



HAF- OG VATNARANNSÓKNIR

MARINE AND FRESHWATER RESEARCH IN ICELAND

Lífríki fjöru við útrás affallsvatns frá Reykjanesvirkjun;
Athuganir 2019

Steinunn Hilma Ólafsdóttir, Karl Gunnarsson og Lilja Gunnarsdóttir

Lífríki fjöru við útrás affallsvatns frá Reykjanesvirkjun; Athuganir 2019

Steinunn Hilma Ólafsdóttir, Karl Gunnarsson og Lilja Gunnarsdóttir

Skýrslan er unnin fyrir HS-Orku

Upplýsingablað

Titill: Lífríki fjöru við útrás affallsvatns frá Reykjanesvirkjun; Athuganir 2019		
Höfundar: Steinunn Hilma Ólafsdóttir, Karl Gunnarsson, Lilja Gunnarsdóttir		
Skýrsla nr. HV 2020-45	Verkefnisstjóri: Steinunn Hilma Ólafsdóttir	Verknúmer: 9204
ISSN 2298-9137	Fjöldi síðna: 26	Útgáfudagur: 9. nóvember 2020
Unnið fyrir: HS-Orku	Dreifing: Opið	Yfirfarið af: Guðrúnu G. Þórarinsdóttur
Ágrip Markmiðið athugunarinnar var að meta hvort og hvernig heitt affallsvatn frá Reykjanesvirkjun hefði áhrif á lífríki fjörunnar við Kistu á Reykjanesi. Einnig var athugað hvort snefilefni í affallsvatninu söfnuðust fyrir í skúfþangi og hvort næringarefni í affallinu hefðu mælanleg áhrif út í sjó. Botnfastar fjörlífverur voru greindar og þekja þeirra metin á 5 sniðum í efri hluta fjörunnar, þremur norðan við útrás virkjunarinnar og tveimur viðmiðunarsniðum sunnan hennar. Þekjan var metin af myndum sem teknar voru af 0,25 m² reitum og með beinu þekjumati í fjörunni. Skúfþangi (<i>Fucus distichus</i>) var safnað að vetri til á 6 stöðum í mismunandi fjarlægð frá útrásinni fyrir snefilefna- og sjósýnum fyrir mælingar á styrk næringarefna. Alls fundust 45 tegundir / hópar botnfastra fjörlífvera. Ekki var marktækur munur á lífríki fjörunnar á athugunarsniðunum sem tengdist fjarlægð frá útrásinni. Af snefilefnum var styrkur blýs og sinks marktækt hærri í skúfþangi við útrásina en fjær og af næringarefnum mældist marktækt hærri styrkur kísils á sniðum næst útrásinni en fjær. Sterkur straumur sjávar fyrir utan útrásina og mikið brim valda blöndun og þynningu affallsvatns virkjunarinnar og minnka þannig áhrif þess á lífríkið. Abstract <i>The aim of the study was to assess whether hot wastewater effluence from Reykjanesvirkjun power plant affected the rocky shore ecosystem at Kista in Reykjanes. It was also examined whether trace elements in the wastewater accumulated in seaweed and whether nutrients in the wastewater had measurable effect on their concentration in the proximate coastal area.</i>		

*The diversity of littoral organisms was analyzed, and their cover was assessed at 5 transects in the upper part of the shore, three north of the power plant outlet and two reference transects south of the outlet. The coverage was assessed by images of 0.25 m² squares and with direct cover estimates in the shore. Seaweed plants (*Fucus distichus*) for trace element measurements and sea samples for nutrient concentration analysis were collected during the winter at 6 locations at different distances from the outlet.*

A total of 45 species / groups of attached littoral marine organisms were found, primarily macroalgae. There was no significant difference in the shoreline ecosystem in the observation formats associated with the distance from the outlet. Of trace elements, the concentrations of lead and zinc were significantly higher in seaweed at the outlet than further away, and of the nutrients, significantly higher concentration of silicate was measured in the vicinity of the outlet than further away. Strong currents in the sea outside the outlet and high waves cause mixing and dilution of the effluent and thus reduce its impact on the ecosystem.

Lykilorð: Lífríki fjöru, næringarefni, snefilefni, Reykjanesvirkjun, vöktun, áhrif afrennslis

Undirskrift verkefnisstjóra:

Steinunn H. Ólafsdóttir

Undirskrift forstöðumanns sviðs:

Þorvaldur Jónsson

Lífriki fjöru við útrás affallsvatns frá Reykjanesvirkjun

Athuganir 2019



Steinunn Hilma Ólafsdóttir, Karl Gunnarsson, Lilja Gunnarsdóttir

Efnisyfirlit

Inngangur.....	1
Aðferðir.....	1
Aðstæður á rannsóknasvæðinu	1
Sýnataka.....	2
Úrvinnsla.....	5
Niðurstöður.....	6
Lífriki fjörunnar	6
Næringarefnaeiningar.....	9
Snefilefnaeiningar	12
Umræða	14
Lokaorð	15
Þakkir	15
Heimildir	16
Viðaukar.....	17
Viðauki 1. Myndir af reitum a eða b af sniðum I – V (ljósm. Svanhildur Egilsdóttir og Karl Gunnarsson).	17
Viðauki 2. Tegundir botnfastra þörunga og dýra sem fundust í fjörunni við Kistu 2019.Sniðum er raðað frá suðri til norðurs	22
(sjá 1. mynd).	22
Viðauki 3. Niðurstöður mælinga á styrk snefilefna í skúfpangi	25

Myndaskrá

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.2
2. mynd. Hver rammi (a og b) á hverju sniði var ljósmyndaður og þekja þörunga sem lágu efst metin af myndunum (ljósm. Svanhildur Egilsdóttir).3
3. mynd. Skúfþangi safnað til mælinga á styrk snefilefna (ljósm. Steinunn H. Ólafsdóttir).4
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 = 0,14.9
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. Á myndunum eru sniðin sýnd frá suðri til norðurs út eftir x-ásnum. Snið I er næst útrásinni þar sem affallsvatnið rennur til sjávar.11
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.12
7. mynd. Styrkur snefilefna í skúfþangi að vetrarlagi frá 2013 til 2019. Gráir punktar sýna gildi fyrir hvert ár og lóðrétt strik sýna staðalskekkju. Myndin sýnir breytingu í styrk snefilefna eftir sniðum frá suðri til norðurs. Snið I er næst útrásinni (sjá 1. mynd).13
8. mynd. Snefilefni sem voru marktækt frábrugðin meðalgildum á styrk snefilefna. a) blý, b) sínk. Rauðar stjörnur sýna hvaða snið voru marktækt frábrugðin. Á myndinni eru sniðin sýnd frá suðri til norðurs út eftir x-ásnum.13

Töfluskrá

- Tafla 1. Staðsetning efstu reita á hverju sniði og fjarlægð sniða frá útrás Reykjanesvirkjunar.3
- Tafla 2. Þekja tegunda sem ná meira en 10% þekju í einhverjum athugunarreit. 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).6
- Tafla 3. Lóðrétt dreifing á þekju tegunda í fjöru með meira en 10% þekju á einhverri stöð. Sýnd er meðalþekja fyrir hvert hæðabil í efri hluta fjörunnar.8
- Tafla 4. Næringarefnastyrkur í sjó við útrás Orkuversins á Reykjanesi. Sýni voru tekin 12. desember 2019 Styrkurinn er gefinn upp í μM10

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 athugað hvort næringarefni í affallsvatninu hafi mælanleg áhrif á styrk næringarefna í sjónum í námunda við útrásina.

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.
- Árlegar 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.
- Árlegar mælingar á næringarefnum í sjó á sömu sniðum og skúfþangi er safnað. Hafrannsóknastofnun sér um söfnunina og framkvæmir mælingarnar.

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

Aðferðir

Aðstæður á rannsóknasvæðinu

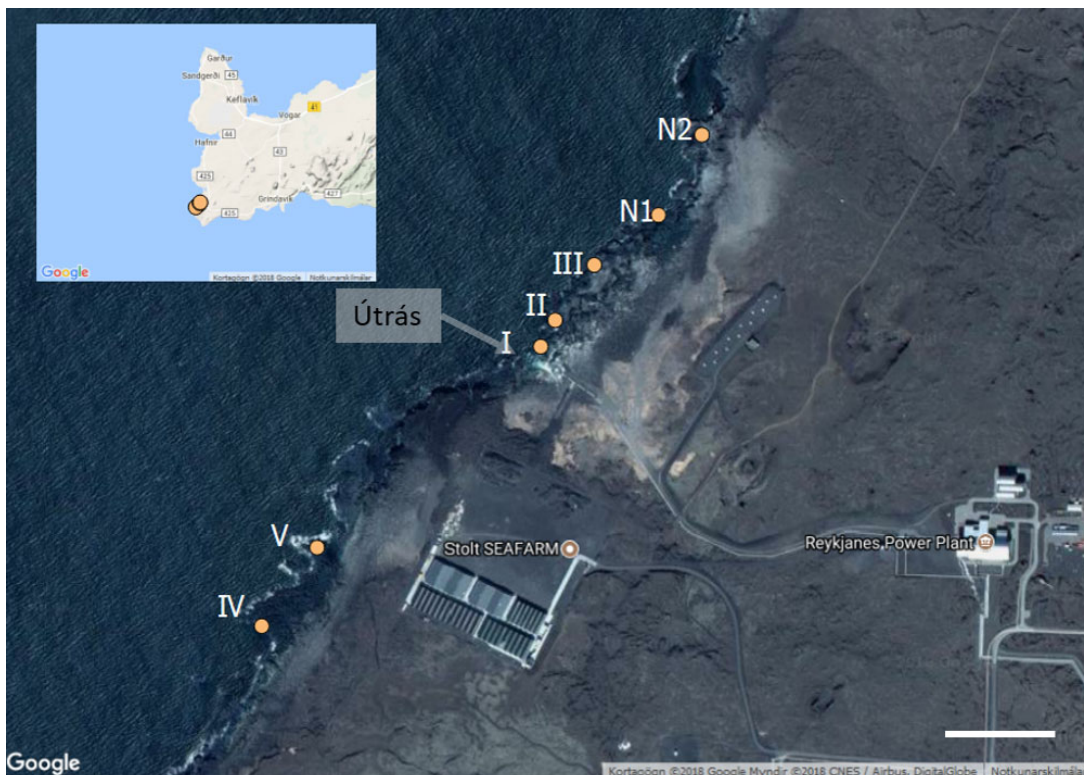
Athugunarsvæðið er stórgrýtt klettafjara. Sjógangur er mikill og fjaran mjög opin fyrir úthafsöldu. Mikið brim gerir alla vinnu í fjörunni erfiða og einungis hægt að framkvæma úttektina um

stórstraumsfjöru við bestu veðurskilyrði. Í ljósi fyrri athugana beinist rannsóknin að efri hluta fjörunnar þar sem affallsvatnið flýtur ofan á sjónum áður en það blandast. Affallsvatnið hefur lægri seltu og er heitara en sjórinn og er þar af leiðandi léttara. Það er því gert 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

Lífríki fjöru

Gögnum var safnað 15. ágúst 2019. Til að meta hugsanleg áhrif affallsvatns á lífríkið var farið á sömu athuganarsnið 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.

Figure 1. Position of the sampling transects (I to V) for the study of the effect of hot water effluent („Útrás“) on the shore biota. Additional samples of *Fucus distichus* for trace element analysis were taken at N1 and N2. Scale bar: 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.

Table 1. Position of the transects and their distance from the power plant hot water effluent.

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'
V	500	63° 49,906'	22° 43,354'
IV	680	63° 49,831'	22° 43,474'
N1	340	63° 50,223'	22° 42,580'
N2	500	63° 50,306'	22° 42,579'



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

Figure 2. Each 50 by 50 cm frame was photographed, and the cover of canopy seaweed assessed from the image (Photo, Svanhildur Egilsdóttir).

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 nálægt miðri fjöru þar sem sjóarkræða er ríkjandi. 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 þörung- 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 þörung- og dýralífs 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 (ljósm. Steinunn H. Ólafsdóttir).

Figure 3 Sampling of *Fucus distichus* for measuring bioaccumulation of trace elements (Photo, Steinunn H. Ólafsdóttir).

Söfnun þörung- og sjósýna til efnagreininga

Skúfþangi (*Fucus distichus*) (3. mynd) fyrir snefilefna- 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 340 m og 500 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).

Næringarefnaþælingar 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 styrkur næringarefna á hverju sniði væri tölfræðilega frábrugðinn mældu meðalgildi frá öllum mælingum hvers næringarefnis fyrir sig með Wilcoxon prófi. Prófið var gert með R 3.6.2 (R Core Team 2020).

Snefilefnaþælingar á skúfþangi (*Fucus distichus*)

Snefilefni voru mæld á Matís ohf. Eftirfarandi efni voru mæld : kvikasilfur (Hg), járn (Fe), kopar (Cu), sínk (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, af þeim voru 40 þörungategundir (sjá viðauka 2).

Þekja eftir sniðum

Á hverju sniðanna voru greindar 21-30 tegundir. Flestar tegundir fundust á sniði II (30). Listi yfir þörunga- og dýrategundir fyrir hverja stöð er í viðauka 2. Tegundir sem í einhverjum athugunarreit náðu þekju yfir 10% eru skráðar í töflu 2. Á hverju sniði höfðu 9-13 tegundir meira en 10% þekju (tafla 2). Klóþang og kræklingur höfðu mesta þekju á sniði I en klappaþang nánast enga þekju. Sjóarkræða og klóþang höfðu mesta þekju á sniði II. Á sniði III voru klappaþang 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. Þekja tegunda sem ná meira en 10% þekju í einhverjum athugunarreit. 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).

Table 2. Cover of species with more than 10% cover in at least one square. Transects I to III are to the North of the effluent and IV and V to the south. At the base of the table is shown the total number of species found on each transect.

	Snið				
	IV	V	I	II	III
ÞÖRUNGAR					
Brimskúfur					5
Klóþang	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 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 fundust 30 tegundir og 15 af þeim höfðu meira en 10% þekju. Í efstu reitunum fundust 33 tegundir og voru einnig 15 þeirra með meira en 10% þekju. Neðst í fjörunni var sjóarkræða ríkjandi. Klóþang var ríkjandi aðeins ofar eða á miðjureitunum. Efst var svo klappaþang mest áberandi.

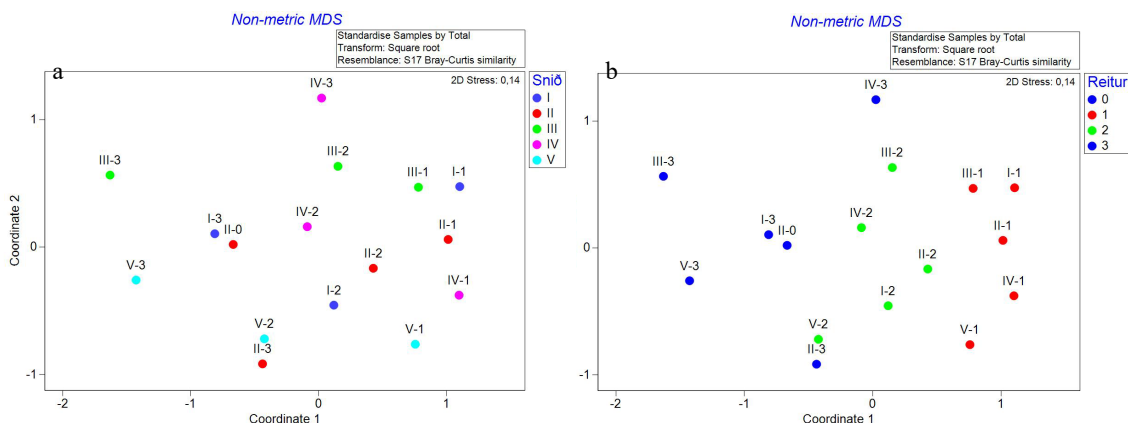
Tafla 3. Lóðrétt dreifing á þekju tegunda í fjöru með meira en 10% þekju á einhverri stöð. Sýnd er meðalþekja fyrir hvert hæðabil í efri hluta fjörunnar.

Table 3. Vertical distribution of the cover of species with more than 10% cover in at least one square. Figures show the mean cover for each height interval in the upper part of the shore.

	Þörungar	brimskúfur	klóþang	brimkló	þyrnikló	steinskúfur	þang ungiði	skúfþang	klappapang	rauðskán	kalkskán	sjóarkræða	Purpurahimna	fjöruskóf	DÝR	sæfflar (stk)	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, $p=0,254$) (4. mynd a) né eftir hæð í fjöru (ANOSIM, $p=0,391$) (4. mynd b) en þó má vel greina beltaskiptingu í fjörunni á MDS-ritinu (4. mynd b).



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.

Figure 4. MDS plot marked with a) color by transects and b) by height on the shore. The lowest squares are numbered 1, the middle squares 2 and the highest, number 3 (for position of the transects I-V see Fig. 1). Stress = 0.14

Næringarefnamælingar

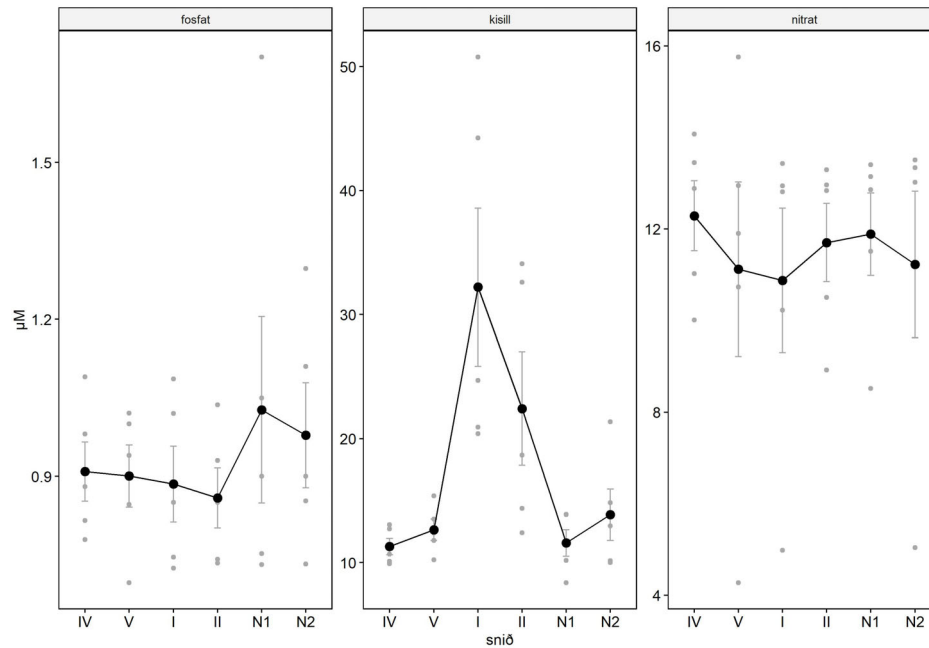
Styrkur fosfats var lítið eitt lægri á sniðum norðan við útrásina (0,724-0,752 μM) en á sniðum IV og V sem eru í nokkurri fjarlægð sunnan við útrásina (0,815-0,846 μM) (tafla 4). Kísilstyrkur var hins vegar hæstur á sniði I (24,69 μM) sem er næst útrásinni og nokkuð hærri á sniði II en sniðum fjær útrásinni, hvort sem var fyrir norðan eða sunnan við hana. Styrkur nítrats 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 lítið.

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

Table 4. Nutrient concentrations for phosphate, silicate and nitrate at the coast by the study transects. Samples were collected on December 12, 2019. Concentrations are given in μM .

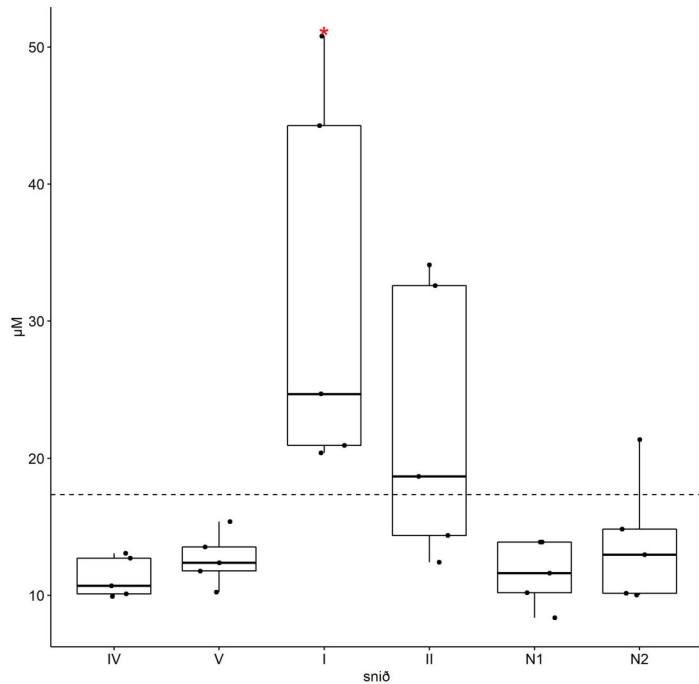
	fosfat	kísill	nítrat
Snið I	0,724	24,69	10,22
Snið II	0,734	14,37	10,50
Snið IV	0,815	10,68	11,02
Snið V	0,846	10,22	10,73
Snið N1	0,752	10,18	11,51
Snið N2	0,732	10,01	11,22

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 nítrats 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. Á myndunum eru sniðin sýnd frá suðri til norðurs út eftir x-ásnum. Snið I er næst útrásinni þar sem affallsvatnið rennur til sjávar.

Figure 5. Winter concentrations of nutrients phosphate, silicate and nitrate at the study transects sampled during the period 2015 til 2019. Black dots are mean concentrations and vertical bars show the standard errors of means. For position of the transects I–V see Fig. 1.

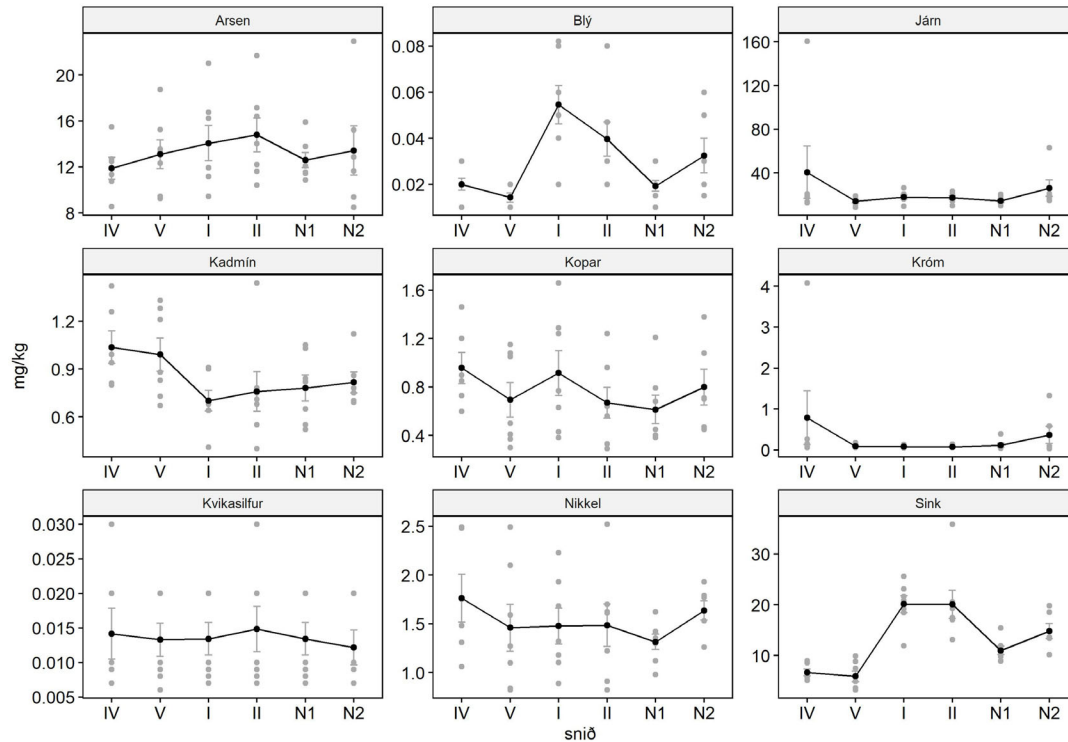


6. mynd. Mælingar á kísli sem sýna að styrkur hans er marktækt hærri (rauð stjarna) en meðalstyrkur (brotalína) við snið I, sem er næst útrás orkuversins. Grafið sýnir sniðin frá suðri til norðurs út eftir x-ásnum.

Figure 6. Concentration of silicate at the coast by the study transects showing significant increase at the effluence from the power plant (transect I).

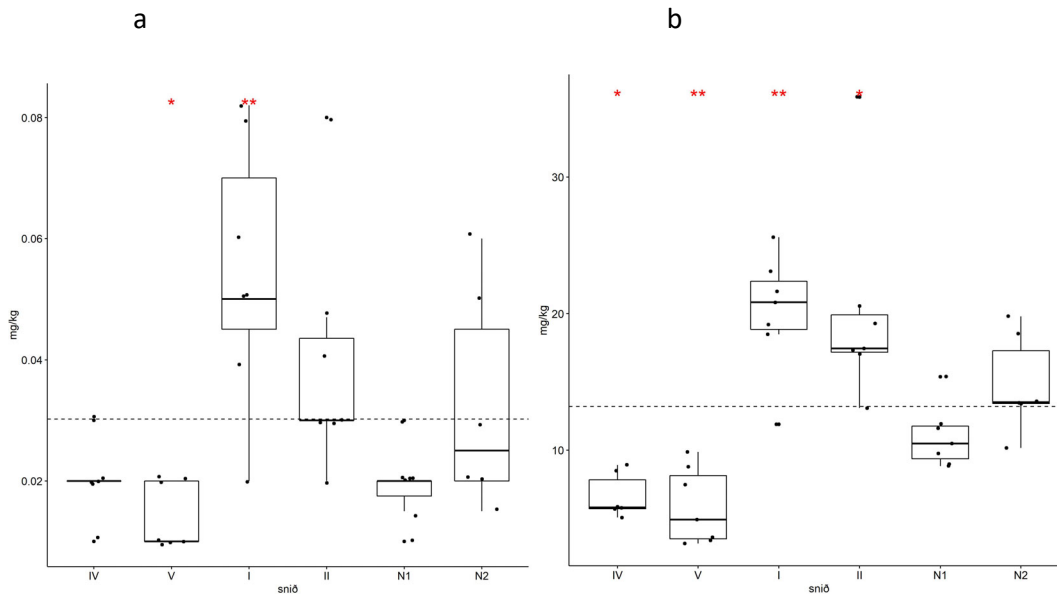
Snefilefnamælingar

Niðurstöður snefilefnamælinga eru sýndar í viðauka 3. Vetrarstyrkur snefilefna í skúfpangi hefur verið mældur árlega frá 2013 (7 mæliлотur) (7. 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 (8. mynd). Ekki mældist marktækur munur milli sniða á öðrum efnum.



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

Figure 7. Trace element concentrations in *Fucus distichus* during winters from 2013 to 2019. Black dots represent values pr. years and vertical bars standard errors. The diagram shows the concentration along the coast from south to north (for position of transects I to V, N1 and N2, see Fig. 1).



8. mynd. Snefilefni sem voru marktækt frábrugðin meðalgildum á styrk snefilefna. a) blý, b) sínk. Rauðar stjörnur sýna hvaða snið voru marktækt frábrugðin. Á myndinni eru sniðin sýnd frá suðri til norðurs út eftir x-ásnum.

Figure 8. Concentrations of trace elements that deviated significantly from mean concentrations (all samples). a) lead, b) zinc. Red stars show level of significance. The transects are arranged from south to north along the x-axis.

Umræða

Ekki var greinanlegur munur í þekju botnfastra þörunga 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), en brim er mikið í fjörum á sunnanverðum Reykjanesskaga (Agnar Ingólfsson 1985). 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. Fjörubeðurinn á rannsóknasvæðinu er mjög óreglulega lagaður og getur því veitt staðbundið skjól sem gefur hagstæð vaxtarskilyrði fyrir tegundirnar.

Mælingar á náttúrulegum styrk næringarefna í nóvember í sjónum vestur af Reykjanesskaga hafa sýnt um 10 μM nítrat við yfirborð og um 0,8 μM fosfat (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 sjóssýnum sem tekin voru 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 grunnildi fyrir snefilefni í þangi fyrir svæðið frá því áður en farið var að hleypa útfallinu frá Reykjanesvirkjun í fjöruna við Kistu ekki til. Til hliðsjónar eru því notuð gildi sem fengin eru úr sýnum sem tekin eru í nokkurri fjarlægð frá útrásinni, 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 valda mikilli og hraðri blöndun og milda 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 lífvera 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 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. Guðrúnu G. Þórarinsdóttur þökkum við fyrir að lesa yfir handrit af greininni og færa margt til betri vegar.

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). *Lífriki 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, Austri. URL <http://www.R-project.org/>.
- Sólveig R. Ólafsdóttir. (2006). *Styrkur næringarefna í hafinu umhverfis Ísland*. Hafrannsóknastofnunin. Fjölrit nr. 122. 24 bls.

Viðaukar

Viðauki 1. Myndir af reitum a eða b af sniðum I – V (ljósm. Svanhildur Egilsdóttir og Karl Gunnarsson).

Appendix 1. Images of squares from different heights (1 lowest, 3 highest) on transects I to V (see Fig. 1) (Photos, Svanhildur Egilsdóttir and Karl Gunnarsson).

	
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





Sniđ V 1a



Sniđ V 2a



Sniđ V 3b

Viðauki 2. Tegundir botnfastra þörunga og dýra sem fundust í fjörinni við Kistu 2019. Sniðum er raðað frá suðri til norðurs (sjá 1. mynd).

Appendix 2. Benthic species found on the shore at Kista. Transects are arranged from south to north (see Fig. 1).

	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 sp</i>		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 sp. cf.</i>							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 sp</i>	x	x		x	x	x	x			x						
<i>Gaillona hookeri</i>			x													
<i>Gaillona seposita</i>		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 sp.</i>					x		x	x		x	x	x	x	x	x	x

Kalkskán <i>Corallinaceae</i> skán	x	x		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	x	
Kólgugrös <i>Devaleraea ramentacea</i>										x	x						
Kóralþang <i>Corallina officinalis</i>										x							
Márusvunta <i>Ulva fenestrata</i>					x		x		x							x	
Purpurahimna <i>Porphyra sp. s.l.</i>	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	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 ungiði			x													
Nákuðungur <i>Nucella lapillus</i>							x			x				x		
Sæfífill 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		

Viðauki 3. Niðurstöður mælinga á styrk snefilefna í skúfþangi



Matís ohf
Efnarannsóknir
 Vinlandsleið 12
 113 Reykjavík
 Sími: (354)-422 5000
 Fax: (354)-422 5001

RANNSÓKNANIÐURSTÖÐUR
 Útgefnar af faggildri rannsóknastofu
 Report issued by Accredited laboratory

Síða 1 af 2

HS Orka hf.
 6804750169
 Brekkustíg 36
 Reykjanesbæ

páng
 páng

Sýnatökudagsetning

Móttekið 10/01/2020
 Rannsakað 10/01/2020

Blaðsíða 1 af 2

Tegund sýnis : Söl og þang
 Skýringar :

Sýni	Merking 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		Kadmiín (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		Kadmiín (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		Kadmiín (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		Kadmiín (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/páu sýni sem var/voru rannsakað/rannsókuð.

Mæliðvissa 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.



Matís 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

Móttekið 10/01/2020
Rannsakað 10/01/2020

Blaðsíða 2 af 2

Tegund sýnis : Söl og þang
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	Krómi (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	Kadmiín (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	Krómi (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	Kadmiín (Cd)	0,86 +/-20% mg/kg	NMKL 186 (2007), mod.	*

ER Mæling var framkvæmd á efnastofu Matís í Reykjavík
EN Mæling var framkvæmd á efnastofu Matís 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 rannsakað/rannsókuð.

Mæliðvissa 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.



HAFRANNSÓKNASTOFNUN

Rannsókn- og ráðgjafarstofnun hafs og vatna