

**Borun fjögurra hitastigulshola í Þykkvabæ í
maí 1996**

Ólafur G. Flóvenz



Borun fjögurra hitastigulshola í Þykkvabæ í maí 1996

1. Inngangur

Í maí 1996 voru boraðar fjórar hitastigulsholur í Þykkvabæ til að leita að jarðhita. Tæpum 4 áratugum áður var boruð líðlega 100 m djúp hola í Þykkvabæ sem ekki benti til neins jarðhita í grenndinni. Almennt hefur því verið talið að mjög litlar líkur væru á að finna nýtanlegan jarðhita á þessum slóðum. Nýlegar upplýsingar um svolitla jarðskálftavirkni í Þykkvabæ gáfu þó vonir um að vænta mætti sprungna í jörðu með norðaustlægrri stefnu um það bil miðja vegu milli Hólsár / Ytri-Rangár og Þjósár. Nánari lýsingu á aðstæðum og líkum á jarðhita í Þykkvabæ er að finna í greinargerð Orkustofnunar frá 1995 (ÓGF-95/06).

Til að kanna hvort ummerki um jarðhita fylgdu hugsanlegum jarðskjálftasprungum voru í maí 1995 boraðar 4 grunnar rannsóknarholur í kringum meint sprungusvæði. Ræktunarsamband Flóa og Skeiða annaðist boranirnar. Borskýrslur fylgja hér með í viðauka.

2. Boranir og hitamælingar

Á meðfylgjandi korti (mynd 1) er staðsetning holanna sýnd. Breiðu strikin á kortinun sýna það svæði þar sem líklegast þótti að jarðhitasprungur gætu legið samkvæmt jarðskjálftamælingum Veðurstofnunnar. Hola ÞB-1 er gamla holan frá 1947 en holur 2-4 voru boraðar nú. Að borun holanna lokinni voru þær hitamældar og eru niðurstöður mælinganna sýndar á meðfylgjandi myndum (myndir 2-6). Þá var reiknaður hitastigull í hverri holu og hann færður inn á kortið á mynd 1. Hitastigull segir til um hve hratt hiti vex með dýpi. Hann er venjulega gefinn upp í gráðum Celsius ($^{\circ}\text{C}$) á kílómetra. Ef hitastigull mælist $100^{\circ}\text{C}/\text{km}$ þýðir það að hiti á 1000m dýpi sé 100°C hærri en við yfirborð ef sami hitastigull helst alla leið niður á 1 km dýpi, sem alls ekki er víst. Hitamælingarnar sýna ágætlega beinan hitastigul í öllum holunum nema holu ÞB-5, sem gæti verið aðeins trufluð af rennsli milli smáaæða á 30m og 60m dýpi.

Hola ÞB-1, sem boruð var árið 1947 sýnir hitastigull upp á $86^{\circ}\text{C}/\text{km}$ sem er nokkuð dæmigerður hitastigull á þessum slóðum utan jarðhitasvæða, þó frekar í hærri kantinum.

Hola ÞB-2 var boruð við veginn frá Þykkvabæ að Háfshverfi, um það bil í miðju þess beltis sem dregið var um helstu jarðskjálftaupptökin. Hitastigull mældist um $110^{\circ}\text{C}/\text{km}$ í þessari holu sem er talsvert herra en búast má við þar sem engin jarðhitavirkni er til staðar. Þessi niðurstaða gaf tilefni til áframhaldandi leitar með borunum.

Hola ÞB-3 var því næst boruð um 3 km norðaustan holu ÞB-2 skammt frá Kálfalæk, við Þríkeldur. Þessi hola var einnig staðsett inn í miðju skjálftabeltinu og átti því að gefa hærri hitastigul en hola ÞB-1 ef jarðhitavirkni fylgdi beltinu. Svo reyndist líka vera og mældist hitastigullinn $104^{\circ}\text{C}/\text{km}$, heldur lægri en niðri við veginn.

Holur ÞB-4 og ÞB-5 voru því næst boraðar við veginn að Háfshverfi vestan holu ÞB-2. Tilgangur þeirra var að leita að vesturmörkum þess svæðis, sem sýnir afbrigðilega háan hitastigul. Hola ÞB-4 var boruð um það bil við þá línu, sem dregin var á mynd 1 til að sýna vesturmörk jarðskjálftabeltisins. Hún sýndi á móta háan hitastigul og ÞB-2 en hola ÞB-5 er með mun lægri hitastigul líkt og hola ÞB-1. Á mynd 7 er sýnt þversnið af hitastigli eftir veginum og af henni má ráða að hitastigull sé líklegast hæstur milli hola ÞB-2 og ÞB-4.

3. Jarðlög í borholunum

Í borskýrslum er getið um þau jarðlög, sem fram komu í holunum. Borsvarf úr holu ÞB-2 var greint af jarðfræðingi til að fá sem gleggstar upplýsingar um jarðlagagerðina og fylgja niðurstöður hans með í viðauka. Í stuttu máli eru holurnar allar boraðar í setlög og hvergi er borað í fastan berggrunn. Í efstu 20-40 metrunum er laus foksandur en þar fyrir neðan taka við sjávarsetlög, fyrst móhella, síðan sandsteinn og loks leirsteinn í dýpstu holunum. Á mynd 7 eru jarðlög færð inn á þversniðið og þar sést hvernig setin þykkna til austurs frá holu ÞB-5 að ÞB-2.

4. Niðurstöður

Meginniðurstöður borananna eru þær að afbrigðilega hár hitastigull virðist fylgja jarðskjálftabeltibelti með norðaustur stefnu, sem liggur um Djúparhrepp miðjan. Þessi hækkaði hitastigull stafar líklegast af rennsli volgs eða heits vatns í jarðskjálftabeltinu og eykur heldur vonir um að finna megi nýtanlega jarðhita í Þykkvabæ, þótt fjarri fari að það sé öruggt. Sú staðreynd að holurnar eru í setlögum en ekki föstu bergi getur haft áhrif á hitastigul, bæði í þá átt að gera hann óeðlilega háan (lélegri varmaleiðni í setlögum en föstu bergi) og eins í þá átt að gera hann óeðlilega lágan (grunnvatnsrennsli). Ógjörningur er út frá fyrirliggjandi upplýsingum að meta hvor áhrifin eru yfirsterkari. Sú staðreynd að holurnar eru allar í setlögum en sýna samt mismunandi stigul bendir til að léleg varmaleiðni í setlögum eigi ekki sök á þessum háa hitastigli heldur sé þar jarðhitavirkni um að kenna.

Ekki er með nokkru móti unnt að segja út frá fyrirliggjandi gögnum hversu heitt þetta hugsanlega jarðhitakerfi er. Það gæti verið um að ræða 20°C heitt vatnskerfi á tiltölulega litlu dýpi eða heitar kerfi neðar. Breiddin á því svæði þar sem hitastigull er hár bendir fremur til djúptliggjandi jarðhitakerfis en grunnstæðs og þar með fremur heitara kerfis.

Hitastigull upp á 120°C/km, sem er líklegt að fengist í holu milli ÞB-2 og ÞB-4, er ekki mjög hár og mynd þurfa að bora a.m.k. niður á 500m dýpi til að komast í 60°C hita. Það er hins vegar fremur ólíklegt að holur ÞB-2 og ÞB-4 hafi slyst til að lenda á þeim stað á sprungubeltinu þar sem hiti er hæstur. Þess vegna þarf að leita frekar út frá holum ÞB-2 og ÞB-4 langs eftir sprungubeltinu til að finna hvar hitastigullinn er raunverulega hæstur. Að því loknu þyrfti svo að bora vel niður í berggrunninn til að kanna hvort nýtanleg jarðhitakerfi er þar undir.

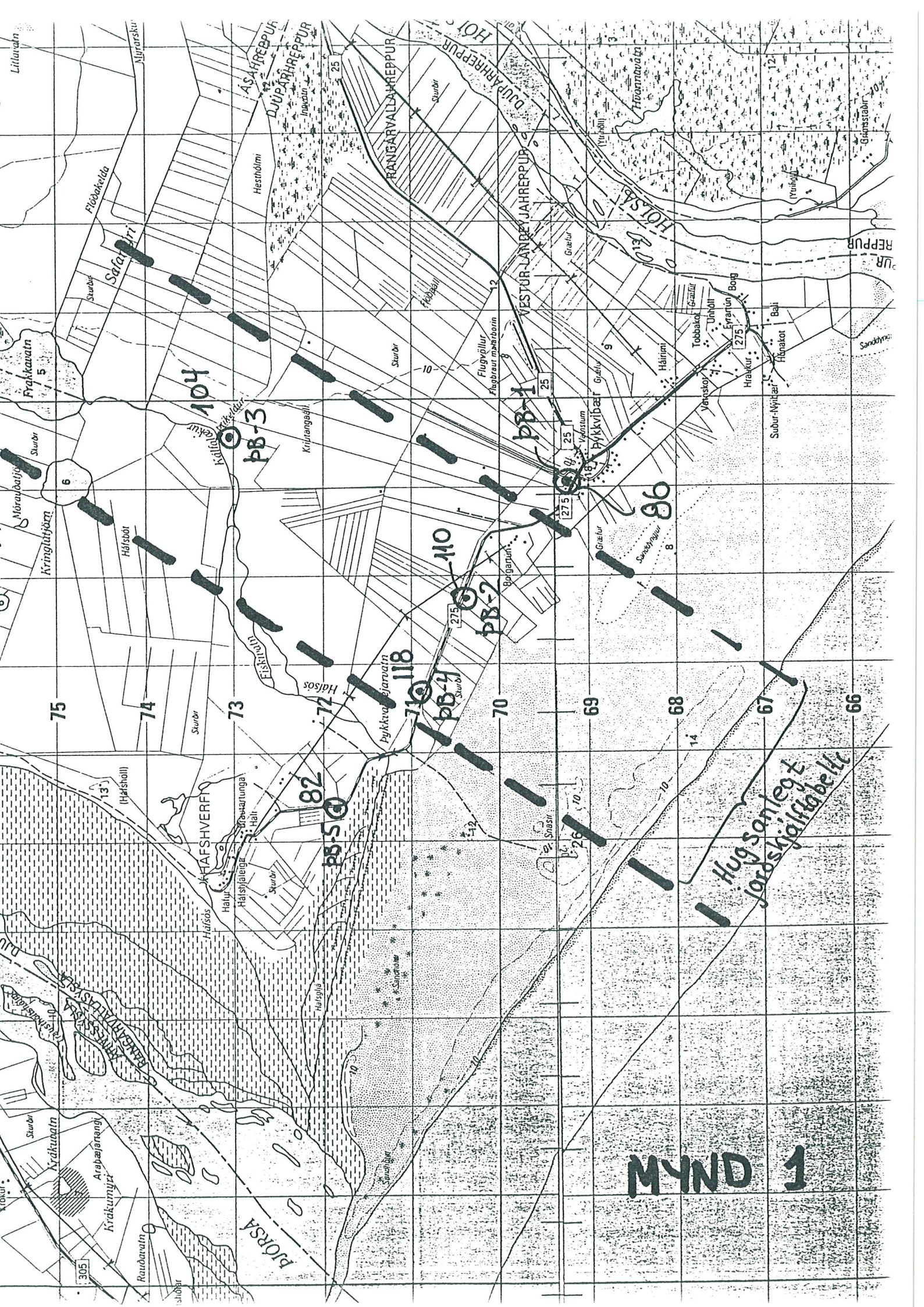
Því er lagt til að framhald jarðhitaleitar verði eftirfarandi:

- 1) Bora nokkrar 60 m djúpar holur til viðbótar til að finna hvar á sprungubeltinu hitinn er hæstur. Reikna má með 6-8 holum til viðbótar.
- 2) Bora allt að 500 m djúpa holu þar sem hitastigull reynist hæstur. Ef vel er fylgst með boruninni má sjá nokkuð snemma t.d. á 200 - 300m dýpi hvort hiti vex ekki með dýpi eins og vænta má út frá hitastigulsborunum og þá má hætta borun ef horfur á árangri eru slæmar. Ef útlit er fyrir að árangur geti orðið góður má búast við að dýpka þurfi holuna síðar í allt að 1000m. Hugsanlega gæti borgað sig að mæla dýpið á fast berg áður en til borunar kemur.

Að lokum skal tekið fram að ofangreindar tillögur um framhald jarðhitaleitar byggja eingöngu á faglegum sjónarmiðum um hvernig heppilegast sé að standa að því að finna heitt vatn. Ekkert mat hefur verið lagt á það hér hvort eða hversu hagkvæm nýting gæti fengist út úr slíkri leit, bæri hún árangur.



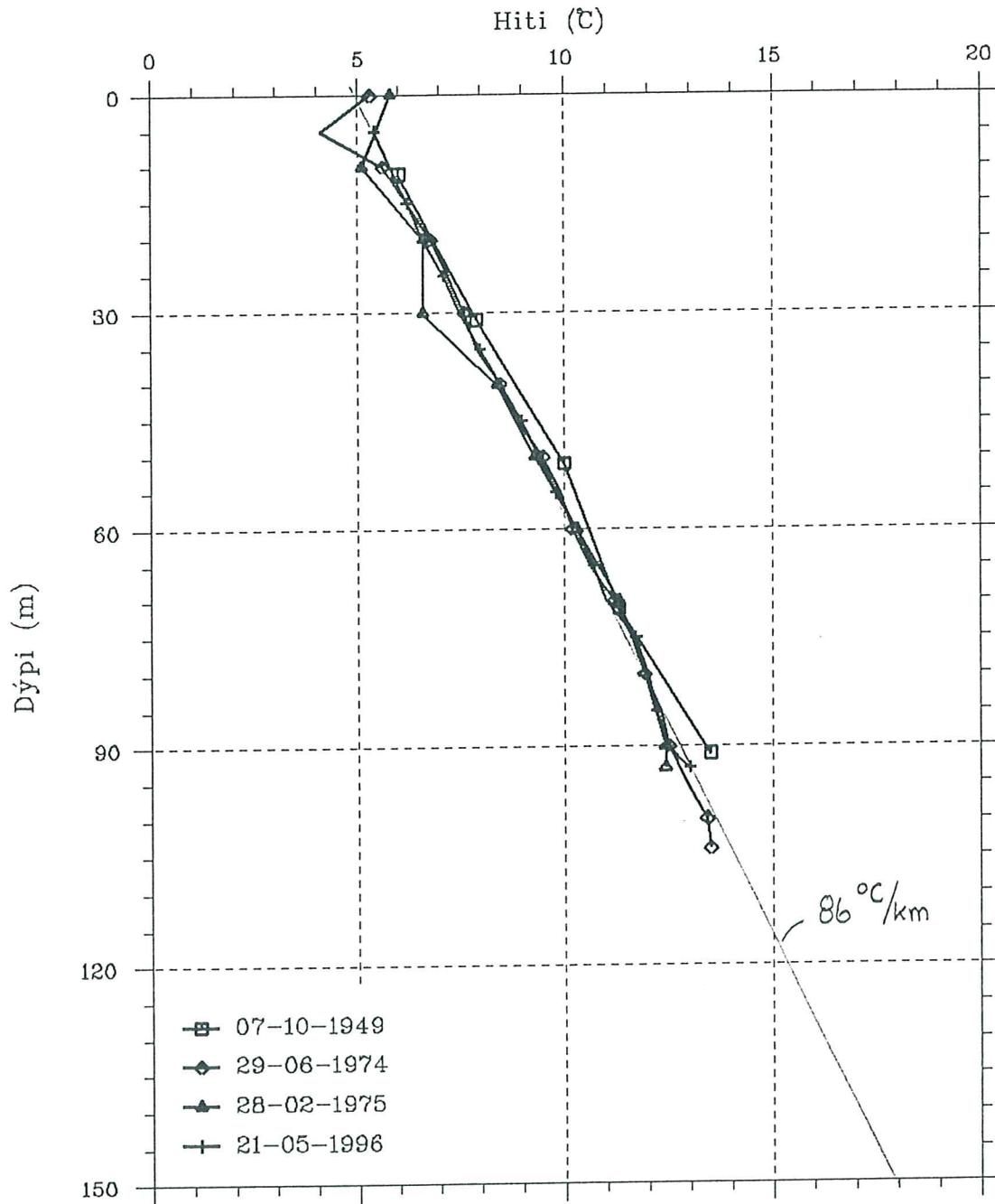
Ólafur G. Flóvenz
Jarðeðlisfræðingur



MYND 1

☐ 27 Jun 1996 ogf
L= 84701 Oracle

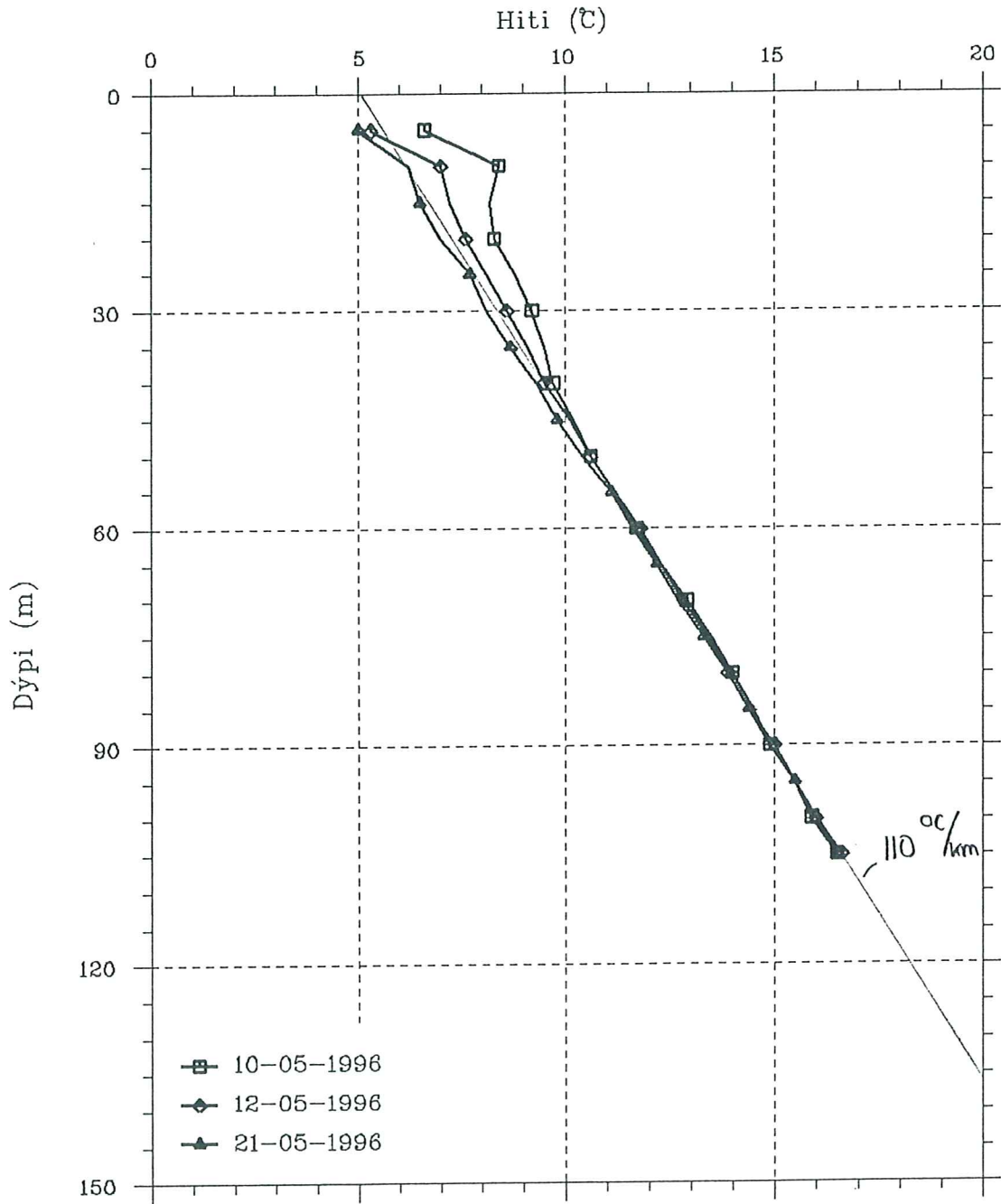
Þykkvábær Hóla ÞB-1 Hitamælingar



Mynd 2

27 Jun 1996 ogf
L= 84702 Oracle

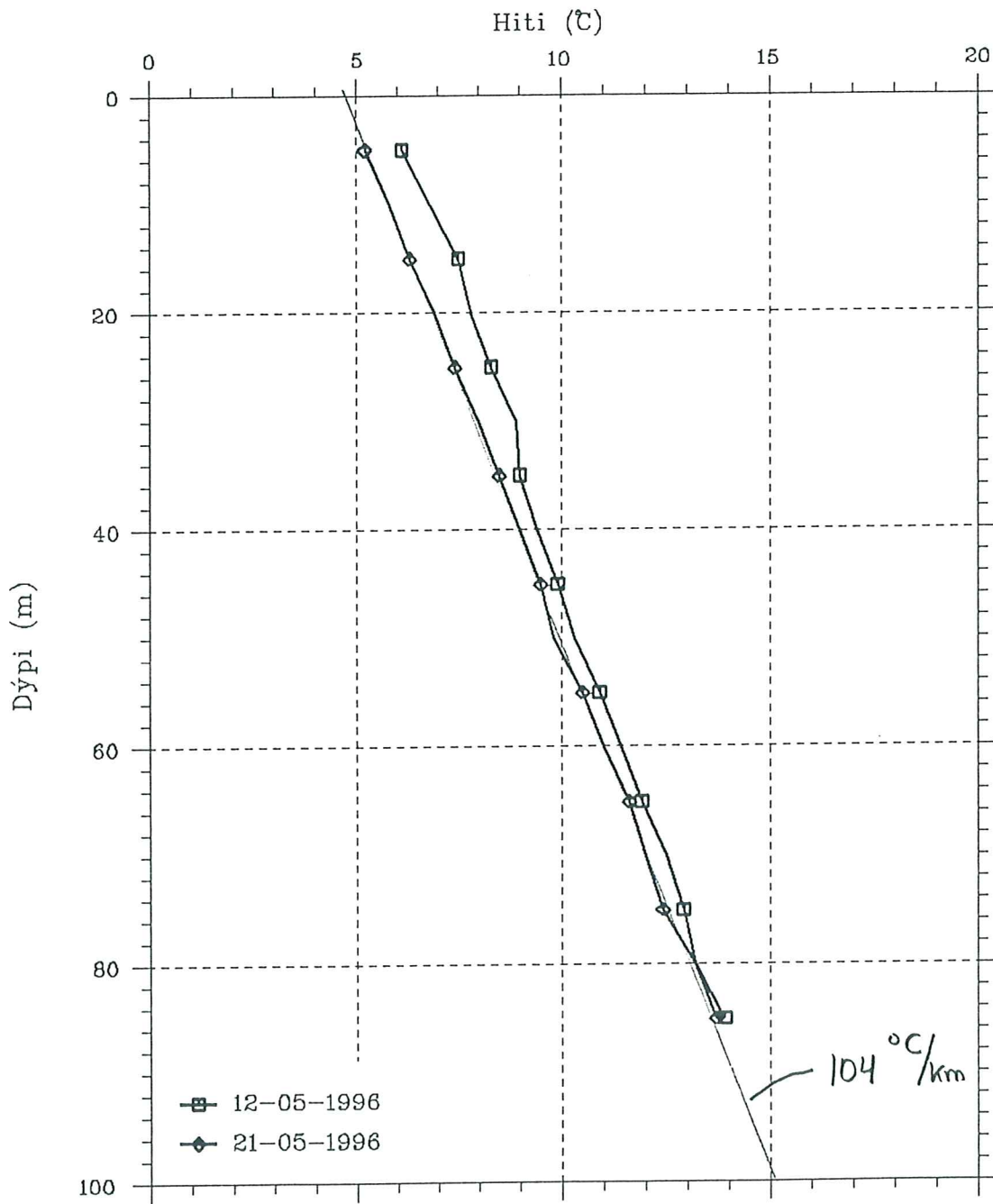
Þykkvibær
Hóla ÞB-2
Hitamælingar



Mynd 3

27 Jun 1996 ogf
L= 84703 Oracle

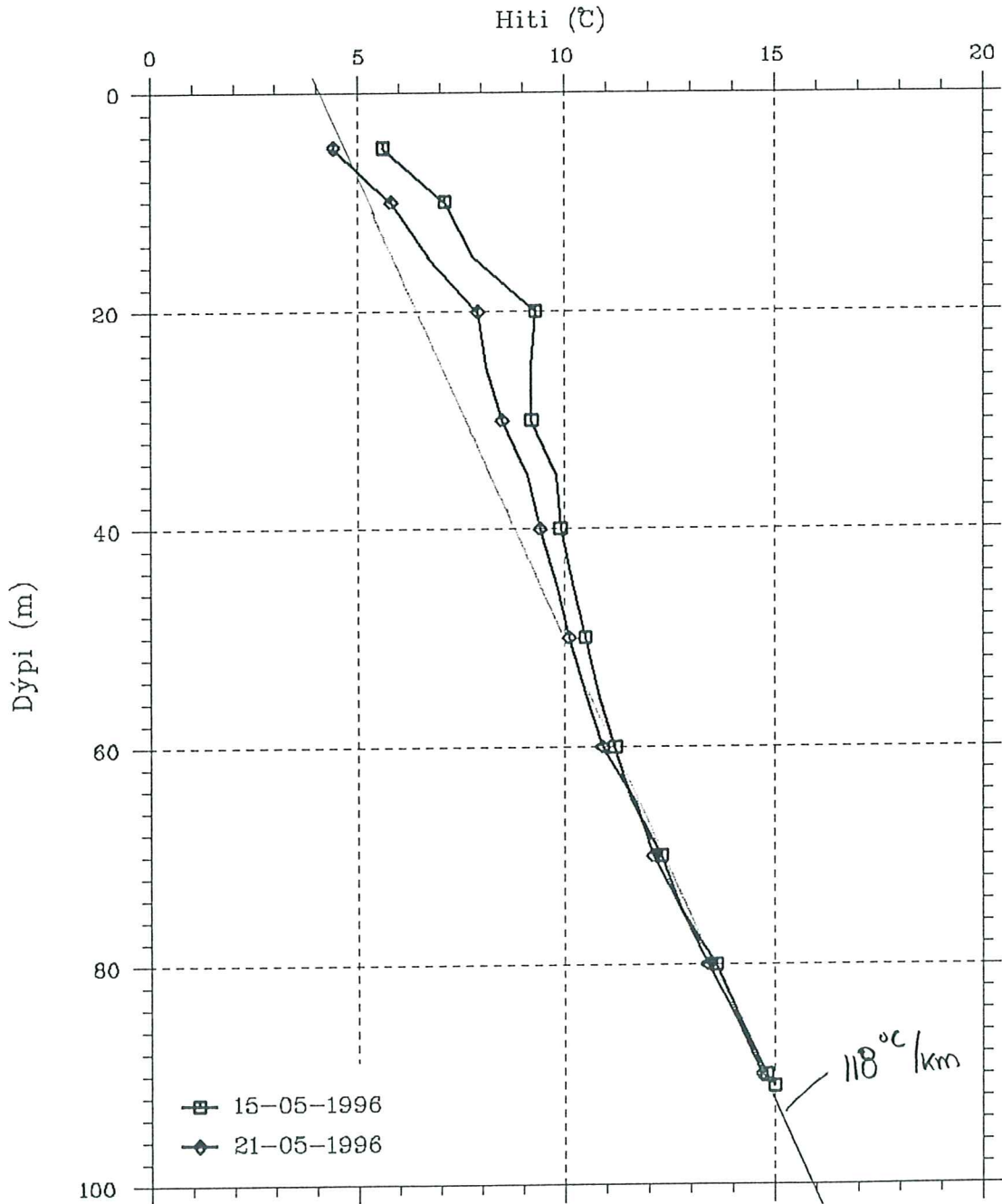
Þykkvibær Hóla PB-3 Hitamælingar



Mynd 4

27 Jun 1996 ogf
L= 84704 Oracle

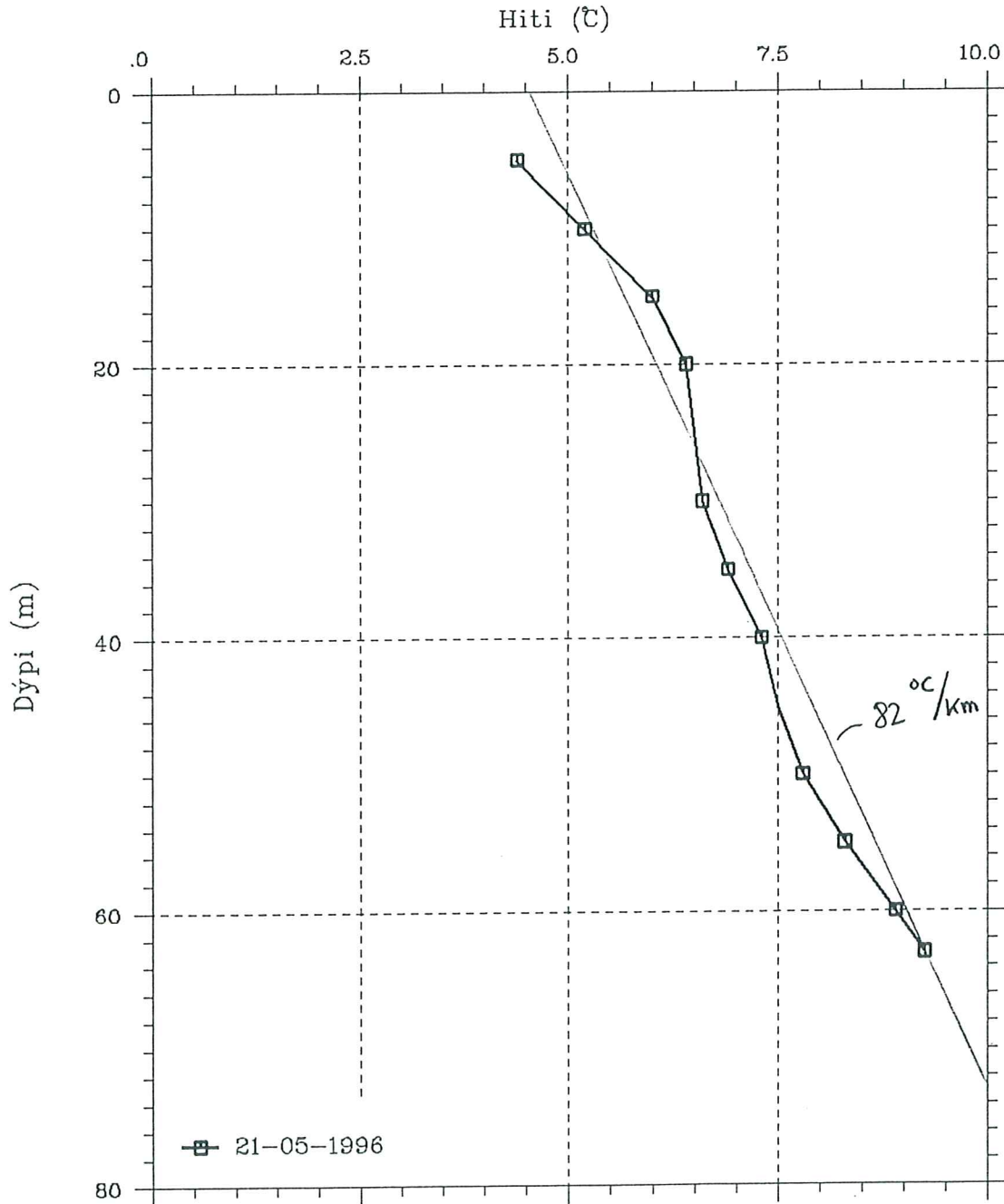
Þykkvibær
Hóla PB-4
Hitamælingar



Mynd 5

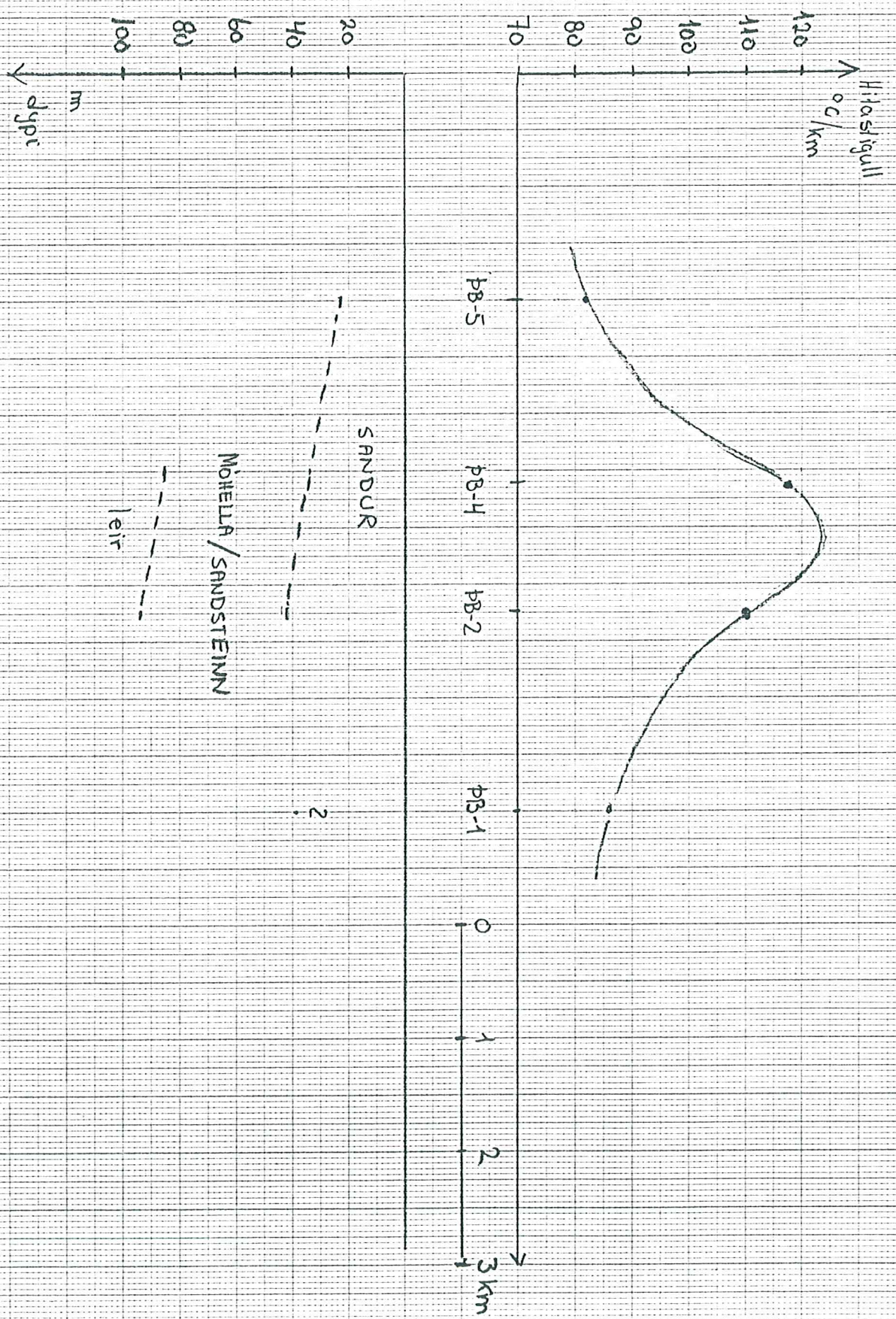
27 Jun 1996 ogf
L= 84705 Oracle

Þykkvibær
Hóla PB-5
Hitamælingar



Mynd 6

ÞIKKVIÐÆR: HITASTIGULL OG JARÐLÖG



REKTUNARSAMBAND FLÓA OG SKEIDA

Æjarnafn Jónas
 Staður Við mör götun við Hakið hvarfir heaut
 Sýsla Rangárgalladýkkur
 Verkkaupi Djúpráð kaupstað
 Hóla nr. ÞB-2
 Dags 2-5-96

Borkróna 30. líni 42 Metra Fóðring 3" 1 42 Metra Fóðurtími _____
 " 3" 1 10 7 " " _____ Bortími _____
 " _____ " " _____ Heitt X
 " _____ " " _____ Kalt _____
 Jarðsýni ÞB-2

Ath. Hóla kaupstað mestur THB-2
 Jarðfræðingur Ólafur Þórunnsson

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. _____

REKTUNARSAMBAND FLÓA OG SKEIÐA

Bæjarnafn Disubhat
 Staður _____
 Sýsla Rangárvallasýsla
 Verkkaupi Dyfláshöppu

Hola nr. BB-3
 Dags 10-5-96

Borkróna 3' 36" Metra Fóðring 3" 136 Metra Fóðurtími _____
 " 3" 136 " " 1 " Bortími _____
 " 1 " " 1 " Heitt _____
 " 1 " " 1 " Kalt _____
 Ath. Halutopur mestur THB-3 Jarðsýni _____

Jarðfræðingur Olafur Flórentz Vatnsmagn _____

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. _____

REKTUNARSAMBAND FLÓA OG SKEIDA

Bæjarnafn M. S. Hat 8.
 Staður _____
 Sýsla Rangís Vafli sýsla
 Verkkaupi Djúpahlóeyri

Hola nr. PB-4
 Dags 13-5-96

Borkróna 34 los 36 Metra Fóðring 3" í 36 Metra Fóðurtími _____
 " 3" 193 " " 1 " Bortími _____
 " 1 " " 1 " Heitt _____
 " 1 " " 1 " Kalt _____

Ath. Borshlutarnir metna TH B-4
 Jarðfræðingur Ólafur Flóenz Jarðsýni PB-4

Vatnsmagn 115 Litra

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. _____

REKTUNARSAMBAND FLÓA OG SKEIDA

Bæjarnafn Hali
 Staður _____
 Sýsla Rangárvallasýsla
 Verkkaupi Djúplásbæjarn

Hola nr. BB-5
 Dags 15-5-96

Borkróna 3" heft 24 Metra Fóðring 3" 1 24 Metra Fóðurtími _____
 " 3" 163 " " 1 " Bortími _____
 " 1 " " 1 " Heitt _____
 " 1 " " 1 " Kalt _____
 Jarðsýni _____

Ath. _____
 Jarðfræðingur Ólafur Flann

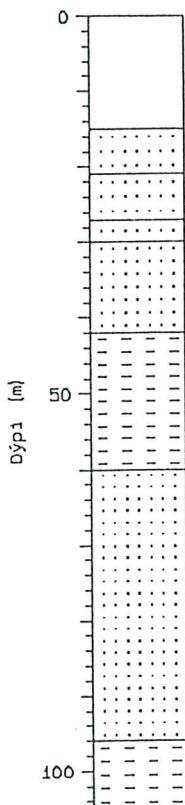
Borhola í metrum Borstjóri Jakobur Vatnsmagn 11 l/dal

1		41	81
2		42	82
3		43	83
4	<u>Sandur</u>	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	<u>Limur</u> 96
17		57	97
18		58	98
19		59	99
20		60	<u>Smávatn</u> 100
21		61	101
22		62	102
23		63	103
24		64	104
25	<u>myrkur heiof</u>	65	105
26		66	106
27		67	107
28		68	108
29		69	109
30	<u>Smávatn</u>	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. _____

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 ósamblímdum sandi allt niður í 42 m dýpi. Þar neðan við virðist hún hafa verið boruð í móhelli 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 siltlínsum. 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 mikilsverðar 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