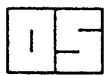




ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

ÖLKELDUHÁLSSVÆÐI
Hola ÖJ-1, 3. áfangi:
Borun vinnsluhluta frá 781 m í 1035 m
Unnið fyrir Hitaveitu Reykjavíkur
OS-95007/JHD-05 B Febrúar 1995



ORKUSTOFNUN
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Verknr. 630 015

Ásgrímur Guðmundsson
Benedikt Steingrímsson
Dagbjartur Sigursteinsson
Grímur Björnsson
Hilmar Sigvaldason
Hjalti Franzson
Jósef Hólmjárn
Ómar Sigurðsson
Sigurður Benediktsson
Sverrir Þórhallsson

ÖLKELDUHÁLSSVÆÐI

Hola ÖJ-1, 3. áfangi:

Borun vinnsluhluta frá 781 m í 1035 m

Unnið fyrir Hitaveitu Reykjavíkur

OS-95007/JHD-05 B

Febrúar 1995

EFNISYFIRLIT

1. INNGANGUR	3
2. BORSAGA	4
3. KJARNATAKA	6
4. JARÐLÖG, UMMYNDUN OG VATNSÆÐAR	9
5. BORHOLUMÆLINGAR	9
6. ÞREPADÆLING	10
7. HEIMILDIR	11

TÖFLUSKRÁ

1 Gangur borunar	6
2 Hallamælingar í borun 3. áfanga	6
3 Fóðrunarskýrsla 7" raufaðs leiðara	12
4 Sundurliðun tíma við borun kjarna	7
5 Yfirlit um kjarnatöku á 795,7 - 798,9 m dýpi	8
6 Borholumælingar í 3. áfanga	13

MYNDASKRÁ

1 Kort sem sýnir staðsetningu holu ÖJ-1 á Ölkelduhálssvæði	15
2 Framvinda borunar holu ÖJ-1 á Ölkelduhálssvæði	16
3 Hiti í svarfkassa á meðan á borun 3. áfanga holu ÖJ-1 stóð	17
4 Yfirlit um borun kjarna	8
5 Hola ÖJ-1. Einfaldað jarðlagasnið og ummyndun samkvæmt svarfgreiningu	19
6 Jarðlög, vatnsæðar, borhraði og jarðlagamælingar	20
7 Hitamælingar í 3. áfanga borunar holu ÖJ-1	22
8 Fall vatnsborðs eftir dælingu 11. janúar 1995	23
9 Þrýstimælingar í þrepadælingu í holu ÖJ-1	24
10. Hitamælingar í þrepadælingu í holu ÖJ-1	25

1. INNGANGUR

Undanfarnar vikur hefur Hitaveita Reykjavíkur staðið fyrir borun fyrstu rannsóknarholunnar, holu ÖJ-1, á Ölkelduhálssvæðinu. Jarðboranir h/f annast borunina, en Jarðhitadeild Orkustofnunar rannsóknir. Holan var höggþorud í október 1994, en borun með jarðbornum Jötñi fór í gang um mánaðamótin nóvember-desember 1994 og stóð borun holunnar fram til 22. janúar 1995. Staðsetning holu ÖJ-1 er sýnd á mynd 1. Til fróðleiks eru þar einnig sýnd upptök jarðskjáfta á Hengilssvæðinu síðustu þrjá mánuðina. Þetta eru smáskjálftar, sem mælitækí Veðurstofunnar hafa skráð skilmerkilega, en íbúar á svæðinu hafa hins vegar lítið fundið til þeirra. Undantekning er þó skjálfти sem varð að morgni 11. janúar 1995. Sá fannst vel á borstað og einnig á Nesjavöllum. Samkvæmt mælingu Veðurstofunnar var skjálfinn 2,4 stig á Richter og voru upptök hans á um 2,7 km dýpi um 2,5 km suðaustan við borstæðið (þ.e.a.s. innst í Grændal).

Framgangi borverks og rannsókna er lýst í nokkrum áfangaskýrslum samkvæmt rannsóknasamningi milli Hitaveitu Reykjavíkur og Orkustofnunar. Skýrslur um fyrstu two áfangana, þ.e. borun fyrir öryggisfóðringu í 309 m dýpi og vinnslufóðringu í 781 m dýpi, hafa þegar litið dagsins ljós (Ásgrímur Guðmundsson o.fl., 1994; Ásgrímur Guðmundsson o.fl., 1995). Hér á eftir er hins vegar greint frá þriðja áfanga borunar holu ÖJ-1, þ.e. borun vinnsluhluta holunnar. Hönnun holunnar gerði ráð fyrir borun á allt að 2000 m dýpi og eftirfarandi verklýsingur fyrir þriðja áfanga borverksins (Sverrir Þórhallsson o.fl., 1994):

- a. Holutopps- og öryggislokabúnaði er komið fyrir á holunni.
- b. Áður en steypan, flotkollinn og flotskórinn eru boruð út eru öryggislokarnir þrýstiprófaðir hver í sínu lagi. Lokað er að stöng og holan fyllt af vatni. Þá er 30 bar þrýstingur settur á og láttinn standa á í 15 mínútur. Athugað er hvort leki kemur fram og einnig er opnunar- og lokunartími lokanna skráður ásamt þrýstingi í holu við upphaf og lok þrýstiprófunar. Stál liða-leiðsla skal tengd kæfingarloka holunnar frá dælu borsins.
- c. Holan er boruð með 8 1/2" borkrónu með krónurýmara. Stýringar eru hafðar milli fyrstu og annrar álagsstangar og milli annarrar og þriðju álagsstangar. Einstefnuloki er hafður við krónuna. Vatn er notað sem skolvökvi við borunina og þarf vatnsveitan fyrir borinn að afkasta um 40 l/s að staðaldri.
- d. Kjarni verður tekinn úr holunni (2-3 m) á tveimur stöðum, samkvæmt frekari ákvörðun verkkaupa.
- e. Borun er stöðvuð og holan hallamæld með tækjum borsins á u.p.b. 100 m fresti. Bora skal holuna sem næst lóðréttu og fari hallinn yfir 3° skal athuga aðgerðir til að rétta holuna af.
- f. Ákvörðun um lokadýpi verður tekin á staðnum samkvæmt tillögu staðarjarðfræðings.
- g. Áður en borstrengurinn verður hifður upp úr holunni verður holan kæld rækilega og hitamælingar gerðar til að ganga úr skugga um að goshætta sé ekki til staðar.
- h. Holan er hita-, víddar- og jarðlagamæld eftir að borstrengurinn hefur verið tekinn upp.
- i. Mikilvægt er að vatn sé látið renna samfellt á holuna, þannig að hún nái ekki að hitna upp á meðan á mælingum og fóðrun stendur.

- j. Nú er raufaður 7" leiðari settur í holuna. Miðað er við að leiðarinn sé hengdur um 20 m frá botni holunnar og að hengistykkið sé um 30 m uppi í vinnslufóðringunni. Efst á leiðaranum er hengistykki með 7" buttress pinna og gripklossum fyrir 9 5/8" fóðringu. Þegar leiðarinn hefur verið hengdur, er sleppistykkið aftengt og tekið upp.
- k. Áður en borinn er tekinn af holunni er holan þrepadæld og er áætlað að það taki hálfan sólarhring.

2. BORSAGA

Gangur borunar holu ÖJ-1 er sýndur á mynd 2, en yfirlit um borun í þriðja áfanga verkins er að finna í töflu 1. Áfanginn hófst með niðursetningu borstrengs þann 9. janúar. Kælt var í gegnum krónu eftir niðursetningu hverrar stangar þar sem ljóst var að hiti í holunni væri orðinn vel yfir 100°C neðan um 180 m dýpis. Á um 390 m dýpi varð vart fyrstu steypunklepranna og varð vart við steypu á nokkrum stöðum niður á 636 m dýpi, þar sem samfelld steypa tók við. Lokið var við að bora steypuna (783 m) um kvöldmatarleyti 10. dags janúarmánaðar. Borað var í bergi niður á 793,5 m dýpi, en er þangað var komið mældist 25 l/s skoltap í stangarþætingu. Ákveðið var að taka þar kjarna, og var sú ákvörðun tekin á grundvelli þess að borað var í móbergi og merki um vatnsæð í grenndinni. Í holubotni var merki um innskot og þótti því ákjósanlegt að bora hálfan annan metra neðar til að auka líkur á að farið væri niður úr innskotinu og í móberg á ný. Reyndist innskotið þunnt og var komið í móberg í tæplega 795 m, sem varð kjarnatökudýpi. Holan reyndist hrein í botninn.

Áður en til upptektar kom var hitamælt í stöngum til að kanna hegðun æðarinnar í botni holunnar. Í ljós kom að holan kældi sig vel niður í botn í ádælingu og var þar um 18°C. Einnig var mælt vatnsborð í stöngum og reyndist það vera á 227 m dýpi. Að lokinni upptekt var sett niður í holu; borkróna, ruslakarfa, kollastandur og borstangir til að taka alla lausamuni af holubotni, einkum harða málmhluti sem skemmt gætu kjarnakrónu. Álag á krónu var haft um 3-4 tonn með hægum snúningi, og 2-3 l/s dælingu. Aðgerðin var endurtekin nokkrum sinnum. Í körfuna safnaðist um 1/2 til 1 kg af bergi auk nokkurra málmfísa. Ferðin með ruslakörfuna niður og upp aftur tók um 10 klst.

Næst var kjarnatakan framkvæmd og er henni lýst nákvæmlega í næsta kafla. Hún tók samtals um 19 klst. Þar af tók borun kjarnans rétt um 80 mínútur. Boraðir voru 4,1 m og holan því orðin tæpir 799 m á dýpt.

Holan var vatnsborðsmæld eftir upptekt kjarnarörsins. Dæling var stöðvuð og fylgst með lækun vatnsborðsins. Á 20 mínútum fíll vatnsborð niður fyrir 300 m. Þar sem mælirúlla náði ekki neðar var þrystimælt með mælingabíl. Sú mæling sýndi vatnsborðið á 340 m dýpi um 60 mínútum eftir að dælingu var hætt. Mælingu var þá hætt enda þótt vatnsborðið væri enn fallandi, en mælingin benti til stöðugs vatnsborðs á 350-370 m dýpi.

Álagsstengur voru sprungumældar áður en þær voru settar niður í holuna. Niðursetningu borstrengs var lokið á um 9 klst eða um klukkan eitt aðfararnótt 12. janúar. Voru þá liðnir tveir sólarhringar frá því að ákvörðun var tekin um kjarnatökuna.

Eins og að ofan er greint hófst borun 12. janúar á 799 m dýpi. Svarf kom til yfirborðs þar til á um 825 m dýpi, en þar tapaðist allt skolvatn, og fíll þrystingur á skolvatnsdælum í nær ekki neitt. Auðséð var að holan hafði skorið aðra og meiri æð en þá sem kom fram rétt neðan fóðr-

ingar. Borun hélt áfram um stund, en brátt tók að síga á ógæfuhliðina varðandi skolvatn, þar sem tapið í holunni var orðið mun meira en það vatn sem til borsins barst. Varð það til þess að stöðva varð borun á um 2 klst fresti til að safna vatni í karið. Tók sú vatnsöflun 1-2 klst í hvert skipti. Um miðjan dag, 13. janúar, var borun stöðvuð í um 3,5 klst og farið í að koma á dælingu frá lóninu í dalverpinu neðan borsins. Við það vænkaðist vatnsbúskapur og varð mögulegt að halda borun viðstöðulaust áfram með 22-27 l/s dælingu. Áfram var samt algjört skoltap í holunni, og sáralítill þrýstingur á dælum. Borsvarf safnaðist ekki í holuna og virtist það tapast út í æðar. Urðu bormenn ekki varir við neitt botnfall í holunni lengi vel.

Um hádegisbil 14. dags janúarmánaðar við stangaríbætingu í 1020 m dýpi kom áberandi hrun í holubotninn. Reyndist ekki unnt þrátt fyrir ítrekaðar tilraunir að mylja það niður og koma því út í vatnsæðarnar. Eftir um 10 tíma barning við þá mulningsiðju var þess freistað að bora lengra. Tókst með herkjum að komast niður í 1035 m dýpi, en ekki minnkaði hrunið við það og hélst yfirborð hrunsins ávalt á 1015-1017 m dýpi. Síðar kom fram í hitamælingum að vatnsæð er í hrunkaflanum í botni holunnar. Tilvist æðarinnar skýrir veikleika bergsins og er greinilegt að bergið hefur hrunið jafnöðum í holuna í stað mulnings sem horfið hefur út í æðar.

Álag í borun var breytilegt; 6-10 tonna álag var notað niður á um 860 m dýpi, 10-12 tonn þaðan og á um 907 m, 2-10 tonn niður á 957 m, 2-6 tonn niður á 1020 m og 2-5 tonn þaðan og niður á 1035 m dýpi.

Hitamælt var í stöngum til að kanna vatnsæðar í holunni en einnig var reynt að meta með vatnsborðsmælingum við mismunandi ádælingu hve gæf holan væri orðin. Í ljós kom að æð var við botn holunnar og í hana streymdi það vatn sem á holuna var dælt, auk vatnsins sem rann inn í holuna úr æðum aðallega á 825 m og 950 m dýpi. Er þessum aðstæðum lýst frekar í kaflanum um borholumælingar aftar í þessari skýrslu.

Ljóst þótti að erfitt mundi reynast að sigrast á hrúninu, nema með því að steypa í hrunkaflann, og þar með botnæð holunnar. Þar sem holan var mjög lek og í góðum tengslum við jarðhitakerfið varð niðurstaðan sú að vænlegast væri að kalla til borloka. Veður tóku nú að vera fremur óstillt og drögust framkvæmdir af þeim sökum nokkuð á langinn. Dælt var á holuna að jafnaði um 13 l/s og strengur hafður í botni. Síðari hluta 19. janúar var hallamælt á þremur stöðum í holunni, og eru niðurstöður sýndar í töflu 2. Heildarfrávik holubotns frá lóðréttu er um 10 m.

Upptekt borstrengs hófst um klukkan fjögur þann 20. janúar og var lokið um hádegisbil sama dags. Þá tóku við mælingar í opinni holu og lauk þeim um 13 klst síðar. Settur var leiðari í holuna og hann láttinn standa á botni án þess að hengja hann í fóðringu. Er helstu einkennum leiðarans lýst í töflu 3. Eftir útbrot borstanga, tók við þrepidæling á holunni, en henni er sérstaklega lýst í kafla 6. Þrepidælingu lauk um klukkan þrjú þann 22. janúar, og var í kjölfar þess tekið til við að ganga frá holutoppi, og þeim hlutum sem einkenna borlok á Jöttni.

Hitanemar (Krapi) voru notaðir til að fylgjast með hitabreytingum í skolvatni eins og gert var í fyrrí áföngum (mynd 3). Uppsetningu var breytt nokkuð, þannig að tveir nemar voru settir í kassann og hiti lesinn í skrá á 2 mínútna bili, og var annar þeirra hengdur um 4-5 cm hærra upp en hinn. Ástæðan var sú að við skoltap lækkar vatnsyfirborðið í kassanum um 5 cm. Þegar slíkt gerist greinist lofhiti en ekki skolhiti. Á þann hátt er möguleiki á að tímasetja (og þar með ákvarða dýpi) nákvæmar skoltöp í borun. Svo virðist sem efri neminn gefi ítarlegri upplýsingar er varða tímasetningu skoltapa í holunni, enda kemur hann úr kafi um leið og skoltap verður í holunni, meðan sá neðri helst neðan vatnsborðs.

Tafla 1. Hola ÖJ-1. Gangur borunar.

Dagsetning	Borun m	Bortími klst.	Borhraði m/klst.	Tímar á krónu klst.	Dýpi m
09.01.1995	10	2,0	5	2,0	793,5
10.01.1995	1,5	0,5	3	2,5	795
12.01.1995	61	13,5	4,5	15,5	859,5
13.01.1995	98	15,0	6,5	30,5	957
14.01.1995	67	12,5	5,4	43,0	1024
15.01.1995	11	3,5	3,1	46,5	1035
	248,5	46,5	5,3	46,5	1035

Tafla 2. Hola ÖJ-1. Hallamælingar í borun 3. áfanga.

Dýpi m	Halli í gráðum	Frávirk frá lóðréttu m	Heildarfrávirk m
700	0,4		6,41
800	0,3	0,52	6,93
900	1,0	1,75	8,67
1000	0,8	1,39	10,06

3. KJARNATAKA

Til stóð að taka borkjarna á tveimur stöðum úr holu ÖJ-1 til rannsókna á ummyndun og til ákvörðunar á forðafræðistuðlum. Kjarninn var tekinn á 794,7-798,8 m dýpi og var reiknað með öðrum kjarna á dýptarbilinu 1000-1500 m. Af því varð þó ekki þar sem borun holunnar var hætt á 1035 m dýpi.

Kjarninn var tekinn með nýju kjarnatökutæki sem Hitaveita Reykjavíkur og Jarðboranir keyptu vegna verksins samkvæmt ráðleggingu Orkustofnunar. Kjarnatakan fór fram með hefðbundnum hætti, en þar eð um nýtt tæki var að ræða, var það gert undir leiðsögn rússnesks borverkfraðings frá framleiðanda tækisins.

Fyrst þurfti að hreinsa holuna með "ruslakörfu" en síðan var kjarnarörið sett í holuna og 4,1 m kjarni boraður. Sjálf borunin tók aðeins 80 mínútur. Meðalborhraðinn var því 3 m/klst sem telst gott. Hér á eftir er birt yfirlit um tímann sem fór í einstaka verkþætti, en nokkrir þeirra unnust hægt vegna vetrarveðra. Einnig voru helstu þættir er hafa áhrif á kjarnatökuna skráðir til að fylgjast með framgangi verksins. Bordýpi var skráð á fimm mínútta fresti ásamt skolmagni, þrýstingi á skolvatni, snúningshraða borkrónu og rafnotkun snúningsborðs. Fyrir verkið var ákveðið að bora kjarnann með kjarnaröri og demantskrónu sem eftirfarandi upplýsingar fylgdu frá framleiðanda:

Kjarnarör:

Tegund	UKR-185/100
Króna	212,7-295,3 mm
Lengd	5 m
Þvermál kjarna	100 mm
Gengjur	5 1/2 FH, API

Kjarnakróna:

Tegund borkrónu	KRS 214,3/100S
Framleiðandi	NPP "Buramlaz" (Rússl.)
Fjöldi karata framan á krónu	5-7 spc (stones per carat)
- " - á hlið krónu	0,3-0,8 spc
Kjarnagrind	fingragrind
Álag á borkrónu	6-9 tonn
Snúningshraði	60-100 sn/mín.
Skolmagn	18-24 l/s

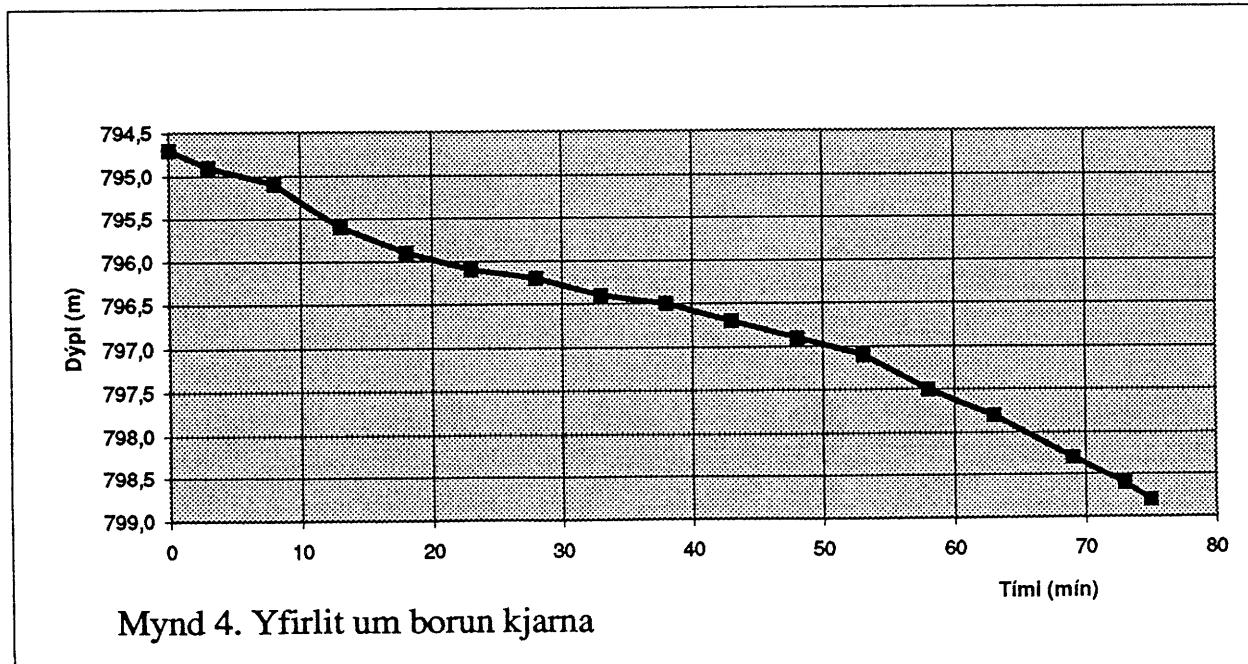
Tafla 4 sýnir sundurliðun tíma og tafla 5 og mynd 4 hver skilyrðin urðu í reynd við kjarnatökuna. Eftir að kjarninn kom upp úr holunni var hann losaður úr kjaranarörinu og mældist 2,1 m að lengd. Kjarnaheimta var því 61%. Það verður að teljast allgóð heimta miðað við að borað var í ummyndað og sprungið móberg.

Tafla 4. Sundurliðun tíma við borun kjarna.

10 janúar 1995	
1. Borun hætt á 794,7 m dýpi	1:20
2. Hitamæling	3:00-5:00
3. Upptekt hefst	5:50
4. Upptekt borstanga lokið	8:30
5. Ruslakarfan sett niður	9:30
6. Safnað í körfu ("junk basket")	16:00-16:30
7. Karfan uppi	19:30
8. Kjarnarör í snúningsborði	21:30
9. Niðursetning kjarnarörs hefst	22:30
11. janúar 1995	
10. Kjarnarör 4 m frá botni - skolun	2:55
11. Kjarnatoku lokið, 4,1 m boraðir	4:42
12. Kjarnarör kom upp	10:30
13. Lokið við frágang kjarna	11:30
14. Vatnsborðsmæling og eftirl. með holu	12:00
15. Kollar sprungumældir og niðursetning	
16. Borun hefst aftur á 798,8 m	24:00
Heildartími við töku kjarna 46,8 klst (2 sólarhringar).	

Tafla 5. Yfirlit um kjarnatöku á 794,7-798,8 m dýpi í holu ÖJ-1

Tími	Bor-tími	Snúnings-hraði	Skol-vatn	Dælu-prýst.	Dýpi	Straum-notkun	Álag á krónu	Athugasemdir
klukkan	(mín)	(sn/mín)	(l/s)	(psi)	(m)	(amper)	(lbsx1000)	
3:00		30	20,52			100	0	3-4 m frá botni
3:02		0		100				
3:05		30		170		120	4	
3:07		0	20,52	200			4	
3:10			20,90	90-200			2	
3:15			20,71	90				Skolun loka Kúlu sleppt
3:20						190		Skol kom upp Borun hefst
3:25		78	16,91	90		190	0	
3:27	0		16,91	90	794,7	190	5	
3:30	3	80	16,72	150	794,9	190	6	
3:35	8	80	16,53	150	795,1	200	6	
3:40	13		16,53	190	795,6	200	10	
3:45	18		16,53	190	795,9	200	10	
3:50	23		16,53	200	796,1	200	12	
3:55	28		16,53	205	796,2	200	12	
4:00	33		16,53	210	796,4	200	10	
4:05	38		16,53	190	796,5	200	12	
4:10	43		16,72	190	796,7	200	12	
4:15	48		16,72	195	796,9	200	12	
4:20	53		16,53	200	797,1	200	12	
4:25	58		16,53	200-230	797,5	200	12	
4:30	63	80	16,53	190	797,8	200	12	
4:36	69		16,72	200-240	798,3	200	12	
4:40	73		16,53	200-260	798,6	200	12	
4:42	75		16,53	200	798,8	200	12-0	
4:47	80		16,53		798,8		0	



4. JARÐLÖG, UMMYNDUN OG VATNSÆÐAR

Eins og áður voru sýni tekin með tveggja metra bili niður í 825 m dýpi. Eftir það var borað í algjöru skoltapi og fengust því engin svarfkorn til yfiborðs. Sýnin voru greind á staðnum. Jarðlagasnið hefur verið teiknað ásamt vatnsæðum, borhraða og dreifingu ummyndunarsteinda (mynd 5). Á mynd 6 er jarðlagasniðið jafnframt teiknað ásamt jarðlagamælingum, vídd og borhraða.

Berglögin á 781-825 m dýpi eru móberg að mestum hluta, en mögulega er einnig um fínkorna innskot sem virðast minna ummynduð en móbergið í kring. Óvist er hvort innskotin séu jafn- aldra móberginu. Móbergið er mjög ummyndað. Ef mið er tekið af jarðlagamælingum neðan þess sem svarfheimtan náði má ætla að mestur hluti jarðlaganna sé móberg. Er þar einkum miðað við lágt og jafnt viðnám og nifteindir. Gammamaeling sýnir einnig lítil frávik. Á um 870-880 m dýpi kemur fram lækkun í gammamaelingu sem freistandi er að túlka sem skil á milli móbergsmyndana (breyting á efnafræði bergsins). Á svipuðu dýpi verður einnig breyting í nifteindamælingunni. Nokkurt álitamál er með túlkun mælinga við vatnsæðarnar á um 825 m og um 950 m dýpi. Millirennslí var í holunni og rann inn í holuna úr þessum æðum og niður í botnæð, og hefur verið leitt að því líkur að gasútsteymi úr æðunum valdi þeim feikna útslögum sem greinast við æðarnar.

5. BORHOLUMÆLINGAR

Í töflu 6 eru skráðar allar borholumælingar, sem gerðar voru í þriðja áfanga borunar holu ÖJ-1. Alls eru þetta 45 mælingar þegar allt er talið, og eru hitamælingar alls 13 talsins. Nokkrar hitamælinganna voru gerðar í tengslum við kjarnatökuna, en aðrar mælingar voru gerðar eftir að komið var í 1035 m, sem varð lokadýpi holunnar.

Hitamælingar eru flokkaðar og sýndar á mynd 7. Fyrsta mælingin var gerð í stöngum þegar komið var í kjarnatökudýpi (795 m). Skoltap í holunni var þá yfir 20 l/s og hiti við borkrónu um 20°C. Eftir kjarnatökuna 11. janúar var dæling tekin af og fylgst með þrýstingi á 395 m dýpi í holunni til að meta stöðugt vatnsborð hennar. Samkvæmt mælingunni fíll vatnsborð á einni klukkustund eftir dælingu úr 110 m (við 11 l/s dælingu) í 340 m. Vatnsborð var enn að falla í lok mælitímans, en lögun ferilsins bendir til stöðugs vatnsborðs á 350-370 m dýpi (sjá mynd 8). Eftir þrýstimælinguna var holan hitamæld til að kanna upphitun. Mælingin er sýnd á mynd 7. Í ljós kom að upphitun var frekar hæg og var mælingu hætt í tæplega 600 m dýpi.

Næstu hitamælingar voru gerðar í stöngum 15.-16. janúar eftir að komið var í 1035 m dýpi. Ill- viðráðanlegt hrún kom í holuna við stangarþætingu á 1019 m dýpi, og fíll stöðugt undir krónu. Þrátt fyrir þetta tókst að bora í 1035 m, en síðan ekki meir. Botnfall í holu var þá um 20-25 m. Tilgangur mælinganna var að finna helstu vatnsæðar og kanna upphitun holunnar. Á sama tíma voru gerðar þrepaprófanir á holunni til að meta lekt. Dælt var á holuna á meðan mælt var, en mismiklu magni, líkt og sjá má á mynd 10. Dælt var utan með borstrengnum, en vegna botnlokans (einstreymislokans) í strengnum var einn sekúndulítri láttinn renna niður strenginn til að tryggja sama þrýsting innan og utan borstrengs. Þetta var nauðsynlegt vegna þrýstimælinga þrepaprófunarinnar. Hitamælingarnar leiddu í ljós millirennslí í holunni þrátt fyrir ádælingu. Streymdi inn um æðar á um 820-825, og 960 m dýpi, útstreymi var um æð niður undir holubotni. Þrepaprófunin sýndi að holan væri flóðopin og breytist þrýstingur ekki

þótt dæling væri aukin úr 9 l/s í 18 l/s. Þegar þetta lá ljóst fyrir var ákveðið að hætta borun holunnar og fara í upptekt og lokafrágang.

Allar hitamælingar eftir borun (sjá mynd 7) sýna millirennslí í holunni. Þetta eru mælingar eftir upptekt og síðan mælingar sem gerðar voru við þrepadælingu eftir að leiðara hafði verið komið fyrir í holunni. Innstreymi var líkt og áður um efri æðar, þ.e. á 820-825 og 960 m dýpi, en einnig sést umtalsvert innstreymi á um 950 m dýpi og minni háttar æð á um 805 m dýpi. Botnfall eftir borun náði upp í 1010 m dýpi og er æðin sem tekur við millirennslinu annaðhvort alveg við botnfallið eða hreinlega niðri í því.

Áður en holan var fóðruð með leiðara voru jarðlög mæld og vídd holunnar. Mælt var yfir allt dýptarbilið frá fóðringu í botn og mæligildi skráð á 50 cm fresti líkt og venja er. Holan reyndist mjög svo útvöskuð, mest þó neðan 1000 m dýpis. Þar sýndi víddarmælirinn fullt útslag (26") niður undir botnfallið, sem náði eins og áður segir upp í 1010 m dýpi. Minnst er lauslega á niðurstöður víddar- og jarðlagmælinganna í kaflanum um jarðög hér að framan og þær sýndar á mynd 6, en nánar verður fjallað um þær mælingar í lokaskýrslu um holuna.

Að lokum skal bent á að mælt var sérstaklega yfir dýptarbilið 780-810 m, vegna borkjarnans frá 795-799 m dýpi. Mæligildi voru skráð á 10 cm fresti og varð m.a. af þeim ástæðum að fara sérstaklega hægt með mælitólin yfir dýptarbilið. Niðurstöður þessara nákvæmnismælinga verða bornar saman við þær upplýsingar sem fást við athuganir og mælingar á borkjarnanum.

6. PREPADÆLING

Kvöldið 21. janúar 1995 var þrepadælt á holu ÖJ-1 til að meta lekt jarðhitakerfisins er hún sker. Prófunin hófst á því að mæla þrýsting niður holuna um kl.17:30, en þá var dælt í hana 17,8 l/s. Dæling hafði verið þannig í nokkurn tíma eftir að leiðari hafði verið settur í holuna. Við þessa dælingu fannst vatnsborð á um 312 m dýpi. Vitað var út frá fyrri mælingum um millirennslí úr vatnsæðum á um 824 m dýpi og 950-960 m dýpi og til botns holunnar á um 1013 m dýpi, en holan er boruð í um 1035 m. Einnig var talið að gas kæmi inn í holuna við þessar æðar, sérstaklega við æðina á 824 m dýpi. Eins og sjá má á mynd 9 verður þrýstimælirinn fyrir verulegum truflunum er hann fer í gegnum innstreymid frá æðunum. Er búið var að mæla þrýsting niður holuna var hiti mældur frá botni og upp í 780 m dýpi, en þar var mælir láttinn vera í þrepadælingunni.

Þegar mælir hafði jafnað sig eftir hitabreytingar var dæling aukin í 27,3 l/s. Því magni var dælt í rúma two tíma, en þá var dæling aftur minnkuð í 17,8 l/s. Þannig var dæling í um two tíma, en þá var hún minnkuð í 9,9 l/s og halddið þannig út prófunina í um einn og hálfan tíma. Mælingum var lokið um kl.1:00 aðfaranótt 22. janúars. Eftir að dælt hafði verið í rúman klukkutíma í hverju þepi var mældur þrýstingsstigull niður í botn holunnar og hiti frá botni og upp í 780 m dýpi. Þrýstingstiglarnir og hitamælingarnar eru sýndar á myndum 9 og 10.

Mjög lítilla þrýstingsbreytinga varð vart í þrepadælingunni og þær breytingar sem sáust voru með öfugum formerkjum við það sem búast mátti við. Þannig sýndi þrýstimælirinn þrýstingslækkun þegar dæling var aukin í 27,3 l/s og þrýstingshækkun er dæling var minnkuð. Augljóst var strax meðan á mælingum stóð að ekki yrði hægt að nota þrýstingsbreytingarnar til að meta lekt við holuna. Túlkun mælingana er því takmörkuð. Út frá hitaferlunum við mismunandi ádælingu og hitamælingum gerðum síðar í holunni má áætla innrennslið í hana. Ef reiknað er

með að innrennslishiti við æðina á 824 m hafi verið um 185°C og um 189°C við æðarnar á 950-960 m fæst að innstreymið á 824 m er um 9,1 l/s og á 950-960 m um 15,2 l/s. Samkvæmt hitamælingunum breytist þetta rennsli mjög lítið þó ádælingunni sé breytt milli 9,9 l/s og 27,3 l/s. Stöðugt innstreymi í holuna þrátt fyrir 27,3 l/s ádælingu er því rúmir 24 l/s. Vatnsæðin við botn holunnar er því að gleypa yfir 51 l/s án þess að þrýstingur breytist mikið í holunni. Það er því ljóst að lekt botnæðarinnar er með því mesta sem mælist í borholum og er lekt hennar að minnsta kosti stærðargráðu hærri en hæsta lekt mæld á Nesjavöllum ($kh/\mu = 8.0 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{Pas}$).

Ef þrýstingsstiglarnir innan fóðringar eru framlengdir niður holuna skerast þeir við botnæðina við um 65 bar þrýsting. Botnæðin er sú að sem stjórnar þrýstingi í holunni við þrepadælinguna. Þar sem æðarnar á 824 m dýpi og 950-960 m dýpi gefa innrennsli í holuna getur þrýstingur þeirra verið eitthvað hærri en framlengin þrýstingsstiglanna á þau dýpi gefur (46,8 bar og 59,4 bar).

7. HEIMILDIR

Ásgrímur Guðmundsson, Benedikt Steingrímsson, Dagbjartur Sigursteinsson, Guðlaugur Hermannsson, Hilmar Sigvaldason, Hjalti Franzson, Jósef Hólmjárn og Sigurður Benediktsson, 1994. ÖLKELDUHSSVÆÐI Hola ÖJ-1, 1.áfangi: Höggborun og borun fyrir 13 3/8" fóðringu í 309 m dýpi. Orkustofnun, OS-94056/JHD-33 B.

Ásgrímur Guðmundsson, Benedikt Steingrímsson, Dagbjartur Sigursteinsson, Guðlaugur Hermannsson, Hilmar Sigvaldason, Hjalti Franzson, Jósef Hólmjárn, Ómar Sigurðsson og Sigurður Benediktsson, 1995. ÖLKELDUHÁLSSVÆÐI Hola Öj-1, 2.áfangi: Borun fyrir 9 5/8" vinnslufóðringu frá 309 m í 781 m dýpi. Orkustofnun, OS-95001/JHD-01 B.

Sverrir Þórhallsson, Sæþór L. Jónsson, Sigurður Benediktsson, Einar Gunnlaugsson og Benedikt Steingrímsson, 1994. Rannsóknarhola á Ölkelduhálssvæði - Hönnun og verklysing. Orkustofnun, OS-94009/JHD-04 B.

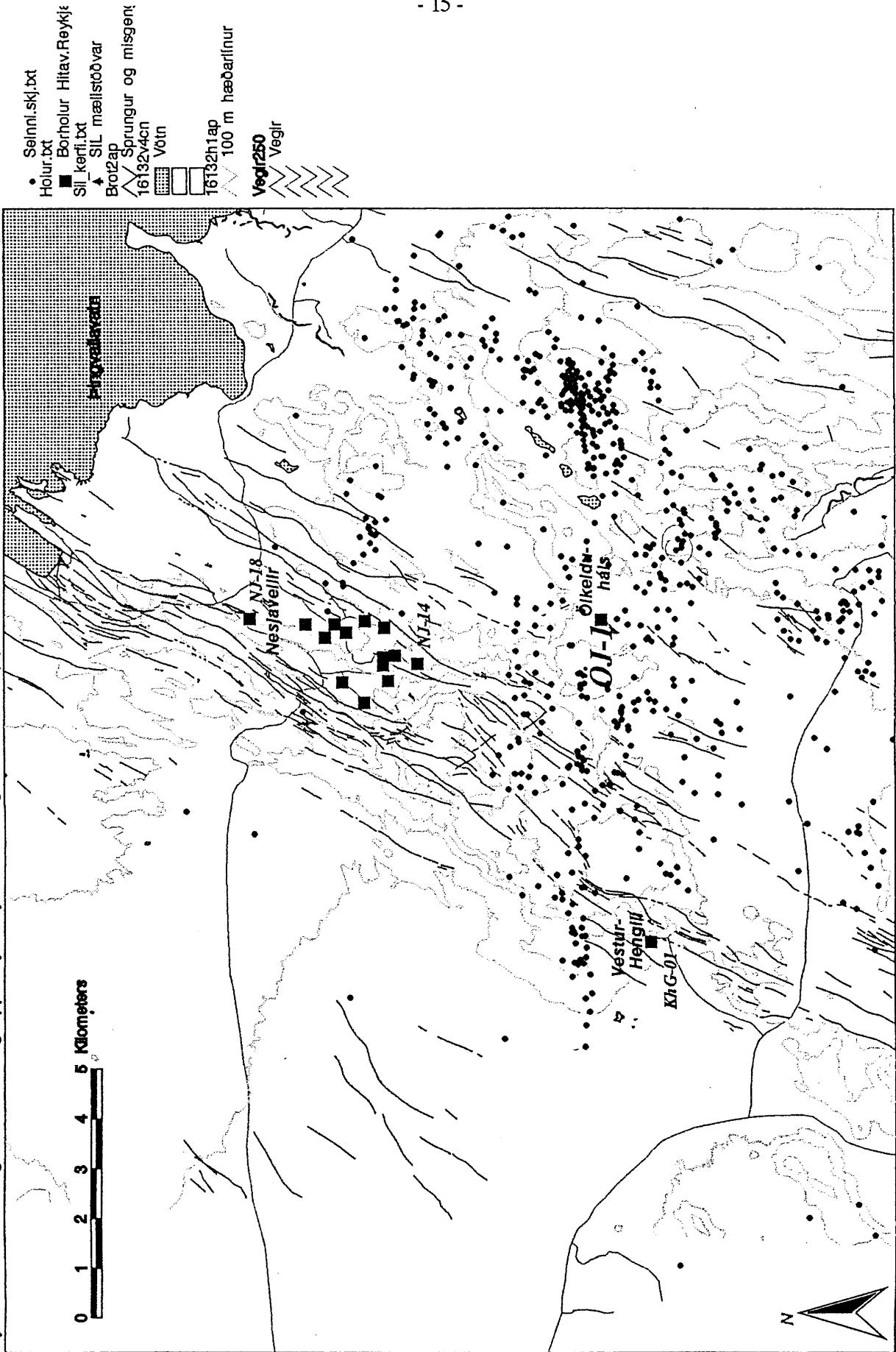
Tafla 3. Hola ÖJ-1. Fóðrunarskýrsla 7" raufaðs leiðara.

JARÐBORANIR HF		FÓÐRUNARSKÝRSLA		Eyðublað nr. 68-051
Verk nr.	Hola nr.	Borstaður	Bor	Verkkaupi
420652	ÖJ-1	Ölkelduháls	Jötunn	Hitaveita Reykjavíkur
Víld holu	Dýpt holu mv drifborð	Fóðring nr.	Fóðrun framkv. dags.	Útfyllt af
8 1/2"	1035,0	5	1995.01.21.	Dagbj. Sig.
Holudýpt frá flangsi 1027,84 m Fóðringardýpt f. fl. 1005,99 m FÓÐRING Gerð K-55 Þyngd 23,0 lbs/ft. Pöntun nr Sjá NJ-11-18 Utanmál 7" Innanmál 161,7mm Veggþykkt 8 mm Tengi Skrúfuð Buttress Flangs Upphengi í 726,22 m (Núna) Stungutengi Skór Miðjustillar stk Steyputappar stk				
STEYPING Steypa 1, þurrefní kg Tafeini kg Eðlisþ. steypu Steypingartími mín Steyputæki Steypa kom upp <input type="checkbox"/> Já <input type="checkbox"/> Nei Eðlisþ. steypu upp Eftirdæling: magn litrar tími mín Steypa 2, þurrefní kg				
FRÁGANGUR Dýpi á steypu utan röra m Steypa utan með eftir kist. Skorið ofan af eftir kist. Steypa, þurrefní kg Dýpi á steypu í röri m Steypa boruð eftir kist				
ATHUGASEMDIR Fóðringin situr á botni því allir gríðkloss voru teknir úr upphengjunni ef ske kynni að holan mundi blása upp einhverju af hruninu sem er á holubotninum og fóðringin bá ef til vill færst eitthvað neðar. 2 Efstu rörin eru óraufuð en hin öll raufuð.				
RÖRATALNING LENGD NR MS ALLS m 0,73 Hengi 726,95 12,66 1 739,61 13,43 2 753,04 13,33 3 766,37 13,20 4 779,57 13,08 5 792,65 12,82 6 805,47 13,01 7 818,48 13,35 8 831,83 13,62 9 845,45 13,33 10 858,78 13,20 11 871,98 12,75 12 884,73 13,61 13 898,34 13,17 14 911,51 13,20 15 924,71 13,31 16 938,02 13,39 17 951,41 13,34 18 964,75 13,73 19 978,48 13,57 20 992,05 13,63 21 1005,68 0,31 Skór 1005,99				

Tafla 6. Borholumælingar í 3. áfanga

Svnta	Dags	Upphafsstími	Loka-tími	Mæling	Upphafsdýpi (m)	Loka-dýpi (m)	Athugasemdir
15581	10-01-1995	03:25	03:50	Hiti (°C)	200	790	Niður í stöngum Ádæling 23 l/s
15582	10-01-1995	04:15	04:18	Hiti (°C)	700	790	Niður í stöngum. Engin dæling
15631	11-01-1995	14:30	16:30	Hiti (°C)	110	590	Engin dæling
15626	15-01-1995	16:50	17:30	Hiti (°C)	371	988	Ád. 18 l/s + 1 í stöngum frá kl. 17:00
15627	15-01-1995	17:40	17:55	Þrýstingur (Bar)	0	500	Ád. 18 l/s + 1 í stöngum* frá kl. 17:00
15628	15-01-1995	18:18	18:34	Hiti (°C)	500	990	Ád. 9 l/s + 1 í stöngum síðan kl. 17
15629	15-01-1995	20:30	21:30	Hiti (°C)	360	840	Ádæling 5 l/s
15630	16-01-1995	08:20	09:10	Hiti (°C)	385	1007	Ád. 19 l/s + 1 í stöngum
15639	20-01-1995	13:40	14:10	Hiti (°C)	330	1009	Eftir upptekt
15640	20-01-1995	15:00	15:20	XY-vídd X hluti	750	810	Mælt sérstaklega vegna kjarna
15641	20-01-1995	15:20	15:40	XY-vídd X hluti	755	810	Endurmælt vegna bilunar í Y-hluta. Lagaðist ekki.
15642	20-01-1995	15:40	17:00	XY-vídd X hluti	0	1009	Mæliprógram
15643	20-01-1995	17:40	18:00	Gamma (API gu)	770	810	Vegna kjarna. Loghraði 3 m/mín; Skráð á 10 sm fresti
15644	20-01-1995	18:40	19:00	Gamma (API gu)	770	830	Vegna kjarna. Loghraði 3.3m/mín; Skráð á 10 sm fresti
15645	20-01-1995	19:00	19:15	Gamma (API gu)	770	840	Vegna kjarna. Loghraði 16 m/mín; Skráð á 50 sm fresti
15646	20-01-1995	18:00	18:40	Gamma (API gu)	770	1009	Loghraði 9 m/mín; Skráð á 50 sm fresti
15647	20-01-1995	19:25	19:40	Sjálfspenna (mV)	760	1009	Mælt niður á 16"-skauti
15648	20-01-1995	19:40	19:50	Sjálfspenna (mV)	760	1009	Mælt upp á 64"-skauti
15649	20-01-1995	19:40	19:50	R16" (Ohmm)	760	1009	Straumur 10 mA. Fer í mettun í ca 825 m.
15650	20-01-1995	19:40	19:50	R64" (Ohmm)	760	1009	Straumur 10 mA. Fer í mettun í ca 825 m.
15651	20-01-1995	19:50	20:00	Sjálfspenna (mV)	760	840	Mælt niður á 16"-skauti. Loghraði 13; skráð á 10 sm fresti
15652	20-01-1995	19:50	20:00	R16" (Ohmm)	760	840	Straumur 10 mA. Loghraði 13; skráð á 10 sm fresti. Mettun
15653	20-01-1995	19:50	20:00	R64" (Ohm)	760	840	Straumur 10 mA. Loghraði 13; skráð á 10 sm fresti. Mettun
15654	20-01-1995	20:00	20:10	R64" (Ohm)	770	840	Straumur 5 mA. Loghraði 15; skráð á 10 sm fresti.
15655	20-01-1995	20:00	20:10	R16" (Ohmm)	770	840	Straumur 5 mA. Loghraði 15; skráð á 10 sm fresti.
15656	20-01-1995	20:10	20:20	R16" (Ohmm)	770	840	Straumur Auto Loghraði 15; skráð á 50 sm fresti.
15657	20-01-1995	20:10	20:20	R64" (Ohm)	770	840	Straumur Auto Loghraði 15; skráð á 50 sm fresti.
15658	20-01-1995	20:20	20:30	R16" (Ohmm)	770	840	Straumur 1.2 mA Loghraði 15; skráð á 50 sm fresti.
15659	20-01-1995	20:20	20:30	R64" (Ohm)	770	840	Straumur 1.2 mA Loghraði 15; skráð á 50 sm fresti.
15660	20-01-1995	20:50	21:20	Hiti (°C)	320	1009	Eftir mæliprógram Loggað á 5 m/mín við æðar.
15662	21-01-1995	01:40	02:10	Nifteindir (API nu)	770	1011	Mæliprógram. Mælt eftir viðgerð á mæli.
15664	21-01-1995	01:40	02:10	Gamma (API gu)	770	1011	Mæliprógram. Mælt eftir viðgerð á mæli.
15666	21-01-1995	02:10	02:30	Gamma (API gu)	770	830	Vegna kjarna. Skráð á 10 sm fresti Loghraði 4 m/mín
15667	21-01-1995	02:10	02:30	Nifteindir (API nu)	770	830	Vegna kjarna. Skráð á 10 sm fresti Loghraði 4 m/mín
15681	21-01-1995	17:55	18:10	Hiti (°C)	780	1010	Í prepadælingu. Ádæling 17.8 l/s
15682	21-01-1995	20:00	20:10	Hiti (°C)	780	1010	Í prepadælingu. Ádæling 27.3 l/s
15683	21-01-1995	22:05	22:17	Hiti (°C)	780	1010	Í prepadælingu. Ádæling 17.8 l/s
15685	21-01-1995	17:30	17:55	Þrýstingur (Bar)	300	1010	Prepadæling
15686	21-01-1995	19:52	20:00	Þrýstingur (Bar)	780	1010	Prepadæling
15687	21-01-1995	22:00	22:05	Þrýstingur (Bar)	780	1010	Prepadæling Ádæling 17.8 l/s
15689	21-01-1995	18:49	19:52	Þrýstingur (Bar)	780	780	Prepadæling Rennsli breytt úr 17.8 l/s kl 18:49
15690	21-01-1995	20:53	22:00	Þrýstingur (Bar)	780	780	Prepadæling Rennsli breytt úr 27.3 l/s kl 20:53
15691	21-01-1995	22:51	23:59	Þrýstingur (Bar)	780	780	Prepadæling Rennsli breytt úr 17.8 l/s kl 22:51
15684	22-01-1995	00:00	00:15	Hiti (°C)	780	1010	Í prepadælingu. Ádæling 9.9 l/s
15688	22-01-1995	00:20	00:40	Þrýstingur (Bar)	308	780	Prepadæling

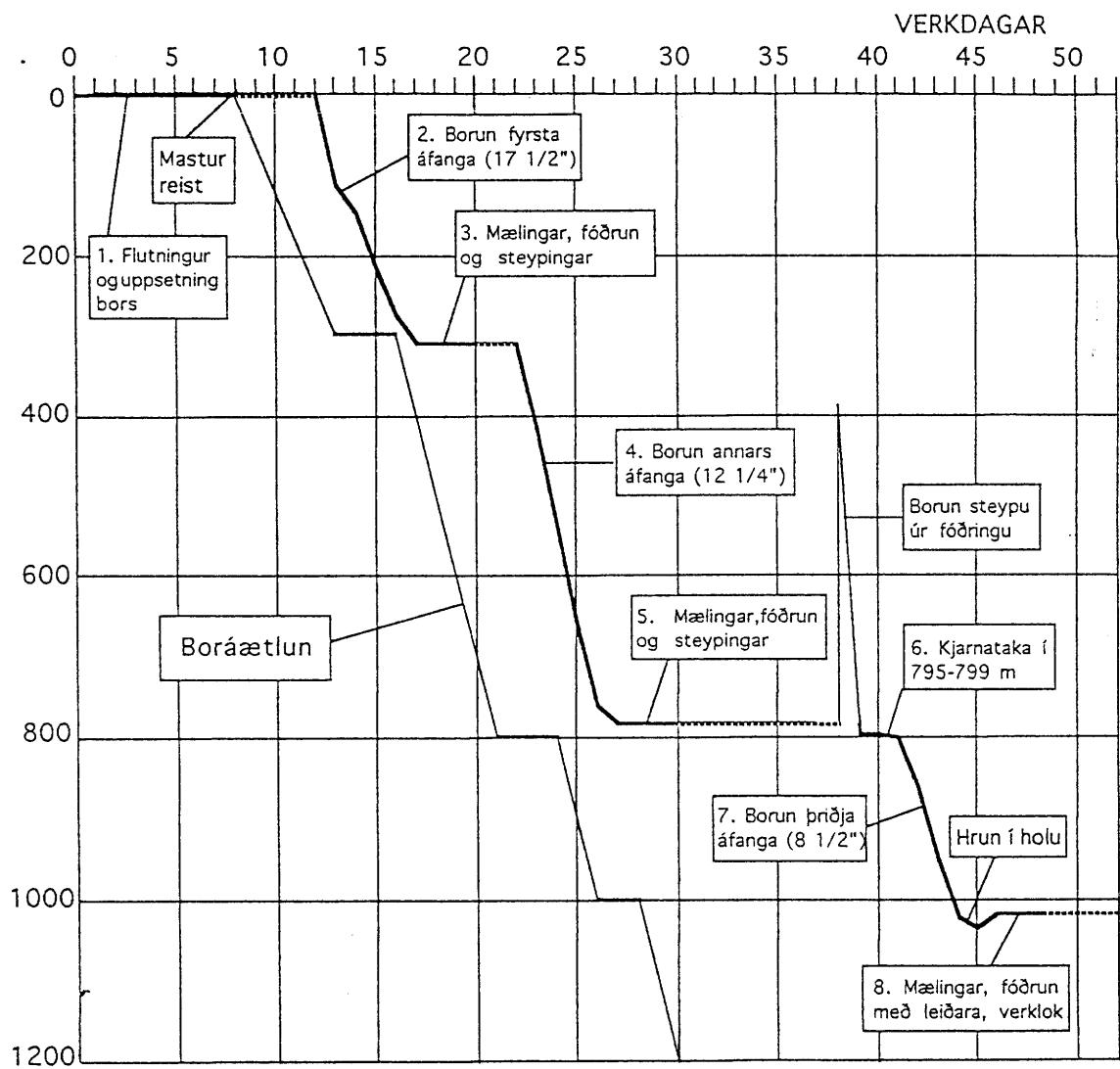
Mynd 1: Staðsetning holu ÖJ-1 og upptök jæðstýrta á Hengissveði frá þjólinu nóvember 1994 fram til 9. febrúar 1995 (SIL staðsettningar).



MYND 1. Kort sem sýnir staðsetningu holu ÖJ-1 á Ölkelduhálssvæði.

BENE hf
sími 688452
fax 685745

BORUN HOLU ÖJ-1 Á ÖLKELDUHÁLSI MEÐ JÖTNI
FYRIR HITAVEITU REYKJAVÍKUR



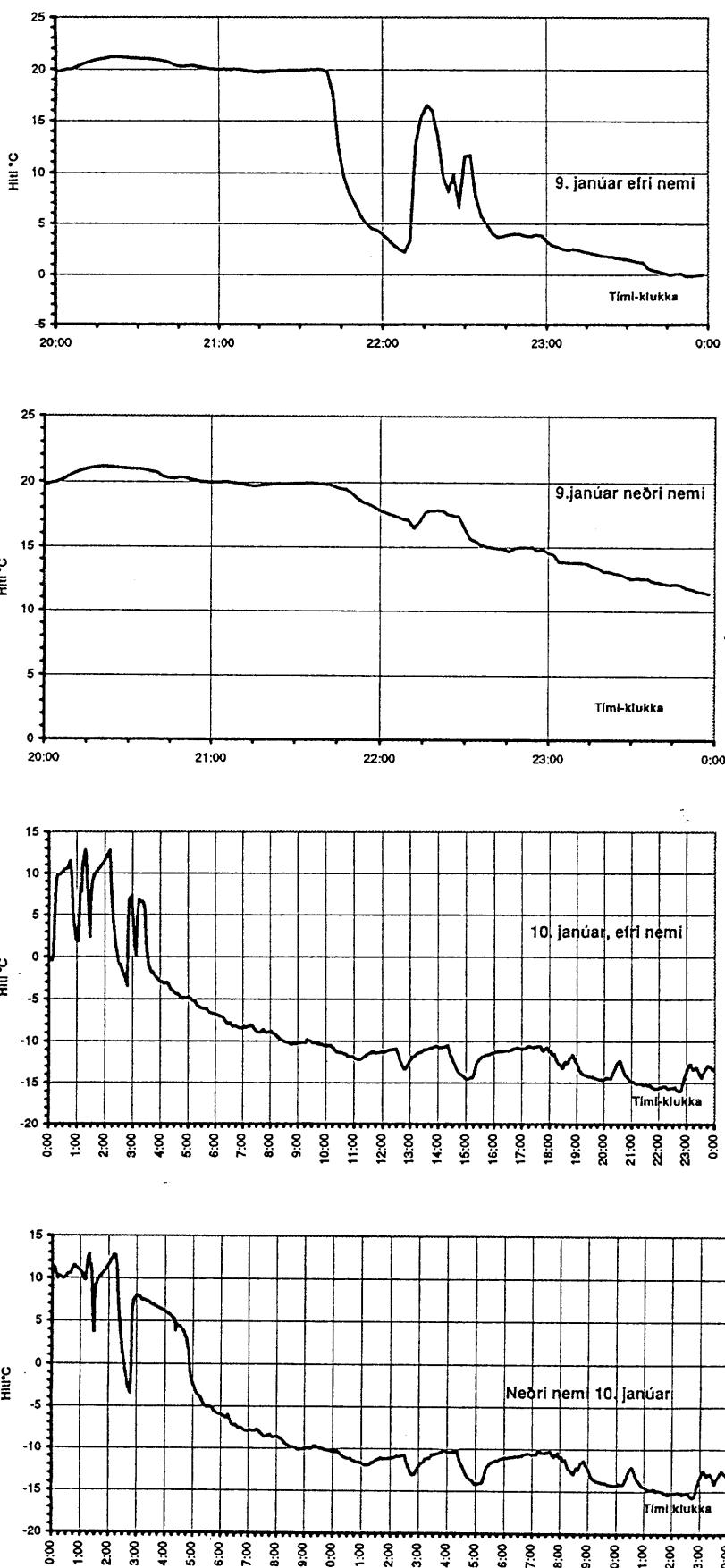
DÝPI
m

Samanburður á boráætlun og borun holu ÖJ-1 með veðurtöfum:

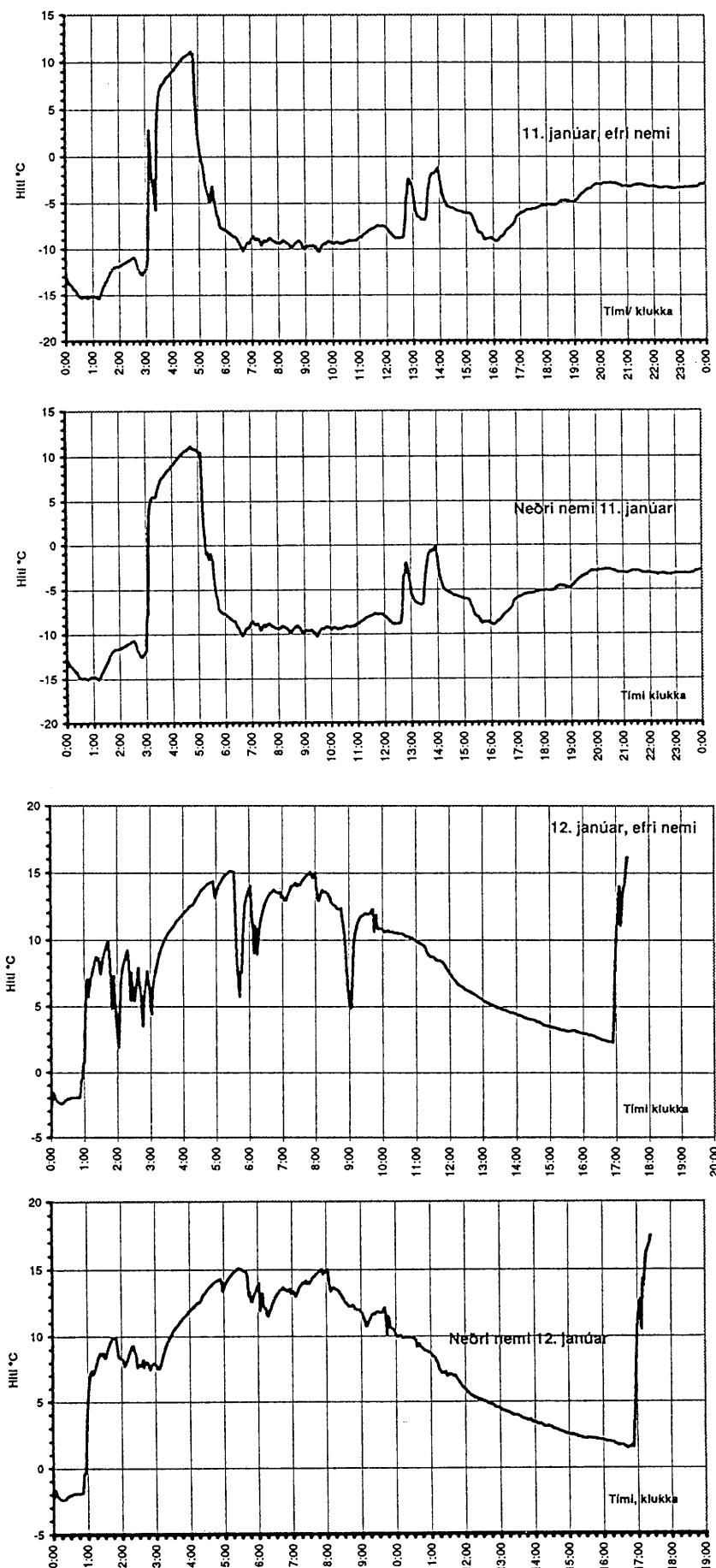
1. Flutningur og uppsetning bors fór 4 daga fram úr áætlun.
2. Borun fyrsta áfanga er samkvæmt áætlun.
3. Mælingar, fóðrun og steyping fóðringar fyrsta áfanga fór 2 daga fram úr áætlun (steypit tvisvar).
4. Borun annars áfanga er samkvæmt áætlun.
5. Mælingar, fóðrun og steyping fóðringar annars áfanga fór 9 daga fram úr áætlun (steypit þrisvar).
6. Kjarnataka í 799 m er samkvæmt áætlun.
7. Borun þriðja áfanga niður í 1035 m fór 2 dag fram úr áætlun (hrun).
8. Borun í hrunkafla, mælingar, fóðrun með leiðara og ádæling í verklok fór 6 daga fram úr áætlun, mastur verður ekki felt nú vegna aðstæðna á borstað og vegatálma fyrir þungavinnutæki við Hengladalsá.

22.jan 1995

MYND 2. Framvinda borunar holu ÖJ-1 á Ölkelduhálssvæði.

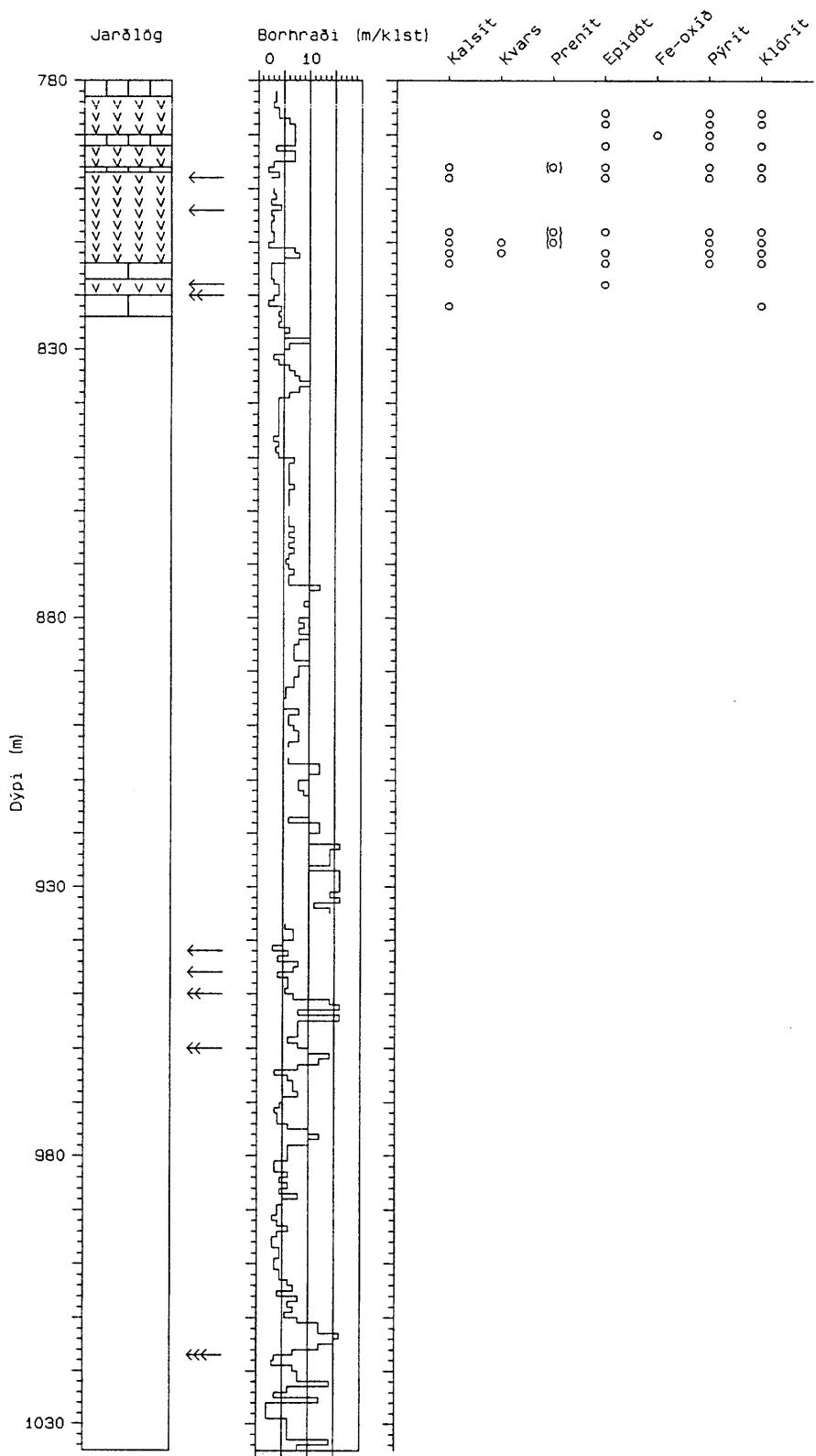


MYND 3. Hiti í svarfkassa á meðan á borun 3. áfanga holu ÖJ-1 stóð.



MYND 3. (frh.) Hiti í svarfkassa á meðan á borun 3. áfanga holu ÖJ-1 stóð.

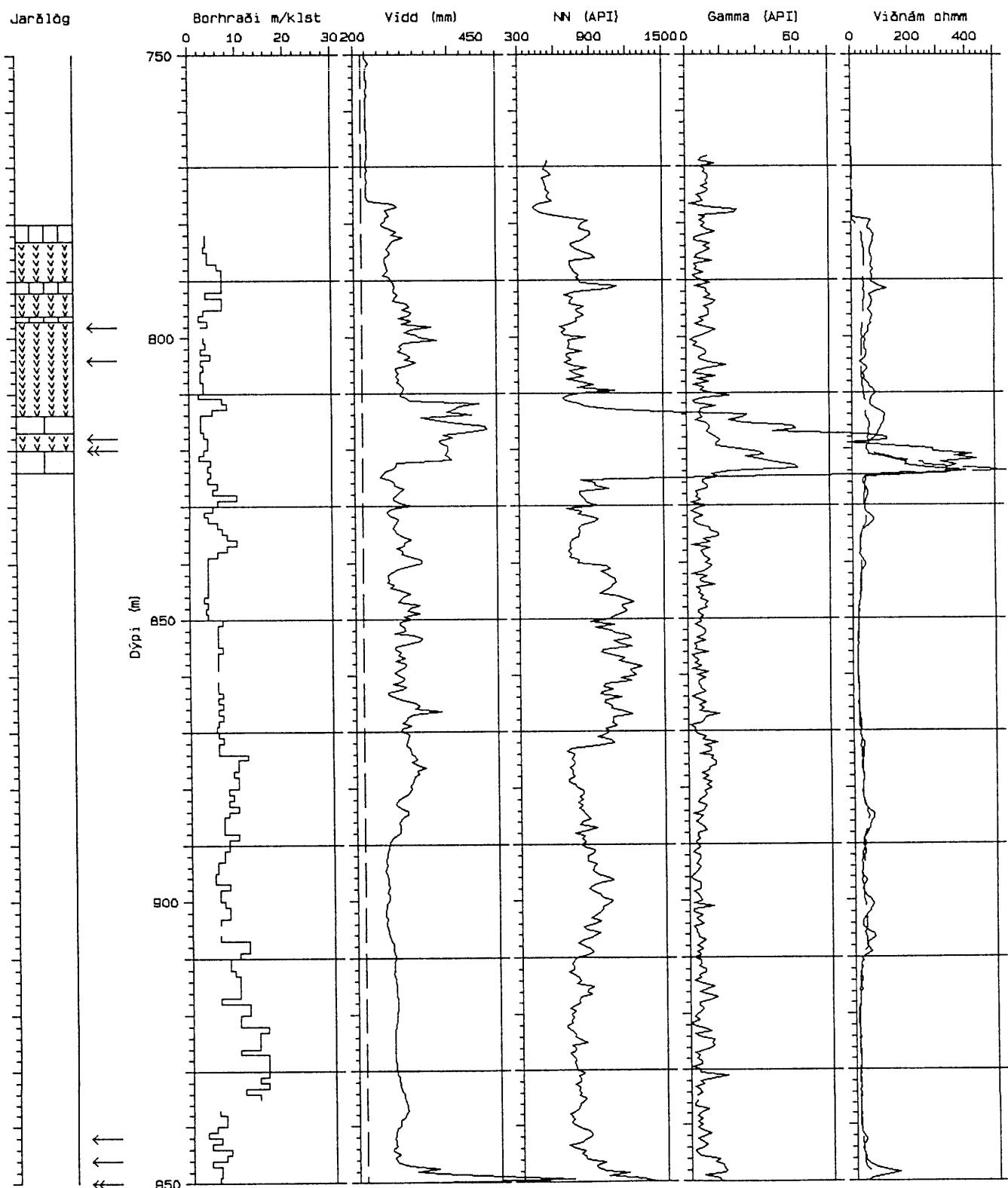
Ölkelduháls, hola ÖJ-1; Jarðlög, æðar, borhraði og ummyndun



MYND 5. Hola ÖJ-1. Einfaldað jarðlagasnið og ummyndun samkvæmt svarfgreiningu.

JHD-JF-8715 ÁsG
Fri Feb 24 16: 41: 29 1986

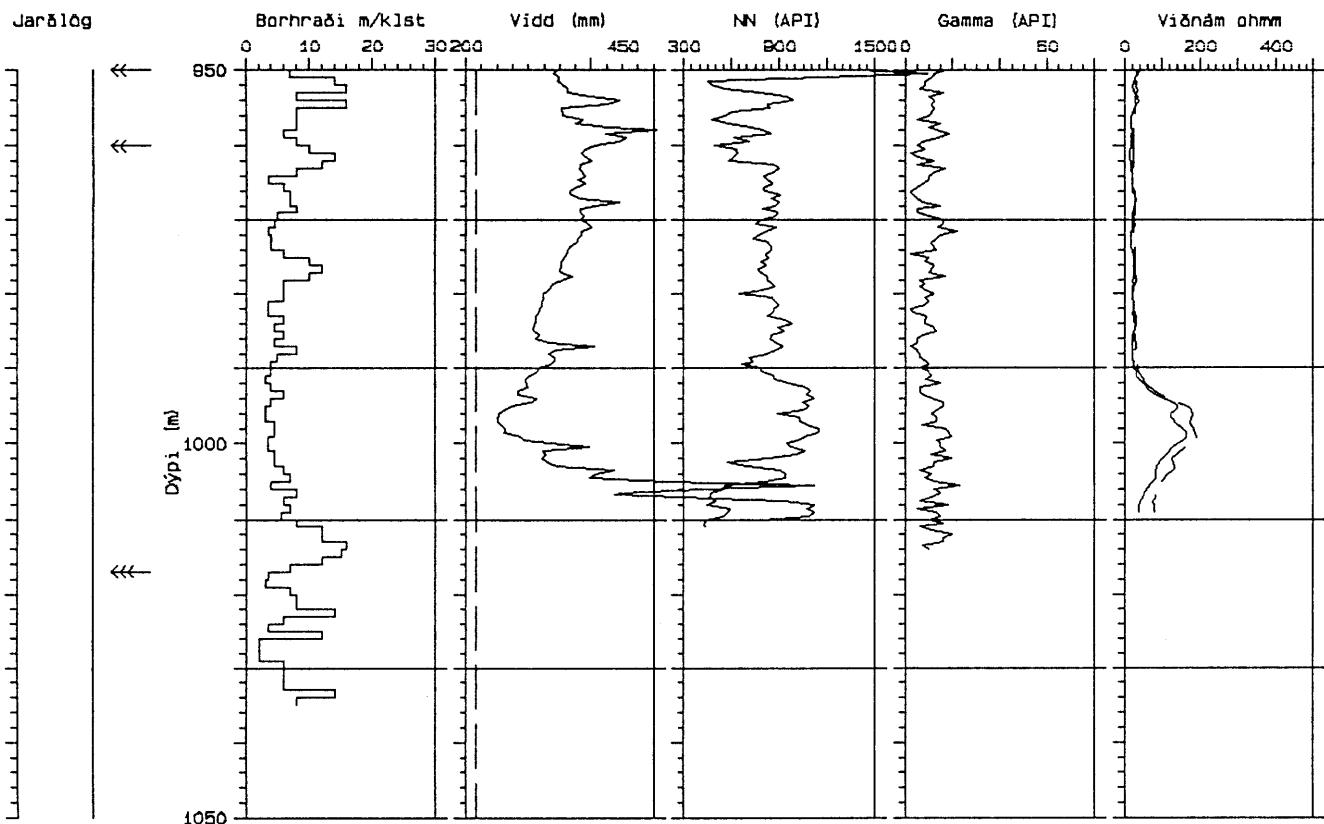
Ölkelduháls hola ÖJ-1
Jarðlagasnið og jarðlagamælingar



MYND 6. Jarðlög, vatnsæðar, borhraði og jarðlagamælingar í holu ÖJ-1.

JHD-JF-8715 ÅsG
Fri Feb 24 16:43:31 1986

Ölkelduháls og hola ÖJ-1 Jarðlagasnið og Jarðlagamælingar



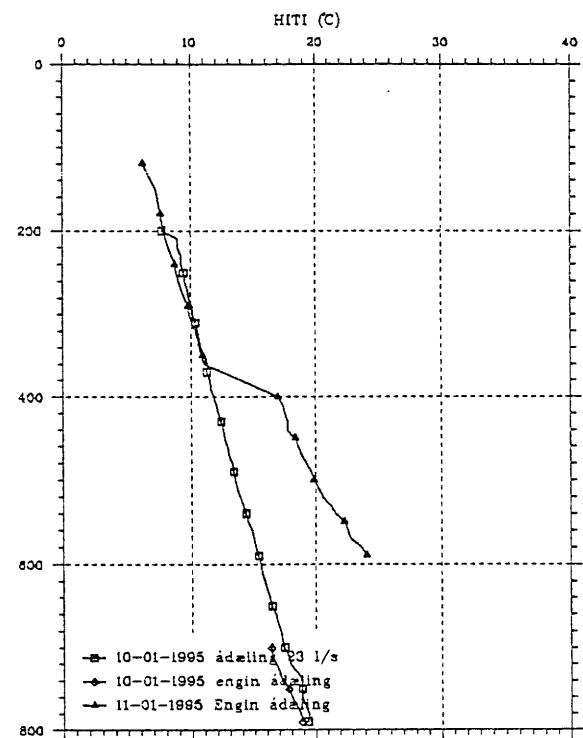
Skýringar við jarðlagasnið

- | | | | |
|-----------------|---------------------------------|-----------------------------|----------------|
| [Two squares] | Fersklegt fin-meðalkorna basalt | [Four downward triangles] | Tüff |
| [Three squares] | Ummynndað fin-meðalkorna basalt | [Four double-headed arrows] | Svarf vantar |
| ← | : Litil vatnsæð | ← | : Stár vatnsæð |
| ← | : Meðal vatnsæð | | |

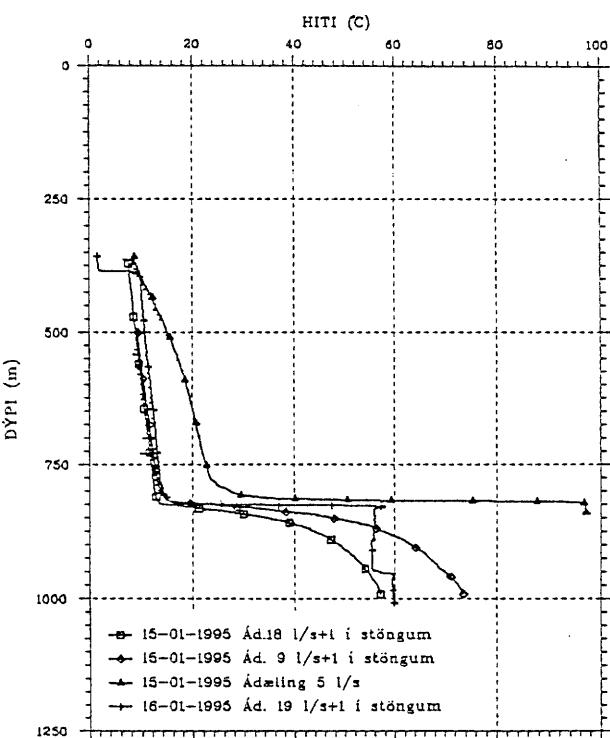
MYND 6. (frh.) Jarðlög, vatnsæðar, borhraði og jarðlagamælingar í holu ÖJ-1 (frh.).

17 Feb 1995 bs
L= 95101 Oracle

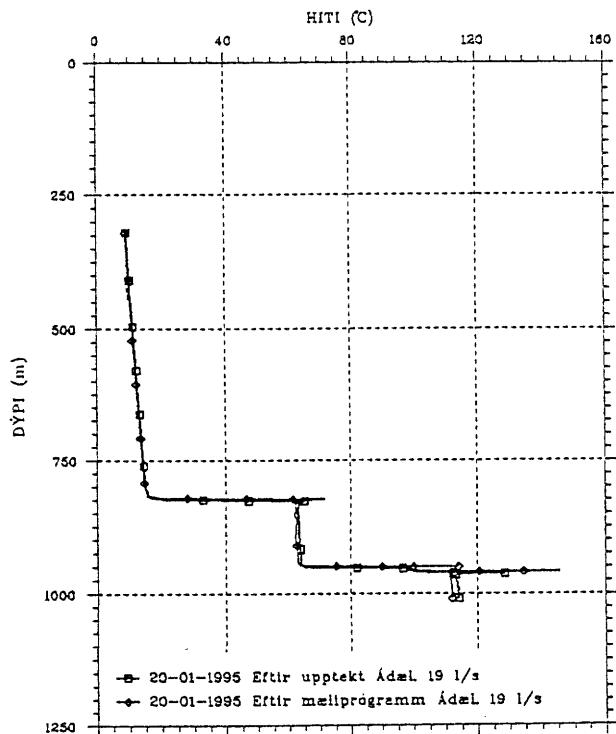
ÖLKELDUHÁLS HOLA ÖJ-1
Hitamælingar við kjarnatöku



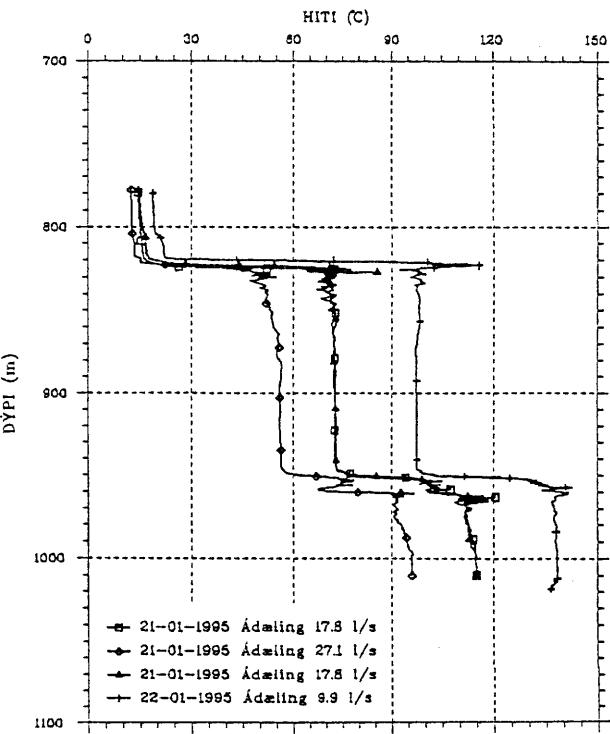
ÖLKELDUHÁLS HOLA ÖJ-1
Hitamælingar í stöngum

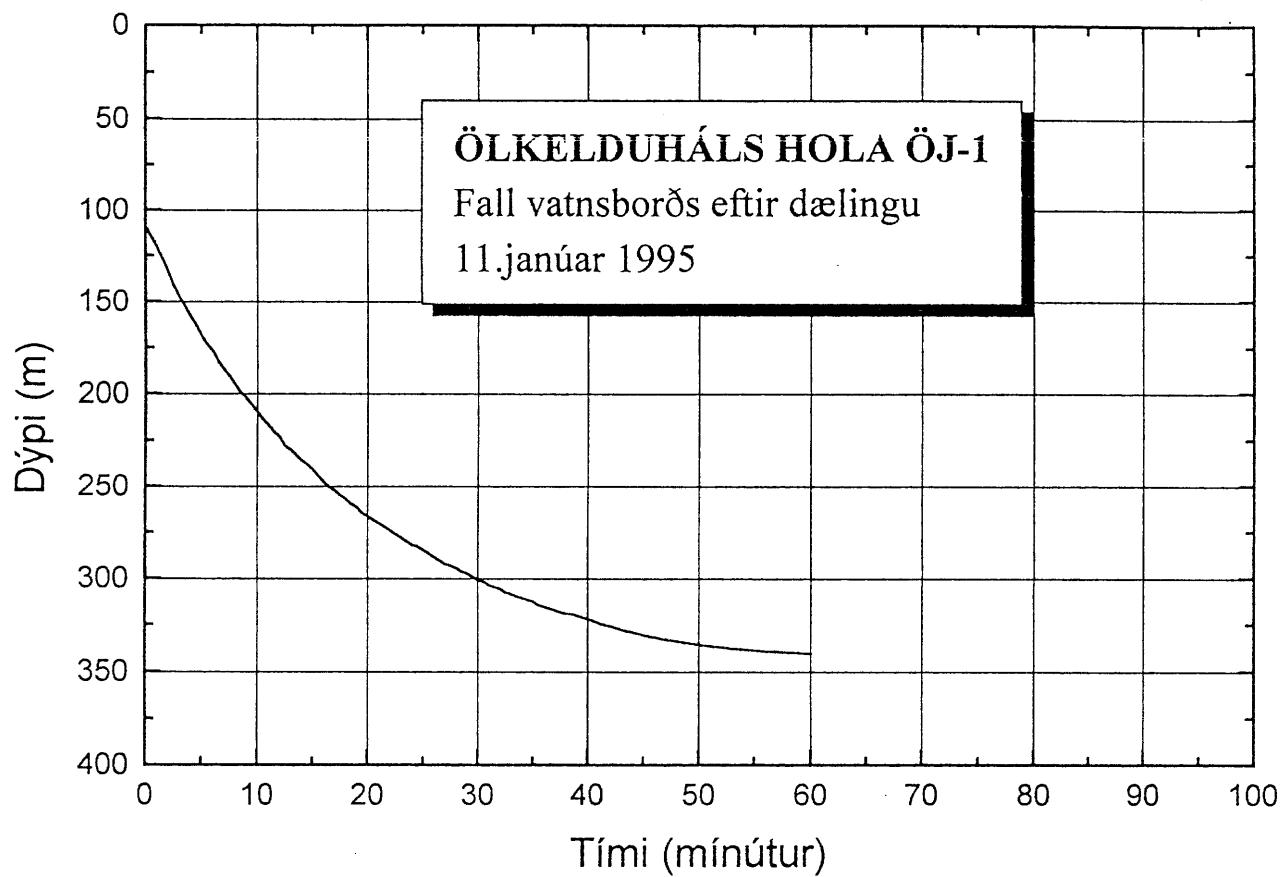


ÖLKELDUHÁLS HOLA ÖJ-1
Hitamælingar eftir upptekt



ÖLKELDUHÁLS HOLA ÖJ-1
Hitamælingar í þrepadælingu

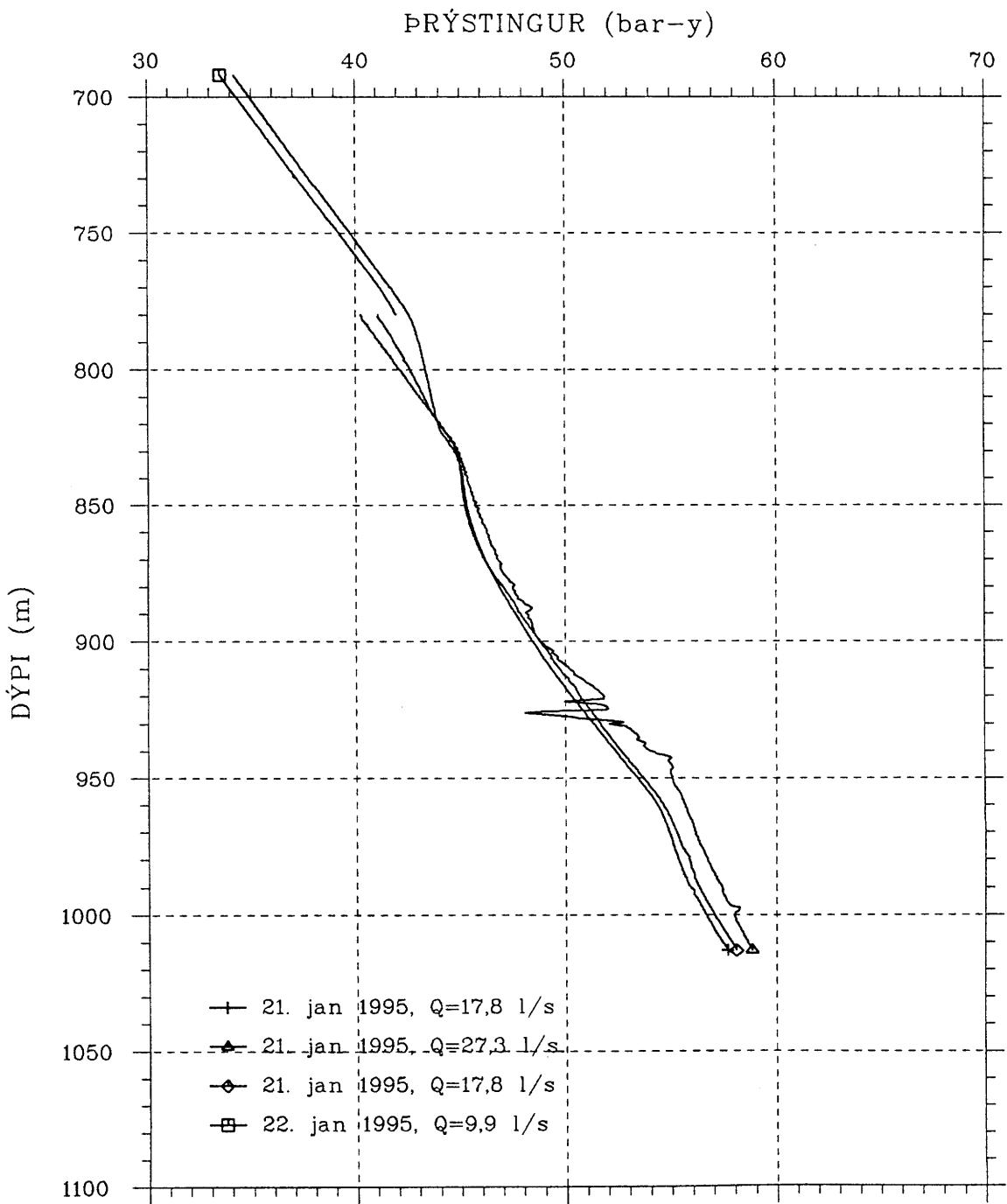




MYND 8. Fall vatnsborðs eftir dælingu 11. janúar 1995.

|-| 31 Jan 1995 Ómar
L= 95101 Vinnsla

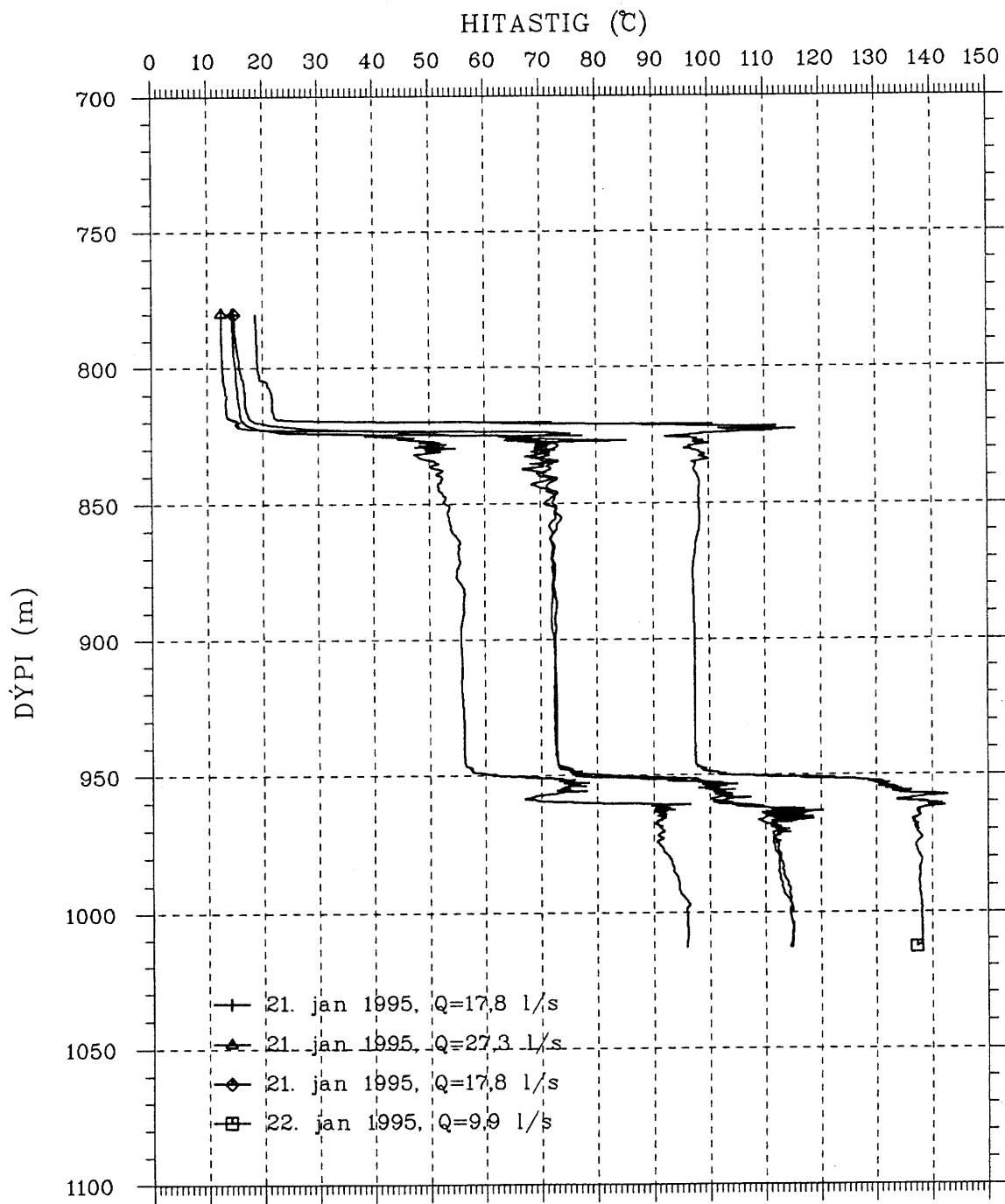
ÖLKELDUHÁLS HOLA ÖJ-1



MYND 9. Þrýstimælingar í þrepadælingu í holu ÖJ-1.

15 31 Jan 1995 Ómar
L= 95101 Vinnsla

ÖLKELDUHÁLS HOLA ÖJ-1
Hitamælingar í þrepadælingu



MYND 10. Hitamælingar í þrepadælingu í holu ÖJ-1.