



ORKUSTOFNUN  
Jarðhitadeild

ÚTLÁN

Bókasafn Orkustofnunar

**Hitastigulsboranir í Þykkvabæ**

Ólafur G. Flóvenz

Unnið fyrir Djúparhrepp

OS-96057/JHD-35 B

Október 1996



**ORKUSTOFNUN**  
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Verknr. 610 862

## **Hitastigulsboranir í Pykkvabæ**

Ólafur G. Flóvenz

Unnið fyrir Djúpárhrepp

OS-96057/JHD-35 B

Október 1996

## 1. Inngangur

Sumarið 1996 voru boraðar 11 hitastigulsholur í Þykkvabæ til að kanna hvort nýtanlegan jarðhita væri að finna í grennd þéttbýlisins þar. Í greinargerð Orkustofnunar um líkur á jarðhita í Þykkvabæ (Ólafur G. Flóvenz, 1995) er fjallað um forsendur jarðhitaleitarinnar.

Ræktunarsamband Flóa og Skeiða boraði holurnar. Þær voru 60-100 m djúpar nema sú síðasta, sem var boruð niður á 200 m dýpi. Ein hola var fyrir í Þykkvabæ, liðlega 100 m djúp hola við Háabæ, boruð árið 1947.

Boranirnar 1996 fóru fram í tveimur áföngum. Vorið 1996 voru boraðar 4 holur og voru niðurstöður þeirra birtar í greinargerð Orkustofnunar (Ólafur G. Flóvenz, 1996). Þar kom fram að afbrigðilega hár hitastigull virðist fylgja jarðskjálftabelti sem liggur um Djúpárhrepp miðjan með norðaustlæga stefnu og vekur vonir um að þar kynni að mega finna nýtanlegt jarðhitakerfi. Jafnframt er bent á að þessi hækkaði hitastigull kunni að stafa af vatnsrennsli í setlögnum eða afbrigðilega lágri varmaleiðni setlaganna. Einnig er vakin á því athygli að hitastigullinn getur ekki talist vera mjög hár og bora þurfi a.m.k. 500 m niður til að komast í 60°C hita.

Seinni áfangi borananna fór fram haustið 1996. Þá voru boraðar 7 holur til viðbótar, sú dýpsta var um 200 m djúp. Hér á eftir er gerð grein fyrir niðurstöðum þeirra.

## 2. Boranir og hitamælingar

Á mynd 1 er sýnd staðsetning holanna ásamt hita á 80 m dýpi. Staðsetning holanna miðaði að því að afmarka það svæði, sem virtist hafa hærri hitastigul en dæmigerður er utan jarðhitasvæða á þessum slóðum. Hitamælingar úr öllum borholum í Þykkvabæ eru sýndar í viðauka I og borskýrslur eru í viðauka II.

Tafla 1 sýnir yfirlit um allar holurnar ásamt helstu niðurstöðum um jarðlög, hitastigul og vatnsæðar.

### 2.1 Jarðlög í borholunum

Borsvarf var greint úr tveimur holanna, holu ÞB-2 og ÞB-12. Greinargerðir Guðmundar Ómars Friðleifssonar, jarðfræðings, um greiningu borsvarfsins eru í viðauka III. Í holu ÞB-2 er ósamliðdur foksandur í efstu 42 m. Þar tekur við móhella, sem nær niður á um 60 m dýpi. Þar fyrir neðan tekur við fínkorna sandsteinn með skeljaleifum, sem myndaður er í sjó. Neðan 99 m og til botns á 105 m var borað í silt-eða leirstein.

Í holu ÞB-12 er sandurinn ámóta þykkur og í holu ÞB-2. Á 42-54 m dýpi er borað gegnum hraunlag sem trúlega er langt að runnið og fannst ekki í holu ÞB-2. Annað hraunlag sést einnig á 66-72 m dýpi en gæti allt eins verið úr þursabergi með miklu basalti í. Neðan við neðra hraunlagið er síðan komið í sjávarsetlög, sem ná niður á 135 m þar sem komið er í basalhraun. Það er um 30 m þykkt og bólstrakennt og hefur því trúlega runnið í sjó fram. Þar fyrir neðan tekur við um 17 m þykk syrpa af lagskiptu

sjávarseti með vægri lághitaummyndun, sem myndast við 20-40°C hita. Frá 183 m dýpi og til botns er borað í gegnum þóleíft basalhraun.

Telja verður líklegt að undir Þykkvabæ megi finna jarðmyndanir frá tveimur mismunandi jarðsöguskeiðum, annars vegar tiltölulegar ungar jarðmyndanir þar sem skiptast á setlög, móberg og hraunlög með fremur hárrí lekt og lítilli ummyndun. Undir þessari myndun má vænta þess að til staðar sé gamall ummyndaður og þéttur berggrunnur frá tertíer tímabilinu. Ekki er vitað á hvaða dýpi mörk þessara jarðmyndana liggja. Litlar líkur eru til að finna vatnsæðar á lagmótum eftir að komið er niður í gamla bergið.

Telja verður líklegt að jarðlög í hinum holunum séu af svipuðum toga og í ÞB-2 og ÞB-12, foksandurinn á yfirborði er 19-42m þykkur, þar fyrir neðan tekur við einhvers konar móhella, þá allþykk sjávarset uns komið er í basalhraun á um 130 m dýpi.

Hola nr	Dýpi (m)	Sand-þykkt	Stigull I Sandur	Stigull II Móhella	Stigull III Sjávarset	Stigull IV Berggrunnur	Lög með óreglu- legum hitastigli	Vatn í borun
ÞB-1	100		0-65m 88 °C/km	65-94 m: 72°C/km	65-94 m: 72°C/km			
ÞB-2	105	40		25-80 m: 114°C/km	80-105 m: 83°C/km			60m
ÞB-3	88	34	105 °C/km	105 °C/km	105 °C/km		45-55 m 65-80 m	47m (raki)
ÞB-4	94	58	0-35 m 129 °C/km	35-62 m: 75 °C/km	62-90 m: 128 °C/km			58m
ÞB-5	63	23	0 - 15m: 160 °C/km	15-50m: 51 °C/km	50-63 m: 111 °C/km			30m, 60m
ÞB-6	100	43	0-40 m: 106 °C/km	40-76m: 72 °C/km	76-98 m: 115 °C/km			72m, 78m
ÞB-7	63	19	0-30m: 146 °C/km	30-50m: 93 °C/km			50-60m	57m, 63m
ÞB-8	91	18		46-80m: 115 °C/km			80-90m	51-52m
ÞB-9	102	40	25-40m: 103 °C/km	50-90 m: 83 °C/km			45-50m	47m, 61m
ÞB-10	102	27	0-55m: 110 °C/km	55-65 m: 56 °C/km	65-90 m: 97 °C/km		90-100m	32m, lítið
ÞB-11	102	20		25-50 m: 123 °C/km	60-80 m: 123 °C/km		50-60m 80-100m	27m, 42m, 62m, 89m
ÞB-12	195	35	0-40m: 145 °C/km		70-135 m: 102 °C/km	135-190m: 79 °C/km	40-50m. 65-70m	39m, 71m, 129m 157m 185m

Tafla 1. Yfirlit um borholur, hitastigul og vatnsæðar.

## 2.2 Hitamælingar í borholunum

Hitaferlar úr öllum borholunum eru sýndir í viðauka I. Þegar allar holurnar eru skoðaðar í samhengi sést að víða eru nokkrar óreglur í hitastigli. Þær eru af tvennum toga.

Í fyrsta lagi virðist í mörgum holum mega greina allt að fjögur hitastigulslög og er algengt að vatnsæðar séu á lagamótunum. Með samanburði við jarðlagagreiningu virðist hvert hitastigulslag svara til ákveðins jarðlags eða jarðlagasyrpu. Hvergi sjást þó nema tvö eða þrjú hitastigulslög í einni og sömu holunni. Efsta hitastigulslagið svarar til ósamfímda sandisins í efstu 20-40 metrunum. Truflanir af árstíðasveiflum og fleira veldur því að ekki er hefur alltaf verið unnt að ákvarða hitastigul í þessu lagi. Næsta hitastigulslag er oftast fremur þunnt og með talsvert lægri hitastigul en lögin fyrir ofan og neðan. Það tengist móhellunni, sem tekur við þar sem sandinum sleppir. Þriðja lagið er síðan syrpa af sjávarsetlögum neðan móhellunnar. Fjórða lagið tekur við á 135 m dýpi þar sem basalhraun og lághituummynduð setlög taka við. Mörkin milli einstakra laga eru misskýr frá einni holu til annarrar, sum staðar eru þau mjög glögg annars staðar sjást þau varla eins og í austustu holunum (ÞB-1 og ÞB-9).

Í öðru lagi sjást sum staðar þunn lög þar sem koma fram talsverðar óreglur í hitastigli, yfirleitt þó mikil lækkun. Í holu ÞB-12 eru t.d. tvö slík lög, bæði í hraunlögum. Líklega er þarna um að ræða lek lög þar sem vatnsrennsli truflar varmaflæði með varmaleiðni.

Á myndum 3 - 5 eru sýnd tvö austur-vestur snið og eitt norður-suður snið gegnum borholurnar. Þar er jarðlagaskipan færð inn með hliðsjón af svarfgreiningu og hitastigulslögum og hitastigull einstakra laga sýndur í hverri holu þar sem tekist hefur að ákvarða hann.

Mismunandi hitastigull eftir jarðlögum í einstökum borholum stafar annað hvort af mishárrri varmaleiðni jarðlaganna eða mismikilli lekt þeirra og þar með vatnsrennsli um þau. Líklegt er að lágur hitastigull í móhellunni stafi fyrst og fremst af vatnsrennsli en lægri hitastigull í sjávarsetum í neðri hluta holanna og jarðlögum neðan 135 m af vaxandi varmaleiðni með dýpi.

## 2.3 Hitastigull og jarðhiti

Til að unnt sé að bera saman hitastigul frá einni holu til annarrar og draga af ályktanir um hugsanleg jarðhitakerfi, verður að ganga út frá því að varmaleiðni jarðlaganna sé svipuð milli hola. Þar sem varmaleiðni virðist augljóslega vera mismunandi eftir jarðlögum verður að gæta þess að bera einungis saman hitastigul í sambærilegum jarðlögum. Hér er því valin sú leið að bera saman hitastigul í sjávarsetlögum sem eru á 60 - 135 m dýpi og er hann sýndur á mynd 2. Miðað við niðurstöður úr fyrstu 5 holunum (Ólafur G. Flóvenz, 1996) hefur myndin breyst nokkuð, einkum í þá veru að hitastigulshámarkið hefur færst vestar en áður. Þar ræður mestu breytt túlkun á hitamælingum úr holu ÞB-5. Það sem áður var talið vera millirennslu milli æða í holu ÞB-5 er nú túlkað sem lægri stigull í móhellunni og því reynist hitastigullinn í þessari holu neðan móhellunnar mun hærri en meðalhitastigullinn sem stuðst var við í fyrri greinargerð. Þetta þýðir einnig að hola ÞB-12 var ekki boruð á heppilegasta stað heldur hefði hún átt að vera vestan við holu ÞB-4 fremur en austan við. Þrátt fyrir þetta er hiti á 80 m dýpi hæstur kringum holur ÞB-2, ÞB-8 og ÞB-11 (mynd 1).

Hola ÞB-12 er eina holan sem nær niður úr setlögnum. Hún sýnir að hitastigull lækkar úr 102 °C/km í 79 °C/km eða um 23% þegar kemur niður í þéttari og vægt ummynduð jarðlög undir setlögnum. Það leiðir aftur til þeirrar ályktunar að hluti af þeim afbrigðilega háa hitastigli sem mælst hefur á þessum slóðum stafar af lágri varmaleiðni setlaganna. Það breytir hins vegar ekki því að hækkaður hitastigull mælist innan setlaganna umhverfis holur ÞB-4, ÞB-8 og ÞB-11. Þessi lítillaga hækkaði hitastigull gæti skýrst af tvennu, óreglum í berggrunni (berggrunnurinn rís upp þar sem hitastigull er hár) eða rennsli á vatni, annað hvort volgu vatni tiltölulega grunnt eða heitara vatni á miklu dýpi

Hins vegar er hitastigullinn í sjávarsetunum varla hærri en 130°C/km þar sem hann er hæstur (nærri holu ÞB-4) og ef við gerum ráð fyrir að 23% af því stafi af lágri varmaleiðni setlaganna er vart að búast við hærri hitastigli en 100°C/km í basaltlögnum neðan setlaganna undir holu ÞB-4. Það er einungis um 20-30% hærri stigull en eðlilegt má telja á þessum slóðum og bendir ekki til umtalsverðs jarðhita á litlu dýpi. Aðalatriðið er, að ekki er að búast við hærri hita á hugsanlegum vatnsæðum en sem nemur hitastigli upp á 100 °C/km. Það þýðir að við getum fyrst búist við 70-80°C heitum vatnsæðum niðri á 700 - 800 m dýpi, sem í reynd þýðir að hugsanleg hola yrði að vera um 1000 m djúp.

### 3. Við hverju má búast úr 1000 m djúpri holu

Eins og fram hefur komið gefa rannsóknarboranirnar og dreifing jarðskjálftaupptaka svolitla vísbendingu um rennsli á volgu eða heitu vatni í sprungum í jarðlögum, án þess þó að hægt sé að segja til um hvort um sé að ræða rennsli á um 20°C vatni nærri 200 m dýpi eða eitthvað heitara vatn dýpra. Nákvæm staðsetning þessarar hugsanlegu sprungu er óviss og því ekki miklar líkur á að 1000 m djúp hola myndi hitta á sprunguna ef hún á annað borð er til. Því verður að ganga út frá því að þær vatnsæðar sem kynnu að finnast í borun myndu fremur tengjast láréttum lagamótum nærri sprungum en sprungunum sjálfum. Dýpri jarðlög undir rannsóknarsvæðinu eru óþekkt en þó má búast við að talsvert kunni að vera af setlögum milli hraunlaga þegar dýpra kemur og þeim lagamótum gætu fylgt smávægilegar vatnsæðar líkt og í borholum undir Eyjafjöllum og í Vestmannaeyjum. Árangur af borun 1000 m holu felst því fyrst og fremst í þeim möguleika að lek lagamót séu á 500 - 1000 m dýpi, þar sem hiti er orðinn nógu hár til að vatnsæðarnar séu nýtanlegar. Ef við lítum til árangurs af þeim holum, sem boraðar hafa verið niður á 1000 m dýpi á þessum slóðum blasir við sú mynd að þær gefa 3-15 l/s við allt að 200 m niðurdrátt. Djúpa holan í Vík er lökust og gefur 3 l/s af liðlega 40°C vatni við tæplega 200 m niðurdrátt en holan í Skógum er best og gefur 15 l/s af 46°C vatni við 150 m niðurdrátt. Auðvelt er að fá hærri hita í Skógum með því að fódra af grynnri æðar en þá minnkar rennslið nokkuð (Grímur Björnsson 1996, pers. uppl.).

Verði lagt út í borun 1000 m holu í Þykkvabæ, er mælt með því að hún verði boruð í grennd við holu ÞB-4 eða skammt norðvestan hennar. Þar er líklegra að hitta í vatnsæðar í eða nálægt sprungum en annars staðar á rannsóknarsvæðinu. Mikilvægt er að vel verði staðið að boruninni. Bora þarf með öflugum bortæki, fódra a.m.k. í 190 m og bora niður úr fóðringunni með a.m.k. 8 1/2" krónu. Jafnframt þarf að fylgjast

gaumgæfilega með hugsanlegum æðum, sem fram kæmu í borun ofan 500 m dýpis, því þær yrðu væntanlega ekki nógu heitar og þyrfti því að þétta þær með steypu.

#### 4. Verð á orku úr 1000 m djúpri holu

Áður en lagt er út í borun á jafnmiklu mannvirki og 1000 m hola er, er rétt að reyna að leggja tölulegt mat á orkuverð frá slíkri holu, beri hún á annað borð árangur. Óvarlegt er að reikna með að svona hola kosti minna en 15 Mkr þegar allt er talið, en auðvitað ræðst verðið af þeim samningum, sem nást við borfyrirtæki. Í töflu 2 er sýnt reiknað orkuverð úr 1000 m djúpri holu þar sem vatni er dælt af um 250 m dýpi. Orkuverðið er reiknað út fyrir mismunandi árangur, þ.e. fyrir mismikið vatnsmagn og hita. Athygli er vakin á því að þetta eru ekki nákvæmir útreikningar og því aðeins nothæfir til að gera sér gróflega grein fyrir hagkvæmni þess að ná upp heitu vatni. Einnig þarf að gæta þess að þetta útreiknaða orkuverð miðast við að markaður sé fyrir alla orkuna strax frá upphafi og hér er einungis um að ræða verð á vatni komið upp úr holu, bæta þarf við þeim hluta orkuverðs, sem felst í því að koma orkunni til hugsanlegra neytenda. Sá kostnaður getur verið afar mismunandi eftir aðstæðum.

Eftirfarandi forsendur eru lagðar til grundvallar:

Verð borholu	15.000.000 kr
Virkjun holunnar	10.000.000 kr
Dæludýpi	250 m
Afskriftatími	25 ár
Vextir	5 %
Neðri nýtingarmörk	30 °C

Niðurstöðurnar eru sýndar í töflu 2.

Hiti/rennsli		1 l/s	2 l/s	4 l/s	6 l/s	8 l/s	10 l/s
40°C	Orka (Gwh)	0,37	0,73	1,47	2,2	2,94	3,67
	Orkuverð (kr/kWh)	6,01	3,18	1,77	1,30	1,06	0,92
50°C	Orka (Gwh)	0,73	1,47	2,94	4,4	5,87	7,34
	Orkuverð (kr/kWh)	3,01	1,59	0,89	0,65	0,53	0,46
60°C	Orka (Gwh)	1,1	2,20	4,40	6,60	8,81	11,01
	Orkuverð (kr/kWh)	2,0	1,06	0,59	0,43	0,35	0,31
70°C	Orka (Gwh)	1,5	2,94	5,87	8,81	11,74	14,68
	Orkuverð (kr/kWh)	1,5	0,80	0,33	0,33	0,27	0,23

Tafla 2. Lauslega áætlað orkuverð og orkuframleiðsla frá 1000 m djúpri vinnsluholu miðað við að vatni sé dælt af 250 m dýpi. Lauslega metið þarf 300 manna byggðalag um 6 GWh til upphitunar. Skyggðu reitirnir sýna þá möguleika þar sem orkuverð er undir 1 kr/kWh. Hæpið er að það borgi sig að leggja út í borun fyrir herra orkuverð frá holu en 1 kr/kWh.

Þegar litið er á töflu 2 sést að orkuverðið ræðst mjög af árangri borunar. Til samanburðar getum við haft að orkukostnaður notenda við niðurgreidda rafhitun til húshitunar er einhvers staðar nálægt 2,10 kr/kWh, en óniðurgreitt myndi verðið vera 3,47 kr/kWh. Ef við höfum í huga að orkuverðið í töflu 1 er orkuverð upp úr holu þá

þarf að bæta við það dreifingarkostnaði til að fá réttan verðsamanburð við rafhitun. Á þessu stigi hefur ekki verið gerð nein tilraun til að leggja mat á hann, en óvarlegt er að gera ráð fyrir því að hann sé undir 1,0 kr/kWh. Þannig getum við gróflega sagt að við verðum að fá orkuverð sem er lægra en 1 kr/kWh upp úr holu til að hitaveita í Þykkvabæ verði hagkvæm.

## 5. Niðurstöður

Niðurstöður jarðhitarannsóknanna í Þykkvabæ má draga saman á eftirfarandi hátt:

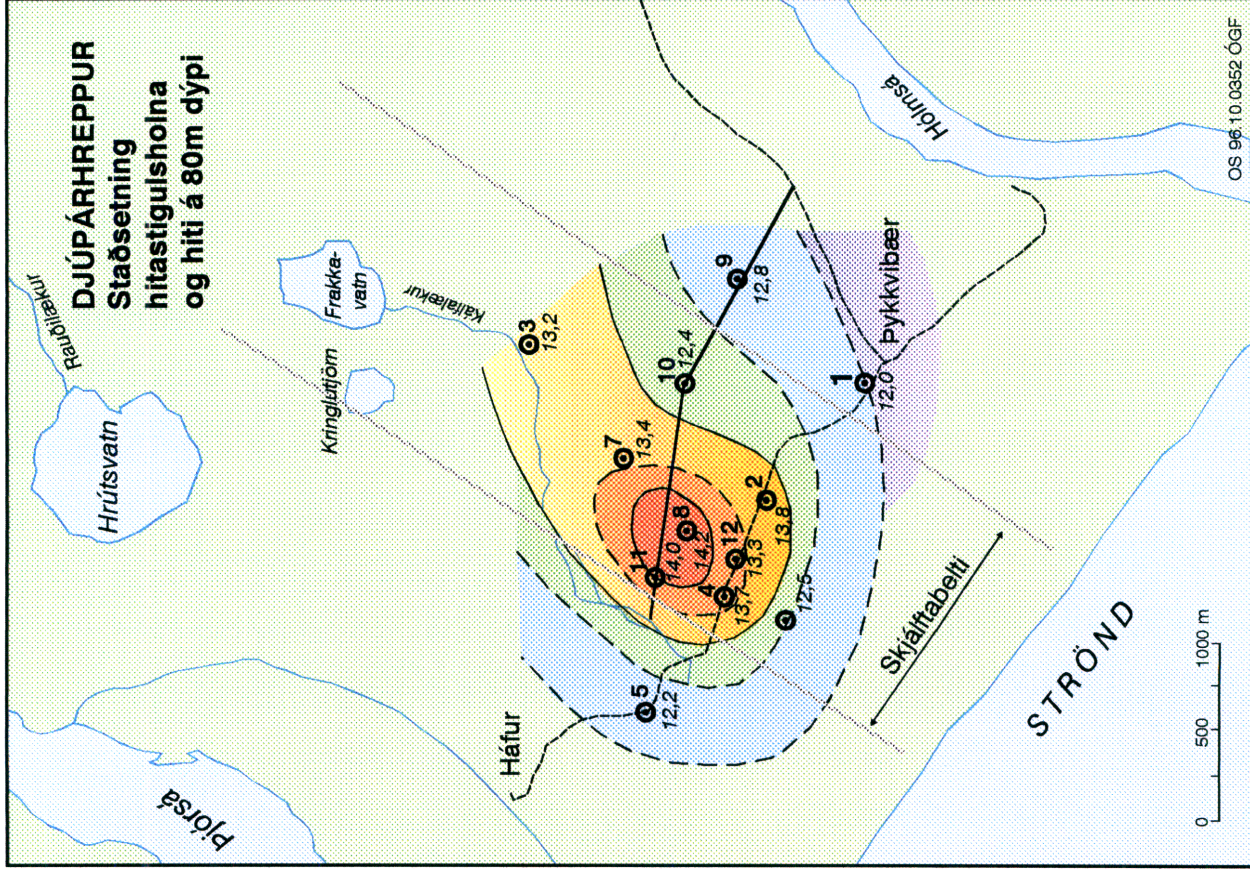
1. Dreifing á jarðskjálftum í Djúpárhreppi bendir til þess að sprungukerfi geti legið um hreppinn miðjan fá norðaustri til suðvesturs.
2. Hitastigulsboranir sýna nokkuð hærri hitastigul innan skjálftabeltisins en vænta má á þessum slóðum utan jarðhitasvæða. Hluti af þessum háa hitastigli skýrist af lágrí varmaleiðni setlaga í efstu 135 metrum jarðalaganna undir Þykkvabæ. Hinn hlutann verður annað hvort að skýra með rennsli volgs eða heits vatns í berggrunni eða með óreglum í dýpi á berggrunn.
3. Ólíklegt er að nýtanlegt heitt vatn finnist ofan 500 m dýpis. Ef á annað borð verður lagt út í borun, er mælt með borun allt að 1000 m holu, sem fóðruð yrði í um 190 m og yrði a.m.k. 8 1/2" víð neðan fóðringar..
4. Ekki eru taldar miklar líkur á að það takist að hitta í hugsanlega sprungu í berggrunninum með borun djúprar holu. Hins vegar er hugsanlegt að vatnsæðar fylgi lagamótum í yngri hluta jarðlagastaflans líkt og í Vestmannaeyjum og undir Eyjafjöllum. Ekki er vitað hve djúpt yngri hluti jarðlagastaflans nær, en nái hann niður á 1000 m dýpi er von um slíkar vatnsæðar nægjanlega langt niður til að komast í nýtanlegan hita. Ef slíkar vatnsæðar myndast á 500-1000 m dýpi gæti borun 1000 m holu skilað heitu vatni til yfirborðs á hagkvæman hátt, þ.e. að orkuverð við holutopp yrði undir 1 kr/kWh.

## 6. Heimildir

Ólafur G. Flóvenz, 1995: Líkur á jarðhita í Þykkvabæ. Orkustofnun, greinargerð, ÓGF-95/06, 6s.

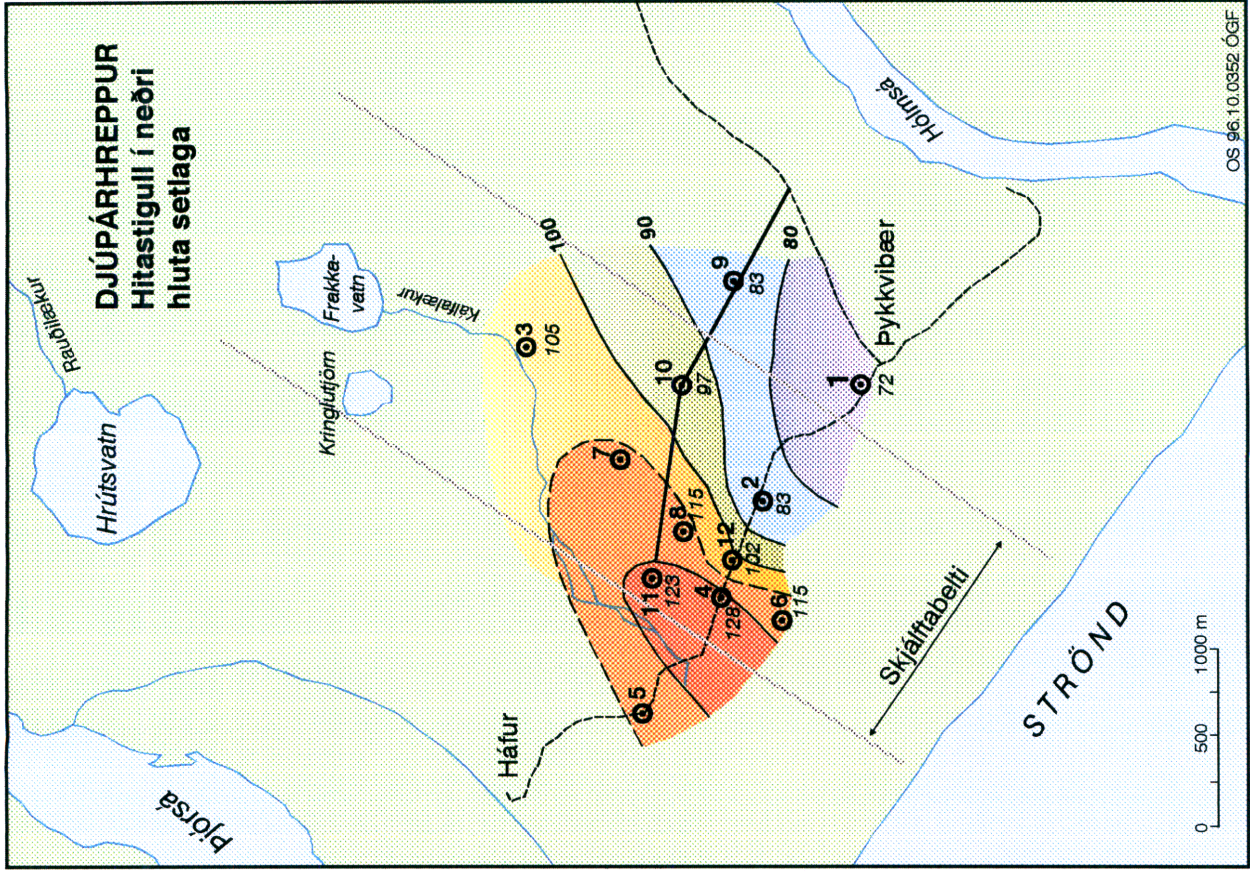
Ólafur G. Flóvenz, 1996: Borun fjögurra hitastigulshola í Þykkvabæ í maí 1996. Orkustofnun, greinargerð, ÓGF-96/05, 14s.





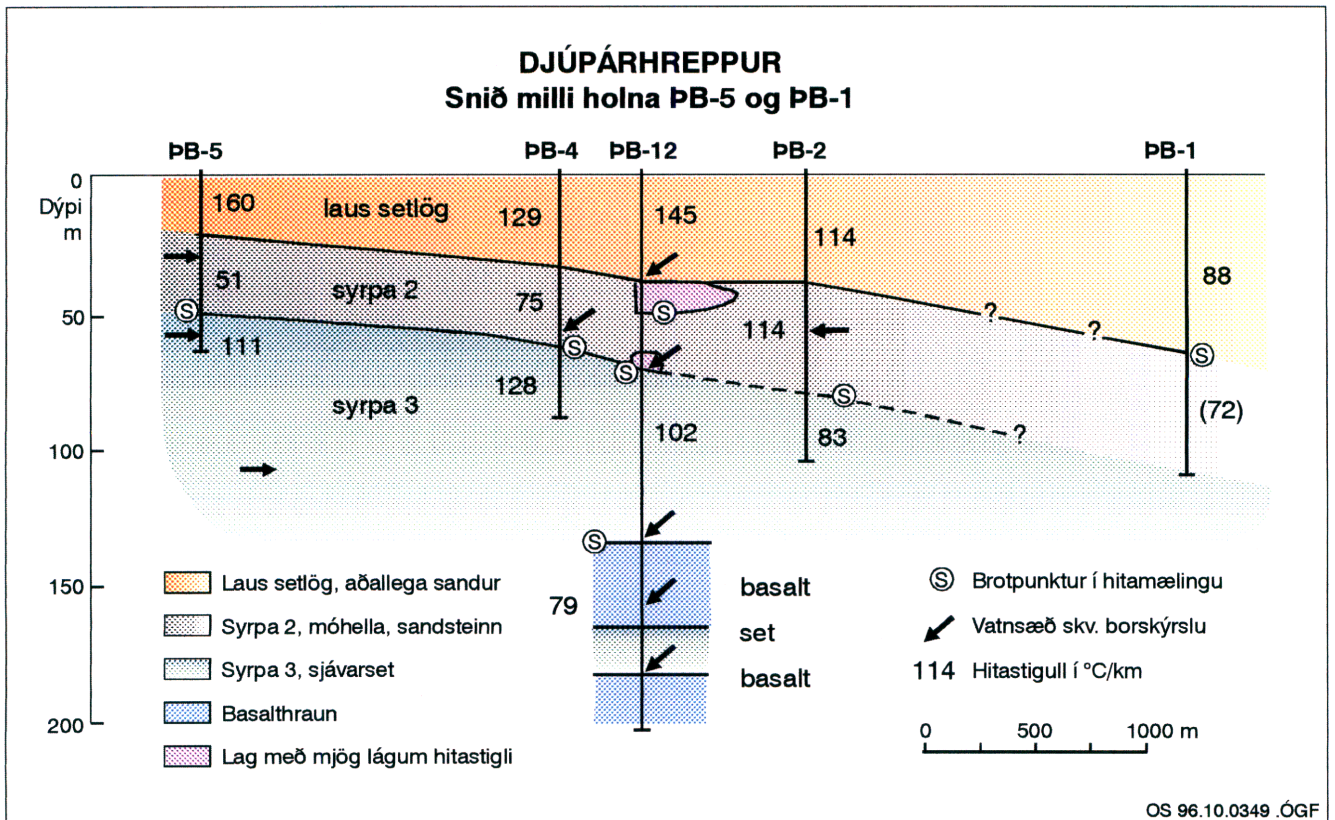
Mynd 1

OS 96.10.0352 ÓGF



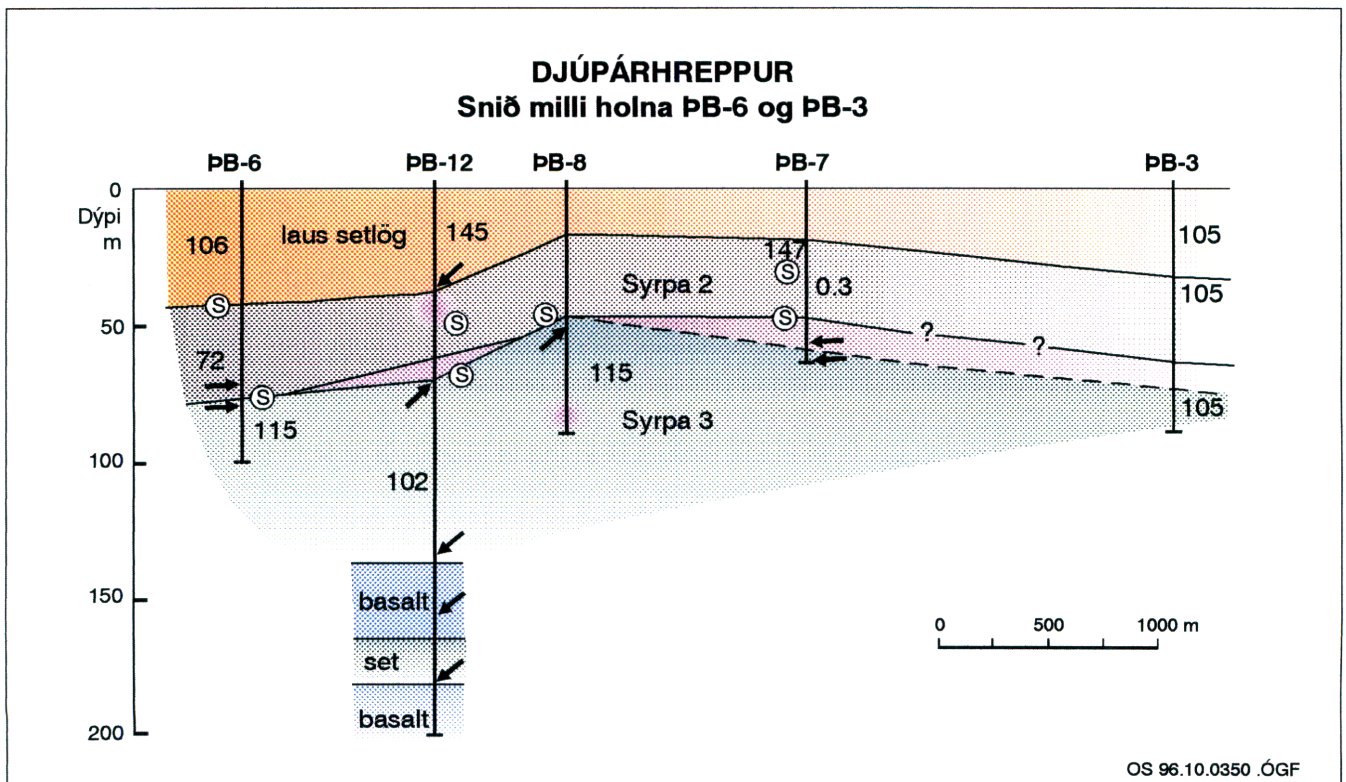
Mynd 2

OS 96.10.0352 ÓGF



OS 96.10.0349.ÓGF

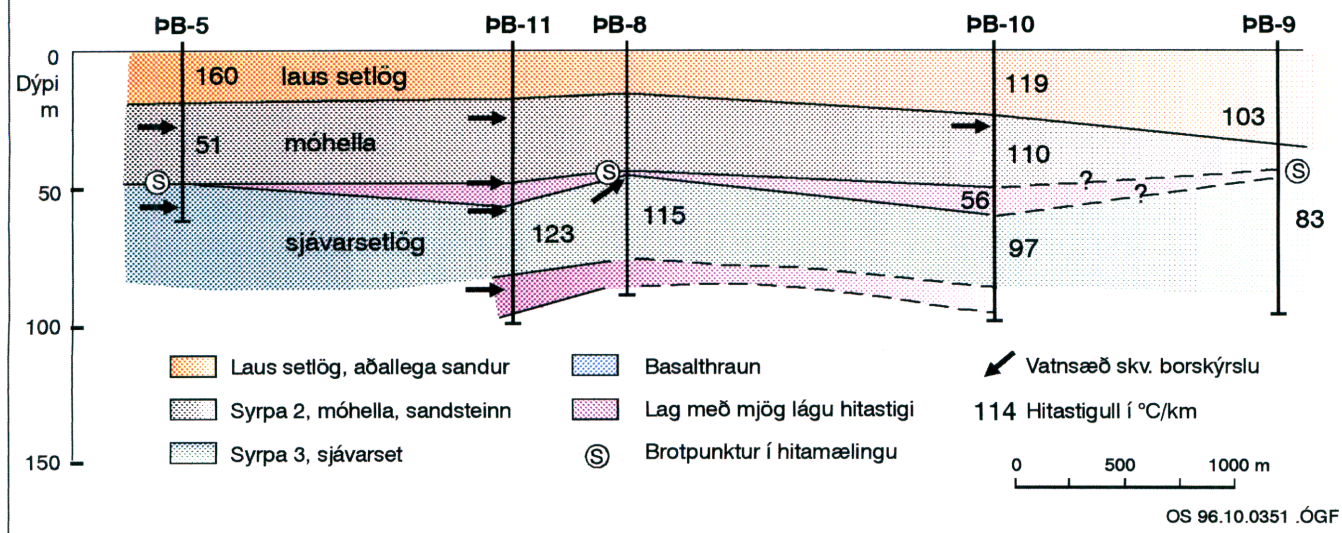
Mynd 3



OS 96.10.0350.ÓGF

Mynd 4

## DJÚPÁRHREPPUR Snið milli holna PB-5 og PB-9



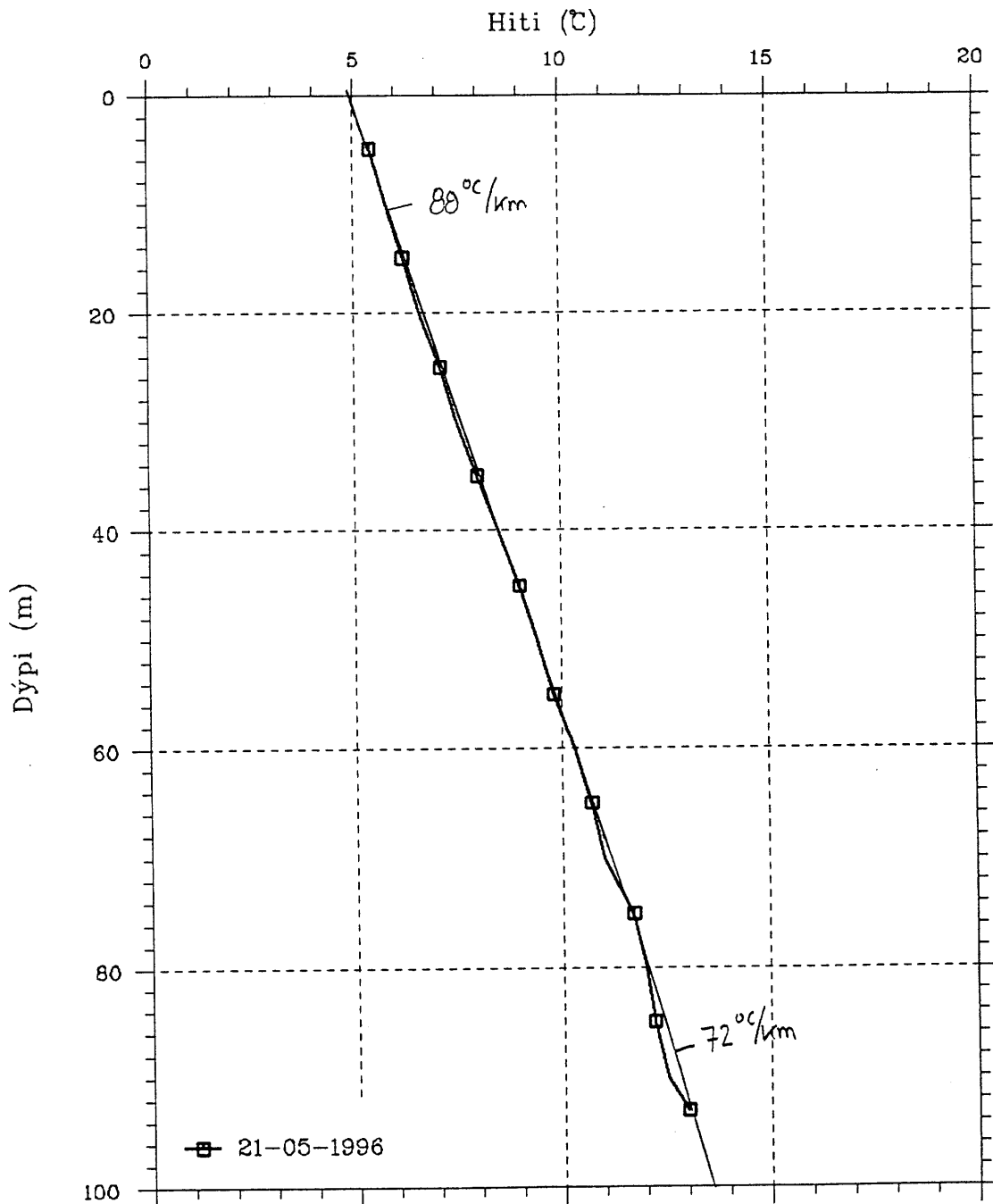
Mynd 5

**Viðauki I**

**Hitamælingar í borholum**

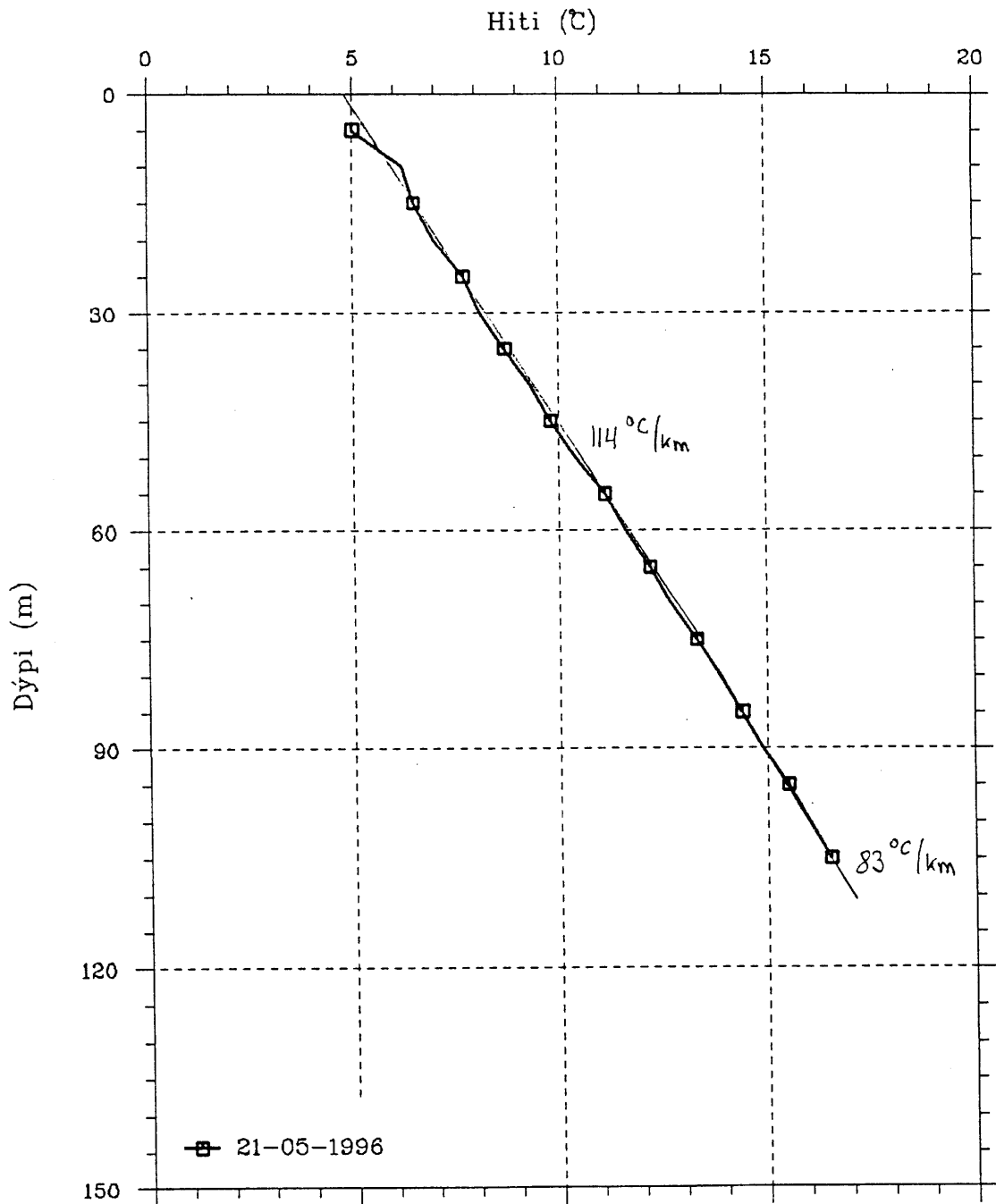
17 Oct 1996 ogf  
L= 84701 Oracle

### Djúparhreppur Hóla PB-1 Hitamæling



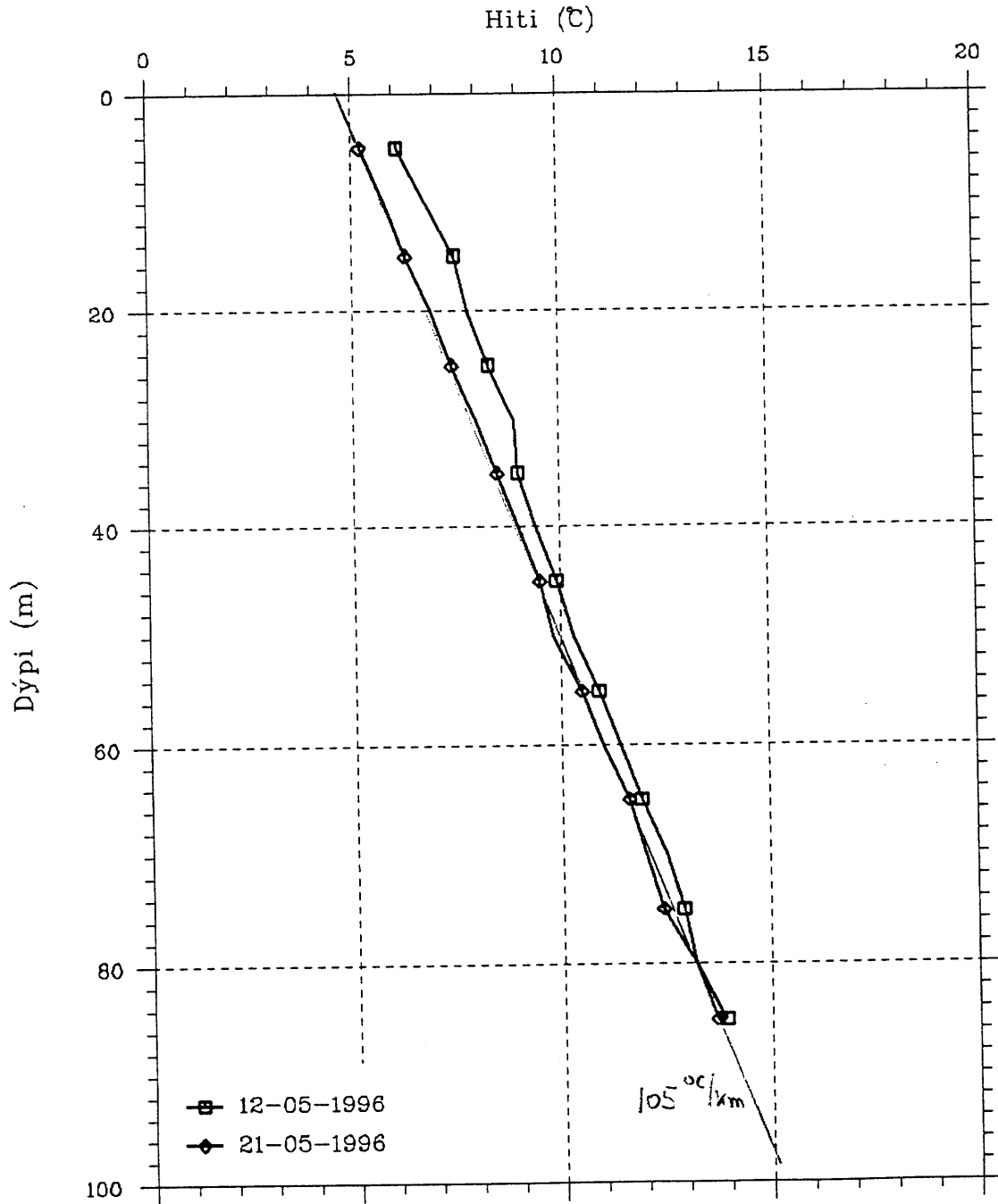
17 Oct 1998 ogf  
L= 84702 Oracle

### Djúparhreppur Hóla ÞB-2 Hitamæling



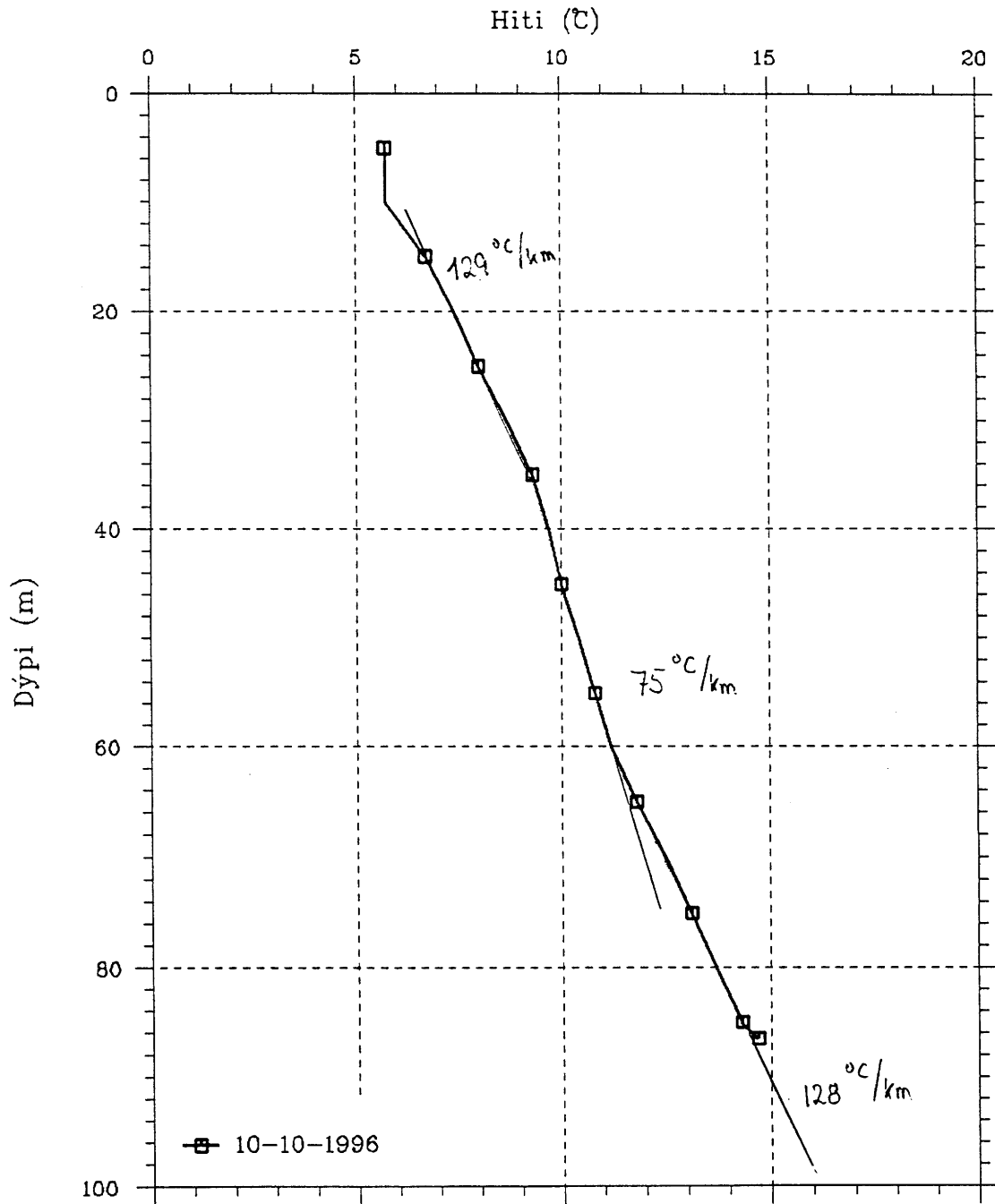
17 Oct 1998 ogf  
L= 84703 Oracle

### Djúparhreppur Hóla ÞB-3 Hitamælingar



17 Oct 1996 ogf  
L= 84704 Oracle

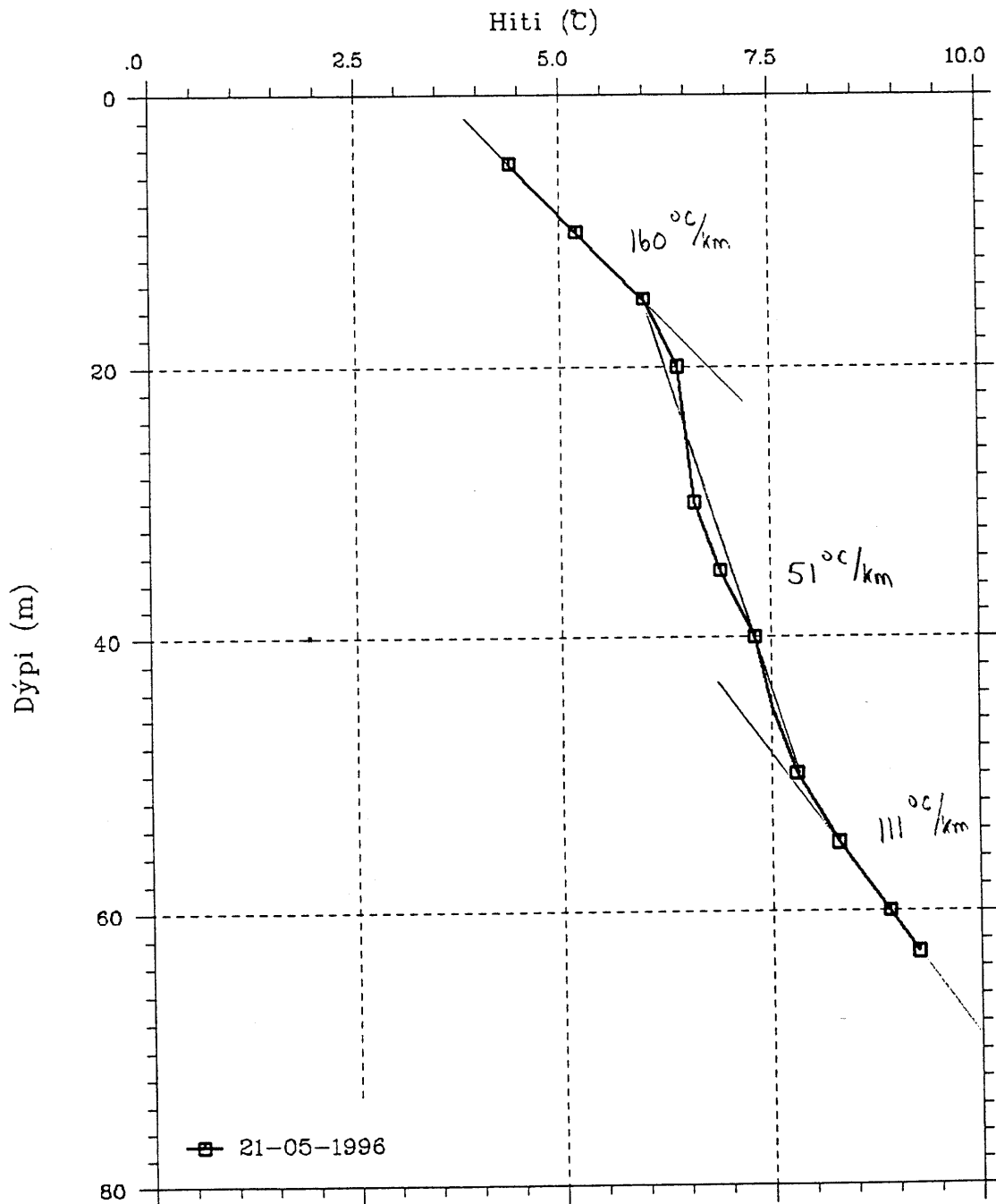
### Djúparhreppur Hóla ÞB-4 Hitamæling





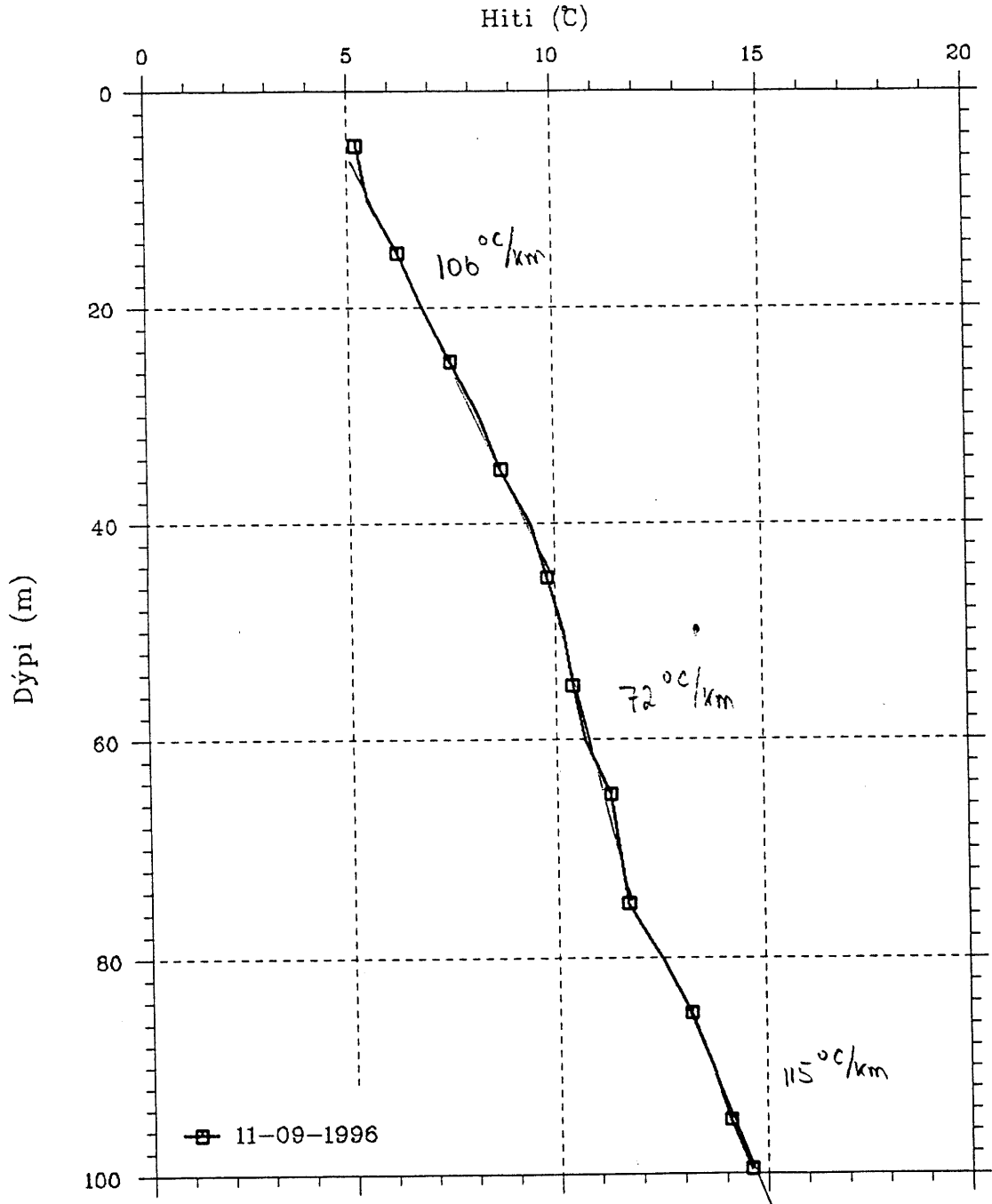
17 Oct 1996 ogf  
L= 84705 Oracle

### Djúparhreppur Hóla ÞB-5 Hitamæling



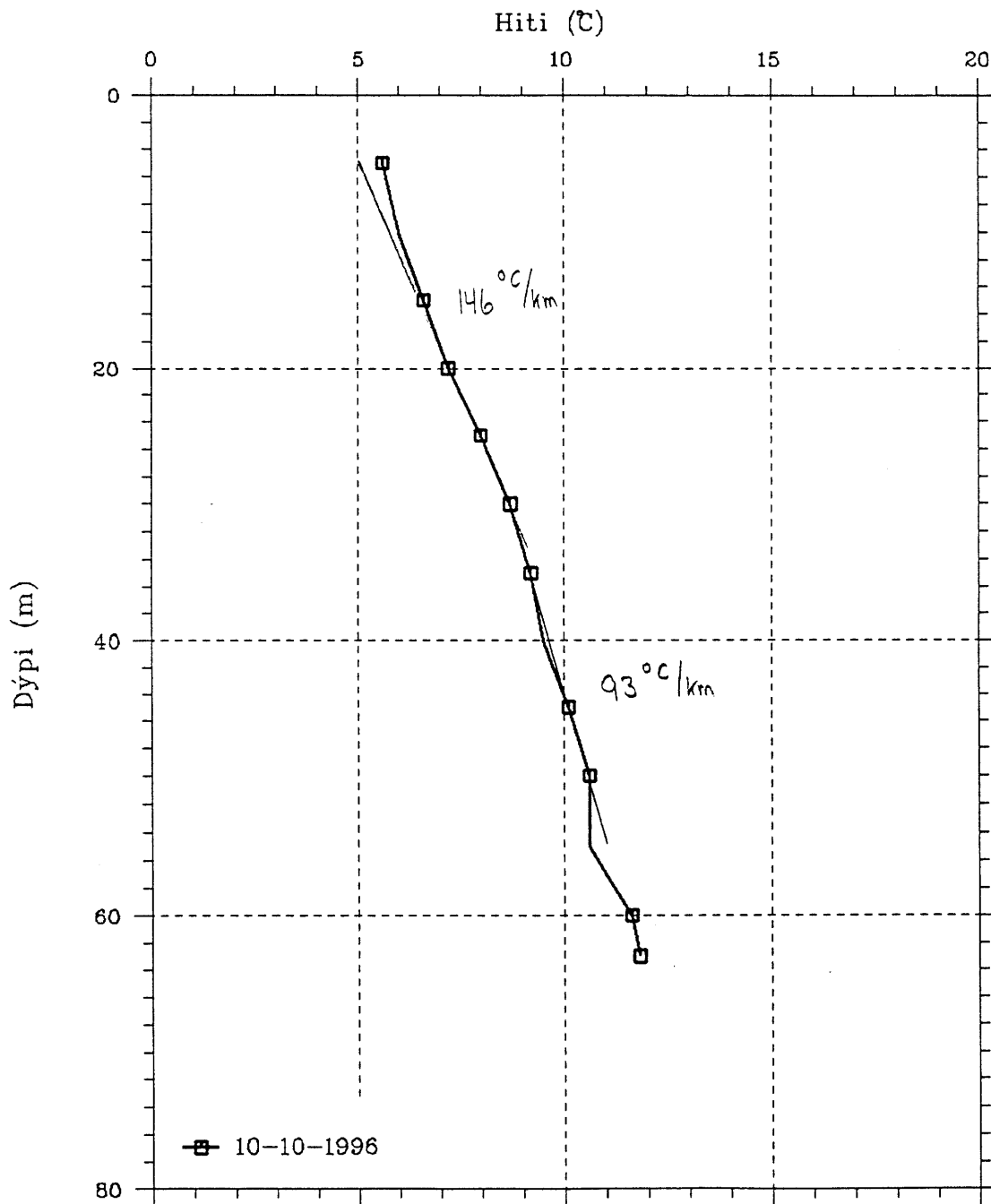
17 Oct 1996 ogf  
L= 84706 Oracle

### Djúparhreppur Hóla PB-6 Hitamæling



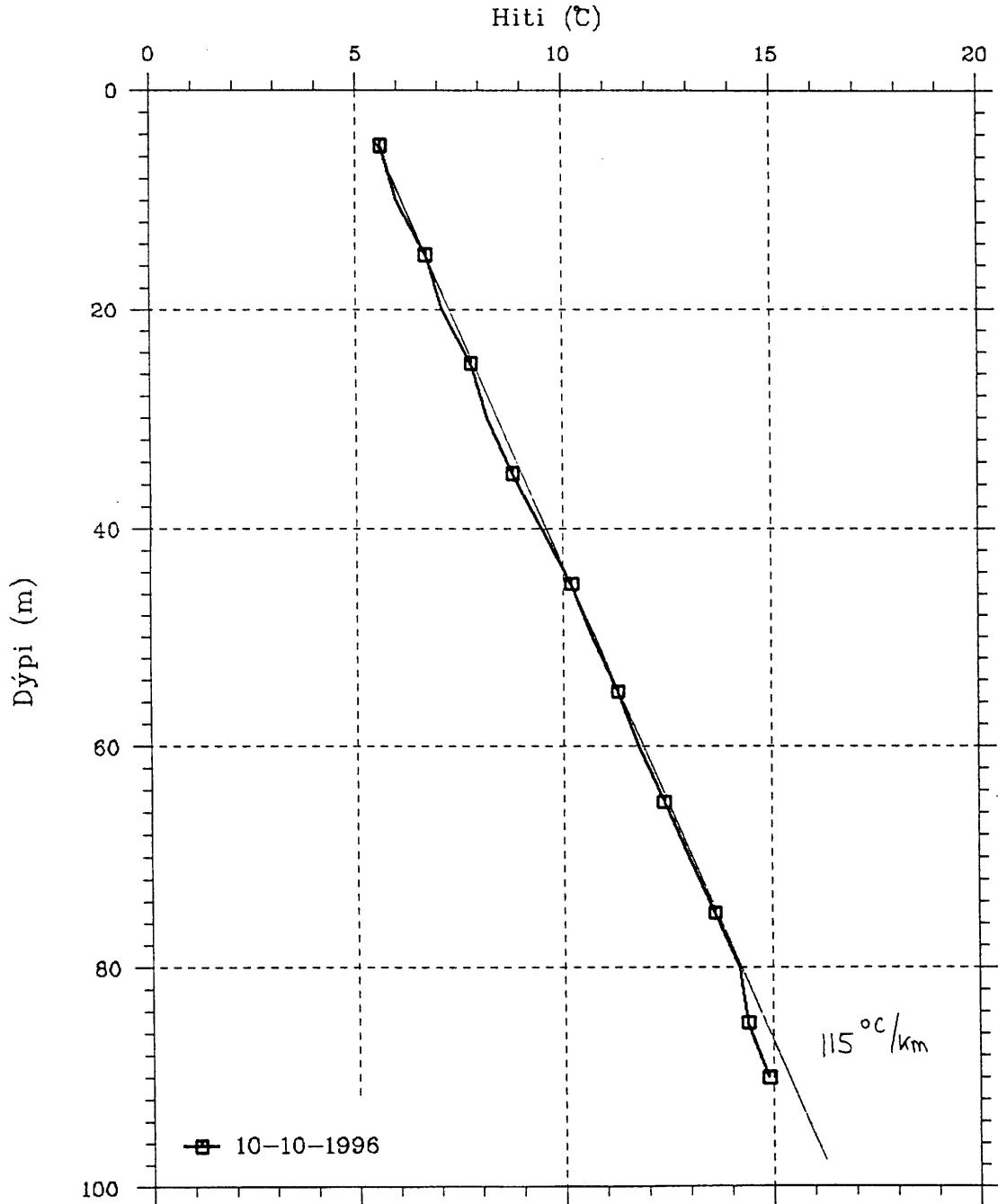
17 Oct 1998 ogf  
L= 84707 Oracle

### Djúparhreppur Hóla PB-7 Hítamæling



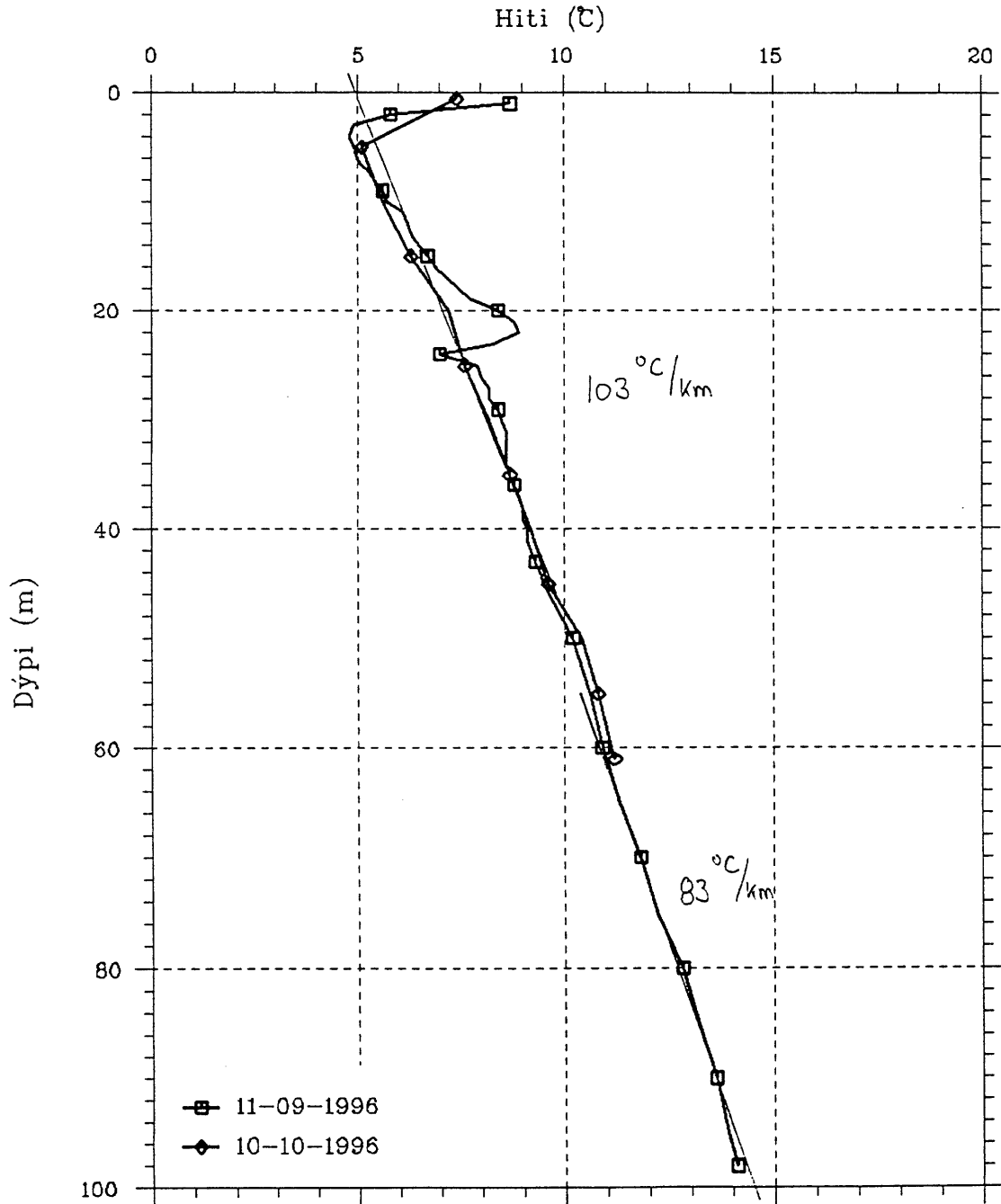
17 Oct 1998 ogf  
L= 84708 Oracle

### Djúparhreppur Hóla ÞB-8 Hitamæling



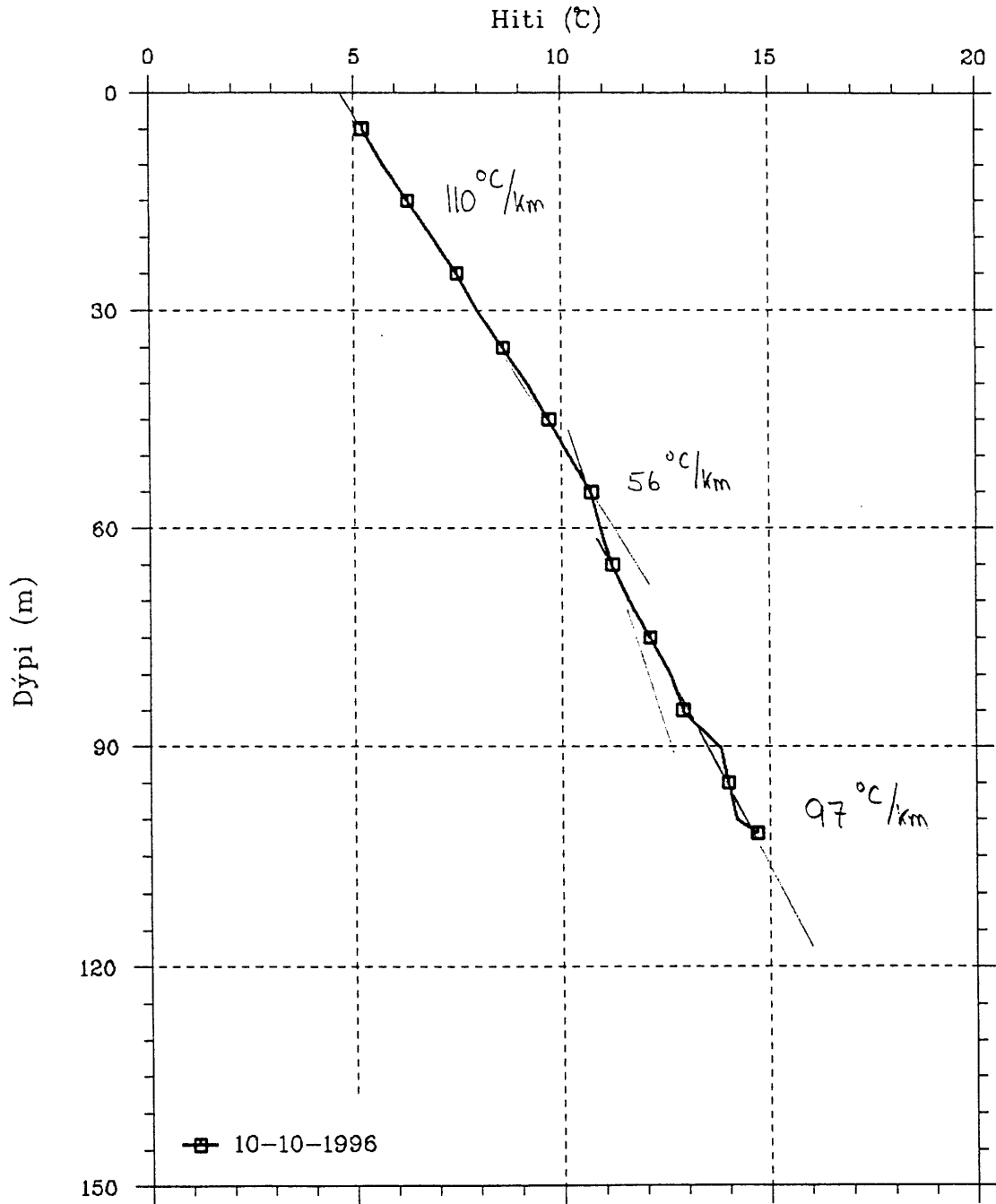
17 Oct. 1996 ogf  
L= 84709 Oracle

### Djúparhreppur Hóla ÞB-9 Hitamælingar



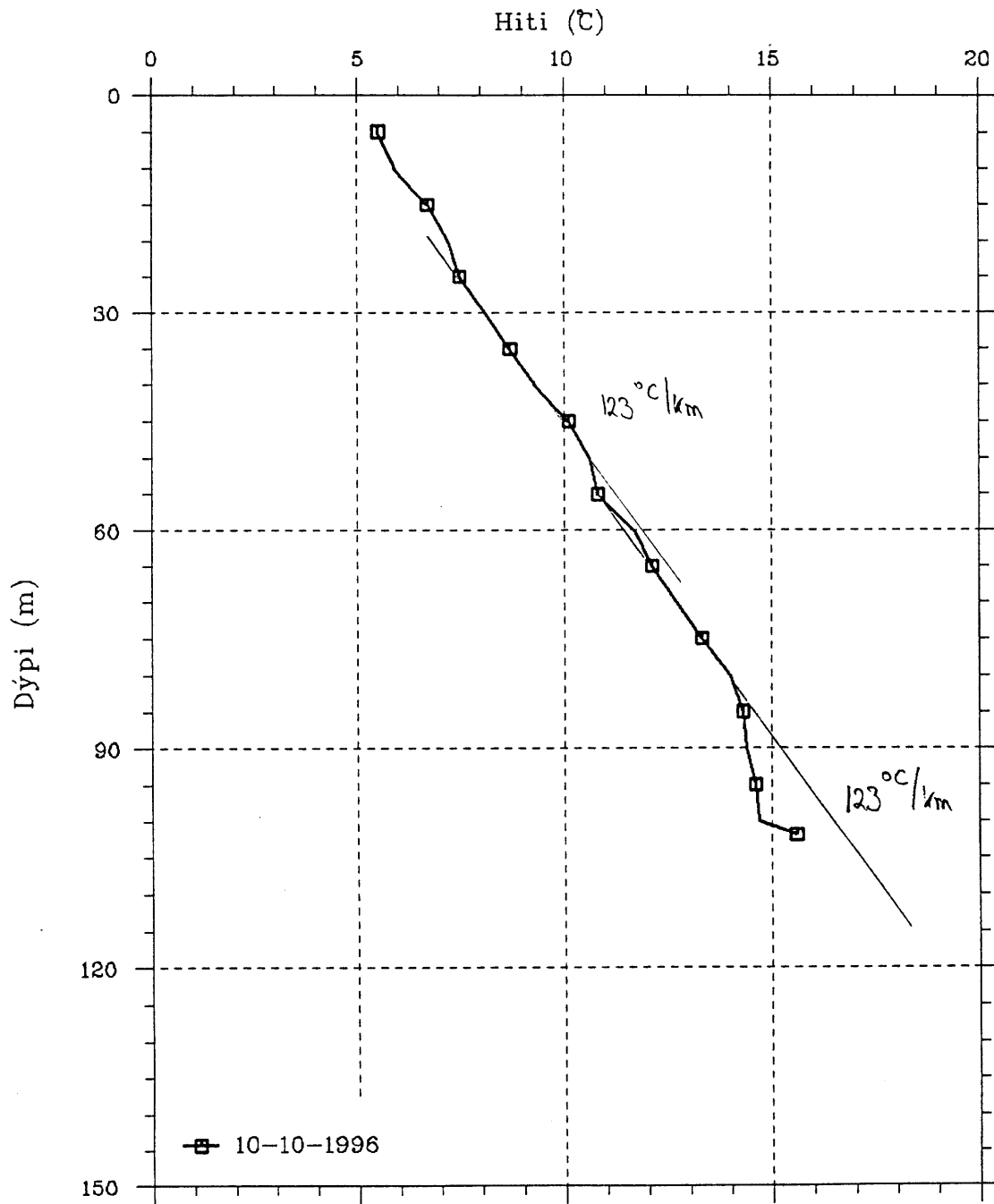
15 17 Oct 1968 ogf  
L= 84710 Oracle

### Djúparhreppur Hóla ÞB-10 Hitamæling



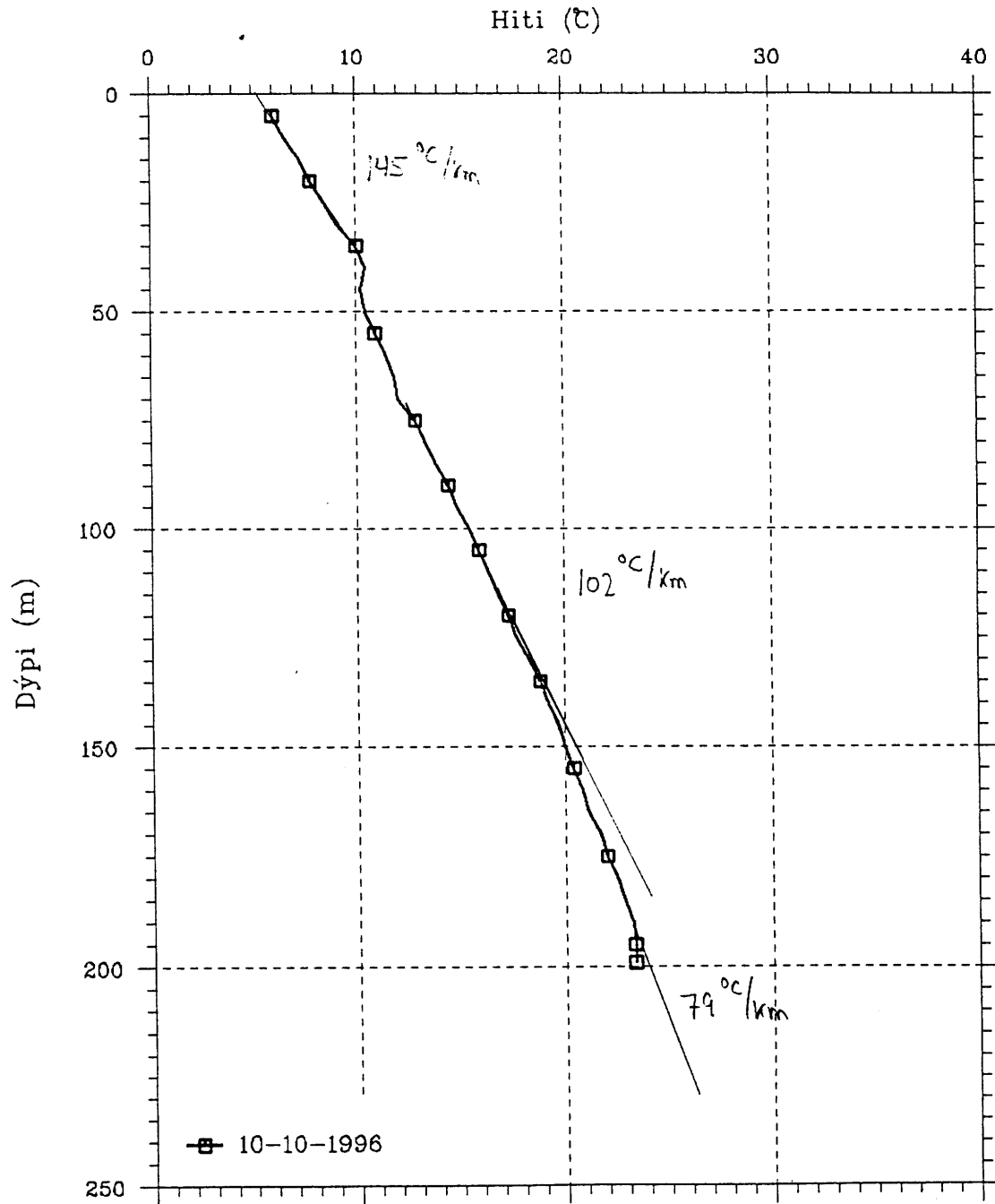
17 Oct 1998 ogf  
L= 84721 Oracle

### Djúparhreppur Hóla ÞB-11 Hitamæling



17 Oct 1998 ogf  
L= 84722 Oracie

### Djúparhreppur Hola PB-12 Hitamæling





**Viðauki II**

**Borskýrslur**

REKTUNARSAMBAND FLÓA OG SKEIDA

Bæjarnafn Gæðhvíhal  
 Staður J. Hafsfosa  
 Sýsla Rannsóknarsýsla  
 Verkkaupi Þj. úp á hól í þessum

Hola nr. BB-6  
 Dags 3-9-96

Borkróna 3' 6" 45" Metra Fóðring 3' 145" Metra FÓðurtími \_\_\_\_\_  
 " 3' 1/00 " " 1 " Bortími \_\_\_\_\_  
 " 1 " " 1 " Heitt X  
 " 1 " " 1 " Kalt \_\_\_\_\_  
 Jarðsýni BB-6

Ath. \_\_\_\_\_  
 Jarðfræðingur Þ. Rafn Flanagan Vatnsmagn 4-5 h á sek.

Borhola í metrum	Borstjóri	
1	41	81
2	42	82
3	43	83
4	44	84
5	45	85
6	46	86
7	47	87
8	48	88
9	49	89
10	50	90
11	51	91
12	52	92
13	53	93
14	54	94
15	55	95
16	56	96
17	57	97
18	58	98
19	59	99
20	60	100
21	61	101
22	62	102
23	63	103
24	64	104
25	65	105
26	66	106
27	67	107
28	68	108
29	69	109
30	70	110
31	71	111
32	72	112
33	73	113
34	74	114
35	75	115
36	76	116
37	77	117
38	78	118
39	79	119
40	80	120

Ath. Holur á þessum metrum TB-6

Bæjarnafn Fykkvíðar  
 Staður Borgarhlíu 1. 9 Físi vatnsmagn  
 Sýsla Borgarvalla sýsla  
 Verkkaupi Djúparhryggur

Hola nr. TB 7  
 Dags 4/9-96

Borkróna 3" á 21 Metra Fóðring 3" á 21 Metra Fóðurtími \_\_\_\_\_  
 " 311 163 " " \_\_\_\_\_ Bortími \_\_\_\_\_  
 " \_\_\_\_\_ " " \_\_\_\_\_ Heitt X  
 " \_\_\_\_\_ " " \_\_\_\_\_ Kalt \_\_\_\_\_  
 Jarðsýni TB 7

Ath. Jarðfræðingur Ólafur Flórentz

Vatnsmagn CA 2-3L í dal

Borhola í metrum	Borstjóri	
1	<u>Fjóðringur</u>	41
2		42
3		43
4		44
5		45
6		46
7		47
8		48
9	<u>Grödur</u>	49
10		50
11		51
12		52
13		53
14		54
15		55
16		56
17		57
18		58
19		59
20		60
21		61
22		62
23		63
24		64
25	<u>Þjálft Berg</u>	65
26		66
27		67
28		68
29		69
30		70
31		71
32		72
33		73
34		74
35		75
36		76
37		77
38		78
39		79
40		80
		81
		82
		83
		84
		85
		86
		87
		88
		89
		90
		91
		92
		93
		94
		95
		96
		97
		98
		99
		100
		101
		102
		103
		104
		105
		106
		107
		108
		109
		110
		111
		112
		113
		114
		115
		116
		117
		118
		119
		120

Ath. Halutryggt mætur TB-7

REKTUNARSAMBAND FLÓA OG SKEIÐA

Bæjarnafn Þyngurvík Hóla nr. BB-8  
 Staður Þyngurvík í Fjarðarvatnssamvinnu Dags 5-9-96  
 Sýsla Rangárvallasýsla  
 Verkkaupi Þyngurvík

Borkróna 3" 1 2/1 Metra Fóðring 3" 1 2/1 Metra Fóðurtími \_\_\_\_\_  
 " 3" 1 2/1 " " 1 " Bortími \_\_\_\_\_  
 " 1 " " 1 " Heitt X  
 " 1 " " 1 " Kalt \_\_\_\_\_  
 Jarðsýni BB-8

Ath. \_\_\_\_\_  
 Jarðfræðingur Ólafur Flævi Vatnsmagn CA 1-1/2 l í de

Borhola í metrum	Borstjóri <u>Johanna S.</u>	Vatnsmagn
1	41	81
2	42	82
3	43	83
4	44	84
5	45	85
6	46	86
7	47	87
8	48	88
9	49	89
10	50	90
11	51	91
12	52	92
13	53	93
14	54	94
15	55	95
16	56	96
17	57	97
18	58	98
19	59	99
20	60	100
21	61	101
22	62	102
23	63	103
24	64	104
25	65	105
26	66	106
27	67	107
28	68	108
29	69	109
30	70	110
31	71	111
32	72	112
33	73	113
34	74	114
35	75	115
36	76	116
37	77	117
38	78	118
39	79	119
40	80	120

Ath. Holuhafur metur TB-8

REKTUNARSAMBAND FLÓA OG SKEIDA

Bæjarnafn Þorhildur  
 Staður Þorimulandi  
 Sýsla Kaupstaðir og alls eyða  
 Verkkaupi Djúpárhöppur

Hola nr. DB-9  
 Dags 7-9-96

Borkróna 36.10.69 Metra Fóðring 3.00.42.69 Metra Fóðurtími \_\_\_\_\_  
 " 3" 1.02 " " \_\_\_\_\_ Bortími \_\_\_\_\_  
 " \_\_\_\_\_ " " \_\_\_\_\_ Heitt X  
 " \_\_\_\_\_ " " \_\_\_\_\_ Kalt \_\_\_\_\_  
 Jarðsýni DB-9

Ath. \_\_\_\_\_  
 Jarðfræðingur Ólafur Flóens Vatnsmagn mikil

Borhola í metrum	Borstjóri	Vatnsmagn
1	41	81
2	42	82
3	43	83
4	44	84
5	45	85
6	46	86
7	47	87
8	48	88
9	49	89
10	50	90
11	51	91
12	52	92
13	53	93
14	54	94
15	55	95
16	56	96
17	57	97
18	58	98
19	59	99
20	60	100
21	61	101
22	62	102
23	63	103
24	64	104
25	65	105
26	66	106
27	67	107
28	68	108
29	69	109
30	70	110
31	71	111
32	72	112
33	73	113
34	74	114
35	75	115
36	76	116
37	77	117
38	78	118
39	79	119
40	80	120

Ath. Halut apur mestur TB-9

REKTUNARSAMBAND FLÓA OG SKEIÐA

Bæjarnafn Fykkviðar  
 Staður 1. Disarháttur  
 Sýsla Rannsóknvallar ísl. la  
 Verkkaupi Dýrfræðingur

Hola nr. 6310  
 Dags 9 Sept. 96

Borkróna 3" 130.6 Metra Fóðring 3" 130.60 Metra Fóðurtími \_\_\_\_\_  
 " 8 1/22 " " 1 " Bortími \_\_\_\_\_  
 " 1 " " 1 " Heitt X  
 " 1 " " 1 " Kalt \_\_\_\_\_  
 Jarðsýni DB-10

Ath. \_\_\_\_\_  
 Jarðfræðingur Ólafur Flóens Vatnsmagn 1-2 l í 8 sek.

Borhola í metrum	Borstjóri <u>Johanna</u>	Vatnsmagn
1	41	81
2	42	82
3	43	83
4	44	84
5	45	85
6	46	86
7	47	87
8	48	88
9	49	89
10	50	90
11	51	91
12	52	92
13	53	93
14	54	94
15	55	95
16	56	96
17	57	97
18	58	98
19	59	99
20	60	100
21	61	101
22	62	102
23	63	103
24	64	104
25	65	105
26	66	106
27	67	107
28	68	108
29	69	109
30	70	110
31	71	111
32	72	112
33	73	113
34	74	114
35	75	115
36	76	116
37	77	117
38	78	118
39	79	119
40	80	120

Ath. \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Bæjarnafn Gyðhúsið Hóla nr. PB-11  
 Staður Þórshöfn Land í Fiskerivatnum Dags 10-9-96  
 Sýsla Rannsókn þellurilla  
 Verkkaupi Vjáfiskveiðir

Borkróna 36 Metra Fóðring 3" 121 Metra Fóðurtími \_\_\_\_\_  
 " 3" 1102 " " 1 " Bortími \_\_\_\_\_  
 " 1 " " 1 " Heitt X  
 " 1 " " 1 " Kalt \_\_\_\_\_  
 Jarðsýni PB-11

Ath. \_\_\_\_\_  
 Jarðfræðingur Ólafur Elverz Vatnsmagn Mit. 8

Borhola í metrum	Borstjóri	Vatnsmagn
1	41	81
2	42	82
3	43	83
4	44	84
5	45	85
6	46	86
7	47	87
8	48	88
9	49	89
10	50	90
11	51	91
12	52	92
13	53	93
14	54	94
15	55	95
16	56	96
17	57	97
18	58	98
19	59	99
20	60	100
21	61	101
22	62	102
23	63	103
24	64	104
25	65	105
26	66	106
27	67	107
28	68	108
29	69	109
30	70	110
31	71	111
32	72	112
33	73	113
34	74	114
35	75	115
36	76	116
37	77	117
38	78	118
39	79	119
40	80	120

Ath. \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Bæjarnafn Þrákkvísl  
 Staður 400 m Flá Holu 4 og Holu 2  
 Sýsla Rannsókn Vaða Skóla  
 Verkaupi Ólafur Þórunn

Hola nr. ÞB-12  
 Dags 13-9-12-96

Borkróna 5" 137 Metra Fóðring 5" 137 Metra Fóðurtími \_\_\_\_\_  
 " 5" 1 " " 1 " Bortími \_\_\_\_\_  
 " 1 " " " 1 " Heitt X  
 " 1 " " " 1 " Kalt ~~10 X~~  
 Jarðsýni ÞB-12

Ath. \_\_\_\_\_  
 Jarðfræðingur Ólafur Flórentz

Borhola í metrum	Borstjóri	Vatnsmagn
1	41	81
2	42	82
3	43	83
4	44	84
5	45	85
6	46	86
7	47	87
8	48	88
9	49	89
10	50	90
11	51	91
12	52	92
13	53	93
14	54	94
15	55	95
16	56	96
17	57	97
18	58	98
19	59	99
20	60	100
21	61	101
22	62	102
23	63	103
24	64	104
25	65	105
26	66	106
27	67	107
28	68	108
29	69	109
30	70	110
31	71	111
32	72	112
33	73	113
34	74	114
35	75	115
36	76	116
37	77	117
38	78	118
39	79	119
40	80	120

Ath. Holan skiptis 51 og uppi 22 Puhel 880kg. samt skipt eftir vegna Vöðva 18 Puhel 720kg - u



Bæjarnafn Gyðhúsihól  
 Staður \_\_\_\_\_  
 Sýsla Rangárvallasýsla  
 Verkkaupi Dýflingur í Gyðhúsi

Hola nr. BB-12  
 Dags 17-3 19-9-96

Borkróna 56.00 3? Metra Fóðring 5" 137 Metra Fóðurtími \_\_\_\_\_  
 " 5" 1195 " " \_\_\_\_\_ Bortími \_\_\_\_\_  
 " \_\_\_\_\_ " " \_\_\_\_\_ Heitt X  
 " \_\_\_\_\_ " " \_\_\_\_\_ Kalt \_\_\_\_\_  
 Jarðsýni BB-12

Ath. \_\_\_\_\_  
 Jarðfræðingur Ólafur Flórentz

Borhola í metrum	Borstjóri	Vatnsmagn
121 1	161 41	201 81
2	42	82
3	43	83
4	44	84
5	45	85
6	46	86
7	47	87
8	48	88
9	49	89
130 10	170 50	230 90
11	51	91
12	52	92
13	53	93
14	54	94
15	55	95
16	56	96
17	57	97
18	58	98
19	59	99
140 20	180 60	240 100
21	61	101
22	62	102
23	63	103
24	64	104
25	65	105
26	66	106
27	67	107
28	68	108
29	69	109
150 30	190 70	250 110
31	71	111
32	72	112
33	73	113
34	74	114
35	75	115
36	76	116
37	77	117
38	78	118
39	79	119
160 40	200 80	260 120

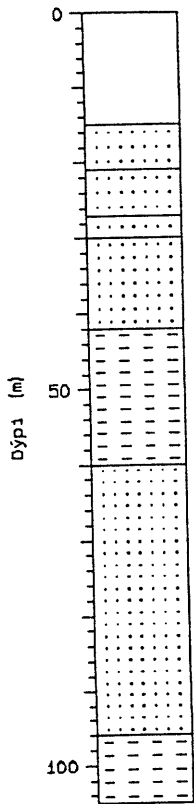
Ath. \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

## **Viðauki III**

**Greinargerðir Guðmundar Ómars Friðleifssonar um  
jarðlög í holum ÞB-2 og ÞB-12**

Jarðlög

### Þykkvibær - Borhola 2



Hola 2 er öll boruð í setlög. Svarf vantar að vísu úr efstu 15 m holunnar (sandur), en þar fyrir neðan er borsvarfið úr illa eða ósamlímdum sandi allt niður í 42 m dýpi. Þar neðan við virðist hún hafa verið boruð í móhellu fyrst og síðan í misharðan sandstein og leirstein. Svarfið úr móhellunni (42-60 m) var þurrt og því ekki hreinsað til skoðunnar. Neðan 60 m dýpis var svarfið blautt og öll sýni því skoluð hrein.

Lausi sandurinn efst í holunni er fremur grófur ofan til og að mestu gerður úr misvel rúnuðum glerkornum og basaltvölum, en jafnframt úr kristalbrotum og brotum úr jarðhitaútfellingum (m.a. zeólítum) sem hljóta að vera ættaðar úr gamla berggrunninum á Suðurlandi.

Móhellan frá 42-60 m virðist vera mynduð í grunnu lóni eða leiru. Í svarfduftinu sjást smágerðar hvítar yrjur sem gætu verið skeldýraleyfar, en duftið var ekki kannað nánar.

Sandsteinninn neðan 60 m dýpis er settist til í sjó, og er hann fínkorna (fínsandur), og lagskiptur og þar á meðal sjást svarfkorn úr siltlinsum. Ofan til í þessu lagi er mikið af skeljaleyfum, sem virðast vera úr kúfskel, kuðung, hrúðurkarli og einhverri ílangri skel, (og trúlega fleiri tegunum). Neðan 70 m er setið glerríkara og skeljaleyfar hverfa að mestu.

Neðst í holunni, 99-105 m, er setið úr fínsilti eða leirsteini.

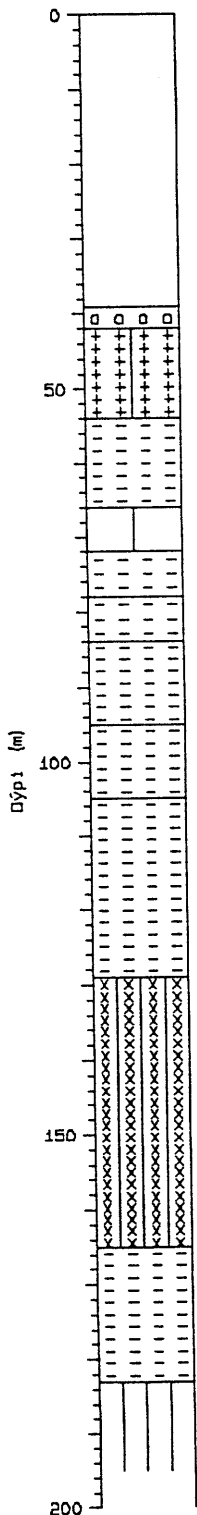
Ekki er unnt að greina setlög nákvæmlega í svarfi sem safnað er á 3 m fresti, en í heildina tekið virðist sniðið þó sýna eina atburðarrás afflæðis, þ.e. minnkandi sjávardýpi með tíma. Setið er mjög fínkornótt neðst (á mestu dýpi), en kornastærð vex síðan heldur með minnkandi hafdýpi. Mikið af skeljaleyfum eru í efstu 10 m sjávarsetsins, en setið ofan 60 m virðist hins vegar vera myndað ofansjávar. Fyrst í grunnu lóni eða í leiru, sem síðan huldist foksandi sem myndaðist í strandnánd því mikið af skeljabrotum eru í neðstu 10 m foksandsins (30-42 m). Foksandur af landrænum toga er hins vegar allsráðandi ofan 30 m dýpi og væntanlega upp til yfirborðs.

Aldur sjávarsetsins neðan 60 m er óþekktur, en það er líklega myndað í lok síðustu ísaldar fyrir um 10 þúsund árum. Gerð verður tilraun til að aldursgreina skeljabrotin, milli 30-40 m, frá 63 m, 66 m, 69 m og 84 m dýpi. Ef greiningar heppnast fást mikilvægar upplýsingar um setmyndunnarhiraða og sjávarstöðubreytingar á síðjökultíma og nútíma, sem e.t.v. er ástæða til að kanna betur í fyllingu tímans.

Guðmundur Ó. Friðleifsson

Pykkvibær - Borhola 12

Jarðlög



Hola 12 er að mestu boruð í setlög eins og hola 2 (sjá OS-greinargerð, GÓF-96/02), en þó er athygliverður munur milli holna sem vikið er að samhliða lýsingunni. Hola 12 er um 800 m vestan við holu 2.

Svarf vantar að úr efstu 39 m. sýni voru tekin á 3 m bili þar fyrir neðan. Fyrstu 2 sýnin (39m og 42 m) er úr móhellusandi og basaltkornum sem eru sum hver rúnnað, líklega brot úr ávölum steinum. Þar neðan við er komið í hraunlag, sem er fremur grófkorna og blöðrulaust og því e.t.v. langt að runnið. Ekkert hraunlag sást í svarfi holu 2 á þessu bili, heldur setlög set til í grunnu lóni eð leiru, sem var þá utan við hraunkant einhversstaðar milli holu 2 og 12.

Neðan við hraunið er fínkorna lagskipt set af siltkornastærð. Ofan til í því skiptast á setlinsur úr túffkornum og heldur fínkornóttari siltlinsur. Þá sést annað basaltlag, heldur þynnra en það efra og fínkornóttara, mjög glerjað í bland og túffkennt ofan og neðan til. Svarfið gæti verið úr einhverskonar túffstraum, sem innihéldi allþykkar basaltlinsur, en túlkun svarfsins liggur ekki beint við. Hér er basaltið sýnt sem hraunlag. Bæði basaltlögin hafa annaðhvort runnið á fjöru eða í grunnt vatn, og það neðra hefur orðið fyrir kælingaráhrifum af völdum vatns.

Neðan við basaltlagið á um 70 m dýpi er svo meira af fínkornóttu lagskiptu sjávarseti, með mismiklu af skeljabrotum. Setið er mislitt, stundum brúnleitt, en yfirleitt dekkra og stundum áberandi túffríkt. Setið verður er allt að því leirkennt nærri 100 m dýpi, og þar sjást skeljasteingvingar aftur. Síðan verður það heldur grófara í korni neðan 108 m, og allgróft neðan 120 m í tveimur sýnum. Svo heldur fínkornóttara aftur með talsverðu af skeljabrotum þar á um 130 m dýpi. Svipað sjávarset er í holu 2, þó það virðist heldur grófara í korni, en nákvæmur samanburður verður ekki gerður. Túffríka setið nærri 70 m dýpi í holu 2 kann þó að vera úr sama lagi og sést á um 80 m dýpi í holu 12. Helstu lagskil í setinu í holu 12 eru sýnd á jarðlagasniðinu.

Setlögin í holu 12 fram til þessa má túlka svipað og í holu 2, að þau sýni eina atburðarrás afflæðis, þ.e. minnkandi sjávardýpi með tíma. Setið er fínkornótt neðst (á mestu dýpi), en kornastærð vex síðan heldur með minnkandi hafdýpi. Fram kom í greiningu af holu 2 að setið ofan 60 m í henni virtist hafa vera myndað ofansjávar. Hraunlagið í holu 12 styður þá mynd skemmtilega. Þar hefur jafnframt verið einhverskonar áll eða árfarvegur sem hraun hafa leitað í.

Neðan 130 m dýpis, og allt niður á 165 m dýpi, er svo borað niður í fremur fersklegt glerjað basalhraun. Þetta rúmlega 30 m þykka hraun virðist hafa runni í sjó fram, og bólstrast þar og splundrast vegna kælingar. Neðan þess er lagskipt sjávarset með skeljaleyfum, og jafnframt er ummyndunar vegna hita farið að gæta í setmassanum og í bólstrahrauninu. Í þeim sést lághita-ópall, leir, kabasít og thomsónít, sem öll gætu verið mynduð við 20-40°C hita, þó neðri hitamörk séu ekki vel þekkt. Núverandi hiti á þessu dýpi er nærri 20°C.

Neðst í holunni er svo fínkornótt, smáblöðrótt basalhraunlag úr þóleíti. sem lítið er um að segja.

Í greinagerðinni um holu 2 er þess getið að gerð yrði tilraun til að aldursgreina skeljabrotin, milli 30-40 m, frá 63 m, 66 m, 69 m og 84 m dýpi í holu 2. Hún hefur ekki verið gerð enn, og verður því bætt við tveimur sýnum úr holu 12, frá um 130 m dýpi og frá um 170 m dýpi, ofan og neðan bólstraða hraunsins.

Guðmundur Ó. Friðleifsson