

Greinargerð

Umhverfisvöktun 2023- 2024 byggð á nýjum kröfum vatnaáætlunar

Reykjavík og Akranes



Um skýrsluna

Titill:

Umhverfissvöktun 2023-2024 byggð á nýjum kröfum vatnaáætlunar

Útgáfa: 1.0 -

Dagsetning útgáfu: 28.11.2024

Höfundar:

Brian Barr, Jarðvísindi MSc, ReSource International ehf.

Ingibjörg Andrea Bergþórsdóttir, Jarðfræðingur MSc, ReSource International ehf.

Gæðastjórar:

Nicolas Marino Proietti, Umhverfisverkfræðingur, ReSource International ehf.

Lilja Þorsteinsdóttir, verkefnastjóri, ReSource International ehf.

Ráðgjafafyrirtæki:

ReSource International ehf.

Árleynir 8,
112 Reykjavík, Ísland

+354 571 5864

Viðskiptavinur:

Veitur ohf.

Tengiliður:
Stefán Hansen Daðason

+354 516 6000

stefan.hansen.dadason@veitur.is



Efnisyfirlit

Töfluskrá	4
Myndaskrá	4
Ágrip	5
Skilgreiningar	5
1 Inngangur	1
2 Bakgrunnur og fyrri rannsóknir	3
2.1 Lýsing á staðháttum	3
2.1.1 Reykjavík	3
2.1.2 Akranes	4
2.2 Gæðabættir og viðmiðunaraðstæður strandsjávarvatnshlota	5
2.2.1 Svifþörungar.....	6
2.2.2 Næringarefni	7
2.2.3 Botnlægir hryggleysingjar	7
2.3 Fyrri rannsóknir	8
3 Aðferðarfræði	9
3.1 Sjósýnatökur	9
3.1.1 Blaðgræna-a	11
3.1.2 Næringarefni NO_3^- og PO_4^{3-}	12
3.1.3 Botnlægir hryggleysingjar	13
3.2 Sýnatökuáætlun	13
4 Niðurstöður	14
4.1 Svifþörungar (blaðgræna-a)	14
4.2 Styrkur næringarefna að vetrarlagi	15
4.3 Botnlægir hryggleysingjar og setgerð	16
5 Umræða	19
5.1 Svifþörungar (blaðgræna-a)	19
5.2 Styrkur næringarefna að vetrarlagi	19
5.3 Botnlægir hryggleysingjar og setgerð	19
6 Samantekt	20



7 Pakkir	20
8 Heimildir	21
Viðauki I – Niðurstöður greininga	23
Svifþörungur (blaðgræna-a)	23

Töfluskrá

Tafla 1. Viðmiðunargildi fyrir magn blaðgrænu-a ($\mu\text{g chl-a L}^{-1}$) í vorblóma svifþörungum. ...	6
Tafla 2. Viðmiðunargildi fyrir vetrarstyrk næringarefna ($\mu\text{mól L}^{-1}$) í janúar til mars.....	7
Tafla 3. Viðmiðunargildi fyrir botnlæga hryggleysingja.	7
Tafla 4. Nánari staðsetning og hnit sýnatökustöðva	11
Tafla 5. Sýnatökuáætlun fyrir rannsóknina.....	13
Tafla 6. Niðurstöður greininga á blaðgrænu-a	14
Tafla 7. Niðurstöður greininga á næringarefnum NO_3 og PO_4 í sjósýnum.....	15
Tafla 8 - Lýsing á botngerð.....	16
Tafla 9 - Kornastærð botnsets	16
Tafla 10 - Efnamæling.....	17
Tafla 11 - Fjöldi hryggleysingja eftir tegundum og stöðvum.....	17
Tafla 12 - Fjölbreytnistuðlar, Shannon H' , Pielou J' og NQI1	18

Myndaskrá

Mynd 1. Yfirlitskort yfir þau vatnshlot sem eru í þessari rannsókn, ásamt fráveiturútrásum í rauðu.....	2
Mynd 2. Yfirlitskort yfir legu fráveitu við Reykjavík og útrásarenda. Bakgrunnskort er sjókort Landhelgisgæslunnar af svæðinu.	3
Mynd 3. Yfirlitskort yfir legu fráveitu við Akranes og útrásarenda. Bakgrunnskort er sjókort Landhelgisgæslunnar af svæðinu.	4
Mynd 4. Yfirlitskort yfir sýnatökustöðvar við útrásarenda fráveitu í Reykjavík.....	9
Mynd 5. Yfirlitskort yfir sýnatökustaði við útrásarenda fráveitu á Akranesi.	10
Mynd 6. Uppstilling á síubúnaði með vakúmdælu á skrifstofu RSI.....	12
Mynd 7. Niðurstöður greininga á blaðgrænu-a	15



Ágrip

Að beiðni Veitna fóru fram rannsóknir á viðtaka fráveitu við meginútrásir skólphreinsistöðva í Reykjavík og Akranesi árin 2023-2024. ReSource International sá um framkvæmd verkefnisins. Haustið 2023 fóru fram fyrstu sýnatökurnar á blaðgrænu-a og greiningar á þeim. Veturinn 2024 var farið í sýnatöku á næringarefnum NO_3 og PO_4 og sumarið 2024 var aftur farið í sýnatöku á blaðgrænu-a ásamt því að taka sýni til greininga á botnlægum hryggleysingjum.

Skilgreiningar

Álag – Margs konar umsvif manna geta valdið álagi á ferskvatn og strandsjó, ýmist með losun efna út í umhverfið eða vegna vatnsformfræðilegra breytinga.

Blaðgræna-a – Hópur grænna litarefna sem finnast í blágrænum bakteríum og í grænuhornum þörungum og plantna.

Botnlægir hryggleysingjar – Hópur dýra sem finnast á og í mjúkum hafsbotni sem inniheldur ríkjandi hlutfall fínefna (leir, leðja og silt).

Næringarefni NO_3 og PO_4 – Efnasambönd næringarefna sem eru grundvöllur fyrir vöxt og viðgang frumframleiðenda eins og plöntusvifs og þörungum.

Vatnshlot - Vatnshlot eru afmarkaðar stjórnsýslueiningar vatns sem fá tiltekið raðnúmer. Eitt stöðuvatn getur verið eitt vatnshlot, eða tiltekinn hluti straumvatns. Flokkun vatns í vatnshlot er forsenda stjórnar vatnamála.

Viðmiðunaraðstæður – Lýsa því vistfræðilega ástandi sem er til staðar eða væri til staðar þar sem mjög gott ástand ríkir og álag er hverfandi.

Viðtaki – Svæði sem tekur við mengun og þynnir hana eða eyðir.



1 Inngangur

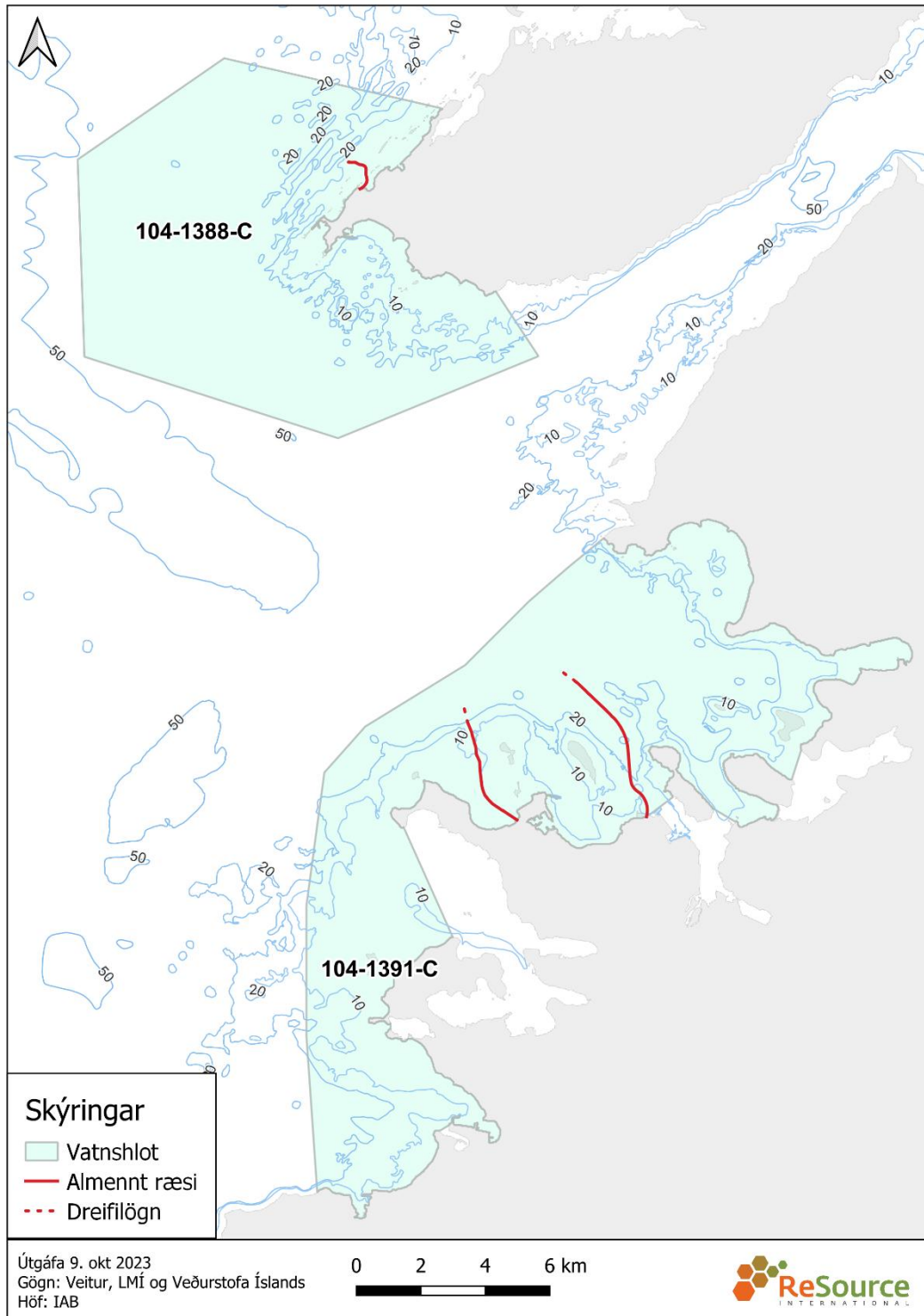
Nýtt stjórnkerfi var sett á laggirnar með setningu laga um stjórn vatnamála og miðar það að verndun íslenskrar vatnsauðlindar til framtíðar. Stjórnkerfið felur í sér samræmda stjórn vatnamála, vöktun og rannsóknir sem byggja á samvinnu stjórnvalda, stofnana, sveitarfélaga, ráðgjafa, hagsmunaaðila og almennings. Árið 2022 kom út Vatnaáætlun Íslands 2022-2027 sem er hluti af formlegu ferli innleiðingar á lögum um stjórn vatnamála.

Til að hægt sé að greina ástand vatns þarf að afmarka vatnið í samanburðarhæfar einingar. Þessar einingar kallast *vatnshlot* innan stjórnar vatnamála og fær hvert vatnshlot tiltekið nafn og einkvæmt raðnúmer. Vatnshlotin geta síðan orðið fyrir margvíslegu *álagi* ef í þau eru losuð efni í því magni sem veldur mengun. Starfsemi fráveitu getur valdið slíku álagi en í fráveituvatni eru ýmis efni sem valdið geta álagi á vatn og umhverfi þess. Án hreinsunar getur fráveituvatn verið heilsuspillandi og valdið umhverfisskaða. Liður í því að ná umhverfismarkmiðum fyrir vatnshlotin er að greina álag á vatn um allt land og flokka vatnshlotin eftir álagi, þ.e. í hættu eða í óvissu um að ná umhverfismarkmiðum sínum[1].

Veitum er falið að sinna ástandsmati á þeim vatnshlotum sem verða fyrir áhrifum af rekstri fyrirtækisins á höfuðborgarsvæðinu og Akranesi. Í kjölfar útboðs fóru fram viðtakarannsóknir fráveitu við meginútrásir Skerjafjarðar- og Sundaveitu við Reykjavík og við meginútrás fráveitu við Akranes árin 2023-2024. Vatnshlotin sem rannsóknirnar ástandsmeta eru skilgreind í Vatnaáætlun Íslands og auðkennast sem (sjá mynd 1):

- Strandsjór við Akranes, nr. 104-1388-C
- Strandsjór við höfuðborgarsvæðið (kennt við Straumsvík-Kjalarnes), nr. 104-1391-C.

ReSource International ehf. sá um framkvæmd verkefnisins, þ.e. útfærslu, verkefnastjórn, sýnatöku, undirbúning sýna og skil á niðurstöðum. RORUM ehf. og Hafrannsóknarstofnun kom einnig síðar að verkefninu með rannsókn á hryggleysingjum og kornastærðagreiningu til að meta botngerðina.



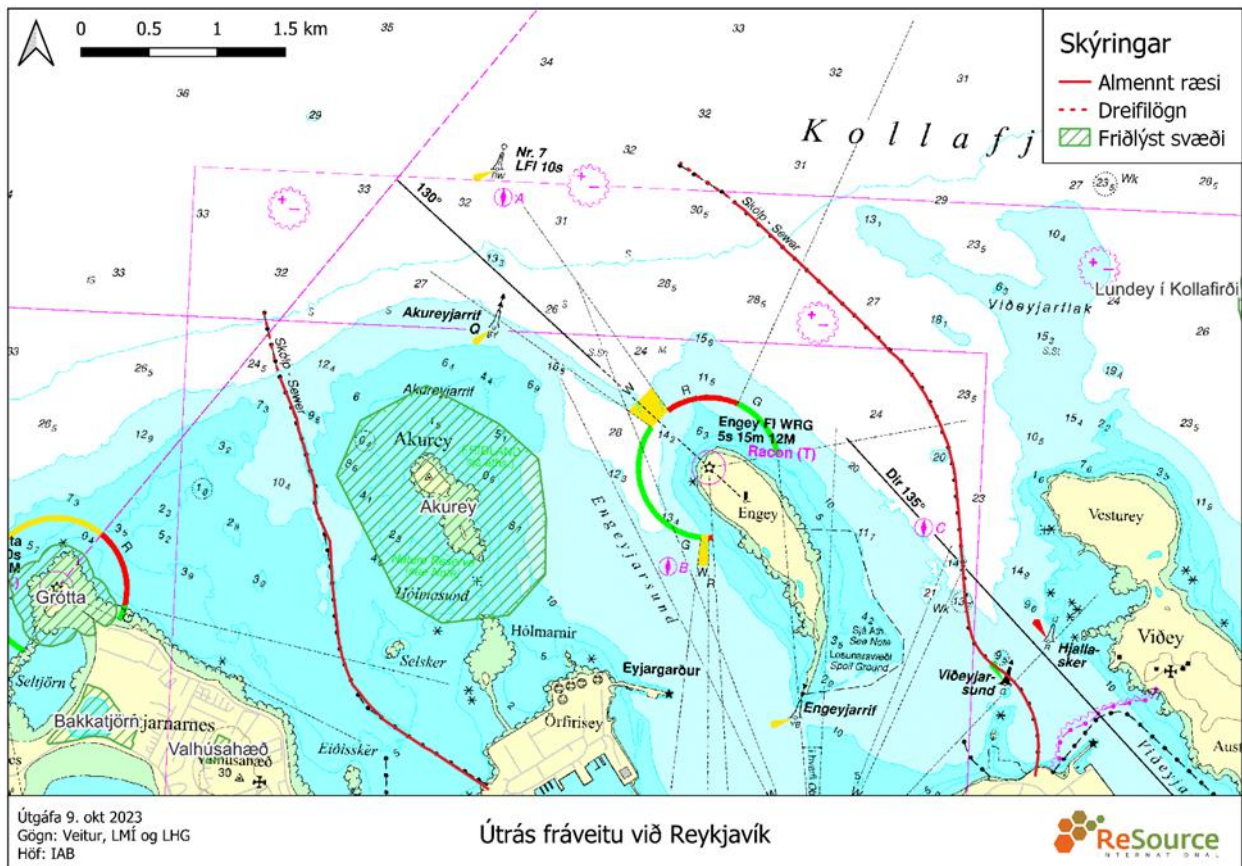
Mynd 1. Yfirlitskort yfir þau vatnshlot sem eru í þessari rannsókn, ásamt fráveiturútrásum í rauðu.

2 Bakgrunnur og fyrri rannsóknir

2.1 Lýsing á staðhættum

2.1.1 Reykjavík

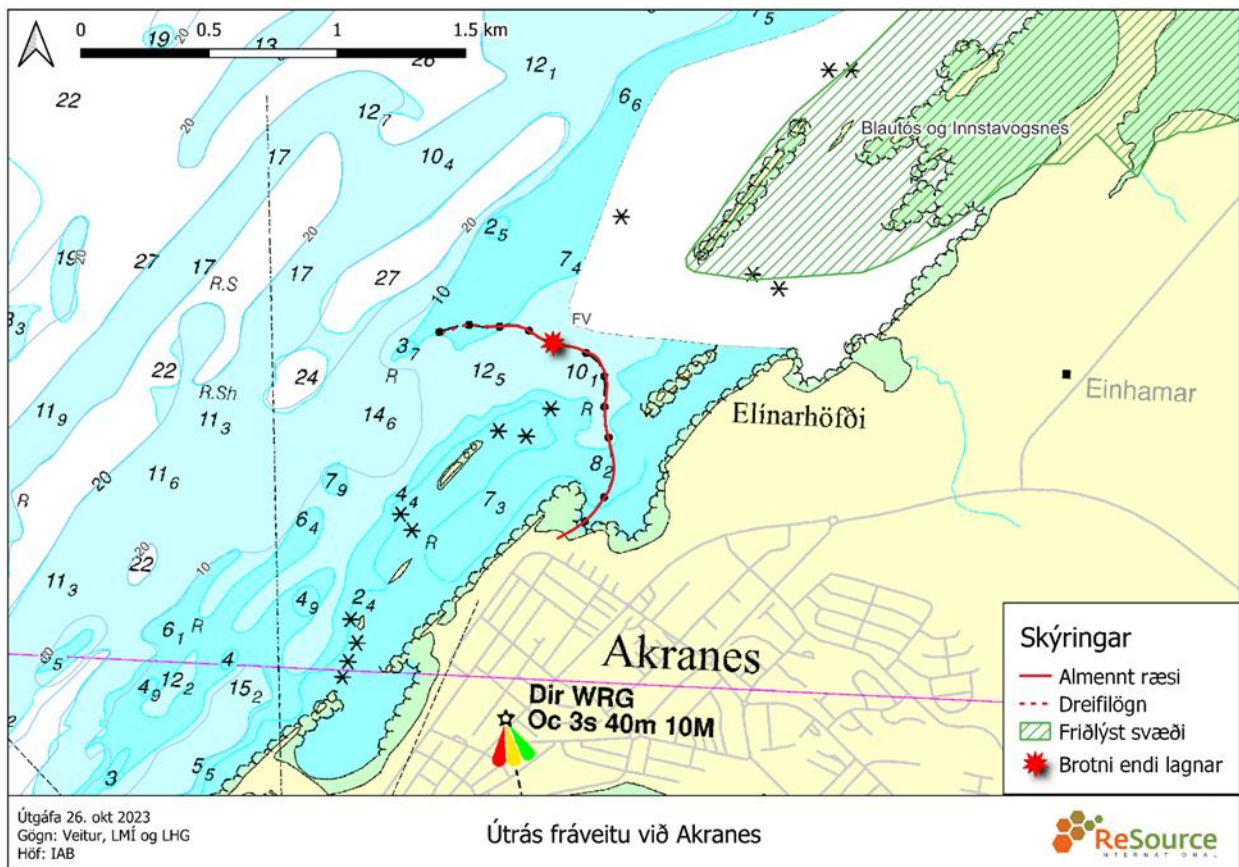
Útrásarop Sundaveitu liggur um 4-5 km frá landi og Skerjafjarðarveitu um 3-4 km frá landi. Útrásarendi Sundaveitu markast af u.þ.b. 1000 m löngum dreifistút en dreifistútar Skerjafjarðarveitu er um 500 m langur. Dreifistútar eru fráveitulagnir á hafsbotni, alsettar götum sem fráveituvatnið rennur út um. Dýpt á svæðinu er á bilinu 20-30 m miðað við stórstraumsfjöru (Sjókort Landhelgisgæslunnar) og botninn einkennist af klapparbotni með lítilli sem engri setmyndun. Um það bil 800 m suðaustan við útrásarop Skerjafjarðarveitu er friðlandið Akurey, en eyjan flokkast sem alþjóðlega mikilvæg sjófluglabyggð því þar verpa margir sjófluglar eins og lundi, æðarfugl og teista [2]. Mynd 2 sýnir yfirlitskort yfir svæðið og legu fráveitunnar.



Mynd 2. Yfirlitskort yfir legu fráveitu við Reykjavík og útrásarenda. Bakgrunnskort er sjókort Landhelgisgæslunnar af svæðinu.

2.1.2 Akranes

Útrásarop fráveitu Akraness er um það bil 600 m frá landi. Dýpi á svæðinu er á bilinu 10-15 metrar miðað við stórstraumsfjöru (Sjókort Landhelgisgæslunnar) og er botninn klapparbotn með grjóti og pollum af sandi [3]. Útrásin náði lengra út frá landi áður en hún rofnaði í kringum árið 2020 (sjá nánar kafla 2.3). Umhverfið í kringum útrásina er mjög orkuríkt, mikið er um sker og grynningar á svæðinu og gætir úthafsöldu í talsverðu mæli [4]. Útrásaropið liggur nú um 600 m suðvestan við friðlandið Blautós og Innstavogsnes sem hefur verið á Náttúruinjasrá sítan 1999. Friðlandið er auðugt af fuglalífi, býr yfir athyglisverðum jarðmyndunum og er gróðri vaxið [5]. Mynd 3 sýnir yfirlitskort yfir svæðið við Akranes og legu fráveitunnar.



Mynd 3. Yfirlitskort yfir legu fráveitu við Akranes og útrásarenda. Bakgrunnskort er sjókort Landhelgisgæslunnar af svæðinu.

2.2 Gæðapættir og viðmiðunaraðstæður strandsjávarvatnshlota

Samkvæmt lögum 36/2011 og reglugerð 535/2011 um stjórn vatnamála þarf að skilgreina gæðamarkmið og gæðaviðmið fyrir líffræðilega gæðapætti í vatnshlotum. Þannig gefa gæðapættir mælikvarða á vistfræðilegt ástand vatnshlota. Viðmiðunargildi fyrir gæðapættina eru notuð til að bera saman niðurstöður úr vöktun viðkomandi gæðapátta og gegna því lykilhlutverki við ástandsflokkun þeirra. Viðmiðunargildi gæðapátta hafa verið reiknuð út frá fyrri rannsóknum fyrir hverja gerð vatnshlots [1], [6], [7].

Hérlendis er álag í strandsjó ekki mikið og talið er að flest strandsjávarvatnshlot séu óröskuð eða sem næst náttúrulegu ástandi. Til að greina vistfræðilegt ástand strandsjávarvatnshlota skv. III viðauka reglugerðar 535/2011 skal nota eftirfarandi gæðapætti: *líffræðilegir þættir* (Botnþörungur, vatnablöntur, svifþörungur og botnlægir hryggleysingjar), *vatnsformfræðilegir þættir* (sjávarföll, stefna ríkjandi strauma, ölduhrif) og *eðlisefnafræðilegir þættir* (selta, styrkur súrefnis, næringarskilyrði, hitastig og sjóndýpi). Hins vegar þurfa að vera til eldri gögn svo hægt sé að nota alla líffræðilegu gæðapættina og þess vegna hefur Umhverfisstofnun valið úr þá gæðapætti sem talið er að mögulegt sé að nota en heimild er fyrir því í vatnatilskipuninni. Þeir líffræðilegu gæðapættir sem valdir hafa verið og munu vera notaðir að þessu sinni eru því: *Svifþörungur* og *botnlægir hryggleysingjar* og til viðbótar við þetta er eðlisefnafræðilegi gæðapátturinn *næringarskilyrði* að auki metinn [6].

Setja skal fram stöðluð gildi sem kallast vistfræðilegt gæðahlutfall (e. Ecological Quality Ratio: EQR) út frá niðurstöðum ástandsflokkunar vatnshlota. Vistfræðilegt gæðahlutfall er staðlað gildi sem bæði er óháð stærðargráðu og mælieiningu mæligilda. Vistfræðilegu gæðahlutfalli (EQR) er skipt niður í fimm vistfræðilega ástandsflokkka sem eru: Mjög gott, gott, ekki viðunandi, slakt og lélegt. Hlutfallið er sett fram sem tölugildi á bilinu 0 til 1, þar sem 1 táknar besta ástand og 0 versta ástand.

Vistfræðilegt gæðahlutfall (EQR) endurspeglar hlutfallið milli mældra tölulegra gilda (matspátta) fyrir ákveðinn gæðapátt og skilgreinds viðmiðunargildis fyrir viðkomandi gæðapátt.

Til að bera saman niðurstöður margra mismunandi matspátta þarf að samræma EQR (e. normalized EQR: nEQR). Nauðsynlegt er að reikna fyrst EQR fyrir hvern gæðapátt og finna þannig út ástandsflokk fyrir þann gæðapátt. Eftir það má reikna út nEQR og er það gert með eftirfarandi jöfnu:

$$nEQR = \left[\left(\frac{EQR - EQR_{neðri}}{EQR_{efri} - EQR_{neðri}} \right) * 0.2 \right] + nEQR_{neðri}$$

Þar sem

EQR er vistfræðilegt gæðahlutfall reiknað út frá mæliniðurstöðum og viðmiðunargildi viðkomandi gæðapáttar,

EQR_{neðri} er neðri mörk ástandsflökks miðað við reiknað EQR sem vatnshlotið fellur í,

EQR_{efri} er efri mörk ástandsflökksins miðað við reiknað EQR sem vatnshlotið fellur í,

nEQR_{neðri} er neðri mörk á samræmdum vistfræðilegum ástandsflokkum: (mjög gott=0.8; gott=0.6; ekki viðunandi=0.4; slakt=0.2 og lélegt=0).

Til að uppfylla kröfur laga um stjórn vatnamála þurfa vatnshlot að minnsta kosti að ná góðu vistfræðilegu ástandi en einnig að ná góðu efnafræðilegu ástandi m.t.t. styrks mengandi efna og þungmálma.

Til að greina frá lokaútkomu ástandsflökkunar vatnshlota þarf að sameina og byggja á öllum þeim gæðapáttum sem tilheyra viðkomandi vatnshloti. Niðurstöður úr líffræðilegum, eðlisefnafræðilegum og vatnsformfræðilegum gæðapáttum eru sameinaðar í vistfræðilegt ástand og ræður þá lakasta útkoman (e. One out – all out). Þetta þýðir að vatnshlot getur fallið ef einn gæðapáttanna nær ekki amk. góðu ástandi [6].

2.2.1 Svifþörungur

Mælingar á styrk blaðgrænu-a (chlorophyll-a) hafa átt sér stað umhverfis Ísland síðan árið 1963. Blaðgræna-a er öllum ljóstillífanði plöntum/blábakteríum nauðsynleg til að binda orku sólarljóss við framleiðslu lífræns efnis. Styrkur blaðgrænu-a gefur vísbendingar um uppsafnaðan lífmassa svifþörungur og er því notaður sem mælikvarði á það. Algengt er að í þeim sýnum sem safnað er umhverfis Ísland mælist há blaðgrænu-gildi, sérstaklega að vori og við góð vaxtarskilyrði. Til reikninga á viðmiðunargildum fyrir þau sjávarhlot sem skoðuð eru í þessari rannsókn eru notaðar mælingar frá utanverðum Faxaflóa og frá austanverðum Selvogsbanka [7].

Tafla 1 greinir frá viðmiðunargildum fyrir magn blaðgrænu ($\mu\text{g chl-a L}^{-1}$) í vorblóma svifþörungur.

Tafla 1. Viðmiðunargildi fyrir magn blaðgrænu-a ($\mu\text{g chl-a L}^{-1}$) í vorblóma svifþörungur.

Strandsjór							
	Blaðgræna-a ($\mu\text{g/L}$)				EQR blaðgræna-a		
Vatnshlotagerð	Viðmiðunargildi	Mjög gott	Gott	Ekki viðunandi	Mjög gott	Gott	Ekki viðunandi
CS2152, opið suður	2.6	<3.9	3.9-7.9	>7.9	1.0-0.67	<0.67-0.33	<0.33

2.2.2 Næringarefni

Sem afleiðing af lífrænum og eðlisfræðilegum ferlum breytist styrkur næringarefna í yfirborðslögum sjávar umhverfis Íslands reglulega með árstíma, hæstur styrkur er yfirleitt í lok vetrar og minnkar svo með vorinu [7]. Mælingar á styrk næringarefna eins og nítrati (NO_3^-) og fosfati (PO_4^{3-}) gefa góða vísbendingu um ástand vatnshlota varðandi ofauðgun sjávar. Næringarefni eru mikilvæg fyrir vöxt frumframleiðenda eins og þörungna og plöntusvífs sem taka upp köfnunarefni (N) og fosfór (P) í hlutfallinu 16:1 mól. Styrkur nítrats er helsti takmarkandi þáttur vaxtar hjá plöntusvífi í sjó. Verði aukning í styrk næringarefna í sjó af mannavöldum getur það ýtt af stað hringrás ýmissa líffræðilegra ferla sem orsaka þá jafnvel aukningu í lífmassa frumframleiðenda og breytingum á hlutföllum annarra tegunda [6].

Tafla 2 greinir frá viðmiðunargildum fyrir vetrarstyrk næringarefna ($\mu\text{mól L}^{-1}$) í janúar til mars.

Tafla 2. Viðmiðunargildi fyrir vetrarstyrk næringarefna ($\mu\text{mól L}^{-1}$) í janúar til mars.

Vatnshlotagerð CS2152, opið suður							
		$\mu\text{mól L}^{-1}$			EQR		
Næringarefni	Viðmiðunargildi	Mjög gott	Gott	Ekki viðunandi	Mjög gott	Gott	Ekki viðunandi
Nítrat NO_3	13.1	<15.8	15.8-19.6	>19.6	1.0-0.83	<0.83-0.67	<0.67
Fosfat PO_4	0.87	<1.0	1.0-1.3	>1.3	1.0-0.83	<0.83-0.67	<0.67

2.2.3 Botnlægir hryggleysingjar

Margar rannsóknir hafa sýnt að botndýr á mjúkum botni eru viðkvæm fyrir álagi og koma áhrifin fram í breytingum á fjölbreytileika og tegundafjölda. Helstu dýrahópar sem finna má á mjúkum botni umhverfis Ísland eru samlokur, burstaormar, sæsniglar, skrápdýr og krabbadýr [7].

Tafla 3 greinir frá viðmiðunargildum fyrir botnlæga hryggleysingja.

Tafla 3. Viðmiðunargildi fyrir botnlæga hryggleysingja.

Norwegian Quality Index 1 (NQI1)				
Vatnshlotagerð	Viðmiðunargildi	Mjög gott	Gott	Ekki viðunandi
CS2152, opið suður	1	1-0.58	<0.58-0.45	<0.45

2.3 Fyrri rannsóknir

Litið var til fyrri rannsókna af svæðunum við útfærslu verkefnisins og til samanburðar niðurstaðna að auki. Við Skerjafjarðar- og Sundaveitu hafa átt sér stað fjölmargar rannsóknir í gegnum tíðina bæði fyrir og eftir að losun fráveitu hófst á svæðinu, Skerjafjarðarveita um 1993 og Sundaveita um 2002. Fyrri rannsóknir fólu í sér útsetningu kræklinga í búrum á losunarsvæðunum [8]–[17] og síðan efnagreiningu á honum og í einhverjum tilfellum líka greiningar á sjósýnum [10], [18]–[20]. Ekki er farið í kræklingarannsóknir í þessu verkefni og verður því ekki reifað nánar um fyrri rannsóknir í þeim efnum. Fyrri sjósýnatökur benda hins vegar til að sjávarhiti, súrefni, selta og sýrustig sjávar eru sambærileg náttúrulegum gildum í Faxaflóa (Sjórannsóknir, Haf- og Vatn 2020, slóð: <https://sjora.hafro.is>) en að breytileiki finnist í styrk blaðgrænu, köfnunarefnis og fosfórs á milli sýnatökustöðva en þó ekkert sem myndi benda til sérstakra áhrifa frá fráveitunni sjálfri [10], [16], [20].

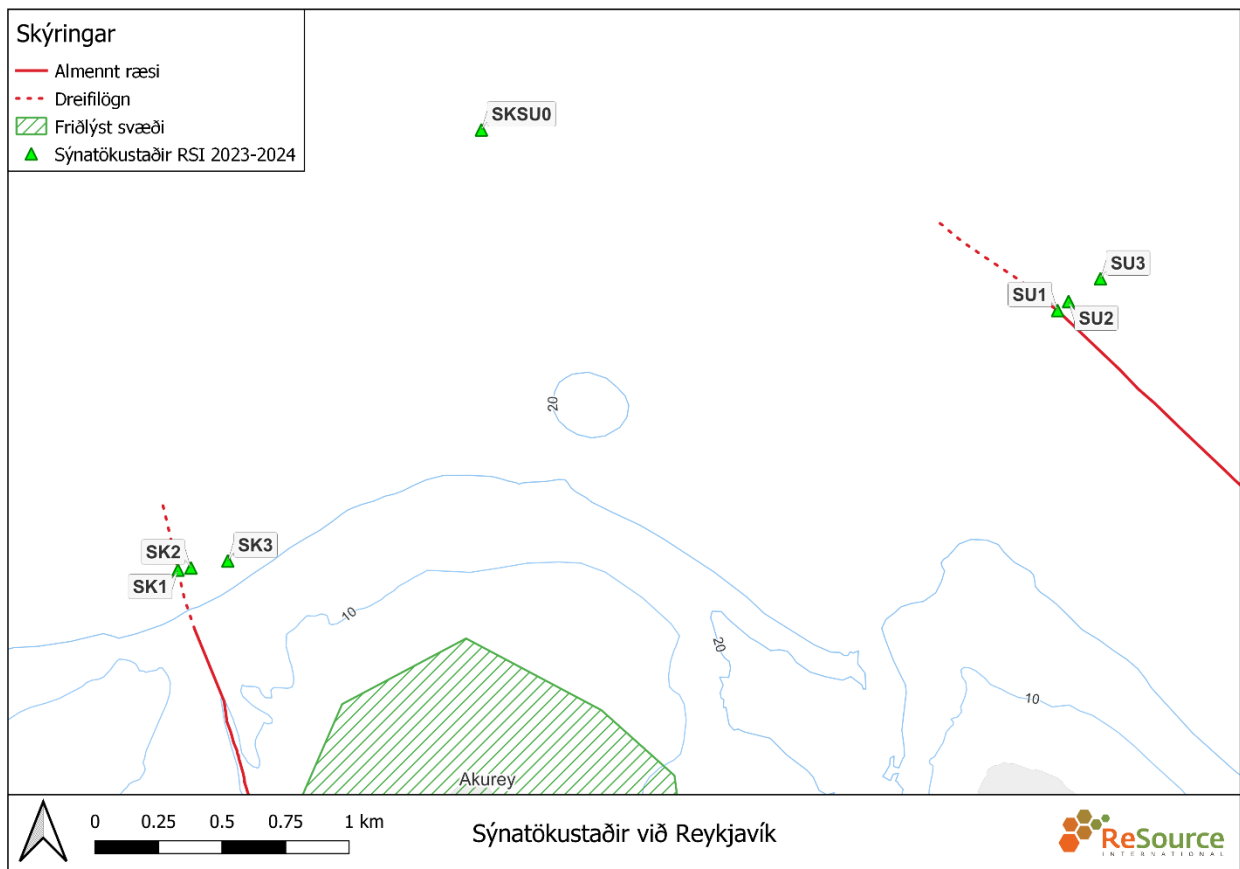
Einnig hefur verið farið í botndýrarannsóknir á árum áður úti fyrir Reykjavík en í flestum tilfellum hafa sýnatökusvæði verið í mynni ýmissa voga, á sundum milli eyja eða í öðrum lágorkuumhverfum þar sem fínt set hefur náð að myndast á sjávarbotni [21]–[26]. Á árunum 1995–2000 voru þó gerðar botndýrarannsóknir úti fyrir Reykjavík, á fyrirhuguðum útrásarstað við Sunda- og Skerjafjarðarveitu. Þær rannsóknir geta þjónað sem núllpunktur komandi rannsókna á svæðinu þar sem að þar var botnumhverfi skoðað áður en fráveitulögn var lögð [27]–[29]. Setgildrurannsóknir hafa farið fram við útrásarenda fráveitunnar [13], [30], [31] en framkvæmd og markmið þeirra rannsókna er af öðrum toga en botndýrarannsóknir og því verður ekki fjallað nánar um þær.

Talsvert minna hefur verið um viðamiklar rannsóknir úti fyrir Akranesi en þó hafa verið gerðar nokkrar [3], [4], [32]–[34]. Í kringum árið 2020 kom í ljós að fráveitulögnin frá Akranesi var rofin og útstreymi fráveituvatns var því nær landi en áður. Ráðist var í vinnu við að reikna aftur út dreifingu mengunarefna með hermum miðað við nýtt útrásarop ásamt því að neðansjávarkönnun var gerð á ástandi lagnar [3], [32]. Einnig var farið í sjósýnatöku á tveimur stöðvum við jaðra sýnilegs uppstreymis og örveirustyrkur mældur en hann var undir viðmiðum [18].

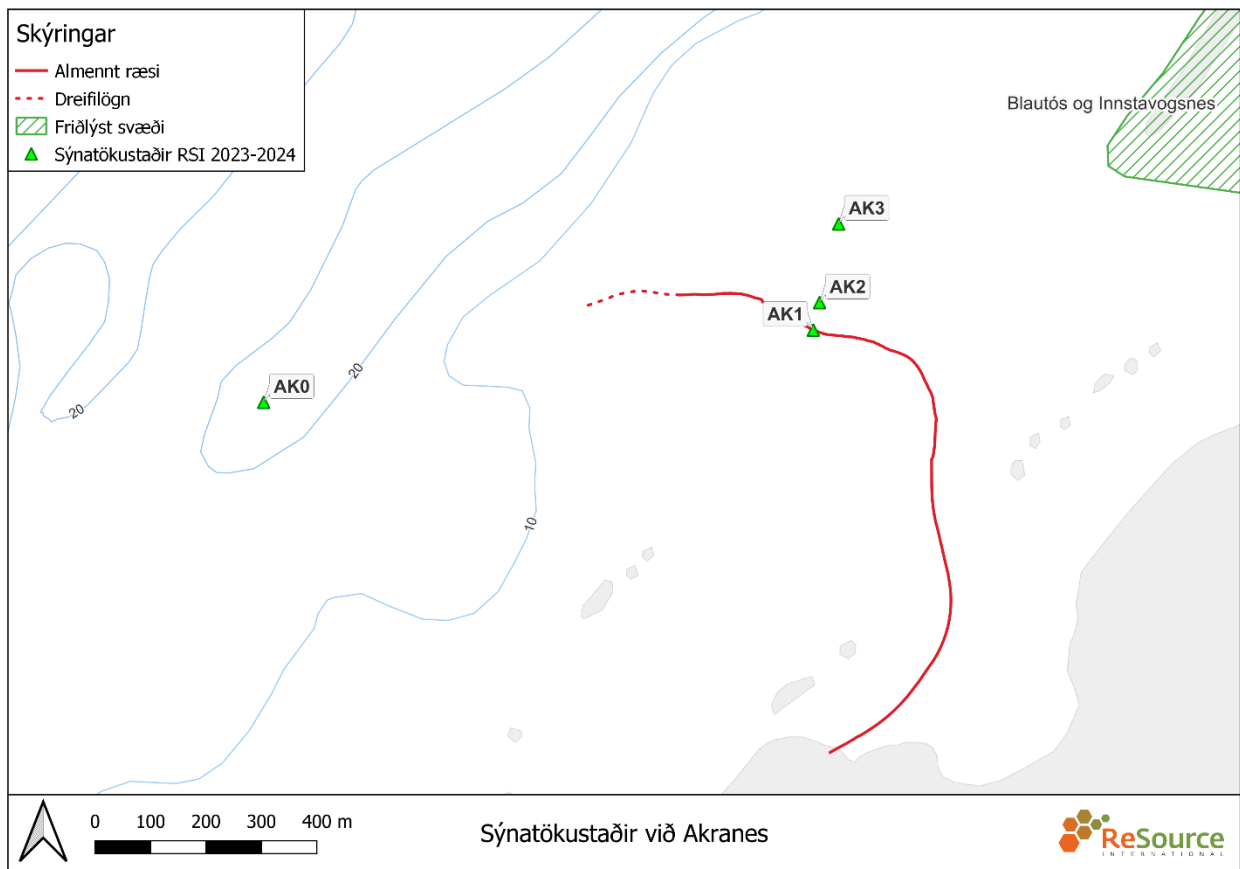
3 Aðferðarfræði

3.1 Sjósýnatökur

Sígt var á fyrirfram staðsetta sýnatökustaði, sem ákveðnir voru með hliðsjón af fyrri rannsóknum og í samráði við Veitur. Sjá myndir 4 og 5 og nánari lýsingu á sýnatökustöðunum í töflu 4.



Mynd 4. Yfirlitskort yfir sýnatökustöðvar við útrásarenda fráveitu í Reykjavík.



Mynd 5. Yfirlitskort yfir sýnatökustaði við útrásarenda fráveitu á Akranesi.

Tafla 4. Nánari staðsetning og hnit sýnatökustöðva

Vatnshlotanúmer	Fráveita	Sýnatökustaður	WGS84 hnit	ISN93 hnit (XY)
104-1391-C	Skerjafjarðarveita	SK1	64.18143211, -21.99118214	354637.922, 412185.125
		SK2	64.18152651, -21.99013904	354689.073, 412193.239
		SK3	64.18183485, -21.98718674	354834.062, 412220.791
	Sundaveita	SU1	64.19203729, -21.92098971	358101.206, 413206.639
		SU2	64.19237235, -21.92013524	358144.41, 413242.035
		SU3	64.19322570, -21.91763900	358269.977, 413331.468
	Skerjafjarðar- og Sundaveita	SKSU0	64.19746156, -21.96830526	355832.722, 413917.746
104-1388-C	Akranes	AK1	64.33344606, -22.07644545	351322.000, 429310.600
		AK2	64.33389510, -22.07626122	351333.331, 429360.167
		AK3	64.33518078, -22.07569470	351367.659, 429501.994
		AK0	64.33184549, -22.09679481	350330.606, 429180.399

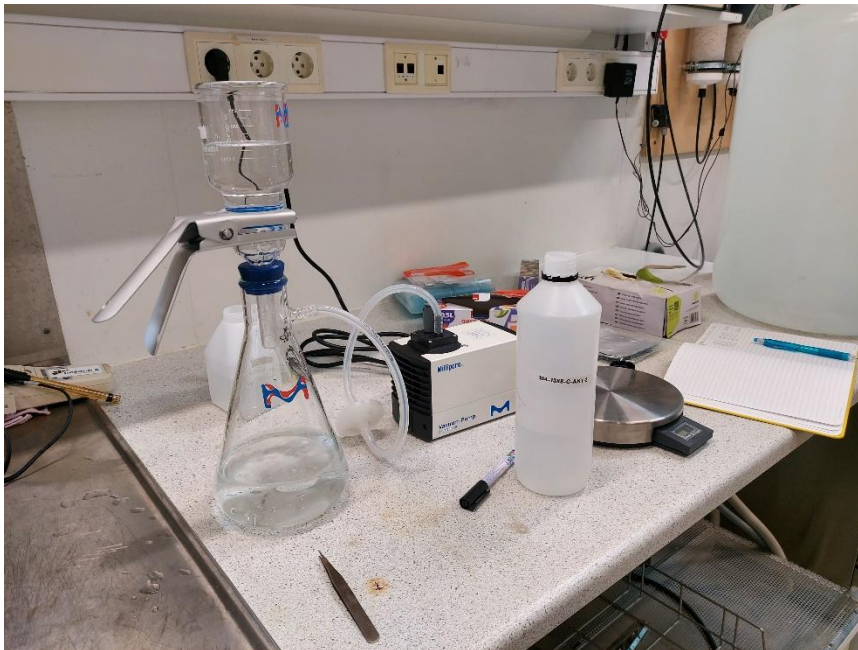
3.1.1 Blaðgræna-a

Sjósýnum til greininga á blaðgrænu-a var safnað haustin 2023 og vor/sumar 2024 og farið með þau samdægurs á skrifstofu RSI til síunar. Aðferð sýnatöku fylgdi í einu og öllu leiðbeiningum Hafrannsóknastofnunar [35]. Sýnatakan fór þannig fram:

- Byrjað var að safna sýnum við Akranes og síðan siglt áleiðis til Reykjavíkur, sýni tekin við Sundaveitu og síðan Skerjafjarðarveitu áður en siglt var aftur til hafnar.
- Notaður var 5 L brúsi til að safna sýnum af u.þ.b. 1 m dýpi. Brúsinn var skolaður þrisvar sinnum með sjó áður en sýnið var tekið. Brúsinn var þyngdur með sökkum svo unnt væri að sökkva honum nægilega djúpt.
- Sýnum var safnað fyrir ofan, í 50 m fjarlægð frá og 200 m fjarlægð frá hverri útrás. Með 11 útrásum þýðir þetta að alls voru tekin 33 sýni í hvert skipti. Niðurstöður úr

hverjum þremur sýnum voru síðan meðaltalsreiknaðar til að fá blaðgrænegildi fyrir hvern stað.

- Allur sýnatökubúnaður um borð var skolaður minnst þrisvar með sýni áður en fyllt var á ílát.
- Til greininga á blaðgrænu-a var fyllt á þrjár 1 L HDPE flöskur með tappa á hverjum sýnatökustað (triplicates) og flöskurnar settar strax í lokað box til að vernda gegn sólarljósi og hita.
- Þegar öllum sýnum hafði verið safnað var farið með flöskurnar á rannsóknarstofu RSI og sýnin þar síuð með Millipore vakúm síubúnaði í gegnum 47 mm Whatman® (GF/F) glertrefjasíu og nákvæmt rúmmál síaðs sjós skráð. Sjá mynd 6.
- Fín töng (pinsetta) var notuð til að brjóta síurnar saman með pönnukökubroti og þær síðan pakkaðar inn í álpappír og ofan í plastpoka með rennilás og settar í frysti.
- Eftir síun voru sýnin send til rannsóknarstofu Hafrannsóknarstofnunar sem sá um að greina blaðgrænu-a í sýnunum.



Mynd 6. Uppstilling á síubúnaði með vakúmdælu á skrifstofu RSI.

3.1.2 Næringarefni NO_3^- og PO_4^{3-}

Sjósýnum til greininga á næringarefnum var safnað 22. febrúar 2024. Aðferð sýnatöku fylgdi í einu og öllu leiðbeiningum Hafrannsóknastofnunar [35]. Sýnatakan fór þannig fram:

- Siglt var á fyrirfram ákveðna sýnatökustaði, þeim sömu og notaðir voru fyrir blaðgrænu-a rannsóknir.
- Notaður er 5 L brúsi til að safna sýnum af u.þ.b. 1-5 m dýpi. Brúsinn var skolaður þrisvar sinnum með sjó áður en sýnið var tekið.

- Allur sýnatökubúnaður um borð var skolaður minnst þrisvar með sýni áður en fyllt var á ílát.
- Til greininga á næringarefnum var fyllt u.þ.b. $\frac{3}{4}$ á eina 250 mL HDPE flösku með tappa á hverjum sýnatökustað.
- Fyllstu varúðar var gætt að snerta hvorki sýni né flöskur með fingrum til að forðast mengun, latex hanskar notaðir.
- Flöskurnar voru settar strax í lokað box til að vernda gegn sólarljósi og hita.
- Eftir söfnun voru flöskurnar sendar beint til rannsóknarstofu Hafrannsóknarstofnunar sem sá um greiningu á næringarefnum.

3.1.3 Botnlægir hryggleysingjar

Leitast var við að safna setsýnum til greininga á botnlægum hryggleysingjum sem næst útrásur fráveitnanna. Í samráði við Hafró, Veitur og Umhverfisstofnun var tekin sú ákvörðun að falla frá botnsýnatöku við Akranes þar sem öll tiltæk bakgrunnsgögn gáfu vísbendingar um að lítinn sem engan mjúkan botn væri að finna í nálægð við útrásina og því ekki raunhæft eða hagkvæmt að reyna sýnatöku þar [36]. Horft var til fyrri rannsókna á botndýraumhverfi við Reykjavík og fór sýnataka fram á svipuðum slóðum og fyrri athuganir [29]. Farið var eftir leiðbeiningum Hafrannsóknastofnunar um sýnatöku fyrir hryggleysingja á mjúkum botni [37].

Fyrirtækið RORUM ehf. var ráðið til að framkvæma sýnatöku á hryggleysingjum og til að framkvæma kornastærðargreiningu á setsýni. Sýnataka og aðferðir eru útskýrðar ítarlega í lokaskýrslu þeirra sem er í viðauka.

3.2 Sýnatökuáætlun

Rannsóknirnar fóru fram á árunum 2023-2024 og í töflu 5 má sjá sýnatökuáætlun rannsókna. Farið var í eina sýnatökufærð fyrir blaðgrænu-a á haustmánuðum 2023 og síðan þrjár aðrar sumarið 2024. Sýni voru tekin fyrir næringarefni, NO_3 og PO_4 , í febrúar 2024. Hryggleysingjasýni og sýni til kornastærðargreiningar voru tekin í júlí 2024.

Tafla 5. Sýnatökuáætlun fyrir rannsóknina.

Ár	Tímabil	Sýnataka	Fjöldi sýna
2023	Sept-okt	Blaðgræna-a	33
2024	Jan-feb	Næringarefni (NO_3 og PO_4)	11
	Mars-apr	Blaðgræna-a	33
	Maí-jún	Blaðgræna-a	33
	Júl-ágú	Blaðgræna-a	33
	Mars-ágú	Botnlægir hryggleysingjar	1 (5)
2024	Júlí	Kornastærðagreining	1

4 Niðurstöður

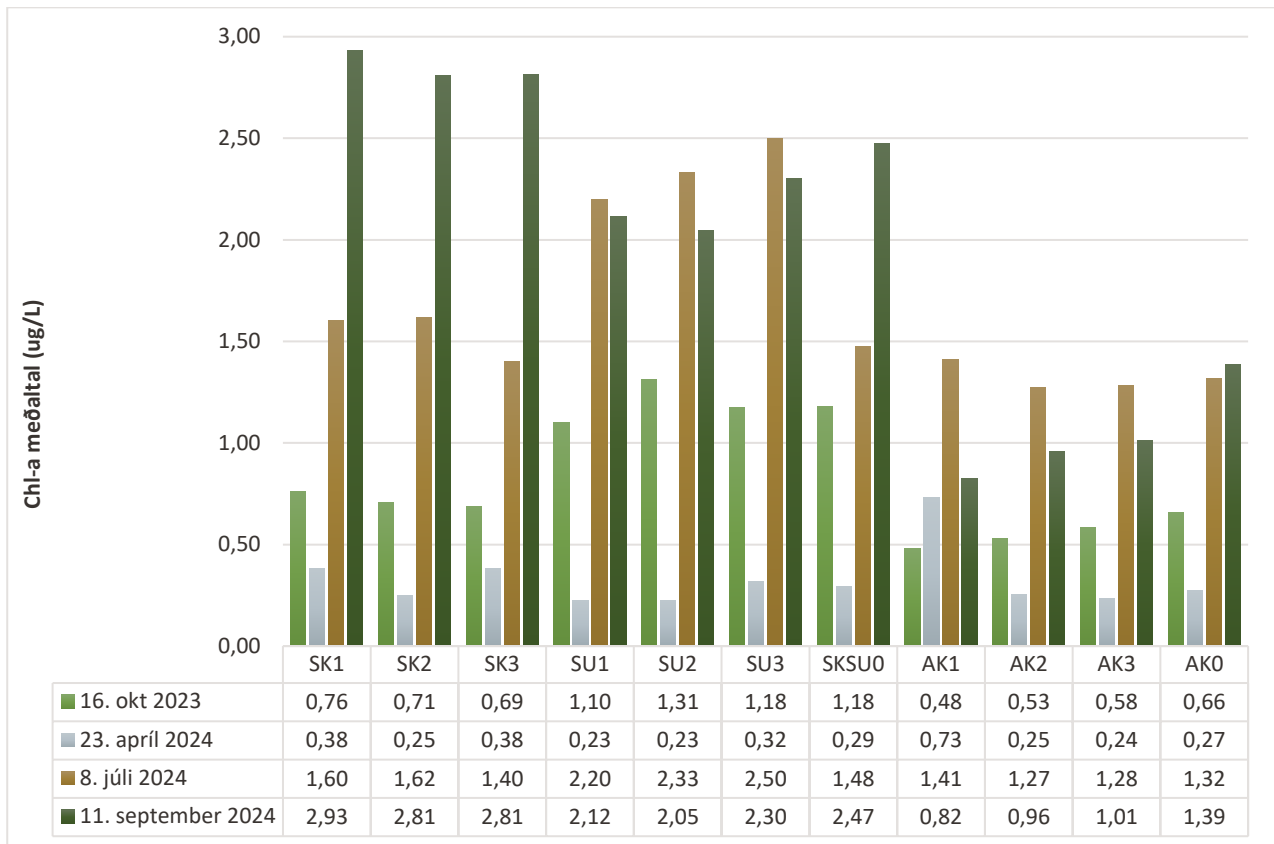
Hér á eftir fylgja niðurstöður greininga frá sjósýnatökum og botnrannsóknum við Reykjavík og Akranes.

4.1 Svifpörungar (blaðgræna-a)

Í töflu 6 má sjá samantekt á niðurstöðum greininga á blaðgrænu-a í sjósýnum við Reykjavík og Akranes. Í viðauka I má finna fullar greiningarniðurstöður.

Tafla 6. Niðurstöður greininga á blaðgrænu-a

Vatnshlota-númer	Fráveita	Sýnatöku-staður	16. okt 2023		23. apríl 2024		08. júlí 2024		11. september 2024	
			Chl-a meðaltal (ug/L)	± SD	Chl-a meðaltal (ug/L)	± SD	Chl-a meðaltal (ug/L)	± SD	Chl-a meðaltal (ug/L)	± SD
104-1391-C	Skerjafjarðarveita	SK1	0.76	0.04	0.38	0.11	1.60	0.02	2.93	0.04
104-1391-C	Skerjafjarðarveita	SK2	0.71	0.03	0.25	0.02	1.62	0.05	2.81	0.02
104-1391-C	Skerjafjarðarveita	SK3	0.69	0.05	0.38	0.09	1.40	0.07	2.81	0.02
104-1391-C	Sundaveita	SU1	1.10	0.04	0.23	0.03	2.20	0.06	2.12	0.08
104-1391-C	Sundaveita	SU2	1.31	0.04	0.23	0.02	2.33	0.21	2.05	0.02
104-1391-C	Sundaveita	SU3	1.18	0.02	0.32	0.04	2.50	0.02	2.30	0.04
104-1391-C	Skerjafjarðar- og Sundaveita	SKSU0	1.18	0.10	0.29	0.04	1.48	0.05	2.47	0.04
104-1388-C	Akranes	AK1	0.48	0.01	0.73	0.05	1.41	0.11	0.82	0.07
104-1388-C	Akranes	AK2	0.53	0.01	0.25	0.02	1.27	0.02	0.96	0.05
104-1388-C	Akranes	AK3	0.58	0.01	0.24	0.04	1.28	0.01	1.01	0.02
104-1388-C	Akranes	AK0	0.66	0.05	0.27	0.02	1.32	0.03	1.39	0.05



Mynd 7. Niðurstöður greininga á blaðgrænu-a

4.2 Styrkur næringarefna að vetrarlagi

Í töflu 7 má sjá samantekt á niðurstöðum greininga á styrk næringarefna í sjósýnum við Reykjavík og Akranes. Í viðauka I má finna fullar greiningarniðurstöður.

 Tafla 7. Niðurstöður greininga á næringarefnum NO_3 og PO_4 í sjósýnum.

Vatnshlotanúmer	Fráveita	Sýnatökustöð	Sýnataka 22. febrúar 2024	
			$\text{NO}_2+\text{NO}_3^-$ $\mu\text{mól L}^{-1}$	PO_4^{3-} $\mu\text{mól L}^{-1}$
104-1391-C	Skerjafjarðarveita	SK1	11.43	1.064
104-1391-C	Skerjafjarðarveita	SK2	11.42	1.082
104-1391-C	Skerjafjarðarveita	SK3	11.44	0.912
104-1391-C	Sundaveita	SU1	11.38	0.864
104-1391-C	Sundaveita	SU2	11.36	0.799
104-1391-C	Sundaveita	SU3	11.35	0.797
104-1391-C	Skerjafjarðar- og Sundaveita	SKSU0	11.39	0.771
104-1388-C	Akranes	AK1	11.52	0.855

Vatnshlotanúmer	Fráveita	Sýnatökustöð	Sýnataka 22. febrúar 2024	
			NO ₂ +NO ₃ ⁻ μmól L ⁻¹	PO ₄ ³⁻ μmól L ⁻¹
104-1388-C	Akranes	AK2	11.47	0.844
104-1388-C	Akranes	AK3	11.45	0.876
104-1388-C	Akranes	AK0	11.44	0.77

4.3 Botnlægir hryggleysingar og setgerð

Sýnataka fyrir hryggleysingja var framkvæmd 15.júlí 2024. Samantekt um niðurstöður er að finna í lokaskýrslu þeirra sem fylgir sem viðauki í þessari skýrslu. Útdráttur úr skýrslunni er kynntur í þessum kafla.

Botngerðin er harður botn með sandi og finni mól á yfirborði. Lýsing á botngerð er í Tafla 8 en það er dýpi, botngerð og litur.

Tafla 8 - Lýsing á botngerð

Stöð	Dýpi	Botngerð	Litur
1	32m	Finn sandur	Svartur

Botngerð við útrásina einkenndist af þunnu lagi af tiltölulega fínum sandi og skeljabrotum ofan á hörðum botni. Ekki fannst mýkri eða leirkenndari botn í allt að 1000 m radíus í kringum útrásaropið. Niðurstöður kornastærðargreiningar eru í Tafla 9.

Tafla 9 - Kornastærð botnsets

mm	%
16	0,00
8	4,97
4	3,09
2	2,66
1	4,05
0,5	8,22
0,25	18,78
0,125	33,46
0,063	22,22
<0,063	2,54

Í Tafla 10 eru niðurstöður efnamælinga úr seti: Magn kolefnis (TOC).

Tafla 10 - Efnamæling

Stöð	TOC % þ.e.
SU1	0.8

Í Tafla 11 eru niðurstöður greininga á botndýrum í einni af þeim fimm sýnum sem tekin voru við útrásarop Sundaveitu. Hvert sýni er tvær greipar og fjöldinn því einstaklingar í tveimur greipum hvor greip 15,2 x 15,2 cm, eða 231 cm² og flatarmál sýnis af botni því 462 cm².

Tafla 11 - Fjöldi hryggleysingja eftir tegundum og stöðvum

				Tegundir/Hópar	Fj.
				Stöð	1
Nematoda					
				<i>Nematoda</i>	17
Mollusca					
	Bivalvia				
		Carditida			
			Astartidae		
			<i>Astarte montagui</i>		1
	Cardiida				
			Tellinidae		
			<i>Macoma calcarea</i>		3
	Nuculida				
			Nuculidae		
			<i>Ennucula tenuis</i>		2
	Imparidentia				
			Cyamiidae		
			<i>Cyamium minutum</i>		2
Annelida					
	Clitellata				
		Oligochaeta			
			<i>Oligochaeta</i>		4
Polychaeta					
	Echiura				
			<i>Echiura</i>		2
	Sedentaria				
		Sabellida			
			Oweniidae		
			<i>Galathowenia oculata</i>		1

				Tegundir/Hópar	Fj.
		Terebellida			
			Pectinariidae		
				<i>Lagis koreni</i>	6
		Spionida			
			Spionidae		
				<i>Pygospio elegans</i>	5
		Scolecida			
			Orbiniidae		
				<i>Scoloplos armiger</i>	8
			Opheliidae		
				<i>Ophelina acuminata</i>	8
		Errantia			
		Phyllodocida			
			Phyllodocidae		
				<i>Phyllodoce groenlandica</i>	2
				<i>Eteone longa</i>	22
			Goniadidae		
				<i>Goniada maculata</i>	1
			Polynoidae		
				<i>Harmothoe imbricata</i>	6
				Fjöldi tegunda	16

Tegundafjöldi er 16 í sýninu.

Tafla 12 sýnir fjölbreytnistuðlana sem reiknaðir voru fyrir botndýrasamfélög á stöðinni, Shannon H' , Pielou einsleitnistuðulinn J' og NQI1.

Tafla 12 - Fjölbreytnistuðlar, Shannon H' , Pielou J' og NQI1

	Stöð SU1
Shannon H'	3.3920
Pielou J'	0.8480
NQI1	0.602

5 Umræða

5.1 Svifpörungar (blaðgræna-a)

Styrkur blaðgrænu-a var í góðu samræmi við viðmiðunargildi. Allar niðurstöður yfir árið voru undir viðmiðunarmörkum 3,9 $\mu\text{g/L}$ sem skilgreinir ástandið sem mjög gott. (sjá töflu 1) Hæstu mældu styrkir voru í þriðju og fjórðu sýnatökunum sem fóru fram 8.júlí 2024 og 11.september 2024. Í þessum sýnatökum var styrkur við útrásir við Reykjavík á bilinu 1,4 til 2,5 $\mu\text{g/L}$ í júlí og frá 2,0 til 2,9 $\mu\text{g/L}$ í september sem telst mjög ásættanlegt. Styrkurinn við útrásina nálægt Akranes var enn lægri á bilinu 1,3 til 1,4 $\mu\text{g/L}$ í júlí og 0,4 til 1,4 $\mu\text{g/L}$ í september.

Í fyrstu tveimur sýnatökum sem fóru fram 16.október 2023 og 23.apríl 2024 mældist styrkurinn enn lægri en í síðari sýnatökum. Í október voru gildin á bilinu 0,5 til 1,3 $\mu\text{g/L}$ og í apríl á bilinu 0,2 til 0,7 $\mu\text{g/L}$ sem er aftur vel undir 3,9 sem telst vera mjög gott.

Staðalfrávik sýnatöku niðurstaðna var að meðaltali 0,01 í október, 0,04 í apríl, 0,06 í júlí og 0,04 í september.

5.2 Styrkur næringarefna að vetrarlagi

Niðurstöður næringarefnasýnatöku voru ákjósanlegar. Samkvæmt viðmiðunargildum í töflu 2 er nítratgildi (NO_3^-) undir 15,8 $\mu\text{mól L}^{-1}$ talið mjög gott og fosfatgildi (PO_4^{3-}) undir 1,0 $\mu\text{mól L}^{-1}$ einnig mjög gott. (sjá töflu 2) Sýnataka var framkvæmd 22.febrúar 2022. Niðurstöður fyrir nítrat sýndu á bilinu 11,35 til 11,52 $\mu\text{mól L}^{-1}$ sem er vel undir 15,8 $\mu\text{mól L}^{-1}$ sem telst mjög gott. Mældar niðurstöður fyrir fosfat sýndu gildi á bilinu 0,770 til 1,082 $\mu\text{mól L}^{-1}$. Þó gildin hafi verið yfir 1,0 $\mu\text{mól L}^{-1}$ voru það aðeins tvær af 11 mælingum sem voru yfir 1,0 $\mu\text{mól L}^{-1}$ og teljast því flestar mælingarnar mjög góðar.

5.3 Botnlægir hryggleysingjar og setgerð

Bæði Shannon-fjölbreytnistuðullinn og Pielou-einsleitnistuðullinn J' sýna að botndýrasamfélög við útrásaropið eru í góðu ástandi. Í skýrslu Rorum segir "Samkvæmt gæðavísi NQI1 sem talinn er henta best við mat á hryggleysingjum á mjúkum botni við strandsjó Íslands og því mælt með notkun hans við ástandsflokkun strandsjávar. Vísirinn hefur þann styrkleika að vera samsettur, þ.e. a.s. hann tekur inn aðra vísa eins og AMBI, sem er mælikvarði á hlutfall viðkvæmra og þolina tegunda, auk þess að byggja á fjölbreytileika (SN) botndýra sem sýnir að ástand vatnshlotsins sem mjög gott þar sem NQI1 er 0,602, sjá viðmiðunargildi í töflu 3." Allar niðurstöður eru birtar í skýrslu sem fylgir sem viðauki í þessari skýrslu.

6 Samantekt

Fjórar sýnatökur voru gerðar fyrir söfnun blaðgræusýna í október 2023 og í apríl, júlí og september 2024. Ein sýnataka var gerð fyrir söfnun næringarefna (níturat og fosfat) í febrúar 2024. Ein sýnataka var gerð fyrir hryggleysingja í júlí 2024.

Niðurstöður úr hverri sýnatöku sýndu gildi sem voru í góðu samræmi við viðmiðunargildi. Niðurstöður fyrir blaðgrænu sýndu að gildi úr öllum sýnatökum voru vel undir 3,9 µg/L, sem eru viðmiðunarmörk fyrir mjög gott ástand á vatnshlotunum.

Fyrir næringarefnasýnin voru öll gildi fyrir níturat vel undir viðmiðunargildinu 15,8 µmol L⁻¹, sem telst mjög gott. Fyrir fosfat voru öll nema tvö gildin undir 1,0 µmol L⁻¹, sem telst mjög gott; tvö gildanna voru aðeins yfir þessum mörkum, en þó innan þeirra marka sem teljast viðunandi.

Niðurstöður úr sýnatöku á hryggleysingjum, samkvæmt NQI1 stuðlinum sýndi ástand vatnshlotsins með gildi 0,602, NQI1 sem telst mjög gott viðmiðunargildi. Ítarlegri umfjöllun um þennan þátt verkefnisins má finna í skýrslu RORUM sem fylgir þessari skýrslu sem viðauki.

7 Þakkir

Hafrannsóknarstofnun rannsókna- og ráðgjafastofnun hafs og vatna (HAFRO) - Kristín J.Valsdóttir og Sara Harðardóttir

RORUM ehf. - Þorleifur Eiríksson

Heiðar Fjalar Jónsson skipstjóri á Jóni Hildiberg RE 60

Hermundur Svansson skipstjóri á Herborgu HF 67

Rögvaldur Einarsson skipstjóri á Ver AK 38

Veitur - Sædis Ólafsdóttir sérfræðingur í jarðvísindum

8 Heimildir

- [1] "Vatnaáætlun Íslands 2022-2027," Umhverfisstofnun, 2022. [Á neti]. Aðgengilegt: [https://ust.is/library/sida/haf-og-vatn/Vatna%C3%A1%C3%A6tlun%202022-2027%20-%20Copy%20\(1\).pdf](https://ust.is/library/sida/haf-og-vatn/Vatna%C3%A1%C3%A6tlun%202022-2027%20-%20Copy%20(1).pdf)
- [2] Umhverfisstofnun, "Akurey," Friðlýst svæði. [Á neti]. Aðgengilegt: <https://ust.is/nattura/natturuverndarsvaedi/fridlyst-svaedi/sudvesturland/akurey/>
- [3] K. J. Hauksson, G. Ásgeirsson, and Ó. Hafliðason, "Útrásarlögn Akranesi: ástandsskoðun 2020," Sjótækni ehf., 2020.
- [4] G. A. Auðunsson, "Viðtaki fráveituvatns frá Akranesi: Greinargerð vegna skilgreiningar á viðtaka," Nýsköpunarmiðstöð Íslands, 2008.
- [5] Umhverfisstofnun, "Blautós og Innstavogsnes." [Á neti]. Aðgengilegt: <https://ust.is/nattura/natturuverndarsvaedi/fridlyst-svaedi/vesturland/blautos-og-innstavogsnes/>
- [6] R. Guðmundsdóttir *et al.*, "Vistfræðileg viðmið við ástandsflokkun strandsjávar." Hafrannsóknastofnun, 2022.
- [7] S. R. Ólafsdóttir, A. Eydal, S. H. Ólafsdóttir, K. Guðmundsson, and K. Gunnarsson, "Gæðapættir og viðmunaraðstæður strandsjávarvatnshlota." Hafrannsóknastofnun, 2019.
- [8] G. A. Auðunsson, "Kræklingarannsóknir vegna væntanlegrar losunar frárennslis frá Reykjavík," Unnið fyrir gatnamálastjórnann í Reykjavík, 1992.
- [9] G. A. Auðunsson, "Kræklingarannsóknir út af Klettagörðum 1998," Unnið fyrir gatnamálastjórnann í Reykjavík, 2001.
- [10] G. A. Auðunsson, "Viðtakarannsóknir 2011: Setgildirur, kræklingur og sjór," Nýsköpunarmiðstöð Íslands, 2015.
- [11] G. A. Auðunsson and H. Magnússon, "Kræklingarannsóknir 1995 vegna væntanlegrar losunar frárennslis frá Reykjavík: Framhald-II," Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins, 1995.
- [12] G. A. Auðunsson and H. Magnússon, "Kræklingarannsóknir 1994 vegna væntanlegrar losunar frárennslis frá Reykjavík: Framhald-I," Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins, 1995.
- [13] G. A. Auðunsson, "Kræklingarannsóknir: Ánanaust 2000," Iðntæknistofnun, Reykjavík, 2005.
- [14] G. A. Auðunsson, "Kræklingarannsóknir vegna væntanlegrar losunar frárennslis frá Reykjavík," Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins, 1994.
- [15] J. S. Ólafsson and S. R. Ólafsdóttir, "Ástand sjávar á losunarsvæði skolps undan Ánanaustum," Hafrannsóknastofnun og Háskóli Íslands, Unnið fyrir gatnamálastjórnann í Reykjavík, 2001.
- [16] S. R. Ólafsdóttir, "Styrkur næringarefna í hafinu umhverfis Ísland," Hafrannsóknastofnun, Fjölrit nr. 122, 2006.
- [17] S. R. Ólafsdóttir, "Áhrif þéttbýlis á næringarefni í Faxaflóa," 2011.
- [18] M. F. Ólafsson, "Veitur - Sýnataka í viðtaka sumarið 2022.," 2022.
- [19] M. F. Ólafsson, "Samantekt lærdóms, umhverfissvöktun fráveitu Veitna - viðtakarannsóknir árið 2021." Kali ehf, 2022.
- [20] H. P. Halldórsson and H. D. Guls, "Viðtakarannsóknir fráveitu við meginútrásir skólphreinsistöðvanna í Reykjavík og á Kjalarnesi," Rannsóknasetur Háskóla Íslands á Suðurnesjum, 2022.

- [21] J. Svavarsson, "Botndýralíf í innsta hluta Elliðavogs norðan Ártúnshöfða á fyrirhugaðri landfyllingu," Líf- og umhverfivísindastofnun Háskóla Íslands, Reykjavík, 2015.
- [22] J. Svavarsson, "Botndýralíf í innsta hluta Kollafjarðar," Reykjavík, 2007.
- [23] J. Svavarsson, "Botndýralíf við mynni Leiruvogs," Reykjavík, 52, 1999.
- [24] J. Svavarsson, "Lífriki á botni neðansjávar út af Gufunesi," Reykjavík, 70, 2004.
- [25] J. Svavarsson and G. V. Helgason, "Botndýralíf í Þerneyjarsundi," Reykjavík, 30, 1991.
- [26] J. Svavarsson and G. V. Helgason, "Botndýralíf við Sundahöfn," Reykjavík, 66, 2002.
- [27] G. A. Auðunsson, "Setgildrurannsóknir út af Ánanaustum '00-'01: hafræn meðferð skolps," Iðntæknistofnun, 2005.
- [28] G. A. Auðunsson, "Setgildrurannsóknir út af Ánanaustum, 95-, 96 og Klettatgörðum, 98-,99: hafræn meðferð skolps," Unnið fyrir gatnamálastjóran í Reykjavík, 2001.
- [29] H. Ö. Pétursson, "Akranes - mengunarhermun: Hermanir á mengunardreifingu miðað við uppfærðar forsendur," Verkís, 2021.
- [30] S. Ó. Pálmarsson and S. P. Kjaran, "Akranes: Dreifing mengunar frá fyrirhugaðri útrás," Verkfræðistofan Vatnaskil, 2007.
- [31] S. P. Kjaran and Pálmarsson, "Akranes og Kjalarnes: Dreifing mengunar frá fyrirhuguðum útrásum," Verkfræðistofan Vatnaskil, 2006.
- [32] K. Valsdóttir, A. Benoit-Cattin, and K. Guðmundsson, "Leiðbeiningar um söfnun sýna til mælinga á blaðgrænu a og næringarefnum í sjó." Hafrannsóknastofnun, 2022.
- [33] S. H. Ólafsdóttir, "Leiðbeiningar um söfnun sýna til greininga á botnlægum sjávarhryggleysingjum á mjúkum botni." Hafrannsóknastofnun, 2022.

Viðauki I – Niðurstöður greininga

Svifpörungar (blaðgræna-a)

Vatnshlotanúmer	Fráveita	Sýnatöku- staður	Staðsetning ISN93 (XY)	Sýnaflöskunúmer	16. okt 2023		23. apríl 2024		08. júlí 2024		11. september 2024	
					Chl-a meðaltal (ug/L)	± SD	Chl-a meðaltal (ug/L)	± SD	Chl-a meðaltal (ug/L)	± SD	Chl-a meðaltal (ug/L)	± SD
104-1391-C	Skerjafjarðarveita	SK1	354637.922 412185.125	104-1391-C-SK1-1	0.76	0.04	0.38	0.11	1.60	0.02	2.93	0.04
				104-1391-C-SK1-2								
				104-1391-C-SK1-3								
104-1391-C	Skerjafjarðarveita	SK2	354689.073 412193.239	104-1391-C-SK2-1	0.71	0.03	0.25	0.02	1.62	0.05	2.81	0.02
				104-1391-C-SK2-2								
				104-1391-C-SK2-3								
104-1391-C	Skerjafjarðarveita	SK3	354834.062 412220.791	104-1391-C-SK3-1	0.69	0.05	0.38	0.09	1.40	0.07	2.81	0.02
				104-1391-C-SK3-2								
				104-1391-C-SK3-3								
104-1391-C	Sundaveita	SU1	358101.206 413206.639	104-1391-C-SU1-1	1.10	0.04	0.23	0.03	2.20	0.06	2.12	0.08
				104-1391-C-SU1-2								
				104-1391-C-SU1-3								
104-1391-C	Sundaveita	SU2	358144.41 413242.035	104-1391-C-SU2-1	1.31	0.04	0.23	0.02	2.33	0.21	2.05	0.02
				104-1391-C-SU2-2								
				104-1391-C-SU2-3								
104-1391-C	Sundaveita	SU3	358269.977 413331.468	104-1391-C-SU3-1	1.18	0.02	0.32	0.04	2.50	0.02	2.30	0.04
				104-1391-C-SU3-2								
				104-1391-C-SU3-3								
104-1391-C	Skerjafjarðar- og Sundaveita	SKSU0	355832.722 413917.746	104-1391-C-SKSU0-1	1.18	0.10	0.29	0.04	1.48	0.05	2.47	0.04
				104-1391-C-SKSU0-2								
				104-1391-C-SKSU0-3								
104-1388-C	Akranes	AK1	351322.000 429310.600	104-1388-C-AK1-1	0.48	0.01	0.73	0.05	1.41	0.11	0.82	0.07
				104-1388-C-AK1-2								

Vatnshlotanúmer	Fráveita	Sýnatöku- staður	Staðsetning ISN93 (XY)	Sýnaflöskunúmer	16. okt 2023		23. apríl 2024		08. júlí 2024		11. september 2024	
					Chl-a meðaltal (ug/L)	± SD	Chl-a meðaltal (ug/L)	± SD	Chl-a meðaltal (ug/L)	± SD	Chl-a meðaltal (ug/L)	± SD
				104-1388-C-AK1-3								
104-1388-C	Akranes	AK2	351333.331 429360.167	104-1388-C-AK2-1	0.53	0.01	0.25	0.02	1.27	0.02	0.96	0.05
				104-1388-C-AK2-2								
				104-1388-C-AK2-3								
104-1388-C	Akranes	AK3	351367.659 429501.994	104-1388-C-AK3-1	0.58	0.01	0.24	0.04	1.28	0.01	1.01	0.02
				104-1388-C-AK3-2								
				104-1388-C-AK3-3								
104-1388-C	Akranes	AK0	350330.606 429180.399	104-1388-C-AK0-1	0.66	0.05	0.27	0.02	1.32	0.03	1.39	0.05
				104-1388-C-AK0-2								
				104-1388-C-AK0-3								

RORUM

Sýnataka við fráveituútrás Sundaveitu

Þorleifur Eiríksson
Óskar Kristjánsson

Lykilsíða

Fyrirtæki: Resource	Dags.: 23.8.2024	Dreifing: Opin	Fjöldi síðna: 9
Titill: Resource. Sýnataka við fráveituútrás Sundaveitu. Minnisblað. Júlí 2024.			
Höfundar: Þorleifur Eiríksson Óskar Kristjánsson			
Unnið fyrir: Resource			
Unnið af: Rorum			
Útdráttur: Samkvæmt beiðni Resource var framkvæmd sýnataka vegna vöktunnar útrás Sundaveitu. Tekin voru botnsýni til greiningar á hryggleysingjasamfélagi, kornastærð og heildar kolefni (TOC). Hryggleysingjar voru greindir til tegundar eða flokkunareiningar og niðurstöður settar fram í töflu. Fjölbreytnistuðlarnir Shannon H', Pielou J' og NQI1 voru reiknaðir.			

Efnisyfirlit

1	Inngangur	4
2	Aðferðir	4
2.1	Botnsýnataka	4
2.2	Efnasýni	5
2.3	Kornatærð	5
2.4	Mat á fjölbreytni.....	5
3	Niðurstöður	6
4	Þakkir	9
5	Heimildir	9

Myndir

Mynd 2-1.Staðsetning sýnatökustöðvar.	4
--	---

Töflur

Tafla 2-1.Staðsetning sýnatökustöðvar.	5
Tafla 3-1. Lýsing á botngerð.	6
Tafla 3-2. Kornastærð botnsets	7
Tafla 3-3.Efnamæling	7
Tafla 3-4.Fjöldi einstaklinga hryggleysingja eftir tegundum og stöðvum	7
Tafla 3-5.Fjölbreytnistuðlar, Shannon H', Pielou J' og NQI1.....	9

1 Inngangur

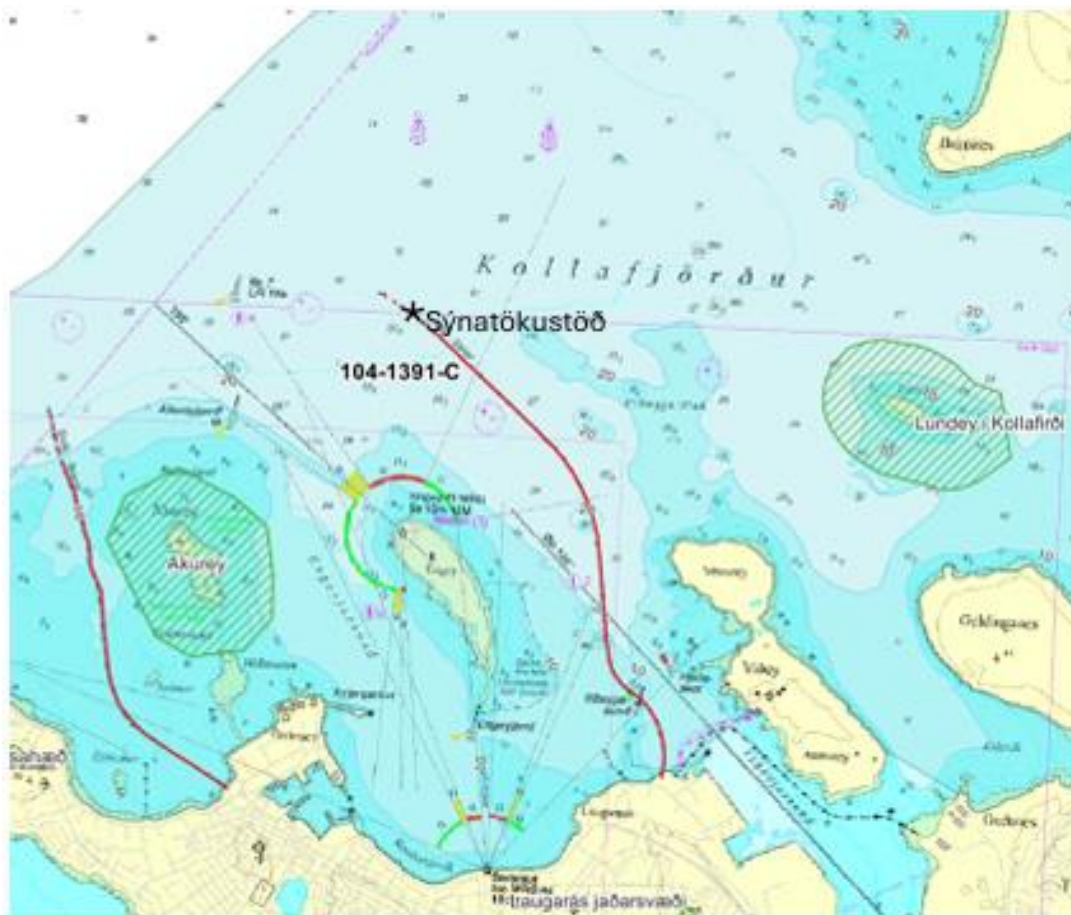
Resource tók botngreiparsýni til greininga á hryggleysingjum, setgerð og efnainnihaldi við fráveituútrás Sundaveitu.

2 Aðferðir

Botnsýnataka við fráveituútrás Sundaveitu fór fram 15. júlí 2024.

2.1 Botnsýnataka

Farið var á eina stöð (Mynd 2-1, Tafla 2-1) og á stöðinni safnað fimm sýnum með botngreip vegna hryggleysingja. Eitt sýni var tekið fyrir efnagreiningar. Dýpi á svæðinu er á bilinu 20-30 m. Sýni voru tekin á einni stöð um 50 m austan við útrásarendann.



Mynd 2-1. Staðsetning sýnatökustöðvar.

Tafla 2-1. Staðsetning sýnatökustöðvar.

Stöð	Fjarlægð (m)	Norðurhnit	Vesturhnit
1	50	64°11.69	21°55.78

Við sýnatökur var notuð Petite Ponar botngreip (15,2 x 15,2 cm flatarmál af botni 231 cm², 2.4 lítrar). Tekin voru fimm sýni við stöðina, en hvert sýni samanstóð af tveimur botngreipum þar sem of lítið efni er í einni greip. Greipin var einungis ¼-full í hvert sinn. Flatarmál sýnis af botni var því 462 cm². Sýnin voru sigtuð í rennandi vatni með 0,5 mm sigti um borð í sýnatökubátum og komið fyrir í eins lítra plastfötum. Svo var 5-10% formalíni hellt yfir sýnið, sem og ein skeið af bóraxi til að koma í veg fyrir að kalk leysist upp. Eftir 2-3 daga var formalíni hellt af sýnunum og 80% alkóhól sett í staðinn.

Unnið var úr einu sýni sem var valið af handahófi. Hin sýnin eru geymd í sýnasafni Rorum, verði þörf á að skoða þau.

Dýr voru greind til tegunda eða hópa undir víðsjá og þau talin.

2.2 Efnasýni

Sérstök greip var tekin á stöðinni til að taka sýni til efnagreininga sem tekin voru úr yfirborði sandsins. Sýni voru sett í glerkrukkur og þeim komið fyrir í frysti þar til þau voru send í efnagreiningu. Á stöðinni var greint heildar kolefni (TOC).

2.3 Kornatærð

Sérstök greip var tekin á stöðinni til greiningar á kornastærð. Innihald greiparinnar var sett í ílát og ekki meðhöndlað á neinn hátt.

2.4 Mat á fjölbreytni

Fjölbreytni var metin með Shannon H' fjölbreytnistuðli (Shannon 1948), Pielou J' einsleitnistuðli (Pielou 1966a; 1966b) og Gæðavísir NGI1 (Norwegian Quality Index 1, Rygg 2006).

Shannon fjölbreytnistuðullinn H':

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$$

þar sem:

S = fjöldi tegunda,

p_i = hlutdeild af heildarsýni, sem tilheyrir tegund i.

p_i hækkar eftir því sem fjölbreytileiki eykst og er stuðullinn hæstur þegar fjöldi einstaklinga er sá sami hjá öllum tegundum.

$$H'_{max} = - \sum_{i=1}^s \frac{1}{S} \log_2 \frac{1}{S} = \log_2 S$$

Einsleitnistuðullinn J' er nátengdur Shannon-stuðlinum, en hann sýnir hvort jafnræði er milli tegunda eða hvort ein eða fáar tegundir eru sérstaklega áberandi. Stuðullinn lækkar þegar það gerist, en hann getur mest orðið 1.

$$J' = \frac{H'}{H'_{max}}$$

Gæðavísirinn NQI1 (Norwegian Quality Index 1, Rakel Guðmundsdóttir o.fl. 2022) var talinn henta best við mat á hryggleysingjum á mjúkum botni í strandsjó við Ísland og því er mælt með notkun hans við ástandsflokkun strandsjávar. Vísirinn hefur þann styrkleika að vera samsettur, þ.e.a.s. hann tekur inn aðra vísa eins og AMBI, sem er mælikvarði á hlutfall viðkvæmra og þolinna tegunda, auk þess að byggja á fjölbreytileika (SN) botndýra. Formúlan fyrir útreikning NQI1 er eftirfarandi:

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

N = heildarfjöldi einstaklinga

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

NQI1 er notaður í Noregi sem er eitt af þeim löndum sem eru með Íslandi í millikvörðunarhópi North East Atlantic Geographical Intercalibration Group (NEA-GIG). NQI1 spannar gildi sem eru frá 0 til 1, líkt og vistfræðilegt gæðahlutfall (EQR).

Vísirinn NQI1 hefur gengið í gegnum millikvörðun af NEA GIG millikvörðunarhópi, ásamt öðrum vísam sem notaðir hafa verið þar (IQI_EQR og DKI, Van Hoey o.fl., 2015). Niðurstöður millikvörðunarinnar voru bornar saman við þá ástandsflokka sem hér eru lagðir fram.

3 Niðurstöður

Botngerðin er harður botn með sandi og fínni mól á yfirborði (Tafla 3-1).

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

Tafla 3-1. Lýsing á botngerð.

Stöð	Dýpi	Botngerð	Litur
1	32m	Fínn sandur	Svartur

Botngerð við útrásina einkenndist af þunnu lagi af tiltölulega fínum sandi og skeljabrotum ofan á hörðum botni. Ekki fannst mýkri eða leirkenndari botn í allt að 1000 m radíus í kringum útrásaropið.

Niðurstöður kornastærðargreiningar eru í töflu 3-2.

Tafla 3-2. Kornastærð botnsets.

mm	%
16	0,00
8	4,97
4	3,09
2	2,66
1	4,05
0,5	8,22
0,25	18,78
0,125	33,46
0,063	22,22
<0,063	2,54

Í Tafla 3-3 eru niðurstöður efnamælinga úr seti: Magn kolefnis (TOC).

Tafla 3-3. Efnamæling.

Stöð	TOC % þ.e.
1	0,8

Í töflu 3-4 eru niðurstöður greininga á botndýrum í einu af fimm sýnum við útrásarop Sundaveitu. Hvert sýni er tvær greipar og fjöldinn því einstaklingar í tveimur greipum hvor greip 15,2 x 15,2 cm, eða 231 cm² og flatarmál sýnis af botni því 462 cm².

Tafla 3-4. Fjöldi einstaklinga hryggleysingja eftir tegundum eða hópum.

			Tegundir/Hópar	Fj.
			Sýni 1	
Nematoda				
			<i>Nematoda</i>	17
Mollusca				
	Bivalvia			
	Carditida			
	Astartidae			
	<i>Astarte montagui</i>			1
	Cardiida			
	Tellinidae			

				<i>Macoma calcarea</i>	3
		Nuculida			
			Nuculidae		
				<i>Ennucula tenuis</i>	2
		Imparidentia			
			Cyamiidae		
				<i>Cyamium minutum</i>	2
Annelida					
		Clitellata			
		Oligochaeta			
				<i>Oligochaeta</i>	4
Polychaeta					
		Echiura			
				<i>Echiura</i>	2
		Sedentaria			
		Sabellida			
			Oweniidae		
				<i>Galathowenia oculata</i>	1
		Terebellida			
			Pectinariidae		
				<i>Lagis koreni</i>	6
		Spionida			
			Spionidae		
				<i>Pygospio elegans</i>	5
		Scolecida			
			Orbiniidae		
				<i>Scoloplos armiger</i>	8
			Opheliidae		
				<i>Ophelina acuminata</i>	8
		Errantia			
		Phyllodocida			
			Phyllodocidae		
				<i>Phyllodoce groenlandica</i>	2
				<i>Eteone longa</i>	22
			Goniadidae		
				<i>Goniada maculata</i>	1
			Polynoidae		
				<i>Harmothoe imbricata</i>	6
				Fjöldi tegunda/hópa	16

Tegundafjöldi er 16 í sýninu (Tafla 3-4).

Tafla 3-5 sýnir fjölbreytnistuðlana sem reiknaðir voru fyrir botndýrasamfélög á stöðinni, Shannon H', Pielou einsleitnistuðulinn J' og NQI1.

Tafla 3-5. Fjölbreytnistuðlar, Shannon H', Pielou J' og NQI1.

Stuðlar	Sýni 1
Shannon H'	3.3920
Pielou J'	0.8480
NQI1	0.602

4 Þakkir

Skipstjóri á sýnatökubátnum var Halldór Pálmar Halldórsson. Sigurður Ívar Jónsson vann við greiningar á dýrum. Efnagreiningar fóru fram hjá Sýni ehf. Þekkingarsetur Suðurnesja sá um greiningu á kornastærð.

5 Heimildir

Pielou, E. C. 1966a. Shannon's Formula as a Measure of Specific Diversity: Its Use and Misuse. *The American Naturalist*, Vol. 100, No. 914, pp. 463-465.

Pielou, E.C. 1966b. Species-Diversity and Pattern-Diversity in the Study of Ecological Succession. *J. Theoret. Biol.* (1966) 10, 370-383.

Shannon, C.E. 1948. A Mathematical Theory of Communication. Reprinted with corrections from *The Bell System Technical Journal*, Vol. 27, pp. 379–423, 623–656.

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. Unnið fyrir: Umhverfisstofnun. Skýrsla nr: HV 2022-39.