

**ORKUSTOFNUN**

**RANNSÓKNASVIÐ - Reykjavík, Akureyri**

# **Niðurstöður rannsóknar- borana við Grýtu og Sigtún 1999**

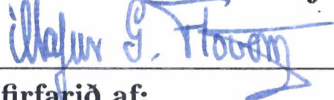
**Arnar Hjartarson  
Ingunn María Þorbergsdóttir**

**Unnið fyrir Hlta- og vatnsveitu Akureyrar**

**2000**

**OS-2000/028**



<b>Skýrsla nr:</b> OS-2000/028	<b>Dags:</b> Maí 2000	<b>Dreifing:</b> <input checked="" type="checkbox"/> Opin <input type="checkbox"/> Lokuð til
<b>Heiti skýrslu / Aðal- og undirtitill:</b> Niðurstöður rannsóknarboranna við Grýtu og Sigtún 1999	<b>Upplag:</b> 30	
	<b>Fjöldi síðna:</b> 91	
<b>Höfundar:</b> Arnar Hjartarson og Ingunn María Þorbergsdóttir ROS-Akureyri	<b>Verkefnisstjóri:</b> Ólafur G. Flóvenz	
<b>Gerð skýrslu / Verkstig:</b> Jarðhitarannsóknir - Niðurstöður rannsóknarboranna	<b>Verknúmer:</b> 8 610 603	
<b>Unnið fyrir:</b> Hita- og vatnsveitu Akureyrar		
<b>Samvinnuaðilar:</b>		
<b>Útdráttur:</b> Jarðhitarannsóknir á Grýtu- og Sigtúnssvæðinu í Eyjafirði var haldið áfram árið 1999 eftir þriggja ára hlé. Þær fólu í sér borun á 21 grunnri hitastigulsholu, segulmælingar og boranir á 5 millidjúpum rannsóknaholum. Samtals voru boraðir 2453 m. Svo virðist sem tekist hafi að staðsetja uppstreymissvæðið sem fæðir Grýtulaug. Heitt jarðhitavatn berst upp á við á mjóum kafla meðfram tveimur göngum sem ná til yfirborðs við holu ST-1. Ofan við 200 m dýpi leitar vatnið út í blandaða basaltsyrpu og berst þaðan upp jarðlagahallann um 500 m leið og kemur loks fram í Grýtulaug. Hitamælingar í rannsóknarholunum gefa til kynna að vænta megi yfir 80 °C á 800 m dýpi. Með svarfgreiningu og jarðlagatengingum hefur fengist skýr mynd af efstu 400 m berggrunnins við Sigtún. Lagt er til að boruð verði allt að 1000 m djúp rannsóknarhola með það að markmiði að hitta á ganga sem taldir eru veita vatninu í átt til yfirborðs. Ef holan hittir á gæfar vatnsæðar gæti það orðið umtalsverður ávinningur. Hann fer þó eftir því hversu greitt sambandið við Laugaland reynist.		
<b>Lykilorð:</b> Grýta, Grýtulaug, Sigtún, rannsóknarboranir, hitamælingar, hitastigull, hitasnið, segulmælingar, gangar, jarðlagagreining, jarðlagasnið	<b>ISBN-númer:</b>	
	<b>Undirskrift verkefnisstjóra:</b> 	
	<b>Yfirfarið af:</b> ÓGF, PI	



**Arnar Hjartarson  
Ingunn María Þorbergsdóttir**

## **Niðurstöður rannsóknarborana við Grýtu og Sigtún 1999**

**Unnið fyrir Hita- og vatnsveitu Akureyrar**

**OS-2000/028**

**Maí 2000**

ORKUSTOFNUN — RANNSÓKNASVIÐ

Reykjavík: Grensásvegi 9, 108 Rvk. — Sími: 569 6000 — Fax: 568 8896  
Akureyri: Glerárgötu 36, 600 Ak. — Sími: 463 0957 — Fax: 463 0998  
Netfang: [os@os.is](mailto:os@os.is) — Heimasíða: <http://www.os.is>



# Efnisyfirlit

<b>1</b>	<b>Inngangur</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Fyrri rannsóknir</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Hitastigulsmælingar 1999</b>	<b>6</b>
3.1	Um hitastigulsmælingar . . . . .	8
3.2	Niðurstöður hitastigulsmælinga . . . . .	8
3.3	Upphitunarmælingar í holu ST-8 . . . . .	10
<b>4</b>	<b>Segulmælingar</b>	<b>10</b>
<b>5</b>	<b>Borun dýpri rannsóknarholna</b>	<b>12</b>
5.1	Hola GR-12 . . . . .	12
5.2	Holur ST-12 og ST-13 . . . . .	12
5.3	Hola ST-14 . . . . .	12
5.4	Hola ST-15 . . . . .	13
5.5	Niðurstöður hitamælinga . . . . .	13
<b>6</b>	<b>Greining jarðlaga og jarðlagatengingar</b>	<b>15</b>
6.1	Hitastigulsholur . . . . .	15
6.2	Dýpri rannsóknarholur . . . . .	17
6.2.1	GR-12 . . . . .	17
6.2.2	ST-12 . . . . .	17
6.2.3	ST-13 . . . . .	17
6.2.4	ST-14 . . . . .	17
6.2.5	ST-15 . . . . .	18
6.3	Niðurstöður jarðlagagreininga . . . . .	18
<b>7</b>	<b>Túlkun gagna og ályktanir</b>	<b>21</b>
7.1	Staðsetning djúprar rannsóknarholu ST-16 . . . . .	21
7.2	Tengsl við önnur jarðhitakerfi . . . . .	22

8	Samadregnar niðurstöður og tillögur	23
9	Heimildir	25
	<b>Viðauki A: Borholur á rannsóknarsvæðinu við Grýtu, Sigtún, Uppsali og Klauf og staðsetningar þeirra</b>	<b>27</b>
	<b>Viðauki B: Borskýrslur</b>	<b>31</b>
	<b>Viðauki C: Hitamælingar í borholum</b>	<b>47</b>
	<b>Viðauki D: Jarðlagasnið dýpri rannsóknarholna</b>	<b>57</b>
	<b>Viðauki E: Jarðlagasnið hitastigulsholna og jarðlagasúlur</b>	<b>71</b>
	<b>Viðauki F: Jarðlagamælingar</b>	<b>83</b>

## Myndaskrá

1	Jarðhitarannsóknir 1999 við Grýtu og Sigtún, yfirlitsmynd . . . . .	7
2	Hitastigulskort af Grýtu- og Sigtúnssvæðinu . . . . .	9
3	Mældur botnhiti í holu ST-8 . . . . .	10
4	Hitastigulskort og staðsetning bergganga og línulegra segulfrávika á yfirborði . . . . .	11
5	Hitasnið teiknað eftir hitastigulsfrávikinu . . . . .	14
6	Lega jarðlagasniða . . . . .	16
7	Hita- og jarðlagasnið, teiknað eftir hitastigulsfrávikinu . . . . .	19
8	Staðsetning djúprar rannsóknarholu við Sigtún . . . . .	22

## 1 Inngangur

Á síðari hluta ársins 1999 var jarðhitarannsóknnum haldið áfram á Grýtu- og Sigtúns-  
svæðinu í Eyjafjarðarsveit eftir þriggja ára hlé. Þær fólu í sér borun á 21 grunnri  
( $<100\text{m}$ ) rannsóknarholu (öðru nafni hitastigulsholu), segulmælingar og boranir á 5  
millidjúpum ( $100\text{--}400\text{m}$ ) rannsóknarholum. Tilgangur rannsókna var að kortleggja  
varmaflæði til yfirborðs og afmarka þannig uppstreymisrásina sem fæðir Grýtulaug.  
Rannsóknarholurnar áttu einnig að svara því hvort hitafrávik tengdist lágviðnáms-  
frávikum sem greindust með viðnámsniðsmælingum sumarið 1996.

Skýrsla þessi greinir frá niðurstöðum rannsókna og í lokin eru lagðar fram tillögur  
að áframhaldandi rannsóknum.

## 2 Fyrri rannsóknir

Árin 1976 og '78 hófst vinnsla á jarðhitasvæðunum við Laugaland og Ytri-Tjarnir í Öng-  
ulsstaðarhreppi í Eyjafirði eftir umfangsmiklar jarðhitarannsóknir. Þessi góði árangur  
var grunnur að lagningu hitaveitu til Akureyrar og hvatti til áframhaldandi jarðhita-  
rannsókna á svæðinu. Fóru jarðhitamenn þá að líta vonaraugum til Grýtu þar sem  
Grýtulaug vætlaði  $31\text{--}35\text{ }^\circ\text{C}$  heitu vatni. Bundnar voru vonir við að  $30\text{--}40\text{ l/s}$  af  $80\text{--}90\text{ }^\circ\text{C}$   
heitu vatni fengjust með borunum þar (Ásgrímur Guðmundsson, *ofl.*, 1982). Það mat  
var byggt á viðamiklum viðnámsmælingum sem framkvæmdar voru í Eyjafirði kringum  
1975, mælingum á jarðhitavatninu sem gaf til kynna allt að  $90\text{ }^\circ\text{C}$  heitt kerfi og á góðum  
árangri af borunum við Laugaland og Ytri-Tjarnir. Gert var segulkort af stóru svæði  
umhverfis jarðhitastaðina í Öngulsstaðarhreppi 1976 og sýnir það nokkra ganga við  
Grýtulaug með stefnu norður-suður (Hjálmar Eysteinnsson og Ólafur G. Flóvenz, 1994).  
Yfirborðsjarðhiti í nágrenni Grýtulaugar var kortlagður ítarlega vorið 1978 og sumarið  
1979 var fyrsta rannsóknarholan, GR-1, boruð. Henni var valinn staður um 80 m vestan  
við Grýtulaug og átti að skera gang sem var talinn uppstreymisrás Grýtulaugar. Holan  
varð 1067 m að dýpt en gaf ekkert vatn. Í skýrslu sem Jarðhitadeild Orkustofnunar gaf  
út í apríl 1982 eru þessar rannsóknir tífundaðar (Ásgrímur Guðmundsson, *ofl.*, 1982).  
Niðurstaða skýrslunnar var sú að á Grýtu væri  $90\text{ }^\circ\text{C}$  heitt, sjálfstætt jarðhitakerfi og að  
uppstreymisrásin væri 200 m austan við GR-1.

Árið 1982 voru framkvæmdar viðnámsniðsmælingar við Grýtu svo staðsetja mætti upp-  
streymisrás Grýtulaugar og vinnsluholu í framhaldi á því. Rannsóknum var beint að  
svæðinu milli Grýtu og Eyjafjarðarbrautar. Engin lágviðnámsfrávik fundust sem hægt  
var að tengja við vatnsleiðandi heitavatnssprungu, þó kom fram viðnámslægd austast í  
einni mælilínunni. Í kjölfar viðnámsmælinganna voru boraðar 4 rannsóknarholur (GR-  
2, GR-3, GR-4 og GR-5) sem voru 130 til 240 m að dýpt. Holur GR-3 og GR-5 hafa  
viðsnúin hitaferil sem sýnir að vatnið sem fæðir Grýtulaug rennur lárétt að lauginni.  
Uppstreymisrásin var því ennþá ófundin og talin vera mörg hundruð metrum austan  
við laugina. Að svo komnu máli var ekki talið hagkvæmt að ráðast í frekari rannsóknir  
og Hitaveitu Akureyrar ráðlagt að snúa sér að öðrum virkjunarstöðum til frekari orku-  
vinnslu (Ólafur G. Flóvenz og Ásgrímur Guðmundsson, 1984).

Sumarið 1993 var boruð um 100 m djúp hola við bæinn Sigtún skammt austan við Grýtu. Holunni var valinn staður við gang sem liggur í átt að viðnámslægðinni sem fannst 1982 (Hjálmar Eysteinnsson og Ólafur G. Flóvenz, 1993). Tilgangur hennar var kanna hvort hár hitastigull fylgdi lágviðnámslægðinni og jafnframt að sjá hvort vatnsborðsveiflur vegna vinnslunnar á Laugalandi kæmu fram í holunni. Vatnsborðsmælingar sýndu engin tengsl við vinnsluna á Laugalandi, sem bendir til sjálfstæðs vatnskerfis í grennd holunnar, þó hugsanlega væri hún ekki nógu djúp til að ná tengslum við Laugaland. Hár hitastigull mælist í holunni ( $230\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{km}$ ) sem bendir til návistar jarðhitasprungu, hugsanlega sprungunnar sem fæðir Grýtulaug (Ólafur G. Flóvenz, 1995). Þessar niðurstöður voru jákvæðar og hvöttu til áframhaldandi rannsókna.

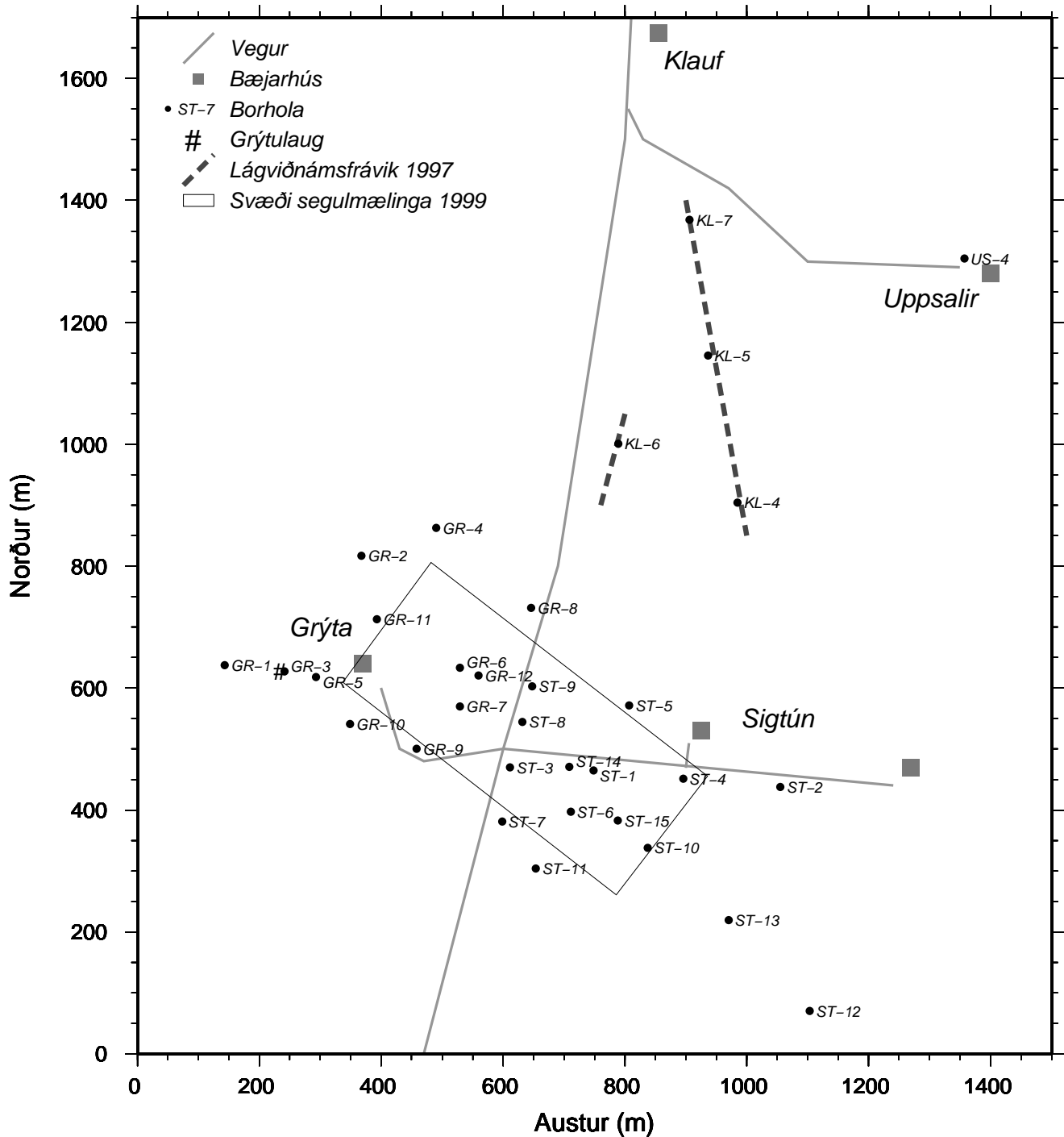
Sumarið 1996 voru gerðar viðnámsniðsmælingar í brekkunum austan við Grýtu og við bæina Sigtún, Uppsali og Klauf. Þeim var ætlað að rekja lágviðnámsfráviknið sem fannst 1982 og sjá hvort það tengdist holu ST-1 á einhvern hátt. Tvö lágviðnámssvæði fundust. Vestara svæðið er rétt ofan við Eyjafjarðarbraut milli Uppala og Sigtúns en það austara um 300 m austan við Uppsali. Lágviðnámsfrávikin í vestara svæðinu virðast falla saman við legu bergganga á svæðinu og var talið að heitavatnsæðar væru tengdar þeim. Engin merki um vatnsleiðandi ganga eða sprungur fundust í efstu 200 m berggrunnins sem gætu tengt lágviðnámssvæðin við vinnslusvæðið á Laugalandi. Út frá þessum niðurstöðum var ákveðið að halda rannsóknum áfram með borunum á nokkrum hitastigulsholum til að staðfesta niðurstöður viðnámsmælinganna og afmarka uppstreymisrásina betur (Arnar Hjartarson, 1997). Þessar rannsóknir fóru síðan fram þremur árum síðar eða seinni hluta árs 1999 og er gerð grein fyrir þeim í þessari skýrslu.

### 3 Hitastigulsmælingar 1999

Boranir á grunnum (60–100 m) hitastigulsholum hófust í byrjun ágúst 1999. Fram í lok september var boruð alls 21 hitastigulshola við bæina Grýtu, Sigtún, Uppsali og Klauf (holur GR-6 til GR-11, ST-2 til ST-11, KL-4 til KL-7 og US-4). Þeirri venju var haldið að auðkenna hverja holu með hlaupandi númeri og tveimur bókstöfum í nafni landareignarinnar sem holan er á. Holurnar voru staðsettar með GPS landmælingatæki og mælingarnar mismunaleiðréttar eftir á með gögnum frá Hafnamálastofnum, og fæst yfirleitt með því nákvæmni upp á örfáa metra. Í viðauka A koma fram upplýsingar um allar borholur á rannsóknarsvæðinu sem er áætlað um  $1,5\text{ km}^2$  að stærð. Staðsetningu þeirra má sjá á mynd 1. Fóðringar holnanna eru 140 mm að innanmáli með 6,3 mm stálþykkt. Holuvídd neðan fóðringar er 115 mm. Borskýrslur er að finna í viðauka B.

Sérfræðingar Rannsóknasviðs Orkustofnunar á Akureyri höfðu umsjón með verkinu og unnu þeir úr gögnunum jafnóðum og þau bárust og staðsettu nýjar holur í kjölfarið. Um boranir sá Alvarr ehf., borana og verkfræðiþjónusta, undir stjórn Friðfinns Daníelssonar.





Mynd 1: Jarðhitarannsóknir 1999 við Grýtu og Sigtún. Myndin sýnir rannsóknarsvæðið og staðsetningu allra borholna þar, mælisvæði segulmælinga sem gerðar voru í október 1999 og lágviðnámsfrávik sem fundust sumarið 1996.

### 3.1 Um hitastigulsmælingar

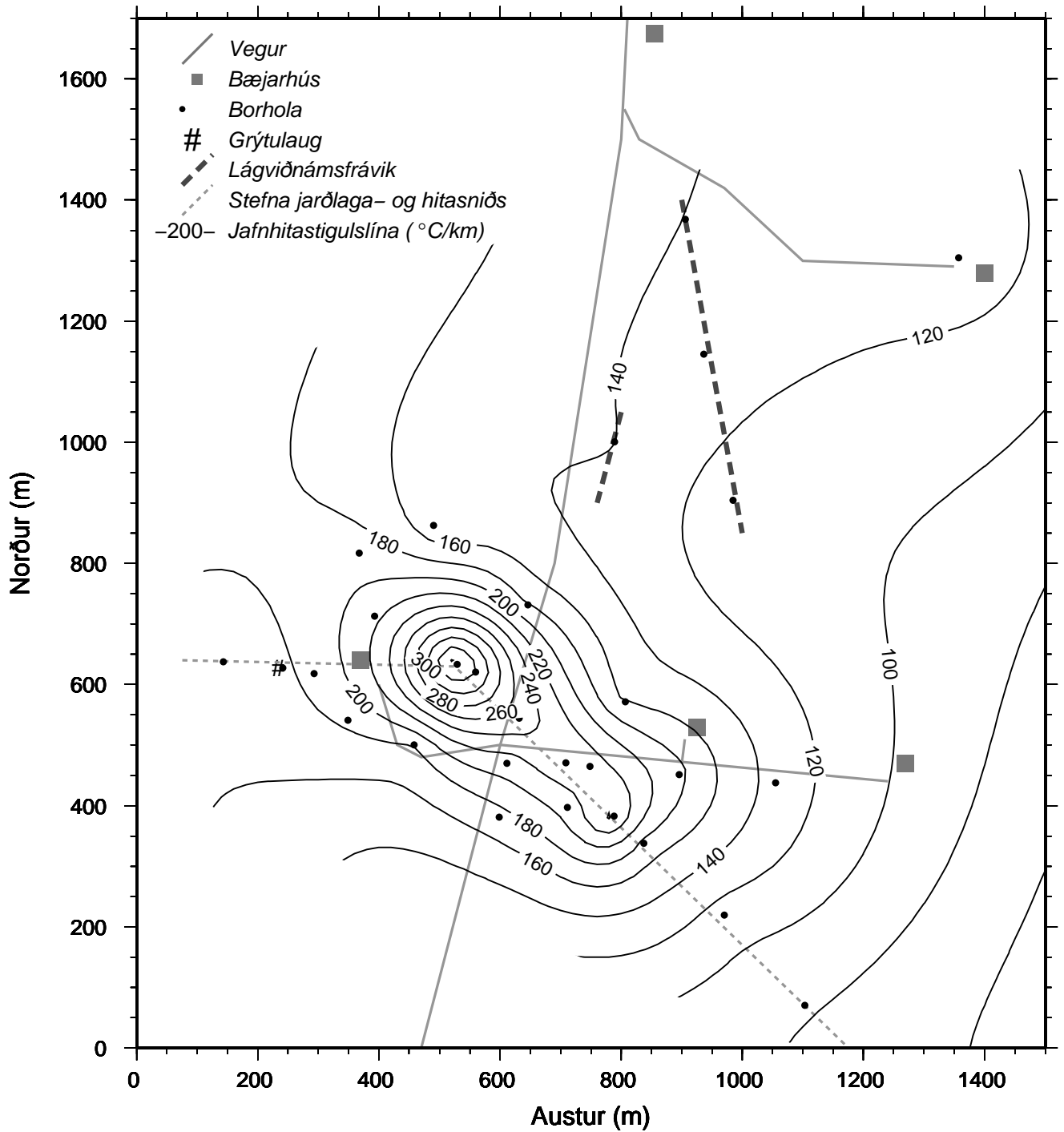
Hitastigulsmælingar hafa reynst ágætlega til að staðsetja uppstreymisrásir í jarðhitakerfum á Íslandi (Grímur Björnsson og Kristján Sæmundsson, 1998). Hitastigulsmælingar fara þannig fram að boraðar eru grunnar borholur (60–100 m) í berggrunninn og hiti síðan mældur með dýpi. Hitastigull segir til um hversu mikið hitinn hækkar með dýpi og er vanalega gefinn upp í einingunni  $^{\circ}\text{C}/\text{km}$ . Sé hitastigullinn ótruflaður endurspeglar hann varmaflæði til yfirborðs. Hitastigull án áhrifa jarðhitakerfa er kallaður svæðisbundinn hitastigull eða bakgrunnshitastigull. Bakgrunnshitastigull ræðst aðallega af aldri jarðskorpunnar og lækkar yfirleitt með fjarlægð frá gosbeltunum. Hann er um  $40\text{--}60^{\circ}\text{C}/\text{km}$  í Eyjafirði utan jarðhitasvæða. Innan jarðhitasvæða er hitastigull nálægt yfirborði meiri en utan þeirra og því eru hitastigulsmælingar hentugar til leita á jarðhitakerfum. Hitastigulsmælingar má svo í framhaldi af því nota til að staðsetja uppstreymissvæði kerfanna á hitastigulskorti.

Þó að hitastigulsfrávik hafi verið kortlagt er ekki þar með sagt að þar sé örugglega heitt vatn á ferðinni. Hitastigulsfrávik koma iðulega fram ef vatn rennur í einhverju magni um sprungur nálægt yfirborði í berggrunninum. Það á jafnt við hvort sem vatnið er heitt eða volgt. Jarðhitaleit með hitastigulsmælingum miðar af því að finna slík frávik, tengja þau öðrum jarðfræðilegum gögnum og bora síðan dýpri rannsóknarholu til að kanna hvort sé um að ræða rennsli á heitu eða volgu vatni. Vert er að hafa í huga nokkur atriði sem geta truflað mælingar á hitastigli, svo sem rennsli milli æða í rannsóknarholunni, vatnsrennsli í jarðlögum, mismunandi varmaleiðni bergs í nágrenni holunnar og landslagsáhrif (Árni Hjartarson *ofl.*, 2000).

### 3.2 Niðurstöður hitastigulsmælinga

Niðurstöður hitastigulsmælinganna má sjá á mynd 2. Á því kemur fram afmarkað hitastigulsfrávik milli Grýtu og Sigtúns. Það hefur stefnu suðaustur-norðvestur og hámarksstigul um  $340^{\circ}\text{C}/\text{km}$  nálægt GR-6. Á mynd 2 er einnig sýnd lega viðnámsfrávikanna sem mældust sumarið 1996 (Arnar Hjartarson, 1997). Ekki er hægt að tengja þau hitastigulsfrávikinu og því er ólíklegt að þau séu merki um sprungur eða ganga sem leiða heitt vatn. Hitaferlar í holum GR-3, GR-5, GR-10 og GR-11 eru truflaðir af láréttu rennsli og því er ekki hægt að áætla hitastigullinn í þeim. Hitastigulskortið byggir ekki á gögnum frá þessum holum. Hitamæliferlar allra borholna á rannsóknarsvæðinu eru sýndir í viðauka C.

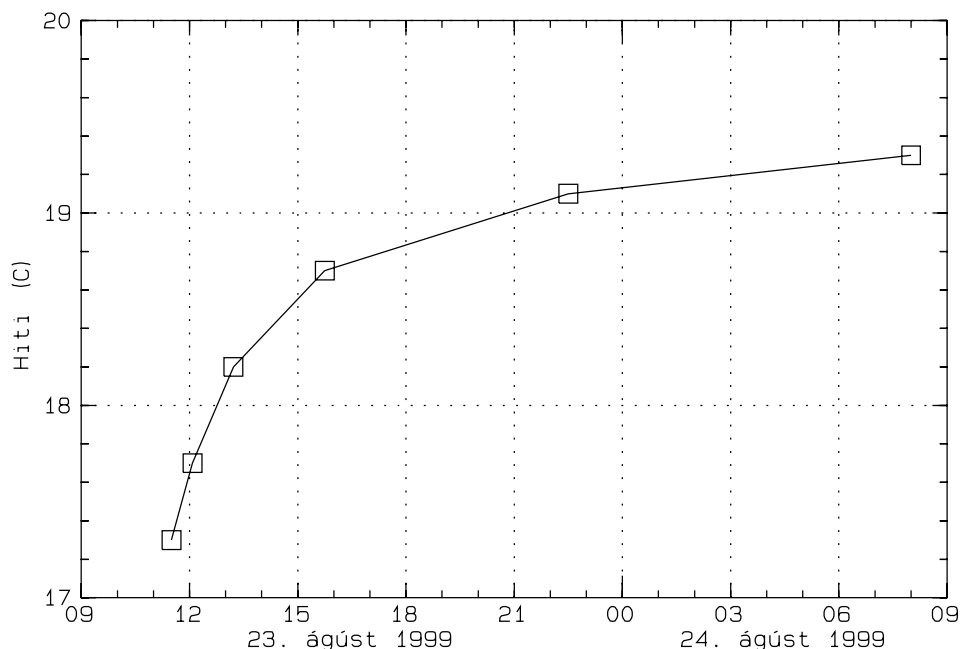
Í lok september lauk borunum vegna hitastigulsmælinga. Þóttu niðurstöður mælinganna það jákvæðar að farið var yfir á næsta stig rannsóknarinnar, þ. e. að bora millidjúpa (100–400 m) rannsóknarholu til að kanna hitastig dýpra í berggrunninum. Áður en það var gert þótti ráðlagt að segulmæla yfir hitastigulsfráviknið til að athuga hvort einhver brot eða gangar greindust í berggrunninum sem gætu auðveldað leið heitavatnsins til yfirborðs.



*Mynd 2: Hitastigulskort af Grýtu- og Sigtúnssvæðinu. Á kortinu má einnig sjá legu hita- og jarðlagasniðs.*

### 3.3 Upphitunarmælingar í holu ST-8

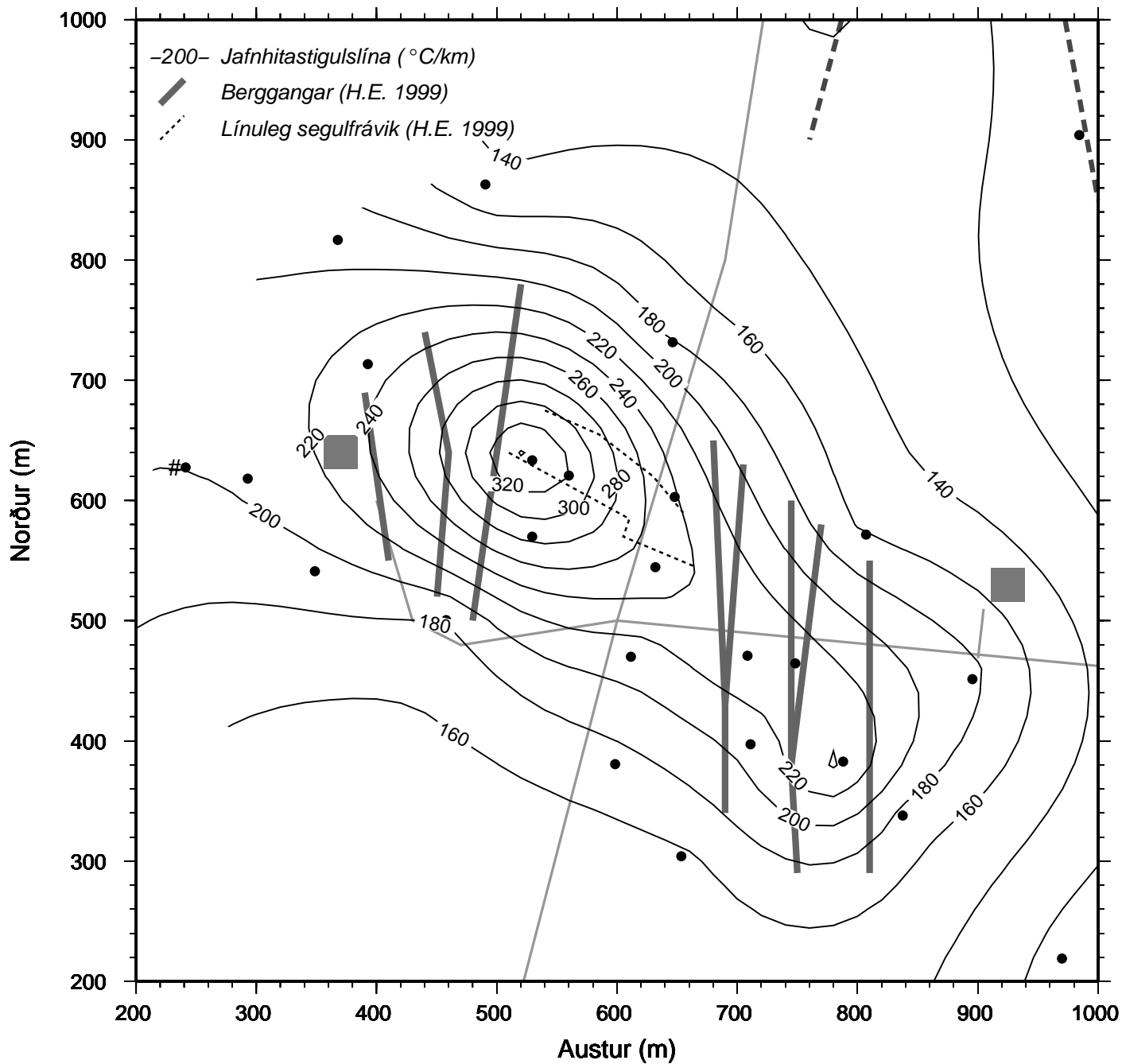
Upphitunarmælingar fóru fram í holu ST-8 23. og 24. ágúst. Tilgangur þeirra var að sjá hve langan tíma það tæki dæmigerða hitastigulsholu að komast í jafnvægi eftir borun og ná því sem næst berghita. Borun holu ST-8 lauk kl. 10:30 þann 23. ágúst og var fyrsta hitamæling framkvæmd kl. 11:30, strax eftir upptekt. Næstu mælingar voru gerðar kl. 12:05, 13:13, 15:45, 22:30 og kl 8:00 þann 24. Mynd 3 sýnir mældan botnhita í holunni. Á henni sést hvernig hitinn breytist mest í upphafi og minna eftir því sem lengra líður frá borlokum. Af myndinni má ráða að hitabreytingar í botnhita eru orðnar litlar eftir sólarhring frá borlokum. Hitamælingar í hitastigulsholunum eiga því að sýna hita nálægt berghita séu þær framkvæmdar sólarhring eftir borlok. Þetta gildir að því tilskyldu að hitamælingarnar séu ekki truflaðar af millirennslu.



Mynd 3: Mældur botnhiti í holu ST-8.

## 4 Segulmælingar

Segulmælingar voru gerðar yfir hitastigulsfráviknið í byrjun október til að athuga hvort einhver brot eða gangar greindust í berggrunninum sem gætu auðveldað leið heitavatnsins til yfirborðs (Hjálmar Eysteinnsson, 1999). Mælisvæði segulmælinganna má sjá á mynd 1 og niðurstöðurnar á mynd 4. Í segulmælingunum koma fram 3 gangar í brekkunum ofan við Grýtu og gangaþyrping milli Eyjafjarðarbrautar og Sigtúns. Meginstefnur gangana eru N 5–8°A, N–S og N 7–11°V. Í mælingunum koma einnig fram veik línuleg segulfrávik á miðbiki mælisvæðisins með stefnu nálægt N 115°A. Þessi frávik hafa svipaða stefnu og hitastigulsfráviknið á svæðinu og annað þeirra fellur alveg við hitastigulshámakið.



Mynd 4: Hitastigulskort og staðsetning bergganga og línulegra segulfrávik á yfirborði.

## 5 Borun dýpri rannsóknarholna

Fyrsta millidjúpa borholan, GR-12, var boruð í lok október. Í desember voru boraðar fjórar aðrar millidjúpar rannsóknarholur: ST-12, ST-13, ST-14 og ST-15. Tilgangurinn með þessum holum var að kanna berghita í berggrunninum og afmarka legu uppstreymisrásarinnar enn frekar. Fjallað verður um hverja holu fyrir sig hér á eftir. Holurnar voru allar fóðraðar með 168 mm víðri fóðringu að innanmáli og 4,5 mm stálþykkt. Neðan fóðringar eru holurnar 140 mm víðar. Hitamælingar og jarðlagagreiningar úr holunum er að finna í viðaukum C og D.

### 5.1 Hola GR-12

Við val á staðsetningu GR-12 var tekið mið af háum hitastigli í GR-6 og niðurstöðu segulmælinganna. Hún var því staðsett um 30 metrum austan við GR-6 og rétt við syðra segulfrávikid. Borun lauk 27. október og varð holan 316 m að dýpt. Hitamælingar í holunni sýna að greinilegt millirennslí er í holunni. Vatn virðist streyma inn í holuna á um 63 m dýpi, þaðan niður og út á um 150 m dýpi. Þessu til staðfestingar voru þann 28. okt. settar niður stangir á um 100 m dýpi og holan loftblásin í um tvo tíma. Eftir að loftblæstri var lokið var holan hitamæld nokkrum sinnum. Þá kom í ljós að hún hafði hitnað ofan æðarinnar á 150 m dýpi meðan á blæstri stóð en fór kólnandi eftir að blæstri lauk. Þessi tilraun staðfesti millirennslí í holunni. Botnhitinn í holunni mældist um 53 °C. Það bendir til þess að holan sé staðsett vestan megin við uppstreymisrásina, sé miðað við hitann í GR-1, sem er kringum 37 °C á sama dýpi, miðað við sjávarmál.

### 5.2 Holur ST-12 og ST-13

Holur ST-12 og ST-13 voru boraðar í þeim tilgangi að afmarka austurkant hitafráviksins sem kemur fram í hitamælingum úr holu GR-12. Holurnar voru báðar boraðar í 103 m dýpi og lauk borunum dagana 1. og 6. desember. Hitamælingar í holunum sýna engin merki um millirennslí og er áætlaður hitastigull í þeim í kringum 83 °C/km og 111 °C/km. Framlengingar á hitastiglum benda til þess að uppstreymisrásin sé vestanmegin við ST-13.

### 5.3 Hola ST-14

Hola ST-14 var boruð niður á 187 m dýpi daganna 8. til 10. desember. Ekki var unnt að bora holuna dýpri vegna hruns í henni á 53–67 m dýpi. Hitamælt var þann 11. des. í stöngum eftir næturhlé. Hitamælingin gefur til kynna millirennslí í holunni. Holan var aftur hitamæld 5. apríl 2000. Í millitíðinni hefur hún kólnað neðan við 50 m en hitnað þar fyrir ofan. Svo virðist sem vatn seytili inn í holuna í kringum hrunkaflann en fari líklega út úr henni á um 170 m dýpi. Fyrirstaða er í holunni á 121 m dýpi og erfiðlega gekk að koma hitamælinum í gegnum hrunkaflann á 53–67 m dýpi. Í desember mældist

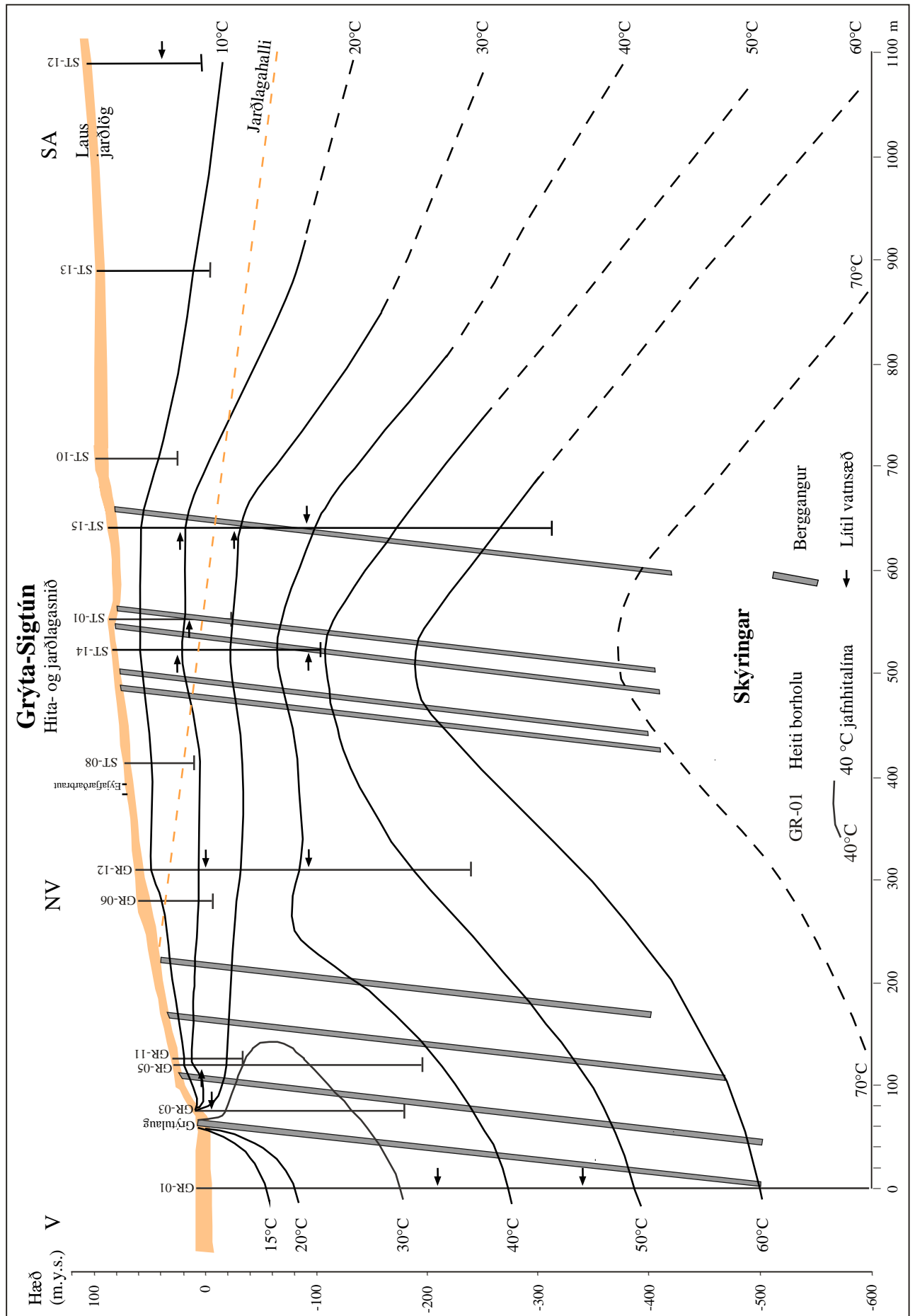
botnhitinn  $47,3^{\circ}\text{C}$ . Svipaðan hita er að finna 35 m neðar í GR-12. Það er því ljóst að ST-14 liggur nær uppstreymisrásinni en GR-12.

## 5.4 HOLA ST-15

Borun holu ST-15 lauk 29. desember. Holan varð 400 m að dýpt og var hún boruð í tveimur áföngum. Hitamælingar sýna millirennslu í holunni líkt og mældist í GR-12. Vatn virðist leka inn í holuna á um 65 m dýpi, renna þaðan niður og út á rúmlega 180 m dýpi. Engin æð virðist vera þar fyrir neðan. Hitamælingarnar eiga því að gefa berghita á 200 til 400 m dýpi. Botnhitinn í ST-15 mældist  $62,7^{\circ}\text{C}$ . Hitastigullinn er í kringum  $130^{\circ}\text{C}/\text{km}$  á dýptarbilinu 200–300 m og  $90^{\circ}\text{C}/\text{km}$  í síðustu 100 m holunnar. Ef gert er ráð fyrir  $50^{\circ}\text{C}/\text{km}$  meðalhitastigli á dýptarbilinu 400–800 m, má búast við vel yfir  $80^{\circ}\text{C}$  hita á 800 m dýpi.

## 5.5 Niðurstöður hitamælinga

Á mynd 5 er birt hitasnið teiknað eftir hitastigulsfrávikinu. Lega þess er sýnd á mynd 2. Jafnhitalínurnar í efsta hluta berggrunnins eru byggðar á gögnum úr grunnu og millidjúpu borholunum. Neðar í berggrunninum eru jafnhitalínurnar aðeins teiknaðar útfrá gögnum í dýpri rannsóknarholunum (GR-1, GR-12, ST-12 til ST-15). Hitasniðið sýnir greinilegt hitahámark undir holu ST-14 og ST-1 neðan 200 m dýpis og fylgir best legu austasta gangsins við ST-1. Þess ber þó að gæta að staðsetning hámarksins er ákvörðuð með aðeins 3 holum. Ofan við 200 m jafnast hámarkið út og jafnhitalínurnar verða næstum láréttar sem bendir til lárétts rennslis útfrá uppstreymisrásinni. Á hitasniðinu kemur einnig fram viðsnúningur í jafnhitalínum austan við Grýtulaug sem eru greinileg merki um lárétt rennslu að lauginni.



Mynd 5: Hitasnið teiknað eftir hitastigulsfrávikinunni. Legu þess má sjá á mynd 2.



## 6 Greining jarðlaga og jarðlagatengingar

Svarfi var safnað með 2 m millibili úr öllum holum meðan á borun stöð og var það skoðað í smásjá. Svarfgreining leiðir í ljós að flestar holurnar eru boraðar í lárétt lagskiptan basaltstafla þar sem rauð millilög og hraunlagakargi einkenna oft á tíðum lagmót. Í 5 holum (GR-9, KL-6, ST-5 ST-12 og ST-15) koma fram berggangar.

Jarðlagamælingar fóru fram í holum GR-12, ST-08, ST-01 og ST-06 meðal annars til að auðvelda jarðlagatengingar. Holurnar voru mældar með tilliti til gammageislunar og nifteindageislunar. Mælingar á gammageislun hafa verið notadrjúgar við jarðlagatengingar því þær sýna geislavirkni jarðlaga. Þannig koma kísilsýrurík jarðlög fram sem toppar í gammamælingu því þau eru auðugri af úrani og þóríni en basísk jarðlög. Ennfremur koma leirrík millilög fram sem toppar því þau innihalda tiltölulega mikið af kalíum en hluti ísótópa þess er geislavirkur. Í lagskiptum basaltstafla (eins og í austanverðum Eyjafirði) mælist gammageislunin jafnan hærri í millilögum en basaltlögum og gefa því vísbendingar um lagmót í jarðlagastaflanum.

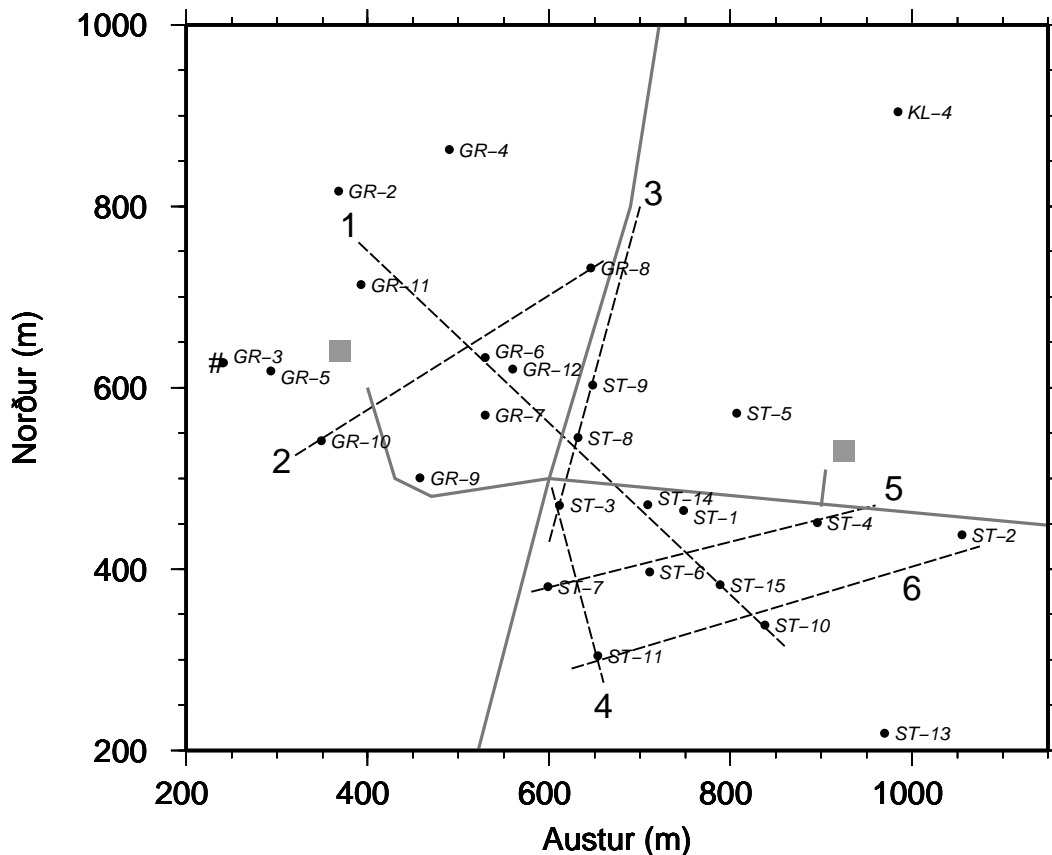
### 6.1 Hitastigulsholur

Svarf allra hitastigulsholna á rannsóknarsvæðinu var skoðað. Með tilliti til hitastigulsholanna voru 6 jarðlagasnið dregin um svæðið milli Grýtu og Sigtúns. Jarðlagasniðin má finna í viðauka E en legu þeirra má sjá á mynd 6. Gert var ráð fyrir að stríkstefna jarðlaga væri N 60° A og hallinn að meðaltali 9°. Við gerð jarðlagatenginga var tekið mið af niðurstöðum svarfgreininga auk þess sem jarðlagamælingar voru skoðaðar. Holunum við Uppsali og Klauf er sleppt í jarðlagatengingunum því þær tengjast ekki öðrum holum svo öruggt geti talist. Holu GR-7 er einnig sleppt í jarðlagatengingunum því jarðlagastaflinn í henni samsvarar þeim sem finnst í GR-6.

**Snið 1** er teiknað frá holu GR-11 í stefnu 226° um holu GR-6, ST-8, ST-6 og ST-10 og er halli jarðlaga um 7–8° í þessa stefnu. Að minnsta kosti 16 basaltlög koma fyrir í sniðinu og er þykkt þeirra frá 2 m upp í 16 m. Tenging á milli holu GR-11 og GR-6 byggir á stak-stórdílóttu basaltlagi. GR-6 og ST-8 tengjast með fín til meðalkorna basaltlögum en ST-8 og ST-6 tengjast með smádílóttu basalti og rauðu millilagi sem liggur undir því. Ferlar fyrir gamma- og nifteindageislun benda til samsvarandi tenginga milli ST-8 og ST-6 og ennfremur tengingu um ST-1 (boruð 1993). Stórdílótt basalt ásamt millilögum og fín- til meðalkorna basalt tengir svo holu ST-6 við ST-10.

**Snið 2** er um holu GR-8, GR-6 og GR-10 í stefnu 123° sem er nærri stríkstefnu jarðlaga á svæðinu og halli jarðlaga milli holanna nánast 0°. Sniðið geymir að minnsta kosti 17 basaltlög og er þykkt einstakra laga frá 2 til 12 m. Í öllum þremur holunum kemur stórdílótt lag fyrir. Í holum GR-8 og GR-6 er það stakdílótt og er í botni beggja holna en er ofarlega í GR-10.

**Snið 3** liggur frá holu GR-08 um ST-9, ST-8 og ST-3 í stefnu 165° og er halli jarðlaga í þá stefnu um 4°. Að minnsta kosti 15 basaltlög koma fyrir í holunum. GR-8 var varpað inn á sniðið og tengir fín- til meðalkorna basaltlag hana við ST-9. Holu ST-9, ST-8 og ST-3 tengjast allar saman á smádílóttu basaltlagi og fremur þykku setlagi sem undir



Mynd 6: Lega jarðlagasniða

því liggur.

**Snið 4** teygir sig í stefnu  $195^\circ$  í gegnum holur ST-3, ST-7 og ST-11. Jarðlögum í sniðinu hallar um  $8^\circ$  og eru þar á meðal að minnsta kosti 8 basaltlög. Holurnar tengjast allar með smádílóttu basaltlagi og rauðu millilagi sem undir liggur.

**Snið 5** er í stefnu  $284^\circ$  frá holu ST-7 í gegnum ST-6 og ST-4. Halli jarðlaga í tiltekna stefnu er um  $2^\circ$ . Tíu basaltlög koma fyrir í sniðinu og eru að minnsta kosti 6 þeirra dílótt. Þykkt laganna er á bilinu 2 til 12 m. Dílótt basaltlag tengir allar holurnar saman og enn fremur tengir rautt/grænt millilag holur ST-7 og ST-6.

**Snið 6** liggur frá holu ST-11 í stefnu  $287^\circ$  um holur ST-10 og ST-2. Halli jarðlaga í þá stefnu er 1 til  $2^\circ$ . Um 8 basaltlög koma fyrir í sniðinu og eru allavega 4 þeirra dílótt. Holur ST-11 og ST-10 tengjast með stórdílóttu basaltlagi sem og fín- til meðalkorna basaltlagi. Tenging milli ST-10 og ST-2 er um vatnsleiðandi rautt millilag sem liggur á milli dílótt basalts og fín- til meðalkorna basalts. Setlagið skiptir holu ST-2 í dílalausán fín- til meðalkorna efrihluta og dílóttan neðrihluta.

## 6.2 Dýpri rannsóknarholur

### 6.2.1 GR–12

Svarfi var safnað frá 12 m niður á 316 m dýpi við borun holu GR–12. Jarðlögum í holunni er hægt að skipta upp í þrjár syrpur. Jarðlög í efstu 126 m einkennast af blönduðu bergi þar sem fín- til meðalkorna basalt finnst, ýmist dílótt og dílalaust. Þar undir liggur um 32 m þykk eining úr meðal- til grófkorna basalti sem nær niður á 158 m dýpi og eru tvö þessara laga dílótt. Þá tekur við syrpa úr dílóttum fín og grófkorna basaltlögum sem nær niður í botn holunnar á 316 m dýpi. Tvær vatnsæðar eru í holunni. Önnur þeirra er á 68 m en hin er á 158 m dýpi og koma þær báðar fram í millilögum.

### 6.2.2 ST–12

Við borun ST–12 var skoðað svarf frá 32 m dýpi niður í botn holunnar á 102 m dýpi. Niður á 66 m dýpi er að finna 4 fínkorna basaltlög og er hið efsta stakdílótt. Síðan tekur við lítið ummyndað þéttdílótt grófkorna basalt niður í botn holunnar. Hugsanlega er um gangberg að ræða í neðri hluta holunnar. Vatnsæð kemur inn í holuna á 66 m dýpi á mótum berggangsins og og fínkornóttu basaltlaganna.

### 6.2.3 ST–13

Svarfsýni voru tekin frá 10 m dýpi niður á 103 m við borun holu ST–13. Svarfgreining leiðir í ljós að flest jarðlaganna eru plagíóklas dílótt. Í meirihluti dílóttu jarðlaganna eru dílaþéttleiki mikill og lögin morkin. Tilhneiging er til að flokka efstu 86 m holunar í dílótta syrpu en að lögin þar neðan sem hluta af blönduðu syrpu sem sést í holu GR–12. Neðarlega í holunni finnst gyllt húð og pýrít sem getur bent til að innskot leynist í berginu rétt við holubotn. Vatnsæð kemur fram í hraunkarga og seti á 96 m dýpi í holunni.

### 6.2.4 ST–14

Svarf úr holu ST–14 var skoðað frá 8 m niður í botn holunnar á 186 m dýpi. Fremur grófkorna basaltlög með mikinn dílaþéttleika eru í efstu 26 m holunnar. Lög þessi eru morkin og eru samskonar og finnast á 76 til 86 m dýpi í ST–13. Jarðlög frá 26 m og niður í botn holunnar eru blönduð. Flest eru þau þétt fín til meðalkorna og einhver þeirra dílótt. Á 52 til 66 m dýpi er jarðlag fremur laust í sér og hrungjarnt. Vatnsæð kemur inn í holuna á þessum hrungjarna kafla. Svarf jarðlaga sem eru neðan setlagsins er mengað af svarfi úr því vegna þess að sífellt kvarnast molar úr því við borunina. Þessi blöndun torveldar svarfgreiningu. Hugsanlega er innskot í holunni, á 164 til 178 m dýpi. Mikið safn útfellinga fylgir því að ofan- og neðanverðu. Vatnsæð kemur inn í holuna á um 180 m dýpi á mótum berggangs og dílabasalts.

### 6.2.5 ST-15

Skóðað var svarf af 6 til 400 m í holu ST-15. Efstu 46 m holunnar eru morkin basaltlög með mikinn dílapéttleika. Þétt fínkorna basaltlög eru inn á milli dílabasaltsins. Jarðlög í holunni frá 46 m dýpi niður á 188 m eru blönduð eins og efsti hluti GR-12 þar sem dílótt og dílalaust fínt til grófkorna basalt er að finna. Á 158 til 182 m dýpi í holunni er berggangur sem einkennist á lítið ummynduðu grófkorna basalti. Þrjár vatnsæðar eru í holunni. Minniháttar æðar eru á 68 m og 115 m dýpi en á 180 m dýpi er vatnsæð sem kemur fram við hitamælingu.

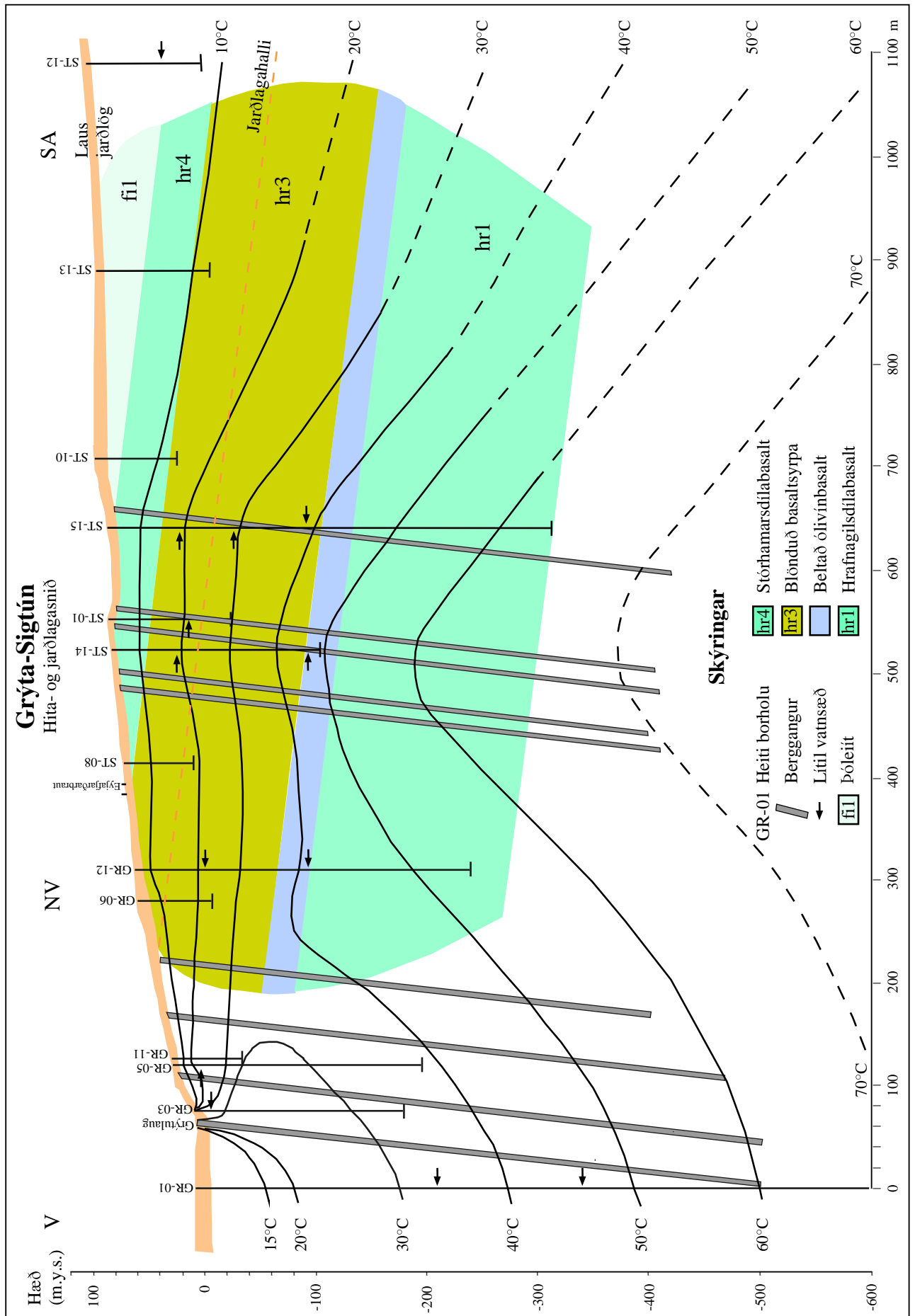
Hvað varðar tengingar jarðlaga í djúpu rannsóknarholunum þá er örugga jarðlagatengingu að finna á milli GR-12 og ST-15. Um er að ræða einstakt gróft, hart og litríkt setlag á 242 m dýpi í GR-12 og á 306 m dýpi í ST-15. Fínkornótt grænt setlag liggur undir því grófa í hvorri holu fyrir sig. Líkleg tenging er milli holanna á lagmótum fín- til meðalkorna basalts (dílalaust) og meðalkorna dílabasalts á 158 m dýpi í GR-15 og á 216 m dýpi í ST-15.

Morkið, þéttdílótt meðal- til grófkorna basalt er hægt að tengja milli holna í landi Sigtúns og er botn þess að finna á 26 m dýpi í ST-14, á 46 m dýpi í ST-15 og á 86 m dýpi í ST-13. Borið saman við snið 1 þá er umrætt jarðlag á um 10 m dýpi í ST-08 og um 36 m dýpi í ST-06. Jarðlagamælingar (sjá í viðauka F) í ST-08 og ST-06 styðja jafnframt þessa tengingu milli holanna tveggja.

## 6.3 Niðurstöður jarðlagagreininga

Í landi Sigtúns er að finna nokkur basaltlög með mikinn dílapéttleika sem rekja má milli borhola. Inn á milli dílabasaltlaganna eru dílalaus fín- til meðalkorna þétt basalhraunlög en minna af meðal- til grófkorna basaltlögum. Berggrunnur Grýtu samanstendur að mestu af dílalausum basaltlögum. Þó finnast þar stór- og smádílótt lög en þá er þéttleiki dílanna mun minni en dílabasaltlaganna í landi Sigtúns. Sökum fjölbreytileika basaltlaganna má líta á bergrunn Grýtu sem hluta af syrpu sem einkennist af blönduðu basalti og sem er í heildina um 150 m þykk. Undir blandaða basaltinu á athugunarsvæðinu er 30 til 40 m þykk syrpa úr fín- til grófkorna þunnum basaltlögum með nánast engum millilögum. Tvö basaltlög syrpu eru dílótt og tengir annað þeirra, sem er í miðri syrpu, holur GR-12, ST-14 (neðsta lagið) og ST-15. Segja má að syrpan einkennist af beltuðu ólivínbasalti. Syrpa af dílabasaltlögum tekur við af ólivínbasaltsyrpu sé skyggst neðar í jarðlagastaflann og er minnsta kosti til staðar uns náð er botndýpi rannsóknarholna á athugunarsvæðinu.

Jarðlagasniðin 6 sem dregin voru á milli hitastigulsholna og tengingar milli dýpri rannsóknaholna í landi Grýtu og Sigtúns gefa til ekki kynna að um verulegt jarðhnik (normal misgengi) sé að ræða á svæðinu sem holurnar eru á. Segulkort af svæðinu ber heldur ekki vott um verulegt jarðhnik (Hjálmar Eysteinnsson, 1999).



Mynd 7: Hita- og jarðlagasnið, teiknað eftir hitastigulsfrávikinu.

Jarðlögin sem einkenna jarðlagastafla rannsóknarsvæðisins má tengja við jarðfærðikort af Eyjafirði (Árni Hjartarson og Hafdis Eygló Jónsdóttir, 1999). Morknu, þéttdílóttu basaltlögin tilheyra jarðlagaeiningu er á jarðfræðikortin nefnist Stórhamarsdílabasalt (hr4). Jarðlög þar undir sem hér hafa verið flokkuð saman sem blandað basalt samsvara því sem fengið hefur heitið Blönduð basaltsyrpa (hr3). Samkvæmt Hita- og jarðlagasniði sem fram kemur á mynd 7 liggja mörkin á yfirborði milli Stórhamarsdílabasaltsins og blönduðu syrpu nálægt Eyjafjarðarbraut, vestan við holu ST-08. Það ekki fjarri því sem fram kemur á jarðfræðikortinu. Dílabasalteiningin sem er undir blandaða basaltinu nefnist á jarðfræðikortinu Hrafnagilsdílabasalt (hr1). Borholur við Hrafnagil Laugaland eru í þessum jarðlögum. Eining beltaða ólivínbasaltsins, sem kemur fram á Grýtu-Sigtúnssvæðinu, er ekki sérstaklega auðkennd á jarðfræðikortinu en er til staðar á mörkum Blönduðu basaltsyrpu og Hrafnagilsdílabasaltsins (Árni Hjartarson, 2000) og kemur jafnframt fram í sumum borholum við Laugaland (Axel Björnsson *ofl.*, 1979).

Mögulegt er að tengja jarðlagastaflann á athugunarsvæðinu við snið Kristjáns Sæmundsonar sem hann tók í Fiskilæk og er að sjá í skýrslu eftir Axel Björnsson o.fl. (1979). Þar er Stórhamarsdílabasaltið (hr4) á hæðarbilinu 380 til 440 m yfir sjávarmáli. Þar undir er basaltið sem hér hefur verið talað um sem blandað basalt. Vera má að mót blandaða basaltsins og beltaða ólivínbasaltsins, sem eru á 158 m dýpi í GR-12 og 216 m dýpi í ST-15, samsvari jarðlagamótum í um 270 m hæð í sniðinu við Fiskilæk.

Þykk millilög fylgja dílóttu basalhraunlögunum fremur en þeim dílalausum. Svo virðist sem holur boraðar í dílabasaltsyrpu (hr4), sem einkennir berggrunn að Sigtúni, Klauf og Uppsölum, séu hrungjarnari en holurnar sem boraðar voru í dílalausum syrpu (hr3) í landi Grýtu.

Smáæðar koma fram í nokkrum hitastigulsholnanna og er í flestum tilvikum um lek millilög að ræða. Þar sem þykk millilög og dílabasaltlög virðast fylgjast að skýrist jafnframt sú staðreynd að smáæðar fannst frekar í hitastigulsholum í Sigtúni en Grýtu. Í dýpri rannsóknarholum er einnig að finna vatnsleiðandi millilög og einskorðast þau við efsta hluta jarðlagastaflans nema í holu GR-12. Vatnsleiðandi bergganga er að finna í neðri hluta holu ST-14 og ST-15 sem og í ST-12.

Leirsteindir og seólítar eru helstu ummyndunarsteindir í berglögunum og teljast til mesólít-skólesít ummyndunarbeltisins. Einnig gætir oxunar á setlögum og hraunlagakörgum. Helstu leirsteindir eru seladónít (grænn) og klórófeit (svartur) en seólítarnir eru skólesít, mesólít, heulandít, kabasít, analsím og thomsónít (ekki öruggt). Seólíta og seladónít er einkum að finna við lagmót en klórófeitið nær að breiðast inn í sjálf hraunlögin. Kvars og glerhallur finnast í nokkrum holnanna. Í holum ST-10, ST-6, GR-12, ST-14 og ST-15 eru merki um holufylltar sprungur.

## 7 Túlkun gagna og ályktanir

Ofangreindar rannsóknarniðurstöður gefa tilefni til eftirfarandi ályktana. Hitahámark finnst undir holum ST-1 og ST-14 á um 200–300 m dýpi í berggrunninum samkvæmt myndum 5 og 7. Hitahámarkið fellur saman við tvo bergganga sem hallar til vesturs og koma fram á yfirborði við ST-1. Hitahámarkið stafar því af flæði vatns djúpt úr berggrunninum meðfram göngunum í átt til yfirborðs. Hitasniðið sýnir að ofan 200 m dýpis jafnast hitahámarkið út og jafnhitalínurnar verða nær láréttar norðvestanmegin við hámarkið. Þetta bendir sterklega til þess að vatnið leyti úr uppstreymisrásinni og renni lárétt upp eftir jarðlagahallanum í vatnsgæfari lögum í blönduðu basaltsyrpunni (hr3) og í átt að Grýtulaug. Hitaferlar í holum GR-3, GR-5, GR-10 og GR-11 er aðeins unnt að skýra með láréttu rennsli og styðja þetta frekar. Hitastigulsfrávikíð í kringum ST-1 og ST-14 er frekar mjótt miðað við að uppstreymið sé eftir göngunum sem liggja norður-suður. Því má álykta að að vatnið berist upp eftir göngunum á tiltölulega stuttum kafla áður en það fer út í jarðlögin.

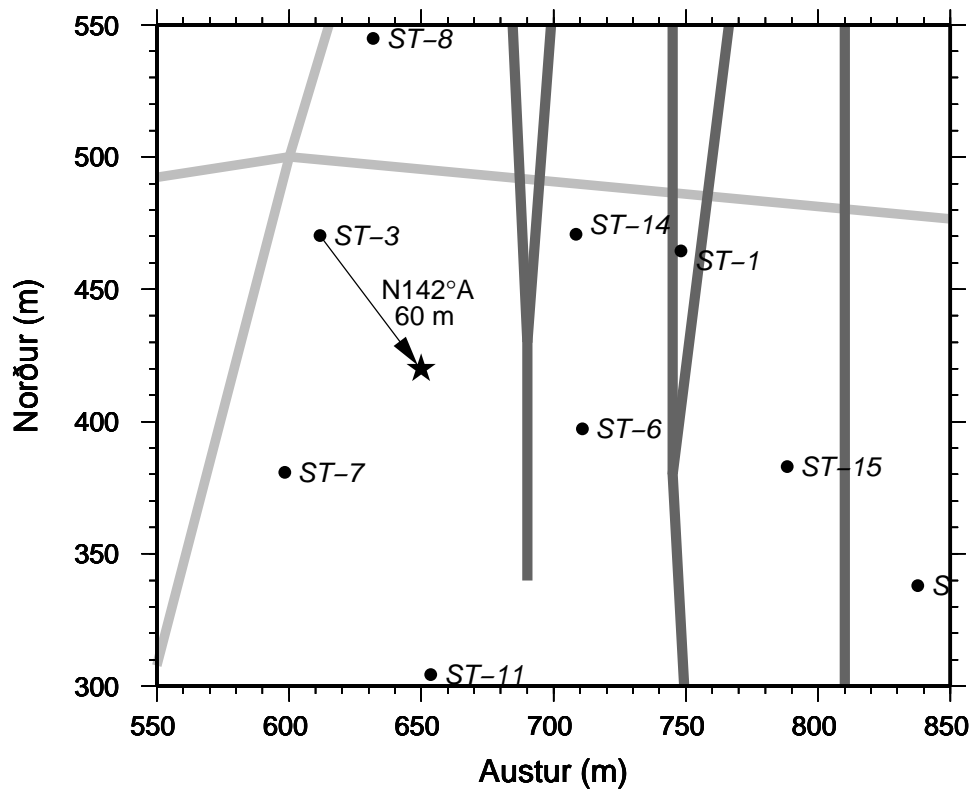
Hitastigulsholurnar eru að jafnaði 60 til 100 m djúpar. Þar sem lárétta vatnsrennslið nær niður á allt að 150 til 200 m dýpi eru hitaferlar hitastigulsholnanna truflaðir af þessu rennsli sem skyggir á hið eiginlega uppstreymissvæði. Hitinn í berggrunninum neðan lárétta vatnsrennslisins verður því ekki kannaður nema með rannsóknarholum sem eru að minnsta kosti 300 m að dýpt. Hitastigulshámarkið við GR-6 kemur fram vegna þess að vatnsrennslið nálgast yfirborð æ meir eftir því sem vestar dregur. Annars vegar vegna þess að jarðlagahallinn er til suðausturs og hins vegar vegna landlækkunar til vesturs.

Hámarkshita yfir  $80^{\circ}\text{C}$  er að vænta á svæðinu kringum borholur ST-1 og ST-14 á 800 m dýpi. Mestar líkur á að finna heitt vatn á svæðinu felast því í að bora í gangana sem liggja til yfirborðs við ST-1, en uppstreymi heita vatnsins er talið vera samsíða þeim. Þar sem göngunum hallar til vesturs verður borholan að vera vestanmegin við gangana, en fjarlægðin er háð skurðdýpi.

### 7.1 Staðsetning djúprar rannsóknarholu ST-16

Ofangreindar niðurstöður eru jákvæðar og hvetja til áframhaldandi jarðhitaleitar. Næsta skref í leitinni er að bora allt að 1000 m djúpa rannsóknarholu sem hægt er að nota sem vinnsluholu hitti hún á gæfar vatnsæðar. Markmiðið með holunni er að hitta á ofangreinda ganga á 900 m dýpi og ákvarðast staðsetning hennar því af stefnu og halla ganganna. Meginstefna ganganna á svæðinu er norður-suður. Hóla ST-15 sker gang á 170 m dýpi og kemur fram á yfirborði, samkvæmt segulmælingunum, um 20 m frá holunni. Halli gangans reiknast því  $6,7^{\circ}$  til vesturs. Þrjár gangar skera hóluna GR-1 (Ásgrímur Guðmundsson *ofl.*, 1982) og gefur efsti gangurinn, sem fram kemur við Grýtulaug,  $6,6^{\circ}$  halla til vesturs. Gangarnir sem skera á ætti því að hafa svipaðan halla, eða um  $6,7^{\circ}$  til vestur, en algengasti gangahalli í Eyjafirði mælist á milli  $6$  og  $7^{\circ}$  til vesturs (Axel Björnsson *ofl.*, 1978).

Reiknað er með að gangahallinn sé  $6,4^{\circ}$  en ekki  $6,7^{\circ}$  til að leyfa vik í halla ganganna og holunnar. Ef hitta á gangana við ST-1 á 900 m dýpi þarf hólana að vera staðsett



Mynd 8: Staðsetning djúprar rannsóknarholu við Sigtún (merkt með ★).

101 m vestanmegin við ganginn þar sem hann kemur fram á yfirborði. Gangarnir sem eru vestanmegin við ST-14 eru þá skornir á 455 m dýpi. Sé halli ganganna  $6,0^\circ$  eru austari gangarnir skornir á um 960 m dýpi en þeir vestari á um 485 m dýpi. Sé halli ganganna hinsvegar  $7,0^\circ$  eru þeir skornir á um 825 m og 415 m dýpi. Gangarnir tveir við ST-1 virðast sameinast 50 m sunnan við holuna. Þar á mörkunum er væntanlega meiri veikleiki í berginu og meiri von til að hitta á gæfar vatnsæðar.

Vænlegasti staður fyrir djúpa rannsóknarholu er því í 60 m fjarlægð frá holu ST-3 í stefnu  $N142^\circ A$ . Staðsetningu holunnar má sjá á mynd 8.

## 7.2 Tengsl við önnur jarðhitakerfi

Þrátt fyrir umtalsverða vinnslu og lágt vatnsborð á Botni og Laugalandi heldur Grýtu-laug áfram að vætla volgu vatni (Ingunn María Þorbergsdóttir, 1999). Áhrifa vegna vinnslu á þessum svæðum virðist heldur ekki gæta í efsta hluta berggrunnins við Sigtún (Ólafur G. Flóvenz, 1995). Þetta hefur verið talin vísbending um sjálfstætt jarðhitakerfi við Grýtu, lítið tengt núverandi vinnslusvæðum.

Með því að tengja jarðlagaeiningar berggrunnins á rannsóknarsvæðinu við jarðfræðikort af Eyjafirði (Árni Hjartarson og Hafdís Eygló Jónsdóttir, 1999) má áætla uppbyggingu jarðlagastafans undir Sigtúni og áætla dýptarmörk jarðlagaeininga. Djúp borhola við



Sigtún ætti hitta í Vatnsbóladílabasaltið (va2) á um 900 til 1000 m dýpi undir Sigtúni, en sú eining er talin vera leiðarlag jarðhitavatns í Eyjafirði (Ólafur G. Flóvenz og Ragna Karlsdóttir, 2000), og jafnframt eru neysluvatnslindirnar í Glerárþólum og Hesjuvallaþólum tengdar þessari einingu (Þórólfur H. Hafstað *ofl.*, 1994).

Niðurstöður ferilprófana, sem gerðar voru í niðurdælingartilrauninni á Laugalandi 1997–1999, sýna að tengsl eru á milli Grýtu og Laugalands. Niðurstöður hermireikninga sýna jafnframt að vatnsborð á Laugalandi er háð vinnslu á Ytri-Tjörnum og Botni til lengri tíma litið (Guðni Axelsson *ofl.*, 2000). Því er ljóst að vinnslusvæðin þrjú eru tengd innbyrðis, hugsanlega í gegnum Vatnsbóladílabasaltið. Það er líklegt að jarðhitakerfið við Grýtu og Sigtún sé einnig tengt vinnslusvæðunum í nágrenninu, spurningin er aðeins hversu greið tengslin eru. Fáist vinnanlegt vatn í einhverju magni við Sigtún verður það ávalt búgott fyrir Hita- og vatnsveitu Akureyrar því jarðhitavatn er þá unnið á fleiri stöðum en áður og vinnslugeta og rekstraröryggi hitaveitunnar eykst til muna.

## 8 Samadregnar niðurstöður og tillögur

Síðari hluta ársins 1999 var jarðhitarannsóknunum á Grýtu- og Sigtúnssvæðinu í Eyjafirði haldið áfram eftir þriggja ára hlé. Þær fólu í sér borun á 21 grunnri hitastigulsholu, segulmælingar og boranir á 5 millidjúpum rannsóknarholum. Samtals voru boraðir 2453 m. Svo virðist sem tekist hafi að staðsetja uppstreymissvæðið sem fæðir Grýtulaug með volgu jarðhitavatni. Heitt jarðhitavatn berst upp á mjóum kafla meðfram tveimur göngum sem ná til yfirborðs við holu ST-1. Ofan við 200 m dýpi leitar vatnið út í blandaða basaltsyrpu og berst þaðan upp jarðlagahallann um 500 m leið og kemur loks fram í Grýtulaug. Af öðrum niðurstöðum má nefna:

- Hitamælingar í rannsóknarholunum gefa til kynna yfir 80 °C á 800 m dýpi.
- Lárétta rennslið truflar ákvörðun á hitastigli í grunnu hitastigulsholunum og hitinn í berggrunninum verður ekki kannaður nema með millidjúpum borholum.
- Með svarfgreiningu og jarðlagatengingum hefur fengist skýr mynd af efstu 400 m berggrunnins við Sigtún.
- Umtalsverð normal misgengi er ekki að finna í jarðlagastaflanum á rannsóknarsvæðinu.
- Vatn leitar bæði með berggöngum og millilögum.
- Þykkari millilög fylgja fremur dílóttu einingunum fremur en þóleíft einingunum.
- Borholur sem boraðar eru í dílabasalt með þykkari millilögum eru hrungjarnari en holur sem boraðar eru í þóleíft með þynnri millilögum.

Ofangreindar niðurstöður eru jákvæðar og gefa tilefni til áframhaldandi jarðhitarannsóknna við Sigtún. Lagt er til að boruð verði allt að 1000 m djúp rannsóknarhola sem

hefur þann tilgang að hitta á ganga sem taldir eru veita vatninu í átt til yfirborðs. Ef holan hittir á gæfar vatnsæðar gæti það orðið umtalsverður ávinningur fyrir Hita- og vatnsveitu Akureyrar, það er ef tengslin við önnur svæði reynast lítil.

## 9 Heimildir

Arnar Hjartarson, 1997: *Viðnámsmælingar við Uppsali 1996*. Unnið fyrir Hitaveitu Akureyrar. Orkustofnun, OS-97007, 19 s.

Axel Björnsson, Kristján Sæmundsson, Sigmundur Einarsson, Freyr Þórarinsson, Stefán Arnórsson, Hrefna Kristmannsdóttir, Ásgrímur Guðmundsson, Benedikt Steingrímsson og Þorsteinn Thorsteinsson, 1979: *Hitaveita Akureyrar. Rannsókn jarðhita í Eyjafirði. Áfangaskýrsla 1978*. Orkustofnun, OS-JHD-7827, 91 s.

Árni Hjartarson, Elsa G. Vilmundardóttir, Ólafur G. Flóvenz og Sigurður Sveinn Jónsson, 2000: *Seyðisfjörður. Hitastigull, grunnvatn og jarðfræði*. Unnið fyrir Seyðisfjarðarkaupstað. Orkustofnun, OS-2000/001, 41 s.

Árni Hjartarsson, 2000: *Munnlegar heimildir*. Samtal átti sér stað á Vorráðstefnu Jarðfræðifélags Íslands þann 13. Apríl 2000.

Árni Hjartarson og Hafdís Eygló Jónsdóttir, 1999: *Akureyri. Jarðfræðikort 1:50.000*. Unnið fyrir Hita- og vatnsveitu Akureyrar. Orkustofnun, OS-99118, 18 s. +kort.

Ásgrímur Guðmundsson, Ólafur G. Flóvenz, Sigmundur Einarsson og Bára Björgvinsdóttir, 1982: *Grýta í Öngulsstaðarhreppi. Niðurtstöður jarðhitarannsókna*. Unnið fyrir Hitaveitu Akureyrar. Orkustofnun OS-82037/JHD-05, 29 s.

Grímur Björnsson og Kristján Sæmundsson, 1998: *Ársfundur Orkustofnunar 1998. Jarðhitaleit á köldum svæðum*. Orkustofnun 1998, OS-98009, 18 s.

Guðni Axelsson, Arnar Hjartarson, Steinunn Hauksdóttir, Ólafur G. Flóvenz, Guðrún Sverrisdóttir, Franz Árnason, Magnús Finnsson, Árni Árnason og Reynir Böðvarsson, 2000: *Demonstration of improved energy extraction from a fractured geothermal system. (Final report for THERMIE project GE-0060/96)*. Orkustofnun, OS-2000/016, 219 s.

Hjálmar Eysteinnsson, 1999: *Segulmælingar við Sigtún og Grýtu Eyjafirði*. Unnið fyrir Hita- og vatnsveitu Akureyrar. Orkustofnun, OS-99081, 4 s. +kort.

Hjálmar Eysteinnsson og Ólafur G. Flóvenz, 1994: *Laugaland í Eyjafjarðarsveit. Túlkun segulmælinga*. Unnið fyrir Hitaveitu Akureyrar. Orkustofnun OS-93072/JHD-36 B.

Hjálmar Eysteinnsson og Ólafur G. Flóvenz, 1993: *Laugaland í Eyjafjarðarsveit. Túlkun segulmælinga*. Orkustofnun, OS-93072/JHD-36 B.

Ingunn María Þorbergsdóttir, 1999: *Athuganir við Gilslaug og hitamælingar í Grýtulaug í Eyjafirði*. Orkustofnun, greinargerð IMP-99/01, 3 s.

Ólafur G. Flóvenz og Ragna Karlsdóttir, 2000: *TEM-resistivity image of a geothermal field in N-Iceland and the relation of the resistivity with lithology and temperature*. Jarðhitaráðstefna WGC 2000 í Japan (í prentun).

Ólafur G. Flóvenz, 1995: *Hola ST-1 við Sigtún í Eyjafjarðarsveit. Borun holunnar og mælingar*. Orkustofnun, greinargerð ÓGF-95/05, 3 s.

Ólafur G. Flóvenz og Ásgrímur Guðmundsson, 1984: *Viðnámsmælingar og rannsóknarboranir við Grýtu í Öngulsstaðarhreppi 1982-1983*. Unnið fyrir Hitaveitu Akureyrar. Orkustofnun, OS-84040/JHD-05, 45 s.

Þórólfur H. Hafstað, Halldór G. Pétursson og Freysteinn Sigurðsson, 1994: *Vatnsveita Akureyrar. Vatnsból og vatnsvernd*. Orkustofnun, OS-94059/VOD-05, 46 s. +kort.

**Viðauki A: Borholur á rannsóknarsvæðinu við Grýtu,  
Sigtún, Uppsali og Klauf og staðsetningar  
þeirra**



Hola nr.	Borun lokið dags.	Dýpi (m)	Fóðring (m)	GPS (Hjörs.) Norður	GPS (Hjörs.) Vestur	Hæð yfir sjó (m)	Hitastigull (°C/km)
GR-1	20.10.1979	1054	65,5	65.554272 °	18.081365 °	7	–
GR-2	08.07.1982	160	–	65.555785 °	18.076334 °	28	190
GR-3	26.07.1982	190	–	65.554141 °	18.079261 °	5	–
GR-4	15.07.1982	130	4	65.556145 °	18.073636 °	42	147
17GR-5	11.12.1982	230	2,5	65.554035 °	18.078149 °	27	–
GR-6	26.08.1999	66	12	65.554074 °	18.073024 °	62	340
GR-7	01.09.1999	69	12	65.553504 °	18.073082 °	66	270
GR-8	02.09.1999	66	9	65.554906 °	18.070396 °	73	178
GR-9	03.09.1999	63	6	65.552912 °	18.074702 °	55	183
GR-10	12.09.1999	69	9	65.553322 °	18.077017 °	28	–
GR-11	15.09.1999	60	6	65.554846 °	18.075898 °	29	–
GR-12	28.10.1999	316	12	65.553946 °	18.072373 °	68	–
KL-4	09.08.1999	60	3	65.556308 °	18.062901 °	101	110
KL-5	08.08.1999	69	9	65.558492 °	18.063709 °	93	128
KL-6	10.08.1999	60	3	65.557259 °	18.067041 °	78	140
KL-7	20.08.1999	72	12	65.560502 °	18.064140 °	94	139
ST-1	25.05.1993	100	12	65.552468 °	18.068461 °	88	230
ST-2	05.08.1999	63	6	65.552099 °	18.061843 °	113	133
ST-3	15.08.1999	66	18	65.552577 °	18.071406 °	76	218
ST-4	16.08.1999	69	12	65.552289 °	18.065287 °	103	183
ST-5	17.08.1999	48	6	65.553405 °	18.067080 °	89	158
ST-6	19.08.1999	60	3	65.551881 °	18.069334 °	84	213
ST-7	21.08.1999	60	3	65.551782 °	18.071783 °	72	173
ST-8	23.08.1999	63	6	65.553236 °	18.070894 °	74	250
ST-9	24.08.1999	66	9	65.553750 °	18.070489 °	75	246
ST-10	26.08.1999	66	9	65.551298 °	18.066652 °	98	175
ST-11	27.08.1999	60	3	65.551073 °	18.070665 °	77	158
ST-12	01.12.1999	103	7,5	65.548790 °	18.061184 °	108	83
ST-13	06.12.1999	103	9	65.550178 °	18.063908 °	95	111
ST-14	11.12.1999	187	9	65.552542 °	18.069311 °	85	–
ST-15	17.12.1999	400	6	65.551721 °	18.067675 °	87	–
US-4	10.08.1999	69	12	65.559742 °	18.054446 °	138	131





## Viðauki B: Borskýrslur





Borandi og verkfræðisgjafi  
Mólavegur 11, 201 Reykjavík, Sími: 595 3440

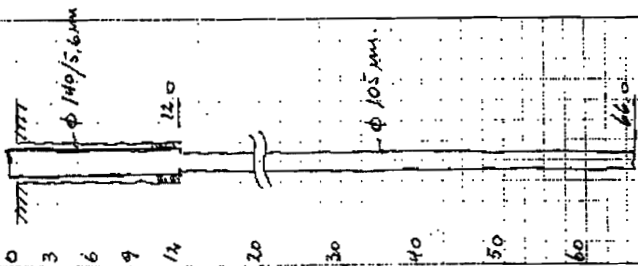
Borskýrsla

Nafn: H. V. A.  
 Stað: GRÝTA, EYDAFI-SVEIT  
 Dátum: 26. 08. 1999  
 Væðing: GRÝTA 6

JARBLÖG:

- 0 - 10 M. LAUST - JARÐVEGUR
- 10 - 13 M. KLÖPP
- 13 - 15 M. RAUTT
- 15 - 36 M. KLÖPP, MATN Á 30 M.
- 36 - 66 M. SEIGLINGSKLÖPP

OFURLITIA VATTNSVEIÐ HEÐ.



				Kjartan	Seiglingar
--	--	--	--	---------	------------



Borandi og verkfræðisgjafi  
Mólavegur 11, 201 Reykjavík, Sími: 595 3440

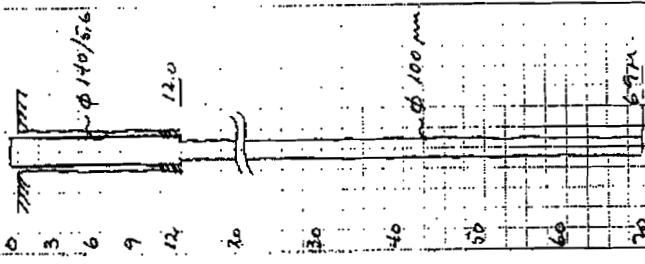
Borskýrsla

Nafn: H. V. A.  
 Stað: EYDAFI-SVEIT GRÝTA  
 Dátum: 31. 8. 1999  
 Væðing: GRÝTA 7

JARBLÖG:

- 0 - 12 M. JARÐVEGUR OG LAUST
- 12 - 20 M. KLÖPP
- 20 - 28 M. GRÁLEIT, MATUKT
- 28 - 32 M. KLÖPP
- 32 - 54 M. FLÖÐBORAR - GRÁTT
- 54 - 57 M. RAUTT
- 57 - 69 M. KLÖPP

FÖRNING TAFÖM, HEÐ VAR VERIÐ  
AÐ BRASLA MEÐ EINTOMA STUBBA.



				KJARTAN	SEIGLINGAR
--	--	--	--	---------	------------



Borandi og verkfræðingjaust  
Möðruvellir 1, 2000

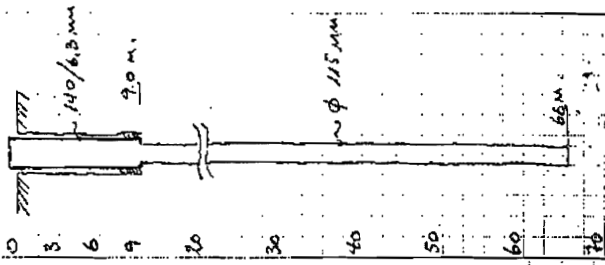
Borskýrsla

Staðir: H.V.A.  
 Skali: EYMFJ.SVEIT GRÝTA 03.09.99  
 Auki: GRÝTA 8  
 Geymt: GRÝTA 8

JARBLÖG:

- 0 - 8,5 M. JARÞVEGUR OG LAUSI
- 8,5 - 12 M. KLÖPP
- 12 - 15 M. RAUTI
- 15 - 28 M. KLÖPP
- 28 - 31 M. RAUTI, MÚLET
- 31 - 38 M. GRATT, MÚLET
- 38 - 52 M. KLÖPP
- 52 - 56 M. GRATT, MÚLET
- 56 - 60 M. KLÖPP
- 60 - 64 M. RAUTI
- 64 - 66 M. KLÖPP

EKKERT MÚN.



Kjartan  
Sigurtes



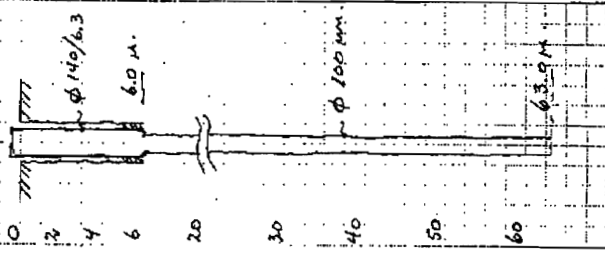
Borandi og verkfræðingjaust  
Möðruvellir 1, 2000

Borskýrsla

Staðir: H.V.A.  
 Skali: EYMFJ.SVEIT GRÝTA 03.03/09.99  
 Auki: GRÝTA 9

JARBLÖG:

- 0 - 5 M. JARÞVEGUR OG LAUSI
  - 5 - 63 M. SEIÐLINGSKLÖPP
- HLAÐAN HÖFTÖRLEGA ÞURR.



Friðý  
Kjartan  
Sigurtes



Borskrá og verkfræðisjónusta  
Málshólfur 11 - Skrifstofur - Sími 561 2101

Borskrýsla

Staðir	GRÝTA
Staðir	GRÝTA
Dagur	14-15/10'99
Staðir	GRÝTA
Staðir	GRÝTA

JARÐLÖG:

0 - 4,5 M. LAUSI, JARÐVEGUR OG GRÖT  
 4,5 - 12 M. MIÐLÉ ÞÉIT KLÖPP  
 12 - 20 M. MIÐLÉ, RAUÐLÉIT OG DÖKLET  
 20 - 28 M. STINNARA OG GRÁIT  
 28 - 36 M. RAUT OG SVART, ÞURDUR  
 36 - 45 M. SVEIGLINGSKLÖPP  
 45 - 48 M. RAUT OG GRÁIT, MIÐLÉ  
 48 - 59 M. KLÖPP, MIÐLÉ  
 59 - 60 M. RAUT

HOVAN VAR ÞURDUR ÞURDUR OG  
 Fylla hanna af vatni eftir þurð.

Kjarnan  
Frjóstun



Borskrá og verkfræðisjónusta  
Málshólfur 11 - Skrifstofur - Sími 561 2101

Borskrýsla

Staðir	GRÝTA
Staðir	GRÝTA
Dagur	10-14/09'99
Staðir	GRÝTA
Staðir	GRÝTA

JARÐLÖG:

0 - 7,5 M. LAUSI - JARÐVEGUR  
 7,5 - 18 M. KLÖPP  
 18 - 24 M. SET, MIÐLÉ FINN FALLI  
 24 - 44 M. RULL, RAUÐLÉIT, LJÓSGEIRUG  
 O.F.L.  
 44 - 60 M. VEL ÞÉIT KLÖPP  
 60 - 66 M. RAUT, GRÉNT OG DÖKLET  
 66 - 69 M. AFTUR STINNARA  
 O.F.L.

ERFIÐLEGA GIEKKI OG MIÐ SVARTI Á  
 24-30 M. EN ÞÁ FÖR SVARTIÐ AÐYR  
 SKILA SÉR KAPP AFTUR.

ÞURDUR LAUK 12. 09. 99 kl. 12.Þ.

Kjarnan  
Frjóstun



Borandi og verkfræðisþjónusta  
Mélavogi 1, Seltjarnarnes, Sími: 441 1140

Borskýrsla

Verkskipti: **HVA OG VINSVI. AKUREYRAR GRÁTTA** (A.S. Þ. V.)  
 Dagskrá: **22-28/10 99**  
 Stöð: **GRÁTTA**

**JARÐLÖG:**

0 - 7 M.	JARÐVEGAR OG GRÁTT	4	7777
7 - 10 M.	MÓHELLA	4	φ 168/45
10 - 20 M.	SEIGINGSKLÖPP	0	MM SM
20 - 35 M.	LASSKIPT, GRÁTT OG MÓLEITT	0	STYPA
35 - 37 M.	RAKÓLEITT	14	12.0
37 - 108 M.	LASSKIPT, GRÁTT OG MÓLEITT	16	
108 - 112 M.	MIÐIKT RAKUT	16	
112 - 226 M.	LASSKIPT, KLAPPARHÖFT MEG RANOU OG MÓLEITT A	50	
226 - 230 M.	RAKUT	190	
230 - 256 M.	GRÁTT	145	φ 140 MM
256 - 275 M.	MIÐIKT, MÓLEITT	16	MOGA
275 - 316 M.	MÓLEITT, HEDDUR STINNARA	195	
316 - 320 M.		200	
320 - 325 M.		215	
325 - 330 M.		215	
330 - 335 M.		215	
335 - 340 M.		215	
340 - 345 M.		215	
345 - 350 M.		215	
350 - 355 M.		215	
355 - 360 M.		215	
360 - 365 M.		215	
365 - 370 M.		215	
370 - 375 M.		215	
375 - 380 M.		215	
380 - 385 M.		215	
385 - 390 M.		215	
390 - 395 M.		215	
395 - 400 M.		215	
400 - 405 M.		215	
405 - 410 M.		215	
410 - 415 M.		215	
415 - 420 M.		215	
420 - 425 M.		215	
425 - 430 M.		215	
430 - 435 M.		215	
435 - 440 M.		215	
440 - 445 M.		215	
445 - 450 M.		215	
450 - 455 M.		215	
455 - 460 M.		215	
460 - 465 M.		215	
465 - 470 M.		215	
470 - 475 M.		215	
475 - 480 M.		215	
480 - 485 M.		215	
485 - 490 M.		215	
490 - 495 M.		215	
495 - 500 M.		215	
500 - 505 M.		215	
505 - 510 M.		215	
510 - 515 M.		215	
515 - 520 M.		215	
520 - 525 M.		215	
525 - 530 M.		215	
530 - 535 M.		215	
535 - 540 M.		215	
540 - 545 M.		215	
545 - 550 M.		215	
550 - 555 M.		215	
555 - 560 M.		215	
560 - 565 M.		215	
565 - 570 M.		215	
570 - 575 M.		215	
575 - 580 M.		215	
580 - 585 M.		215	
585 - 590 M.		215	
590 - 595 M.		215	
595 - 600 M.		215	
600 - 605 M.		215	
605 - 610 M.		215	
610 - 615 M.		215	
615 - 620 M.		215	
620 - 625 M.		215	
625 - 630 M.		215	
630 - 635 M.		215	
635 - 640 M.		215	
640 - 645 M.		215	
645 - 650 M.		215	
650 - 655 M.		215	
655 - 660 M.		215	
660 - 665 M.		215	
665 - 670 M.		215	
670 - 675 M.		215	
675 - 680 M.		215	
680 - 685 M.		215	
685 - 690 M.		215	
690 - 695 M.		215	
695 - 700 M.		215	
700 - 705 M.		215	
705 - 710 M.		215	
710 - 715 M.		215	
715 - 720 M.		215	
720 - 725 M.		215	
725 - 730 M.		215	
730 - 735 M.		215	
735 - 740 M.		215	
740 - 745 M.		215	
745 - 750 M.		215	
750 - 755 M.		215	
755 - 760 M.		215	
760 - 765 M.		215	
765 - 770 M.		215	
770 - 775 M.		215	
775 - 780 M.		215	
780 - 785 M.		215	
785 - 790 M.		215	
790 - 795 M.		215	
795 - 800 M.		215	
800 - 805 M.		215	
805 - 810 M.		215	
810 - 815 M.		215	
815 - 820 M.		215	
820 - 825 M.		215	
825 - 830 M.		215	
830 - 835 M.		215	
835 - 840 M.		215	
840 - 845 M.		215	
845 - 850 M.		215	
850 - 855 M.		215	
855 - 860 M.		215	
860 - 865 M.		215	
865 - 870 M.		215	
870 - 875 M.		215	
875 - 880 M.		215	
880 - 885 M.		215	
885 - 890 M.		215	
890 - 895 M.		215	
895 - 900 M.		215	
900 - 905 M.		215	
905 - 910 M.		215	
910 - 915 M.		215	
915 - 920 M.		215	
920 - 925 M.		215	
925 - 930 M.		215	
930 - 935 M.		215	
935 - 940 M.		215	
940 - 945 M.		215	
945 - 950 M.		215	
950 - 955 M.		215	
955 - 960 M.		215	
960 - 965 M.		215	
965 - 970 M.		215	
970 - 975 M.		215	
975 - 980 M.		215	
980 - 985 M.		215	
985 - 990 M.		215	
990 - 995 M.		215	
995 - 1000 M.		215	

VATN FRENUR LITID. Í ÞEYMBRI AÐRUL  
 AÐRUMS RAKU Á CA. 63 M. CA. 30 Y.  
 VIÐBÓT Á 140-150 M.

Staðir: **Stæði** (A.S. Þ. V.)  
 Dagskrá: **05.08.99**  
 Stöð: **Stæði 2**

**JARÐLÖG:**

0 - 4,2	JARÐVEGAR	4	7777
4,2 - 7	KLÖPP	4	φ 140/4 MM
7 - 12	RAKUT OG MÓLEITT	4	
12 - 24	KLÖPP GEA FRELAR FLÖÐI 6	10	60 M.
24 - 26,5	RAKUT	10	
26,5 - 38	KLÖPP	10	
38 - 45	GRÁTT FLOSTBORLA	10	
45 - 48	RAKUT OG MÓLEITT	10	
48 - 50	MÓLEITT STINNARÉ	10	
50 - 63	SEIGINGES KLÖPP	30	φ 105 MM
63 - 65		40	
65 - 66		40	
66 - 67		40	
67 - 68		40	
68 - 69		40	
69 - 70		40	
70 - 71		40	
71 - 72		40	
72 - 73		40	
73 - 74		40	
74 - 75		40	
75 - 76		40	
76 - 77		40	
77 - 78		40	
78 - 79		40	
79 - 80		40	
80 - 81		40	
81 - 82		40	
82 - 83		40	
83 - 84		40	
84 - 85		40	
85 - 86		40	
86 - 87		40	
87 - 88		40	
88 - 89		40	
89 - 90		40	
90 - 91		40	
91 - 92		40	
92 - 93		40	
93 - 94		40	
94 - 95		40	
95 - 96		40	
96 - 97		40	
97 - 98		40	
98 - 99		40	
99 - 100		40	

VATN Á 42-45  
 FÓRNING 140/4 6M  
 TÖLUVERT VATN VAF. Í ÞEYMBRI HÖU  
 BORUN LAUK. 05.08.1999. KL. 21:00

Staðir: **Stæði** (A.S. Þ. V.)  
 Dagskrá: **05.08.99**  
 Stöð: **Stæði 2**

Staðir: **Stæði** (A.S. Þ. V.)  
 Dagskrá: **05.08.99**  
 Stöð: **Stæði 2**



Borandi og verkfræðisþjónusta  
Mélavogi 1, Seltjarnarnes, Sími: 441 1140

Borskýrsla

Verkskipti: **HVA** (A.S. Þ. V.)  
 Dagskrá: **05.08.99**  
 Stöð: **Stæði 2**

**JARÐLÖG:**

0 - 4,2	JARÐVEGAR	4	7777
4,2 - 7	KLÖPP	4	φ 140/4 MM
7 - 12	RAKUT OG MÓLEITT	4	
12 - 24	KLÖPP GEA FRELAR FLÖÐI 6	10	60 M.
24 - 26,5	RAKUT	10	
26,5 - 38	KLÖPP	10	
38 - 45	GRÁTT FLOSTBORLA	10	
45 - 48	RAKUT OG MÓLEITT	10	
48 - 50	MÓLEITT STINNARÉ	10	
50 - 63	SEIGINGES KLÖPP	30	φ 105 MM
63 - 65		40	
65 - 66		40	
66 - 67		40	
67 - 68		40	
68 - 69		40	
69 - 70		40	
70 - 71		40	
71 - 72		40	
72 - 73		40	
73 - 74		40	
74 - 75		40	
75 - 76		40	
76 - 77		40	
77 - 78		40	
78 - 79		40	
79 - 80		40	
80 - 81		40	
81 - 82		40	
82 - 83		40	
83 - 84		40	
84 - 85		40	
85 - 86		40	
86 - 87		40	
87 - 88		40	
88 - 89		40	
89 - 90		40	
90 - 91		40	
91 - 92		40	
92 - 93		40	
93 - 94		40	
94 - 95		40	
95 - 96		40	
96 - 97		40	
97 - 98		40	
98 - 99		40	
99 - 100		40	

VATN Á 42-45  
 FÓRNING 140/4 6M  
 TÖLUVERT VATN VAF. Í ÞEYMBRI HÖU  
 BORUN LAUK. 05.08.1999. KL. 21:00

Staðir: **Stæði** (A.S. Þ. V.)  
 Dagskrá: **05.08.99**  
 Stöð: **Stæði 2**

Staðir: **Stæði** (A.S. Þ. V.)  
 Dagskrá: **05.08.99**  
 Stöð: **Stæði 2**

BORUNEN  
 KRISTJAN LEBSON

KOMRAN EBBENSON  
 KRISTJAN LEBSON



Borantir og verkfræðisgjöfnustofa  
Skjalnúmer 11 - Skjalnúmer 11 - Síma Númer 12463

Borskýrsla

Verktali: HVA  
Nafn: ELMPT. SVEIT  
Stað: KLAVF 5  
Dag: 07-08/08-99  
Tölur: 08.08.99

0-8	JARÞUGA	0	11111
8-17	KLÖPP	5	
17-20	RAHT, MÓLETT	10	
20-36	KLÖPP MÓLETT	20	
36-50	KLÖPP FLÖÐVAGAR	30	
50-55	RAHLETT	40	
55-69	LEA KLÖPP HIRSPAGA	50	
69-70	SMÁ VANDLEKI VAR NIÐURKASTA Í HULLUNI OG FÓRAB VAR Í GYM. ENN S. RANNA RÖU	60	
70	BOGAN STÓU YFIR UM KLÖPP 7.8 OG LAUK HEMMI UM 12 LITRA BOTTN D.D.	69.0	

BORGMEIÐI	KARLAN ERIKSSON
BRUGA	FRANZ ERIKSSON



Borantir og verkfræðisgjöfnustofa  
Skjalnúmer 11 - Skjalnúmer 11 - Síma Númer 12463

Borskýrsla

Verktali: HVA  
Nafn: KLAVF 4  
Stað: KLAVF 4  
Dag: 06-07/8-99  
Tölur: 08.08.99

0-3	JARÞUGA	0	11111
3-11	KLÖPP	1	
11-13	RAHT	2	
13-27	KLÖPP	3	
27-40	LEIKENNA SÍMAN GÆTT STANNA	10	
40-54	RAHT, MÓLETT FREMUR FLÖÐVAGAR	30	
54	VANI Á 2TM.	30	
54-60	HANDI ÞESSI HOLA OG SÁT BOR	40	
60-66	FRAGA Á SOM ÖN NÁÐST. EFTIR SMÁ SIMPUNAR	40	
66-70	BOBBAR Í 3M MEÐ 19014	50	
70	BOBBAR UM 12. 08.98	60	
70	11.08. SEFT AFÍR Á HOLLUN, HINN	60	
70	HREINLEIÐ OG ÞYÐUB Í 60M. REHT AP	60	
70	KOMA NIÐUR PLASTLEIÐARA SÍMAN EFTIR	60	
70	UPPÍSET. EN TÓAST DRÖG	60	
70	STELLUR SEFTAR NIÐUR. ÞU Fyllir AF	60	
70	VANI.	60	
70	12.08. JARÞ. INNA Í SKRIFUN, TILHVA	60	
70	UPP. PLASTRÖR ÖÐRU EFTIR HÖLUN. NI.	60	

BORGMEIÐI	KARLAN ERIKSSON
BRUGA	FRANZ ERIKSSON



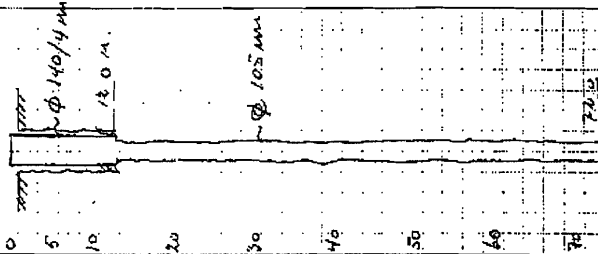
Borarnir og verkfræðingarnir  
Móðruveg 11, Sogfirði 101, Símanúmer: 561 2488

Borskýrsla

Verkampt	Staðir:	Útgr.
H. V. A.	KLAUF, EYDRAFT-SVEIT	30. 08. 1993
Þorsvellingur	Auk. nr.:	Vindur
	KLAUF. 7	

TARBLÖG:

- 0 - 30 M. LÍKLÆGA SÆT, STÖÐ  
SPEKILÆGA NEÐAN 10 M.
- 30 - 42 M. KLÖPP
- 42 - 45 M. RALTT
- 45 - 52 M. GRÆTT, FLUTBORAR
- 52 - 72 M. ÞÉTT KLÖPP



Kjartan  
Sogfirði

18



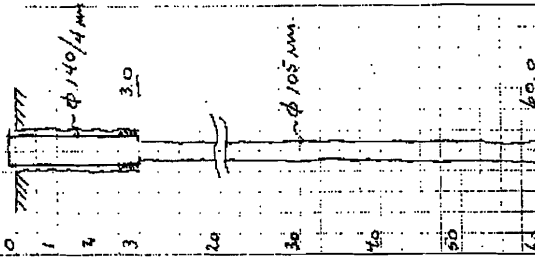
Borarnir og verkfræðingarnir  
Móðruveg 11, Sogfirði 101, Símanúmer: 561 2488

Borskýrsla

Verkampt	Staðir:	Útgr.
H. V. A.	EYDRAFT-SVEIT	KLAUF
Þorsvellingur	Auk. nr.:	Vindur
	KLAUF. 6	

TARBLÖG:

- 0 - 2,5 M. TARBOVEGGUR
- 2,5 - 60 M. KLÖPP.
- SÁMÁ VARNRVEZL Á 5 M.



Kjartan  
Sogfirði













Borandi og verkfræðisþjónusta  
Alcoaau 11 - Borgunarsíða - Sími 601 8480

Borskýrsla

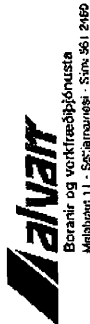
VAKNAÐ: **Slíða og vatns. Aðureyrar**  
 DRAG: **SIGDÍN**  
 DÁTÍÐ: **01.12.1999**  
 VAKNAÐ: **H.V.A.**  
 DRAG: **SIGDÍN, EYJAF. SVEIT**  
 DÁTÍÐ: **27.08.1999**  
 VAKNAÐ: **SIGDÍN II**

0	4 M. TROÐVEGUR	0	7777
1	5 M. MÓHILLA OG GRÖT	1	φ 140/5,6
2	103 M. GRÖT MEG MÓBILUM ÞUNNUM	2	
3	BOLGUN OG MÓLEIRAN MÍLL	3	3.0M.
30		30	
35	VATN 2 1/3 Á 30 M.	35	
40		40	
45		45	
50		50	
60		60	
70		70	
80		80	
90		90	
100		100	60.0

TROÐVEGUR  
 0 - 4 M. TROÐVEGUR OG GRÖT  
 1 - 5 M. MÓHILLA OG GRÖT  
 2 - 103 M. GRÖT MEG MÓBILUM ÞUNNUM  
 3 - BOLGUN OG MÓLEIRAN MÍLL  
 30 - 35 M. RÁLT  
 35 - 40 M. GRÖT FLÖTBOÐAÐ  
 40 - 45 M. VEL ÞEIT  
 45 - 50 M. GRÖLEIT, FLÖTBOÐAÐ  
 50 - 60 M. RÁLT - VATN  
 60 - 70 M. ÞEIT KLÖPP  
 70 - 80 M. MÝKRA, BRÖT  
 80 - 90 M. VARN Á 48-49 M.

TROÐVEGUR  
 0 - 2 M. TROÐVEGUR OG GRÖT  
 2 - 16 M. ÞEIT KLÖPP  
 16 - 18 M. RÁLT  
 18 - 22 M. SEÐLINGSKLÖPP  
 22 - 38 M. GRÖT OG ÞÖKKLEIT, FLÖTBO.  
 38 - 39 M. RÁLT  
 39 - 44 M. GRÖT FLÖTBOÐAÐ  
 44 - 46 M. VEL ÞEIT  
 46 - 48 M. GRÖLEIT, FLÖTBOÐAÐ  
 48 - 49 M. RÁLT - VATN  
 49 - 54 M. ÞEIT KLÖPP  
 54 - 60 M. MÝKRA, BRÖT  
 DRÖTNA VATN Á 48-49 M.

FRIÐY  
 HELLU ST.



Borandi og verkfræðisþjónusta  
Mélafelli 11 · Sólheimavegur · Sími 561 2469

Borskýrsla

Verkskipti: HITA OG VATNSKY. AUKREYRAR	Staður: SÍÐRÍN	Dagur: 06.12.99
Verkskipti: HITA OG VATNSKY. AUKREYRAR	Staður: SÍÐRÍN	Dagur: 06.12.99
Verkskipti: HITA OG VATNSKY. AUKREYRAR	Staður: SÍÐRÍN	Dagur: 06.12.99

Stund	Ástæða	Stund
0	JARÐLÓÐ:	0
3	0 - 8 M. JARÞVEGUR OG MOHILLA	3
6	8 - 20 M. BURR GRÁ KLÖPP	6
9	20 - 24 M. RAUT OG MÓLEIT	9
20	24 - 33 M. GRÁIT	20
36	33 - 44 M. RAUT OG MÓLEIT	36
38	44 - 46 M. GRÁIT OG MÓLEIT	38
46	46 - 49 M. RAUT OG MÓLEIT	46
50	49 - 70 M. GRÁIT MIÐLEIT	50
60	70 - 78 M. GRÁIT KART	60
76	78 - 90 M. MÓLEIT MIÐLEIT	76
86	90 - 96 M. RAUT	86
96	96 - 103 M. MÓLEIT	96
100	VATNSRAKI Á 96 M.	100

Staður: SÍÐRÍN  
Dagur: 06.12.99



Borandi og verkfræðisþjónusta  
Mélafelli 11 · Sólheimavegur · Sími 561 2469

Borskýrsla

Verkskipti: HITA OG VATNSKY. AUKREYRAR	Staður: SÍÐRÍN	Dagur: 8-11/12.99
Verkskipti: HITA OG VATNSKY. AUKREYRAR	Staður: SÍÐRÍN	Dagur: 8-11/12.99
Verkskipti: HITA OG VATNSKY. AUKREYRAR	Staður: SÍÐRÍN	Dagur: 8-11/12.99

Stund	Ástæða	Stund
0	JARÐLÓÐ:	0
3	0 - 7 M. JARÞVEGUR OG MOHILLA	3
6	7 - 11 M. GRÁ MIÐLEIT KLÖPP	6
7	11 - 12 M. RAUT	7
20	12 - 31 M. GRÁIT	20
40	31 - 32 M. RAUT	40
46	32 - 43 M. GRÁIT	46
60	43 - 45 M. RAUT	60
80	45 - 58 M. MIÐLEIT MÓLEIT	80
100	58 - 67 M. SPRUNGLIÐ - HRUN	100
110	67 - 121 M. GRÁIT	110
120	121 - 128 M. RAUBLEIT	120
130	128 - 132 M. GRÁIT	130
140	132 - 137 M. LAUSKIFT	140
160	137 - 187 M. GRÁIT	160
180	ÖRÞINGL VATTNSRAKI Í RAUÐA RÖNNU	180
187M	Á 51-52 M. BÁLITIL VÖRÐOT Í HRUNNINGU Á 53-67 M. EY FIKLEGA ENGIN VÖRÐOT EFTIR ÞAD.	187M
	AKU. AD HEITA VIO BORUN BESPARRAR HOLLU Í MENNI ER MIKIÐ FIRUN.	

Staður: SÍÐRÍN  
Dagur: 8-11/12.99



Borarnir og verkfræðisþjónusta  
Meldubraut 11 · Selfingarnesj · Sími 591 2150

Borskýrsla

Verkslag: **HITA OG VANDY. AKUREYRAR** Staður: **SIGTUN** Dags: **27-09/12-99**  
 Verkslag: **SIGT-15** Skrifur: **SIGT-15** Væðing: **Blámi**

280	JARÐLÖG:		
286	286-296 M. SEIÐLINGSKLOPP		
300	300-300 M. MÚKETT, RAUT		
310	310-310 M. MÚKETT, MÓLEIT		
320	320-354 M. LAGSEIPT, FRÉMUR MÚKETT		
340	354-366 M. SEIÐLINGSKLOPP		
366	366-376 M. FRÉMUR MÚKETT		
376	376-393 M. SEIÐLINGSKLOPP		
393	393-400 M. MÓLEIT, MÚKETT		
380	VATNSAUKNING SÁRANING, RENNSLI		
400	I BLÆSTRI RASKUR I HÆK.		

Töskvinnu: **Blámi**  
 Stjórnun: **Helgi ÞÓ**



Borarnir og verkfræðisþjónusta  
Meldubraut 11 · Selfingarnesj · Sími 591 2150

Borskýrsla

Verkslag: **HITA OG VANDY. AKUREYRAR** Staður: **SIGTUN** Dags: **11-12/12-99**  
 Verkslag: **SIGT-15** Skrifur: **SIGT-15** Væðing: **Blámi**

0	JARÐLÖG:		
3	0-3 M. JARBYGGUR		
7	3-5 M. FAST. MÓHELLA		
6	5-16 M. MÍK KLEPP		
34	16-34 M. VEL ÞÉIT		
63	34-63 M. LAGSEIPT		
70	63-70 M. RAUT OG GRÁTT, SPRUNGIÐ		
115	70-115 M. GRÁTT, FRÉMUR MÚKETT		
182	115-182 M. LAGSEIPT, GRÁTT, RAUT		
191	182-191 M. GRÁTT OG RAUT + HVIÐAR		
226	191-226 M. ÚTFELLINGAR		
261	226-261 M. LAGSEIPT, GRÁTT, RAUT		
286	261-286 M. LAGSEIPT		
286	286-286 M. VEL ÞÉIT		
286	286-286 M. LAGSEIPT		
286	FRÆSE VÆRT VÐ VANDISEGA Á 63-70 M.		
286	SMÁ AUKNING Á 115-120 M.		
286	ANNARS ERU ENGAR AÐGERÐIR		
286	REAR I ÞEÐARI HÖLLU HEÐUR		
286	SMÁ VÆR. LÍKLEGA Á HOERURUM		
286	ÞTÖÐUM.		

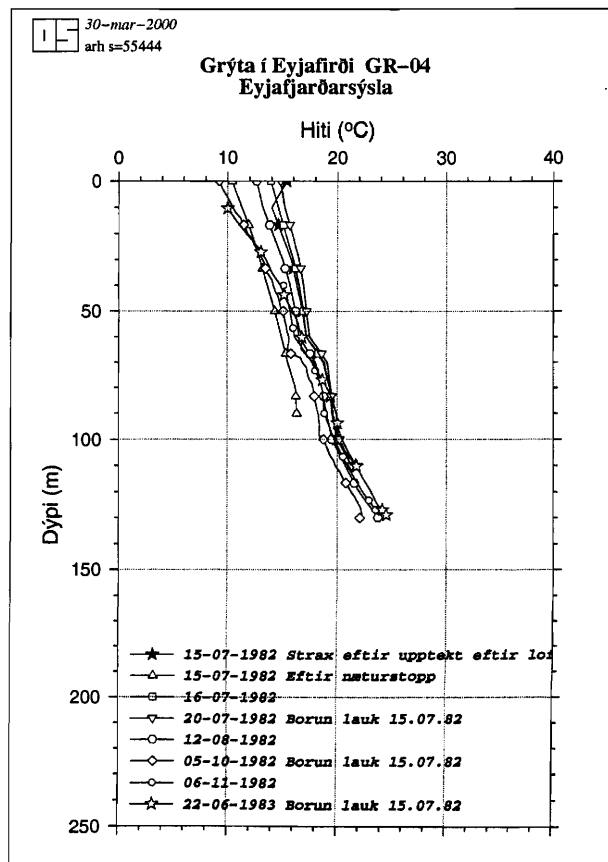
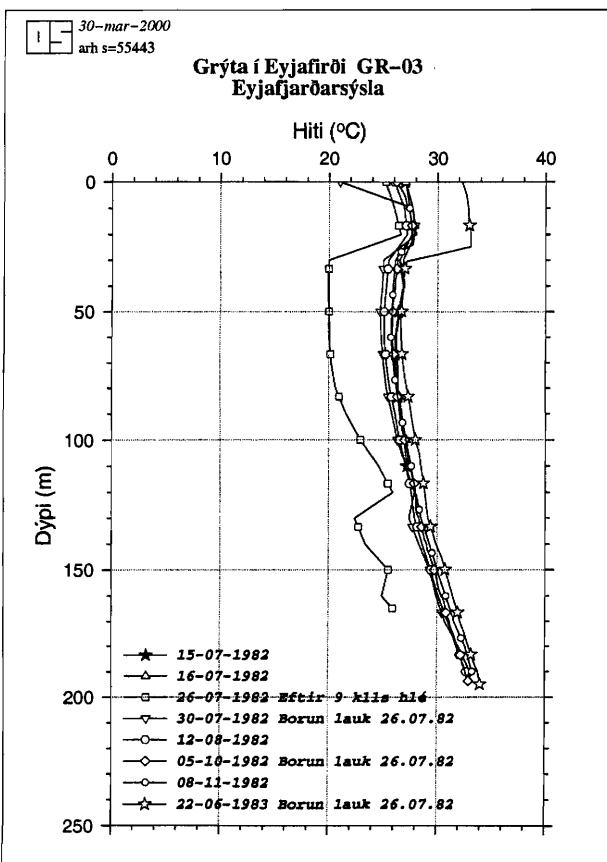
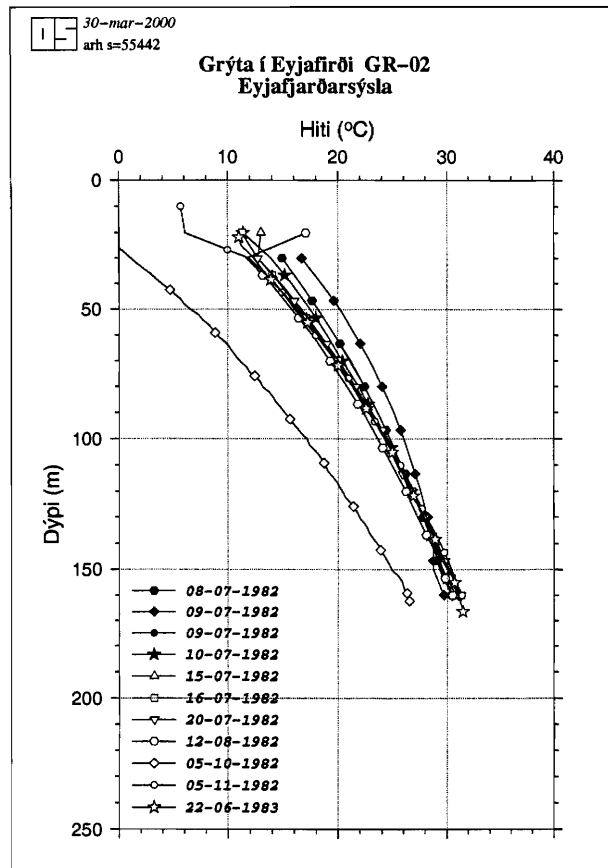
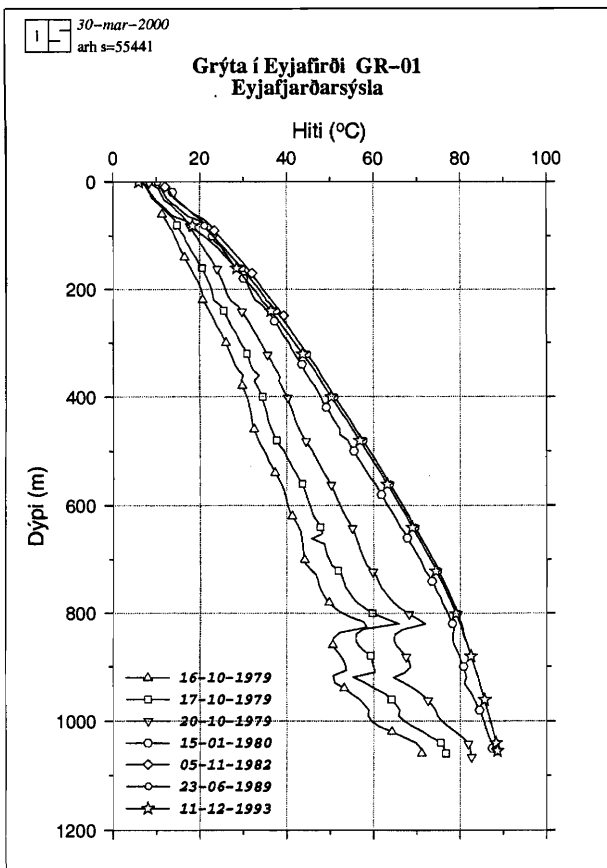
Töskvinnu: **Blámi**  
 Stjórnun: **Helgi ÞÓ**

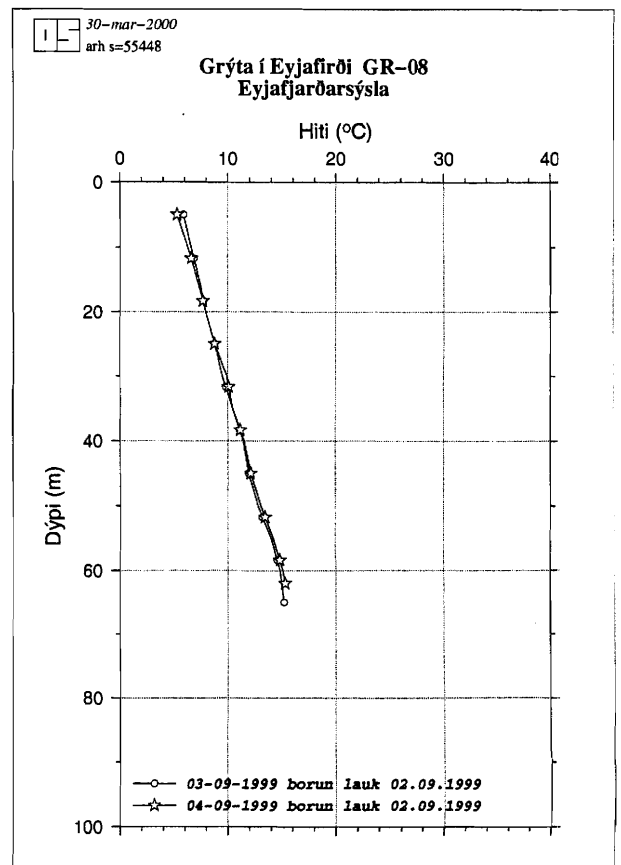
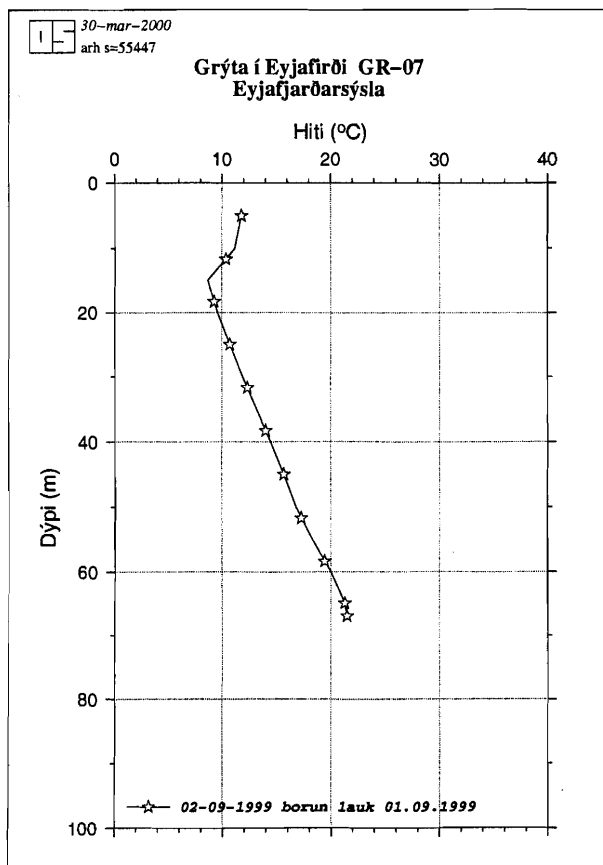
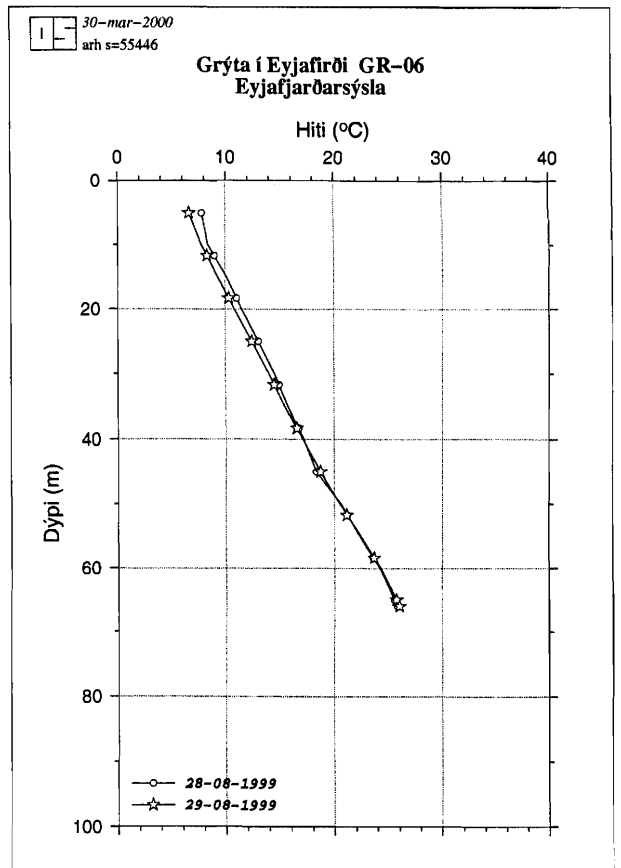
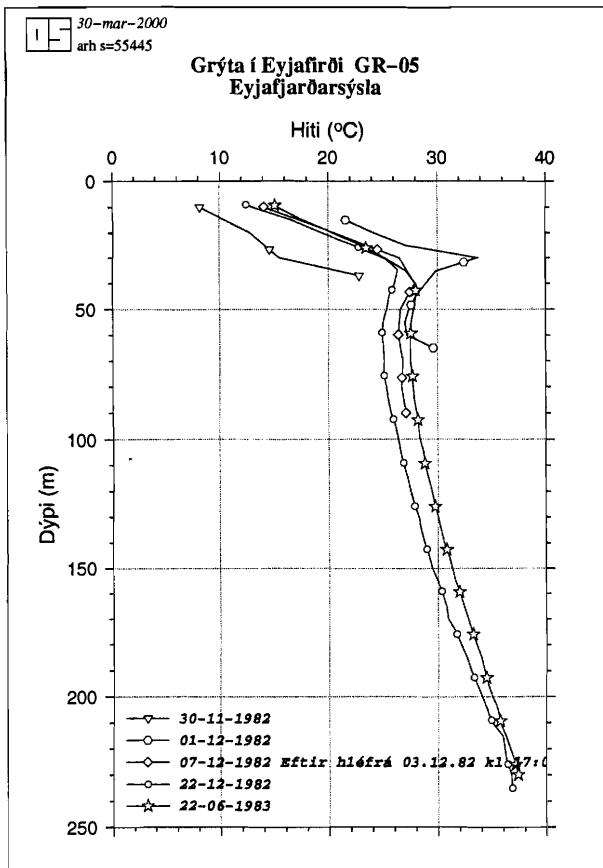


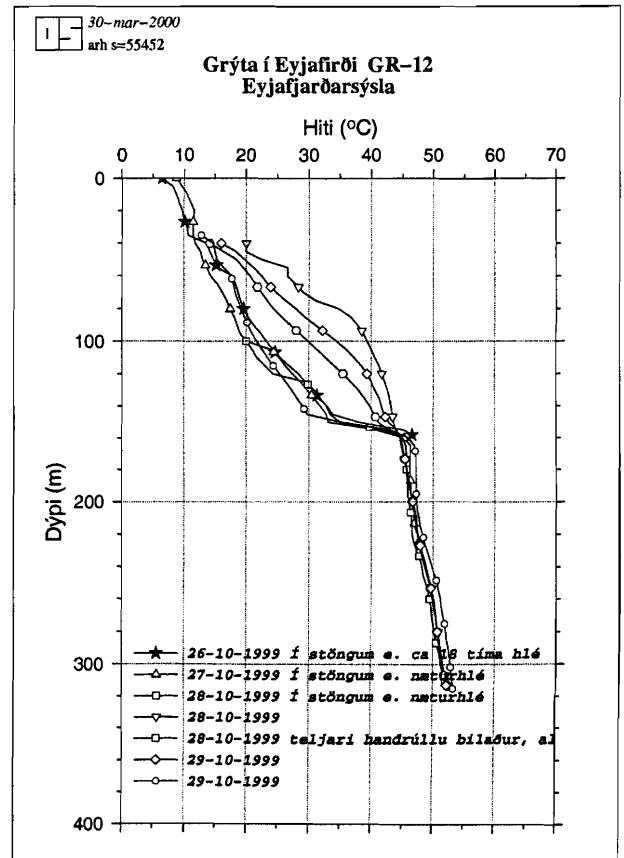
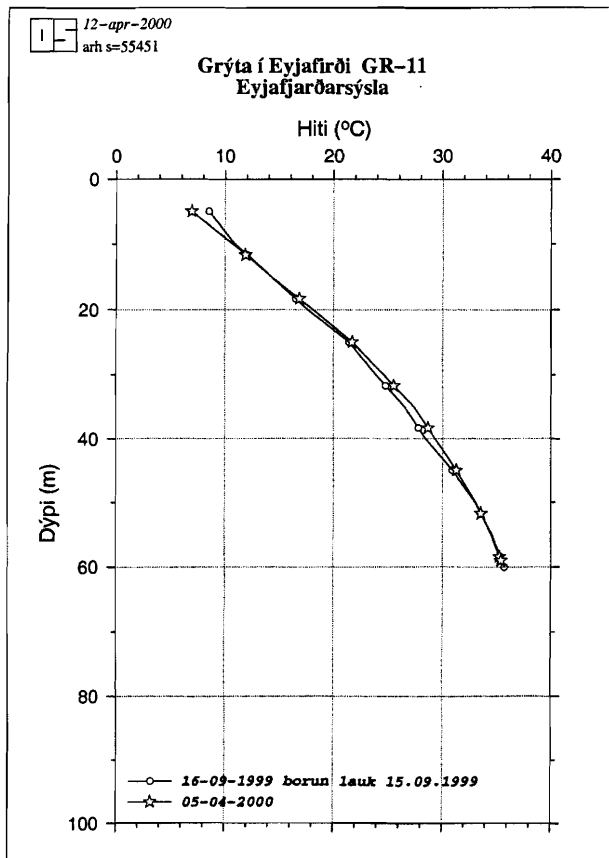
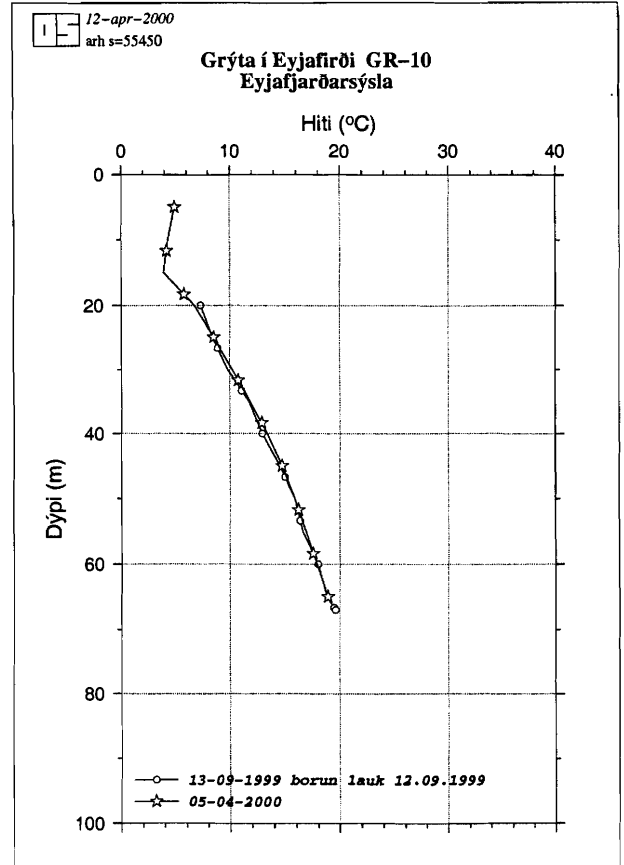
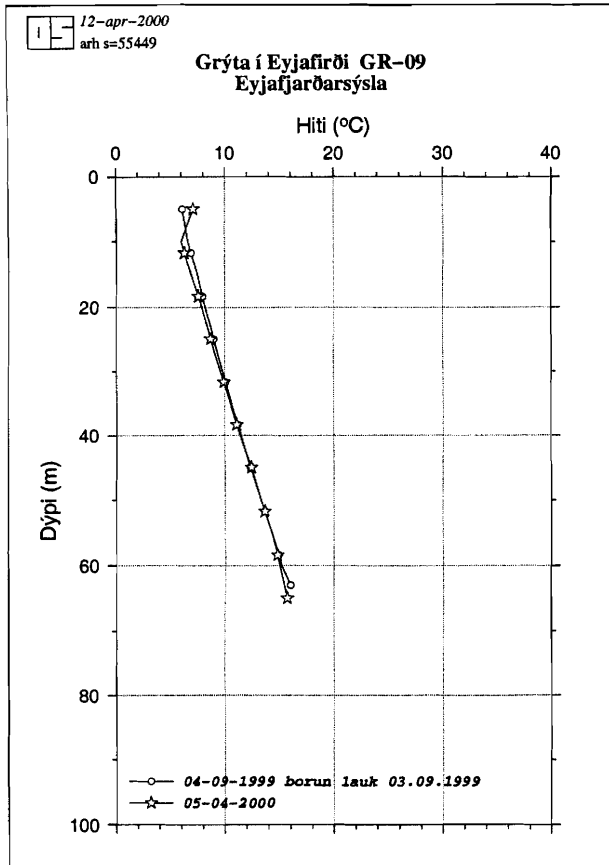


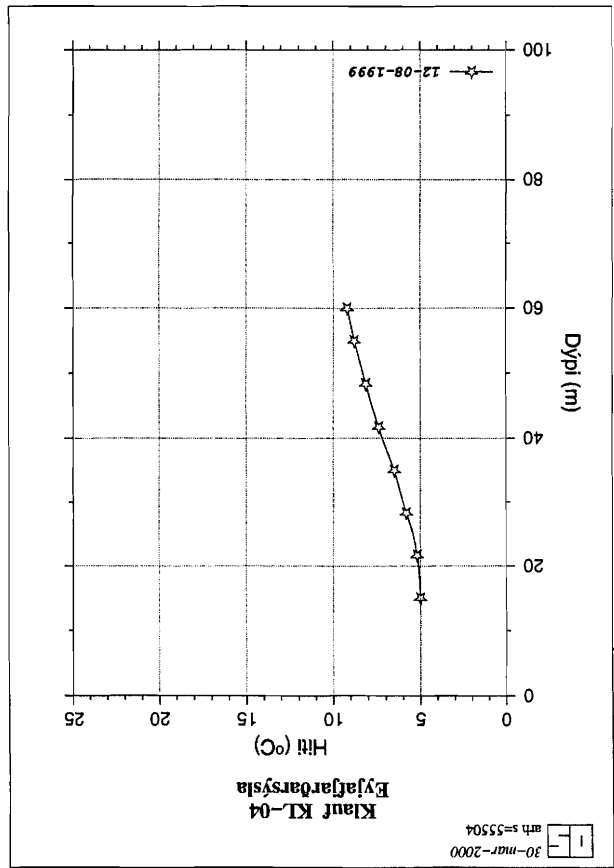
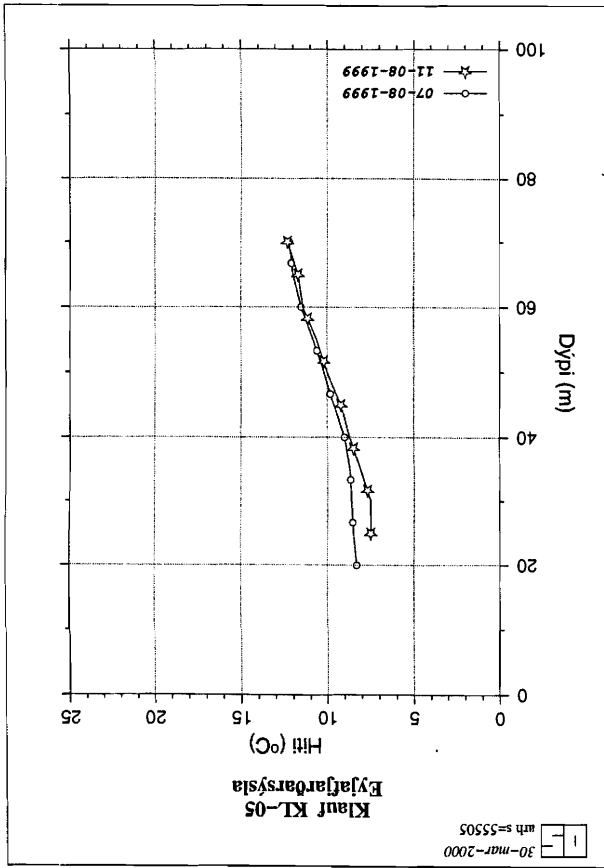
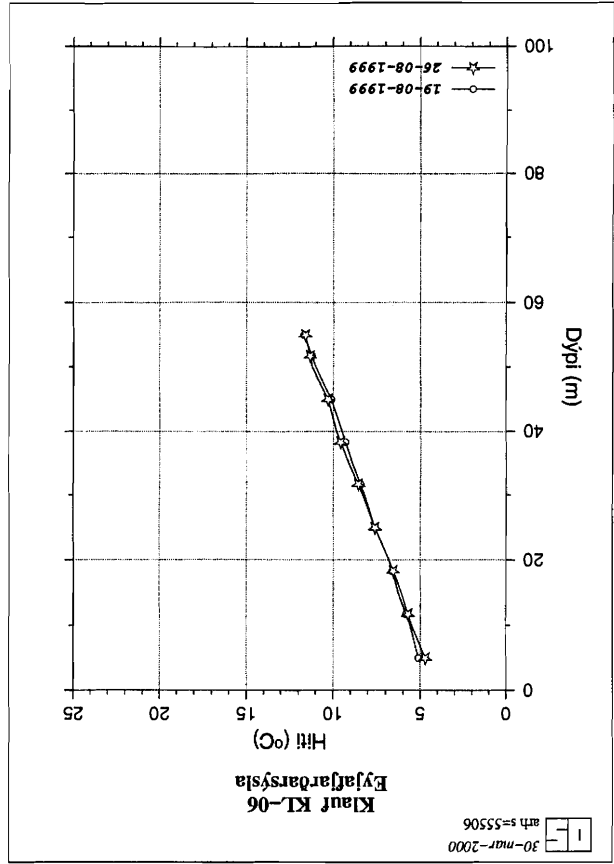
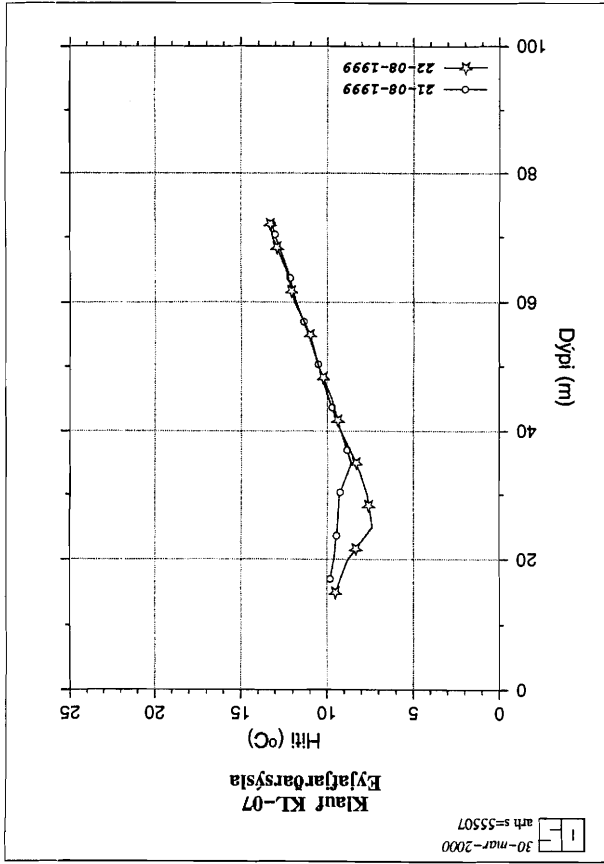
**Viðauki C: Hitamælingar í borholum**

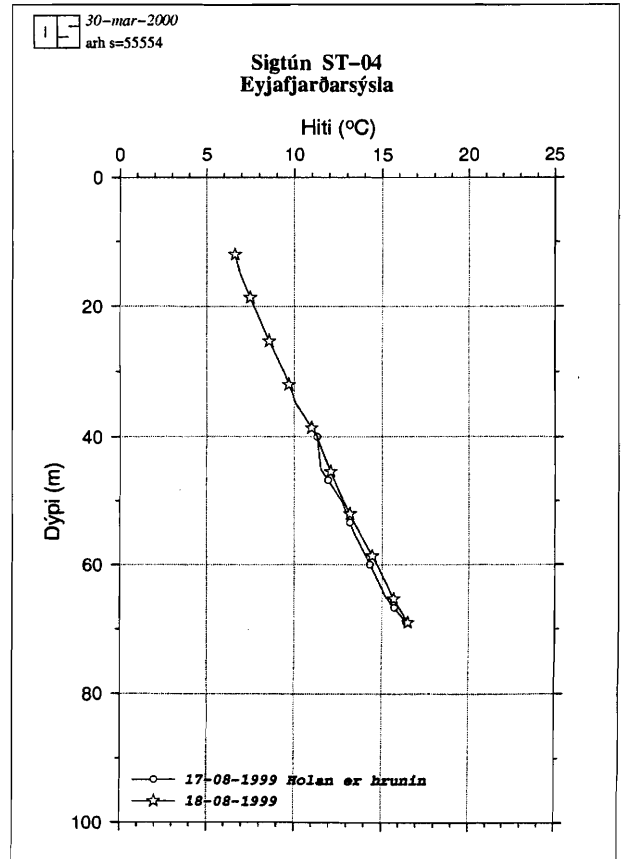
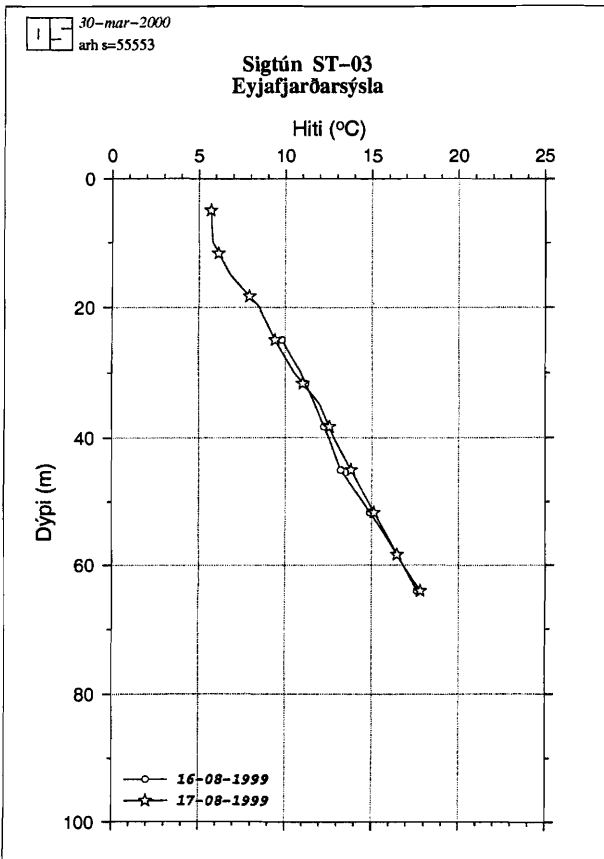
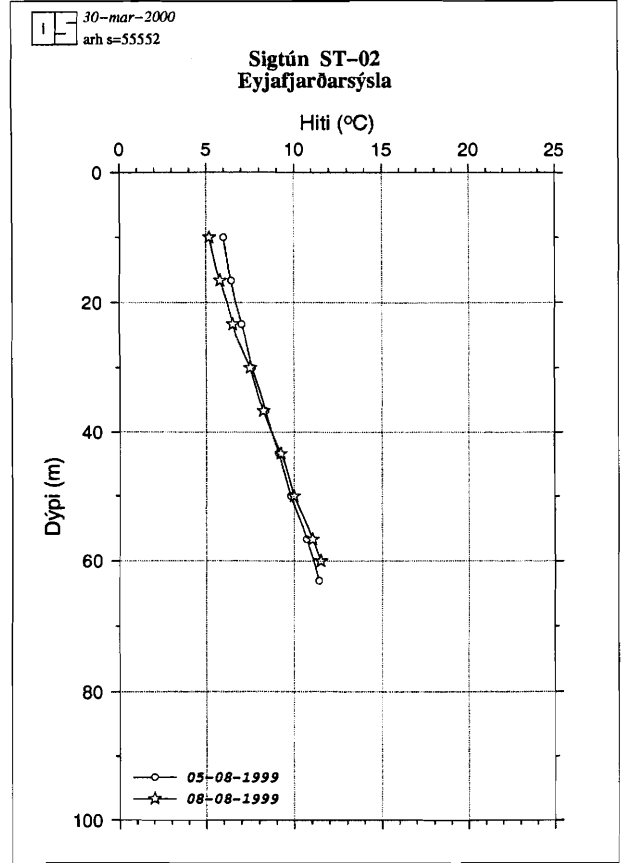
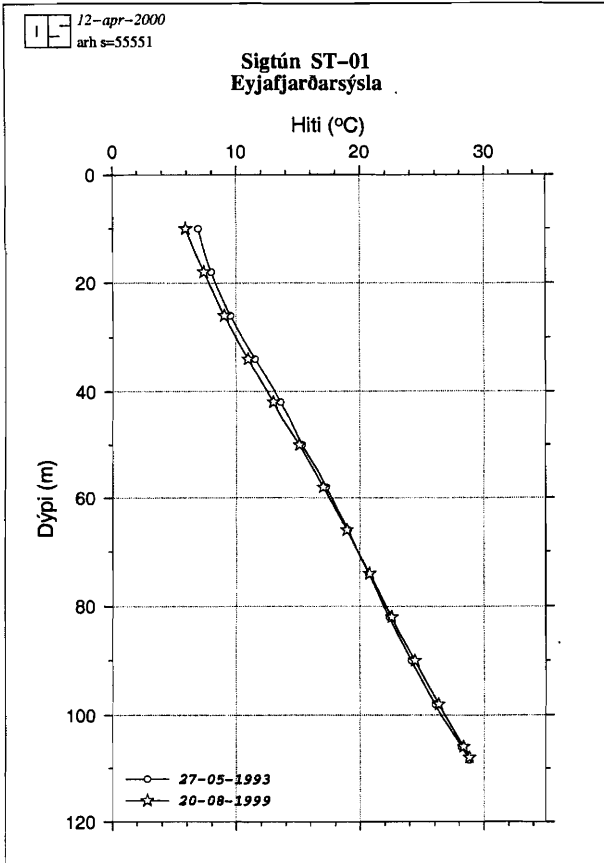


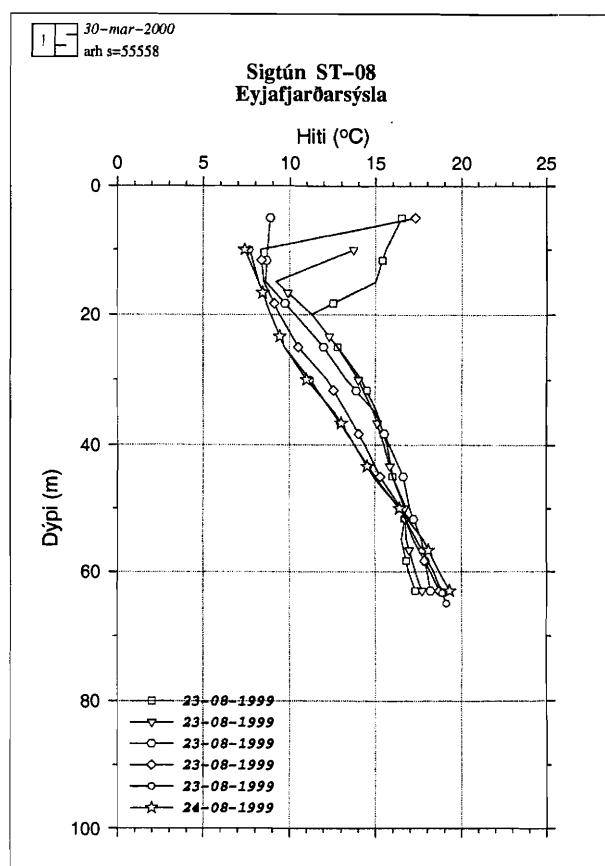
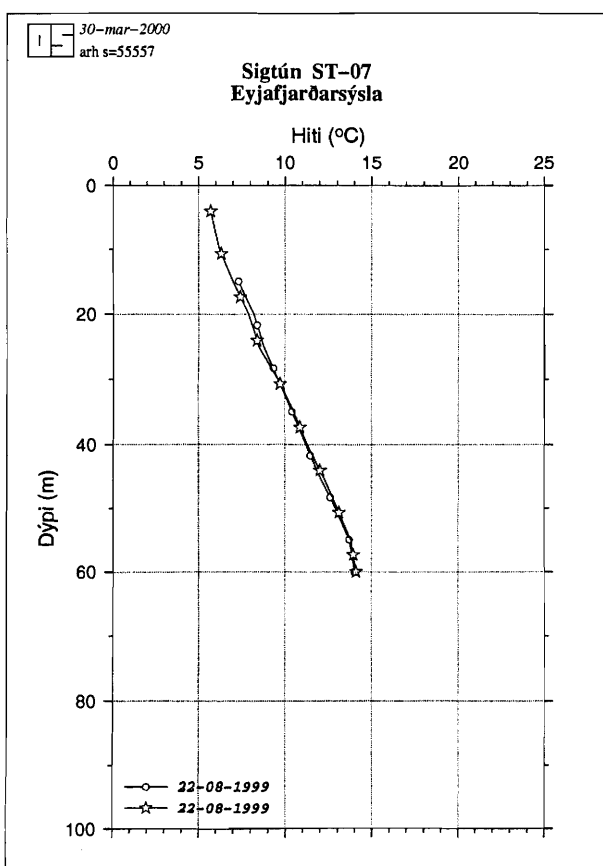
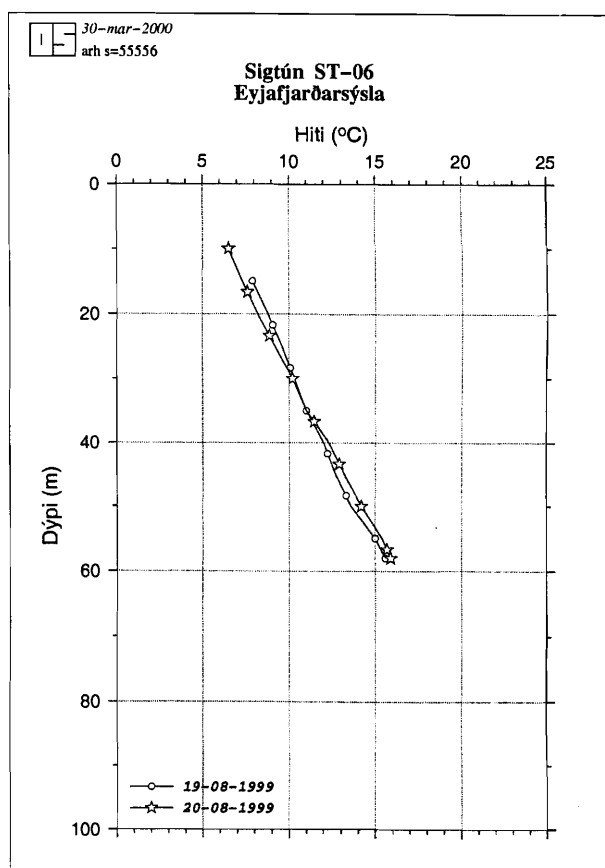
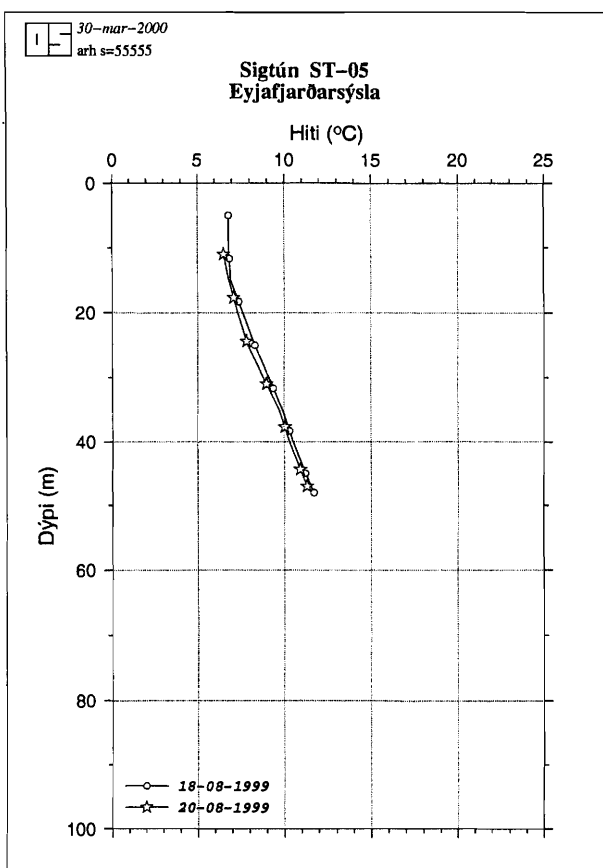




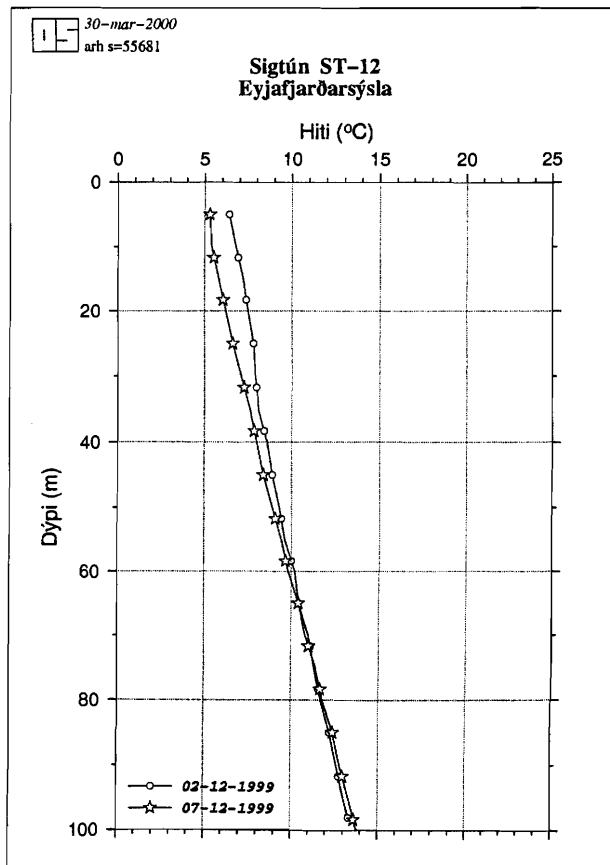
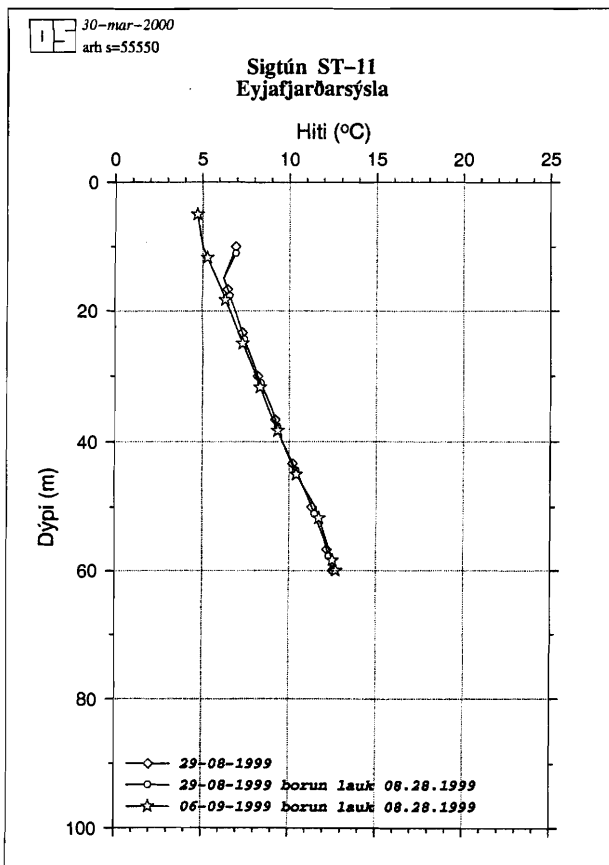
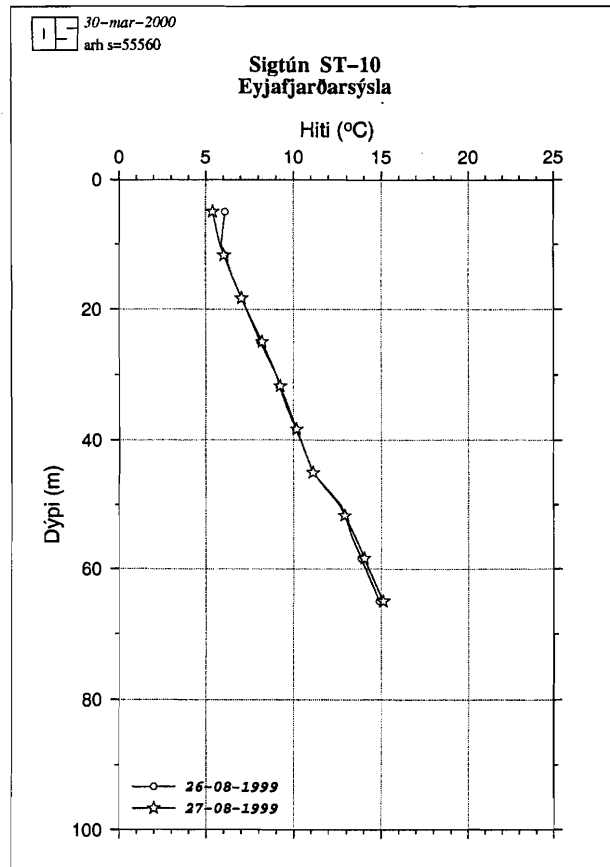
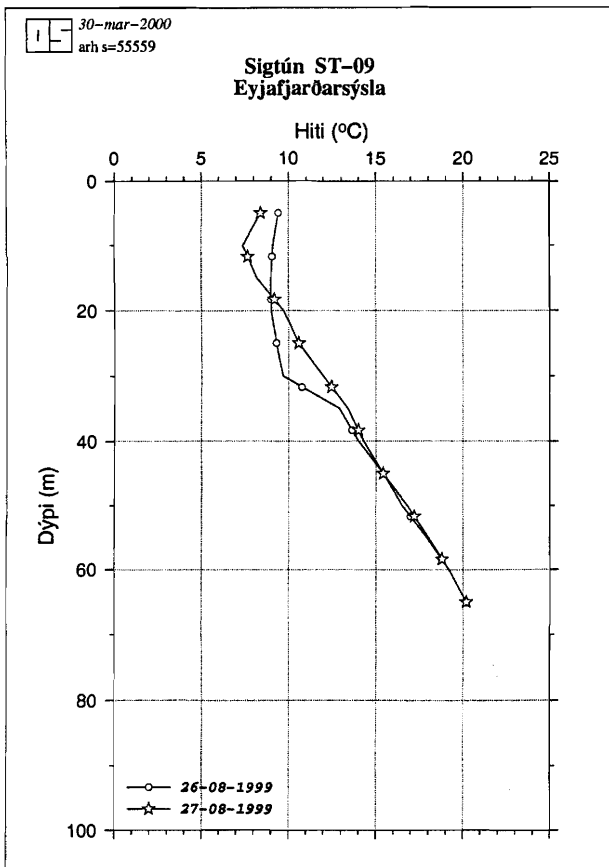


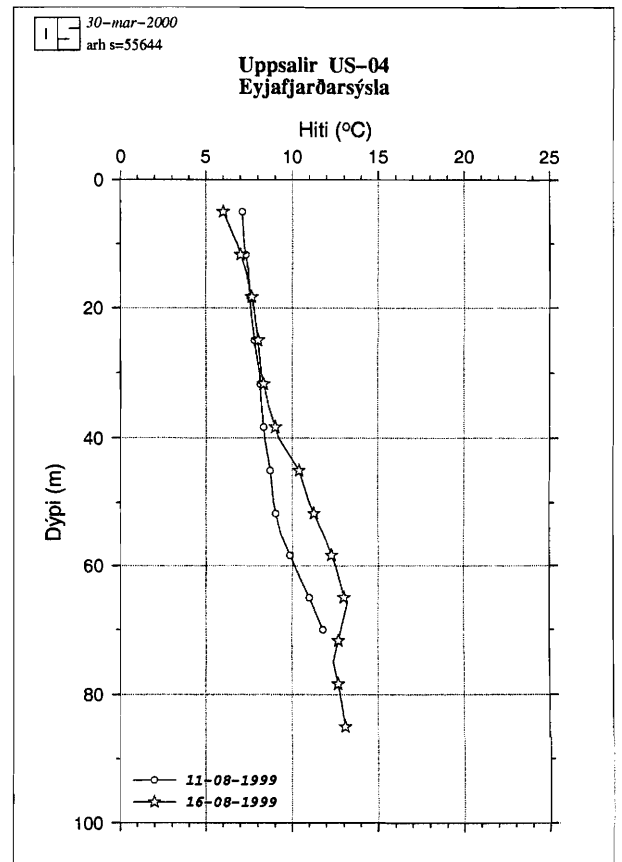
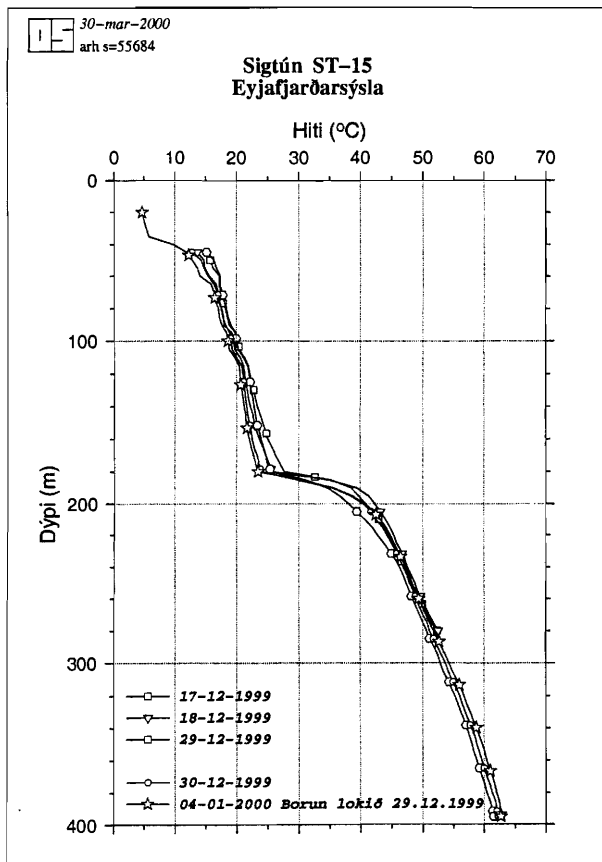
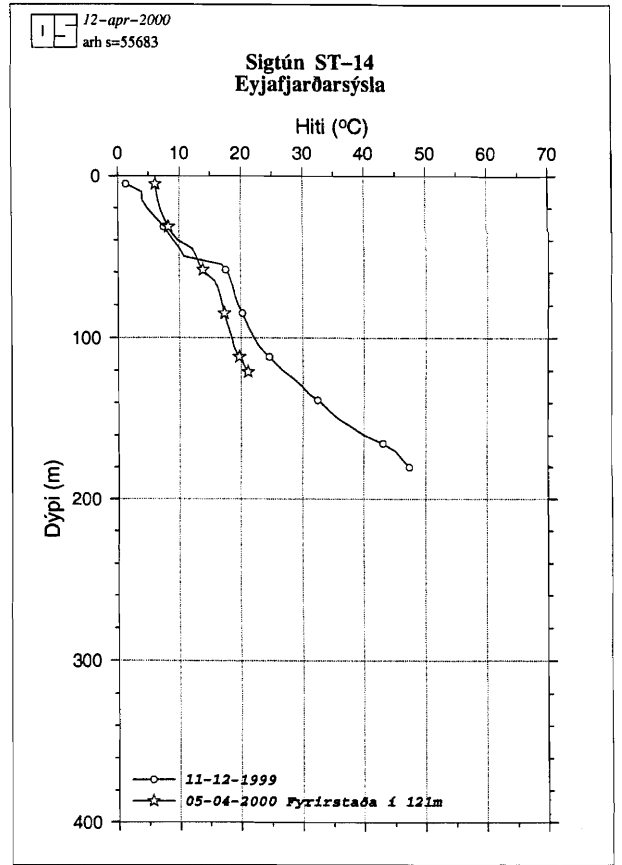
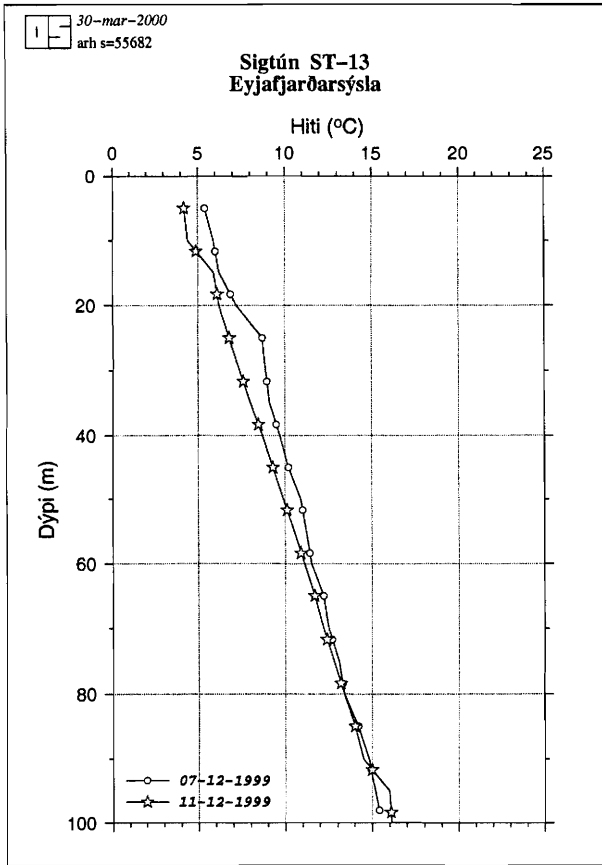




















**Viðauki D: Jarðlagasnið dýpri rannsókna**




## Skýringar við jarðlagasnið





### Berggerðir

	Hraunlagakargi
	Basaltbreksía
	Fín-meðalkorna basalt
	Meðal-grófkorna basalt
	Grófkorna basalt
	Millilag
	Möl og steinar
	Svarf vantar




### Innskot

	Hugsanlegt innskot
---	--------------------

### Ummyndunarstig

	Engin ummyndun
	Lítill ummyndun
	Meðal ummyndun
	Mikil ummyndun

### Vatnsæðar

	Lítill æð
	Meðal æð
	Stór æð



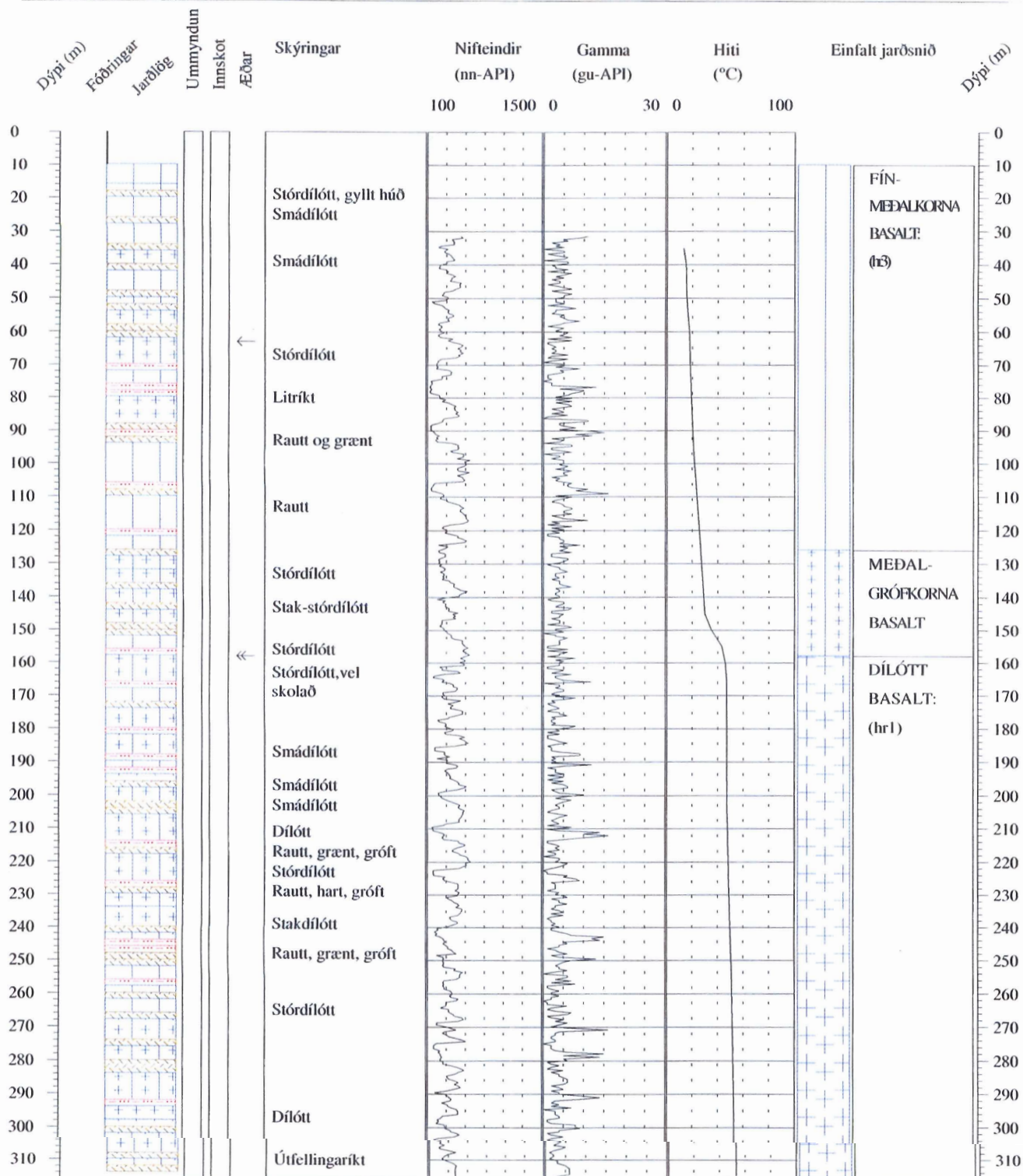


Staður: Grýta  
Holunafn: GR-12

Boraðili: Alvarr hf.  
Tegund borunar: Loftborun

Dýpi holu: 316 m  
Verknúmer: 8610603

Staðarnúmer: 55452  
Starfsmenn: IMP







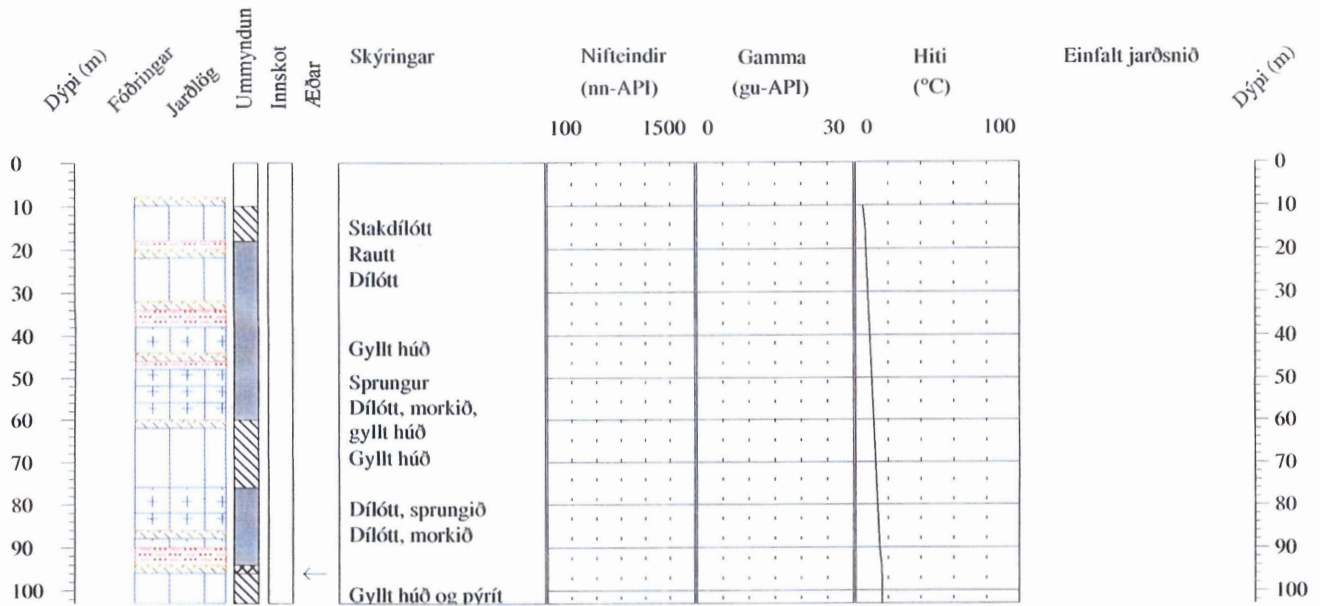


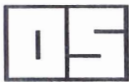
Staður: Sigtún  
Holunafn: ST-13

Boraðili: Alvarr hf.  
Tegund borunar: Loftborun

Dýpi holu: 103 m  
Verknúmer: 8610603

Staðarnúmer: 55682  
Starfsmenn: IMP



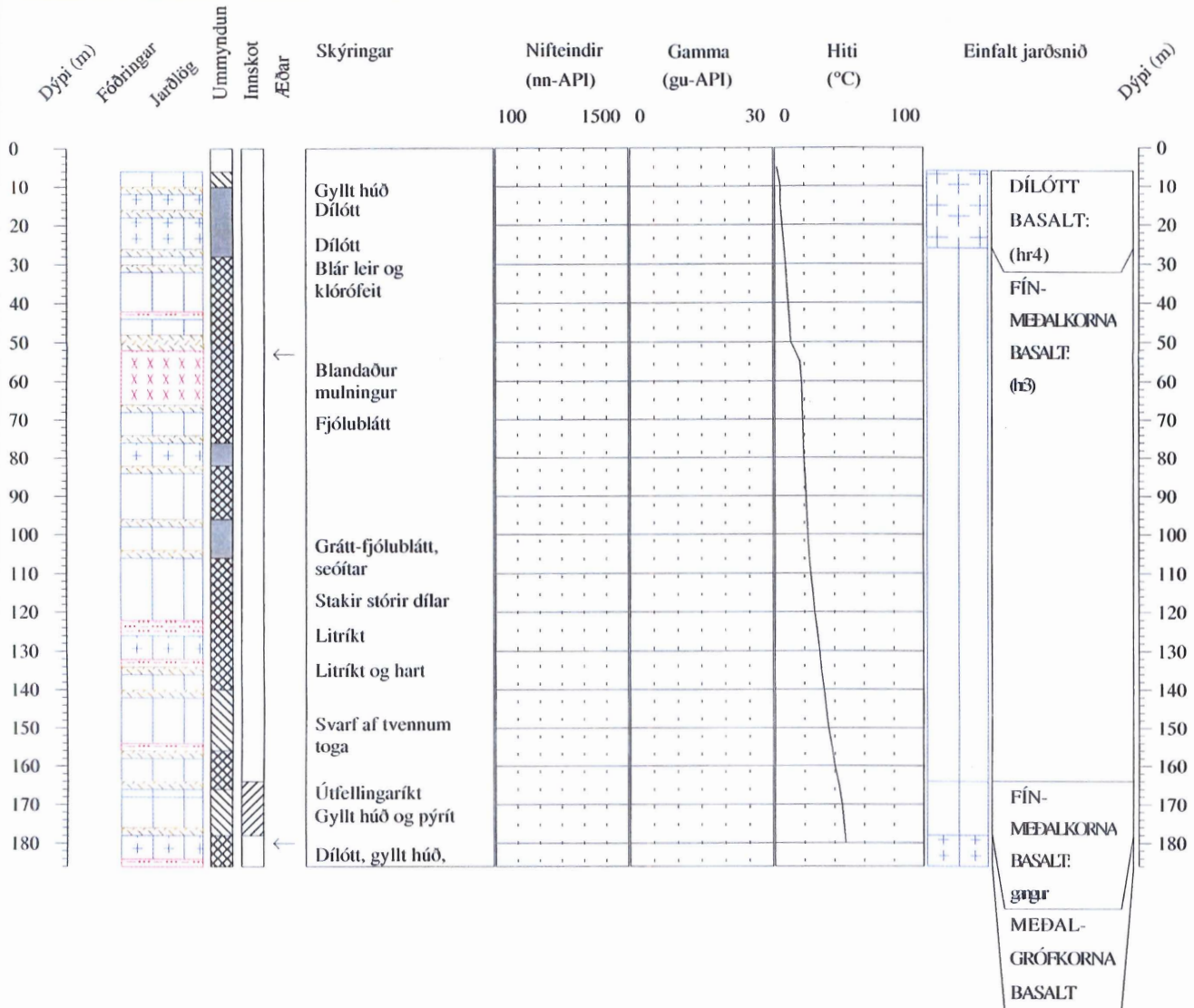


Staður: Sigtún  
Holunafn: ST-14

Boraðili: Alvarr hf.  
Tegund borunar: Loftborun

Dýpi holu: 186 m  
Verknúmer: 8610603

Staðarnúmer: 55683  
Starfsmenn: IMP





**Viðauki F: Jarðlagamælingar**

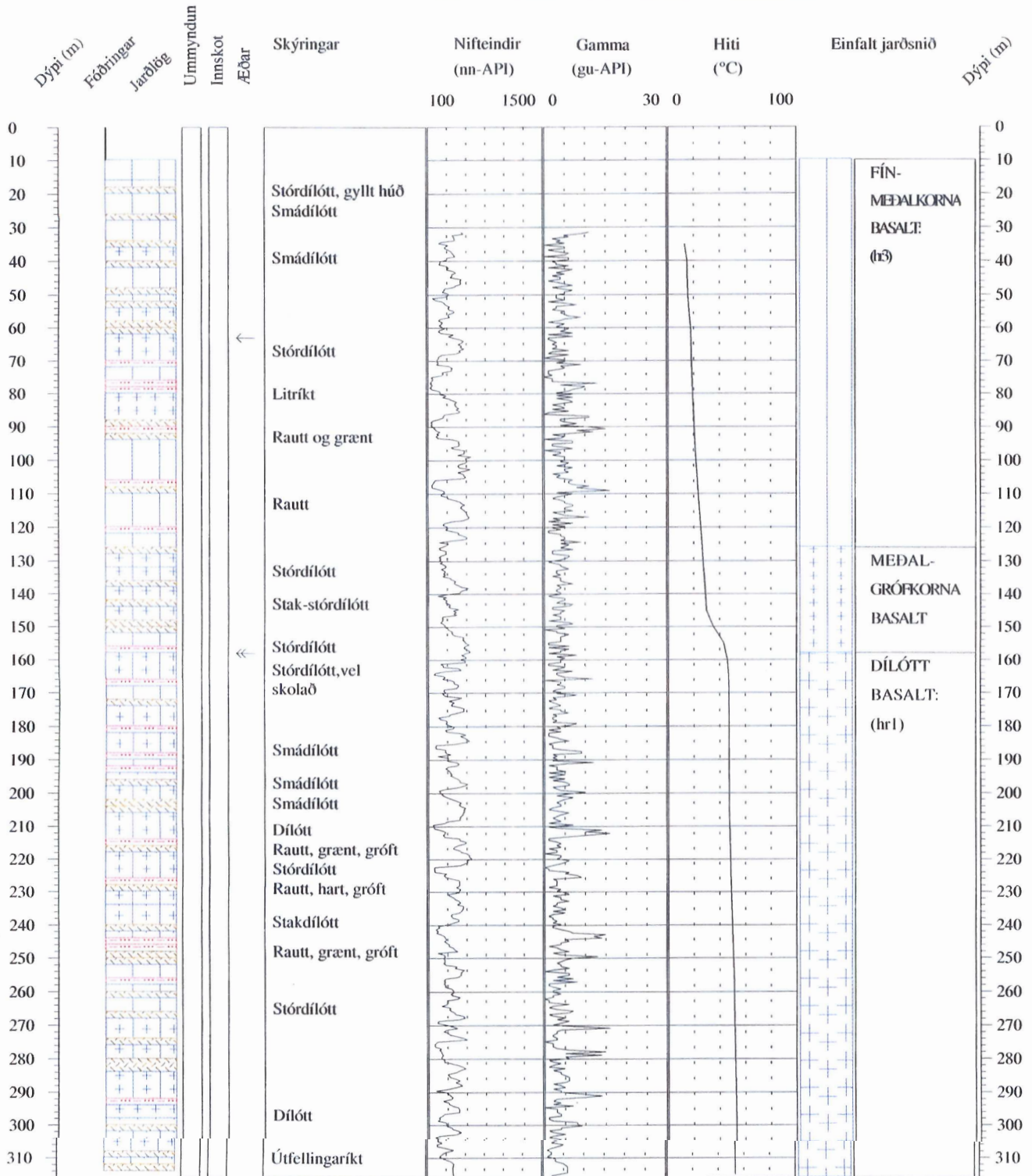


Staður: Grýta  
Holunafn: GR-12

Boraðili: Alvarr hf.  
Tegund borunar: Loftborun

Dýpi holu: 316 m  
Verknúmer: 8610603

Staðarnúmer: 55452  
Starfsmenn: IMP



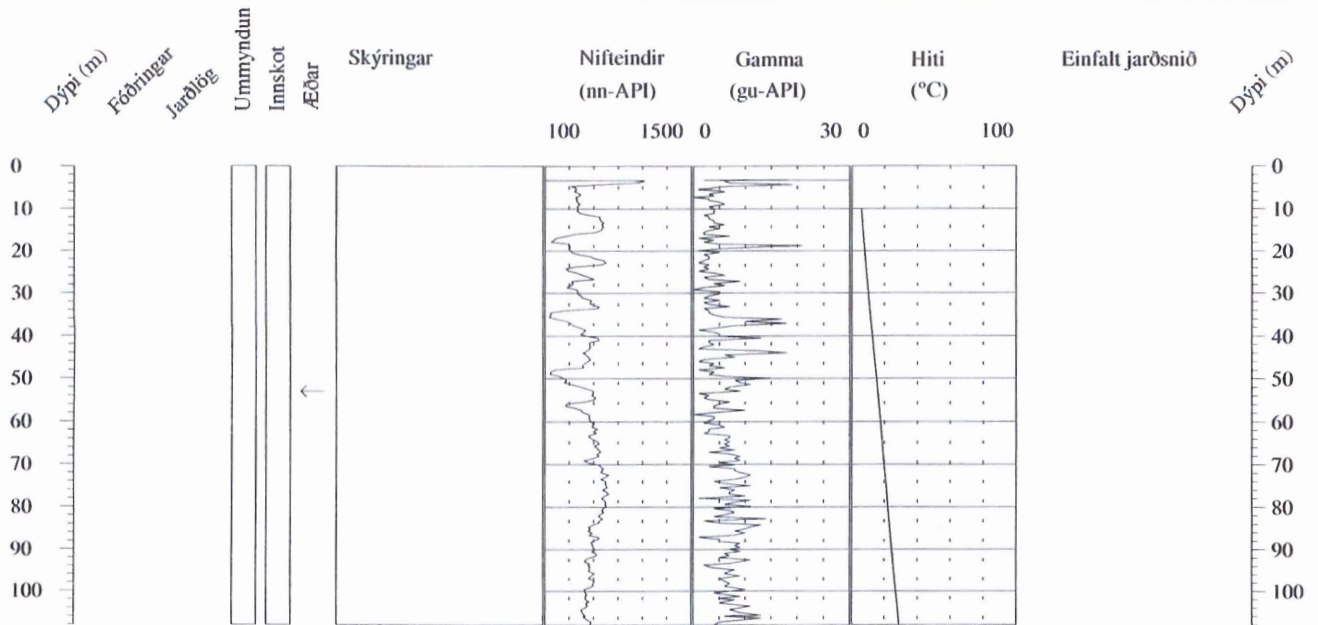


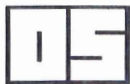
Staður: Sigtún  
Holunafn: ST-01

Boraðili: Alvarr hf.  
Tegund borunar: Loftborun

Dýpi holu: 108 m  
Verknúmer: Default

Staðarnúmer: 55551  
Starfsmenn: Default



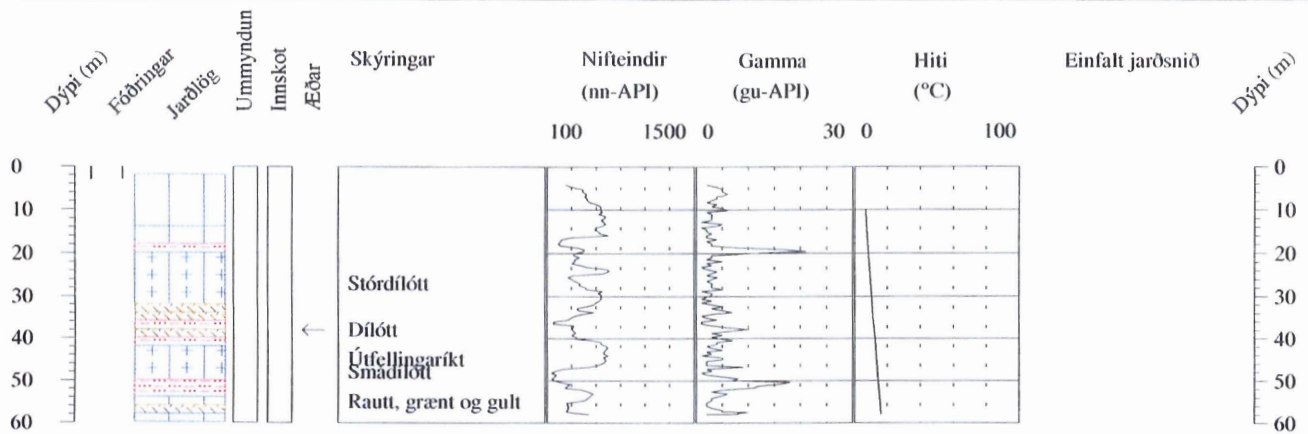


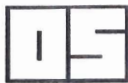
Staður: Sigtún  
Holunafn: ST-06

Boraðili: Alvarr hf.  
Tegund borunar: Loftborun

Dýpi holu: 60 m  
Verknúmer: 8610603

Staðarnúmer: 55556  
Starfsmenn: IMP



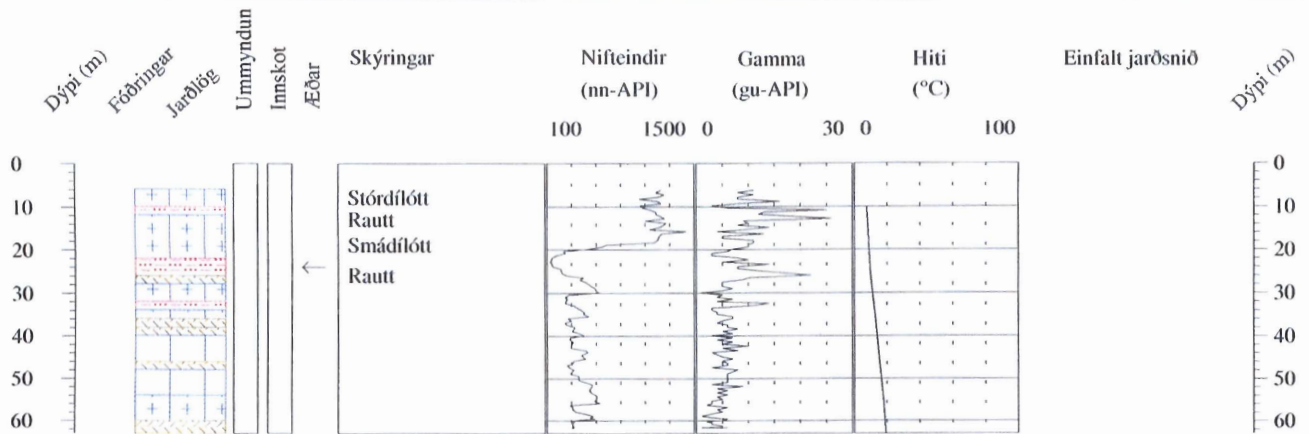


Staður: Sigtún  
Holunafn: ST-08

Boraðili: Alvarr hf.  
Tegund borunar: Loftborun

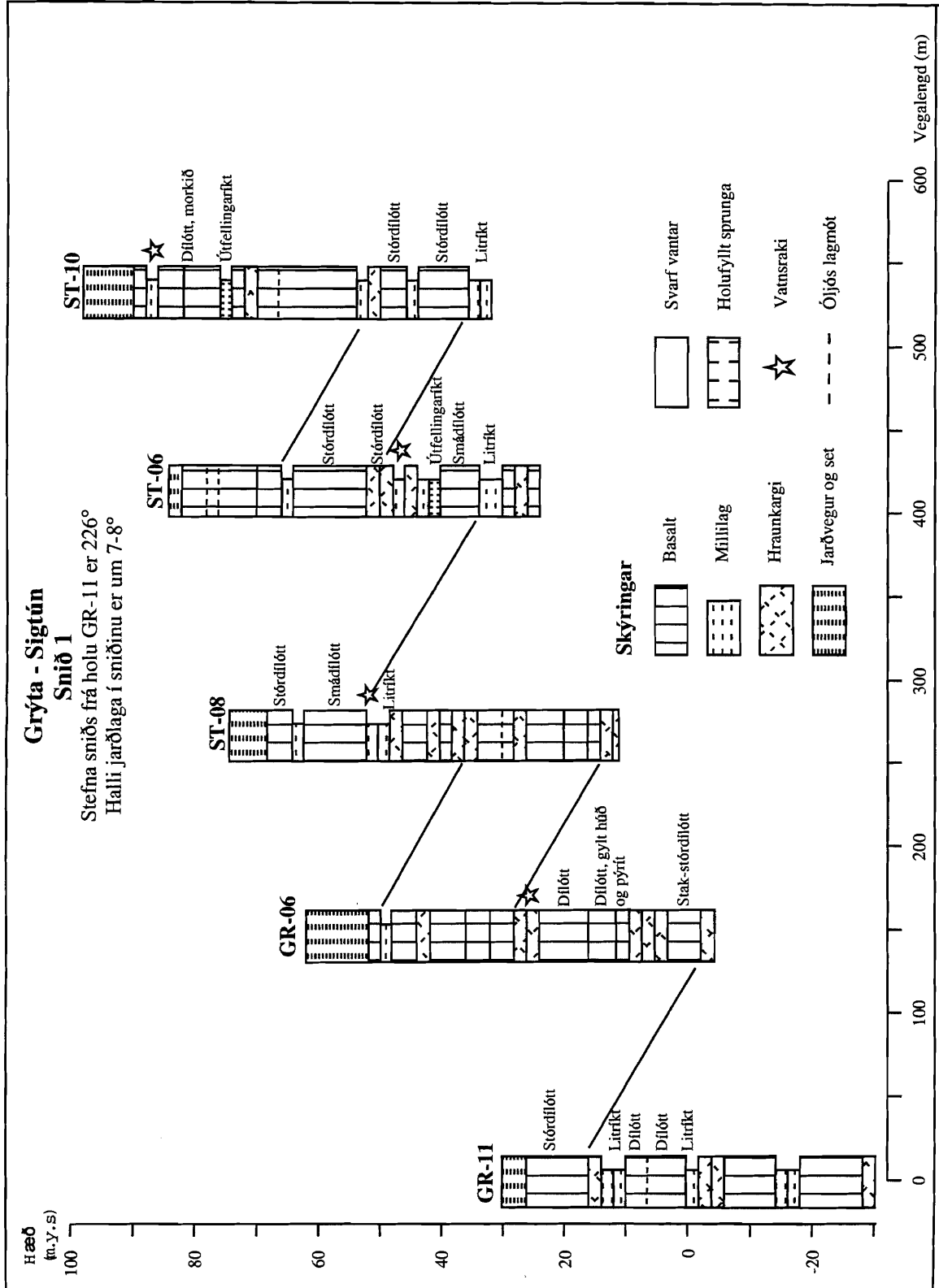
Dýpi holu: 63 m  
Verknúmer: 8610603

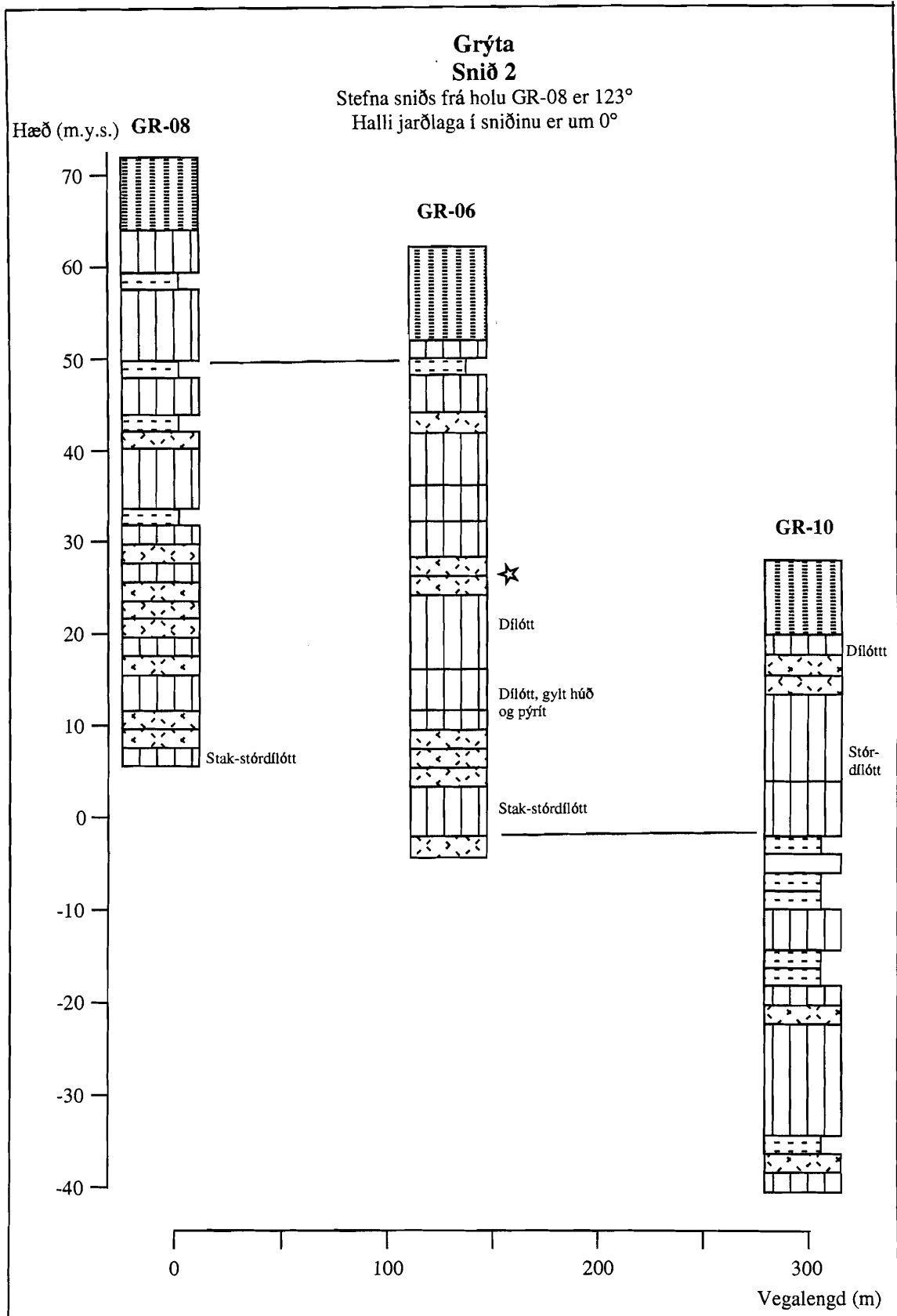
Staðarnúmer: 55558  
Starfsmenn: IMP

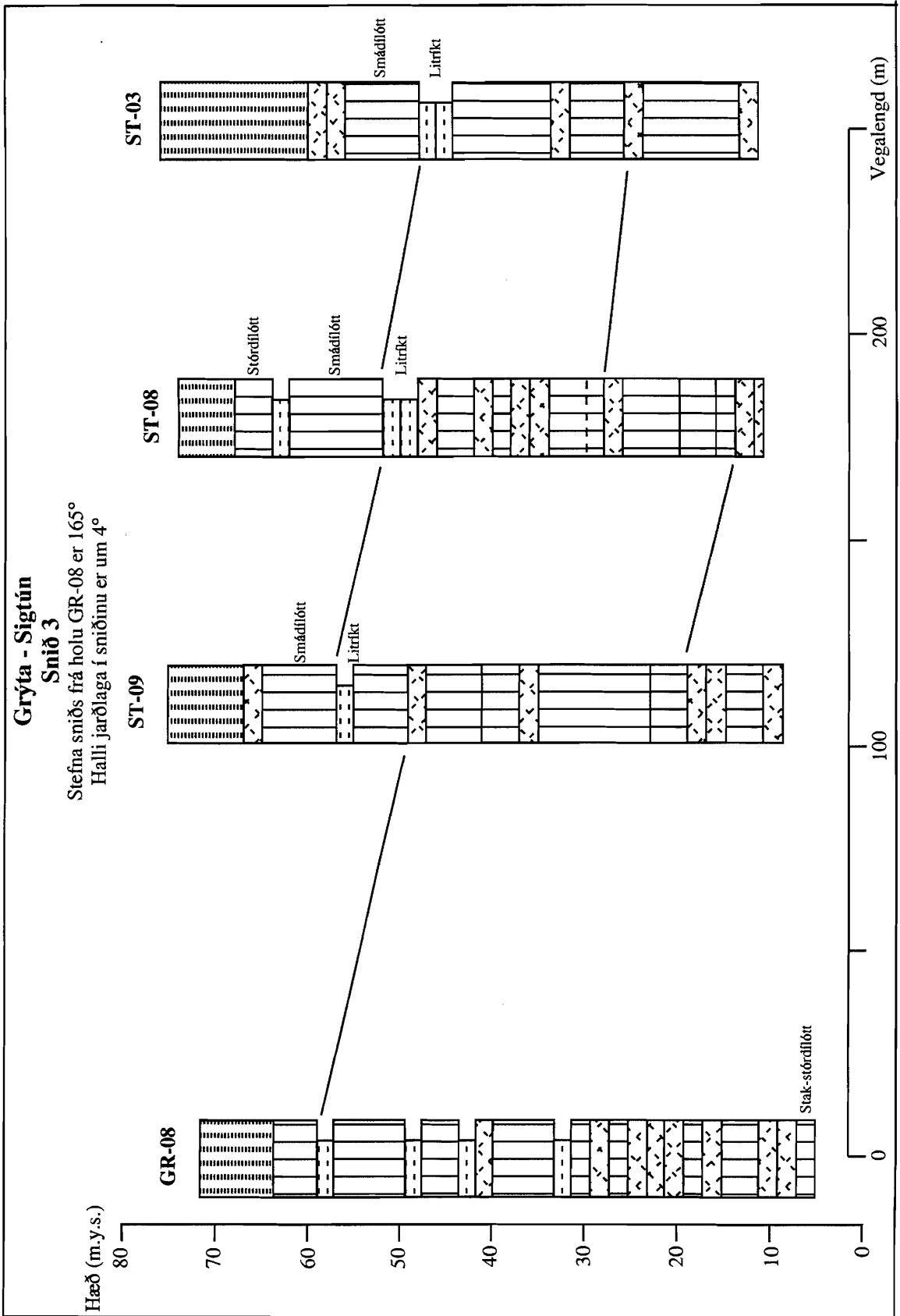


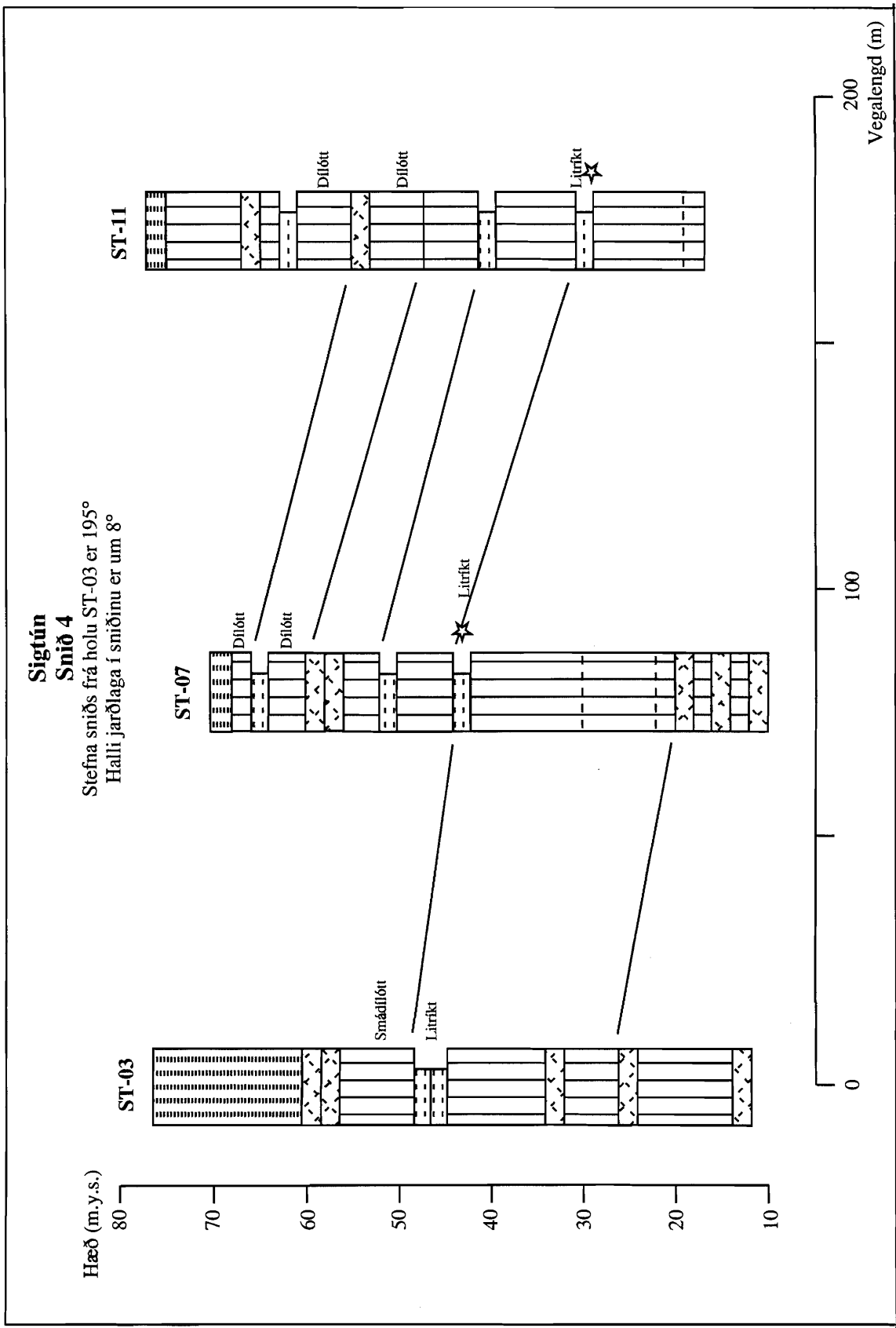


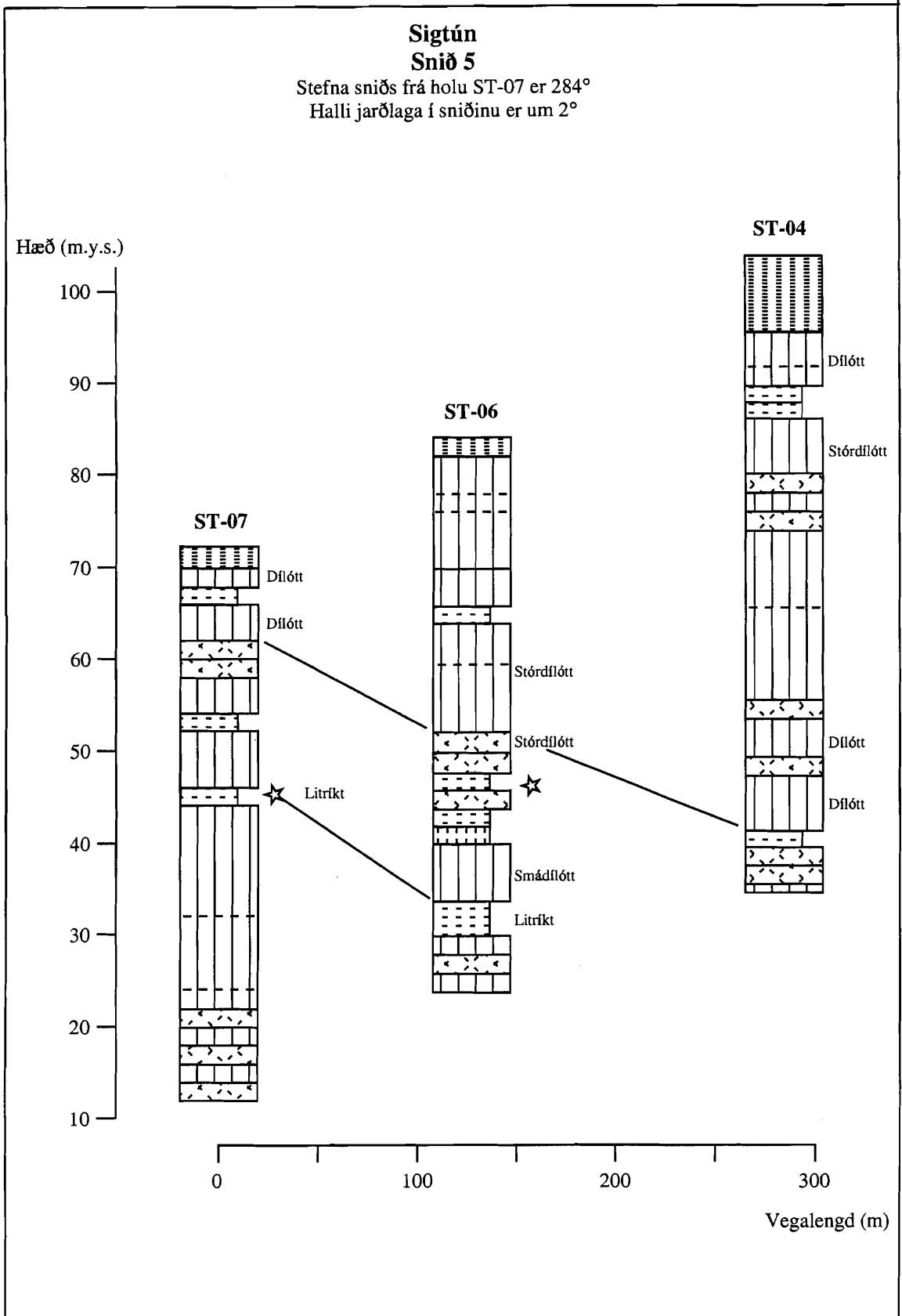
**Viðauki E: Jarðlagasnið hitastigulsholna og  
jarðlagasúlur**











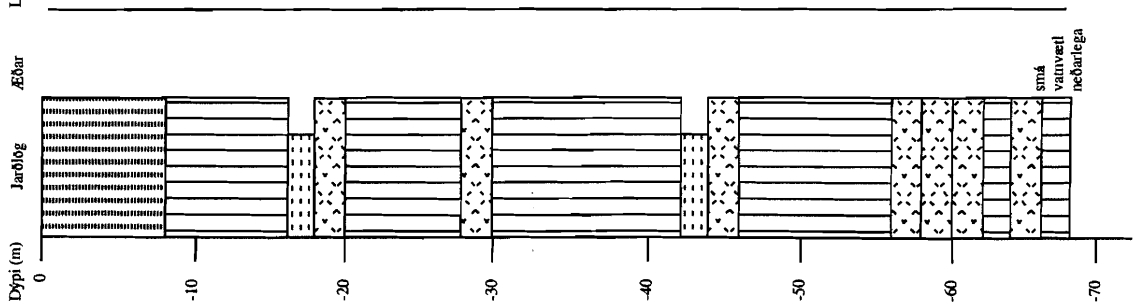


Orkustofnun  
Rannsóknasvið

Staður: Klauf  
Höluafn: KL-05

Hitastigulshola

Verknúmer: 8610603  
Hæð holutopps yfir sjó: 93 m



Ummyndun

seóltar, pírt

glerhallur

seóltar

lítil ummyndun; gylt húð, klörféit, glerhallur

seóladónt og oxun

oxun

oxun

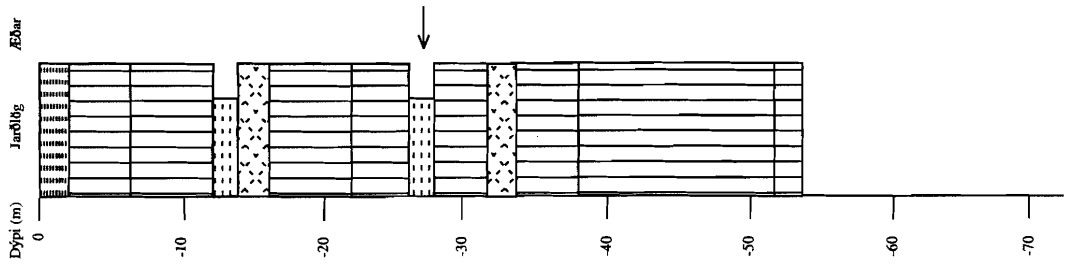
oxun, glerhallur

Orkustofnun  
Rannsóknasvið

Staður: Klauf  
Höluafn: KL-04

Hitastigulshola

Verknúmer: 8610603  
Hæð holutopps yfir sjó: 101 m



Ummyndun

seóltar, skólest

ólivín ummyndað, skólest

mikil oxun

mikið af gyltri húð og seóltun

mesólti, skólest

glerhallur, stíllífr, skólest

engar holufyllingar

seóladónt, gylt húð, glerhallur

gylt húð

pírt og glerhallur

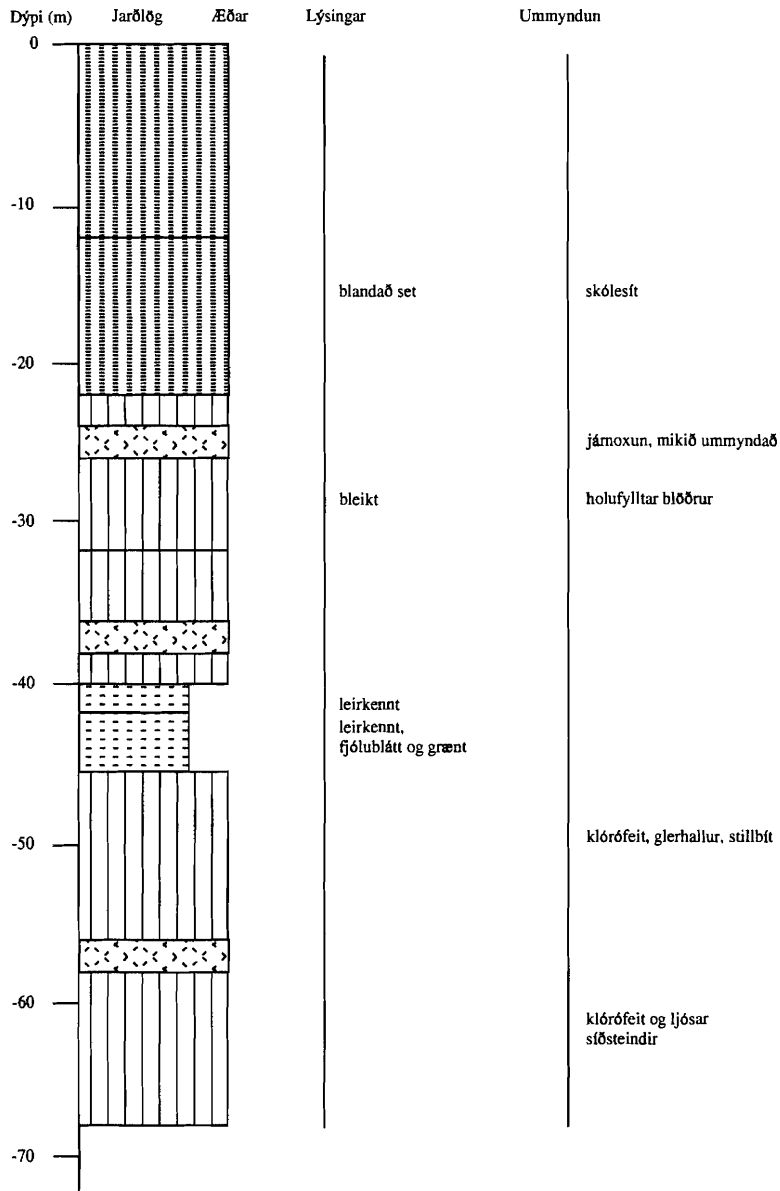


Orkustofnun  
Rannsóknasvið

Hitastigulshola

Staður: Uppsálar  
Holunafn: US-04

Verknúmer: 8610603  
Hæð holutopps yfir sjó: 138 m

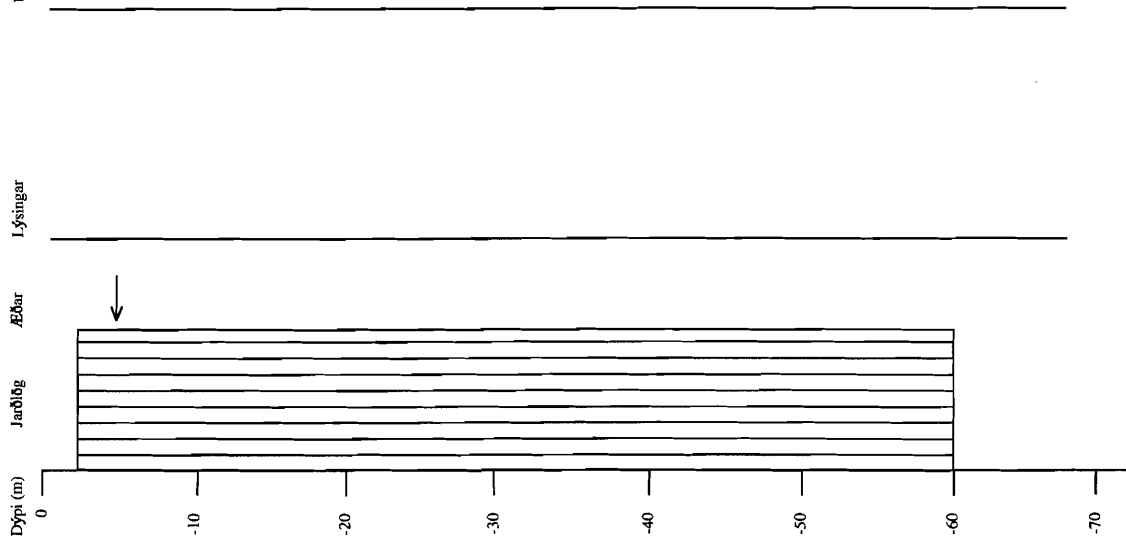


Orkustofnun  
Rannsóknasvið

Hitastigulshola

Verknúmer: 8610603  
Hæð holutoppis yfir sjó: 78 m  
Ummyndun

Staður: Klauf  
Holunafn: KL-06



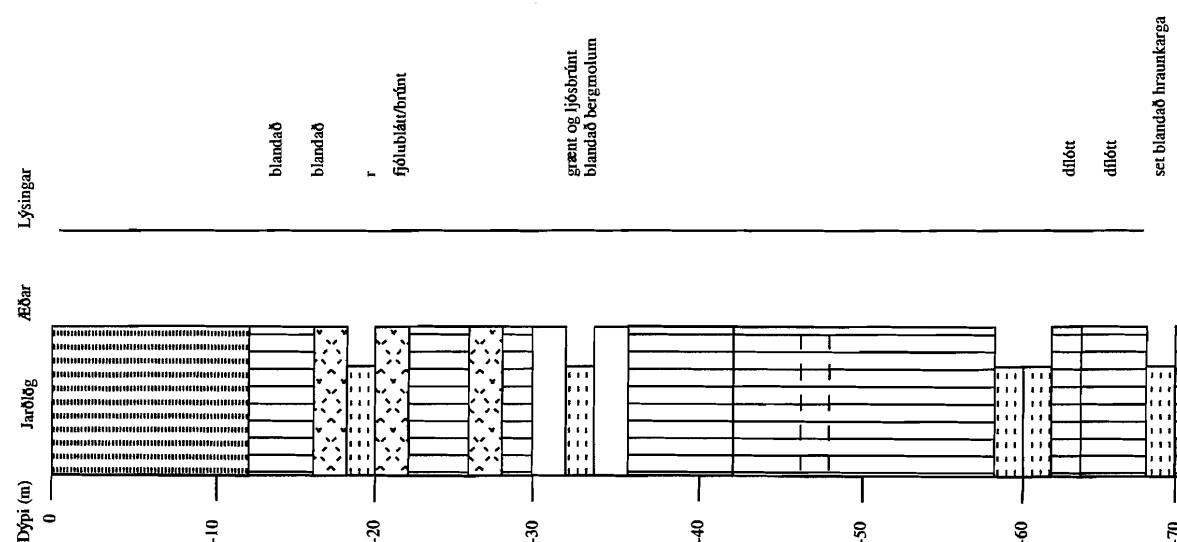
gylt höð vðá að finna  
í svarfnum, sumtvar  
einng þýtt

Orkustofnun  
Rannsóknasvið

Hitastigulshola

Verknúmer: 8610603  
Hæð holutoppis yfir sjó: 94 m  
Ummyndun

Staður: Klauf  
Holunafn: KL-07



ögn oxun  
oxun, sekiðnaft  
klórófeit, glerhallur

oxun

oxun, klórófeit

oxun, klórófeit

klórófeit

blandað  
blandað

fjölublát/brúnt

grænt og ljósbrúnt  
blandað bergmolum

dfliótt

dfliótt

set blandað hraunkarga



**Viðauki F: Jarðlagamælingar**



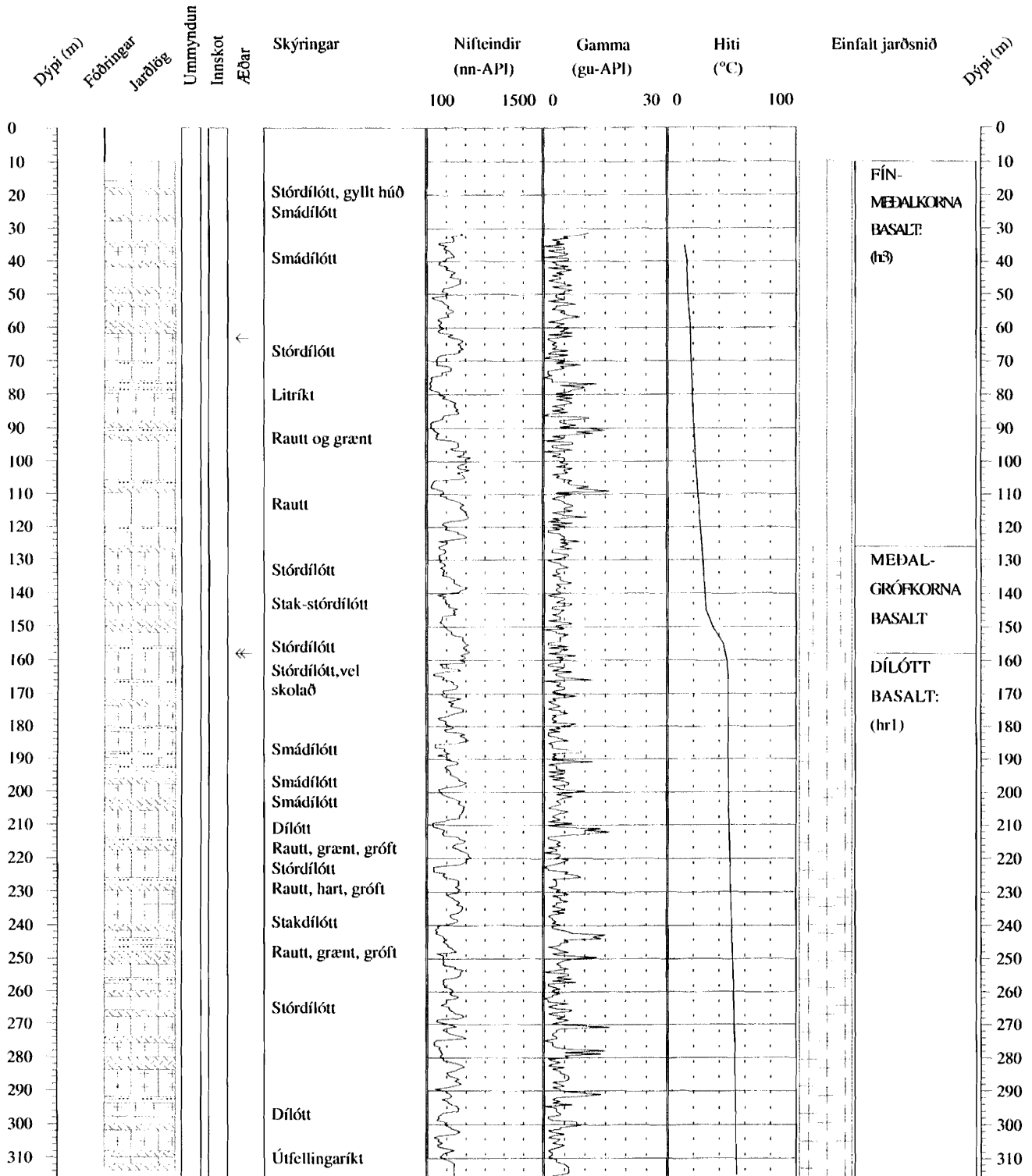


Staður: Grýta  
Holunafn: GR-12

Boraðili: Alvarr hf.  
Tegund borunar: Loftborun

Dýpi holu: 316 m  
Verknúmer: 8610603

Staðarnúmer: 55452  
Starfsmenn: IMP



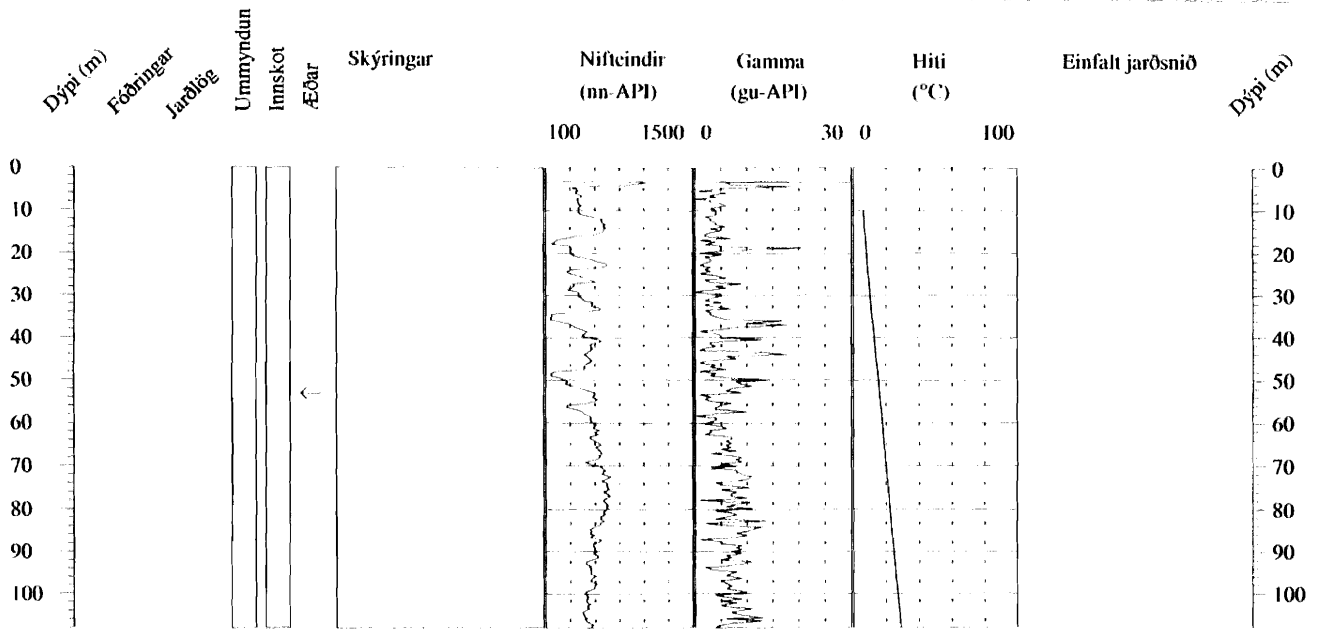


Staður: Sigtún  
Holunafn: ST-01

Boraðili: Alvarr hf.  
Tegund borunar: Loftborun

Dýpi holu: 108 m  
Verkúúmer: Default

Staðarnúmer: 55551  
Starfsmenn: Default



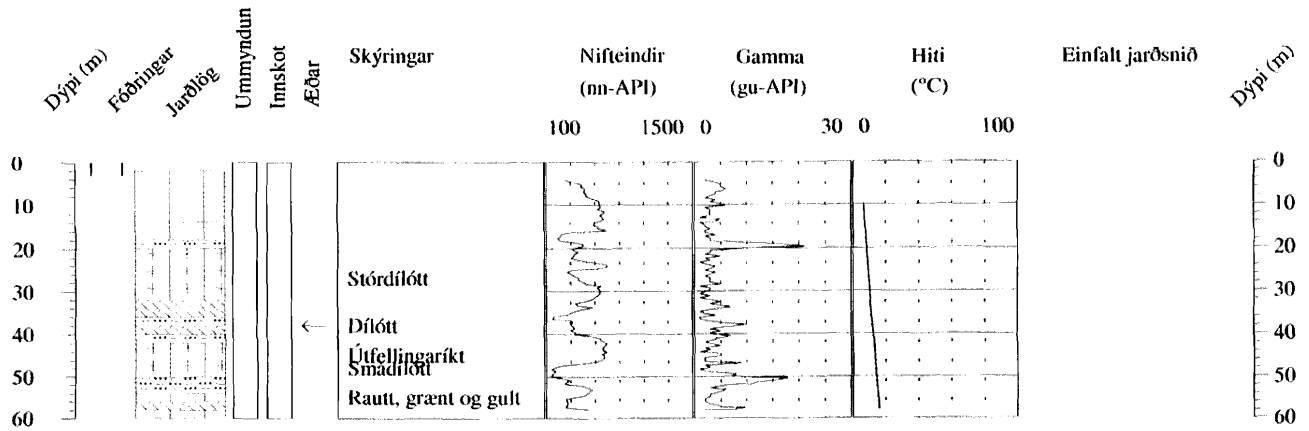


Staður: Sigtún  
Holunafni: ST-06

Boraðili: Alvarr hf.  
Tegund borunar: Loftborun

Dýpi holu: 60 m  
Verknúmer: 8610603

Staðarnúmer: 55556  
Starfsmenn: IMP







Staður: Sigtún  
Holunafn: ST-08

Boraðili: Alvarr hf.  
Tegund borunar: Loftborun

Dýpi holu: 63 m  
Verknúmer: 8610603

Staðarnúmer: 55558  
Starfsmenn: IMP

