

GR 24:02

Geislamælingar á Heiðarfjalli 2023

mæliskýrsla



GEISLAVARNIR RÍKISINS
ICELANDIC RADIATION SAFETY AUTHORITY

Desember 2024

Geislavarnir ríkisins

Rauðarárstíg 10

105 Reykjavík

sími: 440 8200 netfang: gr@gr.is

www.geislavarnir.is

ISBN 978-9935-9521-6-5

Efnisyfirlit

SAMANTEKT	5
1. INNGANGUR	5
2. MÆLIÐFERÐIR OG TÆKJABÚNAÐUR	5
3. NIÐURSTÖÐUR.....	6
3.1 GAMMASKIMUN Á BÍL.....	6
3.2 GAMMASKIMUN MEÐ BAKPOKAMÆLUM.....	8
3.3 GAMMAGREINING JARÐVEGS OG VATNSSÝNA.....	10
4. ÁLYKTANIR.....	11
5. HEIMILDIR.....	13

Samantekt

Geislavarnir ríkisins gerðu gammamælingar og tóku sýni á Heiðarfjalli árið 2023 að beiðni Umhverfisstofnunar. Niðurstöður þeirra mælinga leiddu í ljós fjóra reiti með aukna geislavirkni miðað við bakgrunn. Hæstu gildi í jarðvegssýnum sem tekin voru, greindist með há gildi fyrir radín (Ra-226, 650 Bq/kg þurrvigti), þórín (Th-232, 1550 Bq/kg þurrvigti) og úran (U-238, 796 Bq/kg þurrvigti). Engin aukin geislavirkni mældist í þeim þrem vatnssýnum sem voru tekin. Engin augljós skýring fannst á orsök þessarar auknu geislavirkni og þess vegna er ekki hægt að útiloka að meiri geislaamengun sé á svæðinu.

1. Inngangur

Á Heiðarfjalli á Langanesi var rekin ratsjárstöð á vegum bandaríska hersins um miðjan sjötta áratug síðustu aldar. Stöðin var lögð niður 1970 en eitthvað af úrgangi frá stöðinni var urðaður á staðnum. Ekki vitað til þess að geislavirk efni hafi verið notuð á ratsjárstöðinni.

Árið 2017 fengu tveir eigendur Eiða (bær við rætur Heiðarfjalls) Umhverfísvisindahóp frá Kanada (The Environmental Sciences Group (ESG) of the Royal Military College of Canada) til að kanna mögulega mengun vegna þeirrar starfsemi sem verið hafði á Heiðarfjalli. Meðal annars voru tekin 56 jarðvegssýni. Niðurstöður efnagreiningar leiddu í ljós að í einu af þessum sýnum mældist hátt gildi af úrani eða 41 mg/kg. Umhverfisstofnun óskaði í kjölfarið eftir því við Geislavarnir ríkisins að gerð yrði úttekt á svæðinu með tilliti til geislaamengunar. Í júní árið 2023 var hluti þess svæðis sem um ræðir skimaður með gammamæli auk þess sem sýni af jarðvegi og yfirborðsvatni tekin og mæld.

2. Mæliaðferðir og tækjabúnaður

Markmið úttektarinnar var að taka jarðvegssýni og þá sérstaklega frá þeim stað þar sem mikill styrkur úrans hafði áður mælst (41 mg/kg úran í jarðvegssýni) með efnafræðilegum aðferðum (1). Einnig átti að taka vatnssýni og skima með gammamælum yfir sem stærst svæði í leit að mögulegri geislaamengun.

Fjögurra lítra NaI gammamælir (kallaður SPARCS) var hafður á þaki jeppa sem var ekið um svæðið og á vegslóðum í nágrenninu. Mælirinn er næmur fyrir gammageislun. Staðsetning nemans á þaki bílsins gerir það að verkum að bíllinn skýlir fyrir geislun undir honum. Stærsti hluti mældra gammageisla með nemanum kemur frá 5-10 metra radíus kringum bílinn. Mælirinn vistar orkuróf gammageislanna (hér eftir kallað gammaróf) á sekúndufresti og skráir GPS hnit um leið. Í niðurstöðunum er einungis heildargammatalningin gefin upp á ferlunum sem er varpað á kort, en hægt er að skoða gammarófin til að fá vísbendingu um hvaða geislavirku efni geta verið í nálægu umhverfi mælisins. Ef gammarófin víkja frá eðlilegri mælingu á náttúrulegri geislun gefur mælirinn viðvörun. Mælirinn er ekki hentugur til að mæla litla geislaamengaða bletti nema bíllinn sé nánast við hliðina á þeim eða ef

blettirnir eru mjög geislavirkir. Þá er ekki hægt að magngreina geislaþengunina með mælinum nema mengunin nái yfir stórt svæði.

Einnig var notaður gammamælir í bakpoka sem var með 0,5 lítra NaI nema (NaI bakpokamælir) til þess að skima svæði þar sem ekki var hægt að keyra á jeppanum; Tropo Building Area, Dump Area¹ og í malargryfju norðvestan við urðunarstaðinn (Dump area). Við skimunina var haldið á bakpokamælinum þannig að botn bakpokans var 10- 20 cm frá yfirborði. Niðurstöður þeirra mælinga eru eins og fyrir SPARCS tækið gefnar upp sem slög á sekúndu á ferli sem er varpað á kort.

Að auki var annar bakpokamælir með 1,5x1,5 tommu CeBr nema (CeBr bakpokamælir) notaður til þess að gera bráðabirgðagreiningu á geislavirkum samsætum ef aukin geislavirkni mældist. Tekin voru 5 gammaróf með CeBr bakpokamæli. Fyrst á þeim stað þar sem áður hafði mælst hár styrkur úrans með efnagreiningu (mælireitur 1, sjá mynd 3), og svo á fjórum öðrum stöðum þar sem NaI bakpokamælirinn mældi aukna geislavirkni (mælireitir 2-5, sjá mynd 3). Bakpokinn var lagður á jörðina þannig að CeBr neminn væri næst þeim stað þar sem geislavirknin mældist mest.

Einnig voru notaðir smærri mælar til að fylgjast með geislaálagi starfsmanna og mæla alfa- og betageislun.

Tekin voru fimm jarðvegs- og gróðursýni á þremur mismunandi stöðum. Þar sem gróður var á yfirborði var hann tekinn sér og mældur. Sýnin voru þurrkuð í ofni við 40°C í sólarhring og svo möluð til að gera hvert sýni sem einsleitast. Sýnin voru sett í staðlaðan sýnabíkar, gerð loftþétt og geymd í 4 vikur til að ná jafnvægi á milli radíns og dótturefna þess. Þegar sýnin voru meðhöndluð var skimað eftir ummerkjum um málagnir eða aðrar agnir frá ákveðnum geislavirkum efnum (t.d. lokaðri geislalind) í sýnunum.

Eitt vatnssýni var tekið úr lítilli tjörn á svokölluðu Catchment area² og auk þess voru tvö vatnssýni tekin af Umhverfisstofnun mánuði seinna. Þau sýni voru tekin úr tveim skurðum sunnan við Heiðarfjall nærri bænum Eiði.

Mælingar á sýnunum voru gerðar með næmum germaníum nema (HPGe). Greiningar á niðurstöðunum voru gerðar með hugbúnaðinum GammaVison frá ORTEC.

3. Niðurstöður

3.1 Gammaskimun á bíl

SPARCS tækið var staðsett á þaki jeppa og ekið var upp á fjallið og um nágrenni þess, m.a. að heimreið að bænum Eiði og vegslóðann upp að Hrollaugstaðafjalli þar sem einnig eru rústir. Mynd 1 sýnir mæliferla við SPARCS skimun og heildargammatalningar.

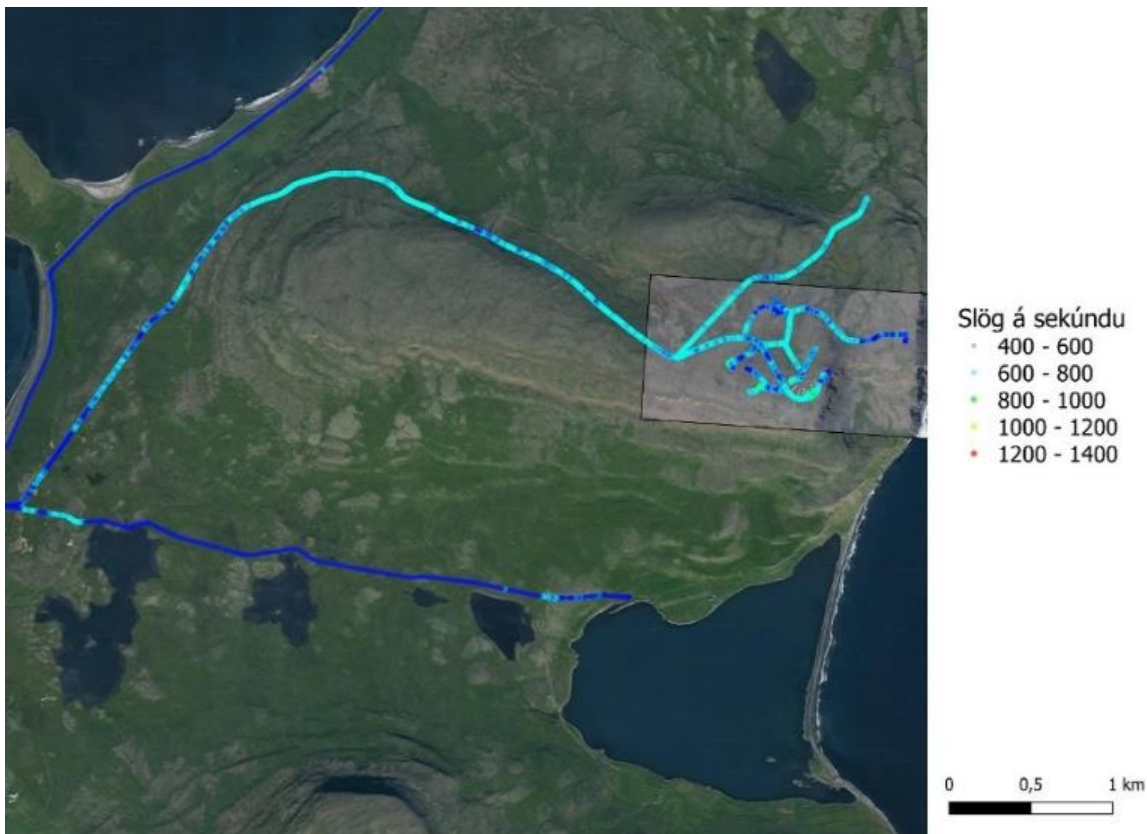
¹ Tropo Building og Dump Area eru svæði sem eru skilgreind í mæliskýrslu ESG frá 2019, sjá heimild (1)

² Catchment area er svæði sem eru skilgreint í mæliskýrslu ESG frá 2019, sjá heimild (1)

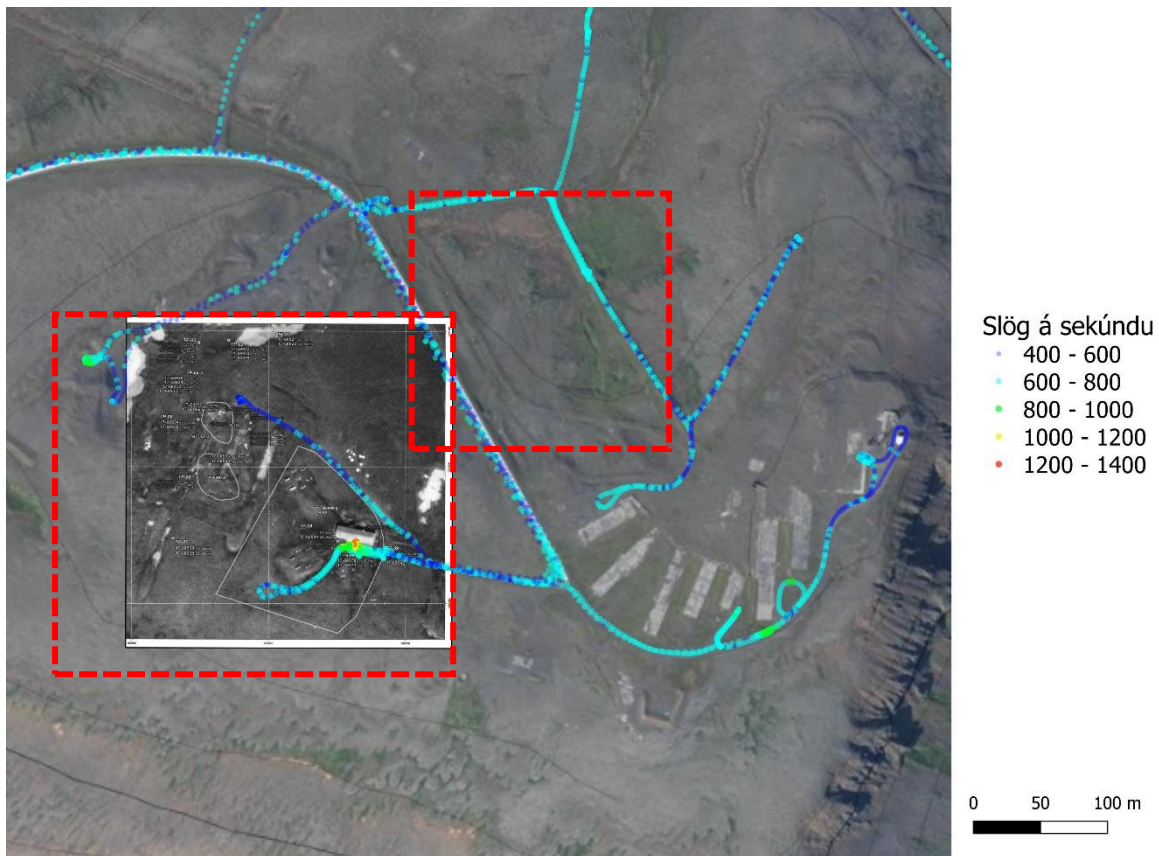
Venjulegar bakgrunnsmaðlingar með SPARCS á Íslandi þar sem berggrunnurinn er basalt, eru á bilinu 400-2000 slög/sek. Engu að síður er hægt finna geislaflengun eða geislalindir þegar talningarhraðinn er á þessu bili, með því að skoða gammaróf mælinganna. Á þremur stöðum gaf SPARCS mælirinn upp viðvörun um hugsanlega geislaflengun.

Fyrsti staðurinn var í brekku upp að því mastri á Heiðarfjalli sem enn stendur, en ekki var hægt að greina neina óeðlilega orkutoppa í gammarófum mælinganna. Við Tropo bygginguna kom upp viðvörun, sem við nánari skoðun reyndist vera vegna þess að steypa í byggingunni var með meira magn af náttúrlegum geislavirkum efnum en umhverfið (aðallega Th-232). Mælingar gáfu þó ekki til kynna að það væri óeðlilega mikið magn í steypunni. Þriðja viðvörunin var í malargryfju vestan við urðunarsvæðið. Sú viðvörun gaf til kynna aukið magn af Th-232 í umhverfinu sem síðar var staðfest með bakpokamæli. Aukningin reyndist vera á litlum bletti (mælireitur 2, sjá mynd 3).

Með SPARCS tækinu uppgötvaðist því aðeins einn reitur með aukna geislun (mælireitur 2).



Mynd 1. Mæling með SPARCS tæki kringum og uppi á Heiðarfjalli. Litur ferilsins sýnir hve mörg slög mældust á sekúndu.



Mynd 2. Ferill mælingar með SPARCS á þaki jeppa uppi á Heiðarfjalli. Litur ferilsins sýnir hve mörg slög mældust á sekúndu. Rauðu punktalínurnar sýna afstöðu svæðanna sem sýnd eru á myndum 3 og 4.

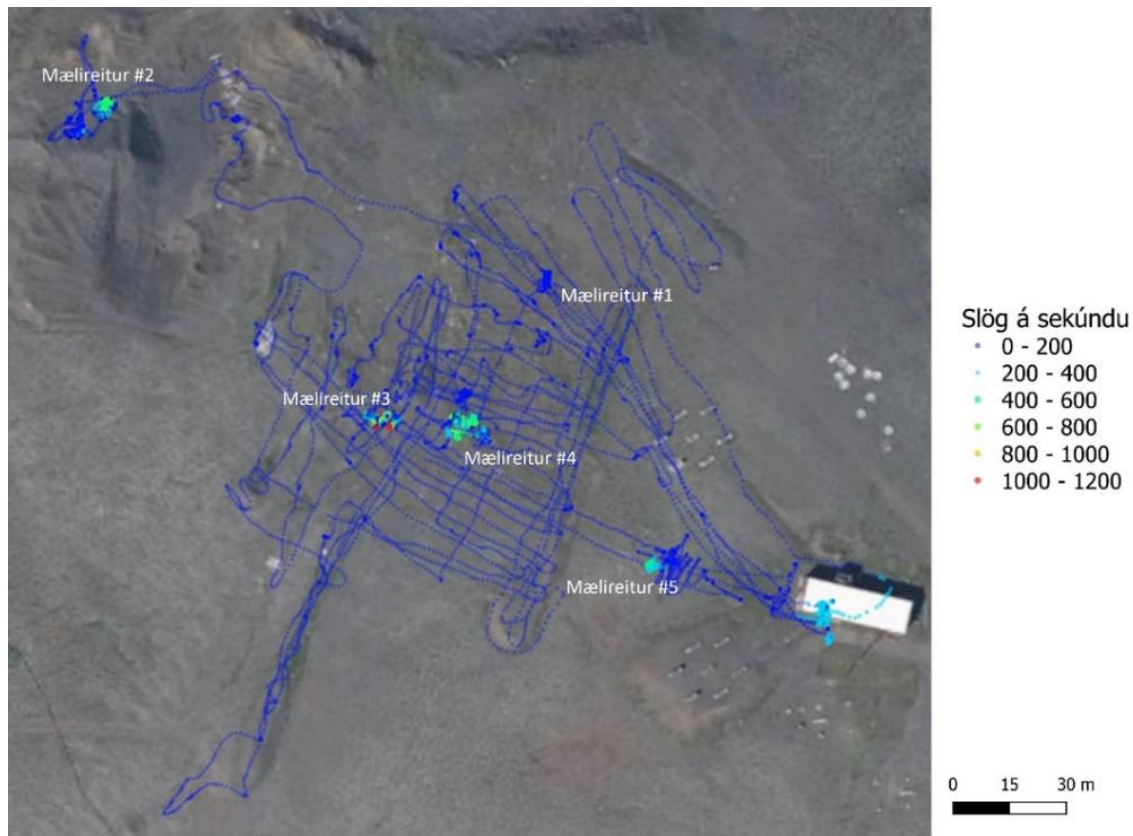
3.2 Gammaskimun með bakpokamælum

Gengið var um með Nal bakpokamæli nálægt Tropo húsi, urðunarstað (Dump area) og í malargryfju norðvestan við urðunarstaðinn. Nal bakpokamælirinn er mun smærri en SPARCS mælitækið og ekki eins næmur. Eðlilegur bakgrunnur með bakpokamælinum á Heiðarfjalli var undir 200 slög/sek.

Engin aukning mældist á þeim stað þar sem jarðvegssýni með háan styrk úrans hafði mælt árið 2017 (mælireitur #1), en á hinum mælireitunum á myndinni mældist aukin geislavirkni. Mælireitur #3 á mynd 3 gaf hæsta talningu eða yfir 1000 slög/sekúndu. Yfirborð á svæðinu var mól og mold með gróðri, og mosa hér og þar. Í malargryfjunni var gróf mól yfir þeim stað þar sem aukin geislavirkni mældist (mælireitur 2) sem er sami staður og mældist með SPARCS tækinu. Allir þeir staðir þar sem aukin geislavirkni mældist voru kringum 20-40 cm að þvermáli.

Engin aukning mældist á Catchment area svæðinu sem liggur lægra í landinu vestan við hitt svæðið sem var mælt með bakpokamælinum. Þar var skimað í kringum litla tjörn á svæðinu og meðfram vegslóða. Á mynd 4 má sjá mæliferilinn sem var tekinn.

Reynt var að skima sem stærstan flöt á svæðinu á þeim tveimur dögum sem mælingarnar voru gerðar. Miðað við geislavirknina sem mældist á þessum reitum gætu auðveldlega verið fleiri reitir með aukna geislavirkni á svæðinu þar sem bakpokamælirinn þurfti að vera nokkuð

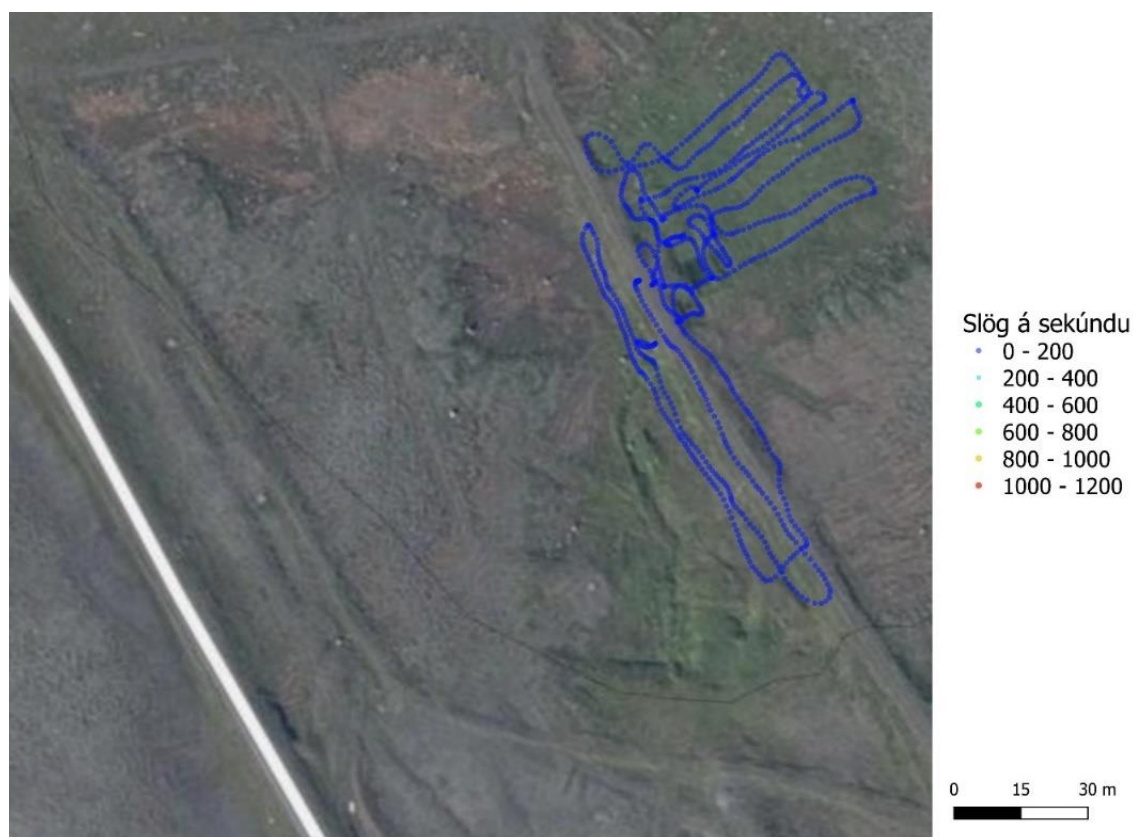


Mynd 3. Ferill mælingar með NaI bakpokamæli uppi á Heiðarfjalli. Litur ferils táknar hve mörg slög mældust á sekúndu. Einnig eru merktir inn á myndina mælireitir 1 – 5 þar sem tekið var gammaróf með CeBr bakpokamæli.

nálægt til að greina aukna geislavirkni. Há talning við Tropo hús er vegna náttúrlegra geislavirkra efna í steypunni. Ekki er hægt að bera saman talningarhraðann á bakpokamælinum og SPARCS tækinu þar sem bakpokamælirinn er með 0,5 lítra NaI nema en SPARCS tækið með 4 lítra NaI nema.

Á þeim stöðum þar sem NaI bakpokamælirinn gaf til kynna aukna geislavirkni var gerð lengri mæling með CeBr bakpokamæli í 10-30 mínútur. Bakpokmælirinn gaf fljótt til kynna að á þessum stöðum var aukin geislavirkni frá Th-232, sbr mælirreiti 2 til 5 á mynd 3. Auk þess gaf mælinginn á reit 3 til kynna aukna geislavirkni frá Ra-226.

Einnig var gerð mæling á þeim stað þar sem áður hafði mælst hár styrkur úrans í jarðvegssýni árið 2017 (1) en mælirinn gaf ekki til kynna aukna geislavirkni á þeim stað.



Mynd 4. Ferill mælingar með NaI bakpokamæli á Catchment area svæðinu. Litur ferils táknar hve mörg slög mældust á sekúndu.

3.3 Gammagreining jarðvegs og vatnssýna

Sýnin sem voru tekin voru mæld í þrjá daga eða lengur með HPGe nema. Þegar sýnin voru meðhöndluð fyrir mælingarnar sáust engin málmbrot eða aðrar agnir frá manngerðum geislavirkum efnum, sem er vísbending um að geislaálag er vel blönduð gróður- og jarðvegssýnunum. Niðurstöðurnar úr greiningu á mælingunum má sjá í töflu 1.

Tafla 1. Niðurstöður eru gefnar upp í Bq/kg. MDA er greiningarmörk mælingar sem einnig er gefið upp í Bq/kg. Merkið < þýðir að mæling er undir greiningarmörkum. Appelsínugulu tölurnar sýna aukna geislun miðað við eðlileg gildi

Sýn nr.	Athugasemd	U-238	MDA	Th-232	MDA	Ra-226	MDA	Cs-137	MDA
1	Mælireitur 1	20.4	10.70	5.44	0.35	4.42	0.21	1.21	0.10
2	Mælireitur 3, 0-10cm dýpi	795.8	106.00	1,549.90	3.45	650.07	2.26	24.88	1.04
3	Mælireitur 3, 10-20cm dýpi	94.9	33.00	136.86	2.15	76.27	0.88	9.05	0.40
4	Catchment area	<	15.50	5.48	0.59	5.49	0.34	5.21	0.15
5	Gróður á mælireit 3	<	159.28	165.24	6.17	73.00	3.60	4.66	1.83
6	Vatnssýni "Catchment area"	<	4.77	<	0.16	<	0.09	<	0.02
7	Vatnssýni, 66.268, -15.001	<	3.56	<	0.14	<	0.07	<	0.01
8	Vatnssýni, 66.269, -14.992	<	3.60	<	0.13	<	0.07	<	0.01

Engin aukning á geislavirkni mældist í vatnssýnunum þrem (sýni 6-8) en í töflunni eru gefin upp greiningarmörk mælinganna (minimal detectable activity, MDA). Greiningarmörkin eru nógu lág til að fullyrða megi að vatnið uppfylli kröfur um að geislaálag sé undir viðmiðunarmörkum fyrir heildargeislaálag frá neysluvatni sbr. töflu 3 í viðauka 1 í reglugerð nr. 536/2001 um neysluvatn. Sum lönd eru hinsvegar með viðmiðunarmörk sem eru lægri

fyrir U-238 vegna eitrunaráhrifa og alfageislunar. Alþjóðaheilbrigðistofnunin (WHO) hefur gefið út viðmiðunarmörk upp á 30 $\mu\text{g/l}$ ($\sim 0,4\text{Bq/l}$) vegna eitrunaráhrifa U-238 (2). Það þyrfti nákvæmari mælingar til að vita hvort magn U-238 sé undir þeim viðmiðunarmörkum.

Sýni númer 1 sem var tekið þar sem áður hafði greinst aukið úran í jarðvegi mældist ekki með aukna geislavirkni.

Sýni af mæltreit 3 sýndu greinileg merki um aukna geislavirkni. Í jarðvegssýnunum (sýni 2 og 3) mældist aukið U-238, Th-232 og Ra-226. Hlutfallið milli U-238 og U-235 mældist það sama og í náttúrunni. Til einföldunar er styrkleiki U-235 ekki gefinn upp í töflu 1, né dótturefna U-238, Th-232 og Ra-226. Virkni sesíns-137 (Cs-137) í sýnunum er innan eðlilegra marka, en allur jarðvegur á yfirborði Ísland og annara landa er mengaður af Cs-137 vegna tilrauna með kjarnorkusprengjur sem voru gerðar í andrúmsloftinu um miðja tuttugustu öldina. Sýni 5 sem var gróður ofan á mæltreit 3 mældist einnig með aukna geislavirkni en virkni U-238 var undir greiningarmörkum og virkni Th-232 og Ra-226 var töluvert minni en í jarðvegssýnunum. Sýni númer 3 sem var tekið á 10 cm dýpi, sýndi töluvert minni virkni heldur sýni 2 sem var tekið á 0-10 cm dýpi, sem gefur til kynna að mengunin er mest á yfirborðinu og nái bara til þessa litla reits sem sýnið var tekið. Handmælir sýndi litla sem enga geislun í holunni eftir að búið var að taka sýni 2 og 3 og því hefur meirihluti geislamengada jarðvegsins verið tekinn sem sýni á þessum stað.

4. Ályktanir

Fjórir mæltreitir mældust með aukna geislavirkni í jarðvegi og gróðri við mælingar á Heiðarfjalli og nágrenni. Engin aukin geislavirkni mældist í vatnssýnum. Ef þetta er eina geislamengunin á svæðinu telst hún hvorki mikil í magni né heildar geislavirkni. Ekki er hægt að útiloka að fleiri reitir geti verið geislamengaðir eða að geislalindir gætu verið grafnar ofan í jörðu sem mælingarnar náðu ekki til. Miðað við ofangreint telja Geislavarnir ríkisins að fólki á svæðinu stafi ekki hættu af geislamenguninni svo lengi sem geislavirku efnin eru ekki innbyrt og ekki finnst umtalsvert meiri geislamengun grafin í jörðu.

Vísindanefnd Sameinuðu þjóðanna um áhrif jónandi geislunar (UNSCEAR) gaf út skýrslu árið 2000 um uppsprettur jónandi geislunar og áhrif hennar. Þar koma fram m.a. tölur um virkni náttúrulegra geislavirkra efna í jarðvegi um allan heim (3). Þar kemur fram að virkni U-238 í jarðvegi hefur mælst á bilinu 16-110 Bq/kg, Th-232 11-64 Bq/kg og Ra-226 17-60 Bq/kg.

Það er því ljóst að mæliniðurstöður á sýnunum frá Heiðarfjalli á geislavirkum samsætum úrans, þórins og radíns eru langt fyrir ofan þau gildi sem búast mætti við í jarðveg.

Geislamengun sem fannst á svæðinu er einungis á fjórum afmörkuðum svæðum (20-40 cm að þvermáli). Ef gert er ráð fyrir að virknin sé jafnmikil alls staðar og allt tekið saman í eina geislalind myndi hún flokkast í lægsta hættuflokk geislalinda sbr. flokkun Alþjóða kjarnorkumálastofnunarinnar (IAEA) (4).

Ekki er vitað hver er orsök þessarar geislamengunar og því erfitt að fullyrða hvort meiri geislamengun sé til staðar eða hvort geislalindir gætu verið grafnar ofan í jörðu sem

mælingarnar náðu ekki til. Skimun með gammamæli á yfirborði var ekki nógu þétt og náði ekki til nógu stórs hluta af svæðinu til að útiloka að fleiri geislaþengir blettir séu á yfirborði svæðisins.

Geislavirku efnin sem voru greind eru misjöfn þegar kemur að leysni og færanleika í náttúrunni. Til að mynda dreifist radín miklu frekar með vatni heldur en úran eða þórín í náttúrunni (5).

Geislavarnir ríkisins mæla með að gerð verði áætlun um hvað skuli gera við þann mengaða jarðveg sem vitað er um. Tveir möguleikar eru fyrir hendi, að aðhafast ekkert eða fjarlægja hann til geymslu eða förgunar. Þar sem orsök og uppruni mengunar er ekki ljós telur GR að það væri einnig gott að gera frekari mælingar til að átta sig á umfanginu. Sér í lagi ef meiriháttar framkvæmdir yrðu gerðar til hreinsunar eða mælinga á öðrum mengandi efnum.

Við allar ákvarðanir varðandi hvað skal gera við þessa geislaþengun þarf að hafa í huga grunnreglur geislavarna og taka tillit til allra þátta svo sem hættunnar, kostnaðar og samfélagslegra áhrifa.

5. Heimildir

1. **Environmental Sciences Group Royal Military College.** *2017 Investigation of Site Conditions at a Former US Radar Installation.* Kingston, Ontario : Environmental Sciences Group, 2019.
2. **Organization, World Health.** *Guidelines for drinking-water quality.* s.l. : World Health Organization, 2022.
3. **United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation.** *SOURCES AND EFFECTS OF IONIZING RADIATION.* New York : UNITED NATIONS, 2000.
4. **International Atomic Energy Agency.** *Categorization of Radioactive Sources, Safety Guide No. RS-G-1.9.* VIENNA : International Atomic Energy Agency, 2005.
5. **Agency, International Atomic Energy.** *Radiation Protection and the Management of Radioactive Waste in the Oil and Gas Industry.* Vienna : International Atomic Energy Agency, 2003.