

NIÐURSTÖÐUR JARÐVEGSRANNSÓKNAR OG TILLAGA AÐ ÚRBÓTAÁÆTLUN

N1 Hofsósi: Olíuleki frá neðanjarðargeymi



September 2021





NIÐURSTÖÐUR JARÐVEGSRANNSÓKNAR OG TILLAGA AÐ ÚRBÓTAÁÆTLUN

GREINARGERÐ

VERKNÚMÉR:	14296002	DAGS.:	2021-09-09
VERKÞÁTTUR:	07	NR.:	231737
UNNIÐ FYRIR:	N1 ehf.		
VERKEFNISSTJÓRI:	Erla Guðrún Hafsteinsdóttir	YFIRFARIÐ:	EGH
HÖFUNDAR:	EGH, MT, AI		
RÝNT AF	Juha Aspholm, Ramböll Noregi		
DREIFING:	Ásdís Björg Jónsdóttir, N1 ehf.		

Samantekt

N1 rekur bensínstöð að Suðurbraut 9, Hofsósi, sunnan megin við Kaupfélag Skagfirðinga. Á haustmánuðum 2019 barst tilkynning til N1 um bensínslykt í niðurföllum á Hofsósi sem upphaflega var ekki talið að rekja mætti til bensínstöðvarinnar. Bensínlyktar hafði einnig orðið vart innandyrna á Suðurbraut 9 og Suðurbraut 6. Í nóvember höfðu ábendingar um lykt verið ítrekaðar og hóf N1 því leit að gömlum eldsneytisgeymir á svæðinu sem reyndist árangurslaus. Leka- og þrýstiprófanir á neðanjarðarbensíngeymi stöðvarinnar í desember 2019 leiddu svo í ljós leka en þá var geymirinn tæmdur og tekinn úr notkun.

N1 ehf. hóf hreinsunaraðgerðir vegna eldsneytislekans í júní 2020, þar sem eldsneytisgeymar N1 voru grafnir upp og fjarlægðir. Eftir að bensíngeymirinn var grafinn upp fannst gat á botni hans. Samkvæmt upplýsingum sem fram komu í stöðuskýrslu Heilbrigðiseftirlits Norðurlands vestra (HNV) kom í ljós greinileg olíumengun í jarðvegi á svæði geymanna, sem virtist þynnast út eftir því sem lengra dró frá svæðinu og vestur undir undirlag götu. Notast var við *Landfarming* sem hreinsunaraðferð. Var loftunarrörum komið fyrir til að auka súrefnisflæði að mengaða jarðveginum en einnig til að vera sem mæli- og sýnatökustaðir fyrir rokgjörn lífræn efni (VOC-efni) í lofti til að meta framgang hreinsunaraðgerðanna. Vöktunin hefur sýnt fram á há TVOC-gildi (heildar rokgjörn lífræn efni) úr loftunarrörum og því nauðsynlegt að grípa til frekari aðgerða.

Í þessari greinargerð er farið yfir þau gögn sem hefur verið safnað í tengslum við olíumengunina til að aðstoða við að útbúa tillögu að úrbótaáætlun sem hentar fyrir svæðið. Úrbótaáætlunin skiptist í hreinsunaraðgerðir, frekari rannsóknir og mótvægisáðgerðir.

Í lok júní 2021 lét N1 ehf. framkvæma jarðvegrrannsókn þar sem gryfjur voru grafnar til að afmarka útbreiðslu mengunarinnar og jarðvegssýni voru tekin til greiningar. Í heildina voru 19 gryfjur grafnar, 140 sýni tekin og TVOC-gildi mæld með PID-mæli, og 14 sýni tekin og send til frekari efnagreiningar á vottaðri rannsóknarstofu. Niðurstöður rannsóknanna benda til að mengunarefni séu að mestu leyti í gasfasa og mælast í jarðvegsloftinu. Því eru hreinsunaraðgerðir sem miða að hreinsun á jarðvegslofti, þ.e. sog á jarðvegslofti og aukning lífniðurbrots, vænlegri til árangurs en aðgerðir sem lúta að jarðveginum sjálfum. Á þeim stöðum þar sem jarðvegur mælist mengaður má þó fara í hreinsun á jarðvegi.

Sett er fram tillaga að hreinsunaraðgerð sem byggir á greftri skurða. Menguðum jarðvegi úr skurðunum yrði fargað. Komið yrði fyrir loftunarrörum í skurðunum til að hraða lífniðurbroti. Skurðirnir yrðu einnig nýttir til frekari rannsókna. Fjallað er um mögulegar útfærslur ef þykkt olíulag skildi vera að finna ofan á grunnvatni í skurðunum, eða ef ekki er grafið niður á grunnvatn í hluta skurðanna. Til að tryggja loftgæði í byggingum er einnig mælt með mótvægisáðgerðum í og við byggingar þar sem mengunarfur orðið vart. Framkvæmd aðgerðanna er háð samþykki UST, sveitarfélagsins og lóðarhafa. N1 ehf. og UST skulu hafa samráð við heilbrigðiseftirlit, sveitarfélag og húseigendur vegna fyrirhugaðra aðgerða.

Vöktun með PID-mæli á TVOC-efnum, líkt og hefur verið frá desember 2020, verður haldið áfram. Eftir að hreinsunaraðgerð hefur verið samþykkt verður útbúin vöktunaráætlun til þess að fylgjast með áhrifum hreinsunarinnar. Minnisblað um vöktun mun fylgja eftir að hreinsun er komin af stað.



Efnisyfirlit

1	Inngangur	1
1.1	Markmið og umfang	1
2	Fyrri hreinsunaraðgerðir, vaktanir og mælingar	2
2.1	Fyrstu hreinsunaraðgerðir	2
2.2	Vöktun rokgjarnra lífrænna efna.....	3
2.2.1	TVOC-mælingar	3
2.2.2	Mælingar á einstökum VOC-efnum.....	6
2.3	Jarðvegsrannsókn Eflu	6
2.4	Efnagreining HNV	7
2.5	Aðgerðir til að bæta loftgæði í húsum.....	7
2.6	Samantekt – næstu skref	8
3	Jarðvegssýnataka	8
3.1	Framkvæmd	8
3.2	Niðurstöður	8
3.2.1	Gryfjur.....	9
3.2.2	Efnagreiningar á jarðvegssýnum	12
3.2.3	PID-mælingar.....	17
3.2.4	Umræður og túlkun á niðurstöðum	18
4	Úrbótatillaga - hreinsun, rannsóknir og mótvægisáðgerðir	19
4.1	Markmið úrbótanna	19
4.2	Hreinsunaraðgerðir	20
4.2.1	Sog á jarðvegslöfti og lífniðurbrot	20
4.3	Frekari rannsóknir	23
4.3.1	Skurðir.....	23
4.3.2	Efnagreining á lofti	23
4.4	Mótvægisáðgerðir	24
4.4.1	Sog á jarðvegsgasi undan húsum	24
4.4.2	Loftunaraðgerðir í húsum	24
4.4.3	Þétting gólfplötu.....	25
4.4.4	Eftirlit með mótvægisáðgerðum	25
5	Vöktun	25
5.1	Viðmiðunargildi	25
	Heimildir	27
	Viðaukar	28



Myndir

Mynd 1	Yfirlitsmynd af Hofsósi og staðsetningu bensínstöðvar N1 þar.....	1
Mynd 2	Fimm loftunarrörum hefur verið komið fyrir í holum A, B, C og E. Ekki var komið fyrir loftunarröri í holu D (N1, 2020).	3
Mynd 3	Sýnatökustaðsetningar á TVOC mælingum: Bakgrunnsgildi (BGa og BGb), loftunarrör (HA, HB, HC, HEa og HEb), innandyra (S6a, S8, S9 og S10a), úr útsogi undan botnplötu (S10b og S6c) og útsogi úr skurði (S6b). Grunnmynd fengin af ja.is.....	4
Mynd 4	Niðurstöður PID mælinga í loftunarrörum utandyra	5
Mynd 5	Niðurstöður PID mælinga innanhúss	5
Mynd 6	Niðurstöður PID-mælinga frá útsogi	6
Mynd 7	Yfirlitsmynd af gryfjum á rannsóknarsvæðinu. Loftmynd fengin af ja.is (Verkís, 2021b).	11
Mynd 8	Yfirlitsmynd yfir mæld gildi alifatískra efna úr gryfjum á rannsóknarsvæðinu. Engin viðmiðunarmörk eru til í íslenskum reglugerðum eða leiðbeiningum, svo hér er stuðst við sænsk viðmiðunargildi skv. bréfi Umhverfisstofnunar (2021b). Loftmynd fengin af ja.is.13	13
Mynd 9	Yfirlitsmynd yfir mæld gildi arómatískra efna úr gryfjum á rannsóknarsvæðinu. Engin viðmiðunarmörk eru til í íslenskum reglugerðum eða leiðbeiningum, svo hér er stuðst við sænsk viðmiðunargildi skv. bréfi Umhverfisstofnunar (2021b). Loftmynd fengin af ja.is.14	14
Mynd 10	Yfirlitsmynd yfir mæld BTEX efni úr gryfjum á rannsóknarsvæðinu. Loftmynd fengin af ja.is.	15
Mynd 11	Yfirlitsmynd yfir mæld PAH efna úr gryfjum á rannsóknarsvæðinu. Loftmynd fengin af ja.is.	16
Mynd 12	Yfirlitsmynd yfir mæld gildi vetniskolefna jarðolíu úr gryfjum á rannsóknarsvæðinu. Loftmynd fengin af ja.is.	17
Mynd 13	Yfirlitsmynd yfir mæld TVOC-gildi í gryfjum og dýpi þeirra. Tölur sýna hæsta mæld gildið í þeim gryfjum þar sem TVOC mældist >0,5 ppm. Hringur er dreginn utan um G13 og G16 þar sem olíuefni greindust í jarðvegi. Loftmynd fengin af ja.is. (Verkís, 2021b).	18
Mynd 14	Sog á jarðvegslöfti og meðhöndlun aflofts (byggt á upplýsingum frá Federal Remediation Technologies Roundtable, e.d.)	21
Mynd 15	Yfirlitsmynd yfir tillögu að skurðum. Lega þeirra er valin út frá mældum TVOC-gildi í gryfjum og niðurstöðu efnagreininga á jarðvegssýnum. Loftmynd fengin af ja.is.....	22

Töflur

Tafla 1	Skilgreining á sýnatökustöðum mánaðarlegra vöktunarmælinga	4
Tafla 2	Heiti, hnitaskrá og dýpt rannsóknagryfja, með athugasemdum.	10
Tafla 3	Niðurstöður efnagreininga á sýnum þar sem olíuefni greindust og samanburður við viðmiðunargildi	12

1 Inngangur

N1 rekur bensinstöð að Suðurbraut 9, Hofsósi, sunnan megin við Kaupfélag Skagfirðinga (KS; Mynd 1). Á haustmánuðum 2019 bárust Heilbrigðiseftirliti Norðurlands vestra (HNV) kvartanir um olíulykt í íbúðarhúsi að Suðurbraut 6 en einnig hafði lykt fundist í KS, þó formlegar kvartanir hefðu ekki borist HNV. Upprunalega var ekki talið að lyktin væri vegna stöðvarinnar og var fyrst gerð leit af gömlum olíugeymum á svæðinu. Þegar það skilaði ekki árangri voru gerðar prófanir á neðanjarðargeymi stöðvarinnar í desember 2019 og kom þá í ljós að leki hafði orðið. Var þá Verkís fengið til að framkvæma rannsóknir og vöktun á svæðinu.



Mynd 1 Yfirlitsmynd af Hofsósi og staðsetningu bensinstöðvar N1 þar

1.1 Markmið og umfang

Markmið greinargerðarinnar sem hér er kynnt er þrjúþætt:

1. Samantekt á þeim aðgerðum sem þegar hafa verið framkvæmdar;
2. Kynning og túlkun á niðurstöðum efnagreininga jarðvegssýna sem voru tekin í lok júní 2021;
3. Framsetning úrbótatillögu fyrir svæðið sem hefur orðið fyrir áhrifum olíulekans frá neðanjarðargeymi N1.

Rannsóknarsvæðið sem um ræðir nær yfir Suðurbraut 6, Suðurbraut 8, Suðurbraut 9 og Suðurbraut 10, á Hofsósi.



2 Fyrri hreinsunaraðgerðir, vaktanir og mælingar

Hér að neðan er fjallað um þær aðgerðir sem farið hefur verið í á Hofsósi vegna olíulekans frá neðanjarðargeymi N1; hreinsunaraðgerðir, rannsóknir og vaktanir.

2.1 Fyrstu hreinsunaraðgerðir

Í desember 2019 var neðanjarðargeymir N1 aftengdur og tekinn úr notkun. Stuttu seinna fannst gat á honum. Um leið og leki var staðfestur í desember 2019 var olíugeymirinn tæmdur og aftengdur til að koma í veg fyrir frekari olíuleka. Út frá birgðatölum fyrir bensíngueyminn er talið að í heildina hafi um 6000 l af bensíni lekið úr honum áður en lekinn uppgötvaðist og hann var tæmdur (N1, 2020).

Verkís framkvæmdi frumrannsókn á uppruna olíulyktarinnar í byrjun árs 2020 og lágu niðurstöður þeirrar rannsóknar fyrir í mars 2020 (Verkís, 2020). N1 ehf. hóf því næst hreinsunaraðgerðir vegna eldsneytislekans í júní 2020, þar sem þrjár eldsneytisgeymar félagsins (6 m³, 9 m³ og 12 m³) voru grafnir upp og fjarlægðir (N1, 2020). Kom í ljós gat sem hafði myndast nærri botni hins 12 m³ geymis og var það á um 2 m dýpi undir yfirborði. Grafið var í áttina að dæluvejju, í áttina að Suðurbraut 9 og Suðurbraut 6-8. Í heildina var um 170 m² hola grafin. Samkvæmt upplýsingum sem fram komu í stöðuskýrslu HNV kom í ljós greinileg olíumengun í jarðvegi á svæði geymanna, sem virtist þynnast út eftir því sem lengra dró frá uppruna mengunarinnar (HNV, 2020). Efstu 1,5-1,8 m af jarðvegi var fluttur á svæði utan við Hofsós, eða um 250 m³. Jarðvegur sem var neðan við 1,5-1,8 m dýpi var skilgreindur sem mengaður og fluttur til eyðingar hjá Norðurá bs á Blönduósi; í heildina um 260 m³ af menguðum jarðvegi (N1, 2020).

Landfarming (samblanda af uppgufun og lífniðurbroti) var valin sem viðeigandi hreinsunaraðferð vegna olíulekans frá eldsneytisgeymi N1. Lífrænt niðurbrot örvera á eldsneytisólíu í jarðvegi er undirstaða þessarar hreinsunaraðferðar. Þegar búið var að grafa upp jarðveginn á svæði geymanna og flytja í burtu var áburðinum Græði 6 blandað saman við jarðveginn í botni holunnar til að örva niðurbrot mengunar, ef einhver skildi enn vera eftir. Loftunarrörum var því næst komið fyrir til að auka súrefnisflæði að mengaða jarðveginum en einnig til að vera sem mæli- og sýnatökustaðir fyrir rokgjörn lífræn efni (*volatile organic compounds, VOC*) í lofti til að meta framgang hreinsunaraðgerðanna.

N1 ehf. kom fyrir fimm loftunarrörum í holum sem voru grafnar á svæðinu (HOLA A, HOLA B, HOLA C og tvö rör í HOLA E sem eru tengd neðanjarðar með raufuðu röri; Mynd 2). Staðsetning loftunarröranna var skv. tilmælum frá HNV. Frekar er fjallað um vöktun VOC-efna í kafla 2.2 hér að neðan.



Mynd 2 Fimm loftunarrörum hefur verið komið fyrir í holum A, B, C og E. Ekki var komið fyrir loftunarröri í holu D (N1, 2020).

2.2 Vöktun rokgjarnra lífrænna efna

Vöktun VOC-efna hófst í desember 2020 og hafa hingað til verið farnar níu vöktunarferðir, frá og með desember 2020 til og með ágúst 2021. Frekar er fjallað um niðurstöður vöktunarinnar í köflum 2.2.1 og 2.2.2.

2.2.1 TVOC-mælingar

Mánaðarlega, frá og með desember 2020 til og með ágúst 2021, hafa verið framkvæmdar mælingar á heildar VOC-efnum (e. *total volatile organic compounds, TVOC*). Mælingar hafa verið framkvæmdar á 12 stöðum, þ.e. innanhúss, utanhúss í loftunarrörum og undan botnplötum húsa, ásamt því að tvö bakgrunnsgildi hafa verið tekin (Tafla 1 og Mynd 3). Niðurstöður mælinga hafa verið nokkuð breytilegar. Veðurgögn hafa verið skoðuð til samanburðar en mælingar hafa ekki staðið yfir í nógu langan tíma til að hægt sé að segja til um fylgni milli veðurfars og niðurstöður mælinga. Innanhúss hafa hæstu gildi mælst í febrúar að Suðurbraut 10 (4,4 ppm) og í maí að Suðurbraut 9 (5,2 ppm) en þó hafa þau ekki haldist há heldur verið breytileg milli mælinga, að mestu á bilinu 0,2 ppm til 2,3 ppm. Mælingar innanhúss að Suðurbraut 6 hófust í mars sl. og hafa gildi þar mælst 0,5 ppm eða lægri í öllum mælingum síðan. Mælingar úr útsogi undan botnplötum að Suðurbraut 6 og 10, sem og úr skurði við Suðurbraut 6, hafa sýnt hækkandi gildi þar til í mælingum í lok ágúst fóru gildin niður á við. Niðurstöður gefa til kynna að hreyfing sé á loftinu í jarðveginum. Er hugsanlegt að veðurfar hafi áhrif á styrk VOC-efna en



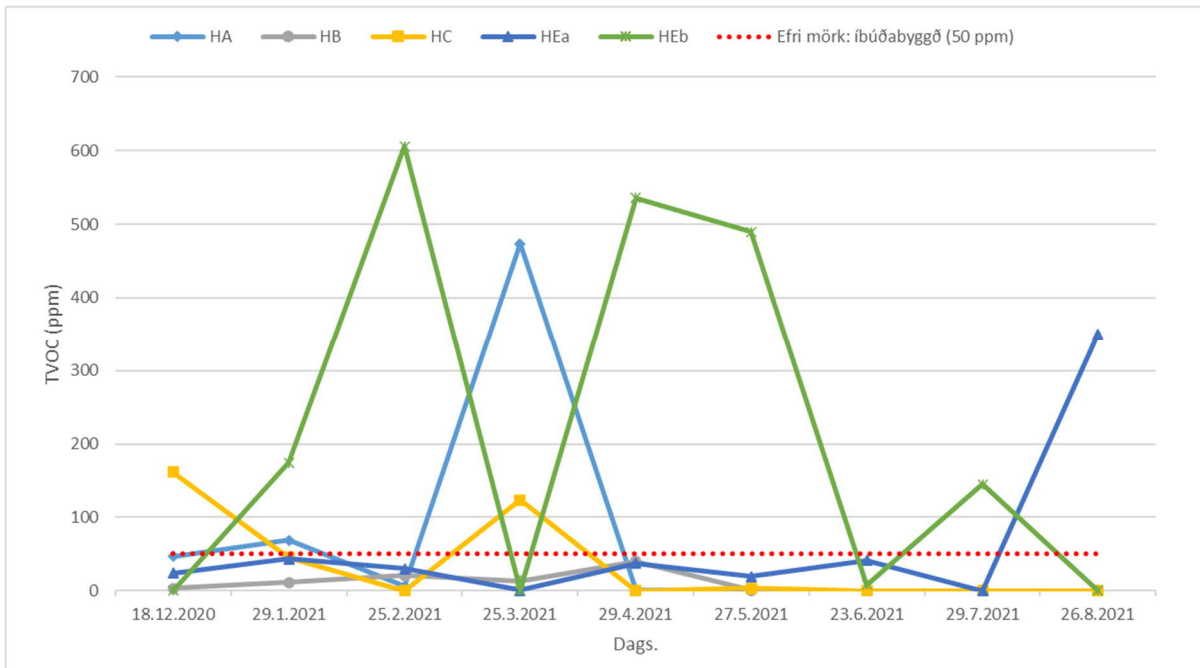
vöktun hefur þó ekki staðið yfir í nógu langan tíma til að hægt sé að meta áhrif veðurfars. Mynd 4, Mynd 5 og Mynd 6 sýna niðurstöður mælinga yfir tímabilið.

Tafla 1 Skilgreining á sýnatökustöðum mánaðarlegra vöktunarmælinga

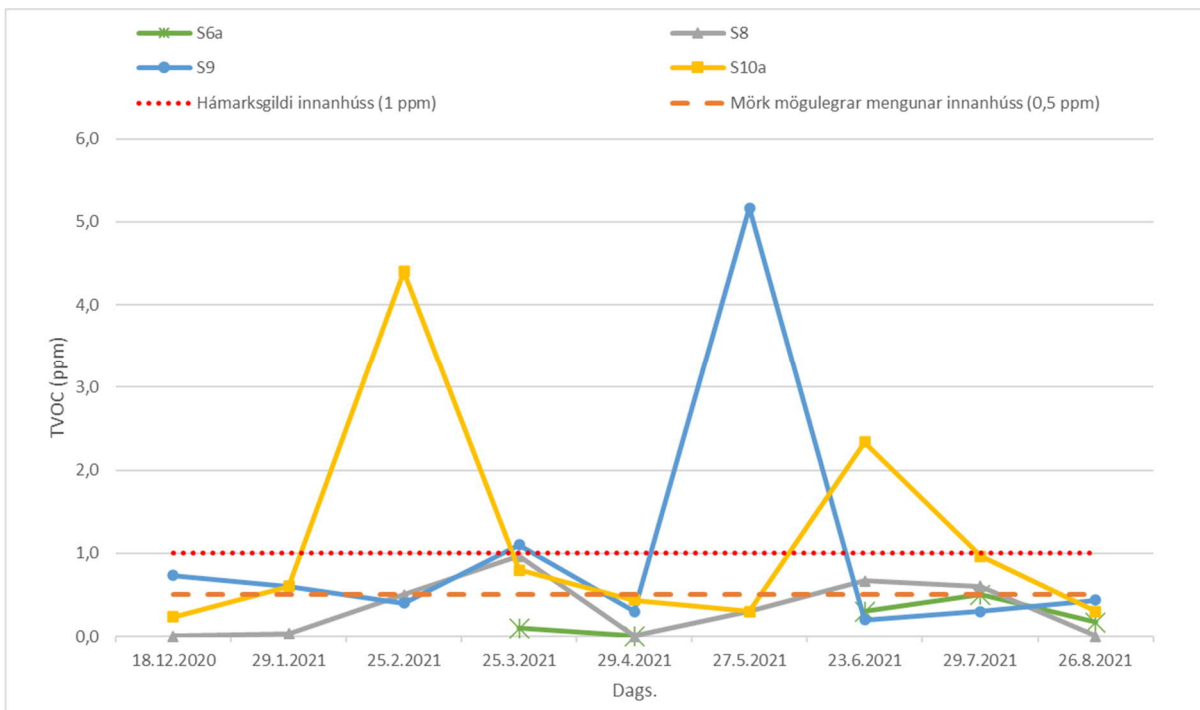
Sýnatökustaður	Skilgreining
HA	Hola A: sýni tekið úr röri við NV-gafl Suðurbrautar 10
HB	Hola B: sýni tekið úr röri á milli Suðurbrautar 6 og 8
HC	Hola C: sýni tekið úr röri SV af Suðurbraut 8
HEa	Hola E: sýni tekið úr báðum rörum þar sem geymar N1 voru fjarlægðir; a = norður rör
HEb	Hola E: b = suður rör
S6a	Suðurbraut 6: sýni tekið í svefnherbergi á fyrstu hæð
S6b	Suðurbraut 6: sýni tekið utandyra úr útsogi úr skurði austan við húsið
S6c	Suðurbraut 6: sýni tekið utandyra úr útsogi undan botnplötu
S8	Suðurbraut 8: sýni tekið í þvottahúsi
S9	Suðurbraut 9: sýni tekið í gangi inn á salerni
S10a	Suðurbraut 10: sýni tekið inn á veitingastað
S10b	Suðurbraut 10: sýni tekið utandyra úr útsogi undan botnplötu
BGa	Bakgrunnsgildi: sýni tekið utandyra þar sem loftið var talið hreint
BGb	Bakgrunnsgildi: sýni tekið utandyra þar sem loftið var talið hreint



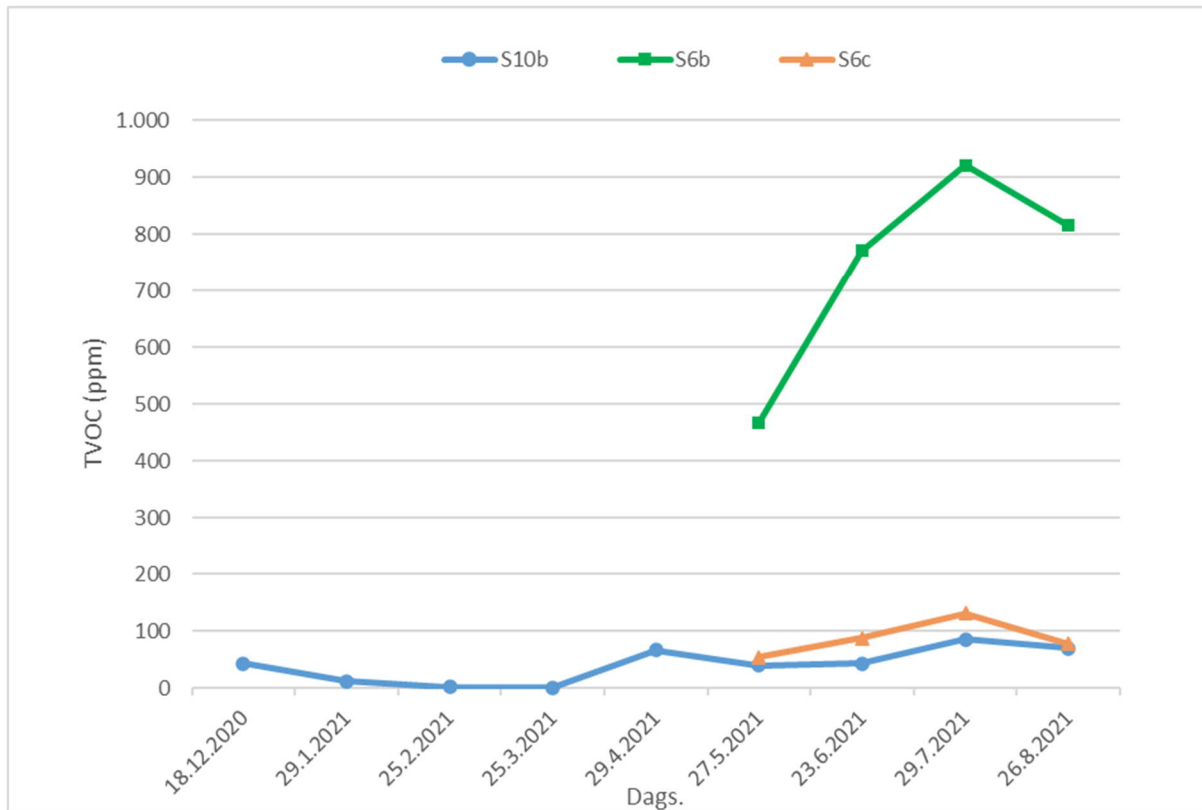
Mynd 3 Sýnatökustaðsetningar á TVOC mælingum: Bakgrunnsgildi (BGa og BGb), loftunarrör (HA, HB, HC, HEa og HEb), innandyra (S6a, S8, S9 og S10a), úr útsogi undan botnplötu (S10b og S6c) og útsogi úr skurði (S6b). Grunnmynd fengin af ja.is.



Mynd 4 Niðurstöður PID mælinga í loftunarrörum utandyra



Mynd 5 Niðurstöður PID mælinga innanhúss



Mynd 6 Niðurstöður PID-mælinga frá útsogi

Niðurstöður vöktunarferðanna má einnig finna í minnisblöðum Verkís (Verkís, 2021c; Verkís, 2021d; Verkís, 2021e; Verkís, 2021f; Verkís, 2021g; Verkís, 2021h).

2.2.2 Mælingar á einstökum VOC-efnum

Farið var í tvær sýnatökufærðir þar sem loftskýning var safnað til greiningar á einstökum VOC-efnum. Eftir seinni sýnatökufærð kom í ljós að dæla sem notuð var við sýnatökur og hafði verið fengin að láni frá Vinnueftirlitinu dældi of miklu magni af lofti. Hætta var því á að niðurstöður greininga væru óáreiðanlegar. Einnig voru og eru ekki til íslensk viðmiðunargildi fyrir VOC-efni í lofti innandyrna og neðanjarðar. Reyndist því erfitt að túlka og nýta niðurstöður. Frá þessu er skýrt nánar í bréfi Verkís og N1 til UST dagsett 23. júní 2021 (Verkís, 2021i). Af þessum ástæðum var ákveðið að falla frá þessari aðferð og þess í stað notast frekar við PID-mælingar og jarðvegssýnatöku. Hér verður því ekki fjallað frekar um niðurstöður þessara mælinga.

2.3 Jarðvegsrannsókn Eflu

Ráðgjafafyrirtækið Efla sá um jarðkönnun fyrir Sveitarfélagið Skagafjörð til að meta útbreiðslu olíulekans. Dagana 13.-15. janúar 2021 voru grafnar níu gryfjur með gröfu og boraðar þrjár cobraborholur. Sýni voru tekin úr gryfjunum og borholunum til greiningar á olíuefnum. Sýnin voru tekin úr malar- og sandlagi, sem grunnvatn rann um. Fyrir neðan malar- og sandlagið var þéttur jökulleir og silt. Einnig var tekið eitt grunnvatnssýni. Lykt af olíuefnum fannst vestan við Suðurbraut 6 og 8, og norðaustan við Kaupfélagið, út við Skólagötu. Engin olíuefni greindust úr jarðvegssýninu sem var tekið aftan við Suðurbraut 6 á 3,6 m dýpi, en 4,1 ppm af bensíni greindist í vatnssýni. Vottur af bensíni fannst í sýninu sem var tekið aftan við Suðurbraut 8 á 4,1 m dýpi og leifar olíuefna greindust fyrir aftan Kaupfélagið (Suðurbraut 9) sem eru ekki taldar koma frá geymi N1 (Efla, 2021). Röllum var komið fyrir í gryfjunum og borholunum svo hægt væri að framkvæma mælingar á grunnvatni. Grunnvatnið hefur verið mælt tvisvar, í janúar þegar jarðkönnunin var framkvæmd og aftur 9. mars sl. Niðurstöður grunnvatnsmælinganna voru nýttar til að útbúa gróft grunnvatnslíkan af svæðinu. Samkvæmt grunnvatnslíkaninu rennur grunnvatn annað hvort frá svæðinu þar sem geymir N1 var og dreifir úr sér



til vesturs, eða fylgir nokkurn veginn stefnu Suðurbrautar til norðurvesturs. Einnig sýndi grunnvatnslíkanið að litlar breytingar á grunnvatnshæð hafa talsverð áhrif á stefnu og útbreiðslu grunnvatnsflæðisins (Efla, 2021).

2.4 Efnagreining HNV

Heilbrigðiseftirlit Norðurlands Vestra hefur tekið jarðvegssýni þrisvar vegna olíulekans á Hofsósi.

Tvö jarðvegssýni voru tekin í desember 2019, skömmu eftir að olíulekans varð vart.

Sýnin voru tekin á eftirfarandi stöðum:

1. Á 1 m dýpi í skurði við Suðurbraut 6
2. Á 1,3 m dýpi við olíugeyma N1

Jarðvegssýnin voru send til greiningar á magni olíuefna hjá Rannsóknarstofnun í Lyfja- og eiturefnafræði við Háskóla Íslands. Engin olíuefni greindust í sýnunum.

Þrjú jarðvegssýni voru tekin 16. júní 2020, á meðan á hreinsun í kringum olíugeyminn stóð. Sýnin voru tekin á eftirfarandi stöðum og send til greiningar á magni olíuefna og BTEX hjá Rannsóknarstofnun í Lyfja- og eiturefnafræði:

1. Á 3,7 m dýpi næst þeim stað þar sem geymirinn stóð, í SV hluta holu E.
2. Á 3,7 m dýpi undir bensíndælunum, í NV hluta holu E.
3. Á 1,5 m dýpi úr jarðvegi sem var talinn yfirborðsjarðvegur og ómengaður.

Merkjanleg lykt var af öllum sýnunum.

Í fyrst nefnda sýninu greindust 940 ppm af bensíni og 22 ppm af díselolíu. Í öðru sýninu greindist vottur (<10 ppm) af olíuefnum. Í þriðja sýninu greindust 740 ppm af díselolíu.

BTEX efni greindust í fyrsta sýninu. Benzen greindist í magninu 5,7 mg/kg (viðmiðunarmörk 0,2 mg/kg fyrir íbúðasvæði), tólúen greindist í magninu 3,1 mg/kg (viðmiðunarmörk 0,2 mg/kg fyrir íbúðasvæði), ethylbenzen greindist í magninu 1,9 mg/kg (viðmiðunarmörk 0,2 mg/kg fyrir íbúðasvæði) og 28 mg/kg af xylen greindust (viðmiðunarmörk 0,45 mg/kg fyrir íbúðasvæði). Viðmiðunarmörkin eru fengin úr reglugerð nr. 1400/2000 um mengaðan jarðveg.

Þann 24. júlí 2020 voru tekin fimm jarðvegssýni úr holu E og send í greiningu til Eurofins Umwelt Ost GmbH í Þýskalandi á heildarmagni vetniskolefna jarðolíu (keðjur C5-C10). Sýnin voru tekin, á eftirfarandi stöðum úr holu E:

1. Á 2 m dýpi í SV hluta holunnar, með stefnu á Suðurbraut 12. Merkjanleg lykt.
2. Á 2,6 m dýpi í NV hluta holunnar. Ekki merkjanleg lykt.
3. Á 2,6 m dýpi í NA hluta holunnar, við Suðurbraut 9. Ekki merkjanleg lykt.
4. Á 3,7 m dýpi í S hluta holunnar, fyrir miðju. Merkjanleg lykt.
5. Á 2,7 m dýpi í SA hluta holunnar. Ekki merkjanleg lykt.

Vetniskolefni jarðolíu greindust ekki í sýnunum.

2.5 Aðgerðir til að bæta loftgæði í húsum

Gripið hefur verið til aðgerða við þau hús á Suðurbraut þar sem mengunarinnar hefur orðið vart. Loftun undan húsum með virku útsogi hefur verið komið fyrir við Suðurbraut 6 og 10 til að VOC-efni berist síður inn í gegnum botnplötu. Við Suðurbraut 6 var einnig grafinn skurður austan megin við húsið eftir því endilöngu. Komið var fyrir loftunarrörum með virku útsogi í skurðinum til að reyna að minnka þá mengun sem bærst undir og inn í húsið.

Við Suðurbraut 9 hefur verið þétt meðfram lögnum og loftræstingu komið fyrir til að frekar sé yfirþrýstingur innandyra, en undirþrýstingur, og þar með að loft komist síður undan grunni inn í hús.



2.6 Samantekt – næstu skref

Ljóst var að til þess að meta betur dreifingu mengunar og ákvarða úrbætur þurfti frekari mælingar. Því sendi Umhverfisstofnun N1 ehf. bréf, dagsett 19. maí 2021, þar sem sett var fram krafa um frekari rannsóknir og uppfærða úrbótaáætlun vegna olíumengunar frá fyrrum neðanjarðargeymi N1 að Suðurbraut 9, Hofsósi (Umhverfisstofnun, 2021a). Í framhaldi af því var lögð fram tillaga að jarðvegssýnatökuáætlun á Hofsósi (Verkís, 2021b).

3 Jarðvegssýnataka

Í þessum kafla er fjallað um jarðefni á svæðinu og niðurstöður efnagreiningarinnar úr jarðvegsrannsókninni sem var framkvæmd á Hofsósi í lok júní 2021 til að skýra hugsanlega dreifingu olíumengunarinnar. Fyrir frekari upplýsingar um jarðvegsrannsóknina er vísað í frumniðurstöður jarðvegsrannsóknarinnar í minnisblaði Verkís dags. 7. júlí 2021 (Verkís, 2021b).

3.1 Framkvæmd

Í lok júní sl. fóru sérfræðingar Verkís á Hofsós og létu grafa gryfjur og tóku jarðvegssýni til greiningar. Í heildina voru 19 gryfjur grafnar og jarðvegssnið þeirra skráð, 140 sýni tekin og greind með PID-handmæli fyrir TVOC, og 14 sýni tekin og send á vottaða rannsóknarstofu ALS í Svíþjóð til frekari efnagreiningar á jarðolíuefnum.

PID-mælingarnar á vettvangi aðstoðuðu við mat á útbreiðslu olíumengunarinnar á svæðinu og við val á jarðvegssýnum til frekari efnagreiningar á rannsóknarstofu ALS í Svíþjóð. Í hverri gryfju var PID-mælirinn notaður til að mæla TVOC í mismunandi jarðlögum, að meðaltali með 50 cm millibili. Niðurstöður TVOC-mælinganna voru notaðar til að ákvarða hvaða sýni voru send til frekari efnagreiningar, eins og lýst er í minnisblaði Verkís um áætlun vegna jarðvegssýnatöku á Hofsósi (Verkís, 2021a):

- Sýni með engri merkjanlegri lykt/sýnilegri mengun og TVOC-gildi $<0,5$ ppm, var álitid hreint með tilliti til jarðolíumengunar;
- Valin voru sýni með merkjanlegri lykt/sýnilegri mengun og TVOC-gildi á bilinu 0,5-50 ppm var sent til frekari efnagreiningar hjá rannsóknarstofu til að ákvarða styrk jarðolíuefna. Miðað var við að aðeins eitt sýni, að meðaltali, úr hverri gryfju yrði sent til efnagreiningar á rannsóknarstofu;
- Sýni með merkjanlegri lykt/sýnilegri mengun og TVOC-gildi >50 ppm var álitid mengað með tilliti til jarðolíumengunar. Að sýnatöku lokinni voru átta af þessum sýnum send til frekari efnagreiningar á rannsóknarstofu til ákvörðunar á styrk jarðolíuefna.

Jarðvegssýni úr gryfjunum til TVOC-mælinga voru tekin með lítilli handskóflu úr stáli og hvert sýni sett í plastpoka. Sýni voru tekin annað hvort beint úr gryfjunni eða úr gröfuskóflunni. Passað var að nægt loft væri inn í pokanum og pokinn eins vel lokaður og kostur gafst, með því að snúa upp á endann á honum. Pokinn var svo hristur til þess að losa um jarðveginn. Því næst var PID-mælinum stungið inn í gegnum plastpokann og niðurstöður lesnar.

Sýni til efnagreiningar voru tekin á sama dýpi og samsvarandi PID-sýni, annað hvort beint úr gryfjunni eða úr gröfuskóflunni með lítilli handskóflu úr stáli og hvert sýni sett í vottaða glerkrukku. Glerkrukkan var fyllt eins vel og hægt var til að sem minnst súrefni léki um sýnið fyrir greiningu.

3.2 Niðurstöður

Í þessum kafla eru kynntar niðurstöður úr gryfjugreftri, ásamt niðurstöðum mælinga og efnagreininga jarðvegsrannsóknarinnar sem framkvæmd var í lok júní sl.



3.2.1 Gryfjur

Tvö grunnvatnslíkön hafa verið útbúin af svæðinu, annað úr gögnum frá janúar og hitt frá mars sl. (Efla, 2021). Samkvæmt janúargögnunum rennur grunnvatn frá fyrrum staðsetningu neðanjarðargeymisins, og þ.a.l. mögulega einnig olímengun, undir Suðurbraut 6 og 8 til vesturs. Hins vegar, skv. gögnunum frá mars ætti grunnvatn að renna frá fyrrum staðsetningu neðanjarðargeymisins, undir Suðurbraut, og fylgja Suðurbraut til norðvesturs. Því var dregin sú ályktun að rennslisstefna grunnvatnsins, og olímengunarinnar, geti sveiflast talsvert eftir grunnvatnsstöðu svæðisins. Þessar niðurstöður voru hafðar til hliðsjónar við val á staðsetningum fyrir gryfjurnar.

Eftirfarandi niðurstöður úr gryfjugreftri á rannsóknarsvæðinu á Hofsósi gefa mynd af dreifingu olímengunarinnar. Tafla 2 sýnir heiti gryfjanna sem voru grafnar á Hofsósi í júní 2021, dýpi þeirra, hvaða sýni voru send í efnagreiningu og ástæðu þess að ekki var grafið dýpra í hverri gryfju. Mynd 7 sýnir staðsetningu þeirra gryfja sem voru grafnar og hæsta mælda TVOC gildi í þeim. Fyrir frekari upplýsingar um þær 140 PID-mælingar sem voru framkvæmdar og lýsingar á jarðlögum er vísað í minnisblað Verkís, dags.7. júlí 2021 (Verkís, 2021b).

Afmörkun dreifingar olímengunarinnar var einkum háð því hvar hægt var að grafa gryfjur, og þ.a.l. þeim innviðum sem eru fyrir á staðnum. Má þar m.a. nefna Suðurbrautina, byggingar á svæðinu og lagnir neðanjarðar. Ekki var grafið undir Suðurbraut 9, þrátt fyrir að þar hafi fundist olíulykt, til að koma í veg fyrir skemmdir á húsinu. Því er mögulegt að þar undir sé að finna olímengun. Til að forðast rask og loka ekki veginum tímabundið var ekki grafið í gegnum Suðurbrautina, en þá hefði verið hægt að útiloka að olímengunin rynni undir henni til norðvesturs. Ekki var grafið vestar á svæðinu en sýnt er á Mynd 7 sýnir, vegna heitavatslagna og nálægðar við háa og bratta sjávarsíðuna.



Tafla 2 Heiti, hnitaskrá og dýpt rannsóknagryfja, með athugasemdum.

Gryfja	Dýpi gryfju (m)	Sýni í efnagreiningu	Heiti sýnis sent í efnagreiningu	Hætt að grafa eða upplýsingar um grunnvatn:
G1	3,1	Tekið á 3,0 m dýpi	1	Grunnvatn á 3,0 m dýpi. Komið niður á fast á 2,9 m dýpi.
G2	3,0	Tekið á 3,0 m dýpi	2	Grunnvatn á 2,9 m dýpi. Komið niður á fast á 2,9 m dýpi.
G3	3,3	Tekið á 3,3 m dýpi	3	Grunnvatn á 3,1 m dýpi. Komið niður á fast á 3,1 m dýpi.
G4	3,0	-	-	Grunnvatn á 2,7 m dýpi. Komið niður á fast á 2,7 m dýpi.
G5	3,4	-	-	Grunnvatn á 3,2 m dýpi. Komið niður á fast á 3,3 m dýpi.
G6	3,2	-	-	Grunnvatn á 3,0 m dýpi. Komið niður á fast á 3,0 m dýpi.
G7	4,0	-	-	Grunnvatn á 3,1 m dýpi. Komið niður á fast á 3,1 m dýpi.
G8	3,0	Tekið á 3,1 m dýpi	8	Grunnvatn á 2,8 m dýpi. Komið niður á fast á 2,8 m dýpi.
G9	3,2	-	-	Komið niður á fast á 3,0 m dýpi.
G10	3,1	-	-	Grunnvatn á 2,9 m dýpi. Komið niður á fast á 2,9 m dýpi.
G11	4,3	-	-	Grunnvatn á 3,6 m dýpi. Komið niður á fast á 3,6 m dýpi.
G12	4,3	Tekin á 4,0 og 4,3 m dýpi	12-1 12-2	Ekkert grunnvatn. Komið niður á fast á 3,1 m dýpi. Grafa teygir sig yfir grindverk og kemst ekki neðar án þess að brjóta grindverkið
G13	4,0	Tekið á 3,7 m dýpi	13	Grunnvatn á 4,0 m dýpi. Komið niður á fast á 4,0 m dýpi.
G14	3,5	Tekið á 3,5 m dýpi	14	Ekkert grunnvatn. Komið niður á fast á 3,4 m dýpi.
G15	4,2	Tvö sýni tekin á 4,0 m dýpi	15-1 15-2	Ekkert grunnvatn. Komið niður á fast á 4,2 m dýpi. Stöðugt hrundi úr köntunum og talsverð hætta var orðin á að mön ofan við gryfjuna myndi hrynja ofan í gryfjuna.
G16	4,9	Tekin á 4,5 m, 4,5 m og 4,9 m dýpi	16-1 16-2 16-3	Grunnvatn á 4,9 m dýpi. Komið niður á fast á 4,4 m dýpi.
G17	4,2	Tekið á 4,2 m dýpi	17	Ekkert grunnvatn. Komið niður á fast á 3,3 m dýpi.
G18	3,9	-	-	Ekkert grunnvatn. Komið niður á fast á 3,5 m dýpi.
G19	4,3	-	-	Ekkert grunnvatn. Komið niður á fast á 3,8 m dýpi.



Mynd 7 Yfirlitsmynd af gryfjum á rannsóknarsvæðinu. Loftmynd fengin af ja.is (Verkís, 2021b).

3.2.1.1 Nánari lýsing á samþjappaða siltinu/sandinum og túlkun vegna mengunar

Grafið var niður á samþjappað silt/sand í gryfjunum á um 3-5 m dýpi. Notast var við Hydrema MX16 hjólagröfu, þ.e.a.s. 16,7 tonna grafa sem nær niður á um 5 m dýpi. Þegar grafan vinnur langt niður fyrir sig, á hátt í 5 m dýpi, erfiðar hún umtalsvert meira en þegar grafið er á jafnsléttu. Við það bætist svo að erfitt er að grafa í gegnum samþjappað efni. Því gekk gröftur niður í gegnum samþjappaða siltið/sandinn mjög hægt, þar sem grafan þurfti að krefsa sig niður um örfáa sentímetra í einu.

Samþjappaða siltið reyndist vera misleitt. Í flestum gryfjanna var það úr silti, en í stöku gryfju reyndist jarðlagið vera að einhverju eða öllu leyti úr samþjöppuðum sandi. Þrátt fyrir misleitnina í samþjappaða laginu þá reyndust bæði siltið og sandurinn koma upp í köggjum með gröfunni. Köggjana var auðvelt að brjóta í sundur með handfli.

Yfirborð landsins við Suðurbraut er í um 24-25 m hæð yfir sjávarmáli og leynist grunnvatnsborðið væntanlega einhverstaðar á bilinu fyrir neðan botn gryfjanna og að sjávarmáli. Grunnvatn fannst þó í öllum gryfjum austan við Suðurbraut, nema gryfju 9. Vestan við Suðurbraut fannst eingöngu grunnvatn í gryfjum 13 og 16. Nokkrir hugsanlegar skýringar eru fyrir þessu:

- Vatnsþéttni samþjappaða siltsins/sandsins:
 - Hér getur t.d. verið um að ræða afleiðingu þess að jarðlagið er misleitt og því lekt, og/eða lágur brotstyrkur þess hefur orðið til þess að sprungur hafi náð að myndast. Ef vatn nær niður í eða niður í gegnum jarðlagið, þá gildir það sama um olíuna sem lak frá neðanjarðargeymunum.
- Landslag samþjappaða siltsins/sandsins:
 - Jarðlög eru aldrei alveg flöt og geta verið mishæðótt líkt og yfirborð lands. Því geta myndast hólar og lægðir í jarðlögum sem hefðu áhrif á grunnvatnsflæði svæðisins, sem og olíuna sem lak frá neðanjarðargeymunum.



- Aðrir óvissuþættir:
 - Eftir því sem fleiri gagna er aflað fæst nákvæmari mynd af jarðfræði og grunnvatni svæðisins.

3.2.2 Efnagreiningar á jarðvegssýnum

Allar efnagreiningarniðurstöður má sjá í viðauka 1. Hér að neðan er fjallað um þau sýni þar sem mengunarefni greindust í jarðvegi en það var aðeins í tveimur sýnum af fjórtán.

Tafla 2 sýnir yfirlit yfir þau sýni sem voru efnagreind á rannsóknarstofu, úr hvaða gryfju þau voru tekin og dýpi þeirra. Einungis greindust olíuefni í gryfjum G13 og G16 og aðeins í einu sýni af þremur úr gryfju G16 eða sýni 16-3. Tafla 3 sýnir niðurstöður efnagreininga, en þar er einnig samanburður við íslensk viðmiðunargildi á þessum efnum í jarðvegi fyrir íbúðabyggð (reglugerð nr. 1400/2020 um mengaðan jarðveg) þar sem hámarksgildi fyrir íbúðabyggð og atvinnusvæði eru tilgreind fyrir nokkur BTEX efni, heildarmagn PAH og jarðolíu. Í köflum hér að neðan er frekari umfjöllun um efnin.

Jafnframt þessu er stuðst við mörk sem Umhverfisstofnun nefnir í bréfi sínu, dags. 21. apríl 2021 (Umhverfisstofnun, 2021b) og byggir á gildum frá sænsku Umhverfisstofnuninni (Naturvårdsverket, 2009). Viðmiðunarmörk Naturvårdsverket eru gefin út sem heilsufarsáhættumörk m.a. við inntöku og innöndun. Viðmið þeirra miða við að þeir sem verða fyrir áhrifum frá mengaða jarðveginum verði eingöngu útsettir fyrir helmingnum af menguninni á hverjum stað. Einnig var horft til viðmiða frá norska mengunarvarnareftirlitinu (Statens forurensningstilsyn, 2009) þar sem menguðum jarðvegi er skipt í fimm flokka (mjög gott, gott, hóflegt, slæmt og mjög slæmt) eftir heilsufarshættu. Ef mengunina er að finna á meira en 1 m dýpi telst ásættanlegt ef jarðvegurinn fellur í fyrstu þrjá flokkana.

Tafla 3 Niðurstöður efnagreininga á sýnum þar sem olíuefni greindust og samanburður við viðmiðunargildi

	Sýni úr G13 [mg/kg]	Sýni úr G16 [mg/kg]	Íslensk viðmiðunarmörk fyrir mengun í jarðvegi [mg/kg]
Toluene	0,546	0,689	0,2
Ethylbenzene	2,22	0,182	0,2
Meta¶ xylene	19,6	0,827	-
Ortho xylene	10,1	0,419	-
Summa xylenes efna	29,7	1,25	0,45
Naftalein	1,9	3,1	6,8 *
Alífatar >C8-C10	GE	12	-
Alífatar >C5-C16	GE	12	-
Arómatar >C8-C10	31,6	66,6	-
Arómatar >C8-C10	8,9	9,5	-
Vetniskolefni jarðolíu C10-C12	72	132	-
Vetniskolefni jarðolíu C12-C16	48	58	-
Vetniskolefni jarðolíu >C10-<C40	132	202	190
GE = greindist ekki			
- ekki tilgreint			
* summa allra PAH efna skv. reglugerð nr. 1400/2020			

3.2.2.1 Alífatísk efni

Alífatísk efni (e. *aliphatic compounds*). Flokkur vetniskolefna sem á oftast uppruna sinn í hráolíu.

Alífatísk efni greindust í sýni 16-3, þ.e.a.s. sýninu sem var tekið á 4,9 m dýpi í gryfju G16. Í reglugerð um mengaðan jarðveg eru ekki tilgreind viðmiðunarmörk fyrir alífatísk efni, svo hér er stuðst við viðmiðunarmörk frá Naturvårdsverket. Þar er miðað við að styrkur >C8-C10 alífata sé mest 0,1 mg/kg. Í gryfju G16 greindist 12 mg/kg af C8-C10, sem er yfir viðmiðunarmörkum Naturvårdsverket. Samkvæmt viðmiðum Statens forurensningstilsyn fellur sýnið í þriðja flokk, eða hóflega heilsufarsáhættu. Mynd 8 sýnir staðsetningu mældra alífata, aðrir alífatar greindust ekki.



Mynd 8 Yfirlitsmynd yfir mæld gildi alifatískra efna úr gryfjum á rannsóknarsvæðinu. Engin viðmiðunarmörk eru til í íslenskum reglugerðum eða leiðbeiningum, svo hér er stuðst við sænsk viðmiðunargildi skv. bréfi Umhverfisstofnunar (2021b). Loftmynd fengin af ja.is.

3.2.2.2 Arómatísk efnasambönd

Arómatísk efnasambönd (e. *Aromatic Compounds*). Flokkur vetniskolefna sem á uppruna sinn oftast í hráolíu, og má einnig finna í háum hlutföllum í bensíni (samanborið við dísel).

Arómatísku keðjurnar C8-C10 og C10-C16 greindust í sýnum 13 og 16-3. Mynd 9 sýnir staðsetningu mældra arómatískra efna.

Í reglugerð um mengaðan jarðveg eru ekki tilgreind viðmiðunarmörk fyrir arómatísk efni, svo hér er stuðst við viðmiðunarmörk frá Naturvårdsverket. Þar er miðað við að arómata keðjur >C8-C10 sé mest 0,04 mg/kg. Styrkur arómata er ekki tilgreindur í viðmiðum Statens forurensningstilsyn.

Í sýni 13 greindist 31,6 mg/kg af C8-C10 og 8,9 mg/kg af C10-C16. Í sýni 16,3 greindist 66,6 mg/kg af C8-C10 og 9,5 mg/kg af C10-C16. Arómatar í báðum gryfjunum greindust því yfir viðmiðunarmörkum Naturvårdsverket.



Mynd 9 Yfirlitsmynd yfir mæld gildi arómískra efna úr gryfjum á rannsóknarsvæðinu. Engin viðmiðunarmörk eru til í íslenskum reglugerðum eða leiðbeiningum, svo hér er stuðst við sænsk viðmiðunargildi skv. bréfi Umhverfisstofnunar (2021b). Loftmynd fengin af ja.is.

3.2.2.3 BTEX

BTEX stendur fyrir upphafsstafi af bensen, tólúen, ethýlbensen og xýlen sem eru öll hringlaga arómísk efnasambönd og koma úr eldsneyti, einna helst bensíni.

BTEX efnasambönd greindust í sýnum 13 og 16-3. Skv. reglugerð 1400/2020 um mengaðan jarðveg er hámarksgildi fyrir landnotkun íbúðarsvæðis tilgreint sem 0,2 mg/kg fyrir hvert af eftirfarandi; bensen, tólúen og ethýlbensen, en 0,45 mg/kg fyrir heildarmagn xýlen. Samkvæmt viðmiðunarmörkunum frá Naturvárðsverket eru viðmiðunarmörkin fyrir tólúen 0,223 mg/kg, 0,097 mg/kg fyrir ethýlbensen og 0,179 mg/kg fyrir heildarmagn xýlen.

Í sýni 13 mældist tólúen 0,546 mg/kg og í sýni 16-3 mældist það 0,689 mg/kg. Ethýlbensen mældist í styrknum 2,22 mg/kg í sýni 13 og 0,182 mg/kg í sýni 16-3. Heildarmagn xýlen í sýni 13 var 29,7 mg/kg og í sýni 16-3 var það 1,25 mg/kg. Öll efnin sem mældust voru því yfir viðmiðunarmörkum skv. reglugerð um mengaðan jarðveg og skv. viðmiðunarmörkum Naturvárðsverket. Statens forurensningstilsyn hefur ekki viðmiðunarmörk fyrir þau BTEX efni sem greindust. Mynd 10 sýnir yfirlit fyrir mæld gildi BTEX efna miðað við íslensk viðmiðunargildi.



Mynd 10 Yfirlitsmynd yfir mæld BTEX efni úr gryfjum á rannsóknarsvæðinu. Loftmynd fengin af ja.is.

3.2.2.4 Fjölhringja arómatísk vetniskolefni (PAH)

Fjölhringa arómatísk vetniskolefni (e. *Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, PAH*) er efnaflokkur sem inniheldur vetniskolefnissambönd og önnur lífræn efnasambönd, samsett af lífrænum hring samböndum. PAH eru torleyst í vatni og því lítt hreyfanleg í umhverfinu. Mörg efnanna koma úr kolum, olíu eða við bruna þessara efna. Finnst einna helst í díselolíu en ekki í miklu magni í bensíni.

Sextán (16) mismunandi PAH efni voru mæld í sýnunum, en eingöngu greindist PAH efnið naphthalene í sýnum 13 (1,89 mg/kg) og 16-3 (3,14 mg/kg). Samkvæmt reglugerð 1400/2020 um mengaðan jarðveg er hámarksgildi fyrir landnotkun íbúðarsvæðis tilgreint sem 6,8 mg/kg fyrir heildarmagn þeirra tíu PAH efna sem tilgreind eru í reglugerðinni. Viðmiðunarmörk naphthalene frá Naturvårdsverket miða við að magn þess sé mest 0,02 mg/kg. Rétt er að benda á að viðmiðunarmörkin sem Naturvårdsverket miðar við eru lægri en greiningarmörk efnagreiningarinnar. Samkvæmt flokkun Statens forurensningstilsyn er gildið sem mældist í gryfju G13 flokkað sem mjög gott, og gildið sem mældist í gryfju G16 flokkað sem gott. Mynd 11 sýnir yfirlit yfir mæld gildi PAH efna miðað við íslensk viðmiðunargildi.



Mynd 11 Yfirlitsmynd yfir mæld PAH efna úr gryfjum á rannsóknarsvæðinu. Loftmynd fengin af ja.is.

3.2.2.5 Vetriskolefni jarðolíu

Vetriskolefni jarðolíu (e. *Petroleum Hydrocarbons, PHCs*) eru þau heildar vetriskolefni sem er að finna í jarðolíu. Samkvæmt reglugerð 1400/2020 um mengaðan jarðveg er hámarksgildi fyrir landnotkun íbúðarsvæðis tilgreint sem 190 mg/kg fyrir jarðolíu. Þar sem jarðolía er ekki skilgreind í reglugerðinni er sá skilningur hafður hér að átt sé við heildarkeðjuna C10-C40.

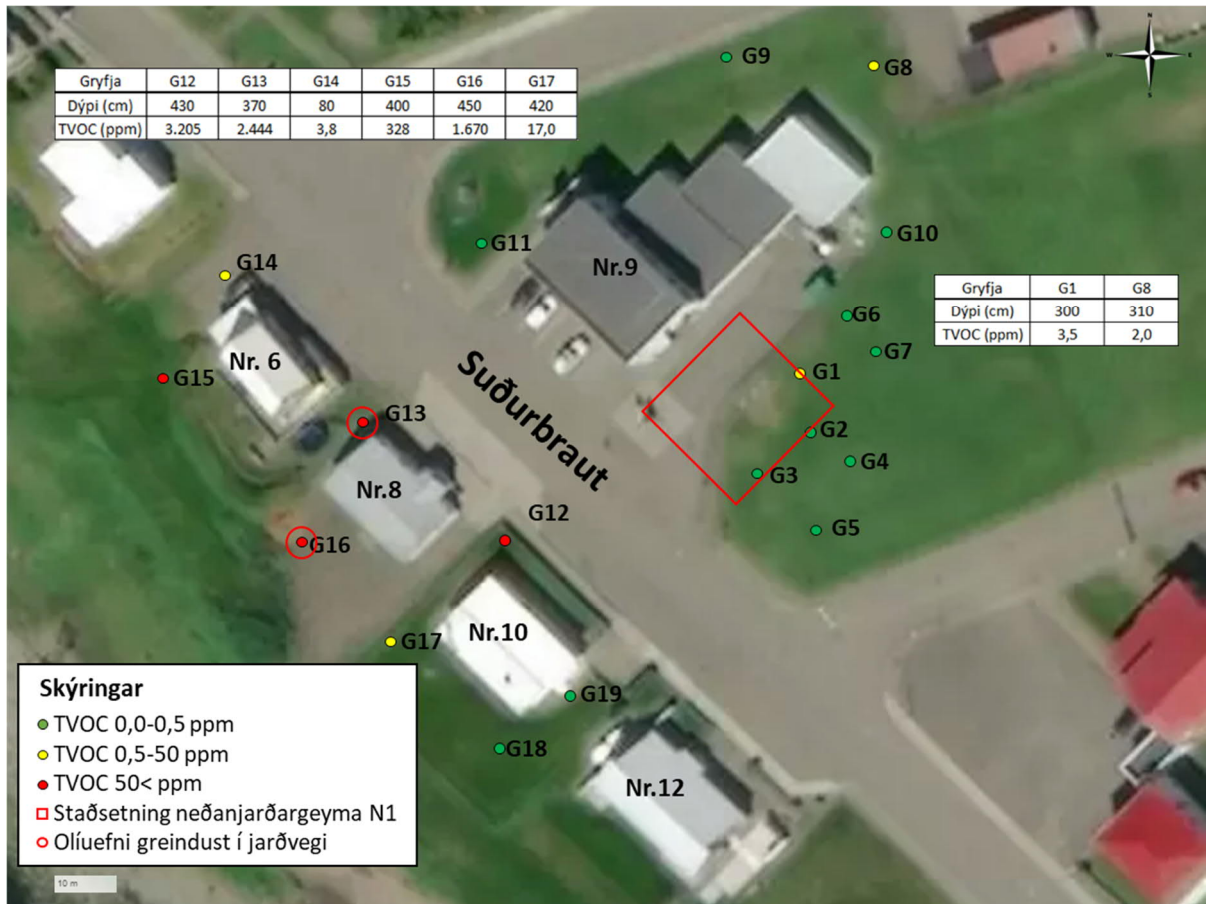
Eftirfarandi keðjur voru greindar; C10-C40, C10-C12, C12-C16, C16-C35 og C34-C40. Eingöngu greindust keðjur C10-C40, C10-C12 og C12-C16 í sýnum 13 (132 mg/kg, 72,0 mg/kg og 48 mg/kg) og 16-3 (202 mg/kg, 132 mg/kg og 58 mg/kg). Styrkur C10-C40 í sýni 16-3 var því yfir viðmiðunargildinu. Mynd 12 sýnir yfirlit yfir mæld gildi jarðolíuefna miðað við íslensk viðmiðunargildi.



Mynd 12 Yfirlitsmynd yfir mæld gildi vetniskolefna jarðolíu úr gryfjum á rannsóknarsvæðinu. Loftmynd fengin af ja.is.

3.2.3 PID-mælingar

Mynd 13 sýnir hæsta mælda gildið í þeim gryfjum þar sem TVOC mældist >0,5 ppm. Sýni í gryfju G13 og G16 voru þau einu þar sem mengunarefni greindust í jarðveginum skv. niðurstöðum rannsóknarstofu (Mynd 13, sjá rauða hringi, og kafla 3.2.2). Í öðrum sýnum voru allar niðurstöður undir greiningarmörkum rannsóknarstofunnar, þ.e. engin olíuefni greindust í jarðveginum þó svo PID-mælirinn hafi greint þar efni í lofti.



Mynd 13 Yfirlitsmynd yfir mæld TVOC-gildi í gryfjum og dýpi þeirra. Tölur sýna hæsta mæld gildið í þeim gryfjum þar sem TVOC mældist >0,5 ppm. Hringur er dreginn utan um G13 og G16 þar sem olíufni greindust í jarðvegi. Loftmynd fengin af ja.is. (Verkís, 2021b).

3.2.4 Umræður og túlkun á niðurstöðum

Niðurstöður efnagreininga á jarðvegi benda til þess að um litla mengun sé að ræða í jarðveginum sjálfum. Þegar efnin sem greindust í jarðvegi eru skoðuð benda niðurstöður til þess að um sé að ræða bæði bensín og snefil af díselolíu. Mikilvægt er að hafa í huga að olíugeymirinn sem lak innihélt einungis bensín (95okt) á þeim tíma sem lekinn er talinn hafa orðið. Þó var geymirinn notaður til þess að geyma díselolíu fram til júní 2019 en þá var hann tæmdur, yfirfarinn og þykktarmældur skv. kröfum 24. gr reglugerðar nr. 884/2017 um varnir gegn olíumengun frá starfsemi á landi. Eftir þetta var bensín sett á geyminn. Mögulegt er að leifar af dísel hafi verið í geyminum og það sé ástæðan fyrir því að dísel efni (þ.e. naphthalene) greinast í niðurstöðum efnagreininga.

Engin olíutengd efni greindust yfir viðmiðunarmörkum í sýnum 16-1 eða 16-2, sem voru tekin um 0,4 m ofan við sýni 16-3. Sýni 16-3 var tekið neðst í gryfju G16, ofan á samþjappaða sand-/siltlaginu, við grunnvatnsborðið. Efla (2021) greindi sýni á svipuðum stað, á 4,1 m dýpi, með „vott af bensínleifum“. Olíulykt fannst af jarðveginum af svipuðu dýpi bæði hjá Eflu (2021) og Verkís (2021b).

Það að ekki sé samræmi milli hárra TVOC gilda á PID-mæli og olíufna í jarðvegi getur verið vísbending um að mengunin sé að miklu leyti komin í loftfasa. Ef svo reynist vera rétt bendir það til þess að þær hreinsunaraðgerðir sem hafa verið framkvæmdar séu að skila árangri og töluvert lífníðurbrot (e. *Biodegradation*) olíufna hafi þegar átt sér stað. Efnin sem myndast þegar olíufnin brotna niður í jarðveginum fyrir tilstilli náttúrulegra baktería, sem þar eru fyrir, geta valdið mikilli lykt en það eru ekki efni sem greinast við efnagreiningar. Efnin væru þá í gasfasa en ekki bundin í jarðveginum og mælast því með PID-mæli þegar rótað er í jarðveginum og lykt stígur upp.

Frekari úrbótaáðgerðir þurfa því að taka mið af þessum niðurstöðum en óráðlegt væri að fara í hreinsunaraðgerðir á jarðvegi sem mælist hreinn skv. íslenskri reglugerð nr. 1400/2020 um mengaðan



jarðveg. Það væri engin leið að meta hvenær hreinsunaraðgerðum væri lokið og tilætluðum árangri náð, þ.e. að jarðvegurinn væri orðin hreinn, þar sem efnagreiningar nú greina nánast enga mengun í sjálfum jarðveginum. Mengunarefnin virðast að mestu leyti vera í gasfasa og mælast í jarðvegsloftinu. Því eru aðgerðir sem miða að hreinsun á lofti vænlegri til árangurs en aðrar hreinsunaraðgerðir. Á þeim stöðum þar sem jarðvegur mælist mengaður mætti þó fara í jarðvegshreinsun (þ.e. í kringum gryfjur G13 og G16). Mikilvægt er að hafa einnig í huga aðgerðir sem takmarka frekari lykt og óþægindi fyrir íbúa svæðisins.

4 Úrbótatillaga - hreinsun, rannsóknir og mótvægisáðgerðir

Umhverfisstofnun (UST) lagði fram kröfu um uppfærða tímasetta úrbótaáætlun sbr. 2. mgr. 9. gr. laga nr. 55/2012 um umhverfisábyrgð, í bréfi sínu til N1 dags. 21. apríl 2021. Úrbótaáætlunin skyldi innihalda upplýsingar um hreinsunaraðgerðir og vöktun undir og í kringum hús að Suðurbraut 6, 8, 9 og 10, vegna olíuleka frá neðanjarðargeymi N1, á Hofsósi.

Úrbætur eiga ekki einungis við um hreinsunaraðgerðir sem slíkar, heldur eiga þær einnig við um aðra þætti sem geta bætt ástandið og eru þeir þættir því í raun jafnmikilvægir eins og að hreinsa mengunina. Þegar valin er leið til úrbóta vegna jarðvegsmengunar er þrennt sem ber að hafa í huga:

- **Nauðsyn** framkvæmdanna
- **Fýsileiki** aðgerðanna
- **Raunhæfi** lausnarinnar

Nauðsyn framkvæmda snýr m.a. að því hvert takmarkið er með úrbótunum. Fýsileiki segir til um hvort fræðilega sé hægt að framkvæma tiltekna úrbótatillögu. Þá á raunhæfi lausnarinnar við um hvort hægt sé í raun að framkvæma hana og hvort ávinningurinn við framkvæmdina uppfylli væntingar og þau skilyrði sem eru sett.

Mengun af völdum jarðolíu er hægt að hreinsa á mismunandi vegu en aðferðir við hreinsun eru misárangursríkar og miskostnaðarsamar. Sem hluti af vinnuferlinu við gerð úrbótaáætlunarinnar fór fram kostagreining á mögulegum úrbótum og byggir úrbótartillagan sem hér er lögð fram á nokkrum mismunandi hreinsunaraðgerðum og mótvægisáðgerðum, sem saman mynda heildstæða lausn, og taldar eru líklegastar til árangurs. Hér að neðan er fjallað um þær hreinsunaraðgerðir sem mælt er með að fara í fyrir svæðið (kafla 4.2), frekari rannsóknir sem taldar eru mikilvægar til að auka skilning á legu og þróun mengunarinnar á svæðinu (kafla 4.3), og mótvægisáðgerðir í byggingum á meðan á hreinsunaraðgerðum stendur (kafla 4.4). Í kafla 4.2.1.1 er fjallað um hugsanlegar útfærslur hreinsunaraðgerða vegna fyrirsjáanlegra niðurstaðna rannsókna. Ef niðurstöður rannsókna skila óvæntum niðurstöðum þarf að endurskoða hreinsunaraðgerðirnar sem lagt er til í að fara í.

Framkvæmd aðgerðanna er háð samþykki UST, sveitarfélagsins og lóðarhafa. N1 ehf. og UST skulu hafa samráð við heilbrigðiseftirlit, sveitarfélag og húseigendur vegna fyrirhugaðra aðgerða. Að samráði loknu og þegar samþykki liggur fyrir yrði hægt að hefja framkvæmdir mánuði seinna ef öflun aðfanga er innanlands, annars má áætla að öflun aðfanga erlendis frá geti takið allt upp í tvo mánuði. Áætlaður verktími á verkstað til að koma hreinsun af stað er 14 dagar.

4.1 Markmið úrbótanna

Meginmarkmið úrbótanna sem hér eru kynntar er að tryggja að styrkur mengandi efna sé innan viðmiðunarmarka skv. reglugerð nr. 1400/2020 um mengaðan jarðveg. Þó ekki sé til íslensk reglugerð með viðmiðunargildum fyrir VOC-efni í innlofti eða jarðvegslofti, þá skv. lögum nr. 7/1998 um hollustuhætti og mengunarvarnir tekur mengun einnig til ólyktar. Því er það einnig markmið úrbótanna að koma í veg fyrir óþægindi sem fólk getur orðið fyrir af völdum bensínlyktar úr jarðveginum, sem hefur orðið fyrir áhrifum lekans úr neðanjarðargeymi N1.

4.2 Hreinsunaraðgerðir

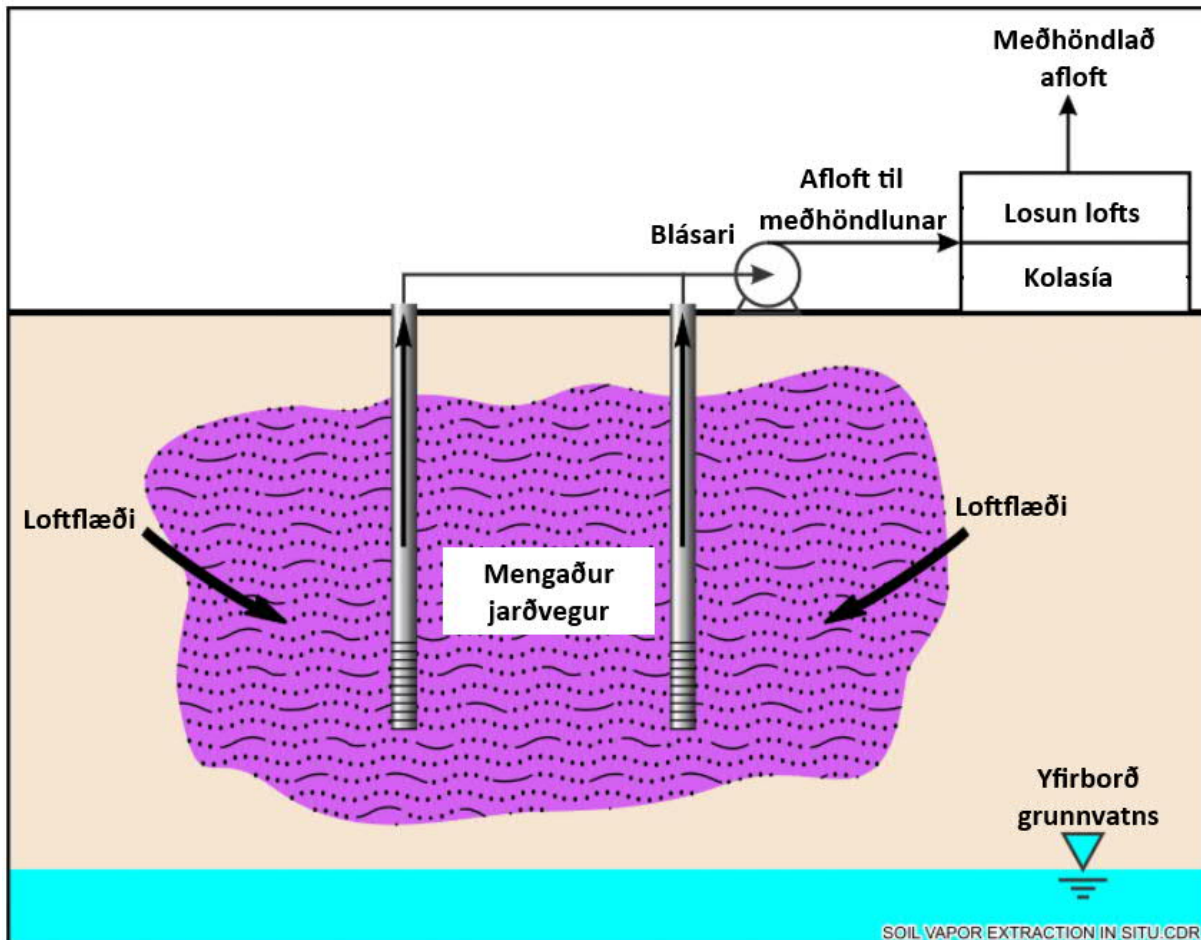
Markmið hreinsunar á jarðvegsmengun leitast við að hámarka getu þeirrar hreinsunaraðferðar sem er valin, til þess að komast sem næst upprunalegu ástandi svæðisins (þ.e. bakgrunnsgildum) eða viðeigandi viðmiðunargildum. Rask fylgir hreinsunaraðgerðum en við val á hreinsunaraðgerðum er leitast við að lágmarka jarðrask og önnur óþægindi sem af geta hlotist, um leið og leitast er við að nota hreinsunaraðgerðir sem eru taldar líklegastar til að skila árangri. Því er mikilvægt að gott samráð sé haft við hagsmunaaðila.

Við val á hreinsunaraðferð var stuðst við niðurstöður jarðvegsrannsóknarinnar sem var framkvæmd í lok júní sl., þ.e. niðurstöður efnagreininga jarðvegssýna sem voru tekin þá og PID-mælinga í jarðvegi sem framkvæmdar voru á vettvangi. Styrkur TVOC í jarðvegi mældur með PID-handmæli reyndist hæstur í jarðvegssniðum við Suðurbraut 6, 8 og 10. Niðurstöður efnagreininga á jarðvegi sýndu að styrkur olíuefna er almennt lítil í þeim jarðvegssýnum sem hafa verið tekin, og virðist einskorðast við lítið svæði (gryfjur G13 og G16, sjá umræðu hér að framan). Að auki er stuðst við TVOC niðurstöður mánaðarlegra PID-mælinga sem Verkís hefur framkvæmt á þessu svæði frá desember sl. (Verkís, 2021c; Verkís, 2021d; Verkís, 2021e; Verkís, 2021f; Verkís, 2021g; Verkís, 2021h). Sú vöktunarvinna stendur enn yfir.

Samkvæmt þeim gögnum sem liggja fyrir virðast mengunarefnið að mestu leyti vera í gasfasa og mælast í jarðvegsloftinu. Því er hér mælt með hreinsunaraðgerðum sem miða að hreinsun á jarðvegslofti, þ.e. sog á jarðvegslofti og aukning lífniðurbrots. Þær eru taldar vænlegri til árangurs en aðgerðir sem lúta að jarðveginum sjálfum. Á þeim stöðum þar sem jarðvegur telst mengaður samkvæmt efnagreininganiðurstöðum yrði þó gripið til ráðstafana á jarðveginum, sjá kafla 4.2.1. Einnig er fjallað um ráðstafanir vegna ólyktar skv. lögum 7/1998 og notkun á PID-mælinum.

4.2.1 Sog á jarðvegslofti og lífniðurbrot

Sog á jarðvegslofti (e. *soil vapour extraction*), ásamt lífniðurbroti, er álitinn besti kosturinn til hreinsunar. Í þessu fælist að grafnir yrðu skurðir þar sem net loftunarröra yrði komið fyrir í botni þeirra til að hvetja náttúrulegar örverur til frekara lífniðurbrots á olíuefnum, ásamt drenörum sem myndu liggja til yfirborðs. Með því að koma fyrir rorum er hægt að stjórna súrefnisflæði um jarðlögin. Því næst yrði skurðum lokað aftur og gengið frá yfirborði. Felur þetta m.a. í sér endurmalbikun bílastæða og sáningu á grasfræjum þar sem við á. Blásurum yrði komið fyrir til að mynda virkt útsog á jarðvegslofti upp úr jarðlögunum, og auka þannig loftsskipti (Mynd 14). Möguleiki er á að nota blásara með kolasíu sem hreinsar olíuefni úr loftinu áður en því yrði sleppt út í andrúmsloftið. Þá þyrfti hins vegar hugsanlega að panta tækjabúnað frá útlöndum. Skurðirnir yrðu einnig nýttir til frekari rannsókna (sjá kafla 4.3).



Mynd 14 Sog á jarðvegslofti og meðhöndlun aflofts (byggt á upplýsingum frá Federal Remediation Technologies Roundtable, e.d.)

Hér er lagt til að grafnir yrðu langir skurðir framan og aftan við húsin að Suðurbraut 6, 8 og 10 (Mynd 15). Staðsetning skurða byggir á PID-mælingum jarðvegsrannsóknarinnar sem var framkvæmd í lok júní sl. (>50 ppm í gryfjum G12, G13, G15 og G16) og efnagreiningarniðurstöðum (jarðolíufeni sem mældust í sýnum úr gryfjum G13 og G16).

Skurðurinn framan við húsin að Suðurbraut 6, 8 og 10 yrði væntanlega staðsettur á bílastæðum sem liggja meðfram Suðurbrautinni til að akstur um Suðurbrautina verði fyrir sem minnstum áhrifum. Þó gæti skurðurinn breikkað ef stæðni jarðlaga er lítil eða ef grafa þarf djúpt.

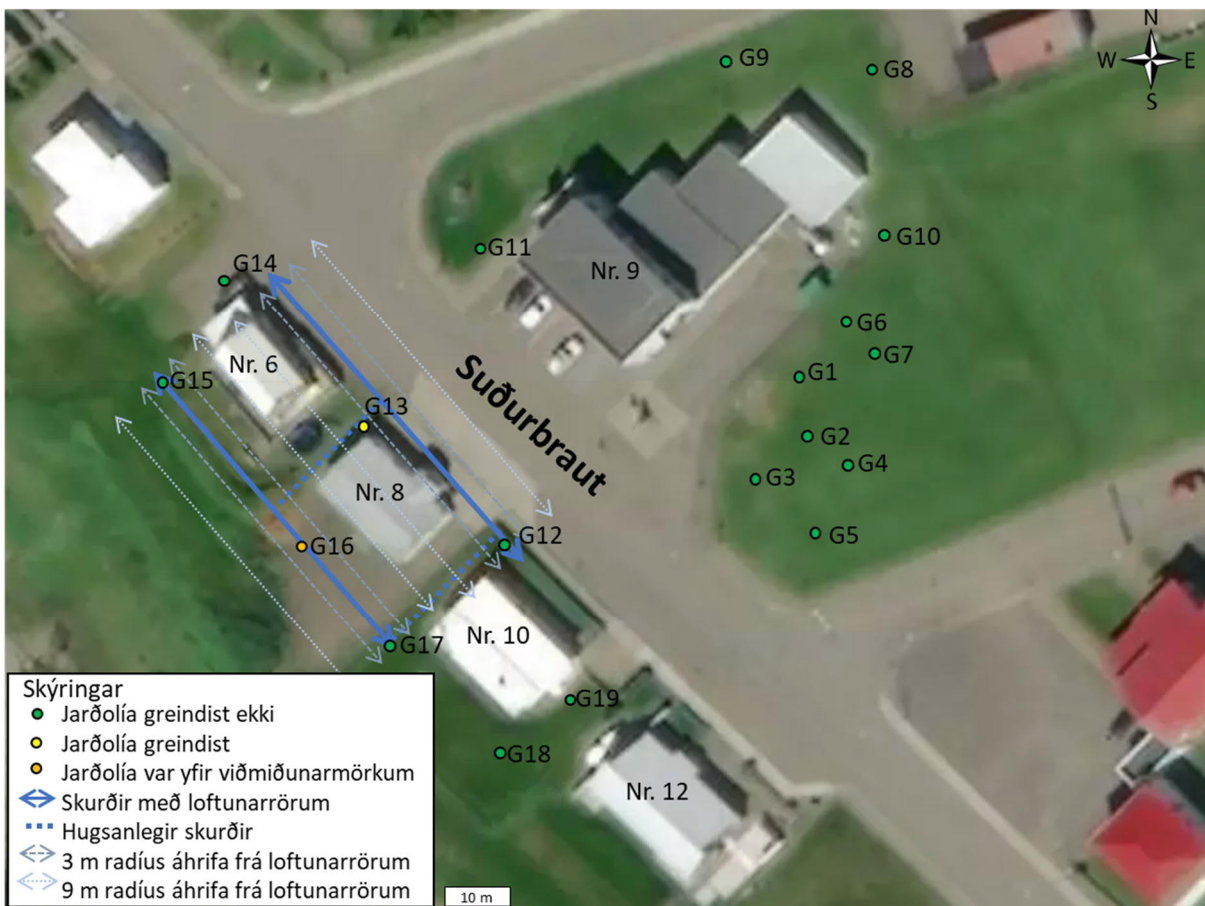
Aftan við húsin að Suðurbraut 6 og 8, og í átt að norðvestur horni Suðurbrautar 10, yrði grafinn annar skurður. Til að forðast heitavatnslagnir myndi það m.a. fela í sér að mön aftan við Suðurbraut 6 yrði fjarlægð tímabundið á meðan á framkvæmdunum stæði. Á milli húsanna yrðu einnig grafnir skurðir, eftir því hversu vel grafan kæmist að þessum svæðum, en þannig yrði svæðinu skipt upp enn frekar til að hraða hreinsuninni.

Á meðan á framkvæmdunum stæði yrði PID-mælir notaður til að ákvarða hversu langt til norðvesturs og suðausturs skurðirnir yrðu grafnir. Mynd 15 sýnir því áætlaða lengd skurðanna út frá niðurstöðum PID-mælinga í júní sl. en ekki endanlega lengd. Grafið yrði niður á grunnvatn, þar sem það er til staðar. Þar sem grunnvatn er ekki að finna yrði grafið eins langt niður og grafan nær, eða á um 4,5-5,0 m dýpi. PID-mælirinn yrði einnig notaður á vettvangi til að flokka jarðveg í mengaðan (>50 ppm) og ómengaðan (<50 ppm); einnig yrði stuðst við sjónrænt mat (t.d. litabreytingar á jarðveginum). Þessi flokkun yrði notuð á þann hátt að jarðvegur sem kæmi úr skurðunum yrði geymdur í jarðvegshaugum í eða við Hofsósi, jarðvegssýni tekin úr haugum sem flokkaðir hafa verið sem mengaðir og sýnin efnagreind á staðnum með jarðolíugreiningarsetti (t.d. PetroFLAG) og/eða á rannsóknarstofu með skjóttum afgreiðslutíma (t.d. hjá Rannsóknarstofu í lyfja- og eiturefnafræði). Þegar niðurstöður lægju fyrir yrði

hægt að ákveða hvort þörf væri á að keyra með jarðveginn til förgunar á Blönduósi. Efnagreiningarnar eru mikilvægt skref, því eins og niðurstöður jarðrannsóknarinnar í júní sl. sýndu þá getur PID-mælirinn mælt há gildi þó svo engin olíuefni greinist í jarðvegi. Ómenguðum jarðveg yrði komið aftur fyrir í skurðinum, og ef þyrfti, yrði ómengað jarðefni flutt á staðinn í stað mengaðs jarðvegar sem yrði fjarlægður.

Gera má ráð fyrir hreinsandi áhrifum í um 3-9 m radíus út frá loftunarrörum í sendnum/silt jarðvegi en áhrifasvæðið er stærra eftir því sem jarðvegurinn er grófari (Federal Remediation Technologies Roundtable, e.d.). Mynd 15 sýnir væntanlegt áhrifasvæði loftunarröra en um 20 m eru á milli skurðanna austan og vestan megin við húsinn. Því eru um 2-14 m undir húsunum sjálfum þar sem áhrif loftunar gætu skerast og yrði náttúruleg rýrnun olíuefna því ríkjandi þáttur. Þó er líklegt að sú skerðing sé lítilvægileg þar sem jarðvegsskipti hafa að öllum líkindum átt sér stað undir húsunum þegar þau voru byggð og jarðvegspúði settur undir úr grófara efni en jarðvegurinn sem var fyrir. Loftflæði ætti því að vera greiðara um jarðvegspúðann. Einnig er virkt útsog nú þegar í gangi undan botnplötum húsanna að Suðurbraut 6 og 10, og er mælt með að því sé haldið áfram.

Áætlað er að hreinsun með sögi á jarðvegslófti geti tekið 1-3 ár (Federal Remediation Technologies Roundtable, e.d.). Ekki er raunhæft að lífnidurbrot nái algjörrri hreinsun olíuefna úr jarðvegi. Hins vegar, þar sem styrkur olíuefna í jarðveginum er ekki hár má ætla að hægt verði að minnka styrk jarðolíuefna niður fyrir hámarksgildi fyrir íbúðasvæði skv. reglugerð nr. 1400/2020 um mengaðan jarðveg. Einnig má ætla að hið virka útsog á jarðvegslófti, ásamt meðhöndlun á afloftinu, tryggji að loftgæði á svæðinu verði viðunandi skv. lögum nr. 7/1998 um hollustuhætti og mengunarvarnir.



Mynd 15 Yfirlitsmynd yfir tillögu að skurðum. Lega þeirra er valin út frá mældum TVOC-gildi í gryfjum og niðurstöðu efnagreininga á jarðvegssýnum. Loftmynd fengin af ja.is.



4.2.1.1 Mögulegar útfærslur

Ef þykkt lag olíu reynist vera að finna ofan á grunnvatninu þegar skurðurinn er grafinn yrði sá möguleiki skoðaður hvort koma eigi fyrir grunnvatnsbrunnnum með olíuskiljum sem yrðu notaðar til að fjarlægja olíuna. Drenrörin sem komið yrði fyrir í skurðunum yrðu þá tengd við grunnvatnsbrunnanna. Hér er þykkt lag olíu skilgreint sem nokkrir millimetrar á þykkt, eða meira. Miðað við núverandi gögn er ólíklegt að þessi staða komi upp; gögnin benda til að mengunin sé mestmegnis í loftfasa.

Ef ekki tekst að grafa niður á grunnvatn á einhverjum svæðum verður skoðað að fá jarðvegsbor til að bora niður á þeim svæðum og reyna að ná niður að grunnvatnsborði. Notast yrði við raufaða fóðringu svo annað hvort væri hægt að safna saman grunnvatni og dæla því upp, eða nota borholurnar til að lofta um jarðlögin. Notkunin á jarðvegsbornum veltur á því hversu stór svæði í skurðunum ná ekki niður á grunnvatn. Hins vegar, er varhugavert að framkvæma jarðvegsborun í samþjappaða siltlagið. Ef borað er niður í leiðandi jarðlag mun borholan vera opinn farvegur og gæti það orðið til þess að grunnvatn og olíumengun berst enn neðar. Þar gæti olíumengunin átt greiða leið annað, t.d. út í sjó eða undir aðrar byggingar. Einnig yrði erfiðara að hreinsa olíumengunina því neðar sem hún liggur.

4.3 Frekari rannsóknir

Talið er nauðsynlegt að framkvæma frekari rannsóknir til að auka skilning á því hvernig olíumengunin ferðast neðanjarðar, staðsetningu hennar í jarðlögum á svæðinu og mögulegar fasabreytingar hennar. Hér að neðan er fjallað um frekari rannsóknir sem yrði farið í samhliða hreinsunaraðgerðum.

Hreinsunaraðgerðirnar sem fjallað er um í kafla 4.2 eru valdar til að skila markvissri hreinsun. Ef niðurstöður rannsókna skila óvæntum niðurstöðum yrðu hreinsunaraðgerðirnar endurskoðaðar. Stefnan er að nota hreinsunaraðgerðir sem eru taldar líklegastar til að skila árangri, en um leið að lágmarka jarðrask og önnur óþægindi sem af geta hlotist.

4.3.1 Skurðir

Skurðirnir yrðu nýttir til frekari rannsókna. Eftirfarandi sýnataka færi fram í skurðunum:

- Fleiri sýni yrðu tekin til PID-mælinga og mengunin afmörkuð betur til norðvesturs og suðausturs.
- Fleiri jarðvegssýni yrðu tekin til efnagreiningar. Þau yrðu nýtt til að áætla frekar magn og dreifingu mengunar á svæðinu.
- Hauggas í jarðveginum yrði mælt til að kanna virkni örvera í jarðveginum og mögulegar fasabreytingar.
- Ef olíubræk er ofan á grunnvatninu yrðu sýni tekin til að greina hvaða olíuefni er að finna.

Samþjappaða siltlagið verður skoðað sérstaklega þar sem grafið er niður í það. Vonast er til þess að með frekari greiningu á eiginleikum og byggingu lagsins sé hægt að greina hvort og hvernig mengun ferðist um lagið, sem og að auka skilning á vatnajarðfræði svæðisins.

Fjallað er um vöktun með PID-mælinum úr loftunarrörnum í kafla 5.

4.3.1.1 Mögulegar útfærslur

Ef grunnvatnsbrunnnum yrði komið fyrir yrði olíuskiljan tæmd reglulega. Tekin yrðu sýni af olíunni á nokkra mánaða fresti til að fylgjast með samsetningu olíuefnanna sem berast í brunnana.

4.3.2 Efnagreining á lofti

Til skoðunar er sá möguleiki að taka loftskýni til efnagreiningar til þess að fá betri mynd á það hvaða efni eru í loftinu og valda lykt. Verið er að athuga hvort að einhverjar rannsóknarstofur bjóði upp á slíka þjónustu þar sem ekki var hægt að fara þá leið sem lýst var í kafla 2.2.2. Þá er til skoðunar taka sýni bæði úr lofti innanhúss í húsum þar sem mikillar olíulyktar er vart og einnig að taka sýni úr jarðvegslofti. Ef slíkt er í boði með betri hætti en áður var reynt, gæti það gefið betri mynd af samsetningu efna í



lofti. Hugsanlega yrði hægt að greina hvaða efni komast inn í húsin, en þau geta gefið vísbendingar um fasabreytingar og hugsanlegt niðurbrot olíukeðja neðanjarðar.

4.4 Mótvægisáðgerðir

Úrbætur eiga ekki einungis við um hreinsunaraðgerðir sem slíkar, heldur eiga þær einnig við um aðra þætti sem geta bætt ástandið á svæðinu og eru þeir þættir því jafnmikilvægir eins og að hreinsa mengunina. Hreinsunaraðgerðir geta tekið nokkurn tíma og því er mikilvægt að huga að mótvægisáðgerðum, sem eru gjarnan fljótvirkari en hreinsunaraðgerðir og geta bætt ástandið á svæðinu á meðan hreinsunaraðgerðir eiga sér stað (þ.á.m. ólykt). Vöktun á virkni mótvægisáðgerðanna myndi fylgja þeim viðmiðunargildum sem fram koma í kafla 5.1.

Rokgjörn efni leita inn í byggingar sem afleiðing af (EPA, 2015):

- Þegar mengun leitar upp á við hindra byggingar að mengunin komist ofar, sem veldur því að mengunin safnast saman undir byggingunum.
- Byggingar og jarðvegur hafa gagnkvæm áhrif á hvort annað vegna þrýstingsmismunar sem myndast á milli jarðvegsins og innri hluta hússins.

Talið er að rokgjörn efni leyti frekar inn í byggingar þegar kalt er úti, þegar munur á milli hitastigs utandyra og innandyra er meiri (EPA, 2015).

Rokgjörn efni eiga oft greiða leið inn í byggingar á eftirfarandi stöðum:

- Skil á milli byggingarefna, eininga eða á þenslusamskeytum
- Göt fyrir veitur og niðurföll
- Sprungur, göt o.s.frv.
- Gegnum hleðslusteina

Hér er lagt til að farið yrði í eftirfarandi áðgerðir í þeim húsum þar sem vart hefur orðið við olíulykt:

- Sog á jarðvegsgasi undan húsum (áframhald á aðgerðum sem hafa þegar verið í gangi)
- Loftunaraðgerðir í húsum
- Þétting gólfplötu

Þessar úrbætur yrði eingöngu farið í með samþykki húseigenda.

4.4.1 Sog á jarðvegsgasi undan húsum

Loftunarrörum hefur verið komið fyrir undir botnplötunni á húsunum við Suðurbraut 6 og 10. Þeim er ætlað að fjarlægja VOC-efni sem myndu annars safnast saman undir botnplötunni. Með því að soga loft undan byggingum verður einnig til undirþrýstingur sem verður til þess að loft stígur síður upp úr jarðveginum, en einnig minnkar styrkur VOC-efna undir húsunum. Helst þarf munur á loftþrýstingi undir loftplötu og í húsi að verða 4-10 Pa (EPA, 2015).

Eigendum bygginga Suðurbrautar 8 og 9 stæði einnig til boða að fá loftunarrör undir byggingarnar.

4.4.2 Loftunaraðgerðir í húsum

Myndaður yrði yfirþrýstingur í húsunum, þar sem olíulykt veldur íbúum óþægindum, með vélknúnu loftræstikerfi. Yfirþrýstingurinn kemur í veg fyrir að utanaðkomandi óæskilegt loft (hér VOC-efni) eigi greiða leið inn í rýmin.

Hægt væri að fá loftræstisamstæðu sem lagt væri frá í öll herbergi hússins og hún sæi um að halda yfirþrýstingi í herbergjum. Loftræstikerfið eykur loftgæði og endurnýtir hitann úr loftinu svo það verði sem best nýting á hitanum frá húsunum.

Þetta er hægt að gera að Suðurbraut 6, 8 og 10 ef ástandsskoðun leiðir í ljós að þetta sé fýsilegt. Þetta hefur nú þegar verið gert að Suðurbraut 9.

4.4.3 Þétting gólfplötu

Mikilvægt yrði að skoða eftirfarandi þætti ef loftunaraðgerðir í húsum eiga að vera sem árangursríkastar:

- Þétting á gólfplötu t.d. með því að steypa nýja gólfplötu, flota gólf, setja epoxy á gólf, eða þétta sprungur í gólfplötu.
- Þétta meðfram rörum og lögnum sem liggja að og frá byggingum þar sem þær koma upp úr gólfplötu eða út úr veggjum.
- Hindra/fækka þeim leiðum sem VOC-efni komast inn í húsin.

Teikningar af húsunum yrðu skoðaðar til að kanna gerð botnplötu og staðsetningu lagna. Húsin yrðu ástandsskoðuð til að meta hvers konar úrbætur yrði farið í á hverjum stað. Eftir ástandsskoðunina yrðu lagðar til lagfæringar sem henta hverju húsi, sem húseigendur þyrftu að samþykkja áður en farið yrði í lagfæringarnar.

Þetta væri hægt að gera á Suðurbraut 6, 8 og 10. Þetta hefur nú þegar verið gert á Suðurbraut 9.

4.4.4 Eftirlit með mótvægisáðgerðum

Fylgst verður með niðurstöðum mælinga á loftgæðum til að meta virkni mótvægisáðgerða (sjá kafla 4.3.2 og 5). Ef niðurstöður benda til óviðunandi gilda verður gripið til viðeigandi ráðstafana.

5 Vöktun

Ákveðið hefur verið að halda áfram með mánaðarlegar PID-mælingar á TVOC-efnum sem staðið hafa síðan í desember 2020. Einnig hefur verið lagt til að mæla með sírita styrk TVOC-efna með PID-mæli yfir heilan dag til þess að sjá dægurbreytingar. Svona síritun mætti endurtaka nokkrum sinnum við mismunandi veðuraðstæður og árstíðir. Nauðsynlegt er að halda áfram mælingum sem áður hafa verið framkvæmdar á styrk TVOC til þess að sjá áhrif hreinsunaraðgerða. Hins vegar, er mikilvægt að hafa í huga að PID-mælir greinir mörg hundruð rokgjörn efni, hvort sem það eru olíuefni eða önnur (t.d. frá málningu, úðabrusum eða öðru). Því væri einnig ráðlegt að bæta við mælingum með hauggasmæli sem mælir t.d. metan gas og koldíoxíð, til að fylgjast með niðurbroti olíuefna. Ef efnagreining á einstökum VOC-efnum í lofti, líkt og fjallað er um í kafla 4.3.2, reynist möguleg yrði slíkt einnig hluti af vöktuninni.

Eftir að hreinsunaraðgerð hefur verið samþykkt yrði útbúin vöktunaráætlun til þess að fylgjast með áhrifum hreinsunarinnar. Von er á minnisblaði um vöktun um tveimur vikum eftir að búið er að koma hreinsuninni af stað. Þar munu koma fram frekari upplýsingar um hvernig vöktun yrði útfærð með PID-mæli og hugsanlega hauggasmæli.

5.1 Viðmiðunargildi

Til að meta framgang úrbótaáðgerðanna verða eftirfarandi viðmiðunargildi, lög og reglugerðir höfð til hliðsjónar:

- Reglugerð nr. 1400/2020 um mengaðan jarðveg.
- Reglugerð nr. 920/2016 um brennisteinsdíoxíð, köfnunarefnisdíoxíð og köfnunarefnisoxíð, bensen, kolsýring, svifryk og blý í andrúmsloftinu, styrk ósons við yfirborð jarðar og um upplýsingar til almennings.
- Lög nr. 7/1998 um hollustuhætti og mengunarvarnir.
- Viðmiðunarmörk fyrir íbúðabyggð sem gefin eru upp í *Leiðbeiningar: Meðferð á olíumenguðum jarðvegi* (Hollustuvernd ríkisins, 1998).
- Drög að viðmiðunargildum um loftgæði innanhúss fyrir TVOC, ákvörðuð eftir samræmingu mælinga og rannsókna frá ýmsum löndum (þ.á.m. Danmörku, Finnlandi og Þýskalandi; RAE systems INC, 2013):



- Viðmiðunarmörk fyrir loftgæði innanhúss fari ekki yfir 1 ppm (þ.e. hámarksgildi);
- Loftgæði innanhúss séu undir venjulegum kringumstæðum á bilinu 0,1-0,4 ppm;
- Styrkur yfir 0,5 ppm sé merki um hugsanlega mengun.

Hvorki er til íslensk reglugerð með viðmiðunargildum fyrir TVOC-efni í andrúmslofti eða í lofti neðanjarðar, né fyrir einstök VOC-efni í andrúmslofti innandyra eða í lofti neðanjarðar.



Heimildir

- Efla (2021). *Jarðkönnun og efnagreining á jarðvegi umhverfis bensínsölu N1 á Hofsósi*. Reykjavík, dags. 17. mars 2021.
- EPA (2015). *Engineering Issue – Indoor Air Vapor Intrusion Mitigation Approaches*. United States Environmental Protection Agency.
- Federal Remediation Technologies Roundtable (e.d.). *Table 3-2: Treatment Technologies Screening Matrix*. Sótt þann 23.08.2021 af https://frtr.gov/matrix2/section3/table3_2.pdf
- N1 ehf (2020). *Bensínstöð N1 Hofsósi*. Kópavogur, dags. 13. ágúst 2020.
- HNV (2020). *Stöðuskýrsla um framkvæmd hreinsunaráætlunar vegna olíumengaðs jarðvegs á Hofsósi*. Heilbrigðiseftirlit Norðurlands vestra, Sauðárkrúkur, dags. 19. júní 2020.
- Naturvårdsverket (2009). *Riktvärden för förorenad mark – Modellbeskrivning och vägledning*. Sótt af <https://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer/978-91-620-5976-7.pdf?pid=3574>
- RAE systems INC (2013). *The PID handbook (Third edition)*. San Jose, CA, USA.
- Statens forurensningstilsyn (SFT) (2009). *Helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn*. Skýrsla TA 2553/2009. Sótt af <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/klif2/publikasjoner/2553/ta2553.pdf>
- Umhverfisstofnun (2021a). *Krafa um rannsóknir og uppfærða tímasetta úrbótaáætlun*. Reykjavík, dags. 19. maí 2021.
- Umhverfisstofnun (2021b). *Bensínleki á Hofsósi – N1 – Beiðni um uppfærða tímasetta úrbótaáætlun*. Reykjavík, dags. 21. apríl 2021.
- Verkís (2020). *Uppruni olíulyktar – Olíumengunarrannsókn á Hofsósi*. Reykjavík, dags. 3. maí 2020.
- Verkís (2021a). *Jarðvegssýnataka á Hofsósi – Áætlun til kortlagningar á olíumengun*. Reykjavík, dags. 15. júní 2021.
- Verkís (2021b). *Frumniðurstöður jarðvegsrannsóknar – N1 Hofsósi*. Reykjavík, dags. 14. júlí 2021.
- Verkís (2021c). *N1 Hofsósi – Rannsókn vegna olíulyktar. Vöktun rokkgjarnra lífrænna efna*. Reykjavík, dags. 17. febrúar 2021.
- Verkís (2021d). *N1 Hofsósi – Rannsókn vegna olíulyktar. Vöktun rokkgjarnra lífrænna efna*. Reykjavík, dags. 30. mars 2021.
- Verkís (2021e). *N1 Hofsósi – Rannsókn vegna olíulyktar. Vöktun rokkgjarnra lífrænna efna*. Reykjavík, dags. 28. apríl 2021.
- Verkís (2021f). *N1 Hofsósi – Rannsókn vegna olíulyktar. Vöktun rokkgjarnra lífrænna efna*. Reykjavík, dags. 25. maí 2021.
- Verkís (2021g). *N1 Hofsósi – Rannsókn vegna olíulyktar. Vöktun rokkgjarnra lífrænna efna*. Reykjavík, dags. 30. júní 2021
- Verkís (2021h). *N1 Hofsósi – Rannsókn vegna olíulyktar. Vöktun rokkgjarnra lífrænna efna*. Reykjavík, dags. 6. september 2021
- Verkís (2021i). *Sýnatökur á loftsfána á Hofsósi vegna olíuleka*. Reykjavík, dags. 23. júní 2021.
- Zytner, R. G., Biswas, N., & Bewtra, J. K. (1993). Retention capacity of dry soils for NAPLs. *Environmental technology*, 14(11), 1073-1080



Viðaukar

Viðauki 1 Efnagreiningar

Viðauki 2 Frumniðurstöður jarðvegsrannsóknar, N1 Hofsósi



Viðauki 1 Efnagreiningar

Sýnaheiti í niðurstöðum efnagreininga frá rannsóknarstofunni ALS voru á forminu x.x en í skýrslunni var notast við formið x-x (dæmi: 16.3 = 16-3).



CERTIFICATE OF ANALYSIS

Work Order	: ST2118664	Page	: 1 of 30
Client	: Matis ohf	Project	: ----
Contact	: Hrólfur Sigurdsson	Purchase Number	: R21-1527
Address	: Vinlandsleid 12	Sampler	: ----
	: -113 Reykjavik	Site	: ----
	: Iceland	Date Samples Received	: 2021-07-07 11:00
E-mail	: hrolfur@matis.is	Date Analysis Commenced	: 2021-07-09
Telephone	: 3544225000	Issue Date	: 2021-07-20 12:02
C-O-C number	: ----	No. of samples received	: 14
Quote number	: ST2021SE-MAT-OHF0001 (OF210481)	No. of samples analysed	: 14

General Comments

This certificate represents the original certificate and may not be modified or reproduced other than in full, except with the prior written approval of the issuing lab. The results apply only to the material that has been identified, received, and tested. Regarding the laboratory's liability in relation to assignment, please refer to our website <http://www.alsglobal.se>

Workorder Comments

Sample for the method S-TOC1-IR is dried at 105 °C and pulverized prior to analysis.

Signatories	Position
Niels-Kristian Terkildsen	Laboratory Manager



Laboratory	: ALS Scandinavia AB Danderyd	Webpage	: www.alsglobal.com
Address	: Rinkebyvägen 19C	E-mail	: info.ta@alsglobal.com
	: 182 36 Danderyd	Telephone	: +46 8 5277 5200
	: Sweden		



Analytical Results

Parameter	Result	Client sample ID						Method	Issuer
		R21-1527-1/1							
		Laboratory sample ID							
		ST2118664-001							
		Client sampling date / time						Not specified	
Parameter	Result	MU	Unit	LOR	Package	Method	Issuer		
Dry matter									
Dry matter @ 105°C	84.9	± 5.10	%	1.00	TS105	TS-105	ST		
Dry matter @ 105°C	85.5	± 5.16	%	0.10	TOC	S-DRY-GRCI	CS		
Aliphatic compounds									
Aliphates >C5-C8	<10	----	mg/kg DW	10	OJ-21A	HS-OJ-21	ST		
Aliphates >C8-C10	<10	----	mg/kg DW	10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST		
Aliphates >C10-C12	<20	----	mg/kg DW	20	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST		
Aliphates >C12-C16	<20	----	mg/kg DW	20	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST		
Aliphates C5-C16	<30 *	----	mg/kg DW	30	OJ-21A	SVOC-/HS-OJ-21	ST		
Aliphates >C16-C35	<20	----	mg/kg DW	20	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST		
Aromatic Compounds									
Aromatics >C8 - C10	<1.0	----	mg/kg DW	1.0	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST		
Aromatics >C10-C16	<1.0	----	mg/kg DW	1.0	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST		
Methylpyrenes@Methylfluoranthenes	<1.0 *	----	mg/kg DW	1.0	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST		
Methylchrysenes@Methylbenz(a)anthracenes	<1.0 *	----	mg/kg DW	1.0	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST		
Aromatics >C16-C35	<1.0	----	mg/kg DW	1.0	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST		
BTEX									
MTBE	<0.050	----	mg/kg DW	0.050	OJ-20DTILL	HS-OJ-21	ST		
Benzene	<0.010	----	mg/kg DW	0.010	OJ-21A	HS-OJ-21	ST		
Toluene	<0.050	----	mg/kg DW	0.050	OJ-21A	HS-OJ-21	ST		
Ethylbenzene	<0.050	----	mg/kg DW	0.050	OJ-21A	HS-OJ-21	ST		
meta- & para-Xylene	<0.050	----	mg/kg DW	0.050	OJ-21A	HS-OJ-21	ST		
ortho-Xylene	<0.050	----	mg/kg DW	0.050	OJ-21A	HS-OJ-21	ST		
Sum of Xylenes	<0.050 *	----	mg/kg DW	0.050	OJ-21A	HS-OJ-21	ST		
Sum of TEX	<0.100 *	----	mg/kg DW	0.100	OJ-21A	HS-OJ-21	ST		
Polycyclic Aromatics Hydrocarbons (PAHs)									
Naphthalene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST		
Acenaphthylene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST		
Acenaphthene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST		
Fluorene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST		
Phenanthrene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST		
Anthracene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST		
Fluoranthene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST		
Pyrene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST		
Benzo(a)anthracene	<0.08	----	mg/kg DW	0.08	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST		
Chrysene	<0.08	----	mg/kg DW	0.08	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST		
Benzo(b)fluoranthene	<0.08	----	mg/kg DW	0.08	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST		
Benzo(k)fluoranthene	<0.08	----	mg/kg DW	0.08	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST		
Benzo(a)pyrene	<0.08	----	mg/kg DW	0.08	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST		
Dibenz(a,h)anthracene	<0.08	----	mg/kg DW	0.08	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST		
Benzo(g,h,i)perylene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST		
Indeno(1.2.3.cd)pyrene	<0.08	----	mg/kg DW	0.08	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST		
Sum of 16 PAH	<1.5	----	mg/kg DW	1.5	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST		
Sum of carcinogenic PAH	<0.28 *	----	mg/kg DW	0.28	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST		
Sum of other PAH	<0.45 *	----	mg/kg DW	0.45	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST		
Sum of PAH L	<0.15 *	----	mg/kg DW	0.15	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST		
Sum of PAH M	<0.25 *	----	mg/kg DW	0.25	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST		
Sum of PAH H	<0.33 *	----	mg/kg DW	0.33	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST		



Sub-Matrix: **SOIL**

Client sample ID **R21-1527-1/1**
 Laboratory sample ID **ST2118664-001**
 Client sampling date / time **Not specified**

Parameter	Result	MU	Unit	LOR	Package	Method	Issuer
Petroleum Hydrocarbons							
Mineral Oil >C10-<C40	<50	----	mg/kg DW	50	OJ-20C	OJ-20C	ST
Fraction >C10-C12	<5.0 *	----	mg/kg DW	5.0	OJ-20C	OJ-20C	ST
Fraction >C12-C16	<10 *	----	mg/kg DW	10	OJ-20C	OJ-20C	ST
Fraction >C16-C35	<25 *	----	mg/kg DW	25	OJ-20C	OJ-20C	ST
Fraction >C34-<C40	<10 *	----	mg/kg DW	10	OJ-20C	OJ-20C	ST
Physical Parameters							
pH (H2O)	7.0	± 0.2	-	1.0	pH	S-PHH2O-ELE	CS
Total Organic Carbon	0.11	± 0.03	% DW	0.10	TOC	S-TOC1-IR	CS



Sub-Matrix: SOIL		Client sample ID		R21-1527-2/2				
		Laboratory sample ID		ST2118664-002				
		Client sampling date / time		Not specified				
Parameter	Result	MU	Unit	LOR	Package	Method	Issuer	
Dry matter								
Dry matter @ 105°C	77.6	± 4.65	%	1.00	TS105	TS-105	ST	
Dry matter @ 105°C	78.9	± 4.76	%	0.10	TOC	S-DRY-GRCI	CS	
Aliphatic compounds								
Aliphates >C5-C8	<10	----	mg/kg DW	10	OJ-21A	HS-OJ-21	ST	
Aliphates >C8-C10	<10	----	mg/kg DW	10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Aliphates >C10-C12	<20	----	mg/kg DW	20	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Aliphates >C12-C16	<20	----	mg/kg DW	20	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Aliphates C5-C16	<30 *	----	mg/kg DW	30	OJ-21A	SVOC-/HS-OJ-21	ST	
Aliphates >C16-C35	<20	----	mg/kg DW	20	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Aromatic Compounds								
Aromatics >C8 - C10	<1.0	----	mg/kg DW	1.0	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Aromatics >C10-C16	<1.0	----	mg/kg DW	1.0	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Methylpyrenes@Methylfluoranthenes	<1.0 *	----	mg/kg DW	1.0	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Methylchrysenes@Methylbenz(a)anthracenes	<1.0 *	----	mg/kg DW	1.0	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Aromatics >C16-C35	<1.0	----	mg/kg DW	1.0	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
BTEX								
MTBE	<0.050	----	mg/kg DW	0.050	OJ-20DTILL	HS-OJ-21	ST	
Benzene	<0.010	----	mg/kg DW	0.010	OJ-21A	HS-OJ-21	ST	
Toluene	<0.050	----	mg/kg DW	0.050	OJ-21A	HS-OJ-21	ST	
Ethylbenzene	<0.050	----	mg/kg DW	0.050	OJ-21A	HS-OJ-21	ST	
meta- & para-Xylene	<0.050	----	mg/kg DW	0.050	OJ-21A	HS-OJ-21	ST	
ortho-Xylene	<0.050	----	mg/kg DW	0.050	OJ-21A	HS-OJ-21	ST	
Sum of Xylenes	<0.050 *	----	mg/kg DW	0.050	OJ-21A	HS-OJ-21	ST	
Sum of TEX	<0.100 *	----	mg/kg DW	0.100	OJ-21A	HS-OJ-21	ST	
Polycyclic Aromatics Hydrocarbons (PAHs)								
Naphthalene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Acenaphthylene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Acenaphthene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Fluorene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Phenanthrene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Anthracene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Fluoranthene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Pyrene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Benz(a)anthracene	<0.08	----	mg/kg DW	0.08	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Chrysene	<0.08	----	mg/kg DW	0.08	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Benzo(b)fluoranthene	<0.08	----	mg/kg DW	0.08	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Benzo(k)fluoranthene	<0.08	----	mg/kg DW	0.08	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Benzo(a)pyrene	<0.08	----	mg/kg DW	0.08	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Dibenz(a,h)anthracene	<0.08	----	mg/kg DW	0.08	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Benzo(g,h,i)perylene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Indeno(1.2.3.cd)pyrene	<0.08	----	mg/kg DW	0.08	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Sum of 16 PAH	<1.5	----	mg/kg DW	1.5	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Sum of carcinogenic PAH	<0.28 *	----	mg/kg DW	0.28	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Sum of other PAH	<0.45 *	----	mg/kg DW	0.45	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Sum of PAH L	<0.15 *	----	mg/kg DW	0.15	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Sum of PAH M	<0.25 *	----	mg/kg DW	0.25	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Sum of PAH H	<0.33 *	----	mg/kg DW	0.33	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Petroleum Hydrocarbons								
Mineral Oil >C10-<C40	<50	----	mg/kg DW	50	OJ-20C	OJ-20C	ST	
Fraction >C10-C12	<5.0 *	----	mg/kg DW	5.0	OJ-20C	OJ-20C	ST	
Fraction >C12-C16	<10 *	----	mg/kg DW	10	OJ-20C	OJ-20C	ST	



Parameter	Result	MU	Unit	LOR	Package	Method	Issuer
Sub-Matrix: SOIL							
		Client sample ID		R21-1527-2/2			
		Laboratory sample ID		ST2118664-002			
		Client sampling date / time		Not specified			
Petroleum Hydrocarbons - Continued							
Fraction >C16-C35	<25 *	----	mg/kg DW	25	OJ-20C	OJ-20C	ST
Fraction >C34-<C40	<10 *	----	mg/kg DW	10	OJ-20C	OJ-20C	ST
Physical Parameters							
pH (H2O)	6.9	± 0.2	-	1.0	pH	S-PHH2O-ELE	CS
Total Organic Carbon	0.11	± 0.03	% DW	0.10	TOC	S-TOC1-IR	CS



Sub-Matrix: SOIL	Client sample ID		R21-1527-3/3				Method	Issuer
	Laboratory sample ID		ST2118664-003					
	Client sampling date / time		Not specified					
	Parameter	Result	MU	Unit	LOR	Package		
Dry matter								
Dry matter @ 105°C	80.6	± 4.84	%	1.00	TS105	TS-105	ST	
Dry matter @ 105°C	81.7	± 4.93	%	0.10	TOC	S-DRY-GRCI	CS	
Aliphatic compounds								
Aliphates >C5-C8	<10	----	mg/kg DW	10	OJ-21A	HS-OJ-21	ST	
Aliphates >C8-C10	<10	----	mg/kg DW	10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Aliphates >C10-C12	<20	----	mg/kg DW	20	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Aliphates >C12-C16	<20	----	mg/kg DW	20	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Aliphates C5-C16	<30 *	----	mg/kg DW	30	OJ-21A	SVOC-/HS-OJ-21	ST	
Aliphates >C16-C35	<20	----	mg/kg DW	20	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Aromatic Compounds								
Aromatics >C8 - C10	<1.0	----	mg/kg DW	1.0	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Aromatics >C10-C16	<1.0	----	mg/kg DW	1.0	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Methylpyrenes@Methylfluoranthenes	<1.0 *	----	mg/kg DW	1.0	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Methylchrysenes@Methylbenz(a)anthracenes	<1.0 *	----	mg/kg DW	1.0	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Aromatics >C16-C35	<1.0	----	mg/kg DW	1.0	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
BTEX								
MTBE	<0.050	----	mg/kg DW	0.050	OJ-20DTILL	HS-OJ-21	ST	
Benzene	<0.010	----	mg/kg DW	0.010	OJ-21A	HS-OJ-21	ST	
Toluene	<0.050	----	mg/kg DW	0.050	OJ-21A	HS-OJ-21	ST	
Ethylbenzene	<0.050	----	mg/kg DW	0.050	OJ-21A	HS-OJ-21	ST	
meta- & para-Xylene	<0.050	----	mg/kg DW	0.050	OJ-21A	HS-OJ-21	ST	
ortho-Xylene	<0.050	----	mg/kg DW	0.050	OJ-21A	HS-OJ-21	ST	
Sum of Xylenes	<0.050 *	----	mg/kg DW	0.050	OJ-21A	HS-OJ-21	ST	
Sum of TEX	<0.100 *	----	mg/kg DW	0.100	OJ-21A	HS-OJ-21	ST	
Polycyclic Aromatics Hydrocarbons (PAHs)								
Naphthalene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Acenaphthylene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Acenaphthene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Fluorene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Phenanthrene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Anthracene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Fluoranthene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Pyrene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Benz(a)anthracene	<0.08	----	mg/kg DW	0.08	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Chrysene	<0.08	----	mg/kg DW	0.08	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Benzo(b)fluoranthene	<0.08	----	mg/kg DW	0.08	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Benzo(k)fluoranthene	<0.08	----	mg/kg DW	0.08	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Benzo(a)pyrene	<0.08	----	mg/kg DW	0.08	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Dibenz(a,h)anthracene	<0.08	----	mg/kg DW	0.08	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Benzo(g,h,i)perylene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	<0.08	----	mg/kg DW	0.08	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Sum of 16 PAH	<1.5	----	mg/kg DW	1.5	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Sum of carcinogenic PAH	<0.28 *	----	mg/kg DW	0.28	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Sum of other PAH	<0.45 *	----	mg/kg DW	0.45	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Sum of PAH L	<0.15 *	----	mg/kg DW	0.15	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Sum of PAH M	<0.25 *	----	mg/kg DW	0.25	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Sum of PAH H	<0.33 *	----	mg/kg DW	0.33	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Petroleum Hydrocarbons								
Mineral Oil >C10-<C40	<50	----	mg/kg DW	50	OJ-20C	OJ-20C	ST	
Fraction >C10-C12	<5.0 *	----	mg/kg DW	5.0	OJ-20C	OJ-20C	ST	
Fraction >C12-C16	<10 *	----	mg/kg DW	10	OJ-20C	OJ-20C	ST	



Sub-Matrix: SOIL		Client sample ID		R21-1527-3/3			
		Laboratory sample ID		ST2118664-003			
		Client sampling date / time		Not specified			
Parameter	Result	MU	Unit	LOR	Package	Method	Issuer
Petroleum Hydrocarbons - Continued							
Fraction >C16-C35	<25 *	----	mg/kg DW	25	OJ-20C	OJ-20C	ST
Fraction >C34-<C40	<10 *	----	mg/kg DW	10	OJ-20C	OJ-20C	ST
Physical Parameters							
pH (H2O)	6.9	± 0.2	-	1.0	pH	S-PHH2O-ELE	CS
Total Organic Carbon	<0.10	----	% DW	0.10	TOC	S-TOC1-IR	CS



Sub-Matrix: SOIL		Client sample ID		R21-1527-4/8				
		Laboratory sample ID		ST2118664-004				
		Client sampling date / time		Not specified				
Parameter	Result	MU	Unit	LOR	Package	Method	Issuer	
Dry matter								
Dry matter @ 105°C	78.3	± 4.70	%	1.00	TS105	TS-105	ST	
Dry matter @ 105°C	78.6	± 4.75	%	0.10	TOC	S-DRY-GRCI	CS	
Aliphatic compounds								
Aliphates >C5-C8	<10	----	mg/kg DW	10	OJ-21A	HS-OJ-21	ST	
Aliphates >C8-C10	<10	----	mg/kg DW	10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Aliphates >C10-C12	<20	----	mg/kg DW	20	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Aliphates >C12-C16	<20	----	mg/kg DW	20	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Aliphates C5-C16	<30 *	----	mg/kg DW	30	OJ-21A	SVOC-/HS-OJ-21	ST	
Aliphates >C16-C35	<20	----	mg/kg DW	20	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Aromatic Compounds								
Aromatics >C8 - C10	<1.0	----	mg/kg DW	1.0	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Aromatics >C10-C16	<1.0	----	mg/kg DW	1.0	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Methylpyrenes@Methylfluoranthenes	<1.0 *	----	mg/kg DW	1.0	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Methylchrysenes@Methylbenz(a)anthracenes	<1.0 *	----	mg/kg DW	1.0	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Aromatics >C16-C35	<1.0	----	mg/kg DW	1.0	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
BTEX								
MTBE	<0.050	----	mg/kg DW	0.050	OJ-20DTILL	HS-OJ-21	ST	
Benzene	<0.010	----	mg/kg DW	0.010	OJ-21A	HS-OJ-21	ST	
Toluene	<0.050	----	mg/kg DW	0.050	OJ-21A	HS-OJ-21	ST	
Ethylbenzene	<0.050	----	mg/kg DW	0.050	OJ-21A	HS-OJ-21	ST	
meta- & para-Xylene	<0.050	----	mg/kg DW	0.050	OJ-21A	HS-OJ-21	ST	
ortho-Xylene	<0.050	----	mg/kg DW	0.050	OJ-21A	HS-OJ-21	ST	
Sum of Xylenes	<0.050 *	----	mg/kg DW	0.050	OJ-21A	HS-OJ-21	ST	
Sum of TEX	<0.100 *	----	mg/kg DW	0.100	OJ-21A	HS-OJ-21	ST	
Polycyclic Aromatics Hydrocarbons (PAHs)								
Naphthalene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Acenaphthylene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Acenaphthene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Fluorene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Phenanthrene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Anthracene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Fluoranthene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Pyrene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Benz(a)anthracene	<0.08	----	mg/kg DW	0.08	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Chrysene	<0.08	----	mg/kg DW	0.08	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Benzo(b)fluoranthene	<0.08	----	mg/kg DW	0.08	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Benzo(k)fluoranthene	<0.08	----	mg/kg DW	0.08	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Benzo(a)pyrene	<0.08	----	mg/kg DW	0.08	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Dibenz(a,h)anthracene	<0.08	----	mg/kg DW	0.08	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Benzo(g,h,i)perylene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	<0.08	----	mg/kg DW	0.08	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Sum of 16 PAH	<1.5	----	mg/kg DW	1.5	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Sum of carcinogenic PAH	<0.28 *	----	mg/kg DW	0.28	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Sum of other PAH	<0.45 *	----	mg/kg DW	0.45	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Sum of PAH L	<0.15 *	----	mg/kg DW	0.15	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Sum of PAH M	<0.25 *	----	mg/kg DW	0.25	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Sum of PAH H	<0.33 *	----	mg/kg DW	0.33	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Petroleum Hydrocarbons								
Mineral Oil >C10-<C40	<50	----	mg/kg DW	50	OJ-20C	OJ-20C	ST	
Fraction >C10-C12	<5.0 *	----	mg/kg DW	5.0	OJ-20C	OJ-20C	ST	
Fraction >C12-C16	<10 *	----	mg/kg DW	10	OJ-20C	OJ-20C	ST	



Sub-Matrix: SOIL		Client sample ID		R21-1527-4/8			
		Laboratory sample ID		ST2118664-004			
		Client sampling date / time		Not specified			
Parameter	Result	MU	Unit	LOR	Package	Method	Issuer
Petroleum Hydrocarbons - Continued							
Fraction >C16-C35	<25 *	----	mg/kg DW	25	OJ-20C	OJ-20C	ST
Fraction >C34-<C40	<10 *	----	mg/kg DW	10	OJ-20C	OJ-20C	ST
Physical Parameters							
pH (H2O)	7.6	± 0.2	-	1.0	pH	S-PHH2O-ELE	CS
Total Organic Carbon	<0.10	----	% DW	0.10	TOC	S-TOC1-IR	CS



Sub-Matrix: SOIL	Client sample ID		R21-1527-5/12.1				Method	Issuer
	Laboratory sample ID		ST2118664-005					
	Client sampling date / time		Not specified					
	Parameter	Result	MU	Unit	LOR	Package		
Dry matter								
Dry matter @ 105°C	86.1	± 5.16	%	1.00	TS105	TS-105	ST	
Dry matter @ 105°C	88.4	± 5.34	%	0.10	TOC	S-DRY-GRCI	CS	
Aliphatic compounds								
Aliphates >C5-C8	<10	----	mg/kg DW	10	OJ-21A	HS-OJ-21	ST	
Aliphates >C8-C10	<10	----	mg/kg DW	10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Aliphates >C10-C12	<20	----	mg/kg DW	20	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Aliphates >C12-C16	<20	----	mg/kg DW	20	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Aliphates C5-C16	<30 *	----	mg/kg DW	30	OJ-21A	SVOC-/HS-OJ-21	ST	
Aliphates >C16-C35	<20	----	mg/kg DW	20	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Aromatic Compounds								
Aromatics >C8 - C10	<1.0	----	mg/kg DW	1.0	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Aromatics >C10-C16	<1.0	----	mg/kg DW	1.0	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Methylpyrenes@Methylfluoranthenes	<1.0 *	----	mg/kg DW	1.0	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Methylchrysenes@Methylbenz(a)anthracenes	<1.0 *	----	mg/kg DW	1.0	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Aromatics >C16-C35	<1.0	----	mg/kg DW	1.0	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
BTEX								
MTBE	<0.050	----	mg/kg DW	0.050	OJ-20DTILL	HS-OJ-21	ST	
Benzene	<0.010	----	mg/kg DW	0.010	OJ-21A	HS-OJ-21	ST	
Toluene	<0.050	----	mg/kg DW	0.050	OJ-21A	HS-OJ-21	ST	
Ethylbenzene	<0.050	----	mg/kg DW	0.050	OJ-21A	HS-OJ-21	ST	
meta- & para-Xylene	<0.050	----	mg/kg DW	0.050	OJ-21A	HS-OJ-21	ST	
ortho-Xylene	<0.050	----	mg/kg DW	0.050	OJ-21A	HS-OJ-21	ST	
Sum of Xylenes	<0.050 *	----	mg/kg DW	0.050	OJ-21A	HS-OJ-21	ST	
Sum of TEX	<0.100 *	----	mg/kg DW	0.100	OJ-21A	HS-OJ-21	ST	
Polycyclic Aromatics Hydrocarbons (PAHs)								
Naphthalene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Acenaphthylene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Acenaphthene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Fluorene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Phenanthrene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Anthracene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Fluoranthene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Pyrene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Benz(a)anthracene	<0.08	----	mg/kg DW	0.08	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Chrysene	<0.08	----	mg/kg DW	0.08	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Benzo(b)fluoranthene	<0.08	----	mg/kg DW	0.08	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Benzo(k)fluoranthene	<0.08	----	mg/kg DW	0.08	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Benzo(a)pyrene	<0.08	----	mg/kg DW	0.08	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Dibenz(a,h)anthracene	<0.08	----	mg/kg DW	0.08	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Benzo(g,h,i)perylene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Indeno(1.2.3.cd)pyrene	<0.08	----	mg/kg DW	0.08	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Sum of 16 PAH	<1.5	----	mg/kg DW	1.5	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Sum of carcinogenic PAH	<0.28 *	----	mg/kg DW	0.28	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Sum of other PAH	<0.45 *	----	mg/kg DW	0.45	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Sum of PAH L	<0.15 *	----	mg/kg DW	0.15	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Sum of PAH M	<0.25 *	----	mg/kg DW	0.25	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Sum of PAH H	<0.33 *	----	mg/kg DW	0.33	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Petroleum Hydrocarbons								
Mineral Oil >C10-<C40	<50	----	mg/kg DW	50	OJ-20C	OJ-20C	ST	
Fraction >C10-C12	<5.0 *	----	mg/kg DW	5.0	OJ-20C	OJ-20C	ST	
Fraction >C12-C16	<10 *	----	mg/kg DW	10	OJ-20C	OJ-20C	ST	



Sub-Matrix: SOIL		Client sample ID		R21-1527-5/12.1				
		Laboratory sample ID		ST2118664-005				
		Client sampling date / time		Not specified				
Parameter	Result	MU	Unit	LOR	Package	Method	Issuer	
Petroleum Hydrocarbons - Continued								
Fraction >C16-C35	<25 *	----	mg/kg DW	25	OJ-20C	OJ-20C	ST	
Fraction >C34-<C40	<10 *	----	mg/kg DW	10	OJ-20C	OJ-20C	ST	
Physical Parameters								
pH (H2O)	7.2	± 0.2	-	1.0	pH	S-PHH2O-ELE	CS	
Total Organic Carbon	0.32	± 0.05	% DW	0.10	TOC	S-TOC1-IR	CS	



Sub-Matrix: SOIL	Client sample ID		R21-1527-6/12.2				Method	Issuer
	Laboratory sample ID		ST2118664-006					
	Client sampling date / time		Not specified					
	Parameter	Result	MU	Unit	LOR	Package		
Dry matter								
Dry matter @ 105°C	85.2	± 5.11	%	1.00	TS105	TS-105	ST	
Dry matter @ 105°C	85.9	± 5.18	%	0.10	TOC	S-DRY-GRCI	CS	
Aliphatic compounds								
Aliphates >C5-C8	<10	----	mg/kg DW	10	OJ-21A	HS-OJ-21	ST	
Aliphates >C8-C10	<10	----	mg/kg DW	10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Aliphates >C10-C12	<20	----	mg/kg DW	20	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Aliphates >C12-C16	<20	----	mg/kg DW	20	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Aliphates C5-C16	<30 *	----	mg/kg DW	30	OJ-21A	SVOC-/HS-OJ-21	ST	
Aliphates >C16-C35	<20	----	mg/kg DW	20	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Aromatic Compounds								
Aromatics >C8 - C10	<1.0	----	mg/kg DW	1.0	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Aromatics >C10-C16	<1.0	----	mg/kg DW	1.0	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Methylpyrenes@Methylfluoranthenes	<1.0 *	----	mg/kg DW	1.0	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Methylchrysenes@Methylbenz(a)anthracenes	<1.0 *	----	mg/kg DW	1.0	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Aromatics >C16-C35	<1.0	----	mg/kg DW	1.0	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
BTEX								
MTBE	<0.050	----	mg/kg DW	0.050	OJ-20DTILL	HS-OJ-21	ST	
Benzene	<0.010	----	mg/kg DW	0.010	OJ-21A	HS-OJ-21	ST	
Toluene	<0.050	----	mg/kg DW	0.050	OJ-21A	HS-OJ-21	ST	
Ethylbenzene	<0.050	----	mg/kg DW	0.050	OJ-21A	HS-OJ-21	ST	
meta- & para-Xylene	<0.050	----	mg/kg DW	0.050	OJ-21A	HS-OJ-21	ST	
ortho-Xylene	<0.050	----	mg/kg DW	0.050	OJ-21A	HS-OJ-21	ST	
Sum of Xylenes	<0.050 *	----	mg/kg DW	0.050	OJ-21A	HS-OJ-21	ST	
Sum of TEX	<0.100 *	----	mg/kg DW	0.100	OJ-21A	HS-OJ-21	ST	
Polycyclic Aromatics Hydrocarbons (PAHs)								
Naphthalene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Acenaphthylene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Acenaphthene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Fluorene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Phenanthrene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Anthracene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Fluoranthene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Pyrene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Benz(a)anthracene	<0.08	----	mg/kg DW	0.08	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Chrysene	<0.08	----	mg/kg DW	0.08	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Benzo(b)fluoranthene	<0.08	----	mg/kg DW	0.08	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Benzo(k)fluoranthene	<0.08	----	mg/kg DW	0.08	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Benzo(a)pyrene	<0.08	----	mg/kg DW	0.08	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Dibenz(a,h)anthracene	<0.08	----	mg/kg DW	0.08	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Benzo(g,h,i)perylene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Indeno(1.2.3.cd)pyrene	<0.08	----	mg/kg DW	0.08	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Sum of 16 PAH	<1.5	----	mg/kg DW	1.5	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Sum of carcinogenic PAH	<0.28 *	----	mg/kg DW	0.28	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Sum of other PAH	<0.45 *	----	mg/kg DW	0.45	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Sum of PAH L	<0.15 *	----	mg/kg DW	0.15	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Sum of PAH M	<0.25 *	----	mg/kg DW	0.25	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Sum of PAH H	<0.33 *	----	mg/kg DW	0.33	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Petroleum Hydrocarbons								
Mineral Oil >C10-<C40	<50	----	mg/kg DW	50	OJ-20C	OJ-20C	ST	
Fraction >C10-C12	<5.0 *	----	mg/kg DW	5.0	OJ-20C	OJ-20C	ST	
Fraction >C12-C16	<10 *	----	mg/kg DW	10	OJ-20C	OJ-20C	ST	



Sub-Matrix: SOIL		Client sample ID		R21-1527-6/12.2				
		Laboratory sample ID		ST2118664-006				
		Client sampling date / time		Not specified				
Parameter	Result	MU	Unit	LOR	Package	Method	Issuer	
Petroleum Hydrocarbons - Continued								
Fraction >C16-C35	<25 *	----	mg/kg DW	25	OJ-20C	OJ-20C	ST	
Fraction >C34-<C40	<10 *	----	mg/kg DW	10	OJ-20C	OJ-20C	ST	
Physical Parameters								
pH (H2O)	7.2	± 0.2	-	1.0	pH	S-PHH2O-ELE	CS	
Total Organic Carbon	<0.10	----	% DW	0.10	TOC	S-TOC1-IR	CS	



Sub-Matrix: SOIL	Client sample ID		R21-1527-7/13					Method	Issuer
	Laboratory sample ID		ST2118664-007						
	Client sampling date / time		Not specified						
	Parameter	Result	MU	Unit	LOR	Package			
Dry matter									
Dry matter @ 105°C	93.2	± 5.59	%	1.00	TS105	TS-105	ST		
Dry matter @ 105°C	94.6	± 5.71	%	0.10	TOC	S-DRY-GRCI	CS		
Aliphatic compounds									
Aliphates >C5-C8	<12	----	mg/kg DW	10	OJ-21A	HS-OJ-21	ST		
Aliphates >C8-C10	<10	----	mg/kg DW	10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST		
Aliphates >C10-C12	<20	----	mg/kg DW	20	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST		
Aliphates >C12-C16	<20	----	mg/kg DW	20	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST		
Aliphates C5-C16	<31 *	----	mg/kg DW	30	OJ-21A	SVOC-/HS-OJ-21	ST		
Aliphates >C16-C35	<20	----	mg/kg DW	20	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST		
Aromatic Compounds									
Aromatics >C8 - C10	31.6	± 9.5	mg/kg DW	1.0	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST		
Aromatics >C10-C16	8.9	± 2.7	mg/kg DW	1.0	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST		
Methylpyrenes@Methylfluoranthenes	<1.0 *	----	mg/kg DW	1.0	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST		
Methylchrysenes@Methylbenz(a)anthracenes	<1.0 *	----	mg/kg DW	1.0	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST		
Aromatics >C16-C35	<1.0	----	mg/kg DW	1.0	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST		
BTEX									
MTBE	<0.069	----	mg/kg DW	0.050	OJ-20DTILL	HS-OJ-21	ST		
Benzene	<0.069	----	mg/kg DW	0.010	OJ-21A	HS-OJ-21	ST		
Toluene	0.546	± 0.164	mg/kg DW	0.050	OJ-21A	HS-OJ-21	ST		
Ethylbenzene	2.22	± 0.668	mg/kg DW	0.050	OJ-21A	HS-OJ-21	ST		
meta- & para-Xylene	19.6	± 5.89	mg/kg DW	0.050	OJ-21A	HS-OJ-21	ST		
ortho-Xylene	10.1	± 3.02	mg/kg DW	0.050	OJ-21A	HS-OJ-21	ST		
Sum of Xylenes	29.7 *	----	mg/kg DW	0.050	OJ-21A	HS-OJ-21	ST		
Sum of TEX	32.5 *	----	mg/kg DW	0.100	OJ-21A	HS-OJ-21	ST		
Polycyclic Aromatics Hydrocarbons (PAHs)									
Naphthalene	1.89	± 0.57	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST		
Acenaphthylene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST		
Acenaphthene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST		
Fluorene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST		
Phenanthrene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST		
Anthracene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST		
Fluoranthene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST		
Pyrene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST		
Benz(a)anthracene	<0.08	----	mg/kg DW	0.08	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST		
Chrysene	<0.08	----	mg/kg DW	0.08	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST		
Benzo(b)fluoranthene	<0.08	----	mg/kg DW	0.08	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST		
Benzo(k)fluoranthene	<0.08	----	mg/kg DW	0.08	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST		
Benzo(a)pyrene	<0.08	----	mg/kg DW	0.08	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST		
Dibenz(a,h)anthracene	<0.08	----	mg/kg DW	0.08	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST		
Benzo(g,h,i)perylene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST		
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	<0.08	----	mg/kg DW	0.08	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST		
Sum of 16 PAH	1.9	± 0.6	mg/kg DW	1.5	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST		
Sum of carcinogenic PAH	<0.28 *	----	mg/kg DW	0.28	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST		
Sum of other PAH	1.89 *	----	mg/kg DW	0.45	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST		
Sum of PAH L	1.89 *	----	mg/kg DW	0.15	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST		
Sum of PAH M	<0.25 *	----	mg/kg DW	0.25	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST		
Sum of PAH H	<0.33 *	----	mg/kg DW	0.33	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST		
Petroleum Hydrocarbons									
Mineral Oil >C10-<C40	132	± 60	mg/kg DW	50	OJ-20C	OJ-20C	ST		
Fraction >C10-C12	72.0 *	----	mg/kg DW	5.0	OJ-20C	OJ-20C	ST		
Fraction >C12-C16	48 *	----	mg/kg DW	10	OJ-20C	OJ-20C	ST		



Sub-Matrix: SOIL		Client sample ID		R21-1527-7/13				
		Laboratory sample ID		ST2118664-007				
		Client sampling date / time		Not specified				
Parameter	Result	MU	Unit	LOR	Package	Method	Issuer	
Petroleum Hydrocarbons - Continued								
Fraction >C16-C35	<25 *	----	mg/kg DW	25	OJ-20C	OJ-20C	ST	
Fraction >C34-<C40	<10 *	----	mg/kg DW	10	OJ-20C	OJ-20C	ST	
Physical Parameters								
pH (H2O)	7.3	± 0.2	-	1.0	pH	S-PHH2O-ELE	CS	
Total Organic Carbon	<0.10	----	% DW	0.10	TOC	S-TOC1-IR	CS	



Sub-Matrix: SOIL		Client sample ID		R21-1527-8/14				
		Laboratory sample ID		ST2118664-008				
		Client sampling date / time		Not specified				
Parameter	Result	MU	Unit	LOR	Package	Method	Issuer	
Dry matter								
Dry matter @ 105°C	83.6	± 5.02	%	1.00	TS105	TS-105	ST	
Dry matter @ 105°C	84.3	± 5.09	%	0.10	TOC	S-DRY-GRCI	CS	
Aliphatic compounds								
Aliphates >C5-C8	<10	----	mg/kg DW	10	OJ-21A	HS-OJ-21	ST	
Aliphates >C8-C10	<10	----	mg/kg DW	10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Aliphates >C10-C12	<20	----	mg/kg DW	20	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Aliphates >C12-C16	<20	----	mg/kg DW	20	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Aliphates C5-C16	<30 *	----	mg/kg DW	30	OJ-21A	SVOC-/HS-OJ-21	ST	
Aliphates >C16-C35	<20	----	mg/kg DW	20	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Aromatic Compounds								
Aromatics >C8 - C10	<1.0	----	mg/kg DW	1.0	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Aromatics >C10-C16	<1.0	----	mg/kg DW	1.0	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Methylpyrenes@Methylfluoranthenes	<1.0 *	----	mg/kg DW	1.0	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Methylchrysenes@Methylbenz(a)anthracenes	<1.0 *	----	mg/kg DW	1.0	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Aromatics >C16-C35	<1.0	----	mg/kg DW	1.0	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
BTEX								
MTBE	<0.050	----	mg/kg DW	0.050	OJ-20DTILL	HS-OJ-21	ST	
Benzene	<0.010	----	mg/kg DW	0.010	OJ-21A	HS-OJ-21	ST	
Toluene	<0.050	----	mg/kg DW	0.050	OJ-21A	HS-OJ-21	ST	
Ethylbenzene	<0.050	----	mg/kg DW	0.050	OJ-21A	HS-OJ-21	ST	
meta- & para-Xylene	<0.050	----	mg/kg DW	0.050	OJ-21A	HS-OJ-21	ST	
ortho-Xylene	<0.050	----	mg/kg DW	0.050	OJ-21A	HS-OJ-21	ST	
Sum of Xylenes	<0.050 *	----	mg/kg DW	0.050	OJ-21A	HS-OJ-21	ST	
Sum of TEX	<0.100 *	----	mg/kg DW	0.100	OJ-21A	HS-OJ-21	ST	
Polycyclic Aromatics Hydrocarbons (PAHs)								
Naphthalene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Acenaphthylene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Acenaphthene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Fluorene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Phenanthrene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Anthracene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Fluoranthene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Pyrene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Benz(a)anthracene	<0.08	----	mg/kg DW	0.08	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Chrysene	<0.08	----	mg/kg DW	0.08	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Benzo(b)fluoranthene	<0.08	----	mg/kg DW	0.08	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Benzo(k)fluoranthene	<0.08	----	mg/kg DW	0.08	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Benzo(a)pyrene	<0.08	----	mg/kg DW	0.08	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Dibenz(a,h)anthracene	<0.08	----	mg/kg DW	0.08	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Benzo(g,h,i)perylene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Indeno(1.2.3.cd)pyrene	<0.08	----	mg/kg DW	0.08	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Sum of 16 PAH	<1.5	----	mg/kg DW	1.5	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Sum of carcinogenic PAH	<0.28 *	----	mg/kg DW	0.28	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Sum of other PAH	<0.45 *	----	mg/kg DW	0.45	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Sum of PAH L	<0.15 *	----	mg/kg DW	0.15	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Sum of PAH M	<0.25 *	----	mg/kg DW	0.25	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Sum of PAH H	<0.33 *	----	mg/kg DW	0.33	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Petroleum Hydrocarbons								
Mineral Oil >C10-<C40	<50	----	mg/kg DW	50	OJ-20C	OJ-20C	ST	
Fraction >C10-C12	<5.0 *	----	mg/kg DW	5.0	OJ-20C	OJ-20C	ST	
Fraction >C12-C16	<10 *	----	mg/kg DW	10	OJ-20C	OJ-20C	ST	



Parameter	Result	MU	Unit	LOR	Package	Method	Issuer
Sub-Matrix: SOIL		Client sample ID		R21-1527-8/14			
		Laboratory sample ID		ST2118664-008			
		Client sampling date / time		Not specified			
Petroleum Hydrocarbons - Continued							
Fraction >C16-C35	<25 *	----	mg/kg DW	25	OJ-20C	OJ-20C	ST
Fraction >C34-<C40	<10 *	----	mg/kg DW	10	OJ-20C	OJ-20C	ST
Physical Parameters							
pH (H2O)	7.2	± 0.2	-	1.0	pH	S-PHH2O-ELE	CS
Total Organic Carbon	0.19	± 0.04	% DW	0.10	TOC	S-TOC1-IR	CS



Sub-Matrix: SOIL	Client sample ID		R21-1527-9/15				Method	Issuer
	Laboratory sample ID		ST2118664-009					
	Client sampling date / time		Not specified					
	Parameter	Result	MU	Unit	LOR	Package		
Dry matter								
Dry matter @ 105°C	92.2	± 5.53	%	1.00	TS105	TS-105	ST	
Dry matter @ 105°C	93.2	± 5.62	%	0.10	TOC	S-DRY-GRCI	CS	
Aliphatic compounds								
Aliphates >C5-C8	<10	----	mg/kg DW	10	OJ-21A	HS-OJ-21	ST	
Aliphates >C8-C10	<10	----	mg/kg DW	10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Aliphates >C10-C12	<20	----	mg/kg DW	20	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Aliphates >C12-C16	<20	----	mg/kg DW	20	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Aliphates C5-C16	<30 *	----	mg/kg DW	30	OJ-21A	SVOC-/HS-OJ-21	ST	
Aliphates >C16-C35	<20	----	mg/kg DW	20	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Aromatic Compounds								
Aromatics >C8 - C10	<1.0	----	mg/kg DW	1.0	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Aromatics >C10-C16	<1.0	----	mg/kg DW	1.0	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Methylpyrenes@Methylfluoranthenes	<1.0 *	----	mg/kg DW	1.0	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Methylchrysenes@Methylbenz(a)anthracenes	<1.0 *	----	mg/kg DW	1.0	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Aromatics >C16-C35	<1.0	----	mg/kg DW	1.0	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
BTEX								
MTBE	<0.050	----	mg/kg DW	0.050	OJ-20DTILL	HS-OJ-21	ST	
Benzene	<0.010	----	mg/kg DW	0.010	OJ-21A	HS-OJ-21	ST	
Toluene	<0.050	----	mg/kg DW	0.050	OJ-21A	HS-OJ-21	ST	
Ethylbenzene	<0.050	----	mg/kg DW	0.050	OJ-21A	HS-OJ-21	ST	
meta- & para-Xylene	<0.050	----	mg/kg DW	0.050	OJ-21A	HS-OJ-21	ST	
ortho-Xylene	<0.050	----	mg/kg DW	0.050	OJ-21A	HS-OJ-21	ST	
Sum of Xylenes	<0.050 *	----	mg/kg DW	0.050	OJ-21A	HS-OJ-21	ST	
Sum of TEX	<0.100 *	----	mg/kg DW	0.100	OJ-21A	HS-OJ-21	ST	
Polycyclic Aromatics Hydrocarbons (PAHs)								
Naphthalene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Acenaphthylene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Acenaphthene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Fluorene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Phenanthrene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Anthracene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Fluoranthene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Pyrene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Benz(a)anthracene	<0.08	----	mg/kg DW	0.08	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Chrysene	<0.08	----	mg/kg DW	0.08	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Benzo(b)fluoranthene	<0.08	----	mg/kg DW	0.08	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Benzo(k)fluoranthene	<0.08	----	mg/kg DW	0.08	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Benzo(a)pyrene	<0.08	----	mg/kg DW	0.08	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Dibenz(a,h)anthracene	<0.08	----	mg/kg DW	0.08	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Benzo(g,h,i)perylene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	<0.08	----	mg/kg DW	0.08	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Sum of 16 PAH	<1.5	----	mg/kg DW	1.5	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Sum of carcinogenic PAH	<0.28 *	----	mg/kg DW	0.28	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Sum of other PAH	<0.45 *	----	mg/kg DW	0.45	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Sum of PAH L	<0.15 *	----	mg/kg DW	0.15	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Sum of PAH M	<0.25 *	----	mg/kg DW	0.25	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Sum of PAH H	<0.33 *	----	mg/kg DW	0.33	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Petroleum Hydrocarbons								
Mineral Oil >C10-<C40	<50	----	mg/kg DW	50	OJ-20C	OJ-20C	ST	
Fraction >C10-C12	<5.0 *	----	mg/kg DW	5.0	OJ-20C	OJ-20C	ST	
Fraction >C12-C16	<10 *	----	mg/kg DW	10	OJ-20C	OJ-20C	ST	



Parameter	Result	MU	Unit	LOR	Package	Method	Issuer
Sub-Matrix: SOIL		Client sample ID		R21-1527-9/15			
		Laboratory sample ID		ST2118664-009			
		Client sampling date / time		Not specified			
Petroleum Hydrocarbons - Continued							
Fraction >C16-C35	<25 *	----	mg/kg DW	25	OJ-20C	OJ-20C	ST
Fraction >C34-<C40	<10 *	----	mg/kg DW	10	OJ-20C	OJ-20C	ST
Physical Parameters							
pH (H2O)	7.3	± 0.2	-	1.0	pH	S-PHH2O-ELE	CS
Total Organic Carbon	0.12	± 0.03	% DW	0.10	TOC	S-TOC1-IR	CS



Sub-Matrix: SOIL	Client sample ID		R21-1527-10/16.1				Method	Issuer
	Laboratory sample ID		ST2118664-010					
	Client sampling date / time		Not specified					
	Parameter	Result	MU	Unit	LOR	Package		
Dry matter								
Dry matter @ 105°C	82.0	± 4.92	%	1.00	TS105	TS-105	ST	
Dry matter @ 105°C	82.9	± 5.00	%	0.10	TOC	S-DRY-GRCI	CS	
Aliphatic compounds								
Aliphates >C5-C8	<10	----	mg/kg DW	10	OJ-21A	HS-OJ-21	ST	
Aliphates >C8-C10	<10	----	mg/kg DW	10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Aliphates >C10-C12	<20	----	mg/kg DW	20	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Aliphates >C12-C16	<20	----	mg/kg DW	20	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Aliphates C5-C16	<30 *	----	mg/kg DW	30	OJ-21A	SVOC-/HS-OJ-21	ST	
Aliphates >C16-C35	<20	----	mg/kg DW	20	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Aromatic Compounds								
Aromatics >C8 - C10	<1.0	----	mg/kg DW	1.0	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Aromatics >C10-C16	<1.0	----	mg/kg DW	1.0	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Methylpyrenes@Methylfluoranthenes	<1.0 *	----	mg/kg DW	1.0	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Methylchrysenes@Methylbenz(a)anthracenes	<1.0 *	----	mg/kg DW	1.0	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Aromatics >C16-C35	<1.0	----	mg/kg DW	1.0	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
BTEX								
MTBE	<0.050	----	mg/kg DW	0.050	OJ-20DTILL	HS-OJ-21	ST	
Benzene	<0.010	----	mg/kg DW	0.010	OJ-21A	HS-OJ-21	ST	
Toluene	<0.050	----	mg/kg DW	0.050	OJ-21A	HS-OJ-21	ST	
Ethylbenzene	<0.050	----	mg/kg DW	0.050	OJ-21A	HS-OJ-21	ST	
meta- & para-Xylene	<0.050	----	mg/kg DW	0.050	OJ-21A	HS-OJ-21	ST	
ortho-Xylene	<0.050	----	mg/kg DW	0.050	OJ-21A	HS-OJ-21	ST	
Sum of Xylenes	<0.050 *	----	mg/kg DW	0.050	OJ-21A	HS-OJ-21	ST	
Sum of TEX	<0.100 *	----	mg/kg DW	0.100	OJ-21A	HS-OJ-21	ST	
Polycyclic Aromatics Hydrocarbons (PAHs)								
Naphthalene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Acenaphthylene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Acenaphthene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Fluorene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Phenanthrene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Anthracene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Fluoranthene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Pyrene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Benz(a)anthracene	<0.08	----	mg/kg DW	0.08	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Chrysene	<0.08	----	mg/kg DW	0.08	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Benzo(b)fluoranthene	<0.08	----	mg/kg DW	0.08	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Benzo(k)fluoranthene	<0.08	----	mg/kg DW	0.08	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Benzo(a)pyrene	<0.08	----	mg/kg DW	0.08	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Dibenz(a,h)anthracene	<0.08	----	mg/kg DW	0.08	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Benzo(g,h,i)perylene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Indeno(1.2.3.cd)pyrene	<0.08	----	mg/kg DW	0.08	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Sum of 16 PAH	<1.5	----	mg/kg DW	1.5	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Sum of carcinogenic PAH	<0.28 *	----	mg/kg DW	0.28	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Sum of other PAH	<0.45 *	----	mg/kg DW	0.45	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Sum of PAH L	<0.15 *	----	mg/kg DW	0.15	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Sum of PAH M	<0.25 *	----	mg/kg DW	0.25	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Sum of PAH H	<0.33 *	----	mg/kg DW	0.33	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Petroleum Hydrocarbons								
Mineral Oil >C10-<C40	<50	----	mg/kg DW	50	OJ-20C	OJ-20C	ST	
Fraction >C10-C12	<5.0 *	----	mg/kg DW	5.0	OJ-20C	OJ-20C	ST	
Fraction >C12-C16	<10 *	----	mg/kg DW	10	OJ-20C	OJ-20C	ST	



Sub-Matrix: SOIL		Client sample ID		R21-1527-10/16.1				
		Laboratory sample ID		ST2118664-010				
		Client sampling date / time		Not specified				
Parameter	Result	MU	Unit	LOR	Package	Method	Issuer	
Petroleum Hydrocarbons - Continued								
Fraction >C16-C35	<25 *	----	mg/kg DW	25	OJ-20C	OJ-20C	ST	
Fraction >C34-<C40	<10 *	----	mg/kg DW	10	OJ-20C	OJ-20C	ST	
Physical Parameters								
pH (H2O)	7.2	± 0.2	-	1.0	pH	S-PHH2O-ELE	CS	
Total Organic Carbon	0.10	± 0.03	% DW	0.10	TOC	S-TOC1-IR	CS	



Sub-Matrix: SOIL	Client sample ID		R21-1527-11/16.2				Method	Issuer
	Laboratory sample ID		ST2118664-011					
	Client sampling date / time		Not specified					
	Parameter	Result	MU	Unit	LOR	Package		
Dry matter								
Dry matter @ 105°C	85.4	± 5.12	%	1.00	TS105	TS-105	ST	
Dry matter @ 105°C	86.2	± 5.20	%	0.10	TOC	S-DRY-GRCI	CS	
Aliphatic compounds								
Aliphates >C5-C8	<10	----	mg/kg DW	10	OJ-21A	HS-OJ-21	ST	
Aliphates >C8-C10	<10	----	mg/kg DW	10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Aliphates >C10-C12	<20	----	mg/kg DW	20	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Aliphates >C12-C16	<20	----	mg/kg DW	20	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Aliphates C5-C16	<30 *	----	mg/kg DW	30	OJ-21A	SVOC-/HS-OJ-21	ST	
Aliphates >C16-C35	<20	----	mg/kg DW	20	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Aromatic Compounds								
Aromatics >C8 - C10	<1.0	----	mg/kg DW	1.0	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Aromatics >C10-C16	<1.0	----	mg/kg DW	1.0	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Methylpyrenes@Methylfluoranthenes	<1.0 *	----	mg/kg DW	1.0	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Methylchrysenes@Methylbenz(a)anthracenes	<1.0 *	----	mg/kg DW	1.0	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Aromatics >C16-C35	<1.0	----	mg/kg DW	1.0	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
BTEX								
MTBE	<0.050	----	mg/kg DW	0.050	OJ-20DTILL	HS-OJ-21	ST	
Benzene	<0.010	----	mg/kg DW	0.010	OJ-21A	HS-OJ-21	ST	
Toluene	<0.050	----	mg/kg DW	0.050	OJ-21A	HS-OJ-21	ST	
Ethylbenzene	<0.050	----	mg/kg DW	0.050	OJ-21A	HS-OJ-21	ST	
meta- & para-Xylene	<0.050	----	mg/kg DW	0.050	OJ-21A	HS-OJ-21	ST	
ortho-Xylene	<0.050	----	mg/kg DW	0.050	OJ-21A	HS-OJ-21	ST	
Sum of Xylenes	<0.050 *	----	mg/kg DW	0.050	OJ-21A	HS-OJ-21	ST	
Sum of TEX	<0.100 *	----	mg/kg DW	0.100	OJ-21A	HS-OJ-21	ST	
Polycyclic Aromatics Hydrocarbons (PAHs)								
Naphthalene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Acenaphthylene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Acenaphthene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Fluorene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Phenanthrene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Anthracene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Fluoranthene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Pyrene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Benz(a)anthracene	<0.08	----	mg/kg DW	0.08	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Chrysene	<0.08	----	mg/kg DW	0.08	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Benzo(b)fluoranthene	<0.08	----	mg/kg DW	0.08	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Benzo(k)fluoranthene	<0.08	----	mg/kg DW	0.08	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Benzo(a)pyrene	<0.08	----	mg/kg DW	0.08	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Dibenz(a,h)anthracene	<0.08	----	mg/kg DW	0.08	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Benzo(g,h,i)perylene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Indeno(1.2.3.cd)pyrene	<0.08	----	mg/kg DW	0.08	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Sum of 16 PAH	<1.5	----	mg/kg DW	1.5	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Sum of carcinogenic PAH	<0.28 *	----	mg/kg DW	0.28	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Sum of other PAH	<0.45 *	----	mg/kg DW	0.45	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Sum of PAH L	<0.15 *	----	mg/kg DW	0.15	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Sum of PAH M	<0.25 *	----	mg/kg DW	0.25	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Sum of PAH H	<0.33 *	----	mg/kg DW	0.33	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Petroleum Hydrocarbons								
Mineral Oil >C10-<C40	<50	----	mg/kg DW	50	OJ-20C	OJ-20C	ST	
Fraction >C10-C12	<5.0 *	----	mg/kg DW	5.0	OJ-20C	OJ-20C	ST	
Fraction >C12-C16	<10 *	----	mg/kg DW	10	OJ-20C	OJ-20C	ST	



Sub-Matrix: SOIL		Client sample ID		R21-1527-11/16.2				
		Laboratory sample ID		ST2118664-011				
		Client sampling date / time		Not specified				
Parameter	Result	MU	Unit	LOR	Package	Method	Issuer	
Petroleum Hydrocarbons - Continued								
Fraction >C16-C35	<25 *	----	mg/kg DW	25	OJ-20C	OJ-20C	ST	
Fraction >C34-<C40	<10 *	----	mg/kg DW	10	OJ-20C	OJ-20C	ST	
Physical Parameters								
pH (H2O)	7.1	± 0.2	-	1.0	pH	S-PHH2O-ELE	CS	
Total Organic Carbon	<0.10	----	% DW	0.10	TOC	S-TOC1-IR	CS	



Sub-Matrix: SOIL	Client sample ID		R21-1527-12/16.3				Method	Issuer
	Laboratory sample ID		ST2118664-012					
	Client sampling date / time		Not specified					
Parameter	Result	MU	Unit	LOR	Package			
Dry matter								
Dry matter @ 105°C	76.1	± 4.56	%	1.00	TS105	TS-105	ST	
Dry matter @ 105°C	76.6	± 4.62	%	0.10	TOC	S-DRY-GRCI	CS	
Aliphatic compounds								
Aliphates >C5-C8	<10	----	mg/kg DW	10	OJ-21A	HS-OJ-21	ST	
Aliphates >C8-C10	12	± 4	mg/kg DW	10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Aliphates >C10-C12	<20	----	mg/kg DW	20	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Aliphates >C12-C16	<20	----	mg/kg DW	20	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Aliphates C5-C16	12 *	----	mg/kg DW	30	OJ-21A	SVOC-/HS-OJ-21	ST	
Aliphates >C16-C35	<20	----	mg/kg DW	20	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Aromatic Compounds								
Aromatics >C8 - C10	66.6	± 20.0	mg/kg DW	1.0	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Aromatics >C10-C16	9.5	± 2.8	mg/kg DW	1.0	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Methylpyrenes@Methylfluoranthenes	<1.0 *	----	mg/kg DW	1.0	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Methylchrysenes@Methylbenz(a)anthracenes	<1.0 *	----	mg/kg DW	1.0	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Aromatics >C16-C35	<1.0	----	mg/kg DW	1.0	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
BTEX								
MTBE	<0.050	----	mg/kg DW	0.050	OJ-20DTILL	HS-OJ-21	ST	
Benzene	<0.033	----	mg/kg DW	0.010	OJ-21A	HS-OJ-21	ST	
Toluene	0.689	± 0.207	mg/kg DW	0.050	OJ-21A	HS-OJ-21	ST	
Ethylbenzene	0.182	± 0.055	mg/kg DW	0.050	OJ-21A	HS-OJ-21	ST	
meta- & para-Xylene	0.827	± 0.248	mg/kg DW	0.050	OJ-21A	HS-OJ-21	ST	
ortho-Xylene	0.419	± 0.126	mg/kg DW	0.050	OJ-21A	HS-OJ-21	ST	
Sum of Xylenes	1.25 *	----	mg/kg DW	0.050	OJ-21A	HS-OJ-21	ST	
Sum of TEX	2.12 *	----	mg/kg DW	0.100	OJ-21A	HS-OJ-21	ST	
Polycyclic Aromatics Hydrocarbons (PAHs)								
Naphthalene	3.14	± 0.94	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Acenaphthylene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Acenaphthene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Fluorene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Phenanthrene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Anthracene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Fluoranthene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Pyrene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Benz(a)anthracene	<0.08	----	mg/kg DW	0.08	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Chrysene	<0.08	----	mg/kg DW	0.08	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Benzo(b)fluoranthene	<0.08	----	mg/kg DW	0.08	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Benzo(k)fluoranthene	<0.08	----	mg/kg DW	0.08	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Benzo(a)pyrene	<0.08	----	mg/kg DW	0.08	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Dibenz(a,h)anthracene	<0.08	----	mg/kg DW	0.08	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Benzo(g,h,i)perylene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	<0.08	----	mg/kg DW	0.08	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Sum of 16 PAH	3.1	± 0.9	mg/kg DW	1.5	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Sum of carcinogenic PAH	<0.28 *	----	mg/kg DW	0.28	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Sum of other PAH	3.14 *	----	mg/kg DW	0.45	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Sum of PAH L	3.14 *	----	mg/kg DW	0.15	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Sum of PAH M	<0.25 *	----	mg/kg DW	0.25	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Sum of PAH H	<0.33 *	----	mg/kg DW	0.33	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Petroleum Hydrocarbons								
Mineral Oil >C10-<C40	202	± 91	mg/kg DW	50	OJ-20C	OJ-20C	ST	
Fraction >C10-C12	132 *	----	mg/kg DW	5.0	OJ-20C	OJ-20C	ST	
Fraction >C12-C16	58 *	----	mg/kg DW	10	OJ-20C	OJ-20C	ST	



Sub-Matrix: SOIL		Client sample ID		R21-1527-12/16.3				
		Laboratory sample ID		ST2118664-012				
		Client sampling date / time		Not specified				
Parameter	Result	MU	Unit	LOR	Package	Method	Issuer	
Petroleum Hydrocarbons - Continued								
Fraction >C16-C35	<25 *	----	mg/kg DW	25	OJ-20C	OJ-20C	ST	
Fraction >C34-<C40	<10 *	----	mg/kg DW	10	OJ-20C	OJ-20C	ST	
Physical Parameters								
pH (H2O)	7.1	± 0.2	-	1.0	pH	S-PHH2O-ELE	CS	
Total Organic Carbon	<0.10	----	% DW	0.10	TOC	S-TOC1-IR	CS	



Sub-Matrix: SOIL	Client sample ID		R21-1527-13/17				Method	Issuer
	Laboratory sample ID		ST2118664-013					
	Client sampling date / time		Not specified					
	Parameter	Result	MU	Unit	LOR	Package		
Dry matter								
Dry matter @ 105°C	83.0	± 4.98	%	1.00	TS105	TS-105	ST	
Dry matter @ 105°C	83.6	± 5.05	%	0.10	TOC	S-DRY-GRCI	CS	
Aliphatic compounds								
Aliphates >C5-C8	<10	----	mg/kg DW	10	OJ-21A	HS-OJ-21	ST	
Aliphates >C8-C10	<10	----	mg/kg DW	10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Aliphates >C10-C12	<20	----	mg/kg DW	20	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Aliphates >C12-C16	<20	----	mg/kg DW	20	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Aliphates C5-C16	<30 *	----	mg/kg DW	30	OJ-21A	SVOC-/HS-OJ-21	ST	
Aliphates >C16-C35	<20	----	mg/kg DW	20	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Aromatic Compounds								
Aromatics >C8 - C10	<1.0	----	mg/kg DW	1.0	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Aromatics >C10-C16	<1.0	----	mg/kg DW	1.0	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Methylpyrenes@Methylfluoranthenes	<1.0 *	----	mg/kg DW	1.0	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Methylchrysenes@Methylbenz(a)anthracenes	<1.0 *	----	mg/kg DW	1.0	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Aromatics >C16-C35	<1.0	----	mg/kg DW	1.0	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
BTEX								
MTBE	<0.050	----	mg/kg DW	0.050	OJ-20DTILL	HS-OJ-21	ST	
Benzene	<0.012	----	mg/kg DW	0.010	OJ-21A	HS-OJ-21	ST	
Toluene	<0.050	----	mg/kg DW	0.050	OJ-21A	HS-OJ-21	ST	
Ethylbenzene	<0.050	----	mg/kg DW	0.050	OJ-21A	HS-OJ-21	ST	
meta- & para-Xylene	<0.050	----	mg/kg DW	0.050	OJ-21A	HS-OJ-21	ST	
ortho-Xylene	<0.050	----	mg/kg DW	0.050	OJ-21A	HS-OJ-21	ST	
Sum of Xylenes	<0.050 *	----	mg/kg DW	0.050	OJ-21A	HS-OJ-21	ST	
Sum of TEX	<0.100 *	----	mg/kg DW	0.100	OJ-21A	HS-OJ-21	ST	
Polycyclic Aromatics Hydrocarbons (PAHs)								
Naphthalene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Acenaphthylene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Acenaphthene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Fluorene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Phenanthrene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Anthracene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Fluoranthene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Pyrene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Benz(a)anthracene	<0.08	----	mg/kg DW	0.08	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Chrysene	<0.08	----	mg/kg DW	0.08	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Benzo(b)fluoranthene	<0.08	----	mg/kg DW	0.08	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Benzo(k)fluoranthene	<0.08	----	mg/kg DW	0.08	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Benzo(a)pyrene	<0.08	----	mg/kg DW	0.08	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Dibenz(a,h)anthracene	<0.08	----	mg/kg DW	0.08	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Benzo(g,h,i)perylene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	<0.08	----	mg/kg DW	0.08	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Sum of 16 PAH	<1.5	----	mg/kg DW	1.5	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Sum of carcinogenic PAH	<0.28 *	----	mg/kg DW	0.28	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Sum of other PAH	<0.45 *	----	mg/kg DW	0.45	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Sum of PAH L	<0.15 *	----	mg/kg DW	0.15	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Sum of PAH M	<0.25 *	----	mg/kg DW	0.25	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Sum of PAH H	<0.33 *	----	mg/kg DW	0.33	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Petroleum Hydrocarbons								
Mineral Oil >C10-<C40	<50	----	mg/kg DW	50	OJ-20C	OJ-20C	ST	
Fraction >C10-C12	<5.0 *	----	mg/kg DW	5.0	OJ-20C	OJ-20C	ST	
Fraction >C12-C16	<10 *	----	mg/kg DW	10	OJ-20C	OJ-20C	ST	



Sub-Matrix: SOIL		Client sample ID		R21-1527-13/17				
		Laboratory sample ID		ST2118664-013				
		Client sampling date / time		Not specified				
Parameter	Result	MU	Unit	LOR	Package	Method	Issuer	
Petroleum Hydrocarbons - Continued								
Fraction >C16-C35	<25 *	----	mg/kg DW	25	OJ-20C	OJ-20C	ST	
Fraction >C34-<C40	<10 *	----	mg/kg DW	10	OJ-20C	OJ-20C	ST	
Physical Parameters								
pH (H2O)	7.3	± 0.2	-	1.0	pH	S-PHH2O-ELE	CS	
Total Organic Carbon	0.15	± 0.03	% DW	0.10	TOC	S-TOC1-IR	CS	



Sub-Matrix: SOIL	Client sample ID		R21-1527-14/15.2				Method	Issuer
	Laboratory sample ID		ST2118664-014					
	Client sampling date / time		Not specified					
	Parameter	Result	MU	Unit	LOR	Package		
Dry matter								
Dry matter @ 105°C	83.1	± 4.99	%	1.00	TS105	TS-105	ST	
Dry matter @ 105°C	83.7	± 5.05	%	0.10	TOC	S-DRY-GRCI	CS	
Aliphatic compounds								
Aliphates >C5-C8	<10	----	mg/kg DW	10	OJ-21A	HS-OJ-21	ST	
Aliphates >C8-C10	<10	----	mg/kg DW	10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Aliphates >C10-C12	<20	----	mg/kg DW	20	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Aliphates >C12-C16	<20	----	mg/kg DW	20	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Aliphates C5-C16	<30 *	----	mg/kg DW	30	OJ-21A	SVOC-/HS-OJ-21	ST	
Aliphates >C16-C35	<20	----	mg/kg DW	20	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Aromatic Compounds								
Aromatics >C8 - C10	<1.0	----	mg/kg DW	1.0	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Aromatics >C10-C16	<1.0	----	mg/kg DW	1.0	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Methylpyrenes@Methylfluoranthenes	<1.0 *	----	mg/kg DW	1.0	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Methylchrysenes@Methylbenz(a)anthracenes	<1.0 *	----	mg/kg DW	1.0	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Aromatics >C16-C35	<1.0	----	mg/kg DW	1.0	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
BTEX								
MTBE	<0.050	----	mg/kg DW	0.050	OJ-20DTILL	HS-OJ-21	ST	
Benzene	<0.011	----	mg/kg DW	0.010	OJ-21A	HS-OJ-21	ST	
Toluene	<0.050	----	mg/kg DW	0.050	OJ-21A	HS-OJ-21	ST	
Ethylbenzene	<0.050	----	mg/kg DW	0.050	OJ-21A	HS-OJ-21	ST	
meta- & para-Xylene	<0.050	----	mg/kg DW	0.050	OJ-21A	HS-OJ-21	ST	
ortho-Xylene	<0.050	----	mg/kg DW	0.050	OJ-21A	HS-OJ-21	ST	
Sum of Xylenes	<0.050 *	----	mg/kg DW	0.050	OJ-21A	HS-OJ-21	ST	
Sum of TEX	<0.100 *	----	mg/kg DW	0.100	OJ-21A	HS-OJ-21	ST	
Polycyclic Aromatics Hydrocarbons (PAHs)								
Naphthalene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Acenaphthylene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Acenaphthene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Fluorene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Phenanthrene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Anthracene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Fluoranthene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Pyrene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Benz(a)anthracene	<0.08	----	mg/kg DW	0.08	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Chrysene	<0.08	----	mg/kg DW	0.08	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Benzo(b)fluoranthene	<0.08	----	mg/kg DW	0.08	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Benzo(k)fluoranthene	<0.08	----	mg/kg DW	0.08	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Benzo(a)pyrene	<0.08	----	mg/kg DW	0.08	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Dibenz(a,h)anthracene	<0.08	----	mg/kg DW	0.08	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Benzo(g,h,i)perylene	<0.10	----	mg/kg DW	0.10	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Indeno(1.2.3.cd)pyrene	<0.08	----	mg/kg DW	0.08	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Sum of 16 PAH	<1.5	----	mg/kg DW	1.5	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Sum of carcinogenic PAH	<0.28 *	----	mg/kg DW	0.28	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Sum of other PAH	<0.45 *	----	mg/kg DW	0.45	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Sum of PAH L	<0.15 *	----	mg/kg DW	0.15	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Sum of PAH M	<0.25 *	----	mg/kg DW	0.25	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Sum of PAH H	<0.33 *	----	mg/kg DW	0.33	OJ-21A	SVOC-OJ-21	ST	
Petroleum Hydrocarbons								
Mineral Oil >C10-<C40	<50	----	mg/kg DW	50	OJ-20C	OJ-20C	ST	
Fraction >C10-C12	<5.0 *	----	mg/kg DW	5.0	OJ-20C	OJ-20C	ST	
Fraction >C12-C16	<10 *	----	mg/kg DW	10	OJ-20C	OJ-20C	ST	



Sub-Matrix: SOIL	Client sample ID	R21-1527-14/15.2						
	Laboratory sample ID	ST2118664-014						
	Client sampling date / time	Not specified						
Parameter	Result	MU	Unit	LOR	Package	Method	Issuer	
Petroleum Hydrocarbons - Continued								
Fraction >C16-C35	<25 *	----	mg/kg DW	25	OJ-20C	OJ-20C	ST	
Fraction >C34-<C40	<10 *	----	mg/kg DW	10	OJ-20C	OJ-20C	ST	
Physical Parameters								
pH (H2O)	7.2	± 0.2	-	1.0	pH	S-PHH2O-ELE	CS	
Total Organic Carbon	<0.10	----	% DW	0.10	TOC	S-TOC1-IR	CS	

The end of result part of the certificate of analysis

Brief Method Summaries

Analytical Methods	Method Reference
S-DRY-GRCI	CZ_SOP_D06_01_045 (CSN ISO 11465, CSN EN 12880, CSN EN 14346:2007), CZ_SOP_D06_07_046 (CSN ISO 11465, CSN EN 12880, CSN EN 14346:2007, CSN 46 5735) Determination of dry matter by gravimetry and determination of moisture by calculation from measured values.
S-PHH2O-ELE	CZ_SOP_D06_07_113 (CSN ISO 10390, CSN EN 12176:1999, CSN EN 13037, CSN EN 15933, CSN 46 5735, ÖNORM L 1086-1, US EPA 9045D; US EPA 9040C) Determination of pH electrochemically in the suspension in water, KCl, CaCl ₂ , BaCl ₂ . Determined pH value is relative to temperature 25 °C.
S-TOC1-IR	CZ_SOP_D06_07_117 (methodology of Elementar Company, CSN ISO 10694, CSN EN 13137:2002, CSN EN 15936) Determination of total carbon (TC), total organic carbon (TOC) by combustion method with IR detection and calculation of total inorganic carbon (TIC) and carbonates from measured values.
HS-OJ-21	Measurement performed with headspace GC-MS according to EPA Method 5021a rev. 2 update V and SPIMFAB. According to directives from Swedish EPA, October 2008.
OJ-20C	Determination of oil TPH >C10-C40 according to SS-EN ISO 16703:2011 rev. 1 (modified). Analysis by GC/FID.
SVOC-/HS-OJ-21*	Sum of Aliphates >C5-C16 calculated from HS-OJ-21 and SVOC-OJ-21 methods.
SVOC-OJ-21	Determination of aliphatics and aromatics. Determination of polycyclic aromatic hydrocarbons, PAH (EPA-16) Sum of methylpyrenes/methylfluorantenes and sum of methylchrysenes/methylbenz(a)anthracenes. GCMS according to SIS/TK 535 N012, which is based on SPIMFAB's quality manual. PAH carcinogenic are benzo(a)anthracene, chrysene, benzo(b)fluoranthene, benzo(k)fluoranthene, benzo(a)pyrene, dibenzo(ah)anthracene and indeno(123cd)pyrene. Sum PAH L: naphthalene, acenaphthene and acenaphthylene. Sum PAH M: fluorene, phenanthrene, anthracene, fluoranthene and pyrene Sum PAH H: benzo(a)anthracene, chrysene, benzo(b)fluoranthene, benzo(k)fluoranthene, benzo(a)pyrene, indeno(1,2,3-c,d)pyrene, dibenzo(a,h)anthracene and benzo(g,h,i)perylene) The PAH sums are defined according to directives from the Swedish EPA, October 2008.
TS-105	Determination of dry weight (DW) according to SS-EN 15934:2012 ed 1.

Preparation Methods	Method Reference
S-PPHOM.07*	CZ_SOP_D06_07_P01 Preparation of solid samples for analysis (crushing, milling and pulverizing).
S-PPHOM0.3*	CZ_SOP_D06_07_P01 Preparation of solid samples for analysis (crushing, milling and pulverizing).
S-PPHOM4*	CZ_SOP_D06_07_P01 Preparation of solid samples for analysis (crushing, milling and pulverizing).



Key: **LOR** = Limit of reporting represents the standard LOR for the respective parameters in each method. Note that limits of reporting may be affected if, e.g. additional dilution was required because of matrix effects, or the sample quantity was limited.

MU = Measurement Uncertainty

* = Symbol succeeding any result indicates laboratory or subcontractor non-accredited test.

Measurement Uncertainty:

The uncertainty is given as extended uncertainty (according to the definition in "Guide to the Expression of Measurement", JCGM 100:2008 Corrected version 2010) calculated with a coverage factor of 2, which give level of approximately 95%. Measurement of uncertainty is reported only for detected substances with levels above the reporting limits.

The uncertainty from subcontractors is often given as extended uncertainty calculated with a coverage factor of 2. Contact the laboratory for further information.

Issuing lab

	Issuer
CS	<i>The analysis is provided by ALS Czech Republic, s.r.o., Bendlova 1687/7 Ceska Lipa Czech Republic 470 01 Accredited by: CAI Accreditation Number: 1163</i>
ST	<i>The analysis is provided by ALS Scandinavia AB Danderyd, Rinkebyvägen 19C Danderyd Sweden 182 36 Accredited by: SWEDAC Accreditation Number: 2030</i>



Viðauki 2 Frumniðurstöður jarðvegsrannsóknar, N1 Hofsósi

FRUMNIÐURSTÖÐUR JARÐVEGSRANNSÓKNAR

N1 HOFÓSÍ

VERKNÚMÉR:	14296002	DAGS.:	2021-07-14
VERKHLUTI:	07	NR.:	228098
HÖFUNDUR:	Margrét Traustadóttir	ÚTGÁFA	1
RÝNT AF:	Erla Guðrún Hafsteinsdóttir		
DREIFING:	Ásdís Björg Jónsdóttir, Festi hf.		

Efni: N1 Hofsósi – jarðvegsrannsókn vegna jarðolíumengunar

Umhverfisstofnun sendi Festi hf. bréf, dagsett 19. maí 2021, þar sem sett var fram krafa um frekari rannsóknir og uppfærða úrbótaáætlun vegna olíumengunar frá fyrrum neðanjarðargeymi N1 að Suðurbraut 9, Hofsósi. Hér að neðan eru kynntar frumniðurstöður jarðvegsrannsóknar Verkís sem var framkvæmd dagana 28.-30. júní sl. Frekari niðurstaðna er að vænta þegar efnagreiningar rannsóknarstofu liggja fyrir.

1 Bakgrunnur

N1 rekur bensínstöð að Suðurbraut 9, Hofsósi, sunnan megin við Kaupfélag Skagfirðinga (KS). N1 er eitt rekstrarfélag Festi hf., sem á eignirnar en N1 er leigjandi þeirra. Á haustmánuðum 2019 bárust Heilbrigðiseftirliti Norðurlands vestra (HNV) kvartanir um olíulykt í íbúðarhúsi að Suðurbraut 6 en einnig hafði lykt fundist í KS, þó formlegar kvartanir hefðu ekki borist HNV. Vegna nálægðar bensínstöðvar N1 við KS og Suðurbraut 6 var talið mögulegt að um jarðolíuleka frá neðanjarðargeymum væri að ræða og því farið þess á leit við Festi hf. að kanna uppruna þessarar lyktar. Í desember 2019 var geymirinn aftengdur og tekinn úr notkun. Stuttu seinna fannst gat á honum.

Festi hf. hóf hreinsunaraðgerðir vegna eldsneytislekans í júní 2020, þar sem eldsneytisgeymar N1 voru grafnir upp og fjarlægðir (Festi, 2020). Samkvæmt upplýsingum sem fram komu í stöðuskýrslu HNV kom í ljós greinileg olíumengun í jarðvegi á svæði geymanna, sem virtist þynnast út eftir því sem lengra dró frá svæðinu og vestur undir undirlag götu (HNV, 2020). *Landfarming* (samblanda af uppgufun og lífniðurbroti) var valin sem viðeigandi hreinsunaraðferð vegna olíulekans frá eldsneytisgeymi N1. Festi hf. kom fyrir fimm loftunarrörum í holum sem grafnar voru á svæðinu. Staðsetning loftunarröranna var skv. tilmælum frá HNV og var tilgangur þeirra að auka súrefnisflæði að mengaða jarðveginum en einnig að vera sem mæli- og sýnatökustaðir fyrir rokgjörn lífræn efni (*volatile organic compounds*, VOC) í lofti til að meta framgang hreinsunaraðgerðanna. Vöktun VOC-efna hófst í desember 2020 og er áætlað að vöktunartímabilið verði út árið 2021, hið minnsta, með mánaðarlegum mælingum á heildar rokgjörnum lífrænum efnum (*total volatile organic compounds*, TVOC) með PID-handmæli (Verkís, 2021b; Verkís, 2021c; Verkís, 2021d; Verkís, 2021e; Verkís, 2021f).

Þann 28., 29. og 30. júní 2021 voru grafnar 19 gryfjur til að átta sig á dreifingu jarðolíu á svæðinu. Unnið var út frá eftirfarandi;

1. Uptökum olíumengunarinnar, við fyrrum staðsetningu neðanjarðargeymis N1 sunnan við Kaupfélag Skagfirðinga, Suðurbraut 9;
2. Niðurstöðum yfirstandandi loftgæðavöktunar Verkís;



3. Gryfja úr skýrslu Eflu, staðsett við norðaustur horn Suðurbrautar 9, þar sem olíumengun fannst, þrátt fyrir áætlaða rennslisstefnu olíumengunar til vesturs og norðvesturs út frá neðanjarðargeymi N1 (Efla, 2021).

Byggingar, vegir og lagnir höfðu áhrif á staðsetningu gryfjanna. Þar sem TVOC greindist var unnið áfram út frá líklegri rennslisstefnu þangað til að talið var að búið væri að kortleggja dreifingu olíumengunarinnar til hlítar.

2 Markmið og umfang

Markmið rannsóknarinnar var að:

- Kanna núverandi útbreiðslu, styrk og efnafræðilega eiginleika jarðolíumengunar á svæðinu við neðanjarðargeymi N1 að Suðurbraut 9, bæði í lóðréttu og láréttu sniði út frá upptökum mengunarinnar;
- Afla gagna til grundvallar uppfærðrar úrbótaáætlunar.

Alls voru 19 gryfjur grafnar við framkvæmd rannsóknarinnar með 16 tonna hjólagrófu. Í heildina voru 140 jarðvegssýni tekin og greind með PID-handmæli til að mæla styrk TVOC. Auk þess voru 14 jarðvegssýni tekin og send til frekari efnagreiningar á vottaðri rannsóknarstofu.

3 Reglugerðir, staðlar og leiðbeiningar

Eftirfarandi reglugerðir, staðlar og leiðbeiningar voru höfð sem viðmið fyrir rannsóknina:

- Reglugerð um mengaðan jarðveg nr. 1400/2020
- ISO 18400-104:2018 Soil quality – Sampling – Part 104: Strategies
- ISO 18400-204:2017 Soil quality – Sampling – Part 204: Guidance on sampling of soil gas
- Leiðbeiningar: Meðferð á olíumenguðum jarðvegi (Hollustuvernd ríkisins, 1998)
- The PID Handbook. Theory and application of Direct-reading photoionization Photoionization Detectors (PIDs) (RAE System Inc., 2013).
- Riktvärden för förorenad mark – Modellbeskrivning och vägledning (Naturvårdsverket, 2009)

Hollustuvernd ríkisins (1998) gaf út leiðbeiningabækling þar sem fjallað er um jarðvegsmengun af völdum olíuefna og hvernig meðhöndla skuli jarðveginn. Í leiðbeiningunum er vísað í viðmiðunarmörk sem nota skal við frummat á olíumengun í jarðvegi og er viðmiðunum skipt upp fyrir mismunandi svæði. Túlkast Hofsós sem íbúðabyggð í því samhengi. Þó svo að sú rannsókn sem hér er kynnt sé ekki eiginlegt frummat voru þessi viðmiðunarmörk notuð við túlkun á niðurstöðum PID-mælinga á TVOC, þar sem miðað var við merkjanlega lykt¹ sem neðri mörk og 50 ppm sem efri mörk. Þessi mörk voru einnig notuð við val á jarðvegssýnum til frekari efnagreiningar á vottaðri rannsóknarstofu (sjá kafla 4.2).

4 Framkvæmd rannsóknar

Framkvæmd rannsóknar á dreifingu olíumengunar í jarðvegi fór fram dagana 28. til 30. júní 2021. Þurrk var alla dagana og hitastigið 8-12 °C. Mánudaginn 28. júní var lygnt, en dagana 29. og 30. júní jókst vindurinn og þann 30. júní var orðið allhvasst þegar síðasta gryfjan var grafin.

¹ 10% aðspurðra finna lykt (Hollustuvernd ríkisins, 1998).



4.1 Staðsetning gryfja

Tafla 1 sýnir heiti og staðsetningar gryfja en yfirlit yfir staðsetningu þeirra má sjá á Mynd 1. Staðsetningar á gryfjum vegna jarðvegsrannsóknarinnar voru valdar út frá:

- Staðsetningu fyrrum neðanjarðargeymis N1 sem lak;
- Upplýsingum um olíumengun úr skýrslu Eflu (Efla, 2021);
- Niðurstöðum mánaðarlegra vöktunarmælinga Verkís á TVOC í lofti frá desember 2020 til maí 2021 (Verkís, 2021b; Verkís, 2021c; Verkís, 2021d; Verkís, 2021e; Verkís, 2021f);
- Upplýsingum um olíulykt í húsum við Suðurbraut;
- Innviðum Hofsóss, þ.e. staðsetningu bygginga, vega og lagna neðanjarðar; og
- ISO 18400-104:2018

Þann 28. júní voru gryfjur nr. 1-9 grafnar til norðurs og austurs út frá fyrrum neðanjarðargeymi N1 og til suðvesturs og austurs út frá gryfju Eflu við norðaustur horn Suðurbrautar 9 (Efla, 2021). Þann 29. júní voru gryfjur nr. 10-18 grafnar þar sem haldið var áfram til suðvesturs frá gryfju Eflu við norðaustur horn Suðurbrautar 9, norðvesturs frá fyrrum neðanjarðargeymi N1, ásamt því sem farið var vestur yfir Suðurbraut og grafið í gördum við hús númer 6, 8 og 10. Þann 30. júní var gryfja nr. 19 grafin til suðsuðausturs frá gryfju nr. 12, en þar hafði mælst hæsta TVOC gildi rannsóknarinnar og var mikilvægt að kanna útjaðar þess til suðausturs meðfram Suðurbraut.



Tafla 1 Heiti, hnitaskrá og dýpt rannsóknagryfja, með athugasemdum.

Gryfja	Austur	Norður	Hæð	Dýpi gryfju (m)	Sýni í efnagreiningu	Athugasemdir
G1	481199	600094	24,2	3,1	Tekið á 3,0 m dýpi	Grunnvatn á 3,0 m dýpi
G2	481202	600084	24,2	3,0	Tekið á 3,0 m dýpi	Grunnvatn á 3,0 m dýpi
G3	481199	600078	24,2	3,3	Tekið á 3,3 m dýpi	Grunnvatn á 3,0 m dýpi
G4	481206	600081	24,2	3,0	-	Grunnvatn á 3,0 m dýpi
G5	481203	600072	24,2	3,4	-	Grunnvatn á 3,0 m dýpi
G6	481205	600097	24,2	3,2	-	Grunnvatn á 3,0 m dýpi
G7	481209	600092	24,2	4,0	-	Grunnvatn á 3,0 m dýpi
G8	481208	600126	23,6	3,0	Tekið á 3,1 m dýpi	Grunnvatn á 3,0 m dýpi
G9	481190	600132	23,6	3,2	-	Grunnvatn á 3,0 m dýpi
G10	481210	600108	23,3	3,1	-	Samþjappað jarðefni í botni gryfju sem grafa komst ekki í gegnum
G11	481160	600108	24,0	4,3	-	Grunnvatn á 3,0 m dýpi
G12	481163	600071	24,7	4,3	Tekin á 4,0 og 4,3 m dýpi	Grafa nær ekki neðar
G13	481146	600087	24,7	4,0	Tekið á 3,7 m dýpi	Grunnvatn á 3,0 m dýpi
G14	481128	600103	24,4	3,5	Tekið á 3,5 m dýpi	Samþjappað jarðefni í botni gryfju sem grafa komst ekki í gegnum
G15	481122	600089	22,3*	4,2	Tvö sýni tekin á 4,0 m dýpi	Samþjappað jarðefni í botni gryfju sem grafa komst ekki í gegnum
G16	481139	600070	24,8	4,9	Tekin á 4,5 4,5 og 4,9 m dýpi	Grunnvatn á 3,0 m dýpi
G17	481151	600057	24,6	4,2	Tekið á 4,2 m dýpi	Samþjappað jarðefni í botni gryfju sem grafa komst ekki í gegnum
G18	481164	600042	24,6	3,9	-	Samþjappað jarðefni í botni gryfju sem grafa komst ekki í gegnum
G19	481172	600052	24,6	4,3	-	Samþjappað jarðefni í botni gryfju sem grafa komst ekki í gegnum

* Upplýsingar um hæð gryfju er áætluð út frá nálægum punktum.
- sýni ekki send í frekari efnagreiningu á rannsóknarstofu, byggt á niðurstöðum PID-mælinga



Mynd 1 Yfirlitsmynd af gryfjum á rannsóknarsvæðinu. Loftmynd fengin af ja.is

4.2 Aðferð

Í vettvangsrannsókninni var notast við PID-handmæli (*photoionisation detector*) til að mæla TVOC í jarðvegnum (Mynd 2). Mælingarnar aðstoðuðu við mat á útbreiðslu olíumengunarinnar á svæðinu og við val á jarðvegssýnum til frekari efnagreiningar á vottaðri rannsóknarstofu.

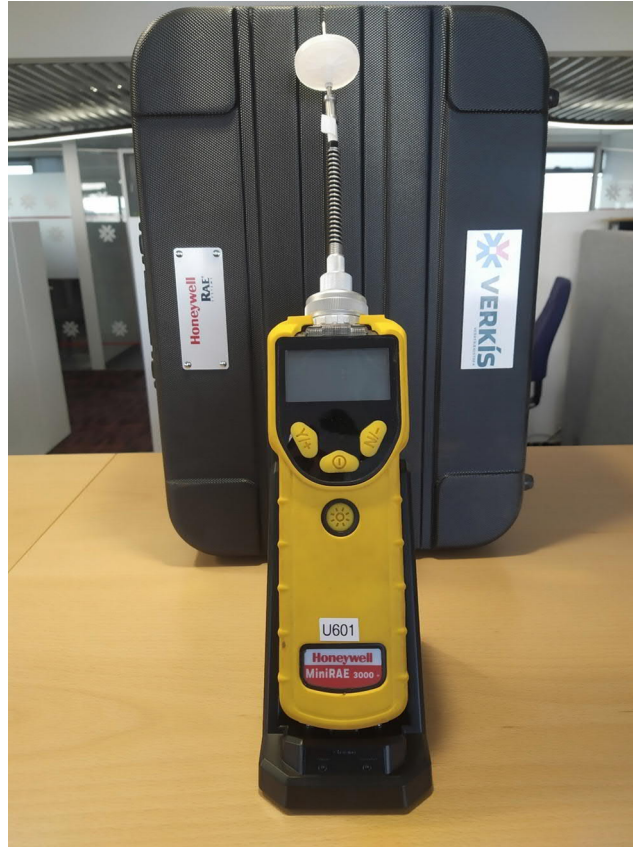
Í hverri gryfju var PID-mælirinn notaður til að mæla í mismunandi jarðlögum, með reglulegu millibili. Niðurstöður TVOC-mælinganna með PID-mælinum voru notaðar til að ákvarða hvaða sýni voru send til greiningar hjá rannsóknarstofu ALS í Svíþjóð, fyrir milligöngu Matís í Reykjavík. Valið byggði á eftirfarandi gildum, eins og líst er í minnisblaði Verkís um áætlun vegna jarðvegssýnatöku á Hofsósi (Verkís, 2021a), og byggja á viðmiðum sem má finna í kafla 3 hér að ofan:

- Sýni með engri merkjanlegri lykt/sýnilegri mengun og TVOC-gildi $<0,5$ ppm, var álitid hreint með tilliti til jarðolíumengunar;
- Sýni með merkjanlegri lykt/sýnilegri mengun og TVOC-gildi á bilinu 0,5-50 ppm var sent til frekari efnagreiningar hjá rannsóknarstofu til að ákvarða styrk jarðolíuefna. Miðað var við að aðeins eitt sýni, að meðaltali, úr hverri gryfju yrði sent til efnagreiningar á rannsóknarstofu;
- Sýni með merkjanlegri lykt/sýnilegri mengun og TVOC-gildi >50 ppm var álitid mengað með tilliti til jarðolíumengunar. Að sýnatöku lokinni voru átta af þessum sýnum send til frekari efnagreiningar á rannsóknarstofu til ákvörðunar á styrk jarðolíuefna.

Jarðvegssýni úr gryfjunum til TVOC-mælinga voru tekin með lítilli handskóflu úr stáli og hvert sýni sett í plastpoka. Sýni voru tekin annað hvort beint úr gryfjunni eða úr gröfuskóflunni. Því er dýpt sýnanna áætluð með þeirri nákvæmni sem sýnatökuaðferðin býður upp á. Passað var að nægt loft væri inn í pokanum og pokinn eins vel lokaður og kostur gafst, með því að snúa upp á endann á honum. Pokinn var svo hristur til þess að losa um jarðveginn. Því næst var PID-mælinum stungið inn í gegnum plastpokann og niðurstöður lesnar. Í þeirri vettvangsrannsókn sem hér er lýst er hlutverk mælisins að



aðstoða við greiningu á vettvangi. Því voru sýnin mæld um leið og þau voru tekin, og ekki talin þörf á að sýnin næðu stofuhita áður en þau væru mæld. Í PID handbókinni (RAE System Inc., 2013) er tekið fram að leiðréttingar vegna hitastigs, og þrýstings, séu alla jafna smávægilegar. Auk þess verður mæling við lægra hitastig frekar til þess að mælt magn rokgjarnra efna aukist, þ.e.a.s. við lægra hitastig mælist meira af olíuefnum í sýnum greindum með PID-mæli en við stofuhita.



Mynd 2 PID-handmælir í eigu Verkís af gerðinni Honeywell MiniRAE 3000+

5 Niðurstöður vettvangsferðar

5.1 Jarðlög í gryfjum

Í viðauka 1 má finna allar gryfjulýsingar en jarðlögin í gryfjunum reyndust vera eftirfarandi:

- Yfirborðslög, oft hreyfð af mannavöldum; jarðvegur og/eða möl.
- Þurrlandisjarðvegur; brún mold með stöku grjóti
- Sand og malarlag; efri hluti lagsins er núin möl, neðri hlutinn er úr sandi.
- Samþjappað silt; fínkornótt efni sem grafan á erfitt með að grafa í gegnum. Kemur upp í köggjum sem hægt er að brjóta í sundur með fingrunum. Í sumum gryfjanna kom upp samþjappaður sandur. Álíka samþjappað efni er oft kallað móhella.

Þar sem jarðlögin voru greind út frá efninu sem grafan gróf upp og þykkt þeirra var mæld frá yfirborði reyndist oft erfitt að aðgreina nákvæma dýpt á samþjappaða siltlagið. Mögulegt var að greina sand og malarlagið í tvö lög ef farið var ofan í gryfjurnar, en þar sem það var ekki talið fýsilegt vegna öryggis starfsmanna voru lögin ekki aðgreind sérstaklega.



5.2 Grunnvatn

Grunnvatn mældist í eftirfarandi gryfjum: 1-9, 11, 13 og 16. Virðist það sitja ofan á samþjappaða siltinu, ef það finnst í gryfjunni. Grunnvatn fannst ekki í gryfjunum sem voru grafnar vestan við Suðurbraut, að frátöldum gryfjum 13 og 16.

5.3 TVOC gildi

Í viðauka 2 er að finna niðurstöður allra PID-mælinga á TVOC í gryfjunum. Alls voru 19 gryfjur grafnar, 140 sýni tekin og greind með PID-handmæli, og 14 sýni tekin og send til frekari efnagreiningar á vottaðri rannsóknarstofu (ALS í Svíþjóð, fyrir milligöngu Matis í Reykjavík). Tafla 2 sýnir styrk TVOC í hverri gryfju þar sem styrkurinn var >0,5 ppm. Í 8 gryfjum af 19 var styrkur TVOC 0,5-50 ppm. Í 4 gryfjum af 19 mældist styrkur TVOC >50 ppm. Í þeim var eldsneytislykt það sterk að hún fannst alla jafna á meðan á greftri stóð. Í viðauka 2 má finna yfirlit yfir allar þær TVOC-mælingar sem voru framkvæmdar.

Styrkur TVOC >50 ppm mældist á 3,7-4,9 m dýpi. Þynning á TVOC varð svo ofar í jarðlögunum og gildi >0,5 ppm mældust alla jafna á 2,8 m dýpi og neðar, fyrir utan eina gryfju (G14) þar sem 3,8 ppm mældist á 0,8 m dýpi (Tafla 2). Þar sem þessi styrkur í G14 mældist talsvert nær yfirborðinu en annars staðar á svæðinu, og þar sem engin olíumengun fannst við samþjappaða siltlagið í botni gryfjunnar, er talið mögulegt að hér sé um að ræða olíumengun af öðrum uppruna og að olíumengunin frá neðanjarðargeymi N1 nái ekki að þessari gryfju.

Tafla 2 Styrkur TVOC í þeim gryfjum sem mældist >0,5 ppm og dýpi þar sem styrkurinn var mældur.

Gryfja	Dýpi (m)	TVOC (ppm)
1	3,0	3,5
8	3,1	2,0
12	2,8	9,4
	3,1	8,7
	3,5	3,5
	3,5	15,3
	3,7	14,4
	4,0	345,6
	4,2	455,0
13	4,3	3205,0
	3,7	7,3
	3,7	2444,0
14	4,0	319,8
	0,8	3,8
	4,0	328,0
15	4,0	11,6
	4,2	1,2
	4,4	2,3
16	4,5	66,0
	4,5	1670,0
	4,5	121,9
	4,9	264,0
	4,1	4,1
17	4,2	17

Útbreiðslu olíumengunarinnar má sjá á Mynd 3. Styrkur TVOC mældist hæstur um 30 m vestur af neðanjarðargeyminum sem lak og var fjarlægður. Geymirinn var í mesta lagi á 2 m dýpi. Í gryfju 1, sem var næst staðsetningu olíulekans, mældist styrkur TVOC 3,5 ppm á 3,0 m dýpi. Það gat bent til þess að eldsneyti hefði lekið frá geyminum til norðausturs. Hins vegar mældist styrkur TVOC <0,5 ppm í gryfjum 6 og 7 og því er ekki talið að eldsneyti hafi dreifst lengra til norðausturs. Styrkur TVOC mældist <0,5 ppm í gryfjum 2, 3, 4 og 5, og er því dregin sú ályktun að eldsneyti hafi ekki dreifst til suðurs frá staðsetningu olíulekans.



Leifar olíuefna greindust á 2,4 m dýpi í gryfju sem Efla lét grafa við norðaustur horn Suðurbrautar 9 (Efla, 2021). Því voru gryfjur 8 og 9 hér grafnar austan og vestan megin við þessa staðsetningu. Í gryfju 8 mældist styrkur TVOC 2,0 ppm á 3,1 m dýpi en var <0,5 ppm í gryfju 9. Þar sem TVOC greindist ekki í gryfjum 6 og 10 er talið að hér sé um að ræða eldsneytismengun af öðrum uppruna.

TVOC mældist <0,5 ppm í gryfju 11 og er því talið að útbreiðsla olíumengunarinnar nái ekki þangað. TVOC mældist einnig <0,5 ppm í gryfjum 18 og 19, og er því talið að útbreiðslan nái ekki lengra til suðurs. Þær gryfjur sem merktar eru með grænum punkti á Mynd 3 afmarka því útbreiðslu mengunarinnar til norðurs (G9, G11), suðurs (G2, G3, G4, G5, G18, G19) og austurs (G6, G7, G10).

Í gryfjum 12, 13, 15 og 16 mældist hár styrkur TVOC við botn gryfjanna á 3,7-4,5 m dýpi. Því er talið að olíumengunin hafi, eða sé að færa sig í vesturátt frá neðanjarðargeymunum, undir Suðurbrautina og sé að langmestu leiti að finna við og jafnvel undir húsum að Suðurbraut 6, 8 og 10. Sú sýnatökuaðferð sem var notuð hér bauð ekki upp á sýnatökur undir húsum. Þær aðferðir sem bjóða upp á það eru flóknar í útfærslu og búnaður til þess ekki auðfánlegur hér á landi.

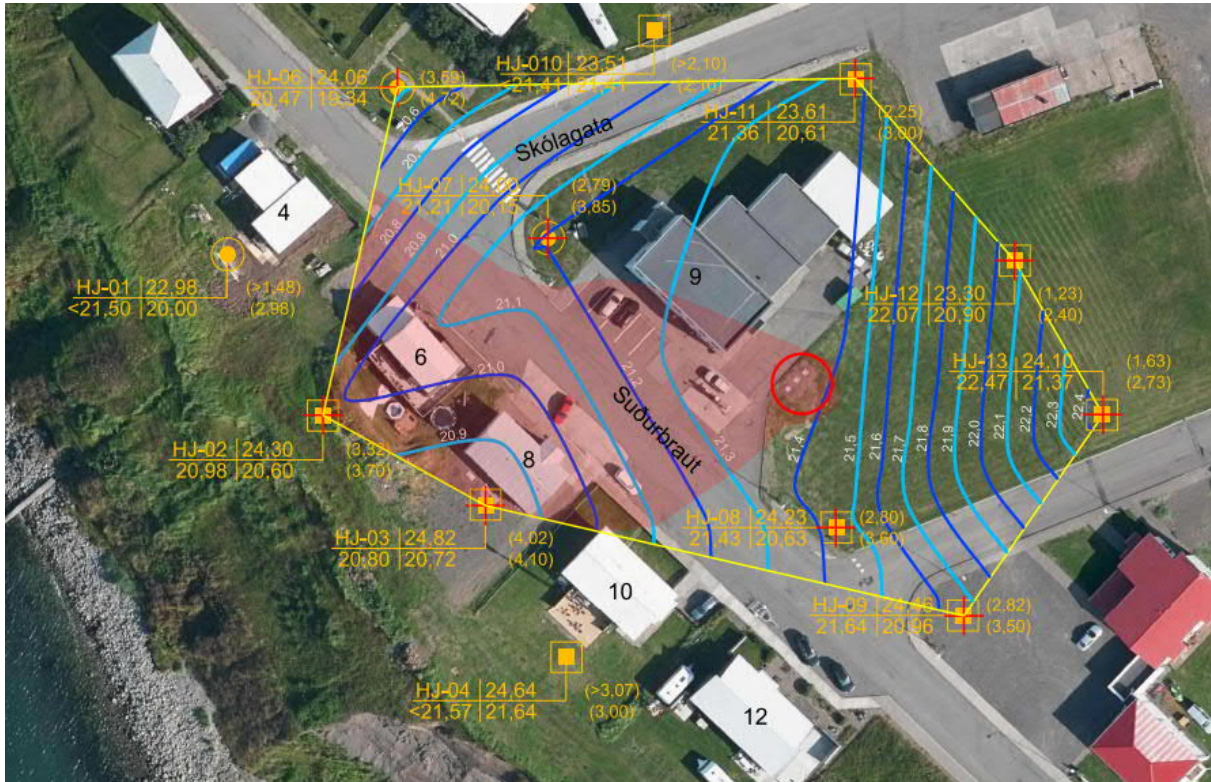
Talið er að gryfja 17 sé staðsett við útmörk mengunarinnar, þar sem hæsta TVOC gildið sem mældist í gryfjunni var 17 ppm, talsvert lægra en í þeim gryfjum þar sem styrkur TVOC var hvað hæstur.

Í gryfjum 1, 8, 13 og 16 var að finna grunnvatn og TVOC gildi mældust yfir 0,5 ppm. Í gryfjum 1 og 8 virtist hæsta mælda TVOC gildið fylgja grunnvatnshæðinni. Í gryfjum 13 og 16 reyndist hæsta mælda TVOC gildið vera fyrir ofan grunnvatnsborðið. Ekki er hægt að draga of miklar ályktanir af þessu að svo stöddu, en mögulega eru meiri sveiflur á grunnvatnsborðinu á þessu svæði eða olíumengunin myndar þykkara lag/linsu ofan á grunnvatninu á þessu svæði.

Ef TVOC gildin, sem mældust í jarðrannsókninni (Mynd 3), eru borin saman við annað grunnvatnslíkana Eflu (Mynd 4) má sjá góða samsvörun; straumurinn og hæstu TVOC gildin liggja frá norðurhorni Suðurbrautar 10, og undir Suðurbraut 8 og 6 í norðvestur átt. Liggur munurinn einkum í því að skv. jarðrannsókninni virðist olíumengunin að öllum líkindum ekki ná undir Suðurbraut 4.



Mynd 3 Yfirlitsmynd yfir mæld TVOC-gildi í gryfjum og dýpi þeirra. Tölur sýna hæst mæld gildi í þeim gryfjum þar sem TVOC mældist >0,5 ppm. Loftmynd fengin af ja.is



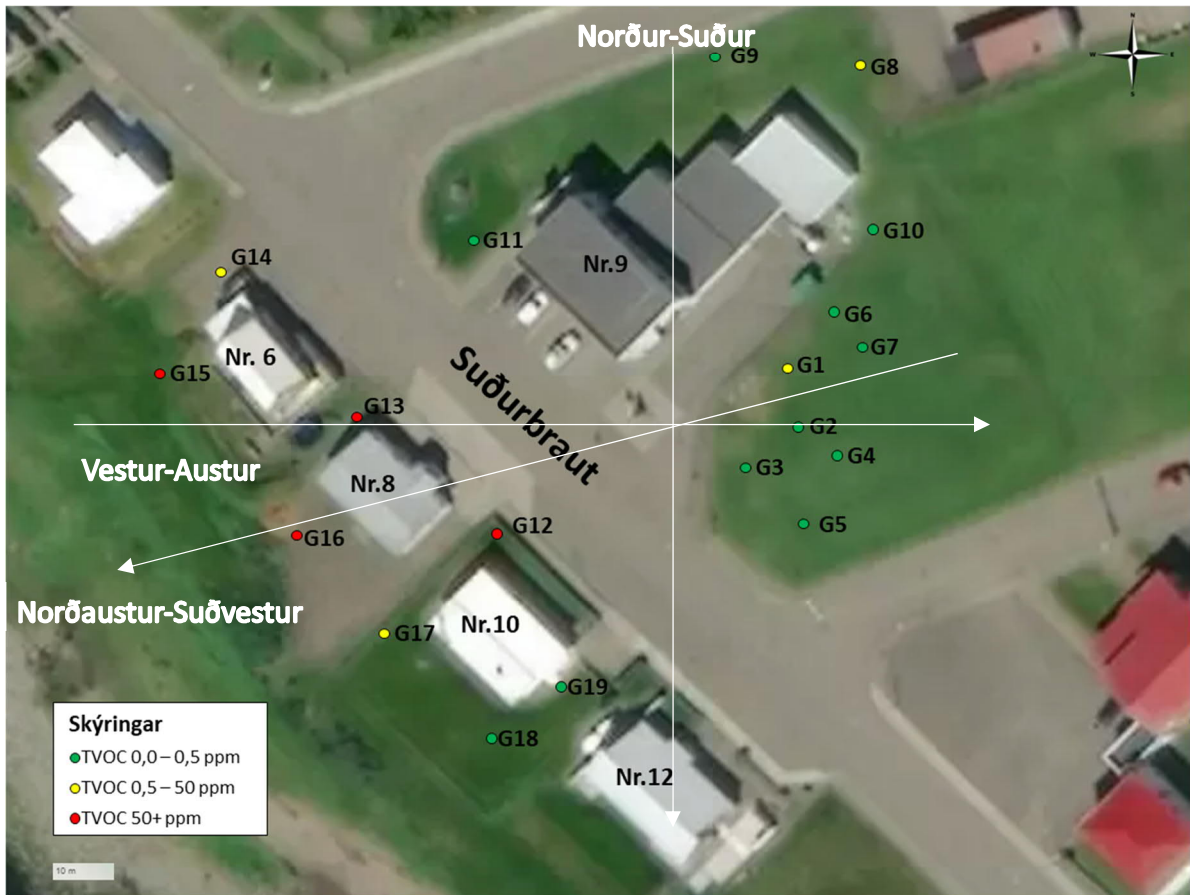
Mynd 4 Annað grunnvatnslíkana Eflu sýnir flæðisstefnu í vestur og norðvestur út frá staðsetningu neðanjarðargeymis N1 sem lak (Efla, 2021).

6 Huglægt svæðislíkan

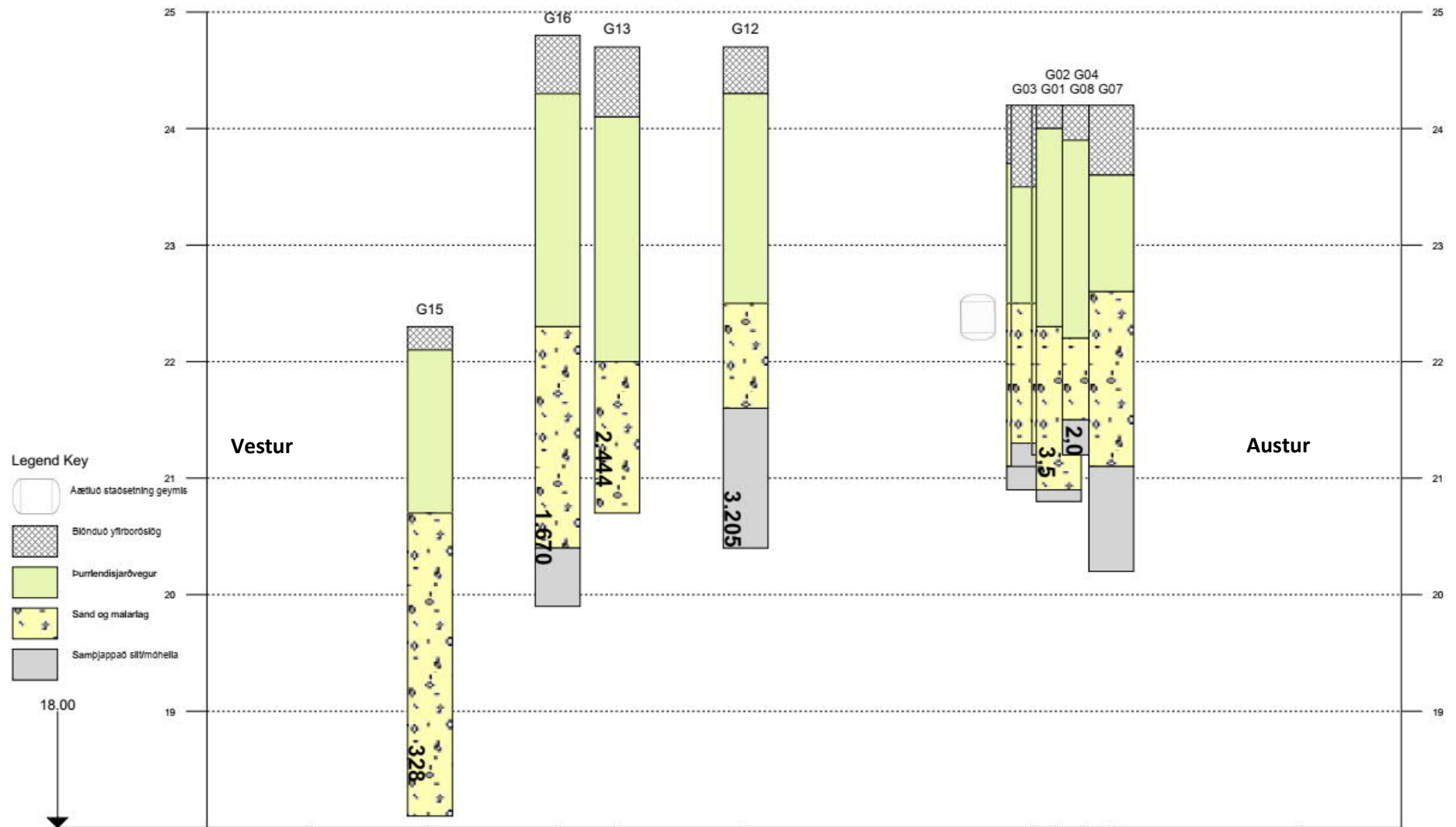
Olíumengun frá staðsetningu fyrrum neðanjarðargeymis N1 virðist einkum dreifast til vesturs miðað við mæld TVOC gildi, eins og fram kemur í kafla 5.3. Há gildi eru að finna í jarðlögum kringum Suðurbraut 6, 8 og 10 á um 4 m dýpi. Ekki er hægt að útiloka að mengunin nái einnig undir Suðurbraut 9.

Dreifing olíumengunarinnar virðist að einhverju leiti ráðast af dýpi niður á samþjappaða siltlagið, en grunnvatnshæð á svæðinu ræðst væntanlega einnig af þessu siltlagi. Þar sem ekki er til hæðarkort af siltlaginu er ómögulegt að sjá hvort einhverjar staðbundnar hæðir eða lægðir eru á því sem myndu t.d. skýra að ekki hefur orðið vart við VOC-efni inni í Suðurbraut 8.

Í viðauka 3 má finna þversnið af svæðinu, sbr. Mynd 5. Mynd 6 sýnir þversnið sem er talið fylgja nokkurn veginn rennislístefnu olíumengunar frá neðanjarðargeyminum og undir Suðurbraut til vesturs.



Mynd 5 Lega þversniða sem má finna í viðauka 3 og mynd 6. Loftmynd fengin af ja.is



Mynd 6 Þversnið sýnir jarðlög frá vestri til austurs. Hæst mældu TVOC gildi >0,5 ppm eru sýnd á viðeigandi gryfjusniðum. Olíumengun frá staðsetningu fyrrum neðanjarðargeymis N1 virðist einkum dreifast til vesturs miðað við mæld TVOC gildi.

7 Drög að úrbótaáætlun

Hér að neðan eru lögð fram fyrstu drög að úrbótaáætlun og farið yfir helstu þætti sem verða skoðaðir eftir að efnagreininganiðurstöður berast frá rannsóknarstofunni.

Þegar valin er leið til úrbóta vegna jarðvegsmengunar er þrennt sem ber að hafa í huga:

- **Nauðsyn** framkvæmdanna
- **Fýsileiki** aðgerðanna
- **Raunhæfi** lausnarinnar

Nauðsyn framkvæmda snýr m.a. að því hvert takmarkið er með úrbótunum. Fýsileiki segir til um hvort fræðilega sé hægt að framkvæma tiltekna úrbótatillögu. Þá á raunhæfi lausnarinnar við um hvort hægt sé í raun að framkvæma hana og hvort ávinningurinn við framkvæmdina uppfylli væntingar og þau skilyrði sem eru sett.

Í því tilfelli sem hér um ræðir er það verndun á heilsu fólks sem er takmark úrbótanna og felst sú verndun einna helst í því að tryggja gæði andrúmslofts innandyra í þeim húsum sem hafa orðið fyrir áhrifum mengunarinnar. Styrkur TVOC í jarðvegi mældur með PID-handmæli reyndist hæstur í jarðvegssniðum við Suðurbraut 6, 8 og 10, og benda þessar niðurstöður því sterklega til þess að aðaláhersla verði lögð á úrbótatillögu fyrir þetta svæði. Einnig hefur Verkís framkvæmt mánaðarlegar vöktunarmælingar á TVOC í lofti á þessu svæði frá desember sl. (Verkís, 2021b; Verkís, 2021c; Verkís, 2021d; Verkís, 2021e; Verkís, 2021f), en sú vöktunarmæling stendur enn yfir, og eru niðurstöður þeirra mælinga í góðu samræmi við niðurstöður nýafstaðinna jarðvegsmælinga. Niðurstöður efnagreininga frá rannsóknarstofunni munu svo veita nánari upplýsingar um mengunarstöðu og -dreifingu, og þá hver áherslan verður með úrbótatillögu.

Mengun af völdum jarðolíu er hægt að hreinsa á mismunandi vegu en aðferðir við hreinsun eru miskostnaðarsamar og misárangursríkar. Úrbætur eiga ekki einungis við um hreinsunaraðgerðir sem slíkar, heldur eiga þær einnig við um aðra þætti sem geta bætt ástandið og eru þeir þættir því í raun jafnmikilvægir eins og að hreinsa mengunina.

Hér að neðan koma bráðabirgðatillögur að frekari úrbótum vegna mengunarinnar (Tafla 3). Margar þeirra aðferða sem hér eru lagðar til mætti nýta samhliða hver annarri, t.d. gæti gefið góða raun að nota fyrst aðferð sem minnkar styrk mengunarefna á staðnum (t.d. með jarðvegspvotti/varmahreinsun eða aukinni loftun um jarðveginn) og síðan þegar styrkur efnanna hefur minnkað, og þar með rúmmál mengaða jarðvegarins, væri hægt að grafa upp og fjarlægja restina. Þetta myndi þýða að ekki þyrfti að raska eins stóru svæði og ef allt væri grafið upp strax, en einnig myndi þetta þýða að ekki þyrfti að koma með jafnmikið magn jarðvegs annars staðar frá til að fylla upp í svæðið. Sama hvaða leið verður farin í úrbótum á svæðinu mun alltaf þurfa að halda áfram loftunaraðgerðum í húsunum samhliða öðrum úrbótum sem verður ráðist í. Nánari umfjöllun um úrbótatillögu, ásamt kostagreiningu, munu koma þegar niðurstöður efnagreininga á jarðvegssýnunum frá rannsóknarstofunni liggja fyrir.



Tafla 3 Bráðabirgðatillögur að frekari úrbótum

Mögulegar úrbætur	Lýsing
Náttúruleg rýrnun, ásamt auknu súrefnisflæði	Margskonar örverur eru til staðar í jarðveginum af náttúrunnar hendi en þær geta nýtt kolefnin í olíunni sem orku- og næringargjafa fyrir sig. Þættir eins og tegund olíumengunar (t.d. lengd kolefniskeðja), súrefnismagn, rakastig, hitastig og sýrustig hafa áhrif á hraða niðurbrots örvera á olíunni. Náttúruleg rýrnun jarðvegmengunar verður þegar massi mengunarefna minnkar vegna niðurbrots náttúrulegra örvera sem eru þegar í jarðveginum. Hægt væri að koma fyrir fleiri loftunarrörum á svæðinu til að auka flæði súrefnis og þar með auka örvun náttúrulegra örvera til niðurbrots á eldsneytismenguninni.
Grunnvatnsdæling	Menguðu grunnvatni er dælt úr grunnvatnsbrunnum í meðhöndlunarstöð ofanjarðar sem fjarlægir mengunina (<i>pump & treat</i>). Nokkrum grunnvatnsbrunnum yrði komið fyrir á hinu mengaða svæði og mynda þeir net brunna sem dælt er úr.
Jarðvegsþvottur	Hinn mengaði jarðvegur er þveginn með vatni annað hvort <i>in-situ</i> eða <i>ex-situ</i> . Mengunina er hægt að fjarlægja með upplausn, kornastærðaraðgreiningu, með viðbót yfirborðsvirkra efna (<i>surfactants</i>), bindla (<i>complexing agents</i>) og útskolunarefna (<i>leaching agents</i>) og/eða með sýrustigsstillingu á þvottavatninu.
Kemísk oxun/afoxun	<i>In-situ</i> kemísk oxun/afoxun er einna helst notuð þar sem um er að ræða mengaðan jarðveg sem erfitt eða dýrt er að nálgast, t.d. mengun á miklu dýpi eða mengun undir byggingum. Oxunar/afoxunarefninu er þá gjarnan dælt niður í jarðveginn þar sem það hvarfast við mengunina og styrkur hennar minnkar.
Sog á jarðvegsgasi	Hægt er að fjarlægja rokgjarna hluta jarðolíunnar með því að láta loft fara um jarðveginn. Loft er þá sogað í gegnum mengaða jarðveginn annað hvort <i>in-situ</i> eða <i>ex-situ</i> . Hægt er að notast við annað hvort dælu með vélarafli eða vindknúna útblástursviftu. Þessi aðferð býður einnig upp á að safna VOC-efnunum sem sogast út og meðhöndla þau áður en þeim er sleppt út í andrúmsloftið.
Varmahreinsun	Hár hiti er notaður neðanjarðar til að koma hreyfingu á mengunina í jarðveginum á staðnum (<i>in-situ</i>). Hitinn gerir það að verkum að vegna rokgjarnra eiginleika jarðolíu þá breytast efnin í gufufasa sem er svo safnaður í brunn og dælt úr honum til meðhöndlunar ofanjarðar. Þar með minnkar styrkur jarðvegmengunarinnar. Einnig getur hinn há hiti eytt sumum efnum á þeim stað þar sem jarðvegurinn er hitaður neðanjarðar.
Skurðir	Eftir endilangri Suðurbraut: Um 70 m langur og 5 m djúpur skurður yrði grafinn eftir endilangri Suðurbraut vestanverðri til að auka loftun um mengaða jarðveginn með innsetningu loftunarröra. Sigvatni yrði safnað í þró sem síðan yrði tæmd með færanlegri olíuskilju. Í kringum hús: Skurðir grafnir niður á 5 m í kringum hús nr. 6, 8 og 10 á Suðurbraut til að auka loftun um mengaða jarðveginn með innsetningu loftunarröra. Sigvatni yrði safnað í þró sem síðan yrði tæmd með færanlegri olíuskilju.
Grafa upp það svæði sem mengunin nær yfir	Grafið yrði niður á það dýpi sem mengunin er á (allavega 5 m dýpi) og mengaði jarðvegurinn fjarlægður til hreinsunar/förgunar á þar til gerðu svæði (samþykktu af yfirvöldum). Sá jarðvegur sem liggur ofan á og er flokkaður sem "ómengaður" miðað við PID-mælingar yrði tekinn til hliðar og færi ekki með í hreinsun/förgun, heldur settur aftur í holuna sem myndast ásamt hreinu uppfyllingarefni.
Landfarming	Aðferðin felst í því að notast við samblöndu af uppgufun (<i>volatilisation</i>) og lífniðurbroti (<i>biodegradation</i>), þar sem næringarefnum er bætt út í jarðveginn til að örva niðurbrot örvera á olíunni.
Loftunaraðgerðir í húsunum	Myndaður er yfirþrýstingur í húsunum, þar sem áhrifa mengunarinnar gætir, með vélknúnu loftræstikerfi. Yfirþrýstingurinn kemur í veg fyrir að utanaðkomandi loft, í þessu tilfalli VOC-efni, eigi eins greiða leið inn í rýmin.



Mögulegar úrbætur	Lýsing
Loftmælingar með PID-handmæli og hauggasmæli	Áframhaldandi vöktun lofts með PID-handmæli en mælingum með "hauggasmæli" bætt við þar sem styrkur lofttegundanna súrefni, koldíoxíð og metan yrði mældur. Styrkur þessara efna gefur frekari vísbendingar um hvort rýrnun á styrk eldsneytis hafi orðið vegna niðurbrots örvera á olíunni í jarðveginum.
Mæling á "öndun" jarðvegarins	Lofti er dælt í jarðvegin og svo er mælt hversu hratt örverurnar gleypa í sig loftið. Þetta getur gefið vísbendingu um hversu hratt mengunin er að rýrna.



Heimildir

Efla (2021). *Jarðkönnun og efnagreining á jarðvegi umhverfis bensínsölu N1 á Hofsósi*. Reykjavík, dags. 17. mars 2021.

Festi hf (2020). *Bensínstöð N1 Hofsósi*. Kópavogur, dags. 13. ágúst 2020.

Hollustuvernd ríkisins (1998). *Leiðbeiningar: Meðferð á olíumenguðum jarðvegi* (nr. 8).

HNV (2020). *Stöðuskýrsla um framkvæmd hreinsunaráætlunar vegna olíumengaðs jarðvegs á Hofsósi*. Heilbrigðiseftirlit Norðurlands vestra, Sauðárkrúkur, dags. 19. júní 2020.

Naturvårdsverket (2009). *Riktvärden för förorenad mark – Modellbeskrivning och vägledning*. Sótt af <https://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer/978-91-620-5976-7.pdf?pid=3574>

RAE System Inc. 2013. *The PID Handbook. Theory and application of Direct-reading photoionization Photoionization Detectors (PIDs)*. RAE Systems by Honeywell, San Jose, USA.

Umhverfisstofnun (2021). *Krafa um rannsóknir og uppfærða tímasetta úrbótaáætlun*. Reykjavík, dags. 19. maí 2021.

Verkís (2021a). *Jarðvegssýnataka á Hofsósi – Áætlun til kortlagningar á olíumengun*. Reykjavík, dags. 15. júní 2021.

Verkís (2021b). *N1 Hofsósi – Rannsókn vegna olíulyktar. Vöktun rokgjarnra lífrænna efna*. Reykjavík, dags. 17. febrúar 2021.

Verkís (2021c). *N1 Hofsósi – Rannsókn vegna olíulyktar. Vöktun rokgjarnra lífrænna efna*. Reykjavík, dags. 30. mars 2021.

Verkís (2021d). *N1 Hofsósi – Rannsókn vegna olíulyktar. Vöktun rokgjarnra lífrænna efna*. Reykjavík, dags. 28. apríl 2021.

Verkís (2021e). *N1 Hofsósi – Rannsókn vegna olíulyktar. Vöktun rokgjarnra lífrænna efna*. Reykjavík, dags. 25. maí 2021.

Verkís (2021f). *N1 Hofsósi – Rannsókn vegna olíulyktar. Vöktun rokgjarnra lífrænna efna*. Reykjavík, dags. 30. júní 2021

Viðaukar

Viðauki 1 Gryfjulýsingar

Viðauki 2 PID-mælingar

Viðauki 3 Þversnið



Viðauki 1 Gryfjulýsingar

Hæð [m y.s.]	Dýpi [m]	Lýsing	Dýpi [m]	Jarðsnið	Grunnvatn [m]	Botn [m]	Sýni [ppm]
24.2		Blönduð yfirborðslög					
	0.5		0.5				
23.5		Purrendisjarðvegur					
	1.0		1.0				
	1.5		1.5				0,0
22.5		Sand og malarlag					
	2.0		2.0				0,0
	2.5		2.5				0,0
21.3		Sambjappað silt/móhella			▼	3.10	0,0
21.1	3.0		3.0				3,5
	3.5		3.5				
	4.0		4.0				
	4.5		4.5				

Ljósmynd:



Staðsetning:



Heimild:

Hæð [m y.s.]	Dýpi [m]	Lýsing	Dýpi [m]	Jarðsnið	Grunnvatn [m]	Botn [m]	Sýni [ppm]
24.2		Blönduð yfirborðslög					
23.5	0.5	Þurrlandisjarðvegur	0.5				
	1.0		1.0				
22.5	1.5	Sand og malarlag	1.5				
	2.0		2.0				0,0
	2.5		2.5				0,0
21.3 21.2	3.0	Samþjappað silt/móhella	3.0			3.00	0,0
	3.5		3.5				
	4.0		4.0				
	4.5		4.5				

Ljósmynd:



Staðsetning:



Heimild:

Hæð [m y.s.]	Dýpi [m]	Lýsing	Dýpi [m]	Jarðsnið	Grunnvatn [m]	Botn [m]	Sýni [ppm]
24.2		Blönduð yfirborðslög					
23.7	0.5	Purrlendisjarðvegur	0.5				
22.5	1.0		1.0				
	1.5		1.5				
	2.0	Sand og malarlag	2.0				0,0
	2.5		2.5				0,0
	3.0		3.0				0,0
21.1		Sambjappað silt/móhella			▼	3.30	0,0
20.9							0,0
	3.5		3.5				
	4.0		4.0				
	4.5		4.5				

Ljósmynd:



Staðsetning:



Heimild:

Hæð [m y.s.]	Dýpi [m]	Lýsing	Dýpi [m]	Jarðsnið	Grunnvatn [m]	Botn [m]	Sýni [ppm]
24.2		Blönduð yfirborðslög					
23.9	0.5	Purrendisjarðvegur	0.5				
	1.0		1.0				
	1.5		1.5				
22.2	2.0	Sand og malarlag	2.0				0,0
	2.5		2.5				0,0
21.5		Samþjappað silt/móhella			▼		
21.2	3.0		3.0			3.00	0,0
	3.5		3.5				
	4.0		4.0				
	4.5		4.5				

Ljósmynd:



Staðsetning:



Heimild:

Hæð [m y.s.]	Dýpi [m]	Lýsing	Dýpi [m]	Jarðsnið	Grunnvatn [m]	Botn [m]	Sýni [ppm]
24.2 24.0	0.5	Blönduð yfirborðslög Purrlendisjarðvegur	0.5				
22.3	2.0	Sand og malarlag	2.0				0,0 0,0
20.9 20.8	3.5	Samþjappað silt/móhella	3.5		▼	3.40	0,0 0,0
	4.0		4.0				
	4.5		4.5				

Ljósmynd:



Staðsetning:



Heimild:

Hæð [m y.s.]	Dýpi [m]	Lýsing	Dýpi [m]	Jarðsnið	Grunnvatn [m]	Botn [m]	Sýni [ppm]
24.2		Blönduð yfirborðslög					
23.6	0.5	Purrlendisjarðvegur	0.5				0,0
22.6	1.0	Sand og malarlag	1.0				
	1.5		1.5				
	2.0		2.0				
21.2	3.0	Samþjappað silt/móhella	3.0				0,0
21.0						3.20	0,0
	3.5		3.5				
	4.0		4.0				
	4.5		4.5				

Ljósmynd:



Staðsetning:



Heimild:

Hæð [m y.s.]	Dýpi [m]	Lýsing	Dýpi [m]	Jarðsnið	Grunn- vatn [m]	Botn [m]	Sýni [ppm]
24.2		Blönduð yfirborðslög					
23.6	0.5	Purrlendisjarðvegur	0.5				
22.6	1.0	Sand og malarlag	1.5				0,0
	1.5		2.0			0,0	
	2.0		2.5			0,0	
21.1	3.0	Samþjappað silt/móhella	3.0				0,0
	3.5		3.5			0,0	
20.2	4.0		4.0			4.00	0,0
	4.5		4.5				

Ljósmynd:



Staðsetning:



Heimild:

Hæð [m y.s.]	Dýpi [m]	Lýsing	Dýpi [m]	Jarðsnið	Grunnvatn [m]	Botn [m]	Sýni [ppm]
23.6		Blönduð yfirborðslög					
23.4	0.5	Purrlendisjarðvegur	0.5				0,0
	1.0		1.0				
22.2	1.5	Sand og malarlag	1.5				0,2
	2.0		2.0				0,0
	2.5		2.5				0,0
20.8	3.0	Samþjappað silt/móhella	3.0		▼	3.00	0,0
20.6							2,0
	3.5		3.5				
	4.0		4.0				
	4.5		4.5				

Ljósmynd:



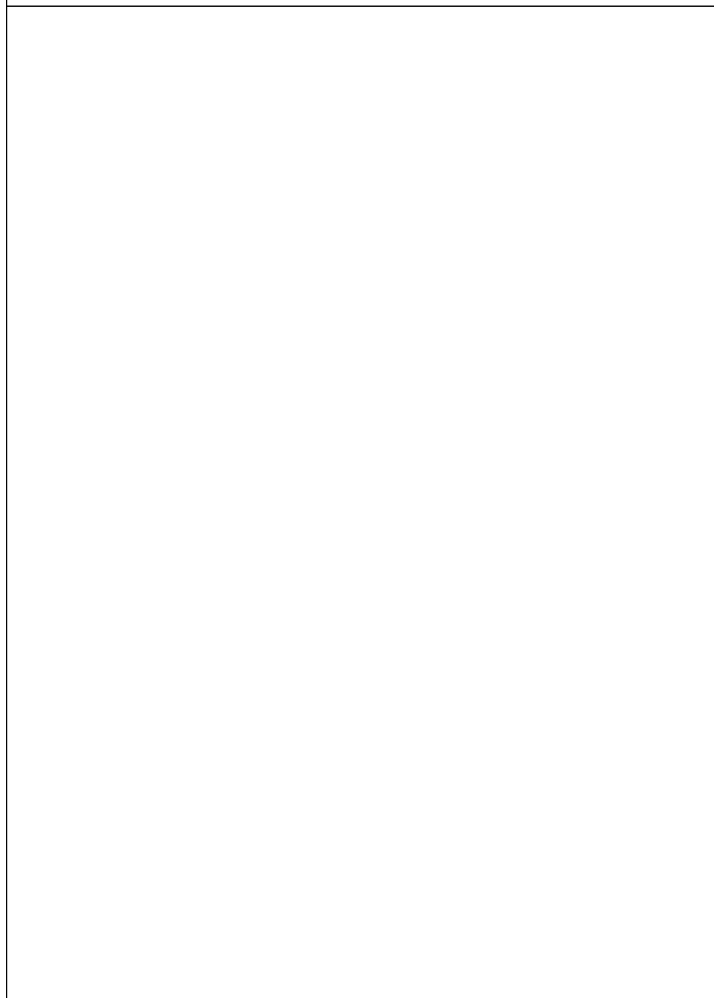
Staðsetning:



Heimild:

Hæð [m y.s.]	Dýpi [m]	Lýsing	Dýpi [m]	Jarðsnið	Grunnvatn [m]	Botn [m]	Sýni [ppm]
23.6 23.4	0.5	Blönduð yfirborðslög Purrlendisjarðvegur	0.5				0,0
22.1		Sand og malarlag	1.5				0,0
20.6 20.4	2.0					0,0	
	2.5					0,0	
	3.0	Sambjappað silt/móhella	3.0		▼	3.20	0,0 0,0
	3.5		3.5				
	4.0		4.0				
	4.5		4.5				

Ljósmynd:



Staðsetning:



Heimild:

Hæð [m y.s.]	Dýpi [m]	Lýsing	Dýpi [m]	Jarðsnið	Grunnvatn [m]	Botn [m]	Sýni [ppm]
23.3		Blönduð yfirborðslög					
	0.5		0.5				0,0
22.6		Purrendisjarðvegur					
	1.0		1.0				0,0
	1.5		1.5				
21.6		Sand og malarlag					
	2.0		2.0				0,0
	2.5		2.5				0,0
20.4		Sambjappað silt/móhella					
20.2	3.0		3.0			3.10	0,1
	3.5		3.5				
	4.0		4.0				
	4.5		4.5				

Ljósmynd:



Staðsetning:



Heimild:

Hæð [m y.s.]	Dýpi [m]	Lýsing	Dýpi [m]	Jarðsnið	Grunnvatn [m]	Botn [m]	Sýni [ppm]
24.0		Blönduð yfirborðslög					0,0
23.3	0.5	Þurrlandisjarðvegur	0.5				0,0
	1.0		1.0				
	1.5		1.5				
21.8	2.0	Sand og malarlag	2.0				0,1
	2.5		2.5				
	3.0		3.0				
20.4	3.5	Samþjappað silt/móhella	3.5				0,1
	4.0		4.0				
19.7	4.5		4.5			4.30	0,2

Ljósmynd:



Staðsetning:



Heimild:

Hæð [m y.s.]	Dýpi [m]	Lýsing	Dýpi [m]	Jarðsnið	Grunn- vatn [m]	Botn [m]	Sýni [ppm]
24.7		Blönduð yfirborðslög					
24.3	0.5	Purrlendisjarðvegur	0.5				0,0
	1.0		1.0				0,2
	1.5		1.5				
	2.0		2.0				
22.5	2.5	Sand og malarlag	2.5				0,1
	3.0		3.0				9,4
21.6	3.5	Sambjappað silt/móhella	3.5				8,7
	4.0		4.0				15,3
	4.5		4.5				14,4
20.4						4.30	345,6
							455
							3205

Ljósmynd:



Staðsetning:



Heimild:

Hæð [m y.s.]	Dýpi [m]	Lýsing	Dýpi [m]	Jarðsnið	Grunnvatn [m]	Botn [m]	Sýni [ppm]
24.7		Blönduð yfirborðslög					
24.1	0.5	Þurrlendisjarðvegur	0.5				0,1
	1.0		1.0			0,1	
	1.5		1.5			0,9	
	2.0		2.0			0,2	
22.0	2.5	Sand og malarlag	2.5				0,2
	3.0		3.0			0,3	
	3.5		3.5			7,3	
20.7	4.0		4.0		4.00	319,8	
	4.5		4.5				2444

Ljósmynd:



Staðsetning:



Heimild:

Hæð [m y.s.]	Dýpi [m]	Lýsing	Dýpi [m]	Jarðsnið	Grunnvatn [m]	Botn [m]	Sýni [ppm]
24.4		Blönduð yfirborðslög					
24.0	0.5	Purrlendisjarðvegur	0.5				3,8
	1.0		1.0				
	1.5		1.5				0,1
22.6	2.0	Sand og malarlag	2.0				0,0
	2.5		2.5				
	3.0		3.0				0,3
21.0	3.5	Samþjappað silt/móhella	3.5			3.50	0,0
20.9							0,3
	4.0		4.0				
	4.5		4.5				

Ljósmynd:



Staðsetning:



Heimild:

Hæð [m y.s.]	Dýpi [m]	Lýsing	Dýpi [m]	Jarðsnið	Grunnvatn [m]	Botn [m]	Sýni [ppm]
22.3	0.5	Blönduð yfirborðslög Purrlendisjarðvegur	0.5				0,0
22.1							
20.7	1.0	Sand og malarlag	1.0				0,0
	1.5		1.5				
	2.0		2.0				
	2.5		2.5				
	3.0		3.0				
18.1	3.5		3.5				0,0
	4.0		4.0				0,0
	4.5		4.0				4.20
	4.5		4.5				1,2

Ljósmynd:



Staðsetning:



Heimild:

Hæð [m y.s.]	Dýpi [m]	Lýsing	Dýpi [m]	Jarðsnið	Grunnvatn [m]	Botn [m]	Sýni [ppm]
24.8		Blönduð yfirborðslög					
24.3	0.5	Purrendisjarðvegur	0.5				0,1
	1.0		1.0				0,1
	1.5		1.5				0,0
	2.0		2.0				0,1
22.3	2.5	Sand og malarlag	2.5				0,2
	3.0		3.0				0,3
	3.5		3.5				0,2
	4.0		4.0				0,2
20.4	4.5	Samþjappað silt/móhella	4.5				0,0
19.9						4.90	2,3
							1670
							264

Ljósmynd:



Staðsetning:



Heimild:

Hæð [m y.s.]	Dýpi [m]	Lýsing	Dýpi [m]	Jarðsnið	Grunn- vatn [m]	Botn [m]	Sýni [ppm]
24.6		Blönduð yfirborðslög					
24.4	0.5	Purrlendisjarðvegur	0.5				0,4
	1.0		1.0				0,0
	1.5		1.5				0,0
22.5	2.0	Sand og malarlag	2.0				0,0
	2.5		2.5				0,0
	3.0		3.0				0,0
21.3	3.5	Samþjappað silt/móhella	3.5				0,0
	4.0		4.0			4.20	0,0
20.4	4.5		4.5				4,1
							17,0

Ljósmynd:



Staðsetning:



Heimild:

Hæð [m y.s.]	Dýpi [m]	Lýsing	Dýpi [m]	Jarðsnið	Grunn- vatn [m]	Botn [m]	Sýni [ppm]
24.6	0.5	Blönduð yfirborðslög Purrlendisjarðvegur	0.5				0,0
24.4							0,0
22.7							0,0
21.1	2.0	Sand og malarlag	2.0				0,0
							0,0
							0,0
20.7	3.5	Samþjappað silt/móhella	3.5			3.90	0,0
4.0	4.0		0,0				
	4.5		4.5				0,0

Ljósmynd:



Staðsetning:



Heimild:

Hæð [m y.s.]	Dýpi [m]	Lýsing	Dýpi [m]	Jarðsnið	Grunnvatn [m]	Botn [m]	Sýni [ppm]
24.6		Blönduð yfirborðslög					
24.4	0.5	Purrlendisjarðvegur	0.5				0,0
	1.0		1.0				0,0
	1.5		1.5				0,1
	2.0		2.0				0,0
22.3	2.5	Sand og malarlag	2.5				0,0
	3.0		3.0				0,1
	3.5		3.5				0,0
20.8	4.0	Samþjappað silt/móhella	4.0				0,1
20.3	4.30					4.30	0,1
	4.5		4.5				0,1

Ljósmynd:



Staðsetning:



Heimild:



Viðauki 2 PID-mælingar



Gryfja	Staðsetning	Dýpt (m)	Lýsing	Athugasemd	PID (ppm)	Dýpi á sýni (m)
1	Suðurbraut 9	1,5	Brúnn jarðvegur	Engin lykt	0,0	3,0
		2,2	Brúnn jarðvegur	Engin lykt	0,0	
		2,5	Sandur	Engin lykt	0,0	
		2,9	Sandur og silt	Engin lykt	0,1	
		3,0	Sandur	Engin lykt	0,0	
		3,0	Sandur og silt	Olíulykt	3,5	
2	Suðurbraut 9	1,9	Sendinn jarðvegur	Engin lykt	0,0	3,0
		2,0	Sendinn jarðvegur	Engin lykt	0,0	
		3,0	Brúnn jarðvegur,	Engin lykt	0,0	
		3,0-3,5	Sendinn jarðvegur	Engin lykt	0,0	
		3,5	Sendinn jarðvegur	Engin lykt	0,0	
3	Suðurbraut 9	1,9	Brúnn jarðvegur	Engin lykt	0,0	3,3
		2,4	Brúnn jarðvegur	Engin lykt	0,0	
		3,1	Sandur,	Engin lykt	0,0	
		3,0	Sandur og silt	Smá lykt	0,0	
4	Suðurbraut 9	2,2	Brúnn jarðvegur	Engin lykt	0,0	3,0
		2,6	Sandur	Engin lykt	0,0	
		3,0	Sandur og silt	Engin lykt	0,0	
5	Suðurbraut 9	1,4	Brúnn jarðvegur	Engin lykt	0,0	3,2
		2,5	Sandur og mól	Engin lykt	0,0	
		3,2	Sendinn jarðvegur	Engin lykt	0,0	
		3,4	Sandur og mól	Engin lykt	0,0	
6	Suðurbraut 9	0,9	Brúnn jarðvegur	Engin lykt	0,0	3,1
		2,3	Sendinn jarðvegur	Engin lykt	0,0	
		3,15	Sendinn jarðvegur	Engin lykt	0,0	
		3,15	Sendinn jarðvegur	Engin lykt	0,0	
7	Suðurbraut 9	1,5	Brúnn jarðvegur	Engin lykt	0,0	3,1
		1,8	Brúnn jarðvegur, sendinn jarðvegur	Engin lykt	0,0	
		2,6	Sandur og mól	Engin lykt	0,0	
		3,1	Sandur og mól	Engin lykt	0,0	
		4,0	Sandur og mól	Engin lykt	0,0	
8	Suðurbraut 9	1,0	Brúnn jarðvegur	Engin lykt	0,0	3,1
		1,7	Brúnn jarðvegur	Engin lykt	0,0	
		2,1	Brúnn jarðvegur og sandur og mól	Engin lykt	0,2	
		2,7	Sandur og mól	Engin lykt	0,0	
		3,1	Sandur og mól	Olíulykt	2,0	
9	Suðurbraut 9	0,7	Brúnn jarðvegur	Engin lykt	0,0	3,0
		1,5	Brúnn jarðvegur	Engin lykt	0,0	
		2,2	Sendinn jarðvegur	Engin lykt	0,0	
		2,8	Sendinn jarðvegur	Engin lykt	0,0	
		3,0	Sendinn jarðvegur	Engin lykt	0,0	
10	Suðurbraut 9	0,6	Brúnn jarðvegur	Engin lykt	0,0	-



Gryfja	Staðsetning	Dýpt (m)	Lýsing	Athugasemd	PID (ppm)	Dýpi á sýni (m)
		1,0	Brúnn jarðvegur	Engin lykt	0,0	
		1,7	Brúnn jarðvegur	Engin lykt	0,0	
		2,1	Sandur og mól	Engin lykt	0,0	
		2,7	Sendinn jarðvegur	Engin lykt	0,0	
		3,1	Sendinn jarðvegur	Engin lykt	0,1	
11	Suðurbraut 9	0,4	Brúnn jarðvegur	Engin lykt	0,0	-
		1,0	Brúnn jarðvegur	Engin lykt	0,0	
		2,0	Brúnn jarðvegur og mól	Engin lykt	0,0	
		2,7	Brúnn jarðvegur	Engin lykt	0,1	
		3,0	Sendinn jarðvegur	Engin lykt	0,1	
		3,5	Sandur og mól	Engin lykt	0,0	
		3,7	Sandur og mól	Engin lykt	0,1	
		4,3	Sandur og mól	Engin lykt	0,2	
12	Suðurbraut 10	0,5	Brúnn jarðvegur	Engin lykt	0,0	4,0; 4,3
		0,8	Brúnn jarðvegur	Engin lykt	0,0	
		2,3	Brúnn jarðvegur	Engin lykt	0,2	
		2,3	Brúnn jarðvegur	Olíulykt	0,0	
		2,3	Sandur og mól	Engin lykt	0,1	
		2,8	Sandur og mól	Olíulykt	9,4	
		3,1	Sandur, mól, og silt	Olíulykt	8,7	
		3,5	Sandur og mól	Olíulykt	3,5	
		3,5	Sandur og mól	Olíulykt	15,3	
		3,7	Silt	Olíulykt	14,4	
		4,0	Silt	Olíulykt	345,6	
		4,2	Samþjappaður sandur	Olíulykt	455	
		4,3	Samþjappaður sandur	Olíulykt	3.205	
13	Suðurbraut 8	0,6	Brúnn jarðvegur	Engin lykt	0,0	4,0
		1,1	Brúnn jarðvegur	Engin lykt	0,1	
		1,3	Sendinn jarðvegur	Engin lykt	0,1	
		1,8	Sendinn jarðvegur	Engin lykt	0,9	
		2,4	Sandur og mól	Engin lykt	0,2	
		2,9	Sendinn jarðvegur	Engin lykt	0,2	
		3,5	Sandur og mól	Olíulykt	0,3	
		3,7	Sandur og mól	Olíulykt	7,3	
		3,7	Sandur og mól	Olíulykt	2.444	
		4,0	Sandur og mól	Olíulykt	319,8	
14	Suðurbraut 6	0,8	Brúnn jarðvegur	Engin lykt	3,8	3,5
		0,8	Brúnn jarðvegur	Engin lykt	0,1	
		0,8	Brúnn jarðvegur	Engin lykt	0,1	
		0,8	Brúnn jarðvegur	Engin lykt	0,1	
		1,5	Brúnn jarðvegur	Engin lykt	0,0	
		2,2	Brúnn jarðvegur	Engin lykt	0,0	



Gryfja	Staðsetning	Dýpt (m)	Lýsing	Athugasemd	PID (ppm)	Dýpi á sýni (m)
		2,9	Sendinn jarðvegur	Engin lykt	0,3	
		3,3	Sandur og mól	Engin lykt	0,0	
		3,4	Sandur og mól	Engin lykt	0,1	
		3,5	Sandur og mól	Engin lykt	0,3	
15	Suðurbraut 6	0,8	Brúnn jarðvegur	Engin lykt	0,0	4,0;4,0
		1,6	Brúnn jarðvegur	Engin lykt	0,0	
		2,0	Brúnn jarðvegur	Engin lykt	0,0	
		2,6	Sendinn jarðvegur	Engin lykt	0,0	
		2,8	Sandur og mól	Engin lykt	0,0	
		3,4	Sandur og mól	Engin lykt	0,0	
		3,5	Sendinn jarðvegur	Engin lykt	0,4	
		4,0	Sendinn jarðvegur	Olíulykt	328	
		4,0	Sendinn jarðvegur	Olíulykt	0,2	
		4,0	Sendinn jarðvegur	Olíulykt	11,6	
4,2	Sendinn jarðvegur	Olíulykt	1,2			
16	Suðurbraut 8	0,6	Sendinn jarðvegur	Engin lykt	0,1	4,5;4,5;4,9
		0,8	Sendinn jarðvegur	Engin lykt	0,1	
		1,4	Sendinn jarðvegur	Engin lykt	0,0	
		2,2	Sendinn jarðvegur	Engin lykt	0,1	
		3,0	Brúnn jarðvegur	Engin lykt	0,2	
		3,5	Sendinn jarðvegur	Olíulykt	0,3	
		3,9	Sendinn jarðvegur	Olíulykt	0,2	
		4,0	Sandur og mól	Engin lykt	0,2	
		4,2	Sandur og mól	Olíulykt	0,0	
		4,4	Silt	Olíulykt	2,3	
		4,5	Silt og Sandur	Olíulykt	66	
		4,5	Silt og Sandur	Olíulykt	1.670	
		4,5	Silt og Sandur	Olíulykt	121,9	
4,9	Jarðvegur	Olíulykt	264			
17	Suðurbraut 10	0,5	Brúnn jarðvegur	Engin lykt	0,4	4,2
		0,6	Brúnn jarðvegur	Engin lykt	0,0	
		1,2	Brúnn jarðvegur	Engin lykt	0,0	
		2,0	Brúnn jarðvegur	Engin lykt	0,0	
		2,5	Brúnn jarðvegur	Engin lykt	0,0	
		3,2	Sandur og mól	Engin lykt	0,0	
		3,4	Sendinn jarðvegur	Engin lykt	0,0	
		3,6	Sendinn jarðvegur	Engin lykt	0,0	
		3,8	Silt og Sandur	Engin lykt	0,0	
		4,0	Silt og Sandur	Engin lykt	0,4	
		4,1	Silt	Olíulykt	4,1	
4,2	Silt og Sandur	Olíulykt	17,0			
18	Suðurbraut 10	0,5	Brúnn jarðvegur	Engin lykt	0,0	-



Gryfja	Staðsetning	Dýpt (m)	Lýsing	Athugasemd	PID (ppm)	Dýpi á sýni (m)
		0,9	Brúnn jarðvegur	Engin lykt	0,0	
		1,5	Sendinn jarðvegur	Engin lykt	0,0	
		2,0	Brúnn jarðvegur	Engin lykt	0,0	
		2,8	Sendinn jarðvegur	Engin lykt	0,0	
		3,2	Sandur og möl	Engin lykt	0,0	
		3,5	Sandur og möl	Engin lykt	0,0	
		3,6	Sandur og möl	Engin lykt	0,0	
		3,7	Silt og Sandur	Engin lykt	0,0	
		3,9	Samþjappaður sandur	Engin lykt	0,0	
19	Suðurbraut 10	0,5	Brúnn jarðvegur	Engin lykt	0,0	
		0,8	Brúnn jarðvegur	Engin lykt	0,0	
		1,3	Brúnn jarðvegur	Engin lykt	0,1	
		1,9	Brúnn jarðvegur	Engin lykt	0,0	
		2,6	Brúnn jarðvegur	Engin lykt	0,0	
		3,2	Sandur og möl	Engin lykt	0,1	
		3,6	Silt og Sandur	Engin lykt	0,0	
		3,8	Sendinn jarðvegur	Engin lykt	0,1	
		4,1	Samþjappaður sandur	Engin lykt	0,1	
		4,3	Silt og Sandur	Engin lykt	0,1	



Viðauki 3 Þversnið

Project Id: 14296002

Project Title: Rannsókn vegna olíulyktar á Hofsósi

Location: Hofsósi

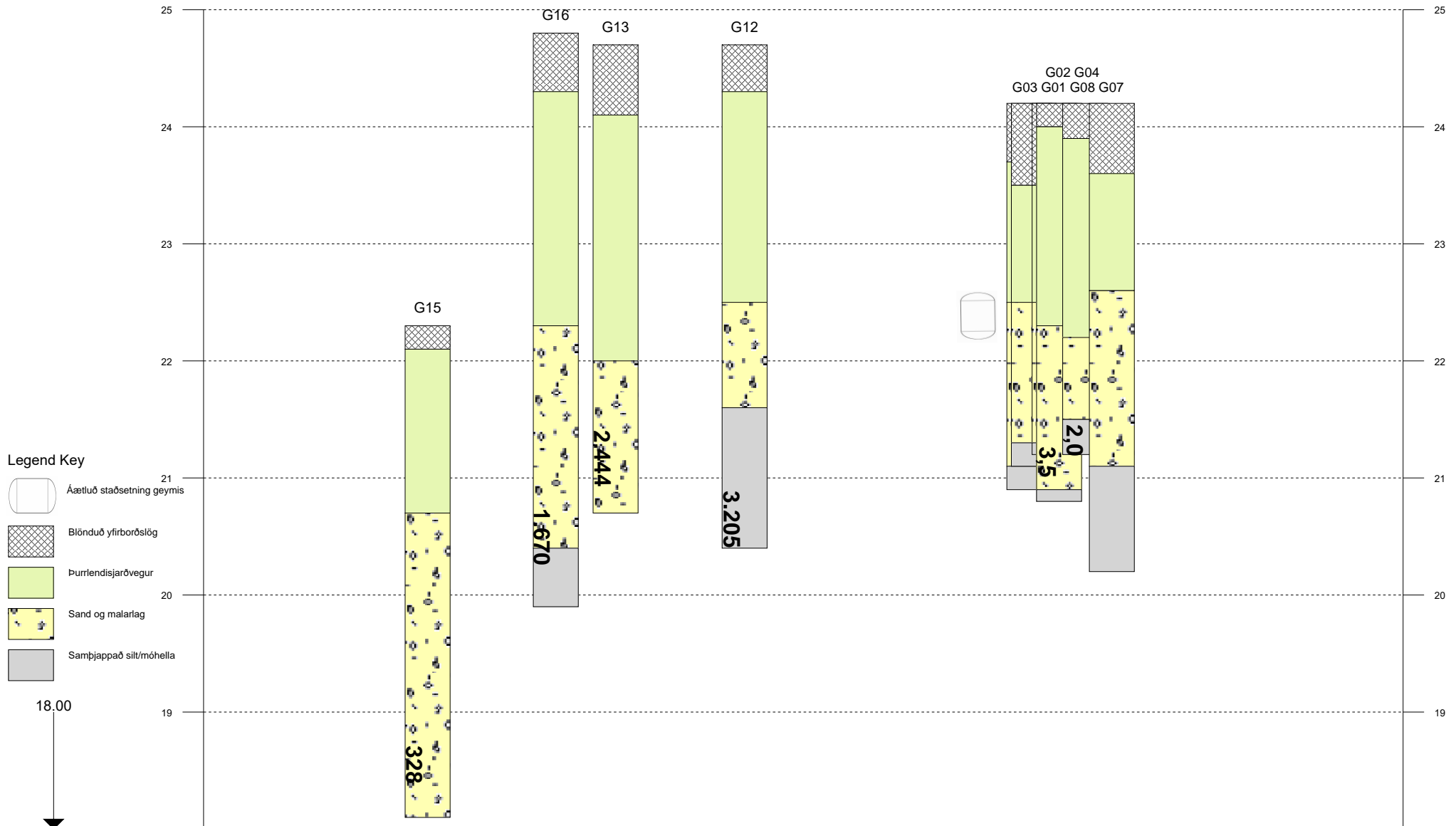
Client: Festi

Title: Vestur-Austur

Vertical Scale: 1:46

Horizontal Scale: 1:685

Engineer:EGH



Legend Key

-  Áættuð staðsetning geymis
-  Blönduð yfirborðslög
-  Þurrlendisjarðvegur
-  Sand og malarlag
-  Sambjappað slit/móhella

18.00

Chainage (m)	0.00	15.63	31.94	39.54	55.96	92.18	94.97	99.29	102.68	126.80
Elevation (mAOD)		22.3	24.8	24.7	24.7	24.2	24.2	24.2	24.2	

Project Id: 14296002

Project Title: Rannsókn vegna olíulyktar á Hofsósi

Location: Hofsósi

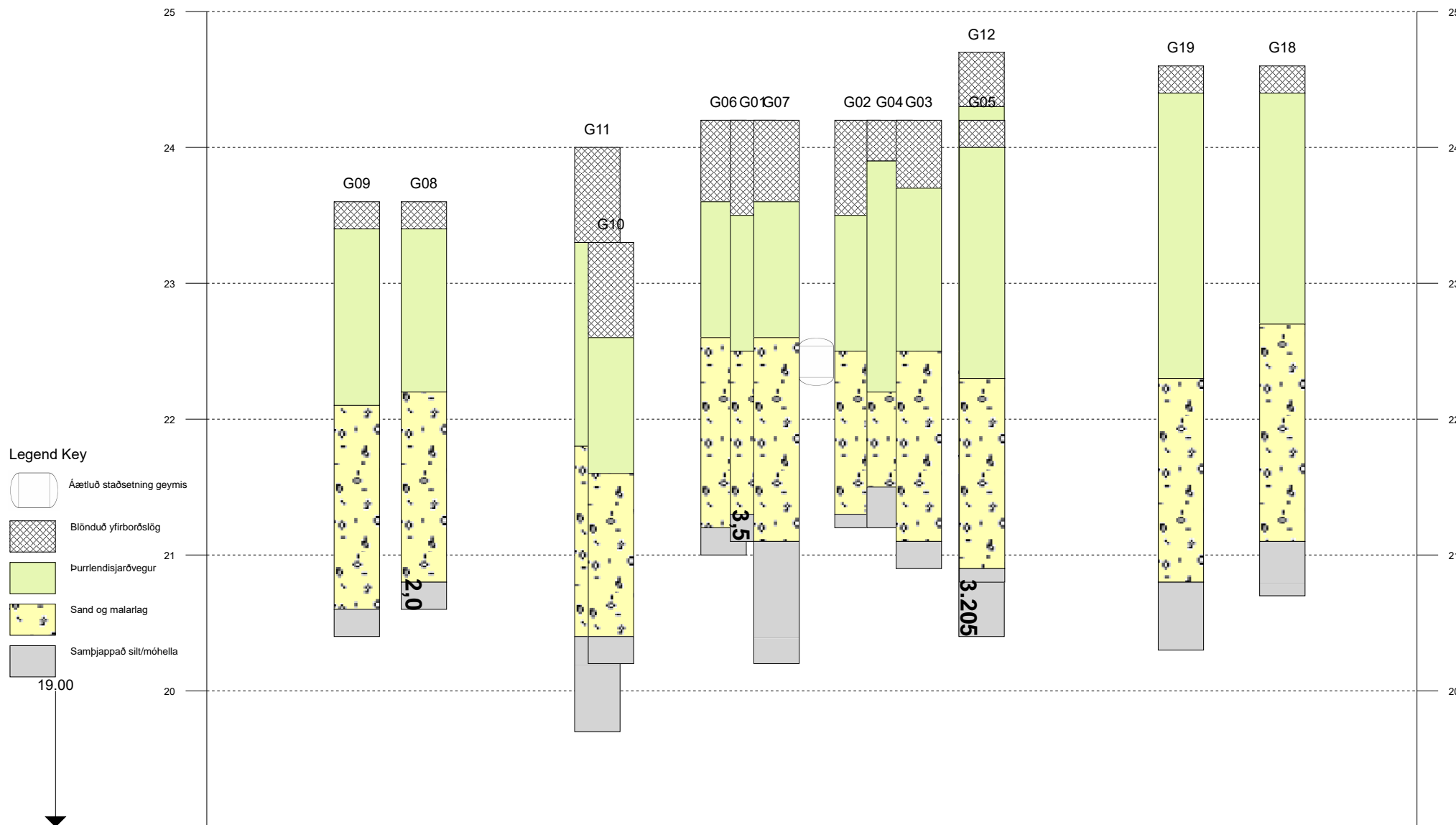
Client: Festi

Title: Norður-Suður

Vertical Scale: 1:40

Horizontal Scale: 1:524

Engineer: EGH



Chainage (m)	0.00	4.62	11.09	27.89	31.14	40.00	42.84	45.11	52.92	56.02	58.84	64.89	84.12	93.91	97.03
Elevation (mAOD)		23.6	23.6	24.0	24.3	24.2	24.2	24.2	24.2	24.2	24.2	24.2	24.6	24.6	

Project Id: 14296002

Project Title: Rannsókn vegna olíulyktar á Hofsósi

Location: Hofsósi

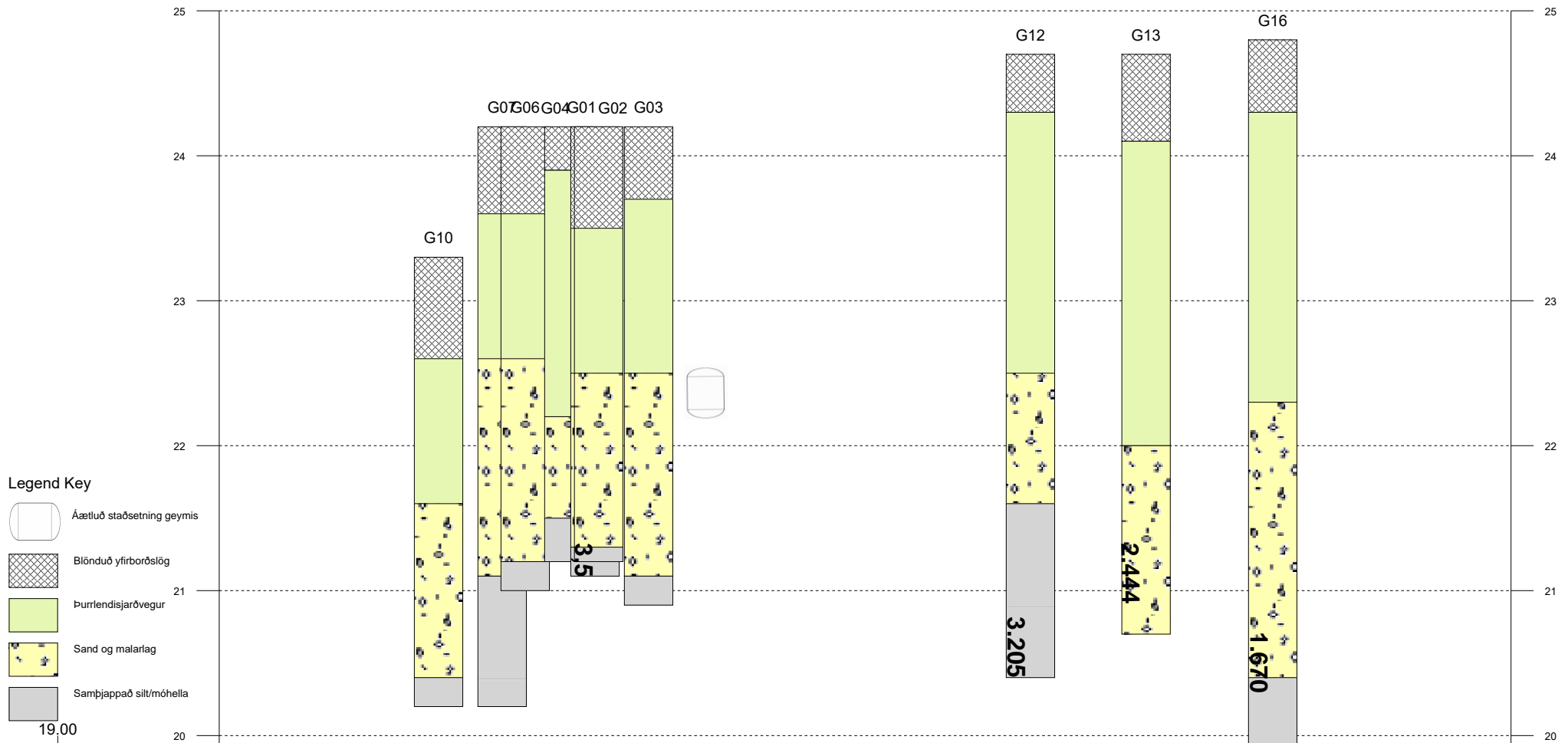
Client: Festi

Title: Norðaustur-Suðvestur

Vertical Scale: 1:40

Horizontal Scale: 1:552

Engineer: EGH



Legend Key

-  Áættluð staðsetning geymis
-  Blönduð yfirborðslög
-  Þurrlendisjarðvegur
-  Sand og malarlag
-  Sambjappað slit/móhella

19.00

Chainage (m)	0.00	10.50	16.58	18.75	22.91	25.40	30.50	66.85	77.86	89.92	102.15
Elevation (mAOD)		23.3	24.2	24.2	24.2	24.2	24.2	24.7	24.7	24.8	



