



ORKUSTOFNUN  
Jarðhitadeild

## HITAVEITA DALVÍKUR

Eftirlit með jarðhitavinnslu við Hamar

Guðni Axelsson  
Magnús Ólafsson

Unnið fyrir Hitaveitu Dalvíkur

OS-92024/JHD-11 B

Maí 1992



**ORKUSTOFNUN**  
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Verknr. 610631

## **HITAVEITA DALVÍKUR**

**Eftirlit með jarðhitavinnslu við Hamar**

Guðni Axelsson  
Magnús Ólafsson

Unnið fyrir Hitaveitu Dalvíkur

OS-92024/JHD-11 B

Maí 1992

## EFNISYFIRLIT

1. INNGANGUR	3
2. VINNSLA OG VATNSBORÐ	3
3. EFNASTYRKUR	4
4. HITAMÆLINGAR Í EFTIRLITSHOLUM	5
5. LOKAORÐ	6
HEIMILDIR	7

## TÖFLUSKRÁ

1. Ársmeðalvinnsla við Hamar 1970-1991	4
2. Efnasamsetning vatns úr vinnsluholum við Hamar	5

## MYNDASKRÁ

1. Vatnsborð og vinnsla árin 1990 og 1991	7
2. Vatnsborð og vinnsla árin 1977-1991	8
3. Hiti vatns úr holu 11 árin 1989-1991	8
4. Hiti vatns úr holum 10 og 11 skv. mælingum starfsmanna Orkustofnunar árin 1977-1991	9
5. Kfsilstyrkur og vinnsla árin 1977-1991	9
6. Hitamælingar í holum 4, 5 og 9 seinni hluta árs 1991	10
7. Hitamælingar í holum 3 og 5 seinni hluta árs 1991	10
8. Hitamælingar í holum 7 og 9 seinni hluta árs 1991	11
9. Hitamælingar í holu 3 árin 1971, 1990 og 1991	11
10. Hitamælingar í holu 3 árið 1991 og holu 11 árið 1988	12
11. Hitamælingar í holu 4 árin 1985, 1990 og 1991	12
12. Hitamælingar í holu 5 árin 1971 og 1991	13
13. Hitamælingar í holu 7 árin 1972, 1990 og 1991	13

## 1. INNGANGUR

Í þessari skýrslu er fjallað um eftirlit með jarðhitavinnslu við Hamar í Svarfaðardal, vinnslusvæði Hitaveitu Dalvíkur, árið 1991. Hún er unnin samkvæmt samningi hitaveitunnar og Orkustofnunar um slíkt eftirlit. Hitaveita Dalvíkur safnar gögnum um vatnstöku, vatnsborð og hitastig vatnsins en Orkustofnun sér um töku vatnssýna, efnagreiningu þeirra og úrvinnslu gagnanna.

Eins og áður hefur verið bent á er mikilvægt að nákvæmt vinnslueftirlit sé haft með jarðhitakerfinu við Hamar, eins og verið hefur undanfarin tíu ár (Guðni Axelsson og Guðrún Sverrisdóttir, 1991). Er það annars vegar vegna hægfara vatnsborðslækkunar sem búast má við í kerfinu í framtíðinni og hins vegar vegna þess að búast má við kólnun vatns úr vinnsluholunum einhvern tímann á næstu áratugum (Guðni Axelsson, 1988).

Í október 1990 var steipt í gamlar borholur á vinnslusvæði Hitaveitu Dalvíkur sem ekki var talið að yrðu nýttar í framtíðinni. Var þetta gert til þess að hindra að kaldara vatn úr efri jarðlögum gæti streymt niður holurnar og kælt jarðhitakerfið. Steipt var í holur 1 til 7 og í holu 9. Þar af voru mælirör til hitamælinga steipt í holur 3, 4 og 5 og mælirörum til hita- og vatnsborðsmælinga komið fyrir í holum 7 og 9. Mælirörin gera það kleyft að betur má fylgjast með breytingum á hitaástandi jarðhitakerfisins í framtíðinni, en hægt hefur verið til þessa. Í kafla 4 hér á eftir verður fjallað stuttlega um hitamælingar sem gerðar voru í holum 3, 4, 5, 7 og 9 seinni hluta árs 1991.

## 2. VINNSLA OG VATNSBORÐ

Hola 11 hefur verið aðalvinnsluhola Hitaveitu Dalvíkur síðan í lok júlí 1988, en hola 10 er varahola veitunnar. Rennslismælur eru á lögnum frá báðum holunum og einnig er rennslismælir á aðalæðinni til Dalvíkur. Lesið hefur verið af rennslismælinum á aðalæðinni á tveggja daga fresti að jafnaði, en mælir við holu 11 hefur verið bilaður síðan í júní 1989. Jafnframt var vatnsborð mælt á hálfsmánaðar fresti í holum 7 og 9, sem hafa verið eftirlitsholur síðan steipt var í holu 2. Mælirör til vatnsborðsmælinga í holum 10 og 11 eru biluð.

Á mynd 1 er sýnd vikuleg meðalvinnsla úr jarðhitasvæðinu við Hamar, samkvæmt rennslismælinum á aðalæðinni, ásamt vatnsborðsbreytingum í eftirlitsholunum síðustu tvö árin. Vinnsla og vatnsborð frá því í september 1977, er hola 10 tók við sem vinnsluhola veitunnar, eru sýnd til samanburðar á mynd 2. Auk þess eru í töflu 1 birtar tölur um ársmeðalvinnslu úr svæðinu frá því nýting þess hófst. Tölur fyrir árin 1970 til og með 1981 eru byggðar á vatnssölu hitaveitunnar þessi ár og mánaðarmeðalvinnsla árunum 1978 til 1981 á mynd 2 var áætluð útfrá veðurfari og áætlaðri heildarvinnslu hvers árs.

Ársmeðalvinnslan hefur haldist nokkuð stöðug frá því sölukerfi hitaveitunnar var breytt árið 1986. Þó var hún enn minni árið 1991, en árin 1987 - 1990, eða um 24,8 l/s. Er það vegna óvenju hagstæðs tíðarfars, sérstaklega síðastliðið sumar. Vinnslan var minni sumarið 1991 en mælt hefur áður. Minnst var vikumeðalvinnslan um 9 l/s. Vatnsborð í jarðhitakerfinu er enn að hækka, en væntanlega á minni vinnsla einhvern þátt í því. Hæst fór það í 11 m. Búast má við því að vatnsborð taki að lækka á ný innan örfárra ára.

Hola 11 tók við sem aðalvinnsluhola árið 1988 og sýnir mynd 3 hita vatns úr holunni, skv. mælingum hitaveitunnar, árin 1989 - 1991. Hiti vatnsins virðist ekki hafa breyst marktækt á þessum árum og er hann um 64 °C. Væg árssveifla í hitamælingunum endurspeglar væntanlega það að vatnið kólnar örflítið á leið sinni upp holuna á sumrin þegar vinnsla er lítil.

Tafla 1. Ársmeðalvinnsla við Hamar.

Ár	Meðalvinnsla (l/s)	Athugasemdir
1970-73	22,5	hola 2, áætlað
1974	23,5	hola 2, áætlað
1975	29,1	holur 2 og 9, áætlað
1976	29,9	hola 9, áætlað
1977	30,6	holur 9 og 10, áætlað
1978	32,3	hola 10, áætlað
1979	37,2	hola 10, áætlað
1980	37,5	hola 10, áætlað
1981	39,9	hola 10, áætlað
1982	42,0	hola 10, mælt
1983	41,1	hola 10, mælt
1984	40,0	hola 10, mælt
1985	40,8	hola 10, mælt
1986	32,2	hola 10, mælt
1987	26,4	hola 10, mælt
1988	27,4	holur 10 og 11, mælt
1989	26,4	hola 11, mælt
1990	26,8	hola 11, mælt
1991	24,8	hola 11, mælt

### 3. EFNASTYRKUR

Líkt og á undanförunum árum tóku starfsmenn Orkustofnunar sýni af heitu vatni hjá Hitaveitu Dalvíkur síðastliðið haust, en slíkt hefur verið fastur liður í vinnslueftirliti hjá veitunni undanfarið ár (Guðni Axelsson og Guðrún Sverrisdóttir, 1991). Samhliða sýnatöku var hiti og súrefnisstyrkur mældur, sýrustig, karbónat og brennisteinsvetni voru mæld samdægurs, en önnur efni voru greind á efnarannsóknarstofu Orkustofnunar. Að þessu sinni var sýni tekið úr holu 11, sem hefur verið aðalvinnsluhola veitunnar frá miðju sumri 1988.

Niðurstöður efnagreininga á öllum sýnum sem til eru úr holu 11 eru sýndar í töflu 2. Þar kemur fram að efnastykur vatnsins hefur ekki breyst svo marktækt geti talist á árunum 1988 til 1991 að því undanskyldu að styrkur kísils hefur hækkað lítillega frá því sem hann var í fyrsta sýninu og jafnframt frá því sem hann var í holu 10 á árunum 1985 til 1988. Kísill er eitt helsta uppleysta efnið í jarðhitavatni og styrkur þess er háður hita vatnsins. Fram hefur komið að enginn marktækur munur er á efnainnihaldi vatns úr holum 10 og 11 (Guðrún Sverrisdóttir og Guðni Axelsson, 1989). Þær virðast því taka vatn úr sama vatnskerfinu. Jafnframt kom fram í nefndri skýrslu að styrkur kísils í vatni úr holu 10 lækkaði verulega á árunum 1977 til 1985, en breytingar á öðrum efnum voru tæpast marktækar. Engar breytingar sáust á hita vatnsins við holutopp, en lægri kísilstyrkur benti eindregið til kólnunar í jarðhitakerfinu og talið var að hún stafaði af mikilli vinnslu og niðurdrætti í kerfinu. Myndir 4 og 5 sýna hita og kísilstyrk í vatni úr holum 10 og 11 á árunum 1977 til 1991.

Í ársbyrjun 1986 tók veitan upp nýtt sölufyrirkomulag, hætt var við hemla og mælar teknir í notkun. Við sölukerfisbreytinguna dró verulega úr vinnslu úr jarðhitakerfinu og vatnsborð hækkaði og styrkur kísils í vatninu stóð nánast í stað. Á árunum 1988 og 1989 lækkaði styrkur kísils lítillega,

Tafla 2. Efnasamsetning vatns úr holu 11 við Hamar (mg/kg).

Dagsetning Númer	88-10-17 88-0175	89-10-06 89-0099	90-11-23 90-0282	91-10-23 91-0198
Hiti (°C)	64,0	64,0	65,2	64,4
Sýrustig (pH/°C)	10,1/17	10,3/17	10,3/18	10,3/19
Kísil (SiO <sub>2</sub> )	88,9	88,2	89,4	90,5
Natríum (Na)	49,2	48,2	48,5	48,2
Kalíum (K)	0,7	0,6	0,6	0,5
Kalsíum (Ca)	2,0	1,9	2,1	2,1
Magnesium (Mg)	0,004	0,001	0,001	0,008
Karborat (CO <sub>2</sub> (t))	12,0	13,3	16,7	15,0
Súlfat (SO <sub>4</sub> )	13,4	13,3	13,0	13,2
Brennist. vetni (H <sub>2</sub> S)	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Klórið (Cl)	9,2	9,3	9,0	9,4
Flúorið (F)	0,50	0,49	0,48	0,50
Járn (Fe)	-	0	-	-
Ál (Al)	-	-	0,09	0,08
Bór (B)	-	0,09	0,09	0,1
Uppleyst efni	225	205	208	212
Súrefni (O <sub>2</sub> )	0,0075	0,005	0,000	0,000

- : ekki mælt

en þó innan óvissu í greiningu. Þegar hola 11 var tekin í notkun 1988 var styrkur kísils í vatni úr henni nánast sá sami og í vatni úr holu 10 (mynd 5). Sýnin frá 1990 og 1991 sýna síðan bæði að styrkur kísils hefur hækkað í vatninu og er hækkunin meiri en nemur óvissu í greiningum og sýnatöku (u.þ.b. ±1% í greiningum á þessu styrkbili). Vatnsborð í jarðhitakerfinu er enn að hækka og því er ekki ótrúlegt að bætt vatnstaða hafi aukið hlut vatns dýpra úr jarðhitakerfinu, vatns með hærri kísilstyrk, án þess að þess hafi gætt í hækkuðum hita við holutopp. Einnig var steyppt í gamlar holur við Hamar haustið 1990 og því gæti hækkanði kísilstyrkur síðan þá bent til þess að dregið hafi úr niðurstreymi kaldara vatns við þá aðgerð.

Fróðlegt væri, vegna ofangreindrar hækkunar á kísilstyrk, að kanna hvort breytingar verða á styrk kísils vegna breytilegrar vinnslu hvers árs. Það mætti gera með því að taka sýni úr holu 11 til greininga á kísli einu sinni í mánuði um eins árs skeið. Starfsmenn hitaveitunnar gætu tekið sýnin og sent til greininga á Orkustofnun.

#### 4. HITAMÆLINGAR Í EFTIRLITSHOLUM

Holur 3, 4, 5, 7 og 9 á vinnslusvæðinu við Hamar voru hitamældar seinni hluta árs 1991, tæpu ári eftir að mælirörum var komið fyrir í þeim (Guðni Axelsson, 1991). Hitamælingarnar eru birtar á myndum 6, 7 og 8. Þær munu nýtast sem viðmiðunarmælingar, til þess að meta hugsanlega kólnun jarðhitakerfisins í framtíðinni. Rétt verður að hitamæla þessar holur aftur að 2 - 4 árum liðnum. Reyndar er hugsanlegt að holurnar sem mældar voru hafi ekki allar verið komnar í jafnvægi þrátt fyrir að tæpt ár hafi liðið frá því steyppt var í þær þar til þær voru mældar. Á þetta einkum við um þær holur sem kaldara vatn hefur hugsanlega streymt niður síðustu tvo áratugi.

Ekki verður fjallað ítarlega um mælingarnar hér, en þó má benda á atriði sem ekki hefur verið fjallað um áður. Myndir 6 og 7 sýna að ofan 200 - 300 m dýpis er jarðhitakerfið heitast við holu 4 en kaldast við holu 5. Fram til þessa hefur verið talið að uppstreymið í efri hluta jarðhitakerfisins hafi verið í grennd við holur 1, 2, 7 og 9 og ætti efri hluti jarðhitakerfisins því að vera heitastur við þær holur. Annað hvort er uppstreymið nær holu 4 en áður var talið eða þá að uppstreymisrásin hefur kólnað verulega frá því vinnsla hófst á svæðinu. Mynd 8 sýnir að hitamælingarnar úr holum 7 og 9 eru mjög svipaðar, enda eru holurnar nálægt hvor annarri. Óreglur í mælingunum gætu bent til þess að þessar holur hafi ekki verið að fullu búnar að ná hitajafnvægi er þær voru mældar.

Á myndum 9 til 13 eru hitamælingarnar bornar saman við eldri mælingar úr sömu eða nálægum holum. Þar sést eftirfarandi:

- Á mynd 9 sést að hola 3 mælist nú allt að 5 °C kaldari en árið 1971. Ef mælingin frá 1971 er rétt, þá er líklegast að niðurrennsli í holunni síðustu tvo áratugi hafi kælt hana. Á mynd 9 sést að niðurrennsli úr æð á 40 m dýpi er nú hætt. Á mynd 10 sést að hitamælingin úr holu 3 er mjög sambærileg við mælingu úr holu 11 frá árinu 1988, nema hvað hola 3 mælist kaldari neðan 300 m. Er það líklega vegna niðurrennslis.
- Á mynd 11 sést að í holu 4 ber mælingunni frá 1991 mjög vel saman við eldri mælingar í holunni. Hitaástand jarðhitakerfisins næst holu 4 virðist því lítið hafa breyst, a.m.k. frá 1985.
- Á mynd 12 sést að í holu 5 mælist hiti mjög svipaður og árið 1971. Lítilsháttar ósamræmi telst ekki marktækt vegna hugsanlegra mæliskekkja í eldri mælingunni.
- Á mynd 13 sést að jarðhitakerfið hefur kólnað mikið ofan 170 m dýpis við holu 7. Er það í samræmi við það að jarðhitakerfið hafi kólnað mest við holur 1, 2, 6, 7 og 9, væntanlega vegna niðurrennslis um einhverjar holanna og niðurrennslis um þá rás sem flutti heitt vatn upp til yfirborðs áður en vinnsla hófst á jarðhitasvæðinu (Guðni Axelsson, 1990). Athygli vekur að sá kafli holu 7, þar sem mælirörið er gatað (109-200 m) er kaldari árið 1991 en í mælingunni árið 1990. Holan virðist því ekki vera búin að ná jafnvægi að fullu.

## 5. LOKAORÐ

1. Ársmeðalvinnsla úr jarðhitakerfinu við Hamar var um 25 l/s árið 1991, sem er um 2 l/s minni vinnsla en undanfarin ár. Er það væntanlega vegna óvenju hagstæðs tíðarfars, sérstaklega sumarið 1991. Vatnsborð er enn að hækka eftir sölukerfisbreytinguna og fór hæst í 11 m í september 1991.
2. Efnasamsetning vatnsins og hiti hefur ekki breyst marktækt undanfarin ár að því undanskildu að styrkur kísils hefur hækkað lítillega síðustu tvö árin. Er líklegt að hækkunin sé afleiðing þess að hlutur vatns dýpra úr jarðhitakerfinu hafi aukist vegna hækkandi þrýstings (vatnsborðs) undanfarin ár og vegna þess að kaldara niðurstreymi um gamlar borholur er nú hætt.
3. Mikilvægt er að haldið verði áfram virku eftirliti með jarðhitasvæðinu við Hamar. Í því sambandi má nefna að rennismælir frá holu 11 er bilaður og einnig eru mælirör í holum 10 og 11 biluð. Mikilvægt er að þessi atriði verði lagfærð við fyrsta tækifæri. Æskilegt væri að um eins árs skeið yrðu tekin mánaðarlega sýni til kísilgreininga úr holu 11. Þannig væri unnt að tengja betur efnabreytingar og vinnslu úr jarðhitakerfinu.
4. Í október 1990 var steypt í gamlar borholur á vinnslusvæðinu við Hamar. Holur 3, 4, 5, 7 og 9 eru með mælirrörum og munu þær nýtast til þess að fylgjast með hugsanlegri kólnun

jarðhitakerfisins í framtíðinni. Þessar mælingaholur voru hitamældar seinni hluta árs 1991.

5. Hitamælingar sem gerðar voru í mælingaholunum síðla árs 1991 sýna að ofan 200 - 300 m dýpis er jarðhitakerfið heitast við holu 4 og að efri hluti jarðhitakerfisins, nærri fyrrum uppstreymisrás þess, hefur kólnað töluvert síðustu tvo áratugi. Það er væntanlega vegna niðurstreymis kaldara vatns um einhverjar gömlu holanna og um uppstreymisrásina. Líklega hefur einnig verið nokkuð niðurstreymi í holu 3 þar til mælirrör var steypt í hana.

## HEIMILDIR

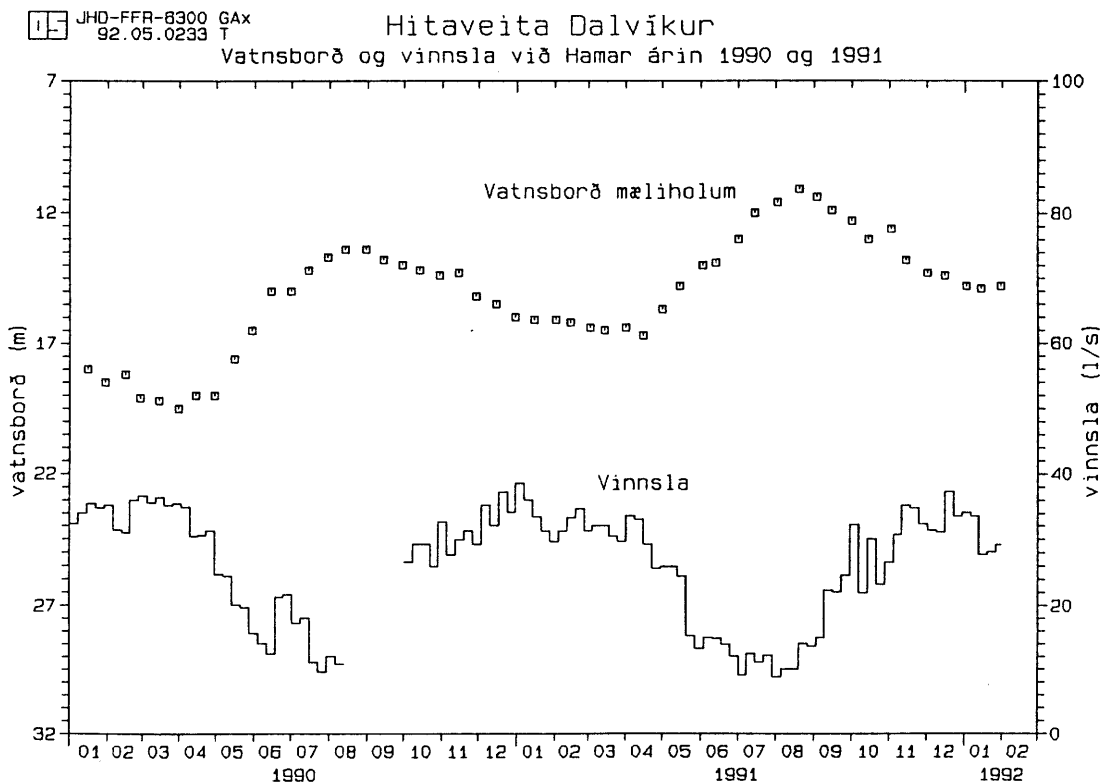
Guðni Axelsson, 1991: Hitamælingar í mælingaholum við Hamar árið 1991. Orkustofnun, greinargerð GAX-91/03, 7 s.

Guðni Axelsson, 1990: Hitaveita Dalvíkur. Hitamælingar í borholum við Hamar í júní 1990. Orkustofnun, greinargerð GAX-90/03, 9 s.

Guðni Axelsson, 1988: *Jarðhitasvæðið að Hamri í Svarfaðardal. Um afköst vinnsluhola Hitaveitu Dalvíkur.* Orkustofnun, OS-88053/JHD-11, 38 s. Unnið fyrir Hitaveitu Dalvíkur.

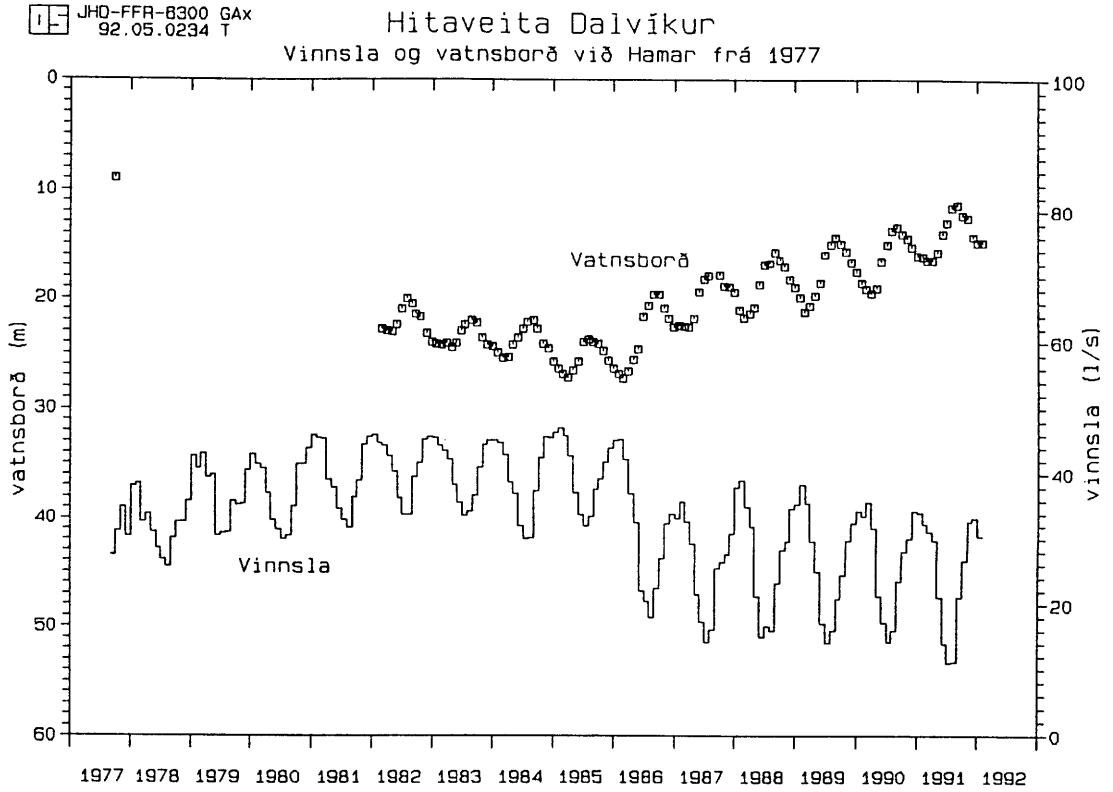
Guðni Axelsson og Guðrún Sverrisdóttir, 1991: *Hitaveita Dalvíkur. Eftirlit með jarðhitavinnslu við Hamar 1990.* Orkustofnun, OS-91018/JHD-06 B, 7 s. Unnið fyrir Hitaveitu Dalvíkur.

Guðrún Sverrisdóttir og Guðni Axelsson, 1989: *Hitaveita Dalvíkur. Eftirlit með jarðhitavinnslu að Hamri ágúst 1988 - maí 1989.* Orkustofnun, OS-89025/JHD-10 B, 8 s. Unnið fyrir Hitaveitu Dalvíkur.

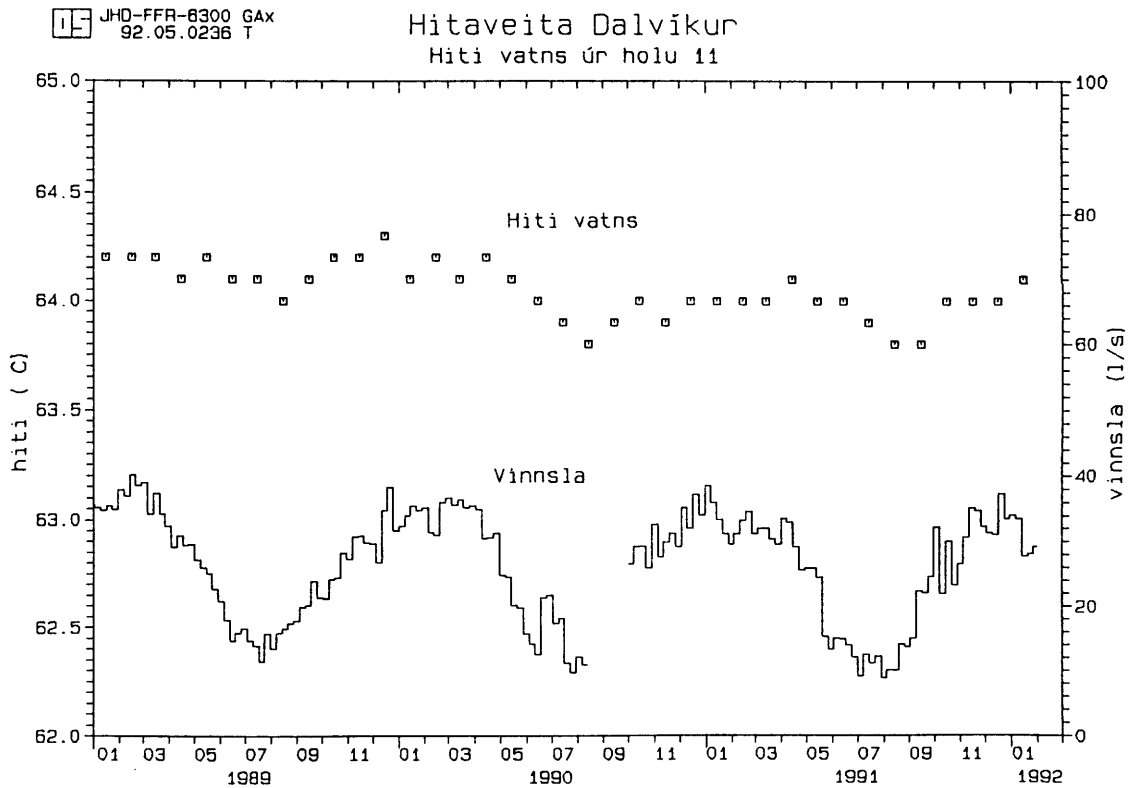


Mynd 1. Vatnsborð og vinnsla árin 1990 og 1991.

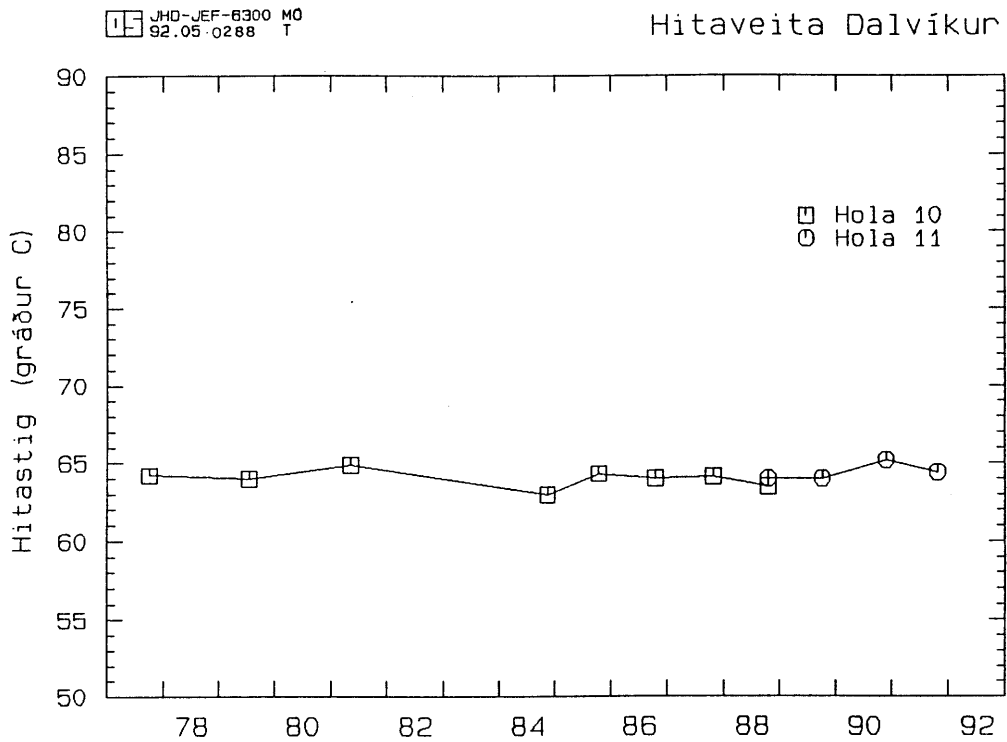




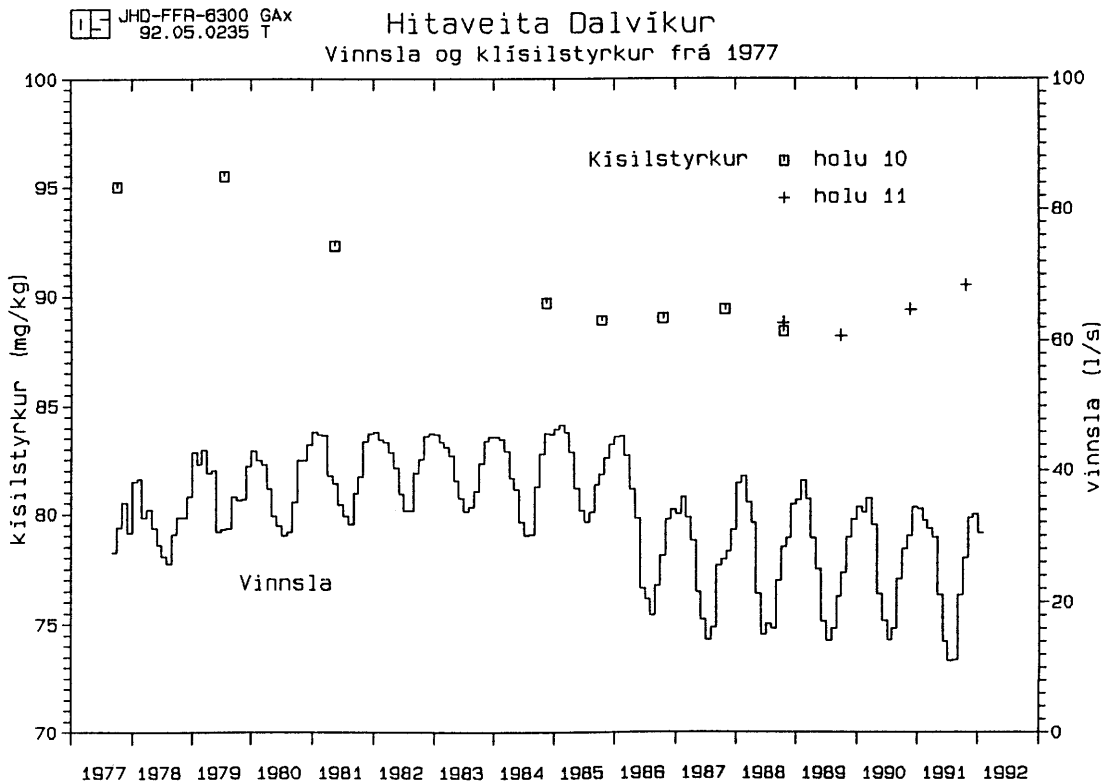
Mynd 2. Vatnsborð og vinnsla árin 1977-1991.



Mynd 3. Hiti vatns úr holu 11 árin 1989-1991.



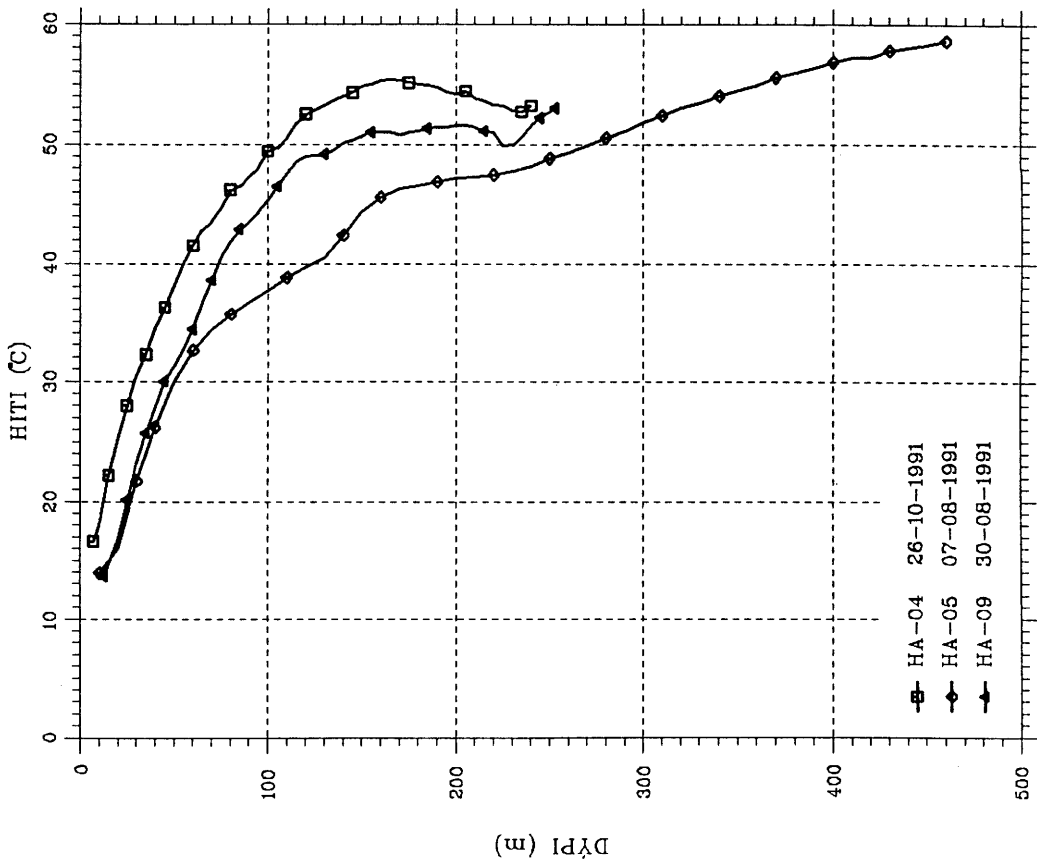
Mynd 4. Hiti vatns úr holum 10 og 11 skv. mælingum starfsmanna Orkustofnunar árin 1977-1991.



Mynd 5. Kísilstyrkur og vinnsla árin 1977-1991.

4 May 1992 gax  
Oracle

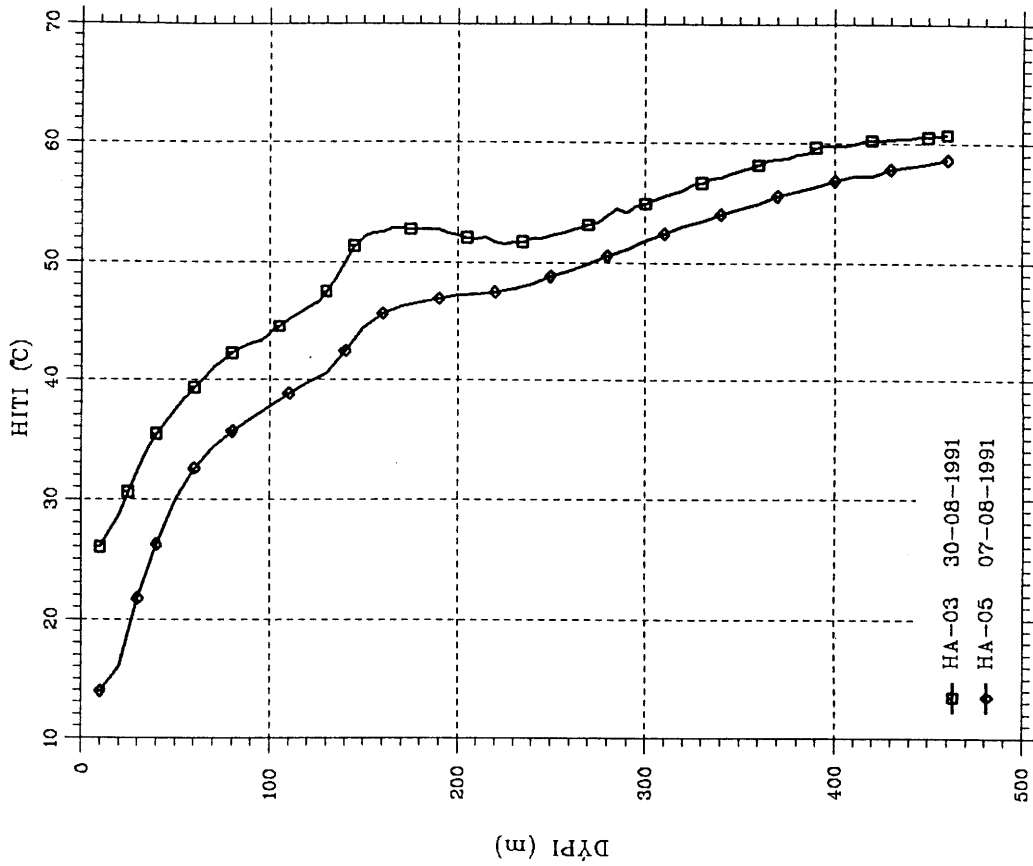
### Hamar i Sverfæðardal Hitamælingar í mælingaholum 1991



Mynd 6. Hitamælingar í holum 4, 5 og 9 seinni hluta árs 1991.

4 May 1992 gax  
Oracle

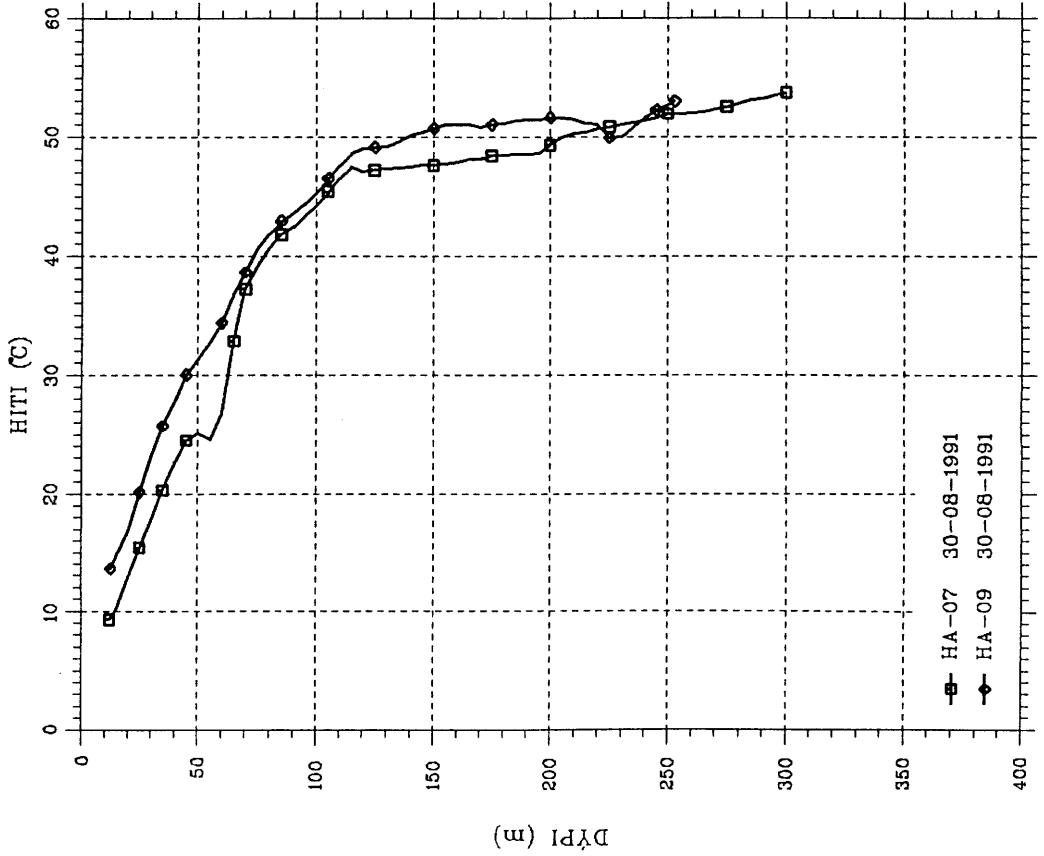
### Hamar i Sverfæðardal Hitamælingar í mælingaholum 1991



Mynd 7. Hitamælingar í holum 3 og 5 seinni hluta árs 1991.

4 May 1992 gax  
Oracle

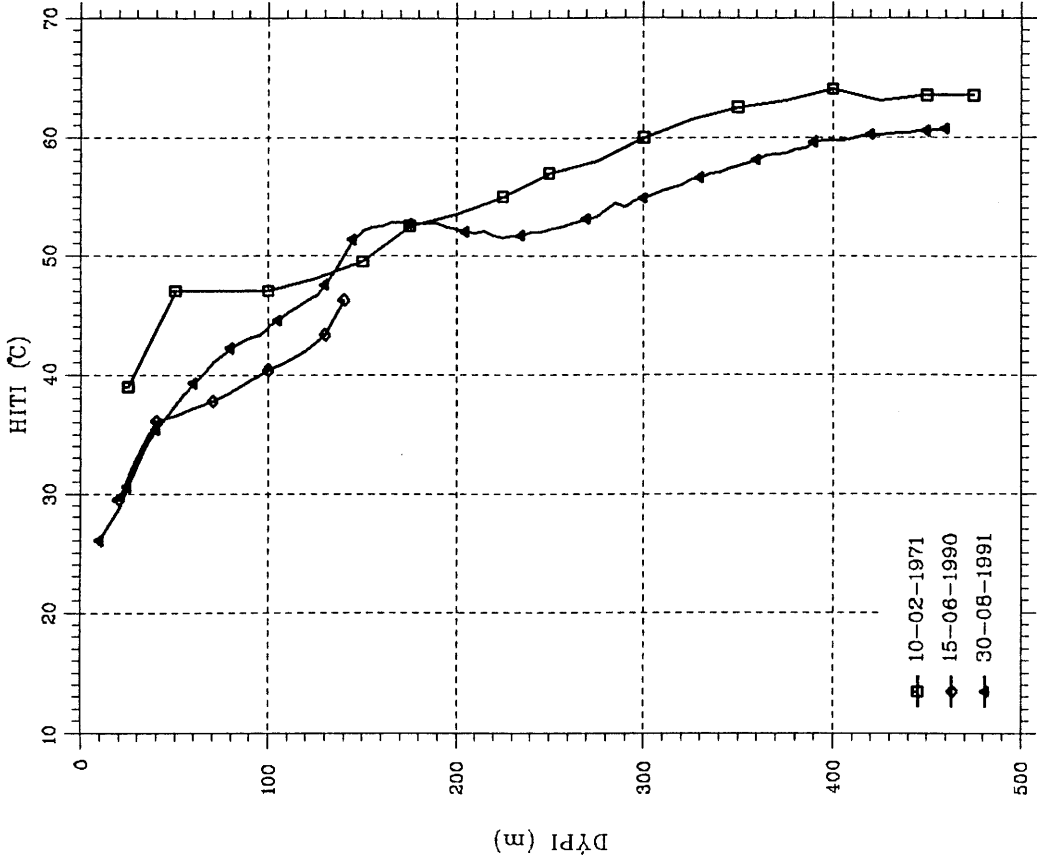
### Hamar i Sverfæðardal Hitamælingar í mælingaholum 1991



Mynd 8. Hitamælingar í holum 7 og 9 seinni hluta árs 1991.

4 May 1992 gax  
L= 52903 Oracle

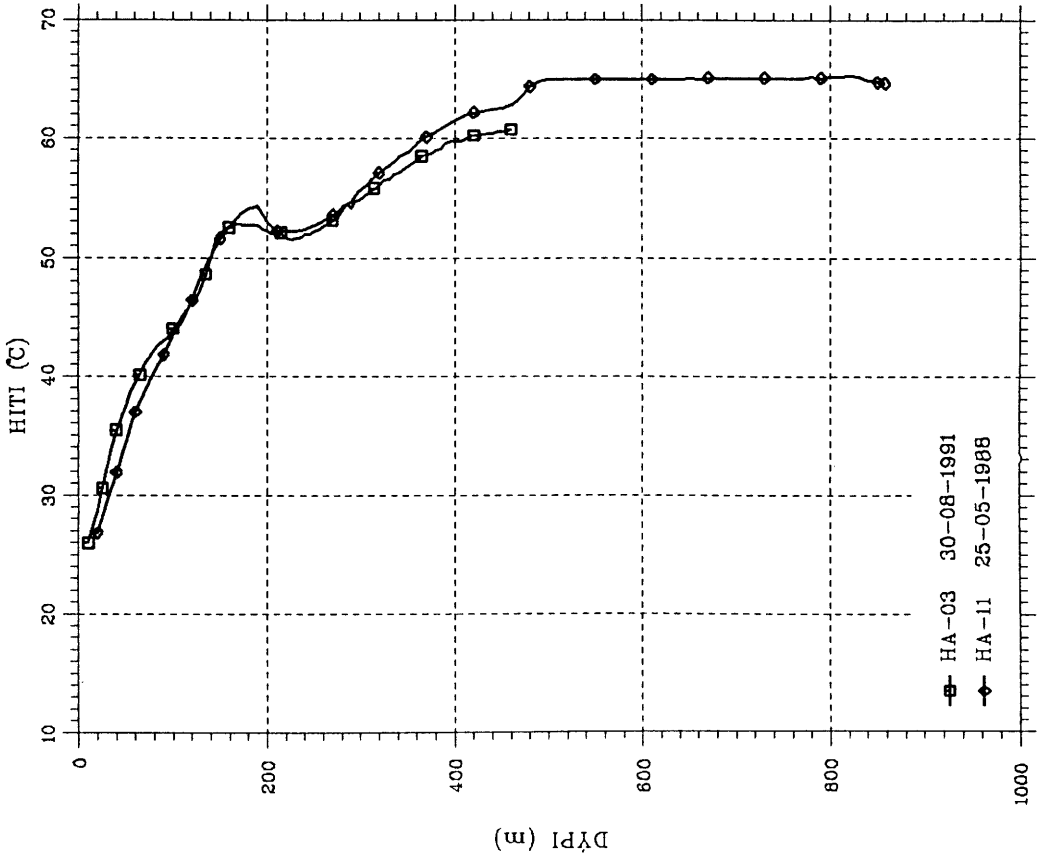
### Hamar i Sverfæðardal Hitamælingar í holu 3



Mynd 9. Hitamælingar í holu 3 árin 1971, 1990 og 1991.

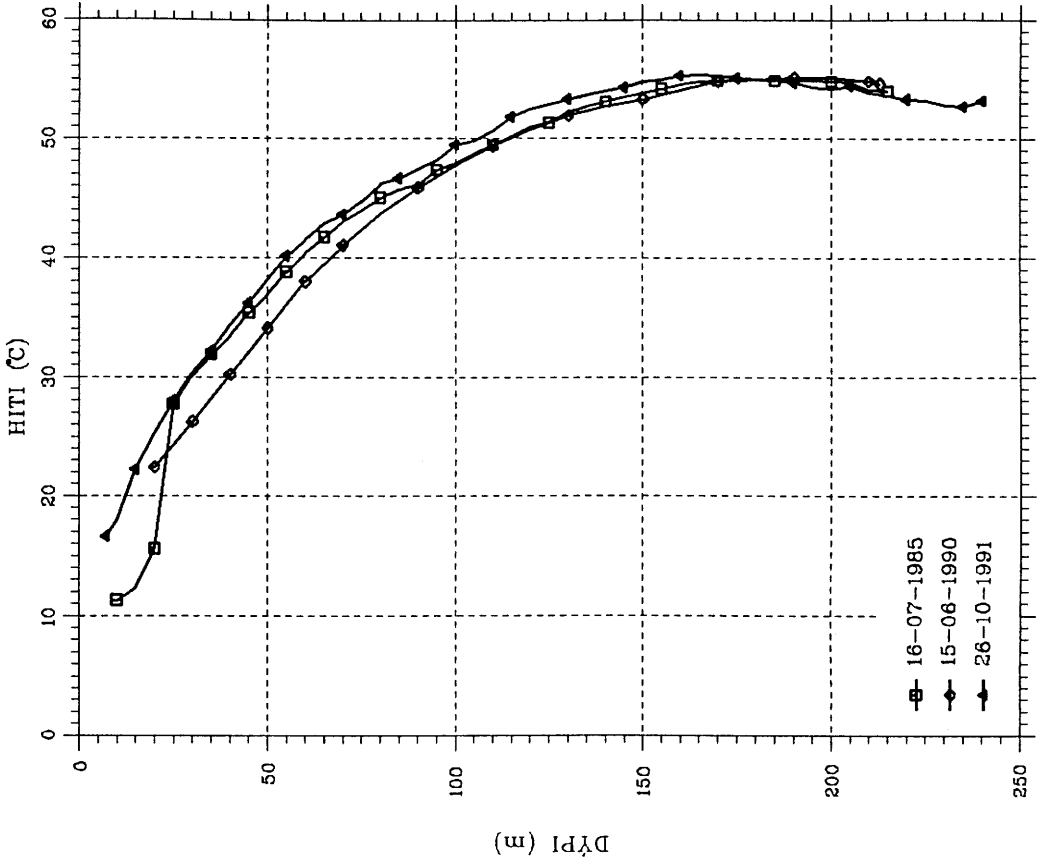
4 May 1992 gax  
Oracle

### Hemar i Sverfæðerdal Hitamælingar í holum 3 og 11



4 May 1992 gax  
L= 52904 Oracle

### Hemar i Sverfæðerdal Hitamælingar í holu 4

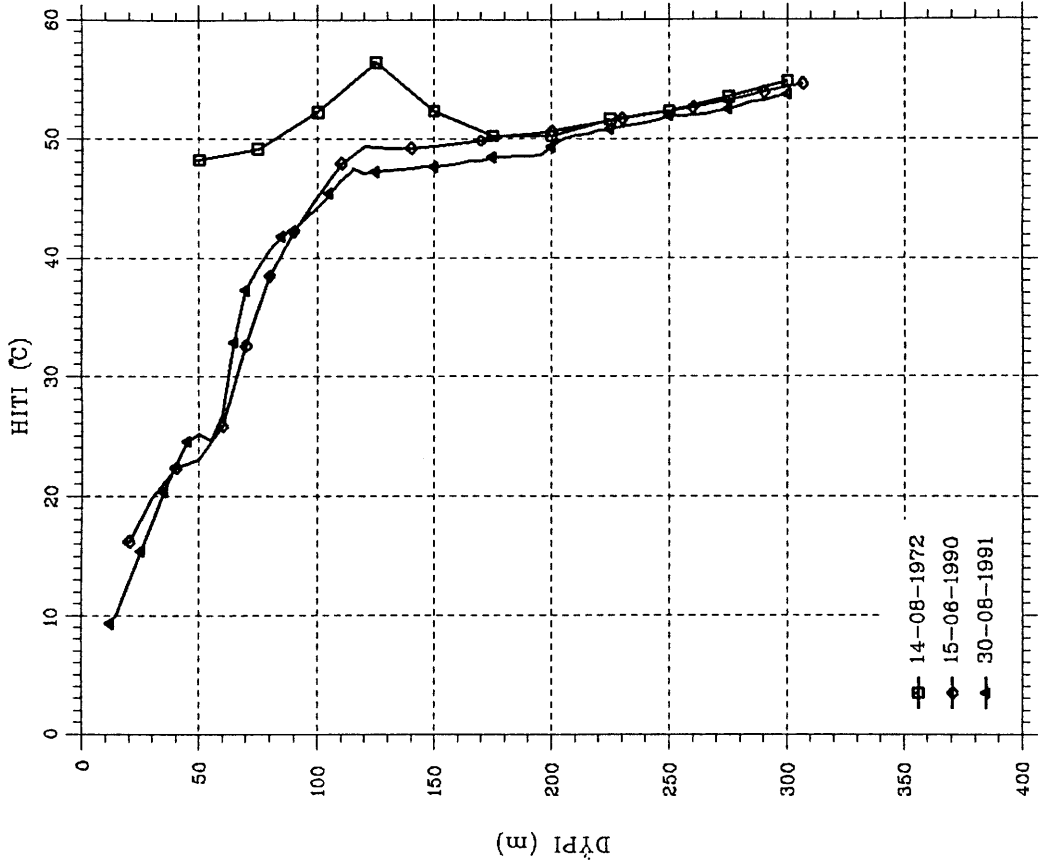


Mynd 10. Hitamælingar í holu 3 árið 1991 og holu 11 árið 1988.

Mynd 11. Hitamælingar í holu 4 árin 1985, 1990 og 1991.

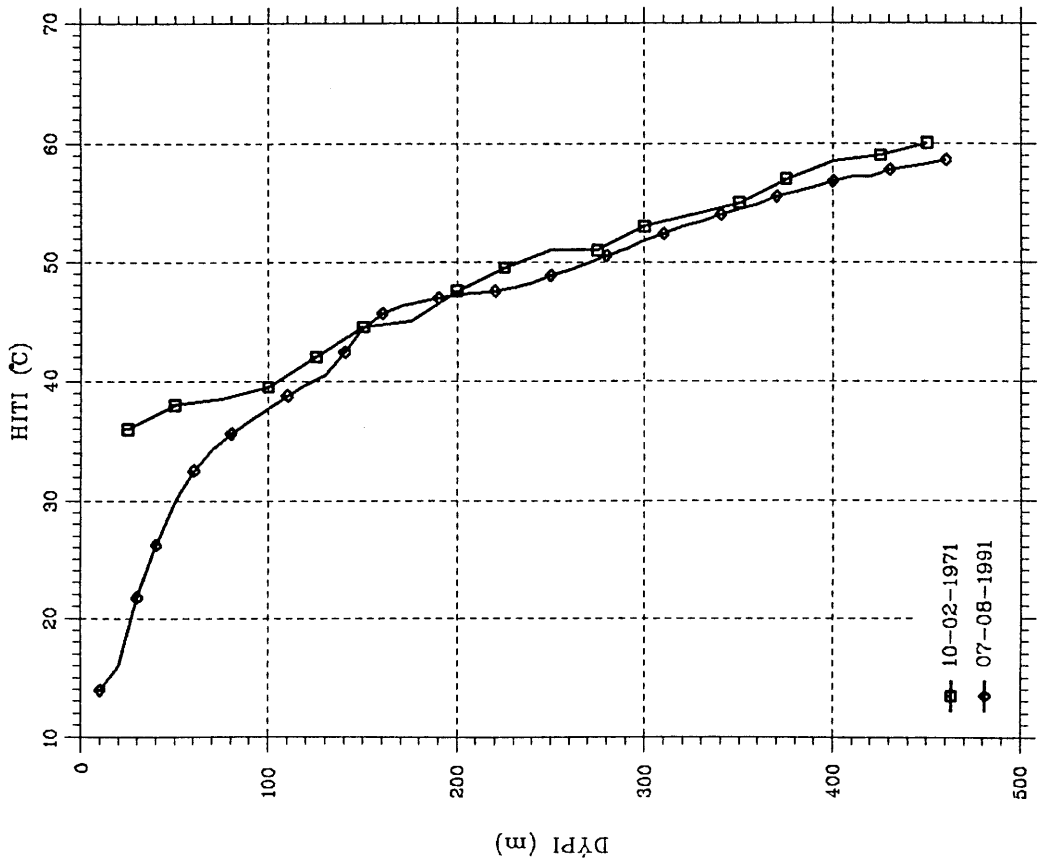
4 May 1992 gax  
L= 52807 Oracle

### Hamar i Sverfæðardal Hitamælingar í holu 7



4 May 1992 gax  
L= 52805 Oracle

### Hamar i Sverfæðardal Hitamælingar í holu 5



Mynd 13. Hitamælingar í holu 7 árin 1972, 1990 og 1991.

Mynd 12. Hitamælingar í holu 5 árin 1971 og 1991.