



ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

NESJAVELLIR

**Jarðfræði- og jarðeðlisfræðileg könnun 1986
Áfangaskýrsla**

Tillaga að rannsóknum árið 1987

Knútur Árnason, Guðmundur Ingi Haraldsson,
Gunnar V. Johnsen, Gunnar Þorbergsson, Gylfi Páll Hersir,
Kristján Sæmundsson, Sigurður Rögnvaldsson og
Snorri Páll Snorrason

Unnið fyrir Hitaveitu Reykjavíkur

OS-86061/JHD-23 B

Október 1986



ORKUSTOFNUN
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Verknúmer : 611-114

NESJAVELLIR

Jarðfræði- og jarðeðlisfræðileg könnun 1986

Áfangaskýrsla

Tillaga að rannsóknum árið 1987

Knútur Árnason, Guðmundur Ingi Haraldsson,
Gunnar V. Johnsen, Gunnar Þorbergsson, Gylfi Páll Hersir,
Kristján Sæmundsson, Sigurður Rögnvaldsson og
Snorri Páll Snorrason

Unnið fyrir Hitaveitu Reykjavíkur

OS-86061/JHD-23 B

Október 1986

Dags.
1986.10.31
Dags.

Tilv. vor
KÁ/gb
Tilv. yðar

Hitaveita Reykjavíkur
c/o Jóhannes Zoëga
Grensásvegi 1
108 REYKJAVÍK

Hér með er Hitaveitu Reykjavíkur afhent áfangaskýrsla um yfirborðs-
rannsóknir á jarðhitasvæðinu við Nesjavelli, sumarið 1986. Jarð-
hitadeild Orkustofnunar hefur unnið þetta verk samkvæmt verk-
samningi, 611114-1986, gerðum 8. apríl 1986.

Virðingarfyllst

Knútur Arnason
Knútur Arnason

EFNISYFIRLIT

	bls.
MYNDASKRÁ	4
TÖFLUSKRÁ	4
1 INNGANGUR	5
2 YFIRLIT YFIR RANNSÓKNIR 1986	5
2.1 Jarðfræðikortlagning	6
2.1.1 Framkvæmd	6
2.1.2 Helstu niðurstöður	6
2.2 Viðnámsmælingar	8
2.2.1 Framkvæmd	8
2.2.2 Úrvinnsla	15
2.3 Fallmælingar	20
2.4 Þyngdarmælingar	21
3 TILLÖGUR UM FREKARI RANNSÓKNIR ÁRIÐ 1987	21
3.1 Jarðfræðikortlagning	22
3.2 Viðnámsmælingar	22
3.3 Fallmælingar	25
3.4 Þyngdarmælingar	25
3.5 Kostnaðaráætlun	25
4 HEIMILDIR	27
VIÐAUKI I: Einvíð túlkun Schlumbergermælinga	28
VIÐAUKI II: Mæliferlar viðnámsniðsmælinga	36
VIÐAUKI III: Staðsetningar varanlegra hæla	40

MYNDASKRÁ

	bls.
Mynd 2.1 Svæði sem jarðfræðikortlagning náði til 1986	7
Mynd 2.2 Staðsetning viðnámsmælinga	10
Mynd 2.3 Staðsetning tvípólmælinga	12
Mynd 2.4 Staðsetning TEM-mælinga	14
Mynd 2.5 Viðnámsnið AV þvert á sprungustykkið, lína V	17
Mynd 2.6 Viðnámsnið AV þvert á sprungustykkið, lína VI	18
Mynd 2.7 Viðnámsnið AV þvert á sprungustykkið, lína VIII	19
Mynd 2.8 Fallmælingar á Hengilssvæði 1986	21
Mynd 3.1 Tillaga að HMT-mælingum 1987	24

TÖFLUSKRÁ

Tafla 2.1: Afköst í viðnámsmælingum	9
Tafla 2.2: Tvípólmælingar	11

1 INNGANGUR

Jarðhitadeild Orkustofnunar hefur undanfarin tvö ár annast all umfangsmiklar yfirborðsrannsóknir á jarðhitasvæðinu við Nesjavelli fyrir Hitaveitu Reykjavíkur. Sú rannsókn hófst veturinn 1984-1985 með því að tekin voru saman öll gögn sem til voru af svæðinu og þau endurmetin. Á grundvelli þess endurmats var síðan sett fram tillaga að rannsóknaráætlun fyrir árið 1985 (Axel Björnsson o.fl. 1985).

Sumarið 1985 var unnið samkvæmt þeirri áætlun. Í október það ár var lögð fram áfangaskýrsla (Knútur Árnason o.fl. 1985) þar sem greint var frá framvindu verksins og frumniðurstöðum. Þar voru enn fremur gerðar tillögur að frekari rannsóknum árið 1986. Niðurstöður rannsókna ársins 1985 voru birtar í skýrslu í mars 1986 (Knútur Árnason o.fl. 1986). Tillögurnar sem settar voru fram í áfangaskýrslunni í október 1985 miðuðu að því að fylla upp í eyður í rannsókninni frá 1985 á Nesjavallasvæðinu og enn fremur að tengja hana yfir á nærliggjandi jarðhitasvæði, einkum Ölfusvatnslandið. Á grundvelli þessara tillagna var gerður verksamningur milli Hitaveitu Reykjavíkur og Jarðhitadeildar Orkustofnunar dagsettur 8. apríl 1986 um áframhaldandi yfirborðsrannsóknir sumarið 1986.

Verksamningurinn kveður á um að í jarðfræðikortlagningu skyldi fylla í eyður í kortlagningu og kanna höggun nánar á rannsóknarsvæðinu frá 1985, kortleggja Ölfusvatns- og Hagavíkurland og fá yfirlit yfir gosvirkni Hengilskerfisins. Í viðnámsmælingum skyldi fylla enn frekar í þá mynd sem fékkst af Nesjavallasvæði í könnuninni frá 1985. Í hæðar- og þyngdarmælingum til eftirlits með vinnslu skyldi endurmæla það net mælilína sem búið var að setja upp og auka það nokkuð.

Auk þeirra rannsókna sem kveðið er á um í verksamningi hefur Jarðhitadeild Orkustofnunar í samvinnu við Hitaveitu Reykjavíkur staðið fyrir tilraunum með viðnámsmæliaðferðir sem nota mætti til þess að skyggjast dýpra en hægt er með þeim aðferðum sem einkum hefur verið beitt hingað til.

Í þessari áfangaskýrslu er gerð grein fyrir framkvæmd þessara rannsókna og þeirri úrvinnslu gagna sem þegar hefur farið fram. Enn fremur eru settar fram tillögur að frekari rannsóknum. Úrvinnsla og túlkun gagna er á frumstigi og verður því verki haldið áfram. Því mun ljúka í apríl 1987 og verður þá lögð fram lokaskýrsla um verkið.

2 YFIRLIT YFIR RANNSÓKNIR 1986

2.1 Jarðfræðikortlagning

2.1.1 Framkvæmd

Síðastliðið sumar var unnið að gerð jarðfræðikorts á svæðinu frá Ölkelduhálsi og Bitru, norður að Þingvallavatni. Athugunin var í beinu framhaldi af athugun fyrra árs á jarðfræði Hengils og nágrennis (sjá mynd 2.1). Megináherslan var eins og áður lögð á sundurgreiningu gosseininga, gerð þeirra og útbreiðslu.

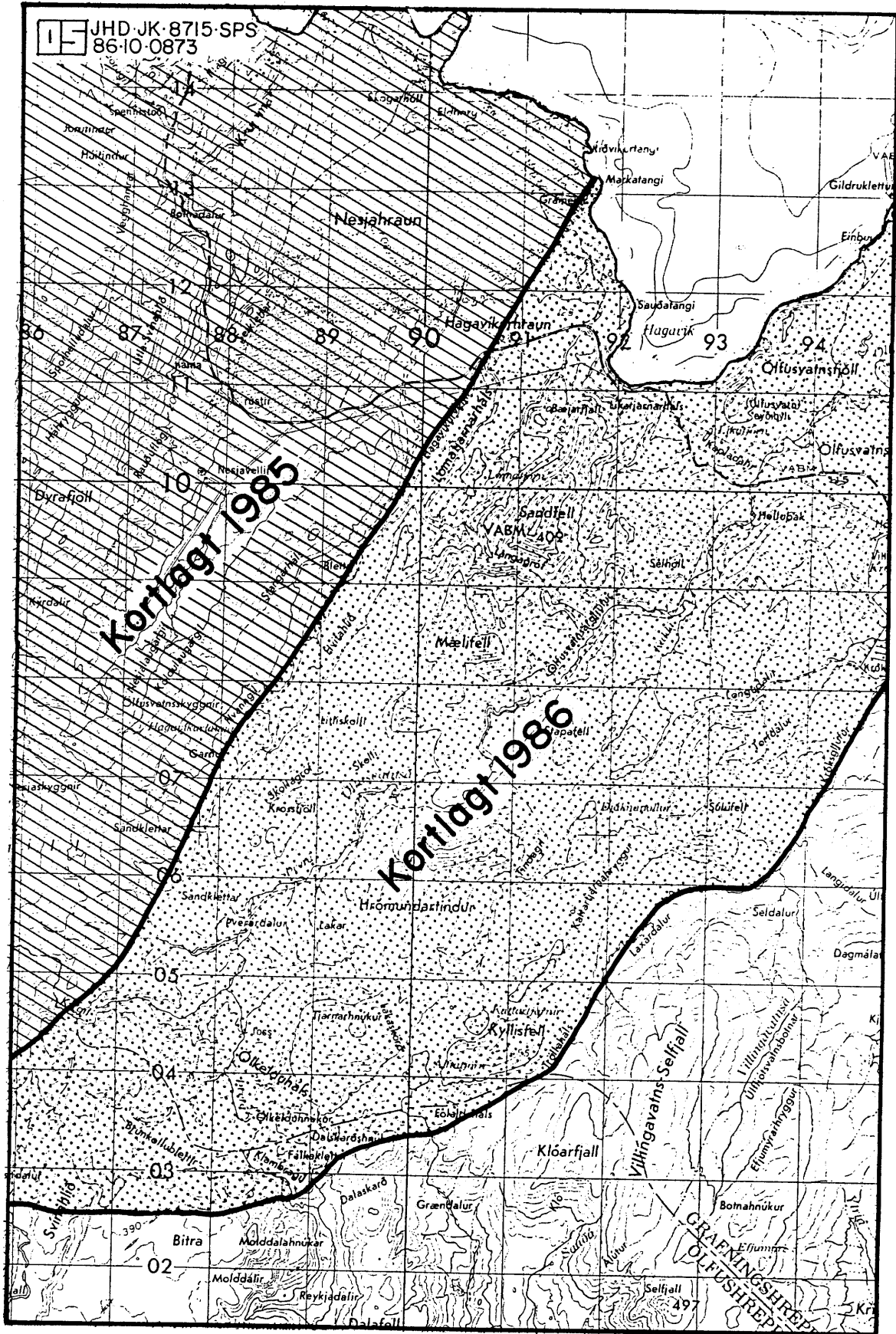
Jarðhiti og jarðhitaummyndun voru kortlögð á svipaðan hátt og áður og hið sama má segja um lindir og vatnafar.

Vinna hófst um miðjan júní og var henni fram haldið með nokkrum hléum fram í september, en eftir það gerðust aðstæður við útivinnu erfiðar vegna veðurs. Verkinu hefur einn maður sinnt lengstaf, en tveir menn um þriggja vikna skeið í ágúst og september. Umsömdum verkþáttum er nú að mestu lokið, en þó er athugun á eldvirkni á Hellisheiði skammt á veg komin. Útlit með veður og færi til útivinnu er nú með þeim hætti að ekki eru þorfur á að úr rætist í þeim málum í ár.

2.1.2 Helstu niðurstöður

Hér verða nefnd nokkur atriði sem komið hafa í ljós við þessa jarðfræðiathugun.

- 1 Lómatjarnarháls og Bæjarháls eru tvær aðskildar einingar, og sennilega er Lómatjarnarháls af svipuðum aldri og Nesjaskógsmyndun.
- 2 Móbergið í Hvíthlíð tengist sennilega neðri Stangarhálsmyndun, fremur en Sandklettum.
- 3 Ísúra móbergið í Stapafelli er að finna neðst í Hrómundartindi og einnig á sléttunni milli Stapafells og Súlufells.



Mynd 2.1 Svæði sem jarðfræðikortlagning náði til 1986

- 4 Yngstu móbergsmýndanirnar við Ölkelduhálsinn eru efnislitlar. Þær mynda fremur þunnt lag ofan á eldra móberg sem tilheyrir Grensdalseldstöðinni þar fyrir austan. Það er mjög ummyndað, en ummyndunin nær ekki að ráði upp í yngri myndanirnar. Þessi staða gæti valdið nokkrum vanda í túlkun viðnámsmælinga á svæðinu.
- 5 Höggun á svæðinu er með allt öðrum hætti en á Nesjavallasvæðinu. Misgengi eru miklu færri og fæst þeirra hafa hreyfst á nútíma. Þeirra greinilegust eru misgengin við Bæjarháls og Lómatjarnarháls. Þau eru hluti sigdalsins sem gengur í gegnum Hengil og norður frá honum. Stefna þeirra er norðaustlæg. Austan við þverá eru brotalínur mjög ógreinilegar. Brot með norðvestlæga stefnu eru í Kyllisfelli og þar fyrir sunnan, og virðast þau tengjast brotum með svipaða stefnu í Grensdal. Jarðhitinn tengist þessari vestlægu stefnu að einhverju leyti, og nægir þar að benda á heitar lindir í Reykjadal sem raðast á línu sem liggur austur-vestur, eða þvísam næst.
- 6 Lindir og vatnafar eru með nokkuð öðrum hætti á svæðinu en í Hengli og umhverfis. Efstu lög berggrunnins eru víðast mun ferskari en á Hengilssvæði og það endurspeglast í lindunum. Þær eru færri, stærri og endurspeglar ákveðnara grunnvatnsborð. Þetta sést best norður af Djáknappelli. Í heild má bera svæðið í vatnafræðilegu tilliti saman við Nesjavallasvæði norðan við Hraunprýði að frádregnum misgengjunum þar.

2.2 Viðnámsmælingar

2.2.1 Framkvæmd

Sumarið 1986 var í hefðbundnum viðnámsmælingum (Schlumberger- og viðnámsniðsmælingum) unnið eftir áætlun sem sett var fram í skýrslunni: "NESJAVELLIR. Jarðfræði og jarðeðlisfræðileg könnun 1985. Áfangaskýrsla. Tillaga að rannsóknum árið 1986" (Knútur Árnason o.fl. 1985). Í þeirri áætlun var gert ráð fyrir því að lína I yrði fram- lengd til austurs um 1 km og að bætt yrði við einni 4 km langri mæli- línu, línu-VIII, með A-V læga stefnu í norðurhlíðum Hengils. Þessi lína var á verkáætlun fyrir sumarið 1985, en var ekki mæld þá. Áætlunin gerði ráð fyrir að á báðum þessum línun yrðu gerðar Schlumbergermælingar og viðnámsniðsmælingar með þremur straumörnum (250, 500 og 750 m).

Viðnámsmælingar hófust þann 9. júní og þann 17. júlí var viðnámsmælingum lokið á línu I og línu VIII. Höfðu þá verið mældir 14,1 km í viðnámsniðsmælingum og 12 Schlumbergermælingar og ennfremur var 1 Schlumbergermæling (HE-94) frá sumrinu 1985 endurmæld vegna gruns um að hún væri gölluð. Mælingarnar gengu nokkurnvegin samkvæmt áætlun þrátt fyrir nokkur vandkvæði vegna veðurs fyrstu vikuna. Á um 1100 m löngum kafla um miðbik línu VIII reyndist þó ekki unnt að gera viðnámsniðsmælingar með 750 m straumarmi vegna þess hve viðnám er lágt og spennumerki þar af leiðandi lítið.

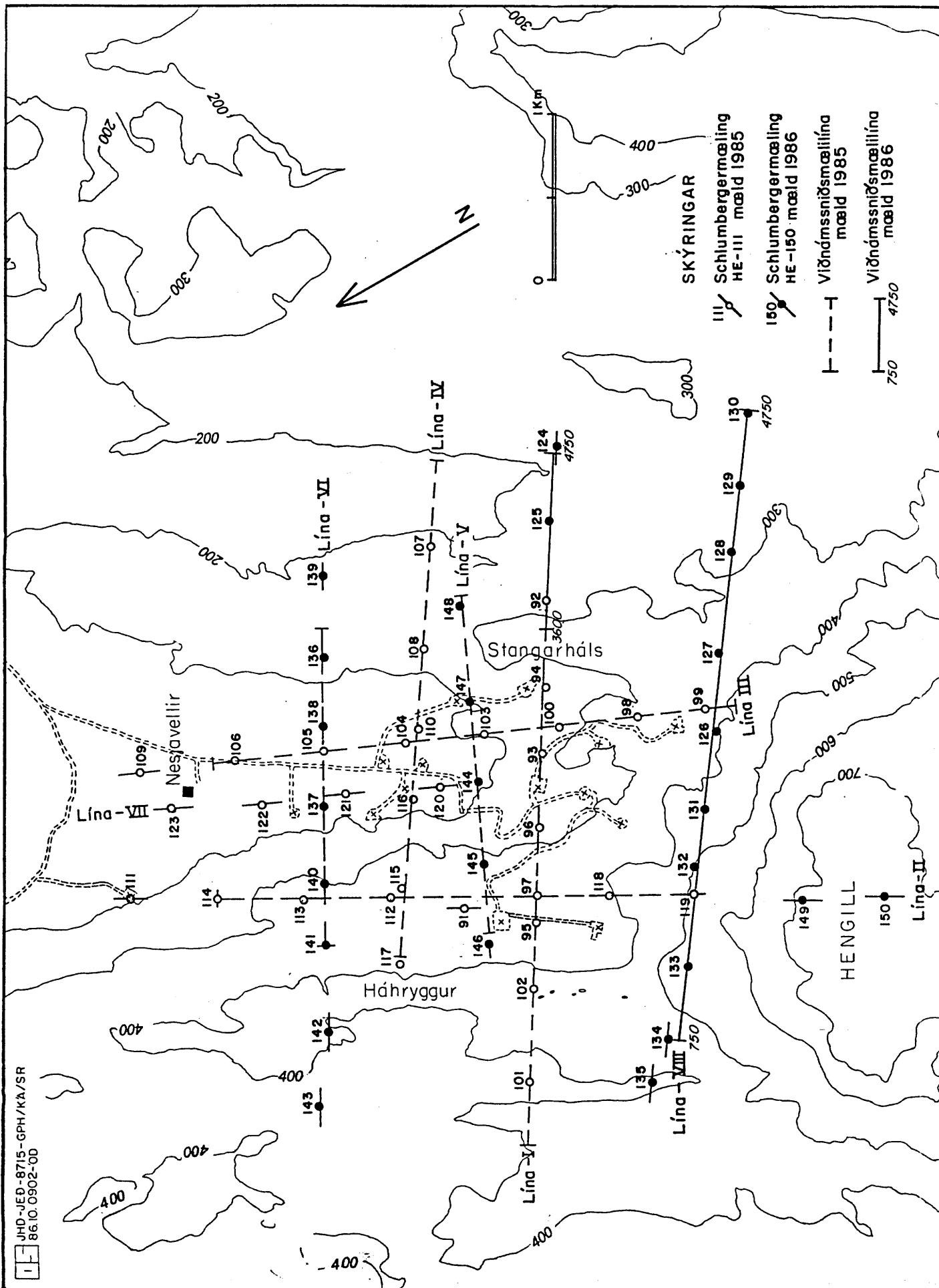
Þegar mælingum á línunum I og VIII lauk þann 17. júlí voru tæpir þrír dagar eftir af umsömdum verktíma og 7 dagar af IV. úthaldi. Þá var ákveðið í samráði við Hitaveitu Reykjavíkur að halda mælingum áfram og gera Schlumbergermælingar á línunum V og VI sem einungis höfðu verið viðnámsniðsmældar sumarið 1985 og ennfremur að bæta við Schlumbergermælingum uppi á Hengli í framhaldi línu II til suðurs. Að þessu var unnið til loka IV. úthalds (7 daga) og síðan 5 daga í ígripum á tímabilinu 26. ágúst til 26. september. Á þessum 12 dögum voru gerðar 15 Schlumbergermælingar, 2 á línu II, 5 á línu V og 8 á línu VI. Alls voru á sumrinu 1986 gerðar viðnámsniðsmælingar á 14,1 km og 27 Schlumbergermælingar (auk þess ein eldri mæling endurtekin). Samkvæmt áætlunum meðalafköstum í verkáætlun svarar þetta til 39 dagsverka, en verk dagar urðu alls 39. Í töflu 2.1 er gefið yfirlit yfir framvindu verksins.

TAFLA 2.1: Afköst í viðnámsmælingum

Úthald	Schlumb. mælingar	Viðnáms. mælingar	Línur
I. Úthald, 09.06-12.06:	(1)	2,300 km	lína I
II. Úthald, 17.06-26.06:	12	1,400 km	lína I, VIII
III. Úthald, 01.07-10.07:		8,100 km	lína VIII
IV. Úthald, 15.07-24.07:	9	2,300 km	lína I, V, VI, VIII
V. Úthald, 26.08-28.08:	3		lína V
VI. Úthald, 20.09+26.09:	3		lína II, V,

Samtals:			
3,9 úthöld, 39 dagar	27	14,100 km	5 línur

Á mynd 2.2 eru sýndar staðsetningar hefðbundinna viðnámsmælinga sumarið 1986 (með heildregnum línunum og fylltum punktum) ásamt með staðsetningu mælinga frá 1985 (með brotnum línunum og hringjum).



JHD-JED-8715-GPH/KA/SR
86.10.0902-00

Mynd 2.2 Staðsetning viðnámsmælinga

Auk hefðbundinna viðnámsmælinga stóð Orkustofnun, í samvinnu við Hita-veitu Reykjavíkur, fyrir tilraunum með mæliaðferðir til að skyggjast dýpra en hægt hefur verið með þeim aðferðum sem einkum hefur verið beitt hingað til. Þessar tilraunamælingar fóru að mestu fram á Nesjavöllum. Reyndar voru þrennskonar mæliaðferðir: Tvípólmælingar, TEM-mælingar (Transient Electromagnetics) og HMT-mælingar (High Frequency Magnetotellurics).

Tvípólmælingar voru gerðar á tímabilinu 29. júlí til 11. ágúst. Notuð var línuleg tvípóluppsetning þ.e.a.s. senditvípóll af lengd AB og móttökutvípóll af lengd MN falla á sömu línu. Fjarlægðin milli sendi- og móttökutvípóls var augin skref af skrefi þ.a. stysta fjarlægð milli straumskauts í senditvípól og spennuskauts í móttökutvípól var heilt margfeldi af lengd móttökutvípóls ($n * MN$). Út frá útsendum straum í senditvípól og mældri spennu yfir móttökutvípól var reiknað út sýndarviðnám og það skráð sem fall af fjarlægð milli miðju sendi- og móttökutvípóls sem er gefin með eftirfarandi sambandi:

$$r = AB/2 + MN/2 + n * MN$$

Tvípólmælingarnar voru gerðar á línu I. Settir voru upp þrjár senditvípólar. Sá fyrsti var á brekkubrún fyrir ofan búðirnar og mælt í báðar áttir frá honum (HT-1 og HT-2). Sá næsti var við Katlatjarnir og mælt til norðvesturs yfir Nesjavallasvæðið og út á Mosfellsheiði (HT-3). Þriðji senditvípóllinn var á Mosfellsheiði og mælt til suðausturs yfir Nesjavallasvæðið (HT-4). Í töflu 2.2 er gefið yfirlit yfir tvípólmælingar og á mynd 2.3 er mællínan sýnd og staðsetning senditvípóla.

TAFLA 2.2: Tvípólmælingar

Sendistöð á brekkubrún, AB=325 m

HT-1 til SA, MN= 325 m, n:1-20, r:0,650-6,825 km

HT-2 til NV, MN= 350 m, n:1-20, r:0,650-6,825 km

Senditvípóll við Katlatjarnir, AB=700 m

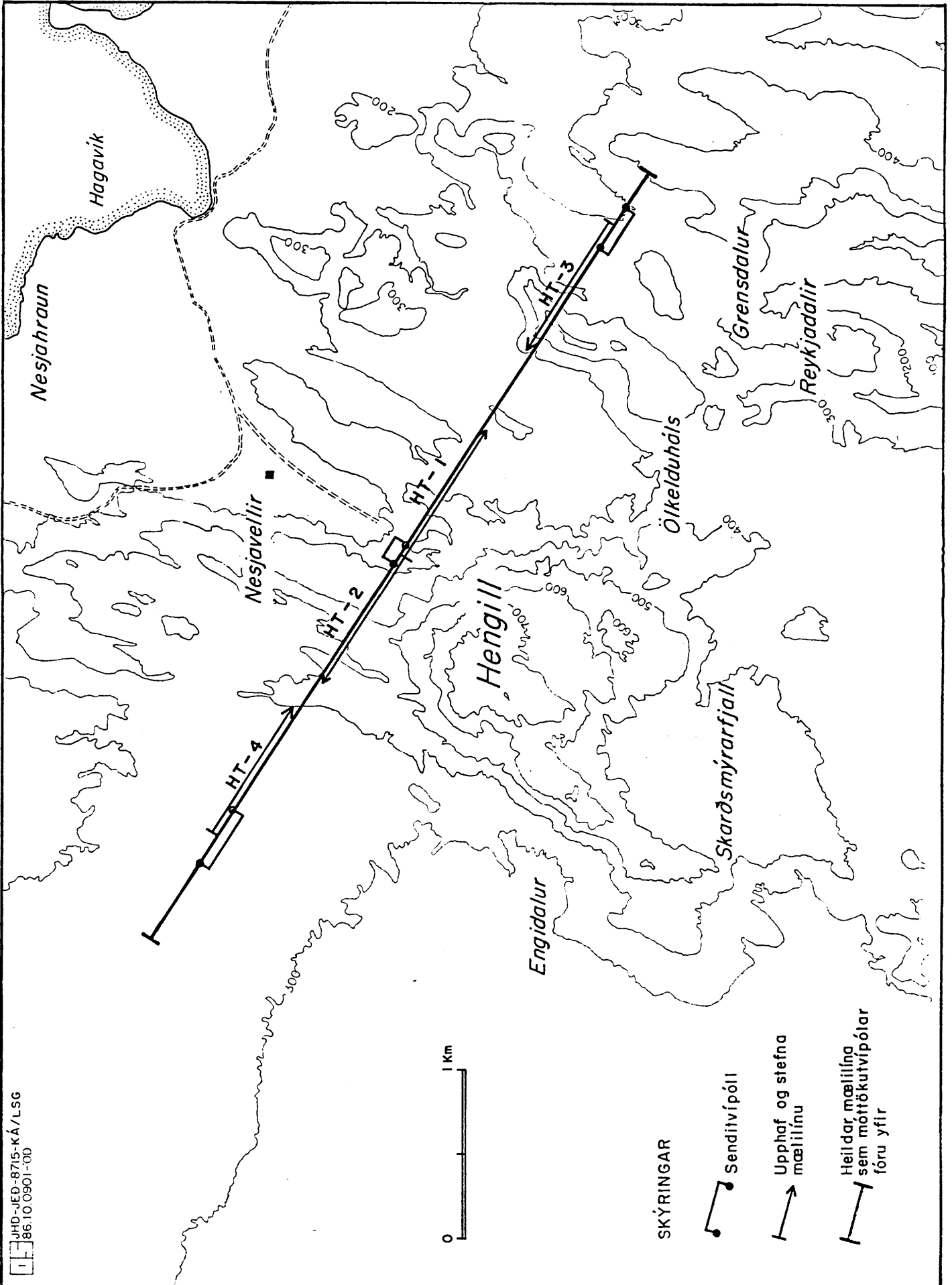
HT-3 til NV, MN= 350 m, n:1-7, r:0,875-2,975 km

MN= 700 m, n:3-13, r:2,800-9,800 km

Senditvípóll á Mosfellsheiði, AB=1000 m

HT-4 til SA, MN= 100 m, n:1-26, r:0,650-3,150 km

MN=1000 m, n:1-6, r:2,000-7,000 km



Mynd 2.3 Staðsetning tvíþólmælinga

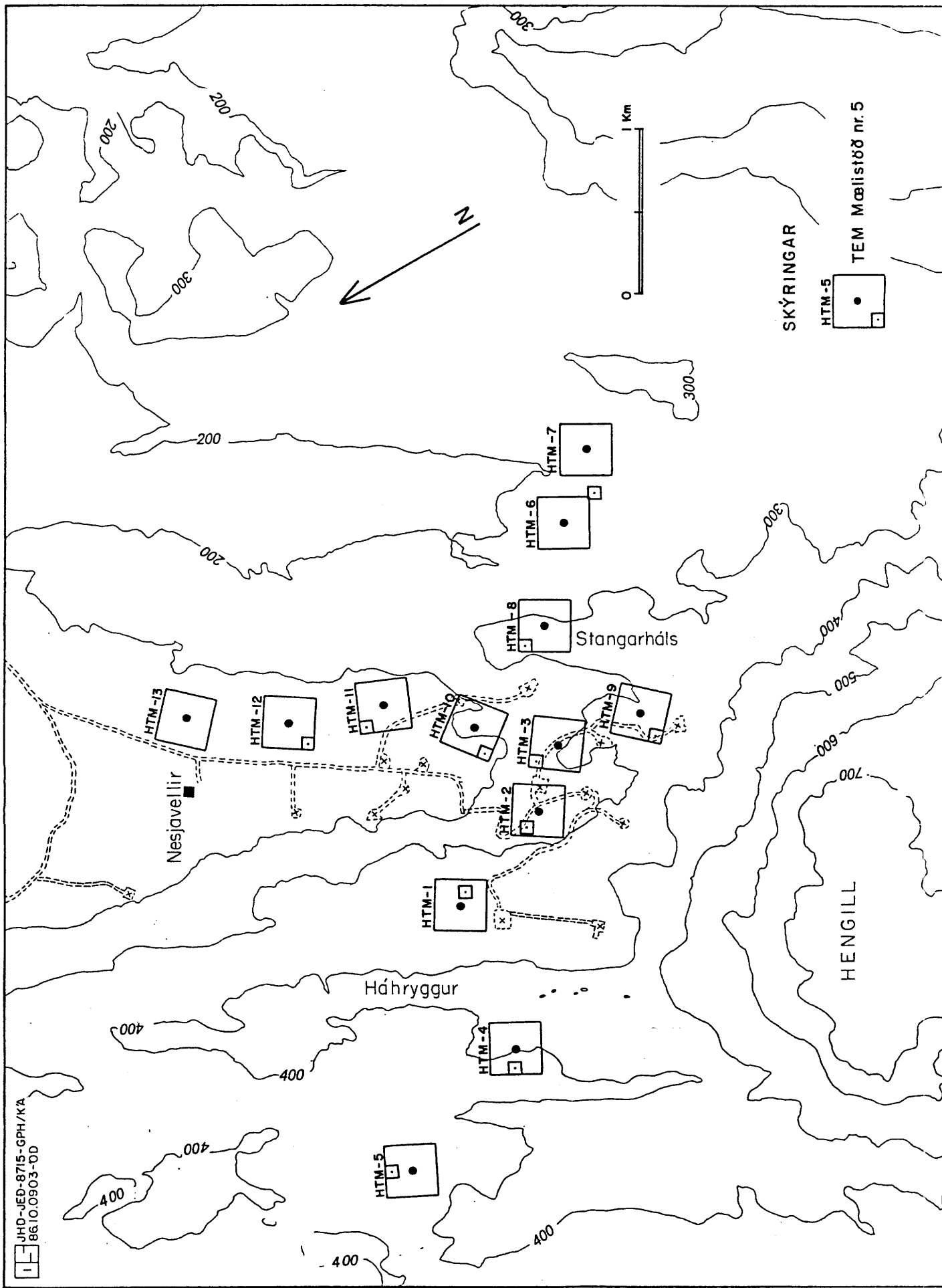
Dagana 12.-17. ágúst fóru fram TEM-mælingar. Þessi aðferð byggir á því að búið er til segulsvið með því að senda jafnstraum um vírlykkju sem í okkar tilfalli var höfð ferningslaga með hliðalengd 300 m. Þegar slökkt er á straumnum dofnar segulsviðið og spanar við það strauma í jörðinni. Með því að mæla með spólu, í miðju sendilykkjunnar, hvernig segulsviðið dofnar sem fall af tíma fást upplýsingar um viðnámsskipan undir mælistað. Reiknað er út sýndarviðnám sem fall af tíma. Eftir því sem lengra líður frá því að slökkt er á straumnum í sendilykkjunni fást upplýsingar um viðnám á meira dýpi.

Mælingarnar voru gerðar í samvinnu við U.S. Geological Survey í Denver í Bandaríkjunum. Þeir lögðu til mælitækin (EM-37 frá Geonics) og einn mann, Dr. David V. Fitterman, en Orkustofnun lagði til bíl og þrjú menn. Framkvæmd mælinganna gekk vel og alls voru gerðar 13 mælingar á Nesjavallasvæði. Staðsetning þeirra er sýnd á mynd 2.4. Á línu I voru gerðar 8 mælingar, frá Dyradal í vestri að Krossfjöllum í austri og 6 mælingar á línu III, frá holu NJ-14 í suðri og norður á móts við Nesjavallabæ (ein mæling er sameiginleg báðum línunum). Úrvinnsla og túlkun mælinga verður gerð bæði hjá USGS í Denver og á Orkustofnun.

Fyrrihluta septembermánaðar voru gerðar tilraunir með HMT-mælingar. Í þessum mælingum eru mældar samtímis í yfirborði jarðar náttúrulegar segulsviðssveiflur og rafsviðssveiflur sem spanast. Út frá styrk þessara sveiflna má fá upplýsingar um viðnámsskipan undir mælistað. Reiknað er út sýndarviðnám sem fall af tíðni sveiflanna og eftir því sem tíðnin er lægri fást upplýsingar um viðnámsskipan á meira dýpi.

Fengin voru að láni tæki frá Háskólanum í Uppsala í Svíþjóð og enn fremur voru notuð ný tæki smíðuð á Orkustofnun. Megináhersla var lögð á að kanna hvort hér á landi væri nægilegt merki á tíðnibilinu 0,1-10 Hz, til þess að nota mætti þessa aðferð til að kanna viðnámsskipan á dýptarbilinu 0,5-3 km. Ákveðið var að safna nokkuð miklu magni af gögnum frá fáum stöðum í stað þess að mæla á mörgum stöðum. Fyrir valinu urðu Kýrdalur á Nesjavallasvæði, Jósepsdalur og Höskuldavellir á Trölladyngjusvæði. Mælingar í Kýrdal fóru fram dagana 2.-5. september. Auk þess að mæla á tíðnibilinu 0,1-10 Hz var mælt eina nótt á tíðnibilinu 0,0003-0,5 Hz til að kanna viðnámsskipan á miklu dýpi.

Á verkfundi með Hitaveitu Reykjavíkur var ákveðið að Orkustofnun tæki að sér að setja niður "varanlega hæla" í mælilínur. Galvaniserað hálf tommu rör, 50 cm langt, var málað appelsínurautt, merkt með OS-merki, heiti mælingar, mælilína og fjarlægð skrifað á með tússi og síðan var rörið lakkað tvisvar. Rúmur helmingur rörsins var rekinn ofaní jörðina og síðan var 130 cm steypustyrktarjárn, 10 mm þykkt, barið ofaní jörðina í gegnum rörið og að lokum snúið í hring ofaná rörinu. Í viðauka III er tafla yfir staðsetningu hælanna.



Mynd 2.4 Staðsetning TEM-mælinga

2.2.2 Úrvinnsla

Schlumbergermælingar frá sumrinu 1986 (HE-124 til HE-150) hafa verið túlkaðar einvítt með forritinu ELLIPSE. Þar er gert ráð fyrir að viðnám breytist einungis með dýpi og jörðinni megi skipta í lárétt viðnámslög. Ekki var tekið tillit til landslags en það getur haft töluverð áhrif. Í tvívíðri túlkun er aftur á móti reiknað með því. Mæliferlar Schlumbergermælinga ásamt einvíðri túlkun eru sýndir í viðauka I. Við túlkun voru mælipunktur ýmist vegnir með tilliti til mælióvissu (vægi 1) eða í öfugu hlutfalli við stærð sýndarviðnáms (vægi 2). Í viðauka er gefið upp hvort vægið var notað hverju sinni.

Taka ber þessa túlkun með varúð, þar sem viðnám breytist oft mjög mikið í lárétta stefnu, en það stríðir gegn forsendu einvíðrar túlkunar. Margar mælingar af Nesjavallasvæði bera þess merki að viðnám breytist í lárétta stefnu. Auk þess sýndu niðurstöður mælinga sumarsins 1985 að einvíð túlkun er oft á tíðum beinlínis villandi (sjá Knútur Árnason o.fl. 1986). Tvívíð túlkun er því nauðsynleg og í sumum tilvikum jafnvel þrívíð ef vel ætti að vera.

Það er alltaf álitamál hvernig meta beri dýptarskynjun mælinga. Hún er bæði háð straumarmslengd og viðnámsgerð neðan mælistaðar. Hér er gert ráð fyrir að hún sé að jafnaði ekki meiri en helmingur af hálfri straumarmslengd. Hálf straumarmslengd flestra Schlumbergermælinganna var 1780 m, þannig að dýptarskynjunin er sjaldnast meiri en 900 m. Myndir 2.3-2.5 sýna viðnámsnið samkvæmt einvíðri túlkun Schlumbergermælinga á línu V, línu VI og línu VIII. Lega línanna er sýnd á mynd 2.2.

Megintilgangur þessara viðnámsmælinga var að kortleggja lágviðnámssvæði sem tengist jarðhitasvæðinu við Nesjavelli, kanna breytilega dýpt niður á það og athuga hvort hátt viðnám leynist undir. Lína V og lína VI voru viðnámsniðsmældar sumarið 1985 (Knútur Árnason o.fl. 1985 og 1986). Lína VIII var hins vegar bæði viðnámsniðsmæld og Schlumbergermæld sumarið 1986. Fjallað verður sérstaklega í lok kaflans um mælingarnar sem bætt var austan við línu I og sunnan við línu II.

Lína V nær frá austurhlíðum Háhryggs, yfir Kýrdal og Fálkakletta, yfir Nesjavalladal milli Hraunprýði og vinnubúða Hitaveitunnar og rétt austur yfir Stangarháls. Lágt viðnám (minna en 5 ohmm) kemur einungis fram í Nesjavalladal en hvorki undir Fálkaklettum né vesturhlíðum Stangarháls. Samkvæmt einvíðri túlkun eru einungis 50 m niður á efri mörk lága viðnámsins sem svarar til um 150 m ofan við sjávarmál. Túlkunin sýnir ekki hátt viðnám þar fyrir neðan.

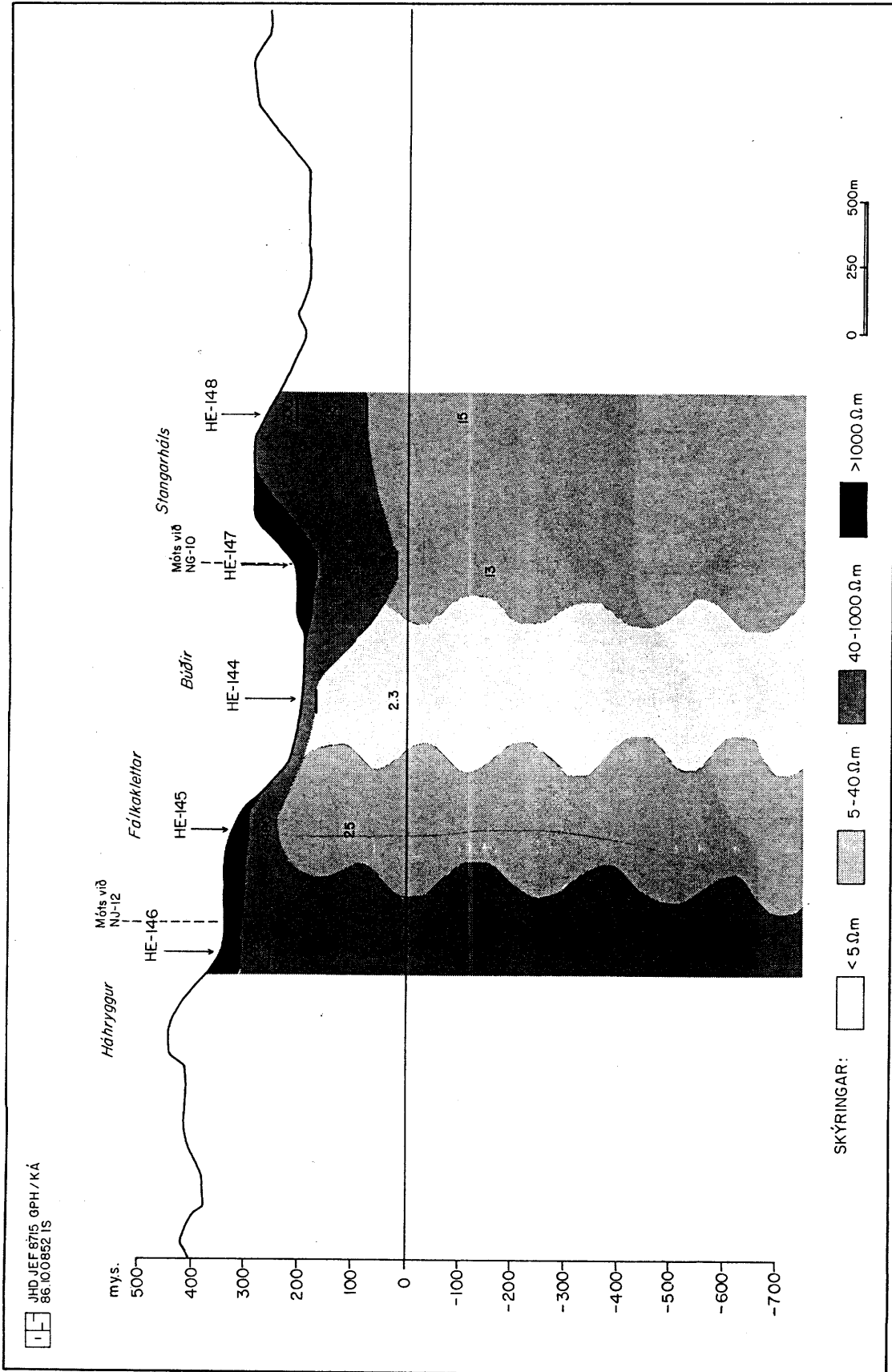
Lína VI nær frá Sporhelludal, yfir Háhrygg og framhald Kýrdalshryggs til norðurs, yfir Nesjavalladal og austur yfir Stangarháls. Samkvæmt einvíðri túlkun er viðnám lægst undir framhaldi Kýrdalshryggjar til norðurs eða rétt rúmir 10 ohmm. Á þessu svæði sker lína II línu VI (sjá mynd 2.2) og sýndi tvívíð túlkun línu II lágt viðnám (minna en 5 ohmm) á þessum slóðum (Knútur Árnason o.fl. 1986). Í einvíðri túlkun línu II kom það hins vegar ekki fram og er það gott dæmi um hve varhugaverð einvíð túlkun getur reynst.

Lína VIII nær frá Skeggjadal, austur eftir norðurhlíðum Hengils, yfir Köldulaugagil, eftir Sandklettum og að Krossfjöllum. Fram kemur lágt viðnám (minna en 5 omm) og er alls staðar hátt viðnám þar undir.

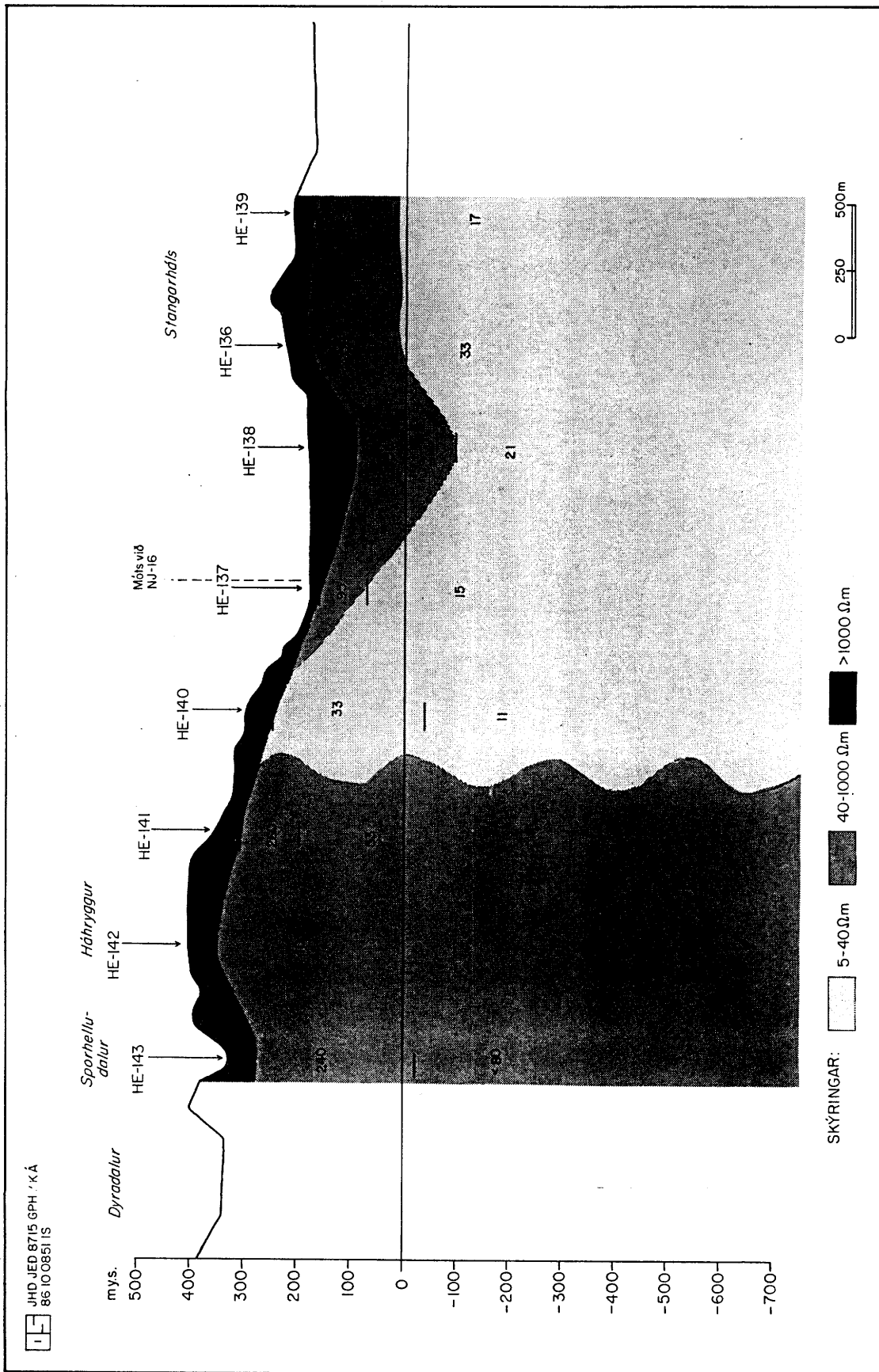
Vesturmörk lága viðnámsins eru undir norðurhlíðum Hengils ofan við Kýrdal og nær þessi hluti lága viðnámsins austur að Sandklettum. Grynnt er á það undir framhaldi Kýrdalshryggs til suðurs, móts við holu NG-8, en þar eru efri mörk þess á 150 m dýpi, sem er um 350 m ofan við sjávarmál. Móts við holu NJ-14 eru einnig 150 m niður á efri mörkin sem þar svarar til 250 m ofan við sjávarmál. Dýpst er á lága viðnámið undir mælingunum sitt hvoru megin, en þar eru efri mörkin á rúmlega 300 m dýpi eða 50 m ofan við sjávarmál. Undir Sandklettum er viðnám herra á þessu dýptarbili. Lágt viðnám kemur svo aftur fram í austasta hluta línunnar og nær það frá eystribrún Sandkletta og eins langt í austur og mælingar ná sem er við Krossfjöll. Efri mörk lága viðnámsins eru þarna á 300 m dýpi eða 50 m neðan við sjávarmál.

Lítið er hægt að segja nákvæmlega um þykktar og viðnámsgildi lága viðnámsins, sem fram kemur í línu VIII, enda er einungis hlutfall viðnáms og þykktar vel ákvarðað í lágviðnámslagi eins og þessu sem er milli tveggja laga með herra viðnámi. Vel kann því að vera að lagið sé nokkuð þykkra og með herra viðnámi, eða þynnra og með lægra viðnámi. Eins er viðnámsgildi háa viðnámsins neðan þess lága lítt þekkt. Dýpi niður á lága viðnámið er hins vegar allvel ákvarðað.

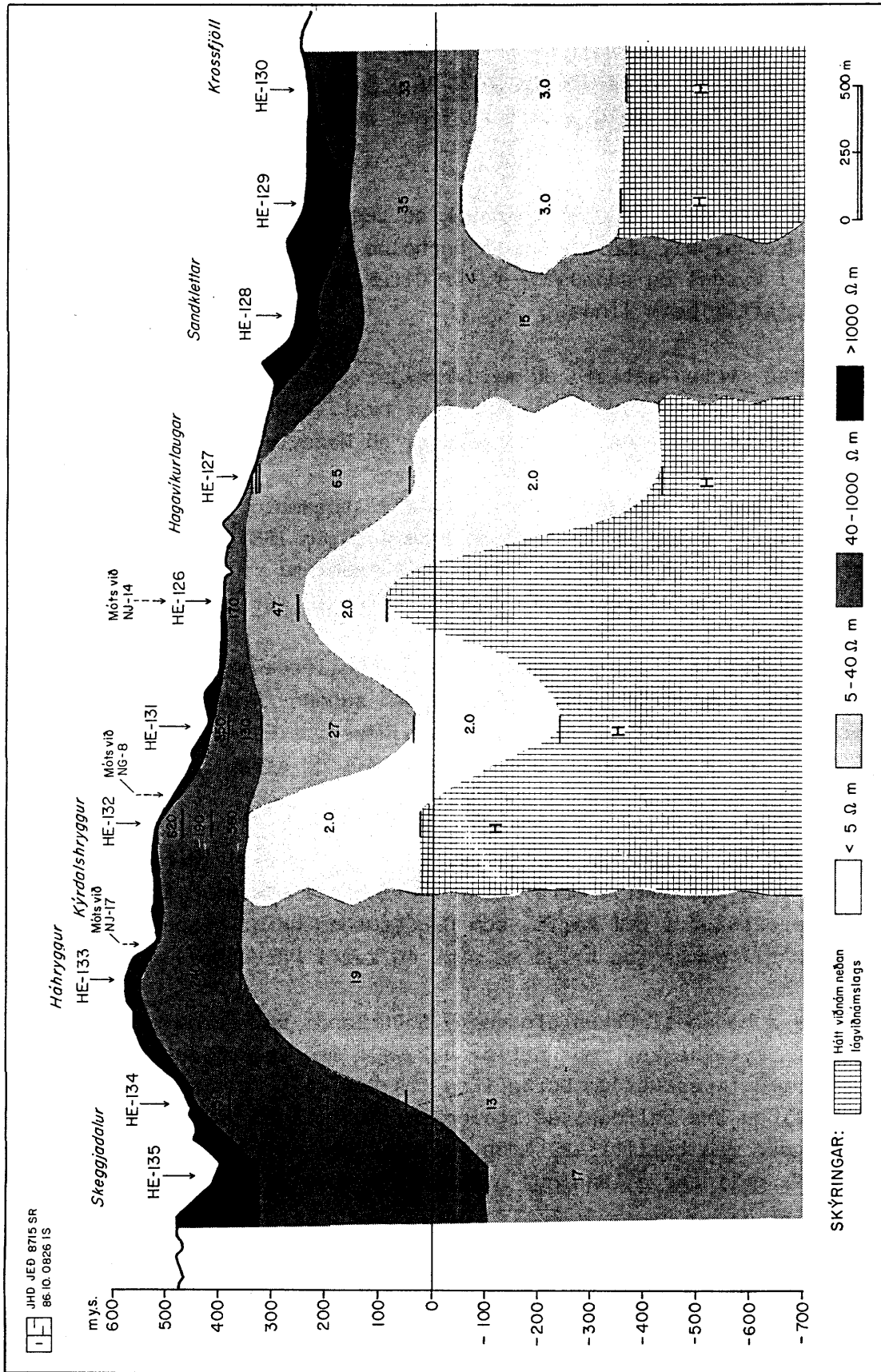
Austast í línu I var bætt við 1 km í viðnámssniðsmælingum og tveimur Schlumbergermælingum. Mæliferlar viðnámssniðsmælinga og einvíð túlkun Schlumbergermælinga bendir til þess að viðnám sé herra en 10 ohmm austan við Hvangil eins djúpt og eins langt í austur og mælingar skynja. Tveimur mælingum var bætt við sunnan við línu II. Einvíð túlkun bendir til þess að viðnám lækki verulega til suðurs undir Hengli.



Mynd 2.5 Viðnámssnið AV þvert á sprungustykkið, lína V



Mynd 2.6 Viðnámssnið AV þvert á sprungustykkið, lína VI



Mynd 2.7 Viðnámssnið AV þvert á sprungustykkið, lína VIII

2.3 Fallmælingar

Á mynd 2.8 eru sýndar línur á Nesjavöllum (innan ferhyrnings) og á Hengilssvæði fallmældar á árunum 1982-86. Ártalið við línuna sýnir hvenær hún var fyrst mæld. Slitnar línur sýna hvar æskilegt er talið að fallmæla að auki.

Eins og 1985 var mælt frá Þorsteinsvík að vegamótum á Þjóðvegi, með vegi að Hraunprýði, upp brekku að borholum og þaðan til beggja handa norðvestur í Kýrdal og suðaustur fyrir Ölfusvatnsskyggni, en ekki var mælt lengra eftir þeim línunum.

Þess í stað voru settar og mældar nýjar línur í Kýrdal og meðfram Stangarhálsi í samræmi við óskir um línur næst vinnslusvæðinu. Einnig var mæld ný lína frá vegamótum á Þjóðvegi að Hagavík.

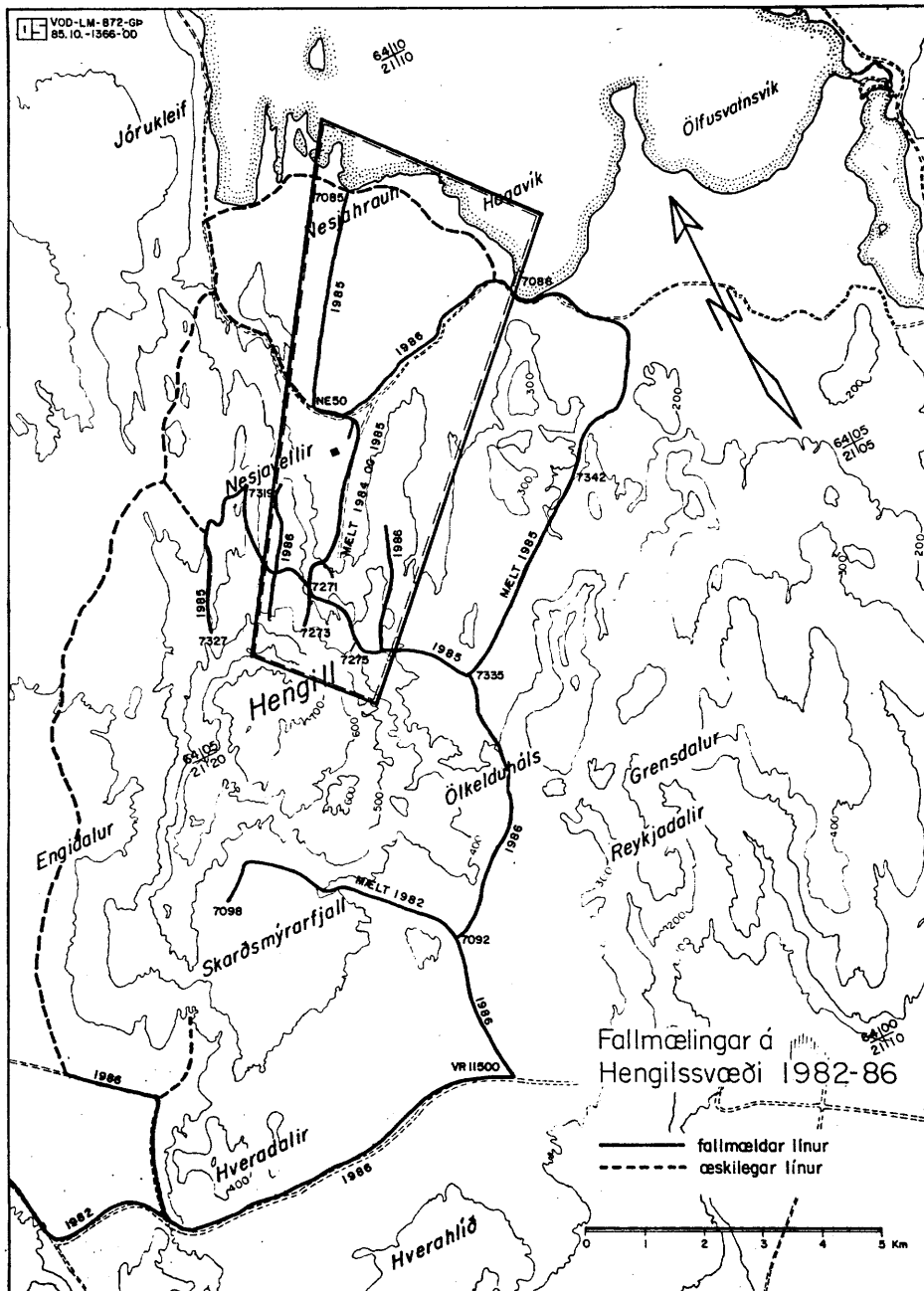
Í tveimur bilum í erfiðu hrauni (milli vegamóta á Þjóðvegi og Þorsteinsvíkur) munar samtals 10 mm á mælingunum 1985 og 1986. Þessi bil voru mæld tvisvar 1986. Annars er gott samræmi milli mælinganna 1985 og 1986 og engar hreyfingar virðast hafa átt sér stað.

Einnig var fallmælt fyrir Orkustofnun á Hengilssvæðinu sumarið 1986. Mælt var frá fastmerki við Ölfusvatnsá sunnan Krossfjalla, yfir Ölkelduháls, að Hengladalsá og áfram að Þjóðvegi á Hellisheiði. Þaðan var mælt sem leið liggur að Kolviðarhóli og áfram 3 km til norðvesturs.

Á Hellisheiði var mælt á nokkur fastmerki Vegagerðar ríkisins, sem eru í hæðarkerfi Reykjavíkur. Hæðartölur í því kerfi eru um 0,25 m stærri tölur en hæðartölur í því kerfi, sem Orkustofnun hefur notað á Nesjavöllum fram til þessa (og telja má sama og kerfi Forverks).

Núllpunktur í hæðaneti Orkustofnunar á Suðurlandi var fenginn með sjómælingum á Eyrarbakka, en netið var mælt með trékvörðum. Nú hefur verið mæld með invarkvörðum burðarlína frá Búrfelli á Selfoss. Enn vantar mælingu frá Selfossi að Steingrímsstöð til að helstu virkjanir séu samtengdar með tilliti til hæða. Þá væru Nesjavellir komnir inn í kerfið, ef mælingar útlendinga umhverfis Þingvallavatn verða notaðar einnig.

Um 25 cm skekkja virðist vera í mælingum Forverks úr Reykjavíkurkerfi við Geitháls á Nesjavelli, enda fengust hæðir með mælingum lengda og horna. Ef mæling Orkustofnunar yfir Ölkelduháls og Hellisheiði á að nýtast sem tenging við Reykjavík, verður að mæla milli Geitháls og Svínahrauns með invarkvörðum. Eðlilegt væri einnig að styrkja tengingu hæðarkerfanna tveggja með mælingu niður Kamba á Selfoss. Æskilegt væri að nokkrir aðilar bæru sameiginlega kostnað við öll þessi verk.



Mynd 2.8 Fallmælingar á Hengilssvæði

2.4 Þyngdarmælingar

Árið 1986 var þyngdarmælt í sömu punktum og fallmældir voru til eftirlits með vinnslu. Ennfremur voru gerðar þyngdarmælingar eftir viðnámsmælilínu VIII. Úrvinnsla mælinga hefur ekki farið fram enn sem komið er.

3 TILLÖGUR UM FREKARI RANNSÓKNIR ÁRIÐ 1987

3.1 Jarðfræðikortlagning

Í jarðfræðikortlagningu er eftirfarandi lagt til:

- 1 Gert verði heildarkort af jarðhita og ummyndun á Hengilssvæðinu. Kortið yrði samantekt á rannsóknum frá 1985 og 1986, af Hengli og Ölkelduhálsi, að viðbættri rannsókn á jarðhita og ummyndun á Kolviðarhólssvæðinu, Skarðsmýrarfjalli og Reykjafelli.
- 2 Ljúka rannsókn á eldvirkni á Hellisheiði.
- 3 Tengja jarðfræðikort af Vestur-Hengli betur við Hengilskortið frá 1985 og ganga frá ýmsum lausum endum í kortlagningu jarðfræði og sprungna á Hengilssvæðinu.

Sé hugað að framhaldsrannsóknum á Ölkelduhálsi og nágrenni, þá gæti verið fengur að því að vita nokkuð um jarðfræði í Grensdal og Reykjadal. Jarðlög á þeim slóðum ná sennilegast innundir Ölkelduháls. Þau eru mjög ummynduð og brotin. Vitneskja um þessi lög myndi mjög styrkja alla túlkun jarðeðlisfræði- og borholugagna, þar á hálsinum.

3.2 Viðnámsmælingar

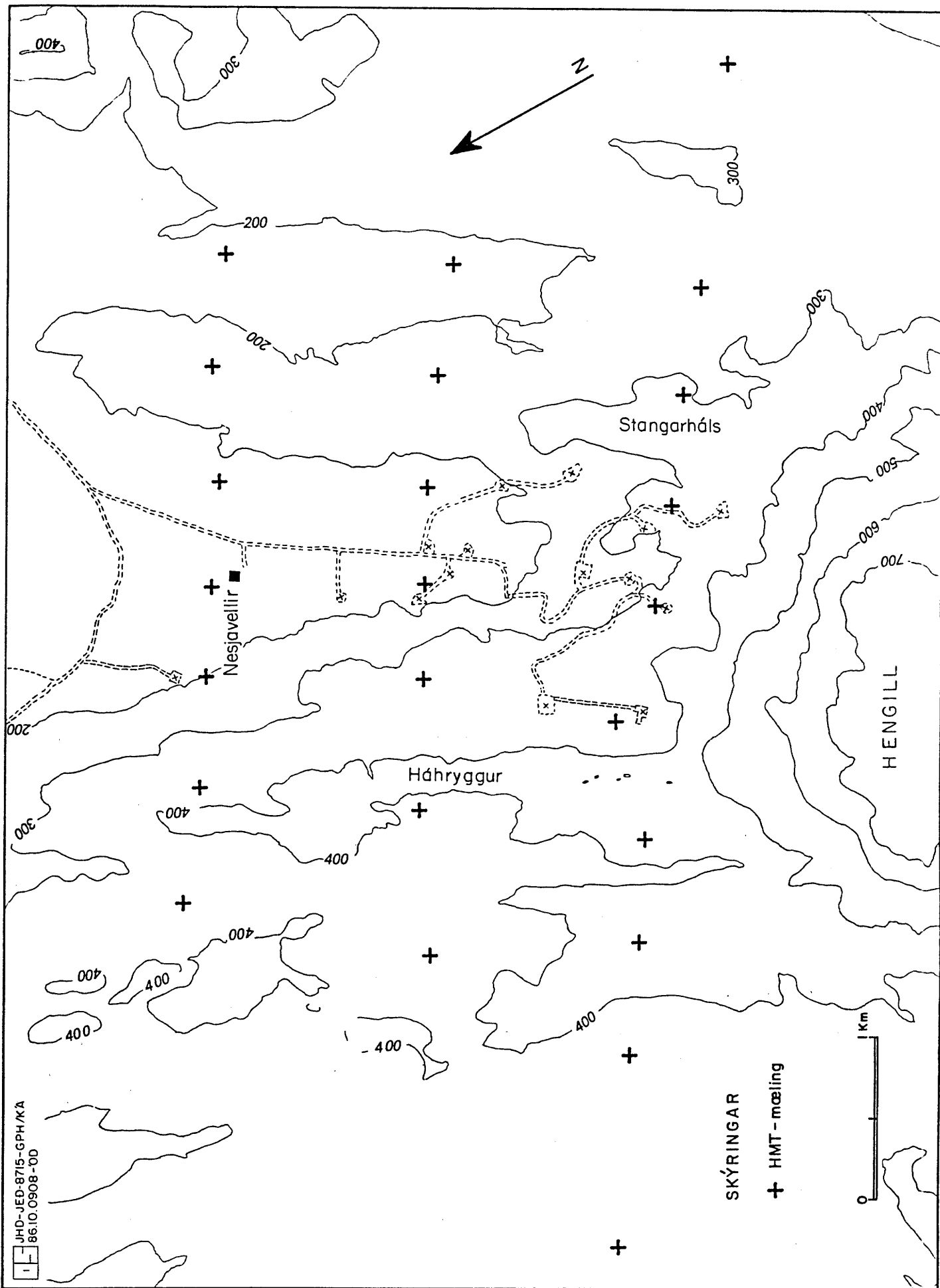
Jarðhitasvæðið við Nesjavelli hefur verið kortlagt það nákvæmlega með hefðbundnum viðnámsmælingum að ólíklegt má telja að frekari slíkar mælingar komi þar að mikið meira gagni. Þó er ekki útilokað að við lokaúrvinnslu mæliniðurstaða vakni einhverjar spurningar sem mætti svara með hefðbundnum mælingum. Dýptarskynjun þeirra viðnámsmæliaðferða sem hér eru kallaðir hefðbundnar (Schlumberger- og viðnáms-sniðsmælingar) er hins vegar heldur lítil (700-800 m) miðað við það að vinnsluholur á jarðhitasvæðinu eru að vinna vökva á dýptarbilinu 800-2000 m. Eins og fram kom í kafla 2.2.1 stóð Jarðhitadeild Orkustofnunar í samvinnu við Hitaveitu Reykjavíkur fyrir tilraunum með mæliaðferðir sem nota mætti til þess að skyggjast dýpra. Reyndar voru þrjár aðferðir, tvípól-, TEM- og HMT-mælingar. Úrvinnsla gagna úr þessum mælingum hefur ekki farið fram ennþá nema að mjög litlu leyti þannig að á þessari stundu er ekki hægt að segja með neinni vissu hver þeirra muni henta best.

Safnað var nokkru magni af gögnum með tvíþól- og TEM-mælingum, en HMT-mælingarnar miðuðust fyrst og fremst við að kanna hvort fyrir hendi væri nægjanlegt merki á því tíðnibili sem hentar til að kanna viðnámsskipan á 500-3000 m dýpi. Eins og fram kom í kafla 2.2.1 bendir frumathugun gagna til þess að nægjanlegt merki sé á þessu tíðnibili. Ef svo er, þá benda líkur til þess að HMT-mælingar séu fýsilegasti kosturinn til að kanna viðnámsskipanina dýpra en hægt hefur verið hingað til. Hér er því lagt til að sumarið 1987 verði gerðar HMT-mælingar á jarðhitasvæðinu við Nesjavelli. Það skal þó tekið skýrt fram að þessi tillaga er gerð með þeim fyrirvara að frekari úrvinnsla gagna frá sumrinu 1986 staðfesti að nægjanlegt merki sé fyrir hendi. Lagt er til að mældar verði 24 stöðvar og þeim raðað á 3 línur þvert á ríkjandi sprungustefnu eins og sýnt er á mynd 3.1.

Á Orkustofnun er ekki fyrir hendi jafnmikil reynsla af HMT-mælingum og af hefðbundnum viðnámsmælingum. Tíma- og kostnaðaráætlun fyrir þessar mælingar verður því nokkuð óviss bæði hvað varðar framkvæmd þeirra og úrvinnslu. Í þeirri kostnaðaráætlun sem sett er fram hér á eftir er gert ráð fyrir að tveir menn mæli tvær stöðvar á dag. Í úrvinnslu-þættinum er það einkum umfang tvívíðrar túlkunar og tölvukostnaður henni samfara sem teljast verður nokkuð óviss.

Þeirri hugmynd hefur verið varpað fram að hugsanlega mætti fá vís-bendingar um viðbrögð jarðhitakerfisins samfara vinnslu með því að endurtaka viðnámsmælingar og kanna hvort sjá megi breytingar á eðlisviðnámi jarðlaga. Þetta hefur verið gert með nokkrum árangri á jarðhitasvæðinu Cerro Prieto í Mexico (Wilt og Goldstein 1981). Hér er lagt til að þetta verði reynt lítillega með því að endurtaka fjórar Schlumbergermælingar inni á miðju jarðhitasvæðinu. Þær mælingar sem lagt er til að verði endurteknar eru HE-93 og HE-96 í línu I og HE-120 og HE-121 í línu VII (sjá staðsetningu á mynd 2.2)

Áhugavert er að tengja þær umfangsmiklu og nákvæmu rannsóknir sem gerðar hafa verið á jarðhitasvæðinu við Nesjavelli nærliggjandi jarðhitasvæðum og reyna að fá enn betri heildarmynd af Hengilskerfinu í heild. Í áfangaskýrslu um yfirborðsrannsóknir á jarðhitasvæðinu við Nesjavelli sem út kom í október 1985 (Knútur Árnason o.fl. 1985) var sett fram tillaga um viðnámsmælingar á Ölfusvatnslandi. Sú tillaga miðar að því að fá grófa mynd af viðnámsskipan jarðhitasvæðisins við Ölkelduháls og tengingu hennar við Nesjavallasvæðið. Hvað varðar útfærslu á þessari tillögu og kostnaðaráætlun er hér vísað í áður-nefnda áfangaskýrslu. Einnig er mjög áhugavert að framlengja línu II af Nesjavallasvæði ennfrekar en gert var 1986 til suðurs og suður á Vestur-Hengilssvæðið. Til greina kemur einnig að endurmeta gögn frá því svæði í ljósi nýrrar og endurbættrar úrvinnslutækni og, ef þurfa þykir, að setja fram áætlun um frekari rannsóknir á grundvelli slíks endurmats svipað og gert var á Nesjavallasvæði. Hér verða ekki settar fram áætlanir í smáatriðum um þessar rannsóknir, en ef þær þykja fýsilegar má leggja vinnu í slíkar áætlanir og leggja fram til frekari umræðu.



Mynd 3.1 Tillaga að HMT-mælingum 1987

3.3 Fallmælingar

Gert er ráð fyrir að umfang fallmælinga á vinnslusvæðinu á Nesjavöllum (innan ferhyrnings á mynd 2.8) verði sama 1987 eins og 1986. Það ræðst þá af veðri og gangi mælinganna hvort hægt verður að mæla línu með strönd Þingvallavatns, eins og sýnt er á myndinni. Í kostnaðaráætlun fylgja einnig með áætlanir um kostnað við að mæla línur norðvestan Hengils og Nesjavalla og frá Geithálsi í Svínahraun.

3.4 Þyngdarmælingar

Lagt er til að árið 1987 verði gerðar þyngdarmælingar í sömu punktum og fallmældir verða. Eins og fyrir fallmælingar er í kostnaðaráætlun láatin fljóta með áætlun fyrir þyngdarmælingar á línun norðvestan Hengils og Nesjavalla og frá Geithálsi í Svínahraun.

3.5 Kostnaðaráætlun

Hér er birt kostnaðaráætlun fyrir þær tillögur sem settar eru fram í þessum kafla. Kostnaðartölur eru miðaðar við verðlag 3. ársfjórðung 1986. Húsnæðis- og fæðiskostnaður er ekki talinn með.

1. Jarðfræðikortlagning

Útvinna sérfræðings: 10 v * 64,5 þkr/v	645	
Úrvinnsla sérfræðings: 10 v * 42 þkr/v	420	
Samtals:		1065

2. Viðnámsmælingar

HMT-mælingar:

Útvinna (24 stöðvar, 2 menn)	
24 stöðvar * 0,5 dagar/stöð * 43 þkr/dag	516

Úrvinnsla:

Einvíð túlkun: 6 v * 42 þkr/v	252	
Einvíð túlkun: Tölvukostnaður	100	
Tvívíð túlkun: 10 v * 42 þkr/v	420	
Tvívíð túlkun: Tölvukostnaður	300	
Samtals:		1588

Schlumbergermælingar:

Útvinna (4 mælingar, 4 menn)	
4 mælingar * 1 dagur/mælingu * 62 þkr/dag	248

Úrvinnsla:		
Einvið túlkun: 2 dagar * 8,5 þkr/dag	17	
Samtals:		265

3. Fallmælingar

Nesjavallasvæði (á hverju ári):		
Útvinna: 10 v * 64,5 þkr/v	650	
Úrvinnsla: 1,2 v * 42 þkr/v	50	
Samtals:		700

Svínahraun-Engidalur-Dyrafjöll:		
Útvinna: 7 v * 64,5 þkr/v	450	
Úrvinnsla: 1,2 v * 42 þkr/v	50	
Samtals:		500

Norðvestan Nesjavalla:		
Útvinna: 7 v * 64,5 þkr/v	450	
Úrvinnsla: 1,2 v * 42 þkr/v	50	
Samtals:		500

Geitháls-Svínahraun:		
Útvinna: 7 v * 64,5 þkr/v	450	
Úrvinnsla: 1,2 v * 42 þkr/v	50	
Samtals:		500

3. Þyngdarmælingar

Nesjavallasvæði (á hverju ári):		
Útvinna sérfræðings: 1 v * 64,5 þkr/v	65	
Úrvinnsla sérfræðings: 1 v * 42 þkr/v	42	
Samtals:		107

Norðvestan Nesjavalla:		
Útvinna sérfræðings: 0,7 v * 64,5 þkr/v	45	
Úrvinnsla sérfræðings: 0,7 v * 42 þkr/v	29	
Samtals:		74

Svínahraun-Engidalur-Dyrafjöll:		
Útvinna sérfræðings: 0,7 v * 64,5 þkr/v	45	
Úrvinnsla sérfræðings: 0,7 v * 42 þkr/v	29	
Samtals:		74

Geitháls-Svínahraun:		
Útvinna sérfræðings: 0,7 v * 64,5 þkr/v	45	
Úrvinnsla sérfræðings: 0,7 v * 42 þkr/v	29	
Samtals:		74

4 HEIMILDIR

Axel Björnsson, Kristján Sæmundsson, Knútur Árnason, Grímur Björnsson, Gylfi Páll Hersir og Gunnar V. Johnsen, 1985: NESJAVELLIR-YFIRBORÐSRANNSÓKNIR. Samantekt jarðfræði- og jarðeðlisfræðigagna, rannsóknaráætlun fyrir árið 1985. Orkustofnun, OS-85030/JHD-07, 97 s.

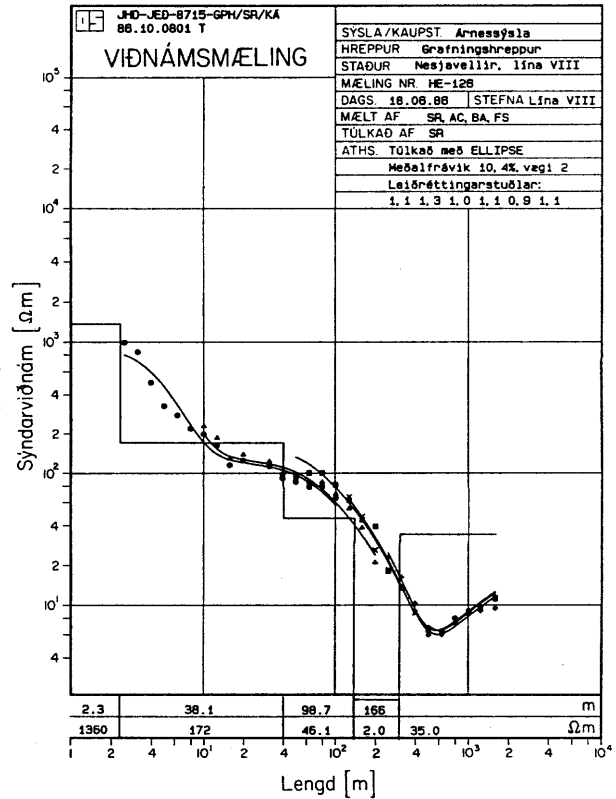
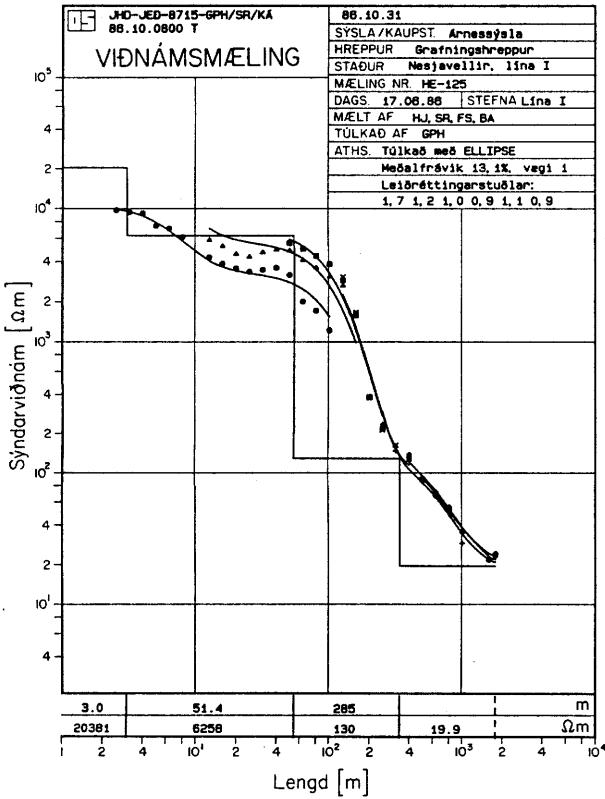
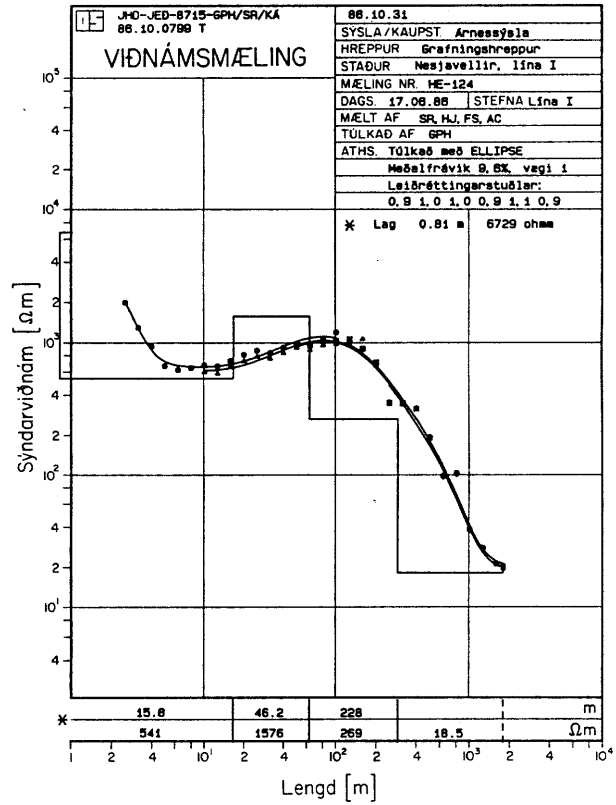
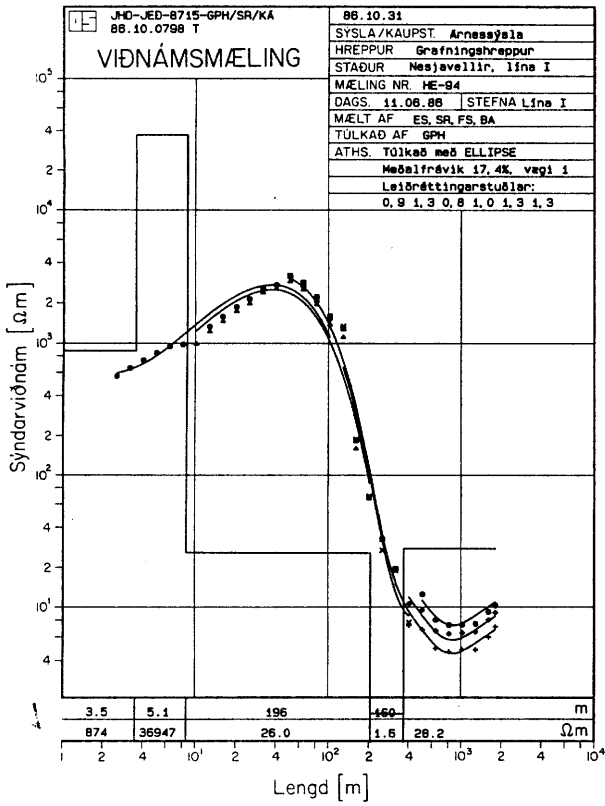
Knútur Árnason, Guðmundur Ingi Haraldsson, Gunnar V. Johnsen, Gunnar Þorbergsson, Gylfi Páll Hersir, Kristján Sæmundsson og Snorri Páll Snorrason, 1985: NESJAVELLIR. Jarðfræði og jarðeðlisfræðileg könnun 1985. Áfangaskýrsla. Tillaga að rannsóknnum 1986. Orkustofnun, OS-85088/JHD-47 B, 51 s.

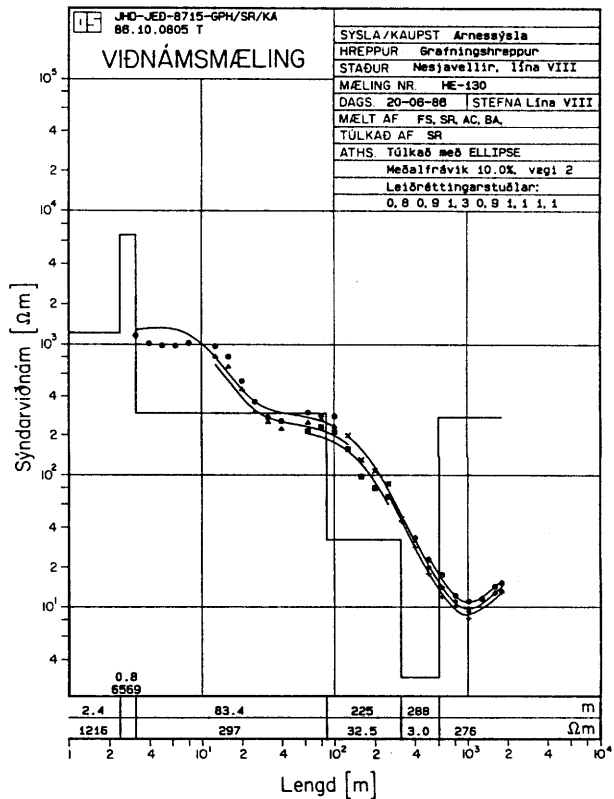
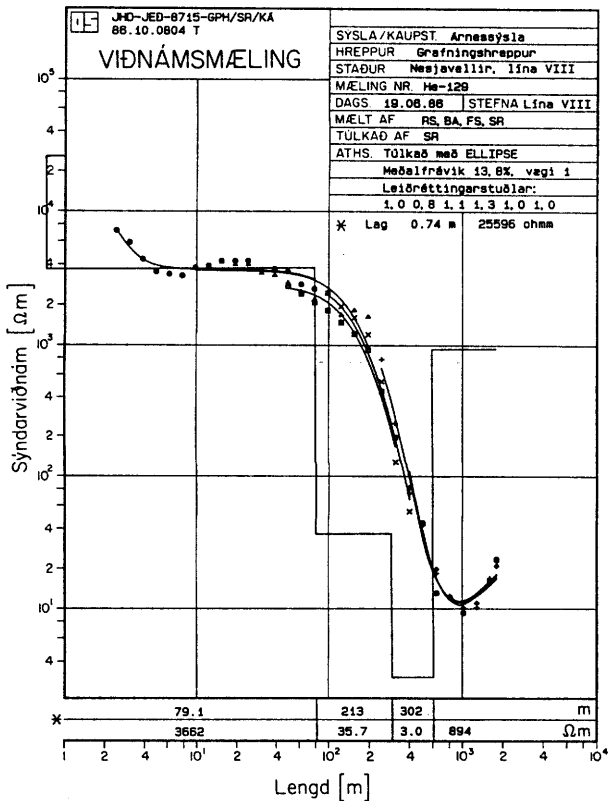
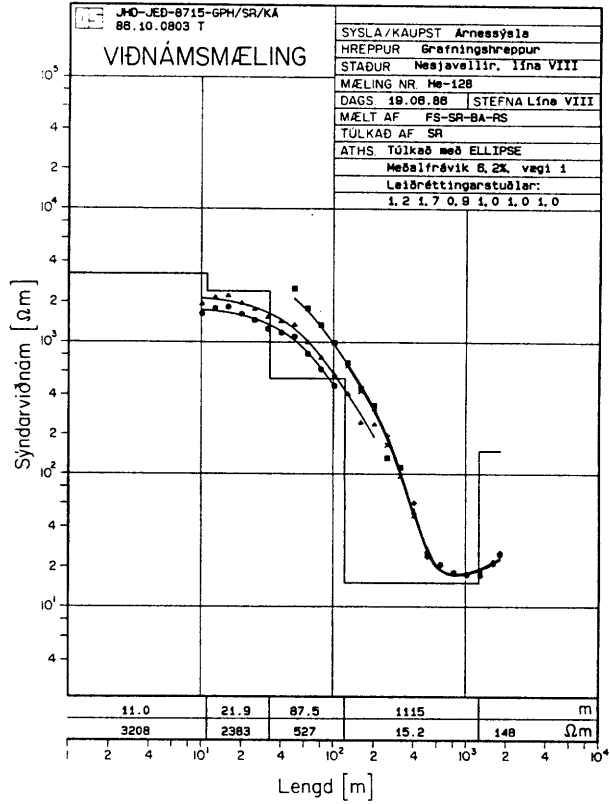
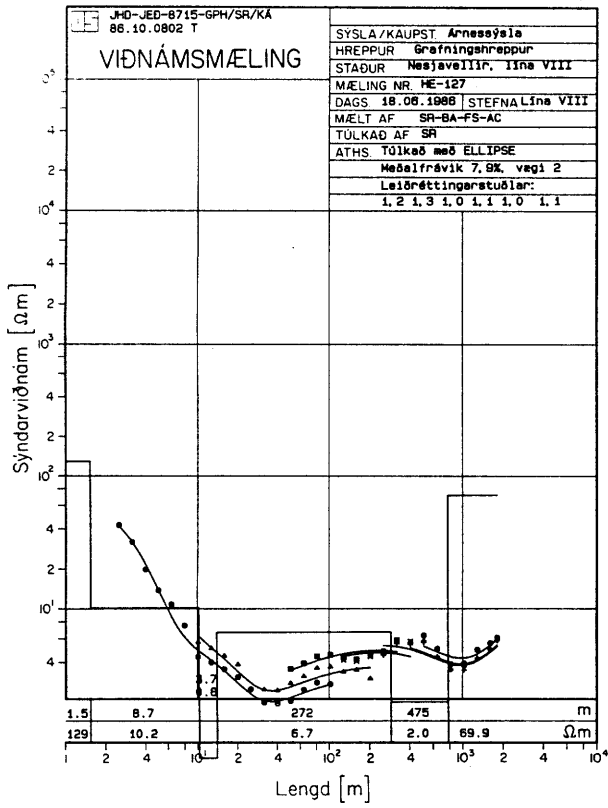
Knútur Árnason, Guðmundur Ingi Haraldsson, Gunnar V. Johnsen, Gunnar Þorbergsson, Gylfi Páll Hersir, Kristján Sæmundsson, Lúðvík S. Georgsson og Snorri Páll Snorrason, 1986: NESJAVELLIR. Jarðfræði og jarðeðlisfræðileg könnun 1985. Orkustofnun, OS-86014/JHD-02, 125 s.

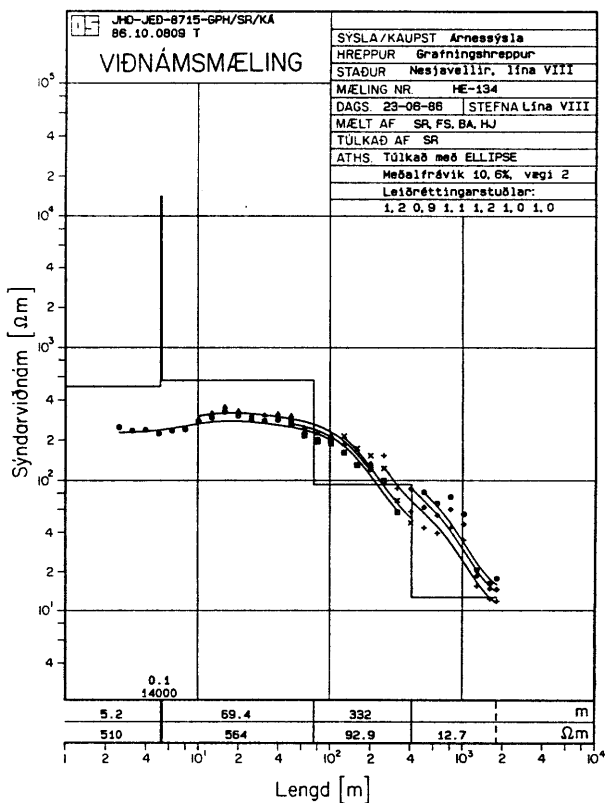
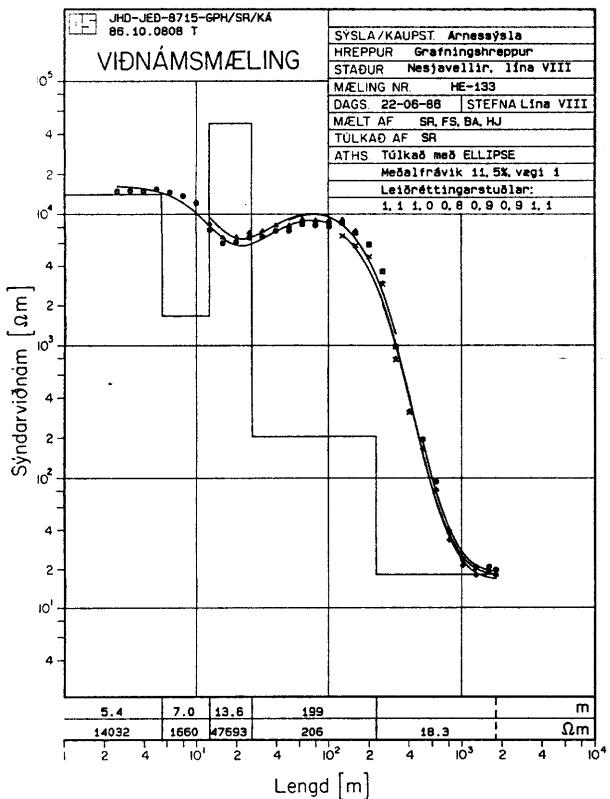
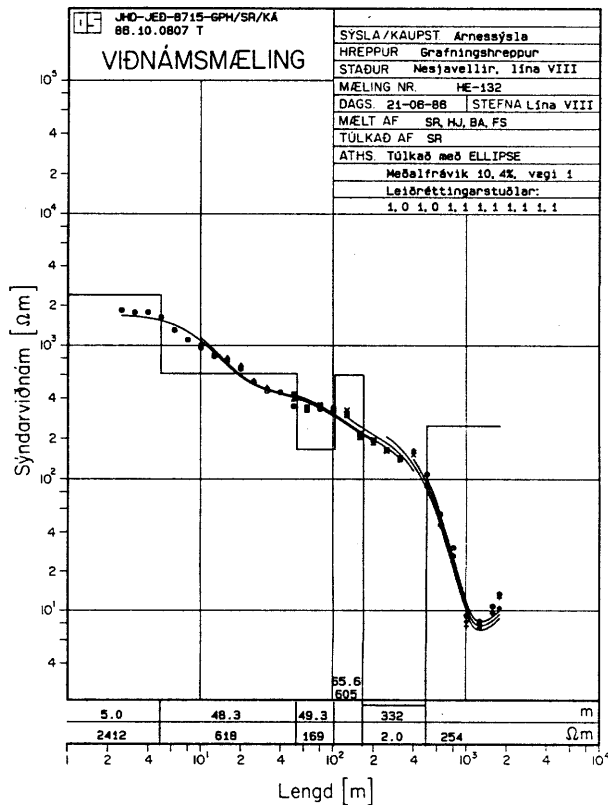
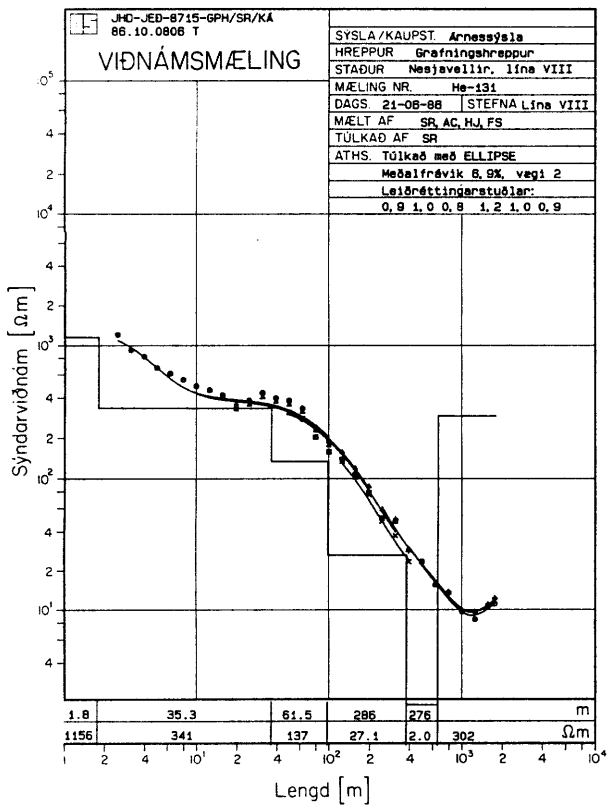
Wilt, H.J. og N.E. Goldstein, 1981: Results from two years of resistivity monitoring at Cerro Prieto. Third symposium on the Cerro Prieto Geothermal Field, Baja California, Mexico, 372-379.

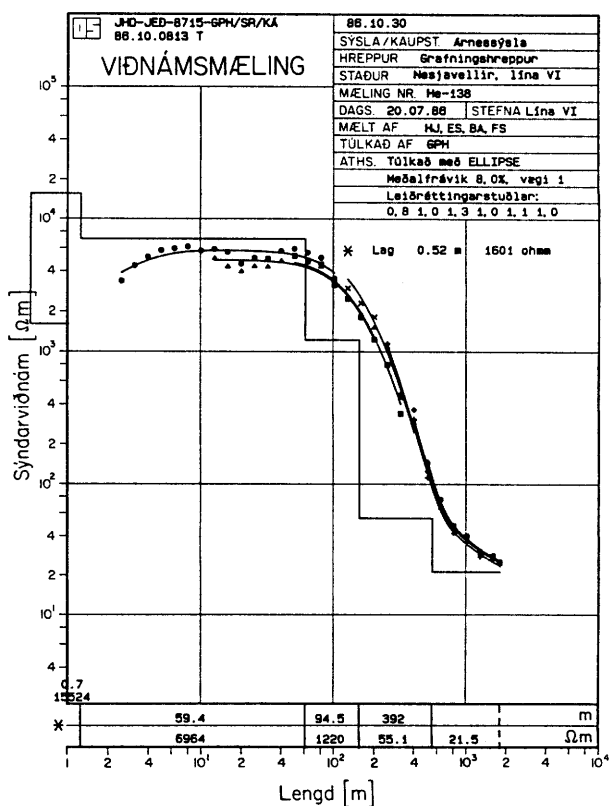
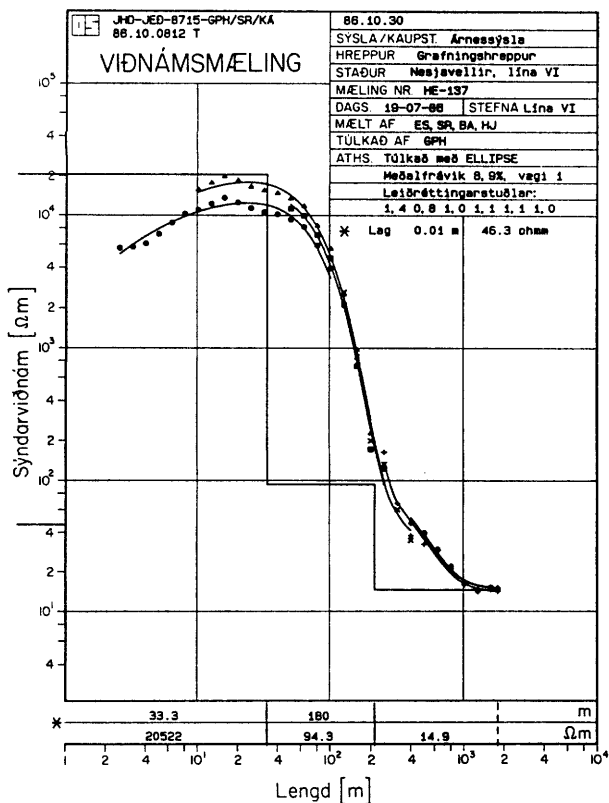
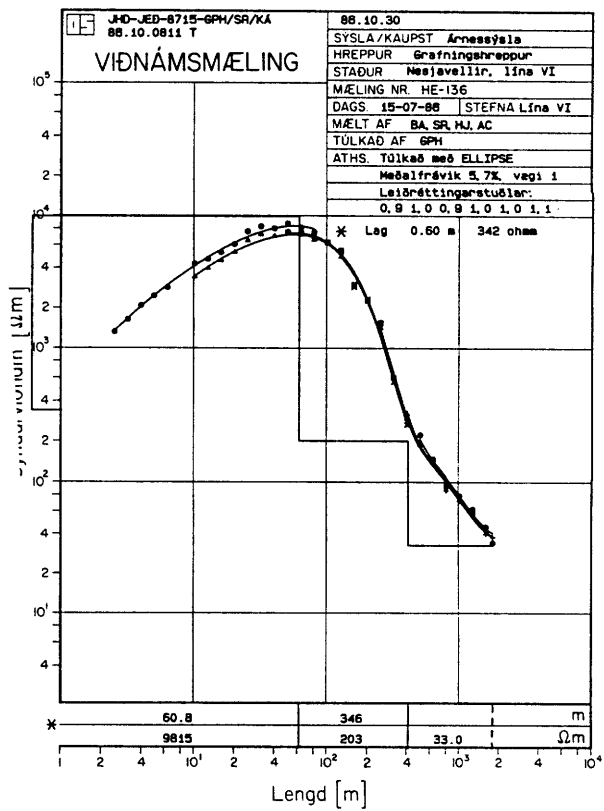
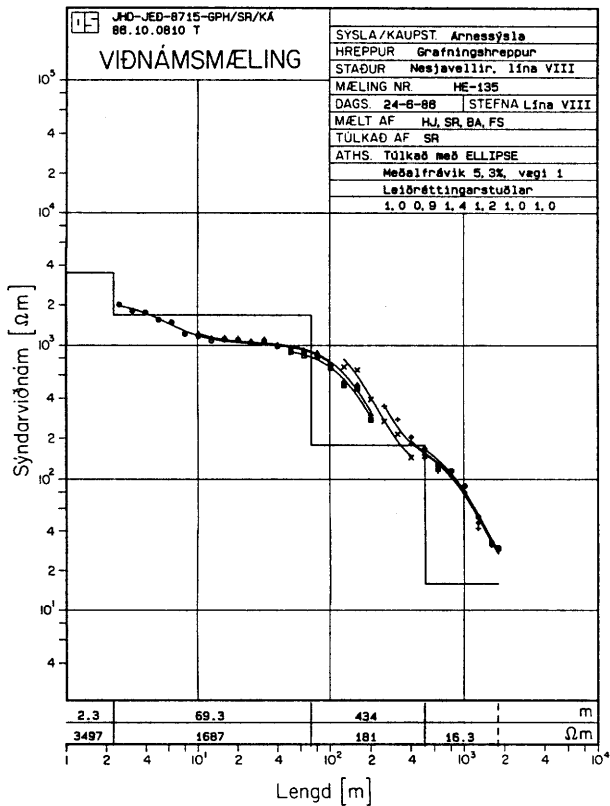
VIÐAUKI I

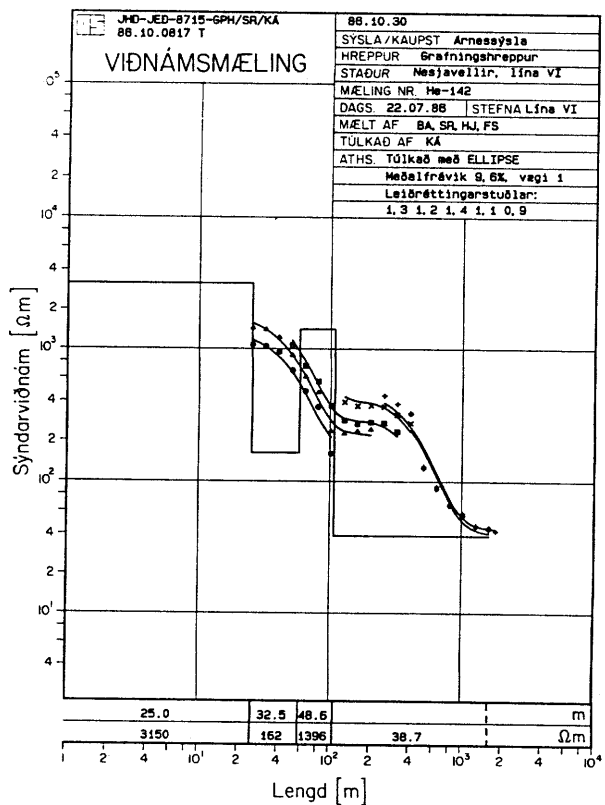
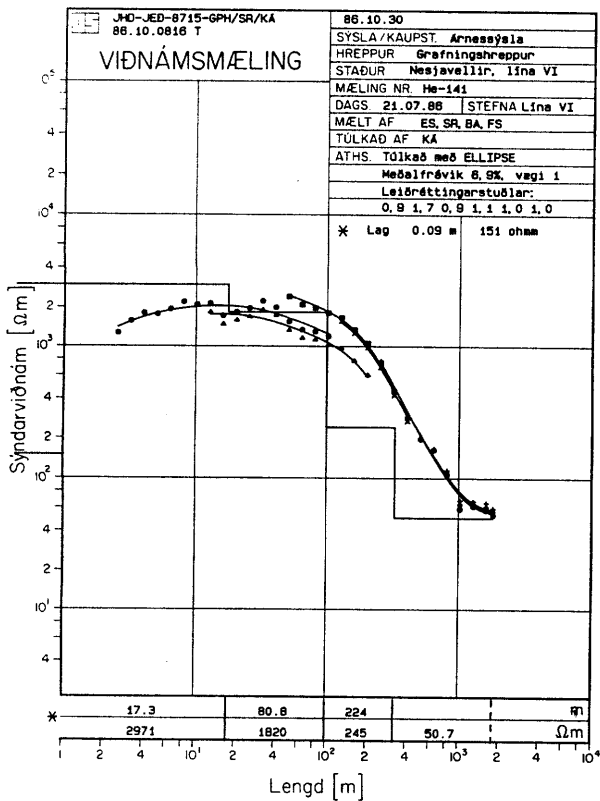
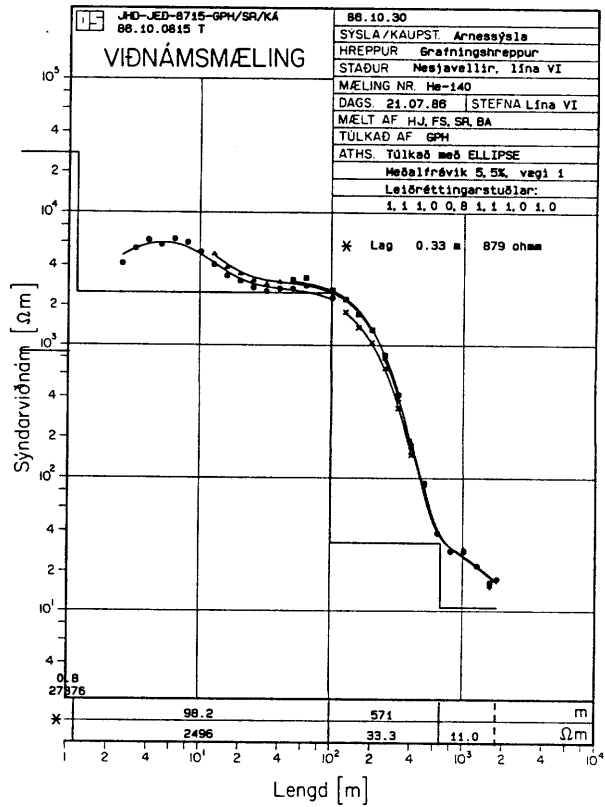
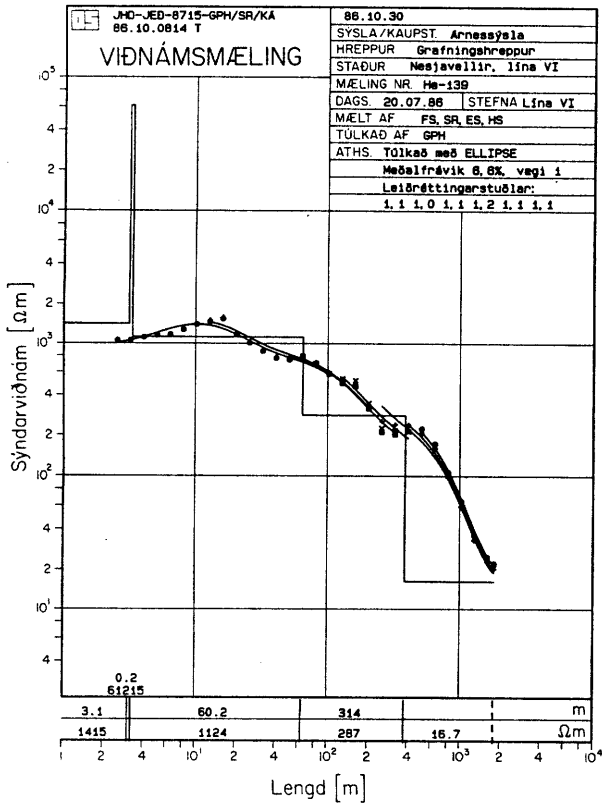
Einvíð túlkun Schlumbergermælinga

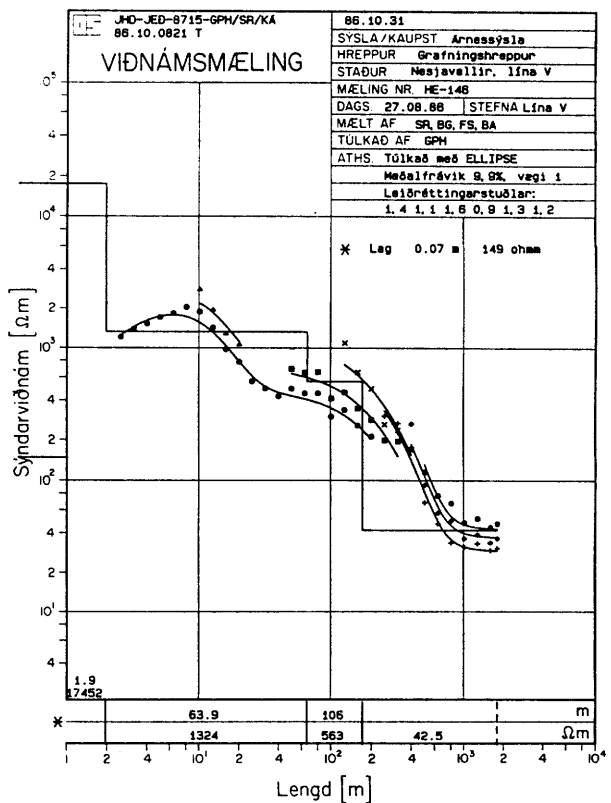
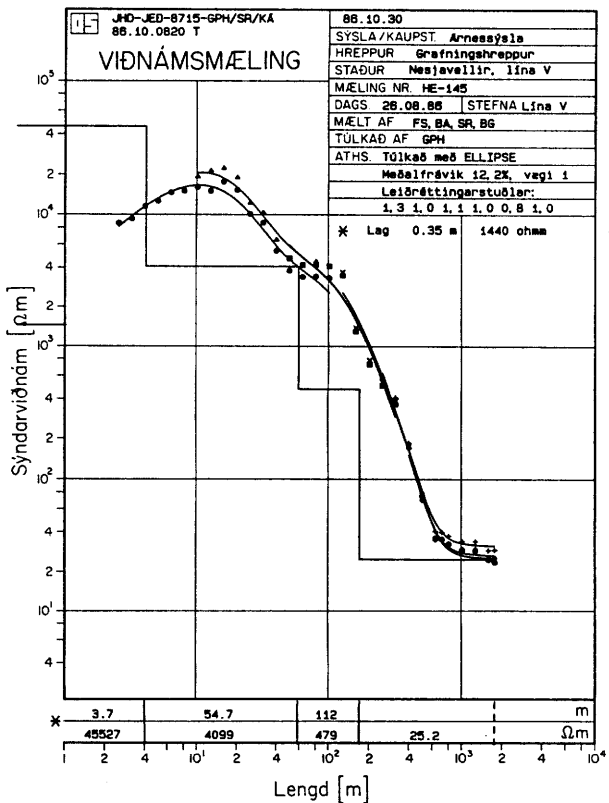
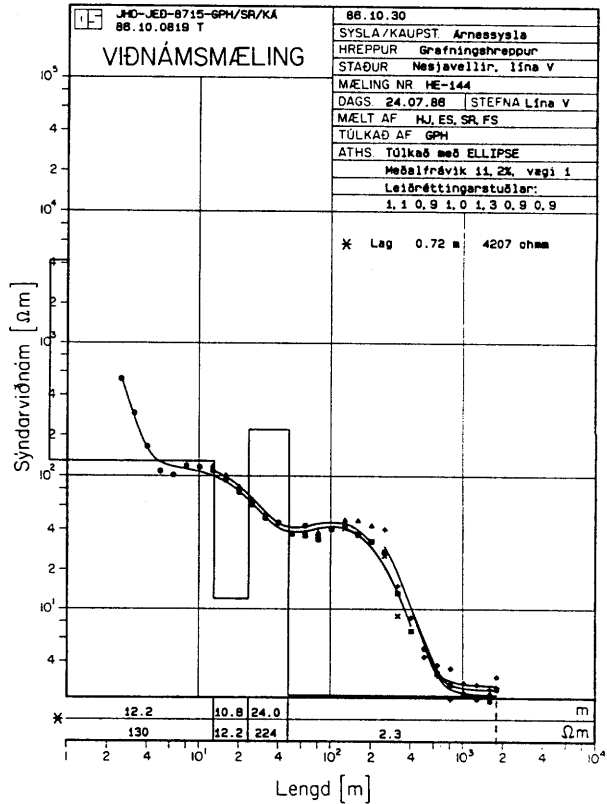
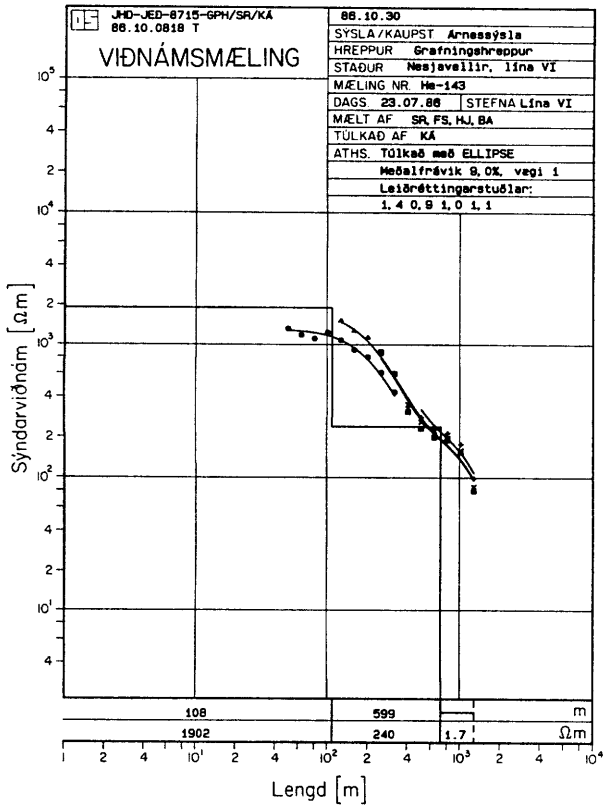


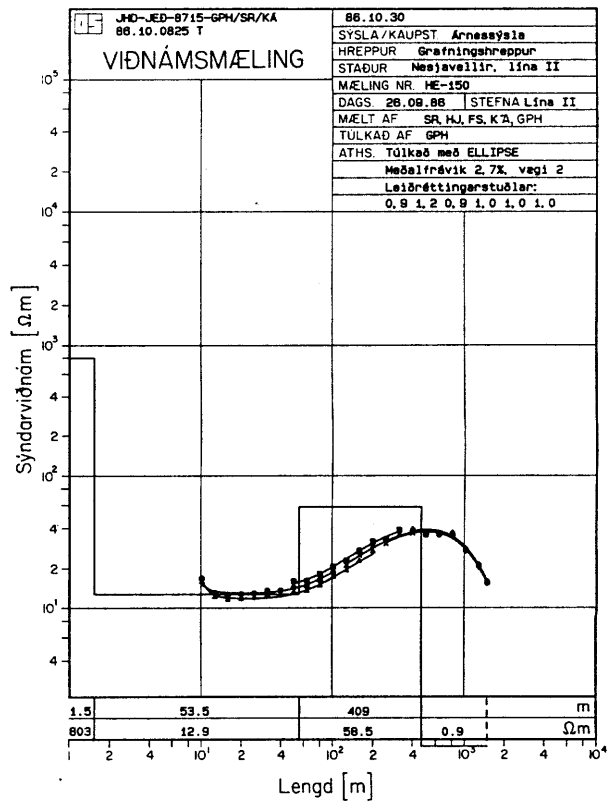
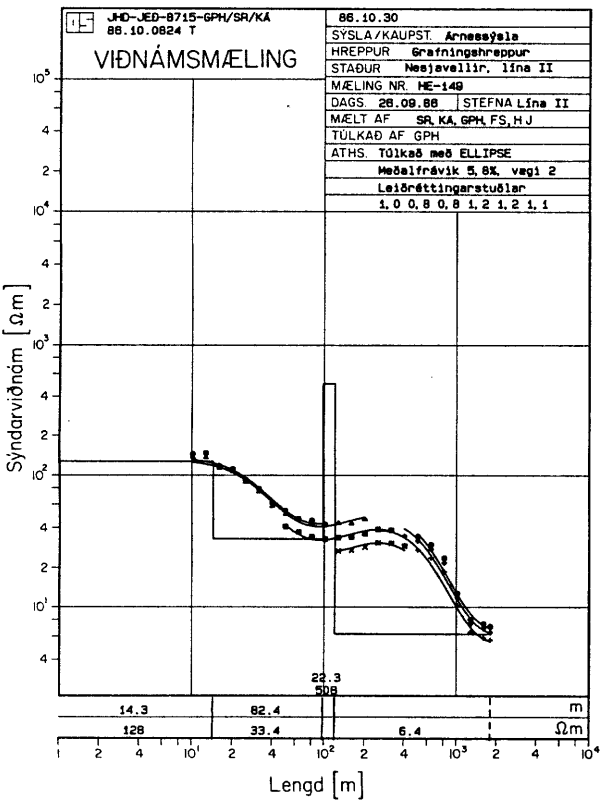
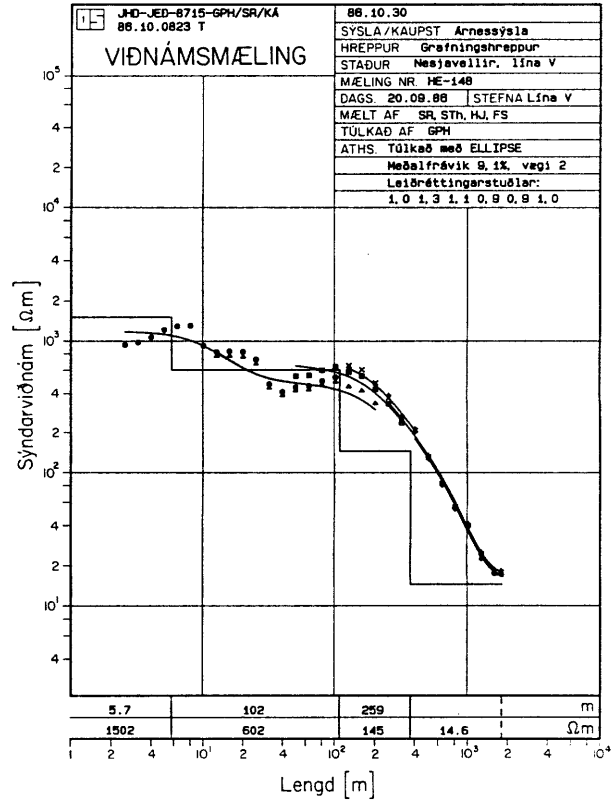
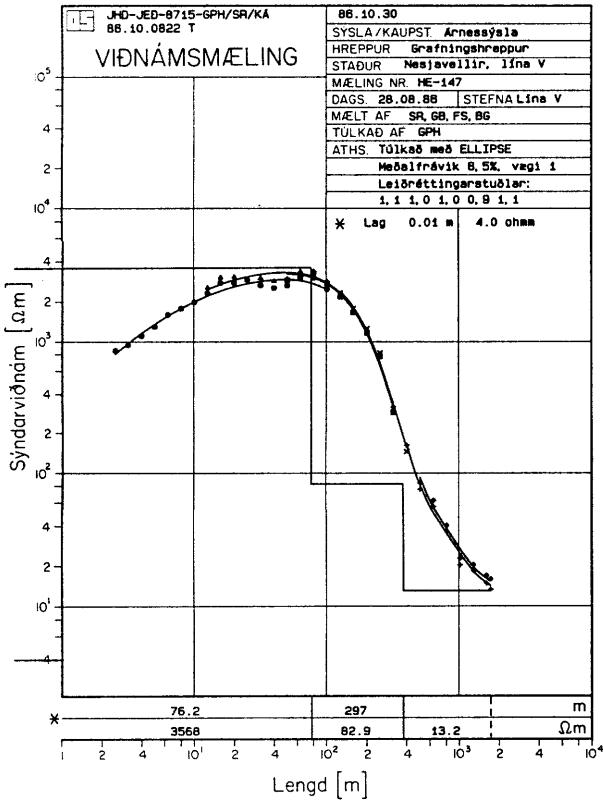












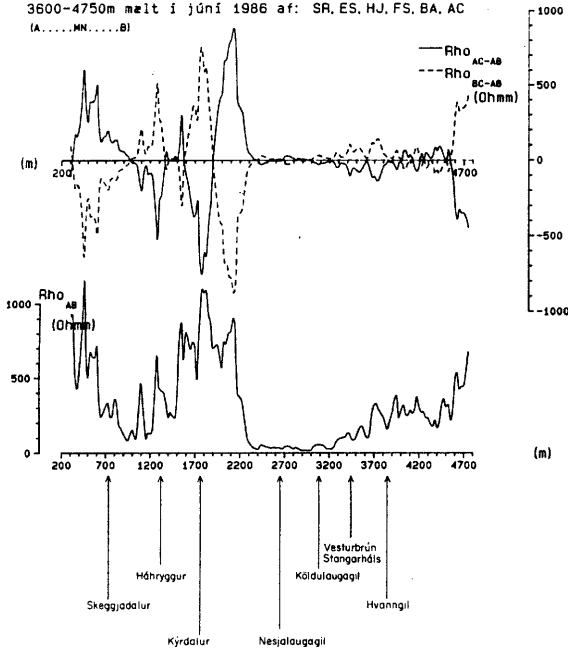
Viðauki II

Mæliferlar viðnámssniðsmælinga

JHO JED 8715 GPH/KÁ
8610 0879 T

NESJAVELLIR. LÍNA 1. VESTUR-AUSTUR

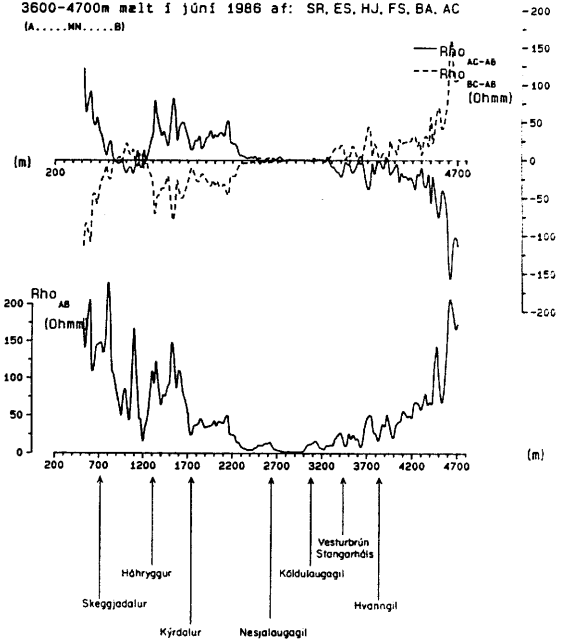
MÉLDIR SÝNDARVIDNÁMSFERLAR. AB/2= 250m MN/2= 25m
3600-4750m mælt í júní 1986 af: SR, ES, HJ, FS, BA, AC
(A.....MN.....B)



JHO JED 8715 GPH/KÁ
8610 0880 T

NESJAVELLIR. LÍNA 1. VESTUR-AUSTUR

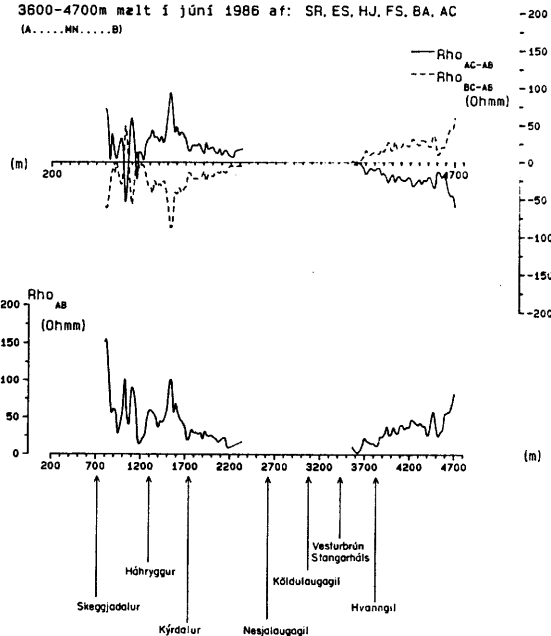
MÉLDIR SÝNDARVIDNÁMSFERLAR. AB/2= 500m MN/2= 25m
3600-4700m mælt í júní 1986 af: SR, ES, HJ, FS, BA, AC
(A.....MN.....B)



JHO JED 8715 GPH/KÁ
8610 0878 T

NESJAVELLIR. LÍNA 1. VESTUR-AUSTUR

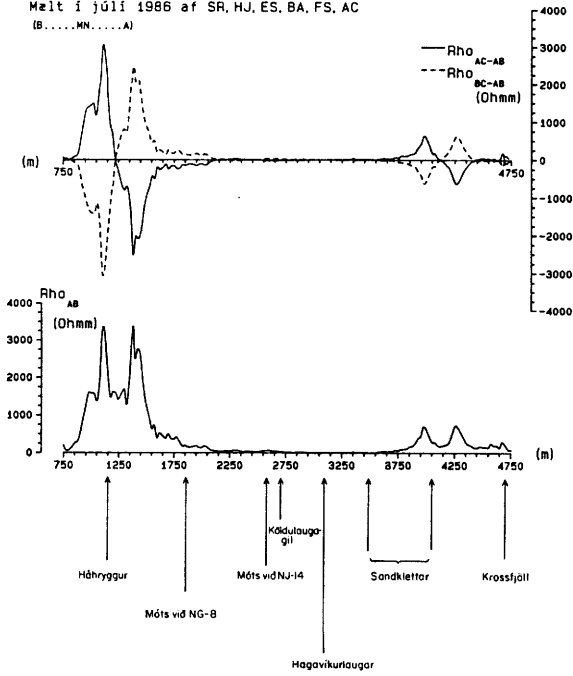
MÉLDIR SÝNDARVIDNÁMSFERLAR. AB/2= 750m MN/2= 25m
3600-4700m mælt í júní 1986 af: SR, ES, HJ, FS, BA, AC
(A.....MN.....B)



JHD JEB 8715 SR
86 10 0875 T

NESJAVELLIR, LÍNA 8, VESTUR-AUSTUR

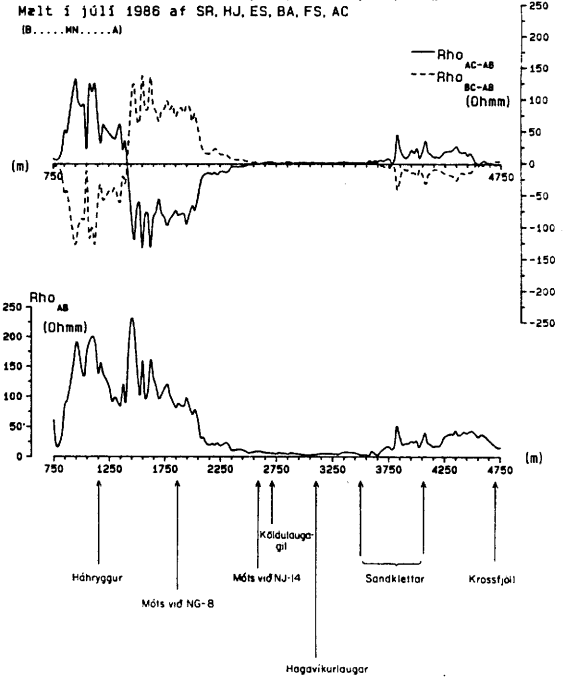
MÉLDIR SÝNDARVIÐNÁMSFERLAR, AB/2= 250m, MN/2= 25m
Mælt í júlí 1986 af SR, HJ, ES, BA, FS, AC
(B.....MN.....A)



JHD JEB 8715 SR
86 10 0877 T

NESJAVELLIR, LÍNA 8, VESTUR-AUSTUR

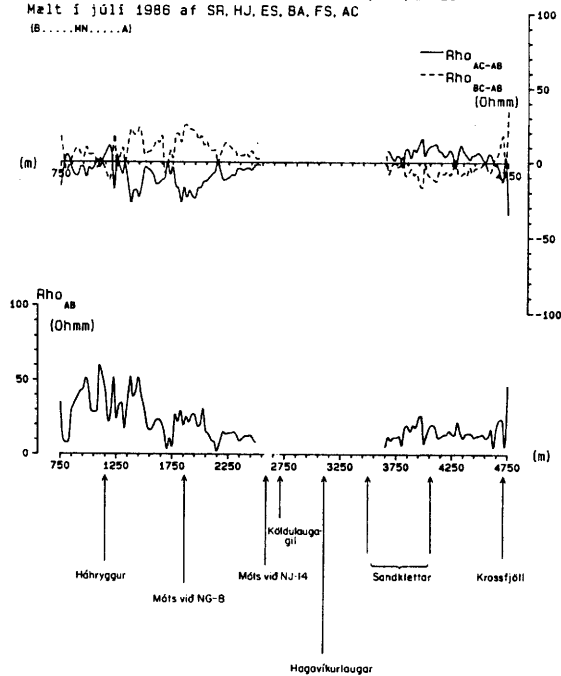
MÉLDIR SÝNDARVIÐNÁMSFERLAR, AB/2= 500m, MN/2= 25m
Mælt í júlí 1986 af SR, HJ, ES, BA, FS, AC
(B.....MN.....A)



JHD JEB 8715 SR
86 10 0876 T

NESJAVELLIR, LÍNA 8, VESTUR-AUSTUR

MÉLDIR SÝNDARVIÐNÁMSFERLAR, AB/2= 750m, MN/2= 25m
Mælt í júlí 1986 af SR, HJ, ES, BA, FS, AC
(B.....MN.....A)



Viðauki III

Staðsetningar varanlegra hæla

OS-merki	Heiti mælingar	Lína	Fjarlægð	Athugasemdir
233	HE-101	I	700	
227	HE-102	I	1300	
229	HE-96	I	2325	
248	HE-93	I	2750	
230	HE-94	I	3200	
231	HE-92	I	3775	
232	HE-124	I	4800	
234	HE-125	I	4300	
242	HE-119	II	275	
241	HE-118	II	825	
240	HE-97	II	1325	
238	HE-112	II	2225	
236	HE-113	II	2725	
237	HE-114	II	3225	
235	HE-111	II	3750	
251	HE-99	III	780	
249	HE-98	III	1200	
250	HE-100	III	1600	
247	HE-103	III	2150	
246	HE-104	III	2650	
245	HE-105	III	3150	
243	HE-106	III	3650	
273	HE-117	IV	1175	
286	HE-115	IV	1725	
274	HE-116	IV	2300	
284	HE-110	IV	2750	
281	HE-107	IV	3875	
253		V	300	
256		V	500	
255	HE-144	V	1400	
285	HE-147	V	1900	
254	HE-148	V	2500	
280	HE-143	VI	-500	
261	HE-142	VI	0	
262	HE-141	VI	450	
278	HE-140	VI	905	
288	HE-137	VI	1380	

OS-merki	Heiti mælingar	Lína	Fjarlægð	Athugasemdir
275	HE-138	VI	1925	
289	HE-136	VI	2320	
263	HE-139	VI	2840	
287	HE-120	VII		
272	HE-121	VII		
271	HE-122	VII		
264	HE-135	VIII		Ekki í línu
265	HE-134	VIII		Ekki í línu
252		VIII	200	
282		VIII	700	
266	HE-133	VIII	1230	
276	HE-132	VIII	1875	
267	HE-131	VIII	2250	
270	HE-126	VIII	2750	
269	HE-127	VIII	3250	
290	HE-128	VIII	3850	
277	HE-129	VIII	4300	
268	HE-130	VIII	4725	