

Aðferðir við sýnatöku mengaðs jarðvegs

Leiðbeiningar



Aðferðir við sýnatöku mengaðs jarðvegs

Nóvember 2025

Útgefandi: Umhverfis- og orkustofnun

Útgáfunúmer: UOS-2025:44

Rangárvellir 2, hús 8

603 Akureyri

Sími 569 6000

www.uos.is

Efnisyfirlit

Efnisyfirlit	3
Myndaskrá	4
Töfluskrá	4
Orðskýringar	5
Inngangur	6
1 Mismunandi fasar í mengunarrannsóknnum	6
1.1 Fyrsti fasi: Forathugun svæðis	7
1.1.1 Skýrsla forathugunar	9
1.2 Annar fasi: Rannsóknarfasi	10
1.2.1 Yfirlitsrannsókn	11
1.2.2 Ítarleg rannsókn	11
1.2.3 Viðbótarrannsókn	11
1.2.4 Skýrslur rannsóknarfasa	11
2 Markmið og umfang	12
3 Huglægt svæðislíkan	12
4 Sýnatökuáætlun	15
4.1 Sýnatökuaðferð	16
4.2 Fjöldi sýna	18
4.2.1 Dreifð eða einsleit mengun	19
4.2.2 Álagspunktar með þekkta staðsetningu	19
4.2.3 Álagspunktar með óþekkta staðsetningu	20
4.2.4 Sértilvik á mjög stórum svæðum	20
4.3 Framkvæmd sýnatöku	20
4.4 Vettvangs- og rannsóknastofugreiningar	21
4.5 Hnitsetning	22
5 Heimildaskrá	23
Viðauki	24

Myndaskrá

Mynd 1: Þróun kunnáttu og kostnaðar við mengunarrannsóknir.....	6
Mynd 2: Dreifimynstur mengunar í mismunandi miðla.	10
Mynd 3: Sex þrep við gerð huglægs svæðislíkans.	13
Mynd 4: Dæmi um huglægt svæðislíkan fyrir fyllingarsvæði eða urðunarstað.....	13
Mynd 5 Dæmi um huglægt svæðislíkan fyrir gamlan urðunarstað eða landfyllingu.....	14
Mynd 6: Dæmi um huglægt svæðislíkan með áherslu á útsetningarleiðir fyrir viðtaka	15
Mynd 7: Dæmi um kerfisbundin sýnatökumynstur.	17
Mynd 8: Dæmi um markvissa geislasýnatöku.	18

Töfluskrá

Tafla 1: Mismunandi fasar mengunarrannsókna.	7
Tafla 2: Tillgátur Hortensius.	8
Tafla 3: Lágmarks fjöldi sýna.....	19
Tafla 4: Skipting mengunar eftir eðlisfræðilegum eiginleikum.....	20
Tafla 5: Val á sýnatökumiðli.....	21

Orðskýringar

Álagspunktur	(e. hot spot). Mjög mikil og staðbundin mengun.
Huglægt svæðislíkan	(e. conceptual site model). Samantekt á fyrirbyggjandi þekkingu á mengunarstöðu svæðis.
Grunnvatnsrör	Plast eða stálrör sem sett er niður fyrir grunnvatnsyfirborð svo hægt sé að taka endurtekin vatnssýni af ákveðnu dýpi.
Mengunarslóði	(e. plume). Mengun sem dreifist frá álagspunkti, oftast með grunnvatni.
PID	(e. photo ionization detector). Handhægt tæki, notað á vettvangi til greiningar á heildar rokgjörnum lífrænum efnasamböndum (TVOC) í gasfasa.
Safnsýni	(e. composite samples). Þegar nokkrum jafnstórum sýnum er blandað saman í eitt sýni.
Skimunargreining	(e. screening methods). Efnagreining sem greinir mjög mörg efni, oft með hærri greiningarmörk. Gjarnan notað í yfirlitsrannsóknnum.
Váhrif	(e. exposure). Neikvæð áhrif á viðtaka.
Viðtaki	Sá miðill eða lífvera sem verður fyrir áhrifum af menguninni.
XRF	(e. X-ray fluorescence). Handhægt röntgentæki notað á vettvangi, til greiningar á þungmálmum og föstum efnum í jarðvegi.

Inngangur

Umhverfis- og orkustofnun skal gefa út leiðbeiningar um sýnatökuaðferðir á menguðum jarðvegi sbr. 4. gr. reglugerðar nr. 1400/2020 um mengaðan jarðveg. Þessum leiðbeiningum er ætlað að taka saman helstu þætti er lúta að undirbúningi og framkvæmd sýnatöku, gagnsemi sýnatökuaðferða, ásamt framsetningu og túlkun niðurstaðna á rannsóknum á menguðum jarðvegi.

Í leiðbeiningunum sem hér fara á eftir er að finna lýsingu á því hvað þarf að uppfylla til að mögulegt sé að setja fram niðurstöður sýnatöku og rannsókna á skýran, skilvirkan og samræmdan hátt.

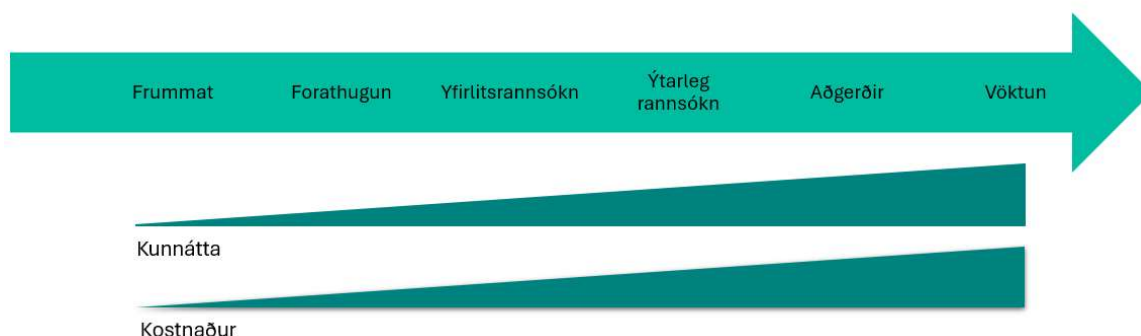
Leiðbeiningar þessar eru gerðar til að auðvelda hagaðilum, ráðgjöfum, eftirlitsaðilum og öðrum gerð úttekta og ákvarðanatöku í málum er varða mengaðan jarðveg.

Umhverfis- og orkustofnun mælist til þess að þeir aðilar sem skipuleggja, framkvæma og túlka niðurstöður á sýnatökum úr menguðum jarðvegi hafi kynnt sér þessar leiðbeiningar og setið að minnsta kosti grunnnámskeið í sýnatöku á menguðum jarðvegi.

Leiðbeiningar þessar eru unnar að fyrirmynd sænsku náttúrustofnunarinnar (Naturvårdsverket), Sænska jarðtæknifélagsins (Swedish Geotechnical Society) og norskra umhverfisyrvalda en einnig eru ýmsir ISO-staðlar notaðir við gerð leiðbeininganna.

1 Mismunandi fasar í mengunarrannsóknum

Mikilvægt er að skipta rannsóknum á menguðum svæðum upp í mismunandi fasa eftir því sem rannsókninni vindur fram, sjá mynd 1.



Mynd 1: Þróun kunnáttu og kostnaðar við mengunarrannsóknir.

Með því að skipta rannsóknum upp í mismunandi fasa (sjá töflu 1) byggist smám saman upp þekking á svæðinu í réttu hlutfalli við þörf og kostnað framkvæmdarinnar (sjá mynd 1). Eftir hvern fasa er lagt mat á hvort fara eigi í næsta fasa eða hvort niðurstöður gefi tilefni til að hætta skuli rannsókn.

Ekki er fjallað um úrbótaáætlun, hreinsunaraðgerðir, sannreyningu og vöktun í þessum leiðbeiningum.

Tafla 1: Mismunandi fasar mengunarrannsókna.

Mengunarrannsókn	
Fyrsti fasi	Forathugun svæðis (e. preliminary site investigation)
Annar fasi	Rannsóknarfasi (e. intrusive investigation)
	a) Yfirlitsrannsókn (e. exploratory investigation)
	b) Ítarleg rannsókn (e. detailed site investigation)
	c) Viðbótarrannsókn (e. supplementary investigation)
Þriðji fasi	Úrbótaáætlun (e. remediation action plan)
Fjórði fasi	Sannreyning og vöktun (e. validation and monitoring)

1.1 Fyrsti fasi: Forathugun svæðis

Oft á tíðum kemur upp fyrsti grunur um að svæði geti verið mengað þegar heilbrigðiseftirlitið hefur skráð svæðið í gagnagrunn Umhverfis- og orkustofnunar yfir menguð svæði og gert frummat. Nánari upplýsingar um frummat er hægt að fá í leiðbeiningum stofnunarinnar um frummat fyrir menguð svæði¹.

Mikilvægt er að forathugun fari fram á svæðinu áður en eiginlegar mengunarrannsóknir hefjast. Nánari upplýsingar um framkvæmd forathugunar er hægt að nálgast í ISO staðli 18400-202. Forathugun er ætlað vera leiðbeinandi fyrir rannsóknarfasann. Forathugun má skipta í tvo hluta, annars vegar söfnun og rannsókn á fyrirliggjandi gögnum og öðrum upplýsingum, og hins vegar vettvangsathugun.

Við vettvangsathugun ætti að hafa augun opin fyrir raski á yfirborði (litur eða lykt), gróðri, sigi sem gæti bent til urðunar, jarðvegshauga, steypu eða malbikuðu yfirborði, skurðum, byggingum, hleðslu- og losunarsvæðum, geymslusvæðum, tönkum og lögnum o.s.frv.

Jarð- og vatnafræðilegar upplýsingar sem hægt er að afla í vettvangskonnnun eru t.d. hvort berg sé sjáanlegt á yfirborðinu, upplýsingar um landslag og rakastig í jarðveginum, tegund viðtaka o.fl. Kort sem veita gagnlegar jarðfræðilegar upplýsingar eru t.d. landfræðikort,

¹ <https://uos.is/skjol/eftirlit/frummat-fyrir-mengud-svaedi>

jarðvegskort, berggrunnskort og vatnakort. Einnig er gott ef hægt er að óska eftir upplýsingum um vatnsgæði í nálægum brunnum frá landeigendum eða sveitarfélögum.

Einn mikilvægasti hluti forathugunar er að allar upplýsingar um svæðið séu teknar saman og að huglægt svæðislíkan sé mótað fyrir svæðið (sjá kafla 3). Í forathugun eru ekki alltaf öll gögn til staðar né staðfest og því þarf á þessu stigi að gefa sér ýmsar forsendur sem síðan eru staðfestar eða breytt á síðari stigum rannsóknarinnar. Þær forsendur sem oftast þarf að gefa sér á þessu stigi varða mengunarefni, útbreiðslu, jarðlagaröð og grunnvatnsrennsli. Í líkaninu skal einnig tilgreina mögulegar dreifileiðir og áhættu vegna útsetningar.

Afrakstur forathugunarinnar getur verið mjög breytilegur. Ef mengunin er gömul eða kortagrunni er ábótavant geta niðurstöðurnar oft verið takmarkaðar. Ein niðurstaða forathugunar getur verið að frekari rannsókna sé ekki þörf.

Samhliða lýsingu á eiginleikum mengunar og þróun huglægs svæðislíkans, eykst þekkingin m.a. á staðbundnum jarð- og vatnafræðilegum skilyrðum, sem eru nauðsynlegar upplýsingar til að geta sagt til um dreifingu mengunar í jarðvegi. Sama gildir um t.d. uppröðun jarðlaga, lekt, stöðu bergyfirborðs, grunnvatnsstöðu o.s.frv. Sérstaka áherslu ætti að leggja á að kortleggja lagnir, línur og önnur neðanjarðar mannvirki á svæðinu.

Einn aðal tilgangur forathugunar er að setja fram tilgátur um hvaða mengunarefnum er mikilvægt að leita að og reyna að raða svæðinu í einhvern af flokkunum í töflu 2 (Hortensius et al, 1990)

Tafla 2: Tillgátur Hortensius.

Tilgátur		
1	Ekki búist við mengun	
2	Búist er við einsleitri mengun (dreifð mengun)	
3	Gert er ráð fyrir einum eða fleirum álagspunktum með þekkta staðsetningu	a) Yfirlitsrannsókn (e. Exploratory investigation)
4	Búist er við einum eða fleirum álagspunktum af óþekktri staðsetningu	b) Ítarleg rannsókn (e. Main site investigation)

Ef forathuginin gefur til kynna á að engin efni sem eru hættuleg umhverfi og heilsu hafi verið meðhöndluð á svæðinu má setja fram tilgátuna „ekki er búist við mengun“. Ef í ljós kemur að t.d. skordýraeitri hefur verið dreift yfir svæðið eða ryk úr nærliggjandi skorsteini hafi fallið yfir svæðið má búast við dreifðri mengun, þ.e. tilgátu 2. Ef t.d. iðnaðarstarfsemi hefur verið á svæðinu má búast við einum eða fleiri álagspunktum, þ.e. tilgátu 3 eða 4.

Rannsóknarsvæði getur verið skipt upp í nokkur minni svæði m.a. sökum breytileika í mengun, sögu eða jarðfræði. Svæði sem inniheldur sorphaug og nokkra olíugeyma en er að öðru leyti tiltölulega „náttúrulegt“, getur þannig verið skipt upp í nokkur minni svæði með mismunandi tilgátur. Rannsóknir skulu skipulagðar þannig að allar viðeigandi tilgátur eru prófaðar fyrir öll svæðin.

1.1.1 Skýrsla forathugunar

Unnin er skýrsla um forathugun þar sem farið er yfir öll gögn og upplýsingar sem lágu fyrir við gerð forathugunarinnar og niðurstöður settar fram. Hluti af niðurstöðunum er að móta huglægt svæðislíkan (sjá kafla 3) eins og það lítur út þá stundina, sem nýtist við ákvarðanatöku um nauðsyn áframhaldandi rannsókna. Einnig eru settar fram ráðleggingar fyrir næstu skref.

Skýrslu forathugunar ætti að setja upp á hefðbundnu skýrsluformi og innihalda eftirfarandi kafla:

- Efnisyfirlit
- Samantekt
- Inngangur
- Markmið og umfang
- Upplýsingar um svæðið
- Upplýsingar um rannsóknina
- Huglægt svæðislíkan
- Umræður og mótun tilgáta
- Ályktanir
- Tilmæli (t.d. um frekari rannsókn)
- Viðaukar

Að auki ættu eftirfarandi upplýsingar að koma fram í skýrslunni eftir því sem við á:

- Eigendasaga lóðar/svæðis
- Upplýsingar um starfsemi og rekstraraðila sem starfað hafa á svæðinu
- Núverandi og framtíðarnýting svæðisins samkvæmt skipulagi
- Aðstæður á svæðinu m.t.t. ýmissa umhverfispáttá sem gætu haft áhrif á dreifingu mengunar og sem mengun getur haft neikvæð áhrif á t.d. vatnafar, jarð- og jarðvegsfræði, veðurfar, og vistkerfi
- Meðhöndlun efna
- Öryggisblöð efna (SDS)
- Upplýsingar um leka eða önnur mengunaróhöpp
- Urðunar- og fyllingarsvæði
- Samþykktir aðaluppdrættir bygginga
- Fornleifaskráning
- Stjórnvaldsákvarðanir sem gefnar hafa verið út og hafa áhrif á svæðið
- Jarðtæknirannsóknir sem framkvæmdar hafa verið

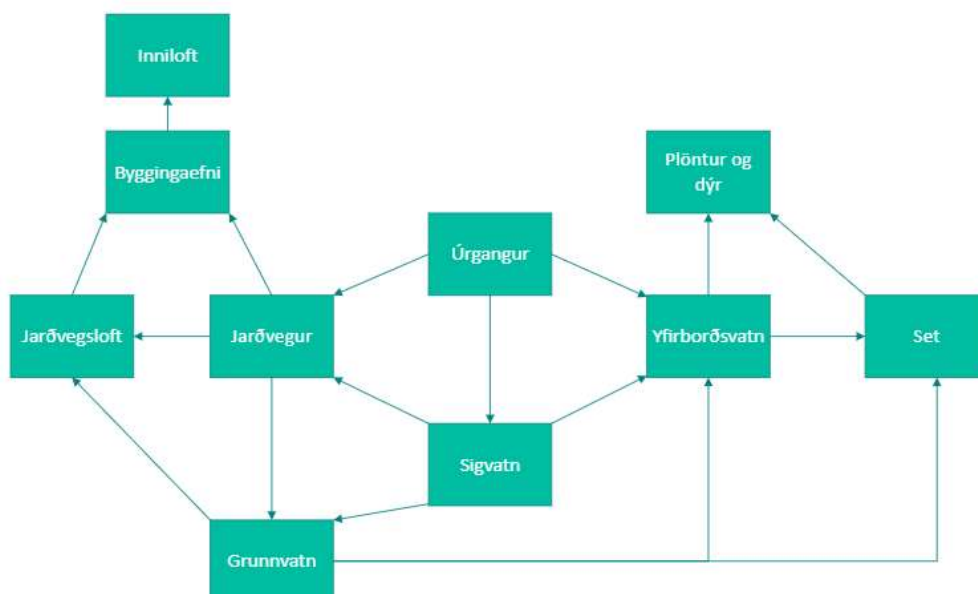
- Loftmyndir, gamlar og nýjar
- Mögulegir viðtakar
- Verndarsvæði
- Dreifileiðir
- Munnlegar heimildir, m.a. viðtöl við starfsfólk, nágranna, slökkvilið og heilbrigðiseftirlit
- Skýrslur eftirlitsstofnana
- Upplýsingar um vettvangskönnun
- Upplýsingar frá yfirvöldum, fyrirtækjum, öðrum hagaðilum og fjölmiðlum
- Skilgreina mögulega svæðisskiptingu vegna mismunandi jarðfræðilega eiginleika eða mismunandi mengunar

Niðurstaða forathugunar ætti að vera ályktun um það hvort nauðsynlegt sé að ráðast í næsta rannsóknarfasa eða ekki.

1.2 Annar fasi: Rannsóknarfasa

Þegar forathugun er lokið og ein eða fleiri tilgátur hafa verið settar fram, tekur eiginleg mengunarrannsókn við. Faglega unnin forathugun er mikilvæg forsenda fyrir skilvirkri vinnu við mengunarrannsókn og er líkleg til að spara bæði tíma og kostnað við rannsóknina. Rannsóknarfasa má skipta í þrjú þrep, yfirlitsrannsókn, ítarlega rannsókn og viðbótarrannsókn. Hvert þrep er svo tekið saman í skýrslu.

Mengun getur breiðst út á mismunandi vegu eins og sést á mynd 2. Venjulega þarf aðeins að rannsaka nokkra af þeim miðlum/efnum sem tilgreind eru á myndinni. Niðurstaða forathugunarinnar nýtist til að ákvarða þá miðla sem skal rannsaka í rannsóknarfasanum.



Mynd 2: Dreifimynstur mengunar í mismunandi miðla. Að auki dreifist mengun í loft.

1.2.1 Yfirlitsrannsókn

Það fer eftir niðurstöðu forathugunarinnar hvort ráðist er í yfirlitsrannsókn. Tilgangur yfirlitsrannsókna er að skapa grófa yfirsýn yfir mengun svæðisins til að unnt sé að staðfesta eða hafna áður framsettri tilgátu. Oftast eru ekki tekin mörg sýni í yfirlitsrannsókninni heldur er markmiðið að prófa tilgáturnar og kanna tilvist mengunar. Ef óvissa ríkir um hvaða mengunarefni geta verið í jarðvegi, grunnvatni eða seti þarf að gera skimunargreiningar sem ná yfir breitt svið efna eða efnahópa.

1.2.2 Ítarleg rannsókn

Ef yfirlitsrannsóknin staðfestir einhverja af tilgátum 2-4 sem settar voru fram í forathugun (sjá töflu 2) er farið í ítarlega rannsókn sem hefur þann tilgang að afmarka og skilgreina mengað svæði og kortleggja mögulega dreifingu mengunarinnar.

Í samanburði við yfirlitsrannsókn eru í þessum áfanga tekin mun fleiri sýni, en þau eru gjarnan rannsökuð með tilliti til færri efna (oft einungis þeirra efna sem finnast í yfirlitsrannsókninni). Fjallað er nánar um fjölda sýna í kafla 4.2.

Áður en ítarleg rannsókn er skipulögð ber að huga að þörf og umfangi tölfræðilegrar úrvinnslu á þeim gögnum sem aflað er.

1.2.3 Viðbótarrannsókn

Að lokinni ítarlegri rannsókn getur hafa skapast óvissa um einhverja þætti eða uppgötvast að bæta þurfi við rannsóknum á einhverjum svæðum eða fyrir einhverjum efnum. Þá er farið í umfangs minni rannsókn sem beinist eingöngu að því að bæta við þær upplýsingar sem þegar hafa fengist við gerð ítarlegrar rannsóknar ásamt því að uppfæra huglæga svæðislíkanið með þeim upplýsingum sem fram koma við framkvæmd viðbótarrannsóknarinnar.

1.2.4 Skýrslur rannsóknarfasa

Að lokinni hverri rannsókn er skrifuð skýrsla þar sem farið er yfir markmið rannsóknarinnar og niðurstaða hennar reifuð. Mikilvægt er að uppfæra huglæga svæðislíkanið í samræmi við niðurstöður hvernar rannsóknar.

Í skýrslunni þarf að lágmarki eftirfarandi að koma fram:

- Grunnupplýsingar um verkið, verkkaupa og ráðgjafa
- Markmið og umfang rannsóknarinnar
- Vísun í viðeigandi lög, reglugerðir, leiðbeiningar og staðla
- Lýsing á því sem fólst í rannsókninni

- Lýsingu á vettvangsvinnunni
- Lýsing á þeim sýnum sem tekin voru, hvernig og hvar
- Niðurstöður vettvangsgreininga
- Lýsing á undirbúningi sýna fyrir rannsóknarstofu
- Niðurstöður efnagreininga
- Upplýsingar um hver framkvæmdi efnagreiningarnar og hvort viðkomandi rannsóknarstofa sé vottuð
- Gæðastjórnun
- Lýsing á fyrri rannsóknum á svæðinu
- Kort af svæðinu
- Staðsetning hnita og hvaða hnitakerfi er notað
- Upplýsingar ef vikið var frá sýnatökuáætluninni
- Uppfært huglægt svæðislíkan
- Kort með öllum sýnatökustöðum merkt inn á
- Myndir
- Efnagreiningaskýrslur
- Vettvangsskýrsla

2 Markmið og umfang

Sem hluta af vinnu með menguð svæði ætti í öllum skýrslum að fjalla um markmið og umfang rannsóknarinnar út frá þeim bakgrunnsupplýsingum sem fengist hafa um svæðið við gerð forathugunar og skilgreina hvaða upplýsingar vantar.

Markmið rannsóknarinnar á að lýsa því hvers vegna rannsóknin er nauðsynleg og hvernig eigi að nýta niðurstöður hennar. Það gæti til dæmis verið að taka þurfi ákvarðanir um möguleika til uppbyggingar svæðis, ákvörðun um landnýtingu í skipulagsáætlunum, fá grundvöll til að taka ákvörðun um þörf fyrir hreinsunaraðgerðir eða hvernig skuli meðhöndla uppgröft frá svæðinu.

Markmiðið á einnig að lýsa þeim árangri sem stefnt er að ná með rannsóknunum. Það gæti, til að byrja með, verið að sýna fram á að mengun sé til staðar, eða á síðari stigum að afmarka dreifingu mengunar frá upprunastað.

Umfang rannsóknar er einnig skilgreint í markmiðinu, þ.e. hvaða miðla eigi að skoða, hvaða svæði og hvort og hvers kyns byggingar falla undir rannsóknarsvæðið. Markmið og tilgangur eru venjulega mismunandi milli mismunandi rannsóknarstiga á sama svæði.

3 Huglægt svæðislíkan

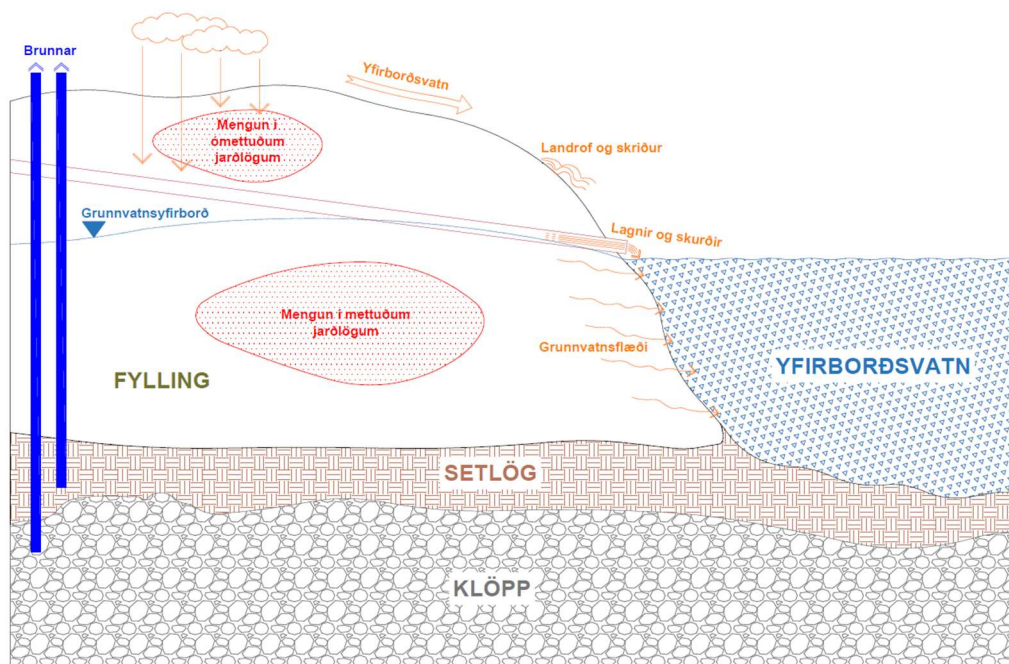
Huglægt svæðislíkan er myndræn og/eða skrifleg lýsing á aðstæðum og inniheldur það sem vitað er á ákveðnum tímapunkti og vænta má að sé til staðar á svæðinu, t.d. tegund

mengunar, jarðfræði, umhverfi og dreifing mengunar. Huglægt svæðislíkan ætti að bera kennsl á mögulegar dreifileiðir sem viðtakar, núverandi og framtíðar, gætu orðið fyrir áhrifum af mengun nú og til framtíðar. Einnig eru settar fram upplýsingar um hverju er búist við og þær upplýsingar eru svo staðfestar eða afsannaðar í þeim rannsóknum sem á eftir koma. Taka skal fram ef um óstaðfestar upplýsingar sé að ræða. Þetta geta verið upplýsingar um nákvæma staðsetningu mengunar, flæði grunnvatns, lekt jarðlaga ofl.

Prep 1	•Skilgreina heildarmarkmið og mörk.
Prep 2	•Greina þekkt og hugsanleg mengunarefni og lýsa upptökum þeirra.
Prep 3	•Greina og lýsa öllum þekktum og hugsanlega menguðum miðlum.
Prep 4	•Greina allar mögulegar dreifileiðir.
Prep 5	•Greinið alla viðtaka, útsetningarleiðir og útsetningarstaði.
Prep 6	•Greinið mögulega fyrirsjáanlega atburði.

Mynd 3: Sex þrep við gerð huglægs svæðislíkans.

Mikilvægur þáttur í huglægu svæðislíkani er mótun tilgátu um mengunina. Athugið að undirbúningur huglægs svæðislíkans krefst túlkunar á fyrirliggjandi upplýsingum og skýrrar viðurkenningar á óvissu í þeim upplýsingum, sjá mynd 3 sem sýnir mismunandi þrep sem stuðst er við gerð huglægs svæðislíkans.



Mynd 4: Dæmi um huglægt svæðislíkan fyrir fyllingarsvæði eða urðunarstað [SGF 2013]

Mikilvægt er að leggja áherslu á þessa vinnu þar sem hún er grundvöllur rannsóknarinnar sem á eftir kemur og eru ákvarðanir um markmið og umfang áframhaldandi rannsókna teknar út frá því. Huglægt svæðislíkan auðveldar skilning á vandamálinu og myndar þannig mikilvægan grundvöll til að greina, óvissupætti og meta hvort þörf sé á frekari upplýsingum.

Eftir því sem fleiri rannsóknir eru gerðar er líkanið uppfært með nýrri þekkingu á svæðinu. Nánari upplýsingar um hvernig framkvæma skal huglægt svæðislíkan er m.a. hægt að finna í ISO staðli 18400-202 og ISO staðli 21365.

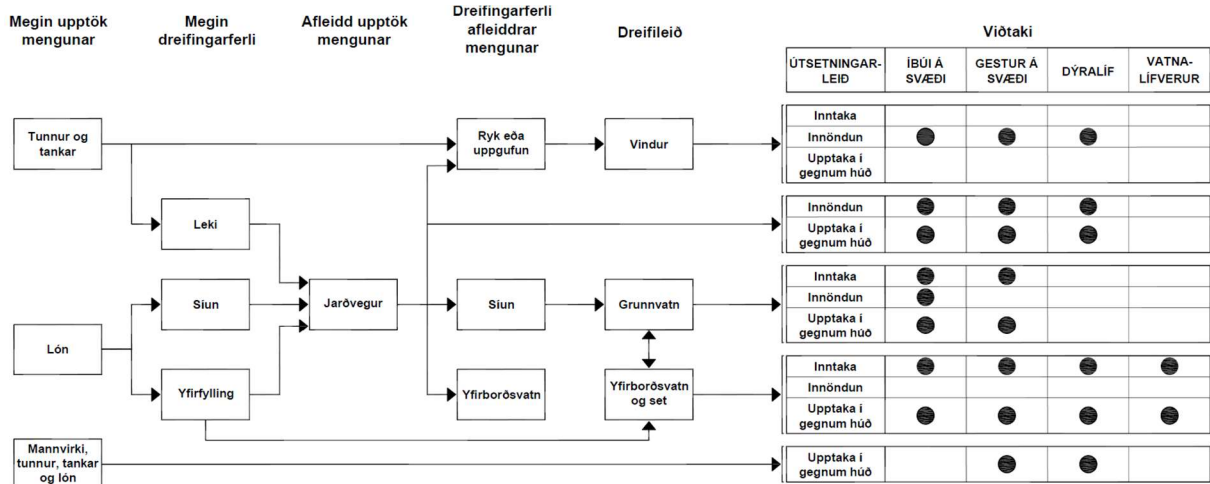
Huglægt svæðislíkan ætti að minnsta kosti að lýsa:

- Staðsetningu, dýpt og útbreiðslu mengunar
- Tegund mengunar
- Jarðfræðilegar og vatnafræðilegar aðstæður
- Dreifingar- og flutningsleiðir mengunarefna (farvegur váhrifa)
- Staðsetning neðanjarðargeyma og niðurgrafinna lagna eða aðrar aðstæður sem geta haft áhrif á dreifingu mengunarinnar
- Viðkvæmir viðtakar og aðrir viðtakar
- Upplýsingar um yfirborðsvatn
- Upplýsingar um vernduð svæði



Mynd 5 Dæmi um huglægt svæðislíkan fyrir gamlan urðunarstað eða landfyllingu (mynd frá Verkis).

Huglægt svæðislíkan getur verið einfölduð mynd af aðstæðum á svæðinu (sjá mynd 4 og mynd 5) en það getur einnig verið á töflu formi (sjá mynd 6).



Mynd 5: Dæmi um huglægt svæðislíkan með áherslu á útsetningarleiðir fyrir viðtaka [US EPA, 2011]

4 Sýnatökuáætlun

Þegar niðurstaða forathugunar er að þörf sé á frekari rannsóknum er unnin sýnatökuáætlun. Gerð er sýnatökuáætlun fyrir hverja og eina rannsókn. Tilgangur sýnatökuáætlunar er að lýsa því á ítarlegan hátt hvernig rannsókn skuli háttað.

Sýnatökuáætlun er stuðningur við framkvæmd rannsóknar, en einnig leið til að hafa samskipti við hlutaðeigandi aðila, þá sér í lagi eftirlitsaðila, um hvað eigi að rannsaka og hvernig staðið skuli að rannsókni. Sýnatökuáætlun ætti ávallt að senda til eftirlitsaðila þegar unnið er á þekktum menguðum svæðum og sem hluti af umsókn um starfsleyfi þegar þörf er á slíku.

Sýnatökuáætlun þarf að innihalda huglægt svæðislíkan en einnig greina frá mörkum rannsóknarsvæðis, staðsetningu fyrirhugaðra sýnatökustaða, hvers konar mengunar er búist við á svæðinu, sýnatökuaðferð og aðferðafræði sem ætlunin er að nota. Í viðauka með þessum leiðbeiningum og ISO staðli 18400-202 er listi yfir þekkt mengunarefni frá mismunandi starfsemi. Hægt er að finna nánari lýsingar á framkvæmd sýnatökuáætlunar í ISO staðli 18400-101.

Nokkrir þættir geta haft áhrif á gæði þeirra gagna sem safnað er í mengunarrannsóknum. Grunnurinn að vönduðum rannsóknum er gott skipulag og að rannsóknir séu gerðar með réttum búnaði og með réttri aðferðafræði. Vel undirbúin og ígrunduð sýnatökuáætlun er þannig mikilvægur þáttur til að tryggja gæði mengunarrannsókna.

Við gerð sýnatökuáætlunar er nauðsynlegt að taka tillit til m.a. eftirfarandi þátta:

- Skiptingu svæðisins í minni hluta

- Sýnatökuaðferð (borholur, grafnar holur og sýnatökubúnaður)
- Úr hvaða miðli á að taka sýni
- Hvaða sýnatökumynstur ætti að nota, m.a. í tengslum við tölfræðilega úrvinnslu gagna og þörf fyrir líkön fyrir dreifingu mengunar
- Umfang og notkun skimunargreininga
- Hversu mörg sýni á að taka
- Hversu mörg sýni á að efnagreina og hvort nota eigi safnsýni eða ekki
- Á hvaða dýpi á að taka sýnin
- Hvort og þá hvar væri hægt er að taka bakgrunnssýni
- Hvaða efnagreiningar á að framkvæma
- Gæðatrygging sýnatöku, m.a. tryggja að notuð séu viðeigandi sýnatökuílát sem eru samþykkt af rannsóknarstofunni sem framkvæmir efnagreiningarnar.
- Pökkun sýna
- Skjölun
- Geymsla sýna bæði fyrir flutning til rannsóknarstofu og sýna sem ekki eru send til greiningar
- Flutningur sýna
- Efnagreiningar

Svæði sem verið er að rannsaka geta verið mismunandi að stærð og margbreytileg. Í mörgum tilvikum þarf að taka sýni úr nokkrum mismunandi miðlum, svo sem jarðvegi, grunnvatni, seti o.s.frv., og mismunandi sýnatökuaðferðir eru nauðsynlegar fyrir mismunandi miðla.

Rannsóknarsvæði má oft skipta í nokkur minni svæði og það getur verið við hæfi að velja mismunandi sýnatökuaðferðir fyrir mismunandi hluta, jafnvel þótt taka eigi sýni úr sama miðli. Skiptingu svæðis í minni hluta er t.d. hægt að gera út frá mismunandi jarðgerðum, mengunarefnum eða uppsprettusvæði.

4.1 Sýnatökuaðferð

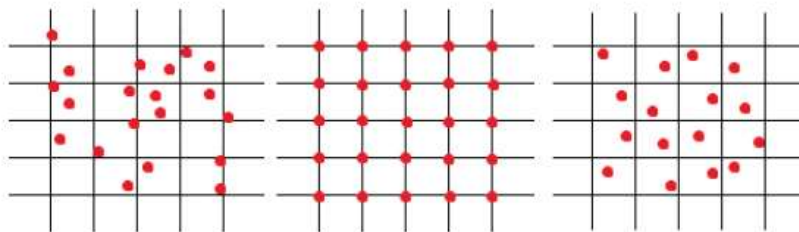
Val á sýnatökuaðferð er mikilvægur hluti af sýnatökuáætlun. Aðferðarfræði við sýnatökur ætti að vera ákveðin út frá tilgangi sýnatökunnar. Venjulega er valin ein af eftirfarandi aðferðum við að staðsetja sýnatökustað:

- Kerfisbundið sýnatökumynstur
- Leit að álagspunktum
- Markviss sýnataka

Kerfisbundið sýnatökumynstur (e. systematic sampling) er gjarnan notuð þegar takmörkuð vitneskja er um hvar mengun eða mengunarvaldar eru staðsettir innan svæðis. Kerfisbundið sýnatökumynstur er oft heppilegra á síðari verkstigum, m.a. til að auka þekkingu og skilning á svæðinu, til að geta framkvæmt áhættumat, afmarkað mengun eða gert rúmmálsútreikninga.

Þrjú algengustu kerfisbundnu sýnatökumynstrin eru:

- Slembiúrtak
- Kerfisbundin sýnataka
- Kerfisbundið slembiúrtak



Mynd 6: Dæmi um kerfisbundin sýnatökumynstur. Til vinstri er slembiúrtak, í miðjunni er kerfisbundin sýnataka og til hægri er kerfisbundið slembiúrtak. Rauðu punktarnir á myndinni tákna sýnatökustaði og hvernig þeim er dreift yfir svæðið sem verið er að rannsaka [SGF 2013].

Möskvastærð (sjá myndi 7) í kerfisbundnu sýnatökumynstri er gjarnan um 30 m í yfirlitsrannsókn og 10 – 15 m í ýtarlegri rannsókn. Mikilvægt er samt að aðlaga kerfið að aðstæðum á hverju svæði. Reynslan hefur sýnt að í mörgum tilfellum er kerfisbundið sýnatökumynstur bæði hagnýtt og gefur nægilega nákvæma mynd af breytileika svæðisins. Þegar við á og eftir þörfum ætti að bæta við sýnatökustöðum samkvæmt aðferðum fyrir leit að álagspunktum og markvissri sýnatöku.

Með **leit að álagspunktum** (e. detection of hotspots) er markmiðið að finna mengunarvalda eða aðra hluti með óþekkta eða ónákvæma staðsetningu. Aðferðir fyrir leit að álagspunktum hentar best þegar staðsetja á hluti eða mengunarvalda og þekking á staðsetningunni fyrir fram er lítil, til dæmis þegar leitað er að niðurgrofnum tönkum eða geymum eða smærri svæðum með mjög mikla mengun.

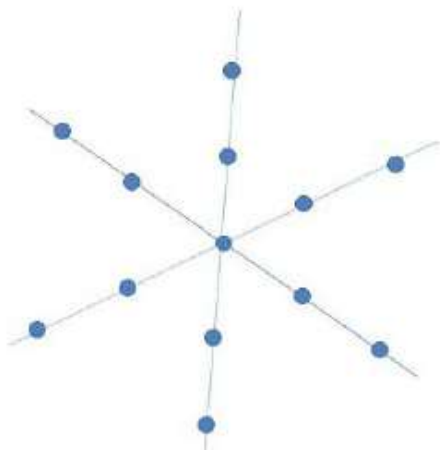
Aðferðafræðin byggir á að reiknað er út fyrir fram hversu mörg sýni þarf að taka til þess að finna mengunarvald af ákveðinni stærð og sýnatökumynstur eru valin þannig að hægt er að reikna út líkurnar á að finna mengunina (sjá viðauka I í ISO staðli 18400-104:2018). Áreiðanleiki þeirra upplýsinga sem eru til um svæðið hefur áhrif á hversu vel aðferðafræðin virkar. Með aukinni þekkingu á til dæmis fyrri starfsemi og núverandi starfsemi innan svæðisins eykst nákvæmnin. Til að bæta þekkingu á svæðinu geta jarðeðlisfræðilegar rannsóknir eða aðrar skimunaraðferðir vera gagnlegar.

Algengast er að notað sé kerfisbundið sýnatökumynstur við leit að upptökum mengunar, þó að slembiúrtak sé einnig notað, sjá mynd 7 hér að ofan.

Með **markvissri sýnatöku** (e. judgemental sampling) byggir sýnatökumynstrið meira og minna á huglægu mati á grundvelli fyrri þekkingar og reynslu, en þá er verið að leita eftir staðfestingu á tilgátum sem settar hafa verið fram á fyrri stigum. Fjöldi sýnatökustaða og staðsetning þeirra er t.d. ákvörðuð út frá upplýsingum um mengandi starfsemi á svæðinu. Við skoðun á menguðum svæðum er markviss sýnataka oft viðeigandi í upphafi rannsókna, t.d. við yfirlitsrannsókn svæðis, þegar markmiðið er að staðfesta eða hafna því að mengun sé til staðar innan svæðisins. Þetta þýðir að fyrirliggjandi upplýsingar verða mjög mikilvægar.

Dæmi um markvissa sýnatöku getur verið þegar fyrirliggjandi upplýsingar gefa til kynna staðsetningu neðanjarðargeyma og markvisst eru tekin sýni umhverfis áætlaða staðsetningu geyma til að staðfesta tilvist þeirra og mögulega dreifingu mengunar út frá þeim.

Annað dæmi um úrtak sem byggir á markvissri sýnatöku er geislasýnataka (sjá mynd 8). Markmiðið með geislasýnatöku er venjulega að skilgreina dreifingu mengunar.



Mynd 7: Dæmi um markvissa geislasýnatöku [SGF 2013].

Í geislasýnatöku eru sýnatökustaðirnir settir eftir geislalínunum frá miðpunkti, t.d. þekktum álagspunkti, sjá mynd 8.

Misjafnt er hversu mörg sýni þarf til að fá lýsandi niðurstöðu í rannsókninni, en það fer eftir eðli svæðisins.

4.2 Fjöldi sýna

Sýnatakan þarf að tryggja að miklar líkur séu á að sem mest af menguninni komi í ljós við rannsóknina. Það er því mikilvægt að vita hvaða starfsemi og athafnir hafa áður átt sér stað á svæðinu og hvaða mengun gæti hafa komið frá starfseminni. Þær upplýsingar ættu að hafa komið fram við forathugun svæðis.

Á menguðum svæðum er oftast hægt að finna eitt af eftirfarandi þremur dreifingarmynstrum mengunar:

1. Dreifð eða einsleit mengun.
2. Álagspunktar með þekkta staðsetningu.
3. Álagspunktar með óþekkta staðsetningu.

Fjarlægðin á milli sýnatökupunkta má ekki vera meiri en flatarmál mengunarinnar og því má þéttleiki sýna ekki minnka verulega með vaxandi umfangi svæðisins sem verið er að skoða. Fjöldi sýna sem þarf til að fá lágmarksmynd af mengunarástandinu kemur fram í töflu 3 og miðast við framtíðarnotkun svæðisins.

Tafla 3: Lágmarks fjöldi sýna á svæðum með: dreifða eða einsleita mengun (svartar tölur), álagspunkta með þekkta staðsetningu (grænar tölur) og álagspunkta með óþekkta staðsetningu (bláar tölur).

Flatarmál (m ²) / landnotkun	<500	1.000	2.000	3.000	4.000	5.000	Aukning á fjölda sýna fyrir hverja 1.000 m ² á milli 5.000-10.000m ²	Aukning á fjölda sýna fyrir hverja 1.000m ² yfir 10.000m ²
Íbúðasvæði	4	8	10 (12) (16)	12 (16) (24)	14 (20) (32)	16 (24) (40)	2 (4) (8)	1 (2) (4)
Atvinnusvæði	4	8	8 (8) (8)	8 (8) (12)	10 (12) (16)	12 (16) (20)	2 (4) (4)	1 (1) (2)

4.2.1 Dreifð eða einsleit mengun

Þegar talið er að mengun dreifist jafnt yfir svæðið eða að jarðvegurinn sé ekki mengaður út frá neinni ákveðinni uppsprettu ætti sýnataka að fara fram samkvæmt kerfisbundnu sýnatökumynstri, sjá mynd 7. Nauðsynlegt er að taka nógu mörg sýni til meta sem best hættuna á svæðinu og því er gerð krafa um aukinn fjölda sýna á svæði sem nota á undir íbúðabyggð miðað við svæði sem á að nýta sem atvinnusvæði. Það er vegna þess að afleiðingarnar af því að greina ekki mengun á svæðum með viðkvæmri landnotkun eru meiri en á svæðum með síður viðkvæmri landnotkun.

Þegar um er að ræða dreifða eða einsleita mengun hentar stundum að taka safnsýni. Fjöldi sýna sem taka þarf þegar um dreifða eða einsleita mengun er að ræða er sýnd í töflu 3. Fjöldi sýna eykst með stærð svæðisins sem verið er að rannsaka.

4.2.2 Álagspunktar með þekkta staðsetningu

Álagspunktar með þekkta staðsetningu er svæði þar sem til staðar eru áreiðanlegar upplýsingar um jarðvegsmengun, þ.m.t. upplýsingar um landnotkun og þá starfsemi sem farið hefur fram á svæðinu. Forathugun ætti að hafa leitt í ljós um hvers konar mengun er að ræða

og hvar álagspunktur eru og því er hægt að framkvæma markvissa sýnatöku (sjá kafla 4.1), þ.e. taka sýni af stöðum sem grunur leikur á að séu mengaðir. Á svæðum þar sem ekki liggur fyrir hvar mengun getur verið til staðar skal notast við kerfisbundið sýnatökumynstur. Fjöldi sýna sem þarf að taka er sýndur í töflu 3 í grænum texta.

4.2.3 Álagspunktur með óþekkta staðsetningu

Álagspunktur með óþekkta staðsetningu eru svæði þar sem litlar sem engar upplýsingar eru til um jarðvegsmengun á svæðinu en vitneskjan um það sem fram hefur farið á svæðinu bendir til þess að líkur séu á að jarðvegurinn sé mengaður. Í þessum tilvikum getur verið nauðsynlegt að framkvæma kerfisbundna sýnatöku ásamt markvissri sýnatöku til að unnt sé að áætla staðsetningu mengunar. Hér gildir líka að afleiðingin af því að finna ekki mengun er mest á svæðum með viðkvæma landnotkun. Fjöldi sýna sem þarf að taka er sýndur í töflu 3 í bláum texta.

4.2.4 Sértilvik á mjög stórum svæðum

Þegar verið er að rannsaka sérstaklega stór svæði ($> 100.000 \text{ m}^2$) má gera undantekningar frá almennum reglunni um fjölgun sýna á 1.000 m^2 umfram 10.000 m^2 . Þetta verður að ákveða í hverju tilfelli fyrir sig.

4.3 Framkvæmd sýnatöku

Til þess að ná markmiði rannsóknarinnar og þeim niðurstöðum sem ætlunin er að ná með sýnatökunni þarf bæði sýnatökuáætlunin og sýnatökuaðferðin að taka mið af þeim miðli sem á að taka sýni úr, þ.e. lofti, jarðvegi eða vatni. Sýnatökuáætlunin á ekki eingöngu að lýsa búnaðinum sem nota á og því hvernig sýnataka á að fara fram, heldur ætti hún einnig að vera aðferðalýsing fyrir þær sýnatökuaðferðir sem nota á.

Mengunarefnum má, með tilliti til eðliseiginleika, skipta upp í hópa út frá svipaðri hegðun efnanna, samhliða vali á sýnatökuaðferð (sjá töflu 4).

Flokkunin sem sett er fram í töflum 4 og 5 er gagnleg til að velja sýnatökuaðferð og taka ákvörðun um úr hvaða miðlum ætti að taka sýni.

Tafla 4: Skipting mengunar eftir eðlisfræðilegum eiginleikum (Kirkegaard, 1994).

Eiginleikar	Dæmi um efni
Rokgjörn, mjög vatnsleysanleg	Fenól, alkóhól
Rokgjörn, nokkuð vatnsleysanleg	Aromatísk vetniskolefni, klóruð leysiefni, létt olíusambönd
Ekki rokgjörn, lítið vatnsleysanleg	Málmar, "þung" olíuefnasambönd, fjölarómatísk vetniskolefni (PAH), skordýraeitur
Ekki rokgjörn, talsvert vatnsleysanleg	Skordýraeitur
Ekki rokgjörn, mjög vatnsleysanleg	Ólífræn sölt

Eðliseiginleikar mengunarefna og krossmengunarhætta ráða því úr hvaða miðli skal taka sýni og hvernig sýnataka skal framkvæmd. Yfirlit yfir miðla er í töflu 5. Í henni er m.a. tekið tillit til greiningarmarka þeirra greiningaraðferða sem notaðar eru. Að jafnaði eru greiningarmörk umtalsvert lægri fyrir vatnssýni en fyrir jarðvegssýni og því getur verið auðveldara að greina efni í vatnsfasa jafnvel þó að búast megi við að mengunin sé aðallega bundin við jarðvegsagnirnar.

Tafla 5: Val á sýnatökumiðli (Kirkegaard, 1994).

Eiginleikar	Ómettað svæði			Mettað svæði	
	Loft	Vatn	Jarðvegur	Vatn	Jarðvegur
Rokgjörn, mjög vatnsleysanleg		xx	x ^a	xx	x ^a
Rokgjörn, nokkuð vatnsleysanleg	x	xx	x	xx	x
Ekki rokgjörn, lítið vatnsleysanleg		x ^b	xx	x ^b	x
Ekki rokgjörn, talsvert vatnsleysanleg		x	x	xx	x
ekki rokgjörn, mjög vatnsleysanleg		xx	x ^c	xx	x

xx aðal sýnatökumiðill

x hægt að taka sýni í sumum tilfellum

a mikilvægt að tryggja að vatnið úr sýninu tapist ekki við sýnatöku

b sumir málmar og vatnsleysanleg lífræn efni geta verið mikilvæg

c geta verið útfellingar t.d við afoxunar skilyrði

4.4 Vettvangs- og rannsóknastofugreiningar

Val á efnagreiningum sýna er byggt á þekkingu á mengunaraðstæðum og sýnatökuaðferð. Umfang greininga ætti að taka mið af upplýsingum sem liggja fyrir um fyrri rekstur, til dæmis meðhöndlun efna og eldsneytis, sem og athuganir sem gerðar eru við sýnatöku á vettvangi.

Sýnatökuáætlun á að lýsa hvaða vettvangs- og rannsóknarstofugreiningar eigi að framkvæma.

Þumalfingursreglan er að á fyrri stigum rannsókna liggja oftast einungis takmarkaðar upplýsingar fyrir um svæðið og því er hentugt að velja breiða eða víðtæka greiningarpakka, til dæmis skimunargreiningar. Á síðari stigum er oft hægt að velja greiningar sem eru sértækari

fyrir efni sem eru til rannsóknar, sbr. niðurstöður yfirlitsrannsókna. Hægt er að nota vettvangsgreiningar svo sem PID eða XRF mæli bæði til að ákvarða hvaða sýni skulu send til rannsóknarstofu en einnig til að afmarka rannsóknarsvæðið.

Þegar umfang efnagreininga er valið skal taka tillit til eftirfarandi þátta:

- Sýni skulu tekin í viðeigandi sýnatökuílát sem koma frá þeirri rannsóknarstofu sem sér um efnagreiningarnar.
- Umfang greiningar verður að aðlaga að núverandi rannsóknarstigi.
- Valin efnagreining þarf að skila niðurstöðum sem eiga við og eru samanburðarhæfar við viðmiðunargildin sem notuð eru. Ganga skal úr skugga um að greiningarmörk rannsóknarstofu sé lægra en viðmiðunargildi sem notuð eru. Greiningarmörk skulu ekki vera hærri en 1/10 af viðmiðunargildunum.
- Magn sýnis þarf að vera nægilega mikið fyrir valdar greiningar. Rannsóknarstofur veita upplýsingar um magn sem þarf fyrir viðkomandi greiningar. Of lítið sýni getur valdið því að greiningarmörk greiningaraðferðar eru hærri en tilgreint er, sem og greiningarmörk fari yfir viðmiðunarmörk.

4.5 Hnitsetning

Sýnatökuáætlun lýsir því hvernig staðsetning sýnatökustaða er valin og hvaða nákvæmni er krafist. Á minni svæðum getur nægileg nákvæmni fengist með því að mæla og staðsetja hluti með málbandi frá núverandi aðstöðu (t.d. byggingum). Ef hnit eru ákveðin fyrir fram, er hægt að staðsetja þau með GPS staðsetningartæki. Þegar GPS tæki er notað skal athuga nákvæmni tækisins og skjalfesta það þar sem hún getur verið mjög mismunandi milli tækja.

Við mælingu og hnitsetningu er mikilvægt að tilgreina hvaða hnita- og hæðarkerfi á að nota. Gjarnan er stuðst við WGS84, ISN93 eða ISN2016. Þó er ekkert sem mælir gegn því að önnur kerfi séu notuð svo fremi sem það er tekið fram í sýnatökuáætluninni hvaða kerfi er notað.

Hæðarmæling á grunnvatnsrörum þarf að vera mjög nákvæm, og ættu skekkjumörkin ekki að fara yfir 1 cm, sérstaklega á svæðum þar sem munur á grunnvatnsþrýstingi er lítill. Í slíkum tilvikum er mælt með mælingu út frá föstum þekktum hæðarpunkti. Nákvæmnikröfur skulu tilgreindar í sýnatökuáætluninni.

5 Heimildaskrá

SGF, 2013. Fälthandbok, Undersökning av förorenade områden, rapport 2:2013. Swedish geotechnical society.

Helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn, TA2553:2009, Norwegian pollution control authority.

ISO staðall 18400-101, 2017. Framework for the preparation and application of a sampling plan

ISO staðall 18400-104, 2018. Strategies.

ISO staðall 18400-202, 2018. Preliminary investigations

ISO staðall 21365, 2020. Conceptual site models for potentially contaminated sites

Naturvårdsverket 1998. Vägledning för miljötekniska markundersökningar, rapport 4310, Del I: Strategi. Naturvårdsverket

Naturvårdsverket, 2024. Heimasíða Naturvårdsverket, <https://www.naturvardsverket.se/4a316e/globalassets/vagledning/fororenade-omraden/inventering/branschlista-fororenade-omraden-2024.pdf>, sótt 22. Nóvember

US EPA, 2011. Environmental Cleanup Best Management Practices: Effective Use of the Project Life Cycle Conceptual Site Model, Office of Solid Waste and Emergency Response. Environmental Protection Agency.

Viðauki Mengun eftir tegund starfsemi

Eftirfarandi listi er yfirlit yfir mögulega mengun sem getur fundist í jarðvegi vegna ýmskonar atvinnustarfsemi og er byggður á listum úr ISO staðli 18400-202 2018 og Bransch lista Naturvårdsverket (2024). Listinn er ekki tæmandi og þarf að meta fyrir hvert einstakt tilfelli.

Bensínstöðvar	Bensín, diesel, aðrar olíuvörur, BTEX, blý og aðrir þungmálmar, PAH, MTBE, klóruð leysiefni, glykol.
Bílaniðurrif	Olíuefni, bensín, smurolíur, blý, sink, kadmíum, kopar, króm, nikkel, PCB, PAG, glykol, klóruð leysiefni.
Bílasprautun	Blý, króm, kadmíum, klóruð leysiefni, leysiefni (t.d acetone og metanol), PAH, olíuvörur, bensín og terpentína.
Bílaverkstæði	Olíuvörur, úrgangsolía, bensín, terpentína, sink, blý, kadmíum, kopar, kvikasilfur, PAH, klórðu leysiefni, leysiefni, glykol og fenól.
Efnaiðnaður	Leysiefni, lífræn klórefnasambönd, arsen, króm.
Efnapvottalaugar	Triklóretylen, tetraklóretylen, freon, olíuefni og terpentína.
Framleiðsla á glerull/steinnull	Fenól, formalín.
Framleiðsla malbiks	PAH, Fenól, olíur, leysiefni.
Galvanisering	Arsen, blý, króm, kopar, nikkel, sink, kadmíum, síaníð, klóruð leysiefni, triklóretylen, olíuefni og úrgangsolía.
Garðyrkjustöð	DDT/DDE og önnur skordýraeitur, olíur, PCB, þungmálmar og díoxín.
Geymsla og dreifing varnarefna	Klóruð hydrokarbón, skordýraeitur, kvikasilfur, tin.
Gúmmíframleiðsla	Þungmálmar, sýaníð, bensen, toluen, fenól, PAH, klóruð hydrokarbon, ólífræn og lífræn brennisteinssambönd.
Gúmmívinnsla	Olíur, leysiefni, lífræn klór sambönd.
Iðnaðarmálun og yfirborðsmeðhöndlun	Leysiefni, lífræn klórefnasambönd, olíur, PFAS.
Korn- og Kjarnfóðurframleiðsla	Kvikasilfur, kopar og zink.
Lyfjaiðnaður	Leysiefni, toluen, bensen, hexan, formaldehyd, lífræn klórsambönd, cyaníð, kvikasilfur, fenól, sink, arsen, lyfjaleyfar, hormón, sýklalyf.
Málmsteypastöðvar	Kadmíum, kopar, króm, arsen, nikkel, blý, sink, mólýbden, olíuefni, fenól, BTEX, lífræn klór sambönd.
Málmvinnsla	Þungmálmar, fluor, cyaníð, klóruð leysiefni, leysiefni, olíur, PAH og PCB.

Málning, lím og lakkframleiðsla	Lífræn klórefnasambönd, klóruð leysiefni, leysiefni, fenól, arsen, króm, kopar, kadmíum, blý, sink, ftalöt, lífrænt fosfór, PCB og olíur.
Olíubirgðastöðvar	Olíur, BTEX, blý, PAH, MTBE, þungmálmar, klóruð leysiefni og glykol.
Pappírsiðnaður	Kvikasilfur, PCB og PFAS.
Plastiðnaður	Klóruð leysiefni, leysiefni, þungmálmar, cyaníð, þalöt, fenól, arómatísk vetniskolefni, klóruð vetniskolefni, lífræn fosfór eldvarnarefni.
Prentun	Klóruð leysiefni, leysiefni, fenól, lífræn klór sambönd, blý, kvikasilfur, króm, nikkel, cyaníð, PAH, olíuefni, þalöt.
Rafgeymar/spenna geymsla	Blý, króm, nikkel, kadmíum, arsen, sýrur.
Raftækni iðnaður	Þungmálmar, klórðu leysiefni, leysiefni, benzen, toluen, PCB, PAH, díoxín, furön og sýaníð.
Skipasmiðastöð/slippur	Leysiefni, arsen, blý, kadmíum, kopar, króm, kvikasilfur, olíuefni, TBT, TCEP.
Skotsvæði	Blý, kopar, antimon, sink, PAH (leirdúfur).
Smábátahöfn	Lífræn tin sambönd (TBT) þungmálmar, PCB, PAH og olíur.
Sútunarstöð	Leysiefni, klóruð lífræn efni, króm, kadmíum, kopar, nikkel, arsen, sink, kvikasilfur, olíur og PFAS.
Textíliðnaður	Leysiefni, fenól, lífræn klórsambönd. PER, PCP, króm, kadmíum, nikkel, kopar, cíanýð, PAH, olíuefni, perfluorat sambönd, brómuð eldvarnarefni og PFAS.
Urðunarstaðir	Þungmálmar, klóruð leysiefni, óklóruð leysiefni, fenól, olíur, brómeruð eldvarnarefni, PFAS, bisfenol A og PFAS m.a.
Varnarefni	Arsen, fenól, bensen og zylen.
Viðarvinnsla	Sulföt, fenól, arómatar, olíur, klóruð vetniskolefni.
Viðarvörn	Arsen, tin, kopar, króm, tjara (kreosotolía), flúor, fenol, pentaklórfenól, PAH og olíuefni.
Æfingasvæði slökkviliða	PFAS, olíur, PAH, þungmálmar, díoxín.