

# SPRENGJUEYÐINGARSVÆÐI LANDHELGISGÆSLU ÍSLANDS VESTAN KEFLAVÍKURFLUGVALLAR

## MINNISBLAÐ

VERKNÚMÉR: 18303002

DAGS.: 2023-11-14

HÖFUNDUR: EJ

RÝNT AF: ÞKG/HG

## Efni: Svör Landhelgisgæslu Íslands við umsögnum um matsskyldu framkvæmdar

Eftirfarandi er samantekt Landhelgisgæslu Íslands (LHG) á umsögnum og svör við þeim athugasemdum, þar sem óskað er viðbragða framkvæmdaaðila. Vísað er til skýrslu Verkís, *Sprengjueyðingarsvæði Landhelgisgæslunnar vestan Keflavíkurflugvallar - Fyrirspurn um matskyldu. Mat á umhverfisáhrifum* sem send var til umsagnaraðila í byrjun mars 2023. Einnig er vísað til fylgiskjala með svörum LHG, þ.e. minnisblaðs Verkís, dags. 14. júní 2023, *Sprengjueyðingarsvæði LHG - Mat á mögulegum áhrifum sprengjueyðingar vestan Keflavíkurflugvallar á fráveitulögn frá flugvallarsvæðinu og flugleiðsögubúnað* og skýrslu Verkís frá nóvember 2023 *Nýtt sprengjueyðingarsvæði LHG við Keflavíkurflugvöll - Mat á núverandi og framtíðarástandi jarðvegs og grunnvatns*.

### 1 Yfirlit yfir umsagnir

Eftirfarandi er yfirlit yfir umsagnir um matsskyldufyrirspurn vegna mats á umhverfisáhrifum Sprengjueyðingarsvæðis LHG vestan Keflavíkurflugvallar.

Nr.	Umsagnaraðili	Dagsetning	Barst	Óskað er viðbragða LHG
1	Veðurstofa Íslands	21.3.2023	21.3.2023	Já
2	Náttúrufræðistofnun Íslands	29.3.2023	29.3.2023	Nei
3	Minjastofnun Íslands	30.3.2023	30.3.2023	Nei
4	Heilbrigðiseftirlit Suðurnesja	30.3.2023	30.3.2023	Já
5	Isavia	18.4.2023	18.4.2023	Já
6	Kadeco	26.4.2023	26.4.2023	Nei
7	Umhverfisstofnun	12.5.2023	12.5.2023	Já
8	Suðurnesjabær	28.4.2023	15.5.2023	Nei

## 2 Svör LHG við umsögnum

Nr.	Umsagnaraðili	Flokkur aths.	Athugasemd	Viðbrögð
1.1	Veðurstofa Íslands	Grunnvatnshlotið Rosmhvalsnes 2 og vatnaáætlun	<i>Veðurstofan bendir á að tillaga að nýju svæði er ofan við grunnvatnshlotið Rosmhvalanes 2 (104-115-2-G) sem er grunnvatnshlot sem metið er í hættu á að ná ekki umhverfismarkmiðum sínum samkvæmt álagsgreiningu. Í vatnaáætlun kemur fram að núverandi ástand stafar af margskonar athafnastarfsemi sem verið hefur á svæðinu í áratugi. Jafnframt kemur fram að settar hafa verið aðgerðir sem snúa að því að greina þá mengun sem er til staðar, útfæra vöktun og mögulegar ráðstafanir í kjölfarið.</i>	<p>Sprengjueyðingarsvæði hefur verið rekið um áratuga skeið á Suðurnesjum. Ekki er vitað nákvæmlega hvenær þessi starfsemi hófst en líklega hefur það verið fljótlega eftir að bandaríski herinn kom aftur árið 1951. Núverandi sprengjueyðingarsvæði Landhelgisgæslunnar við Stapafellsveg er á fjarsvæði vatnsverndar í <i>Aðalskipulagi Reykjanesbæjar 2020-2035</i>. Svæðið var í upphafi á varnarsvæði en þeirri kvöð var aflétt fyrir fjölmörgum árum. LHG hóf vorið 2022 vinnu við val á nýju svæði til eyðingar sprengiefna. Mikilvæg forsenda fyrir vali á staðsetningu fyrir nýja sprengjueyðingarsvæðið vestan Keflavíkurflugvallar er nálægð við öryggissvæði á Keflavíkurflugvelli enda fellur þar til þorri þess sprengiefnis sem kemur til eyðingar á nýja svæðinu. Eðli málsins samkvæmt eru takmarkanir sem fylgja flutningi á sprengiefni til eyðingar vegna almannahættu og t.d. þarf að loka vegum á meðan slíkir flutningar eiga sér stað. Greining á valkostum um staðsetningu á nýju sprengjueyðingarsvæði leiddi í ljós að staðsetning vestan Keflavíkurflugvallar var talin heppilegust m.t.t. þeirra þátta sem lagðir voru til grundvallar, þar á meðal fjarlægð frá annarri starfsemi og hættu á mengun grunnvatns. Enginn staður á Reykjanesi uppfyllir bæði skilyrði um stutta fjarlægð frá flugvelli og litla mengunarhættu grunnvatns. Sá staður sem var valinn mun að líkindum valda sáralitlu álagi á grunnvatnshlotið á staðnum enda engin "athafnastarfsemi" verið á þeim stað áður.</p> <p>LHG hefur verið gert að leggja af núverandi sprengjueyðingarstað við Stapafellsveg vegna vatnsverndar og nýr staður er valinn utan vatnsverndarsvæða af sömu ástæðu. Samkvæmt þessu ætti álag á grunnvatn að minnka á vatnsverndarsvæðinu en aukast á nýjum stað. Álag á vatnshlot á Rosmhvalanesi er þó fyrst og fremst afleiðing byggðar og flugvallarstarfsemi. Umsvif á flugvallarsvæðinu eru vaxandi og þar með talin umsvif varnarmála, eins og öllum má ljóst vera. Gera má ráð fyrir að auknum umsvifum varnarstarfsemi fylgi aukin þörf á eyðingu sprengiefna og óhjákvæmilegt er að sinna þeirri þörf.</p>
1.2	Veðurstofa Íslands	Grunnvatnshlotið Rosmhvalsnes 2 og vatnaáætlun	<i>Samkvæmt lögum um stjórn vatnamála nr. 36/2011 og reglugerðum þar að lútandi skal allt vatn ná góðu ástandi. Gera þarf ráðstafanir til þess að bæta ástand vatnshlota sem eru undir álagi með viðeigandi aðgerðum og ráðstöfunum. Út frá þessu er ljóst að ekki er ásættanlegt að auka álag á vatnshlot og gera þarf viðeigandi ráðstafanir til þess að koma í veg fyrir mengun eða annað álag.</i>	<p>LHG hefur látið taka saman skýrslu, <i>Nýtt sprengjueyðingarsvæði LHG við Keflavíkurflugvöll - Mat á núverandi og framtíðarástandi jarðvegs og grunnvatns</i>, þar sem gefið er yfirlit grunnástand jarðvegs og grunnvatns. Við ástandsmatið er m.a. fylgt viðeigandi greinum í reglugerð nr. 1400/2020 um mengaðan jarðveg og reglugerð nr. 550/2018 um losun frá atvinnurekstri og mengunarvarnaeftirlit. Verkís verkfræðistofa annaðist þessa vinnu að ósk LHG. Í kafla 4.2 <i>Mótvægisáðgerðir og hönnun</i> er m.a. lagðar til mótvægisáðgerðir til að grípa þann leka spilliefna sem kemur úr úrgangi sprengja, að nokkru leyti sambærilegt við sigvatn urðunarstaða sbr. lög nr. 55/2013 um meðhöndlun úrgangs. Að öðru leyti er vísað til svars 1.2 og 1.3 til 1.5.</p>



1.3	Veðurstofa Íslands	Mengandi efni í sprengiefni og mengun grunnvatns	<p>Í skýrslunni kemur fram að við sprengjueyðingu falla til leifar sprengiefnanna, og þar er TNT mest áberandi, sem getur safnast fyrir á yfirborði, mengað jarðveg og síðar grunnvatn. Jarðvegsþykkt á svæðinu er lítil og berggrunnur gegndræpur, og þar af leiðandi er grunnvatn á svæðinu talið mjög viðkvæmt fyrir mengun. Skýrslan gefur hins vegar afar takmarkaðar upplýsingar um önnur möguleg mengandi efni sem losna við eyðingu eða sprengjuæfingar. Mikilvægt er að fram komi um hvaða efni er um að ræða og líklegan styrk viðkomandi efna í sprengjum eða þeim búnaði sem er notaður til æfinga. Ekki kemur heldur fram hver er væntanleg tíðni sprengjueyðinga og æfingum per atburð og á ársgrundvelli miðað við reynslu fyrri ára. TNT er eitrefni með þekktar alvarlegar afleiðingar á t.d. lifur og ónæmiskerfi. Mikilvægt er að hafa þarf í huga að grunnvatn á svæðinu er notað til neyslu á nokkrum bæjum í nágrenni fyrirhugaðs sprengjussvæðis þar sem að þynning mögulegrar mengunar var talin orðin ásættanleg. Líklegt er að aukin mengun nær þeim bæjum, miðað við núverandi tillögu, gæti haft áhrif á nýting grunnvatns á svæðinu.</p>	<p>Vísað er til þess sem fram kemur í matsskyldufyrirspurninni að leysiefnið tólúen er grunnefnið í sprengiefninu TNT (trínítrótólúen). Hvað önnur efni varðar þá er það að lang mestu leyti stál eða ál sem fellur til jarðar, en taka skal jafnframt fram að önnur efni eins og sprengiefnin sjálf brenna um 99% upp í sprengingunni og verða að lofttegund, sem er óumflýjanlegt og ekki verður hjá komist. Að öðru leyti er vísað til skýrslu Verkís Nýtt sprengjueyðingarsvæði LHG við Keflavíkurflugvöll - Mat á núverandi og framtíðarástandi jarðvegs og grunnvatns um um möguleg mengunarefni sem kunna að verða eftir í jarðvegi við sprengjueyðingu. Einnig er vísað til reynslu Norðmanna um þetta efni og vitnað er til í skýrslunni.</p> <p>Einnig er vísað til þess sem kemur fram í matsskyldufyrirspurninni að sprengjueyðing fari að jafnaði fram á sprengjueyðingarsvæðinu tvisvar sinnum í mánuði með æfingum meðtöldum. Almennt má segja að umfang sprengjueyðingar á hinu nýja sprengjueyðingarsvæði sé háð hernaðarumsvifum á Keflavíkurflugvelli. Sprengjuefninu er skipt upp í hæfilega skammta út frá öryggisfjarlægðum sem svæðið bíður upp á, að teknu tilliti til dreifingar sprengjubrota, höggbylgja og hreyfingu jarðar.</p> <p>Vatnsvernd hefur nú verið aflétt á Rosmhvalanesi að undanskildu verndarsvæði við Árnarétt í Garði norðarlega á nesinu, sbr. Aðalskipulag Suðurnesjabæjar 2022-2034. Á skýringaruppdráttum í Svæðisskipulagi Suðurnesja 2008-2024 eru engin vatnsverndarsvæði skilgreind á Rosmhvalanesi, þ.e. í núverandi Suðurnesjabæ. Engin skilgreind vatnsverndarsvæði eru á svæði byggðar sunnan Sandgerðis sem vísað er til í umsögn Veðurstofunnar. Einnig er vísað til þess að Norski herinn gerði ítarlega rannsókn á áhrif sprengiefna á náttúru og vöktun á sprengjueyðingarsvæði þeirra í Lærdal m.t.t. mengunar frá sprengiefni og grunnvatnsmengun. Niðurstaða Norðmanna var að grunnvatni sé ekki í hættu af mengun. Ítrekað skal að þetta fyrirhugaða svæði vestan Keflavíkurflugvallar var valið m.a. vegna þess að það er ekki innan vatnsverndarsvæðis.</p> <p>Isavia hefur fylgst með efnainnihaldi grunnvatns á flugvallarsvæðinu samkvæmt ákvæðum í starfsleyfi og Þróunarfélag Keflavíkurflugvallar (Kadeco) hefur tekið þátt í því verkefni og hefur áður og mun áfram einnig mæla efnainnihald grunnvatns á sínu svæði. Í því skyni voru tekin nokkur sýni af neysluvatni byggðarinnar sunnan Sandgerðis, svo sem við Stafnes, Hvalsnes, Melaberg og Bjarghús. Greind voru fjölmörg efni og ekki fundust nein hættuleg eða óæskileg efni í vatninu.</p> <p>Í umsögninni segir: „Líklegt er að aukin mengun nær þeim bæjum [í nágrenni fyrirhugaðs sprengjussvæðis], miðað við núverandi tillögu, gæti haft áhrif á nýting[u] grunnvatns á svæðinu“. LHG er því ósammála og telur ólíklegt að möguleg mengun frá sprengjueyðingarsvæði hefði áhrif á nýtingu grunnvatns á nálægum bæjum. Vísað er til þess að nýju sprengjueyðingarsvæði er valinn staður m.t.t. þess að líklegasta rennissstefna grunnvatns frá staðnum til sjávar er til suðvesturs í átt að urðunarstað sunnan Básenda en ekki í átt að byggð sunnan Sandgerðis (sbr. skýrslu Verkís fyrir Þróunarfélag Keflavíkurflugvallar Vatnsból og mengun á Rosmhvalanesi frá 2022). Hins vegar telur LHG rétt að gæta varúðar og telur rétt að áfram verði fylgst með efnainnihaldi grunnvatns á flugvallarsvæðinu og í næsta nágrenni líkt og fyrr er getið. Að öðru leyti er vísað til svars við athugasemd Umhverfisstofnunar.</p>
1.4	Veðurstofa Íslands	Ráðstafanir til að koma í veg fyrir dreifingu efnanna	<p>Í skýrslunni kemur ekki fram hvort gera eigi ráðstafanir til þess að koma í veg fyrir dreifingu efnanna og þannig lágmarka líkur á því að efnin berist í grunnvatn og lífríki svæðisins. Veðurstofan telur eðlilegt að unnið verði að slíkum ráðstöfunum.</p>	<p>Vísað er til þess sem kemur fram í matsskyldufyrirspurninni að skilgreindar eru mótvægisáðgerðir sem felast í því að í lok hverrar sprengjueyðingar verði svæðið hreinsað og efnunum fargað í samráði við Köllu s.f. Auk þess er skilgreind vöktun á leifum sprengjuefna á svæðinu og eftir atvikum verði metið hvort tilefni er til að hreinsa jarðveg sem inniheldur mengandi efni. Komi til þess að jarðvegurinn mengist, þá væri það væntanlega fyrst og fremst sandfyllingin í sprengjuholunni og jarðvegur næst henni. Þekktar eru aðferðir til að vinna með slíkan jarðveg á þann hátt að ekki komi til grunnvatnsmengunar. Annars vegar væri hægt að gera það innan sprengjueyðingarsvæðisins eða flytja hann annað og meðhöndla á viðeigandi hátt.</p> <p>Í skýrslu Verkís Nýtt sprengjueyðingarsvæði LHG við Keflavíkurflugvöll - Mat á núverandi og framtíðarástandi jarðvegs og grunnvatns er fjallað um aðferðir til að koma í veg fyrir mengun grunnvatns, svo og hvernig hægt er að nýta eðliseiginleika jarðvegs til að hindra að mengandi efni komist í grunnvatn. Vísað er til kafla 4.2 Mótvægisáðgerðir og hönnun í því efni. Þar er lagt til að setja moldarlag undir sandinn á sprengjueyðingarstaðnum, t.d. 0, 5 m þykkt lag sem mótvægisáðgerð, til að grípa þann leka spilliefna sem kemur úr úrgangi sprengja, að nokkru leyti sambærilegt við sigvatn urðunarstaða sbr. lög nr. 55/2013 um meðhöndlun úrgangs. Slíkt væri þá að einhverju leyti að virka sem botnklæðning þar sem hlutverk þeirra er að lágmarka leka mengunarefna til grunnvatns</p> <p>Að öðru leyti er vísað til svars við athugasemd Umhverfisstofnunar um þetta efni.</p>



1.5	Veðurstofa Íslands	Stjórnsýsla laga um stjórn vatnamála	<i>Veðurstofan leggur áherslu á að Umhverfisstofnun fer með stjórnsýslu laga um stjórn vatnamála sem og áætlanir er lúta að bættu ástandi vatnshlota. Framkvæmdir sem þessar þurfa að vera í samræmi við fyrirliggjandi ráðstafanir.</i>	Athugasemdin krefst ekki viðbragða, en vísað er til svars við athugasemd Umhverfisstofnunar um þetta efni.
4.1	Heilbrigðiseftirlit Suðurnesja	Möguleg áhrif sprengjueyðingarsvæðis á fráveitulögn	<i>Í lið 3.1 um staðhætti kemur fram að frárennislögn ISAVIA er næst í um 250 m fjarlægð frá sprengisvæðinu. Þá kemur fram í lið 4.2 að starfsemin ætti ekki að hafa áhrif á veitur á svæðinu, þ.e. frárennislögnina og fyrirhugaða Suðurnesjalínu 2. Frárennislögnin er úr forsteyptum rörum og flytur allt skolp og fráveitu frá Flugstöð Leifs Eiríkssonar, flugvélum, hóteli og öðrum byggingum innan svæðis ISAVIA að skolphreinsistöð í Djúpuvík. Verði rof á frárennislögninni er á hættu á töluverð mengun. Heilbrigðiseftirlitið óskar eftir matsgerð á því hvort frárennislögnin geti orðið fyrir hnjaski við sprengjueyðingu í grennd við lögnina.</i>	Vísað er til minnisblaðs Verkís, <i>Sprengjueyðingarsvæði LHG - Mat á mögulegum áhrifum sprengjueyðingar vestan Keflavíkurflugvallar á fráveitulögn frá flugvallarsvæðinu og flugleiðsögubúnað</i> . Niðurstaða greiningar Verkís er að ekki telst vera hættu á tjóni eða skemmdum á fráveitulögn frá flugvallarsvæðinu vegna áhrifa frá þrýstibylgju í lofti við sprengjueyðingu. Einnig er niðurstaðan að ekki telst vera hættu á tjóni eða skemmdum á lögninni vegna tíðni titrings, sveifluviddar eða bylgjuhraða þrýstibylgju í jarðlögum við sprengjueyðingu.
4.2	Heilbrigðiseftirlit Suðurnesja	Skilgreining í lögum um hollustuhætti og mengunarvarnir um sprengjueyðingarsvæði	<i>Ekki liggur fyrir skilgreining í lögum 7/1998 um hollustuhætti og mengunarvarnir um sprengjueyðingarsvæði, þó þykir ljóst að um mengandi starfsemi er að ræða sen krefst reglubundis eftirlits og fellur því undir lið 120. Önnur sambærileg starfsemi, í viðauka IV úr fyrrnefndum lögum.</i>	Athugasemdin allar ekki á viðbrögð á þessu stigi, en tekið er undir það sem kemur fram í athugasemd.
5.1	Isavia	Staðsetning sprengjueyðingarsvæðisins	<i>Að mati Isavia þá er fyrirhuguð staðsetning fyrir sprengjueyðingu mjög nærri flugvallarsvæðinu á Keflavíkurflugvelli sem eykur áhættu á truflun á almennum rekstri flugvallarins, ímynd og ekki síst hættu á því að öryggisbúnaður bili eða tjónist vegna hristings. Fyrirhuguð staðsetning er þannig mjög óheppileg og samræmist illa að að nýtt fyrirhuguð sprengjueyðingarsvæði sé svo nærri starfsemi alþjóðarflugvallar og þeirrar starfsemi sem þar er sem og framtíðarskipulagi flugvallarins. Ekki er fjallað um í skýrslu hvort tekið hafi verið tillit til framtíðaruppbyggingar Keflavíkurflugvallar skv. Þróunaráætlun Isavia. Verði þessi staðsetning samþykkt þá þarf að taka tillit til uppbyggingar nýrrar þriðju flugbrautar í framtíðinni og væntanlegra aðflugs- og brottflugsferla í kringum hana.</i>	LHG hóf vorið 2022 vinnu við val á nýju svæði til eyðingar sprengiefna. Í þeirri vinnu var haft samráð við fjölmarga aðila, svo sem Heilbrigðiseftirlit Suðurnesja (HES), Kadeco Þróunarfélags Keflavíkurflugvallar, Reykjanesbæ og Suðurnesjabæ. Mikilvæg forsenda fyrir vali á staðsetningu fyrir nýja sprengjueyðingarsvæðið vestan Keflavíkurflugvallar er nálægð við öryggissvæði á Keflavíkurflugvelli, enda fellur þar til þorri þess sprengiefnis sem kemur til eyðingar á nýja svæðinu. Eðli málsins samkvæmt eru takmarkanir vegna almannahættu sem fylgja flutningi á sprengiefni til eyðingar og t.d. þarf að loka vegum á meðan slíkir flutningar eiga sér stað. Greining á valkostum um staðsetningu á nýju sprengjueyðingarsvæði leiddi í ljós að staðsetning vestan Keflavíkurflugvallar var talin heppilegust m.t.t. þeirra þátta sem lagðir voru til grundvallar, þar á meðal fjarlægð frá annarri starfsemi eða umferð. Staðsetning nýs sprengjueyðingarsvæðis er ekki líkleg til að valda truflun á rekstri flugvallarins eða setja takmarkanir á uppbyggingu á flugvallarsvæðinu skv. fyrirliggjandi skipulagsáætlunum og þróunaráætlun Isavia, þar með talið uppbygging nýrrar þriðju flugbrautar í framtíðinni og væntanlegra aðflugs- og brottflugsferla við hana. Í næsta nágrenni við fyrirhuguð sprengjueyðingarsvæði eru engin mannvirki en að einhverju marki má búast við breytingum á ásynnd svæðisins með tilkomu aðkomuvegar, girðingar, sprengihola og skjólveggs eða skýlis. Að jafnaði er engin umferð á svæðinu en það er fjarri gönguleiðum eða áfangastöðum ferðamanna. Í næsta nágrenni er öryggisgirðingin við Keflavíkurflugvöll og í um eins km fjarlægð eru mannvirki tengd starfsemi á flugvelli, þ.e. flughlað sem byggt var sérstaklega fyrir hættulegan farm. Á fyrirhuguðu sprengjueyðingarsvæði eru óveruleg mannvirki og að jafnaði er enginn umferð um svæðið og ólíklegt er að starfsemin og mannvirki á svæðinu hafi áhrif á ímynd flugvallarsvæðisins í heild. Auk þess skal þess getið að sprengjueyðing hefur ávallt farið fram í samráði við flugturninn á Keflavíkurflugvelli (á eldra sprengjueyðingarsvæði) m.t.t. flugtaks og lendingu. Gert er ráð fyrir að það verlag verði viðhaft hér eftir sem hingað til.



5.2	Isavia	Áhrif á flugleiðsögubúnað	<i>Einnig þá er á flugvellingum viðkvæmur flugleiðsögubúnaður fyrir nákvæmnisaðflug á öllum brautarendum. Þessi búnaður er viðkvæmur fyrir hristingi þannig að oft þarf lítið til að merki hans truflist, sem getur truflað loftför í aðflugi. Óheppilegt er því að staðsetja sprengjueyðingarsvæði í nálægð við slíkan búnað.</i>	Vísað er til minnisblaðs Verkís, <i>Sprengjueyðingarsvæði LHG - Mat á mögulegum áhrifum sprengjueyðingar vestan Keflavíkurflugvallar á fráveitulögn frá flugvallarsvæðinu og flugleiðsögubúnað.</i> Minnisblaðið er fylgiskjal með svörum LHG við umsögnum um matsskyldufyrirspurnina. Þar segir m.a.: <i>Markmið þessa minnisblaðs er að meta möguleg áhrif vegna sprengjueyðingar frá fyrirhuguðu sprengjueyðingarsvæði á nærliggjandi innviði við flugvallasvæðið á Keflavíkurflugvelli, þar með talið núverandi frárennislögn og aðflugsbúnað A-V flugbrautar.</i> Niðurstaða greiningar Verkís er að ekki telst vera hættu á tjóni eða skemmdum á flugleiðsögubúnaði vegna áhrifa frá þrýstibylgju í lofti við sprengjueyðingu, né vegna tíðni titrings, sveifluviddar eða bylgjuhraða þrýstibylgju í jarðlögum við sprengjueyðingu.
5.3	Isavia	Aðkomuvegur og hlið á öryggisgirðingu	<i>Varðandi aðkomuveg að svæði og fyrirhugað nýtt hlið þá kemur ekki fram hvort um sé að ræða hlið sem verður ítrekað í notkun, né hvernig aðgangsstýringu verður háttað (verður eingöngu LHG með aðgengi og hverjar eru kröfnar um aðkomu flugverndareftirlits) og mætti fjalla betur um aðgengismálin í skýrslunni og t.a.m. ef sprengjueyðingarsvæðið verður ekki hluti af öryggissvæði LHG þá ættu sömu reglur að gilda um aðgangsstýringu og t.d. er um hlið 22, þ.e. aðgangsstýring þegar komið er til baka. Þarna mun eiga sér stað aðgangsstýring og verið að opna á milli haftasvæða þannig að starfsfólk sem sinnir þessu þarf að hafa viðeigandi flugverndarþjálfun.</i>	Reiknað er með að fyrirhugað hlið á öryggisgirðingunni verði eingöngu notað í tengslum við sprengjueyðingu og að LHG verði ein með aðgengi að sprengjueyðingarsvæðinu. Reiknað er með að aðgangsstýring um hliðið inn á öryggissvæði á Keflavíkurflugvelli (svæði B) verði skv. þeim reglum sem um það gildir, öryggisreglum Keflavíkurflugvallar og eftir atvikum flugverndareglum sem gilda innan svæðis. Jafnframt er reiknað með að þjálfun starfsfólks sem sinnir sprengjueyðingu verði í samræmi við gildandi reglur.
5.4	Isavia	Vegtenging milli sprengjueyðingarsvæðis og flughlaðs fyrir hættulegan farm	<i>Vert er að benda á svæði Apron Juliett (Dangerous Cargo Pad) þar sem fyrirhugað er að beina loftförum t.d. þegar um að ræða sprengihótun frá því að það lendir inn á svæði Apron Juliett sem er ekki langt frá fyrirhuguðu sprengjueyðingarsvæði innan öryggissvæðis B, svæði LHG. Ekki er hægt að sjá í gögnum um skipulag svæðisins að gert sé ráð fyrir vegi frá Apron Juliett yfir á fyrirhugað sprengjueyðingarsvæði. Það þýðir að aka þarf með sprengju til eyðingar í gegnum flugvallarsvæði Isavia og að hluta til öryggissvæðis Landhelgisgæslunnar til þess að komast að fyrirhuguðu sprengjueyðingarsvæði. Liggja þarf skýrt fyrir hver notkunin á að vera á svæðinu, hvort um er að ræða sprengjueyðingarsvæði fyrir sprengjur utan frá eða einnig af flugvallarsvæðinu.</i>	LHG telur augljóst að fyrirhugað sprengjueyðingarsvæði muni nýtast fyrir sprengjur af flugvallarsvæðinu, enda er reiknað með að þorri þess sprengjueyðingarsvæðis komi af flugvallarsvæði (A) og öryggissvæði (B) á Keflavíkurflugvelli. Fyrirhugað sprengjueyðingarsvæði liggur vel við flughlaði fyrir hættulegan farm á Keflavíkurflugvelli og reiknað er með að sprengjueyðingarsvæðið nýtist að fullu fyrir eyðingu sprengjuefnis sem þarf að eyða í tengslum við það. Vísað er til þess sem kemur fram í matsskyldufyrirspurninni að mögulega þarf að búa til nýjar vegtengingar innan öryggissvæðisins og reiknað er með að um það verði fjallað í breytingu á deiliskipulagi öryggissvæðis á Keflavíkurflugvelli. LHG reiknar með að samráð verði haft við skipulagsfirvöld á Keflavíkurflugvelli um nýjar vegtengingar innan öryggissvæðis, en núverandi vegir eða vegslóðar á svæðinu verði nýttir eftir því sem kostur er.
5.5	Isavia	Mengunaráhrif á jarðveg og grunnvatn	<i>Varðandi möguleg mengunaráhrif á jarðveg og grunnvatn þá er talað um að framkvæmdin og starfsemin sé líklegt til að hafa nokkur áhrif í för með sér en ekkert farið mikið dýpra í það nema varðandi hreinsun og vöktun leifa af sprengjuefni. Þyrfti að skoða þennan þátt miklu betur m.t.t. umfang starfseminnar og frekari mótvægisáðgerða. Síðast en ekki síst þá liggur steipt fráveitulögn Isavia frá flugvallarsvæðinu að hreinsistöð við Djúpuvík áður en því er veitt út í sjó. Þar sem lögnin liggur næst fyrirhuguðu sprengjueyðingarsvæði eru einungis rétt rúmlega 200 metra. Ekkert er fjallað um lögnina í skýrslunni né möguleg áhrif á hana. Bæta þarf úr því og hefur Isavia miklar áhyggjur af áhrifum mögulegrar sprengjueyðingar á lögnina, ef úr verður.</i>	Vísað er til svars við 1.3 og 8.3 við umsögnum Veðurstofu Íslands og Umhverfisstofnunar um mögulega mengun jarðvegs og grunnvatns. Einnig er vísað til svars 4.1 við umsögn Heilbrigðiseftirlits Suðurnesja vegna greiningar hugsanlegra áhrifa við sprengjueyðingu á frárennislögn í grennd við fyrirhugað sprengjueyðingarsvæði vestan Keflavíkurflugvallar.  Vísað er til minnisblaðs Verkís <i>Sprengjueyðingarsvæði LHG - Mat á mögulegum áhrifum sprengjueyðingar vestan Keflavíkurflugvallar á fráveitulögn frá flugvallarsvæðinu og flugleiðsögubúnað.</i> Niðurstaða greiningar Verkís er að ekki telst vera hættu á tjóni eða skemmdum á fráveitulögn frá flugvallarsvæðinu vegna áhrifa frá þrýstibylgju í lofti við sprengjueyðingu. Einnig er niðurstaðan að ekki telst vera hættu á tjóni eða skemmdum á lögninni vegna tíðni titrings, sveifluviddar eða bylgjuhraða þrýstibylgju í jarðlögum við sprengjueyðingu.



5.6	Isavia	Niðurstaða Isavia	<p><i>Að mati Isavia þá er fyrirhuguð staðsetning ekki góð sem nýtt sprengjueyðingarsvæði LHG m.t.t. áhættu á truflunum, ímynd og öryggi fyrir rekstur alþjóðaflugvallar. Auk þess er óvarlega gert grein fyrir mögulegum mengunaráhrifum jarðvegs af svæðinu, jafnframt sem svæðið yrði allt of nálægt fráveitulögn Isavia með tilheyrandi hættu á að lögnin geti gefið sig og skemmst.</i></p> <p><i>Isavia telur að starfseminni væri best fundinn staður annars staðar lengra frá flugvallarsvæðinu, en ef áframhald verður á verkefninu þá ætti fyrirhuguð starfsemi/ verkefni að fara í umhverfismat með vísan til 1. og 2.gr. í viðauka 2 í lögum um Umhverfismat framkvæmda og áætlana nr. 111/2021 um staðsetningu fyrirhugaðrar framkvæmdar sökum landnotkunar sem fyrir er, 2.gr., vegna mikillar nálægðar fyrirhugaðs svæðisins við alþjóðaflugvöll, auk, 1.gr., vegna mengunar og ónæðis í nálægð alþjóðaflugvallar.</i></p>	Vísað er til fyrri svara við athugasemdum Isavia, þ.e. vísað er til svara 5.1 til 5.5.
8.1	Umhverfisstofnun	Grunnvatnshlotið Rosmhvalsnes 2 og vatnaáætlun	<p><i>Umhverfisstofnun vekur athygli á að fyrsta vatnaáætlun Íslands var staðfest í apríl 2022 á grunni laga um stjórn vatnamála nr. 36/2011. Markmið laganna er að vernda allt vatn (yfirborðsvatn og grunnvatn) og vistkerfi þess, hindra frekari rýrnun vatnsgæða og bæta ástand vatnavistkerfa til þess að vatn njóti heildstæðrar verndar. Jafnframt er lögunum ætlað að stuðla að sjálfbærri nýtingu vatns sem og langtímavernd vatnsauðlindarinnar.</i></p> <p><i>Samkvæmt reglugerð nr. 535/2011 um flokkun vatnshlota, eiginleika þeirra, álagsgreiningu og vöktun eiga öll vatnshlot að ná umhverfismarkmiðum sínum og ástand þeirra má ekki rýrna. Gerist slíkt þarf að setja fram aðgerðir til að draga úr álagi á vatnshlotið með það að markmiði að bæta ástandið. Vatnshlotið sem um ræðir eru grunnvatnshlotið Rosmhvalanes 2 nr. 104-115-2- G. Samkvæmt lögum um stjórn vatnamála eiga grunnvatnshlot að ná umhverfismarkmiðum sínum um góða magnstöðu og gott efnafræðilegt ástand. Gæðapættir sem vakta á eru settir fram í reglugerð nr. 535/2011. Þeir gæðapættir sem notaðir eru til að meta ástand grunnvatnshlota eru breytingar á hæð grunnvatnsyfirborðs (magnstaða grunnvatns), leiðni og styrkur mengunarvalda.</i></p> <p><i>Samkvæmt vatnaáætlun er vatnshlotið Rosmhvalanes 2 í hættu á að ná ekki umhverfismarkmiðum sínum um gott efnafræðilegt ástand. Samkvæmt aðgerðaáætlun vatnaáætlunar2 er tveimur aðgerðum sérstaklega beint að grunnvatnshlotinu Rosmhvalanes 2 vegna þeirrar hættuflokkunar sem það vatnshlot hefur fengið samkvæmt álagsgreiningu.</i></p>	Athugasemdin krefst ekki viðbragða, en vísað er til svars 8.3 við athugasemd Umhverfisstofnunar um möguleg mengunaráhrif á jarðveg og grunnvatn.



8.2	Umhverfisstofnun	Möguleg áhrif sprengjueyðingarsvæðis á fráveitulögn	<i>Í matsskyldufyrirspurn kemur fram að fráveitulögn frá flugvallarsvæði Isavia sé í innan 1 km svæðis við eyðingasvæðið, næst um 250 metra. Ekki kemur fram hvort að haft hafi verið samráð við Isavia en telur Umhverfisstofnun nauðsynlegt að gera slíkt vegna nálægðar og metið hvort að mögulegt sé að starfsemin geti valdið skemmdum á fráveitulögninni.</i>	Vísað er til minnisblaðs Verkís, <i>Sprengjueyðingarsvæði LHG - Mat á mögulegum áhrifum sprengjueyðingar vestan Keflavíkurflugvallar á fráveitulögn frá flugvallarsvæðinu og flugleiðsögubúnað</i> . Niðurstaða greiningar Verkís er að ekki telst vera hætt á tjóni eða skemmdum á fráveitulögn frá flugvallarsvæðinu vegna áhrifa frá þrýstibylgju í lofti við sprengjueyðingu. Einnig er niðurstaðan að ekki telst vera hætt á tjóni eða skemmdum á lögninni vegna tíðni titrings, sveifluvíddar eða bylgjuhraða þrýstibylgju í jarðlögum við sprengjueyðingu.
8.3	Umhverfisstofnun	Mengunaráhrif á jarðveg og grunnvatn	<i>Í matsskyldufyrirspurninni kemur fram að við eyðinguna falli til sprengjuefnaleifar sem eru of smáar til að tína upp og geti safnast upp á svæðinu og þá sé nokkur mengunarhætta af sprengiefni sérstaklega þeim sem gerð eru fyrir hernað (tólúen). Einnig kemur fram að grunnvatn á svæðinu sé talið mjög viðkvæmt fyrir mengun en þó vegna lektar megi gera ráð fyrir umtalsverðri þynningu í grunnvatni.</i> <i>Grunnvatnshlotið Rosmhvalanes 2 er þegar undir miklu álagi vegna ýmiskonar iðnaðar og atvinnustarfsemi á svæðinu og samkvæmt lögum um stjórn vatnamála er ekki hægt að leyfa framkvæmdir sem geta orðið til þess að vatnshlot nái ekki umhverfismarkmiðum sínum.</i> <i>Mikilvægi sprengjueyðingarsvæðis er mikið en um leið verður að tryggja að það valdi ekki neikvæðum áhrifum á vatn og umhverfi. Umhverfisstofnun leggur því til að starfsleyfishafi geri grunnástandsmælingu á jarðveginum fyrir notkun í samræmi við reglugerð nr. 1400/2020 um mengaðan jarðveg. Vöktun á jarðvegi undir sprengjueyðingunni fari síðan fram með reglulegum hætti til að fylgjast með mögulegri uppsöfnun á mengandi efnum. Ef efni finnast yfir viðmiðunarmörkum reglugerðarinnar verði gripið til ráðstafana til að tryggja að mengunin berist ekki í grunnvatnið.</i>	Landhelgisgæsla Íslands hefur látið taka saman skýrslu þar sem gefið er yfirlit grunnástand jarðvegs og grunnvatns, sbr. skýrslu Verkís, <i>Nýtt sprengjueyðingarsvæði LHG við Keflavíkurflugvöll - Mat á núverandi og framtíðarástandi jarðvegs og grunnvatns</i> . Verkís verkfræðistofa annaðist þessa vinnu að ósk LHG. Skýrsla Verkís lýsir grunnástandi jarðvegs og grunnvatns á og við nýja sprengjueyðingarsvæðið áður en kemur til framkvæmda og notkunar þess kemur. Við ástandsmatið er m.a. fylgt viðeigandi greinum í reglugerð nr. 1400/2020 um mengaðan jarðveg og reglugerð nr. 550/2018 um losun frá atvinnurekstri og mengunarvarnaeftirlit. Ástandinu er lýst með niðurstöðum af sjónmati á staðnum og fjölmörgum heimildum m.a. niðurstöðum prófana á sýnum sem tekin hafa verið úr jarðvegi og grunnvatnsborholum á undanförunum árum við Keflavíkurflugvöll. Í skýrslunni er einnig mat á framtíðarástandi jarðvegs og grunnvatns. Meðal þess sem skýrslan leiðir í ljós er að skv. jarðvegskorti er sprengjueyðingarsvæðið innan undirsvæðis á Miðnesinu (Rosmhvalanesinu) sem flokkast sem melajörð-malarjörð og framkvæmdasvæðið einkennist af jökulsorfinni klöpp með afar þunnum jarðvegi (lausum jarðlögum; jarðgrunni) sem er aðallega gerður úr frostlyftum steinum með votti af mold og gróðri á stangli. Berggrunnur svæðisins einkennist af grágrýti frá hlýskeyði á síðari hluta ísaldar. Lítið sem ekkert vatn er á yfirborði í nágrenni framkvæmdasvæðisins, sem er innan grunnvatnshlotsins Rosmhvalanes 2. Þar hafa ýmis mengandi efni mælst tengd fyrrum og núverandi starfsemi á svæðinu en styrkur þeirra er nú í flestum tilfellum undir hámarksgildum reglugerðar 536/2001 um neysluvatn. Til að sýna bakgrunnsgildi eða núverandi ástand grunnvatnsins undir nýja svæðinu eru birtar niðurstöður mælinga frá árinu 2019 á grunnvatni í rannsóknarborholu ÖH-04 sem er næst svæðinu og liggur neðan grunnvatnsstraums frá því. Jarðvegur (jarðgrunnur) er mjög þunur á nýja svæðinu og þar af aðeins þunnt og ósamfellt moldarlag. En til að sýna bakgrunnsgildi ómengaðrar moldar af Rosmhvalanesi eru birtar niðurstöður mælinga frá Ásbrú í Reykjanesbæ og Rockville í Suðurnesjabæ. Til að sýna líklegt „ástand jarðvegs- og grunnvatnsmengunar af völdum hættulegra efna“ eru tekin dæmi og sýndar niðurstöður mælinga frá tveimur sprengjueyðingarsvæðum í Noregi, en þær niðurstöður eiga þó ekki að öllu leyti við enda magn efnis og tíðni sprengjueyðingar á umræddum svæðum stærðargráðum meiri en á Íslandi. Sem mótvægisáðgerð vegna þess sprengiefnaúrgangs sem óhjákvæmilega fylgir sprengjueyðingunni, og vegna heppilegra eiginleika moldar á Miðnesi, sem er af gerðinni eldfjallajörð nánar tiltekið brúnjörð, er ætlunin að skoða þegar til til framkvæmdar kemur að setja moldarlag undir sand til að lágmarka leka mengunarefna til grunnvatns á hverjum tíma. Ætla má að hæfilegt bil milli formlegrar vöktunar væri fimm ár, en þá færi fram sjónmat á jarðvegi og sýnataka, og sýnataka af grunnvatni t.d. úr rannsóknarborholu ÖH-04. Hafa má hliðsjón af, yfir 10 ára árlegri vöktun frágengnu urðunarstaðanna á Smiðjutröð í Reykjanesbæ og Stafnesi í Sandgerðisbæ fyrir Þróunarfélag Keflavíkurflugvallar. Samantekið sýna niðurstöður skýrslunnar að framkvæmdin er ekki líkleg til að hafa í för með sér umtalsverð umhverfisáhrif.
8.4	Umhverfisstofnun	Frágangur svæðis eftir að starfsemi lýkur	<i>Þegar og ef hætt verði notkun á svæðinu verði einnig tryggt að sandurinn og önnur efni verði fjarlægð og færð til förgunar með viðeigandi hætti.</i>	LHG tekur undir ábendingu Umhverfisstofnunar og mun tryggja að gengið verði frá svæðinu þegar starfsemi lýkur og sprengjueyðingunni verður hætt. Í því felist að taka niður girðingar og önnur mannvirki og sandur og önnur efni verði fjarlægð af svæðinu.

## SPRENGJUEYÐINGARSVÆÐI LANDHELGISGÆSLU ÍSLANDS MINNISBLAÐ

VERKNÚMER: 18303002

VERKHLUTI: 07

HÖFUNDUR: JÖF

RÝNT AF: SPS, EJ og PSH

DREIFING: LHG

DAGS.: 2023-06-14

NR.:

ÚTGÁFA 1.0

### Efni: Mat á mögulegum áhrifum sprengjueyðingar vestan Keflavíkurflugvallar á fráveitulögn frá flugvallarsvæðinu og flugleiðsögubúnað

#### 1 Inngangur og markmið

Vísað er til fyrirspurnar um matsskyldu vegna sprengjueyðingarsvæðis Landhelgisgæslunnar vestan Keflavíkurflugvallar dags. 28. febrúar 2023, umsögn Heilbrigðiseftirlits Suðurnesja dags. 30. mars 2023, Isavia dags. 18. apríl 2023 og Umhverfisstofnunar dags. 12. maí 2023 vegna hugsanlegra áhrifa við sprengjueyðingu á frárennislögn í grennd við fyrirhugað sprengjueyðingarsvæði vestan Keflavíkurflugvallar og aðflugsbúnað.

Markmið þessa minnisblaðs er að meta möguleg áhrif vegna sprengjueyðingar frá fyrirhuguðu sprengjueyðingarsvæði á nærliggjandi innviði við flugvallarsvæðið á Keflavíkurflugvelli, þar með talið núverandi frárennislögn og aðflugsbúnað A-V flugbrautar.

#### 2 Staðsetning og fjarlægðir

Staðsetning og helstu fjarlægðir frá fyrirhuguðu sprengjueyðingarsvæði að innviðum og búnaði er sýnd á Mynd 1. Fyrirhugað sprengjueyðingarsvæði er staðsett utan öryggissvæðis um 3,6 km suðvestan við suðurbyggingu Keflavíkurflugstöðvar. Næstu innviðir er fráveitulögn í um 230 m fjarlægð, norðvestan við svæðið. Stysta fjarlægð í aðflugsbúnað við flugbrautarenda eru 1,25 km.





Mynd 1. Fjarlægð frá fyrirhuguðu sprengjueyðingasvæði að nærliggjandi innviði og búnaði.

### 3 Áhrif frá sprengingu

Áhrif frá sprengingum á mannvirki geta verið vegna þrýstibylgju í lofti eða titrings í jörð. Vegna fjarlægðar að aðflugsbúnaði og þess að fráveitulögnin er niðurgrafin er þrýstibylgja í lofti ekki talinn geta valdið tjóni á innviðum og búnaði.

#### 3.1 Titringur í jörð

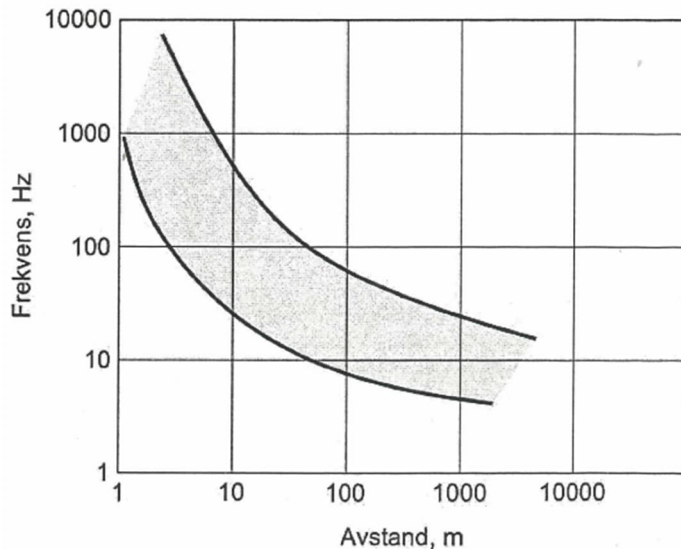
Við sprengingu í jörð berast þrýstibylgjur út í jarðlögin með svokölluðum P-bylgjum og S-bylgjum. Einnig koma fyrir yfirborðsbylgjur. Bylgjurnar eru svipað eðlis og myndast við jarðskjálfta en bylgjurófið er ólíkt og því illmögulegt að bera saman áhrif bylgna frá þessum tveimur mismunandi upptökum.

Þrjú mælanleg gildi er hægt að notast við til að meta hættu á tjóni vegna sprenginga í jörð; bylgjuhraða, sveifluvidd og tíðni.

Bylgjuhraði er sú eining sem er mest notuð til að meta áhættu á tjóni vegna sprengivinnu í nálægð við byggð. Íslenskar reglugerðir og norskir staðlar notast við bylgjuhraða fyrir leiðbeinandi viðmiðunarmörk fyrir framkvæmdir. Bylgjuhraði eykst með stærð hleðslna sem sprengdar eru og nálægð við sprengistað.

Við mjög stutta fjarlægð frá sprengistað er oft notast við sveifluvidd til að ákvarða áhættu á tjóni ásamt bylgjuhraða. Sveifluvidd eykst með stærð hleðslna og nálægð við sprengistað. Vegna fjarlægðar telst hér ekki vera hættu á tjóni eða skemmdum vegna áhrifa frá sveifluvidd.

Tíðni titrings vegna sprenginga í bergi er oftast á bilinu 10-100 Hz. Titringur með lága tíðni er skaðlegri fyrir mannvirki en við hærri tíðni þar sem eigintíðni bygginga er oft lág, á bilinu 5-15 Hz. Tíðnin verður að jafnaði hærri eftir því sem sprengistaður er nær mannvirki. Við 200-250 m fjarlægð frá sprengistað má áætla tíðni gæti orðið á bilinu 8-50 Hz (Mynd 2). Við sprengjueyðingu er aðeins sprengd ein hleðsla ólíkt bergsprengingum vegna mannvirkjagerðar og það tímabil sem titringurinn gengur yfir er því mjög takmarkaður og því er ekki talin vera hættu á tjóni vegna tíðni titrings.



Mynd 2. Áætluð tíðni titrings við sprengingu í borholu við mismunandi fjarlægð.

Bylgjuhraði væri því hentugt viðmið til þess að meta áhrif á nærliggjandi mannvirki og mögulega hættu á tjóni eða bilunum.

### 3.2 Kröfur í reglugerðum og stöðlum

Reykjavíkurborg setur nokkuð strangar kröfur um titring við losun klappar í jarðvinnu, en þær eru:

*„Sprengiframkvæmdir í jarðvinnu innan fyrirliggjandi byggðar í borginni eru aðeins heimilar með bylgjuhraða 15 mm/sek að hámarki og 10 Hz að lágmarks tíðni og skulu gildi mæld við lóðarmörk framkvæmda næst sprengistað.“*

Kröfur um bylgjuhraða upp á 15 mm/s teljast frekar strangar og eru vel undir því viðmiði sem telst tvísýnt með tilliti til skemmda og sprungumyndanna á steiptum mannvirkjum. Kröfur Reykjavíkurborgar miðast væntanlega við upplifun fólks á titringi frá sprengivinnu en hann telst vera óþægilegur við 6 mm/s og kröftugur við 19 mm/s. Miða má við að skemmdir á mannvirkjum geta orðið þegar bylgjuhraði er á bilinu 85-120 mm/s.

Í íslenskri reglugerð um sprengiefni og forefni<sup>1</sup> til sprengiefnagerðar er miðast við hámarksbylgjuhraða upp á 30 mm/s fyrir vanalegar byggingar á mjúku bergi og 50 mm/s á meðalhörðu bergi og 15 mm/s þar sem mannlegir þættir ráða úrslitum.

Ekki eru til sérstök viðmið fyrir frárennislagnir en mörk við olíuleiðslur eru 40 mm/s. Hægt er að reikna leiðbeinandi viðmiðunarmörk fyrir titring á byggingar vegna sprengivinnu samkvæmt norskum stöðlum.<sup>2</sup> Miðað við áætlað ástand á fráveitulögn má gera ráð fyrir að bylgjuhraði undir 35 mm/s væri æskilegur. Þess má geta að útreikningar skv. norskum reglum skal ekki líta á sem tjónamörk heldur hvað mannvirki ættu að þola við síendurteknar sprengingar.

### 3.3 Titringur í jörð og magn sprengiefnis

Til að meta hugsanlegan titring á nærliggjandi mannvirki og búnað vegna sprengieyðingar er notast við eftirfarandi formúlu:

<sup>1</sup> Reglugerð 510/2018 um sprengiefni og forefni til sprengiefnagerðar

<sup>2</sup> NS 8141-1:2022 Vibrasjoner og støt — Veiledende grenseverdier for bygge- og anleggsvirksomhet, bergverk og trafikk — Del 1: Virkning av vibrasjoner og lufttrykkstøt på byggverk, inkludert tunneler og bergrom



$$v = K \times \frac{\sqrt{Q}}{d}$$

Þar sem:

v = Bylgjuhraði (mm/s)

K = Stuðull fyrir leiðni í bergi

Q = Hleðsla sem sprengd er (kg dýnamít)

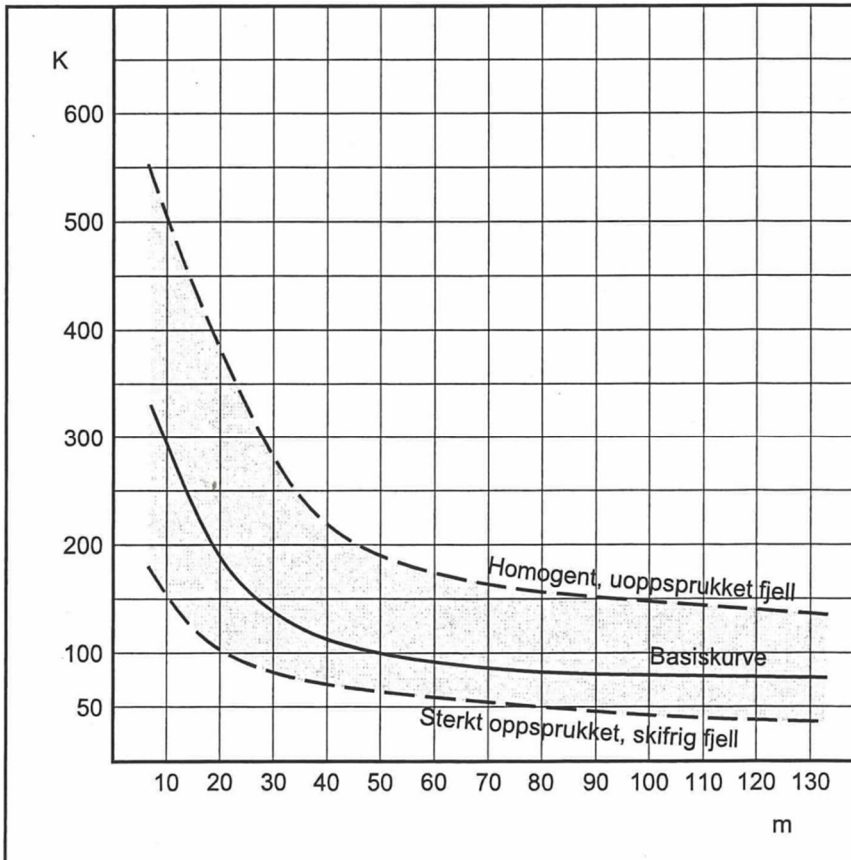
d = Fjarlægð frá sprengistað

Geta má að hér er gert ráð fyrir að sprengiefni sé sprengt í borholu en ekki niðurgrafið í sandfyllta gryfju eins og venja er við eyðingu sprengiefna. Því eru niðurstöður nokkuð varfærnar þar sem þrýstibylgjur endurvarpast þegar þær berast á milli jarðlaga með mismunandi eiginleika og dempast. Þau gildi sem hér eru reiknuð mætti því teljast til „worst case“.

K stuðullinn eykst bæði með fjarlægð og þéttleika bergsins en ef miðað er við yfir 130 m fjarlægð ætti hann að vera á bilinu 40-150. Hærri stuðull gefur meiri bylgjuhraða (meiri titring). Reynsla frá sprengivinnu við stækkun flugstöðvar Keflavíkur árin 2020-2021 gefur til kynna að þessi stuðull sé mjög lágur, jafnvel undir neðra gildi sem sýnt er á Mynd 3.

Reiknaður hefur verið mögulegur titringur við mismunandi K gildi, frá 40-150 og mismunandi stærð á hleðslum, allt að 100 kg. Við 100 kg hleðslu og hæsta K-stuðul miðað við 230 m fjarlægð (K=150) er reiknaður titringur í 230 m fjarlægð um 6,5 mm/s (Mynd 4).

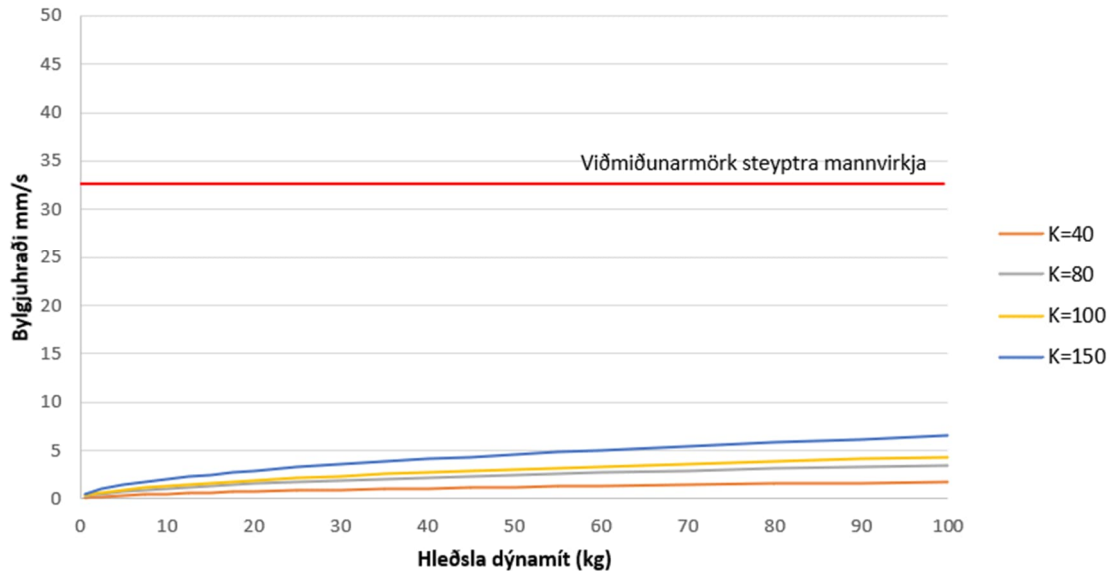
Það er þó ólíklegt að titringur yrði það hár þar sem K-stuðullinn er lægri í jarðgrunni eins og er fyrir á svæðinu. Við K=80 sem er K-stuðull á grunnferli við fjarlægð yfir 130 m er reiknaður titringur 3,5 mm/s bylgjuhraði sem er hugsanlega nærri lagi. Sé litið til 1,25 km fjarlægðar til aðflugsbúnaðar Isavia er reiknaður bylgjuhraði 1,2 mm/s miðað við K=150. Ekki er vitað hvað búnaðurinn þolir í raun en svo lágur titringur gæti jafnvel mælst við vindálag eða þegar bifreið er keyrt fram hjá. Sjá mynd 5.



Mynd 3. Dreifing K-gilda og fjarlægð frá sprengistað.

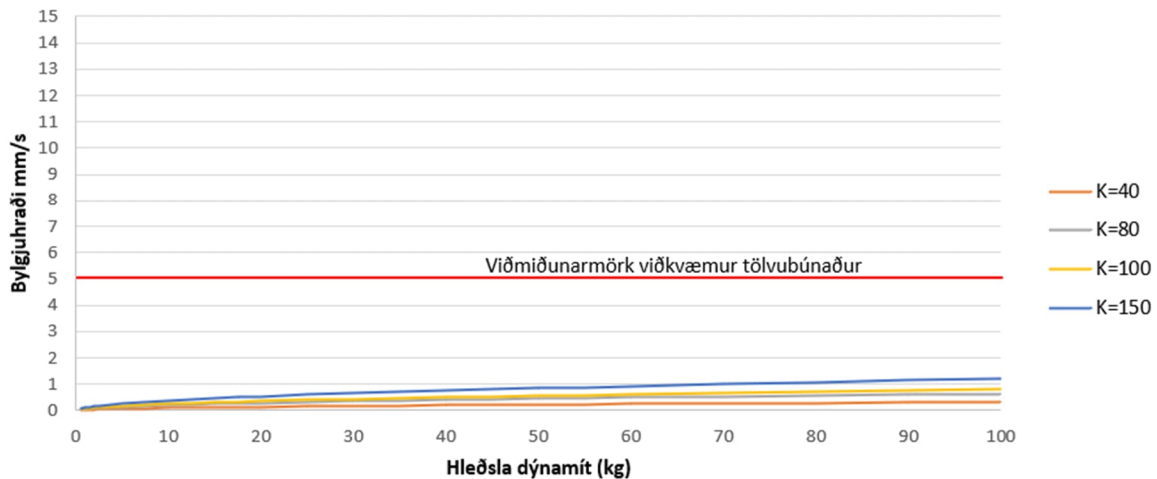


### Samband bylgjuhraða og hleðslu við mismunandi K gildi 230 m fjarlægð (Frárennislögn)



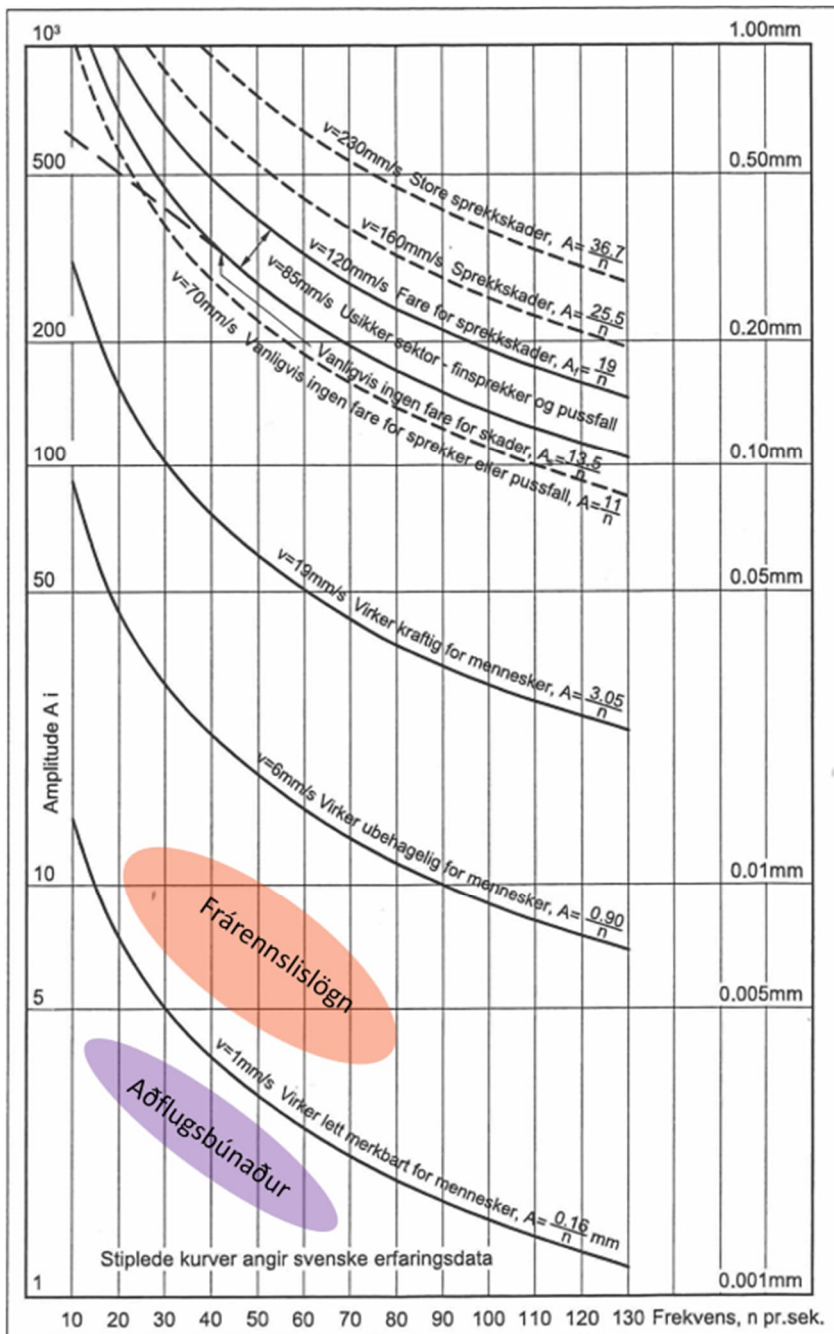
Mynd 4. Reiknaður bylgjuhraði í 230 m fjarlægð miðað við mismunandi K-gildi og magn sprengiefnis (hér dýnamít).

### Samband bylgjuhraða og hleðslu við mismunandi K gildi 1,25 km fjarlægð (Aðflugsbúnaður)



Mynd 5. Reiknaður bylgjuhraði í 1,25 km fjarlægð miðað við mismunandi K-gildi og magn sprengiefnis (hér dýnamít). 5 mm/s viðmið fyrir viðkvæman tölvubúnað er þekkt við sprengivinnu í Skandinavíu.

Á Mynd 6 er tekið saman áætlað bylgjuróf við eyðingu á 100 kg dýnamíti við frárennislögn og aðflugsbúnað. Við frárennislögnina yrði titringur merkjanlegur en óvíst er hvort að manneskja fyndi fyrir titringi við aðflugsbúnað. Á mynd 6 sést einnig að viðmiðunarmörk fyrir hugsanlega sprungumyndun í steinsteypu er við 85 mm/s.



Mynd 6. Áætlað bylgjuróf í berggrunni frá sprengjueyðingu (100 kg dýnamít) á mikilvæga innviði og búnað. Á myndinni má sjá að við frárennislögnina myndi titringur vera merkjanlegur mannfólki en við aðflugsbúnað í 1,25 km fjarlægð er óvíst hvort að titringur finnist.

## 4 Niðurstaða

Ekki telst vera hættu á tjóni eða skemmdum á fráveitulögn frá flugvallarsvæðinu eða flugleiðsögubúnaði vegna áhrifa frá þrýstibylgju í lofti við sprengjueyðingu.

Einnig telst ekki vera hættu á tjóni eða skemmdum vegna tíðni titrings, sveifluvidd eða bylgjuhraða þrýstibylgju í jarðlögum við sprengjueyðingu.



# NÝTT SPRENGJUEYÐINGARSVÆÐI LHG VIÐ KEFLAVÍKURFLUGVÖLL

Mat á núverandi og framtíðarástandi jarðvegs og  
grunnvatns

Skýrsla unnin fyrir Landhelgisgæslu Íslands (LHG)

November 2023





HEITI SKÝRSLU:	Nýtt sprengjueyðingarsvæði LHG við Keflavíkurlflugvöll. Mat á núverandi og framtíðarástandi jarðvegs og grunnvatns.	DREIFING:	<input checked="" type="checkbox"/> OPIN
VERKEFNI:	18303002 - Sprengjueyðingarsvæði LHG	<input type="checkbox"/> LOKUÐ TIL	
SKÝRSLA NR.	ID345002	AFURÐAR- AUÐKENNI:	<input checked="" type="checkbox"/> HÁÐ LEYFI VERKKAUFA

ÚTGÁFUSAGA:					
ÚTG. NR	DAGS.	HÖFUNDAR	RÝNT AF	SAMP. AF	ÚTGÁFUSTAÐA
1	2023-08-28	PSH, EGH, EROA, SULS	EiJ	PSH	Drög
2	2023-11-01	PSH, EROA	EiJ	PSH	Drög 2
3	2023-11-14	PSH, EROA	EiJ	PSH	Útgefin skýrsla

HÖFUNDAR:	VERKEFNISSTJÓRI:
Porgeir S. Helgason (PSH), Erla Guðrún Hafsteinsdóttir (EGH), Erna Ósk Arnardóttir (EROA), Sunna Liv Stefánsdóttir (SULS)	Porgeir S. Helgason (PSH)
	RÝNIR:
	Einar Jónsson (EiJ)

UNNIÐ FYRIR:	FAGLEGIR SAMSTARFSADILAR verkkaupa:
Landhelgisgæsla Íslands (LHG)	Haukur Snorrason (HS), Jónas K. Þorvaldsson (JKÞ)
UMSJÓN:	
Hera Sól Harðardóttir (HSH), Þóra Kristín Klemenzdóttir (ÞKK)	

ÚTDRÁTTUR:
<p>Landhelgisgæsla Íslands (LHG) hefur lagt niður núverandi sprengjueyðingarsvæði við Stapafellsveg í Reykjanesbæ og áformar að koma upp nýju svæði vestan við öryggissvæði Keflavíkurlflugvallar í Suðurnesjabæ.</p> <p>Framkvæmdin fellur undir lög 111/2021 „um umhverfismat framkvæmda og áætlana“, 1. viðauka, lið 11.10 „Stöðvar til að endurvinnna sprengiefni eða eyða því“, og er því tilkynningarskyld skv. flokki B, „framkvæmdir sem kunna að hafa í för með sér umtalsverð umhverfisáhrif og metið er í hverju tilviki með tilliti til eðlis, umfangs og staðsetningar hvort háðar skuli umhverfismati samkvæmt lögum þessum“.</p> <p>Í fyrirspurn og skýrslu Verkís f.h. LHG varðandi matsskyldu framkvæmdarinnar er niðurstaða LHG og Verkís að framkvæmdin sé ekki líkleg til að hafa í för með sér umtalsverð umhverfisáhrif og skuli því ekki háð mati á umhverfisáhrifum. Í umsögn Umhverfisstofnunar (UST) um fyrirspurnina lagði hún til „að starfsleyfishafi [LHG] geri grunnástandsmælingu á jarðveginum fyrir notkun í samræmi við reglugerð nr. 1400/2020 um mengaðan jarðveg. Vöktun á jarðvegi undir sprengjueyðinu fari síðan fram með reglulegum hætti til að fylgjast með mögulegri uppsöfnun á mengandi efnum.“ LHG ákvað að verða við þessari ósk UST og lýsir meðfylgjandi skýrsla grunnástandi jarðvegs og grunnvatns á og við nýja sprengjueyðingarsvæðið áður en til framkvæmda og notkunar þess kemur. Við ástandsmatið er m.a. fylgt viðeigandi greinum í reglugerð 1400/2020 um mengaðan jarðveg og reglugerð 550/2018 um losun frá atvinnurekstri og mengunarvarnaeftirlit.</p> <p>Ástandinu er lýst með niðurstöðum af sjónmati á staðnum og fjölmörgum heimildum m.a. niðurstöðum prófana á sýnum sem tekin hafa verið úr jarðvegi og grunnvatnsborholum á undanförunum árum við Keflavíkurlflugvöll.</p>





Meðal umfjöllunar og niðurstaðna um ástand jarðvegs og grunnvatns á nýja sprengjueyðingarsvæðinu eru þessar:

- Engin starfsemi hefur átt sér stað á sjálfu framkvæmdarsvæðinu svo vitað sé.
- Framkvæmdasvæðið var innan marka samningsvæðis varnarliðsins til 2006, en er nú innan óbyggðs svæðis í aðalskipulagi Suðurnesjabæjar en sótt verður um heimild til að breyta því í iðnaðarsvæði.
- Nærumhverfi framkvæmdasvæðisins afmarkast í suðri af vistlendi sem flokkast sem melar og sandlendi, moslendi og mólendi, en sjálft sprengjueyðingarsvæðið og aðkomuvegurinn frá öryggissvæðinu á Keflavíkurflugvelli er flokkað sem melar og sandlendi, en allar þessar gerðir teljast lítt sérstæðar og hafa lágt verndargildi.
- Skv. jarðvegskorti er svæðið innan undirsvæðis á Miðnesinu (Rosmhvalanesinu) sem flokkast sem melajörð-malarjörð og framkvæmdasvæðið einkennist af jökulsorfinni klöpp með afar þunnum jarðvegi (lausum jarðlögum; jarðgrunni) sem er aðallega gerður úr frostlyftum steinum með votti af mold og gróðri á stangli.
- Berggrunnur svæðisins einkennist af grágrýti frá hlýskeyði á síðari hluta Ísaldar.
- Lítið sem ekkert vatn er á yfirborði í nágrenni framkvæmdasvæðisins, sem er innan grunnvatnshlotsins Romshvalanes 2, en þar hafa ýmis mengandi efni mælst tengd fyrrum og núverandi starfsemi á svæðinu en styrkur þeirra er nú í flestum tilfellum undir hámarksgildum reglugerðar 536/2001 um neysluvatn.
- Til að sýna bakgrunnsgildi eða núverandi ástand grunnvatnsins undir nýja svæðinu eru birtar niðurstöður mælinga frá árinu 2019 á grunnvatni í rannsóknarborholu ÖH-04 sem er næst svæðinu og liggur neðan grunnvatnsstraums frá því.
- Jarðvegur (jarðgrunnur) er mjög þunnur á nýja svæðinu og þar af aðeins þunnt og ósamfellt moldarlag, en til að sýna bakgrunnsgildi ómengaðrar moldar af Rosmhvalanesi eru birtar niðurstöður mælinga frá Ásbrú í Reykjanesbæ og Rockville í Suðurnesjabæ.
- Til að sýna líklegt „ástand jarðvegs- og grunnvatnsmengunar af völdum viðkomandi hættulegra efna“ eru tekin dæmi og sýndar niðurstöður mælinga frá tveimur sprengjueyðingarsvæðum í Noregi, en þær niðurstöður eiga þó ekki að öllu leyti við enda magn efnis og tíðni sprengjueyðingar á umræddum svæðum stærðargráðum meiri en á Íslandi.
- Sem mótvægisáðgerð vegna þess sprengiefnaúrgangs sem óhjákvæmilega fylgir sprengjueyðingunni, og vegna heppilegra eiginleika moldar á Miðnesi, sem er af gerðinni eldfjallajörð nánar tiltekið brúnjörð, er ætlunin að taka til skoðunar þegar til framkvæmdar kemur að setja moldarlag undir sand til að lágmarka leka mengunarefna til grunnvatns á hverjum tíma.
- Samantekið sýna niðurstöður skýrslunnar að framkvæmdin er ekki líkleg til að hafa í för með sér umtalsverð umhverfisáhrif og skuli því ekki háð mati á umhverfisáhrifum.

LYKILORD ÍSLENSK í stafrósröð:

berggrunnur; brúnjörð eða mold; grunnástand; grunnvatn; hættuleg efni; jarðgrunnur; jarðvegur; Landhelgisgæsla Íslands (LHG); mengunarefni; mótvægisáðgerð; Reykjanesbær; sprengjueyðing; sprengjueyðingarsvæði; Suðurnesjabær; skotfæri

KEYWORDS IN ENGLISH in same order as in Icelandic:

bedrock; brown ando[is]; baseline; groundwater; hazardous substances; superficial deposits; soil; The Icelandic Coast Guard (ICG); pollutant; compensatory measure; Reykjanesbær municipality; explosive ordnance demolition; explosive ordnance demolition range; Suðurnesjabær municipality; munition



## Efnisyfirlit

<b>Myndaskrá</b> .....	<b>vi</b>
<b>Töfluskrá</b> .....	<b>vii</b>
<b>1. Inngangur</b> .....	<b>1</b>
1.1 Almenn	1
1.2 Lög og reglur	1
<b>2. Notkunarsaga og lýsing á staðháttumá nýju sprengjueyðingarsvæði</b> .....	<b>3</b>
2.1 Almenn	3
2.2 Fyrri starfsemi á svæðinu	3
2.3 Lóð, lega lands og yfirborð	3
2.4 Berggrunnur	6
2.5 Jarðgrunnur	6
2.6 Yfirborðsvatn og grunnvatn	7
3.1 Almenn	9
3.2 Vinnsluferli sprengjueyðingar	9
3.3 Möguleg mengunarefni í jarðefnum og grunnvatni	9
3.4 Mat á framtíðarmengun	10
3.5 Dæmi um mengun á Svánådalen sprengjueyðingarsvæðinu í Noregi	11
3.6 Dæmi um mengun á Øyradalen sprengjueyðingarsvæðinu í Noregi	11
<b>4. Mótvægisáðgerðir, vöktun og niðurstaða varðandi grunnástand</b> .....	<b>14</b>
4.1 Almenn	14
4.2 Mótvægisáðgerðir og hönnun	14
4.3 Vöktun	14
4.4 Niðurstaða varðandi grunnástand	14
<b>Heimildir</b> .....	<b>15</b>
<b>Viðaukar</b> .....	<b>19</b>
Viðauki 1 Loftmyndir frá Landmælingum Íslands frá 1942 - 2000	20
Viðauki 2 Grunnástand grunnvatns undir nýja sprengjueyðingarsvæðinu	36
Viðauki 3 Sprengiefnaúrgangur – Dæmi um lífræn gerviefni fengið frá Hjerkin í sveitarfélaginu Dovre í Innlandfylki í Noregi	44
Viðauki 4 Sprengiefnaúrgangur – Dæmi um þungmálma fengið frá Øyradalen í Noregi	50
Viðauki 5 Eiginleikar brúnjarðar og dæmi um gæði moldar	58



## Myndaskrá

Mynd 1	Fyrirhugað sprengjueyðingarsvæði LHG í Suðurnesjabæ vestan við öryggissvæði Keflavíkurflugvallar (grænn punktur) mun koma í stað sprengjueyðingarsvæðis sem staðsett hefur verið við Stapafellsveg í Reykjanesbæ (bleikur punktur). (Einar Jónsson og Sigurlaug Sigurðardóttir, 2023). .....	2
Mynd 2	Afmörkun framkvæmdasvæðisins, þ.e. aðkomuvegur og sprengjueyðingasvæði vestan Keflavíkurflugvallar. Norðan sprengjueyðingasvæðisins er fráveitulögn og nálægt byggð austan megin. (Einar Jónsson og Sigurlaug Sigurðardóttir, 2023). .....	5
Mynd 3	Staðsetning og nágrenni framkvæmdasvæðisins. Á myndinni sést öryggissvæði Keflavíkurflugvallar (rauð lína), fráveitulögn, stríðsminjar (blár hringur) og byggingar á öryggissvæðinu á Keflavíkurflugvelli. ....	6
Mynd 4	Ásýnd lands á hinu fyrirhugaða framkvæmdasvæði. Í forgrunni er jökulsorfin klöpp, að nokkru mosavaxin, en fjær tekur við lítt grónir melar með steinum. Ljósmynd: Snorri Páll Snorrason.....	7
Mynd 5	Staðsetning borholanna ÖH-03 syðst, ÖH-04 austast og ÖH-05 utan í urðunarstaðnum á Stafnesi.....	37
Mynd 6	Sprengjueyðingarsvæðið í Svånådalen innan Hjerkin skotæfingasvæðisins í Dovrafjöllum, um 140 km SVS af Þrándheimi og um 150 km NNA af Øyradalen-sprengjueyðingarsvæðinu, er merkt inn, en kennt við þorp rétt austan við svæðið. ....	45
Mynd 7	Nærmynd af sprengjueyðingarsvæðinu (svört píla) í Svånådalen innan Hjerkin skotæfingasvæðisins í Dovrafjöllum (Kartverket, 2023). Þegar þessi mynd er tekin er búið að slétta út svæðið og fjarlægja hluta aðkomuvegarins upp að því, í samræmi við lokun og hreinsun skotæfingasvæðisins. ....	45
Mynd 8	Nærmynd af sýnatökustöðunum (DEM; grænir) á sprengjueyðingarsvæðinu í Oppland-fylki í Noregi, kennt við sveitarfélagið Hjerkin (Hjarðkinn), tekin áður en því var lokað. Gryfjur fyrir eyðinguna og stærri gryfjur eða gígar (krater) sem urðu að tjörnum sjást líka. Bekk over og under eru sýnatökustaðirnir tveir úr læknum, annar á því sem var talið ómengað ofan straums, hinn undan straumi neðan við eyðingarsvæðið (Voie o.fl., 2014). ....	46
Mynd 9	Sprengjueyðingarsvæðið í Øyradalen í Noregi, um 150 km ANA af Bergen og um 150 km SSV af Hjerkin-svæðinu, er merkt inn (Kartverket, 2023). ....	51
Mynd 10	Nærmynd af sprengjueyðingarsvæðinu (svört píla) í skriðu í Øyradalen í Noregi (Kartverket, 2023). ....	51
Mynd 11	Sprengjueyðingarsvæði í Øyradalen í Noregi; áin Nivla rennur austan við svæðið og þaðan voru líka tekin sýni (Johnsen, Arnt, 2009). ....	52
Mynd 12	Sprengjueyðingarsvæði í Øyradalen í Noregi; horft ofan úr fjallshlíðinni; áin Nivla rennur austan við svæðið og þaðan voru líka tekin sýni (Johnsen, Ida Vaa, 2020). ....	52
Mynd 13	Sprengjueyðingarsvæði í Øyradalen í Noregi; sýnatökustaðir úr jarðefnum; stærra svæði sýnt t.h., m.a. bakgrunnsstaðir 14 og 28 (Johnsen, Ida Vaa, 2020). ....	53
Mynd 14	Sprengjueyðingarsvæði í Øyradalen í Noregi; sýnatökustaðir úr árvatni, þar af er sýni A bakgrunnssýni og sama má væntanlega segja um sýni I og II (Johnsen, A. 2009). ....	56
Mynd 15	Urðunarstaður við Smiðjutröð. Kennisnið við lokun. Klippið út úr útboðsteikningu 1407.100-J-01. (Almenna verkfræðistofan, 2010). Hér gæti e.t.v. komið „Ójafnt yfirborð lands“ í stað „Sorps“; „Uppfyllingarlag“ fyllir í dældir með tiltölulega stórgerðu efni og yrði hér einnig notað til að móta sprengjueyðingargryfjuna; „Jöfnunarlag“ yrði líklega áfram til að skapa undirstöðu fyrir þéttilagið og úr smágerðara efni til að gæta síukrafna; „Þétt jarðlag eða þéttilag“ væri úr brúnjarðarmold og tæki við og geymdi hluta mengunarefna; „Sendið malarlag“ kæmi í stað „Þekjandi yfirborðslags“ og væri efsta lag sprengjueyðingargryfjunnar og því kæmi ekki til „Gróðurþekju“. ....	62



## Töfluskrá

Tafla 1	Upplýsingar um rannsóknarborholur og aflagðar neysluvatnsholur á og í námunda við áhrifasvæði fyrirhugaðs sprengjueyðingarsvæðis.....	8
Tafla 2	Niðurstöður efnagreininga á þungmálmum frá sprengjueyðingarsvæði í Øyradalen í Noregi í menguðun sýnum úr lausum jarðefnum og tveimur bakgrunnssýnum. Einnig eru niðurstöður sýndar fyrir bakgrunnssýni úr unnu jarðefni úr Stapafelli á Reykjaneskaga. Til viðmiðunar eru birt mörk fyrir þungmálma skv. reglum á Íslandi, Hollandi og Svíþjóð. ....	13
Tafla 3	Niðurstöður efnagreininga á rannsóknarborholum ÖH-03, ÖH-04 og ÖH-05, þar sem frumgögn þýsku prófunarstofunnar Eurofins Umwelt Ost GmbH eru birt (Margrét Traustadóttir og Þorgeir S. Helgason, 2020), en hér með íslenskum haus. Frh. á næstu sex síðum. ....	38
Tafla 4	Hjerkinn. Niðurstöður efnagreininga á lífrænum gerviefnum í jarðefnasýnum (DEM 1-16) á sprengjueyðingarsvæðinu á mynd 8, þegar allir sýnilegir molar stærri en 2 mm höfðu verið fjarlægðir (Voie o.fl, 2014). ....	47
Tafla 5	Hjerkinn. Niðurstöður efnagreininga á lífrænum gerviefnum í sýnum úr árvatni í bakgrunni ofan við sprengjueyðingarsvæðið (Bekk over) og öðru menguðu neðan við svæðið (Bekk under) og uppsöfnuðu vatni í sprengjugígum (Krater) á mynd 8 (Voie o.fl, 2014). ....	48
Tafla 6	Skýring á lífrænum gerviefnum í sýnum á Hjerkinn-svæðinu, í sömu röð og í töflum 4 og 5 að framan. ....	49
Tafla 7	Niðurstöður efnagreininga á völdum þungmálum í sýnum úr lausum jarðefnum í Øyradalen. Bakgrunnssýnin eru nr. 14(= FFI-nr. 19-200) um 2 km ofan við eyðingarsvæðið (hér grænilitað) og sýni nr. 28(= FFI-nr. 19-211) um 2 km neðan við svæðið (hér rauðgullitað). (Johnsen, Ida Vaa, 2020). ....	54
Tafla 8	Meðaltal, spönn og öryggisbil á niðurstöðum efnagreininga á völdum þungmálum í sýnum úr lausum jarðefnum í Øyradalen. ....	55
Tafla 9	Niðurstöður efnagreininga á sýnum úr Nivla-ánni, sem rennur austan við sprengjueyðingarsvæðið í Øyradalen, og úr Øydals-ánni (sýni II) sem sameinast Nivla neðar. Þar af er sýni A bakgrunnssýni og sama má væntanlega segja um sýni I og II. (Johnsen, Ida Vaa, 2020). ....	57
Tafla 10	Brúnjörð frá Bogatröð 11 á Ásbrú í Reykjanesbæ. Niðurstöður mælinga – meðaltal af tveimur sýnum á sama eða svipuðu dýpi. PCB stendur fyrir þrávirk lífræn efni. TPH stendur fyrir heildarmagn olíuefna. VOC stendur fyrir rokjörn lífræn efni. Gildi eru gefin upp í mg/kg á þurrvigt jarðvegs. ....	59
Tafla 11	Rockville í Suðurnesjabæ. Upplýsingar um bakgrunnssýnum af mold, brúnjörð, sem tekin voru utan svæðisins, og sýnum af Rockvillesvæðinu. (Áki Thoroddsen, 2013). ....	60
Tafla 12	Rockville í Suðurnesjabæ. Niðurstöður af þungmálmamælingum á bakgrunnssýnum BAK-01 og BAK-02 af mold, brúnjörð, sem tekin voru utan svæðisins, og sýnum af Rockvillesvæðinu. (Áki Thoroddsen, 2013). TS = Total solids, hlutfallslegt magn fastefna. Tillaga [...] fyrir mengaðan jarðveg. ....	61



## 1. Inngangur

### 1.1 Almennt

Innan Landhelgisgæslu Íslands (LHG) starfar sprengjusveit (LHG, 2023A) og meðal verkefna hennar er eyðing sprengna. LHG hefur lagt niður sprengjueyðingarsvæði sem staðsett er við Stapafellsveg í Reykjanesbæ og áformar að koma upp nýju svæði vestan við öryggissvæði Keflavíkurlflugvallar í Suðurnesjabæ, sjá mynd 1. Nánari upplýsingar er að finna í tilkynningu til Skipulagsstofnunar (Einar Jónsson og Sigurlaug Sigurðardóttir, 2023).

### 1.2 Lög og reglur

Starfsemi sprengjueyðingarsvæðis LHG er starfsleyfisskyld skv. lögum um hollustuhætti og mengunarvarnir nr. 7/1998. Heilbrigðiseftirlit Suðurnesja (HES) telur í umsögn til Skipulagsstofnunar um matsskyldu að hún falli undir lið 120 í viðauka IV um „starfsemi sem heilbrigðisnefnd gefur út starfsleyfi fyrir“ (J. Trausti Jónsson, 2023). Í reglugerð (rg.) nr. 550/2018 um losun frá atvinnurekstri og mengunarvarnaeftirlit er fjallað nánar um starfsleyfi almennt.

Í umsögn Umhverfisstofnunar (UST) til Skipulagsstofnunar um umhverfismatsskyldu, lagði stofnunin til að LHG „geri grunnástandsmælingu á jarðveginum fyrir notkun í samræmi við reglugerð nr. 1400/2020 um mengaðan jarðveg<sup>1</sup>. Vöktun á jarðvegi undir sprengjueyðinu fari síðan fram með reglulegum hætti til að fylgjast með mögulegri uppsöfnun á mengandi efnum.“ (Halla Einarsdóttir og Ríkey Kjartansdóttir, 2023).

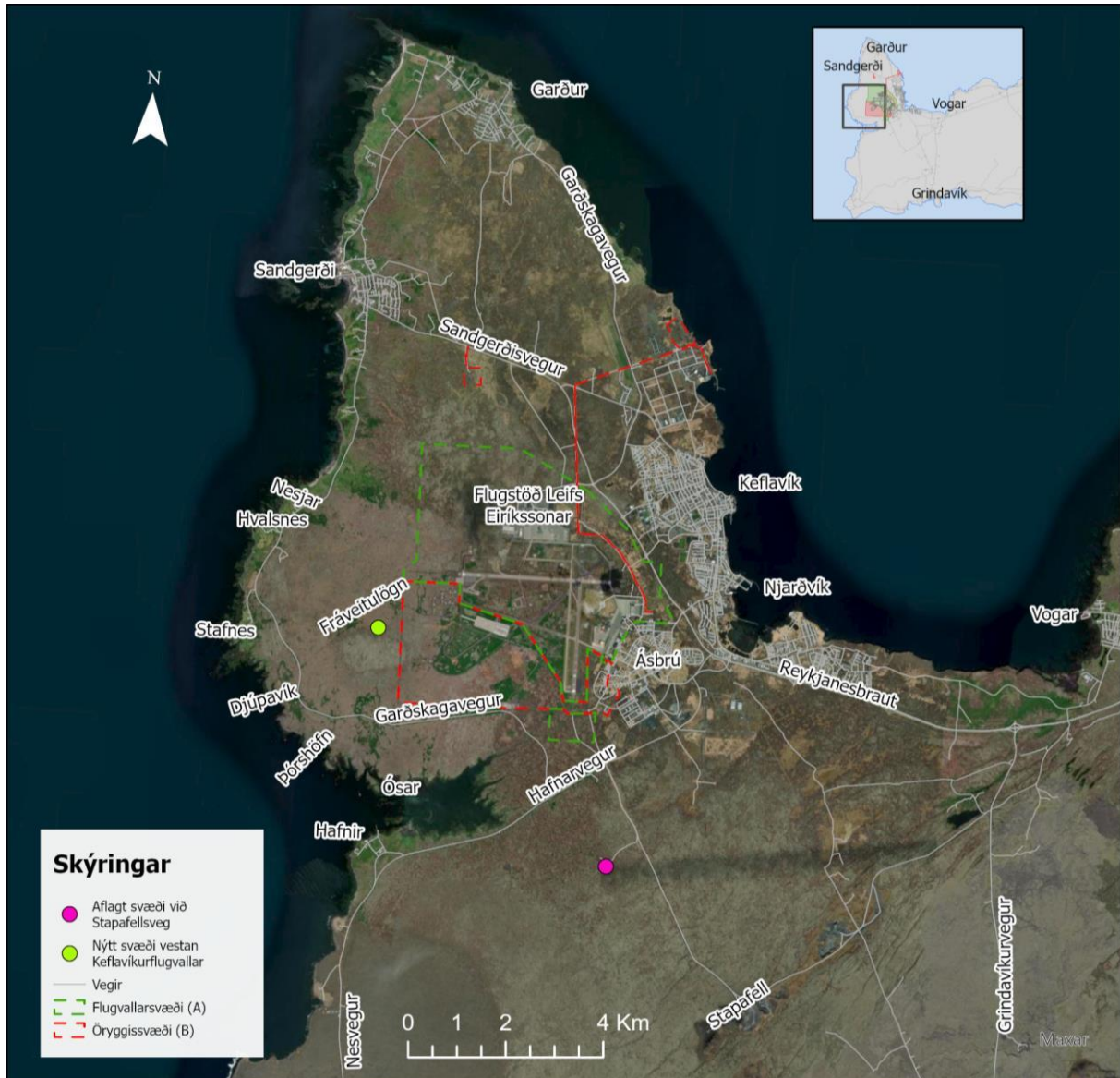
LHG ákvað að verða við þessari ósk UST og lýsir skýrslan sem hér er lögð fram grunnástandi jarðvegs, þ.e.a.s. lausum jarðlögum (sh. jarðgrunni) ofan á berggrunni, sem og grunnvatns, á og við fyrirhugað sprengjueyðingarsvæði áður en til framkvæmda og notkunar þess kemur „metið á grundvelli bestu fáanlegra upplýsinga“ svo vísað sé í rg. 1400/2020. Einnig, lýsir skýrslan líklegu „ástandi jarðvegs- og grunnvatnsmengunar af völdum viðkomandi hættulegra efna“ svo vísað sé í rg. 550/2018.

Við ástandsmatið er því m.a. fylgt reglugerð 1400/2020, þar sem „fyrra ástand“ er skilgreint sem „Ástand svæðis áður en tjón varð, metið á grundvelli bestu fáanlegra upplýsinga, s.s. [svo sem]<sup>2</sup> mælinga á mengunarefnum í ómenguðum jarðvegi á svæðinu.“ og reglugerð 550/2018 „um losun frá atvinnurekstri og mengunarvarnaeftirlit“, en skv. þeirri reglugerð, sem „er sett til innleiðingar á tilskipun Evrópuþingsins og [ráðherra]ráðsins 2010/75/ESB frá 24. nóvember 2010 (Evrópuþingið og ráðherraráð Evrópusambandsins, 2015) um losun í iðnaði“, skal „skýrsla um grunnástand innihalda upplýsingar sem eru nauðsynlegar til að ákvarða stöðu jarðvegs- og grunnvatnsmengunar þannig að hægt sé að gera magnbundinn samanburð við stöðuna þegar starfsemi er endanlega stöðvuð“.

Framkvæmdastjórn Evrópusambandsins (EC, 2014), hefur skrifað leiðbeiningar „varðandi grunnástandsskýrslu“ (e. baseline report) og talar þar m.a. um átta stig við gerð grunnástandsskýrslu og er höfð hliðsjón af þessum leiðbeiningum. Umhverfisstofnun (UST, óp. ártal) hefur sömuleiðis gefið út „Leiðbeiningar til umsækjanda um starfsleyfi varðandi gerð grunnástandsskýrsla – spurt og svarað.“

<sup>1</sup> Í rg. 1400/2020 er talað um „fyrra ástand“ en í rg. 550/2018 um „grunnástand“.

<sup>2</sup> [Hornklofar] tákna innskot skýrsluhöfunda.



Mynd 1 Fyrirhugað sprengjueyðingarsvæði LHG í Suðurnesjabæ vestan við öryggissvæði Keflavíkurlflugvallar (grænn punktur) mun koma í stað sprengjueyðingarsvæðis sem staðsett hefur verið við Stapafellsveg í Reykjanesbæ (bleikur punktur). (Einar Jónsson og Sigurlaug Sigurðardóttir, 2023).



## 2. Notkunarsaga og lýsing á staðháttumá nýju sprengjueyðingarsvæði

### 2.1 Almennt

Kaflinn fjallar um skref 4 – *Rekja sögu svæðisins*, m.a. hvort óhöpp hafi þegar orðið á svæðinu; skref 5 – *Gefa yfirlit yfir einkenni lóðar varðandi staðsetningu, landslag og aðrar aðstæður á svæðinu og skref 6 -Fara yfir helstu einkenni jarðvegs á lóðinni; skref 7 – Gera yfirlit yfir rannsóknir sem gætu þegar verið til á mengun lóðarinnar.* (UST, óþ. ártal; EC, 2014).

### 2.2 Fyrri starfsemi á svæðinu

Til þess að meta hvort og hvaða mengun gæti verið til staðar á svæðinu í dag var gagna aflað um þá starfsemi sem fram hefur farið á og í nágrenni framkvæmdasvæðisins í gegnum tíðina og hvort eða hvaða starfsemi fer þar fram í dag. Sögu svæðisins má annars vegar rekja í gegnum ritaðar heimildir og hins vegar með því að skoða loftmyndir af svæðinu, gamlar og nýjar.

Engin starfsemi hefur átt sér stað á sjálfu framkvæmdasvæðinu svo vitað sé, sbr. niðurstöðu HES (2007) og bandarískri umhverfisástandsskýrslu ERM (2006) af úttekt á mengun við brottför hersins 2006 þar sem hvergi er minnst á þessar slóðir. Við sjónmat á svæðinu sáust engin merki um starfsemi eða mengun (Snorri P. Snorrason, munnl. uppl., ágúst 2022).

Í umsögn Minjastofnunar Íslands (Kristinn Magnússon, 2023) til Skipulagsstofnunar um umhverfismatssskyldu kemur fram að engar minjar séu á framkvæmdasvæðinu og að þær næstu, stríðsminjar, séu í 300 m fjarlægð en að stofnunin telji að þeim stafi ekki hætta af sprengjueyðingunni.

Loftmyndir voru sóttar í gagnagrunn Landmælinga Íslands (LMÍ, 2023) svo hægt væri að skoða breytingar á hinu fyrirhugaða framkvæmdasvæði og nágrenni þess í gegnum tíðina. Opinbert gagnasafn LMÍ nær aftur til ársins 1942. Loftmyndir af framkvæmdasvæði í gegnum tíðina má sjá í viðauka 1 við skýrsluna en sumar þeirra eru einungis til í frekar lélegri upplausn en fylgja engu að síður með til glöggvunar á staðháttum. Yngstu myndir í gagnagrunni LMÍ eru frá árinu 2000, og eftir það voru loftmyndir af vefnum [www.map.is](http://www.map.is) (Loftmyndir, 2023) skoðaðar til glöggvunar á staðháttum. Elstu loftmyndir LMÍ eru frá árinu 1942 og sýna engar breytingar á umhverfinu fyrr en 1985 þegar vegslóð var lögð vestan við framkvæmdasvæðið, frá ströndinni suðvestur af svæðinu og norður fyrir núverandi Keflavíkurlugvöll vegna lagningar fráveitu. Árið 2006 var öryggissvæðið við Keflavíkurlugvöll girt af austan við framkvæmdasvæðið. Engar aðrar sjáanlegar breytingar hafa verið á eða í nágrenni við framkvæmdasvæðið.

Af framangreindu og því sem kemur fram síðar um rannsóknir á Keflavíkurlugvallarsvæðinu við brottför hersins 2006 og fyrr, má draga þá ályktun að afar ólíklegt sé að mengun sé í jarðvegi (lausum jarðlögum) á nýja sprengjueyðingarsvæðinu við upphaf starfsemi þar.

### 2.3 Lóð, lega lands og yfirborð

Hið fyrirhugaða framkvæmdasvæði er staðsett um 6 km austur af Stafnesi í Suðurnesjabæ, inn á svæði sem áður var varnarsvæði og þar áður land Stafness, og verður alls um 2 ha að stærð með landi undir aðkomuveg til austurs, þar af um 1 ha til eyðingar á sprengjuefni. Hnitin í miðju sprengjueyðingarsvæðisins eru u.þ.b. A319.430 og N390918 skv. ÍSN93 viðmiði og hæð yfir sjó í u.þ.b. 21 m skv. korti Loftmynda ehf (2023) á [map.is](http://map.is); tæpir 3 km eru í vestur að Stafnesbæjum og rúmlega 3 km í suður að hólmanum eða skerinu Einbúa við Ósa.

Nærumhverfi framkvæmdasvæðisins afmarkast í suðri af eins hektara vistlendi sem skv. Náttúrufræðistofnun Íslands (2023) flokkast sem melar og sandlendi, moslendi og mólendi, en sjálft sprengjueyðingarsvæðið og aðkomuvegurinn er flokkað sem melar og sandlendi. Á jarðvegskorti Ólafs Arnalds og Hlyns Óskarssonar (2009) er framkvæmdasvæðið innan undirsvæðis á Miðnesinu (Rosmhvalanesinu) sem þeir flokkað sem melajörð-malarjörð. Nágrenni framkvæmdasvæðisins einkennist af ógrónum melum og moslendi en einnig er skráð útbreiðsla eyðimelavistar og



grasmelavistar. Allar þessar gerðir teljast lítið sérstæðar og hafa lágt verndargildi (Náttúrufræðistofnun Íslands, 2018).

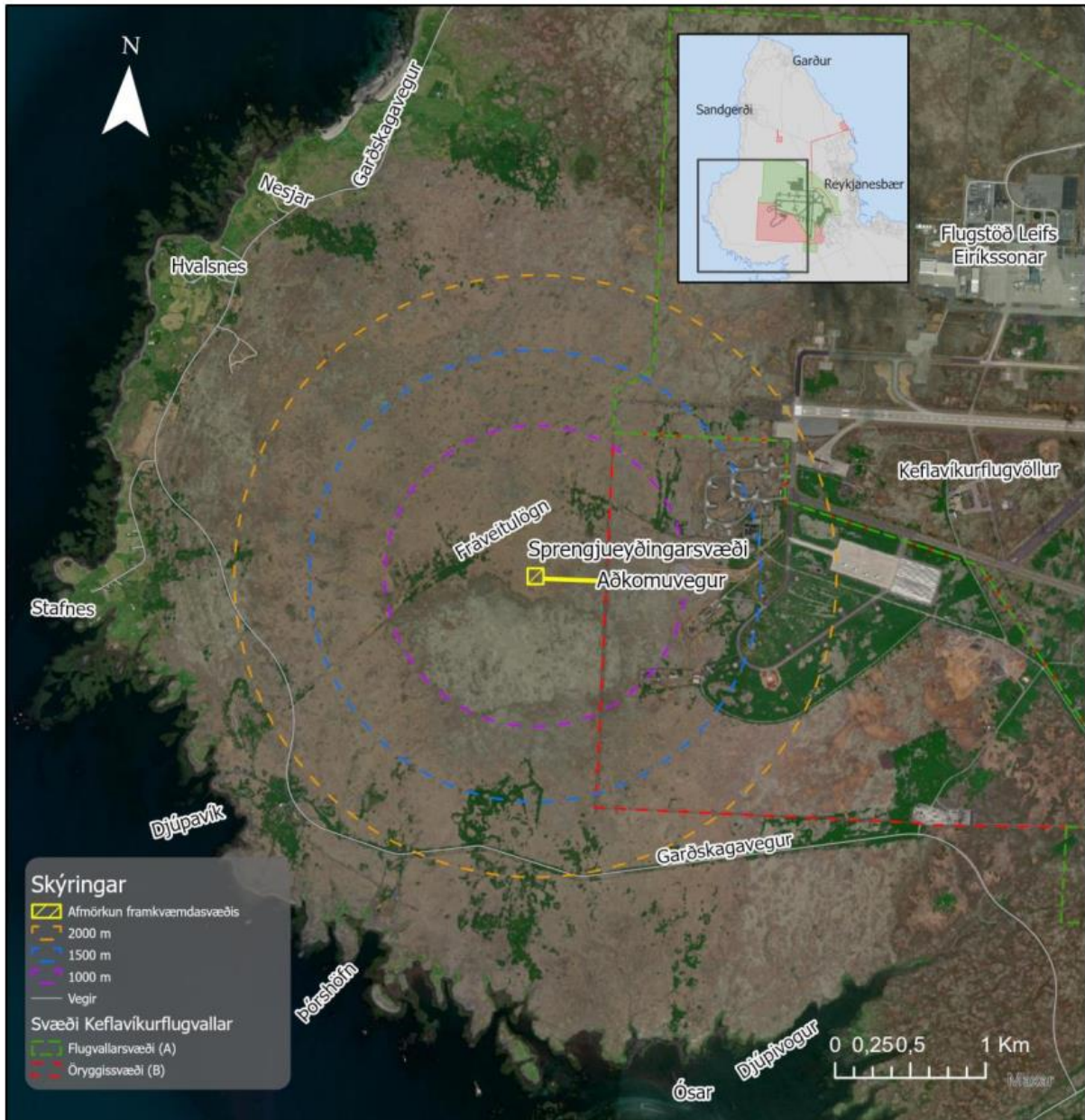
Í norðvestri er fráveitulögn frá Keflavíkurflugvelli sem endar í sjó við Djúpavík í suðvestri.

Í austri afmarkast framkvæmdasvæðið af girðingu öryggissvæðisins (svæði B) við Keflavíkurflugvöll.

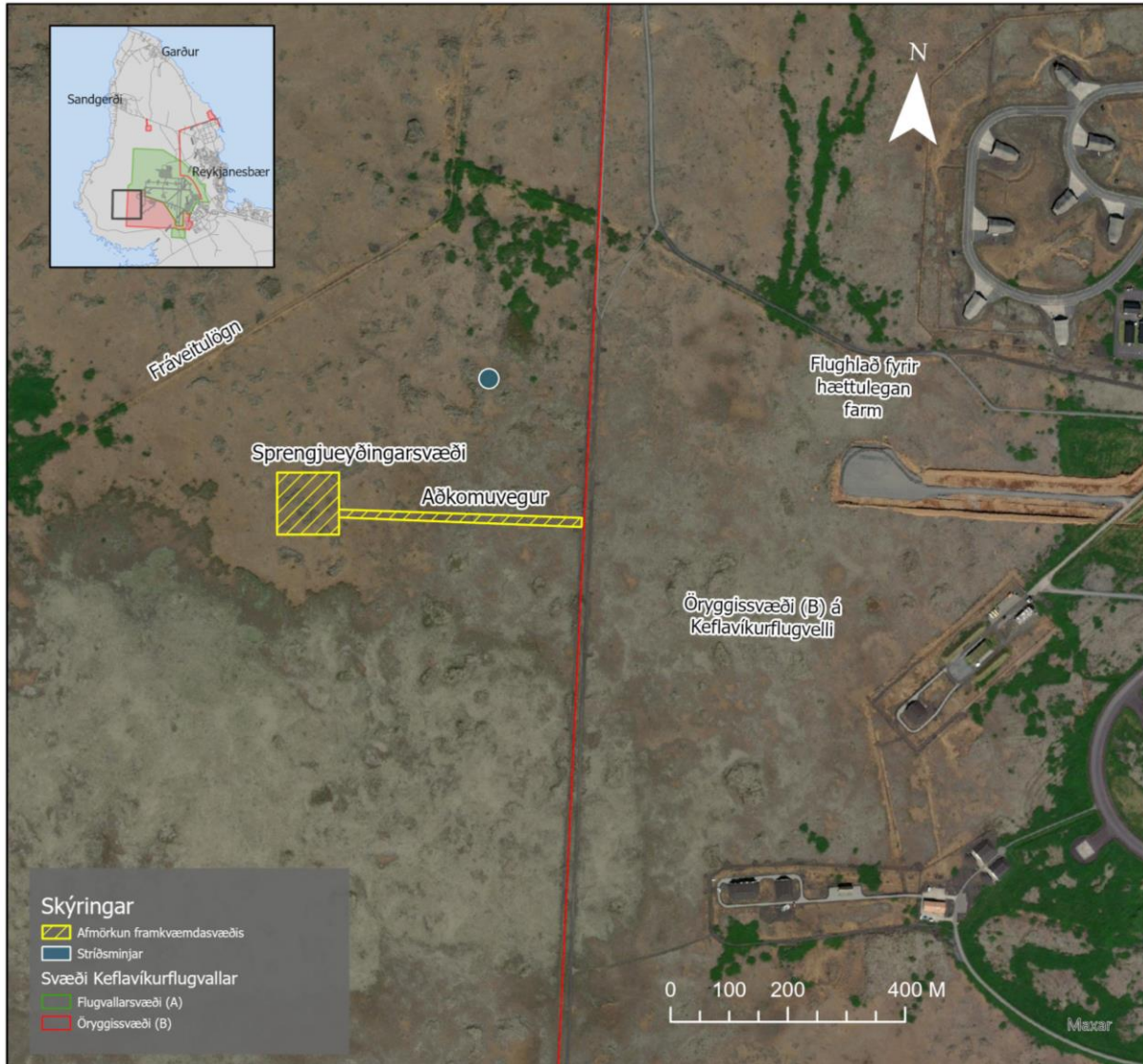
Framkvæmdasvæðið liggur vestan öryggissvæðis á Keflavíkurflugvelli. Landssvæðið er í eigu íslenska ríkisins, er óbyggt og engar byggingar eða mannvirki eru innan 1000-1500 m, önnur en mannvirki innan öryggissvæðis Keflavíkurflugvallar og fráveitulögnin, sjá mynd 2.

Næsta mannvirki í nágrenninu er flughlað innan öryggissvæðisins (945 m fjarlægð) sem byggt var fyrir sérstaklega hættulegan farm, sjá mynd 3. Hættulegur farmur er ýmiskonar farmur sem vegna öryggissjónarmiða er ekki heimilt að staðsetja á flughlöðum nærri flugvallabyggingum (rg. 322/1990).





Mynd 2 Afmörkun framkvæmdasvæðisins, þ.e. aðkomuvegur og sprengjueyðingarsvæði vestan Keflavíkurlflugvallar. Norðan sprengjueyðingarsvæðisins er fráveitulögn og nálægt byggð austan megin. (Einar Jónsson og Sigurlaug Sigurðardóttir, 2023).



**Mynd 3** Staðsetning og nágrenni framkvæmdasvæðisins. Á myndinni sést öryggissvæði Keflavíkurflugvallar (rauð lína), fráveitulögn, stríðsminjar (blár hringur) og byggingar á öryggissvæðinu á Keflavíkurflugvelli.

## 2.4 Berggrunnur

Reykjaneskaginn er ákaflega eldbrunninn. Meginhluti skagans er þakinn nútímahraunum, þ.e. hraun sem hafa runnið eftir að jöklar síðasta jökulskeiðs hopuðu. Fyrirhugað framkvæmdasvæði, á því sem áður var kallað Rosmhvalanes en nú iðulega Miðnes, er staðsett á eldra hrauni sem rann á ísöld og er norðan við plötuskil Evrasíu- og Ameríkuflekans og er án gossprungu, misgengja eða jarðskjálfta.

Berggrunnur svæðisins einkennist af grágrýti frá síðari hluta ísaldar. Háaleitidyngjan, kennd við Háaleitið sem er hæsti punktur nessesins og staðsett undir norðanverðum Keflavíkurflugvelli, myndaði mikla grágrýtishraunbreiðu sem þekur framkvæmdasvæðið (Þorgeir S. Helgason o.fl., 2021).

## 2.5 Jarðgrunnur

Umhverfi nýja sprengjueyðingarsvæðisins einkennist af jökulsorfinni klöpp með afar þunnum jarðvegi (lausum jarðlögum; jarðgrunni) sem er aðallega gerður úr votti af mold og frostlyftum steinum með gróðri á stangli, sjá mynd 4.

Í skýrslu Þorgeirs S. Helgasonar o.fl. (2021) segir m.a. um jarðgrunninn á Miðnesinu að moldin sé þurrlandisjarðvegur og þar finnst ekki votlendis- eða mýrarjarðvegur. Formlega flokkast moldin sem



eldfjallajörð (e. andosol) og sú undirgerð sem við köllum mold, flokkast af jarðvegssérfræðingum sem brúnjörð (e. brown andosol, BA; Ólafur Arnalds og Hlynur Óskarsson, 2009). Einnig segir í skýrslunni að jarðgrunnurinn eða lausu jarðlögin á Rosmhvalanesi hafi mótast af því að Háaleitisdyngjan og þar með allt nesið huldust jökli eftir myndun hennar. Þegar jökullinn hörfaði af nesinu fyrir um 13 þúsund árum fylgdi sjórinn á eftir og færði nesið fyrst alveg á kaf áður en það tók svo að rísa upp úr sjó. Af þessum ástæðum finnst varla jökulruðningur á nesinu en finna má sand- og malarhjalla nálægt þáverandi fjörumörkum sem nú eru í um 35 til 45 metra hæð, og sand og siltarlög sem sest hafa til á meira dýpi í sjónum. Magn efnis í þessum setlögum hefur ekki verið mjög mikið og nú er mjög gengið á þann forða á nesinu og þarf að sækja nánast allt laust jarðefni út fyrir það. Eftir lok ísaldar, á nútíma, hefur svo jarðvegurinn eða moldin myndast. Framangreinda sand- og malarhjalla er ekki að finna á nýja sprengjueyðingarsvæðinu, enda er svæðið í um 20 metra hæð.



Mynd 4 Ásýnd lands á hinu fyrirhugaða framkvæmdasvæði. Í forgrunni er jökulsorfin klöpp, að nokkru mosavaxin, en fjær tekur við lítt grónir melar með steinum. Ljósmynd: Snorri Páll Snorrason.

## 2.6 Yfirborðsvatn og grunnvatn

Í skýrslu Veðurstofunnar um eiginleika grunnvatnshlota undir efnaálagi (Gerður Stefánsdóttir o.fl., 2020) er fyrirhugað sprengjueyðingarsvæðið inn á svæði sem er flokkað sem melajörð (e. Cambic Vitrisol) sem hefur lága vatnsheldni eða 0,2 á hlutfallsskalanum 0 til 1. Brúnjörð hefur hins vegar mikla vatnsheldni eða 1 á sama skala. Í sömu skýrslu segir að „vegna lítillar viðstöðuáhrifa vatns í jarðvegi [jarðgrunni] er líklegt að mengun á yfirborði berist hratt í grunnvatnið“.

Lítið sem ekkert vatn er á yfirborði í nágrenni framkvæmdasvæðisins, sem er innan grunnvatnshlotsins Romshvalanes 2. Grunnvatnið á Rosmhvalanesi á uppruna sinn að rekja til úrkomu, enda er ekkert aðrennsli að svæðinu, og hita- og seltumælingar sýna að það flýtur ofan á jarðsjó (Gerður Stefánsdóttir o.fl., 2020). Gott yfirlit er til yfir efnafræðilegt ástand grunnvatnshlotsins í borholum á flugvallarsvæðinu og í nágrenni þess þar sem ýmis mengandi efni hafa mælst tengd fyrrum og núverandi starfsemi á svæðinu. Styrkur mengandi efna sem mælast í borholum á flugvallarsvæðinu í dag er í flestum tilfellum undir hámarksgildum reglugerðar 536/2001 um neysluvatn. Sjá nánar í kafla 3.3.

Innan grunnvatnshlotsins hafa fjölmargar borholur verið boraðar eftir ferskvatni og jarðsjó en einnig vegna mengunarrannsókna og mannvirkja, en ekkert neysluvatn hefur verið tekið af nesinu fyrir Keflavíkurlugvöll, Njarðvík og Keflavík frá 1991, en kemur í staðinn úr ferskvatnssvæði í Lágum í Grindavíkurbæ.



Engar rannsóknarborholur eða kaldavatnsholur eru í innan við 1 km frá sprengjueyðingarsvæðinu, en ein rannsóknarhola og tvær aflagðar neysluvatnsholur eru í 1 til 1,5 km fjarlægð og fleiri en 10 rannsóknarholur eða aflagðar kaldavatnsholur í 1,5 til 2 km fjarlægð frá sprengjueyðingarsvæðinu, sjá töflu 1. Vert er að nefna að borholur sem eru merktar inn sem neysluvatnsholur eru fyrrverandi kaldavatnsholur bandaríska hersins.

**Tafla 1** Upplýsingar um rannsóknarborholur og aflagðar neysluvatnsholur á og í nágunda við áhrifsvæði fyrirhugaðs sprengjueyðingarsvæðis.

Heiti borholu	Gerð holu	Dýpi borholu (m)	Dýpi á grunnvatn (m)	Staðsetning frá sprengjusvæði (km)
MH-15	Kaldavatnshola	36,3	-	1,21 km
ÖH-04	Rannsóknarhola	22	16,38	1,31 km
MH-16	Kaldavatnshola	40	-	1,5 km
ÖH-07	Rannsóknarhola	15,5	7	2,11 km
ÖH-03	Rannsóknarhola	14,2	-	2,18 km
ÖH-01	Rannsóknarhola	11,5	5,02	2,2 km
ÖH-02	Rannsóknarhola	13,3	-	2,21 km
VL-09, DYE-5	Kaldavatnshola	-	-	2,23 km
WL-49, #1792	Kaldavatnshola	57,3	-	2,23 km
ÖH-06	Rannsóknarhola	10,5	-	2,24 km
ÖH-05	Rannsóknarhola	19	3,59	2,29 km
WL-16, #1756	Kaldavatnshola	44	-	2,46 km

Skv. skýrslu vegna fyrirspurnar um umhverfismatsskyldu (Einar Jónsson og Sigurlaug Sigurðardóttir, 2023) er stefnt að því að starfsemi LHG á sprengjueyðingarsvæðinu hafi ekki áhrif á vatnsvernd og hugsanleg aðrennslissvæði vatnsbóla á Rosmhvalanesi.

Til að sýna bakgrunnsgildi eða núverandi ástand grunnvatnsins undir nýja sprengjueyðingarsvæðinu, sbr. „fyrra ástand“ í rg. 1400/202 og „grunnástand“ í rg. 550/2018, er hér valið að nota og birta niðurstöður mælinga frá árinu 2019 á grunnvatni í rannsóknarborholu ÖH-04, en hún er næst fyrirhuguðu sprengjueyðingarsvæði og liggur undan grunnvatnsstraumi frá eyðingarsvæðinu en ofan straums frá urðunarstaðnum niður undir Djúpavík sem kenndur er við Stafnes. Einnig eru sýndar mælingar úr holum ÖH-03, sem er líklega að mestu eða öllu leyti utan við mengun frá urðunarstaðnum en hugsanlega innan lítilsháttar staðbundinnar mengunar frá aflagðri fjarskiptamiðstöð hersins (DYE-5), og ÖH-05 sem er við ströndina og rétt neðan við urðunarstaðinn og því undir beinum áhrifum frá mengun frá honum og hugsanlega einhverjum áhrifum frá sjó á flóði. Sjá nánari upplýsingar og mæligildi í viðauka 2 við skýrsluna.



### 3. Möguleg mengun við rekstur á nýju sprengjueyðingarsvæði

#### 3.1 Almennt

Kaflinn fjallar um skref 1 - *Bera kennsl á þau efnasambönd sem eru hættuleg eða varasöm<sup>3</sup> og eru [eða verða] notuð, framleidd eða losuð á starfsstöðinni; skref 2 – Finna út hvaða efnasambönd [skv. skrefi 1 eru viðkomandi<sup>4</sup> og] gætu [eða] hafa valdið mengun, og skref 3 – Meta hvaða möguleg mengun gæti [eða hefur] hafa orðið á svæðinu [af völdum viðkomandi hættulegra efna skv. skrefi 2] (UST, óþ. ártal; EC, 2014).<sup>5</sup>*

#### 3.2 Vinnsluferli sprengjueyðingar

Innan Landhelgisgæslunnar starfar sérhæfð sprengjusveit (LHG, 2023A) sem, samkvæmt lögum, ber skylda til að eyða sprengiefni af margvíslegum uppruna og gera sprengjur óvirkar. Sprengiefnið er mismunandi af gerð og uppruna, til dæmis heimatilbúnar sprengjur, útrunnið sprengiefni, djúpsprengjur og fallbyssukúlur frá síðari heimsstyrjöld, tundurdufl og aðrir grunsamlegir hlutir. Fram kom á fundi með Sprengjusveitinni þann 31. október 2023 að frekar sé talað um sprengjuleifar en mengun. Við eyðingu dreifast sprengjuleifar víða ef ekki verður fullkomin sprenging, sem einfalt er að tína upp og farga.

Sprengjueyðingin mun fara fram í þremur u.þ.b. eins metra djúpum og fjórum til fimm metra breiðum gryfjum fylltum af sandi til að auðvelda hreinsun. Fyllt er á sandinn einu sinni á ári. Sprengjuefninu er skipt í hæfilega stóra skammta með tilliti til öryggisfarlægðar sem svæðið bíður upp á og dreifingar sprengjubrota. Framkvæmdasvæðið verður nýtt bæði vegna sprengjueyðingar og sprengjueyðingarþjálfunar. Að jafnaði verður svæðið notað tvisvar sinnum í mánuði, með þjálfun og æfingum meðtöldum. Sprengjueyðingin fer fram á virkum dögum í birtu, á almennum vinnutíma, á eins hektara afgirtu svæði þar sem bein aðkomuleið verður frá öryggissvæði Keflavíkflugvallar. (Einar Jónsson og Sigurlaug Sigurðardóttir, 2023). Allur sjáanlegur úrgangur verður týndur upp og þar á meðal sjáanlegir sprengjuefnamolar en þeir geyma iðulega TNT (Voie A., Ø ofl. 2014).

Nýja sprengjueyðingarsvæðið einkennist af melum og er að mestu ógróðið og engin starfsemi hefur farið þar fram og ólíklegt að nein mengun sé þar, sbr. lýsingu í 2. kafla.

Engin mannvirki eða vegir eru innan við 1000 m frá fyrirhuguðu framkvæmdasvæði, ef frá er talin frárennislögn frá flugvallarsvæðinu sem liggur norðvestan við svæðið og girðing sem afmarkar öryggissvæði Keflavíkflugvallar austan við framkvæmdasvæðið. Fyrirhugað er að girða svæðið af og setja hlið á girðinguna, þar sem aðkoma að svæðinu verður aðgangsstyrð frá öryggissvæði flugvallarins. Ekki eru neinar teljandi líkur á því að gróður eða dýr eða mannfólk verði fyrir mengun af starfsemi sprengjusveitar LHG á fyrirhuguðu svæði, en fuglar gætu orðið fyrir óverulegri mengun.

#### 3.3 Möguleg mengunarefni í jarðefnum og grunnvatni

Reglugerð 1400/2020 um mengaðan jarðveg skilgreinir mengun þannig: „Þegar örverur, efni og efnasambönd og eðlisfræðilegir þættir valda óæskilegum og skaðlegum áhrifum á heilsufar almennings, röskun lífríkis eða óhreinkun lofts, láðs eða lagar. Mengun tekur einnig til ólyktar, hávaða, titrings, geislunar og varmaflæðis og ýmissa óæskilegra eðlisfræðilegra þátta.“

<sup>3</sup> Aðeins talað um *hættuleg* efnasambönd í (EC, 2014).

<sup>4</sup> Skilgreina skal þau efnasambönd sem eru *viðkomandi*, á ensku, *relevant*.

<sup>5</sup> Innskotin *[eða verða]* og *[eða hefur]* frá skýrsluhöfundum eru til að hnykkja því að á nýju sprengjueyðingarsvæði *hefur ekki orðið mengun*, en vegna *fyrirhugaðrar* starfsemi á svæðinu *gæti mögulega orðið mengun* og að það er þessi mögulega framtíðarmengun sem hér er til umfjöllunar, sbr. 2. lið 22. greinar tilskipunar Evrópuþingsins og ráðsins (2015): „2. Þegar starfsemi felur í sér notkun, framleiðslu eða losun viðkomandi hættulegra efna og með hliðsjón af mögulegri jarðvegs- og grunnvatnsmengun á stöðvarsvæðinu skal rekstraraðili taka saman og leggja fyrir lögbært yfirvald skýrslu um grunnástand áður en starfsemi stöðvar hefst [...]“ Tilsvarendi grein er í reglugerð 550/2018, þ.e.a.s. 2. málsgrein 15. greinar.



Eftirfarandi greinarmunur er gerður á *hættulegum efnum* (e. *hazardous substances*) og *spilliefnum* (e. *hazardous waste*) í reglugerð nr. 550/2018 „um losun frá atvinnurekstri og mengunarvarnaeftirlit“:

- Hættuleg efni: *efni eða efnablanda sem getur valdið dauða, bráðum eða langvarandi skaða á heilsu við innöndun, inntöku eða í snertingu við húð, er eldnærandi, eld- eða sprengjufimt eða getur valdið tjóni á umhverfi og flokkast sem slíkt í reglugerð um flokkun, merkingu og umbúðir efna og efnablandna. Eiturefni teljast til hættulegra efna.*
- Spilliefni [e. *hazardous waste*]: *úrgangur sem inniheldur efni sem haft geta mengandi eða óæskileg áhrif á umhverfið hvort sem þau eru óblönduð eða hluti af öðrum efnum, vörum eða umbúðum sem komist hafa í snertingu við spilliefni og skráð eru á lista í reglugerð um úrgang.*

Þarna skilur m.a. á milli með orðalaginu *efni eða efnablanda sem getur valdið dauða* og *hins vegar efni sem haft geta óæskileg áhrif*.

Skv. viðauka I við reglugerð nr. 1040/2016 „um skrá yfir úrgang og mat á hættulegum eiginleikum úrgangs“, en reglugerðin er sett „með stoð í a. og f. liðum 43. gr. laga nr. 55/2003 „um meðhöndlun úrgangs“, þá fellur úrgangurinn sem hér er til umfjöllunar undir grein „16 04 Sprengiefnaúrgangur“ og flokkast sem spilliefni, nánar tiltekið 16 04 01 Skotfæraúrgangur, 16 04 02 Flugeldaúrgangur [en ekki verður tekið við honum á sprengjueyðingarsvæði LHG] og 16 04 03 Annar úrgangur úr sprengiefnum.

Niðurstöður rannsókna undanfarinna ára, sbr. t.d. skýrslurnar (Áki Thoroddsen o.fl., 2009; Snorri P. Snorrason og Þorgeirs S. Helgason, 2022) sem unnar voru fyrir Þróunarfélag Keflavíkurlugvallar sýna að töluverð grunnvatnsmengun hefur átt sér stað á Keflavíkurlugvallarsvæðinu, aðallega frá starfsemi hersins sem var á svæðinu árunum 1942-1947 og aftur 1951-2006. Því er nú þegar mengun í grunnvatninu undir fyrirhuguðu framkvæmdasvæði LHG, sem kemur frá flugvallarsvæðinu með grunnvatnsflæðinu til suðvesturs.

Þróunarfélag Keflavíkurlugvallar hefur mælt og vaktað grunnvatn og jarðveg á sínu starfssvæði allt frá því um 2009, eftir brottför hersins 2006. ISAVIA, forsjáraðili Keflavíkurlugvallar, hefur falið Verkís að sjá um vöktun grunnvatns í samræmi við starfsleyfi sitt síðan árið 2017, og er sú vöktun enn í gangi. Um yfirgripsmikla vöktun er að ræða þar sem umtalsverður fjöldi lífrænna og ólífrænna þátta er mældur. Hingað til hafa níu grunnvatnssýnatökur átt sér stað og hafa eftirfarandi efni m.a. verið greind: Anjónir, helstu frumefni, heildarmagn lífrænna efna (TOC, COD, AOX), heildarmagn olíuefna TPH), benzenafleiður, rokgjörn lífræn efni (VOC), lífræn leysiefni (BTEX og TMB), önnur leysiefni án halógena (ásamt glýkólum), önnur lífræn efni (bromobenzene), fjölhringa arómatísk vetniskolefni (PAH), klórbensen, tæringarvarnarefni, lífræn smurefni, PCB, skordýraeitur, önnur plöntuvarnarefni og efni sem innihalda flúoríð (PFAS).

Niðurstöður efnagreininganna sýna, að mengun í grunnvatni við Keflavíkurlugvöll fer almennt minnkandi þó hún sé enn til staðar (Margrét Traustadóttir, 2022; Erna Ósk Arnardóttir, 2023A). Niðurstöður vöktunarferðarinnar 2022 sýndu m.a. fram á að þrávirku lífrænu gerviefnin PFAS-flúoríðefni (e. *per- and polyfluoroalkyl substances*) greindust í öllum borholum og yfir viðmiðunarmörkum framkvæmdastjórnar Evrópusambandsins um gæði neysluvatns (EC, 2020) í þremur borholum af níu sem mælt var í.

Tekið var fram á fundi Verkís og sprengjusveitar Landhelgisgæslunnar þann 31. október 2023, að sveitin geri nú þegar allt samkvæmt þeim reglum og kröfum sem sett eru fram varðandi sprengjueyðingu til að fylgjast með sprengjuleifum eða mengun. Einnig var tekið fram að mengun við sprengjueyðingu hérlendis sé hverfandi; því til stuðnings var dæmi tekið frá Danmörku, þar sem sprengjueyðing á sér stað nálægt laxá. Mjög vel er fylgst með svæðinu vegna nálægðar við ána og þar mælist mengunin lítil sem engin.

### 3.4 Mat á framtíðarmengun

Eins og komið hefur fram í skrefum í köflum hér að framan, þá gætir ekki mengunar í jarðvegi á fyrirhuguðu sprengjueyðingarsvæði LHG.



Hins vegar má fá mikla reynslu og þekkingu um hugsanlega framtíðarmengun í jarðvegi og grunnvatni, frá sprengjueyðingarsvæðum í Noregi, en Landhelgisgæslan hefur í gegnum árin verið í sambandi við rannsóknastofnun norska hersins, FFI.

Til að sýna líklegt „ástand jarðvegs- og grunnvatnsmengunar af völdum viðkomandi hættulegra efna“ eru tekin dæmi og sýndar niðurstöður mælinga frá tveimur sprengjueyðingarsvæðum í Noregi, en tekið skal fram að þær niðurstöður eiga ekki að öllu leyti við á Íslandi enda magn efnis og tíðni sprengjueyðingar á umræddum svæðum stærðargráðum meiri en á Íslandi. Á fundi með sprengjusveit Landhelgisgæslunnar þann 31. október 2023 kom fram að á Íslandi á sprengjueyðing sé stað 15-20 daga á ári samanborið við u.þ.b. 200 daga á ári í Noregi. Einnig er sprengjueyðingarefnið stundum brennt í Noregi, sem ekki er gert á Íslandi. Því má áætla að mengun vegna sprengjueyðingar sé töluvert meiri í Noregi samanborið við Ísland.

### 3.5 Dæmi um mengun á Svånådalen sprengjueyðingarsvæðinu í Noregi

Í viðauka 3 við skýrsluna er tekið fyrir dæmi um efnagreiningar á völdum lífrænum gerviefnum, frá sprengjueyðingarsvæði í Svånådalen innan Hjerkin skotæfingasvæðisins í Dovrafjöllum. Þar segir í inngangi skýrslu um rannsóknina (Voie o.fl., 2014), þar sem úrgangsefni voru mæld í jarðefnum og úr árvatni á sprengjueyðingarsvæðinu, m.a. eftirfarandi í lauslegri þýðingu<sup>6</sup>:

Land sem notað er til hernaðarumsvifa, sérstaklega skotæfingasvæði, er fyrst og fremst mengað með sprengifimum efnum eins og t.d. TNT, HMX, RDX auk málma.

Við rannsóknina 2014 voru mæld 10 lífræn efni í sýnum úr jarðveginum, lausu jarðefnunum, eins og sjá má í töflu 4 í viðauka 3, en umrædd efni flokkast öll sem hættuleg efni (e. hazardous substances). Í skrefi 2 er hins vegar spurt hver þeirra teljast skipta máli, eru viðkomandi (e. relevant). Miðað við styrk efnanna 10 í sýnunum, þá má ætla að ekki þyrfti að vakta öll þessi 10 efni, eða með öðrum orðum þyrfti að vakta eftirtalin sex „viðkomandi“ efni í lausu jarðlögunum: HMX, RDX, TNB, TNT, 2-ADNT og 4-ADNT.

Í rannsókninni frá 2014 voru sömu 10 lífrænu gerviefnin mæld í sýnum úr árvatni, annars vegar í bakgrunni ofan við sprengjueyðingarsvæðið og öðru menguðu neðan við svæðið, sem og í uppsöfnuðu vatni í sprengjugígum á eyðingarsvæðinu, sjá töflu 5 í viðauka 3. Með sömu forsendu og áður, þá má ætla að af þessum 10 efnum í vatnssýnunum þyrfti að vakta eftirtalin sjö „viðkomandi“ efni í grunnvatni: HMX, RDX, TNB, TNT, 2,4-DNT, 2-ADNT og 4-ADNT.

Niðurstöðurnar frá Svånådalen í Noregi sýna hverju má búast við á sprengjueyðingarsvæðum í Noregi hvað snertir lífræn gerviefni. Þegar kemur að nýju sprengjueyðingarsvæði Landhelgisgæslunnar þarf að hafa í huga að umfang eða magn sprengiefnis á nýju svæði LHG verður stærðargráðu eða -gráðum minna en í Svånådalen (Jónas munnl. upplýsingar, 2023); einnig þarf að hafa í huga að hér er ekki tekið tillit til fyrirhugðra mótvægisáðgerða og vöktunar á svæði LHG sbr. umfjöllun í 4. kafla.

### 3.6 Dæmi um mengun á Øyradalen sprengjueyðingarsvæðinu í Noregi

Í viðauka 4 er dæmi um efnagreiningar á fimm völdum þungmálum; krómi Cr, kopar Cu, sinki Zn, kadmín (kadmíum) Cd og blýi Pb, frá 2019 á sprengjueyðingarsvæði í Øyradalen í Noregi (Johnsen, Ida Vaa, 2020), en þá voru mældir umræddir fimm þungmálmar í 24 sýnum (nema í 22 fyrir króm) úr lausu jarðlögunum á eyðingarsvæðinu auk tveggja bakgrunnssýna. Sjá töflur 7 og 8 í viðaukanum.

Ef niðurstöður um þungmálma í menguðum jarðefnasýnum og sambærilegum bakgrunnssýnum úr rannsókninni 2019 í Øyradalen, sem og niðurstöður fyrir íslensk bakgrunnssýni, þ.e.a.s. steinefni til efnissölu sem unnið er úr Stapafelli á Reykjanesskaga, eru bornar saman við viðmiðunarmörk Umhverfisstofnunar fyrir mengaðan jarðveg (UST, 2023A), sjá töflu 2 hér að neðan, þá sést að íslensku viðmiðunarmörkin fyrir króm og kopar eru of lág miðað við þau gildi sem bakgrunnssýnin úr Stapafelli gefa.

<sup>6</sup> Orðrétt á norsku: „Grunn som blir benyttet til militær virksomhet, spesielt skyte- og øvingsfelt, er hovedsaklig forurensset med energetiske forbindelser slik som 2,4,6-trinitrotoluen (TNT), 1,3,5,7-tetranitro-1,3,5,7-tetrazocin (HMX) og hexahydro-1,3,5-trinitro-1,3,5-triazin (RDX) i tillegg til metaller.“



Einnig má sjá, að bakgrunnssýnin tvö í Øyradalen eru undir öllum viðmiðunarmörkunum, en hvað snertir menguð sýni þá er króm og blý undir mörkunum en sink og kadmín yfir íslensku mörkunum en ekki þeim hollensku eða sænsku, en kopar í mengunarsýnunum er yfir viðmiðunarmörkunum allra þriggja landanna.

Í sömu rannsókn í Noregi frá 2019 voru sömu fimm þungmálmarnir hins vegar mældir í sex sýnum úr Nivla-ánni, þar af í einu úr bakgrunni ofan við sprengjueyðingarsvæðið og öðru á hugsanlegu mengunarsvæði neðan straums við svæðið, sjá töflu 9 í viðauka 4. Í norsku skýrslunni eru niðurstöður mælinganna á vatnssýnum bornar saman við „helsebaserte tilstandsklasser“ (Miljødirektoratet, 2016) eða heilsugrunndaða ástandsflokka, sjá töflu 9 í viðauka 4. Skv. þeim samanburði hvað snertir sýnin úr úr vatni, þá er ástand kadmíns Cd eins og það er í bakgrunni á svæðinu (flokkur I, blár) og því engin aukin heilsufarsáhætta; ástand króms (Cr) og sinks (Zn) er eins og er í bakgrunni (flokkur I) eða lítið eitt hækkaður styrkur (flokkur II, grænn) og því lítil aukin heilsufarsleg áhætta tengd þeim málum; ástand blýs er eins og það er í bakgrunni (flokkur I, blár) eða miðlungs hækkaður styrkur (flokkur III, gulur); ástand kopars skiptist í tvö horn, styrkur þess lítið eitt hækkaður (flokkur II, grænn) og yfir í mikið hækkaðan styrk kopars í sýninu neðan við eyðingarsvæðið (flokkur IV, rauðgulur) og því telst þar vera mikil aukin heilsufarslegrar áhætta hvað snertir þungmálminn kopar.

Við rannsóknina 2014 voru mæld 10 lífræn efni í sýnum úr jarðveginum, lausu jarðlögunum, eins og sjá má í töflu 4 í viðauka 3, en umrædd efni flokkast öll sem hættuleg efni (e. hazardous substances). Í skrefi 2 er hins vegar spurt hver þeirra teljast skipta máli, eru viðkomandi (e. relevant). Miðað við styrk efnanna 10 í sýnunum, þá má ætla að ekki þyrfti að vakta öll þessi 10 efni, eða með öðrum orðum þyrfti að vakta eftirtalin sex „viðkomandi“ efni í lausu jarðlögunum: HMX, RDX, TNB, TNT, 2-ADNT og 4-ADNT.

Niðurstöðurnar frá Øyradalen í Noregi sýna hverju má búast við á sprengjueyðingarsvæðum í Noregi hvað snertir þungmálma. Þegar kemur að nýju sprengjueyðingarsvæði Landhelgisgæslunnar þarf að hafa í huga að umfang eða magn sprengiefnis á nýju svæði LHG verður stærðargráðu eða -gráðum minna en í Øyradalen; einnig þarf að hafa í huga, eins og kemur fram í töflu 2, að bakgrunnsstyrkur króms og kopars er mun hærri á Íslandi en í Noregi enda ólík gerð bergs í löndunum og þar með líka efnisgerð lausra jarðlaga á staðnum og aðfluttra unninna jarðefna; einnig þarf að hafa í huga að hér er ekki tekið tillit til fyrirhugaðra mótvægisáðgerða og vöktunar á svæði LHG sbr. umfjöllun í 4. kafla.





Tafla 2 Niðurstöður efnagreininga á þungmálum frá sprengjueyðingarsvæði í Øyradalen í Noregi í menguðun sýnum úr lausum jarðefnum og tveimur bakgrunnssýnum. Einnig eru niðurstöður sýndar fyrir bakgrunnssýni úr unnu jarðefni úr Stapafelli á Reykjaneskaga. Til viðmiðunar eru birt mörk fyrir þungmálma skv. reglum á Íslandi, Hollandi og Svíþjóð.

Þungmálmur →	Króm Cr ( $\mu\text{g/g}$ )	Kopar Cu ( $\text{mg/g}$ )	Sink Zn ( $\text{mg/g}$ )	Kadmín (kadmíum) Cd ( $\text{mg/g}$ )	Blý Pb ( $\text{mg/g}$ )
Skýringar ↓					
<b>Øyradalen í Noregi</b>					
Meðaltalsstyrkur $\chi_{\text{mean}}$ (mg/kg þurrefnis) í 22 til 24 sýnum úr lausu jarðefni á sprengjueyðingarsvæði í Øyradalen í Noregi*	53	476	342	2,8	96
Meðaltalsstyrkur $\chi$ (mg/kg þurrefnis) í bakgrunnssýnum (14 = FF 19-200) og (28 = FF19-211) úr lausu jarðefni ofan við sprengjueyðingarsvæði í Øyradalen í Noregi*	25	69	79	0,5	17
<b>Stapafell á Reykjaneskaga</b>					
Meðaltalsstyrkur $\chi_{\text{mean}}$ (mg/kg þurrefnis) í 5 bakgrunnssýnum úr lausu jarðefni í Stapafelli á Reykjaneskaga**	153	106	51	Undir greiningarmörkum < 0,1	Undir greiningarmörkum < 1
<b>Viðmiðunarmörk</b>					
Viðmiðunarmörk (mg/kg þurrefnis) á Íslandi skv. reglugerð 1400/2020 fyrir þungmálma í jarðvegi (lausum jarðlögum) á atvinnusvæði	130	100	200	1,2	210
Viðmiðunarmörk (mg/kg þurrefnis) í Hollandi fyrir þungmálma í jarðvegi (lausum jarðlögum) á atvinnusvæði	180	190	720	4,3	530
Viðmiðunarmörk (mg/kg þurrefnis) í Svíþjóð fyrir þungmálma í jarðvegi (lausum jarðlögum) á atvinnusvæði	150	200	500	12	400
<b>Tölfræðilegar upplýsingar eru reiknaðar upp úr gögnum í *(Johnsen, Ida Vaa, 2019) og **(Erna Ó. Arnardóttir, 2023).</b> *** Einum augljósum útlaga, $x=16,2$ í kadmíngreiningu sleppt í spönn. Viðmiðunarmörk eru tekin úr (UST – Umhverfisstofnun, 2023A). Skýringar á litakóðum í töflunni varðandi þungmálma: Grænn = Neðan við öll viðmiðunarmörk. Rauðgulur = Ofan við ein viðmiðunarmörk. Rauður = Ofan við öll viðmiðunarmörk. (Gulur = Viðmiðunarmörk).					



## 4. Mótvægisgerðir, vöktun og niðurstaða varðandi grunnástand

### 4.1 Almennt

Kaflinn fjallar m.a. um skref 8 — Gerð grunnástandsskýrslu þar sem gerður er útdráttur fyrir skref 1 – 7 (UST, óþ. ártal; EC, 2014).

### 4.2 Mótvægisgerðir og hönnun

Sprengjueyðingin á núverandi svæði fer fram í þremur eins metra djúpum og 4-5 metra breiðum gryfjum sem eru fylltar af sandi til að auðvela hreinsun (Einar Jónsson og Sigurlaug Sigurðardóttir, 2023) og má gera ráð fyrir að eins verði á nýja svæðinu.

Gera má ráð fyrir að sandurinn á nýja sprengjueyðingarsvæðinu sé basaltmulningur og líkist glerjörð, með litla jónrýmd (Freyja Ragnarsdóttir Pedersen, 2022). Ekki er ljóst hversu lengi moldin getur haldið í spilliefnin, en ef það talið í árum þá má hugsa sér að bæta við eða endurnýja moldina ef mengun finnst í henni við reglubundið eftirlit t.d. á fimm ára fresti.

Vegna lágrar lektar og jónrýmdareiginleika moldar á Miðnesi (Rosmhvalnesi), sem er af gerðinni eldfjallajörð, nánar tiltekið brúnjörð (Ólafur Arnalds og Hlynur Óskarsson, 2009), mætti hugsa sér að setja moldarlag undir sandinn, t.d. 0, 5 m, sem mótvægisgerð, til að grípa þann leka spilliefna sem kemur úr úrgangi sprengja, að nokkru leyti sambærilegt við sigvatn urðunarstaða sbr. lög nr. 55/2013 um meðhöndlun úrgangs. Slíkt væri þá að einhverju leyti að virka sem botnklæðning þar sem hlutverk þeirra er að lágmarka leka mengunarefna til grunnvatns (Eric M. Frempong, Ernest Yanful, 2005). Gerð brúnjarðarinnar á Miðnesi eru væntanlega eins og henni er lýst í samantektarriti Ólafs Arnalds (2022). Stöku mælingar á moldinni á nesinu eru til en aðeins á fáeinum efnum eða efnasamböndum og í viðauka 5 við skýrsluna eru eiginleikar brúnjarðar dregnir fram ásamt dæmi um notkun hennar.

### 4.3 Vöktun

Ætla má að hæfilegt bil milli formlegrar vöktunar væri fimm ár, en þá færi fram sjónmat á jarðvegi og sýnataka, og sýnataka af grunnvatni t.d. úr rannsóknarborholu ÖH-04. Hafa má hliðsjón af, yfir 10 ára árlegri vöktun frágengnu urðunarstaðanna á Smiðjutröð í Reykjanesbæ og Stafnesi í Sandgerðisbæ fyrir Þróunarfélag Keflavíkurlflugvallar (Margrét Traustadóttir og Þorgeir S. Helgason, 2020).

### 4.4 Niðurstaða varðandi grunnástand

Niðurstöður samantektar á grunnástandi, sbr. skref 4 til 7 í kafla 2 og loftmyndir í viðauka 1, benda til þess að mengun í jarðvegi á nýju framkvæmdasvæði sprengjusveitar LHG sé mjög lítil eða engin. Hins vegar er vel þekkt að töluverð mengun hefur átt sér stað á Keflavíkurlflugvallarsvæðinu og hún streymir fram í grunnvatninu sem er á um 19 m dýpi undir nýja sprengjueyðingarsvæðið, sbr. efnainnihald í því í viðauka 2.

Einnig sýnir skýrslan hvaða mengun getur fylgt starfseminni, sbr. skref 1, 2 og 3 í kafla 3 og dæmi frá Noregi af samskonar starfsemi í viðaukum 3 og 4, og ef ekkert er gert getur hennar orðið vart bæði í jarðvegi (lausum jarðefnum) og grunnvatni. Skýrslan dregur hins vegar fram möguleika til mótvægisgerða, sbr. umfjöllun í viðauka 5, með útlögn þéttilags úr brúnjarðarmold sem tæki við og geymdi hluta mengunarefna með jónskiptum og öðrum efniseiginleikum moldarinnar; ofan á þéttilaginu væri sendið malarlag þar sem sprengjueyðingin fer fram; undir þéttilaginu kæmi tiltölulega fínkorna jöfnunarlag sem skapar undirstöðu fyrir þéttilagið og þar undir uppfyllingarlag í dældum með tiltölulega grófkorna efni sem yrði einnig notað til að móta sprengjueyðingargryfjuna.

Því er talið að upplýsingar sem skipta máli varðandi gerð nýs sprengjueyðingarsvæðis Landhelgisgæslu Íslands liggi fyrir og telst eðlilegt að ljúka þessari skýrslu þar með, sbr. skref 8 um gerð grunnástandsskýrslu (UST, óþ. ártal; EC, 2014).



## Heimildir

- Almenna verkfræðistofan. (2010). *Urðunarstaður við Smiðjutröð í Reykjanesbæ – lokun. Útboðsgögn – hefti II: Teikningar*. Unnið fyrir Þróunarfélag Keflavíkurlugvallar ehf. Reykjavík: Almenna verkfræðistofan hf (nú Verkís hf).
- Áki Thoroddsen o.fl. (2009). *Rannsóknir á mengun við Keflavíkurlugvöll og hreinsunaraðgerðir*. Höfundar: Áki Thoroddsen, Haukur Þ. Haraldsson, Snorri Páll Snorrason og Þorgeir S. Helgason jarðfræðingur. Unnið fyrir Þróunarfélag Keflavíkurlugvallar ehf. Reykjavík: Almenna verkfræðistofan hf (nú Verkís hf).
- Áki Thoroddsen o.fl.. (2011). *Urðunarstaður og fjarskiptastöðvar svæði við Stafnes í Sandgerðisbæ – verkhönnun og útboðsgagnagerð vegna lokunar og frágangs*. Höfundar: Áki Ó. Thoroddsen, Gunnar Orri Gröndal, Haukur Þ. Haraldsson, Magnea Huld Ingólfssdóttir og Þorgeir S. Helgason. Unnið fyrir Þróunarfélag Keflavíkurlugvallar ehf. Reykjavík: Almenna verkfræðistofan hf (nú Verkís hf).
- Áki Thoroddsen. (2013). *Sýnataka í Rockville*. Minnisblað unnið fyrir Þróunarfélag Keflavíkurlugvallar ehf. Reykjavík: Verkís hf.
- Auður Atladóttir o.fl. (2009). *Urðunarstaður við Smiðjutröð — lokun og vöktun – forsenduskýrsla*. Höfundar: Auður Atladóttir, Áki Ó. Thoroddsen, Guðjón Örn Björnsson, Gunnar Orri Gröndal, Haukur Þ. Haraldsson, Magnea Huld Ingólfssdóttir, Snorri Páll Snorrason og Þorgeir S. Helgason. Unnið fyrir Þróunarfélag Keflavíkurlugvallar ehf. Reykjavík: Almenna verkfræðistofan hf. (nú Verkís hf.).
- Birna S. Hallsdóttir, Hrafnhildur Bragadóttir og Ævar Þ. Benediktsson. (2020). *Mengun sjávar – kennslubók*. Sótt af <https://himinnoghaf.is/mengunsjavar/>
- Einar Jónsson og Sigurlaug Sigurðardóttir. (2023). *Sprengjueyðingarsvæði Landhelgisgæslunnar vestan Keflavíkurlugvallar. Fyrirspurn um matsskyldu. Mat á umhverfisáhrifum*. Reykjavík: Verkís hf.
- EC (Framkvæmdastjórn Evrópusambandsins). (2014). Communication from the Commission. European Commission [EC] Guidance concerning baseline reports under Article 22(2) of Directive 2010/75/EU on industrial emissions. *Official Journal of the European Union, 2014, C 136, bls. 3-18*. Sótt af [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52014XC0506\(01\)&from=EN](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52014XC0506(01)&from=EN)
- EC (Framkvæmdastjórn Evrópusambandsins). (2020). Directive (EU) 2020/2184 of the European Parliament and of the Council of 16 December 2020 on the quality of water intended for human consumption (recast) (Text with EEA relevance). *Official Journal of the European Union OJ L 435, 23.12.2020, bls. 1–62*. Sótt af <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2020/2184/oj>
- ECHA – European Chemicals Agency – Efnastofnun Evrópu (2023). *Information on Chemicals*. Sótt af <https://echa.europa.eu/information-on-chemicals>
- EPA – U.S. Environmental Protection Agency. (2002). *Handbook on the Management of Ordnance and Explosives at Closed, Transferring, and Transferred Ranges and Other Sites. Interim Final. February 2002*. Washington: United States Environmental Protection Agency. Sótt af <https://www.epa.gov/sites/default/files/documents/ifuxoctthandbook.pdf>
- Eric M. Frempong, Ernest Yanful. (2005). *Geoenvironmental Assessment of Two Tropical Clayey Soils for use as Engineered Liner Materials*. Geo-Frontiers Congress 2005. October 2005. Geotechnical Special Publication. Sótt af [https://doi.org/10.1061/40789\(168\)1](https://doi.org/10.1061/40789(168)1).
- ERM – Environmental Resources Management. (2006). *Environmental Status Report – NASKEF — Naval Air Station Keflavik*. Unnin fyrir NAVFAC — Naval Facilities Engineering Command — Atlantic Division. Annapolis: Environmental Resources Management, Inc.
- Erna Ó. Arnardóttir. (2023). *Stapafell quarry. Heavy metal concentrations – May 2023*. (Skjalaheiti: Sampling in Stapafell.pdf). Unnið fyrir Isavia ohf. Reykjavík: Verkís hf.



- Erna Ósk Arnardóttir. (2023A). *Keflavíkurlugvöllur. Vöktun grunnvatns í maí 2023 vegna starfsleyfis ISAVIA*. Verknúmer 96053160. (Skjalaheiti: Sýnataka 2023 maí.pdf). Reykjavík: Verkís hf.
- Evrópuþingið og ráð Evrópusambandsins. (2015). Tilskipun Evrópuþingsins og ráðsins 2010/75/ESB frá 24. nóvember 2010 um losun í iðnaði (samþættar mengunarvarnir og eftirlit með mengun) (endurútgefin). *EES-viðbætur við Stjórnartíðindi Evrópusambandsins 15.10.2015 nr. 3/1851*. Sótt af <https://www.efta.int/media/documents/legal-texts/eea/other-legal-documents/translated-acts/icelandic/i32010L0075.pdf>.
- Forsvarsbygg. (2021). *Siste ryddeuke på Hjerkin*. Osló: Forsvarsbygg. Sótt af <https://www.forsvarsbygg.no/no/nyheter/siste-ryddeuke-pa-hjerkin/>
- Freyja Ragnarsdóttir Pedersen. (2022). *Breytingar á sýrustigi í jarðvegi barrskóga*. BS – ritgerð. Hvanneyri: Landbúnaðarháskóla Íslands. Sótt af [https://skemman.is/bitstream/1946/43254/1/2022%20BS%20lokav%20Freyja\\_Bs\\_lokautgafa.pdf](https://skemman.is/bitstream/1946/43254/1/2022%20BS%20lokav%20Freyja_Bs_lokautgafa.pdf)
- Gerður Stefánsdóttir, Davíð Egilsson og Svava Björk Þorláksdóttir. (2020). *Eiginleiki grunnvatnshlota undir efnaálagi. Skýrsla til Umhverfisstofnunar*. Reykjavík: Veðurstofa Íslands. Sótt af [https://www.vedur.is/media/vedurstofan-utgafa-2020/VI\\_2020\\_002.pdf](https://www.vedur.is/media/vedurstofan-utgafa-2020/VI_2020_002.pdf)
- Guðjón Örn Björnsson. (2010). *Urðunarstaður við Smiðjutröð í Reykjanesbæ – lokun. Samantekt á jarðtæknilegri hönnun*. Unnin fyrir Þróunarfélag Keflavíkurlugvallar ehf í mars 2010. Reykjavík: Almenna verkfræðistofan hf (nú Verkís hf).
- Hafþór Guðjónsson. (2006). *Efnisheimurinn*. 2. útgáfa. Kópavogur: Menntamálastofnun. Sótt af <https://vefir.mms.is/flettibaekur/namsefni/efnisheimurinn/#1>
- Halla Einarsdóttir og Ríkey Kjartansdóttir. (2023). *Beiðni um umsögn – Sprengjueyðingarsvæði Landhelgisgæslunnar vestan Keflavíkurlugvallar*. Bréf til Skipulagsstofnunar, nr. UST202303-019/H.E. Reykjavík: Umhverfisstofnun.
- HES — Heilbrigðiseftirlit Suðurnesja. (2007). *Pollution on the Agreed Areas*. Reykjanesbær: Heilbrigðiseftirlit Suðurnesja. (Rafrænt skjöl: Þekkt svæði.doc; Yfirlitsmynd.pdf).
- Hugtakasafn. (2023). Hugtakasafn þýðingamiðstöðvar utanríkisráðuneytisins. Reykjavík: Stjórnarráð Íslands. Sótt af <https://hugtakasafn.utn.stjr.is/leitnidurstodur.adp?leitarord=&tungumal=oll&ordrett=o>
- Já. (2023). *Kortavefur*. Reykjavík: Já hf.
- Johnsen, Arnt. (2009). *Overvåkning av tungmetallforurensning ved Forsvarets destruksjonsanlegg for ammunisjon i Lærdal kommune*. FFI-rapport 2008/02017. Kjeller: Forsvarets forskningsinstitutt (FFI). Sótt af <https://ffi-publikasjoner.archive.knowledgearc.net/bitstream/handle/20.500.12242/2184/08-02017.pdf>
- Johnsen, Ida Vaa. (2020). *Overvåking av tungmetallforurensning ved Forsvarets destruksjonsanlegg for ammunisjon i Lærdal kommune - – resultater for 2019*. FFI-rapport 20/02616. Kjeller: Forsvarets forskningsinstitutt. Sótt af <https://ffi-publikasjoner.archive.knowledgearc.net/bitstream/handle/20.500.12242/2793/20-02616.pdf>
- Jóhann Örn Friðsteinsson. (2023). *Sprengjueyðingarsvæði LHG – Mat á áhrifum á frárennislögn og aðflugsbúnað – minnisblað*. Reykjavík: Verkís hf.
- J. Trausti Jónsson. (2023). *Umsögn um fyrirhugað sprengjueyðingarsvæði Landhelgisgæslunnar vestan Keflavíkurlugvallar*. Reykjanesbær: Heilbrigðiseftirlit Suðurnesja.
- Kartverket. (2023). *Øyridalen (Norsk – Hovednavn)*. Hønefoss: Statens kartverk. Sótt af <https://stadnamn.kartverket.no/fakta/311513>.
- Kristinn Magnússon. (2023). *Sprengjueyðingarsvæði Landhelgisgæslunnar vestan Keflavíkurlugvallar*. Bréf til Skipulagsstofnunar, nr. MÍ202303/6.07/K.M. Reykjavík: Minjastofnun Íslands.
- LHG – Landhelgisgæslan. (2023A). *Sprengjusveit*. Reykjavík: Landhelgisgæsla Íslands. Sótt af <https://www.lhg.is/onnur-verkefni/sprengjueyding/>



- LHG – Landhelgisgæslan. (2023B). *Explosive Ordnance Disposal – EOD*. Reykjavík: Landhelgisgæsla Íslands. Sótt af <https://www.lhg.is/english/explosive-ordnance-disposal/>
- LMÍ — Landmælingar Íslands. (2023). *Loftmyndasafn*. Akranes: Landmælingar Íslands. Sótt af: <https://www.lmi.is/is/vefsjar/korta-og-loftmyndasofn/loftmyndasafn>
- Loftmyndir. (2023). *Kortasjá fyrir Verkís*. Reykjavík: Loftmyndir ehf. Sótt af <https://map.is/os/#>.
- Margrét Traustadóttir og Þorgeir S. Helgason. (2020). *Smiðjuþróð í Reykjanesbæ og Stafnes í Sandgerðisbæ. Vöktun frágenginnar urðunarstaða í umsjón Þróunarfélags Keflavíkurflugvallar. Stöðuskýrsla 2019 — Uppfærð með efnagreiningum á grunnvatnssýnum*. Unnið fyrir Þróunarfélag Keflavíkurflugvallar ehf. Reykjavík: Verkís hf.
- Margrét Traustadóttir. (2022). *Keflavíkurflugvöllur. Vöktun grunnvatns í október 2022 vegna starfsleyfis ISAVIA*. Janúar 2022. Verknúmer 96053160. (Skjalaheiti: Sýnataka 2022 október.pdf). Reykjavík: Verkís hf.
- Miljødirektoratet. (2016) *Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota – revidert 30.10.2020*. Sótt af <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/m608/m608.pdf>
- NATO. (2016). *Munitions-Related Contamination – Source Characterization, Fate and Transport*. STO technical report TR-AVT-197. Neuilly-sur-Seine Cedex: North Atlantic Treaty Organization – Science and Technology Organization.
- Náttúrufræðistofnun Íslands. 2018. 2. Útg. *Vistgerðir og mikilvæg fuglasvæði*. Sótt XX af <https://vistgerdakort.ni.is/>
- Náttúrufræðistofnun Íslands. 2022. 3. útg. *Jarðfræði Íslands*. Sótt XX af <http://jardfraedikort.ni.is>
- Orkustofnun og Loftmyndir. (2023). *Orkustofnun. Kortasjá*. Kópavogur og Reykjavík: Orkustofnun og Loftmyndir ehf. Sótt af <https://map.is/os/#>.
- Ólafur Arnalds og Hlynur Óskarsson. (2009). Íslenskt jarðvegskort. *Náttúrufræðingurinn*, 78(3-4), 141-153.
- Ólafur Arnalds. (2010). Dust sources and deposition of aeolian materials in Iceland. *Icelandic agricultural sciences*, 23, 3-21. Sótt af [https://ias.is/wp-content/uploads/Icelandic\\_Agricultural\\_Sciences\\_23\\_2010/Dust-sources-and-deposition-of-aeolian-materials.pdf](https://ias.is/wp-content/uploads/Icelandic_Agricultural_Sciences_23_2010/Dust-sources-and-deposition-of-aeolian-materials.pdf)
- PubChem. (2023). *Explore Chemistry*. Bethesda: National Library of Medicine (NCBI). Sótt af <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov>
- Rannveig Guicharnaud. (2018). *Könnun á olíumengun á stað 60 við Bogatröð 11, Ásbrú, Reykjanesbæ*. Greinargerð unnin fyrir Þróunarfélag Keflavíkurflugvallar ehf. (Leiðrétt 2023). Reykjavík: Verkís hf.
- Reglugerð um sprengiefni og forefni til sprengiefnagerðar nr. 510/2018.
- Reglugerð um öruggan flutning hættulegs varnings flugleiðis nr. 322/1990
- Snorri Páll Snorrason. (2022). *Sprengjueyðingarsvæði Landhelgisgæslu. Staðarval*. Minnisblað unnið fyrir Landhelgisgæslu Íslands. Reykjavík: Verkís hf.
- Snorri Páll Snorrason og Þorgeir S. Helgason. (2022). Mengun vatnsbóla við Keflavík og Njarðvík 1985 – 1991. Unnið fyrir Þróunarfélag Keflavíkurflugvallar ehf. – Kadeco. Reykjavík: Verkís hf.
- Tilskipun Framkvæmdarstjórnar Evrópusambandsins um gæði neysluvatns. 2020. Sótt af <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2020/2184/oj>
- UST — Umhverfisstofnun. (óþ. ártal). *Leiðbeiningar til umsækjanda um starfsleyfi varðandi gerð grunnástandsskýrsla – spurt og svarað*. Reykjavík: Umhverfisstofnun. Sótt af <https://ust.is/library/Skrar/Atvinnulif/Mengandi-starfsemi/Lei%C3%B0beiningar%20til%20ums%C3%A6kjanda%20var%C3%B0andi%20ger%C3%B0%20grunn%C3%A1standssk%C3%B0rsla.pdf>.



- UST – Umhverfisstofnun. (2023). *Flokkun, merking og umbúðir*. Reykjavík: Umhverfisstofnun. Sótt af <https://ust.is/atvinnulif/efni/flokkun-merking-og-umbudir/merkingar-og-umbudir/>
- UST – Umhverfisstofnun. (2023A). *Viðmiðunarmörk fyrir mengaðan jarðveg. Leiðbeiningar Umhverfisstofnunar*. Reykjavík: Umhverfisstofnun. Sótt af <https://ust.is/library/sida/atvinnulif/Mengandi—starfsemi/Vi%c3%b0mi%c3%b0unarm%c3%b6rk%20fyrir%20menga%c3%b0an%20jar%c3%b0veg.pdf>
- Voie, Øyvind A, Helle K Rosslund, Tove E Karsrud og Kjetil S Longva. (2014). *Helhetlig helse- og miljørisikovurdering av eksplosivforurensninger i Demoleringsfeltet i Svånådalen, Hjerkin*. FFI-rapport 2013/02680. Kjeller: Forsvarets forskningsinstitutt (FFI). Sótt af <https://ffi-publikasjoner.archive.knowledgearc.net/bitstream/handle/20.500.12242/2787/13-02680.pdf>
- Þorgeir S. Helgason og Áki Thoroddsen. (2020). *Fyrrum varnarsvæði við Keflavíkurlflugvöll. Staða hreinsunar Þróunarfélags Keflavíkurlflugvallar á svæðinu í janúar 2020*. Minnisblað unnið fyrir Þróunarfélag Keflavíkurlflugvallar ehf – Kadeco að beiðni Alþingis. Reykjavík: Verkís hf. (Rafrænt skjal: Verkis-20200131-09492001-Kadeco\_Stada\_hreinsunar.docx. (ID136952; Version44).
- Þorgeir S. Helgason o.fl. (2021). *Flugstöð Leifs Eiríkssonar. SLN18: Stækkun Norðurbyggingar. Jarðkönnun skv. Eurocode 7*. Skýrsla unnin fyrir Isavia ohf. Höfundar: Þorgeir S. Helgason, Jóhann Örn Friðsteinsson, Margrét Traustadóttir, Styrmir Sigurjónsson. Reykjavík: Verkís hf.



Nýtt sprengjueyðingarsvæði LHG við Keflavíkurlflugvöll.  
Mat á núverandi og framtíðarástandi jarðvegs og grunnvatns.

## Viðaukar

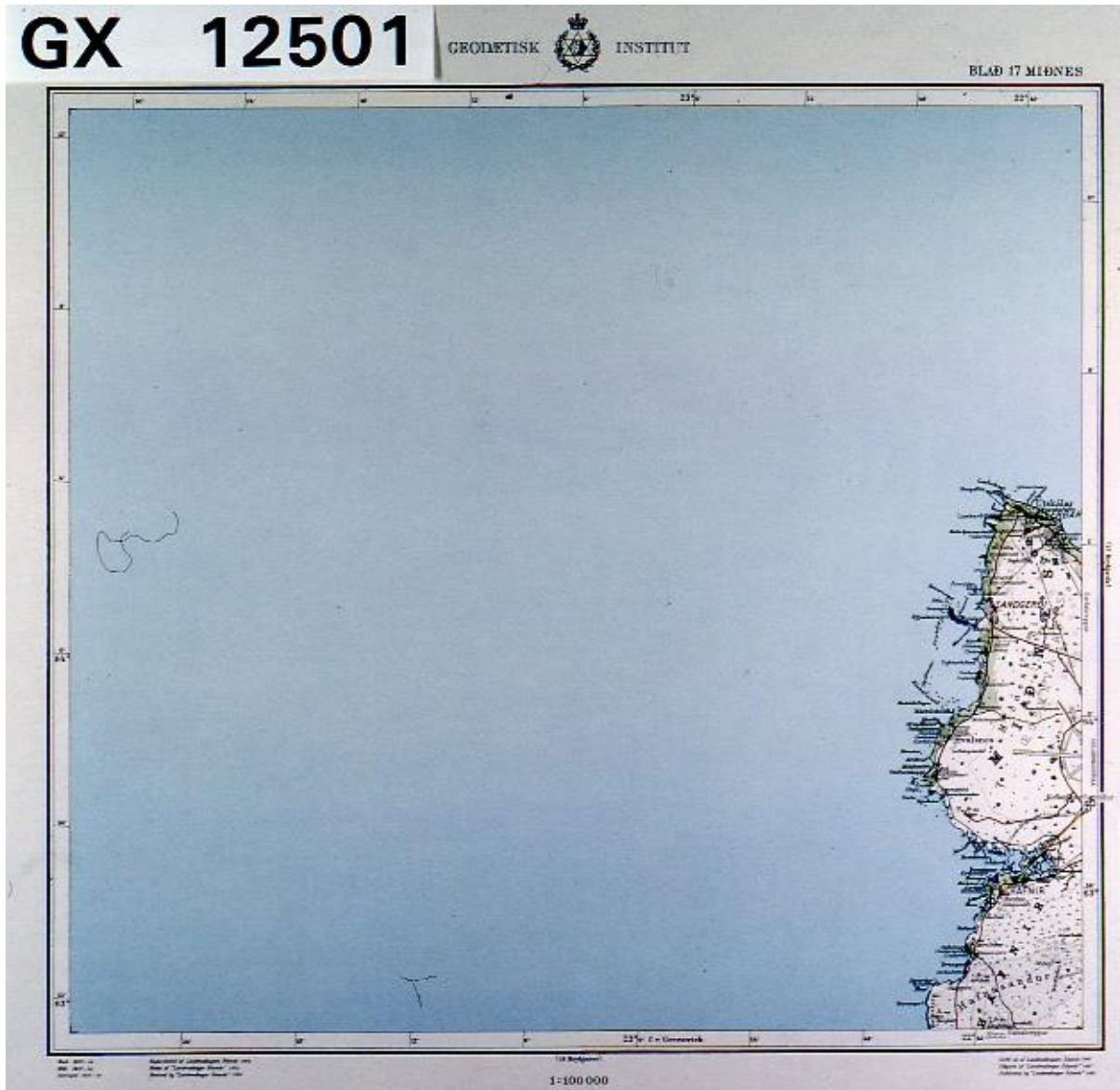


## Viðauki 1 Loftmyndir frá Landmælingum Íslands frá 1942 - 2000

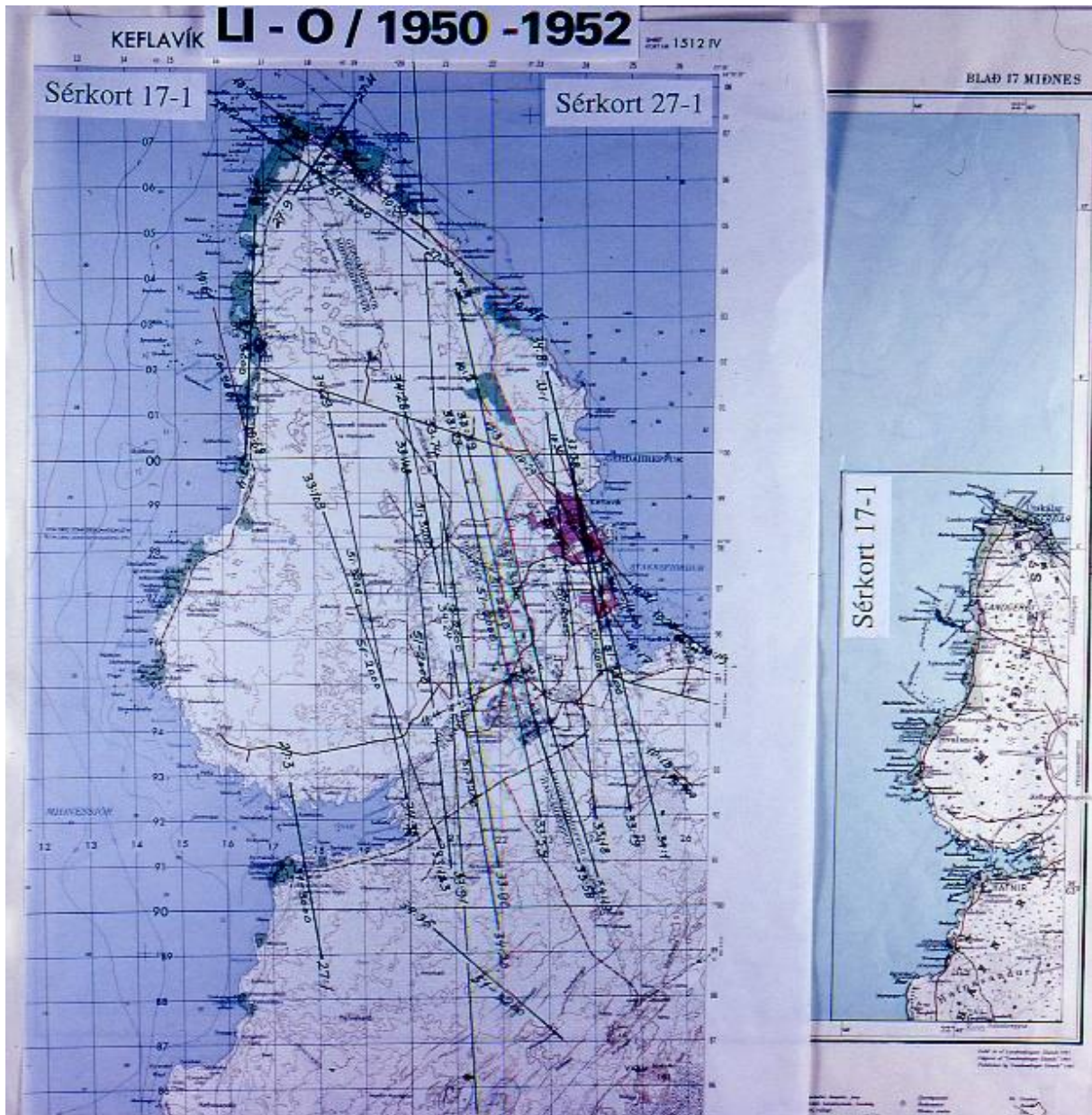




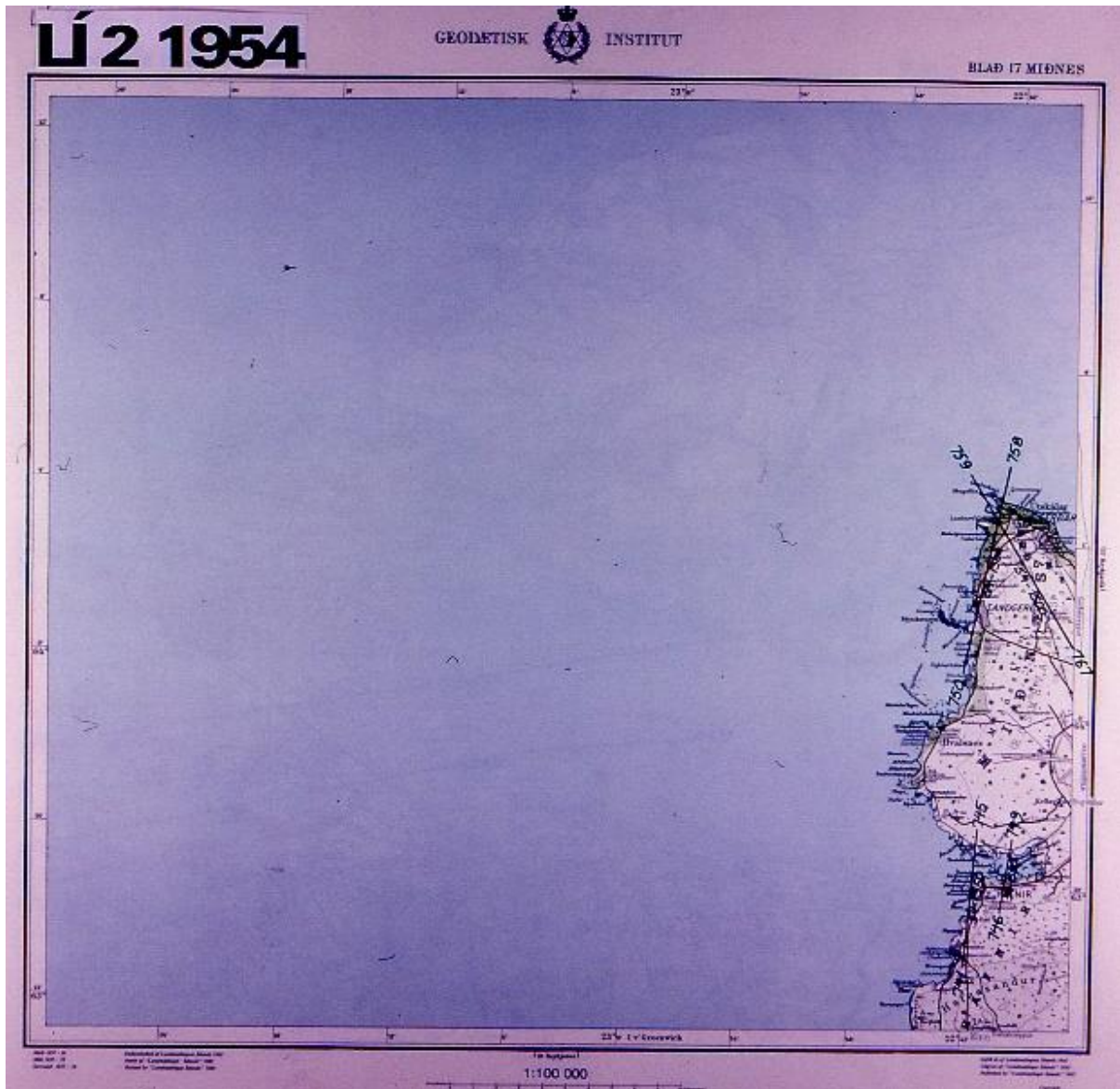
Fluglínur frá árinu 1942 – 1998.



Fluglínur frá 1942



Fluglínur frá 1950 – 1952



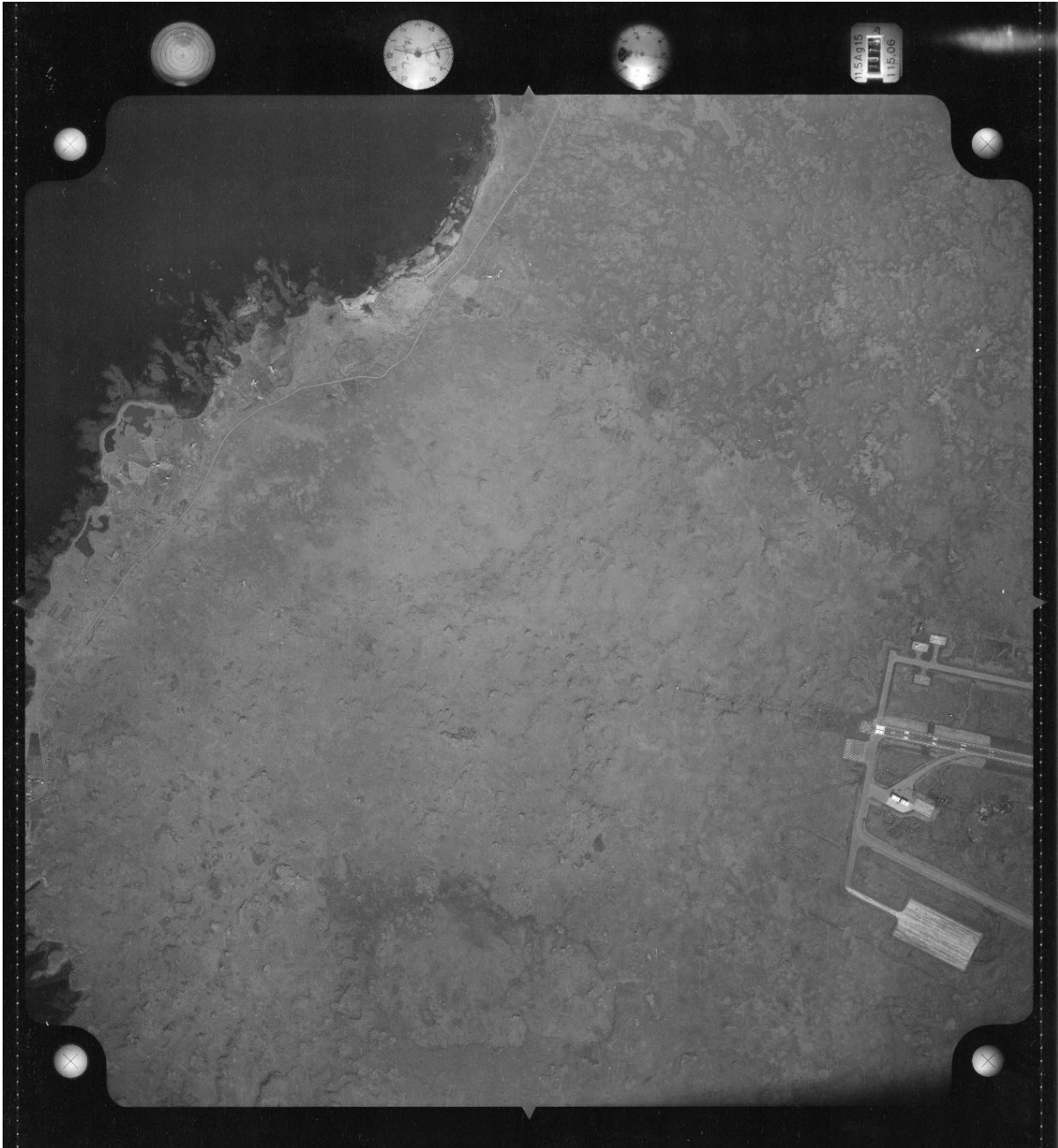
Fluglínur frá 1954



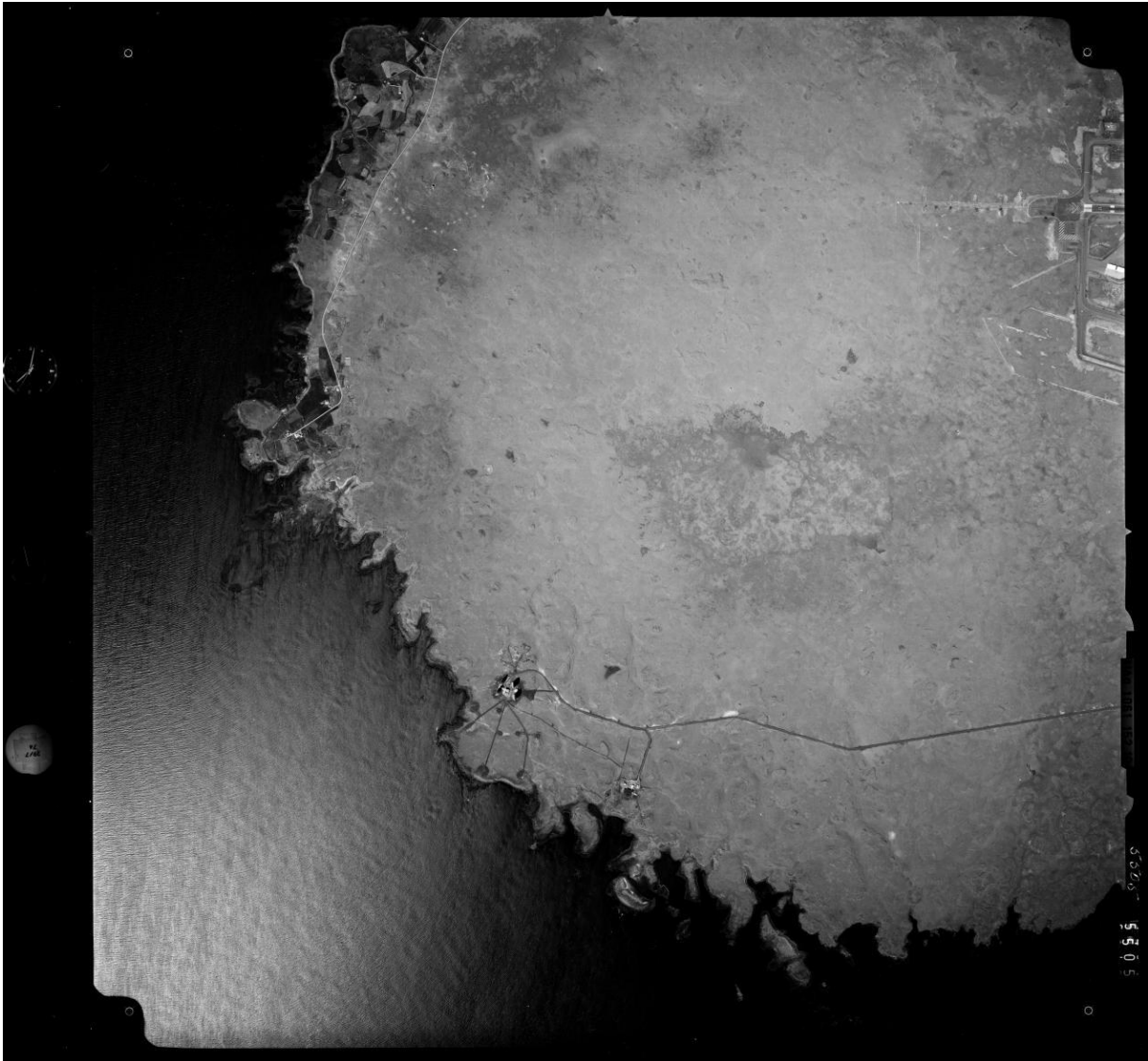
Loftmynd frá 1957



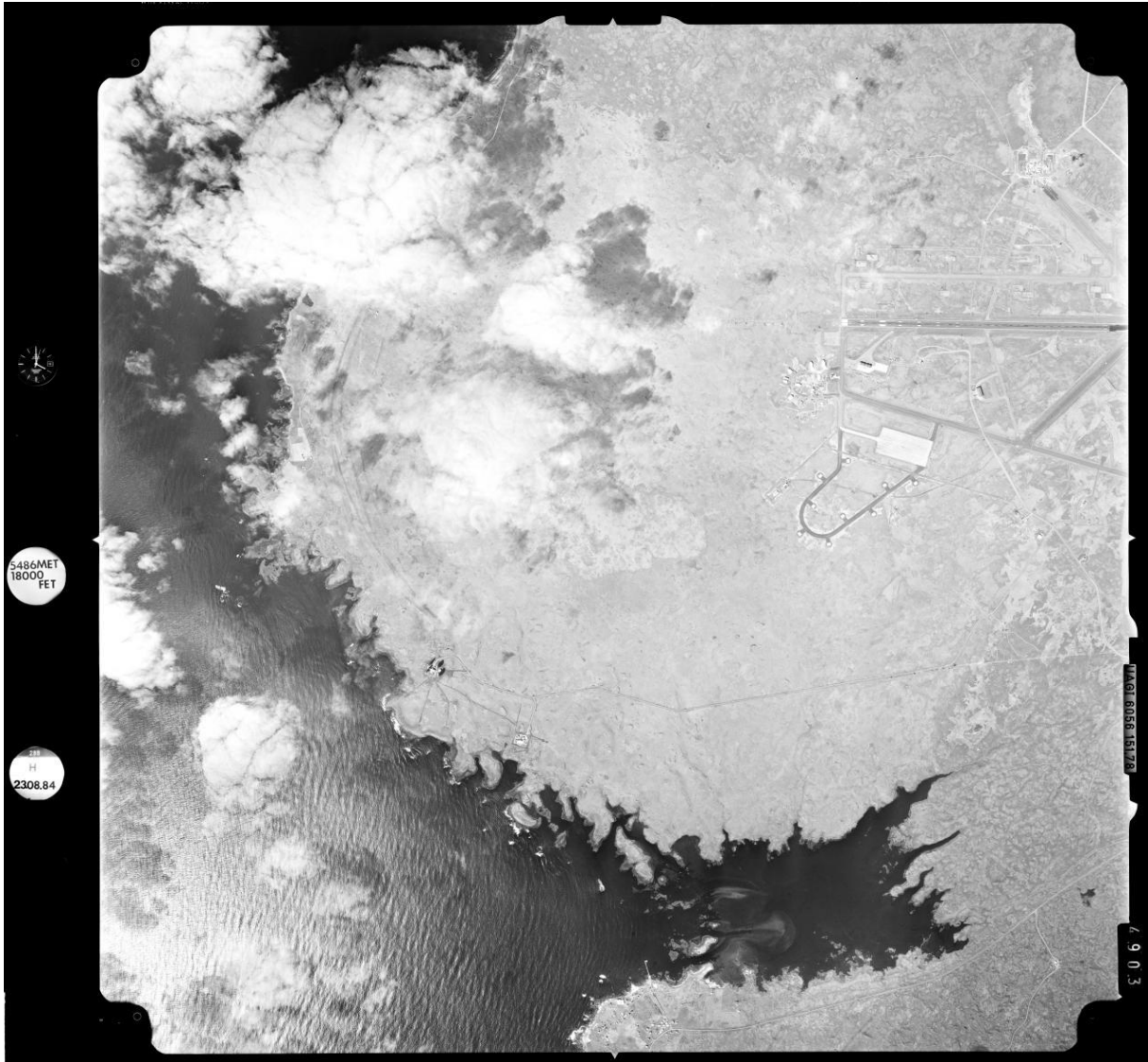
Loftmynd frá 1970



Loftmynd frá 1971

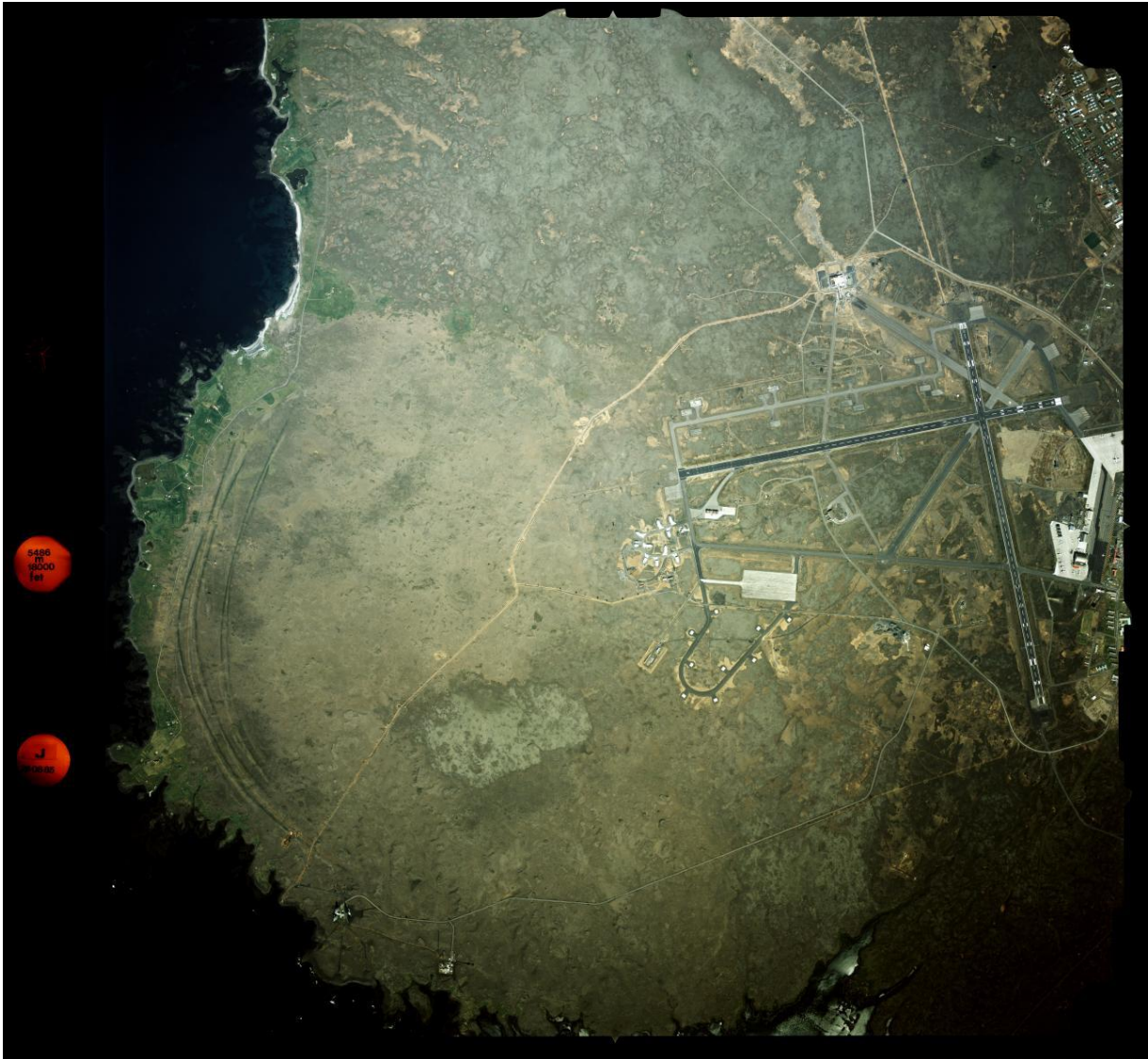


Loftmynd frá 1974

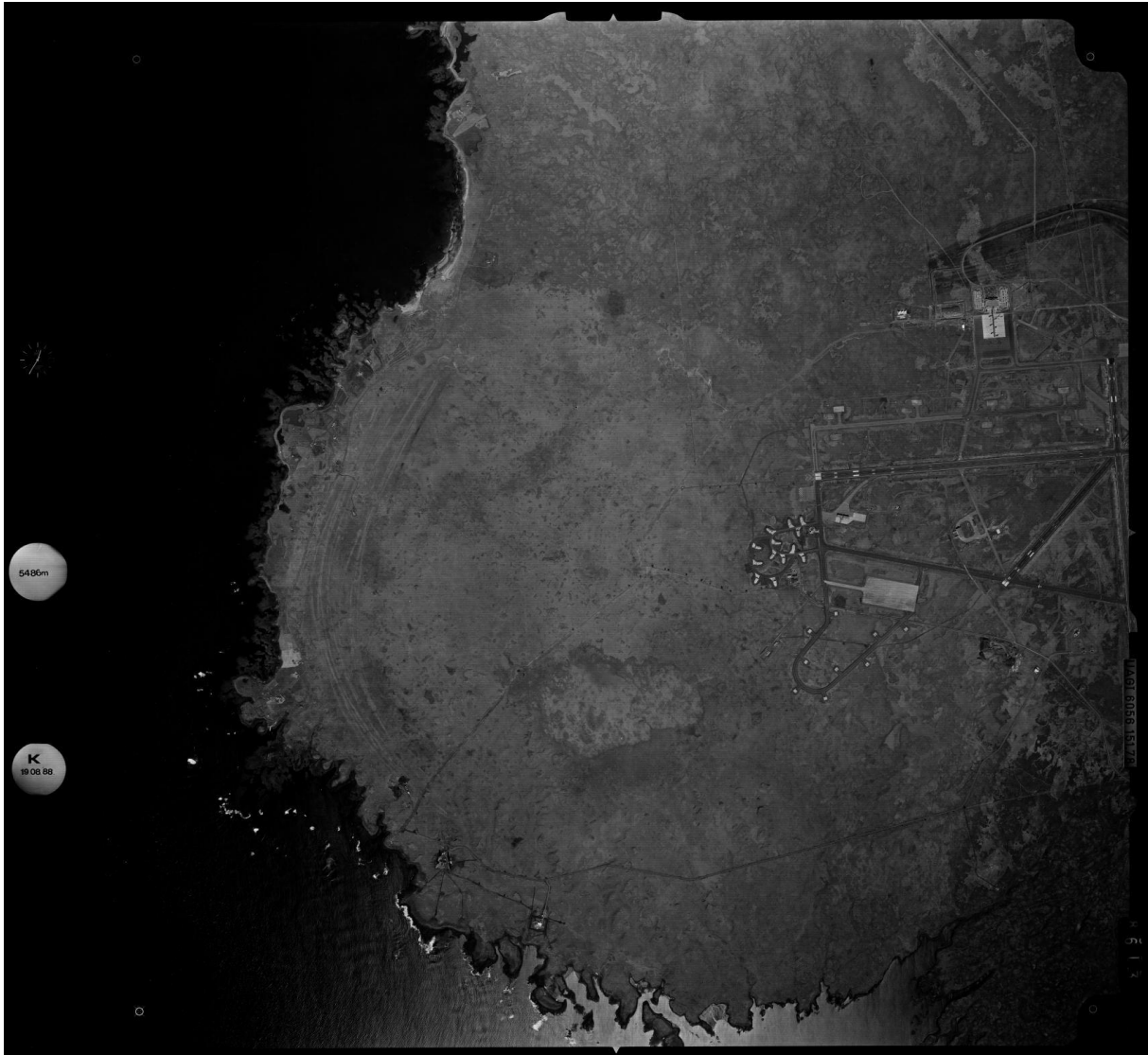


Loftmynd frá 1984

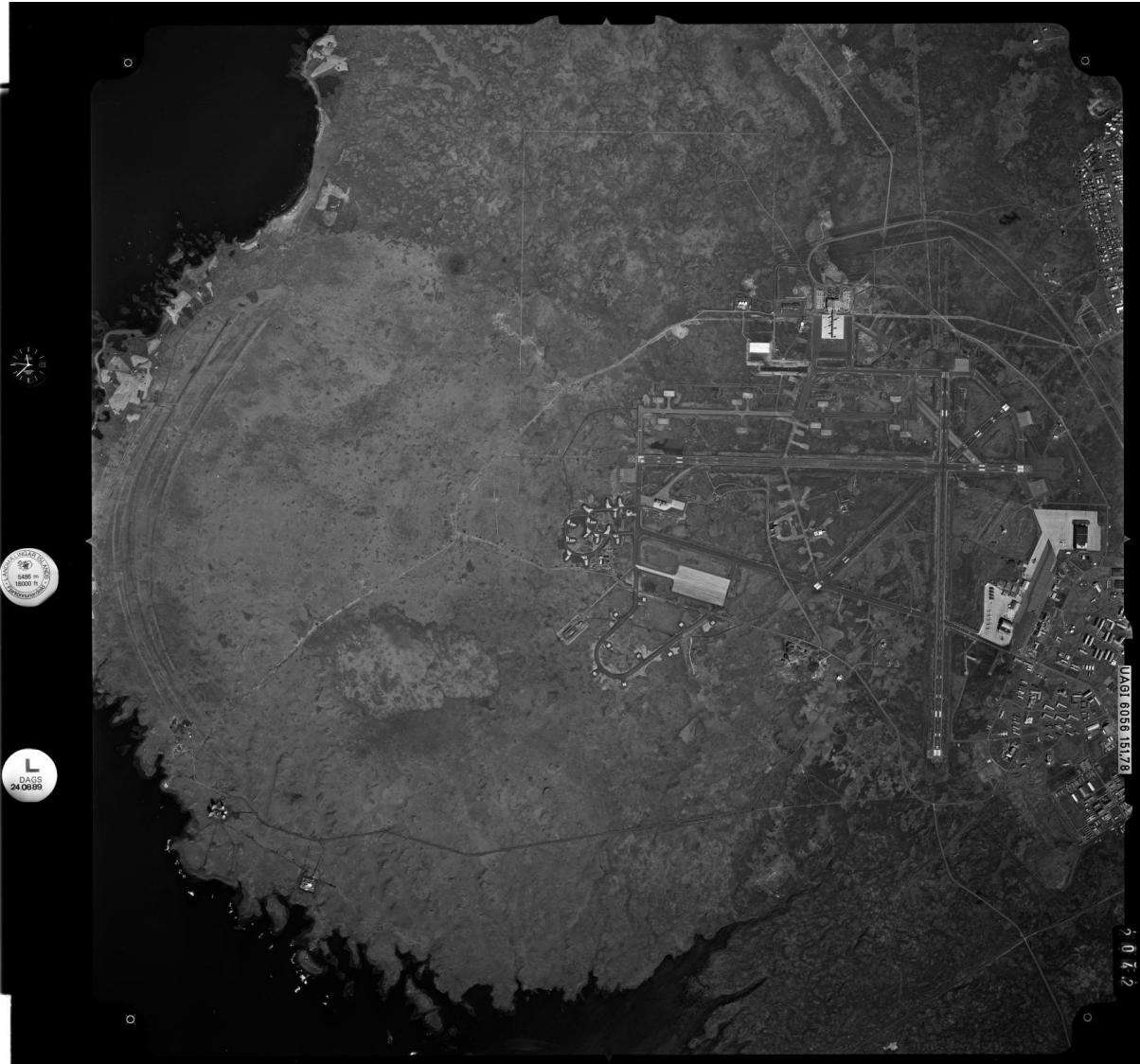




Loftmynd frá 1985



Loftmynd frá 1988



Loftmynd frá 1989



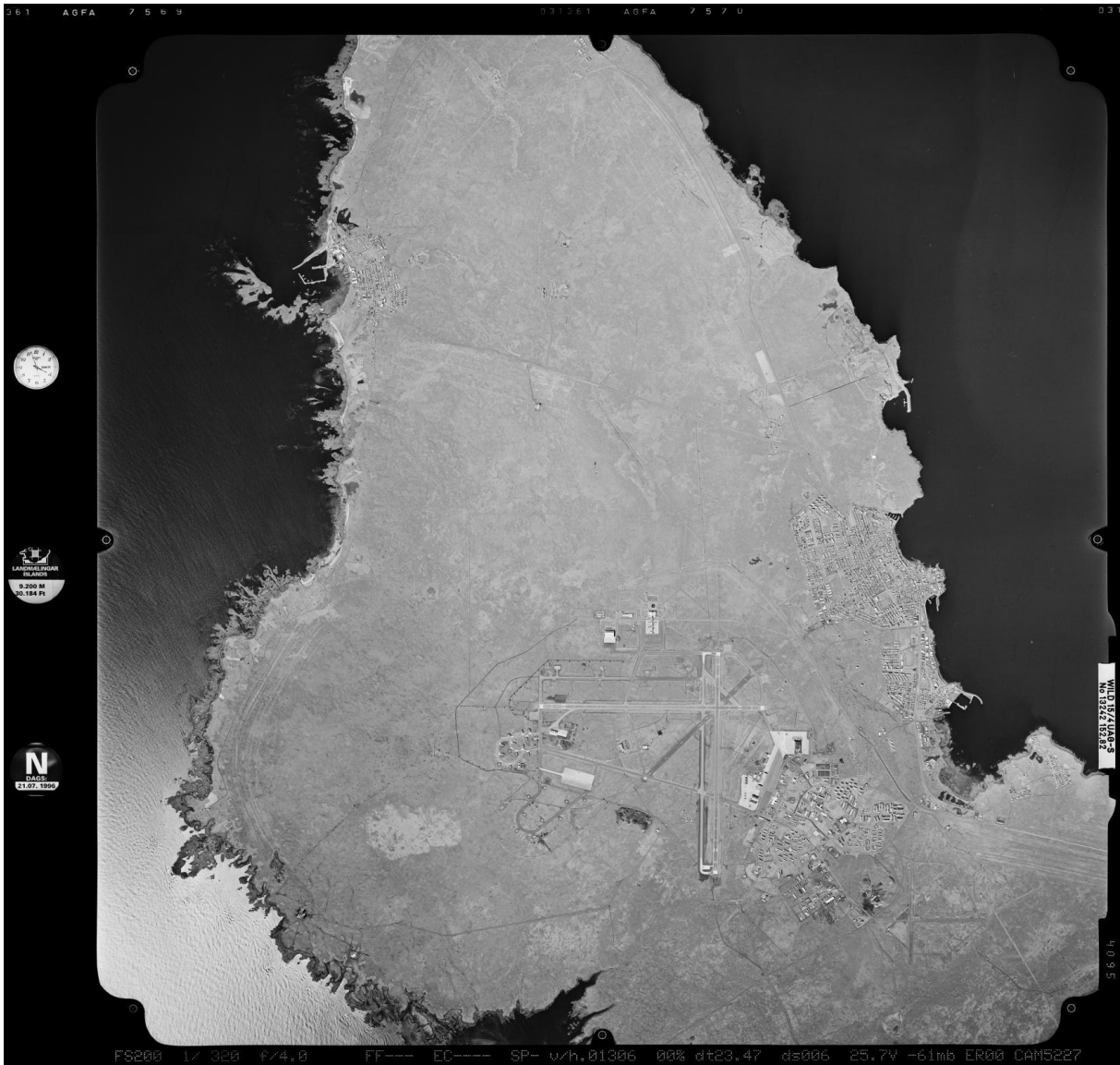
Loftmynd frá 1991



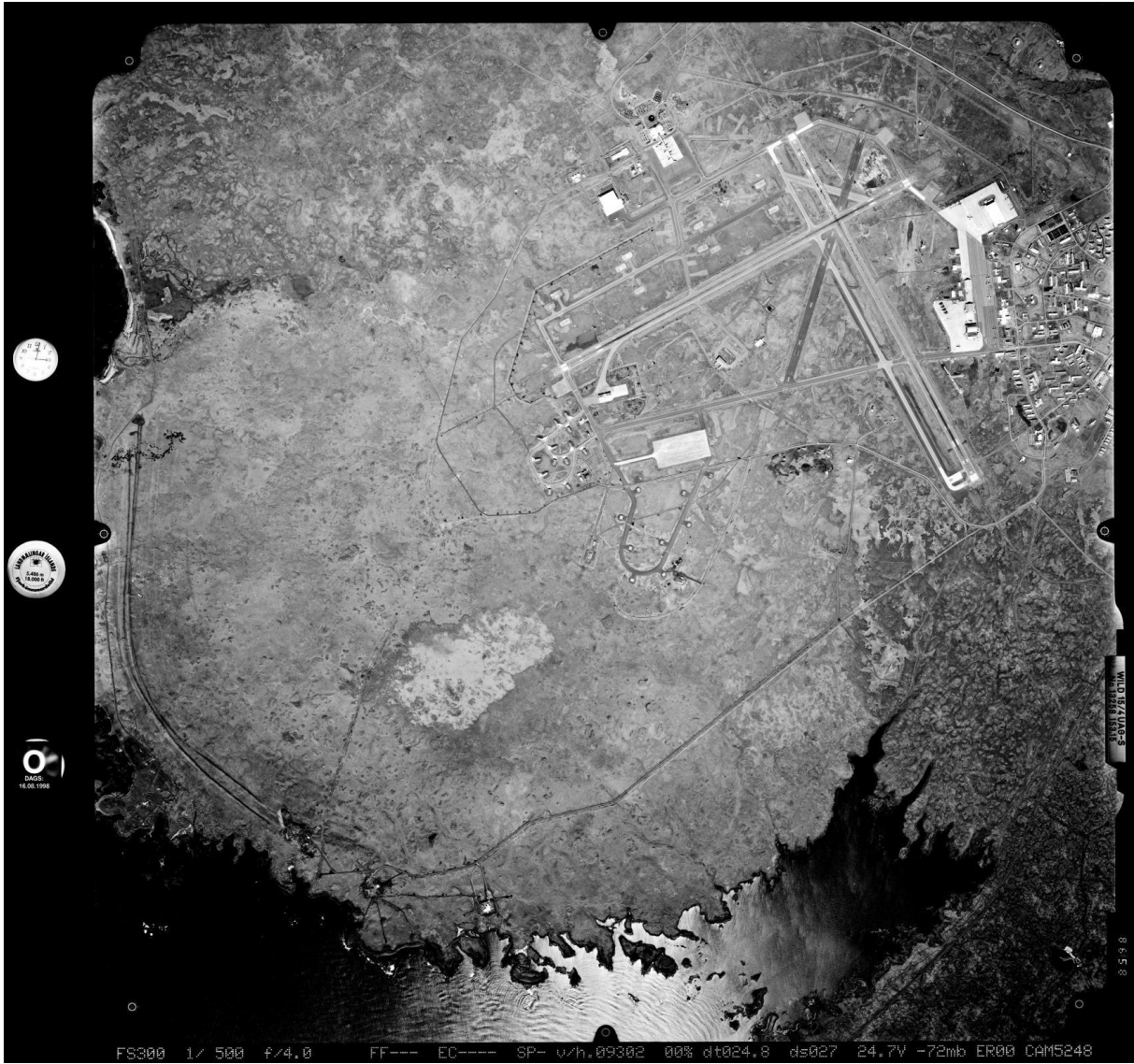
Loftmynd frá 1993



Nýtt sprengjueyðingarsvæði LHG við Keflavíkurlflugvöll.  
Mat á núverandi og framtíðarástandi jarðvegs og grunnvatns.



Loftmynd frá 1996



Loftmynd frá 1998



## Viðauki 2 Grunnástand grunnvatns undir nýja sprengjueyðingarsvæðinu

Til að sýna bakgrunnsgildi eða núverandi ástand grunnvatnsins undir nýja sprengjueyðingarsvæðinu, sbr. „fyrra ástand“ í rg. 1400/202 og „grunnástand“ í rg. 550/2018, er hér valið að nota og birta niðurstöður mælinga frá árinu 2019 á grunnvatni í rannsóknarborholu ÖH-04, en hún er næst fyrirhuguðu sprengjueyðingarsvæði og liggur undan grunnvatnsstraumi frá eyðingarsvæðinu en ofan straums frá urðunarstaðnum niður undir Ósabatnum og kenndur er við Stafnes.

Einnig eru sýndar mælingar úr holum ÖH-03, sem er líklega að mestu eða öllu leyti utan við mengun frá urðunarstaðnum, og ÖH-05 sem er við ströndin og rétt neðan við urðunarstaðinn og því undir beinum áhrifum frá mengun frá urðunarstaðnum og hugsanlega einhverjum áhrifum frá sjó á flóði.

Sjá mynd 5 hér að neðan, af staðsetningu borholanna við Stafnesurðunarstaðinn, sem boraðar voru á vegum Sorpeyðingarstöðvar Suðurnesja í kringum árið 2000 (Orkustofnun og Loftmyndir, 2023).

Í skýrslu um mælingar á grunnvatni á urðunarstöðunum við Stafnes í Suðurnesjabæ og Smiðjutröð í Reykjanesbæ, en þeim var endanlega lokað 2010 og 2011, má sjá þróun niðurstaðna um efnainnihald í borholum ÖH-04 og ÖH-05, skv. mælingum árin 2009 og 2014 auk 2019 þar sem ÖH-03 var líka mæld; þar segir í samantektarkafli (Margrét Traustadóttir og Þorgeir S. Helgason, 2020):

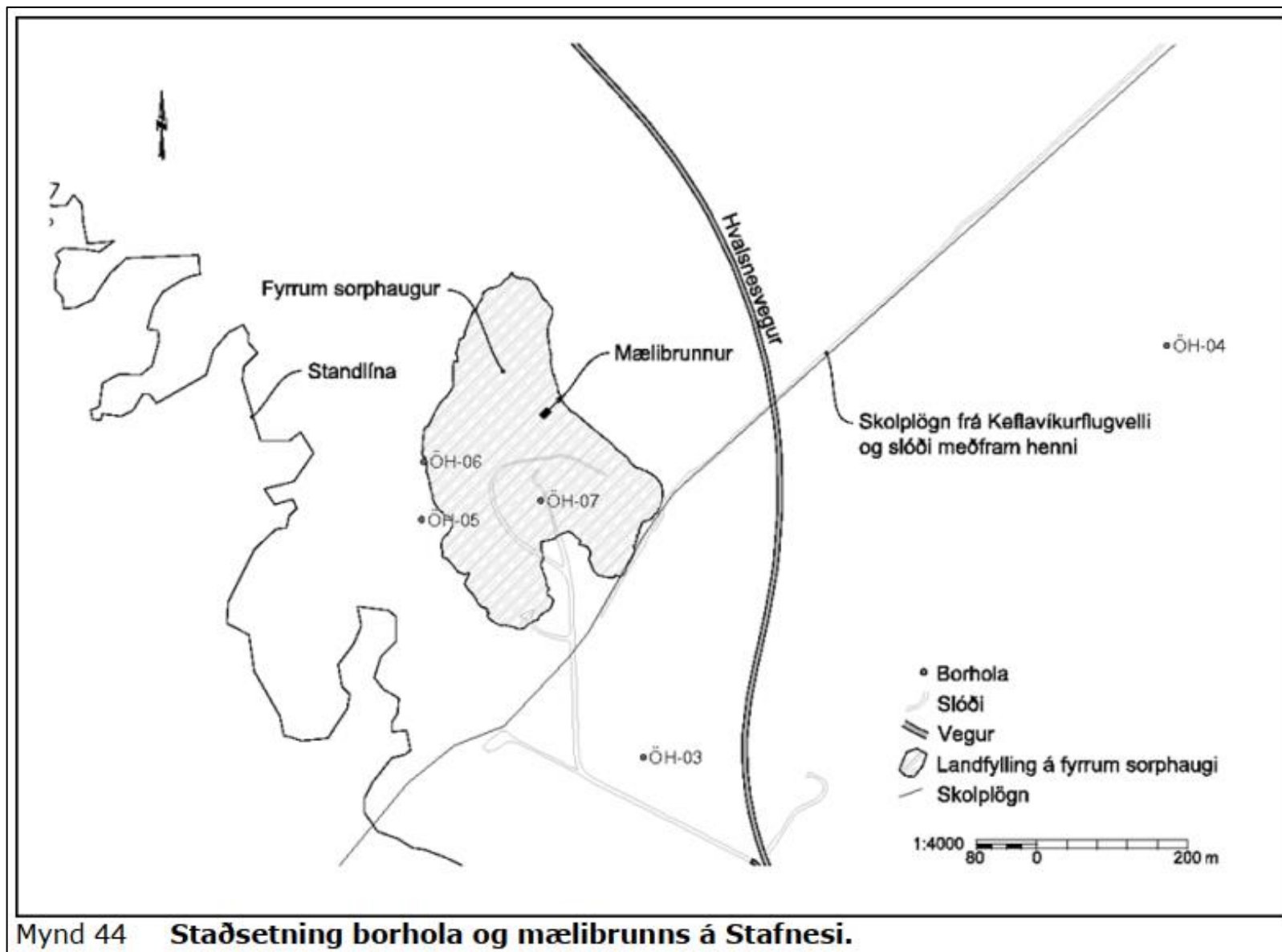
Grunnvatnssýnataka og efnagreining.

Sýnataka vatns úr borholum fór fram 13. nóvember 2019 á Stafnesi og 25. nóvember á Smiðjutröð. Í kjölfarið voru sýnin send til Þýskalands í efnagreiningu og bárust niðurstöður þeirra þann 6. janúar 2020. Niðurstöður efnagreininganna eru sýndar í 3. kafla og frumniðurstöður birtar í viðauka. Aðeins takmarkaður samanburður er gerður í þessari greinargerð á niðurstöðum efnagreininga á milli borhola og milli árána 2008, 2009, 2014 og 2019. Styrkur rokgjarna lífræna leysiefnisins 1,1,1-tríklóretan er lágur sem fyrr, ef frá er talin borhola KEL-4 án þess að skýring sé þekkt á því hærra gildi. Dæmi um staðbundna mengun vegna urðunar sorps kemur fram á myndum af efnastyrk fyrir ál (Al) og járn (Fe) frá fyrri árum, en ekki nú. Styrkur kvikasilfurs (Hg) og heildarstyrkur lífræns kolefnis (TOC) mældist hærri en í seinustu mælingu. Tæringarvarnarefni í afsingarvökva flugvéla (bensótríasól) voru mæld í sýnum í fyrsta skipti og reyndust vera til staðar í flestöllum borholunum.“

Sjá töflu 3 hér að neðan, með niðurstöðum úr þremur af níu borholum sem sýni voru tekin úr, þar sem frumgögn þýsku prófunarstofunnar Eurofins Umwelt Ost GmbH hafa verið sett inn í töflu með íslenskum haus í framangreindri skýrslu: Borhola ÖH-03, sýnanúmer 10786 hjá þýsku prófunarstofunni; hola ÖH-04, sýnanúmer 10787; hola ÖH-05, sýnanúmer 10788.

Neðangreindar mælingar snúast vissulega ekki um „16 04 Sprengiefnaúrgang“ svo vitnað sé í reglugerð nr. 1040/2016 „um skrá yfir úrgang og mat á hættulegum eiginleikum úrgangs; frekar er hér um að ræða „13 Olíuúrgang og úrgang fljótandi eldsneytis“ og „14 Úrgang lífrænna leysa, kælimiðla og drifefna“ o.s.frv. og þarf því að skilgreina viðeigandi efni til greiningar við framtíðarvöktun.





Mynd 5 Staðsetning borholanna ÖH-03 syðst, ÖH-04 austast og ÖH-05 utan í urðunarstaðnum á Stafnesi.



Tafla 3 Niðurstöður efnagreininga á rannsóknarborholum ÖH-03, ÖH-04 og ÖH-05, þar sem frumgögn þýsku prófunarstofunnar Eurofins Umwelt Ost GmbH eru birt (Margrét Traustadóttir og Þorgeir S. Helgason, 2020), en hér með íslenskum haus. Frh. á næstu sex síðum.

Lýsing	Eining	Greiningar- mörk	Aðferð	ÖH-03	ÖH-04	ÖH-05
				619138721 Sample number 10786	619138722 Sample number 10787	619138723 Sample number 10788
Physikalisch-chemische Kenngrößen						
pH-Wert			DIN EN ISO 10523 (C5): 2012-04	8,1	8,0	8,0
Temperatur pH-Wert	°C		DIN 38404-4 (C4): 1976-12	16,7	15,7	16,0
Leitfähigkeit bei 25°C	µS/cm	5,0	DIN EN 27888: 1993-11	364	210	554
Anionen						
Fluorid	mg/l	2,0	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07	< 2,0	< 2,0	< 2,0
Chlorid (Cl)	mg/l	1,0	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07	79	39	110
Bromid	mg/l	1,0	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Nitrat (NO3)	mg/l	1,0	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07	3,7	2,8	1,5
Nitrit (NO2)	mg/l	0,01	DIN ISO 15923-1 (D49): 2014-07	< 0,01	0,01	< 0,01
Sulfat (SO4)	mg/l	1,0	DIN EN ISO 10304-1: 2009-07	11	5,2	16
Phosphat, gesamt	mg/l	0,05	DIN ISO 15923-1 (D49): 2014-07	0,07	< 0,05	< 0,05
Elemente						
Aluminium (Al)	mg/l	0,01	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Arsen (As)	mg/l	0,001	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Barium (Ba)	mg/l	0,0005	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	0,0058	0,0023	0,0057
Beryllium (Be)	mg/l	0,001	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Blei (Pb)	mg/l	0,001	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Bor (B)	mg/l	0,02	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	0,02	< 0,02	0,05
Cadmium (Cd)	mg/l	0,0002	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002
Calcium (Ca)	mg/l	0,02	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	5,94	4,35	15,4
Cer (Ce)	mg/l	0,00010	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010
Chrom (Cr)	mg/l	0,001	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Cobalt (Co)	mg/l	0,0002	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002



Eisen (Fe)	mg/l	0,005	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	0,008	< 0,005	< 0,005
Kalium (K)	mg/l	0,05	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	2,38	1,55	4,46
Kupfer (Cu)	mg/l	0,001	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	< 0,001	< 0,001	0,001
Lanthan (La)	mg/l	0,00010	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010
Lithium (Li)	mg/l	0,005	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Magnesium (Mg)	mg/l	0,02	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	8,11	5,38	14,4
Mangan (Mn)	mg/l	0,001	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	0,003	0,002	0,001
Molybdän (Mo)	mg/l	0,001	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Natrium (Na)	mg/l	0,05	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	48,8	26,2	67,8
Nickel (Ni)	mg/l	0,001	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Phosphor (P)	mg/l	0,2	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Quecksilber (Hg)	mg/l	0,0001	DIN EN ISO 12846: 2012-08	0,0100	< 0,0001	0,0003
Scandium (Sc)	mg/l	0,00010	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010
Silber (Ag)	mg/l	0,001	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Silicium (Si)	mg/l	0,01	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	7,10	7,95	9,23
Strontium (Sr)	mg/l	0,002	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	0,040	0,023	0,120
Titan (Ti)	mg/l	0,01	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Vanadium (V)	mg/l	0,002	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Yttrium (Y)	mg/l	0,00010	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010
Zink (Zn)	mg/l	0,002	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	0,017	0,018	0,022
Zinn (Sn)	mg/l	0,001	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Zirconium (Zr)	mg/l	0,02	DIN EN ISO 17294-2: 2005-02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
<b>Organische Summenparameter</b>						
TOC	mg/l	1,0	DIN EN 1484: 1997-08	< 1,0	< 1,0	1,2
Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB)	mg/l	15	DIN 38409-H41: 1980-12	< 15	< 15	< 15
AOX	mg/l	0,01	DIN EN ISO 9562 (H 14): 2005-02	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Kohlenwasserstoffe C10-C22	mg/l	0,10	DIN EN ISO 9377-2: 2001-07	< 0,10	< 0,10	< 0,10



Kohlenwasserstoffe C10-C40	mg/l	0,10	DIN EN ISO 9377-2: 2001-07	0,13	< 0,10	< 0,10
<b>BTEX und aromatische Kohlenwasserstoffe</b>						
Benzol	µg/l	0,1	DIN 38407-9 (1): 1991-05 (MSD)	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Toluol	µg/l	0,2	DIN 38407-9 (1): 1991-05 (MSD)	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Ethylbenzol	µg/l	0,2	DIN 38407-9 (1): 1991-05 (MSD)	< 0,2	< 0,2	< 0,2
m-/p-Xylol	µg/l	0,2	DIN 38407-9 (1): 1991-05 (MSD)	< 0,2	< 0,2	< 0,2
o-Xylol	µg/l	0,2	DIN 38407-9 (1): 1991-05 (MSD)	< 0,2	< 0,2	< 0,2
1,3,5-Trimethylbenzol (Mesitylen)	µg/l	0,5	DIN 38407-9 (1): 1991-05 (MSD)	< 0,5	< 0,5	< 0,5
1,2,4-Trimethylbenzol	µg/l	0,5	DIN 38407-9 (1): 1991-05 (MSD)	< 0,5	< 0,5	< 0,5
1,2,3-Trimethylbenzol	µg/l	0,5	DIN 38407-9 (1): 1991-05 (MSD)	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Isopropylbenzol (Cumol)	µg/l	1,0	DIN 38407-9 (1): 1991-05 (MSD)	< 1,0	< 1,0	< 1,0
n-Propylbenzol	µg/l	1,0	DIN 38407-9 (1): 1991-05 (MSD)	< 1,0	< 1,0	< 1,0
n-Butylbenzol	µg/l	1,0	DIN 38407-9 (1): 1991-05 (MSD)	< 1,0	< 1,0	< 1,0
sec-Butylbenzol	µg/l	1,0	DIN 38407-9 (1): 1991-05 (MSD)	< 1,0	< 1,0	< 1,0
tert-Butylbenzol	µg/l	1,0	DIN 38407-9 (1): 1991-05 (MSD)	< 1,0	< 1,0	< 1,0
p-Isopropyltoluol	µg/l	1,0	DIN 38407-9 (1): 1991-05 (MSD)	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Naphthalin	µg/l	1,0	DIN 38407-9 (1): 1991-05 (MSD)	< 1,0	< 1,0	< 1,0
<b>LHKW</b>						
Dichlormethan	µg/l	1,0	DIN EN ISO 10301: 1997-08	< 1,0	< 1,0	< 1,0
trans-1,2-Dichlorethen	µg/l	1,0	DIN EN ISO 10301: 1997-08	< 1,0	< 1,0	< 1,0
cis-1,2-Dichlorethen	µg/l	1,0	DIN EN ISO 10301: 1997-08	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Chloroform (Trichlormethan)	µg/l	0,5	DIN EN ISO 10301: 1997-08	< 0,5	< 0,5	< 0,5
1,1,1-Trichlorethan	µg/l	0,5	DIN EN ISO 10301: 1997-08	< 0,5	< 0,5	< 0,5
1,1,2-Trichlorethan	µg/l	0,5	DIN EN ISO 10301: 1997-08	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Tetrachlormethan	µg/l	0,5	DIN EN ISO 10301: 1997-08	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Trichlorethen	µg/l	0,5	DIN EN ISO 10301: 1997-08	< 0,5	< 0,5	< 0,5



Tetrachlorethen	µg/l	0,5	DIN EN ISO 10301: 1997-08	< 0,5	< 0,5	< 0,5
1,1-Dichlorethen	µg/l	1,0	DIN EN ISO 10301: 1997-08	< 1,0	< 1,0	< 1,0
1,1-Dichlorethan	µg/l	1,0	DIN EN ISO 10301: 1997-08	< 1,0	< 1,0	< 1,0
1,2-Dichlorethan	µg/l	1,0	DIN EN ISO 10301: 1997-08	< 1,0	< 1,0	< 1,0
1,1,1,2-Tetrachlorethan	µg/l	2,0	DIN EN ISO 10301: 1997-08	< 2,0	< 2,0	< 2,0
1,2-Dichlorpropan	µg/l	0,5	DIN EN ISO 10301: 1997-08	< 0,5	< 0,5	< 0,5
1,3-Dichlorpropan	µg/l	1,0	DIN EN ISO 10301: 1997-08	< 1,0	< 1,0	< 1,0
2,2-Dichlorpropan	µg/l	1,0	DIN EN ISO 10301: 1997-08	< 1,0	< 1,0	< 1,0
cis-1,3-Dichlorpropen	µg/l	1,0	DIN EN ISO 10301: 1997-08	< 1,0	< 1,0	< 1,0
trans-1,3-Dichlorpropen	µg/l	1,0	DIN EN ISO 10301: 1997-08	< 1,0	< 1,0	< 1,0
1,1-Dichlorpropen	µg/l	1,0	DIN EN ISO 10301: 1997-08	< 1,0	< 1,0	< 1,0
1,2,3-Trichlorpropan	µg/l	1,0	DIN EN ISO 10301: 1997-08	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Hexachlorbutadien	µg/l	0,5	DIN EN ISO 10301: 1997-08	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Bromchlormethan	µg/l	1,0	DIN EN ISO 10301: 1997-08	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Dibrommethan	µg/l	0,5	DIN EN ISO 10301: 1997-08	< 0,5	< 0,5	< 0,5
1,2-Dibrommethan	µg/l	0,5	DIN EN ISO 10301: 1997-08	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Bromdichlormethan	µg/l	0,5	DIN EN ISO 10301: 1997-08	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Dibromchlormethan	µg/l	0,5	DIN EN ISO 10301: 1997-08	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Tribrommethan	µg/l	1,0	DIN EN ISO 10301: 1997-08	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Trichlorfluormethan (R 11)	µg/l	2,0	DIN EN ISO 10301: 1997-08	< 2,0	< 2,0	< 2,0
1,2-Dichlorbenzol	µg/l	0,5	DIN EN ISO 10301: 1997-08	< 0,5	< 0,5	< 0,5
1,3-Dichlorbenzol	µg/l	0,5	DIN EN ISO 10301: 1997-08	< 0,5	< 0,5	< 0,5
1,4-Dichlorbenzol	µg/l	0,5	DIN EN ISO 10301: 1997-08	< 0,5	< 0,5	< 0,5
<b>Halogenfreie Lösungsmittel</b>						
Ethanol	mg/l	0,5	DIN 38407-43 (F43): 2014-10	< 0,5	< 0,5	< 0,5
2-Propanol	mg/l	0,1	DIN 38407-43 (F43): 2014-10	< 0,1	< 0,1	< 0,1



MTBE (Methyl-tert-butylether)	µg/l	1,0	DIN 38407-9 (1): 1991-05 (MSD)	< 1,0	< 1,0	< 1,0
TAME (tert-Amylmethylether)	µg/l	1,0	DIN 38407-9 (1): 1991-05 (MSD)	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Acetaldehyd	mg/l	0,1	DIN 38407-43 (F43): 2014-10	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Aceton	mg/l	0,05	DIN 38407-43 (F43): 2014-10	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Methylacetat	mg/l	0,05	DIN 38407-43 (F43): 2014-10	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Ethylacetat	mg/l	0,05	DIN 38407-43 (F43): 2014-10	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Glykole und Polyole						
1,2-Ethandiol (Ethylenglycol)	mg/l	1,0	Internal Method EFW-MA-SP 53: 2018-05	< 1,0	< 1,0	< 1,0
1,2-Propandiol (Propylenglykol)	mg/l	1,0	Internal Method EFW-MA-SP 53: 2018-05	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Organische Einzelverbindungen						
Brombenzol	µg/l	1,0	DIN EN ISO 10301: 1997-08	< 1,0	< 1,0	< 1,0
PAK						
Naphthalin	µg/l	0,05	DIN 38407-39 (F39): 2011-09	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Acenaphthylen	µg/l	0,05	DIN 38407-39 (F39): 2011-09	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Acenaphthen	µg/l	0,05	DIN 38407-39 (F39): 2011-09	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Fluoren	µg/l	0,05	DIN 38407-39 (F39): 2011-09	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Phenanthren	µg/l	0,05	DIN 38407-39 (F39): 2011-09	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Anthracen	µg/l	0,01	DIN 38407-39 (F39): 2011-09	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Fluoranthen	µg/l	0,01	DIN 38407-39 (F39): 2011-09	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Pyren	µg/l	0,01	DIN 38407-39 (F39): 2011-09	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Benzo[a]anthracen	µg/l	0,01	DIN 38407-39 (F39): 2011-09	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Chrysen	µg/l	0,01	DIN 38407-39 (F39): 2011-09	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Benzo[b]fluoranthen	µg/l	0,01	DIN 38407-39 (F39): 2011-09	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Benzo[k]fluoranthen	µg/l	0,01	DIN 38407-39 (F39): 2011-09	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Benzo[a]pyren	µg/l	0,01	DIN 38407-39 (F39): 2011-09	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Indeno[1,2,3-cd]pyren	µg/l	0,01	DIN 38407-39 (F39): 2011-09	< 0,01	< 0,01	< 0,01



Dibenzo[a,h]anthracen	µg/l	0,01	DIN 38407-39 (F39): 2011-09	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Benzo[ghi]perylene	µg/l	0,01	DIN 38407-39 (F39): 2011-09	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Summe 16 EPA-PAK exkl.BG	µg/l		DIN 38407-39 (F39): 2011-09	(n. c.)	(n. c.)	(n. c.)
Summe 15 PAK ohne Naphthalin exkl.BG	µg/l		DIN 38407-39 (F39): 2011-09	(n. c.)	(n. c.)	(n. c.)
<b>Chlorbenzole</b>						
Chlorbenzol	µg/l	0,5	DIN EN ISO 10301: 1997-08	< 0,5	< 0,5	< 0,5
1,2,3-Trichlorbenzol	µg/l	0,5	DIN EN ISO 10301: 1997-08	< 0,5	< 0,5	< 0,5
1,2,4-Trichlorbenzol	µg/l	0,5	DIN EN ISO 10301: 1997-08	< 0,5	< 0,5	< 0,5
2-Chlortoluol	µg/l	1,0	DIN EN ISO 10301: 1997-08	< 1,0	< 1,0	< 1,0
4-Chlortoluol	µg/l	1,0	DIN EN ISO 10301: 1997-08	< 1,0	< 1,0	< 1,0
<b>Benzotriazole</b>						
Benzotriazol	µg/l	0,01	Internal Method IPJ MA 504- 868: 2016-09	0,03	0,04	0,02
4-Methyl-1H- benzotriazol	µg/l	0,01	Internal Method IPJ MA 504- 868: 2016-09	0,23	0,24	0,06
5-Methyl-1H- benzotriazol	µg/l	0,01	Internal Method IPJ MA 504- 868: 2016-09	< 0,01	< 0,01	< 0,01
<b>Dioxine und Furane</b>						
2,3,7,8-TetraCDD	ng/l	0,001	ISO 18073: 2004-04	< 0,002	< 0,002	< 0,002
1,2,3,7,8-PentaCDD	ng/l	0,001	ISO 18073: 2004-04	< 0,002	< 0,002	< 0,002
1,2,3,4,7,8-HexaCDD	ng/l	0,001	ISO 18073: 2004-04	< 0,002	< 0,002	< 0,002
1,2,3,6,7,8-HexaCDD	ng/l	0,001	ISO 18073: 2004-04	< 0,002	< 0,002	< 0,002
1,2,3,7,8,9-HexaCDD	ng/l	0,001	ISO 18073: 2004-04	< 0,002	< 0,002	< 0,002
1,2,3,4,6,7,8- HeptaCDD	ng/l	0,005	ISO 18073: 2004-04	< 0,010	< 0,010	< 0,010
OctaCDD	ng/l	0,010	ISO 18073: 2004-04	< 0,020	< 0,020	< 0,020
2,3,7,8-TetraCDF	ng/l	0,001	ISO 18073: 2004-04	< 0,002	< 0,002	< 0,002
1,2,3,7,8-PentaCDF	ng/l	0,001	ISO 18073: 2004-04	< 0,002	< 0,002	< 0,002
2,3,4,7,8-PentaCDF	ng/l	0,001	ISO 18073: 2004-04	< 0,002	< 0,002	< 0,002



### Viðauki 3 Sprengiefnaúrgangur – Dæmi um lífræn gerviefni fengið frá Hjerkin í sveitarfélaginu Dovre í Innlandfylki í Noregi

Mikla reynslu og þekkingu um mengun og hreinsun á skotfæraeyðingarstöðum má fá frá Noregi og hefur Landhelgisgæslan verið í sambandi við rannsóknastofnun norska hersins, FFI. Hér er tekið fyrir dæmi frá sprengjueyðingarsvæðinu í Svånådalen innan Hjerkin skotæfingasvæðisins í Dovrafjöllum.

„Lífrænt gerviefni“ (e. synthetic organic (carbon-based) chemical) er „efnasamband sem menn hafa framleitt og finnst ekki í náttúrunni“ og þar af eru þau sem „eyðast seint í náttúrunni og safnast upp í fituvefjum dýra“ kölluð „þrávirk lífræn efni“ (e. persistent organic pollutants; Hafþór Guðjónsson, 2006).

Í skýrslu rannsóknastofnunar norska hersins, FFI (Voie o.fl., 2014) þar sem úrgangsefni voru mæld í jarðefnum og úr árvatni á sprengjueyðingarsvæðinu (n. demoleringsfeltet) í Svånådalen þar sem áin Svone rennur, innan Hjerkin skotæfingasvæðisins (n. Hjerkin skytefelt) sem er í Dovrafjöllum Hjerkin, sjá afstöðumynd 6 hér að neðan, segir í inngangi m.a. eftirfarandi:

Grunn som blir benyttet til militær virksomhet, spesielt skyte- og øvingsfelt, er hovedsaklig forurensset med energetiske forbindelser slik som 2,4,6-trinitrotoluen (TNT), 1,3,5,7-tetranitro-1,3,5,7-tetrazocin (HMX) og hexahydro-1,3,5-trinitro-1,3,5-triazin (RDX) i tillegg til metaller.

Myndir 7 og 8 sýna sprengjueyðingarsvæðið og sýnatökustaðina við Svone ána á Hjerkinnsvæðinu, sem var lokað 2021 eftir hreinsun (Forsvarsbygg, 2021). Mikið fannst á sýnatökustöðunum af lausum sprengjuefnamolum, allt upp í um og yfir 8 mm að stærð, einkum gerðum úr TNT.

Tafla 4 sýnir niðurstöður efnagreininga á lífrænum gerviefnum í sýnum úr lausum aðfluttum jarðefnum á Hjerkin, eftir að allir sýnilegir molar stærri en 2 mm höfðu verið fjarlægðir, en ekki var tekið bakgrunnssýni.

Tafla 5 sýnir niðurstöður efnagreininga á lífrænum gerviefnum í tveimur sýnum úr árvatni austan við eyðingarsvæðið Hjerkin, þar af annað bakgrunnssýni, og þremur sýnum úr uppsöfnuðu vatni í sprengjugígum á eyðingarsvæðinu.

Tafla 6 útskýrir stuttlega efnin sem greind voru frá Hjerkinnsvæðinu, en nánari upplýsingar má fá í gagnagrunni Efnastofnunar Evrópu (ECHA, 2023) og gagnagrunninum PubChem hjá bandarísku stofnuninni um líftækniupplýsingar (PubChem, 2023) þaðan sem upplýsingarnar í töflunni voru fengnar.

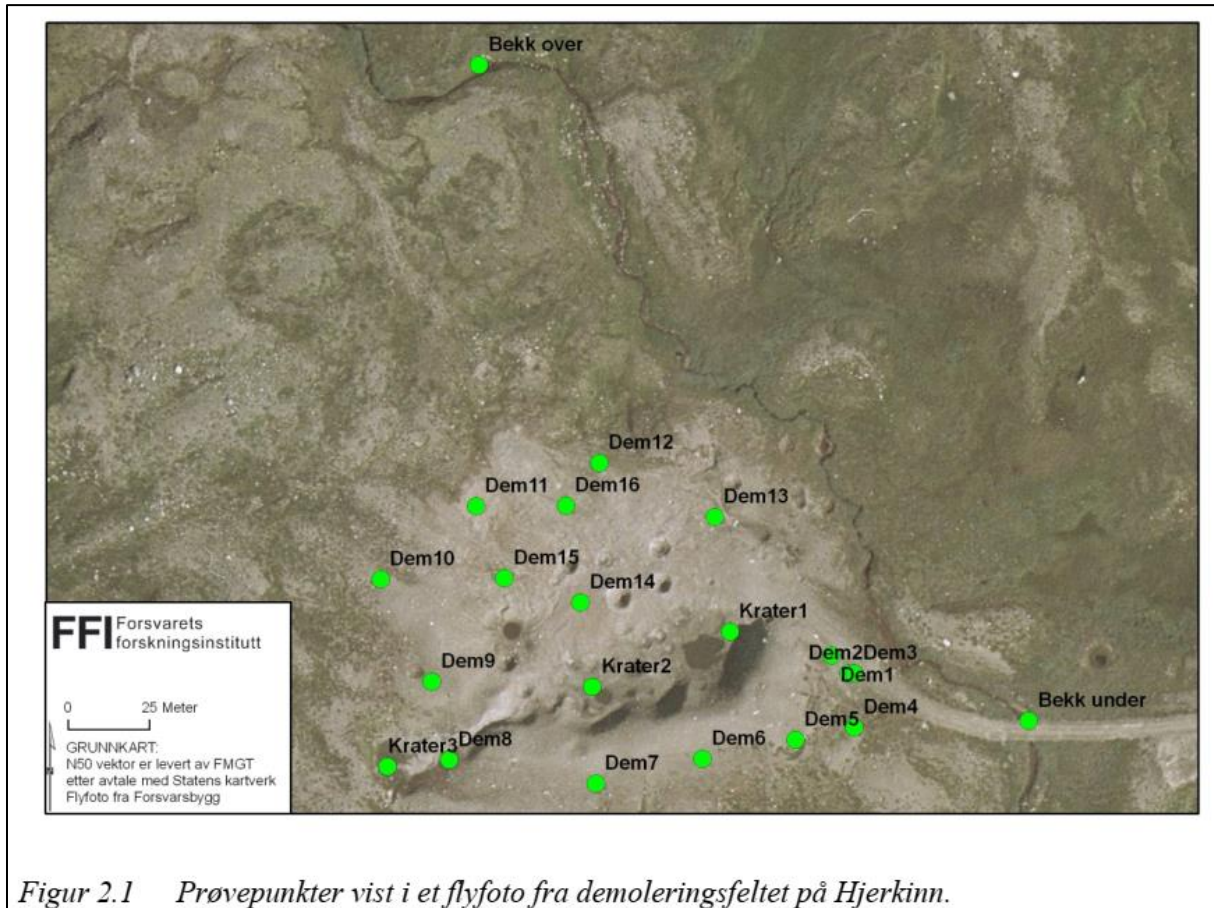
Niðurstöðurnar frá Hjerkin sýna hverju má búast við á nýju sprengjueyðingarsvæði Landhelgisgæslunnar, en hafa þer í huga að umfang eða magn sprengiefni á nýju svæði LHG verður líklega mun minna en í Hjerkin og nær öruggleg minna en var á aflögðu svæði LHG eftir 2006 enda er mun minni hernaðartengd starfsemi við sprengjueyðinguna eftir brottför hersins.

Að hve miklu leyti niðurstöðurnar frá Hjerkin í Noregi geti átt við sprengjueyðingarsvæðið á gamla varnarsvæðinu, „umhverfisástandsstað“ 57 - „Svæði til skotfæraförgunar með brennslu og sprengingu vestur af flughlöðum Pattersonflugvallar“ - er ekki hægt að fullyrða, en við því mætti búast að töluverð líkindi væri með ástandinu á Hjerkin.

Öll efnin í töflum 4 og 5 flokkast sem hættuleg efni (e. hazardous substances), en í skrefi 2 er spurt hver þeirra teljast hættuleg efni og skipta hér máli (e. relevant hazardous substances). Svar við þeirri spurningu þarf frekari vinnslu við, en þau efni úr töflum 4 og 5 í viðauka 3 sem þyrfti líklega ekki að vakta í jarðefnum á nýju svæði eru þessi: Tetryl, 2,6-DNT, 2,4-DNT og PETN; og þau sem þyrfti líklega ekki að vakta í grunnvatni eru þessi: Tetryl, 2,6-DNT og PETN; önnur efni í 4 og 5 skipta því máli og þarf að vakta.







Figur 2.1 Prøvepunkter vist i et flyfoto fra demoleringsfeltet på Hjerkindalen.

**Mynd 8** Nærmynd af sýnatökustöðunum (DEM; grænir) á sprengjueyðingarsvæðinu í Oppland-fylki í Noregi, kennt við sveitarfélagið Hjerkindalen (Hjarðkinn), tekin áður en því var lokað. Gryfjur fyrir eyðinguna og stærri gryfjur eða gígar (krater) sem urðu að tjörnum sjást líka. Bekk over og under eru sýnatökustaðirnir tveir úr læknum, annar á því sem var talið ómengað ofan straums, hinn undan straumi neðan við eyðingarsvæðið (Voie o.fl., 2014).



Tafla 4 Hjerkin. Niðurstöður efnagreininga á lífrænum gerviefnum í jarðefnasýnum (DEM 1-16) á sprengjueyðingarsvæðinu á mynd 8, þegar allir sýnilegir molar stærri en 2 mm höfðu verið fjarlægðir (Voie o.fl, 2014).

Prøve	HMX	RDX	TNB	Tetryl	TNT	2,6-DNT	2,4-DNT	2-ADNT	4-ADNT	PETN
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
DEM1	4	28,3	0,4	< 0,1	50	< 0,01	< 0,01	3,1	2,6	< 0,01
DEM2	5	27,7	0,5	< 0,1	91*	< 0,01	< 0,01	4,1	4,3	< 0,01
DEM3	93	800*	2,1	< 0,1	11370*	0,02	< 0,01	194*	126*	< 0,01
DEM4	0,1	1,37	1,8	< 0,1	23,7	< 0,01	0,4	2,3	2	< 0,01
DEM5	0,1	2,98	0,3	< 0,1	45,1	< 0,01	< 0,01	3,3	2,5	< 0,01
DEM6	3,9	119	0,3	< 0,1	475*	< 0,01	< 0,01	11	7,8	< 0,01
DEM7	1,2	23,8	0,5	< 0,1	134*	< 0,01	< 0,01	4,6	4,8	< 0,01
DEM8	0,04	4,01	0,9	< 0,1	25,6	< 0,01	< 0,01	1,3	1,3	< 0,01
DEM9	0,2	110	1,0	< 0,1	79*	< 0,01	< 0,01	9,7	7,9	< 0,01
DEM10	0,1	0,75	0,6	< 0,1	46,5	< 0,01	0,1	5,5	5,4	< 0,01
DEM11	0,03	30	0,3	< 0,1	160*	< 0,01	< 0,01	6	6,7	< 0,01
DEM12	0,5	28	2,3	< 0,1	1630*	0,01	< 0,01	87	83	1
DEM13	7,6	53*	0,6	< 0,1	109*	0,75	0,1	7,8	7,9	< 0,01
DEM14	2,1	450*	1,8	< 0,1	2560	0,48	7,2	83	62	< 0,01
DEM15	0,03	16,1	< 0,01	< 0,1	56*	< 0,01	3,9	4	4,8	< 0,01
DEM16	0,2	4,23	0,2	< 0,1	87*	< 0,01	< 0,01	0,1	0,02	0,3

Tabell 3.1 Konsentrasjónir av eksplosiver og utvalgte nedbrytningsprodukter i jord i demoleringsfeltet i Svånådalen, Hjerkin. Synlige partikler av eksplosiver er fjernet for prøvetaking og analyse. \*Estimert da nivået er over øvre kvantifiseringsgrense på 50 mg/kg.



Tafla 5 Hjerkin. Niðurstöður efnagreininga á lífrænum gerviefnum í sýnum úr árvatni í bakgrunni ofan við sprengjueyðingarsvæðið (Bekk over) og öðru menguðu neðan við svæðið (Bekk under) og uppsöfnuðu vatni í sprengjugígum (Krater) á mynd 8 (Voie o.fl, 2014).

Prøve	HMX	RDX	TNB	Tetryl	TNT	2,6-DNT	2,4-DNT	2-ADNT	4-ADNT	PETN
	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Bekk over	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Bekk under	0,04	1,3	0,03	< 0,02	0,7	< 0,02	< 0,02	0,03	0,06	< 0,02
Krater 1	216*	380*	17,4	< 0,02	142*	< 0,02	1,0	93,5	49,2	< 0,02
Krater 2	6,3	103*	1,1	< 0,02	48,9	< 0,02	< 0,02	4,5	< 0,02	< 0,02
Krater 3	1,1	95,4	0,8	< 0,02	85,5	< 0,02	< 0,02	2,5	1,2	< 0,02

Tabell 3.3 *Konsentrasjoner av eksplosiver i vannprøver fra demoleringsfeltet. Lokaliteten «bekk over» ligger oppstrøms for demoleringsfeltet og ble benyttet som referanseverdi. \*Estimert da nivået er over øvre kvantifiseringsgrense på 100 µg/l.*



Tafla 6 Skýring á lífrænum gerviefnum í sýnum á Hjerkinnsvæðinu, í sömu röð og í töflum 4 og 5 að framan.

Algengt heiti efnis →	HMX	RDX	TNB	Tetryl	TNT	2,6-DNT	2,4-DNT	2-ADNT	4-ADNT	PETN
Skýringar ↓										
Enskt efnaheiti (ECHA, 2023)	Octa hydro-1,3,5,7-tetranitro-1,3,5,7-	Perhydro-1,3,5-trinitro-1,3,5-	1,3,5-trinitrobenzene	N-methyl-N,2,4,6-tetranitroaniline	2,4,6-trinitro-toluene	2,6-dinitro-toluene	2,4-dinitro-toluene	Ekki í (ECHA, 2023) en skv. PubChem: 2-Amino-4,6-dinitro-toluene	Ekki á skrá	Penta-erythritol-tetra-nitrate
Númer skv.										
ECHA (2023)	220-260-0	204-500-1	202-752-7	207-531-9	204-289-6	210-106-0	204-450-0	Ekki á skrá	Ekki á skrá	201-084-3
PubChem (2023)	17596	Ekki á skrá	7434	10178	8376	11813	8461	37182		6518
Algeng heiti (ECHA, 2023 eða PubChem (2023))	HMX, Octogen o.fl.	RDX o.fl.	TNB o.fl.	Tetryl	TNT o.fl.	2,6-DNT o.fl.	2,4-DNT o.fl.	2-ADNT o.fl.	Ekki á skrá	PETN o.fl.
Notkun (ECHA, 2023 eða PubChem, 2023)	Sprengiefni	Sprengiefni	Sprengiefni	Púður-kveikja	Sprengiefni	M.a. til framleiðslu á TNT	M.a. til framleiðslu á TNT	Lífrænt niðurbrotsefni TNT	Ekki á skrá	Kveikjuefni
Lífniðurbrot í jörð (ECHA, 2023)	Óþekkt	Takmarkað	Ekki tiltekið	Ekki tiltekið	Ekki tiltekið	Ekki tiltekið	Ekki tiltekið	Ekki á skrá	Ekki á skrá	Ekki tiltekið
Lífniðurbrot í vatni (ECHA, 2023)	Ekkert	Ekkert	Ekki tiltekið	Ekki tiltekið	Ekki tiltekið	Ekki tiltekið	Ekki tiltekið	Ekki á skrá	Ekki á skrá	Ekki tiltekið
Hættukóðar (ECHA, 2023) <sup>1)</sup>	GHS01	GHS01	GHS01	GHS01	GHS01					GHS01
	GHS06	GHS06	GHS06	GHS06	GHS06	GHS06	GHS06			
	GHS07							Ekki á skrá	Ekki á skrá	GHS07
	GHS08	GHS08	GHS08	GHS08	GHS08	GHS08	GHS08			
			GHS09		GHS09		GHS09			

1) Skýringar á hættukóðum (UST, 2023) í töflunni: GHS01-Sprengifimt. GHS06-Bráð eitúráhrif. GHS07-Heilsuskaði/Skaðar ósonlagið. GHS08-Alvarlegur heilsuskaði. GHS09-Skaðlegt umhverfinu.



#### Viðauki 4 Sprengiefnaúrgangur – Dæmi um þungmálma fengið frá Øyradalen í Noregi

Í (Birna S. Hallsdóttir o.fl., 2020) segir um þungmálma: „Þungmálmar eru málmar með meiri eðlisþyngd en 5 kg/l. [...] Sumir þungmálmar, eins og t.d. járn, kopar og zink, eru nauðsynlegir lífi í lágum styrk og ef of lítið er af þeim koma fram skorteinkenni. Þessir málmar eru hins vegar oft eittraðir í of miklu magni. Aðrir málmar eins og kadmíum, blý, kvikasilfur og arsen hafa enga jákvæða virkni og eru eittraðir jafnvel í litlu magni.“ Hvað snertir króm, þá telst hætta, í flokki GHS07-Heilsuskaði, GHS08-Alvarlegur heilsuskaði og GHS09-Skaðlegt umhverfinu, fylgja þeim málmum (ECHA, 2023).

Á sprengjueyðingarsvæði í Øyradalen í Noregi voru mældir þungmálmar (Johnsen, Ida Vaa, 2020) og þar segir m.a. í ágripi:

I Øyradalen sørøst for Lærdal sentrum ligger Forsvarets demoleringsfelt for ammunisjon. Dette området ble etablert i 1976 og har siden blitt benyttet av Forsvaret. For å overvåke konsentrasjonen av tungmetaller i dette området ble det i 1991 startet et program for prøvetaking og analyse av tungmetaller i jord.

Sjá yfirlitsmynd 9 hér að neðan og myndir 10 til 12 sem sýna sprengjueyðingarsvæðið í Øyradalen (eða Øyridalen skv. Kartverket (2023)), um 150 km ANA af Bergen, og eins og sést á myndunum er mótað í skriðuset.

Mynd 13 sýnir hvar jarðefnasýni voru tekin og tafla 7 sýnir niðurstöður efnagreininga á þungmálmum í jarðefnasýnunum. Sýni nr. 14 (FFI-nr. 19-200) um 2 km sunnan eða ofan við eyðingarsvæðið, og nr. 28 (19-211) um 2 km norðan eða neðan við svæðið, eru bakgrunnssýni og sjást á hægri hluta samsettrar myndar 13.

Mynd 14 sýnir svo hvar sex sýni voru tekin úr Nivla-ánni (en sýni var ekki tekið á stað C umrætt ár), sem rennur austan við eyðingarsvæðið eins og sést á myndum 11 og 12, og tafla 9 niðurstöður efnagreininga á sýnunum .

Í norsku skýrslunni eru niðurstöður mælinga á jarðefnasýnum bornar saman við „tilstandsklasser“, eða ástandsflokkar:

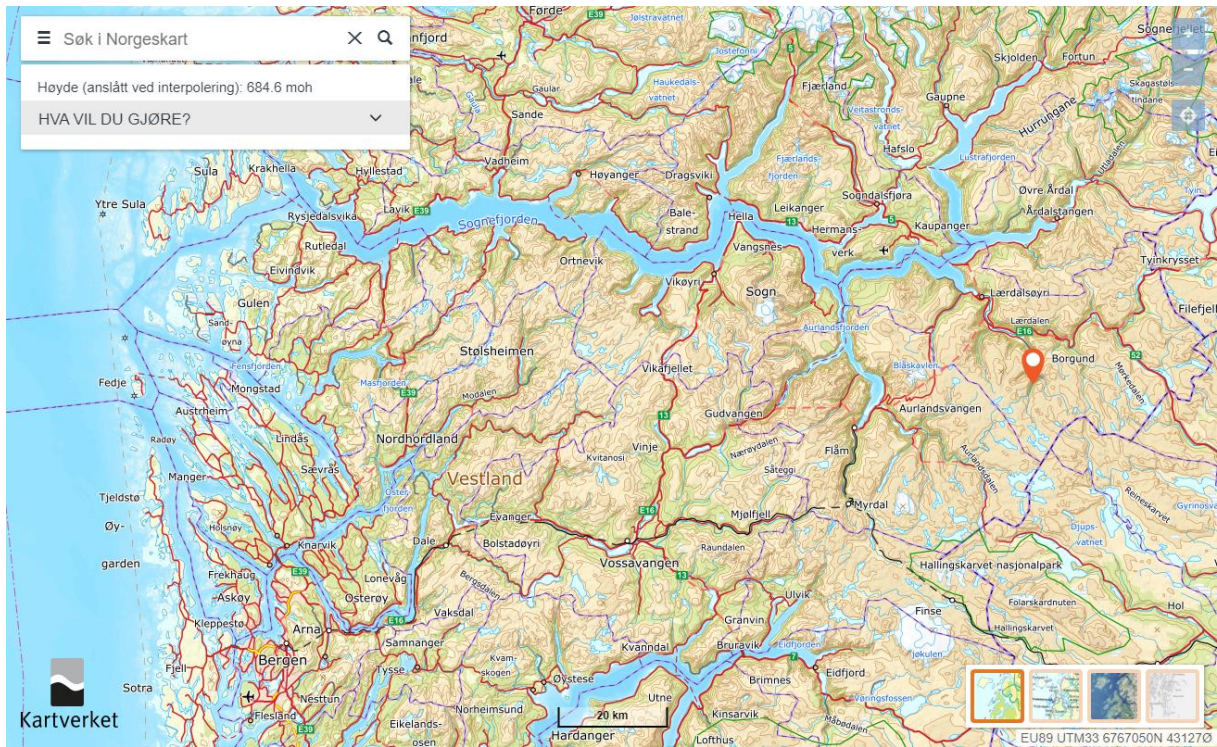
For å kunne si noe om et område er forurenset, og hvor forurenset dette området eventuelt er, benyttes såkalte helsebaserte tilstandsklasser. Disse tilstandsklassene er utviklet av Miljødirektoratet (Miljødirektoratet, 2009). Oppbyggingen av tilstandsklassene er basert på risikovurderinger av menneskelig helse på individnivå. Tilstandsklassene sier også noe om hva slags arealbruk som kan aksepteres på et område gitt forurensningsgrad (Tabell 1.1).

Sambærileg flokkun er notuð fyrir vatnssýnin í sömu skýrslu:

I ferskvannvann benyttes et eget klassifiseringssystem (Tabell 1.2) for å angi forurensningsgraden (Miljødirektoratet, 2016). Klassene er basert på toksikologiske data for vannlevende organismer, både for akutte og kroniske effekter.



## Nytt sprengjueyðingarsvæði LHG við Keflavíkurflugvöll. Mat á núverandi og framtíðarástandi jarðvegs og grunnvatns.



**Mynd 9** Sprengjueyðingarsvæðið í Øyradalen í Noregi, um 150 km ANA af Bergen og um 150 km SSV af Hjerkinnsvæðinu, er merkt inn (Kartverket, 2023).



**Mynd 10** Nærmynd af sprengjueyðingarsvæðinu (svört píla) í skriðu í Øyradalen í Noregi (Kartverket, 2023).



*Figur 1.1 Demoleringsområdet i Øyradalen*

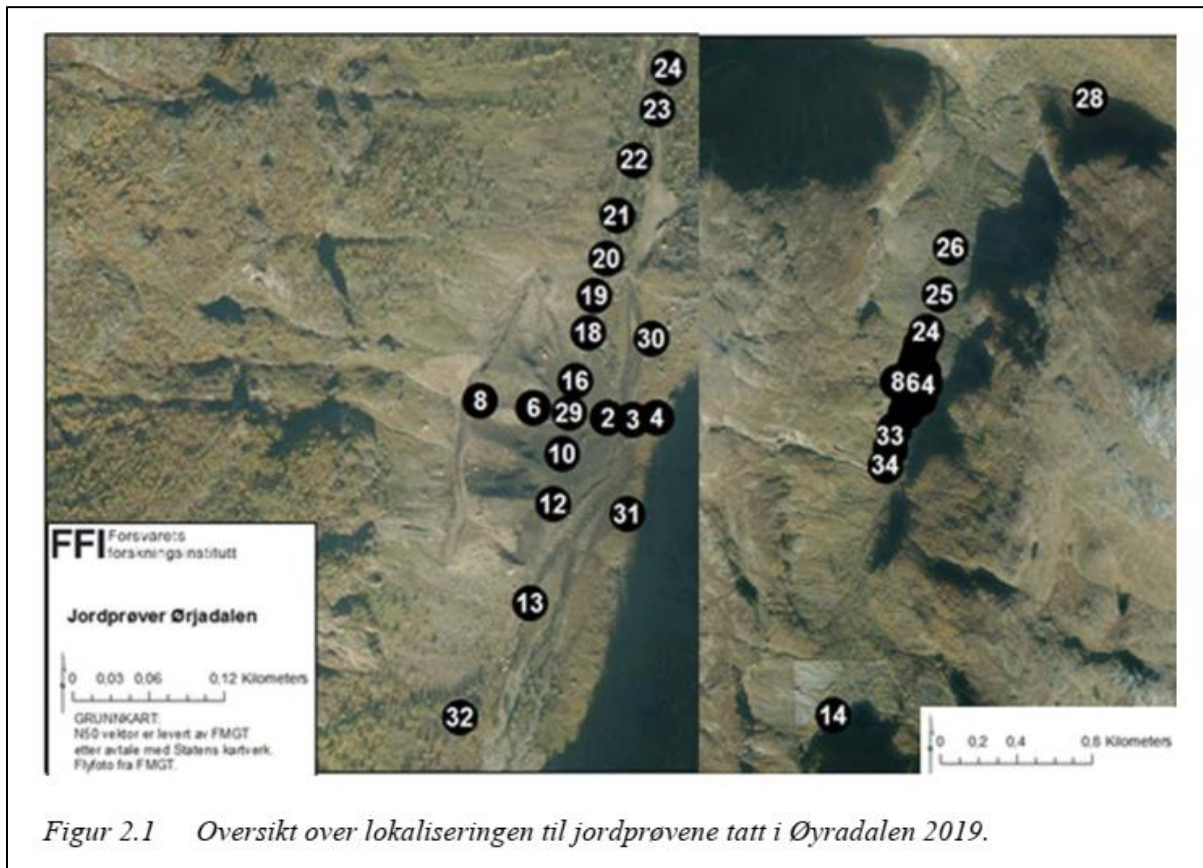
**Mynd 11** Sprengjueyðingarsvæði í Øyradalen í Noregi; áin Nivla rennur austan við svæðið og þaðan voru líka tekin sýni (Johnsen, Arnt, 2009).



*Figur 1.2 Demoleringsgropene på destruksjonsanlegget i Øyradalen.*

**Mynd 12** Sprengjueyðingarsvæði í Øyradalen í Noregi; horft ofan úr fjallshlíðinni; áin Nivla rennur austan við svæðið og þaðan voru líka tekin sýni (Johnsen, Ida Vaa, 2020).





Mynd 13 Sprengjueyðingarsvæði í Ørjadalen í Noregi; sýnatökustaðir úr jarðefnum; stærra svæði sýnt t.h., m.a. bakgrunnsstaðir 14 og 28 (Johnsen, Ida Vaa, 2020).



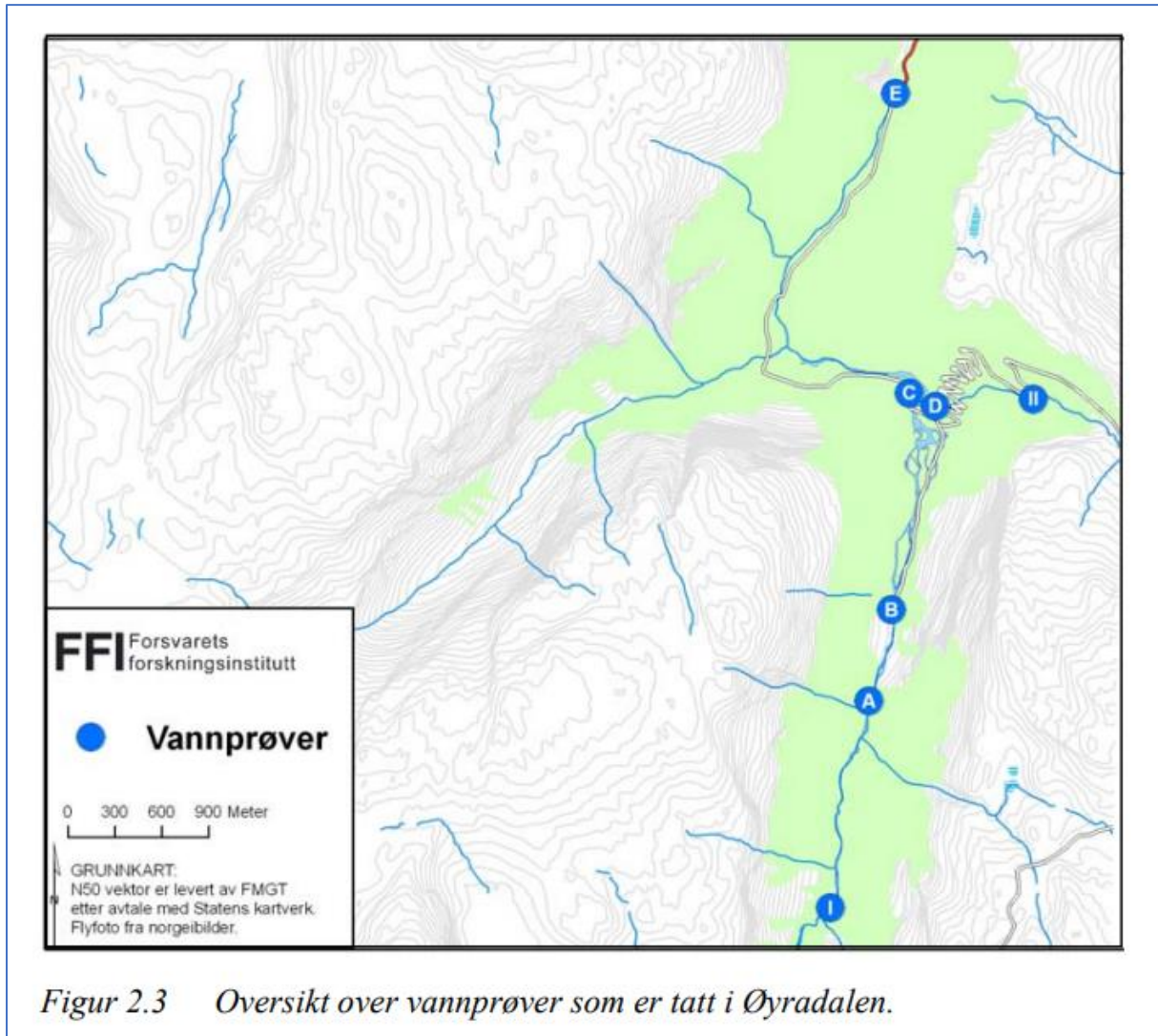
Tafla 7 Niðurstöður efnagreininga á völdum þungmálum í sýnum úr lausum jarðefnum í Øyradalen. Bakgrunnssýnin eru nr. 14(= FFI-nr. 19-200) um 2 km ofan við eyðingarsvæðið (hér grænlistað) og sýni nr. 28(= FFI-nr. 19-211) um 2 km neðan við svæðið (hér rauðgullitað). (Johnsen, Ida Vaa, 2020).

FFI-nr.	Cr µg/g	Cu µg/g	Zn µg/g	Cd µg/g	Pb µg/g
19-192	67	884	331	1,7	156
19-193	60	516	401	2,1	91
19-194	57	472	420	16,2	74
19-195	54	541	444	2,4	103
19-196	45	256	191	1,2	34
19-197	56	462	354	3,4	106
19-198	49	407	305	2,7	86
19-199	62	426	262	1,5	118
19-200	6	61	54	0,6	23
19-201	46	450	313	1,9	100
19-202	39	410	231	1,9	93
19-203	61	545	440	2,1	178
19-204	49	299	270	1,5	46
19-205	48	230	191	0,7	41
19-206	54	229	206	0,7	32
19-207	73	876	545	5,1	177
19-208	35	159	150	1,3	40
19-209	49	83	104	0,3	24
19-210	29	66	223	0,6	41
19-211	43	76	103	0,3	10
19-212	57	685	324	2,8	116
19-213	50	707	314	2,9	105
19-214	-	490	364	2,8	74
19-215	-	959	676	4,4	187
19-216	69	799	680	3,8	177
19-217	51	475	465	2,4	111



**Tafla 8 Meðaltal, spönn og öryggisbil á niðurstöðum efnagreininga á völdum þungmálum í sýnum úr lausum jarðefnum í Øyradalen.**

Þungmálmur →	Króm Cr ( $\mu\text{g/g}$ )	Kopar Cu (mg/g)	Sink Zn (mg/g)	Kadmín (kadmíum) Cd (mg/g)	Blý Pb (mg/g)
Skýringar ↓					
<b>Øyradalen í Noregi</b>					
Meðaltalsstyrkur $\chi_{\text{mean}}$ (mg/kg þurrefnis) í 22 til 24 sýnum úr lausu jarðefni á sprengjueyðingarsvæði í Øyradalen í Noregi*	53	476	342	2,8	96
Spönn $\chi_{\text{max}} - \chi_{\text{min}}$ (mg/kg þurrefnis) í 22 til 24 sýnum úr lausu jarðefni á sprengjueyðingarsvæði í Øyradalen í Noregi*, ***	44	893	576	4,8	163
Öryggisbil CI (mg/kg þurrefnis) í 22 til 24 sýnum úr lausu jarðefni á sprengjueyðingarsvæði í Øyradalen í Noregi fyrir 95 % öryggisstig*	32 til 74	55 til 897	82 til 602	0,0 til 9,1	0 til 193
Meðaltalsstyrkur $\chi$ (mg/kg þurrefnis) í bakgrunnssýnum (14 = FF 19-200) og (28 = FF19-211) úr lausu jarðefni ofan við sprengjueyðingarsvæði í Øyradalen í Noregi*	25	69	79	0,5	17
Styrkur $\chi$ (mg/kg þurrefnis) í bakgrunnssýni nr. 14(FF 19-200) úr lausu jarðefni ofan við sprengjueyðingarsvæði í Øyradalen í Noregi*	6	61	54	0,6	23
Styrkur $\chi$ (mg/kg þurrefnis) í bakgrunnssýni nr. 28(FF 19-211) úr lausu jarðefni neðan við sprengjueyðingarsvæði í Øyradalen í Noregi *	43	76	103	0,3	10
<b>Stapafell á Reykjaneskaga</b>					
Meðaltalsstyrkur $\chi_{\text{mean}}$ (mg/kg þurrefnis) í 5 bakgrunnssýnum úr lausu jarðefni í Stapafelli á Reykjaneskaga**	153	106	51	Undir greiningarmörkum < 0,1	Undir greiningarmörkum < 1
Spönn $\chi_{\text{max}} - \chi_{\text{min}}$ (mg/kg þurrefnis) í 5 bakgrunnssýnum úr lausu jarðefni í Stapafelli á Reykjaneskaga**	61	34	12		
Öryggisbil CI (mg/kg) í 5 bakgrunnssýnum úr lausu jarðefni í Stapafelli á Reykjaneskaga fyrir 95 % öryggisstig**	109 til 197	84 til 128	43 til 59		
<b>Viðmiðunarmörk</b>					
Viðmiðunarmörk (mg/kg þurrefnis) á Íslandi skv. reglugerð 1400/2020 fyrir þungmálma í jarðvegi (lausum jarðlögum) á atvinnusvæði	130	100	200	1,2	210
Viðmiðunarmörk (mg/kg þurrefnis) í Hollandi fyrir þungmálma í jarðvegi (lausum jarðlögum) á atvinnusvæði	180	190	720	4,3	530
Viðmiðunarmörk (mg/kg þurrefnis) í Svíþjóð fyrir þungmálma í jarðvegi (lausum jarðlögum) á atvinnusvæði	150	200	500	12	400
<p>Tölfræðilegar upplýsingar eru reiknaðar upp úr gögnum í *(Johnsen, Ida Vaa, 2019) og **(Erna Ó. Arnardóttir, 2023).</p> <p>*** Einum augljósum útlaga, <math>x = 16,2</math> í kadmíngreiningu sleppt í spönn.</p> <p>Viðmiðunarmörk eru tekin úr (UST – Umhverfisstofnun, 2023A).</p> <p>Skýringar á litakóðum í töflunni varðandi þungmálma: Grænn = Neðan við öll viðmiðunarmörk. Rauðgulur = Ofan við ein viðmiðunarmörk. Rauður = Ofan við öll viðmiðunarmörk. (Gulur = Viðmiðunarmörk).</p>					



Mynd 14 Sprengjueyðingarsvæði í Øyradalen í Noregi; sýnatökustaðir úr árvatni, þar af er sýni A bakgrunnssýni og sama má væntanlega segja um sýni I og II (Johnsen, A. 2009).



Tafla 9 Niðurstöður efnagreininga á sýnum úr Nivla-ánni, sem rennur austan við sprengjueyðingarsvæðið í Øyradalen, og úr Øydals-ánni (sýni II) sem sameinast Nivla neðar. Þar af er sýni A bakgrunnssýni og sama má væntanlega segja um sýni I og II. (Johnsen, Ida Vaa, 2020).

Tabell 3.1 *Konsentrasjon av metaller i Nivla og Øydalselvi (Øyradalen) i prøver fra 2019. Konsentrasjonene er markert med fargekoder etter tilstandsklassene vist i Tabell 1.2; blå = Bakgrunn, grønn = God, gul = Moderat, oransje = Dårlig.*

Prøvepunkt	Cr µg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Cd µg/l	Pb µg/l
A	0,03	1,8	0,8	0,01	0,1
B	0,21	8,7	9,3	0,05	11
D	0,19	3,9	1,6	0,01	0,3
E	0,06	1,4	0,9	0,005	2,9
I	0,05	1,9	2,6	0,01	0,2
II	0,11	2,7	1,1	0,01	0,2



## Viðauki 5 Eiginleikar brúnjarðar og dæmi um gæði moldar

Eiginleikar brúnjarðar eru vel þekktir og fást t.d. úr samantektarriti Ólafs Arnalds (2022) og heimildum sem þar er vísað í. Eiginleikar hennar sem hér gæti hjálpað til eru jónrýmd (e. exchange capacity) og ásong eða ísong (adsorption, absorption) auk lágrar lektar. Í fyrrgreindri bók Ólafs segir í kafla 5.1:

Jónrýmd er hæfileiki moldar til að halda í og miðla síðan katjónum og anjónum í jarðvegslausn til róta plantna. [...] Jónrýmd veldur því einnig að eittraðar jónir og ýmis mengunarefni geta bundist í moldinni, t.d. sink ( $Zn^{2+}$ ), blý ( $Pb^{2+}$ ), kopar ( $Cu^{2+}$ ), kadmín ( $Cd^{2+}$ ) og nikkell ( $Ni^{2+}$ ) og lífræn eiturefni. [...] athygli vekur mikil jónrýmd eldfjallajarðar og mójarðar, sem þó er mjög háð sýrustigi [...].“

Á sama stað kemur fram að jónrýmd við hlutlaust sýrustig, pH 7, nemur 150-250 cmol<sub>c</sub>/kg (eða meq/100 g) fyrir lífræn efni í mold, sem eru hæstu gildi, en aðeins 2-8 í hitabeltisjörð, sem eru lægstu gildi, og að í eldfjallajörð er jónrýmdin 20-50.

Í drögum að skýrslu frá Umhverfisverndarstofnun Bandaríkjanna (EPA, 2002) segir m.a. í kafla 3.2.3 Release Mechanisms for OE [ordnance and explosives]:

The fate and transport of some munition constituents in the environment have not yet received the level of focus of some more commonly found chemicals associated with other military operations (such as petroleum hydrocarbons in groundwater from jet fuels). For example, TNT adsorbs to soil particles and is therefore not expected to migrate rapidly through soil to groundwater. However, the behavior in the environment of TNT's degradation products is not well understood at this time, nor is the degree to which TNT in soil might be a continuing low-level source of groundwater contamination.

Verkis kannaði gæði moldar, fyrir Þróunarfélag Keflavíkurlugvallar (Kadeco), á Ásbrú í Reykjanesbæ, en á þeim stað stóð bygging Varnarliðsins nr. 520 og var þar bílaverkstæði starfsmanna flotans, en er nú skráð sem Bogatröð 11 (Rannveig Guicharnaud, 2018). Talið var líklegt að olía væri þar í jörð (Þorgeir S. Helgason og Áki Thoroddsen, 2020). Í skýrslunni frá 2018 segir m.a.:

Í hverri gryfju voru tekin sýni úr steinefnajarðvegi (mold) undir fyllingarefni sem myndar bílaplanið, til greininga á þrávirkum lífrænum efnum (PCB), heildarmagni lífrænna [eða olíu]efna (TPH – total petroleum hydrocarbons) og rokgjörnum lífrænum efnum (VOC – volatile organic compounds). Alls voru tekin átta sýni. Tvö sýni í gryfju 1 og tvö sýni í gryfju 2. Gryfja 3 var dýpsta gryfjan og voru sýni tekin úr henni á tveimur dýptum, tvö á 20 cm frá yfirborði og tvö á 60 cm dýpi.“

Og um niðurstöðurnar:

PCB mældist ekki í jarðvegssýni sem tekið var á 60 cm dýpi [...]. Ekkert TPH mældist í sýni sem tekið var á 60 cm dýpi. [...] VOC mældist ekki í neinu sýni.“

Sýni á 60 cm dýpi úr gryfju 3 má því telja dæmi um ómengaða brúnjörð. Tafla 10 hér að neðan er fengin úr skýrslunni.



Tafla 10 Brúnjörð frá Bogatröð 11 á Ásbrú í Reykjanesbæ. Niðurstöður mælinga – meðaltal af tveimur sýnum á sama eða svipuðu dýpi. PCB stendur fyrir þrávirk lífræn efni. TPH stendur fyrir heildarmagn olíuefna. VOC stendur fyrir rokgjörn lífræn efni. Gildi eru gefin upp í mg/kg á þurrvigt jarðvegs.

<i>Gryfja</i>	<i>Lýsing á sýni og dýpi sýnatöku</i>	<i>PCB (mg/kg)</i>	<i>TPH (mg/kg)</i>	<i>VOC (mg/kg)</i>
<b>Gryfja 1</b>	Mold. 40 cm frá yfirborði.	0,024	<0,10	0,001
<b>Gryfja 2</b>	Mold. 20 cm og 30 cm frá yfirborði.	0,020	<0,10	0,001
<b>Gryfja 3</b>	Mold. 20 cm frá yfirborði.	<b>0,150</b>	<b>64</b>	0,001
<b>Gryfja 3</b>	<b>Mold. 60 cm frá yfirborði.</b>	<b>&lt;0,005</b>	<b>&lt;0,10</b>	<b>0,001</b>

Verkís kannaði einnig gæði moldar, fyrir Þróunarfélag Keflavíkurlugvallar (Kadeco), í Rockville á Miðnesheiði. Í minnisblaði segir: „Varnarlið bandaríska hersins hélt úti ratsjárstöð í Rockville á Miðnesheiði.“ (Áki Thoroddsen, 2013) Þar segir líka m.a.: „Tekin voru tvö bakgrunnssýni til samanburðar við sýni á rannsóknarstöðunum. Fyrri sýnið (BAK-01) var tekið við Ósobotna og hitt (BAK-02) í nágrenni Snorrastaðatjarna. Staðirnir voru valdir með það fyrir augum að fá efnasamsetningu sem er dæmigerð fyrir ómengaðan jarðveg á Suðurnesjum.“

Sjá Tafla 11 og Tafla 12 um bakgrunnssýnin tvö, sem mega teljast dæmi um ómengaða brúnjörð á Rosmhvalanesi og næsta nágrenni, eins og gildir um sýnið frá Ásbrú, samskonar mold og væri notuð í moldartálmann ef til kemur.



Tafla 11 Rockville í Suðurnesjabæ. Upplýsingar um bakgrunnssýnum af mold, brúnjörð, sem tekin voru utan svæðisins, og sýnum af Rockvillesvæðinu. (Áki Thoroddsen, 2013).

<b>Tafla yfir sýnatökustaði,</b>			
<b>Sýni</b>	<b>Austur</b>	<b>Norður</b>	<b>Jarðvegur</b>
ROK-01	321631,06	397702,65	Fokjarðvegur
ROK-02	321579,69	397672,33	Fokjarðvegur
ROK-03	321580,29	397630,57	Fokjarðvegur
ROK-04	321630,17	397604,45	Fokjarðvegur
ROK-05	321539,20	397567,37	Fokjarðvegur
ROK-06	321636,72	397528,76	Fokjarðvegur
ROK-07	321700,52	397521,17	Fokjarðvegur
ROK-08	321777,82	397508,67	Fokjarðvegur
ROK-09	321796,09	397543,27	Fokjarðvegur
ROK-10	321820,20	397572,72	Fokjarðvegur
ROK-11	321789,24	397583,36	Fokjarðvegur
ROK-12	321820,06	397624,40	Fokjarðvegur
ROK-13	321779,15	397667,97	Fokjarðvegur
ROK-14	321746,30	397757,14	Fokjarðvegur
ROK-15	321893,40	397267,04	Fokjarðvegur
ROK-16	321893,40	397267,04	Fokjarðvegur
ROK-17	321579,64	397472,86	Fokjarðvegur
ROK-18	321719,30	397593,13	Fokjarðvegur
ROK-19	321847,38	398239,28	Möl og sandur
ROK-20	321847,38	398239,28	Möl og sandur
ROK-21	321777,18	398281,96	Möl og sandur
ROK-22	321777,18	398281,96	Möl og sandur
BAK-01	322718,70	387883,08	Fokjarðvegur
BAK-02	333811	388305	Fokjarðvegur

Hnitakerfi: ISN93



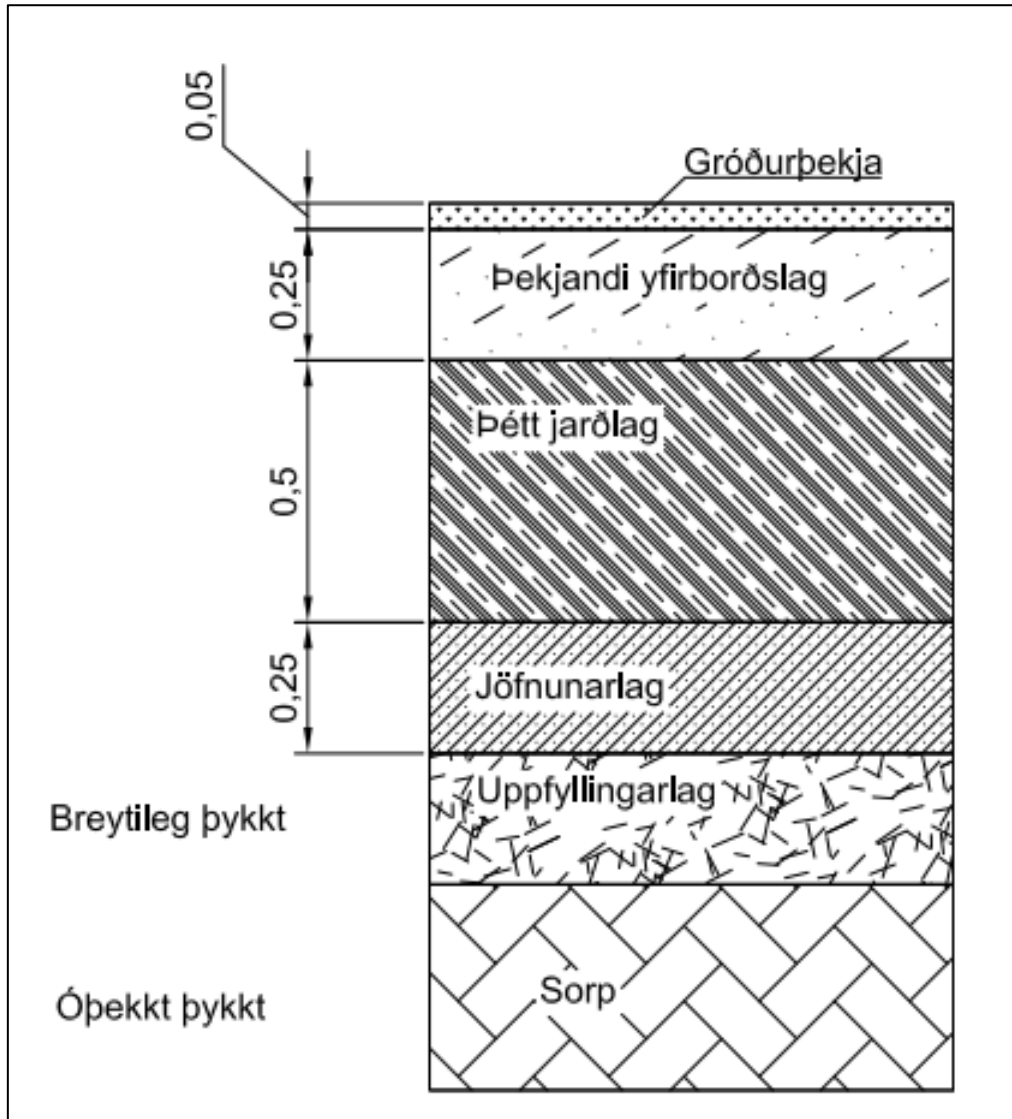


Tafla 12 Rockville í Suðurnesjabæ. Niðurstöður af þungmálmamælingum á bakgrunnsýnum BAK-01 og BAK-02 af mold, brúnjörð, sem tekin voru utan svæðisins, og sýnum af Rockvillesvæðinu. (Áki Thoroddsen, 2013). TS = Total solids, hlutfallslegt magn fastefna. Tillaga [...] fyrir mengaðan jarðveg.

Frumefni	Mælieining	ROK-09	ROK-11	ROK-12	ROK-14	ROK-16	ROK-20	ROK-22	BAK-01	BAK-02	Umhverfismörk fyrir seyru UST mg/kg þurrefni	Tillaga að íslenskum viðmiðum fyrir mengaðan	
												Byggingasvæði	Iónaðarsvæði
TS	%	70,5	69,4	87,3	71,4	86,5	92,8	77,4	62,9	45,8			
As	mg/kg	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	"	30	100
Ba	mg/kg	39,3	48,9	18,2	50,2	26	27	35	30	47,7	"		
Be	mg/kg	0,566	0,608	0,193	0,872	0,355	0,257	0,386	0,475	0,526	"		
Cd	mg/kg	0,26	0,204	0,122	0,211	0,168	0,152	0,256	0,175	0,301	1-3	5	10
Co	mg/kg	31,8	40,2	21,7	37,8	26,2	23,2	28,4	21,3	19,9	1-3		
Cr	mg/kg	70,6	87,1	54,5	78,1	48,9	98,9	89,1	31,6	31,8	1-3	400	800
Cu	mg/kg	86	117	71,8	86,8	69	82,5	88,6	36,3	35,5	50-140	200	500
Fe	mg/kg	63500	75800	31600	78300	48200	37500	51400	48900	49600	50-140		
Hg	mg/kg	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1-1,5	5	10
Mn	mg/kg	945	1270	497	1190	727	620	702	818	808	1-1,5		
Ni	mg/kg	77,7	82,2	83,5	83,3	72,7	81,5	92,6	24,5	22,3	30-75	200	500
P	mg/kg	641	752	464	712	600	492	534	444	609	30-75		
Pb	mg/kg	8,06	9,07	6,29	3,56	9,03	3,36	25,6	4,91	7,78	50-300	150	1000
Sr	mg/kg	33,2	48,6	29,9	27,2	32,8	79,9	58,8	14,6	22,6	50-300		
V	mg/kg	159	190	45,4	185	103	97,4	116	160	163	50-300		
Zn	mg/kg	94,2	88,6	39,3	84,9	71,7	58	125	63,8	81,9	150-300		1500



Hönnun moldartálma og sprengjueyðingargryfjanna og næsta nágrennis er sérstakt viðfangsefni og mætti þá m.a. nota þá þekkingu sem fékkst fyrir um 15 árum við lokun á tveimur stórum urðunarstöðum frá tíma varnarliðsins fyrir Þróunarfélag Keflavíkurlugvallar – Kadeco þar sem mold var notuð sem þéttilag, sjá t.d. (Auður Atladóttir o.fl., 2009) og (Guðjón Örn Björnsson, 2010). Sjá dæmi um þá hönnun á mynd 15 hér að neðan.



Mynd 15 Urðunarstaður við Smiðjutröð. Kennisnið við lokun. Klippt út úr útboðsteikningu 1407.100-J-01. (Almenna verkfræðistofan, 2010). Hér gæti e.t.v. komið „Ójafnt yfirborð lands“ í stað „Sorp“; „Uppfyllingarlag“ fyllir í dældir með tiltölulega stórgerðu efni og yrði hér einnig notað til að móta sprengjueyðingargryfjuna; „Jöfnunarlag“ yrði líklega áfram til að skapa undirstöðu fyrir þéttilag og úr smágerðara efni til að gæta síukrafna; „Þétt jarðlag eða þéttilag“ væri úr brúnjarðarmold og tæki við og geymdi hluta mengunarefna; „Sendið malarlag“ kæmi í stað „Þekjandi yfirborðslags“ og væri efsta lag sprengjueyðingargryfjunnar og því kæmi ekki til „Gróðurþekju“.