



ORKUSTOFNUN  
Jarðhitadeild

Alfa

RANNSÓKNARBORUN VIÐ LAUGAR Í SÚGANDAFIRÐI 1981

Jón Steinar Guðmundsson  
Ólafur G. Flóvenz

JSG-ÓGF-81/07

Júlí 1981



**ORKUSTOFNUN**  
GRENSÁSVEGI 9, 108 REYKJAVÍK

RANNSÓKNARBORUN VIÐ LAUGAR Í SÚGANDAFIRÐI 1981

Jón Steinar Guðmundsson  
Ólafur G. Flóvenz

JSG-ÓGF-81/07

Júlí 1981

RANNSÓKNARBORUN VIÐ LAUGAR Í SÚGANDAFIRÐI 1981

Inngangur

Í maí s.l. var boruð 521 m djúp rannsóknarhola fyrir Hitaveitu Suðureyrar við Laugar í Súgandafirði. Tilgangur borunarinnar var að finna heitt vatn lengra frá sjávarmáli en þar sem núverandi vinnsluhola er staðsett. Að lokinni borun rannsóknarholunnar yrði síðan önnur vinnsluhola hitaveitunnar staðsett. Í þessari greinargerð verður greint frá helstu jarðhitafræðilegum niðurstöðum rannsóknarinnar með tilliti til frekari borframkvæmda.

Störf Jarðhitadeildar

Undanfarin ár hefur Jarðhitadeild unnið að jarðhitafræðilegum og vinnslutæknilegum verkefnum fyrir Hitaveitu Suðureyrar. Niðurstöður þeirra athugana hafa verið birtar í fjölmörgum skýrslum og greinargerðum sbr. heimildaskrá hér að aftan. Jarðhitadeild hefur ekki gert neina athugun á hagkvæmni framkvæmda Hitaveitu Suðureyrar fyrr né síðar, enda aldrei um það beðið.

Frá upphafi Hitaveitu Suðureyrar hefur verið gert ráð fyrir tveimur vinnsluholum við Laugar, til að tryggja rekstraröryggi hitaveitunnar. Með tilkomu óvæntra kalkútfellinga í núverandi vinnsluholu varð það talið enn meira knýjandi en áður, að hitaveitan hefði yfir tveimur vinnsluholum að ráða. Að beiðni Hitaveitu Suðureyrar hefur Jarðhitadeild því unnið að staðsetningu slíkrar holu ásamt því, að finna aðferð til að draga úr myndun kalkútfellinganna. Síðara verkefninu er í stórum dráttum lokið og hefur fundist lausn sem talið er að geti dregið allverulega úr kalkútfellingunum. Felst sú lausn í því að blanda hæfilegu magni af skaðlausri sýru í vatnið fyrir neðan djúpdæluna í holunni. Þegar borholan var hreinsuð um mánaðarmótin september/október 1980 var búnaði til sýrublöndunar komið fyrir. Skömmu eftir að sýrublöndun hófst kom fram skemmd á slöngunni sem flytur sýruna niður holuna og varð því að hætta blönduninni. Mælingar á hitaveituvatninu á meðan sýrublöndunin var í gangi sýndu, að áhrifin á kalkmyndun í vatninu voru sem skyldi.

1981.07.21

Full ástæða er því til bjartsýni um árangur af sýrublöndun til að draga úr kalkútfellingum í djúpdælunni.

Þegar borholan var hreinsuð var jafnframt skipt um djúpdælu og um þriðjungur dæluröranna endurnýjuð. Dæling hefur gengið snurðulaust frá þeim tíma eða í rúma 9 mánuði.

Við borun nýrrar vinnsluholu benti Jarðhitadeild á tvo kosti. Annars vegar að bora 1000 m djúpa vinnsluholu örskammt frá núverandi vinnsluholu. Í því tilviki eru taldar litlar vonir um að leysa útfellingavandann, en ný hola myndi hins vegar gefa hitaveitunni aukið rekstraröryggi. Varla yrði þess að vænta að sú hola yki það vatnsmagn, sem hitaveitan hefði til umráða nema til kæmu nýjar og öflugar vatnsæðar neðan 700 m dýpis. Hins vegar kom til greina að bora fyrst 400-500 m djúpa rannsóknarholu lengra frá sjónum til að finna heitt vatn, sem hugsanlega yrði laust við kalkútfellingar. Ef sú hola gæfi góðan árangur þyrfti síðan að bora þar nýja 1000 m djúpa vinnsluholu. Á mati Jarðhitadeildar vakti þessi kostur nokkrar vonir um varanlega lausn á útfellingarvandinum og gat e.t.v. um leið aukið það vatnsmagn sem hitaveitan hefði til umráða. Jarðhitadeild sá ekki ástæðu til að taka afstöðu til þess hvort ráðist yrði í borun nýrrar vinnsluholu örskammt frá núverandi vinnsluholu, eða hvort fyrst yrði boruð rannsóknarhola fjær sjónum. Talið var að Hitaveita Suðureyrar yrði að meta það hvort hún vildi taka á sig borkostnað rannsóknarhola í von um varanlega lausn útfellingavandamálsins. Hitaveitan valdi síðari kostinn og lét bora rannsóknarholuna, sem þessi greinargerð fjallar um.

#### Rannsóknarborholan

Fram til þessa hefur verið álitid, að misgengi það sem liggur með fjarðarströndinni við Laugar, sé aðfærsluæð heita vatnsins og leiði það til yfirborðsins. Hugmyndin með staðsetningu rannsóknarholunnar í um 300 m fjarlægð að vestanverðu frá núverandi vinnsluholu var sú, að athuga hvort misgengið væri einnig vatnsleiðandi þar. Þessi fjarlægð helgaðist aðallega af því að nokkuð vestar liggur berggangur þvert á misgengið, sem gæti verið vatnspétt skilrúm á jarðhitakerfið. Rannsóknarborholan

1981.07.21

skyldi boruð í 400-500 m dýpi og var hún staðsett í sömu fjarlægð (um 20 m) frá misgenginu eins og vinnsluholan.

Til borverksins var valið að nota kjarnaborinn Duganda (Craelius 2), sem borar 75,8 mm víða holu og tekur 47,6 mm kjarna. Verktíminn var frá 27. apríl til 13. júní, en borunin tók alls 22 daga, þar af fóru 3 dagar í prófanir á holunni í borlok. Borunin gekk vel og var borað í 521,3 m dýpi á 220,6 klst., sem jafngildir 2,4 m/klst. borhraða að meðaltali. Fylgst var með botnhitastigi og vatnsborði í holunni á meðan borun stóð.

Við borlok voru gerðar margvíslegar mælingar í holunni, aðallega hitamælingar, og prófað var að dæla úr henni með lofti. Meðfylgjandi 1. mynd sýnir hitamælingu í holunni við borlok. Botnhiti mældist um 66°C, sem er svipað hitastig og mældist í vinnsluholunni á sama dýpi. Hinsvegar er hugsanlegt að enn gæti nokkuð áhrifa skolvatns í holunni og hún sé í raun aðeins heitari. Af hitamælingunni má ráða að hitastigið eykst jafnt og þétt með dýpi og að engar teljandi vatnsæðar er að finna. Mælingar á mismunahita (hvernig hitastigið breytist á mjög stuttum kafla) sýndu að helstu breytingar á hitastigi verða á um 105 m dýpi og síðan á um 360 m dýpi. Á meðfylgjandi hitamælingu má sjá votta fyrir þessum breytingum, en þær gefa til kynna að þar séu óverulegar vatnsæðar.

Við borlok var vatnsborðið í holunni á um 15 m dýpi. Loftdælt var úr holu 3 í 5 klst. af um 65 m dýpi. Upp komu 5-7 l/mín. af 12°C vatni. Settur var pakkari í holuna á 107 m dýpi, en borstangirnar fóðra holuna þaðan og til yfirborðs, og loftdælt af 65 m dýpi. Dælt var í eina klst. og mældist rennslið um 5 l/mín. af 14°C vatni. Vegna loftsins kólnar vatnið á leið sinni upp holuna og nær svipuðu hitastigi. Sýnt þótti að vatnsborðið í holunni hafi verið rétt ofan 65 m á meðan loftdælingu stóð. Við ádælingu vatns í holuna kom fram að hún tekur ekki við vatni og reyndist því vera sérlega þétt (Snorri Zóphóníasson, skriflegar upplýsingar).

Kjarninn úr holunni hefur verið til skoðunar hjá Jarðhitadeild frá því að borun lauk. Búið er að greina helstu jarðlög, en fullnaðar úrvinnslu er ekki lokið. Bráðabirgðaniðurstöður sýna að holan sker misgengi á

1981.07.21

100-110 m dýpi og er það eina misgengið sem fundist hefur svo öruggt sé. (Margrét Kjartansdóttir, munnl. uppl.). Að öðru leyti svipar jarðlagasniðinu til greiningar borsvarfs úr vinnsluholunni (H-2). Á þeim kafla holunnar þar sem vart verður vatnsæðar á 360 m dýpi, eru talin vera ísúr hraunlög en ekki hefur fundist þar misgengi. Við botn holunnar er þykkur þéttur gangur.

Til glöggvunar má draga jarðhitafræðilegar niðurstöður rannsóknaborunarinnar saman í eftirfarandi atriði:

1. Óverulegar vatnsæðar fundust á tveimur stöðum í holunni, á 105 m og 360 m. Samkvæmt athugun á kjarna holunnar er efri æðin tengd misgengi en sú neðri kemur úr millilögum milli hraunlaga.
2. Hitamæling úr holunni er sýnd á 1. mynd. Þess ber að gæta að holan var hitamæld stuttu eftir borlok þannig að ekki er víst að hún sé orðin fullheit eftir skolvatnskælingu í borun. Engu að síður má ráða af mælingunni að hitastigull er hár og botnhiti holunnar er 66°C, sem er svipað og á samsvarandi dýpi í holu 2. Af lögum hitaferilsins má ráða að æðin á 360 m dýpi sé í láréttu lagi. Neðan æðarinnar vex hitastig nokkuð ört, um 0,9°C/m fyrst í stað, en hitastigullinn smáminnkar niður á við í 0,7°C/m. Þetta má líta á sem vísbendingu þess að mesti hiti í heitavatnskerfinu við laugar sé a.m.k. 70-75°C. Einnig má draga þá ályktun, að hallandi vatnsæðar séu ekki ýkja nærri holu 3 og ekki sé að vænta verulegra vatnsæða á næstu 100-200 metrunum neðan við botn holu 3.
3. Misgengið, sem liggur rétt við laugina, sem hola 2 var boruð við, var skorið í holu 3 á 100-110 m dýpi samkvæmt greiningu borkjarnans. Er það eina misgengið sem fram kom í holunni. Samkvæmt því er halli misgengisflatarins 10-11°. Líklegt er því að smáæðarnar ofan 140 m dýpis í holu 2 séu tengdar misgenginu en ekki æðarnar á 300-310 m og 455 m dýpi í holu 2. Misgengið er samkvæmt því ekki megin aðfærsluæð vatnsins, þótt það eigi líklega einhvern þátt í því að jarðhitinn finnst einmitt þarna.
4. Neðst í holu 3 kemur fram berggangur. Hann er kolþéttur og leiðir ekkert vatn. Líklega er þarna um að ræða ganginn sem nær til yfirborðs 10 m vestan holu 3. Ef svo er hallar þeim gangi um 1-2 ° í austur, gagnstætt því sem algengast er að göngum halli þar um slóðir.

1981.07.21

5. Loks er rétt að benda á að hitamælingar úr holu 2 gefa enga vís-  
bendingu um að holan sé komin niður í gegnum vatnskerfið. Æð niður  
undir botni holunnar staðfestir að enn er verið að bora í vatnskerfi  
og hugsanlegt er að fá megi heitari vatnæðar neðar.

#### Umræða og ný viðhorf

Tilgangurinn með því að bora rannsóknarholuna var sá, að kanna hvort  
heitt vatn væri að finna í misgenginu lengra frá sjó en þar sem vinnslu-  
holan er staðsett. Ljóst þykir að þetta hefur ekki tekist. Engar telj-  
andi vatnsæðar er að finna í rannsóknarholunni og gefur hún því ekkert  
vatn, hvorki af sjálfsdáðum né með loftdælingu. Að þessu leyti er niður-  
staða borunarinnar neikvæð. Í samræmi við tillögur Jarðhitadeildar  
fram til þessa, liggur því beint við að bora nýja vinnsluholu í næsta  
nágrenni við núverandi vinnsluholu. Hvort og hvenær það verður gert er  
ákvörðunaratriði fyrir Hitaveitu Suðureyrar.

Verði ákveðið að bora nýja vinnsluholu sem fyrst, yrði hún staðsett ör-  
skammt frá holu 2 og myndi taka vatn úr sömu æðum og hola 2 gerir.  
Vegna þess að hola 2 er ekki komin niður úr vatnskerfinu, og hitafer-  
illinn úr holu 3 bendir til þess að fá megi yfir 70°C heitt vatn með  
dýpri borun, er full ástæða til að bora nýja vinnsluholu mun dýpra en  
holu 2, eins og gert hefur verið ráð fyrir frá upphafi. Um er að ræða  
borun niður á 1000-1400 m dýpi. Endanlegt dýpi verður að ráðast af þeim  
vatnsæðum sem finnast ásamt niðurstöðum hitamælinga og gangi borverksins  
almennt. Af þessum sökum er mikilvægt að nota bortæki sem ræður vel við  
umrætt bordýpi. Finnist ekki umtalsverðar vatnsæðar á meira dýpi  
en í núverandi vinnsluholu, er ekki við því að búast að meira vatnsmagn  
fáiist úr tveimur holum en nú fæst úr holu 2, miðað við sama niðurdrátt.  
Þá er rétt að vekja athygli á því, að líklega yrði að stöðva rekstur  
hitaveitunnar á meðan borun nýrrar vinnsluholu færi fram, eða a.m.k.  
hluta tímans. Því er vart hægt að bora slíka holu nema að sumarlagi.

Drátt fyrir það að niðurstöður rannsóknarholunnar séu neikvæðar hvað  
vatnsæðar varðar, þá kom í ljós að borholan er heit eða um 66°C í botni.  
Þetta hitastig er það sama og mældist á svipuðu dýpi í núverandi vinnslu-  
holu. Að þessu leyti er niðurstaða rannsóknarinnar jákvæð og um leið  
ánægjuleg fyrir Hitaveitu Suðureyrar. Svo virðist sem jarðhitakerfið

1981.07.21

við Laugar sé stærra og heitara en haldið var. Þessi niðurstaða skapar um margt nýtt viðhorf hvað varðar frekari rannsóknir og boranir á svæðinu. Vegna þeirra nýju upplýsinga, sem borun rannsóknarholunnar hefur gefið, þá þarf að endurskoða fyrri hugmyndir um jarðhitakerfið við Laugar. Á 2. mynd eru sýnd helstu misgengi og gangar, sem fram hafa komið á mælingum. Nú er talið hugsanlegt að meginuppstreymisrásin geti verið tengd ganginum næst holu 2 að austanverðu, eða jafnvel misgengi sem liggur nokkuð ofar í hliðinni en það sem holurnar (2 og 3) eru boraðar við. Reynist svo vera, eru vatnsæðarnar í holu 2 aðeins lárétt rennsli frá slíkri meginuppstreymisrás. Af þessu leiðir að mjög áhugavert getur verið að gera frekari athuganir og mælingar með þessi atriði í huga.

Á Jarðhitadeild er stöðugt unnið að þróun nýrri og betri aðferða til jarðhitaleitar. Núna er t.d. verið að reyna við íslenskar aðstæður nýja tegund af viðnámsmælingum (Kínverska aðferðin). Nokkur von er bundin við slíkar mælingar og ætla má að þær geti komið að notum við Laugar. Ekki er vert að gera sér neinar gyllivonir um árangur þessara mælinga, ekki síst þar sem nálægð sjávar takmarkar notagildi viðnámsmælinga talsvert. Jarðhitadeild mun freista þess nú í haust að gera svona viðnámsmælingar í Súgandafirði. Veiti mælingarnar upplýsingar sem benda til þess að réttara væri að bora nýja vinnsluholu annars staðar en nálægt holu 2, þá þyrfti að fylgja þeim ábendingum eftir með borun 3-4 hitastigulshola, 100 m djúpum. Búast má við því að verð hverrar slíkrar holu yrði nálægt 40-50 þús. kr. (4-5 milljónir gkr.). Frá jarðhitafræðilegu sjónarmiði, er mjög æskilegt að bora slíkar holur áður en að djúpborun kæmi. Með hitamælingum í 100 m djúpum holum má oft fá upplýsingar um halla og legu vatnsæða, en þær upplýsingar vantar við Laugar.

Að lokum þykir rétt að fara nokkrum orðum um aðra kosti en borun nýrrar vinnsluholu, sem Hitaveita Suðureyrar hefur til þess að auka rekstraröryggi veitunnar og það vatnsmagn sem hún hefur yfir að ráða. Um er að ræða tæknilega kosti, en þeir eru: a) sýrublöndun, b) síkkun djúpdælu og c) kyndistöð. Fram til þessa hefur Jarðhitadeild einungis athugað kost "a" og þá með það í huga að leysa útfellingarvandamálið. Búið er að finna nothæfa aðferð, eins og að framan greinir. Slík blöndun getur lengt það tímabil sem djúpdælan er starfhæf og eykur því rekstraröryggi hitaveitunnar. Kostur "b" felst í því að færa djúpdæluna nokkra tugi metra neðar í holuna, svo hægt verði að auka niðurdrátt í holunni með



1981.07.21

meiri dælingu. Sá galli fylgir hins vegar þessum kosti, að búast má við vaxandi kalkútellingum með auknum niðurdrætti. Þá er ekki vitað hvaða áhrif aukin dæling úr holunni hefur á niðurdráttinn þegar til lengri tíma er litið. Kostur "b" eykur það vatnsmagn sem hitaveitan hefur til umráða. Þá er að geta kostar "c", sem felst í því að byggja kyndistöð, er skerpur á vatninu um 10-20°C eftir aðstæðum. Um er að ræða toppkyndistöð sem brennir svartolíu og yrði starfrækt yfir köldustu mánuði ársins. Þessi kostur eykur ekki rekstraröryggi hitaveitunnar, en mundi hins vegar auka upphitunargetu veitunnar.

Um ofangreind atriði þurfa að fara fram frekari athuganir í ljósi þeirra áforma, sem Hitaveita Suðureyrar hefur uppi á næstunni. Það skal endurtekið hér, að Jarðhitadeild hefur aðeins unnið að jarðhitafræði- og vinnslutæknilegum verkefnum fyrir hitaveituna, en ekki gert neina athugun á hagkvæmni þeirra framkvæmda, sem um er fjallað.

#### Niðurstöður og tillögur

1. Helsta niðurstaða borunar rannsóknarholunnar er sú, að misgengið sem liggur með fjarðarströndinni næst núverandi vinnsluholu, virðist ekki vera vatnsleiðandi. Í samræmi við fyrri tillögur Jarðhitadeildar ætti því að bora nýja vinnsluholu örskammt frá núverandi vinnsluholu. Þess er tæpast að vænta, að vatnsmagnið sem hitaveitan hefur til umráða, aukist við slíka borun.
2. Borun rannsóknarholunnar hefur sýnt, að jarðhitakerfið getur verið víðáttumeira og heitara en fyrr var talið. Borholan mældist álíka heit og vinnsluholan, en vatnsgæfnina vantaði. Á vissan hátt lofar þetta góðu um framtíðarmöguleika Hitaveitu Suðureyrar.
3. Með hliðsjón af þeim nýju upplýsingum sem rannsóknarholan gefur, þykir nokkur ástæða til frekari jarðeðlisfræðilegra mælinga með nýrri aðferð. Ef þær mælingar bera árangur, þyrfti að bora nokkrar 100 m hitastigulsholur til að afmarka uppstreymisrásir heita vatnsins.
4. Auk þess að bora nýja vinnsluholu, þá hefur Hitaveita Suðureyrar nokkra aðra kosti til að auka rekstraröryggi og vatnsmagn veitunnar. Um er að ræða sýrublöndun, síkkun djúpdælu og byggingu toppkyndistöðvar.

1981.07.21

---

5. Djúpdælan í holu 2 verður væntanlega tekin upp á næstunni. Þá gefst tækifæri til að laga sýrublöndunarþúnaðinn og að síkka dæluna ef ástæða þykir til. Um leið ætti líka að gera mælingar í holunni til þess að athuga útfellingarnar, hitastig og jarðlög.

Heimildir

- Jón Steinar Guðmundsson & Ólafur G. Flóvenz, 1981: Hitaveita Suðureyrar: Tillögur um prófanir og mælingar í rannsóknarholu, Orkustofnun, greinargerð JSG-ÓGF-81/04, 3 s.
- Jón Steinar Guðmundsson & Ólafur G. Flóvenz, 1981: Hitaveita Suðureyrar: Umsögn fyrir Orkusjóð, Orkustofnun, greinargerð JSG-ÓGF-81/03, 2 s.
- Jón Steinar Guðmundsson & Ólafur G. Flóvenz, 1980: Aðgerðir í tengslum við hreinsun borholu, Orkustofnun, greinargerð JSG-ÓGF-80/09, 4 s.
- Ólafur G. Flóvenz, Sigmundur Einarsson & Jón Steinar Guðmundsson, 1980: Staðsetning tveggja borhola fyrir Hitaveitu Suðureyrar, Orkustofnun, greinargerð ÓGF-SE-JSG-80/06, 3 s.
- Ólafur G. Flóvenz & Jón Steinar Guðmundsson, 1980: Vandamál Hitaveitu Suðureyrar, Orkustofnun, greinargerð ÓGF-JSG-80/05, 5 s.
- Jón Steinar Guðmundsson, 1978: Útfellingar í djúpdælu Hitaveitu Suðureyrar, Orkustofnun, skýrsla OS-JHD-7839, 22 s.
- Benedikt Steingrímsson, Jón Benjamínsson & Kristján Sæmundsson, 1976: Mælingar í borholu II Súgandafirði, Orkustofnun, skýrsla OS-JHD-7624, 8 s.
- Valgarður Stefánsson, Kristján Sæmundsson & Stefán Arnórsson, 1975: Jarðhitaathugun í Súgandafirði 1974, Orkustofnun, skýrsla OS-JHD-7503, 7 s.
- 

Jón Steinar Guðmundsson

Ólafur G. Flóvenz



ORKUSTOFNUN

LAUGAR VIÐ SÚGANDAFJÖRÐ  
Hitamæling í holu 3

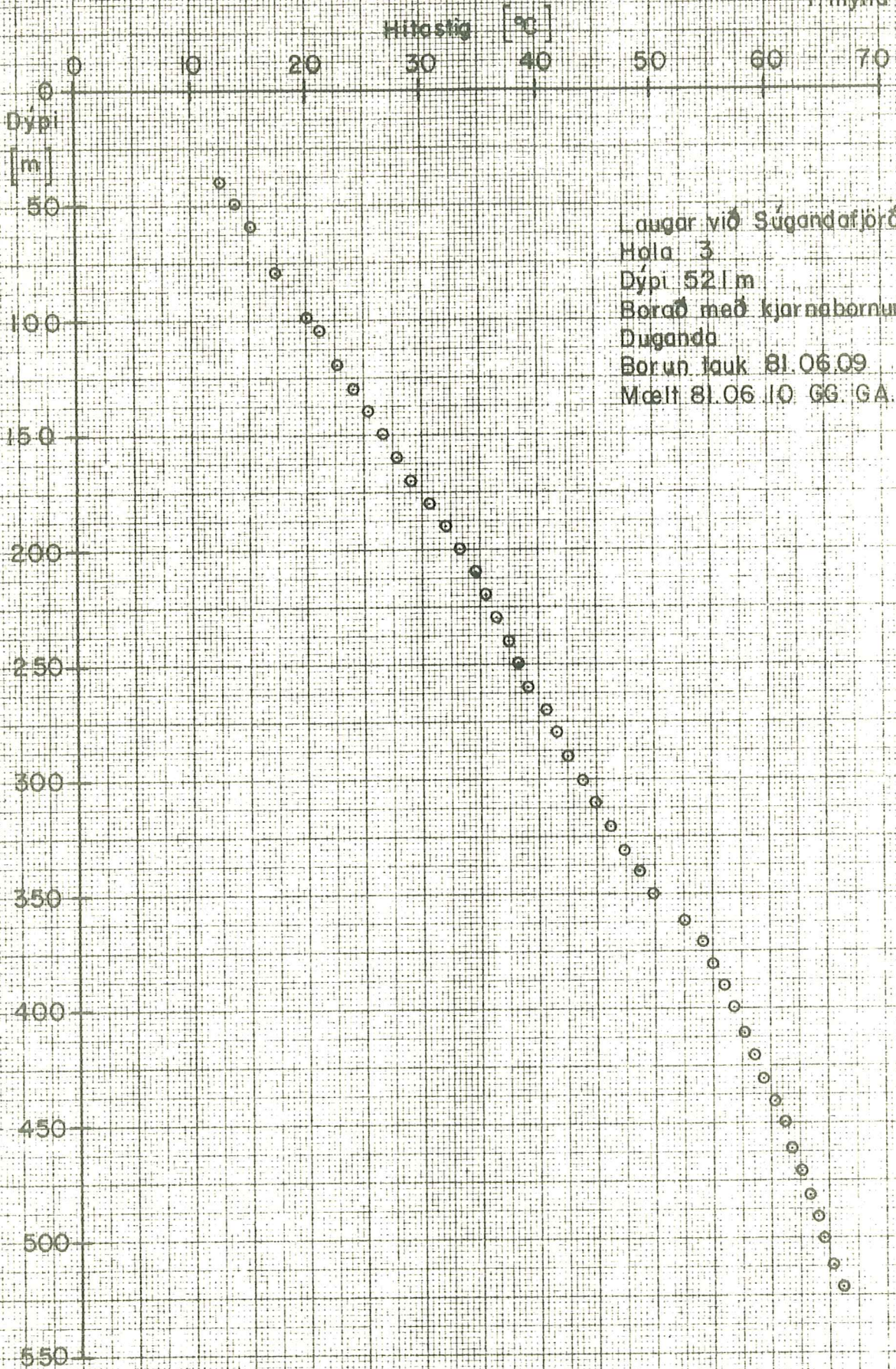
JGS. ÖGF. / A A

JED - JHD

4706

81.07.0866

1 mynd

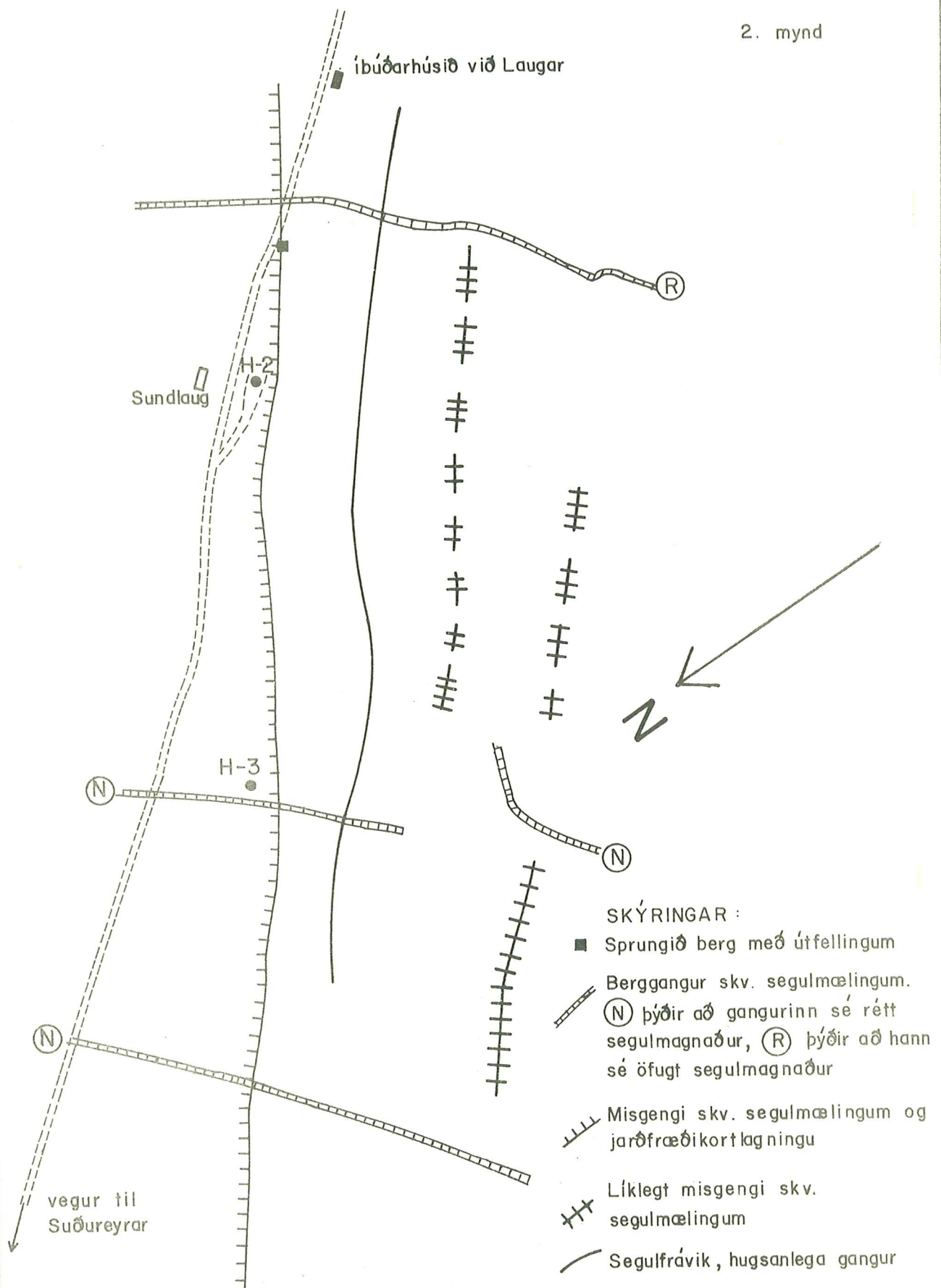


Laugar við Súgandafjörð  
Hala 3  
Dýpi 521 m  
Borað með kjarnabornum  
Duganda  
Borun lauk 81.06.09  
Mælt 81.06.10 GG. GA.



# LAUGAR VIÐ SÚGANDAFJÖRÐ

2. mynd



Íbúðarhúsið við Laugar

Sundlaug

H-2

H-3

(N)

(R)

(N)

(N)

vegur til  
Suðureyrar

SKÝRINGAR :

- Sprungið berg með útfellingum
- Berggangur skv. segulmælingum.
- (N) þýðir að gangurinn sé rétt segulmagnaður, (R) þýðir að hann sé öfugt segulmagnaður
- Misgengi skv. segulmælingum og jarðfræðikortlagningu
- - - Líklegt misgengi skv. segulmælingum
- Segulfrávik, hugsanlega gangur