



ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

HOLA STG-1 Á STAÐ VIÐ GRINDAVÍK

Lúðvík S. Georgsson
Guðni Axelsson
Hjalti Franzson
Hrefna Kristmannsdóttir

Unnið fyrir Íslandslax hf.

OS-85081/JHD-40 B

Október 1985



ORKUSTOFNUN
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Verknúmer : 625-012

HOLA STG-1 Á STAÐ VIÐ GRINDAVÍK

Lúðvík S. Georgsson
Guðni Axelsson
Hjalti Franzson
Hrefna Kristmannsdóttir

Unnið fyrir Íslandslax hf.

OS-85081/JHD-40 B

Október 1985

EFNISYFIRLIT

Bls.

1.	INNGANGUR.....	5
2.	BORUN HOLU STG-1.....	6
2.1	Tilgangur borunar og staðsetning holunnar.....	6
2.2	Borsaga STG-1.....	6
3.	VATNSÆÐAR, JARÐLÖG OG UMMYNDUN.....	9
4.	AFKÖST HOLU STG-1.....	14
4.1	Þrepaðaling í lok borunar.....	14
4.2	Niðurstöður reynsludælingar.....	17
5.	EFNAINNIHALD JARÐSJÁVARINS.....	22
6.	HELSTU NIÐURSTÖÐUR.....	23

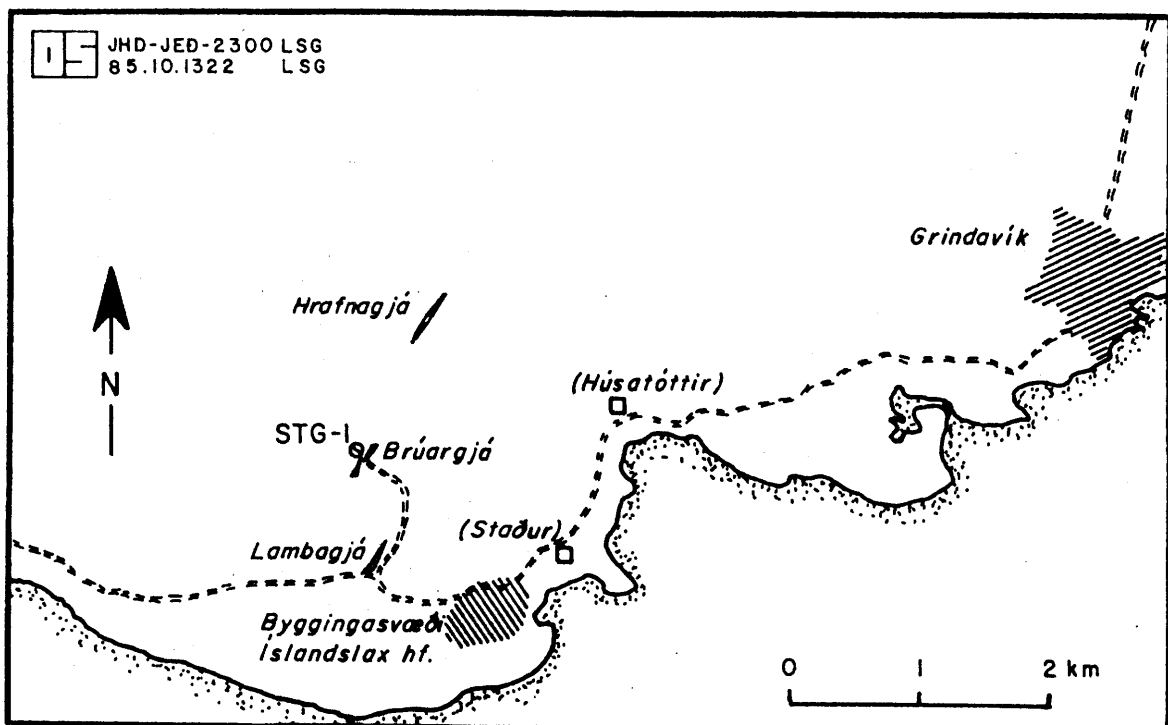
MYNDASKRÁ

1.	Afstöðumynd af Staðarlandi.....	5
2.	Gangur borunar.....	7
3.	Hitamælingar gerðar í borun.....	10
4.	Hitamælingar gerðar með mælingabíl.....	11
5.	Jarðlög, æðar og útfellingar.....	12
6.	Þrýstingsbreytingar samfara þrepaðalingu í borlok.....	14
7.	Vatnsborðsstaða sem fall af skammtímadælingu.....	15
8.	Þrýstingshækkun eftir 1. þrep borin saman við viðbrögð líkans.....	16
9.	Þrýstingshækkun eftir 2. þrep borin saman við viðbrögð líkans.....	16
10.	Meginniðurstöður reynsludælingar.....	17
11.	Áætlaður niðurdráttur í holu STG-1 við langtímaþvinnslu.....	18
12.	Þrýstingsbreytingar samfara þrepaðalingu 4. sept. bornar saman við viðbrögð líkans.....	20
13.	Þrýstingsbreytingar samfara þrepaðalingu 6. sept. bornar saman við viðbrögð líkans.....	21

1. INNGANGUR

Í bréfi dagsettu 8. mars 1985 fór Íslandslax hf. fram á álit Orkustofnunar á möguleikum á vinnslu 40-50°C vatns í Staðarlandi við Grindavík, nánar tiltekið í óbrennishólma við gjá þá sem gjarnan er nefnd Brúargjá. Á fundi sama dag og í framhaldi af því í bréfi dagsettu 18. mars benti Jarðhitadeild Orkustofnunar á að heitavatnsvinnsla í austanverðu Staðarlandi hlyti að beinast að afrennsli frá háhitasvæðinu í Eldvörpum sem streymir til suðuðvesturs. Aðaltunga þessa straums er líklega á 1-2 km breiðu beltí sem afmarkast af Eldvarpagígaröðinni til vesturs. Það væri því æskilegt að staðsetja holuna eins norðvestarlega á athafnasvæði Íslandslax hf. og aðstæður leyfðu. Einnig kom fram að óráðlegt væri að bora nær þekktum gjám eða sprungum en sem nemur 100 m vegna hættu á niðurdrætti kaldari vökva í kerfið, og að borun gæti orðið nokkuð tafsöm vegna hættu á skolvatnstapi og hrungjörnum jarðlögum. Líkur voru taldar á að ná mætti umræddum hita á um 300 m dýpi eða nálægt því og búist var við jarðlögum með sémilega lekt.

Holan var síðan staðsett af Jóni Jónssyni jarðfræðingi en hann var aðalráðgjafi verkkaupa í þessu máli. Borunin gekk ekki sem skyldi framan af og fór verkkaupi þá fram á að Jarðhitadeild kæmi einnig inn sem ráðgjafi. Borunin hafði þá staðið í rúma 2 mánuði og þær áætlanir, sem gerðar voru, komnar verulega úr skorðum.



1. mynd. Afstöðumynd af Staðarlandi og staðsetning holu SIG-1.

2. BORUN HOLU STG-1

2.1 Tilgangur borunar og staðsetning holunnar

Tilgangur borunar í landi Staðar vestan Grindavíkur var að leita að a.m.k. 40-50°C heitum jarðsjó til notkunar við fiskeldisstöð sem Íslandslax hf. er að reisa þar. Hóla STG-1 var staðsett af Jóni Jónssyni jarðfræðingi í óbrennishólma í Eldvarpahrauni, 30-40 m vestan við gjá sem hann hefur gefið nafnið Brúargjá. Gjáin er opin niður fyrir grunnvatnsborð sem er á um 22 m dýpi. Holan er um 2 km frá sjó, Eldavarpagígaröðin er um 2 km til norðvesturs en fiskeldisstöð Íslandslax hf. um 1,7 km austan við holuna. Mynd 1 er afstöðumynd af svæðinu.

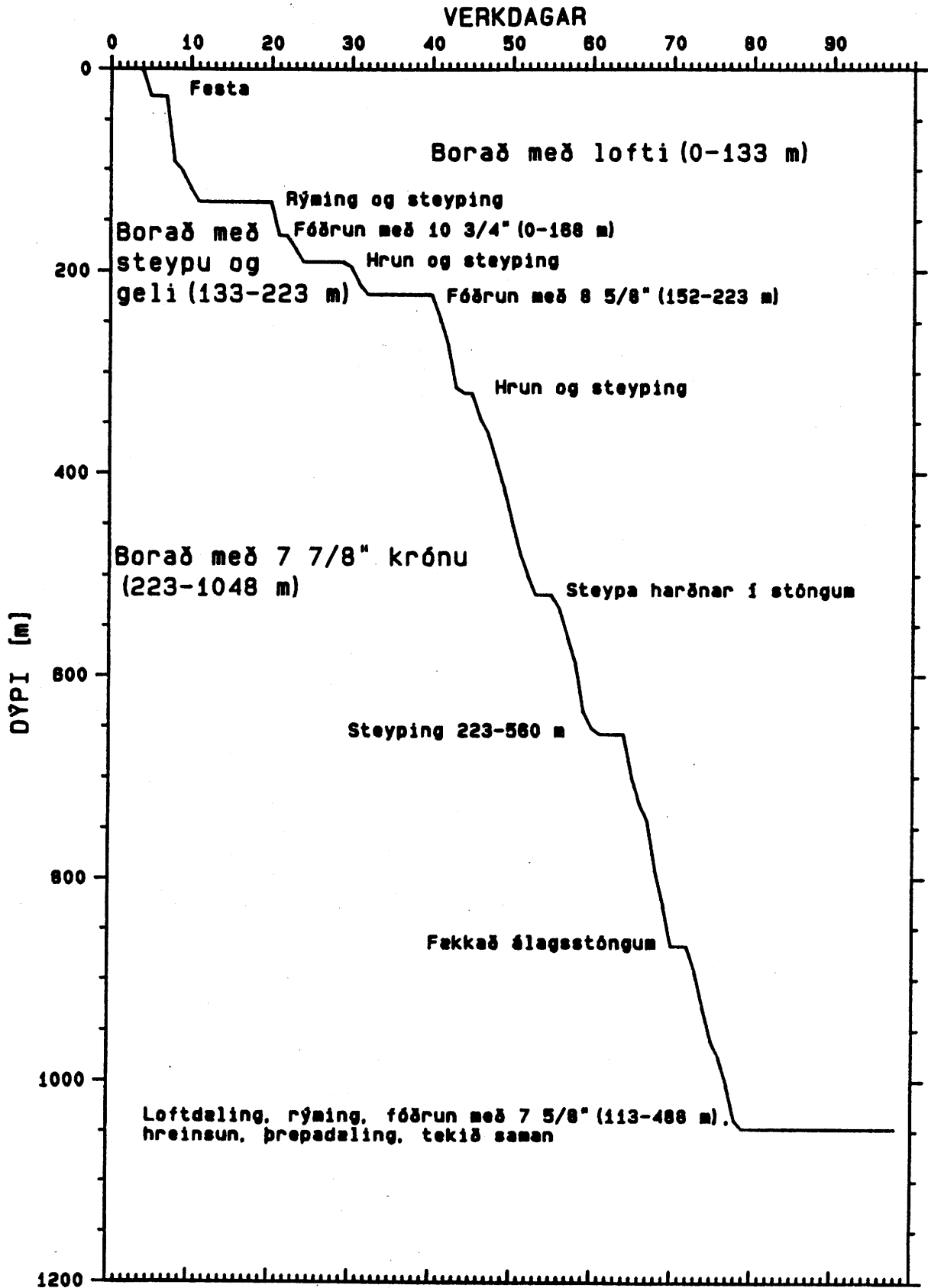
2.2 Borsaga STG-1

Verkið hófst þann 18. mars og var jarðborinn Glaumur notaður í það. Eftirfarandi lýsing á borverkinu er unnin upp úr borskýrslum Jarðborana ríkisins ásamt 2. mynd sem sýnir gang borunarinnar. Byrjað var á að grafa fyrir 16" fóðringu sem var steipt niður á 3,8 m dýpi. Þá var boruð hola fyrir skolvatn og var hún staðsett á austurbakka Brúargjár. Skolvatnsholan (STG-2) varð 36 m djúp en vatnsborð í 22 m. Að því loknu hófst borun holu STG-1. Borað var með 12 1/4" lofthamri niður á 97 m dýpi. Borun gekk frá upphafi mjög erfiðlega og urðu miklar tafir vegna hruns og steypinga. Frá 97 m var borað með 12 1/4" hjólakrónu og lofti, en neðan 133 m var aðallega borað með geli. Á 121 m dýpi kom borinn í sjávarsand, sem átti eftir að valda miklum erfiðleikum næstu 70 m. Eftir margar steypingar og aðrar þéttingar var holan rýmuð og fóðruð niður á 168 m dýpi með 10 3/4" fóðringu og lauk því þann 30. apríl á 22. verkdegi.

Áfram var borað með 8 3/4" krónu og lofti þar sem nægt skolvatn fékkst ei, því að skolvatnsholan reyndist alls ekki anna þörfinni. Á 171 m dýpi kom borinn aftur í lag með sjávarsandi og komu upp ókjör af honum. Mjög erfitt reyndist að þétta holuna þrátt fyrir að oft væri steipt í hana og settur niður vikur og vegsalt. Eftir 6 daga bras var borað áfram með geli og stundum steypu niður á 224 m dýpi. Holan var síðan rýmuð með 9 7/8 krónu og sett í hana 8 5/8" fóðring frá 152 m niður í 223 m. Þessu lauk 29. maí á 40. verkdegi.

Þegar borun hófst að nýju hafði tekist að leysa skolvatnsvandamálið. Við könnun á gjánni kom í ljós að hún var opin niður fyrir grunnvatnsborð og með því að fara með dælu þangað niður var hægt að fá nóg skolvatn. Jarðhitadeild Orkustofnunar kom nú inn í verkið sem ráðgjafi verkkaupa. Borað var með 7 7/8 krónu og gekk borun áfallalítið eftir fóðrun. Nokkrum sinnum varð þó að þétta holuna með steypu til að draga úr skolvatnsleka. Tafir urðu ekki miklar af þeim sökum, ef frá er talin tveggja daga töf þegar

JHD-JED-2300-LSG
85.10-1300 T



2. mynd. Gangur borunar holu STG-1.

steypa náði að harðna í um 100 m af stöngum. Holan var þá orðin 520 m djúp. Hreinsun lauk 20. júní á 55. verkdegi. Borhraði hafði verið nokkuð misjafn frá því að fóðrun lauk en að meðaltali um 20 m á dag. Hiti í holunni var töluvert lægri en gert var ráð fyrir í upphafi og ekki nema 20-30°C í um 500 m.

Eftir þetta gekk borun yfirleitt nokkuð vel. Þegar komið var niður á 668 m dýpi sýndu hitamælingar að nokkrar vatnsæðar höfðu opnast inn í holuna neðan 550 m dýpis og virtist hiti þeirra vera nærri neðri mörkum þess sem nýtanlegt var. Hins vegar tapaðist enn nokkuð skolvatn út í kaldar æðar ofan 500 m. Því var ákveðið að gera tilraun til að þétta efstu 500 m af holunni með steypu til að loka köldum æðum. Holan var fyllt með vikri upp í 550 m og steypu dælt í holuna undir þrýstingi. Þrír dagar fóru í steypinguna sem virtist takast nokkuð vel og bar lítið á skolvatnstapi eftir þetta. Borun var haldið áfram 4. júlí á 65. verkdegi og gekk greiðlega eftir það. Þann 12. júlí var borinn kominn á 868 m dýpi. Var þá tekið upp úr holunni til að fækka álagsstöngum svo að unnt yrði að bora dýpra. Síðan var borað áfram niður á 1047,5 m dýpi en þangað var borinn kominn 24. júlí á 79. verkdegi og hafði borað að meðaltali 25 m á dag eftir steypinguna.

Þann 25. júlí var reynsludælt úr holunni eftir að stengur höfðu verið teknar upp. Loftdælt var í um 1 klst. með stengur á um 200 m dýpi. Upp úr holunni fengust um 50-100 l/s af jarðsjó. Hiti komst hæst í 23°C en lækkaði svo smám saman í 17,5°C, sem var alltof kalt til að vera nýtanlegt fyrir verkkaupa. Þessi kaldi sjór sýndi að ekki hafði tekist að þétta holuna nægilega vel með steypingunni ofan við 500 m. Því var ákveðið að setja í holuna 7 5/8 fóðringu frá 146 m niður á 521 m dýpi, þ.e. niður fyrir köldu æðarnar. Þegar til kom tókst ekki að koma fóðringunni nema niður á 488 m dýpi vegna þrenginga í holunni og var ákveðið að láta slag standa með það. Fóðringin nær því einnig nokkru ofar í holunni en áætlað var, eða upp í 113 m. Fóðrun, steypingu og hreinsun holunnar lauk ekki að fullu fyrr en 14. ágúst. Eftir það var loftdælt úr holunni í 2 daga til að kanna vinnslugetu hennar. Borverkinu lauk þann 23. ágúst á 98. verkdegi, er lokið var við að flytja borinn af borstað.

Borun holu STG-1 gekk ekki eins vel og æskilegt hefði verið. Reynslan, sem þar fékkst, á þó eftir að nýtast við boranir þar sem aðstæður eru svipaðar og á Stað og má því ætla að slík verk gangi greiðlegar fyrir sig í framtíðinni.

3. VATNSÆÐAR, JARÐLÖG OG UMMYNDUN

Allmargar hitamælingar voru gerðar í borun af bormönnun. Þær helstu eru sýndar á 3. mynd. Því miður var dýptarmælingahjól borsins ekki alveg rétt svo að dýpi í þessum mælingum er ofmetið um 3-4%. Á 4. mynd eru sýndar þær tvær hitamælingar sem gerðar voru með mælingabíl. Af mælingunum má ráða að hiti í holunni er á bilinu 10-20°C niður á um 400 m dýpi. Þar fyrir neðan vex hann rólega í um 40°C á um 600 m dýpi. Neðan þess vex hitinn mjög ört og mælist hæstur 123°C nærri botni holunnar.

Holan var mjög opin ofan til. Stærstu æðarnar voru á um 126 og 171 m dýpi í tengslum við sjávarsandslinsur. Í borskýrslum er getið um æðar á 228, 290, 322, 385 og 487 m dýpi, sem fóðraðar voru af. Þar fyrir neðan eru helstu æðarnar á 500, 540, 570 og 610 m dýpi, en bormenn urðu aðeins varir við skoltap við þá síðastnefndu. Æðarnar eru á bilinu 35-40°C heitar og við dælingu fæst úr þeim um 38°C heitur jarðsjór. Neðar má sjá nokkrar æðar í hitamælingunum, annars vegar á bilinu 650-800 m og hins vegar á um 900 m dýpi. Bormenn urðu ekki varir við skolvatnstap í þessum æðum og þær virðast ekki skila vatni inn í holuna þegar dælt er úr henni.

Greining berglaga var gerð með svarfsmásjá, en slíkt er fyrsta stig nákvæmrar jarðlagagreiningar. Dýpi svarfsýna hefur ekki verið leiðrétt með tilliti til þess tíma sem það tekur svarfið að berast frá botni holunnar til yfirborðs. Ekki er talið að dýptarskekkjan sé meiri en 5 m. Berglöggin skiptast aðallega í tvær gerðir; hraunlög, sem mynduð eru á hlýskeiðum ísaldar, og móberg myndað á jökulskeiðum. Jarðlög holunnar eru sýnd á 5. mynd en hér á eftir er stutt lýsing á helstu einkennum þeirra sex berglagamyndana sem holan sker.

Hraunlagamyndun 1 (0-120 m) er þrískipt, efst liggja tvær dyngjur, en neðan 82 m dýpi sker holan 3 stök hraunlög.

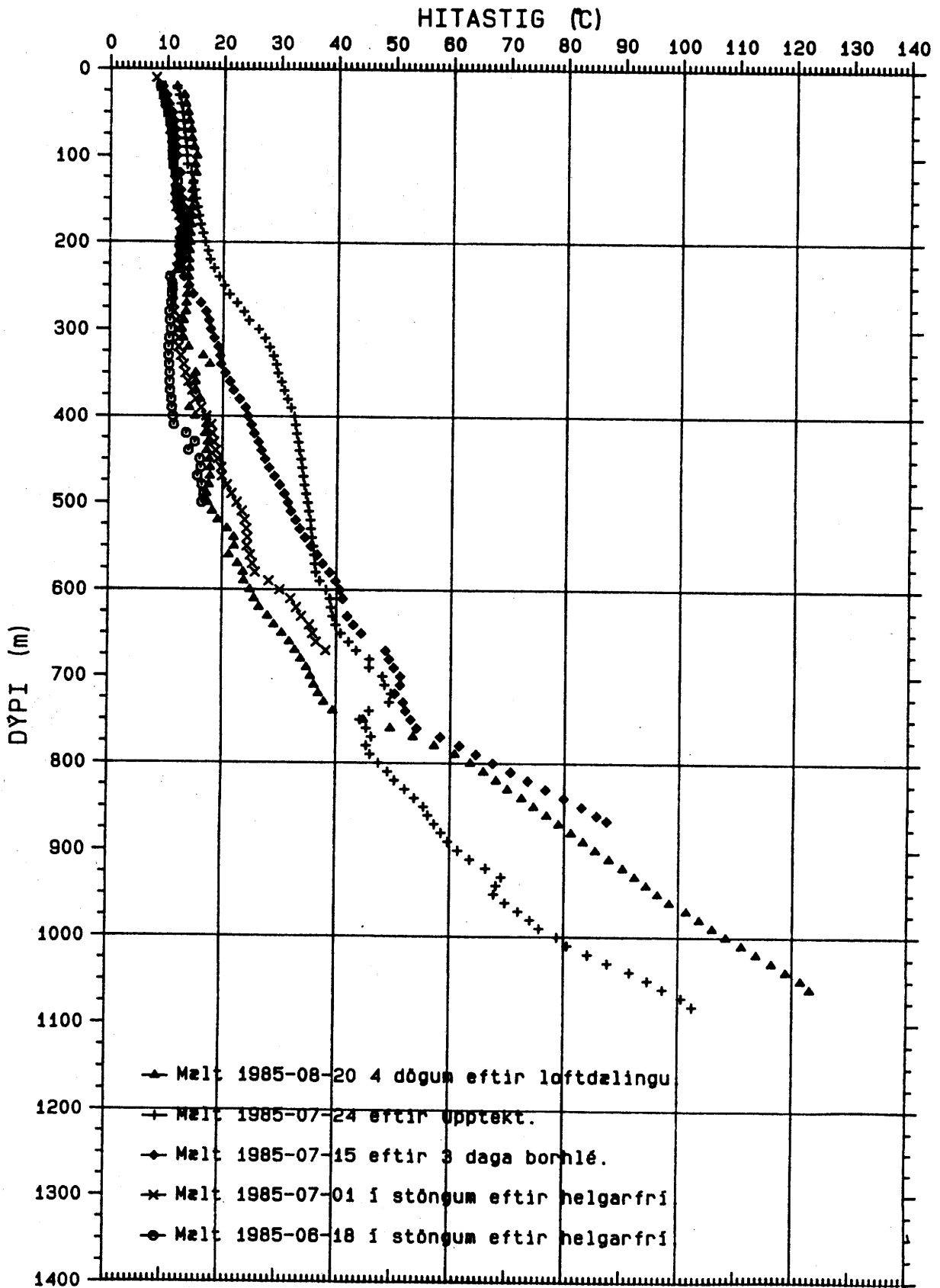
Ekki voru tekin mörg sýni úr móbergsmýndun 1 (120-um 220 m), bæði vegna skoltaps og vegna mikillar skápamyndunar. Líklegt verður að teljast að myndunin sé gerð að mestu úr lítt hörðnuðu túffi.

Hraunlagamyndun 2 (um 220-395 m) skiptist í þrjá hluta; niður á 240 m er dyngjubasalt ráðandi, þar fyrir neðan eru nokkur stök hraunlög, en neðan 375 m er dílótt þóleiít hraunlag.

Móbergsmýndun 2 (395-455 m) samanstendur af túffi. Sá munur er á þesari og efri móbergsmýnduninni, að hér hafa útfellingar, og líklega samþjöppun náð að styrkja bergið svo að það hrynur ekki inn í holuna.

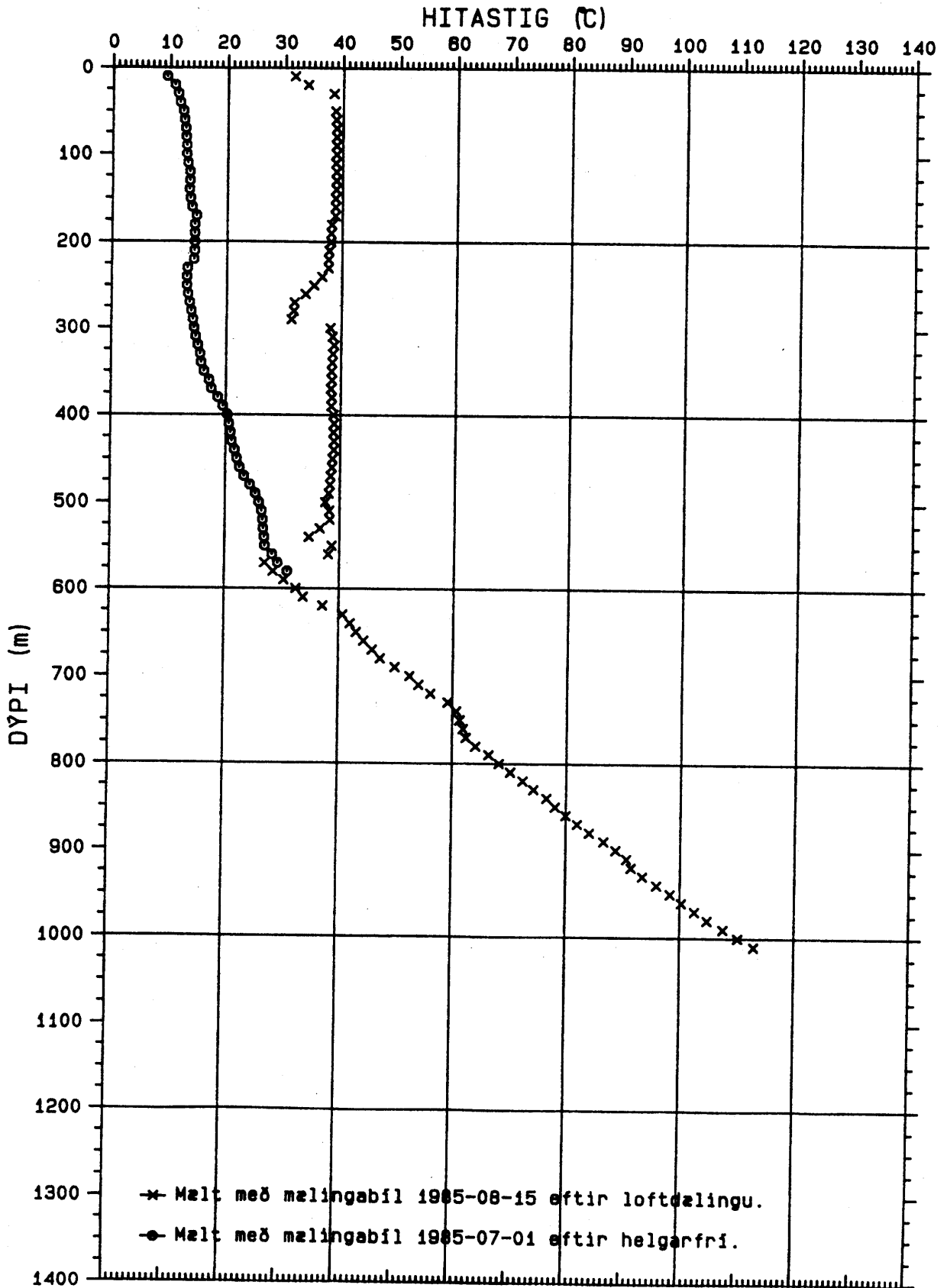
Hraunlagamyndun 3 (455-760 m) er þrískipt. Niður á 470 m sker holan ólivín-þóleiít hraunlög en neðan þess allt niður á 680 m dýpi eru þóleiít

JHD-JED-2300-LSG
85.10-1301 T



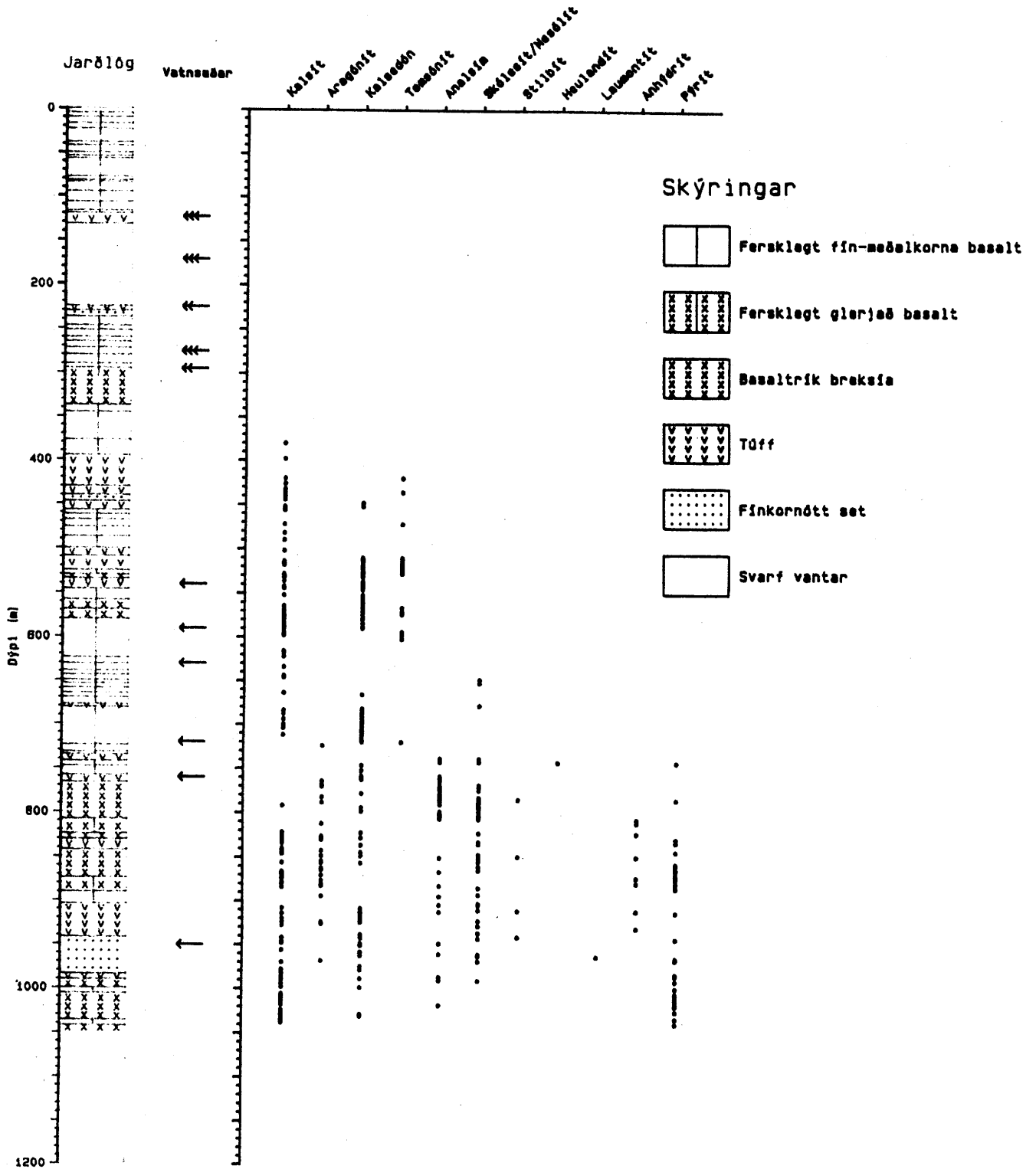
3. mynd. Hitamælingar í SIG-1 gerðar af bormönnum.

JHD-JED-2300-LSG
85.10-1302 T



4. mynd. Hitamælingar í SIG-1 gerðar með mælingabíl.

JHD-BJ-2300-LSG
85.10-1303 T



5. mynd. Jarðlög, æðar og útfellingar í holu SIG-1.

hraunlög með nokkrum túff- og breksíulögum inni á milli. Neðstu 80 m myndunarinnar eru gerðir úr ólivín-póleiít hraunlögum.

Móbergsmýndun 3 (760-→1050 m) samanstendur af a.m.k. þremur móbergseiningum; niður á rúma 900 m er ólivín-póleiít ráðandi, neðan þess kemur móberg sem er líklega af póleiít samsetningu, en neðan 1000 m birtist á ný móberg af ólivín-póleiít samsetningu.

Ummyndun var nokkur gaumur gefinn í svarfgreiningunni, þar sem slík gögn gefa vel marktækar upplýsingar um berghitann. Raunar má nota ummyndun sem áreiðanlega forsendu fyrir ákvörðun fóðringadýpis á svæði sem þessu.

Á 5. mynd er dreifing ummyndunarsteinda sýnd og er, eins og áður segir, eingöngu byggt á svarfgreiningu. Fyrstu merki um að holan komi í jarðhita verður vart í rúnum 400 m dýpi, þar sem kalsít útfellingar greindust. Litlu neðar greinast kalsedón og thomsonít. Síðarnefnda steindin gæti bent til 40-60°C hita. Í kringum 700 m greinast zeólítarnir analsím, skólesít og litlu neðar stilbít. Efri mörk þessa steindabeltis benda til um 70°C hita. Rétt ofan 1000 m dýpis greindist í einu sýni líklegt laumontít, en það bendir til um 100°C hita. Ummyndunarhita ber fremur vel saman við mældan hita í holunni.

4. AFKÖST HOLU STG-1

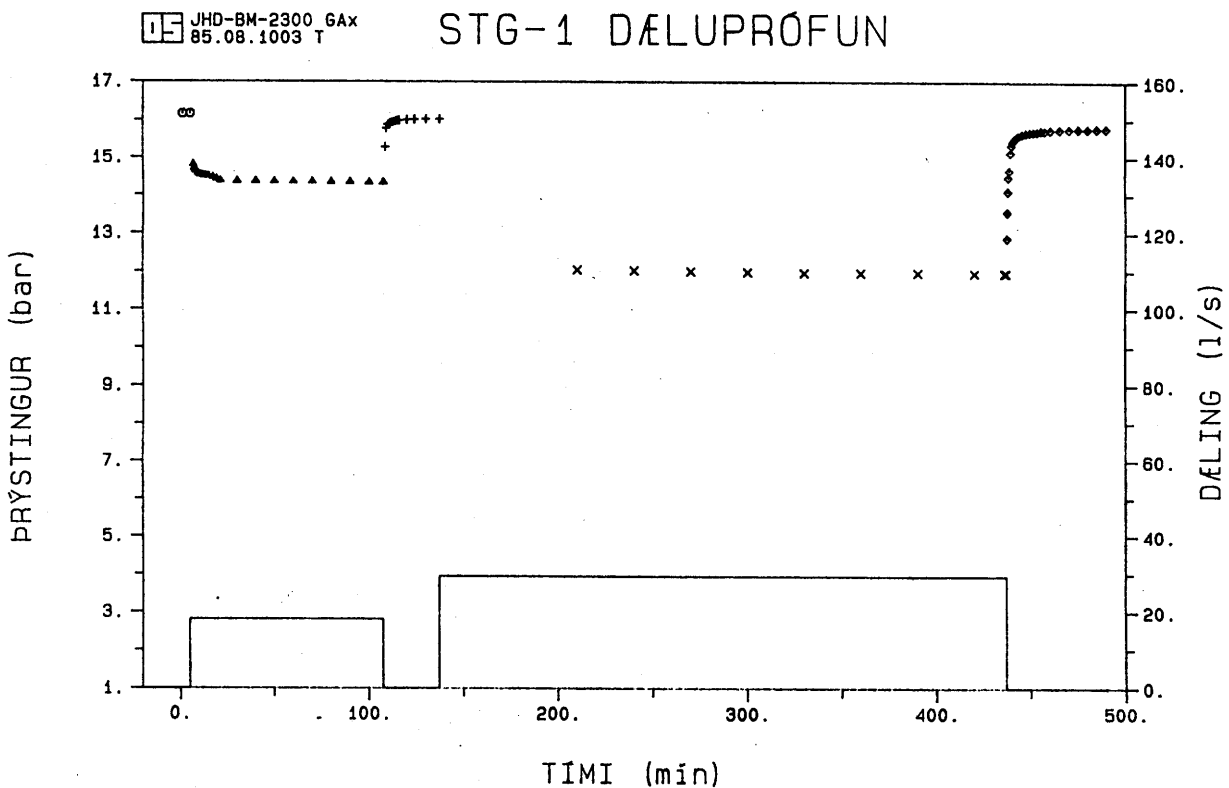
4.1 Prepadæling í lok borunar

Þann 15. ágúst 1985 var loftdælt í þrepum úr holu STG-1 til að kanna vinnslugetu hennar. Dæluprófunin var í fjórum þrepum með stangir á 54 m, 102 m, 143 m og 178 m dýpi. Þrepin voru 1,5 til 5 klst. að lengd. Á eftir hverju þrepi var gert hlé á loftdælingu í 20 til 90 mín. Vatninu, þ.e. jarðsjónum, var safnað saman í lítið lón með stíflu. Þaðan rann vatnið í kar með V-útfalli sem notað var til mælinga á rennslinu. Í fyrstu tveim þrepunum og hléunum þar á eftir var þrýstingur á 184 m dýpi skráður með sírita, en í tveim seinni í hléunum eftir dælinguna. Niðurstöðurnar eru sýndar á 6. mynd. Með þrýstingsmælingunni má meta breytingar á vatnsborði í holunni. Þá má einnig meta vatnsborðið út frá toppþrýstingi á holunni og var það gert í öllum fjórum þrepum. Helstu niðurstöður eru dregnar saman í töflu 1.

Vatnsborð í lok hvers þreps, sem fall af dælingu, er sýnt á 7. mynd. Stöðu vatnsborðs má nálga með jöfnunni

$$h = -18,3 - 0,75 Q - 0,0188 Q^2$$

þar sem h er vatnsborð í metrum og Q dæling í l/s. Þriðji liðurinn í jöfn-



6. mynd. Þrýstingsbreytingar samfara þrepadælingu í borlok.

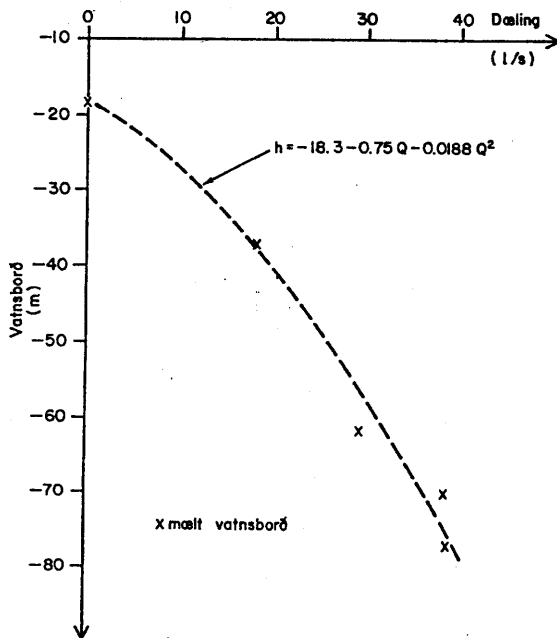
IAFLA 1: Niðurstöður þrepaðalingar úr STG-1

Dýpi á stöngum m	Dæling l/s	Vatnsborð í lok þreps m	Hiti vatnsins °C
54	18,1	37,2	36,5
102	29,4	61,5	38,0
143	39,0	77	38,0
178	38,5	70	38,0

unni lýsir vatnsborðslækkun vegna iðustreymistaps í holunni. Þessa jöfnu má nota til þess að meta vatnsborðstöðu við skammtíma (fárara klst.) dælingu. Við langtímadælingu má búast við því að vatnsborð lækki nokkuð til viðbótar en ekki er unnt að spá um langtímahegðun kerfisins útfrá þessari stuttu prófun.

Út frá niðurstöðunum á 6. mynd má einnig meta meðal vatnsleiðni vatnskerfisins í nágrenni holunnar. Það er gert með því að fella viðbrögð líkans af óendanlegum láréttum vatnsleiðara að mæligögnunum. Þá fæst vatnsleiðnin

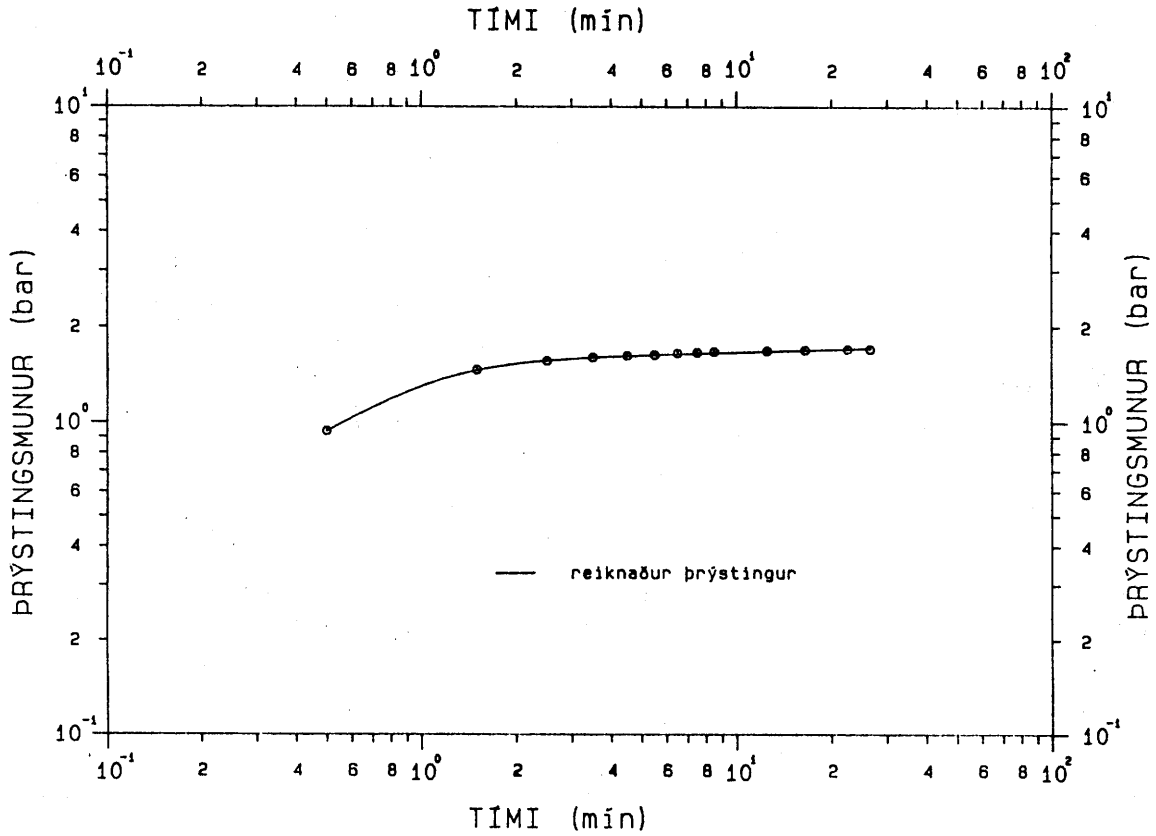
$$T = 3,0 \times 10^{-7} \text{ m}^3/\text{Pa s}$$



7. mynd. Vatnsborðsstaða STG-1 sem fall af skammtímadælingu

JHD-BM-2300 GAX
85.08.1004 T

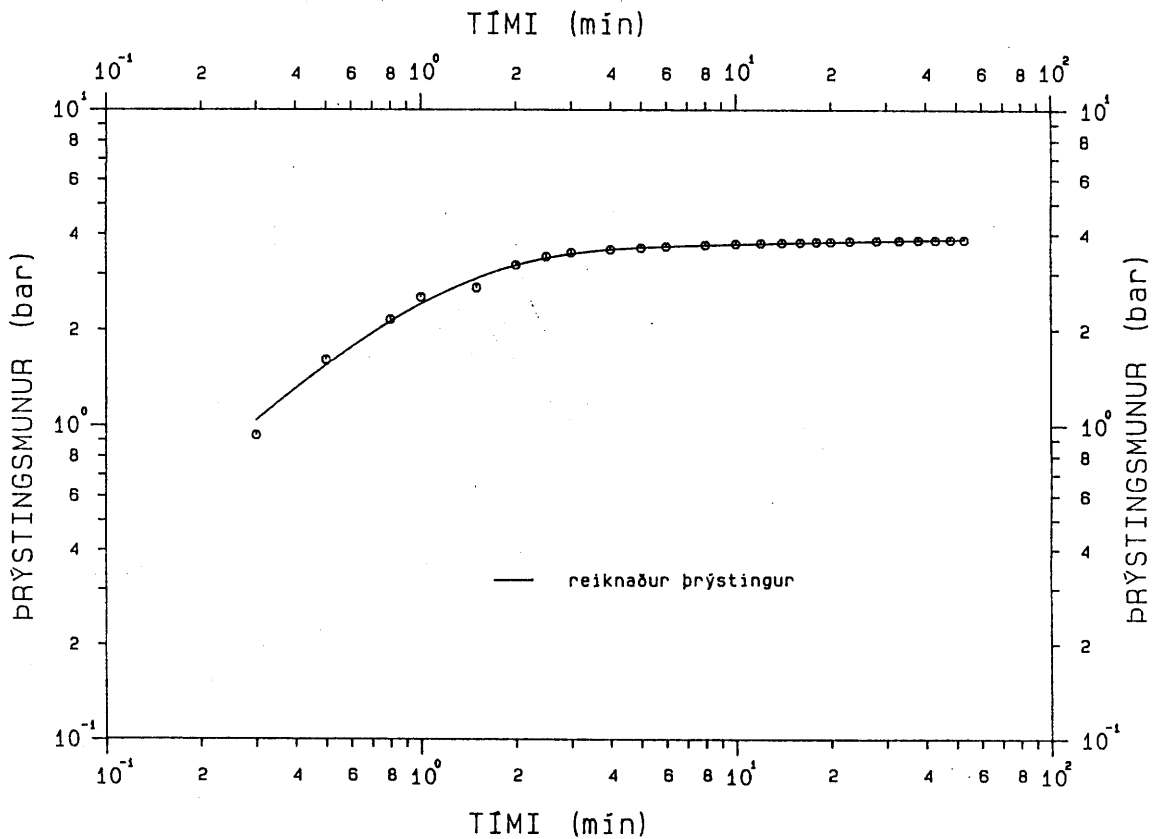
Þrýstingshækkun eftir 1. þrep



8. mynd. Þrýstingshækkun eftir 1. þrep borin saman við viðbrögð líkans.

JHD-BM-2300 GAX
85.08.1005 T

Þrýstingshækkun eftir 2. þrep



9. mynd. Þrýstingshækkun eftir 2. þrep borin saman við viðbrögð líkans.

A 8. og 9. mynd er sýnt hversu vel þrýstingur reiknaður samkvæmt slíku líkani fellur að þrýstingshækkun eftir 1. og 2. þrep dæluþrófunar. Ofangreind vatnsleiðni svarar til þess að lektarstuðull (permeability) fyrir berg í nágrenni holunnar sé um 400 millidarcy. Þetta er svipuð lekt og metin hefur verið á jarðhitasvæðinu í Svartsengi. Það verður þó að ítreka að ofangreint mat nær aðeins til næsta nágrennis holu STG-1.

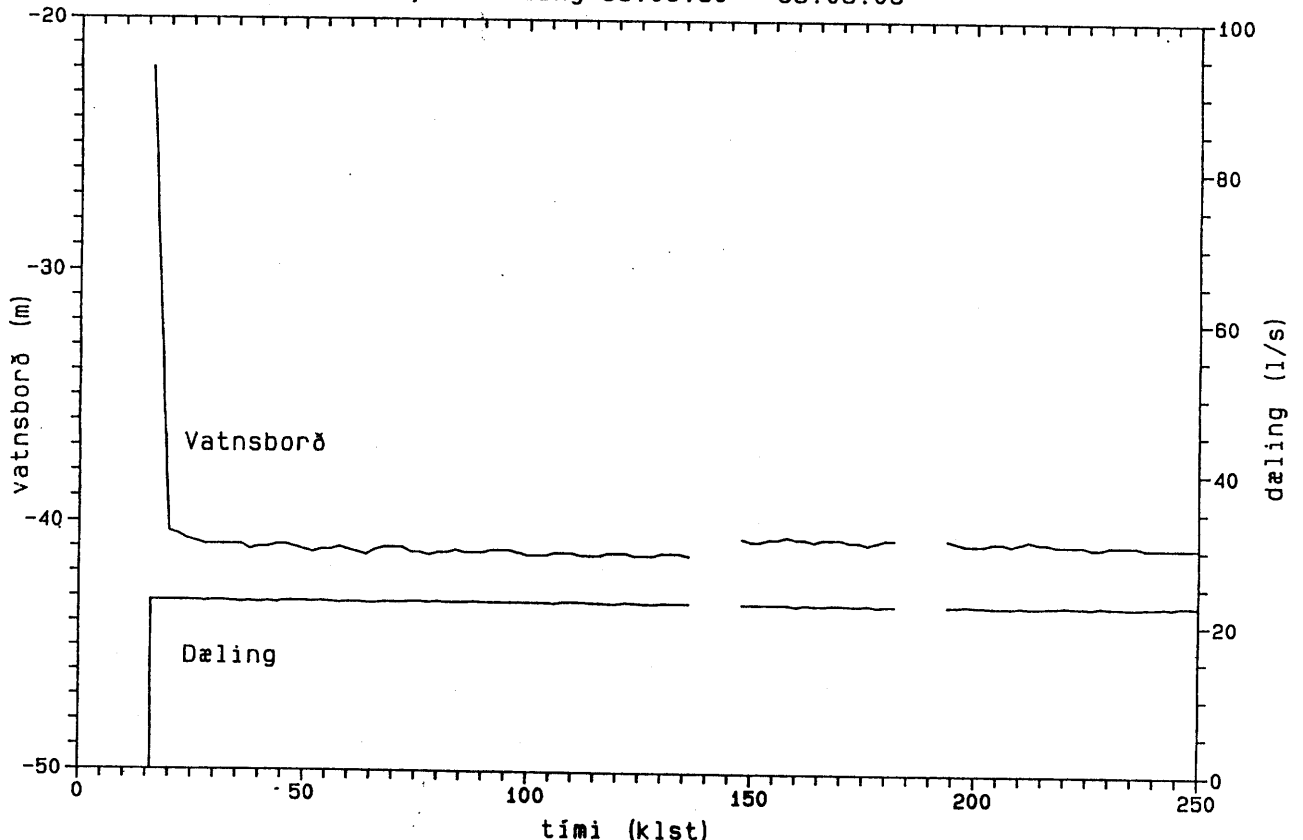
4.2 Niðurstöður reynsludælingar

Til að fá nokkra hugmynd um viðbrögð jarðhitakerfisins við langtímadælingu var reynsludælt úr holu STG-1 frá 30. ágúst til 9. september 1985, eða alls í tæpa tíu sólarhringa. Stutt dæluþrófun (fáeinir klst.) eins og framkvæmd var þann 15. ágúst gefur takmarkaðar upplýsingar um slíkt en útfrá reynsludælingunni má spá fyrir um langtímahegðun kerfisins með meira öryggi.

Reynsludælt var úr holunni með dælubúnaði Vinnslutæknideildar OS. Við þann búnað var tengdur sjálfvirkt gagnasöfnunartæki sem skráði þrýsting í holunni, dælingu og hita vatnsins. Þessi búnaður mælir dælingu nákvæmar en unnt var við þrepadælinguna í borlok. Meginniðurstöður reynsludælingarinnar, þ.e. dæling og niðurdráttur, eru birtar á 10. mynd. Eftir um

JHD-BM-2300 GAX
85.10.1267 T

Staður við Grindavík hola STG-1
Reynsludæling 85.08.30 - 85.09.09



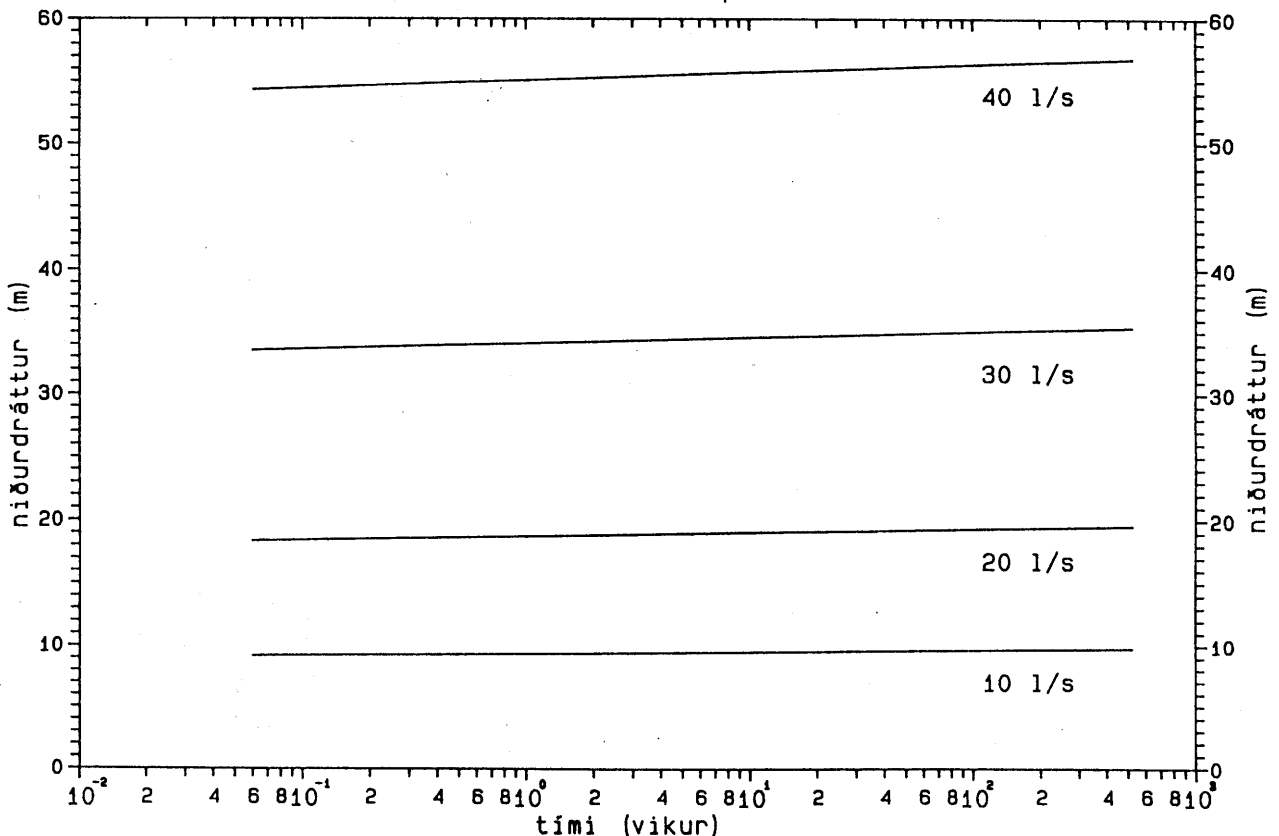
10. mynd. Meginniðurstöður reynsludælingar úr holu STG-1.

120 klst. var gerð stutt þrepaðæling og við það virðist dýpi á þrýstinema hafa breyst um tæpan metra. Önnur stutt þrepaðæling var gerð um 165 klst eftir að reynsluðælingin hófst. Þessar þrepaðælingar verða ræddar síðar. Hiti jarðsjávarins var 37-38°C og um 37,8°C við lok dælingar og varð ekki vart kælingar á þessu 10 daga tímabili.

Að undanskildum fyrstu klst. þá lækkar vatnsborð í holunni hægt, eða aðeins um 4-7 cm á dag. Þetta staðfestir góða vinnslueiginleika holunnar eins og þrepaðælingin í borlok benti til. Gögnin á 10. mynd má nota til þess að spá niðurdrætti í holunni við langtímavinnslu. Þetta hefur verið gert og eru niðurstöðurnar birtar á 11. mynd (tímaskali á henni er logaríthmiskur) fyrir 10, 20, 30 og 40 l/s dælingu. Þar hefur einnig verið gert ráð fyrir þrýstifalli vegna iðustreymistaps (sbr. fyrri dæluþrófun). Í þessari spá er ekki gert ráð fyrir ytri mörkum á vatnskerfinu, enda varð slíkra marka ekki vart við reynsluðælinguna. Í framtíðinni er nauðsynlegt að fylgjast náið með niðurdrætti í holunni, ef slík mörk gerðu vart við sig. Má þá endurskoða spána á 11. mynd. Þá ber að undirstrika að hér er aðeins spáð um viðbrögð vatnskerfisins en ekki hitastig jarðsjávarins í framtíðinni. Góðir vinnslueiginleikar holu og vatnskerfis eru ekki trygging fyrir stöðugu hitastigi á jarðsjónum úr holunni.

JHD-BM-2300 GAX
85.10.1268 T

Staður við Grindavík hola STG-1
Niðurdráttarspá



11. mynd. Áætlaður niðurdráttur í holu STG-1 við langtímavinnslu.

Gögnin frá þrepaðælingu holu STG-1, um 120 klst. og 165 klst. eftir að reynsluðælingin hófst, voru notuð til þess að meta eiginleika vatnskerfisins í grennd holu STG-1. Í bæði skiptin var dregið úr dælingu svo nam 10-13 l/s í nokkurn tíma (10-40 mín.) en síðan var dælingin augin aftur. Fylgst var með þeim vatnsborðsbreytingum sem voru því samfara. Gögnin voru felld að viðbrögðum líkans af óendanlegum láréttum vatnsleiðara, eins og gert var við þau gögn er fengust úr fyrri þrepaðælingu holunnar. Niðurstöður eru birtar í töflu 2. Jafnframt er sýnt á 12. og 13. mynd hversu vel viðbrögð slíks líkans falla að mæligögnunum.

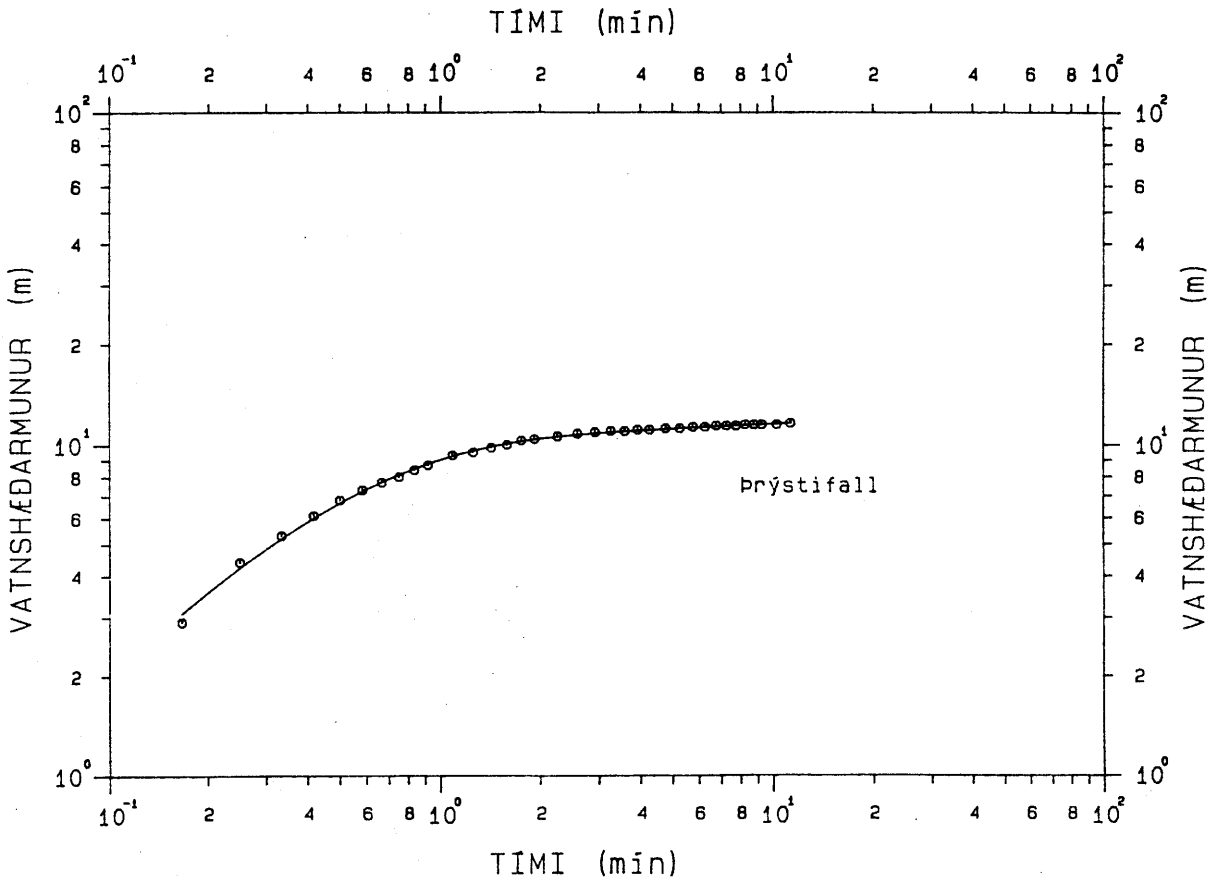
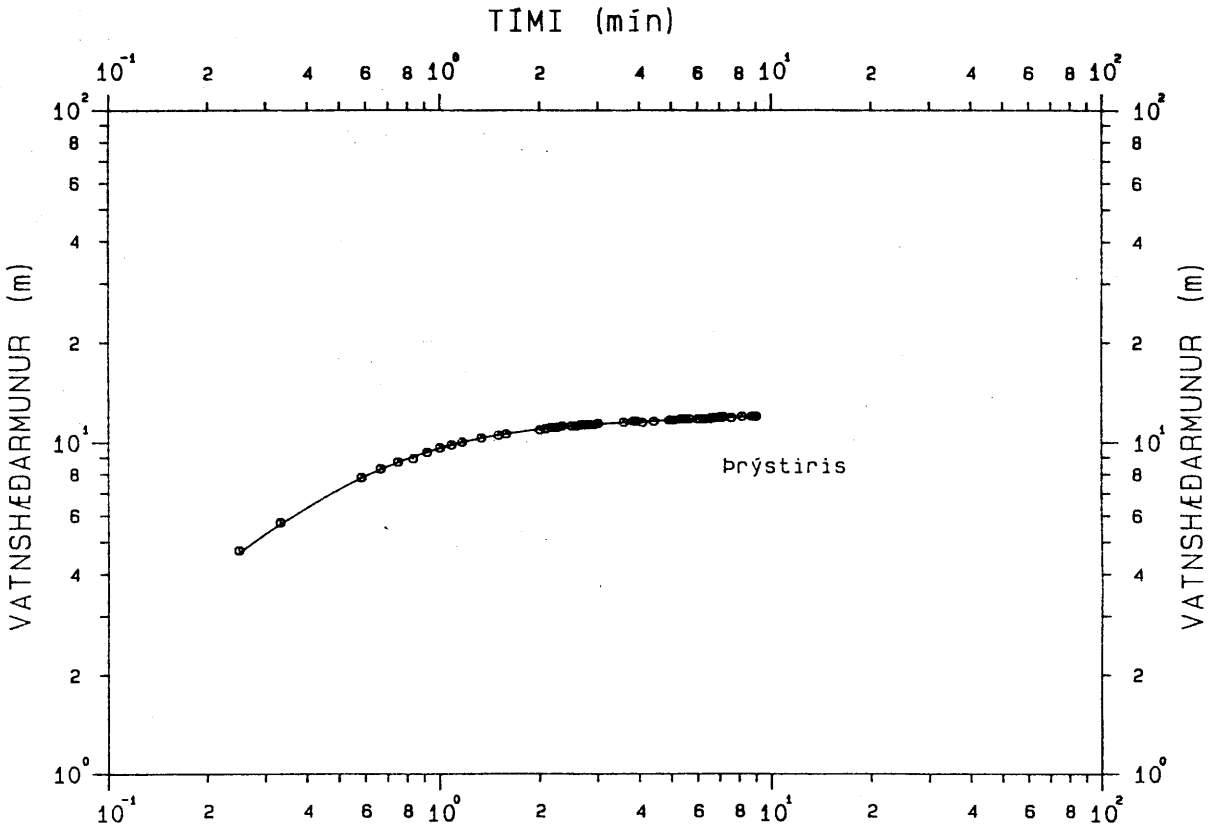
TAFLA 2: Niðurstöður seinni þrepaðælinga í STG-1

Prep	Lengd þreps (mín)	Breyting á dælingu (l/s)	Vatnsleiðnin, T ($10^{-7} \text{m}^3/\text{Pa s}$)	Vatnsrýmdin, S ($10^{-9} \text{m}^3/\text{Pa}$)	Tregðustuðull s
Þrýstiris 4/9	9	-13,8	2,4	16,8	5,6
Þrýstifall 4/9	10	+10,4	2,8	11,6	7,2
Þrýstiris 6/9	42	-13,4	2,9	9,9	7,9
Þrýstifall 6/9	11	+13,2	2,4	16,4	5,7

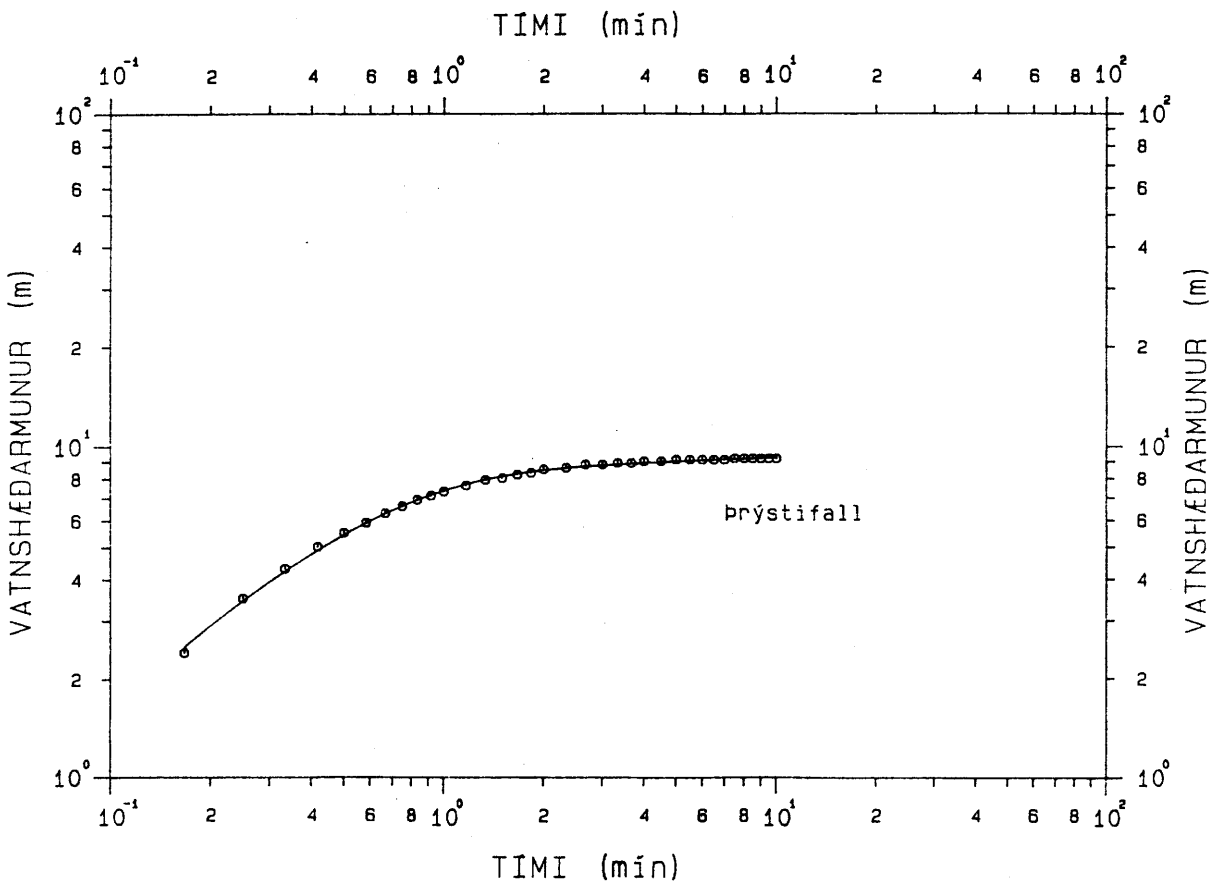
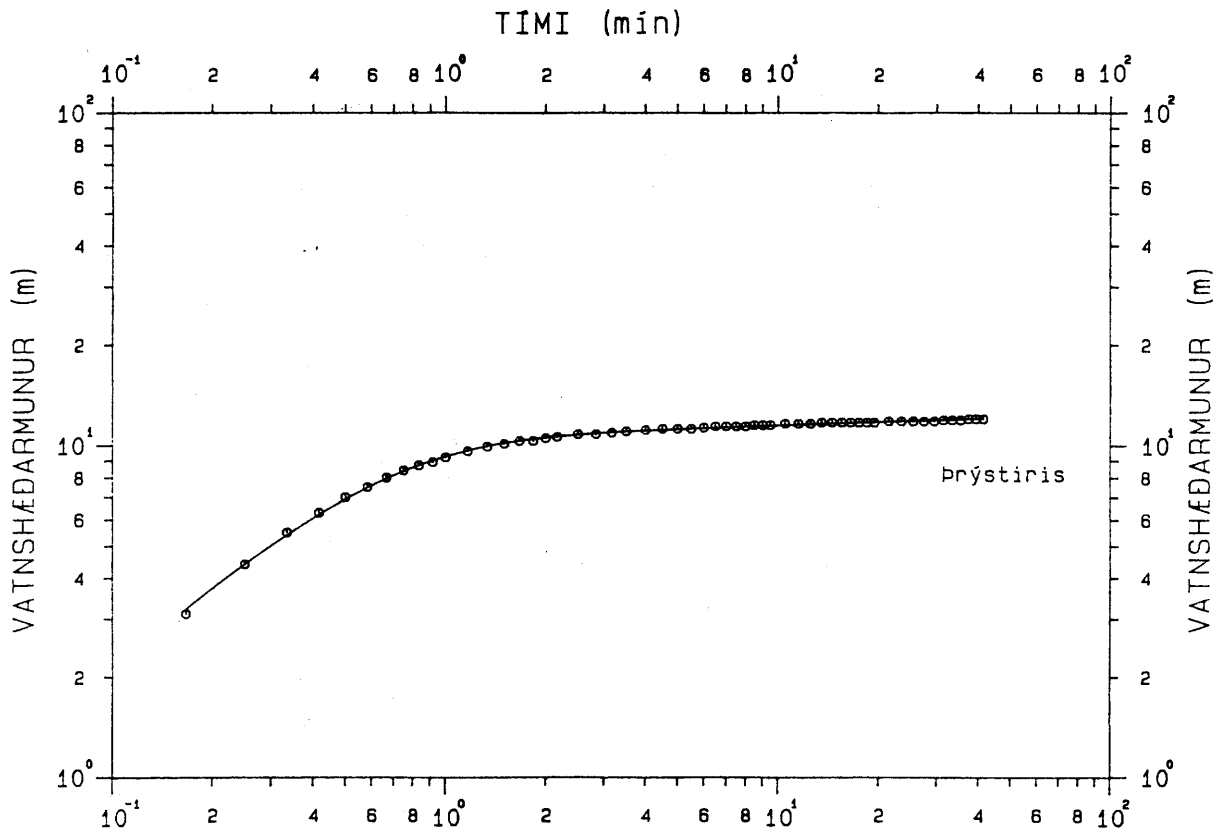
Þau gildi, sem fengust fyrir vatnsleiðni, eru mjög sambærileg við gildin úr fyrri dæluþrófun og benda til góðrar vatnsleiðni vatnskerfisins. Tregðustuðullinn í töflu 2 endurspeglar tengsl holunnar við vatnskerfið. Jákvæður tregðustuðull, eins og hér fæst, bendir til þess að meira þrýstifall verði í næsta nágrenni holunnar en hin háa vatnsleiðni gefi ástæðu til að ætla. Tengsl holunnar við vatnskerfið eru því ekki mjög greið.

Viðbrögð ofangreinds líkans voru loks reiknuð til lengri tíma og niðurstöður bornar saman við mæligögnin á 10. mynd. Þá kom í ljós að mæld lækun vatnsborðsins er eftir nokkra daga í reynd nokkru minni en líkanið segir til um. Þetta gæti bent til þess að rennslið í vatnskerfinu sé ekki einungis lárétt. Jafnvel gæti lekið vatn úr efri jarðlögum niður í vatnskerfið.

Ef gögnin á 10. mynd eru skoðuð grannt sjást óverulegar sveiflur í vatnsborðinu með um 12 klst. sveiflutíma. Þetta eru þrýstiáhrif sjávarfalla við ströndina. Vatnsborðssveiflurnar eru um 3 1/2 klst. á eftir sjávarföllunum. Svona stutt töf þetta langt frá ströndinni (2 km) bendir til þess að hin góða vatnsleiðni í grennd holunnar nái út að ströndinni.



12. mynd. Prýstingsbreytingar samfara þrepadælingu 4. september bornar saman við líkan.



13. mynd. Þrýstingsbreytingar samrara prepaðæingu 6. september börnar saman við líkan.

5. EFNAINNIHALD JARÐSJÁVARINS

Tvö vatnssýni hafa verið tekin til efnagreiningar úr holunni. Það fyrra var tekið við loftdælingu þann 20. ágúst. Vegna loftdælingarinnar er sýrustig ekki rétt og súrefni var ekki mælt af sömu ástæðum auk þess sem vafamál er að skolvatn hafi að fullu hreinsast úr holunni. Seinna sýnið var tekið við reynsludælingu þann 4. september. Niðurstöður efnagreininganna eru birtar í töflu 3.

TAFLA 3: Efnainnihald jarðsjávar í holu STG-1 og sjávar í mg/l

Dags. sýnis	HOLA STG-1, STAÐ		Grunnsjór utan við Stað.
	1985.08.20	1985.09.04	1984.12.25
°C	38,0	38,0	
pH/°C	7,79/21,2	7,49/23,0	7,96/21,5
SiO ₂	11,0	25,0	1,5
Na	10563	10472	9717
K	394,3	285,3	415,0
Ca	809,1	1755,0	381,0
Mg	1119,0	543,8	1223,0
CO ₂	52,7	36,7	103,0
SO ₄	2709,3	2515,6	2531,0
H ₂ S	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Cl	19508	19936	18037
Uppl. efni	38127		35903
O ₂	-	0,005	-
Br	72,4	69,2	67,9
Fe	< 0,1	0,7	0,001

Jarðsjórinn er heldur saltari en venjulegur djúpsjór og mun saltari en grunnsjór utan við ströndina, sbr. töflu 3. Fyrra sýnið er að flestu líkt sjó að samsetningu. Þó er kalsíuminnihald tvöfalt miðað við sjó, klóríð- og súlfatstyrkur er hærri en bæði í meðalsjó og grunnsjó en kísilstyrkur er nokkru hærri en í köldum sjó en mun lægri en svarar jafnvægi við ríkjandi hitastig. Í síðara sýninu er komið kísiljafnvægi miðað við hitastig, styrkur kalíum og magnesíums hefur lækkað en styrkur kalsíums aukist. Styrkur súrefnis er mjög lágur. Jarðsjórinn er verulega yfirmettaður af kalki og hætta á útfellingum talin veruleg.

6. HELSTU NIÐURSTÖÐUR

Borun holu STG-1 á Stað við Grindavík skilaði fullnægjandi árangri fyrir verkkaupa. Úr henni má vinna 30-40 l/s af um 38°C heitum jarðsjó með hóflegum niðurdrætti vatnsborðs. Reynsludæling í 10 daga gefur ekki tilefni til að ætla að lækkun vatnsborðs með tíma verði vandamál en slíkt kemur betur í ljós þegar regluleg vinnsla hefst úr holunni. Efnainnihald jarðsjávarins bendir til að nokkur hætta sé á kalkútfellingum við nýtingu hans. Tæringarvandamál vegna súrefnisinnihalds eru ekki fyrirsjáanleg.

Til að koma í veg fyrir óvæntar uppákomur og fá haldgóðar upplýsingar um jarðhitakerfið, sem jarðsjórinn er unninn úr, þarf að hafa nákvæmt eftirlit með dælingunni, a.m.k. fyrstu árin. Skrá þarf vandlega vatnsvinnsluna (l/s), og niðurdrátt vatnsborðs í holunni. Út frá slíkum gögnum væri hægt að spá fyrir um viðbrögð jarðhitakerfisins við langtímavinnslu. Þá er ekki síður ástæða til að fylgjast vel með hita jarðsjávarins því að engin trygging er fyrir að hann haldist óbreyttur um alla framtíð á svæði þar sem vatnsleiðnin er svo góð. Þessi gögn kæmu að miklu gagni við staðsetningu nýrrar vinnsluholu.

Rétt er að stefna að borun nýrrar vinnsluholu sem fyrst. Slíkt mundi auka rekstraröryggi fiskeldisstöðvar Íslandslax hf. verulega, sérstaklega ef viðbrögð jarðhitakerfisins við langtímavinnslu reynast ekki eins hagstæð og dæluþrófunin gefur til kynna eða ef kæling skyldi koma fram í jarðhitakerfinu. Þá kæmi önnur vinnsluhola í veg fyrir að skyndilegar dælubilanir yrðu meiriháttar vandamál.

Borun STG-1 varð mun dýrari og tímafrekari en áætlað var. Að sumu leyti voru vandamálin fyrirsjáanleg en að öðru leyti ekki. Það kom ekki á óvart að jarðlög voru hrungjörn og opin. Hins vegar komu sandlinsurnar og þykkt þeirra á óvart svo langt frá sjó. Þá reyndist mun dýpra á nýtanlegan hita en ætlað var. Það er áleitin spurning hvort þetta má ekki rekja til staðsetningar holunnar. Hún er allt of nálægt gjánni. Sandurinn kann að hafa verið tengdur gjánni og kalt grunnvatn á greiða leið niður um opna gjána og virkar hún þannig sem niðurstreymisstaður. Ef Íslandslax lætur bora nýja vinnsluholu í næstu framtíð þá leggur Jarðhitadeild til að hún verði boruð um 1 km vestar í landi Staðar og fjarri þekktum gjám. Í ljósi þeirrar reynslu sem fékkst við borun holu STG-1 er ástæða til að ætla að borun nýrrar vinnsluholu gæti orðið töluvert fljótlegri og ódýrari framkvæmd.