



ORKUSTOFNUN  
Jarðhitadeild

*SELFOSSVEITUR*

**Eftirlit með jarðhitavinnslu 1995-1996**

Ómar Sigurðsson  
Magnús Ólafsson

Unnið fyrir Selfossveitur

OS-96076/JHD-45 B

Desember 1996



**ORKUSTOFNUN**  
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Verknr. 610 811

***SELFOSSVEITUR***

**Eftirlit með jarðhitavinnslu 1995-1996**

Ómar Sigurðsson  
Magnús Ólafsson

Unnið fyrir Selfossveitur

OS-96076/JHD-45 B

Desember 1996



## EFNISYFIRLIT

|                                    |    |
|------------------------------------|----|
| 1. INNGANGUR                       | 5  |
| 2. HITAMÆLINGAR VIÐ ÞORLEIFSKOT    | 6  |
| 2.1 Hola 1                         | 7  |
| 2.2 Hola 3                         | 7  |
| 2.3 Hola 4                         | 8  |
| 2.4 Hola 6                         | 8  |
| 2.5 Hola 7                         | 8  |
| 2.6 Hola 8                         | 8  |
| 2.7 Hitastigulsholur               | 9  |
| 2.7.1 Hola HT-11                   | 9  |
| 2.7.2 Hola HT-12                   | 10 |
| 2.7.3 Hola HT-15                   | 10 |
| 2.7.4 Hola HT-16                   | 10 |
| 3. HITABREYTINGAR Í VINNSLUSVÆÐINU | 11 |
| 4. EFNASAMSETNING JARÐHITAVATNS    | 11 |
| 4.1 Hola 10                        | 13 |
| 4.2 Hola 12                        | 13 |
| 4.3 Hola 13                        | 13 |
| 4.4 Kalkmettun                     | 14 |
| 5. HELSTU NIÐURSTÖÐUR              | 14 |
| 6. HEIMILDIR                       | 15 |
| VIÐAUKI                            | 37 |

## TÖFLUSKRÁ

|   |    |
|---|----|
| 1. Yfirlit hitamælinga                                      | 6  |
| 2. Efnasamsetning heilsýna úr holum (ÞK-) 10, 12 og 13      | 12 |
| 3. Efnasamsetning hlutsýna úr holum (ÞK-) 10, 12 og 13      | 12 |
| V-1. Selfossveitur. Hitamælingar við Þorleifskot 16-07-1996 | 39 |

## MYNDASKRÁ

|  |    |
|--|----|
| 1. Hitamælingar í holu 1   | 16 |
| 2. Hitamælingar í holu 3   | 17 |
| 3. Hitamælingar í holu 4   | 18 |
| 4. Hitamælingar í holu 6   | 19 |
| 5. Hitamælingar í holu 7   | 20 |
| 6. Hitamælingar í holu 8   | 21 |
| 7. Jafnhitalínur á 150 m dýpi í jarðhitakerfinu við Laugardælar og Þorleifskot |    |
| 8. Hitamælingar í holu HT-11   | 23 |
| 9. Hitamælingar í holu HT-12   | 24 |
| 10. Hitamælingar í holu HT-15  | 25 |

|  |    |
|--|----|
| 11. Hitamælingar í holu HT-16                  | 26 |
| 12. Hiti á 100-120 m dýpi                      | 27 |
| 13. Hiti á 200-220 m dýpi                      | 27 |
| 14. Hiti á 280-300 m dýpi                      | 28 |
| 15. Hiti á 400-410 m dýpi                      | 28 |
| 16. Hiti á 500 m dýpi                          | 29 |
| 17. Hiti á 600 m dýpi                          | 29 |
| 18. Hiti vatns úr holu 10                      | 30 |
| 19. Styrkur kísils í vatni úr holu 10          | 30 |
| 20. Styrkur natríums í vatni úr holu 10        | 30 |
| 21. Styrkur kalíums í vatni úr holu 10         | 30 |
| 22. Styrkur kalsíums í vatni úr holu 10        | 30 |
| 23. Styrkur magnesíums í vatni úr holu 10      | 30 |
| 24. Styrkur klóríðs í vatni úr holu 10         | 31 |
| 25. Styrkur súlfats í vatni úr holu 10         | 31 |
| 26. Styrkur flúoríðs í vatni úr holu 10        | 31 |
| 27. Styrkur bórs í vatni úr holu 10            | 31 |
| 28. Uppleyst efni í vatni úr holu 10           | 31 |
| 29. Hiti vatns úr holu 12                      | 32 |
| 30. Styrkur kísils í vatni úr holu 12          | 32 |
| 31. Styrkur natríums í vatni úr holu 12        | 32 |
| 32. Styrkur kalíums í vatni úr holu 12         | 32 |
| 33. Styrkur kalsíums í vatni úr holu 12        | 32 |
| 34. Styrkur magnesíums í vatni úr holu 12      | 32 |
| 35. Styrkur klóríðs í vatni úr holu 12         | 33 |
| 36. Styrkur súlfats í vatni úr holu 12         | 33 |
| 37. Styrkur flúoríðs í vatni úr holu 12        | 33 |
| 38. Styrkur bórs í vatni úr holu 12            | 33 |
| 39. Uppleyst efni í vatni úr holu 12           | 33 |
| 40. Hiti vatns úr holu 13                      | 34 |
| 41. Styrkur kísils í vatni úr holu 13          | 34 |
| 42. Styrkur natríums í vatni úr holu 13        | 34 |
| 43. Styrkur kalíums í vatni úr holu 13         | 34 |
| 44. Styrkur kalsíums í vatni úr holu 13        | 34 |
| 45. Styrkur magnesíums í vatni úr holu 13      | 34 |
| 46. Styrkur klóríðs í vatni úr holu 13         | 35 |
| 47. Styrkur súlfats í vatni úr holu 13         | 35 |
| 48. Styrkur flúoríðs í vatni úr holu 13        | 35 |
| 49. Styrkur bórs í vatni úr holu 13            | 35 |
| 50. Uppleyst efni í vatni úr holu 13           | 35 |
| 51. Kalsedónhiti vatns úr holum 10 og 13       | 36 |
| 52. Kalkmettun vatns úr holum 10, 12, 13 og 14 | 36 |

## 1. INNGANGUR

Í skýrslunni er fjallað um hitamælingar í eftirlitsholum á vinnslusvæði Selfossveitna við Þorleifskot og eftirlit með efnainnihaldi heits vatns úr vinnsluholum hitaveitunnar. Þetta eru liðir í eftirliti með vinnslu jarðhita úr jarðhitakerfinu við Þorleifskot, samkvæmt samningi milli Selfossveitna og Orkustofnunar frá mars 1989. Samkvæmt samningnum á hitaveitan að safna gögnum um dælingu úr vinnsluholum, vatnsborð og hitastig vatns, auk þess að taka reglulega vatnssýni til efnagreininga. Orkustofnun á hins vegar að sjá um árlegar hitamælingar í eftirlitsholum, tóku vatnssýna einu sinni á ári úr vinnsluholum til heildarefnagreininga og samantekt gagna um vinnslu og breytingar í jarðhitakerfinu.

Auk hitamælinga í eftirlitsholum var hitamælt í fjórum hitastigulsholum (HT-11, HT-12, HT-15 og HT-16) sem boraðar voru á tímabilinu mars-júlí 1995. Þessar holur eru austan við núverandi vinnslusvæði við Þorleifskot og boraðar til frumkönnunar á svæðinu þar. Vonast er til að sett verði mælirör í þær á næstunni svo þær nýtist sem eftirlitsholur í framtíðinni. Þá var boruð í lok ágúst 1996 hitastigulshola (HT-17) enn austar í rúmlega 200 m dýpi. Þessar holur gefa fyllri mynd af hitadreifingunni í efstu 200-300 m jarðhitasvæðisins austan Þorleifskot.

Selfossveitur hafa á síðustu árum komið upp sjálfvirkum búnaði til að fylgjast með vatnsborði í jarðhitakerfinu, dælingu, vatnshita og fleiru. Þannig hafa verið settir rennslismælar við vinnsluholur og vatnsborð í holu ÞK-9 er skráð með sírita. Þessi gögn hafa ekki borist Orkustofnun og því ekki hægt að fjalla frekar um þau hér. Þá bárust Orkustofnun á árinu aðeins þrjú vatnssýni til hlutgreiningar kenniefna eða eitt sýni úr hverri vinnsluholu.

Oft hefur verið bent á að jarðhitinn er ekki óþrjótandi orkulind og er jarðhitasvæðið við Laugarðælur og Þorleifskot skýrt dæmi um það. Þar hefur jarðhitakerfið kólnað mikið á undanfórnum áratugum og aðgerðir á vinnslusvæðinu felist í að sækja hitann dýpra í kerfið um leið og reynt hefur verið að draga úr sókn kælingar niður í það. Nú nær kælingin niður á minnst 600 m dýpi og gætir orðið í hitastigi vatns úr aðalvinnsluholum veitunnar, en gjöfulustu vatnsæðarnar í holunum eru á um 600-700 m dýpi. Mikilvægi vinnslueftirlitsins fyrir hitaveituna er því augljóst, þar sem búast má við að innan 10 ára nálgist hiti vatns úr þeim vatnsæðum nýtingarmörk til hitaveitu. Gagnasöfnun og aukin þekking á jarðhitakerfinu er því nauðsynleg fyrir áframhaldandi hagkvæma nýtingu á því.

Í ársbyrjun 1996 var lokið borun rúmlega 1200 m djúprar tilraunarholu (ÞK-15) í suðausturhluta jarðhitakerfisins. Holan var fódruð niður á rúmlega 620 m dýpi. Á um 650 m dýpi er kæld vatnsæð í holunni, en við vatnsæð 200 m dýpra er hiti orðinn nálægt 100 °C, sem er um 20-30 °C hærra hiti en inni á núverandi vinnslusvæði veitunnar. Þó holan gefi ekki mikið vatnsmagn þá er það heitara en fæst úr holum 10 og 13. Frekari umfjöllun um holu ÞK-15 bíður skýrslu um niðurstöður borunar og prófana í holunni.

## 2. HITAMÆLINGAR VIÐ ÞORLEIFSKOT

Þann 16. júlí 1996 voru holur á vinnslusvæði Selfossveitna við Þorleifskot hitamældar. Voru þá hitamældar eftirlitsholurnar (ÞK-) 1, 3, 4, 6, 7 og 8 ásamt hitastigulsholunum (HT-) 11, 12, 15 og 16. Fyrr á árinu eða í maí mældu starfsmenn hitaveitunnar hitastigulsholurnar og eru þær mælingar teknar með í umfjöllun um holurnar síðar í skýrslunni. Ekki var mælt í holu ÞK-9 því vatnsborðssíríti var í henni og ekki talið nauðsynlegt að mæla hana nú, þar sem mælingin í fyrra benti til að holan væri komin í hitajafnvægi við umhverfi sitt eftir að henni var breytt í eftirlitsholu 1991.

Með árlegum hitamælingum í ofangreindum holunum er fylgst með hitabreytingum í jarðhita-kerfinu við Þorleifskot. Þetta er einn hluti þess eftirlits, sem Orkustofnun hefur sinnt fyrir hitaveituna. Hér á eftir verður fjallað nánar um mælingarnar í einstökum holum, en yfirlit um mælingarnar er birt í töflu 1 og þær sýndar á myndum 1-6 og 8-11. Mælingarnar er auk þess að finna í viðauka. Myndir 12-17 sýna síðan hitabreytingar sem hafa orðið á ákveðnu dýpi í mæliholunum frá árinu 1984, eða frá því farið var að fylgjast reglulega með ofangreindum holum. Áður voru mælingar stopullar og oftast tengdar einhverjum framkvæmdum á vinnslusvæði veitunnar.

**Tafla 1.** Yfirlit hitamælinga í borholum við Þorleifskot

| Dagsetning         | Hola   | Mælir    | Dýptarbil |
|--------------------|--------|----------|-----------|
| 96.07.16           | Hola-1 | RH-rúlla | 0 - 369 m |
| 96.07.16           | Hola-3 | RH-rúlla | 0 - 253 m |
| 96.07.16           | Hola-4 | RH-rúlla | 0 - 313 m |
| 96.07.16           | Hola-6 | RH-rúlla | 0 - 498 m |
| 96.07.16           | Hola-7 | GO-mælir | 0 - 425 m |
| 96.07.16           | Hola-8 | GO-mælir | 0 - 634 m |
| 96.07.16           | HT-11  | RH-rúlla | 0 - 222 m |
| 96.07.16           | HT-12  | RH-rúlla | 0 - 221 m |
| 96.07.16           | HT-15  | RH-rúlla | 0 - 301 m |
| 96.07.16           | HT-16  | RH-rúlla | 0 - 301 m |
| Alls mældir metrar |        |          | 3.537 m   |

Vatnsborð var einnig mælt í holunum. Vatnsborðið og mældýpi miðast við steypuborð utan við mælirör eftirlitsholanna, sem er nálægt yfirborði jarðvegs við hverja holu. Í hitastigulsholunum miðast vatnsborð við kruga fóðringar. Vatnsborð í holunum fannst á eftirfarandi dýpum:

|        |         |                    |
|--------|---------|--------------------|
| Hola-1 | 19,54 m | þann 16/7 kl 14:50 |
| Hola-3 | 35,51 m | þann 16/7 kl 15:20 |
| Hola-4 | 23,80 m | þann 16/7 kl 16:50 |
| Hola-6 | 35,88 m | þann 16/7 kl 14:05 |
| Hola-7 | 33,81 m | þann 16/7 kl 12:00 |
| Hola-8 | 35,58 m | þann 16/7 kl 10:15 |
| HT-11  | 17,76 m | þann 16/7 kl 15:50 |
| HT-12  | 11,90 m | þann 16/7 kl 18:00 |
| HT-15  | 13,08 m | þann 16/7 kl 18:50 |
| HT-16  | 18,13 m | þann 16/7 kl 16:15 |

Í holur 1 og 4 voru á sínum tíma sett lokuð mælirör. Vatnsborð í þeim fylgir því treglega vatnsborði í jarðhitakerfinu. Þá er vatnsborð í hitastigulsholunum hærra en í hinum holunum. Hitastigulsholurnar eru með grunnar fóðringar og því í þrýstingssambandi við efstu vatnsæðar jarðhitakerfisins. Af þessu má sjá að efstu vatnsæðarnar hafa hærri þrýsting en dýpri vatnsæðarnar, en það veldur niðurrennslinu í jarðhitakerfinu. Einnig sést að vatnsborð er hærra í hitastigulsholunum (12, 15), sem eru suðaustur af Þorleifskoti, heldur en í þeim sem eru austur af því (11, 16).

## 2.1 Hola 1

Hola 1 er staðsett nokkrum metrum austur af bragga (gamalt dæluhús), sem er suður af holu 9, og er um 372 m djúp. Í holuna var sett lokað mælirör og steipt utan með því sennilega í maí 1975. Toppur mælirörsins skemmdist á árunum 1984-1985, en var lagfærður 1992. Mynd 1 sýnir síðustu hitamælingar úr holu 1 ásamt eldri mælingum sem gerðar voru eftir að holunni var breytt í eftirlitsholu. Myndin sýnir vel þá kælingu sem hefur orðið við holuna síðastliðin tuttugu ár. Lítil breyting er milli ára nú og er hiti við holuna nær óbreyttur frá síðasta ári. Svipaða hegðun má sjá í fleiri holum við austurjaðar núverandi vinnslusvæðis (holur 3, 4 og 6). Þó lítil hitabreyting sé við holuna milli árana 1995 og 1996 þá hefur veruleg kólnun átt sér stað í jarðhitakerfinu við holuna. Almennt hefur kælingin orðið mest í vatnsgæfari jarðlögunum eins og á um 150 m dýpi, en minni í þéttari jarðlögunum og getur þar munað alveg um helming. Eins og sést á mynd 1 er kælingin á 150 m dýpi skarpari og afmörkuð við þrengra dýptarbil en í öðrum holum á austurjaðri núverandi vinnslusvæðis. Einnig er holan nokkru heitari neðan 200 m dýpis og til botns, en hinar holurnar austast á vinnslusvæðinu. Að meðaltali er kælingin í jarðhitakerfinu við holu 1 rúmar 0,6 °C/ári.

## 2.2 Hola 3

Hola 3 er í útjaðri núverandi vinnslusvæðis nokkuð norður af holu 9. Holan er um 365 m djúp, en steinn er í holunni sem stíflar hana á 253 m dýpi. Holan er með 1" mæliröri sem líklega var sett í holuna árið 1975 og steipt utan með því. Rörið var haft opið í neðri endann svo hægt væri að fylgjast með vatnsborði í jarðhitakerfinu við holuna. Mynd 2 sýnir síðustu mælingar úr holunni ásamt nokkrum eldri mælingum. Af myndinni sést að smá kæling er milli ára á



nokkrum stöðum í holunni, aðallega þó á dýptarbilinu 160-200 m. Kólnunin milli ára 1995 og 1996 er lítil við holuna, en almennt hefur kólnunin í jarðhitakerfinu þarna verið allt að 1,5 °C/ári.

### 2.3 Hola 4

Hola 4 er nokkrum metrum austan við holu 9 og var breytt í eftirlitsholu í maí 1975 með því að steipt var 1" lokað mælirör í hana. Mynd 3 sýnir síðustu hitamælingar úr holunni ásamt nokkrum eldri mælingum. Þetta jarðlagið á tæplega 100 m dýpi hefur kólnað um 1 °C og neðan 120 m dýpis er kólnunin almennt minni borið saman við mælinguna frá síðastliðnu ári. Efst í jarðhitakerfinu við holu 4 hefur kælingin verið um 1,2 °C/ári á undanförunum árum, en dýpra hefur kælingin verið mun hægari sérstaklega síðastliðin fimm ár (myndir 12-14).

### 2.4 Hola 6

Hola 6 er nokkuð suður af holu 9 og suðvestan bragga (gamalt dæluhús). Holunni var breytt í eftirlitsholu í maí 1975 þegar steipt var í hana 1" mælirör sem haft var opið í neðri endann. Holan, sem er um 502 m djúp, var allt til ársins 1986 dýpsta eftirlitsholan á svæðinu eða þar til hola 8 var gerð að eftirlitsholu það ár, en síðan 1991 hefur hola 9 verið dýpst eftirlitsholnanna, um 1302 m. Mynd 4 sýnir síðustu hitamælingar ásamt nokkrum eldri mælingum. Litlar hitabreytingar eru milli ára og mælist hiti 1996 jafnvel örlítið hærri á dýptarbilinu 170-470 m en 1995. Yfir lengri tíma litið er jarðhitakerfið við holu 6 að kólna, eins djúpt og holan nær (500 m). Kælingin hefur mest verið í efstu 360 m holunnar, rúmar 25 °C í lekari jarðlögnum síðastliðin tuttugu ár. Dýpra hefur kólnunin ennþá verið minni eða 8-10 °C síðastliðin tíu til tuttugu ár. Að jafnaði má segja að jarðhitakerfið við holu 6 kólni um það bil um 1 °C/ári og er kælingin orðin veruleg niður á meira en 500 m dýpi.

### 2.5 Hola 7

Hola 7 er rúmum 30 m vestan við holu 9 og um 12 m vestan holu 14. Holu 7, sem er um 425 m djúp, var breytt í eftirlitsholu árið 1976 með því að steipt var í hana 2" mælirör, sem er opið í neðri endann. Hola 7 var síðan sú mæliholan sem mest var notuð til að fylgjast með vatnsborðs- og hitabreytingum í vinnslusvæðinu. Síðastliðin 2-3 ár hefur hins vegar verið sískráning á vatnsborði í holu 9. Mynd 5 sýnir síðustu hitamælingar úr holunni ásamt þrem eldri mælingum. Almennt sýnir hitamælingin í ár lægri hita við holuna niður á rúmlega 300 m dýpi borið saman við mælinguna frá síðasta ári. Dýpra hefur hiti hins vegar lítið breytst milli ára við holu 7. Yfir lengri tíma er kólnun í jarðhitakerfinu við holu 7 svipuð og í öðrum holum í austur hluta vinnslusvæðisins. Kælingin er mest í lekari jarðlögnum eins og á 140-250 m dýpi og 300-340 m dýpi, en þar er kælingin nálægt 30 °C á tuttugu árum. Í þéttari jarðlögnum neðst í holunni virðist kælingin hins vegar hafa verið minni eða rúmar 10 °C á sama tíma. Að jafnaði er kælingin við holu 7 talin vera rúmlega 1 °C á ári.

### 2.6 Hola 8

Hola 8 er skammt sunnan við holu 13 og var gerð að eftirlitsholu í mars 1986. Mælirör holu 8, sem er 2", nær niður á 634 m dýpi og er opið í neðri endann. Í febrúar 1987 var holan nokkurn veginn komin í jafnvægi við umhverfi sitt eftir breytinguna úr vinnsluholu í eftirlitsholu. Líkt og í öðrum holum á svæðinu hefur síðan orðið vart kælingar niður á rúmlega 500 m dýpi í hol-

unni.

Samanburður við hitamælinguna frá 1995 sýnir að hiti hefur víðast hvar lækkað í holunni milli ára. Mest breyting er neðan 570 m dýpis og til botns í holunni á 634 m dýpi, en þar ræðst breytingin mest af dælingunni úr holu 13 og hiti getur því hækkað eða lækkað þar á milli ára. Lækkun hita er lítil niður á um 260 m dýpi, en þaðan og niður á um 450 m dýpi er lækkunin að jafnaði um 1 °C. Á um 600 m dýpi í holu 8 er vatnsæð sem einnig kemur fram í holu 13, en sú hola er stutt frá holu 8 og önnur af aðalvinnsluholum hitaveitunnar. Breytingar á vinnslu úr holu 13 hafa því mest áhrif á hitasveiflur á þessu dýptarbili. Vegna þess er erfitt að meta að hvað miklu leyti kæling nái niður á 600 m dýpi í jarðhitakerfinu við holu 8. Á mynd 6 sést að kælingin er um 4 °C í þetta jarðlaginu á rúmlega 100 m dýpi frá því 1987 eða síðastliðin 9 ár. Í leku jarðlögnum neðan 300 m dýpis er kólnunin rúmar 10 °C á sama tíma, sem sýnir að kælingarhraðinn er svipaður við holu 8 og við aðrar eftirlitsholur á vinnslusvæðinu.

## 2.7 Hitastigulsholur

Fjórar holur voru boraðar á árinu 1995 austan við núverandi vinnslusvæði við Þorleifskot. Tilgangur með borun þeirra var að kanna hitastigul á austursvæðinu og hvort hiti færi hækkandi til austurs eða suðausturs eins og líkan af hitadreifingu í jarðhitakerfinu gerði ráð fyrir (Ómar Sigurðsson, 1995). Einnig átti að kanna hvort kæling kæmi fram við holurnar á svipaðan hátt og inni á vinnslusvæðinu, þannig að kæling væri mikil í leku jarðlögnum, en minni í þeim þéttari. Í lok ágúst 1996 var fimmta hitastigulsholan (HT-17) boruð enn austar. Holan var boruð eftir að eftirlitsmælingar voru gerðar í sumar og fær því ekki sérstaka umfjöllun hér.

Hitaferlar úr holum HT-11, HT-15 og HT-16 sýna hegðun sem heimfæra má við það sem sést inni á vinnslusvæðinu, en hola HT-12 (og hola HT-17) sýnir hitastigul sem stjórnast aðallega af varmaleiðni niður á 221 m dýpi. Nær engar opnar vatnsæðar eru við holu HT-12 ólíkt öðrum holum í grennd við vinnslusvæðið, en talið er að vatnsgengd sé almennt greið um svæðið um lek og nær lárétt jarðlög. Í byrjun árs 1995 var tekið saman yfirlit um hitadreifingu í Laugarðælum-Þorleifskot svæðinu (Ómar Sigurðsson, 1995), sem sýndi almennt hækkandi hita til austurs í svæðinu. Með tilkomu þessara holna var hægt að loka jafnhitalinum að austan í efstu 100-150 m jarðhitakerfisins. Á 150-200 m og dýpra verður kælirás (sprunga) í austurjaðri núverandi vinnslusvæðis áberandi. Mynd 7 sýnir jafnhitalínur á 150 m dýpi í jarðhitakerfinu. Myndin er tölvugerð með línulegri brúun milli mæligilda, en til að draga skýrar fram kælirásina er sett inn misleitni 1:1,5 í stefnu 35°. Þá má sjá kælirásina við austurjaðar vinnslusvæðisins og eins virðist vera kælirás nálægt holu ÞK-12 á þessu dýpi. Nánari umfjöllun um hitadreifingu í jarðhitakerfinu bíður skýrslu um borun rannsóknarholnanna.

### 2.7.1 Hola HT-11

Hola HT-11 er tæpum 200 m austur af holu ÞK-4 sem er við austurjaðar núverandi vinnslusvæðis. Holan er við framræsissturð í túninu við Þorleifskot. Holan var boruð í mars 1995 í um 221 m dýpi. Hitamælingar sem gerðar voru við borlok, síðastliðið haust og nú í ár eru sýndar á mynd 8. Hitamælingin frá september 1995 sýnir berghitann við holuna niður á um 150 m dýpi og er hitinn hægt vaxandi niður á það dýpi. Á um 165 m dýpi í holunni er lítil vatnsæð og rennur úr henni og til botns í holunni, þannig að önnur vatnsæð er við botn holunnar á 221 m dýpi. Neðsti hluti holunnar er því kældur af niðurrennslinu og hefur kólnað milli ára. Engu að síður líkist þessi hluti holunnar svipuðum dýptarkafla í holu ÞK-4 og bendir

til að lek jarðlög á um 150-250 m dýpi nái austur fyrir núverandi vinnslusvæði. Hitinn á þessu dýptarbili er nálægt 50 °C við holu HT-11 en aðeins rúmar 20 °C við holu ÞK-4.

### 2.7.2 Hola HT-12

Hola HT-12 er um 300 m suðaustur af holu ÞK-6. Holan er í mýri sunnan við suðaustur horn túns Þorleifskots og suður af Reykjahól. Holan var boruð um mánaðamótin mars-apríl 1995 og sýnir mynd 9 þær hitamælingar sem gerðar hafa verið síðan. Hitamælingin frá september 1995 sýnir nokkurn veginn berghitann við holuna og fellur mælingin í ár að henni. Nær engar vatnsæðar eru í holunni og því ekkert millirennslí í henni, en holan er um 221 m djúp. Hitinn er vaxandi með dýpi, en þó sveigir hitastigullinn af líkt og þegar hann nálgast hrærandi hitakerfi. Hola HT-12 sem er álíka langt austur af núverandi vinnslusvæði og hola HT-11, en um 280 m suður af henni, er kaldari en hola HT-11. Þetta er séstaklega áberandi ofan 150 m dýpis (mynd 7), þar sem engin hitaleif er við holu HT-12 öfugt við holu HT-11 og holur inni á vinnslusvæðinu. Gamalt uppstreymi hita hefur því ekki hitað berg grunnt við holu HT-12, mögulega vegna þess að ekki eru lekar vatnsæðar ofan 150 m dýpis þar.

### 2.7.3 Hola HT-15

Hola HT-15 er um 280 m SSV af holu ÞK-6 og rúmum 200 m SSA af holu ÞK-8. Holan er úti í mýri suðaustan trjáræktargirðingar. Holan var boruð í júní 1995 í 301 m dýpi. Mynd 10 sýnir helstu hitamælingar sem gerðar hafa verið í holunni. Hitamælingin í september 1995 gefur berghitann við holuna niður á um 150 m dýpi. Á um 155 m dýpi er vatnsæð og rann úr þeirri æð og niður til vatnsæðar við botn holunnar frá því borun lauk og fram yfir að mæling er gerð í maí 1996. Hins vegar hefur þetta niðurrennslí nær stöðvast milli mælinganna í maí og júlí 1996. Ekki er vitað hvað veldur því. Í hitamælingunum kemur fram lekt jarðlag á dýptarbilinu 155-200 m og virðist hiti í því vera tæpar 20 °C. Þá er neðri hluti holunnar enn kældur vegna niðurrennslisins og sérstaklega botnæð holunnar, en þar er talið að hola HT-15 sé mun heitari en holurnar inni á vinnslusvæðinu á 300 m dýpi.

### 2.7.4 Hola HT-16

Hola HT-16 er um 150 m norðaustur af holu HT-11 og um 250 m austur af holu ÞK-3. Holan er við norðaustur horn túnsins við Þorleifskot og utan girðingar. Holan var boruð í júlí 1995 í 301 m dýpi. Mynd 11 sýnir hitamælingarnar úr holunni. Strax við borlok er komið töluvert niðurrennslí úr vatnsæðum nálægt 100 m dýpi og niður að botni holunnar. Þökkaleg vatnsæð er á um 295 m dýpi sem tekur við niðurrennslínu. Á dýptarbilinu 100-295 m er holan því kæld af niðurrennslínu. Hitamælingin í september 1995 gefur því aðeins berghitann niður á um 100 m dýpi og er mælingin í ár eins niður á það dýpi. Þá sést að hiti við botn holunnar fer lækkandi með tíma vegna niðurrennslisins.

### 3. HITABREYTINGAR Í VINNSLUSVÆÐINU

Eftirlitsholur á vinnslusvæði Selfossveitna við Þorleifskot hafa verið hitamældar reglulega síðastliðin 13 ár, en rúm tuttugu ár eru liðin frá því flestum þeirra var breytt úr vinnsluholum. Myndir 12 til 17 sýna hitabreytingar sem hafa orðið á ákveðnu dýpi í eftirlitsholunum frá 1984, en fyrir þann tíma voru mælingar stopulli og yfirleitt tengdar öðrum framkvæmdum á vinnslusvæðinu. Myndirnar sýna hvernig jarðhitakerfið kólnar með tíma og að kælingin nær niður á allt að 600 m dýpi. Þetta er þróun sem hefur verið stöðugt í gangi allt frá því vinnsla hófst á jarðhitasvæðinu við Laugardælur og Þorleifskot árið 1948. Við upphaf vinnslu voru laugar á vinnslusvæðinu og fyrstu borholurnar aðeins nokkrir tugir metra á dýpt. Þær holur gáfu um 78 °C heitt vatn. Nú er hitinn niður á um 50 m dýpi 20-40 °C. Upp úr 1950 voru fyrstu holurnar boraðar við Þorleifskot, sem voru 150-400 m djúpar. Vinnslan fluttist þangað og gáfu holurnar um 82 °C heitt vatn. Í dag eru leku jarðlögin á 150-400 m dýpi almennt 20-50 °C heit. Þróunin hefur því verið sú að eftir því sem jarðhitakerfið kólnar ofan til er borað dýpra til að ná í heitara vatn. Í stuttu máli má segja að kalt grunnvatn streymi inn á vinnslusvæðið í efstu jarðlögunum. Grunnvatnið nær síðan að síga niður í kerfið um náttúrulegar sprungur (og stundum borholur), tekur um leið varma úr berginu og hitnar, en bergið kólnar. Dýpra blandast upphitaða grunnvatnið því jarðhitavatni sem er til staðar og streymir að vinnsluholunum.

Um kælinguna niður jarðhitakerfið má almennt segja að þéttari jarðlögin kólni um 0,6 °C á ári og lekari jarðlögin um allt að 1,7 °C á ári. Að jafnaði kólnar efsti hluti jarðhitakerfisins því um rúmlega 1 °C á ári. Dýpkun kæliflatarins er óreglulegri og ræðst af því hvernig grunnvatnið finnur sér leið niður í jarðhitakerfið. Nokkrir þættir hafa þar áhrif á svo sem vatnstakan úr svæðinu sem veldur niðurdrætti, sem aftur örvar aðstreymi kalds grunnvatns inn í jarðhitakerfið. Þá getur afstaða lóðréttra vatnsleiðandi sprungna til vinnsluholanna skipt máli. Hitaveitan hefur tekið vatn úr kerfinu í 48 ár og nær kæliflöturinn nú niður á minnst 600 m dýpi. Kæliflöturinn dýpkar því að jafnaði um tæpa 15 m á ári, en hitamælingar hafa sýnt að dýpkunin getur verið allt að 35 m á ári.

Hitamælingarnar í ár benda til að eitthvað hafi hægt á kælingunni milli ára, alla vega í efstu 300 m við holur 1, 3, 4 og 6, en það eru þær holur sem eru næst kælírásinni við austurjaðar vinnslusvæðisins. Ekki er höfundum kunnugt hvort vinnslumynstrinu hafi verið breytt á árinu 1996 því vinnslugögn hafa ekki borist og því of snemmt að draga miklar ályktanir af þessu. Breytingar í jarðhitakerfinu hafa oft gerst í stökkum og því verður fróðlegt að sjá hvort þessi breyting haldist, en það kemur þá fram í mælingum næsta sumars.

### 4. EFNASAMSETNING JARÐHITAVATNS

Annar liður í árlegu eftirliti Orkustofnunar með jarðvarmavinnslu Selfossveitna er að fylgjast með efnasamsetningu vatns sem dælt er úr jarðhitakerfinu við Þorleifskot. Sýni af vatni til heildarefnagreininga eru tekin einu sinni á ári úr vinnsluholum hitaveitunnar, samkvæmt vinnslueftirlitssamningi. Jafnframt er gert ráð fyrir að hitaveitan taki sýni annan hvern mánuð úr þeim holum sem eru í notkun hverju sinni og sendi Orkustofnun til greininga. Frá síðustu skýrslu um vinnslueftirlit hjá veitunni (Ómar Sigurðsson og Magnús Ólafsson, 1995), hafa borist þrjú sýni til hlutgreininga, eitt úr hverri holu.

Þann 25. janúar 1996 voru tekin sýni til heildarefnagreininga úr holum (ÞK-) 10, 12 og 13. Samhliða sýnatöku var mælt uppleyst súrefni í vatninu við holutopp og við inntak og úttak úr miðlunartanki. Brennisteinsvetni var mælt við sýnatöku, en sýrustig og karbónat innan sólarhrings frá sýnatöku. Önnur efni voru greind síðar á efnarannsóknarstofu Orkustofnunar. Niðurstöður heildarefnagreininga eru sýndar í töflu 2. Til samanburðar eru einnig sýndar þar niðurstöður efnagreininga frá árinu 1995.

**Tafla 2.** Efnasamsetning heilsýna úr holum (ÞK-) 10, 12 og 13 (mg/l)

| Staður                             | Hola 10  | Hola 10  | Hola 12  | Hola 12  | Hola 13  | Hola 13  |
|------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Dagsetning                         | 96.01.25 | 95.04.06 | 96.01.25 | 95.04.06 | 96.01.25 | 95.04.06 |
| Númer                              | 96-0018  | 95-0049  | 96-0017  | 95-0050  | 96-0019  | 95-0048  |
| Hiti (°C)                          | 72,7     | 73,4     | 118,8    | 118,2    | 72,2     | 71,6     |
| Sýrustig (pH/°C)                   | 8,6/21,5 | 8,6/23   | 9,1/21,5 | 9,1/23   | 8,5/21,7 | 8,6/23   |
| Kísill (SiO <sub>2</sub> )         | 64,4     | 66,5     | 108,9    | 111,8    | 56,4     | 55,2     |
| Natríum (Na)                       | 148      | 152      | 276      | 283,3    | 143      | 144      |
| Kalíum (K)                         | 4,2      | 4,9      | 10,5     | 13,2     | 3,4      | 3,7      |
| Kalsfúum (Ca)                      | 25,0     | 26,1     | 35,9     | 35,4     | 29,3     | 28,7     |
| Magnésfúum (Mg)                    | 0,086    | 0,079    | 0,007    | 0,008    | 0,091    | 0,086    |
| Karbónat (CO <sub>2</sub> )        | 31,9     | 29,3     | 10,3     | 8,5      | 30,2     | 22,4     |
| Súlfat (SO <sub>4</sub> )          | 54,5     | 54,0     | 142      | 146      | 48,9     | 46,4     |
| Brennist. vetni (H <sub>2</sub> S) | 0,12     | 0,06     | 0,27     | 0,15     | 0,08     | <0,03    |
| Klóríð (Cl)                        | 218      | 227      | 381      | 389      | 222      | 235      |
| Flúoríð (F)                        | 0,22     | 0,18     | 0,21     | 0,15     | 0,22     | 0,18     |
| Uppleyst efni                      | 534      | 537      | 983      | 928      | 526      | 511      |
| Uppleyst súrefni (O <sub>2</sub> ) | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        |
| δ <sup>18</sup> O (‰ SMOW)         |          | -9,48    |          | -10,32   |          | -9,31    |

Niðurstöður greininga á þeim þremur sýnum sem borist hafa til Orkustofnunar eru sýndar í töflu 3. Í sýnum þessum voru greind þrjú efni, kísill, klóríð og súlfat.

**Tafla 3.** Efnasamsetning hlutsýna úr holum (ÞK-) 10, 12 og 13 (mg/l)

| Staður                     | Hola 10  | Hola 12  | Hola 13  |
|----------------------------|----------|----------|----------|
| Dagsetning                 | 96.01.22 | 96.01.22 | 96.01.25 |
| Númer                      | 96-0022  | 96-0023  | 96-0024  |
| Hiti (°C)                  |          | 119,5    |          |
| Kísill (SiO <sub>2</sub> ) | 64,4     | 110,5    | 57,7     |
| Klóríð (Cl)                | 214      | 391      | 220      |
| Súlfat (SO <sub>4</sub> )  | 53,9     | 146      | 48,8     |

Að framan var þess getið að samhliða sýnatöku 25. janúar, var uppleyst súrefni mælt við inn- og úttak úr miðlunartanki hitaveitunnar og við holurnar þrjár. Ekkert súrefni mældist við holur 10, 12 og 13 né við inn- eða úttak á tankinum.

Að magni til eru holur 10 og 13 aðalvinnsluholur hitaveitunnar. Þegar sýnataka fór fram var dælt 45,4 l/s úr holu 10 og 63,0 l/s úr holu 13. Á sama tíma var dælt 4,7 l/s úr holu 12, en hún

gefur reyndar miklu heitara vatn en hinar tvær. Hér á eftir verður fjallað um breytingar í hita og styrk helstu efna í vatni úr þessum þremur vinnsluholum. Túlkun gagnanna er þó þeim takmörkunum háð að engar upplýsingar liggja fyrir um vinnslu úr holunum sem unnt er að tengja við breytingar í hita og/eða styrk einstakra efna, auk þess sem sýnataka úr holunum hefur verið mjög strjál.

#### 4.1 HOLA 10

Á myndum 18 - 28 er sýnt hvernig hiti og styrkur allra aðalefna hefur breytst í vatni úr holu 10 frá því vinnsla hófst úr holunni. Myndirnar sýna að umtalsverðar breytingar hafa átt sér stað, einkum fram til árunna 1992/1993. Frá þeim tíma virðist hafa dregið nokkuð úr kólnun (mynd 18) svo og breytingum í efnastyrk (myndir 19-28), en þess ber þó að gæta, að sýnataka hefur verið strjál síðastliðin ár. Verulegar breytingar í styrk klóríðs á árinu 1994 (mynd 24) má rekja til sýna sem Sigurður Ragnarsson tók dagana 29. og 30. júní þegar dæling hófst úr holunni eftir nokkurt hlé. Að öðru leyti eru breytingar helst fólgnar í því, að hiti lækkaði úr 86-88°C á árunum 1980-1986 í 70-74°C á undanförunum árum. Sambærilegar breytingar má sjá í styrk efna eins og kísils (mynd 19), natriúms (mynd 20), kalíúms (mynd 21), klóríðs (mynd 24) og flúoríðs (mynd 26). Þessar efnabreytingar má einnig greina á mynd 28, sem sýnir heildarmagn uppleystra efna í vatni úr holu 10. Þar sést að breytingar hafa verið miklar milli ára. Þegar á heildina er litið hefur efnastyrkur lækkað frá upphafi vinnslu úr holunni fram til árunna 1992-1993, en verið nokkuð stöðugur eftir það. Mynd 51 sýnir útreiknaðan hita (kalsedónhita) fyrir vatn úr holu 10. Þessir útreikningar byggja á kísilstyrk og sýrustigi vatnsins og eiga að endurspeglar hita í jarðhitakerfinu sem holan vinnur vatn úr. Myndin sýnir að þar lækkaði hiti með svipuðu sniði framan af eins lýst hefur verið hér að ofan, en síðastliðin ár hefur hann ekki lækkað.

Ofangreindar efnabreytingar og kæling vatnsins stafa af auknum hluta kalds grunnvatns í því vatni sem unnið er úr holunni. Hér vantar þó tilfinnanlega gögn um dælingu úr holunni til nánari túlkunar.

#### 4.2 HOLA 12

Á myndum 29 - 39 er sýnt hvernig hiti og styrkur allra aðalefna hefur breytst í vatni úr holu 12 frá því vinnsla hófst úr holunni. Reyndar er vinnslusagan slítrótt hvað efnasamsetningu vatnsins varðar og þar af leiðandi erfitt að túlka breytingar í styrk einstakra efna. Þar á móti kemur að almennt séð eru breytingar óverulegar og ljóst er að t.d. hiti vatnsins úr holunni er nánast sá sami á þessu ári og hann var á árunum 1984 - 1986 (mynd 29). Óreglur í hita og efnastyrk á árinu 1984 (myndir 29, 30, 35 og 36) stafa líklega af því að þá hefur hafist dæling úr holunni eftir eitthvert hlé. Alveg sambærilegar eru þær breytingar sem sjá má á myndum 29 og 35 á fyrrihluta árs 1983 þegar dæling hófst úr holunni. Lítilsháttar hækkun kemur fram í styrk flúoríðs (mynd 37) í sýni frá því í janúar 1996, en ekki er ljóst hvað veldur. Því er rétt að bíða næsta sýnis áður en reynt er að túlka þetta sem einhverjar breytingar í jarðhitakerfinu. Samskonar breyting sést einnig í vatni úr holum 10 og 13 (myndir 26 og 48).

#### 4.3 HOLA 13

Á myndum 40 - 50 er sýnt, á sama hátt og fyrir holur 10 og 12, hvernig hiti og styrkur allra aðalefna hefur breytst í vatni úr holu 13 frá því vinnsla hófst úr holunni. Í vinnslueftirlitsskýrslu

fyrir árið 1994 (Ómar Sigurðsson og Magnús Ólafsson, 1994) var rakið hvernig hiti og efnasamsetning vatnsins hafði breytst fram til þess tíma. Hiti vatnsins lækkaði óverulega fram til ársins 1992 (mynd 40), en á árunum 1992 til 1994 féll hann um nokkrar gráður og virðist hafa verið nokkuð stöðugur síðan (72-74°C). Styrkur kísils (mynd 41) hefur verið mjög sveifukennður allt frá upphafi vinnslu, en á milli áráanna 1993 og 1994 lækkaði hann verulega og hefur haldist nokkuð stöðugur síðan. Reyndar er eitt sýni frá árinu 1995 sem sker sig nokkuð úr, en í því mældist kísilstyrkur svipaður því sem oft mældist á árunum fram til 1994. Styrkur klóríðs hefur ekki breytst umtalsvert þegar lítið er yfir alla vinnslusögu holunnar, en sveiflur, líklega tengdar vinnslu úr holunni, sjást greinilega, líkt og í kísilstyrk. Styrkur annarra efna hefur lítið breytst, en þó hefur hann frekar lækkað ef frá er skilinn styrkur magnesíums (mynd 45). Á síðastliðnum fimm árum hefur hann farið hægt vaxandi. Breytingar í kalsedónhita (mynd 51) eru svipaðar breytingum í styrk kísils (mynd 41) og endurspeglar kólnun í jarðhitakerfinu við holunna.

Ofangreindar efnabreytingar og kæling vatnsins stafa af auknum hluta kalds grunnvatns í því vatni sem unnið er úr holunni. Hér vantar enn tilfinnanlega gögn um dælingu úr holunni til nánari túlkunar.

#### 4.4 Kalkmettun

Kalkmettun hefur verið reiknuð fyrir flest heilsýni sem til eru úr holum 10, 12, 13 og eru niðurstöður sýndar á mynd 52. Þar kemur fram að vatnið hefur yfirleitt verið yfirmettað, en vel innan við þau mörk, þar sem reynslan sýnir að lítil hætta sé á að útfellingar verði til vandræða (brotalína við  $\log(Q/K)=0,38$  á mynd 52). Reyndar reiknast yfirmettun vatns úr holum 12 nokkuð hærrí 1996 en verið hefur áður, og þegar lítið er á allt tímabilið 1984 - 1996 fyrir holum 12 þá sést að kalkmettun vatnsins hefur hækkað talsvert. Hún er þó innan við 0,38 mörkin. Kalkmettun vatns úr holum 10 og 13 reiknast sú sama fyrir sýnin frá 1996 og mjög á svipuðum nótum og á undanförunum árum.

### 5. HELSTU NIÐURSTÖÐUR

- Efsti hluti jarðhitakerfisins við Laugardælu og Þorleifskot, sem áður var með laugar á yfirborði, hefur kólnað frá því að vinnsla hófst þar fyrir um 48 árum síðan. Síðastliðin tuttugu ár hafa þéttari jarðlög kólnað um rúmar 10 °C og lekari jarðlöggin um og yfir 30 °C. Upphitun grunnvatns, sem streymir inn í jarðhitakerfið, kælir þannig að jafnaði efsta hluta þess um rúmlega 1 °C á ári. Sömu sögu segja lækkaður hiti og efnastyrkur vatns úr holum 10 og 13. Kólnunin hefur verið svipuð á undanförunum árum og nær niður á rúmlega 600 m dýpi.
- Hitastigulsholur boraðar fyrir austan vinnslusvæðið afmarka jarðhitakerfið til austurs. Þá kemur kælirás (sprunga) fram við austurjaðar vinnslusvæðisins og vísbendingar eru um aðra kælirás við holum ÞK-12. Þessar holur renna styrkari stoðum undir núverandi hitalíkan af jarðhitakerfinu.
- Hitamælingarnar sýna að niðurrennsli í hitastigulsholunni HT-15 hefur nær stöðvast í sumari. Einnig að kæling við eftirlitsholur 1, 3, 4 og 6 er minni eða engin í efstu 300 m milli áráanna 1995-1996. Allar þessar holur eru nærri kælirásinni í austurjaðri vinnslusvæðisins.

- Efnastyrkur flúoríðs hefur hækkað í vatni úr holum 10, 12 og 13 milli áranna 1995 og 1996.
- Fyrir utan breytingu flúoríðs sjást engar marktækar breytingar í efnasamsetningu vatns úr holu 12.
- Ekkert uppleyst súrefni mældist í heita vatninu úr holum 10, 12 og 13, né við inntak eða úttak á miðlunargeymi.
- Í lokin er rétt að ítreka mikilvægi virks vinnslueftirlits með jarðhitakerfi Selfossveitna. Nauðsynlegt er að safna reglulega gögnum um vatnsvinnslu, vatnsborð og hita, taka heilsýni úr vinnsluholum einu sinni á ári auk þess að senda reglulega (á tveggja mánaða fresti) sýni til klóríðgreininga til Orkustofnunar. Hitaveitan er að vinna varma úr viðkvæmu jarðhitakerfi og nauðsyn stöðugrar og öruggrar gagnsöfnunar er óvída brýnni.

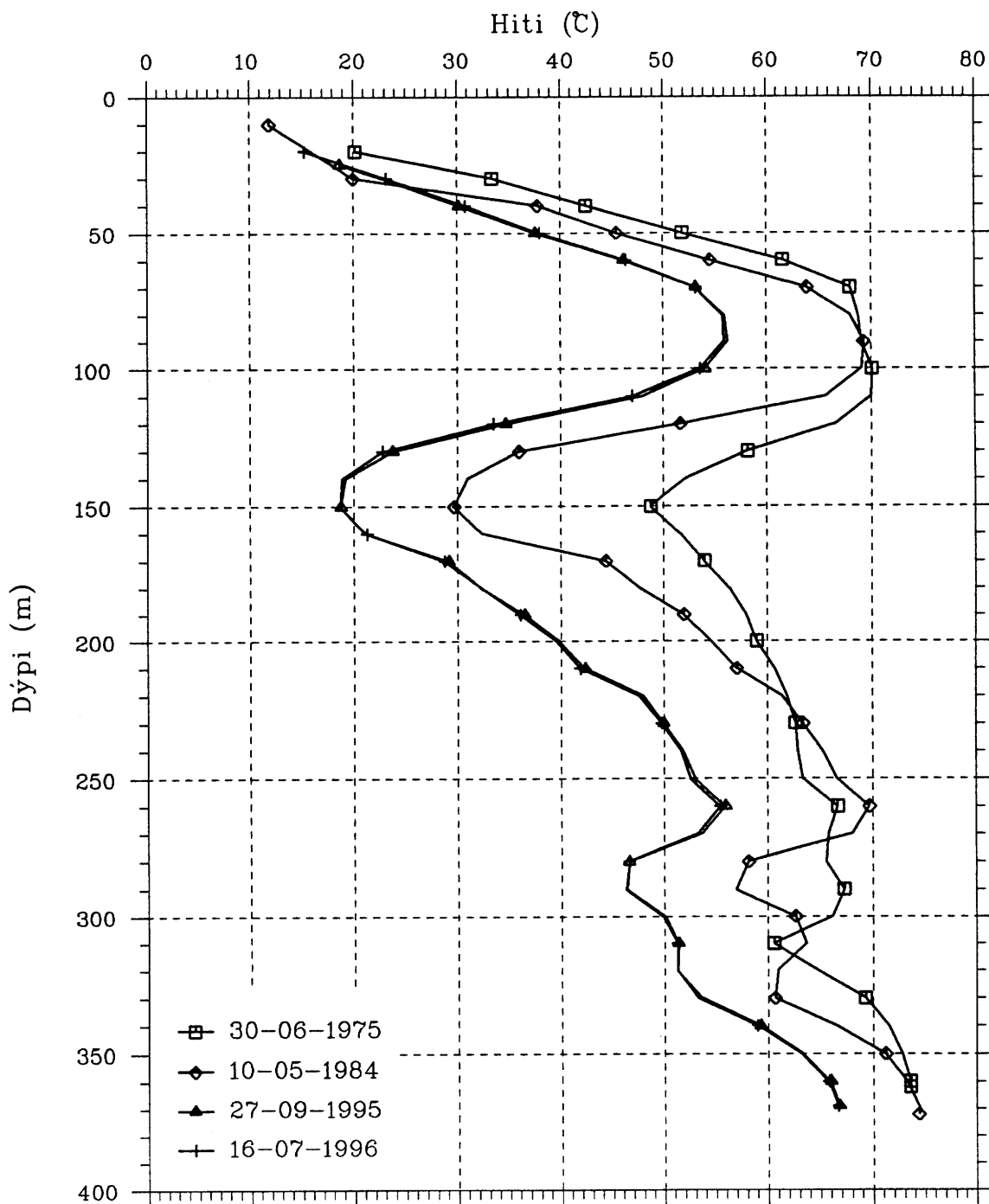
## 6. HEIMILDIR

- Ómar Sigurðsson og Magnús Ólafsson, 1994: Hitaveita Selfoss. Eftirlit með jarðhitavinnslu 1993-1994. Orkustofnun, OS-94050/JHD-29 B, 34s.
- Ómar Sigurðsson og Magnús Ólafsson, 1995: Hitaveita Selfoss. Eftirlit með jarðhitavinnslu 1994-1995. Orkustofnun, OS-95060/JHD-39 B, 45s.
- Ómar Sigurðsson, 1995: Hitaveita Selfoss. Hitadreifing í jarðhitakerfinu við Laugardælur og Þorleifskot. Orkustofnun, OS-95009/JHD-06 B, 30s.



19 Dec 1996 omar  
L= 87401 Oracle

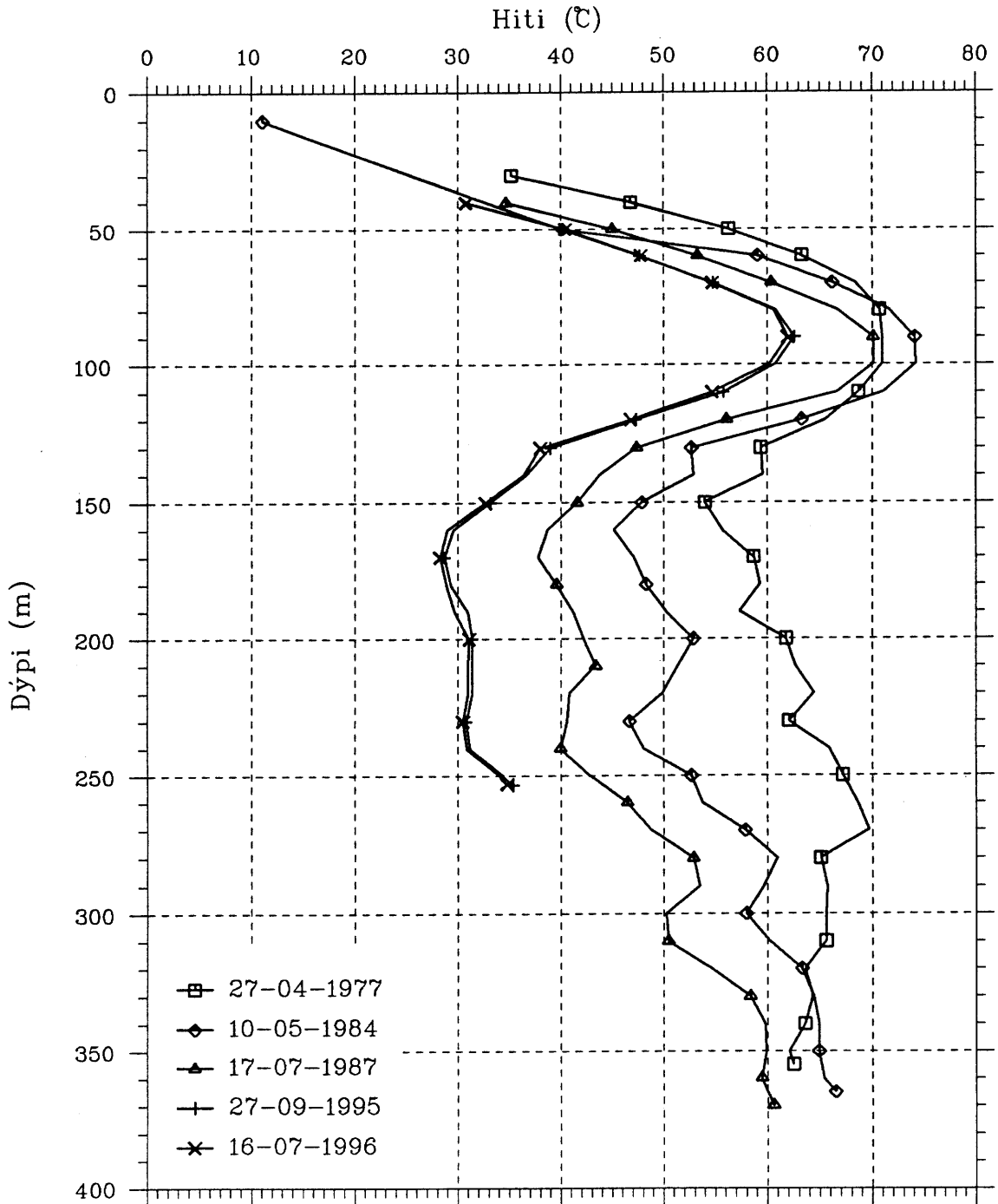
### SELFOSSEVEITUR Þorleifskot hola 1



Mynd 1. Hitamælingar í holu 1

19 Dec 1996 omar  
L= 87403 Oracle

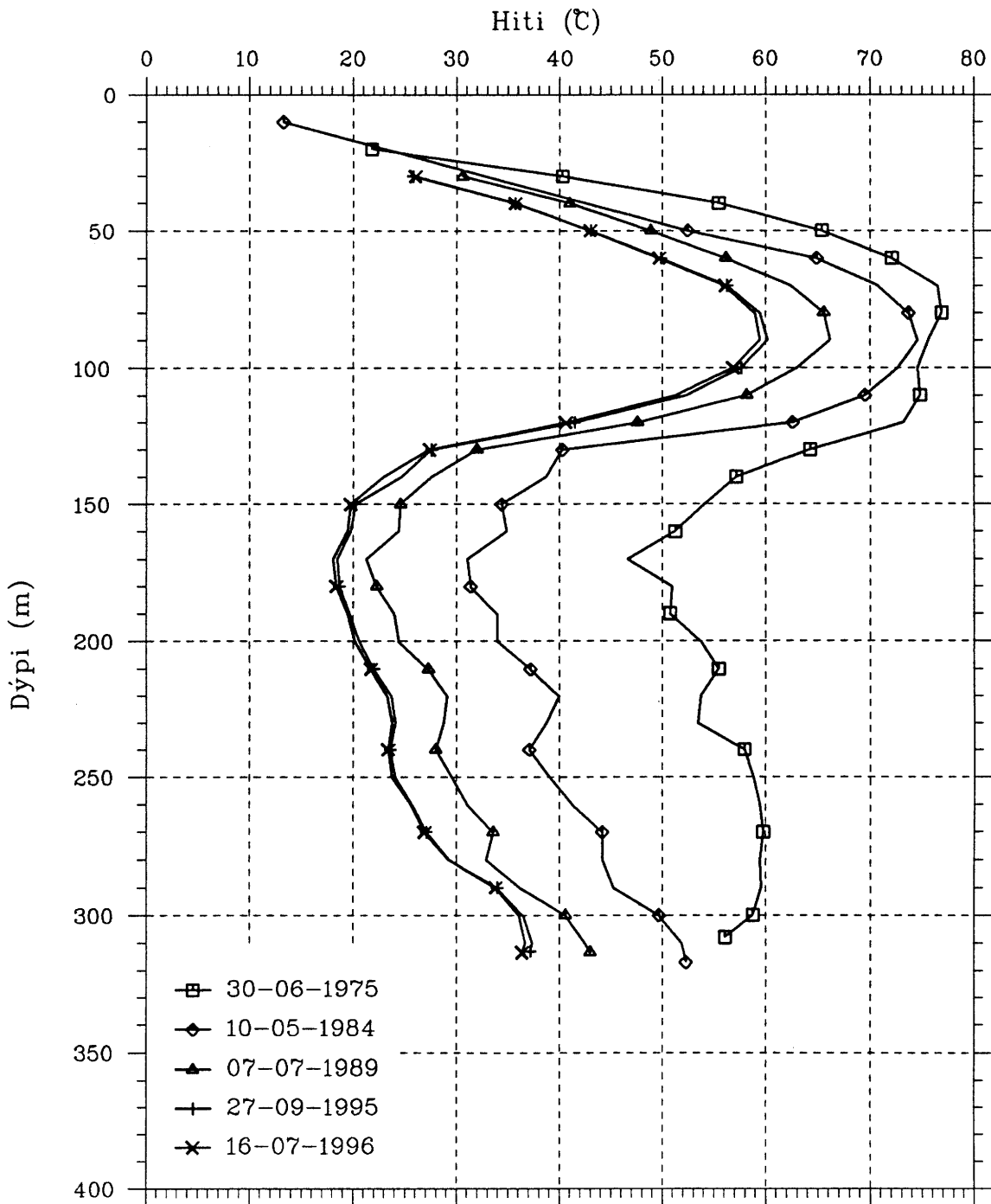
### SELFOSSVEITUR Þorleifskot hola 3



Mynd 2. Hitamælingar í holu 3

19 Dec 1996 omar  
L= 87404 Oracle

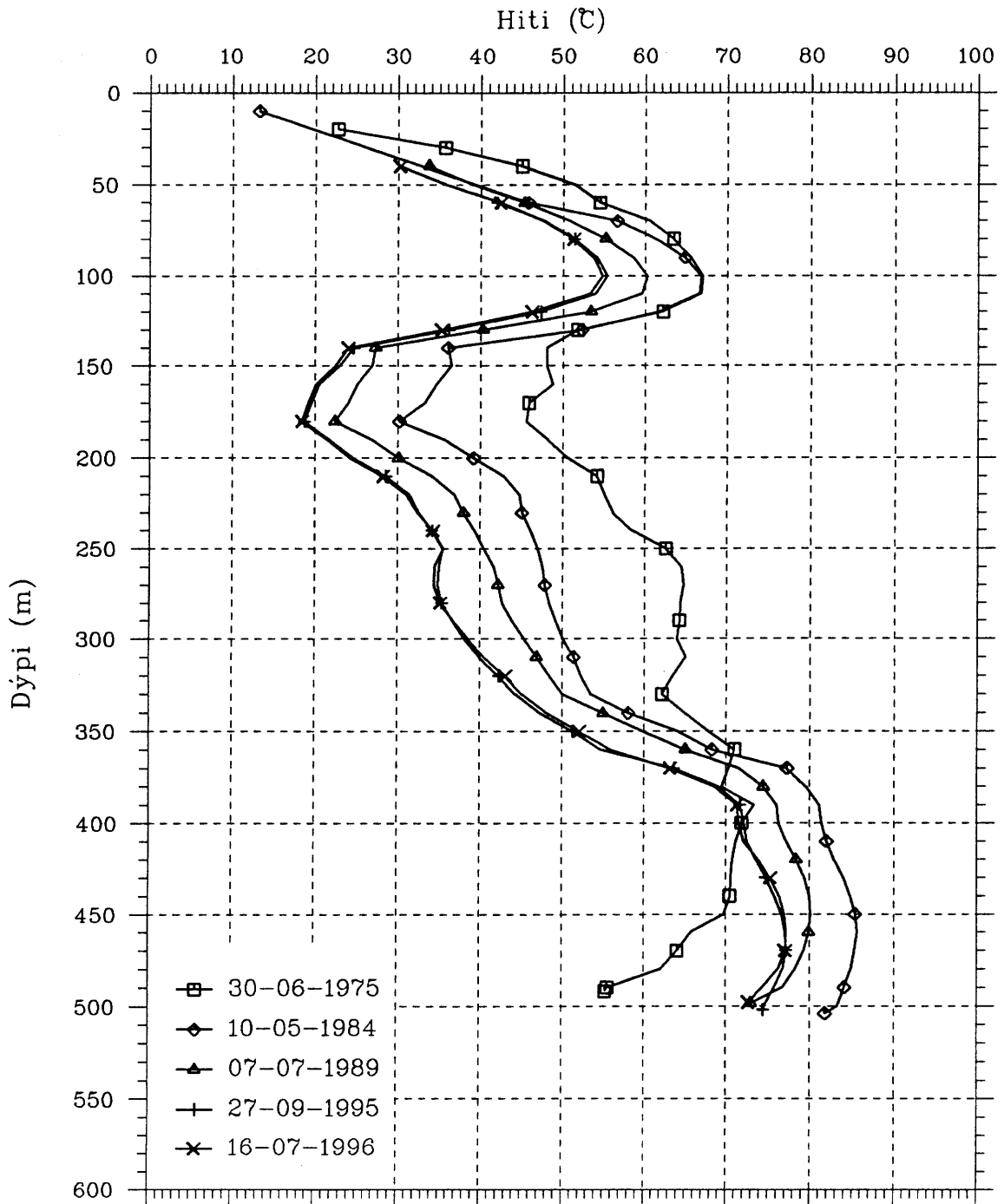
### SELFOSSVEITUR Þorleifskot hola 4



Mynd 3. Hitamælingar í holu 4

19 Dec 1996 omar  
L= 87406 Oracle

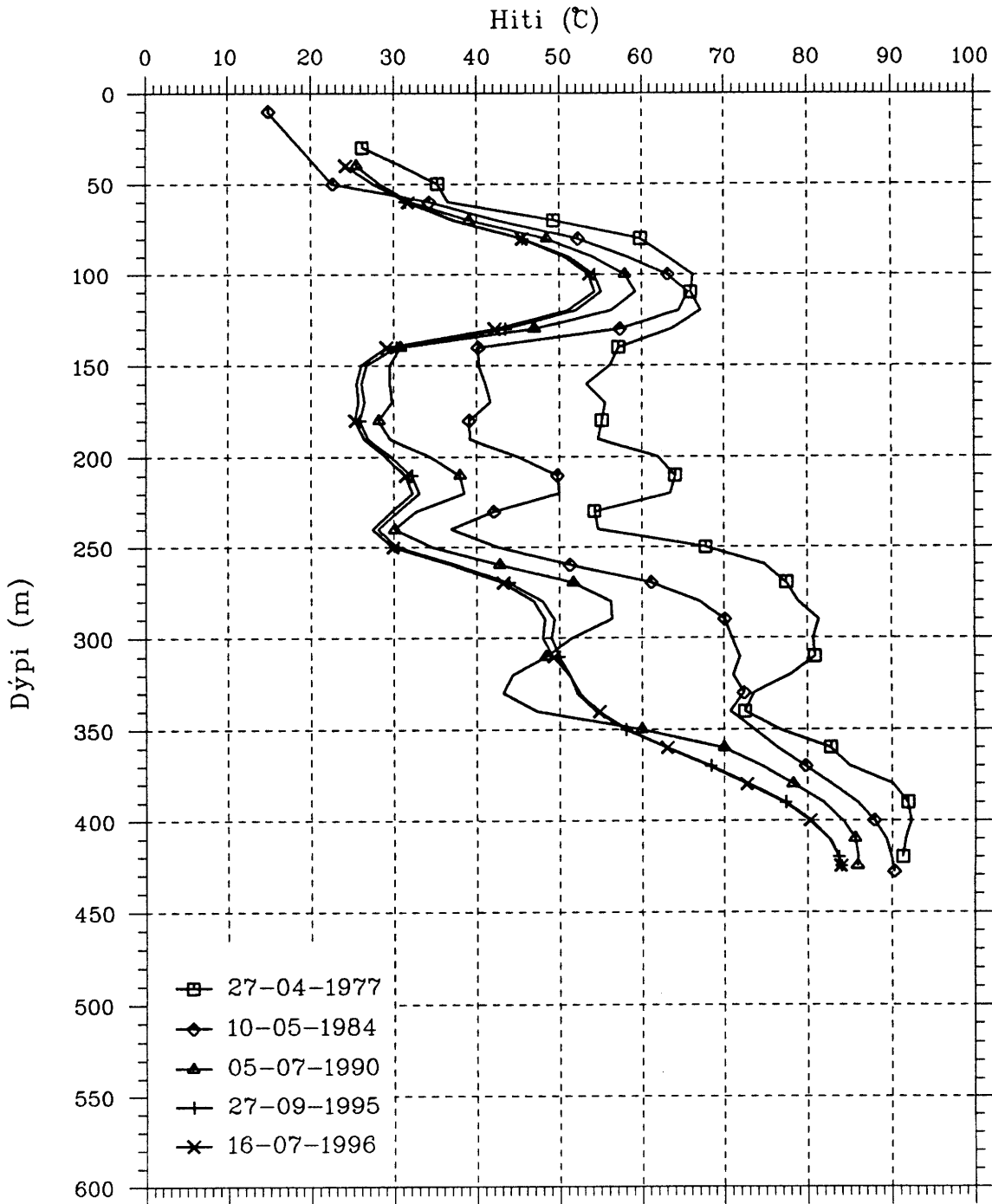
### SELFOSSVEITUR Þorleifskot hola 6



Mynd 4. Hitamælingar í holu 6

19 Dec 1996 omar  
L= 87407 Oracle

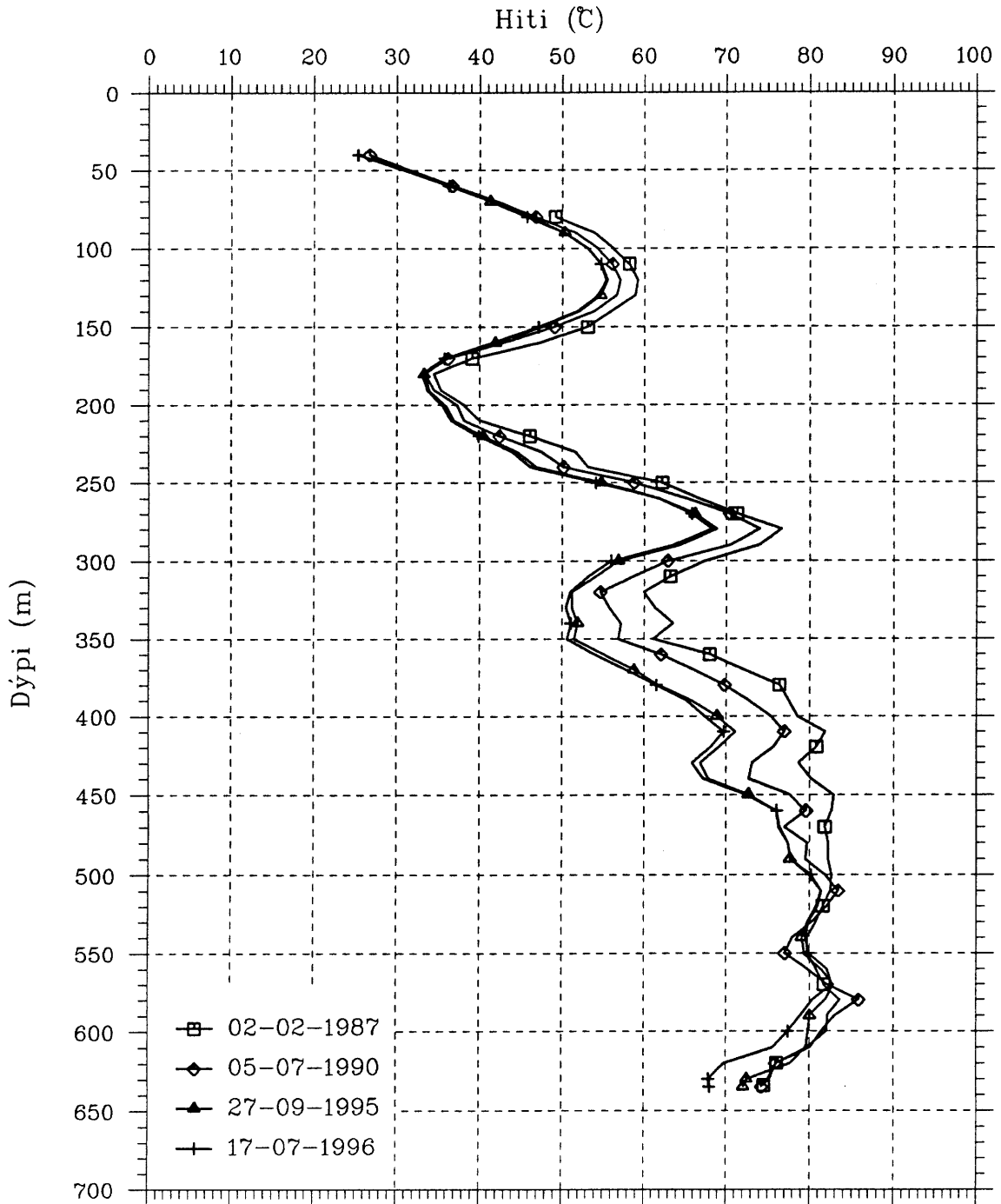
### SELFOSSEVEITUR Þorleifskot hola 7



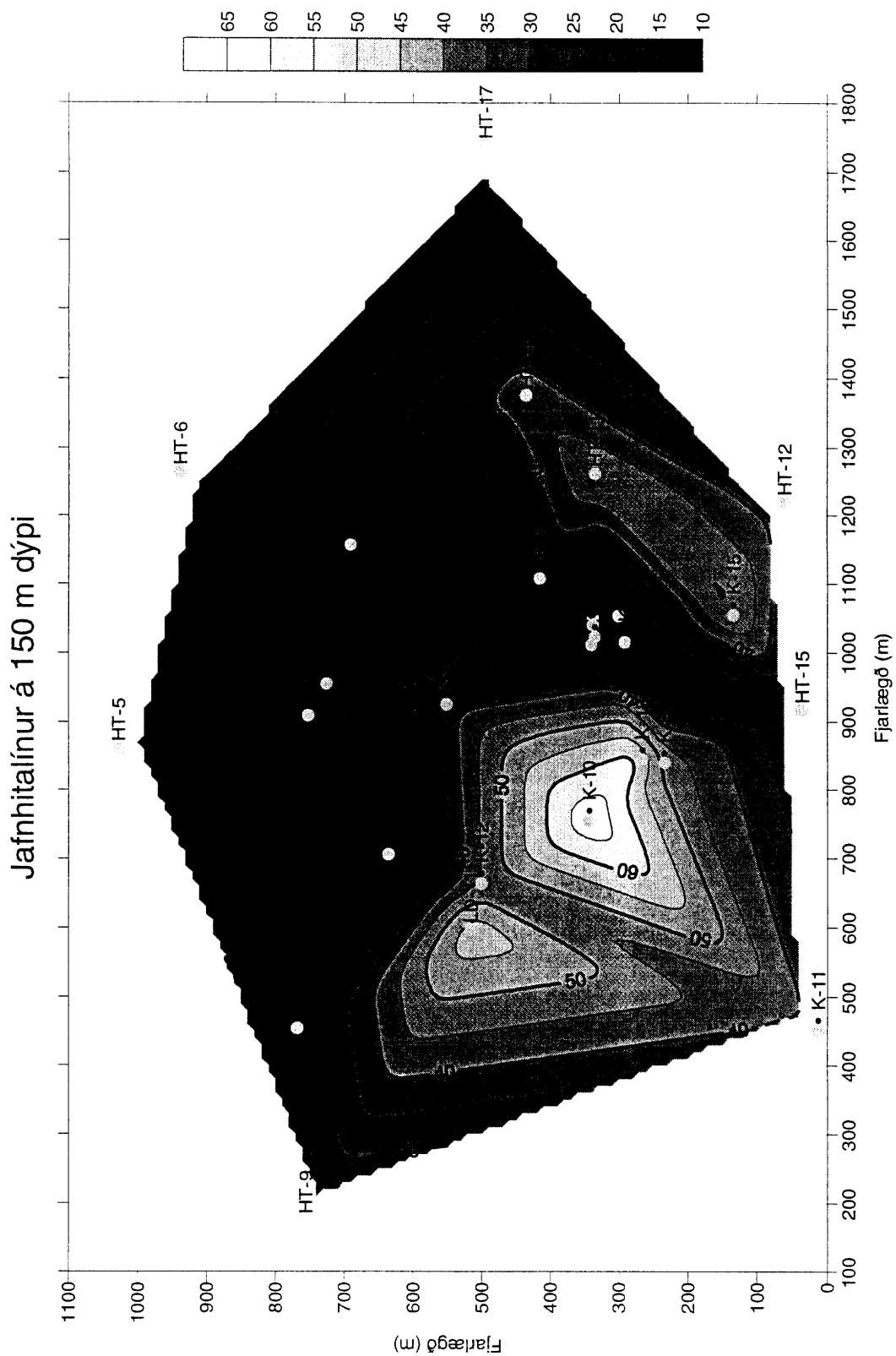
Mynd 5. Hitamælingar í holu 7

19 Dec 1996 omár  
L= 87408 Oracle

### SELFOSSVEITUR Þorleifskot hola 8



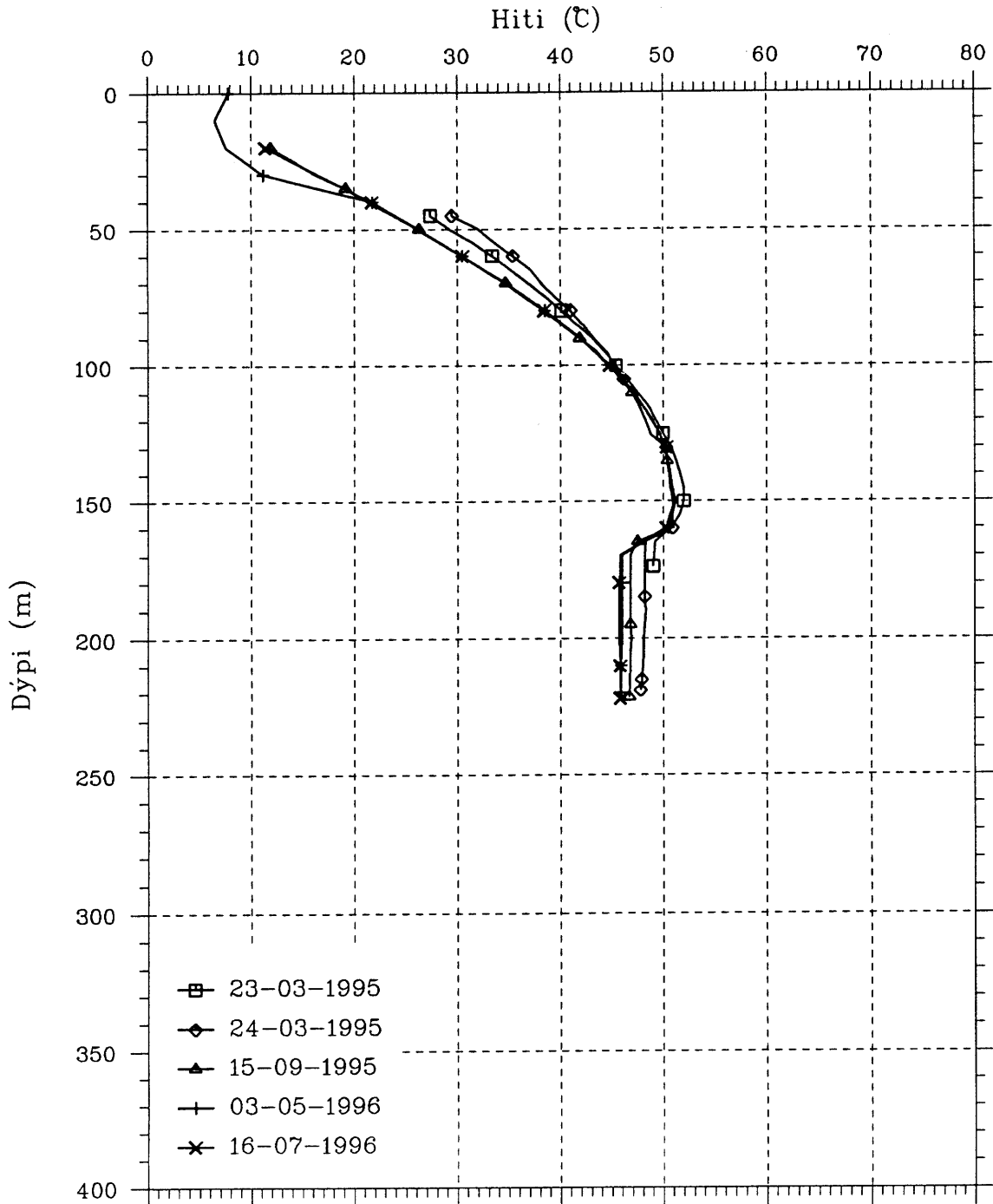
Mynd 6. Hitamælingar í holu 8



Mynd 7. Jafnhitalínur á 150 m dýpi í jarðhitakerfinu við Laugardælar og Þorleifskot. Misleitni 1:1,5 í stefnu 35°.

☐ 19 Dec 1996 omar  
L= 87441 Oracle

### SELFOSSVEITUR Þorleifskot hola HT-11

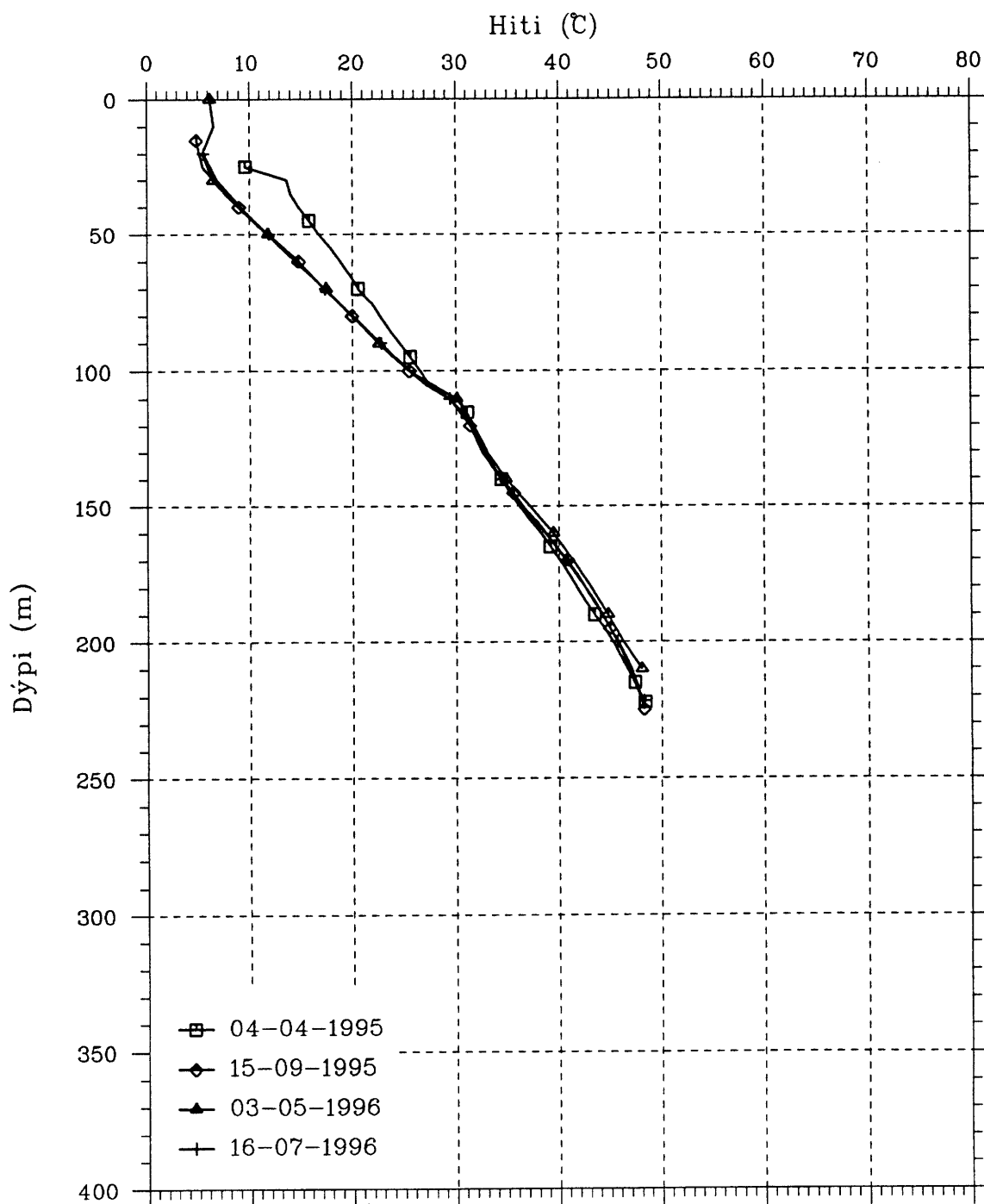


Mynd 8. Hitamælingar í holu HT-11



19 Dec 1996 omar  
L= 87442 Oracle

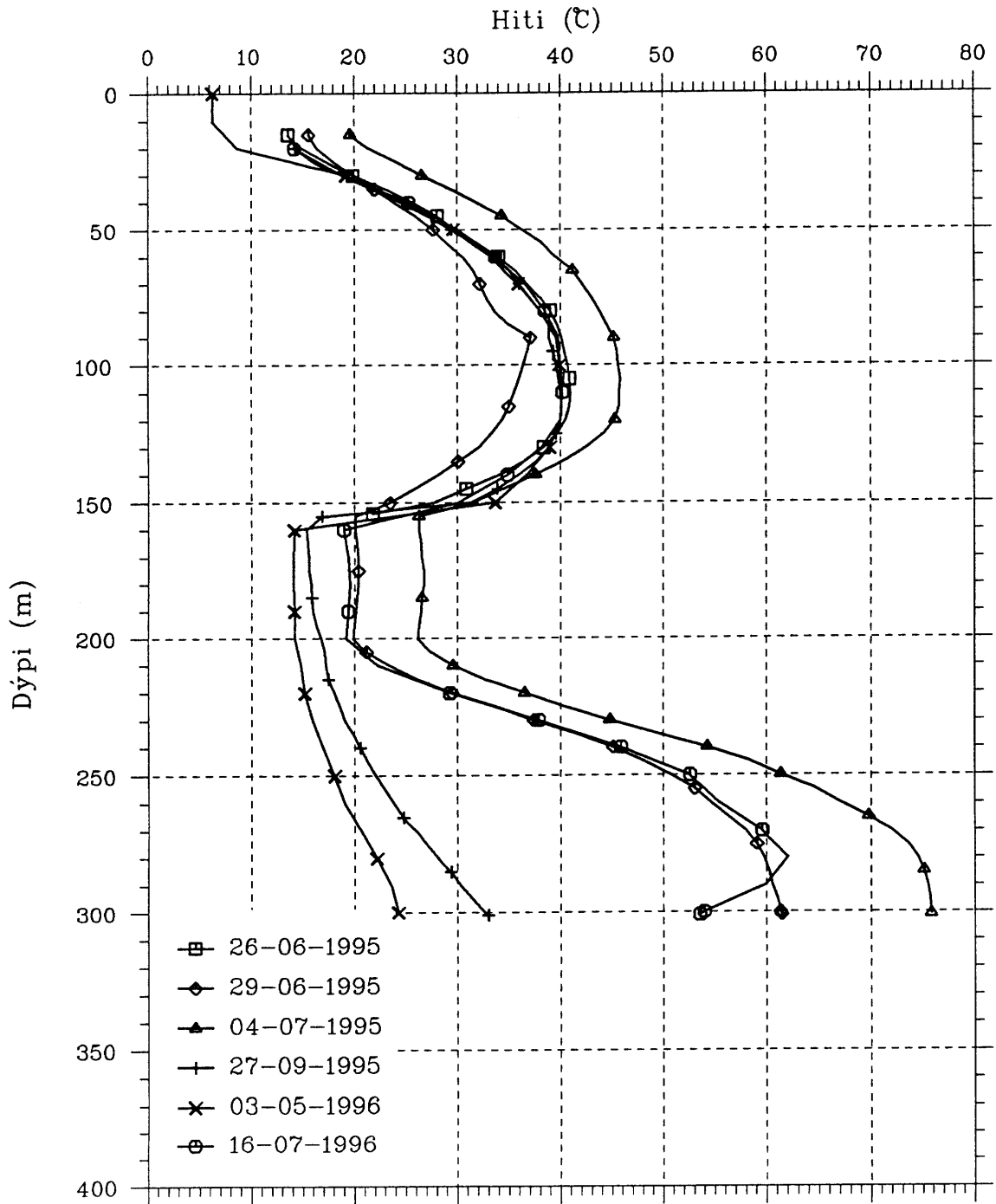
### SELFOSSEITUR Þorleifskot hola HT-12



Mynd 9. Hitamælingar í holu HT-12

19 Dec 1996 omar  
L= 87445 Oracle

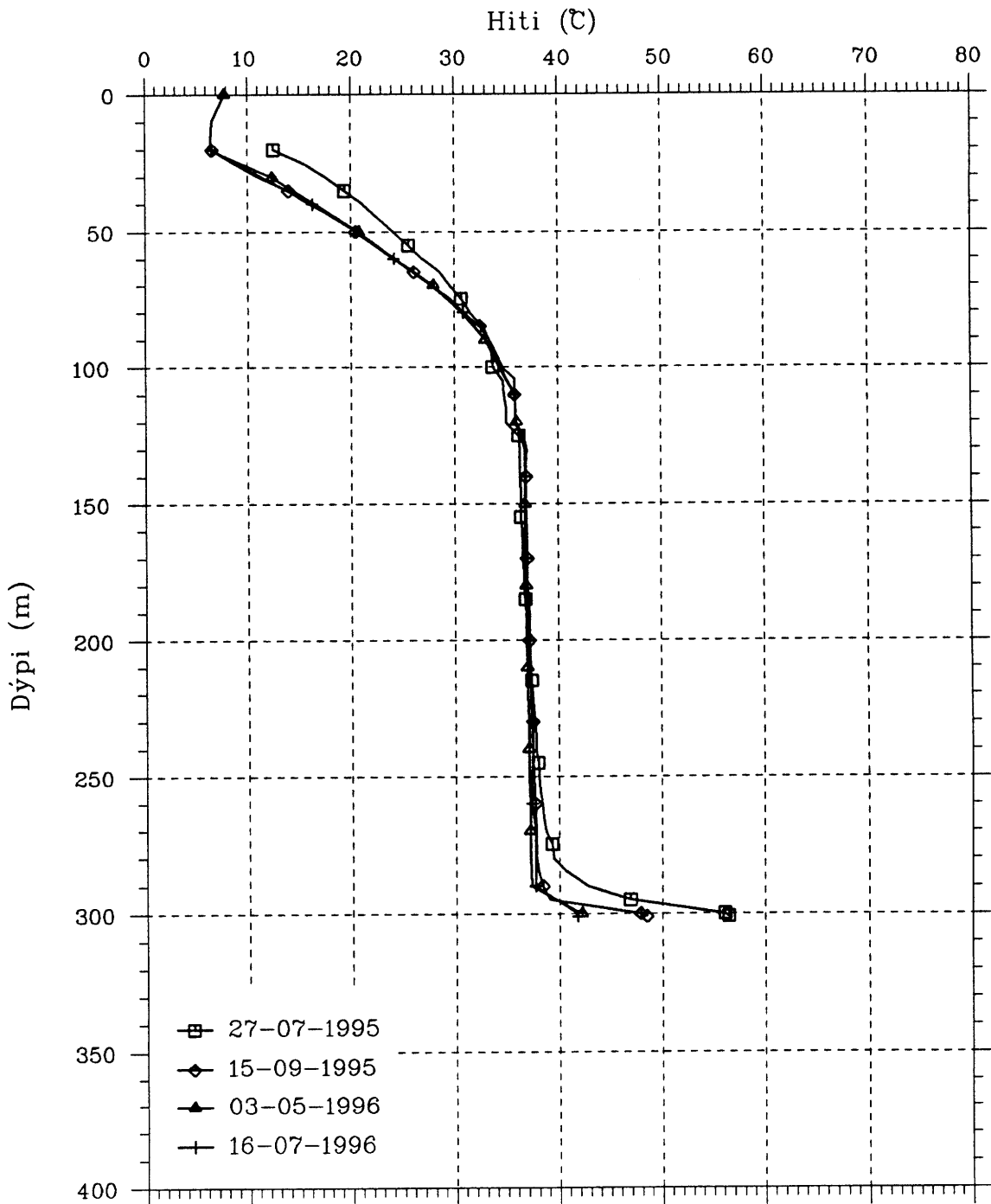
### SELFOSSVEITUR Þorleifskot hola HT-15



Mynd 10. Hitamælingar í holu HT-15

19 Dec 1996 omar  
L= 87446 Oracle

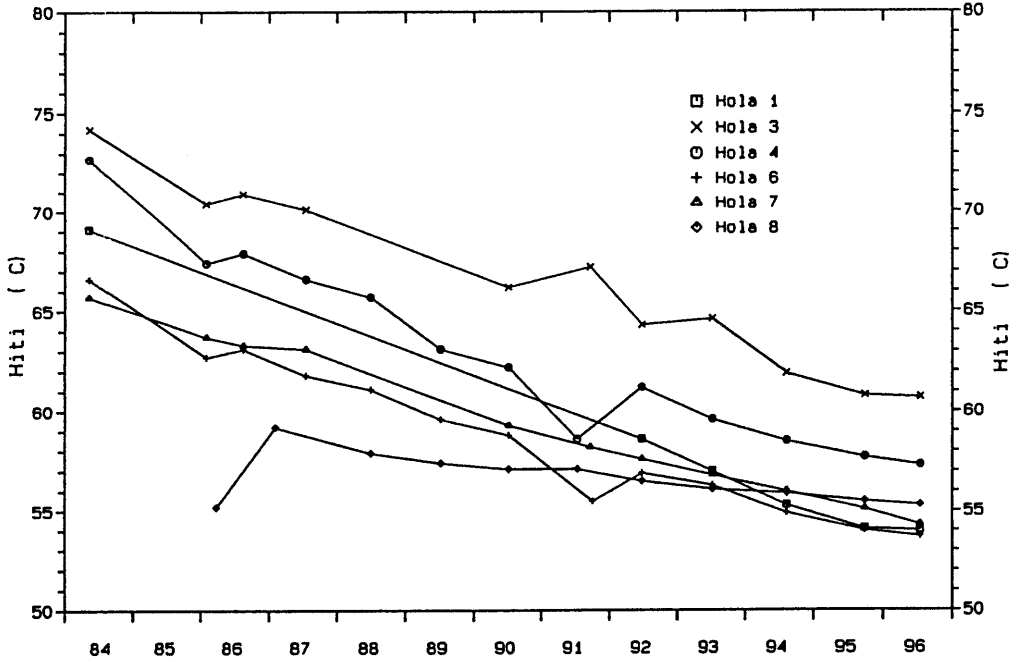
### SELFOSSVEITUR Þorleifskot hola HT-16



Mynd 11. Hitamælingar í holu HT-16

23 Des 1996 Omar  
Dataplot

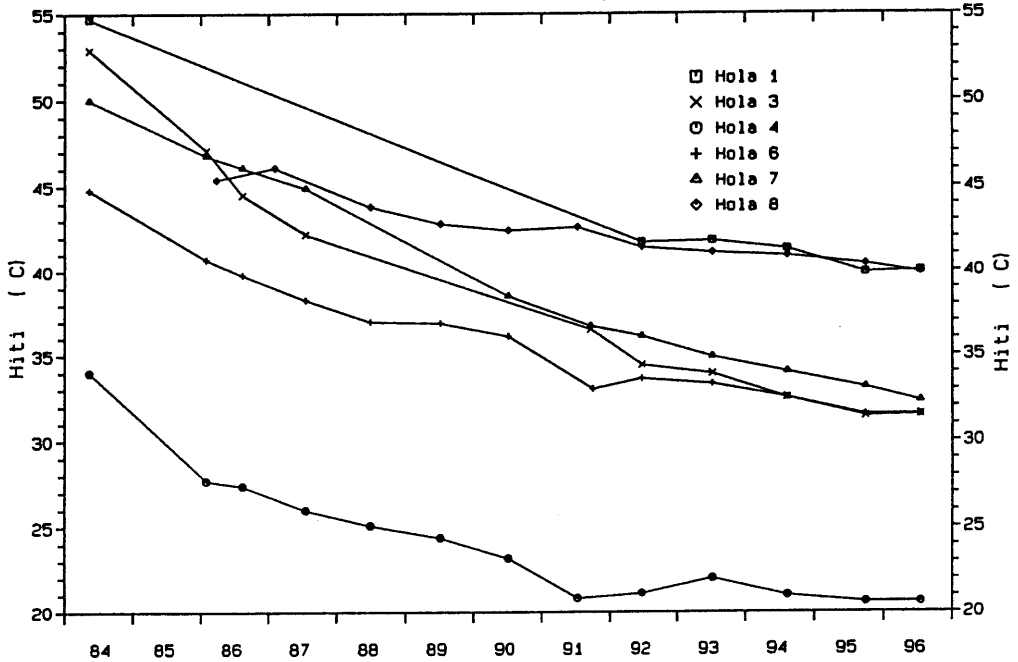
SELFOSSVEITUR  
Hiti á 100-120 m dýpi



Mynd 12. Hiti á 100-120 m dýpi

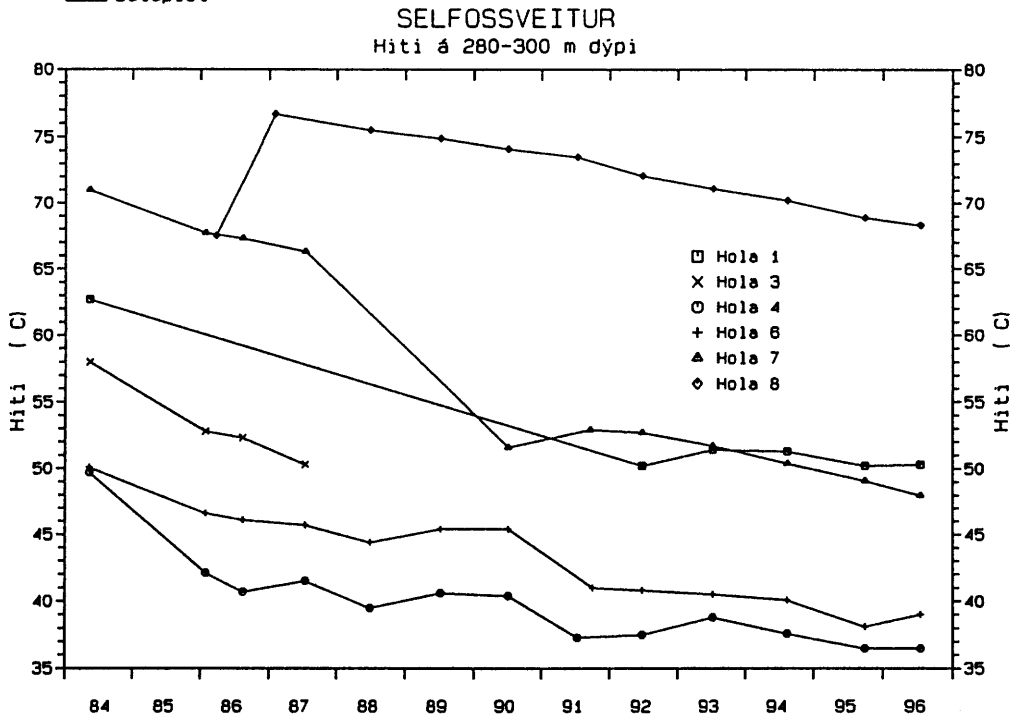
23 Des 1996 Omar  
Dataplot

SELFOSSVEITUR  
Hiti á 200-220 m dýpi



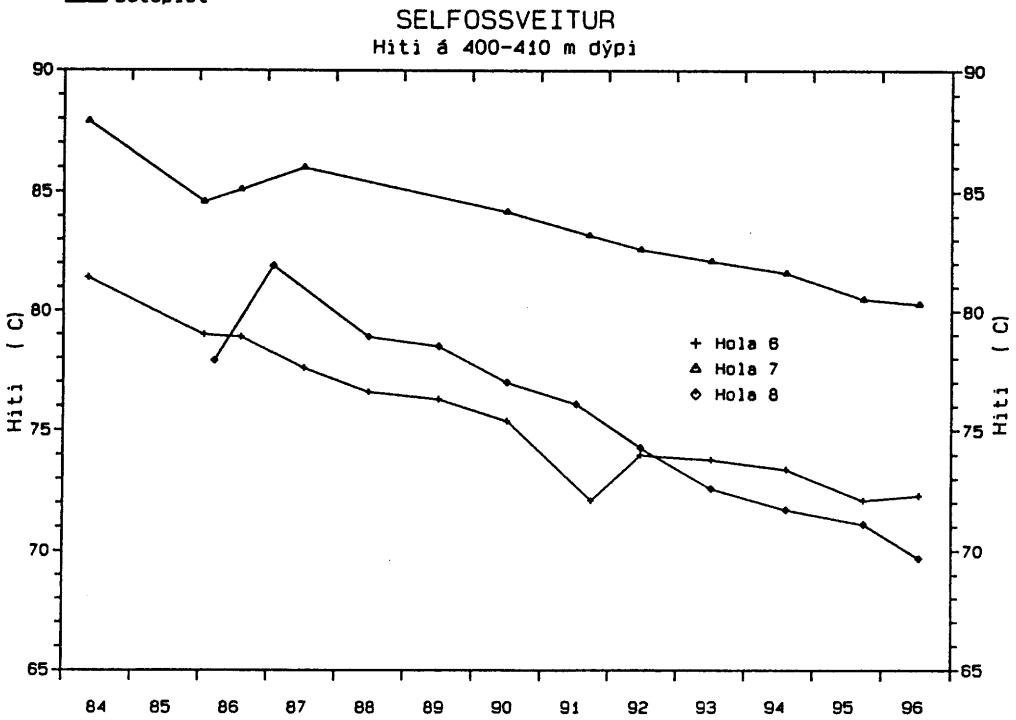
Mynd 13. Hiti á 200-220 m dýpi

23 Des 1996 Omar  
Dataplot

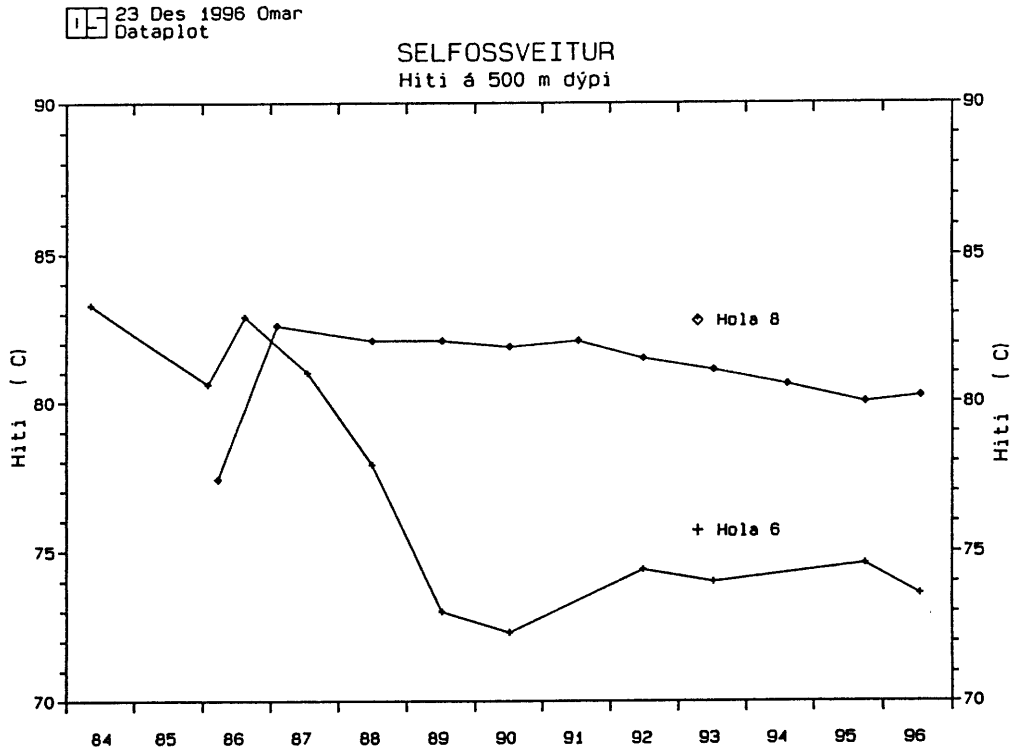


Mynd 14. Hiti á 280-300 m dýpi

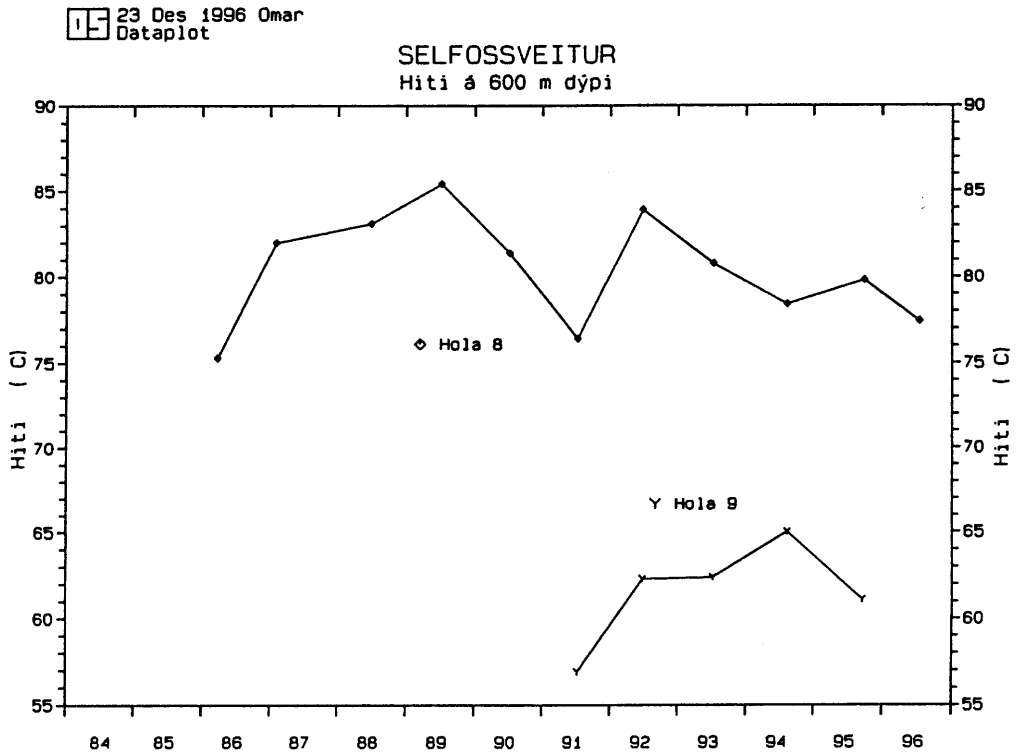
23 Des 1996 Omar  
Dataplot



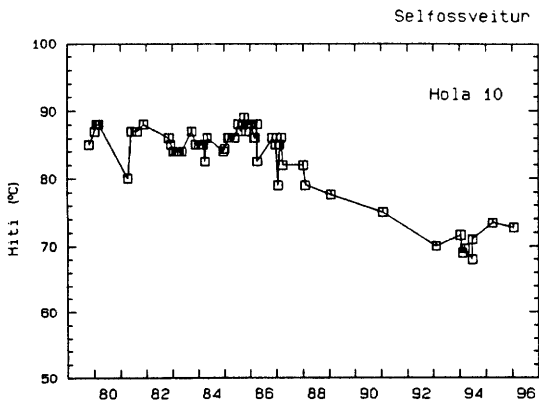
Mynd 15. Hiti á 400-410 m dýpi



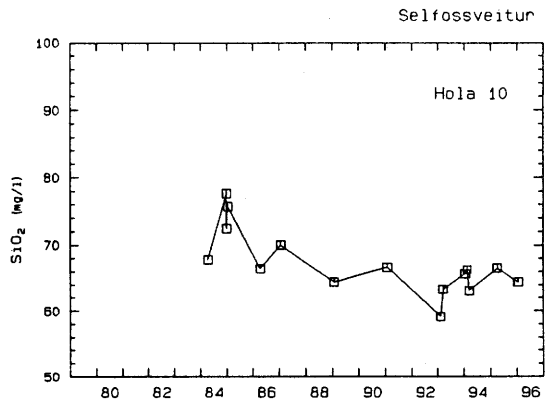
Mynd 16. Hiti á 500 m dýpi



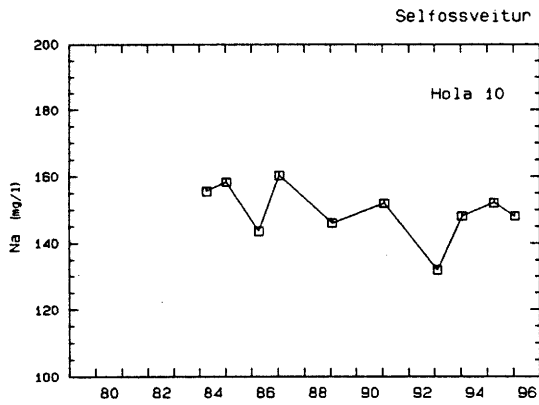
Mynd 17. Hiti á 600 m dýpi



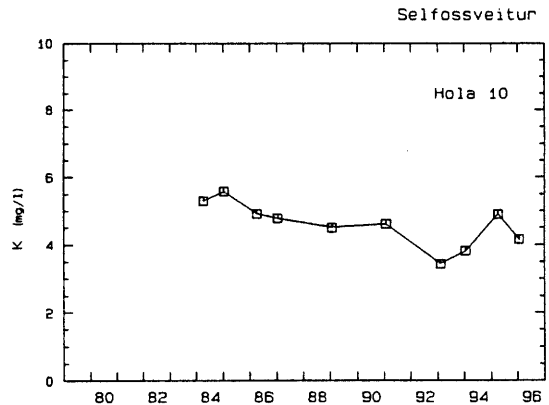
Mynd 18. Hiti vatns úr hól 10



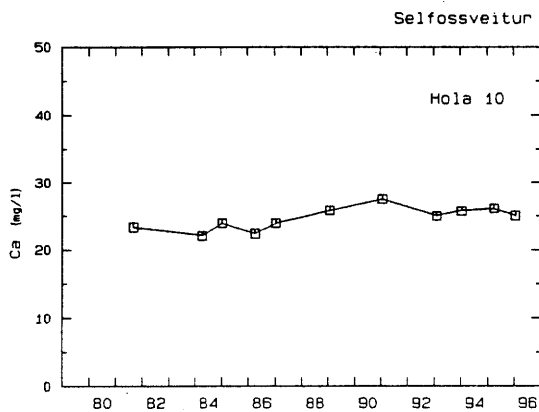
Mynd 19. Styrkur kísils í vatni úr hól 10



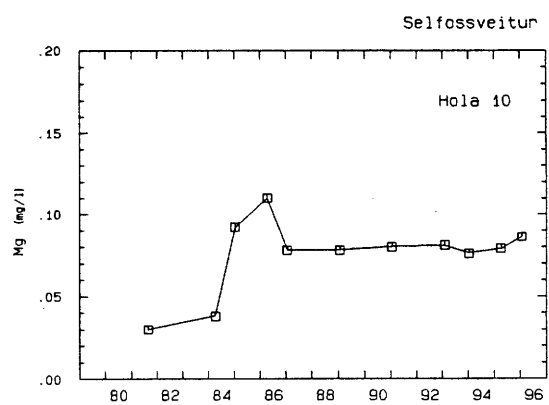
Mynd 20. Styrkur natrífums í vatni úr hól 10



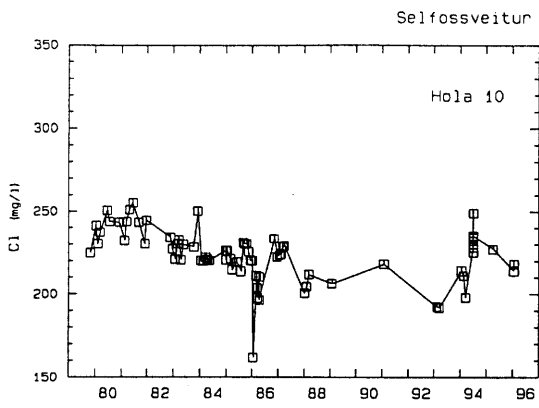
Mynd 21. Styrkur kalfúms í vatni úr hól 10



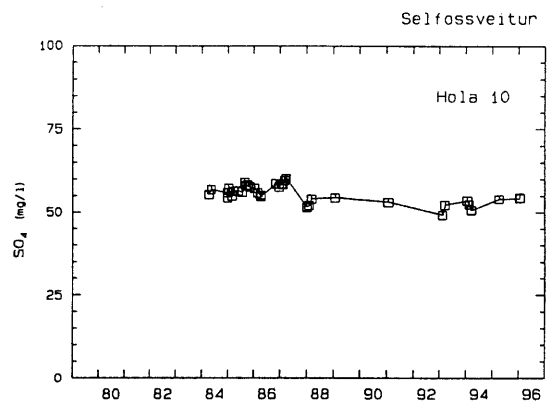
Mynd 22. Styrkur kalsfúms í vatni úr hól 10



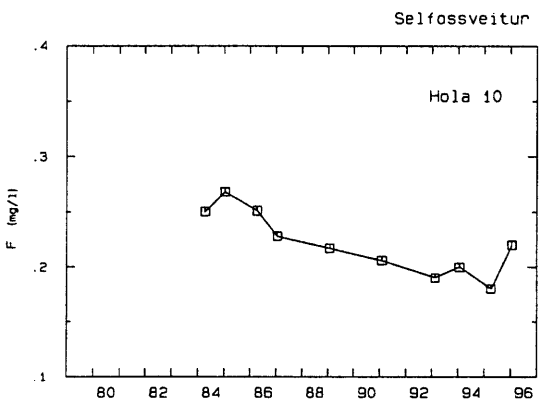
Mynd 23. Styrkur magnesfúms í vatni úr hól 10



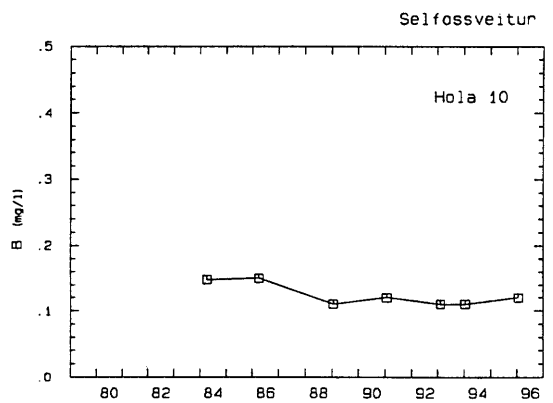
Mynd 24. Styrkur klóríðs í vatni úr holu 10



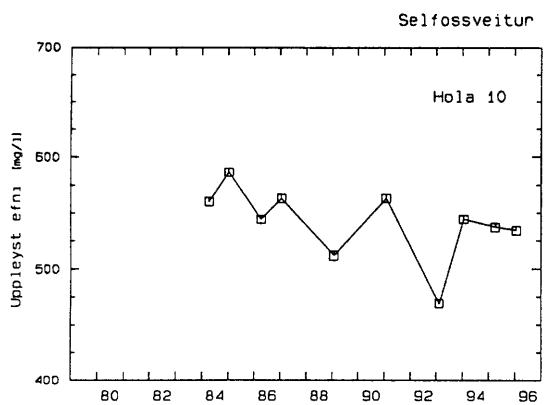
Mynd 25. Styrkur súlfats í vatni úr holu 10



Mynd 26. Styrkur flúoríðs í vatni úr holu 10

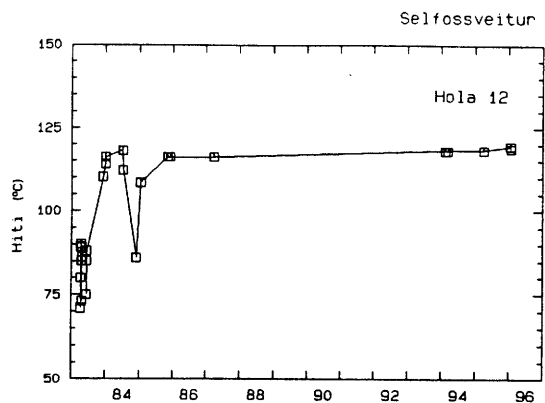


Mynd 27. Styrkur bórs í vatni úr holu 10

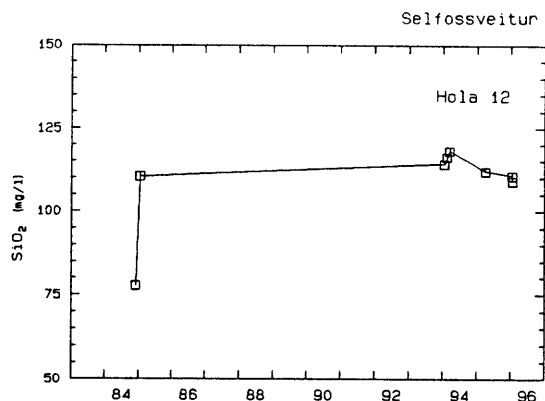


Mynd 28. Uppleyst efni í vatni úr holu 10

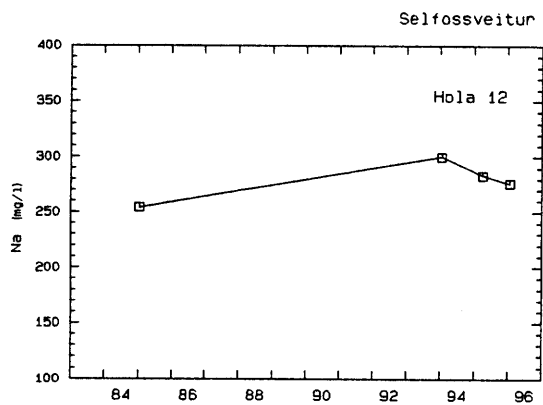




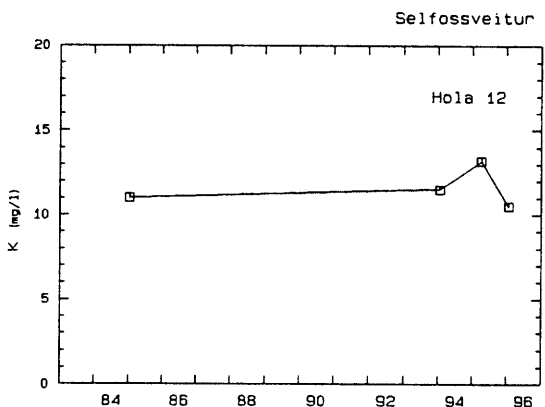
Mynd 29. Hiti vatns úr holu 12



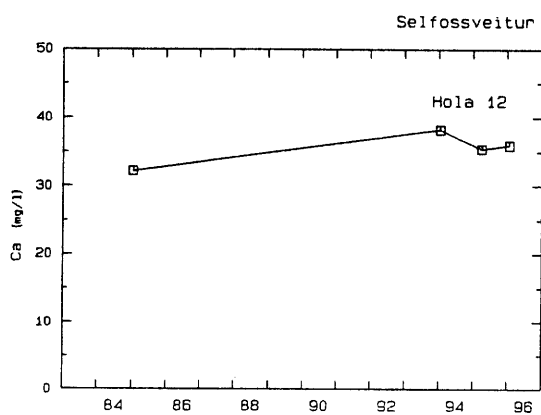
Mynd 30. Styrkur kísils í vatni úr holu 12



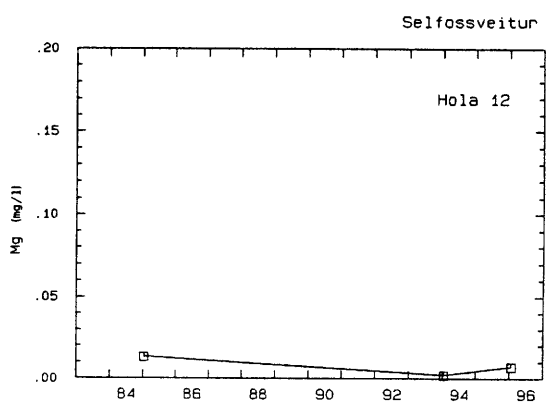
Mynd 31. Styrkur natrúms í vatni úr holu 12



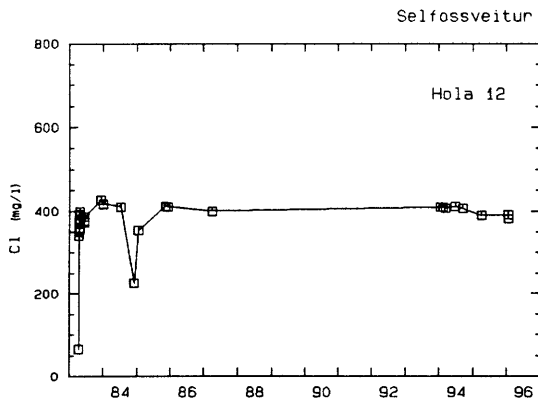
Mynd 32. Styrkur kalíums í vatni úr holu 12



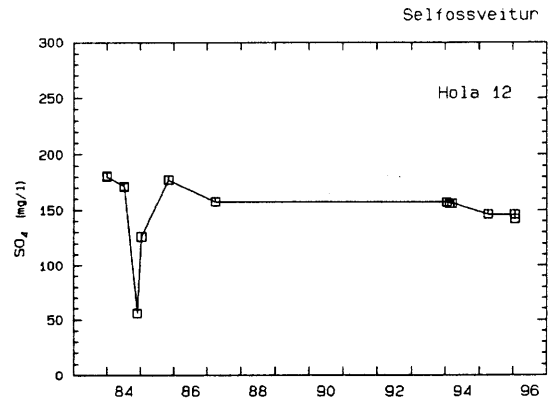
Mynd 33. Styrkur kalsíums í vatni úr holu 12



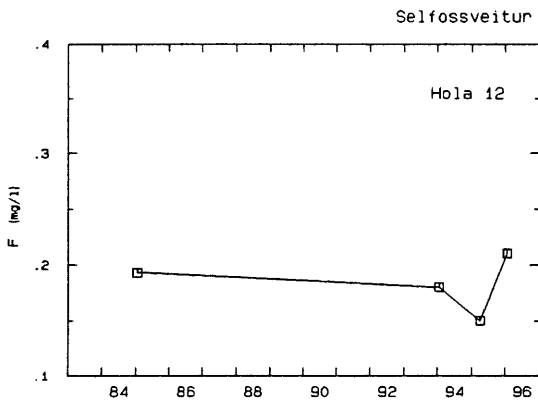
Mynd 34. Styrkur magnesíums í vatni úr holu 12



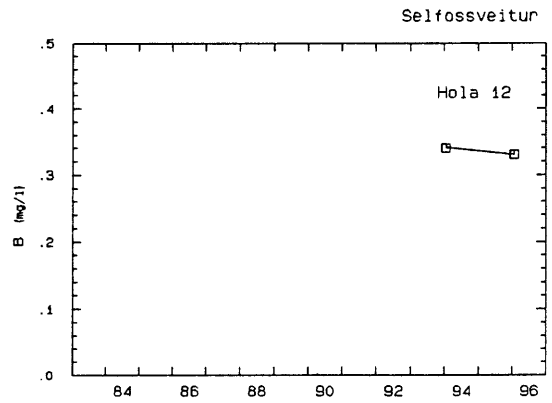
Mynd 35. Styrkur klóríðs í vatni úr holu 12



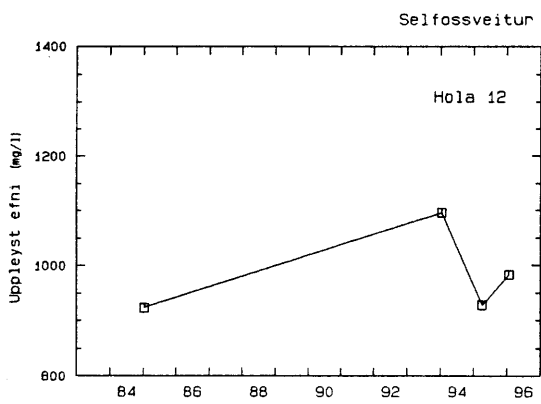
Mynd 36. Styrkur súlfats í vatni úr holu 12



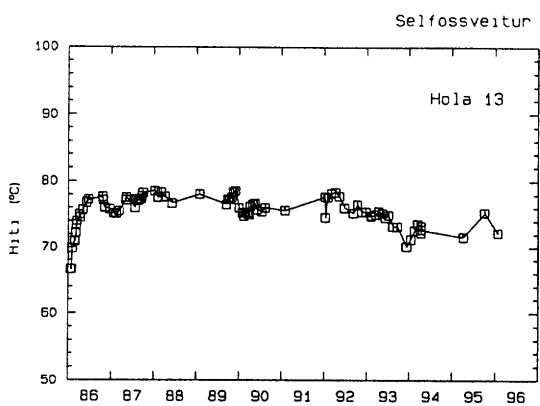
Mynd 37. Styrkur flúoríðs í vatni úr holu 12



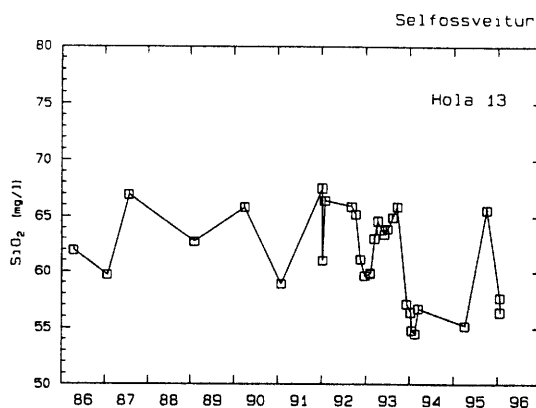
Mynd 38. Styrkur bórs í vatni úr holu 12



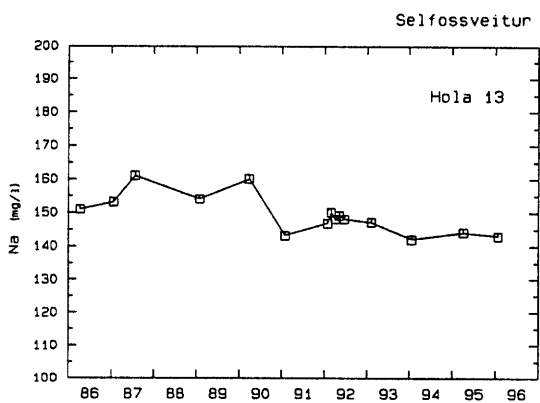
Mynd 39. Uppleyst efni í vatni úr holu 12



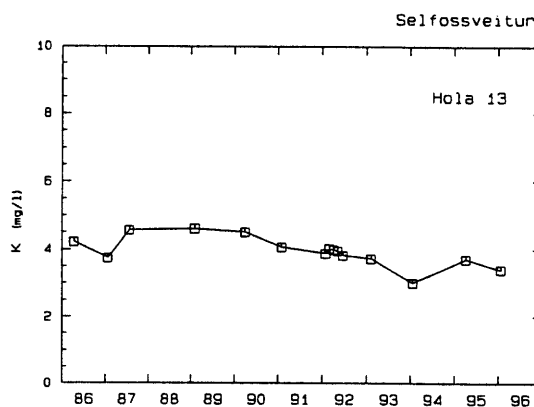
Mynd 40. Hiti vatns úr holu 13



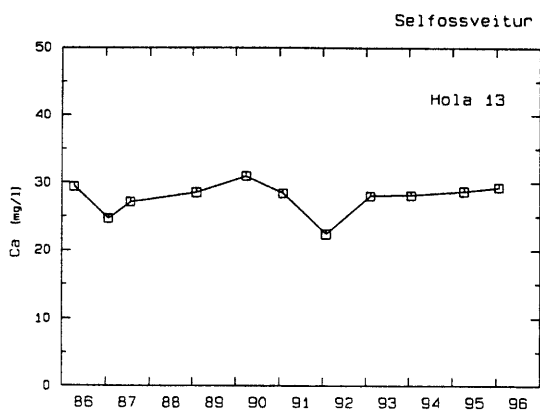
Mynd 41. Styrkur kísils í vatni úr holu 13



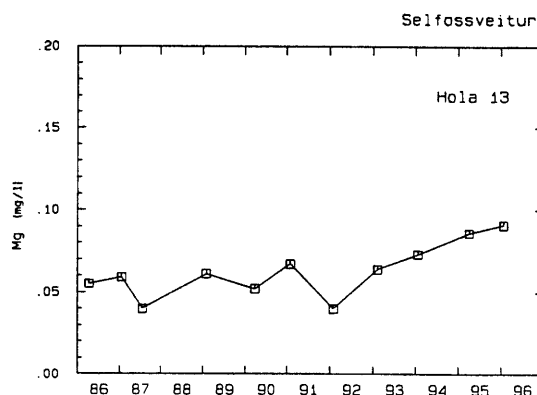
Mynd 42. Styrkur natríums í vatni úr holu 13



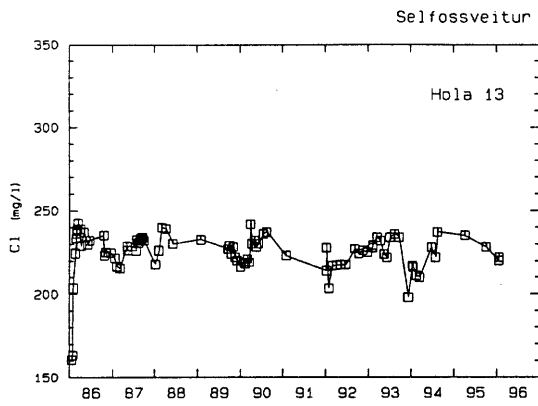
Mynd 43. Styrkur kalíums í vatni úr holu 13



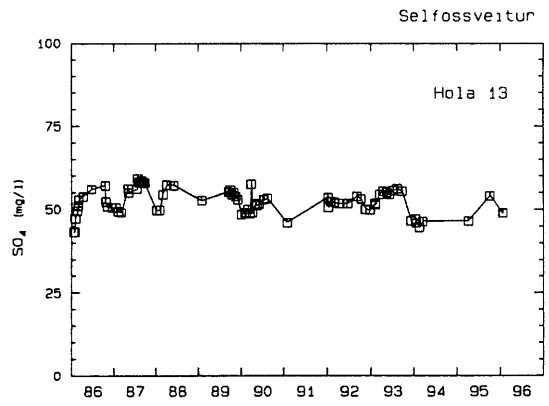
Mynd 44 Styrkur kalsíums í vatni úr holu 13



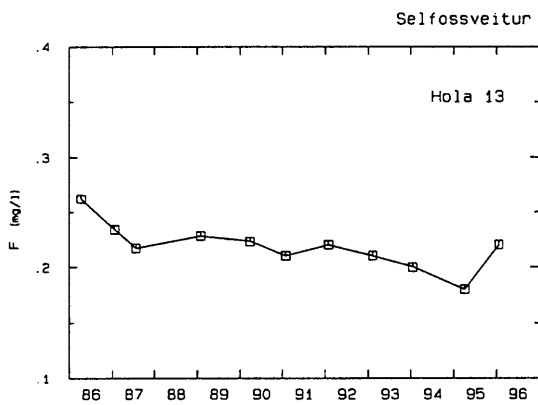
Mynd 45. Styrkur magnesíums í vatni úr holu 13



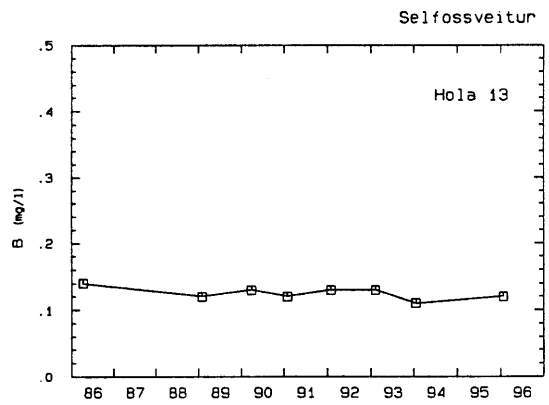
Mynd 46. Styrkur klóríðs í vatni úr hól 13



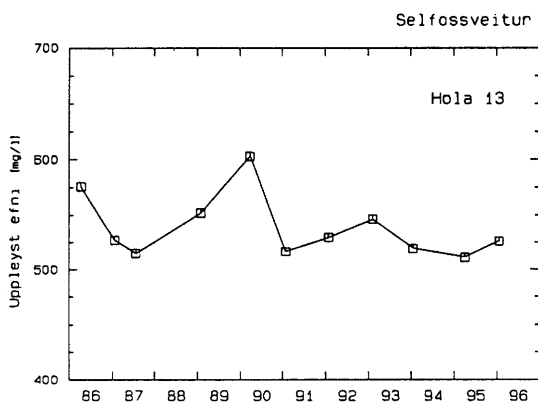
Mynd 47. Styrkur súlfats í vatni úr hól 13



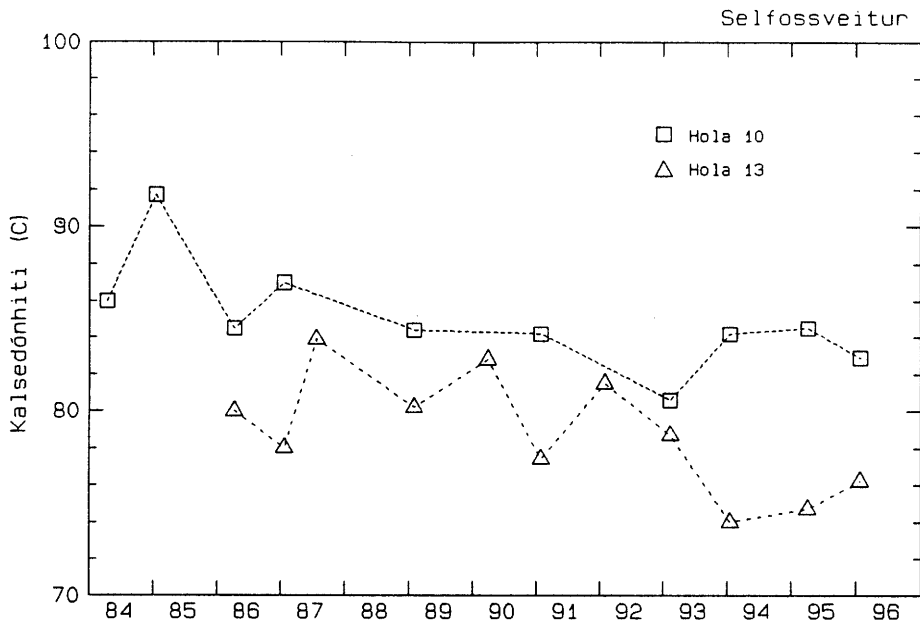
Mynd 48. Styrkur flúoríðs í vatni úr hól 13



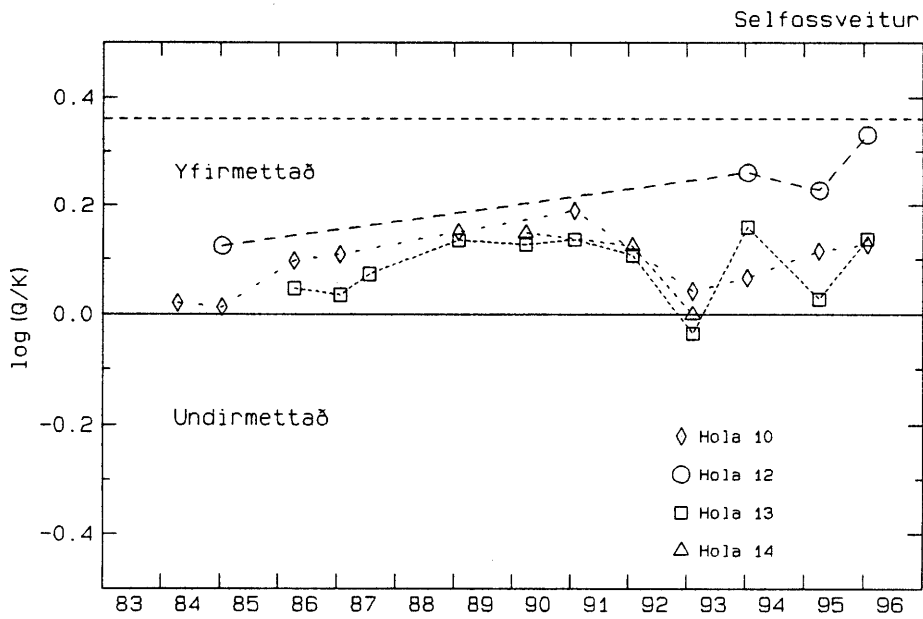
Mynd 49. Styrkur bórs í vatni úr hól 13



Mynd 50. Uppleyst efni í vatni úr hól 13



**Mynd 51. Kalsedónhiti vatns úr holum 10 og 13**



**Mynd 52. Kalkmettun vatns úr holum 10, 12, 13 og 14**

**VIÐAUKI**

Tafla V-1.

SELFOSSVEITUR

Hitamælingar við Þorleifskot 16-07-1996

| Holur<br>Tími dags | PK-1<br>14:55 | PK-3<br>15:25 | PK-4<br>16:55 | PK-6<br>14:10 | PK-7<br>12:10 | PK-8<br>10:45 | HT-11<br>15:55 | HT-12<br>18:10 | HT-15<br>18:55 | HT-16<br>16:20 |
|--------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Dýpi (m)           | (°C)          | (°C)          | (°C)          | (°C)          | (°C)          | (°C)          | (°C)           | (°C)           | (°C)           | (°C)           |
| 20.0               | 15.3          |               |               |               |               |               | 11.4           | 5.6            | 14.2           | 7.0            |
| 30.0               | 23.2          |               | 26.0          |               |               |               | 16.5           | 6.9            | 18.9           | 11.8           |
| 40.0               | 30.8          | 30.8          | 35.7          | 30.2          | 24.2          | 25.3          | 21.7           | 9.2            | 25.3           | 16.7           |
| 50.0               | 38.0          | 40.4          | 43.0          | 35.9          | 27.6          | 30.9          | 26.2           | 11.9           | 30.1           | 21.0           |
| 60.0               | 46.4          | 47.8          | 49.7          | 42.4          | 31.7          | 36.3          | 30.5           | 14.9           | 33.7           | 24.6           |
| 70.0               | 53.2          | 54.7          | 56.1          | 47.6          | 37.1          | 41.3          | 34.7           | 17.4           | 36.6           | 28.2           |
| 80.0               | 55.8          | 60.6          | 59.0          | 51.3          | 45.5          | 45.7          | 38.4           | 20.2           | 38.5           | 31.3           |
| 90.0               | 55.9          | 62.0          | 59.5          | 53.8          | 50.7          | 50.2          | 42.0           | 22.8           | 39.8           | 33.4           |
| 100.0              | 53.6          | 60.2          | 56.9          | 54.8          | 53.6          | 53.1          | 44.8           | 25.6           | 40.0           | 34.9           |
| 110.0              | 47.0          | 54.7          | 51.3          | 53.3          | 54.3          | 54.7          | 47.2           | 29.4           | 40.2           | 36.3           |
| 120.0              | 33.5          | 46.8          | 40.6          | 46.2          | 51.1          | 55.3          | 49.0           | 31.4           | 40.0           | 36.3           |
| 130.0              | 22.8          | 38.0          | 27.4          | 35.3          | 42.2          | 54.4          | 50.3           | 32.8           | 38.2           | 37.3           |
| 140.0              | 18.9          | 36.4          | 23.0          | 24.0          | 29.1          | 51.8          | 50.7           | 34.4           | 34.9           | 37.2           |
| 150.0              | 18.7          | 32.7          | 19.8          | 22.5          | 26.0          | 47.1          | 51.1           | 36.4           | 30.2           | 37.2           |
| 160.0              | 21.3          | 29.0          | 19.5          | 20.1          | 25.5          | 41.6          | 50.3           | 38.7           | 19.0           | 37.2           |
| 170.0              | 28.8          | 28.3          | 18.1          | 19.2          | 25.7          | 35.8          | 45.8           | 40.7           | 19.4           | 37.3           |
| 180.0              | 32.4          | 28.9          | 18.4          | 18.4          | 25.3          | 33.0          | 45.7           | 42.6           | 19.6           | 37.4           |
| 190.0              | 36.1          | 29.7          | 19.5          | 21.5          | 26.4          | 33.7          | 45.7           | 44.2           | 19.4           | 37.4           |
| 200.0              | 39.6          | 31.1          | 20.2          | 24.2          | 29.1          | 35.5          | 45.7           | 45.7           | 19.2           | 37.5           |
| 210.0              | 41.9          | 31.0          | 21.7          | 28.2          | 31.4          | 36.6          | 45.8           | 46.9           | 22.3           | 37.6           |
| 220.0              | 47.6          | 31.0          | 23.3          | 31.1          | 32.3          | 39.9          | 45.8           | 47.9           | 29.3           | 37.7           |
| 221.5              |               |               |               |               |               |               |                |                |                |                |
| 222.0              |               |               |               |               |               |               | 45.8           |                |                |                |
| 230.0              | 49.8          | 30.5          | 23.8          | 32.5          | 29.7          | 44.0          |                |                | 37.9           | 37.8           |
| 240.0              | 51.7          | 30.9          | 23.4          | 34.3          | 27.5          | 46.2          |                |                | 45.9           | 37.9           |
| 250.0              | 52.6          | 34.1          | 23.8          | 35.6          | 29.9          | 54.1          |                |                | 52.6           | 37.8           |
| 253.0              |               | 34.8          |               |               |               |               |                |                |                |                |
| 260.0              | 55.5          |               | 25.6          | 34.5          | 37.0          | 61.8          |                |                | 55.5           | 37.8           |
| 270.0              | 53.3          |               | 26.9          | 34.4          | 43.2          | 65.8          |                |                | 59.6           | 38.1           |
| 280.0              | 46.6          |               | 29.3          | 35.2          | 46.9          | 68.3          |                |                | 62.1           | 38.1           |
| 290.0              | 46.3          |               | 33.8          | 36.8          | 48.3          | 63.6          |                |                | 60.0           | 38.1           |
| 300.0              | 49.9          |               | 36.1          | 38.6          | 48.0          | 56.0          |                |                | 54.0           | 42.2           |
| 301.0              |               |               |               |               |               |               |                |                | 53.6           | 42.2           |
| 310.0              | 51.3          |               | 36.7          | 40.6          | 49.3          | 53.2          |                |                |                |                |
| 313.5              |               |               | 36.4          |               |               |               |                |                |                |                |
| 320.0              | 51.3          |               |               | 43.1          | 51.2          | 51.0          |                |                |                |                |
| 330.0              | 53.3          |               |               | 45.2          | 52.5          | 50.5          |                |                |                |                |
| 340.0              | 59.0          |               |               | 48.2          | 54.8          | 51.1          |                |                |                |                |
| 350.0              | 63.3          |               |               | 52.1          | 58.3          | 50.6          |                |                |                |                |
| 360.0              | 65.8          |               |               | 56.0          | 63.1          | 54.0          |                |                |                |                |
| 369.0              | 66.7          |               |               |               |               |               |                |                |                |                |
| 370.0              |               |               |               | 63.2          | 68.2          |               |                |                |                |                |
| 380.0              |               |               |               | 68.6          | 72.7          | 61.5          |                |                |                |                |
| 390.0              |               |               |               | 71.3          | 77.3          | 65.2          |                |                |                |                |
| 400.0              |               |               |               | 71.5          | 80.3          | 67.4          |                |                |                |                |
| 410.0              |               |               |               | 72.1          | 82.6          | 69.7          |                |                |                |                |
| 420.0              |               |               |               | 73.9          | 83.7          | 68.1          |                |                |                |                |

| Holur<br>Tími dags | PK-1<br>14:55 | PK-3<br>15:25 | PK-4<br>16:55 | PK-6<br>14:10 | PK-7<br>12:10 | PK-8<br>10:45 | HT-11<br>15:55 | HT-12<br>18:10 | HT-15<br>18:55 | HT-16<br>16:20 |
|--------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Dýpi (m)           | (°C)          | (°C)          | (°C)          | (°C)          | (°C)          | (°C)          | (°C)           | (°C)           | (°C)           | (°C)           |
| 425.0              |               |               |               |               | 83.9          |               |                |                |                |                |
| 430.0              |               |               |               | 75.3          |               | 65.9          |                |                |                |                |
| 440.0              |               |               |               | 76.4          |               | 67.2          |                |                |                |                |
| 450.0              |               |               |               | 77.0          |               | 72.5          |                |                |                |                |
| 460.0              |               |               |               | 77.2          |               | 76.1          |                |                |                |                |
| 470.0              |               |               |               | 77.1          |               | 76.4          |                |                |                |                |
| 480.0              |               |               |               | 76.3          |               | 77.4          |                |                |                |                |
| 490.0              |               |               |               | 74.4          |               | 77.8          |                |                |                |                |
| 498.0              |               |               |               | 72.7          |               |               |                |                |                |                |
| 500.0              |               |               |               |               |               | 80.2          |                |                |                |                |
| 510.0              |               |               |               |               |               | 81.4          |                |                |                |                |
| 520.0              |               |               |               |               |               | 81.0          |                |                |                |                |
| 530.0              |               |               |               |               |               | 79.9          |                |                |                |                |
| 540.0              |               |               |               |               |               | 79.5          |                |                |                |                |
| 550.0              |               |               |               |               |               | 79.9          |                |                |                |                |
| 560.0              |               |               |               |               |               | 82.1          |                |                |                |                |
| 570.0              |               |               |               |               |               | 82.7          |                |                |                |                |
| 580.0              |               |               |               |               |               | 80.4          |                |                |                |                |
| 590.0              |               |               |               |               |               | 78.9          |                |                |                |                |
| 600.0              |               |               |               |               |               | 77.4          |                |                |                |                |
| 610.0              |               |               |               |               |               | 75.7          |                |                |                |                |
| 620.0              |               |               |               |               |               | 69.8          |                |                |                |                |
| 630.0              |               |               |               |               |               | 67.9          |                |                |                |                |
| 635.0              |               |               |               |               |               | 68.0          |                |                |                |                |