



ORKUSTOFNUN

RANNSÓKNASVIÐ - Reykjavík, Akureyri

Hitastigulsrannsóknir við Akureyri 1998–2001

**Ólafur G. Flóvenz
Peter E. Danielsen
Bjarni Gautason**

Unnið fyrir Norðurorku

2002

OS-2002/001

Ólafur G. Flóvenz
Peter E. Danielsen
Bjarni Gautason

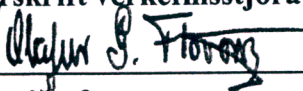
Hitastigulsrannsóknir **við Akureyri 1998–2001**

Unnið fyrir Norðurorku

OS-2002/001

Janúar 2002



Skýrsla nr.: OS-2002/001	Dags.: Janúar 2002	Dreifing: <input checked="" type="checkbox"/> Opin <input type="checkbox"/> Lokuð til
Heiti skýrslu / Aðal- og undirtitill: Hitastigulsrannsóknir við Akureyri 1998-2001	Upplag: 40	
	Fjöldi síðna: (76)	
Höfundar: Ólafur G. Flóvenz, Peter E. Danielsen, Bjarni Gautason	Verkefnisstjóri: Ólafur G. Flóvenz	
Gerð skýrslu / Verkstig: Jarðhitaleit, lokaskýrsla	Verknúmer: 8-610607	
Unnið fyrir: Norðurorku		
Samvinnuaðilar:		
Útdráttur: Greint er frá niðurstöðum hitastigulsborana við innanverðan Eyjafjörð, frá Hörgárossum að Kjarnaskógi og þær færðar á kort. Hitastigull mælist 34-50°C/km á meginhluta þessa svæðis. Það er með því lágsta sem mælist á blágrýtissvæðum landsins. Hár hitastigull mælist við jarðhitasvæðin á Glerárdal og Svalbarðseyri. Ennfremur sést fremur hár hitastigull við Skipalón og nærri Arnarhóli í Eyjafjarðarsveit. Þarna gætu verið óþekkt jarðhitasvæði í grennd. Þá sést tunga með hækkuðum hitastigli teygja sig norður úr klettabeltinu í Kjarnaskógi en hún gæti tengst jarðhitakerfinu við Ytra-Gil. Loks má líta á hitastigul upp á 70°C/km við lögreglustöðina á Akureyri sem vott um hækkaðan stigul miðað við umhverfið. Upptök jarðskjálfta við innanverðan Eyjafjörð voru skoðuð og benda þau til þess að virk sprunga með NA-stefnu liggji undir firðinum NA Hjalteyrar og stefni að Skipalóni eða Laugalandi á Þelamörk. Lagt er til að hitastigulsfrávikin sem fundist hafa verið könnuð með fleiri hitastigulsholum.		
Lykilorð: Hitastigull, jarðhiti, hitamælingar, jarðskjálftar, Eyjafjörður, Akureyri	ISBN-númer:	
	Undirskrift verkefnisstjóra: 	
	Yfirfarið af: KÁ, PI	

EFNISYFIRLIT

1. INNGANGUR.....	5
2. UM HITASTIGULSMÆLINGAR.....	5
3. BORVERKIN.....	7
4. HITAMÆLINGAR Í BORHOLUM.....	11
5. JARÐSKJÁLFTAR OG JARÐHITI.....	11
6. NIÐURSTÖÐUR.....	13
7. FRAMHALD LEITARINNAR.....	14
8. HEIMILDIR.....	14
VIÐAUKI 1: BORSKÝRSLUR.....	17
VIÐAUKI 2: HITAMÆLINGAR Í BORHOLUM.....	47

TÖFLUR

Tafla 1. <i>Yfirlit um hitastigulsholurnar</i>	8
Tafla 2. <i>Aðrar borholur við innanverðan Eyjafjörð</i>	9

MYNDIR

Mynd 1. <i>Kort af bakgrunnshitastigli á Íslandi</i>	7
Mynd 2. <i>Staðsetning hitastigulshola við innanverðan Eyjafjörð</i>	10
Mynd 3. <i>Dreifing jarðskjálfta og jarðhitastaðir við Eyjafjörð sunnan Hríseyjar</i> ..	12
Mynd 4. <i>Hitastigulskort af innanverðum Eyjafirði</i>	15

1. INNGANGUR

Í samræmi við langtímaáætlanir um jarðhitaleit fyrir Norðurorku, sem settar voru fram í skýrslu árið 1993 (Ólafur G. Flóvenz o.fl., 1993), var árið 1998 hafist handa við hitastigulsboranir á svæðinu frá Kjarnaskógi norður að Hörgárósum. Bakgrunnur þessarar leitar er sá að á undanförunum árum hafa kerfisbundnar hitastigulsrannsóknir leitt til þess að fundist hefur jarðhiti á allnokkrum stöðum þar sem engin merki var að sjá á yfirborði. Þetta á m.a. við um þrjá staði í vestanverðum Eyjafirði, Brimnes, Ytri-Vík og Hjalteyri.

Engin merki eru um jarðhita á yfirborði á rannsóknasvæðinu að jarðhitasvæðinu á Glerárdal undanskildu. Eina jarðhitaleitin sem þarna hafði farið fram áður voru strjálar viðnámsmælingar með Schlumbergeraðferð, sem gerðar voru árið 1971 (Guðmundur Guðmundsson og Kristján Sæmundsson, 1972). Þær sýndu allar hátt viðnám og gáfu engin fyrirheit um jarðhita. Í ljósi góðs árangurs af jarðhitaleit með hitastigulsborunum var ákveðið að leita af sér allan grunn á svæðinu frá Akureyri að Hörgárósum.

Verkið var þannig skipulagt að 30 hitastigulsholur voru staðsettar nokkuð jafnt um svæðið. Leitast var við að staðsetja þær þannig að borun hæfist beint í klöpp en sums staðar voru aðstæður þannig að ekki var unnt annað en að bora fyrst gegnum allþykk laus jarðlög.

2. UM HITASTIGULSMÆLINGAR

Jarðhitaleit með hitastigulsborunum fer þannig fram að boraðar eru 60-100 m djúpar holur á víð og dreif um rannsóknasvæðið. Til að dekkja svæðið nógu vel þarf fjarlægð milli hola að vera innan við einn kílómetri, annars er talsverð hætta á að hugsanlegt jarðhitasvæði komi ekki fram við leitina. Holunum er valinn staður þar sem vænta má þétts bergs en þar má ætla að vatnsrennsli í jarðlögum trufla lítt hitamælingar í borholunni. Ef laus jarðlög eru á yfirborði á borstað þarf að fóðra þau af og bora síðan a.m.k. 60 m í föstu bergi.

Síðan er hiti mældur í holunum og fengnir ferlar sem sýnir hvernig hiti breytist með dýpi. Hitamælingarnar eru endurteknar nokkru síðar til að kanna hvort hiti í holunum er stöðugur. Ef fyrsta mæling er gerð of skömmu eftir lok borunar má búast við að enn gæti truflunar vegna sjálfs borverksins. Slík truflun getur hvort sem er verið á þá lund að holan mælist of köld vegna notkunar kalds skolvatns eða lofts í borun eða of heit, einkum nærri botni, ef borun hefur gengið mjög hratt fyrir sig og núningur við bergið hefur hækkað hitann.

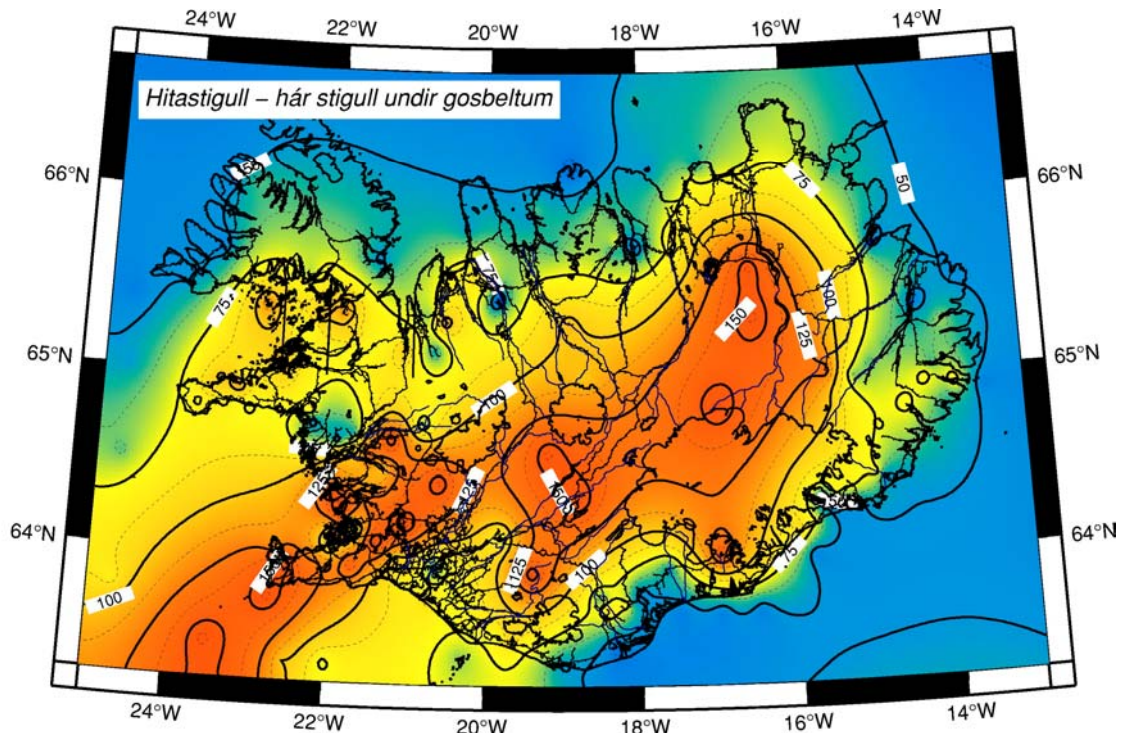
Þegar hitamæling liggur fyrir þarf að meta hvort rennsli sé í holunni eða í næsta nágrenni sem truflar hitastigulinn. Ef rennsli er milli æða í holunni, annað hvort upp eða niður, sést það yfirleitt á hitamælingunum. Ef svo er ekki kemur samband hita og dýpis venjulega fram sem bein lína neðan 20–30 m dýpis og er hallatala hennar hitastigullinn í holunni. Ef dregin er lína gegnum þennan beina hluta ferilsins ætti skurðpunktur hennar við yfirborð að vera nálægt ársmeðalhita á staðnum. Ofan 25–30 m dýpis gætir ársveiflu í veðurfari og er sá hluti holunnar ekki notaður við ákvörðun á hitastigli. Ef óreglur eru í mælingunni getur stundum verið erfitt eða jafnvel útilokað að ákvarða hitastigul svo vit

sé í. Holan er þá í raun misheppnuð sem hitastigulshola þótt stundum megi bæta þar úr með því að setja grannt plaströr í holuna og þetta vel í kringum það með sandi og endurtaka mælingar síðar.

Hitastigull er venjulega gefinn upp í einingunni °C/km. Þótt hitastigull mælist 100°C/km í 60 m djúpri holu þýðir það **ekki** að það sé endilega 100°C hiti á 1 km dýpi, heldur einungis **ef** hitastigulli helst óbreyttur alla leið þangað niður. Ef t.d. 20°C heitt vatn er að renna eftir jarðlögum á 200 m dýpi en neðan þess hitnaði mun hægar fengjum við engu að síður hitastigul upp á 100°C/km í holu sem er grynri en 200 m. Það er því augljóst að varúðar er þörf við túlkun á niðurstöðum hitastigulsmælinga.

Hitastigull er mælikvarði á lóðrétt varmaflæði á þeim stað sem holan er boruð á. Ef við margföldum hitastigulinn með varmaleiðni bergsins, sem er eðliseiginleiki þess, fáum við varmastrauminn á viðkomandi stað. Vegna þess að varmaleiðni bergs er lítt breytileg á Íslandi frá einum stað til annars getum við sleppt því að mæla hann í hverri holu (sem sparar verulegt fé) og notað hitastigul sem mælikvarða á varmaströum. Á Íslandi ræðst hitastigull (varmaströumur) einkum af tvennu, almennum varmaströum djúpt úr jörðu og staðbundnum truflunum vegna vatnsrennslis í grennd við mælistaðinn. Hinn almenni varmaströumur er nokkuð mismunandi eftir stöðum á Íslandi. Hann er hæstur við jaðra gosbeltanna en lækkar síðan með aldri bergsins og þar með fjarlægð frá gosbeltunum. Sá hitastigull sem ræðst eingöngu af hinum almenna varmaströumi kallast ýmist bakgrunnsstigull eða svæðisbundinn hitastigull. Þar sem berg á Íslandi er yfirleitt mjög þétt utan gosbelta og móbergssvæða hefur rennsli vatns óveruleg áhrif á varmaströum nema í grennd við virkar sprungur, þ.e.a.s. sprungur sem hreyfast við og við. Jarðhitinn utan gosbeltanna er að mestu bundinn við virkar sprungur þannig að hitastigull nærri þeim verður afbriðgilega hár miðað við umhverfið. Þegar hitastigulsboranir eru notaðar í jarðhitaleit er því verið að leita að hitastigli sem er hærri en bakgrunnsstigullinn. Því þarf að þekkja bakgrunnsstigulinn. Hann hefur verið ákvarðaður með umfangsmiklum borunum hitastigulshola víða um land og birt hafa verið ýmis kort sem sýna hann (sjá t.d. Ólafur G. Flóvenz og Kristján Sæmundsson, 1993).

Nýjasta kortið af bakgrunnsstiguli er sýnt á mynd 1. Þar sést að búast má við að bakgrunnsstigull í Eyjafirði sé á bilinu 40–60°C/km. Af því má draga þá ályktun að mælist hitastigull umtalsvert hærri í einhverri hitastigulsholu, t.d. yfir 80°C/km gæti það verið vísbending um jarðhita í grenndinni. Slíkum vísbendingum þarf þá að fylgja eftir með því að bora fleiri holur í næsta nágrenni og kemur þá í ljós hvort álitlegt jarðhitasvæði kann að leynast þar. Sem dæmi má nefna að hitastigull í holu sem var boruð fyrir Fiskeldi Eyjafjarðar fyrir fáeinum árum mældist 100°C/km. Út frá þeirri holu var síðan farið að leita í grenndinni og fannst í kjölfarið álitlegt jarðhitasvæði.



Mynd 1. Kort af bakgrunnshitastigli á Íslandi (Ólafur G. Flóvenz og Kristján Sæmundsson, 2002). Kortið sýnir hitastigul neðan lekra yfirborðsлага. Þetta kort byggir m.a. á niðurstöðum hitastigulsmælinganna við Akureyri sem þessi skýrsla fjallar um. Af kortinu má ráða að búst megi við því að bakgrunnshitastigull sé 40–60°C/km í Eyjafirði.

3. BORVERKIN

Norðurorka samdi við borfyrirtækið Alvarr um framkvæmd borana. Hófust þær síðsumars 1998 og lauk snemma árs 2000. Þá höfðu verið boraðar alls 29 holur, en einni var sleppt þar sem erfitt reyndist að komast á borstaðinn. Listi yfir holurnar ásamt ýmsum upplýsingum er í töflu 1. Borun holanna gekk yfirleitt vel þótt á nokkrum stöðum reyndist dýpra á fast berg en vonir stóðu til. Ein af þeim holum, sem áformað var að bora, var aldrei boruð vegna þess að erfitt reyndist að komast á staðinn. Borskýrslur fyrir allar holurnar voru afhentar Orkustofnun nema fyrir holu HA-13. Borskýrslurnar eru í viðauka 1.

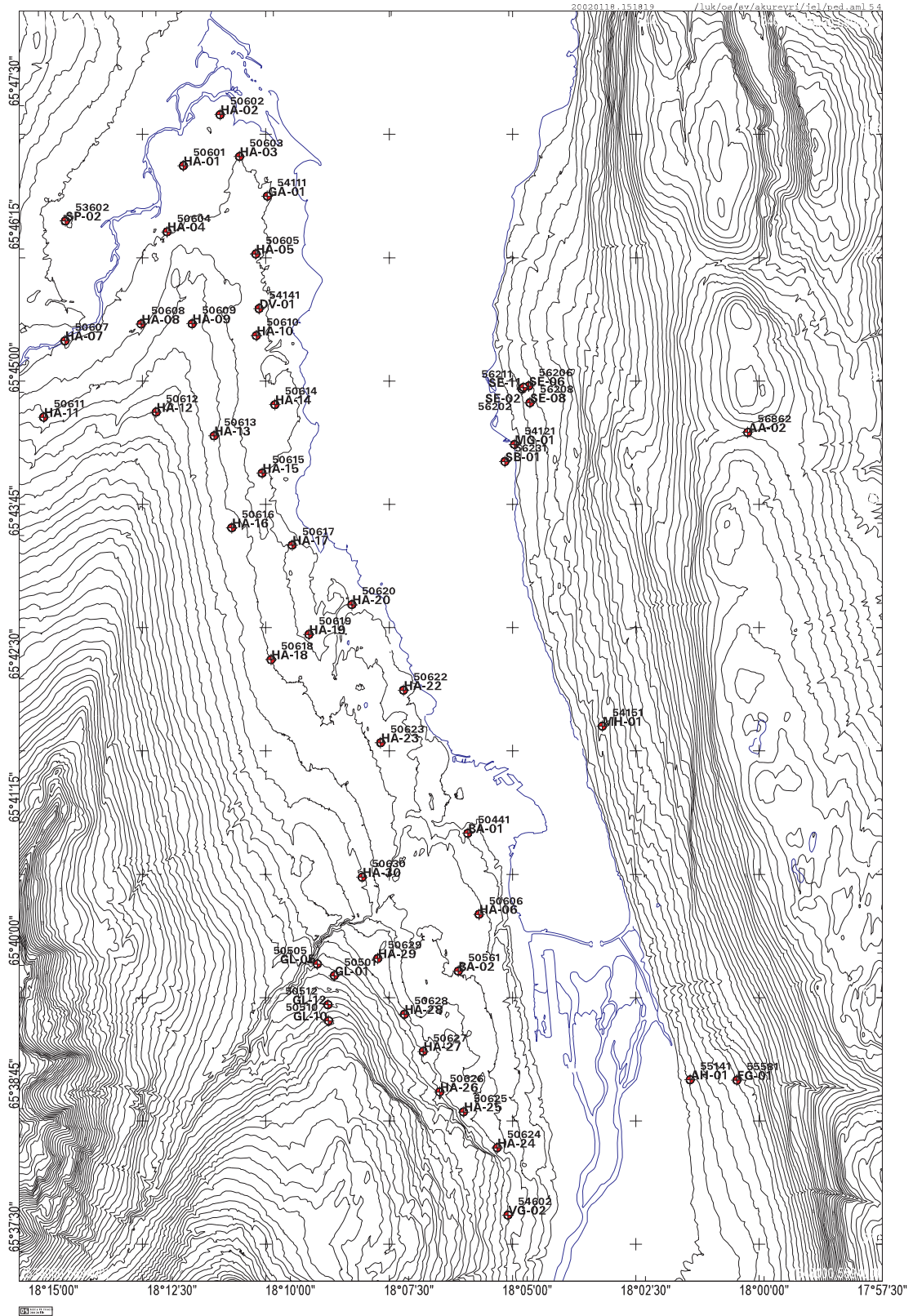
Tafla 1. Yfirlit um hitastigulsholurnar.

Hola nr	Bordags.	Dýp i (m)	Lengd	Breidd	Yfir- borðs- -hiti	Hita- stigull	Aths
HA-01	6-8/9/1999	78	65.782895	18.199792	2,9	52	
HA-02	18-21/09/1999	87	65.790241	18.186536	4	100	vatn um 60 m
HA-03	15-17/01/2000	60	65.784123	18.179874	3,3	39	
HA-04	3-5/09/1999	69	65.773304	18.205861	3	36	
HA-05	1-2/01/2000	60	65.769925	18.174553	3	53	vatn á 20 m
HA-06	19-20/01/2000	75	65.673446	18.098877	4	40	vatn á 30 m og 70-75 m
HA-07	21-23/01/2001	69	65.757643	18.242435	3,4	54	nánast ekki vatn
HA-08	21-22/08/1998	69	65.759954	18.215430	3,4	41	vatn á 39m
HA-09	15-16/11/1999	63	65.759896	18.197392	2,6	40	smávatn 40m
HA-10	30-31/08/1998	60	65.758047	18.174739	3,1	44	
HA-11	8-9/9/1999	60	65.746563	18.250308	3,8	43	vatn frá 18 m
HA-12	24-25/8/1998	60	65.747106	18.210533	2,6	40	
HA-13	13/1/2000	63	65.743546	18.190161	3,1	44	borskýrslu vantar
HA-14	28/8/1998	65	65.747970	18.168472	3	40	vatn á 13 m
HA-15	25-26/8/1998	65	65.738046	18.173356	3,7	40	
HA-16	1-2.9/1998	57	65.730143	18.184310	3,6	39	vatn á 24-31 m
HA-17	17-18/11/1999	63	65.727506	18.163062	3,5	41	ekkert vatn
HA-18	8-10/9/1998	57	65.710900	18.171026	3,8	48	smávatn á 18 m
HA-19	3-4/9/1999	57	65.714495	18.157569	3,2	52	
HA-20	6/9/1998	54	65.718743	18.142243	3,4	53	vatn á 21-22 m
HA-21	Ekki boruð	-	-	-	-	-	
HA-22	11-13/11/1999	69	65.706190	18.124420	3,6	46	vatn á 34-38 m og 57-63 m
HA-23	20-21/01/2000	60	65.698597	18.132743			vatn á 30-36 m
HA-24	9/8/1998	57	65.639457	18.093645	3,8	75	smávatn á 20 m
HA-25	5/8/1998	57	65.644746	18.105341	2,4	85	litið vatn
HA-26	4/8/1998	69	65.647704	18.113621	3,8	80	vatn á 6-11 m og 54-55 m
HA-27	4/8/1998	57	65.653623	18.119289	3,3	68	
HA-28	6/8/1998	60	65.659068	18.125680	3,8	76	smávatn á 42 m
HA-29	11/8/1998	60	65.668230	18.134803	4,7	51	
HA-30	12-13/8/1998	90	65.679082	18.139916	2,3	57	vatn á 88 m

Til viðbótar þeim holum, sem boraðar hafa verið sérstaklega vegna þessa verkefnis, eru allmargar holur á því svæði, sem skýrsla þessi tekur til, og eru gagnlegar til að búa til hitastigulskort af innanverðum Eyjafirði. Í töflu 2 er listi yfir þessar holur ásamt ýmsum upplýsingum. Mynd 2 sýnir staðsetningu allra holanna sem taldar eru í töflum 1 og 2.

Tafla 2. *Aðrar borholur við innanverðan Eyjafjörð.*

Hola nr	Bordags.	Dýpi (m)	Lengd	breidd	yfirborðs-hiti	hita-stigull	Aths
AA-02	1964	40	65.742946	18.001458	2,5	41	
AH-01	27-30/6/1997	153	65.648924	18.025362	4,2	103	
BA-01	24/6/1964	100	65.685248	18.102453	3,3	70	
BA-02	14/7/1964	100,1	65.665232	18.106498	-	~70	út frá botnhita
FG-01	12-13/6/1997	146	65.648766	18.008889	3,9	85	
GL-01	15/5/1930	100	-	-	3,8	606	á jarðhitasvæði
GL-04	25/2/1965	647	65.665489	18.159016	4	76	á jarðhitasvæði
GL-05	19/11/1980	296,5	65.666544	18.156118	4	123	á jarðhitasvæði
GL-06	19/2/1981	196,3	65.666559	18.155749	3,4	48	á jarðhitasvæði
GL-07	27/4/1981	798,1	65.664655	18.156170	4	73	vinnsluhola
GL-08	7/7/1981	279,2	65.658017	18.151264	2,4	137	á jarðhitasvæði
GL-09	22/9/1982	239,2	-	-	4	91	á jarðhitasvæði
GL-10	13/10/1982	103,2	65.658268	18.152461	2	176	á jarðhitasvæði
GL-11	26/10/1982	103,1	65.663107	18.155356	4,6	163	á jarðhitasvæði
GL-12	3/11/1982	202,3	65.660601	18.152564	2,1	180	á jarðhitasvæði
MH-01	22-24/2/2000	102	65.700556	18.054415	2,8	49	
SB-01	25/6/1993	97	65.739245	18.087745	4,4	40	
SP-02	-	-	-	-	4,1	34	
VG-02	-	65	65.629651	18.090226	3,3	70	
SE-01	5/9/1978	938	65.749065	18.079076	4	58	á jarðhitasvæði



Mynd 2. Staðsetning hitastigulshola við innanverðan Eyjafjörð.

4. HITAMÆLINGAR Í BORHOLUM

Allar nýju hitastigulsholurnar voru mældar fljótlega að borun lokinni og síðan aftur nokkrum vikum eða mánuðum síðar. Þessar hitamælingar eru allar sýndar í viðauka 2 ásamt hitamælingum úr öðrum holum á svæðinu sem notaðar eru til að gera kort af hitastigli. Hitamælingarnar eru talsvert misjafnar að gæðum, sumar sýna mjög reglulegan og auðákvarðaðan hitastigul meðan aðrar eru augljóslegar truflaðar af vatnsrennsli. Hitastigullinn sem metin var fyrir hverja holu er sýndur með heildreginni línu á mælingunum í viðauka 2 og gildi hans í töflum 1 og 2.

5. JARÐSKJÁLFTAR OG JARÐHITI

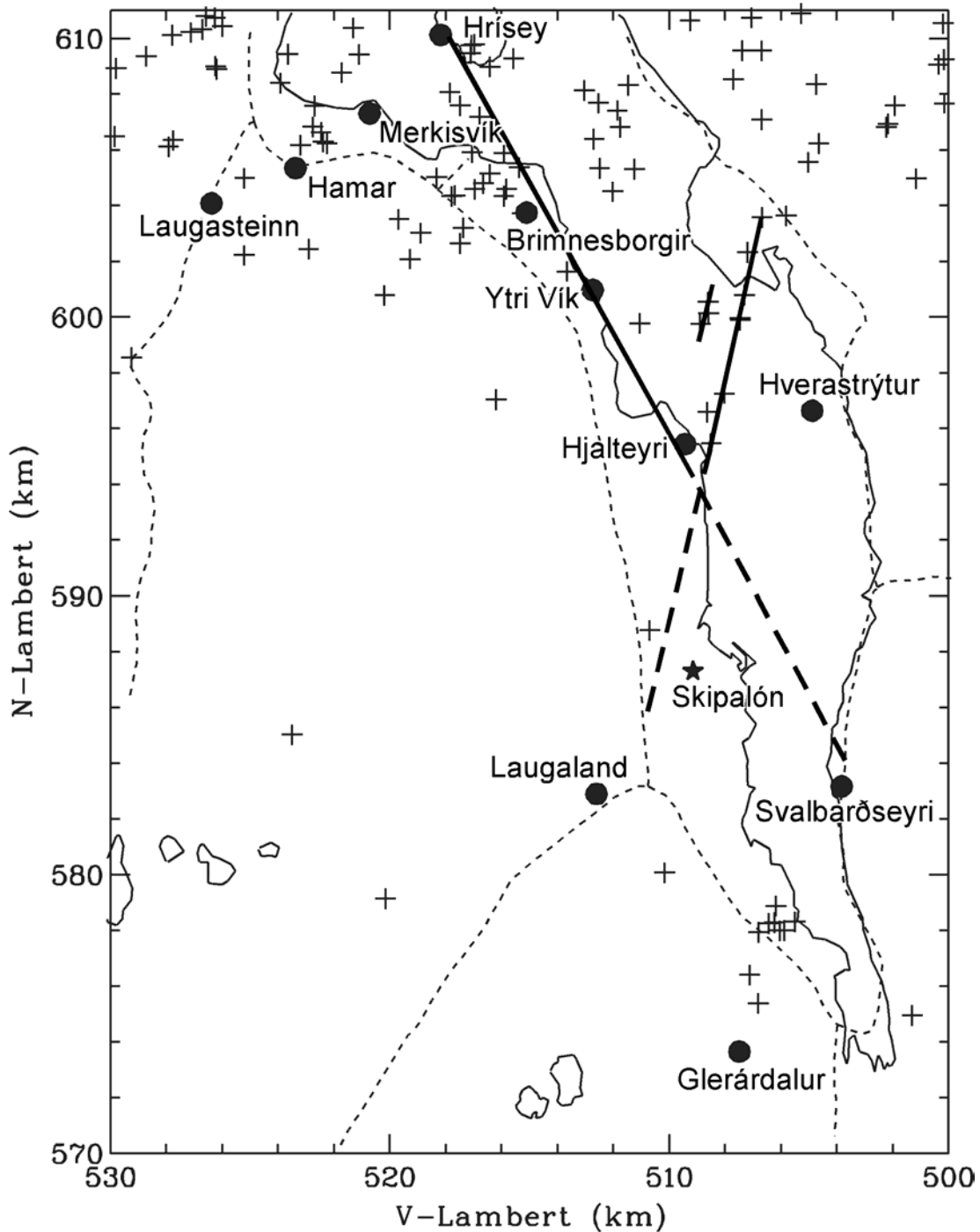
Almennt er talið að sprungukerfi þau sem mynda jarðhitasvæðin séu virk, þ.e. á þeim verði hreyfingar með vissu millibili. Hreyfingunum fylgja jarðskjálftar, oftast það smáir að þeir finnast ekki. Þessi jarðskjálftar koma venjulega í hrinum og geta liðið áratugir eða aldir milli hrina. Á sumum stöðum virðist þó vera viðvarandi jarðskjálftavirkni. Skráning og staðsetning jarðskjálfta er því afar mikilvægt tól til að finna hvar virkar sprungur liggja, hvernig þær stefna og hvernig þeim hallar.

Veðurstofa Íslands rekur viðamikið sjálfvirkt kerfi jarðskjálftamæla á landinu. Á sumum stöðum er kerfið mjög þétt og vel í stakk búið til að greina staðsetningar mjög smárra jarðskjálfta með talsverðri nákvæmni. Þannig háttar einmitt til um Eyjafjörð norðan Akureyrar og hefur svo verið frá því árið 1994. Staðsetningar jarðskjálftanna sem kerfið finnur eru settar inni í gagnagrunn Veðurstofu Íslands sem er opinn öllum til notkunar. Gögnin þarf þó að nota með mikill varúð. Þar geta leynst alls konar skekkjur og ónákvæmni sem ekki er á færi annarra en manna með sérþekkingu í jarðskjálftafræði að greina.

Unnt er að nota hóp jarðskjálfta frá sama sprungubelti og úr sömu skjálftahrinu til að staðsetja jarðskjálftana með mun meiri nákvæmni en fæst úr sjálfvirku staðsetningunum í gagnagrunninum. Þarna er um að ræða afstæðar staðsetningar sem gefa mikla innbyrðis nákvæmni í staðsetningu og þar með stefnu og halla sprungunnar sem er að brotna.

Gögn um jarðskjálfta í Eyjafirði sunnan Hríseyjar voru sótt á gagnasafn Veðurstofu Íslands og staðsetningar jarðskjálfta færðar óbreyttar inn á kort sem sýnt er á mynd 3. Ekki var beitt neinum afstæðum staðsetningum enda er það talsverð vinna og ekki innan ramma þessa verks sem hér er til umfjöllunar. Þó var sleppt öllum skjálftum sem eru minni en 0 að stærð og skjálftum með upptakapunkti ofan 1 km dýpis. Auk jarðskjálftanna eru þekktir jarðhitastaðir færðir inn á kortið ásamt botalínunum sem jarðskjálftarnir vitna um. Heildregna línun með NV-læga stefnu er brotalína sem jarðhitastaðirnir í Hrísey, við Brimnesborgir, Ytri-Vík og Hjalteyri virðast liggja á. Þessi brotalína var upphaflega dregin út frá dreifingu jarðskjálfta (Ólafur G. Flóvenz og Ómar B. Smáráson, 1997) en sprungurnar fundust síðar í fjörunni við Litla Árskógssand. Athygli vekur að með því að framlengja línuna til suðurs lendir hún mjög nærri jarðhitasvæðinu á Svalbarðseyri. Út frá línulegri dreifingu jarðskjálfta sem orðið hafa úti í Eyjafirði

16 Jan 2002 \GF
xy V2.0



Mynd 3 Dreifing jarðskjálfta árin 1994-2001 og jarðhitastaðir við Eyjafjörð sunnan Hríseyjar. Krossarnir sýna staðsetningu jarðskjálfta, og svörtu hringirnir tákna jarðhitasvæði. Svörtu línurnar tákna sprungur sem fundist hafa með skoðun á jarðskjálftaupptökum. Stjarnan við Skjalón táknar borholu með hækkuðum hitastigli miðað við umhverfið.

má álykta að þar sé á ferðinni NA-læg sprunga. Jarðhitinn við Hjalteyri er nærri henni og ef við framlengjum hana til suðvesturs stefnir um eigi allfjarri jarðhitasvæðinu á Laugalandi á Þelamörk og stað með háum hitastigli nærri Skipalóni. Síðastnefndi staðurinn er merktur með stjörnu á mynd 3.

Auk þeirra skjálfta sem skilgreina brotalínurnar er talsvert af skjálftum sem væntanlega mætti fella á brotalínur með bertri úrvinnslu t.d. afstæðum staðsetningum. Einnig eru á myndunum skjálftar sem væntanlega stafa af sprengingum. Þannig bendir flest til þess að þeir skjálftar sem merktir eru innan bæjarmarka Akureyrar stafi af sprengingum vegna framkvæmda enda eru þeir allir afar litlir og grunnir samkvæmt sjálfvirku staðsetningunum. Þetta hefur ekki verið kannað nánar.

6. NIÐURSTÖÐUR

Mynd 4 sýnir hitastigulskort af landsvæðinu við innanverðan Eyjafjörð. Kortið sýnir að hitastigull utan þekktra jarðhitasvæða (Glerárdalur og Svalbarðseyri) sveiflast frá 34°C/km upp í 100°C/km. Jafngildislínur eru handteiknaðar og er stuðst við núverandi þekkingu og viðteknar hugmyndir um stefnu brotalína við teikninguna. Hér er rétt að athuga að þegar jafngildislínur eru dregnar á kort er unnt að gera það á marga vegu, einkum þegar jafnlangt er milli mælipunkta og í þessu tilviki. Einnig gerist það iðulega þegar langt er milli punkta að þröng og afmörkuð frávik geta ýmist týnst eða komið fram sem heldur lægri frávik en mun útbreiddari en í raunveruleikanum. Þetta er kallað "aliasering" á útlensku fræðimáli og stafar af of litlum þéttleika gagna.

Miðað við hitastigulskortið af Íslandi eins og það leit út áður en þessar holur, sem hér er fjallað um, voru boraðar hefði mátt búast við því að bakgrunnstigull væri 50–60°C/km enda er bakgrunnstigull um 50°C/km á Árskógströnd og í Svarfaðardal en um 60–70°C/km sunnan jarðhitasvæðanna í Eyjafjarðarsveit. Niðurstöðurnar nú sýna hins vegar að á stóru svæði frá Moldhaugahálsi suður til Akureyrar er hitastigullinn aðeins 40–50°C/km sem er með því lægsta sem mælist á Íslandi. Að vísu er nokkurt frávik teiknað á kortið nærri Glerárósum sem setur talsverðan svip á kortið. Þarna er um að ræða eina holu við Lögreglustöðina sem boruð var og mæld árið 1964. Aðeins er til ein mæling úr henni og sjálf holan er löngu týnd og ekki hægt að mæla í henni aftur. Hún sýnir hitastigul upp á 70°C/km. Fyrirfram hefði það ekki þótt hátt gildi en í ljósi þess lága bakgrunnstiguls sem þarna reynist vera er þetta vel merkjanlegt frávik.

Í öllum fjórum hornum svæðisins sem hitastigulskortið nær yfir getur að líta afbrigðilega háan stigul. Í SV-horninu má sjá hvernig jarðhitasvæðið á Glerárdal kemur fram sem afmörkuð hæð í hitastiglinum þessi teygir sig undir fjallshlíðina milli Súlna og Kjarnaskógar. Jafnframt sést tunga með hækkuðum hitastigli teygja sig norður úr klettabeltinu í Kjarnaskógi. Þarna gæti verið um að ræða áhrif frá jarðhitakerfinu við Ytra-Gil. Í NA-horninu kemur jarðhitasvæðið á Svalbarðseyri fram sem hæð í hitastigli og við Skipalón mælist hitastigull upp á 100°C/km, sem bendir til einhvers jarðhita í grenndinni. Þessi hái hitastigull kemur aðeins fram í einni holu en mælingin úr henni er trúverðug. Loks má sjá í SA horni svæðisins hitastigul upp á um 100°C/km við Arnarhól í Eyjafjarðarsveit, sem einnig er vísbending um jarðhita. Sú hola var boruð á vegum landeigenda.

7. FRAMHALD LEITARINNAR

Lagt er til að þeim vísbendingum sem komið hafa fram í þessum rannsóknum verði fylgt eftir á eftirfarandi hátt:

1. **Skipalón:** Boraðar verði 4-6 60 m djúpar hitastigulsholur í grennd Skipalóns til að kanna útbreiðslu hitastigulahæðarinnar. Búast má við að hluti þeirra verði boraður norðan Hörgár gegnt Skipalóni. Reynist þar um álitlega hitastigulshæð að ræða siglir hefðbundin jarðhitaleit með viðeigandi mælingum og borunum í kjölfarið. Þess ber þó að geta hér að viss hættu er á að jarðhitasvæðið sem hugsanlega leynist þarna sé að stærstum hluta úti í sjó.
2. **Arnarhóll.** Boraðar verði 5-6 hitastigulsholur á svæðinu milli Arnarhóls og Öngulstaða til að kanna hvort þar leynist merki um jarðhita og í kjölfar þess verði tekin ákvöðrun um að afmarka nánar hugsanlegt hitastigulsfrávik á þessum slóðum.
3. **Hitastigulskortið verði stækkað** þannig að þá nái til svæðisins milli Skipalóns og Hjalteyrar. Um 10 holur þar til að kanna hvort þar leynist jarðhiti.
4. Boraðað verði 2-3 holur í **Glerárþorpi** til að kanna hvort það litla frávik sem mælist í holunni vð lögreglustöðina á Akureyri er í einhverjum tengslum við jarhita. Fyrirfram þykir það ekki mjög líklegt en þó ekki útilokað.

8. HEIMILDIR

Guðmundur Guðmundsson og Kristján Sæmundsson, 1972. *Jarðhiti í nágenni Akureyrar*. Orkustofnun, Jarðhitadeild, 8 s.

Ólafur G. Flóvenz og Kristján Sæmundsson, 2002: *A new heatflow map of Iceland*. The 25th Nordic Geological Winter Meeting, Jan 6th - 9th, Reykjavík, bls 45. (ágrip)

Ólafur G. Flóvenz og Ómar Bjarki Smáráson, 1997. *Jarðhitaleit á Árskógsströnd 1996*. Orkustofnun, OS-97002, 49 s.

Ólafur G. Flóvenz og Kristján Sæmundsson, 1993: *Heat flow and geothermal processes in Iceland*. *Tectonophysics*, 225, s 123-138.

Ólafur G. Flóvenz, Guðni Axelsson, Guðrún Sverrisdóttir og Grímur Björnsson, 1993: *Orkuöflun Hitaveitu Akureyrar, Staða og horfur 1993*. Orkustofnun, OS-93025/JHD-06, 47 s.



Mynd 4. Hitastigulskort af innanverðum Eyjafirði.

VIÐAUKI 1: BORSKÝRSLUR



Boranir og verkfræðipjónusta
Minningsgjöld Solheimarinnar

Borskýrsla

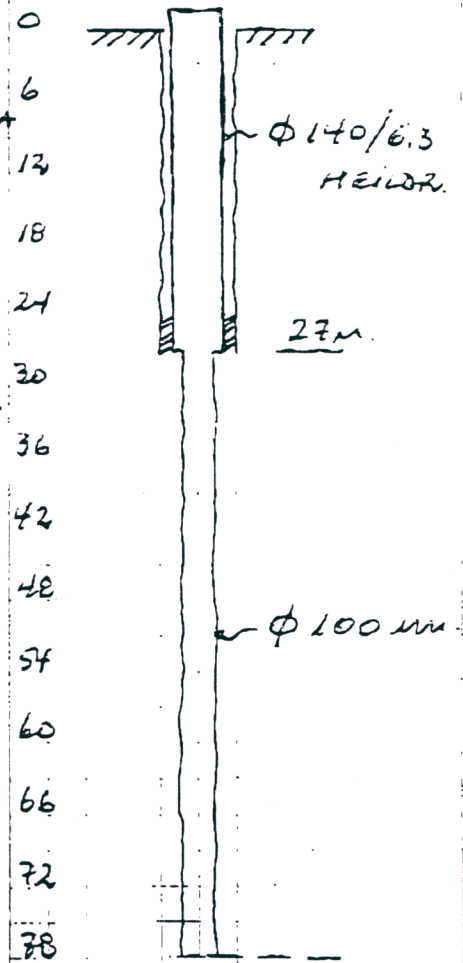
SV: 50601

H.V.A.	við gátnamót skizalón	06-08/09 '99
Gleisibæjarh. Eyjafjardars	HA-01	

JARÐLÖG:

- 0 - 24 M. SANDUR OG ÞAKUR LEIR
- 24 - 28 M. MJÖG STINNUR LEIR - MÓHELLA
- 28 - 78 M. SEIGLINESKLÖPP.

HELLINGSVATN Í ÞESSARI HOLL.
FÖÐRUN MJÖG ÞAFSÖM Í LEIRNUM
SEM VAR MJÖG SEIGUR OG LIMKEND.



					Kjartan
					Signature.

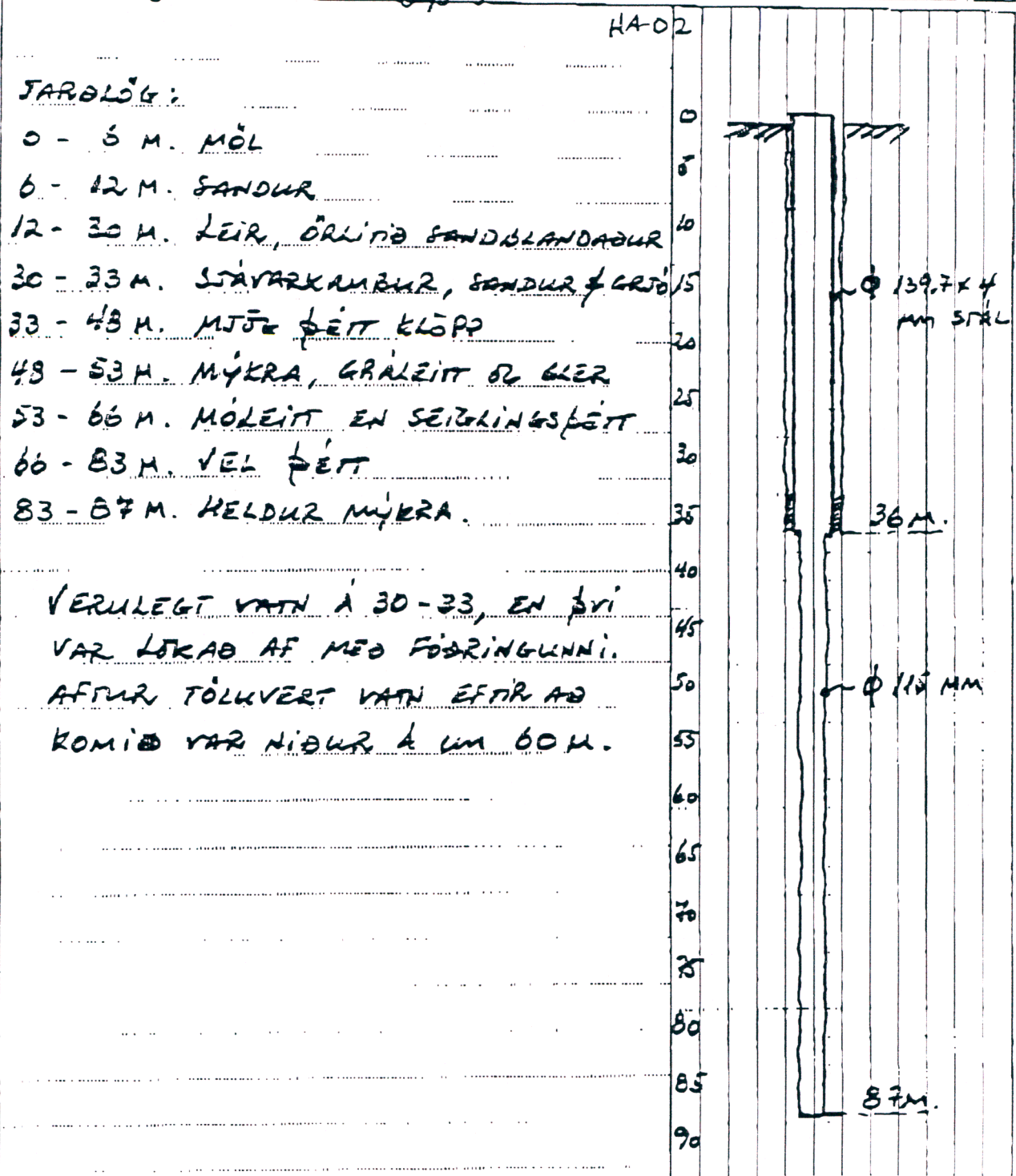


Boranir og verkfræðipjónusta
Melabraut 11 · Seltjarnarnesi · Sími 561 2460

Borskýrsla

SV. 50602

Verkskipti: HITA OG VATNSV. AKUREYRAR	Staður: við SKIPALÓN malarnám	Dagur: 18-21/9 99
Heimilisfang: Gleribreytaslóppur, Eyjafjallsstaða	Arátt Inntö. SKIP-2	Verkið: Verkið:





Boranir og verkfræðipjónusta
Vindahlíð, Selfarnesvegur 10, Sími 661 2400

Borskýrsla

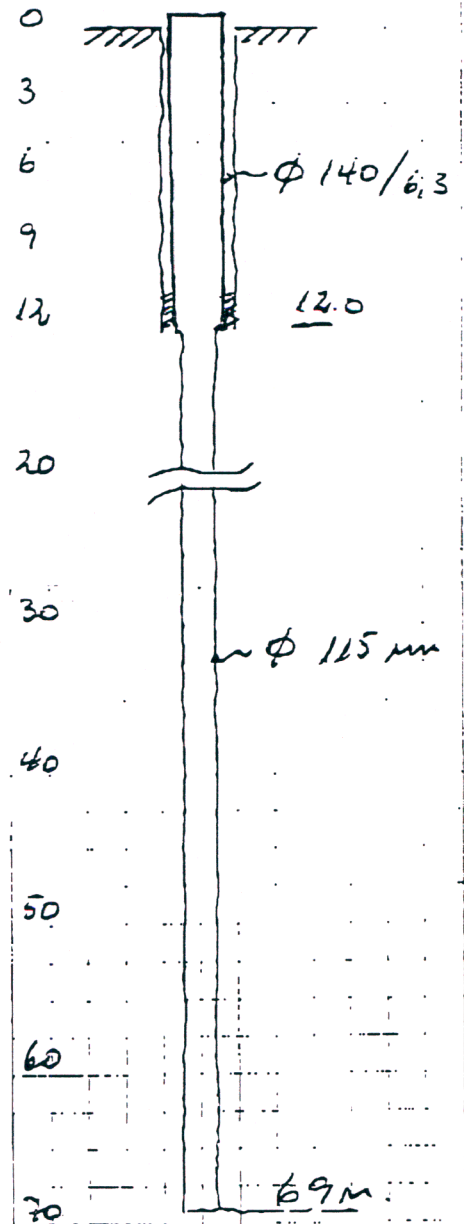
SV: 50604

Staður H. V. A.	Dagur HLAÐIR 03-05/09 '99
HA-4	

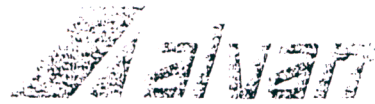
JARALÖG:

- 0 - 10 M. LEIR Í MALARKENNT
- 10 - 22 M. KLÖPP
- 22 - 26 M. RAUTT
- 26 - 69 M. KLÖPP.

HELLINGSVATHN Í ÞESSARI HOLU.



				Friðf.	Kjartan
					Sigvatos.



Borandi og verkfræðisdeild

Borskýrsla

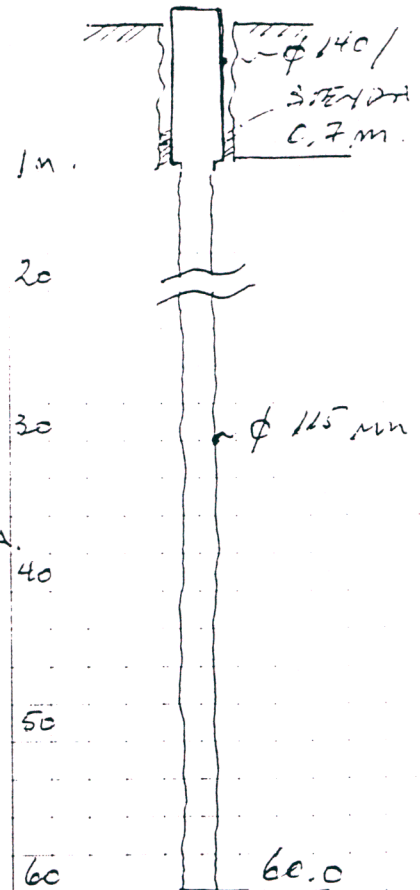
HITA OG VANDSV AKUREYRAR HELLULAND 1-2. 02. '00

5

TARÐLÖG:

- 0 - 7 M. GRÁTT
- 7 - 9 M. RAÚTT
- 9 - 17 M. SVART PÍÐUR
- 17 - 39 M. GRÁTT
- 39 - 43 M. RAÚTT
- 43 - 46 M. MÓLEITT
- 46 - 48 M. SVART
- 48 - 53 M. GRÁTT
- 53 - 60 M. RAÚTT MÓLEITT GRÍENT SVA.

VATN HANAST EKKERT AÐEINS RAKI
Á 20 M.



Staður 50605

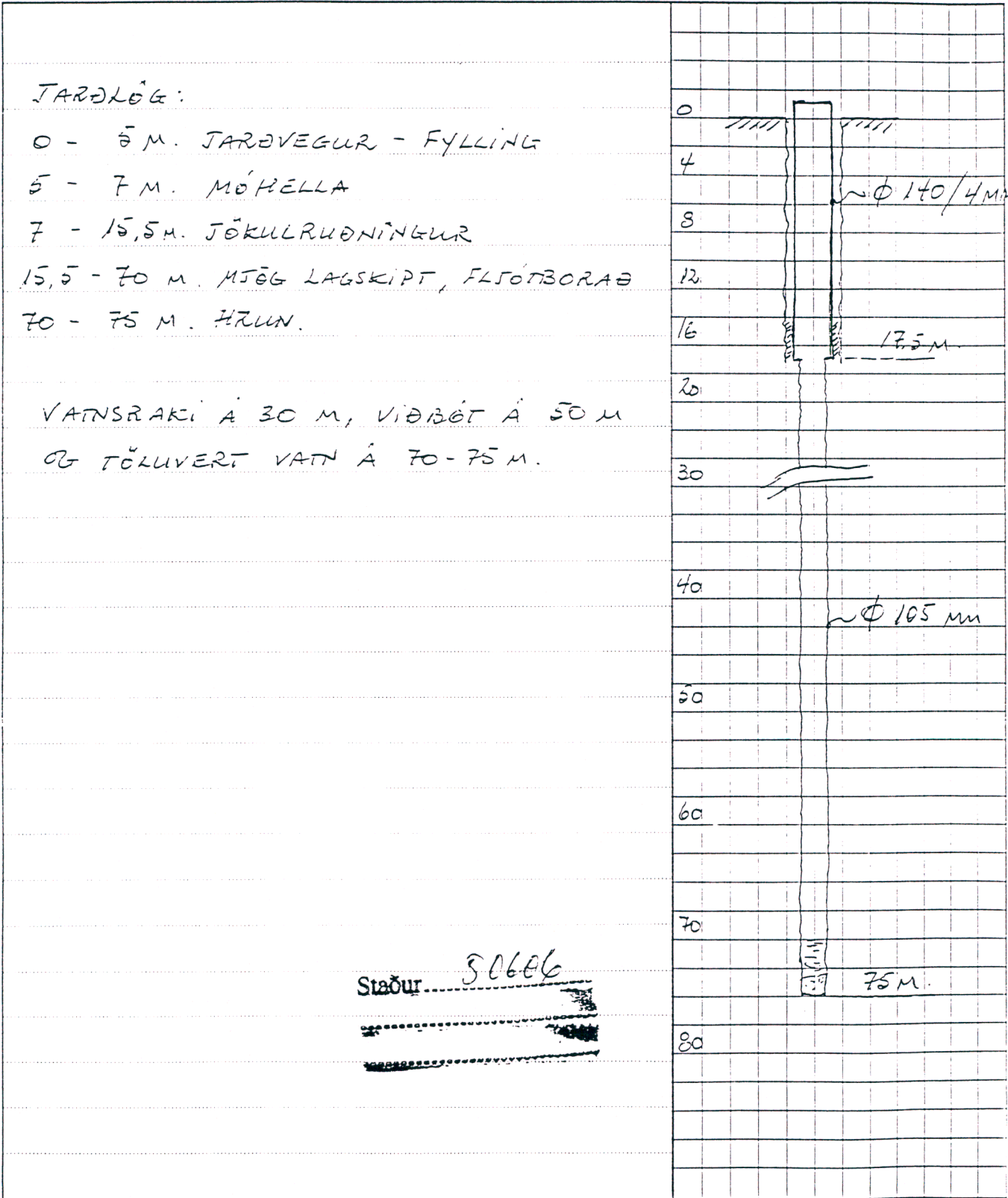
					HELLI B.S.



Boranir og verkfræðipjónusta
Melabraut 11 · Seltjarnarnesi · Sími 561 2460

Borskýrsla

Verkkaupr: HITA OG VATNSV. AKUREYRAR	Staður: ÐELLUSTEÐ ÞÖRUNNARST.	Dags.: 19-20.01.00
Heimilistfang:	Auðk. holu: HVA 06	Verkd.: Verknr.:



					Friðf. K. R.

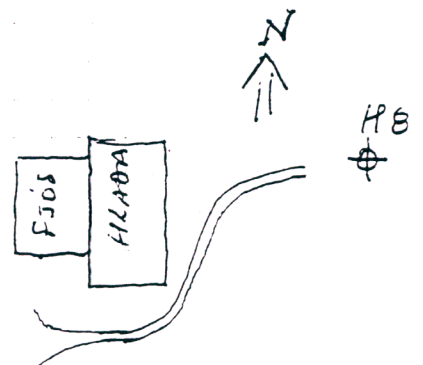
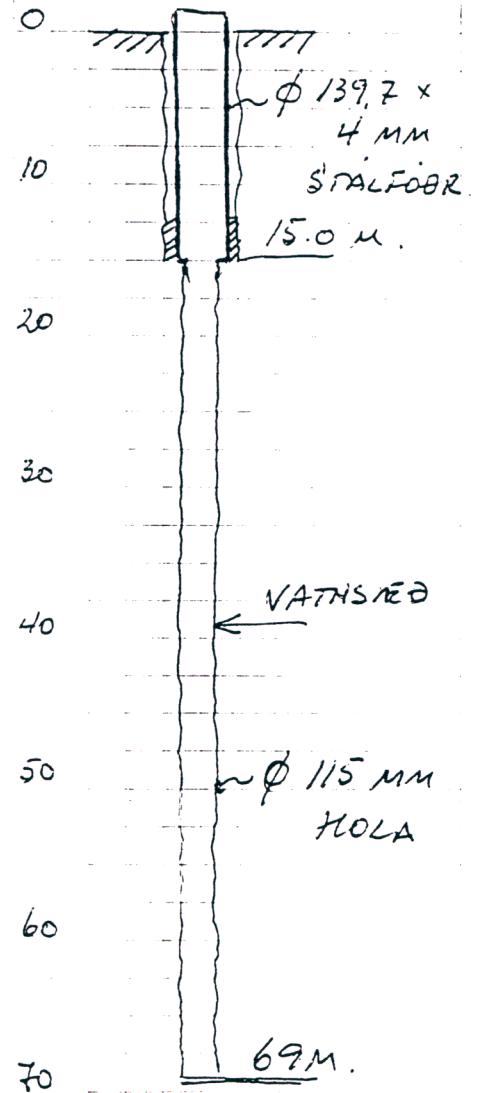
Borskýrsla

Verkkaup:	Staður:	Dags:
HITAVEITA AKUREYRAR	TRÉSTÆIR, GLÆS.	21-22/08'98
Hermilistang:	Áuðk. hóur:	Verkfr.:
	8	50608

JARÐLÖG:

- 0 - 0.5 JARÐVEGUR
- 0.5 - 13 LEIR, MÖL OG GRÖTURÐ
- 13 - 39 ÞÉTT KLÖPP
- 39 - 39.5 RAUTT MILLILAG
- 39.5 - 69 ÞÉTT KLÖPP.

HELLINGSVATN Í RAUÐA LAGINU
Á 39-39.5 M.

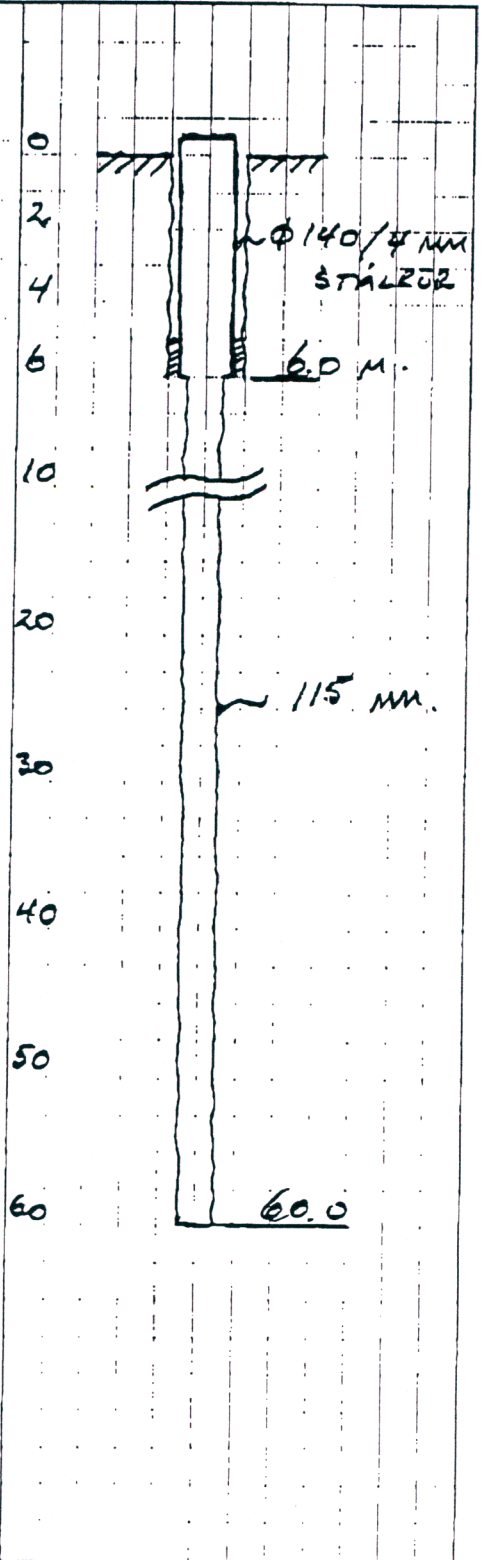


Borskýrsla

Verkkaupl: HITAVEITA AKUREYRAR	Staður: GLESIBÆR	Dags: 30-31/08 '98
Heimilisfang:	Auðk. hollu: 10	Verkd.: 50610
		Verknr.:

JARÐLÖG:

- 0 - 4 M. JARÐVEGUR
- 4 - 7 M. KLÖPP
- 7 - 13 M. RAUT
- 13 - 55 M. KLÖPP HÖRÐ
- 55 - 60 M. KLÖPP MJUK.



FKD



Boranir og verkfræðipjónusta

Meiri upplýsingar á símanúmeri 861 1460

Borskýrsla

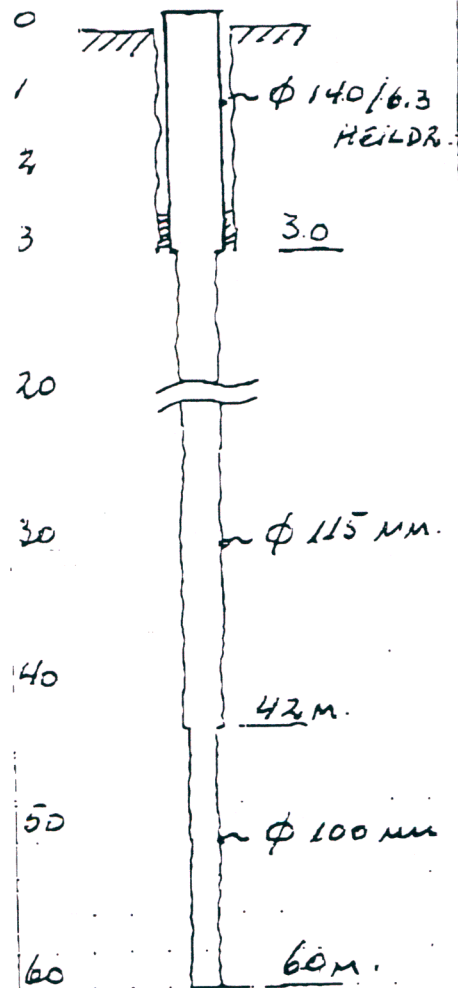
SV: 50611

VERKGAUÐI H.V.A.	Staður ÞELAMÖRK, GRJÓTG.	Dagur 08-09/09-99
HEIMISÍÐAN	H-11	

JARÐLÖG:

- 0 - 1.5 M. JARÐVEGUR - LAUS.
- 1.5 - 15 M. ÞEIT KLÖPP
- 15 - 18 M. RYLLIT
- 18 - 60 M. KLÖPP.

FÖLUVERT VATN, FYRST Á 18 M.
EN FÖR SVO VAKANDI.



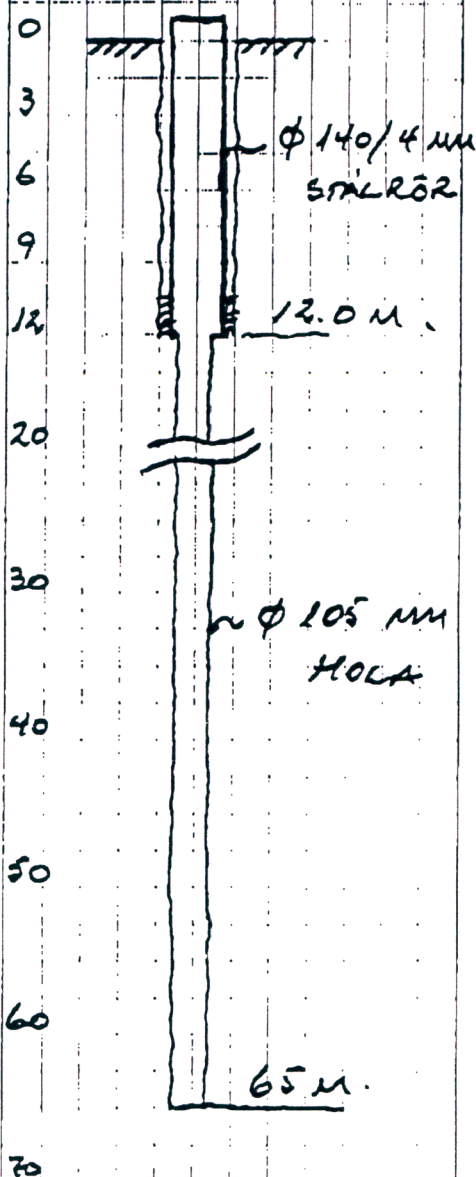
					KIARTAN
					SIGURÐUR

Borskýrsla

Verkkaupi: HITAVEITA AKUREYRAR	Staður: SKJALDARVIK Nesjun endurvæðingssjóðval	Daga: 25-26/8 '98
Heimilisfang:	Auðk nolu 15	Verkd.: 50615
		Verknr.:

JARÖLÖG:

- 0 - 10 JARÞVEGUR & LEIR
- 10 - 65 KLÖPP



F.Í.Á

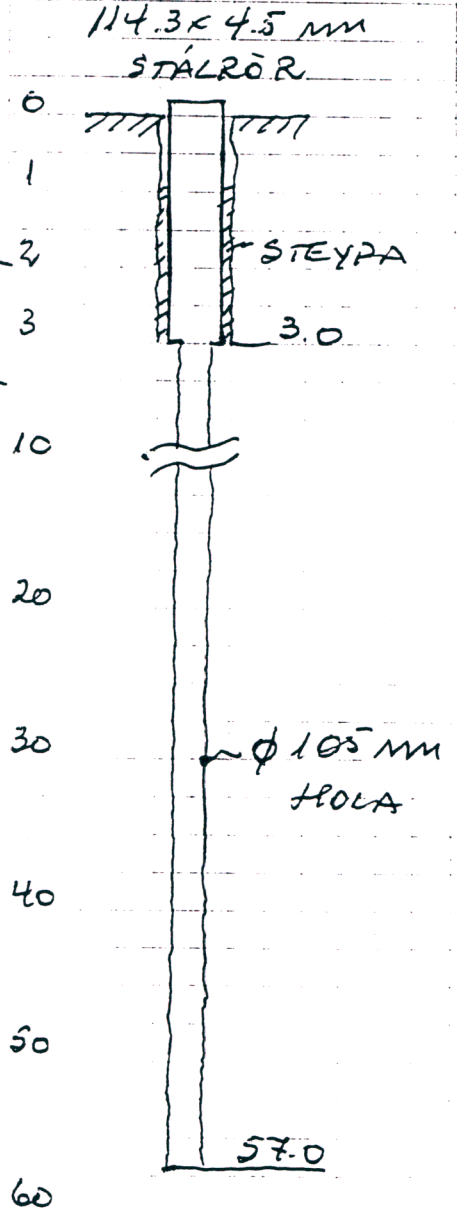
Borskýrsla

Verkkaup:	Staður:	Dags:
HITAVEITA AKUREYRAR	Hvammur	9.08.98
Heimilistang:	Auðk. nolu:	Verka:
	24	50624
		Verknr

JARÐLÖG:

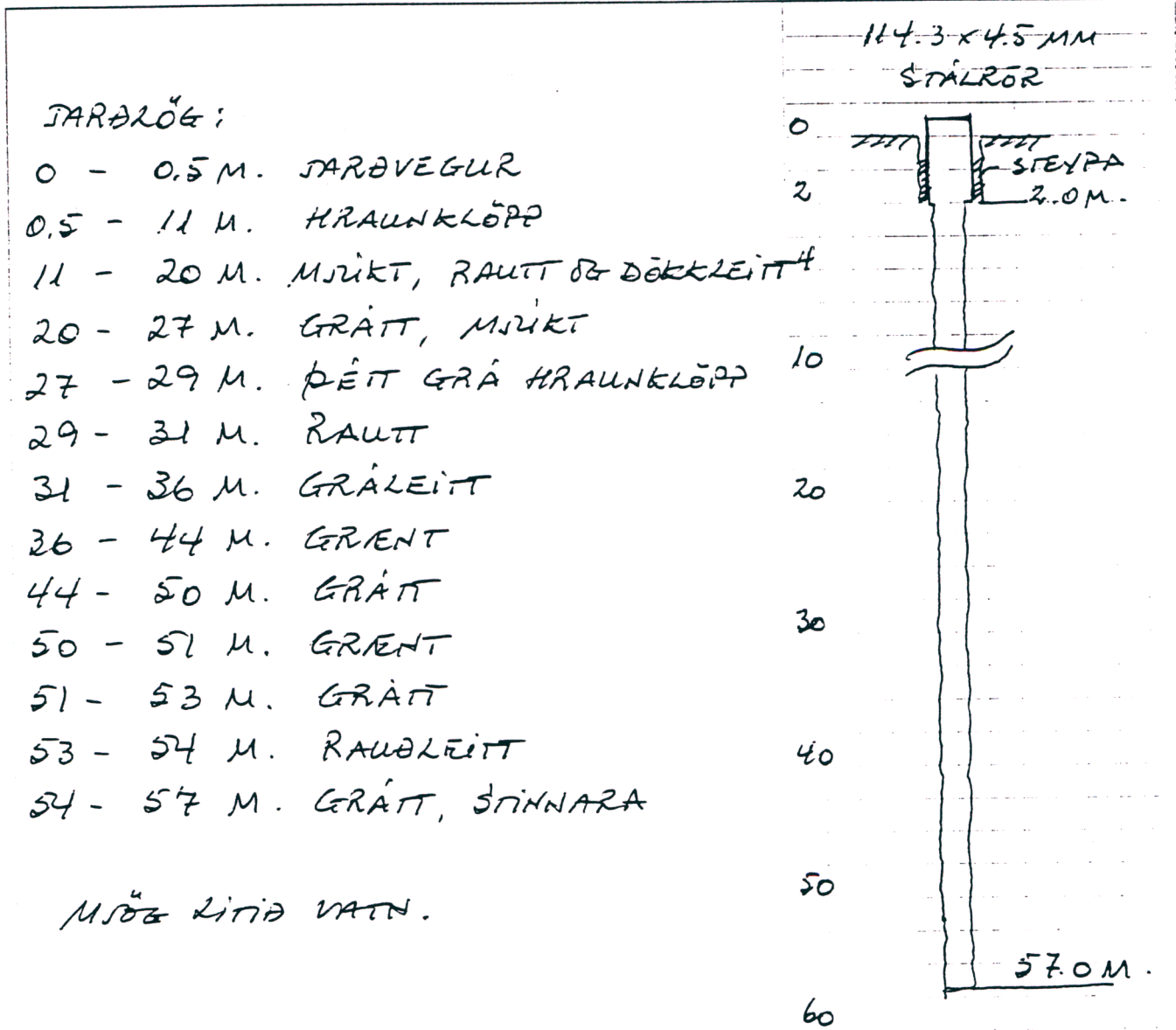
- 0 - 1.5 M. JARÐVEGUR
- 1.5 - 17.5 M. ÞÉTT GRÁ HRAUNKLÖPP
- 17.5 - 33 M. RAUTT, GRÁTT OG MÓLEITT
- 33 - 37 M. GRÁTT ÞÉTTARA
- 37 - 51 M. RAUTT OG MÓLEITT FYRST
SVO GRÆNT
- 51 - 55 M. MÓLEITT
- 55 - 57 M. GRÁTT.

SMÁ VATNSLEKI Á 20 M.



Borskýrsla

Verkkaupi: <i>HITAVEITA AKUREYRAR</i>	Staður: <i>Hamrar (Akureyri)</i>	Dags.: <i>05.08.98</i>
Hermistang:	Alök. tolu: <i>25</i>	Verkd.: <i>50625</i>
		Verknr.:



FED

Fiá.

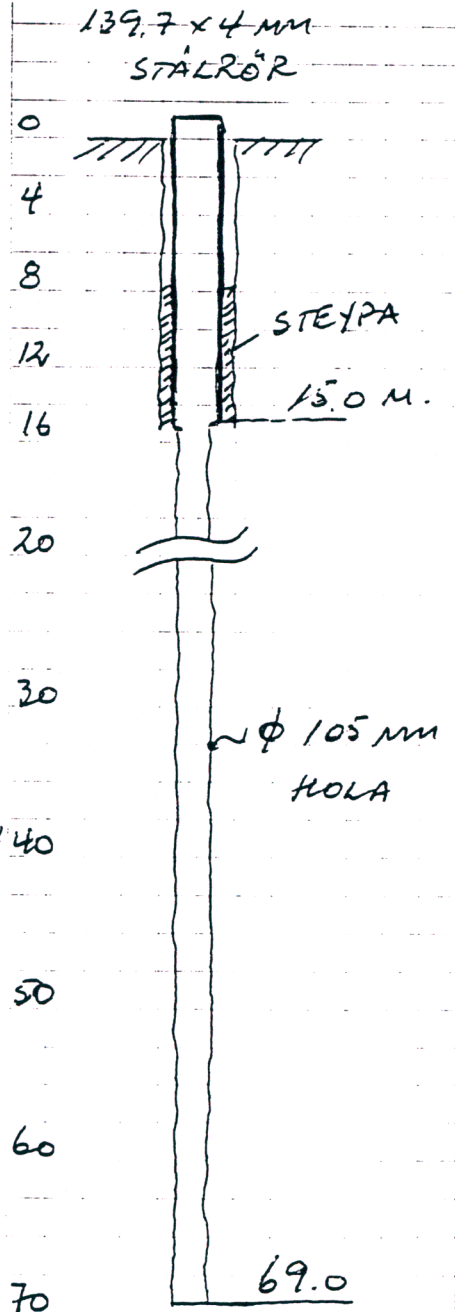
Borskýrsla

Verkkaup:	Staður:	Dags:
HITAVEITA AKUREYRAR	Hamrar (Akureyrir)	04.08.98
Heimilistang:	Auðk. holl:	Verkd.:
	26	50626
		Verknr.

JARÐLÖG:

- 0 - 5,5 M. JARÐVEGUR OG GRJÓTURÐ
- 5,5 - 11. M. KARGI, LEIR OG SANDUR
Á MILLI. MIKIÐ VATN.
- 11 - 15,5 M. HRAUNLAG, MJÚKT
- 15.5 - 24 M. MJÚKT, RAUTT MÓLEITT
OG GRÁTT
- 24 - 54 M. GRÁ HRAUNKLÖPP
- 54 - 55 M. RAUTT MILLILAG
- 55 - 68 M. MJÚKT GRÁLEITT
- 68 - 69 M. ÞÉTT GRÁ HRAUNKLÖPP

MIKIÐ VATNSFLÖÐ Á 6-11 M. DÝPI, EN 40
ÞVI VAR LOKAÐ AF MEÐ FÖÐRINGU OG
STEYPU. AFTUR TÖLUVERT VATN
Á 54-55 M.



FKD
EiÁ

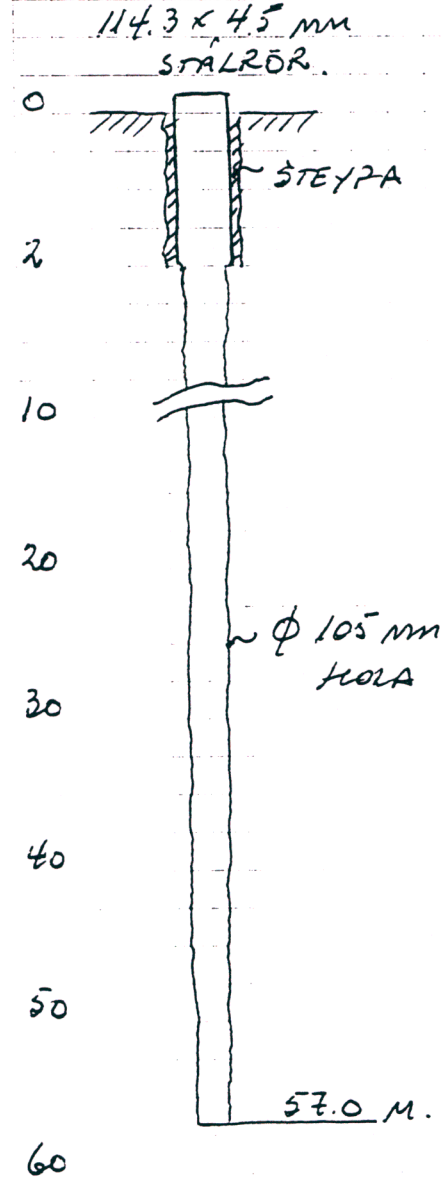
Borskýrsla

Verkkaup:	Staður:	Dags:	
HITAVEITA AKUREYRAR	Hamrar (Akureyri)	04.08.'98	
Heimilisfang:	Auðk. nolu.	Verkd.	Verknr.
	27	50627	

JARÐLÖG:

- 0 - 11 M. ÞÉTT GRÁ HRAUNKLÖPP
- 11 - 12 M. RAUTT MILLILAG
- 12 - 24 M. GRÁTT, ÞÉTT
- 24 - 30 M. MJÚKT, ALLIR LITIR
- 30 - 34 M. GRÁTT, ÞÉTT
- 34 - 47 M. MJÚKT, ALLIR LITIR
- 47 - 57 M. ÞÉTT, GRÁTT

HVERGI VATHSLEKI Í ÞESSARI
HOLU.

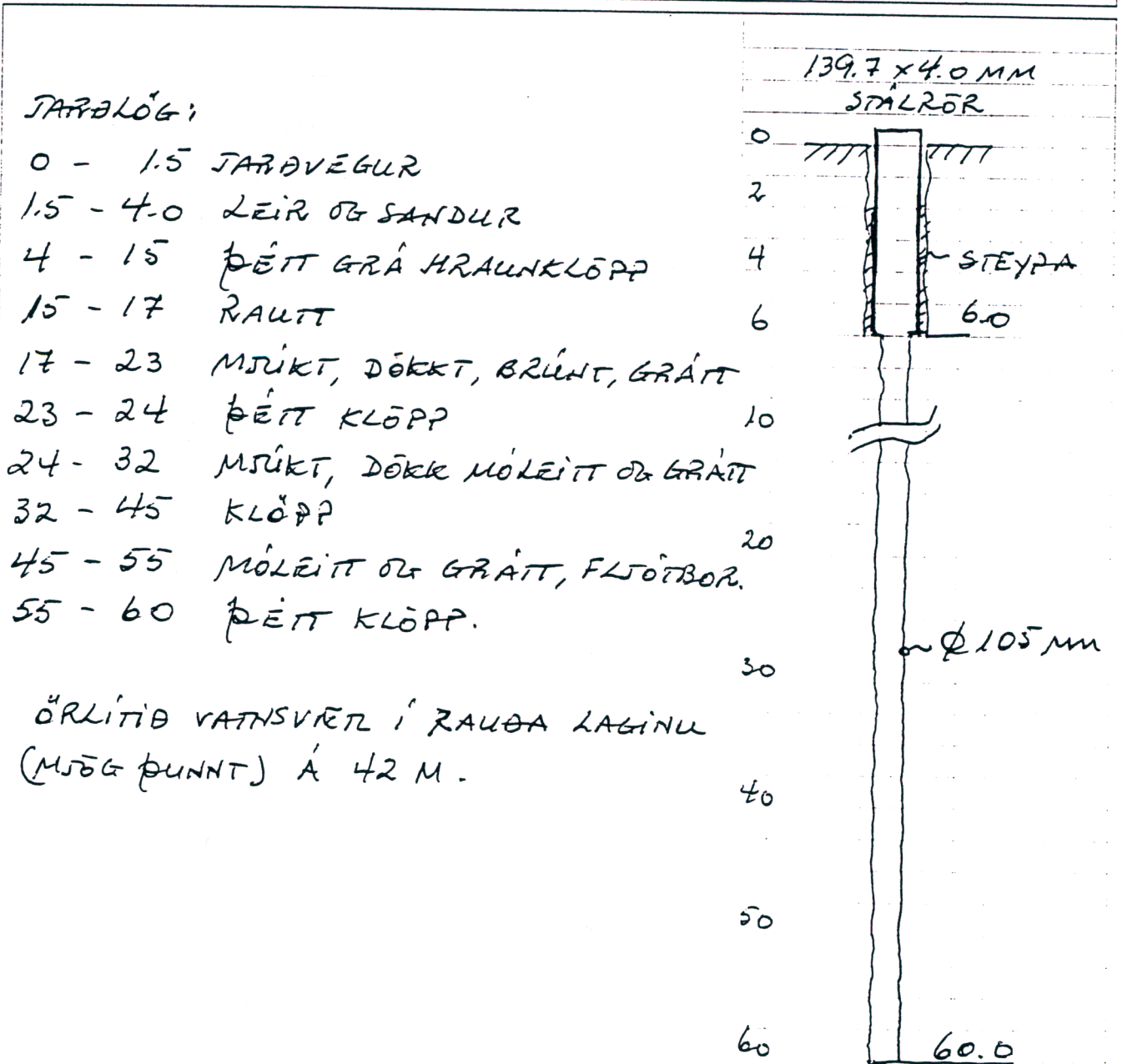


FKD

FiÁ

Borskýrsla

Verkkaupi: HITAVEITA AKUREYRAR	Staður: Rhuvell: T úthaga sunnan Bredholts og Bredumyrar	Dags.: 06.08 '98
Heimilistang:	Auðk. notu: 28	Verkd.: 50528



FKD
FIÁ.

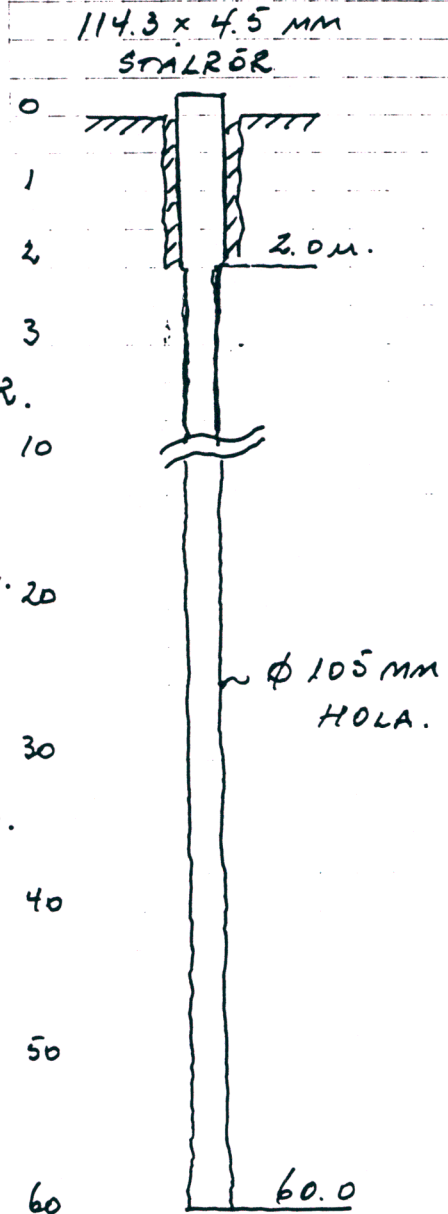
Borskýrsla

Verkkaup:	Staður:	Dags:	
HITAVEITA AKUREYRAR	AKUREYRI - BÆIÐHOLI HESTHÚSAHVERFI.	11.08.98	
Heimilisfang:	Auðk. nolu:	Verkd.:	Verknr.:
	29	50527	

JARÐLÖG:

- 0 - 0.3 M. JARÐVEGUR
- 0.3 - 5 M. ÞÉTT KLÖPP
- 5 - 14 M. MÚKT, MÓLEITT
- 14 - 18.5 M. HELDUR STINNARA
- 18.5 - 23 M. GRÁTT, FREMUR FLJÓTBOR.
- 23. - 27.5 M. HART
- 27.5 - 35 M. RAUTT OG RAUÐLEITT
- 35 - 42 M. GRÁTT, FREMUR FLJÓTBOR.
- 42 - 60 M. SEIGLINGSKLÖPP GRÁ.

HOLAN ER NÁNAST AÐ SEGJA ÞURR.



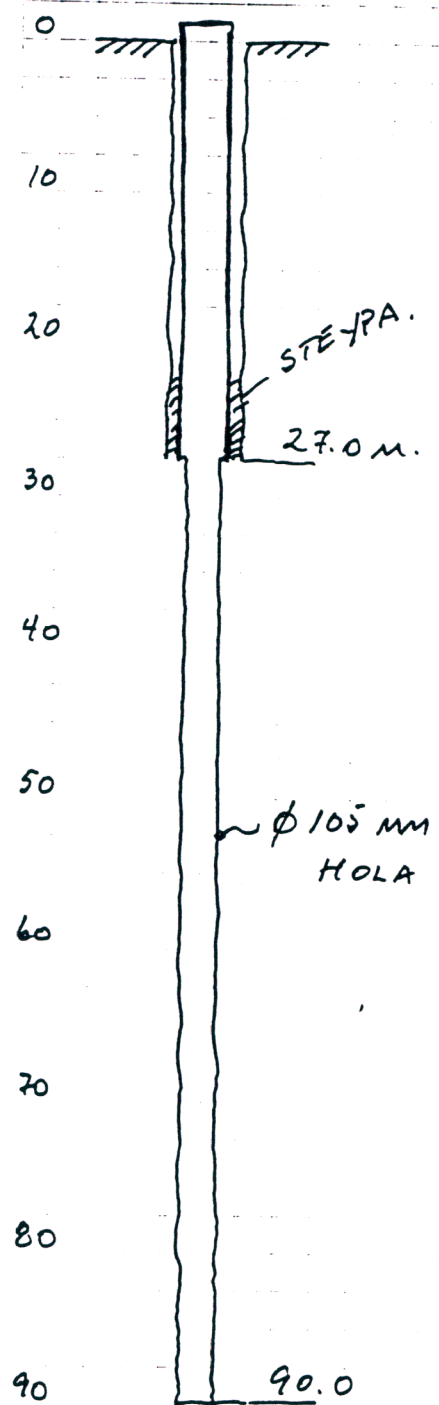
Borskýrsla

Verkkaup:	Staður:	Dags:
HITAVEITA AKUREYRAR	LÓB HVA ÞANGÁRVÖ	12-13. 08'98
Heimilisfang:	Áæðk. nolu:	Verkd.:
	30	50530
		Verknr.:

JARÐLÖG:

- 0 - 2 M. JARÐVEGUR
- 2 - 19 M. LEIR OG FIN MÖL
- 19 - 35 M. MÖKLÖPP (SET)
- 35 - 52 M. KLÖPP
- 52 - 56 M. RAUÐBRÚNT
- 56 - 69 M. KLÖPP
- 69 - 70 M. RAUTT MILLILAG
- 70 - 90 M. KLÖPP.

ÖRKLITILL VATNSRAKI Á 41 M. OG
TÖLUVERÐ VIÐBÖT Á 88 M.



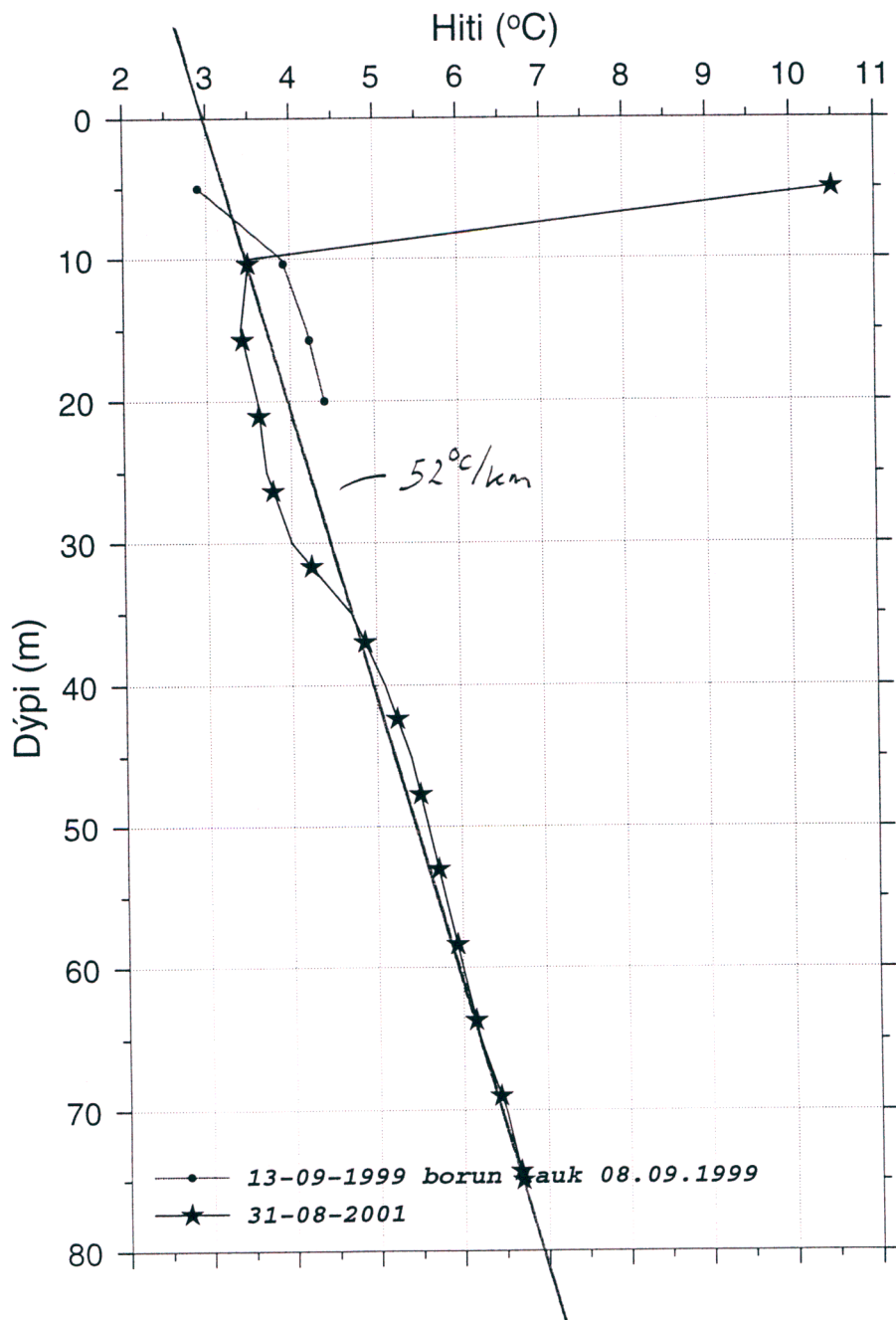
FKD
Ei.Á.

VIÐAUKI 2: HITAMÆLINGAR Í BORHOLUM



18-jan-2002
ped s=50601

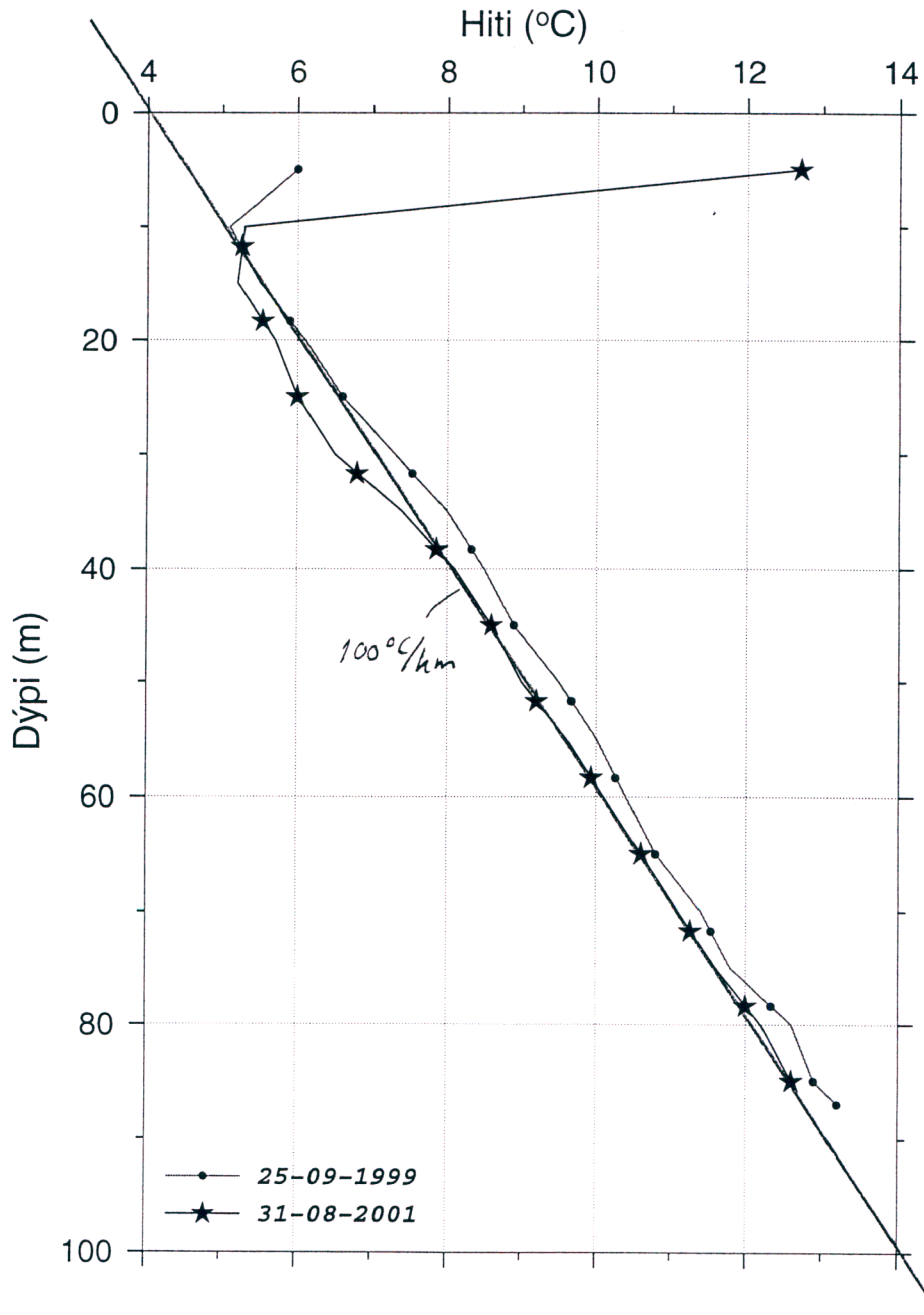
Skjalón HA-01 Við afleggjara að heimreið Eyjafjarðarsýsla





18-jan-2002
ped s=50602

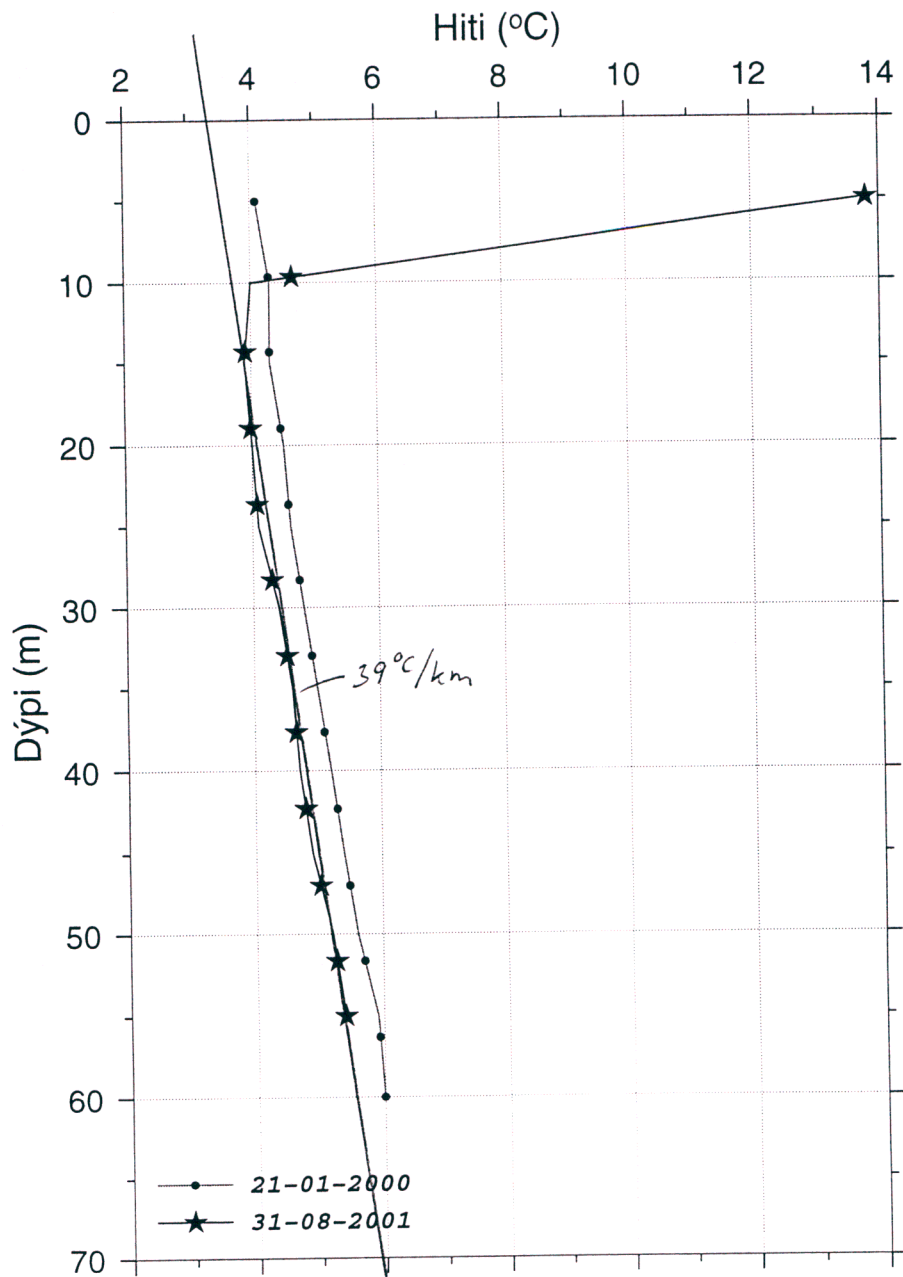
Skjalón HA-02 Við malarnám Eyjafjarðarsýsla





16-jan-2002
ped s=50603

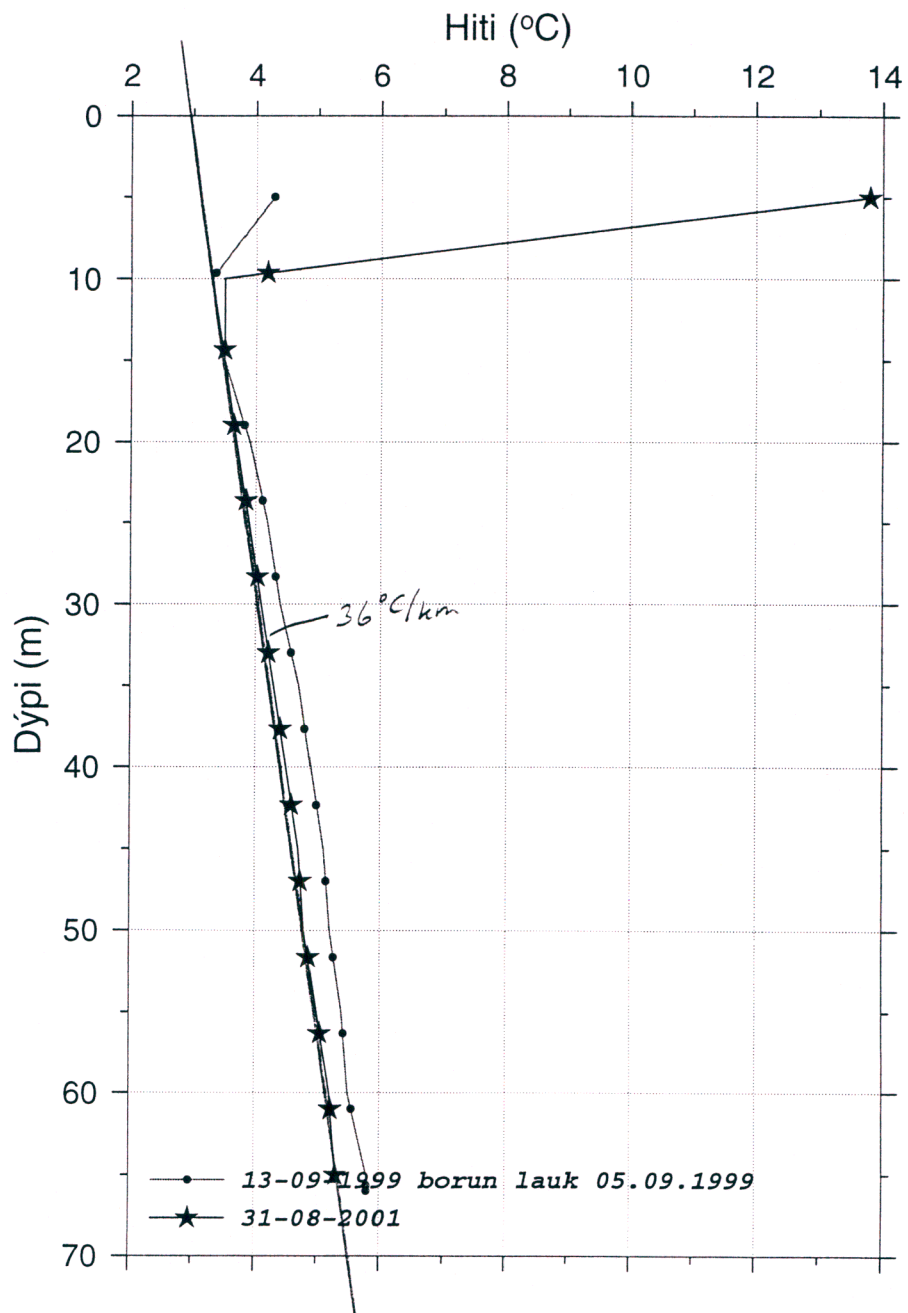
Skjalón HA-03 Eyjafjarðarsýsla





16-jan-2002
ped s=50604

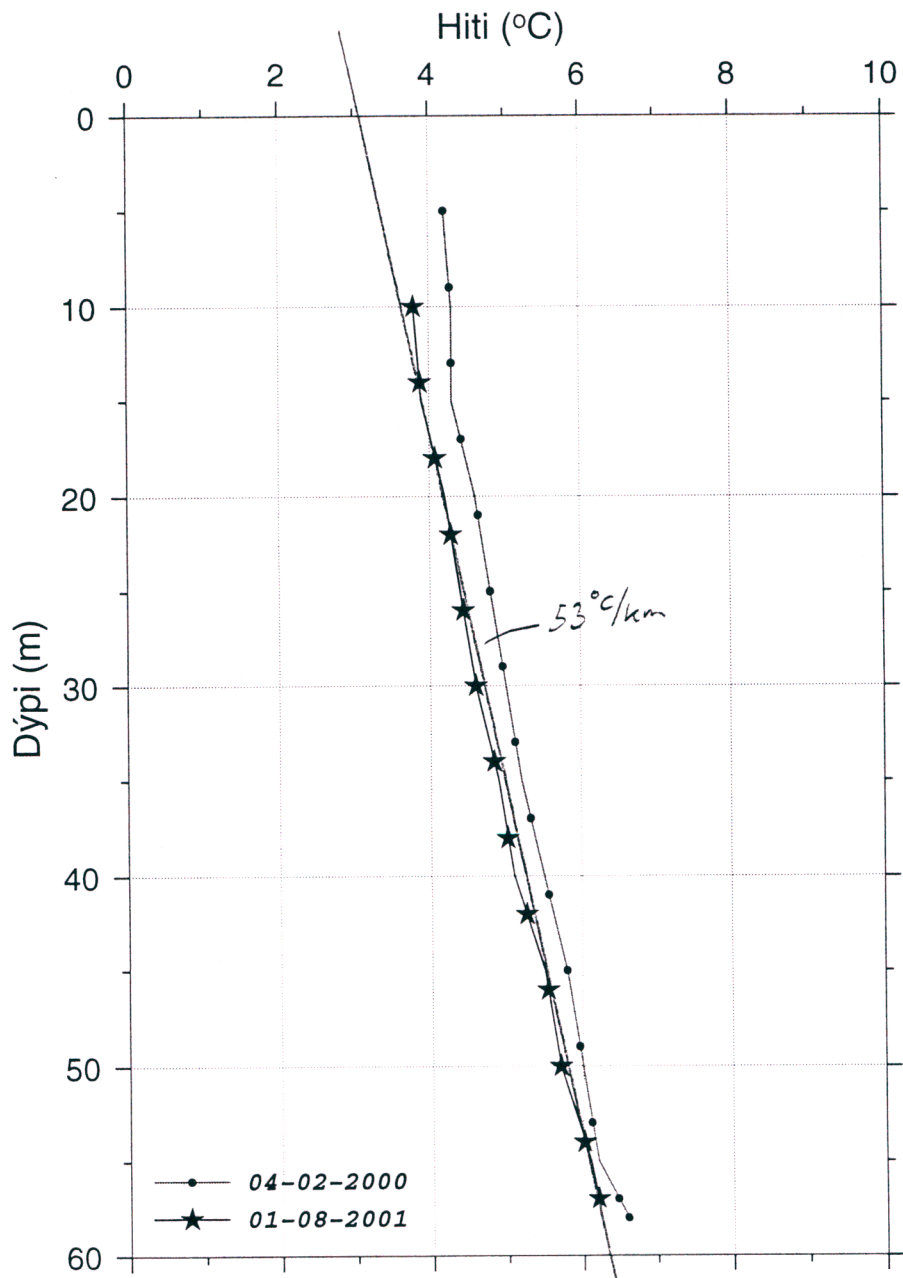
Hlaðir HA-04 Eyjafjarðarsýsla





16-jan-2002
ped s=50605

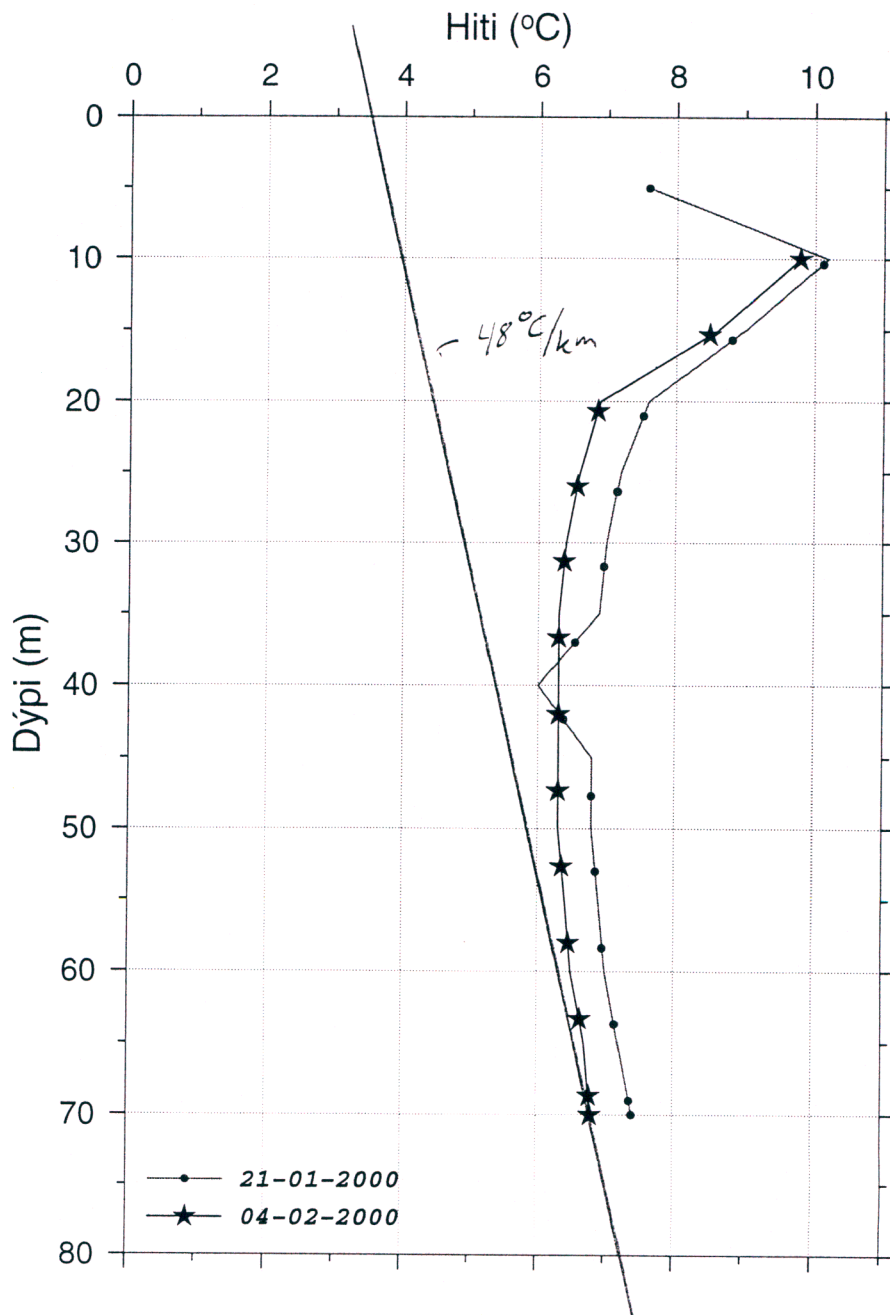
Helluland HA-05 Eyjafjarðarsýsla





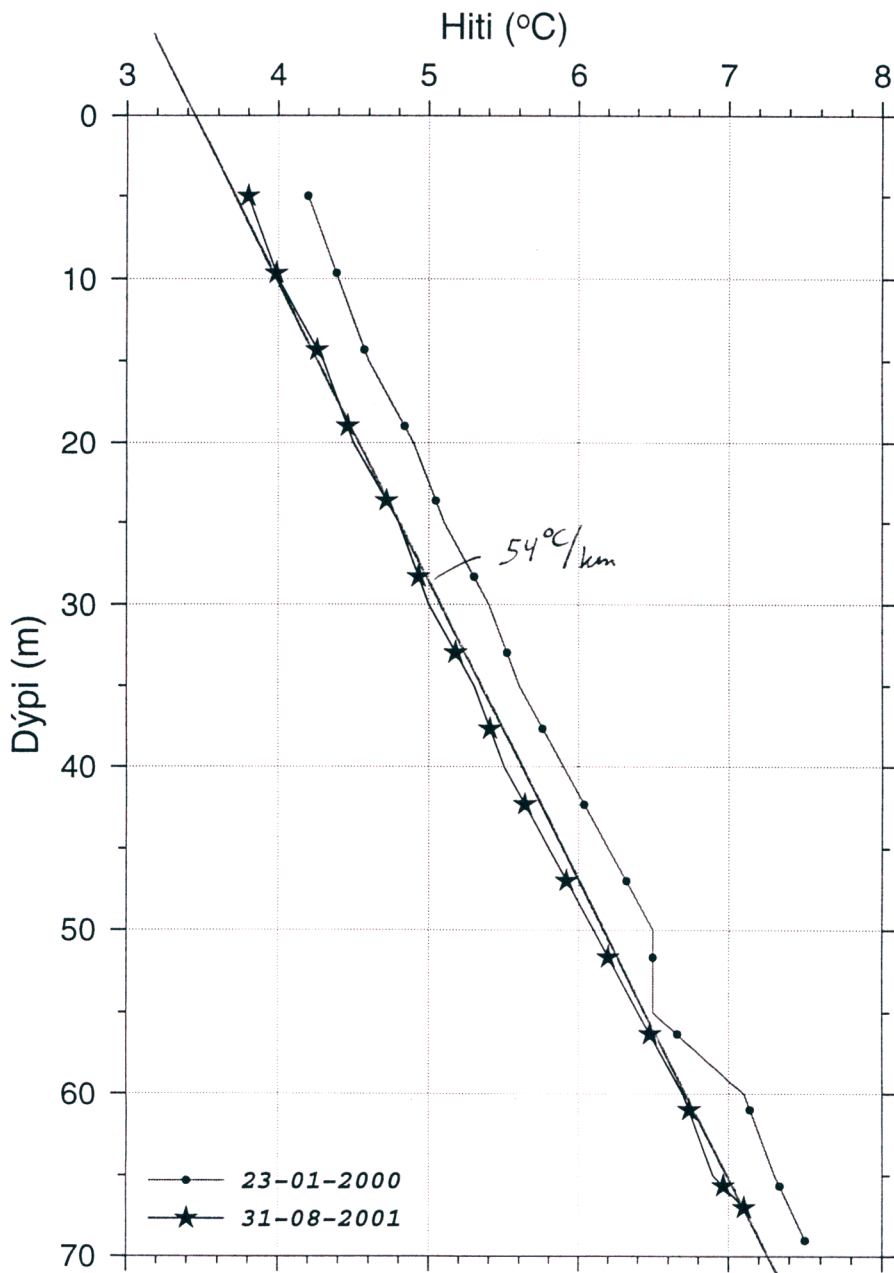
16-jan-2002
ped s=50606

Naust HA-06 Dælustöð Þórunnarstræti Akureyri



16-jan-2002
ped s=50607

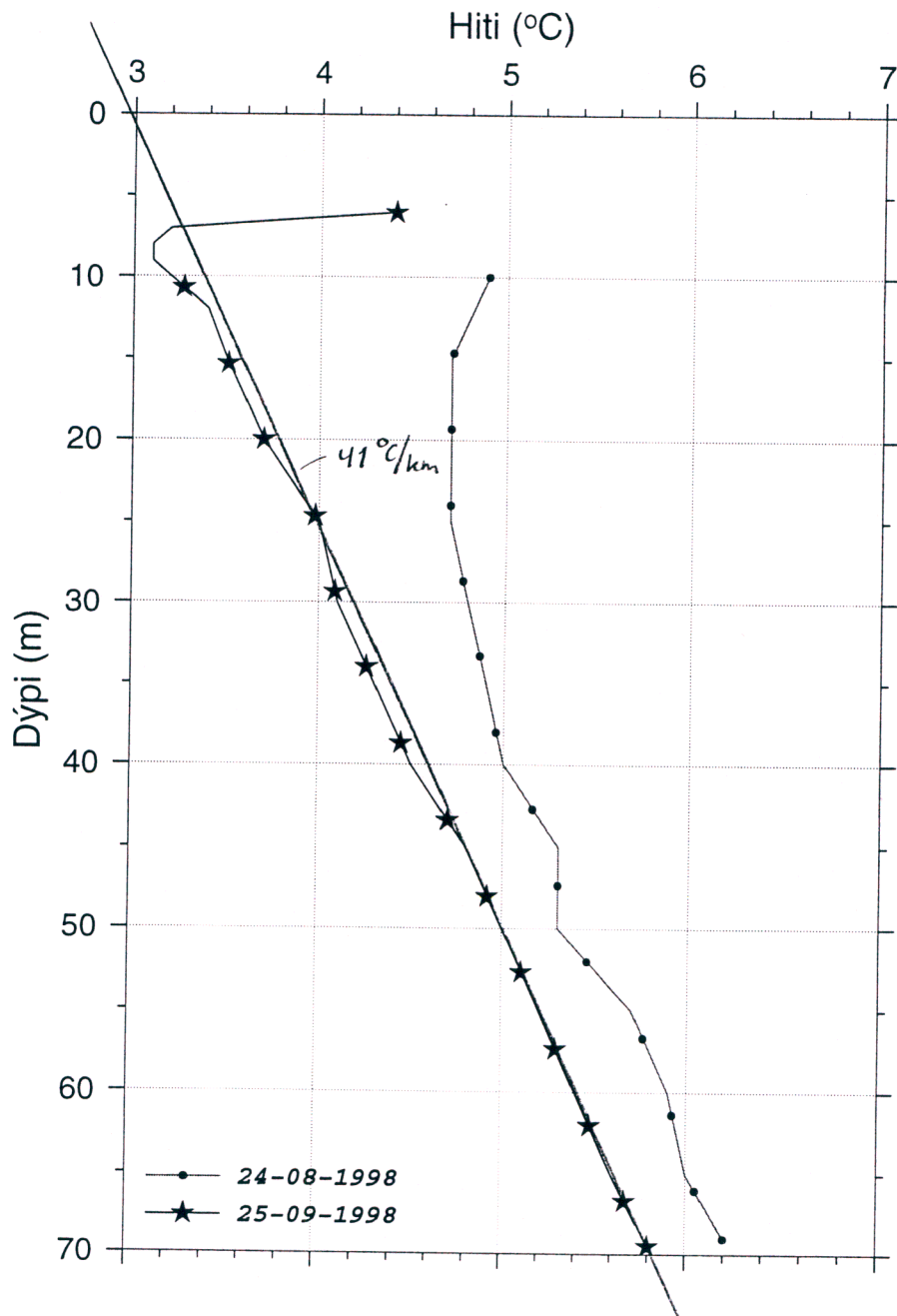
Djúpárbakki HA-07 Eyjafjarðarsýsla





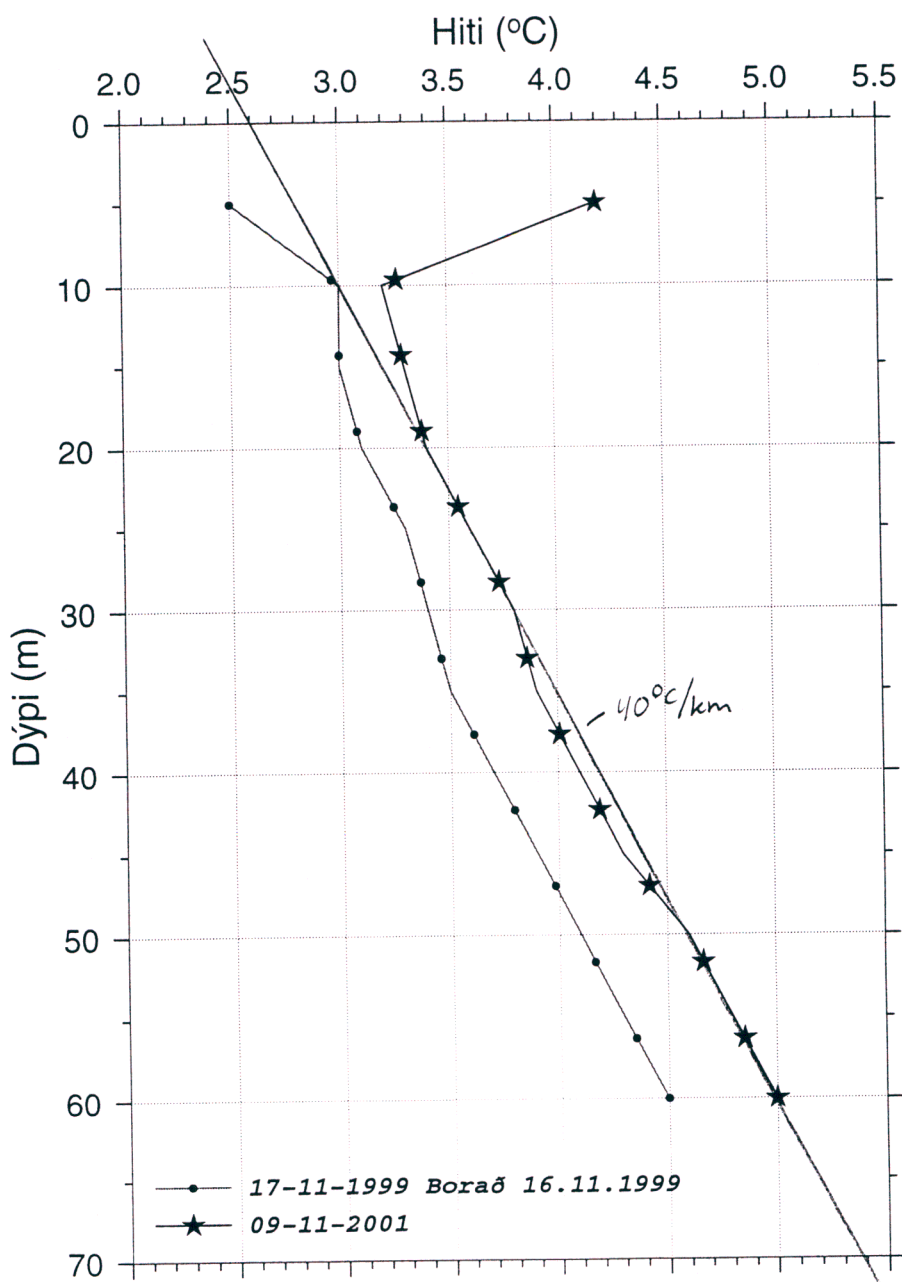
16-jan-2002
ped s=50608

Tréstaðir HA-08 Eyjafjarðarsýsla



16-jan-2002
ped s=50609

Dagverðareyri HA-09 Eyjafjarðarsýsla

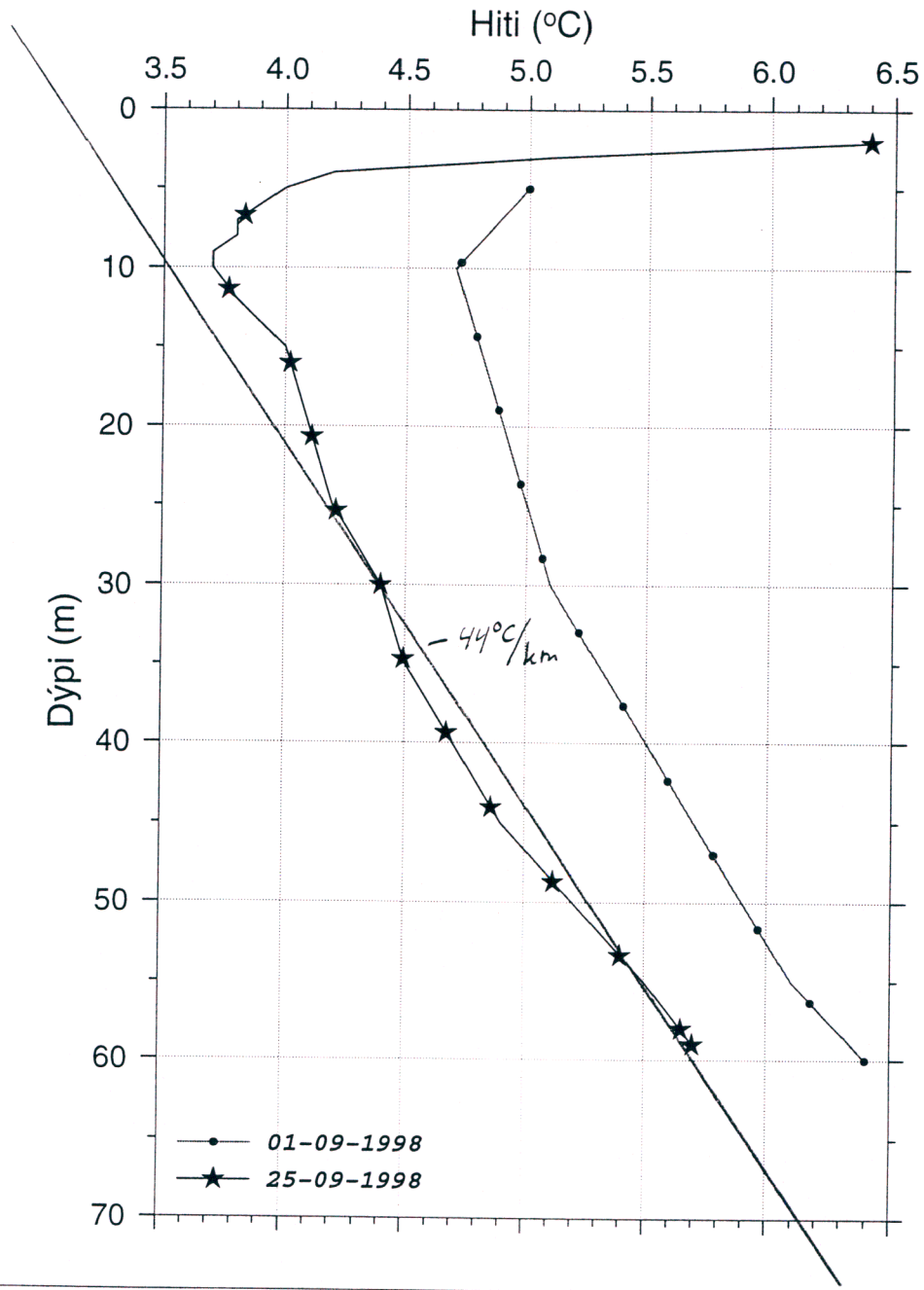




16-jan-2002

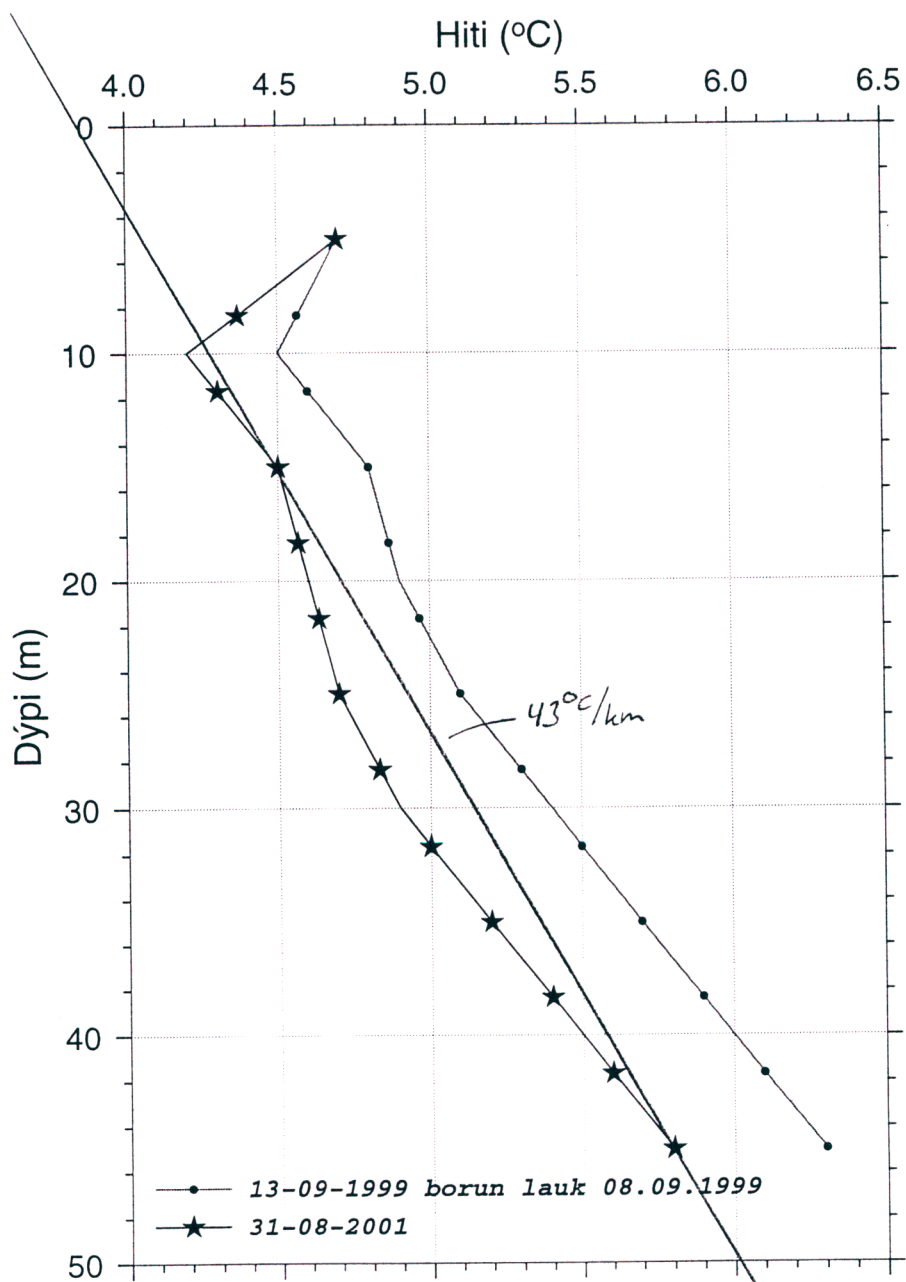
ped s=50610

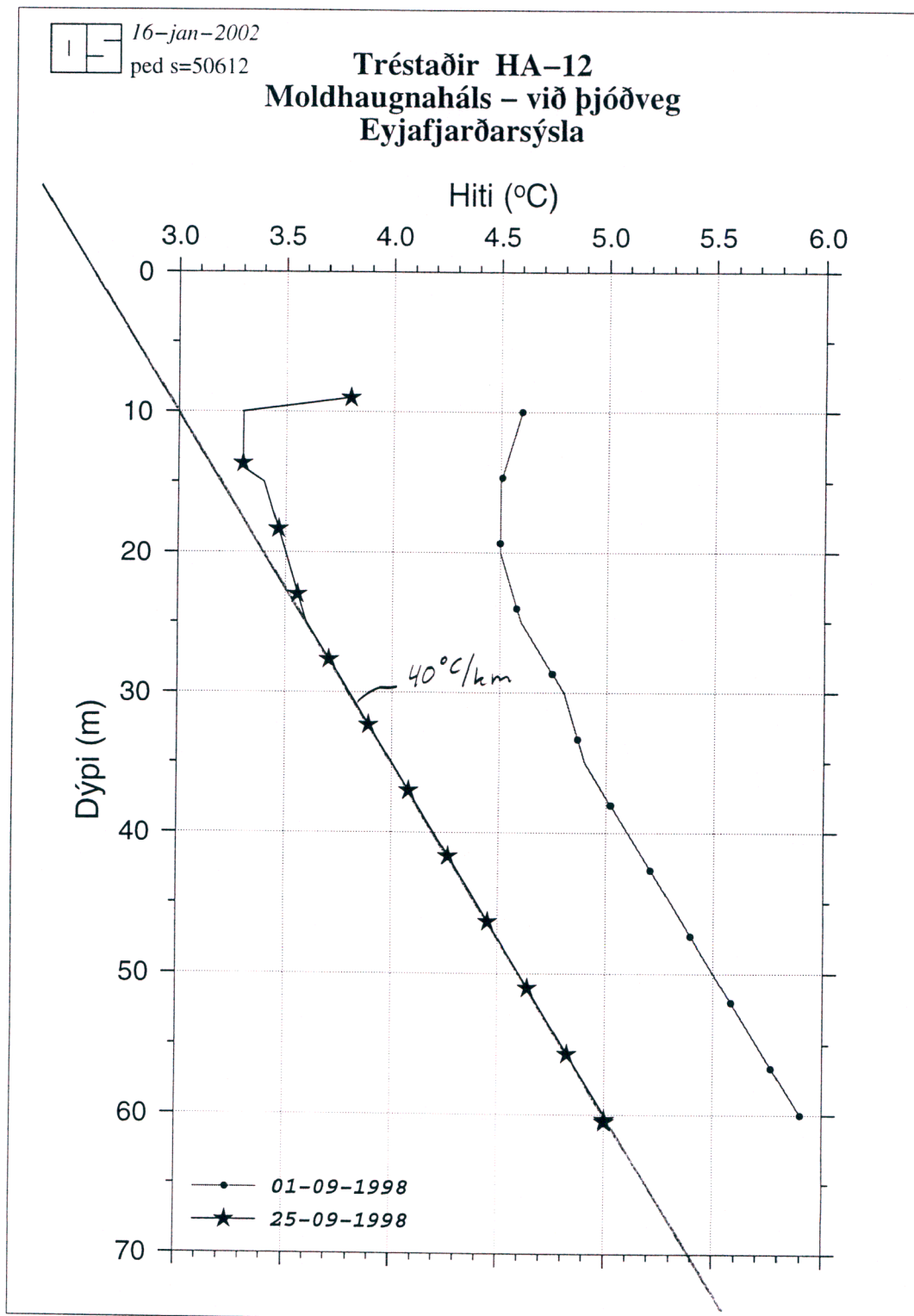
Glæsibær HA-10 Eyjafjarðarsýsla

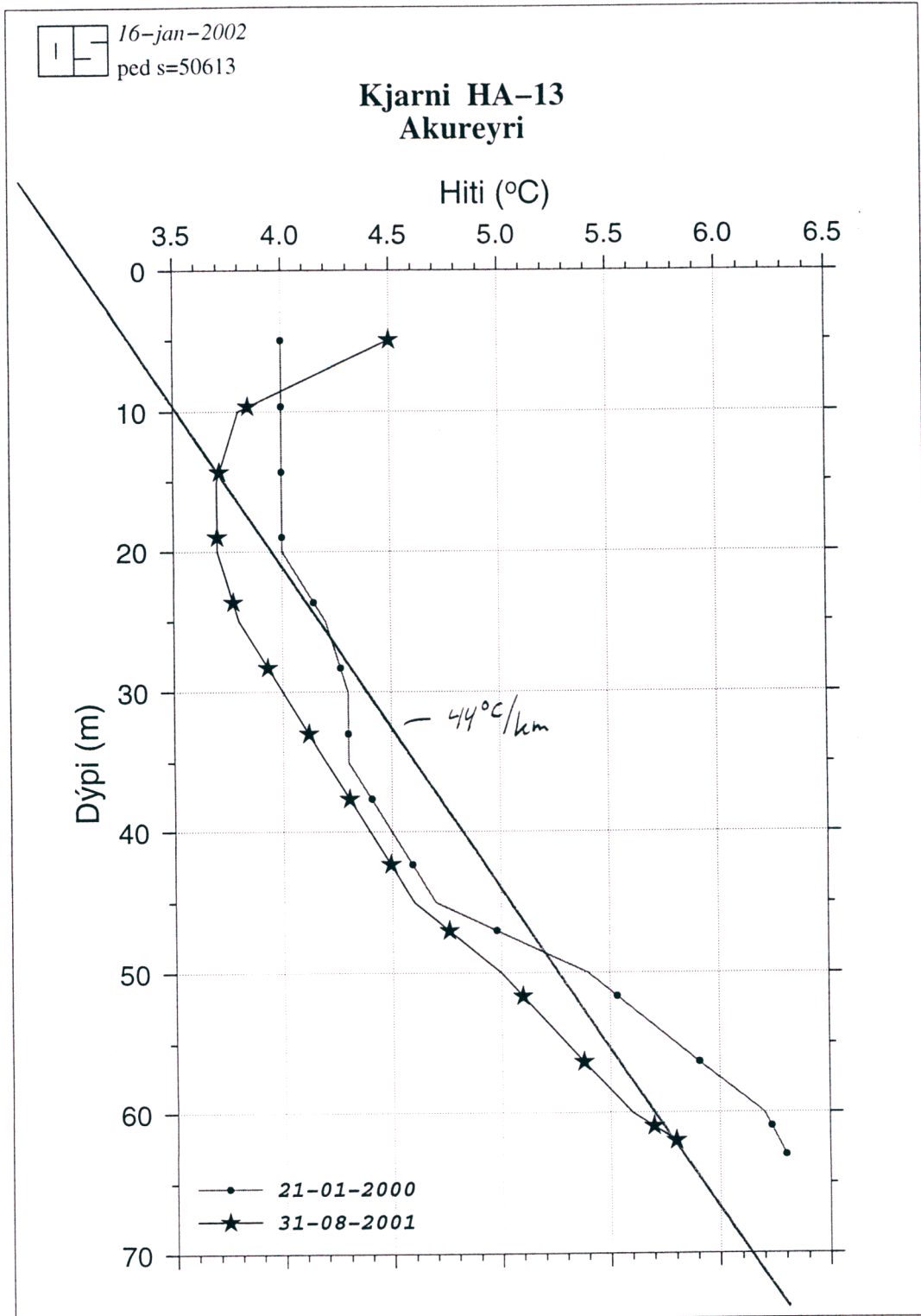


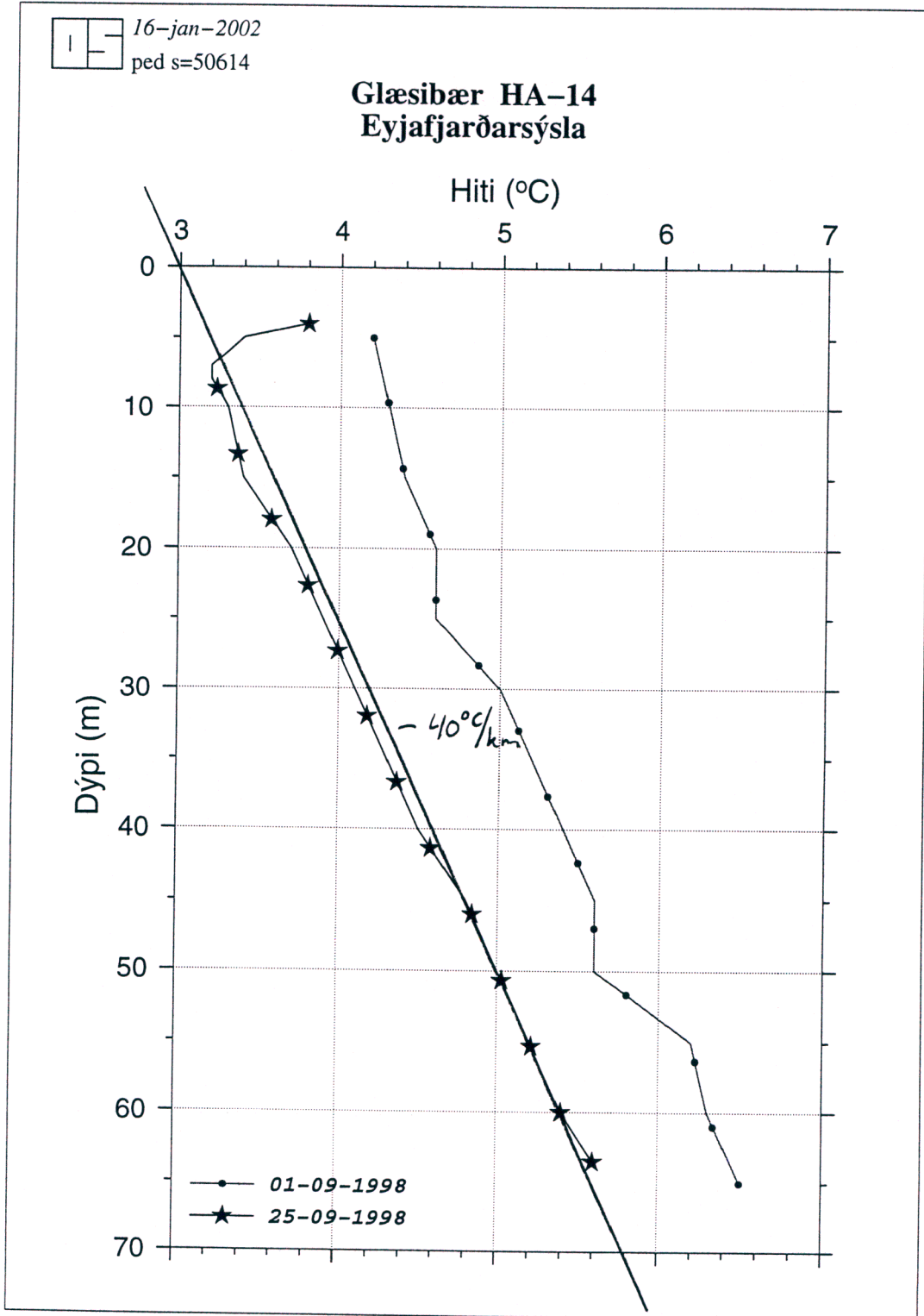
16-jan-2002
ped s=50611

Grjótgarður HA-11 Eyjafjarðarsýsla







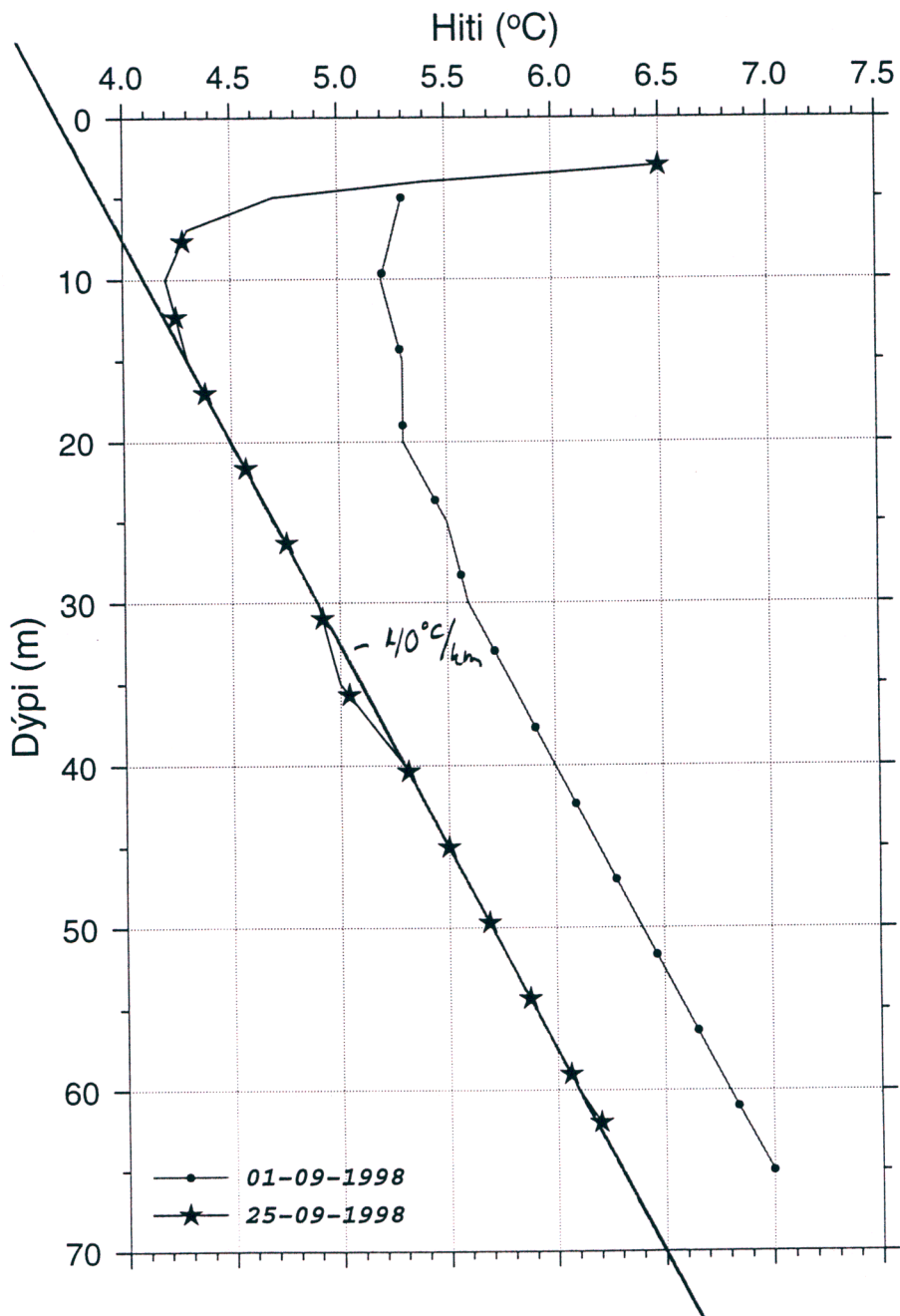


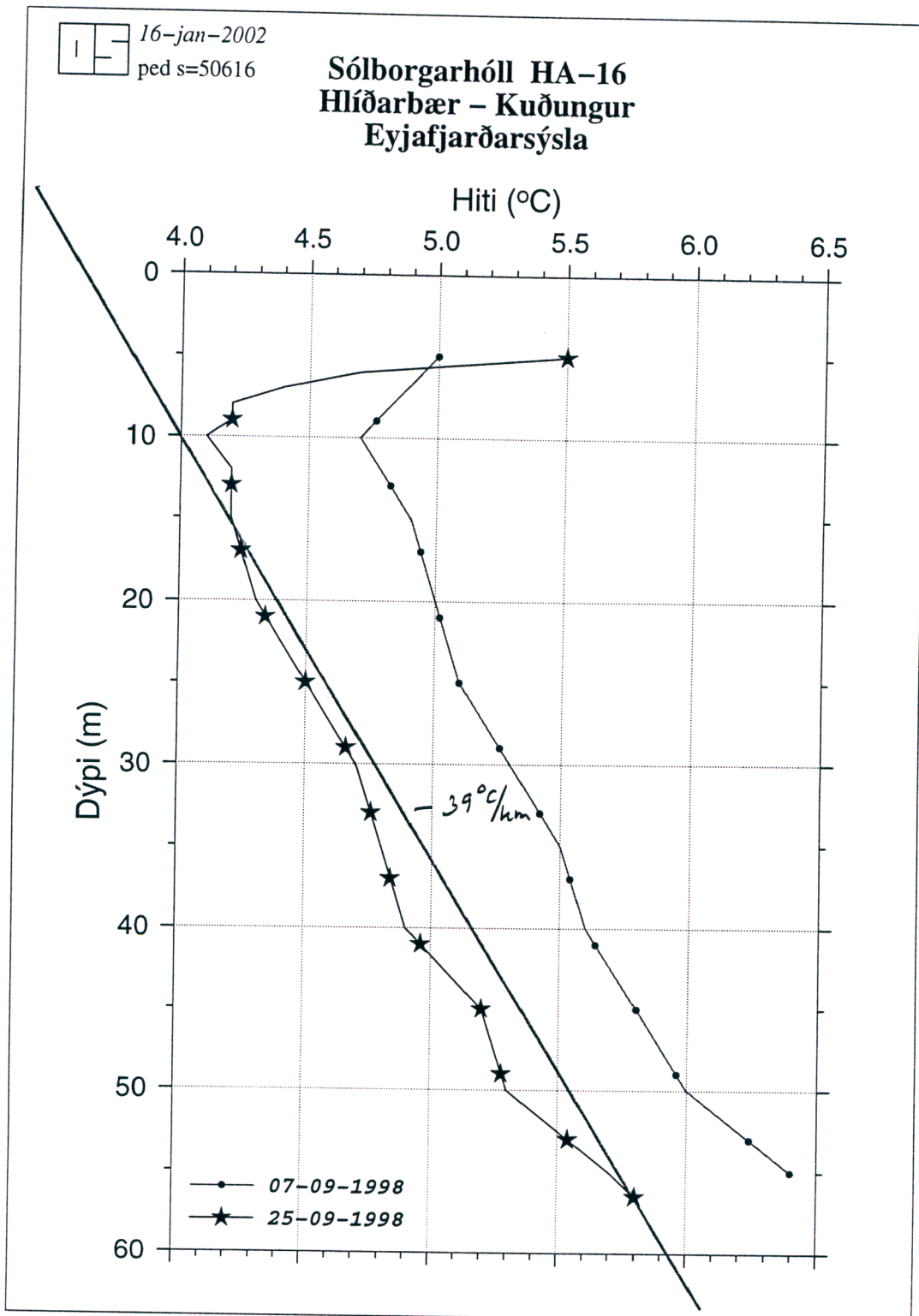


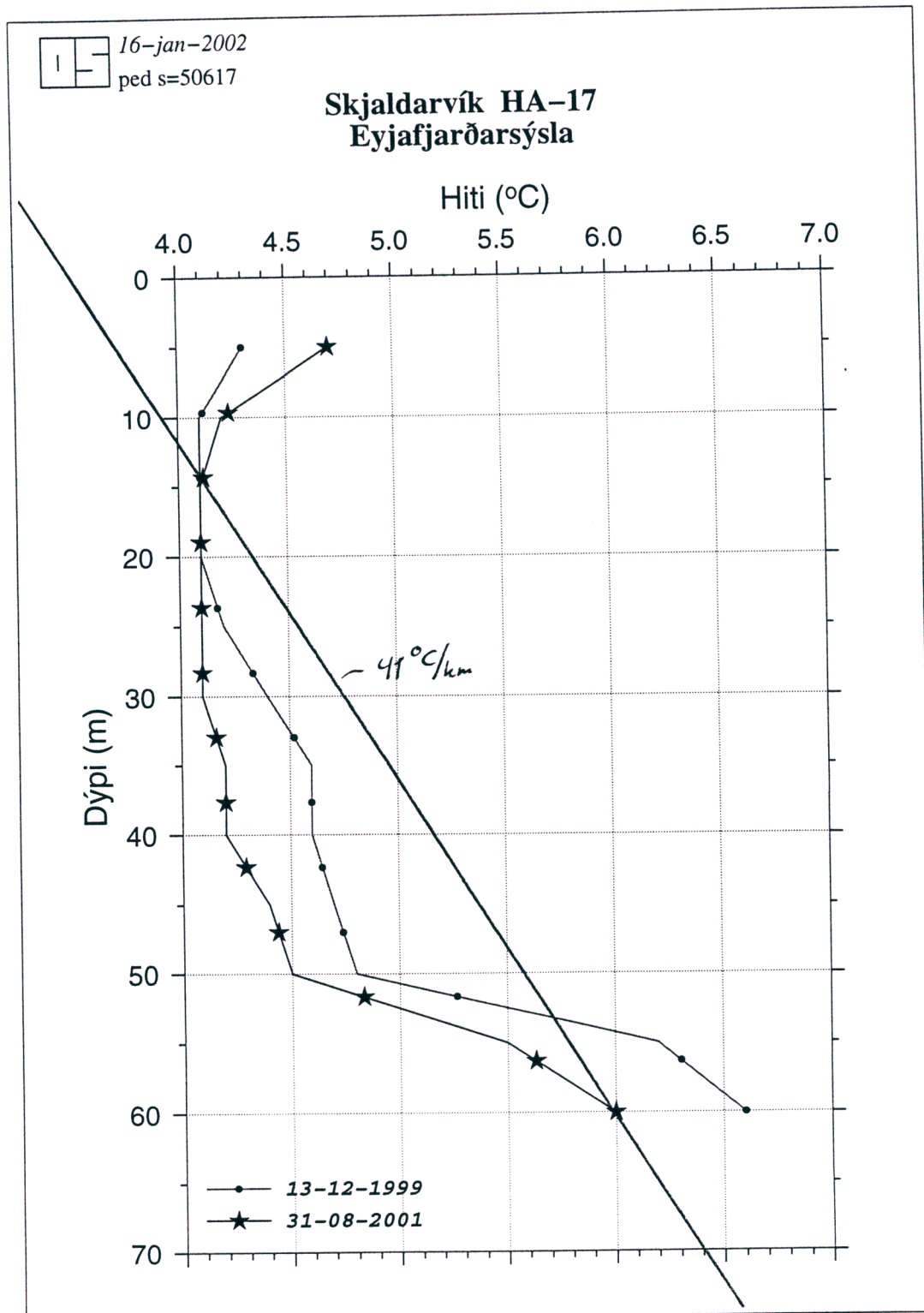
16-jan-2002

ped s=50615

Skjaldarvík HA-15 Neðan útvarpsstöðvar Eyjafjarðarsýsla



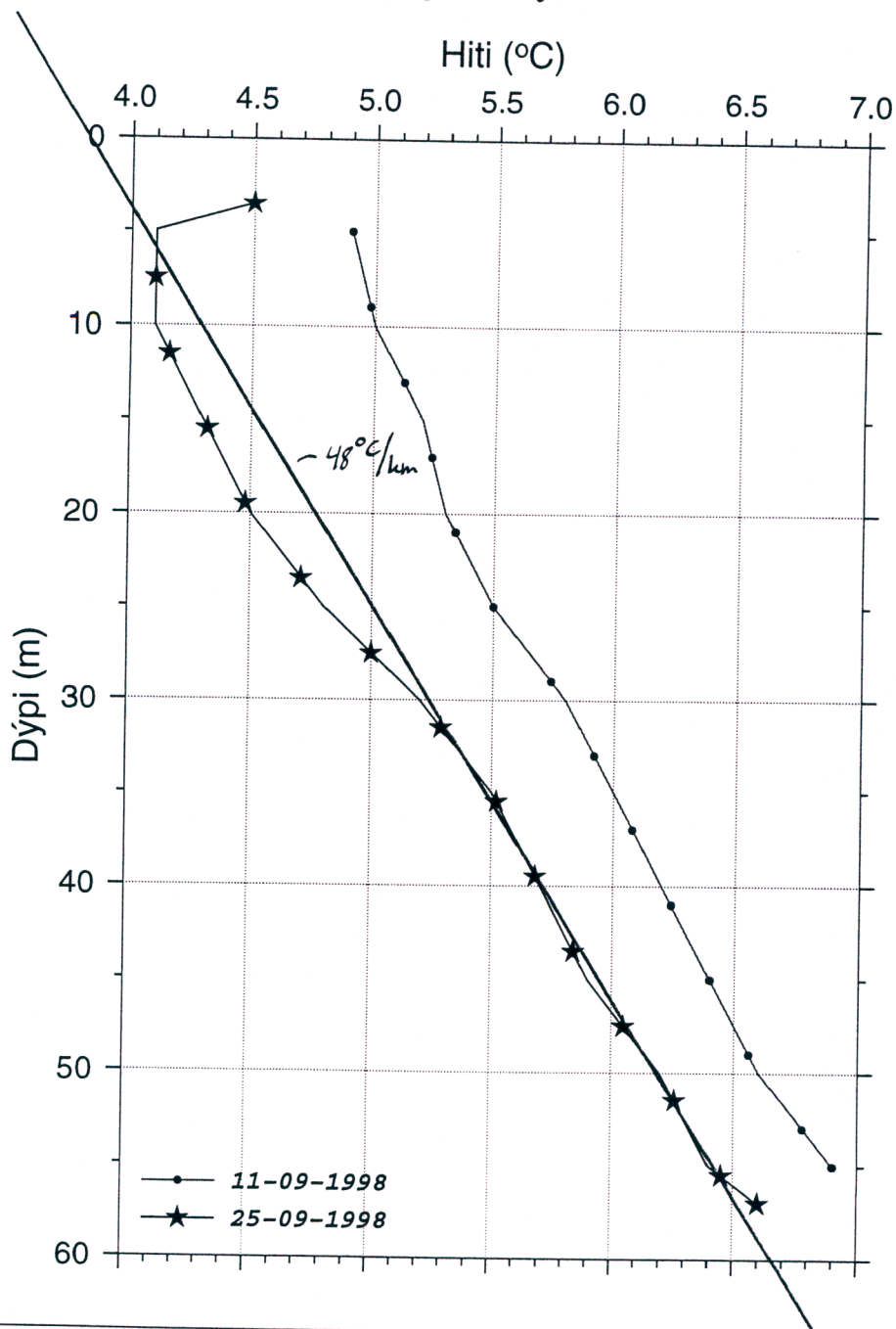






16-jan-2002
ped s=50618

Dvergastein HA-18 Kræklingahlíð Eyjafjarðarsýsla

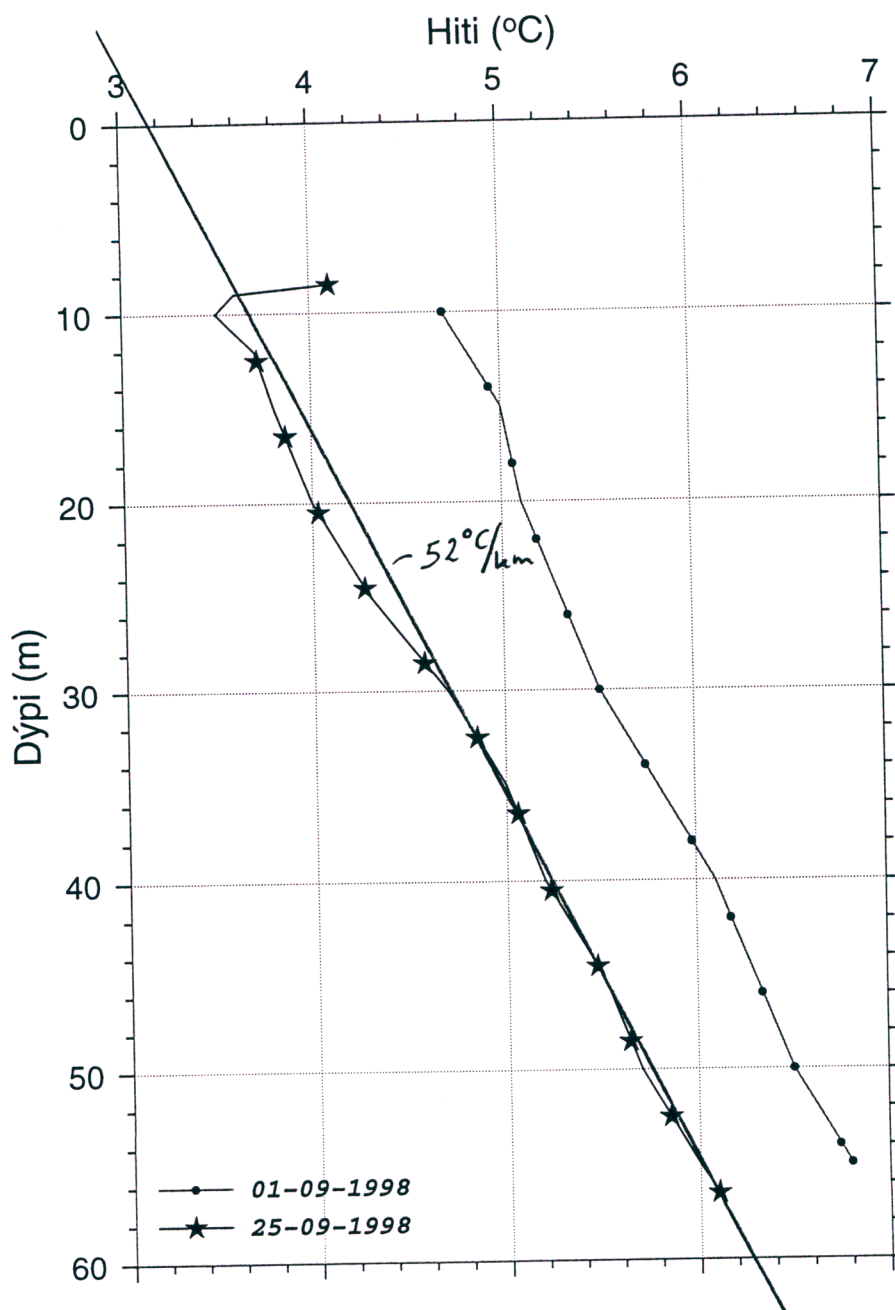




16-jan-2002

ped s=50619

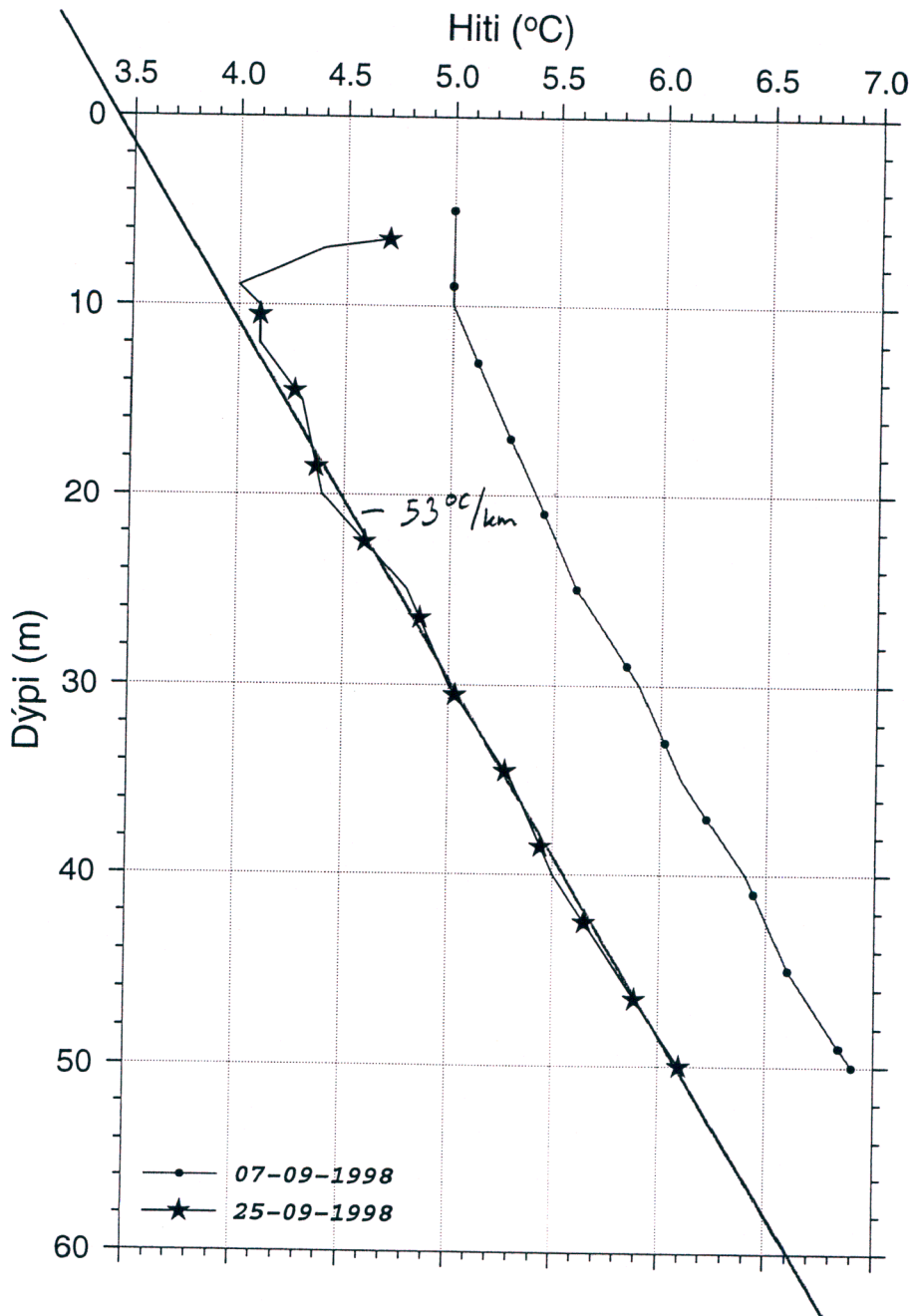
Blómsturvellir HA-19 Sunnan Þingshóls Eyjafjarðarsýsla





16-jan-2002
ped s=50620

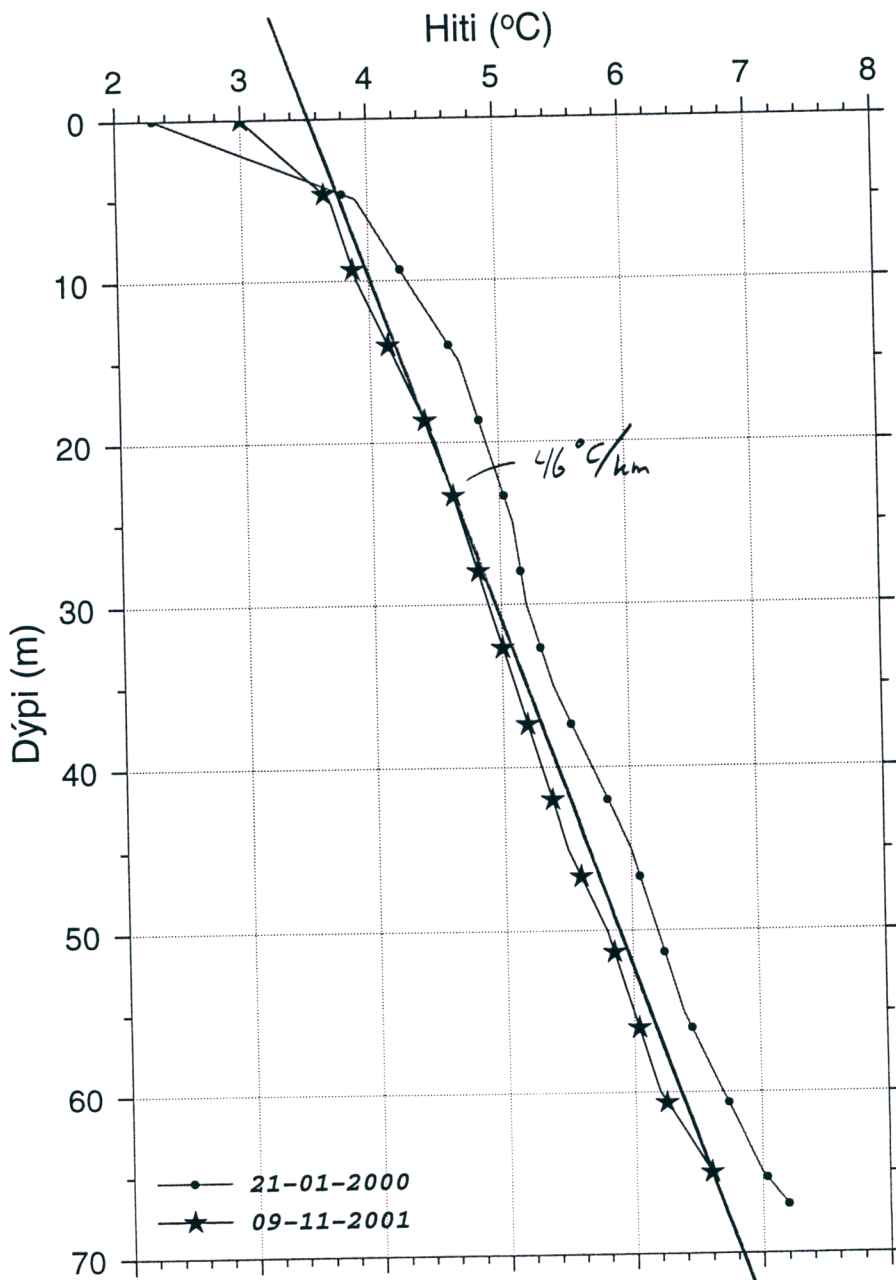
Brávellir HA-20 Brávellir Eyjafjarðarsýsla





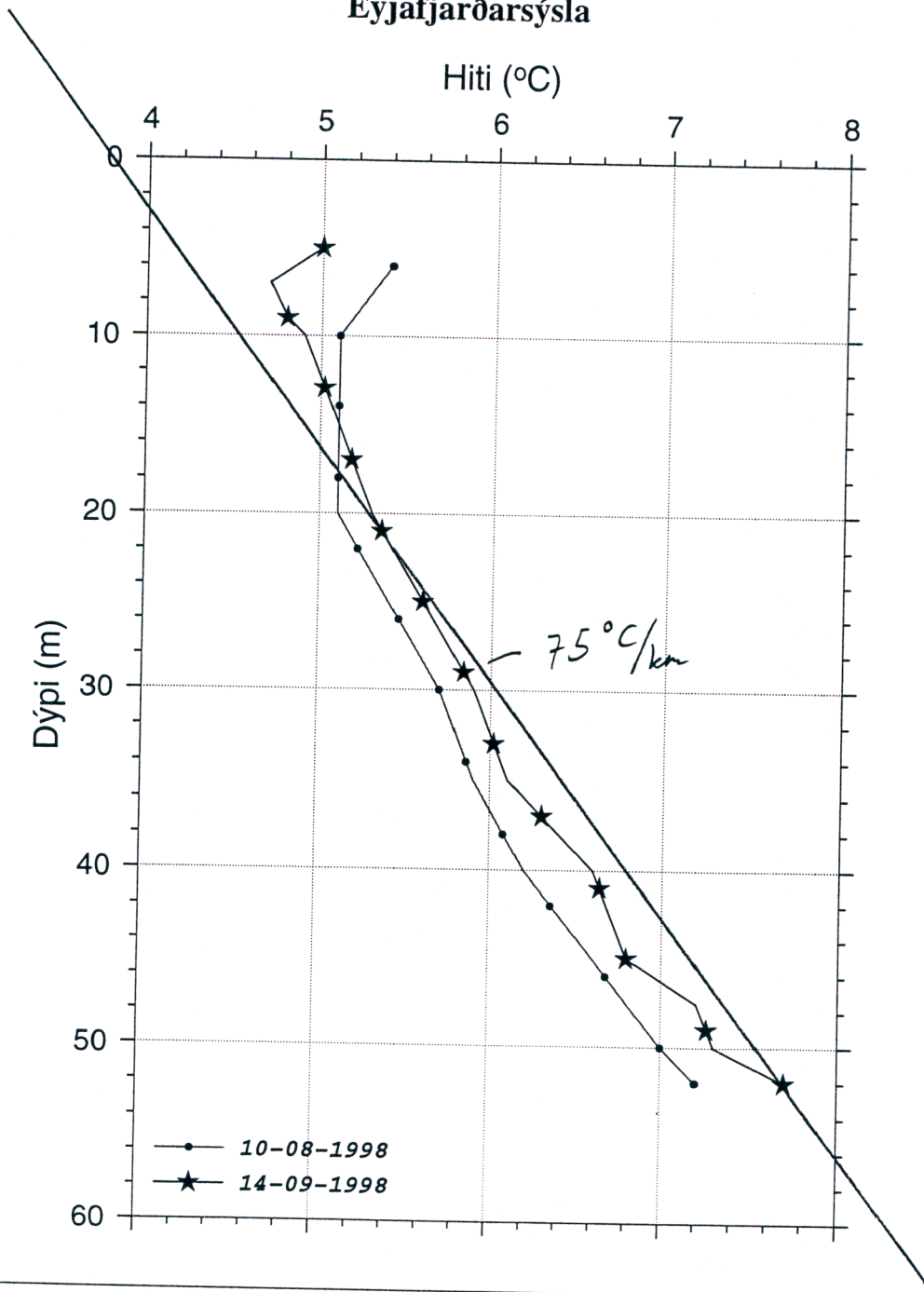
16-jan-2002
ped s=50622

Krossanes HA-22 Akureyri



16-jan-2002
ped s=50624

Hvammur HA-24 Eyjafjarðarsýsla

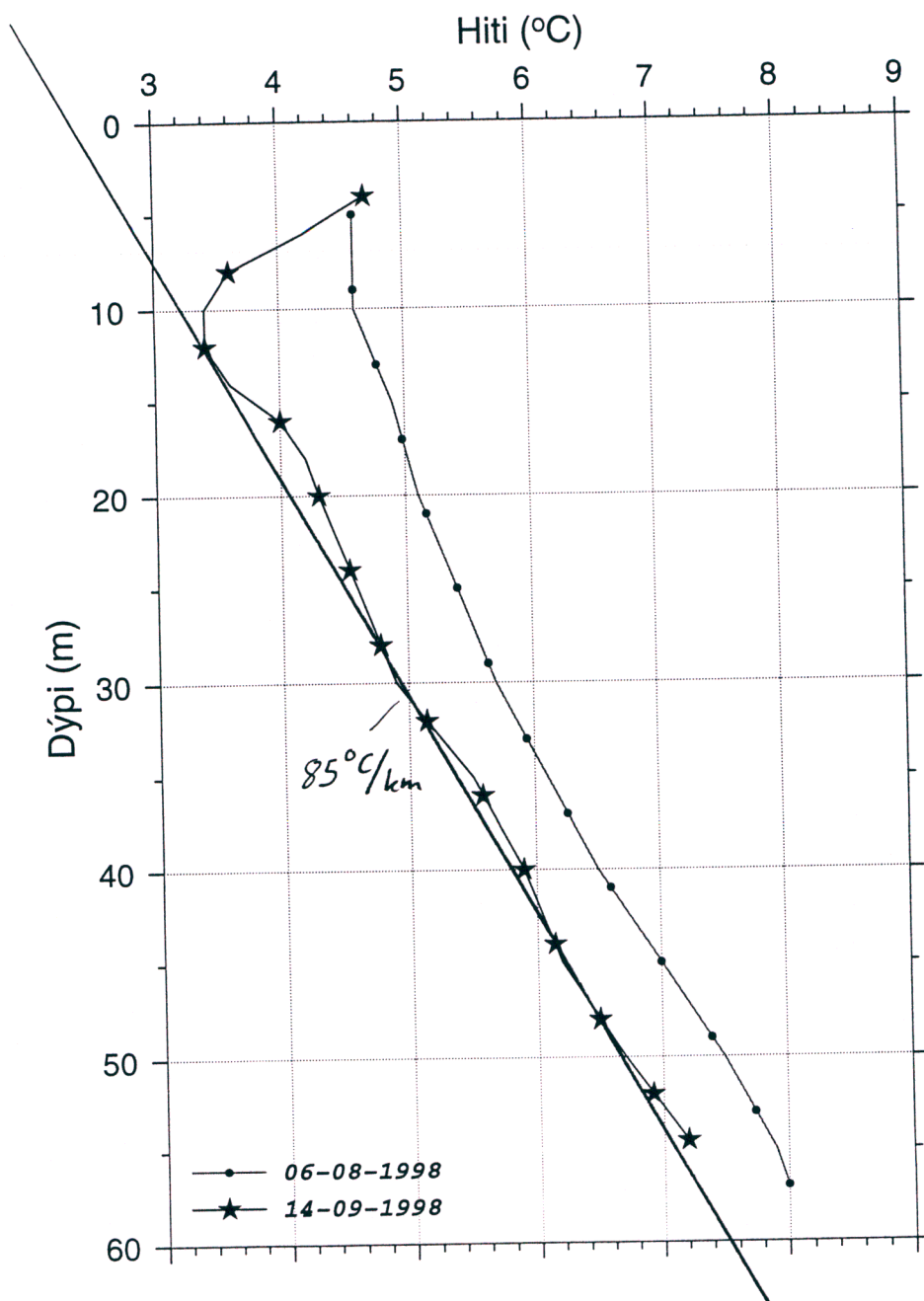




16-jan-2002

ped s=50625

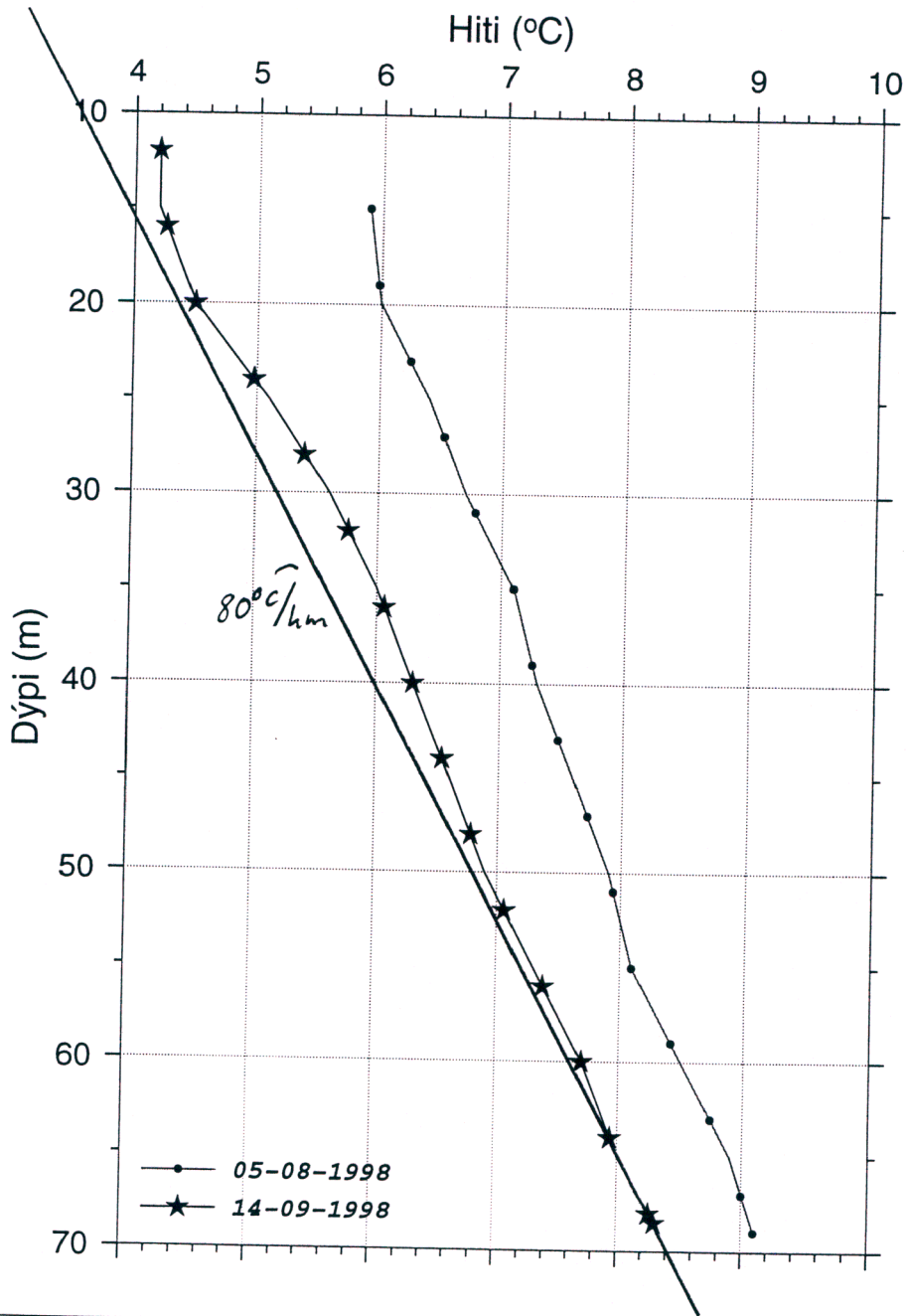
Hamrar HA-25 Akureyri





16-jan-2002
ped s=50626

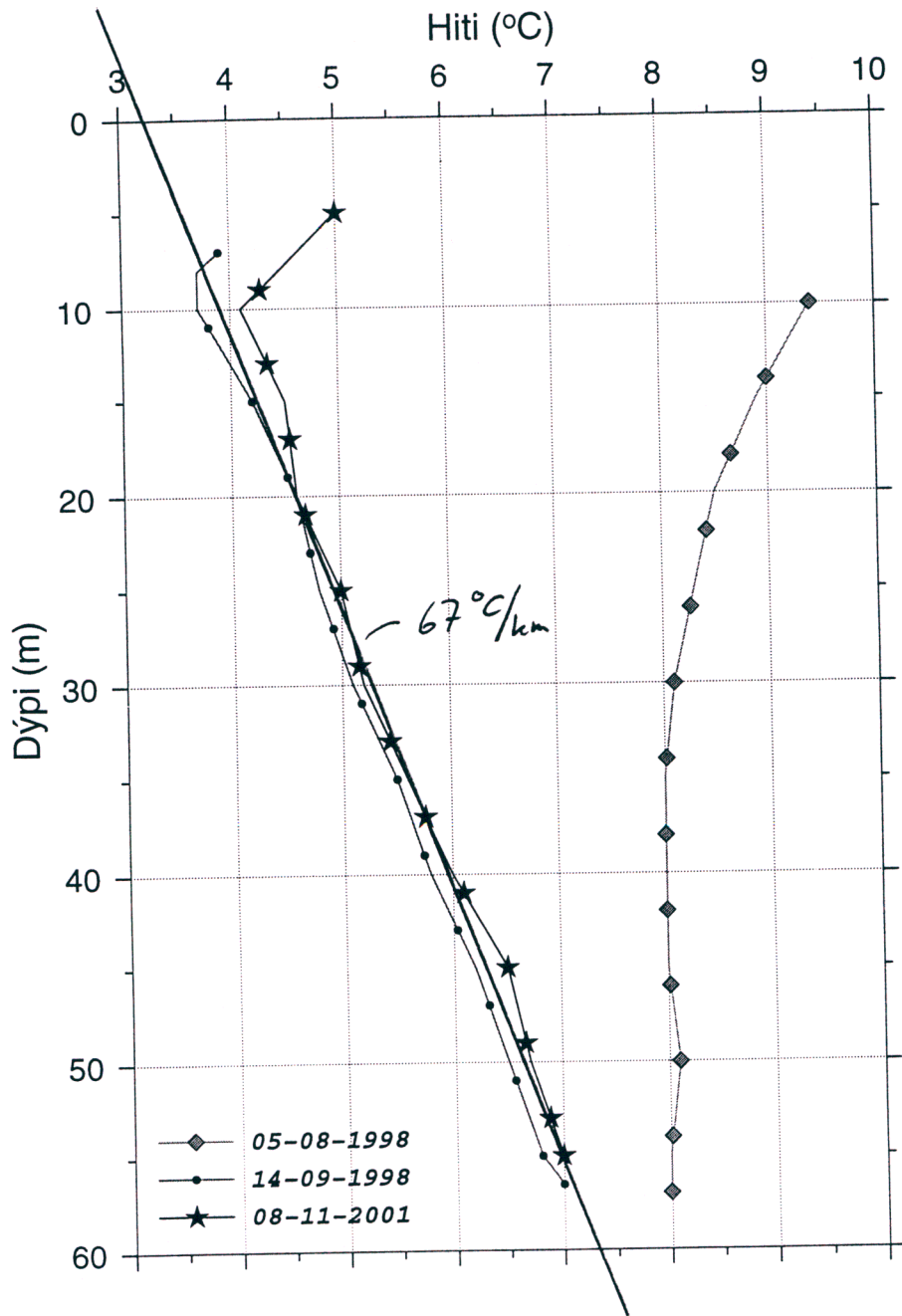
Hamrar HA-26 Akureyri





16-jan-2002
ped s=50627

Hamrar HA-27 Akureyri

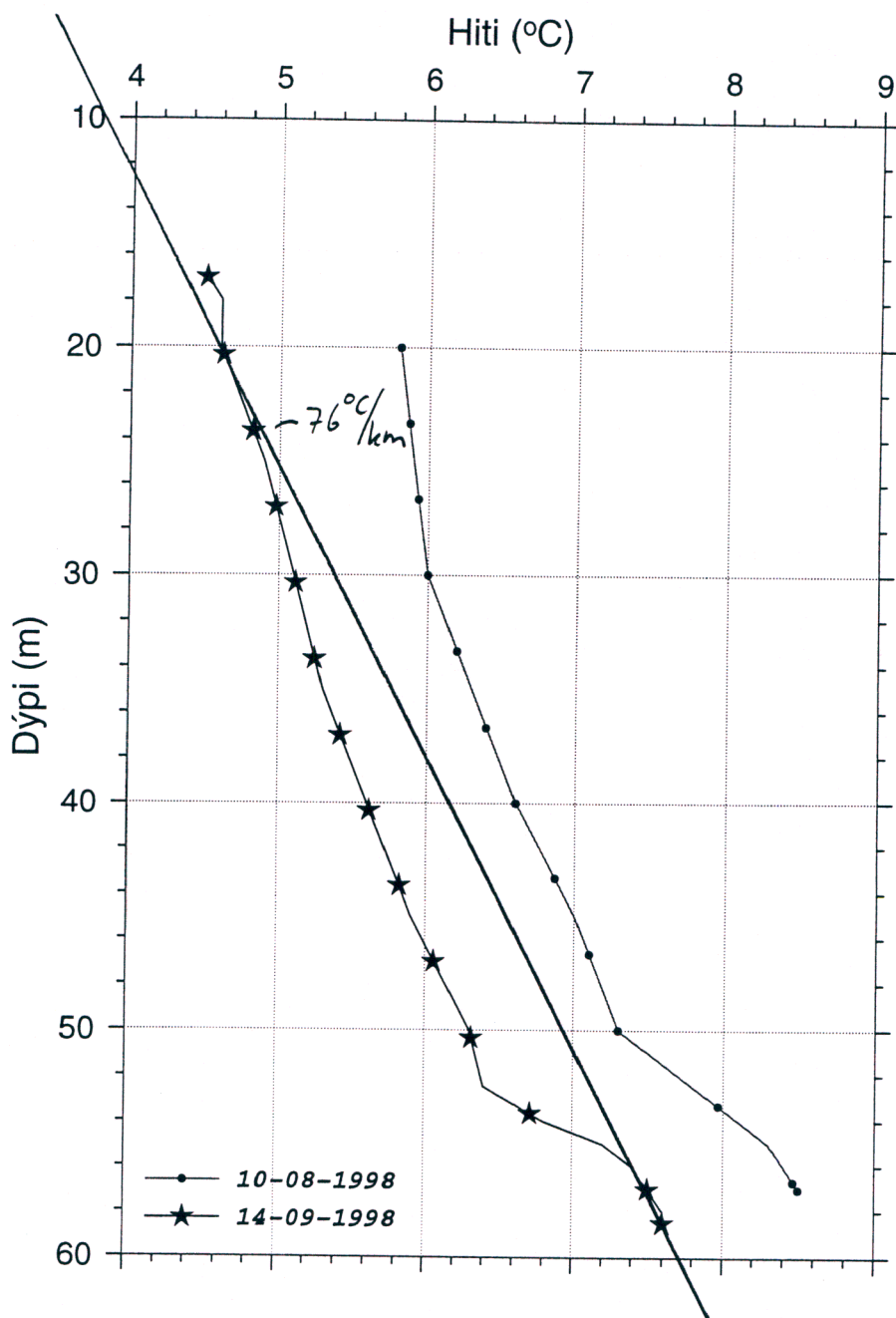


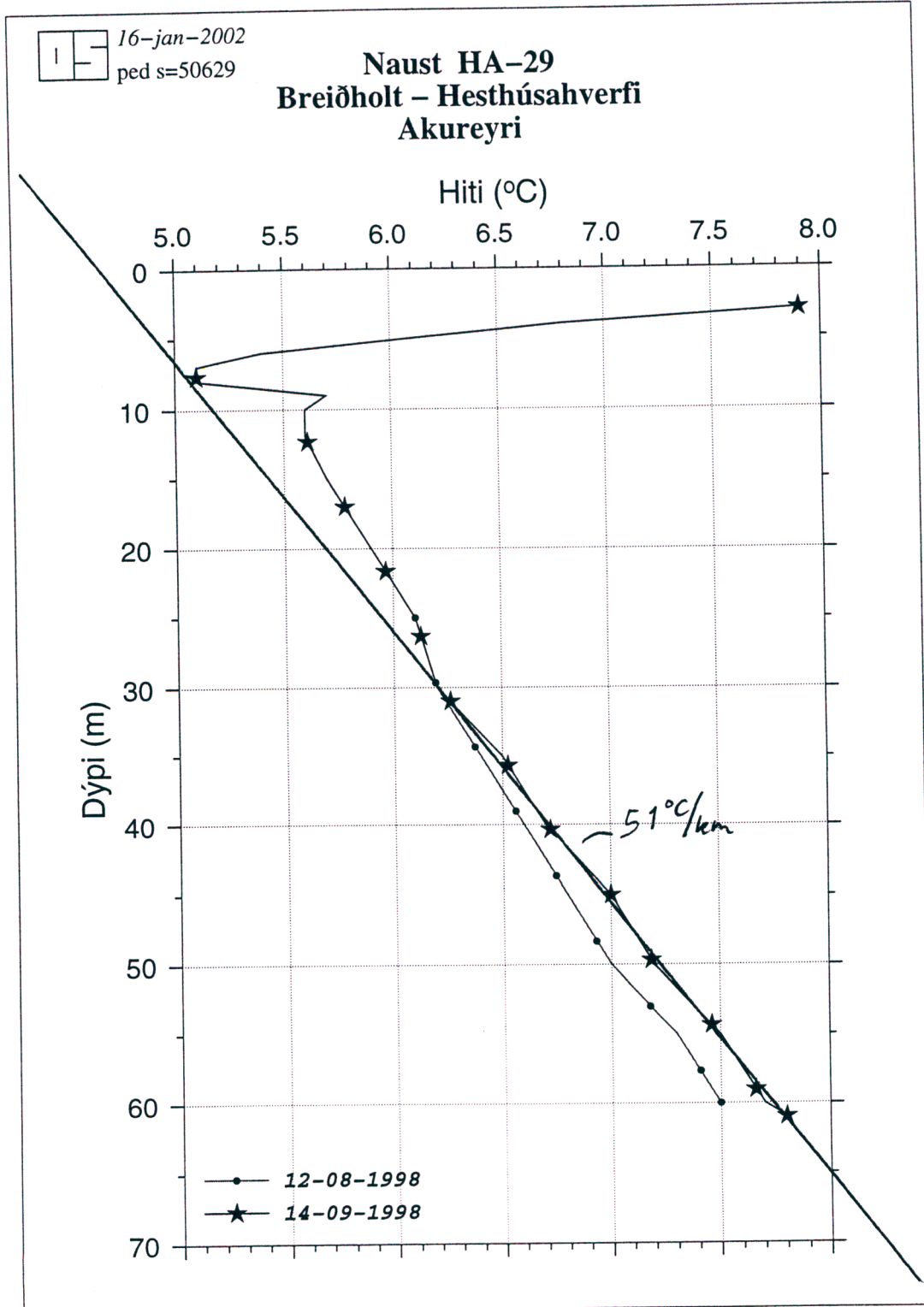


16-jan-2002

ped s=50628

Naust HA-28 Sunnan Breiðholts og Breiðumýrar Akureyri







16-jan-2002
ped s=50630

Rangárvellir HA-30 Rangárvellir Akureyri

