

Framhald jarðhitaleitar í Norðurárdal 1991

Guðmundur Ómar Friðleifsson

Greinargerð GÓF-91-02

FRAMHALD JARÐHITALEITAR Í NORÐURÁRDAL 1991

1. INNGANGUR

Í byrjun sumars 1991 lét Norðurárdalshreppur bora tvær hitastigulsholur til jarðhitaleitar, auk þess sem nýboruð kaldavatnshola í landi Svartagils nýttist sem hitastigulshola. Niðurstöðunum er lýst í greinargerð frá Orkustofnun (Guðm. Ó. Friðleifsson og Lúðvík Georgsson, 1991). Umræða hér er í beinu framhaldi af þeirri greinargerð og er því óþarfa endurtekningum sleppt.

Holan við Bifröst (BI 2) var dýpkuð um miðjan júlí með sama bor frá Jarðborunum hf, úr 92 m í 210.4 m dýpi og er niðurstöðunum lýst hér. Er þær lágu fyrir var jarðhitaleitarstaðan endurmetin með nokkrum sérfræðingum Orkustofnunar og í framhaldi af því var lagt til við heimamenn að sprungur og misgengi, sem líklega mætti skera með vinnsluborunum, yrðu skoðuð með tilliti til halla og legu. Að beiðni Péturs Geirssonar oddvita var svæðið í nágrenni Dalsmynnis líka tekið til athugunar, en þar hafði mælst lágt viðnám fyrir nokkrum árum sem kom nokkuð á óvart á sínum tíma.

Yfirborðsathugun var gerð í lok ágúst og liggja nú fyrir nokkrar borholustaðsetningar.

2. NIÐURSTÖÐUR DÝPKUNAR HOLU BI-2

Við dýpkun Bifrarholunnar var notaður lofthamar með 4 1/2" krónu niður á 125 m dýpi og síðan 4 1/4" hjólakróna og vatnsskolun. Skipta þurfti um boraðferð í 125 m þar sem loftpressa (17 bar) náði ekki að hreinsa holuna vegna vatnsleka (áætl. 7-10 l/s). Borun með hjólakrónu gekk hægt vegna hörku bergsins og vandræða við vatnsöflun. Dýpkun var því hætt í 210,4 m.

Samkvæmt borskýrslum jókst leki í holunni á 116 m til 125 m dýpi, og skoltapa er getið á 147 m dýpi og 188 m dýpi. Skoltap var metið um 5-6 l/s eða nálægt afkastagetu dælnnar sem notuð var við skolun.

Allar hitamælingar í holunni eru sýndar á mynd 1. Þar sést að niðurrennslis gætir í holunni allt niður á 160 m dýpi. Vatnsæðatákn er sett þar á jarðlagasniðið auk þeirra lekastaða sem getið er um í borskýrslum.

Jarðlög voru greind lauslega út frá borsvarfi. Svarfið er stundum nokkuð blandað úr neðri hluta holunnar, trúlega vegna vandræða við skolun, og kann greiningin að gjalda þess (mynd 2). Í aðalatriðum var þó borað í hraunlög með þunnum karga- eða millilögum, eins og búast mátti við, en eitt 10 m þykkt setlag virðist þó vera á 150-160 m dýpi. Það er að hluta til úr súru bergi sem gæti tilheyrt Hallarmúlaeldstöðinni. Hallamislægið sem kennt er við Hreðavatn kann því að liggja á því dýpi undir Bifröst. Niðurrennslið sem sést á síðustu hitamælingunni nær niður í þetta setlag.

Hitamælingarnar gefa afdráttarlausa vísbendingu til kynna um að nýtanlegt jarðhitavatn kunni að finnast í Norðurárdal í nágrenni Bifrar, þó ekki virðist nýtanlegt vatn vera á uppleið í

næsta nágrenni holunnar. Í ljós kemur, þrátt fyrir fjölmargar smáar vatnsæðar og niðurrennsli, að hitastigullinn er óvenju hár, rétt um $190^{\circ}\text{C}/\text{km}$. Það að stigullinn helst þrátt fyrir vatnsleka bendir hins vegar til þess að lítið vatn sé á hreifingu í næsta nágrenni holunnar sem fyrr segir. Ekki er því hægt að mæla með dýpkun þessarar holu eða vinnsluborun á sama stað. Að vísu mætti reikna með háum berghita undir Bifröst en litlu sem engu vatni á næstu hundruðum metra. Hitastigullinn helst þó ekki í það óendanlega með auknu dýpi heldur myndi hann lækka er komið er niður úr því vatnskerfi sem háa stiglinum veldur, trúlega á næstu hundruðum metra neðan holunnar.

Ef þessi niðurstaða er borin saman við niðurstöður hitamælinga í Svartagilsholunum og svo holu BI-2 fyrir dýpkun, sem gáfu $160\text{-}180^{\circ}\text{C}/\text{km}$ stigul, þá er nú ljóst að allar holurnar veita svipaðar upplýsingar. Berg undir þeim öllum gæti verið álíka heitt og enginn þeirra bendir til að ein staðsetning sé annari betri hvað vatnslekt varðar. Nokkur dæmi eru til um það að holur sem boraðar eru eftir háum hitastigli séu heitar en nánast þurrar og því ónýtar eða treggæfar til hitaveitu. Hitastigull í slíkum holum lækkar þá stundum án þess að nokkur merki sjáist í vatnslekt um að komið sé niður úr því vatnskerfi sem háum stigli veldur. Við slíkar aðstæður skiptir því höfuðmáli að finna borholu stað sem er öðrum líklegri til að leka heitu vatni.

3. STÖÐUMAT

Er ofangreindar niðurstöður lágu fyrir var staðan endurmetin með nokkrum sérfræðingum Orkustofnunar. Var þá m.a. rýnt í fyrirliggjandi viðnámsmælingagögn frá 1981 og síðar (Lúdvík S. Georgsson og Kristján Sæmundsson, 1981; Lúdvík S. Georgsson 1985). Til dæmis var reynt að meta hvort fjölgun viðnámsmælinga væri líkleg til að gefa afdráttarlaus svör um þá staði sem lekastir væru. Lág viðnám ræðst aðallega að tvennu, þ.e. háum hita og/eða góðri lekt, auk þess sem selta hefur áhrif á rafstraumsviðnám í jörðu. Í Norðurárdal þarf ekki að taka tillit til seltu og því ætti viðnám eingöngu að ráðast af hita og lekt. Nú liggur fyrir að hiti er hár á öllu því svæði sem skoðað hefur verið með borunum og því ætti lægsta viðnámið að svara til bestu lektar. Samkvæmt því væri best að bora í Brekkumisgengið við Glitstaði. Þar er auk þess vitað um $8\text{-}9^{\circ}\text{C}$ heita volgru.

Fjölgun viðnámsmælinga kæmi til greina við leit að góðri lekt. Mannvirki hvers konar, en þó einkum jarðstrengir, valda vandræðum við beitingu viðnámsmælinga í nágrenni Bifrostar, en þar er mestur áhugi á að velja vinnsluholu stað. Athuga mætti hvort svokallaðar TEM mælingar kæmu að gagni, en þær gefa viðnám í nokkurskonar lóðréttum sívalningi undir mælistað (punktmæling).

Ef eingöngu er lítið á fyrirliggjandi vitneskju um viðnámsmynstur efstu jarðlaga í Norðurárdal, þá sést að lágviðnámsrenna teygir sig úr norðri niður Norðurárdal allt suður fyrir Varmaland (Lúdvík S. Georgsson, 1985). Ytri mörk þessarar rennu til vesturs eru nærri Bifröst og má vera að Hreðavatnsmislægið ráði nokkru um útmörkin. Lægsta viðnámið mældist við Glitstaði og svo í Bjarnadal rétt innan Dalsmynnis. Samkvæmt því ætti lekt að vera best þar ef við gefum okkur að bergið sé álíka heitt á öllu svæðinu. Þess má líka geta að viðnám í Norðurárdal hækkar neðan u.þ.b. 700 m dýpis nema í mælingunni innan við Dalsmynni, sem kann að benda til að aðaluppstreymissvæðið sé á því svæði. Til úrskurðar þarf að afla frekari gagna.

Vitað er að góðrar lektar er helst að vænta við sprungur og misgengi, og þeim mun betri árangurs er að vænta því yngri sem brotin eru. Yngstu brotin eru aust-vestlæg, svo sem Glitstaða- og Svartagilsmisgengin og gossprungan sem Grábrókargígarnir eru á (sjá mynd 3).

Mörg þessara brota ef ekki flest hafa hreyfst á síðustu árpúsundum og því líklegt að flest þeirra séu lek. Borun holu SG-2 við Svartagilsmisgengið gefur þó ekki til kynna að þar sé lekt betri (eða verri) en á hinum borstöðunum, og má hafa það í huga við val á framhaldsaðgerðum.

Lagt var til að reynt yrði að staðsetja vinnsluholu við eitthvert þeirra misgengja sem sjást á yfirborði, þannig að misgengið yrði skorið á u.þ.b. 500 m dýpi. Til þess þurfti að afla viðbótar-gagna um halla og legu misgengjanna eftir því sem tók voru á.

4. STAÐSETNING VINNSLUHOLU

Byrjað var á að skoða vandlega ætlað misgengi í framhaldi af Grábrókargíggunum austan við Norðurá í landi Glitstaða. Hvergi sást í opið brot og nákvæm víska um legu og halla misgengisins liggur því ekki fyrir. Hins vegar mætti staðsetja borholu þannig að góðar líkur væru á að sprungan yrði skorin á 500 til 1000 m dýpi. Er sú staðsetning nánast á vegamótunum austan ár. Tveir berggangar finnast í hlífðinni sunnan við ætlað misgengi en sjást ekki í bergvegg næst vegi og verða því ekki ræddir frekar.

Legu hins svokallaða Brekkumisgengis norðan Glitstaða má staðsetja með vissu, en ekki halla þess. Hallinn virðist þó ekki vera mikil og því vart þorandi að reikna með mikið meiri en 5° halla frá lóðréttu. Hala sem staðsett yrði 90 m sunnan grindarhliðs á veginum (þ.e. 50 m frá skurðlínu misgengisins við yfirborð) skæri misgengi með 5° halla á tæplega 600 m dýpi, misgengi með 6° halla á u.þ.b. 500 m dýpi og misgengi með 3° halla á tæplega 1000 m dýpi. Í ljósi þess sem þegar er sagt um lágt viðnám og volgru við yfirborð, þá er þessi holustaðsetning tvímælalaust sú vænlegasta til árangurs af þeim sem völ er á, og breytti þá engu hvort land Brekku væri með í dæminu eða ekki því þar mældist hærra viðnám. Vandkvæði við þessa staðsetningu liggur hins vegar í fjarlægðinni frá stærsta notandanum.

Vinnsluholur má staðsetja í landi Svartagils á nokkrum stöðum við misgengi. Öruggasta staðsetningin er við stóra misgengið sem hola SG-2 er boruð við. Þar má staðsetja holu sem skorið gæti tvö misgengi. Austur-vestur misgengisstallurinn er auðsær en norðlæga misgengið er um 250 m vestan við veginn og holu SG-2. Vinnsluholu mætti setja niður nærri stórum steini rétt norðan við girðingu sem er samsíða klettabeltinu, u.þ.b. 30 m frá báðum misgengjunum. Miðað við 4° halla yrðu þau skorin á tæplega 500 m dýpi. Ítreka má að hitastigull í holu SG-2 gefur ekki til kynna að uppstreymi sé við þetta misgengi í ljósi þess sem að ofan er rætt um túlkun hitamælinga.

Staðsetja má sitt hvora vinnsluholuna í landi Svartagils nærri sumarústöðunum. Önnur gæti verið á hrauninu við vegamót að bústöðunum, en hin í sandgryfju sunnan við hraunkantinn, vestan vegar, og er sú staðsetning heldur betri. Óvissa er þó nokkur um nákvæma legu misgengisins á undirlendinu í báðum tilfellum. Þessar staðsetningar eiga það sameiginlegt með holustaðsetningu við Grábrókarbrotið í landi Glitstaða að meiri áhætta yrði tekin um að borun skilaði tilætluðum árangri en ef reynt yrði að skera Svartagils- eða Brekkumisgengið með borun.

Svæðið innan við Dalsmynni í Bjarnadal var ekki skoðað af neinni nákvæmni í ljósi þess sem hugleitt er í næsta kafla. Legu helstu misgengja má skoða á jarðfræðikorti Hauks Jóhannessonar (1975). Staðsettar voru tvær hitastigulsholur á svæðinu, önnur nærri enda viðnámsmælingalínunnar sem lágviðnámið gaf og hin niður við þjóðveg í skóræktargirðingu rétt norðan af-

leggjarans til Búdardals. Fyrri holan þyrfti trúlega að vera 50-60 m djúp, en sú síðari mætti líklega vera grynri (25-30 m).

5. TILLAGA UM FRAMHALD

Orkustofnun getur refjalaust mælt með staðsetningu vinnsluholu í Glitstaðalandi við Brekkumisgengið. Þar fer saman stórt misgengi, lágt viðnám og volgra. Yfirgnæfandi líkur eru á að berghiti á nokkur hundruð metra dýpi sé svipaður þar og sunnar í dalnum. Líkur á tilætluðum árangri með borun vinnsluholu þar eru því góðar.

Erfitt er að gera upp á milli annara staðsetninga á vinnsluholu. Holu má þó staðsetja af öryggi við stóra misgengið í Svartagili, en niðurstæða hitamælinga úr SG-2 gefur ekki til kynna að borun í það misgengi sé betri kostur en aðrir. Aðrar staðsetningar á vinnsluholu eru ónákvæmari. Vitað er með vissu að Grábrókarsprungan hefur hreyfst á nútíma, sem er kostur. Staðsetning holu næst sumarbústöðunum má því telja lakasta, en með henni vegur þó að hola þar er betur í sveit sett en allar hinar.

Hægt er að auðvelda valið með nokkrum grunnum hitastigulsholum nærri eða á þeim holustæðum sem þegar hafa verið rædd. Trúlega mætti komast af með 25-30 djúpar holur í landi Svartagils og Glitstaða í ljósi niðurstöðu holu SG-1 og láta þá hæstan stigull ráða endanlegri staðsetningu vinnsluholu. Óþarft er að bora aftur við SG-2, og ein hola í sandgryfjunni myndi nægja til samanburðar við SG-1, en sú hola yrði nær ætluðu misgengi en SG-1. Hitastigulhola við Brekkumisgengið var staðsett rétt norðan brotsins, við grindarhliðið á veginum, í þeirri von að þar fengist ótruflaður stigull af völdum yfirborðsvatns sem gjarna rennur niður við stór brot, auk þess sem marktækur hitastigull fæst ekki ef borað er beint í volgrur.

Ljóst er að borun grunnra hitastigulshola er eins konar millileikur áður en endanleg ákvörðun um framhaldsaðgerðir verður tekin. Tilgangurinn er eingöngu sá að freista þess að koma væntanlegri vinnsluholu eins nærri Bifröst og kostur er. Með það að leiðarljósi voru tvær hitastigulsholur í viðbót staðsettar nær Bifröst, önnur í óbrennishólma við sumarbústaði rétt austan við þjóveginn sunnan Bifrastar, og hin í landi Hreðavatns, á sömu austur-vestur línu og Svartagilsholur nærri sumarbústöðunum. Líklegt er að síðastnefndu tvær holurnar þyrftu að vera heldur dýpri en hinar, miðað við dýpi á vatnsborð í holu BI-2, en endanlegt dýpi þyrfti að ákveða meðan á borun stæði. Ef niðurstöður yrðu svipaðar og þær sem fyrir liggja mætti líta svo á að jarðhitaleit í næsta nágrenni Bifrastar væri þrautreynd.

Ef litið er til fyrirliggjandi viðnámsmælinga eingöngu, þá má vera að gjöfulasta jarðhitasvæðið leynist undir Dalsmynni eða í næsta nágrenni. Því væri ekki úr vegi að bora eina til tvær hitastigulsholur þar til samanburðar við syðra svæðið, en þess má geta að grunnar borholur nærri sæmilegum uppstreymissvæðum sýna gjarnan hitastigul upp á 300-400°C/km.

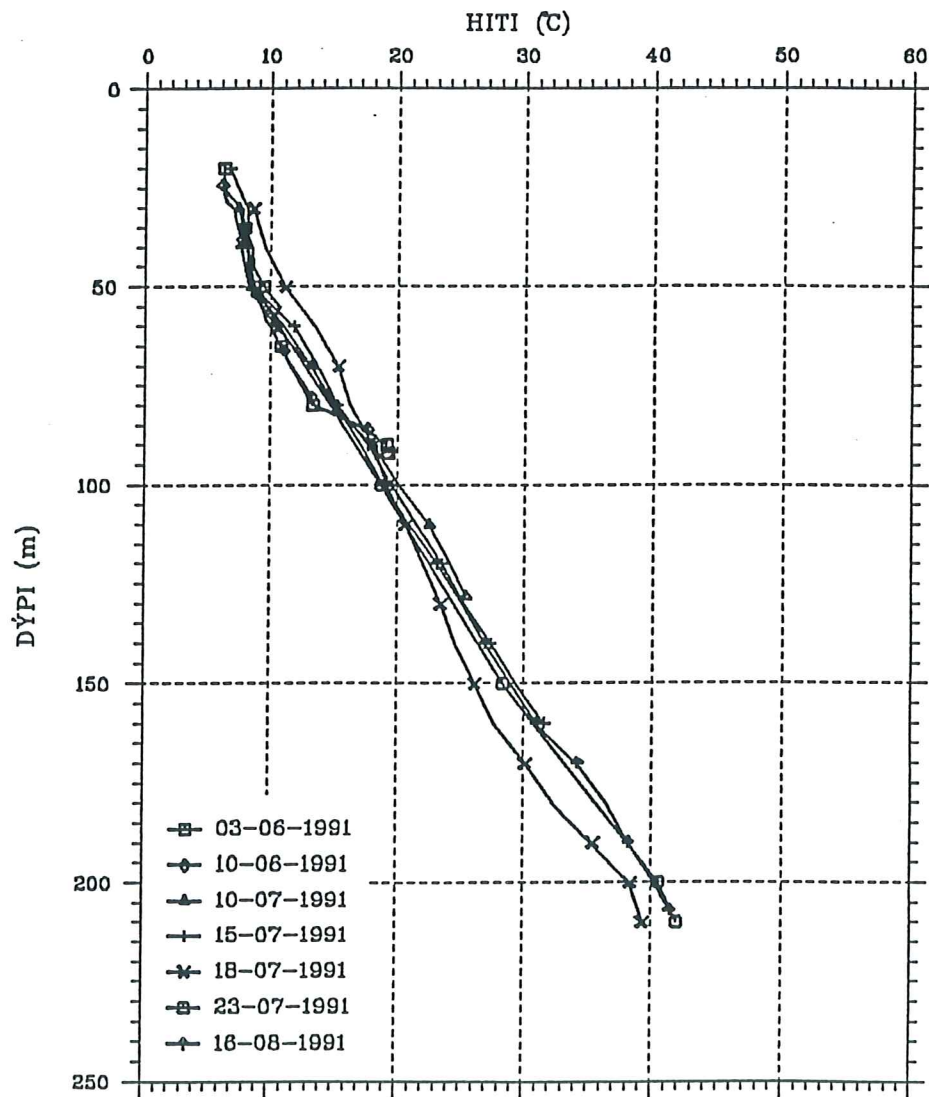
Að lokum má svo ítreka að besti fyrirliggjandi valkostur um staðsetningu vinnsluholu er við Brekkumisgengið við Glitstaði. Það álit kann að breytast að loknum borunum fleiri hitastigulhola, eða standa óbreytt. Í besta falli gætu þó hitastigulsboranir réttlætt að vinnsluhola yrði staðsett nær Bifröst en fjær.

Reykjavík 3. sept. '91

Guðmundur Ó. Friðleifsson

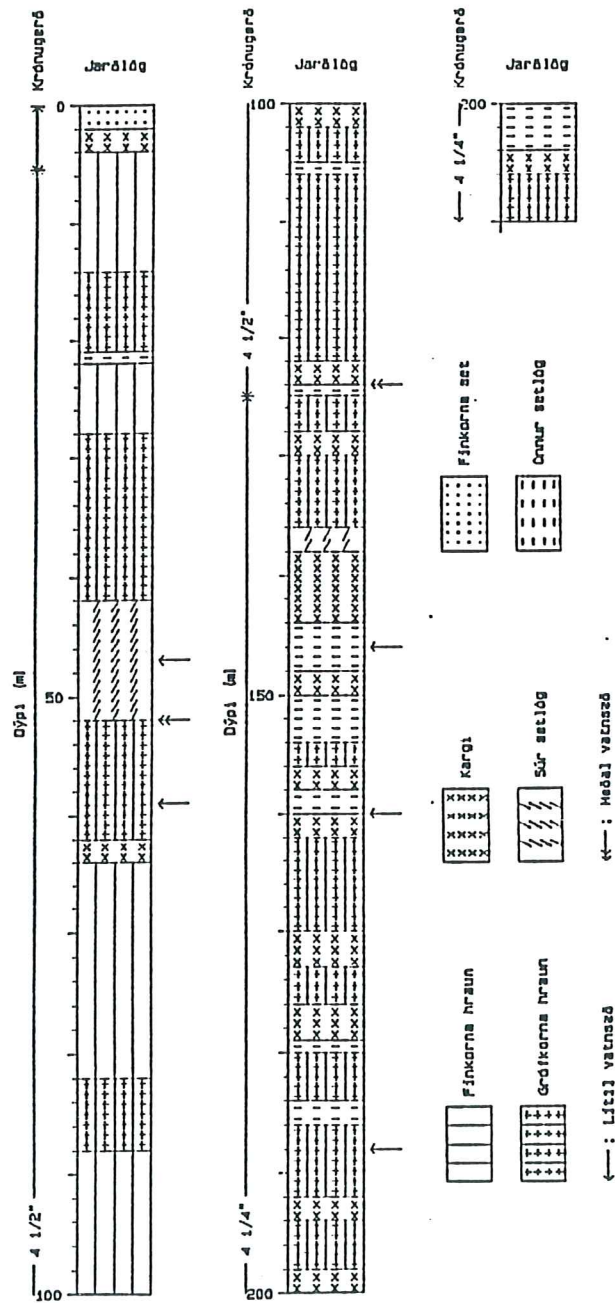
21 Aug 1991 ph
L= 29202 Oracle

Bífröst
Hóla 2
Hitamælingar

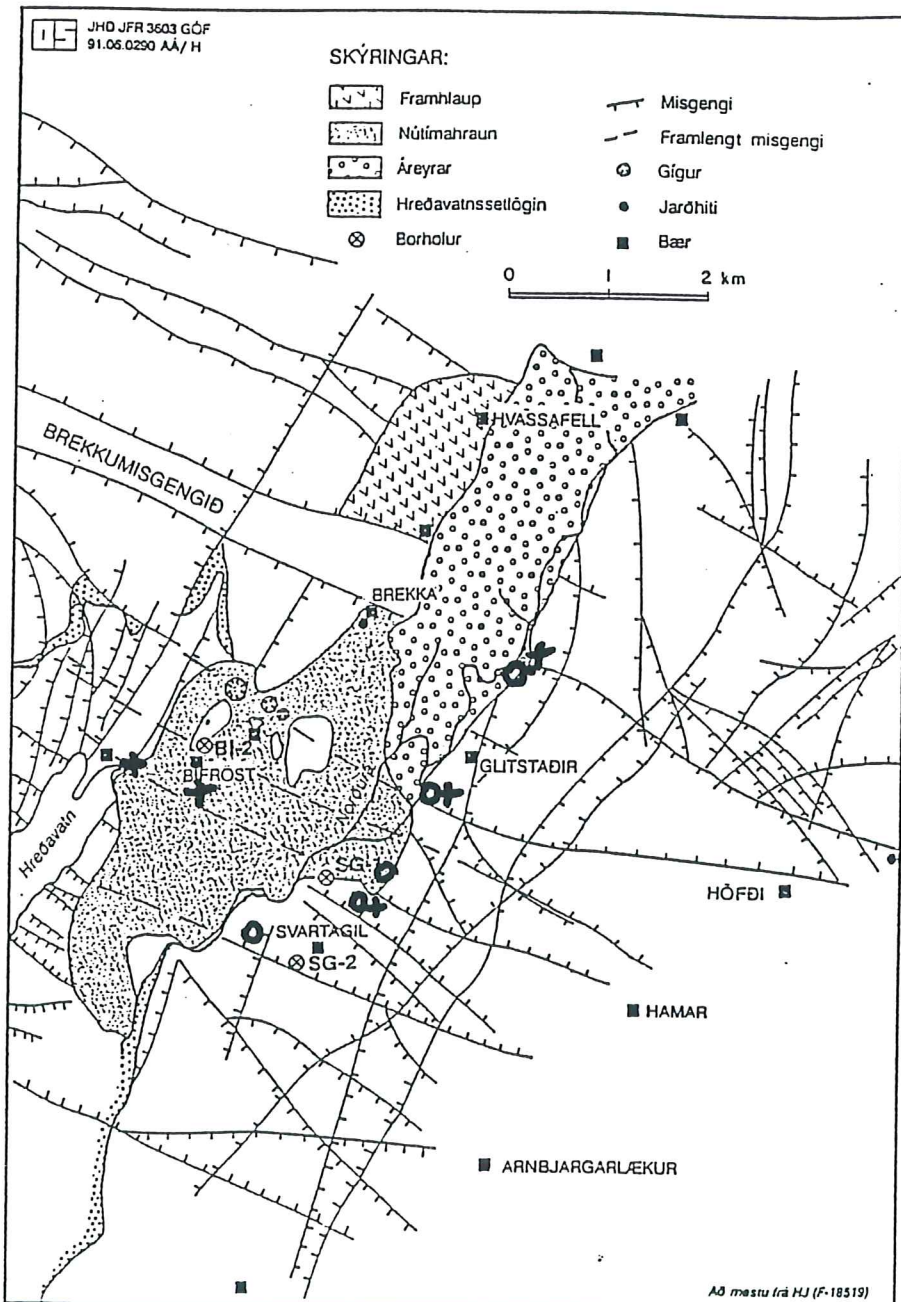


Mynd 1. Hitamælingar í holu BI-2

Bifröst, hola BI-02



Mynd 2. Jarðlög og vatnsæðar í holu BI-2



○ STAÐSETNING VINNSLUTOLA
 + — " — HÍTUSKULSKOLA

Mynd 3. Staðsetning borhola

6. HEIMILDIR

Guðmundur Ó. Friðleifsson og Lúðvík S. Georgsson, 1991. Jarðhitaleit í Norðurárdal 1991. Orkustofnun, greinargerð GÓF-LSG-91/01, 10 bls.

Haukur Jóhannesson, 1975. Structure and Petrochemistry of the Reykjadalur Central Volcano and the Surrounding Areas, Midwest Iceland. Doktorsritgerð. Durham Háskóli, 273 bls.

Lúðvík S. Georgsson og Kristján Sæmundsson, 1981. Viðnámsmælingar í Norðurárdal sumarið 1981. Orkustofnun, greinargerð LSG-KS-81/04, 6 bls.

Lúðvík S. Georgsson, 1985. Höfuðborgarsvæði-Borgarfjörður. Niðurstöður Viðnámsmælinga. OS-85111/JHD-14, 41 bls.