



ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

Ólafur G. Flóvenz
Ásgrímur Guðmundsson
Kristján Sæmundsson
Sigbjörn Kjartansson

REYKIR Í FNJÓSKADAL

Yfirborðsrannsóknir og
rannsóknarboranir árið 1980

Áfangaskýrsla nr.2

OS82050/JHD08
Reykjavík, júní 1982

Unnið fyrir
Hitaveitu Akureyrar



ORKUSTOFNUN

Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

**Ólafur G. Flóvenz
Ásgrímur Guðmundsson
Kristján Sæmundsson
Sigbjörn Kjartansson**

REYKIR Í FNJÓSKADAL

**Yfirborðsrannsóknir og
rannsóknarboranir árið 1980**

Áfangaskýrsla nr.2

OS82050/JHD08

Reykjavík, júní 1982

**Unnið fyrir
Hitaveitu Akureyrar**

ÁGRIP

Greint er frá rannsóknum sem farið hafa fram á jarðhitasvæðinu á Reykjum í Fnjóskadal frá því 1. áfangaskýrslan um Reyki kom út í maí 1980.

Í nóvember 1980 voru boraðar sex 80-197 m djúpar rannsóknarholur við Reyki. Greining á borsvarfi úr holunum og túlkun bylgjubrotsmælinga benda til þess að dýpi á berggrunn sé á bilinu 15-25 m undir jarðhitasvæðinu. Vatnsæðar þær sem komu fram í borun rannsóknarholanna eru flestar taldar tengjast hallandi lagamótum í jarðlagastaflanum. Af hitamælingum úr borholunum má ráða að vatnsæð með stefnu nálægt N-S liggi niður frá stærstu hverunum og halli henni 1-3° til vesturs frá lóðréttu. Talið er að hitastig í æðinni sé rúmlega 100°C á 150 m dýpi. Hitamælingarnar benda enn fremur til þess að vatnsæð fylgi gangi sem fram kemur ofarlega í einni holunni. Talið er að þrýstingur vatnskerfisins sé lítill og því hugsanlegt að æðar komi fram sem skoltap við borun.

Lagt er til að hola 4, sem er næst vestan hveranna í kartöflugaröðinum, verði dýpkuð.

EFNISYFIRLIT

	Bls.
ÁGRIP	2
EFNISYFIRLIT	3
MYNDASKRÁ	4
1 INNGANGUR	5
2 JARÐFRÆÐIKORTLAGNING	5
3 JARÐEÐLISFRÆÐILEGAR MÆLINGAR ÁRIÐ 1980	9
3.1 Segulmælingar	9
3.2 Viðnámsmælingar	9
3.3 Hitamælingar í jarðvegi	10
3.4 VLF-mælingar	10
3.5 Bylgjubrotsmælingar	14
4 BORUN SEX GRUNNRA RANNSÓKNARHOLA Í NÓVEMBER 1980	17
5 SVARFGREINING	20
6 BORHOLUMÆLINGAR OG VATNSÆÐAR	23
7 NIÐURSTÖÐUR OG TILLÖGUR UM FRAMHALD RANNSÓKNA	25
HEIMILDASKRÁ	26
VIÐAUKI A: Úrvinnsla bylgjubrotsmælinga	28
VIÐAUKI B: Lýsing jarðlaga samkvæmt svarfgreiningu	31
VIÐAUKI C: Hitamæliferlar í borholum	39
TAFLA 1: Niðurstöður bylgjubrotsmælinga	15

MYNDASKRÁ

	Bls.
1 Reykir í Fnjóskadal - Jarðfræðikort	6
2 Tunga í Fnjóskadal. Hitamælingar í jarðvegi	11
3 VLF-mælingar. Skýringarmynd	12
4 Reykir í Fnjóskadal. VLF-mælingar	13
5 Reykir í Fnjóskadal. Þykkt blönduðu setlaganna, dýpi á berggrunn	16
6 Reykir í Fnjóskadal. Jarðvegshitakort og staðsetning borhola	17
7 Reykir í Fnjóskadal. Poruhlutamælingar í holum 1-5	21
8 Reykir í Fnjóskadal. Einfaldað jarðlagasnið	22
9 Reykir í Fnjóskadal. Taftímakort (í Viðauka A)	30

Reykir í Fnjóskadal.- Segulkort. Kort í vasa innan á bakkápu.

1 INNGANGUR

Frá því skýrsla Jarðhitadeildar "Reykir í Fnjóskadal. Jarðfræðileg forathugun jarðhitasvæðisins" (Ólafur G. Flóvenz 1980) kom út í maí 1980 hefur talsvert verið aukið við rannsóknir á Reykjiasvæðinu. Rannsóknirnar voru þríþættar: Í fyrsta lagi var bætt nokkru við þær jarðeðlisfræðilegu mælingar sem áður höfðu verið framdar. Í öðru lagi var gert jarðfræðikort af svæðinu og í þriðja lagi voru boraðar sex grunnar rannsóknarholur, þær mældar og svarfið úr þeim greint.

Tilgangur þessarar skýrslu er að greina frá niðurstöðum þessara rannsókna og gera tillögur um framhald þeirra.

2 JARÐFRÆÐIKORTLAGNING

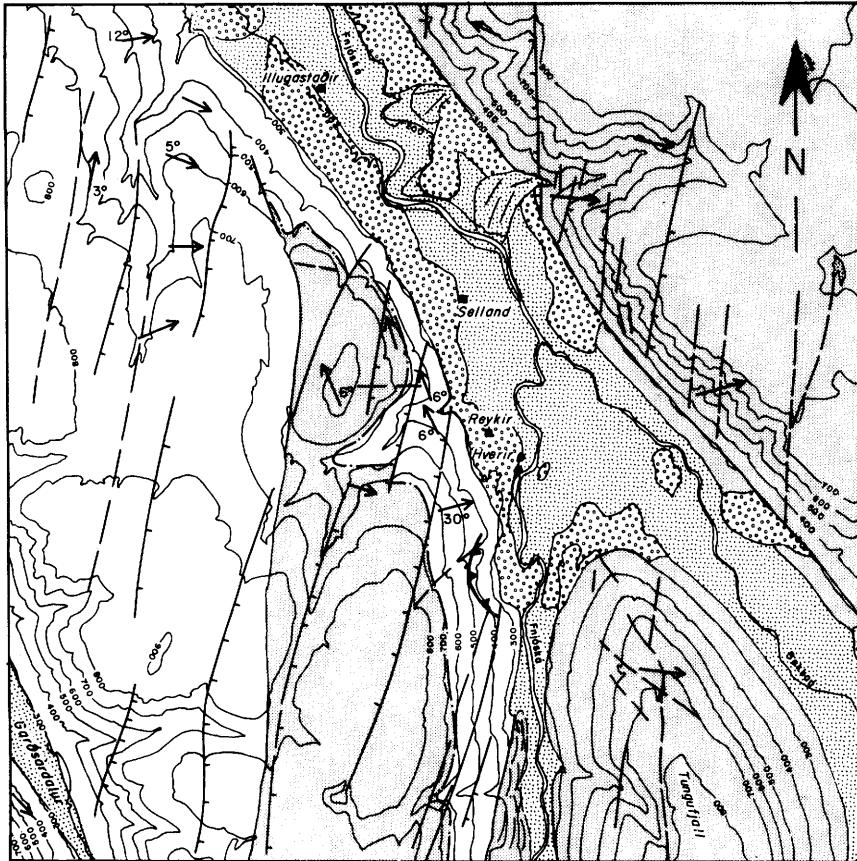
Þeir þættir í jarðfræðilegri byggingu jarðhitasvæðis sem greindir verða með athugunum á yfirborði eru einkum lagskipan og strúktúr í berggrunni og gerð lausra yfirborðslaga svo og glufur hverskyns, sem heitt vatn streymir upp um. Jarðfræðirannsóknir á Reykjum eru engan veginn nógu smásmugulegar til að geta kallast tæmandi. Einungis megindrættirnar í gerð berggrunnins eru þekktir og ekkert vitað, hvaða staðbundnar orsakir eru undirrót jarðhitans, t.d. hvort ung höggun sé þarna í landinu. Mynd 1 sýnir jarðfræðikort af umhverfi Reykja.

Jarðhitinn á Reykjum er röð af hverum sem liggja á línu NNA-SSV neðan undir háu hólahrúgaldi. Auk þess eru heitar uppsprettur á kafla meðfram Fnjóská sunnan og suðaustan við hverina. Rennsli á svæðinu fyrir boranir var alls um 7 l/s af allt að 90°C heitu vatni. Hverirnir eru í 240 m hæð yfir sjó sem er með því hæsta sem gerist á lághitasvæðum hérlendis.

Í skýrslu Orkustofnunar "Jarðhiti í nágrenni Akureyrar" (Axel Björnsson & Kristján Sæmundsson 1975) er að finna yfirlit um jarðfræðilega byggingu Eyjafjarðar og Fnjóskadals. Bergmyndunum á því svæði er skipt í tvær stórar einingar sem nefndar voru Eyjafjarðarbasalt og Kinnarfjallabasalt.

JHD-JK-6604 KS
82.05.0743 EM.AA

REYKIR Í FNJÓSKADAL - JARÐFRÆÐIKORT



SKÝRINGAR

- | | | |
|---------------|----------|-----------------------------|
| Aurkeila | Gangur | Mislægi |
| Áreyri | Misgengi | Blágrýti yngri en 5 M ára |
| Ruðningshólar | Halli | Blágrýti eldra en 7-8 M árc |
| Skriðufar | Jarðhiti | |
| Framhlaup | | |
- 0 1 2 3 km

MYND 1 Reykir í Fnjóskadal - Jarðfræðikort

Eyjafjarðarbasaltið er eldra, 7-10 miljón ára, og hverfur undir Kinnarfjallabasaltið austan Vaðlaheiðar. Elstu hlutar Kinnarfjallabasaltsins eru kringum 5 miljón ára. Jarðlagahalli í Eyjafjarðarbasaltinu er suðlægur inn með Eyjafirði, en austanmegin í Vaðlaheiði er það snarað til austurs, og er hallinn þar víða á bilinu 20-30°. Skilin milli Eyjafjarðar- og Kinnarfjallabasaltsins liggja víðast hvar hulin undir setlögum á botni Fnjóskadals, en hjá Reykjum nær Kinnarfjallabasaltið vestur fyrir dalinn og myndar efsta hluta fjallsins þeim megin, frá Illugastöðum og inn Fnjóskadal. Frá því umrædd skýrsla var skrifuð hafa verið gerðar aldursgreiningar á bergi ofan og neðan mislægisins sem aðskilur þessar myndanir norðan frá Flateyjardal suður á móts við Laugaland og Reyki. Verður ekki greint frá þeim hér, en þær staðfesta fullkomlega þá mynd sem að ofan er lýst.

Berglög í þessum tveimur myndunum eru ólík að gerð. Eyjafjarðarbasaltið er dæmigerð blágrýtismyndun, meirihlutinn einföld hraunlög með rauðalögum á milli. Kringum Reyki koma fyrir í því ísúr hraunlög og súrt túff, vafalaust ættað frá megineldstöð, en um legu hennar er ekki vitað. Kinnarfjallabasaltið er að langmestu leyti dyngjuhraun samsett af þunnum hraunbeltum. Milli dyngjuhraunanna eru rauðalög og þykk lög af sandsteini og völubergi, einkum neðst (Selgil, Smiðjugil) og efst (í fjallinu austan Fnjóskadals og Bleiksmýrardals).

Jarðhitinn á Reykjum kemur upp í Eyjafjarðarbasaltinu, þar sem hallinn er hvað mestur í snöruðu spildunni. Höggun sú sem skapað hefur skilyrði fyrir uppstreymi heits vatns er sennilega yngri, tengd myndun Kinnarfjallabasaltsins. Er þar átt við misgengi og ganga með NNA-SSV stefnu sem sjást í grennd við jarðhitasvæðið. Þar sem höggunin er mest, hafa jarðlögin misgengið 80-150 m. Misgengissprungur og gangar með þessari stefnu liggja í átt að jarðhitunum frá innanverðu Smiðjugili sunnan við Reyki og frá ysta hluta Belgsárdals norðan við Reyki. Halli þeirra er á bilinu 60-75° til vesturs og er væntanlega svipaður á jarðhitasvæðinu. Gangar og sprungur með NV-SA stefnu koma einnig fyrir í grennd við jarðhitann en hafa sennilega minna að segja fyrir uppstreymið, a.m.k. kemur sú stefna ekki fram í dreifingu jarðhitans, gagnstætt við NNA-SSV stefnuna. Sprungur sjást ekki í jörð við hverina nema niður við Fnjóská. Þar eru sprungur í hörönuðum leir, sem vatn vætlar upp úr og er stefna þeirra N60°A. Óvíst er hvort þær eiga nokkuð skylt við ungar sprunguhreyfingar

í berggrunni. Hitamælingar í borholum gáfu helst til kynna, að uppstreymsrás heita vatnsins væri sem næst lóðrétt sprunga eða gangur. Slík brot fyrirfinnast vissulega á svæðinu einkum í tengslum við misgengi með falli austanmegin. Hugsast gæti að lóðréttar uppstreymsrásir stæðu í sambandi við virkar brotahreyfingar þótt örugg merki um þær hafi ekki fundist enn sem komið er.

Laus jarðlög á jarðhitasvæðinu eru aðallega stórgrýtismelur, sem nær upp í 300 m hæð. Þar efst er hann flatur og hæðin kemur heim við svipaðar hjallaleifar í þeim hluta Fnjóskadals sem kortið nær yfir. Vatn hefur skolað hjallann, grafið hann sundur og skilið eftir stórgrýtisdreif á yfirborði. Neðan hjallans á víðáttumikilli áreyri kemur jarðhitinn upp. Malarmyndunin í henni er þunn en undir eru leirkennd setlög með hnullungum innan um. Fnjóská rennur í breiðum farvegi sem skorinn er í þessa fornu áreyri. Boranir sýndu, að þykkt lausu laganna er 20-25 m á sléttunni rétt austan við hverina.

3.1 Segulmælingar

Segulkortið af Reykjasvæðinu hefur verið aukið og endurbætt, einkum með mælingum í landi Tungu. Þær mælingar miðuðu að því að rekja gang, sem liggur úr gili norðvestanvert í Tungufjalli og stefnir í áttina að jarðhitasvæðinu við Reyki. Segulkortið er að finna í vasa innan á kápusíðu. Á kortinu sést hvernig gangurinn úr Tungufjalli liggur. Stefna hans er nálægt $N145^\circ A$. Svo virðist sem annar gangur liggi samsíða honum 70-80 m norðar. Vert er að veita því athygli, hvernig segulfráviknið frá norðvestlæga ganginum breikkar þegar nær Reykjum dregur. Ástæðan er meiri þykkt lausra setlaga á dalbotninum en uppi í hlíðum Tungufjalls og því dýpra frá yfirborði, þar sem mælt er, og niður að ganginum. Nokkru austan Fnjóskár sker segulfrávik norðvestlæga gangsins tvö samliggjandi segulfrávik, sem stefna lítillega austan við norður. Líklegt er að gangar með stefnu nálægt $N10^\circ A$ valdi þessum segulfrávikum. Vestan við norður-suður gangana sést segulfrávik norðvestlæga gangsins mjög illa. Þó má greina veikt jákvætt segulfrávik með svipaða stefnu úti á eyju í Fnjóská gegnt laugunum í árbakkanum. Verður því að telja líklegt að norðvestlægi gangurinn nái að Reykjum.

Ekki er ástæða til að auka frekar við segulmælingar nema farið verði í framtíðinni út í boranir utan þess svæðis sem segulkortið nær yfir.

3.2 Viðnámsmælingar

Nokkrum viðnámsmælingum var bætt við fyrri mælingar sumarið 1980. Úrvinnslu þeirra er ekki fulllokið, en þó er ljóst að þær munu ekki breyta verulega þeirri viðnámsmynd sem dregin var upp í fyrri skýrslu um Reyki (Ólafur G. Flóvenz 1980). Gerð verður grein fyrir niðurstöðum viðbótarmælinganna strax og þær liggja fyrir. Varla er ástæða til frekari viðnámsmælinga í bili. Þó kemur til álita að reyna viðnámsniðsmælingar þar sem þær gætu komið að gagni við staðsetningu vinnsluhola í framtíðinni.

3.3 Hitamælingar í jarðvegi

Hiti var mældur í jarðvegi á 0,5 m dýpi í landi Tungu austan Fnjóskár, gegnt jarðhitasvæðinu við Reyki. Tilgangurinn var að kanna, hvort einhver merki um jarðhita væri þar að finna. Mæliaðferðinni er lýst í fyrri skýrslu um Reyki (Ólafur G. Flóvenz 1980). Hitakortið er sýnt á mynd 2. Hæst mældist hitastig 13,3°C en lægst 4,9°C. Áberandi er að hæstur hiti mælist þar sem gróðursnauður melur er á yfirborði en lægri þar sem yfirborð er gróið. Mælingarnar fóru fram 4. og 5. júlí. Samkvæmt "Veðráttunni", mánaðaryfirliti Veðurstofunnar fyrir júní og júlí 1980, var meðal loftthiti á Akureyri síðustu 30 dagana áður en mælt var að Reykjum 10,0°C. Hins vegar var hlýtt í veðri dagana sem mælt var, allt að 17°C.

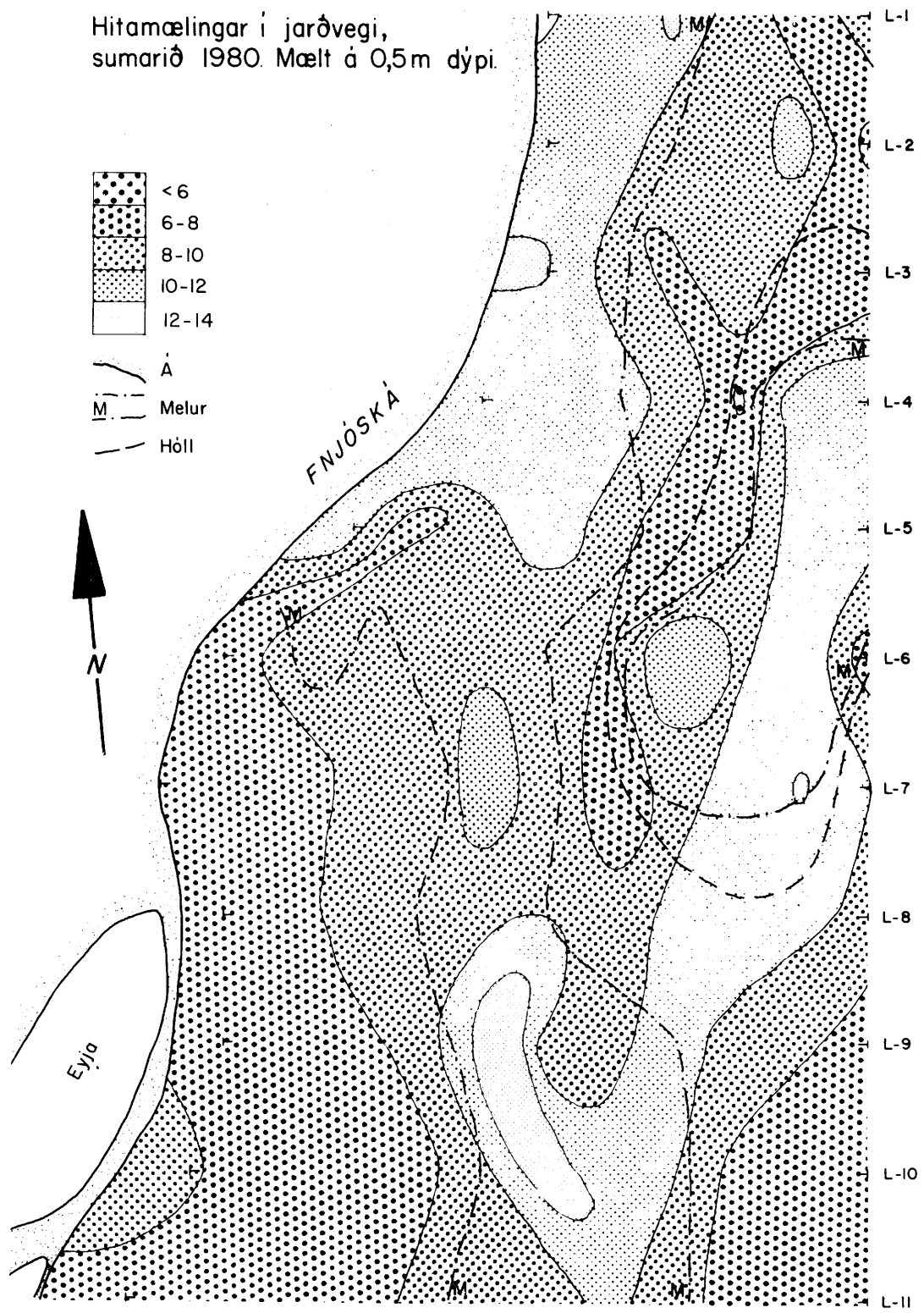
Þegar mælt er á melum er erfitt að koma hitamælistafnum ofan í jörðina og hætt við að götin sem stafnum er ýtt niður í verði það rúm að loft nái að leika um skynjarann. Því er hæpið að telja 12-13°C hita, mældan á 0,5 m dýpi í mel, bera vott um jarðhita. Á þeim hluta mælisvæðisins þar sem yfirborð er gróið mældist hiti alltaf lægri en 10,0°C nema í þremur mælipunktum þar sem hann var milli 10,0 og 11,0°C. Er það svipað hitastig og búast má við út frá loftthita undanfarandi vikna. Niðurstöður hitamælinganna eru því þær, að engin vísbending fannst um jarðhita á hinu mældu svæði.

3.4 VLF-mælingar

Á nokkrum stöðum á jörðinni eru öflugar rafsegulbylgjusendistöðvar sem notaðar eru til fjarskipta við kaþbáta. Þær senda út bylgjur með 12-25 kHz tíðni. Fjarri sendistað má líta á bylgjur þessar sem planbylgjur. Segulþáttur bylgna spanar rafstrauma í vel rafleiðandi lóðréttum sprungum í jörðu. Þeir rafstraumar spana síðan nýjar rafsegulbylgjur. Þær leggjast við upphaflegu rafsegulbylgjurnar með nokkru fasaviki og brengla þær yfir þeim stað þar sem velleiðandi sprunga liggur. VLF-mælingarnar felast í því að mæla þessa brenglun á bylgjunum. Rafsegulbylgjurnar sem berast frá sendistöðinni eru á formi einfaldrar harmonískrar sveiflu en þegar spanbylgjurnar leggjast við verður árangurinn elliptískt "polariserað" segulsvið. Mældar eru tvær stærðir, halli skammáss ellipsunnar og hlutfall lang- og skammása hennar. Dæmi um mælingu

Tunga í Fnjóskadal

Hitamælingar í jarðvegi,
sumarið 1980. Mælt á 0,5m dýpi.



JHD-JEÐ-6604-ÓGF
Bl. II. 1467-EBF

0 50 100m

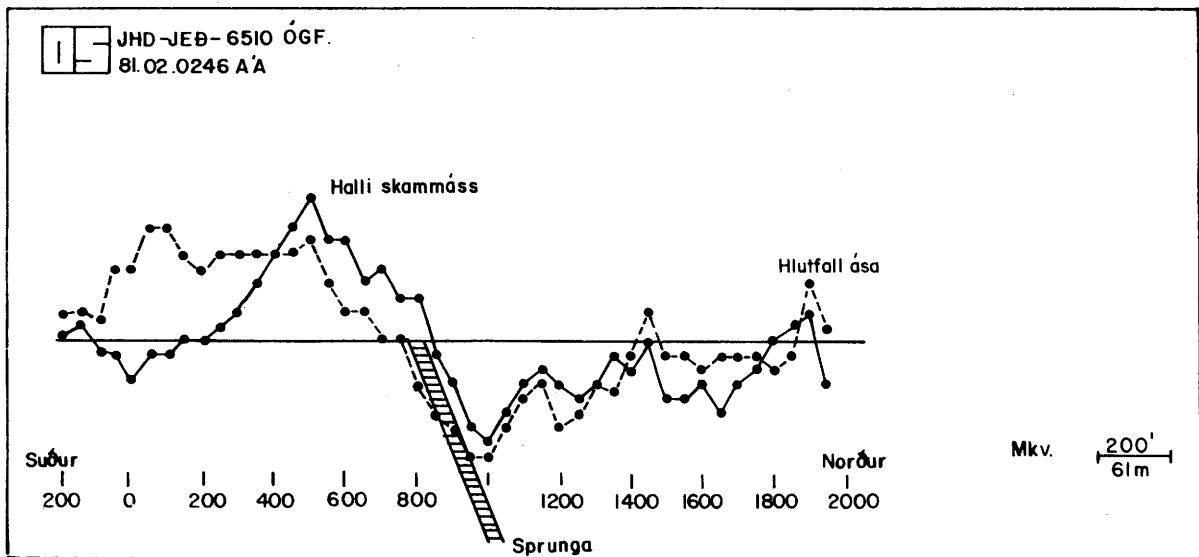
MYND 2 Tunga í Fnjóskadal. Hitamælingar í jarðvegi

á halla skammáss ellipsunnar yfir lóðréttri vel rafleiðandi sprungu er sýnt á mynd 3. Dýptarskynjun rafsegulbylgju, d , er gefin með jöfnunni:

$$d = 503,8 \cdot \sqrt{\frac{\rho}{\gamma}}$$

Þar sem ρ er eðlisviðnám jarðlaga og γ er tíðni bylgjunnar.

Tíðni sendistöðvarinnar var 17,8 kHz. Meðaleðlisviðnám efstu 20 metranna á mælisvæðinu við Reyki er á bilinu 50-200 ohmm. Samkvæmt því er dýptarskynjun VLF-mælinganna við Reyki á bilinu 25-50 metrar.



Teiknað eftir Phillips og Richards, 1975

MYND 3 VLF-mælingar. Skýringarmynd

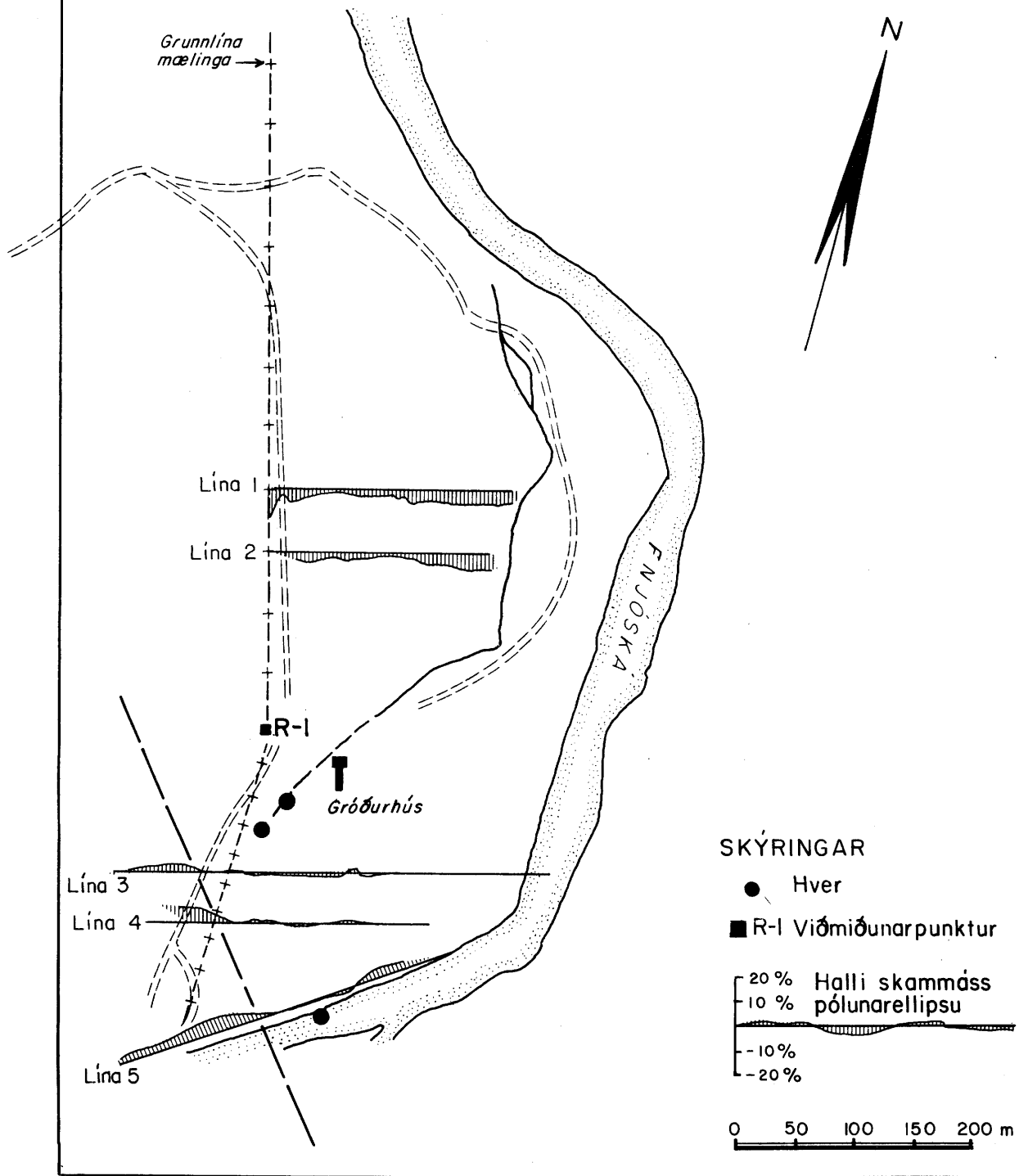
VLF-mælingar eru mjög næmar fyrir truflunum frá girðingum, rafmagns- og símalínunum og málmleiðslum í jörðu.

Í október 1980 var Orkustofnun með VLF-mælitæki að láni frá sænsku jarðfræðistofnuninni. Var þá meðal annars gerð tilraun með VLF-mælingar við Reyki. Mældar voru 5 mæliínur með austur-vestur stefnu, þrjár sunnan lauganna og tvær norðan þeirra. Niðurstöðurnar eru sýndar á mynd 4. Tiltölulega lítil frávik koma fram í VLF-mælingunum. Þó má rekja frávik þeirrar gerðar, sem velleiðandi sprunga skapar, milli lína 3, 4 og 5.

JHD-JED-6604 ÓGF,
80.02.11 F.19154 AA

Reykir í Fnjóskadal

VLF-mælingar



MYND 4 Reykir í Fnjóskadal. VLF-mælingar

Frávik þetta hefur lítið útslag og er breitt, sem bendir til þess, að það sem veldur því, sé neðarlega á því dýptarbili sem mælingarnar skynja. Dýpið á berggrunninn er líklega um 25 m (sbr. kafla 3.5 og 6) þannig að líklegt má telja að frávikkið skapist af velleiðandi sprungu eða gangi í berggrunninum. Frávik þetta hefur sömu stefnu og norðvestlægi gangurinn (N30°V) og liggur þar sem vænta má að hann sé samkvæmt segulmælingunum. Af þessu verður sú ályktun dregin, að norðvestlæga ganginum fylgi einhverjar vatnsæðar, að minnsta kosti næst yfirborði.

3.5 Bylgjubrotsmælingar

Í ágúst 1980 voru gerðar bylgjubrotsmælingar við Reyki í Fnjóskadal. Tilgangur þessara mælinga var að kanna þykkt lausu jarðlaganna á dalbotninum við Reyki.

Bylgjubrotsmælingar eru ein tegund jarðsveiflumælinga. Þær fara þannig fram, að sprengd er dynamithleðsla sem kemur af stað jarðskjálftabylgjum. Mældur er tíminn sem það tekur bylgjuna að fara frá sprengistaðnum að bylgjunemum sem raðað er á beina línu út frá sprengistað. Út frá tímanum og fjarlægðinni milli sprengipunkta og hinna ýmsu bylgjunema má reikna bylgjuhraðann í lausu jarðlögunum og berggrunninum og síðan þykkt lausu jarðlaganna. Í viðauka A er lýst reikniaðferð þeirri sem notuð var við úrvinnsluna.

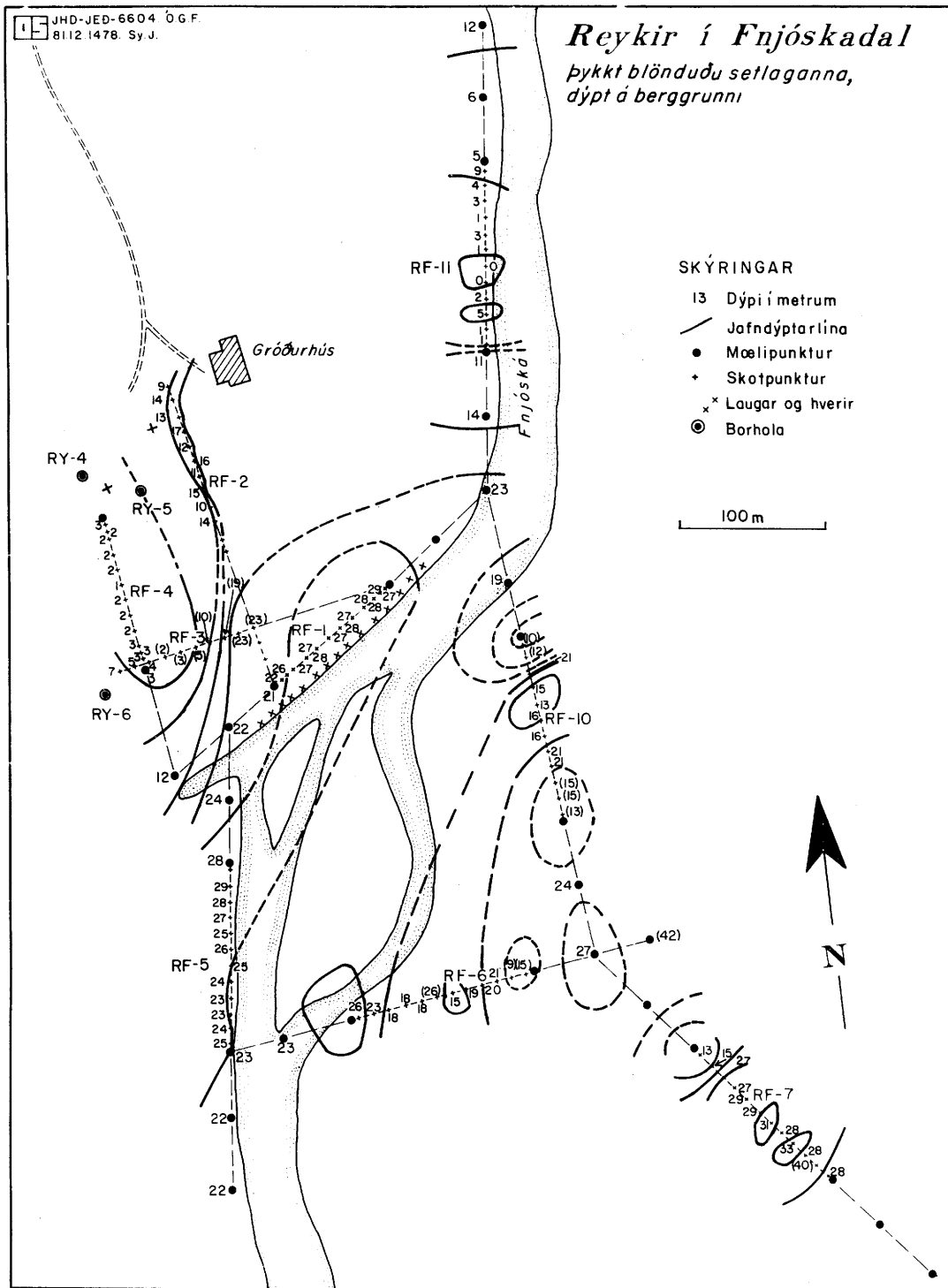
Niðurstöður mælinganna eru dregnar saman á mynd 5 og í töflu 1. Mældar voru alls 11 mællínur, þar af mistókst mæling á tveimur línunum. Mællínurnar eru merktar inn á mynd 4. Lausu setlögin á dalbotninum koma víðast fram sem tvö hljóðhraðalög, annars vegar sem þunnt (1-5 m þykkt) lag næst yfirborði með hljóðhraða 0,4-1,0 km/s, og hins vegar allt að 30 m þykkt lag með hljóðhraða 1,8-2,0 km/s. Efra lagið táknar þurr og laus sand- eða malarlög en það neðra væntanlega heldur þéttari vatnsmettuð setlög. Í grennd hveranna er hljóðhraðinn í setlögum mun hærri, 3,0 km/s strax við yfirborð. Þar eru setlögin líklega bökuð saman í samfellda klöpp vegna áhrifa heita vatnsins. Heildarþykkt lausu setlaganna reiknast víðast hvar 15-25 m nema næst hvernum og í mællínu 11 við Fnjóská austan gróðurhúsanna. Þar reiknast þykktin aðeins fáeinir metrar. Samkvæmt niðurstöðum svarfgreiningar úr rannsóknarholunum eru

mörk setlaga og berggrunns nær lárétt um 25-30 m dýpi undir hvernum (kafla 4). Líklegt er, að bylgjuhraði í sambökuðum setlögum aukist með dýpi og sé á nokkurra metra dýpi orðinn jafn hljóðhraða í berggrunni. Af þeirri ástæðu mælast lausu setlögum mun þynnri en þau eru í raun og veru, þar sem þau eru verulega sambökuð. Hugsanlegt er því að nota megi bylgjubrotsmælingar til að kortleggja útbreiðslu jarðhitamyndunar í setlögum ef einhvern tíma kynni að þykja ástæða til slíkrar kortlagningar.

TAFLA 1 Niðurstöður bylgjubrotsmælinga.

Mælilína nr.	Bylgjuhraði km/s		Yfirborðslag	
	Berggrunnur	Setlög	Hraði km/s	Þykkt m
RF-1	3,8	1,8	-	-
RF-2	3,9	3,0	-	-
RF-3	3,9	3,0	0,5	1-5
RF-4	3,9	3,0	0,5	1-5
RF-5	3,3	1,8	1,0	1,5-3,5
RF-6	3,7	1,8	0,4	2 - 2,5
RF-7		2,0	0,4	2 - 2,5
RF-10	3,5	1,8	0,5	2 - 2,5
RF-11	3,1	1,8	-	-

Á mynd 4 má sjá nokkrar óreglur í þykkt setlaganna, sem óvíst er að séu raunverulegar. Til dæmis getur staðbundin óregla í bylgjuhraða setlaganna reiknast sem þykktarbreyting þar sem gert er ráð fyrir því að bylgjuhraðinn í setlögum breytist ekki frá einum stað til annars umfram það sem sýnt er á mynd 4. Þá ályktun má draga af bylgjubrotsmælingunum að þykkt setlaganna sé á bilinu 15-25 m og breytist lítið innan mælisvæðisins.



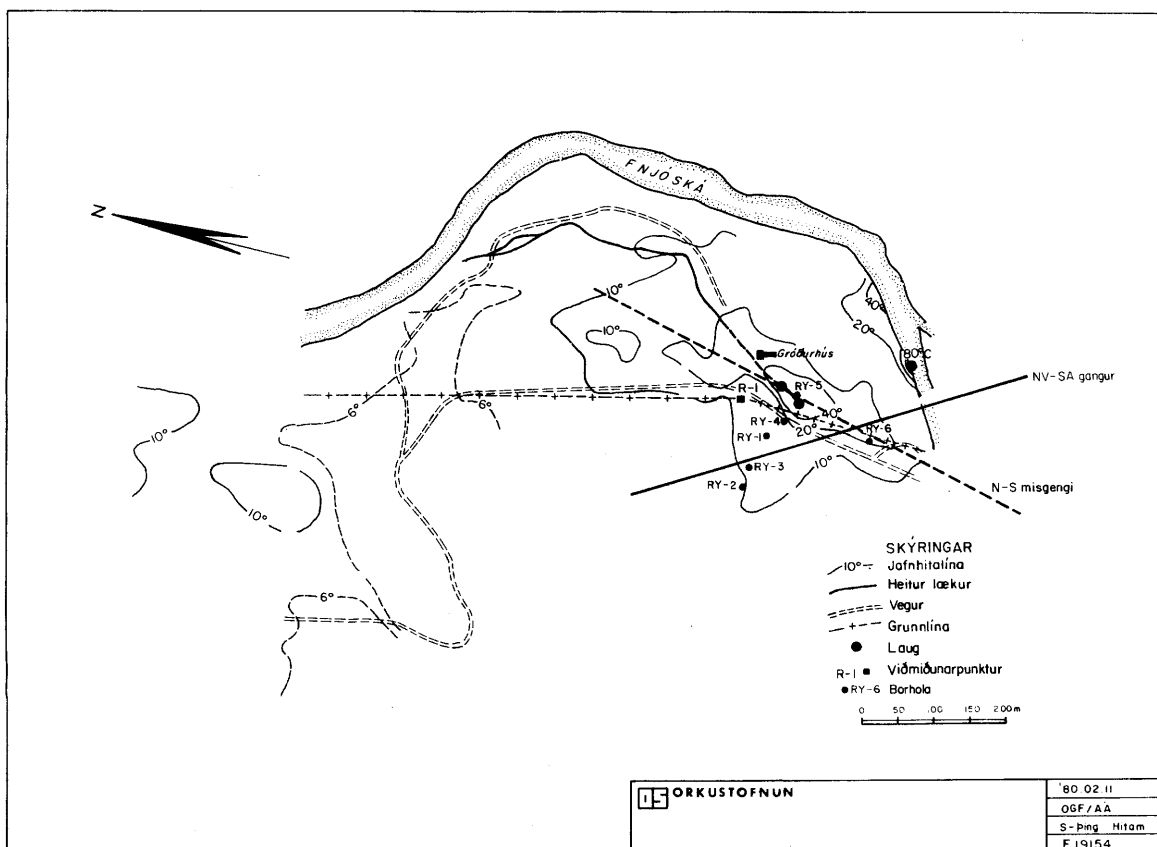
MYND 5 Reykir í Fnjóskadal. Þykkt blönduðu setlaganna, dýpi á berggrunn

4 BORUN SEX GRUNNRA RANNSÓKNARHOLA Í NÓVEMBER 1980

Í skýrslunni um jarðeðlisfræðilega forathugun jarðhitasvæðisins að Reykjum (Ólafur Flóvenz 1980) var lagt til að boraðar yrðu 6-10 grunnar rannsóknarholur til undirbúnings staðsetningu djúprar holu. Tilgangur þessara borana var tvíþættur. Annars vegar þurfti að kanna hvort uppstreymisrás heita vatnsins úr berggrunnum út í lausu jarðlöggin væri beint undir hverunum eða hvort vatnið væri aðrunnið eftir lausu jarðlöggunum frá uppstreymisrás undir framhlaupinu. Hins vegar vantaði upplýsingar um halla uppstreymisrásarinnar.

Jarðborinn Ýmir var notaður við verkið. Borað var með lofthamri eins djúpt og unnt var í hverri holu. Fylgst var náið með framvindu borverksins, hitamælt oft í hverri holu og borsvarf tekið með styttra millibili en venja er.

Á mynd 6 eru holurnar merktar inn á jarðvegshitakort af umhverfi hveranna. Holurnar voru boraðar í sömu röð og númer þeirra segja til um. Fyrirfram var búist við því, að jarðhitinn væri tengdur norður-suður gangi eða sprungu og því voru holurnar boraðar í röð frá vestri til austurs.



MYND 6 Reykir í Fnjóskadal. Jarðvegshitakort og staðsetning borhola

Hola 1 var boruð fyrst. Hún er í nálega 50 m fjarlægð vestur frá hvernum og stendur tæpum 7 metrum hærra í landinu. Við borun kom rúmlega 90°C heitt vatn í holuna á 13-58 m dýpi og var giskað á að 10-12 l/s kæmu upp með loftinu. Holan var boruð niður á 82 m dýpi. Sjálfrennsli fékkst ekki úr henni og hitamæling strax á eftir borun benti til kælingar neðan vatnsæðarinnar á 58 m dýpi. Tengsl voru milli vatnsæðarinnar og hversins og þvarr vatn í honum við loftdælinguna úr holunni.

Að lokinni borun holu 1 var ekki fullljóst hvort vatnið í hvernum væri aðrunnið undan hjallanum eða kæmi upp úr berggrunninum undir hverunum. Var því hola 2 staðsett um 75 m vestar en hola 1. Toppur hennar er 19 m ofan hversins. Holan var boruð niður á 107 m dýpi. Óverulegar vatnsæðar komu fram í henni. Hitamælingar sem gerðar voru strax að lokinni borun sýndu að holan var snöggum kaldari en hola 1, en hiti fór þó vaxandi með dýpi. Borun holu 2 leiddi í ljós, að uppstreymisrás heita vatnsins hlaut að vera austan hennar, en gæti hugsanlega verið milli holu 1 og 2. Var þá hola 3 boruð milli þeirra, um 28 m austan holu 2. Norðvestlægu gangarnir, sem liggja ofan úr Tungufjalli, virtust stefna milli holu 1 og 2. Var reynt að miða þá út og hola 3 staðsett þannig að hún skæri þá, annan eða báða. Holan varð 88 m djúp og hitti á óverulegar vatnsæðar. Bráðabirgðagreining á borsvarfi benti til þess að vatnsæðarnar í holu 1 og 3 væru tengdar setlögum og því ólíklegt að æðin í holu 1 væri aðfærsluæð hveranna. Var nú sú ályktun dregin að uppstreymisrásin væri því sem næst undir hverunum sjálfum.

Holum 4 og 5 var valinn staður sitt hvoru megin hveranna, eins nálægt og komist varð án þess að valda spjöllum á hlöðnum veggjum umhverfis kartöflugarðinn. Hola 4 er boruð í veginn, sem liggur fram Bleiksmýrardal og er um 3 m hærra í landinu en hverirnir. Hola 5 er á sléttunni austan hveranna og er toppur hennar lítið eitt lægra en þeir.

Hola 4 var í fyrstu boruð með lofthamri niður á 87 m dýpi, en síðan var hola 5 boruð. Báðar holurnar gáfu vatn úr lausu jarðlögnum meðan loftdælt var og þvarr hverinn á meðan. Að borun lokinni var sjálfrennsli úr holu 5 en hverinn þornaður. Lokað var fyrir holu 5 og kom þá vatnið í hvernum upp aftur.

Loks var hola 6 boruð. Henni var valinn staður sunnan hveranna þar sem líklegast þótti að hugsanlegur N-S gangur eða sprunga skæri norðvestlæga ganginn úr Tungufjalli. Hún var boruð niður á 110 m dýpi. Holan hitti á nokkrar vatnsæðar í lausu jarðlögum en neðan þeirra virtist holan mun kaldari en hinar holurnar fimm.

Samanburður á hitamælingum sem gerðar voru í holunum strax að lokinni borun benti til þess, að hola 4 væri heitust. Var því afráðið að dýpka hana nokkuð. Borað var með snúningsbor niður á 197 m dýpi og hætt þar. Höfðu þá engar meiriháttar æðar komið fram í holunni.

5 SVARFGREINING

Meðan á borun stóð voru svarfsýni tekin með 1 m millibili, þegar borað var með lofti. Undantekningar frá því voru holur 6 og 1. Þar voru sýni tekin á tveggja metra bili. Lítillar blöndunar gætti meðan loft var notað, en eftir að byrjað var að nota snúningskrónu og skolað var með vatni varð blöndun öllu meiri en áður og erfiðara að greina sýnin.

Jarðlöggin voru frekar laus í sér í efstu metrunum og þurfti því að steypa í þau til að halda þeim uppi. Misjafnt var hversu djúpt var hægt að bora áður en steyp var eins og hér er getið um:

Hola 1, boraðir 11 m, síðan steyp úr 25 pokum af sementi.

Hola 2, boraðir 11,6 m, síðan steyp úr 30 pokum af sementi.

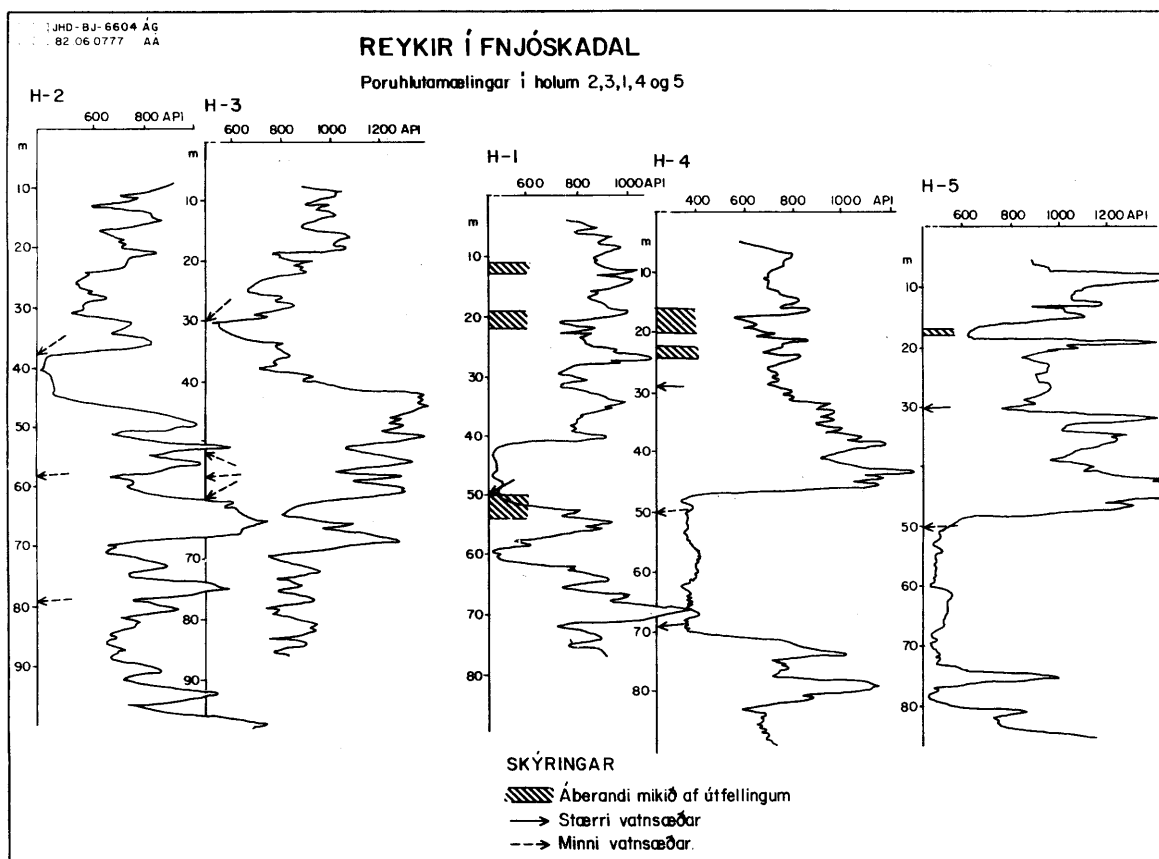
Hola 3, boraðir 4,5 m, síðan steyp úr 8 pokum af sementi. Því næst boraðir 14,6 m og steyp úr 30 pokum.

Hola 4, boraðir 7,2 m og síðan steyp úr 18 pokum af sementi. Áður hafði verið reynt að setja niður fóðurrör, sem fór aðeins 2,2 m niður vegna skekkju á holunni.

Hola 5, boraðir 7,3 m og síðan steyp úr 15 pokum af sementi.

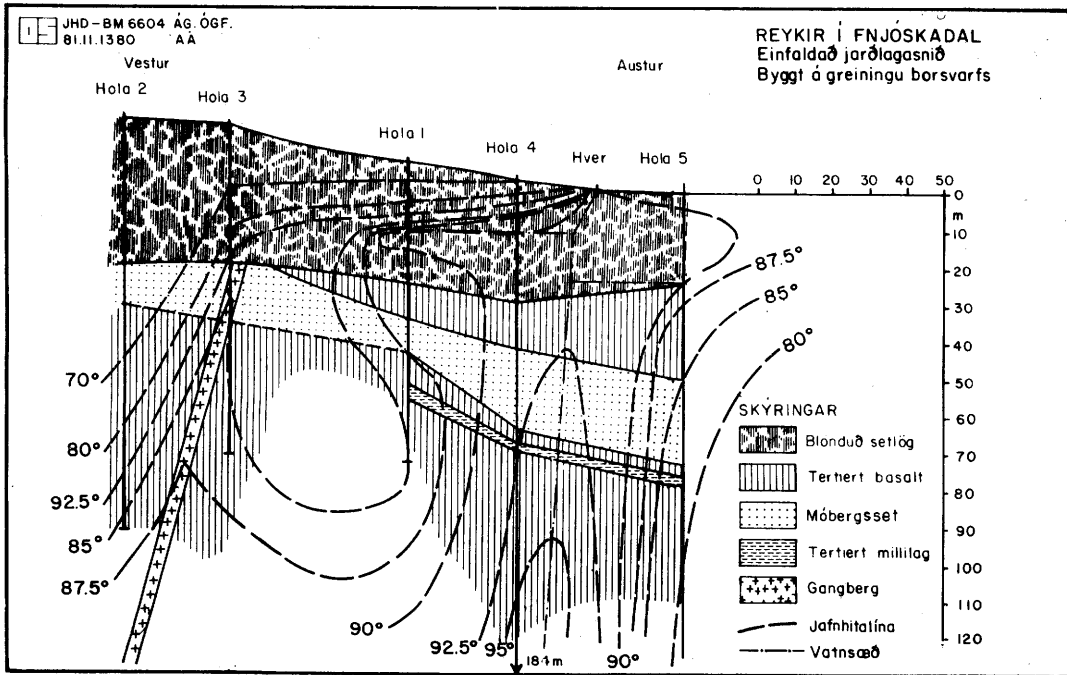
Hola 6, boraðir 7,3 m og síðan steyp úr 10 pokum af sementi.

Ofangreindar dýptartölur koma vel heim og saman við svarfgreiningu, því neðan við steypu kaflana tekur við samlímt set í öllum holunum. Dýpst er niður á það í holu 3 en grynnt í holum 4, 5 og 6, sem eru niðri á sléttunni. Efst í holunum er setið misgróft eins og fram kemur í viðauka B, en þar er nánari lýsing á jarðlögum, sem hver einstök hola sker. Líklegast hefur jarðhitavatnið leikið um allt setið meira og minna neðan þeirra marka sem getið er um hér að ofan. Smám saman hafa uppleyst efni eins og kísill fallið úr vatninu, þétt setið og límt það saman. Þó eru ákveðin svæði eða rásir þar sem útfellingar hafa náð að kristallast að nokkru marki og eru jafnframt í meira magni. Þarna er aðallega um að ræða þráðotta gerð zeólíta, sem gæti verið skólasít eða mesólít. Þar sem mest er af þessum útfellingum er um að ræða gamla eða núverandi farvegi jarðhitavatsins í setinu. Þess háttar aðstæður koma einkum fram í holum 1 og 4 eins og sýnt er á mynd 7.



MYND 7 Reykir í Fnjóskadal. Poruhlutamælingar í holum 1-5

Á mynd 8 er teiknað upp jarðlagasnið, sem byggt er á svarfgreiningu. Á þeirri mynd eru setlög, sem lýst er hér að ofan kölluð blönduð setlög. Neðan við þau taka við tertíerar jarðmyndanir (eldri en 3 millj. ára), og virðist mislægi vera þarna á milli. Til dæmis er borað beint niður í móbergsset úr blönduðu setlögnum í holum 2 og 6, en í holum 1, 4 og 5 er fyrst komið niður í tertíert þóleiítbasaltlag. Í holu 3 er aftur á móti basaltgangur skorinn á því dýpi sem móbergssetið er í hinum holunum, en 1-2 metrar af því virðast vera ofan við ganginn. Þunnsneiðar voru gerðar af móbergssetinu úr öllum holunum og staðfesta þær að um sama lagið er að ræða. Í öllum holunum taka síðan við tertíer basaltlög aðskilin af millilögum, eins djúpt og borholurnar ná (197 m í H-4).



MYND 8 Reykir í Fnjóskadal. Einfaldað jarðlagasnið

6 BORHOLUMÆLINGAR OG VATNSÆÐAR

Eftirfarandi mælingar voru gerðar í holunum:

Hitamælingar
Viddarmæling
Viðnámsmæling
Poruhlutamæling
Mæling á náttúrlegri útgeislun

Holurnar voru allar hitamældar strax eftir borlok og nokkrum sinnum að auki meðan borinn var á staðnum. Tilgangurinn með því var að staðsetja nákvæmlega vatnsæðar og auðvelda gerð varmaleiðnilíkans. Það tekur holurnar mjög langan tíma að jafna sig eftir kælingu skolvatnsins. Í júníbyrjun 1981 voru allar holurnar hitamældar. Voru þá liðnir 5-6 mánuðir frá því borunum lauk á svæðinu og því óhætt að gera ráð fyrir að holurnar hafi náð að fullhitna. Í viðauka C eru birtir hitamæliferlar úr holunum og útreiknaðir hitaferlar frá vatnsæðalíkani (sjá neðar). Á mynd 8 er teiknað hitaþversnið milli hola 2 og 5, eins og það virðist vera samkvæmt hitamælingunum úr holunum.

Gerðar hafa verið allnokkrar tilraunir til að reika úr hvernig hitaþversniðið ætti að líta út miðað við tiltekna legu ímyndaðra vatnsæða. Aðferðin felst í því að gefa sér hvar vatnsæðar liggja, og hve heitar þær séu. Síðan er reiknað út hvernig hitadreifingin yrði í berginu umhverfis æðarnar og reynt að finna vatnsæðalíkan sem samræmist hitamælingum í borholunum. Aðferðin er tvívíð, þ.e. reiknuð er út hitadreifing í einu plani og gert ráð fyrir að hún sé eins í öllum samsíða plönum. Ekki hefur tekist að búa til líkan, sem skýrir að öllu leyti þá hitadreifingu sem mælist í borholunum. Þó hafa reikningarnir leitt í ljós eftirfarandi atriði.

1. Vatnsæð með 1-3° halla til vesturs liggur niður frá hverunum. Hitastig í henni er rúmlega 100°C á um 150 m dýpi. Reiknað hitastig í holu 4 miðað við varmaleiðni frá þessari æð er í mjög góðu samræmi við hitamælingar úr holunni. Hitastigið í holu 5 er ívið lægra en útreikningur á hitadreifingunni bendir til.

2. Hár hitastigull neðan til í holu 3 verður hvorki skýrður með vatnsæðinni sem lýst er hér að ofan né láréttum vatnsæðum. Verður ekki annað séð en holan stefni niður að hallandi vatnsæð, sem er nokkru kaldari en æðin milli holu 4 og 5. Eðlilegt virðist að tengja æð þessa við ganginn sem kemur fram í holu 3. Útreikningar á hitastigsdreifingu eru í þolanlegu samræmi við hitamælingu í holu 3.
3. Ljóst er að meginvatnsæðin í holu 1 fylgir neðri hluta móbergssetsins og meginvatnsæðin í holu 5 fylgir mótum berggrunns og lausu setlaganna í holu 4. Vatnsæðar eru á báðum þessum stöðum í holu 4. Í öðrum holum er aðeins um að ræða smávætl. Samt sem áður koma þessar smáæðar við sömu jarðfræðilegu aðstæður og stærri æðarnar.
4. Ekki hefur tekist að skýra "lágan" hita í botni holu 1 með þeim líkönnum sem reynd hafa verið.

Á mynd 7 eru merktar inn þær vatnsæðar, sem fram komu í hitamælingum.

Poruhlutamælingar reyndust nytsamlegar við túlkun á jarðlagastaflanum. Á mynd 7 eru teiknaðir poruhlutaprófíllarnir af holum 1, 2, 3, 4 og 5, þ.e. sama snið og sýnt er á mynd 8. Þau gildi sem mælingarnar sýna eru afstæð og gefa þar af leiðandi engar ákveðnar tölur um vatnsinnihald í berginu. En eftir því sem gildin eru lægri því herra er vatnsinnihald viðkomandi jarðlaga. Eitt áberandi lágildissvæði kemur fram í holum 2, 1, 4 og 5. Þar er um að ræða móbergssetið sem lýst er hér í kaflanum á undan. Greinilegt er að það þykknar til austurs. Í holu 3 kemur fram hágildi á sambærilegu dýpi og setið er í hinum holunum, en þar er á ferð berggangur sem áður hefur verið lýst. Aðrar óreglur sem koma fram á þessum mæliferlum gefa til kynna breytingar í jarðlögum í smáatriðum.

Athyglisvert er að sjálfrennsli fékkst einungis úr holu RY-5 og lítillega úr holu RY-6. Þessar holur standa lægra í landinu en hverirnir. Holur RY-1 og RY-4 gáfu báðar talsvert vatnsmagn með dælingu jafnframt því sem vatnið í hverunum þvarr. Bendir þetta til þess að þrýstingur kunni að vera lítill í vatnskerfinu.

7 NIÐURSTÖÐUR OG TILLÖGUR UM FRAMHALD RANNSÓKNA

Meginniðurstöður rannsókna jarðhitans á Reykjum eru:

- 1) Aðalaðfærsluæð hveranna í kartöflugarðinum kemur upp úr berggrunninum nokkrum metrum vestan þeirra. Þaðan seytlar vatnið út í lausu setlögum sem hylja berggrunninn.
- 2) Halli þessarar aðfærsluæðar er 1-3° til vesturs.
- 3) Vatnsæðarnar sem fram komu í holum RY-1 - RY-6 eru flestar tengdar hallandi lagamótum í jarðlagastaflanum, einkum þó mótum setlaga og basaltlaga.
- 4) Lítilar vatnsæðar varð vart þegar borað var gegnum norðvestlaga ganginn í holu 3.
- 5) Hitamælingar úr holu 2 gefa til kynna að hún nálgist aðra vatnsæð en þá sem hallar út frá hverunum. Líklegt er að sú vatnsæð fylgi norðvestlaga ganginum og sé ekki eins heit og aðfærsluæð hveranna er.
- 6) Þrýstingur vatnskerfisins virðist lítill, þannig að hugsanlegt er að æðar komi fram sem skoltap í borunum.

Með þessar niðurstöður í huga er mælt með dýpkun holu 4 úr 197 m í allt að 500-600 m. Niðurstöður mælinganna benda mjög ákveðið til þess að takast muni að skera meginaðfærsluæð hveranna með slíkri dýpkun.

HEIMILDASKRÁ

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

Ólafur G. Flóvenz 1980: Reykir í Fnjóskadal. Jarðeðlisfræðileg forathugun
jarðhitasvæðisins. Áfangaskýrsla nr. 1. Orkustofnun, OS80009/JHD05,
56 s.

Phillips, W.I. & Richards, W.E. 1975: A study of the effectiveness of the
VLF method for the location of narrow-mineralized fault zones.
Geoexploration, 13, s. 215-226.

Dobrin, M.B. 1976: Introduction to Geophysical Prospecting. McGraw-Hill,
630 s.

Veðurstofa Íslands 1980: Veðráttan. Mánaðayfirlit fyrir júní og júlí 1980.

V I Ð A U K I A

Úrvinnsla bylgjubrotsmælinga

ÚRVINNSLA BYLGJUBROTSMÆLINGANNA

Mælingarnar voru framkvæmdar þannig að 12 bylgjunemum var raðað á beina línu og sprengt við sitthvorn enda línunnar í 5 m, 50 m og 100 m fjarlægð. Bil milli bylgjunema var oftast haft 5-10 m.

Lesinn var af sveifluritunum sá tími sem bylgjan var á leiðinni frá sprengistað til hvers og eins bylgjunema og hann teiknaður sem fall af fjarlægð bylgjunema frá sprengistað. Slíkt línurit kallast fartímarit. Fartímaritin reyndust óreglulegri en svo, að nota mætti jöfnur fyrir lárétt lagskipta jörð til að reikna bylgjuhraða í berggrunni og dýpið á hann. Því var leitað lausnar með svonefndum taftímareikningum. (Dobrin 1976).

Við taftímareikninga þarf að finna út fjórar stærðir, bylgjuhraða í berggrunni, tímatöf í sem flestum mælipunktum, hraða í lausu jarðlögum og þykkt efsta lagsins þar sem lausu jarðlögin skiptast í tvö hljóðhraðalög (þunnt yfirborðslag og setlög neðan þess niður að berggrunninum).

Bylgjuhraðinn í berggrunni og tímatöfin í hinum einstöku mælipunktum voru reiknuð með svonefndri plús-mínus aðferð. Skotpunktar eru í A og B (sjá mynd 9) og bylgja, sem farið hefur frá hvorum skotpunkti um sig gegnum lausu jarðlögin og þaðan sem krítískt brotin bylgja eftir berggrunninum og loks upp aftur, er skráð í mælipunktinum P.

Ef T_{AP} táknar mældan tíma sem bylgjan er á leiðinni milli A og P, d_A tímatöf í punkti A, d_P tímatöf í punkti P, d_B tímatöf í punkti B, þá gildir:

$$T_{AP} = \frac{X_{AP}}{V_2} + d_A + d_P \quad (1)$$

$$T_{BP} = \frac{X_{BP}}{V_2} + d_B + d_P \quad (2)$$

$$T_{AB} = \frac{X_{AB}}{V_2} + d_A + d_B \quad (3)$$

þar sem V_2 táknar bylgjuhraðann í berggrunninum.

Notað var forritið PLUM 1, sem Karl Gunnarsson skrifaði. Það reiknar taftíma mælipunktanna og skotpunkts A og hraðann V með aðferð minnstu kvaðrata. Taftíminn í punkti B fæst svo með jöfnu 3. Gögnin sem forritið notar til reikninganna eru hnitin á fartímaritinu fyrir þær bylgjur sem augljóslega hafa borist eftir berggrunninum.

Sá galli var þó á framkvæmd mælinganna, að tíminn, T_{AB} , var aldrei mældur beint, þ.e. bylgjunemi var aldrei staðsettur í sprengipunkti. Tíminn T_{AB} varð því að áætla út frá fartímaritunum. Þetta leiðir til þess, að lausnin verður ekki einhlít. Hægt er að bæta fasta við taftíma allra mælipunkta og draga saman fasta frá öllum taftímum sprengipunkta hverrar mælinínu, án þess að lausnin gangi í berhögg við mæliniðurstöður. Eina leiðin til að leysa fram úr þessu er að velja fastann þannig að sem best samræmi fáiist milli taftíma sprengipunkta og nærliggjandi mælipunkta.

Niðurstöður taftímareikninganna eru sýndar á mynd 9 sem taftímakort af mælisvæðinu.

Til að umreikna taftímakortið yfir í setþykktarkort þarf að fá upplýsingar um bylgjuhraða í setlögnum og bylgjuhraða og þykkt þunna yfirborðslagsins þar sem það er til staðar. Þessar stærðir eru reiknaðar út frá fartímaritunum með þeim jöfnum, sem gilda um lárétt lagamót. Síðan er dýpið á berggrunninn reiknað með jöfnunni:

$$z_B = s_0 + (dP - 2z_0 \frac{\sqrt{v_2^2 - v_0^2}}{v_2 v_0}) \frac{\sqrt{v_2 v_1}}{\sqrt{v_2^2 - v_1^2}}$$

þar sem þunnt yfirborðslag er ofan aðal setlaganna en annars með jöfnunni:

$$z_B = dP \frac{v_1 v_2}{\sqrt{v_2^2 - v_1^2}}$$

þar sem

z_B = dýpi á berggrunn

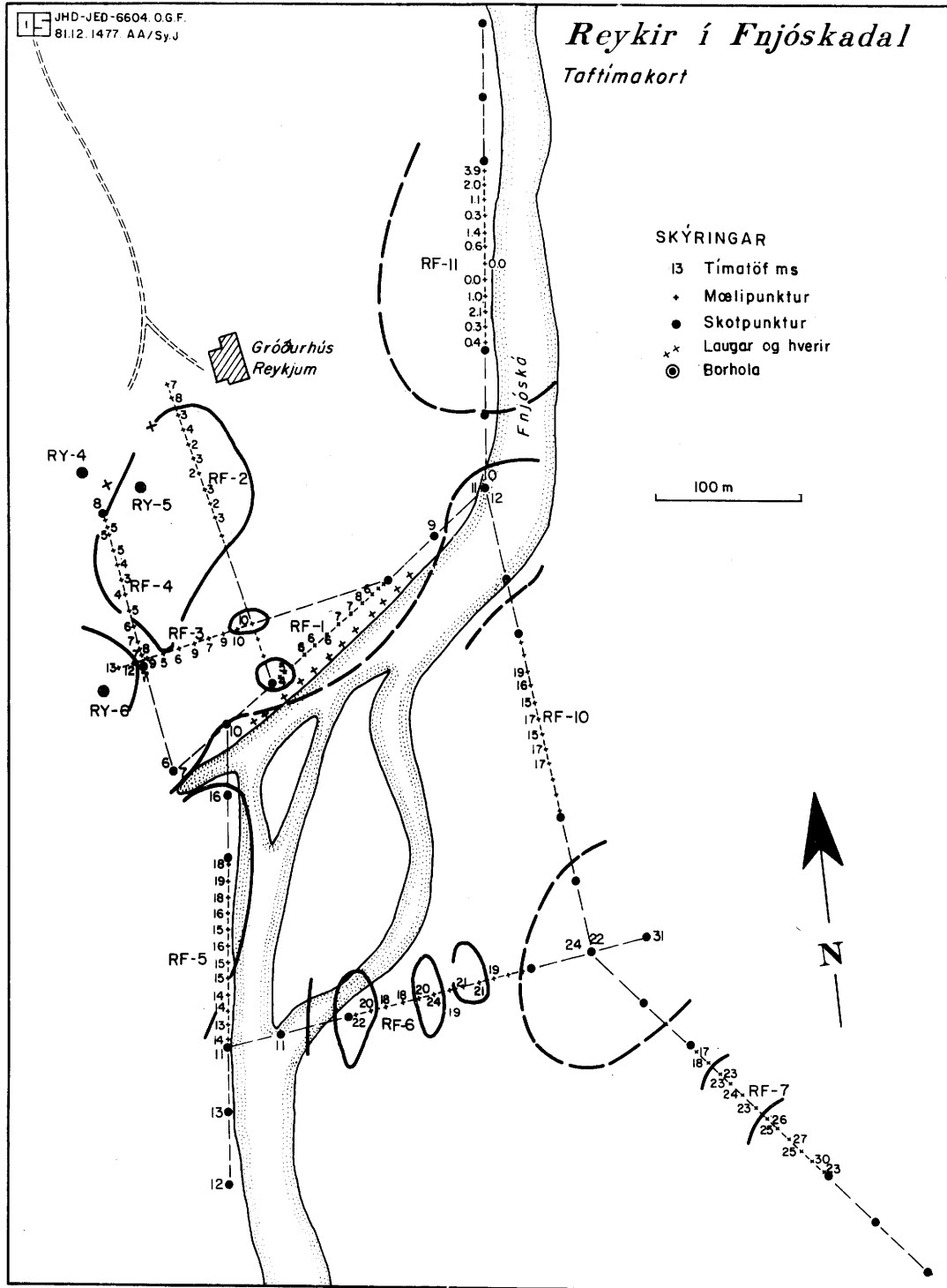
z_0 = þykkt þunna yfirborðslagsins

v_0 = bylgjuhraði í þunna yfirborðslaginu

v_1 = bylgjuhraði í lausu jarðlögnum

v_2 = bylgjuhraði í berggrunni

dP = tímatöf í punktinum þar sem reikna skal dýpi.



MYND 9 Reykir í Fnjóskadal. Taftímakort

V I Ð A U K I B

Lýsing jarðlaga samkvæmt
svarfgreiningu

Hola 1

- 2-10 m Set, gæti verið völuþberg eða hnúllungabergr. Þarna ægir saman mismunandi basaltgerðum, dólerítmolum og millilagsmolum. Gulur ópall sést í neðstu metrunum.
- 10-18 m Blanda af fínkornóttu samlímdu seti og seti eins og lýst er hér að ofan. Gulur ópall nokkuð áberandi í efstu metrunum. Þunnsneið var gerð af 14 m sýninu (nr. 11092). Í henni sjást ýmsar basaltgerðir og allmikið af ljósum amorf kornum, sem líklega eru á pallinum, sem getið var um hér að ofan, veik kristöllum sést í nokkrum slíkum kornum (zeólítisering).
- 18-22 m Fínkornótt grænt-grátt set, mjög útfellingaríkt. Þunnsneið var gerð af 20 m sýninu (nr. 11093). Setið var samsett af 1/2 hluta af mismunandi basaltgerðum, af 1/4 hluta dólerítbrotum og af 1/4 hluta af móbergi. Þá eru útfellingar ekki talðar með.
- 22-28 m Rúnaðir basaltmolar af ýmsum gerðum eru allsráðandi. Þó gætir blöndunar við litskrúðugt samlímt set er neðar dregur. Líklega er um að ræða fínt völuþberg. Útfellingadreif er í neðri hlutanum.
- 28-32 m Samlímt set er mest áberandi, en er blandað basaltmolum.
- 32-36 m Grásvart fínkornótt basalt og er grænsvartur leir nokkuð áberandi í því.
- 36-38 m Ljósbrúnt-drappleitt millilag, blandað basalti. Dreif er af rauðum millilagsmolum.
- 38-42 m Grásvart fínkornótt basaltlag og er grænsvartur leir sjáanlegur í því.
- 42-44 m Dökkbrúnt millilag.
- 44-50 m Brúngrænt-skærgrænt móbergsset. Strúktúr þess minnir nokkuð á grófkornótt basalt. Þó er kornastærðarbreytileiki með dýpi.
- 50-58 m Grásvart fínkornótt basalt. Bergið er ljósara og blöðróttara við lagamótin. Grænsvartur leir er nokkuð áberandi. Í efstu metrunum er talsvert af zeólítum, líklega skólesíti og heulandíti.
- 58-62 m Litskrúðugt millilag. Efri hlutinn er ljósgrænn, gulur og ljósrauður, sambreiskjulegur að sjá. Neðri hlutinn er ljósrauður.
- 62-80 m Grásvart fínkornótt basalt. Greinileg lagamót eru í 67 m og 73 m, og gætu þar einnig verið þunn rauð millilög.

Hola 2

- 3-10 m Set, gæti verið völuberg eða hnullungaberg. Þarna eru mismunandi basaltgerðir og dólerít ásamt millilagsmolum.
- 10-12 m Samlímt ljósbrúnt set.
- 12-27 m Aðaluppistaðan í þessu eru margar basaltgerðir og algengt er að sjá rúnaða mola. Líklegast er því hér um að ræða völuberg. Öðru hvoru er þetta lítillega blandað samlímtu seti. 1) Gulur ópall er áberandi frá 16-18 m og frá 21-22 m. 1) í neðstu 2 m er fínkornótt móbergsset nokkuð áberandi.
- 27-33 m Grágrænt fínkornótt móbergsset. Útfellingavottur er í setinu, þ.e. hvítar skellur. Neðst sjást nokkrir molar sem minna á hvarfleir.
- 33-36 m Ýmsar gerðir af basaltmolum og eru flestir rúnaðir. Líklega er um að ræða völuberg. Neðst í laginu virðist vera gul barnamold og e.t.v. millilagsmolar.
- 36-39 m Samlímt litskrúðugt set. Nokkuð blandað rúnuðum basaltmolum í neðri hlutanum.
- 39-50 m Grásvart-grænt fínt móbergsset.
- 50-98 m Grátt-grásvart og fínkornótt póleiitbasalt. Hér er um að ræða 10-11 hraunlög, en engin millilög eru greind með vissu í þessum kafla. Oxun er áberandi við lagamót auk þess sem bergið er þar all blöðrótt. Grænsvartur leir er víðast hvar áberandi. Greinileg lagamót eru í eftirfarandi dýpum, 52 m, 56 m, 60 m, 63 m, 68 m, 73 m, 78 m, 82 m, 85 m og 98 m.
- 98-107 m Blanda af póleiit basalti eins og er hér að ofan og millilagsmolum, en erfitt er að staðsetja lögin með vissu.

Hola 3

- 14-20 m Set, gæti verið völuþberg eða hnúllungaberg. Mismunandi basalt og dólerítgerðir ásamt slæðingi af millilagsmolum. Vottur er af hvítum útfellingum á 18 m dýpi. Gulur ópall er áberandi á 19 m dýpi.
- 20-23 m Samlímt gult og grænt fínt set. Gulur ópall er áberandi á 22 m dýpi.
- 23-25 m Líklegast völuþberg. Mest ber á rúnuðum basalt og dólerítmolum af ýmsum gerðum. Neðst sjást hvítar útfellingaskellur.
- 25-29 m Fínt grænleitt móbergsset. Vottur er af hvítum útfellingaskellum í því. Skólesít var greint með XRD-aðferð.
- 29-31 m Líklegast völuþberg. Margar gerðir basalts og eru flestir molarnir rúnaðir. Talsvert er af hvítum útfellingaskellum.
- 31-34 m Grágrænt fínt móbergsset. Neðst í því sjást hvítar útfellingar.
- 34-36 m Basaltmolar eru hér yfirgnæfandi. Efri hlutinn blandaður grá-grænu móbergsseti, en neðri hlutinn blandaður litskrúðugu samlímdu seti.
- 36-37 m Samlímt litskrúðugt set.
- 37-39 m Líklegast völuþberg. Margar basaltgerðir er aðaluppistaðan, en í neðri hlutanum er það blandað móbergsseti.
- 39-40 m Grænleitt fínt móbergsset.
- 40-59 m Meðalgrófkorna basaltinnskot (berggangur).
- 59-63 m Grásvart fínkornótt póleiitbasalt. Neðstu 2 metrarnir eru áberandi blöðróttir og oxaðir.
- 63-64 m Rautt millilag.
- 64-81 m Fjögur grásvört fínkornótt póleiitbasaltlög og eru lagamót á 67, 70, 76 og 81 m dýpi.
- 81-88 m Blanda af póleiitbasaltmolum og bergi frá lagamótum. Þar af leiðandi erfitt að staðsetja nákvæmlega einstök lög.

Hola 4

- 3-6 m Basaltnolar af ýmsum gerðum eru ráðandi. Yfirleitt eru molarnir rúnaðir. Líklegast er um að ræða völuþberg eða hnúlungaberg.
- 6-20 m Samlímt litskrúðugt set. Nokkuð ber á basaltnolum frá 10 m niður í 17 m. Frá 16 m eru útfellingar mjög áberandi, ber þar mest á skólesíti.
- 20-22 m Fínt grænleitt móbergsset.
- 22-30 m Samlímt set er meginuppistaðan. Efst ber nokkuð á rúnuðum basaltnolum, en neðst er grænleitt móbergsset áberandi. Frá 22 m í 24 m er setið mjög útfellingaríkt og er skólesít þar mest áberandi.
- 30-44 m Grátt-grásvart fínkornótt póleiitbasalt. Grænsvartur leir sést víða. Smávægileg oxun sést á 36-38 m dýpi og er hugsanlegt að lagamót séu þar.
- 44-69 m Fínt móbergsset er aðaluppistaðan í þessu lagi. Litabreytingar eru áberandi. Efst er setið brúnsvart og niður í 51 m. Þar neðan við er grænleitt set áberandi og er ráðandi frá 56 m niður í 62 m. Frá 62 m niður í 67 m er blanda af gráu-blágrænu og þessu grænleita. Neðan við 67 m er setið litskrúðugt eins og algengt er í tertíerum millilögum. Efstu og neðstu metrarnir í þessu þykka setlagi eru all leirkenndir, en annars er nokkuð svipuð áferð á setinu þrátt fyrir litabreytingar.
- 69-71 m Mjög blöðrótt basalt, grátt á lit. Grænsvartur leir er í blöðrunum.
- 71-73 m Litskrúðugt millilag og græni liturinn mest áberandi.
- 73-81 m Grátt fínkornótt póleiitbasalt. Grænsvartur leir er áberandi í blöðrum. Á lagamótum er bergið áberandi oxað. Á 78 m dýpi sést oxunarvottur, sem gæti þýtt lagamót, en þau eru ógreinileg.
- 81-82 m Ljósrautt millilag.
- 82-98 m Þrjú grásvört fínkornótt póleiitbasaltlög. Lagamót eru á 86 m og 93 m.
- 98-104 m Meðalgróft grábrúnt basaltlag eða innskotsberg.
- 104-111 m Grátt-dökkgrátt fínkornótt póleiitbasalt.
- 111-112 m Dökkbrúnt millilag.
- 112-121 m Grátt-dökkgrátt fínkornótt póleiitbasalt.

121-122 m Brúnt millilag.

122-130 m Tvö fínkornótt þóleiitbasaltlög og eru lagamót á 127 m dýpi.

130-132 m Rautt millilag.

132-184 m Þóleiitbasaltlög einkenna þennan kafla. Þau eru fínkornótt og blöðrótt og oxuð til jaðranna. Algengt er að þunn rauð milli-
lög aðskilji þau.

Hola 5

- 6-8 m Blanda af ýmsum basalt og dólerítgerðum. Líklega er hér um að ræða völuberg eða hnúllungaberg.
- 8-14 m Blanda af samlímdu seti og rúnuðum basaltmolum. Neðst er meira um útfellingar og gulan ópal heldur en annarsstaðar í laginu.
- 14-16 m Fínt grænt móbergsset.
- 16-27 m Samlímt set er aðaluppistaðan, en efst og neðst ber nokkuð á rúnuðum basaltmolum. Nokkuð er um útfellingar efst í laginu.
- 27-51 m Grátt fínkornótt þóleiitbasalt einkennir þennan kafla. Grænsvartur leir sést víða á sprunguflötum og í blöðrum. Greinileg lagamót eru í 30 m og 35 m, en þar neðan við er erfitt að staðsetja lagamót.
- 51-72 m Fínt móbergsset er aðaluppistaðan í þessu lagi. Áferðin á því er nokkuð svipuð, en litabreytingar eru nokkrar. Frá 51-52 m er setið grænleitt, en frá 52 m niður í 68 m er setið grátt - grábrúnt. Frá 68 m í 70 m er setið grænleitt á ný, en frá 70 m og niður er það grábrúnt á ný.
- 72-74 m Grátt, þétt og fínkornótt þóleiitbasalt.
- 74-77 m Grængult millilag, frekar leirkennt.
- 77-80 m Grátt fínkornótt þóleiitbasalt.
- 80-85 m Blöðrótt og oxað þóleiitbasalt.
- 85-94 m Grátt, fínkornótt og smáblöðrótt þóleiitbasalt. Grænsvartur leir í blöðrum.
- 94-95 m Rauðbrúnt millilag.
- 95-104 m Grátt of fínkornótt þóleiitbasalt. Efstu og neðstu metrarnir eru mjög oxaddir og blöðróttir.
- 104-105 m Breksíulegt millilag, grænt og rautt á litinn.
- 105-110 m Grásvart og fínkornótt þóleiitbasalt.

Hola 6

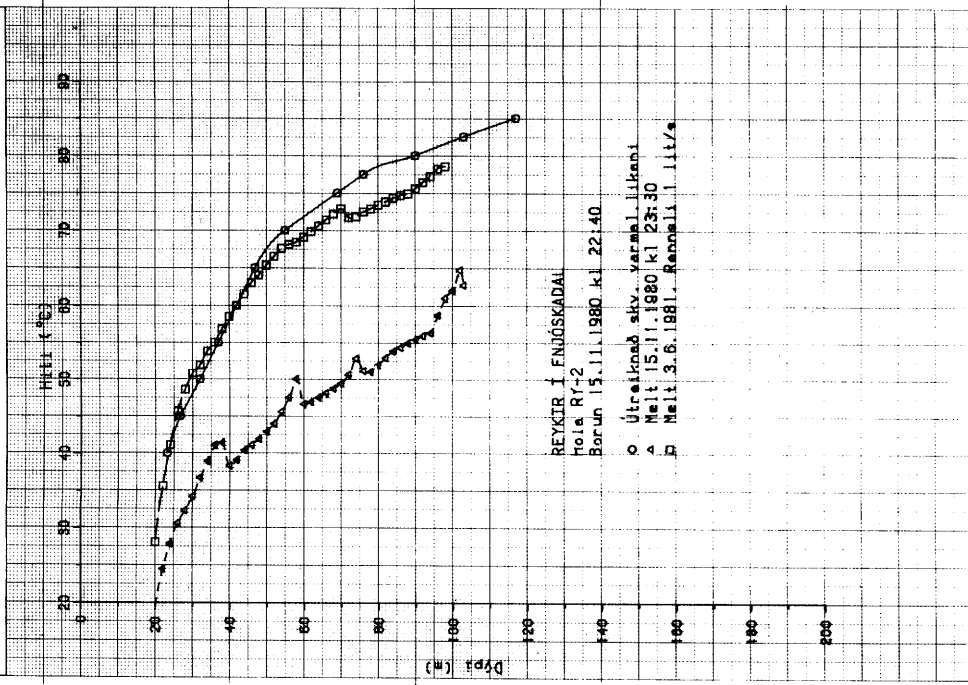
- 2-12 m Hér ægir saman ýmsum basaltgerðum, dóleríti og millilagsmolum. Yfirleitt eru þessir molar rúnaðir að hluta til. Líklega er hér um að ræða völuþberg eða hnúllungaberg.
- 12-24 m Samlímt rauðgult set er ráðandi. Þó ber talsvert á basaltmolum með því frá 16 m í 20 m.
- 24-38 m Fínt móbergsset. Litabreytingar sjást eins og í samskonar setgerðum í hinum holunum. Efst er blanda af grænum og grábrúnum molum en frá 28 m niður í 34 m er það grábrúna ráðandi. Frá 34 m og niður er álíka mikið af grábrúnu og grænu. Samskonar áferð er á setinu þrátt fyrir mismunandi liti.
- 38-44 m Grásvart fínkornótt þóleittbasalt. Grásvartur leir sést þar í, aðallega á sprunguflötum.
- 44-45 m Ljósrautt og rauðbrúnt millilag.
- 45-56 m Grátt, fínkornótt þóleittbasalt. Það er oxað og blöðrótt við lagamótin.
- 56-57 m Ljósrautt og rauðbrúnt millilag.
- 57-62 m Grátt fínkornótt þóleittbasalt. Smáar blöðrur eru algengar og þá fylltar af grænsvörtum leir.
- 62-63 m Ljósrautt millilag.
- 63-74 m Grátt fínkornótt þóleittbasalt. Það er smáblöðrótt til jaðranna, en þétt inn að miðju. Oxun er við lagamót.
- 74-75 m Rautt millilag.
- 75-90 m Grátt fínkornótt þóleittbasalt. Efstu 8 m eru mjög blöðróttir og oxaðir. Grásvartur leir er í blöðrum.

V I Ð A U K I C

Hitamæliferlar í holum 1-6

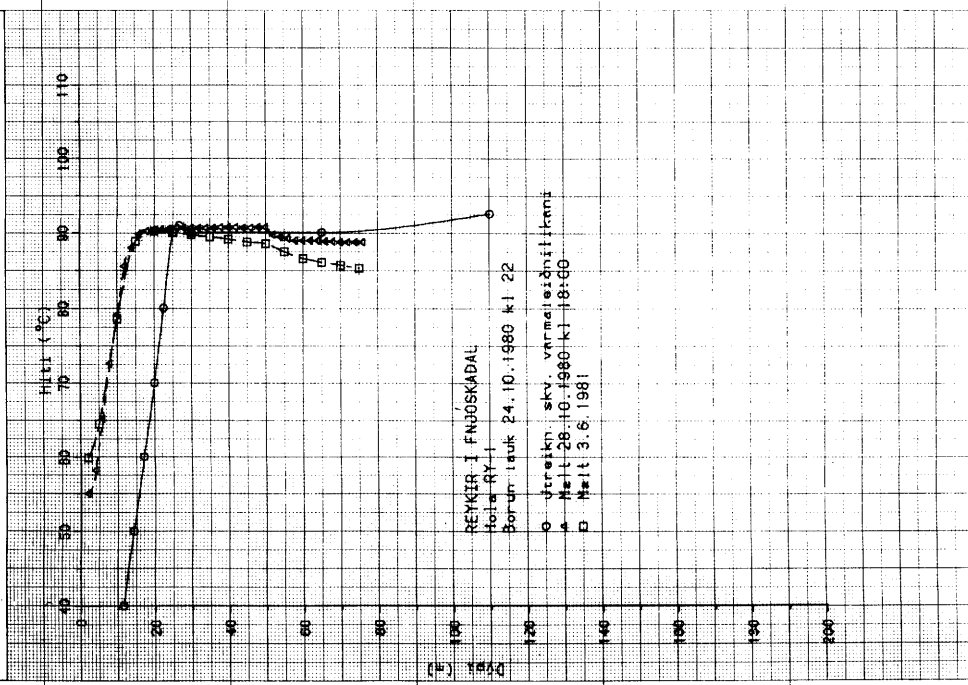
JHD-JED-6604 ÓGF
82.05.0766 T


Hitameðlingar í borholum

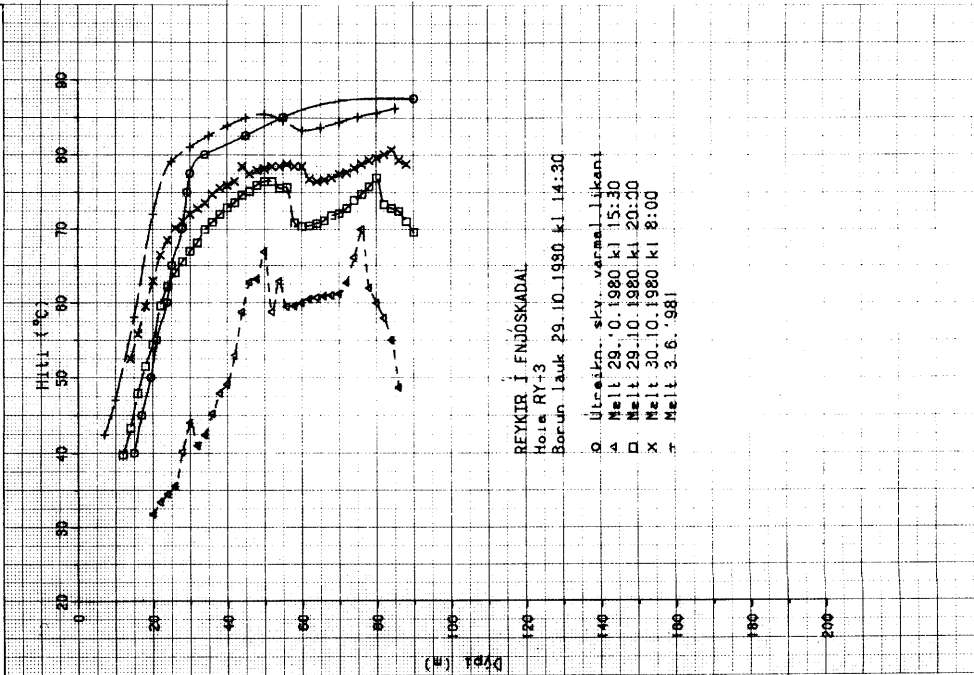


JHD-JED-6604 ÓGF
82.05.0767 T

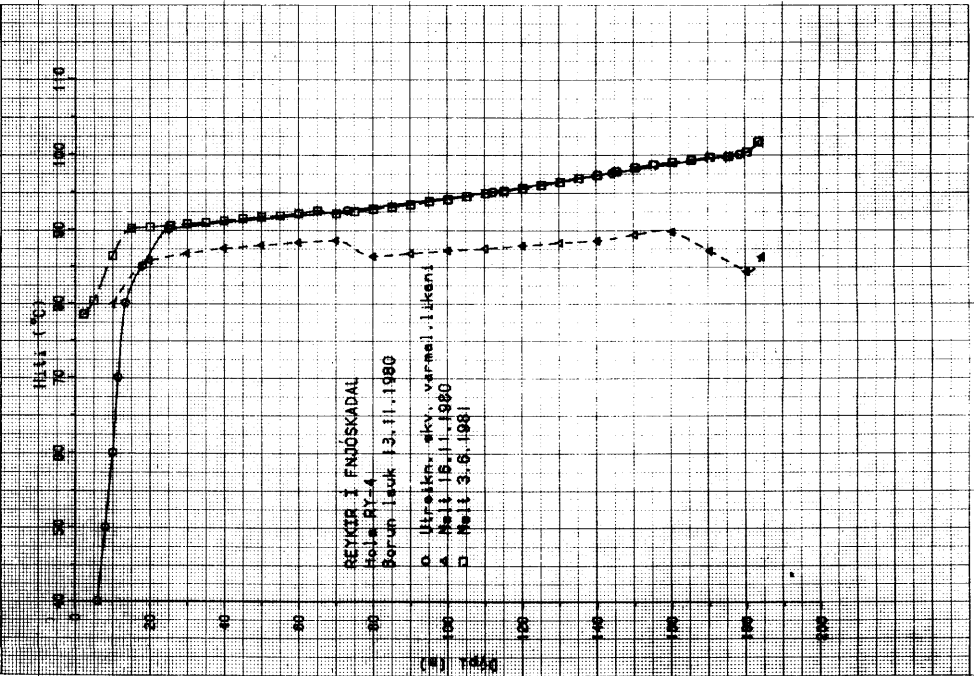
Hitameðlingar í borholum

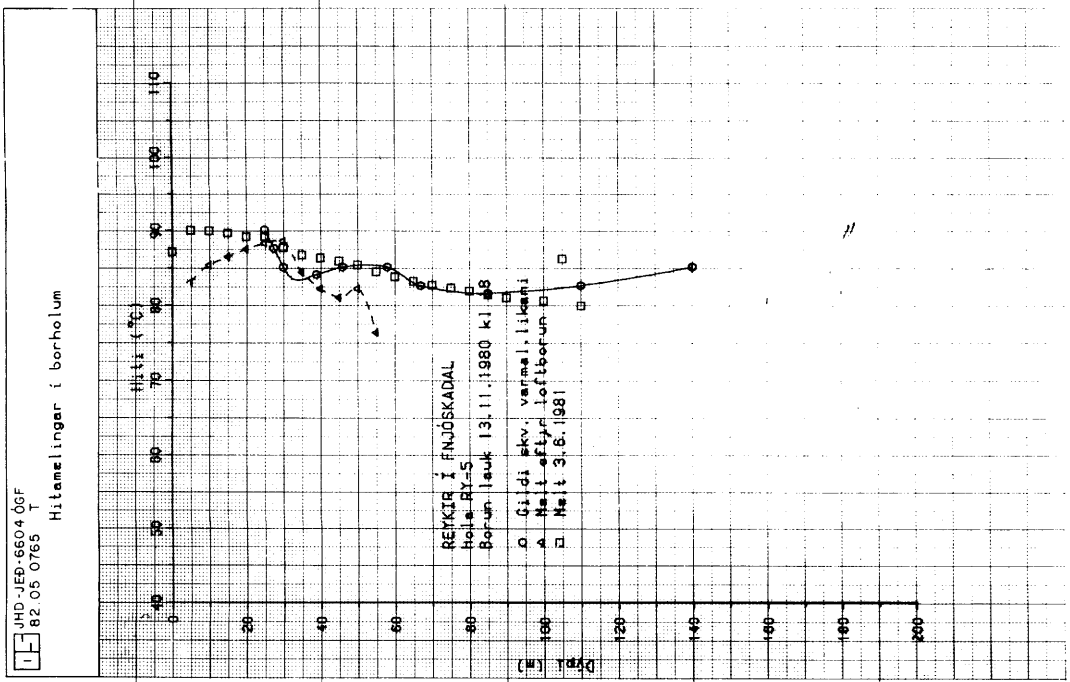
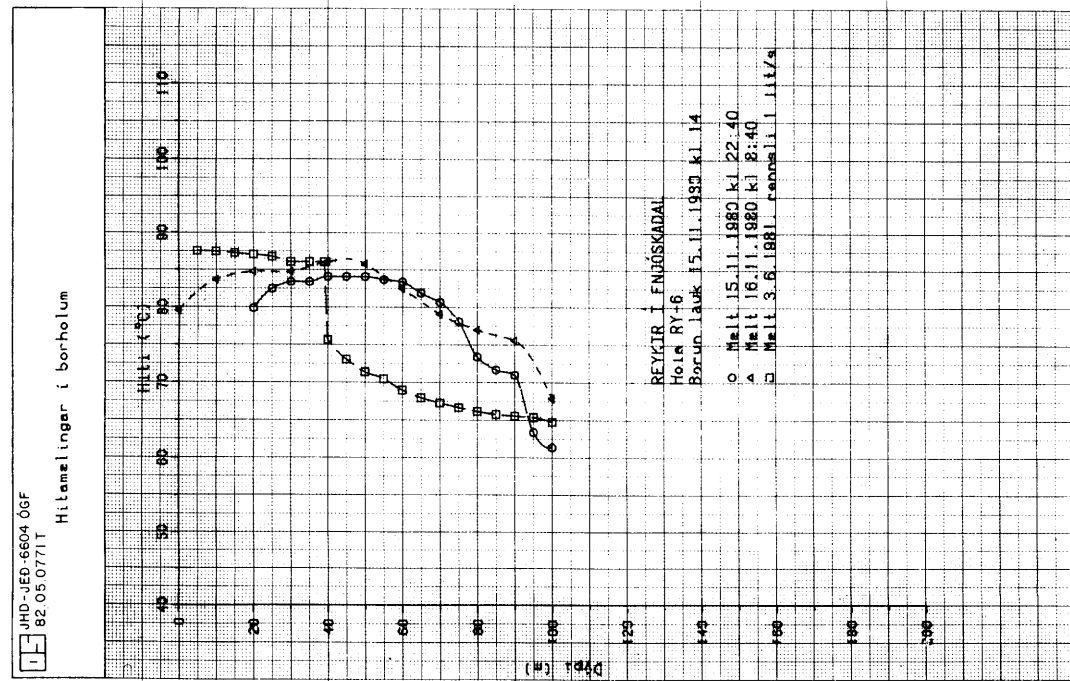


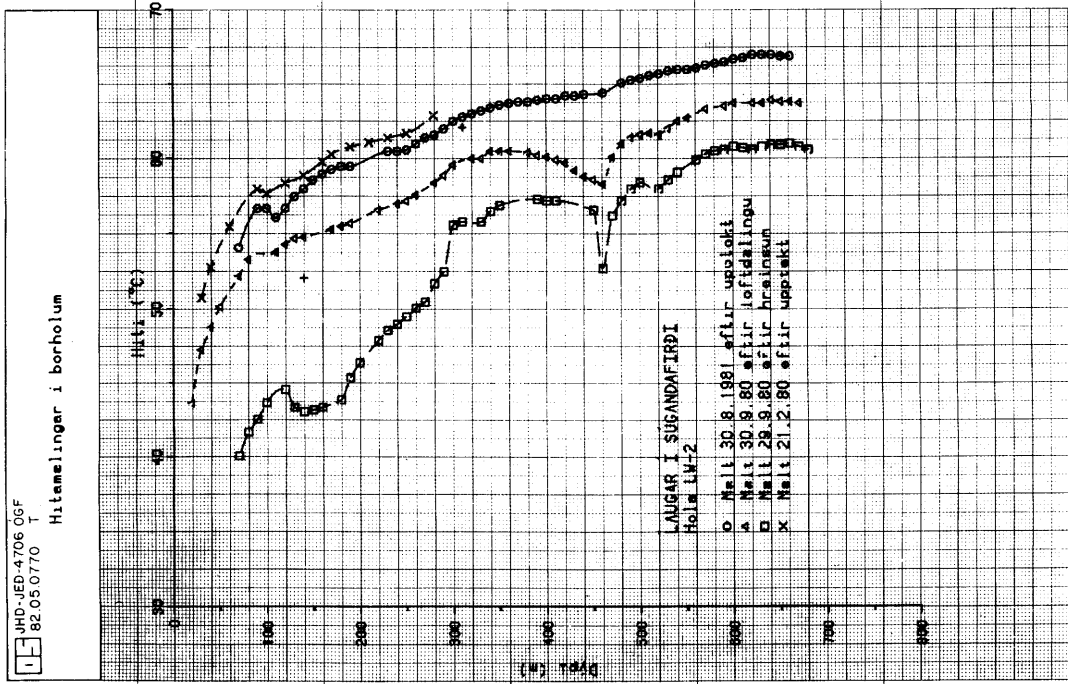
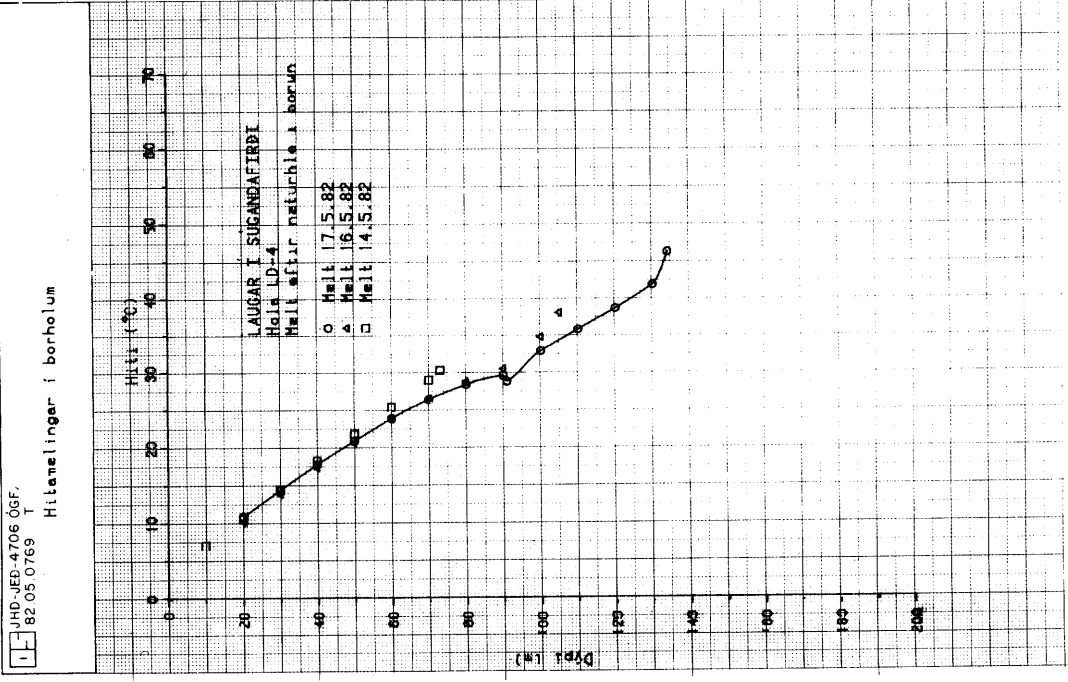

 JHD-JED-6604 06F
 82.05.0772
 Hitameðlingar í borholum




 JHD-JED-6604 06F
 82.05.078T
 Hitameðlingar í borholum



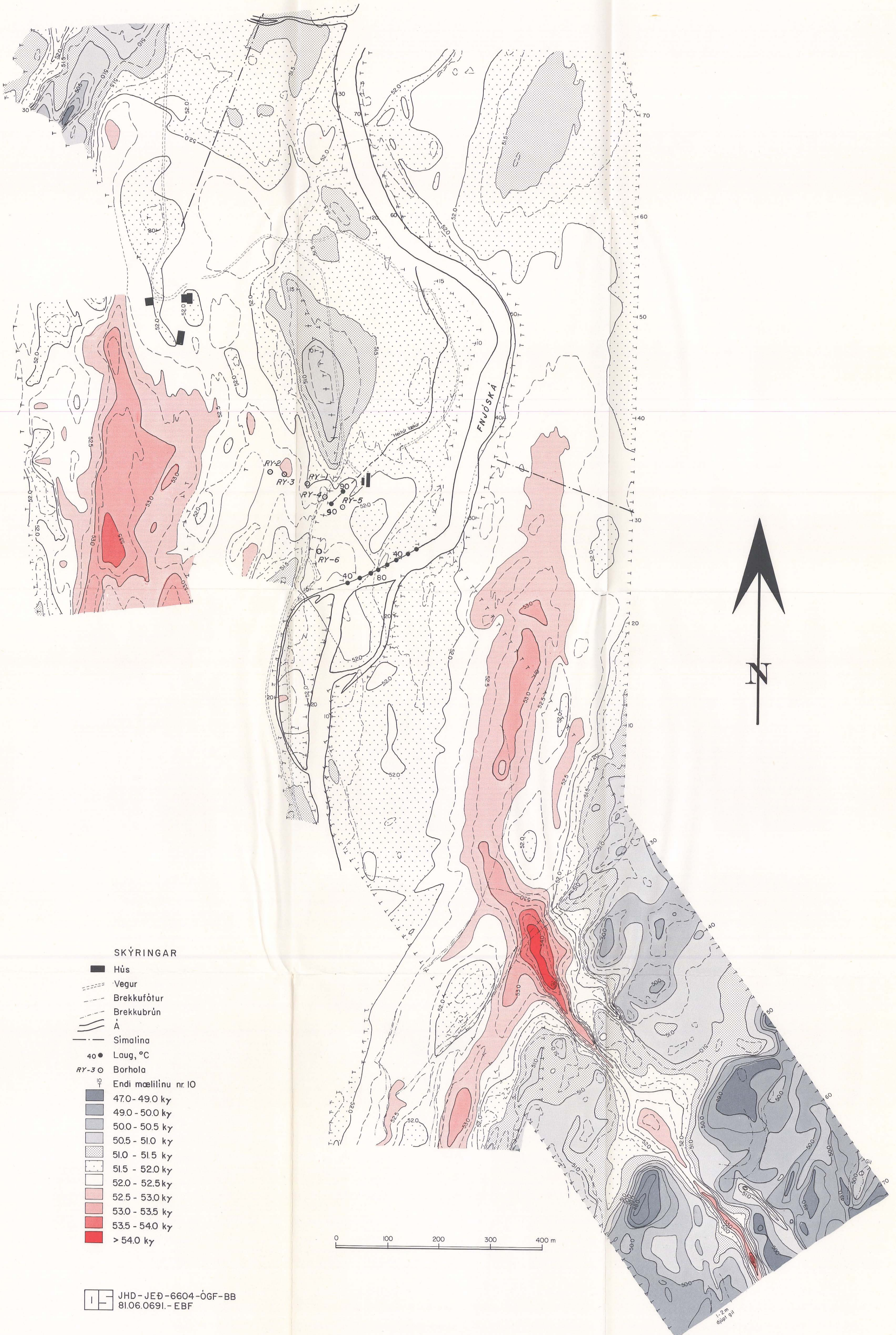




REYKIR Í FNJÓSKADAL

SEGULKORT

Mælt eftir línun; 5m milli mælipunkta



SKÝRINGAR

- Hús
- Vegur
- - - Brekkufótur
- - - Brekkubrún
- ~ Á
- - - Símilína
- 40 ● Laug, °C
- RY-3 ○ Borhola
- 10 Endi mællínu nr. 10
- 47.0 - 49.0 ky
- 49.0 - 50.0 ky
- 50.0 - 50.5 ky
- 50.5 - 51.0 ky
- 51.0 - 51.5 ky
- 51.5 - 52.0 ky
- 52.0 - 52.5 ky
- 52.5 - 53.0 ky
- 53.0 - 53.5 ky
- 53.5 - 54.0 ky
- > 54.0 ky