



**Borun tveggja rannsóknarhola við Þingeyrar  
1994**

**Ólafur G. Flóvenz,  
Ásgrímur Guðmundsson**

**Greinargerð ÓGF-ÁsG-96-01**

## BORUN TVEGGJA RANNSÓKANRHOLA VIÐ ÞINGEYRAR 1994

### 1. Inngangur

Haustið 1994 voru boraðar tvær rannsóknarholur við Þingeyrar. Markmið þeirra var að kanna hita í jarðhitakerfi sem fannst við hitastigulsboranir á Þingeyrum árið 1991 (Ólafur G. Flóvenz, 1991). Holurnar, sem boraðar voru niður á um 50 m dýpi árið 1991, sýndu hitastigul allt að 130°C/km. Þær sögðu hins vegar ekkert um hvort vænta mætti 20°C jarðhitakerfis á um 100 m dýpi eða t.d. 50 - 60°C kerfis á 400-500 m dýpi. Til þess að fá úr því skorið þurfti að bora dýpri holur.

Hér á eftir er gerð grein fyrir borunum tveggja rannsóknarhola haustið 1994 og helstu niðurstöðum þeirra.

### 2. Hóla 13: Staðsetning og borun

Hóla 13 var staðsett á ásnum norðan Þingeyra þar sem hitastigulsboranir frá árinu 1991 höfðu gefið til kynna að vænta mætti hæsta hitastigulsins. Á þessum slóðum hafa segulmælingar sýnt að allmargir berggangar með norðlæga stefnu liggja eftir ásnum. Með hliðsjón af reynslu annars staðar frá er ástæða til að ætla að jarðhitakerfið tengist einhverjum þessara ganga. Því þarf að staðsetja holur þannig að þær skeri þá ganga, sem eru vatnsleiðandi.

Halli jarðlaga og ganga, sem sjást í ásnum, var kannaður lauslega haustið 1994. Halli hraunlaga virtist vera 5-8° til vesturs eða vestnorðvesturs, en halli á straumlögum í þóleiðhraunum austan til í ásnum var þó meiri, allt að 14° til vesturs. Halli á þeim göngum sem sjást nyrst í holtinu er vestlægur, sem er öfugt við það sem búast má við út frá jarðlagahalla (gangar eru oft nær hornréttir á hraunlögin). Sunnar og ofar í holtinu, þ.e. nær hitasvæðinu, er gangahallinn orðinn austlægur. Ljóst er að talsverðar óreglur eru í jarðlögum í ásnum og jarðlagahalla því lítt treystandi til að draga af einhlítar ályktanir um halla á uppstreymisrásum heita vatnsins.

Áður en holunni var valinn staður, var segulmælt eftir nokkrum línunum til að fá nákvæmlega afstöðu holunnar til bergganganna. Þá kom í ljós dauft öfugt segulmagnaður gangur, sem ekki sást í mælingunum 1991, og hefur eilítið austlægari stefnu en hinir. Hann virðist skera eða renna saman við annan öfugt segulmagnaðan gang sem sást vel í mælingunum 1991. Á mynd 1 er sýnd afstaða holanna og ganganna og þar hefur teikningu af legu ganganna verið breytt í samræmi við nýjustu upplýsingar.

Hóla 13 var valinn staður milli öfugt segulmögnuðu bergganganna, sem merktir eru  $R_1$  og  $R_2$  á mynd 1. Með því að staðsetja holuna mitt á milli ganganna tveggja var talið mjög líklegt að hitta í annan hvorn þeirra ef borað yrði nógu djúpt.

Þann 24. nóvember 1994 var jarðborinn Ýmir fluttur á staðinn. Fyrst var grafið fyrir 14" röri og það steypt fast. Því næst var borað með 9 7/8" lofthamri niður á 5,5 m dýpi og laus 8 5/8" fóðring sett í holuna. Síðan hófst borun með 7 1/4" lofthamri og var borað niður á 62 m dýpi þegar að kvöldi fyrsta verk dags. Samkvæmt borskýrslu var borað gegnum lagskipt berg.

Á öðrum verkdegi var haldið áfram að bora með lofthamrinum í lagskiptu bergi. Á 114,9 m dýpi kom 16,3°C heitt vatn í holuna. Vatnsmagnið jókst síðan á 124 m dýpi og hiti á því sem upp kom í loftboruninni hækkaði í 16,8°C. Vatn jókst svo enn á 131,7 m dýpi og var nú orðið svo mikið að ekki varð borað lengra með lofthamri. Í borskýrslum er ekki getið um hversu mikið vatn kom upp, en það hlýtur að hafa verið a.m.k. 10 - 20 l/s til að hindra loftborun. Að morgni 27. nóv. mældist sjálfrennslið úr holunni vera 0,6 l/s.

Í ljósi þess að ekki var unnt að bora dýpra með lofthamri og borun með hjólakrónu gengur mun hægar og er dýrari, var afraðið að færa borinn til og bora aðra holu, sem kæmist niður á 300 - 400 m dýpi.

### 3. HOLA 14:

HOLA 14 var staðsett um 80 m austnorðaustan holu 13, u.þ.b. mitt á milli eystri öflugt segulmagnaða gangans og rétt segulmagnaðs gangs þar austur af.

Vinna við borun holunnar hófst 27. nóvember 1994. Fyrst var 14" rör grafið niður á 3 m dýpi og steipt fast. Því næst var borað með 9 7/8" lofthamri niður á 5,8 m dýpi og komið fyrir lausri 8 5/8" fóðurröri. Síðan hófst borun með 7 1/4" lofthamri. Fyrsta kvöldið var borað í lagskiptu bergi niður á 49,8 m dýpi. Vart varð við smáæð á 20 - 12 m dýpi. Daginn eftir (28.11.) var borað áfram gegnum lagskipt berg niður á 208,4 m dýpi og er þess getið í borskýrslum að útfellingar hafi sést annars slagið. Engar vatnsæðar komu fram. Þriðja daginn (29.11.) var borað áfram í lagskiptu bergi niður á 330,4 m dýpi. Á fjórða degi var loks borað niður á 342,9 m dýpi og hætt þar enda einsýnt út frá hitamælingum að holan hitnaði lítið með dýpi.

### 4. Efnainnihald vatnsins

Það vakti strax athygli að nokkurt gas var í vatninu, sem rann upp úr holu 13, og af því var talsverð brennisteinslykt. Lyktin stafar af brennisteinsvetni, sem venjulega fylgir aðeins heitu vatni. Það var því undrunarefni að fá brennisteinsvetni með allmiklu magni af um 20°C vatni. Tekið var sýni af vatninu og í því greindur styrkur nokkurra helstu efna. Niðurstöðurnar eru sýndar í töflu 1.

Kísill ( $SiO_2$ )	58,5
Sýrustig/hiti (pH)	9,4/23°C
Brennisteinsvetni ( $H_2 S$ )	0,08
Karborat ( $CO_2$ )	19,6
$\delta O^{18}$	-14,05
<b>Kísilhiti</b>	<b>65°C</b>

Í töflunni kemur fram að kísilhiti vatnsins er um 65°C, sem þýðir að vatnið er ættað úr vatnskerfi sem er a.m.k. 65 °C heitt en hefur kólnað á leiðinni þaðan að æðinni í holu 13. Ef það tekst að hitta í vatnskerfið, sem æðin í holu 13 er tengd, má búast við þeim hita.

### 5. Jarðlög í holu 13

Athugun var gerð á borsvarfi úr holu 13 með það fyrir augum að finna út hvort vatnsæðin þar tengdist gangi. Jarðlagasniðið er sýnt á mynd 2. Þar kemur fram að borað er í gegnum dæmi-gerðan lagskiptan blágrýtisstafla, sem tilheyrir mesólít/skólesít ummyndunarbeltinu. Á 114 - 128 m dýpi var borað gegnum grófkornótt lag. Sitt hvoru megin við lagið er morkið og um-

myndað fínkornótt basalt. Líklegt er að grófkorna basaltið sé gangur og þá væntanlega sá sem merktur er  $R_1$  á mynd 1. Ef sú ályktun er rétt er vatnsæðin tengd þeim gangi og halli hans er þá nálega  $10^\circ$  til austurs.

## 6. Hitamælingar í holum 13 og 14.

Mynd 3 sýnir hitamælingar úr holunum tveimur. Mælingarnar voru gerðar sumarið 1995. Ennfremur eru færðar inn á myndina tvær línur, önnur sýnir hitastigul upp á  $60^\circ\text{C}/\text{km}$ , hin upp á  $70^\circ\text{C}/\text{km}$ . Hitastigull upp á  $60 - 70^\circ\text{C}/\text{km}$  er dæmigerður fyrir þetta landsvæði ef jarðhiti er ekki til staðar. Þetta köllum við svæðisbundinn hitastigul. Ef ekkert jarðhitakerfi væri til staðar hefðu hitamælingarnar í holunum legið á svipuðu róli og þessar tvær línur sýna. Hitinn í botni holu 13 er talsvert hærri en vænta má út frá svæðisbundnum hitastigli og einnig hærri en í holu 14. Það þýðir að hola 13 er nær skurðlínu uppstreymisrásarinnar við yfirborð en hola 14

Hitastigullinn í holu 14 er hár rétt efst en lækkar síðan jafnt og þétt og orðin svipaður og svæðisbundinn hitastigull segir til um neðan 200 m dýpis. Það bendir til þess að hún sé fremur langt frá uppstreymisrás vatnins.

Mynd 4 sýnir þversnið gegnum holur 13 og 14. Þar er sýnt hvernig ganginum  $R_1$  hallar til austurs, hann liggur í gegnum holu 13 þar sem vatnsæðin er og síðan niður í átt að holu 14. Hann gæti verið á um 600 m dýpi undir holu 14 en hiti í honum þar er tæplega meiri en  $45^\circ\text{C}$ .

Ef vatnið er tengt ganginum  $R_1$  eru tveir möguleikar helst fyrir hendi; annars vegar að vatnið komi lóðrétt upp eftir ganginum og þá þyrfti að bora um 1000 m holu austan við holu 14 til að hitta í hann á nægu dýpi til að eiga von um að fá meira en  $60^\circ\text{C}$  heitt vatn. Hins vegar gæti uppstreymisrásin verið tengd ganginum  $R_1$ , en norðar en holur 13 og 14 eru. Það myndi þýða að dýpkun holu 14 eða borun allt að 1000 m holu austan hennar skilaði litlum eða engum árangri. Því verður að telja skynsamlegra að leita heldur betur með grunnum holum norðar í ásnum. Þær holur yrðu að vera 60 - 90 m djúpar og mætti bora með litlum bor eins og fyrstu holurnar voru boraðar með (Ræktunarsamband Flóa og Skeiða). Kæmi í ljós enn hærri hitastigull norðar t.d. austur eða norðaustur af holu 5, þá væri trúlegt að meginuppstreymið væri á þeim slóðum og því heppilegast að bora djúpa holu þar til að ná í heita vatnið.

## 7. NIÐURSTÖÐUR

- HOLA 13, sem boruð var á milli tveggja öfugt segulmagnaðra ganga hitti á vel opna,  $22^\circ\text{C}$  heita vatnsæð á 114 - 132 m dýpi. Lengra varð ekki komist með loftborun.
- Efnagreiningar á vatni úr holu 13 bendir til þess að vatnið sé upprunnið í a.m.k.  $65^\circ\text{C}$  heitu vatnskerfi, en hafi á leið sinni að æðinni í holu 13 kólnað niður í  $22^\circ\text{C}$ .
- Greining á borsvarfi úr holu 13 bendir til þess að vatnsæðin tengist berggangi. Trúlega er þar um að ræða öfugt segulmagnaðan gang, sem mælist í segulmælingum skammt vestan holunnar. Halli gangsins er þá um  $10^\circ$  til austurs.
- HOLA 14, sem boruð var um 80 m austnorðaustan við holu 13, hitti ekki á neinar vatnsæðar. Hiti í henni er lægri en holu 13 og hitastigull í neðri hluta hennar er lágur. Það bendir til þess að hún sé fjær uppstreymisrásinni en hola 13. Hinn lági hiti í holu 14 bendir annað hvort til þess að vatnið hitni mjög hægt með dýpi niður eftir ganginum eða að meginuppstreymið sé í talsverðri fjarlægð frá holu 14.

- Með því að dýpka holu 14 í 600 - 800 m má búast við að hún hitti í ganginn, sem gaf vatnið í holu 13. Hiti á vatnsæð, sem þar kynni að finnast, yrði þó varla hærrí en 45°C.
- Hugsanlegt er að heita vatnið, sem fannst í holu 13, komi djúpt úr jörðu meðfram ganginum, sem merktur er  $R_1$  á mynd 1, en norðar í ásnum. Vatnið rynni þá lárétt á um 100 m dýpi frá uppstreymi, sem væri talsvert norðar en hola 13, meðfram ganginum að holu 13. Ef sú er raunin myndi dýpkun holu 14 eða borun allt að 1000 m holu austan holu 14 litlum árangri skila. Því verður að telja skynsamlegt að leita betur með grunnnum holum áður en lagt er út í borun djúprar holu.
- Hæpið er að 65°C heitt vatn finnist á minna en 600 - 1000 m dýpi. Takist hins vegar að hitta á aðalæðina er vel mögulegt að hún geti verið vel opin og gefið umtalsvert vatnsmagn.

## 8. FRAMHALD LEITAR

Verði ákveðið að halda áfram leit að heitu vatni við Þingeyrar, er mælt með að næstu skref verið eftirfarandi:

1. Bora 3 - 5 grunnar holur í viðbót norðan og austan við holu 5. Tilgangurinn er að kanna hvort meginuppstreymið geti verið norðar og draga þannig úr líkum á að djúp hola misheppnist.
2. Borun 600 - 1000 m djúprar holu austur af holu 14 eða þar norður af, ef niðurstöður af grunnu holunum gefa tilefni til. Með því móti ætti að fást úr því skorið hvort nýtanlegt heitt vatn er að finna í ásnum norður af Þingeyrum.

Telja má mjög líklegt út frá fyrirbyggjandi niðurstöðum að 65°C heitt vatnskerfi sé að finna við Þingeyrar. Þetta er hins vegar sýnd veiði en ekki gefin og leit gæti orðið mjög kostnaðarsöm áður en yfir lýkur, annað hvort með árangri eða uppgjöf. Mjög hæpið er að leit eins og hér er verið að leggja til, sem næsta skref, kosti minna en 11 Mkr. Grunnu holurnar, ásamt tilheyrandi mælingum kosta tæplega minna en 0,5 - 1 Mkr og 1000 m hola varla undir 10 Mkr. Líkur á árangri eru vart meiri en 50% en gætu þó aukist eitthvað ef áberandi hærrí hitastigull kæmi fram í grunnu holunum, sem lagt er til að bora nálægt holu 5. Þá á eftir að bæta við þeim kostnaði, sem þyrfti að leggja í, til að nýta heita vatnið ef það finnst. Allt þetta þarf að hafa í huga áður en ákvörðun er tekin um áframhald jarðhitaleitar við Þingeyrar.

## HEIMILD:

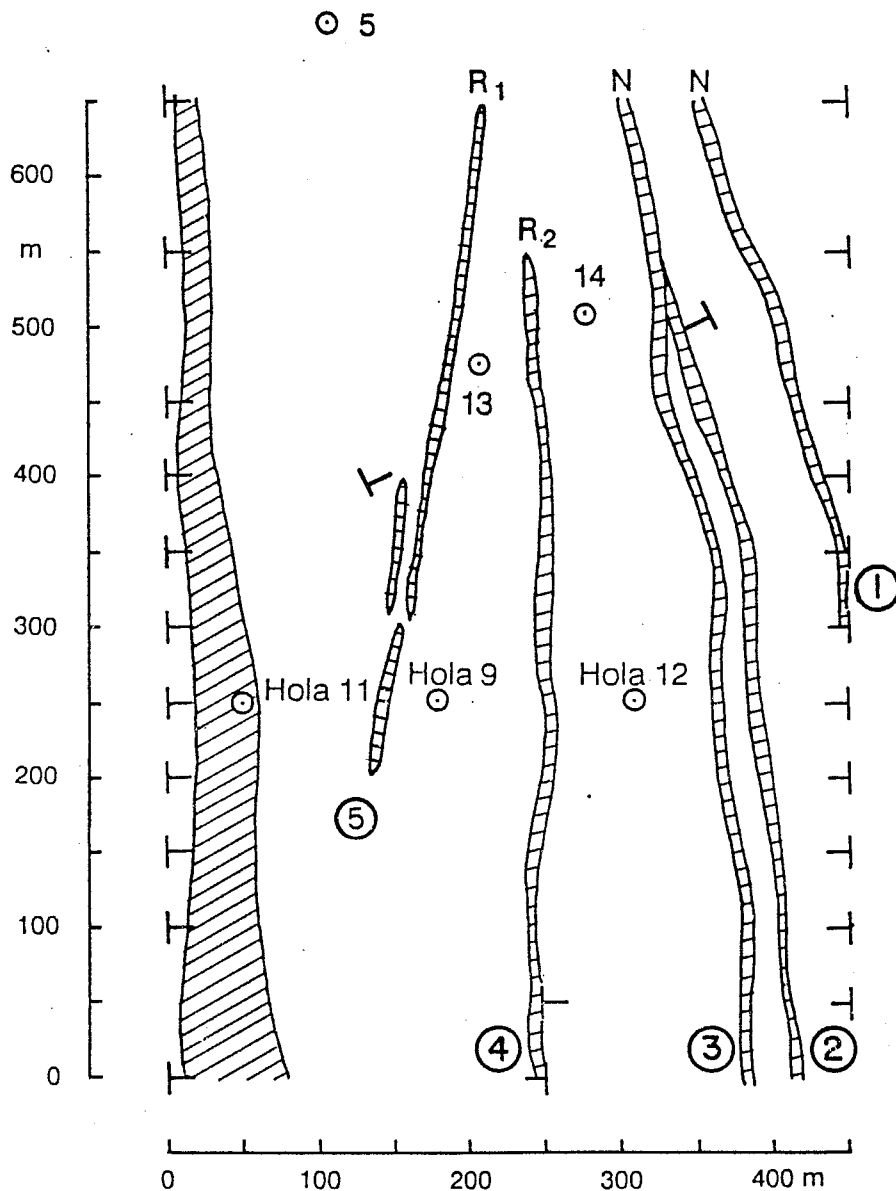
Ólafur G. Flóvenz og Einar H. Haraldsson, 1991: Jarðhitaleit við Þingeyrar 1991. Orkustofnun, greinargerð, ÓGF-EHH-91/08.






# Pingeyrar A-Húnavatnssýslu

## BORHOLUR OG BERGGANGAR

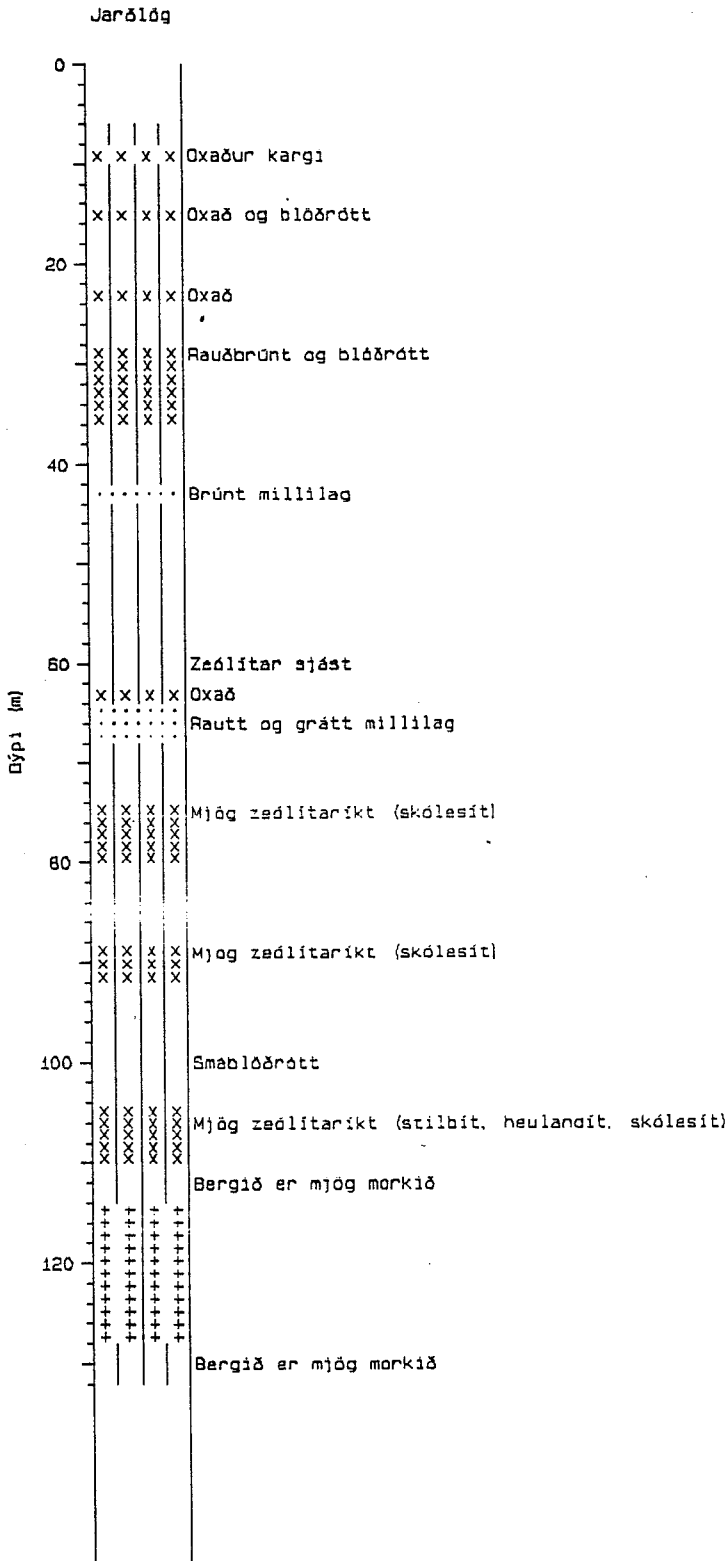
### AFSTÖÐUMYND








- ┌ Endi mællínu
-  Gangasyrpa og/eða misgengi
-  Gangur Ófugt segulmagnaður
-  Gangur rétt segulmagnaður



Þingeyrnar  
 Hóla PEY-13  
 Jarðlagasnið

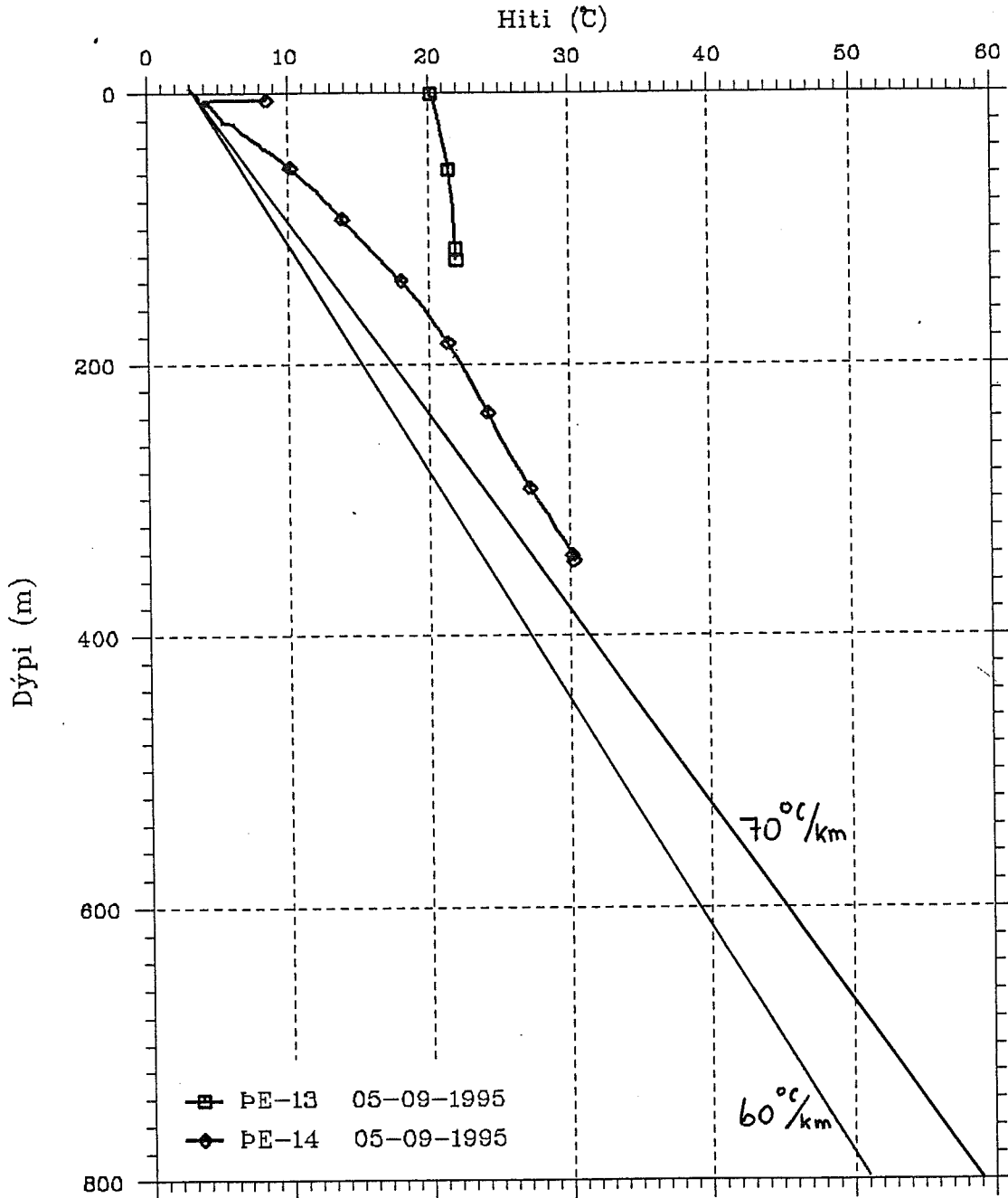


Skýringar við jarðlagasnið

-  Ummyndað fín-meðalkorna basalt
-  Fersklegt meðal-grófkorna basalt
-  Ummyndað glerjað basalt
-  Basaltrik breksía
-  Finkornótt set

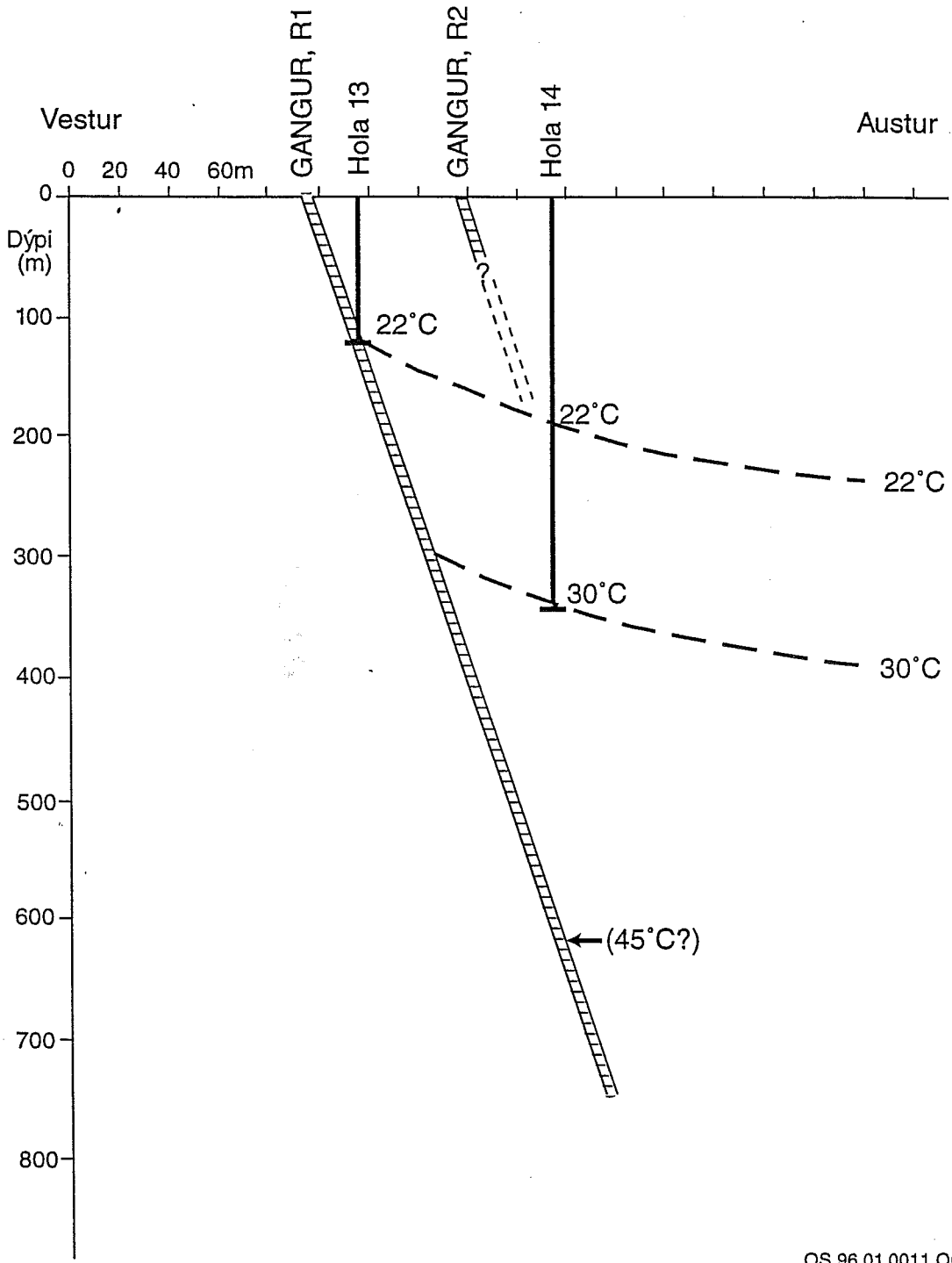
15 Dec 1995 ogf  
Oracle

### Þingeyrar Hítamælingar í borholum





ÞINGEYRAR  
Þverskurður gegnum holur 13 og 14



OS 96.01.0011 OGF