



ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

**Staðarval vinnslusvæða
gufu, vatns og sjávar
fyrir magnesíumverksmiðju**

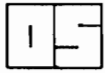
Greinargerðir

Desember 1996

SD-FS-HF-RK-96/01
05-12-96



ORKUSTOFNUN
Greinargerðasafn



ORKUSTOFNUN

Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

**Staðarval vinnslusvæða
gufu, vatns og sjávar
fyrir magnesíumverksmiðju**

Greinargerðir

Desember 1996

SP-FS-HF-RK-96/01

05-12-96



Dagsetning:

Tilv. yðar:

Dagsetning:

Tilv. vor:

05.12.1996

SÞ/sþ

Hr. Albert Albertsson, aðstoðarforstj.
Hitaveitu Suðurnesja
Brekustíg 36
260 Njarðvík
Reykjanesbæ

Varðar: FYRIRHUGUÐ VINNUSLUSVÆÐI GUFU, FERSKVATNS OG SJÁVAR

Hjálagt sendi ég tvær greinargerðir Orkustofnunar með tillögum að vinnslusvæðum fyrir fyrirhugaða magnesíumverksmiðju. Til verksmiðjunnar þarf að afla jarðgufu til þurrkunar, ferskvatns sem kælivatn og til almennra nota og sjó til að fella úr honum magnesíumsölt.

Vegna krafna um allt að 20 bar þrýstings á jarðgufunni þarf að bora í þann hluta háhitasvæðisins með sem hæstum þekktum hita og því er lagt til að borað verði á núverandi vinnslusvæði sem er með um 290°C hita. Áhugaverð svæði eru utan þess og með viðnámsmælingum sem gerðar voru s.l. sumar hefur tekist að afmarka háhitasvæðið á Reykjanesi og einnig nýtt svæði í Sandvíkum. Ástæða er til að reikna með að síðar verði borað utan núverandi vinnslusvæðis hvort er heldur rannsóknar- vinnslu- eða niðurdælingarholur og því eru ytri mörk háhitans dregin á kortið.

Þrjú svæði eru afmörkuð fyrir ferskvatnstöku, sem hvort um sig er talið geta staðið undir fyrirhugaðri vatnspörf verksmiðjunnar. Verði selta of mikil á því svæði sem næst er verksmiðjunni eða að fyrstu hugmyndir rætast ekki, má leita inn á hin tvö.

Sjóðælingin er langmest og er á kortinu sýnt eitt svæði til borunar eftir sjó. Sjórinn yrði unninn með svipuðum hætti og hjá fiskeldisfyrirtækjunum með því að skerma af fersvatnslagið og dæla sjónum undan því.

Í nýlegri skýrslu Orkustofnunar eftir Halldór Ármannsson, sem unnin var í samvinuverki Orkustofnunar og orkufyrirtækja m.a. HS, er að finna tilvísun í gögn er varða fyrri athuganir á jarðhitasvæðinu á Reykjanesi. Ég vænti að með hjálögðum greinargerðum sem gerð nægjanleg grein fyrir hvar unnt sé að vinna umrædda vökva, en að sjálfsögðu eru fyrriliggjandi mikið magn upplýsinga um svæðin og eðli þeirra þótt þær séu ekki birtar í þessum greinargerðum. Verði talin þörf á ítarlegri upplýsingum er ekkert að vanbúnaði að bæta úr því.

Með kærnum kveðjum,

Sverrir Þórhallsson, verkfr.
Deildarstjóri Verkfræðideildar

Hjál:

7. eintök Öflun ferskvatns og sjávar hjá Eyri-Kirkjuhöfn, Höfnum. Minnisgrein dags. 14.11.1996, Freysteinn Sigurðsson.
7. eintök Háhitasvæði Reykjanes og Sandvíkur. Möguleg borsvæði. Greinargerð HF/RK-1996, Hjalti Franzson og Ragna Karlsdóttir, dags. 04.12.96

Póstfang:
ORKUSTOFNUN
Grensásvegi 9
IS-108 REYKJAVÍK

Símanúmer:
569 6000
Bein lína:
569 6082
E-póstur: s@os.is

Símabréf:
568 8896
Telex:
2339 orkust is
Kt. 500269-5379

Viðskiptabanki:
LANDSBANKI ÍSLANDS
Laugavegi 77
IS-101 REYKJAVÍK
Reikningsnúmer 4669

Freysteinn Sigurðsson, jarðfræðingur
 ORKUSTOFNUN
 Grensásvegi 9, 108 REYKJAVÍK

MINNISGREIN

Öflun ferskvatns og sjávar
 hjá Eyri - Kirkjuhöfn, Höfnum

14.11.1996.

Vandamál og viðfangsefni:

Þörf á ferskvatni: 100 - 200 l/s (SP 06.11.1996.), mest sem kælivatn.

Þörf á sjóvatni (fullsöltu?): Einhverjir m³/s (SP 06.11.1996.)

Hvoru tveggja skal reyna að afla sem næst fyrirhuguðu stæði fyrir áætlaða verksmiðju til magnesíumframleiðslu hjá Eyri í Höfnum.

Grunnvatn og jarðsjór á Reykjaneskaga:

Um grunnvatn og möguleika til öflunar ferskvatns á utanverðum Reykjaneskaga er fjallað í ýmsum skýrslum, einkum frá Orkustofnun og verkfræðistofunni Vatnaskil, sem flestar hafa verið unnar fyrir Hitaveitu Suðurnesja / Vatnsveitu Suðurnesja, en þó sumar fyrir fiskeldisfyrirtæki á þessum slóðum. Vísast einkum til upptalinna verka í heimildaskrá hér aftast.

Aðstæður við strönd utanverðs Reykjaneskaga einkennast af mjög lekum jarðlögum; þunnu ferskvatnslagi, sem flýtur á sjó og verulegri samblöndun sjóvatns og ferskvatn í ferskvatnslaginu við ströndina. Þessar aðstæður valda því, að erfitt getur verið að afla mikils magns af neysluhæfu ferskvatni næst ströndinni. Einnig valda þær því, að vandi getur verið víða að afla fullsalts sjávar úr borholum við ströndina. Borholur eru annars yfirleitt mjög vatnsgæfar og ekki sérlega vandhitt á vansgæfa staði til borunar. Öflun ferskvatns og sjóvatns er að því leyti til óvenju hagkvæm.

Jarðlög á utanverðum Reykjaneskaga eru yfirleitt hriplek á vatn, einkum hraun frá nútíma, og auka fjölmargir sprunguskarar enn á lektina. Eldri og vatnspéttari jarðlög eru á norðurhluta utanverðs skagans, á Rosmhvalanesi og Vogastapa, en móbergssfell, grágrýtisbungur og þéttir dyngjukjarnar draga þó víða úr lekt sunnar á skaganum. Sprunguskararnir stefna flestir nærri SV-NA og eru skáskaraðir austur skagann. Opnar sprungur á yfirborði eru sjaldgæfar frá Langhóli til Vogastapa og norðan þeirra. Lekt og grunnvatnsstraumar eru því mest á ræmum, sem stefna nærri NA-SV, ef litið er til stefnu grunnvatnsstraumanna. Eitt slíkt svæði liggur um Lágasvæðið, vatnstökusvæði Hitaveitu og Vatnsveitu Suðurnesja, en klofnar að vissu marki um Þórðarfell og Sandfellshæð. Á austari álmunni gæti íblöndunar jarðhitavatns frá jarðhitasvæðunum í Svartsengi og Eldvörpum. Líkur eru á, að slíkrar íblöndunar gæti ekki eða mun minna á vestari álmunni, sem liggur frá Stapafelli og vestan við Sandfellshæð.

Aðstæður til öflunar ferskvatns:

Aðstæður á **Hafnabergi og sunnanverðu Höfnum** hafa ekki verið kannaðar eins vel og á og umhverfis vatnstökusvæðið á Lágasvæðinu. Nokkrar borholur voru boraðar til könnunar og vinnslu á ferskvatni og jarðsjó hjá Kalmanstjörn vegna fiskeldisins, sem þar var sett á legg. Annars hefur svæði þetta verið skoðað sem útjarsvæði að Lágasvæðinu. Vatnajarðfræðileg gerð þess virðist vera sem hér segir:

- Frá Ósaboðnum og suður að Kalmanstjörn er flatt hallandi hraunbreiða, sem líklega er komin frá dyngjunni í Sandfellshæð og hefur hraun það flætt norðan um dyngjuna á Langhóli, þó að báðar dyngjurnar gætu hafa verið virkar samtímis að kalla. Hraun þetta hefur líklega runnið við eitthvað lægri sjávarstöðu en nú og nokkuð á sjó út, enda mótar fyrir "kanti" úti undan ströndinni. Lítið ber á sprungum á yfirborði á þessu svæði, fyrr en kemur suður að Kalmanstjörn. Minna lekt grágrýti liggur líklega undir hraunbreiðu þessari norðan- og austanvert. Lektin er því líklega mest hjá Kalmanstjörn og austur frá henni.

- Berghóll er dyngja og er Hafnaberg særofin sjóhlið hennar. Vel má vera, að Berghóll sé snfkjudyngja frá Langhóli, en það skiftir litlu máli fyrir grunnvatnsrennslið. Líklegt er, að kjarnasvæðið umhverfis Berghól gæti verið hvað þéttast á vatn á því svæði. Langhóll er einnig dyngja, og er einnig líklegt að kjarnasvæðið umhverfis hæstu bunguna sé eitthvað vatnspéttara en aðrir hlutar dyngjunnar. Sprungur stefna SV-NA frá Berghóli til Kirkjuhafnar, en á þeim sprunguskara opnuðust sprungur í jarðskjálftum 1979, þvert yfir þjóðveginn norðaustur frá Berghóli.

Grunnvatnsrennsli er líklega þannig varið, að grunnvatnsstraumur renni vestur til Hafna, einkum til Kalmanstjarnar, og eigi hann upptök allt austur undir Lágasvæði. Er hann líklega einna öflugastur austur frá Kalmanstjörn. Enn öflugri grunnvatnsstraumur er svo í sprunguskaranum milli Langhóls og Sandfellshæðar, sem stefnir SV-NA. Hins vegar er líklegt, að dyngjukjarnarnir í Langhóli og Berghóli beini grunnvatni til beggja átta og frá Hafnabergi. Þangað væri því líklega frekar tregt grunnvatnsrennsli. Sprungurnar beindu grunnvatnsrennslinu enn frekar í átt til Kirkjuhafnar og suður í Sandvík, og þar með frá Hafnabergi.

Inni á Lágasvæðinu var ferskvatnslagið um 50 m þykkt, en í botni þess var um 15 m þykkt blandlag, saltblandað. Ferskvatnslagið hefur væntanlega þynnst eitthvað við vatnstökuna á Lágasvæðinu, þó að vart sé það merkjanlegt enn. Vestur við núverandi veg um Langhól er veginn þykkt ferskvatnslagsins líklega komin niður undir 10 m og er það í samræmi við hita- og seltumælingar á sínum tíma við Kalmanstjörn. Þar skiftist lagið í 5 - 10 m þykkt lag með saltblönduðu ferskvatni og 10 - 20 m þykkt blandlag, sem var mjög lítið blandað ferskvatni í neðri hlutanum. Búast má við því, að svipaðar aðstæður séu ríkjandi á svæðinu við ströndina og austur fyrir veg.

Vænlegasta svæðið til að afla neysluhæfs vatns, er væri sem næst umræddu verksmiðjustæði, er líklega a.m.k. 1 - 2 km austur frá Kalmanstjörn. Óvíst er, hvort þar megi vinna 100 - 200 l/s af ferskvatni, þar eð mikil vatnataka getur leitt til uppdráttar sjóvatns og saltmengunar í ferskvatninu. ekki er vitað með vissu, hversu langt inn til landsins sjóblöndunar við ströndina gætir og er því ekki tryggt, að vatn þarna sé nógu ferskt og kynni þá að verða að leita vatns allt austur í sprunguskarann norðaustur frá Langhólsdyngjunni, eða austur í sama sprunguskara vestur af Sandfellshæð. Austur fyrir veg er líklegt, að selta í "ferskvatnslaginu" samsvari nokkur hundruð mg/l af klóríði. Slíkt vatn gæti dugað sem kælivatn, en ekki liggja fyrir upplýsingar um kröfur þær, sem gerðar eru til alls þess ferskvatns, sem afla skal. Gera verður ráð fyrir, að bora þurfi nokkrar könnunarholur á líklegum vatnstökusvæðum til að mæla hita og seltu (rafleiðni) í vatninu og taka efnasýni af því.

Aðstæður til sjóöflunar á landi:

Í samræmi við framanskráð er sjóöflun úr borholum hentugust, þar sem grunnvatnsrennsli er sem minnst, jarðlög eru sem lekust við ströndina og aðdýpi er sem mest. Þessar aðstæður virðast allar vera fyrir hendi nyrst á Hafnarbergi, þá einkum frá því sunnan við Klauf og út eftir Eyri. Þar hefur dyngjuhraun frá Berghóli eða Langhóli runnið út í sjó og út á nokkurt dýpi. Er það líklega brotið upp eða bólstrað neðan sjávarmáls og því vel lekt. Grunnvatnsútrengsli er þarna líklega lítið, eins og að framan greinir. Ekki er þó vitað, hvernig ferskvatn og sjóvatn skiftast eða blandast í berginu á þessu svæði, né hversu langt niður vel lek jarðlög ná. Því má gera ráð fyrir því að bora þurfi eina eða fleiri könnunarholur á umræddu svæði og gera í þeim viðeigandi mælingar og sýnatöku.

Helstu heimildir (í útgáfuröð):

Freysteinn Sigurðsson 1985: Jarðvatn og vatnajarðfræði á utanverðum Reykjaneskaga, I-IV, OS-85075/VOD-06. Orkustofnun (unnið fyrir Hitaveitu Suðurnesja), skýrsla. 290 s.

Verkfræðistofan Vatnaskil 1986: Svartsengi - athugun á vinnslu ferskvatns. OS-96074/JHD-15. Orkustofnun (unnið fyrir Hitaveitu Suðurnesja), skýrsla. 28 s. + 17 myndir.

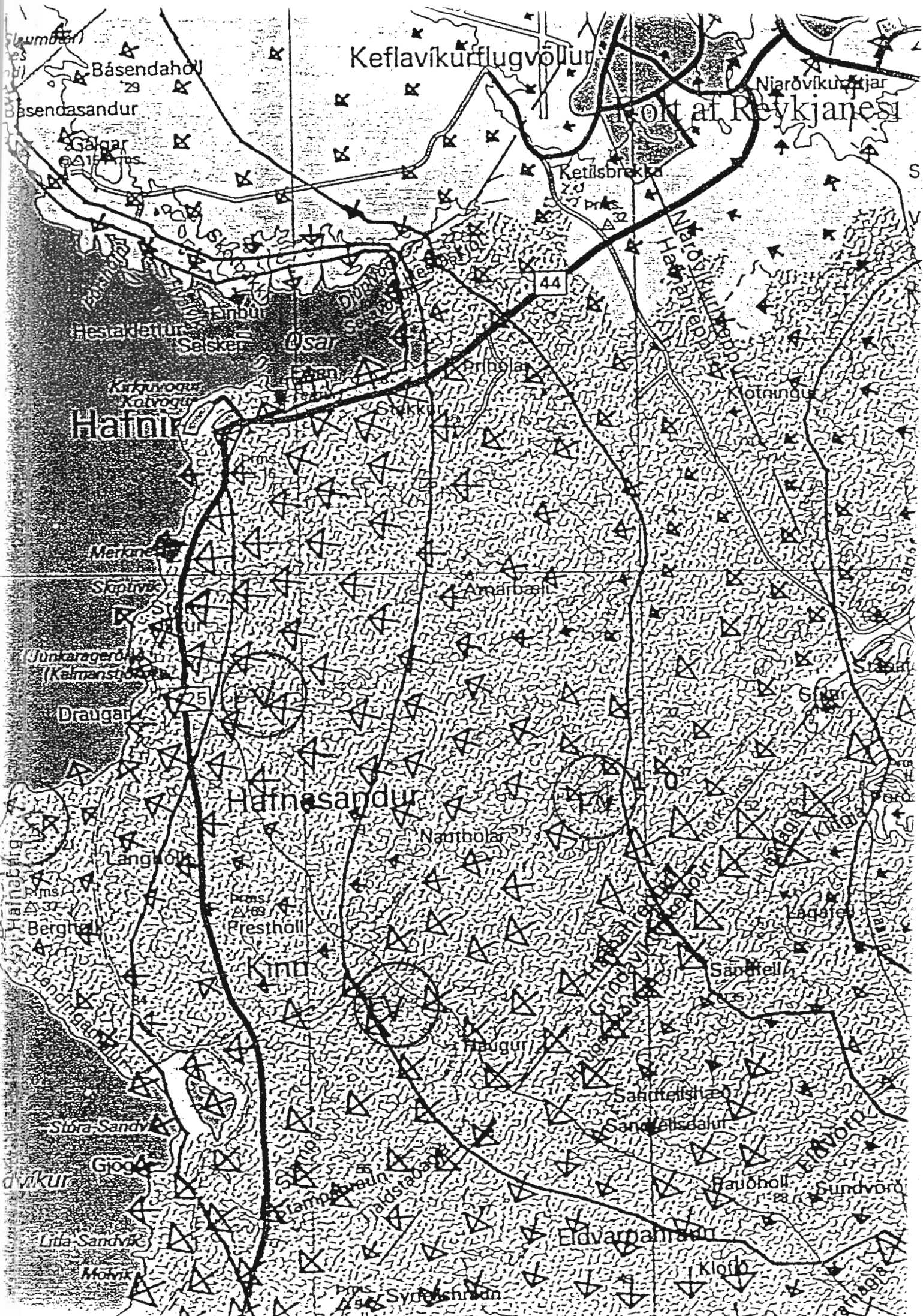
Freysteinn Sigurðsson 1986: Groundwater and Hydrogeology on the Reykjanes Peninsula. *Jökull*, 38, 11 - 29.

Verkfræðistofa Suðurnesja hf og Fjarhitun hf 1989: Svæðisskipulag Suðurnesja 1987 - 2007. Samvinnunefnd um skipulagsmál á Suðurnesjum. 158 s.

Vatnsveita Suðurnesja 1992: Vatnsveita Suðurnesja. Aðdragandi og bygging. 26 s.

Verkfræðistofan Vatnaskil 1993: Vatnsveita Suðurnesja - Hitaveita Suðurnesja. Líkanreikningar á vinnslu ferskvatns á Lágasvæði. OS-93069/JHD-34 B. Orkustofnun. 12 s. + 12 myndir.

Jón Örn Bjarnason 1996: Chemical composition of saltwater from four wells on the Reykjanes Peninsula, southwestern Iceland. Orkustofnun. Report JÖB-96/01. 5 s.



Háhitakerfi Reykjanes og Sandvíkur Möguleg borsvæði

Þessi greinargerð fjallar um afmörkun þeirra svæða á Reykjanesi og Sandvík sem mögulegt er að finna með borunum háhitaorku fyrir áætlaða magnesíumverksmiðju. Greinargerðin er unnin fyrir Hitaveitu Suðurnesja.

Jarðhitasvæðið á Reykjanesi og nágrenni hefur verið rannsakað með ýmsum aðferðum til að meta stærð þess og innri eiginleika. Þeim rannsóknaraðferðum má gróflega skipta í yfirborðsrannsóknir (m.a. jarðfræðikortlagning, viðnámsmælingar, jarðefnafræði) annars vegar og borholurannsóknir (m.a. borholujarðfræði, jarðeðlisfræðimælingar, efnafræði vatns, forðafræði) hins vegar. Fjöldi greina, skýrsla og greinargerða hafa verið birtar um Reykjanes, og er unnt að nálgast lista tilvitnana slíkra verka á bókasafni Orkustofnunar.

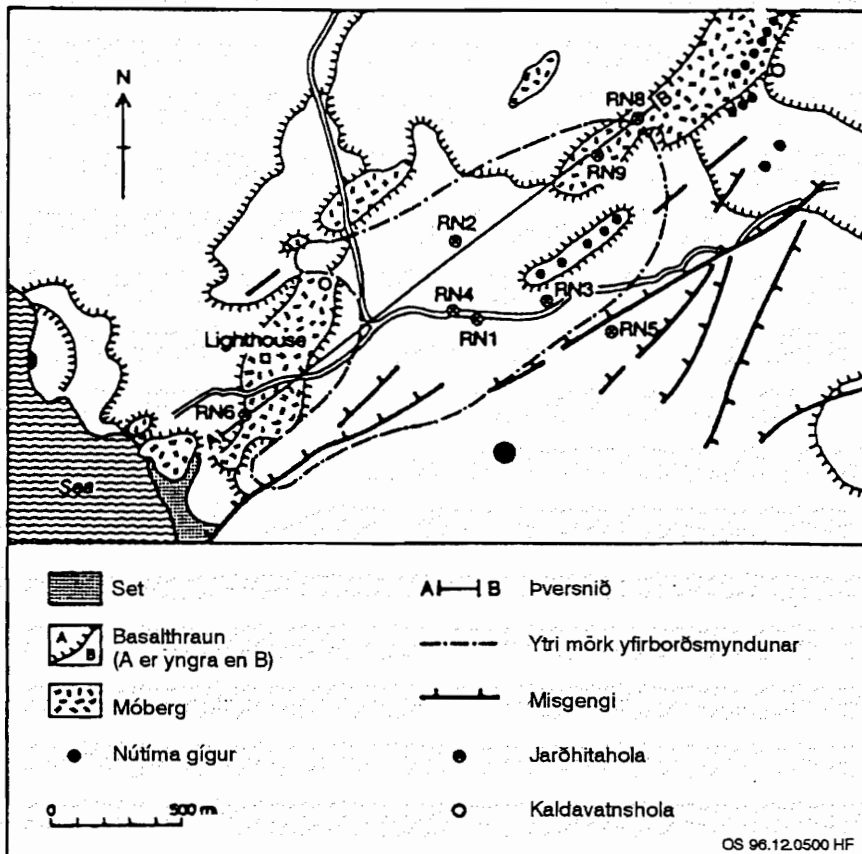
Mynd 1 sýnir helstu jarðfræðieinkenni núverandi borsvæðis á Reykjanes háhitasvæðinu. Þar eru meðal annars er sýnd ytri mörk jarðhitaummerkja, helstu berggerðir á yfirborði og staðsetningu borhola. Yfirborðsummerki jarðhitans ná yfir um 1 km². Alls hafa verið boraðar 9 holur í jarðhitakerfið og er sú dýpsta um 1860 m djúp (hola 8). Aðeins ein þeirra, hola RnG-9, er í vinnsluhæfu ástandi. Jarðhitakerfið sem holurnar eru boraðar í er salt, með ígildi seltu jarðsjávar. Jarðhitakerfið er sjóðandi vatnskerfi og fylgir hiti þess nánast suðuferli vatns.

Einkenni jarðhitakerfisins eru ekki vel þekkt utan borsvæðisins, nema að því leyti að útlínur þess hafa verið kortlagðar með viðnámsmælingum niður á allt að 1 km dýpi. Á mynd 2 er sýnd yfirlitsmynd af viðnámi á 600 m dýpi undir sjávarmáli á Reykjanesi og nágrenni. Myndin byggir á niðurstöðum TEM-viðnámsmælinga frá 1996 (í vinnslu). Á henni má sjá að lágviðnámskápa teygir til strandar sunnan og vestan borsvæðisins allt norður í suðurenda Sandvíkur. Þetta lágviðnámslag ásamt háviðnámskjarna sem undir er hefur verið túlkað sem >240°C hiti og/eða jarðhitaummyndun jafngildi þess hita. Annað lágviðnámsvæði hefur sést á viðnámsmælingum norðan megin í Sandvík og er eins og sýnt er á mynd 2 ílangt A-V í um 6 km og 2-3 km breitt N-S. Nokkru dýpra er þar á lágt við nám sem bendir til að háhitakerfi liggi ef til vill neðan 800 m dýpi.

Staðsetning vinnsluhola til öflunar háþrýstigufu fyrir magnesíumverksmiðju verður að öllum líkindum á sama svæði og eldri holur hafa verið boraðar. Líklegast er að meginuppstreymi jarðhitakerfisins sé þar sem jarðhitaummerki eru mest á yfirborði, og að þar sé að finna mestan hita og þrýsting í kerfinu. Viðnámsmælingarnar sýna einnig að þar nær háhitaummyndunin upp undir yfirborð (háviðnámskjarni á 150 m dýpi). Þar að auki benda borholugögn til að á því svæði sé aðgengileg háþrýst gufa. Þetta svæði er afmarkað sérstaklega á mynd 2.

Þótt ljóst sé að staðsetningar amk. fyrstu holanna séu æskilegastar á núverandi borsvæði, gæti verið nauðsynlegt í framtíðinni að vinna gufu úr jarðhitakerfinu á stærra svæði, m.a. vegna viðbragða jarðhitakerfisins við langvarandi vinnslu, eða niðurdælingar. Einu vísbendingar um mögulegt háhitakerfi norðan Sandvíkur er að finna í túlkunum á viðnámsmælingum. Viðnámsmælingarnar sjá háhitaummyndun í berggrunninum en ekki er hins vegar ljóst hvort jafnvægi er á milli ummyndunar og núverandi hitaástands. Eina marktæka aðferðin til að sannreyna slíkt er að bora holu(r) til að kanna tilvist þess, fyrr er ekki hægt að skera úr um hvort það svæði er vinnsluhæft eða ekki.

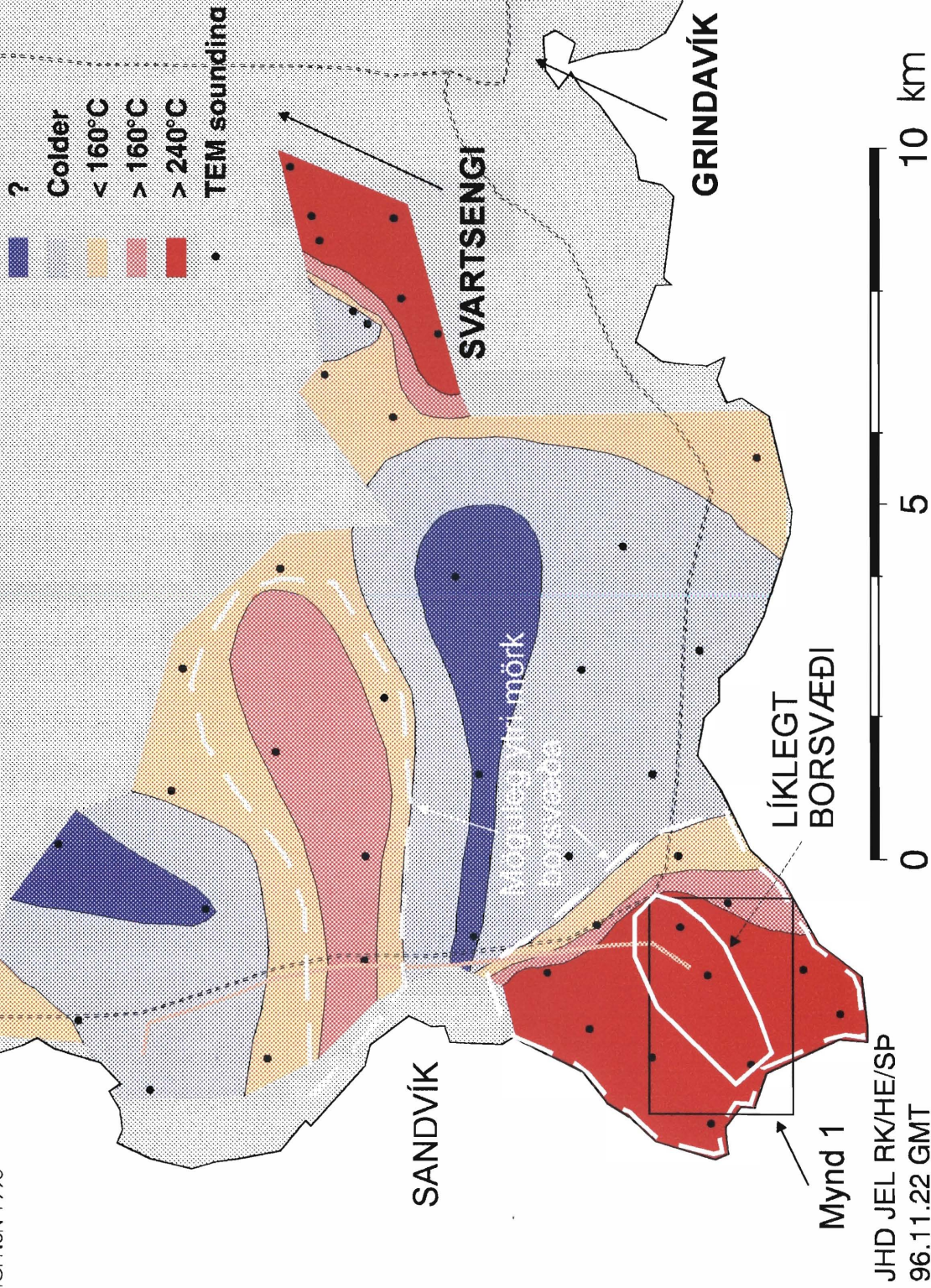
Hjalti Franzson
Ragna Karlsdóttir



Mynd 1: Helstu yfirborðseinkenni háhitavæðisins á Reykjanesi og staðsetning borhola.

Estimated temperature at 600 m depth, based on resistivity interpretation

ORKUSTOFNUN 1996



- ? [Blue box]
- Colder [Light grey box]
- < 160°C [Yellow box]
- > 160°C [Orange box]
- > 240°C [Red box]
- TEM soundina [Black dot]

JHD JEL RK/HE/SP
96.11.22 GMT

22° 40'W

22° 30'W

63° 55'N

63° 50'N

MYND 2 . Viðnám á 600 m dýpi, og möguleg borsvæði til öflunar gufu fyrir m.a. magnesíumverksmiðju

