

Reykjanesbær
Tjarnargötu 12
230 Reykjanesbær

Reykjanesbær	ASG
Mótt.	09.11.2020
Lykill	11.02.09
Málsnr.	2020110142
Ábm.	GKO



Reykjavík, 4. Nóvember 2020

Tilvísun: 202010028 / 5.1

Efni: Sjóvinnslusvæði við Reykjanesvirkjun - beiðni um umsögn

HS Orka hefur sent Skipulagsstofnun meðfylgjandi tilkynningu, móttækin 27. október 2020, um ofangreinda framkvæmd skv. 6. gr. laga um mat á umhverfisáhrifum nr. 106/2000.

Í samræmi við 6. gr. laga nr. 106/2000 og 12. gr. reglugerðar nr. 660/2015 um mat á umhverfisáhrifum er hér með óskað eftir að Reykjanesbær gefi umsögn um hvort og á hvaða forsendum ofangreind framkvæmd skuli háð mati á umhverfisáhrifum að teknu tilliti til 2. viðauka í framangreindum lögum.

Í umsögninni skal koma fram eftir því sem við á, hvort Reykjanesbær telji að nægjanlega sé gerð grein fyrir framkvæmdinni, umhverfi hennar, mótvægisaðgerðum og vöktun. Einnig óskar Skipulagsstofnun eftir því að í umsögn komi fram, eftir því sem við á, hvaða leyfi framkvæmdin er háð og varðar starfssvið umsagnaraðila.

Umsögnin óskast send Skipulagsstofnun fyrir 23. nóvember 2020 og einnig á tölvupóstfang: egill@skipulag.is


Egill Þórarinnsson



HS ORKA

VSÓ RÁÐGJÖF



SJÓVINNSLUSVÆÐI VIÐ REYKJANESVIRKJUN

Matsskyldufyrirspurn

Október 2020

20456

https://vsoradgjof.sharepoint.com/sites/workpoint/Project901/Documents/Matsskyldufyrirspurn/20456_tilkynning_200826.docx

Nr. útg.	Dagsetning	Unnið	Yfirfarið	Samþykkt
Drög	17.09.2020	EBA	SGT	
1.	01.10.2020	EBA	ÁB / AV	
2.	26.10.2020	ÁB / AV	EBA	EBA

Unnið af:

VSÓ Ráðgjöf
Borgartúni 20, 105 Reykjavík

www.vso.is

**HS ORKA****Unnið fyrir:**

HS Orka hf.
Svartsengi, 240 Grindavík



Efnisyfirlit

1	Inngangur	1
2	Forsendur framkvæmdar og tilgangur	1
3	Tilkynningarskylda	1
4	Staðhættir	2
4.1	Skipulag og landnotkun	3
4.2	Verndarsvæði og takmarkanir á landnotkun	3
5	Framkvæmdalýsing	4
6	Valkostir	7
7	Umhverfisáhrif	7
7.1	Áhrif á jarðminjar	8
7.2	Áhrif á landslag og ásynð	9
7.3	Áhrif á lífríki og ástand sjávar	10
7.4	Áhrif á fornleifar	11
7.5	Áhrif á gróður og fugla	12
7.6	Áhrif á landnotkun og verndargildi lands	12
7.7	Áhrif á ferðþjónustu og útivist	13
7.8	Samantekt umhverfisáhrifa	13
8	Samráð	13
8.1	Leyfi sem framkvæmdin er háð	13
9	Niðurstaða mats	13
10	Heimildir	14
11	Viðaukar	14

1 Inngangur

HS Orka hf. áformar að gera breytingar á útfærslu sjóvinnslusvæðis eins og því var lýst í matsskýrslu um stækkun Reykjanesvirkjunar dags. 1. júní 2009 og í framkvæmdaleyfi fyrir stækkun virkjunarinnar, dags. 31.5.2016. Fyrirhuguð staðsetning á sjóvinnslusvæði er innan skilgreinds iðnaðarsvæðis samkvæmt Aðalskipulagi Reykjanesbæjar 2015 – 2030. Samhliða matsskyldufyrirspurn er unnið að breytingu á deiliskipulagi orkuvinnslu- og iðnaðarsvæðis á Reykjanesi.

Framkvæmdin felur í sér að bora fimm nýjar sjótökuholur á um 4.500 m² plani, vestan við Pækilvirkjun, öðru nafni REY4, og allt að 300 metra kælisjávarylögn verði lögð að virkjuninni. Gert er ráð fyrir að hægt verði að koma fyrir tveimur holum til viðbótar á svæðinu ef þörf verður á seinna meir.

Í matsskyldufyrirspurn er gerð grein fyrir helstu þáttum framkvæmdar, samræmi við skipulag og mögulegum áhrifum á umhverfið. Umhverfispættirnir sem teknir eru fyrir eru; jarðminjar, landslag og áskýnd, lífríki sjávar, fornleifar, gróður og fuglar, landnotkun og verndargildi lands, ferðaþjónusta og útivist.

Það er mat HS Orku að fyrirhuguð breyting á framkvæmd, að teknu tilliti til mótvægisáðgerða og verklags, sé ekki líkleg til að hafa umtalsverð áhrif á umhverfið í skilningi laga um mat á umhverfisáhrifum nr. 106/2000.

2 Forsendur framkvæmdar og tilgangur

HS Orka hefur að undanförnu unnið að endurbættri hönnun sjóvinnslusvæðisins vegna stækkunar Reykjanesvirkjunar, þ.e. byggingu REY4. Í þeirri vinnu kom upp sú tillaga að afmarka nýtt sjóvinnslusvæði nær virkjuninni í stað þess að stækka núverandi sjótökusvæði eins og var fyrirhuguð og lýst í matsskýrslu um stækkun Reykjanesvirkjunar dags. 1. júní 2009. Fyrri áform gerðu ráð fyrir um 1.200 metra kælisjávarylögn að stöðvarhúsi og um 4.000 m² plani fyrir um fjórum nýjum sjótökuholum við núverandi sjótökusvæði Reykjanesvirkjunar niður við strönd (Mynd 4.1).

Ný tillaga miðar að því að nýtt sjóvinnslusvæði fyrir REY4 verði vestan við Reykjanesvirkjun. Megin ástæða fyrir færslu sjóvinnslusvæðisins er til að einfalda framkvæmd, draga úr kostnaði og minnka jarðrask. Með þessari útfærslu eru sjótökuholurnar staðsettar á svæði sem þegar hefur verið raskað að hluta í tengslum við aðrar framkvæmdir. Einnig verður komist hjá því að grafa langan skurð samhliða annarri lögn í rekstri, sem dregur líka úr raski framkvæmda.

HS Orka hefur lokið prófunum á gæfi svæðisins til sjótöku og hefur sú prófun gefið þær væntingar um að holur þar geti annað þörfinni fyrir allt að 2.000 l/s til sjó kælingar á vél 4.

3 Tilkynningarskylda

Óskað er eftir ákvörðun Skipulagsstofnunar um matsskyldu framkvæmdar byggða á tölulíð 2.06 – v og tölulíð 13.02 í 1. viðauka laga nr. 106/2000 um mat á umhverfisáhrifum (tafla 3.1).

Framkvæmdin fellur þar í flokk B sem framkvæmd sem kann að hafa í för með sér umtalsverð umhverfisáhrif og meta skal í hverju tilviki, með tilliti til eðlis, umfangs og staðsetningar hvort háð skuli mati á umhverfisáhrifum.



Tafla 3.1 Matsskylda framkvæmdar skv. lögum nr. 106/2000 um mat á umhverfisáhrifum.

2.06	Djúpborun, að frátalinni borun til að kanna stöðugleika jarðvegs, einkum: (v) borun eftir vatni þar sem gert er ráð fyrir að vinna að minnsta kosti 100 l/sek.	B
13.02	Allar breytingar eða viðbætur við framkvæmdir samkvæmt flokki A, aðrar en tilgreindar eru í tölulið 13.01, og flokki B sem hafa þegar verið leyfðar, framkvæmdar eða eru í framkvæmd og kunna að hafa umtalsverð umhverfisáhrif.	B

4

Staðhættir

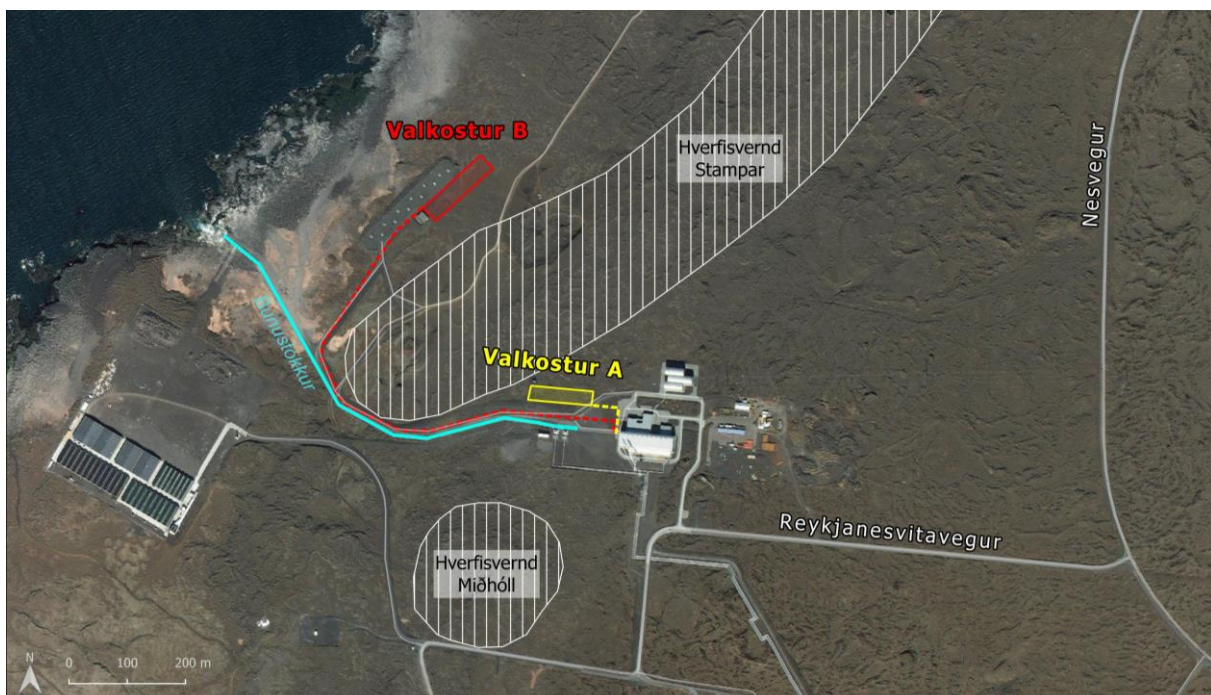
Fyrirhuguð framkvæmd er innan Reykjanesbæjar, á svæði sem í aðalskipulagi er skilgreint sem iðnaðarsvæði. Þar fer fram orkuvinnsla á vegum HS Orku. Reykjanesvirkjun hóf framleiðslu í maí 2006 og samanstendur virkjunin af tveimur 50 MW tvístreymishverflum með sjókældum eimsvölum.

Á svæðinu svo nálægt ströndu og svo utarlega á Reykjanesskaga er eiginleg ferskvatnslinsa varla til, þ.e. blandlag er mjög þunnt fyrir ofan fullsaltan sjó.

Iðnaðarsvæðið er í um 11 km fjarlægð í suður frá byggð í Höfnum og u.þ.b. sömu fjarlægðar í vestur frá byggð í Grindavík. Innan iðnaðarsvæðisins er land talsvert raskað frá fyrri tíð og vegna virkjunarinnar, fiskiðnaðar og fiskeldi en á svæðinu eru vegir, slóðar, borteigar, lagnir og mannvirki. Aðkoma að framkvæmdarsvæðinu er um Reykjanesvitaveg (443) sem tengist Nesvegi (425).

Náttúruminjasvæðið Reykjanes, Eldvörp og Hafnaberg (nr. 106) nær yfir stóran hluta Reykjaness og er framkvæmdarsvæðið innan þess. Á Reykjanesi eru svæði sem eru hverfisvernduð í Aðalskipulagi Reykjanesbæjar 2015 – 2030 og deiliskipulag orkuvinnslusvæðisins á Reykjanesi. Framkvæmdarsvæði sjótökunnar liggur nálægt einu slíku svæði, Stampa (Mynd 4.1)

Landslag á svæðinu einkennist af úfnu hrauni en framkvæmdarsvæðið liggur á Stampahrauni, sem er eldhraun, og nýtur því sérstakrar verndar samkvæmt 61. gr. laga nr. 60/2013 um náttúruvernd. Utan iðnaðar einkennist landnotkun einnig af ferðaþjónustu og útivist en svæðið er vinsæll viðkomustaður ferðamanna og útivistarfólks.



Mynd 4.1 Staðhættir við Reykjanesvirkjun ásamt valkostum.

4.1 Skipulag og landnotkun

Aðalskipulag

Aðalskipulag Reykjanesbæjar 2015-2030 var staðfest dags. 19.07.2017. Fyrirhugað sjótökusvæðið er á svæði sem í aðalskipulagi er skilgreint sem iðnaðarsvæði I5b, sem er orkuvinnslusvæðið á Reykjanesi. Fyrst og fremst er gert ráð fyrir orkuvinnslu á því svæði og/eða bættri nýtingu orkunnar.

- Fyrirhuguð framkvæmd er í samræmi við stefnu aðalskipulags Reykjanesbæjar.

Deiliskipulag

Í gildi er deiliskipulag frá 15.01.2004 með síðari breytingum. Unnið er að breytingum á deiliskipulagi þar sem afmarkað er nýtt sjótökusvæði.

Í deiliskipulagi gilda eftirfarandi skilmálar sem snúa að lögnum og sjótökuholum:

- Nýjar lagnir skulu lagðar samsíða núverandi lögnum og á þann hátt að þær falli sem best umhverfinu.
- Skolvatni frá borholu ásamt jarðhitavökva skal stýrt um fyrirfram skilgreindar rennislisleiðir.
- Rennislisleiðir skolvatns og jarðhitavökva skulu í lok framkvæmda huldar jarðvegi og gengið frá á þann hátt að útfellingar verði ekki sýnilegar á yfirborði.
- Þar sem við á skulu lagnir grafnar í jörðu.
- Við framkvæmdir skal forðast rask á hrauni eins og kostur er.

Fyrirhuguð framkvæmd er í samræmi við þá skilmála sem koma fram í deiliskipulagi. Jafnframt eru lagðir fram frekari skilmálar sem snúa að því að koma í veg fyrir rask á hverfisvernduðu svæði og vörðu sem er nærri fyrirhuguðu sjótökusvæði.

4.2 Verndarsvæði og takmarkanir á landnotkun

Náttúruminjasráð og Náttúruverndaráætlun

Reykjanesvirkjun liggur innan svæðis sem er á C-hluta Náttúruminjasráðs, nr. 106. Um svæðið segir að Reykjanesið er framhald Reykjaneshryggjarins á landi. Þar má finna stórbrotna jarðfræði, m.a. gígaraðirnar Eldvörp og Stampa, dyngjurnar Skálafell, Háleyjabungu og Sandfellshæð, ásamt fjölda gjáa, sprungna og hrauntjarna. Þar er allmikið hverasvæði, fjölskrúðugur jarðhitagróður og sérstæð volg sjávartjörn. Hafnaberg er lágt fuglabjarg með fjölmörgum tegundum bjargfugla og þar er aðgengilegur fuglaskoðunarstaður. Svæðið er um 11.298 ha að stærð og var sama svæði sett á Náttúruverndaráætlun 2004 – 2008.

Sérstök vernd skv. 61. gr. náttúruverndarlaga nr. 60/2013

Fyrirhugað sjóvinnslusvæði liggur á Stampahrauni sem er eldhraun, þ.e. sem hefur runnið á nútíma, og nýtur sérstakrar verndar samkvæmt 61. gr. laga nr. 60/2013 um náttúruvernd. Samkvæmt lögunum skal forðast að raska þeim jarðminjum nema brýna nauðsyn beri til. Fyrirhuguð framkvæmd felur í sér minna rask á hrauni en gert var ráð fyrir í matsskýrslu.

Hverfisvernd

Samkvæmt Aðalskipulagi Reykjanesbæjar 2015 – 2030 eru eftirfarandi svæði á Reykjanesi hverfisvernduð: Miðhóll, Stampar, Vatnfell, Valahnjúkar, Sýrfell og Sýrfellsdrög. Þessu svæðum skal forðast að raska s.s. með efnistöku, veglagningu eða byggingum. Þá sé nauðsynlegt að tillit sé tekið til þarfa ferðaþjónustunnar og að

skilgreind séu þau svæði sem ætluð eru til upplýsinga og fræðslu. Fyrirhugað framkvæmdarsvæðið liggur við Stampa (Mynd 5.2).

5 Framkvæmdalýsing

Við stækkun Reykjanesvirkjunar, REY-4, þarf að auka sjónám. Sjóvinnslan þjónar því hlutverki að afla Reykjanesvirkjun auknu magni af kælisjó fyrir kælipörf viðbótar túrbínu, vél 4. Sérstaða Reykjanesvirkjunar er að nokkru leyti falin í því að kælipörf virkjunarinnar er mætt með sjónámi í stað kæliturna.

Núverandi sjókælikerfi Reykjanesvirkjunar fyrir vél 1 og 2 notar allt að 4.000 l/s.

Fyrirhugað er að vél 4 þurfi allt að 2.000 l/s. Því verður heildar kælipörf Reykjanesvirkjunar allt að 6.000 l/s að loknum áfanga 4. Áhrif af 6.000 l/s sjótöku hafa verið metin í matsskýrslu um stækkun Reykjanesvirkjunar sem gerði ráð fyrir borun fjögurra hola til viðbótar við þær tólf sem fyrir voru fyrir vélar 1 og 2, alls 16 holur fyrir stækkaða virkjun. Eins og kemur fram í matskýrslunni var gert ráð fyrir allt að 500 l/s frá hverri holu, byggt á prófunum eftir borun. Reynslan hefur sýnt að hver hola gefur að jafnaði um 400 l/s og því eru afköst núverandi sjóvinnslusvæðis um 4.800 l/s. Að viðbættum fjórum nýjum holum, eins og lýst er í matsskýrslunni, væri afkastageta svæðisins með öllum dælum fullnýttum um 6.400 l/s.

Í rekstri núverandi virkjunar er gert ráð fyrir því að ætíð sé til vara a.m.k. ein dæla fyrir hvort kerfi virkjunarinnar, þ.e. fyrir hvora 50 MW vélarsamstæðu. Þannig að til ráðstöfunar hverju sinni eru 10 holur með 4.000 l/s afköstum fyrir 100 MW virkjun og tvær dælur tilbúnar ef eitthvað kemur upp á í rekstri dælukerfisins. Dælnar eru sambyggðar, með rafmótor- og véltækniþúnað á kafi í sjó, sem gerir rekstrarskilyrðin erfið og því er brýn þörf á varadælum í bilunartilvikum. Með þrettán dælum og þremur til vara væru virk afköst stækkaðar sjóvinnslu 5.200 l/s. Miðað við áform sem lýst var í matsskýrslu, að teknu tilliti til þarfar fyrir varadælur, þyrfti að bæta við tveimur dælum til að anna þörfinni fyrir kælisjó fyrir þrjár vélarsamstæður stækkaðrar virkjunar.

Holurnar sem gert er ráð fyrir að bora verða um 60 m djúpar og um 70 cm í þvermál. Áætlaður niðurdráttur við vinnslu sjós er 1 – 2 m í hverri holu og er niðurdráttur svæðis sem heildar mjög lítil. Eins og getið er í inngangi í kafla 4 þá er ferskvatnslinsa varla til á svæðinu vegna nálægðar við sjó, svo ólíklegt er talið að sjóvinnslan hafi áhrif á ferskvatn eða ferskvatnslinsu.

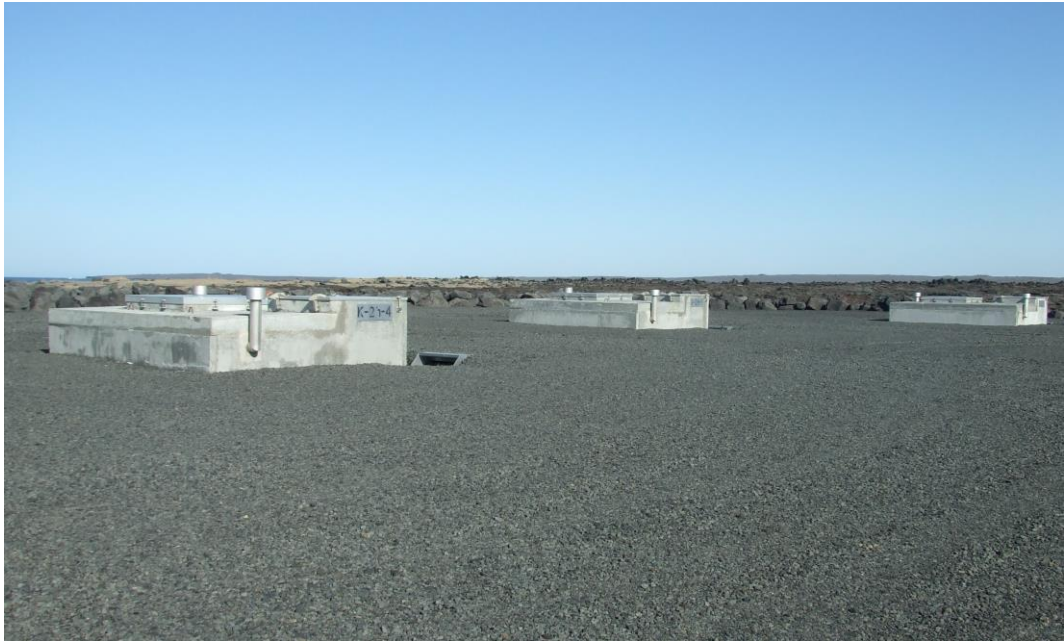
Eftir notkun kælisjós í kælikerfi véla berst sá hluti hans, sem ekki er nýttur annars staðar, til bunustokks og þaðan til sjávar frá útrás stokksins. Vöktun er á efnasamsetningu vatns í bunustokki virkjunarinnar Reykjanesi. Í viðauka A er gerð grein fyrir efnasamsetningu frá árinu 2019. Ekki er gert ráð fyrir að efnainnihald vatnsins breytist í kjölfar framkvæmdar.

Framkvæmd miðar að því að nýtt sjóvinnslusvæði verði vestan við REY4 (Mynd 5.2). Fimm nýjar sjótökuholur verða boraðar á um 4.500 m² plani og lögð allt að 300 metra kælisjávarglög að virkjuninni (stöðvarhúsi). Gert er ráð fyrir að hægt sé að koma fyrir tveimur holum til viðbótar ef þörf verður á því og eru þær holur teknar með í mati á áhrifum. Byggt verður yfir hverja holu með hálf-niðurgrofnu dæluhúsi eins og sýnt er á Mynd 5.1.

Gert er ráð fyrir að efni verði ýtt til innan svæðis. Raska þarf um 3 m breiðu svæði fyrir kælisjávarglagnir og er gert ráð fyrir að heildarrask vegna plans og lagna verði um 5.400 m², hluti þess á svæði sem er þegar raskað. Með þessari útfærslu eru sjótökuholurnar staðsettar á svæði sem hefur verið raskað áður að hluta í tengslum við aðrar framkvæmdir, einnig verður komist hjá því að grafa langan skurð samhliða annarri lögn í rekstri. Fyrri hugmyndir um staðsetningu sjótökuhola fela í sér a.m.k. 7.600 m² rask.

Fráveita frá REY4 veitir kælisjó og jarðsjó úr gufuskiljum um stökk sem tengist núverandi bunustökk nokkru vestan við upphaf stokksins. Núverandi bunustökkur annar viðbótarmagni af kælisjó og jarðsjó vegna vélar 4.

Miðað er við að hefja framkvæmdir í byrjun árs 2021.



Mynd 5.1 Sjóstökuholur á núverandi sjónámssvæði.



Mynd 5.2 Fyrirhugað framkvæmdasvæði valkostar A. Svæðið liggur við hverfisvernd um Stampa. Leitast verður við að framkvæmdasvæðið nái ekki inn á hverfisverndað svæði. Mynd: Verkís

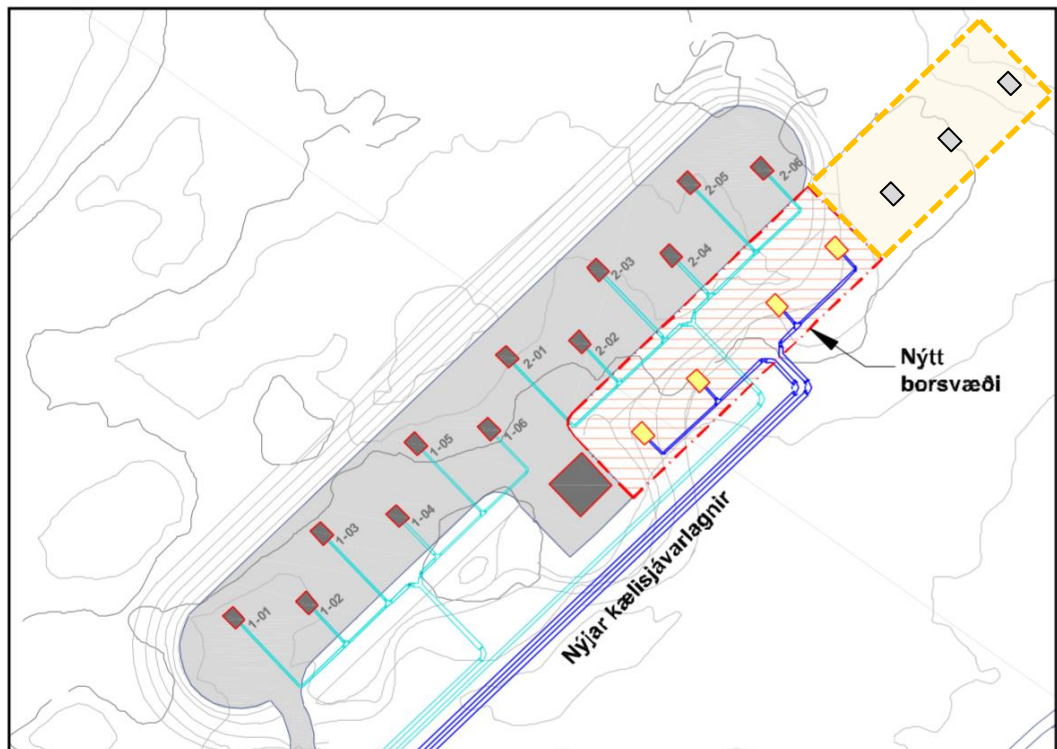
6 Valkostir

Í matsskyldufyrirspurn eru áhrif tveggja valkosta borin saman. Staðsetningu valkosta má sjá á Mynd 4.1.

Valkostur A: Samkvæmt framkvæmdalýsingu í kafla 5 (Mynd 5.2).

Valkostur B: Samkvæmt lýsingu í matsskýrslu um stækkun Reykjanesvirkjunar, dags. í júní 2009. Þar var gert ráð fyrir að stækka norðurhluta núverandi sjónámsteigs. Stefnt var að um 1.200 metra kælisjávarylögn að stöðvarhúsi og um 4.000 m² plani fyrir um fjórum nýjum sjótökuholum við núverandi sjótökusvæði Reykjanesvirkjunar niður við strönd. (Mynd 6.1).

Að fenginni reynslu og vegna óvissu um afköst er það mat HS Orku að fyrirsjáanlegt sé að bæta þurfi við a.m.k. tveimur holum frá því sem áætlað var í matskýrslu frá árinu 2009. Við það myndi planið stækka um 2.000 – 3.000 m². Sú stækkun er tekin með í mati á áhrifum valkosta.



Mynd 6.1 Fyrri hugmynd um stækkun á núverandi sjónámssvæði, samanber valkosti B. Stækkun, eins henni var lýst í matskýrslu, er afmörkuð með rauðri skástrikun. Bætt hefur verið inn mögulegri stækkun til skýringar þar sem þremur holum hefur verið bætt við.

7 Umhverfisáhrif

Helsti áhrifaþáttur framkvæmdar er aukið rask á jarðmyndunum og að hún rýri verndargildi svæðis. Í matsskyldufyrirspurn eru til skoðunar eftirfarandi umhverfisþættir:

- Jarðminjar og landslag
- Lífríki og ástand sjávar
- Fornleifar
- Gróður og fuglar
- Landnotkun og verndargildi
- Ferðaþjónusta og útivist

Í töflu 7.1 má sjá þau viðmið sem höfð eru til hliðsjónar í matinu. Lagt er mat á samlegðaráhrifum framkvæmdar með öðrum innviðum Reykjanesvirkjunarinnar.



Í mati á áhrifum er stuðst við vægiseinkunnir (tafla 7.2) sem byggja á leiðbeiningum Skipulagsstofnunar (Skipulagsstofnun, 2005).

Tafla 7.1 Viðmið sem eru höfð til hliðsjónar í matsskyldufyrirspurn þessari.

Umhverfisþáttur	Viðmið
Jarðminjar og landslag	Aðalskipulag Reykjanesbæjar 2015-2030; lög nr. 60/2013 um náttúruvernd; Náttúruminjaskrá.
Lífriki og ástand sjávar	Aðalskipulag Reykjanesbæjar 2015-2030; lög nr. 60/2013 um náttúruvernd; Lög um varnir gegn mengun hafs og stranda.
Fornleifar	Aðalskipulag Reykjanesbæjar 2015-2030; Lög nr. 80/2012 um menningarminjar.
Gróður og fuglar	Aðalskipulag Reykjanesbæjar 2015-2030; lög nr. 60/2013 um náttúruvernd; Náttúruminjaskrá.
Landnotkun og verndargildi lands	Aðalskipulag Reykjanesbæjar 2015-2030; lög nr. 60/2013 um náttúruvernd; Náttúruminjaskrá.

Tafla 7.2 Vægiseinkunnir umhverfisþátta

Mjög jákvæð	Jákvæð	Óvissa
- Veruleg jákvæð breyting á einkennum. - Áhrif eru marktæk á svæðis-, lands- eða heimsvísu og /eða ná til mikils fjölda fólks. - Áhrifin eru til langs tíma og óafturkræf. - Áhrifin auka verndargildi umhverfisþátta verulega. - Áhrif framkvæmda ganga lengra en viðmið í lögum, reglugerðum, stefnumörkun stjórnvalda og alþjóðasamningum.	- Jákvæð breyting á einkennum umhverfisþátta. - Áhrifin eru svæðisbundin og/eða ná til nokkurs fjölda fólks. - Áhrifin auka verndargildi umhverfisþátta. - Áhrif framkvæmda samræmast eða ganga lengra en viðmið í lögum, reglugerðum, stefnumörkun stjórnvalda og alþjóðasamningum. - Áhrifin geta verið til langs tíma og að nokkru óafturkræf.	- Óvissa og þ.a.l. ekki hægt að fullyrða um áhrif. - Skortur á upplýsingum. - Óvissa ríkir um hvort/hvernig breyting muni ná fram að ganga. - Óvissa um hvaða aðgerðir áætlun mun hafa í för með sér.
		Engin áhrif / á ekki við
		Engin áhrif / á ekki við
Mjög neikvæð	Neikvæð	Óveruleg
- Veruleg breyting á einkennum umhverfisþátta. - Áhrifin eru marktæk á svæðis-, lands- eða heimsvísu og/eða ná til mikils fjölda fólks. - Áhrif framkvæmda eru ekki í samræmi við viðmið í lögum, reglugerðum, stefnumörkun stjórnvalda og alþjóðasamningum. - Áhrifin rýra verndargildi umhverfisþátta verulega. - Áhrifin eru til langs tíma og óafturkræf.	- Breyting á einkennum umhverfisþátta. - Áhrifin eru svæðisbundin og/eða ná til nokkurs fjölda fólks. - Áhrifin rýra verndargildi umhverfisþátta. - Áhrifin geta verið til langs tíma og að nokkru óafturkræf. - Áhrif framkvæmda kunna að vera í ósamræmi við viðmið í lögum, reglugerðum, stefnumörkun stjórnvalda og alþjóðasamningum.	- Áhrif breyta ekki eða lítið einkennum umhverfisþátta. - Áhrifin eru staðbundin og/eða ná til lítils fjölda fólks. - Áhrifin rýra ekki verndargildi umhverfisþátta. - Áhrif framkvæmda eru í samræmi við viðmið í lögum, reglugerðum, stefnumörkun stjórnvalda og alþjóðasamningum. - Áhrifin eru tímabundin og að öllu eða nokkru leyti afturkræf.

7.1

Áhrif á jarðminjar

Framkvæmdarsvæðið er staðsett á Stampahrauni, sem er eldhraun, og nýtur sérstakrar verndar samkvæmt lögum nr.60/2013 um náttúruvernd. Þar kemur fram, í 61. gr., að forðast skal raska þeim jarðminjum nema brýna nauðsyn beri til. Þá er svæðið á náttúruminjaskrá og náttúruverndaráætlun m.a. fyrir stórbrotna jarðfræði.

Helstu áhrif framkvæmdar á jarðminjar lýsa sér í raski á hrauni vegna plans fyrir sjónámsholur og kælisjávrlögn. Lítið er um jarðmyndanir innan framkvæmdasvæða

valkosta A og B, hraunið er nokkuð slétt og hefur að einhverju leyti þegar verið raskað á báðum stöðum.

Valkostur A felur í sér 4.500 m² plan og allt að 300 m kælisjavarlagn. Kælisjavarlagnir eru niðurgrafnar. Rask vegna kælisjavarlagna er um 3 m að breidd og er áætlað rask vegna valkosta A um 5.400 m². Fyrri hugmyndir um staðsetningu sjónámshola, samkvæmt lýsingu í matsskýrslu, fela í sér 4.000 m² plan og 1.200 m kælisjavarlagn, eða um 7.600 m² rask. Þar sem óvissa er um afköst telur HS Orka það fyrirsjáanlegt að bæta þurfi við einni til þremur holum frá því sem áætlað var í matskýrslu frá árinu 2009. Við það myndi planið stækka um 2.000 – 3.000 m². Áætlað rask vegna valkosta B er því á bilinu 7.600 m² - 10.600 m².

Valkostur A felur í sér í talsvert minna rask en valkostur B og því talinn falla betur að vernd eldhrauna sem kemur fram í 61. gr. náttúruverndarlaganna. Áhrif valkosta eru staðbundin og eru ekki talin breyta einkennum jarðminja á svæðinu. Áhrif beggja valkosta koma þó til að vera til langs tíma og að nokkru óafturkræf auk þess sem framkvæmdin mun að einhverju leyti rýra verndargildi jarðminjanna á svæðinu. Áhrif valkosta A og B eru metin neikvæð.

7.2 Áhrif á landslag og ásynd

Landslag á svæðinu einkennst fyrst og fremst af úfnu og grófu hrauni og mannvirkjum Reykjanesvirkjunar. Samkvæmt landslagsgreiningu, sem unnin var í mati á umhverfisáhrifum vegna stækkunar Reykjanesvirkjunar árið 2009, flokkast landslagið sem brunalandslag. Landslagsgerðinni er lýst sem svæði sem einkennist af hrauni, gígum og hellum. Hraunið er víða þakið svörtum sandi sem gerir ásyndina enn dekkri.

Valkostir koma til með að raska staðbundið hrauni og munu áhrif vara til langs tíma og eru óafturkræf. Valkostur B felur í sér meira rask. Með framkvæmd munu áhrif mannvirkja Reykjanesvirkjunar á ásynd svæðis aukast óverulega frá núverulegu ástandi en eru talin breyta lítið núverandi einkennum landslags. Sé lítið til viðmiða í töflu 7.2 eru valkostir A og B taldir sambærileg áhrif á landslag og ásynd eða óveruleg til neikvæð áhrif.



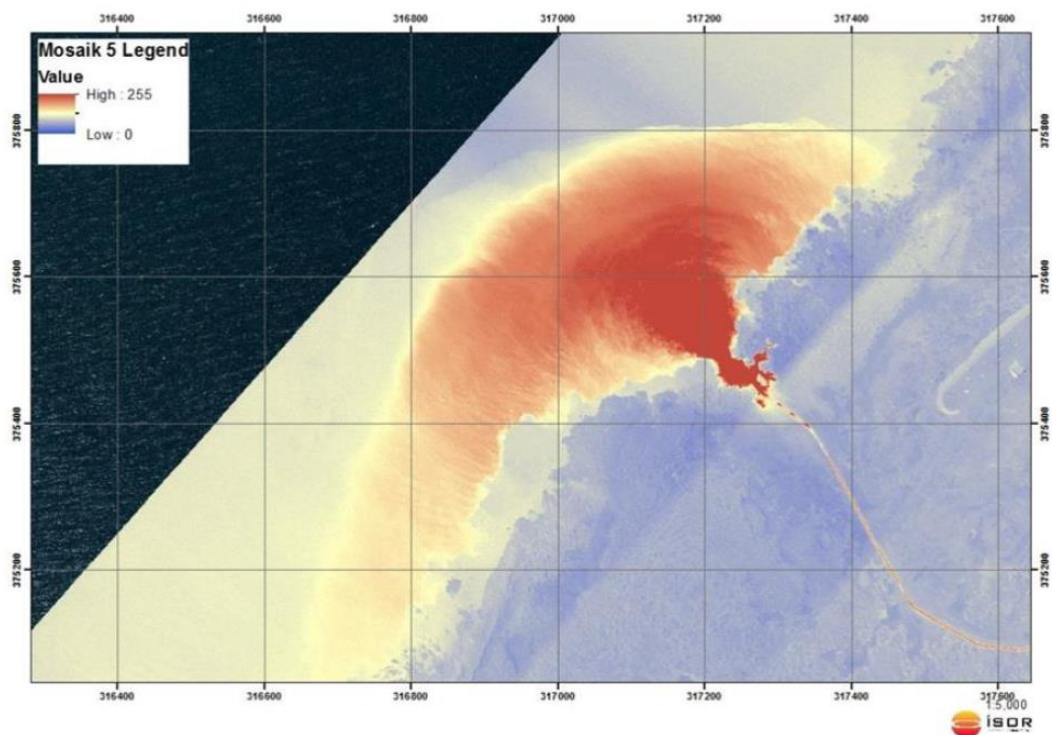
Mynd 7.1 Horft yfir fyrirhugað framkvæmdasvæði samanber valkosti A. Varða og núverandi sjónámssvæði í bakgrunni.

7.3 Áhrif á lífríki og ástand sjávar

Fylgst hefur verið reglulega með efnasamsetningu vatns í bunustokki Reykjanesvirkjunar (ÍSOR og sérfræðingar HS Orku). Í viðauka A er gerð grein fyrir efnasamsetningu vatns í bunustokki frá Reykjanesvirkjun fyrir árið 2019, ásamt niðurstöðum efnagreininga á sjó úr holunni REYC-2-06, sem er ein kælisjavarholanna sem nýtt er fyrir virkjunina (HS Orka, 2019).

Mælingar snefilefna í affallsvatninu sýna að magn blýs (Pb), króms (Cr) og nikkel (Ni) falla innan umhverfismarka I, samanber reglugerð nr. 796/1999 um varnir gegn mengun vatns, sem felur í sér mjög litla eða enga hættu á áhrifum. Magn kopars (Cu), sink (Zn) og kadmíum (Cd) falla innan umhverfismarka II, þar sem lítil hætta er á áhrifum. Styrkur Arsens (As) fellur innan umhverfismarka III sem felur í sér að áhrifa megi vænta á viðkvæmt lífríki.

Rannsóknir ÍSOR og HS Orku á affallsvatninu sýna að þynningarsvæðið sé tiltölulega stórt eða um 3 km² og nái um 1 km með ströndinni. Stærð svæðis og flæði affallsvatnsins gefa til kynna að As styrkur minnkar tiltölulega hratt eftir því sem fjær dregur frá útrásinni þó einhver uppsöfnun í seti sé möguleg.



Mynd 7.2 Infrarauð mynd sem sýnir dreifingu á affallsvatninu frá Reykjanesvirkjun. Mynd unnin af ÍSOR.

Vöktun á lífríki fjörunnar við útrás affallsvatnsins frá Reykjanesvirkjun hófst árið 2013. Frá útrásinni rennur um 40°C heitt affallsvatn. Í bilunartilvikum getur hitastig orðið mun hærra. Markmið með vöktuninni er að afla upplýsinga um helstu tegundir fjörunni og þekju þeirra og meta hvort affallsvatn hafi áhrif á þær. Einnig að mæla hvort magn snefilefna sem eru þekkt í affallsvatninu séu merkjanleg í þangi og hvort munur sé á styrk þeirra nær útrásinni en fjær. Loks er styrkur næringarefna í sjónum í námunda við útrásina mældur og metið hvort rekja megi áhrif frá affallsvatninu (Steinunn Hilma Ólafsdóttir, Karl Gunnarsson og Lilja Gunnarsdóttir, 2020).

Vöktunin felur í sér eftirfarandi þætti:

- Úttekt á lífríki fjörunnar annað hvert ár þar sem botnpörungar og botnföst fjörudýr eru þá greind til tegunda.
- Efnamælingar á uppsöfnun snefilefna í skúfþangi bæði norðan og sunnan við útrásina. Þessar mælingar eru framkvæmdar árlega.
- Mælingar á næringarefnum í sjó sem gerðar eru árlega.

Í vöktunarskýrslu frá árinu 2019 kemur fram að ekki sé hægt að sjá mun á lífríki fjörunnar eftir sniðum eða sem rekja mætti til áhrifa frá affallsvatni Reykjanesvirkjunar. Mikill breytileiki er í umhverfisaðstæðum á svæðinu sérstaklega vegna óreglulegrar lögunar fjörunnar sem veldur meðal annars breytileika í samsetningu lífveranna og lífsskilyrðum þeirra (Steinunn Hilma Ólafsdóttir, Karl Gunnarsson og Lilja Gunnarsdóttir, 2020).

Í skýrslunni segir jafnframt að tölfræðigreining á snefilefnastyrk sýndi að blý safnast upp marktækt meira í þangi á snið I, sem er næst útrásinni, en á öðrum sniðum. Hins vegar er styrkur blýs lægri en meðalgildið á sniði V. Sínk safnast einnig marktæk meira upp í skúfþangi á sniðum I og II eða allt að 80 m frá útrásinni, en á viðmiðunarsniðum fjær útrásinni. Þessar niðurstöður benda til að áhrif affallsvatnsins séu óveruleg nema á sniðum I og II sem eru næst útrásinni. Sterkir straumar og mikið brim á svæðinu gætu leikið stór hlutverk þar sem blöndun verður nokkuð hröð og mikil og mildar þar með áhrifin á lífríki fjörunnar (Steinunn Hilma Ólafsdóttir, Karl Gunnarsson og Lilja Gunnarsdóttir, 2020). Vöktunarskýrsla frá árinu 2019 er meðfylgjandi í viðauka B.

Fráveita frá fyrirhuguðu sjótökusvæði, samkvæmt valkosti A, mun tengjast núverandi bunustokk nokkru vestan við upphaf núverandi bunustokks. Núverandi sjókælikerfi Reykjanesvirkjunar notar allt að 4.000 l/s og gert er ráð fyrir að stækkunin þurfi allt að 2.000 l/s. Því verður heildar kæliþörf Reykjanesvirkjunar allt að 6.000 l/s að loknum áfanga 4. Núverandi bunustokkur mun anna viðbótarmagni af kælisjó og jarðsjó vegna stækkunarinnar. Ekki er gert ráð fyrir efnainnihald vatnsins breytist.

Valkostir A og B munu lítið breyta fráveitumálum frá núverandi ástandi. Áframhaldandi vöktun verður á lífríki sjávar við útrás affallsvatnsins. Valkostir A og B eru líklegir til að hafa óveruleg áhrif á lífríki sjávar.

7.4 Áhrif á fornleifar

Fornleifar umhverfis Reykjanesvirkjun voru skráðar árið 2008 (Agnes Stefánsdóttir, 2008). Í námunda við framkvæmdasvæðið, samkvæmt valkosti A, er varða (381) í um 23 m fjarlægð miðað við áætlað rasksvæði fyrir fimm nýjar sjótökuholur. Gert er ráð fyrir að hægt sé að bæta við tveimur holum ef þörf er á og yrði rasksvæðið þá alveg upp við vörðuna og gæti raskað henni (Mynd 5.2). Mynd 7.1 sýnir útlit vörðunnar.

Í skýrslu Agnesar segir að vörður og vörðubrot séu þó nokkrar á skráningasvæðinu og flestar taldar vera hluti af gömlu leiðinni milli Reykjanesvita og Hafnar, þar á meðal varða 381. Jafnframt er sagt að framkvæmdir á svæðinu hafa líklega raskað vörðum á leiðinni. Leiðin sé brotakennd í dag og þær vörður sem eftir eru hafa verið slitnar úr samhengi við upprunalegan tilgang sinn. Sjálfsagt sé að varðveita þær vörður sem eftir eru en sem minjaheild hafa þær ekki mikið gildi (Agnes Stefánsdóttir, 2008).

Umhverfis fornleifar, aðrar en friðlýstar, er 15 m friðhelgað svæði og þarf því að leita leyfis til Minjastofnunar Íslands vegnar framkvæmdarinnar ef farið verður í gera allar sjö holurnar.

- Sem mótvægisáðgerð er lagt til að rasksvæðið umhverfið vörðuna verði mótað, í samráði við Minjastofnun Íslands, á þann hátt að það raski ekki vörðunni. Útlínur leyfilegs rasksvæðið yrði þá merktar á meðan á framkvæmdum stendur.

Engar fornleifar eru skráðar norðan við núverandi sjótökuholur þar sem framkvæmdasvæðið yrði samanber valkosti B. Finnist aðrar óþekktar fornleifar við framkvæmd verður framkvæmdin stöðvuð og fundurinn tilkynntur til Minjastofnunar Íslands í samræmi við lög nr. 80/2012 um menningarminjar.

Þrátt fyrir nálægðar framkvæmdarsvæðis vegna valkosti A við vörðu 381 eru valkostir A og B taldir hafa sambærileg áhrif á fornleifar ef lítið er til viðmiða í töflu 7.2. Með mótvægisáðgerðum eru valkostir taldir breyta lítið einkennum fornleifa á svæðinu og ekki talin rýra verndargildi þeirra. Valkostir A og B eru taldir hafa óveruleg áhrif á fornleifar.

7.5 Áhrif á gróður og fugla

Samkvæmt vistgerðakorti Náttúrufræðistofnunar Íslands (Jón Gunnar Ottósson, Anna Sveinsdóttir, María Harðardóttir, ritstj., 2016) er innan framkvæmdasvæða valkostanna tveggja að finna vistgerðina eyðihraunavist. Henni er lýst á eftirfarandi hátt:

„Lítt gróin, gropin hraun, frá nútíma. Hraunin eru yfirleitt hallalítill helluhraun eða apalhraun, sums staðar sand- og vikurorpin. Stöðugleiki er misjafn og ræðst af sandi og vikri á yfirborði. Gróðurþekja er breytileg en að jafnaði mjög lítil. Gróður er lágvaxinn frumherjagróður þar sem æðplöntur, mosar og fléttur hafa áþekka þekju.“

Innan vistgerðarinnar er fuglalíf gjarnan strjált og fábreytt. Töluvert er um kríu og sílamáf við virkjunina en þar hefur verið á meðal stærstu kríuvarpa á landinu. Síðast var gerð úttekt á kríu og sílamáfi árið 2008 og sýndi sú úttekt bara brot af því sem áður hafði verið. Fækkunin var rakin til fæðuskorts en frá 2005 hafði kríuvarp misfarist veruleg víða um land þar sem sandsílísrestur hafði verið á varptíma sunnan- og vestanlands (Náttúrufræðistofnun Íslands, 2008). Helstu varpsvæðin eru í nágrenni við Gráalón.

Valkostur A felur í sér 4.500 m² plan og allt að 300 m kælisjávarylögn og valkostur B felur í sér 4.000 m² plan og 1.200 m kælisjávarylögn. Þessar lagnir eru niðurgrafnar. Báðir valkostir eru á svæðum sem þegar hafa verið raskað að einhverju leyti og eru ekki í nágrenni við helstu varpssvæði kríu og sílamáfs. Ekki er gert ráð fyrir að nýju raski á búsvæðum fugla.

Áhrif á gróður og fugla eru staðbundin og ekki talin breyta einkennum gróðurfars eða fuglalífs á svæðinu. Áhrif valkosti A og B á gróðurfur og fugla eru talin óveruleg.

7.6 Áhrif á landnotkun og verndargildi lands

Valkostir liggja innan svæðis sem er skilgreint sem iðnaðarsvæði I5a, og er orkuvinnslusvæði á Reykjanesi. Breyta þarf deiliskipulagi á þann hátt að gera ráð fyrir sjótökusvæði vestan Reykjanesvirkjunar.

Framkvæmd mun koma til með að raska svæði sem nýtur verndar en Reykjanesvirkjun liggur innan svæðis sem er á C hluta náttúruverndarminjaskrá, svæði nr. 106, og á náttúruverndaráætlun 2004-2009. Það á við um báða valkosti. Valkostur A liggur nálægt hverfisverndarsvæði Stampa (Mynd 5.2) og fer það ekki inn fyrir afmörkun svæðisins.

Valkostur A liggur nær hverfisvernduðu svæði en valkostur B. Áhrif valkostanna eru þó talin sambærileg ef lítið er til viðmiða í töflu 7.2. Valkostir munu auka á áhrif virkjunarinnar á verndarsvæðin og rýra verndargildi svæðisins. Áhrifin eru til langs tíma og að nokkru óafturkræf. Valkostir A og B eru líklegir til að hafa neikvæð áhrif á landnotkun

7.7 Áhrif á ferðþjónustu og útivist

Svæðið umhverfis virkjanasvæðið er vinsælt til útivistar og liggja margar gönguleiðir um hraunið. Í Áfangastaðaáætlun Reykjaness 2018-2021 er svæðið sem Reykjanesvirkjun er á meðal megin áherslusvæða á Reykjanesi hvað varðar uppbyggingu (Markaðsstofa Reykjaness, 2019). Samkvæmt kortlagningu Ferðamálastofu (Ferðamálastofa, 2020) á áhugaverðum viðkomustöðum er Gunnhverf sá staður sem er hvað næst framkvæmdasvæðinu, fyrir utan Reykjanesvirkjunina sjálfa, og er í um 1 km fjarlægð frá fyrirhuguðu framkvæmdasvæði valkosti A. Í Aðalskipulagi Reykjanesbæjar 2015-2030 kemur fram að mikilvægt sé að aðkoma ferðamanna að Reykjanesi sé tryggð.

Líkt og kemur fram í kafla um áhrif á landslag og ásynd mun framkvæmd auka við þau áhrif sem Reykjanesvirkjun hefur nú þegar á landslagið en framkvæmd er ekki talin breyta einkennum landslagsins miðað við núverandi ástand. Valkostir A og B eru sömuleiðis ekki taldir breyta einkennum ferðþjónustu og útivistar á svæðinu. Framkvæmd mun ekki hefta aðgang að svæðinu né talin líkleg til að draga úr komu ferðamanna og útivistarfólks. Valkostir A og B eru líklegir til að hafa óveruleg áhrif á ferðþjónustu og útivist.

7.8 Samantekt umhverfisáhrifa

Tafla 7.3 Samantekt yfir áhrif framkvæmda á einstaka umhverfisþætti.

Valkostir	Jarðminjar og landslag	Landslag og ásynd	Lífriki sjávar	Fornleifar	Gróður og fuglar	Landnotkun / verndargildi	Ferðþjónusta og útivist
Valkostur A	Neikvæð	Óveruleg til neikvæð	Óveruleg	Óveruleg	Óveruleg	Neikvæð	Óveruleg
Valkostur B	Neikvæð	Óveruleg til neikvæð	Óveruleg	Óveruleg	Óveruleg	Neikvæð	Óveruleg

8 Samráð

Gert er ráð fyrir að leitað verði umsagnar um matsskyldufyrirspurn til eftirtalinna aðila:

- Heilbrigðiseftirlit Suðurnesja
- Minjastofnun Íslands
- Umhverfisstofnun
- Grindavíkurbæ
- Orkustofnun
- Reykjanesbæ

8.1 Leyfi sem framkvæmdin er háð

Það er mat HS Orku að framkvæmdir falli undir fyrirliggjandi framkvæmdaleyfi og starfsleyfi Reykjanesvirkjunar. Ástæðan er að heimild liggur fyrir aukinni sjótöku, unnið hefur verið umhverfismat vegna þess og fyrir liggur framkvæmdaleyfi stækkunar Reykjanesvirkjunar, REY-4. Framkvæmd felur í sér færslu á sjótökuholum en ekki fjölgun svæða eða aukna upptöku.

- Vegna nálægðar framkvæmdasvæðis við vörðu nr. 381 þarf HS Orka að sækja um leyfi til Minjastofnunar Íslands vegna framkvæmdar ef farið verður í allar sjö holurnar, samanber lögum nr. 80/2012 um menningarminjar.

9 Niðurstaða mats

Staðsetning á nýjum sjótökuholum, samkvæmt valkosti A, er í heild líkleg til að hafa óveruleg til neikvæð áhrif á umhverfisþætti. Helstu áhrif framkvæmdar verða á jarðminjar og verndargildi. Sjótökuholurnar verða á svæði þar sem hrauni hefur þegar verið raskað

en þó má búast við nýju raski að einhverju leyti vegna framkvæmdar. Framkvæmd er staðsett á hrauni sem nýtur sérstakrar verndar samkvæmt náttúruverndarlögum auk þess sem svæðið, þar sem virkjunin er staðsett, er á náttúruvinnjaskrá og náttúruverndaráætlun 2004 – 2008. Fyrirhuguð framkvæmd, valkostur A, felur í sér minna rask en fyrri áætlun um staðsetningu sjótökuhola, samanber valkost B.

Áhrif á landslag og áskýnd eru metin óveruleg til neikvæð. Framkvæmd mun raska staðbundið hrauni og eru áhrif óafturkræf. Vegna nálægðar framkvæmdar við önnur mannvirki virkjunarinnar mun framkvæmd þó lítið breyta núverandi einkennum landslags og áskýnd.

Áhrif á aðra umhverfispætti eru metin óveruleg. Mótvægisáðgerðir sem lagðar eru til eru að varða 381 verði merkt. Varðan stendur í um 10 m fjarlægð frá fyrirhuguðu framkvæmdasvæði og þarf að sækja leyfi Minjastofnunar Íslands vegna framkvæmdar.

Helstu samlegðaráhrif framkvæmdar með öðrum innviðum Reykjanesvirkjunar verða á landslag og áskýnd, jarðminjar og á landnotkun og verndargildi svæðis.

Það er mat HS Orku hf. að umhverfisáhrif vegna nýrrar staðsetningar sjótökuhola geti ekki talist umtalsverð í skilningi laga um mat á umhverfisáhrifum nr.106/2000 og sé því ekki háð mati á umhverfisáhrifum.

10 Heimildir

Agnes Stefánsdóttir. (2008). *Umhverfi Reykjanesvirkjunar. Fornleifaskráning*. Reykjavík: Rammaáætlun. Fornleifavernd ríkisins.

Ferðamálastofa. (2020). *Ferðamálastofa - landupplýsingar*. Sótt frá <https://www.ferdamalastofa.is/is/tolur-og-utgafur/landupplýsingar-kortagogn>

HS Orka. (2019). Effluent Channel.

Jón Gunnar Ottósson, Anna Sveinsdóttir, María Harðardóttir, ritstj. (2016). Vistgerðir á Íslandi. *Fjölrit Náttúrufræðistofnunar nr. 54*.

Markaðsstofa Reykjaness. (2019). *Áfangastaðurinn Reykjanes. Þróun ferðamála í sátt í náttúru og samfélag. 2018-2021*. Reykjavík: Ferðamálastofa.

Náttúrufræðistofnun Íslands. (2008). *Virkjunarsvæði á Reykjanesi, Gróðurfar og krúvarp*. Reykjavík: Hitaveita Suðurnesja.

Skipulagsstofnun. (2005). *Leiðbeiningar um flokkun umhverfispáttá, viðmið, einkenni og vægi umhverfisáhrifa*. Reykjavík: Skipulagsstofnun.

Steinunn Hilma Ólafsdóttir, Karl Gunnarsson og Lilja Gunnarsdóttir. (2020). *Lífríki fjöru við útrás affallsvatns frá Reykjanesvirkjun. Athuganir 2019*. Reykjavík: Hafrannsóknarstofnun.

11 Viðaukar

A | Efnasamsetning vatns í bunustokki frá Reykjanesvirkjun árin 2016–2018 (HS Orka, 2019)

B | Vöktunarskýrsla um lífríki fjöru við útrás affallsvatns frá Reykjanesvirkjun (Steinunn Hilma Ólafsdóttir, Karl Gunnarsson og Lilja Gunnarsdóttir, 2020).



The chemical composition of the discharge liquid in the effluent channel (M20272). The chemical composition of coastal seawater from well REYC-2-06 are also shown for comparison. All values in mg/kg.

Location	Effluent channel			REYC-2-06
Date	16.12.2019	24.05.2018	16.01.2017	07.05.2019
Sample number	19REY28	20180147	20170009	19REY03
Temperature(°C)		38.5	43.9	8.5
pH/(°C)	7.68/22.5	7.6/21.8	7.65/21.9	7.70/22.9
CO ₂	80.3	71.8	68.8	99.2
H ₂ S	<0.03	0.04	<0.03	<0.03
NH ₃	0.31	0.3	0.19	<0.02
B	4.32	3.86	3.86	3.64
SiO ₂	79	58.6	80.2	4.7
Na	8894	8520	8320	9037
K	515	407	456	352
Mg	844	877	816	981
Ca	544	468	508	347
F	<4.00	0.64	0.6	<4.00
Cl	16830	15240	15380	16116
Br	52.6	47.7	53	74.6
SO ₄	1820	1881	1560	2220
Al	0.00635	0.00859	0.00539	0.00274
As	0.01367	0.00949	0.016	0.000653
Ba	0.846	0.689	0.438	0.0109
Cd	0.000036	<0.00005	<0.00005	0.000048
Co	<0.00003	<0.00005	<0.00005	<0.00003
Cr	0.000319	0.000355	0.000561	0.000292
Cu	0.000719	0.00258	0.0023	0.00527
Fe	0.0314	0.0373	0.0315	0.0560
Hg	0.000005	0.000006	0.000003	0.000011
Mn	0.307	0.192	0.253	0.00139
Mo	0.01122	0.00899	0.0088	0.01061
Ni	0.00053	<0.0005	<0.0005	0.001418
Pb	0.042738	<0.0003	0.000439	0.000168
Sr	7.16	6.63	5.72	6.78
Zn	0.006457	<0.002	0.00287	0.40392
TDS	27846	30460	29300	31600

Lífríki fjöru við útrás affallsvatns frá Reykjanesvirkjun

Athuganir 2019



Steinunn Hilma Ólafsdóttir, Karl Gunnarsson, Lilja Gunnarsdóttir

INNGANGUR

Í þessari skýrslu er lýst niðurstöðum athugana á áhrifum af heitu affallsvatni frá Reykjanesvirkjun á lífríki fjörunnar við Kistu á Reykjanesi í ágúst 2019. Einnig eru í skýrslunni niðurstöður mælinga á snefilefnum í skúfþangi og niðurstöður mælinga á vetrargildum næringarefna í sjó sem safnað var í desember 2019.

Framleiðsla orku frá Reykjanesvirkjun hófst í maí 2006 og rennur um 60°C heitt affallsvatn, sem getur farið upp í 100°C, frá virkjuninni til sjávar við Kistu. Mælingarnar eru liður í vöktun lífríkis fjörunnar við útrás affallsvatnsins frá Reykjanesvirkjun en vöktunin hófst árið 2013. Markmiðið er að afla upplýsinga um helstu tegundir og þekju þeirra í fjörunni og meta hvort affallsvatn hafi áhrif á þær. Einnig að mæla hvort magn snefilefna sem eru þekkt í affallsvatninu og safnast upp í þangi séu merkjanleg og hvort munur sé á styrk þeirra nær útrásinni en fjær. Loks er styrkur næringarefna í sjónum í námunda við útrásina mældur og metið hvort rekja megi áhrif frá affallsvatninu.

Vöktunin felur í sér:

- Úttekt á lífríki fjörunnar annað hvert ár. Botnþörungar og botnföst fjörudýr eru þá greind til tegunda og þekja þeirra metin á 5 sniðum.
- Efnamælingar á uppsöfnun snefilefna í skúfþangi á 6 sniðum, bæði norðan og sunnan við útrásina. Hafrannsóknastofnun sér um söfnun sýna en efnamælingarnar eru framkvæmdar af Matís ehf. Þessar mælingar eru framkvæmdar árlega.
- Mælingar á næringarefnum í sjó á sömu sniðum og skúfþangi er safnað. Hafrannsóknastofnun sér um söfnunina og framkvæmir mælingarnar. Þessar mælingar eru gerðar árlega.

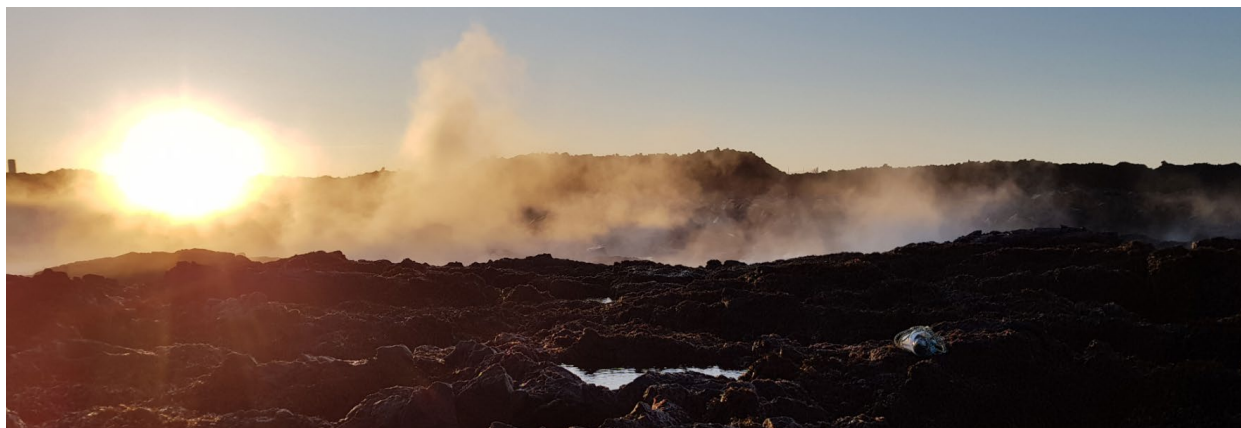
Í þessari skýrslu er greint frá fjórðu úttektinni á lífríki fjörunnar og niðurstöðum mælinga á snefilefnum og næringarefnum fyrir árið 2019.

AÐFERÐIR

Aðstæður á rannsóknasvæðinu

Fjaran á athugunarsvæðinu er stórgrýtt klettafjara. Sjógangur er mikill og fjaran mjög opin fyrir úthafsöldu. Mikil brimasemi gerir alla vinnu í fjörunni erfiða og einungis hægt að framkvæma úttektina um stórstraumsfjöru við bestu veðurskilyrði. Rannsóknin beinist að efri hluta fjörunnar. Er

Það gert í ljósi fyrri athugana og í ljósi þess að affallsvatnið flýtur ofan á sjónum áður en það blandast, því bæði hefur það lægri seltu og eins er það heitara en sjórinn og gerum við því ráð fyrir að það hafi mest áhrif í efri hluta fjörunnar. Hæð fjörunnar frá stórstraumsfjörumörkum að stórstraumsflóðmörkum er um 3 metrar að meðaltali við Reykjanes (Landhelgisgæslan 2019) og beindist vöktunin einungis að svæðinu skammt ofan við miðja fjöru og upp að efstu þangplöntum.



Sýnataka

Lífriki fjöru

Söfnun gagna fór fram 15. ágúst 2019. Til að meta hugsanleg áhrif affallsvatns á lífríkið var farið á sömu athuganasnið og áður (snið I-III, 1. mynd) fyrir norðan útrásina en fjarlægð þessara sniða frá útrásinni þar sem affallsvatnið kemur út í fjöruna var um 25 m, 80 m og 190 m. Tvö snið (snið IV og V) voru einnig tekin sunnan við útrásina en fjarlægð þeirra var 690 m og 570 m (1. mynd, tafla 1).



1. mynd. Afstaða sniða norðan og sunnan við útrás Reykjanesvirkjunar og staðsetning þar sem skúfþangssýni voru tekin aukalega (N1 og N2). Staðsetning athugunarsvæðisins er sýnd í litlu myndinni (gulir hringir). Hvíti kvarðinn: 200 m.

Staðsetning sniða var ákvörðuð með það í huga að aðstæður við sniðin væru sem líkastar, til að minnka breytileika í sýnatökunni.

Tafla 1. Staðsetning efstu reita á hverju sniði og fjarlægð sniða frá útrás Reykjanesvirkjunar.

Snið	Fjarlægð frá útrás (m)	Breidd	Lengd
I	25	63° 50,097'	22° 42,873'
II	80	63° 50,122'	22° 42,842'
III	190	63° 50,175'	22° 42,757'
IV	570	63° 49,906'	22° 43,354'
V	690	63° 49,831'	22° 43,474'



2. mynd. Ljósmyndun. Hver rammi (a og b) á hverju sniði var ljósmyndaður og þekja þörunga sem lágu efst metin af myndunum.

Athugunarsvæðið náði einungis til efri hluta fjörunnar. Á hverju sniði voru lagðar út 3 stöðvar með 25 cm hæðarbili og var hæð efstu stöðva miðuð við efri vaxtarmörk klappaþangs (*Fucus spiralis*). Neðsti reitur lenti þá efst í sjóarkræðubeltinu. Á sniði II er hæðarmunur belta aðeins meiri en á hinum sniðunum og þurfti því 4 hæðarstöðvar til að ná milli sömu lífverubelta, í stað þriggja. Tveir athugunarrammar (50 x 50 cm, reitur a og b) voru lagðir hlið við hlið á hverja stöð (2. mynd). Innan hvers ramma var þörunga- og dýralíf skoðað. Þörungar voru greindir á staðnum og skráðir. Ljósmyndir voru teknar af hverjum reit fyrir sig á öllum stöðvum á öllum sniðum til að meta þekju þörunga í efstu gróðurþekjunni (2. mynd, myndir af 50 x 50 cm ramma af reit a eða b fyrir stöð 1 til 3 á hverju sniði eru sýndar í viðauka 1). Þekja þeirra tegunda sem lágu undir efstu gróðurþekju var metin. Þekja botnfastra fjörudýra var einnig metin.



3. mynd. Skúfþangi safnað til mælinga á styrk snefilefna.

Söfnun þörunga og sjósýna til efnagreininga

Skúfþangi (*Fucus distichus*) (3. mynd) fyrir snefilefnamælingar og sjósýnum fyrir mælingar á vetrargildum næringarefna var safnað á sniðum I, II, N1, N2, IV og V þann 12. desember 2019. Stöðvar N1 og N2 eru í 260 m og 550 m fjarlægð frá útrásinni til norðurs.

Úrvinnsla

Lífriki fjörunnar

Reynt var að greina sem flestar tegundir í fjörunni en illgreinanlegum tegundum var safnað og þær greindar á rannsóknastofu síðar (tegundalisti og íslensk nöfn tegunda er að finna í viðauka 2). Þekja smárra tegunda sem hyljast undir þangbreiðu var einnig metin í fjörunni. Þekja stærri þangtegunda var hins vegar metin út frá ljósmyndum eftir á. Við mat á þekju stærri þangtegunda var „Hafmynd“, myndskráningarforrit Hafrannsóknastofnunar notað. Fyrir hverja ljósmynd var mæliramma sem sést á mynd 2, skipt í 25 jafnstóra smáreiti og þremur punktum dreift handahófskennt í hvern smáreit, alls 75 punktum. Sú tegund sem lenti undir hverjum punkti var greind og þannig söfnuðust upplýsingar um hlutfallslega þekju tegunda í hverjum ramma. Ekki var alltaf hægt að sjá hvað var undir punkti á myndunum vegna skugga, þá voru einungis þeir punktar þar sem hægt var að greina lífverur notaðir til að reikna þekjuna.

Samanburður á sniðum eftir fjarlægð frá útrás og stöðvum eftir hæð í fjöru

Skyldleiki stöðva var skoðaður með því að reikna skyldleikastuðul út frá þekju tegunda (Bray & Curtis 1957) og sett upp í non-metric Multi Dimensional Scaling (MDS) -rit. Stöðvar sem lenda nálægt hver annarri á MDS-riti eru líkari eða skyldari hver annarri hvað varðar tegundasamsetningu en stöðvum sem eru fjær á ritinu. Breytileiki var borinn saman með ANOSIM. Við tölfræðigreiningu gagna var notað forritið Primer (Anderson o.fl. 2008) 7 og PERMANOVA+ (Anderson o.fl. 2017).

Næringarefnamælingar á sjósýnum

Mælingar á næringarefnum voru gerðar á Hafrannsóknastofnun. Eftirfarandi efni voru mæld; nítrat ($\text{NO}_2 + \text{NO}_3$), fosfat (PO_4) og kísill (SiO_2). Nítrat og kísill voru mæld með aðferðum sem lýst er í Grasshoff (1970) og fosfat samkvæmt aðferð Murphy & Riley (1962). Kannað var hvort næringargildi á hverju sniði væri tölfræðilega frábrugðið mældu meðalgildi frá öllum mælingum hvers næringarefnis fyrir sig með Wilcoxon prófi. Prófið var gert með R 3.6.2 (R Core Team 2020).

Snefilefnamælingar á skúfþangi (Fucus distichus)

Snefilefnamælingar voru gerðar af Matís ohf. Mæld voru eftirfarandi efni: kvikasilfur (Hg), járn (Fe), kopar (Cu), sink (Zn), kadmín (Cd), króm (Cr), blý (Pb), nikkell (Ni) og arsen (As) (sjá viðauka 3). Magn ólífrænu snefilefnanna var mælt samkvæmt aðferðum sem lýst er í gæðahandbók Matís frá 2011 (Matís -"SV-25-02-SN. Móttaka og vinnslurás sýna, snefilefna mælingar", Matís-"SV-22-02-SN-1. NMKL (2007). ICP-MS aðferð"). Kannað var hvort styrkur snefilefna væri marktækt frábrugðinn mældu meðalgildi frá öllum mælingum fyrir hvert snefilefni fyrir sig. Til þess var notað Wilcoxon próf í R 3.6.2 (R Core Team 2020).

NIÐURSTÖÐUR

Lífriki fjörunnar

Alls voru skoðaðar 16 stöðvar, tveir reitir á hverri stöð eða samtals 32 reitir. Á sniði II var sjóarkræðu-beltið neðar en á öðrum sniðum (miðað við klapparþang) og bilið milli þess og efsta reits var meira en 50 cm. Því var tekin aukastöð fyrir snið II til þess að ná niður í þetta belti til að hægt væri að bera saman sniðin. Metin var meðalþekja eftir sniðum og eftir hæð í fjöru. Alls voru greindar 45 tegundir/hópar botnfastra fjörlífvera við athugunina, af þeim voru 40 þörungar (sjá viðauka 2).

Meðalþekja eftir sniðum

Á milli 21 og 30 tegundir voru greindar á hverju sniðanna. Flestar tegundir fundust á sniði II eða alls 30 tegundir. Listi yfir þörung- og dýrategundir fyrir hverja stöð er í viðauka 2. Tegundir sem í einhverjum athugunarreit ná meðalþekju yfir 10% eru skráðar í töflu 2. Á milli 9 og 13 tegundir höfðu meira en 10% meðalþekju á hverju sniði (tafla 2). Klóþang og kræklingur höfðu mesta þekju á sniði I en klapparþang nánast enga þekju. Sjóarkræða og klóþang höfðu mesta þekju á sniði II. Á sniði III voru klapparþang og kræklingur með mesta þekju og á sniði V voru klóþang og sjóarkræða með mesta þekju en á sniði IV voru skúfþang og sjóarkræða með mesta þekju (tafla 2).

Tafla 2. Meðalþekja tegunda sem ná meira en 10% þekju í einhverjum athugunarreit. Þekja stærri tegunda var metin út frá ljósmyndum en þekja smærri tegunda, sem vaxa undir stærri þörungunum, var metin í fjörunni. Snið I til III eru norðan við útrásina en IV og V sunnan við hana (sjá 1. mynd). Neðst er sýndur heildarfjöldi botnfastra tegunda sem fannst á hverju sniði (sjá viðauka 2).

Snið					
IV		V	I	II	III
ÞÖRUNGAR					
Brimskúfur			5		

Klóbang	5	47	33	42	6
brimkló			3	6	10
Þyrnikló	2	1	3	12	20
Steinskúfur				1	5
Skúfþang	62	5	8	11	23
Þangungviði	6	5	1		
klappaþang		17	17		28
rauðskán		4	14	18	12
kalkskán	4	8		6	
sjóarkræða	35	24	28	45	16
purpurahimna			10		2
fjöruskóf	7		2	4	11
FJÖRUDÝR					
sæfifill (fjöldi)			4	4	
kræklingur	1		49		30
fjörukarl	13	10	17		14
Heildarfjöldi botnfastra tegunda	21	26	26	30	27

Þekja eftir hæð í fjöru

Í neðstu reitunum fundust alls 34 tegundir og af þeim voru 11 tegundir með meira en 10% þekju í a.m.k. í einum reit (tafla 3). Í mið-reitunum voru 30 tegundir og 15 af þeim voru með meira en 10% þekju. Í efstu reitunum voru 33 tegundir og 15 þeirra voru með meira en 10% þekju. Neðst í fjörunni var sjóarkræða ríkjandi. Klóbang var ríkjandi aðeins ofar eða á miðjureitunum. Efst var svo klappaþang mest áberandi.

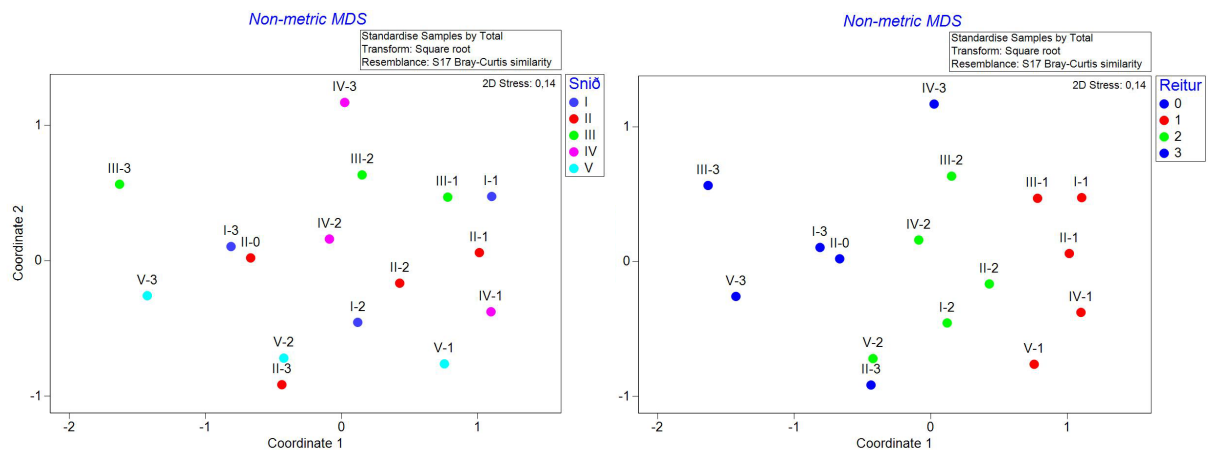
Tafla 3. Lóðrétt dreifing á þekju tegunda í fjöru með meira en 10% þekju á einhverri stöð. Þekja stórra tegunda var metin út frá ljósmyndum. Fyrir smærri tegundir, sem vaxa alveg eða að hluta undir þekju stærri þörungna, var þekjan metin í fjörunni. Sýnd er meðalþekja fyrir hvert hæðabil í efri hluta fjörunnar.

	Þörungar	brimskúfur	klóbang	brimkló	þyrnikló	steinskúfur	þang ungviði	skúfþang	klappaþang	rauðskán	kalkskán	sjóarkræða	purpurahimna	fjöruskóf	DÝR	sæffill	kræklingur	svampur	fjörukarl
Efstu reitir		15	1	2		3	21	59	31	1	1	2	9		1	1	3	26	
Mið reitir	5	54	3	9	2	6	38		11	7	28	3	6		3	27		15	
Neðstu reitir		10	12	18		1	22		4	4	83	4				33		2	

Samanburður á sniðum og stöðvum eftir hæð í fjöru og fjarlægð frá útrás

Samanburður sýndi ekki afgerandi mun milli sniða (ANOSIM, $p=0,254$) né eftir hæð í fjöru (ANOSIM, $p=0,391$) (4. mynd til vinstri) en þó má vel greina beltaskiptingu í fjörunni á MDS-

ritinu (4. mynd til hægri).



4. mynd. MDS rit sem sýna a) tengsl milli sniða (I-V) þar sem snið I til III eru 25-190 m norðan við útrás og snið IV og V eru 570 og 690 m sunnan við útrás og b) tengsl milli reita (1-3) eftir hæð í fjöru. Á mynd a: blár = snið I, rauður = snið II, grænn = snið III, bleikur = snið IV og ljósblár = snið V. Á mynd b: rauður = neðstu reitir(1), grænn = miðju reitir(2) og blár = efstu reitir(3). Stress = 0,14.

Næringarefnamælingar

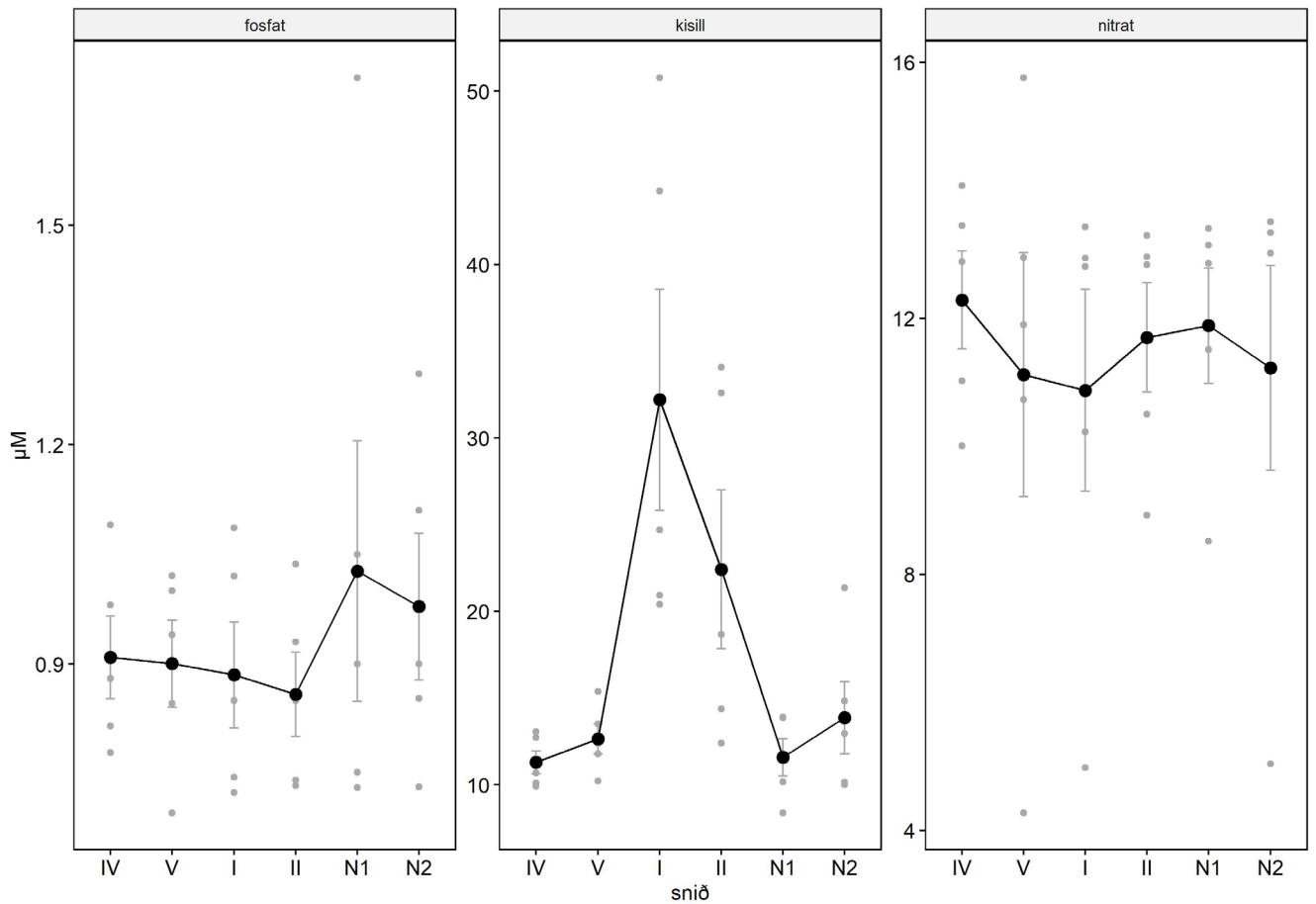
Styrkur fosfats var lítið eitt lægri á sniðum norðan við útrásina (0,724-0,752 μM) en á sniðum IV og V sem eru í nokkurri fjarlægð sunnan við útrásina (0,815-0,846 μM) (tafla 4). Kísilstyrkur var hins vegar hæstur á sniði I sem er næst útrásinni og nokkuð hærri á sniði II en sniðum fjær útrásinni hvort sem var fyrir norðan eða sunnan við hana. Styrkur nitrats var 10,22-11,51 μM , lægstur næst útrásinni á sniðum I og II en hæstur á nyrstu sniðunum N1 og N2, en munurinn var lítill.

Tafla 4. Næringarefnastyrkurur í sjó við útrás Orkuversins á Reykjanesi. Sýni voru tekin 12. desember 2019 Styrkurinn er gefinn upp í μM .

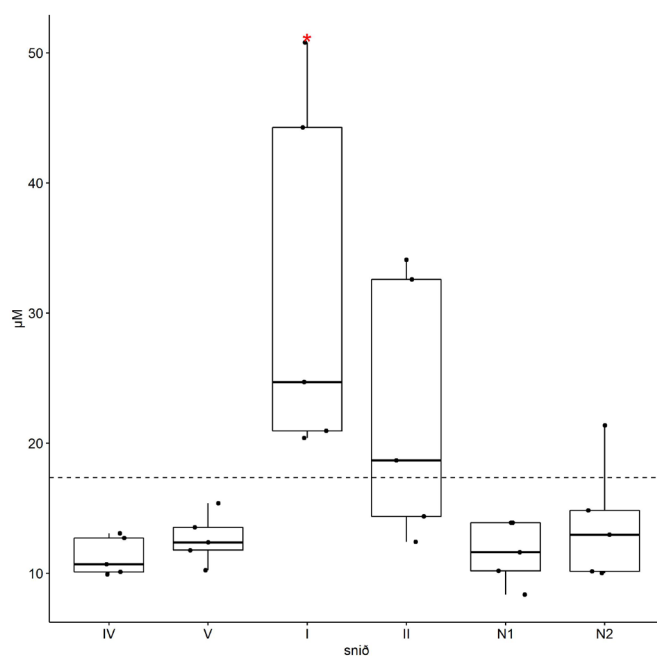
	Fosfat	kísill	nítrat
Snið I	0,724	24,69	10,22
Snið II	0,734	14,37	10,50
Snið IV	0,815	10,68	11,02
Snið V	0,846	10,22	10,73
Snið N1	0,752	10,18	11,51
Snið N2	0,732	10,01	11,22

Styrkur næringarefna hefur verið nokkuð breytilegur yfir vöktunartímabilið (5. mynd). Styrkur kísils hefur mælst marktækt hærri á sniði I sem eru næst útrásinni en á öðrum sniðum (Wilcoxon próf, $p = 0,0109$, 6. mynd). Styrkur kísils hefur hins vegar verið stöðugur við viðmiðunarsnið bæði sunnan og norðan við útrásina. Styrkur fosfats og nitrats var talsvert breytilegur milli ára en ekki

greindist marktækur munur í styrk þeirra milli sniðanna.



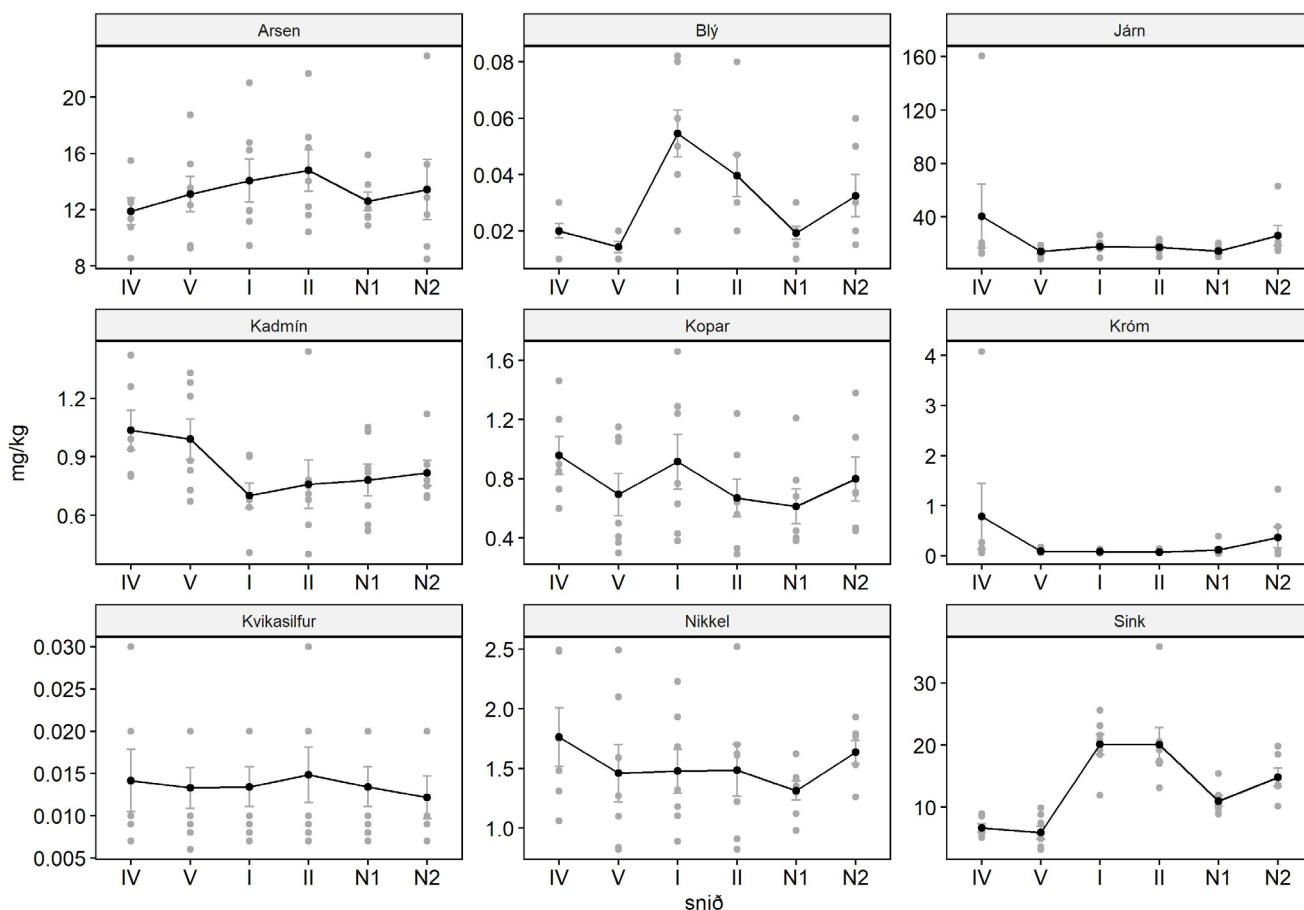
5. mynd. Styrkur næringarefna að vetrarlagi frá 2015 til 2019. Svartir punktar sýna meðalgildi fyrir styrk hvers næringarefnis í hverju sýni þessi ár. Lóðréttu strikin sýna staðalskekkju og ljósir punktar sýna mæligildin. Grafið sýnir sniðin frá suðri til norðurs út eftir x-ásnum. Snið I er næst útrásinni þar sem affallsvatnið rennur til sjávar.



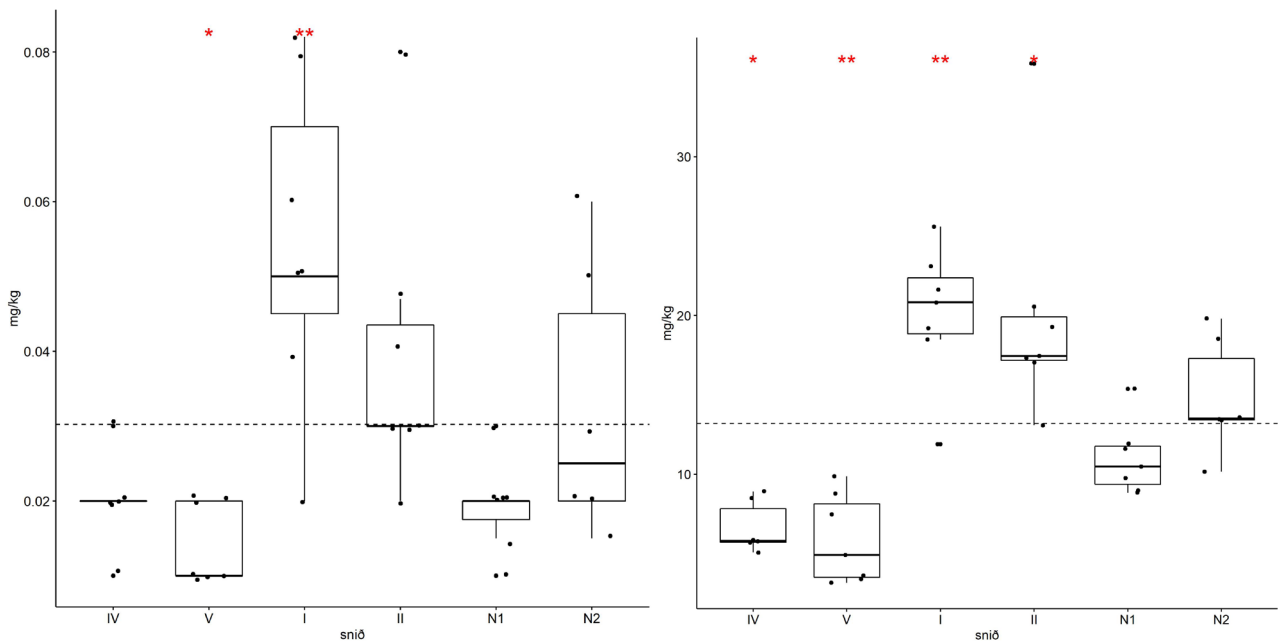
6. mynd. Mælingar á kísli sem sýna að styrkur hans er marktækt hærri (rauð stjarna) en meðalstyrkur (brotalína) við snið I, sem er næst útrás orkuversins. Grafið sýnir sniðin frá suðri til norðurs út eftir x-ásnum.

Snefilefnamælingar

Niðurstöður mælinga á snefilefnum eru sýndar í viðauka 3. Vetrarstyrkur snefilefna í skúfþangi hefur verið mældur árlega frá 2013 (7 mæliлотur) (8. mynd). Ef öll árin eru tekin saman er styrkur sinks og blýs marktækt hærri á sniðum I og II en meðalstyrkur þeirra fyrir öll sniðin (9. mynd). Ekki mældist marktækur munur milli sniða á öðrum efnum.



8. mynd. Styrkur snefilefna í skúfþangi að vetrarlagi frá 2013 til 2019. Gráir punktar sýna gildi fyrir hvert ár og lóðrétt strík sýna staðalskekkju. Grafið sýnir breytingu í styrk snefilefna eftir sniðum frá suðri til norðurs. Snið I er næst útrásinni (sjá 1. mynd).



9. mynd. Snefilefni sem voru marktækt frábrugðin meðalgildum á styrk snefilefna. Til vinstri er blý og til hægri er sink. Rauðar stjörnur sýna hvaða snið voru marktækt frábrugðin. Sniðunum er raðað frá suðri til norðurs út eftir x-ásnum.

UMRÆÐA

Ekki er hægt að sjá greinilegan mun í þekju botnfastra þörungum og fjörudýra út frá fjarlægð frá útrás þó að nokkur mismunur sé milli sniða. Hæðabelti með mismunandi þörungaflóru voru greinanleg eins og áður hefur verið sýnt fram á (Karl Gunnarsson o.fl. 2012) en þau voru þó ekki marktækt frábrugðin. Brimasemi og undirlag eru þeir þættir sem hafa mest áhrif á lífríki fjörunnar við náttúrulegar aðstæður (Lewis 1964). Brimasemi er mikil í fjörum á sunnanverðum Reykjanesskaga (Agnar Ingólfsson 1985). En ólíkt öðrum brimasömum fjörum þar sem skúfþang er ríkjandi hafa hér einnig tegundir sem annars einkenna tiltölulega skjólsælar fjörur, eins og klóþang og dvergþang, möguleika á að vaxa þrátt fyrir mikla brimasemi. Fjörubeðurinn á rannsóknasvæðinu er mjög óreglulega lagaður og getur því veitt staðbundið skjól sem gefur þessum tegundum færi á að vaxa.

Mælingar á náttúrulegum styrk næringarefna í nóvember í sjónum vestur af Reykjanesskaga hafa sýnt um 10 μM nítrats við yfirborð og um 0,8 μM fosfats (Sólveig R. Ólafsdóttir 2006) lík gildi og mældust við Reykjanesvirkjun. Styrkur kísils vestur af Reykjanesskaga er á sama tíma að jafnaði aðeins um 5 μM sem er talsvert lægra en mældist nálægt útrásinni við Kistu. Styrkur kísils í affallsvatninu er mjög hár eða 92 μM (Kristín Kröyer o.fl. 2008). Hár kísilstyrkur í sjósýni sem tekið var nálægt útrásinni kemur því ekki á óvart en sýnir jafnframt að það má merkja leifar affallsvatnsins í sjónum um 80 m norðan við útrásina, eða á sniði II.

Snefilefnamælingar í skúfþangi hafa nú verið gerðar árlega að vetrarlagi síðan 2013. Framleiðsla

orku frá Reykjanesvirkjun hófst í maí 2006 og því eru grunngildi fyrir snefilefni í þangi fyrir svæðið frá því áður en farið var að hleypa útfallinu frá Reykjanesvirkjum í fjöruna við Kistu ekki til. Þess vegna verður að nota gildi sem fengin eru úr sýnum sem tekin eru í nokkurri fjarlægð frá útrásinni til hliðsjónar þegar metið er hvort uppsöfnun snefilefna hafi átt sér stað nær útrásinni. Tölfræðigreining á snefilefnastyrk sýndi að blý safnast upp marktækt meira í þangi á sniði I en á öðrum sniðum. Hins vegar er styrkur blýs lægri en meðalgildið á sniði V. Sínk safnast einnig marktæk meira upp í skúfþangi á sniðum I og II eða allt að 80 m frá útrásinni, en á viðmiðunarsniðum fjær útrásinni.

Vetrargildi snefil- og næringarefna frá 2013 til 2019 sýndu að breytileiki milli sniða og ára var mikill. Þessar niðurstöður benda til að áhrif affallsvatnsins séu óveruleg nema á sniðum I og II sem eru næst útrásinni. Sterkir staumar og mikil brimasemi á svæðinu gætu leikið stór hlutverk þar sem blöndun verður nokkuð hröð og mikil og mildar þar með áhrifin á lífríki fjörunnar.

LOKAORÐ

Út frá þessari úttekt var ekki hægt að sjá mun á lífríki fjörunnar eftir sniðum eða sem rekja mætti til áhrifa frá útfallsvatni Reykjanesvirkjunar. Mikill breytileiki er í umhverfisaðstæðum á svæðinu sérstaklega vegna óreglulegrar lögunar fjörunnar sem veldur meðal annars breytileika í samsetningu lífveranna og lífsskilyrðum þeirra.

Þessar athuganir styðja fyrri niðurstöður þar sem aukin uppsöfnun sinks og blýs í skúfþangi eru merkjanleg allt að 80 m norður af útrásinni og má rekja til affallsvatns Reykjanesvirkjunar.

Styrkur kísils var einnig hærri í sjónum við útrásina þar sem sýni I var tekið og 80 m norðan við útrásina þar sem sýni II var tekið og má rekja hann til affallsvatnsins. Við áframhaldandi vöktun og söfnun frekari upplýsinga um styrk snefilefna í þangi og næringarefna í sjónum mun fást betri mynd af breytileika í styrk þessara efna og þá ástandi svæðisins.

ÞAKKIR

Við þökkum Alice Beniot-Cattin fyrir mælingar á næringarefnum og Svanhildi Egilsdóttur fyrir aðstoð við rannsóknina bæði við fjöruathuganir og frágang mynda.

HEIMILDIR

Agnar Ingólfsson 1985. Fjörur á Suðvesturlandi. Árbók Ferðafélags Íslands 1985, 201-222.

Anderson, M., Gorley, R., & Clarke, K. P. 2008. PERMANOVA for PRIMER: guide to software and statistical methods. PRIMER-E, Plymouth, UK.

- Anderson, M.J. 2017. Permutational Multivariate Analysis of Variance (PERMANOVA). Wiley StatsRef: Statistics Reference Online, © 2014–2017 John Wiley & Sons, Ltd. DOI: 10.1002/9781118445112.stat07841
- Bray, J.R. & Curtis, J.T. 1957. An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. *Ecological Monographs*, 46, 325-349.
- Grasshoff, K. 1970. A simultaneous multiple channel system for nutrient analysis in seawater with analog and digital data record. *Tecnicon Quarterly* 3, 7-17.
- Karl Gunnarsson, Steinunn Hilma Ólafsdóttir & Svanhildur Egilsdóttir 2012. Lífríki fjörunnar við útfall Reykjanesvirkjunar. *Hafrannsóknir* nr. 160, 29–41.
- Kristín Kröyer, Þráinn Friðriksson & Magnús Ólafsson 2008. Efnasamsetning affallsvatns úr bunustokki frá Reykjanesvirkjum. Greinagerð ISOR 08033
- Landhelgisgæslan 2019. Sjávarföll við Ísland 2019. Landhelgisgæslan, Sjósmælingadeild, Reykjavík, 27 bls.
- Lewis, J. R. 1964. *The ecology of rocky shores*. London: English Universities Press.
- Murphy, J. & Riley, J.P. 1962. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. *Analytical Chimica Acta* 27, 31-36.
- R Core Team 2020. R: A language for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.
- Sólveig R. Ólafsdóttir 2006. Styrkur næringarefna í hafinu umhverfis Ísland. *Hafrannsóknastofnunin*. Fjölrít nr. 122. 24 bls.

Viðauki 1. Myndir af reitum a eða b af sniðum I – V

	
Snið I 1a	Snið I 2b
	
Snið I 3b	



Snið II 1a



Snið II 2a



Snið II 3b



Snið II 0b



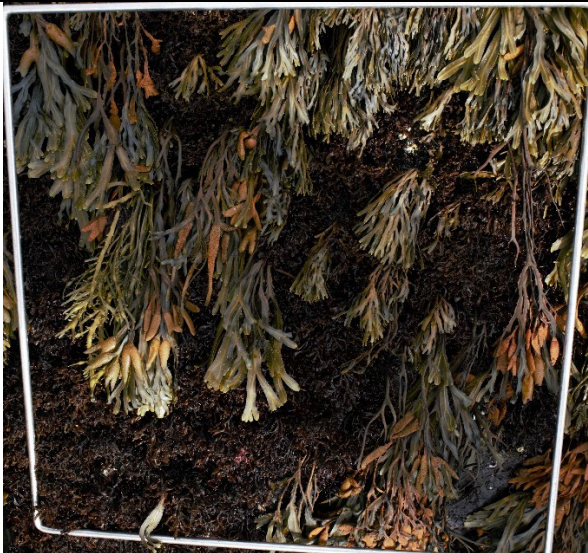
Snið III 1a



Snið III 2b



Snið III 3a



Snið IV 1b



Snið IV 2a



Snið IV 3b





Snið V 1a



Snið V 2a



Snið V 3b



Viðauki 2.

Tegundir botnfastra þörungna og dýra sem fundust í fjörunni við Kistu 2019.
Sniðum er raðað frá suðri til norðurs (sjá 1. mynd)

	Snið IV			Snið V			Snið I			Snið II				Snið III			
	stöð	1	2	3	1	2	3	1	2	3	0	1	2	3	1	2	3
ÞÖRUNGAR																	
<i>Acrochaetium</i> sp		x				x	x									x	
<i>Aglaothamnion hookerii</i>				x													
<i>Aglaothamnion sepositum</i>		x			x				x		x	x				x	
Brimkló <i>Ceramium virgatum</i>		x						x		x	x	x	x		x	x	
Brimskúfur <i>Acrosiphonia arcta</i>									x						x	x	
Brún skán			x	x										x			x
<i>Capsosiphon</i> sp. cf.									x								
<i>Dumontia contorta</i>												x	x				
Dvergskúfur <i>Spongomorpha aeruginosa</i>							x										
Fiðurþari <i>Ptilota gunneri</i>					x												
Fjöruló <i>Pylaiella littoralis</i>							x										
Fjöruskóf <i>Verrucaria mucosa</i>			x	x		x			x		x	x	x	x	x		x
<i>Fucus</i> sp	x	x			x	x	x		x		x						
Glithimna <i>Ulvaria obscura</i>															x	x	
Grænir þörungar í <i>Balanus</i>			x				x		x		x					x	x
Grænir þræðir				x			x										
Grænskúfur <i>Cladophora sericea</i>							x										
<i>Hildenbrandia</i> sp.						x			x	x	x	x	x	x	x	x	x
Kalkskán <i>Corallinacea</i> skán	x	x			x	x			x		x	x	x	x	x	x	x
Klappaþang <i>Fucus spiralis</i>							x			x	x						x
Klóblaðka <i>Schizymenia jonssonii</i>									x			x	x		x		
Klóþang <i>Ascophyllum nodosum</i>	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Kólgugrös <i>Devaleraea ramentacea</i>												x	x				
Kóralþang <i>Corallina officinalis</i>												x					
Mariúsvunta <i>Ulva fenestrata</i>							x		x		x					x	
Purpurahimna <i>Porphyra</i> sp. s.l.	x			x				x	x	x	x	x			x	x	x
Rauðfjöður <i>Plumaria plumosa</i>					x	x						x	x	x			
Rauðló <i>Rhodochorton purpureum</i>				x					x					x			
Sæbrúður <i>Membranoptera alata</i>													x	x			
Sjóarkræða <i>Mastocarpus stellatus</i>	x	x	x		x	x		x	x		x	x	x	x	x	x	
Skúfþang <i>Fucus distichus</i>	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Slavak <i>Ulva (Enteromorpha) intestinalis</i>							x									x	
Söl <i>Palmaria palmata</i>			x			x			x						x	x	
Steinskúfur <i>Cladophora rupestris</i>			x			x	x							x		x	x
Þangló <i>Elachista fucicola</i>									x								
Þangskegg <i>Vertebrata lanosa</i>									x	x			x	x			
Þunnaskegg <i>Polysiphonia stricta</i>					x	x	x		x	x		x	x	x	x		
Þyrnikló <i>Ceramium shuttleworthianum</i>			x	x		x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	
<i>Ulva (Enteromorpha) linza</i>							x									x	
<i>Ulva (Enteromorpha) prolifera</i>							x										

	Snið IV			Snið V			Snið I			Snið II				Snið III			
	stöð	1	2	3	1	2	3	1	2	3	0	1	2	3	1	2	3
FJÖRUDÝR																	
Fjörukarl <i>Semibalanus balanoides</i>		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x	x	x
Kræklingur <i>Mytilus edulis</i>			x	x		x		x	x	x	x		x	x	x	x	
Kræklingur ungviði				x													
Nákuðungur <i>Nucella lapillus</i>								x			x				x		
Sæfifill Anthozoa									x	x	x		x	x			x
Svampur Porifera											x	x	x	x			
Fjöldi þörungategunda/-hópa		6	14	10	10	13	16	6	17	12	14	16	15	14	15	17	8
Fjöldi fjörudýrategunda/-hópa		1	2	3	1	2	1	3	3	3	5	1	3	4	3	2	2
Fjöldi tegunda á hverju sniði		21			26			26			30				27		



Matís ehf
Efnarannsóknir
Vínlandsleið 12
113 Reykjavík
Sími: (354)-422 5000
Fax:(354)-422 5001

RANNSÓKNANÍÐURSTÖÐUR
Útgefnar af faggildri rannsóknastofu
Report issued by Accredited laboratory

Síða 1 af 2

HS Orka hf.
6804750169
Brekustíg 36
Reykjanesbæ

þáng
þáng

Sýnatökudagsetning

Mótttekið 10/01/2020

Rannsað 10/01/2020

Blaðsíða 1 af 2

Tegund sýnis : Söl og þang
Skýringar :

Sýni	Mörking sýnis	Sýnagerð	Aðferð	Mæligildi	Heimild	
R20000720001	SN-I		Kvikasilfur (Hg)	<0,007 +/-20% mg/kg	NMKL 186 (2007), mod.	*
R20000720001	SN-I		Járn (Fe)	26,43 +/-20% mg/kg	NMKL 186 (2007), mod.	*
R20000720001	SN-I		Krómi (Cr)	0,133 +/-20% mg/kg	NMKL 186 (2007), mod.	*
R20000720001	SN-I		Blý (Pb)	0,06 +/-20% mg/kg	NMKL 186 (2007), mod.	*
R20000720001	SN-I		Nikkel (Ni)	2,23 +/-20% mg/kg	NMKL 186 (2007), mod.	*
R20000720001	SN-I		Arsen (As)	16,75 +/-20% mg/kg	NMKL 186 (2007), mod.	*
R20000720001	SN-I		Kopar (Cu)	1,66 +/-20% mg/kg	NMKL 186 (2007), mod.	*
R20000720001	SN-I		Sink (Zn)	18,48 +/-20% mg/kg	NMKL 186 (2007), mod.	*
R20000720001	SN-I		Kadmín (Cd)	0,91 +/-20% mg/kg	NMKL 186 (2007), mod.	*
R20000720002	SN-II		Kvikasilfur (Hg)	<0,007 +/-20% mg/kg	NMKL 186 (2007), mod.	*
R20000720002	SN-II		Járn (Fe)	22,05 +/-20% mg/kg	NMKL 186 (2007), mod.	*
R20000720002	SN-II		Krómi (Cr)	0,143 +/-20% mg/kg	NMKL 186 (2007), mod.	*
R20000720002	SN-II		Blý (Pb)	0,03 +/-20% mg/kg	NMKL 186 (2007), mod.	*
R20000720002	SN-II		Nikkel (Ni)	1,61 +/-20% mg/kg	NMKL 186 (2007), mod.	*
R20000720002	SN-II		Arsen (As)	17,16 +/-20% mg/kg	NMKL 186 (2007), mod.	*
R20000720002	SN-II		Kopar (Cu)	0,96 +/-20% mg/kg	NMKL 186 (2007), mod.	*
R20000720002	SN-II		Sink (Zn)	17,32 +/-20% mg/kg	NMKL 186 (2007), mod.	*
R20000720002	SN-II		Kadmín (Cd)	0,75 +/-20% mg/kg	NMKL 186 (2007), mod.	*
R20000720003	SN-IV		Kvikasilfur (Hg)	<0,007 +/-20% mg/kg	NMKL 186 (2007), mod.	*
R20000720003	SN-IV		Járn (Fe)	17,52 +/-20% mg/kg	NMKL 186 (2007), mod.	*
R20000720003	SN-IV		Krómi (Cr)	0,148 +/-20% mg/kg	NMKL 186 (2007), mod.	*
R20000720003	SN-IV		Blý (Pb)	<0,02 +/-20% mg/kg	NMKL 186 (2007), mod.	*
R20000720003	SN-IV		Nikkel (Ni)	2,48 +/-20% mg/kg	NMKL 186 (2007), mod.	*
R20000720003	SN-IV		Arsen (As)	15,47 +/-20% mg/kg	NMKL 186 (2007), mod.	*
R20000720003	SN-IV		Kopar (Cu)	1,46 +/-20% mg/kg	NMKL 186 (2007), mod.	*
R20000720003	SN-IV		Sink (Zn)	8,5 +/-20% mg/kg	NMKL 186 (2007), mod.	*
R20000720003	SN-IV		Kadmín (Cd)	1,42 +/-20% mg/kg	NMKL 186 (2007), mod.	*
R20000720004	SN-V		Kvikasilfur (Hg)	<0,006 +/-20% mg/kg	NMKL 186 (2007), mod.	*
R20000720004	SN-V		Járn (Fe)	18,34 +/-20% mg/kg	NMKL 186 (2007), mod.	*
R20000720004	SN-V		Krómi (Cr)	0,178 +/-20% mg/kg	NMKL 186 (2007), mod.	*
R20000720004	SN-V		Blý (Pb)	<0,02 +/-20% mg/kg	NMKL 186 (2007), mod.	*
R20000720004	SN-V		Nikkel (Ni)	1,59 +/-20% mg/kg	NMKL 186 (2007), mod.	*
R20000720004	SN-V		Arsen (As)	15,23 +/-20% mg/kg	NMKL 186 (2007), mod.	*
R20000720004	SN-V		Kopar (Cu)	1,05 +/-20% mg/kg	NMKL 186 (2007), mod.	*
R20000720004	SN-V		Sink (Zn)	7,47 +/-20% mg/kg	NMKL 186 (2007), mod.	*
R20000720004	SN-V		Kadmín (Cd)	1,21 +/-20% mg/kg	NMKL 186 (2007), mod.	*

Niðurstöður má eingöngu nota í heild sinni, nema rannsóknastofa gefi skriflegt leyfi til annars.

Niðurstöður gilda aðeins um það/pau sýni sem var/voru rannsað/rannsókuð.

Mælióvissa efnamælinga byggir á um það bil 95% öryggismörkum (K=2) og er hægt að nálgast upplýsingar um hana með því að hafa samband við rannsóknastofuna.

Ef frekari upplýsinga er óskað hafið samband við undirritaðan eða Heiðu Pálmadóttur, faglegan leiðtoga.



Matis ohf
Efnarannsóknir
Vínlandsleið 12
113 Reykjavík
Sími: (354)-422 5000
Fax:(354)-422 5001

RANNSÓKNANIÐURSTÖÐUR
Útgefnar af faggildri rannsóknastofu
Report issued by Accredited laboratory

Síða 2 af 2

HS Orka hf.
6804750169
Brekustíg 36
Reykjanesbæ

páng
páng

Sýnatökudagsetning

Mótttekið 10/01/2020

Rannsað 10/01/2020

Blaðsíða 2 af 2

Tegund sýnis : Söl og pang
Skýringar :

R20000720005	SN-N1	Kvikasilfur (Hg)	<0,007 +/-20% mg/kg	NMKL 186 (2007), mod.	*
R20000720005	SN-N1	Járn (Fe)	20,33 +/-20% mg/kg	NMKL 186 (2007), mod.	*
R20000720005	SN-N1	Króm (Cr)	0,135 +/-20% mg/kg	NMKL 186 (2007), mod.	*
R20000720005	SN-N1	Blý (Pb)	<0,03 +/-20% mg/kg	NMKL 186 (2007), mod.	*
R20000720005	SN-N1	Nikkel (Ni)	1,41 +/-20% mg/kg	NMKL 186 (2007), mod.	*
R20000720005	SN-N1	Arsen (As)	15,89 +/-20% mg/kg	NMKL 186 (2007), mod.	*
R20000720005	SN-N1	Kopar (Cu)	1,21 +/-20% mg/kg	NMKL 186 (2007), mod.	*
R20000720005	SN-N1	Sink (Zn)	11,61 +/-20% mg/kg	NMKL 186 (2007), mod.	*
R20000720005	SN-N1	Kadmín (Cd)	1,03 +/-20% mg/kg	NMKL 186 (2007), mod.	*
R20000720006	SN-N2	Kvikasilfur (Hg)	<0,007 +/-20% mg/kg	NMKL 186 (2007), mod.	*
R20000720006	SN-N2	Járn (Fe)	63,08 +/-20% mg/kg	NMKL 186 (2007), mod.	*
R20000720006	SN-N2	Króm (Cr)	0,586 +/-20% mg/kg	NMKL 186 (2007), mod.	*
R20000720006	SN-N2	Blý (Pb)	0,05 +/-20% mg/kg	NMKL 186 (2007), mod.	*
R20000720006	SN-N2	Nikkel (Ni)	1,93 +/-20% mg/kg	NMKL 186 (2007), mod.	*
R20000720006	SN-N2	Arsen (As)	15,21 +/-20% mg/kg	NMKL 186 (2007), mod.	*
R20000720006	SN-N2	Kopar (Cu)	1,38 +/-20% mg/kg	NMKL 186 (2007), mod.	*
R20000720006	SN-N2	Sink (Zn)	18,53 +/-20% mg/kg	NMKL 186 (2007), mod.	*
R20000720006	SN-N2	Kadmín (Cd)	0,86 +/-20% mg/kg	NMKL 186 (2007), mod.	*

ER Mæling var framkvæmd á efnastofu Matis í Reykjavík
EN Mæling var framkvæmd á efnastofu Matis á Neskaupstað
* Mæling er ekki faggild

Reykjavík

21.1.2020

Þessar rannsóknaniðurstöður eru
samþykktar með rafrænni undirskrift:

Natasa Desnica
natasa@matis.is

Niðurstöður má eingöngu nota í heild sinni, nema rannsóknastofa gefi skriflegt leyfi til annars.

Niðurstöður gilda aðeins um það/pau sýni sem var/voru rannsað/rannsókuð.

Mælióvissa efnamælinga byggir á um það bil 95% öryggismörkum (K=2) og er hægt að nálgast upplýsingar um hana með því að hafa samband við rannsóknastofuna.

Ef frekari upplýsinga er óskað hafið samband við undirritaðan eða Heiðu Pálmadóttur, faglegan leiðtoga.