



ORKUSTOFNUN

Rannsóknasvið

Jarðhitaleit á Árskógsströnd 1996

**Ólafur G. Flóvenz
Ómar Bjarki Smárason**

Unnið fyrir Árskógshrepp

1997

OS-97002



ORKUSTOFNUN
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Verknr. 610 653

Jarðhitaleit á Árskógsströnd 1996

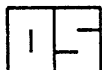
Ólafur G. Flóvenz
Ómar Bjarki Smáráson

Unnið fyrir Árskógshrepp

OS-97002

Janúar 1996

ORKUSTOFNUN: Kennitala 500269-5379 - Sími 569 6000 - Fax 5688896
Netfang os@os.is - Heimasíða <http://www.os.is>

**ORKUSTOFNUN**

Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Lykilsíða

Skýrsla nr.: OS-97002	Dags.: Janúar 1997	Dreifing: <input checked="" type="checkbox"/> Opin <input type="checkbox"/> Lokuð til
Heiti skýrslu / Aðal- og undirtitill: Jarðhitaleit á Árskógsströnd 1996	Upplag: 30	
	Fjöldi síðna: (48)	
Höfundar: Ólafur G. Flóvenz Ómar Bjarki Smáráson, Jarðfræðistofunni Stapa	Verkefnisstjóri: Ólafur G. Flóvenz	
Gerð skýrslu / Verkstig: Framhaldsrannsókn, mat	Verknúmer: 610 653	
Unnið fyrir: Árskógshrepp		
Samvinnuaðilar:		
Útdráttur: Skýrslan greinir frá niðurstöðum jarðhitaleitar á Árskógsströnd 1996 til að kanna hvort nýtanlegan jarðhita sé að finna nær þéttbýliskjörnunum en við Ytri-Vík. Jarðhitaleitin fólst í gerð sprungukorts eftir loftmyndum, athugun á jarðskjálftavirkni á Árskógsströnd og hitastigulsborunum. Virk jarðskjálftasprunga með NV stefnu liggur frá Hrísey um Árskógsströnd vestanverða og stefnir inn á Arnarnes. Hitastigull á Árskógsströnd utan jarðhitasvæða mælist 55-60°C/km. Sterkar líkur benda til að jarðhitakerfi sé skammt norðaustan Birnunesborga, milli Hauganess og Litla Árskógs-sands. Þar mælist hitastigull 200°C/km. Kerfið er þó annað hvort kaldara eða á meira dýpi en jarðhitinn við Ytri-Vík, en liggur vel við byggð og er fjær sjó. Áætlað er að rannsóknir og boranir til að ganga úr skugga um hvort nýtanlegur jarðhiti er á þessum slóðum muni kosta 3-5 Mkr. Lagt er til að metið verði hvort hugsanleg hitaveita frá Birnunesborgum skili lægra orkuverði en veita frá Ytri-Vík að því marki að réttlætjanlegt sé að leggja í þennan kostnað.		
Lykilorð: Jarðhitaleit, hitastigulsboranir, sprungukort, jarðskjálftavirkni, hitaveita	ISBN-númer: ISBN 9979-827-85-8	
	Undirskrift verkefnisstjóra: 	
	Yfirfarið af: KS og PI	

EFNISYFIRLIT

ÁGRIP	3
1. INNGANGUR	3
2. FYRRI RANNSÓKNIR Á ÁRSKÓGSSTRÖND	4
3. JARÐSKJÁLFTAVIRKNI Á ÁRSKÓGSSTRÖND	5
4. SPRUNGUR OG SPRUNGUKORT	8
5. HITASTIGULSBORANIR	11
6. UMRÆÐA	13
7. NIÐURSTÖÐUR	13
8. TILLÖGUR	14
HEIMILDIR	14
VIÐAUKI I	17
VIÐAUKI II	31

MYNDIR

Mynd 1. Dreifing jarðskjálftaupptaka á Mið-Norðurlandi 1994-96	6
Mynd 2. Upptök jarðskjálfta á Árskógsströnd 1994-96	7
Mynd 3. Strik brotflata samkvæmt brotlausnum jarðskjálfta á Hríseyjarsprungunni	7
Mynd 4. Brotalínur á Árskógsströnd	9
Mynd 5. Brotalínukort Constantinos Velegrinos	10
Mynd 6. Hitastigull í borholum á Árskógsströnd	12
Mynd 7. Hitastigull í borholum á Árskógsströnd	12

TÖFLUR

Tafla 1. Yfirlit um jarðskjálfta á Árskógsströnd 1995 og 1996	8
Tafla 2. Yfirlit um hitastigulsholur	11

ÁGRIP

Árið 1996 annaðist Orkustofnun með aðstoð Jarðfræðistofunnar Stapa jarðhitaleit á Árskógsströnd. Markmiðið var að kanna hvort nýtanlegan jarðhita væri að finna nær þéttbýliskjörnunum á Árskógsströnd en við Ytri-Vík.

Jarðhitaleitin fól í sér þrjá þætti; gerð sprungukorts eftir loftmyndum, athugun á jarðskjálftavirkni á Árskógsströnd og hitastigulsboranir.

Í ljós kom að virk jarðskjálftasprunga (Hríseyjarsprungan) með NV stefnu liggur frá jarðhitasvæðinu vestan til í Hrísey, um Árskógsströnd vestanverða og inn á Arnarnes. Sprungan sést á köflum á loftmyndum sem lína í landslagi, og er vel sýnileg með berum augum í fjörunni í Hrísey og í fjörunni rétt vestan við bæinn á Brimnesi. Örlitlir jarðskjálftar urðu á sprungunni árið 1995 sem sýnir að hún er virk. Jarðhitinn í Hrísey, jarðhitinn við Ytri-Vík og meint uppstreymi jarðhita á Arnarnesvík liggja einnig nærri þessari sprungu.

Hitastigulsmælingar sýndu að utan jarðhitasvæða er 55-60°C/km hitastigull á Árskógsströnd. Skammt norðnorðaustan Birnunesborga fannst svæði þar sem hitastigull mælist allt að 200 °C/km í grunnri borholu. Hár hitastigull er þarna á nokkru svæði þar sem norðaustlægur gangur sker Hríseyjarsprunguna. Bendir það sterklega til að þar kunni að vera jarðhitakerfi undir. Það er þó annað hvort kaldara eða á meira dýpi en jarðhitinn við Ytri-Vík. Hins vegar liggur það vel við byggð á Árskógsströnd og er fjær sjó en jarðhitinn við Ytri-Vík. Það dregur úr líkum á saltmengun við langtímadælingu. Talið er að það muni kosta 3-5 Mkr í rannsóknum og borunum að komast að því hvort nýtanlegur jarðhiti er á þessum slóðum.

Lagt er til að metið verði fjárhagslega hvort hitaveita frá hugsanlegu jarðhitasvæði við Birnunesborgir skili það mikið lægra orkuverði en hitaveita frá Ytri-Vík að réttlætlanlegt sé að leggja í 3 - 5 Mkr kostnað til að halda áfram rannsóknum við Birnunesborgir.

1. INNGANGUR

Með bréfi dagsettu 28. maí 1996 óskaði Kristján Snorrason, oddviti Árskógshrepps eftir því að Orkustofnun annaðist jarðhitarannsóknir á Árskógsströnd sumarið 1996. Tilgangur jarðhitaleitarinnar skyldi vera sá að kanna hvort nýtanlegan jarðhita væri að finna nær þéttbýliskjörnunum í hreppnum en við Ytri-Vík, þar sem skýr vísbending fannst um jarðhita við hitastigulsboranir árið 1994 (Ómar B. Smáráson, 1994). Hugmyndin um leit að jarðhita nær en í Ytri-Vík er sett fram í endurskoðaðri áætlun um hitaveitu í Árskógshreppi (Wilhelm V. Steindórsson, 1996). Þar kemur m.a. fram sú ábending að ekki verði lagt út í neinar meiriháttar boranir við Ytri-Vík fyrr en að undangengnum frekari jarðhitarannsóknum í hreppnum og tryggt hafi verið að öll fyrirliggjandi vitneskja um svæðið hafi komið fram. Við rannsóknina verði "hafðir að leiðarljósi þeir þættir, sem skipt geta sköpum um rekstrarlega framtíð veitunnar, en það er fjarlægð virkjunarsvæðisins frá markaðnum, lega þess og vatnshitinn".

Í framhaldi af bréfi oddvitans gerði Orkustofnun tillögur um jarðhitaleit (Ólafur G. Flóvenz, 1996). Þær fólu í sér tvo meginþætti, forathuganir og hitastigulsboranir. Forathuganirnar voru þrjúþættar, hitamælingar í fyrirliggjandi holum, gerð sprungu- og

brotalínukorts og könnun á dreifingu jarðskjálfta í grennd Árskógshrepps. Áætlaður heildarkostnaður við verkið var 2,15 Mkr.

Vinna við verkið hófst síðsumars 1996. Ómar Bjarki Smárason hjá Jarðfræðistofunni Stapa var fenginn til að gera brotalínukort eftir loftmyndum. Constantino Velegrino, grískur nemandi við Jarðhitaskóla Háskóla Sameinuðu þjóðanna vann einnig sprungukort og gerði nokkrar athuganir á sýnilegum sprungum á ströndinni og stefnu þeirra. Hann notaði einnig ýmsar aðrar upplýsingar úr þessari rannsókn sem námsverkefni við Jarðhitaskólann (Constantino Velegrino, 1996).

2. FYRRI RANNSÓKNIR Á ÁRSKÓGSSTRÖND

Jarðhita er að finna á nokkrum stöðum nærri Árskógsströnd, en aðeins á einum stað innan Árskógshrepps, í Merkisvík utan í Hálshöfða, við mörk Árskógshrepps og Dalvíkur. Hins vegar er yfir 70°C heitt jarðhitakerfi í Hrísey, jarðhitakerfi hefur fundist við Ytri-Vík og vísbendingar eru um jarðhita í sjó á Arnarnesvík.

Upplýsingar um jarðhita á Árskógsströnd er m.a. að finna í nokkrum skýrslum um jarðhitarannóknir fyrri ára. Kristján Sæmundsson (1970) kannaði jarðlög í Hálshöfða sem hluta að jarðhitarannsóknnum fyrir Dalvík og lýsti jarðlagaskipan svæðisins.

Árið 1988 gerði Orkustofnun viðnámssniðsmælingar og kannaði aðstæður við heitu laugina í Merkisvík í Hálshöfða, við mörk Árskógshrepps og Dalvíkur. (Ragna Karlsdóttir o.fl. 1989). Áhersla var lögð á jarðhitasvæðið í Merkisvík. Viðnámssniðsmælingarnar náðu þó langleiðina að Hellu auk stuttrar mælingu milli Hellu og Litla Árskógsands. Meginniðurstöður þeirra rannsókna voru fremur neikvæðar fyrir Árskógshrepp, svo virtist sem uppstreymisrás jarðhitans í Merkisvík væri að mestu í landi Dalvíkur og efnahitamælar bentu ekki til þess að það væri mjög heitt. Þó fundust vísbendingar um lágviðnámssprungur í jörðu vestan og norðvestan Hámundarstaða, en lágviðnámssprungur benda oft til jarðhita.

Í júlí 1994 voru boraðar 3 hitastigulsholur á Árskógsströnd, ein við Hellu (ÁRS-1), ein við Stærri Árskóg (ÁRS-2) og ein við Ytri-Vík (ÁRS-3) (Ómar B. Smárason, 1994). Hitastigull reyndist lágur í tveimur fyrrnefndu holunum en mjög hár við Ytri-Vík, 326 °C/km í 50 m djúpri holu. Holan var dýpkuð í 154 m þar sem mældist tæplega 50°C hiti. Hitastigullinn hélst niður á 130 m dýpi en lækkað þar fyrir neðan þegar komið var í 45°C heitt vatnskerfi. Þá mældist einnig nokkuð hár hitastigull í grunnnum borholum í Hálshöfða. Sýni var tekið til efnagreininga úr holunni við Ytri-Vík (ÁRS-3) og mældur í því kísilstyrkur og sýrustig (Magnús Ólafsson, 1994). Kísilhiti vatnsins reyndist vera um 60°C, sem gefur lágmarksmat á hita í jarðhitakerfinu sem vatnið er ættað úr.

Árið 1995 var síðan boruð ein hola við bæinn Birmunes til kaldavatsleitar. Ekki er til áreiðanleg hitamæling úr holunni og torvelt er að mæla í henni vegna þess að dæla er í henni.

Meðan á rannsóknum þessum stóð var jafnframt verið að leita að uppstreymisrás heita vatnsins við Ytri-Vík. Stóð landeigandi þar að þeirri leit undir stjórn Ómars Bjarka Smárasonar. Alls voru boraðar 13 hitastigulsholur og ein dýpri vinnsluhola með bor

Rætunarsambands Flóa og Skeiða. Leitin bar þann árangur að umtalsvert magn af 77°C heitu vatni fékkst úr um 181m djúpri holu í landi Sólbakka, örskammt frá Ytri-Vík. Holan ber nafnið YV-14. Hitamæling úr holunni er sýnd í viðauka II. Úr holunni renna 10 l/s af 77°C heitu vatni í sjálfrennsli en um 4,5 l/s við 2 kg/cm² þrýsting. Efnagreining á vatninu bendir til lágrar seltu auk þess sem vatnið inniheldur lítið eitt af brennisteinsvetni.

Þótt vinnsluholan sé í landi Sólbakka er ljóst að jarðhitakerfið teygir sig inn á a.m.k. 3 jarðir þ.m.t. Ytri-Vík. Því er valinn sá kostur að kenna þetta jarðhitasvæði við Ytri-Vík enda uppgötvaðist jarðhitasvæðið við borun þar árið 1994.

3. JARÐSKJÁLFAVIRKNI Á ÁRSKÓGSSTRÖND

Talið er að virkar jarðskorpuhreyfingar eigi mikinn þátt í að mynda og viðhalda jarðhitakerfum (Axel Björnsson o.fl. 1990). Við flestar jarðskorpuhreyfingar verða jarðskjálftar, oftast aðeins örmsáir og aðeins mælanlegir með nákvæmum mælitækjum. Með því að fá upplýsingar um jarðskjálfta og hvar þeir verða má finna hvar sprungur eru að myndast í jörðu og þar eru líkur á jarðhita.

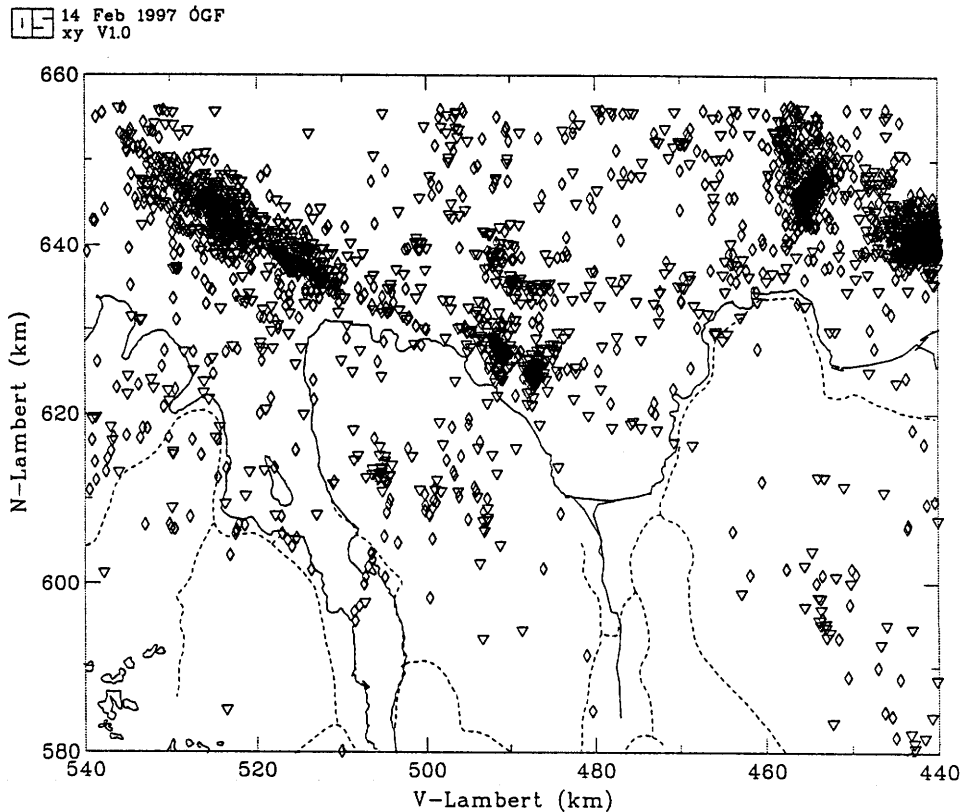
Árið 1994 var komið upp jarðskjálftamæli við Helli á Árskógsströnd. Mælirinn er hluti af sjálfvirku og tæknilega fullkomnu jarðskjálftamælakerfi Veðurstofu Íslands. Með tilkomu mælisins á Árskógsströnd má fá nákvæmar upplýsingar um smáskjálftavirkni í utanverðum Eyjafirði. Upplýsingum um alla jarðskjálfta er safnað í sérstakar skrár hjá Veðurstofu Íslands, sem Orkustofnun var góðfúslega veittur aðgangur að. Skrárnar hafa að geyma fjölmargar upplýsingar um hvern og einn jarðskjálfta, s.s. hnit upptaka og dýpi hans, stærð skjálftans, hvenær hann hófst og í mörgum tilfellum eru einnig upplýsingar um brotlausn, þ.e. strik og halla þess brots sem varð í jörðinni og leysti út skjálftann.

Gögn voru sótt í gagnabanka Veðurstofu Íslands og valdir út allir jarðskjálftar sem mælst höfðu á Mið-Norðurlandi frá ársbyrjun 1994 og fram í ágúst 1996. Mynd 1 sýnir dreifingu jarðskjálfta á tímabilinu. Þar sést að mjög mikil jarðskjálftavirkni er á svæðinu og skjálftarnir marka þrjú brotabelti sem tengjast hliðrun gosbeltisins frá Norðausturlandi að Kolbeinseyjahrygg. Hið syðsta af þessum þremur liggur um Dalsmynni þvert yfir Eyjafjörð um Hrísey og Dalvík. Árskóghreppur er á suðurjaðri þessa beltis. Jarðskjálftinn mikli á Dalvík árið 1934 átti trúlega upptök sín á þessu belt.

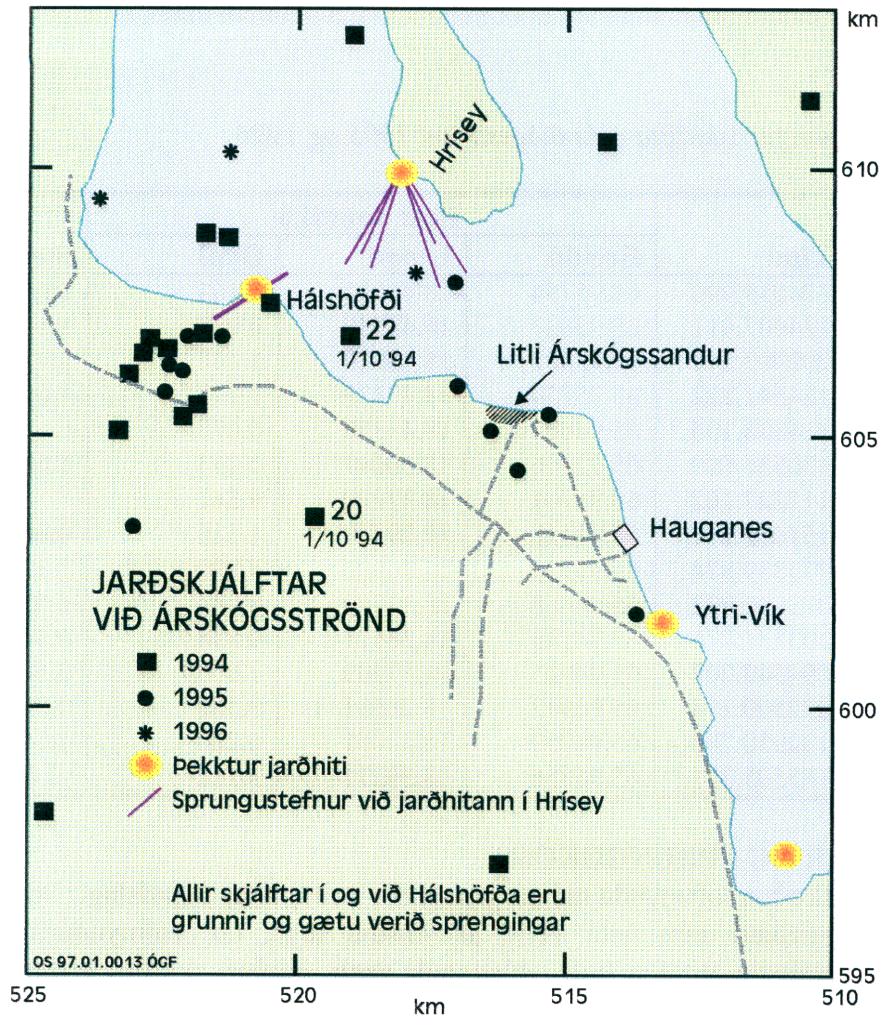
Mynd 2 sýnir nánari staðsetningu jarðskjálftanna sem urðu í Árskóghreppi og grennd á umræddu tímabili og í töflu 1 er yfirlit um þá. Á myndina eru einnig merktir inn þekktir jarðhitastaðir og stefnur þeirra sprungna sem þekktar eru við jarðhitann í Merkisvík og Hrísey. Hafa þarf í huga að skekkjur í staðsetningu einstakra jarðskjálfta eru 1-2 km. Skjálftarnir í Hálshöfða eru allir mjög grunnt og stafa nær örugglega af sprengingum tengdum grjótnámi þar. Auk þessara sprenginga urðu nokkrir jarðskjálftar á svæðinu, flestir á 5 - 10 km dýpi. Þegar dreifing jarðskjálftanna er skoðuð virðast flestir þeirra raða sér á belt með NNV-læga stefnu eða sömu stefnu og annað tveggja sprungukerfa við jarðhitann í Hrísey hefur. Að auki raðast jarðhitasvæðin í Hrísey, Ytri-Vík og hugsanleg jarðhitasvæði í Arnarnesvík sér á þetta sama belt. Það bendir sterklega til þess að sprungubelti með NNV-læga stefnu liggir

eftir þessu skjálftabelti og spili mikið hutverk í myndun jarðhitasvæðanna á þessum slóðum.

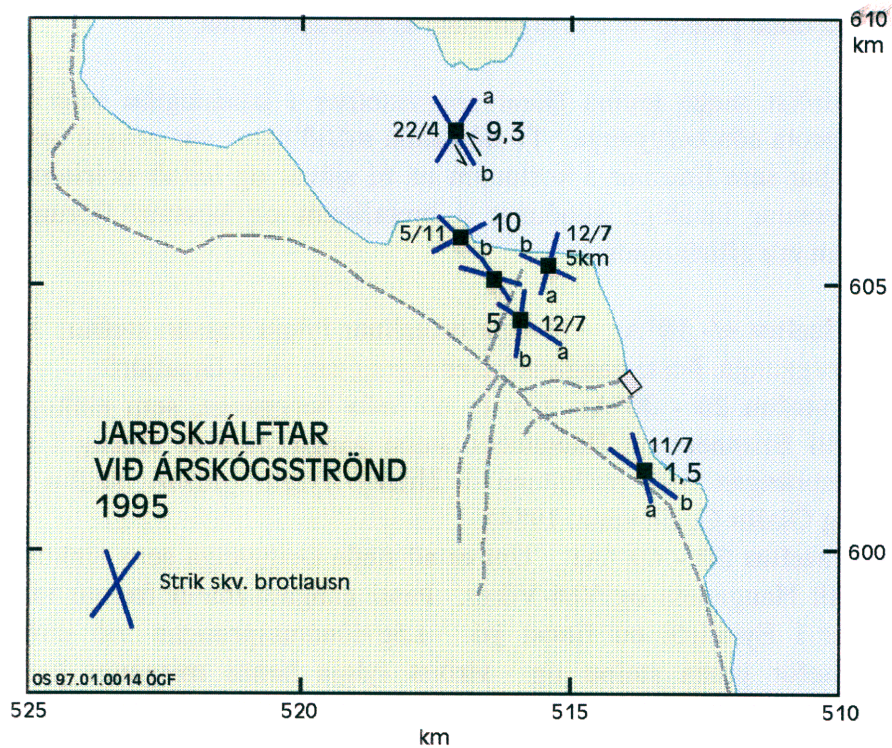
Mynd 3 sýnir stefnu þeirra brota sem fást úr brotlausnum jarðskjálftanna á sprungubeltinu. Þegar brotlausn jarðskjálfta er reiknuð út fást tvær jafngildar lausnir fyrir hvern jarðskjálfta, sem ekki er unnt að greina á milli. Á mynd 3 eru báðar lausnir merktar inn fyrir hvern jarðskjálfta, Jafnframt er upptakadýpi þeirra sýnt. Á myndinni má sjá að brotlausnir einstakra skjálfta eru svipaðar, önnur lausnin bendir til NV-lægra brota hin til NNA-lægra.



Mynd 1. Dreifing jarðskjálftaupptaka á mið-Norðurlandi á árunum 1994-96. Sjá má helstu brotalínur: skástíga brotakerfið sem liggur úr Öxafirði að Grímsey, Tjörnesbrotabeltið sem nær frá Húsavík út í Eyjafjarðarál og brotakerfið, sem liggur yfir Eyjafjörð við Hrísey. Þótt heildarstefna brotakerfanna sé norðnorðvestlæg hafa einstök brot NNA eða NNV stefnu.



Mynd 2. Upptök jarðskjálfta á Árskógsströnd 1994-96



Mynd 3. Strik brotflata samkvæmt brotlausnum jarðskjálfta á Hríseyjarsprungunni. Tölurnar sýna dagsetningu og dýpi

Tafla 1: Yfirlit um jarðskjálfta á Árskógsströnd 1995 og 1996

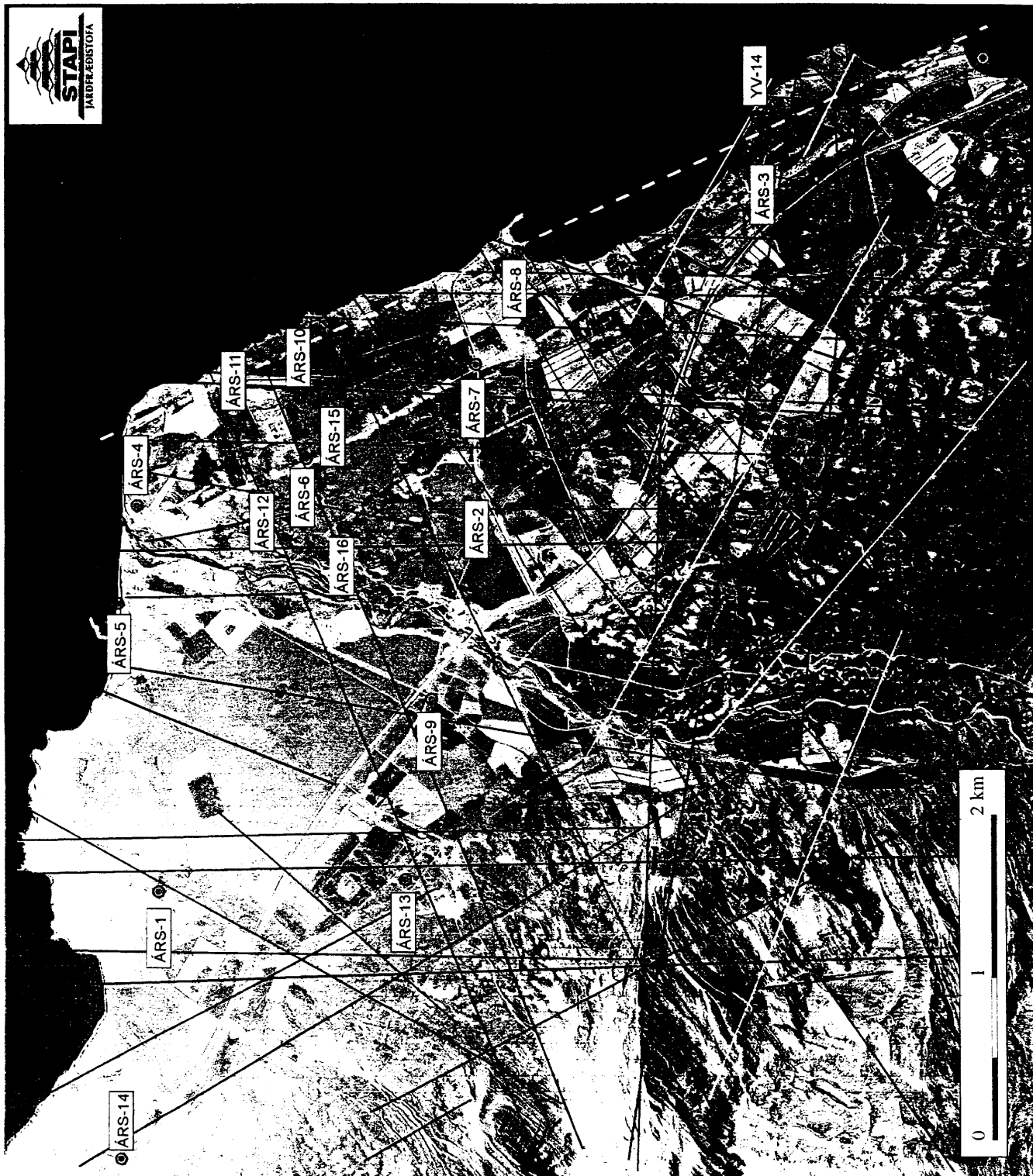
Dagsetning	Tími	Hnit upptaka			Stærð
		Breidd	Lengd	Dýpi	
19950108	174559.990	65.95754	18.46990	0.463	1.68
19950112	124407.411	65.95827	18.48530	0.987	1.14
19950124	202303.547	65.95187	18.48929	1.118	1.72
19950204	184541.222	65.95239	18.49229	1.247	1.64
19950207	124838.105	65.94807	18.49359	0.678	
19950420	170536.620	65.92566	18.50649	0.053	1.65
19950422	111227.162	65.96701	18.37720	9.341	
19950711	151022.271	65.91118	18.29980	1.516	0.99
19950712	075859.874	65.93533	18.34990	4.990	1.32
19950712	075900.932	65.94458	18.33780	5.044	1.05
19951020	203531.776	65.94245	18.36111	9.894	0.94
19951105	094347.207	65.94925	18.37509	12.059	0.50
19960102	072500.274	65.96942	18.28691	8.582	0.94
19960416	132910.743	65.98059	18.52051	6.200	1.08
19960627	145505.351	65.96856	18.39271	9.511	-0.07

4. SPRUNGUR OG SPRUNGUKORT

Með vandaðri skoðun loftmynda má oft greina alls konar línur í landslagi. Þessar línur eru yfirborðsfyrirbæri sem geta verið af ýmsum toga, t.d. rofmyndum í landi, afleiðingar mannlegra athafna (t.d. jarðstrengir vegir, garðar, skurðir, girðingar) eða merki um undirliggjandi brot eða berggang í jarðskorpunni. Á mynd 4 er sýnt brotalínukort sem Ómar Bjarki Smáráson, jarðfræðingur, vann og á mynd 5 er sýnt annað kort sem Constantino Velegrino, jarðfræðingur frá Grikklandi vann. Kortin eru unnin algjörlega óháð þannig að hvorugur vissi af kortagerð hins.

Á kortunum virðist mega greina fjórar meginstefnur í landslaginu sem benda til undirliggjandi brota eða bergganga. Til að kanna málið betur var gengið um fjörur á Árskógsströnd þar sem línurnar á kortunum ná til sjávar og leitað skýringa á þeim. Niðurstöður þessarar lauslegu skoðunar á brotalínum og þessum fjórum meintu brotalínustefnum eru eftirfarandi:

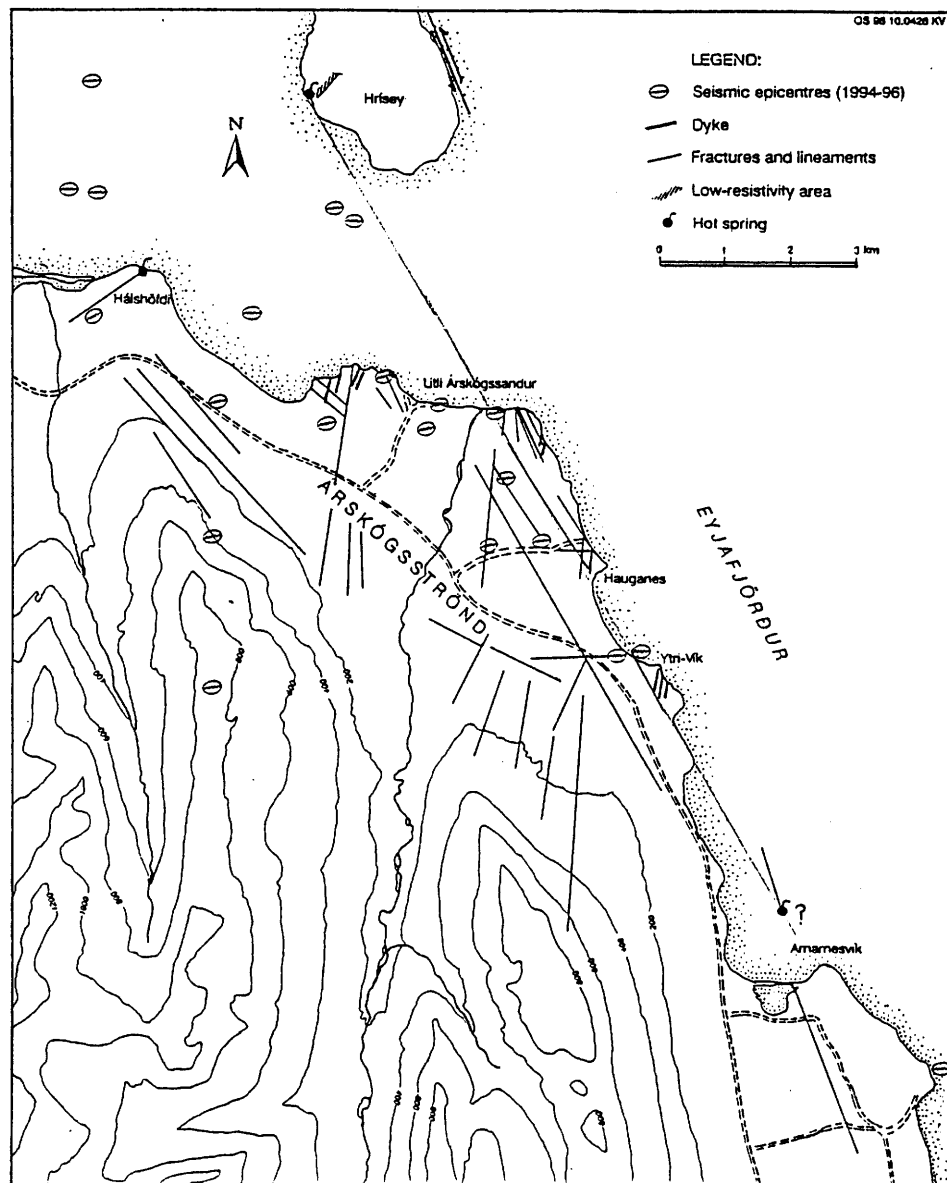
- 1. Línur með stefnu +/- 10°A:** Margar brotalínur fylgja þessari stefnu. Um er að ræða kerfi bergganga. Þessi gangastefna er algeng um allan Eyjafjörð.
- 2. Línur með stefnu 20 - 30°A:** Um er að ræða bergganga, sem einkum sjást á svæðinu milli Brimness og Hauganess. Þessi gangastefna er algeng í Eyjafirði. Lágviðnámssprungan við jarðhitann í Hrísey fylgir þessari stefnu (Grímur Björnsson og Ólafur G. Flóvenz, 1984).
- 3. Línur með stefnu 50 - 60 °A:** Um er að ræða bergganga sem einkum sjást á svæðinu milli Hauganess og Ytri-Víkur. Þessi gangastefna er fremur fátíð þegar innar dregur í Eyjafirði en finnst þó. Lágviðnámssprungan við jarðhitann í Merkisvík hefur þessa stefnu og virðist fylgja henni misgengi þar (Ragna Karlsdóttir o.fl. 1989).
- 4. Línur með stefnu A-V:** Fáeinar línur með þessa stefnu sjást við Ytri-Vík og þar fyrir sunnan. Ekki var kannað hver eðlis þessi brot voru.



MYND 4. Brotalínur á Árskógsströnd teiknaðar ofan í línur í landslaginu. Brotna línar stefnir á jarðhitann í Hrísey. Borholur sem boraðar voru fyrir Árskógshrepp á árunum 1994 og 1996 eru sýndar, ásamt vinnsluholunni við Ytri-Vík

5. Línur með stefnu 20-30 °V: Fáeinar línur með þessa stefnu sjást á sprungukortunum. Þetta er sama stefna og önnur tveggja brotalína við jarðhitann í Hrísey hefur. Í Hrísey sést þessi sprunga vel sem opin sprunga í klettum í fjörunni vestast á eyinni. Ein þessara brotalína á kortunum stefnir beint að jarðhitnum í Hrísey. Hún finnst í fjöruklöppum skammt austur af bænum Brimnesi og stefnir þar greinilega að jarðhitnum í Hrísey. Ef við framlengjum hana til suðausturs liggur hún um jarðhitann við Ytri-Vík og um meintan uppstreymisstað jarðhita á Arnarnesvík. Á loftmyndum má glögglega sjá línu með þessa stefnu við meintan uppstreymisstað á Arnarnesvík. Ekki verður séð að gangar eða misgengi fylgi þessari sprungu.

Auk þessara NNW lína má greina fáeinar línur á syðsta hluta svæðisins sem hafa stefnu nærri VNV.



Mynd 5. Brotalínuukort Constantinos Velegrinos. Auk brotalína eru jarðhitastaðir og upptök jarðskjálfta færð inn á kortið.

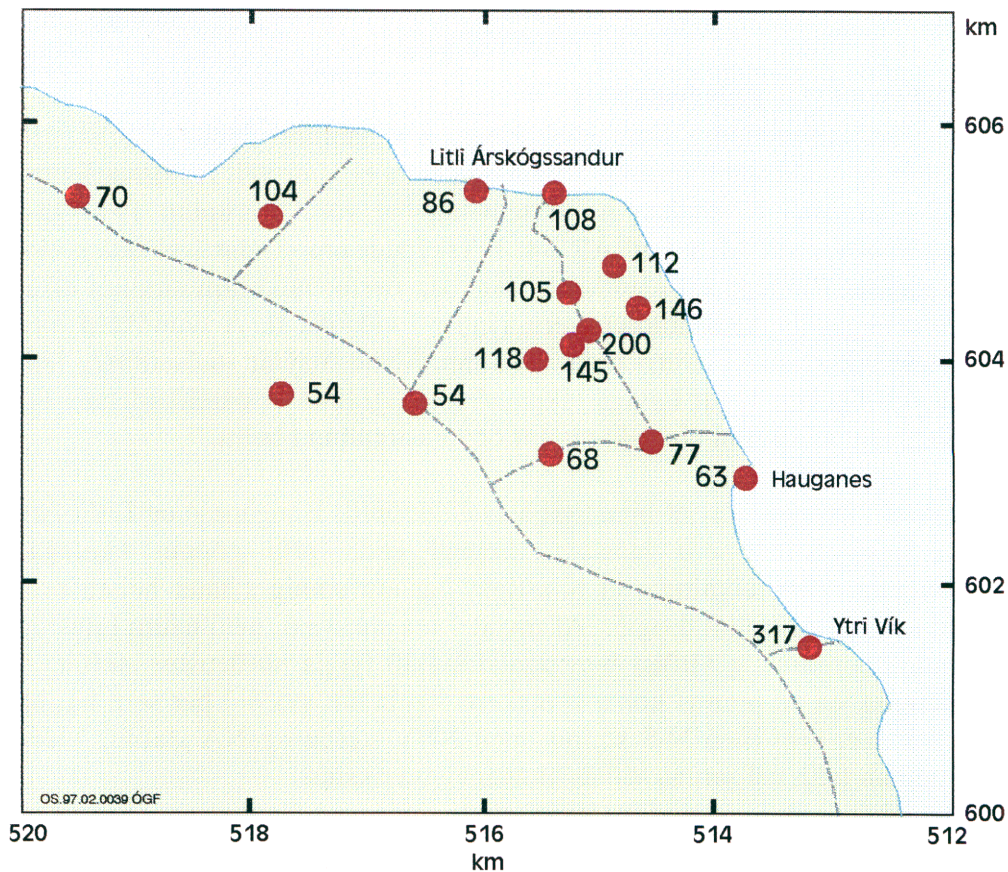
5. HITASTIGULSBORANIR

Hitastigulsboranir fóru fram með hléum á tímabilinu 28.8. - 28.10. 1996. Alvarr, Boranir og verkfræðipjónusta, boraði og gengu boranir vel. Holurnar fengu auðkennin ÁRS-5 til ÁRS-16 en þær holur sem boraðar voru á árunum 1994-95 höfðu áður fengið auðkennin ÁRS-1 til ÁRS-4. Borskýrslur eru sýndar í viðauka. Holurnar voru hitamældar fljótlega eftir að borun lauk og flestar nokkrum sinnum eftir það. Allar hitamælingar úr ÁRS-holunum eru sýndar í viðauka II. Á grundvelli hitamælingana var loks hitastigull í hverri holu ákveðinn. Mynd 6 sýnir staðsetningu holanna ásamt hitastigli í þeim. Tölur í sviga tákna að hitastigullinn er óáreiðanlegur. Jafnframt er í töflu 2 sýnt yfirlit um einstakar holur og hitastigullinn í þeim.

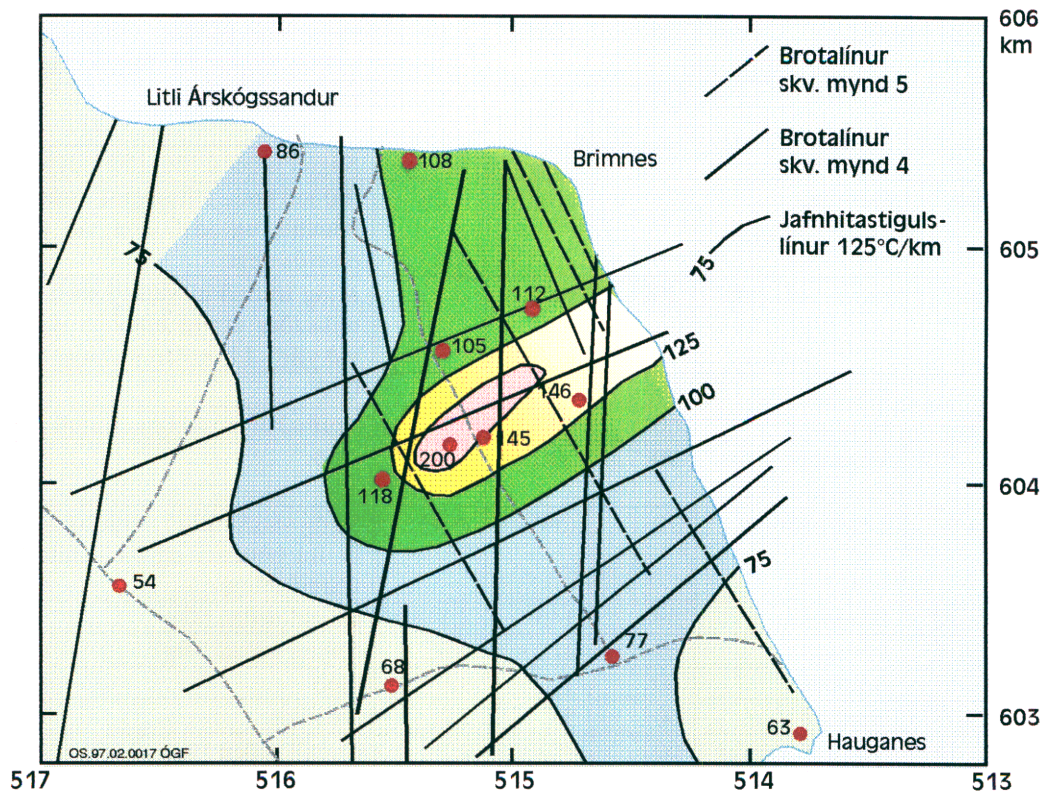
Á mynd 7 er sýnt kort af hitastigli á svæðinu milli Hauganes og Litla Árskógssands. Jafnhitastigulslínur eru lauslega dregnar enda gefa gögnin tæplega tilefni til nákvæmrar tölvuteikningar af hitastigli. Þar eru einnig sýndar helstu brotalínur sem fram koma á myndum 4 og 5. Af mynd 7 má sjá svæði með háum hitastigli norður af Birnunesborgum og virðist hitastigulsfrávikid fylgja norðaustur stefnu. Á myndinni má einnig sjá að þrenns konar brotakerfi liggja um svæðið þar sem hái hitastigullinn mælist, þ.e. brot með N-S stefnu, með NNV stefnu og NA stefnu. Virðist ein NA-brotalínan falla vel saman við ás hitastigulsfráviksins.

Tafla 2. Yfirlit um hitastigulsholur.

Hola nr.	Staður	Dýpi m	Hita- stigull °C/km	Yfirb. °C	Athugasemdir
ÁRS-1	Hella	50	(104)	1,3	Þykk laus jarðlög, niðurrennsli í æð á ca35m. Stigull þar fyrir neðan
ÁRS-2	Stærri- Árskógur	50	68	3,2	reglulegur stigull
ÁRS-3	Ytri-Vík	154	317	4,5	Stigull niður á 130-150m dýpi.
ÁRS-4	Birnunes	72	(108)	(3,3)	Æð við botn. Hitastigull reiknaður út frá botnhita og áætl. hita við yfirb. Mjög óáreiðanlegt
ÁRS-5	Litli -Árskógur	102	(86)	(3,3)	Mjög trufluð af vatnsrennsli. Hitastigull reiknaður út frá botnhita og áætl. hita við yfirb. Mjög óáreiðanlegt
ÁRS-6	Brimnes	99	145	3,1	Góð
ÁRS-7	Hauganes	60	63	3,2	Trufluð af æð á 60m. Stigull óáreiðanl.
ÁRS-8	Vegam.að Brim- nesi við Haugan.	90	77	3,3	Góð
ÁRS-9	Litli Árskógur	70	(54)	(3,3)	Mjög vatnstrufluð. Hitastigull reiknaður út frá botnhita og áætl. hita við yfirb. Óáreiðanlegt
ÁRS-10	Brimnes.	69	146	3,3	Stigull neðan 60m
ÁRS-11	Brimnes	69	112	3,0	Stigull neðan 50m
ÁRS-12	Brimnes	60	105	3,8	Góð
ÁRS-13	Engihlíð	60	54	2,3	Sæmileg
ÁRS-14	Hámundarstaðir	60	70	1,3	Stigull neðan 50m
ÁRS-15	Brimnes	75	200	1,5	Góður stigull frá 30m
ÁRS-16	Brimnes	75	118	4,0	Svolitlar óreglur, annars góður stigull



Mynd 6. Hitastigull í borholum á Árskógssandi



Mynd 7. Hitastigull og brotalínur á Árskógssandi

6. UMRÆÐA

Tilgangur þessarar jarðhitaleitar var að leita að um eða yfir 70°C heitu jarðhitakerfi nær þéttbýlinu á Árskógsströnd en við Ytri-Vík. Meðan þær rannsóknir fóru fram hafa boranir á vegum landeiganda í Ytri-Vík sýnt fram á yfir 70°C heitt vatnskerfi þar, sem er heitara en fyrri áætlanir um hitaveitu þaðan gerðu ráð fyrir.

Markmið allra þessara jarðhitarannsókna er að skapa grundvöll fyrir hagkvæmri hitaveitu á Árskógsströnd. Telja má næsta víst að nægt heitt vatn sé við Ytri-Vík til hitaveitu á Árskógsströnd án þess að það þurfi að skerpa á vatninu. Þar á þó eftir að bora dýpri og víðari vinnsluholu sem tæki vatnið á nægjanlega miklu dýpi. Þetta er sérlega mikilvægt við Ytri-Vík vegna þess hversu nálægt jarðhitinn þar er sjónum og líkur eru á saltmengun, líkt og í Hrísey, ef farið verður að dæla umtalsverðu magni úr holum þar. Sú hættu verður minni eftir því sem vatnið er tekið af meira dýpi.

Ekki er enn búið að sýna fram á að nýtanlegt jarðhitasvæði sé við Birnunesborgir þótt ákveðnar vísbendingar hafi fundist. Trúlega er þó dýpra á jarðhitakerfið þar en við Ytri-Vík eða það ekki eins heitt. Úr því verður aðeins skorið með frekari rannsóknum, sem tæplega kosta undir 3-5 Mkr. Finnist þar hins vegar nægt heitt vatn fyrir hitaveitu eru heldur minni líkur á saltmengun vegna meiri fjarlægðar frá sjó og eins liggur vinnsla þar mun betur við þéttbýliskjörmunum þremur á Árskógsströnd.

7. NIÐURSTÖÐUR

Helstu niðurstöður má draga saman á eftirfarandi hátt:

1. Um Árskógsströnd og nágrenni liggja nokkur brotakerfi. Þau má flokka í 5 hópa eftir stefnu brotanna, brot með NV- stefnu, brot með norðlæga stefnu, brot með NNA-læga stefnu, brot með NA-læga stefnu og fáein brot með A-V og VNVstefnu.
2. Heitar lindir, sem tengja má þessum brotum, er að finna í Merkisvík og í Hrísey.
3. Hár hitastigull finnst við Ytri-Vík og skammt norðan við Birnunesborgir. Boranir við Ytri-Vík haustið 1996 hafa þegar sannað tilvist meira en 80°C heits jarðhitakerfis þar. Við Birnunesborgir hefur mælst allt að 200°C/km hitastigull, sem er vísbending um nálægt jarðhitakerfi.
4. Grunur er um að jarðhiti sé úti í sjó á Arnarnesvík. Á loftmyndum sést greinileg norðvestlæg brotalína á sjávarbotni við meint uppstreymi þar. Framhald þessarar brotalínu má rekja inn á Arnarnes.
5. Jarðskjálftar á tímabilinu 1994-1996 raða sér á NV-lægt belti, sem liggur um jarðhitasvæðið í Hrísey og í stefnu að Ytri-Vík.
6. Jarðhitasvæðið vestan í Hrísey, hái hitastigulinn við Birnunesborgir, jarðhitinn við Ytri-Vík og líklegur jarðhitastaður á Arnarnesvík raða sé á umrætt NV-lægt sprungubelti.
7. Viðnámssniðsmælingar í Hrísey og hitastigulsmælingar við Birnunesborgir benda til að jarðhitinn á þessum stöðum hafi NA-læga eða NNA-læga stefnu, og uppstreymið sé þar sem brot eða gangar með þá stefnu skera NV-læga brotabeltið.
8. NV-læga brotabeltið sést greinilega á tveimur stöðum, í fjörunni skammt frá laugunum í Hrísey og í fjörunni skammt vestan við bæinn á Brimnesi. Einungis sjást sprungur með þessa stefnu en hvorki gangar né misgengi.
9. Hitastigulsboranir gefa enga von um jarðhita annars staðar á Árskógsströnd á því svæði sem boranir ná yfir. Þó má benda á að svolítið gap er í upplýsingum á

svæði sem afmarkast af Hellu, Litla-Árskógssandi og Stærri Árskógi sem 1 - 2 holur til viðbótar gætu bætt úr.

10. Hitastigull á Árskógsstönd er 55 - 60 °C/km þar sem ekki gætir truflunar af jarðhita.
11. Boranir í landi Sólbakka, Ytri-Víkur og Haga sýna að þar er að finna yfir 80°C heitt vatnskerfi. Um 10 l/s af um 77°C heitu vatni komu í sjálfrennsli úr 181 m djúpri holu við Sólbakka. Úrvinnslu gagna sem aflað var við boranirnar þar er ekki lokið.

Meginniðurstaða þessarar rannsóknar er því sú að fundist hefur sterk vísbending um jarðhitakerfi norðan við Birnunesborgir. Virðist það tengjast skurðpunkti "Hríseyjarsprungunnar" og NA eða NNA-lægs brots. Ekkert verður sagt á þessu stigi um hversu heitt jarðhitasvæðið og því síður hversu mikið vatn þar kynni að fást. Til þess vantar meiri upplýsingar.

8. TILLÖGUR:

Lagt er til að haldið verði áfram undirbúningi hitaveitu á Árskógsströnd með eftirfarandi hætti:

Gerður verði samanburður á kostnaði við hitaveitu frá Ytri-Vík og Birnunesborgum og metið hvort réttlæt看legt sé að leggja í 3-5 Mkr rannsóknarkostnað til viðbótar til að ganga úr skugga um hvort nýtanlegan jarðhita sé að fá við Birnunesborgir.

Reynist svo vera þarf að gera eftirfarandi rannsóknir við Birnunesborgir:

1. Segulmælingar til að kortleggja ganga og misgegni inni á jarðhitasvæðinu. Áætlaður kostnaður 400-700 Þkr.
2. Borun allt að 7 hitastigulahola við Birnunesborgir. Áætlaður kostnaður 0,8-1,3 Mkr.
3. Borun allt að 300 m djúprar holu þar sem hitastigull yrði hæstur. Áætlaður kostnaður 1,8 - 3 Mkr.
4. Leiði þær rannsóknir til jákvæðrar niðurstöðu þarf að lokum að bora minnst eina 500-1000 m velfrágengna vinnsluholu.

Til að nýta jarðhitasvæðið við Ytri-Vík til hitaveitu á Árskógsströnd þarf að bora þar a.m.k. eina velfrágengna vinnsluholu, helst nokkuð djúpa. Áður en sú hola verður staðsett þarf eftirfarandi forrannsóknir:

1. Afkastaprófa núverandi vinnsluholu og mæla viðbrögð í holunum umhverfis. Niðurstöðurnar notaðar til að meta forðafraeðilega eiginleika jarðhitakerfisins.
2. Segulmælingar sem kostað gætu 0,4 - 0,5 Mkr.
3. Borun 3-4 grunnra rannsóknarhola sem kostað gætu um 0,5 Mkr
4. Ljúka úrvinnslu fyrirbyggjandi gagna.

HEIMILDIR

Axel Björnsson, Guðni Axelsson og Ólafur G. Flóvenz, 1990: *Uppruni hvera og lauga á Íslandi*. Náttúrufræðingurinn, 60, bls 15-38.

Constantino Velegrino, 1996: *Geophysical exploration of the Helgavatn low temperature field, W-Iceland and the Árskógsströnd area N-Iceland*. Orkustofnun, Jarðhitaskólinn, 23s.

Grímur Björnsson og Ólafur G. Flóvenz, 1984: *Vinnslusvæði Hitaveitu Hríseyjar. Jarðeðlisfræðilegar rannsóknir 1984*. Orkustofnun, OS-85001/JHD-01, 43s.

Kristján Sæmundsson, 1970: *Skýrsla um jarðhitarannsóknir á Dalvík í ágúst 1970*. Orkustofnun, Sept. 1970. 8s.

Magnús Ólafsson og Guðrún Sverrisdóttir, 1995: *Ytri-Vík á Árskógsströnd. Efnasamsetning vatns úr holu YV-01*. Orkustofnun, greinargerð MÓ-GSv-95/06

Ólafur G. Flóvenz, 1996: *Tillögur um jarðhitaleit á Árskógsströnd*. Orkustofnun, greinargerð, ÓGF-96/07, 2s.

Ómar Bjarki Smáráson, 1994: *Árskógshreppur. Jarðhitaleit árið 1994*. Stapi hf, Jarðfræðistofa, greinargerð ÓBS/JPK/94-22, 11s.

Ragna Karlsdóttir, Ólafur G. Flóvenz og Magnús Ólafsson, 1989: *Jarðhitarannsóknir á Árskógsströnd 1988*. Orkustofnun, OS-89017/JHD-02, 24s.

Wilhelm V. Steindórsson, 1996: *Endurskoðuð áætlun um hitaveitu í Árskógshreppi*. WVS-verkfræðiþjónusta, Reykjavík.

VIÐAÚKI I:
Borskýrslur

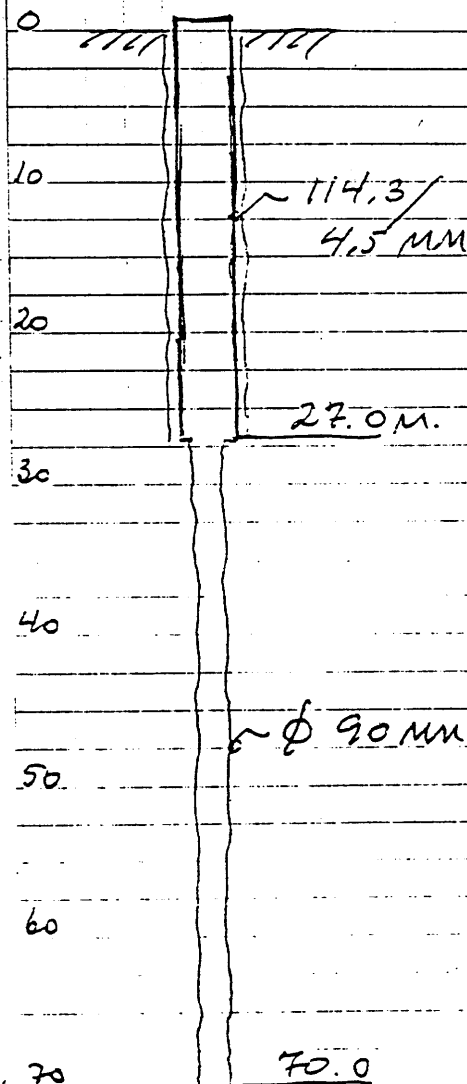
Borskýrsla

Verkkauor: ÁRSKÓGSKREPPUR	Staður: LITLI ÁRSKÓGUR	Dags: 29-30/9 '96
Hermilisfang:	Auðk. nr.: AR-9	Verka.: /
		Verkr.: /

JARÐLÖG:

- 0 - 20 M. MÖL OG GRJÓT
- 20 - 23 M. MÓHELLA, FYRST VART VIÐ VATH.
- 23 - 25 M. SANDUR OG GRJÓT
- 25 - 29 M. ÞÉTT KLÖPP
- 29 - 34 M. MJÚKT RAUÐLEITT
- 34 - 43 M. SEIGLINGSKLÖPP
- 43 - 48 M. MJÚKT DÖKKLEITT
- 48 - 67 M. SEIGLINGSKLÖPP, SPRUNGIN Á KÖFLUM
- 67 - 70 M. MÝKRA.

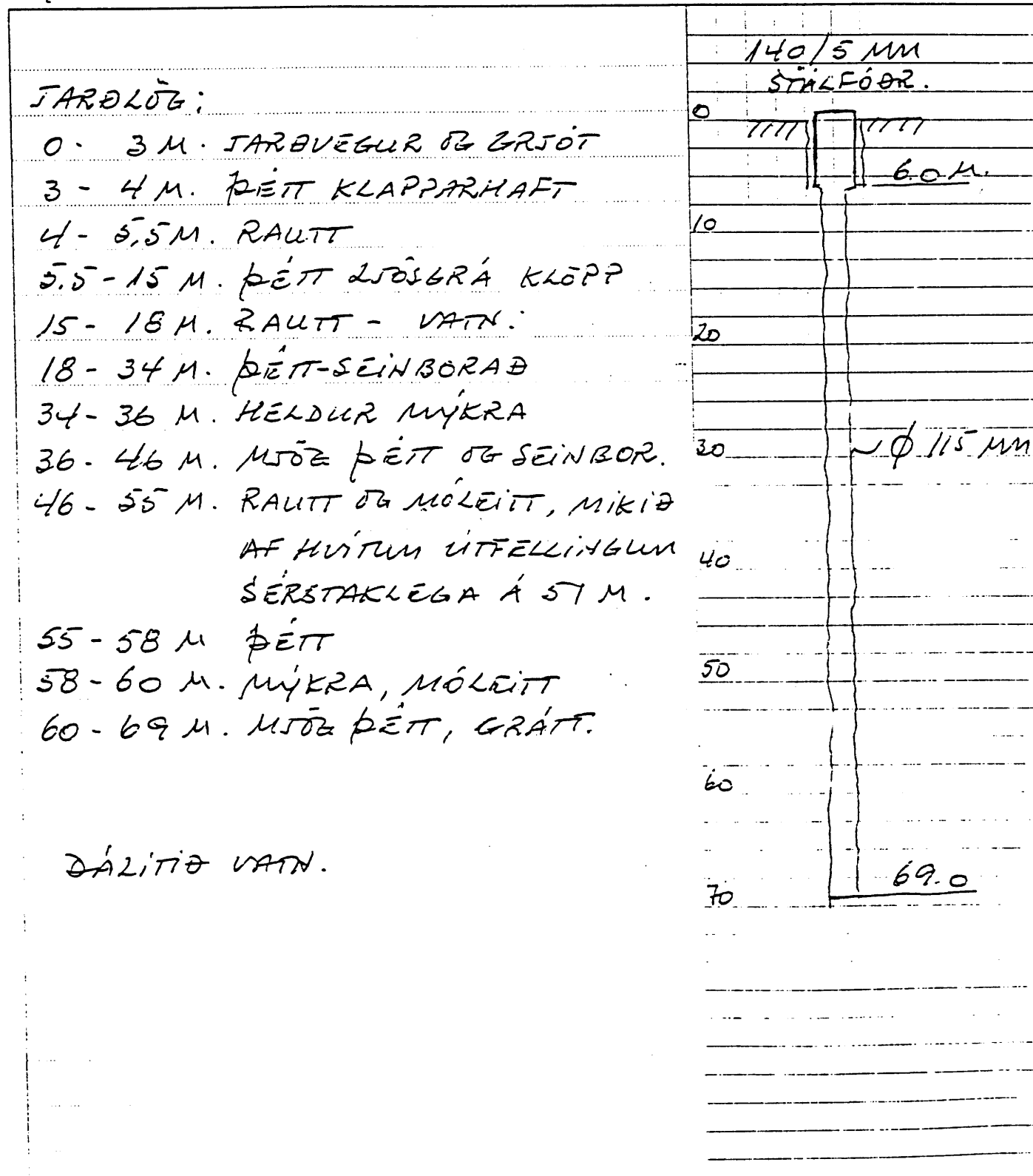
FYRST VART VIÐ TÖLUVERT VATH Á 20 M, OG AFTUR UNÐIR MÓHELLUNNI. ENNFREMUR Í RAUÐA LAGINU Á 29-34 M. VATH FÖR AÐ ÖLLUM LIKINDUM VAXANÐI Í MILLILOGUM OG SPRUNGUM KÖFLUNUM. ÆRFITT AÐ META (MYRKUR)



Frið. B. Rasmussen

Borskýrsla

Verkkaupi: ÁRSKÖGSHREPPUR	Staður: BRIMNES	Dags.: 02.10.96
Heimilisfang: SYÐRI HOLA NIÐUR Í TÚNI.	Auðk. númer: ÁR-10	Verkd.: Verkr.:

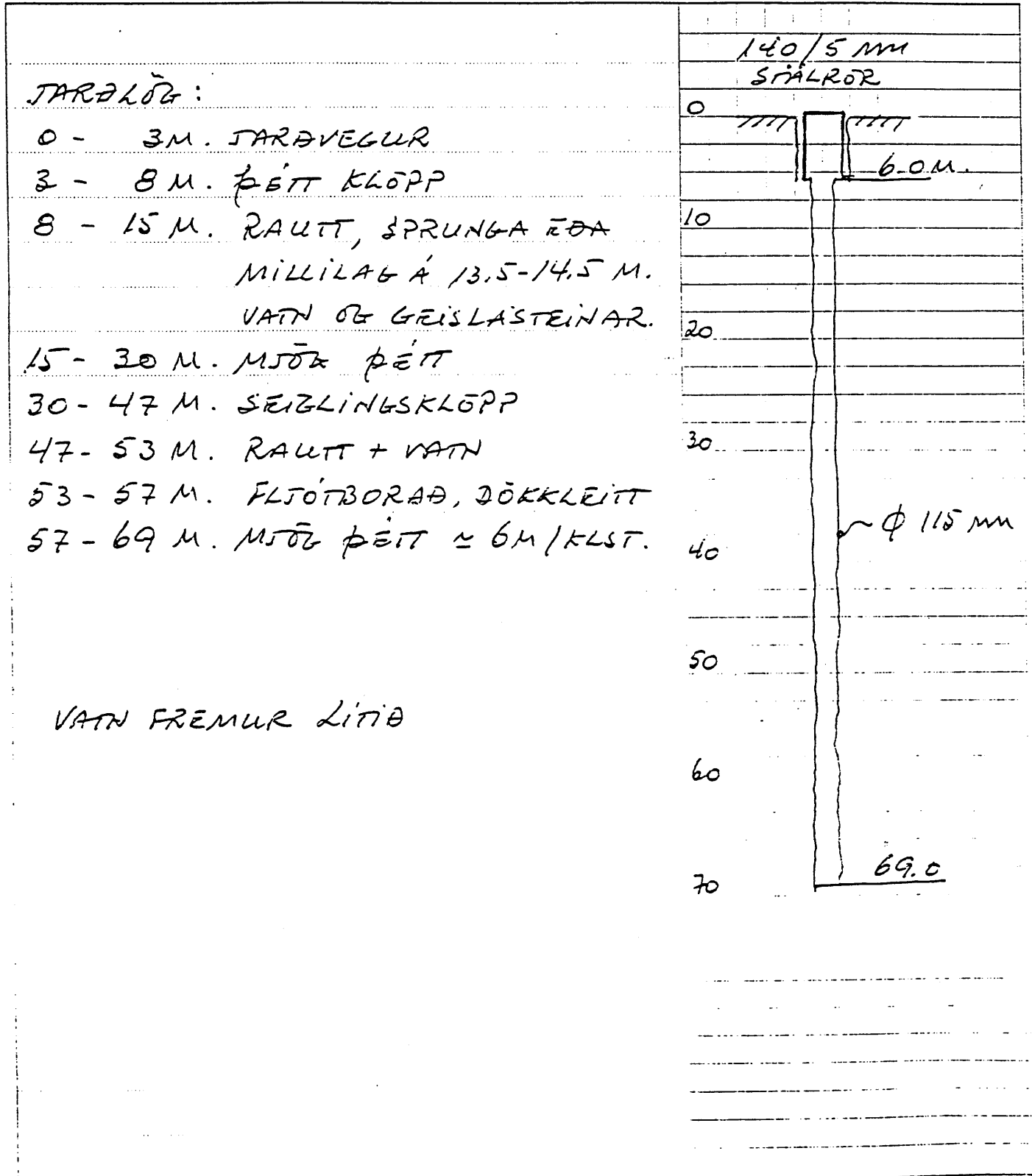


DÁLITIÐ VATN.

Friðf. K. Þau

Borskýrsla

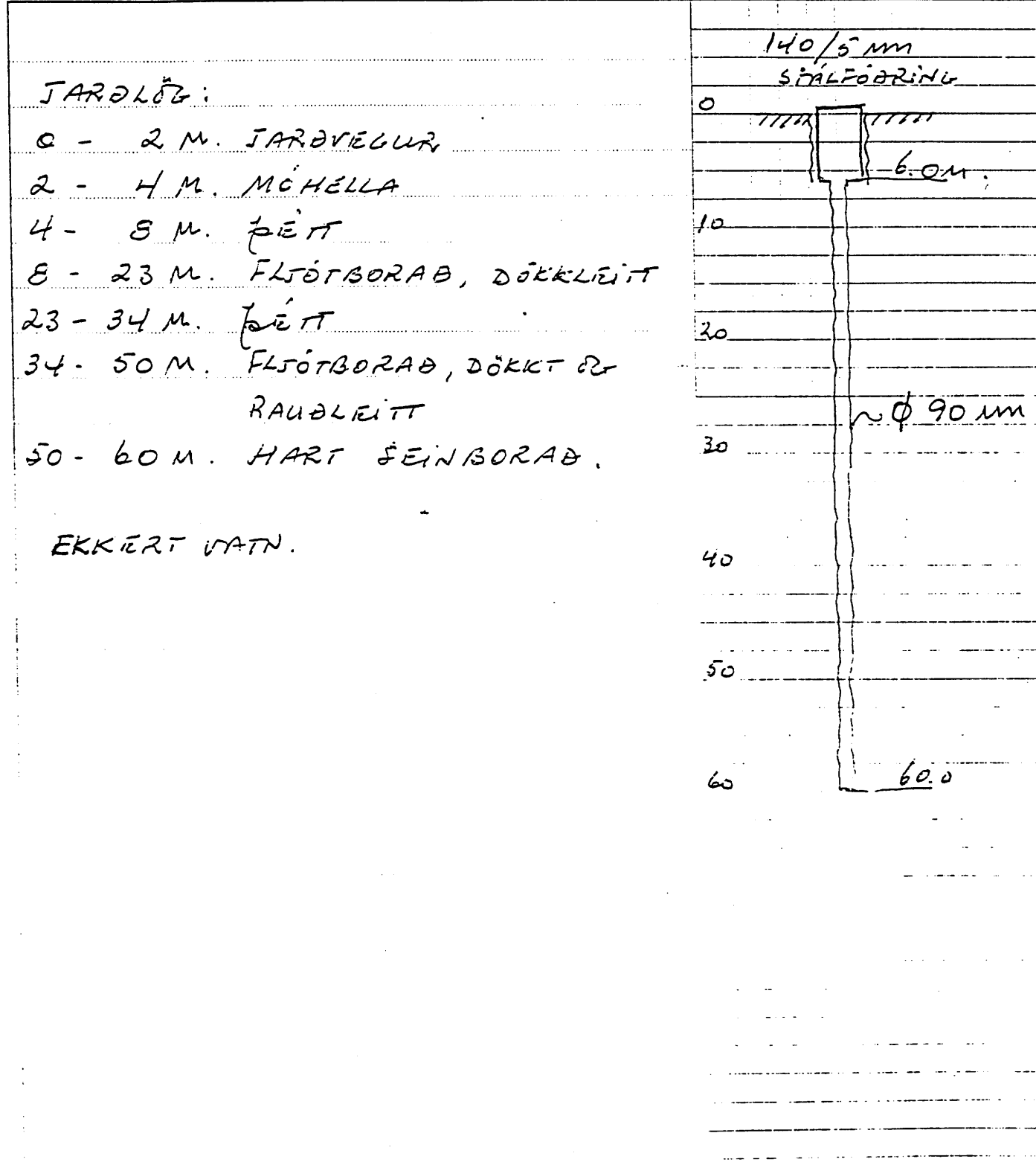
Verkkjafi: ARSKÓGSHEPPUR	Staður: BRIMHES	Dags.: 03.10. '96
Heimilisfang: NYRÐRI HOLA Í TÚNI.	Aðk. númer: ÁR-11	Verkd.: Verkt.:



Friðj. K. Rau

Borskýrsla

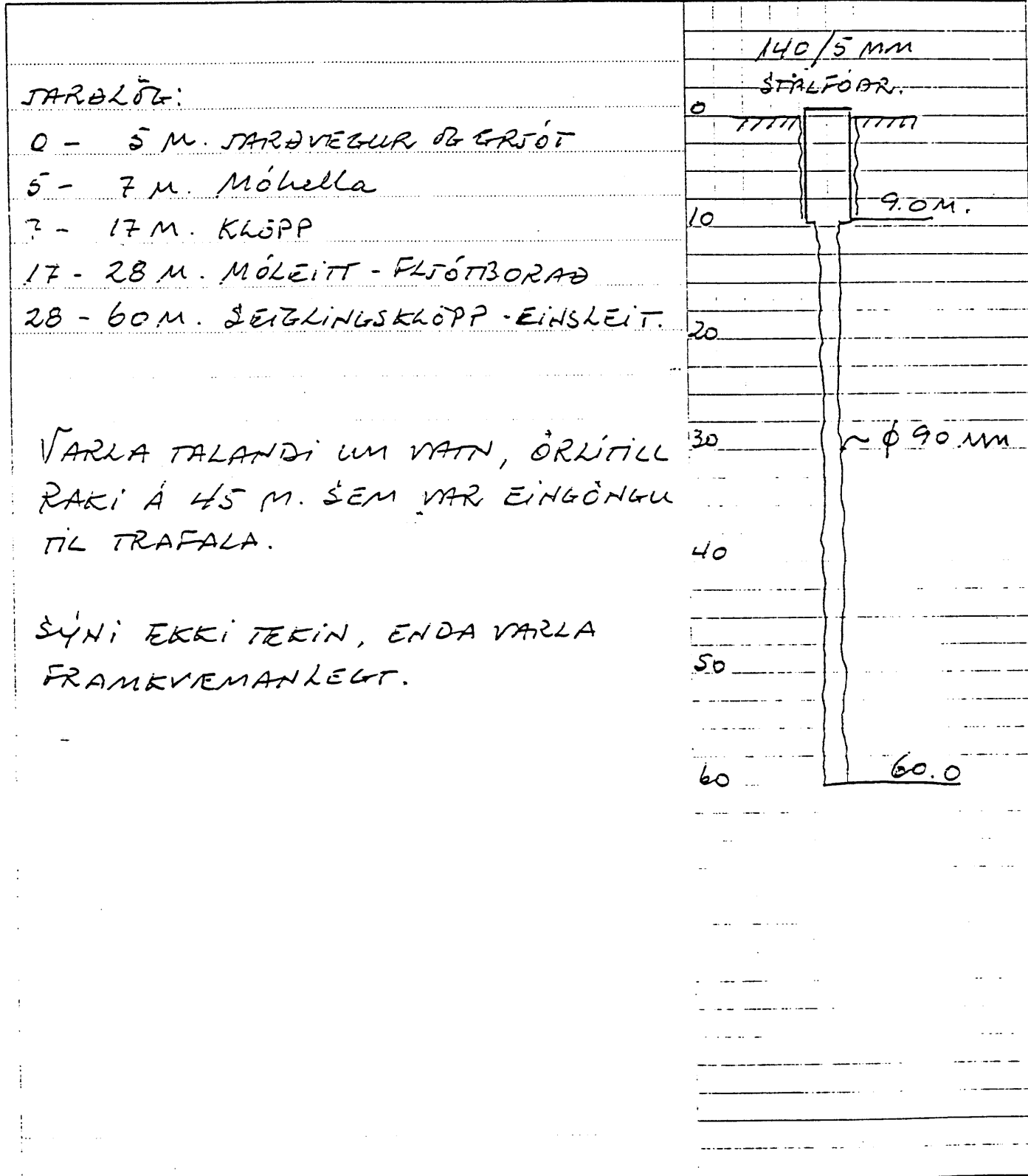
Verkkaupr: ÁRSKÓBSHREPPUR	Staður: BRIMNES	Dags.: 10.10.'96
Heimilisfang:	Auðk. nolu: ÁR-12	Verkd.: Verkt.:



Friðrik Þ. Þau

Borskýrsla

Verkkaufur: ÁRSKÖLSHRÉPPUR	Staður: ÉNGIHLIÐ	Dags.: 12-13/10'96
Heimilisfang:	Auðk. hólur: ÁR-13	Verka.: Verknr.:



Eiríkur Þ. Þan

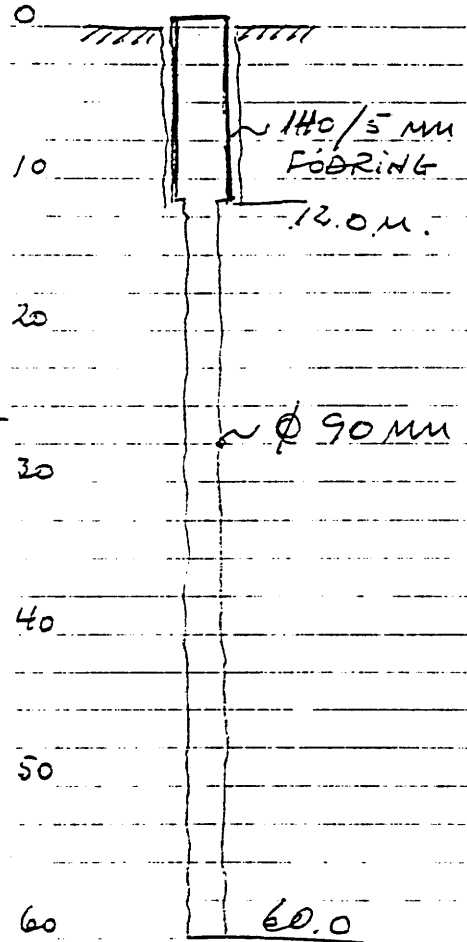
Borskýrsla

Verksgæði:	Staður:	Dags:
ARSKÓGSHEPPUR	HÁMUNDASTAÐIR	24.10.96
Heimilisfang:	Auðk. númer:	Verkd.
	AR-14	

JARÐLÖG:

- 0 - 10 M. JARÐVEGUR OG GRJÓTURÐ
- 10 - 12 M. ÞOKKALÆGA STAÐILT
- 12 - 22 M. RAUÐREITT OG LEIRGULT
- 22 - 30 M. MÓLEITT, HÉLDUR ÞÉTTARA
- 30 - 37 M. ÞÉTT, SÆINBORAD
- 37 - 39 M. DÖKK MÓLEITT OG RAUTT
- 39 - 55 M. } KOLA SÆKIR Í AÐ STÍFLAST
- 55 - 60 M. } BORUN MÖG HÆGFARA.

VATN Á 10-12 M OG LÍKLEGA ÁFRAM
NIÐUR AÐ MÓLEITA LAGINU Á 22M.



Frif. K. Þau

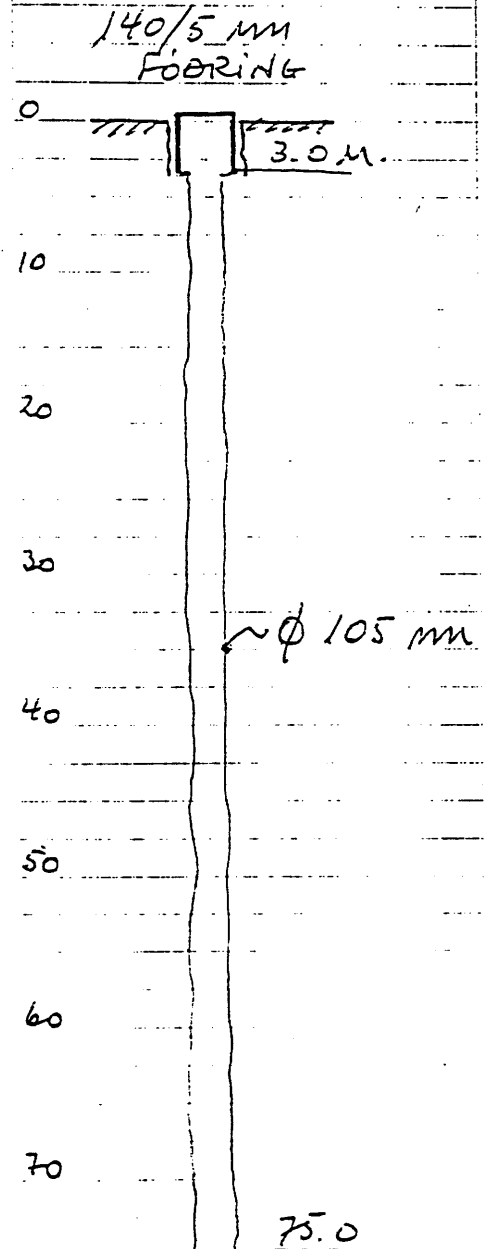
Borskýrsla

Verkkaup:	Staður:	Dags:
ARSKÓSHREPPUR	BRIMNÉS	26.10.96
Heimilistang:	Auðk. nolu:	Verkd.:
	AR-15	

JARÐLÖG:

- 0 - 1 M. JARÐVEGUR
- 1 - 2 M. SPRUNGIÐ
- 2 - 7 M. MJÖG ÞÉTT
- 7 - 15 M. RAUÐUR LÉR
- 15 - 28 M. SÆIÐLINGSKLÖPP
- 28 - 32 M. ÞÉTT, SÆIÐBORAB
- 32 - 35 M. RAUTT
- 35 - 49 M. SÆIÐLINGSKLÖPP
- 49 - 51 M. RAUTT
- 51 - 57 M. SÆIÐLINGSKLÖPP
- 57 - 60 M. MJÖG ÞÉTT
- 60 - 66 M. RAUTT OG ÞÖKKT
- 66 - 70 M. ÞÉTT
- 70 - 75 M. MÝKRA

AÐRINS VATNSRÁKI Á 60-66 M.



Friðf. K. Dau

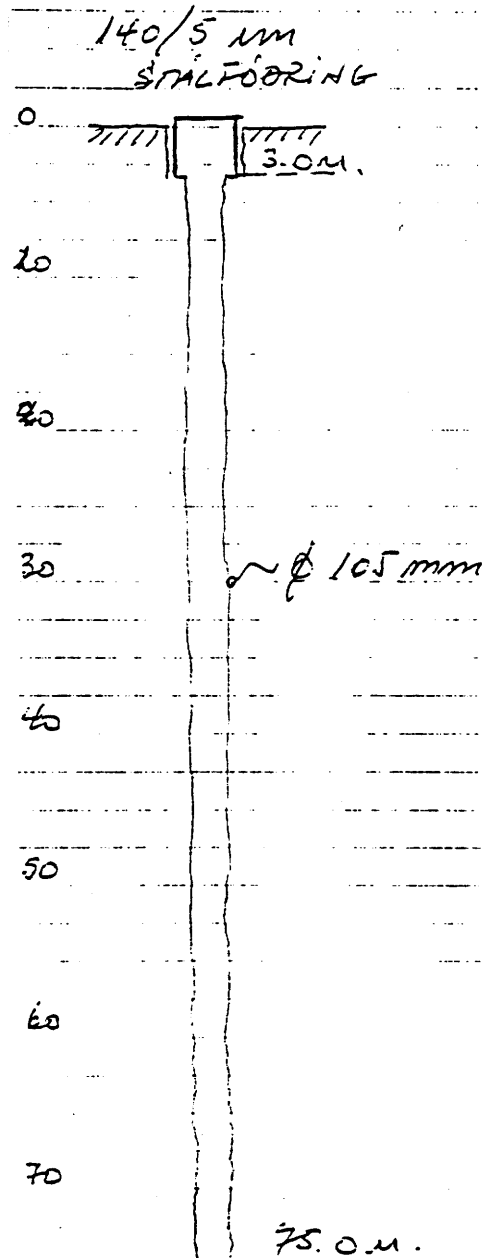
Borskýrsla

Verkjaudi: ARSKÖLSHREPPUR	Staður: BRIMNÉS	Dagur: 28.10'96
Reimustang:	Auðk. númer: ÁR-16	Vernd. / Önnur:

JARÐLÖG:

- 0 - 2 M. JARAVEGUR
- 2 - 17 M. FREMUR MJÚKT
- 17 - 44 M. EINSKEITT, SEIGLINGSKLÖPP
- 44 - 48 M. MJÚKT
- 48 - 54 M. SEIGLINGSKLÖPP
- 54 - 58 M. RÁLTT
- 58 - 60 M. ÞÉTTARA
- 60 - 65 M. MJÓÐ ÞÉTT
- 65 - 75 M. HELDUR MYKRA.

ADRINS VATNSRAKI Á 10-12 M.

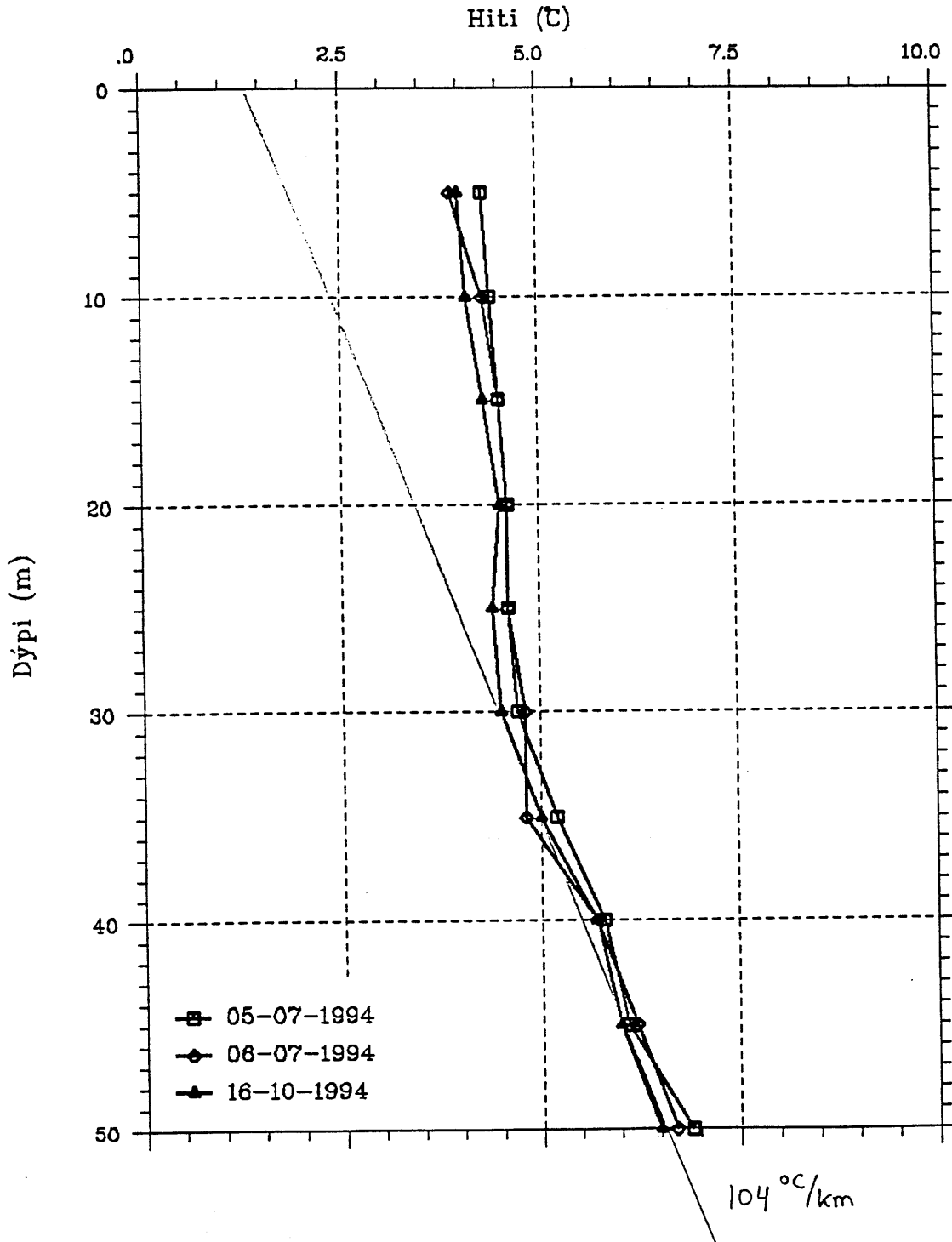


Frjálf. K. Rún

VIÐAUKI II:
Hitamælingar í borholum

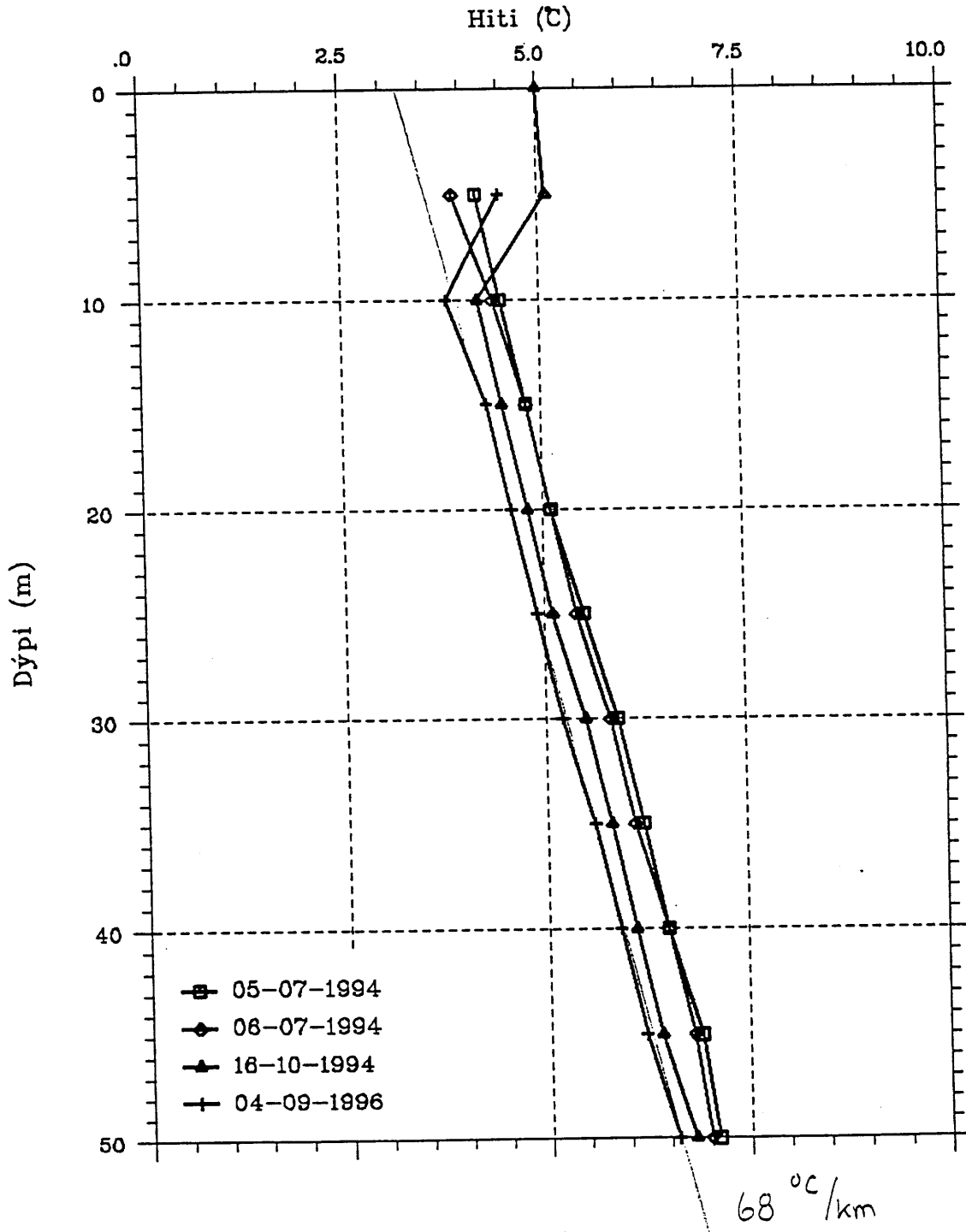
12 Jan 1997 ogf
L= 53611 Oracle

Hella ÁRS-01 Árskógshreppur Eyjafjarðarsýsla



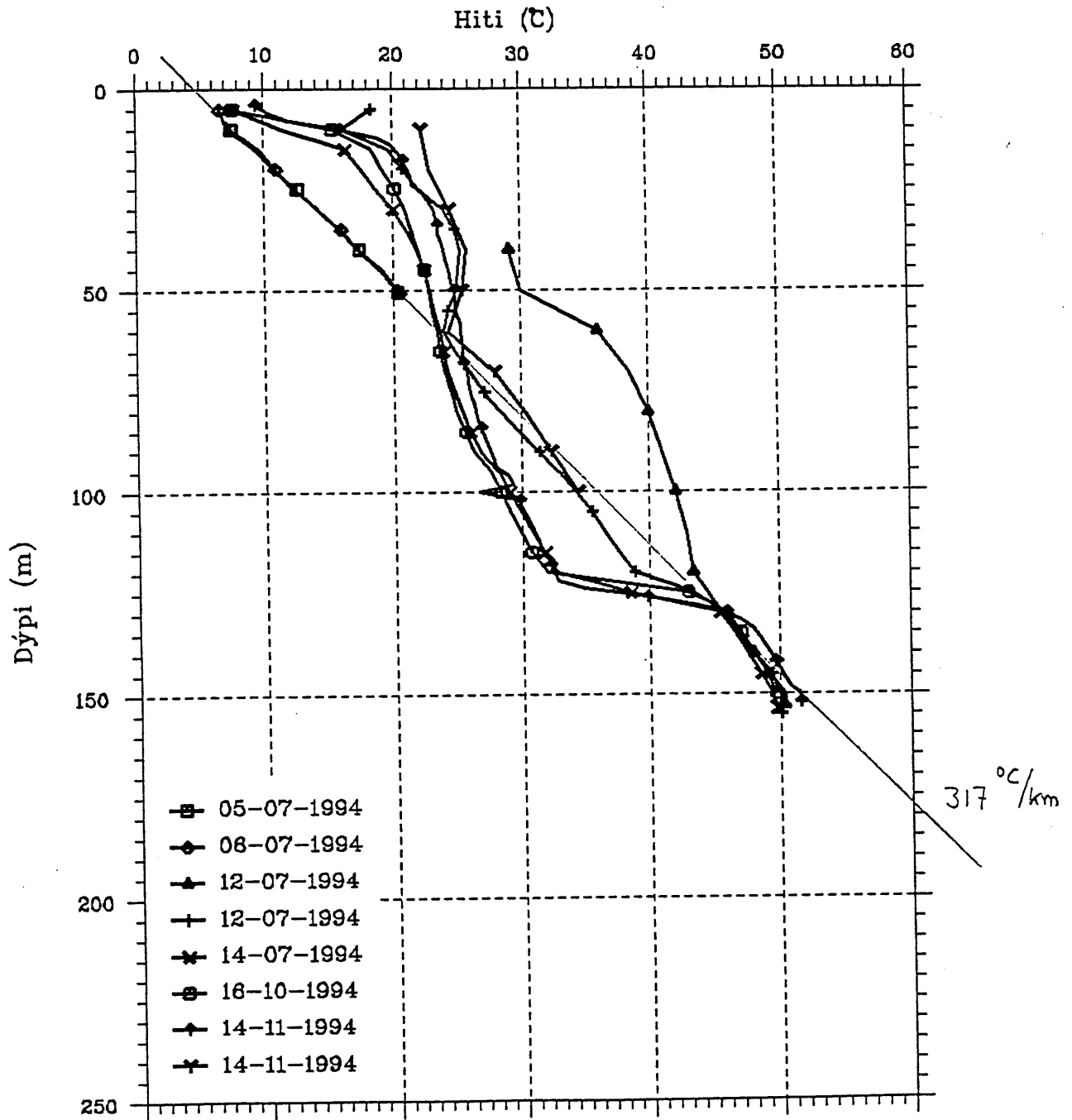
12 Jan 1997 ogf
L= 53621 Oracle

Stærri-Árskógur ÁRS-02
Árskógshreppur
Eyjafjarðarsýsla



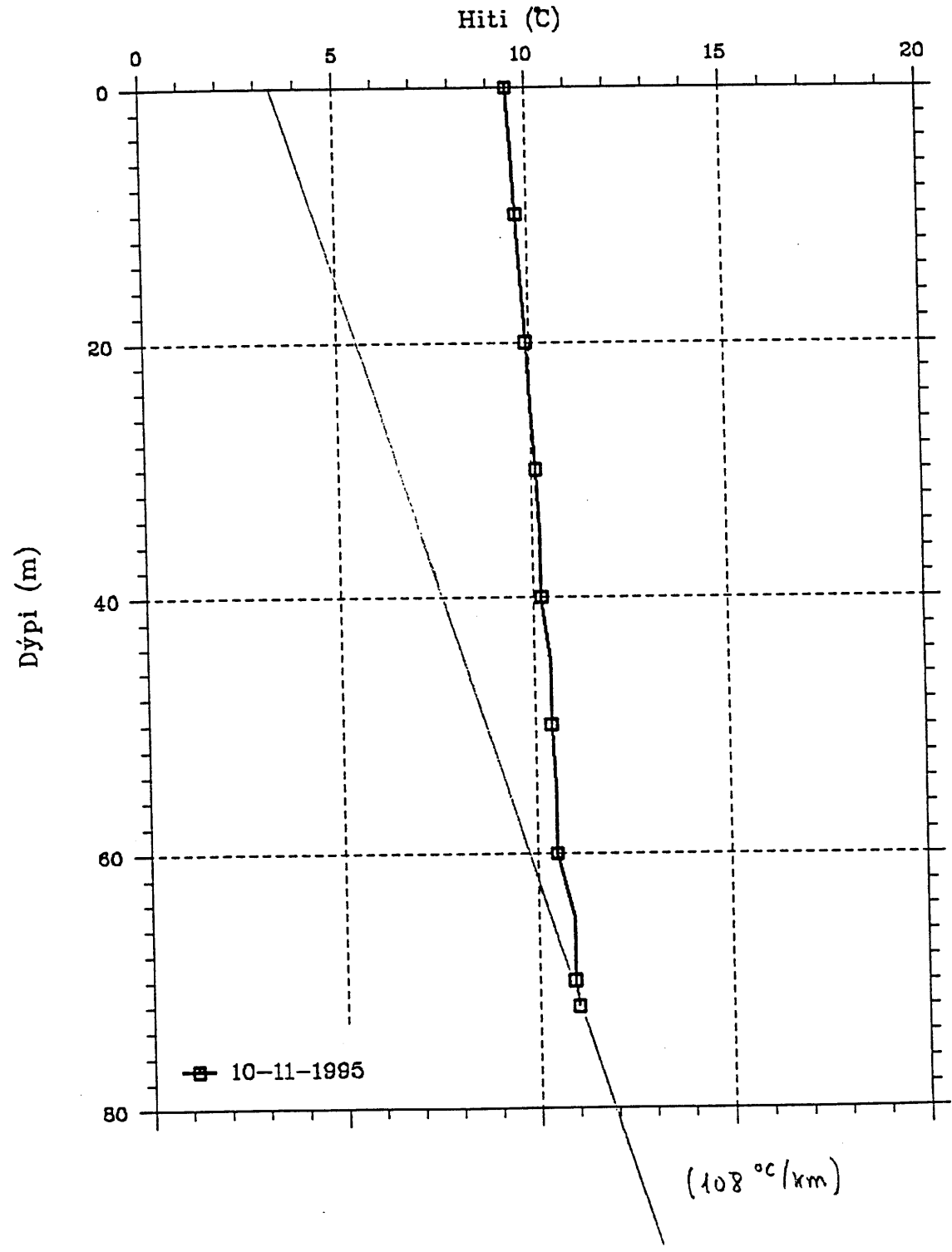
12 Jan 1997 ogf
L= 53631 Oracle

Ytrívik ÁRS-03 Árskógshreppur Eyjafjarðarsýsla



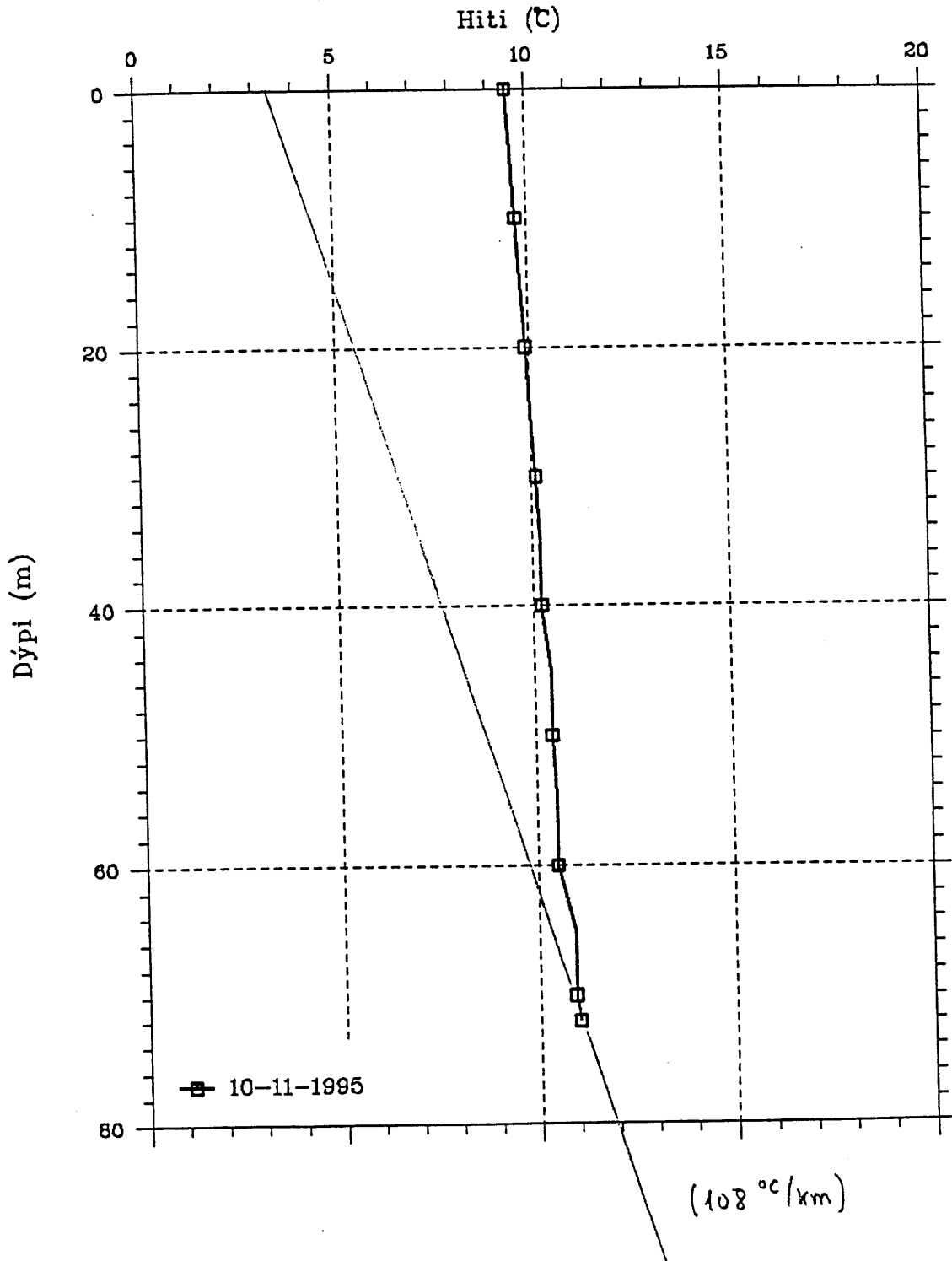
12 Jan 1997 ogf
L= 53641 Oracle

Birnunes ÁRS-04
Árskógshreppur
Eyjafjarðarsýsla



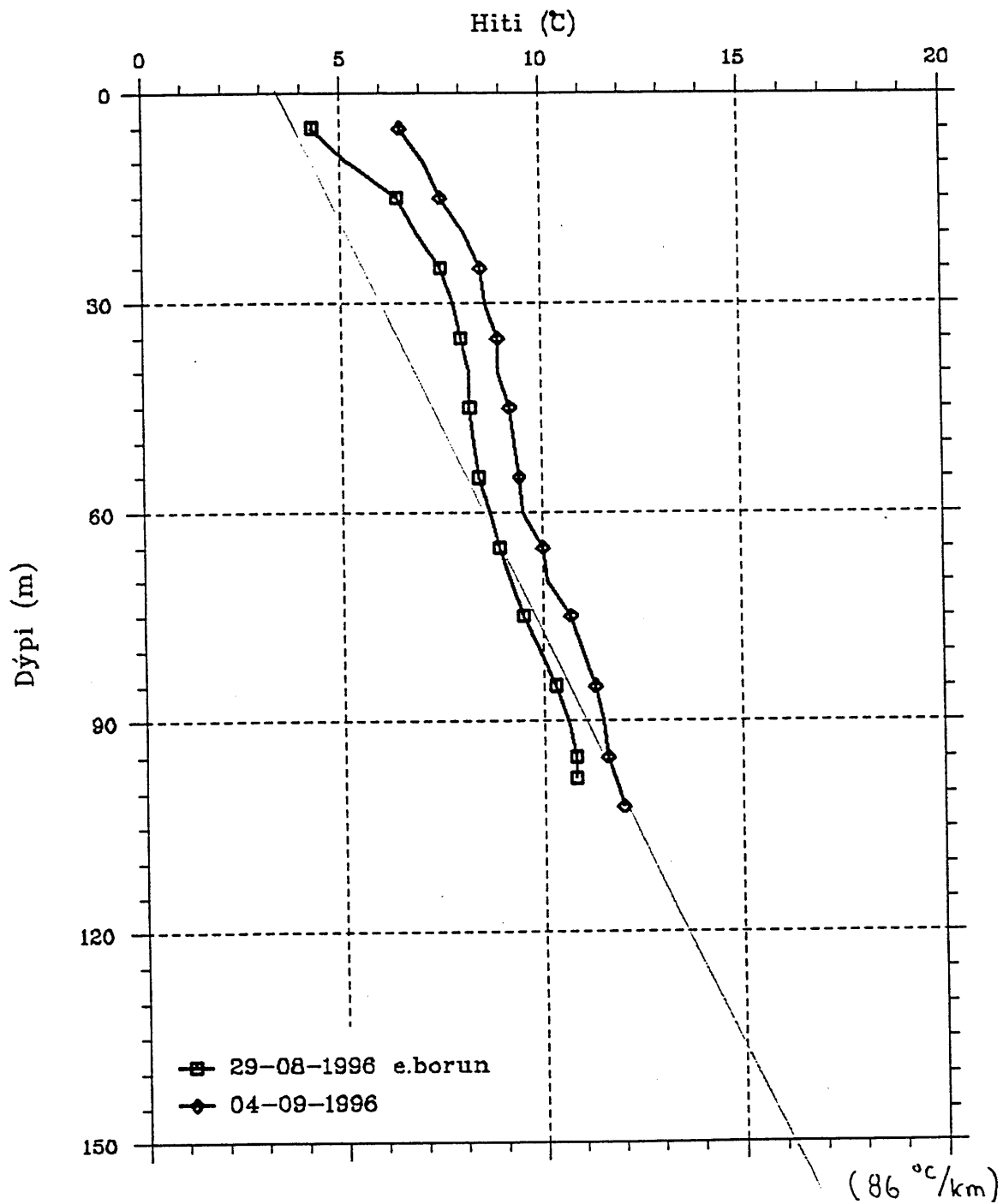
12 Jan 1997 ogf
L= 53641 Oracle

Birnunes ÁRS-04
Árskógshreppur
Eyjafjarðarsýsla



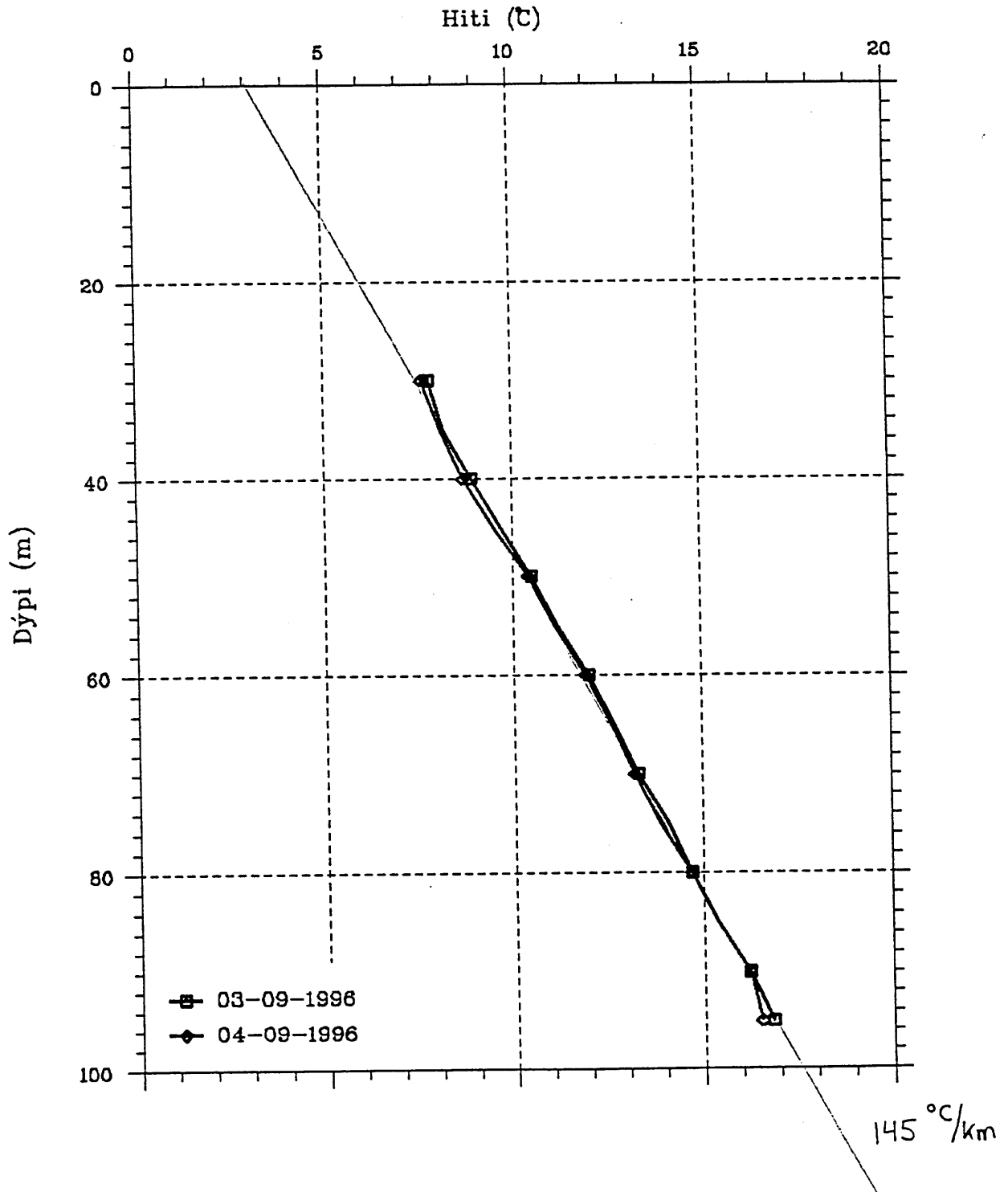
12 Jan 1997 ogf
L= 53642 Oracle

Litli-Árskógur ÁRS-05
Árskógshreppur
Eyjafjarðarsýsla



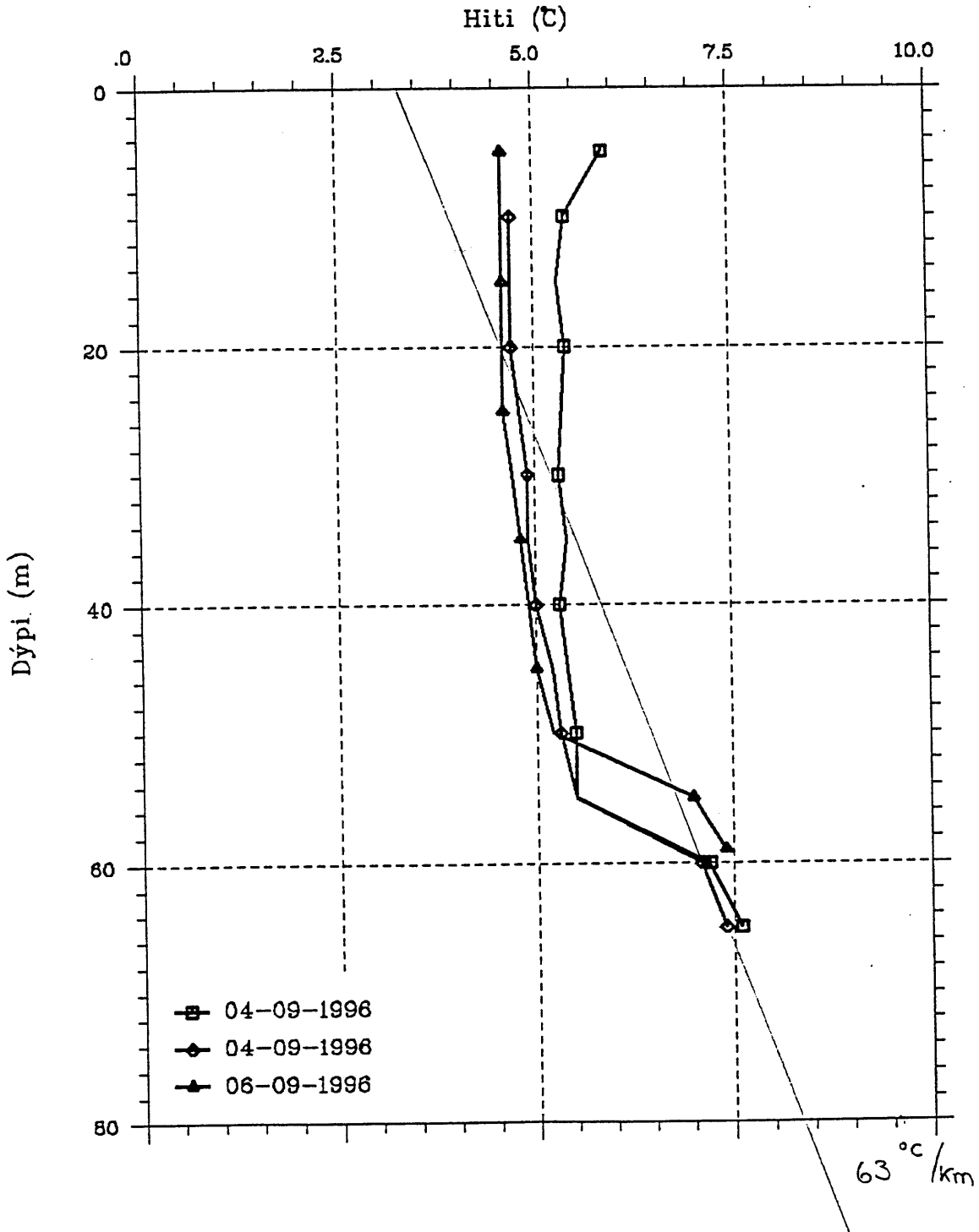
12 Jan 1997 ogf
L= 53643 Oracle

Brimnes ÁRS-06
Árskógshreppur
Eyjafjarðarsýsla



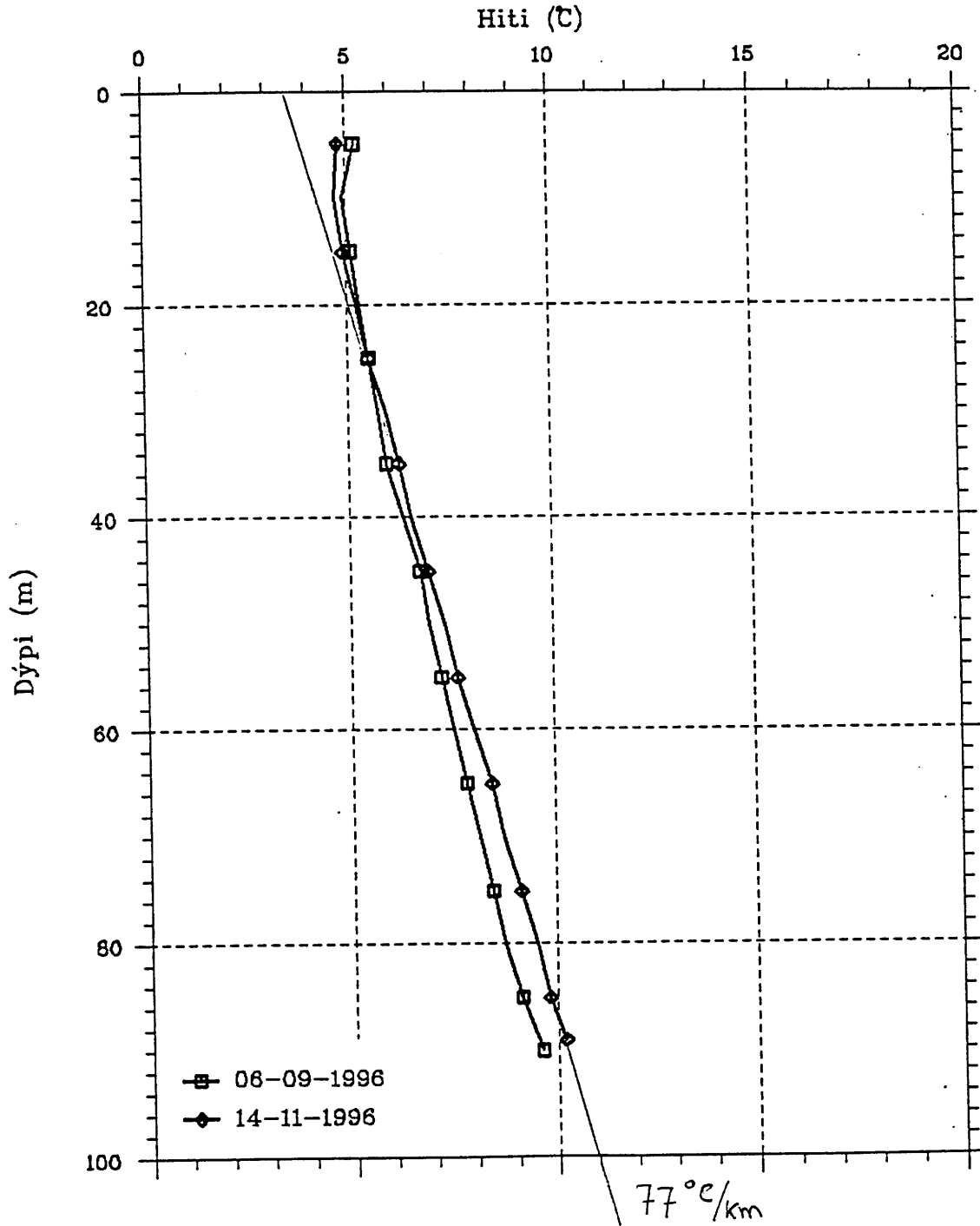
29 Jan 1987 ogf
L= 53645 Oracle

Hauganes ÁRS-07 Árskógshreppur Eyjafjarðarsýsla



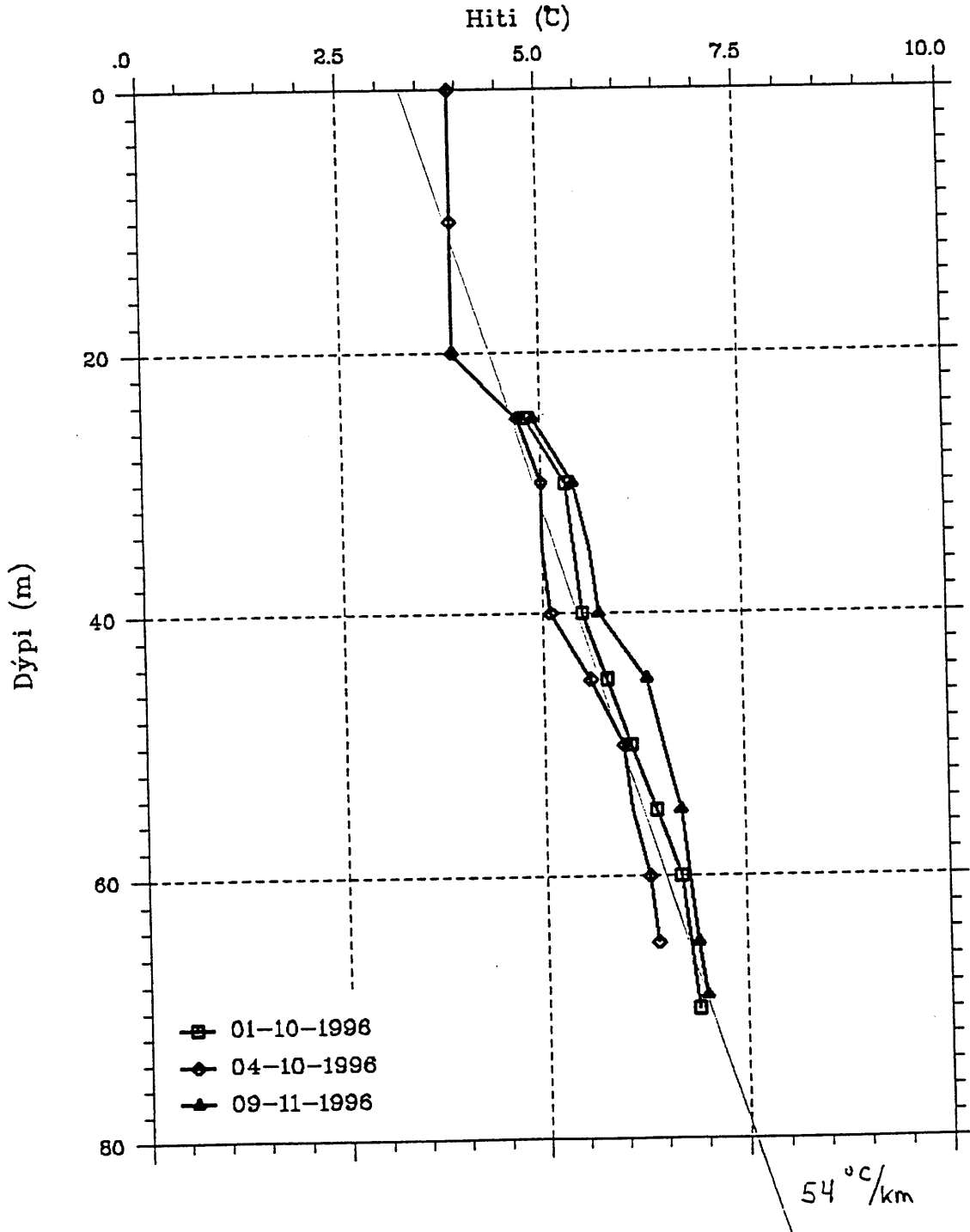
29 Jan 1997 ogf
L= 53644 Oracle

Litli-Árskógur ÁRS-08
Árskógshreppur
Eyjafjarðarsýsla



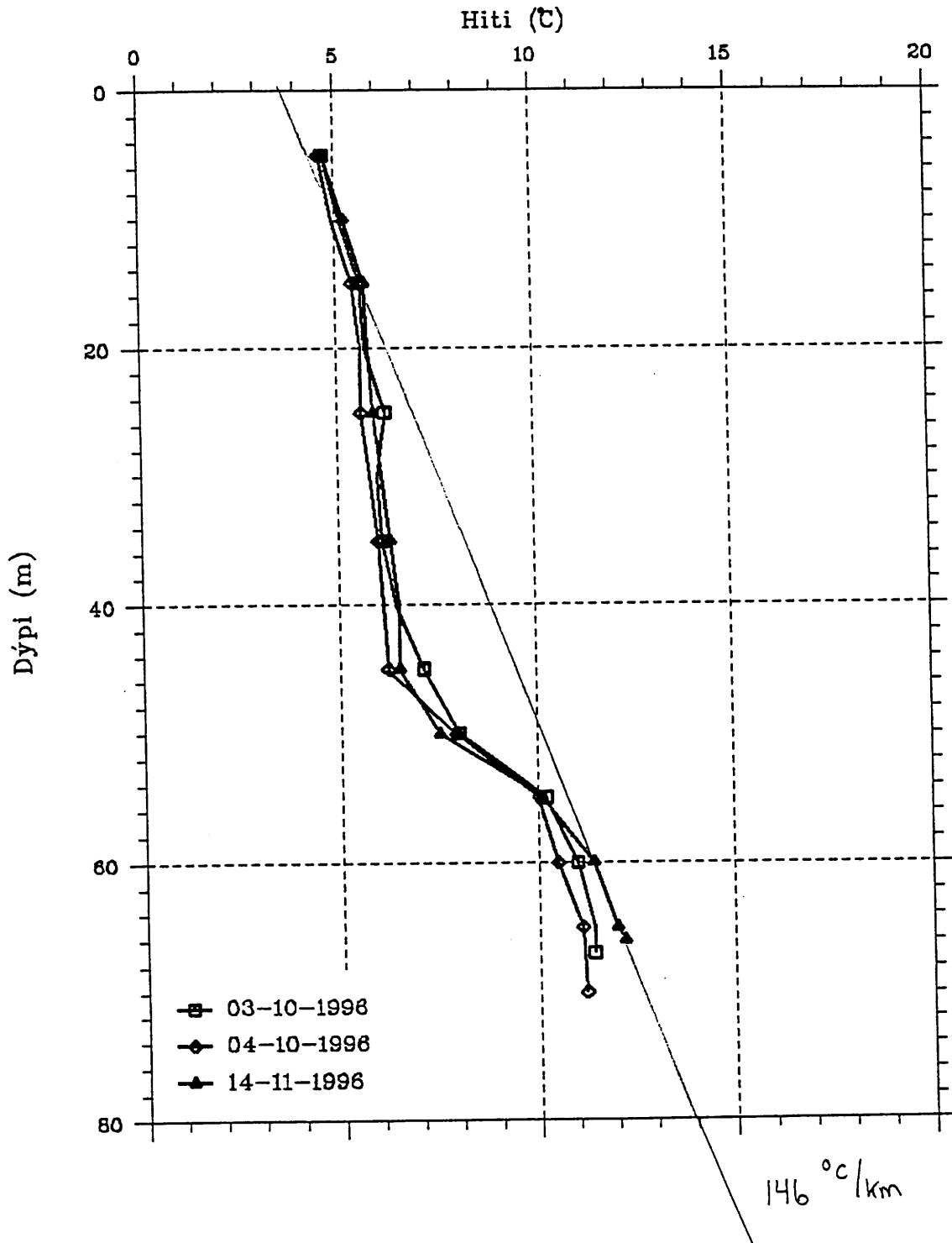
12 Jan 1997 ogf
L= 53648 Oracle

Litli-Árskógur ÁRS-09
Árskógshreppur
Eyjafjarðarsýsla



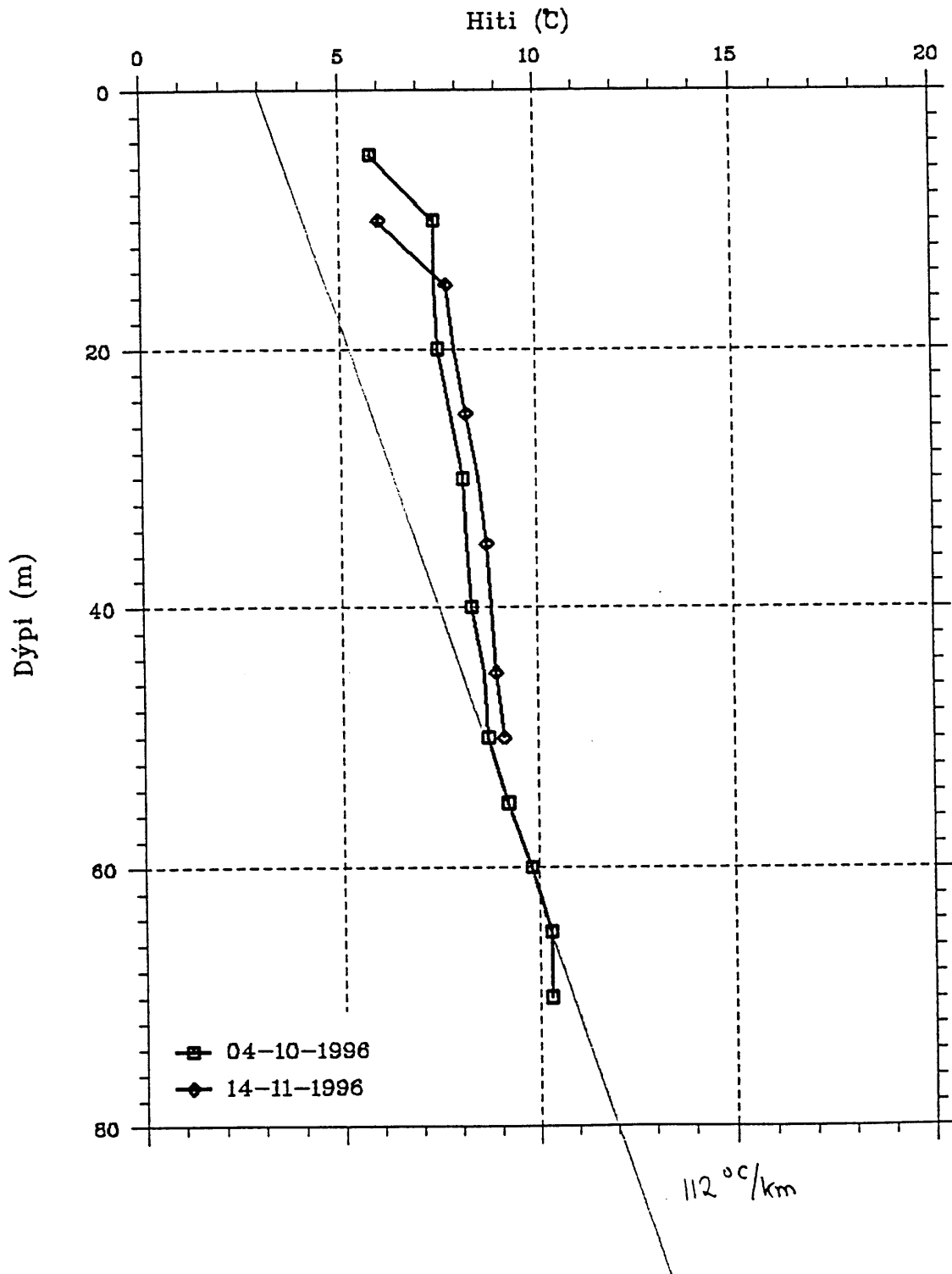
12 Jan 1997 ogf
L= 53647 Oracie

Brimnes ÁRS-10
Árskógshreppur
Eyjafjarðarsýsla



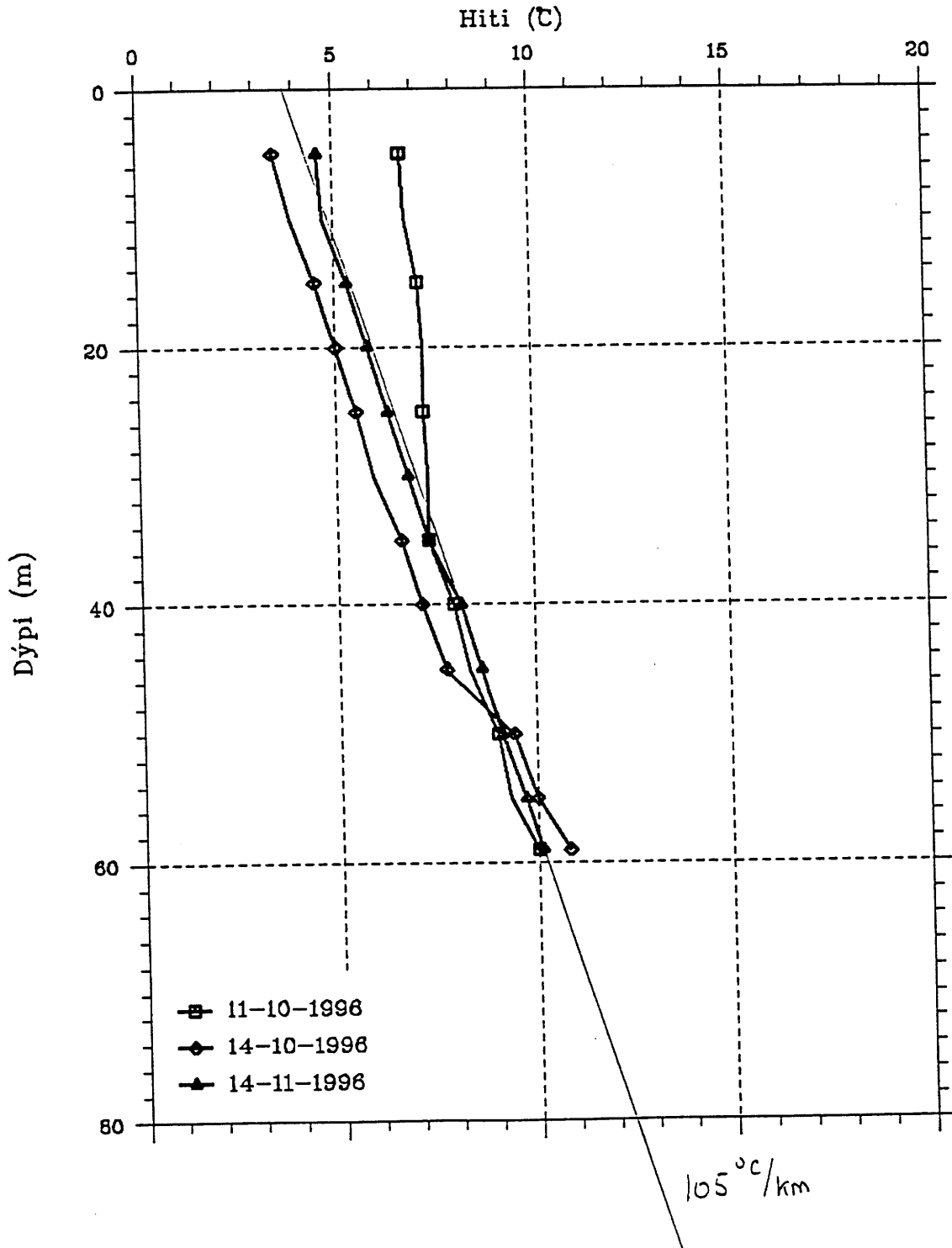
12 Jan 1997 ogf
L= 53646 Oracle

Brimnes ÁRS-11
Árskógshreppur
Eyjafjarðarsýsla



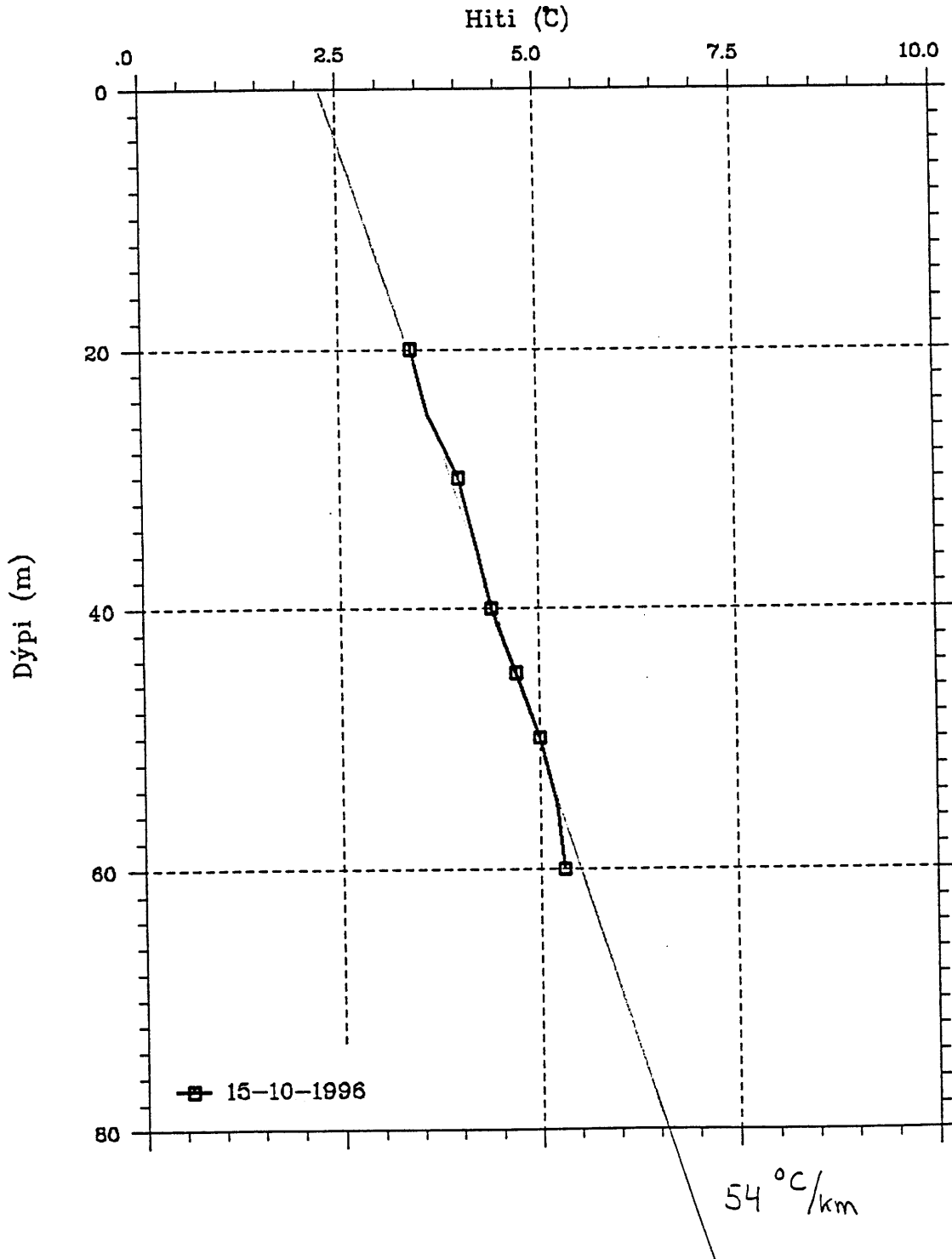
12 Jan 1997 ogf
L= 53649 Oracle

Brimnes ÁRS-12 Árskógshreppur Eyjafjardarsýsla



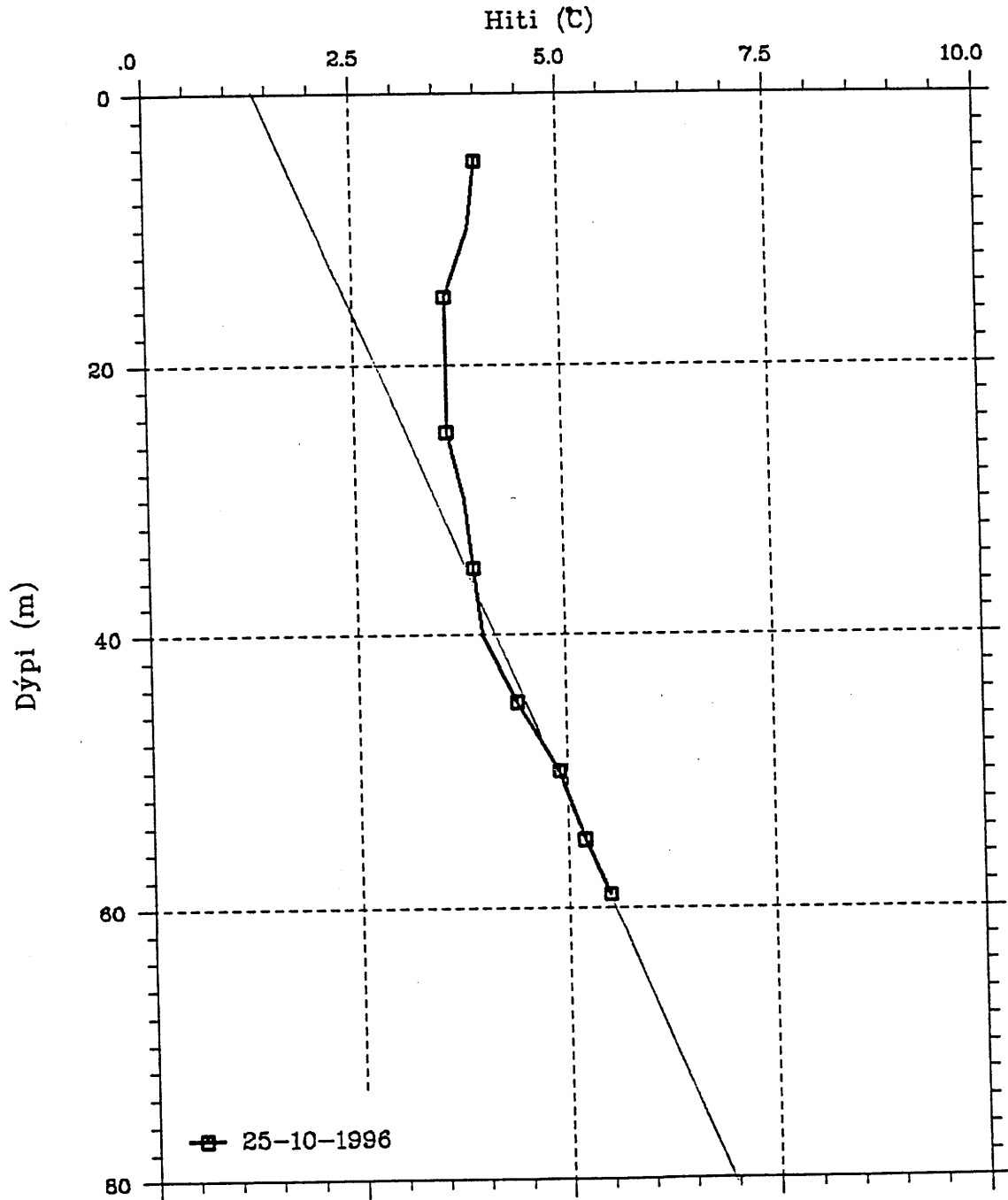
1- 12 Jan 1997 ogí
L= 53650 Oracie

Engihlið ÁRS-13 Árskógshreppur Eyjafjarðarsýsla



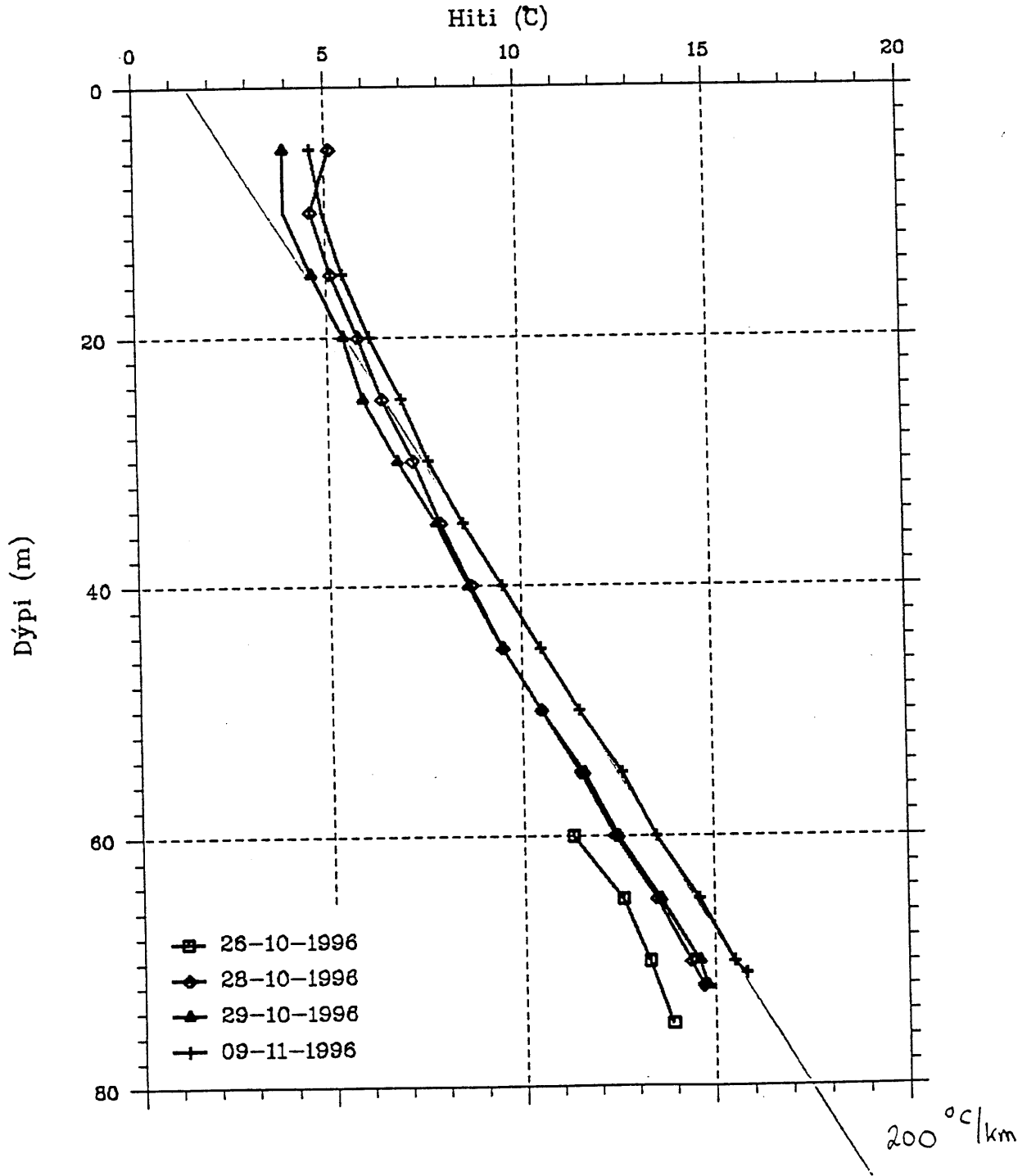
12 Jan 1997 ogf
L= 53651 Oracle

Stóru-Hámundarstaðir ÁRS-14
Árskógshreppur
Eyjafjarðarsýsla



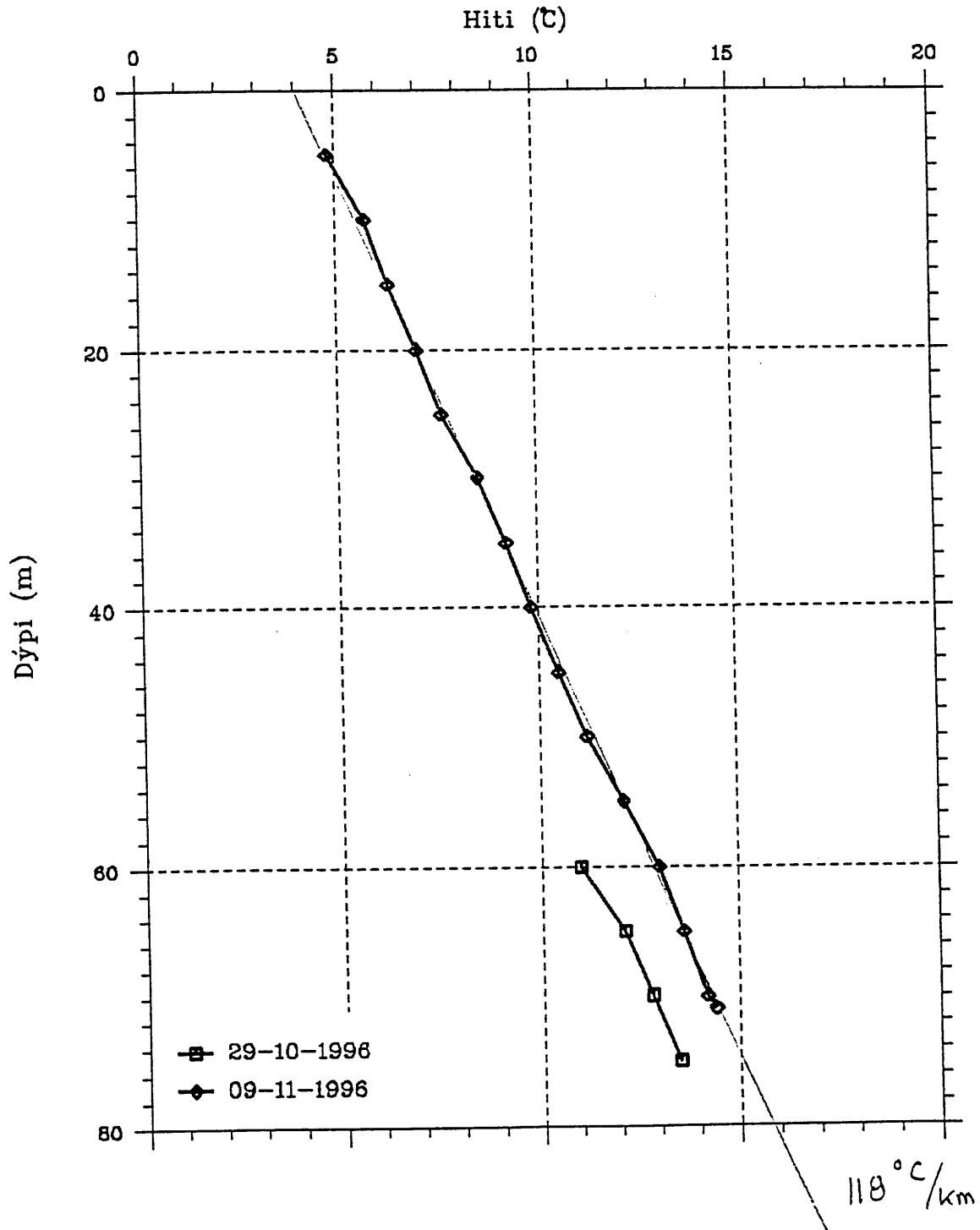
12 Jan 1997 ogf
L= 53652 Oracle

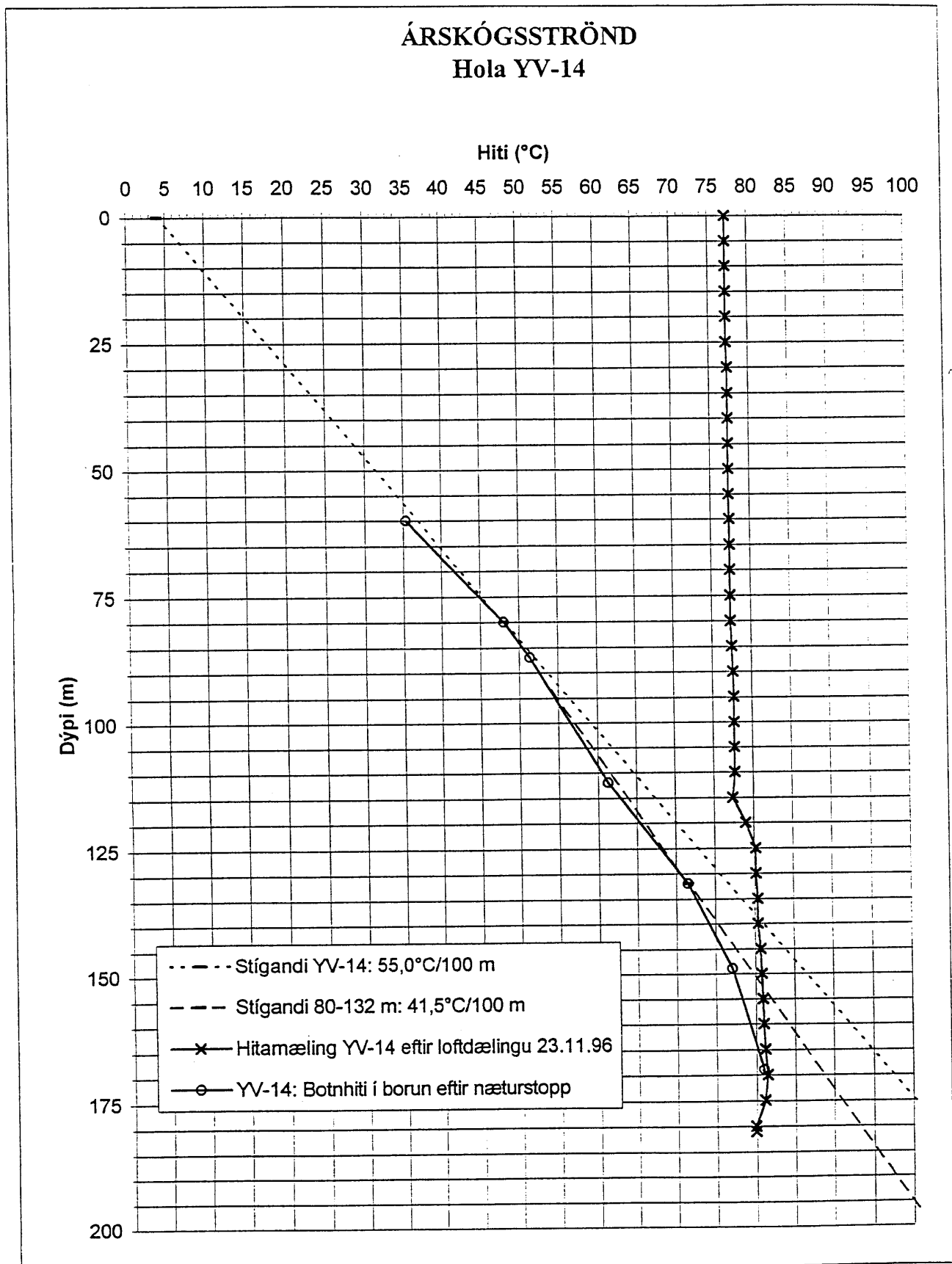
Brímnes ÁRS-15 Árskógshreppur Eyjafjarðarsýsla



12 Jan 1997 ogf
L= 53653 Oracle

Brimnes ÁRS-16
Árskógshreppur
Eyjafjarðarsýsla





MYND A-14. Hitamælingar í holu YV-14. Stígandinn er 55,0°C/100 m miðað við 4,0°C hita við yfirborð. Holan er 181 m djúp og rennsli úr henni 10 l/s af 77,2°C vatni.