

1 billu

15a

ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

1- ORKUSTOFNUN
Málasafn

515.1

VIÐNÁMSMÆLINGAR VIÐ TRÖLLADYNGJU
1983 - 4

Ólafur G. Flóvenz
Kristján Ágústsson

OS-85/11/JHD-janúar B

1985

ÚTLÁN
Bókasafn Orkustofnunar

AGRIP

Sumrið 1983 og 1984 voru gerðar viðnáms- og viðnámsniðmælingar á háhitasvæðinu við Trölladyngju til undirbúnings staðsetningar borholu þar. Talin er þörf á verulegri viðbót mælinga til að unnt sé að draga af þeim nægjanlega öruggar ályktanir um gerð jarðhitasvæðisins. Sú mynd sem helst viðrist mega draga upp er sú að allútbreytt heitavatnskerfi sé á 200 - 500 m dýpi á svæðinu frá Eldborg suður fyrir Sog. Hitastig í þessu kerfi er vart mikið yfir 260°C. Líklegast er að uppstreymisrásar þessa lárétta kerfis sé að leita á svæðinu milli Eldborgar og Lambafells, 300 - 500 m norðan holu 6. Verði borað á Trölladyngjusvæðinu áður en til frekari mælinga kemur er eðlilegast að bora í þetta hugsanlega uppstreymi milli Eldborgar og Lambafells.

Þá er einnig hugsanlegt að um uppstreymi sé að ræða vestan Fíflavallafjalls en verulega viðbót þarf við viðnámsmælingar áður en unnt er segja til um það með einhverjum líkum.

Lagt er til að viðnámsmælingum með Schlumbergeraðferð verði fram haldið í grennd Trölladyngju og reynt að fá sem heillegasta mynd af svæðinu og nánasta umhverfi þess með því að bæta við 40 mælingum í næsta áfanga. Þá er lagt til að teknar verði upp viðnámsmælingar með tvíþól aðferð við Trölladyngju þar sem með þeim má sjá viðnám nokkuð lengra niður í jörðu en með Schlumbergeraðferðum. Það gæti auðveldað leit að aðstreymisrásum þess lárétta kerfis sem virðist vera til staðar á verulegum hluta Trölladyngju- og Krísuvíkursvæðanna.

1. INNGANGUR

Sumarið 1983 var hafist handa við jarðhitarannsóknir á háhitasvæðinu við Trölladyngju eftir um það bil áratugs hlé. Fyrri rannsóknir höfðu ekki skilað tilskildum árangri þrátt fyrir viðamiklar mælingar og borun átta hola á svæðinu frá Krísuvík yfir að Trölladyngju (Stefán Arnórsson o.fl. 1975). Mynd 1 sýnir staðsetningu þessara hola. Hitamælingar í borholunum leiddu í ljós að neðan tiltekins dýpis (100 - 500 m) kólnaði í öllum holunum (mynd 2). Hefur það verið túlkað á þann veg að um lárétt rennsli sé að ræða í jarðlögum í efstu 500 m jarðskorpunnar á þessum slóðum. Hitastigið í lárétta laginu er mest líðlega 260°C í holu 6 sem er norðanvert við Trölladyngju en kaldast í holu 7 við Djúpavatn.

Við hugsanlega virkjun jarðhitans við Trölladyngju og Krísuvík er um tvo kosti að velja. Annars vegar væri unnt að vinna vatn og gufu beint úr lárétta laginu. Hitastig við slíka vinnslu yrði væntanlega á bilinu 200 - 260°C. Hins vegar kæmi til greina að leita enn frekar að þeim stöðum þar sem heita vatnið streymir upp djúpu úr jörðu og inn í lárétta jarðhitakerfið. Valgarður Stefánsson (1980) leiddi að því líkur að um a.m.k. tvö uppstreymissvæði væri að ræða, annað við Trölladyngju og hitt í grennd við Austurengjahver í Krísuvík. Þessi niðurstaða byggist fyrst og fremst á túlkun vatnsborðs- og hitamælinga í borholunum (mynd 3).

Þar sem Trölladyngjusvæðið er tiltölulega nærri höfninni í Straumsvík er það áhugavert til gufuvinnslu fyrir iðnað. Af þessum sökum hefur Jarðhitadeild Orkustofnunar staðið fyrir nokkrum rannsóknum á svæðinu til að undirbúa borun djúprar rannsóknarholu. Rannsóknirnar beinast að því að leita að þeim stað þar sem lílegast er að borun skili sem bestum árangri. Rannsóknirnar hafa í stórum dráttum verið þrjúþættar, jarðeðlisfræðilegar mælingar, jarðfræðikortlagning og efnafræðiathuganir. Jarðeðlisfræðilegi þátturinn samanstóð af viðnámsmælingum, þyngdar- og landhæðarmælingum. Í þessari skýrslu er gerð í grófum dráttum grein fyrir niðurstöðum viðnámsmælinganna.

2 VIÐNÁMSMÆLINGAR

2.1 Eldri mælingar

Á árunum kringum 1970 voru gerðar allmargar viðnámsmælingar á jarðhitasvæðunum við Krísuvík og Trölladyngju. Öbbinn af þeim mælingum er mjög lélegur enda mælitækni og tækjabúnaðir til muna lakari þá en nú. Þó mátti af þeim mælingum ráða að víðáttumikið lágviðnámsvæði var undir um það bil 40 ferkílómetra svæði umhverfis Trölladyngju og Krísuvík. Fæstar mælingarnar voru mældar með nægjanlega löngum straumörmum til að sjá niður úr lágviðnámslaginu. Þær sem þó gerðu það sýndu að viðnám hækkaði á ný neðan lágviðnámslagsins.

2.2 Mælingar 1983 og 1984

Sumarið 1983 var hafist handa við að viðnámsmæla Trölladyngjusvæðið á nýjan leik. Var einn mælingaflokkur að störfum á svæðinu í fjórar vikur sumarið 1983 og sex vikur sumarið 1984. Mælingarnar voru tvíþættar. Annars vegar var beitt viðnámsenniðsmælingum til að leita að einstökum velleiðandi sprungum sem gætu verið uppstreymisrásir jarðhitans úr lárétta vatnskerfinu og til yfirborðs, hins vegar var beitt Schlumbergermælingum til að reyna að fá sem bestar upplýsingar um lágviðnámslagið sjálft og hvað tæki við neðan þess. Vonir voru bundnar við að með þessum mælingum mætti finna hvar uppstreymi heits vatns inn í lárétta kerfið væri að finna. Þær vonir voru bundnar því að finna stað þar sem viðnám hækkaði ekki neðan lágviðnámslagsins.

Mynd 4 sýnir staðsetningu allra viðnámsmælinganna sem mældar voru 1983 og 1984 auk þeirra sem mældar voru á árunum 1970 - 1975 og voru nýtanlegar. Þá eru ennfremur merktar inn á myndina þær línur þar sem viðnámsenniðsmælingar fóru fram.

Mælingarnar sjálfar gengu erfiðlega, einkum þó sumarið 1983. Skilyrði til viðnámsmælinga á Reykjanesskaga eru erfiðar, hátt viðnám á yfirborði veldur því að erfitt er að senda straum niður í jörðina sem ásamt lágu viðnám á litlu

dýpi veldur því að spennan sem mæld er verður mjög lág og því næmari fyrir truflunum. Þá var veðurlag oft slæmt til mælinga, miklar rigningar og vindar valda truflunum á mælingum.

2.3 Túlkun mælinganna

Úrvinnsla viðnámsmælinga er tvíþætt. Fyrri hlutinn felst í því að umreikna mælt sýndarviðnám yfir í eðlisviðnám jarðar sem fall af dýpi. Þeim hluta vinnunnar við Trölladyngjumælingarnar lauk haustið 1983. Síðari hlutinn felst í því að túlka eðlisviðnámið og breytingar í því frá einum stað til annars yfir í jarðhitafraðilegar stærðir eins og hitastig, poruhluta, seltu og ummyndun jarðlaga. Þessi hluti er að verulegu leyti eftir og verður aðeins fjallað lauslega um hann í þessari skýrslu.

Mælingarnar 1983 og 1984 voru lagðar út á fjórum nærri samsíða línun frá austri til vesturs og voru staum og spennuarmar látnir liggja í stefnu línanna. Þetta er gert til að unnt sé að túlka mælingarnar tvívítt með þeim hugbúnaði sem til er á Orkustofnun. Þegar talað eru um einvíða túlkun er gert ráð fyrir því að jörðin sé gerð úr óendanlega víðáttumiklum lögum sem hvert um sig hefur ákveðið eðlisviðnám og þykkt. Á svæðum þar sem eðlisviðnám breytist verulega frá einum stað til annars getur einvíð túlkun gefið villandi mynd af eðlisviðnámi jarðar. Með tvívíðri túlkun er átt við að viðnám geti ekki aðeins breyst með dýpi heldur einnig í stefnu mælilínunnar. Schlumbergermælinga voru að jafnaði mældar með 0,5 til 1,0 km millibili eftir mælilínunum. Þá var gerð viðnámsniðsmæling eftir hluta þriggja mælilínanna. Allar Schlumberger viðnámsmælingarnar voru í fyrstu túlkaðar einvítt til að fá grófa mynd af eðlisviðnáminu en síðan var tvívíðri túlkun beitt. Viðnámsniðsmælingarnar voru túlkaðar jafnhliða. Þær eru mun næmari fyrir láréttum breytingum í viðnámi en Schlumberger mælingarnar og gefa góðar upplýsingar um breytingar í viðnámi frá einum stað til annars, einkum í efstu 200 m jarðar. Þær eldri mælingar sem voru nýtanlegar voru túlkaðar einvítt enda er dreifing þeirra þannig að tvívíð túlkun er óhugsandi.

Við einvíðu túlkunina var notað forritið ELLIPSE en við tvívíðu túlkunina forritið DIM2. Þá var forritið DIM2K notað við túlkun viðnámsniðsmælinganna.

2.4 Niðurstöður túlkunarinnar

Í viðauka A getur að líta niðurstöður tvívíðrar túlkunar Schlumbergarmælinganna. Þær eru birtar sem viðnámsþversnið frá vestri til austurs undir mælinunum. Niðurstöður túlkunar viðnámsþversniðsmælinganna eru einnig sýndar sem viðnámsþversnið í viðauka B. Nokkur munur er á þessum tveimur túlkunum. Þótt meginmyndin sé sú sama. Ástæðan er sú að unnt er að skoða smáatriði í viðnámsgerð nálægt yfirborði við túlkun viðnámsþversniðsmælinganna en af hagkvæminástæðum er þeim smáatriðum sleppt við túlkun Schlumbergarmælinganna.

Myndir 5 og 6 sýna eðlisviðnám á 200 og 500 m dýpi á Trölladyngjusvæðinu. Af þessum myndum má lesa eftirfarandi:

1. Á viðnámskorinu á 200 m dýpi kemur fram mjög afgerandi lágviðnámslag sem nær frá miðjum Höskuldarvöllum í vestri og rétt austur fyrir Grænudyngju í austri. Það teygir sig að Lambafelli í norðri en suðurmörk þess eru ekki þekkt þó ljóst sé að lagið nái a.m.k. suður að Oddafelli. Viðnámið í þessu lagi er mjög lágt trúlega 2 - 5 Ohmm.

2. Neðan lágviðnámslagsins sem rætt er um í lið 1 tekur við mun herra viðnám líklega 20 - 80 Ohmm. Ekki er unnt að segja til um á hvaða dýpi viðnámið fer að hækka þar sem erfitt er að greina sundur þunnt lag með mjög lágu viðnámi og þykkara lag með fremur lágu viðnámi. Í þeirri túlkun sem birt er í viðauka A nær lágviðnámslagið 100 - 500 m niður. Hóla 6 er boruð í gegnum þetta lágviðnámslag. Í lágviðnámslaginu urðu talsverð skoltöp og hitastig varð þar hæst 260°C. Neðan 500 m dýpis kólnar holan verulega. Því liggur beinast við að álykta að lágviðnámslagið tákni lek jarðlög þar sem heitt vatn rennur um. Viðnámsþekkunin neðan lagsins táknar því fremur þétt, kaldara berg.

3. Nú er ljóst að einhvers staðar kemur heita vatnið upp af miklu dýpi og inn í lárétta lagið. Á þeim stað má búast við viðnám hækki ekki með dýpi neðan lágviðnámslagsins a.m.k. ekki eins ofarlega og annars staðar. Í grennd Trölladyngju er um einn stað að ræða þar sem túlkun mælinganna gefur til kynna þannig hátti til. Það er á svæðinu milli Eldborgar og Lambafells, um 300 - 500m norðan við hól 6. Uppstreymi á þeim stað er í samræmi við túlkun á hita- og vatnsborðsmælingum í borholum á Trölladyngju- og Krísuvíkursvæðunum (Valgárður Stefánsson 1980). Á mynd 6 er

einnig gefið til kynna að lágt viðnám sé á 600 m dýpi skammt suðvestan Trölladyngju. Þarna er um að ræða túlkun á stakri gamalli mælingu sem ekki er áreiðanleg.

4. Um Höskuldarvelli miðja frá suðvestri til norðausturs virðast liggja meiriháttar viðnámsskil. Lágviðnámslagið og meðfylgjandi hækkun viðnáms neðan 500 m dýpis virðist aðeins ná að þessum skilum. Vestan þeirra er viðnámsgerð jarðar eins og gengur og gerist utan jarðhitasvæða á utanverðum Reykjanesskaga, mjög hátt viðnám í efstu 100 metrunum sem táknar hraun ofan vatnsborðs, þar fyrir neðan tekur við nokkuð lægra viðnám sem svarar til ferskvatnslinsunnar á Reykjanesskaganum og loks tekur við kaldur jarðsjór á 300 - 400 m dýpi. Þessi kaldi jarðsjór virðist ekki ná nema að þessum viðnámsskilum. Viðnámið í honum er 10 -11 Ohmm.

5. Viðnámsgerð jarðar milli Fíflavallafjalls og Sveifluháls er ekki nógu vel þekkt því góðar mælingar eru þar fáar. Þó má álykta að viðnám sé þar víða mjög lágt og ekki verður alls staðar vart viðnámsshækkunar neðan 500 m dýpis eins og neðan lágviðnámsins umhverfis Trölladyngju. Hugsanlegt er að uppstreymi heita vatnsins sé á þessu svæði. Veruleg viðbót mælinga þarf til áður en hægt er að álykta svo með einhverri vissu.

3 TILLÖGUR

Í ljósi ofangreindra niðurstaða er lagt til að viðnámsmælingum með Schlumbergeraðferð verði fram haldið. Í næsta áfanga verði bætt við um 40 mælingum. Um 10 mælingar yrðu mældar eftir línu samsíða Trölladyngju að vestan. Markmiðið er að kanna hugsanlegt uppstreymi á því svæði en veik vísbending er um að lágviðnámslagið teygji sig dýpra niður rétt vestan Grænudyngju. Þá yrðu mældar 10 mælingar norðan Lambafells til að kanna norðurmörk jarðhitasvæðisins og loks 20 mælingar eftir samsíða línun milli Sveifluháls og Fíflavallafjalls til að kanna hugsanleg uppstreymissvæði jarðhita á þeim slóðum.

Þá er lagt til að komið verði upp búnaði til viðnámsmælinga með tvíþólaaðferð með það fyrir augum að geta kannað viðnám niður á meira dýpi en Schlumbergermælingarnar geta. Vart er

við því að búast að unnt verði að mæla verulega með þeim tækjabúnaði fyrr en sumarið 1986 en nauðsynlegt er að hefjast handa sem fyrst um undirbúning og öflun tækja ef af því á að verða.

Komi til borunar á Trölladyngjusvæðinu áður fyrir liggja niðurstöður þeirra mælinga sem hér er verið að gera tillögu um, er mælt með því að sú hola verði staðsett á svæðinu milli Eldborgar og Lambafells þar sem líkur eru á að þar geti verið um meginuppstreymi heita vatnsins að ræða.

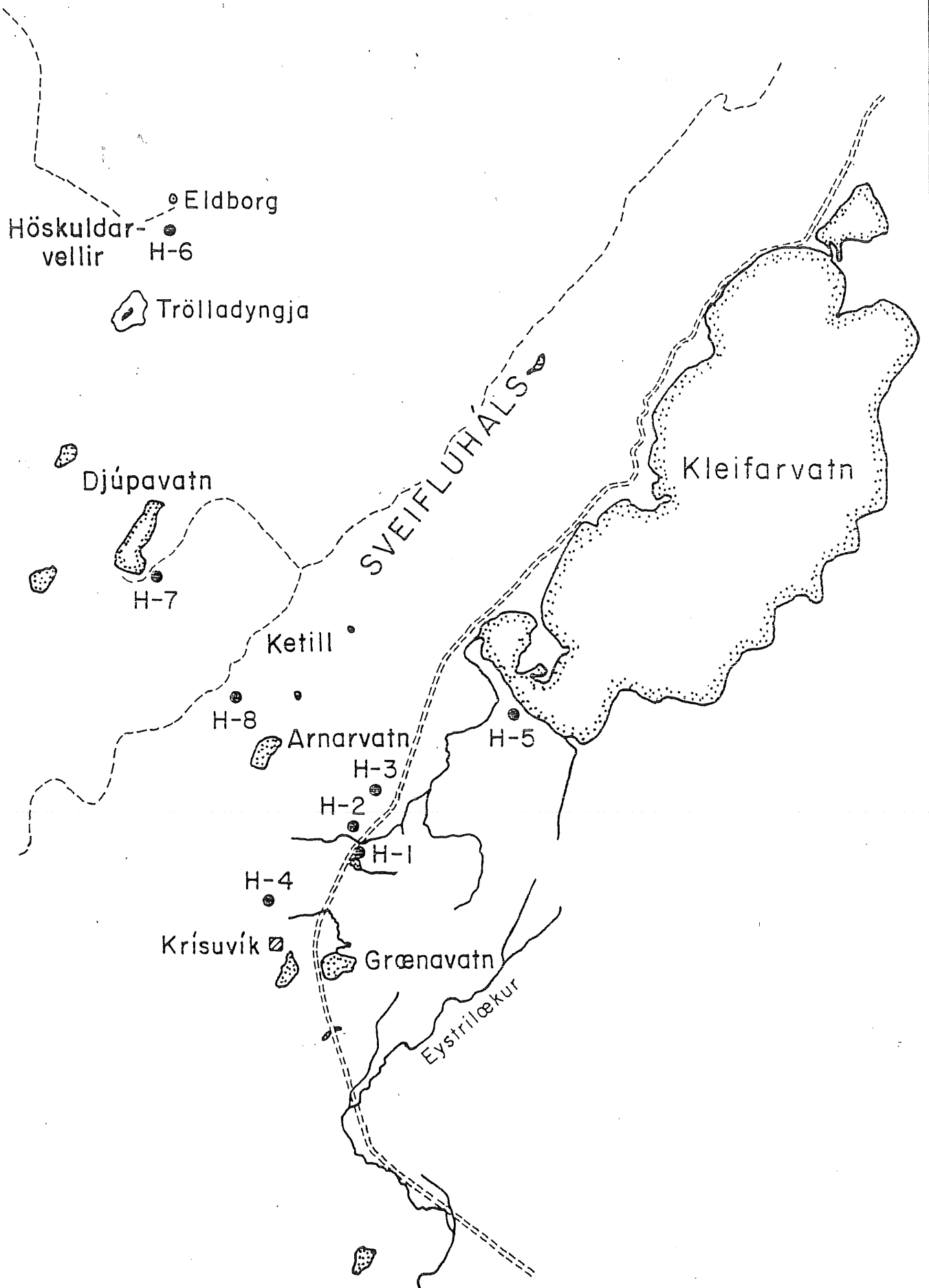
4 HEIMILDIR

Stefán Arnórsson, Guðmundur Guðmundsson, Stefán G. Sigurmundsson, Axel Björnsson, Einar Gunnlaugsson, Gestur Gíslason, Jón Jónsson, Páll Einarsson og Sveinbjörn Björnsson 1975: Krísuvíkursvæði. Heildarskýrsla um rannsókn jarðhitans. OSJHD7554, 7ls.

Valgarður Stefánsson 1980: Jarðhitakerfið í Krísuvík. Í:Dagskrá og ágrip. Ráðstefna um jarðhita 7.nóv.1980. bls 41-43. Jarðfræðafélag Íslands

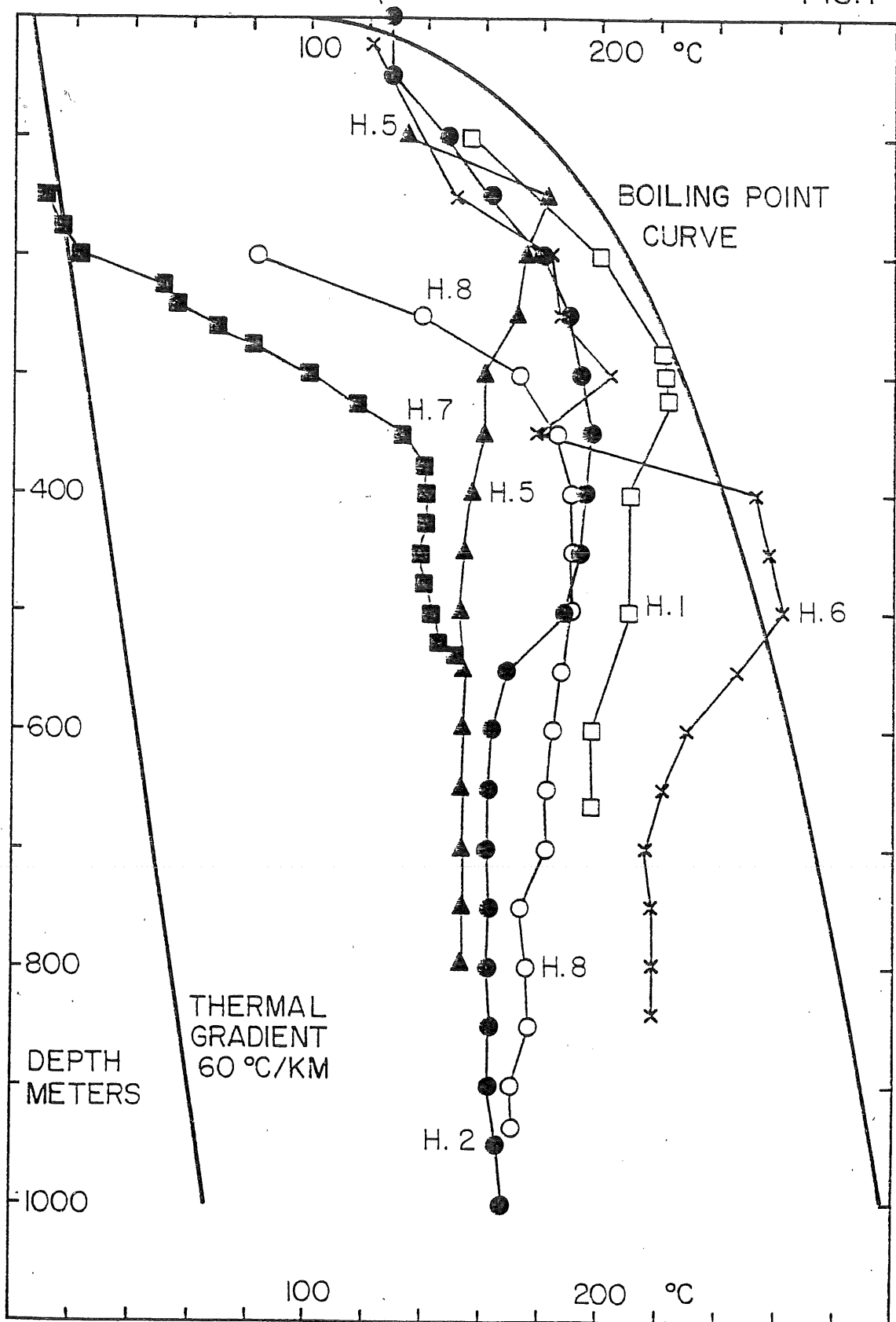


Krisuvík-og Trölladyngjusvæðið
Staðsetning borhola

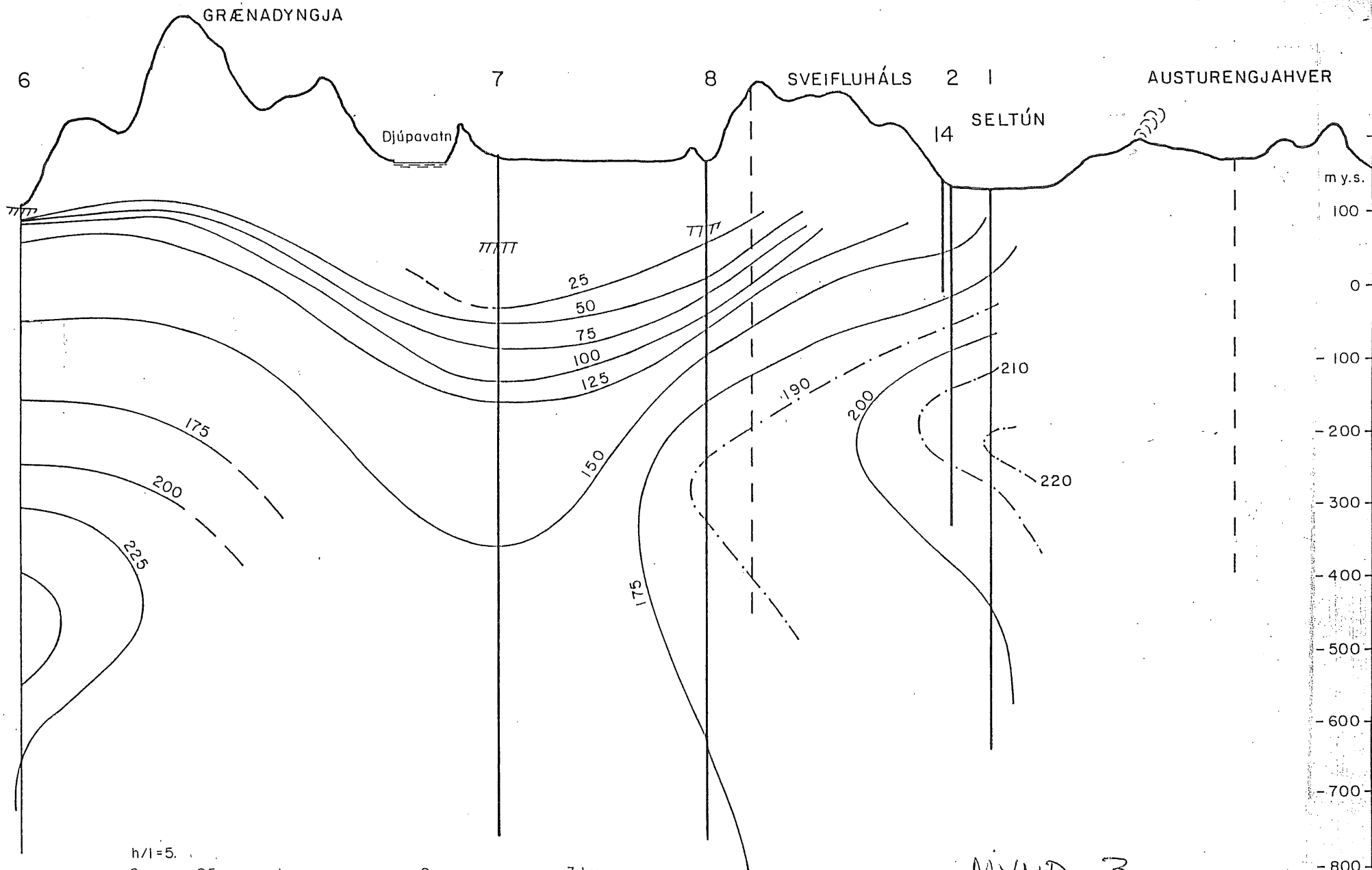


TEMPERATURES IN DRILLHOLES H.1, H.2, H.5, H.6, H.7 and H.8 IN THE KRÍSUVÍK HIGH-TEMPERATURE AREA

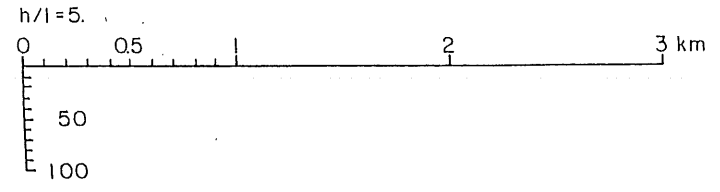
FIG. 7



MYND 2



MYND 3



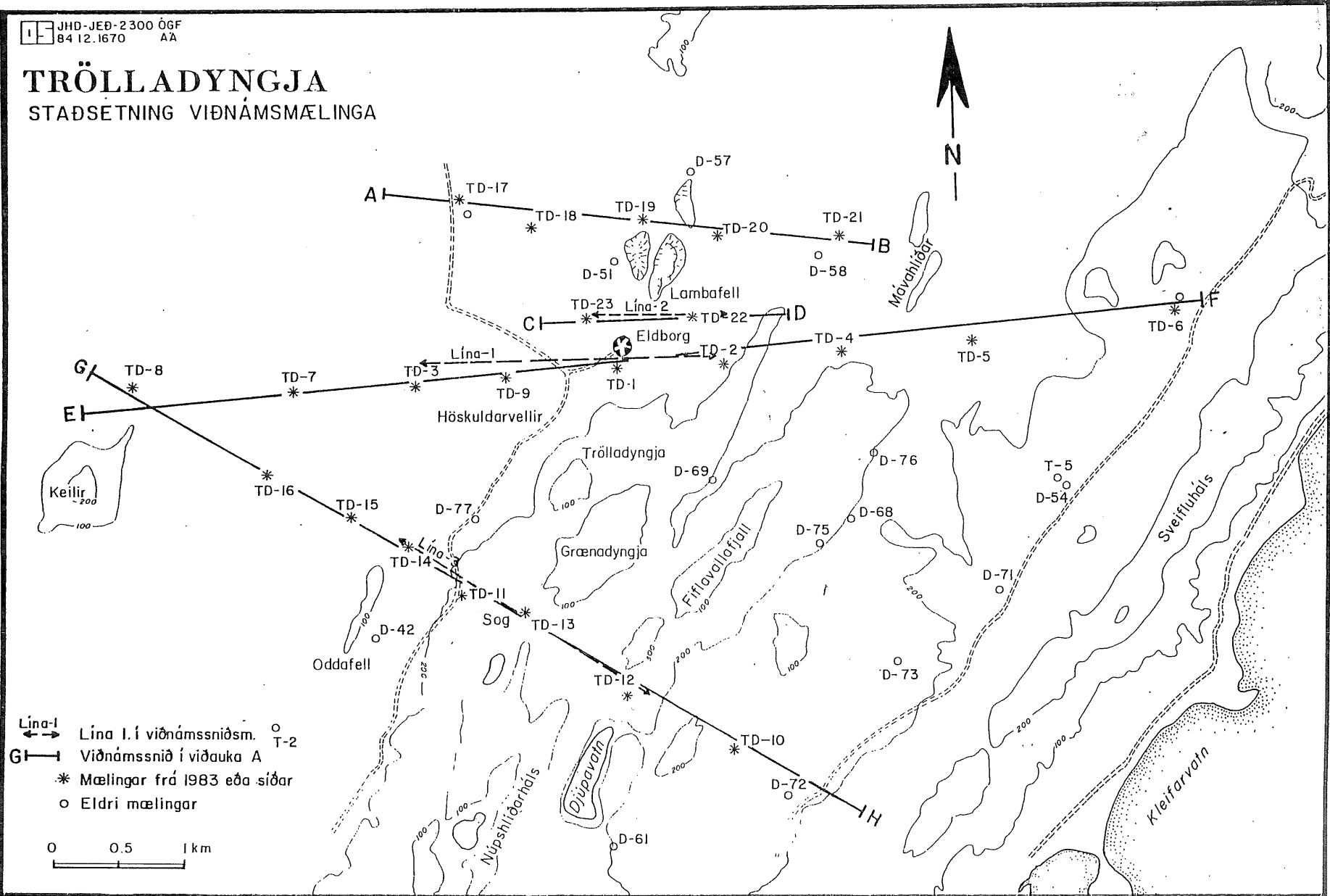
ORKUSTOFNUN
KRÍSUVÍK
Hitastig í jarðhitakerfinu

'80.10.27. VS/ÓD
Krísuvík
Hitam.
F. 20137

JHD-JEÐ-2300 ÖGF
84 12.1670 AA

TRÖLLADYNGJA

STAÐSETNING VIÐNÁMSMÆLINGA

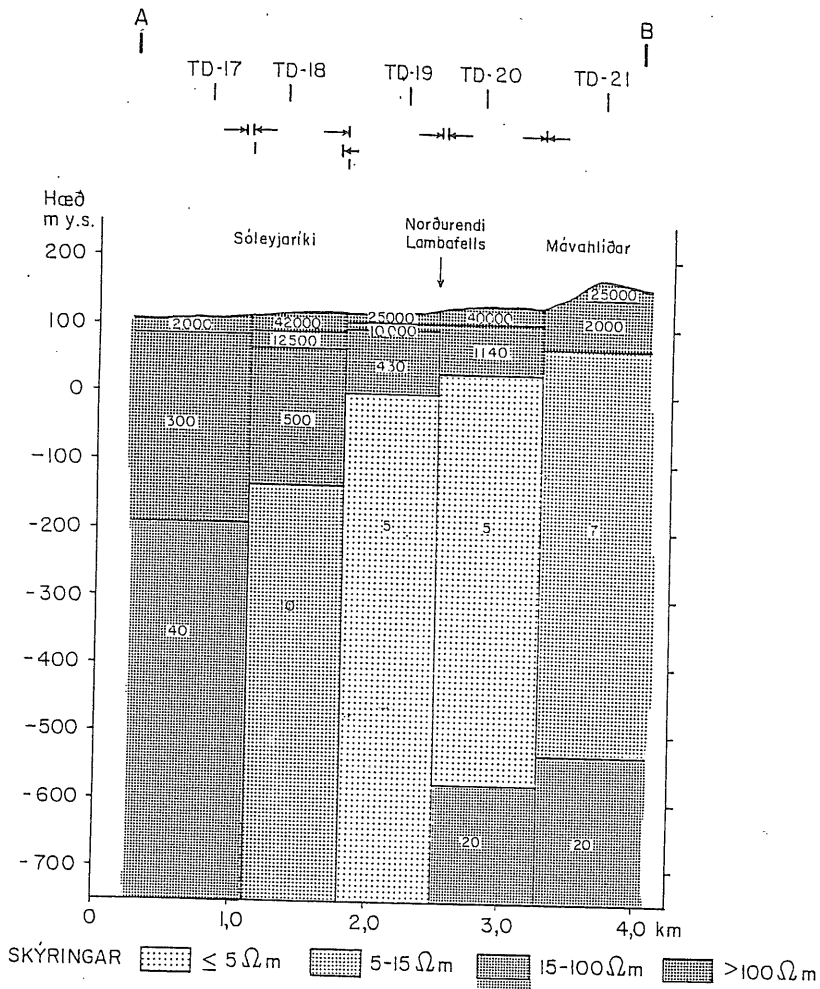


MYND 4

VIÐAUKI A. VIÐNÁMSSNIÐ

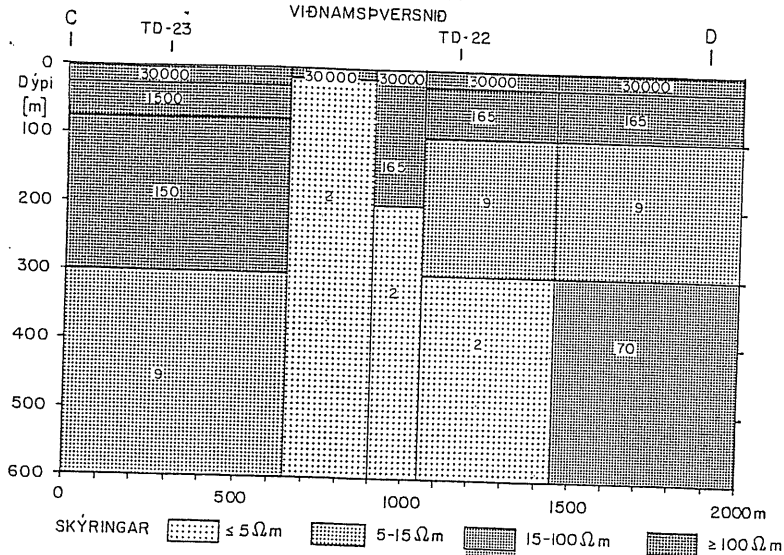
TRÖLLADYNGJA

VIÐNÁMSPVERSNID



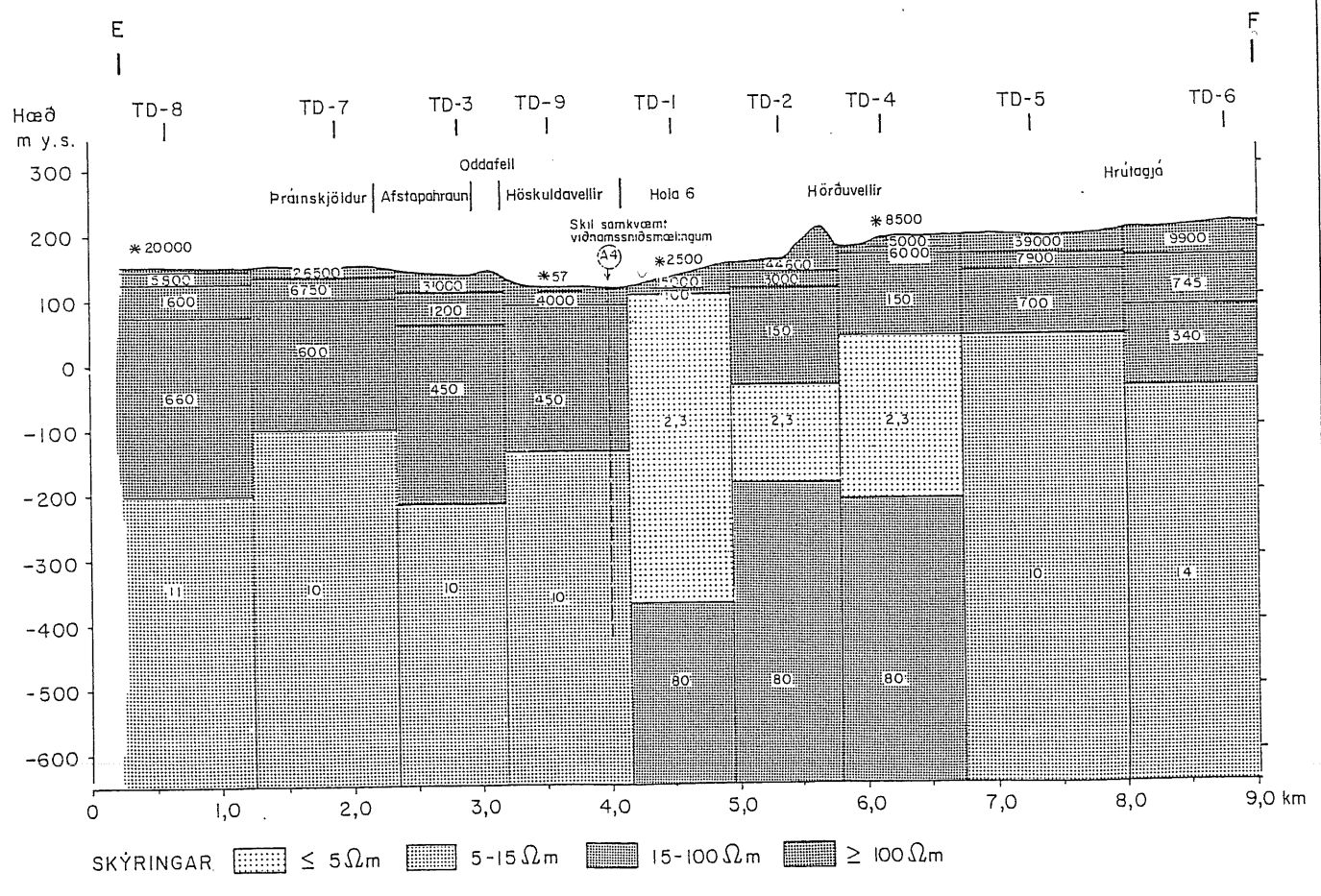
TRÖLLADYNGJA

VIÐNÁMSPVERSNID



TRÖLLADYNGJA

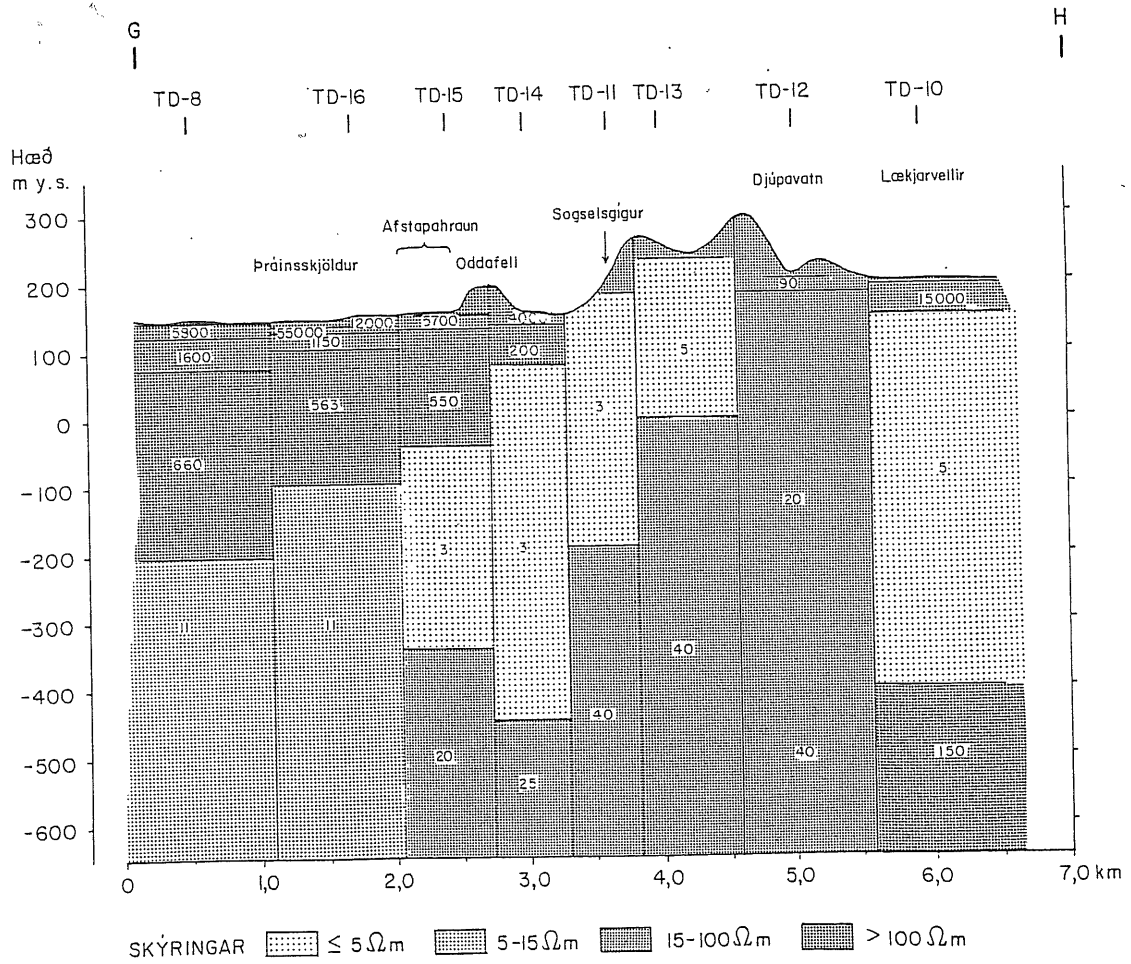
VIÐNAMSPVERSNID



JHD-JED-2300 KÁ.ÖGF
84.12.1672 AA

TRÖLLADYNGJA

VIÐNÁMSPVERSNIÐ



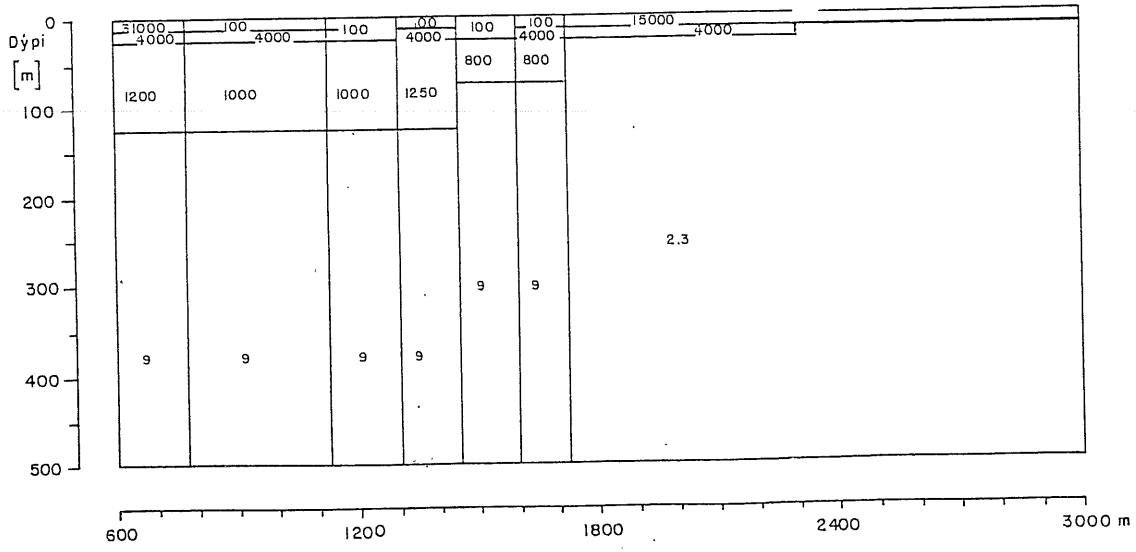
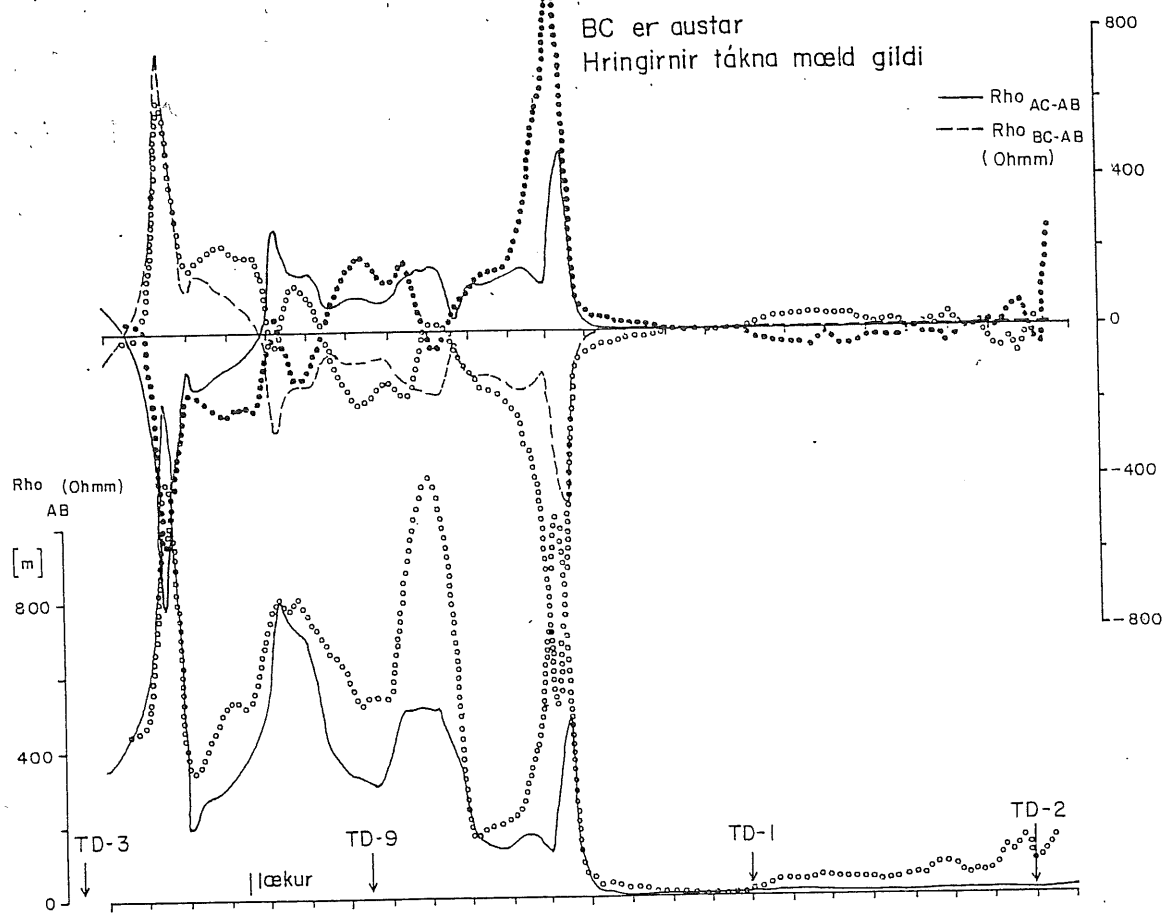
VIÐAUKI B: VIÐNÁMSSNIÐSMÆLINGAR OG TÚLKUN ÞEIRRA.

JHD-JED-2300 ÓGF
85.01.0031 AA

TRÖLLADYNGJA
VIÐNAMSSNIÐSMÆLING

LÍNA I
AB / 2 = 250m MN / 2 = 25m

Austur til hægri
BC er austar
Hringirnir tákna mæld gildi



JHD-JED-2300 ÓGF.KÁ.
85.01.0033 AA

TRÖLLADYNGJA
VIÐNÁMSSNIÐSMÆLING

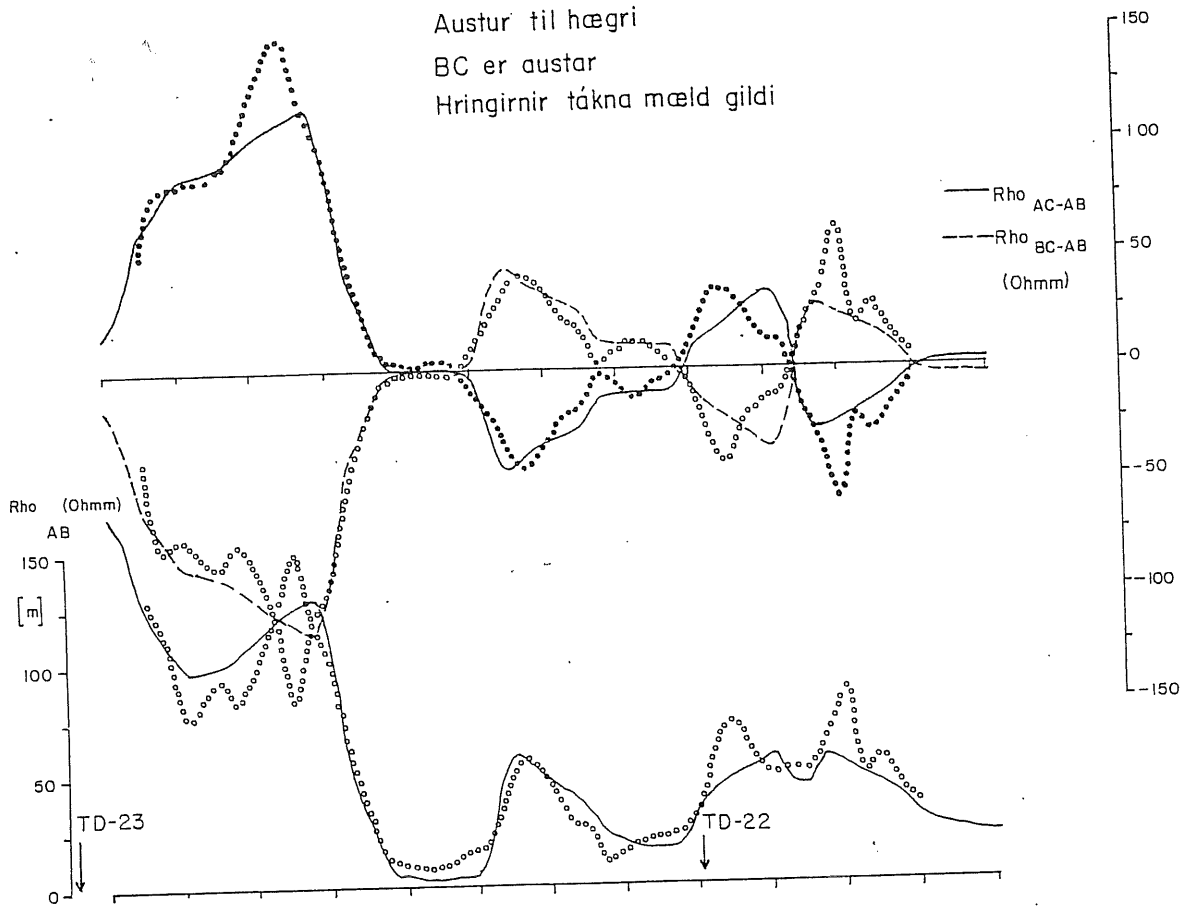
LÍNA 2

AB/2 = 250m MN/2 = 25m

Austur til hægri

BC er austur

Hringirnir tákna mæld gildi



0	30000	30000			30000	3000	3000	30000	3000
100	1500	1500				185	185	185	185
200	110	200	110	3		9	9	9	9
300			3	100	3	3			
400	9	9	3	3		3	3	17	17
500									
	450	750		1050	1350	1650			

JHD-JED-2300 ÓGF.KA.
85.01.0029 AA

TRÖLLADYNGJA
VIÐNÁMSSNIÐSMÆLING

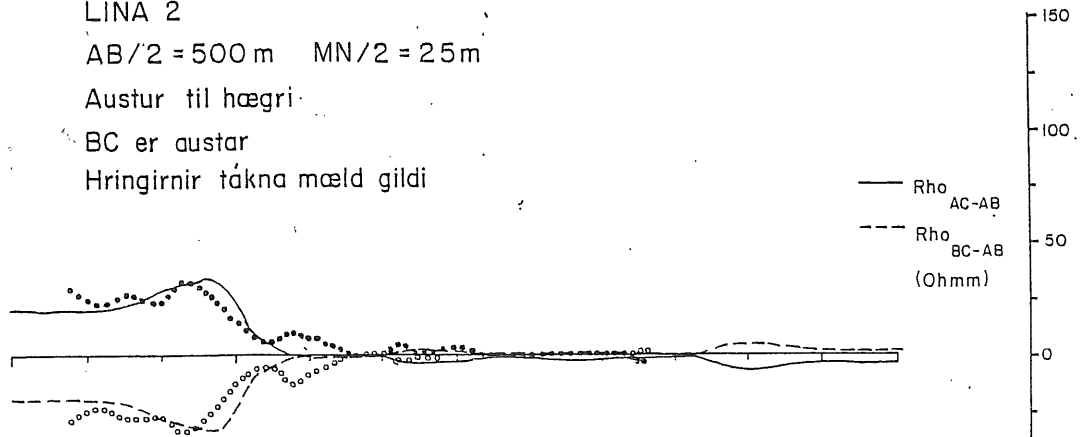
LÍNA 2

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

Austur til hægri

BC er austar

Hringirnir tákna mæld gildi



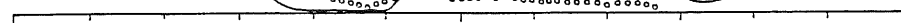
Rho (Ohmm)

AB
[m]

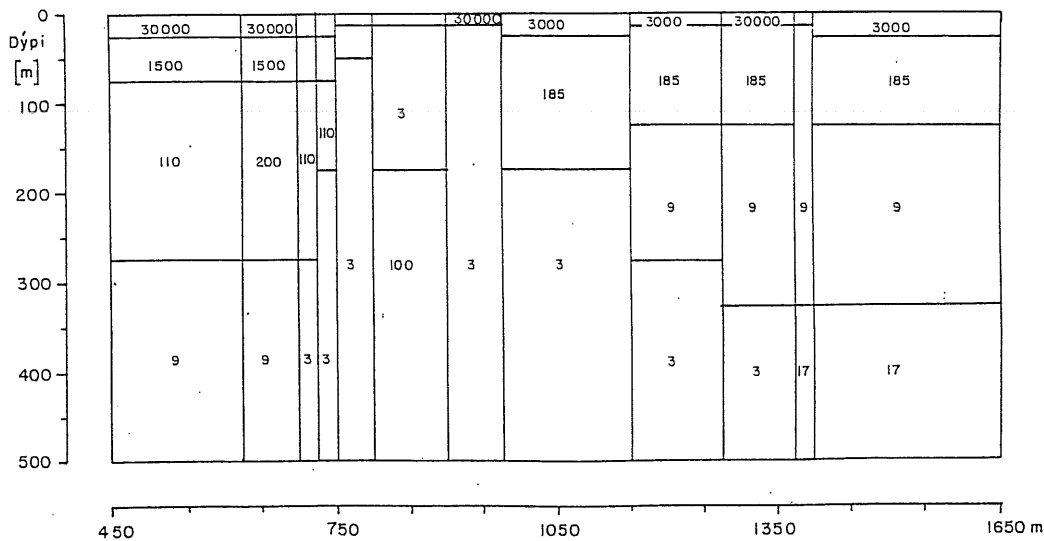


TD-23

TD-22



Dýpi
[m]



JHD-JEÐ-2300 KA. ÖGF.
85.01.0030. AA

TRÖLLADYNGJA
VIÐNÁMSSNIÐSMÆLING

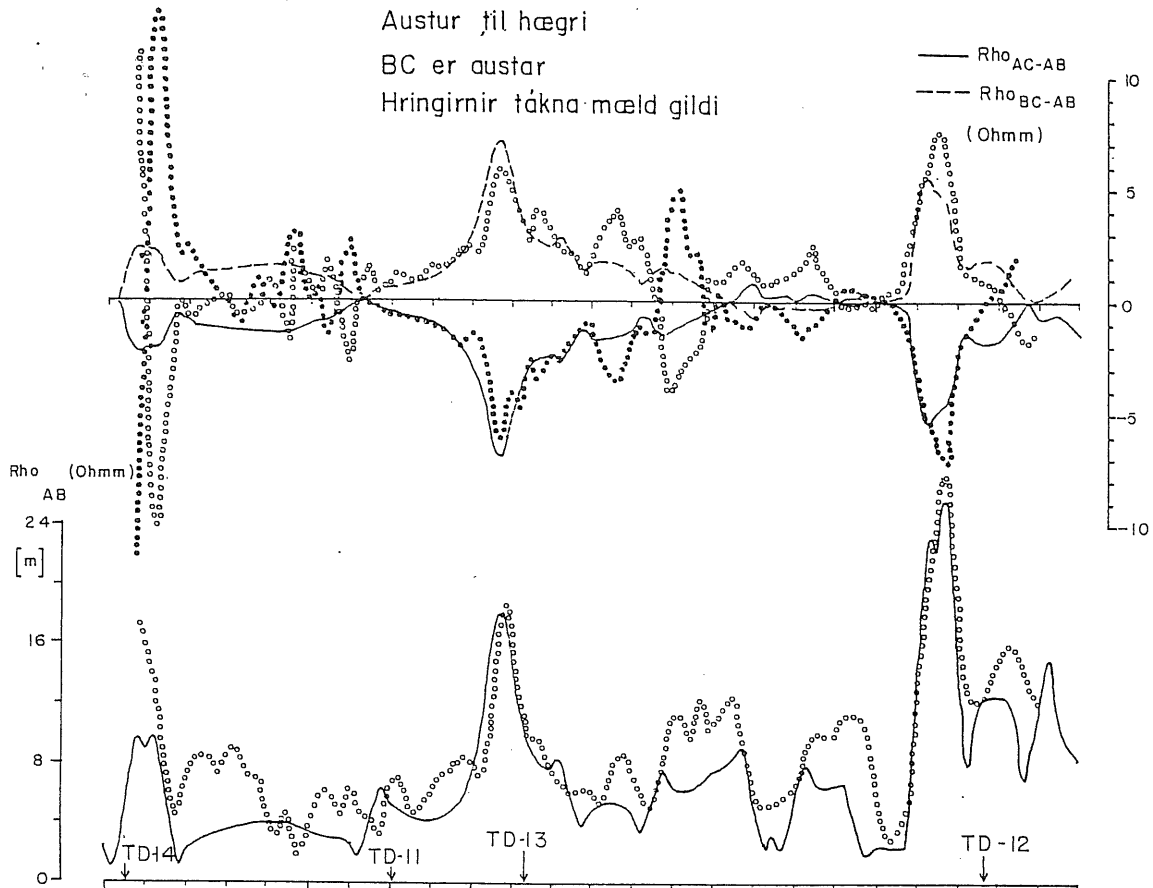
LÍNA 3

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

Austur fil hægri

BC er austar

Hringirnir tákna mæld gildi



Dýpi [m]		100	100	3000	3000	1000	12000	1000	12000	1000	6000	300	1500
												90	
100													
200	3	3	3	3	30	5	5	3	3	3			
300												20	10
400			26	26	60	60	60	60	60	60			
500	25	25											
	-700			0		700						1400	m