

Rannsókn á botnseti við
fiskeldissvæðið Vattarnes
í Reyðarfirði við hámark lífmassa
MOM C og ASC rannsókn

Erlín Emma Jóhannsdóttir
Unnið fyrir Kaldvík

 NÁTTÚRUSTOFA AUSTURLANDS		
Skýrsla nr: NA-250274	Dags (mánuður, ár): Maí 2025	Dreifing: Opin
Heiti skýrslu (aðal- og undirtitill): Rannsókn á botnseti við fiskeldissvæðið Vattarnes í Reyðarfirði við hámark lífmassa - MOM C og ASC rannsókn	Upplag: rafræn	
	Síðufjöldi: 37	
	Fjöldi korta:	
	Fjöldi viðauka: 3	
Höfundur: Erlín Emma Jóhannsdóttir		
Unnið fyrir: Kaldvík		
Útdráttur: Að beiðni Kaldvíkur framkvæmdi Náttúrustofa Austurlands sniðvöktun (MOM C) á fiskeldissvæði við Vattarnes í Reyðarfirði. Sýnataka var gerð við hámark lífmassa fjórðu kynslóðar laxfiska á svæðinu. Samhliða sniðvöktun voru tekin viðbótarsýni til að uppfylla skilyrði vöktunar fyrir ASC staðalinn sem Kaldvík hefur innleitt. Sýnum var safnað af botnseti á níu stöðvum á sniði í 25 til 500 m (viðmiðunarstöð) fjarlægð frá kvíum á móti straum, með straum og hornrétt á straum. Fjögur sýni voru tekin á hverjum stað. Á öllum staðsetningum voru redox- og pH gildi mæld í efstu lögum botnsetsins og sýnum lýst með tilliti til litar, lyktar, áferðar og hvort gasbólur eða hvít skán sæist. Sýnin voru síðan sigtuð og dýr talin og greind til tegunda. Allar niðurstöður voru skráðar í gátlista og fékk hver þáttur sem kannaður var ákveðið gildi. Þau gildi voru síðan lögð saman og út frá þeirri samlagningu fékk svæðið ákveðna einkunn með tilliti til ástands. Ástandsflokkarnir eru fjórir: 1 = <i>mjög gott</i>, 2 = <i>gott</i>, 3 = <i>slæmt</i> og 4= <i>mjög slæmt</i>. Auk þess var eitt sýni tekið á fimm staðsetningum til efnagreininga á lífrænu kolefni og heildarmagni köfnunarefnis og kornastærðarmælinga. Hryggleysingar voru taldir og greindir úr hverju sýni og þéttleiki þeirra reiknaður upp á fermetra. Fjölbreytni stuðlar (Shannon´s-Wiener og Hurlbert´s), jafndreifni og gæðavísirinn NQ11 (staðlaður fyrir hryggleysingjafánu við Ísland) var reiknað út fyrir hverja stöð utan nærsvæðis (svæðið sem markast af ramma eldissvæðis). Hryggleysingar voru flokkaðir í fimm vistfræðihópa eftir því hversu næmir þeir eru fyrir uppsöfnun lífrænna leifa. Ástand hryggleysingjafánunnar var metið út frá fjölda tegunda, hlutfallslegum þéttleika algengustu tegundarinnar, fjölbreytnistuðlum og gæðavísi. Niðurstöður skynmats og mælingar á oxunargetu, pH og heildar magni lífræns kolefnis í seti sýndu að ástand botnsets var <i>mjög gott</i> eða <i>gott</i> á öllum stöðvum hvað þá þætti varðar. Mat á ástandi hryggleysingjafánu á stöðvum innan nærsvæðis sýndi að ástandið var <i>gott</i> út frá fjölda tegunda og hlutfallslegum þéttleika algengustu tegundarinnar. Niðurstöður útreikninga á norskum gæðavísi bentu til röskunar (<i>slæmt</i> ástand) á samfélögum hryggleysingja í 25 m fjarlægð frá nærsvæðinu í straumstefnu. Áhrifin dvínuðu eftir því sem fjær dró. Í sýnum sem tekin voru á móti straumstefnu voru samfélög hryggleysingja lík því sem finna mátti á viðmiðunarstöð. Fjölbreytni stuðlar og gæðavísirinn NQ11 reiknuðust með gildi sem lýsa <i>mjög góðu</i> ástandi og líkt og má finna á óröskuðum svæðum. Í sýnum sem voru hornrétt á straumstefnu reiknaðist norsk gæðavísirinn með gildi sem endurspegluðu <i>gott</i> ástand. Niðurstöðurnar sýndu að allar stöðvar uppfylltu kröfur ASC staðalsins utan leyfilegs áhrifasvæðis (AZE -svæði sem nær 30 m frá ramma eldissvæðisins), þar sem redox gildi var yfir 0 mV, fjölbreytni samkvæmt Shannon´s stuðli yfir 3 og AMBI stuðull 3,3 eða lægri, að undanskilinni einni stöð. Innan leyfilegs áhrifasvæðis fundust tvær tegundir eða fleiri með ≥100 einstaklinga/m² sem ekki eru skilgreindar sem mengunarvísar, á öllum stöðvum nema einni sem var í straumstefnu frá eldissvæðinu.		
Lykilorð: Vattarnes, hámark lífmassa, vöktun, fjarsvæði, botnset, sýni, redox, oxunarmáttur, pH gildi, skynmat, botndýr, ASC staðall, MOM C, sniðvöktun		ISSN nr: 2547-7447 (rafræn útgáfa)
Yfirfarið: KÁ		ISBN nr: 978-9935-543-24-0 (rafræn útgáfa)

Efnisyfirlit

Myndaskrá	4
Töfluskrá	4
1. Inngangur	5
2. Staðhættir	5
3. Aðferðir	6
3.1 Sýnataka og staðsetning sýna	6
3.2 Viðmiðunarmörk fyrir mat á ástandi botnsets samkvæmt norskum staðli og viðmiðum Stjórnar vatnamála	7
3.2.1 Ástand botnsets út frá mælingum og skynmati	7
3.2.2 Ástand botnsets út frá hryggleysingjafánu	9
3.3 Viðmiðunarmörk fyrir mat á ástandi botnsets samkvæmt ASC staðli	11
3.4 Töluleg úrvinnsla	12
4. Niðurstöður	14
4.1 Sniðvöktun	14
4.1.1 Skynmat og mælingar í seti	14
4.1.2 Mat á ástandi innan áhrifasvæðis	15
4.1.3 Mat á ástandi út frá fjölbreytnistuðlum og gæðavísum	15
4.2 Vöktun samkvæmt ASC staðli	19
5. Umræður	19
6. Heimildir	21
Viðauki I. Fjöldi tegunda á fermetra (fjöldi/m ²) og hlutfallslegur (%) þéttleiki hvernar tegundar á stöðvum við Vattarnes 2024	23
Viðauki II. Gátlisti B1 og B2 , úr norska staðlinum NS 9410:2016	30
Viðauki III. Myndir af botnsýnum við Vattarnes við hámark lífmassa.	33

Myndaskrá

1. mynd. Sýnatökustöðvar við hámark lífmassa innan eldissvæðis Kaldvíkur við Vattarnes í Reyðarfirði (Kortagögn frá Samsýn og Landhelgisgæslunni).....	6
2. mynd. Ástandsmat sets út frá mældum gildum redox (E_h)/pH (mynd fengin úr Standard Norge, 2016).	8
3. mynd. Hlutfallslegur þéttleiki vistfræðilegra hópa eftir sýnatökustöðvum (EG I%-V%) og AMBI vísir.	18
4. mynd. Klasagreining (Bray-curtis) af sýnatökustöðvum við Gripalda við hámark lífmassa í júní 2024.	18

Töfluskrá

Tafla 1. Hnit, staðsetning sýnatökustöðva og dýpi við Vattarnes þann 20. júní 2024.	7
Tafla 2. Mat á ástandi botnsets út frá tilvist dýra (Standard Norge, 2016).	8
Tafla 3. Mat á ástandi botnsets út frá mældum gildum (redox/pH) og skynmati (litur, lykt af brennistein, áferð, þykkt grots, gasbólur o.fl.) (Standard Norge, 2016).	9
Tafla 4. Mat á ástandi hryggleysingjafánu á mjúkbotni út frá fjölda tegunda og hlutfalli (%) algengustu tegundarinnar (tafla endurgerð úr Standard Norge, 2016).	9
Tafla 5. Mat á ástandi hryggleysingjafánu á mjúkbotni út frá Shannon Wiener fjölbreytni stuðli ($H' \log_2$) og Hurlbert's stuðli (ES_{100})(tafla endurgerð úr Molvær o.fl., 1997; Iversen og Sandøy, 2018).	10
Tafla 6. Mat á ástandi botnlægra hryggleysingja á mjúkum botni út frá gæðavísinum NQI1 (tafla endurgerð upp úr Rakel Guðmundsdóttir o.fl., 2022, tafla 7 á bls. 27).	10
Tafla 7. Mat á ástandi botnsets út frá heildarmagni lífræns kolefnis leiðrétt fyrir kornastærð sýnis (tafla endurgerð úr Iversen & Sandøy, 2018).	11
Tafla 8. Vísar og kröfur ASC staðalsins sem lúta að varðveislu náttúrulegra búsvæða, líffræðilega fjölbreytni og virkni vistkerfa innan.	11
Tafla 9. Niðurstöður ástandsmats á botnseti, flokks I (tilvist dýra), flokks II (mæld gildi) og flokks III (skynmats) úr sniðvöktun (MOM C) við Vattarnes við hámark lífmassa 20. júní 2024. Einnig er sýnt ástand hvers sýnis út frá meðaltali flokka II og III.	14
Tafla 10. Niðurstöður heildarmagni lífræns kolefnis (TOC mg/g af þurrvigti), hlutfall (%) kornastærðar <63 μm , heildarmagni lífræns kolefnis leiðréttu fyrir kornastærð (nTOC mg/g af þurrvigti) heildarmagni köfnunarefnis (TN% af þurrefni), kolefni (C% af þurrefni) og hlutfalli kolefnis og köfnunarefnis í sýni (C/N %).	15
Tafla 11. Ástand hryggleysingjafánu innan áhrifasvæðis.	15
Tafla 12. Fjöldi einstaklinga á fermetra (fjöldi/ m^2), H' = Shannon-Wiener fjölbreytni-vísitala, ES_{100} = Hurlberts fjölbreytni-vísitala. NQI1 = Norskur gæðavísir sem tekur tillit til hlutfalls þolinna og viðkvæmra tegunda fyrir lífrænum leifum, AMBI = AZTI sjávarlíffræðileg vísitala (hluti af NQI1) og J = Jafndreifnivísitala Pielous við Vattarnes í MOM C rannsókn þann 20. júní 2024.	16
Tafla 13. Tíu algengustu tegundirnar (fjöldi/ m^2) og uppsafnað hlutfall (%) hryggleysingja við eldissvæðið Gripalda á sjö stöðvum í mismunandi fjarlægð og áttir frá nærsvæði. Tegundir eru flokkaðar í fimm hópa út frá næmni gagnvart uppsöfnun á lífrænum leifum: EG I – viðkvæmar tegundir, EG II – hlutlausar tegundir, EG III – þolnar tegundir, EG IV – tækifærissinnaðar tegundir og EG V – tegundir sem benda eindregið til mengunar. ÓF – óviss flokkun, ekki búið að úthluta tegund í vistfræðilegan hóp.	17
Tafla 14. Redox (mV) gildi, Shannon's fjölbreytni stuðull (H' , $\log_2$) í sýnum sem tekin voru við kvíar, innan leyfilegs áhrifasvæðis og utan leyfilegs áhrifasvæðis og á viðmiðunarstöð samkvæmt ASC staðli.	19

1. Inngangur

Samkvæmt starfsleyfi Kaldvíkur (áður Laxa ehf., síðar IceFishFarm) fer reglubundin umhverfisvöktun fram við eldissvæðið Vattarnes í Reyðarfirði í samræmi við vöktunaráætlun sem samþykkt var af Umhverfisstofnun (Umhverfisstofnun, 2020; Laxar fiskeldi ehf., 2022). Tilgangurinn er að vakta losun og dreifingu mengunarefna í nágrenni eldiskvía og meta vistfræðilegar afleiðingar og áhrif á sjávarbotn.

Eldissvæðið Vattarnes í sunnanverðum Reyðarfirði (1. mynd) hefur verið starfrækt síðan í júlí 2021 þegar fyrsta kynslóð eldisfisks var alin þar. Grunnrannsóknir á tegundasamsetningu botnhryggleysingja við Vattarnes fóru fram í september árið 2016 (Þorleifur Eiríksson og Guðmundur Víðir Helgason, 2017) og grunnrannsóknir á mældum gildum og skynmati fóru fram þann 14. maí 2021 áður en fiskur var settur í kvíar (Erlín Emma Jóhannsdóttir, 2021). Rannsóknir við hámark lífmassa 1. kynslóðar fóru fram í júní árið 2022 innan nærsvæðis fiskeldissvæðisins (Erlín Emma Jóhannsdóttir og Margrét Gísladóttir, 2022) en ekki voru tekin sýni eftir hvíld.

Að beiðni Kaldvíkur gerði Náttúrustofa Austurlands rannsóknir á botnseti á nærsvæði (MOM B) fiskeldissvæðisins við hámark lífmassa í júní 2024 og hafði fiskur þá verið á svæðinu frá því í maí árið 2023 eða í þrettán mánuði (Ólöf Stefánsdóttir, verkefnastjóri hjá Kaldvík, tölvupóstur þann 23. ágúst 2024).

Niðurstaða nærsvæðisvöktunar var að svæðið fékk einkunnina 2 eða *gott* ástand út frá mælingum og skynmati (Erlín Emma Jóhannsdóttir og Margrét Gísladóttir, 2024) og því var farið í sniðvöktun (MOM C) í takt við leiðbeiningar norska staðalsins. Samhliða sniðvöktun voru að beiðni Kaldvíkur einnig tekin viðbótarsýni til að uppfylla kröfur ASC staðals sem Kaldvík hefur innleitt (Aquaculture Stewardship Council, 2024). Gerð er grein fyrir niðurstöðum m.t.t. beggja staðla í þessari skýrslu. Rannsóknin sem hér er greint frá er sýnataka við hámark lífmassa annarrar kynslóðar.

2. Staðhættir

Eldissvæðið Vattarnes er staðsett í strandsjávar vatnshlotinu *Digranes að Lóni* (102-1381-C) sem skilgreint sem strandsjór á vistsvæði 1 þar sem opið er fyrir öldu (CN1152) (Stjórn vatnamála, 2025; Rakel Guðmundsdóttir o.fl., 2022).

Mjög aðdjúpt er við Vattarnes og er dýpi á eldissvæðinu frá 20 til 140 m (1. mynd). Ekki eru til straummælingar fyrir Vattarnes og var því horft til straummælinga við Kolmúla sem er rétt innan við Vattarnes. Niðurstöður straummælinga við Kolmúla sýna að meðalstraumur er 6,8 cm/sek á 5 m dýpi og 4,7 cm/s á 15 m dýpi. Straumurinn er í SSA átt út fjörðinn (Þorleifur Eiríksson o.fl., 2017). Botngerðin einkennist af leir/silt og sandi með skeljabrotum og grjóti.

Þegar sýnataka fór fram þann 20. júní 2024 voru 4.424 tonn í fjórtán kvíum á svæðinu en kvíar fjögur og fimm voru tómar og hafði slátrun úr þeim farið fram í apríl. Kvíarnar eru í tvöfaldri kvíaröð (1. mynd). Fóðurnotkun frá 27. maí 2023 til 22. ágúst 2024 var 6.543 tonn (Ólöf Stefánsdóttir, verkefnastjóri hjá Kaldvík, tölvupóstur þann 23. ágúst 2024).

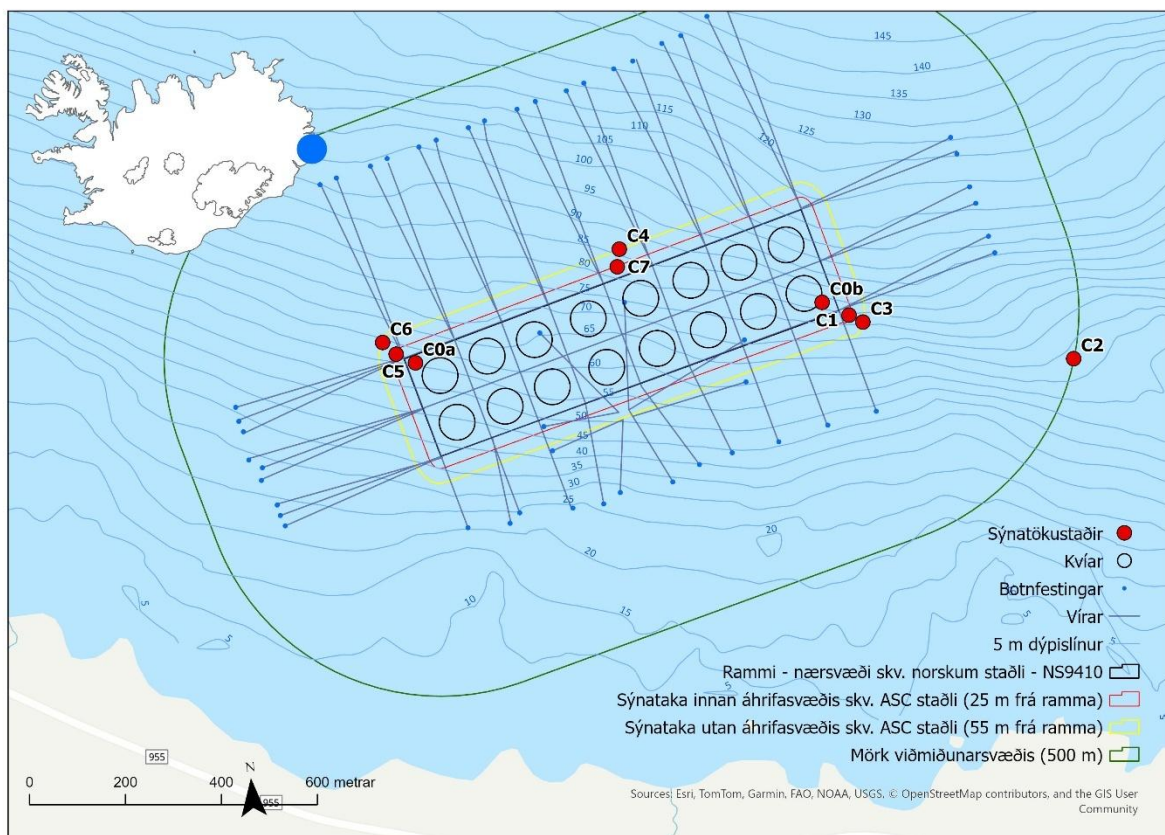
3. Aðferðir

3.1 Sýnataka og staðsetning sýna

Sýnataka var unnin eftir *ISO staðli 12878:2012* um umhverfissvöktun á áhrifum fiskeldis á mjúkbotn (Staðlaráð Íslands, 2016). *ISO staðli 16665:2014* um leiðbeiningar á magnbundinni sýnatöku og meðferð sýna á lífríki á mjúkbotni (International Standard, 2014), norskum staðli *NS 9410:2016* um umhverfissvöktun á áhrifum fiskeldis í sjó á sjávarbotn (Standard Norge, 2016) og ASC (Aquaculture Stewardship Council, 2024) staðli sem innleiddur hefur verið hjá Kaldvík.

Sýnataka fór fram þann 20. júní 2024. Tekin voru sýni bæði innan og utan svokallaðs nærsvæðis (e. Local Impact Zone) sem er skilgreint sem svæðið undir kvíum og allt að 25 metra frá þeim og markast af ramma eldissvæðisins (1. mynd) (Standard Norge, 2016). Í ASC staðlinum er jafnframt skilgreint áhrifasvæði (e. Allowable Zone of Effects - AZE) sem nær 30 m frá ramma (Aquaculture Stewardship Council, 2024).

Botnsýni voru tekin á samtals níu stöðvum og var staðsetning stöðva þannig að tvö sýni (C0a og C0b) voru við sitthvorn enda nærsvæðis eldissvæðisins, þrjár stöðvar voru staðsettar í straumstefnu í 25 m (C1), 500 m (C2) og 55 m (C3) fjarlægð frá nærsvæði eldissvæðisins. Tvær stöðvar voru staðsettar á móti straumstefnu í 25 m (C5) og 55 m (C6) fjarlægð frá nærsvæði. Að auki voru tvær stöðvar hornrétt á straumstefnu; ein 25 m (C7) og ein 55 m (C4) frá nærsvæði (1. mynd). Hnit voru tekin með GPS handtæki og dýpi skráð af dýptarmæli í bát (Tafla 1). Sýnataka fór fram 20. júní 2024.



1. mynd. Sýnatökustöðvar við hámark lífmassa við eldissvæði Kaldvíkur við Vattarnes í Reyðarfirði (Kortagögn frá Samsýn og Landhelgisgæslunni).

Sýni voru tekin með Van Veen botngreip (250 cm²), fjögur sýni voru tekin á hverri stöð, þrjú til tegundagreiningar á hryggleysingjum og eitt til efnagreininga og kornastærðarmælinga. Öll sýni til tegundagreininga á hryggleysingjum voru sigtuð á staðnum með 0,5 mm sigti og þeim komið fyrir í hæfilega stórum sýnadósum. Því næst var 10% formalíni hellt á þau ásamt boraxi til að koma í veg fyrir að kalkhlutar lífvera leystust upp. Eftir nokkra daga var formalíninu hellt af sýnunum og 70% etanóli bætt á þau og þau send til Náttúrustofu Vestfjarða þar sem dýrin voru talin og greind í tegundir/hópa.

Í einu sýni á hverri stöð var afoxunarmáttur (**reduction–oxidation reaction**) setsins mældur (kallað redox-gildi hér eftir) með Euthech pH 450 mæli og redox/ORP rafskauti frá Thermo Fisher (Thermo Fisher Scientific inc., 2007), ásamt hita (°C) og pH-gildi sem var mælt með Orion STAR A324 hitamæli og Ross pH rafskauti. Rafskautum mælanna var stungið u.þ.b. 1 cm ofan í setið um leið og sýnið kom upp og lesið af þegar mælar sýndu stöðug gildi. Að því loknu var sýnið losað úr greipinni í plastbakka og skynmat gert, þ.e. hvort lykt af brenni-steinsvetni (H₂S) fyndist af setinu, hvernig litur þess var, setgerð, þéttleiki sets og þykkt mögulegs uppsafnaðs grots. Kannað var hvort fódurleifar eða skítur sæist í sýni, hvort gasbólur sæjust og hvort hvít skán væri á yfirborði setsins (Beggiatoa). Einnig var rúmmál greipar skráð.

Tafla 1. Hnit, staðsetning sýnatökustöðva og dýpi við Vattarnes þann 20. júní 2024.

Stöð	Hnit		Dýpi
	Lat	Long	
C0a - nærsvæði í straumstefnu	64.94511	-13.7337	85
C1 - 25 m frá nærsv. í straumst.	64.94483	-13.7325	79
C3 - 55m frá nærsv. í straumst	64.94505	-13.7531	81
C2 - 500 m frá nærsv. í straumst	64.94367	-13.7228	60
C0b - nærsvæði á móti straumst.	64.94462	-13.7518	23
C5 - 25 m frá nærsv á móti straumst	64.94481	-13.7526	55
C6 - 55 m frá nærsv á mót straumst.	64.9461	-13.7425	60
C7 - 25 m frá nærsv hornrétt á straumst.	64.94468	-13.7319	82
C4 - djúpsvæði 55 m hornrétt á straumst.	64.94642	-13.7424	88

3.2 Viðmiðunarmörk fyrir mat á ástandi botnsets samkvæmt norskum staðli og viðmiðum Stjórnar vatnamála

3.2.1 Ástand botnsets út frá mælingum og skynmati

Allar niðurstöður sem fengust með athugun á tilvist dýra, mælingum og skynmati voru skráðar í staðlaðan gátlista þar sem hver þáttur sem kannaður var fékk ákveðið gildi (Standard Norge, 2016 - sjá kafla 2.1) sem gaf vísbendingu um hversu mikil uppsöfnun var af lífrænum leifum á botninum. Gátlistanum er skipt í þrjá flokka sem byggja á mati á I) tilvist dýra, II) mældum gildum, III) skynmati.

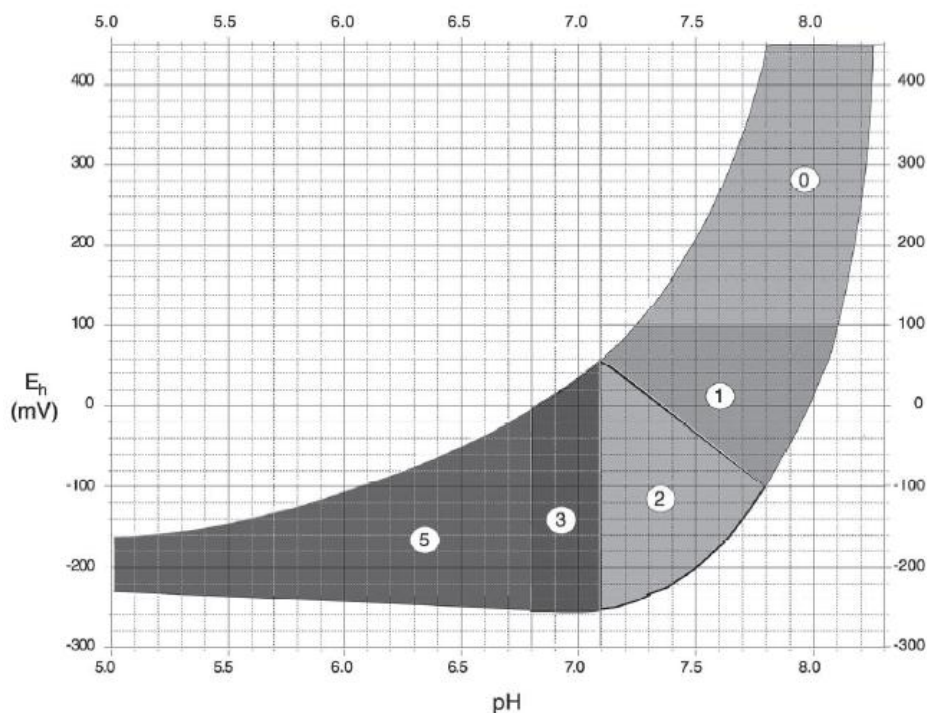
Flokkur I, tilvist dýra: þar var skráð hvort dýr voru til staðar=0 eða ekki=1. Ef dýr sjást í meira en helmingi sýna er ástandið ásættanlegt (<0,5) en ef engin dýr eru í meira en helmingi sýna er ástandið óásættanlegt (>0,5) (Tafla 2).

Tafla 2. Mat á ástandi botnsets út frá tilvist dýra (Standard Norge, 2016).

	Ásættanlegt	Óásættanlegt
Tilvist dýra	<0,5	>0,5

Flokkur II, mæld gildi (pH/redox): Redox og pH mælingar í botnseti gefa upplýsingar um ástand sets. Redox gefur upplýsingar um oxunargetu setsins. Til að fá samanburðarhæf redox gildi þarf þó að umreikna mæld gildi (E_h) með því að bæta við gildi ($E_{ref.pot}$) samkvæmt leiðbeiningum sem fylgja með rafskautinu, en gildin eru háð hitastigi (Thermo Fisher Scientific inc., 2007). Það var gert með jöfnunni $E_h = E_{mælt} + E_{ref.pot}$. Þannig fást gildin sem hægt var að bera saman við aðrar rannsóknir og þekkt gildi í botnseti (t.d. Hargarve o.fl., 2008; Zettler o.fl., 2007; Wildish o.fl., 2001; Brooks o.fl., 2003).

Umreiknuð redox og pH gildin vor staðsett í hnitakerfi (sjá 2. mynd) til að skilgreina ástand setsins. Eftir því sem umreiknuð redox gildi og pH gildi eru lægri er ástand setsins metið lakara (Standard Norge, 2016). Hvert sýni fékk ákveðna einkunn eftir því hvar það lenti á myndinni og eru ástandsflokkarnir fimm: 0 = mjög gott (bakgrunnsgildi), 1 = gott, 2 = slæmt, 3 = mjög slæmt og 5 = óásættanlegt (2. mynd).



2. mynd. Ástandsmat sets út frá mældum gildum redox (E_h)/pH (mynd fengin úr Standard Norge, 2016).

Flokkur III, skynmat. Ástand sets út frá skynmati tekur til sex þátta sem eru gasbólur, litur, lykt, áferð sets, rúmmál greipar og þykkt grots og fær hver þáttur ákveðna einkunn. Ef gasbólur eru til staðar gefur það 4 stig, engar gasbólur gefa 0 stig; ljóst/grátt set gefur 0 stig, brúnt/svart set gefur 2 stig; engin lykt gefur 0 stig, vottur af lykt 2 stig og sterk lykt 4 stig; þétt set gefur 0 stig, mjúkt 2 stig og laust 4 stig; rúmmál greipar minna en ¼ gefur 0 stig, rúmmál milli ¼ og ¾ gefur 1 stig og rúmmál yfir ¾ gefur 2 stig; uppsöfnun lífræns efnis sem er minna en 2 cm gefur 0 stig, á milli 2 og 8 cm gefur 1 stig og yfir 8 cm gefur 2 stig. Summa allra þessara þátta er síðan margfölduð með fasta sem er 0,22 og fæst þá ástand sýnis út frá skynmati.

Meðaltal gilda úr flokki II og III var reiknað út og hvert sýni fékk einkunn samkvæmt mældum gildum og skynmati. Ástandsflokkarnir eru fjórir: 1 = *mjög gott*, 2 = *gott*, 3 = *slæmt* og 4 = *mjög slæmt* (Tafla 3) (Standard Norge, 2016).

Tafla 3. Mat á ástandi botnsets út frá mældum gildum (redox/pH) og skynmati (litur, lykt af brennisteini, áferð, þykkt grots, gasbólur o.fl.) (Standard Norge, 2016).

	1	2	3	4
	Mjög gott	Gott	Slæmt	Mjög slæmt
Meðaltal mældra gilda og skynmats	<1,1	1,1–<2,1	2,1–<3,1	≥3,1

3.2.2 Ástand botnsets út frá hryggleysingjafánu

Við mat á ástandi út frá hryggleysingjum á stöðvum sem staðsettar voru innan nærsvæðis var horft til þéttleika hryggleysingja (fjöldi/m²), fjölda tegunda og hlutfallslegan þéttleika einstakra tegunda og eru ástandsflokkarnir fjórir : 1 = *mjög gott*, 2 = *gott*, 3 = *slæmt* og 4 = *mjög slæmt* (Tafla 4) (Standard Norge, 2016).

Tafla 4. Mat á ástandi hryggleysingjafánu á mjúkbotni út frá fjölda tegunda og hlutfalli (%) algengustu tegundarinnar (tafla endurgerð úr Standard Norge, 2016).

Breyta	Ástandsflokkar			
	1	2	3	4
	Mjög gott	Gott	Ekki viðunandi	Mjög slæmt
Fjöldi tegunda	>20	19-5	4-1	0
Hlutfall (%) algengustu tegundarinnar	<65%	<90%	>90%	

Ástand hryggleysingja utan nærsvæðis var metið út frá fjölbreytni stuðlunum Shannon Wiener (H', log2) og Hurlbert's (ES₁₀₀) og eru ástandsflokkarnir fimm: 1 = *mjög gott*, 2 = *gott*, 3 = *Ekki viðunandi* = 3, *slæmt* = 4 og *mjög slæmt* = 5 (Tafla 5) (Molvær o.fl., 1997; Iversen og Sandøy, 2018).

Tafla 5. Mat á ástandi hryggleysingjafánu á mjúkbotni út frá Shannon Wiener fjölbreytni stuðli ($H' \log 2$) og Hurlbert's stuðli (ES_{100}) (tafla endurgerð úr Molvær o.fl., 1997; Iversen og Sandøy, 2018).

Breyta	Ástandsflokkar				
	1	2	3	4	5
	Mjög gott	Gott	Ekki viðunandi	Slæmt	Mjög slæmt
ES_{100}	50–26	26–18	18–11	11–6	6–0
Shannon Wiener ($H', \log 2$)	>4	4–3	3–2	2–1	1–0

Til að meta ástand hryggleysingjafánu á mjúkbotni út frá viðmiðum Stjórnar vatnamála var gæðavísirinn NQI1 (Norwegian quality index 1, Rygg 2006) reiknaður út fyrir hverja stöð en hann er talinn henta vel við mat á hryggleysingjum á mjúkum botni í strandsjó við Ísland. Norski gæðavísirinn hefur þann styrkleika að taka tillit til hlutfalls þolinnna og viðkvæmra tegunda fyrir lífrænum leifum ásamt fjölda tegunda og þéttleika þeirra (Rakel Guðmundsdóttir o.fl., 2022; Hildur Magnúsdóttir, 2024). Ástandsflokkar NQI1 fyrir vatnshlotagerð CN1152 eru þrír 1= mjög 2 = gott og 3= ekki viðunandi (Tafla 6).

Tafla 6. Mat á ástandi botnlægra hryggleysingja á mjúkum botni út frá gæðavísinum NQI1 (tafla endurgerð upp úr Rakel Guðmundsdóttir o.fl., 2022, tafla 7 á bls. 27).

Breyta	Ástandsflokkar		
	1	2	3
	Mjög gott	Gott	Ekki viðunandi
Norwegian Quality Index 1, NQI1	1-0,65	<0,65-0,53	<0,53

Sýnum til efnagreininga var safnað þannig að efsta lag setsins, um 2 cm, var skafið af með plastskeið og komið fyrir í plastdolum og sett í kæli. Sýnin voru fryst við heimkomu og síðar send til Hafrannsóknastofnunar til efnagreininga á heildarmagni á lífrænu kolefni (TOC), heildarmagni köfnunarefnis (TN). Sýnum fyrir kornastærðarmælingar var safnað þannig að efstu 5 cm setsins var skafið af og sett í plastdollar og komið fyrir í frysti við heimkomu. Þau voru síðan unnin á eftirfarandi hátt:

- 1) U.þ.b. 300 g (blautvigt) af botnsýni var leyst upp í vatni. Hrært í sýninu öðru hvoru og látið standa í nokkrar klst.
- 2) Þegar sýnið var vel uppleyst var það skolað yfir 1 mm og 0,063 mm sigtum og hreinsað þangað til skolvatnið var ekki lengur leirlitað.
- 3) Fötur með skolvatni (seti <0,063 mm) voru látnar standa óhreyfðar þangað til vatnið í þeim var orðið tært. Vatni var hellt af og botnfalli úr öllum fötum sameinað, þurrkað við 50°C og vigtað.
- 4) Set >0,063 mm var þurrkað við 50°C. Síðan var þurrkaða sýnið sett í hristara yfir sigti 0,5 mm og 0,063 mm og pönnu sem fangaði set sem var <0,063 mm og hrist í ca. 15 mín.
- 5) Set sem kom í pönnuna var sameinað setinu sem kom úr skolvatni og það vigtað. Set sem varð eftir í 0,5 mm og 0,063 mm sigti var vigtað og niðurstöður skráðar.

Við mat á ástandi botnsets út frá lífrænu kolefni var stuðst við norsk viðmið (Iversen & Sandøy, 2018) (Tafla 7) en ekki eru til slík viðmið á Íslandi. Gildin eru fengin með formúlunni: $TOC_{63} = TOC_{mg/g} + 18 * (1 - P < 63 \mu m)$.

Tafla 7. Mat á ástandi botnsets út frá heildarmagn lífræns kolefnis leiðrétt fyrir kornastærð sýnis (tafla endurgerð úr Iversen & Sandøy, 2018).

Breyta	Ástandsflokkar				
	1	2	3	4	5
	Mjög gott	Gott	Ekki viðunandi	Slæmt	Mjög slæmt
TOC ₆₃ , heildarmagn lífræns kolefnis m.v. kornastærð (% silt og leir, <63 µm)	0–20	20–27	27–34	34–41	41–200

3.3 Viðmiðunarmörk fyrir mat á ástandi botnsets samkvæmt ASC staðli

Í ASC staðlinum er skilgreint svokallað áhrifasvæði (Allowable Zone of Effect - AZE) sem er að jafnaði 30 m frá ramma eldissvæðis (1. mynd). Taka þarf sýni innan þess í 25 m fjarlægð frá ramma og einnig utan þess í 55 m fjarlægð frá ramma. Í staðlinum eru tilgreindar kröfur um redox gildi, tegundasamsetningu og fjölbreytni stuðla fyrir sýni sem tekin eru annars vegar utan skilgreinds áhrifasvæðis og hins vegar innan skilgreinds áhrifasvæðis (Tafla 8) (Aquaculture Stewardship Council, 2024).

Tafla 8. Vísar og kröfur ASC staðalsins sem lúta að varðveislu náttúrulegra búsvæða, líffræðilega fjölbreytni og virkni vistkerfa innan.

Vísir	Kröfur
2.1.1 Redox gildi í seti utan leyfilegs áhrifasvæðis	> 0 mV
2.1.2 Vísitala sem gefur til kynna gott eða mjög gott vistfræðilegt ástnd í seti utan leyfilegs áhrifasvæðis	AZTI Marine Biotic Index (AMBI) ≤ 3,3, eða Shannon-Wiener >3
2.1.3 Fjöldi botndýrategunda í seti innan leyfilegs áhrifasvæðis	≥ 2 tegundir sem ekki eru mengunarvísar (pollution indicator) með þéttleika sem nemur meira en 100 einstaklingum/m ²
2.1.4 -Staðsetning sýnatökustöðva	Staðsetning stöðva var samkvæmt lýsingu í ASC staðli*

* Sjá viðauka I um sýnatökuaðferðir og staðsetningu sýna í ASC staðli (Aquaculture stewardship council, 2024).

3.4 Töluleg úrvinnsla

Áður en töluleg úrvinnsla hófst var listi með tegundum hryggleysingja sem fundust við Vattarnes keyrður í gegnum World Register of Marine Species (WoRMS) heimasíðuna til að athuga hvort tegundaheitin samræmdust nýjustu uppfærslum á tegundaheitum hryggleysingja á heimsvísu (World Register of Marine Species, 2025) og var tegundaheitum breytt í samræmi við hann.

Að því loknu var meðalþéttleiki hvernar tegundar reiknaður út frá öllum greipum sem teknar voru á viðkomandi stöð og heildarþéttleiki hryggleysingja var því samanlagður meðalþéttleiki allra tegunda innan hvernar stöðvar. Hlutfall (%) og uppsafnað hlutfall (cumulative percentage %) hvernar tegundar innan stöðvar var reiknað út frá heildarþéttleika viðkomandi tegundar á móti samanlögðum heildarþéttleika allra tegunda á viðkomandi stöð. Fjöldi hryggleysingjategunda fyrir hverja stöð var talinn og fjölbreytni og jafnræði reiknuð út fyrir hverja stöð með Shannon-Wiener H' fjölbreytileika stuðli (Magurran, 2004) og einsleitnistuðli Pielou's J' . Þráðormar (Nematoda) voru undanskildir útreikninga (Hildur Magnúsdóttir, 2024).

Shannon-Wiener fjölbreytni stuðull 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 . Eftir því sem fjölbreytni eykst hækkar gildið og má búast við að svæði sé óraskað eða undir litlu álagi ef stuðullinn er >4 (sjá umfjöllun í kafla 3.2.2).

Jafndreifni vísitala Pielous J' , er nátengd Shannon-Wiener stuðlinum, en sýnir hvort jafnræði er milli tegunda innan sýnisins, eða hvort ein eða fáar tegundir séu sérstaklega áberandi. Stuðullinn lækkar eftir því sem tegundum fækkar. Þegar einungis ein tegund er í sýnum þá verða báðir þessir stuðlar núll.

Jafndreifni vísitala Pielous J' :

$$J = \frac{H'}{\log_2 s}$$

Fjölbreytni stuðullinn Hurlblert's (E_{100}) var reiknaður með eftirfarandi formúlu.

$$E_{100} = \sum_{i=1}^S \left[1 - \frac{\binom{N-n_i}{100}}{\binom{N}{100}} \right]$$

S : fjöldi tegunda (species richness)

N : heildarfjöldi einstaklinga í úrtakinu

n_i : fjöldi einstaklinga af tegund i

Hærrí ES₁₀₀ bendir til heilbrigðara og fjölbreyttara vistkerfis (sjá viðmiðunarmörk í kafla 3.2.1).

Gæðavísirinn NQI1 (Norwegian Quality Index 1, Rygg, 2006) var reiknaður út fyrir allar stöðvar út frá formúlunni.

$$NQI1 = \left(0.5 * \left(1 - \frac{AMBI}{7} \right) + 0.5 * \left(\frac{SN}{2.7} \right) * \left(\frac{N}{N+5} \right) \right)$$

N = heildarfjöldi einstaklinga; $SN = \ln(\text{fjöldi tegunda } S) / (\ln(\ln \text{ fjöldi einstaklinga } N))$

Norski gæðavísirinn (NQI1) er samsettur og inniheldur svokallaðan AMBI-vísi (*AZTI Marine Biotic Index*) en hann tekur mið af hlutfalli viðkvæmra og þolinna tegunda gagnvart uppsöfnun á lífrænum leifum. AMBI-vísirinn var reiknaður út með forritinu AMBI útgáfu 6.0 (AMBI, Azti Marine Biotic Index, 2022).

Samkvæmt Borja o.fl. (2000) eru tegundir flokkaðar í fimm vistfræðilega hópa (EG I–V) sem lýsa næmni þeirra fyrir auknu magni lífræns efnis í seti:

- EG I – Viðkvæmar tegundir, svo sem sérhæfð rándýr og rörbýggjandi burstaormar sem lifa á groti.
- EG II – Hlutlausar tegundir, þar á meðal síarar, fjölhæfari rándýr og hræætur.
- EG III – Þolnar tegundir, einkum tegundir sem nærast á groti á yfirborði sets.
- EG IV – Tækifærissinnaðar tegundir, t.d. smávaxnir burstaormar og grotætur sem lifa neðan við yfirborð setlaga.
- EG V – Mengunarpolnar tegundir, sem þrífast í súrefnissnauðum aðstæðum, t.d. grotætur í seti með mikilli lífrænni uppsöfnun.

Hlutfall tegunda í hverjum hópi er gefið upp sem %EG I–V og endurspeglar prósentuhlutfall þeirra innan heildarsamsetningar hryggleysingja. Þessi flokkun er undirstaða AMBI-vísisins, sem gefur heildrænt mat á röskun lífríkis á kvarða frá 0 til yfir 6. Lág gildi (um 0) benda til óraskaðs eða náttúrulegs ástands, gildi í kringum 6 vísa til röskunar og mengunar, en gildi yfir 6 gefa til kynna að botndýralíf sé nærri horfið.

Reikniformúla fyrir AMBI-vísinn er eftirfarandi:

$$AMBI = \frac{((0 * \%EG\ I) + (1,5 * \%EG\ II)) + (3 * \%EG\ III) + (4,5 * \%EG\ IV) + (6 * \%EG\ V))}{100}$$

Við útreikninga á NQI1 og AMBI var fylgt leiðbeiningum Hafrannsóknastofnunar (Hildur Magnúsdóttir, 2024).

Fjarlægðagreining (Bray-curtis) var notuð til að kanna hversu líkar stöðvar voru hvað varðar tegundasamsetningu hryggleysingja. Greiningin reiknar út hversu margar tegundir/hópar eru sameiginlegar milli stöðva og gefur gildi frá 0 til 1, þar sem 0 táknar að þær tvær stöðvar sem er verið að bera saman hafi enga tegund sameiginlega (100% ólíkar) en 1 táknar að allar

tegundir hafi verið sameiginlegar (100% líkar). Niðurstöðurnar eru settar fram sem prósentu (%) af sameiginlegum tegundum milli stöðva.

Forritið Microsoft Excel, var notað til að halda utan um töluleg gögn en útreikningar voru gerðar í forritinu R (R Core Team 2023). Greining gagna var unnin í tidyverse pakkanum (Wickham o.fl. 2019), vegan pakkanum (Oksanen, 2024) og benthos pakkanum (Walwoort, 2022).

4. Niðurstöður

4.1 Sniðvöktun

4.1.1 Skynmat og mælingar í seti

Dýpi sýnatökustöðva var frá 23 – 88 m (Tafla 1). Allar greipar voru vel lokaðar og fullar af seti þegar þær voru dregnar upp. Niðurstöður mældra gilda og skynmats í sniðvöktun (MOM C) við Vattarnes sýndi að ástand sýna innan nærsvæðis var mjög gott (C0a) og gott (C0b). Redox gildi mældust 206,7 (C0a) og -10,8 (C0b) innan nærsvæðis og var pH gildi 7,5 og 7,1 þar. Ástand allra sýna utan nærsvæðis var mjög gott samkvæmt viðmiðum norska staðalsins NS 9410. Redox gildi utan nærsvæðis mældist frá 29,6 – 329,8 mV og pH gildi var 7,3 - 7,5 (Tafla 9 og 2. mynd). Dýr fundust í öllum sýnum. Botnngerðin var blandaður silt og eða sandur á öllum stöðvum, einnig var nokkuð um skeljabrot og steina í sýnum. Litur setsins var brúnn/svartur á stöðvum innan nærsvæðis en í öllum tilvikum ljósbrúnn utan nærsvæðis. Vottur af brennisteinslykt fannst af sýnum á stöð C0a innan nærsvæðis og sterk lykt var af sýnum á stöð C0b. Engin lykt var af sýnum utan nærsvæðis. Engar gasbólur voru sjáanlegar og ekki varð vart við hvíta skán ofan á setinu (beggiatoa). Fóðurleifar fundust í sýnum á stöðvum C0a og C0b innan nærsvæðis. Nánari upplýsingar um sýnin má finna í viðauka II.

Tafla 9. Niðurstöður ástandsmats á botnseti, flokks I (tilvist dýra), flokks II (mæld gildi) og flokks III (skynmats) úr sniðvöktun (MOM C) við Vattarnes við hámark lífmassa 20. júní 2024. Einnig er sýnt ástand hvers sýnis út frá meðaltali flokka II og III.

Dags	Sýni	Flokkur I	Flokkur II			Flokkur III	Meðaltal flokka II og III	Ástand sýna
		Tilvist dýra	Mæld gildi			Skynmat		
		Dýr	PH	Redox mV (Eh 1 cm)	Eh/pH**	Skynmat***		
20.06.2024	C0b	0	7.1	-10.8	2	1.7	1.8	2
	C1	0	7.4	29.6	1	0.8	0.9	1
	C3	0	7.3	84.5	1	0.9	0.7	1
	C2	0	7.5	312.5	0	0.2	0.1	1
	C0a	0	7.5	206.7	0	0.4	0.2	1
	C5	0	7.5	271.0	0	0.2	0.1	1
	C6	0	7.5	329.8	0	0.2	0.1	1
	C7	0	7.4	104.7	0	0	0.0	1
	C4	0	7.5	170.6	0	0.4	0.2	1

Heildarlífrænt kolefni (TOC) mældist frá 14–20 mg/g og gildin leiðrétt fyrir kornastærð (nTOC) voru frá 19–26 mg/g. Ástand út frá viðmiðum var *mjög gott og gott* á öllum stöðvum (Iversen & Sandøy, 2018). Heildarmagn köfnunarefnis í seti mældist 0,1–0,2 (TN % af þurrefni) og hlutfall kolefnis 1,4– 1,6 (C% af þurrefni) (Tafla 10) .

Tafla 10. Niðurstöður á heildarmagni lífræns kolefnis (TOC mg/g af þurrvigt), hlutfall (%) kornastærðar <63 µm, heildarmagni lífræns kolefnis leiðréttu fyrir kornastærð (nTOC mg/g af þurrvigt) heildarmagni köfnunarefnis (TN% af þurrefni), kolefni (C% af þurrefni) og hlutfalli kolefnis og köfnunarefnis í sýni (C/N %).

Stöð	TOC (mg/g)	kornastærð %<63µm	nTOC (mg/g)	Aska (%)	N (%)	C (%)	C/N (%)
C1	16	33	22	46.1	0.2	1.6	7
C3	14	50	23	49.2	0.2	1.4	8
C2	20	32	26	55.5	0.1	2.0	17
C4	14	29	20	43.1	0.2	1.4	8
C5	15	22	19	54.5	0.1	1.5	12

4.1.2 Mat á ástandi innan nærsvæðis

Ástand út frá fjölda tegunda og hlutfallslegum þéttleika algengustu tegundarinnar (NS 9410) innan nærsvæðis (C0a og C0b) var *gott*. Tegundin *Capitella capitata* sem er flokkuð sem mengunarpólin tegund (EG V) var ríkjandi á báðum stöðvum innan nærsvæðisins en hlutfall hennar var <90% af heildarþéttleika dýra (Tafla 11 og 1. mynd).

Tafla 11. Ástand hryggleysingjafánu innan nærsvæðis.

Stöð	Fjöldi tegunda	Ríkjandi tegund	Ástand út frá viðmiðum NS 9410
C0a	20	<i>Capitella capitata</i> - 81%	2 - <i>gott</i>
C0b	7	<i>Capitella capitata</i> - 58%	2 - <i>gott</i>

4.1.3 Mat á ástandi út frá fjölbreytnistuðlum og gæðavísum

Fjöldi hryggleysingja spannaði frá 7.727 dýr/m² á stöð C6 sem var 55 m frá nærsvæði hornrétt á straumstefnu til 18.564 dýr/m² á stöð C3 sem var 25 m frá nærsvæði með straumstefnu. Flestar tegundir fundust á stöð C5 (81 tegund) sem var í 25 m fjarlægð frá nærsvæði á móti straumstefnu en færstar voru tegundirnar (43 tegundir) á stöð C1 sem var í 25 m fjarlægð frá nærsvæði með straumstefnu (Tafla 12).

Niðurstöður útreikninga á Shannon's fjölbreytni stuðlinum (H' , $\log_2$) gáfu til kynna að ástand hryggleysingjafánunnar var *mjög gott* (5) á viðmiðunarstöð (C2) og á stöðvum C5 og C6 sem voru 25 m og 55 m frá nærsvæði á móti straumstefnu. Samkvæmt Hurlbert's (E_{100}) stuðlinum endurspegluðu gildin *mjög gott* ástand (34–28) á sömu stöðvum. Á öðrum stöðvum var ástandið *gott* (4 – 3). Jafndreifnivísitala (Pielous, J) gaf til kynna að engin ein tegund væri ráðandi í sýnunum og var hún frá 0,50 – 0,82 þegar einungis ein tegund er í sýni mælist hún núll (Tafla 12).

Útreikningar á gæðavísinum NQI1, sem búið er að staðla fyrir hryggleysingja fánu hér á landi, sýndu líka að stöðvar C2, C5 og C6 fengu gildi sem endurspeglu *mjög gott* ástand (0,68 – 0,71) og aðrar stöðvar féllu í flokkinn *gott* (0,53 – 0,59) nema stöð C1 sem var í 25 m frá

nærsvæði í straumstefnu hún féll í flokk sem endurspeglar *slæmt* (0,51) ástand út frá NQI1 stuðlinum (Tafla 12).

Tafla 12. Fjöldi einstaklinga á fermetra (fjöldi/m²), H' = Shannon-Wiener fjölbreytni-vísitala, ES₁₀₀ = Hurlberts fjölbreytni-vísitala. NQI1 = Norskur gæðavísir sem tekur tillit til hlutfalls þolinnna og viðkvæmra tegunda fyrir lífrænum leifum, AMBI = AZTI sjávarlíffræðileg vísitala (hluti af NQI1) og J = Jafndreifnivísitala Pielous við Vattarnes í MOM C rannsókn þann 20. júní 2024.

Stöð	Fjöldi/m ²	Fjöldi tegunda (S)	H'	ES _n =100	NQI1	J
C1-25 m frá nærsv í straumst.	10087	43	3	20	0.51	0.59
C3 - 55 m frá nærsv í straumst.	18460	45	3	19	0.53	0.50
C2 -500 m frá nærsv í straumst.	9257	67	5	35	0.68	0.81
C5 -25 m frá nærsv á móti straumst	10107	81	5	38	0.71	0.82
C6 - 55 m frá nærsvæði á móti straums.	7727	71	5	36	0.70	0.82
C7 - 25 m frá nærsv. hornrétt á straumst.	18564	53	3	20	0.56	0.58
C4- 55 m frá nærsv. hornrétt á straumst. Djúpsvæði	11187	47	4	21	0.59	0.69

Á stöðvum C2, C5 og C6 sem fengu *mjög góða* einkunn út frá NQI1 vísinum var hlutfallslegur þéttleiki tegunda sem flokkast sem viðkvæmar og hlutlausar tegundir hæst eða 55%, 61% og 59% á móts við 12% - 35% á öðrum stöðvum. Hlutfallslegur þéttleiki tegundarinnar *C. capitata* sem er flokkuð sem tegund sem bendir eindregið til mengunar var hæst (21%) á stöð C1 á móts við 2% til 8% á öðrum stöðvum (Tafla 13 og 3. mynd).

Tafla 13. Tíu algengustu tegundirnar (fjöldi/m²) og uppsafnað hlutfall (%) hryggleysingja við eldissvæðið Gripalda á sjö stöðvum í mismunandi fjarlægð og áttir frá nærsvæði. Tegundir eru flokkaðar í fimm hópa út frá næmni gagnvart uppsöfnun á lífrænum leifum: EG I – viðkvæmar tegundir, EG II – hlutlausar tegundir, EG III – þolnar tegundir, EG IV – tækifærissinnaðar tegundir og EG V – tegundir sem benda eindregið til mengunar. ÓF – óviss flokkun, ekki búið að úthluta tegund í vistfræðilegan hóp.

Stöð C1- 25 m frá nærsvæði í straumstefnu

Tegund	Fjöldi/m ²	%	EG
<i>Cossura pygodactylata</i>	4173	41	IV
<i>Capitella capitata</i>	2067	62	V
<i>Chaetozone setosa</i>	973	72	IV
<i>Ophryotrocha sp.</i>	427	76	IV
<i>Mytilus edulis</i>	227	78	III
<i>Scoloplos armiger</i>	200	80	III
<i>Maldane sarsi</i>	160	82	II
<i>Prionospio steenstrupi</i>	147	83	IV
<i>Eteone sp.</i>	140	84	III
Photidae	107	85	ÓF

Stöð C3- 55 m frá nærsvæði í straumstefnu

Tegund	Fjöldi/m ²	%	EG
<i>Cossura pygodactylata</i>	10720	58	IV
<i>Chaetozone setosa</i>	2293	70	IV
<i>Maldane sarsi</i>	480	73	II
<i>Eteone sp.</i>	400	75	III
<i>Pholoe sp.</i>	400	77	II
<i>Capitella capitata</i>	373	79	V
<i>Ophryotrocha sp.</i>	373	81	IV
<i>Galathowenia oculata</i>	320	83	III
<i>Exogone sp.</i>	293	85	II
<i>Nemertea</i>	293	86	III

Stöð C2- 500 m frá nærsvæði í straumstefnu

Tegund	Fjöldi/m ²	%	EG
<i>Chaetozone setosa</i>	1847	20	IV
<i>Scoloplos armiger</i>	773	28	III
<i>Pholoe sp.</i>	593	35	II
<i>Exogone sp.</i>	453	40	II
<i>Cossura pygodactylata</i>	427	44	IV
<i>Philomedes sp.</i>	400	49	II
<i>Maldane sarsi</i>	330	52	II
<i>Galathowenia oculata</i>	327	56	III
Tryphosidae	320	59	ÓF
<i>Owenia fusiformis</i>	307	62	II

Stöð C5 -25 m frá nærsvæði á móti straumstefnu

Tegund	Fjöldi/m ²	%	EG
<i>Chaetozone setosa</i>	1347	13	IV
<i>Owenia fusiformis</i>	987	23	II
<i>Galathowenia oculata</i>	653	30	III
<i>Maldane sarsi</i>	560	35	II
<i>Exogone sp.</i>	453	40	II
<i>Pholoe sp.</i>	400	44	II
<i>Capitella capitata</i>	360	47	V
<i>Scoloplos armiger</i>	360	51	III
<i>Cossura pygodactylata</i>	307	54	IV
<i>Philomedes sp.</i>	280	56	II

Stöð C6 -55 m frá nærsvæði á móti straumstefnu

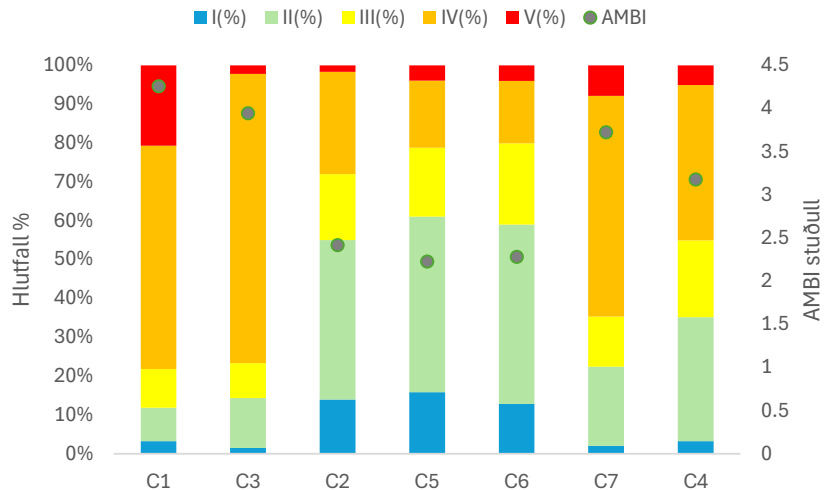
Tegund	Fjöldi/m ²	%	EG
<i>Chaetozone setosa</i>	840	11	IV
<i>Maldane sarsi</i>	807	21	II
<i>Galathowenia oculata</i>	667	30	III
<i>Owenia fusiformis</i>	613	38	II
<i>Exogone sp.</i>	453	44	II
<i>Pholoe sp.</i>	380	49	II
<i>Capitella capitata</i>	300	53	V
<i>Scoloplos armiger</i>	273	56	III
<i>Cossura pygodactylata</i>	213	59	IV
<i>Goniada sp.</i>	160	61	II

Stöð C7 -25 m frá nærsvæði hornrétt á straumstefnu

Tegund	Fjöldi/m ²	%	EG
<i>Cossura pygodactylata</i>	8507	46	IV
<i>Chaetozone setosa</i>	1533	54	IV
<i>Maldane sarsi</i>	1258	61	II
<i>Capitella capitata</i>	1147	67	V
<i>Galathowenia oculata</i>	913	72	III
<i>Owenia fusiformis</i>	880	77	II
<i>Exogone sp.</i>	853	81	II
Lumbrineridae	293	83	ÓF
Oligochaeta	293	84	V
<i>Eteone sp.</i>	240	86	III

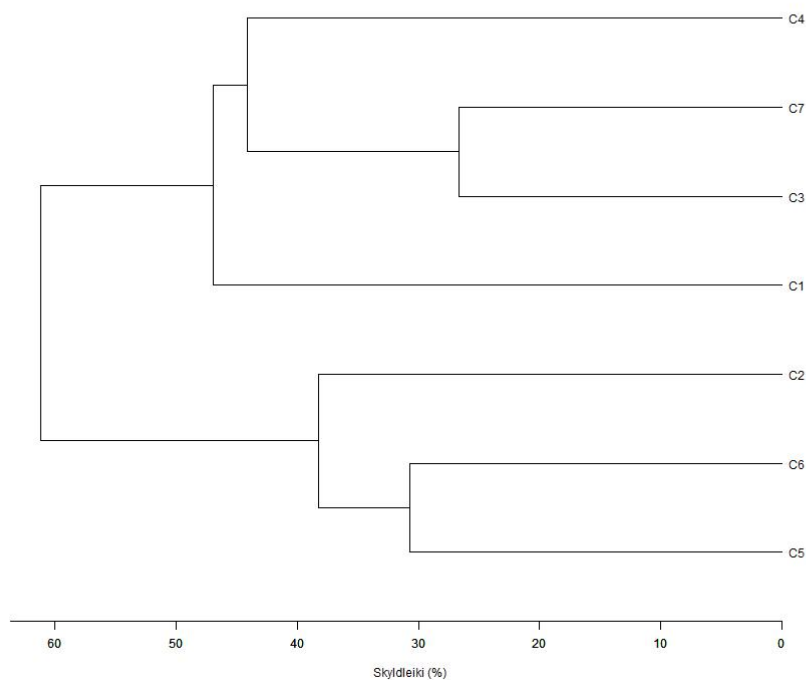
Stöð C4 -55 m frá nærsvæði hornrétt á straumstefnu

Tegund	Fjöldi/m ²	%	EG
<i>Cossura pygodactylata</i>	2613	23	IV
<i>Galathowenia oculata</i>	1500	37	III
<i>Chaetozone setosa</i>	1460	50	IV
<i>Maldane sarsi</i>	1160	60	II
<i>Owenia fusiformis</i>	1093	70	II
<i>Exogone sp.</i>	427	74	II
<i>Capitella capitata</i>	373	77	V
Lumbrineridae	347	80	ÓF
<i>Prionospio steenstrupi</i>	247	82	IV
<i>Levinsenia gracilis</i>	213	84	III



3. mynd. Hlutfallslegur þéttleiki vistfræðilegra hópa eftir sýnatökustöðvum (EG I%-V%) og AMBI vísir.

Klasagreining sýndi að stöðvarnar skiptust í megindráttum í tvo hópa sem endurspeglar áhrif fiskeldis í tengslum við fjarlægð og stefnu frá kvíunum. Stöðvar á móti straumstefnu (C5 og C6) voru líkastar stöð lengst frá fiskeldinu (C2) með sameiginlegar tegundir sem nam 63%. Stöð C1 (25 m í straumstefnu frá nærsvæði) deildi fæstum tegundum við stöðvar C5 og C6 stöðvar og voru um 35% og 36% sameiginlegar tegundir við viðmiðunarstöð (4. mynd).



4. mynd. Klasagreining (Bray-curtis) af sýnatökustöðvum við Gripalda við hámark lífmassa í júní 2024.

4.2 Vöktun samkvæmt ASC staðli

Redox gildi í sýnum utan skilgreinds áhrifasvæðis (AZE) mældust á bilinu 84 mV til 330 mV og uppfylltu þær mælingar í öllum tilvikum kröfu 2.1.1 ASC staðalsins (redox gildi >0 mV utan áhrifasvæðis) (Tafla 8). Þess má einnig geta að redox gildi í sýnum innan leyfilegs áhrifasvæðis voru einnig hærri en 0 mV og var einungis eitt sýni (C0a) með redox gildi lægra en 0 mV og var sú stöð innan nærsvæðis í straumstefnu. Shannon's (H' , $\log_2$) fjölbreytnistuðullinn var 3 – 5 og uppfylltu allar stöðvar kröfu 2.1.2 í ASC staðalinum (Shannon Wiener >3). AMBI-vísirinn uppfyllti kröfur 2.1.2 ($\leq 3,3$) á öllum stöðvum nema stöð C3 en þar var hann 3,9 (Tafla 14).

Tafla 14. Redox (mV) gildi, Shannon's fjölbreytni stuðull (H' , $\log_2$) í sýnum sem tekin voru við kvíar, innan leyfilegs áhrifasvæðis og utan leyfilegs áhrifasvæðis og á viðmiðunarstöð samkvæmt ASC staðli.

Stöð	Staðsetning (AZE)	Átt	Redox (mV)	AMBI	H'
C0a	við kví	á móti straumstefnu	207	5.1	1
C0b	við kví	í straumstefnu	-11	5.6	2
C5	innan AZE (25m)	á móti straumstefnu	271	2.2	5
C1	innan AZE (25m)	í straumstefnu	30	4.3	3
C7	innan AZE (25m)	hornrétt á straumstefnu	105	3.7	3
C6	utan AZE (55m)	í straumstefnu	330	2.3	5
C3	utan AZE (55m)	á móti straum	84	3.9	3
C4	utan AZE (55m)	hornrétt á straumstefnu	171	3.2	4
C2	utan AZE (500 m)	Viðmiðunarstöð	312	2.4	5

Samkvæmt kröfu 2.1.3 í ASC staðli skulu vera að minnsta kosti tvær tegundir, sem ekki eru mengunarvísar, hafa að minnsta kosti 100 einstaklinga á fermetra eða meira í sýnum sem tekin eru innan leyfilegs áhrifasvæðis. Stöðvar C5 og C7 uppfylltu þá kröfu en ekki stöð C1 (Tafla 13).

5. Umræður

Niðurstöður ástandsmats í botnseti út frá mælingum á redox/pH og skynmati innan nærsvæðis var *mjög gott* í sýni á móti straumstefnu og *gott* með straumstefnu. Sú niðurstaða endurspegladist í samfélögum hryggleysingja en bæði sýnin fengu 2 í einkunn út frá fjölda tegunda og hlutfallslegum þéttleika algengustu tegundarinnar sem gefur *gott* ástand.

Ástand sýna út frá mælingum og skynmati utan nærsvæðis var í öllum tilvikum *mjög gott*. Efnamælingar á heildarkolefni leiðréttu fyrir kornastærð í seti (nTOC) gaf einnig til kynna *mjög gott* og *gott* ástand í öllum sýnum utan nærsvæðis (Molvær, o.fl., 1997; Standard Norge, 2016).

Niðurstöður út frá samfélögum botnhryggleysingja benda til þess að áhrif fiskeldisins séu mest í 25 m fjarlægð frá nærsvæði í straumstefnu en þar var ástand út frá norska gæðavísinum *slæmt*. Fjölbreytnistuðlar gáfu hins vegar gildi sem endurspegluðu *gott* ástand. Klasagreining sýndi að samfélög hryggleysingja á stöð sem var í 25 m fjarlægð frá nærsvæði í straumstefnu deildi fæstum tegundum við aðrar stöðvar. Áhrif frá fiskeldi dvínuðu með aukinni fjarlægð frá nærsvæðinu og var ástandið út frá gæðavísinum (NQI1) í 55 m fjarlægð frá nærsvæðinu *gott*. Sama var að segja hvað varðar sýni sem tekin voru hornrétt á

straumstefnu. Samfélög botndýra virðast vera undir minnstum áhrifum frá eldinu á móti straum straumstefnu, en þar var ástandið *mjög gott* út frá fjölbreytnistuðlum og norska gæðavísinum.

Niðurstöðurnar sýndu að allar stöðvar uppfylltu kröfur ASC staðalsins utan leyfilegs áhrifasvæðis. Redox gildi var í öllum tilvikum hærri en 0 mV og fjölbreytni stuðull Shannon's ($H' \log 2$) var á öllum stöðum hærri en 3 og AMBI stuðull lægri eða jafnt og 3,3 (krafa 2.1.1 og 2.1.2, Aquaculture Stewardship Council, 2024). Á öllum stöðvum nema einni innan leyfilegs áhrifasvæðis voru fleiri en tvær tegundir, sem ekki eru skilgreindar sem mengunarvísar, með þéttleika sem nam fleiri en 100 einstaklinga á fermetra (krafa 2.1.3, Aquaculture Stewardship Council, 2024).

6. Heimildir

- Aquaculture Stewardship Council (2024). ASC salmon standard. Version 1.4. Sótt í janúar 2025 á <https://asc-aqua.org/wp-content/uploads/2024/05/ASC-STD-010-Salmon-Standard-V-1.4.1-May-2024.pdf>
- Brooks, K.M., Stierns, A. R., Mahnkenb, C.V.W. & Blackburnc, D.B. (2003). Chemical and biological remediation of the benthos near Atlantic salmon farms. *Aquaculture* 219, 355 – 377.
- Borja A., Franco J. & Pérez 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(12), 1100–1114. [https://doi.org/10.1016/S0025-326X\(00\)00061-8](https://doi.org/10.1016/S0025-326X(00)00061-8)
- Hargarve, B. T., Holmer, M. og Newcobe, C.P. (2008). Towards a classification of organic enrichment in marine sediments based on biogeochemical indicators. *Marine Pollution Bulletin* 56, 810–824.
- Erlín Emma Jóhannsdóttir (2021). *Grunnrannsókn á botnseti í sjó við fiskeldissvæðið Vattarnes í Reyðarfirði*. Unnið fyrir Laxar fiskeldi ehf. Neskaupstaður: Náttúrustofa Austurlands.
- Erlín Emma Jóhannsdóttir og Margrét Gísladóttir (2022). *Rannsóknir á botnseti í sjó við hámark lífmassa á fiskeldissvæði við Vattarnes í Reyðarfirði. Niðurstöður nærsvæðisvöktunar (MOM B)*. Unnið fyrir Laxar fiskeldi ehf. Neskaupstaður: Náttúrustofa Austurlands.
- Erlín Emma Jóhannsdóttir og Margrét Gísladóttir (2024). *Rannsóknir á botnseti í nærsvæði (MOM B) fiskeldissvæðisins við Vattarnes í Reyðarfirði við hámark lífmassa*. Unnið fyrir Kaldvík. Neskaupstaður: Náttúrustofa Austurlands.
- Hildur Magnúsdóttir (2024). *Leiðbeiningar fyrir útreikninga á NQI1 og AMBI fyrir ástandsflokkun strandsjávar*. Hafnarfjörður: Hafrannsóknastofnun.
- International Standard (2014). Water quality — Guidelines for quantitative sampling and sample processing of marine soft-bottom macrofauna. ISO 16665:2014(E).
- Iversen, A og Sandøy, S (2018). *Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver*. Veileder 02:2018. [file:///C:/Users/erlin/Downloads/Veileder+TA-1467-1997-03+\(SFT\)+Klassifisering+av+miljø+C3%B8kvalitet+i+fjorder+og+kystfarvann.pdf](file:///C:/Users/erlin/Downloads/Veileder+TA-1467-1997-03+(SFT)+Klassifisering+av+miljø+C3%B8kvalitet+i+fjorder+og+kystfarvann.pdf)
- Landhelgisgæslan (óbirt). Dýptarlínur í Reyðarfirði. Landupplýsingagögn frá Árna Vésteinssyni hjá Landhelgisgæslunni til Náttúrustofu Austurlands í janúar 2018.
- Laxar fiskeldi ehf (2022). Vöktunaráætlun. Sótt þann 7. maí 2025 á: <https://ust.is/library/sida/atvinnulif/starfsleyfi-og-eftirlitsskyrslur/2017%20V%C3%B8ktunar%C3%A1%C3%A6tlun.pdf>
- Iversen, A og Sandøy, S (2018). *Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver*. Veileder 02:2018. [file:///C:/Users/erlin/Downloads/Veileder+TA-1467-1997-03+\(SFT\)+Klassifisering+av+miljø+C3%B8kvalitet+i+fjorder+og+kystfarvann.pdf](file:///C:/Users/erlin/Downloads/Veileder+TA-1467-1997-03+(SFT)+Klassifisering+av+miljø+C3%B8kvalitet+i+fjorder+og+kystfarvann.pdf)
- Magurran, A.E. (2004). *Measuring biological diversity*. Oxford: Blackwell Publishing.
- Molvær, J. (1997). Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Veileder TA-1467-1997-03 (SFT).
- Oksanen, J., Blanchet, F.G., Friendly, M., Kindt, R., Legendre, P., McGlinn, D., Minchin, P.R., O'Hara, R.B., Simpson, G.L., Solymos, P., Stevens, M.H.H., Szoecs, E. og Wagner, H. (2024). *Vegan: Community Ecology Package*. R package version 2.6-8-. <https://CRAN.R-project.org/package=vegan>
- Samsyn Ehf. (2024). Esri, TomTom, Garmin, Foursquare, METI/NASA, USGS.
- 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*. Hafnarfjörður: Hafrannsóknastofnun.

- R Core Team (2022). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- Rygg B. (2006). Developing indices for quality-status classification of marine soft-bottom fauna in Norway. In NIVA report 5208.
- Standard Norge (2016). Miljøovervåking av bunnpåvirkning fra marine akvakulturanlegg (Environmental monitoring of benthic impact from marine fish farms). NS 9410:2016.
- Staðlaráð Íslands (2016). Environmental monitoring of the impacts from marine finfish farms on soft bottom. IST ISO 12878:2012
- Stjórn vatnamála (2025). *Digranes að Lóni*. Skoðað þann 7. maí 2025 á: <https://vatnavefsja.vedur.is/#/waterbody/102-1381-C>
- Thermo Fisher Scientific inc. (2007). User guide, Redox/ORP electrodes. Skoðað þann 25. september 2017 á slóð <https://tools.thermofisher.com/content/sfs/manuals/D15841~.pdf>
- Umhverfisstofnun (2020). *Starfsleyfi Laxa fiskeldi ehf. Utanverður Reyðarfjörður*. Sótt þann 7. maí 2025 á: https://ust.is/library/sida/atvinnulif/starfsleyfi-og-eftirlitsskýrslur/02_Starfsleyfi%20Laxa%20Fiskeldis%20ehf.%20utanver%c3%b0um%20Rey%c3%b0arfir%c3%b0i_br_undirr.pdf
- Walvoort, D (2022). *_benthos: Marine Benthic Ecosystem Analysis_*. R package version 1.3-8, <<https://CRAN.R-project.org/package=benthos>>.
- Wickham, H., Averick, M., Bryan, J., Chang, W., McGowan, L., François, R., Golemund, G., Hayes, A., Henry, L., Hester, J., Kuhn, M., Pedersen, T., Miller, E., Bache, S., Müller, K., Ooms, J., Robinson, D., Seidel, D., Spinu, V., Yutani, H. (2019). *Welcome to the tidyverse*. Journal of Open Source Software, 4, 1686.
- Wildish, D. J., Hargrave, B. T. & Pohle, G. (2001). Cost-effective monitoring of organic enrichment resulting from salmon mariculture. *Journal of Marine Science* 58, 469–476.
- World Register of Marine Species (2025). WoRMS Taxon match. <https://www.marinespecies.org/aphia.php?p=match>
- Zettler, M.L., Schiedek, D. & Bobertz, B. (2007). Benthic biodiversity indices versus salinity gradient in the southern Baltic Sea. *Marine Pollution Bulletin* 55, 258–270.
- Þorleifur Eiríksson, Guðmundur Víðir Helgason, Sigmundur Einarsson, Anna Guðrún Edvardsdóttir Kristján Lilliendahl, Adam Hoffritz, Gunnar Steinn Gunnarsson, Einar Örn Gunnarsson (2017). *Viðbótarframléiðsla Laxa fiskeldis ehf. á 10.000 tonnum af laxi í sjókvíum í Reyðarfirði. Mat á umhverfisáhrifum*. Frummatsskýrsla. Reykjavík: RORUM.
- Þorleifur Eiríksson og Guðmundur Víðir Helgason (2017). Botndýr á kvíasvæði Laxa fiskeldis í Reyðarfirði. Unnið fyrir Laxa fiskeldi ehf. Reykjavík: RORUM.

Viðauki I. Fjöldi tegunda á fermetra (fjöldi/m²) og hlutfallslegur (%) þéttleiki hvernar tegundar á stöðvum við Vattarnes 2024.

Tafla V1. Fjöldi tegunda á fermetra (fjöldi/m²) og hlutfallslegur (%) þéttleiki hvernar tegundar á stöðvum innan nærsvæði við hámark lífmassa við Vattarnes 2024.

Tegundir/hópar	C0a		C0b	
	Fjöldi/m ²	%	Fjöldi/m ²	%
Burstaormar (Polychaeta)				
Capitellidae				
<i>Capitella capitata</i>	2693	80.8	4853	58.1
<i>Notomastus latericeus</i>	13	0.4		
<i>Chaetozone setosa</i>	187	5.6		
Dorvilleidae				
<i>Ophryotrocha lobifera</i>	40	1.2	1827	21.9
<i>Ophryotrocha</i> sp.	67	2.0		
Goniadidae				
<i>Goniada maculata</i>	13	0.4		
Hesionidae	13	0.4		
Lumbrineridae				
Maldanidae				
<i>Chirimia biceps</i>	13	0.4		
<i>Maldane sarsi</i>	13	0.4		
<i>Scoloplos armiger</i>	13	0.4		
Paraonidae				
<i>Levinsenia gracilis</i>	13	0.4		
Scalibregmatidae				
<i>Scalibregma inflatum</i>	13	0.4		
Serpulidae				
<i>Hydroides norvegica</i>	13	0.4		
Sigalionidae				
<i>Pholoe</i> sp.	13	0.4		
Spionidae				
<i>Malacoceros fuliginosus</i>			13	0.2
Terebellidae				
<i>Amphitrite cirrata</i>	13	0.4		
Krabbadýr (Crustacea)				
Árfætlur (Copepoda)	40	1.2	80	1.0
Lindýr (Mollusca)				
Samlokur (Bivalvia)				
<i>Arctica islandica</i>	27	0.8		
<i>Mytilus edulis</i>	93	2.8	1533	18.3
<i>Nuculana</i> sp.	13	0.4		
<i>Ennucula tenuis</i>			27	0.3
Sniglar (Gastropoda)				
<i>Lacuna vincta</i>			27	0.3
Ánar (Oligochaeta)	27	0.8		

Tafla V2. Fjöldi tegunda á fermetra (fjöldi/m²) og hlutfallslegur (%) þéttleiki hvernar tegundar á stöðvum í 25 m frá nærsvæði við hámark lífmassa við Vattarnes 2024.

Tegundir/hópar	C1		C5		C7	
	Fjöldi/m2	%	Fjöldi/m2	%	Fjöldi/m2	%
Burstaormar (Polychaeta)						
Apistobranchidae						
<i>Apistobranchus tullbergi</i>			27	0.3		
Capitellidae						
<i>Capitella capitata</i>	2067	20.5	360	3.6	1147	6.2
<i>Mediomastus fragilis</i>	53	0.5	53	0.5	80	0.4
<i>Notomastus latericeus</i>			87	0.9		
Cirratulidae						
<i>Chaetozone setosa</i>	973	9.6	1347	13.3	1533	8.3
Dodecaceria concharum			13	0.1		
<i>Cossura pygodactylata</i>	4173	41.4	307	3.0	8507	45.8
Dorvilleidae						
<i>Ophryotrocha lobifera</i>	27	0.3				
<i>Ophryotrocha</i> sp.	427	4.2			133	0.7
<i>Parougia nigridentata</i>	93	0.9	160	1.6	160	0.9
Flabelligeridae						
<i>Pherusa</i> sp.			40	0.4		
<i>Lamispina falcata</i>	53	0.5	200	2.0	53	0.3
Goniadidae						
<i>Goniada</i> sp.			133	1.3		
Hesionidae			27	0.3		
Lumbrineridae	53	0.5	107	1.1	293	1.6
Maldanidae						
<i>Chirimia biceps</i>			113	1.1		
<i>Maldane sarsi</i>	160	1.6	560	5.5	1258	6.8
<i>Nicomache lumbricalis</i>			33	0.3	13	0.1
<i>Nicomache</i> sp.			13	0.1		
<i>Petaloproctus tenuis</i>			227	2.2		
<i>Praxillella gracilis</i>			13	0.1	27	0.1
<i>Praxillella</i> sp.			53	0.5		
<i>Rhodine gracilior</i>			133	1.3		
<i>Rhodine loveni</i>					27	0.1
<i>Rhodine</i> sp.			160	1.6		
Nephtyidae						
<i>Nephtys</i> sp.	13	0.1			27	0.1
Onuphidae						
<i>Nothria conchylega</i>			13	0.1	53	0.3
Orbiniidae						
<i>Scoloplos armiger</i>	200	2.0	360	3.6	240	1.3
Oweniidae						
<i>Galathowenia oculata</i>	93	0.9	653	6.5	913	4.9
<i>Owenia fusiformis</i>	40	0.4	987	9.8	880	4.7
Paraonidae						
<i>Aricidea (Strelzovia) suecica</i>			27	0.3		
<i>Levinsenia gracilis</i>	53	0.5	133	1.3	240	1.3
Pectinariidae						
<i>Lagis koreni</i>			13	0.1	13	0.1
Pectinariidae					27	0.1
Phyllodocidae						
<i>Eteone</i> sp.	140	1.4			240	1.3
<i>Phyllodoce maculata</i>			13	0.1		
<i>Phyllodoce</i> sp.	13	0.1	53	0.5		
Polynoidae						
<i>Harmothoe</i> sp.	27	0.3	53	0.5		
Sabellidae						
<i>Euchone papillosa</i>	53	0.5				
<i>Euchone</i> sp.			27	0.3		
Scalibregmatidae						
<i>Scalibregma inflatum</i>	47	0.5			53	0.3
Sigalionidae						
<i>Pholoe</i> sp.	80	0.8	400	4.0	53	0.3
Sphaerodoridae			13	0.1		
<i>Sphaerodoridium guerritai</i>			27	0.3	53	0.3
<i>Sphaerodoropsis</i> sp.	13	0.1				
Spionidae					27	0.1
<i>Prionospio steenstrupi</i>	147	1.5			220	1.2
Sternaspididae						
<i>Sternaspis</i> sp.	53	0.5	67	0.7	80	0.4
Syllidae	73	0.7	93	0.9	27	0.1
<i>Exogone</i> sp.	53	0.5	453	4.5	853	4.6
Terebellidae	27	0.3	13	0.1		
Terebellidae typeB			13	0.1		
<i>Laphania boeckii</i>	27	0.3	133	1.3	13	0.1
Trichobranchidae						
<i>Terebellides stroemii</i>			40	0.4		

Tegundir/hópar	C1		C5		C7	
	Fjöldi/m2	%	Fjöldi/m2	%	Fjöldi/m2	%
Krabbadýr (Crustacea)						
Skelkrabbar (Ostracoda)						
<i>Philomedes sp.</i>			280.0	2.8		
Árfætlur (Copepoda)						
Jafnfætlur (Isopoda)						
<i>Gnathia robusta</i>			26.7	0.3		
<i>Gnathia sp.</i>			13.3	0.1		
<i>Pleurogonium sp.</i>			26.7	0.3	26.7	0.1
Pungrækjur (Cumacea)						
<i>Diastylis sp.</i>			26.7	0.3		
<i>Eudorella sp.</i>			26.7	0.3		
Skjaldkrabbar (Decapoda)						
<i>Pagurus bernhardus</i>	26.7	0.3	13.3	0.1		
Marflær (Amphipoda)					26.7	0.1
<i>Ampelisca anomala</i>			13.3	0.1	13.3	0.1
Dulichidae			40.0	0.4		
<i>Hippomedon propinquus</i>			133.3	1.3		
<i>Hippomedon sp.</i>						
<i>Ischyrocerus sp.</i>			26.7	0.3		
Oedicerotidae			240.0	2.4	26.7	0.1
<i>Monoculodes sp.</i>	26.7	0.3				
Photidae	106.7	1.1				
<i>Uncia sp.</i>			26.7	0.3		
Þanggeit (Tanaidacea)			93.3	0.9		
Hrúðurkarlar (Cirripedia)			x	x		
Skrápdýr (Echinodermata)						
Krossfiskur (Asteroidea)						
<i>Ctenodiscus crispatus</i>					13.3	0.1
Lindýr (Mollusca)						
Samlokur (Bivalvia)						
<i>Arctica islandica</i>	26.7	0.3	46.7	0.5		
<i>Tridonta borealis</i>			26.7	0.3		
<i>Astarte sp.</i>			80.0	0.8		
<i>Astarte sulcata</i>	40.0	0.4	106.7	1.1	80.0	0.4
<i>Acanthocardia echinata</i>			26.7	0.3		
<i>Ciliatocardium ciliatum</i>			13.3	0.1		
<i>Parvicardium pinnulatum</i>			13.3	0.1		
<i>Hiatella arctica</i>			53.3	0.5		
<i>Crenella decussata</i>	26.7	0.3	93.3	0.9	53.3	0.3
<i>Musculus discors</i>	0.0	0.0	53.3	0.5		
<i>Mytilus edulis</i>	226.7	2.2	133.3	1.3	133.3	0.7
<i>Nuculana pernula</i>	13.3	0.1	40.0	0.4	53.3	0.3
<i>Nuculana sp.</i>			80.0	0.8		
<i>Ennucula tenuis</i>	53.3	0.5	53.3	0.5	26.7	0.1
<i>Abra sp.</i>					26.7	0.1
<i>Abra nitida</i>	66.7	0.7			53.3	0.3
<i>Macoma calcarea</i>	80.0	0.8	80.0	0.8		
<i>Thyasira sarsi</i>					80.0	0.4
<i>Thyasira sp.</i>	13.3	0.1	146.7	1.5		
<i>Yoldiella sp.</i>			26.7	0.3		
Sniglar (Gastropoda)						
<i>Aeolidia papillosa</i>					26.7	0.1
<i>Cylichnoides occultus</i>					26.7	0.1
<i>Lepeta caeca</i>			13.3	0.1		
<i>Lacuna vincta</i>	80.0	0.8			26.7	0.1
<i>Euspira pallida</i>					26.7	0.1
<i>Onchidoris muricata</i>			40.0	0.4		
<i>Retusa obtusa</i>					80.0	0.4
Caudofoveata			66.7	0.7	53.3	0.3
Ánar (Oligochaeta)			26.7	0.3	293.3	1.6
Sæbelgir (Sipuncula)	26.7	0.3	26.7	0.3	40.0	0.2
Ranaormar (Nemertea)	40.0	0.4	93.3	0.9	106.7	0.6
Maðkamóðir (Priapulidae)						
<i>Priapulius caudatus</i>					26.7	0.1

Tafla V3. Fjöldi tegunda á fermetra (fjöldi/m²) og hlutfallslegur (%) þéttleiki hvernar tegundar á stöðvum í 55 m og 500 m (C2) frá nærsvæði við hámark lífmassa við Vattarnes 2024.

Tegundir/hópar	C2		C3		C4		C6	
	Fjöldi/m2	%	Fjöldi/m2	%	Fjöldi/m2	%	Fjöldi/m2	%
Burstaormar (Polychaeta)								
Ampharetidae			27	0.14				
Capitellidae								
<i>Capitella capitata</i>	127	1.4	373	2.0	373	3.3	300	3.9
<i>Mediomastus fragilis</i>			187	1.0	133	1.2		
<i>Mediomastus/ Heteromastus sp</i>					27	0.2		
<i>Notomastus latericeus</i>	27	0.3					53	0.7
Cirratulidae								
<i>Chaetozone christiei</i>	27	0.3						
<i>Chaetozone setosa</i>	1847	19.9	2293	12.4	1460	13.1	840	10.9
<i>Dodecaceria concharum</i>								
<i>Cossura pygodactylata</i>	427	4.6	10720	58.1	2613	23.4	213	2.8
Dorvilleidae								
<i>Ophryotrocha sp.</i>			373	2.0	53	0.5	53	0.7
<i>Parougia nigridentata</i>	160	1.7	213	1.2	107	1.0	80	1.0
<i>Parougia/Ophryotrocha</i>	107	1.2						
Flabelligeridae								
<i>Pherusa sp.</i>							107	1.4
<i>Lamispina falcata</i>	53	0.6			80	0.7	27	0.3
Goniadidae								
<i>Goniada maculata</i>	27	0.3			27	0.2	13	0.2
<i>Goniada sp.</i>	80	0.9	27	0.1			160	2.1
Lumbrineridae	133	1.4	267	1.4	347	3.1	93	1.2
Maldanidae								
<i>Chirimia biceps</i>	107	1.2					73	0.9
<i>Maldane sarsi</i>	330	3.6	480	2.6	1160	10.4	807	10.4
<i>Nicomache lumbricalis</i>	133	1.4						
<i>Nicomache sp.</i>	67	0.7	53	0.3			60	0.8
<i>Petaloproctus tenuis</i>	133	1.4					53	0.7
<i>Praxillella gracilis</i>			13	0.1	27	0.2		
<i>Praxillella sp.</i>							13	0.2
<i>Rhodine gracilior</i>	40	0.4			27	0.2	93	1.2
<i>Rhodine loveni</i>	133	1.4			27	0.2		
<i>Rhodine sp.</i>							27	0.3
Burstaormar (Polychaeta)								
Melinnidae								
<i>Melinna cristata</i>					13	0.1		
Microphthalmidae								
<i>Microphthalmus sp.</i>			27	0.1	27	0.2		
Nephtyidae								
<i>Nephtys sp.</i>	40	0.4	40	0.2	13	0.1	13	0.2
Onuphidae								
<i>Nothria conchylega</i>	40	0.4						
Orbiniidae								
<i>Scoloplos armiger</i>	773	8.4	133	0.7	87	0.8	273	3.5
Oweniidae								
<i>Galathowenia oculata</i>	327	3.5	320	1.7	1500	13.4	667	8.6
<i>Owenia fusiformis</i>	307	3.3	187	1.0	1093	9.8	613	7.9
Paraonidae								
<i>Aricidea sp.</i>	27	0.3	27	0.1	27	0.2	13	0.2
<i>Aricidea (Strelzovia) suecica</i>	27	0.3			27	0.2		
<i>Levinsenia gracilis</i>	53	0.6	27	0.1	213	1.9	107	1.4
Pectinariidae								
<i>Lagis koreni</i>			27	0.1	13	0.1	13	0.2
Pectinariidae							27	0.3
Phyllodocidae								
<i>Eteone longa</i>							27	0.3
<i>Eteone sp.</i>	53	0.6	400	2.2	27	0.2		
<i>Mystides borealis</i>					27	0.2		
<i>Phyllodoce maculata</i>							53	0.7
<i>Phyllodoce sp.</i>							13	0.2
Polynoidae								
<i>Gattyana cirrosa</i>							13	0.2
<i>Harmothoe sp.</i>			27	0.1				
Sabellidae								
<i>Euchone papillosa</i>			27	0.1				
<i>Euchone sp.</i>			27	0.1				
Scalibregmatidae								
<i>Scalibregma inflatum</i>							13	0.2
Sigalionidae								
<i>Pholoe sp.</i>	593	6.4	400	2.2	53	0.5	380	4.9
Sphaerodoridae								
<i>Sphaerodoridium guerritai</i>	27	0.3			53	0.5	53	0.7
<i>Sphaerodoropsis sp.</i>	27	0.3	80	0.4				
Spionidae								
<i>Polydora/Pseudopolydora</i>							27	0.3
<i>Prionospio sp.</i>					27	0.2		
<i>Prionospio steenstrupi</i>	27	0.3	140	0.8	247	2.2	67	0.9
<i>Spio sp.</i>							27	0.3
Sternaspidae								
<i>Sternaspis sp.</i>	53	0.6			67	0.6		
Syllidae								
<i>Exogone sp.</i>	87	0.9	107	0.6	0	0.0	53	0.7
<i>Exogone sp.</i>	453	4.9	293	1.6	427	3.8	453	5.9
Terebellidae								
<i>Amphitrite cirrata</i>	13	0.1	27	0.1	27	0.2	13	0.2
<i>Laphania boeckii</i>	80	0.9			13	0.1	120	1.6
<i>Proclea graffii</i>							27	0.3

Tegundir/hópar	C2		C3		C4		C6	
	Fjöldi/m2	%	Fjöldi/m2	%	Fjöldi/m2	%	Fjöldi/m2	%
Krabbadýr (Crustacea)								
Skelkrabbar (Ostracoda)								
<i>Philomedes</i> sp.	400.0	4.3					53.3	0.7
Árfætlur (Copepoda)							13.3	0.2
Jafnfætlur (Isopoda)								
<i>Gnathia</i> sp.	26.7	0.3					53.3	0.7
<i>Pleurogonium</i> sp.	133.3	1.4					93.3	1.2
Pungrækjur (Cumacea)								
<i>Brachydiastylis</i> sp.							26.7	0.3
<i>Diastylis</i> sp.	53.3	0.6					13.3	0.2
<i>Eudorella</i> sp.	53.3	0.6			53.3	0.5		
<i>Leucon</i> sp.							26.7	0.3
Marflær (Amphipoda)								
Dulichidae	26.7	0.3						
<i>Hippomedon propinquus</i>							40.0	0.5
<i>Hippomedon</i> sp.							106.7	1.4
Oedicerotidae			26.7	0.1	80.0	0.7		
<i>Monoculodes</i> sp.			80.0	0.4				
Stegocephalidae	53.3	0.6						
Tryphosidae	320.0	3.5						
<i>Unciola</i> sp.							13.3	0.2
Panggeit (Tanaidacea)	26.7	0.3			53.3	0.5	80.0	1.0
Skrápdýr (Echinodermata)								
Krossfiskur (Asteroidea)								
<i>Ctenodiscus crispatus</i>			13.3	0.1				
Slöngustjörnur (Ophiurida)								
<i>Ophiura</i> sp.	26.7	0.3						
Lindýr (Mollusca)								
Samlokur (Bivalvia)								
<i>Arctica islandica</i>	26.7	0.3					133.3	1.7
<i>Tridonta borealis</i>							13.3	0.2
<i>Astarte</i> sp.							26.7	0.3
<i>Astarte sulcata</i>	133.3	1.4					120.0	1.6
<i>Serripes groenlandicum</i>	80.0	0.9						
<i>Crenella decussata</i>	186.7	2.0					106.7	1.4
<i>Musculus discors</i>	80.0	0.9	53.3	0.3			80.0	1.0
<i>Mytilus edulis</i>			133.3	0.7	53.3	0.5	93.3	1.2
<i>Nuculana pernula</i>	26.7	0.3	26.7	0.1	53.3	0.5	40.0	0.5
<i>Nuculana</i> sp.	80.0	0.9	26.7	0.1	80.0	0.7	53.3	0.7
<i>Ennucula tenuis</i>	26.7	0.3	53.3	0.3	26.7	0.2	13.3	0.2
<i>Abra nitida</i>			133.3	0.7				
<i>Macoma calcarea</i>	80.0	0.9	66.7	0.4			13.3	0.2
<i>Thracia</i> sp.	26.7	0.3					13.3	0.2
<i>Thyasira</i> sp.	80.0	0.9	53.3	0.3	53.3	0.5	120.0	1.6
<i>Yoldia hyperborea</i>					13.3	0.1		
<i>Yoldiella</i> sp.	26.7	0.3						
Sniglar (Gastropoda)								
<i>Cylichnoides occultus</i>	26.7	0.3						
<i>Lepeta caeca</i>	13.3	0.1						
<i>Euspira pallida</i>							13.3	0.2
<i>Onchidoris muricata</i>	26.7	0.3						
Philinidae							13.3	0.2
<i>Retusa obtusa</i>	53.3	0.6	106.7	0.6	53.3	0.5	93.3	1.2
<i>Onoba</i> sp.	26.7	0.3						
Caudofoveata								
Ánar (Oligochaeta)	26.7	0.3	26.7	0.1	186.7	1.7		
Sæbelgir (Sipuncula)	40.0	0.4	26.7	0.1	13.3	0.1	60.0	0.8
Ranaormar (Nemertea)			293.3	1.6	26.7	0.2	40.0	0.5
Flatormar (Turbellaria)	53.3	0.6						
Maðkamóðir (Priapulidae)								
<i>Priapulus caudatus</i>	53.3	0.6					26.7	0.3

Viðauki II. Gátlisti B1 og B2 , úr norska staðlinum NS 9410:2016

Staðsetning: Reyðarfjörður

Dags: 20.06.2024

Eldissvæði: Vattarnes

Fyrirtæki: Kaldík

Gátlisti B.1

Staða: Hámark 4.424 tonn

Gr.	Breyta	Stig	Númer sýnis												Index	
		GPs pkt	C0a-1	C0a-2	C5-1	C5-3	C6-1	C6-2	C7-1	C7-2	C4-1	C4-2	C0b-1	C0b-2		
Botngerð: Mjúk (M), Hörð (H)			M	M	M	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	0		
II																
	pH	Mælt gildi	em	7.48	7.55	7.35	7.53	7.5	7.36	7.51	7.46	7.41	7.09	7.09		
	Eh (mV)	Mælt gildi	em	-11.3	121.0	-15.1	113.7	109.8	-116.0	-110.6	-12.6	-82.2	-223.1	-235		
		með viðm.gildi*		207	339	203	332	328	102	107	205	135.8	-5.1	-16.5		
	pH/Eh	skv. mynd D.1**		0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2		
Ástand sýnis				1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2		
Ástand flokks II:				Hiti í seti: 4.2 (°C)						pH í sjó 8.21			Eh (mV) í sjó			
				Hiti buffera(°C):			8.5			Hiti í sjó (°C): 6.0			345.8			
III	Gasbólur	Já = 4 Nei = 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	Litur	Ljós/grá = 0 Brúnt/svart = 2			0	0	0	0	0	0	0	0	2	2		
	Lykt	Engin = 0 Vottur = 2 Sterk = 4	2	2									4	4		
	Áferð	Þétt=0 Mjúk=2 Laus = 4	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	Rúmmál greipar	< 1/4 = 0 1/4 - 3/4 = 1 > 3/4 = 2	0	0		1	1	1	1					1		
	Þykkt grots	0 cm - 2 cm = 0 2 cm-8 cm = 1 > 8 cm = 2									0	0	0	0		
	Samtals =		2	2	1	1	1	1	0	0	2	2	8	7		
	Gildi margfaldað með 0,22		0.4	0.4	0.2	0.2	0.2	0.2	0.0	0.0	0.4	0.4	1.8	1.5		
	Ástand sýnis		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2		
	Ástand flokks III															
	Meðaltal flokka II og III			0.22	0.11	0.11	0.11	0.11	0	0	0.22	0.22	1.88	1.77		
	Ástand sýna															
	pH/Eh	Leiðréttingar summa	Innkunn	Flokkur I: tilvist dýra												
	Index	Meðaltal		Hlutfall sýna						Einkunn						
		< 1, 1		1	< 0,5 % sýna með dýr						Ásættanlegt; Á					
		1,1-<2,1		2	> 0,5 % sýna án dýra						Óásættanlegt; Ó					
		2,1-<3,1		3												
		≥3	4	HEILDAR EINKUNN SVÆÐIS												
*Thermo Fisher Scientific inc. (2007). User guide. Redox/ORP electrodes.																

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

Skoðað þann 10.mái 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).

Staðsetning: Reyðarfjörður
Fyrirtæki: Kaldík

Dags: 20.06.2024

Eldissvæði: Vattarnes

Staða: Hámark 4.424 tonn

Gátlisti B.1

Gr. Breyta			Stig	Númer sýnis							Index		
GP's pkt			C1-1	C1-2	C3-1	C3-2	C2-1	C2-2					
Botngerð: Mjúk (M), Hörð (H)			M	M	M	M	M	M					
I	Dýr	Já=0, Nei=1	0	0	0	0	0	0					
II	pH	Mælt gildi	7.4	7.4	7.25	7.34	7.46	7.53					
	Eh (mV)	Mælt gildi	-216.7	-160.2	-149	-118	91.9	97					
		með viðm.gildi*	1.3	57.8	69	99.9	310	315					
	pH/Eh	skv. mynd D.1**	1	1	1	0	0	0					
	Ástand sýnis		1	1	1	1	1	1					
Ástand flokks II:			pH í sjó							Eh (mV) í sjó			
			Hiti buffera(°C):							Hiti í sjó (°C):			
III	Gasbólur	Já = 4											
		Nei = 0	0	0	0	0	0	0					
	Litur	Ljós/grá = 0					0	0					
		Brúnt/svart = 2	2	2	2	2							
		Engin = 0		0	0	0	0	0					
	Lykt	Vottur = 2	2										
		Sterk = 4											
	Áferð	Þétt=0	0	0	0	0	0	0					
		Mjúk=2											
		Laus = 4											
	Rúmmál greipar	< 1/4 = 0		0									
		1/4 - 3/4 = 1	1				1	1					
		> 3/4 = 2			2	2							
	Þykkt grots	0 cm - 2 cm = 0	0	0	0	0	0	0					
		2 cm-8 cm = 1											
	> 8 cm = 2												
	Samtals =	5	2	4	4	1	1						
Gildi margfaldað með 0,22			1.1	0.4	0.9	0.9	0.2	0.2					
Ástand sýnis			2	1	1	1	1	1					
Ástand flokks III													
Meðaltal flokka II og III			1.05	0.72	0.94	0.44	0.11	0.11					
Ástand sýna			1	1	1	1	1	1					
pH/Eh Index	Leiðréttingar summa	inkunn	Flokkur I: tilvist dýra										
	Meðaltal		Hlutfall sýna				Einkunn						
	< 1, 1	1	< 0,5 % sýna með dýr				Ásættalegt; Á						
	1,1-<2,1	2	> 0,5 % sýna án dýra				Óásættalegt; Ó						
	2,1-<3,1	3											
	≥3	4	HEILDAR EINKUNN SVÆÐIS										

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

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

Skoðað þann 10.mai 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).

Staðsetning: Reyðarfjörður

Dags: 20.6.2024

Eldissvæði: Vattarnes

Fyrirtæki: Kaldvík

Staða: Hámark: 4.424 tonn

Upplýsingar frá sýnatökustað		Gátlisti B.2															
		Númer sýnis															
Sýni		C0a-1	C0a-2	C5-1	C5-3	C6-1	C6-2	C7-1	C7-2	C4-1	C4-2	C0b-1	C0b-2	C1	C3	C2	
Dýpi (m)		23	23	55.2	55.2	60.3	60.3	88		88	88	85		78.5	80.9	60	
Fjöldi tilrauna við sýnatöku		1	3	1	1	1	1	1		1		1		1	1	1	
Loftbólur við sýnatöku																	
Setgerð	Leir							x	x	x					x		
	Silt			x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	
	Sandur	x	x	x	x	x	x					x	x	x		x	
	möl																
	Skeljasandur	x	x	x	x	x	x					x		x			
Grjótbót																	
Steinbót		x	x														
Skrápdýr (fjöldi)																	
Krabbadýr (fjöldi)																	
Skeljar (fjöldi)																	
Burstaormar (fjöldi)																	
Önnur dýr (samtsals fjöldi)																	
Beggiatoa		Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	
Fóður leifar/skítur		já	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Já	Nei	Nei	Nei	Nei	

Viðauki III. Myndir af botnsýnum við Vattarnes við hámark lífmassa.

C0a	
C5	

C6		
C0b		
C1		

C3



C7



C4



C2



NÁTTÚRUSTOFA AUSTURLANDS

Bakkavegi 5 • 740 Neskaupstaður • Sími 477-1774 • Netfang: na@na.is
Tjarnarbraut 39B • 700 Egilsstaðir • www.na.is