. HV 2022-39.

Rygg, B., 2002. *Indicator species index for assessing benthic ecological quality in marine waters of Norway*. Norwegian Institute for Water Research (NIVA), P.O. Box 173, Kjelsås, N-0411 Oslo, Norway.

Steinunn Hilma Ólafsdóttir, 2022. *Leiðbeiningar um söfnun sýna til greininga á botnlægum sjávarhryggleysingjum á mjúkum botni*. Skýrslan er unnin fyrir: Stjórn vatnamála Umhverfisstofnun. KV 2022-20.

Umhverfisstofnun, 2020. *Starfsleyfi fyrir kvíaeldisstöð*. Umhverfisstofnun. Sótt á vef þann 1.9.2020 af slóð:

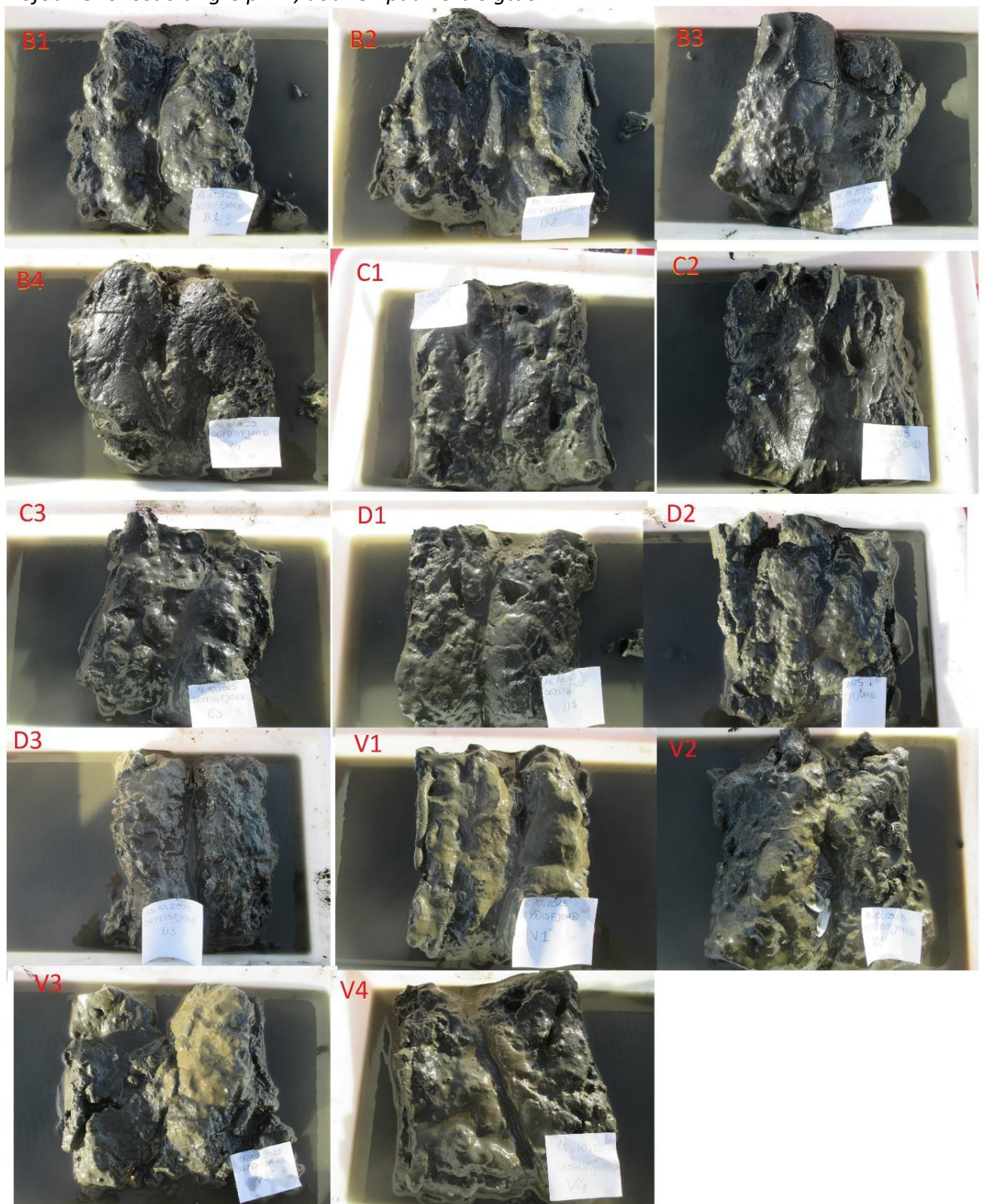
<https://ust.is/library/Skrar/Einstaklingar/MengandiStarfssemi/Fiskeldi/H%c3%a1afell%20ehf.%20%c3%8dsafjar%c3%b0ardj%c3%bapi%20%20%c3%81kv%c3%b6r%c3%b0un%20um%20%c3%batg%c3%a1fu,%20starfsleyfi%20og%20greinarger%c3%b0.pdf>

Vannportalen. (2018). *Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver*. Vedlegg til veileder 2:2018.

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 1

Mynd 4. Myndir af sýnum lokasýnatöku í Seyðisfirði 2025. Myndirnar voru teknar þegar sýnin höfðu verið losuð úr greipinni, áður en þau voru sigtuð.



VIÐAUKI 2

Niðurstöður TOC mælinga á setsýnum sem tekin voru í lokasýnatöku í Seyðisfirði 2025.



Matis ohf
Efnarannsóknir
Vínlandsleið 12
113 Reykjavík
Sími: (354)-422 5000

RANNSÓKNANIÐURSTÖÐUR
Útgefnar af faggildri rannsóknastofu
Report issued by Accredited laboratory

Náttúrustofa Vestfjarða
6103972209
Aðalstræti 21
Bolungarvík

almennt

almennt

Sýnatökudagsetning

Móttekið 01/12/2025

Rannsakað 01/12/2025

Blaðsíða 1 af 1

Tegund sýnis : Annað
Skýringar :

Sýni	Merking sýnis	Sýnagerð	Aðferð	Mæligildi	Heimild	
R25031480001	Set A. 16.11.25.		TOC	13,2mg/g +/-2,0		*
R25031480002	Set B. 16.11.25.		TOC	10,6mg/g +/-1,6		*
R25031480003	Set C. 16.11.25.		TOC	11,8mg/g +/-1,8		*
R25031480004	Set D. 16.11.25.		TOC	10,3mg/g +/-1,5		*
R25031480005	Set V. 16.11.25.		TOC	8,8mg/g +/-1,3		*

ER Mæling var framkvæmd á efnastofu Matis í Reykjavík
EN Mæling var framkvæmd á efnastofu Matis á Neskaupstað
*Niðurstöður ekki faggildar

Reykjavík

22.12.2025

Þessar rannsóknaniðurstöður eru
samþykktar með rafrænni undirskrift:

Svanhildur Hauksdóttir
svanhildur.hauksdottir@matis.is

Niðurstöður má eingöngu nota í heild sinni, nema rannsóknastofa gefi skriflegt leyfi til annars.
Niðurstöður gilda aðeins um það/pau sýni sem var/voru rannsakað/ rannsökuð. Sýni voru rannsökuð í því ástandi sem þau voru afhent.
Rannsóknarstofan er faggilt af SWEDAC (Swedish Board for Accreditation and Conformity Assessment) og uppfyllir kröfur ISO/IEC 17025
staðalsins. Mælióvissa efnamælinga byggir á um það bil 95% öryggismörkum (K=2).
Ef frekari upplýsinga er óskað hafið samband við undirritaðan eða Natasa Desnica fagstjóra.

VIÐAUKI 3

Tafla 13 . Niðurstöður greininga á botndýralífi á stöðvum teknum í lokasýnatöku í Seyðisfirði árið 2025. Niðurstöðurnar eru birtar sem meðalfjöldi dýra á 0,1 m² á hverri stöð.

Hópur/Ætt/tegund	Íslenskt heiti	B25	C25	D25	V25
Annellida Polychaeta	Burstaormar				
<i>Ampharete</i> sp.					3
<i>Capitella capitata</i>		21	19	53	
<i>Chaetozone</i> sp.					40
<i>Cossura pygodactylata</i>					16
<i>Eteone</i> sp.					1
<i>Euchone</i> cf <i>incolor</i>					27
<i>Galathowenia oculata</i>					3
<i>Lagis koreni</i>					1
<i>Melinna cristata</i>					1
<i>Microphthalmus aberrans</i>				3	
<i>Nephtys</i> sp.					2
<i>Parougia nigridentata</i>					2
<i>Praxillella</i> sp.					1
<i>Prionospio steenstrupi</i>					6
<i>Scalibregma inflatum</i>				3	1
<i>Scoloplos armiger</i>					1
<i>Sternaspis</i> sp.					1
Syllidae					3
Mollusca Bivalvia	Samlokur				
<i>Abra nitida</i>	Lýsuskel				2
<i>Ennucula tenuis</i>	Gljáhnytla		5	1	43
<i>Macoma calcarea</i>	Halloka				1
<i>Mya</i> sp.					1
<i>Nuculana pernula</i>	Trönuskel				2
<i>Thyasira</i> cf <i>flexuosa</i>	Hrukkubúlða				25
Arthropoda Crustacea	Krabbadýr				
Lysianassidae					1
<i>Caprella septentrionalis</i>	Þanggeit	2	1		
<i>Praunus flexuosus</i> cf	Ögn		1	1	

VIÐAUKI 4

Tafla 14. Flokkunareiningar/taxa og fjöldi dýra sem fundust í sýnum, bæði gunnathugunar (-24) og lokasýnatöku (-25). Upplýsingar úr töflunni eru notaðar til samanburðar á ástandi botns í sýnatökunum tveimur. Gögnin eru birt sem samantekt allra sýna hverrar stöðvar það er fjöldi einstaklinga úr 4 greipum eða 0,1 m².

Hópur/Ætt/tegund	B24	C24	D24	V24	B25	C25	D25	V25
<i>Ampharete</i> sp.								3
<i>Capitella capitata</i>				2,7	21	19	53	
<i>Chaetozone</i> sp.	4,0	1,3		2,7				40
<i>Cossura pygodactylata</i>	77,3	138,6	60,0	26,7				16
<i>Eteone</i> sp.	1,3	4,0	4,0	2,7				1
<i>Euchone</i> cf <i>incolor</i>	33,3	29,3	10,7	61,3				27
<i>Galathowenia oculata</i>	2,7	4,0	1,3	6,7				3
<i>Glycera</i> sp.								
<i>Goniada</i> sp.	1,3			4,0				
Hesionidae		1,3						
<i>Lagis koreni</i>								1
<i>Levinsenia gracilis</i>	2,7	2,7		2,7				
Lumbrineridae	1,3	6,7	2,7	6,7				
<i>Mediomastus fragilis</i>	9,3	4,0	1,3	6,7				
<i>Melinna cristata</i>		2,7		2,7				1
<i>Microphthalmus aberrans</i>							3	
<i>Nephtys</i> sp.	5,3	2,7	4,0	2,7				2
<i>Nicomache</i> sp.				1,3				
<i>Parougia nigridentata</i>	1,3	5,3		1,3				2
Pectinaridae	1,3							
<i>Praxillella</i> sp.	2,7	5,3	2,7	6,7				1
<i>Prionospio</i> cf <i>cirrifera</i>								
<i>Prionospio steenstrupi</i>	9,3	9,3	5,3	18,7				6
<i>Proclea grafii</i>	1,3			1,3				
<i>Rhodine</i> sp.	1,3							
<i>Scalibregma inflatum</i>	1,3						3	1
<i>Scoloplos armiger</i>				1,3				1
Sphaerodoridae	1,3							
<i>Spio gonioccephala</i>	1,3		4,0					
<i>Sternaspis</i> sp.	2,7	2,7		6,7				1
Syllidae	2,7	6,7		6,7				3
<i>Terebellides stroemii</i>				2,7				
Anellida Oligochaeta		2,7						
<i>Abra nitida</i>	1,3	5,3		5,3				2
<i>Arctica islandica</i>	1,3							
<i>Ennucula tenuis</i>	49,3	44,0	12,0	57,3		5	1	43
<i>Macoma calcarea</i>								1
<i>Mya</i> sp.	1,3	2,7						1
<i>Nuculana pernula</i>								2
<i>Nuculana minuta</i>	1,3	5,3		2,7				
<i>Parvicardium pinnulatum</i>		1,3						
<i>Thyasira</i> cf <i>flexuosa</i>	36,0	36,0	20,0	29,3				25
<i>Yoldia hyperborea</i>	4,0		2,7					
Philinidae		2,7	1,3					
<i>Patella pellucida</i>				1,3				

Copepoda		1,3				
<i>Leucon sp.</i>			1,3			
Lysianassidae						1
Oedicerodidae	1,3					
<i>Caprella septentrionalis</i>				2	1	
<i>Pandalus borealis</i>	2,7					
<i>Praunus flexuosus cf</i>					1	1
Nemertea	5,3	1,3	5,3			
Sipuncula		1,3				