



ORKUSTOFNUN

Rannsóknasvið

Veitustofnanir Hveragerðis
Varmaöflun fyrir hitaveitu
í Hveragerði - nýborun

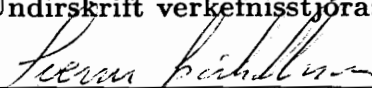
Sverrir Þórhallsson
Kristján Sæmundsson
Halldór Ármannsson
Guðmundur Ómar Friðleifsson
Hólmfríður Karlsdóttir

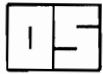
Unnið fyrir Veitustofnanir Hveragerðis

1999

OS-99034



Skýrsla nr: OS-OS-99034	Dags: Maí 1999	Dreifing: <input checked="" type="checkbox"/> Opin <input type="checkbox"/> Lokuð til
Heiti skýrslu / Aðal- og undirtitill: Veitustofnanir Hveragerðis. Varmaöflun fyrir hitaveitu í Hveragerði - nýborun	Upplag: 30	
	Fjöldi síðna: 23	
Höfundar: Sverrir Þórhallsson, Kristján Sæmundsson, Halldór Ármannsson, Guðmundur Ó. Friðleifsson, Hólmfríður Karlsdóttir	Verkefnisstjóri: Sverrir Þórhallsson	
Gerð skýrslu / Verkstig: Áætlun um nýborun	Verknúmer: 8-610358	
Unnið fyrir: Veitustofnanir Hveragerðis		
Samvinnuaðilar:		
Útdráttur: Í skýrslunni eru teknar saman upplýsingar um borholur í Hveragerði og eðli jarðhitakerfisins þar útskýrt. Gerðar eru tillögur um hvar nýjar borhola verði staðsettar, og jafnframt er verklýsing á fyrirhuguðum holum ásamt lýsingu á jarðfræðilegum aðstæðum.		
Lykilorð: Hveragerði, hitaveita, varmaöflun, borholur, jarðlög	ISBN-númer:	
	Undirskrift verkefnisstjóra: 	
	Yfirfarið af: SP, KS	



ORKUSTOFNUN
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Verknr. 8-610385

**Sverrir Þórhallsson
Kristján Sæmundsson
Halldór Ármannsson
Guðmundur Ómar Friðleifsson
Hólmfríður Karlsdóttir**

Veitustofnanir Hveragerðis

Varmaöflun fyrir hitaveitu í Hveragerði - nýborun

Unnið fyrir Veitustofnanir Hveragerðis

OS-99034

Maí 1999

Efnisyfirlit

1.	INNGANGUR.....	3
2.	BORHOLUR OG MÆLINGAR.....	3
	FÓÐRINGAR OG DÝPI.....	3
	HITAMÆLINGAR.....	3
	ÞÝSTIMÆLINGAR.....	4
	AFKASTAMÆLINGAR.....	4
	EFNASAMSETNING.....	4
3.	ORKUÞÖRF HITAVEITUNNAR – ÞÖRF FYRIR NÝBORANIR.....	5
4.	UM NÝJAN BORSTAÐ HOLU 9.....	5
5.	JARÐLÖG Í HVERAGERÐI.....	6
	JARÐLÖG OG UMMYNDUN Í HOLUM 5 OG 8.....	6
	SAMANBURÐUR VIÐ HOLU 6.....	7
6.	LÝSING Á BORVERKINU.....	8
	FÓÐRINGAR OG DÝPI.....	8
	BORPLAN.....	8
	ÁFANGAR Í BORUN HOLUNNAR.....	8
	SKOLVÖKVI.....	10
	STEYPING FÓÐRINGA.....	10
	SUÐUVINNA.....	10
	RANNSÓKN Á MEÐAN Á BORUN STENDUR.....	10

1. INNGANGUR

Veitustofnanir Hveragerðis stendur nú frammi fyrir því að ákveða næstu skref í varmaöflun fyrir hitaveituna. Í fyrra var steypit í varaholu veitunnar og einnig þarf að tryggja orku vegna hægt aukinnar notkunar. Aukin notkun felst m.a. í nýjum iðnfyrirtækjum og áhuga iðnfyrirtækja á að nýta jarðgufu enn frekar. Á aukinni iðnaðarnotkun eru aftur á móti nokkrar hömlur ekki vegna skorts á varmaorku heldur vegna þess að erfitt er að verða við þrýstikröfum á gufunni (hita á gufunni) til viðkomandi vinnslu. Í skýrslunni verða teknar saman upplýsingar um borholur í bænum til að útskýra eðli jarðhitakerfisins í Hveragerði og hvaða takmarkanir eru á að afhenda nógu háþrýsta gufu til iðnaðar. Tillaga er gerð að staðsetningu nýrra holna. Einnig er í skýrslunni að finna verklýsingu á fyrirhugðum holum ásamt því að jarðfræðilegum aðstæðum er lýst. Upplýsingar þessar verða síðan hluti af verksamningi um borun.

Nú má segja að starfræktar séu þrjár aðgreindar hitaveitur í Hveragerði: vatnsveita, gufuveita, hitaveita með lokaðri hringrás. Til að afla varmaorkunnar eru fjórar borholur í bæjarlandinu nýttar (3, 5, 8, (6)) og tvær holur í dalnum (2 og 4). Auk þess eru nokkrar hitaveitur reknar af stofnunum sem nýta holur í sama jarðhitakerfinu (Garðyrkjuskólinn, Ölfusborgir ASÍ, Heilsuhæli NLFÍ, og veita á vegum ríkisins). Ríkið á sjö borholur í Ölfusdal og eru þrjár þeirra í notkun. Flestar þessara holna eru mjög gamlar og hafa enst vel. Staðsetning holna í bænum er sýnd á mynd 1 og holna í Ölfusdal á mynd 2. Holur eru númeraðar í þeirri röð sem þær eru boraðar og í bænun ná númerin frá 1-8 og það sama er að segja um annað númerakerfi sem er í Ölfusdal. Viðhald hefur einkum falist í því að endurnýja holutoppa og að hreinsa útfellingu úr holum. Rekstur vinnsluholnanna hefur verið áfallalaus en þó þarf að hreinsa kalkútfellingu úr þeim með jarðbor einu sinni eða tvisvar á ári. Erfiðleikar hafa aftur á móti orðið miklir í vatns-hitaveitunni sem nýtir holur 2 og 4 í dalnum. Það að vinnslan úr jarðhitakerfinu hefur gengið svo vel hefur orðið til þess að nánast ekkert hefur verið fylgst með áhrifum vinnslunnar á jarðhitakerfið (breytingar á hita, þrýstingi, afli og efnasamsetningu). Yngstu mælingarnar eru flestar 15-20 ára gamlar. Í skýrslunni hér á eftir eru dregnar saman helstu mælingar sem til eru úr viðkomandi holum.

2. BORHOLUR OG MÆLINGAR

FÓÐRINGAR OG DÝPI

Borholur í bænum eru frekar grunnar og með stuttum fóðringum. Nægt hefur að setja tvær steypar fóðringar í holurnar, í stað þriggja sem almennt á háhitasvæðum. Það sem er sérstakt við holur í Hveragerði og Ölfusdal er að þær eru ekki með raufuðum leiðara, eins og tíðkast um háhitaholur. Raufuðum leiðara er ætlað að styðja við holuveggina neðan vinnslufóðringarinnar sem nær niður á 60-140 m dýpi. Þetta er hægt þar sem jarðlög eru óhrungjörn og þar sem innstreymi í holurnar er greitt. Á mynd 3 er sýnt yfirlit um borholur 1-8 í bænum með upplýsingum um dýpi og þvermál. Holur 1 og 2 hafa verið teknar úr notkun og þær fylltar með steypu. Þegar steypit var í holu 1 í fyrra missti hitaveitan varaholu sem oft var gripið til seinni part vetrar þegar afköst holna tóku að dala vegna kalksöfununar. Missir holu 1 er veigamikil ástæða þess að nú þarf að bora nýja holu. Holu 7 er eingöngu forboruð niður á 70 m dýpi. Unnt er að dýpka hana og gera að vinnsluholu eins og síðar verður vikið að.

HITAMÆLINGAR

Á mynd 4 eru sýndar hitamælingar í holum 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8 í Hveragerði. Þar sést að hár hiti, um 180°C, er grunnt í jörðu. Athyglisvert er að hitinn hækkar ekkert með meira dýpi eftir að í jarðhitakerfið er komið, frekar að hann lækki örlítið, og að hitinn er nokkrum gráðum lægri í holu 5 austast í bænum. Þessar mælingar eru 20 ára gamlar (1979) nema í yngri holunum tveimur, 6 og 8, sem eru um 10 ára gamlar.

ÞÝSTIMÆLINGAR

Þýstímælingar voru gerðar í holunum árið 1979, sjá mynd 5. Þær sýna annars vegar að holurnar standa fullar af vatni þegar lokað er fyrir þær og það sem meira er um vert að á holutoppi (dýpi 0 m) er um 4 bar y yfirþrýstingur. Þessi yfirþrýstingur er sjaldgæfur og er ástæða þess að vinnslan hefur enn ekki haft áhrif á vatnshverina í bænum. Þessi yfirþrýstingur hefur einnig þýtt að holurnar fara að gjósa um leið og góð æð er skorin við borun. Því hafa holurnar ekki náð mikið niður fyrir fyrstu æð og til að ná borstrengnum úr holum hefur þurft að dæla á þær borleðju með hækkaða eðlisþyngd til að veða á móti yfirþrýstingnum. Eins hefur þurft að nota þunga leðju við að kæfa holur vegna viðgerða. Þegar steipt var í holu 1 1998 þurfti aftur á móti ekki að nota þunga leðju og fór vatnsboðið í kaldri holu niður á 7 m dýpi. Þetta gæti bent til að þýstingur í jarðhitakerfinu hafi gróflega áætlað lækkað um 1,5 bar en það þarf nauðsynlega að staðfesta með beinni mælingu. Af þeim breytingum á jarðhitakerfinu sem verða við langvarandi vinnslu yrði lækking á þrýstingi afdrífarkust, því hætta er á að náttúrulegir atnshverir þorni, hverfi umræddur yfirþrýstingur af völdum niðurdráttar í jarðhitakerfinu. Borholurnar munu eftir sem áður haldast uppi en við nokkuð lægri toppþrýsting.

AFKASTAMÆLINGAR

Holurnar í Hveragerði voru afkastamældar í fyrsta og eina skiptið fyrir 20 árum síðan. Var það gert af Orkustofnun með því að tengja litla gufuskilju við holutoppinn og mæla vatnsrennslið frá kari með V-laga yfirfalli. Niðurstöður eru sýndar á mynd 6 þar sem fram kemur hvert rennslið var eftir því hve mikið var opnað fyrir holuna, þ.e. við mismunandi holutoppþrýsting. Síðan þá hefur hola 6 verið boruð og var hún mæld 1982, en af holu 8 sem boruð var 1989 hefur aldrei náðst afkastamæling. Hola 8 er þó líklega tvisvar til þrisvar sinnum afkastameiri en gömlu grönnu holurnar, en ekki tókst að mæla hana. Giska má á að hola 8 afkasti nú um 30 kg/s. Þetta má meðal annars merkja á því að á köflum hefur hún ein séð bænum fyrir allri orkunni, fyrir utan vatns-hitaveituna ofan úr dal. Afköstin voru of mikil fyrir opna skilju sem notuð er við hreinsiboranir og vatnsúðinn hefði valdið tjóni á gleri og bíllakki hefði hola verið látin blása frítt. Holurnar hafa yfirleitt unnið við 4,5-5 bar y mótþrýsting á holutoppi, en hola 8 við um 6 bör y. Eins og sjá má á myndinni ná holurnar ekki að viðhalda nógu háum þrýstingi til að unnt sé að afhenda jarðgufu við 5 bar y (skilja við 6 bar y), auk þess að hlutfall rennslis úr holunni sem breyttist í gufu er aðeins um 3% við þessi skilyrði.

Efnasamsetning

Efnahiti:

Eins og fram kemur á mynd 7, sem byggð er á mældum hita, minnkar hiti til suðurs, og virðist um afrennsliskerfi að ræða. Sú mynd er staðfest ef athugaður er efnahiti, t.d. kísilhiti eins og fram kemur í töflu 1. Sýni úr holu H-8 er frá 1990. Flest hinna eru frá 1979-1982.

Tafla 1. Kísilhiti (kvarshiti) vökva úr nokkrum holum í Ölfusdal og Hveragerði

Hola nr.	Kvarshiti °C
G-8, Ölfusdalur	232
G-6, Ölfusdalur	231
G-2, Ölfusdalur	200
G-4, Ölfusdalur	197
NLFÍ-2, Hveragerði	200
H-3, Hveragerði	206
H-1, Hveragerði	206
H-8, Hveragerði	200
H-2, Hveragerði	210
H-5, Hveragerði	195
H-6, Hveragerði	191
ASÍ-1, Ölfusborgir	160
B-1, Bakki, Ölfusi	124

Gas í gufu:

Þó að gas fylgi alla jafna hitastigi í jarðhitakerfi er mjög algengt að ofgnótt gass fylgi afrennsli frá jarðhitakerfum. Í kerfi eins og því sem hér er lýst má jafnvel búast við meira gasi á kaldari stöðunum. Gasstyrkur á lítra gufu og massaprósenta hinna mismunandi gastegunda eru sýnd í töflu 2.

Tafla 2. Samsetning gass (l g/kg þéttivatn og massa-% eintakra gastegunda) úr holu 8, Hverasvæði, Hveragerði, borin saman við samsetningu gass úr 2 holum í Ölfusdal.

Hola	l g/kg þéttivatn/°C	CO ₂ %	H ₂ S %	H ₂ %	O ₂ %	CH ₄ %	N ₂ %	Ar %
H-8	0.68/17	88.61	2.49	0.17	0.68 ¹⁾	0.15	7.89	
G-6	0.56/25	90.45	3.68	0.25	0.10	0.13	5.24	0.15
G-7	0.40/14	89.30	1.78	0.26	0.00	0.19	8.23	0.24

O₂ + Ar

Sýnin úr holum G-6 og G-7 voru tekin í febrúar 1980 og var toppþrýstingur um 5,5 bar g og vermi um 1060 kJ/kg, en sýnið úr H-8 var tekið í júní 1991 við 7,2 bar g þrýsting. Ekki var til vermismæling en vermi metið 785 kJ/kg út frá hitamælingum. pH þéttivatns í holu 8 var 4,11 við 24°C en í Ölfusdalsholunum 4,5-4,6 við 22°C.

3. ORKUPÖRF HITAVEITUNNAR – ÞÖRF FYRIR NÝBORANIR

Í dag eru engar beinar mælingar til á rennsli eða orkunotkun veitunnar. Hvergi eru mælar til að mæla rennsli í veitunni, að undanskildum mælum í nýju tvöföldu veitunum. Mælaskorturinn stafar af því að ógerningur er að reka rennslismæli í vatns-hitaveitunni ofan úr dal vegna útfellinga og í gufuveitunni er tví-fasa rennsli, þ.e. vatn og gufa til samans, sem ekki er hægt að mæla við þær aðstæður sem eru í veitunni (breytilegt heildarvermi eftir því hve mikil gufa fylgir vatninu). Ógerningur á mælingu er ástæða þess að gjaldskrá veitunnar byggir á fermetrastærð upphitaðs rýmis og fastagjaldi. Hvernig sem þessu tölum um afköst holna er velt upp er ljóst að veitan hefur misst varaholuna og það eitt gerir borun nýrrar holu nauðsynlega. Auk þess mun notkun úr gufuholum í bænum vaxa eftir því sem fleirri varmaskiptastöðvar verða reistar til að leysa gömlu vatns-hitaveituna ofan úr dal af hólmi. Hugmyndir um aukna iðnaðarnotkun jarðgufu gera og auknar kröfur til veitunnar.

Varðandi gufu fyrir kjötmjölsverksmiðju er þörfin 1 kg/s miðað við 6-8 bör abs. Eina holan sem annar þessu er hola 8. Toppþrýstingur á henni er rúmlega 6 bör y. Miðað við þrýstítap í lögn upp á 1 bar gæti gufuþrýstingur frá henni við verksmiðju verið um 5 bör y. Fyrir 1 kg/s af gufu miðað við 180-185°C vatn þyrfti alla gufu úr holu holu 8 (rennsli um 30 l/s) því gufuhlutinn er aðeins 3-4% við þennan þrýsting.

Það er mat Orkustofnunar að í ár þurfi að bora eina vinnsluholu í bænum og aðra innan fárra ára. Hver staðan verður að lokinum þeim aðgerðum ræðst af árangri nýborana og fyrirsjáanlegri aukningu í notkun.

4. UM NÝJAN BORSTAÐ HOLU 9

Val á nýjum borstað tekur mið af holu 8 sem er bæði aflmikil og heit. Hún var staðsett við jarðhitasprunguna sem liggur frá hverasvæðinu norður á melinn og ofan í Hverahvamm. Hitamælingar í holu 8 eru ekki aðrar til en þær sem gerðar voru í borlok og þrem vikum eftir borun. Síðasta mælingin sýnir 184°C hámarkshita í 115 m, en 172°C í 243 m. Stórar vatnsæðar voru í 128 og 249 m dýpi og var miklu vatni dælt í botnæðina í þrepaðælingu þegar holan var prófuð í borlok. Borun holunnar lauk 7.9. 1989 og hún var síðast hitamæld þ. 2.10.1989. Þá hafði hún hitnað um 1°C frá fyrri mælingu þ. 22.9. 1989. Talið er að þessi viðsnúningur endurspegli ekki berghitann, heldur hafi enn gætt kælingar frá áðælingunni. Hola 3 sem er 85 m NNV frá holu 8 er 184°C á 238 m dýpi, þannig að fullvíst má telja að viðsnúningurinn sé rétt skýrður sem kæling. Hola 8 tekur sitt vatn að hluta á 115 m dýpi. Önnur hola nærri henni sem einnig tæki vatnið grunnt gæti dregið úr afköstum hennar. Því væri betra að

staðsetja nýja holu nokkuð langt frá holu 8 og reyna þá að hitta á vatnsæðar neðar. Þá er þess að gæta að hiti í jarðhitakerfinu fer hækkandi til norðurs og gæti munað 5-10°C á holum á hverasvæðinu miðað við nýja holu uppi í melnum.

Holur 3 og 8 eru báðar vestan við jarðhitasprunguna. Hóla 3 er nokkru fjær. Aðalæðin í henni er á 245 m dýpi. Líklega er brattur vesturhalli á henni eins og reyndin er með skjálftasprungur víðast hvar á Suðurlandi. Túristaholan er 180°C heit, 147 m djúp og gaf lítið, austan við sprunguna. Lagt er til að borað verði skammt vestan við hverasprunguna, en þó ekki nær núverandi vinnsluholum 3 og 8 en um það bil 150 m. Hér á eftir verða þrjár staðir athugaðir sem helst gætu komið til greina.

Einn möguleikinn er að bora holuna norðan við Sandhólshver. Ef vera ætti hæfilega langt vestan við hverastampana sem marka sprungulínuna (um 30 m) þarf að fara inn á reit sem Bærinn á milli húsa við Hverahlíð og Brattahlíð og staðsetja holuna vestast í girðingunni kringum reitinn eða rétt vestan hans. Staðurinn er 180 m frá holu 3 og 260 m frá holu 8.

Annar möguleiki væri að staðsetja holuna sunnan í melnum ofan við Klettahlíð. Þar er komið 400 m norður fyrir holu 8 og nokkuð frjálst með staðsetningu. Staður er merktur á meðfylgjandi mynd 8.

Þriðji staðurinn sem til greina kæmi er syðst á hverasvæðinu í bænum, 150 m suður af holu 1. Hiti í henni var hæstur 178°C í 105 m og í botni (330 m). Aðeins vottar fyrir viðsnúningi. Ný hola 150 m sunnan við holu 1 yrði líklega ekki heitari en 175-178°C.

Með tilliti til árangurs væru 1 og 2 bestu kostirnir. Lögn frá holu á stað 2 yrði nokkuð löng og frá stað 1 e.t.v. óhóflega löng, en lagnaleiðin greið. Staður 3 hefur að þessu leyti mikla kosti fram yfir hina tvo, en á móti kemur að vatnshitinn yrði lægri. Lagt er til að staður 2 verði valinn.

Til álita kemur að fullbora holu 7, sjá mynd 8. Sú hola er frágengin með steyptri öryggisfóðringu (16") í 70 m. Holan er 153°C á 65 m dýpi. Þegar í athugun var að bora holu 8 var þessi möguleiki einnig skoðaður, en horfið frá því þar sem vænta mátti heitari og öflugri holu ef borað yrði á hverasvæðinu. Einnig var hola 2 tekin að dala, þannig að endirinn varð sá að hola 8 var staðsett rétt hjá henni. Sömu rök gilda í rauninni enn um holu 7 því í millitíðinni hefur hola 1 eyðilagst. Kostur 3 sem nefndur er hér að ofan tekur m.a. mið af þessu.

Fyrirfram má giska á að hola 7 fullboruð í ca. 400 m myndi gefa álíka mikið og hola 5, þ.e. kringum 10-15 l/s við 4 bör á holutoppi af 175-178°C heitu vatni. Ef kostur 3 yrði valinn er líklegt að hola þar myndi gefa tvöfalt meira vatn og álíka heitt við svipaðan þrýsting. Í þessum spám er tillit tekið til þess að nýjar holur yrðu víðari en þær gömlu sem miðað er við í afköstum. Val milli borunar holu 7 og nýrrar holu 9 hlýtur að ráðast nokkuð af borkostnaði, en þar hefur hola 7 forskot.

5. JARÐLÖG Í HVERAGERÐI

Jarðlög og ummyndun í holum 5 og 8 voru skoðuð, og borin lauslega saman við jarðlög í holu 6. Helstu niðurstöður jarðlagagreininganna eru sýndar á meðfylgjandi sniðmyndum af hvorri holu. Helstu atriðum úr hvorri holu er jafnframt lýst hér að neðan og í skýringatexta á myndunum. Greiningarnar eru bornar saman við holu 6.

JARÐLÖG OG UMMYNDUN Í HOLUM 5 OG 8

Hola-5: Boruð 1968 í 350 m dýpi með gamla Ými (Mahew).

Úrvinnsla svarfgreiningar er sýnd á mynd 9. Efstu 24 m af svarfi vantar. Þar neðan við er brúnleitt settúff niður í 38 m. Setið er eitthvað ummyndað en liggur trúlega mislægt á gamla berginu. Síðan tekur við mjög lagskipt túffrík móbergsmýndun niður á 326 m dýpi þar sem fyrsta hraunlagið er greint af öryggi. Svarfið er mjög fínmalad og dálítið erfitt í greiningu en hraunlög voru ekki greind með vissu ofar. Túffið er díflaust og nánast eingöngu úr gleri.

Ummyndun er mjög mikil neðan 40 m dýpis. Litur er yfirleitt ljósgrænn, en breytilegur, stundum rauðbrúnn. Á tveimur stöðum er áberandi gráhvítt túff - ríkt af kalsedón og píryti, þ.e. frá 90-120 m

og svo í neðstu 4 m holunnar. Þar er laumontít áberandi og yngst útfellinga í sprungum í gömlum kalsedón-pyrít útfellingum.

Epidót finnst fyrst með vissu neðan 276 m dýpis niður í botn holu. Hugsanlega er epidót-vottur á 180-190 m dýpi en það er ekki öruggt. Epidót hefur myndast þegar jarðhitakerfið var 50-100°C heitara en nú.

Hola-8: Boruð með Narfa 1989 í 254 m dýpi.

Úrvinnsla svarfgreiningar holu 8 er sýnd á 10. Brúnleitt settúff samlímt af útfellingum og mismikið ummyndað, nær niður á 50 m dýpi, og gæti það verið mislægt ofan á eldra bergi.

Frá 50-100 m dýpi er bergið úr mjög glerríku settúffi, en þar neðan við gæti það verið gosmyndun niður í botn holunnar. Túffið er þó mjög smákorna og lítur oft út fyrir að vera tilflutt. Lagskipting er nokkur, en ekki eins áberandi og í holu 5. Þunnur basaltgangur er á 150 m dýpi.

Túffið er mjög ljóst í allri holunni og sprungufyllingar eru algengar, og bergið því sýnilega krosssprungið. Frá 50-60 m er túffsetið nánast hvítt af kísilútfellingum og mjög pyrítíkt, en magn útfellinga smáminnkar niður. Annar slíkur kafla er frá 100-120 m dýpi. Magn sprungufyllinga er annars mismikið. Á sumum stöðum sést talsvert af brúnleitum jaspissprungum, en annars staðar ber meira á hvítum kísli og pyríti. Kalsít sést víða, og laumontít (hitakær zeolít) er stundum áberandi neðan 180 m dýpis. Í neðstu 10 m holunnar dökknar túffið heldur, sem gæti bent til að þar sé komið nærri botni myndunarinnar og að skoltapið væri þá á lagamótum.

Leirmyndun bendir til klóríts í holunni neðan 100 m dýpis, ásamt smektíti. Við greiningu á útfellingum kom fram kvars fram frá 20 m dýpi, kalsít niður alla holuna, klínoptílólit og stilbít (zeolítar) ofan 50 m, og svo laumontít (hitakær zeolít) í öllum greindum sýnum neðan 136 m dýpis.

SAMANBURÐUR VIÐ HOLU 6

Hola 6 var greind af GÓF fyrir rúmum áratug og borin saman við borholur í Ölfusi í tengslum við sérverkefni í fiskeldi. Fleiri holur í Ölfusi voru greindar ásamt því að fyrirliggjandi gögn úr öðrum borholum voru endurtúlkðuð og einfölduð, sjá mynd 11. Jafnframt var reynt að meta raunverulegan berghita í öllum borholunum. Þá voru teiknuð nokkur jarðlagsnið milli holna þar sem berggerð og ummyndun var sýnd ásamt hitsniði og staðsetningum helstu vatnsæða. Tvö af þessum sniðum eru sýnd á meðfylgjandi mynd. Annað þeirra stefni NA-SV frá Þorlákshöfn að holu 6 í Hveragerði, og hitt stefnir þaðan suðaustur í Þorleifskot. Hitasniðin bæði sýna að berghiti snarlækkar til suðurs og austurs frá Hvergerði. Berghitaferlarnir gefa til kynna hvaða hita má vænta í holu 7 í efstu 1000 m a.m.k.

Annað ummyndunarsniðið (þ.e. á NA-SV sniðinu) er jafnframt sýnt á myndinni. Þar má benda á minnsta dýpi á epidót í holu 6, sem er rétt ofan 300 m, svipað og í holu 5 eins og rætt var að ofan. Epidótmyndunin er gömul og ber vitni kólnandi háhitakerfum í Hveragerði, og niður við Bakka, því epidót myndast við hér um bil 100°C hærri hita en nú er t.d. í holu 6. Jarðlögum í 5 og 8 ber ágætlega saman við jarðlög í efstu 350 m holu 6, þar sem móbergsmyndun er ráðandi.

Í fyrirhuguðum djúpum borholum í Hveragerði (þ.e. 7 og 9), má reikna með svipuðum jarðlögum og eldri holum þar. Hiti í 7 gæti orðið svipaður og í 5, en gæti farið lítilla hækkingu til norðurs í holu 9, hvar svo sem hún yrði boruð.

Ekki hefur verið reynt að teikna jarðlagsnið milli holu 6 og borholna í Ölfusdal. Til þess þarf að endurskoða áratuga gömul gögn úr Ölfusdalsholunum. Stinga má upp á því hér að holu 7 og 9 verði jarðlagagreindar samhliða borun og slíkt jarðlaga- og ummyndunarsnið líti dagsins ljós í framhaldi af því.

6. LÝSING Á BORVERKINU FÓÐRINGAR OG DÝPI

Hönnun holu 9 er sýnd á mynd 12 og lýsing á fóðringum í töflu 3. Verði hola 7 dýpkuð er frágangur holunnar sýndur á mynd 13.

Tafla 3. Fóðringar í vinnsluholu

Nafn fóðringar	Dýpi fóðringar (m)	Þvermál fóðringar (")	Minnsta efnisþykkt
Yfirborðsfóðring	3	16" eða 18 5/8"	5 mm
Öryggisfóðring	40	13 3/8" eða 14"	6 mm
Vinnslufóðring	120	9 5/8" (eða 10 3/4")	10 mm

Yfirborðsfóðringin og öryggisfóðringin eru úr rörum sem eru soðin saman, en vinnslufóðringin er með Buttress eða Antares MS skrúfuðum gengjum. Ástæða þess að vera með skrúfuð rör í vinnslufóðringunni er sú að það flýtir fyrir fóðrun holunnar og styttr þann tíma sem holan nær að hitna upp og hugsanlega hlaupa í gos. Skýringin á mikilli efnisþykkt í vinnslufóðringunni er að talsvert mæðir á henni við hreinsiboranir og til að mæta tæringarálagi utanfrá. Lokadýpi holunar er áætlað 400-600 m og er ekki gert ráð fyrir að setja raufaðan leiðara í holuna í verklok.

BORPLAN

Borplan þarf að gera fyrir borinn og fylgihluti og þarf borverktakinn að gera frekari grein fyrir stærð þess og gerð. Ennfremur mun kjallara þurfa við holuna til að rýma öryggislokana og mun verktaki gera grein fyrir sínum kröfum um stærð og gerð kjallara. Við gerð borplans er miðað við að grafið verði niður á fast eða svo djúpt sem skurðgrafa nær og yfirborðsfóðring sett niður. Steypt er að endanum, fyllt upp af þjappanlegri mól og gengið frá kjallara og borplani. Þetta er gert tímanlega áður en borinn kemur á staðinn. Veitustofnun Hveragerðis annast gerð borplansins og kjallara en borverktaki þarf að koma yfirborðsfóðringunni fyrir og tryggja að frágangur hennar sé í samræmi við verklýsinguna. Athafnasvæðið takmarkast af stærð borplansins og verður fyllingarefni flutt á staðinn, en ekki ýtt upp. Við borplanið verður safnþró fyrir borsvarf og leðju. Þar fellur svarfið til og megnið af þeirri borleðju og sementi sem berst frá holunni. Úr þrónni er vatn sem ekki er dælt aftur niður í holuna leitt um rör í holræsakerfi bæjarins eða leitt með rörum út af borsvæðinu þar sem unnt er að farga því.

ÁFANGAR Í BORUN HOLUNNAR

Verklýsingin nær ekki til allra verkþátta, heldur er henni ætlað að lýsa hönnun holunnar og efnisvali og þeim atriðum sem Orkustofnun telur að geti stuðlað að öruggu og góðu verki.

ÁFANGI 1, YFIRBORÐSFÓÐRING (í 3 m dýpi)

Yfirborðsfóðring nær niður á u.þ.b. 3 m dýpi og verður grafið fyrir henni þegar jarðvegsskipti fara fram vegna borplansgerðar. Steypt er að enda rörsins til þess að hindra að mól og laus jarðlög komist í holuna við borun. Holan verður fóðruð með yfirborðsfóðringunni og þess gætt vandlega að hún standi lóðrétt þegar fyllt verður að með mól og hún þjöppuð. Rörið á að standa 0,25 m upp fyrir kjallarabotn. Á fóðringuna verður soðinn flans fyrir öryggisloka sem getur lokað að hverju sem er (annular BOP).

ÁFANGI 2, ÖRYGGISFÓÐRING (í 40 m dýpi)

- Holan er boruð með borkrónu af viðeigandi vídd og er verktaki frjálst að vali skolvökva og borkrónu. Miðað við fyrri reynslu er þó ráðlegt að nota borleðju. Til álita kemur að forbora niður á þetta dýpi og rýma holuna síðan.
- Öryggisfóðringin soðin saman samkvæmt suðuferilslýsingu og af mönnum með tilskilin hæfnisvottorð í rafsúðu frá Iðntæknistofnun.
- Fóðringin steypt. Nota skal sérlagað háhitasement til verksins.

ÁFANGI 3, VINNSLUFÓÐRING (í 125 m dýpi)

- a. Á öryggisfóðringuna er soðinn flans og síðan öryggislokum raðað upp. Val öryggisloka tekur mið af því að yfirþrýstingur getur verið á svæðinu og því er ekki hægt að slá af kröfum sem gerðar eru á háhitasvæðum. Uppröðun öryggisloka er eftirfarandi, talið frá fóðringarflans:
 - Loki sem lokar fullt fyrir holu.
 - Loki sem lokar að borstöngum.
 - Loki sem lokar að hverju sem er.Neðan við lokana er kæfingarstútur og þrýstimælir þannig að unnt sé að dæla vatni eða þungri leðju á holuna.
- b. Holan er boruð með borkónu af viðeigandi vídd og er verktaki frjálst að vali skolvökva og borkrónu..
- c. Litlu er hægt að spá fyrir um lekastaði í berginu og stærð þeirra. Við fyrri borun opnuðust stórar og fullheitar æðar á 130 m dýpi. Komi fram mikill leki (meiri en 2-3 l/s) ofan 100 m verður borun stöðvuð og steyp t í lekann, en leitast verður við að þétta minni töp með sagi og spónum eða öðrum þéttiefnum.
- d. Ákvörðun um dýpi vinnslufóðringar verður tekin samkvæmt tillögu jarðfræðings.
- e. Vinnslufóðringin er sett í holuna. Fóðurrörin eru skrúfuð saman. Neðst á fóðringuna kemur fóðringarskór með einstefnuloka. Eftir að fóðrun lýkur er lok með stút fyrir ádælingu af semetseðju soðið á fóðringuna. Þá er vatni dælt um stengurnar til að meta skoltapið. Ef skoltap er meira en 5-10 l/s verður reynt að stífla það með því að skola sandi niður milli fóðringar og holuveggjar samtímis því að vatni er dælt hægt um borstrenginn.
- f. Fóðringin er steyp t með tækjum borsins, en steypuna má laga á staðnum eða flytja að í steypubílum. Ef sementseðjan kemur ekki upp er steyp t ofanfrá og ákvörðun tekin um frekari aðgerðir miðað við aðstæður. Þeim verður ekki lýst frekar í verklýsingunni, enda þarf að taka ákvörðun þar um á staðnum. Nauðsynlegt er að steypan fái a.m.k. 8 klst hörðunartíma.

ÁFANGI 4, BORUN VINNSLUHLUTA (í 600-700 m)

- a. Á öryggisfóðringuna er soðinn flans og síðan öryggislokum raðað upp. Mikilvægt er að flansinn sé láréttur og að boltagöt snúi rétt miðað við fyrirhugaða stefnu holuloka í kjallaranum. Val öryggisloka tekur mið af því að yfirþrýstingur getur verið á svæðinu og því er ekki hægt að slá af kröfum sem gerðar eru á háhitasvæðum. Uppröðun öryggisloka er eftirfarandi, talin frá fóðringarflans:
 - Loki sem lokar fullt fyrir holu.
 - Loki sem lokar að borstöngum.
 - Loki sem lokar að hverju sem er.
 - Öryggisloki sem snýst með borstöngum og lokar stöðugt að þeim.Neðan við lokana er kæfingarstútur og þrýstimælir þannig að unnt sé að dæla vatni eða þungri leðju á holuna.
- b. Holan er boruð með að lágmarki 8 ½" krónu í lokadýpi. Ákvörðun um lokadýpi verður tekin samkvæmt tillögu jarðfræðings.
- c. Holan er kæld rækilega og gengið úr skugga um að ekki sé um yfirþrýsting að ræða. Verði vart við yfirþrýsting þarf að laga upp þunga borleðju af viðeigandi eðlisþyngd og dæla í holuna.
- d. Holan er hita-, víddar- og jarðlagamæld eftir að borstrengurinn hefur verið tekinn upp.
- e. Öryggislokarnir eru teknir af holunni og aðaloki settur á í staðinn.

SKOLVÖKVI

Borverktakinn er frjálst að nota nota þann skolvökva sem hann kys við borverkið, að því undanskyldu að notkun á borleðju við borun vinnsluhluta holunnar er aðeins heimil í neyðartilvikum.

STEYPING FÓÐRINGA

Fóðringarnar skal steypa með svonefndu háhitasementi. Þurrefnið er portlandsement frá Sementsverksmiðjunni h/f. Í það er blandað 30 % kísallsali og 2% bentonit. Sementinu er blandað við vatn þar til eðlisþyngd eðjunar verður 1,7-1,75 kg/l. Þegar steyp er skal eðlisþyngd eðjunnar skráð á fimm mínútna fresti og henni haldið sem næst 1,5. Steypt skal þar til sement kemur upp utan með fóðringunni og skal þrefalt sementsmagn (200% umfram reiknað magn út frá rúmmáli bils milli fóðringar og holu) vera til staðar þegar steypingin hefst. Mikilvægt er að steypan nái til yfirborðs og getur þurft að fylla rýmið milli fóðringa eftir að steypan hefur sigið.

SUÐUVINNA

Eftirfarandi suðuvinna tengist borverkinu:

- Flans soðinn á yfirborðsfóðringu.
- Suðuvinna við öryggisfóðringu
- Flans soðinn á öryggisfóðringu
- Suðuvinna við niðursetningu vinnslufóðringar.
- Flans soðinn á vinnslufóðringu.

Hér er um vandasamar suður að ræða og er því algert skilyrði að suðumenn sem vinna verkin hafi gild hæfnisvottorð Iðntæknistofnunar fyrir málmsuðu, prófflokk E-R2-g og fyrir suðustöðu 2R og 5R (E=rafsuða, R2=efnisflokkur stáls St 37.2-St 52.3, g=efnisþykkt >6mm, 2R og 5R rörasuða lóðrétt og lárétt). Suðumaður skal leggja fram afrit af vottorði og suðuferilslýsingu áður en verkið hefst.

RANNSÓKN Á MEÐAN Á BORUN STENDUR

Mikilvægt er að halda reglubundinni skráningu á upplýsingum, sem fást meðan á borun stendur, og kemur það mikið til í hlut áhafnar borsins að sinna því. Veigamikið er að borskýrslur séu fylltar út samviskusamlega eins og þær gefa tilefni til eins og t.d. helstu upplýsingar um álag og snúningshraða krónu, þrýsting á bordælum, seigju borleðju eða notkun lofts og gerð grein fyrir töfum ef einhverjar eru. Ennfremur að skrá á fjögurra tíma fresti eða oftar ef tilefni er til: skolvatnsbreytingar, þ.e. slög á dælu, skoltöp/aukningu, hita á skolvökva niður og upp og athugasemdir ef einhverjar eru.

Eftir öll næturstopp eða lengri borhlé skulu bormenn hitamæla holuna með handrúllu og skrá hitastig með 10 m millibili.

Svarfsýnum skal safna á tveggja metra fresti og setja í 100 ml plastdósir. Eftirfarandi merkingar þurfa að koma fram á hverri dós: staður, holunúmer, dýpi.

Þegar vart verður við skoltap eða aðra vísbendingu um að vatnsæð hafi verið skorin, þá skal það skráð í borskýrslu og tilkynnt verkkaupa sem fyrst.

Verkkaupi hefur heimild til að stöðva verkið tímabundið og fara fram á að prófanir eða mælingar verði gerðar á holunni.

0
BH-11
95799
BH-9

Hamarskrókar

Hädegishóll

Hamarinn

97326

HV-04

(G-2)

Stigagil

Reykjaháls

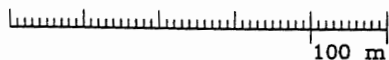
Hverahvammur

ASÍ

NLF1 I

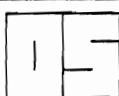
NLF1 II

500 m



Fengið af grunnkorti frá
Verkfæðistofu Suðurlands ehf

Mynd 1.



ORKUSTOFNUN
Grensásvegi 9
IS-108 Reykjavík
Sími 5696000

Hveragerði
Staðsetning borholna

Mkv:

1:100.000

Teiknað:

HoK

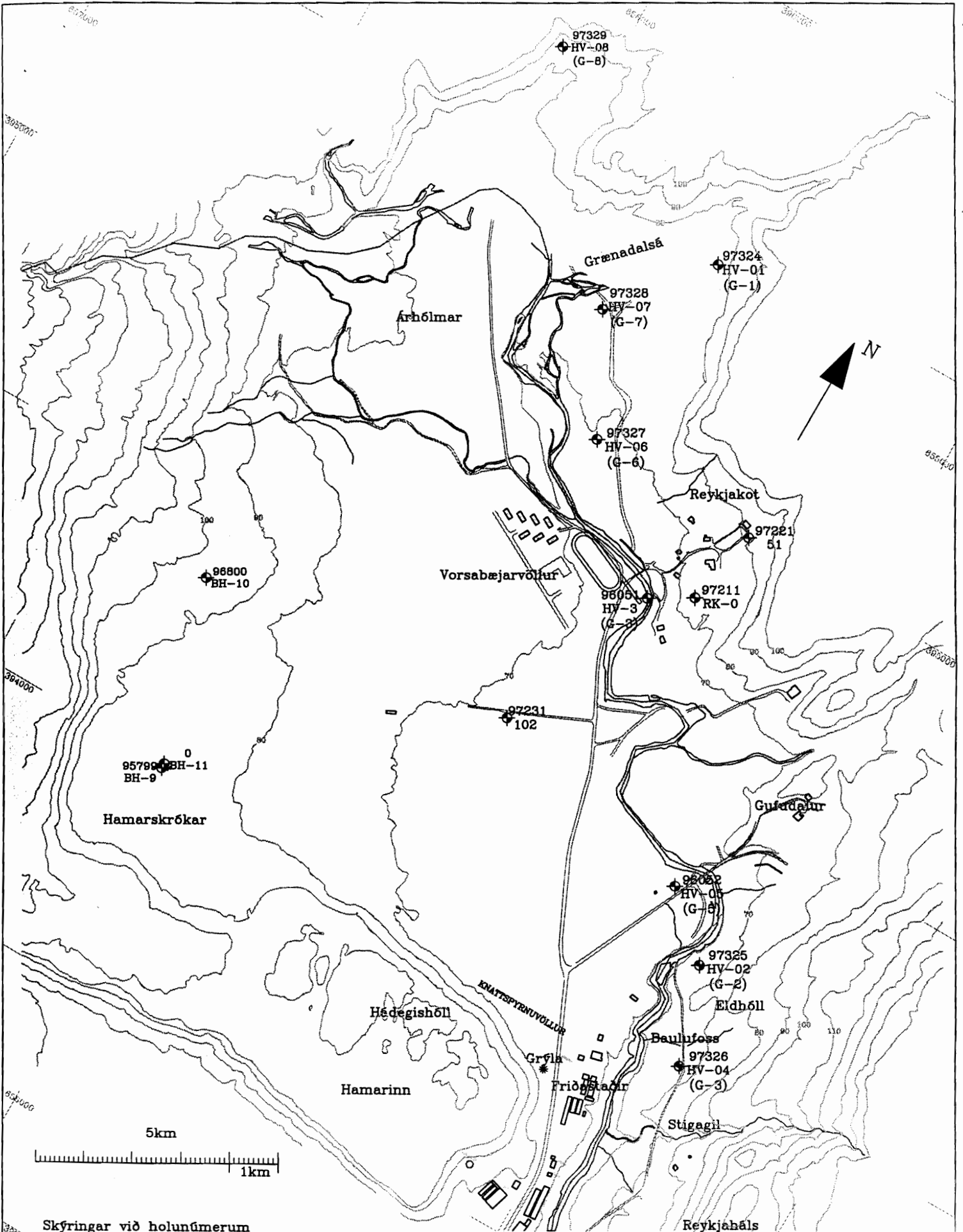
Daga:

01.12.98

Teikning nr:

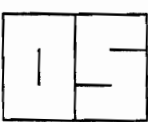
hveragerdi.dwg

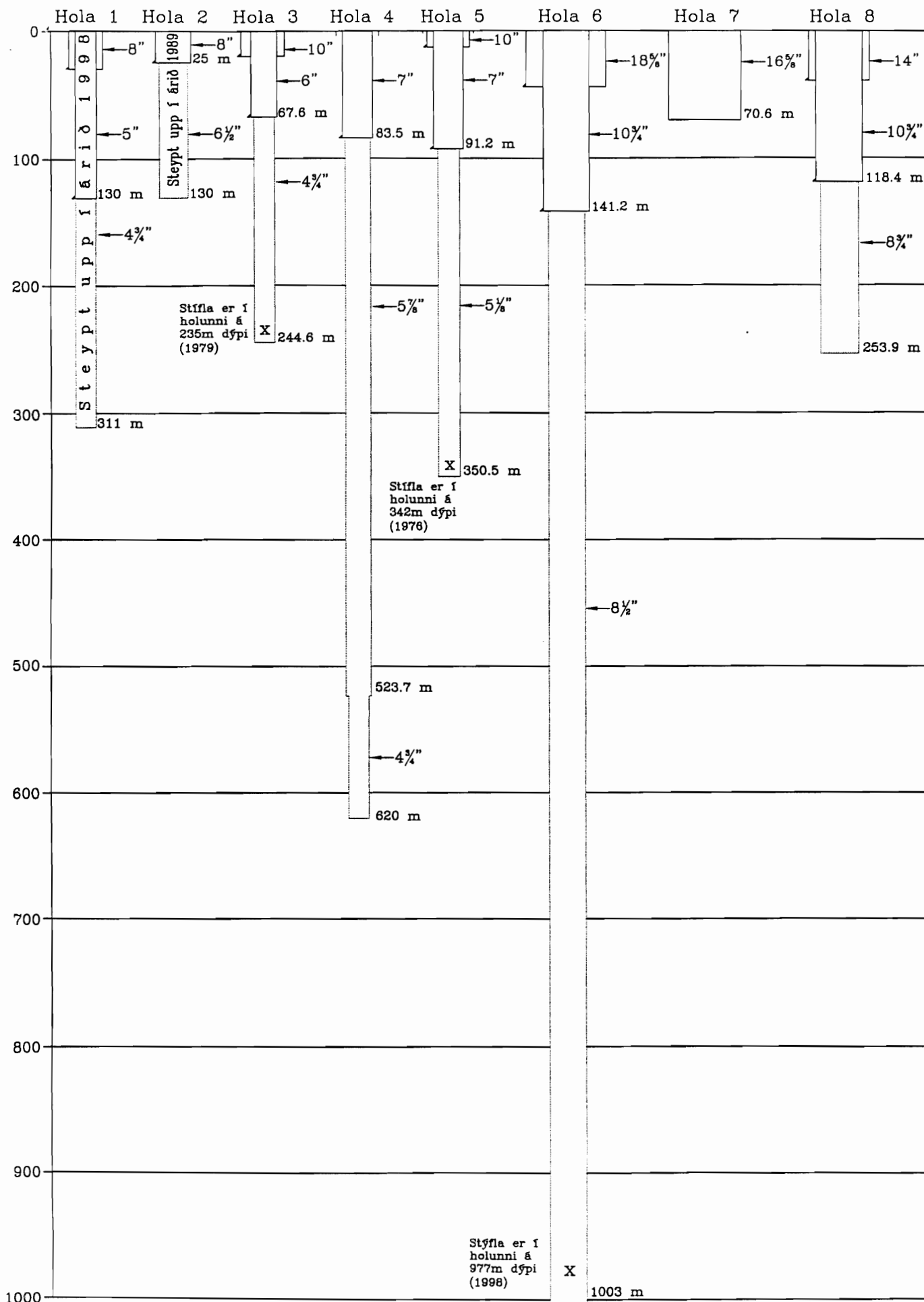
Blað nr:



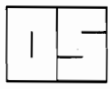
Skýringar við holunúmerum
 97326 — Staðarnúmer
 HV-04 — Nýtt holunúmer
 (G-3) — Gamalt holunúmer
 Fengið úr XXXX

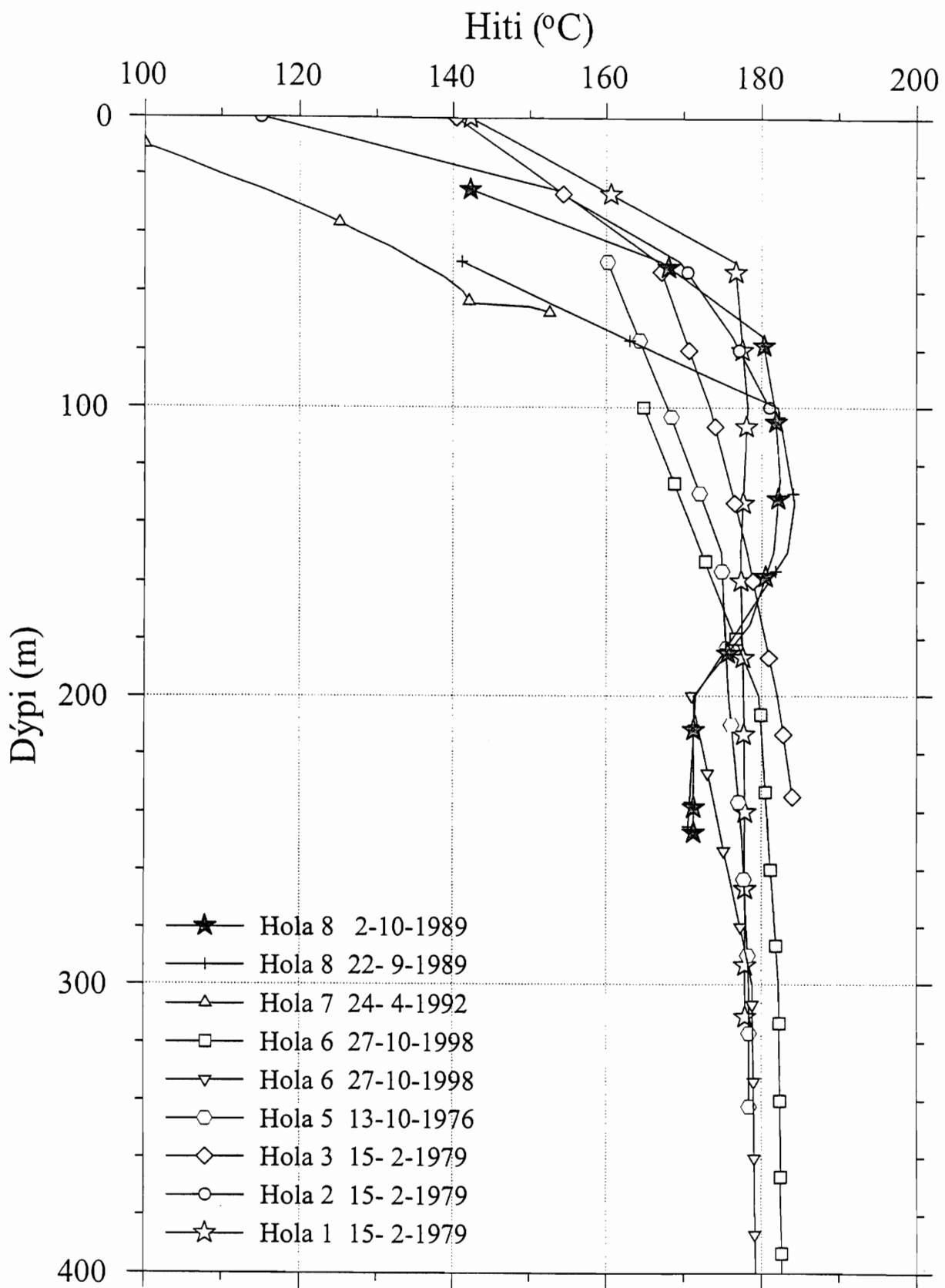
Mynd 2.

		ORKUSTOFNUN Grensásvegi 9 IS-108 Reykjavík Sími 5696000		Ölfusdalur Staðsetning borholna	
Mkv:	Teiknað:	Dags:	Skrá:	Blað nr:	
1:100.000	HoK	25.06.98	ölfusdal.dwg		



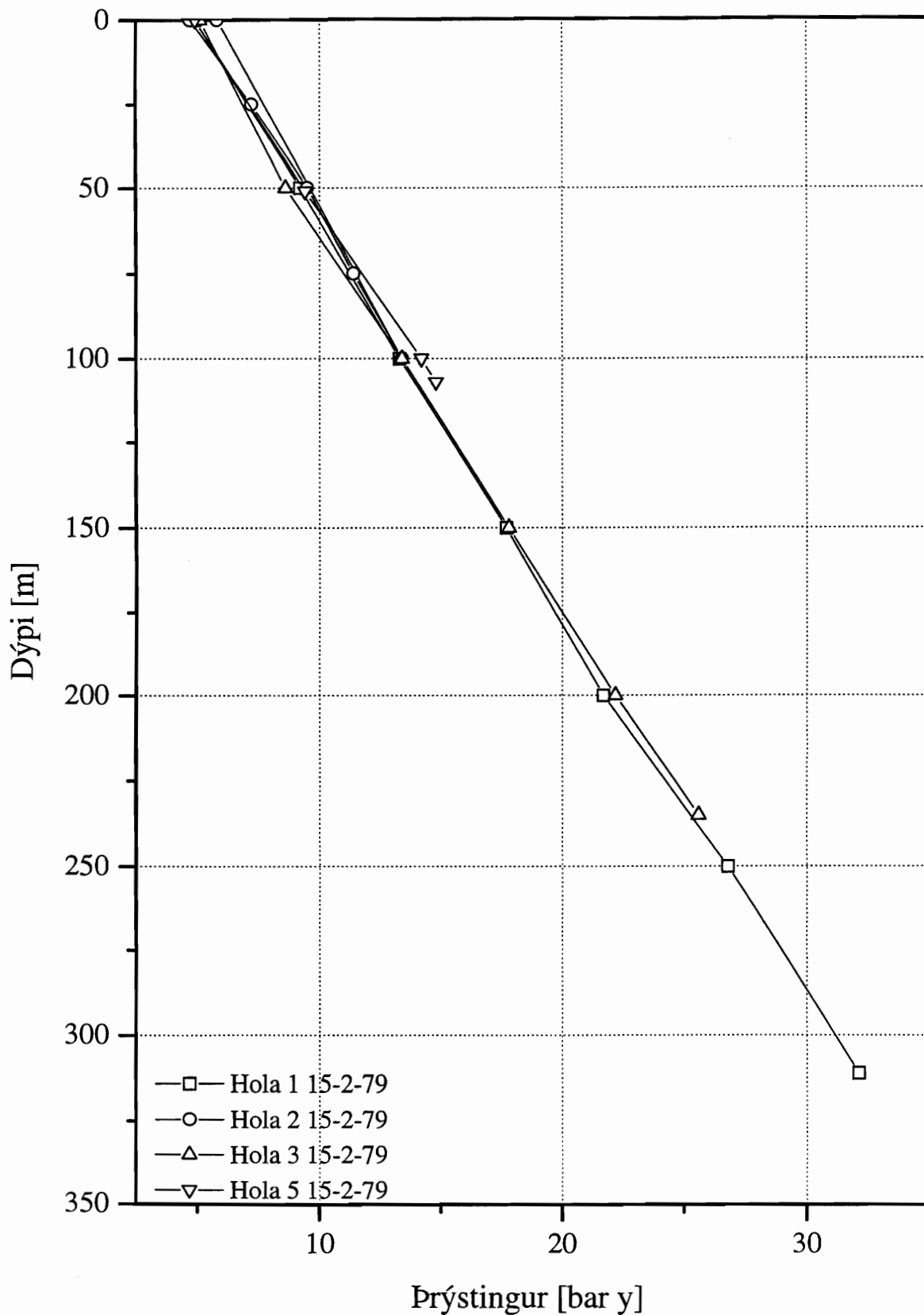
Mynd 3.

	ORKUSTOFNUN Grensásvegi 9 IS-108 Reykjavík Sími 5698000		Borholur í Hveragerði yfirlit	
	Mkv:	Teiknað: HoK	Daga: 23.11.98	Teikning nr: hveragerdisbaer.dwg



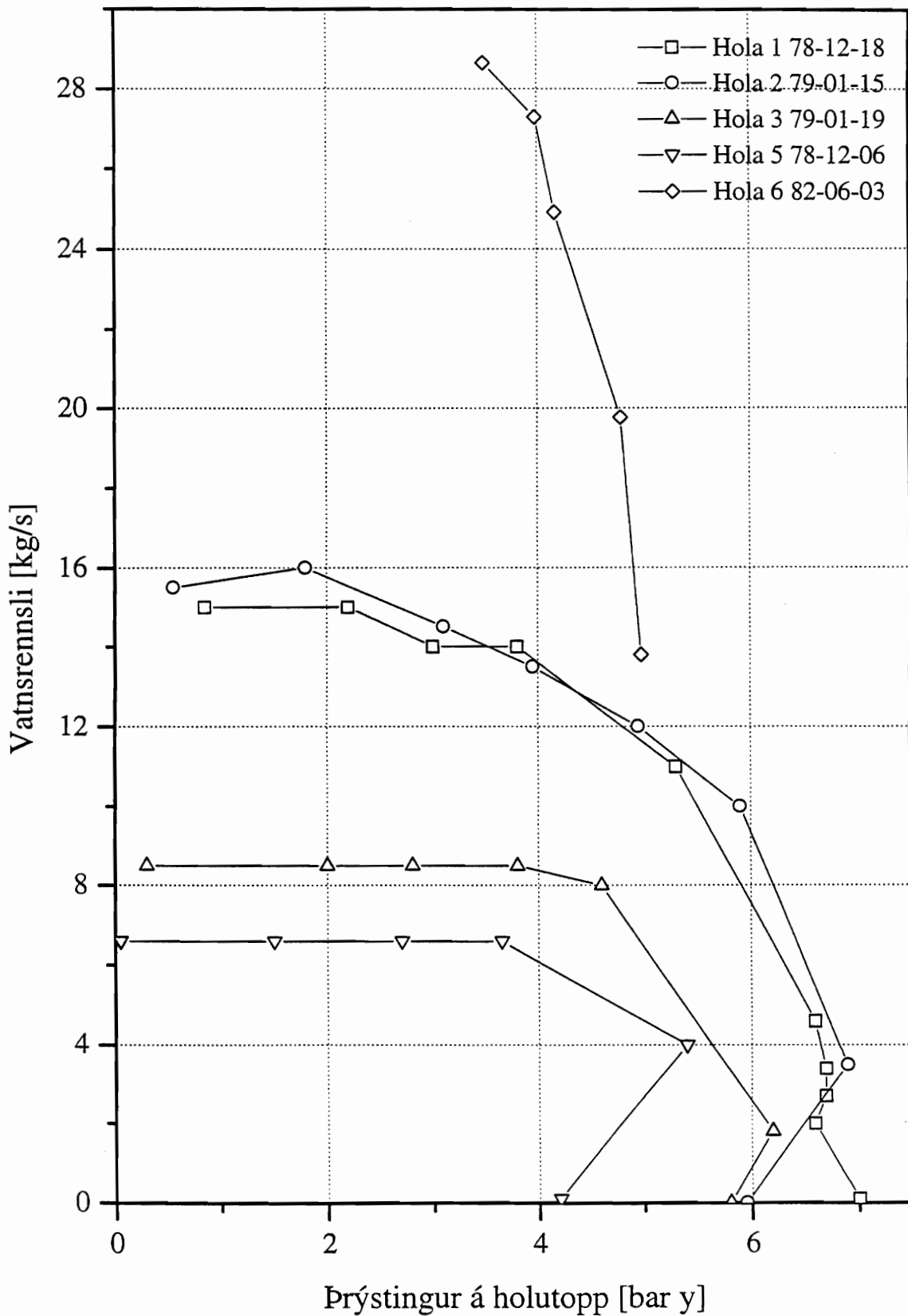
Mynd 4.

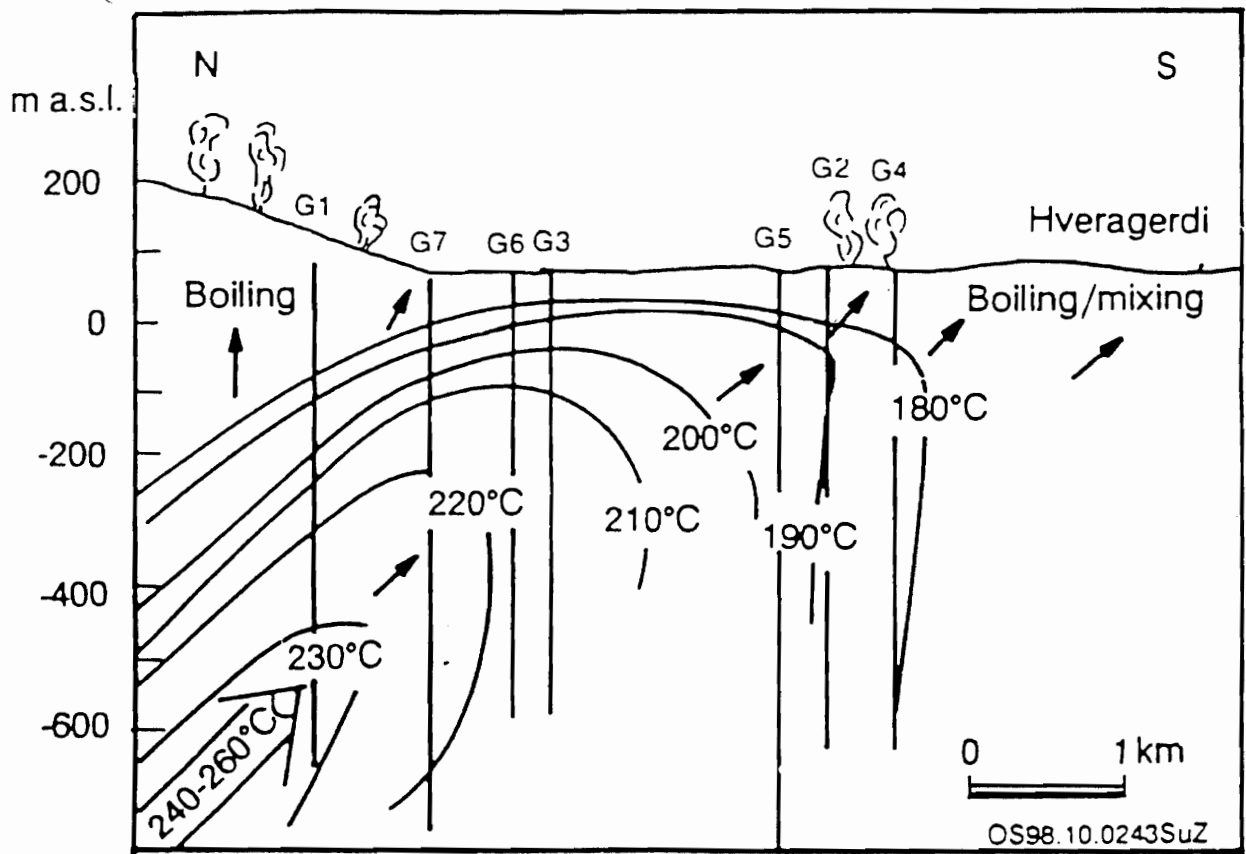
Þrýstimælingar á holum 1, 2, 3 og 5



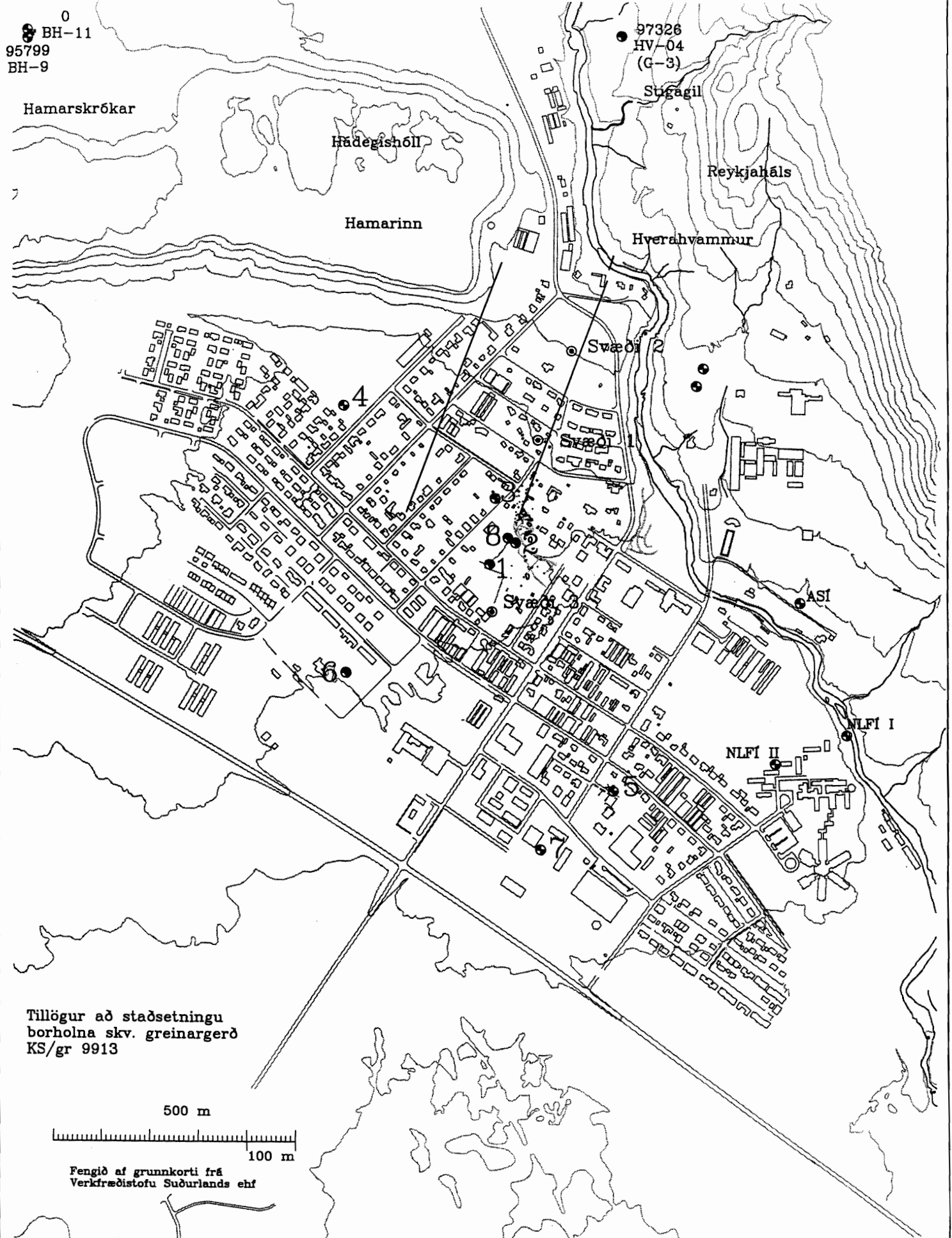
Mynd 5.

Aflmælingar í Hveragerði
Holur 1, 2, 3, 5 og 6





Mynd 7.



0
 BH-11
 95799
 BH-9

97326
 HV-04
 (G-3)

Hamarskrókar

Hædegishöll

Reykjaháls

Hamarinn

Hverahvammur

Stúgagil

Svæði 2

4

Svæði 1

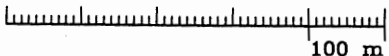
ASI

NLF I

NLF II

Tillögur að staðsetningu
 borholna skv. greinargerð
 KS/gr 9913

500 m



Fengið af grunnkorti frá
 Verkfræðistofu Suðurlands ehf

Mynd 8.

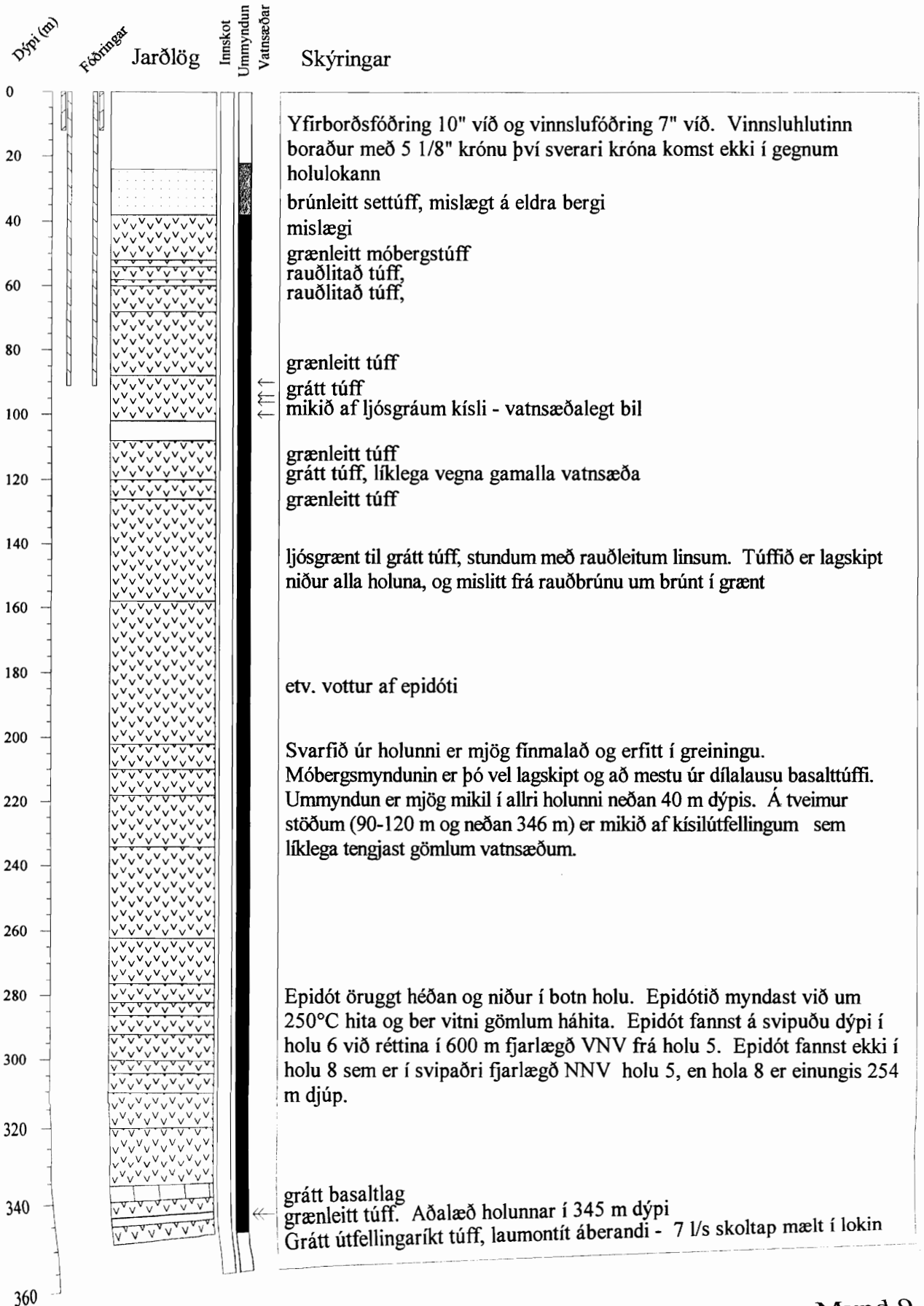
 ORKUSTOFNUN Grensásvegi 9 IS-108 Reykjavík Sími 5696000		Tillögur: - Nýborun Svæði 1, 2, 3.		
Mkv:	Teiknað:	Dags:	Teikning nr:	Blað nr:
1:100.000	HoK	17.05.99	hveragerdi.dwg	



Staður: Hveragerði
Holunafn: Hóla 5

Bor: Mayhew
Dýptarbil: 0-350.5 m

Boraðferð: Boruð með vatnsskolun. Númer í gagnagrunni 96001
Verkhuti: Öll hólun - Greind á spjöldum 1999 - GÓF

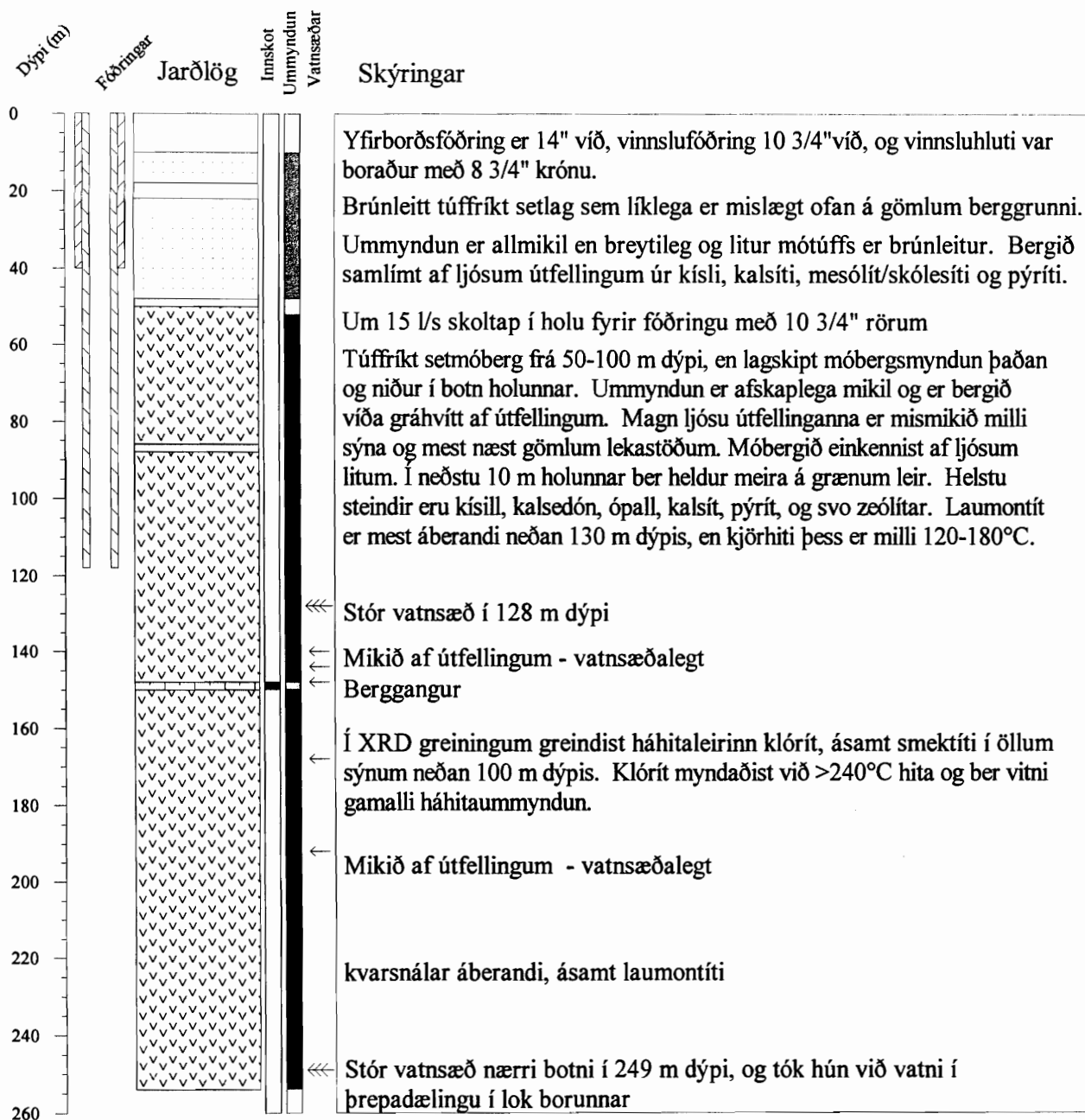




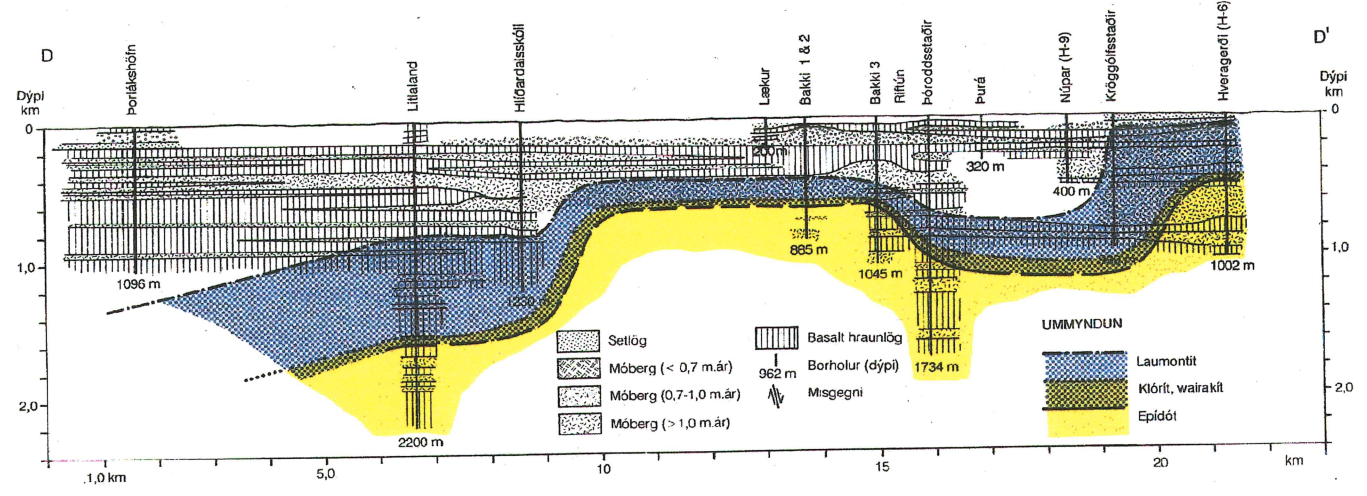
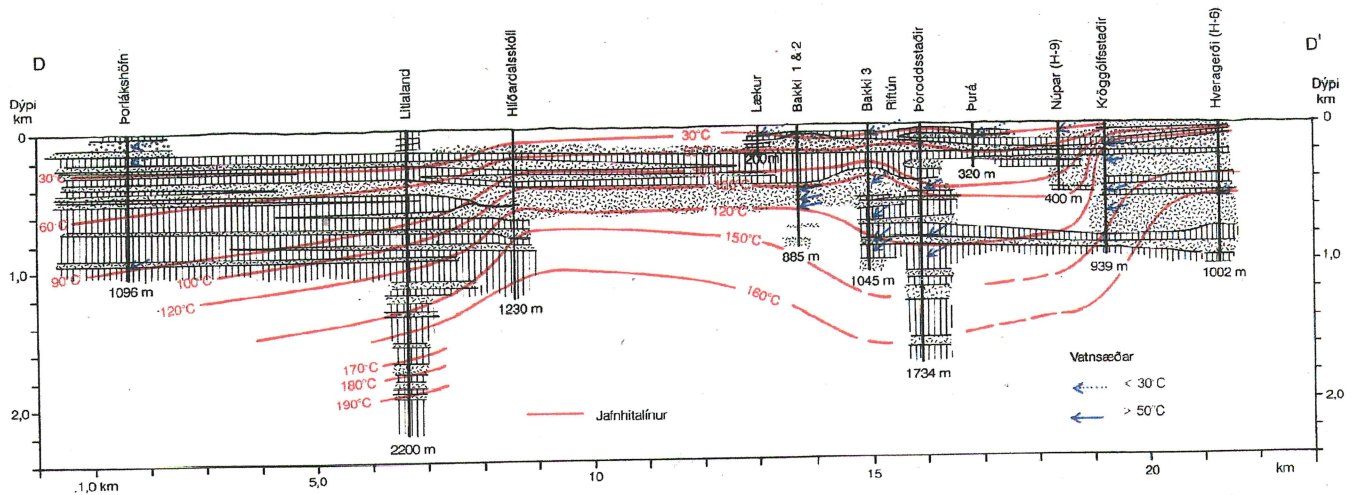
Staður: Hveragerði
Holunafn: Hóla 8

Bor: Narfi
Dýptarbil: 0 - 254 m

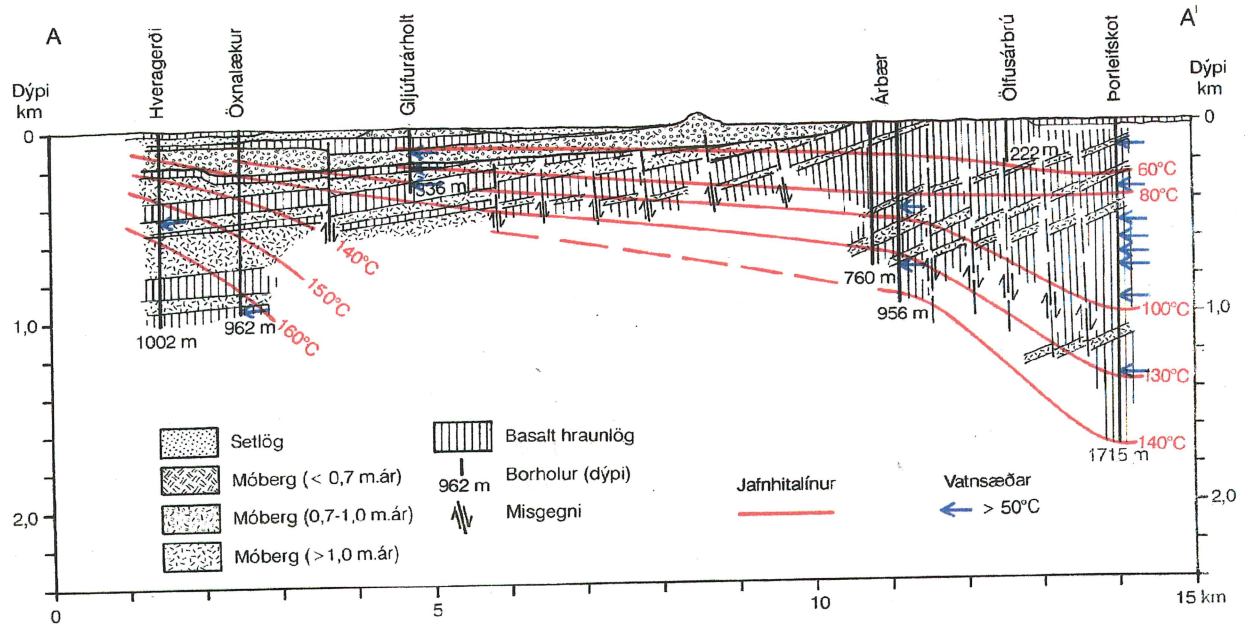
Boraðferð: Boruð með vatnsskolun, númer í gagnagrunni : 95808
Verkhloti: Öll hólán - greind 1989 og 1999 - GÓF



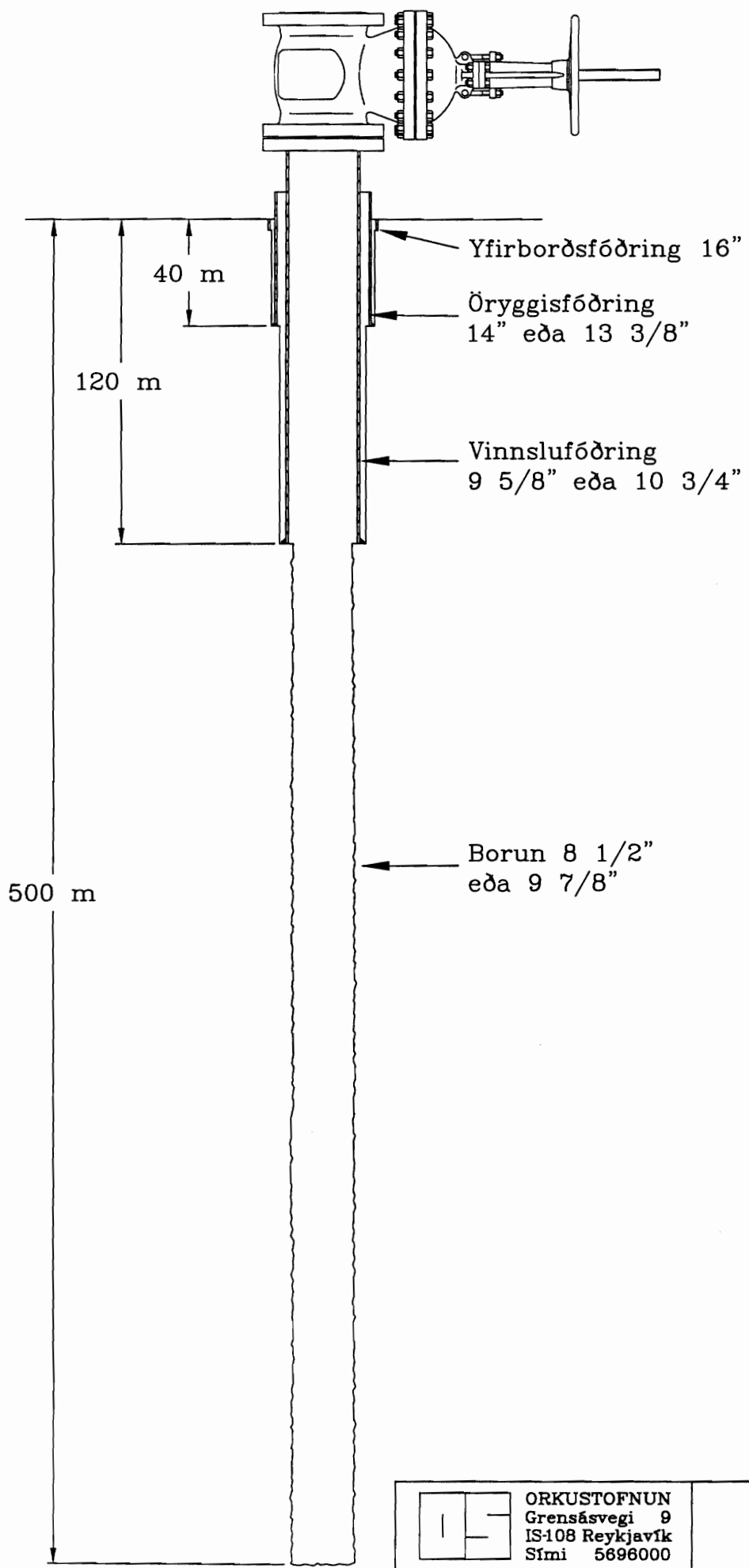
Mynd 10.



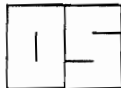
JHD-BJ-8717-GÓF
88.06.-0332/4. Gyða

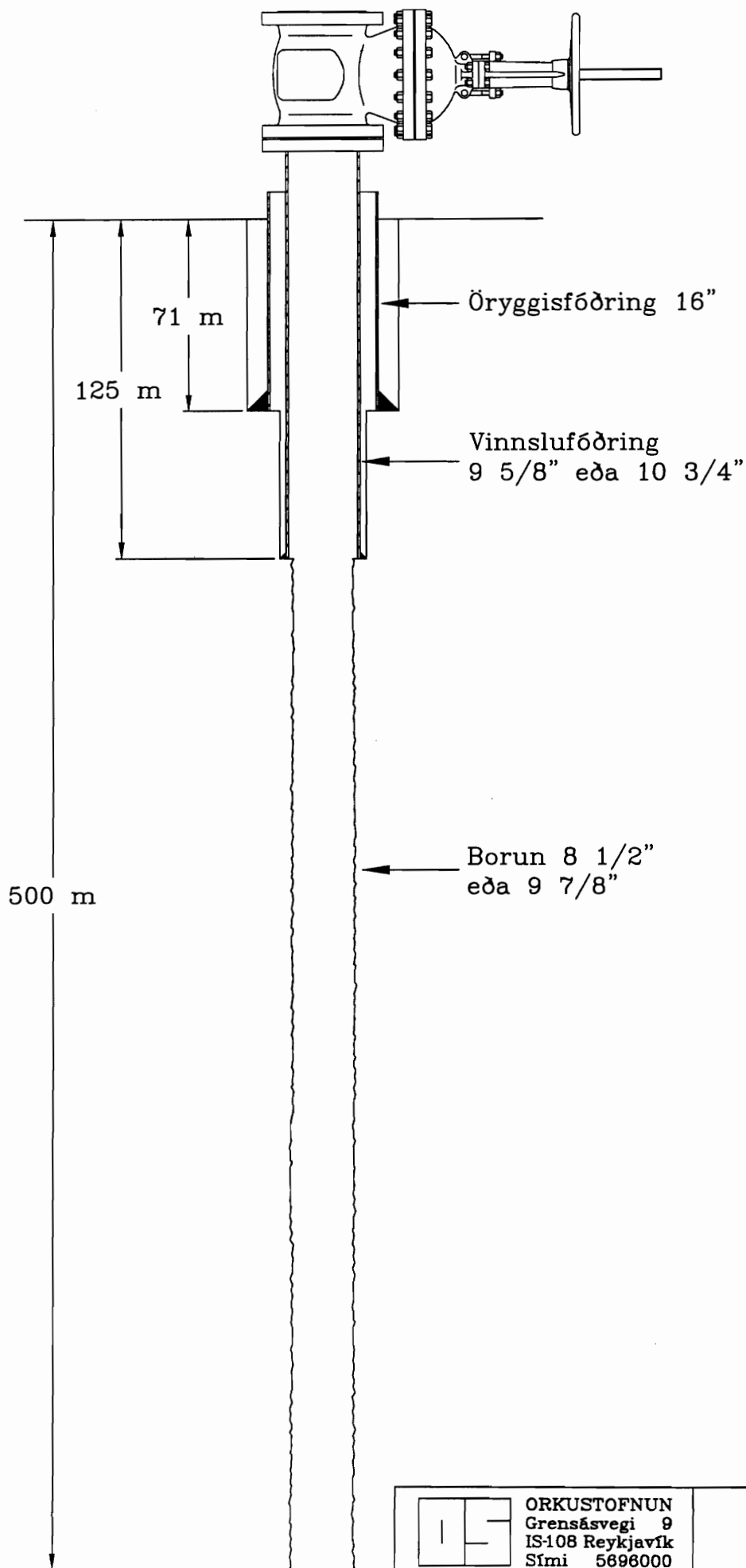




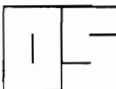


Mynd 12.

	ORKUSTOFNUN Grensásvegi 9 IS-108 Reykjavík Sími 5696000		Hóla H-9 í Hveragerði	
	Mkv. HoK	Teiknað: HoK	Dags: 05.03.99	Teikning nr: holah9.dwg



Mynd 13.

		ORKUSTOFNUN Grensásvegi 9 IS-108 Reykjavík Sími 5896000		Hola H-7 í Hveragerði	
Mkv.	Telknað: HoK	Daga: 05.03.99	Telkning nr: holah7.dwg	Blað nr.	