



ORKUSTOFNUN  
Jarðhitadeild

**URRIÐAVATN Í FELLUM**

**Tillögur til vatnsöflunar á árinu 1983**

Jens Tómasson  
Jón Benjamínsson  
Ólafur G. Flóvenz  
Sigmundur Einarsson

Unnið fyrir Hitaveitu Egilsstaðahrepps og Fella

OS82112/JHD29 B

Desember 1982

## **URRIÐAVATN Í FELLUM**

### **Tillögur til vatnsöflunar á árinu 1983**

Jens Tómasson  
Jón Benjamínsson  
Ólafur G. Flóvenz  
Sigmundur Einarsson

Unnið fyrir Hitaveitu Egilsstaðahrepps og Fella

OS82112/JHD29 B

Desember 1982

## URRIÐAVATN Í FELLUM

Tillögur til vatnsöflunar á árinu 1983

Frá því að Hitaveita Egilsstaðahrepps og Fella tók til starfa um áramót 1979-80 hefur vatn í vinnsluholum kólnað verulega. Í byrjun hafði hitaveitan aðeins eina vinnsluholu, holu 4. Úr henni fengust þá 12-13 l/s af 64°C heitu vatni, aðallega úr grunnum æðum og var talin hætta á kólnun. Hóla 5 var tekin í notkun í janúar 1981. Úr henni fengust þá um 14 l/s af 53°C heitu vatni, einnig að mestu úr grunnum æðum. Árið 1981 var hola 6 boruð. Árangur varð slakur. Holan var tengd hitaveitunni haustið 1982. Úr henni fást 5 l/s af tæplega 62°C heitu vatni.

Um áramótin 1981-1982 hafði vatnið í holu 4 kólnað niður í 55°C og hitastig í holu 5 var um 52°C. Allt benti til að vatnið héldi áfram að kólna í báðum holunum.

Vegna þess vanda sem við blasti hefur jarðhitadeild Orkustofnunar á yfirstandandi ári lagt mikla vinnu í rannsókn jarðhitasvæðisins. Verkefnið hefur verið tvíþætt. Annars vegar hefur rannsóknin beinst að kólnuninni, orsökum hennar og hegðun. Hins vegar hefur verið reynt að kanna sem allra best jarðfræðilega gerð svæðisins í þeim tilgangi að finna hvar aðfærsluæð heita vatnsins liggur. Þessum tveimur rannsóknaráttum eru gerð skil í væntanlegum skýrslum um jarð- og jarðeðlisfræðirannsóknir annars vegar og efnafræði jarðhitavatnsins hins vegar.

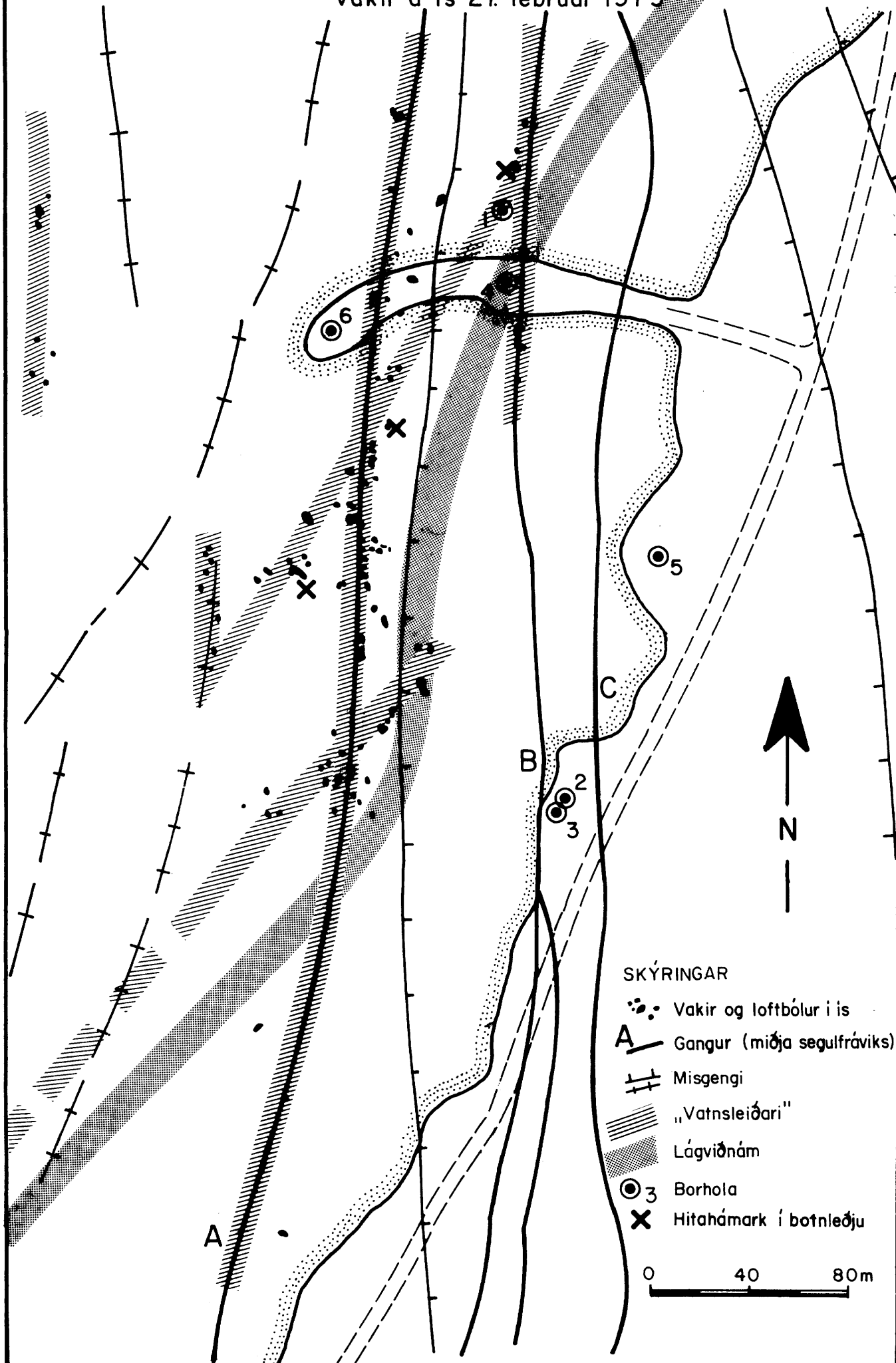
Eftir samanburð á hinum ýmsu rannsóknaniðurstöðum hefur tekist að fá fram heilsteypta mynd af jarðhitasvæðinu. Þessi mynd skýrir alla megindrætti í byggingu svæðisins og samræmist mæliniðurstöðum. Rannsóknir sem gerðar voru 1982 benda til að meginvatnsleiðarinn í a.m.k. 300 efstu metrunum sé sprunga sem liggur gegnum jarðhitasvæðið frá SV til NA og kemur fram sem lágviðnám í viðnámsmælingum (sjá mynd). Þar sem sprungan liggur um vakasvæðið hliðrast hún til. Þar leitar heita vatnið upp. Nálægt yfirborði fer það út í ganga A og B (sjá mynd) þar sem sprungan sker þá og eftir þeim til yfirborðs. Þetta skýrir óreglur í dreifingu vakanna sem fram að þessu hafa verið óútskýrðar. Talið er að holur 1 og 4 skeri sprunguna grunnt, en holur 2, 3 og 5 eru ekki nógu djúpar til að skera hana. Sprungan er talin hafa austlægan halla, en hola 6 er vestan við hana og sker hana því ekki. Auk sprungunnar og ganganna eru nokkur nær lárétt vatnsleiðandi lög í efstu 200-300 m berggrunnisins. Þegar dæling hófst úr holu 4 minnkaði þrýstingur á svæðinu vegna niðurdráttar vatnsborðs. Við þau skilyrði rennur kalt vatn úr Urriðavatni niður um sömu rásir og heita vatnið streymdi upp um áður. Einnig er hugsanlegt að kalt vatn streymi inn í holu 1 og niður í vinnslukerfið því óvíst er hvernig til tókst að steypa í holuna árið 1977. Kalda vatnið hitnar nokkuð á leið sinni um heitt bergið og blandast loks heita vatninu sem kemur að neðan. Blöndunni er síðan dælt upp úr holunum. Hóla 5 fær vatn sitt að stærstum hluta úr láréttu æðunum. Nokkurt



JHD-JK-7506 SE  
82.06.0764 AA

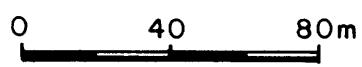
# URRIÐAVATN

Vakir á is 27. febrúar 1979



## SKÝRINGAR

-  Vakir og loftbólur í is
- A**  Gangur (miðja segulfráviks)
-  Misgengi
-  „Vatnsleiðari“
-  Lágviðnám
-  Borhóla
-  Hitahámark í botnleðju



vatn kemur þó í holuna þar sem hún sker gang B. Vatnið úr holu 5 kólnar hægar en vatnið úr holu 4, líklega sökum þess að kalda vatnið rennur lengri leið um heitt bergið og nær því að hitna meira áður en það blandast heita vatninu að neðan. Lauslegt mat á þeirri varmaorku sem kalda vatnið hefur fengið úr berginu á þeim þremur árum sem kæling hefur staðið bendir til þess að nægjanlegt sé að kalda vatnið hafi streymt um 100-200 m langa og 100-200 m djúpa sprungu á leið sinni úr Urriðavatni að blöndunarstað.

Ljóst er að vatn úr holum 4 og 5 mun kólna enn frekar og ekki verður hægt að reka hitaveituna áfram án úrbóta. Þar sem lekinn niður í jarðhitakerfið er að einhverju leyti gegnum náttúrlegar rásir í berggrunninum verður ekkert við honum gert. Eina lífsvön hitaveitunnar er því fólgin í vatnsöflun úr dýpri og öruggari vatnsleiðurum. Samkvæmt ofansögðu þykir ráðlegt að miða frekari vinnsluboranir við að hitta í aðfærsluæðar jarðhitakerfisins fyrir neðan 800 m dýpi. Sá ljóður er þó á þessu að halli sprungunnar sem líkanið gerir ráð fyrir er ekki þekktur og ekki er vitað með fullnægjandi nákvæmni hvar hún sker yfirborð. Eftirfarandi atriði gefa nokkra vísbendingu:

- 1) Hóla 1 lenti í sprungu á 30 m dýpi. Þar var  $60^{\circ}\text{C}$  heit æð. Mestu æðarnar í holu 4 eru á u.þ.b. 200 og 300 m dýpi. Ef miðað er við að sprungan í holu 1 og önnur hvor stóra æðin í holu 4 séu aðfærsluæðar jarðhitakerfisins er halli hennar  $3,4^{\circ}$  eða  $5,4^{\circ}$  eftir því við hvora æðina í holu 4 er miðað. Þá eru einnig minni æðar í holu 4 á 170 m og 450 m dýpi. Ef önnur hvor þeirra svarar til sprungunnar er hallinn  $6,5^{\circ}$  eða  $2,2^{\circ}$ . Af holu 4 má því ráða, að svari einhver æðanna í henni til aðfærsluæðarinnar er halli hennar á bilinu  $2,2^{\circ}$ - $6,5^{\circ}$  til austurs.
- 2) Erfitt er að ráða í raunverulegan berghita út frá þeim hitamælingum sem til eru úr borholunum. Þó má ráða af mælingum úr holum 5 og 6 að hola 5 sé um  $3^{\circ}\text{C}$  heitari en hola 6 á 800 m dýpi. Þar sem talið er að aðfærsluæðin skeri yfirborð um 130 m frá holu 5 en aðeins 30 m frá holu 6, bendir þessi hitamunur ákveðið til talsverðs austlægs halla. Á móti kemur, að vart varð við sprungur á tveimur stöðum í holu 6. Ef þær svara til aðfærsluæðarinnar er hallinn vestlægur. Telja verður hitamælingarnar vega þyngra á metaskálanum.
- 3) Sú staðreynd að hola 5 er ekki nógu djúp til að ná sprungunni sýnir að halli aðfærsluæðarinnar er minni en  $8,7^{\circ}$ .
- 4) Hóla 3 náði ekki að hitta aðfærsluæðina. Svo illa vill til að holan er boruð þar sem hliðrun verður í sprungunni þannig að erfitt er að meta hvort hún ætti að hafa skorið hana eða ekki. Ef miðað er við nálægari hluta sprungunnar þarf halli hennar að vera minni en  $3,1^{\circ}$  til að holan nái ekki að skera sprunguna, en minni en  $5,9^{\circ}$  ef miðað er við fjarlægari hlutann. Í þessum útreikningum er gert ráð fyrir að holan sé lóðrétt, en hún hefur aldrei

verið hallamæld.

Af ofangreindu má sjá að líklegast er að halli aðfærsluæðarinnar sé á bilinu 2-6° til austurs.

Við ákvörðun borstaðar verður að taka tillit til landfræðilegra aðstæðna. Ef jarðhitasvæðið væri á þurru landi yrði líklegast mælt með borun í lágviðnámssprunguna á mótis við holu 5, því þar virðist miðja vakasvæðisins vera og hátt hitaflæði mældist þar við hitamælingar í botnleðju í mars 1982 (Jón Benjamínsson & Gestur Gíslason, OS82055/JHD09 B). Þar er vatnsdýpi hins vegar mikið og mjög dýrt yrði að byggja þar garð út í vatnið. Að þessum kosti slepptum virðist nærtækast að bora austan við holu 4, annað hvort beina holu sem miðaði að því að hitta lágviðnámssprunguna á 800-1500 m dýpi eða skáholu inn undir mitt vakasvæðið út af holu 5. Þriðji kosturinn væri að beina athyglinni að þeim stað sem lágviðnámssprungan tekur land, norðan holu 1. Þar mætti bora af landi. Hins vegar er ekki vitað til þess að þar sé jarðhita að finna á yfirborði og því ekki víst að heitt vatn fylgi lágviðnámssprungunni þar, þótt hún sé líklega vatnsgeng. Slíkt þyrfti að kanna með hitastigulsborunum.

Ljóst er, að borun vinnsluhola er mjög kostnaðarsöm og aldrei er hægt að segja til um það með fullvissu hvort árangur fæst. Jafnvel þótt takist að skera aðfærslusprunguna er ekki víst að hún sé alls staðar lek. Gífurleg vinna hefur að undanfögnu verið lögð í rannsókn jarðhitasvæðisins við Urriðavatn og beitt bestu mælingar- og rannsóknaraðferðum sem völ er á við slíka rannsókn. Samt sem áður er halli lágviðnámssprungunnar ekki vel ákvarðaður. Ekki er líklegt að veruleg hjálp verði í frekari mælingum nema e.t.v. hitamælingum í dæluholum hitaveitunnar. Nánari upplýsingar um hallann fást einungis með borunum og hugsanlega hitamælingum í holum.

Sá kostur virðist því nærtækastur að bora allt að 1600 m holu með jarðbornum Narfa austan holu 4. Ef miðað yrði við að hitta á vatnsæðina í 1000 m og reiknað með 4° halla yrði hola staðsett um 70 m frá skurðlínu sprungunnar við yfirborð. Tafla I sýnir hvar sprungan kæmi í holuna miðað við slíka staðsetningu ef hallinn er 2-8° til austurs frá lóðréttu.

Tafla I

Fjarlægð frá sprungu við yfirborð: 70 m

Halli æðar	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°
Dýpi á æð	2004	1335	1000	800	666	570	498 m

Ef æðinni reynist nú halla minna en 3° er veruleg hættu á að holan hitti ekki í hana og ef hallinn er meiri en 5-6° hittir hún æðina of grunnt.

Kostnaður við boranir getur verið mjög breytilegur eftir því hvernig verkinu miðar. Samkvæmt upplýsingum Þorgils Jónassonar hjá Jarðborunum Ríkisins er eðlilegt að áætla að borun, fóðrun og frágangur 1600 m holu með jarðbornum Narfa tæki 55 verkdaga og kosti nálega 5 M kr. að viðbættu verði fóðurröranna. Er þá miðað við verðlag síðasta ársfjórðungs 1982. Reynist holan ekki skila árangri verður hún væntanlega ekki fóðruð og því eitthvað ódýrari.

Líklegt er að fá megi betri upplýsingar um hallann og staðfestingar á því líkani af jarðhitasvæðinu sem hér er sett fram með því að bora um 300 m kjarnaholu milli holu 4 og skurðlínu sprungunnar við yfirborð. Þar mætti sjá hverjar æðanna í holu 4 fylgja lítt hallandi millilögum og hverjar fylgja nær lóðréttum sprungum. Kostnaður við slíka holu nemur 2100 kr/m á verðlagi síðast ársfjórðungs 1982 skv. upplýsingum Jarðborana Ríkisins. Heildarkostnaður við 300 m kjarnaholu yrði því líklega 600 þús. kr. Að lokinni borun kjarnaholunnar yrði síðan endanlega ákveðið hvernig staðið skuli að borun vinnsluholu.

Hitaveitan verður sjálf að meta það í samráði við Orkustofnun hvort skynsamlegt sé að bora kjarnaholu áður en lagt er í borun vinnsluholu.

Auk ofangreindra kosta telur Orkustofnun æskilegt að eftirfarandi atriði verði framkvæmd.

- 1) Leita að holu 1 og kanna hvort hún leki og reyna að stöðva hann ef svo er.
- 2) Beri borun nýrrar vinnsluholu árangur kæmi til álita að dýpka holu 5 og reyna að hitta á aðfærsluæðina á enn meira dýpi. Þá yrði jafnframt að fóðra af grunnu æðarnar í holunni. Einnig þyrfti að meta hvort til greina kæmi að auka orkuvinnslu holu 5 með slíkri fóðrun, þótt holan yrði ekki dýpkuð.
- 3) Hitamæla dæluholur hitaveitunnar í hvert sinn sem dæla er tekin upp, og hallamæla holur 3, 5 og 6.
- 4) Tilraun verði gerð með að nota holu 4 til miðlunar í vatnstankinn í stað holu 5 í þeirri von að lengja líftíma holu 4 og fá meiri nýtanlega orku samanlagt úr þessum tveimur holum fram til 1984.
- 5) Þrýstiprófun á holu 3: Sú hola hefur aldrei verið þrýstiprófuð. Til greina kæmi að reyna að opna æðar neðantil í holunni með miklum dæluþrýstingi inni í tvöföldum pakkara. Hér yrði um tilraun að ræða og rétt að leita eftir styrk úr Orkusjóði til hennar.