



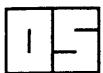
ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

**HITAVEITA SIGLUFJARDAR
RANNSOKNARBORANIR
Í SKARÐDAL 1990**

Helgi Torfason
Ólafur G. Flóvenz
Jens Tómasson

OS-91035/JHD-19 B

September 1991



ORKUSTOFNUN
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Verknr. 611501

HITAVEITA SIGLUFJARÐAR RANNSÓKNARBORANIR Í SKARÐDAL 1990

Helgi Þorðarson
Ólafur G. Flóvenz
Jens Tómasson

OS-91035/JHD-19 B September 1991

ÁGRIP

Hitastigulsboranir, sem gerðar voru haustið 1988, bentu til þess að nýtanlegur jarðhití gæti verið í Skarðdal í Siglufirði. Til að kanna þetta svæði betur voru gerðar viðnámssniðs- og segulmælingar ásamt nákvæmari jarðfræðiathugunum í Skarðdal, í júlí 1989. Segulmælingar eru notaðar til að kortleggja bergganga og misgengi en viðnámsmælingar eru næmar fyrir hita í jörðu og sýna lágt viðnám þar sem jarðhití er undir. Niðurstöður þessara mælinga gáfu ekki til kynna lágviðnámsvæði í námunda við hitastigulsholur frá 1988, heldur í vesturhluta dalsins, nokkru vestar en hitastigulsholurnar eru. Ekki var unnt að staðsetja legu jarðhitans með nákvæmni, þar sem mælilínur náðu ekki nógu langt vestur, en snjór hamladí því að þær næðu lengra sumarið 1989. Árið 1990 voru gerðar TEM-mælingar (sem eru ein gerð viðnámsmælinga) í Skarð- og Hraunadal og bentu þær til þess að lágt viðnám væri vestar (ofar) en það svæði sem hitastigulsholur voru boraðar á. Í framhaldi af þessum rannsóknum voru boraðar 5 hitastigulsholur haustið 1990 til að kanna hita í þessum hluta dalsins betur. Fyrst var kannað með holu S-12 hvort hitastigull væri hár ofar í dalnum, þ.e. nær því svæði sem lágt viðnám virtist vera. Reyndist svo vera, en þó var hitastigull þar heldur lægri en neðar í dalnum. Voru því holur 13-16 boraðar neðar, nær þeim stað sem hitastigull mældist hæstur 1989. Dýpsta holan var 359 m. Hún náði þar í 70°C hita á tæplega 350 m dýpi en neðst í holunni fer hiti að lækka á ný. Það bendir til þess að uppstreymi jarðhitans sé nokkuð til hliðar við borholuna. Stefna jafnhitalína bendir til þess að uppstreymi jarðhitans tengist sprungu með norðvestursuðaustur stefnu. Því er líklegt að uppstreymis jarðhitans sé að leita til norðvesturs eða suðausturs frá holum S-10 og S-16. Niðurstaða rannsóknarborana 1990 er að í Skarðdal er jarðhitakerfi þar sem hiti er a.m.k. 70°C á 300 m dýpi. Ekki tókst að hitta í uppstreymisrás jarðhitans í þessum borunum.

Fleiri rannsóknarholur þarf að bora þarna til að finna uppstreymissvæði jarðhitans. Þótt ljóst sé orðið að þarna sé jarðhitasvæði með háum hita er óvist að það sé nýtanlegt vegna fjalllendis. Holur sem boraðar verða þurfa að ná 100-200 m niðurfyrir sjávarmál, eða 400-500 m niðurfyrir yfirborð í Skarðdal og jafnvel dýpra.

EFNISYFIRLIT

ÁGRIP	2
1. INNGANGUR	4
2. RANNSÓKNARBORANIR 1990	4
3. JARÐFRÆÐI	5
4. NIÐURSTÖÐUR HEIMILDIR	6
	7
MYNDASKRÁ	
1. Staðsetning borhola í Skarðdal	5
2. Hitaferlar úr borholum í Skarðdal	8
3. Hitaferlar úr borholum í Skarðdal	9
4. Kort af jafnhitalínum 100 m undir yfirborði í Skarðdal	10
5. Kort af jafnhitalínum 200 m undir yfirborði í Skarðdal	11
6. Kort af jafnhitalínum við sjávarmál undir Skarðdal	12
7. Snið af hita í berggrunni í Skarðdal, austur-vestur	13
8. Snið af hita í berggrunni í Skarðdal, norðaustur-suðvestur	14
9. Kort af grunnvatnshæð í Skarðdal	15
Í Viðauka	
10. Jarðlagasnið úr holum 5, 6, 7, 8, 9, 10 og 11	20
11. Jarðlagasnið úr holum 12, 13, 14 og 15	21
12. Jarðlagasnið úr holu S-16	22
TÖFLUSKRÁ	
1. Hitastigulsholur á Siglufirði, dýpt og númer	6
2. Í Viðauka: Röntgengreining á sýnum frá Skarðdal	19
VIÐAUKAR	
I. Jarðög í borholum í Skarðdal	17
II. Hitamælingar í borholum í Skarðdal	23

1. INNGANGUR

Hitastigulsholur voru boraðar í Skarðdal í Siglufirði 1988. Hár hitastigull í þeim ($190\text{-}300^{\circ}\text{C}/\text{km}$) var talinn benda til þess að heitt vatn væri í berggrunni (Helgi Torfason: Greinargerðir HeTo-88/07, HeTo-88/09; Helgi Torfason 1989).

Í framhaldi af borun hitstigulshola voru í júlí 1989 gerðar viðnámsmælingar í Skarðdal til að freista þess að afmarka jarðhita sem talinn er geta verið þar í jörðu. Viðnámsmælingar gáfu ekki afgerandi vís-bindingar um legu vatnsleiðandi sprungna þvert á Skarðdal. Því voru gerðar frekari mælingar 1990 til að skoða svæðið betur, þá með annarri aðferð, svonefnar TEM-mælingar. Þær mælingar bentu til þess að í Skarð- og Hraunadal væri lágt viðnám vestar (ofar) en það svæði sem hitastigulsholur voru boraðar á 1988 (Hjálmar Eysteinsson og Helgi Torfason 1990). Rannsóknar með þessum hefur verið gerð skil í greinargerðum, skýrslum og viðræðum.

2. RANNSÓKNARBORANIR 1990

Í framhaldi af fyrrgreindum rannsóknar voru boraðar 5 hitastigulsholur haustið 1990 til að kanna betur hita í þessum hluta dalsins. Boranir í Skarðdal hófust 13. október 1990 og lauk 30. nóvember 1990. Dýpsta holan var 359 m og náði þar í 70°C hita en hiti fór að lækka neðst í holunni, sem bendir til þess að borað hafi verið til hliðar við uppstreymi jarðhitans.

Fyrst var kannað með holu S-12 hvort hitastigull væri hár ofar í dalnum, þ.e. nær því svæði sem lágt viðnám virtist vera. Svo reyndist ekki vera en þó var hitastigull heldur lægri en neðar í dalnum við holur 7 og 10. Því voru holur 13-16 boraðar neðar, nær þeim stað sem hitastigull mældist hæstur 1989 (mynd 1). Fylgst var grannt með hita í borholum eftir því sem borunum fleytti fram, til að forðast að boraða dýpra en nauðsyn krafði. Hiti var mældur á hverjum

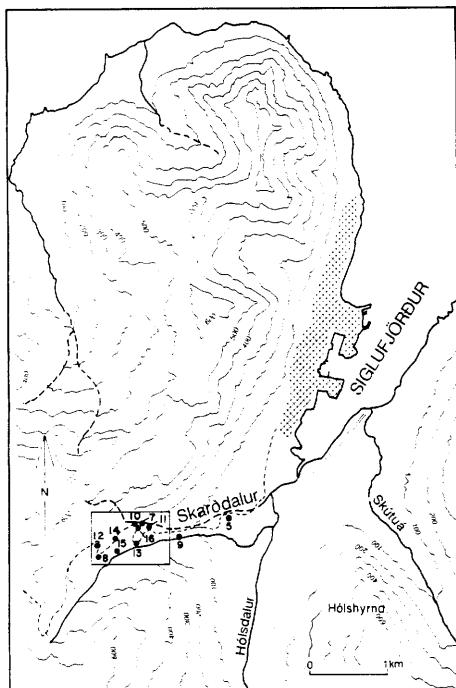
morgni meðan á borunum stóð. Á myndum 2 og 3 eru nýjustu hitamælingar úr holunum sýndar og í Viðauka II eru allar hitamælingarnar í hverri holu teiknaðar upp. Niðurstaða rannsóknarborana 1990 var sú að hiti í berggrunni er 70°C á 300 m dýpi. Ekki tókst að hitta í uppstreymisrás jarðhitans í þessum borunum. Á myndum 4 og 5 eru dregnar jafnhitalínur fyrir hita á 100 og 200 m dýpi undir yfirborði í Skarðdal. Þá sést að hiti er hæstur við Holur S-10 og S-16. Á mynd 6 er svo sýndur hiti við sjávarmál undir Skarðdal. Hún sýnir einnig hæstan hita við holur S-10 og S-16, en hitinn fellur mun hraðar til austurs en vesturs. Þessi mynd gefur eðlilegri mynd af útbreiðslu jarðhitans heldur en myndir 4 og 5, sem endurspeglar að hluta til áhrif landslags. Samkvæmt mynd 6 er stefna jarðhitalínanna u.þ.b. NV-SA, sem bentir til þess að uppstreymi jarðhitans sé sprunga með þessa stefnu.

Sú staðreynd að hiti lækkar með dýpi neðst í holu 16 sýnir að sú hola er nokkuð til hliðar við meginuppstreymi jarðhitans. Ekki er ljóst hversu langt er að þessu meginuppstreymi, en það gæti vel verið í 100-300 m fjarlægð. Líklegast er að þess sé að leita til norðvesturs eða suðausturs frá holum S-10 og S-16. Ennfremur má leiða að því líkur að hitinn í vatnskerfinu á Skarðdal sé talsvert yfir 70°C úr því það mælast 70°C í nokkurri fjarlægð frá meginupptreymingu. Fyrri boranir benda til þess að uppstreymi sé ekki neðar (austar) í Skarðdal, en hola S-5 sem var boruð í um 60 m hæð neðst í dalnum hefur ekki háan hitastigul ($82^{\circ}\text{C}/\text{km}$, tafla 1). Í ljósi niðurstaðna viðnámsmælinga er hinsvegar ljóst að jarðhiti er vestar í dalnum. Það gæti hins vegar reynst torvelt að nýta jarðhita þar vegna hækkandi lands til vesturs.

Á myndum 7 og 8 eru sýnd tvö snið af hita gegnum borsvæðið í Skarðdal. Þar sést glögglega heldur hærri hiti við holur S-10 og S-16, auk þess sem tiltölulega snögg hitalækkun er til austurs en lítil til vesturs. Út frá þessari mynd gæti vel komið til greina að heita vatnið seytlaði eftir millilögum í jarðlagastaflanum frá uppstreymi vestar í dalnum en stöðvaðist við misgengi eða gang

nærri holum S-10 og S-16 og leitaði þar eitt-hvað upp. Því má draga þá ályktun að uppresteymi jarðhitans geti verið til allra átta frá holum S-10 og S-16 nema austurs, þótt mestar líkur séu á að þess sé að leita til norðvesturs eða suðausturs.

Á mynd 9 er sýnd grunnvatnshæð í Skarðdal samkvæmt mælingum á vatnsborði í holunum. Vatnsborð og hæð hola eru einnig sýnd í töflu 1. Í aðalatriðum sést að grunnvatnsæð fylgir landhæð með þeim undantekningum að vatnsborð stendur mun lægra í holum S-13 og S-15 og nokkru lægra í holu S-14. Það bendir til að grunnvatnið í bergenu kringum þessar holur fái framarás í lindum neðar í fjallinu.



Mynd 1. Staðsetning borhola í Skarðdal

3. JARÐFRÆÐI

Megnið af bergi því sem er umhverfis Siglufjörð, í Héðinsfirði og Fljótum er gert úr tertíerum basalthraunlögum með fremur þunnum setlögum á milli. Hraunlögin eru yfirleitt 4-8 m þykk, og að auki með 1-2 m gjallkarga að ofan, en þynnra og stundum engu gjalli undir. Milli hraunlaganna eru oft rauðleit setlög, yfirleitt fínkorna og

stundum með förum eftir gróður. Setlögin eru frá 1-2 cm upp í 0.5-1 m á þykkt og yfirleitt orðin vel hörd.

Halli jarðlaga við Siglufjörð er til suð-vesturs ($140/6-10^{\circ}$ SV), um 10° við sjávarmál en minnkar er ofar dregur í fjöllin og er orðinn $2-4^{\circ}$ í efstu fjallatoppum. Í Skarðdal er halli jarðlaga um $8-10^{\circ}$ til SSV í dalbotni og minnkar er ofar dregur í hlíðar fjallanna í kring, og er um $2-3^{\circ}$ í Illviðrahnúk og í Siglufjárðarskarði.

Í farvegi Leyningsár hafa fundist 9 gangar, samtals 20.5 m á þykkt og stefna þeir NNA og hallar öllum til austurs um $75-85^{\circ}$. Gangar eru um 2% af bergenu í Leyningsá, sem er nokkru minna en í Strákagöngunum 15% (Þorleifur Einarsson 1984). Gangar stefna yfirleitt dálítið austar en brotin. Þeir eru líklegir til að hafa áhrif á streymi jarðhitavatns í berggrunni.

Misgengi og brot eru nokkuð mörg og er stefna þeirra NNA með lithum frávikum. Við Skútuá virðast brotin vera yngri en gangarnir (Helgi Torfason 1989). Þetta þýðir ekki að tengsl séu engin milli ganga og rennslis heita vatnsins, heldur er bent á að fleiri þættir ráða rennslinu en gangar eingöngu. Misgengi stefna yfirleitt $10-20^{\circ}$ réttvisandi og er halli þeirra um 75° til austurs. Gildir þessi stefna einnig um smásprungur í bergenu. Meginstefna misgenga og ganga er dálítið mismunandi, en ef miðað er við að brot og misgengi hafi stefnuna $10/75^{\circ}$ A og gangar $20/80^{\circ}$ A er skurðlína þeirra nálægt $150/8-9$ A. Norð-vestlæg misgengi og brot eru fremur fátið en eru þó til staðar. Ekki er vitað að hve miklu leyti þau brot hafa áhrif á grunnvatnsstreymi í berggrunni í Skarðdal, en einhver áhrif geta þau væntanlega haft.

Jarðög í Skarðdal eru mjög einsleit og því erfitt að tengja saman jarðög í borholum. Í viðauka 1 er jarðögum í borholum lýst með sniðum.

TAFLA 1: Hitastigulsholur í Siglufirði.

Hola Staður	Bordýpi	Hæð yfir sjó m	Vatnsborð 11/6 '91 m undir holutopp	Hitastigull 1988 °C/km	Hitastigull 1989 °C/km	Hitastigull 1990 °C/km	Athugasemdir
Borað 1988							
S-1	Norðan bæjar	58	~20	34	30		sambærilegt
S-2	Fjarðarbotn	60	~50	102	98		sambærilegt
S-3	Skútudalur	61	~50	110	100		sambærilegt
S-4	Ráeyri	63	~15	62	64		sambærilegt
S-5	Skarðdalur	62	~60	4.5	80	82	sambærilegt
S-6	Skútudalur	63	~50		86	80	sambærilegt
S-7	Skarðdalur	61	172.5	6.7	240	216	aðeins lægra
S-8	Skarðdalur	63	217.0	9.7	170	190	aðeins hærra
S-9	Skarðdalur	54	~130	0	138	102	aðeins lægra
S-10	Skarðdalur	59	181.2	15.4	226	250	öll holan, (hærra)
						332	neðri hluti 48-60 m
S-11	Skarðdalur	57	150.6	1.2	220	300	öll holan, (hærra)
						222	efri hluti 10-44 m
						300	neðri hluti 46-56 m
Borað 1990							
S-12	Skarðdalur	200	237.5	18.6		172	fyrri mæl. 170°C
S-13	Skarðdalur	200	171.8	74.5		230	fyrri mæl. 240°C
S-14	Skarðdalur	124	196.8	28.4		166	
S-15	Skarðdalur	107	196.2	69.0		190	
S-16	Skarðdalur	359	~175	23.3		290	

4. NIÐURSTÖÐUR

Í Skarðdal hefur fundist jarðhitakerfi með yfir 70°C hita. Uppstreymi jarðhitans hefur ekki fundist ennþá. Þó má telja fullvist að það tengist nær lóðréttum sprungum. Hitamælingar gefa til kynna að sprunga með NV-SA stefnu liggi um Skarðdal skammt frá holum S-10 og S-16 og eitthvert vatnsrennsli tengist henni. Ljóst er þó af hitamælingum í S-16 að uppstreymi heita vatnsins er í nokkurri fjarlægð frá holunni. Eðlilegt er að fylgja þessum niðurstöðum eftir með borun a.m.k. 2 hola. Önnur yrði staðsett við veginn 30-50 m neðan holu S-13, hin í hlíðinni NV við holu S-10. Þær yrðu allt að 400-500 m djúpar, en grynnri ef hitamælingar sem gerðar væru í borun sýndu lágan hitastigul. Reynist árangur borana neikvæður má telja öruggt að uppstreymi jarðhitans í Skarðdal sé inni undir fjöllunum upp af Skarðdal, líklega til vesturs eða norð-

vesturs. Þá þyrfti að endurskoða grundvöll frekari jarðhitaleitar í Skarðdal.

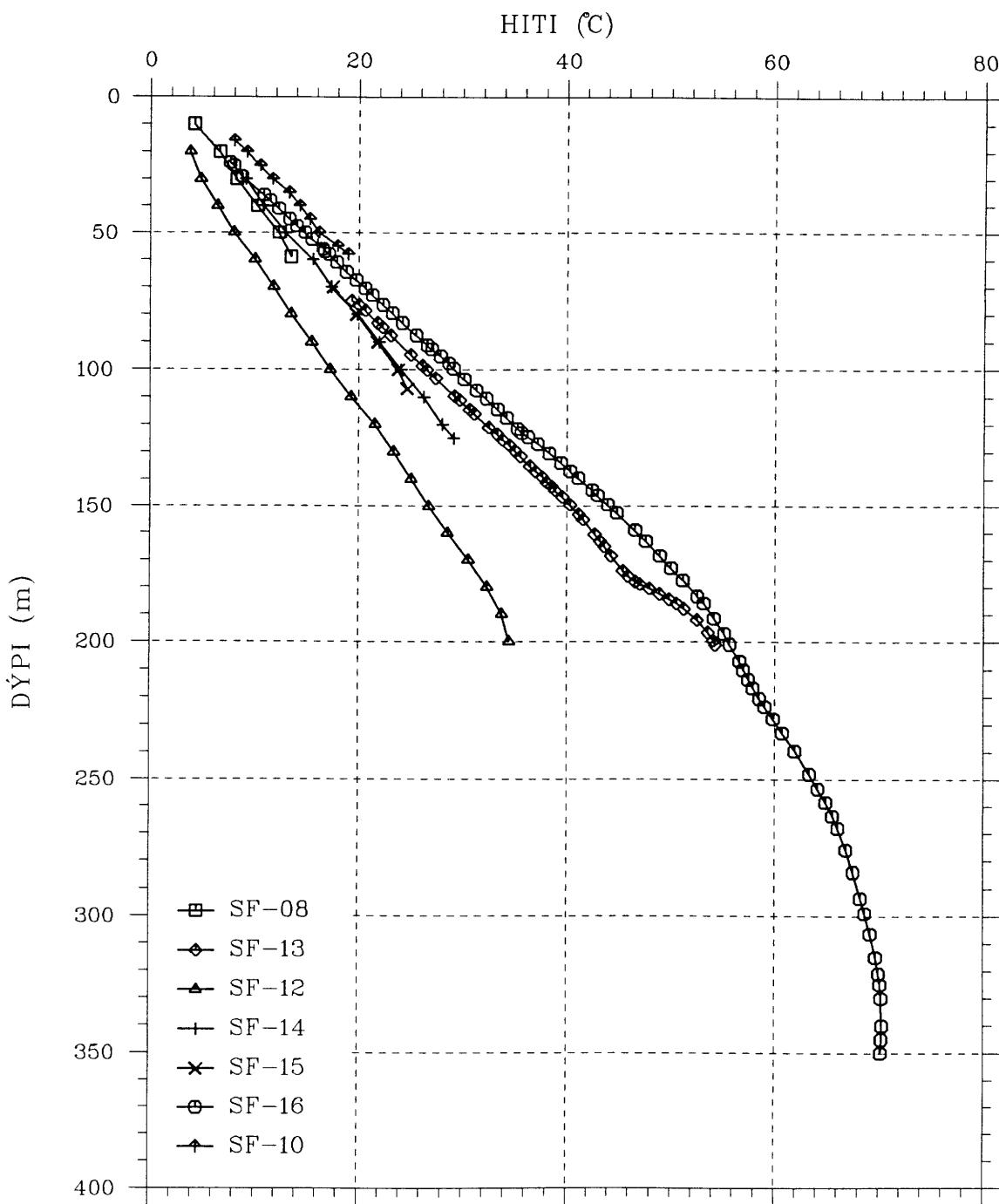
Verulegir annmarkar eru á því að leita uppstreymisrásar undir fjalllendinu upp af Skarðdal. Einnig má benda á að kostnaður við dælingu úr borholum verður því meiri sem vinnsluholur eru hærra í landi. Því þarf að meta hversu hátt er réttlætanleg að hafa vinnsluholur miðað við hugsanlegan ávinnung áður en farið yrði út í slíka leit, og niðurstöðurnar bornar saman við aðra kosti til orkuöflunar.

HEIMILDIR

- Helgi Torfason 1988: *Hitaveita Siglufjarðar - Jarðhitaleit: Staðsetning hitastigulshola*. Greinargerð HeTo-88/07, 5 s.
- Helgi Torfason 1988: *Hitaveita Siglufjarðar - Staða rannsókna í október 1988*. Greinargerð HeTo-88/09, 5 s.
- Helgi Torfason 1989 a: *Hitaveita Siglufjarðar: Borun hitastigulshola í október 1988*. Orkustofnun OS-89019/JHD-07 B.
- Helgi Torfason 1989: *Hitaveita Siglufjarðar: Rannsóknir í Siglufjörði 1990*. Greinargerð HeTo-89/06, 8 s.
- Hjálmar Eysteinsson og Helgi Torfason 1990: *Jarðhitarannsóknir í Skarðdal 1989*. Orkustofnun OS-90015/JHD-03 B.
- Kristján Sæmundsson 1974: Evolution of the axial rifting zone in northern Iceland and the Tjörnes Fracture Zone. *Geol. Soc. Am. Bull.* 88: 495-504.
- Kristján Sæmundsson 1979: Outline of the geology of Iceland. *Jökull* 29: 7-28.
- Kristján Sæmundsson, Leó Kristjánsson, I. McDougall og N.D. Watkins 1980: K-Ar dating, geological and palaeomagnetic study of a 5-km lava succession in northern Iceland. *Journ. Geophys. Res.* 85, B7: 3628-3646.
- Sigurður Th. Rögnvaldsson, Gylfi Páll Hersir og Knútur Árnason 1987: *Við-námsmælingar. Fræðileg úttekt, mæling og túlkun á linu VIII á Nesjavöllum*. Orkustofnun OS-87024/JHD-15 B.
- Young, K.D., M. Jancin, B. Voight & N.I. Orkan 1985: Transform deformation of tertiary rocks along the Tjörnes Fracture Zone, north central Iceland. *J.G.R.* 90, B12: 9986-10010.
- Þorleifur Einarsson 1984: Jarðfræðilegar aðstæður í Strákagöngum. *Tímarit VFFÍ* 69, 5-6: 65-70

27 Aug 1991 ph
Oracle

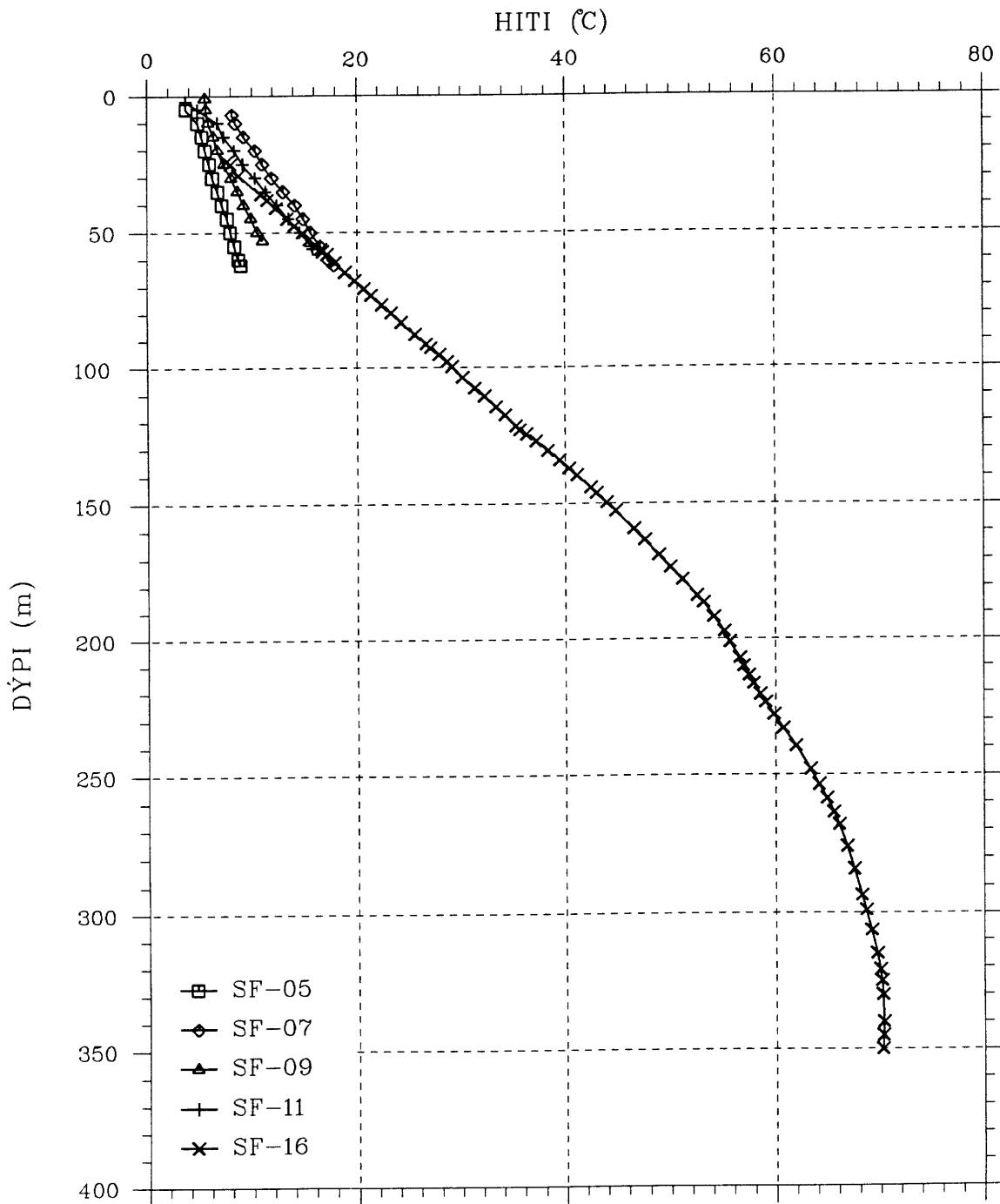
Siglufjörður
Skarðdalur
Hitamælingar 11-jún-91



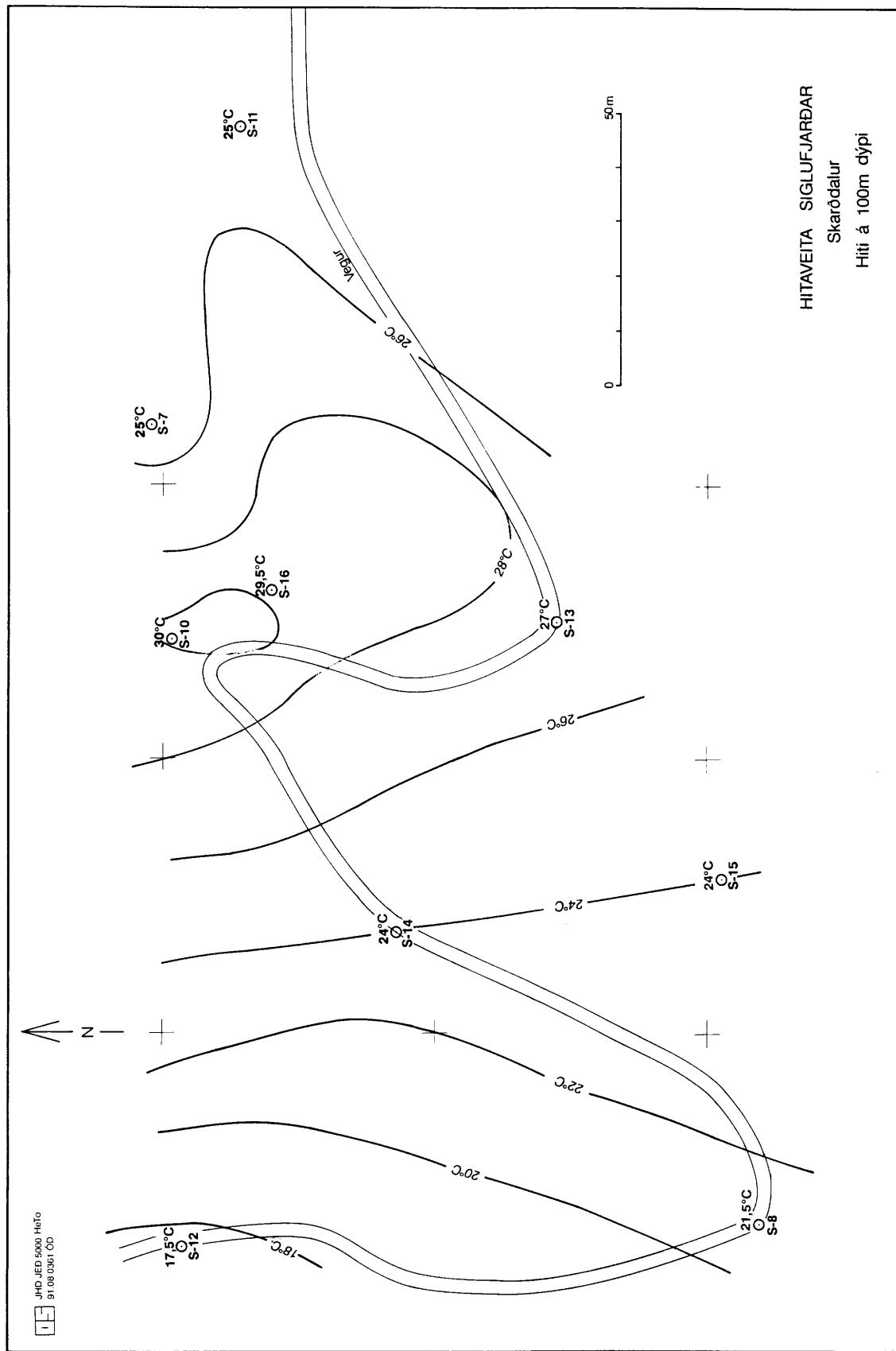
Mynd 2: Hitaferlar úr borholum í Skarðdal

27 Aug 1991 ph
Oracle

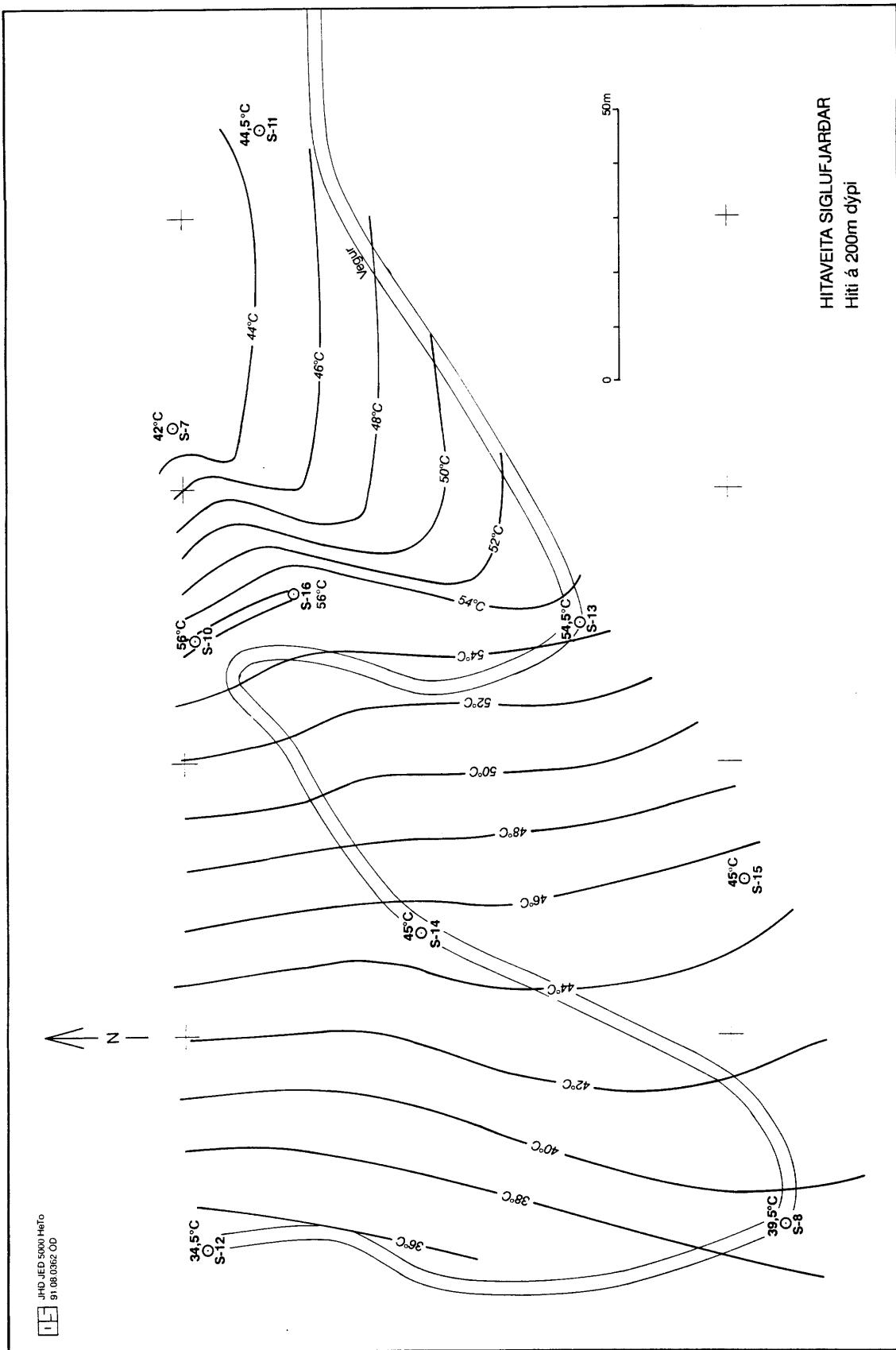
Siglufjörður
Skarðdalur
Hitamælingar 11-jún-91



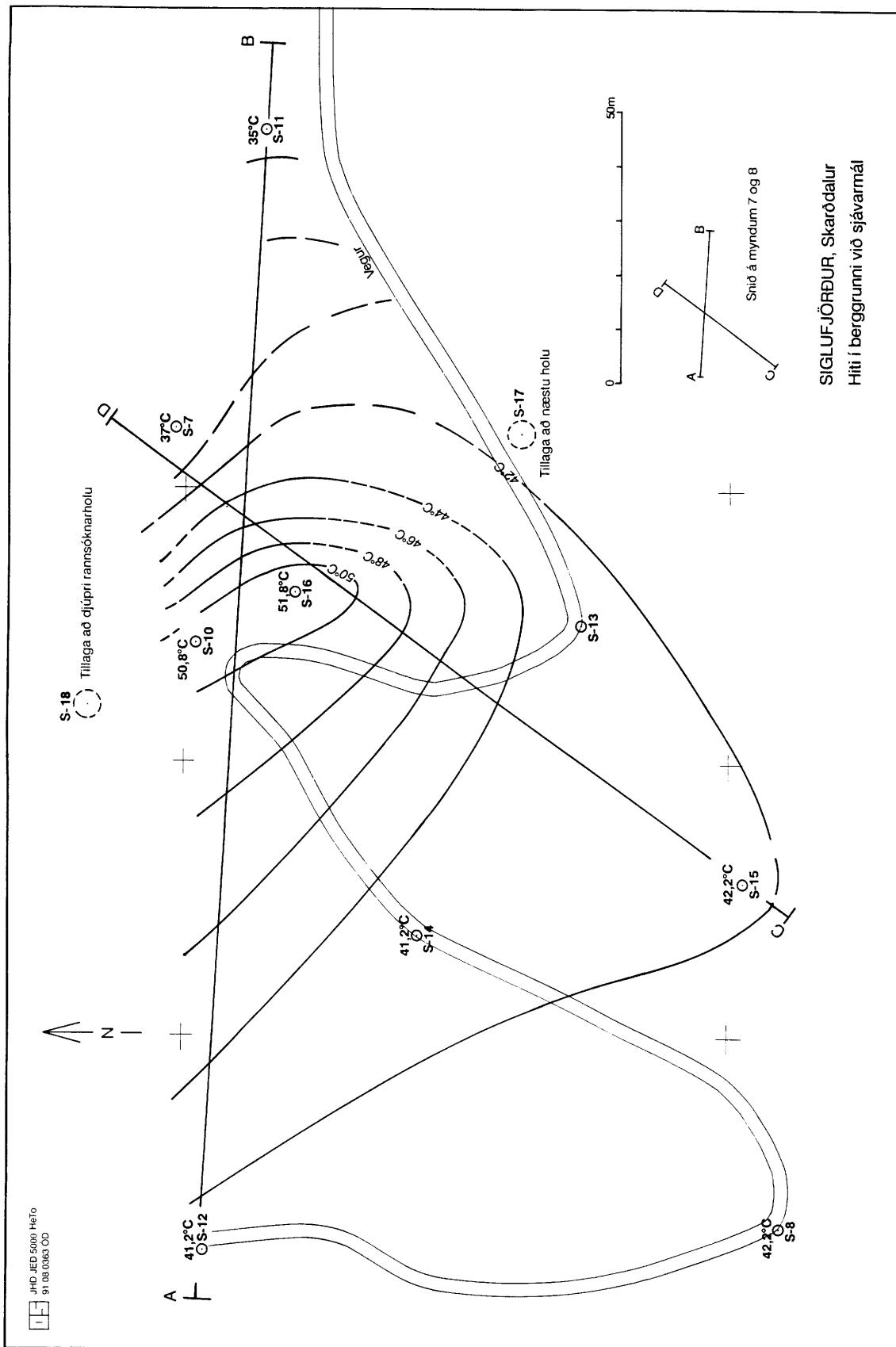
Mynd 3: Hitaferlar úr borholum í Skarðdal



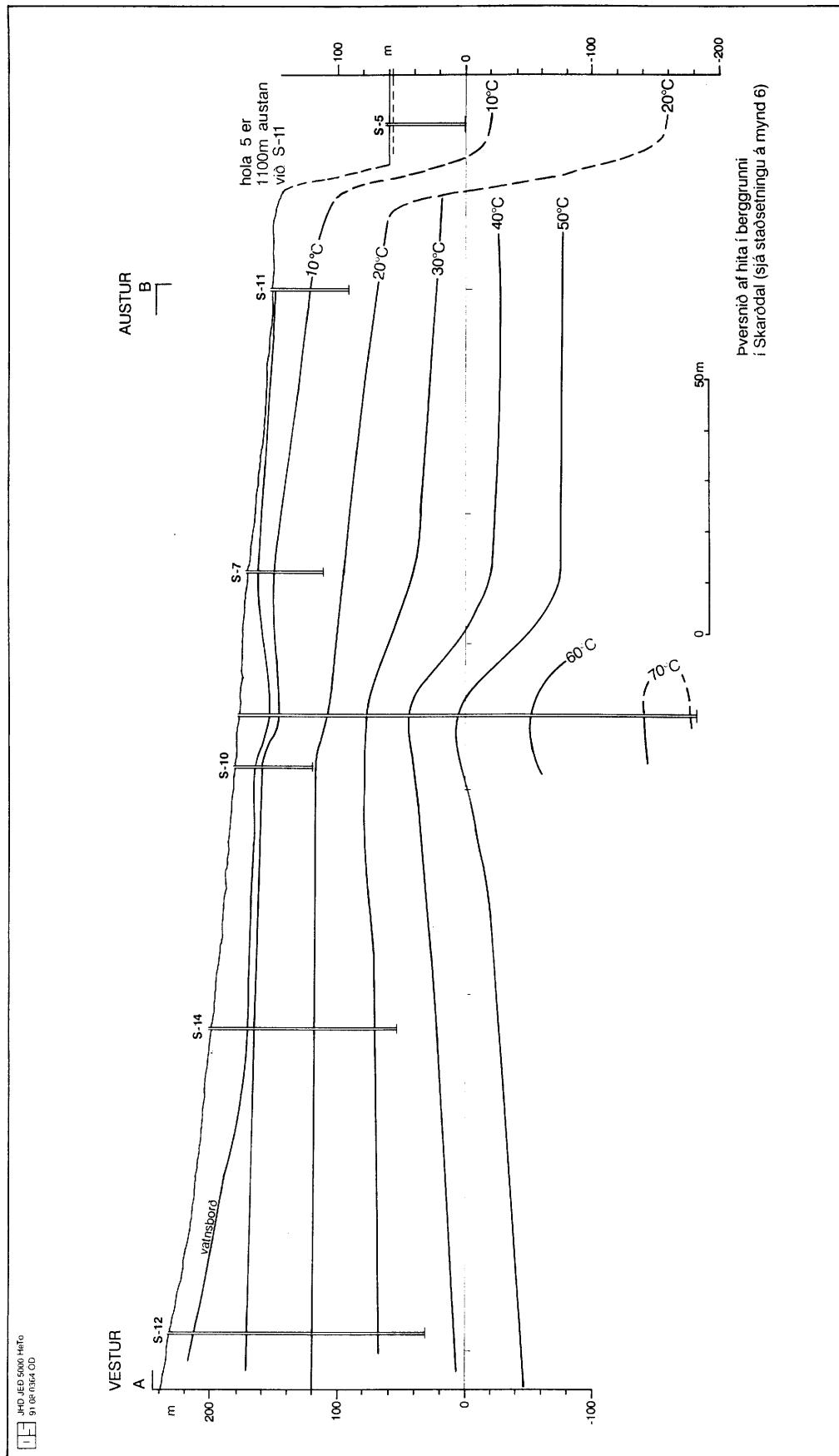
Mynd 4: Kort af jafnhitalínunum 100 m undir yfirborði í Skarðdal



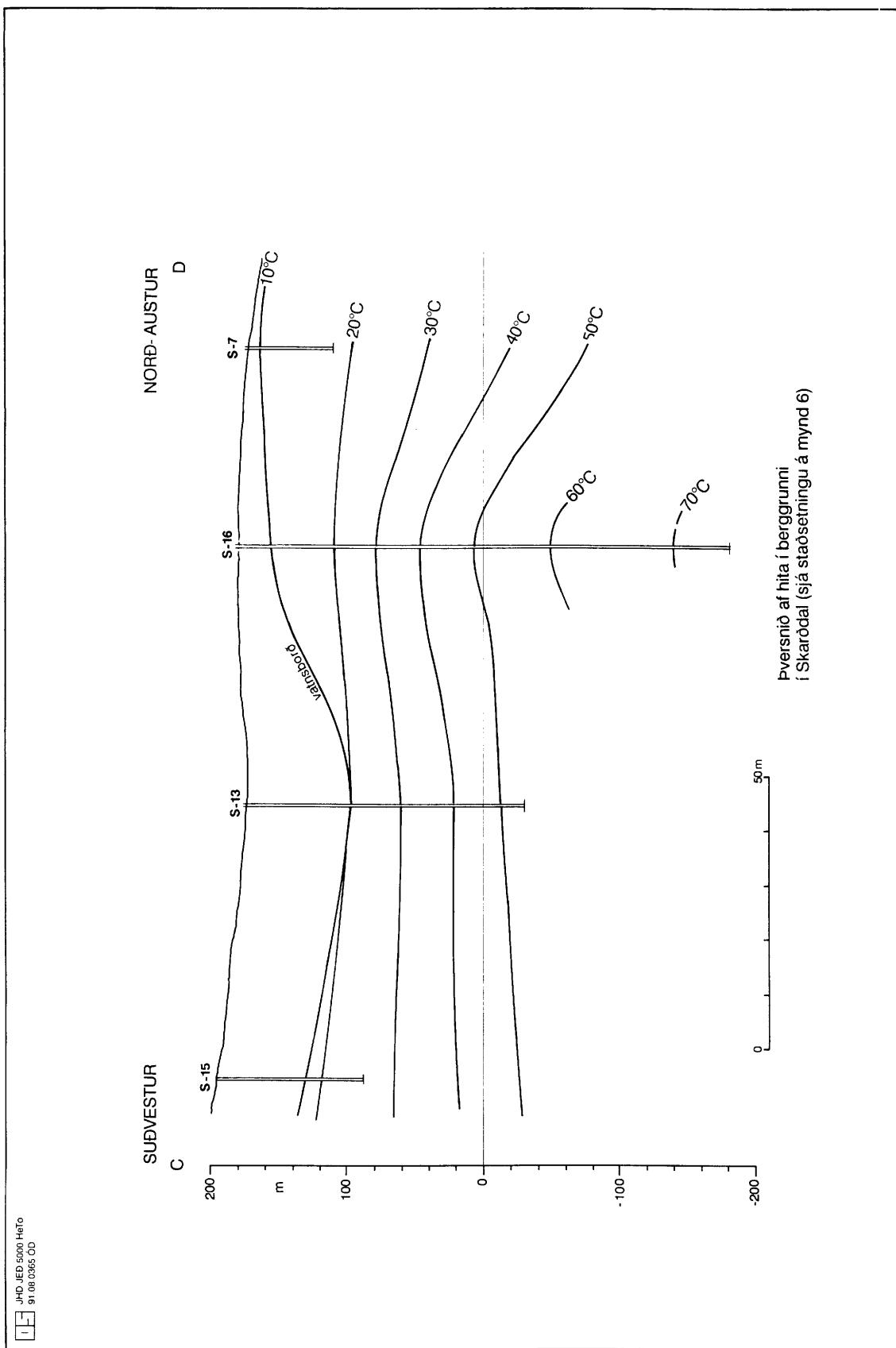
Mynd 5: Kort af jafnhitalínum 200 m undir yfirborði í Skarðdal



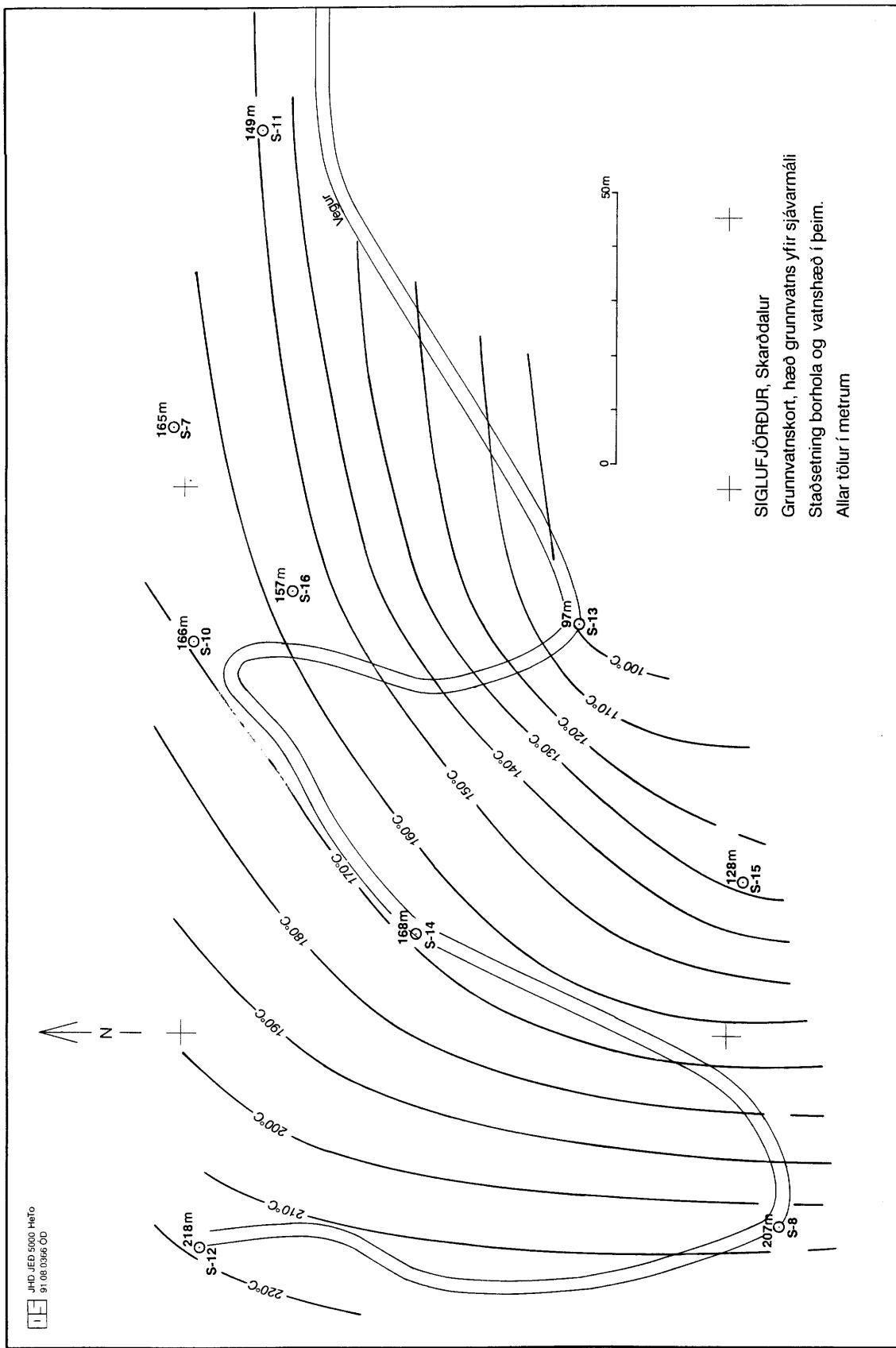
Mynd 6. Kort af jafnhitalínum við sjávarmál undir Skarðdal



Mynd 7. Snið af hita í berggrunni í Skarðdal, austur-vestur



Mynd 8. Snið af hita í berggrunni í Skarðdal, norðaustur-suðvestur



Mynd 9. Kort af grunnvatnshæð í Skarðdal

VIÐAUKI I

Jarðlög í borholum í Skarðdal

JARÐLÖG

Jarðlögunum sem fram koma í borholum í Skarðdal er skipt upp í eftirfarandi flokka:

1) Basalt, sem aftur skiptist í fjóra undirflokk, fínt og grófkristallað, ummyndað og ferskt basalt. Þessi flokkaskipting á basaltinu í gróft og fínt er oftast þannig að fínt svari til þóleiítbasalts en gróft svarar til ólivínþóleiítbasalts. Fínkristallaða basaltið í þessari greiningu er sennilega allt þóleiítbasalt, en grófkristallaða basaltið er sennilega gróft þóleiít eða basalt á mörkum þóleifits og ólivínþóleifits. Basaltið er allt meira og minna ummyndað en ferskustulögin, sem gætu verið gangar, eru merkt sem "ferskt basalt".

2) Tvennskonar set eða millilög er að finna í holunum. Það er fínt set þar sem dreifirkornastærðin (þ.e. kornin í setinu) er minni en brotkornastærðin (þ.e. borsvarfið) og gróft set þar sem dreifirkornastærðin er stærri en brotkornastærðin. Þessi setlög eru yfirleitt rauð, nema efstu setin sem eru yfirborðsset, oftast illa samanlímd. Grófu setin eru að verulegu leyti kargalög. Auk þess eru merkt inn á sniðin nokkur túfflög, sem vel gætu verið fínt túffríkt set, en þessi lög eru græn í staðinn yfir að setlögini eru rauð, þ.e.a.s. minni oxun.

Jarðlögin í holunum eru sýnd á myndum 10-12. Eins og sést á myndunum er ummyndað fínkristallað basalt (þóleiítbasalt) með þunnum eða engum millilögum langalgengasta bergið. Einnig eru nokkur grófari lög sem eru nærrí því að vera ólivínþóleiit. Þau finnast í holu 13 í kringum 30 m og fyrir neðan 168 m dýpi í sömu holu. Í holu 14 eru gróf lög mjög ummynduð á 50 og 60 m dýpi. Hin grófu lögini eru sennilega gangar (mynd 11).

GANGAR

Ekki er nein einhlít aðferð til að afmarka ganga í borholum, en þeir eru þó oftast ferskari en grannbergið. Ef bergið er sérlega gróft og ferskt er gangur eða innskot líkleg skýring. Neðst í holu 7 er all-gróft lag, lítið ummyndað sem er ef til vill gangur

(mynd 10). Neðst í holu 11 eru tvö gróf fersk lög sem eru mjög líklega gangar eða innskot (mynd 10). Í holu 12 er fremur ferskt og gróft basalt líklega gangur (mynd 11). Í holu 13 finnst ferskt, blöðrulaust basalt frá 74-106 m, sem er mjög líklega gangur (mynd 11). Fyrir utan ferskleikann er þetta óvenju þykkt basaltlag. Annar fínkorna gangur er í holu 16 á 52-78 m (mynd 12).

UMMYNDUN

Ekki er hægt að gera nákvæma grein fyrir ummyndun jarðlagastaflans nema gera þunnsneiðar. Greindar hafa verið nokkrar lághitasteindir. Lághitaummynduninni er skipt í belti og eru beltin kennd við einkennis-zeolíta t.d. með vaxandi hita, kapasít - mesolít/skólesít - stilbít og laumontítbeltið. Í Skarðdal er jarðlagastafla frá tertíer, sem er allnokkuð ummynduður. Tíndar voru holufyllingar, mest frá dýpstu holunni, holu 16. Þessar holufyllingar gætu allar stafað frá almennri ummyndun á tertíerum jarðlagastafla, þ.e.a.s. þegar þetta berg var á 1,5-2 km dýpi. Staflinn gæti því verið rofinn 1,5 til 2 km. Ummyndunarsteindirnar eru í stilbít ummyndunarbelti.

Steindirnar mordenít og clinoptilotíl ná einnig upp í mesolít/skólesítbeltið en kvarz er í neðri hluta stilbít-beltisins, myndað við 90-100°C og nær því einnig niður í laumontítbeltið. Það vottar aðeins fyrir beltaskiptingu í holu 16; kvarz kemur fram fyrir neðan 216 m dýpi.

Auk þessara ummyndunarsteinda er kalsít á stöku stað, en kalsít segir ekkert til um beltaskiptingu, því steindin myndast á mjög stóru hitabili. Auk þessara steinda sést pýrit á stöku stað í svarfi, sem gæti þýtt að hitinn þar hafi farið yfir 100°C.

TAFLA 2. Röntgengreining á sýnum frá Skarðdal

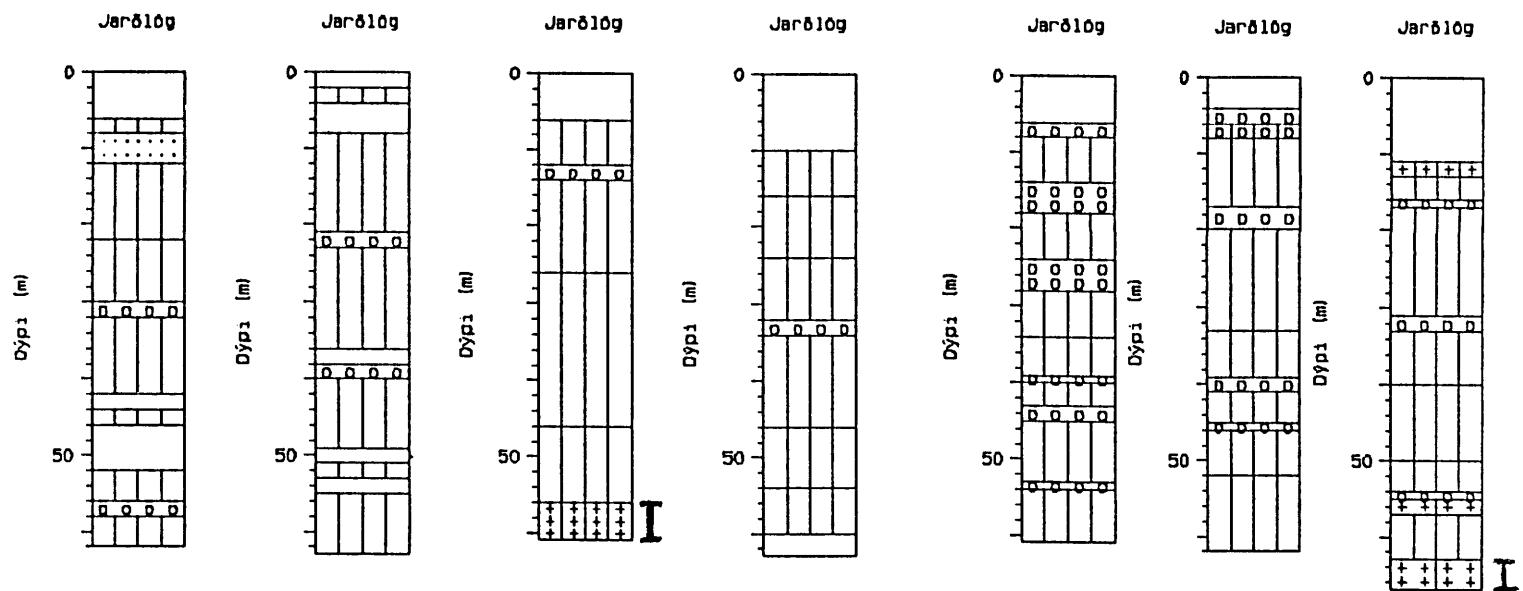
Mælinúmer byrja á R, en mælingar voru gerðar í apríl 1991 af Svani Pálssyni.

Sýnin voru keyrð í gluggum (þ.e. ekki óríenteruð) og eru leirsteindir því ekki greindar í tegundir.

Skammstafanir: h. ljós korn; gr. grunnmassi.

Númer	Hola	Dýpi	Gerð	Ummyndun og holufyllingar
R805	Sk-14	28 m.		Clinoptilolít, plagíóklas, pyroxen og líklega vottur af leir.
R793	Sk-16	80 m.		Plagíóklas, pyroxen og vottur af leir og líklega mordeníti.
R794	Sk-16	182 m	h.	Mordenít, kvars, clinoptilolít og líklega vottur af plagíóklasi og pyroxeni.
R795	Sk-16	182 m	gr.	Plagíóklas, kvars, mordenít, clinoptilolít (ekki alveg öruggt), pyroxen og leir.
R796	Sk-16	216 m	h.	Kvars, mordenít og líklega vottur af leir.
R797	Sk-16	216 m	gr.	Plagíóklas, pyroxen, kvars, mordenít og leir.
R798	Sk-16	256 m	h.	Stilbít, kvars, plagíóklas og vottur af leir.
R799	Sk-16	256 m	gr.	Plagíóklas, stilbít, kvars, pyroxen og leir.
R800	Sk-16	318 m	h.	Stilbít, kvars, mordenít, leir og e.t.v. clinoptilolít.
R801	Sk-16	318 m	gr.	Plagíóklas, leir, mordenít, kvars, pyroxen og líklega stilbít.
R802	Sk-16	340 m	h.	Kalsít, plagíóklas, kvars, mordenít, pyroxen, vottur af leir og e.t.v. stilbíti.
R803	Sk-16	340 m	gr.	Plagíóklas, kvars, leir, stilbít og pyroxen.
R804	Sk-16	360 m.		Kvars, plagíóklas, pyroxen og leir.

Skarðsdalur holur 5, 6, 7, 8, 9, 10 og 11

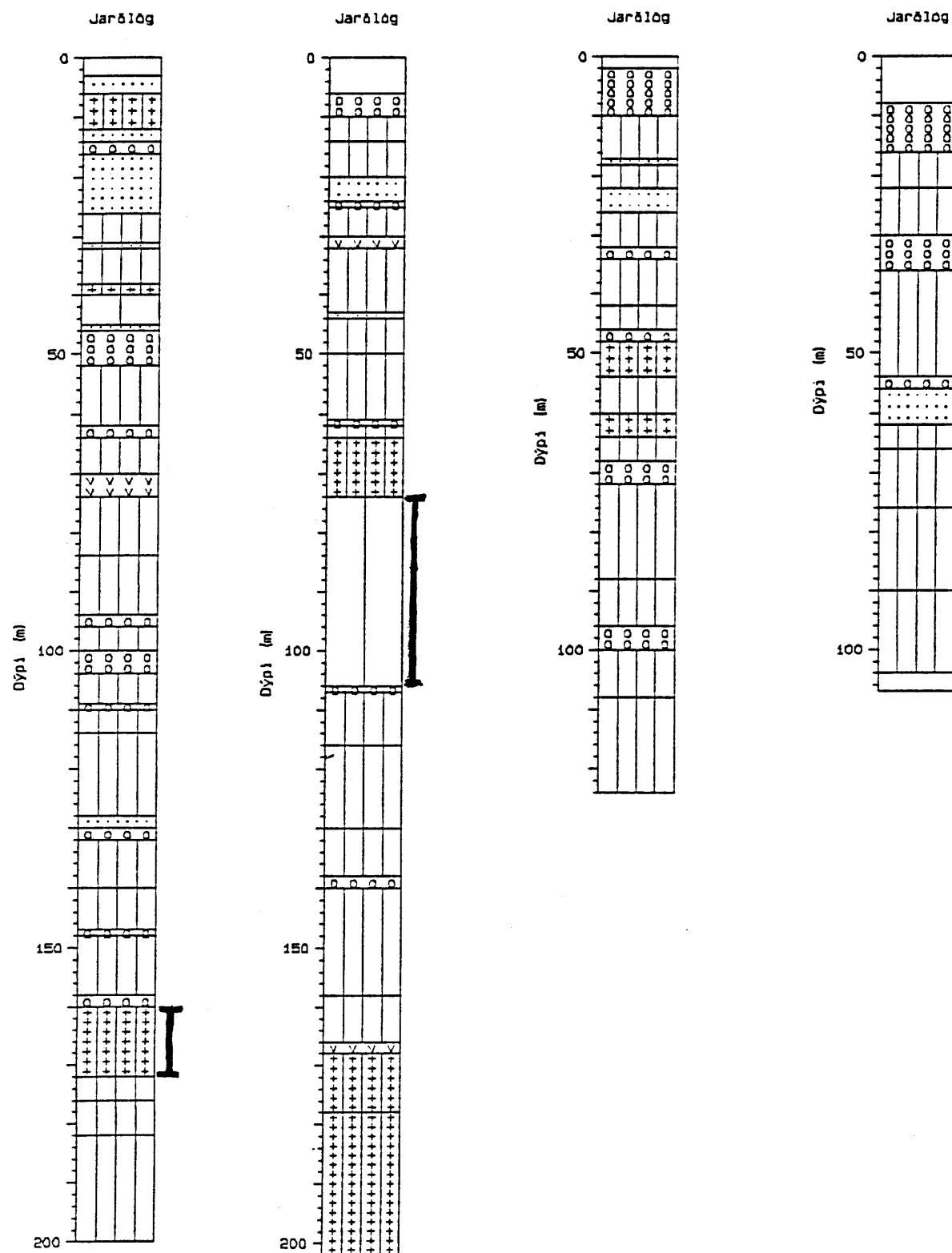


Skýringar við jarðlagasnið

	Fersklegt fin-meðalkorna basalt		Finkornótt set
	Ummynndað fin-meðalkorna basalt		Grófkornótt set
	Fersklegt meðal-grófkorna basalt		Svarf vantar
	Ummynndað meðal-grófkorna basalt		

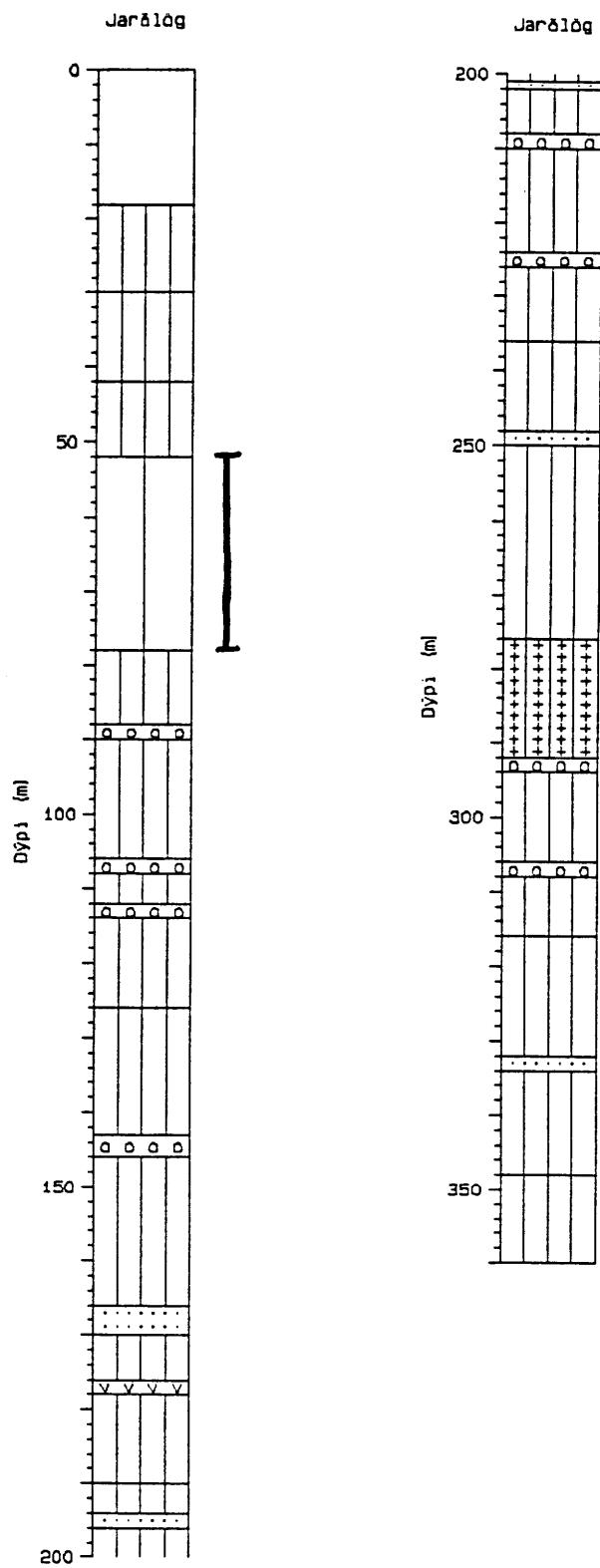
Mynd 10: Jarðlagasnið úr holum 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11

Skarðsdalur holur 12, 13, 14 og 15



Mynd 11: Jarðlagasnið úr holum 12, 13, 14, 15

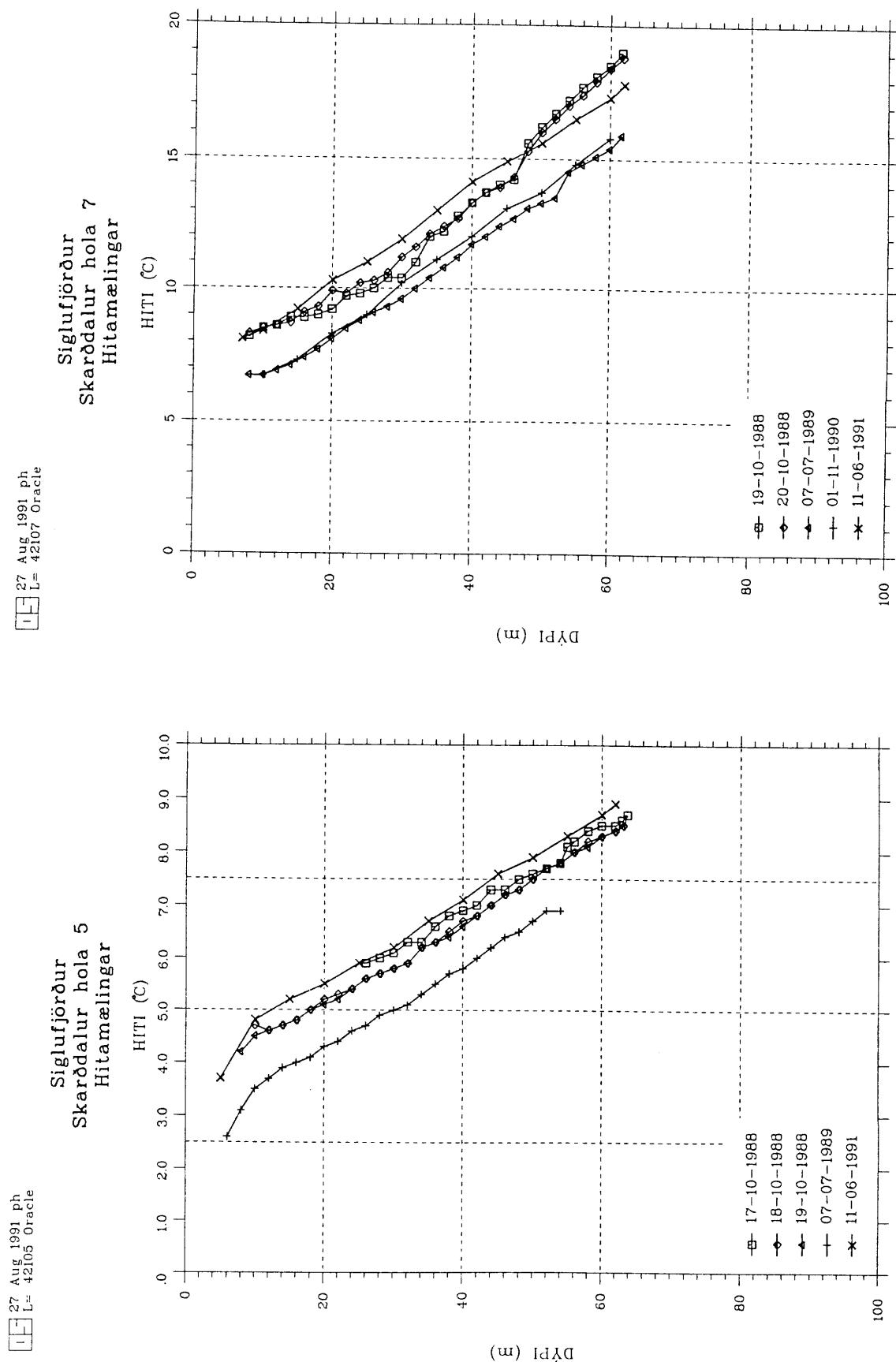
Skarðsdalur hola 16

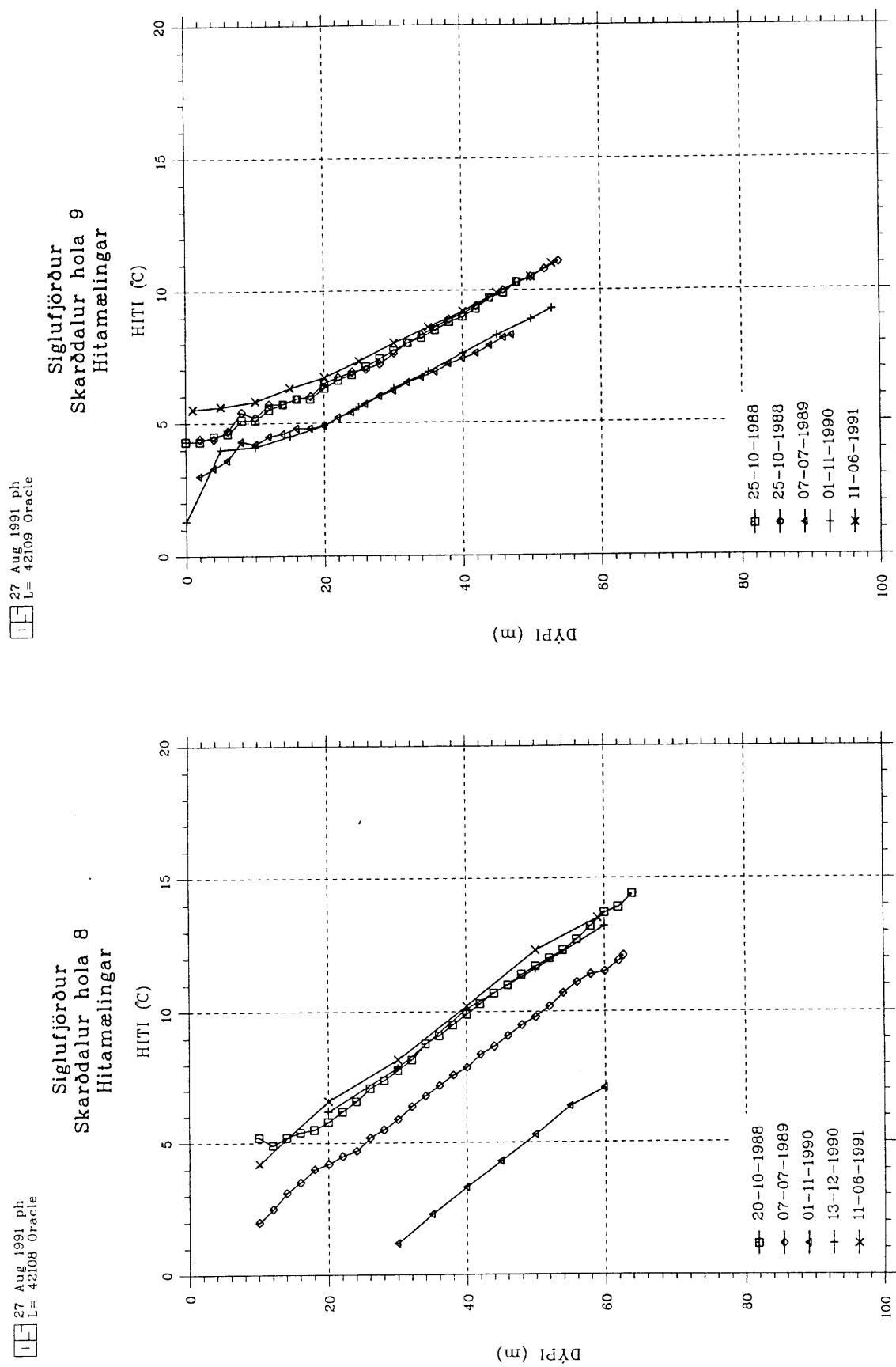


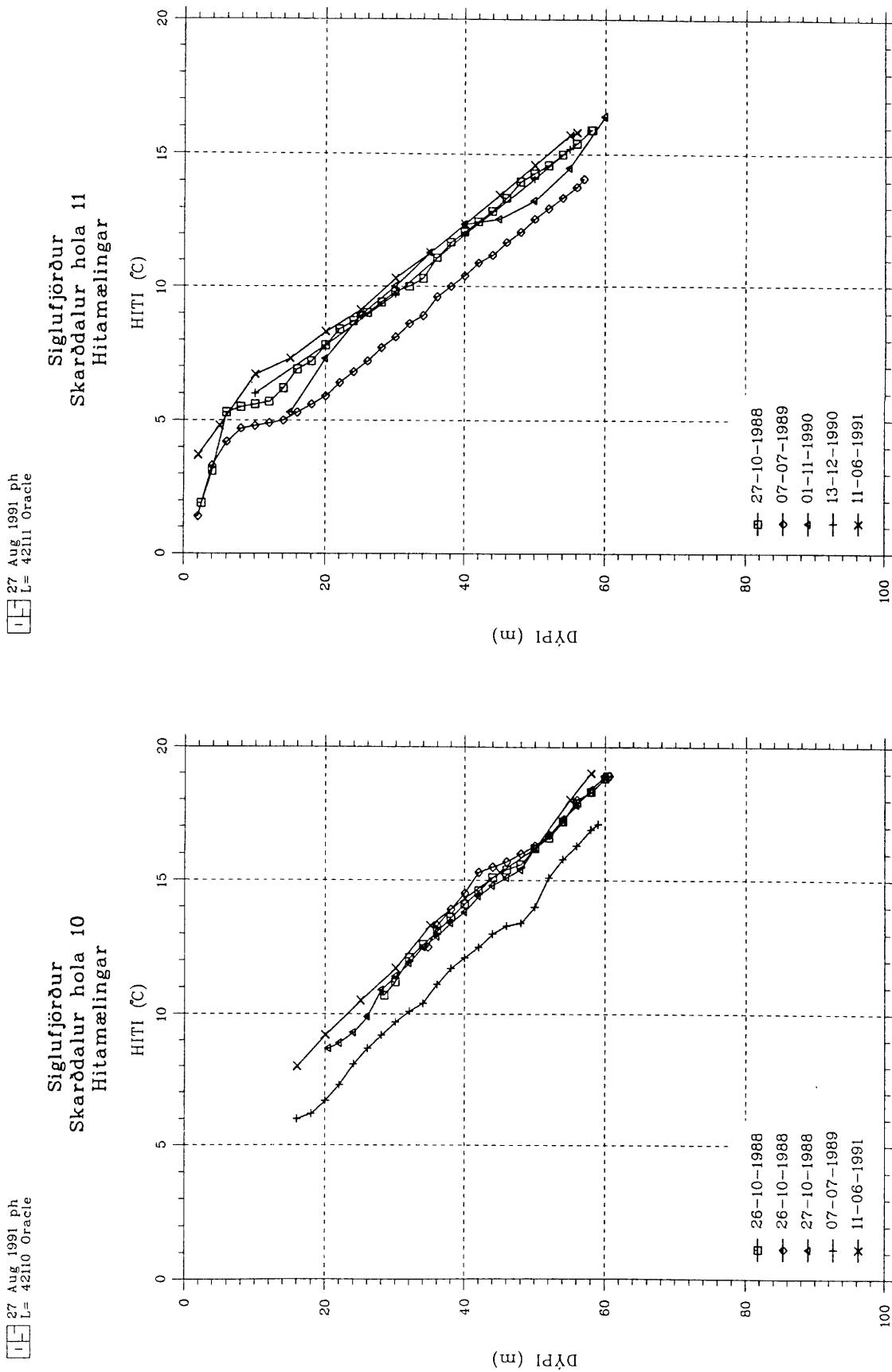
Mynd 12: Jarðlagasnið úr holu S-16

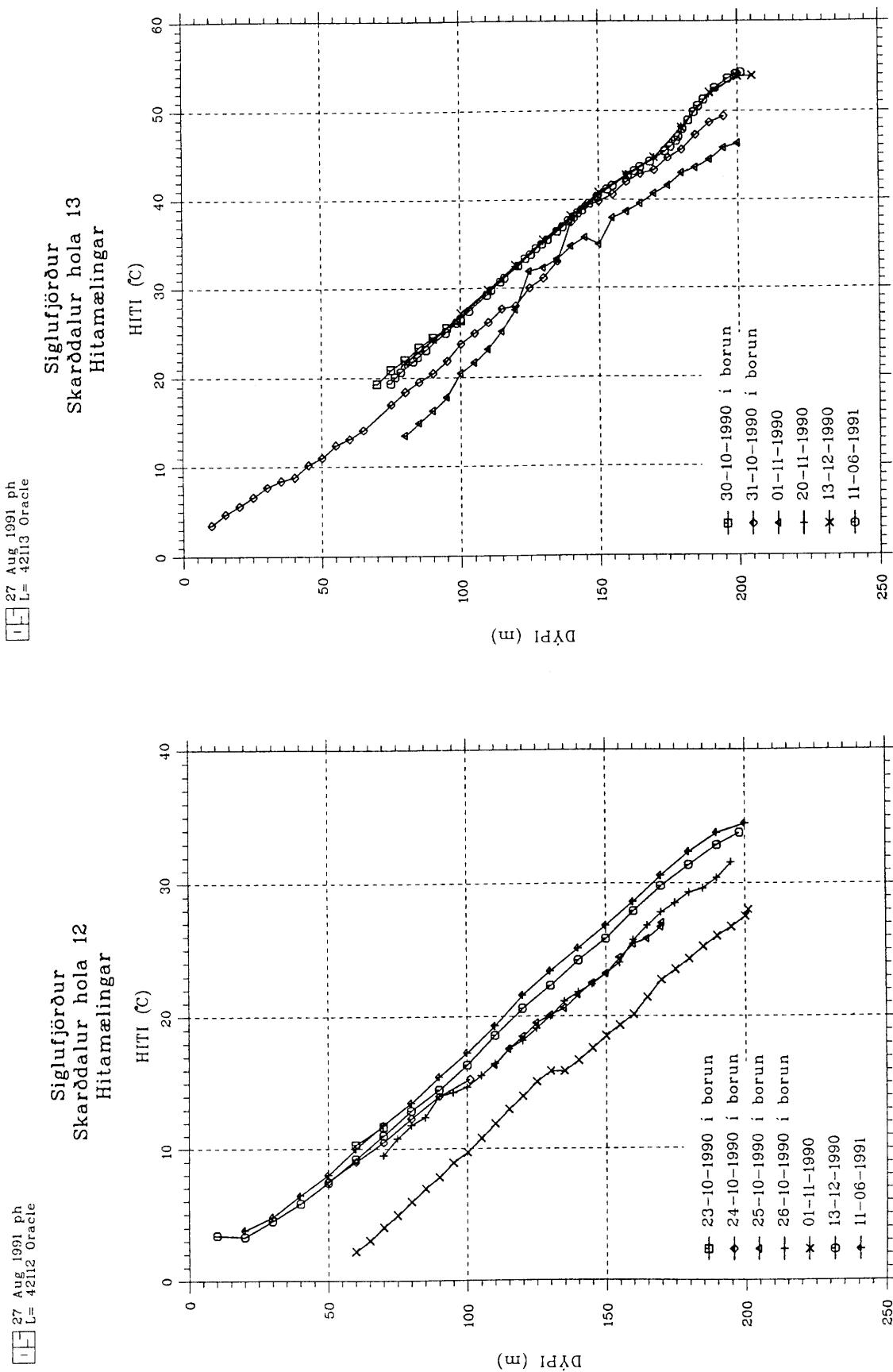
VIÐAUKI II

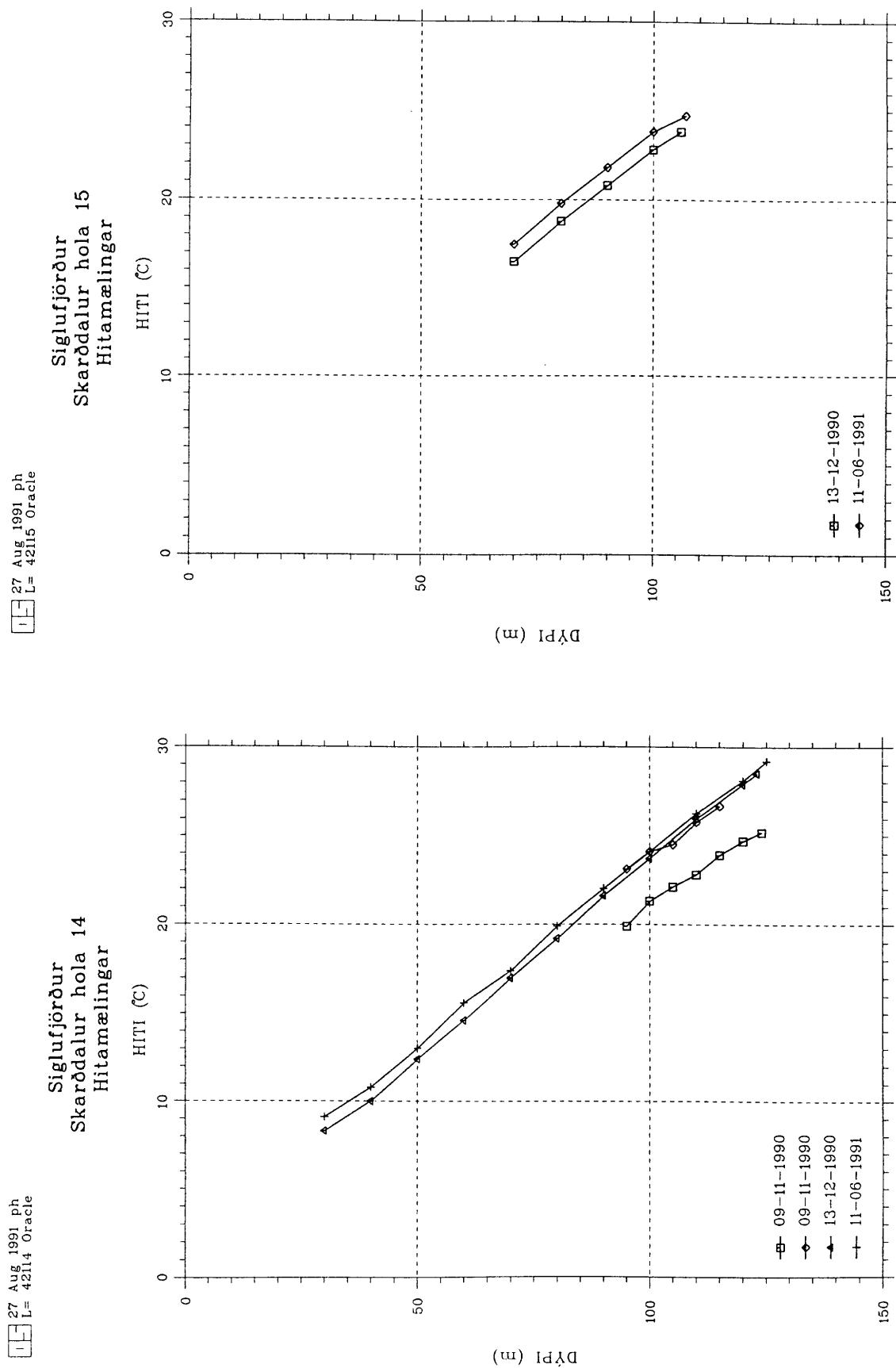
Hitamælingar í borholum í Skarðdal











27 Aug 1991 Ph
L= 42116 Oracle

Siglufjörður
Skarðdalur hola 16
Hitamællingar

