



Svartsengi

Frárennsli metanólverksmiðju CRI

Þórólfur H. Hafstað

Unnið fyrir Carbon Recycling International ehf.

Greinargerð

ÍSOR-15037

Verknr.:15-0147


10.07.2015

ÍSLENSKAR ORKURANNSÓKNIR

Reykjavík: Orkuáæður, Grensásvegi 9, 108 Rvk. – Sími: 528 1500 – Fax: 528 1699

Akureyri: Rangárvöllum, P.O. Box 30, 602 Ak. – Sími: 528 1500 – Fax: 528 1599

isor@isor.is – www.isor.is

Undirskrift verkefnisstjóra 	Yfirfarið af SGK
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------

1. Inngangur

Carbon Recycling International (CRI) hefur óskað eftir því að ÍSOR veiti ráðgjöf og álit um tilhögun við förgun á frárennsli í holu SV-1. Í þessari greinargerð koma fram upplýsingar og gögn sem þær tillögur byggjast á, ásamt álitum ÍSOR á þeirri tilhögun samkvæmt óskum Heilbrigðiseftirlits Suðurnesja (HES). Óskað er eftir álitum ÍSOR á eftirfarandi atriðum, en þau koma fram í verkbeiðni CRI til ÍSOR sem fylgir með í viðauka:

Hvort jarðlög svæðisins (jarðsjávarlag) geti tekið við nefndu vatnsmagni til lengri tíma, án þess að jafnvægi þess sé raskað að marki.

Hvort notkun fóðraðrar holu að 200 m dýpi tryggji að ekki sé hætt á blöndun frárennslisins við ferskvatnsstraum þann sem er að finna á svæðinu (ofan 40 m).

CRI hefur starfrækt tilraunaverksmiðju í Svartsengi frá árinu 2011 til framleiðslu á metanóli. Nú hefur framleiðslugeta verksmiðjunnar verið augin og er hún um 12 tonn af metanóli á sólarhring. Aðföng sín (CO₂) fær verksmiðjan úr útblæstri orkuvers HS Orku í Svartsengi og að auki þarf rafmagn til vetnisframleiðslu með rafgreiningu. Framleiðsluferlinu og hugsanlegum mengunarþáttum er lýst skilmerkilega í viðauka. Frárennsli verksmiðjunnar er þar skipt í eftirfarandi flokka:

- *Afjónunarvatn* um 0,5 L/s
- *Þéttivatn frá gufu* um 0,6 L/s
- *Metanóleiming* um 0,06 L/s *Metanól 20–600 ppm*
- *Vothreinsivatn* um 0,08 L/s *300–500 ppm af léttum, lífrænum gösum*
- *Regnvatn af svæði* Óþekkt vatnsmagn og afar mismikið

Alls er um að ræða förgun á 1–2 L/s af vökva en förgunarsvæði CRI er í jaðri vinnslu-svæðis orkuvers HS Orku í Svartsengi, hola SV-1. Sú hola er fyrsta rannsóknar/vatns-öflunarholan á svæðinu og var hún boruð á sínum tíma fyrst og fremst í könnunarskyni og til skolvatnsöflunar fyrir frekari boranir. Til eru hitamælingar úr henni frá því áður en að orkuvinnsla hófst á svæðinu (mynd 4). Ekki eru til seltumælingar úr SV-1 frá þeim tíma en gamlar rafleiðnimælingar úr nálægum eftirlitsholum (HSK-1 og HSK-12) benda ekki til að verulegar breytingar hafi orðið á grunnvatnsástandinu austur og norður af orkuveri og Bláa lóninu frá því virkjað var.

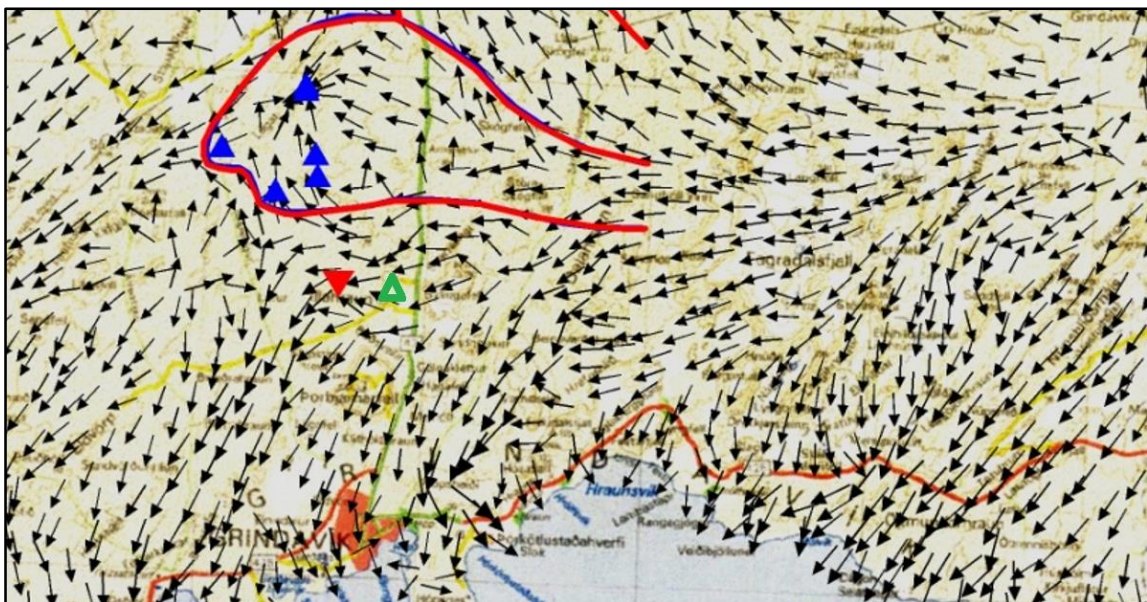
Háhitavatnsvinnsla orkuversins virðist því ekki hafa spillt þessum hluta svæðisins umtalsvert. Þarna gætti líklega dálítillar (náttúrulegrar) saltmengunar vegna jarðhita-áhrifa áður en vinnsla úr Svartengissvæðinu hófst. Hita- og leiðnimælingar frá 2010 gefa til kynna að skörp hita- og leiðniskil eru á rúmlega 30 m dýpi (Þórólfur H. Hafstað, 2010). Hiti hækkar þar úr 34°C upp í 41°C og leiðni úr 1800 µS/cm í 42000 µS/cm. Nánar verður fjallað um þessar mælingar síðar.

Mynd 1 sýnir hluta af mynd úr reiknilíkani Vatnaskila (2007). Þar eru sýndar rennslis-stefnur grunnvatns á svæðinu umhverfis Svartsengi. Ferskvatnsvinnslusvæðið í Lágum er þarna sérstaklega afmarkað með rauðri línu og þar innan við er áhrifasvæði ferskvatnsvinnslunnar. Þarna gerir líkanið ráð fyrir 623 L/s vatnsvinnslu.

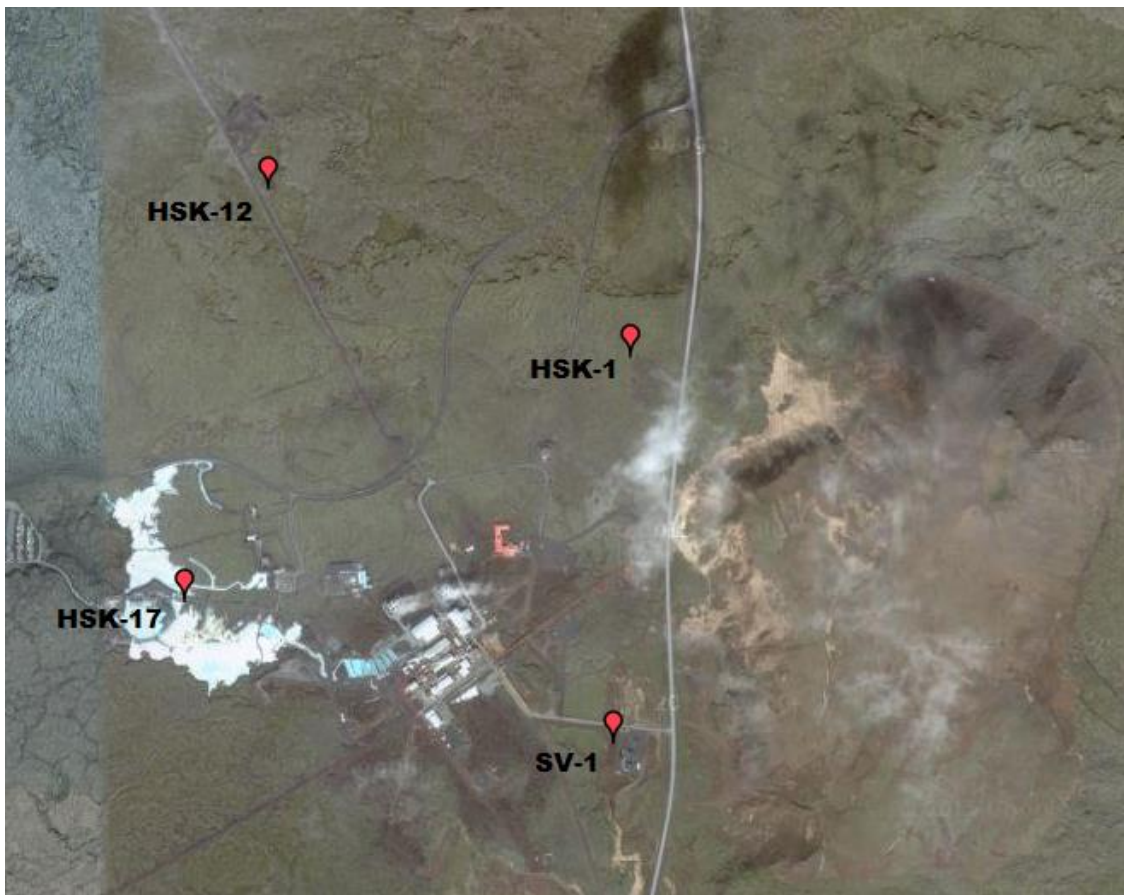
Vatnsból eru auðkennd með bláum þríhyrningi. Miðja niðurrennsli svæðis Bláa lónsins er merkt með rauðum og skammt austan þess er niðurrennslisholan SV-1 auðkennd með grænum þríhyrningi. Þar streymir grunnvatn að úr ANA og ber afrennsli CRI í átt að niðurrennsli svæði Bláa lónsins en ekki í átt að ferskvatnsvinnslunni í Lágum.

Sé lítið til nýlegra mælinga úr nálægum eftirlitsholum sést að hita- og leiðniaðstæður hafa lengst af verið nokkuð stöðugar í mæliholum á svæðinu meðfram núverandi þjóðvegi að Bláa lóninu (HSK-12 (myndir 6 og 7) og HSK-1 (myndir 8 og 9)). Það sama er ekki að segja á áhrifasvæði Bláa lónsins (myndir 10 og 11).

Í ljósi þess að afrennsli frá starfsemi CRI er lítið er talið ólíklegt að keyrsla reiknilíkans til prófunar á förgun þess í grunnvatnsstraum verði marktæk. Í þess stað er talið mikilvægara að huga að þeim atriðum sem varða staðbundnar aðstæður förgunarinnar sem snúa að holunni sjálfri og frágangi hennar.



Mynd 1. Skjáskot af mynd úr reiknilíkani Verkfræðistofunnar Vatnaskila (2007). Vatnsvinnslu-svæðið í Lágum er afmarkað. Vatnsból = blár hyrningur. Bláa lónið = rauður hyrningur. SV-1 = grænn hyrningur



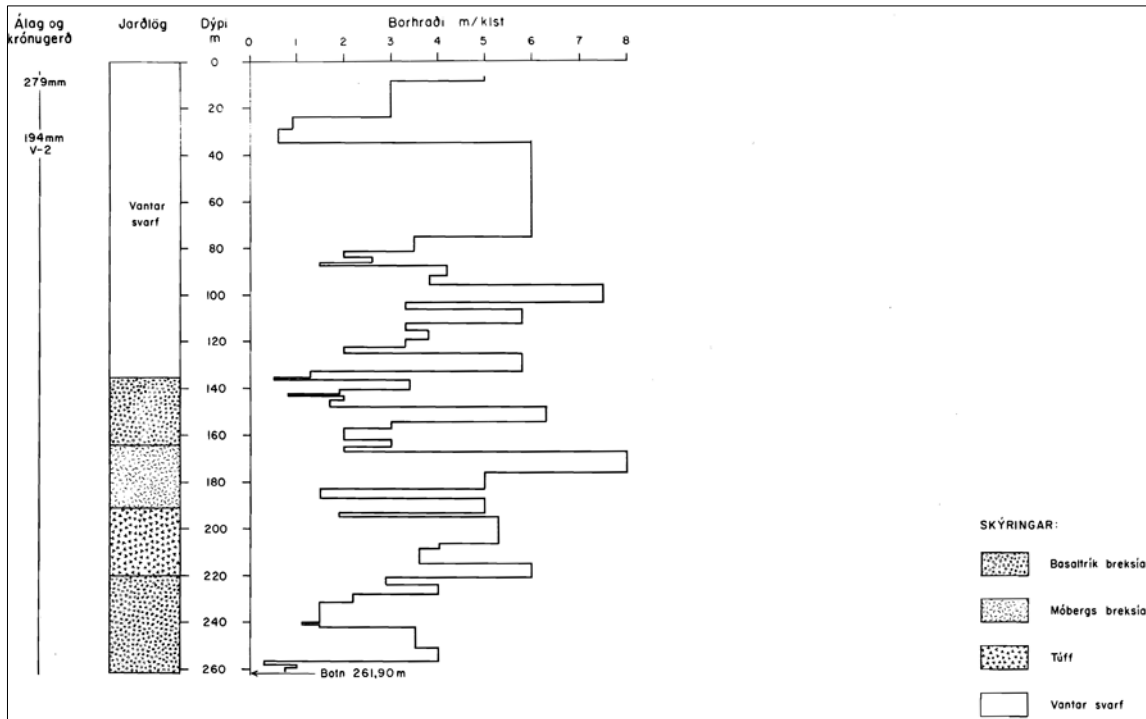
Mynd 2. Sýnd er staðsetning holunnar SV-1 og einnig kemur fram lega þriggja mælingaholna í grennd við orkuverid í Svartsengi.

2. Um holuna SV-1

Holan SV-1 hefur auðkennisnúmerið 16901 og hún var boruð með jarðbornum Glaumi dagana 15. nóvember til 2. desember 1971. Staðsetning hennar, hæð og hnit, er sýnt á mynd 2. Borað var með hjólakrónu og vatni (sem líklega hefur verið torfengið þarna). Borun virðist hafa gengið mæta vel en á 103–133 m dýpi var borað með borleðju („geli“) sem gæti vitnað um að þar hefði verið óstöðugt jarðlag (og mögulega lekara).

Holan er sögð vera fóðruð með 10¾" stálfóðringu niður í 16,7 m dýpi en eitthvað gæti þar farið á milli mála því ósamræmi er hvað varðar uppgefna holuvídd og sverleika fóðringarinnar í gagnagrunni. Allt um það er líklegt að fóðringin sé stutt. Neðan við fóðringarenda er holan sögð vera boruð með 7⅝" krónu allt niður á 262 m dýpi. Vatnsborð er á um 15 m dýpi. Allmargar hitamælingar hafa verið gerðar í holunni og sýna allar botn á innan við 250 m dýpi þannig að töluvert botnfall hefur verið í holunni allt frá upphafi þar sem hún hefur alltaf mælst um 10 m grynnri en borað var.

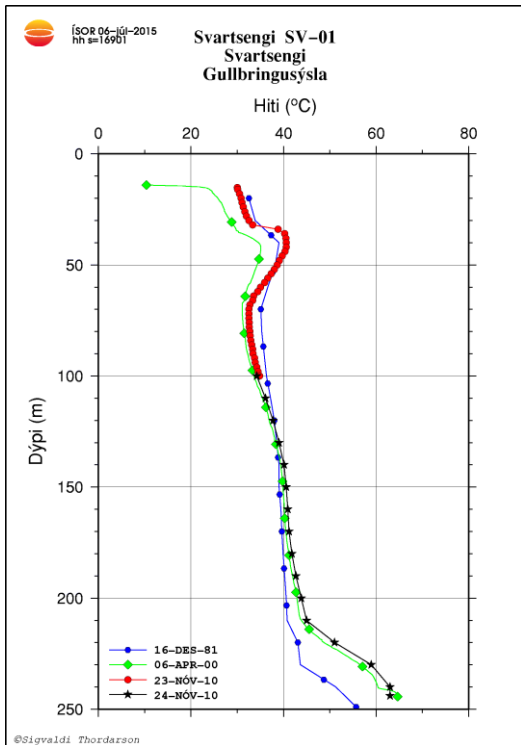
Mynd 3 sýnir jarðlagasnið SV-1 byggt á greiningu á borsvarfi (Stefán Arnórsson o.fl., 1975). Efst vantar raunar svarf allt niður á tæplega 140 m dýpi en ef tekið er mið af holunum SV-2 og SV-3 má ætla að basalhraun nái niður á um 60 m dýpi á þessum slóðum. Reiknað er með að hraun sé tiltölulega vel leiðandi og móttækilegt jarðlag.



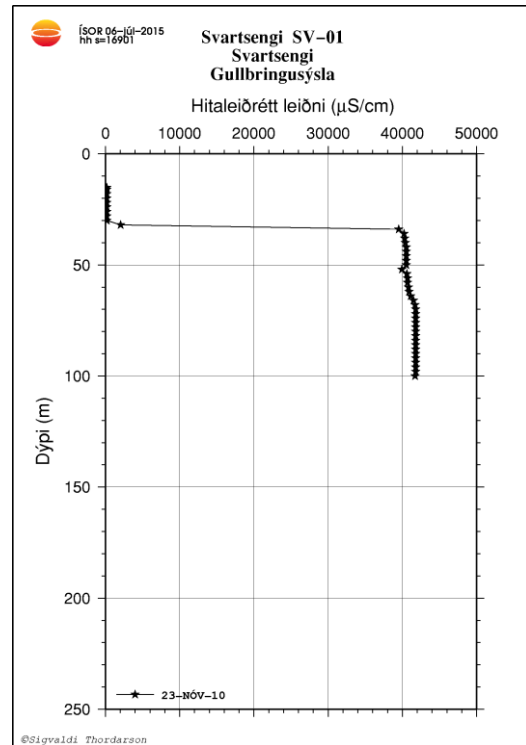
Mynd 3. Jarðlagasnið SV-1 og borhraði. Efst vantar svarf niður í tæplega 140 m. Ekki verður séð af borhraðanum hversu þykk hraunin eru á þessum slóðum.

Valdar hitamælingar úr holunni eru sýndar á mynd 4 en alls finnast átta hitaprófilar og eina leiðnimælingin sem finnst er á mynd 5 (sjá einnig Þórólfur H. Hafstað, 2010). Eins og fram kemur á mynd 4 er eindregið hitahámark á mótum ferskvatns og jarðsjávar en hitinn efst í jarðsjónum er ögn lægri en hækkar svo rólega jafnt og þétt allt niður á um 210 m dýpi. Þar er líklega allgóð æð og neðan við hana er þéttara berg og ekki eins móttækilegt. Þetta kemur fram í hærri hitastigli allra neðst í holunni (210–250 m). Í ljósi þeirra upplýsinga sem eru tiltækar má álykta eftirfarandi:

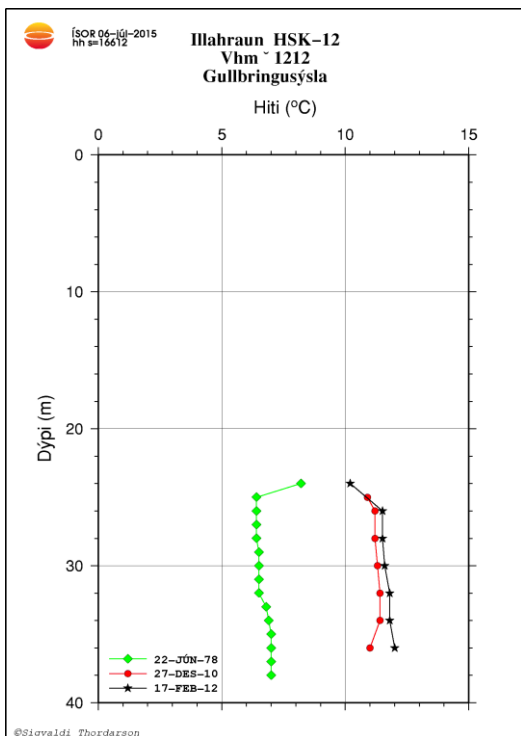
- Samkvæmt mælingum er talið að bergið sé vel lekt uppi á um 40 m dýpi og aftur er von til að í um 210 m sé móttækilegur staður.
- Jarðlög í jarðsjávarlaginu eru talin geta tekið við nefndu vatnsmagni til lengri tíma lítið án áhrifa á ferskvatn.
- Með hliðsjón af því um hversu lítið magn frárennslis er um að ræða þykir vera öruggt að fóðring, sem nær niður á 200 m dýpi, tryggir að ekki verði um blöndun afrennslisins við ferskvatnsstrauminn að ræða.



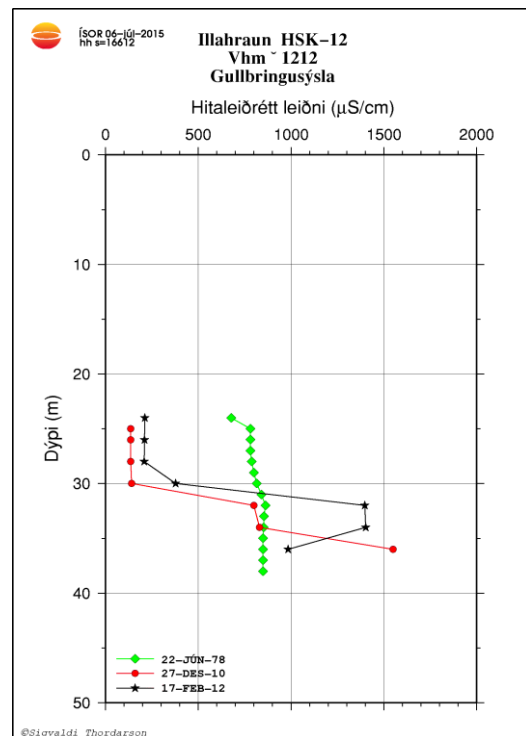
Mynd 4. Valdar hitamælingar úr SV-1. Grunnvatnshiti er allt að 40°C á 35 m dýpi.



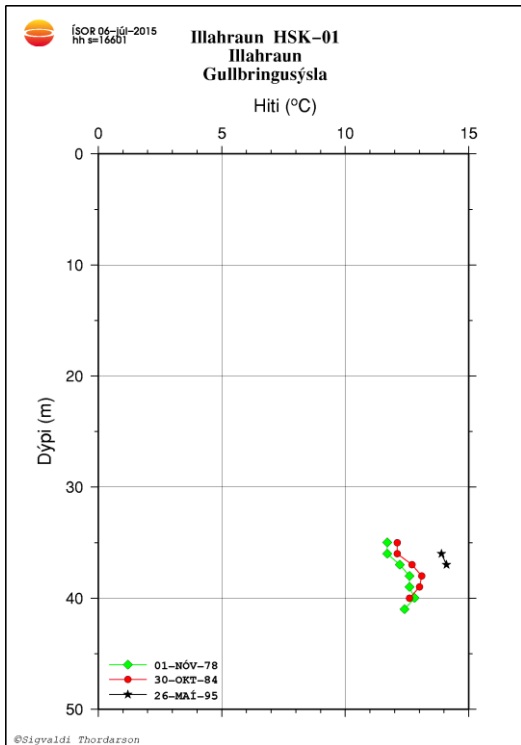
Mynd 5. Ein leiðnimæling er til úr holunni. Áberandi eru skörp leiðniskil á 30 m dýpi.



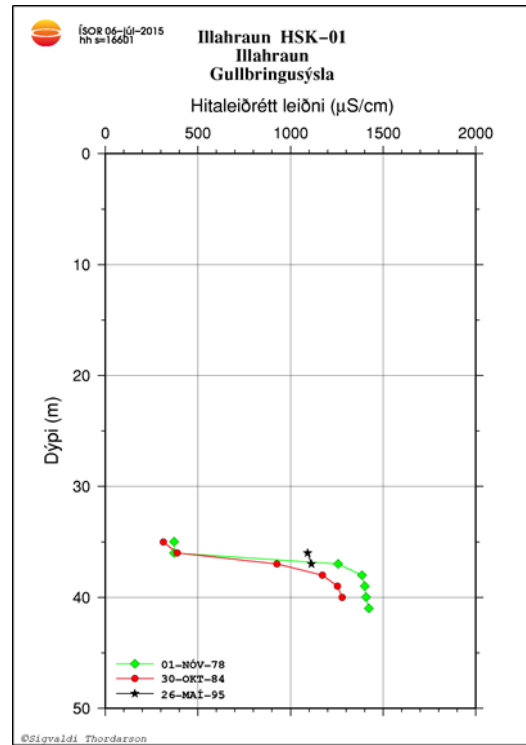
Mynd 6. Valdar hitamælingar úr eftirlitsholunni HSK-12. Holan er í Illahrauni, beint norður af orkuverinu (mynd 2).



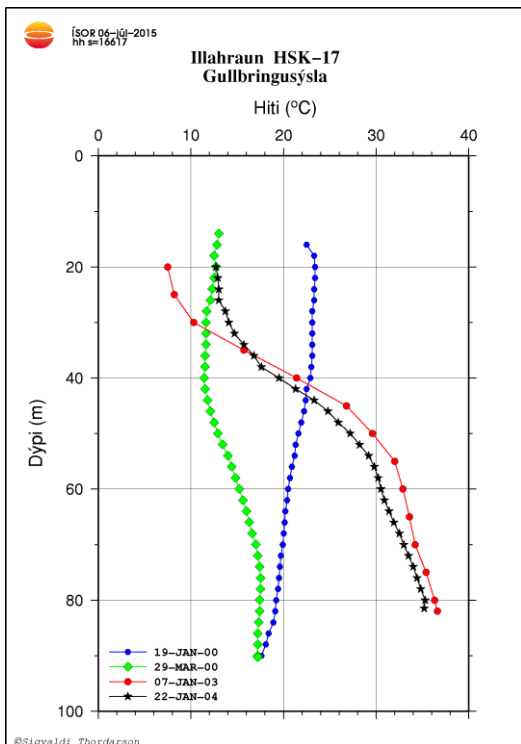
Mynd 7. Valdar leiðnimælingar úr holu HSK-12. Þarna hófust mælingar 1978.



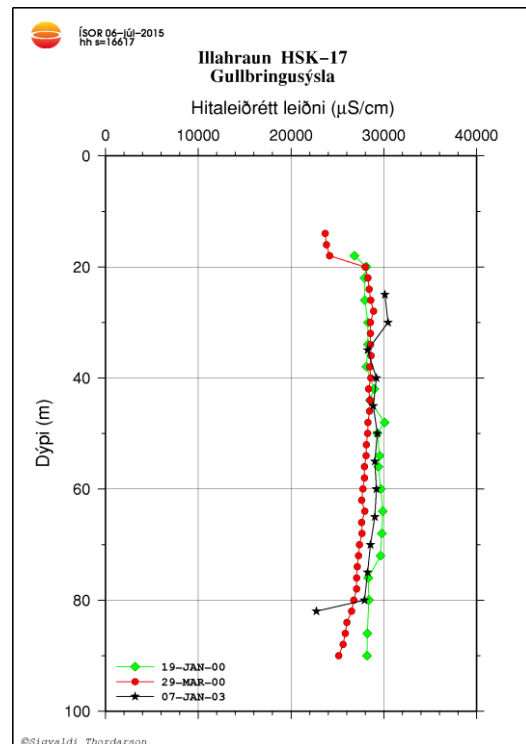
Mynd 8. Valdar hitamælingar úr holunni HSK-1. Holan er ónýtt eftirlitshola í Illahrauni norður af svæði CRI (mynd 2).



Mynd 9. Valdar leiðnimælingar úr holu HSK-1.



Mynd 10. Valdar hitamælingar úr HSK-17 og er rétt við aðalbaðpoll Bláa lónsins.



Mynd 11. Valdar leiðnimælingar úr holu HSK-17. Hún er nú ónýtt vegna útfellinga.

3. Tillögur um frágang holu

Hægt er að hugsa sér holufóðringu sem byggist á ofangreindum atriðum með tvennum hætti:

1. Fóðringu sé slakað niður í áformað dýpi og höfð einhvers konar þétting nærri enda hennar til að hindra uppstreymi utan með henni, jafnvel að steypa í „annulusinn“. Slík fóðring mundi hanga í núverandi holutoppi.
2. Hins vegar væri einfaldari og ef til vill öruggari aðferð að setja fóðringuna alveg niður í holubotn þar sem hún stæði jafnframt því sem efri endinn yrði festur í holutoppinn. Þannig fóðring mundi verða götuð neðan um 200 m dýpis.

Síðari aðferðin er talin vera heppilegri í þessu tilfelli og má nefna að auðveldlega má ná henni upp aftur ef hana þarf að endurnýja. Einnig má benda á að með þessu móti er hægt að losna við yfirborðsvatn af þökum og plönnum ofan í holuna utan með fóðringu. Það eitt vinnur á móti því að afrennslisvökvinn leiti upp í ferskara vatnið utan fóðringar.

Að sögn Gunnars Þórðarsonar, öryggisstjóra hjá CRI, var látið renna „töluvert“ vatn á holutoppinn um hríð og fylltist þá holan. Það bendir svo sannarlega ekki til að hún sé verulega móttækileg þó svo að hún taki greiðlega við afrennslis verksmiðjunnar. Til að vissu sé um að holan taki vel við niðurrennsli væri rétt að dæla duglega úr henni. Það er best gert með loftdælingu (air lift).

Til að koma fóðringu fyrir á sínum stað ofan í holu þarf krana eða lítinn jarðbor. Mælt er með að (loft)bor verði notaður til verksins. Þá mundi hann fyrst slaka niður borstöngum og kanna þéttleikann í um 10 m þykku botnfallinu í holunni. Ekki er víst að nauðsynlegt sé að blása því upp en með þessu móti fást upplýsingar um hvernig undirstaðan fyrir áformaða fóðringu er.

Þá er rétt að nota tækifærið og blása duglega með stangaenda á um 100 m dýpi og e.t.v. dýpra reynist holan áberandi treg. Svona loftdæling er eins konar hreinsun á æðum, sem hugsanlega gætu verið hálfstíflaðar af borsvarfi. Á sínum tíma var holan boruð með borleðju og vatni og er ekki vitað til að þá hafi hún verið hreinsuð ýtarlega. Eftir hreinsun ætti ekkert að vera til fyrirstöðu að slaka niður fóðringunni. Gert er ráð fyrir stálrörum og að fóðurrör verði 2½"-3½" í þvermál, skrúfað saman og að neðstu ca 50 metrarir verði gataðir. Þetta efnisval þarf að endurskoða með hliðsjón af tæringarhættu, bæði innan frá (vegna afrennslisvökvans) og utan (vegna súrefnisríks yfirborðvatns).

4. Álit ÍSOR um tilhögun

Í ljósi þessa er það álit ÍSOR að meðfylgjandi tillögur um fyrirkomulag förgunar í holu SV-1 muni leiða til þess:

að umrætt vatnsmagn (1–2 L/s) muni eiga greiða leið í jarðlög holunnar til lengri tíma án þess að jafnvægi jarðsjávarlags sé raskað.

að ekki sé búist við að hætta sé á blöndun frárennslis við ferskvatnsstraum svæðisins.

5. Heimildir

Stefán Arnórsson, Valgarður Stefánsson, Stefán G. Sigurmundsson, Gestur Gíslason og Karl Grönvold (1975). *Rannsókn á jarðhitasvæðinu í Svartsengi*. Orkustofnun, OS-JHD-7541. 17 s + 14 m.

Verkfræðistofan Vatnaskil (2007). *Grunnvatnslíkan á Reykjanesi—desember 2007*. Glærusyrpa, sem sýnir áhrif stórfelldrar vatnsupptöku, sem ráðgerð var á svæðinu sunnan við Voga á Vatnsleysuströnd.

Þórólfur H. Hafstað (2010). *Carbon Recycling International. Hita og leiðnimæling í holunni SV-1*. Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR, minnisblað, PHH 26. nív. 4 s.

Viðauki

Samantekt um frárennsli frá metanólverksmiðjunni.

Bréf CRI til ÍSOR.



Carbon Recycling International
Borgartún 27
Reykjavík

ÍSOR

Grensásvegi 9

108 Reykjavík

Reykjavík, 25. júní 2015

Frárennsli metanólverksmiðju CRI í Svartsengi

Carbon Recycling International hefur frá árinu 2011 rekið tilraunaverksmiðju í Svartsengi við Grindavík til framleiðslu á metanóli.

Í ferlinu er koldíoxíð endurunnið úr útblæstri nærliggjandi orkuvers HS Orku með því að hvarfa það við vetni með hjálp efnahvata. Vetnið er framleitt með rafgreiningu vatns.

Frá 2011 hefur verksmiðjan verið starfrækt með einum rafgreini, og framleiðsluafköstum sem nema um 4 tonnum af metanóli á sólarhring. Rafgreinum hefur nú verið fjölgað í þrjá, og framleiðslugeta aukist samsvarandi.

Hreinsuðu koldíoxíði og vetni er blandað saman og þjappað í gasþjöppu þaðan sem gasblandan fer inn í hvarftank, þar sem henni er umbreytt í metanól og vatn með hjálp efnahvata. Einnig myndast í ferlinu snefilmagn af etanóli og þyngri alkóhólum, ásamt léttum gastegundum, eins og metani. Þessum lofttegundum er sleppt út í andrúmsloftið eftir vothreinsun.

Nauðsynlegt er að skilja sundur vatn og metanól með eimingu, og fæst þannig metanól, allt að 99,9% að hreinleika. Vatnsfrárennsli eimingarinnar inniheldur á sama hátt leifar af metanóli, og snefilmagn af etanóli og þyngri alkóhólum.

Frárennsli verksmiðjunnar má skipta upp í eftirfarandi flokka:

- Steinefnaríkt vatn sem verður til við hreinsun (afjónun) á ferskvatni sem notað er til vetnisframleiðslu með rafgreiningu, um 1500 l/klst.

- Þéttivatn frá gufu verður um 2000 l/klst. Vatnið mun innihalda snefilmagn af uppleystu H₂S og er sambærilegt við þéttivatn frá HS Orku.
- Vatnsbotn frá eimingu á metanóli. Magn þessa frárennslis verður á bilinu 200-300 L/klst. Sumarið 2014 voru gerðar endurbætur á sjálfvirkni í stýringu eimingsúlu, og lækkaði styrkur mengunarefna í vatnsbotnum til muna eftir endurbæturnar. Magn metanóls í frárennslinu hefur verið mælt á bilinu 20-600 ppm. Þá er til staðar óverulegt magn af etanóli og þyngri alkóhólum.
- Vatn frá vothreinsun á gasútblæstri inniheldur 300-500 ppm af metanóli og léttum lífrænum gösum sem leysast upp í vatninu við hreinsunina, en vatnsrennslíð er um 300 l/klst.
- Regnvatn sem safnast fyrir á vinnslusvæði, þ.e. undir vinnsluturnum og millitanki, og er veitt í þrjá niðurgrafna safntanka á verksmiðjusvæðinu og í borholuna, þegar vökvahæð í safntönkum nær tilteknu marki.

Samtals er hér því um að ræða allt að 4000 l/klst. af um 50°C heitu metanólblönduðu vatni, sem nauðsynlegt að að losa.

Ekki er að finna neitt í íslenskum reglugerðum um hámark á styrk metanóls í frárennslí. Umhverfisstofnun, sem útgefandi starfsleyfis CRI og eftirlitsaðili, hefur því ekki getað sett fram nein slík viðmiðunarmörk. CRI hefur kynnt sér hvaða háttur er hafður á þessum málum hjá erlendum metanólframleiðendum. Niðurstaðan er sú að þessi mörk eru afar mishá, en aðstæður og umhverfi á hverjum stað eru almennt hinn ráðandi þáttur.

Meðan á tilraunarekstri verksmiðjunnar hefur staðið, hefur þetta úrgangsvatn verið losað í gamla borholu, 262 m djúpa, sem er staðsett rétt utan lóðarmarka CRI (borhola SV-01 frá 1971).

Hita- og leiðnimælingar ÍSOR í holunni frá árinu 2010, gefa til kynna að á 30-40 m dýpi eru mjög skörp hita- og leiðniskil, en hitastig fer þar úr 34°C upp í 41°C og leiðni úr 1800 µS/cm í 40000 µS/cm.

Ofan þessara dýptarmarka er ferskvatnsstraumur sem þó mun ekki nýttur, en þar fyrir neðan er saltvatnslag- „jarðsjór“. Hitastig jarðsjávarins hækkar úr 40°C á 40 m, og upp í um 65°C á 250 m dýpi.

Þar sem skilin milli ferskvatns og jarðsjávar eru svo skörp, bendir það til lítillar blöndunar milli þessara laga.

Almennt er talið að helmingunartími niðurbrots metanóls í vatni sé 7-10 dagar við algengan umhverfishita. Út frá almennum reiknireglum um hraða efnahvarfa, má ætla að sá niðurbrotshraði sé margfaldur við 65°C.

Í viðræðum CRI við Heilbrigðiseftirlit Suðurnesja, sem fer með frárennismál á svæðinu, hefur komið fram að HES gæti fallist á að frárennslisstraumum 1-5 verði til frambúðar veitt í borholu við eða á verksmiðjulóð CRI í Svartsengi. Dýpt hennar verði a.m.k. 250 m og fóðrun nái niður fyrir 200 m dýpi.

HES telur að með þessu móti verði blöndun mjög lítil við ferskvatnslagið sem áður er nefnt, auk þess sem niðurbrotshraði metanóls sé nægilega mikill til að tryggja að upp-söfnun þess eigi sér ekki stað í jarðsjávarlaginu.

CRI hefur ekki tekið ákvörðun um hvort valin verði sú leið að bora nýja holu, eða núverandi hola hreinsuð og fóðrun lagfærð þannig að hún standist örugglega gerðar kröfur. Fer það meðal annars eftir því hvort verksmiðjan verður í rekstri þegar að framkvæmdum kemur, en erfitt verður væntanlega að vinna að lagfæringum á núverandi holu með frárennslisstraumana í gangi.

Fram kom að HES óskar jafnframt eftir álitum ÍSOR á þessari tilhögun, m.a. eftirfarandi atriðum :

- Hvort jarðlög svæðisins (jarðsjávarlag) geti tekið við nefndu vatnsmagni til lengri tíma, án þess að jafnvægi þess sé raskað að marki. Þess skal getið að unnt væri að draga verulega úr flæðinu með því að sameina vatn úr lið 1), hringrásuðu kælivatni sem fengið er frá HS Orku.
- Hvort notkun fóðraðrar holu (nýrrar eða núverandi) að 200 m dýpi tryggi, að ekki sé hætt á blöndun frárennslisins við ferskvatnsstraum þann sem er að finna á svæðinu (ofan 40 m).

CRI óskar því eftir viðræðum við fulltrúa ÍSOR eins fljótt og unnt er, hvort stofnunin geti tekið að sér þetta verkefni. Þar sem verksmiðja CRI fer væntanlega í fulla framleiðslu í ágúst nk., er fyrirtækinu mikilvægt að niðurstaða fáið sem fyrst.

Virðingarfyllt

f.h. Carbon Recycling International ehf.

Gunnar Þórðarson

öryggisstjóri