



ORKUSTOFNUN  
Jarðhitadeild

HITAVEITA SIGLUFJARÐAR

**Vinnslueftirlit 1990**

Ómar Sigurðsson  
Guðrún Sverrisdóttir

OS-91038/JHD-22 B

Október 1991



**ORKUSTOFNUN**  
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Verknr. 613501

HITAVEITA SIGLUFJARÐAR

**Vinnslueftirlit 1990**

Ómar Sigurðsson  
Guðrún Sverrisdóttir

OS-91038/JHD-22 B

Október 1991

## EFNISYFIRLIT

1. INNGANGUR	3
2. EFNASAMSETNING JARÐHITAVATNS	3
3. VINNSLA OG VATNSBORD	4
4. NIÐURSTÖÐUR HEIMILDIR	5 6

## TÖFLUSKRÁ

1. Efnasamsetning jarðhitavatns	4
---------------------------------	---

## MYNDASKRÁ

1. Styrkur kísils í vatni frá holum 7 og 11	7
2. Styrkur klóríðs í vatni frá holum 7 og 11	7
3. Hiti vatns úr holum 7 og 11	8
4. Vatnsborð og vinnsla jarðhitakerfisins á Skútudal tímabilið 1983-1991	8
5. Vinnsluspá fyrir jarðhitakerfið á Skútudal	9

## 1. INNGANGUR

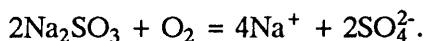
Í þessari skýrslu er fjallað um eftirlit með jarðhitavinnslu Hitaveitu Siglufjarðar á Skútudal árin 1989 og 1990. Hitaveitan og Orkustofnun hafa í samvinnu staðið að þessu vinnslueftirliti og er það unnið samkvæmt samningi þar um númer 613501-1987. Fjallað er um niðurstöður efnagreininga á vatnssýnum sem tekin voru í nóvember 1990. Þá voru einnig tekin vatnssýni víðsvegar úr safn- og dreifikerfi veitunnar til að kanna tæringu asbestlagna og lækun súrefnisstyrks vegna efnaíblöndunar. Áður hafa verið birtar niðurstöður efnagreininga vatnssýna sem tekin voru í október 1989 (Magnús Ólafsson 1990). Uppfærð er vinnslusaga jarðhitakerfisins á Skútudal fram yfir áramótin 1990/91. Endurreiknuð er spá um vatnsborðsstöðu í jarðhitakerfinu fram til aldamóta. Er aukin vinnsla síðustu tveggja ára komin þar inn, en síðan er miðað við gefnar forsendur.

## 2. EFNASAMSETNING JARÐHITAVATNS

Þann 22. nóvember 1990 voru tekin sýni til efnagreininga úr vinnsluholu og dreifikerfi Hitaveitu Siglufjarðar. Þetta er þáttur í árlegu eftirliti Orkustofnunar með hitaveitunni. Sýni til heildarefnagreininga voru tekin úr holu 11 á Skútudal og úr brunni við Hvanneyrarbraut 49, en sýni til kalsíum, súlfít og súrefnismælinga eingöngu var tekið úr brunni 2 á Skútudal. Hiti vatnsins og súrefnisstyrkur var mældur við sýnatöku, svo og styrkur súlfíts í brunnum báðum. Rokgjörn efni voru greind samdægurs, en önnur efni á efnarannsóknarstofu Orkustofnunar. Niðurstöður efnagreininganna eru birtar í töflu 1 ásamt greiningum af sýnum sem voru tekin á sömu stöðum 1988 og 1989, og einu sýni úr holu 7 sem var tekið 1985.

Í töflu 1 sést að engin marktæk breyting hefur orðið á efnasamsetningu vatnsins úr holu 11 frá árinu 1988. Á hinn bóginn breytist samsetning vatnsins nokkuð á leið sinni frá holu 11 út í gegnum veitukerfið, en brunnurinn á Hvanneyrarbraut 49 er nærri enda kerfisins. Kalsíum eykst greinilega í vatninu við að fara um veitukerfið. Það er vegna tæringar í asbestörum aðveituaðar. Styrkur kalsíums við Hvanneyrarbraut er svipaður og verið hefur síðustu ár. Tæring asbestlagna hefur því verið svipuð frá því í febrúar 1986, en þá var fyrst farið að fylgjast með þessum þætti.

Styrkur súrefnis í vatninu úr holu 11 er mikill, og gerir það vatnið mjög tærandi. Því er natríumsúlfíti bætt í vatnið, en það eyðir súrefninu samkvæmt efnahvarfinu:



Íblöndun fer þannig fram að 50 kg af natríumsúlfíti eru leyst upp í 1000 lítrum af vatni og blöndunni síðan dælt smám saman í holuna á tveim sólarhringum. Þetta virðist vera mjög hæfilegt magn. Þegar í brunni 2 á Skútudal er súrefnið alveg horfið úr vatninu og styrkur súlfíts kominn niður í 3,2 mg/kg, en æskilegt þykir að það sé komið niður í 2-3 mg/kg við enda dreifikerfisins (Hrefna Kristmannsdóttir, 1988). Í brunnum við Hvanneyrarbraut er súlfítið komið niður í 1,4 mg/kg, sem bendir til að eitthvert súrefni komist inn á kerfið, en súlfítið nái að eyða því. Við samanburð mælinga sést að þetta er í fyrsta sinn sem ekkert súrefni mælist í brunni 2 (tafla 1). Þetta stafar líklega af bættri tækni við súrefnismælinguna. Árið 1990 var tekinn í notkun nýr kælispírall sem kemur alveg í veg fyrir upptöku súrefnis úr andrúmsloftinu við mælingu. Ennfremur er lágur styrkur mældur með ampúlum sem eru mjög nákvæmar á bilinu 0,000-0,010 mg/kg.

Meiri styrkur natríums, súlfats og karbónats við Hvanneyrarbraut, en úr holu 11, stafar af íblönduninni og loftun vatnsins. Styrkur og hlutföll efna í jarðhitavatninu hafa ekki breyst marktækt á undanförunum árum. Á myndum 1 og 2 sést að styrkur kísils og klóríðs hefur verið allstöðugur frá 1986. Það tímabil sem þessi efni voru mæld í vatni frá holu 7, 1979-1985, hafði

styrkur þeirra lækkað dálítið. Mynd 3 sýnir að hitastig vatns úr vinnsluholunum hefur einnig verið mjög stöðugt allan vinnslutímann.

**TAFLA 1: Efnasamsetning jarðhitavatns (mg/kg).**

Staður	Hola 7	Hola 11			Brunnur 2			Brunnur við Hvanneyrarbr. 49		
Dagsetning Númer	851017 850265	881019 880184	891008 890103	901122 900276	881019 880185	891008 890104	901122 900277	881019 880186	891008 890106	901122 900275
Hiti (°C)	67,6	74,4	74,9	74,0	74,0	74,0	73,9	69,0	69,8	69,4
Sýrustig (pH/°C)	10,05/20	9,95/21	9,95/20	10,02/18	-	-	-	9,90/21	9,98/20	10,04/18
Kísill (SiO <sub>2</sub> )	88,1	95,1	94,9	94,4	-	-	-	94,6	95,2	95,2
Natríum (Na)	40,0	40,2	43,8	44,3	-	-	-	52,3	48,4	48,4
Kalíum (K)	0,7	0,7	0,7	0,8	-	-	-	0,8	0,8	0,8
Kalsíum (Ca)	1,4	1,6	1,5	1,5	1,8	1,5	1,6	2,3	2,0	2,1
Magnesium (Mg)	0,008	0,007	0,001	<0,001	-	-	-	0,004	<0,001	<0,001
Karbonsat (CO <sub>2</sub> )	17,3	15,4	17,6	18,6	-	-	-	22,0	18,5	19,0
Súlfat (SO <sub>4</sub> )	9,1	9,3	9,4	8,6	-	-	-	27,7	16,6	16,6
Brennist.vetni (H <sub>2</sub> S)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	-	-	-	<0,05	<0,05	<0,05
Klóríð (Cl)	8,6	8,5	8,6	8,6	-	-	-	8,6	8,6	8,6
Flúoríð (F)	0,40	0,38	0,37	0,36	-	-	-	0,38	0,38	0,36
Uppleyst efni	198	225	200	202	-	-	-	254	213	214
Járn (Fe)	-	-	<0,025	-	-	-	-	-	-	-
Mangan (Mn)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bór (B)	-	0,03	-	-	-	-	-	0,04	-	-
Súrefni (O <sub>2</sub> )	0,200	0,080	0,060	0,060	0,005	0,005	0,000	0,010	0,000	0,000
Súlfít (SO <sub>3</sub> )	-	-	-	-	8,8	3,9	3,2	5,0	2,4	1,4

- ekki mælt

### 3. VINNSLA OG VATNSBORÐ

Á safnæðinni skammt fyrir framan miðlunargeymi hitaveitunnar var rekinn snældu-rennslismælir á tímabilinu 23. maí 1984 til 14. september 1985. Hljóð-rennslismælir var síðar settur á safnæðina 8. desember 1988, en hann bilaði 14. desember 1990. Þann 12. janúar 1991 er aftur komin á rennslismæling. Fyrir önnur tímabil hefur vatnstaka úr jarðhitakerfinu á Skútudal verið áætluð, en dæling hófst þar í janúar 1977. Áður var sjálfrennsli nýtt af svæðinu, en hitaveitan tók til starfa í desember 1975. Af ofansögðu er ljóst að áreiðanlegar mælingar á vatnsstöku úr jarðhitakerfinu eru aðeins til yfir lítinn hluta vinnslusögu þess. Vatnsborðsstaða er hins vegar betur þekkt, þó mælingar á vatnsborði séu strjálar fyrir árið 1983. Mælingar á þessum tveim stærðum eru hvað mikilvægastar til að meta afköst jarðhitakerfisins og áætla framtíðarviðbrögð þess fyrir gefið vinnslumynstur.

Hola 11 var tekin í notkun síðla árs 1983, en áður var dælt nær stöðugt úr holu 7 allt árið og holu 10 bætt inn þegar hola 7 annaði ekki þörfinni. Vatnsborðsmælingar hafa þannig verið samfelldastar úr holu 7 gegnum árin og vatnsborð í jarðhitakerfinu því miðað við nágrenni hennar. Þegar dælt er úr holu þarf að leiðrétta mælt vatnsborð í henni fyrir þrýstifalli sem orsakast af iðustreymi í og við holuna. Auk þess er alltaf einhver niðurdráttur vatnsborðs við holuna vegna dælingarinnar. Þannig er mælt vatnsborð vinnsluholu alltaf nokkru lægra, en raunverulegt vatnsborð í jarðhitakerfinu. Til að fá sem best mat á vatnsborðsbreytingum í

jarðhitakerfinu vegna vinnslu úr því, er best að mæla vatnsborð í holu sem hefur samgang við það, en er sjálf ekki í vinnslu. Samkvæmt þessu er æskilegt að vatnsborð verði einnig mælt í holu 11 á sumrin þegar sú hola er hvíld í stað holu 7. Þá mætti athuga með að koma upp varanlegri aðstöðu til vatnsborðsmælinga í holu 6.

Mynd 4 sýnir vinnslusögu jarðhitakerfisins á Skútudal frá 1983 til 1991. Þar er sýnd áætluð og mæld meðalvinnsla fyrir hvern mánuð og vatnsborð í jarðhitakerfinu í lok mánaðar miðað við holu 7. Á myndinni sést að vinnslan er aukin veturinn 1988 og er svipuð síðastliðna tvo vetur. Þá sést einnig að sumurinn 1989 og 1990 er minna dregið úr vinnslunni, en árin á undan. Meðalvinnslan úr jarðhitakerfinu yfir árið hefur því aukist á síðustu tveim árum í rúmlega 28 l/s, en var árin þar á undan um 25 l/s. Afleiðing aukinnar vinnslu er sú að vatnsborðsstaðan að vetrarlagi hefur lækkað um eina 7 metra. Af hvaða ástæðum vinnslan hefur verið aukin á síðastliðnum tveim árum er höfundum ekki kunnugt, en ef aukningin stafar ekki af samsvarandi aukinni orkusölu (12%) ætti hitaveitan að kanna vandlega hvað veldur, vegna þess að jarðhitakerfið er fullnýtt miðað við núverandi rekstraraðstæður og þolir því illa mikla aukningu í vinnslu.

Gert hefur verið einfalt vatnafræðilegt tank-líkan af jarðhitakerfinu og það notað til að herma viðbrögð þess við vinnslu fram til áramóta 1988/89 (Ómar Sigurðsson og Auður Ingimarsdóttir 1989). Sama líkan hefur svo verið notað til að spá fyrir um framtíðarviðbrögð jarðhitakerfisins fyrir gefna vinnslu. Hér hefur líkanið verið framreiknað frá áramótum 1990/91 til aldamóta fyrir þau þrjú vinnslutilfelli sem notuð voru í fyrri spám (22,5 l/s, 25,0 l/s og 30,0 l/s). Niðurstöður spánna eru sýndar á mynd 5. Myndin sýnir nokkurn veginn vatnsborð í jarðhitakerfinu við holu 7 undir lok árs. Á myndinni koma glögglega í ljós áhrif aukinnar vinnslu á síðustu tveim árum. Þá þarf að hafa í huga að vatnsborð í vinnsluholu er 15-20 m lægra en sýnt er á mynd 5.

Í mörgum fyrri greinargerðum og skýrslum um jarðhitakerfið á Skútudal (m.a. Ómar Sigurðsson 1991) hefur verið bent á nauðsyn þess að hitaveitan nýtti orkuforða þess sem best. Í því sambandi hefur verið bent á jákvæða reynslu annarra hitaveitna, sem hafa breytt sölukerfi sínu frá hemlum í mæla. Reynsla hitaveitnanna er að vatnspörf þeirra hefur minnkað um meira en 20 % yfir árið eftir breytinguna. Þar munar mestu að verulega dregur úr vatnspörfinni yfir sumartímamann og afltoppar hafa yfirleitt ekki orðið mikið hærrí en áður að vetri. Eins og áður var sagt (sjá mynd 4) þá var vinnslan hjá Hitaveitu Siglufjarðar sumurinn 1989 og 1990 töluvert meiri en fyrri sumur. Þetta á sinn þátt í að hækka meðaltalsvinnsluna yfir árið og lækka vatnsborðið í jarðhitakerfinu. Jarðhitakerfið á Skútudal er lítið og allur vatnssparnaður kæmi því í heild vel, eins og sjá má á mynd 5. Þar sem orkuþörf hitaveitunnar virðist vera að aukast, er rétt að hitaveitan hugi alvarlega að sölukerfisbreytingu til að draga úr áhrifum aukningarinnar á jarðhitakerfið.

#### 4. NIÐURSTÖÐUR

Helstu niðurstöður vinnslueftirlits fyrir árin 1989 og 1990 hjá Hitaveitu Siglufjarðar eru eftirfarandi:

1. Íblöndun natríumsúlfíts er hæfileg eins og hún er.
2. Ekki verður vart við marktækar breytingar í efnastyrk og hitastigi vatnsins frá jarðhitakerfinu á Skútudal síðastliðin tíu ár.
3. Hægt er að bæta vinnslueftirlitið umfram það sem nú er með því að mæla vatnsborð í holu 11 einnig yfir sumarmánuðina, þegar holan er í hvíld. Jafnframt að halda þá áfram

vatnsborðsmælingum í holu 7.

4. Ársmeðalvinnsla síðustu tveggja ára hefur aukist úr 25 l/s í rúmlega 28 l/s. Samfara aukinni vinnslu hefur vatnsborð í jarðhitakerfinu lækkað að jafnaði um 7-10 m.
5. Vinnsla hitaveitunnar var meiri síðustu tvö ár en nokkurn tíma áður. Rétt er að hitaveitan hugi alvarlega að breytingu á sölukerfi sínu frá hemlum í mæla og reyni þannig að ná fram vatnssparnaði.

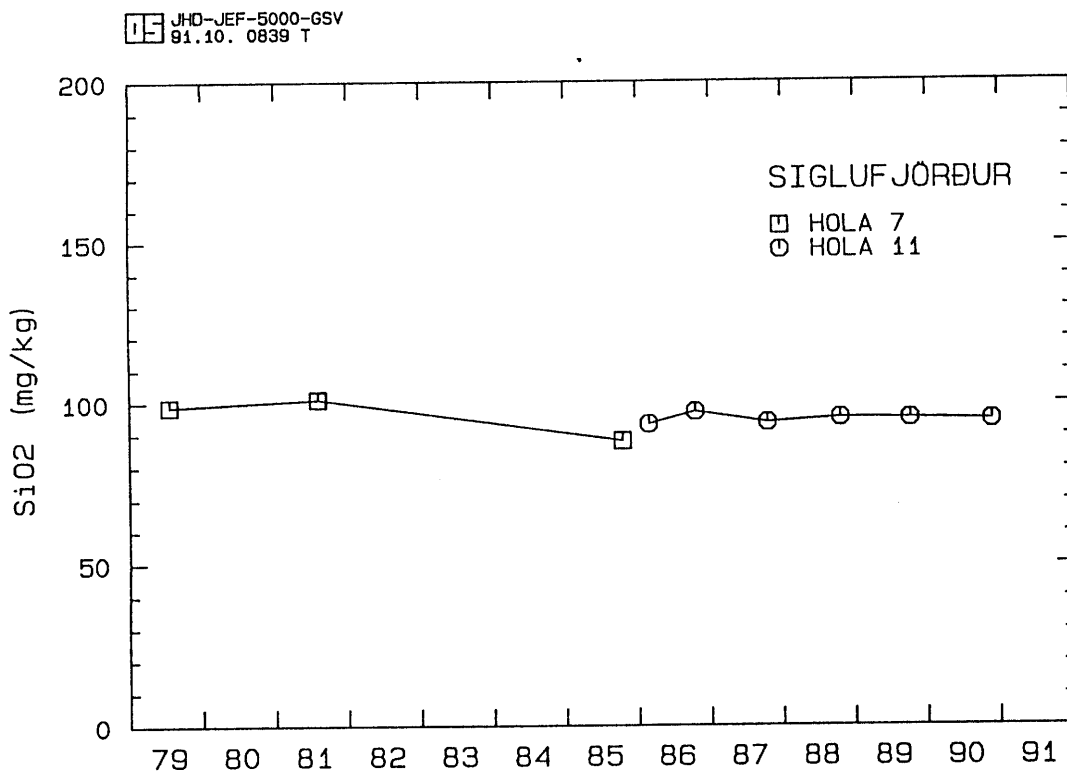
## HEIMILDIR

Hrefna Kristmannsdóttir, 1988: *Hitaveita Siglufjarðar. Eftirlit með efnainnihaldi jarðhitavatns haustið 1987*. Greinargerð Orkustofnunar, HK-88/03, 2s.

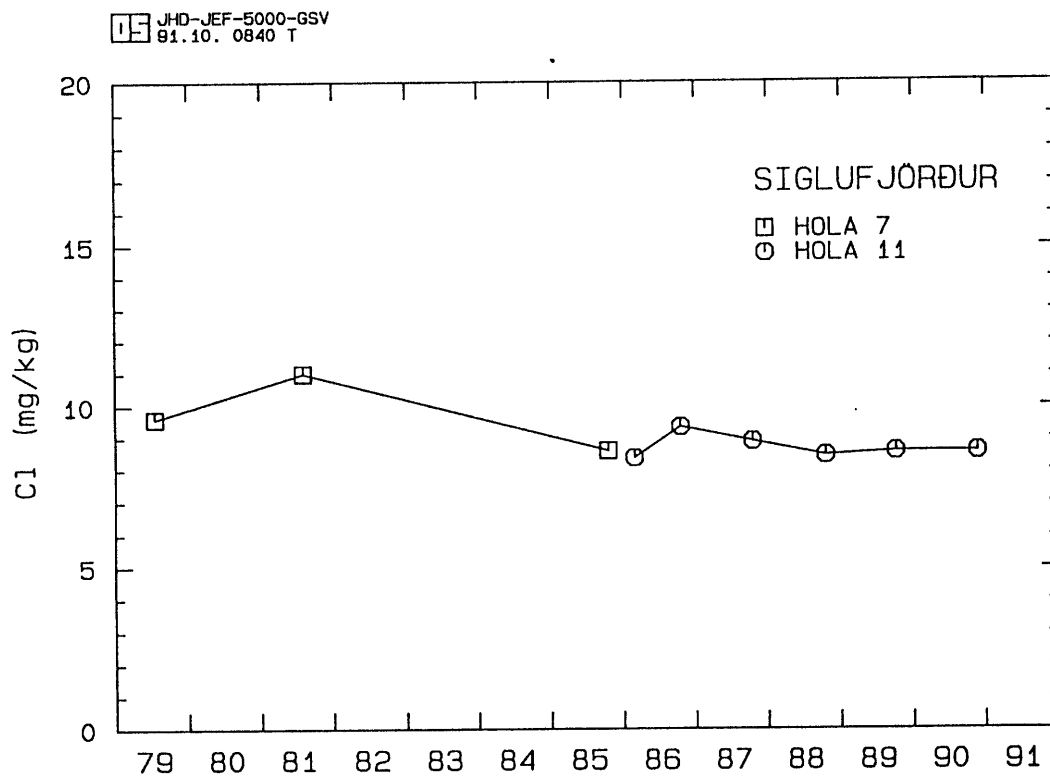
Magnús Ólafsson, 1990: *Hitaveita Siglufjarðar. Efnæftirlit 1989*. Greinargerð Orkustofnunar, MÓ-90/03, 3s.

Ómar Sigurðsson og Auður Ingimarsdóttir, 1989: *Hitaveita Siglufjarðar. Eftirlit með jarðhitavinnslu í Skátudal*. Orkustofnun, OS-89035/JHD-14 B, 14s.

Ómar Sigurðsson, 1991: *Hitaveita Siglufjarðar. Staða orkuöflunar*. Greinargerð Orkustofnunar, Ómar-91/03, 6s.

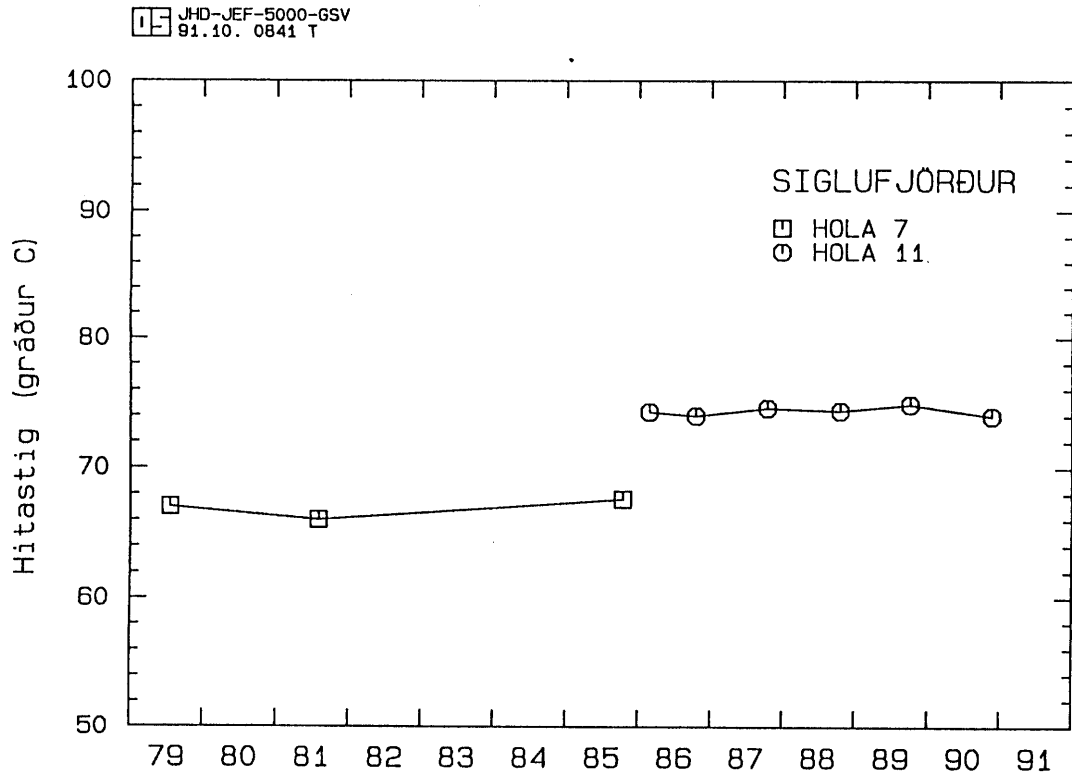


MYND 1: Styrkur kísils í vatni frá holum 7 og 11.

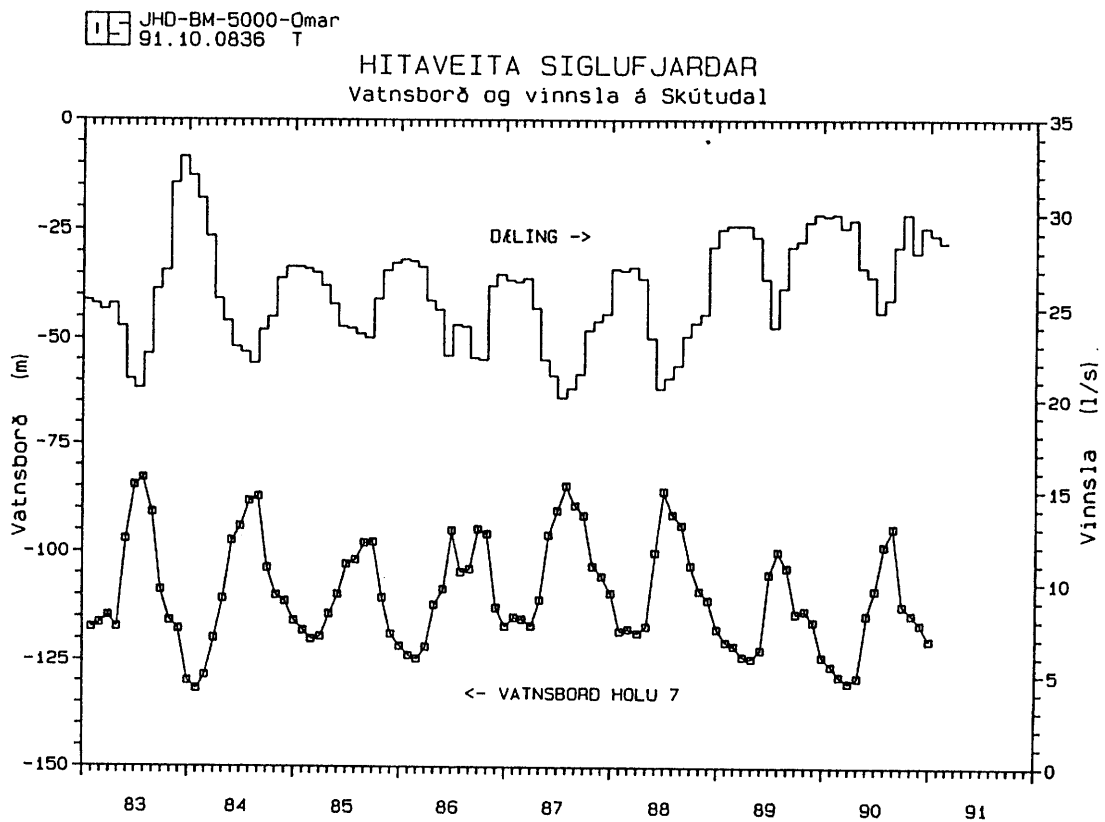


MYND 2: Styrkur klóríðs í vatni frá holum 7 og 11.





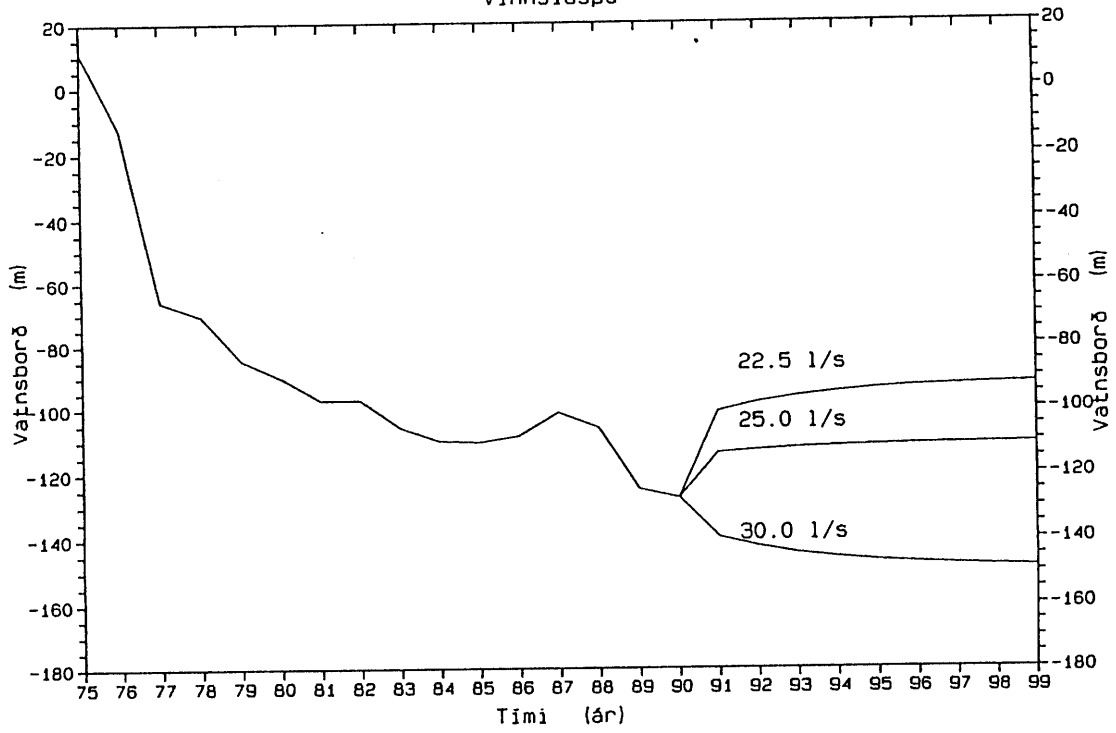
MYND 3: Hiti vatns úr holum 7 og 11.



MYND 4: Vatnsborð og vinnsla jarðhitakerfisins á Skútudal tímabilið 1983-1991.

JHD-8M-5000-0mar  
91.10.0837 T

### HITAVEITA SIGLUFJARÐAR Vinnsluspá



MYND5: Vinnsluspá fyrir jarðhitakerfið á Skútudal.