



ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

Ólafur G. Flóvenz
Ásgrímur Guðmundsson

**VIÐNÁMSMÆLINGAR OG RANNSÓKNAR-
BORANIR VIÐ GRÝTU Í ÖNGULSSTAÐAHREPPI
1982-1983**

OS-84040/JHD-05
Reykjavík, maí 1984

**Unnið fyrir
Hitaveitu Akureyrar**



ORKUSTOFNUN
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Ólafur G. Flóvenz
Ásgrímur Guðmundsson

**VIÐNÁMSMÆLINGAR OG RANNSÓKNAR-
BORANIR VIÐ GRÝTU Í ÖNGULSSTAÐAHREPPI
1982-1983**

OS-84040/JHD-05
Reykjavík, maí 1984

Unnið fyrir
Hitaveitu Akureyrar

Agrip

Árið 1982 voru gerðar viðnámsniðsmælingar við Grýtu í Öngulsstaðahreppi og í kjölfar þeirra sigldu rannsóknarboranir. Markmiðið var að finna uppstreymisrás heita vatnsins, sem kemur upp í Grýtulaug, svo staðsetja mætti vinnsluholu sem nýtt gæti þetta vatnskerfi. Það mistókst.

Áður en téðar rannsóknir voru gerðar var talið líklegt að uppstreymisrásarinnar væri að leita skammt austan Grýtulaugar og var því rannsóknunum beint að svæðinu milli Grýtulaugar og Þjóðvegarins suður Öngulsstaðahrepp. Fyrirliggjandi upplýsingar benda nú til þess að uppstreymisrásin sé ekki innan þessa svæðis heldur ef til vill enn austar.

Í ljós kom að nokkur allstór misgengi liggja um Grýtusvæðið en ekki verður séð að neinar verulegar heitavatnsæðar fylgi þeim. Ennfremur er fullljóst orðið að vatnið sem kemur upp í Grýtulaug kemur upp úr berggrunninum því sem næst beint undir lauginni en rennur þangað grunnt eftir láréttum lögum og þá væntanlega frá lóðréttri sprungu talsvert langt í burtu. Þess er því ekki að vænta að boranir í grennd Grýtu beri umtalsverðan árangur.

Eftir sem áður er talið að vatnskerfið sem fæðir Grýtulaug sé sjálfstætt kerfi sem nýst gæti Hitaveitu Akureyrar ef meginæðar þess myndust. Hins vegar má búast við að sú leit verði ærið kostnaðarsöm áður en lýkur þar sem hún mun óhjákvæmilega fela í sér verulega viðbót viðnámsniðsmælinga og rannsóknarborana áður en unnt verður að staðsetja vinnsluholu með nokkru viti. Því er mælt með, að látið verði staðar numið við frekari rannsóknir við Grýtu í bili en fjármunum þeim sem ætlaðir eru til vatnsleitar fyrir Hitaveitu Akureyrar fremur veitt í rannsóknir og boranir á öðrum og vænlegri stöðum.

EFNISSKRÁ

ÁGRIP	2
EFNISYFIRLIT	3
SKRÁ YFIR MYNDIR	4
1 INNGANGUR	5
2 VIÐNÁMSSNIÐSMÆLINGAR	6
3 HOLA GRW-1	9
4 HOLA GRÝ-2	10
4.1 Staðsetning	10
4.2 Borun	10
4.3 Jarðlög	11
4.4 Hitamælingar	11
5 HOLA GRÝ-3	15
5.1 Staðsetning	15
5.2 Borun	15
5.3 Jarðlög	16
5.4 Hitamælingar	16
6 HOLA GRÝ-4	19
6.1 Staðsetning	19
6.2 Borun	19
6.3 Jarðlög	20
6.4 Hitamælingar	20
7 HOLA GRÝ-5	23
7.1 Staðsetning	23
7.2 Borun	23
7.3 Jarðlög	24
7.4 Hitamælingar	24
8 JARÐLAGATENGINGAR	27
9 SAMANBURÐUR HITAMÆLINGA	35
10 NIÐURSTÖÐUR	38
HEIMILDIR	39
VIÐAUKI: Mæliferlar viðnámssniðsmælinga	41

MYNDASKRÁ

Mynd 1	Afstöðumynd	7
Mynd 2	Sýndarviðnám við 500 m straumarm	8
Mynd 3	Borholusnið af GRW-1	9
Mynd 4	Framvinda borunar hola GRÝ-2, 3, 4 og 5	12
Mynd 5	Borholusnið af GRÝ-2	13
Mynd 6	Hitamælingar í holu GRÝ-2	14
Mynd 7	Borholusnið af GRÝ-3	17
Mynd 8	Hitamælingar í holu GRÝ-3	18
Mynd 9	Borholusnið af GRÝ-4	21
Mynd 10	Hitamælingar í holu GRÝ-4	22
Mynd 11	Borholusnið af GRÝ-5	25
Mynd 12	Hitamælingar í holu GRÝ-5	26
Mynd 13	Jarðlagatengingar. GRW-1 og GRÝ-3	29
Mynd 14	- " - - " -	30
Mynd 15	- " - GRÝ-2 og GRÝ-4	31
Mynd 16	- " - GRW-3 og GRÝ-2	32
Mynd 17	- " - - " -	33
Mynd 18	Tenging jarðlaga milli borhola	34
Mynd 19	Hitamælingar í borholum GRÝ-2 - GRÝ-5	36
Mynd 20	Hitapversnið gegnum holur 1, 3 og 5	37

1 INNGANGUR

Í apríl 1982 sendi Jarðhitadeild Orkustofnunar frá sér skýrslu um niðurstöður jarðhitarannsóknna við Grýtu í Öngulsstaðahreppi (Ásgrímur Guðmundsson ofl. 1982). Þar voru dregnar saman niðurstöður allra rannsókna sem gerðar höfðu verið á svæðinu fram til þess tíma, bæði yfirborðsrannsókna og borunar 1067 m djúprar holu, GRW-1. Meginniðurstaða skýrslunnar var sú að við Grýtu væri sjálfstætt vatnskerfi, sem væri óháð núverandi vinnslusvæðum Hitaveitu Akureyrar. Hitastig í því var talið um 90°C. Hitamælingar í holu GRW-1 þóttu benda til þess að uppstreymisrás heita vatnsins væri í um 200 m fjarlægð frá holunni og hitamælingar í jarðvegi til þess að vatnið væri aðrunnið undan hlíðinni ofan Grýtulaugar. Þá þóttu niðurstöður viðnámsmælinga benda til þess að fá mætti 10-40 l/s af heitu vatni við Grýtu, tækist að hitta á aðfærsluæðar svæðisins.

Með ofangreindar niðurstöður að leiðarljósi voru gerðar tillögur um viðnámsniðsmælingar við Grýtu, og í kjölfar þeirra boranir nokkurra grunnra rannsóknarhola. Ný vinnsluhola eða dýpkun holu GRW-1 yrði síðan lokaáfanginn, ef nægilega öruggar vísbendingar fengjust um legu aðfærsluæðanna.

Viðnámsniðsmælingarnar voru gerðar á öndverðu sumri 1982 og þrjár rannsóknarholur boraðar á grundvelli þeirra. Bráðabirgðaniðurstöður voru sendar hitaveitunni í greinargerð í nóvember 1982 (Ólafur G. Flóvenz 1982). Þar var lagt til að fjórða rannsóknarholan yrði boruð. Var það gert í desember 1982.

Skýrsla þessi greinir frá niðurstöðum viðnámsniðsmælinganna og borunar rannsóknarholanna.

2 VIÐNÁMSSNIÐSMÆLINGAR

Dagana 2.-7. júní voru mældar við Grýtu 4 mælilínur, alls 5,825 kílómetrar, þar af 3,55 km með 500 m straumarmi og 2,275 km með 300 m straumarmi. Staðsetning mælilínanna er sýnd á mynd 1 og í viðauka A eru mæliferlarnir sýndir.

Nokkurra truflana frá mannvirkjum, söltum setlögum á dalbotninum og landslagi gætir í mælilínunum og gerir það túlkun örðuga. Á það einkum við um tölvutúlkun mælinganna sem reyndist illmöguleg og var eftir nokkrar tilraunir ekki talin ómaksins verð. Þar með er ekki sagt að mælingarnar séu gagnslausar, úr þeim má ýmislegt lesa, einkum með hjálp annarra mælinga s.s. segulmælinga.

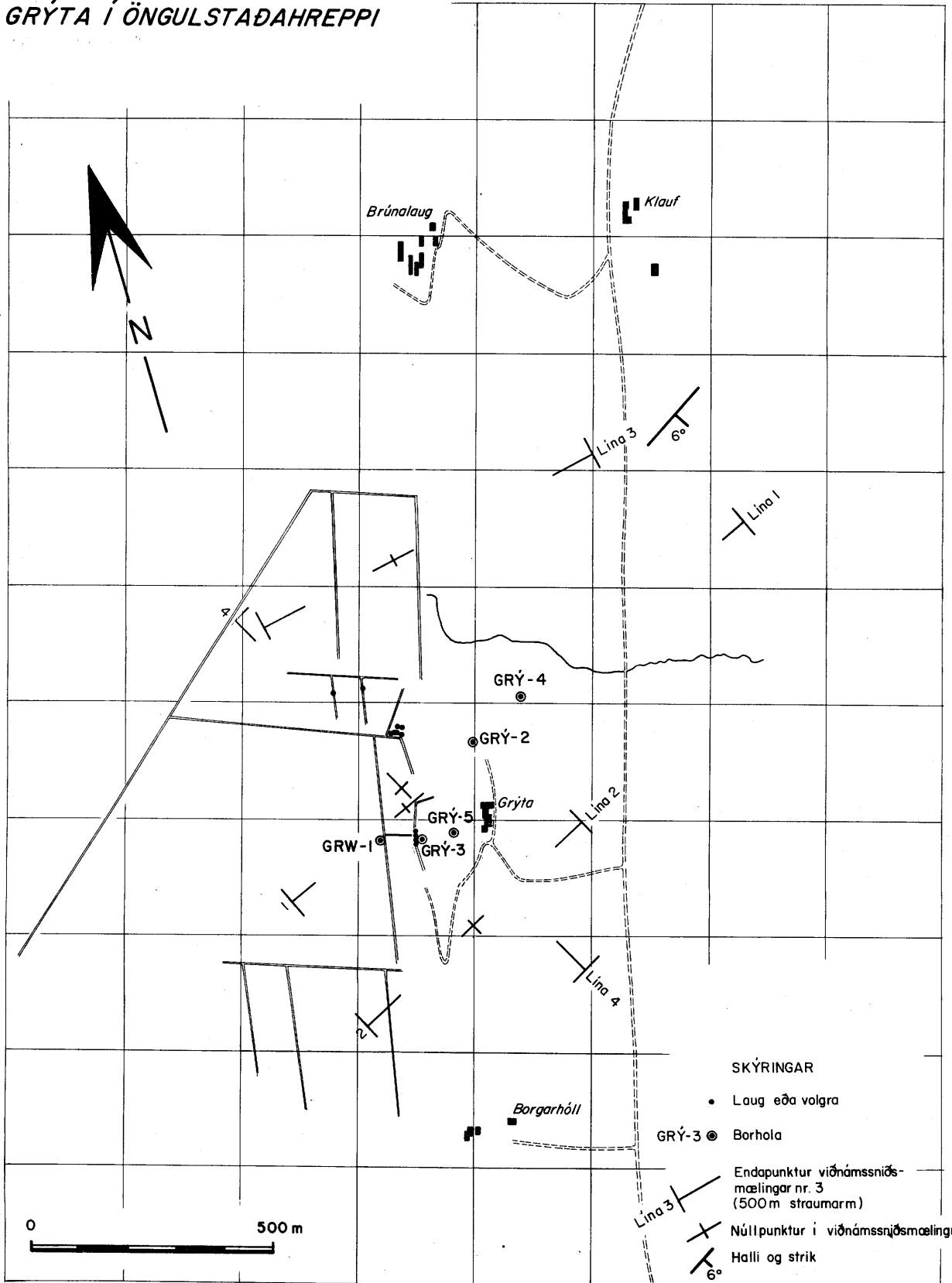
Á mynd 2 er kort af sýndarviðnámi eins og það mælist við 500 m straumarm. Jafnviðnámslínur eru dregnar hér með nokkuð öðrum hætti en gert var í greinargerðinni frá nóvember 1982 (Ólafur G. Flóvenz), en slíkar jafnviðnámslínur er oft hægt að draga á mismunandi vegu. Hér er stuðst við segulkortið sem birt var í skýrslunni frá 1. apríl 1982 (Ásgrímur Guðmundsson ofl. 1982). Ef segulkortið sýnir að berggangur liggur undir háviðnámstoppi eða lágviðnámi í mælilínunum er stefna gangsins látin ráða stefnu jafnviðnámslínanna. Rétt er að taka skýrt fram að sýndarviðnámskort eins og á mynd 2 eru jafnan talsvert háð viðnámi nærri yfirborði. Því er alls ekki víst að lágviðnámsprungu liggja undir lágviðnámi á slíku korti. Þess ber einnig að geta að lágviðnámið sem sést vestast í mælilínunum stafar af lágu viðnámi í setlögum á dalbotninum.

Í mælingunum kemur ekki fram neinn augljós lágviðnámsveggur, eins og t.d. í mælingunum á S-Laugalandi á Þelamörk og á Glerárdal, nema austast í línu 1. Þar er hugsanlega um að ræða sprunguna sem flytur vatnið að S-Laugalandi. Til þess að fá úr því skorið þyrftu að koma til umfangsmiklar viðnámsniðsmælingar á svæðinu frá Uppsölum og norður undir Ytri-Tjarnir og í kjölfar þess boranir. Engar afgerandi vísbendingar um hvar uppstreymisrásar heita vatnsins í Grýtulaug sé að leita hafa því komið út úr þessum mælingum.

Athyglisvert er að háviðnám virðist fylgja gangi þeim sem holu GRW-1 var ætlað að skera. Ennfremur kemur fram háviðnám við gang þann sem liggur skammt austan Þjóðvegarsins, en þetta er einmitt sá gangur sem liggur um Laugalandssvæðið skammt frá holum LJ-5 og LJ-7 og talinn hefur verið líklegur vatnsleiðari þar.

JHD-JED-6512 ÓGF
82.09.1129 AA

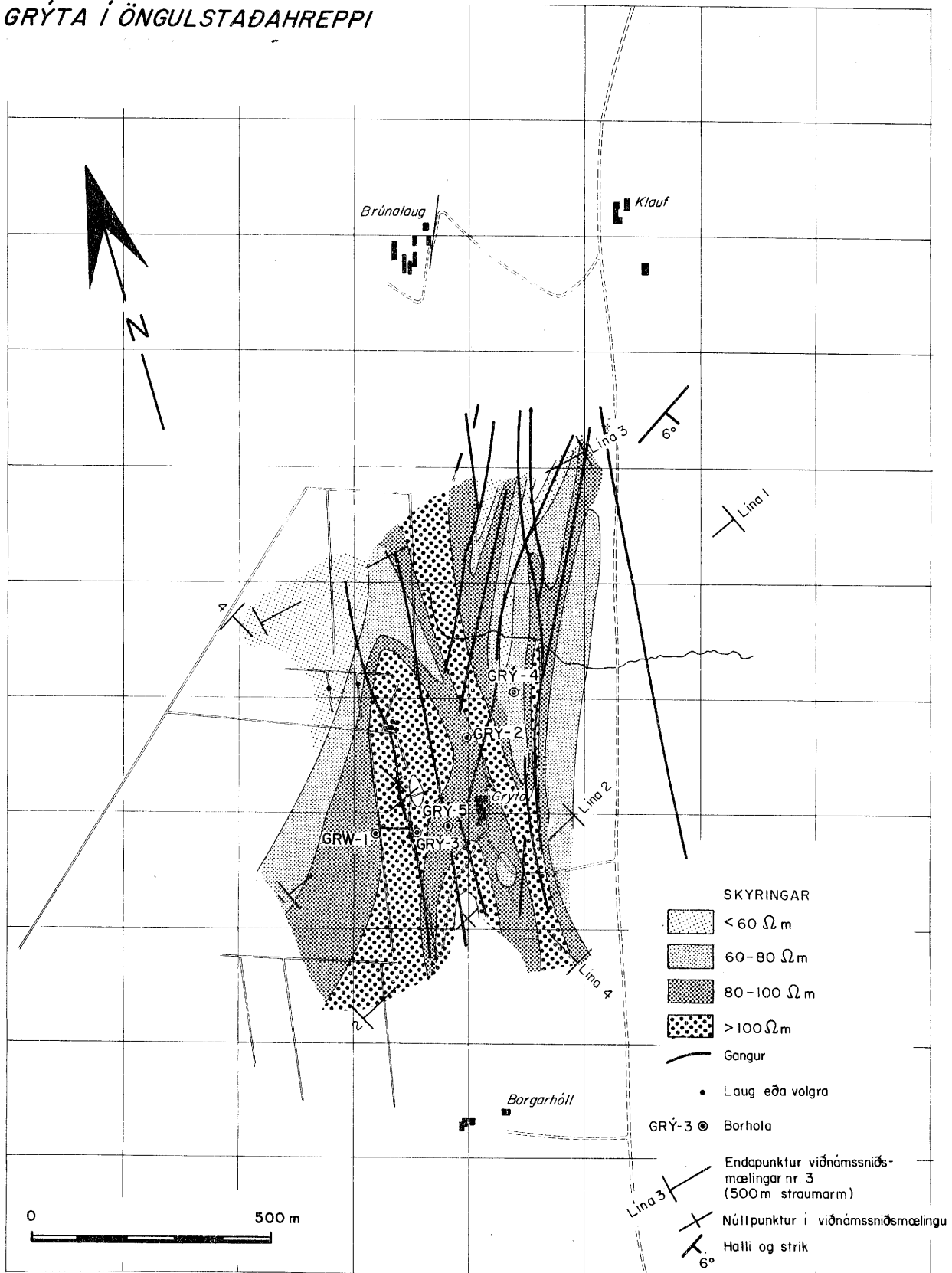
GRÝTA Í ÖNGULSTAÐAHREPPI



MYND 1 Afstöðumynd

JHD-JED-6512 ÓGF
82 09 1129 AA

GRÝTA Í ÖNGULSTAÐAHREPPI



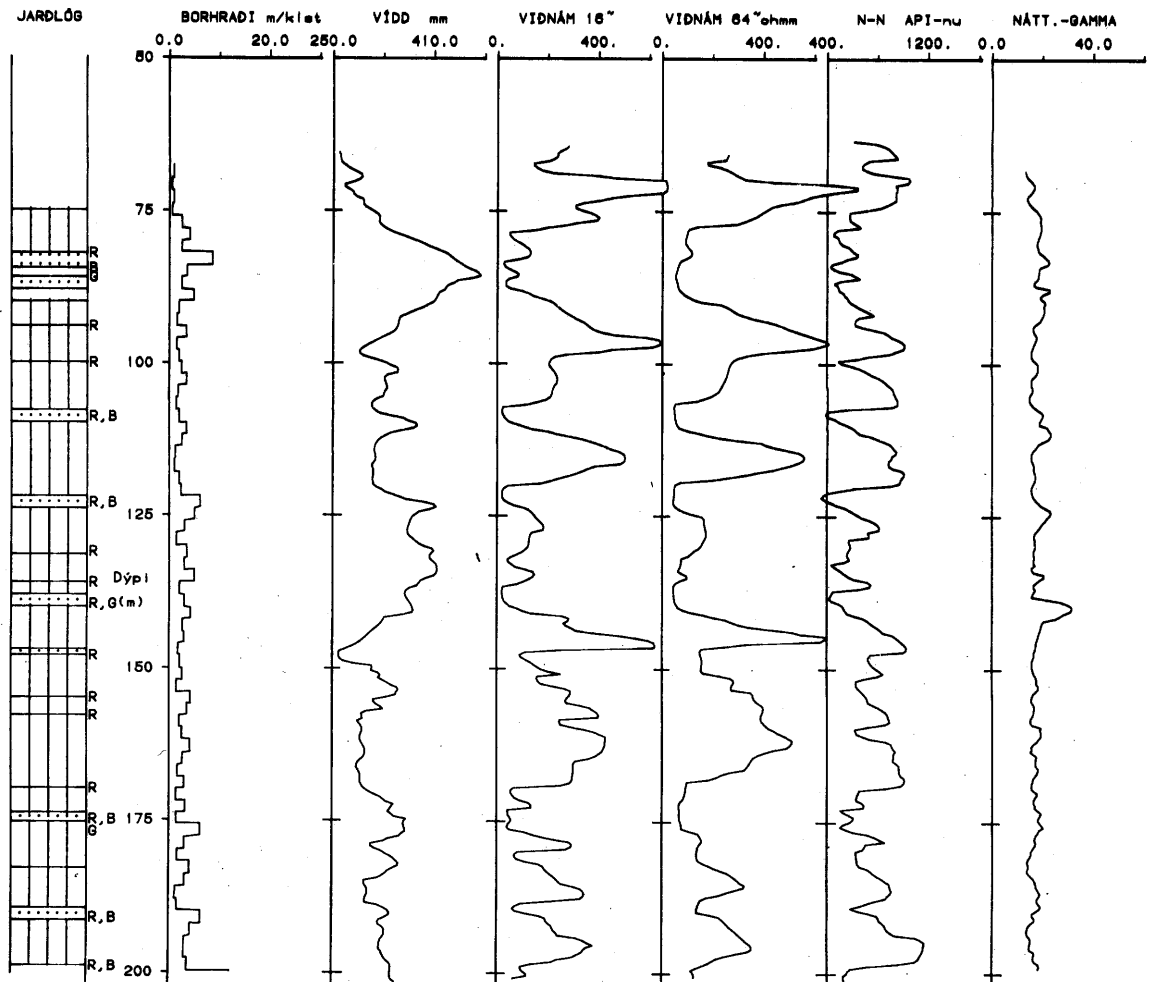
MYND 2 Sýndarviðnám við 500 m straumarm

3 HOLA GRW-1



Þessari holu voru gerð ítarleg skil í skýrslu Orkustofnunar í apríl 1982 (Ásgrímur Guðmundsson o.fl. 1982). Hér á eftir er stuðst við athuganir á efstu 200 m holunnar og þeir bornir saman við aðrar holur, sem boraðar voru í svæðið 1982. Á mynd 3 er jarðlagasnið og jarðlagamælingar frá þessum hluta holunnar. Engin leiðrétting var gerð á mæliferlum vegna holuvíddar, en GRW-1 er 216 mm í þvermál samanborið við 165-149 mm þvermál hinna holanna og er þá ekki tekið tillit til útvöskunar meðan á borun stóð.

GRÝTA Í ÖNGULSTAÐAHREPPI


HOLA GRW-1



Skýringar við jarðlagasnið:

-  Ummyndað fín-meðalkorna basalt
-  Fínkarnótt sæt

- R: Rautt (oxað)
- B: Brúnt (oxað)
- G: Grænt

 JHD-BJ-8000 Ásg
83.12.1747 T

MYND 3 Borholusnið af GRW-1

4 HOLA GRÝ-2

4.1 Staðsetning

Fyrsta grunna rannsóknarholan, GRÝ-2, var staðsett við vestustu lágviðnámsrennuna sem fram kemur í línu 1 í viðnámsniðsmælingunum. Hún er í um 290 m fjarlægð frá holu GRW-1 og stendur 17 m hærra. Haft var í huga að nokkur jarðhitavottur er í mýrlendinu þar fyrir neðan og einnig að viðnám í jörðu virðist vera heldur lægra norðan bæjarins á Grýtu en sunnan.

4.2 Borun

Akveðið var að bora holurnar með Ými og var hafist handa við flutning hans á holu 2 25. júní 1982 (Jarðboranir ríkisins 1982). Mynd 4 sýnir hvernig verkinu miðaði áfram.

Á 4. verkdegi var byrjað að bora með 216 mm (8 1/2") snúningskrónu niður í 12,3 m. Í borskýrslum er það kallað möl og drasl, sem borað var í. Dagsverkið var fullkomnað með steypingu úr 27 pokum í holuna. Fimmti verkdagur byrjaði á því að bora út steypu frá deginum áður. Síðan var holan dýpkuð í 14,8 m og enn var möl og drasl undir tönn. Þar af leiðandi reyndist nauðsynlegt að steypa og nú úr 20 pokum af sementi. Vítissóða var blandað út í vatnið, sem notað var í steypuna, en það er gömul aðferð við steypingar, þegar mikill leir er til staðar í holum. Sex tímum síðar var harka steypunnar könnuð og 8 m boraðir af henni, en hún reyndist ekki nógu góð. Þess vegna var steyppt úr 8 pokum til viðbótar og vítissódablanda notuð með. Daginn eftir var borað með lofthamri og 165 mm (6 1/2") krónu niður á 21,5 m dýpi. Í borskýrslum er þess getið, að borað var í berg á 16 m dýpi og þar eða skömmu síðar varð vart við hrun. Það þýddi eina steypingu í viðbót og var steyppt úr 20 pokum af sementi og vítissódablanda notuð með. Undir kvöld voru gæði steypunnar könnuð og hún boruð niður í 14 m dýpi, en það reyndust vera pollar í henni. Því var nauðsynlegt að steypa úr 8 pokum til viðbótar og það látið standa þar til komið var úr helgarfríi. Á sjöunda verkdegi byrjaði borun fyrir alvöru og var áfram notaður lofthamar með 165 mm krónu. Á 9. verkdegi lauk borun. Dýpið var þá 161,5 m. Var þá strax hafist handa við að flytja borinn að holu 3.

4.3 Jarðlög

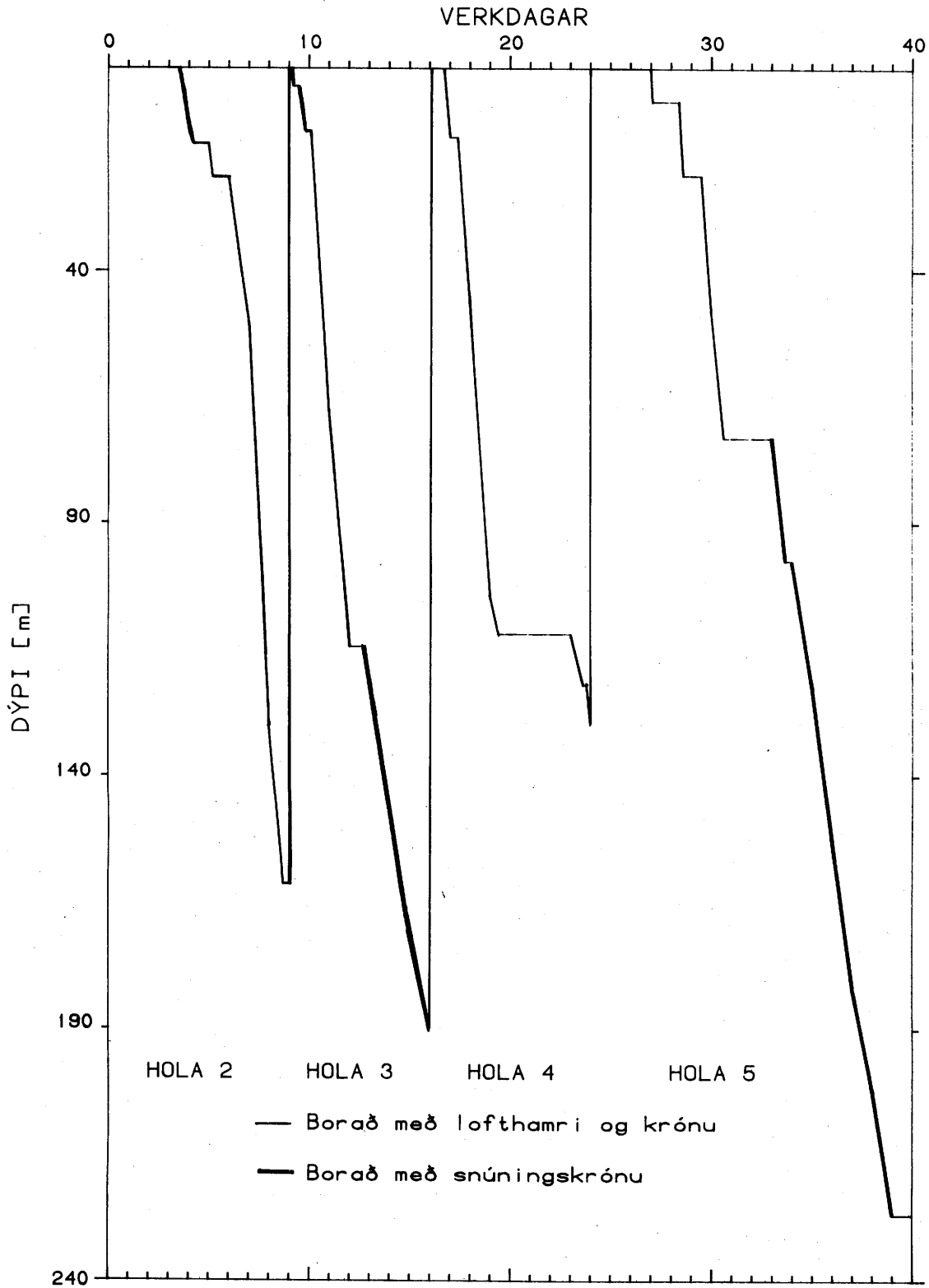
Svarfi var safnað á tveggja metra bili frá 16 m niður á 160 m dýpi og var komið niður úr lausu jarðlögunum, þegar sýnataka hófst. Á mynd 5 er sýnt jarðlagasnið, þ.e. niðurstöður svarfgreiningar, ásamt þeim jarðlagamælingum, sem gerðar voru í holunni. Þar sést, að jarðlagastafllinn einkennist af þóleiítlögum. Meðalþykkt þeirra er 5-6 metrar. Þau eru aðskilin af þunnum rauðum millilögum (setlögum) og/eða karga. Í mörgum tilfellum voru karginn og millilögin það þunn að þau eru eingöngu sýnd sem línur milli basaltlaganna á mynd 5. Setlögin eru einkum áberandi neðan við 110 m, en eitt þykkt setlag er þó á 25-30 m dýpi.

Ummyndunarsteindir eru einkum zeólítar og leir úr mesólít/skólesít--beltinu. Ekki þykir ástæða til að greina ummyndun frekar.

4.4 Hitamælingar

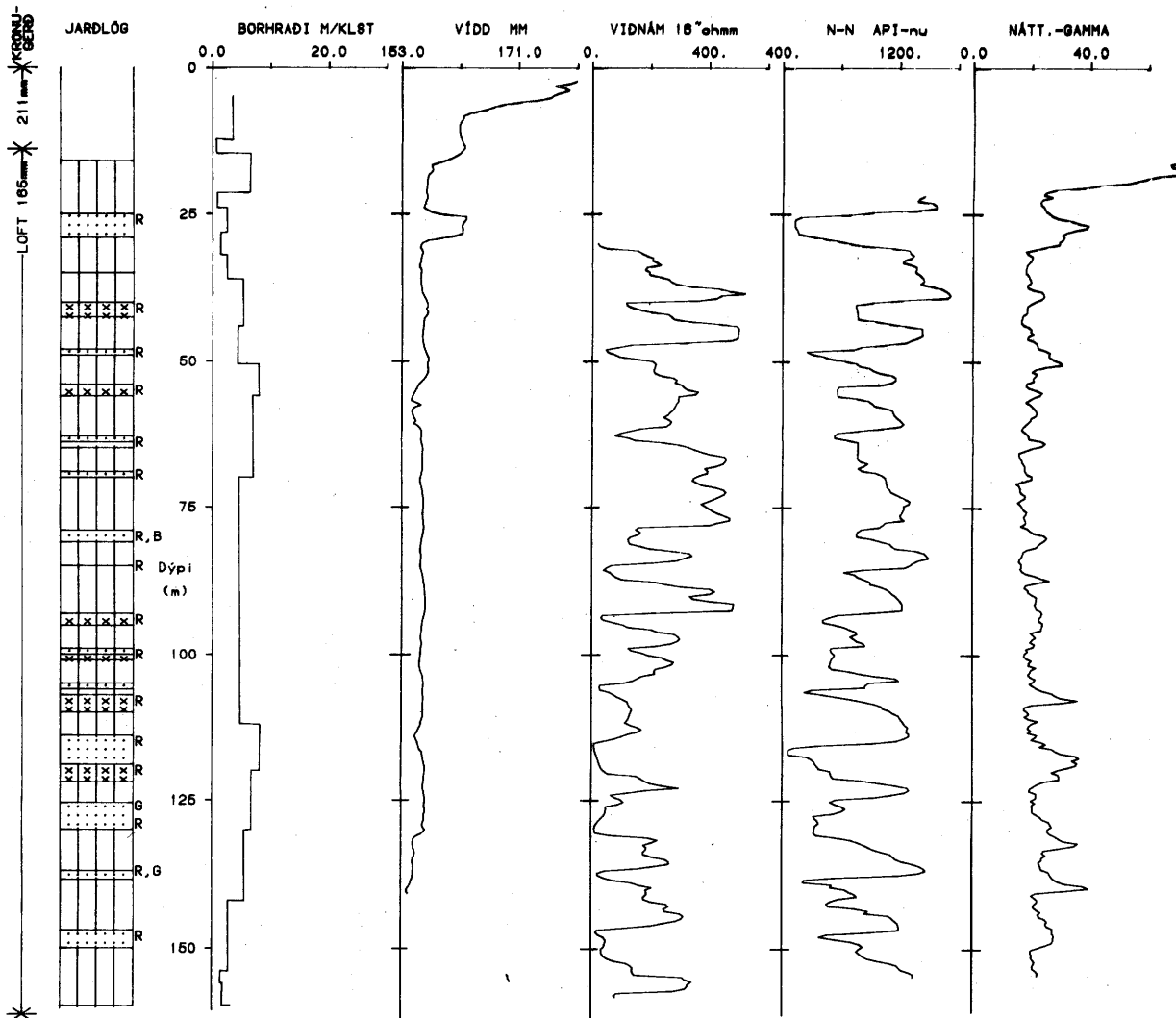
Mynd 6 sýnir hitamælingar úr holunni. Vatnsæðin á 138 m dýpi kemur glögglega fram á henni og er hitastig í henni 30°C. Athygli vekur, að í þeim mælingum sem gerðar voru fyrst eftir borun, er hitastig hærra ofan æðarinnar en í þeim mælingum sem síðar voru gerðar. Neðan við æðina er þessu öfugt farið. Ástæðan er sú að vatnið sem dælt var úr holunni meðan á loftborun stóð kom úr æðinni á 138 m og hitaði holuveggina á leið sinni til yfirborðs. Neðan æðarinnar kólnaði holan hins vegar í borun þar sem kalt loftið kom út úr lofthamrinum neðan æðarinnar. Þar sem ekkert rennsli var úr holunni eftir borun nær vatnið í holunni jafnvægi við bergið umhverfis á nokkrum dögum eða vikum. Yngsta mælingin er því sú sem er næst því að sýna raunverulegan berghita. Hiti sem fall af dýpi fylgir ekki beinni línu niður að æðinni heldur sveigðri, þannig, að hitastigullinn minnkar er nær dregur æðinni. Því má draga þá ályktun að æðin sé tengd hallandi sprungu í jarðlögum, e.t.v. gangi.

JHD-BJ-6000 ÁSG
83.12.1755 T



MYND 4 Framvinda borunar hola GRÝ-2, 3, 4 og 5

GRÝTA Í ÖNGULSTAÐAHREPPI HOLA GRÝ-2



Skýringar við jarðlagasnið:



Ummyndað fín-meðalkorna basalt



Fínkornótt set



Ummyndað glerjað basalt

R: Rautt (oxun)

B: Brúnt (oxun)

G: Grænt



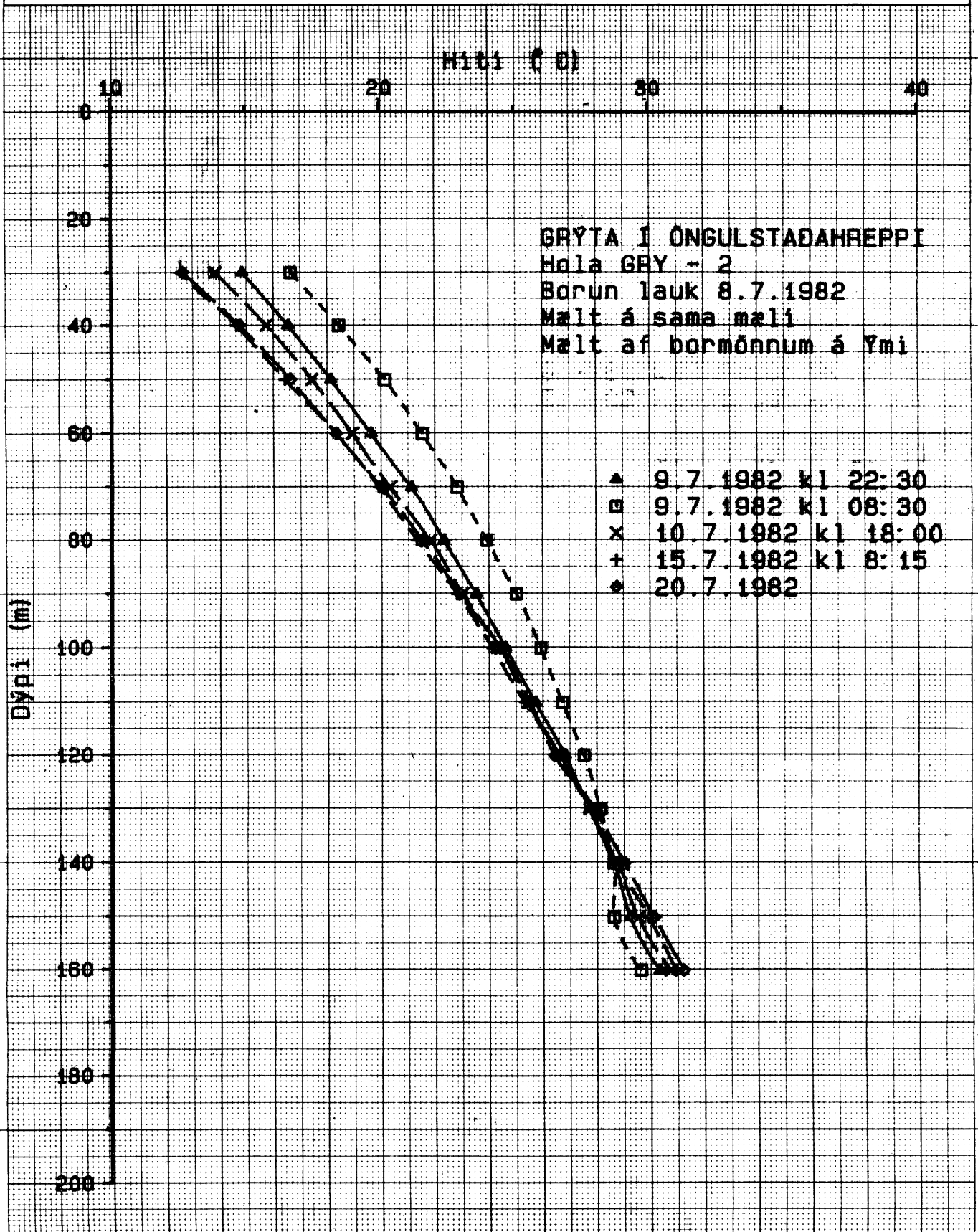
JHD-BJ-8000 AaG
83.12.1748 T

MYND 5 Borholusnið af GRÝ-2



JHD-JED-6512 ÖGF
83.12.1680 T

Hitamælingar í borholum



5 HOLA GRÝ-3

5.1 Staðsetning

Þessari holu var valinn staður um 10 m austan Grýtulaugar. Markmiðið með borun hennar var að fá úr því skorið hvort aðfærsluæð laugarinnar í berggrunninum væri undir lauginni sjálfri eða hvort vatnið sem upp kemur í berggrunninum væri aðrunnið lárétt eftir lausu jarðlögunum.

5.2 Borun

Tíundi verkdagur hófst með hitamælingu í holu 2 og var vatnsborð þá á 23ja m dýpi. Þá var hafist handa við borun holu 3.

Á mynd 4 er sýnt hvernig verkið gekk fyrir sig. Fyrst var sett niður 216 mm (8 1/2") króna og borað niður með henni í 12,3 m dýpi. Jafnframt var lokið við að flytja fylgihluti borsins að holu 3. Í borskýrslum er getið um möl, drasl og leir niður á 6,8 m dýpi. Um kvöldið var steyp t úr 35 pokum af sementi og vegsalt (CaCl) leyst upp í steypuvatninu til að flýta fyrir hörðun. Verkdegi lauk á sama hátt og hann byrjaði, þ.e. með hitamælingu í holu 2. Á 11. verkdegi var settur niður lofthamar með 165 mm (6 1/2") krónu og steypa boruð út en síðan borað í berg. Hætt var í 114,5 m dýpi, þar sem borinn lenti í hruni og lítilsháttar festum.

Í 25,5 m dýpi var skorin 2,5 l/s vatnsæð og við það lækkaði í Grýtulaug, sem er u.þ.b. 10 m vestan við holuna. Að borun lokinni var hola hitamæld og stóð hún þá full (þ.e. vatnsborð var við holustút). Þegar hér var komið sögu var borinn fluttur á holu 4, en eftir að borun lauk þar var bornum komið fyrir á nýjan leik á holu 3 til að dýpka hana.

Á 21. verkdegi var byrjað að dýpka holu 3 með 149 mm (5 7/8") hjóla-krónu af gerðinni J-55. Borað var næstu 4 daga og hætt þegar dýpið var 190,5 m, en þá var hafinn undirbúningur á flutningi borsins frá Grýtu.

5.3 Jarðlög

Svarfi var safnað á tveggja metra bili frá 14 m niður á botn á 190 m dýpi nema frá 96 í 102 m og 104 í 116 m. Svarfgreining gefur til kynna, að borað hafi verið niður úr lausum yfirborðslögum á 18-20 m dýpi. Á mynd 7 er sýnt jarðlagasnið ásamt þeim jarðlagamælingum, sem gerðar voru í holunni. Jarðlagastaflinn, sem holan sker, samanstendur af þóleiítbasaltlögum og þunnum millilögum. Basaltlögin eru að jafnaði aðskilin af karga, sem tilheyrir toppi eða botni viðkomandi laga, og/eða misþykkum millilögum. Frá 45 m niður í 70 m er getið um lagamót á tveimur stöðum, en þau eru nokkuð ógreinileg og gæti þetta því allt eins verið fínkorna basaltgangur. Meðalþykkt basaltlaganna er 5-7 m. Engin áberandi þykk millilög fundust.

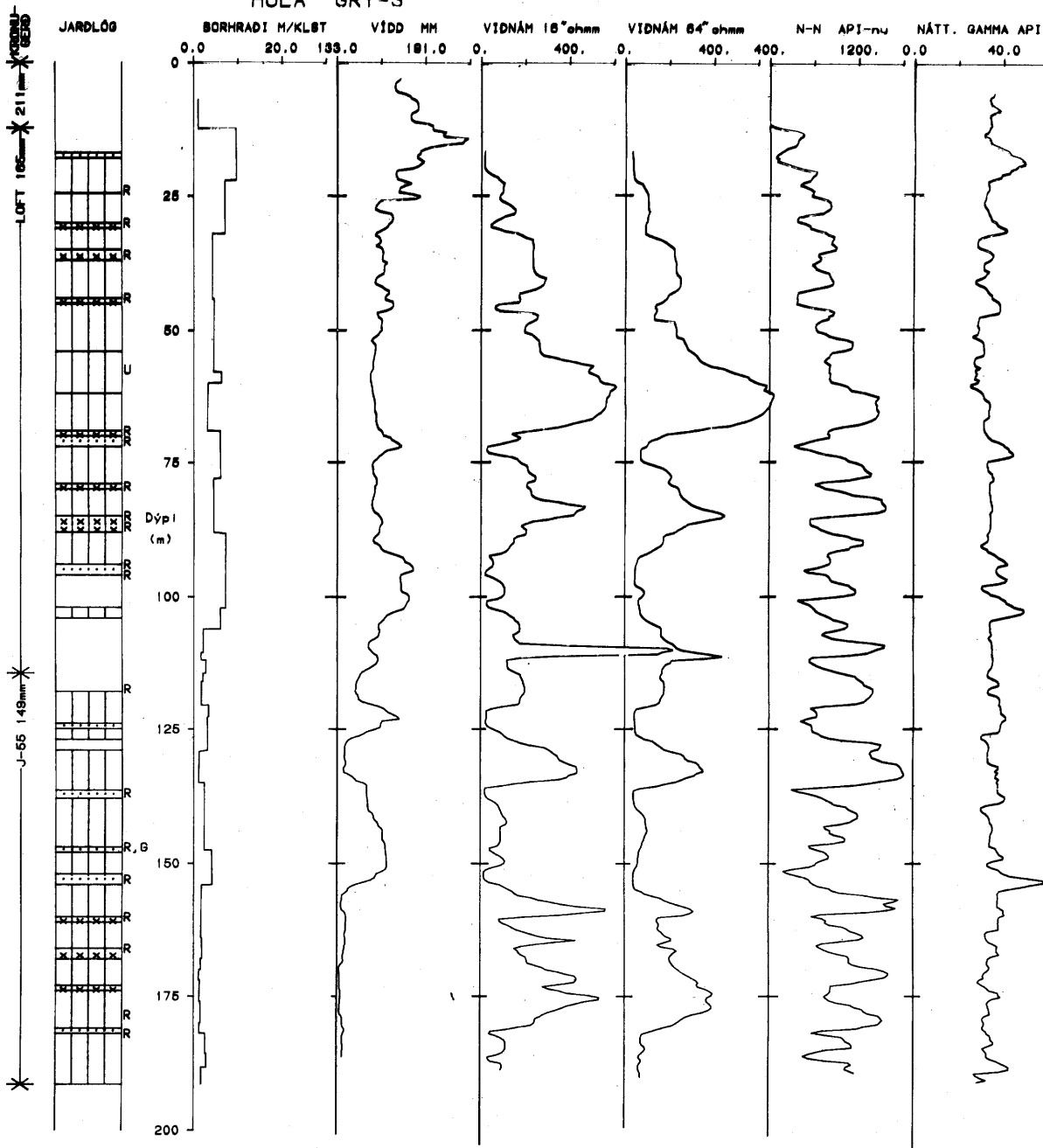
Ummyndunarsteindirnar, sem voru greindar í svarfsýnum, tilheyrja mesólít/skólesít-beltinu.

5.4 Hitamælingar

Mynd 8 sýnir hitamælingar í holunni, sumar mældar í borhléum, aðrar að borun lokinni. Meginvatnsæðin í holunni á 20-25 m dýpi kemur skýrt fram í öllum hitamælingunum. Hitastigið í henni er 33°C samkvæmt mælingu frá 22.6.1983 en þá voru um 11 mánuðir liðnir frá borlokum og þess að vænta að holan hafi náð að hitna svo til að fullu eftir skolvatnaskælinguna. Smáæðar koma fram á 130 og 160 m dýpi en rennsli úr þeim virðist hverfandi lítið. Áberandi er að hitaferillinn í holunni er viðsnúinn, þ.e. neðan æðarinnar á 20-25 m dýpi kólnar holan verulega. Af því má draga þá ályktun að um lárétt rennsli sé að ræða í þessari æð og enn fremur að holan sé ekki boruð ýkja nálægt lóðréttri aðfærsluæð laugarinnar. Er þarna fengin óræk sönnun þess að vatnið í lauginni er aðrunnið nokkurn spöl frá hinu raunverulega uppstreymi úr berggrunninum.

GRÝTA Í ÖNGULSTADAHREPPI

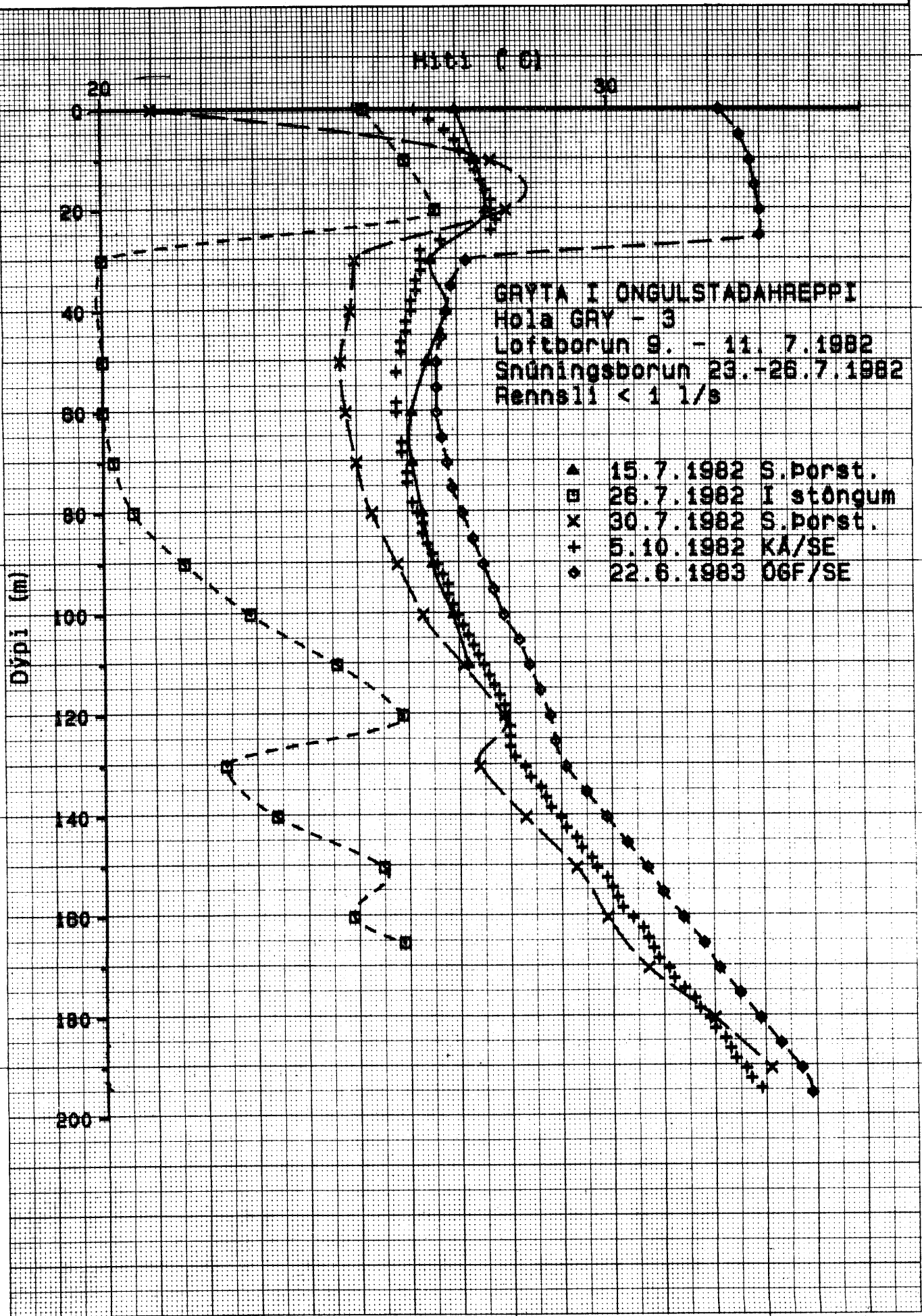
HOLA GRÝ-3



MYND 7 Borholusnið af GRÝ-3

JHD-JEÐ-6512 ÓGF
83.12.1678 T

Hitamælingar í borhólum



6 HOLA GRÝ-4

6.1 Staðsetning

Þessi hola var staðsett við næstvestasta lágviðnámið sem fram kom í línu 1 í viðnámsniðsmælingunum. Tilgangurinn var að kanna hvort aðfærsluæð Grýtulaugar væri tengd þessu lágviðnámi. Ástæðan fyrir því að holunum var fremur valinn staður við þau lágviðnám sem vestar eru en hin sem austar liggja var sú að taldar voru meiri líkur til þess að austari lágviðnámin væru tengd Laugalandskerfinu en þau vestari og því eftir minnu að slægjast þar. Holan er 34 m herra í landinu en hola GRÝ-3.

6.2 Borun

Meðan framhald á borun holu 3 var í athugun var hola 4 boruð. Bortækjunum var komið þar fyrir á 13. verkdegi og sýnir mynd 4 framvindu verksins. Í fyrstu var sett niður 216 mm (8 1/2") hjóla-króna og borað niður á 7,5 m dýpi, en síðan var notaður lofthamar og 165 mm (6 1/2") króna og borað niður í 13,6 m. Í borskýrslum er getið um möl og drasl niður í 8 m, en þar neðan við er leirlag, sem nær niður á fast berg á 11,5 m dýpi. Steypa þurfti upp efstu metrana og voru notaðir 6 pokar af sementi, 2 pokar af vegsalti og sandi blandað saman við. Eiginleg borun byrjaði um miðjan 14. verkdag (13. júlí) og var notaður lofthamar með 165 mm (6 1/2") krónu. Verkið gekk vel fyrir sig þar til dýpið var orðið 112 m. Þá bilaði loftpressa og borstrengur festist í holunni. Einum tíma síðar var búið að losa. Næstu dagar fóru í viðgerðir á bor og loftpressu. Þá vannst tími til að hitamæla holur 2, 3 og 4. Holutoppsútbúnaður var lagfærður, þannig að borað var með 216 mm (8 1/2") krónu fyrir 178 mm víðu röri 4 m niður. Síðan var flangs soðinn á rörið. Að því loknu var stept í holuna úr 20 pokum af sementi blönduðu einum poka af vegsalti. Eftir steypingu varð eins dags töf vegna bilana, en á 20. verkdegi hófst borun á ný með lofthamri og 165 mm (6 1/2") krónu. Borað var niður í 130 m. Ekki var hægt að bora dýpra með lofti og því ákveðið að hætta.

Á meðan á borun holunnar stóð varð vart við tvær vatnsæðar. Sú fyrri kom inn á 65 m dýpi og var um 0,3 l/s, en sú seinni á 97 m dýpi og var um 0,8 l/s.

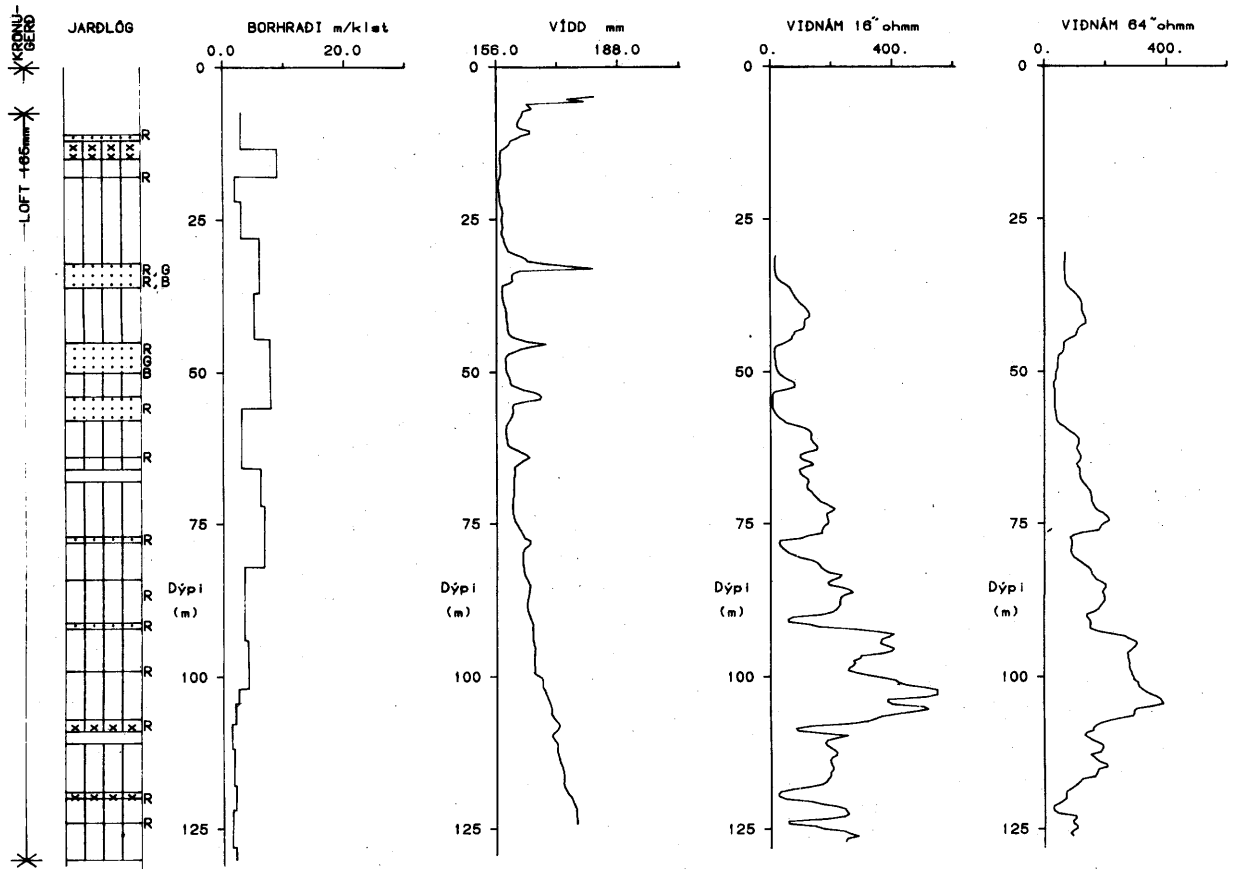
6.3 Jarðlög

Svarfi var safnað á tveggja metra bili frá 6 m niður í 130 m dýpi. Svarfgreining gaf til kynna, að komið væri gegnum lausu jarðlögin á liðlega 10 m dýpi. Á mynd 9 er sýnt jarðlagasnið og jarðlagamælingar. Efst í berggrunninum er þunnt millilag og oxað þóleiít eða kargi. Síðan var borað í gegnum 17 m þykkt meðal-grófkorna lag, sem nær niður á 32 m dýpi, og gæti verið berggangur. Þar neðan við eru fínkorna þóleiítbasaltlög einkennandi. Meðalþykkt þeirra er um 7 metrar og eru þau að jafnaði aðskilin af millilögum og/eða karga. Þrjú þykk setlög voru greind, á 32-36 m, 45-50 m og 54-58 m dýpi.

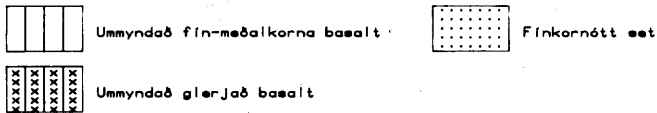
6.4 Hitamælingar

Mynd 10 sýnir hitamælingar úr holunni. Æðin á 65 m dýpi er um 15°C heit og sú á 100 m dýpi um 19°C heit. Sjálfrennsli er úr holunni. Það hefur ekki verið mælt en gískað er á að um 2 l/s renni úr henni. Holan er venjulega lokuð. Neðan æðarinnar í 100 m dýpi er hitastigull hár, um 125°C/km, sem er talsvert herra en neðan til í hinum holunum. Hins vegar er hitastigið sjálft talsvert lægra en á svipuðu dýpi í hinum holunum, 24,5°C á 130 m dýpi.

GRÝTA Í ÖNGULSTAÐAHREPPI
HOLA GRÝ-4



Skýringar við jarðlagasnið:



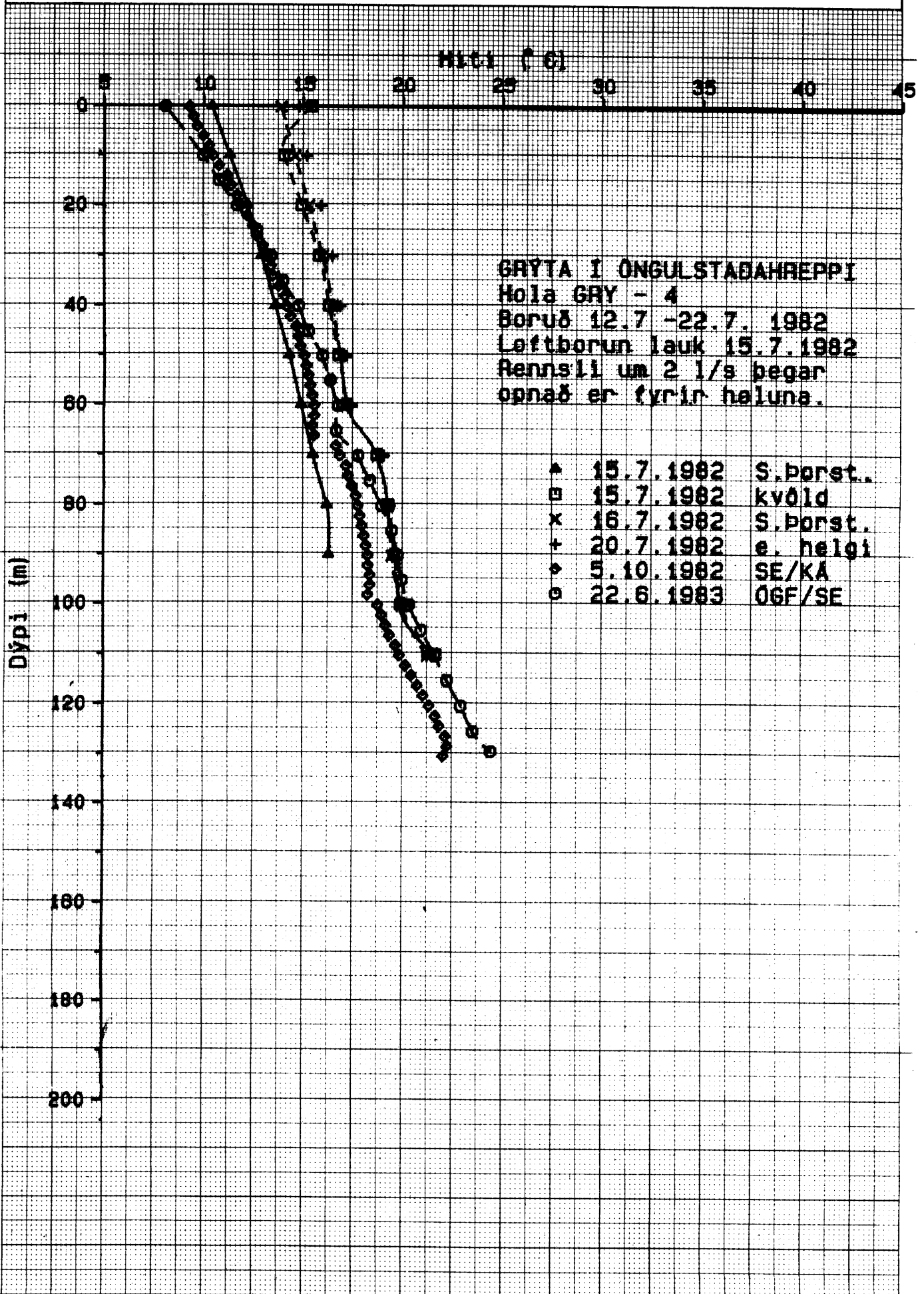
R: Rautt (oxun)
B: Brúnt (oxun)
G: Grænt

JHD-BJ-8000 Á=6
83.12.1749 T

MYND 9 Borholusnið af GRÝ-4

JHD-JED-6512 ÓGF
83.12.1679 T

Hitamælingar í borholum



7 HOLA GRÝ-5

7.1 Staðsetning

Þegar hitamælingar í holum 1-4 voru bornar saman kom í ljós að minni munur var á hitamælingunum en vonast hafði vérið til þannig að ekki þótti ráðlegt að leggja í djúpboranir á grundvelli fyrirbyggjandi upplýsinga. Ýmislegt þótti benda til þess að vatnið sem fæðir Grýtulaug væri aðrunnið úr hlíðinni fyrir ofan en erfitt að meta hversu langt að. Grunurinn beindist að lágviðnámi sem virðist koma fram í sýndarviðnámskortinu skammt neðan bæjarhúsa á Grýtu. Ekki var sá grunur þó nægilega vel rökstuddur til að réttlæt看legt væri að dýpka holu GRÝ-3 í allt að 1000 m til að hitta í sprungur sem hugsanlega yllu umræddu lágviðnámi. Var þá afráðið að bora fjórðu rannsóknarholuna, holu GRÝ-5, skammt austan umræddrar lágviðnámsrennu.

7.2 Borun

Í desember 1982 var Ýmir fluttur frá Glerárdal yfir í land Grýtu til þess að bora holu 5. Frá því að dýpkun holu 3 lauk og fram að þeim tíma að hola 5 var boruð, liðu nokkrir mánuðir. Á mynd 4 er sýnt hvernig verkinu miðaði áfram eins og um beint framhald hafi vérið að ræða frá því að hola 4 var boruð. Er því borun holu 5 talin hefjast á 25. verkdegi. Vegna bilana urðu smá tafir í upphafi, en á 28. verkdegi voru boraðir 6,5 m niður í möl með vatni í. Notaður var lofthamar og 165 mm króna. Loftpressan bilaði og þurfti að fá menn frá Reykjavík til þess að gera við hana. Á meðan var steipt í holuna í gegnum steypudór úr 17 pokum af sementi og vegsalti blandað saman við. Daginn eftir var borað niður í 2,5 m með 216 mm hjólakrónu og sett niður 219 mm rör. Seinni part dagsins var borað niður á 21 m dýpi með lofthamri og 165 mm krónu. Mölin var þurr þangað niður og stóð að mestu leyti. Á 21 m dýpi varð vart við rekju og var þá hætt enda pressan í ólagi. Dagsverkinu lauk með steypingu í gegnum steypudór úr 23 pokum af sementi blönduðu vegsalti. Næsta dag var borun haldið áfram með lofthamri og 165 mm krónu. Fyrst var borað í gegnum steypuna og síðan haldið áfram niður. Þegar komið var á 73 m dýpi, hrundi skyndilega og borinn festist. Tókst að ná honum úr festunni samdægurs við illan leik. Greinilegt var, að loftpressan yrði ekki notuð meira vegna bilana. Voru því gerðar ráðstafanir til að halda áfram borun með snúningskrónu. Fyrst var steipt í gegnum steypudór á 70 m dýpi og síðan á 30 m dýpi. Voru notaðir samtals 90 pokar af sementi. Efra borð steypu reyndist vera á 29 m dýpi. Þegar það var

vitað var pöntuð sandsteypa og holan fyllt. Steypan var látin harðna í 6 tíma og síðan byrjað að bora hana út. Efstu 20 metrarnir voru mátulega harðir, en þar neðan við var steypan full hörð. Samt sem áður hélst borinn í holunni. Á 33. verkdegi hófst borun á ný og nú með 149 mm krónu af gerðinni HPSM-J. Borunin gekk síðan snurðulaust fyrir sig og varð holan tæplega 227 m djúp. Á 40. verkdegi var tekið upp úr holunni og flutningur af svæðinu undirbúinn.

Meðan á borun stóð varð vart við eina vatnsæð á 29-30 m dýpi og kom þá upp með loftinu 1,5 l/s af 31°C heitu vatni.

7.3 Jarðlög

Svarfi var safnað á tveggja metra bili frá 4 m niður í 226 m. Efstu 20 metrarnir virtust vera úr lausum yfirborðsjarðlögum, en sýni vantar frá 20 í 24 m. Þar neðan við er greinilega komið niður í berggrunn. Engar jarðlagamælingar hafa verið gerðar í þessari holu og byggjast upplýsingar um jarðlögin því eingöngu á svarfgreiningu. Jarðlagasnið úr holunni er sýnt á mynd 11.

Til einföldunar má skipta holunni upp í tvo hluta. Efri hlutinn einkennist af fínkorna póleiítbasaltlögum, sem eru aðskilin af milli- lögum og/eða karga. Neðsta póleiítlagið, sem tilheyrir efri hlutanum er fjögurra metra þykkt og endar í 120 m dýpi. Ofan við það er 42 m þykkur grófkorna (dólerít) berggangur. Í neðri hlutanum eru fín- eða meðalkorna basaltlög einkennandi og er ekki ljóst hvort um póleiít eða ólivín-póleiít er að ræða. Aberandi þykk setlög eru frá 120 í 126 m og 145 í 150 m. Frá 200 í 214 m er grófkorna lag, etv. berggangur. Meðal- þykkt basaltlaganna í holunni er 6-7 metrar, en þykkustu lögin eru allt að 10 m þykk.

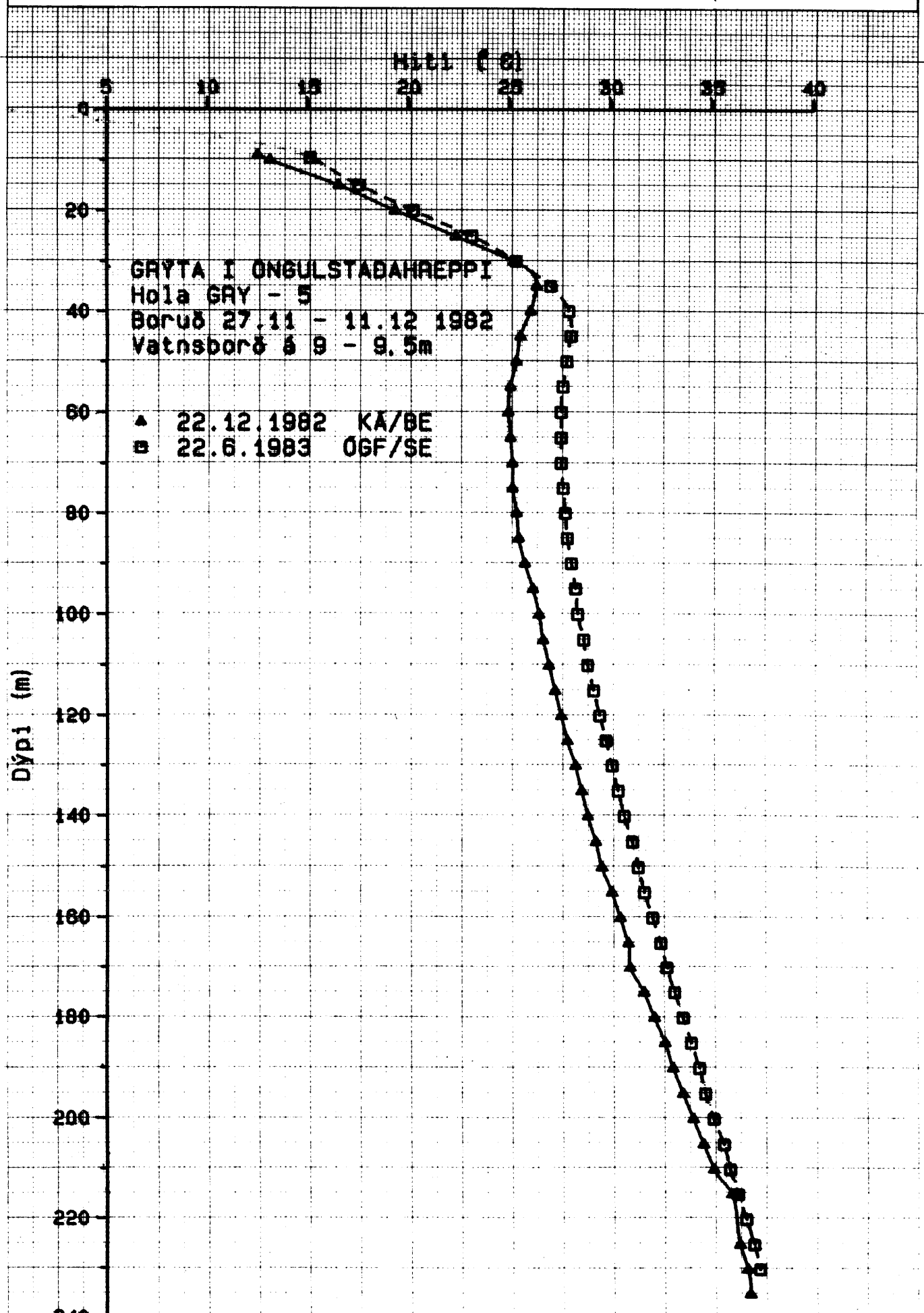
7.4 Hitamælingar

Mynd 12 sýnir tvær hitamælingar úr holunni. Önnur er mæld 11 dögum eftir lok borunar, hin hálfu ári síðar. Vatnsborð í holunni er á 9 - 9,5 m dýpi. Hitahámark er á 35 m dýpi í fyrri mælingunni en á 45 m dýpi í þeirri síðari. Síðan kólnar lítið eitt í holunni með dýpi en frá um það bil 70 m dýpi vex hitastig með dýpi. Hitahámarkið á 35-45 m dýpi er tengt láréttu rennsli. Hitaaukningin með dýpi í neðri hluta holunnar er fremur lítil og bendir ekki til þess að aðfærsluæð Grýtulaugar sé tengd lágviðnáminu sem mælist í túninu milli bæjar- húsanna og holu GRÝ-3.



JHD-JED-6512 ÓGF
83.12.1676 T

Hitamælingar í borhólum



8 JARÐLAGATENGINGAR

Ef niðurstöður úr greiningum hola 1-5 eru bornar saman kemur í ljós, að brotabelti liggur í gegnum rannsóknarsvæðið. Stefna brotanna er NNA-SSV. Það er í góðu samræmi við niðurstöður segulmælinga og jarðlagakortlagningar á nærliggjandi jarðlagastafla.

Á mynd 1, sem er nokkurs konar yfirlitsmynd af rannsóknarsvæðinu, er sýnd staðsetning borholanna. Þar er jarðlagahallinn um 6 gráður og strikstefna nálægt því að vera ANA-VSV (Axel Björnsson og Kristján Sæmundsson 1975). Fjarlægðin milli hola er sýnd í töflu 1. Tengingarnar milli hola 1 og 3 annars vegar og hola 2 og 4 hins vegar eru áreiðarlegastar. Þar sem engar jarðlagamælingar eru til úr holu 5 var hún ekki notuð fyrr en tengingum milli hinna holanna var lokið og féll hún vel inn í það líkan.

TAFLA 1 Fjarlægðir milli borhola við Grýtu

Milli hola nr.	Fjarlægð (m)	Hæðarmunur (m)
1 og 2	406	17
1 og 3	278	0
1 og 4	86	34
1 og 5	153	17
2 og 3	222	17
2 og 4	131	17
2 og 5	189	0
3 og 4	347	34
3 og 5	41	17
4 og 5	306	17

Á mynd 13 eru jarðlagasnið af holum GRW-1 og GRÝ-3 teiknuð upp ásamt viðnámsferlum holanna. Líklegasta tenging jarðlaga milli holanna er sýnd og jafngildir það, að jarðlag á 70 m dýpi í holu 3 liggi á 108 m dýpi í holu 1. Holurnar standa jafnhátt í landi og þegar leiðrétt hefur verið fyrir jarðlagahalla fæst, að um 45 m misgengi með falli til vesturs liggi milli holanna. Ekki er ólíklegt að misgengið fylgi gangi undir laugunum, sem gefur eina fráviknið á segulkorti á þessum kafla. Mynd 14 sýnir nánast sömu hluti og lýst hefur verið

hér að framan, en í stað viðnámsferla eru notaðir ferlar nifteindadreifingar.

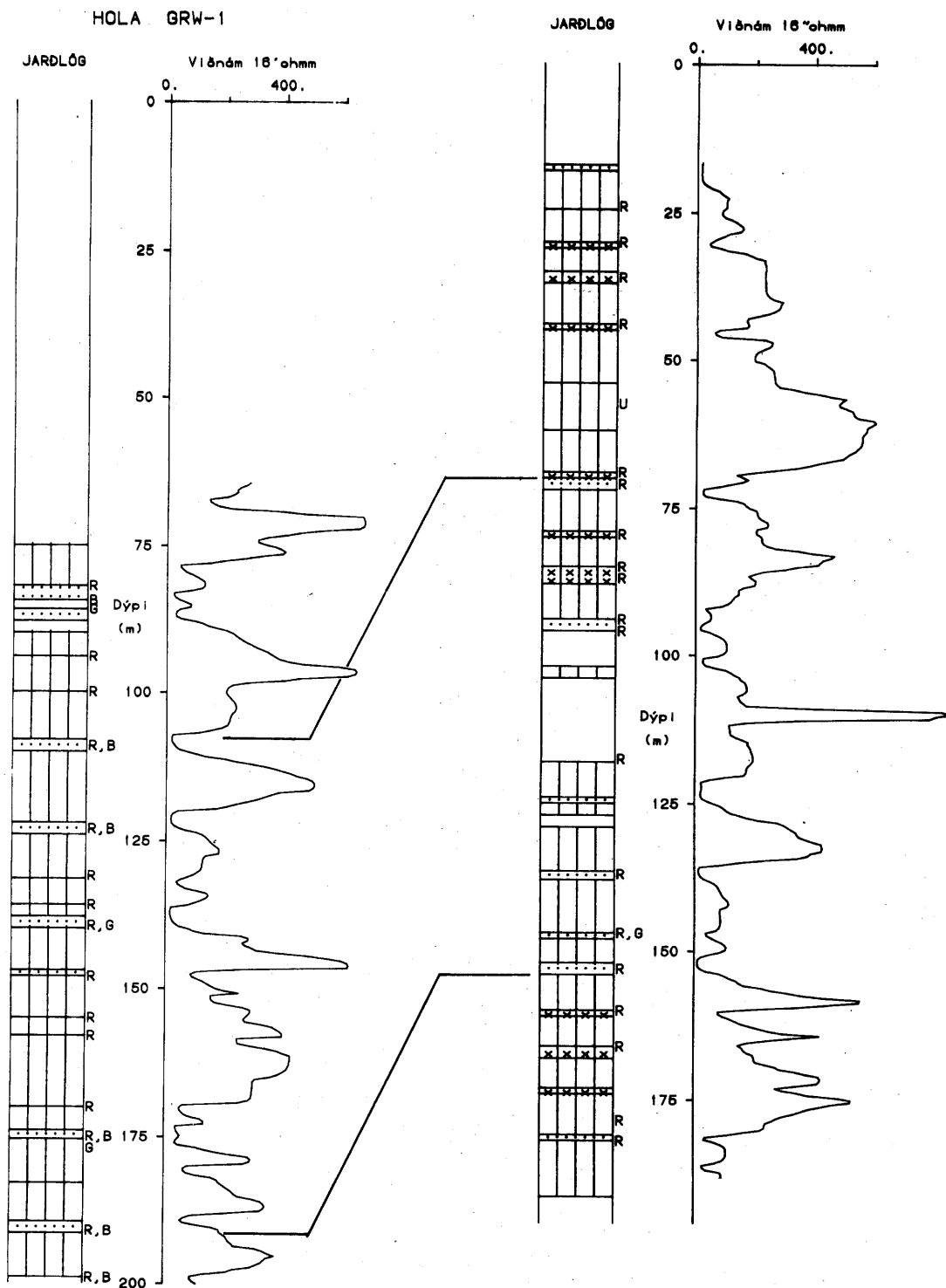
Mynd 15 sýnir jarðlagasnið ásamt viðnámsferlum úr holum GRÝ-2 og GRÝ-4. Líklegasta tenging þar á milli er sýnd á myndinni. Það jafngildir því, að lag á 25 m dýpi í holu 2 sé á 54 m dýpi í holu 4. Holurnar liggja í strikstefnu, en GRÝ-4 er 12 m ofar í landi. Það þýðir, að 15-20 m misgengi með falli til austurs liggur milli holanna. Samkvæmt segulkortinu getur misgengið legið skammt austan holu 2.

Mynd 16 sýnir jarðlagasnið af holum GRÝ-2 og GRÝ-3 ásamt viðnámsferlum. Líklegasta tenging milli holanna er á þann veg, að jarðlag á 63 m dýpi í holu 2 sé á 152 m dýpi í holu 3. Hóla 2 liggur 12 m ofar í landi en hóla 3. Þegar leiðrétt hefur verið fyrir jarðlagahalla og landhæð þá kemur í ljós að 90-100 m misgengi með falli til vesturs liggur milli holanna. Mynd 17 sýnir sömu holur, en þar eru ferlar nifteindadreifingar notaði í stað viðnáms. Misgengið liggur líklega rétt austan holu GRÝ-5 og sker hana á 75 eða 125 m dýpi, þ.e. við það á gangi, sem skorinn er á þessu dýptarbili.

Samandregnar niðurstöður eru sýndar á mynd 18. Þar er sýnt þversnið í strikstefnu frá holu GRW-1 yfir í holu GRÝ-4 og holum GRÝ-3 og GRÝ-5 varpað inn á það. Á myndinni eru sýnd auðkennanleg setlög, sem jafnframt eru leiðarlög, og táknuð með bókstöfunum a,b,c og d. Í holu GRW-1 sjást leiðarlög a og c, en þar sem búist var við lagi b er fínkornóttur gangur. Í holu GRÝ-3 sjást leiðarlög a og c greinilega, en svarf var ekki tekið á móts við þann stað, þar sem leiðarlag b ætti að vera. Aftur á móti kemur skýrt fram í viðnámsmælingum og á ferli neftrónudreifingar að á þessum stað er millilag og þá væntanlega leiðarlag b. Holan var ekki boruð nægilega djúpt til að leiðarlag d kæmi fram. GRÝ-4 er austust þessara hola og sjást í henni leiðarlög b og c. Hún er of grunn til að leiðarlag d sjáist í henni, en lag a gæti verið efst. Aðeins leiðarlag d sést í holu GRÝ-5, en eins og áður hefur verið greint frá virðist misgengi liggja gegnum holuna. Á sniðmyndinni er einnig sýnt hvernig laus yfirborðsjarðlög þykkna inn að miðju dalsins.

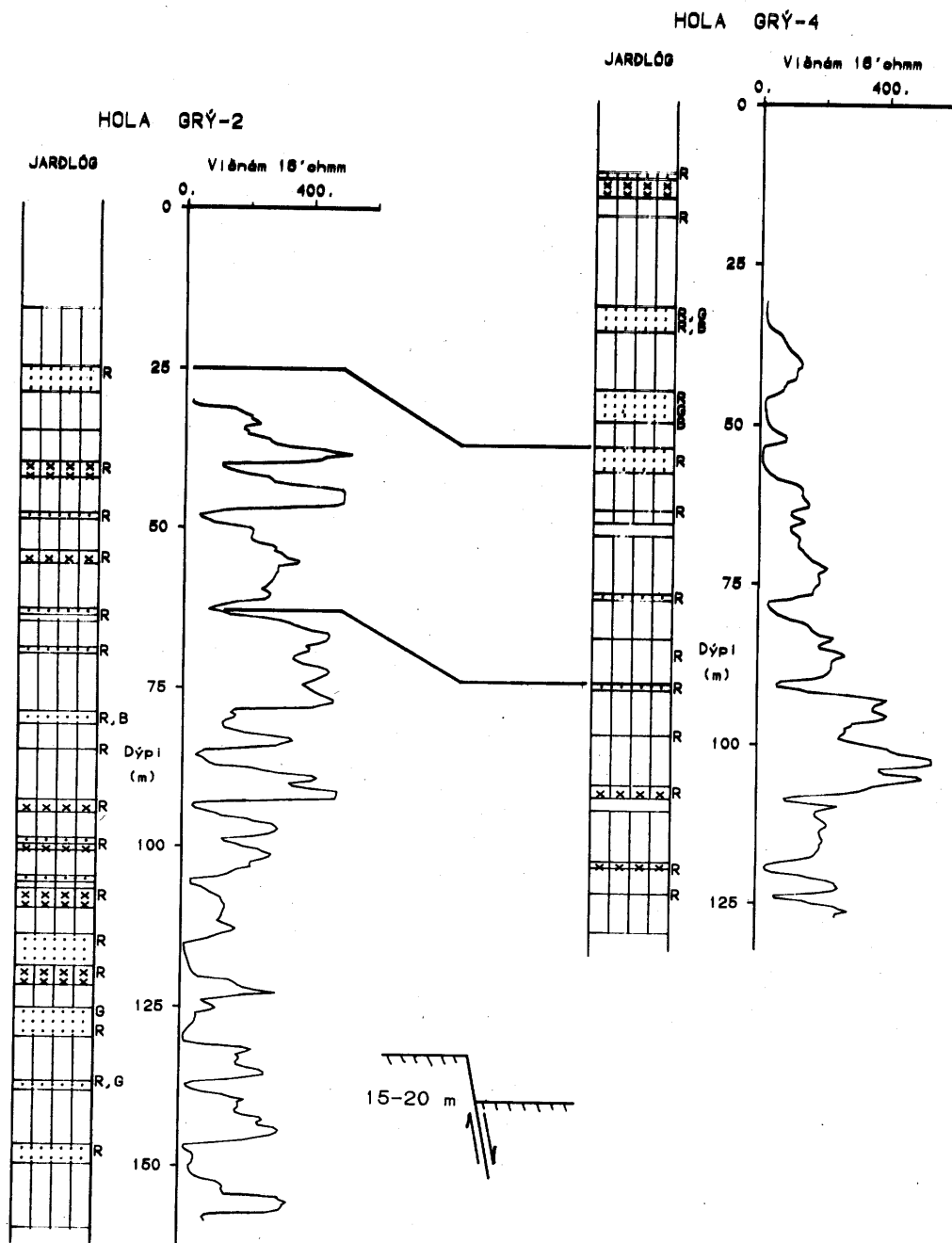
JARÐLAGATENGINGAR

HOLA GRÝ-3



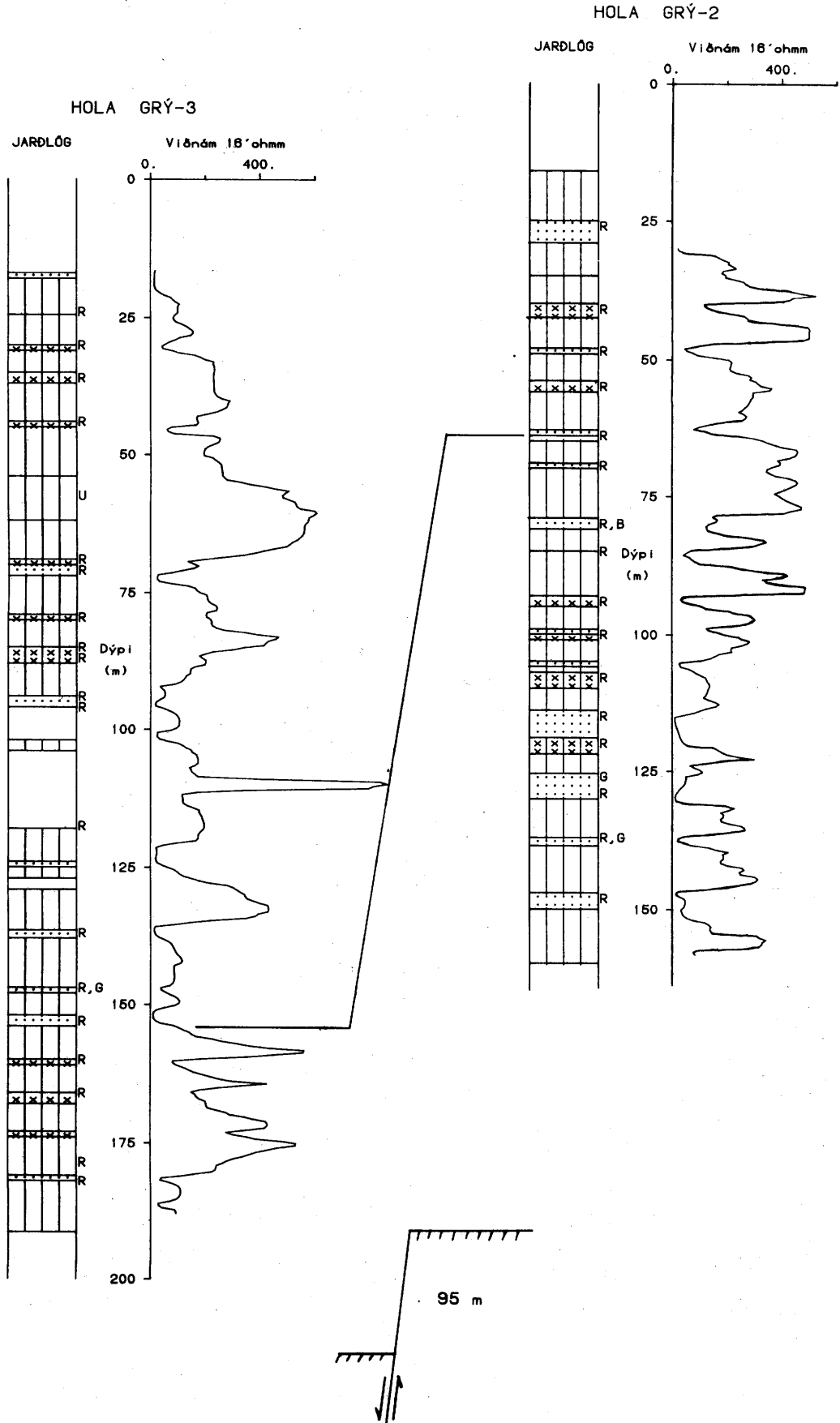
MYND 13 Jarðlagatengingar. GRW-1 og GRÝ-3

JARÐLAGATEENGINGAR



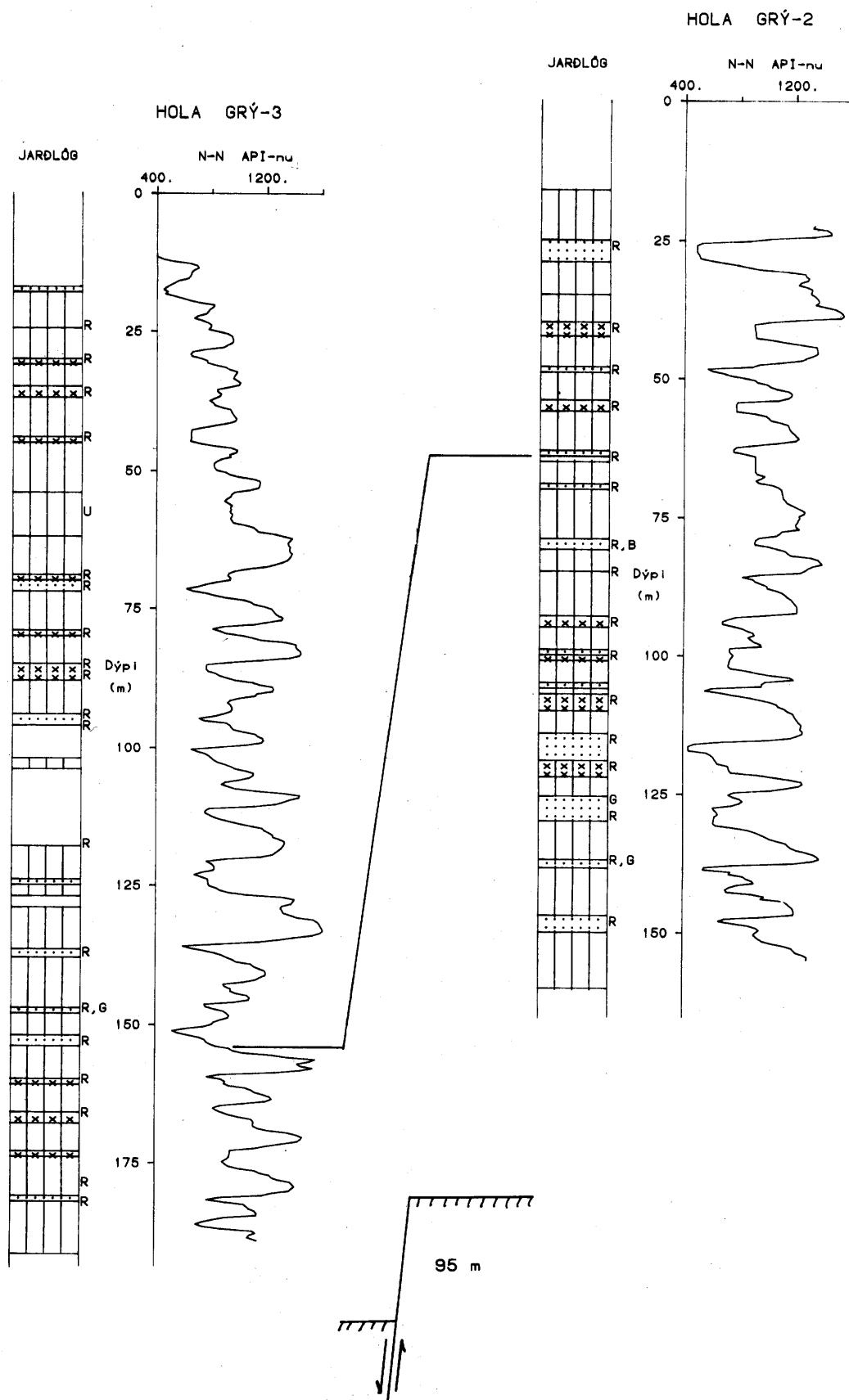
MYND 15 Jarðlagatengingar. GRÝ-2 og GRÝ-4

JARÐLAGATENGINGAR

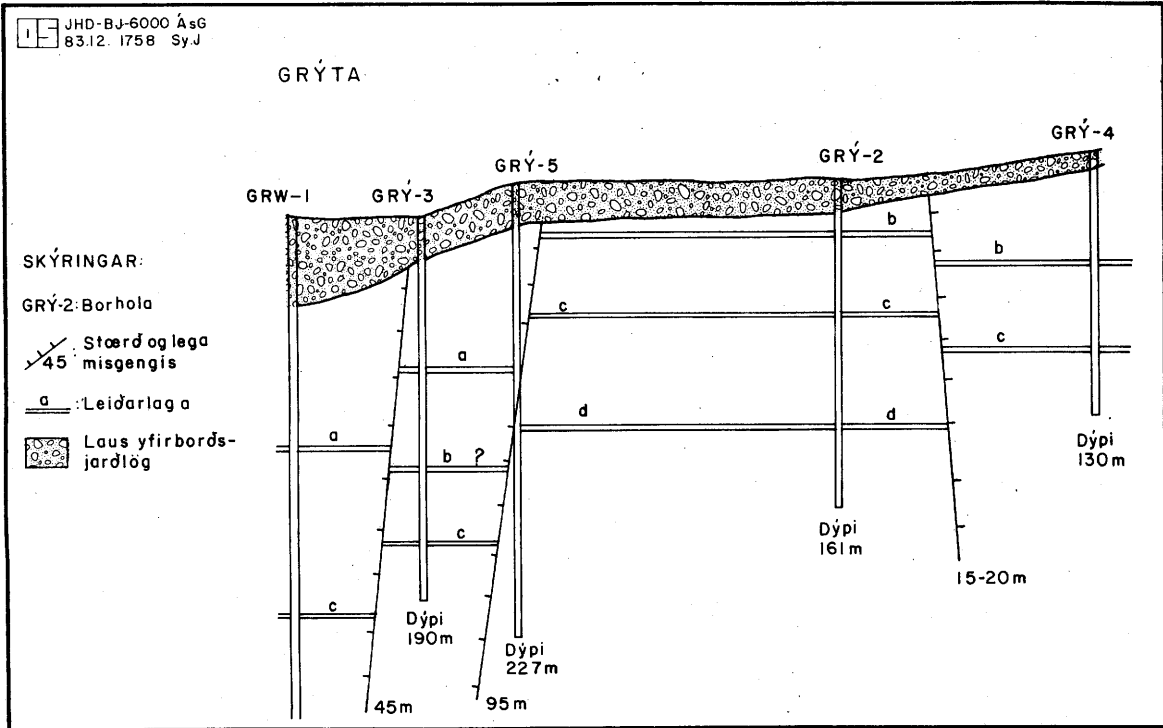


MYND 16 Jarðlagatengingar. GRW-3 og GRÝ-2

JARÐLAGATENGINGAR



MYND 17 Jarðlagatengingar. GRW-3 og GRÝ-2



MYND 18 Tenging jarðlaga milli borhola

9 SAMANBURÐUR HITAMÆLINGA

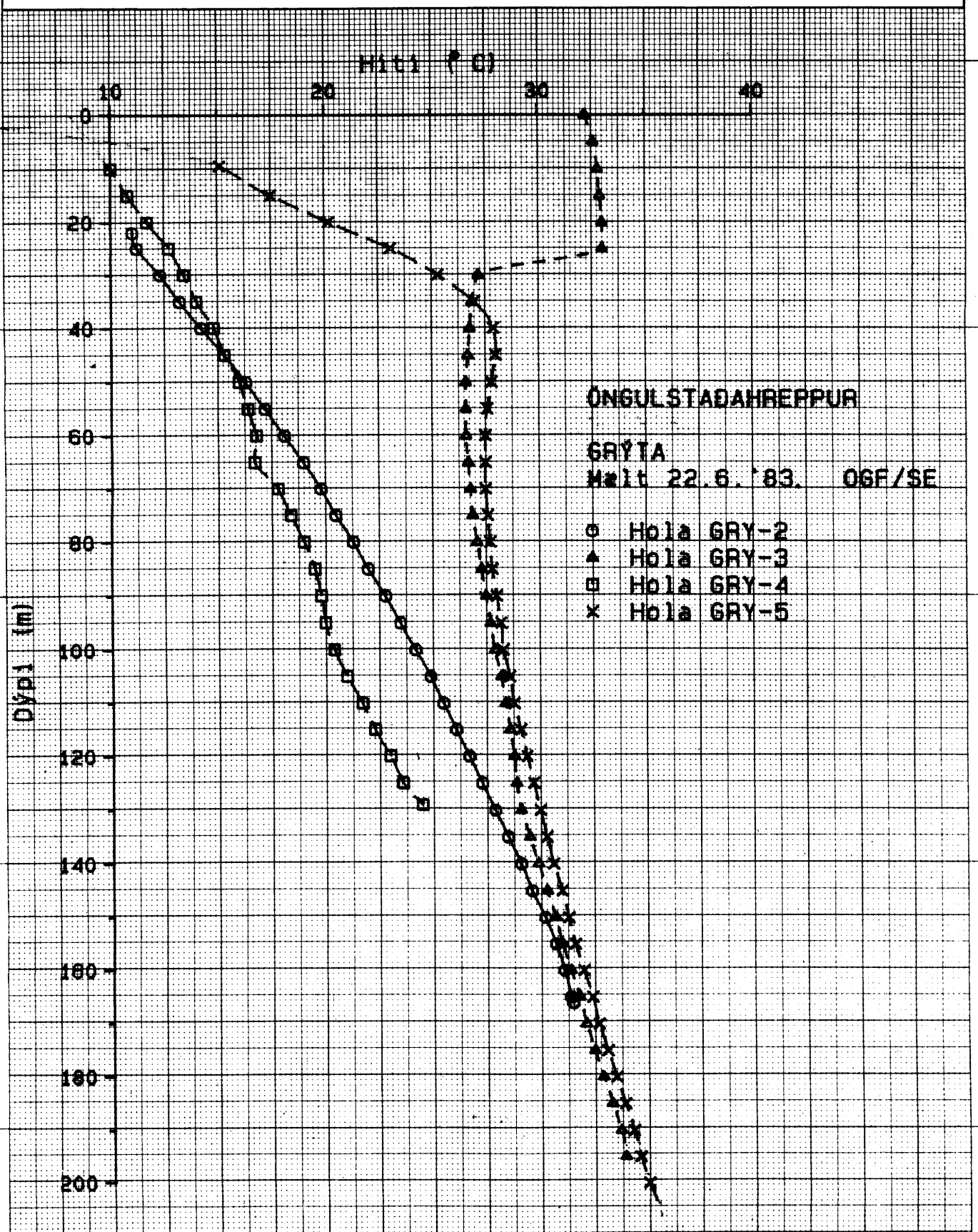
Hitamælingar var í borholunum leiddu í ljós, að mjög lítil mismunur var á hitastigi í þeim. Það leiddi til þess að ekki var hægt að gera nákvæman samanburð á holunum fyrr en þær höfðu náð að jafna sig eftir skolvatnskælingu í borun. Ennfremur var nauðsynlegt að holurnar væru mældar samdægurs og með sama mæli þar sem ávallt má búast við því að nokkur mismunur sé milli mæla og eins getur kvörðun þeirra breyst með tíma.

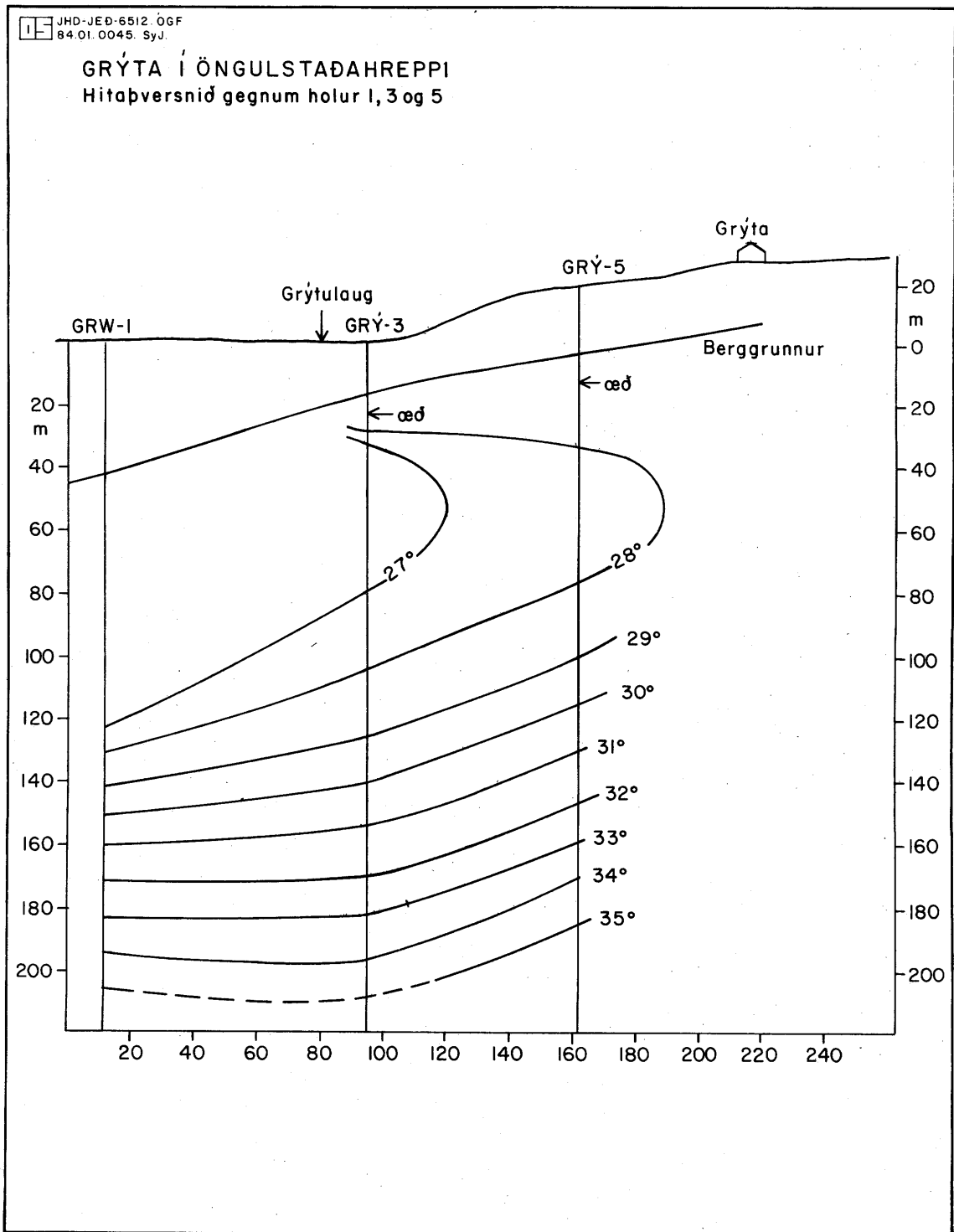
Þann 22. júní 1983 voru holur GRÝ-2, 3, 4 og 5 hitamældar og eru þær mælingar teiknaðar upp á mynd 19. Fljótt á litið sýnist mismunur á hitastigi holanna vera hverfandi lítil ef frá er talin hola GRÝ-4 sem er allnokkru kaldari en hinar. Þess ber þó að gæta að talsverður hæðarmunur er milli holanna eins og fram kemur í töflu 1. Á mynd 20 er teiknað hitaþversnið gegnum holur GRW-1, GRÝ-3 og GRÝ-5. Nokkur vandi er á höndum hvaða mælingu á að nota sem dæmigerða fyrir berghita í holu GRW-1, þar sem örlítið hefur seytralað úr holunni frá því hún var boruð. Hér var ákveðið að notast við mælingu frá 15.01.80 en þá voru liðnir um 2 1/2 mánuður frá því borun hennar lauk og áhrif skolvatnskælingar líklega hverfandi lítil. Hins vegar gæti verið að seytrlið úr holunni valdi því að hún mælist ívið heitari en svarar til raunverulegs berghita. Þetta ber að hafa í huga við skoðun á mynd 20.

Af þessari mynd má lesa nokkur gagnleg atriði. Í fyrsta lagi eru hitaferlar hola GRÝ-3 og GRÝ-5 viðsnúnir á nokkru dýptarbili neðan vatnsæðanna sem fram komu grunnt í holunum. Það bendir til lárétts rennslis í æðunum. Í öðru lagi má þar sjá að vatnsæðarnar í holum GRÝ-3 og GRÝ-5 eru ekki á mótum lausu setlaganna og berggrunnins eins og talið var í fyrstu heldur niðri í berggrunninum, e.t.v. í millilögum. Í þriðja lagi grynkar til austurs á jafnhitalínur neðan 100 m dýpis, sem bendir til þess að uppstreymisrásin sem flytur vatn að millilögunum og þaðan í Grýtulaug, sé einhvers staðar austan holu GRÝ-5. Hversu langt austar þessi uppstreymisrás er, verður ekki fullyrt út frá fyrirliggjandi gögnum. Allmiklar tilraunir voru gerðar til að búa til varmaleiðnilíkan af jarðhitasvæðinu í líkingu við það sem gert var í fyrri skýrslu um Grýtu en það tókst ekki. Ástæðan er sú að þær aðferðir sem Orkustofnun ræður yfir eru tvívíðar en þar sem rennslið að Grýtulaug eftir millilöginu er í raun mjög takmarkað í láréttri útbreiðslu þyrfti þrívítt reikniforrit til að leysa málið. Hins vegar er nokkuð ljóst út frá þeim tilraunum sem gerðar voru að fjarlægð uppstreymisrásarinnar frá holu GRÝ-5 verður fremur mæld í hundruðum metra en tugum.

JHD-JEÐ-6512 ÓGF
83.12.1677 T

Hitamælingar í borholum





MYND 20 Hitapversnið gegnum holur GRÝ-1, 3 og 5

10 NIÐURSTÖÐUR

Helstu niðurstöður viðnámsniðsmælinganna og rannsóknarborananna við Grýtu eru því eftirfarandi:

1. Viðnámsniðamælingar, sem gerðar voru sumarið 1982, gafu ekki neinar afgerandi upplýsingar um hvort vatnsleiðandi sprungur liggja um svæði það sem rannsóknin beindist að, þ.e. svæðið milli Grýtulaugar og vegarins suður Öngulsstaðahrepp. Þó kom fram mynstur hás og lágs viðnáms í sýndarviðnámskortinu af svæðinu sem má túlka annað hvort sem vísbendingu um vatnsleiðandi sprungu eða lágt viðnám nærri yfirborði af einhverjum öðrum orsökum.
2. Austast í einni mæilínanna ofan við veginn inn Öngulsstaðahrepp kom fram vísbending um lágviðnámsprungu. Engin hinna mæilínanna náði nógu langt í austur til að sjá hana. Hér gæti hugsanlega verið um að ræða aðfærsluæð Grýtulaugar en eins líklegt er að um sé að ræða sprungu þá sem borholurnar á Laugalandi sækja vatn sitt í. Ef kanna ætti þetta nánar þyrfti talsvert viðamiklar viðnámsniðsmælingar.
3. Boranirnar leiddu í ljós að uppstreymisrásin sem flytur vatnið djúpt úr jörðu og að Grýtulaug er að öllum líkindum í mörg hundruð metra fjarlægð austan laugarinnar.
4. Vatnsæðarnar, sem fram komu í holum GRÝ-3 og GRÝ-5 sýna, að vatnið, sem kemur til yfirborðs í Grýtulaug, rennur lárétt að lauginni eftir millilögum í hraunlagastaflanum.
5. Jarðlagagreining í borholunum sýnir að nokkur allstór misgengi liggja um borsvæðið á Grýtu. Ekki verður ráðið af fyrirliggjandi gögnum að heitt vatn fylgi þeim.
6. Ekki er talið líklegt að dýpkun holu GRW-1 eða einhverra hinna holanna leiði til þess að nýtanlegt heitt vatn finnist. Uppstreymisrásin sem fæðir Grýtulaug er enn ófundin, liggur líklega talsvert austar en áður var haldið. Ljóst er, að áframhaldandi leit verður kostnaðarsöm og myndi fela í sér verulega viðbót viðnámsniðsmælinga og rannsóknarborana. Ekki verður séð að svo komnu máli að réttlætandi sé fyrir Hitaveitu Akureyrar að leggja í meiri kostnað við vatnsöflun við Grýtu en orðið er en snúa sér fremur að öðrum mögulegum virkjunarsvæðum.

HEIMILDIR

Ásgrímur Guðmundsson, Ólafur G. Flóvenz, Sigmundur Einarsson og Bára Björgvinsdóttir, 1982: Grýta í Öngulstaðahreppi. Niðurstöður jarðhitarannsóknna.

Orkustofnun OS 82037/JHD05, 29 s. OS82037/JHD05, 29s

Axel Björnsson og Kristján Sæmundsson 1975: Jarðhiti í nágrenni Akureyrar. Orkustofnun, OS-JHD 7557, 53 s.

Jarðboranir Ríkisins 1982: Borskýrslur. Ýmir.

Ólafur G. Flóvenz 1982: Jarðhitarannsóknir við Grýtu sumarið 1982. Orkustofnun, greinargerð, ÓGF-82/03

V I Ð A U K I

Mæliferlar viðnámssniðsmælinga

JHD-JED-6512 ÖGF
84.01.0046 T

GRÝTA

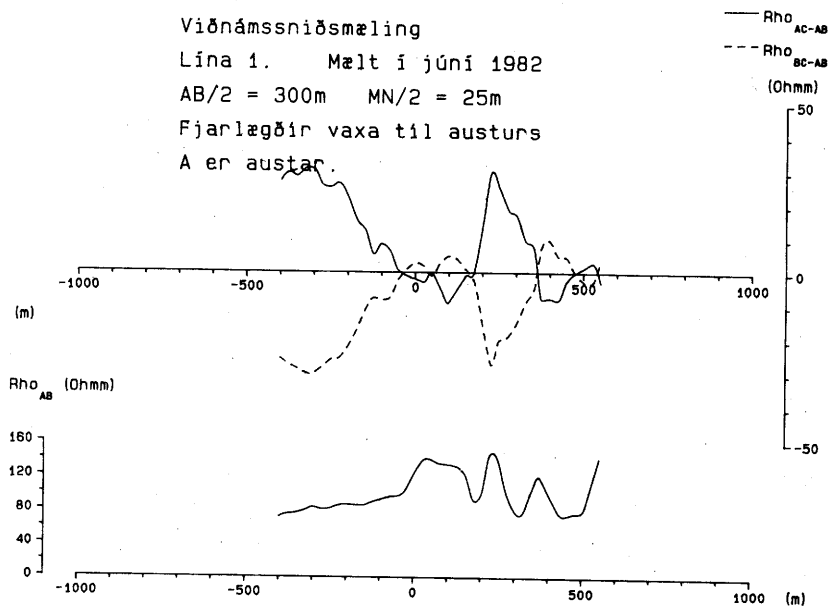
Viðnámssniðsmæling

Lína 1. Mælt í júní 1982

AB/2 = 300m MN/2 = 25m

Fjarlægðir vaxa til austurs

A er austar.



JHD-JED-6512 ÖGF
84.01.0046 T

GRÝTA

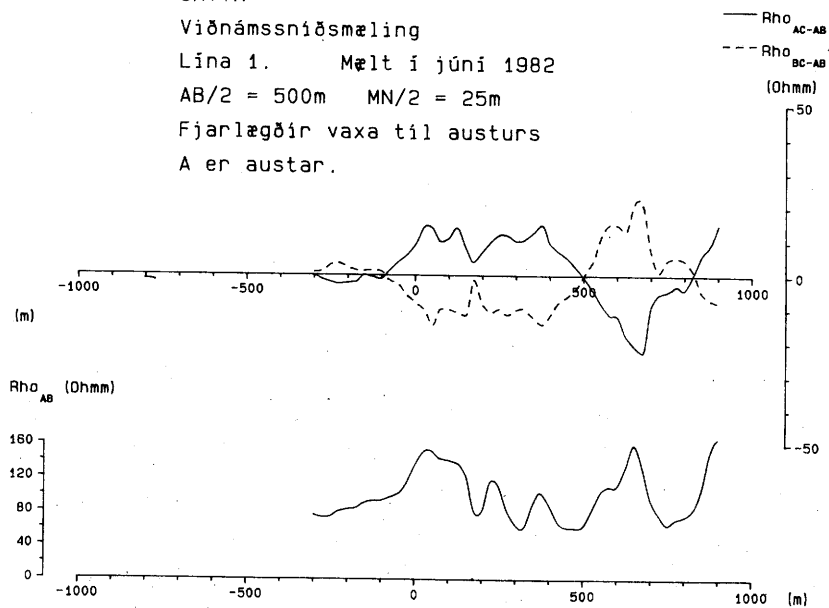
Viðnámssniðsmæling

Lína 1. Mælt í júní 1982

AB/2 = 500m MN/2 = 25m

Fjarlægðir vaxa til austurs

A er austar.



JHD-JED-6512 ÖGF
84.01.0047 T

GRÝTA

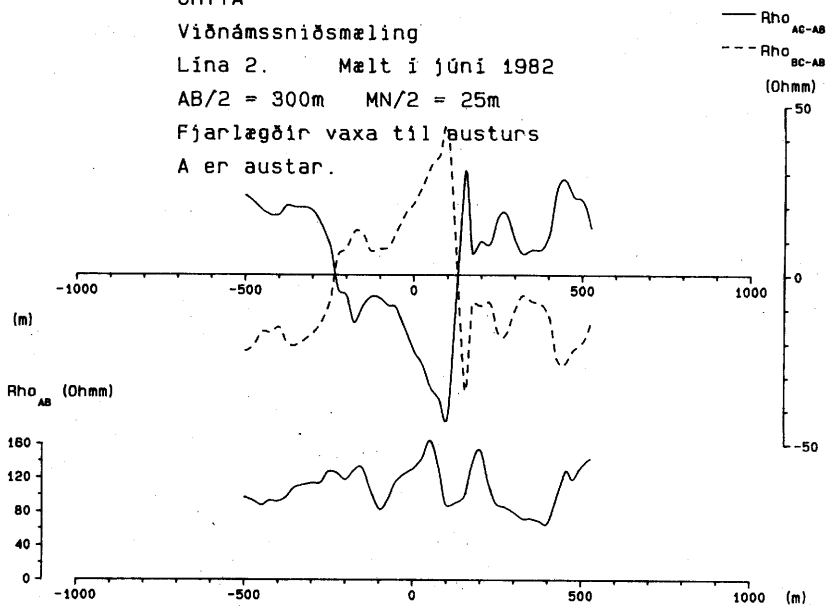
Viðnámssniðsmæling

Lína 2. Mælt í júní 1982

AB/2 = 300m MN/2 = 25m

Fjarlægðir vaxa til austurs

A er austar.



JHD-JED-6512 ÖGF
84.01.0047 T

GRÝTA

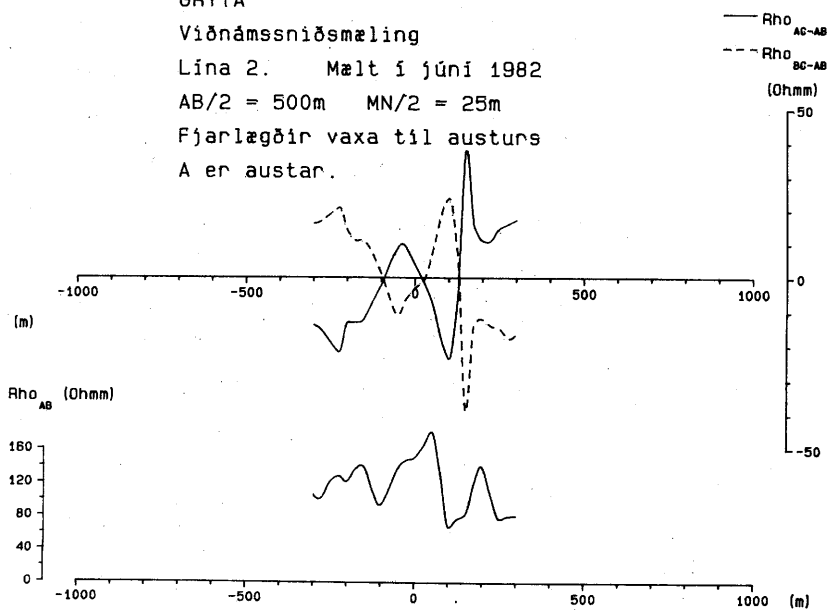
Viðnámssniðsmæling

Lína 2. Mælt í júní 1982

AB/2 = 500m MN/2 = 25m

Fjarlægðir vaxa til austurs

A er austar.



JHD-JED-6512 ÖGF.
84.01.0048 T

GRÝTA

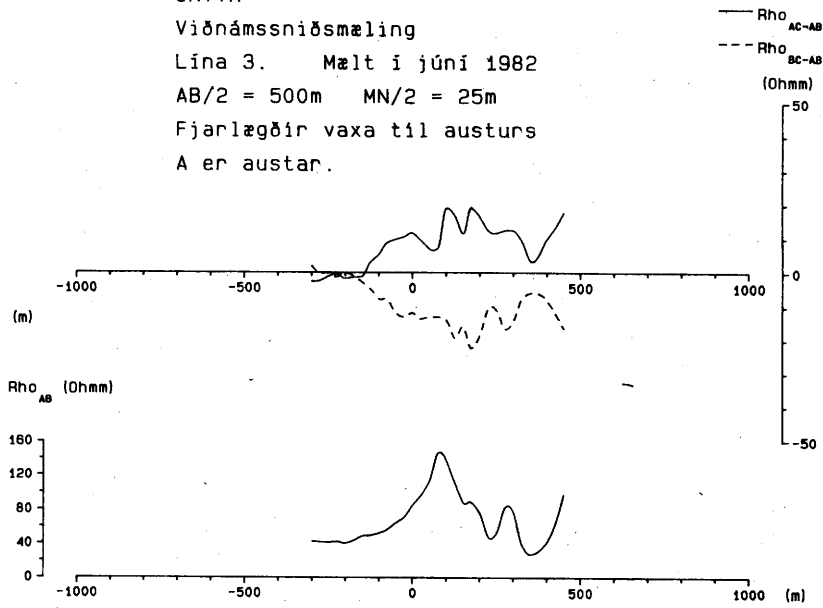
Viðnámssniðsmæling

Lína 3. Mælt í júní 1982

AB/2 = 500m MN/2 = 25m

Fjarlægðir vaxa til austurs

A er austar.



JHD-JED-6512 ÖGF.
84.01.0048 T

GRÝTA

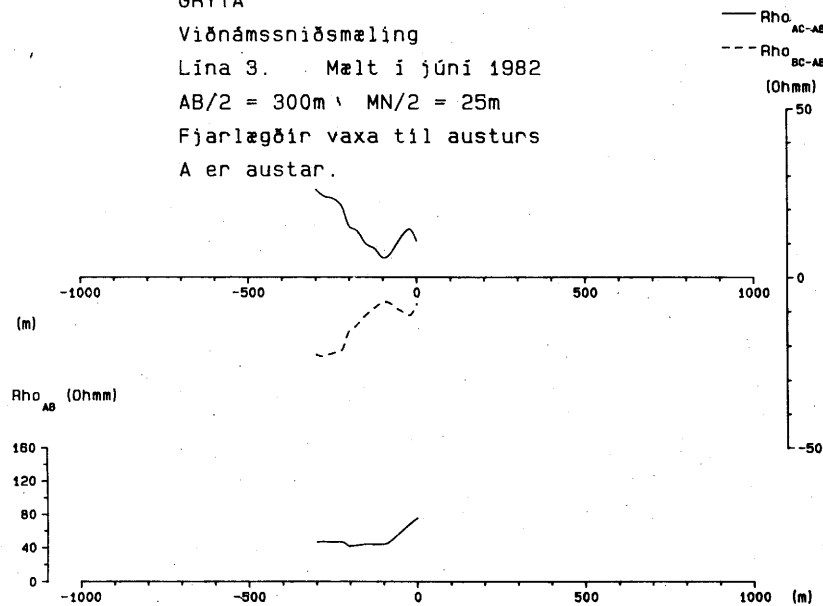
Viðnámssniðsmæling

Lína 3. Mælt í júní 1982

AB/2 = 300m MN/2 = 25m

Fjarlægðir vaxa til austurs

A er austar.



JHD-JED-6512. ÖGF.
84.01.0049. T

GRÝTA

Viðnámssniðsmæling

Lína 4. Mælt í júní 1982

AB/2 = 500m MN/2 = 25m

Fjarlægðir vaxa til austurs

A er austar.

