



ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

KRAFLA
Jarðeðlisfræðileg könnun
við Hvíthólaklif 1983
Áfangaskýrsla

Knútur Árnason
Brynjólfur Eyjólfsson
Axel Björnsson

OS-83096/JHD-34 B

Nóvember 1983



ORKUSTOFNUN

GRENSÁSVEGI 9. 108 REYKJAVÍK

KRAFLA
Jarðeðlisfræðileg könnun
við Hvíthólaklif 1983
Áfangaskýrsla

Knútur Árnason
Brynjólfur Eyjólfsson
Axel Björnsson

OS-83096/JHD-34 B

Nóvember 1983

Dags.
1983.11.28

Tilv. vor
AB/sv

Dags.

Tilv. yðar

Hr. Einar T. Elíasson
Kröfluvirkjun
Strandgötu 1
Pósthólf 197
602 Akureyri

Málefni: Skilagrein um yfirborðsrannsóknir á
Hvíthólaklifssvæði sumarið 1983.

Hér með fylgir áfangaskýrsla um framkvæmd og úrvinnslu yfirborðsrannsókna á jarðhitasvæðinu við Hvíthólaklif. Jarðhitadeild Orkustofnunar hefur unnið þetta verk fyrir Kröfluvirkjun samkvæmt verksamningi þessara aðila nr. 08-83, gerðum í apríl 1983. Verkáætlun, sem sett var fram í greinargerð JHD (AB-BS-ÓF-KÁ-83/01) hinn 09. mars 1983 hefur staðist nokkurn veginn. JHD skilaði stuttri greinargerð um framgang verksins (KÁ-AB-BEY-83/02) hinn 5. september 1983. Í meðfylgjandi skilagrein er lýst framkvæmd mælinganna og dregnar fram helstu frumniðurstöður úrvinnslu gagnanna, eins og hún er á vegi stödd núna.

Verkinu mun að öllu óbreyttu verða haldið áfram samkvæmt verksamningi og gert er ráð fyrir að lokaskýrsla komi út í mars 1984.

Reikningur fyrir úrvinnslu og skýrslugerð tímabilið 5. sept. til 30. nóv., verður sendur eftirlitsverkfræðingum Kröfluvirkjunar.

Virðingarfyllst,


Axel Björnsson


Benedikt Steingrímsson

EFNISYFIRLIT

	Bls.
Ágrip	3
1 Inngangur	4
2 Segul- og VLF-mælingar	6
3 Viðnámsmælingar	9
3.1 Staðsetning og framkvæmd viðnámsmælinga	9
3.2 Um túlkun viðnámsmælinga	10
3.3 Lýsing einstakra mælilína	12
3.4 Frumniðurstöður viðnámsmælinga	18
4 Áætlun um framhald verksins	18
Heimildir	19

Viðaukar

I Verksamningur Nr. 08-83	21
II Greinargerð JHD um verkáætlun	25

Myndaskrá

1. Staðsetningarkort segulmælinga	7
2. Jafnsegulkort	8
3. Staðsetningarkort viðnámsmælinga	11
4. Tvívíð túlkun viðnáms-sniðsmælinga Línu 1	13
5. Tvívíð túlkun viðnámsdýptarmælinga Línu 1	13
6. Tvívíð túlkun viðnámsdýptar- og sniðsmælinga Línu 2	14
7. Tvívíð túlkun viðnáms-sniðsmælinga Línu 3	15
8. Tvívíð túlkun viðnámsdýptarmælinga Línu 3	15
9. Tvívíð túlkun viðnámsdýptarmælinga Línu 4	16
10. Tvívíð túlkun viðnámsdýptarmælinga Línu 5	17

ÁGRIP

Vorið 1983 tók Jarðhitadeild Orkustofnunar að sér að gera yfirborðsmælingar á jarðhitasvæðinu við Hvíthólaklif fyrir Kröfluvirkjun. Meginmarkmið rannsóknanna var að kanna stærð jarðhitakerfisins með því að kortleggja lágviðnámssvæði og rekja sprungur, sem tengjast kynnu vatnsæðum. Rannsóknirnar fóru fram frá 6. júní til 26. ágúst 1983 og var beitt fjórum jarðeðlisfræðiaðferðum. Þær eru viðnámsdýptarmælingar með Schlumbergeraðferð alls 24 mælingar, viðnámssníðsmælingar með "Kínaaðferð" alls 24,3 km, segulmælingar á 1,6 ferkílómetra svæði og VLF-mælingar.

Úrvinnsla segul- og VLF-mælinga er á frumstigi, en frumúrvinnslu viðnámsmælinga er lokið. Viðnámsdýptarmælingarnar 24, auk 8 eldri mælinga sem nýtast við úrvinnsluna, raða sér á 4 norður-suður línur og eina línu, sem liggur austur-vestur yfir jarðhitasvæðið. Viðnámssníðsmælingarnar voru gerðar eftir tveimur af norður-suður línunum og eftir austur-vestur línunni.

Helstu niðurstöður eru þær að jarðhitakerfið við Hvíthóla er ekki tengt víðáttumiklu lágviðnámssvæði. Verulega lágt viðnám mælist eingöngu á litlu takmörkuðu svæði umhverfis ummyndunarskelluna og yfirborðsjarðhitann í Hvíthólum. Lága viðnámið nær frá yfirborði og niður á að minnsta kosti 500-600 m dýpi. Þetta bendir til þess að jarðhitakerfið sé lítið og afmarkað við þrönga uppstreymisrás. Ekki er ljóst á hvern hátt þetta uppstreymi tengist öðrum jarðhitakerfum á Kröflusvæði en hugsanlegt er að það sé tengt sprungu eða misgenqi sem liggur til norðurs í átt að Hveragili eftir Hlíðardal austanverðum.

Í lokaúrvinnslu viðnámsmælinga á næstu mánuðum, túlkun segul- og VLF-mælinga og samtengingu við ýmis önnur gögn, verður reynt að fá heillega mynd af Hvíthólaklifssvæðinu og eiginleikum þess. Líklegt er að frekari viðnámsmælingar í Hlíðardal og Leirbotnum gætu gefið mikilvægar viðbótarupplýsingar.

1 INNGANGUR

Árið 1970 hóf jarðhitadeild Orkustofnunar all umfangsmiklar rannsóknir á háhitasvæðunum við Kröflu og Námafjall vegna áætlana um jarðgufuvirkjanir á þessum slóðum. Einkum var lögð áhersla á jarðfræðikortlagningu og jarðeðlisfræðilegar mælingar. Í júní 1971 kom út áfangaskýrsla um rannsóknirnar "Námafjall - Krafla", júní 1971. Sumarið 1971 var bætt við nokkrum viðnámsmælingum og var þá litið svo á að forrannsóknum, öðrum en borunum, vegna fyrirhugaðra virkjunarframkvæmda væri lokið. Engu að síður hefur verið unnin frekari jarðeðlisfræðileg könnun bæði við Kröflu og Námafjall á undanförunum árum. Tilgangurinn var tvíþættur. Í fyrsta lagi hefur gufuöflun fyrir Kröfluvirkjun gengið erfiðlega og í ljós kom við boranir að jarðhitakerfið er flóknara en búist var við í upphafi. Ýmsar mælingar hafa því verið gerðar til þess að kortleggja jarðhitakerfið. Má þar einkum nefna viðnámsdýptarmælingar með Schlumberger- og tvíþól-aðferð gerðar 1976 og fjórþólmælingar gerðar 1979. Í öðru lagi hafa verið reyndar ýmsar nýjungar í jarðeðlisfræðilegri könnun á Kröfluslóðum en slík þróunarvinna er fastur liður í starfi JHD. Meginniðurstöður þeirra mælinga, er varða könnun jarðhitakerfisins í Kröflu, eru birtar í skýrslum Orkustofnunar, "Jarðhitasvæðið við Kröflu" (OS-JHD-7848) frá desember 1978 og "Viðnámsmælingar með fjórþólaðferð" (OS80013/JHD07) frá maí 1980.

Allt fram til ársins 1982 var borsvæði Kröfluvirkjunar bundið við Leirbotna og Suðurhlíðar Kröflu. Borsvæðið var allt innan meginlágviðnámsvæðisins eins og það kom fram í viðnámsmælingum. Undir þessu svæði er meginvikuhólf Kröfluöskjunnar.

Árið 1977 var staðsett borhola á nýju svæði við Hvíthóla, sem var fjarri þáverandi borsvæði. Var þá einkum stuðst við að lágt viðnám hafði mælst þar og ummyndunarskella var á yfirborði. Af borun varð þó ekki fyrr en 1982 er hola KJ-21 var boruð rétt vestan við skelluna. Ummyndunarskellan hafði reyndar hitnað og gufa farið að streyma úr henni á árunum 1979-80. Hola KJ-21 gaf góða raun og vakti vonir um að hið nýja svæði væri not hæft sem vinnslusvæði.

Haustið 1982 var farið að ræða um auknar yfirborðsrannsóknir, einkum á Hvíthólaklifssvæðinu, í þeim tilgangi að afla upplýsinga sem nýttust við markvissari staðsetningu borhola. Þessi mál voru rædd allýtarlega á Hrafnæþingi um stöðu Kröfluvirkjunar, sem haldið var á Akureyri í mars 1983 (Hrafnæþing 2-3 mars, 1983). Ein afleiðing þeirrar umræðu var sú að Jarðhitadeild Orkustofnunar tók að sér yfirborðsrannsóknir á Hvíthólaklifssvæðinu sumarið 1983 fyrir Kröfluvirkjun. Meginmarkmið rannsóknanna skyldi vera að leita upplýsinga sem gert gætu staðsetningu borhola markvissari. Var einkum lögð áhersla á eftirtalin atriði:

- a) Kortleggja sem best ummyndun og hitafrávik. Finna dýpi niður á og útlínur jarðhitakerfisins.

- b) Leita sprungna og misgengja með norður-suður og austur-vestur stefnu, sem gætu verið vatnsleiðarar, hitaskil eða útlínur kerfisins.
- c) Frumniðurstöður þyrftu að liggja fyrir í nóvember 1983 þannig að þær nýttust við ákvarðanatöku um framkvæmdir á árinu 1984.

Samningur var gerður um verkið í apríl 1983. Mælingar fóru fram í júní, júlí og ágúst síðastliðið sumar. Í þessari áfangaskýrslu eru birtar fyrstu niðurstöður af túlkun viðnámsmælinga.

2 SEGUL- OG VLF-MÆLINGAR

2.1 Segulmælingar

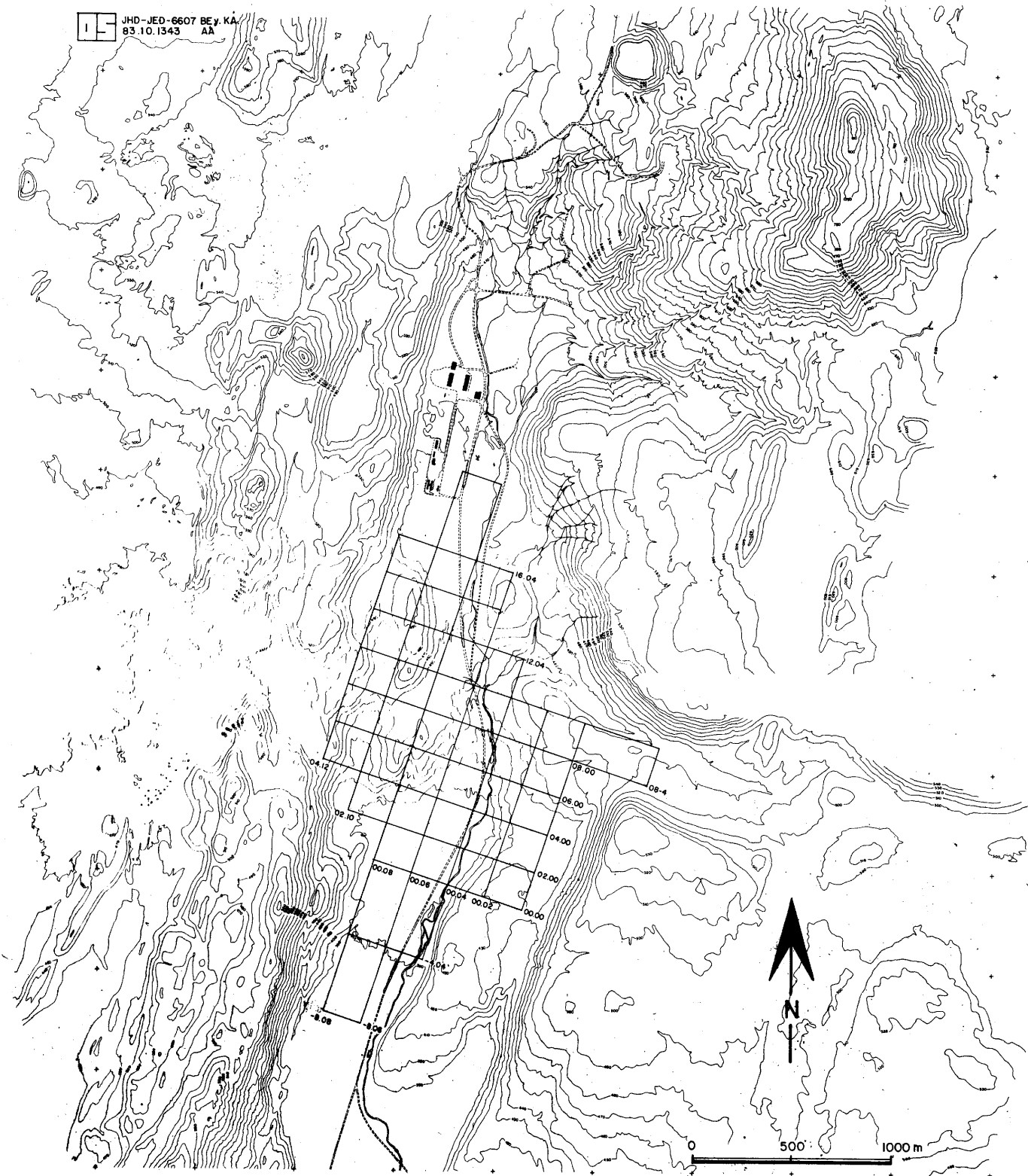
Segulmælingar fóru fram dagana 6. - 16. júní og 20. - 30. júní, alls 20 daga. Við mælingarnar unnu að meðaltali 3 menn. Áður hafði verið mælt út grunnnet á segulmælisvæðinu og því skipt upp í 49 ferninga með 200 m kantlengd. Mælingar gengu nokkuð vel nema hvað nokkrar tafir urðu vegna veðurs. Mælt var í hornréttu neti með 10 m möskvastærð. Alls var mælt í um 20000 punktum, sem svarar til 160 km í línun talið, eða 8 km á dag. Svæðið sem mælt var er 1,6 ferkílómetrar og er ásamt grunnneti sýnt á mynd 1.

Á mynd 2 er birt óunnið jafnsegulkort. Þar sem megináherslan hefur til þessa verið lögð á úrvinnslu viðnámsmælinga er úrvinnsla segulmælinganna ekki komin það langt að rétt þyki að birta annað að sinni. Þegar er ljóst erfitt verður að draga miklar ályktanir af segulkortinu hátiðni-truflunar af hraunum, bæði við lækinn og í Sandabotnaskarðinu auk hraunflákanna niðri í Hlíðardalnum. Reynt verður að nota síuforrit til að ná burt truflunum og greina misgengi er koma fram sem lágtíðnisveiflur í segulsviðinu.

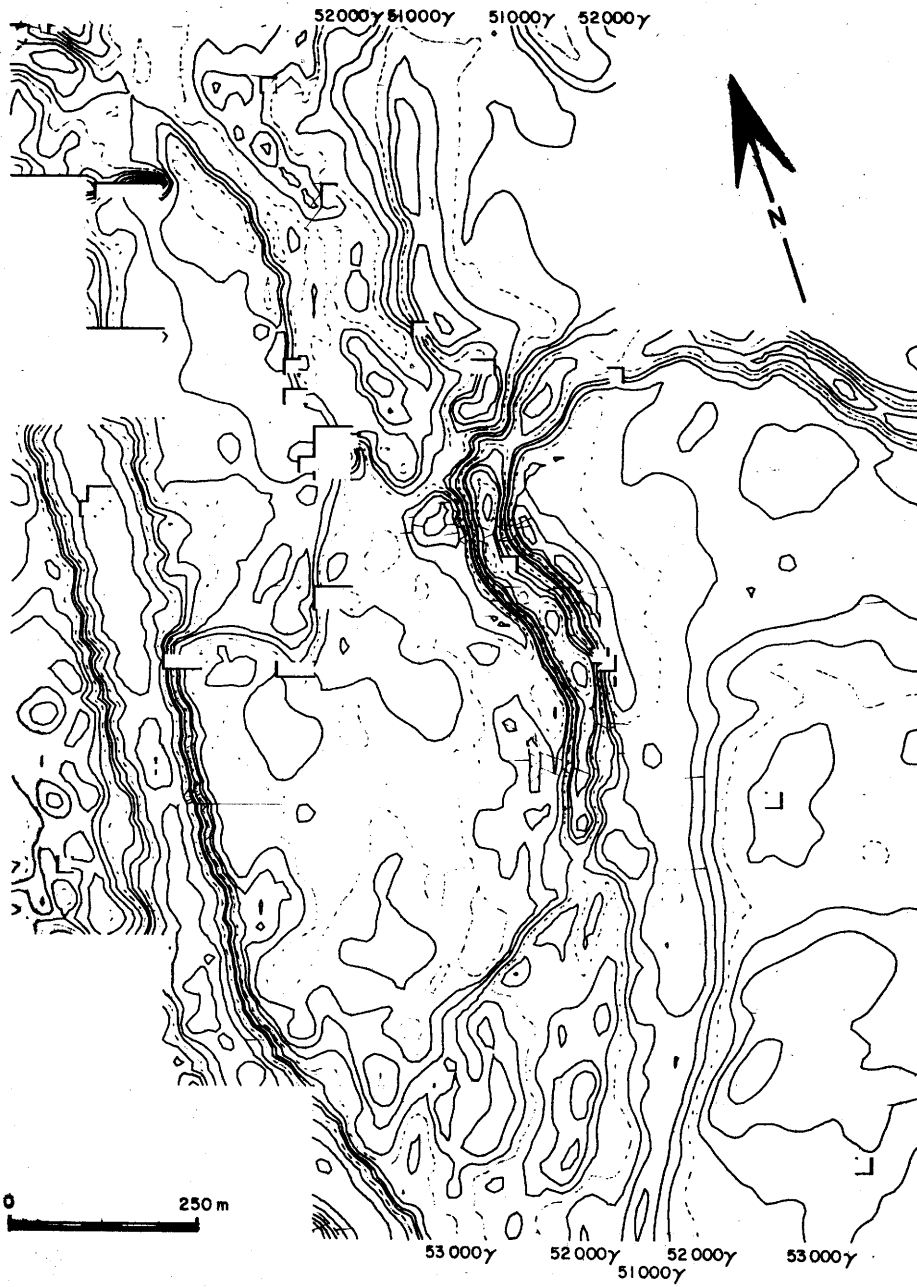
2.2 VLF-mælingar

Vegna þess hve leysing var seint á ferð, varð að hætta við fyrirhugaðar eiginspennumælingar sem framkvæma átti samhliða segulmælingum. Þess í stað var ákveðið að reyna svokallaðar VLF-mælingar (Very Low Frequency - mælingar), sem í nokkrum tilvikum hafa gefið góða raun við leit að vatnsleiðandi sprungum. Þessar mælingar skoðast sem tilraunastarfsemi enda er framkvæmd þeirra og úrvinnsla kostuð af Orkustofnun. Við mælingarnar unnu 2 menn í 20 daga. Mæligögn VLF-mælinganna hafa verið lítilllega skoðuð og bíða frekari úrvinnslu.

JHD-JED-6607 BE y. KA
83.10.1343 AA



Mynd 1 Staðsetningarkort segulmælinga



Mynd 2 Jafnsegulkort

3 VIÐNÁMSMÆLINGAR

3.1 Staðsetning og framkvæmd viðnámsmælinga

Sumarið 1983 voru framkvæmdar tvenns konar viðnámsmælingar á Hvíthóla-klifssvæðinu, viðnámsdýptarmælingar með Schlumberger uppsetningu og viðnámsnniðsmælingar með "Kína"- uppsetningu.

Tilgangur viðnámsmælinganna var að kanna viðnámsskipan á jarðhitasvæðinu og þá einkum að staðsetja og kanna útmörk hugsanlegra lágviðnámsvæða og enn fremur að kanna meiriháttar viðnámskil sem tengja mætti jarðfræði og brotasögu svæðisins.

Jarðhitadeild Orkustofnunar hefur nú yfir að ráða mæli- og úrvinnslu-tækni, sem auk þess að kanna viðnámsbreytingar með dýpi, má nota til þess að kanna lóðrétt viðnámskil. Þessi tækni, sem byggist á því að beita saman viðnámsdýptar- og viðnámsnniðsmælingum, krefst þess að mæli-stöðvar liggi á, og hafi straumarma samsíða línur sem liggja nokkurn veg-inn þvert á þau viðnámskil sem kanna á. Í úrvinnslu mælinganna er síðan gert ráð fyrir því að viðnám jarðar geti breyst með dýpi og í stefnu mælilínunnar en ekki í stefnu þvert á mælilínu. Þetta er kölluð tvívíð túlkun. Viðnámsnniðsmælingar eru til muna næmari fyrir viðnámsbreytingum í stefnu mælilínunnar en viðnámsdýptarmælingar, en dýptarskynjun þeirra (300-400m) er til muna minni en í dýptarmælingunum (um 700-800m).

Með því að beita báðum þessum mæliaðferðum á sömu línu fást áreiðanlegri upplýsingar en ella. Við samtúlkun þeirra fást úr viðnámsnniðsmælingunum nokkuð ýtarlegar upplýsingar um viðnámsskipan niður á 300-400m dýpi. Með því að nota þessar upplýsingar í líkönum fyrir dýptarmælingarnar er betur hægt að greina í sundur áhrif viðnámsbreytinga djúpt í jörðu og áhrif viðnámsbreytinga í stefnu mælilínunnar. Þetta leiðir til þess að fá má haldbetri upplýsingar um viðnám djúpt í jörðu (á 400-800m dýpi). Hvít-hólaklifssvæðið er fyrsta svæðið sem kannað hefur verið með því að beita báðum mæliaðferðunum samtímis.

Jarðfræðilegar athuganir á yfirborði benda til þess að á Hvíthólaklifs-svæðinu sé um tvennskonar meginbrotastefnur að ræða. Annarsvegar norður-suður stefnu sprungustykkisins og hins vegar austur-vestur brota-stefnu hugsanlega tengda suðurbarmi Kröfluöskjunnar.

Með hliðsjón af þessu var leitast við að staðsetja viðnámsmælingarnar á línur sem ganga nærri þvert á þessar brotastefnur. Einnig varð að taka tillit til landslags og lítt gróinna yfirborðshrauna sem eru einn mesti óvinur viðnámsmælingamanna. Þá var þess einnig gætt að eldri mælingar mættu nýtast sem best í mælilínunum. Viðnámsdýptarmælingar voru mældar á 5 línur, en þar sem viðnámsnniðsmælingar eru til muna tímafreakari en dýptarmælingar voru þær einungis mældar eftir þremur af þessum línur.

Staðsetning mællínanna er sýnd á mynd 3.

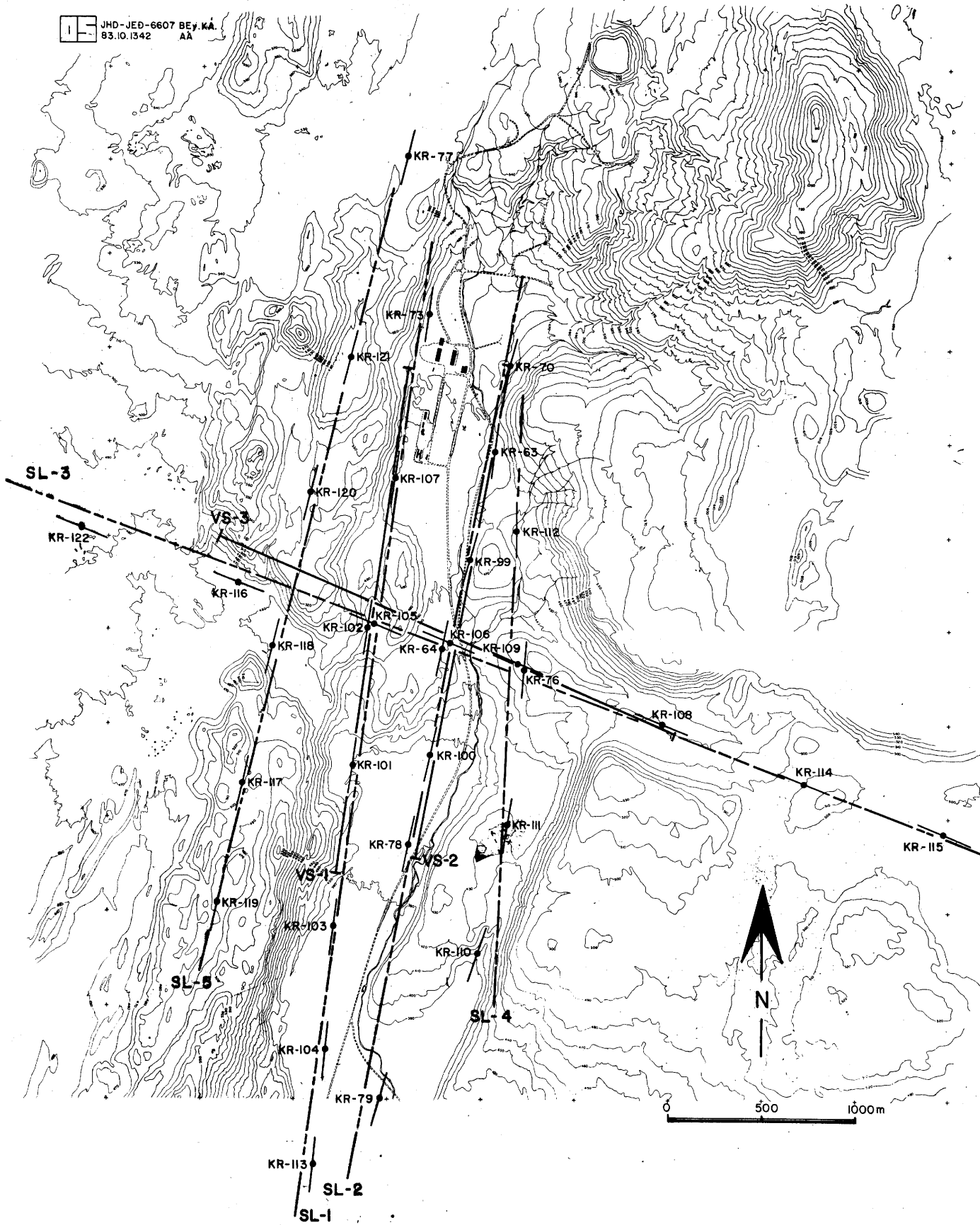
Viðnámsdýptarmælingar fóru fram dagana 5. - 15. júlí og 19. - 23. júlí, alls 15 daga eða 3 flokksvikur. Við mælingarnar unnu 4 menn. Alls voru mældar 24 dýptarmælingar eða að meðaltali 1,6 á dag. Auk nýrra mælinga voru teknar til endurtúlkunar 8 eldri mælingar þannig að í allt voru túlkaðar 32 dýptarmælingar. Þessar mælingar raða sér á 5 línur (SL-1 til SL-5), 4 með norður-suður stefnu (SL-1, 2, 4 og 5) og eina með austur-vestur stefnu (SL-3). Mynd 3 sýnir legu línanna og staðsetningar einstakra mælinga. Viðnámsdýptarmælingar á Kröflusvæðinu eru auðkenndar með bókstöfunum KR og hlaupandi tölum. Dýptarmælingar mældar sumarið 1983 bera auðkennin KR-99 til KR-122, en eldri mælingar bera lægri númer.

Viðnámsenniðsmælingar fóru fram dagana 24. - 28. júlí, 2. - 12. ágúst og 16. - 26. ágúst alls 25 daga eða 5 flokksvikur. Við mælingarnar unnu 6 menn. Mældar voru þrjár línur, VS-1 og VS-2 með norður-suður stefnu og samfallandi við SL-1 og SL-2, og VS-3 með austur-vesturstefnu og samfallandi við SL-3. Mælingarnar gengu nokkuð vel nema hvað nokkrir erfiðleikar voru við mælingar á vesturhluta austur-vestur línunnar í hraunum og ógreiðfæru landi. Lengd hvernar línu er 2,7 km og voru þær allar mældar með þremur straumarmslengdum (250m, 500m, 750m). Í allt voru því mældir $3 \times 3 \times 2,7$ km = 24,3 km og því að meðaltali 0,972 km á dag. Lega viðnámsenniðsmællína er sýnd á mynd 3.

3.2 Um túlkun viðnámsmælinga

Úrvinnsla viðnámsmælinga hefst á því að viðnámsdýptarmælingarnar eru túlkaðar einvítt. Gert er ráð fyrir því að viðnám breytist aðeins í eina stefnu þ.e. með dýpi.

Að lokinni einvíðri túlkun eru einvíð líkön dýptarmælinganna notuð til þess að gera fyrsta líkan í tvívíðri túlkun hvernar línu. Sett upp eitt líkan fyrir hverja mællínu í heild. Síðan eru reiknaðir út í tölvu þeir sýndarviðnámsferlar sem þetta líkan gefur og þeir bornir saman við mældu ferlana og líkaninu breytt og þannig koll af kolli þar til viðunandi samræmi fæst. Samhliða þessu eru viðnámsenniðsmællínurnar túlkaðar með tvívíðri túlkun á svipaðan hátt og dýptarmælingarnar. Um leið og viðunandi túlkun hefur fengist á hverri viðnámsenniðsmællínu er unnt að nota lokalíkan hennar til þess að ákvarða viðnámsskipan í efstu 400m línunnar eins og áður er á minnst. Eftir það beinist túlkunin einkum að því að ákvarða viðnámsdreifinguna á 400-800m dýpi.



Mynd 3 Staðsetningarkort viðnámsmælinga

3.3 Lýsing einstakra mællína

Hér verður gerð stutt grein fyrir hverri mællínu fyrir sig. Í grein 3.4 verða síðan frumniðurstöður viðnámsmælinganna dregnar saman.

Lína 1

Lína 1 liggur frá suðri til norðurs undir vesturhlið Hlíðardals (sjá mynd 3). Eftir henni voru mældar bæði viðnámsdýptar- (SL-1) og viðnáms-sniðsmælingar (VS-1). Túlkun mælinga á þessari línu hefur gengið nokkuð vel og er henni langt til lokið. Viðnáms-snið fyrir VS-1 er sýnt á mynd 4 og fyrir SL-1 á mynd 5. Ekki er við því að búast að þessi viðnáms-snið taki miklum breytingum frá því sem hér er sýnt. Helst koma til greina einhverjar breytingar á djúpvíðnámum í SL-1. Það sem helst einkennir þessi snið er að sunnan borsvæðisins í Hvíthólum er viðnám neðan yfirborðshraunlaga í meðallagi lágt (um 15 - 35 ohmm) eins langt niður og séð verður. Þetta getur ekki talist lágt viðnám á háhitasvæði. Við borsvæðið í Hvíthólum verður veruleg viðnámsbreyting. Á bilinu frá Hvíthólum og norður á móts við stöðvarhús er hátt viðnám (um 100 ohmm eða herra) í efstu 300 - 350m. Neðan þessa háviðnáms er lágt viðnám (8 ohmm) niður á 500 - 600m dýpi, en verulega herra viðnám (80 - 100 ohmm) þar fyrir neðan. Norðan við stöðvarhúsið er komið inn á Leirbotnasvæðið og þar grýnnkar verulega á lágviðnámið.

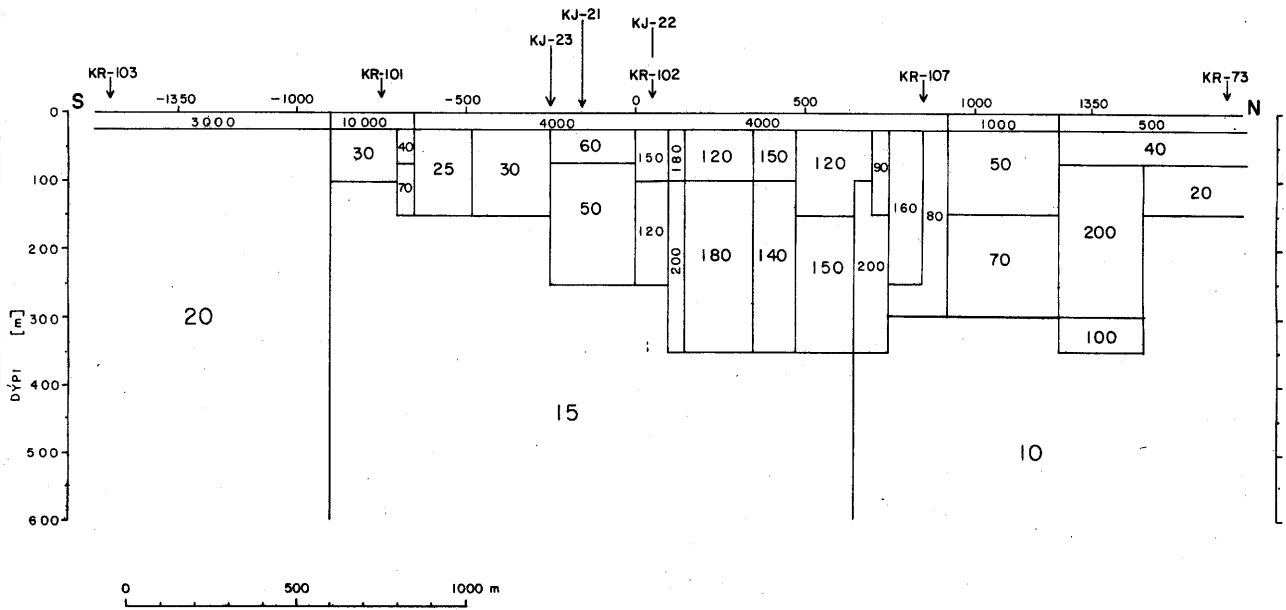
Lína 2

Lína 2 liggur norður-suður Hlíðardalinn. Norðurhlutinn fylgir gamla veginum norðan Hvíthóla en þar fyrir sunnan er hún vestan vegarins en fer síðan yfir hann sunnan við rústir Skarðssels og nær aðeins suður fyrir gamla veginn þar sem hann sveigir til austurs (sjá mynd 3). Mældar voru bæði viðnámsdýptar- (SL-1) og viðnáms-sniðsmælingar (VS-1) á línunni.

Viðnáms-snið línunnar er sýnt á mynd 6. Þeim hluta sem viðnáms-sniðsmælingin spannar má skipta í tvo hluta sem eru mjög mismunandi. Að sunnanverðu er viðnám um 20 - 30 ohmm og litlar breytingar lárétt. Viðnámsdýptarmælingarnar gefa mjög svipaða mynd. Þegar komið er norðurundir hitablettinn við Hvíthóla verður snögg breyting. Í efstu 300 - 500m kemur fram hátt viðnám. Það nær norður undir GrænaGil en þynnist strax norðan malar-gryfjunnar. Undir háa viðnáminu er um 20 ohmm viðnám sem virðist ná norður fyrir mælarnámið. Á þessu ber þó að hafa fyrirvara því að erfiðlega hefur gengið að fá góða samsvörun fyrir allar viðnámsdýptarmælingarnar í línunni. Meginástæða þess að ekki gengur betur að túlka þessa línu er ef til vill sú að forsenda tvívíðrar túlkunar gildir ekki. Hugsanlega eru viðnámsbreytingar þvert á stefnu línunnar. Má leiða að því líkur að lágviðnám teygir sig til norðurs frá virku ummyndunarskellunni í Hvíthólum (sjá línu 3) samsíða línunni eða því sem næst. Sjá nánar um það í niðurstöðum.

JHD-JED-6607-KÁ/BEy
83.11.1599.00

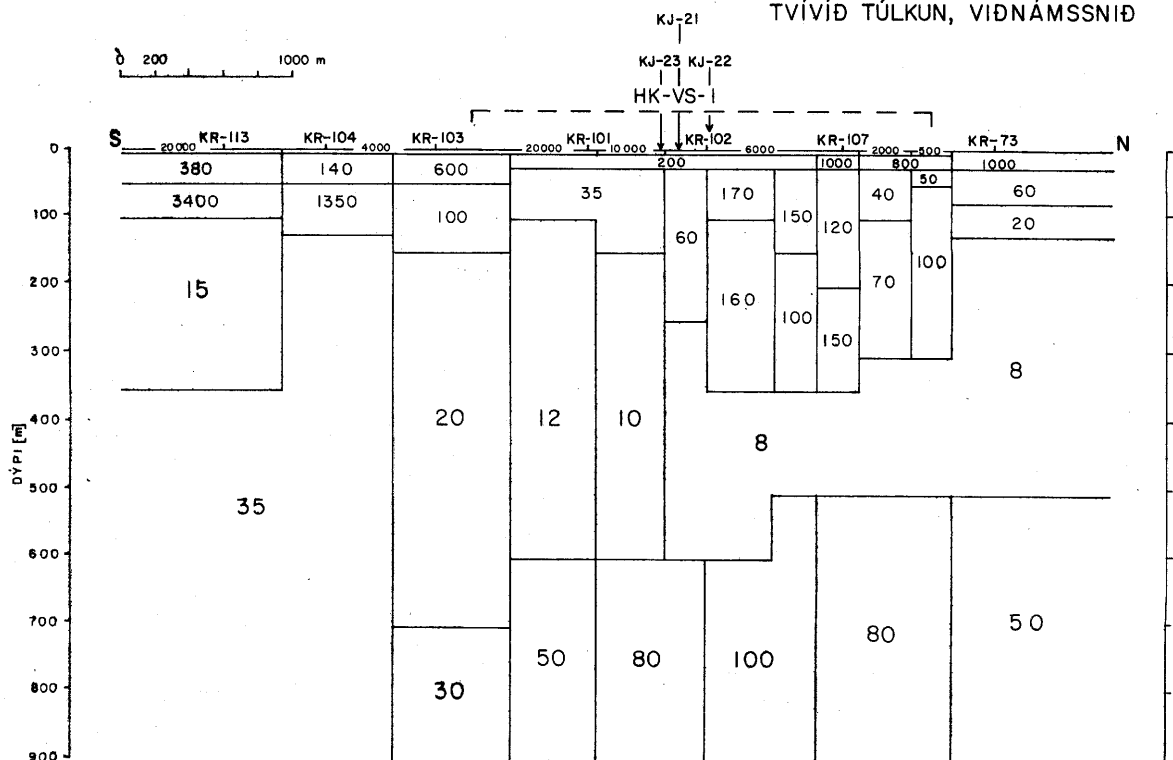
KRAFLA-HVÍTHÓLL HK-VS-1
TVÍVÍÐ TÚLKUN, VIÐNÁMSSNIÐ



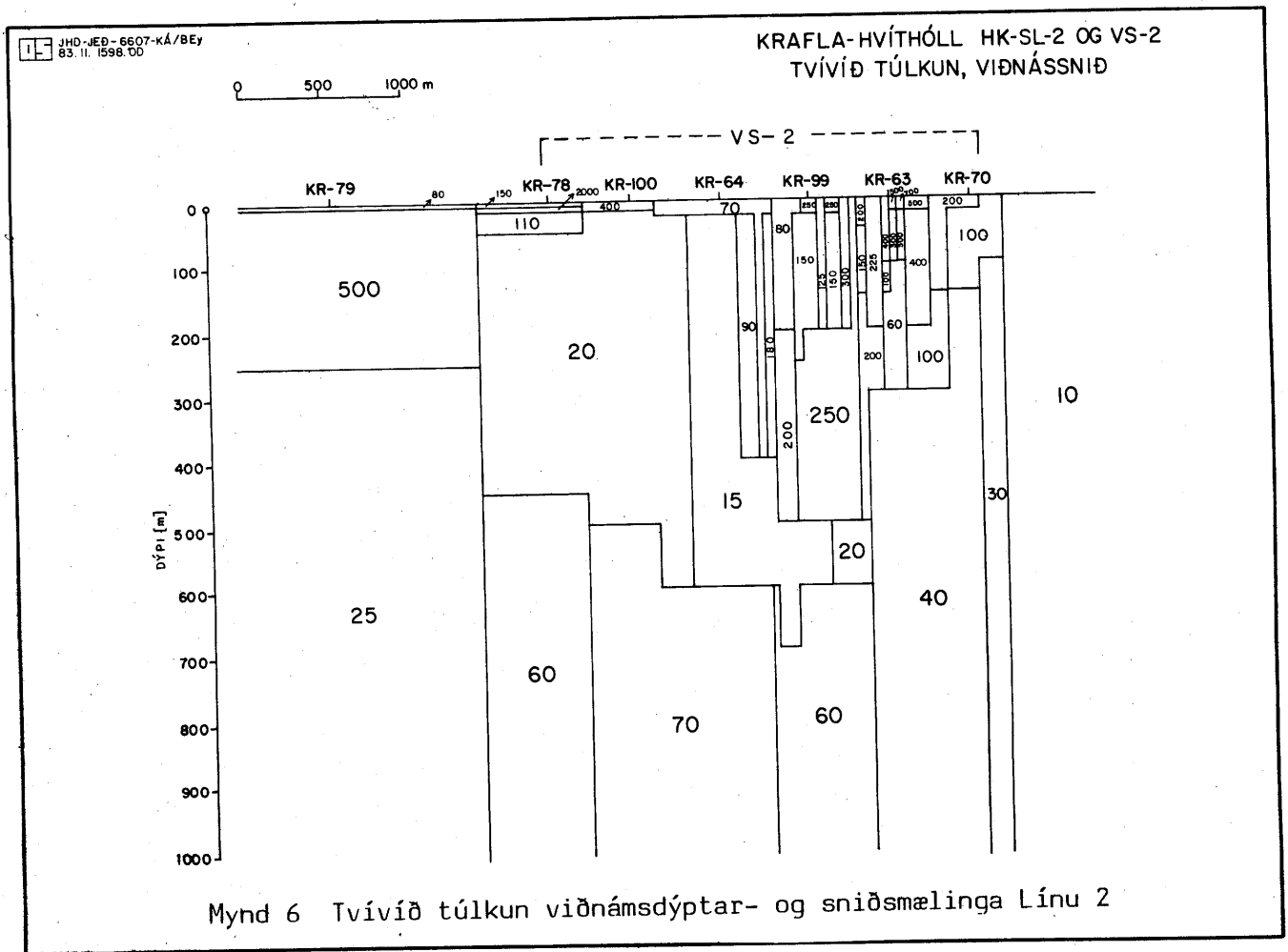
Mynd 4 Tvívíð túlkun viðnámsniðsmælinga Línu 1

JHD-JED-6607-KÁ/BEy
83.11.1601.00

KRAFLA-HVÍTHÓLL HK-SL-1
TVÍVÍÐ TÚLKUN, VIÐNÁMSSNIÐ



Mynd 5 Tvívíð túlkun viðnámsdýptarmælinga Línu 1



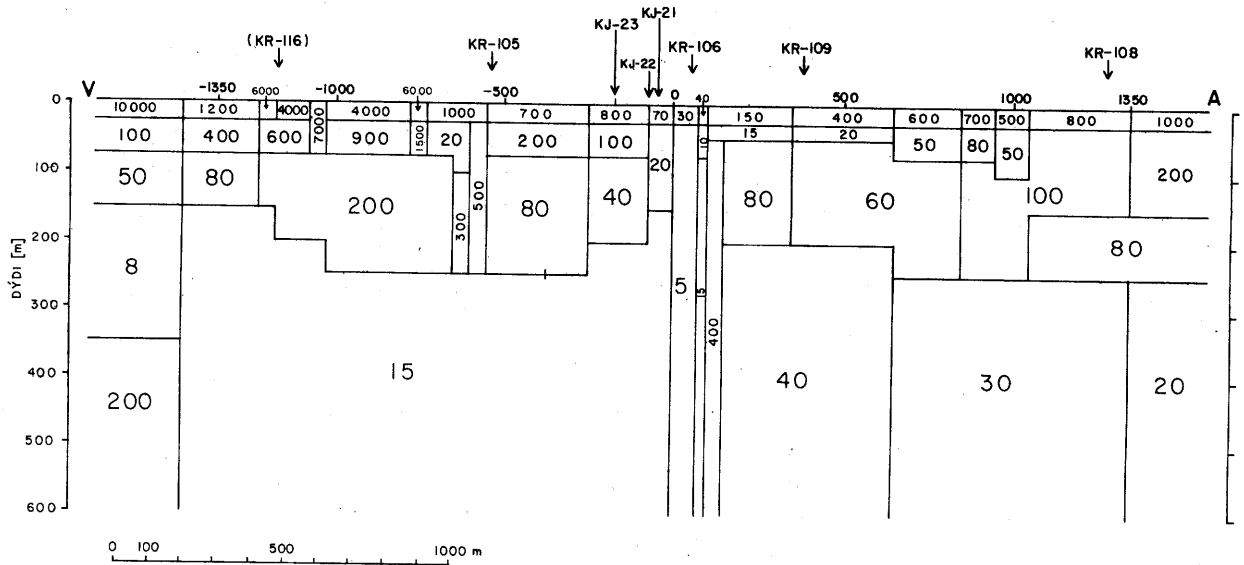
Lína 3

Lína 3 liggur frá vest-norð-vestri til aust-suð-austurs skammt norðan við Hvíthólaklif, um Hvíthóla og austur í Sandabotnaskarði (sjá mynd 3). Eftir henni voru mældar bæði viðnámsdýptar-(SL-3) og viðnámsmælingar(VS-3). Túlkun mælinga á þessari línu hefur gengið vel og má telja að henni sé lokið. Viðnámsnið fyrir VS-3 og SL-3 eru sýnd á myndum 7 og 8.

Helstu einkenni viðnámsniða þessarar línu eru þau að vestan við virku ummyndunarskelluna í Hvíthólum er hátt viðnám (um 100 ohmm) niður á um 200m dýpi. Á um 200 - 600m dýpi er nokkuð lágt viðnám (12 - 15 ohmm) en þar fyrir neðan er hærra viðnám (60 - 100 ohmm). Undir virku ummyndunarskellunni er lágt viðnám (5 - 6 ohmm) að minnsta kosti niður á um 500 m dýpi. Samkvæmt forsendum tvívíðra túlkunar er þetta lágviðnámsrenna með norður-suður stefnu nærri þvert á línu 3. Ekki er út frá viðnámsmælingunum hægt að sjá hvort þessi lágviðnámsrenna nær niður fyrir 500 m dýpi en þar útiloka það ekki. Austan við þessa lágviðnámsrennu snarhækkar viðnámið og er hátt (50 - 100 ohmm) eins djúpt og séð verður allt austur undir KR-108 í Sandabotnaskarði. Austan við KR-108 snarlækkar djúpviðnám aftur og er mjög lágt (2 - 5 ohmm) og virðist ná eins djúpt niður og séð verður. Grynst er á þetta lágviðnám (um 100 m) undir Leirhól (KR-114) en virðist síðan fara dýpkandi til austurs. Þetta lágviðnám er við enda mællínunnar og eru útmörk þess þar af leiðandi illa ákvörðuð, en fróðlegt væri að kanna það nánar.

JHD-JED-6607-KÁ/BEy
83.II.1603.00

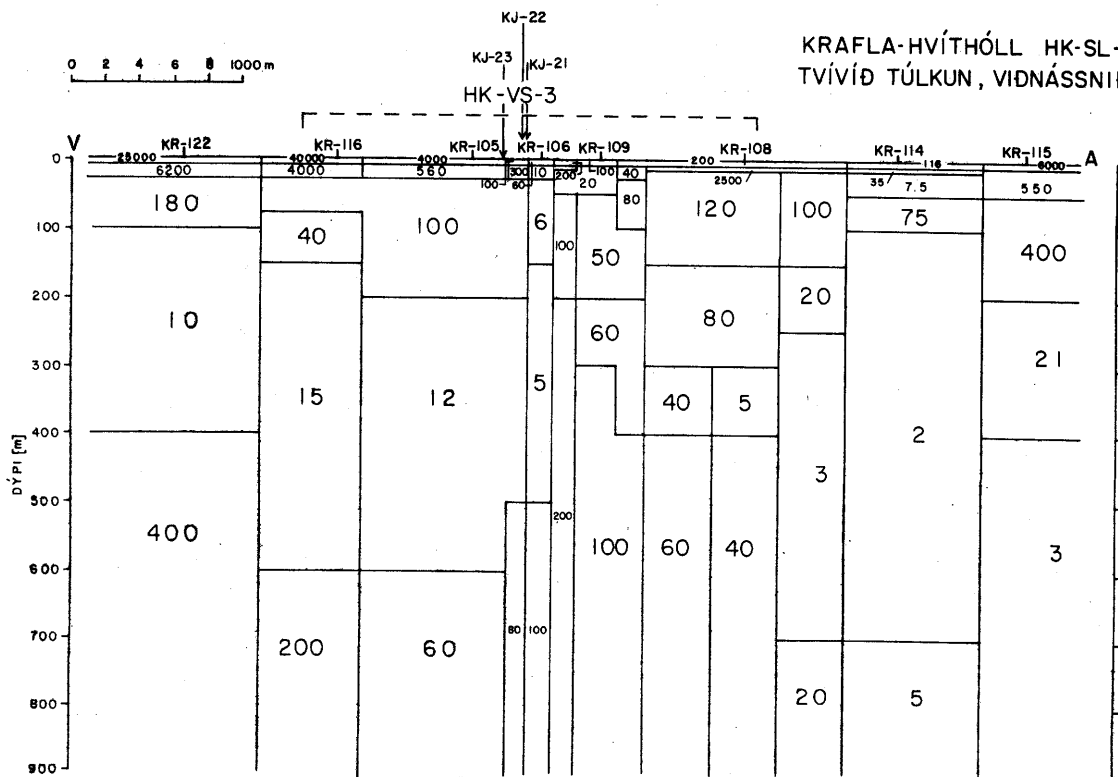
KRAFLA-HVÍTHÓLL HK-VS-3
TVÍVIÐ TÚLKUN, VIÐNÁMSSNIÐ



Mynd 7 Tvívið túlkun viðnámssniðsmælinga Línu 3

JHD-JED-6607-KÁ/BEy
83.II.1603.00

KRAFLA-HVÍTHÓLL HK-SL-3
TVÍVIÐ TÚLKUN, VIÐNÁMSSNIÐ

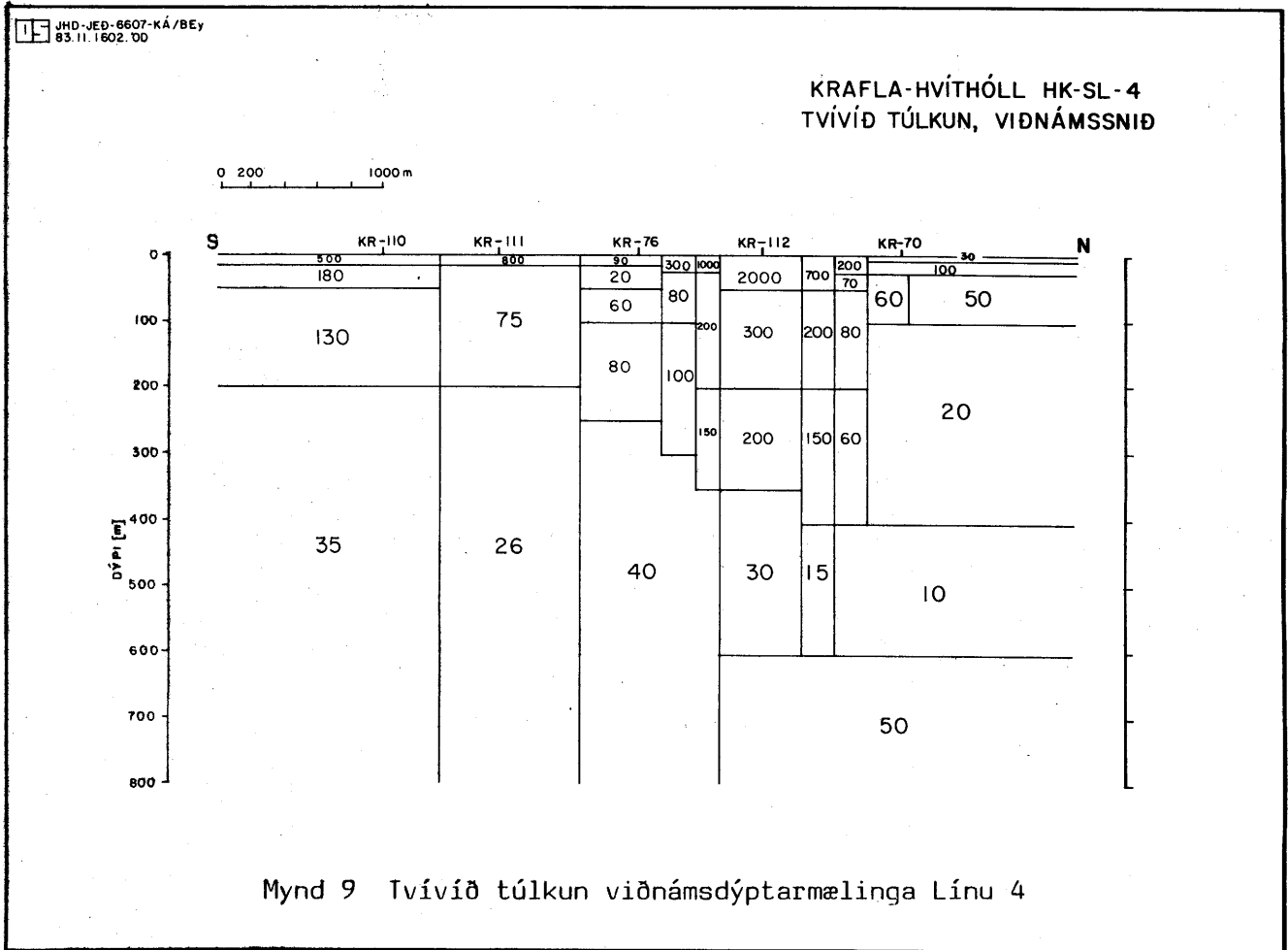


Mynd 8 Tvívið túlkun viðnámsdýptarmælinga Línu 3

Lína 4

Þessi lína liggur frá norðri til suðurs með austurhlíðum Hlíðardals, frá Grænagili í norðri til Dimmagilsleira í suðri (sjá mynd 3). Eftir henni voru einungis mældar viðnámsdýptarmælingar (SL-4) og er nyrsta mælingin (KR-70) sameiginleg með línu 2.

Túlkun þessarar línu hefur gengið illa og á viðnámsnið hennar, sem sýnt er á mynd 9 ber ekki að líta sem endanlegt viðnámslíkan. Hugsanleg skýring á því hversu illa gengur að túlka þessa línu er að hún liggi að verulegu leiti samsíða viðnámsskilum og forsendum tvívíðrar túlkunar sé þar af leiðandi illa fullnægt. Samt sem áður virðist nokkuð ljóst að viðnám undir línu 4 hefur svipaða mynd og í línunum 1 og 2 að því leiti að viðnám í efstu 300m hækkar til muna þegar kemur norður á móts við Hvíthóla og lækkar síðan aftur þegar kemur norður undir Leirbotna. Um viðnám neðan 300m dýpis í þessari línu er það að segja að sunnan Hvíthóla er það svipað og í línunum 1 og 2 (um 30 ohmm). Þar fyrir norðan verður myndin enn að teljast óljós.

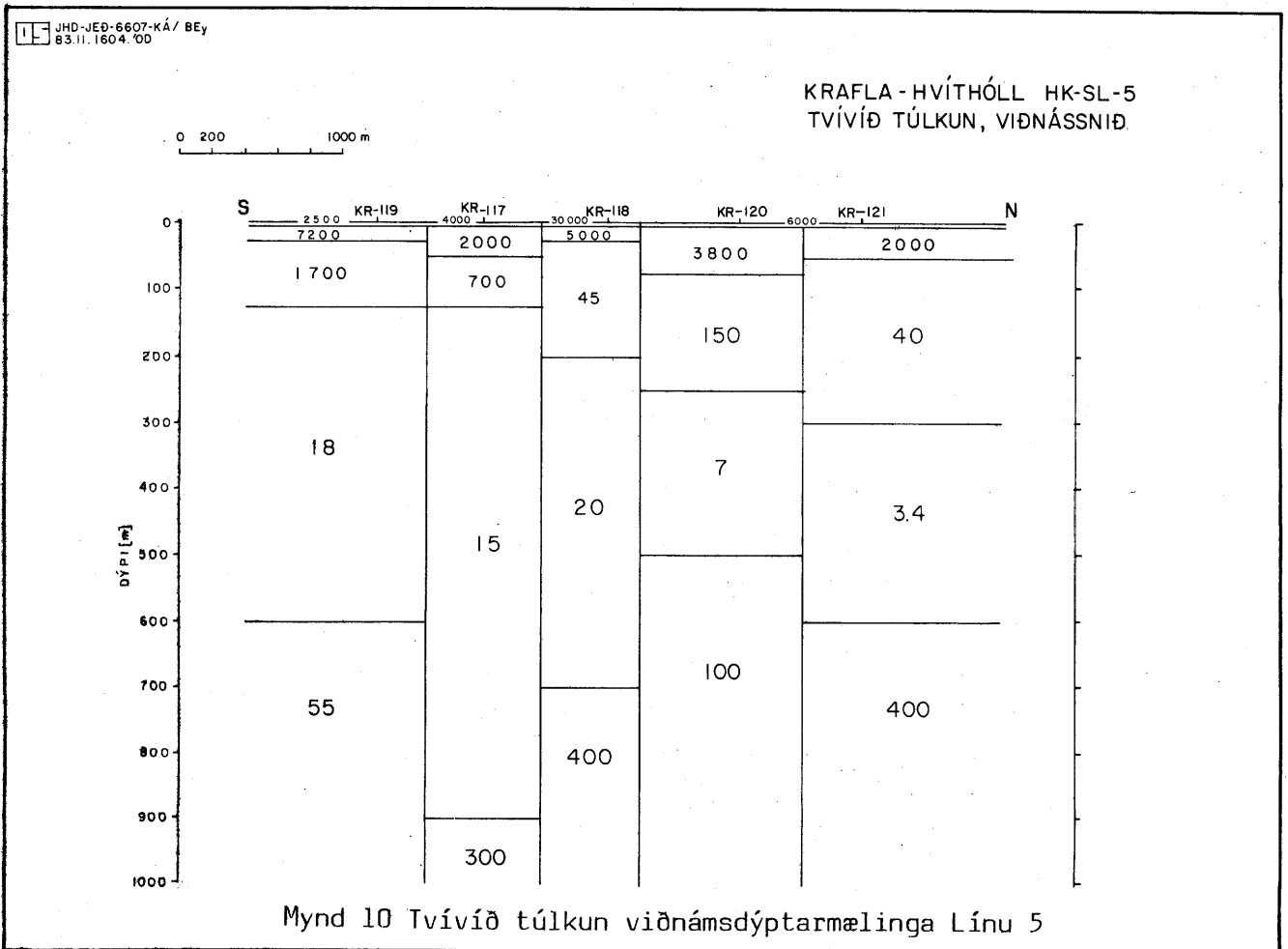


Lína 5

Þessi lína er með norður-suður stefnu frá Þríhyrningadal í norðri og nær suður á Dalfjall (sjá mynd 3). Hún var eingöngu mæld með viðnámsdýptarmælingum.

Túlkun línunnar hefur gengið nokkuð vel og er henni nærri lokið og er viðnámsnið hennar sýnt á mynd 10. Ekki er að búast við miklum breytingum á þessu sniði við frekari úrvinnslu nema ef til vill hugsanlegar einhverjar breytingar á stærð og efri mörkum háviðnámsins um og neðan 600m dýpis. Vegna þess að ekki voru mældar viðnámsniðsmælingar eftir línunni eru lóðrétt viðnámskil ekki eins vel ákvörðuð og ella hefði verið.

Niðurstöður línu 5 eru í megindráttum svipaðar og í hinum norður-suður línunum. Sunnan Hvíthólaklifs er viðnám neðan efstu 100 metranna um 20 ohmm. Frá Hvíthólaklifi og norður að Þríhyrningadal er hátt viðnám niður á um 300 metra dýpi (um 150 ohmm). Þar fyrir neðan er lágt viðnám (um 7 ohmm) niður á um 500 metra dýpi en mun hærra þar fyrir neðan. Frá Þríhyrningadal og eins langt norður og línan nær virðist vera um 40 ohmm viðnám niður á um 300 metra dýpi, síðan lágt viðnám niður á um 600 metra dýpi en þar hækkar viðnámið verulega aftur.



3.4 Frumniðurstöður viðnámsmælinga

Frumniðurstöður viðnámsmælinga eru í stuttu máli þessar: Jarðhitasvæðið við Hvíthóla virðist ekki tengt neinu útbreiddu lágviðnámi. Beint undir hitablettinum á yfirborði er lágviðnám sem er mjög takmarkað í útbreiðslu að minnsta kosti í austur-vestur stefnu og nær niður á um 500m dýpi a.m.k. og hugsanlega dýpra. Það kemur eingöngu fram í línu 3 sem bendir til að stefna þess sé norður-suður. Austan þessa lágviðnáms er svo háviðnám sem virðist ná djúpt niður og gæti verið rennslishindrandi til austurs. Vestan við hitablettinn er um 12 ohmm viðnám á 300 - 600m dýpi. Þar fyrir neðan er viðnám herra. Sunnan Hvíthóla er viðnám neðan við 100m allstaðar um 20 - 30 ohmm og litlar breytingar eins djúpt og séð verður og mjög litlar láréttar breytingar. Við Hvíthóla verða talsverðar breytingar til norðurs. Hækkar viðnámið þar niður á um 300m dýpi upp í um eða yfir 100 ohmm. Þar fyrir neðan er um 8 - 15 ohmm niður á um 500 - 600m dýpi, en þar hækkar síðan aftur í 40 - 70 ohmm. Lína 2 hefur reynst erfið í túlkun og gæti það bent til þess að lágviðnámið og háviðnámsveggurinn við hitaskelluna, sem fram koma í línu-3, gangi til norðurs nær samsíða línu 2 og brjóti forsendur tvívíðrar túlkunar.

Norður á móts við stöðvarhúsið og Grænagil virðist viðnámið lækka verulega aftur. Sama gildir í línu 5, sem er uppi í Þrýhyrningadal.

Austur í Sandabotnaskarði kemur fram eina verulega lágviðnámið í mælingunum, um 2 - 3 ohmm og lægst er það við ummyndunina við Leirhól.

Ekki er talið líklegt að sú heildarmynd af viðnámsskipan Hvíthólakliffs-
svæðisins sem hér hefur verið sett fram taki miklum breytingum í loka-
úrvinnslu.

4 ÁÆTLUN UM FRAMHALD VERKSINS

Úrvinnsla yfirborðsmælinga á Hvíthólakliffssvæðinu er ekki lokið og verður því verki haldið áfram. Eftir er endanlegur frágangur á úrvinnslu viðnámsmælinga. Þar beinist athyglin mest að línunum 2 og 4. Enn er allmikill munur á mældum og reiknuðum ferlum þessarra lína. Einnig verður reynt að fá skýrari mörk á viðnámsgildi djúpt undir línunum 1 og 5. Hafin verður úrvinnsla segulmælinga og verður reynt að nota síuforrit til að draga fram áhrif djúpt liggjandi breytinga í segulmögnum. Búast má við að þetta verði erfitt því hraun á yfirborði og mannvirki gefa truflanir sem erfitt verður að losna við úr gögnunum. Ef tími vinnst til verður unnið úr VLF-mælingunum. Reynt verður að tengja niðurstöður yfirborðsmælinga við önnur tiltæk gögn, sem að gagni kunna að koma, svo sem borholumælingar, þyngdarmælingar og almennar jarðfræðilegar athuganir

Stefnt er að lokaskýrslu í mars 1984.

Ljóst er nú þegar að ýmsum spurningum verður ekki svarað með þeim rannsóknnum sem þegar liggja fyrir. Til dæmis væri fróðlegt að geta kannað hvort lágviðnámið við hitaskelluna teygir sig til norðurs og hugsanleg tengsl við Hveragil. Einnig væri fróðlegt að kanna Leirhólssvæðið betur. Enn fremur er Hveragil og nágrenni þess áhugavert rannsóknasvæði. Það væri æskilegt að kanna stærð og eiginleika þess sem vinnslusvæðis áður en fleiri gufulagnir gera slíkar rannsóknir óframkvæmanlegar.

HEIMILDIR

Knútur Árnason, Axel Björnsson og Brynjólfur Eyjólfsson 1983: Framkvæmd yfirborðsrannsóknna við Hvíthólaklif sumarið 1983. Greinargerð JHD-OS KÁ-AB-BEY-83/02.

Axel Björnsson, Benedikt Steingrímsson, Ólafur Flóvenz og Knútur Árnason 1983: Yfirborðsrannsóknir við Hvíthólaklif 1983. Greinargerð JHD-OS AB-BS-ÓF-KÁ-83/01.

Kristján Sæmundsson, Guðmundur Guðmundsson, Karl Grönvold, Karl Ragnars og Stefán Arnórsson 1971: Námafjall-Krafla, áfangaskýrsla um rannsókn jarðhitavæðanna. Orkustofnun skýrsla, júní 1971.

Ragna Karlsdóttir, Gunnar Johnsen, Axel Björnsson, Ómar Sigurðsson og Egill Hauksson 1978: Jarðhitasvæðið við Kröflu, Áfangaskýrsla um jarðeðlisfræðilegarrannsóknir 1976-1978. OS JHD 7847, desember 1978.

Freyr Þórarinnsson 1980: Krafla viðnámsmælingar með fjórpólsaðferð sumarið 1979. OS 80013/JHD07, maí 1980.

Axel Björnsson 1983: Kortlagning sprungna með jarðeðlisfræðilegum aðferðum. Erindi á: Hrafnaving um stöðu Kröfluvirkjunnar 2. og 3. mars 1983. Rafmagnsveitur Ríkisins 1983.

Viðauki I
Verksamningur Nr. 08-83

VERKSAMNINGUR

NR. 08-83

YFIRBORÐSRANNSÓKNIR

Undirritaðir, annars vegar Rafmagnsveitur ríkisins, Kröfluvirkjun, í samningi þessum nefnd verkkaupi og hins vegar Orkustofnun, Jarðhitadeild (JHD), í samningi þessum nefnd verktaki, gerum með okkur svofelldan samning.

1. grein ALMENN ATRIÐI

Verktaki tekur að sér yfirborðsrannsóknir á Hvíthólaklifssvæði við Kröflu sumarið 1983.

Ákvæði eftirtalinna gagna skulu gilda um verkið:

- 1.1 Verksamnings þessa.
- 1.2 Greinargerðar frá JHD merktri AB - BS - ÓF - KÁ - 83/01 dagsettri 1983 03 29.
- 1.3 Íslensks staðals ÍST 30, dags. 1. apríl 1979. Almennum útboðs- og samningsskilmálum.

2. grein UMFANG VERKSINS

Þau verk, sem JHD tekur að sér að vinna, eru nánar sundurliðuð:

- a) Viðnámsdýptarmælingar.
- b) Viðnámsenniðsmælingar.
- c) Segulmælingar.
- d) Úrvinnsla og skýrslugerð.

3. grein KOSTNAÐUR

Fyrir ofangreind störf skal Orkustofnun JHD fá greitt gegn framvísun mánaðarlegs reiknings.

Reikningur skal lagður fram til samþykktar hjá eftirlitsverkfræðingi verkkaupa.

Reikningur skal greiddur að svo miklu leyti sem hann er samþykktur, innan 20 daga frá því að hann er lagður fram hjá eftirlitsverkfræðingi.

Greiðslur skulu miðaðar við gjaldskrá O.S.

Sjá greinargerð í lið 1.2.

4. grein AÐBÚNAÐUR

Verkkaupi mun sjá þeim starfsmönnum verktaka, sem vinna að framangreindum störfum, fyrir fríu fæði og húsnæði á virkjunarstað.

5. grein NIÐURSTÖÐUR

Verktaki skal skila bráðabirgðaskýrslu með frumniðurstöðum í nóvember 1983 og lokaskýrslu eigi síðar en í mars 1984.

6. grein ÁGREININGSMÁL

Rísi mál út af samningi þessum er hvorum aðila um sig heimilt að sækja málið fyrir Bæjarþingi Akureyrar, án undangenginnar sáttameðferðar fyrir sáttanefnd.

6. apríl 1983

Verkkaupi:

Rarik-Kröfluvirkjun

E. Blásson

13. apríl 1983

Verktaki:

Orkustofnun JHD

Gudm. Pálsson

Vitundaryottar:

Ólafur Þ. Þorgeirsson

Vitundaryottar:

Benjamin Þeingrímsson

Viðauki II
Greinargerð JHD um verkáætlun

Yfirborðsrannsóknir við Hvíthólaklif 1983

1. Áætlun um útivinnu

1.1 Viðnámsdýptarmælingar (Schlumberger)

Aðeins 3 eldri mælingar eru til af svæðinu. Með 15 nýjum mælingum ætti að fást yfirlit yfir lögun og dýpt niður á meginumyndunarsvæðið. Í verkið þarf 3 flokksvikur (4 menn).

1.2 Viðnámsniðsmælingar (Kína)

Hafa gefið góða raun á lághitasvæðum og gætu gefið nánari upplýsingar um legu einstakra sprungna og misgengja innan og utan jarðhitakerfisins. 15-20 lengdarkílómetrar, 6 flokksvikur (5 menn).

1.3 Segulmælingar

Rekja sprungur og misgengi á 2 km² svæði. 4 flokksvikur (2 menn)

1.4 Eiginspennumælingar

Kanna meginuppstreymi jarðhitavökva, leita að rennsli í sprungum á 2 km² svæði. 4 flokksvikur (2 menn).

1.5 Tímaáætlun

Liði 1.1 og 1.2 verður að vinna eftir að frost er farið úr jörðu þ.e. í júlí og ágúst. Eðlilegt er því að framkvæma 1.3 og 1.4 í júní.

Athugasemd: Í ljós gæti komið, þegar líður á viðnámsmælingarnar og frumniðurstöður fara að koma í ljós, að vænlegra til árangurs þætti að breyta fyrirhugaðri framkvæmd þeirra, t.d. fjölga viðnámsniðsmælingum á kostnað viðnámsdýptarmælinga eða öfugt. Slíkt yrði þó gert innan marka gerðra tíma- og kostnaðaráætlana.

2. Úrvinnsla og skýrslugerð

- 2.1 Úrvinnsla á viðnámsdýptarmælingum : 20 sérfræðingsvikur.
- 2.2 Úrvinnsla á viðnámsenniðsmælingum : 20 sérfræðingsvikur.
- 2.3 Úrvinnsla segulmælinga : 8 sérfræðingsvikur og 12 vikur aðstoðarmanns.
- 2.4 Úrvinnsla eiginspennumælinga : 12 aðstoðarmannsvikur, auk nokkurra vikna sérfræðings.
- 2.5 Lokaúrvinnsla og skýrslugerð : 8 sérfræðingsvikur.
- 2.6 Auk ofangreindra vinnu þarf um 6 vinnuvikur sérfræðings til undirbúnings mælinga, skoðun eldri gagna og fræðilegra útreikninga.
- 2.7 Úrvinnslu má skipta upp í áfanga. Fyrri áfanga lýkur með bráðabirgðaskýrslu, sem inniheldur frumniðurstöður, og komið gæti út í nóvember 1983. Lokaskýrsla verður tilbúin í mars 1984.

3. Kostnaðaryfirlit

Forsendur

Kostnaðartölur eru á verðlagi desember 1982, byggingarvísitala 1331.

Kostnaður við flokk inniheldur laun og launatengd gjöld mælingamanna, tækjaleigu, ferðakostnað og bílakostnað.

Ekki er innifalið fæði og uppihald, sem gert er ráð fyrir að Kröfluvirkjun greiði beint.

Þar sem líta má á eiginspennumælingar sem nokkurs konar tilraunastarfsemi býðst OS til að greiða kostnað við mælingar þeirra og úrvinnslu gegn því að Kröfluvirkjun sjái mælingamönnum fyrir fæði og húsnæði meðan á mælingum stendur, þ.e. 2 menn í 4 vikur í júní.

Kostnaður Kröfluvirkjunar (án fæðis og uppihalds) þús. kr. VB 1331

Viðnámsdýptarmælingar

3 flokksvikur á 75 þús/v	225	
20 sérfræðingsvikur á 12 þús/v	240	465

Viðnámsniðsmælingar

6 flokksvikur á 87 þús/v	522	
20 sérfræðingsvikur á 12 þús/v	240	762

Segulmælingar

4 flokksvikur á 36 þús/v	114	
8 sérfræðingsvikur á 12 þús/v	96	
12 aðstoðarmannsvikur á 10,5 þús/v	126	336

Úrvinnsla og skýrslugerð

8 sérfræðingsvikur á 12 þús/v	96	96
-------------------------------	----	----

Undirbúningur

6 sérfræðingsvikur á 12 þús/v	72	72
-------------------------------	----	----

1.731