



**REYKJANESVIRKJUN: MEÐFERÐ OG
FÖRGUN ÚTFELLINGA MEÐ AUKNA
NÁTTÚRULEGA GEISLAVIRKNI**

Umhverfismatsskýrsla



Febrúar 2026

Unnið af:

VSÓ Ráðgjöf
Borgartúni 20, 105 Reykjavík

www.vso.is

Unnið fyrir:

HS Orka
Svartsengi, 240 Grindavík

Samantekt

Þann 2. júní 2015 gerðu Geislavarnir ríkisins (GR) HS Orku viðvart um að í útfellingasýnum úr lögnum frá borholum nokkurra holna á Reykjanesi hefði mælst aukin náttúruleg geislavirkni (NORM). Útfellingarnar innihalda geislavirkar samsætur blýs (Pb-210) og pólonis (Po-210) með virkni á bilinu 50-480 Bq/g í einstökum sýnum sem er yfir viðmiðunarmörkum í reglugerð nr. 809/2003 um geislavarnir við notkun opinna geislalinda.

Í kjölfarið fór HS Orka yfir verklagsreglur fyrirtækisins sem snúa að hreinsun lagna á virkjunarsvæðum til að tryggja að mönnum, dýrum og umhverfi stafi ekki hættu af. Til stendur að flytja útfellingar sem innihalda NORM til geymslu í kjallara skiljustöðvar HS Orku og þær ýmist geymdar þar í lokuðum ílátum eða þær steypar inn í lokað rými.

Samkvæmt ákvörðun Skipulagsstofnunar, dags. 30. nóvember 2016, er umrædd framkvæmd, sem felst í hreinsun, flutningi og geymslu geislavirkra efna, matsskyld samkvæmt tölulið 3.04 í 1. viðauka í þágildandi lögum nr. 106/2000 um mat á umhverfisáhrifum. Töluliðurinn er óbreyttur í lögum nr. 111/2021 um umhverfismat framkvæmda og áætlana.

Í umhverfismatsskýrslu er fjallað um fyrirkomulag meðhöndlunar og förgunar efnanna, helstu áhrifaþætti þess og umhverfisáhrif. Aðalvalkostur HS Orku, valkostur A, felur í sér tvær útfærslur. Í báðum tilfellum er um að ræða geymslu á athafnasvæði HS Orku á Reykjanesi í Reykjanesbæ. Fyrri útfærslan felur í sér að útfellingar sem innihalda NORM er safnað saman og geymdar í lokuðum ílátum í kjallara skiljustöðvar á athafnasvæði HS Orku. Seinni útfærslan felur í sér að útfellingar sem innihalda NORM er safnað saman og þær steypar inn í lokað rými á athafnasvæðinu. Valkostur B felur í sér að flytja útfellingarnar erlendis. Samkvæmt alþjóðasamningi ber hverju ríki fyrir sig að sjá um þann geislavirka úrgang sem verður til í landinu. Að svo stöddu er óvíst hvort Ísland gæti fengið undanþágu til þess að flytja efnið erlendis til förgunar. HS Orka vill þó ekki útiloka að á það verði reynt seinna meir að senda útfellingarnar erlendis.

Auk þessara tveggja valkosta var skoðað hvort hægt væri að flytja útfellingarnar á urðunarstað á Íslandi til förgunar. Það er ekki talinn raunhæfur valkostur þar sem að á Íslandi hefur ekki verið skilgreindur urðunarstaður þar sem leyfilegt er að farga efni sem gefur frá sér geislun. Þá er fjallað um þann kost að farga efninu í jarðvegstípp, sem er skilgreindur sem núllkostur.

Umhverfismatsskýrsla fjallar um mat á umhverfisáhrifum fyrirhugaðrar framkvæmdar og þeirrar starfsemi sem henni fylgir ásamt tillögum að mótvægisáðgerðum.

Þeir umhverfisþættir sem eru til umfjöllunar í mati á umhverfisáhrifum eru eftirfarandi:

- Vatnshlot og vatnsvernd
- Jarðvegur
- Lífríki
- Heilsa og öryggi starfsmanna
- Landnotkun

Niðurstaða umhverfismatsins er að bæði A og B valkostir hafi óverulega neikvæð áhrif á þá umhverfisþætti sem voru til skoðunar. Núllkostur er talinn hafa talsvert neikvæð áhrif á alla umhverfisþættina sökum þess að ekki er hægt að stjórna því hvað nákvæmlega gerist fyrir útfellingarnar sem innihalda NORM ef þeim er fargað í jarðvegstípp. Til dæmis er ekki hægt að tryggja að fuglar innbyrði útfellingarnar og verði þannig fyrir skaða. Eftirfarandi er samantekt á helstu umhverfisáhrifum:

Áhrif á vatnshlot og vatnsvernd: Engin vatnsverndarsvæði eru á áhrifasvæði framkvæmdarinnar. Norðaustur af geymslusvæðinu er vatnsverndarsvæði. Grunnvatnsstefnan er í NV-SV stefnu, frá landi niður í sjó, í átt frá vatnsverndarsvæðinu.

Verklag við hreinsun mun tryggja örugga meðhöndlun svo að geislavirkt efni (NORM) berist ekki í jarðveg og þaðan í grunnvatn.

Valkostur A er talinn hafa óverulega neikvæð áhrif á gæði grunnvatns á svæðinu. Í samanburði við núllkost, að farga útfellingunum í jarðvegstípp, er valkostur A talinn hafa talsvert minni áhrif á grunnvatn. Hreinsun útfellinga af holutoppum, lögnum og skiljustöðvum fer fram á afmörkuðu svæði inn á skilgreindu iðnaðar- og orkuvinnslusvæði í Reykjanesbæ og verða útfellingar settar í lokað ílát eða steypar inn í lokað rými.

Valkostur B felur í sér flutning á útfellingum sem innihalda NORM frá iðnaðarsvæði HS Orku að höfninni Helguvík, Reykjanesbæ. Flutningsleiðin liggur að jaðri fjarsvæðis vatnsverndar. Möguleg neikvæð áhrif geta orðið á gæði grunnvatns ef óhapp verður við flutning útfellinga sem innihalda NORM og efnin kæmust í jarðveg og þaðan í grunnvatn. Nauðsynlegar ráðstafanir verða gerðar til að takamarka afleiðingar óhappa samanber lög nr. 7/1998 um hollustuhætti og mengunarvarnir. Ef óhapp verður og útfellingar sem innihalda NORM dreifast úr ílátum, í ökutæki og jafnvel í jarðveg mun fara fram tafarlaus hreinsun samanber kröfur í reglugerð um flutning á hættulegum farmi á landi og mengaður jarðvegur hreinsaður upp. Áhrifin yrðu staðbundin og tímabundin á meðan á hreinsun stæði. Fyrirhuguð framkvæmd er því ekki líkleg til að valda neikvæðum áhrifum á gæðapætti vatnshlota.

Áhrif á jarðveg: **Valkostur A** er talinn hafa óverulega neikvæð áhrif á jarðveg.

Við geymslu efnanna er talið mjög ólíklegt að útfellingar sem innihalda NORM berist í jarðveg. **Valkostur B** er sömuleiðis talinn hafa óverulega neikvæð áhrif á jarðveg. Einhverjar líkur eru á óhappi á meðan flutningi stendur en nauðsynlegar ráðstafanir verða gerðar til að takamarka afleiðingar óhappa samanber lög nr. 7/1998 um hollustuhætti og mengunarvarnir. Gerð verður viðbragðsáætlun við hugsanlegum óhöppum við flutning. Áhrifin yrðu staðbundin og tímabundin á meðan hreinsun stæði.

Áhrif á lífríki: Útfellingarnar innihalda alfa og beta geislun. Geislunin er skammdræg. Áhrif á lífríki felast í því að dýr geti orðið fyrir skaða ef þau innbyrða útfellingar sem innihalda NORM.

Valkostur A er talinn hafa óverulega neikvæð áhrif á lífríki. Þegar hreinsunin fer fram er útfellingum sem innihalda NORM jafnóðum komið fyrir í körum með lokum. Þar af leiðandi geta dýr ekki komist í snertingu við útfellingarnar. **Valkostur B** er sömuleiðis talinn hafa óverulega neikvæð áhrif á lífríki. Möguleg áhrif koma til ef óhapp verður við flutning útfellinga sem innihalda NORM. Áhrifin yrðu þó staðbundin og tímabundin á meðan á hreinsun stæði. Í samanburði við núllkost, það að farga útfellingunum í jarðvegstípp, þá eru báðir valkostir taldir hafa minni neikvæð áhrif á lífríki.

Áhrif á heilsu og öryggi starfsmanna: Hreinsun útfellinga fer fram einu sinni ári. Til þess að hafa áhrif á heilsu starfsmanna þyrfti að innbyrða talsvert magn af útfellingum. Hámark geislaálags er 1 mSv/ári á almenning og aðra starfsmenn en geislustarfsmenn samkvæmt reglugerð nr. 1290/2015. Við innöndun á 1 gr. af útfellingum sem innihalda NORM getur geislaálag orðið 0,2-2,0 mSv. Beta geislun getur valdið brunasárum og verið krabbameinsvaldandi ef húð er ekki varin (Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency, án dags.). Samkvæmt verklagi klæðist starfsfólk sem sér um hreinsun, hlífðarbúnaði. Starfsfólk og verktakar sem koma að hreinsun fá fræðslu um NORM og farið er yfir viðeigandi verklag um meðhöndlun.

Valkostir A og B eru taldir hafa sambærileg áhrif á heilsu og öryggi starfsmanna. Ekki er talin hætt á því að starfsfólk verði fyrir ytri geislun við framkvæmd hreinsunar. Valkostirnir eru báðir taldir hafa minni áhrif heldur en núllkostur. Í núllkosti er ekki hægt að hafa jafn góða stjórn á því hver kemst í snertingu við útfellingar sem innihalda NORM þar sem þeim yrði fargað í jarðvegstípp. Verklagsreglur um hreinsun og öryggisbúnað HS Orku miða að því að tryggja öryggi þeirra sem starfa við hreinsun útfellinganna.

Áhrif á landnotkun: Hreinsun borhola og geymsla útfellinga fer fram innan svæðis HS Orku sem er skilgreint sem iðnaðarsvæði I5 í Aðalskipulagi Reykjanesbæjar 2020-2035. Innan iðnaðarsvæðisins hefur m.a. verið reist eldisstöð Stolt Sea Farm og Samherji Fiskeldi stefnir að því að hefja fiskeldi á svæðinu. Fiskþurrkunarfyrirtækin Haustak og Laugafiskur eru einnig innan iðnaðarsvæðisins. Reykjanesið er vinsæll útivistar- og ferðamannastaður. Sökum þeirrar matvælaframleiðslu sem er í nágrenninu er talið sérstaklega mikilvægt að útfellingar sem innihalda NORM komist ekki út í umhverfið.

Áhrif vegna **valkosti A** eru talin óverulega neikvæð. Í samanburði við núllkost er geymsla útfellinganna á svæði HS Orku talin hafa minni áhrif á landnotkun á svæðinu. Verkferlar HS Orku varðandi hreinsun útfellinganna snúa að því að tryggja að þær útfellingar sem innihalda NORM séu geymdar á geymslusvæði sem eingöngu er notað sem slíkt. Möguleg náttúrvá á svæðinu er ekki talin auka líkur á því að útfellingarnar berist í umhverfið. Engu að síður verður gerð viðbragðsáætlun við hugsanlegri náttúruvá á svæðinu. Ef útfærsla tvö yrði fyrir valinu þyrfti að skilgreina geymslusvæði sem varúðarsvæði í skipulagi, sbr. skipulagsreglugerð nr. 90/2013. Áhrifin af **valkosti B** á landnotkun eru talin óverulega neikvæð þar sem útfellingarnar yrðu fluttar af svæðinu og því ekki líkur því að þær geti haft áhrif á landnotkun.

Eftirfarandi er samantekt á niðurstöðum mats á umhverfisáhrifum:

Umhverfisþáttur	A-valkostur	B-valkostur	Núllkostur
Vatnsgæði	Óverulega neikvæð	Óverulega neikvæð	Talsvert neikvæð
Jarðvegur	Óverulega neikvæð	Óverulega neikvæð	Talsvert neikvæð
Lífríki	Óverulega neikvæð	Óverulega neikvæð	Talsvert neikvæð
Heilsa og öryggi starfsmanna	Óverulega neikvæð	Óverulega neikvæð	Talsvert neikvæð
Landnotkun	Óverulega neikvæð	Óverulega neikvæð	Talsvert neikvæð

Eftirfarandi er samantekt um mótvægisáðgerðir og vöktunaráætlun HS Orku:

- Gerð verður viðbragðsáætlun við hugsanlegri náttúruvá á svæðinu þar sem fjallað verður um hættur sem gætu skapast vegna náttúruvá og hvaða aðgerðir fara í gang ef slíkar aðstæður skapast.
- Ef valkostur B verður fyrir valinu verður gerð viðbragðsáætlun við hugsanlegum óhöppum við flutning útfellinganna út fyrir athafnasvæði HS Orku.

Orðskýringar og skammstafanir

Alfa geislun	Jónandi geislun. Samanstanda af tveimur róteindum og tveimur nifteindum. Alfa-eindir eru þungar og hægara og valda mikilli jónun á lengdareiningu í efninu sem þær ferðast um.
ADR	ADR er alþjóðleg skammstöfun á flutning á hættulegum farmi á landi.
Beta geislun	Jónandi geislun. Eingöngu rafeindir og eru mun léttari og hraðskreiðari en alfa-eindir. Hleðsla þeirra er helmingi minni og þær valda því mun minni jónun á lengdareiningu í efninu sem þær ferðast um.
Bq	Bekerel, mælieining sem mælir geislavirkni. Veitir upplýsingar um virkni kjarnabreytinga á tímaeiningu, eða fjöldi sundruna á hverri sekúndu. Skv. reglugerð 809/2003 er úrgangur á föstu formi talinn geislavirkur ef heildarvirkni beta geislunar mælist yfir 10 Bq/g og/eða heildarvirkni alfa geislunar mælist yfir 1 Bq/g.
Framkvæmdasvæði	Holutoppar og safnæðar sem og svæði fyrir geymslu, flutning og förgun útfellinga.
Geislaálag	Mat á magni geislunar þar sem heilsufarsleg áhætta einstaklings er lögð til grundvallar.
Geislalind	Skammtur af geislavirku efni, sem fjallað er um sem eina heild. Opin geislalind er geislalind sem er ekki í þétu lokuðu hylki.
Helmingunartími	Helmingunartími geislavirkra efna er sá tími sem það tekur helming kjarnanna í efninu að geisla frá sér og hrörna.
IAEA	(International Atomic Energy Agency) Alþjóðakjarnorkumálastofnunin sem er alþjóðastofnun á vegum Sameinuðu þjóðanna. Helsti samstarfsvettvangurinn er um kjarnorkumál á alþjóðavísu þar sem markmiðin er að stuðla að friðsamlegri notkun kjarnorku og þróun á geislavörnum.
Iðnaðarsvæði	Svæði fyrir umfangsmikla iðnaðarstarfsemi eða starfsemi sem er talin geta haft mengun í för með sér, svo sem verksmiðjur, virkjanir, þ.m.t. vatnsfallsvirkjanir, jarðhitavirkjanir, sjávarfallavirkjanir og vindmyllur, tengivirki, veitustöðvar, skólpælu- og hreinsistöðvar, endurvinnslustöðvar, brennslustöðvar, förgunarstöðvar, urðunarsvæði, flokkunarmiðstöðvar og birgðastöðvar fyrir mengandi efni.
Jarðhitavökvi	Gufa og vatn sem kemur upp um borholur.
Jónandi geislun	Er flutningur á orku frá upptökum geislunar, geislavirk efni, annað hvort sem rafsegulbylgjur eða agnastraumur. Geislun er kölluð jónandi þegar hún hefur nógu mikla orku til að breyta sameindum í líkamanum og getur þannig valdið efnafræðilegum breytingum í frumum líkamans.
NORM	(Naturally Occuring Radioactive Material) Efni sem gefur frá sér aukna náttúrulega geislun
Samsæta	Er ólíkar gerðir sama frumefnis, þar sem fjöldi róteinda í frumeind er sá sami en fjöldi nifteinda er mismunandi og því massatalan ólík.
Sv	Sívert, mælieining sem mælir geislaálag. Gefur beint mat á áhættu einstaklings vegna jónandi geislunar í lágum skömmtum.
Útfellingar	Efni sem falla út úr vökva við yfirmettun þegar hann snöggsýður við þrýstifall.
Yfirmettun	Þegar vökvi getur ekki innihaldið sama magn uppleystra efna og fyrir suðu.

Efnisyfirlit

	Samantekt	2
	Orðskýringar og skammstafanir	5
	1 Inngangur	8
1.1	Matsskylda	9
1.2	Tilgangur framkvæmdar	9
	2 Staðhættir og skipulag	9
2.1	Auðlindagarður	10
2.2	Verndarsvæði og takmarkanir á landnotkun	10
2.3	Samræmi við skipulag	11
2.4	Eignarhald	11
2.5	Leyfi sem framkvæmdin er háð	11
	3 Geislun og geislavirkni	11
3.1	Náttúruleg geislun	11
3.2	Jónandi og ójónandi geislun	11
3.3	Áhrif geislavirkra efna	12
	4 Uppsöfnun náttúrulegra geislavirkra efna á Reykjanesi	13
4.1	Náttúruleg geislun á Reykjanesi	13
4.2	Geislaálag við Reykjanesvirkjun	14
4.3	Mælingar	15
4.3.1	Náttúruleg geislavirkni í borholum	15
4.3.2	Náttúruleg geislun við jarðvegstipp	16
	5 Valkostir	17
5.1	Kostur A: Geymsla á athafnasvæði HS Orku	17
5.2	Kostur B: Flutningur úr landi	18
5.3	Förgun á Íslandi	19
5.4	Núllkostur	19
	6 Framkvæmdalýsing	19
6.1	Lýsing á Reykjanesvirkjun	21
6.2	Framkvæmdasvæðið	21
6.3	Framkvæmdatími	21
6.4	Magn útfellinga	21
6.5	Framkvæmd hreinsunar	22
6.5.1	Stýring inn á framkvæmdasvæði	22
6.5.2	Verklagsreglur og persónuhlífar	22
6.5.3	Fræðsla starfsmanna og verktaka sem koma að hreinsun útfellinga	23
6.5.4	Geymsla á útfellingum	23
6.5.5	Geymsla á búnaði	24
	7 Náttúruvá á framkvæmdasvæði	25

8	Nálgun mats á umhverfisáhrifum	28
8.1	Matsferlið	28
8.2	Umhverfispættir	29
8.3	Forsendur	29
8.4	Vægismat	30
8.5	Matsteymið	31
8.6	Áhrifa- og rannsóknasvæði	31
8.7	Samráð og kynning	31
8.8	Álit Skipulagsstofnunar um matsáætlun	32
8.9	Frávik frá matsáætlun	32
9	Vatnshlot og vatnsvernd	33
9.1	Lýsing á grunnástandi vatnshlota og vatnsverndar	33
9.2	Skimun	34
9.2.1	<i>Grunnvatn á framkvæmdasvæði og vatnsvernd</i>	36
9.3	Mat á umfangi	38
9.4	Gæðapættir sem eru til umfjöllunar	38
9.5	Mat á áhrifum	39
9.5.1	<i>Valkostur A</i>	40
9.5.2	<i>Valkostur B</i>	40
9.6	Samantekt á niðurstöðum mats á áhrifum á vatnshlot	41
10	Jarðvegur	42
10.1	Jarðvegur á framkvæmdasvæði/geymslusvæði	42
10.2	Áhrif framkvæmda á jarðveg	42
10.3	Samantekt á niðurstöðum mats á áhrifum á jarðveg	43
11	Lífríki	44
11.1	Lífríki á framkvæmdasvæði	44
11.2	Áhrif framkvæmda á lífríki	45
11.3	Samantekt á niðurstöðum mats á áhrifum á lífríki	46
12	Heilsa og öryggi starfsmanna	47
12.1	Verklag varðandi heilsu og öryggi	47
12.2	Áhrif framkvæmda á heilsu og öryggi starfsmanna	47
12.3	Samantekt á niðurstöðum mats á áhrifum á heilsu og öryggi	48
13	Landnotkun	49
13.1	Landnotkun við geymslu/urðunarstaði	49
13.2	Áhrif framkvæmda á landnotkun	49
13.3	Samantekt á niðurstöðum mats á áhrifum á landnotkun	50
14	Niðurstaða mats	51
15	Vöktun og viðbragðsáætlanir	52
16	Heimildaskrá	53

1 Inngangur

Þann 2. júní 2015 gerðu Geislavarnir ríkisins HS Orku viðvart um að í útfellingasýnum úr lögnum frá borholum nokkurra holna á Reykjanesi hefði mælst aukin náttúruleg geislavirkni (e. *NORM: Naturally Occurring Radioactive Material*). Mælingar Geislavarnarstofnunar Finnlands, STUK, hafa síðar staðfest að um er að ræða uppsöfnun efna sem gefa frá sér alfa og beta geislun. Útfellingarnar innihalda geislavirkar samsætur blýs (Pb-210) og pólon (Po-210) með virkni á bilinu 50-480 Bq/g í einstökum sýnum, sem er yfir viðmiðunarmörkum reglugerð nr. 809/2003 um geislavarnir við notkun opinna geislalinda. Þetta var í fyrsta skipti sem geislun af þessu tagi hafði mælst á Íslandi en víða erlendis er hún vel þekkt viðfangsefni í tengslum við námuvinnslu og olú-, gas- og jarðhitavinnslu.

Í kjölfarið fór HS Orka yfir allar verklagsreglur fyrirtækisins sem snúa að hreinsun lagna á virkjunarsvæðum til að tryggja að mönnum, dýrum og umhverfi stafi ekki hætti af. Jafnframt óskaði Skipulagsstofnun eftir upplýsingum um málið. Eftir yfirferð ákvað stofnunin, 30. nóvember 2015, að förgun og meðferð útfellinga skyldi háð mati á umhverfisáhrifum. Frá því að geislavirknin mældist fyrst hafa Geislavarnir ríkisins veitt tímabundið leyfi á hverju ári til að geyma útfellingarnar sem innihalda NORM í lokuðum ílátum í gámum á geymslusvæði innan lóðar HS Orku á Reykjanesi (sjá mynd 5.1) á meðan leitað var langtímalausna.

Tafir hjá HS Orku við að ljúka umhverfismatsskýrslu vegna aukinna NORM-útfellinga við Reykjanesvirkjun má rekja til nokkurra samverkandi þátta. Engar innlendar lausnir eru til fyrir förgun efnis sem inniheldur aukna náttúrulega geislavirkni, sem þýddi að engin fordæmi eða staðlaðar verklagsreglur voru til staðar. Í ljósi þess var í upphafi mest áhersla lögð á að kanna möguleika á förgun erlendis. Sú leið reyndist flókin, meðal annars út frá alþjóðasamningum, og krafðist umfangsmikils samráðs. Í kjölfarið hófst frekari greining á öðrum valkostum í samráði við Geislavarnir ríkisins þar sem aukin áhersla var lögð á að útfæra lausn hérlandis. Þegar hér var komið sögu hófust jarðhræringar og eldgos á Reykjaneskaga, sem hindruðu gott aðgengi að svæðinu um tíma og breyttu jafnframt forgangsöröðun verkefna innan fyrirtækisins þar sem bregðast varð við aðsteðjandi náttúruvá.

Nú stendur til að flytja útfellingarnar í langtímageymslu í kjallara skiljustöðvar HS Orku og sækja um leyfi frá Geislavörnum ríkisins til lengri tíma. Eftir 2015, þegar geislun mældist fyrst, hefur útfellingum ekki verið fargað á jarðvegstipp heldur safnað saman eins og öðrum spilliefnum og er nú geymt í lokuðum ílátum í gámum á geymslusvæði (mynd 5.1). Til stendur að flytja útfellingar sem innihalda NORM til geymslu í rými í kjallara skiljustöðvarinnar. Í umhverfismatsskýrslu er þetta aðalvalkostur HS Orku. Á árunum 2016-2017 var til skoðunar að flytja efnið erlendis til förgunar. HS Orka vill halda því opnu að nýta þann valkost að flytja efnið erlendis, ef aðstæður breytast. Um þann valkost er einnig fjallað í umhverfismatsskýrslu. Sömuleiðis er gerð grein fyrir núllkosti, sem felur í sér að farga útfellingunum í jarðvegstipp/landmótunarsvæði við Reykjanesvirkjun, eins og gert var áður en vitað var af geislavirkninni. Árið 2018 mældi Geislavarnir ríkisins geislavirkni í og við jarðvegstippinn. Þær útfellingar sem eru með aukna náttúrulega geislavirkni eru grafnar í jarðvegstippnum og sýndu niðurstöður mælinga að engin geislun er mælanleg frá honum.

Tilgangur umhverfismatsins er að gera grein fyrir og kynna fyrir hagaðilum og almenningi hvort hætta sé á að geislavirk efni berist út í umhverfið við hreinsun, geymslu eða flutning útfellinga og hvernig brugðist yrði við ef svo væri.

Í umhverfismatsskýrslu er fjallað um framkvæmdirnar sjálfar, helstu áhrifaþætti þeirra og umhverfisáhrif. Eftirfarandi umhverfisþættir eru til umfjöllunar í mati á umhverfisáhrifum: Vatnshlot og vatnsvernd, jarðvegur, lífríki, heilsa og öryggi starfsmanna og landnotkun.

1.1 Matsskylda

Samkvæmt ákvörðun Skipulagsstofnunar, dags. 30. nóvember 2015, er umrædd framkvæmd, sem felst í hreinsun, flutningi og geymslu geislavirkra efna, matsskyld samkvæmt 3.04 tölulið 1. viðauka í þágildandi lögum nr. 106/2000 um mat á umhverfisáhrifum. Þessi töluliður er samhljóða tölulið 3.04 í núgildandi lögum nr. 111/2021 um umhverfismat framkvæmda og áætlana.

Tafla 1.1 Tilkynningaskylda framkvæmda skv. lögum nr. 111/2021 um umhverfismat framkvæmda og áætlana, viðauki 1.

	Flokkur framkvæmda
3.04 Stöðvar þar sem geisluð kjarnakleyf efni eru endurunnin. Stöðvar til framleiðslu eða auðgunar kjarnakleyfra efna, til vinnslu geislaðra kjarnakleyfra efna eða mjög geislavirks úrgangs, til endanlegrar geymslu á geisluðum kjarnakleyfum efnum, eingöngu til endanlegrar geymslu á geislavirkum úrgangi eða eingöngu til geymslu (til meira en tíu ára) á geisluðum kjarnakleyfum efnum eða geislavirkum úrgangi annars staðar en á framleiðslustað.	A

1.2 Tilgangur framkvæmdar

Tilgangur framkvæmdar er hreinsun útfellinga úr gufulögnum, sem í hefur mælst geislavirkni, og geymsla þeirra við Reykjanesvirkjun.

Markmiðið er að:

- Stuðla að fyrirbyggjandi viðhaldi vinnsluholna og virkjunar,
- Tryggja öryggi starfsmanna og umhverfis,
- Viðhalda eðlilegum rekstri virkjunarinnar.

2 Staðhættir og skipulag

Fyrirhugað framkvæmdasvæði er staðsett suðvestast á Reykjanesinu í Reykjanesbæ, á skilgreindum iðnaðar- og orkuvinnslusvæðum skv. Aðalskipulagi Reykjanesbæjar 2020-2035. Þar fer fram orkuvinnsla á vegum HS Orku hf. í Reykjanesvirkjun. Reykjanesvirkjun hóf framleiðslu rafmagns í maí 2006 og samanstendur virkjunin af tveimur 50 MW tvístreymishverflum með sjókældum eimsvölum. Nýlega var þriðja vélin tekin í notkun sem framleiðir allt að 30 MW til viðbótar.

Hreinsun og geymsla útfellinga fer fram á afmörkuðu framkvæmdarsvæði sem er mikið raskað. Þar eru vegir, slóðar, borteigar, lagnir og önnur mannvirki (mynd 5.1). Mynd 2.1 sýnir frá athafnasvæði Reykjanesvirkjunar.



Mynd 2.1 Athafnasvæði HS Orku á Reykjanesi.

Iðnaðarsvæðið á Reykjanesi er í um 11 km fjarlægð í hásuður frá byggð í Höfnum og í u.þ.b. sömu fjarlægð í vestur frá byggð í Grindavík. Þéttbýli í Reykjanesbæ er í tæplega 16 km fjarlægð norðaustan af iðnaðarsvæðinu. Framkvæmdasvæðið liggur á Stampahrauni sem er úfið hraun þar sem er að finna fjölbreyttar og merkar jarðmyndanir. Gróðurfar á svæðinu ber þess merki að þar er jarðhiti, sandur eða hraun með grasi, melar og/eða ógróið land, lítils háttar mólendi og mosapemba. Innan iðnaðarsvæðisins hefur verið reist eldisstöð Stolt Sea Farm og Samherji Fiskeldi stefnir að því að hefja fiskeldi á svæðinu sömuleiðis. Eins eru fiskpurkkunarfyrirtækin Haustak og Laugafiskur innan iðnaðarsvæðisins. Reykjanesið er vinsæll viðkomustaður ferðamanna og útivistarfólks og eru helstu viðkomustaðirnir Reykjanesviti, Gunnuhver og Valahnúkur.

2.1 Auðlindagarður

Á Reykjanesi hefur byggst upp Auðlindagarður í tengslum við jarðvarmavirkjun HS Orku. Markmið Auðlindagarðsins er að finna langtímajafnvægi við nýtingu náttúruauðlinda með því að nýta þær á sjálfbæran hátt. Þetta felur meðal annars í sér að starfsemi fyrirtækja Auðlindagarðsins hafi sem minnst áhrif á náttúru og umhverfi og raski ekki jafnvægi hennar, sem og að óhjákvæmilegur úrgangur fyrirtækjanna sé meðhöndlaður á ábyrgan og vistvænan hátt (Gamma Ráðgjöf, 2015).

2.2 Verndarsvæði og takmarkanir á landnotkun

Náttúruminjasrá

Iðnaðarsvæðið liggur innan svæðis sem er á C-hluta náttúruminjasrár, nr. 106, en verndargildið felst í stórbrotinni jarðfræði og fuglabjörgum (Náttúrufræðistofnun Íslands, 2025).

Reykjanes jarðvangur

UNESCO Global Geoparks eru svæði þar sem minjum og landslagi sem eru jarðfræðilega mikilvægar á heimsvísu er stýrt eftir heildrænni stefnu. Árið 2015 var Reykjanes viðurkennt sem slíkt svæði af UNESCO, Menningarmálastofnun Sameinuðu þjóðanna. Innan Reykjanes jarðvangs eru skilgreindir 55 áhugaverðir jarðminjastaðir (e. geosites). Þessi svæði þykja áhugaverð vegna jarðsögu, náttúrufars eða menningarsögu og gegna lykilhlutverki í því að segja sögu svæðisins (Unesco, 2025).

2.3 Samræmi við skipulag

Svæðisskipulag

Svæðisskipulag Suðurnesja 2008-2024 var samþykkt í samvinnunefnd um svæðisskipulag Suðurnesja þann 12.11.2012. Tillaga að svæðisskipulagi Suðurnesja 2024-2040 er í vinnslu.

Samkvæmt svæðisskipulaginu er framkvæmdarsvæðið innan svæðis sem skilgreint er sem atvinnusvæði D. Þar er og verður lögð áhersla á orkuvinnslu og -rannsóknir. Þar verður einnig jarðhitaauðlindagarður, sem miðar að því að auka nýtingu vistvænnar orku og framleiðslu visthæfra afurða s.s. fiskeldi og ylrækt.

Aðalskipulag

Þann 25. janúar 2023 var Aðalskipulag Reykjanesbæjar 2020-2035 staðfest af Skipulagsstofnun. Framkvæmdasvæði HS Orku er skilgreint sem iðnaðarsvæði samkvæmt aðalskipulagi Reykjanesbæjar. Meðhöndlun og geymsla útfellinga gengur ekki gegn stefnu aðalskipulags Reykjanesbæjar.

Deiliskipulag

Í gildi eru tvö deiliskipulög fyrir Reykjanesvirkjun þar sem svæðið er bæði innan Grindavíkurbæjar og Reykjanesbæjar. Þau voru staðfest í febrúar 2022 og júlí 2023. Framkvæmdir munu ekki ganga gegn stefnu og skilmálum deiliskipulagsáætlunarinnar.

2.4 Eignarhald

Hreinsunin og geymslan fer fram á svæði sem er í eigu HS Orku.

2.5 Leyfi sem framkvæmdin er háð

Hreinsun útfellinga, sem kann að innihalda geislavirk efni, er háð eftirfarandi leyfum:

- Leyfi Geislavarna ríkisins til hreinsunar og geymslu á útfellingum með aukna náttúrulega geislun samkvæmt lögum nr. 44/2002.

3 Geislun og geislavirkni

3.1 Náttúruleg geislun

Allar lífverur á jörðinni eru með geislavirk efni í líkömum sínum og náttúruleg geislun hefur alltaf verið hluti af umhverfi jarðar. Þessi geislun er oft kölluð *náttúruleg bakgrunnsgeslun*. Megin uppistaða hennar er geislun frá geislavirkum efnum í jarðvegi, bergi og byggingarefnum, geislun frá geislavirkum efnum í líkama mannsins, geislun frá geislavirkum lofttegundum sem við öndum að okkur og geislun sem berst utan úr himingeimnum, geimgeislun. Að auki bætist við geislun af völdum manngerðra geislavirkra efna í umhverfi okkar, en sú viðbótargeislun er hlutfallslega mjög lítil á Íslandi (Geislavarnir ríkisins, 2016-b).

Náttúruleg geislun er alla jafna lág og því stafar venjulega ekki hættu af henni. Í líkamanum eru ferli sem hafa það að markmiði að koma í veg fyrir alvarlegar skemmdir af völdum náttúrulegrar geislunar. Geislun í daglegu lífi er mjög breytileg eftir landfræðilegri staðsetningu, atvinnugreinum og jafnvel fæðuvali. Hér á landi er hún mjög lítil og ræður þar mestu gerð bergs og jarðvegs. Íslenskt berg er basískt og snauð af geislavirkum efnum. Þegar áhrif geislunar eru metin, þá er gott að hafa í huga samanburð við áhrif geislunar frá náttúrulegu umhverfi okkar (Geislavarnir ríkisins, 2016-b).

3.2 Jónandi og ójónandi geislun

Geislun er flokkuð eftir þeim áhrifum sem hún hefur og er oft skipt í tvo flokka. Annars vegar jónandi geislun og hins vegar ójónandi geislun. Geislun er kölluð jónandi þegar hún

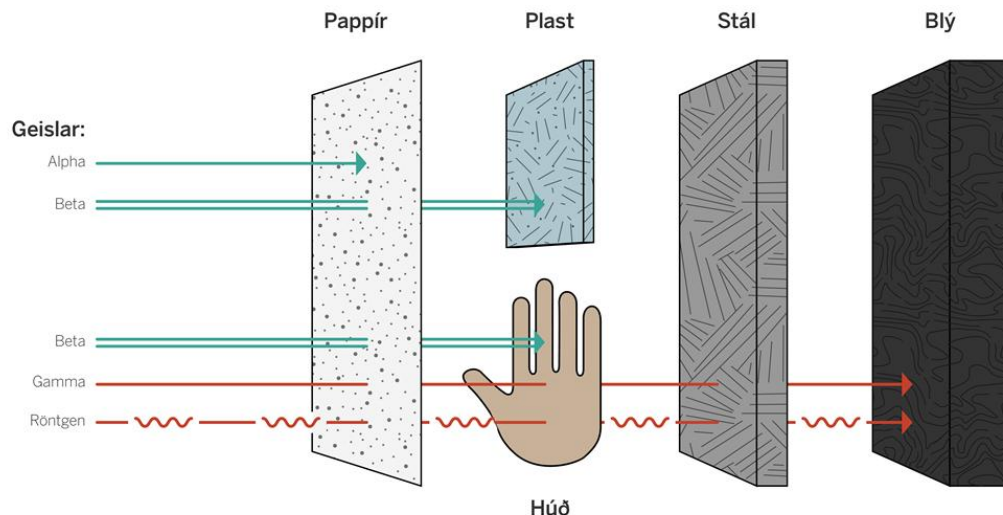
hefur nógu mikla orku til að breyta sameindum í líkamanum og getur þannig valdið efnafræðilegum breytingum í frumum líkamans. Jónandi geislun getur því verið hættuleg lífverum ef ekki er brugðist við (Geislavarnir ríkisins, 2016-a).

Dæmi um jónandi geislun er röntgengeislun, alfa-, beta- og gammageislun. Dæmi um ójónandi geislun eru útvarpsbylgjur, örbylgjur, sýnilegt ljós og útfjólublá geislun, t.d. frá sólinni eða ljósabekkjum (Geislavarnir ríkisins, 2016-c). Munurinn á ólíkum tegundum rafsegulgeislunar felst í tíðni hennar eða bylgjulengd.

Í tilfelli útfellinga í lögnum Reykjanesvirkjunar er aðallega um að ræða alfa og beta geislun og er því lögð áhersla á umfjöllun um þá geislun í þessari matsskýrslu.

3.3 Áhrif geislavirkra efna

Áhrif geislavirkra efna fara eftir virkni efnisins, magni og gerð þeirra geisla sem efnið sendir frá sér. Mynd 3.1 sýnir mismunandi tegundir geislunar og drægni þeirra við mismunandi skilyrði og í tengslum við ólík efni.



Mynd 3.1: Geislar hafa mismikla drægni eftir tegund geislunar.

Alfa geislun er mjög skammdræg en agnirnar komast einungis 2-3 cm í lofti og þær komast ekki í gegnum hlífðarlag húðarinnar, eða í gegnum pappírsblað. Hún hefur þó mun meiri áhrif en aðrar tegundir geislunar á þeirri stuttu vegalengd sem hún kemst. Alfageislandi efni eru hættulaus á meðan þau eru utan líkama, en hafa mjög skaðleg áhrif ef þau komast inn í hann þar sem eindirnar missa orku sína hratt og hafa mikil áhrif á örlitlu svæði. Ein alfa eind getur t.a.m. klofið kjarnsýrukeðju á mörgum stöðum, áhrif sem geta reynst líkamanum erfitt að lagfæra. Alfa geislun í litlu magni eykur þannig líkur á krabbameini, en það þarf að innbyrða alfa geislandi efni til þess að geislunin berist inn í líkamann (International Association of Oil & Gas Producers, 2016; Geislavarnir ríkisins, 2006).

Beta geislun getur verið hættuleg mönnum þar sem rafeindir ferðast nánast á ljóshraða og getur farið í gegnum nokkra millimetra af húð manna og dýra en sökum lítills massa fer hún ekki djúpt. Í miklu mæli getur hún valdið brunasárum á borð við sólbruna og getur skaðað augu. Við inntöku hefur beta geislun sambærileg áhrif og alfa geislun. (Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency, án dags.). Beta eind missir orku sína hratt í líkamanum, jónar og myndar dótturgeislun sem einnig getur verið jónandi.

Samanburður á áhrifum alfa, beta og gammageislunar er að það þarf um 20 sinnum meiri beta- eða gammageislun en alfageislun til að hafa tiltekin áhrif.

4 Uppsöfnun náttúrulegra geislavirkra efna á Reykjanesi

4.1 Náttúruleg geislun á Reykjanesi

Jarðhitavökvinn í jarðhitakerfinu á Reykjanesi er jarðsjór, þ.e. selta hans er sú sama og selta sjávar. Sjórinn sem umlykur Reykjaneskagann leitar inn undir landgrunnið, inn í jarðhitakerfið þar sem hann hitnar og hvarfast við basalt. Við nýtingu jarðsjávar fellur meira út af efnum en við nýtingu jarðhitasvæða sem nærast á ferskvatni. Samspil hárrar seltu og hitastigs veldur því að vökvinn á auðveldara með að leysa upp ýmis efni úr berggrunnum, m.a. málma.



Mynd 4.1 Útfellingar mynda svarta skán í lögn aftan við holutoppsloka.

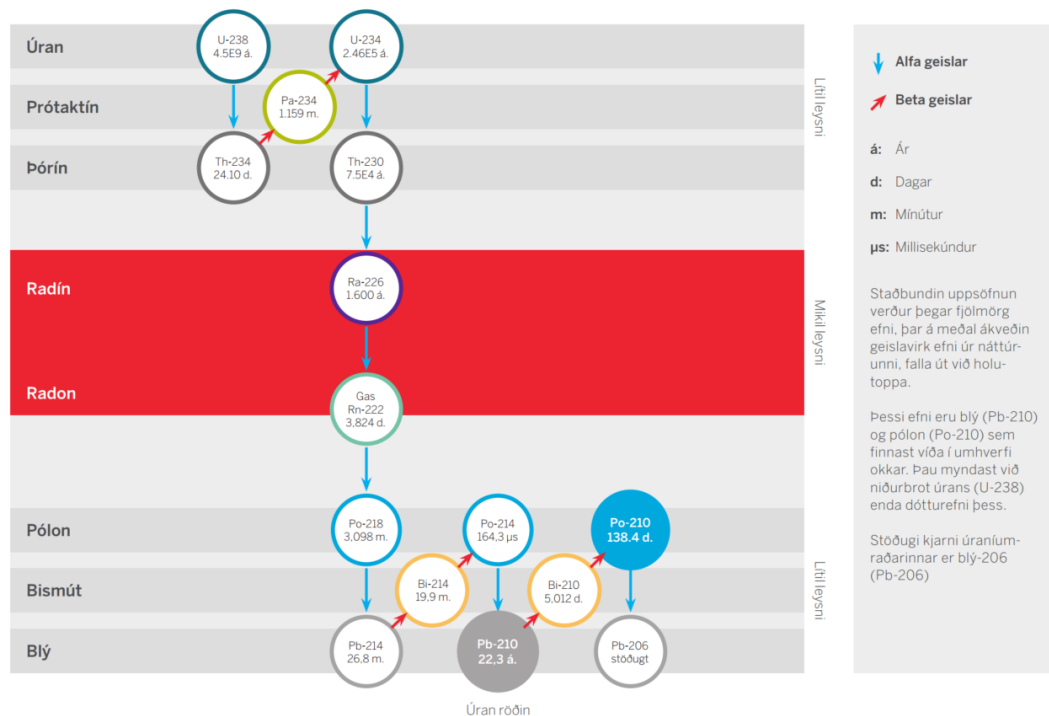
Jarðhitaauðlindir innihalda náttúrulega geislandi efni, eins og samsætur kalíums (K-40), úrans (U-238) og þóríums (Th-232) og dótturefna þeirra sem finnast í berginu, myndbreyttu bergi eða vökvanum (Andri Stefánsson, 2016). Um er að ræða náttúrulega geislun, NORM (e. *Naturally Occurring Radioactive Material*) en með því er átt við að efnið eru ekki búin til í iðnaðarferli heldur safnast saman í innviðum tengdum jarðhitavinnslu. Þessi efni geta borist frá auðlindinni upp á yfirborð með vökva og þannig getur nýting jarðhitakerfa flýtt fyrir flutningi þessara efna til yfirborðs.

Vökvinn flytur síðan þessi efni á uppleystu formi inn í borholurnar, upp að toppi þeirra og inn í lagnir. Vökvinn snöggsýður við þrýstifall, t.d. yfir holutoppsloka, og yfirmettast af ákveðnum efnum við suðuna. Yfirmettun vökva er þegar vökvi getur ekki innihaldið sama magn uppleystra efna og fyrir suðu. Efnin falla þá út úr vökvanum sem fast efni og setjast innan á lagnir og mynda þar dökka skán ekki ósvipaða hverju öðru grjóti (sjá Mynd 4.1). Styrkur málma í útfellingunum á Reykjanesi er umfram það sem almennt þekkist við jarðhitánýtingu á Íslandi.

Mælingar Geislavarna ríkisins á geislun frá útfellingum í holutoppum jarðhitaborholna við Reykjanesvirkjun gáfu til kynna aukna geislun miðað við náttúrulega bakgrunnsgeislun á Íslandi. Það var staðfest í júní 2015 við mælingar hjá vottaðri rannsóknastofu

Geislavarnastofnunar Finnlands, STUK. Þau náttúrulega geislandi efni sem finnast í útfellingunum eru blý (Pb-210), sem gefur frá sér beta geislun við hrörnun, og pólon (Po-210), sem gefur aðallega frá sér alfa geislun við hrörnun. Þessi efni eru dótturefni Úrans, þ.e.a.s. þau myndast djúpt í jarðskorpunni þegar úran (U-238) brotnar niður. Niðurbrotsröð úrans má sjá á mynd 4.2. Þessi náttúrulega geislandi efni geta hvarfast við brennistein og mynda málmríkar súlfíðútfellingar. HS Orka hefur staðið fyrir ítarlegum rannsóknum og greiningum á eiginleikum útfellinga í borholum og lögnum.

Byggt á niðurstöðum mælinga sem hafa verið gerðar á útfellingum telur HS Orka að allar málm-súlfíðútfellingar sem myndast á og við holutoppa vinnsluhola Reykjanesvirkjunar innihaldi uppsöfnun náttúrulegra geislavirkra efna. Þessi efni falla undir 2. tl. 3. gr. laga nr. 44/2002 um geislavarnir. Útfellingar sem mælast með aukna náttúrulega geislun yfir viðmiðunarmörkum teljast til opinna geislalinda. Geislalind er skammtur af geislavirku efni, sem fjallað er um sem eina heild. Opin geislalind er geislalind sem er ekki í þétu lokuðu hylki. Geymsla þeirra og förgun er háð leyfi Geislavarna ríkisins.



Mynd 4.2 Úraníumröðin og helmingunartími efna hennar; Stór hluti varmanns í iðrum jarðar er tilkomin vegna niðurbrots geislavirkra efna, einkum úraníums og þóríums.

4.2 Geislaálag við Reykjanesvirkjun

Hugtakið geislaálag vísar til mats á magni geislunar þar sem heilsufarsleg áhætta einstaklings er lögð til grundvallar. Í reglugerð nr. 1290/2015 um hámarksgeislun er miðað við að jafndreifð geislun á allan líkamann sé að hámarki 1 mSv á ári þegar um er að ræða almenning og starfsmenn aðra en sérmenntaða geislastarfsmenn. Starfsmenn HS Orku og verktakar sem koma að hreinsun útfellinganna teljast ekki til geislastarfsmanna og því gilda þessi mörk um þá.

Vegna þess að geislunin sem útfellingarnar gefa frá sér er skammdræg er hægt að koma í veg fyrir að geislun berist í fólk, dýr eða umhverfið með því að geyma þær í lokuðu rými. Þær aðstæður sem gætu orðið til þess að starfsfólk verði fyrir geislun eru helstar ef að það andar að sér ögnum sem innihalda geislavirkar útfellingar sem gæti gerst þegar starfsmaður er t.d. að hreinsa útfellingar innan úr lögnum.

Geislaálagið sem starfsfólk getur orðið fyrir vegna innöndunar á einu grammi af geislavirkum útfellingum er áætlað á bilinu 0,2 til 2 mSv. Verklagsreglur HS Orku snúa að

Því að koma í veg fyrir að þeir sem vinna við hreinsun útfellingana andi þær að sér. Sjá má frekari umfjöllun um verklagsreglur HS Orku í kafla 6.5.2. Til viðmiðunar má nefna að geislaálag vegna röntgenmyndatöku af lungum er 0,2 mSv, vegna tölvusneiðmyndar af höfði er 2 mSv og vegna tölvusneiðmyndar af brjóstholi um 6 mSv. Geislaálag í flugi frá Reykjavík til New York er um 0,002 mSv og flugáhafnir verða að meðaltali fyrir geislaálagi í kringum 2 mSv á ári (Geislavarnir ríkisins, 2016-b).

4.3 Mælingar

4.3.1 Náttúruleg geislavirkni í borholum

Sumarið 2015 var safnað sýnum og þau send til greiningar hjá Geislavarnarstofnun Finnlands, STUK. Á mynd 5.1 hafa verið merktar með tölustöfum þær borholur sem tekin voru sýni úr (sjá tafla 4.1).

Tafla 4.1 sýnir niðurstöður úr mælingum á magni geislavirkra samsæta í útfellingum og þar sést að magn þeirra mælist mismikið eftir holum. Í öllum holunum dró úr virkni með fjarlægð frá holutoppi sem er í samræmi við útfellingarhraða útfellinga. Í töflunni sést að meira er um Po-210 en Pb-210. Þess ber að geta að samhengi er á milli þeirra, þ.e. pólon myndast vegna hröfnunar blýs, þannig að þegar aukið magn Pb-210 mælist þá má reikna með auknu magni Po-210 (mynd 4.2).

Tafla 4.1 Niðurstöður mælinga á magni geislavirkra efna í útfellingum á holutoppum HS Orku á Reykjanesi, sýni tekin í ágúst og september árið 2015. Eðli og umfang starfseminnar hefur ekki breyst frá sýnatöku.

Hola/staðsetning	Pb-210 [Bq/g]	Po-210 [Bq/g]	Dagsetning sýnatöku
REY-10	10,1	40,5	8.9.2015
REY-11	80,3	418,4	7.9.2015
REY-12	122,3	291,4	25.8.2015
REY-13	59,2	149,1	8.9.2015
REY-14	62,6	181,9	8.9.2015
REY-26	26,1	70,7	24.8.2015

Tafla 4.2, sýnir helmingunartíma efnanna (Andri Stefánsson, 2016a). Po-210 hefur hlutfallslega stuttan helmingunartíma eða 138,4 daga og mun því hrörna innan tveggja ára og komast yfir í stöðuga kjarnann Pb-206. Aftur á móti er helmingunartími Pb-210 22,3 ár. Talað er um að tiltekið magn af náttúrulega geislandi efni hætti að vera geislandi þegar 3-4 helmingunartímar eru liðnir frá myndun þess. Þetta þýðir að ef við byrjum með tiltekið magn af Po-210 þarf að bíða um eitt og hálft ár eftir að sýnið hætti að vera geislandi. Hins vegar þarf að bíða 67-89 ár eftir að tiltekið sýni af Pb-210 hætti að vera geislandi. Þess ber þó að geta að Po-210 myndast jafnt og þétt við hröfnun Pb-210 í útfellingunum. Þannig mun því mælast aukin virkni, í útfellingunum allt að 150-200 ár frá hreinsun þeirra úr lögunum.

Tafla 4.2: Helmingunartími og geislun Pb-210 og Po-210.

Geislavirk efni	Helmingunartími	Geislun
Pb-210	22,3 ár	Beta geislun
Po-210	138 dagar	Alfa geislun

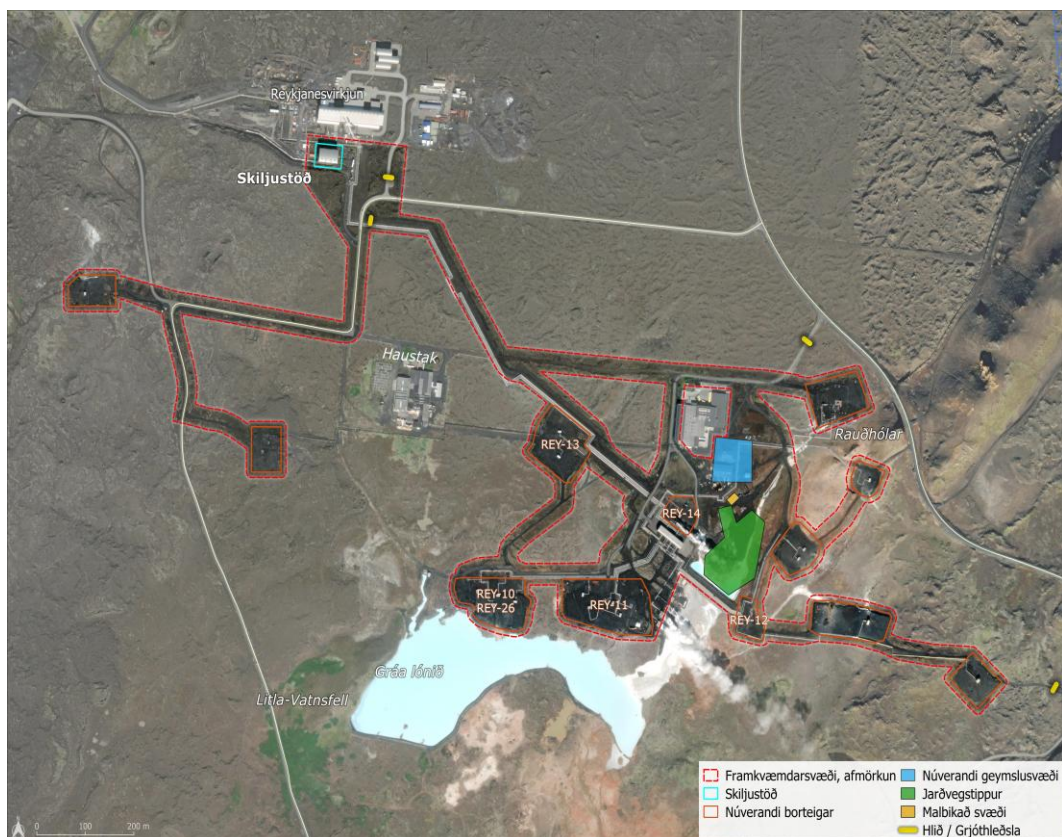
4.3.2 Náttúruleg geislun við jarðvegstipp

Áður en vitað var um hin náttúrulega geislandi efni í útfellingunum var þeim fargað í jarðvegstipp á svæði HS Orku. Árið 2018 mældi Geislavarnir ríkisins geislavirkni í og við jarðvegstippinn. Mælingarnar voru gerðar með Radeye B20-ER (GR-124) mæli í eigu Geislavarna ríkisins, sem er alfa, beta og gamma næmur. Mælingar voru gerðar upp á jarðvegstippnum og kringum hann. Niðurstöður mælinga sýndu að engin geislun er mælanleg frá honum, þar sem þær útfellingar sem eru með aukna náttúrulega geislun eru líklegast undir yfirborði jarðvegstippsins og berst geislun frá þeim þá ekki í gegnum tippinn.

5 Valkostir

Skoðaðir hafa verið nokkrir valkostir í samráði við Geislavarnir ríkisins. Þeir eru (i) að geyma útfellingarnar á athafnasvæði HS Orku, (ii) senda útfellingarnar erlendis og (iii) farga útfellingunum á urðunarsvæði á Íslandi. Upphaflega var talið fýsilegast að senda þær útfellingar sem innihalda NORM erlendis til förgunar. Eftir ítarlegri skoðun á valkostunum metur HS Orka það sem aðalvalkost að geyma útfellingarnar á athafnasvæði fyrirtækisins á Reykjanesi. Tvær útfærslur koma til greina í þeim efnum, sjá kafla 5.1.

Raunhæfi annarra valkosta er ekki mikið á þessum tímapunkti, en HS Orka vill þó halda inni þeim möguleika að útfellingarnar verði síðar meir sendar erlendis ef aðstæður breytast. Eftir frekari skoðun er óraunhæft að farga útfellingunum á urðunarsvæði á Íslandi, þar sem ekki er til slíkur staður sem hefur heimild til þess.



Mynd 5.1 Framkvæmdarsvæðið og yfirlit yfir svæðið og þær borholur sem sýni voru tekin úr árið 2015. Á myndina eru merktar með tölustöfum þær borholur sem tekin voru sýni úr.

5.1 Kostur A: Geymsla á athafnasvæði HS Orku

Valkosturinn felur í sér tvær útfærslur. Í báðum tilfellum er um að ræða geymslu á athafnasvæði HS Orku. Tekið verður mið að því að á hverju ári safnist u.þ.b. 0,3-4 m³ af útfellingum sem þarf að geyma. Sömuleiðis er tekið tillit til helmingunartíma Po-210 og Pb-210 við útfærslu þessa valkosta. Vegna þess að Po-210 myndast við hrörnun Pb-210 þá mun einhver virkni mælast í efniinu í allt að 150-200 ár.

Útfærsla 1:

Útfærslan felur í sér að útfellingar sem innihalda NORM sé safnað saman og geymdar í lokuðum ílátum í kjallara skiljustöðvarinnar á athafnasvæði HS Orku. Rýmið sem útfellingarnar verða geymdar í verður eingöngu notað til að geyma geislavirka efnið. Aðeins ákveðnir aðilar, sem hafa hlotið sérstaka þjálfun, munu hafa aðgang að rýminu.

Útfærsla 2:

Útfærslan felur í sér að útfellingar sem innihalda NORM er safnað saman og þær steypar inn í lokað rými í kjallara skiljustöðvarinnar. Þá er ekki þörf á vöktun útfellinganna sem hafa verið steypar inn í rýmið. Um er að ræða útfærslu sem hefur m.a. verið notuð í Noregi.

Frekari umfjöllun verður um útfærslurnar tvær í framkvæmdalýsingu í kafla 6. Til einföldunar er í umhverfismatinu, köflum 9-13, almennt fjallað um útfærslu eitt þar sem umfang og áhrif eru sambærileg af útfærslunum tveimur. Hins vegar er gerð grein fyrir því þegar áhrif útfærslu tvö eru ekki að fullu sambærileg.

5.2 Kostur B: Flutningur úr landi

Valkosturinn felur í sér að útfellingum frá Reykjanesvirkjun yrði safnað saman og þær geymdar til bráðabirgða á geymslusvæði áður en úrgangurinn yrði fluttur erlendis, líklega gegnum höfnina í Helguvík í Reykjanesbæ. Úrgangurinn yrði síðan keyrður á urðunar- eða úrvinnslustað sem hefur getu og viðeigandi leyfi til að urða eða vinna úr geislavirkum úrgangi. Flutningur frá geymslusvæði til hafnar í Helguvík færi líklegast um Nesveg í norður og um Hafnarveg að Reykjanesbraut. Ef farið yrði í austur gegnum Grindavík að Reykjanesbraut þyrfti að fara yfir vatnsverndarsvæði norðan Svartsengis, sem er ekki ákjósanlegt.

Upphaflega var aðalvalkostur HS Orku að flytja efnið til annað hvort Noregs eða Þýskalands. Snemma í ferlinu kom í ljós að ekki kæmi til greina að flytja efnið til Þýskalands þar sem ekki var að finna mælanlegt magn af kvikasílfri í útfellingunum, sem er skilyrði fyrir innflutningi þar í landi.

Reglugerð um geislavarnir í Noregi heimilar innflutning á NORM efni ef fyrir því eru sérstakar aðstæður. Frá árinu 2016 til ársins 2017 átti HS Orka í viðræðum við ráðgjafa Stangeneset, sem er urðunarstaður í Sløvåg í Noregi. Staðurinn var helst byggður með það í huga að urða útfellingar með lága geislun sem fellur til við olíu- og gasvinnslu.

Á árunum 2016-2017 var rætt bæði við íslensk og norsk stjórnvöld, auk þess sem farið var í skoðunarferð til Noregs. Niðurstaðan var sú að ekki væri mögulegt að senda efnið þangað. Ástæðan var meðal annars sú að ekki var leyfilegt fyrir Stangeneset að flytja inn NORM úrgang erlendis frá nema með sérstakri undanþágu. Þar að auki var um lítið magn af NORM úrgangi að ræða. Því var hvorki talið hagkvæmt að flytja efnið þangað né fyrir urðunarstaðinn að taka við því og urða það þar.

Í byrjun árs 2023 sat HS Orka fund með Geislavörnum Noregs, DSA. Samkvæmt þeim hafa tvö ríki, Danmörk og Mauritius, sótt um leyfi til þess að flytja geislavirkan úrgang til Noregs. Mauritius fékk leyfi til þess að flytja efnið þangað til förgunar þar sem skortur á nauðsynlegum innviðum þar í landi var talin nægilega góð ástæða til þess að veita undanþágu. Þegar HS Orka átti í samræðum við Geislavarnir Noregs, hafði umsókn Danmerkur enn ekki verið afgreidd og óljóst var hvort ríkið myndi fá undanþágu. Danmörk á það sameiginlegt með Íslandi að hafa skrifað undir alþjóðlegan samning um *örugga meðferð notaðs eldsneytis og um örugga meðferð geislavirks úrgangs*. Samkvæmt samningnum er ætlast til þess að hvert ríki fyrir sig sjái um þann geislavirka úrgang sem verður til í landinu. Þar af leiðandi er alls óvíst hvort Ísland gæti fengið undanþágu til þess að flytja efnið erlendis til förgunar. HS Orka vill þó ekki útiloka að á það verði reynt seinna meir að flytja efnið erlendis. Ef valkostur B yrði seinna meir valinn, verður fylgt þeim alþjóðlegum samningum sem kunna að eiga við flutning geislavirkra útfellinga um hafið, til að mynda samninginum um *varnir gegn mengun sjávar frá skipum (MARPOL)*.

5.3 Förgun á Íslandi

Ekki kemur til greina að keyra efnið á urðunarstað á Íslandi og farga efninu þar eins og upphaflega var til skoðunar. Ástæðan er sú á Íslandi hefur ekki verið skilgreindur urðunarstaður þar sem leyfilegt er að farga efni sem gefur frá sér geislun. Áður var til skoðunar að flytja efnið á urðunarstað á Álfsnesi, sem er þróaðasti urðunarstaðurinn hér á landi en hann hefur ekki starfsleyfi til að taka á móti efninu.

Úrgangur sem inniheldur NORM er almennt fargað á þann hátt að hann er steypdur inn í berg. Lengi hefur verið leitað að stað hér á landi sem myndi henta fyrir slíkan úrgang.

Niðurstaðan fram til þessa er sú að ekki er talið raunhæft að útbúa slíkan urðunarstað á Íslandi vegna þess að bergið hér hentar ekki, m.a. vegna þess hve lekt það er.

Samkvæmt Geislavörnum ríkisins þá er ekki talið að það breytist (Jóhann Helgason, 1996).

5.4 Núllkostur

Núllkostur felur í sér óbreytt ástand eins og það var fyrir 2015, áður en vitað var um geislavirku útfellingarnar. Þá verða útfellingar hreinsaðar úr holutoppum og þeim komið fyrir í jarðvegstípp. Þá væri ekki verið að vinna samkvæmt lögum og reglugerðum sem fjalla um úrgang, geislavirkni, geislavarnir, mengunarvarnir og náttúruvernd. Þannig væri meiri líkur á því að öryggi starfsmanna og lífríkis nálægt framkvæmdasvæðinu væri ógnað vegna uppsafnaðra geislavirkra efna. Núllkosturinn er því ekki metinn sem raunhæfur kostur.

6 Framkvæmdalýsing

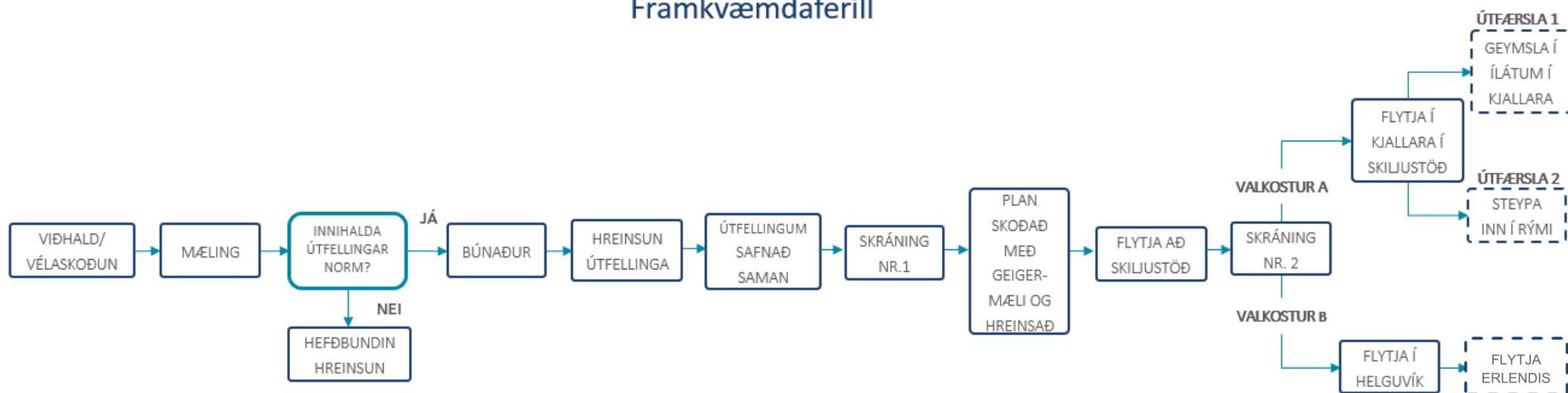
Framkvæmdin, samkvæmt valkosti A, fellst í hreinsun á útfellingum í holutoppum á Reykjanesi og geymslu þeirra í ílátum í kjallara skiljustöðvarinnar eða þær steypar inn í lokað rými. Við framkvæmd á hverjum hreinsunarstað er ákveðnu verklagi fylgt samkvæmt gæðastjórnunarkerfi HS Orku, sem verður lýst í kafla 6.5.

Ef flytja ætti útfellingarnar til erlendis, samkvæmt valkosti B, þyrfti að flytja þær með flutningsbílum í Helguvík, Reykjanesbæ. Ekki hefur verið útlistað nákvæmlega um hvaða leið flutningurinn færi þar sem það er ekki aðalvalkostur HS Orku. Flutningurinn færi að hluta til um óbyggt svæði og líkur eru á því að flytja þyrfti efnið í gegnum eða nálægt Höfnum og Reykjanesbæ, sem og Reykjanesbraut sem er fjölfarinn vegur. Þess yrði gætt að flutningsaðilar hefðu starfsleyfi samanber reglugerð nr. 806/1999 um spilliefni þar sem fram kemur að atvinnurekstur skuli hafa starfsleyfi til að fá að meðhöndla spilliefni.

Flutningur spilliefnis telst meðhöndlun samkvæmt reglugerðinni. Kröfum reglugerðar nr. 1077/2010 um flutning á hættulegum farmi á landi yrði fylgt og þess gætt að ökumaður hefði þau réttindi sem krafist er í reglugerðinni.

Mynd 6.1 sýnir feril framkvæmdarinnar.

Framkvæmdaferill



Mynd 6.1 sýnir hvert skref framkvæmdanna fyrir sig

6.1 Lýsing á Reykjanesvirkjun

Reykjanesvirkjun er 130 MW jarðvarmaver sem samanstendur af þremur rekstrareiningum. Það eru tveir háþrýstingshverflar sem hvor um sig er 50 MW ásamt einum 30 MW lágþrýstingshverfli. Aðskilin kerfi eru fyrir hverja háþrýstingsvélasamstæðu, svo sem þegar kemur að gufuholum, gufuveitu, forskiljum og rafmagns- og stjórnkerfi. Frá jarðvarmaverinu er sameiginleg fráveita í lokuðum stökk þar sem kælisjó og jarðsjó og þéttivatni er veitt til sjávar í svokölluðum bunustökk. Framleiðsla raforku í orkuverinu á Reykjanesi byggist á nýtingu jarðvarma úr 18 vinnsluholum. Sú raforka sem er framleidd í orkuverinu er nýtt af viðskiptavinum HS Orku t.d. HS Veitum og stórfyrirtækjum.

6.2 Framkvæmdasvæðið

Mynd 5.1 sýnir framkvæmdasvæðið. Svæðið nær til borholna, steypis plans á geymslu- og hreinsisvæði sem er helgað hreinsun á lögnum og lokum, jarðvegstipps sem útfellingum var fargað í til 2015, núverandi geymslusvæðis, þar sem útfellingarnar hafa verið geymdar í gámum síðan 2015 og skiljustöðvarinnar þar sem útfellingarnar verða hýstar í kjallara ef valkostur A verður fyrir valinu.

6.3 Framkvæmdatími

Við framleiðslu raforku í Reykjanesvirkjun safnast útfellingar upp í holutoppum, lögnum og öðrum einingum sem tengjast flutningi skiljuvökva og gufu að vélum orkuversins. Þessar útfellingar eru hreinsaðar þegar reglubundið viðhald eða vélaskoðun fer fram.

- **Reglubundið viðhald virkjunarinnar er framkvæmt einu sinni á ári.** Þá er hver rekstrareining stoppuð í eina viku í senn. Í þessu reglubundna viðhaldsstoppi eru valdir holutoppar, lagnir og skiljustöðvar opnaðar og útfellingar hreinsaðar eftir því sem við á.
- **Vélaskoðun fer fram fimmta hvert ár** sem felur í sér að rekstrareiningin er stoppuð í 4-6 vikur og umfangsmeiri skoðun og viðhald fer fram. Þá eru allar vinnsluholur sem tengdar eru viðkomandi rekstrareiningu opnaðar og nauðsynlegt viðhald á lögnum og holutoppum fer fram, þ.m.t. hreinsun útfellinga úr stjórnlokum og lögnum.

Hreinsun lagna, þ.e. fjarlægging á uppsöfnuðum efnum, er einn af lykilþáttum í rekstri virkjunarinnar því ef ekkert væri aðhafst myndi vatns- og gufustreymi til véla virkjunarinnar á endanum stöðvast og raforkuframleiðsla sömuleiðis.

Hér eftir verður orðið hreinsun notað fyrir það að fjarlægja útfellingar, hvort sem um reglubundið viðhald eða vélaskoðun er að ræða.

6.4 Magn útfellinga

Magn útfellinga sem féll til var ekki skráð áður en vitað var um geislavirknina. Á upphafsárum vinnslu er áætlað að um 3-4 m³/ári af útfellingum hafi verið hreinsaðar úr holutoppum, lögnum og forskiljum, sem var þá fargað í jarðvegstipp. Byggir þetta mat á reynslu sérfræðinga HS Orku. Eftir 2015, þegar geislun mældist fyrst, hefur útfellingum ekki verið fargað á jarðvegstipp heldur safnað saman eins og öðrum spilliefnum og er nú geymt í lokuðum ílátum í gámum á geymslusvæði mynd 5.1. Ekki hefur verið skráð nákvæmlega hversu mikið magn hefur fallið til á hverju ári. Gróflega hefur safnast um 12 m³ í geymslu nú þegar.

Útfellingar hafa minnkað frá upphafi vinnslu og er nú áætlað að við reglubundið viðhald falli til 0,3-1 m³ af útfellingum á ári. Við vélarskoðun, fimmta hvert ár, kann að falla til meira af efni en ætti þó aldrei að vera meira en 4 m³. Magn útfellinga sem þarf að geyma á hverju ári er því breytilegt eftir því hvort um reglulegt viðhald er að ræða eða vélarskoðun. Gert er ráð fyrir því að árlega falli til 0,3-4 m³ af útfellingum sem þarf að geyma. Tafla 6.1 sýnir hvaða tegund hreinsunar eru áætluð á árunum 2025-2032.

Tafla 6.1 Tegund hreinsunar 2023-2032

Ár	Tegund hreinsunar	Magn útfellinga
2025	Vikulegt viðhaldsstopp	0,3-1 m ³
2026	Nokkurra vikna viðhaldsstopp v. vélarskoðunar í REY1	Allt að 4 m ³
2027	Nokkurra vikna viðhaldsstopp v. vélarskoðunar í REY2	Allt að 4 m ³
2028	Nokkurra vikna viðhaldsstopp v. vélarskoðunar í REY4	Allt að 4 m ³
2029	Vikulegt viðhaldsstopp	0,3-1 m ³
2030	Vikulegt viðhaldsstopp	0,3-1 m ³
2031	Nokkurra vikna viðhaldsstopp v. vélarskoðunar í REY1	Allt að 4 m ³
2032	Nokkurra vikna viðhaldsstopp v. vélarskoðunar í REY2	Allt að 4 m ³

Til stendur að skrá hversu mikið magn útfellinga fellur til á ári hverju héðan í frá.

6.5 Framkvæmd hreinsunar

6.5.1 Stýring inn á framkvæmdasvæði

Hreinsun og geymsla fer fram innan þess svæðis sem sýnt er á mynd 5.1. Eingöngu er unnið við hreinsun á einni rekstrareiningu í einu til að tryggja sem jöfnustu framleiðslu. Aðgengi að framkvæmdasvæðinu er takmarkað á meðan hreinsun stendur, í samræmi við 31. gr. reglugerðar 809/2003 um geislavarnir. Reykjanesvirkjun og vinnsluholur hennar eru á athafnasvæði þar sem umferð er almennt takmörkuð með hliðum. Þannig er hægt að tryggja að engir óviðkomandi verði viðstaddir, þ.e. fólk sem ekki eru klætt viðeigandi hlífðarfatnaði eða þekkir ekki til eiginleika þeirrar framkvæmdar sem fer þar fram. Ekki stendur til að setja upp frekari takmarkanir en þær sem eru nú þegar til staðar. Gert er ráð fyrir að hreinsun sé stöðvuð komi til þess að óviðkomandi komi inn á hið skilgreinda athafnasvæði og mun hreinsun ekki hefjast aftur fyrr en viðkomandi er farinn af svæðinu.

6.5.2 Verklagsreglur og persónuhlífar

Áður en framkvæmd hefst á hverri rekstrareiningu fer fram mæling á hugsanlegri geislun (mynd 6.1). Notaður er Geiger-mælir. Ef aukin virkni geislunar mælist útdeilir HS Orka nauðsynlegum persónuhlífum og veitir starfsmönnum leyfi til að hefja hreinsun. Við upphaf hreinsunar er farið sérstaklega yfir hlífðarbúnað starfsmanna áður en verk hefst. Starfsfólk sem vinnur við hreinsun klæðist regnfatnaði og gúmmístígvélum, notar vatnshelda og efnapolna hanska, og notar andlitshlíf. Fyrsta skrefið við hreinsun útfellinga er að bleyta upp í efninu til að auðvelda meðhöndlun og til að koma í veg fyrir rykmyndun. Halda ber efninu blautu á meðan vinnu stendur. Ef ekki er hægt að koma í veg fyrir rykmyndun þá ber að nota öndunargrímu með P3 síu. Á meðan vinnu stendur er ekki leyfilegt að taka hanska af. Í matarhléum ber starfsmönnum að fara úr þeim vinnufötum sem notuð eru við hreinsunina. Það sama gildir þegar vinnu lýkur að degi loknum. Vinnufatnaður skal skolaður með vatni eftir að hreinsun lýkur. Vinnufatnaður sem notaður hefur verið við hreinsun skal ekki geyma eða þvo með öðrum fatnaði.

Hreinsunin fer fram á eftirfarandi innviðum: **Holutoppar:** Holutoppur er efsti hlutinn af borholu (Mynd 4.1). Hreinsun á holutopp er framkvæmd þegar kerfið og skiljustöð eru þrýstingslaus. Stjórnloki er þá losaður og hífður af með skotbómulyftara. Útfellingar í loka eru metnar og ef þörf þykir, hreinsaðar með háþrýstivatnsblæstri. Ekki er heimilt að fjarlægja lokann af framkvæmdasvæðinu (mynd 5.1). Að lokinni hreinsun er lokanum komið fyrir á sínum stað.

Lagnir frá holutoppi (safnæðar): Þegar búið er að losa stjórnlokann frá og opna aðgengi að lögn eru útfellingar hreinsaðar úr lögninni. Þær ná u.þ.b. 1-5 m inn í lögn, eftir atvikum. Mesta magnið reynist yfirleitt á fyrsta metranum í lögnunum. Hreinsunin er

framkvæmd með háprýstivatsblæstri og svokölluðum snigli sem tætir útfellingarnar innan úr lögninni. Að lokinni hreinsun er lögnin tengd aftur.

C-lokahús, lokanir og hreinsun á spjótum: Endalok eru tekin af spjótum og C lokanir teknir úr (mynd 6.2). Rétt eins og hreinsunin á lögnunum er hreinsunin framkvæmd með háprýstivatsblæstri og snigli. Farið er með snigil inn eftir stofnröri og mulið innan úr honum. Ekki er heimilt að fara með lokann af athafnasvæði Reykjanesvirkjunar. Hingað til hefur ekki mælst geislavirkni við hreinsun á þessum þáttum.

Skiljur: Skiljur eru opnaðar til að meta skemmdir og gert við eftir þörfum.

Borplön: Borholur eru staðsettar á borplönunum úr malarpúða, ýmist ein eða fleiri á sama planinu. Útfellingar kunna að falla á planið við hreinsunina.



Mynd 6.2: C - lokahús

Allar útfellingar sem falla til í hreinsuninni er safnað saman og þær settar í kar frá HS Orku. Að lokinni hreinsun er mælt með Geiger-mæli á þeim svæðum sem hreinsunin á sér stað og útfellingar sem kunna að hafa orðið eftir eru hreinsaðar upp og settar í kar. Karið er flutt á geymslusvæði að lokinni hreinsun. Komi upp óvænt atvik er framkvæmd stöðvuð þar til aðstæður hafa verið greindar og búnaður yfirfarinn.

6.5.3 **Fræðsla starfsmanna og verktaka sem koma að hreinsun útfellinga**

Starfsfólk HS Orku og verktakar sem koma að hreinsun eða meðhöndlun útfellinga sem innihalda NORM fá fræðslu um NORM og farið er yfir viðeigandi verklagsreglur um meðhöndlun þeirra.

6.5.4 **Geymsla á útfellingum**

Útfellingum sem innihalda NORM hafa hingað til verið safnað saman og þær geymdar í lokuðum fiskikörum sem hafa verið flutt í gáma á geymslusvæði mynd 5.1. Til stendur að flytja útfellingar sem innihalda NORM til geymslu í rými í kjallara skiljustöðvarinnar (mynd 6.3 og mynd 6.4). Þær verða ýmist geymdar þar í lokuðum ílátum eða þær steypar inn í lokað rými (mynd 6.1). Flatarmál rýmisins er um 62 m² og rúmmál þess um 354 m³. HS Orka vinnur að því að finna hvaða gerð íláta hafa reynst vel fyrir langtímageymslu

geislavirks úrgangs annars staðar. Geymslurýmið í kjallara skiljustöðvarinnar verður aðgangsstýrt og aðeins ákveðnir aðilar sem hafa hlotið viðunandi þjálfun hafa aðgang að rýminu. Séð er til þess að útfellingarnar séu geymdar aðskildar frá öðrum spilliefnum til að tryggja að engin blöndun eigi sér stað líkt og kveðið er á um í reglugerð IAEA um geymslu á geislavirkum úrgangi.

Ef engin geislun mælist í útfellingum er þeim komið fyrir á jarðvegstípp/landmótunarsvæði.



Mynd 6.3 Geymslurými í kjallara skiljustöðvar (Valkostur A).



Mynd 6.4 Staðsetning geymslurýmis í kjallara skiljustöðvarinnar (rauðmerkt). (Loftmynd frá Loftmyndum ehf, desember 2023).

6.5.5 Geymsla á búnaði

Það er steipt hreinsi- og geymsluplan sem er um 207 m² og er helgað hreinsun á lögnum og lokum. Svæðið er innan afmarkaðs athafnasvæðis Reykjanesvirkjunar og er merkt gult

á mynd 5.1. Eftir hreinsun getur setið eftir þunn húð af geislavirkum útfellingum á búnaði. Milli hreinsanna er sá búnaður sem ekki er notaður í rekstri geymdur á geymslusvæði (mynd 5.1).

7 Náttúruvá á framkvæmdasvæði

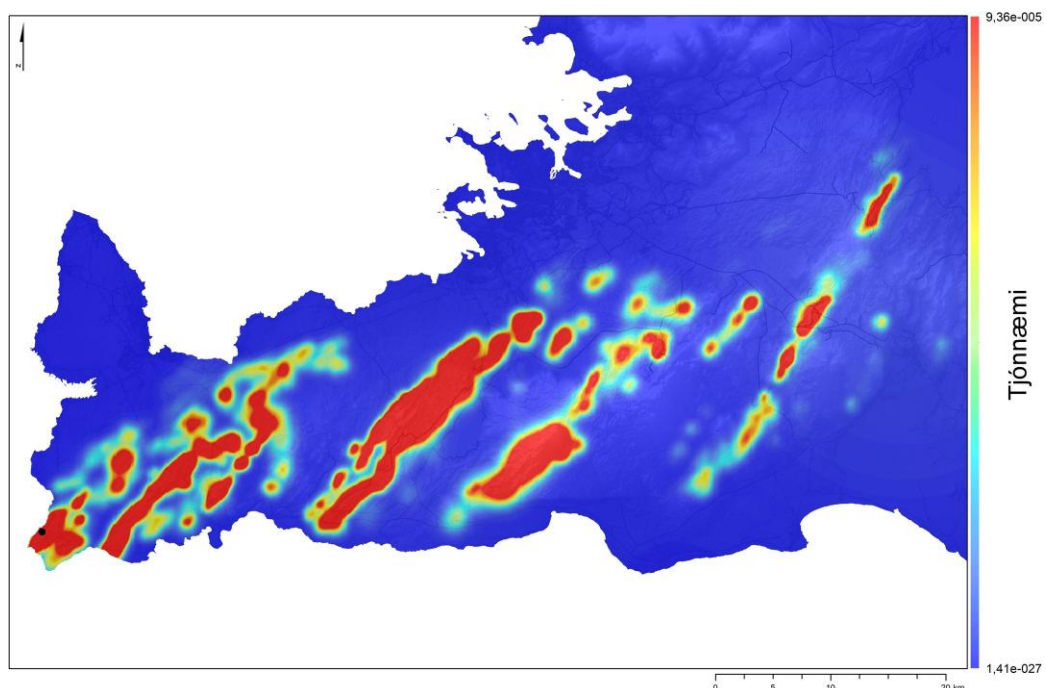
Náttúruvá sem kann að vera til staðar á svæðinu og haft áhrif á starfsemina eru eldsumbrot, skjálftavirkni og sjávarflóð. Mikilvægt er talið að meta hvort möguleg náttúruvá á svæðinu gæti aukið líkur á neikvæðum áhrifum framkvæmda.

Eldsumbrot

Undanfarið hefur verið mikil umræða um jarðskjálfta og eldgos á Reykjanesi sökum þeirra jarðhræringa sem hafa átt sér stað á svæðinu síðustu ár. Nú hafa eldsumbrot hafist á Sundhnjúkagígargöðinni, sem staðfestir að Reykjaensskaginn sé kominn inn í nýtt eldsumbrotatímabil eftir nær 800 ára hlé.

Jarðvísindastofnun Háskóla Íslands vann tjónnæmiskort (mynd 7.1) sem sýnir hvar líklegast er að eldsumbrot eigi sér stað í framtíðinni. Líkur á eldsuppkomu eru metnar út frá gagnasöfnum um fyrri eldsumbrot, sprungur, misgengi og mati sérfræðinga á vægi þessara þátta (Ármann Höskuldsson, Þorvaldur Þórðarson, Þóra Björg Andrésardóttir, Muhammad Aufaristama., 2018). Kortið sýnir svæðin þar sem eldsumbrot er líklegust (rauð svæði) en gefur ekki líkurnar á eldgosum innan ákveðins tímaramma.

Miðað við tjónnæmiskortið eru líkur á eldsumbrotum innan athafnarsvæðis Reykjanesvirkjunar. Þar sem eldsumbrot hafa nú þegar átt sér stað á Sundhnjúkagígargöðinni má gera ráð fyrir áframhaldandi virkni á næstu árum eða áratugum. Ef eldsumbrot hefðu áhrif á geymslu útfellinganna væru áhrif þeirra á umhverfið þó óveruleg, þar sem geislun frá þeim er mjög skammdræg.



Mynd 7.1 Tjónnæmi greiningar á Reykjanesi sem gefur til kynna hvar líklegast er að eldur komi upp í framtíðinni (Ármann Höskuldsson, Þorvaldur Þórðarson, Þóra Björg Andrésardóttir, Muhammad Aufaristama., 2018). Framkvæmdasvæðið er merkt með svörtum punkti.

Skjálftavirkni

Mynd 7.2 sýnir sprungur og misgengi á svæðinu (Þóra Björg Andrésdóttir, 2018). Engar gliðunarsprungur liggja beint á athafnasvæði HS Orku, en þær eru í nágrenni þess og hafa mikil áhrif á jarðfræðilega hegðun svæðisins.

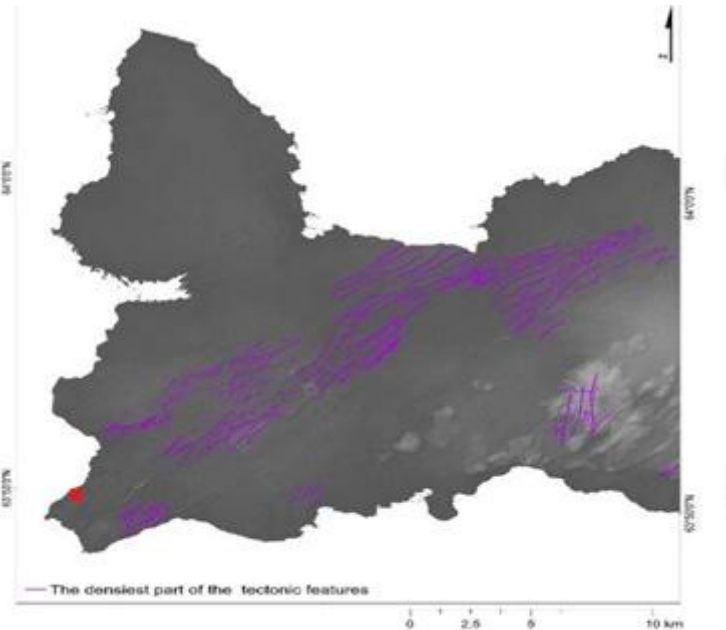
Á undanförunum árum hefur orðið veruleg aukning í jarðskálftavirkni á Reykjanesskaga, þar má nefna stóru skjálftanna í nánd við Svartsengi og Grindavík, þar sem fjölmargir jarðskjálftahrinur hafa átt sér stað í tengslum við kvikusöfnun undir yfirborð.

Þessi virkni hefur leitt til bæði gliðunar og kvikuhreyfinga sem endurspeglar þá spennuupsöfnun sem fylgir eldsumbrotatímabili sem nú er hafið á svæðinu.

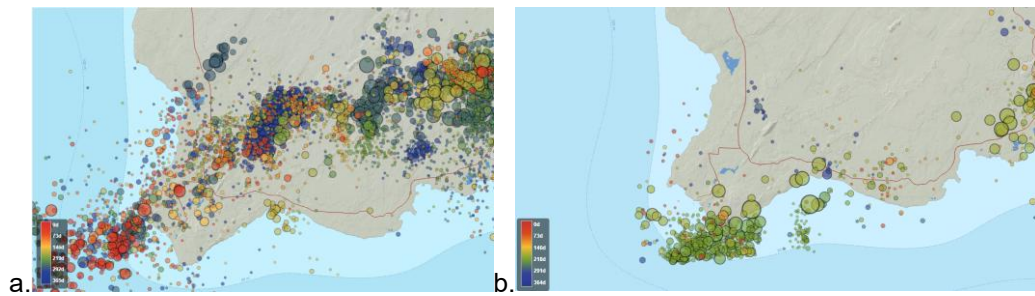
Jarðskjálftar eru almennt algengir á þessu svæði og jarðskjálftaálag því hátt. Þrátt fyrir tíðni skjálfta eru líkur á mjög stórum jarðskjálftum taldar litlar, þar sem bergið er ungt og tiltölulega veikt og nær því ekki að byggja upp mikla spennu áður en hún losnar. Skjálftar sem tengjast gliðun á Mið-Atlantshafshryggnum fara sjaldan yfir stærðina 5 (sbr. Skjálftavirknin í svartsengi nóvember 2023), þar sem gliðun er ríkjandi hreyfing á svæðinu (Veðurstofa Íslands, 2006).

Reykjanesvirkjun er hönnuð samkvæmt EC8 staðli og er þannig byggð að hún standist svokallaða brotmarkaskjálfta án þess að verða fyrir verulegum skemmdum. Mynd 7.3.a sýnir jarðskjálfta sem hafa orðið á svæðinu frá janúar 2022 til janúar 2023, og mynd 7.3.b sýnir skjálfta á svæðinu frá október 2024 til október 2025. Eftir að eldsumbrot hófust á Sundhnjúkagíggaröðinni hafa orðið töluverðar breytingar á skjálftavirkni á svæðinu. Virknin hefur færst til og dregið hefur úr fjölda og tíðni skjálfta á nærliggjandi svæðum, eins og sjá má á skjálftakortunum. Þessi þróun endurspeglar þá spennulosun sem varð við eldsumbrotin og bendir til að spennusöfnun í jarðskorpunni á svæðinu hafi tímabundið minnkað.

Þrátt fyrir þessa auknu virkni hafa jarðskjálftar hingað til ekki haft áhrif á mannvirki Reykjanesvirkjunar, og hefur virkjunin sýnt góða viðnámsgetu gagnvart þeim titringi og jarðhreyfingum sem fylgja slíkum atburðum. Ekki eru taldar líkur á að jarðskjálftar, jafnvel þeir sem tengjast eldsumbrotunum á Sundhnjúkagíggaröðinni, geti valdið því að útfellingar í geymslu á svæði HS Orku berist út í umhverfið, þar sem geymslulausnir og staðsetning þeirra tryggja öryggi gagnvart slíku álagi.



Mynd 7.2. Mynd sem sýnir þéttustu sprungubeltin á Reykjanesskaga. Fyrirhugað framkvæmdasvæði er utan þessara svæða (bætt inn á mynd með rauðu). (Þóra Björg Andrésdóttir, 2018). Framkvæmdasvæðið er merkt með rauðum punkti.

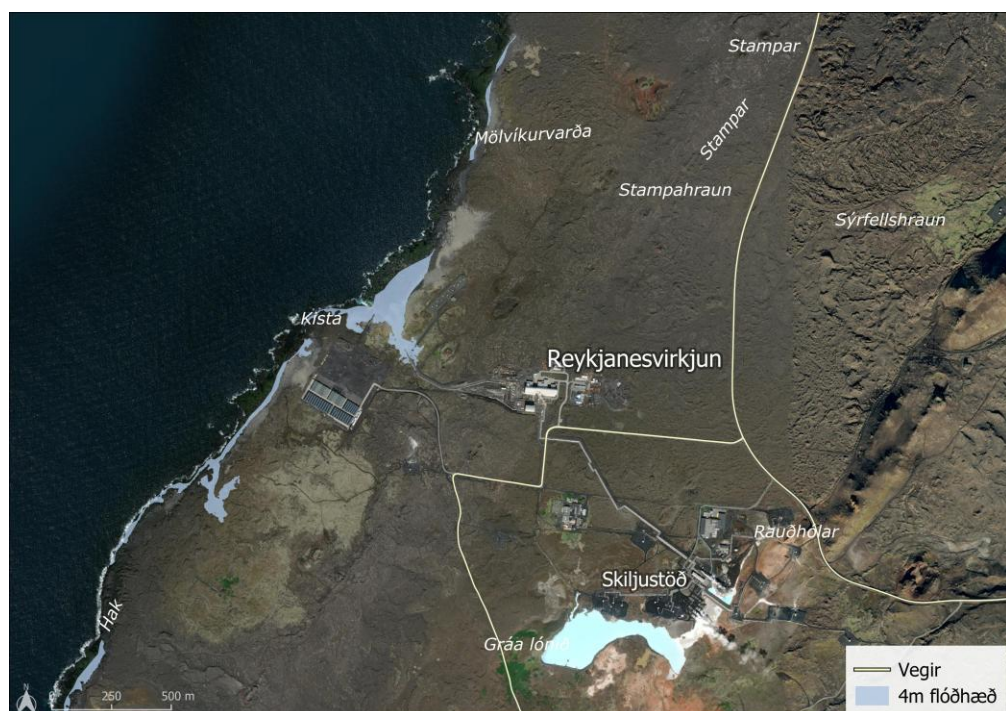


Sjávarflóð

Önnur náttúruvá sem gæti verið til staðar á svæðinu eru sjávarflóð. Samkvæmt áætlunum IPCC er gert ráð fyrir að sjávarmál muni hækka um 0,4-0,6 metra að jafnaði í heiminum á öldinni vegna loftlagsbreytinga. Það hversu mikið sjávarmálið mun hækka fer eftir því hversu mikil hlýnunin verður í heiminum (Halldór Björnsson, o.fl., 2008).

Reykjanesvirkjun er í u.þ.b. 750 m fjarlægð frá sjó. Eitthvað er búið að byggja sjóvarnir á svæðinu sökum iðnaðar sem er enn nær sjó, t.d. Stolt Sea Farm og sömuleiðis stefnir Samherji Fiskeldi á að byggja sjóvarnagarð vegna fyrirhugaðs landeldis á svæðinu. Sjóvarnir eru annars vegar byggðar til að stöðva landbrot og hins vegar til að varna því að sjór gangi á land.

Þó Reykjanesvirkjun sé ekki ýkja nálægt sjó, þá er talið mikilvægt að skoða möguleikann á sjávarflóði. Sérstaklega í ljósi þess að aðstæður gætu breyst sökum hækkun sjávar vegna loftlagsbreytinga, sem og vegna landsigs. Á Íslandi á sér mest landsig sér stað á Reykjanesi, eða 8 mm á ári að meðaltali (Halldór Björnsson, o.fl., 2008). VSÓ Ráðgjöf vann rannsókn til þess að athuga hvaða svæði væru í hættu vegna sjávarflóða ef lítið væri til áhrifa loftlagsbreytinga á sjávarstöðu. Í þeirri rannsókn var miðað við 4 metra sjávarflóð miðað við hæðarkerfi Reykjavíkurborgar og nágrennis (Auður Magnúsdóttir, Kristín Þrastardóttir, & Grétar Mar Hreggviðsson, 2021). Þessi tiltekna sjávarhæð var valin sem námundun af miðgildi og sýnir hvorki versta né besta tilvik. Mynd 7.4 sýnir hversu langt upp á land 4 metra flóð myndi ná.



Mynd 7.4 Mynd sem sýnir hversu langt 4 metra flóð myndi ná.

8 Nálgun mats á umhverfisáhrifum

8.1 Matsferlið

Matsferlinu er skipti upp í tvö stig eins og sjá má á mynd 8.1. Matsáætlun var unnin árið 2017 þegar lög nr. 106/2000 voru enn í gildi.



Mynd 8.1 Ferli mats á umhverfisáhrifum samkvæmt lögum nr. 111/2021.

Þegar matsferli þessarar framkvæmdar hófst voru í gildi lög nr. 106/2000 um mat á umhverfisáhrifum. Matsáætlun, þ.e. drög og tillaga, voru auglýst í samræmi við þau og tók Skipulagsstofnun ákvörðun um matsáætlun 13. júní 2017.

Þann 1. September 2021 tóku gildi lög nr. 111/2021 um umhverfismat framkvæmda og áætlana sem felldi úr gildi fyrrnefnd lög. Eftirstandandi matsferli verður unnið í samræmi við lög nr. 111/2021 um umhverfismat framkvæmda og áætlana.

Samkvæmt nýjum lögum er matsferlinu skipt upp í tvö stig, matsáætlun og umhverfismatsskýrsla.

Á öðru stigi matsferilsins er gerð **umhverfismatsskýrsla**. Unnið er að öflun gagna og lagt mat á umhverfisáhrif framkvæmdar í samræmi við matsáætlun. Greint er frá niðurstöðum matsins í umhverfismatsskýrslu og gerð grein fyrir m.a. helstu umhverfisáhrifum valkosta, niðurstöðum rannsókna, samræmi valkosta við fyrirbyggjandi áætlanir og tillögum um mótvægisáðgerðir og vöktun. Á grundvelli niðurstaðna umhverfismatsins og samanburðar á valkostum tekur framkvæmdaraðili ákvörðun og rökstyður þann valkost sem hann telur ákjósanlegast.

Umhverfismatsskýrslan fer í formlegt umsagnarferli hjá Skipulagsstofnun, sem felur í sér að óskað er umsagna fagstofnana og leyfisveitenda. Auk þess kynnis Skipulagsstofnun fyrirhugaða framkvæmd fyrir almenningi. Allir fá tækifæri til að gera athugasemdir við niðurstöðu matsins og koma með ábendingar (mynd 8.1).

Að lokinni kynningu gefur Skipulagsstofnun álit sitt um umhverfismat framkvæmdarinnar. Þegar álit Skipulagsstofnunar liggur fyrir er hægt hefja umsóknarferil fyrir leyfisveitingar.

8.2 Umhverfisþættir

Þeir umhverfisþættir sem eru til umfjöllunar í mati á umhverfisáhrifum eru eftirfarandi:

- Vatnhlot og vatnsvernd
- Jarðvegur
- Lífríki
- Heilsa og öryggi starfsmanna
- Landnotkun

8.3 Forsendur

Almennt byggja forsendur matsins á þremur þáttum sem taldir eru upp hér að neðan, en megin forsendur matsins fyrir einstaka umhverfisþætti koma fram í hverjum kafla um mat á umhverfisáhrifum fyrir sig (kaflar 9-13).

a) Lagaleg umgjörð: Matsvinnan er byggð á lögum um mat á umhverfisáhrifum nr. 106/2000 með síðari breytingum og lögum nr. 111/2021 um umhverfismat framkvæmda og áætlana. Við mat á umfangi áhrifa var horft til viðmiða í lögum og reglugerðum sem koma fram í hverjum umhverfismatskafla fyrir sig (kaflar 9 til 13).

b) Niðurstöður sérfræðinga: Mat á umfangi áhrifa byggir á niðurstöðum sérfræðinga og fyrirbyggjandi gögnum sem fjalla um umhverfisþætti á áhrifasvæði framkvæmdarinnar.

c) Umsagnir og athugasemdir: Forsendur sem notaðar voru við vinsun umhverfisþátta og mat á mikilvægi voru meðal annars grundvallaðar á umsögnum opinberra aðila við tillögu að matsáætlun.

8.4

Vægismat

Notuð eru hugtökin **óveruleg**, **talsverð** og **veruleg áhrif** í umfjöllun framkvæmdaaðila um umfang og vægi áhrifa í umhverfismatsskýrslu í samræmi við leiðbeiningar Skipulagsstofnunar (Skipulagsstofnun, 2005). Tafla 8.1 gerir lauslega grein fyrir skilgreiningu hugtaka. Jafnframt er við matið litið til viðauka 2 í lögum nr. 111/2021 um umhverfismat framkvæmda og áætlana.

Tafla 8.1 Skýringar á hugtökum sem notuð eru til að meta áhrif framkvæmda á hvern umhverfisþátt.

Verulega jákvæð	Talsvert jákvæð	Óverulega jákvæð
- 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 umhverfisþáttar verulega. - Áhrif framkvæmda ganga lengra en viðmið í lögum, reglugerðum, stefnumörkun stjórnvalda og alþjóðasamningum.	- Jákvæð breyting á einkennum umhverfisþáttar. - Áhrifin eru svæðisbundin og/eða ná til nokkurs fjölda fólks. - Áhrifin auka verndargildi umhverfisþáttar. - 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.	- Jákvæð áhrif á einkenni umhverfisþáttar eru lítil eða engin. - Áhrifin eru staðbundin og/eða ná til lítils fjölda fólks. - Áhrifin auka ekki verndargildi umhverfisþáttar. - Áhrif framkvæmda eru í samræmi við viðmið í lögum, reglugerðum, stefnumörkun stjórnvalda og alþjóðasamningum. - Áhrifin eru tímabundin og að öllu eða nokkru leyti afturkræf.
Verulega neikvæð	Talsvert neikvæð	Óverulega neikvæð
- Veruleg breyting á einkennum umhverfisþáttar. - 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 umhverfisþáttar verulega. - Áhrifin eru til langs tíma og óafturkræf.	- Breyting á einkennum umhverfisþáttar - Áhrifin eru svæðisbundin og/eða ná til nokkurs fjölda fólks. - Áhrifin rýra verndargildi umhverfisþáttar - Áhrif framkvæmda kunna að vera í ósamræmi við viðmið í lögum, reglugerðum, stefnumörkun stjórnvalda og alþjóðasamningum. - Áhrifin geta verið til langs tíma og að nokkru óafturkræf	- Áhrif breyta ekki eða lítið einkennum umhverfisþáttar. - Áhrifin eru staðbundin og/eða ná til lítils fjölda fólks. - Áhrifin rýra ekki verndargildi umhverfisþáttar. - Áhrif framkvæmda eru í samræmi við viðmið í lögum, reglugerðum, stefnumörkun stjórnvalda og alþjóðasamningum. - Áhrifin eru tímabundin og að öllu eða nokkru leyti afturkræf.
Engin áhrif / á ekki við		

8.5 Matsteymið

Umhverfismatið er unnið af VSÓ Ráðgjöf, undir verkstjórn HS Orku. Tafla 8.2 sýnir yfirlit yfir matsteymið og þá sérfræðinga sem komu að gerð umhverfismatsins.

Tafla 8.2 Yfirlit yfir matsteymið og sérfræðinga sem komu að umhverfismatinu.

Vinnustaður	Nafn	Hlutverk / sérþekking
HS Orka	Axel Viðarsson	Tengiliður framkvæmdaraðila
HS Orka	Helga Frímann	Tengiliður framkvæmdaraðila
VSÓ Ráðgjöf	Stefán Gunnar Thors	Verkefnisstjóri, umhverfismat og skipulag
VSÓ Ráðgjöf	Erla Björg Aðalsteinsdóttir	Umhverfismat
VSÓ Ráðgjöf	Bryndís Skúladóttir Jóhanna Björk Weissshappel	Umhverfismat, efnaverkfræði, hollustuhættir og aðbúnaður, lífríki.
VSÓ Ráðgjöf	Sigurbjörn Bogi Jónsson	Landupplýsingar og vefsíða

8.6 Áhrifa- og rannsóknasvæði

Áhrifasvæði fyrirhugaðrar framkvæmdar helgast fyrst og fremst af útbreiðslu útfellinga og möguleikanum á að geislavirk efni safnist upp í umhverfinu. Áhrifasvæðið er fyrst og fremst á athafnasvæði HS Orku (mynd 5.1). Helstu verkþættir framkvæmdarinnar þar sem hættu er á útbreiðslu útfellinga er hreinsun á útfellingum, geymsla, flutningur og urðun.

8.7 Samráð og kynning

Matsáætlun

Drög að tillögu að matsáætlun voru auglýst í Víkurfréttum og jafnframt birt á heimasíðu VSÓ Ráðgjafar (www.vso.is) og heimasíðu HS Orku (www.hsorka.is) 15. desember 2016 og rann athugasemdafrestur út 19. janúar 2017. Alls bárust 4 umsagnir frá umsagnaraðilum, sem brugðist var við í tillögu að matsáætlun. Aðilar sem sendu inn umsögn voru Geislavarnir ríkisins, Minjastofnun Íslands, Umhverfisstofnun og Veðurstofa Íslands.

Tillaga að matsáætlun var auglýst á heimsíðu Skipulagsstofnunar 9. mars 2017 og rann athugasemdafrestur út 23. mars 2017. Alls bárust 6 umsagnir frá umsagnaraðilum. Aðilar sem sendu inn umsögn voru Geislavarnir ríkisins, Heilbrigðiseftirlit Reykjavíkur, Heilbrigðiseftirlit Suðurnesja, Reykjanesbær, Umhverfisstofnun og Veðurstofa Íslands.

8.8 Álit Skipulagsstofnunar um matsáætlun

Skipulagsstofnun gaf álit um matsáætlun þann 13. júní 2017. Tafla 8.3 gerir grein fyrir skilyrðum Skipulagsstofnunar og hvar í umhverfismatsskýrslu megi finna þá umfjöllun. Vakin er athygli á því að orðinu „frummatskýrslu“ hefur verið skipt út fyrir „umhverfismatsskýrslu“ sökum þess að lögum um umhverfismatsferlið hefur verið breytt síðan matsáætlun var gefin út.

Tafla 8.3 Skilyrði í áliti Skipulagsstofnunar um matsáætlun og hvar í umhverfismatsskýrslu brugðist hefur verið við

Nr.	Skilyrði í áliti Skipulagsstofnunar	Viðbrögð í umhverfismatsskýrslu
1	Í umhverfismatsskýrslu þarf að skýra ítarlega frá tilhögun hreinsunar, skilgreina nákvæmlega staðsetningu fyrirhugaðs hreinsunarsvæðis og gera grein fyrir hvernig staðið verður að afmörkun áhrifsvæðis og vöktun til að fylgjast með geislun á nærliggjandi svæði. Einnig þarf að gera grein fyrir nálægð við aðra starfsemi og landnotkun.	Kafla 6.5 fjallar um framkvæmd hreinsunar. Í kafla 13 er fjallað um nálægð við aðra starfsemi og landnotkun.
2	Í umhverfismatsskýrslu þarf að gera grein fyrir mögulegu magni geislavirkni sem starfsfólk og almenningur geta orðið fyrir vegna útfellinganna. Einnig þarf að gera grein fyrir þeim áhrifum sem geislavirku efnin sem greinst hafa í útfellingum Reykjanesvirkjunar, þ.e. blýsamsæta (Pb-210) og pólonisamsæta (Po-210) geta haft á lífríki og heilsu manna ef magn yfir viðmiðunarmörkum berst út í umhverfið. Ennfremur þarf að gera grein fyrir hvernig fylgst verður með magni geislaengunar og til hvaða aðgerða verður gripið ef geislavirkni í umhverfi mælist yfir viðmiðunarmörkum.	Kafla 12 fjallar um mat á mögulegum áhrifum á starfsfólk og almenning. Kafla 11 fjallar um mat á mögulegum áhrifum á lífríki. Kafla 6.4 fjallar um magn útfellinga.
3	Í umhverfismatsskýrslu þarf að gera grein fyrir innihaldi jarðvegstíppsins, hvernig mælingum á geislavirkni hefur verið hagað og hvernig áformað er að standa að eftirliti og umgengni um svæðið.	Kafla 4.3.2 fjallar um mælingar á jarðvegstíppnum.
4	Í umhverfismatsskýrslu þarf að gera grein fyrir öryggi geymslu geislavirks úrgangs í plastkerum.	Í kafla 6.5.3 er gerð grein fyrir geymslu geislavirkum úrgangi.
5	Í umhverfismatsskýrslu þarf að gera ítarlega grein fyrir og bera saman valkosti varðandi endanlega förgun úrgangsins. Gera þarf grein fyrir raunhæfni kynnta kosta og hvaða skilyrði þarf að uppfylla varðandi flutning til Noregs og Þýskalands. Ennfremur þarf að gera grein fyrir áætluðum flutningsleiðum á landi fyrir alla valkosti. Varðandi valkost um urðun á Álfsnesi þarf í umhverfismatsskýrslu að gera grein fyrir forsendum til að heimila urðun geislavirks úrgangs í Álfsnesi, sem kallar á undanþágu frá reglugerð nr. 738/2003 um urðun úrgangs, og meta áhrif urðunar úrgangsins á aðra landnotkun og framtíðarþróun svæðisins. Jafnframt þarf að gera ítarlega grein fyrir hvaða áhrif flutningur getur haft á íbúa og samfélag, byggt á hættumati m.t.t. óhappa og náttúruvár.	Kafla 5 fjallar um valkosti. Þar er tilgreint hvaða valkostir eru taldir raunhæfir og hver sé aðalvalkostur HS Orku. Jafnframt er gerð grein fyrir flutningsleiðum.

8.9 Frávik frá matsáætlun

Í matsáætlun var gert ráð fyrir þremur valkostum. Þeir voru að farga útfellingunum á urðunarstað á Íslandi, geyma þær á Íslandi og flytja þær til förgunar erlendis, ýmist til Þýskalands eða Noregs. Hætt hefur verið við þann valkost að flytja útfellingarnar til förgunar á Íslandi þar sem sá valkostur er ekki talinn raunhæfur (sjá kafla 5.3). Í umhverfismatsskýrslunni eru eingöngu skoðaðir hinir tveir valkostirnir sem nefndir voru í matsáætlun, að geyma úrganginn á Íslandi eða flytja hann erlendis. Til að bregðast við breyttum aðstæðum um valkosti sem eru raunhæfir þá verður þeim matspurningum úr matslýsingu sem snérú að flutningi á urðunarstað á Íslandi sleppt.

Sömuleiðis var umfjöllun um áhrif framkvæmda á hagræna og félagslega þætti sleppt. Ástæðan er sú að matsspurningarnar snéru að því hvaða áhrif flutningar á urðunarstað á Íslandi hefði á þau byggðarlög sem farið væri um og hvort urðun á urðunarstað á Íslandi gæti haft einhver samfélagsleg áhrif. Umfjöllun um heilsu og öryggi er í kafla 12.

9 Vatnshlot og vatnsvernd

Í mati á umhverfisáhrifum framkvæmdar á vatnshlot og vatnsvernd eru eftirfarandi matsspurningar og viðmið lögð til grundvallar mati á áhrifum

Matsspurningar

- Hvaða vatnshlot eru á áhrifasvæði?
- Eru fjarsvæði, grannsvæði og/eða brunnsvæði vatnsverndar innan áhrifasvæðis?
- Eru vatnshlotin undir álagi eða eru líkleg til að vera undir álagi?
- Er líklegt að útfellingar sem innihalda NORM valdi því að vatnshlot nái ekki umhverfismarkmiðum sínum?
- Er líklegt að útfellingar berist í grunnvatn í kringum geymslusvæði, borholurnar, safnæðar og skiljustöðvar og hafi áhrif á neysluvatn?
- Er möguleiki á að útfellingar berist í vatnshlot á leiðinni að útflutningshöfn eða hafi áhrif á neysluvatn?

Gögn og viðmið

- Lög um hollustuhætti og mengunarvarnir nr. 7/1998.
- Lög nr. 55/2003 um meðhöndlun úrgangs.
- Reglugerð nr. 806/1999 um spilliefni
- Reglugerð nr. 1077/2010 um flutning á hættulegum farmi á landi
- Reglugerð nr. 536/2001 um neysluvatn.
- Reglugerð nr. 796/1999 um varnir gegn mengun vatns.
- Reglugerð nr. 550/2018 um losun frá atvinnurekstri og mengunareftirlit.
- Aðalskipulag Reykjanesbæjar
- Vatnatilskipun 2000/60/EB.
- Vatnaáætlun Íslands 2022 – 2027
- Leiðbeiningar Umhverfisstofnunar um mat á áhrifum framkvæmda og starfsemi á vatnshlot 2024.
- Lög nr. 36/2011 um stjórn vatnamála.
- Reglugerð nr. 535/2011 um flokkun vatnshlota, eiginleika þeirra, álagsgreiningu og vöktun.
- Vatnavefsjá stjórnar vatnamála. Flokkun og gerð vatnshlota, efnafræðileg og vistfræðileg flokkun vatnshlota.

9.1 Lýsing á grunnástandi vatnshlota og vatnsverndar

Eftirfarandi umfjöllun byggir á leiðbeiningum Umhverfisstofnunar um mat á áhrifum framkvæmda og starfsemi á vatnshlot (Umhverfisstofnun, 2024). Áhrifamatið er framkvæmt í þremur megin skrefum sem eru (1) skimun, (2) mat á umfangi og (3) mat á áhrifum. Áður en sótt er um leyfi fyrir framkvæmd þarf að liggja fyrir ítarlegt áhrifamat í samræmi við Vatnaáætlun 2022-2027 og lög um stjórn vatnamála nr. 36/2011.

Yfirborðs- og grunnvatni er skipt í vatnshlot og ástand vatnshlota má ekki hnigna miðað við umhverfismarkmið sem sett hafa verið, hvorki varanlega né tímabundið, nema undanþága hafi verið veitt. Ástand yfirborðsvatnshlota er metið út frá vistfræðilegu og efnafræðilegu ástandi. Ástand grunnvatnshlota er metið út frá magnstöðu og

efnafræðilegu ástandi. Tryggja skal að vatnshlot séu í það minnsta í góðu ástandi, þ.e. að yfirborðsvatnshlot hafi a.m.k. gott vistfræðilegt og gott efnafræðilegt ástand og að grunnvatnshlot hafi góða magnstöðu og gott efnafræðilegt ástand.

9.2 Skimun

Skimun er fyrsta skref áhrifamats þar sem kannað er hvort framkvæmd geti haft áhrif á vatnshlot, gerð er grein fyrir hvaða vatnshlot það eru og hvort tilefni sé til frekara mats. Skoðuð eru vatnshlot ef útfellingar eru geymdar eða fluttar innan afmarkana þeirra eða nærri en 150 metra frá afmörkun þeirra.

Áhrif af valkosti A yrði takmarkaður við grunnvatnshlot næst athafnasvæði Reykjanesvirkjunar. Áhrif af valkosti B gætu náð til þeirra vatnshlota sem liggja í nálægð við flutningsleið útfellinganna til hafnar. Ef flytja ætti útfellingarnar erlendis, þyrfti að flytja það með flutningsbílum í Helguvík. Ekki hefur verið útlistað nákvæmlega um hvaða leið flutningurinn færi, nokkrar leiðir eru mögulegar, en flestar eiga það sammerkt að fara yfir sömu grunnvatnshlotin og að mestu í nálægð við sömu vatnshlot í sjó.

Upplýsingar um vatnshlot og ástand þeirra er fengið af Vatnavefsjá Umhverfisstofnunar (Stjórn vatnamála, 2025).

Grunnvatnshlot

Undir Reykjanesvirkjun liggur stórt grunnvatnshlot sem heitir **Reykjanes nr.104-263-G** en flatarmál þess er 301,8 km² og um er að ræða sprunguveiti með mikið grunnvatnsstreymi. Umhverfismarkmið vatnshlotsins eru að magnstaða sé góð og efnafræðilegt ástand sé gott. Efnafræðilegt ástand grunnvatnshlotsins og magnstaða er óþekkt og ekki er gerð grein fyrir því hvort það nái umhverfismarkmiðum. Staðbundið álag er skráð á grunnvatnshlotið frá iðnaði, vegna jarðvarmavirkjunar á Svartshengi og Carbon Recycling International (CRI). Stærðargráða álags og áhrif eru óþekkt.

Ef flytja á útfellingar og nýta höfnina í Helguvík til útflutnings gætu eftirfarandi vatnshlot orðið fyrir áhrifum.

Undir Njarðvík og hluta af Reykjanesbrautinni liggur grunnvatnshlotið **Rosmhvalanes 1 nr. 104-115-1-G** en flatarmál þess er 28,3 km² og en um er að ræða sprunguveiti með miðlungs grunnvatnsstreymi. Umhverfismarkmið vatnshlotsins eru að magnstaða sé góð og efnafræðilegt ástand sé gott. Efnafræðilegt ástand grunnvatnshlotsins og magnstaða er óþekkt og ekki er gert grein fyrir því hvort þau nái umhverfismarkmiðum sínum. Ekkert álag er skráð á vatnshlotið.

Undir þéttbýlinu í Keflavík og Ásbrú, og undir Reykjaness tanni liggur grunnvatnshlotið **Rosmhvalnes 2 nr.104-115-2-G**. Flatarmál þess er 105,5 km² og um er að ræða sprunguveiti með miðlungs grunnvatnsstreymi. Efnafræðilegt ástand grunnvatnshlotsins og magnstaða er óþekkt. Umhverfismarkmið vatnshlotsins eru að magnstaða sé góð og efnafræðilegt ástand sé gott, en ekki er gert grein fyrir því hvort þau markmið náist. Magnstöðuáætla er óskilgreind, en vatnshlotið er metið í hættu vegna efna í tengslum við núverandi starfsemi á flugvallarsvæðinu (ÍSÖR, 2021). Skráð er staðbundið álag á vatnshlotið vegna gamalla urðunarstaða, úrgangsmeðhöndlunar við Helguvík og fyrrum sorpbrennslu. Einnig er skráð dreift álag á vatnshlotið vegna samgangna, einkum í samhengi við Keflavíkurflugvöll. Grunnvatnið á að langmestu leyti uppruna sinn í úrkomu sem hefur fallið á vatnasvið þess, en ekkert aðrennsli er að því (Veðurstofa Íslands, 2020).

Strandsjávarhlot

Nesvegur og Hafnarvegur liggja á köflum nærri ströndinni. Vegalengd að sjó er minnst um 120 m frá Nesvegi norðan við Skiptivík, og um 100 m frá Hafnarvegi í Ósa. Ef til óhapps kæmi á þessum vegarköflum, gætu vatnshlot í sjó mögulega orðið fyrir áhrifum.

Strandsjávarhlotið **Þorlákshöfn að Höfnum nr. 104-1383-C** liggur sunnan við allt Reykjanesið og fyrir það vestast. Í vatnavefsjá stjórnar vatnamála en flatarmál þess er 243,6 km². Umhverfismarkmið vatnshlotsins eru að vistfræðilegt ástand sé gott og efnafræðilegt ástand sé gott. Efnafræðilegt ástand strandsjávarhlotsins er óþekkt og vistfræðilegt ástand óflokkað. Það er ekki metið í hættu og gert er ráð fyrir að umhverfismarkmið náist. Skráð er staðbundið álag á vatnshlotið vegna skólpráveita án hreinsunar, losunar frá iðnaði m.a. Svarengi, útrás frá Orkuveri HS Orku hf. og landeldi með losun í sjó.

Norðan við Reykjanesið og handan Helguvíkur, mögulegrar útflutningshafnar, liggur strandsjávarhlotið **Hafnir að Gróttu nr. 104-1382-C** en flatarmál þess er 517,7 km². Efnafræðilegt ástand strandsjávarhlotsins er óþekkt og vistfræðilegt ástand óflokkað og ekki er gert grein fyrir því hvort þau nái umhverfismarkmiðum sínum um gott efnafræðilegt ástand og gott vistfræðilegt ástand.

Skráð er staðbundið álag á vatnshlotið vegna skólpráveitu, losun frá Álvinnslu í Helguvík, slipp í Njarðvík og landeldis í Vogum. Einnig er skráð dreift álag á vatnshlotið vegna samgangna, einkum í samhengi við Keflavíkurflugvöll.

Mögulega flutningsleið gæti legið á kafla nærri árósavatnshlotinu **Ósar við Hafnir nr. 104-81-T** en flatarmál þess er 2,6 km². Efnafræðilegt ástand árósavatnsins er óþekkt og vistfræðilegt ástand óflokkað og ekki er gert grein fyrir því hvort það nái umhverfismarkmiðum sínum um gott efnafræðilegt ástand og gott vistfræðilegt ástand. Ekki er skráð álag á vatnshlotið.



Mynd 9.1 Vatnshlot til skoðunar í áhrifamati. Endanlegt leiðarval er ekki ákveðið fyrir valkost B, en gæti legið um eða nærri auðkenndum vatnshlotum á myndinni.

Tafla 9.1. Vatnshlot og hvaða valkostir gætu mögulega haft áhrif á hvert þeirra. X táknar að útfellingar séu geymdar eða fluttar innan afmarkana vatnhlots. Y táknar að útfellingar séu mögulega á kafla fluttar nærri afmörkun vatnhlots (<150m).

Vatnshlot			Valkostir		
Nafn	Gerð	Númer	A	B	Núllkostur
Reykjanes	Grunnvatnshlot	104-263-G	x	x	x
Rosmhvalanes 1	Grunnvatnshlot	104-115-1-G		x	
Rosmhvalnes 2	Grunnvatnshlot	104-115-2-G		x	
Þorlákshöfn að Höfnum	Strandsjávarhlot	104-1383-C		y	
Hafnir að Gróttu	Strandsjávarhlot	104-1382-C		y	
Ósar við Hafnir	Árósavatn	104-81-T		y	

Áhrifabættir

Helsti áhrifabáttur er geislun frá útfellingum. Geislun getur breytt sameindum í líkama lífvera og getur þannig valdið efnafræðilegum breytingum í frumum, sem getur haft skaðleg áhrif á starfsemi þeirra.

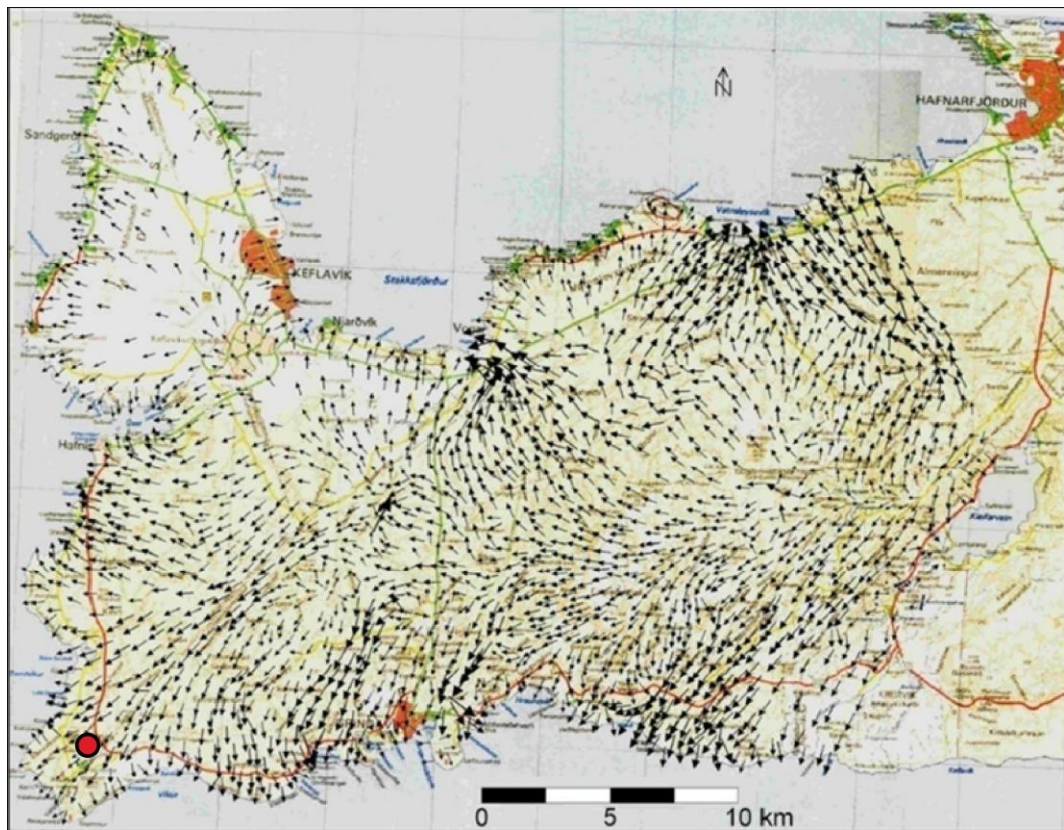
Möguleg bein eða óbein áhrif á gæðabætti

Möguleiki er á neikvæðum áhrifum á vatnshlot ef meðhöndlun er ábótavant, eða ef óhapp ætti sér stað þannig að útfellingar lenda utan þar til gerðra geymslu- eða flutningsíláta og komast í snertingu við jarðveg eða vatn. Bæði gætu efnafræðilegir og vistfræðilegir gæðabættir orðið fyrir áhrifum.

9.2.1 Grunnvatn á framkvæmdasvæði og vatnsvernd

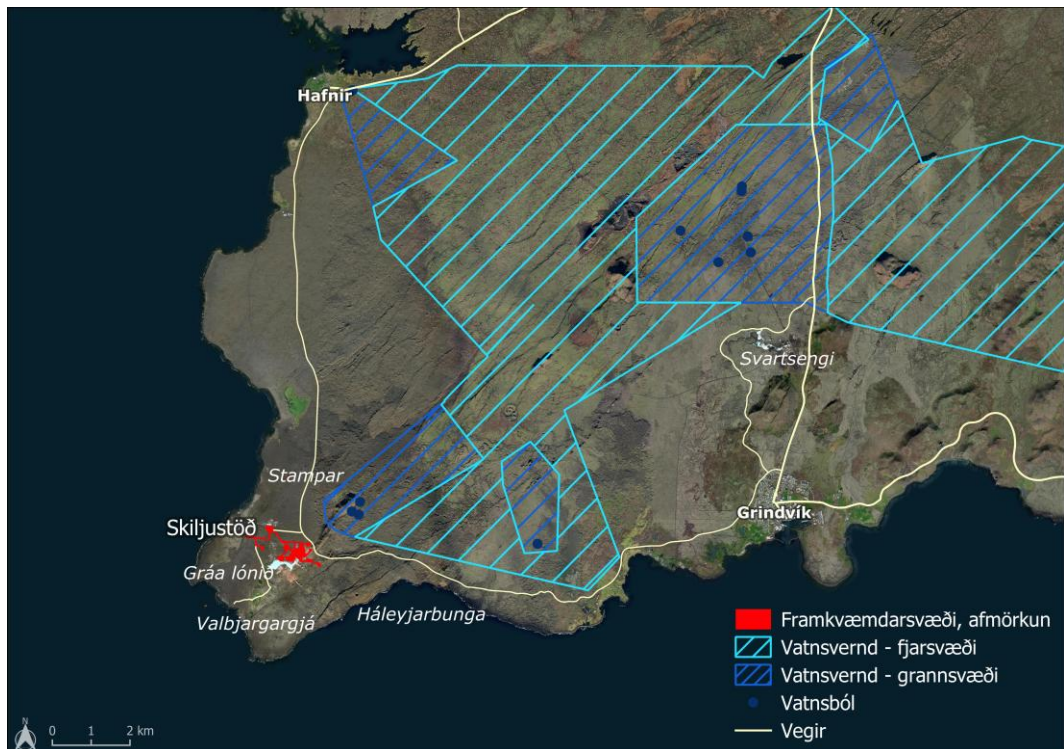
Grunnvatn á Reykjanesi skiptist í ferskt grunnvatn, sem flýtur ofan á söltum jarðsjó í berginu, og blandlag þar á milli með breytilegri seltu (Freystinn Sigðursson, 1985). Mynd 9.2 sýnir stefnu grunnvatnsrennslis á Reykjanesskaga. Megin grunnvatnsrennslis undir framkvæmdasvæðinu er í sjó fram í NA-SV stefnu (Árni Hjartarson, 2009).

Grunnvatnsborð á utanverðum Reykjanesskaga liggur lágt yfir sjó, víða 1-1,5 m y.s. Þykkt ferskvatnslagsins á vestasta hluta skagans, undir framkvæmdasvæðinu, er um 30 m, en á bilinu 45-55 m undir Lágasvæði (á miðjum skaganum) og um 100 m vestur undir Fagradalsfjalli. Blandlagið á Lágasvæði eru um 15 m þykkt og þynnist í vesturátt í átt til sjávar.



Mynd 9.2 Stefna grunnvatnsrennslis á Reykjanesi (Árni Hjartarson, 2009). Framkvæmdasvæðið er merkt inn með rauðum punkti.

Vatnsverndarsvæði í grennd við framkvæmdasvæðið eru sýnd á mynd 9.3. Næsta vatnsverndarsvæði, sem er grannsvæði, er í 1-1,5 km fjarlægð, norðaustur af svæðinu.



Mynd 9.3 Vatnsverndarsvæði (grannsvæði og fjarsvæði) í grennd við athafnasvæði HS Orku, Reykjanesvirkjun.

Árið 2015 söfnuðu starfsmenn Íslenskra orkurannsóknna (ÍSÖR) vatnssýnum til greininga á uppleystu radóni (R_n) í fersku og söltu grunnvatni við virkjanirnar á Reykjanesi og Svartsengi, svo og í skiljuvatni frá virkjununum. Radon eitt af þeim geislavirku efnum sem

geta fundist í jarðvarmakerfum. Til samanburðar var safnað sýnum af grunnvatni úr neysluvatnsbóli í Lágum og Sýrfelli.

Mælingarnar sýndu svipaðan styrk radons í grunnvatni við virkjunina og úr neysluvatnsholum í Lágum og Sýrfelli (tafla 9.2). Svipaður styrkur radons mældist í þessum sýnum og mælt hefur í sýnum úr vatnsbóli í Kaldárseli en nokkru lægra en í sýnum úr vatnsbóli í Vatnsendakrikum þar sem er eldra berg. Hærri radongildi mælast jafnan í grunnvatni sem leikið hefur um eldra berg. Mæligildin í skiljuvatni frá Reykjanesvirkjun voru það lág að þau teljast varla marktækt frábrugðin núlli, 26 ± 33 Bq/m³ (ÍSÖR, 2015). Hvorki eru til viðmið fyrir hámarksstyrk radons í neysluvatni í íslenskum reglugerðum né hjá Evrópusambandinu. Í Svíþjóð hafa viðmiðunarmörk fyrir opinberar vatnsveitur verið sett 100.000 Bq/m³.

Tafla 9.2. Styrkur radons í grunnvatni við Reykjanesvirkjun og úr nokkrum neysluvatnsholum og vatnsbólum til samanburðar.

Lýsing	Staðsetning	Styrkur radons (Bq/m ³)
Grunnvatn	Við Reykjanesvirkjun	178 ± 45
Neysluvatnsholur	Í Lágum	106 ± 55
	Sýrfelli	208 ± 106
Vatnsból	Kaldársel	178 ± 45
	Vatnsendakrikar	492 ± 93

Mælingar á styrk blýs (Pb) í neysluvatni úr borholum í Lágum og Sýrfelli hafi sýnt mjög lágan styrk, 0,6-1,2 µg/L í neysluvatni úr Lágum og 0,01-0,04 µg/L í neysluvatni undir Sýrfell (ÍSÖR, 2015). Styrkur blýs (Pb) í þessum borholum er vel undir hámarksgildi í reglugerð nr. 536/2001 um neysluvatn (ÍSÖR, 2015). Ekki liggja fyrir niðurstöður um magn pólon (Po) en það er talið hegða sér á sambærilegan máta og blý (Pb) (Andri Stefánsson, 2016). Því eru taldar allar líkur á því að styrkur pólon sé einnig vel undir hámarksgildi reglugerðar.

9.3 Mat á umfangi

Í mati á umfangi er greint frá hvaða gæðapættir vatnshlots geta orðið fyrir áhrifum af framkvæmdinni. Jafnframt er útskýrt hvaða gæðapættir verða ekki fyrir áhrifum og rökstutt af hverju. Ekki er búist við áhrifum á magnstöðu vatnshlota vegna framkvæmdar.

9.4 Gæðapættir sem eru til umfjöllunar

Geislavirk efni eru almennt ekki talin upp sem sérstakur gæðapáttur í umhverfis-markmiðum vatnshlota. Þau eru ekki hluti af hefðbundinni ástandsflokkun vatnshlota, heldur vöktuð sérstaklega af Geislavörnum ríkisins. Blý og efnasambönd þess eru hinsvegar nefnd á lista yfir forgangsefni í yfirborðsvatni og er í flokki efna og efnasambanda sem er óheimilt að losa í yfirborðsvatn og grunnvatn.

Byggt á helstu áhrifapáttum starfsemi Reykjanesvirkjunar eru eftirfarandi gæðapættir til umfjöllunar:

Grunnvatnshlot

- **Efnafræðilegt ástand grunnvatnshlota:** metið út frá leiðni og styrk ýmissa mengunarvalda sem skilgreind eru í leiðbeiningum Umhverfisstofnunar (Umhverfisstofnun, 2024). Í áhrifamati skal gera grein fyrir því ef tiltekin efni geta borist í grunnvatnshlot vegna framkvæmdar.

Strandsjávarhlot

- **Efnafræðilegt ástand:** metið út frá styrk forgangsefna, þ.e. mengandi og þrávirkra efna¹.
- **Vistfræðilegt ástand:** metið út frá samspili líffræðilegra, efna- og eðlisefnafræðilegra og vatnsformfræðilegra gæðapátta. Líffræðilegir gæðapættir eru svifþörungur, hryggleysingar á mjúkum botni og botnþörungur á hörðum botni. Efna- og eðlisefnafræðilegir þættir taka til næringarefna, forgangsefna og annarra mengandi efna. Vatnsformfræðilegir þættir eru sjávarföll og formfræði, sem nánar eru skilgreindir í reglugerð 535/2011.

Árósavatnshlot

Gæðapættir hafa ekki verið skilgreindir fyrir árósavatn. Almennt er þó horft til og stuðst við gæðapætti fyrir straumvötn, stöðuvötn og strandsjó eftir því sem við á. Hér verða notuð sömu gæðapættir og fyrir strandsjávarhlot.

9.5

Mat á áhrifum

Efnafræðilegt ástand grunnvatnshlota

Náttúrulega geislandi efni sem finnast í útfellingunum eru geislavirkar samsætur af blýi (Pb-210), sem gefa frá sér beta geislun við hrörnun, og pólon (Po-210), sem gefur aðallega frá sér alfa geislun við hrörnun. Samhengi er á milli þeirra því pólon myndast vegna hrörnunar blýs. Viðmiðunargildi fyrir blý fyrir gott ástand grunnvatnshlota er 10 µg/l. (Umhverfisstofnun, 2024). Losun á blýi frá útfellingum vegna óhapps gæti því haft áhrif á efnafræðilegt ástand grunnvatnshlota.

Efnafræðilegt ástand strandsjávarhlota og árósavatns

Efnafræðilegt ástand yfirborðsvatnshlota er metið út frá styrk forgangsefna (mengandi og þrávirk efni). Umhverfissgæðakröfur (UGK) forgangsefna í yfirborðsvatni úr reglugerð nr. 796/1999 um varnir gegn mengun vatns, sjást í Tafla 9.3.

Tafla 9.3. Viðmiðunargildi fyrir ársmeðaltal og leyfilegan hámarksstyrk blýs og efnasamböndum þess .

Vatnshlot	Árósavatn		Strandsjór		Allt yfirborðsvatn
Heiti efnis	Ársmeðaltal	Leyfilegur hámarksstyrkur	Ársmeðaltal	Leyfilegur hámarksstyrkur	UGK Lífríki
Mælieining	µg/l				(µg/kg)
Blý og efnasambönd þess	1,2	1,3	14	14	Óskilgreint

Ef til óhapps kæmi, gæti losun á blýi og efnasamböndum þess frá útfellingum aukið styrk þess staðbundið, og mögulega haft áhrif á efnafræðilegt ástand strandsjávarhlota og árósavatns.

Vistfræðilegt ástand strandsjávarhlota og árósavatns

Efnin Pb-210 og Po-210 finnast náttúrulega í umhverfinu og í lífverum í sjó (Weifeng Yang, 2022) en langvarandi útsetning fyrir alfa-geislun frá samsætum eins og Po-210 getur valdið frumuskemmdum.

¹ Sjá VI. viðauka reglugerðar nr. 535/2011 og reglugerð nr. 796/1999 um varnir gegn mengun vatns.

9.5.1 **Valkostur A**

Hreinsun útfellinga af holutoppum, lögnum og skiljustöðvum fer fram á afmörkuðu svæði inn á skilgreindu iðnaðar- og orkuvinnslusvæði á Reykjanesi og þær settar í lokað ílát eða steypar inn í lokað rými. Verklag við hreinsun mun tryggja örugga meðhöndlun svo að geislavirkt efni (NORM) berist ekki í jarðveg og þaðan í grunnvatn. Útfellingarnar verða annað hvort geymdar í ílátum í geymslurými innan athafnasvæðis HS Orku, sem verður eingöngu notað í þeim tilgangi, eða þær verða steypar inn í lokað rými. Ekki er taldar líkur á því að útfellingar sem innihalda NORM geti borist úr geymslum í grunnvatn og því ekki talið að efnafræðilegt ástand grunnvatnshlots muni hnigna.

Engin vatnsverndarsvæði eru á áhrifasvæði framkvæmdarinnar. Norðaustur af geymslusvæðinu er næsta vatnsverndarsvæði grannsvæði vatnsverndar. Það er í um 1,5 km fjarlægð frá geymslusvæðinu og um 1 km fjarlægð frá þeim orkuvinnsluholum sem liggja næst því. Grunnvatnsstefnan er í NV-SV stefnu, frá landi niður í sjó, í átt frá vatnsverndarsvæðinu (mynd 9.2). Mælingar á styrk radons og blýs í neysluvatni úr borholum í Lágum og Sýrfelli hafa ekki sýnt hækkaðan styrk þessara efna sem gefur til kynna að áhrifa geislavirkra efna frá Reykjanesvirkjun hafi ekki gætt þar.

9.5.2 **Valkostur B**

Útfellingar sem innihalda NORM eru fluttar frá athafnasvæði HS Orku að höfninni Helguvík, Reykjanesbæ. Á þeirri leið færi flutningurinn yfir nokkur grunnvatnshlot, og að strandsjávarhlotinu Hafnir að Gróttu nr. 104-1382-C við höfnina (mynd 9.1). Líklegast er farið yrið um Nesveg í norður og um Hafnarveg að Reykjanesbraut. Ef farið yrið í austur gegnum Grindavík að Reykjanesbraut þyrfti að fara yfir vatnsverndarsvæði norðan Svartengis, sem er ekki ákjósanlegt.

Ef óhapp verður við flutning útfellinga sem innihalda NORM gætu efnin mögulega komist í samband við jarðveg og þaðan í grunnvatn eða út í sjó. Talið er afar ólíklegt að áhrifa myndi gæta á strandsjávarhlot eða árósavatn, jafnvel ef slysstaður væri þar sem vegalengd í þau frá flutningsleið er styst. Nauðsynlegar ráðstafanir verða gerðar til að takamarka líkur á óhöppum og afleiðingum þeirra samanber lög nr. 7/1998 um hollustuhætti og mengunarvarnir. Ef óhapp verður og útfellingar sem innihalda NORM dreifast út úr ílátum, í ökutæki og jafnvel í jarðveg mun fara fram tafarlaust hreinsun á ökutæki og mengaður jarðvegur hreinsaður upp. Geislavirkni efnanna er það skammdræg að ekki er talin hætta á því að þær hafi áhrif á grunnvatn jafnvel þó óhapp ætti sér stað á flutningsleiðinni. Áhrifin yrðu staðbundin og tímabundin á meðan á hreinsun stæði. Gerðar verða verklagsreglur um flutning og viðbragðsáætlun við hugsanlegum óhöppum til að takmarka áhættu og afleiðingar.

Flutningsaðilar skulu hafa leyfi til að flytja hættulegan farm og kröfum reglugerða um spilliefni og flutning á hættulegum farmi á landi verður fylgt.

9.6 Samantekt á niðurstöðum mats á áhrifum á vatnshlot

Ekki er talda líkur á því að útfellingar sem innihalda NORM geti borist úr geymslum í grunnvatn í valkosti A, né úr flutningsílátum í valkosti B í grunnvatnshlot, strandsjávarhlot eða árósavagn. Í samanburði eru báðir valkostir betri en núllkostur.

Fyrirhuguð framkvæmd er því ekki líkleg til að valda neikvæðum áhrifum á gæðabætti vatnshlots. Ef til óhapps kæmi yrðu áhrifin staðbundin og tímabundin á meðan hreinsun stæði yfir. Áhrif valkosta A og B eru metin óverulega neikvæð á vatnshlot, en núllkostur talin hafa talsvert neikvæð áhrif.

Vatnsgæði	A-valkostur	B-valkostur	Núllkostur
Helstu áhrif	Valkostur A er talinn hafa óverulega neikvæð áhrif á vatnshlot. Ekki er talin hætt á að útfellingar sem innihalda NORM berist í grunnvatn.	Valkostur B er talinn hafa óverulega neikvæð áhrif á vatnshlot. Möguleg neikvæð áhrif geta orðið ef óhapp verður við flutning og NORM kæmust í jarðveg. Áhrifin yrðu staðbundin og tímabundin á meðan á hreinsun stæði.	Núllkostur er talinn hafa talsvert neikvæð áhrif á grunnvatnshlot þar sem útfellingum sem innihalda NORM er fargað í jarðvegstípp sem getur borist þaðan í grunnvatn.
Mótvægis- aðgerðir /vöktun	Gerð verður viðbragðsáætlun við hugsanlegri náttúruvá á svæðinu.	Gerð verður viðbragðsáætlun við hugsanlegum óhöppum við flutning.	
Niðurstaða matsins	Óverulega neikvæð	Óverulega neikvæð	Talsvert neikvæð

10 Jarðvegur

Lagt var mat á hvort möguleiki sé á að útfellingar berist í jarðveg í kringum framkvæmdasvæðið, geymslu- og/eða flutningsleiðir og hvort unnt sé eða þörf á að leggja til ákveðnar mótvægisáðgerðir. Í umhverfismatinu var stuðst við eftirfarandi matspurningar og gögn:

Matsspurningar

- Er líklegt að útfellingar setjist í jarðveginn í kringum borholurnar, safnæðar og skiljustöðvar?
- Er möguleiki á að útfellingar berist í jarðveg við flutning?

Gögn og viðmið

- Reglugerð nr. 1400/2020 um mengaðan jarðveg
- Reglugerð nr. 1290/2015 um hámarks geislunar starfsmanna og almenninga vegna starfsemi þar sem notuð er geislun
- Reglugerð nr. 1077/2010 um flutning á hættulegum farmi á landi
- Lög nr. 7/1998 um hollustuhætti og mengunarvarnir

10.1 Jarðvegur á framkvæmdasvæði/geymslusvæði

Borholur eru staðsettar á borplönnum úr malarpúða, ýmist ein eða fleiri á sama planinu. Vegir að borholunum eru malarvegir. Það er steyppt plan á geymslu- og hreinsisvæði, sem er um 207 m², er helgað hreinsun á lögnum og lokum (sjá mynd 5.1). Planið er að öðru leyti þakið mól. Við hreinsun eru holutoppar og lagnir næst holutoppnum hreinsaðar með háþrýstivatni og snigli sem tætir útfellingar innan úr lögnum. Öllum útfellingum er safnað saman og að lokinni hreinsun er planið skoðað og mælt með Geiger-mæli og útfellingar sem kunna að hafa fallið á planið hreinsaðar upp. Gámarnir sem notaðir hafa verið fyrir bráðabirgðageymslu útfellinganna eru á malarplani.

Áður en vitað var um geislavirknina var útfellingunum fargað í jarðvegstípp á lóð HS Orku. Árið 2018 mældi Geislavarnir ríkisins geislavirkni í og við hann. Niðurstöður mælinga sýndu að engin geislun er mælanleg frá honum.

10.2 Áhrif framkvæmda á jarðveg

A-alkostur

Valkostur A er talinn hafa óverulega neikvæð áhrif á jarðveg. Í samanburði við núllkost, sem væri að farga útfellingunum áfram í jarðvegstípp, er A valkostur talinn hafa töluvert minni áhrif. Útfellingarnar eru þá ýmist geymdar í lokuðum ílátum á geymslusvæði sem er eingöngu notað sem slíkt eða þær eru steyptar inn í lokað rými. Flytja þarf ílátin sem útfellingarnar eru geymdar í frá hreinsiplani á geymslusvæðið. Flutningurinn á sér stað um stutta vegalengd, innan athafnasvæðis HS Orku. Ef óþöpp verða við flutning gætu útfellingarnar komist í jarðveg. Þá yrði tafarlaust unnið að hreinsun og farið yfir svæðið með Geiger-mæli til þess að tryggja að útfellingar sem innihalda NORM yrðu ekki eftir í jarðvegi.

B-alkostur

Valkostur B er talinn hafa óverulega neikvæð áhrif á jarðveg. Eins og A valkostur þá er valkosturinn talinn hafa töluvert minni áhrif á jarðveg en núllkostur. Valkostur B felur í sér flutning á útfellingum sem innihalda NORM frá athafnasvæði HS Orku að höfninni Helguvík, Reykjanesbæ. Kosturinn umfram A valkost er að útfellingarnar væru fluttar af svæði HS Orku og því ekki líkur á því að þær komist seinna meir í snertingu við jarðveg á því svæði. Hins vegar eru einhverjar líkur á því að óhapp verði þegar á flutningunum í Helguvík stendur og geta áhrifin orðið víðar en innan athafnasvæðis HS Orku. Nauðsynlegar ráðstafanir verða gerðar til að takamarka afleiðingar óhappa samanber lög

nr. 7/1998 um hollustuhætti og mengunarvarnir. Ef óhapp verður og útfellingar sem innihalda NORM dreifast út úr ílátum, í ökutæki og jafnvel í jarðveg mun fara fram tafarlaust hreinsun og mengaður jarðvegur hreinsaður upp, samanber kröfur í reglugerð um flutning á hættulegum farmi á landi. Áhrifin yrðu því staðbundin og tímabundin á meðan á hreinsun stæði. Gerð verður viðbragðsáætlun við hugsanlegum óhöppum við flutning og hvaða aðgerðir fara í gang við þær aðstæður.

Þess yrði gætt að flutningsaðilar hefðu starfsleyfi samanber reglugerð nr. 806/1999 um spilliefni. Þar kemur fram að atvinnurekstur skuli hafa starfsleyfi til að fá að meðhöndla spilliefni. Flutningur spilliefnis telst meðhöndlun samkvæmt reglugerðinni. Kröfum reglugerðar nr. 1077/2010 um flutning á hættulegum farmi á landi verður fylgt og þess gætt að ökumaður hafi þau réttindi sem krafist er í reglugerðinni.

10.3

Samantekt á niðurstöðum mats á áhrifum á jarðveg

Áhrif valkosta A á jarðveg eru metin óverulega neikvæð. Það sama gildir um valkost B en báðir valkostirnir eru taldir hafa töluvert minni áhrif á umhverfispáttinn en núllkostur.

Jarðvegur	A-valkostur	B-valkostur	Núllkostur
Helstu áhrif	Valkostur A er talinn hafa óverulega neikvæð áhrif á jarðveg. Við geymslu efnanna er talið mjög ólíklegt að útfellingar sem innihalda NORM berist í jarðveg.	Valkostur B er talinn hafa óverulega neikvæð áhrif á jarðveg. Einhverjar líkur eru á óhappi á meðan flutningi stendur en áhrifin yrðu þá staðbundin og tímabundin á meðan hreinsun stæði.	Núllkostur er talinn hafa talsvert neikvæð áhrif á jarðveg þar sem útfellingum sem innihalda NORM er fargað í jarðvegstípp.
Mótvægisáðgerðir /vöktun	Gerð verður viðbragðsáætlun við hugsanlegri náttúruvá á svæðinu.	Gerð verður viðbragðsáætlun við hugsanlegum óhöppum við flutning.	
Niðurstaða matsins	Óverulega neikvæð	Óverulega neikvæð	Talsvert neikvæð

11

Lífriki

Í þessum kafla verður lagt mat á hvort útfellingarnar sem innihalda NORM hafi áhrif á lífríkið miðað við meðhöndlun og hvort þörf sé á að bregðast við vegna niðurstöðu matsvinnu og þá hvernig það væri gert. Við mat á umhverfisáhrifum var stuðst við eftirfarandi matsurningar og gögn:

Matsspurningar

- Er framkvæmdasvæðið, geymslusvæðið og flutningsleiðir í nálægð við mikilvæg varpsvæði eða búsvæði?
- Er möguleiki að lífríki í kringum framkvæmda-, geymslu- og flutningssvæði verði fyrir geislun?
- Er möguleiki að dýr komist í útfellingar á framkvæmdasvæðinu?
- Eru líkur á að dýr komist að útfellingum á geymslusvæði?

Gögn og viðmið

- Lög nr. 60/2013 um náttúruvernd
- Vistgerðir og mikilvæg fuglasvæði á Íslandi (Náttúrufræðistofnun Íslands, 2022).
- Fuglar og fjara við Eldisgarð Samherja fiskeldis á Reykjanesi, RORUM, september, 2022
- Virkjunarsvæði á Reykjanesi – Gróðurfar og kríuvarp, Kristbjörn Egilsson o.fl. 2008

11.1

Lífriki á framkvæmdasvæði

Útfellingarnar innihalda alfa og beta geislun. Þær eru skammdrægar og hafa mest áhrif ef þær eru innbyggðar. Framkvæmdin felur í sér hreinsun borholna. Lífríki í fjöru er ekki til umfjöllunar þar sem hreinsun borholna hefur ekki áhrif á útrás affallsvatns í viðtaka. Helstu gögn sem liggja fyrir dýralíf á svæðinu varða fuglalíf.

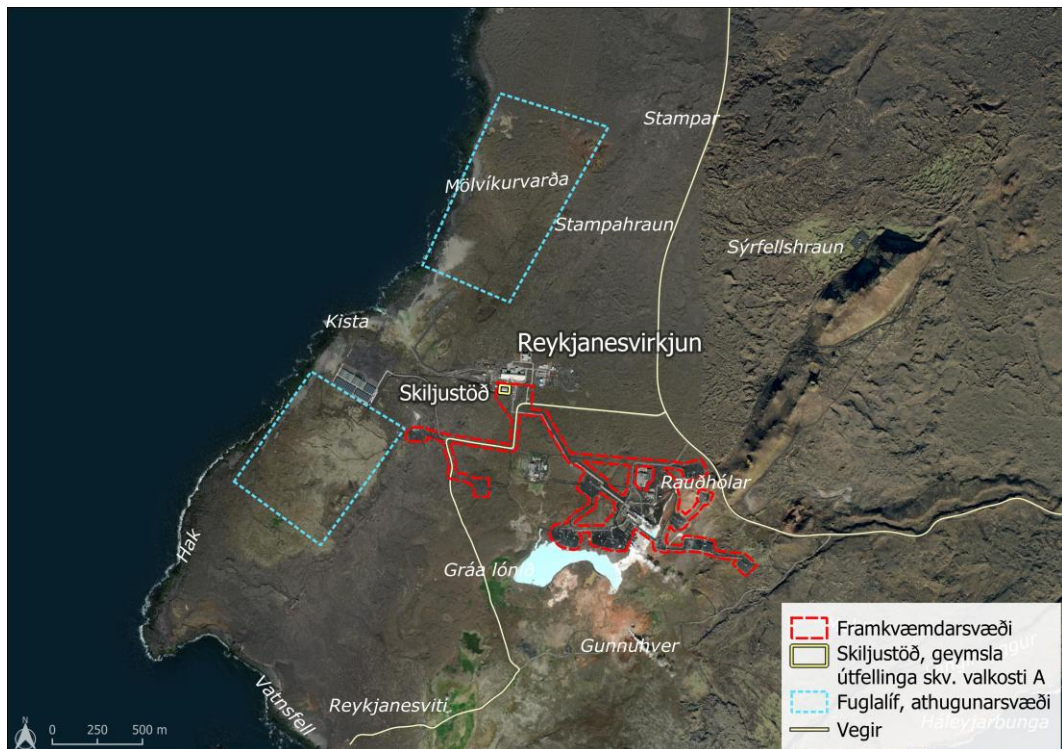
Árið 2008, í júní, fóru sérfræðingar frá Náttúrufræðistofu Íslands um Reykjanes til að kanna fuglalíf (Kristbjörn Egilsson o.fl., 2008). Almenn er fuglalíf á svæðinu fábrotið og kría hefur í gegnum tíðina verið langalgengasti fuglinn á svæðinu. Sunnan iðnaðarsvæðisins hefur verið stórt kríuvarp en samkvæmt rannsókn var það í lögð frá fyrri talningum árin 2002 og 1998. Stofnar sjófugla hafa átt undir högg að sækja undanfarin ár og er lögðin einkum rakin til fæðuskorts. Krían er nú á valista. Kríuvarpið er óvenjulegt að því leyti að nokkur hluti þess er á gróðurlitlum, leirbornum jarðvegi á hverasvæði. Einnig er talsvert máfavarp á svæðinu.

Hér er er stuðst við athugun á fuglum sem RORUM gerði árið 2022 vegna fyrirhugaðar framkvæmda Samherja Fiskeldis, sem er í námunda við framkvæmdasvæðið, þar eru nýjustu fuglarannsóknir sem vitað er um á þessu svæði. Fuglalíf var kannað í tveimur vettvangsferðum, á varptíma og fartíma fugla að vetri. Athugunar voru gerðar á tveimur svæðum sem voru til skoðunar fyrir fyrirhugaða fiskeldisstöð. Mynd 11.1 sýnir þau svæði sem gerðar voru athugunar á, ásamt athafnarsvæði HS Orku.

Alls voru 437 fuglar greindir til tegunda og var heildarfjöldinn 21 tegund. Fjöldi fugla var talsvert meiri að fartíma að vetri en þá sáust 331 fuglar af 9 tegundum. Að vori sáust 106 fuglar af 15 tegundum. Flestir fuglarnir sáust á sjó eða í fjöru. Á athugunarsvæðinu norðan við Reykjanesvirkjun voru hvítmáfur (*Larus hyperboreus*), svartbakur (*Larus marinus*) og silfumáfur (*Larus argentatus*) algengastir að vetri og á athugunarsvæðinu til suðurs voru súla (*Morus bassanus*), sendlingur (*Calidris maritima*) og æðarfugl (*Somateria mollissima*) algengastir á sama tíma. Á þurrlendi fundust einungis tvær rjúpur, báðar á athugunarsvæðinu norðan við virkjunina. Á athugunarsvæðinu norðan við virkjunina var æðarfugl (*Somateria mollissima*) algengasta tegundin að vori og á athugunarsvæðinu til suðurs voru rita (*Rissa tridactyla*) og æðarfugl (*Somateria mollissima*) algengastir á sama tíma.

Af þeim tegundum sem fundust eru 12 tegundir á válista Náttúrufræðistofnunar. Af þeim eru fimm tegundir í hættu en það eru hvítmáfur, kjói (*Stercorarius parasiticus*) svartbakur, sendlingur og teista (*Cephus grylle*). Þar að auki eru fimm tegundir í nokkurri hættu. Það eru tengundirnar súla, æðafugl, tjaldur (*Haematopus ostralegus*), rita og kria (*Sterna paradisaea*). Tvær tegundir er í yfirvofandi hættu en það eru rjúpa og silfurmafur.

Engin mikilvæg fuglasvæði eru innan eða í næsta nágrenni framkvæmdasvæðisins (Náttúrufræðistofnun Íslands, 2025)



Mynd 11.1: Svæðin sem voru til athugunar í athugun RORUM árið 2022, ásamt framkvæmdasvæðinu.

11.2 Áhrif framkvæmda á lífríki

Valkostur A: Geymsla útfellinganna á svæðinu

Möguleg áhrif framkvæmda á lífríki felast í því að fuglar geti orðið fyrir skaða ef þeir innbyrða þær. Þegar hreinsunin fer fram er útfellingum sem innihalda NORM komið fyrir í körum með lokum jafnóðum. Þar af leiðandi geta dýr ekki komist í snertingu við útfellingarnar. Þær eru fluttar inn í geymslugáma innan 2-5 daga. Til stendur að flytja útfellingarnar úr þeim geymslugámum sem hafa verið notaðir hingað til í geymslu í sérrými í kjallara skiljustöðvarinnar eða steypa þær inn í lokað rými. Valkostur A er talinn hafa óverulega neikvæð áhrif á fuglalíf. Í samanburði við núllkost er talið töluvert ólíklegra að valkosturinn hafi neikvæð áhrif á fuglalíf þar sem fuglar eru líklegri til þess að komast í snertingu við útfellingarnar þegar þeim er fargað í jarðvegstípp heldur en ef þær geymdar í lokuðum ílátum á geymslusvæði. Í núllkosti er ekki hægt að hafa fulla stjórn á því hvað verður um útfellingarnar sem innihalda NORM.

Valkostur B: Flutningur útfellinganna erlendis

Í valkosti B fælist að útfellingarnar sem innihalda NORM yrðu fluttar í Helguvík og þaðan erlendis. Valkosturinn er talinn hafa óverulega neikvæð áhrif á lífríki.

Þess verður gætt að flutningsaðilar hafi starfsleyfi samanber reglugerð nr. 806/1999 um spilliefni þar sem fram kemur að atvinnurekstur skuli hafa starfsleyfi til að fá að meðhöndla spilliefni. Flutningur spilliefnis telst meðhöndlun samkvæmt reglugerðinni. Kröfum reglugerðar nr. 1077/2010 um flutning á hættulegum farmi á landi verður fylgt og þess gætt að ökumaður hafi þau réttindi sem krafist er í reglugerðinni.

Möguleg neikvæð áhrif geta orðið á lífríki ef óhapp verður við flutning útfellinga sem innihalda NORM. Nauðsynlegar ráðstafanir verða gerðar til að takamarka afleiðingar óhappa samanber lög nr. 7/1998 um hollustuhætti og mengunarvarnir. Ef óhapp verður og útfellingar sem innihalda NORM dreifast út úr ilátum, í ökutæki og jafnvel í jarðveg mun fara fram tafarlaust hreinsun og mengaður jarðvegur hreinsaður upp, samanber kröfur í reglugerð um flutning á hættulegum farmi á landi. Áhrifin yrðu því staðbundin og tímabundin á meðan á hreinsun stæði. Gerð verður viðbragðsáætlun við hugsanlegum óhöppum við flutning og hvaða aðgerðir fara í gang við þær aðstæður.

11.3

Samantekt á niðurstöðum mats á áhrifum á lífríki

Valkostir A og B eru taldir hafa sambærileg áhrif á lífríki. Í samanburði við núllkost eru valkostirnir taldir hafa minni áhrif á fuglalíf. Helstu líkur á því að fuglar komist í útfellingar sem innihalda NORM er ef óhapp á sér stað við flutning. Í valkosti B felst að flytja útfellingarnar út fyrir athafnasvæði HS Orku. En jafnvel þó óhapp ætti sér stað á meðan flutningunum stendur væri um staðbundin áhrif að ræða þar sem óhappið ætti sér stað.

Lífríki	Valkostur A	Valkostur B	Núllkostur
Helstu áhrif	Valkostur A er talinn hafa óverulega neikvæð áhrif á fuglalíf. Í samanburði við núllkost er þó talið töluvert ólíklegra að valkosturinn hafi neikvæð áhrif á fuglalíf þar sem fuglar eru síður líklegri til þess að innbyrða útfellingar sem innihalda NORM ef þær eru geymdar en ef þeim er fargað í jarðvegstípp.	Valkostur B er talinn hafa óverulega neikvæð áhrif á fuglalíf. Einhverjar líkur eru á óhappi á meðan flutningi stendur en áhrifin yrðu þá staðbundin og tímabundin á meðan hreinsun stendur.	Núllkostur er talinn geta haft talsvert neikvæð áhrif á fuglalíf þar sem ekki er hægt að tryggja að fuglar komist ekki í eða innbyrði útfellingar sem innihalda NORM ef þeim er varpað í jarðvegstípp.
Mótvægisáðgerðir /vöktun	Ekki er talin þörf á mótvægisáðgerðum.	Gerð verður viðbragðsáætlun við hugsanlegum óhöppum við flutning.	
Niðurstaða matsins	Óverulega neikvæð	Óverulega neikvæð	Talsvert neikvæð

12 Heilsa og öryggi starfsmanna

Í þessum kafla verður lagt mat á hvort meðhöndlun útfellinganna sem innihalda NORM geti hugsanleg haft áhrif á starfsfólk og hvernig unnt sé eða þörf á að bregðast við vegna niðurstöðu matsvinnu til tryggja öryggi starfsmanna. Eftirfarandi matsspurningar og gögn voru hafðar til hliðsjónar við matið.

Matsspurningar

- Hvernig verður öryggi starfsmanna tryggt á framkvæmda- og geymslusvæði?
- Er líklegt að geislun muni hafa áhrif á heilsu starfsmanna (framkvæmda- og geymslusvæði)?

Gögn og viðmið

- Reglugerð nr. 1290/2015 um hámarksgeislunar starfsmanna og almennings vegna starfsemi þar sem notuð er geislun
- Eftirlitsskýrsla 2022, Geislavarnir Ríkisins, desember 2022
- Reglugerð nr. 1077/2010 um flutning á hættulegum farmi á landi

12.1 Verklag varðandi heilsu og öryggi

Hreinsun fer fram samkvæmt verklagsreglum HS Orku (sjá kafla 6.5.2). Við hreinsun er borhola mæld áður en hún er hreinsuð og ef hún inniheldur NORM eru persónuhlífum úthlutað. Við upphaf hreinsunar er farið sérstaklega yfir hlífðarbúnað starfsmanna áður en verk hefst. Starfsfólk sem vinnur við hreinsun klæðist regnfatnaði og gúmmístígvélum, notar vatnshelda og efnapolna hanska, og notar andlitshlíf. Fyrsta skrefið við hreinsun útfellinga er að bleyta upp í efninu til að auðvelda meðhöndlun og til að koma í veg fyrir rykmyndun. Ef ekki er hægt að koma í veg fyrir rykmyndun þá ber að nota öndunargrímu með P3 síu. Á meðan vinnu stendur er ekki leyfilegt að taka hanska af. Borholur eru hreinsaðar og útfellingar sem innihalda NORM eru settar í lokuð ílát. Þegar hreinsun er lokið er hlífðarfatnaður hreinsaður.

Í eftirliti 2022 gerðu Geislavarnir ríkisins athugasemdir við að ekki væri til fræðsluefni fyrir starfsfólk. Starfsfólk HS Orku og verktakar sem koma að hreinsun eða meðhöndlun útfellinga sem innihalda NORM fá fræðslu um NORM og farið er yfir viðeigandi verklagsreglur um meðhöndlun þeirra.

12.2 Áhrif framkvæmda á heilsu og öryggi starfsmanna

Áhrif framkvæmda á heilsu og öryggi starfsmanna felst í mögulegri geislun. Útfellingarnar innihalda alfa og beta geislun og þær hafa mest áhrif þegar þær eru innbyrtar. Hreinsun fer fram einu sinni ári. Til þess að starfsfólk verði fyrir áhrifum þyrfti það að innbyrða talsvert magn af útfellingum. Hámark geislaálags er 1 mSv/ári á almenning og aðra starfsmenn en geislastarfsmenn samkvæmt reglugerð nr. 1290/2015. Samkvæmt útreikningum er mesta geislaálagið sem starfsmaður getur orðið fyrir vegna innöndunar á einu grammi af geislavirkum útfellingum er áætlað á bilinu 0,2 til 2 mSv. Bilið stafar einnig af því að geislunin er mismikil á milli holna. Verklagsreglur HS Orku hafa það að markmiði að lágmarka líkur á því að starfsfólk komist í tæri við agnir sem gefa frá sér náttúrlega geislun. Reglurnar ná m.a. til persónuhlífa þeirra sem standa að hreinsun og verklag við hreinsun. Starfsfólk sem vinnur við hreinsun klæðist regnfatnaði og gúmmístígvélum, notar vatnshelda og efnapolna hanska, og notar andlitshlíf. Fyrsta skrefið við hreinsun útfellinga er að bleyta upp í efninu til að auðvelda meðhöndlun og til að koma í veg fyrir rykmyndun. Halda ber efninu blautu á meðan vinnu stendur. Ef ekki er hægt að koma í veg fyrir rykmyndun þá ber að nota öndunargrímu með P3 síu. Á meðan vinnu stendur er ekki leyfilegt að taka hanska af.

Beta geislun getur valdið brunasárum og verið krabbameinsvaldandi ef húð er ekki varin (Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency, án dags.). Samkvæmt verklagi eru starfsfólk sem sér um hreinsun klætt í hlífðarbúnað og ekki er talin hætta á

því að starfsfólk verði fyrir ytri geislun við framkvæmd hreinsunar. Ekki er gert ráð fyrir sérstöku eftirliti með geislaálagi starfsmanna. Engin óviðkomandi hefur aðgang að svæðinu eða geymslunni, og því ekki gert ráð fyrir áhrifum á almenning.

A valkostur

Valkostur A er talinn hafa óverulega neikvæð áhrif á heilsu og öryggi starfsmanna. Verklagsreglur um hreinsun og öryggisbúnað HS Orku miða að því að tryggja öryggi þeirra sem starfa við hreinsun útfellinganna. Starfsfólk og verktakar sem koma að hreinsun fá fræðslu um NORM og farið er yfir viðeigandi verklag um meðhöndlun. Valkostur A er talinn hafa töluvert minni áhrif á heilsu og öryggi starfsmanna í samanburði við núllkost. Í núllkosti er ekki hægt að hafa fulla stjórn á því hvað verður um útfellingarnar sem innihalda NORM.

Samkvæmt útfærslu eitt af valkosti A eru útfellingarnar geymdar í lokuðum ílátum í kjallara skiljustöðvarinnar og rýmið verður aðeins notað fyrir geymsluna og aðeins ákveðið starfsfólk hefur aðgang að því. Í útfærslu tvö eru útfellingarnar steypar inn í lokað rými þar sem fólk kemst ekki í snertingu við útfellingarnar. Ef útfærsla tvö yrði fyrir valinu þyrfti að skilgreina geymslusvæði sem varúðarsvæði í skipulagi, sbr. skipulagsreglugerð nr. 90/2013.

B valkostur

Valkostur B er talinn hafa óverulega neikvæð áhrif á heilsu og öryggi starfsmanna og er talinn hafa minni áhrif á heilsu og öryggi starfsmanna en núllkostur. Valkostur B felur í sér flutning á útfellingum sem innihalda NORM frá athafnasvæði HS Orku að höfninni Helguvík, Reykjanesbæ. Þess yrði gætt að flutningsaðilar hafi starfsleyfi samanber reglugerð nr. 806/1999 um spilliefni þar sem fram kemur að atvinnurekstur skuli hafa starfsleyfi til að fá að meðhöndla spilliefni. Flutningur spilliefnis telst sem slík meðhöndlun samkvæmt reglugerðinni. Kröfum reglugerðar nr. 1077/2010 um flutning á hættulegum farmi á landi verður fylgt og þess gætt að ökumaður hafi þau réttindi sem krafist er í reglugerðinni.

12.3 Samantekt á niðurstöðum mats á áhrifum á heilsu og öryggi

Valkostir A og B eru taldir hafa sambærileg áhrif á heilsu og öryggi starfsmanna. Þeir eru báðir taldir hafa minni áhrif en núllkostur. Í núllkosti er ekki hægt að hafa jafn góða stjórn á því hver kemst í snertingu við útfellingar sem innihalda NORM þar sem þeim yrði fargað í jarðvegstipp.

Heilsa og öryggi	A valkostur	B valkostur	Núllkostur
Helstu áhrif	Valkostur A er talinn hafa óverulega neikvæð áhrif á heilsu og öryggi starfsmanna. Útfellingar sem innihalda NORM eru geymdar í lokuðum ílátum í rými sem er aðeins notað sem geymslusvæði. Rýmið verður læst og aðeins ákveðnir aðilar hafa aðgang að rýminu.	Valkostur B er talinn hafa óverulega neikvæð áhrif á heilsu og öryggi starfsmanna. Flutningsaðilar þurfa að vera með starfsleyfi til að meðhöndla spilliefni og ökumaður þyrfti að hafa þau réttindi sem er krafist í reglugerð nr. 1077/2010 um flutning á hættulegum farmi.	Núllkostur er talinn geta haft talsvert neikvæð áhrif á heilsu og öryggi starfsmanna þar ekki er hægt að tryggja að einhver komist ekki í snertingu við útfellingar sem innihalda NORM ef þeim er fargað í jarðvegstipp.
Mótvægisáðgerðir/vöktun	Starfsfólk HS Orku og verktakar sem koma að hreinsun eða meðhöndlun útfellinga	Starfsfólk HS Orku og verktakar sem koma að hreinsun eða meðhöndlun útfellinga	

	sem innihalda NORM fá fræðslu um NORM og farið er yfir viðeigandi verklagsreglur um meðhöndlun þeirra.	sem innihalda NORM fá fræðslu um NORM og farið er yfir viðeigandi verklagsreglur um meðhöndlun þeirra.	
Niðurstaða matsins	Óverulega neikvæð	Óverulega neikvæð	Talsvert neikvæð

13 Landnotkun

Í þessum kafla er lagt mat á hver hugsanleg áhrif eru við geymslustaðinn og hvort þörf sé á að bregðast við vegna niðurstöðu matsvinnu. Eftirfarandi matsspurningar og gögn voru hafðar til hliðsjónar við matið.

Matsspurningar

- Getur geymsla útfellinga haft áhrif á landnotkun í kringum geymslustaðinn?

Gögn og viðmið

- Aðalskipulag Reykjaneshæjar 2020-2035
- Aðalskipulag Grindarvíkur 2018-2032
- Reglugerðar nr. 1077/2010 um flutning á hættulegum farmi á landi
- Lög nr. 7/1998 um hollustuhætti og mengunarvarnir

13.1 Landnotkun við geymslu/urðunarstaði

Hreinsun borhola og geymsla þeirra fer fram innan athafnasvæðis HS Orku sem er skilgreint sem iðnaðarsvæði I5 í Aðalskipulagi Reykjaneshæjar 2020-2035. Innan iðnaðarsvæðisins hefur verið reist eldisstöð Stolt Sea Farm og Samherji Fiskeldi stefnir að því að hefja fiskeldi á svæðinu sómuleiðis. Eins eru fiskþurrkunarfyrirtækin Haustak og Laugafiskur innan iðnaðarsvæðisins. Reykjanesið er vinsæll útivist- og ferðamannastaður, þar sem helstu viðkomustaðir í nágrenni framkvæmdasvæðis eru Gunnhver, Reykjanesviti og Valahnúkur.

Ef flytja ætti útfellingarnar erlendis, þyrfti að flytja það með flutningsbílum í Helgufvík. Ekki hefur verið útlistað nákvæmlega um hvaða leið flutningurinn færi þar sem það er ekki aðalvalkostur HS Orku. Flutningurinn færi að hluta til um óbyggt svæði og líkur eru á því að flytja þyrfti efnið í gegnum eða nálægt Höfnum og Reykjanesbæ, sem og Reykjanesbraut sem er fjölfarinn vegur.

13.2 Áhrif framkvæmda á landnotkun

Möguleg áhrif framkvæmda á þennan umhverfispátt eru ef útfellingar sem innihalda NORM komast út í umhverfið sitt. Sökum þeirrar matvælaframleiðslu sem er í nágrenni Reykjanesvirkjunar er talið sérstaklega mikilvægt að útfellingar sem innihalda NORM komist ekki út í umhverfið.

Valkostur A

Áhrif vegna valkosta A eru talin óverulega neikvæð. Í samanburði við núllkost er geymsla útfellinganna á svæði HS Orku talin hafa töluvert minni áhrif á landnotkun á svæðinu en ef þeim væri varpað í jarðvegstípp. Þetta á við hvort sem um er að ræða útfærslu eitt, sem felst í því að geyma útfellingarnar í lokuðum ílátum í kjallara skiljustöðvarinnar eða útfærslu tvö, sem felst í því að steypa útfellingarnar inn í lokað rými. Í núllkosti er útfellingunum fargað í jarðvegstípp og ekki er hægt að stjórna því hvort útfellingarnar berist annað og áhrif núllkostar því metin sem talsvert neikvæð. Verkferlar HS Orku varðandi hreinsun útfellinganna snúa að því að tryggja að þær útfellingar sem innihalda NORM séu geymdar á geymslusvæði sem eingöngu er notað sem slíkt. Möguleg

náttúruvá á svæðinu er ekki talin auka líkur á því að útfellingarnar berist út í umhverfi sitt. Undantekningin er ef til eldsumbrota kæmi sem hefði áhrif á geymslu útfellinganna. Hins vegar væru áhrif þeirra á umhverfið þó óveruleg, ef um eldumbrot væri að ræða, sökum þess hve skammdræg geislun er frá þeim.

Ef útfærsla tvö yrði fyrir valinu þyrfti að skilgreina geymslusvæði sem varúðarsvæði í skipulagi, sbr. skipulagsreglugerð nr. 90/2013.

Valkostur B

Áhrifin af valkosti B á landnotkun eru talin óverulega neikvæð, þar sem útfellingarnar yrðu fluttar af svæðinu og því ekki líkur því að þær geti haft áhrif á landnotkun. Geislavirkni efnanna er það skammdræg að ekki er talin hætta á því að þær hafi áhrif á landnotkun jafnvel þó óhapp ætti sér stað á flutningsleiðinni.

Möguleg neikvæð áhrif geta orðið á landnotkun ef óhapp verður við flutning útfellinga sem innihalda NORM. Nauðsynlegar ráðstafanir verða gerðar til að takamarka afleiðingar óhappa samanber lög nr. 7/1998 um hollustuhætti og mengunarvarnir. Áhrifin yrðu því staðbundin og tímabundin á meðan á hreinsun stæði. Gerð verður viðbragðsáætlun við hugsanlegum óhöppum við flutning og hvaða aðgerðir fara í gang við þær aðstæður.

13.3

Samantekt á niðurstöðum mats á áhrifum á landnotkun

Landnotkun	A-valkostur	B-valkostur	Núllkostur
Helstu áhrif	Valkostur A er talinn hafa óverulega neikvæð áhrif á jarðveg. Við geymslu efnanna er talið mjög ólíklegt að útfellingar sem innihalda NORM berist út í umhverfið.	Ekki er talið líklegt að útfellingar berist út í umhverfi sitt í valkosti B. Einhverjar líkur eru á óhappi í flutninginum en þá gæti NORM komist í jarðveg. Áhrifin yrðu staðbundin og tímabundin á meðan á hreinsun stæði.	Núllkostur er talinn hafa talsvert neikvæð áhrif á landnotkun þar sem ekki er hægt að stjórna því hvert útfellingarnar berast.
Mótvægisáðgerðir/vöktun	Gerð verður viðbragðsáætlun við hugsanlegri náttúruvá á svæðinu.	Gerð verður viðbragðsáætlun við hugsanlegum óhöppum við flutning.	
Niðurstaða matsins	Óverulega neikvæð	Óverulega neikvæð	Talsvert neikvæð

14

Niðurstaða mats

Tafla 14.1 Samantekt umhverfisáhrifa

Umhverfispáttur	A-valkostur	B-valkostur	Núllkostur
Vatnshlot og vatnsvernd	Óverulega neikvæð	Óverulega neikvæð	Talsvert neikvæð
Jarðvegur	Óverulega neikvæð	Óverulega neikvæð	Talsvert neikvæð
Lífríki	Óverulega neikvæð	Óverulega neikvæð	Talsvert neikvæð
Heilsa og öryggi starfsmanna	Óverulega neikvæð	Óverulega neikvæð	Talsvert neikvæð
Landnotkun	Óverulega neikvæð	Óverulega neikvæð	Talsvert neikvæð

HS Orka telur að þær aðgerðir og verklag sem þau leggja til tryggi að hreinsun og geymsla útfellinga sem innihalda NORM hafi óveruleg áhrif á umhverfið. Verklag við hreinsun mun tryggja örugga meðhöndlun svo að geislavirkt efni (NORM) berist ekki út í umhverfið. Niðurstaðan er að bæði A og B valkostir hafi óverulega neikvæð áhrif á alla þá umhverfispætti sem voru til skoðunar. Núllkostur er talinn hafa talsvert neikvæð áhrif á alla umhverfispættina sökum þess að ekki er hægt að stjórna því hvað nákvæmlega gerist fyrir útfellingarnar sem innihalda NORM ef þeim er fargað í jarðvegstipp. Til dæmis er ekki hægt að tryggja að fuglar innbyrði ekki útfellingarnar og verði þannig fyrir skaða.

Valkostur A, sem er aðalvalkostur HS Orku, felur í sér geymslu útfellinganna á athafnasvæði HS Orku. Við geymslu efnanna er talið mjög ólíklegt að útfellingar sem innihalda NORM berist út í umhverfið. Þannig er talið að geymsla útfellinganna í kjallara skiljustöðvarinnar muni hafa óveruleg áhrif á vatnsgæði, jarðveg, lífríki og landnotkun. Verklagsreglur um hreinsun og öryggisbúnað HS Orku miða að því að tryggja öryggi þeirra sem starfa við hreinsun útfellinganna. Í útfærslu eitt í valkosti A eru útfellingarnar geymdar í lokuðum ílátum í kjallara skiljustöðvarinnar og rýmið verður aðeins notað fyrir geymsluna og aðeins ákveðnir aðilar hafa aðgang að því. Í útfærslu tvö eru útfellingarnar steiptar inn í lokað rými þar sem fólk kemst ekki í snertingu við útfellingarnar. Ef útfærsla tvö yrði fyrir valinu þyrfti að skilgreina geymslusvæði sem varúðarsvæði í skipulagi, sbr. skipulagsreglugerð nr. 90/2013. Gerð verður viðbragðsáætlun við hugsanlegri náttúruvá á svæðinu þar sem fjallað verður um hættur sem gætu skapast vegna náttúruvá og hvaða aðgerðir fara í gang ef slíkar aðstæður skapast.

Samkvæmt valkosti B eru útfellingarnar fluttar út af athafnasvæði HS Orku með flutningabíl og síðan erlendis, líklega gegnum höfnina í Helguvík. Af valkosti B geta möguleg neikvæð áhrif orðið ef óhapp verður við flutning útfellinga sem innihalda NORM og efnin kæmust út í umhverfið. Nauðsynlegar ráðstafanir yrðu gerðar til að takamarka afleiðingar óhappa samanber lög nr. 7/1998 um hollustuhætti og mengunarvarnir. Ef óhapp verður mun fara fram tafarlaus hreinsun. Áhrifin yrðu því staðbundin og tímabundin á meðan á hreinsun stæði. Flutningsaðilar þurfa að vera með starfsleyfi til að meðhöndla spilliefni og ökumaður þyrfti að hafa þau réttindi sem er krafist í reglugerð nr. 1077/2010 um flutning á hættulegum farmi. Gerð verður viðbragðsáætlun við hugsanlegum óhöppum við flutning og hvaða aðgerðir fara í gang við þær aðstæður.

15 Vöktun og viðbragðsáætlanir

Eftirfarandi er samantekt yfir vöktun og viðbragðsáætlanir. HS Orka ber ábyrgð á þessum þáttum:

- Munur er á því hvernig vöktun verður háttað fyrir útfærslurnar tvær sem eru hluti af valkosti A. Ef önnur hvor útfærslan verður fyrir valinu verður gerð grein fyrir frekari útfærslu á vöktun í umsókn leyfis til Geislavarna ríkisins.
 - Ekki liggur fyrir vöktunaráætlun ef útfærsla eitt yrði fyrir valinu en ljóst er að um reglulegt eftirlit væri að ræða.
 - Ef útfærsla tvö yrði fyrir valinu væri ekki hægt að nálgast útfellingarnar til þess að hafa með þeim reglulegt eftirlit. Skilgreina þyrfti geymslusvæði sem varúðarsvæði í skipulagi, sbr. skipulagsreglugerð nr. 90/2013. Sömu leiðis þyrfti að greina frá því hversu oft útfellingum yrðu steypar inn í lokað rými og hvernig geymslu verður háttað á þeim útfellingum sem bíða þess að vera steypar inn.
- Gerð verður viðbragðsáætlun við hugsanlegri náttúruvá á svæðinu þar sem fjallað verður um hættur sem gætu skapast vegna náttúruvár og hvaða aðgerðir fara í gang ef slíkar aðstæður skapast.
- Ef valkostur B verður fyrir valinu verður gerð viðbragðsáætlun við hugsanlegum óhöppum við flutning útfellinganna út fyrir athafnasvæði HS Orku.

16 Heimildaskrá

- Andri Stefánsson. (2016). *Naturally Occurring Radioactive Material (NORM) of the Geothermal System at Reykjanes - Part II: Quantative Model*.
- Andri Stefánsson. (2016). *Naturally occurring radioactive material (NORM) of the geothermal system at Reykjanes –Part I: Occurrence, comparison with other systems and conceptual model*. Jarðvísindastofnun Háskóla Íslands.
- Andri Stefánsson. (2016a). *Naturally occurring radioactive material (NORM) of the geothermal system at Reykjanes –Part II: Quantative model*.
- Auður Magnúsdóttir, Kristín Þrastardóttir, & Grétar Mar Hreggviðsson. (2021). *Hækkuð sjávarstaða á höfuðborgarsvæðinu*. VSÓ Ráðgjöf.
- Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency. (án dags.). *Beta particles*. Sótt frá <https://www.arpansa.gov.au/understanding-radiation/what-is-radiation/ionising-radiation/beta-particles>
- Ármann Höskuldsson, Þorvaldur Þórðarson, Þóra Björg Andrésardóttir, Muhammad Aufaristama. (2018). *Náttúruvá á framkvæmdasvæði Suðurnesjalínu 2. Samanburður valkosta með tilliti til jarðhræringa*. Jarðvísindastofnun Háskóla Íslands.
- Árni Hjartarson. (2009). *Vatnsverndarsvæði á Suðurnesjum*. Reykjavík: ÍSOR.
- Freystinn Sigðursson. (1985). *Jarðvatn og vatnajarðfræði á utanverðum Reykjanesskaga. I. Hluti: Yfirlitsskýrsla*. Reykjavík: Orkustofnun vatnsorkudeild.
- Gamma Ráðgjöf. (2015). *Auðlindagardurinn. Fjölpætt nýting jarðvarma á Reykjanesskaga*. Gamma Ráðgjöf.
- Geislavarnir ríkisins. (2006). *Pólon-210 notað sem morðvopn? – Uppfærð frétt*. Sótt frá <https://gr.is/polon-210-notad-sem-mordvopn-uppfaerd-frett/>
- Geislavarnir ríkisins. (2016-a). *www.gr.is*. Sótt frá <https://gr.is/geislun-jonandi/>
- Geislavarnir ríkisins. (2016-b). *www.gr.is*. Sótt frá <https://gr.is/natturuleg-bakgrunnsgeislun/>
- Geislavarnir ríkisins. (2016-c). *www.gr.is*. Sótt frá <https://gr.is/ojonandi-geislun/>
- Halldór Björnsson, Bjarni D. Sigurðsson, Brynhildur Davíðsdóttir, Jón Ólafsson, Ólafur S. Ástþórsson, Snjólaug Ólafsdóttir, . . . Trausti Jónsson. (2008). *Hnatrænar loftslagsbreytingar og áhrif þeirra á Íslandi - Skýrsla vísindanefndar um loftslagsbreytingar*. Umhverfiráðuneytið.
- International Association of Oil & Gas Producers. (2016). *Managing Naturally Occurring Radioactive Material (NORM) in the oil and gas industry*.
- ÍSOR. (2015). *Minnisblað: Radonmælingar í vatni á Suðurnesjum*.
- Jóhann Helgason. (1996). A reconnaissance of geological scenarios for the disposal of radioactive waste in Iceland.
- Kristbjörn Egilsson, Guðmundur Guðjónsson, Ásrún Elmarsdóttir, Svenja N. V. Auhage, & Rannveig Thoroddsen. (2008). *Virkjunarsvæði á Reykjanesi - Gróðurfar og kríuvarp*.
- Náttúrufræðistofnun Íslands. (22. Nóvember 2025). *Náttúruminjaskrá*. Sótt frá <https://natturuminjaskra.ni.is/>
- Náttúrufræðistofnun Íslands. (1. Desember 2025). *Vistgerðir og mikilvæg fuglasvæði á Íslandi*. Sótt frá <https://vistgerdakort.ni.is/>

- Stjórn vatnamála. (13. 11 2025). *Veðurstofa Íslands*. Sótt frá Stjórn vatnamála:
<https://vatnavefsja.vedur.is>
- Umhverfisstofnun. (2024). *Mat á áhrifum framkvæmda og starfsemi á vatnshlot*.
Leiðbeiningar fyrir framkvæmdaaðila, rekstraraðila, ráðgjafa og sveitarfélög um
hvernig beri að framkvæma mat á áhrifum framkvæmda og starfsemi á vatnshlot.
Reykjavík: Umhverfisstofnun.
- Unesco. (Desember 2025). *International Geoscience and Geoparks Programme*. Sótt frá
<https://www.unesco.org>: <https://www.unesco.org/en/igpp/reykjanes-unesco-global-geopark>
- Veðurstofa Íslands. (15. 12 2006). *Jarðskjálftavirkni á Íslandi*. Sótt frá Veðurstofa Íslands:
<https://www.vedur.is/skjalftar-og-eldgos/frodleikur/greinar/nr/450>
- Veðurstofa Íslands. (2020). *Eiginleiki grunnvatnshlota undir*.
- Weifeng Yang, J. D. (2022). Geochemical Cycling of ²¹⁰Po and ²¹⁰Pb in Marine Environments. *Frontiers Media SA*.
- Póra Björg Andrésdóttir. (2018). *Volcanic hazard and risk assessment at Reykjanes, vulnerability of infrastructure*. Meistararitgerð. Jarðvísindasvið Háskóla Íslands.