

Líkur á árangri djúpborunar við Syðri-  
Rauðamel í Kolbeinsstaðahreppi

**Guðmundur Ómar Friðleifsson**

**Greinargerð GÓF-98-06**



26-05-98

## LÍKUR Á ÁRANGRI DJÚPBORUNAR VIÐ SYÐRI-RAUÐAMEL Í KOLBEINSSTAÐAHREPPI

### ÁGRIP

Greinargerð þessi er tekin saman sem fylgiplagg með umsókn til Orkusjóðs um borun djúprar holu við Syðri Rauðamel. Í fyrstu stóð til að sækja um lán til dýpkunar 445 m djúprar holu (SR-02) í allt að 1500 m. Borun holunnar lauk síðastliðinn föstudag, 22. maí, og var holan loftdælt daginn eftir. Hún gefur tæpa 60 l/s af 49°C heitu vatni við 35 m niðurdrátt. Vatnið er líklega of kalt til hitaveitu fyrir hreppinn, þó mikið sé, en verðmæti þess þó talið of mikið til að loka það af með steypingu eða fóðringu. Vatnið má örugglega nota í væntalegri sumarhúsabyggð á Syðri Rauðamel. Borun í allt að 1500 m dýpi er líkleg til að gefa 70-90°C heitt vatn sem notað yrði í hitaveitu, með eða án varmaskipta nærri borstað. Nóg er af köldu grunnvatni til varmaskipta á borstað, ef þess gerðist þörf.

### INNGANGUR

Kolbeinsstaðahreppur er einn fárra hreppa í landinu sem ræður yfir nokkrum jarðhita án þess að hafa nýtt hann að marki. Aðalástæðan er strjálbýli, tiltölulega óhagstæð efnasamsetning jarðhitavatns og ætlað lágt hitastig þess (um 65°C), auk þess sem vænlegustu jarðhitastaðirnir þar og í Eyjahreppi hafa verið í einkaeign annarra en íbúa hreppsins. Hvergi hefur verið borað í jarðhitann í Kolbeinsstaðahreppi fyrr en nú í vor að byrjað var á holu SR-02 við Syðri Rauðamel, en sú jörð komst nýlega í eigu hreppsins. Sveitarstjórnin hafði áhuga á að kanna jarðhitamöguleika þar til hlítar, fyrst og fremst með hitaveitu fyrir sveitina í huga, en jafnframt með áform um jarðhitanytingu í væntanlegri sumarbústaðabyggð. Fyrsta skrefið var að komast að því hve djúpt væri á nothæft vatn til hitaveitu. Fyrirhugað var að bora holuna með litlum bor (Ými) í allt að 440 m dýpi, ef viðunandi árangur yrði ekki kominn áður.

Endanlegt dýpi holunnar varð 445 m og lauk borun 22. maí. Holan var loftdæld í 6 tíma að morgni 23. maí og gefur hún 60 l/s af 49°C heitu vatni, með 30 m niðurdrætti. Vatnið er trúlega of kalt til hitaveitu fyrir hreppinn en nýting fyrir sumarbústaðabyggð kemur vel til álita. Efnasamsetning vatnsins úr holunni er óþekkt ennþá, en holan er fóðruð með 8 5/8" fóðringu í 157 m dýpi, og vatnsæðar eru á 280 m og 360 m dýpi. Vatnsæðin við 280 m dýpi er neðan til í um 50 m þykku lagskiptu setlagi, sem nær frá 240 m dýpi niður í a.m.k. 286 m. Setið er mjög hrungjarnt og olli vandræðum í borun, og var það styrkt með steypingum. Ef til dýpkunar kemur á holunni þyrfti örugglega að styrkja holuveggi með frekari steypingum eða fóðringu í 300 m. Fyrirstaða er nú í holunni ofan æðarinnar, en vatn kemst greiðlega í gegn. Vatnsæðin við 280 m er um 46°C heit, en önnur neðan 320 m dýpis gefur um helmingin af vatninu, og er sú líklega um 52°C heit. Ný greinargerð frá Grími Björnssyni (OS-GrB-98/04) um loftdælinguna fylgir með þessari. Mynd 3 sýnir allar hitamælingar gerðar í borun og áætlun um hitastig á 1000 m dýpi miðað við þær. Framlenging ferilsins í 1500 m gefur um 80°C hita.

ORKUSTOFNUN

Holan SR-02 er þannig hönnuð að hana mátti dýpka með stærri bor í allt að 1500 m. Kolbeinstaðahreppur hefur kostað alla framkvæmdina til þessa. Endanlegur kostnaður fyrir þessa 445 m djúpu holu liggur ekki fyrir en gæti numið um 6 Mkr.

Vonast er eftir að dýpkun holunar um 1 km, niður í 1400-1500 m dýpi geti gefið 80-90°C heitt vatn. Kostnaðaráætlun var fengin frá Jarðborunum hf, miðað við dýpkun með jarðbornum Aza, og fylgir hún með umsókninni til Orkusjóðs. Þegar fyrir lá nú um helgina það óhemju vatnsmagn sem holan gefur af tæplega 50°C heitu vatni, er varla verjandi að loka það af með steypu eða fóðringu til að unnt sé dýpka holuna. Því voru Jarðboranir hf beðnar um nýja kostnaðaráætlun fyrir borun 1500 m holu, og fylgir hún jafnframt með umsókninni til Orkusjóðs. Sú hola yrði fóðruð í u.þ.b. 500 m og boruð í allt að 1500 m dýpi.

Efnasamsetning vatnsins ásamt hitastigi ræður mestu um það hvort vatnið megi nota beint til hitaveitu eða hvort setja þurfi upp varmaskiptastöð nærri borstað. Varmaskiptaleiðin er talsvert dýrari auk þess sem upphitaða vatnið er oft um um 10°C kaldara en heita vatnið. Þekking á efnasamsetningu djúpvatns og hitastigi skiptir því meginmáli, og hvort tveggja er óþekkt sem stendur. Hér er gengið út frá þeirri vinnuforsendu að djúpvatnið þurfi að vera í nægjanlegu magni og helst nær 80-90°C heitt til að varmaskiptastöð komi til álita, ef svo færi að bein nýting jarðhitavatnsins reyndist ómöguleg vegna útfellingahættu. Nóg er af köldu grunnvatni til varmaskipta á Syðri Rauðamel ef til þess kæmi.

Gamlar óbirtar efnagreiningar voru grafnar upp úr skúffum Orkustofnunar og eru þær notaðar, ásamt nokkrum yngri greiningum (Helga Tulinius o.fl. 1991), til að meta útfellingahættu jarðhitavatns miðað við 80-90°C hita. Guðrún Sverrisdóttir á Orkustofnun sá um þessa útreikninga. Þar er sú forsenda gefin að efnasamsetning á yfirborði sé sú sama og samsetning djúpvatns. Sú forsenda er þó varhugaverð þar sem sjálfrennsli er lítið sem ekkert frá öllum þessum jarðhitastöðum, nema við Laugagerðisskóla í Eyjahreppi þar sem útfellingahætta er lítil. Jafnframt þessu sló Magnús Ólafsson á Orkustofnun á Na-K hitastig jarðhitavatnsins á Syðri Rauðamel út frá nýrri hitastigskvörðun sem Stefán Arnórsson o.fl. birtu í vor (1998). Niðurstöður þessara athugana eru m.a.þær að sýnið sem var tekið af yfirborðsvatni við Syðri Rauðamel 1989, inniheldur mikla kolsýru og hefur lágt sýrustig (pH=6,5) og er því mjög tærandi. Ennfremur er efnainnihald hátt og útfellingahætta því mikil. Hitastigsreikningar eru hæpnir fyrir svona vatn, en gætu bent til talsvert hærra hitastigs eða allt að 100°C.

## JARÐHITASTAÐIR

Til að gefa hugmynd um þá valkosti sem fyrir liggja í Kolbeinsstaðahreppi varðandi heitavatnsöflun, er er rétt að telja upp þekkta jarðhitastaði í sveitinni. Þar eru fjórir jarðhitastaðir þekktir, og var þeim öllum lýst í skýrslu Orkustofnunar frá 1991, ásamt jarðhitastöðum í Eyjahreppi (Helga Tulinius o.fl. 1991). Sú lýsing var tekin upp stytta í nýlegri greinargerð (Guðmundur Ómar Friðleifsson, 1997). Þeir eru taldir upp aftur hér að neðan, yfirborðshita getið og rennslis, ásamt því að fjallað er um efnasamsetningu jarðhitavatnsins á umræddum jarðhitastöðum á yfirborði. Jafnframt eru jarðhitastaðirnir bornir saman lauslega til að leggja mat á hvort einhver þeirra sé öðrum betri. Staðsetning þeirra er sýnd á mynd 1.

1) Syðsti jarðhitinn í Kolbeinsstaðahreppi er um 2,5 km vestan við Snorrastaði, hulinn Elborgarhrauni að mestu, en veitir gufu upp í flanga hraungjótu. Þar er gróðurfar sem í gróðurhúsi og mjög sérstakt. Ábúendur Snorrastaða hafa velt fyrir sér nýtingu þessa jarðhita, en fjarlægðin og aðstæður allar til borunar og til lagningar hitaveitu í úfnu apalhrauni eru heldur fráhrindandi. Hæsti hiti þarna mældur í örgrunnum vatnspolli djúpt niðri í hraungjótu er  $51^{\circ}\text{C}$ . Vatn hefur væntanlega verið tekið úr þessum polli og efnagreint fyrir um tveim áratugum. Vatnið er hefur hærra sýrustig ( $\text{pH}=8,5$ ) en jarðhitavatn við Landbrot og Syðri Rauðamel, en útfellingahætta miðað við  $80\text{-}90^{\circ}\text{C}$  reiknaðan hita er umtalsverð eins og á hinum stöðunum.

2) Næsta jarðhitasvæði norðan við er í landi Landbrots nyrst í Eldborgarhrauni. Hæsti hiti á yfirborði þar er tæpar  $58^{\circ}\text{C}$ . Svæðið er einna best í sveit sett til virkjunar hvað nálægð við flesta bæi varðar og var m.a. annars gerð forathugun á kostnaði við borun og lagningu hitaveitu um hluta sveitarninnar (María J. Gunnarsdóttir 1984). Landið er hluti af einkaeign laxveiðiréttihafa sem ekki búa í sveitinni og hefur það dregið úr áhuga heimamanna á nýtingu þessa svæðis. Reiknað var með  $65^{\circ}\text{C}$  lágmarkshita þar. Útreikningar á útfellingahættu þessa vatn miðað við  $80\text{-}90^{\circ}\text{C}$  hita benda til umtalsverðrar útfellingahættu.

3) Þriðja svæðið er úti í miðri Haffjarðará í landi Syðra Rauðamels. Þar hefur volgt vatnsrennsli fellt af sér hvalbakslaga hrúðurhól og bólar upp úr honum ölið (kolsýra) og örlítið vatn. Hæsti hiti mældist  $24^{\circ}\text{C}$ . Víðar bólar upp ölið í ánni í smásprungum, en nýting á þessum hita hefur ekki komið til álita, og útfellingahætta miðað við  $80\text{-}90^{\circ}\text{C}$  hita var ekki reiknuð út.

4) Fjórða svæðið er á **Syðri-Rauðamel** sunnan við Syðri-Rauðamelskúlu og í hraunjarðri Gullborgarhrauns þar suðaustur af. Útbreiðsla hverahrúðurs sýnir að þar var mikil jarðhitavirkni fyrir einhverjum þúsundum ára, líklega í byrjun nútíma, svipað og á jarðhitastað 2 í Landbroti. Hæsti hiti á yfirborði mældist um  $45^{\circ}\text{C}$  á tveimur stöðum. Annars vegar nyrst á svæðinu fast við gígaröð í hrúðurbreiðu nær kaffærðri í mýrarsundi. Sýni var dælt upp úr vatnslítilli uppsprettu í hverahrúðri ( $39,3^{\circ}\text{C}$ ) á þessum stað og efnagreint (Helga Tulinius o.fl. 1991), og er það sú greining sem sagt er frá í inngangi. Hinn staðurinn er svo litlu sunnar nyrst í útgrafinni baðlaug Guðmundar heitins á Syðri Rauðamel. Um 2 l/s sjálfrennsli er úr lauginni. Uppkoma á  $43\text{-}44^{\circ}\text{C}$  heitu vatni fannst víðar í baðlauginni, og líka á einum stað norðan við gígaröðina. Holu SR-02 var valin staður milli heitustu staðanna (mynd 2).

Af gefnu tilefni er rétt að geta þess að hverahrúður á Syðri Rauðamel, í Landbroti og við Lýsuhól í Staðarsveit er að mestu úr kísli, svipað og hrúður við Geysi í Haukadal eða á Hveravöllum í Reykjahverfi. Hrúðrið á Snæfellsnesi hefur verið álitid kalkhrúður síðastliðin 50 ár, talið fallið út úr kolsýru- og kalkríku ölkelduvatni, en nýjar efnagreiningar höfundar sýna að hrúðrið á nefndum stöðum á Snæfellsnesi og Hnappadal er að mestu úr kísli. Það hefur að öllum líkindum fallið út úr miklu heitara vatni ( $100^{\circ}\text{C}$  +/- ?) en finnst á nefndum stöðum í dag.

Hrúðrið er mikið rofið og víða uppgróið og uppstreymi af heitu vatni þar er næsta lítið í dag. Ljóst er að nánast hefur tekið fyrir uppstreymi á heitu vatni til yfirborðs, miðað við það sem var í byrjun nútíma fyrir um 10.000 árum. Gullborgarhraun sem líklega er nær 8000 en 5000 ára gamalt (Haukur Jóhannesson, 1977) rann t.d. yfir hluta af hrúðurbreiðunni við Syðri-Rauðamel. Hálsahraun rann líka að hrúðurhólum og trúlega yfir

jarðhitann að hluta til, og gjall leggst yfir hrúðrið næst gosrásinni. Jarðhitauppstreymið til yfirborðs virðist því að mestu hafa verið um garð gengið þegar Rauðukúlur gusu og Hálsahraun rann fyrir um 2500 árum. Þó ljóst sé að uppstreymi hefur minnkað mikið frá fyrri tíð, þá kann nýtanlegur jarðhiti (70-90°C) engu að síður að leynast þar á 1-1,5 km dýpi og þarf djúpbörun til að skera úr um það. Nýafstaðin börun holu SR-02 gefur fyrirheit um að það kunni að ganga eftir.

Útfellingahætta miðað við 80-90°C hita er álíka mikill í þessu vatni eins og á jarðhitastöðunum í Landbroti og í Eldborgarhrauni, og því er engin þessara staða öðrum betri hvað hugsanlega útfellingahættu varðar, miðað við þær forsendur sem gengið er út frá. Á sínum tíma (Helga Tulinius o.fl. 1991) var reiknaður út kísilhiti og Na/K-hiti, sem reyndust 130°C og 80°C. Almennt virðist uppi vantrú meðal sérfræðinga að kísilhiti í ölkelduvatni geti gefið marktæka vísbendingu um hitastig djúpvatns, og á Syðri Rauðamel kann uppleystur kísill úr gamla hverahrúðrinu að hafa áhrif. Það sama gildir ekki um Na/K efnahitamælinn. Útreikningur á sama efnainnihaldi miðað við nýja hitastigskvörðun (Stefán Arnósson o.fl. 1998) gefur heldur hærra Na/K-hita fyrir yfirborðsvatnið frá Syðri Rauðamel en fyrri reikningar, eða nær 100°C. Það styður við mat um að 80-90°C heitu vatni megi trúlega ná með djúpbörun við Syðri Rauðamel.

Tekið var vatnssýni í loftdælingunni um síðustu helgi, og er vatnið ættað af um 300 m dýpi. Vatnssýni tekin við þessi skilyrði eru ekki fyllilega marktæk, því ekki er hægt að mæla sýrustig, kolsýru eða önnur rokgjörn efni, en gefa fyrirheit um efnasamsetningu djúpvatnsins hvað kísil ( $\text{SiO}_2 = 189$  ppm), kalsíum ( $\text{Ca} = 130,9$  ppm), magnesíum ( $\text{Mg} = 125,4$  ppm) og klóríð ( $\text{Cl} = 43,5$  ppm) innihald varðar. Niðurstaða greininga fyrir þessi efni er sýnd í svigum að ofan, en samanburður við gömlu efnagreiningarnar bendir ekki til að efnainnihald minnki með auknum hita og dýpi. Betri sýni þarf þó að taka af vatninu eftir nokkra daga dælingu, til að meta útfellinga- og tæringarhættu nákvæmlega, en fyrirbyggjandi greiningar gefa ekki fyrirheit um annað en að útfellinga- og tæringarhætta sé fyrir hendi. Það bendir til að varmaskipta þurfi 80-90°C heitu djúpvatni nærri borstað áður en því yrði veitt um sveitina.

Eini nýtti jarðhitinn í sveitinni er við Laugagerðisskóla, handan Haffjarðarár í Eyjahreppi. Þar er rúmlega 68°C hiti á yfirborði, þar sem hæst er, en 62,8°C heitt vatn er tekið úr þró yfir sprungu sem vatn sjálfrennur úr. Jafnframt er nýtt 66°C heitt vatn úr annarri af tveim borholum. Þær voru boraðar nærri sprungunni og vatnshiti er um 70°C ofan um 100 m dýpis í báðum holum, en hitaferlar eru viðsnúnir. Jarðhitanýtingin fyrir skólahúsnaði og sundlaug var á sínum tíma gefin Eyja- og Kolbeinstaðahreppi af landeigendum Kolviðarness, og Laugagerðisskóli reistur í framhaldi af því. Á sínum tíma var ekki heimilt að nýta jarðhitann þar til stærri hitaveitu, enda kom hún vart til álita þá. Jarðhitavatnið þarna mætti hins vegar nota beint til hitaveitu því útfellingahætta er lítil. Nú eru nýttir 2-3 l/s af 66°C heitu vatni, og þyrfti að bora 1-1,5 km djúpa holu til að ná upp heitara vatni. Hvað Kolbeinstaðahrepp varðar hefur hitaveita þaðan þó aldrei komið til álita, bæði vegna fjarlægðar og svo eignarhalds annarra en bænda á jarðhita- og laxveiðijörðunum við Haffjarðará, þ.e.a.s á Kolviðarnesi (Laugagerðisskóli) og Landbroti. Það er út af fyrir sig heldur klén staða í ljósi þess að útfellinga- og tæringarhætta í vatninu við Laugagerðisskóla er svo lítil. Vonin um að finna heitt djúpvatn af hagstæðari samsetningu á Syðri Rauðamel fer hins vegar þverrandi í ljósi fyrirbyggjandi vísbendinga úr holu SR-02 um efnainnihald djúpvatns. Hugsanlegt er að vatn af hagstæðari samsetningu leynist í landi Snorrastaða undir Eldborgarhrauni, en þar þyrfti þó að byrja á 100-200 m djúpri holu til úrskurðar, því yfirborðsaðstæður til sýnatöku eru mjög sérstæðar og kunna

að gefa villandi mynd af vatnsgæðum. Vatnið þar hefur hærra sýrustig (pH=8,5) en jarðhitavatn í nágrenninu og reiknuð útfellingahætta við 80-90°C hita er mikil. Grunn hola þar ætti að gefa upplýsingar um hitastig undir hrauninu, og marktæku sýni mætti ná með dælingu.

## NIÐURSTAÐA

Reikningar á útfellingahættu á 80-90°C heitu vatni, miðað við sömu efnasamsetningu og í yfirborðssýnum, gefa ekki til kynna að eitt jarðhitasvæði sé öðru betra í Kolbeinsstaðhreppi hvað útfellingahættu varðar. Ennfremur er sýrustig (pH) lágt, enda styrku kolsýru hár, svo vatnið er einnig tærandi. Við Laugagerðisskóla er hins vegar jarðhitasvæði af hagstæðari efnasamsetningu.

Líkur eru á að 80-90°C heitu vatni megi ná við Syðri Rauðamel með borun u.þ.b 1500 m djúprar holu. Miðað við fyrirbyggjandi gögn virðist tæringar- og útfellingahætta vera fyrir hendi, og því þarf í hagkvæmnireikningum að reikna með varmaskiptastöð nærri borstað. Dæluþrófun og sýnataka úr holu SR-02 kann að breyta þessu álitni, þó hlutasýni úr loftdælingu gefi ekki tilefni til bjartsýni. Prófa þarf holu SR-02 með tilliti til nýtingar fyrir væntanlegt sumarhúsasvæði.

Tveir valkostir eru fyrir hendi um öflun 80-90°C heits vatns á Syðri Rauðamel. Annar sá að dýpka holu SR-02 um 1000 m eða svo, hinn sá að bora nýja holu og fódra hana af niður fyrir 500 m. Samkvæmt meðfylgjandi kostnaðaráætlunum Jarðborana hf, virðist kostnaður við dýpkun holu SR-02 niður í 1400-1500 m geta numið 12-15 Mkr. Rannsóknarkostnaður gæti numið 1-1,5 Mkr. Áætlaður kostnaður við borun nýrrar holu í 1500 m með dýpri fódringum og víðari er nær 18 Mkr. Heildarkostnaður gæti því verið um 15 Mkr í fyrra tilvikinu, en nær 20 Mkr í því síðara.

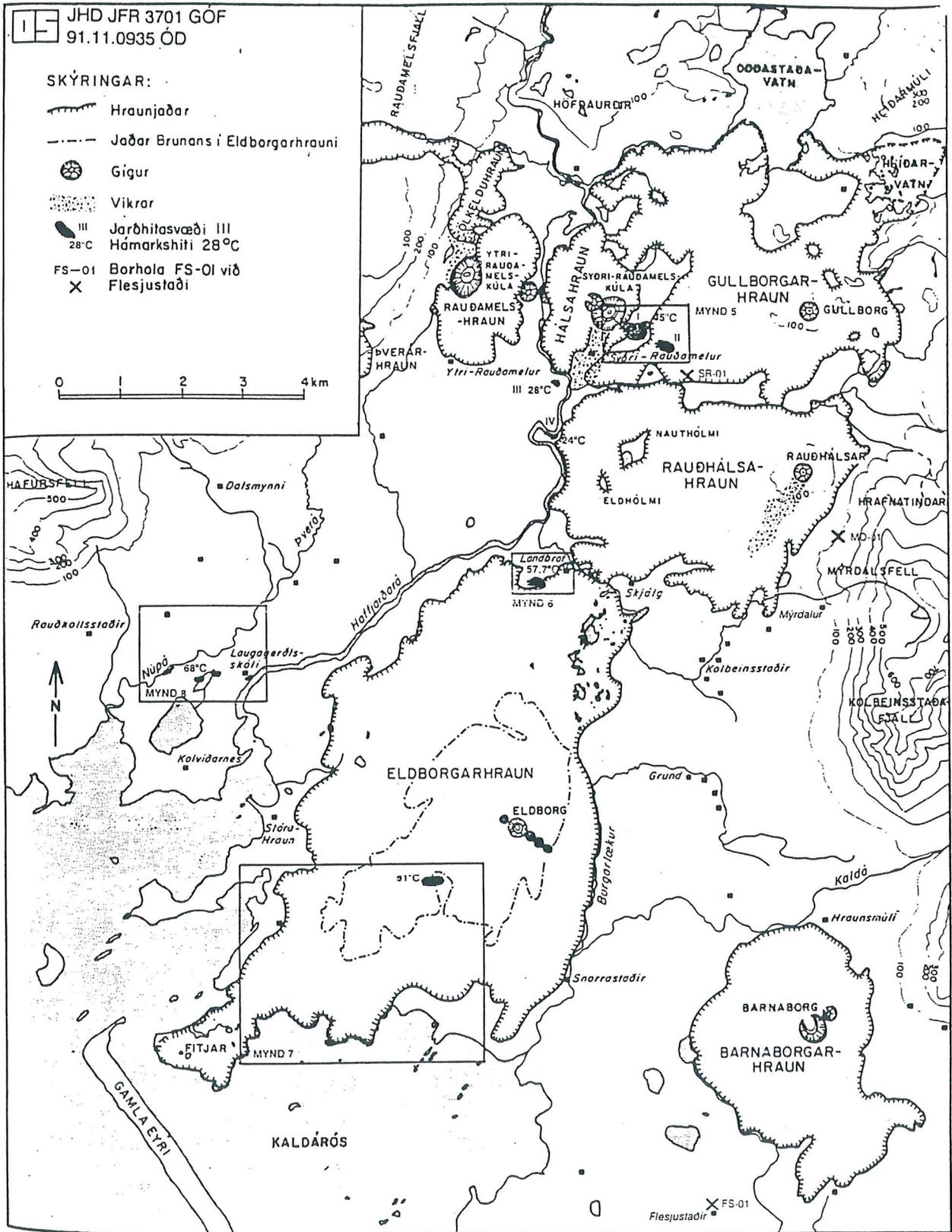
Borun nýrrar holu er hér álitin vænlegri kostur þar sem umtalsverð verðmæti eru þegar beisluð í þeim 60 l/s af 49°C heitu vatni sem hola SR-02 gefur við 30 m niðurdrátt. Miðað við þær aðstæður sem ríkja í Hnappadal ætti ný djúp hola að gefa nokkuð ásættanleg svör um það hvort hitaveituvæða megi Kolbeinsstaðhrepp.

Orkustofnun 26. maí, 1998

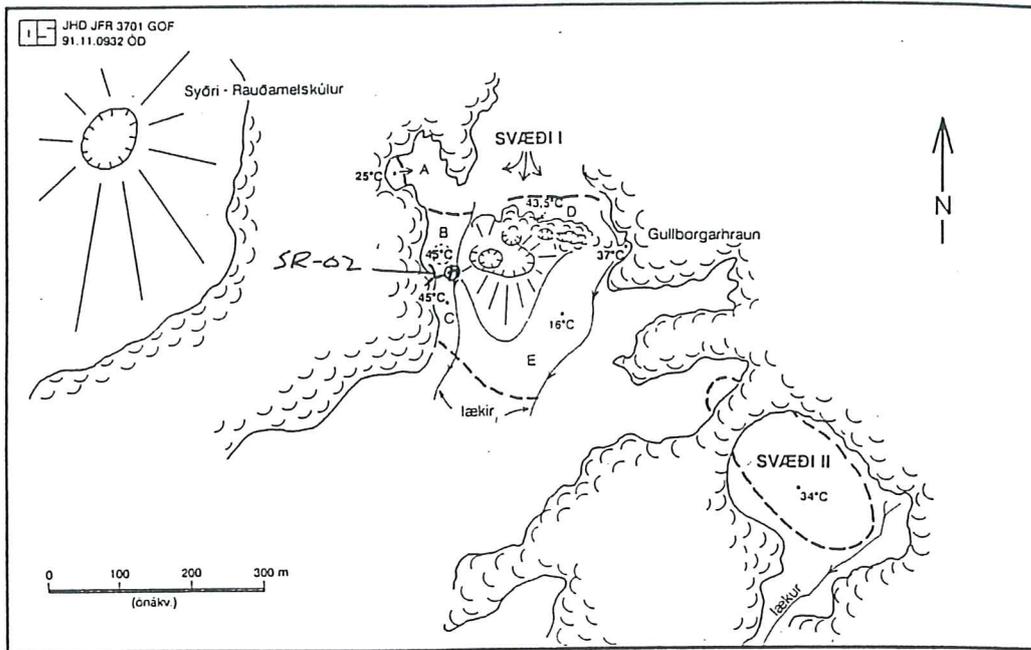
Guðmundur Ómar Friðleifsson

### Heimildir:

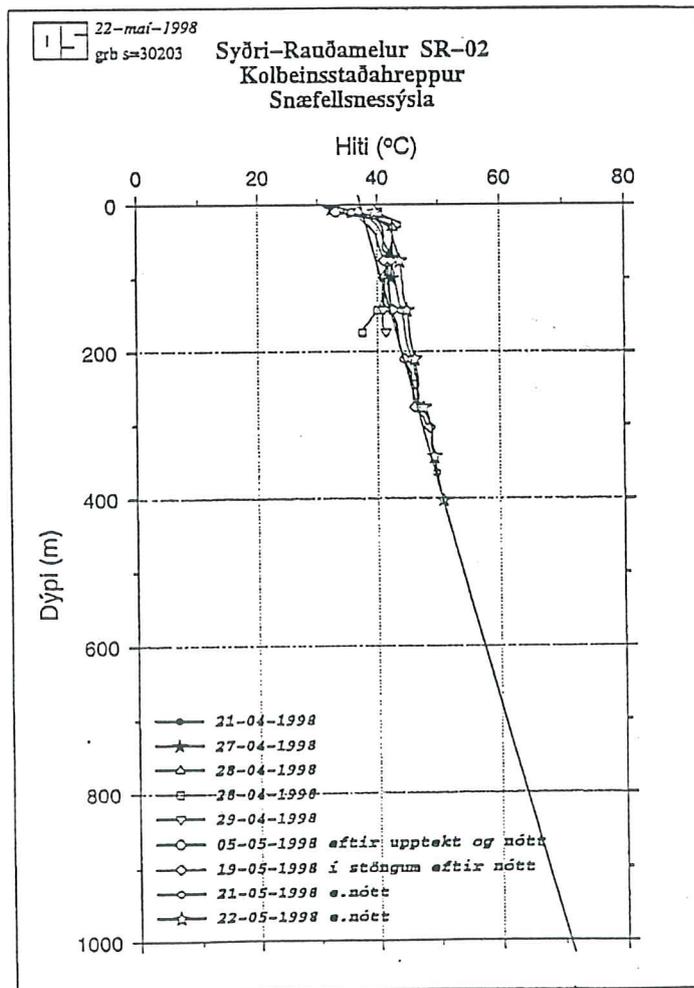
- Grímur Björnsson, 1998. Afkastaprófun Holu SR-02, Syðri Rauðamel, í Maí 1998. Orkustofnun, Greinargerð, OS-GrB-98/04, 5 bls.
- Guðmundur Ómar Friðleifsson, 1997. Jarðhitanýting í Kolbeinsstaðahreppi. Orkustofnun, Greinargerð, GÓF-97/08, 6 bls.
- Haukur Jóhannesson, 1977. Þar var ei bærinn, sem nú er borgin. Náttúrufræðingurinn 47, bls. 129-141.
- Helga Tulinius, Árni Hjartarson, Guðmundur Ómar Friðleifsson og Guðrún Sverrisdóttir, 1991. Hnappadalur. Kalt vatn og jarðhiti. Sérverkefni í fiskeldi 1989-1990. OS-91039/JHD-05, 55 bls.
- María Jóna Gunnarsdóttir, 1984. Hitaveita Kolbeinsstaðahreppi, Snæfellsnesi. Frumáætlun um hitaveitu frá Landbrotalaugum á nokkra bæi í Kolbeinsstaðahreppi. OS-84028/JHD-09 B, 7 bls.
- Stefán Arnórsson, Auður Andrésdóttir, Ingvi Gunnarsson og Andri Stefánsson, 1998. Ný kvörðun fyrir kvars og Na/K efnahitamælana - gildir á bilinu 0-350°C. Vorráðstefna Jarðfræðafélags Íslands, bls. 42-43.



Mynd 1. Jarðhitasvæði í Hnappadal. Hreppamörk Kolbeinstaðahrepps og Eyjahrepps eru um Haffjarðará. (mynd úr skýrslu Helgu Tulinius o.fl.,1991)



Mynd 2. Staðsetning holu SR-02 á jarðhitasvæðinu við Syðri Rauðamel.



Mynd 3. Hitamælingar úr holu SR-02. Áætlaður hiti á 1000 m dýpi er um 70°C og framlenging línunar gæfi 80-90°C hita á 1500 m dýpi.