

**Staðsetning djúprar rannsóknaholu við
Sigtún í Eyjafjarðarsveit**

**Arnar Hjartarson,
Ingunn María Þorbergsdóttir**

Staðsetning djúprar rannsóknaholu við Sigtún í Eyjafjarðarsveit

Inngangur

Á síðari hluta ársins 1999 var jarðhitarannsóknnum haldið áfram á Grýtu- og Sigtúnssvæðinu í Eyjafirði eftir þriggja ára hlé. Þær fólu í sér boranir á 21 grunnri (60–100 m) rannsóknaholu, öðru nafni hitastigulsholu, segulmælingar og boranir á 5 millidjúpum (100–400 m) rannsóknaholum. Í þessari greinargerð segir frá helstu niðurstöðum rannsókna og lagðar eru fram tillögur að borun djúprar rannsóknaholu (800–1000 m).

Tilgangur rannsókna var að kortleggja varmaflæði til yfirborðs og afmarka uppstreymisrásina sem fæðir Grýtulaug. Uppstreymisrásin hefur fram að þessu verið talin vera austur af Grýtubænum (Ólafur G. Flóvenz og Ásgrímur Guðmundsson, 1984). Rannsóknaholurnar áttu einnig að svara því hvort hitafrávik tengdist lágviðnámsfrávikum sem greindust með viðnámsniðsmælingum sumarið 1996 (Arnar Hjartarson, 1997). Rannsóknirnar beindust því að svæðinu ofan við Grýtu, kringum Sigtún og norður að Uppsölum.

Framgangur verksins

Boranir á hitastigulsholunum hófust í byrjun ágúst 1999. Fram í lok september voru boraðar alls 21 hola við bæina Grýtu, Sigtún, Uppsalur og Klauf (holur GR-6 til GR-11, ST-2 til ST-11, KL-4 til KL-7 og US-4). Í töflu 1 koma fram upplýsingar um allar borholur á rannsóknasvæðinu og á mynd 1 má sjá staðsetningu allra borholna á svæðinu og mælisvæði segulmælinganna. Flatarmál rannsóknasvæðisins er áætlað um 1,5 km².

Hitamælingar í holunum sýna áberandi hitastigulsfrávik milli Grýtu og Sigtúns. Segulmælingar voru því framkvæmdar yfir frávikid í byrju október (Hjálmar Eysteinnsson, 1999) til að athuga hvort einhver brot eða gangar greindust í berggrunninum sem gætu auðveldað leið heitavatnsins til yfirborðs. Fyrsta millidjúpa borholan (GR-12) var boruð í lok október á grundvelli segulmælinganna. Í desember voru boraðar 4 aðrar millidjúpar holur (ST-12 til ST-15) til að afmarka austurkant hitafráviksins. Borunum lauk á milli jóla og nýárs.

Verkið var í umsjón sérfræðinga Rannsóknasviðs Orkustofnunar á Akureyri. Unnu þeir úr gögnunum jafn óðum og þau bárust og staðsettu nýjar holur í kjölfarið. Það sýndi sig í þessu verki að ótvíræður kostur er að hafa sérfræðinga Rannsóknasviðs staðsetta á Akureyri. Alvarr h. f., borana og verkfræðipjónusta, undir stjórn Friðfinns Daníelssonar, sá um boranirnar.

Niðurstöður rannsókna

Hitastigulskort af rannsóknasvæðinu má sjá á mynd 2. Á því kemur fram afmarkað hitastigulsfrávik með stefnu SA-NV og hámark nálægt GR-6. Myndin sýnir einnig viðnámsfrávikin sem mældust '96. Ekki er hægt að tengja þau afbrigðilegu varmaflæði til yfirborðs og því er ólíklegt að þau séu merki um sprungur eða ganga sem leiða heitt vatn.

Á mynd 3 er hitasnið sem teiknað er eftir hitastigulsfrávikinu en 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 út frá gögnum í dýpri rannsóknaholunum (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 ganginum 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 út frá uppstreymisrásinni. Á hitasniðinu kemur einnig fram viðsnúningur í jafnhitalínunum austan við Grýtulaug sem eru greinileg merki um lárétt rennsli að lauginni.

Svarfið úr holunum hefur verið greint og fengist hefur skýr mynd af uppbyggingu berggrunnins. Tekist hefur að rekja hraun- og millilög milli margra hola. Ekki hafa fundist merki um lóðrétt hnik eða misgengi.

Niðurstöður segulmælinganna má sjá á mynd 4 ásamt jafnstigulslínum. Í segulmælingunum koma fram 3 gangar í brekkunum austan við Grýtu og gangaþyrping milli Eyjafjarðarbrautar og Sigtúns. Meginstefnur gangana eru N5-8°A, N-S og N7-11°V. Þrjú gangar skera holu GR-1 (Ásgrímur Guðmundsson *o.fl.*, 1982) og gefur efsti gangurinn, sem væntanlega kemur upp við Grýtulaug, 6,6° halla til V. Hóla ST-15 sker gang á 170 m dýpi sem kemur fram 20 m frá holunni á yfirborði samkvæmt segulmælingunum. Halli gangsins reiknast því 6,7° til V. Gangasveimurinn vestan við Sigtún ætti því að hafa svipaðan halla en algengasti halli á göngum í Eyjafirði mælist 6 til 7° til V (Axel Björnsson *o.fl.*, 1978).

Túlkun ganga

Hitahámarkið undir holum ST-1 og ST-14 stafar nær örugglega af flæði jarðhitavatns í átt til yfirborðs með berggögnunum undir ST-1 og ST-14 sem koma fram í segulmælingunum. Vatnið leitar út frá þeim á um 100 til 150 m dýpi (u. s.) í lagskiptan berggrunnin og berst upp á móti jarðlagahallanum til NV. Á svæðinu kringum GR-6 leitar vatnið til V og kemur loks fram í Grýtulaug. Vatnsæðar í holum GR-12, ST-14 og ST-15 styðja þetta. Holur GR-1, GR-3, GR-5 og GR-11 hafa allar hitaferil sem skýra má með láréttu rennsli og styðja því þess mynd enn frekar. Þar sem hitastigulsfráviknið er frekar mjótt kringum ST-1 og ST-14, virðist vatnið berast upp eftir göngunum á tiltölulega stuttum kafla (sjá mynd 4). Nærtækast er að álykta að uppstreymið fylgi austasta ganginum við ST-1.

Þar sem hitastigulsholurnar eru að jafnaði um 60 m djúpar sjá þær ekki hitafráviknið sem neðar liggur. Þær sjá aðeins lárétta rennslið sem nálgast yfirborð æ meir eftir því sem vestar dregur, bæði vegna jarðlagahallans til SA og lækkunar landsins til V. Lárétta rennslið, sem hitasniðið afhjúpar, skermar því hið raunverulega hitafrávik sem leitað var að. Jarðhitinn í berggrunninum verður því ekki kannaður nema með rannsóknaholum sem ná niður fyrir lárétta rennslið. Þær verða því ekki undir 300 m að dýpt eigi þær að skila tilætluðum árangri.

Niðurstaðan er því sú að hámarkshita er að vænta á svæðinu kringum ST-1 og ST-14 og má búast við allt að 80°C hita á 800 m dýpi. Heitt vatn í nýtanlegu mæli fæst því aðeins með því að hitta á vatnsæðar sem að öllum líkindum fylgja austasta ganginum í gangaþyrpingunni kringum ST-1 og ST-14.

Tillögur um áframhald verkefnisins

Lagt er til að boruð verði 800–1000 m djúp rannsóknahola sem sker austasta ganginn við ST-1 á um 900 m dýpi. Staðsetning holunnar ákvarðast af halla ganganna á svæðinu. Reiknað er með að hallinn sé $6,4^\circ$ til vesturs, en ekki $6,6^\circ$, til að leyfa vik í halla ganganna og holunnar. Sé halli ganganna $6,0^\circ$ er austasti gangurinn skorinn á 980 m dýpi en sá vestasti á um 490 m dýpi. Sé hallinn $6,7^\circ$ eru gangarnir skornir á 880 m og 440 m dýpi. Ef skera á austasta ganginn á um 900 m dýpi þarf holan að vera staðsett 103 m til V frá ganginum á yfirborði. Rannsóknaholunni er því valinn staður 53 m frá holu ST-3 í stefnu N 140° A (sjá mynd 4).

Heimildir

Arnar Hjartarson, 1997: *Viðnámsniðsmælingar við Uppsali 1996*. Orkustofnun, OS-97007.

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

Ásgrímur Guðmundsson, Ólafur G. Flóvenz, Sigmundur Einarsson og Bára Björgvinsdóttir, 1982: *Grýta í Öngulsstaðarhreppi. Niðurstöður jarðhitarannsóknna*. Orkustofnun, OS-92037/JHD-05.

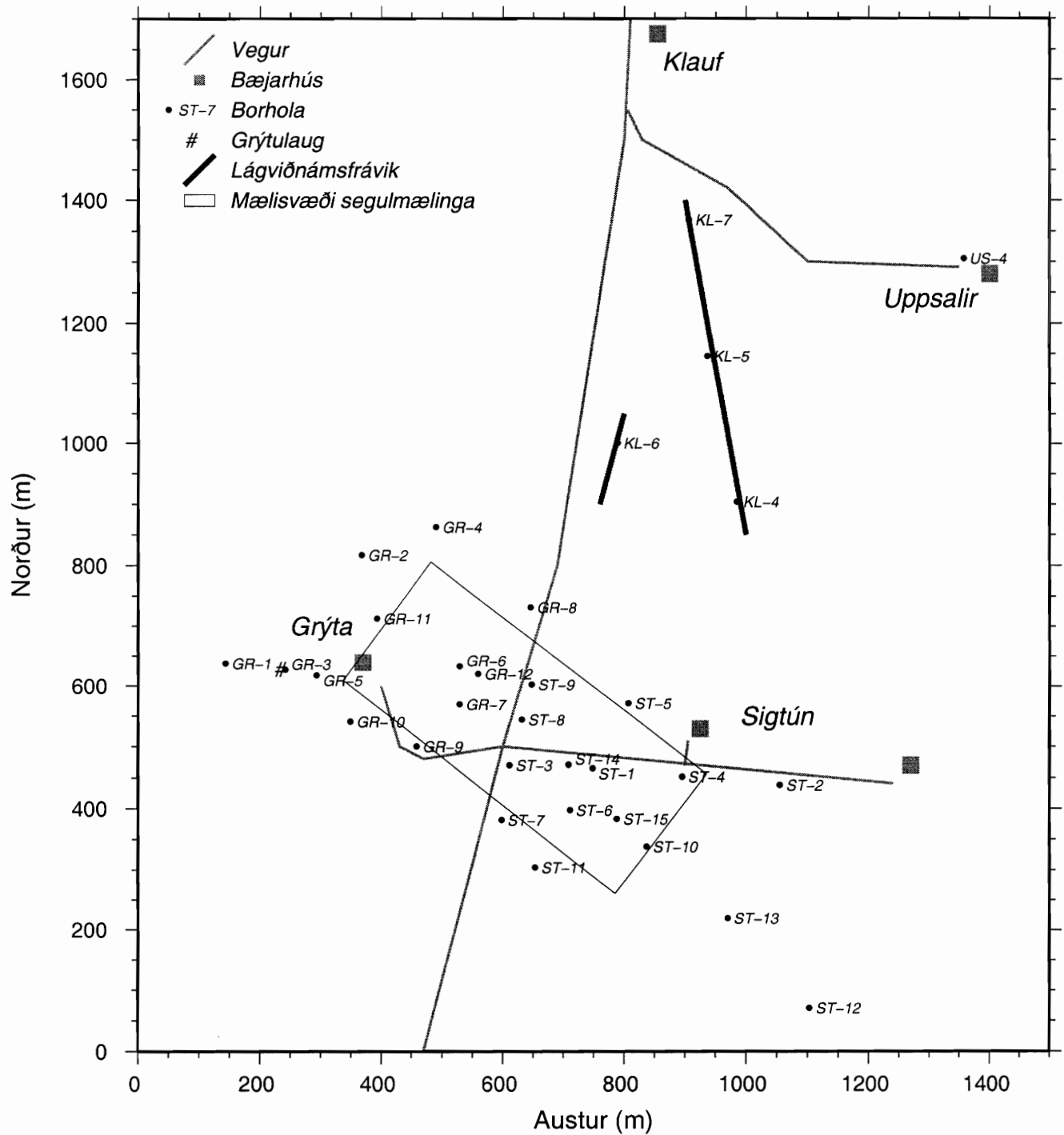
Hjálmar Eysteinnsson, 1999: *Segulmælingar við Sigtún og Grýtu, Eyjafirði*. Orkustofnun, OS-99081.

Ólafur G. Flóvenz og Ásgrímur Guðmundsson, 1984: *Viðnámsmælingar og rannsóknaboranir við Grýtu í Öngulsstaðarhreppi 1982–1984*. Orkustofnun, OS-84040/JHD-05.

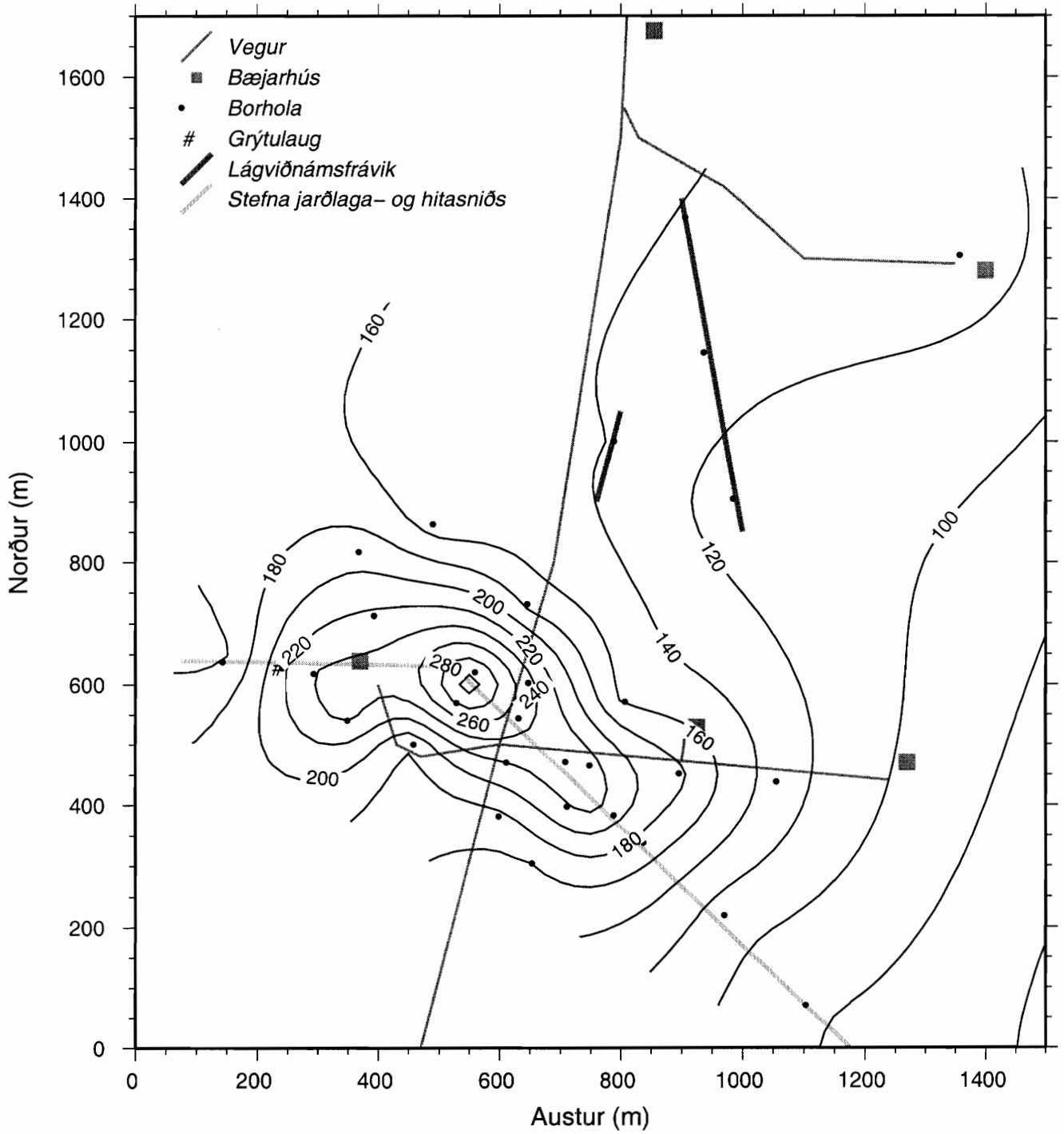
Arnar Hjartarson
Ingunn María Þorbergsdóttir
ROS-Akureyri

Tafla 1: *Borholur á rannsóknasvæðinu við Grýtu, Sigtún, Uppsali og Klauf og staðsetningar þeirra.*

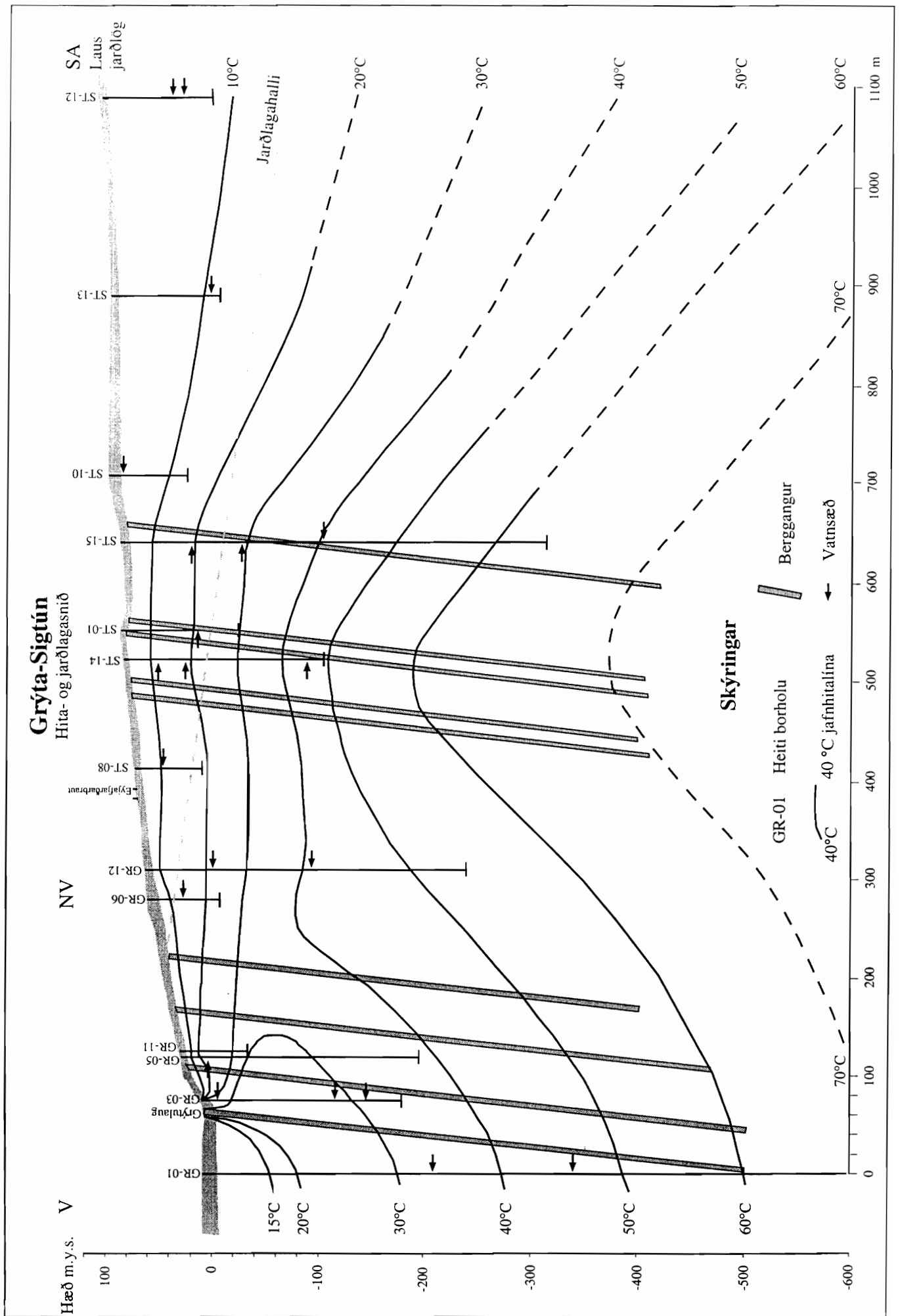
Hola nr.	Borun lokið dags.	Dýpi (m)	Fóðring (m)	GPS (Hjörsey) Norður	GPS (Hjörsey) Vestur	Hæð yfir sjó (m)
GR-1	20.10.1979	1054	65,5	65.554272°	18.081365°	7
GR-2	08.07.1982	160	–	65.555785°	18.076334°	28
GR-3	26.07.1982	190	–	65.554141°	18.079261°	5
GR-4	15.07.1982	130	4	65.556145°	18.073636°	42
GR-5	11.12.1982	230	2,5	65.554035°	18.078149°	27
GR-6	26.08.1999	66	12	65.554074°	18.073024°	62
GR-7	01.09.1999	69	12	65.553504°	18.073082°	66
GR-8	02.09.1999	66	9	65.554906°	18.070396°	73
GR-9	03.09.1999	63	6	65.552912°	18.074702°	55
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
KL-5	08.08.1999	69	9	65.558492°	18.063709°	93
KL-6	10.08.1999	60	3	65.557259°	18.067041°	78
KL-7	20.08.1999	72	12	65.560502°	18.064140°	94
ST-1	25.05.1993	100	12	65.552468°	18.068461°	88
ST-2	05.08.1999	63	6	65.552099°	18.061843°	113
ST-3	15.08.1999	66	18	65.552577°	18.071406°	76
ST-4	16.08.1999	69	12	65.552289°	18.065287°	103
ST-5	17.08.1999	48	6	65.553405°	18.067080°	89
ST-6	19.08.1999	60	3	65.551881°	18.069334°	84
ST-7	21.08.1999	60	3	65.551782°	18.071783°	72
ST-8	23.08.1999	63	6	65.553236°	18.070894°	74
ST-9	24.08.1999	66	9	65.553750°	18.070489°	75
ST-10	26.08.1999	66	9	65.551298°	18.066652°	98
ST-11	27.08.1999	60	3	65.551073°	18.070665°	77
ST-12	01.12.1999	103	7,5	65.548790°	18.061184°	108
ST-13	06.12.1999	103	9	65.550178°	18.063908°	95
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



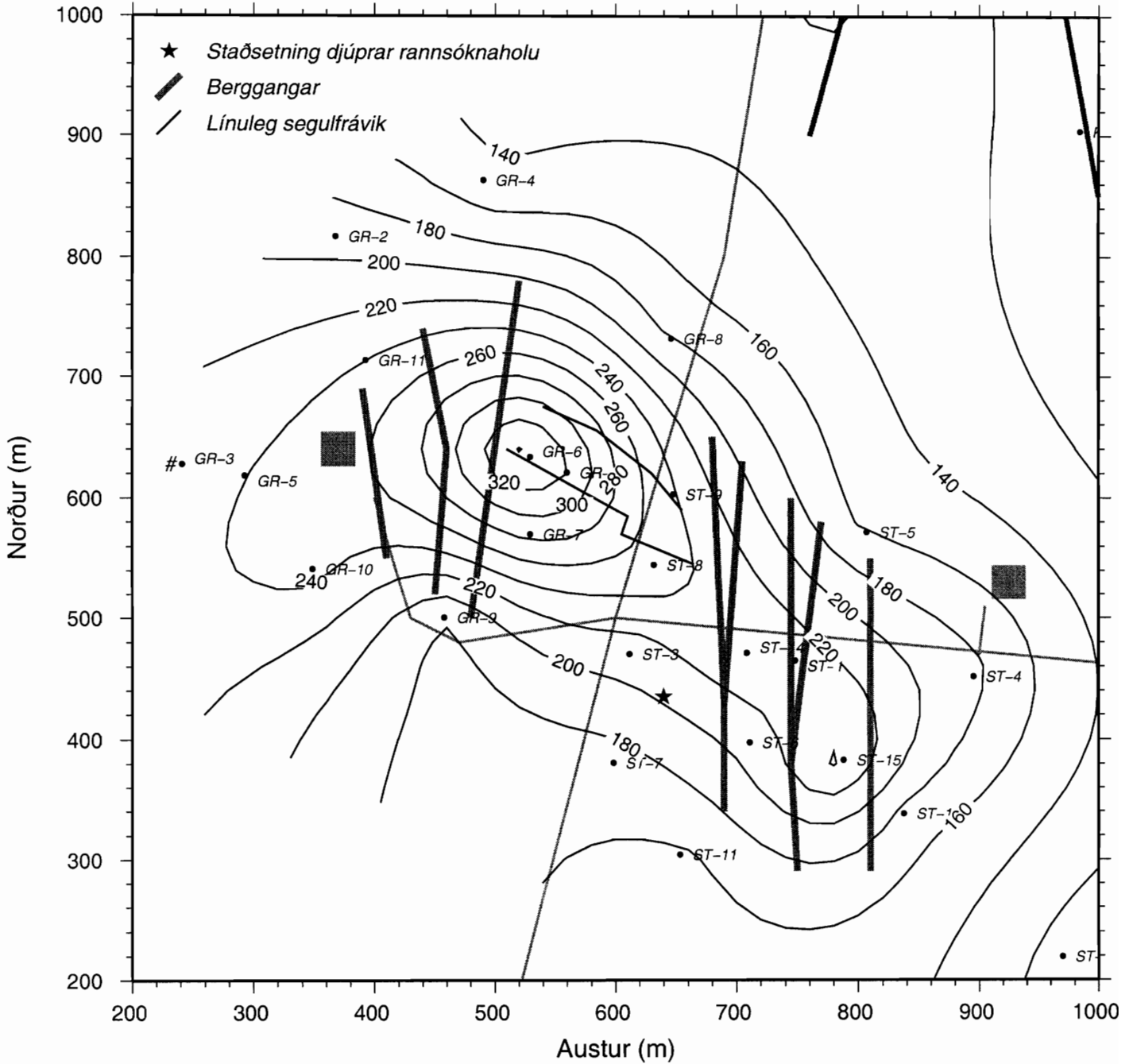
Mynd 1: Jarðhitarannsóknir 1999 við Grýtu og Sigtún. Myndin sýnir rannsóknasvæðið.



Mynd 2: Hitastigulskort af Grýtu- Sigtúnssvæðinu.



Mynd 3



Mynd 4: Hitastigulskort og staðsetning djúprar rannsóknaholu, bergganga og línulegra segulfrávika á yfirborði.