



**ORKUSTOFNUN**

**Rannsóknasvið**

## **HITAVEITA ÞORLÁKSHAFNAR**

**Niðurstöður hitamælinga  
og djúpsýnatöku úr  
holu HJ-01 og tillögur um  
aðgerðir til að viðhalda  
vinnslugetu hitaveitunnar**

**Hrefna Kristmannsdóttir  
Steinunn Hauksdóttir  
Sverrir Þórhallsson  
Kristján Sæmundsson  
Guðni Axelsson  
Sigvaldi Thordarson**

**Unnið fyrir Hitaveitu Þorlákshafnar**

**1998**

**OS-98048**





**ORKUSTOFNUN**  
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Verknr. 610 875

**Hrefna Kristmannsdóttir  
Steinunn Hauksdóttir  
Kristján Sæmundsson  
Sverrir Þórhallsson  
Guðni Axelsson  
Sigvaldi Thordarson**

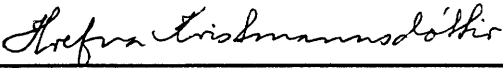
## **HITAVEITA ÞORLÁKSHAFNAR**

**Niðurstöður hitamælinga og djúpsýnatöku úr holu HJ-01 og  
tillögur um aðgerðir til að viðhalda vinnslugetu hitaveitunnar**

**Unnið fyrir Hitaveitu Þorlákshafnar**

**OS-98048**

**September 1998**

<b>Skýrsla nr.:</b> OS-98048	<b>Dags.:</b> September 1998	<b>Dreifing:</b> <input checked="" type="checkbox"/> Opin <input type="checkbox"/> Lokuð til
<b>Heiti skýrslu / Aðal- og undirtitill:</b> HITAVEITA ÞORLÁKSHAFNAR Niðurstöður hitamælinga og djúpsýnatöku úr holu HJ-01 og tillögur um aðgerðir til að viðhalda vinnslugetu hitaveitunnar		<b>Upplag:</b> 20 <b>Fjöldi síðna:</b> 18
<b>Höfundar:</b> Hrefna Kristmannsdóttir, Steinunn Hauksdóttir, Kristján Sæmundsson, Sverrir Þórhallsson, Guðni Axelsson, Sigvaldi Thordarson		<b>Verkefnisstjóri:</b> Hrefna Kristmannsdóttir
<b>Ærð skýrslu / Verkstig:</b> Úttekt og tillögur		<b>Verknúmer:</b> 610 875
<b>Unnið fyrir:</b> Hitaveitu Þorlákshafnar		
<b>Samvinnuaðilar:</b>		
<b>Útdráttur:</b> Í skýrslunni er gerð grein fyrir breytingum á hita og efnasamsetningu vinnsluvatns og vatns úr djúpæðum vinnsluholu Hitaveitu Þorlákshafnar, HJ-01. Venjubundið vinnsluefirlit hefur leitt í ljós hægfara breytingar á hita og var því ráðist í umfangsmiklar mælingar á holunni nú í vor. Árið 1990 var gert við holuna með því að steypa í botnæð hennar vegna innstreymis kaldara vatns. Tókst að stöðva innrennslið tímabundið og hægja verulega á kólnun. Nú virðist sem vatnið hafi fundið sér leið inn í holuna, og meginvatnsæð hennar á 435 m dýpi virðist einnig hafa kólnað um 1-2°C. Kólnunin virðist vera mjög hægfara og því útlit fyrir að holan verði nothæf í sjálfrennsli í nokkur ár enn. Ekki er mælt með frekari viðgerð á holunni en lagt til að fylgst sé vandlega með breytingum og settur upp búnaður til að mæla þrýsting undir suðuborði. Stefnt verði síðan að borun nýrrar holu á næstu 2-4 árum. Einnig kemur til greina að virkja holuna með djúpdælum, en mun ódýrara og einfaldara er að reka holuna með sjálfrennsli (suðu) eins og nú er, og því talið æskilegt að viðhalda því eins lengi og unnt er.		
<b>Lykilorð:</b> Þorlákshöfn, hitaveita, vinnsla, hitamælingar, efnastyrkur, sýnataka, ný vinnsluhola		<b>ISBN-númer:</b>
		<b>Undirskrift verkefnisstjóra:</b> 
		<b>Yfirmarið af:</b> HK, StH

## **EFNISYFIRLIT**

1. Inngangur	3
2. Hitamælingar með dýpi	4
3. Efnasamsetning vatns	5
4. Mögulegar aðgerðir til úrbóta	7
5. Staðsetning nýrrar vinnsluholu	8
6. Samantekt	9
7. Heimildir	9

## **TÖFLUR**

Tafla 1. Niðurstaða greininga á heil- og hlutsýnum	6
--	---

## **MYNDIR**

Mynd 1. Hitamælingar í HJ-01 við vinnslurennisli 1990, 1992, 1997 og 1998	11
Mynd 2. Hitamælingar í HJ-01 við 5 l/s rennsli 1990 og 1998	12
Mynd 3. Hitamæl. í HJ-01 við 5, 12,6 og 19 l/s rennsli 1998	13
Mynd 4. Styrkur kíslils sem fall af dýpi í HJ-01	14
Mynd 5. Styrkur klóríðs sem fall af dýpi	15
Mynd 6. Styrkur súlfats sem fall af dýpi	16
Mynd 7. Staðsetning nýrrar vinnsluholu fyrir hitaveitu Þorlákshafnar	17

## 1. Inngangur

Þessi skýrsla lýsir þeim breytingum sem orðið hafa á holu HJ-01 hjá Hitaveitu Þorlákshafnar, niðurstöðum mælinga og athugana á holunni og metur þær aðgerðir sem til greina koma til að viðhalda vinnslugetu hitaveitunnar.

Orkustofnun hefur fylgst reglulega með efnasamsetningu vinnsluvatns Hitaveitu Þorlákshafnar og skráning á vatnsvinnslu og hitastigi hefur verið samfelld allt frá árinu 1989 (Auður Ingimarsdóttir, 1989; Hrefna Kristmannsdóttir, 1987; Hrefna Kristmannsdóttir o.fl., 1988, 1990, 1993, 1995; Hrefna Kristmannsdóttir og Helga Tulinius, 1991; Hrefna Kristmannsdóttir og Hilmar Sigvaldason, 1992, 1994, 1996).

Eldri vinnsluholan, BA-01, hefur ekki sýnt neinar verulegar breytingar hvorki í topphitastigi né í efnasamsetningu. Hún hefur verið stífluð á um 240 m dýpi frá því skömmu eftir borun og því ekki verið unnt að hitamæla hana á meira dýpi.

Fljótlega eftir að hola HJ-01 var virkjuð fór að bera á breytingum í efnasamsetningu vinnsluvatnsins, sem bentu til kólnunar. Fylgst var með þessum breytingum og holan hitamæld og tekin úr henni djúpsýni til efnagreininga. Þessar athuganir staðfestu að innrennsli var af kaldara grunnvatni um botnæð holunnar og var ráðist í að gera við holuna árið 1990 með því að steypa í botnæðina (Hrefna Kristmannsdóttir o.fl. 1990). Sú aðgerð stöðvaði kólnun holunnar en þær breytingar sem orðið höfðu á efnasamsetningu vatnsins gengu lítið til baka. Því var talið að allt kerfið hefði orðið fyrir áhrifum innrennslisins og hefur verið búist við að kæling kæmi fram í öðrum vatnsæðum holunnar.

Venjubundið efnaeftirlit hefur sýnt litlar breytingar frá 1990 til 1997. Þó mátti merkja örlitlar hægfara breytingar frá 1994. Við hitamælingar í HJ-01 í desember 1997 kom í ljós að holan hafði kólnað töluvert frá því 1992 en þá var holan síðast mæld (Hrefna Kristmannsdóttir og Sigvaldi Thordarson 1997). Botnhitastig var þá orðið 10 °C lægra en mældist 1992 og hitastig blandaðs rennslis ofan aðalæðar um 3 °C lægra. Í sýnum teknum á holutoppi hafði hlutfall súrefnissamsætna breyst snögglega í átt til þess sem er í köldu grunnvatni eftir að hafa verið mjög stöðugt mörg undanfarin ár. Einnig sást örli til lækkun á kalsedónefnahita, sem bendir til kólnunar í vatnskerfinu. Lagt var til í vinnslueftirlitsskýrslu að fylgst yrði náið með framvindu mála, að hita- og rennslismælt væri í henni við mismikið rennsli og jafnframt tekin djúpsýni af vatni til efnagreininga.

Hitamælingar og sýnataka fóru fram 20. maí og 18. júní 1998 og er niðurstöðum mælinga og efnagreininga lýst í skýrslunni.

## 2. Hitamælingar með dýpi

Hitamælingar voru gerðar við mismunandi rennsli til samanburðar við fyrri mælingar og til að meta hugsanlegt mismunandi hlutfall æða við mismunandi rennsli.

Mynd 1 sýnir hitamælingar úr holu HJ-01 við vinnslurennslu, en þær mælingar eru frá því áður en steipt var í botn holunnar, og svo mælingar frá 1992, 1997 og 1998. Vinnslurennslu hefur verið nokkuð misjafnt á undanförunum árum og er frá 7 upp í 16 l/s. Mælingarnar eru því gerðar við nokkuð mismunandi rennsli. Munurinn sem sést á ferlunum frá 1990 annars vegar og 1997 og 1998 hins vegar er mjög lítil þótt rennslið sé meira 1990. Í mælingunni 1992 er rennslið mun minna og hitastig holunnar sömuleiðis verulega hærra. Skammur tími var þá liðinn frá viðgerð holunnar og lítið sem ekkert kaldara innrennsli í botni. Botn holunnar hefur nú kólnað töluvert frá því sem mældist 1990 fyrir viðgerð og hægt er að greina lítilsháttar kólnun frá því í desember á síðasta ári.

Holan var aftur hitamæld eftir að rennslið hafði verið minnkað í 5 l/s. Mynd 2 sýnir þær hitamælingar úr HJ-01 sem gerðar hafa verið við 5 l/s rennsli. Þær eru frá því 1990, áður en steipt var í botnæð og svo úr síðustu mælingu. Botn holunnar er um það bil 10 °C kaldari en mældist 1990 og blanda af því sem kemur inn um botn og þess sem kemur um aðalæð í 435 m er 116 °C, u.þ.b. 3 °C kaldara en þá mældist. Við 300 m má sjá lítilsháttar kólnun en þar kemur inn vatn sem er aðeins kaldara, líklega um 114 °C.

Mynd 3 sýnir hitamælingarnar sem gerðar voru í júní 1998 við mismunandi rennsli; 5 l/s, 12,6 l/s og 19 l/s. Við 19 l/s rennsli er hitastig holunnar því sem næst það sama og við 12,6 l/s rennsli og má af því telja að rennsli af kaldara vatni inn í botninn sé ekki mjög mikið. Þetta er einnig stutt af því að hitaferlar frá 1990 og 1998 falla því sem næst saman fyrir vinnslurennslu (mynd 1), en þegar ferlar fyrir 5 l/s rennsli eru bornir saman frá sömu árum sést að kæling hefur orðið í holunni.

Athugun á hitamælingunum frá því nú í maí og júní bendir til þess að 1-4 l/s rennsli sé inn í holuna neðan aðalæðarinnar við 12 l/s heildarrennsli. Ekki er hægt að ákvarða það nákvæmlega þar sem hiti aðalæðarinnar er ekki þekktur. Út frá hitamælingunum er ekki hægt að segja með fullri vissu hvort aðalæðin í 435 m hafi kólnað en ef svo er, er ekki er talið að það sé meira en um 1-2 °C. Líklegast er þó að kólnun holunnar stafi bæði af kaldara innrennsli í neðsta hluta holunnar, e.t.v. 2-3 l/s, og kólnun aðalæðarinnar sé um 1-2 °C niður í 117-118 °C. Við steypingu í neðsta hluta holunnar árið 1990 tókst um tíma að stöðva að mestu kaldara innrennsli í holuna. Nú virðist sem kaldara innrennslið hafi aukist á ný, væntanlega um aðrar æðar en áður. Athygli vekur t.d. að nú virðast köldu æðarnar nálægt botni gefa inn í holuna við 5 l/s heildarrennsli, en svo var ekki við svo lítið rennsli árið 1990. Kæling sem sést við 435 m við 5 l/s rennsli gæti þannig verið nær eingöngu vegna kælingar, sem augljós er á vatni sem kemur inn í botninn.

### 3. Efnasamsetning vatns

Tvö djúpsýni og eitt sýni af holutoppi voru tekin fyrir mismunandi rennsli, 5 l/s, 12,6 l/s og 19 l/s. Auk þess voru sýni tekin til leiðnimælinga af holutoppi meðan rennsli holunnar var breytt. Niðurstöður greininganna má sjá í töflu 1.

Efnasamsetning bendir sömuleiðis til þess, eins og niðurstöður hitamælinganna, að auk kælingar í botni hafi æðin á 435 m dýpi kólnað um 1-3 °C.

Á myndum 4 til 6 má sjá breytingar á styrk kísils, klóríðs og súlfats með dýpi og við mismunandi rennsli. Á öllum þremur myndunum kemur glögglega í ljós munur í efnasamsetningu misdjúpra æða. Þannig er á botni holunnar mun efnasnauðara vatn og það blandast heitara efnaríkara vatni í 435 m og vatnið á holutoppi inniheldur efnin í hæstum styrk. Mestur munurinn sést við 5 l/s rennsli þar sem styrkur efnanna þriggja sem um ræðir er mun meiri á holutoppi en 400 m. Æðin sem er í um 300 m skilar því efnaríku, söltu vatni inn í holuna en er þrátt fyrir það ekki heitari. Seltu vatnsins má rekja til gamalla sjávarsetlaga sem finnast á svæðinu og vatnið rennur um og er það ástæða þess hversu mismunandi seltan er.

Athyglisvert er að styrkur flúors hefur hækkað í sýnum af holutoppi (tafla 1). Sýni tekin á 400 og 50 m dýpi innihalda flúor í þeim styrk sem undafarin ár hefur mælst á holutoppnum (um 0,5 mg/l). Á holutoppi mælast 0,7-0,9 mg/l og kemur flúor því inn í holuna ofan við 400 m og líklega með vatni inn um æðina á 300 m dýpi. Flúor er mjög auðleyst efni og styrkur hans í íslensku jarðhitavatni ræðst venjulega ekki af hitaháðu jafnvægi við berggrunninn. Einna líklegast er talið að þessi hækkun flúors í efri vatnsæðum standi í einhverju samhengi við jarðskjálftann sem varð rétt áður en sýnin voru tekin. Við jarðskjálftann jókst toppþrýstingur holunnar og hiti hækkaði aðeins.

Efnafræðileg gögn benda til þess að sú kólnun sem hitamælingar frá 1990, 1992 og 1997 sýna glögglega, hafi gengið frekar hægt. Það var fyrst um 1994 sem styrkur kísils fer minnkandi í vatninu (og kalsedónefnahiti lækkar), en ekki fyrr en um 1997 sem ljóst var að sú lækkun væri orðin marktæk (Hrefna Kristmannsdóttir og Sigvaldi Thordarson, 1997). Samanburður á efnagreiningum frá 1997 og 1998 bera ekki með sér að neinar miklar breytingar séu í efnasamsetningu jarðhitavatsins, en með samanburði við eldri gögn má sjá að kísill fer lækkandi og þar af leiðandi útreiknaður kalsedónhiti. Útreiknaður kalsedónhiti fyrir sýnin tekin í botni er um 94 °C en úr blöndum hinna æðanna er hann á bilinu 106 til 110 °C. Hlutfall súrefnisísótópa hefur breyttist snögglega 1996-1997 og ástæða þess talin sú að í kerfið renni vatn með lægra samsætuhlutfall. En staðbundið grunnvatn er þyngra en jarðhitavatnið og innrennsli þess í kerfið kæmi fram með þessum hætti.



Tafla 1. Niðurstæða greininga á heil- og hlutsýnum (mg/l).

Dagsetning	18.6.1998	18.6.1998	18.6.1998	18.6.1998	18.6.1998	18.6.1998	18.6.1998	18.6.1998	18.6.1998	18.6.1998	18.6.1998	18.6.1998	18.6.1998
Sýni	19980356	19980357	19980358	19980359	19980360	19980361	19980362	19980363	19980364	19980365	19980366	19980367	19980368
Dýpi (m)	0	500	400	0	0	500	400	0	0	0	0	500	400
Rennslí (l/s)	12,4	12,4	12,4	12,4-5,0	5,0	5,0	5,0	5-19	5-19	18,4	19,0	19,0	19,0
Sýrustig (pH/°C)	8,81/25,4	8,69/25,1	8,44/22,9		8,81/22,5	6,78/22,8	8,61/23,3				8,90/23,5	8,72/23,7	8,69/23,9
Karbonat (CO <sub>2</sub> )	8,82	19,3	12,8		10,1	31,1	13,5				9,2	14,7	12,9
Brennist.vetni (H <sub>2</sub> S)	0,11	<0,03	<0,03		0,17	<0,03	<0,03				0,13	0,06	0,08
Leiðni (µS/cm)	1813	1388	1724,0	1785,0	1780	1347	1688	1833	1851	1848	1814	1372	1705
Kisill (SiO <sub>2</sub> )	105,4	81,0	104,0		106,4	81,3	98,0				105,3	81,7	101,5
Bór (B)	0,17				0,17						0,17		
Uppleyst efni	970				1180						1100		
Natríum (Na)	295,1				298,4						291,9		
Kalíum (K)	ógr				ógr						ógr		
Kalsíum (Ca)	0,021				0,024						0,023		
Magnesium (Mg)	ógr				ógr						ógr		
Flúoríð (F)	0,89	0,55	0,6		0,75	0,48	0,5				0,7	0,52	0,53
Klóríð (Cl)	444	355	423		461	322	404				429	332	424
Súlfat (SO <sub>4</sub> )	78,6	63,8	78,8		84,1	61,7	73,7				76,6	61,7	75,4
δ <sup>18</sup> O (‰ SMOW)	ógr	ógr	ógr		ógr	ógr	ógr				ógr	ógr	ógr
δD (‰ SMOW)	ógr	ógr	ógr		ógr	ógr	ógr				ógr	ógr	ógr
Al (Al)	ógr				ógr						ógr	ógr	ógr
Járn (Fe)	ógr				ógr						ógr	ógr	ógr
Kalsedónhiti (°C)	108,4	94,2	110,8		109,6	-	106,2				107,7	94,7	107,6

#### 4. Mögulegar aðgerðir til úrbóta

Mælingar á holunni og niðurstöður efnagreininga, bæði frá reglulegu efnaeftirliti og á djúpsýnum, benda til að kælingin á holunni sé hægfara og líklegt er að unnt sé að nota hana í einhver ár enn með óbreyttu fyrirkomulagi. Haldi holan áfram að kólna mun þó koma að því að hún hættir að sjóða og sjálfrennsli stöðvast. Það er því nauðsynlegt að fylgjast grannt með hita og þrýstiástandi í holunni. Verið að vinna að uppsetningu slíks búnaðar og æskilegt að hann komist upp sem allra fyrst. Hann ætti að gefa góðar upplýsingar um breytingar á holunni og gefa viðvörðun ef þær verða hraðari en á undanförunum árum. Við hvaða þrýsting og hita sjálfrennslið stöðvast er ekki alveg víst, en hitinn má ekki lækka nema um fáeinar gráður til að rekstur holunnar verði ótryggur. Einhver aðdragandi verður væntanlega og með góðu eftirliti með hita og þrýstiástandi ætti að gefast nægur fyrirvari til að grípa til aðgerða.

Þær aðgerðir sem einkum koma til greina eru að freista þess enn að gera við holuna, virkja vinnsluholurnar með dælum eða að bora nýja vinnsluholu ætlaða til svipaðs reksturs og núverandi holur. Þessir kostir allir voru raktir í skýrslu Orkustofnunar frá 1990 (Hrefna Kristmannsdóttir o.fl., 1990) og eru röksemdir sem þar komu fram að flestu leyti í fullu gildi. Í viðaukum í þeirri skýrslu voru teknar saman kostnaðaráætlanir fyrir þá alla og hefur Sverrir Þórhallsson uppfært þær til nýs verðlags.

##### 1) Viðgerð holu:

Árið 1990 var valinn sá kostur að gera við holuna með steypingu í botninn. Það var ódýrasti möguleikinn og þótt óvíst væri um árangur og endingu var talið rétt að byrja á honum. Aðgerðin skilaði strax talsverðum árangri eins og rakið var hér að framan og hefur talsvert tafið kólnun holunnar. Hins vegar er viðgerð á holunni nú ekki talin geta skilað miklum árangri og er auk þess talsvert áhættusöm þar sem stutt er í næstu æð. Því er nú ekki ráðlagt að leggja í frekari viðgerð á holunni.

##### 2) Virkjun með djúpdælu:

Virkjun vinnsluholnanna með djúpdælum kann að verða nauðsynleg leiði hægfara kólnun þeirra til að þær haldist ekki í sjálfrennsli (gosi). Ekkert er því til fyrirstöðu tæknilega eins og fjallað var um í greinargerð Sverris Þórhallssonar í viðauka fyrrnefndrar skýrslu Orkustofnunar 1990. Forsendur hafa ekki breyst frá þeim tíma. Samkvæmt uppfærðri kostnaðaráætlun fyrir að setja niður djúpdælu kostar það um 4-5 millj. kr. (án VSK) í hvora holu. Virkjun með djúpdælu hefið það einnig í för með sér að unnt yrði að auka afköst holnanna. Því er djúpdæluvæðing ein lausn til að mæta þörf veitunar fyrir meira vatn þegar þar að kemur. Má hvort sem er hafa sama vinnslufyrirkomulag og nú er þ.e. að láta vatnið sjóða af sér gufu og kólna í 100 °C eða að nýta það heitara. Með dælingu mun fást heitara vatn en nú er og með dælu er hægt að halda yfirþrýsting og koma í veg fyrir suðu þess. Með nýtingu heitara vatns mætti auka afl hitaveitunnar um 25-35 % miðað við sama vatnsmagn. Til að unnt sé að nýta heitara vatn þarf þó að gera nokkrar breytingar á bæði virkjunarbúnaði og dreifikerfi. Þannig er heldur ekki

víst að úreðpaneinangrum aðveitulagnar þoli verulega hærra hitastig. Ókostur við virkjun holna með dælu er að sjálfsögðu meiri rekstrarkostnaður vegna viðhalds dælna og rafmagnskostnaðar við dælingu. Auk þess er rekstraröryggi minna þar sem dæling stöðvast við bilun á rafmagni. Við höfum ekki tiltækar nákvæmar upplýsingar um raforkuverð til veitunnar, en gera má ráð fyrir að rekstrarkostnaður djúpdælu verði um 2 mkr á ári. Reikna má með að virkja þurfi báðar holurnar verði farið út í djúpdælingu þar sem áhrif aukinnar vatnsvinnslu úr annarri holunni hefur áhrif á hina.

### 3) Nýborun:

Borun nýrrar holu á Bakka er einn kostur sem einnig var metinn árið 1990 og var því lýst í greinargerð Kristjáns Sæmundssonar í viðauka við skýrslu Orkustofnunar frá 1990 (Hrefna Kristmannsdóttir o.fl., 1990) og kostnaðaráætlun um borun kom einnig fram í greinargerð Sverris Þórhallssonar í viðauka sömu skýrslu. Tillögur um hönnun og staðsetningu holunnar eru enn í gildi. Uppfærð áætlun um heildarkostnað við borun einnar vinnsluholu er um 20 mkr. Í næsta kafla er ítarlegri greinargerð um fyrirhugaða staðsetningu holunnar.

## 5. Staðsetning nýrrar vinnsluholu

Lághiti er dreifður yfir vestanvert Ölfus frá Vindheimum uppundir Þurá. Yfirborðsmerki um jarðhita ná suður á mótis við Grímslæk, en á Vindheimum fannst heitt vatn við borun. Álitlegasta vinnslusvæðið er kringum Bakka. Viðnámsmælingar benda til að hitasvæðið ofan 1000 m liggi frá NA til SV og sé yfir 5 km á lengd og 1-1½ km á breidd (sjá mynd 7). Tvær holur hafa verið boraðar nærri miðju þess og gefa 30-40 l/s af sjóðandi vatni. Hámarkshiti í holunum er 120-140 °C. Töluverður munur er á hita í holunum þótt einungis séu 180 m á milli. Sú sem er sunnar er kaldari og kólnar niður frá 450 m þótt öflugar æðar séu þar fyrir neðan. Óvíst er hvort misræmi í hita stafar af staðbundinni kólnun frá innrás kaldara vatns, t.d. um sprungur eða hvort heita grunnvatnskerfið breiðist út lárétt frá afmörkuðum uppstreymisstöðum og holan sé svo nærri jaðri hitasvæðisins að hún dragi vatn úr kaldari leiðurum undir og utan við heitasta hluta þess. Tvær holur hafa verið boraðar nærri norðausturjaðri lágviðnámsvæðisins. Báðar gefa, önnur um 10 l/s sjóðandi vatn (Eystribakka-holan, 1000 m djúp) hin um 20 l/s, einnig af sjóðandi vatni (Þóroddstaðaholan, 1700 m djúp). Mestur hiti í holunum er vel yfir 100 °C. Þriðja holan, um 200 m djúp, er í Hjallahverfinu og er hiti í botni hennar um 80 °C. Virðist eftir þessu vera grunnt á háan hita alveg uppundir fjall. Áhrif af vatnsvinnslu á jarðhitakerfið eru þau að kólnun hefur komið fram í annarri holunni sem Hitaveita Þorlákshafnar notar. Þá hafa Bakkalaugar (mest 80 °C) 2 km NA frá borholusvæðinu þornað upp svo og Hjallalaugarnar (mest um 40 °C). Þóroddstaðalaugar (mest 100 °C) litlu norðar hafa hinsvegar haldið sér. Ekkert liggur hins vegar fyrir um afkastagetu Bakkasvæðisins. Miðað við stærðina er þó hvergi nærri komið að hámarksafköstum miðað við núverandi vinnslu.

Viðnámsmælingar sem síðast voru gerðar á svæðinu kringum Bakka 1989 skerptu fyrri mynd af viðnámsdreifingunni undir Bakkasvæðinu. Þar kemur enn skýrt fram ílangt lágviðnámsfrávik með NA-SV-læga stefnu. Vinnsluholur hitaveitunnar eru suðvestarlega í þessu lágviðnámsfráviki, en Þóroddsstaðalaugar norðaustarlega.

Með hliðsjón af gögnum er lagt til að ný vinnsluhola verði boruð um 250 m norðaustur frá eldri vinnsluholu hitaveitunnar, holu BA-01.

## 6. Samantekt

Eins og fram kom hér að framan er ekki talið að viðgerð á holu HJ-01 skili miklum árangri og áhætta við aðgerðina er talin allnokkur. Ekki er því mælt með frekari viðgerð á holunni en lagt til að fylgst sé vandlega með breytingum á henni og að búnaður til að mæla þrýsting undir suðuborði verði settur upp hið fyrsta. Tóm ætti þá að gefast til þess að bregðast við ef holan helst ekki lengur í sjálfrennsli. Vel kemur til greina að virkja holurnar með djúpdælum. Með því mun fást meira og heitara vatn úr hvorri holunni sem er og aukning á affli veitunnar miðað við sömu vatnsvinnslu. Reikna má með að virkja þurfi báðar holurnar verði farið út í djúpdælingu. Þar sem rekstur holna með sjálfrennsli (suðu) er mun ódýrari og einfaldari en djúpdæling og rekstraröryggi meira er talinn talsverður ávinningur af því að viðhalda núverandi fyrirkomulagi eins lengi og unnt er. Því leggjum við til að hitaveitan stefni að borun nýrrar holu á næstu 2-4 árum með það markmið að nýta hana með sjálfrennsli. Miðað við núverandi vinnslu eru allar líkur á að unnt sé að halda sama rekstrarfyrirkomulagi með nýrri vinnsluholu. Virkjun vinnsluholnanna með djúpdælum kann þó að verða nauðsynleg einhvern tíma síðar.

## 7. Heimildir

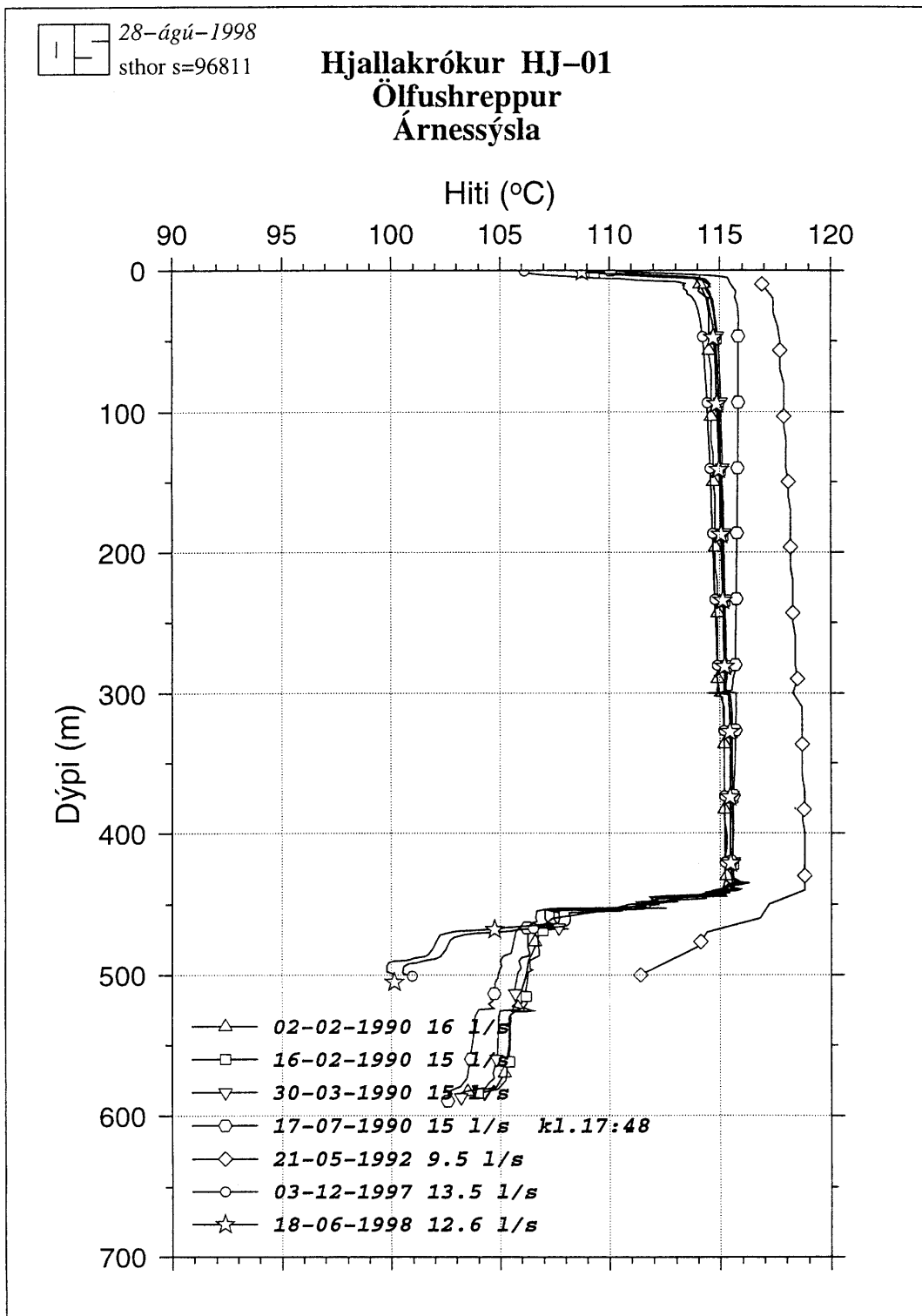
Auður Ingimarsdóttir, Guðrún Sverrisdóttir, Helga Tulinius, Hrefna Kristmannsdóttir og Sæþór L. Jónsson, 1989. Hitaveita Þorlákshafnar. Eftirlit með jarðhitavinnslu 1988-1989. Orkustofnun, OS-89029/JHD-13 B. 12 s.

Hrefna Kristmannsdóttir, 1987. Hitaveita Þorlákshafnar-Efnaeftirlit með hitaveituvatni 1987. Orkustofnun, Greinargerð HK-87/14. 2 s.

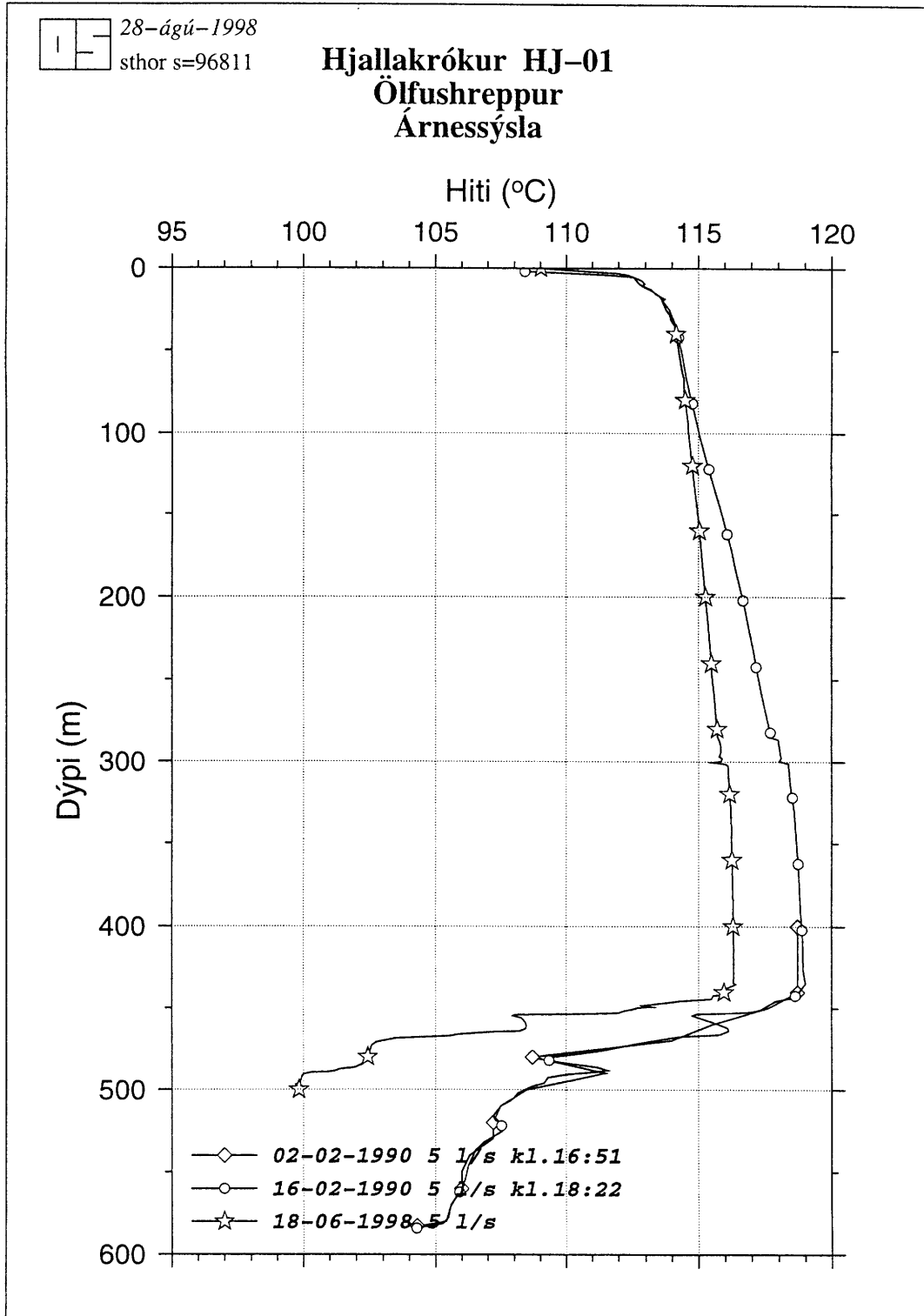
Hrefna Kristmannsdóttir, Guðrún Sverrisdóttir, Guðjón Guðmundsson og Hilmar Sigvaldason, 1988. Hitaveita Þorlákshafnar. Efnasamsetning jarðhitavatts í holu 1 á Bakka og holu 2 í Hjallakróki, og hitamæling holu 2. Orkustofnun, OS-88043/JHD-22 B. 8 s.

Hrefna Kristmannsdóttir, Magnús Ólafsson, Hilmar Sigvaldason, Helga Tulinius, Sverrir Þórhallsson og Kristján Sæmundsson 1990. Hitaveita Þorlákshafnar. Áhrif vinnslu á jarðhitasvæðið og tillögur til úrbóta. Orkustofnun, OS-90021/JHD-09 B, 40 s.

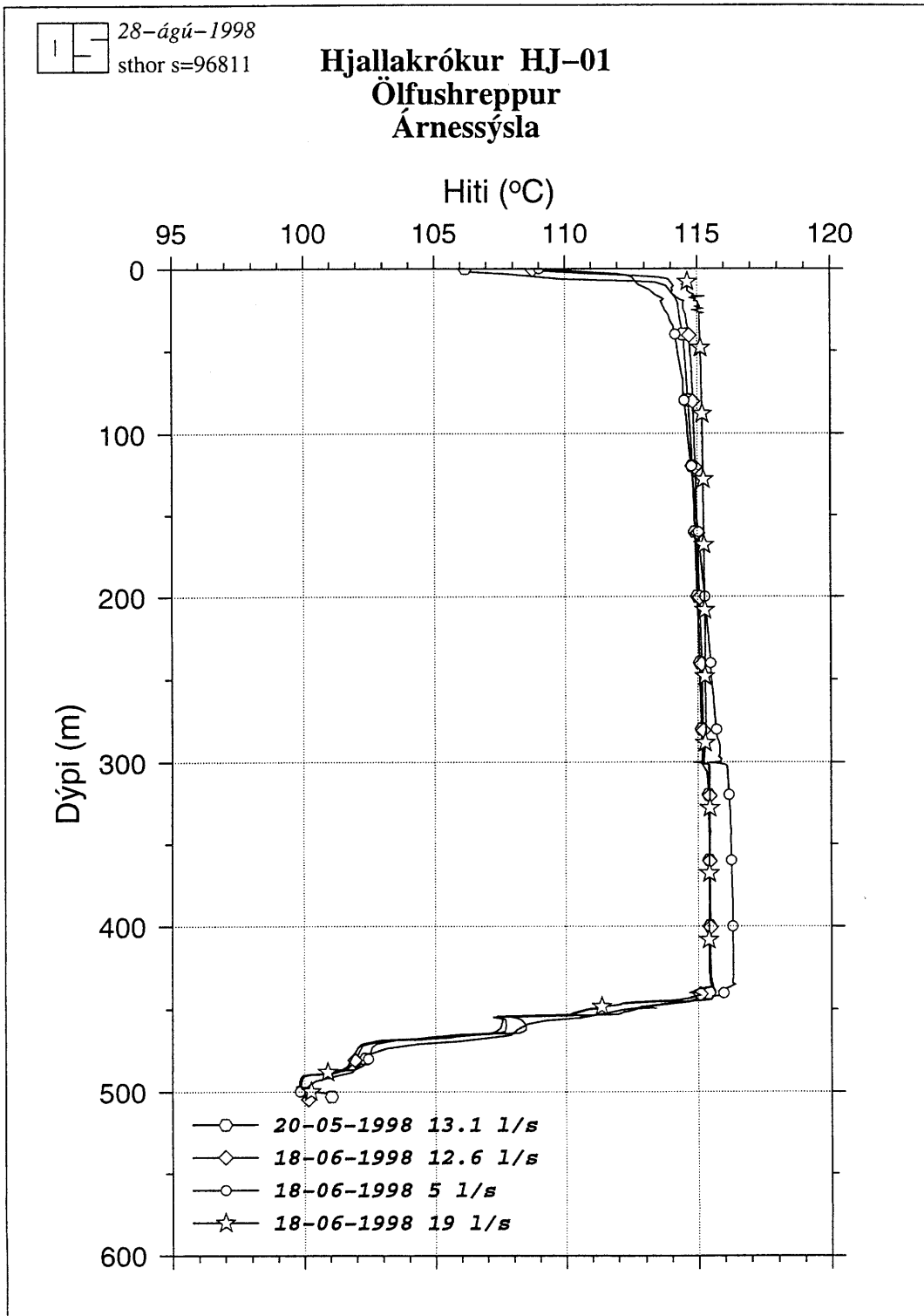
- Hrefna Kristmannsdóttir og Helga Tulinius, 1991. Hitaveita Þorlákshafnar. Eftirlit með jarðhitavinnslu 1990-1991. Orkustofnun, OS-91030/JHD-16 B. 13 s.
- Hrefna Kristmannsdóttir og Hilmar Sigvaldason, 1992. Hitaveita Þorlákshafnar. Eftirlit með jarðhitavinnslu 1991-1992. Orkustofnun, OS-92029/JHD-13 B. 13 s.
- Hrefna Kristmannsdóttir, Guðrún Sverrisdóttir og Hilmar Sigvaldason, 1993. Hitaveita Þorlákshafnar. Eftirlit með jarðhitavinnslu 1992-1993. Orkustofnun, OS-93040/JHD-20 B. 10 s.
- Hrefna Kristmannsdóttir og Hilmar Sigvaldason, 1994. Hitaveita Þorlákshafnar. Eftirlit með jarðhitavinnslu 1993-1994. Orkustofnun, OS-94029/JHD-16 B. 10 s.
- Hrefna Kristmannsdóttir, Helga Tulinius og Hilmar Sigvaldason, 1995. Hitaveita Þorlákshafnar. Eftirlit með jarðhitavinnslu 1994-1995. Orkustofnun, OS-95035/JHD-22 B. 14 s.
- Hrefna Kristmannsdóttir og Hilmar Sigvaldason, 1996. Hitaveita Þorlákshafnar. Eftirlit með jarðhitavinnslu 1995-1996. Orkustofnun, OS-96049/JHD-21 B. 11 s.
- Hrefna Kristmannsdóttir og Sigvaldi Thordarson 1997. Hitaveita Þorlákshafnar. Eftirlit með jarðhitavinnslu 1996-1997. Orkustofnun, Rannsóknasvið, OS-97075, 19 s.



Mynd 1. Hitamælingar í HJ-01 við vinnslurennisli 1990, 1992, 1997 og 1998.

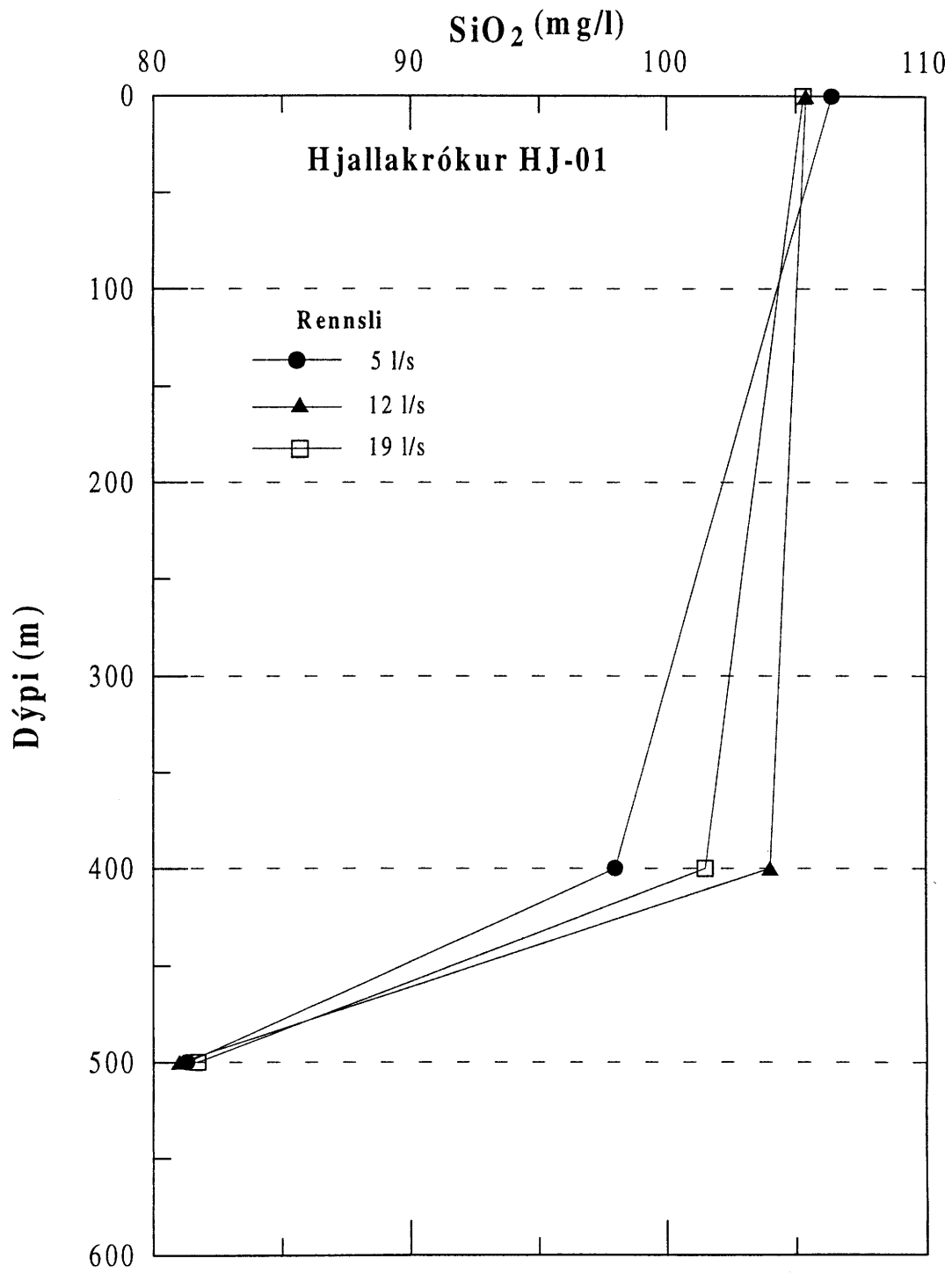


Mynd 2. Hitamælingar í HJ-01 við 5 l/s rennsli 1990 og 1998.

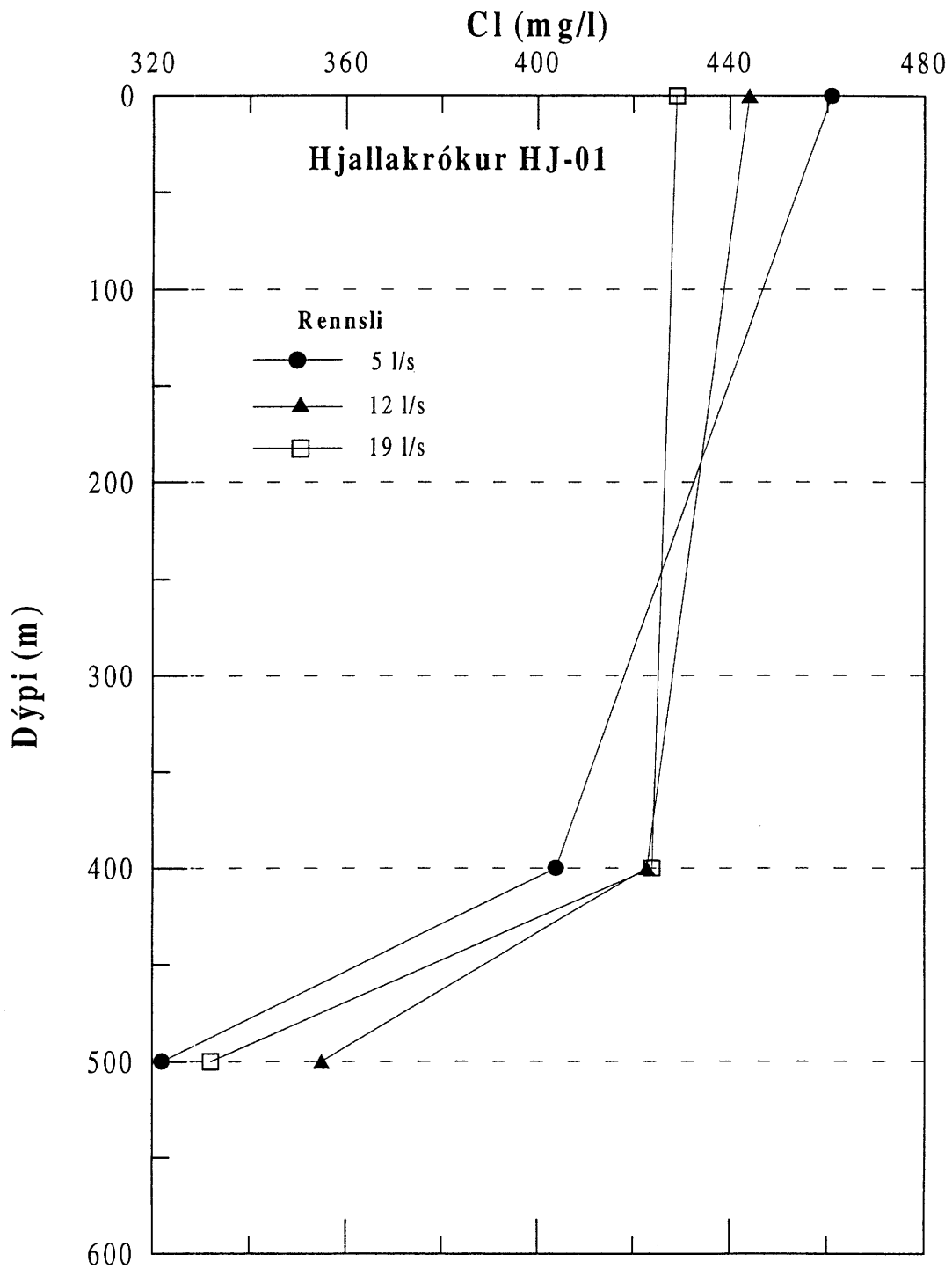


Mynd 3. Hitamælingar í HJ-01 við 5, 12,6 og 19 l/s rennsli 1998.

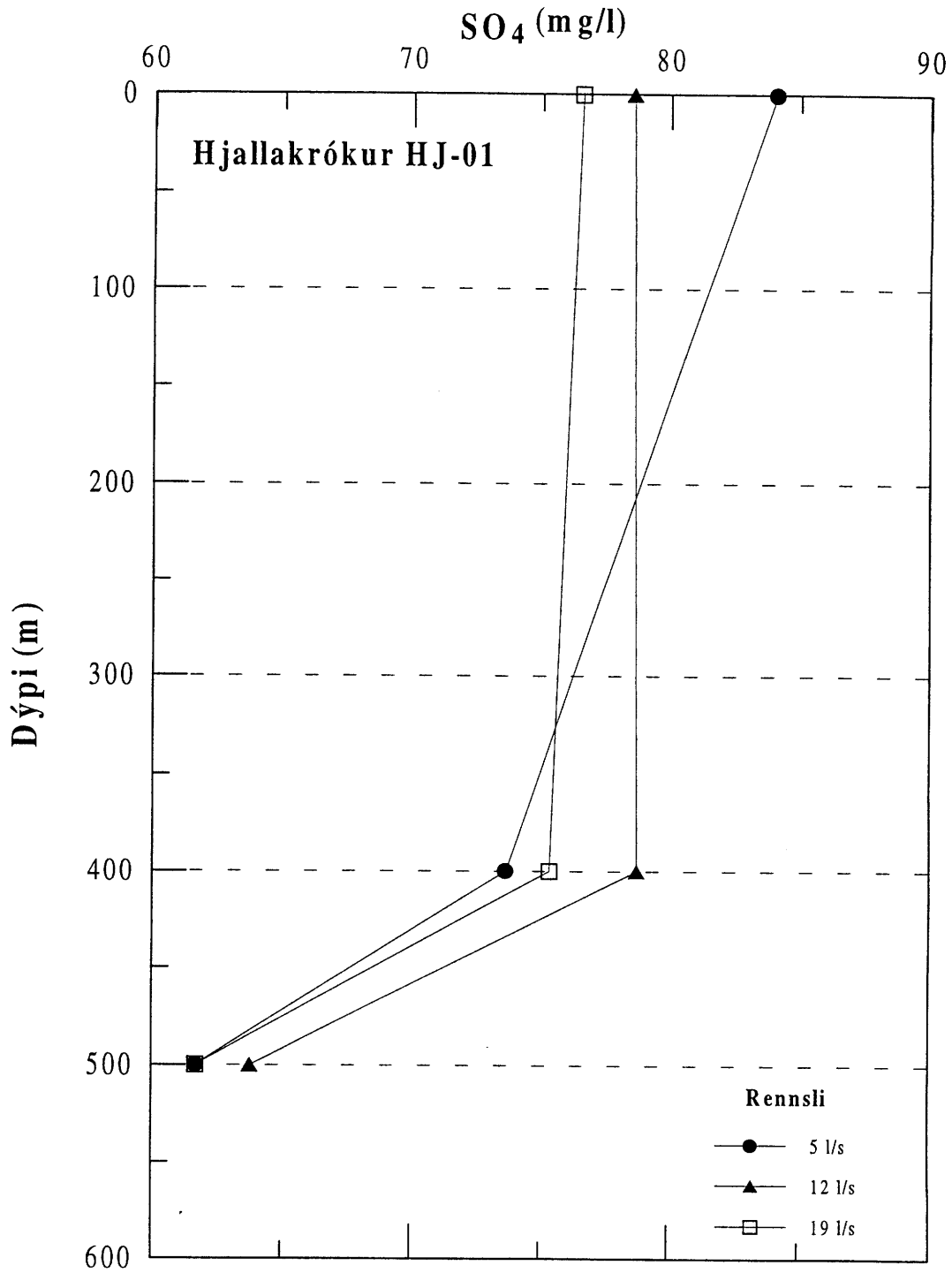




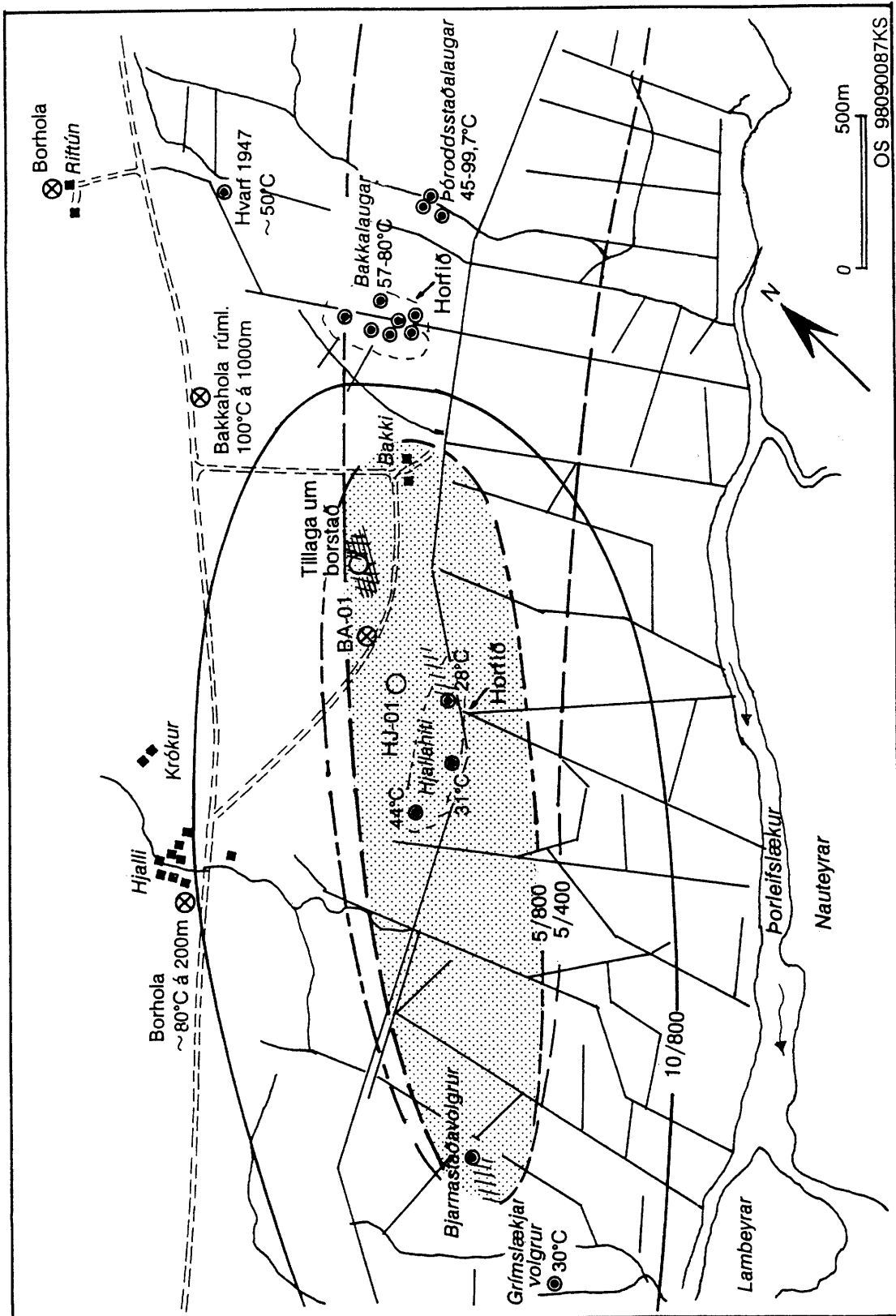
Mynd 4. Styrkur kísils sem fall af dýpi í HJ-01.



Mynd 5. Styrkur klóríðs sem fall af dýpi.



Mynd 6. Styrkur súlfats sem fall af dýpi.



Mynd 7. Staðsetning nýrrar vinnsluholu fyrir hitaveitu Porlákshafnar. Á myndinni eru sýndar jafnvíðnámslínur á 400 og 800 m dýpi.