



**ORKUSTOFNUN**

**RANNSÓKNASVIÐ - Reykjavík, Akureyri**

# **Selfossveitur**

**Eftirlit með jarðhitavinnslu 2000–2001**



**Ómar Sigurðsson  
Magnús Ólafsson  
Guðni Axelsson**

**Unnið fyrir Selfossveitur**

**2002**

**OS-2002/027**



**Ómar Sigurðsson**  
**Magnús Ólafsson**  
**Guðni Axelsson**

## **Selfossveitur**

**Eftirlit með jarðhitavinnslu 2000-2001**

*Unnið fyrir Selfossveitur*

**OS-2002/027**

**Júní 2002**

ORKUSTOFNUN - RANNSÓKNASVIÐ

Reykjavík: Grensásvegi 9, 108 Rvk. - Sími 569 6000 - Fax 568 8896  
Akureyri: Háskólinn á Akureyri, Sólborg v. Norðurslóð, 600 Ak.  
Sími 463 0957 - Fax 463 0998 - Netfang: [os@os.is](mailto:os@os.is) - Veffang: <http://www.os.is>





<b>Skýrsla nr:</b> OS-2002/027	<b>Dags:</b> Júní 2002	<b>Dreifing:</b> <input checked="" type="checkbox"/> Opin <input type="checkbox"/> Lokuð til
<b>Heiti skýrslu / Aðal- og undirtitill:</b> SELFOSSVEITUR Eftirlit með jarðhitavinnslu 2000-2001		<b>Upplag:</b> 25
		<b>Fjöldi síðna:</b> 58
<b>Höfundar:</b> Ómar Sigurðsson Magnús Ólafsson Guðni Axelsson		<b>Verkefnisstjóri:</b> Guðni Axelsson
<b>Gerð skýrslu / Verkstig:</b> Gagnaskýrsla, reglubundið vinnslueftirlit		<b>Verknúmer:</b> 8-610811
<b>Unnið fyrir:</b> Selfossveitur		
<b>Samvinnuaðilar:</b>		
<b>Útdráttur:</b> Gerð er grein fyrir hitamælingum í eftirlitsholum á vinnslusvæði Selfossveitna við Þorleifskot og eftirliti með efnainnihaldi heits vatns í vinnsluholum hitaveitunnar 2000 og 2001. Jarðhitakerfið kólnar stöðugt ofan frá og er kólnunin nú komin niður á 650 m dýpi við holu ÞK-8. Efsti hluti kerfisins kólnar að meðaltali um rúma 1°C á ári. Reglulegar hitamælingar í eftirlitsholum hafa gefið skýra mynd af þessari kólnun. Langtímabreytingar vatnsborðs í kerfinu eru litlar vegna endurnýjunar vatnsforða með aðstreymi kaldara vatns. Vatnsborð í eftirlitsholum hækkaði eftir jarðskjálftana í júní 2000, og hækkun vatnsborðs og aukin kæling við holur ÞK-6, 7 og 8 bendir til að kalt vatn hafi þá sturtast niður í kerfið. Líklegt er að það hafi gerst um sprungu á milli holna ÞK-10 og ÞK-12. Talsverðar breytingar urðu á efnainnihaldi vatns úr holum ÞK-10 og 13 í kjölfar skjálftanna. Líklegt er að hlutur vatns úr dýpri hluta jarðhitakerfisins hafi aukist tímabundið í holu 10 fyrst eftir skjálftana, en síðan hafi hlutur kaldara vatns aukist aftur. Í holu ÞK-13 hefur hlutur vatns úr dýpri hluta kerfisins aukist. Súrefni mælist hvorki í heita vatninu úr holum ÞK-10, 13 og 15 né við inntak eða úttak miðlunargeymis. Mikilvægt er að halda áfram virku vinnslueftirliti.		
<b>Lykilorð:</b> Lághitasvæði, hitaveita, vinnsluholur, eftirlit, hiti, efnastyrkur, Þorleifskot, Ósabotnar	<b>ISBN-númer:</b>	
	<b>Undirskrift verkefnisstjóra:</b> 	
	<b>Yfirfarið af:</b> GAX, PI	

## EFNISYFIRLIT

1. INNGANGUR	7
2. HITAMÆLINGAR VIÐ ÞORLEIFSKOT	8
2.1 Hola ÞK-1	10
2.2 Hola ÞK-3	10
2.3 Hola ÞK-4	10
2.4 Hola ÞK-6	10
2.5 Hola ÞK-7	11
2.6 Hola ÞK-8	11
2.7 Hitastigulsholur	11
2.7.1 Hola HT-11	12
2.7.2 Hola HT-12	12
2.7.3 Hola HT-15	12
2.7.4 Hola HT-16	13
2.7.5 Hola HT-17	13
2.7.6 Hola HT-18	13
2.7.7 Hola HT-20	14
3. HITABREYTINGAR Á VINNSLUSVÆÐINU	14
4. EFNASAMSETNING JARÐHITAVATNS	33
5. HELSTU NIÐURSTÖÐUR	48
6. HEIMILDIR	49
VIÐAUKI: Hitamælingar í eftirlitsholum	51

## TÖFLUSKRÁ

Tafla 1. Yfirlit hitamælinga í borholum við Þorleifskot 2000 og 2001	9
Tafla 2. Vatnsborð í borholum við Þorleifskot 2000 og 2001	9
Tafla 3. Efnasamsetning vatns úr holum 10, 13, 15 og 16 árið 2000, (mg/l)	33
Tafla 4. Efnasamsetning vatns úr holum 10, 13, 15 og 16 árið 2001, (mg/l)	34

## MYNDASKRÁ

Mynd 1. Hitamælingar í holu 1	16
Mynd 2. Hitamælingar í holu 3	17
Mynd 3. Hitamælingar í holu 4	18
Mynd 4. Hitamælingar í holu 6	19
Mynd 5. Hitamælingar í holu 7	20
Mynd 6. Hitamælingar í holu 8	21
Mynd 7. Hitamælingar í holu HT-11	22
Mynd 8. Hitamælingar í holu HT-12	23
Mynd 9. Hitamælingar í holu HT-15	24
Mynd 10. Hitamælingar í holu HT-16	25
Mynd 11. Hitamælingar í holu HT-17	26
Mynd 12. Hitamælingar í holu HT-18	27
Mynd 13. Hitamælingar í holu HT-20	28
Mynd 14. Hiti á 100-120m dýpi í jarðhitakerfinu í Þorleifskoti	29
Mynd 15. Hiti á 200-220m dýpi í jarðhitakerfinu í Þorleifskoti	29
Mynd 16. Hiti á 280-300m dýpi í jarðhitakerfinu í Þorleifskoti	30
Mynd 17. Hiti á 400-410m dýpi í jarðhitakerfinu í Þorleifskoti	30
Mynd 18. Hiti á 500m dýpi í jarðhitakerfinu í Þorleifskoti	31
Mynd 19. Hiti á 600m dýpi í jarðhitakerfinu í Þorleifskoti	31
Mynd 20. Vatnsborð í vinnslusvæðinu við Þorleifskot	32
Mynd 21. Vatnsborð í hitastigulsholum við Þorleifskot	32
Mynd 22. Hiti vatns úr holu 10, mældur við sýnatöku	37
Mynd 23. Styrkur kísils í vatni úr holu 10	37
Mynd 24. Styrkur natríums í vatni úr holu 10	37
Mynd 25. Styrkur kalíums í vatni úr holu 10	37
Mynd 26. Styrkur kalsíums í vatni úr holu 10	37
Mynd 27. Styrkur magnesíums í vatni úr holu 10	37
Mynd 28. Styrkur klóríðs í vatni úr holu 10	38
Mynd 29. Styrkur súlfats í vatni úr holu 10	38
Mynd 30. Styrkur flúoríðs í vatni úr holu 10	38
Mynd 31. Styrkur bórs í vatni úr holu 10	38
Mynd 32. Uppleyst efni í vatni úr holu 10	38
Mynd 33. Súrefnissamsætur í vatni úr holu 10	38
Mynd 34. Hiti vatns úr holu 13	39
Mynd 35. Styrkur kísils í vatni úr holu 13	39
Mynd 36. Styrkur natríums í vatni úr holu 13	39
Mynd 37. Styrkur kalíums í vatni úr holu 13	39
Mynd 38. Styrkur kalsíums í vatni úr holu 13	39
Mynd 39. Styrkur magnesíums í vatni úr holu 13	39

Mynd 40. Styrkur klóríðs í vatni úr holu 13	40
Mynd 41. Styrkur súlfats í vatni úr holu 13	40
Mynd 42. Styrkur flúoríðs í vatni úr holu 13	40
Mynd 43. Styrkur bórs í vatni úr holu 13	40
Mynd 44. Uppleyst efni í vatni úr holu 13	40
Mynd 45. Súrefnissamsætur í vatni úr holu 13	40
Mynd 46. Hiti vatns úr holu 15	41
Mynd 47. Styrkur kísils í vatni úr holu 15	41
Mynd 48. Styrkur natríums í vatni úr holu 15	41
Mynd 49. Styrkur kalíums í vatni úr holu 15	41
Mynd 50. Styrkur kalsíums í vatni úr holu 15	41
Mynd 51. Styrkur magnesíums í vatni úr holu 15	41
Mynd 52. Styrkur klóríðs í vatni úr holu 15	42
Mynd 53. Styrkur súlfats í vatni úr holu 15	42
Mynd 54. Styrkur flúoríðs í vatni úr holu 15	42
Mynd 55. Styrkur bórs í vatni úr holu 15	42
Mynd 56. Uppleyst efni í vatni úr holu 15	42
Mynd 57. Súrefnissamsætur í vatni úr holu 15	42
Mynd 58. Styrkur kísils og klóríðs	43
Mynd 59. Styrkur natríums og klóríðs	43
Mynd 60. Styrkur kalsíums og klóríðs	44
Mynd 61. Styrkur súlfats og klóríðs	44
Mynd 62. Styrkur uppleystra efna og klóríðs	45
Mynd 63. Súrefnissamsætur og klóríð	45
Mynd 64. Tengsl vetnis- og súrefnissamsætna	46
Mynd 65. Kalsedónhiti vatns úr holum 10, 12, 13, 14, 15 og 16	46
Mynd 66. Kalkmettun vatns úr holum 10, 12, 13, 14, 15 og 16	47



## 1. INNGANGUR

Í skýrslu þessari er fjallað um hitamælingar í eftirlitsholum á vinnslusvæði Selfossveitna við Þorleifskot og eftirlit með efnainnihaldi heits vatns úr vinnsluholum hitaveitunnar árin 2000 og 2001. Þetta eru liðir í eftirliti með vinnslu jarðhita úr jarðhitakerfinu við Þorleifskot samkvæmt samningi milli Selfossveitna og Orkustofnunar frá árinu 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, töku vatnssýna einu sinni á ári úr vinnsluholum til heildarefnagreininga og samantekt gagna um vinnslu og breytingar í jarðhitakerfinu.

Að þessu sinni er fjallað um eftirlit tveggja ára í sömu skýrslunni. Segja má að árin 2000 og 2001 hafi um margt verið óvenjuleg ár. Sumarið 2000 gekk mikil jarðskjálftahrina yfir Suðurland, sem hafði veruleg áhrif á jarðhitakerfið við Þorleifskot, og fjallað hefur verið um í sérstakri greinargerð (Magnús Ólafsson o.fl., 2001). Líta má svo á að sú greinargerð hafi komið í stað vinnslueftirlitsskýrslu það árið. Í greinargerðinni kemur fram að þrýstingur í jarðhitakerfinu hækkaði auk þess sem hiti vatns úr vinnsluholum og efnasamsetning vatns breyttist. Er talið líklegast að tímabundið aukin lekt í jarðhitakerfinu í kjölfar skjálftanna valdi mestu um breytingarnar. Hlutur heitara vatns úr dýpri hluta jarðhitakerfisins virðist hafa vaxið í fyrstu, en í kjölfarið hafi vægi kaldara vatns úr grynri hluta jarðhitakerfisins aukist, auk þess sem mögulegt er að hiti einstakra æða í mismunandi holum hafi breyst innbyrðis vegna lektarbreytinga.

Árið 2001 var ný vinnsluhola, hola ÓS-01 í Ósabatnum, tengd hitaveitukerfi Selfossveitna. Ósabatnar eru nýtt jarðhitavinnslusvæði veitnanna. Holan var prófuð í tæpan hálfan mánuð í mars/apríl 2001 og voru meginniðurstöður þeirrar prófunar þær að jarðhitakerfið sé vel lekt og að vinnsluholur á svæðinu geti verið afkastamiklar. Yfirgnæfandi líkur eru á því að svæðið geti staðið undir 100 l/s vinnslu, ca. 80°C heits vatns, til langframa, allavega hluta ársins (Guðni Axelsson, 2001). Nokkur hætta er talin á kólnun vinnsluholna á svæðinu, vegna greiðra tengsla upp í grunnvatnskerfið ofan jarðhitakerfisins. Því verður nákvæmt vinnslueftirlit með Ósabatnasvæðinu afar mikilvægt í framtíðinni. Á grundvelli þess verður hægt að spá fyrir um hugsanlega kólnun vinnsluholna þar við langtímanýtingu og endurskoða afkastamat svæðisins.

Í upphafi árs 2002 varð vart útfellinga í dælum í dælustöð Ósabatna, sem talið var hugsanlegt að tengja mætti því að þá var nýfarið að blanda vatni úr holu ÓS-01 saman við vatnið frá Þorleifskoti. Þetta mál er nú í athugun, m.a. hefur verið tekinn fjöldi vatnssýna til efnagreininga, kalkmettunarstig vatnsins reiknað og fylgst með útfellingum með útfellingaplötum. Fjallað verður um niðurstöður þessarar athugunar í sérstakri greinargerð.

Selfossveitur hafa á síðustu árum komið upp sjálfvirkum búnaði til að fylgjast með vatnsborði í jarðhitakerfinu, dælingu, vatnshita og fleiru. Þannig hafa verið settir rennslismælur við vinnsluholur og vatnsborð í holu ÞK-9 er skráð með sírita. Til stóð að taka gögn frá búnaðinum inn í þessa skýrslu, en það reyndist meiri vinna en ætlað var og bíður því næstu vinnslueftirlitsskýrslu. Rétt er að benda á að gögn úr búnaðinum voru birt í greinargerðinni um áhrif skjálfta sumarsins 2000.

## 2. HITAMÆLINGAR VIÐ ÞORLEIFSKOT

Reynt hefur verið að hitamæla allar eftirlitsholurnar (ÞK) og flestar hitastigulsholurnar (HT) á og við vinnslusvæði Selfossveitna við Þorleifskot minnst einu sinni á ári. Gegnum tíðina hafa þær oftast verið mældar um sumar, í júní eða júlí, en frávik hafa verið frá því. Samhliða hitamælingunum hefur vatnsborð verið mælt í holunum. Þá hefur vatnsborð í vinnslusvæðinu oftast verið búið að jafna sig eftir niðurdrátt vetrarvinnslunar og því gefið ákveðið viðmið um langtíma breytingar í jarðhitakerfinu. Það hefur komið sér vel í einstaka tilfellum, en Orkustofnun hefur borist lítið af vinnslu- og vatnsborðsgögnum frá hitaveitunni gegnum árin.

Gömlum vinnsluholum (ÞK), sem voru orðnar of kældar fyrir vinnslu, hefur verið breytt í eftirlitsholur. Auk þess voru boraðar fimm hitastigulsholur (HT-11, HT-12, HT-15, HT-16 og HT-17) fyrir austan og sunnan vinnslusvæðið á árunum 1995 og 1996 vegna frekari jarðhitaleitar. Á árinu 1998 voru boraðar tvær hitastigulsholur (HT-18, HT-20) til viðbótar fyrir sunnan og suðvestan vinnslusvæðið. Þetta var gert til að bæta það hugmyndalíkan sem gert hafði verið af jarðhitakerfinu.

Með árlegum hitamælingum í eftirlitsholum er fylgst með hitabreytingum í jarðhitakerfinu 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 1-13. Ekki voru gerðar hitamælingar í holu HT-16 árin 2000 og 2001 og ekki hefur verið mælt í holu HT-20 frá því skömmu eftir borun 1998. Hitamælingarnar er auk þess að finna í viðauka, en þar eru mælingarnar úr holum ÞK-7 og ÞK-8 grísaðar til samræmis við mælingarnar úr hinum holunum.

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 kraga fóðringar. Vatnsborð mælt í holunum er birt í töflu 2.

Vatnsborð í hitastigulsholunum hefur almennt verið hærra en í hinum holunum því þær voru flestar með grunnar fóðringar og því í þrýstingssambandi við efstu vatnsæðar jarðhitakerfisins. Af því mátti sjá að efstu vatnsæðarnar hafa hærri þrýsting en dýpri vatnsæðarnar, og veldur það niðurrennslinu í jarðhitakerfinu. Til að stöðva niðurrennsli í hitastigulsholunum HT-15, HT-16 og HT-18 var steyppt í þær mælirör. Þetta kom líka skýrt fram í holu HT-16, en þar lækkaði vatnsborð í holunni þegar búið var að loka fyrir efri vatnsæðarnar og stöðva niðurrennslið.

**Tafla 1.** Yfirlit hitamælinga í borholum við Þorleifskot 2000 og 2001.

Dagsetning	Hola	Mælir	Dýptarbil
2001.06.27	ÞK-1	RH-rúlla	0 - 370 m
2000.08.18	ÞK-3	RH-rúlla	0 - 253 m
2001.06.27			0 - 253 m
2000.08.18	ÞK-4	RH-rúlla	0 - 313 m
2001.06.27			0 - 313 m
2000.08.18	ÞK-6	RH-rúlla	0 - 500 m
2001.06.27			0 - 500 m
2001.03.30	ÞK-7	GO-mælir	0 - 424 m
2001.03.30	ÞK-8	GO-mælir	0 - 634 m
2000.08.18	HT-11	RH-rúlla	0 - 222 m
2001.06.27			0 - 222 m
2000.08.18	HT-12	RH-rúlla	0 - 222 m
2000.08.18	HT-15	RH-rúlla	0 - 301 m
2001.06.27			0 - 300 m
2000.08.18	HT-17	RH-rúlla	0 - 213 m
2001.06.27			0 - 215 m
2000.08.18	HT-18	RH-rúlla	0 - 435 m
2001.06.27			0 - 435 m
Alls mældir metrar			6.125 m

**Tafla 2.** Vatnsborð í borholum við Þorleifskot 2000 og 2001.

Hola	Vatnsborð (m)	Dagsetning	Tími
ÞK-1	11,85	27/6 2001	15:00
ÞK-3	23,89	18/8 2000	11:40
	36,44	27/6 2001	15:45
ÞK-4	13,70	18/8 2000	12:45
	23,02	27/6 2001	14:00
ÞK-6	23,03	18/8 2000	10:40
	35,95	27/6 2001	11:50
ÞK-7	95,80	30/3 2001	13:55
ÞK-8	107,60	30/3 2001	14:30
HT-11	9,95	18/8 2000	12:10
	13,37	27/6 2001	16:10
HT-12	7,47	18/8 2000	16:20
HT-15	8,50	18/8 2000	17:20
	19,71	27/6 2001	17:00
HT-17	7,51	18/8 2000	14:35
	7,76	27/6 2001	18:40
HT-18	9,38	18/8 2000	18:00
	12,27	27/6 2001	19:35

## 2.1 Hola ÞK-1

Hola ÞK-1 er staðsett nokkrum metrum austur af þar sem gamli dælubragginn var, suður af holu 4, 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 á rúmum tuttugu og fimm árum. Víða í holunni hefur hiti lækkað um allt að 2°C milli árana 1999 og 2001, en að meðaltali er kælingin í jarðhitakerfinu við holuna rúmar 0,6°C/ári. Á mynd 1 sést vel hvernig kælingin hefur verið mest í vatns-gæfari jarðlögnum gegnum árin, eins og á um 150 m dýpi, en minni í þéttari jarðlögnum og getur þar munað alveg um helming.

## 2.2 Hola ÞK-3

Hola ÞK-3 er í útjaðri núverandi vinnslusvæðisins nokkuð norður af holum 9 og 14 (N63° 56,862 V20° 57,358 WGS84). 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. Í þetta jarðlaginu á 60-110 m hefur hiti lækkað um tæpar 3°C frá mælingunni 1999, en annars staðar hefur hiti lítið breytst við holuna síðastliðin þrjú ár. Dregið hefur úr kælingarhraðanum við holu 3 (1,5°C/ári) enda hiti í lekari jarðlögnum kominn niður fyrir 30°C.

## 2.3 Hola ÞK-4

Hola ÞK-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 (N63° 56,823 V20° 57,383 WGS84). Mynd 3 sýnir síðustu hitamælingar úr holunni ásamt nokkrum eldri mælingum. Líkt og í holu 3 kólnar þetta jarðlagið á um 60-110 m um 2°C milli árana 1999 og 2000 og einnig verður töluverð kæling neðan 275 m dýpis. Hiti breytist hins vegar lítið í holunni milli árana 2000 og 2001. Að jafnaði hefur dregið úr kælingarhraðanum (1,2°C/ári) við holuna á síðustu árum enda hiti orðinn lægri en 30°C neðan 130 m dýpis.

## 2.4 Hola ÞK-6

Hola ÞK-6 er staðsett nokkuð suður af holu 9 og suðvestan við gamla dælubraggan sem þar var (N63° 56,783 V20° 57,428 WGS84). Holunni var breytt í eftirlitsholu í maí 1975 þegar steipt var í hana 1" mælirör sem haft var opið í neðri endann. Holan er um 502 m djúp og sýnir mynd 4 síðustu hitamælingar úr holunni ásamt nokkrum eldri mælingum. Á myndinni sést að kælingin hefur verið mismikil í holunni. Á nokkrum stöðum hefur hiti lítið breytst eins og í kælda leka jarðlaginu á um 140-210 m, en víðast annars staðar hefur hitinn lækkað um tæpa 1°C á ári. Þá sést að kælingin í jarðhitakerfinu nær orðið vel niður fyrir 500 m dýpi. Kæling sem hugsanlega varð vegna skoltaps við borun holu 16 sumarið 1999 í leku jarðlagi nærri botni holunnar (480-500 m) var gengin til baka árið 2000.

Kæling í jarðhitakerfinu árið 2001 hefur síðan lækkað hitann þar í fyrra horf.

## 2.5 Hola ÞK-7

Hola ÞK-7 er staðsett 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 mæliholu sem mest var notuð til að fylgjast með vatnsborðs- og hitabreytingum í vinnslusvæðinu. Síðustu ár hefur verið sískráning á vatnsborði í holu 9. Mynd 5 sýnir síðustu hitamælingar úr holunni ásamt völdum eldri mælingum. Nokkur kæling hefur orðið við holuna milli síðustu hitamælinga en hún er í samræmi við áætlaðan kælingarhraða við holuna sem er um 1°C á ári. Kælingin er aðeins meiri ofar í holunni, en í dýpsta hluta hennar. Kæling kringum 330 m dýpi sem sést í hitamælingunni frá 1990 stafaði af niðurrennsli í holu 9 sem var stöðvað 1991, er þeirri holu var breytt í eftirlitsholu.

## 2.6 Hola ÞK-8

Hola ÞK-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 og virðist kælingar farið að gæta niður á 650 m dýpi við holuna.

Töluverð hitabreyting hefur orðið milli árana 1999 og 2001 við holu 8 og hefur hiti lækkað meira ofan 500 m dýpis en neðan þess (mynd 6). Mögulega á vinnsla einhvern þátt í að magna upp hitabreytinguna því hitamælingin var gerð að vori 2001, en vinnslan nær hámarki í janúar-febrúar og fer síðan minnkandi fram á sumarið þegar aðrar mælingar eru gerðar. Þetta sést af lágri vatnsborðsstöðu í holunni, en vatnsborð var á tæpum 108 m er mæling var gerð. Að sumri er vatnsborð hins vegar um 50 m ofar í holunni. Á rúmlega 600 m dýpi er vatnsæð í holu 8 sem hefur tengingu yfir í holu 13 sem er stutt frá holu 8 og ein helsta vinnsluholu hitaveitunnar. Breytingar á vinnslu úr holu 13 getur því haft töluverð áhrif á hitasveiflur við æðina á þessu dýpi. Kæling við vatnsæðina og í leku jarðlagi niður af henni breytist ekki mikið milli mælinga en er þó orðin varandi og sýnir að kæling í jarðhitakerfinu nær orðið niður á minnst 650 m dýpi. Kælingarhraðinn við holu 8 hefur verið áætlaður svipaður og við aðrar eftirlitsholur á vinnslusvæðinu eða um 0,5°C/ári í þéttari jarðlögum og rúm 1°C/ári í lekari jarðlögum.

## 2.7 Hitastigulsholur

Eins og áður hefur komið fram voru á árunum 1995-1998 boraðar sjö hitastigulsholur í útjaðri vinnslusvæðisins í suðvestri, suðri, suðaustri og austan við það. Tilgangur með borun þessara holna var að kanna hitastigul, útbreiðslu hita og hitafrávika austur og suður um útmörk vinnslusvæðisins. Einnig til að kanna vitneskju um gamlan yfirborðshita suðvestan við vinnslusvæðið. Áður hafði verið boraður nokkur fjöldi af hitastigulsholum norður af vinnslusvæðinu sem hluti af jarðhitaleit norður af því. Hitaferlar úr holum HT-11, HT-15, HT-16, HT-18 og HT-20 sýna hegðun sem heimfæra má við það sem sést

inni á vinnslusvæðinu, en holur HT-12 og HT-17 sýna hitastigul sem stjórnast aðallega af varmaleiðni niður á rúmlega 220 m dýpi (Ómar Sigurðsson og Magnús Ólafsson, 1996).

### 2.7.1 Hola HT-11

Hola HT-11 er staðsett tæpum 200 m austur af holu ÞK-4 sem er við austurjaðar vinnslusvæðisins (N63° 56,805 V20° 57,154 WGS84). Holan er við framræsissskurð í túninu við Þorleifskot. Holan var boruð í mars 1995 í um 221 m dýpi. Hitamælingar sem gerðar voru við borlok og haustið 1995 ásamt síðustu eftirlitsmælingum eru sýndar á mynd 7. Hitamælingin frá september 1995 sýnir berghitann við holuna niður á rúmlega 150 m dýpi og er hitinn hægt vaxandi niður á það dýpi. Eftirlitsmælingarnar fylgja berghitanum niður á það dýpi. Á um 165 m dýpi í holunni er lítil vatnsæð og seitlar 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. Í þetta hluta holunnar hefur hiti lítið sem ekkert breytst frá borun, en neðan 165 m kæli niðurrennslið holuna. Svo virðist sem niðurrennslið hafi aukist örlítið milli ára 2000 og 2001 því kælingarhraðinn hefur aukist. Mögulega hefur vatnsæðin opnast aðeins meir við jarðskjálftana í júní 2000. Æskilegt væri að steypa mælirör í holuna og stöðva niðurrennslið. Þá fengjust líka betri upplýsingar um berghitann við botn holunnar.

### 2.7.2 Hola HT-12

Hola HT-12 er um 300 m suðaustur af holu ÞK-6 og um 200 m ASA af holu ÞK-15 (N63° 56,672 V20° 57,189 WGS84). Holan er í mýri sunnan við suðaustur horn túns Þorleifskots og suður af Reykjahól. Holan var boruð um mánaðarmótin mars-apríl 1995 og sýnir mynd 8 hitamælingar gerðar eftir borun ásamt síðustu mælingum. Hitamælingin frá september 1995 sýnir nokkurn veginn berghitann við holuna og fellur mælingin frá 1999 að henni. Nær engar vatnsæðar eru í holunni og því ekkert millirennsli 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. Hitamælingin árið 2000 fellur að fyrri mælingum niður á um 120 m dýpi, en þar fyrir neðan gefur mælingin til kynna hitnun milli ára. Mögulega eiga jarðskjálftarnir í júní 2000 þátt í þessari hegðun, en úr því verður ekki skorið fyrir en önnur mæling verður gerð. 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 (N63° 56,652 V20° 57,545 WGS84). Holan er úti í mýri suðaustan trjáræktargirðingar. Holan var boruð í júní 1995 í 301 m dýpi. Mynd 9 sýnir valdar hitamælingar sem gerðar hafa verið í holunni ásamt síðustu mælingum. 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, en millirennslíð var stöðvað í júní 1998 er steipt mælirör var sett í holuna. Í hitamælingunni frá 1999 mældist hiti nokkru lægri en áður á dýptarbilinu 110-155 m. Síðari hitamælingar sýna sömu hegðun og falla nokkurn veginn að mælingunni frá 1999. Hitamælingarnar sýna lekt jarðlag á 155-200 m og virðist hiti í því vera 15-20°C. Dýpra hefur holan hitnað þar sem niðurrennslí er hætt og á enn smá hitnun sér stað kringum 250 m dýpi. Nærri botni holunnar er annað lekt jarðlag og hefur hiti þar náð jafnvægi við bergið. Hitamæling frá júlí 1995 eftir loftdælingu holunnar sýnir hærri hita við botn hennar. Sá hiti gæti stafað að því að holan hafi dregið að sér heitara vatn í loftdælingunni, en hiti þess var þá hærri en við aðrar holur á svæðinu 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 og var niðurrennslí í henni frá vatnsæðum nálægt 100 m dýpi og niður að botni holunnar (285-295 m). Niðurrennslíð var stöðvað með steypingu mælirörs í holuna í júní 1998. Engar hitamælingar voru gerðar í holunni árin 2001 og 2000. Mæling frá 1999 sýndi að holan var enn að hitna eftir stöðvun millirennslisins, en farin að nálgast ríkjandi berghita niður á 250 m dýpi (mynd 10).

#### **2.7.5 Hola HT-17**

Hola HT-17 er um 350 m austur af holu HT-16 og er því austasta holan á svæðinu (N63° 56,838 V20° 56,577 WGS84). Holan er tæpum 600 m austan núverandi vinnslusvæðis. Holan var boruð í ágúst 1996 í um 213 m dýpi. Mynd 11 sýnir hitamælingar úr holunni, holan var hitamæld við borlok og svo ekki fyrr en á árunum 2000 og 2001. Engar vatnsæðar eru í holunni og sýna hitamælingarnar því hitastigul við holuna líkt og í holu HT-12. Af sömu ástæðum sést engin hitaleif á 100-150 m því engar vatnsæðar voru til staðar til að flytja heitt vatn frá vinnslusvæðinu til hitunar bergsins. Hitamælingarnar árin 2000 og 2001 sýna berghitann við holuna og ekki eru marktækar breytingar á hitaferlunum milli ára.

#### **2.7.6 Hola HT-18**

Hola HT-18 er við gömlu heimreiðina að Laugardælum, SSV af holu HT-15 (N63° 56,506 V20° 57,723 WGS84). Holan var boruð í mars 1998 í 435 m dýpi og varð vart við nokkuð millirennslí í henni. Mest var niðurrennslí úr vatnsæðum á 195-215 m og niður í æð á um 365 m. Í apríl 1998 var því steipt mælirör í holuna og niðurrennslíð stöðvað. Mynd 12 sýnir síðustu hitamælingar úr holunni ásamt völdum mælingum við lok borunar holunnar. Í hitamælingunni 1999 virðist hiti nokkurn veginn vera kominn í jafnvægi við ríkjandi berghita við holuna og sýnir hitamælingin árið 2000 nær sömu niðurstöðu fyrir utan aðeins hærri hita í vatnsæðunum á 195-215 m. Hitamæling árið 2001 er í meginatriðum eins nema að hitabreyting við vatnsæðarna á 195-215 m er gengin til

baka, en á móti kemur fram hitnun á um 130 m og 240-280 m. Hvort þetta er varanleg breyting kemur í ljós við næstu hitamælingar. Hitaferlar í holu HT-18 sýna svipaða lagskiptingu í hita og sést í holunum inni á vinnslusvæðinu. Hitaleif er í þéttum jarðlögum kringum 100 m dýpi, mun minni en inni á vinnslusvæðinu. Lekt jarðlag er á um 130 m og því kaldara, en síðan eru þéttari jarðlög niður á um 195 m. Inni á vinnslusvæðinu eru jarðlögin hins vegar lek á því dýpi og niður á 210-220 m og jafnvel dýpra. Í HT-18 er aðeins neðsti hluti þessa lags lekur (195-215 m). Dýpra verða jarðlög þéttari í holu HT-18 svipað og í holunum á vinnslusvæðinu (sjá t.d. holu 6, mynd 4).

### 2.7.7 HOLA HT-20

Hola HT-20 er við gömlu heimreiðina að Laugardælum, NNA af holu 11 (ÞK-11). Holan var boruð í apríl 1998 í um 282 m dýpi. Nokkrar hitamælingar voru gerðar í holunni meðan á borun stóð og við borlok, en engar eftir það (mynd13). Hitamæling frá borlokum bendir til að það geti verið niðurrennsli í holunni frá um 80 m og niður í vatnsæð á rúmlega 190 m. Hitamælingin við borlok er trufluð af boruninni, en þar sem engin mæling hefur verið gerð eftir það er lítið hægt að segja um hita við holuna.

## 3. HITABREYTINGAR Í VINNUSLVÆÐINU

Eftirlitsholur á vinnslusvæði Selfossveitna við Þorleifskot hafa verið hitamældar reglulega síðastliðin 17 ár, en rúm tuttugu og fimm ár eru liðin frá því að byrjað var að breyta þeim fyrstu úr vinnsluholum. Myndir 14 til 21 sýna hitabreytingar sem hafa orðið á ákveðnu dýpi í eftirlitsholunum frá 1984, en fyrir þann tíma voru mælingar stopullir 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 17-50°C heit. Þróunin hefur því verið að eftir því sem jarðhitakerfið kólnar ofan til er borað dýpra til að ná í heitara vatn. Í stuttu máli þá streymir kalt grunnvatn inn á vinnslusvæðið í efstu jarðlögunum. Grunnvatnið sígur síðan niður í jarðhitakerfið um náttúrulegar sprungur (og stundum borholur) og tekur um leið varma úr berginu og hitnar, en bergið kólnar. Dýpra blandast upphitaða grunnvatnið því jarðhitavatni sem er til staðar og streymir að vinnsluholum.

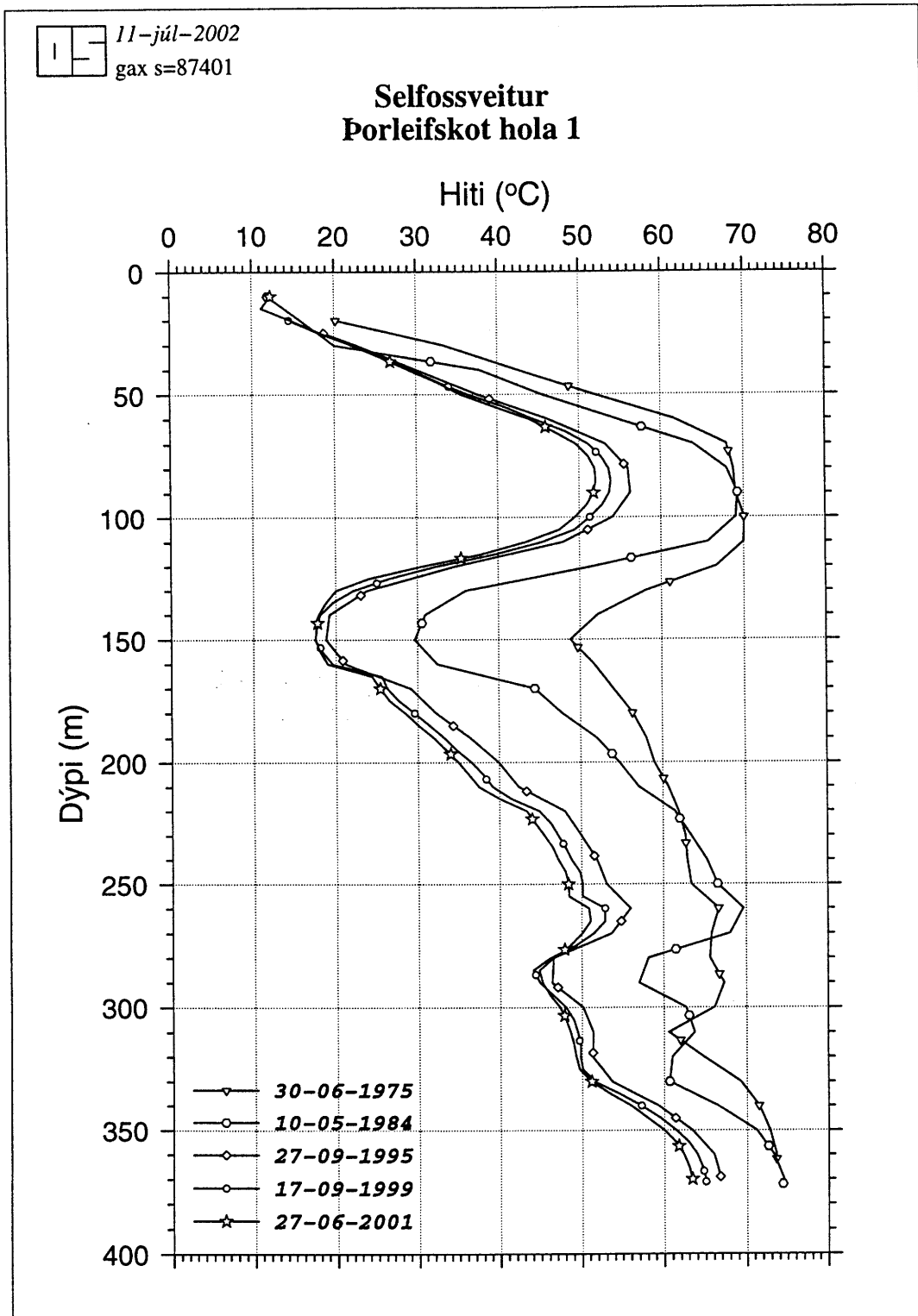
Að jafnaði hafa þéttari jarðlögin kólnað um 0,6°C á ári og lekari jarðlögin um allt að 1,7°C á ári. Efsti hluti jarðhitakerfisins kólnar því að meðaltali um rúma 1°C á ári. Dýpkun kæliflatarins er óreglulegri og ræðst af því hvernig grunnvatnið finnur sér leið niður í jarðhitakerfið. Nokkrir þættir hafa þar áhrif á svo sem vatnstakan úr svæðinu sem veldur niðurdrætti, sem aftur örvar aðstreymi kalds grunnvatns inn í jarðhitakerfið. Þá



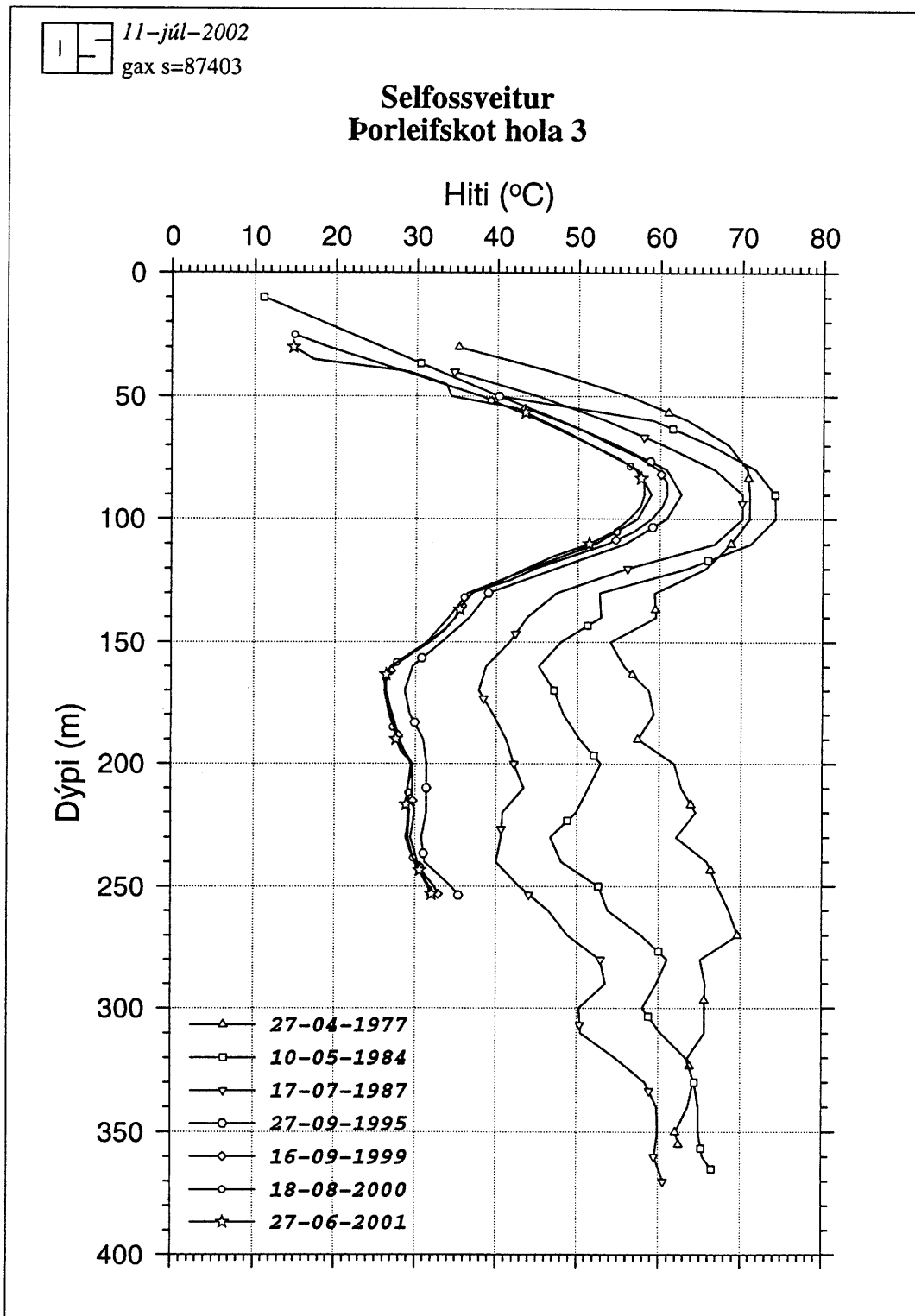
getur afstaða lóðréttra vatnsleiðandi sprungna til vinnsluholanna skipt máli og þar gætu jarðskjálftar eins og urðu í júní 2000 haft mikil áhrif á rennsli um þær. Hitaveitan hefur tekið vatn úr kerfinu í meir en hálföld og nær kæliflöturinn nú niður á minnst 600 m dýpi. Kæliflöturinn dýpkar því að jafnaði um rúma 10 m á ári, en hitamælingar hafa sýnt að dýpkunin getur verið allt að 35 m á ári.

Af myndum 14 til 21 má ráða að eitthvað hafi hægt á kælingunni síðustu ár við holur 1, 3, 4, 6 og 7 í leku jarðlöggunum niður á rúmlega 300 m dýpi enda hiti þar kominn niður fyrir 30°C. Þessar holur eru allar nærri kælirásinni við austurjaðar vinnslusvæðisins. Ekki virðast jarðskjálftarnir í júní 2000 hafa aukið neitt við kælinguna þarna og sú sprunga því lítið hreyfst. Það að hafi dregið úr kælingarhraðanum í leku jarðlöggunum við austurjaðarinn gæti stafað af því að hiti er farinn að nálgast hita aðstreymisins, en einnig gæti breyting í vinnslumynstri haft þar áhrif á. Nokkurrar kælingar verður vart í holu ÞK-8 eftir skjálftana sem kemur einnig fram í holu ÞK-7 og veikt fram í ÞK-6. Hitamælingarnar í holum 7 og 8 voru gerðar í mars árið 2001 og gæti vinnsla sem er þá nærri hámarki haft þar einhver áhrif, en þó virðist sem að minnsta kosti hluti hitabreytingarinnar sé raunverulegur.

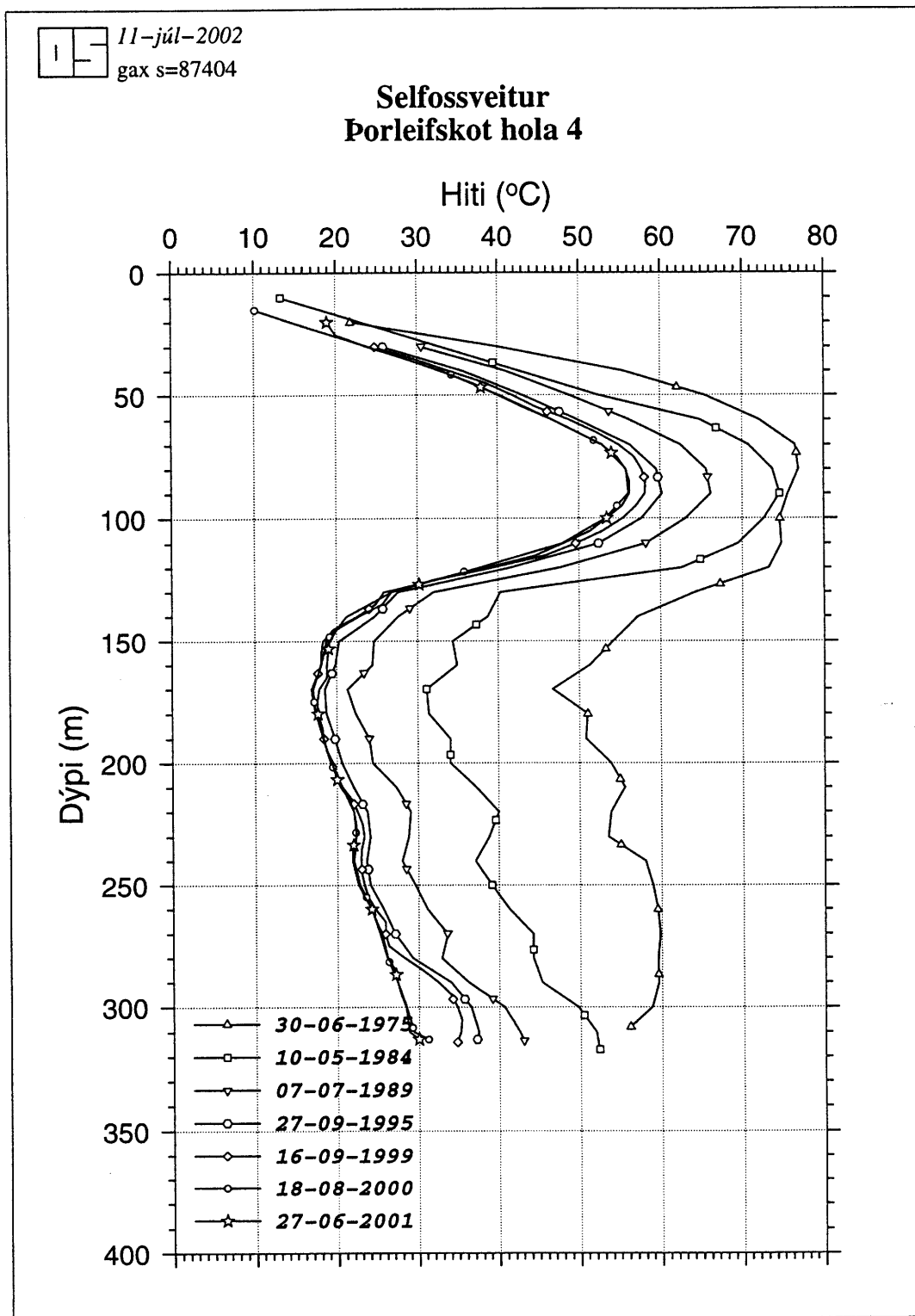
Vatnsborðsbreytingar eru sýndar á myndum 20 og 21. Verulegar sveiflur eru á vatnsborðinu og ræðst það af því hvenær árs vatnsborðsmæling er gerð. Árssveiflan í vatnsborðinu kemur vel fram í holu ÞK-7 árin 1983-85 þegar vatnsborð var mælt þar með sírita. Oftast hafa hitamælingar verið gerðar í júní eða júlí og vatnsborð þá mælt samhliða. Þær mælingar ættu því að sýna vatnsborð nálægt efstu stöðu í vinnslusvæðinu. Þegar tekið er tillit til þess sést að langtímabreyting vatnsborðs er mjög lítil. Ástæðan er eins og áður er getið að vatnsforði jarðhitakerfisins endurnýjast með blöndu af jarðhitavatni og kaldara aðstreymi. Vatnsborðssveiflur í holum 1 og 4 eru hægari og dempaðari en í öðrum holum því mælirörin í þeim eru nær lokuð. Á mynd 20 má sjá að vatnsborð er nokkru hærri í þeim holum sem það var mælt í eftir skjálftana, en það hafði verið árið á undan. Þessi vatnsborðshækkun virðis vera um 6-7 m og virðist gengin til baka árið 2001. Vatnsborðshækkun og aukin kæling við holu ÞK-8 (ÞK-7 og ÞK-6) bendir til að kalt vatn hafi sturtast niður í kerfið við eða eftir jarðskjálftana í júní 2000. Vegna staðsetningar kælingarinnar er líklegt að það hafi gerst um sprungu sem talin er vera milli holna ÞK-10 og ÞK-12. Áhrif þessa virðast hins vegar að miklu leyti gengin til baka og því ekki um varanlega aukið niðurstreymi að ræða.



Mynd 1. Hitamælingar í holu 1.



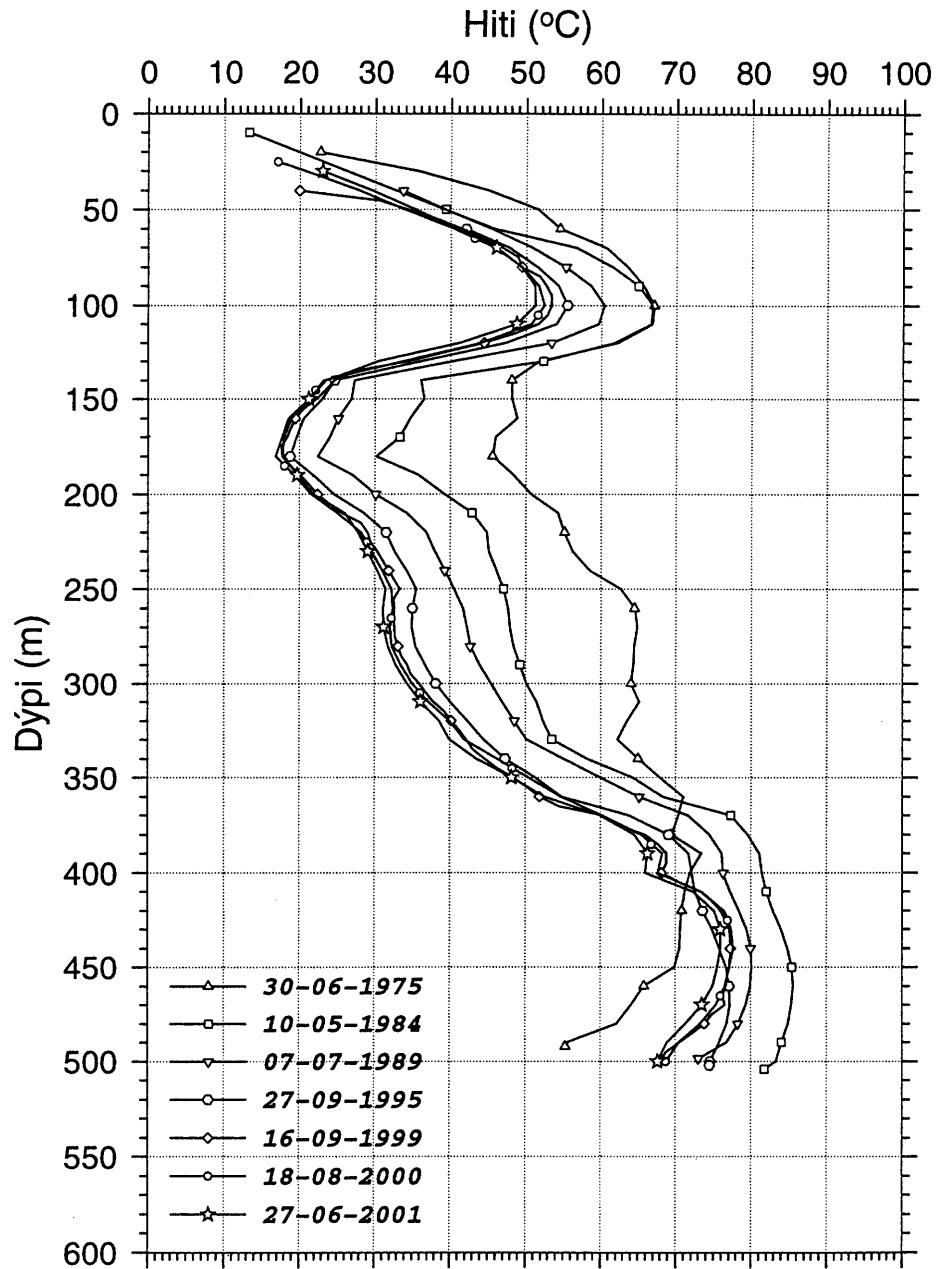
Mynd 2. Hitamælingar í holu 3.



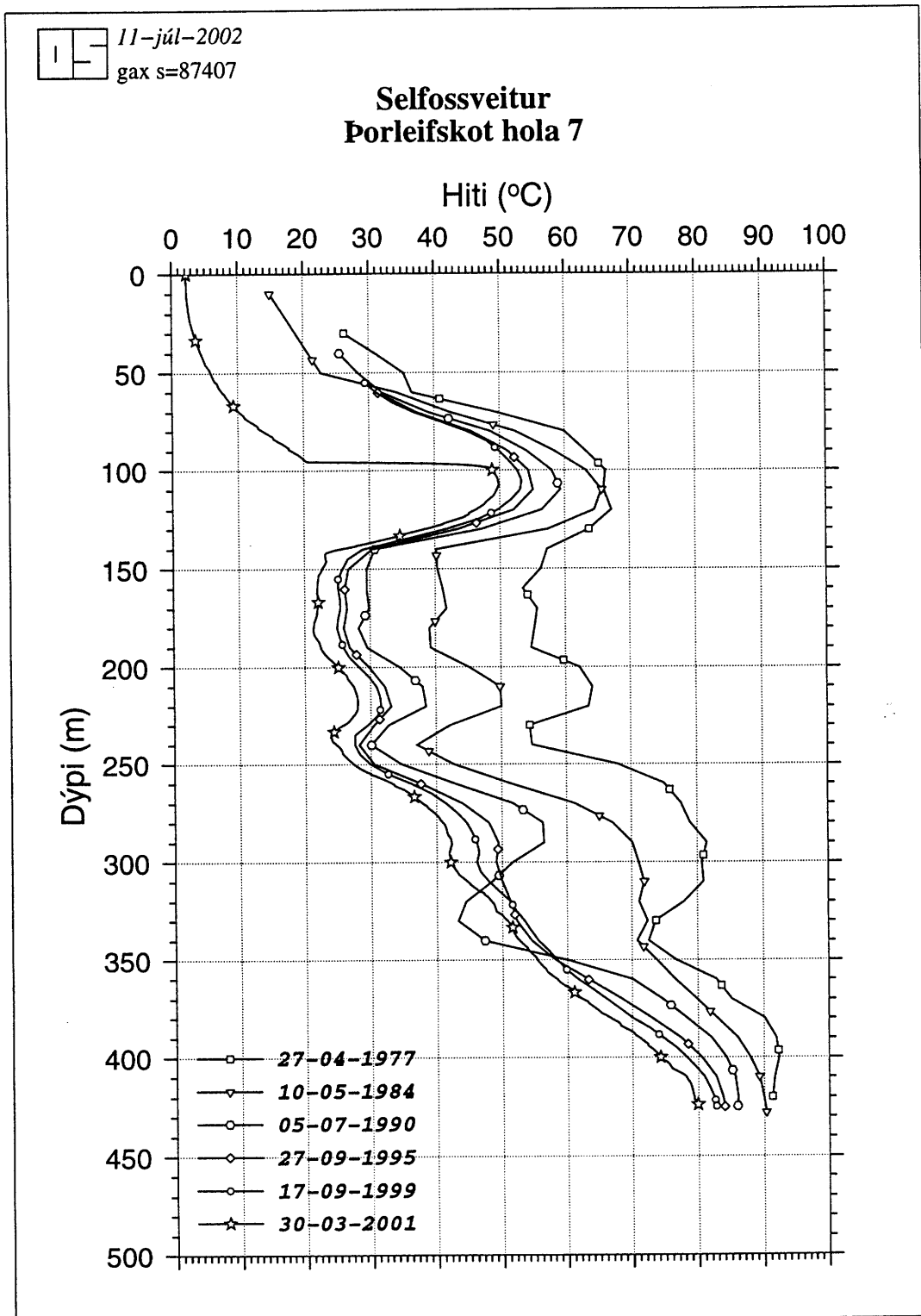
Mynd 3. Hitamælingar í holu 4.

11-júl-2002  
gax s=87406

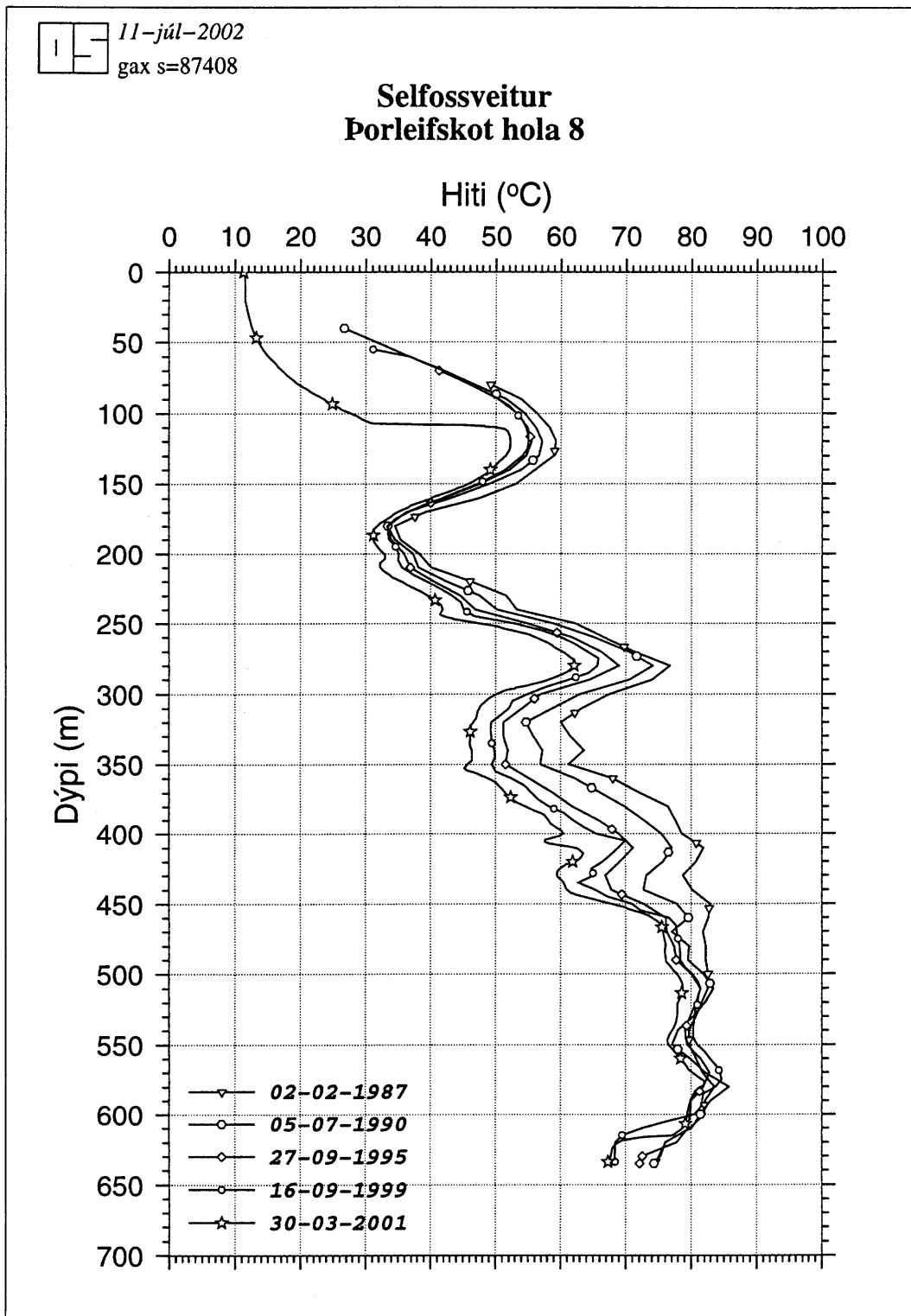
### Selfossveitur Þorleifskot hola 6



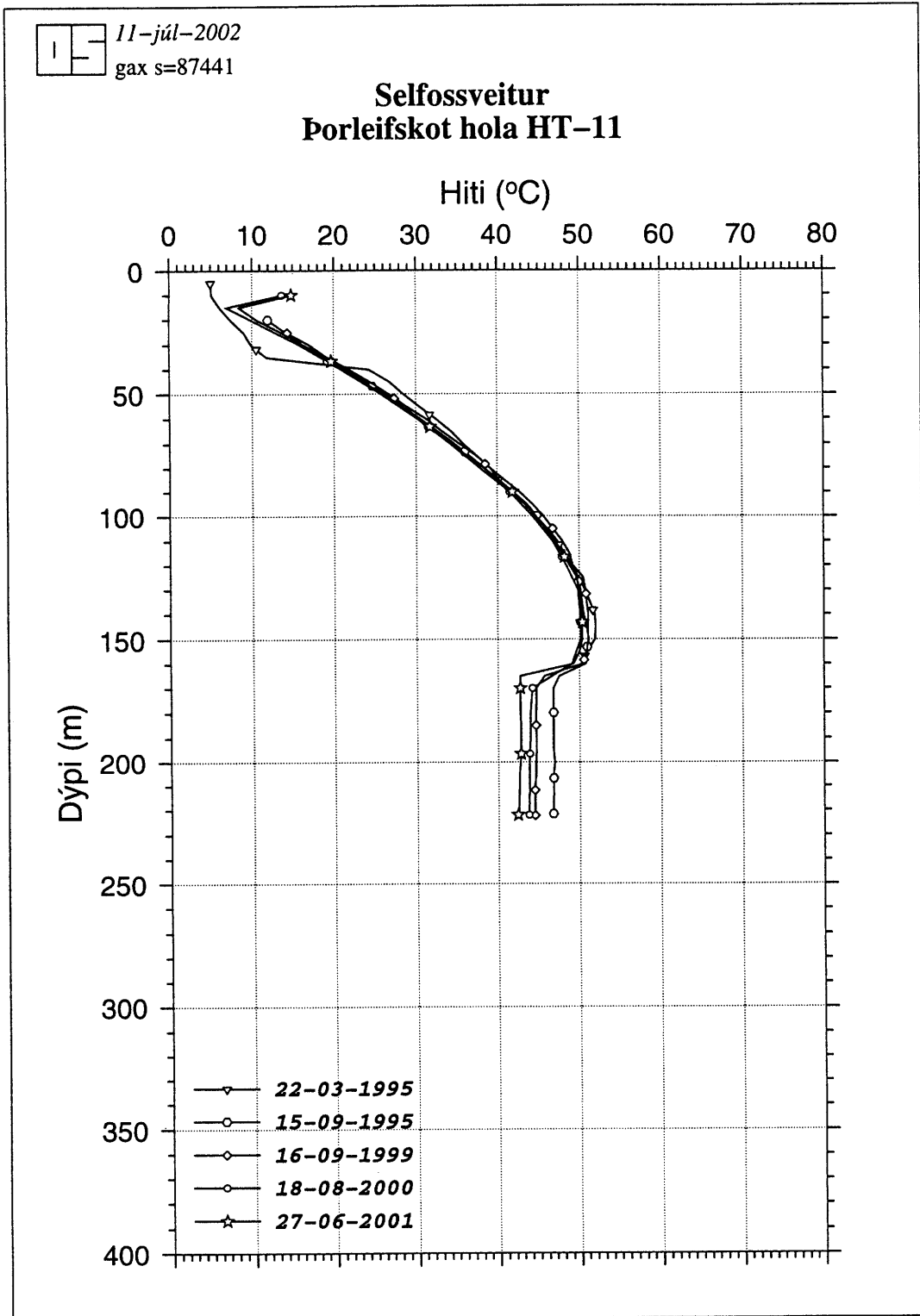
Mynd 4. Hitamælingar í holu 6.



Mynd 5. Hitamælingar í holu 7.

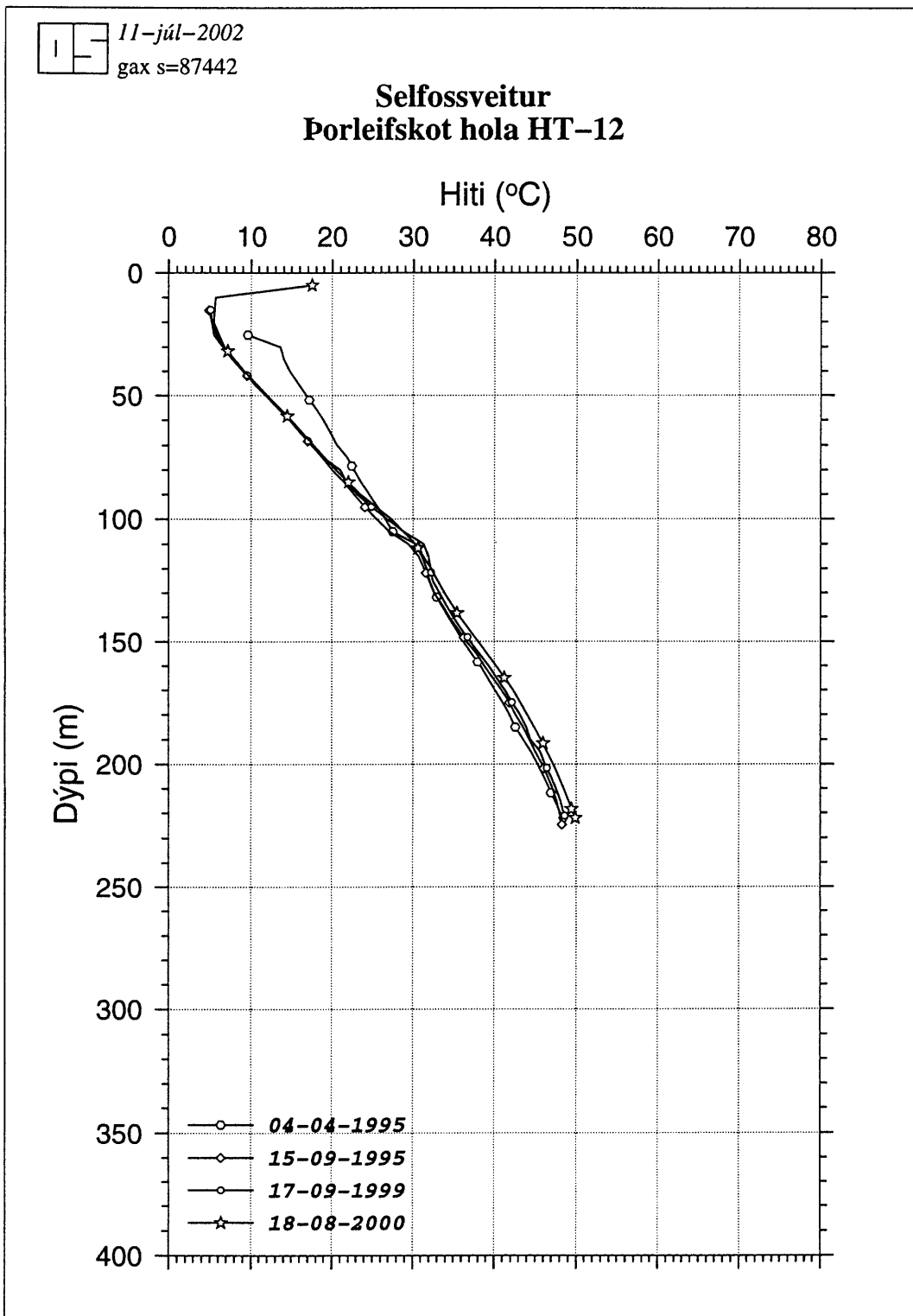


Mynd 6. Hitamælingar í holu 8.

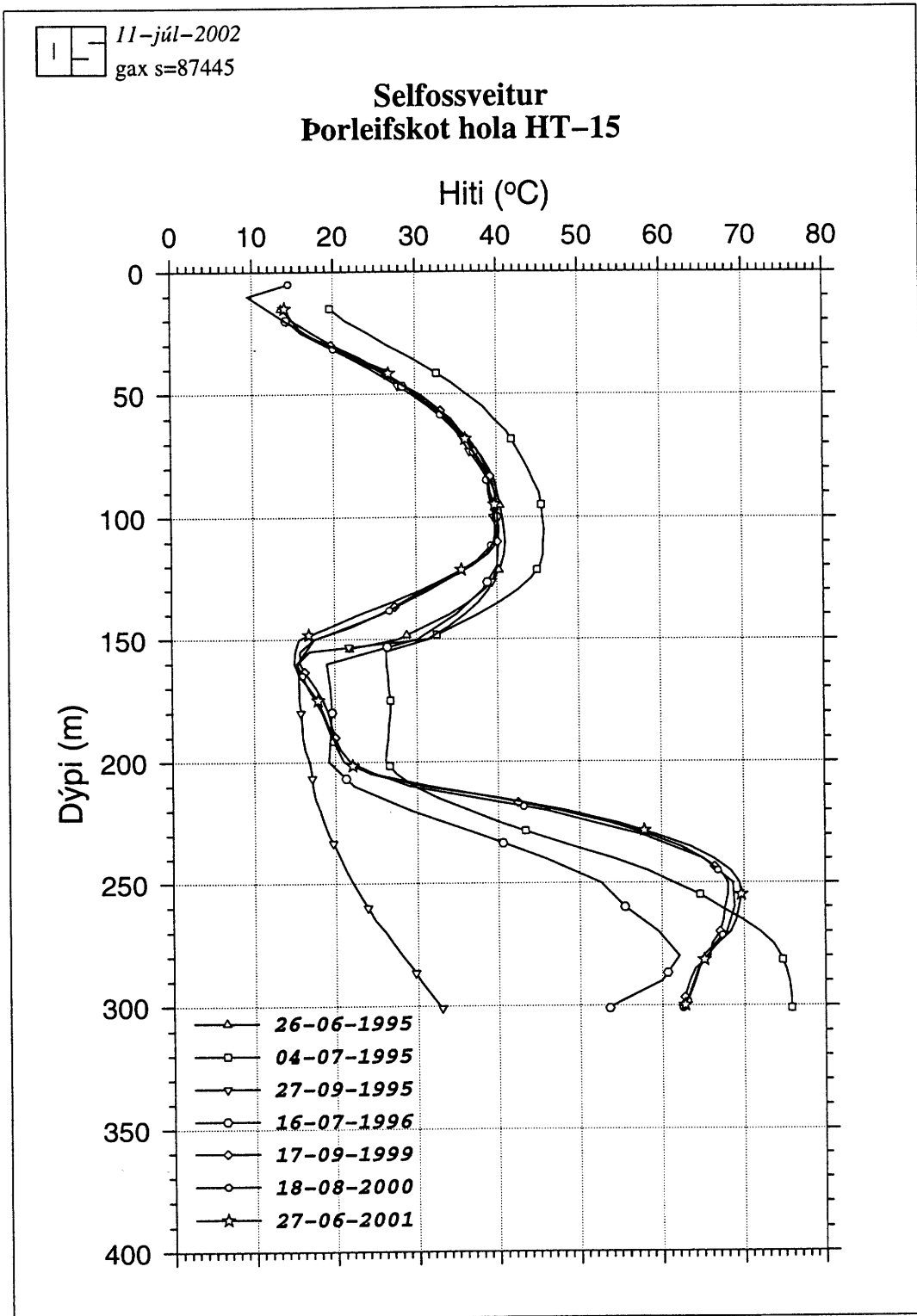


Mynd 7. Hitamælingar í holu HT-11.

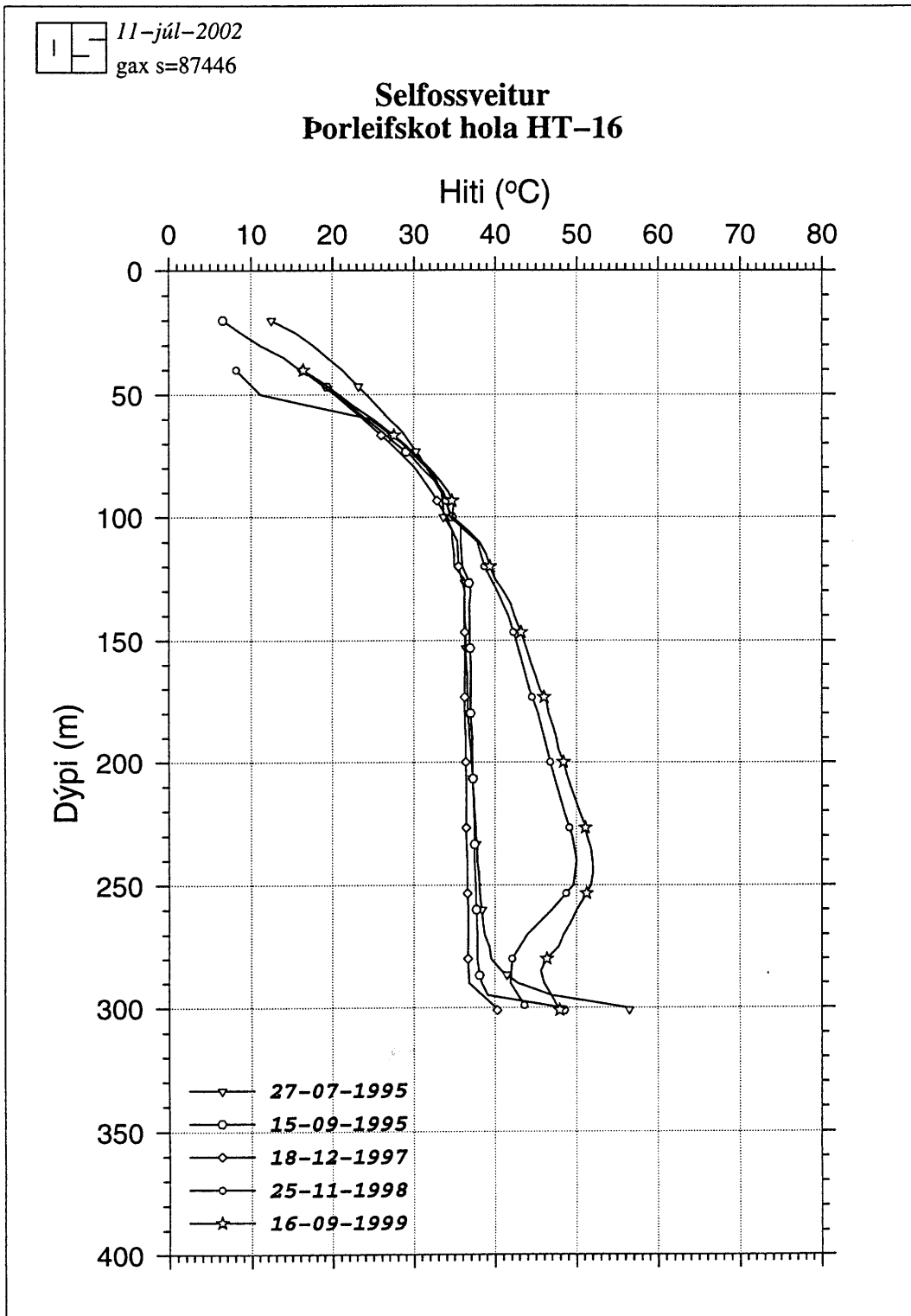




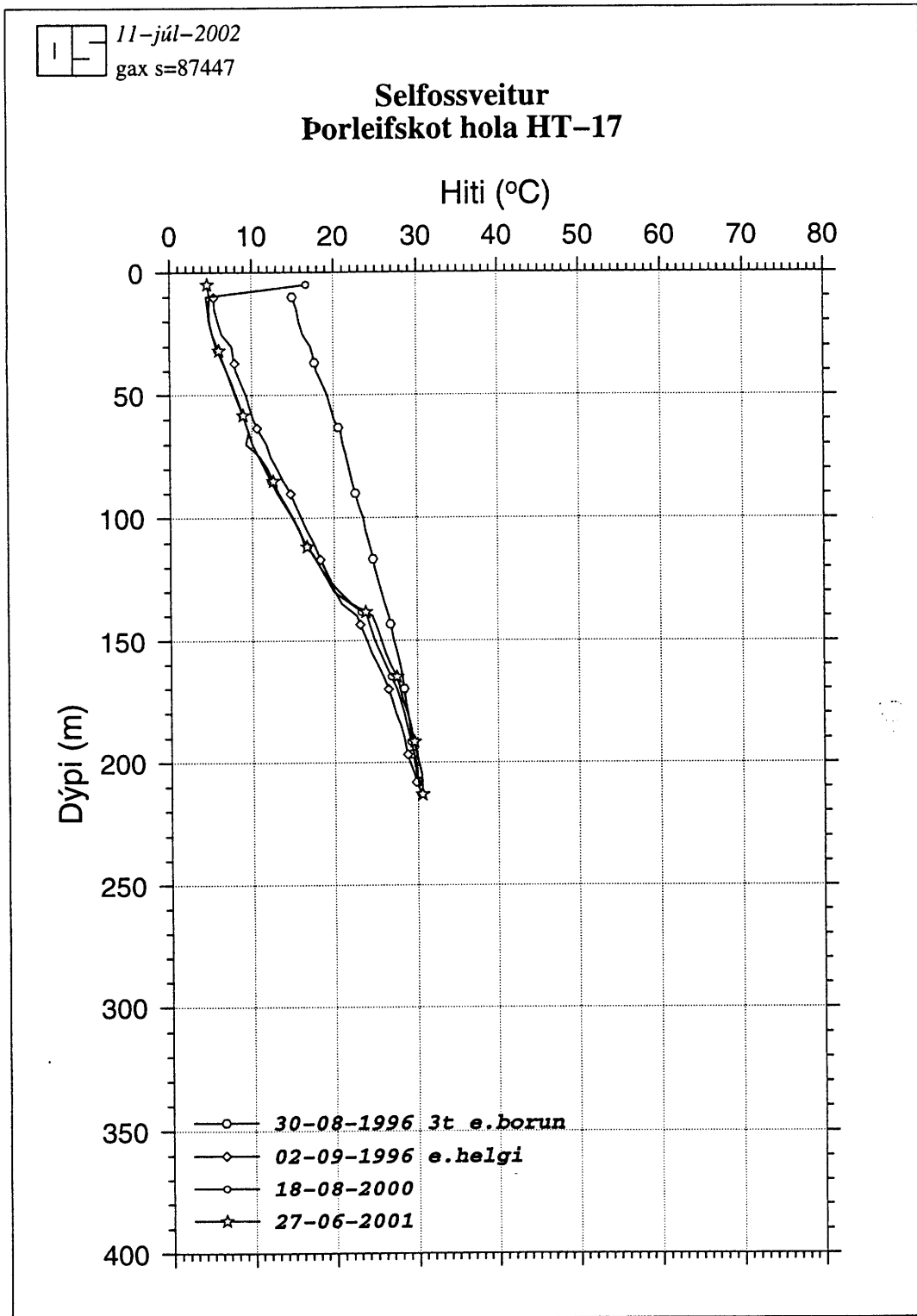
Mynd 8. Hitamælingar í holu HT-12.



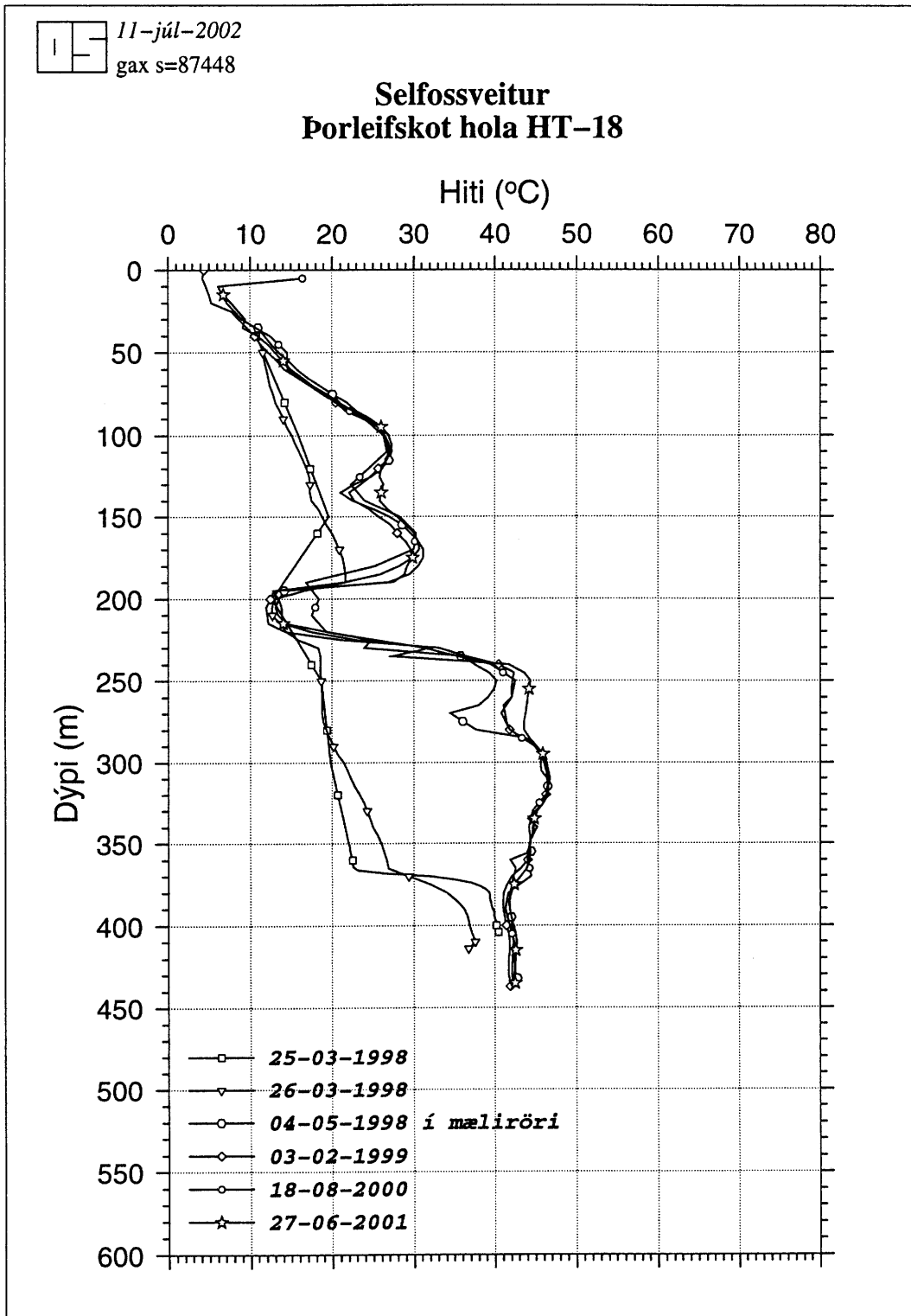
Mynd 9. Hitamælingar í holu HT-15.



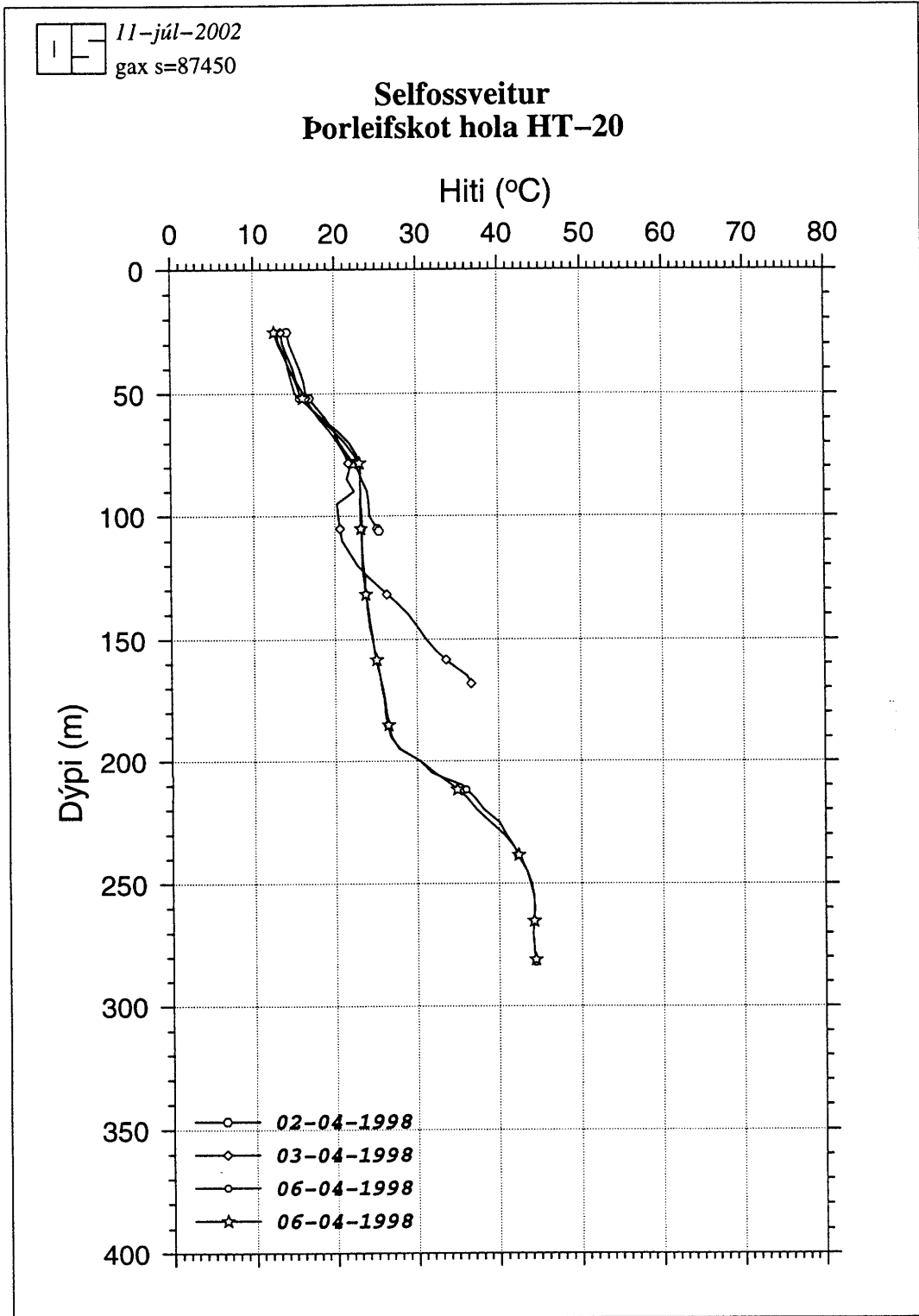
Mynd 10. Hitamælingar í holu HT-16.



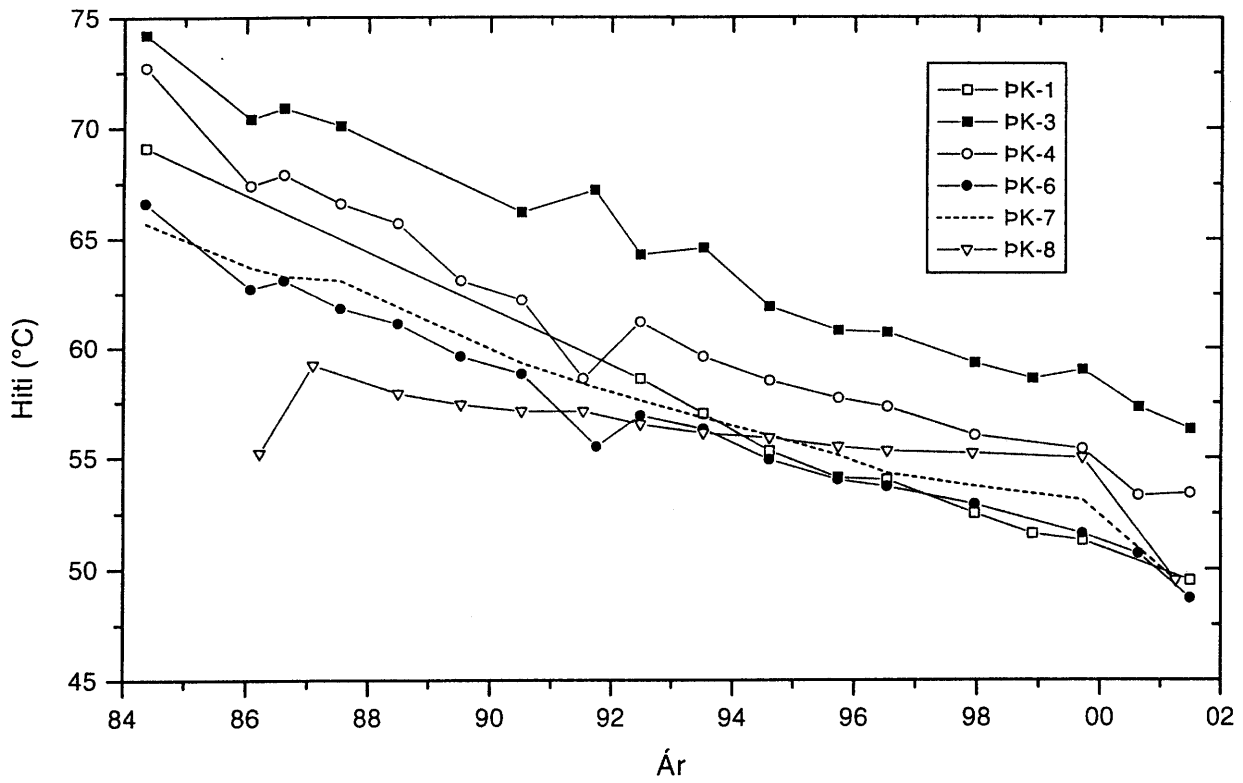
Mynd 11. Hitamælingar í holu HT-17.



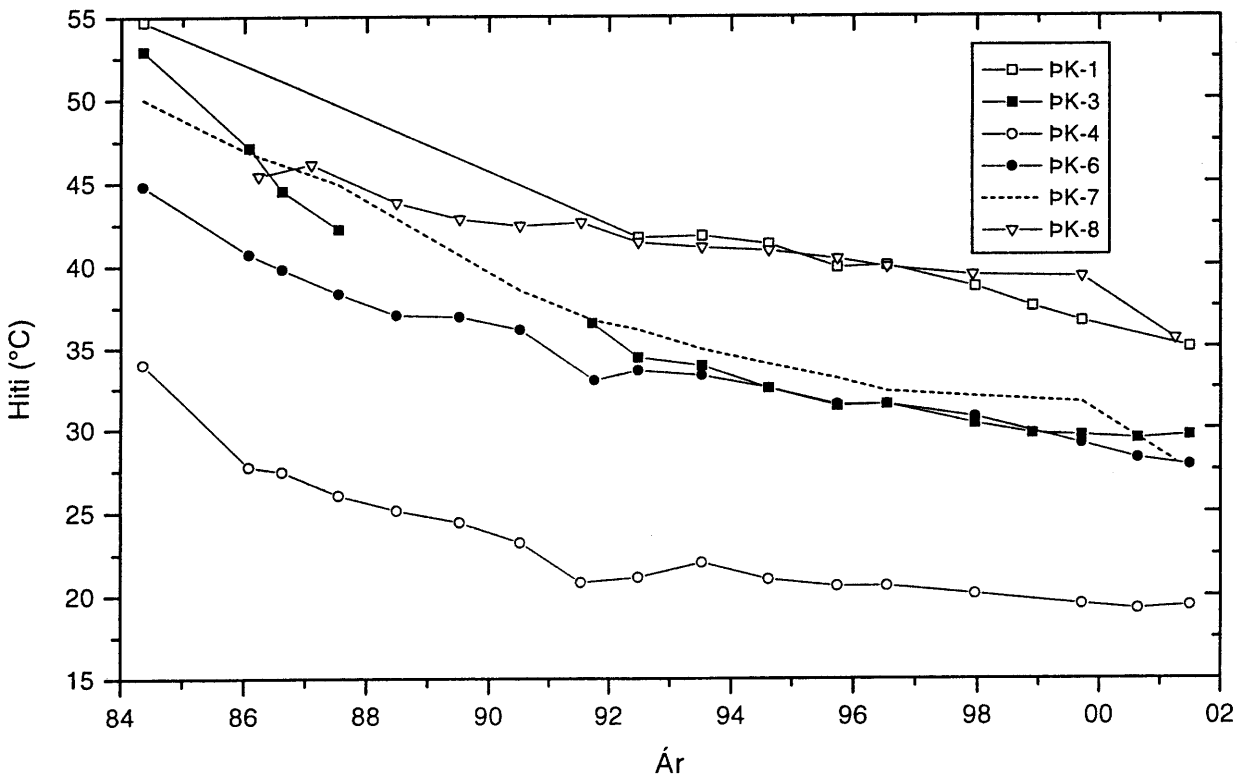
Mynd 12. Hitamælingar í holu HT-18.



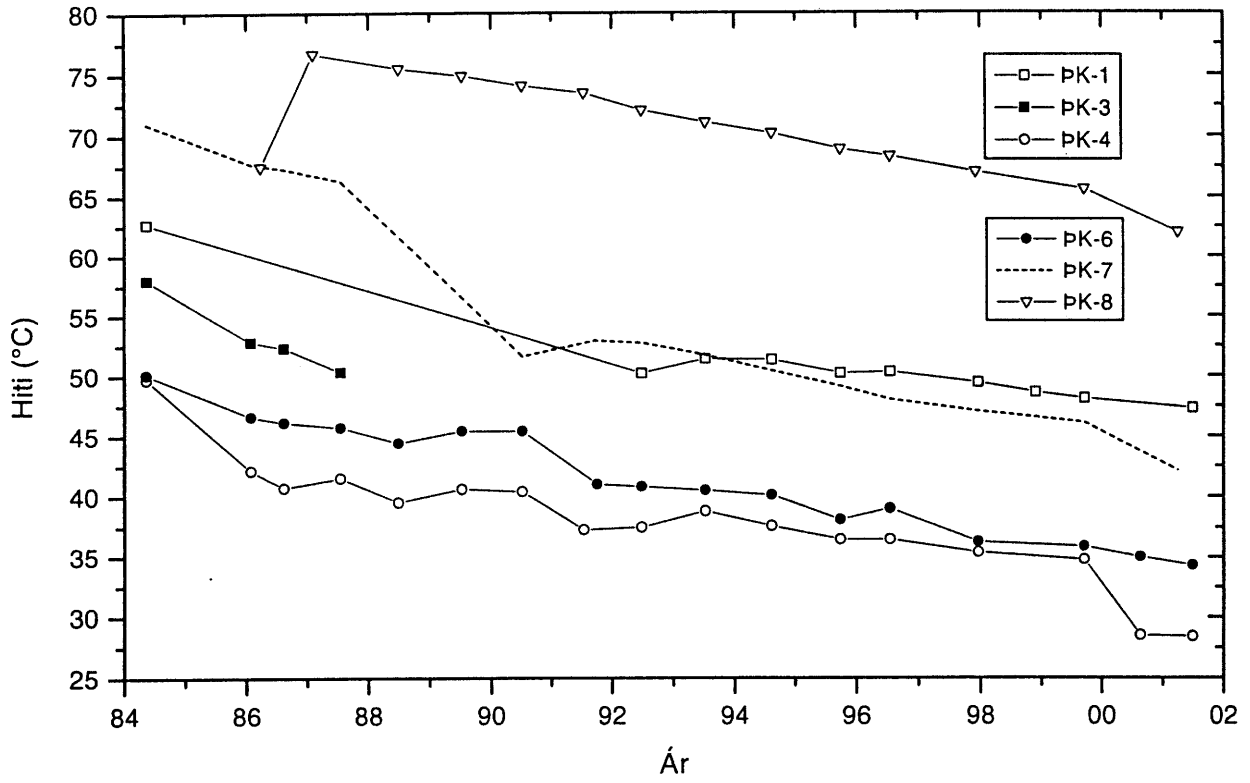
Mynd 13. Hitamælingar í holu HT-20.



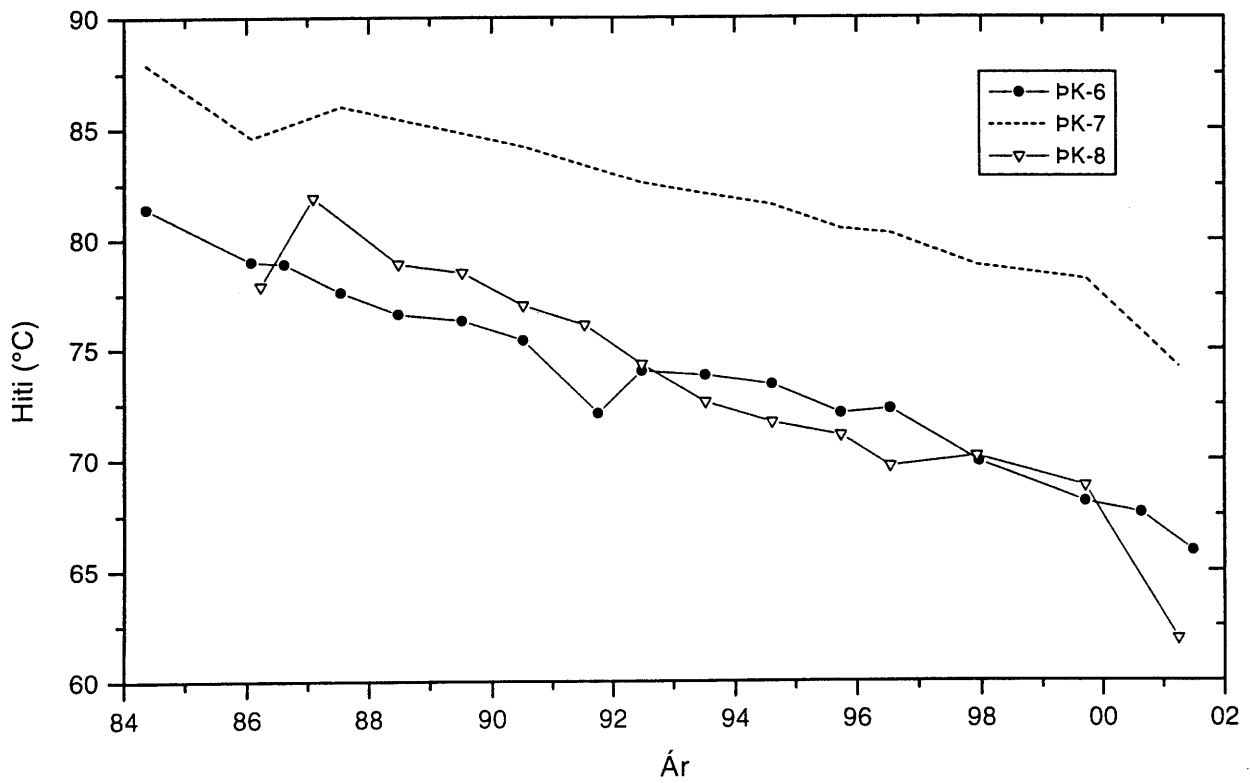
Mynd 14. Hiti á 100-120m dýpi í jarðhitakerfinu í Þorleifskoti.



Mynd 15. Hiti á 200-220m dýpi í jarðhitakerfinu í Þorleifskoti.

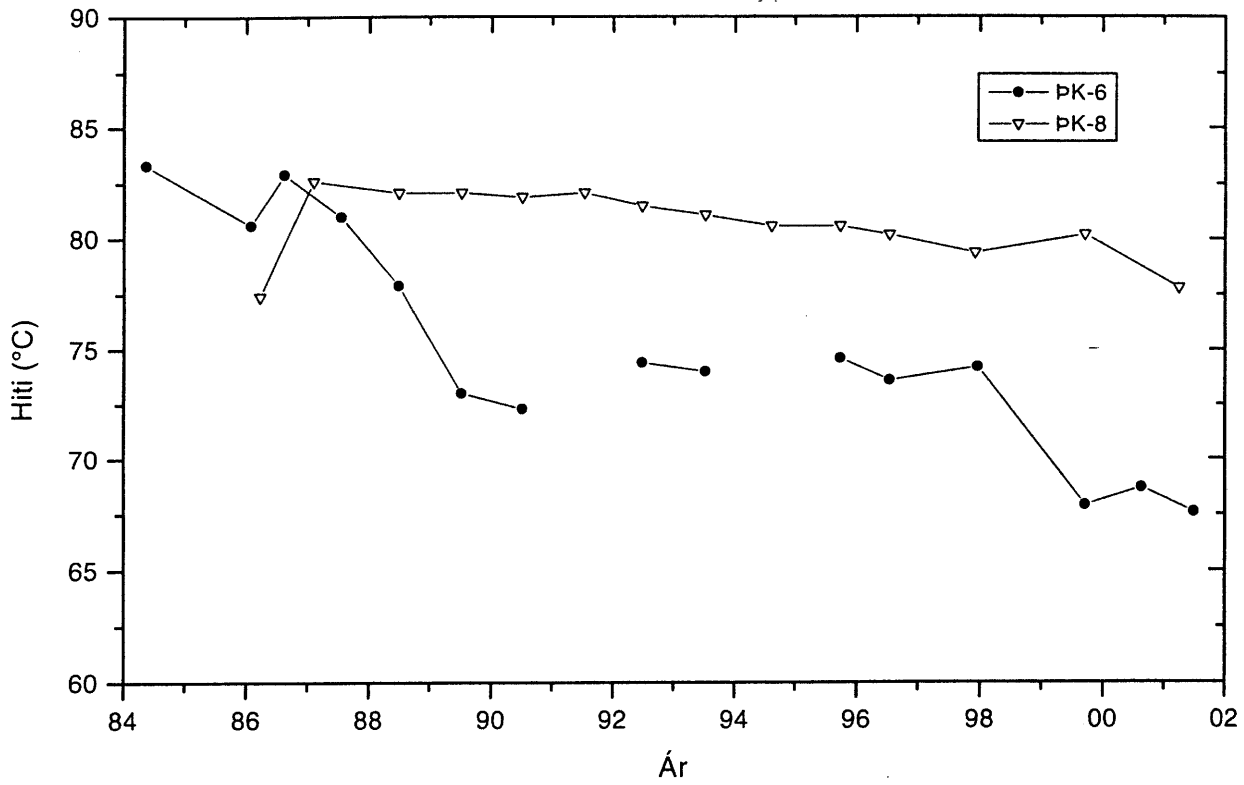


Mynd 16. Hiti á 280-300m dýpi í jarðhitakerfinu í Þorleifskoti.

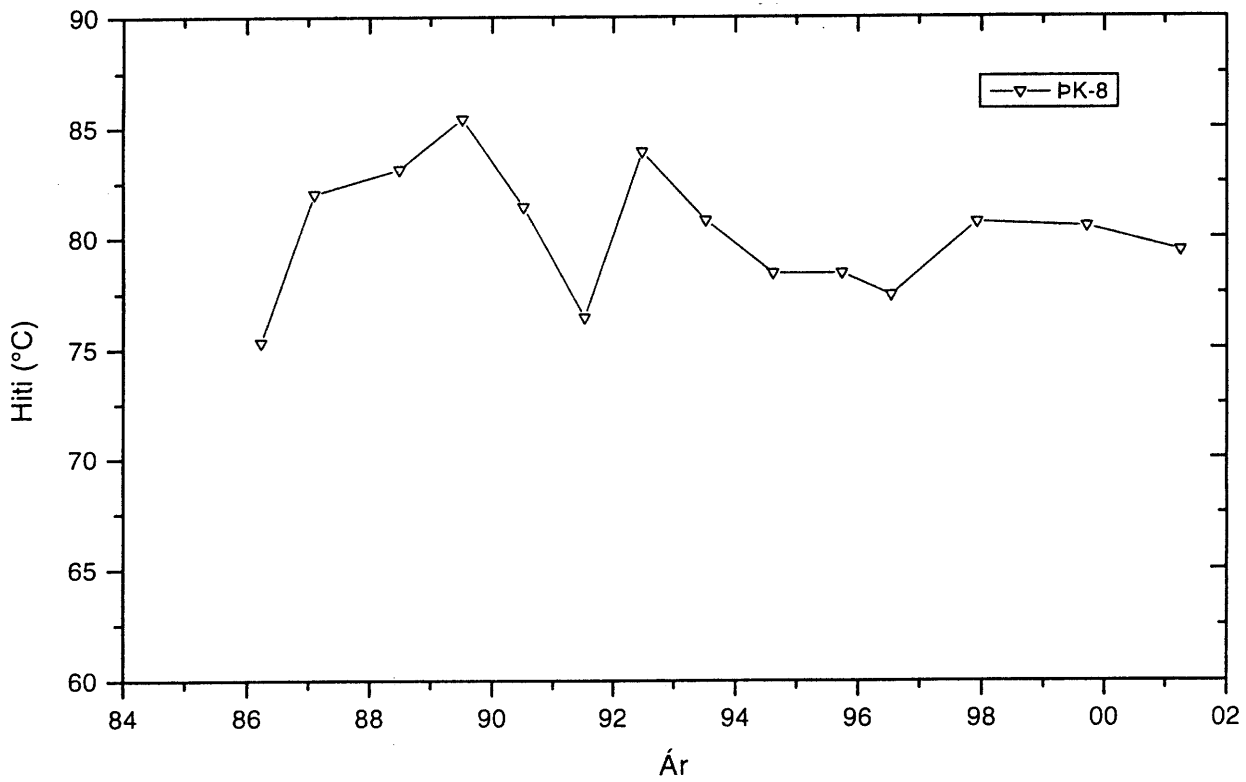


Mynd 17. Hiti á 400-410m dýpi í jarðhitakerfinu í Þorleifskoti.

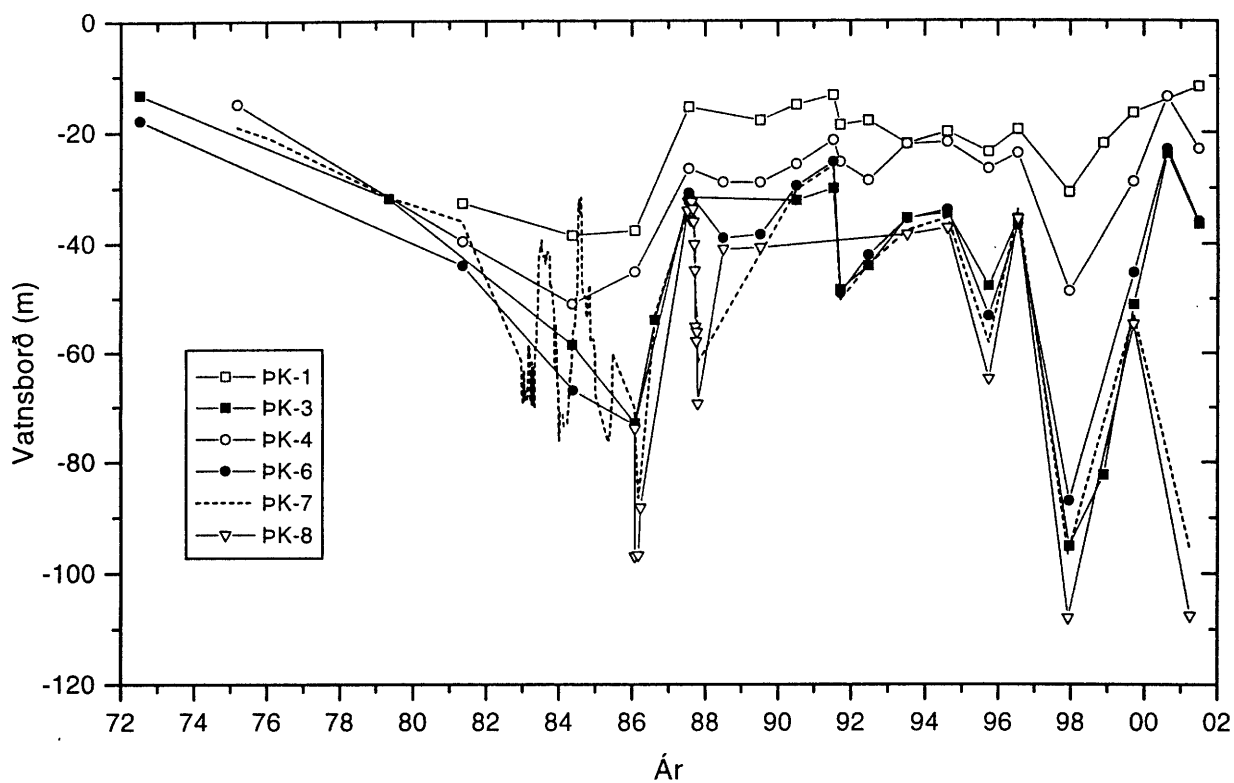




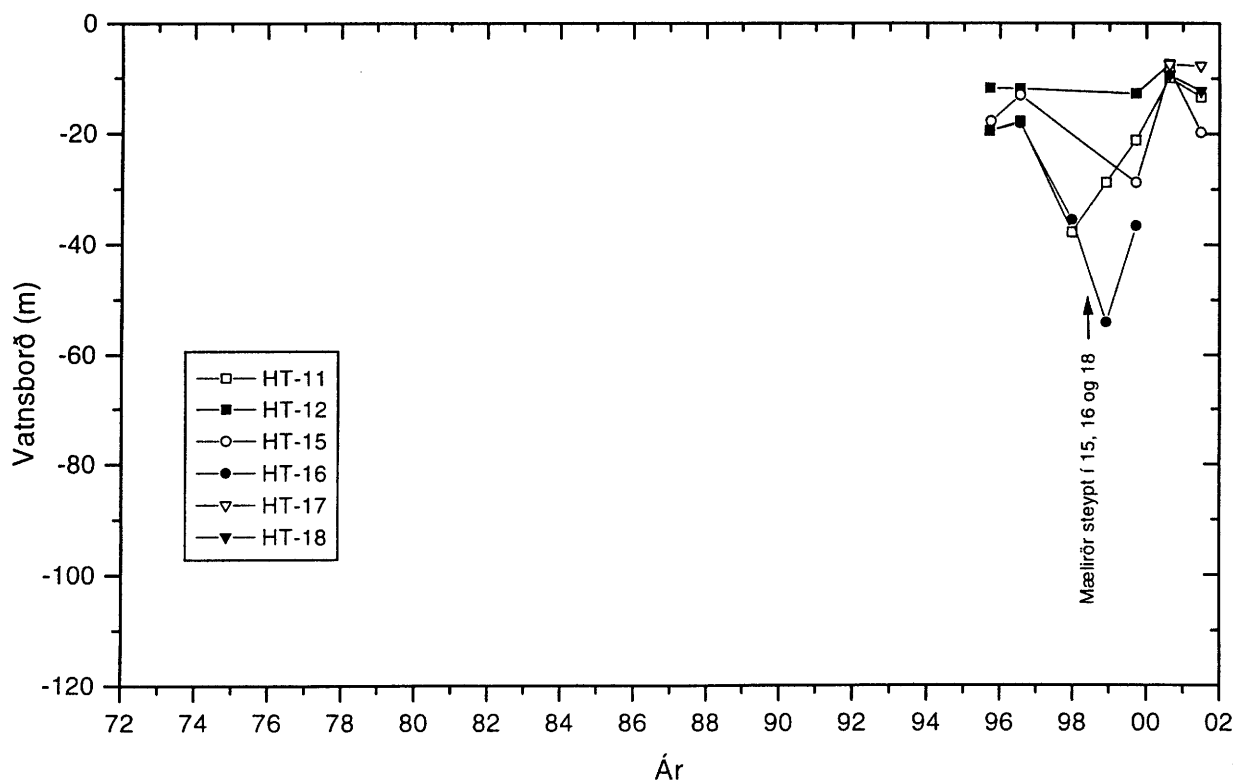
Mynd 18. Hiti á 500m dýpi í jarðhitakerfinu í Þorleifskoti.



Mynd 19. Hiti á 600m dýpi í jarðhitakerfinu í Þorleifskoti.



Mynd 20. Vatnsborð í vinnslusvæðinu við Þorleifskot.



Mynd 21. Vatnsborð í hitastigulsholum við Þorleifskot.

#### 4. EFNASAMSETNING JARÐHITAVATNS

Liður í árlegu eftirliti Orkustofnunar með jarðvarmavinnslu Selfossveitna er að fylgjast með efnasamsetningu vatns sem dælt er úr jarðhitakerfinu í Þorleifskoti. Sýni af vatni til heildarefnagreininga eru tekin einu sinni á ári úr vinnsluholum, samkvæmt vinnslueftirlitssamningi. Jafnframt er gert ráð fyrir að starfsmenn Selfossveitna taki sýni annan hvern mánuð úr þeim holum sem eru í notkun hverju sinni og sendi Orkustofnun til greininga á nokkrum efnum.

Þann 13. mars 2000 og 29. janúar 2001 voru tekin sýni til heildarefnagreininga úr holum 10, 13, 15 og 16. Voru það fyrstu heilsýni úr holu 16. Auka þessa var tekið eitt sýni úr holu 10 þann 21. júní 2000, daginn eftir seinni "Suðurlandsskjálftann". Var það gert í þeim tilgangi að kanna hvort skjálftinn hefði haft einhver áhrif á efnasamsetningu vatns í holunni. Styrkur uppleysts súrefnis í vatninu var mældur 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 að því frátöldu að samsætur súrefnis og vetnis voru greindar hjá Raunvísindastofnun Háskólans. Niðurstöður heildarefnagreininga eru sýndar í töflu 3 fyrir árið 2000 og í töflu 4 fyrir árið 2001.

**Tafla 3.** Efnasamsetning vatns úr holum 10, 13, 15 og 16 árið 2000, (mg/l).

Hola	Hola 10	Hola 10	Hola 10	Hola 13	Hola 15	Hola 16
Dagsetning	2000.03.13	2000.06.21	1987.11.11	2000.03.16	2000.03.13	2000.03.13
Númer	2000-0052	2000-0197	1987-0235	2000-0053	2000-0055	2000-0054
Staður	Holutoppur	Holutoppur	800m	Holutoppur	Holutoppur	Holutoppur
Hiti (°C)	71,7	75,1	-	70,4	85,0	93,7
Sýrustig (pH/°C)	8,5/22,5	8,6/22,2	8,9/14	8,5/22,7	8,9/22,8	8,8/22,7
Kísill (SiO <sub>2</sub> )	63,7	71,8	107	55,5	69,2	104
Bór (B)	0,12	0,11	-	0,11	0,16	0,15
Natríum (Na)	146	157	309	144	199	254
Kalíum (K)	4,20	4,54	10,1	3,28	5,24	9,04
Kalsíum (Ca)	26,1	26,8	73	30,4	36,9	50,8
Magnesíum (Mg)	0,104	0,091	0,014	0,105	0,048	0,016
Karbónat (CO <sub>2</sub> )	34,9	31,9	7,9	25,9	15,1	10,4
Súlfat (SO <sub>4</sub> )	52,3	56,7	167	47,5	66,1	101
Brennist. vetni (H <sub>2</sub> S)	0,12	0,11	-	0,07	0,09	0,12
Klóríð (Cl)	210	224	497	219	308	390
Flúoríð (F)	0,21	0,22	0,18	0,20	0,21	0,19
Ál (Al)	0,0197	0,0159	-	0,0148	0,0375	0,065
Mangan (Mn)	0,0035	0,0039	-	0,0043	0,0016	0,0133
Járn (Fe)	0,0089	0,0145	-	0,0031	0,0080	0,0371
Uppleyst efni	479	536	1258	473	709	897
Uppleyst súrefni (O <sub>2</sub> )	0	0	0	0	0	
δD (‰ SMOW)	-65,7	-66,2	-	-63,6	-67,3	-75,6
δ <sup>18</sup> O (‰ SMOW)	-9,39	-9,47	-10,1	-9,22	-9,52	-10,41

**Tafla 4.** Efnasamsetning vatns úr holum 10, 13, 15 og 16 árið 2001, (mg/l).

Hola	Hola 10	Hola 13	Hola 15	Hola 16
Dagsetning	2001.01.29	2001.01.29	2001.01.29	2001.01.29
Númer	2001-0027	2001-0026	2001-0024	2001-0025
Staður	Holutoppur	Holutoppur	Holutoppur	Holutoppur
Hiti (°C)	68,8	71,7	81,9	100
Rennsli (l/s)	23,5	71	11,7	2,6
Sýrustig (pH/°C)	8,44/22,9	8,54/22,9	8,76/22,5	8,81/22,6
Kísill (SiO <sub>2</sub> )	58,3	59,8	69,4	101,4
Bór (B)	0,09	0,10	0,16	0,13
Natríum (Na)	135	152	198	252
Kalíum (K)	3,56	3,61	5,21	8,31
Kalsíum (Ca)	26,0	31,3	37,4	48,8
Magnesíum (Mg)	0,121	0,102	0,054	0,017
Karbónat (CO <sub>2</sub> )	38,2	25,5	15,6	10,1
Súlfat (SO <sub>4</sub> )	46,7	51,1	64,8	95,0
Brennist. vetni (H <sub>2</sub> S)	0,11	0,07	0,09	0,13
Klóríð (Cl)	190	230	310	394
Flúoríð (F)	0,20	0,21	0,22	0,22
Ál (Al)	0,015	0,016	0,038	0,106
Mangan (Mn)	0,0029	0,0023	0,0015	0,0008
Járn (Fe)	0,0175	0,0090	0,0109	0,0078
Uppleyst efni	390	522	666	897
Uppleyst súrefni (O <sub>2</sub> )	0	0	0	0
δD (‰ SMOW)	-63,7	-64,4	-66,5	-72,8
δ <sup>18</sup> O (‰ SMOW)	-9,20	-9,28	-9,48	-10,22

Í töflu 3 er einnig sýnd niðurstaða efnagreiningar á vatni sem tekið var á 800 m dýpi í holu 10 haustið 1987. Á árunum 2000 og 2001 bárust engin sýni frá hitaveitunni til hlutgreininga.

Að framan var þess getið að uppleyst súrefni var mælt við inn- og útak úr miðlunartanki og við holurnar fjórar. Súrefni mældist hvorki við holur 10, 13, 15 og 16 né við inn- eða úttak í miðlunartankinn við sýnatöku 2000 og 2001.

Hér á eftir verður fjallað stuttlega um breytingar í hita og styrk nokkurra efna í vatni úr holum 10, 13 og 15 frá því síðasta vinnslueftirlitsskýrsla kom út (Ómar Sigurðsson og Magnús Ólafsson, 2000). Einnig verður fjallað um efnainnihald vatns úr holu 16.

### Hola 10

Á myndum 22 til 33 er sýnt hvernig hiti og styrkur allra aðalefna hefur breyst í vatni úr holu 10 frá því vinnsla hófst úr holunni. Á undanförunum árunum hafa breytingar í efnasamsetningu vatnsins verið fremur litlar. Ef á hinn bóginn er litið á sýnin sem tekin voru annars vegar í mars 2000 og hins vegar í júní 2000, nánar tiltekið 21. júní 2000, daginn eftir seinni "Suðurlandsskjálftann", þá kemur fram talsverður munur (Magnús Ólafsson o.fl., 2001). Hiti vatns úr holunni mældist þá rétt um 75°C, nokkrum gráðum hærri en

hann hefur verið við sýnatöku að vetrarlagi undanfarin ár. Jafnframt mældist styrkur efna, sem eru hærrí í "djúpvatni" úr holu 10 heldur en í "hefðbundnu" vinnsluvatni, nokkuð hærrí. Styrkur efna sem er lægri í "djúpvatni" mældist jafnframt lægri. Þannig hækkaði t.d. styrkur kísils, natríums, kalíums, klóríðs og súlfats miðað við það sem hann hefur verið síðustu árin, en styrkur t.d. magnesíums lækkaði. Í töflu 3 er sýnd til hliðsjónar niðurstaða efnagreiningar á "djúpvatni" úr holu 10 sem var tekið haustið 1987 á 800 m dýpi. Hér getur reyndar verið úr vöndu að ráða þar eð styrkur einstakra efna getur verið nokkuð breytilegur og þá tengdur því vatnsmagni sem dælt er úr holunni hverju sinni. Upplýsingar frá veitunni sýna þó að þrýstingur í jarðhitakerfinu við Þorleifskot hækkaði í kjölfar fyrri "Suðurlandsskjálftans" þann 17. júní 2000. Einnig benda hitamælingar á vatni úr holu 10 til þess að hiti hafi tekið að hækka upp úr miðjum maí, úr u.þ.b. 70° í 74 til 75°C og hafi haldist þannig þar til seint í júní, en þá var dælingu nánast hætt úr holu 10. Dæling hófst síðan aftur haustið 2000 og þá hafði hitið lækkað talsvert frá því sem verið hefur undanfarin ár, um 7 til 8°C, sem er meiri breyting en sést hefur áður á svo stuttum tíma. Í sýni frá því í janúar 2001 kemur í ljós að hlutur kaldara vatns úr efri hluta jarðhitakerfisins hefur aukist verulega. Sést það m.a. á auknum styrk magnesíums, en lækkuðum styrk kísils, natríums og klóríðs. Er því talið líklegt að hlutfall vatns úr dýpri hluta jarðhitakerfisins ("djúpvatns") hafi aukist tímabundið fyrst eftir skjálftana en í kjölfarið hafi svo hlutur kaldara vatns úr grynnri hluta kerfisins aukist.

### **Hola 13**

Á myndum 34 til 45 er sýnt hvernig hiti og styrkur allra aðalefna hefur breyst í vatni úr holu 13 frá því vinnsla hófst úr holunni. Litlar breytingar koma fram milli ára en þó er rétt að benda á að styrkur magnesíums (mynd 39) hækkaði úr u.þ. b. 0,05 mg/l í 0,10 mg/l á árunum 1993 til 1996, en hefur lítið breyst síðan. Hiti mældur við sýnatöku var u.þ.b. 76 til 78°C á árunum 1986 til 1992/1993 en lækkaði þá í u.þ.b. 72°C og hefur verið 70 til 72°C síðan. Einnig má greina lækun í styrk kísils á árunum 1993 til 1994. Breytingar þessar má líklega rekja til lítilsháttar aukningar í kaldara vatni úr efri hluta jarðhitakerfisins. Ef grannt er skoðað má greina lítilsháttar breytingar milli sýna frá því í mars 2000 annars vegar og janúar 2001 hins vegar, sem má túlka sem aukið hlutfall vatns úr dýpri hluta jarðhitakerfisins. Síritandi hitamælingar sýndu einmitt talsverða hitnun í holu 13 í kjölfar jarðskjálftanna í júní 2000.

### **Hola 15**

Á myndum 46 til 57 er sýnt hvernig hiti og styrkur allra aðalefna hefur breyst í vatni úr holu 15 frá því vinnsla hófst úr holunni. Sýnin eru fá, einungis fjögur heilsýni og nokkur hlutsýni. Talsverðar breytingar má sjá í styrk einstakra efna í þeim sýnum sem til eru, en vart tímabært að draga miklar ályktanir af þeim strjálu gögnum sem fyrir liggja.

### **Hola 16**

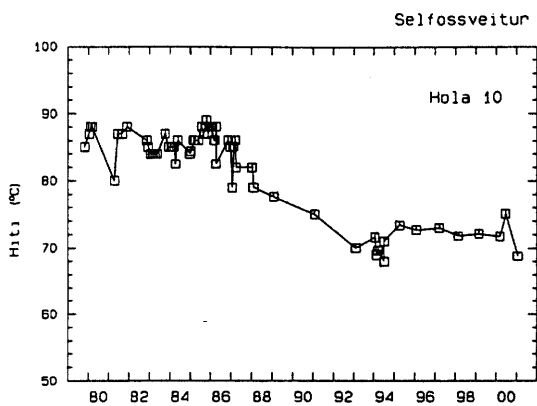
Sýni úr holu 16 var fyrst tekið í mars 2000 og síðan aftur í janúar 2001. Efnagreining leiðir í ljós að vatnið er um margt líkt vatni úr holu 12 og er það sýnt betur á myndum 58

til 64. Þar er styrkur nokkurra aðalefna sýndur á móti styrk klóríðs auk þess sem sýnt er samaband vetnis- og súrefnissamsæta í vatni úr vinnsluholum Selfossveitna. Á myndunum sést að vatn úr holu 16 fellur í flestum tilvikum innan um sýni af vatni úr holu 12 að því frátöldu að styrkur kalsíums er hærri í vatni úr holu 16 en í öðru vatni í Þorleifskoti. Styrkur súlfats er lægri í vatni úr holu 16, hann fellur á milli þess sem hann er í holu 12 og í holu 15. Þessi samanburður bendir ekki til annars en að vinnslueiginleikar vatns úr holu 16 séu svipaðir eiginleikum vatns úr öðrum vinnsluholum hjá Selfossveitum.

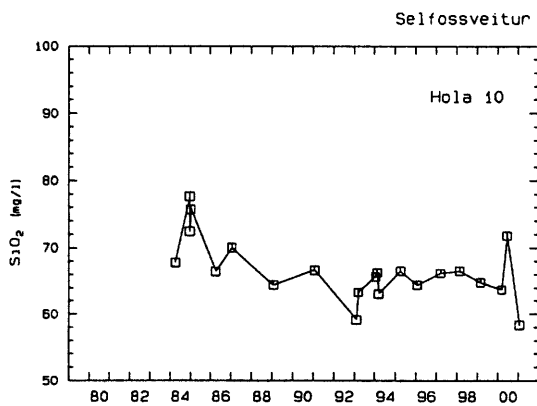
### **Efnahiti og kalkmettun**

Mynd 65 sýnir útreiknaðan hita (kalsedónhita) fyrir vatn úr vinnsluholum Selfossveitna. Þessir útreikningar byggja á kísilstyrk og sýrustigi vatnsins og eiga að endurspegla hita í jarðhitakerfinu sem viðkomandi hola vinnur vatn úr. Myndin sýnir að kalsedónhiti hefur vart breyst á marktækan hátt á undanförunum árum ef undan er skilin umtalsverð hækkun kalsedónhita í vatni úr holu 10 í sýni sem tekið var í kjölfar "Suðurlandsskjálfta" sumarið 2000 og enn meiri lækkun á milli árána 2000 og 2001. Er þetta í góðu samræmi við þær efnabreytingar sem átt hafa sér stað á vatni úr holunni og lýst var hér að framan og rekja má til áhrifa frá jarðskjálftum í júní 2000. Ennfremur má sjá hækkun í kalsedónhita vatns úr holu 13, en fram hefur komið að hiti í henni hækkaði í kjölfar jarðskjálftanna. Kalsedónhiti vatns úr holu 16 er áþekkur útreiknuðum hita vatns úr holu 12.

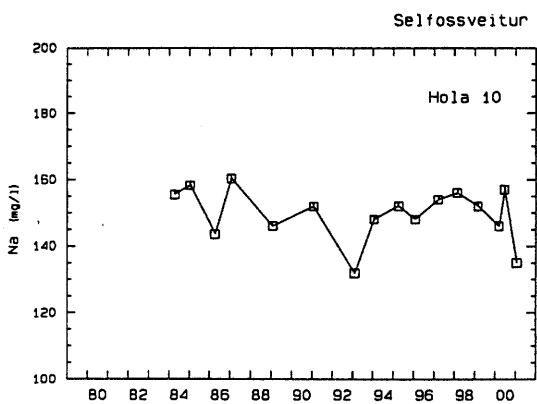
Kalkmettun hefur verið reiknuð fyrir flest heilsýni sem til eru úr holum 10, 12, 13, 14, 15 og 16. Niðurstöður eru sýndar á mynd 66. Þar kemur fram að vatnið hefur yfirleitt verið yfirmettað, en þó innan við þau mörk, þar sem reynslan sýnir að lítil hætta sé á að útfellingar verði til vandræða (brotalína við  $\log(Q/K)=0,38$  á mynd 45). Kalkmettun reiknaðist óvenju lág í vatni úr öllum holum 1999, en síðastliðin tvö ár hefur hún verið um 0,1 til 0,2  $\log(Q/K)$  einingar.



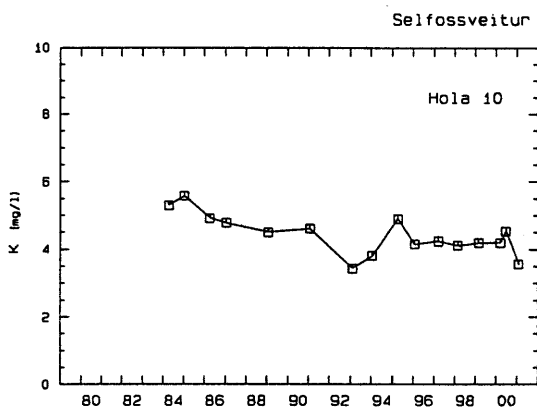
Mynd 22. Hiti vatns úr holu 10, mældur við sýnatöku



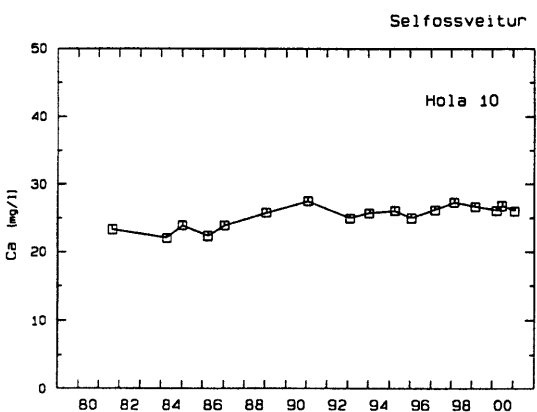
Mynd 23. Styrkur kísils í vatni úr holu 10.



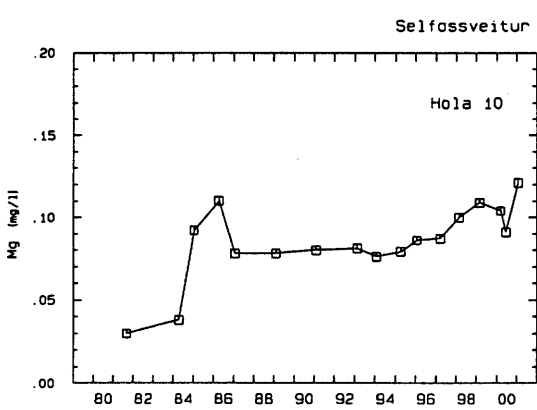
Mynd 24. Styrkur natríums í vatni úr holu 10.



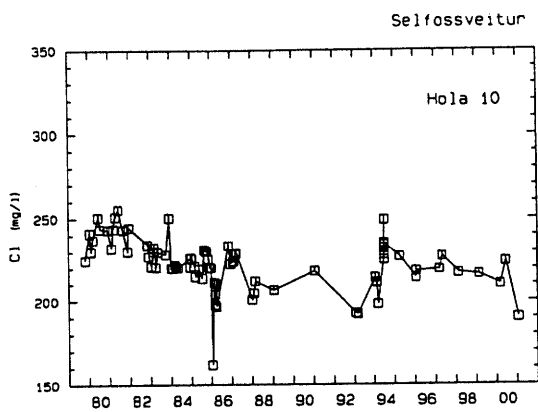
Mynd 25. Styrkur kalíums í vatni úr holu 10.



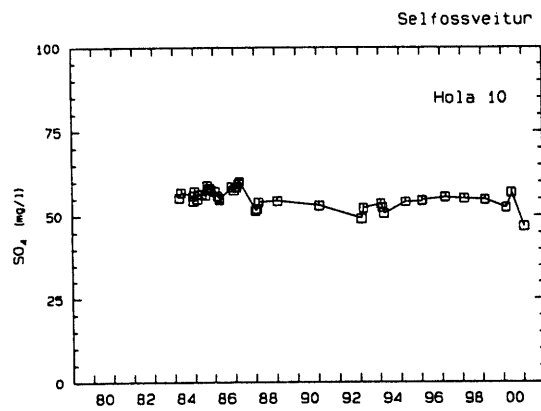
Mynd 26. Styrkur kalsíums í vatni úr holu 10.



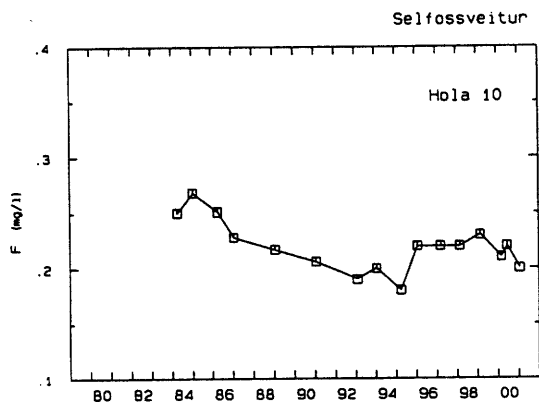
Mynd 27. Styrkur magnesíums í vatni úr holu 10.



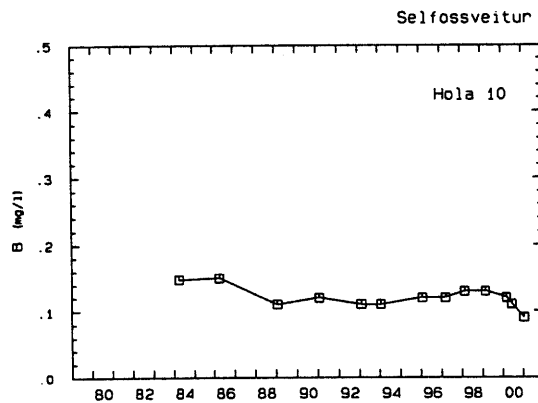
Mynd 28. Styrkur klóríðs í vatni úr hól 10.



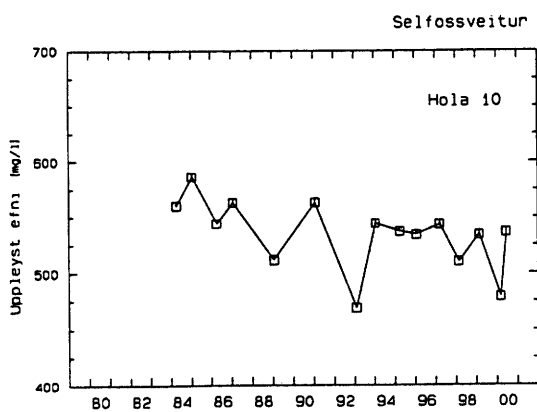
Mynd 29. Styrkur súlfats í vatni úr hól 10.



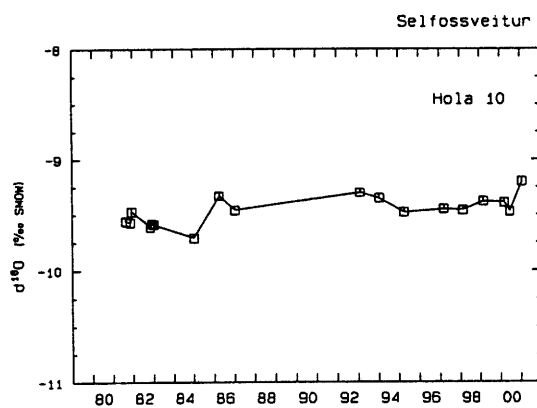
Mynd 30. Styrkur flúoríðs í vatni úr hól 10.



Mynd 31. Styrkur bórs í vatni úr hól 10.

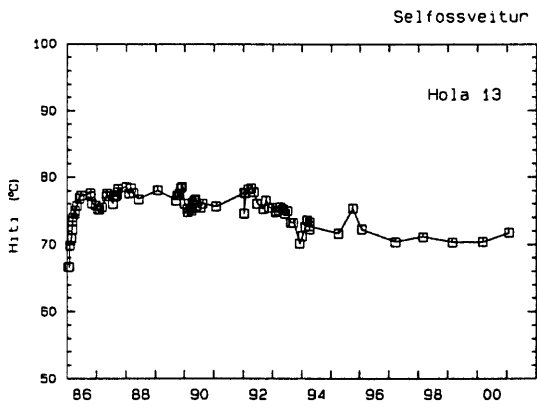


Mynd 32. Uppleyst efni í vatni úr hól 10.

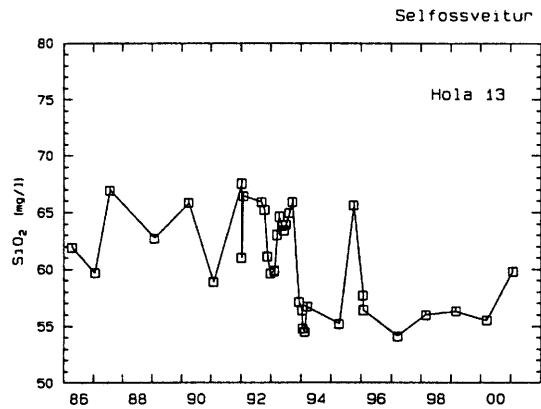


Mynd 33. Súrefnissamsætur í vatni úr hól 10.

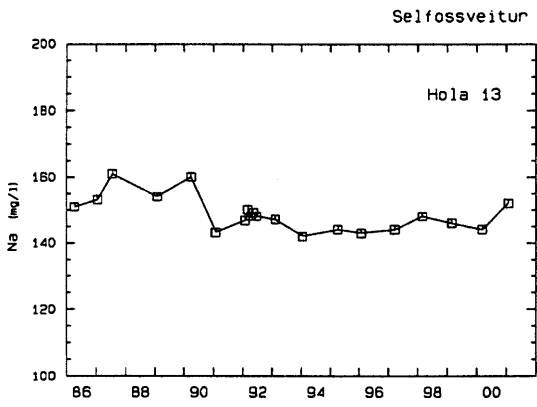




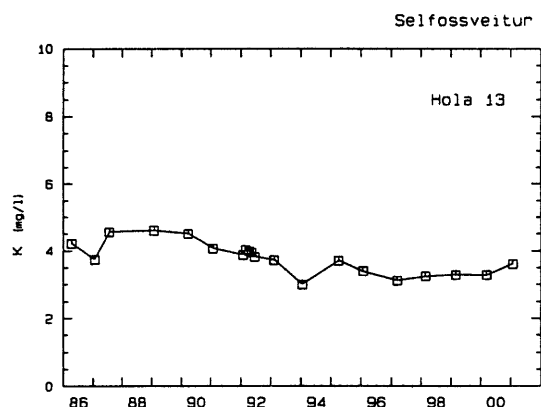
Mynd 34. Hiti vatns úr holu 13.



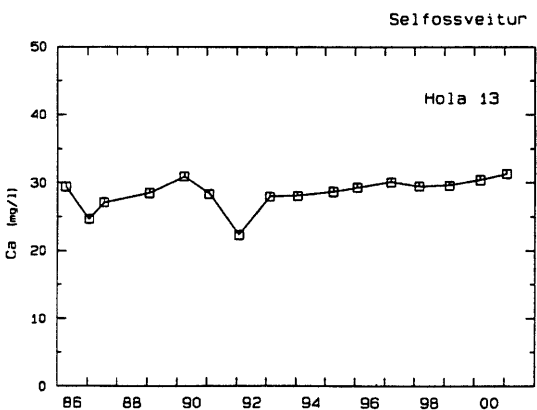
Mynd 35. Styrkur kísils í vatni úr holu 13.



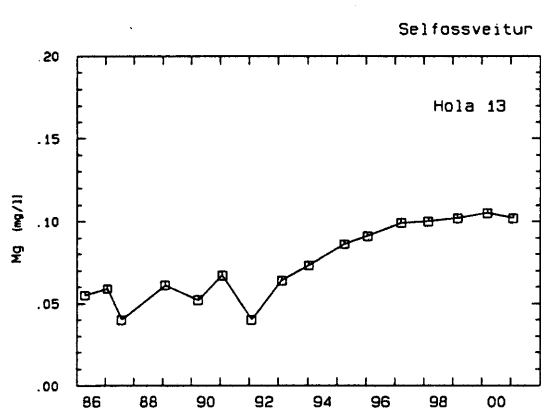
Mynd 36. Styrkur natríums í vatni úr holu 13.



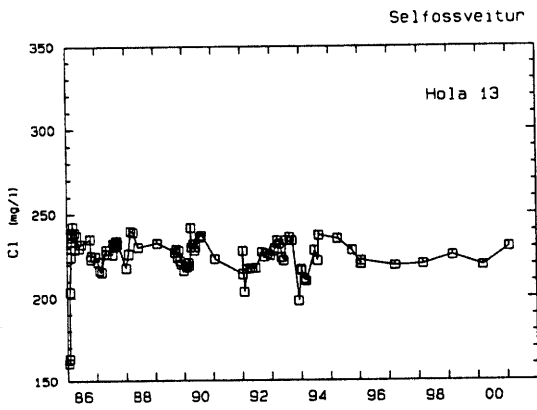
Mynd 37. Styrkur kalíums í vatni úr holu 13.



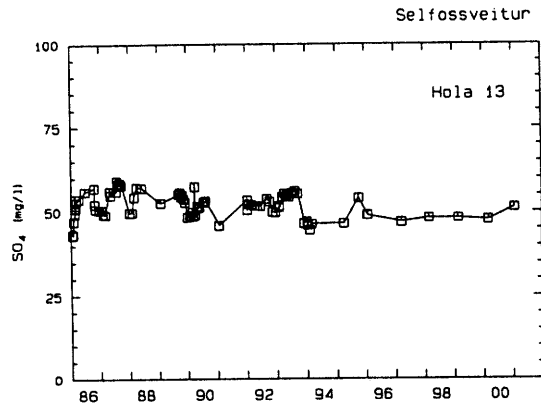
Mynd 38. Styrkur kalsíums í vatni úr holu 13.



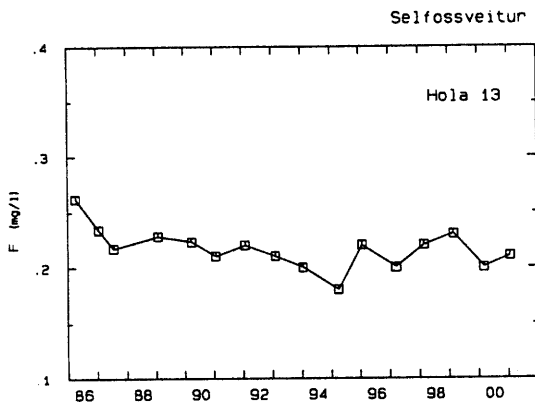
Mynd 39. Styrkur magnesíums í vatni úr holu 13.



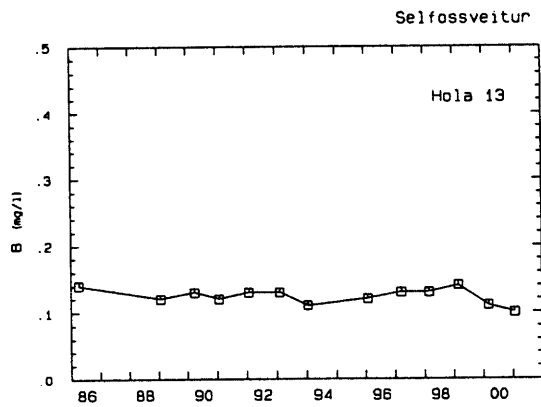
Mynd 40. Styrkur klóríðs í vatni úr hól 13.



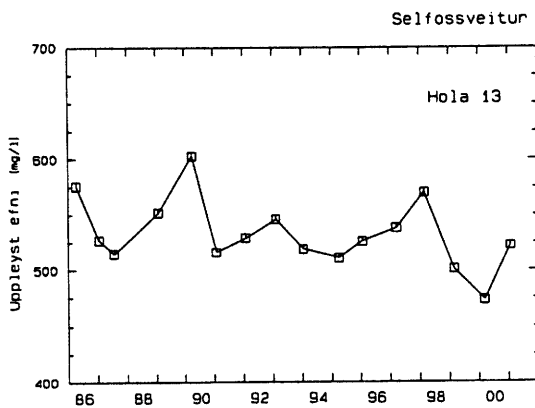
Mynd 41. Styrkur sulfats í vatni úr hól 13.



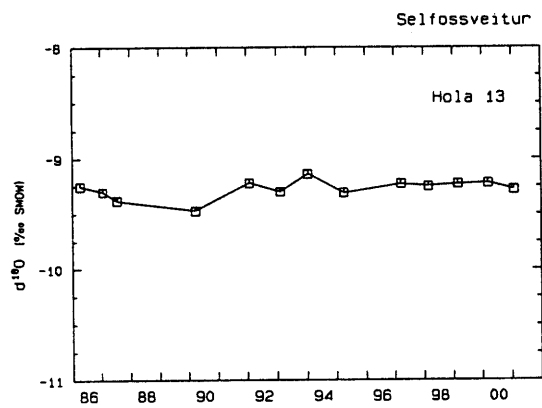
Mynd 42. Styrkur flúoríðs í vatni úr hól 13.



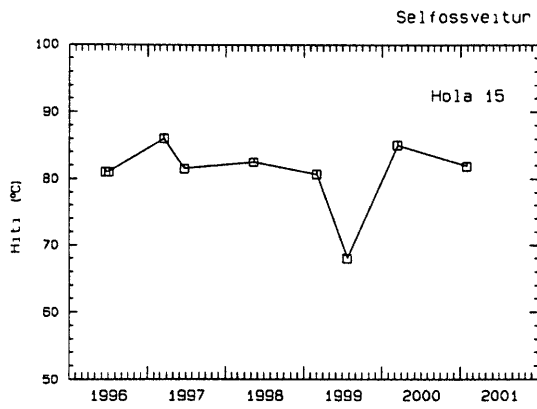
Mynd 43. Styrkur bórs í vatni úr hól 13.



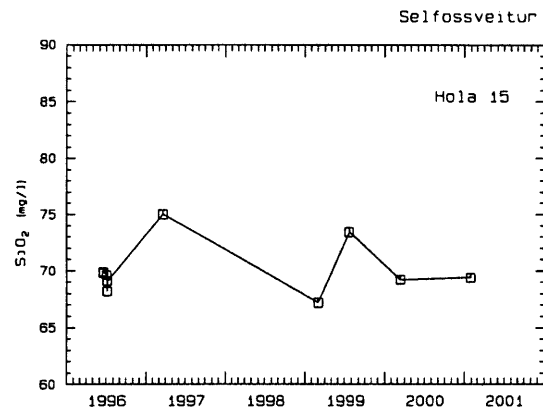
Mynd 44. Uppleyst efni í vatni úr hól 13.



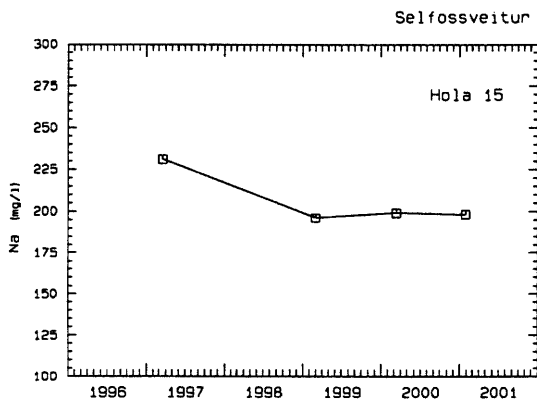
Mynd 45. Súrefnissamsætur í vatni úr hól 13.



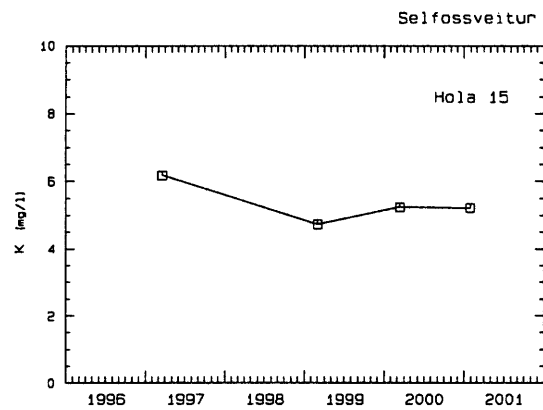
Mynd 46. Hiti vatns úr holu 15.



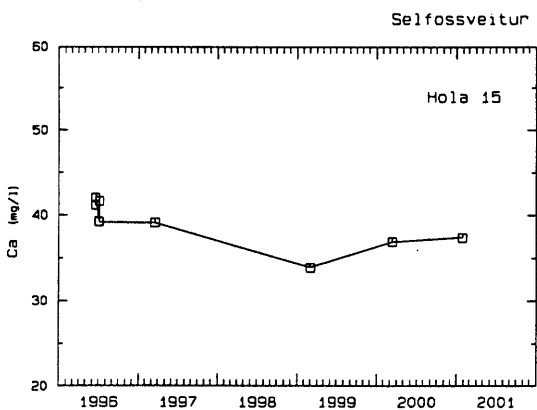
Mynd 47. Styrkur kísils í vatni úr holu 15.



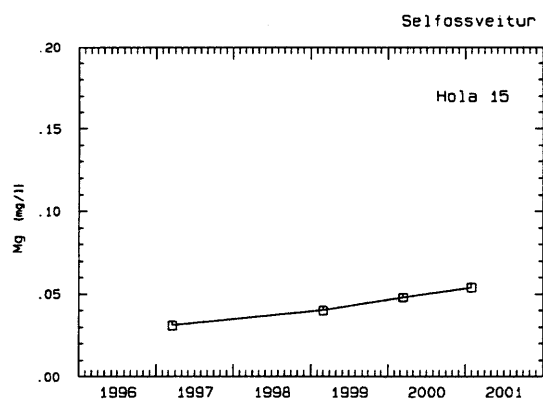
Mynd 48. Styrkur natríums í vatni úr holu 15.



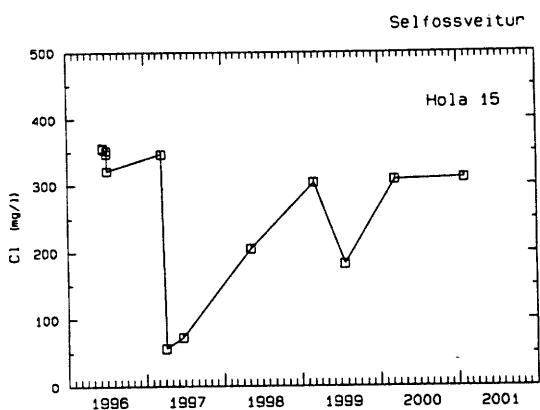
Mynd 49. Styrkur kalíums í vatni úr holu 15.



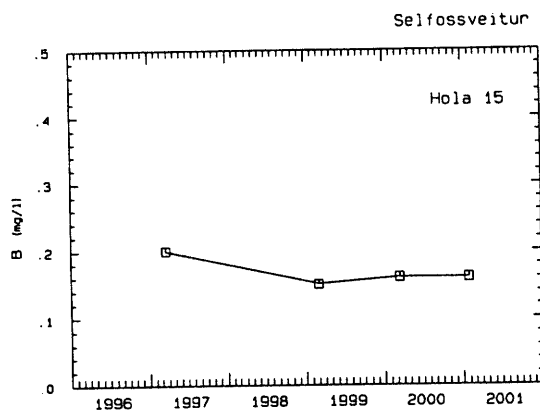
Mynd 50. Styrkur kalsíums í vatni úr holu 15.



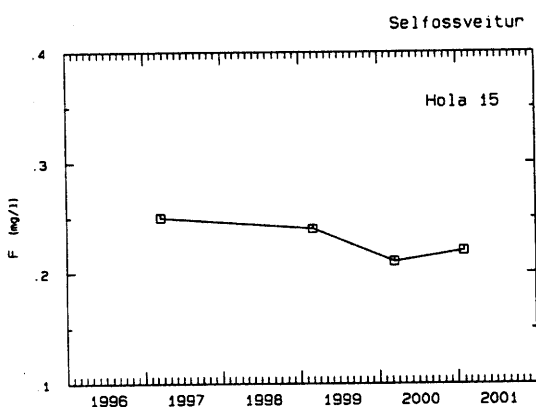
Mynd 51. Styrkur magnesíums í vatni úr holu 15.



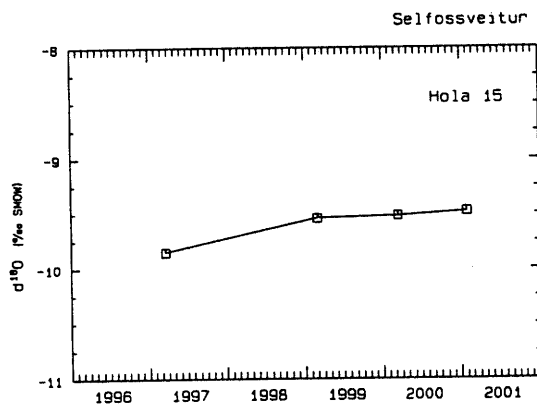
Mynd 52. Styrkur klóríðs í vatni úr holu 15.



Mynd 55. Styrkur bórs í vatni úr holu 15.

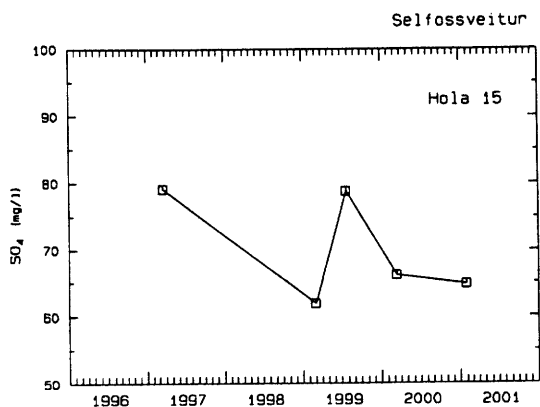


Mynd 54. Styrkur flúoríðs í vatni úr holu 15.

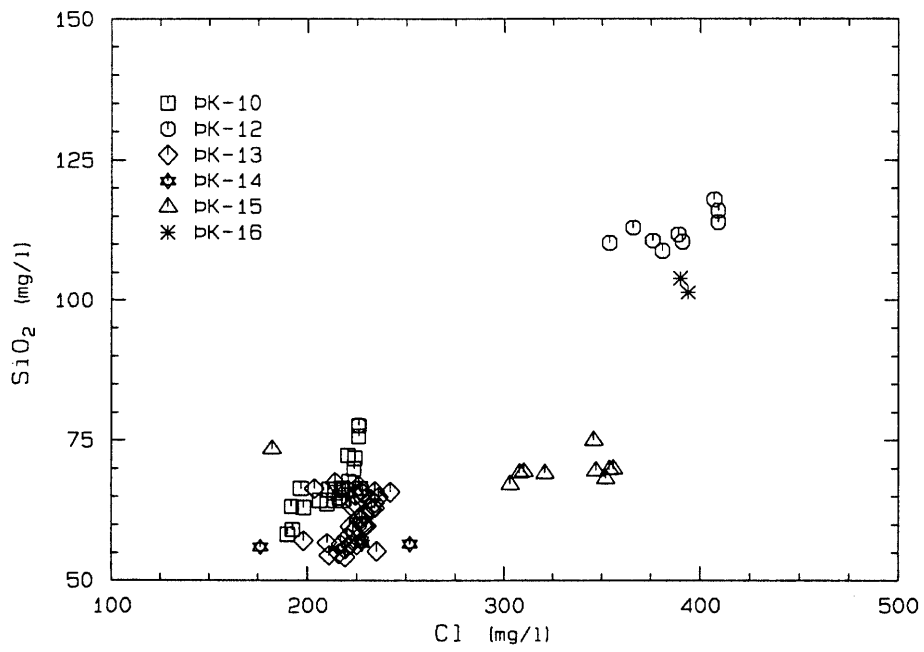


Mynd 57. Súrefnissamsætur í vatni úr holu 15.

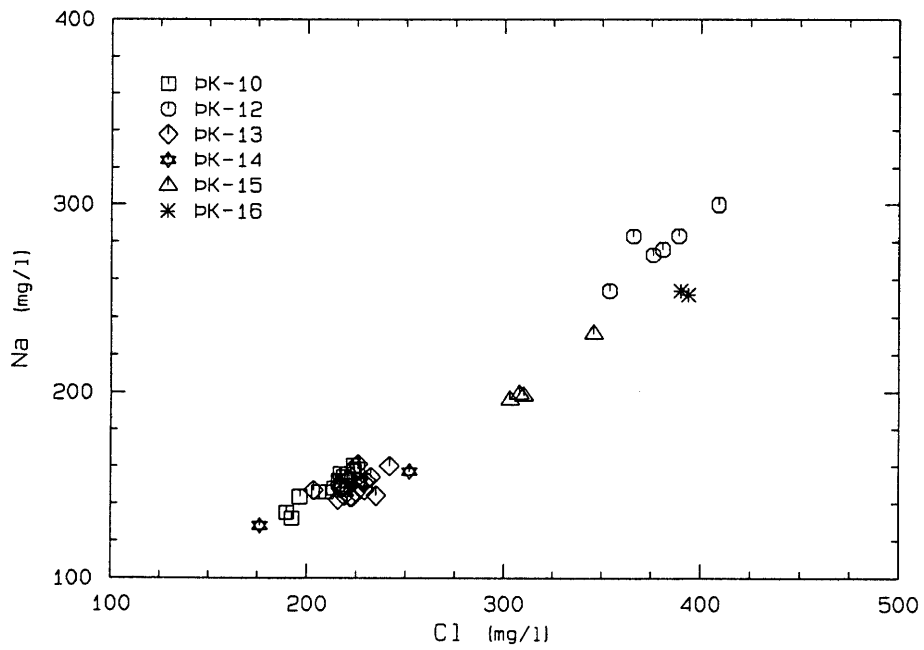
.so /os/mo/hitaveitur/selfoss/2000/h15tds.m  
Mynd 56. Uppleyst efni í vatni úr holu 15.



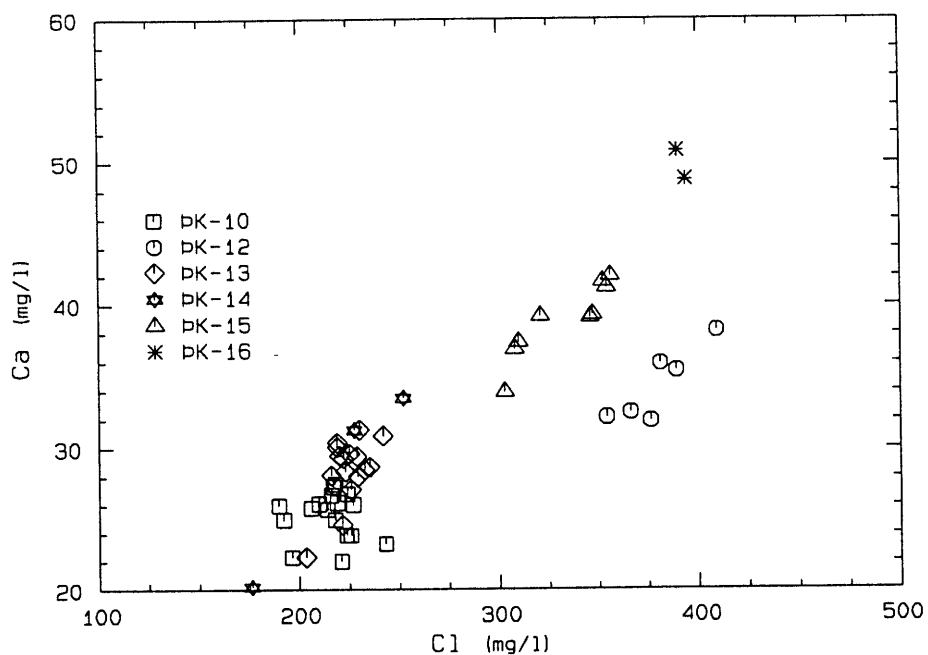
Mynd 53. Styrkur súlfats í vatni úr holu 15.



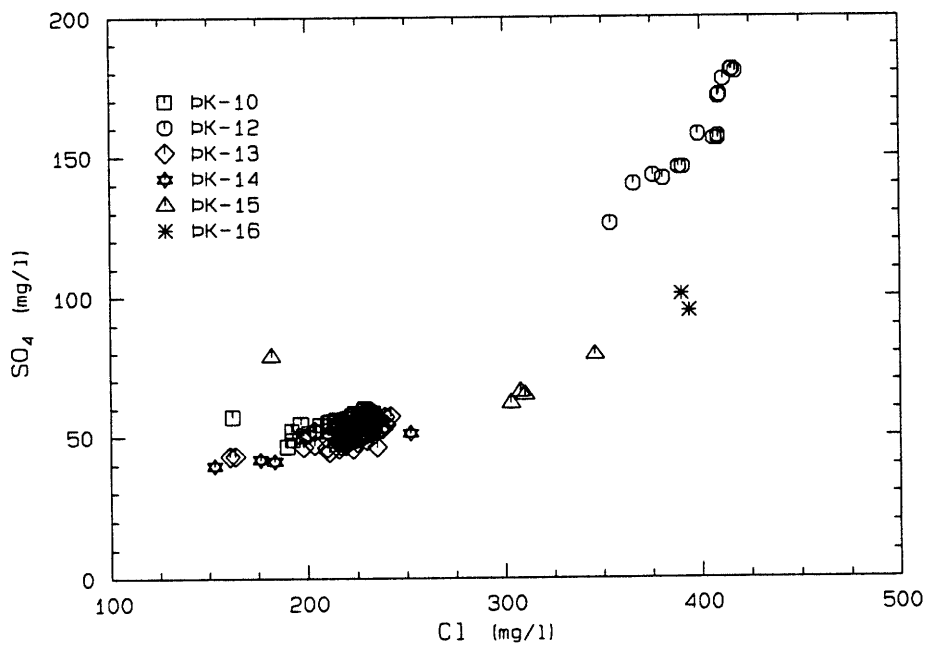
Mynd 58. Styrkur kísils og klóríðs.



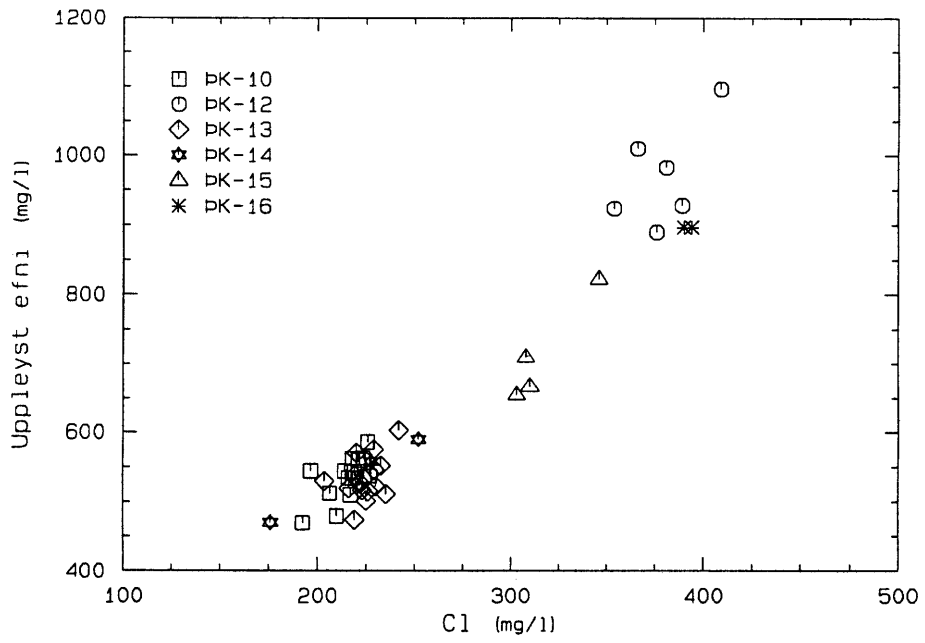
Mynd 59. Styrkur natríums og klóríðs.



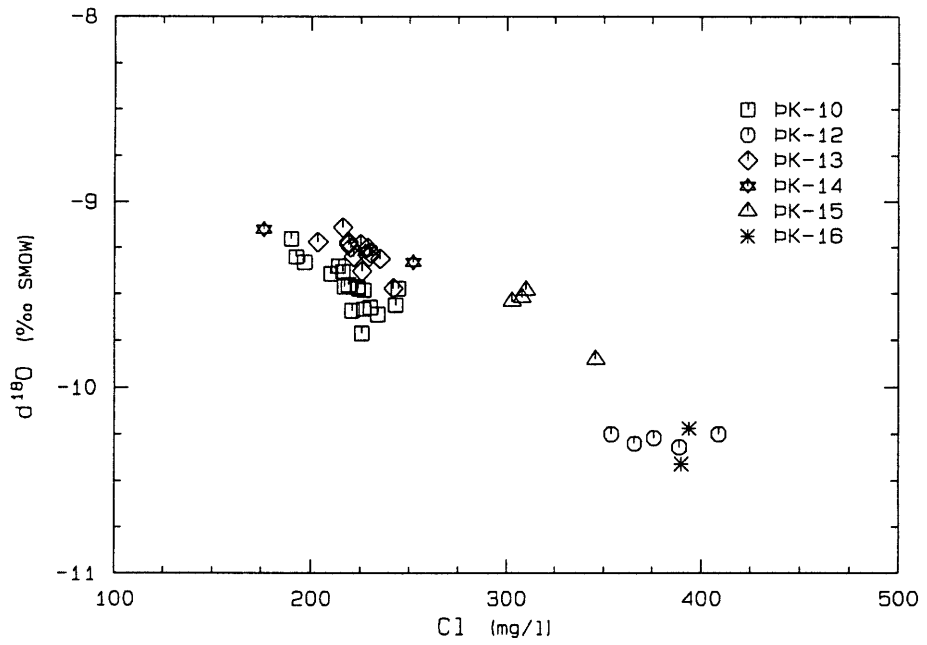
Mynd 60. Styrkur kalsíums og klóríðs.



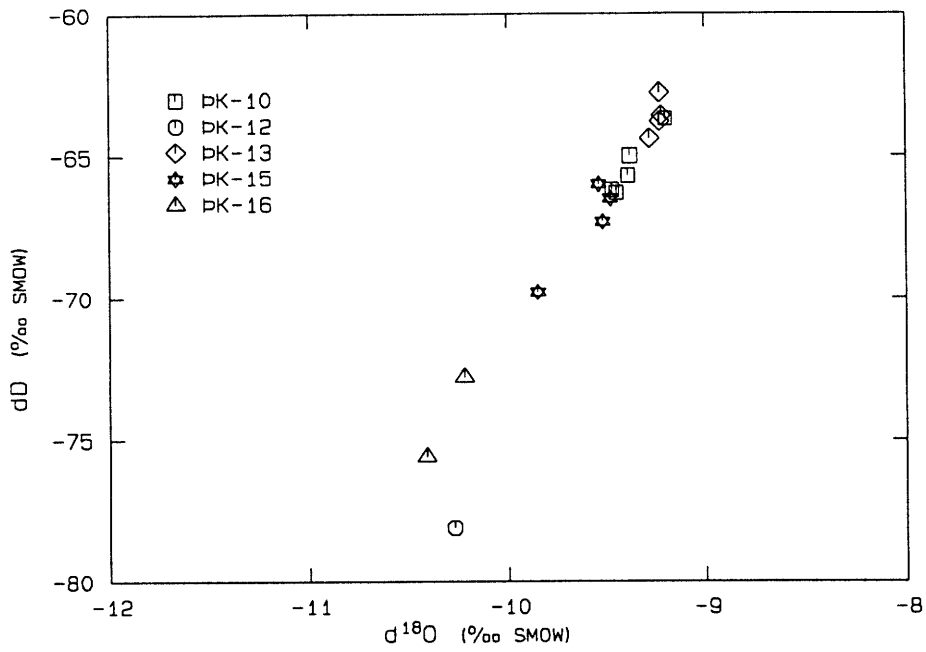
Mynd 61. Styrkur súlfats og klóríðs.



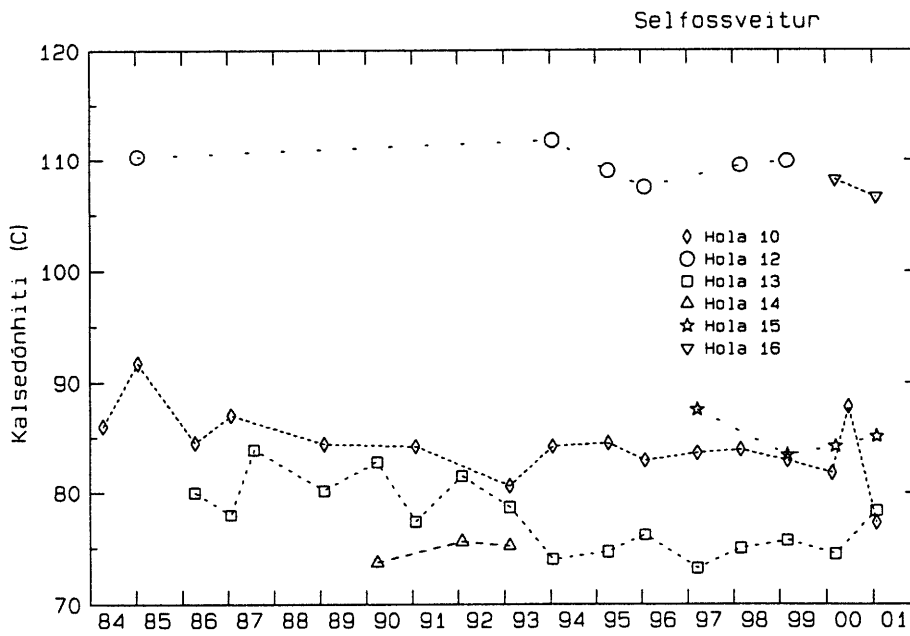
Mynd 62. Styrkur uppléstra efna og klóríðs.



Mynd 63. Súrefnissamsætur og klóríð.

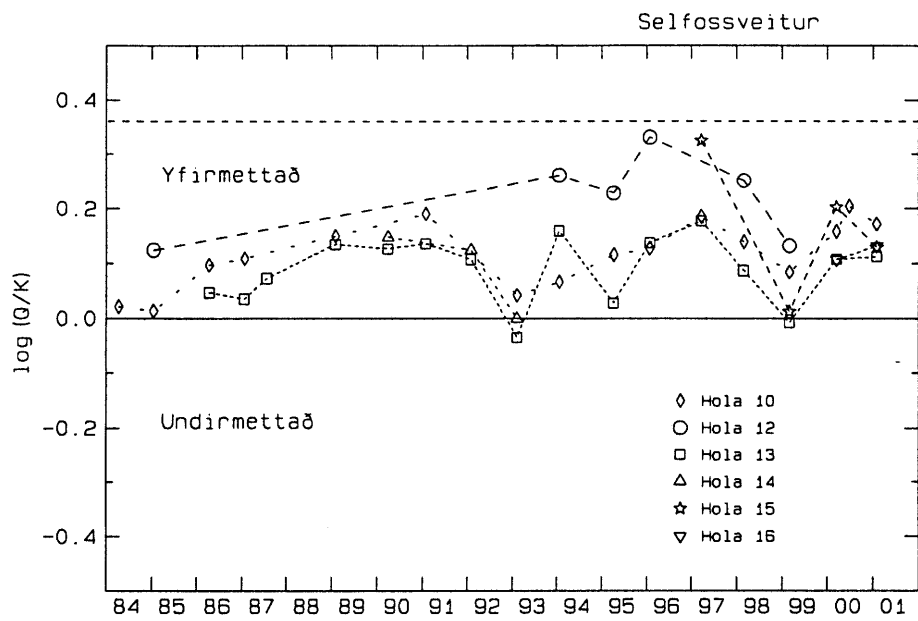


Mynd 64. Tengsl vetnis- og súrefnissamsætna.



Mynd 65. Kalsedónhiti vatns úr holum 10, 12, 13, 14, 15 og 16.





Mynd 66. Kalkmettun vatns úr holum 10, 12, 13, 14, 15 og 16.

## 5. HELSTU NIÐURSTÖÐUR

- Jarðhitakerfið við Laugardælur og Þorleifskot hefur kólnað ofan frá vegna niðurrennslis kalds grunnvatns allt frá því nýting þess hófst 1948. Reglulegar hitamælingar í nokkrum eftirlitsholum undanfarna áratugi hafa gefið skýra mynd af þessari kólnun. Efstu jarðlögin hafa kólnað mest og nær kælingin stöðugt dýpra niður í kerfið. Vel lek jarðlög hafa kólnað meira en þau þéttari, en efsti hluti kerfisins kólnar að meðaltali um rúma 1°C á ári. Kælingin nær nú orðið niður á 650 m dýpi við holu ÞK-8.
- Dýpkun kæliflutarins ræðst af þeim leiðum sem grunnvatnið finnur sér niður í jarðhitakerfið, en þær eru taldar stjórnast af vatnstökunni úr svæðinu (veldur niðurdrætti sem örvar aðstreymi kalds grunnvatns) og afstöðu lóðréttra vatnsleiðandi sprungna. Jarðskjálftar eins og urðu í júní 2000 hafa mikil áhrif á rennsli um þær. Eitthvað virðist hafa hægt á kælingunni í þeim jarðlögum sem kólnað hafa mest, nærri kælirásinni við austurjaðar vinnslusvæðisins, væntanlega vegna þess að hitinn er farinn að nálgast hita aðstreymisins. Jarðskjálftarnir í júní 2000 virðast ekki hafa aukið neitt við kælinguna þarna. Aukin kæling við holur ÞK-6, 7 og 8 má sennilega tengja skjálftunum, a.m.k. að hluta til.
- Langtímabreyting vatnsborðs í jarðhitakerfinu er mjög lítil vegna þess að vatnsforði endurnýjast með blöndu af jarðhitavatni og kaldara aðstreymi. Vatnsborð í eftirlitsholum hækkaði eftir skjálftana 2000, sennilega um 6-7 m, en sú breyting virðist gengin til baka árið 2001. Vatnsborðshækkun og aukin kæling við holur ÞK-6, 7 og 8 bendir til að kalt vatn hafi sturtast niður í kerfið eftir jarðskjálftana í júní 2000. Vegna staðsetningar kælingarinnar er líklegt að það hafi gerst um sprungu sem talin er vera milli holna ÞK-10 og ÞK-12.
- Talsverðar breytingar urðu á efnainnihald vatns úr holu 10 og nokkrar á vatni úr holu 13 í kjölfar jarðskjálftanna í júní 2000. Talið er líklegt að hlutur dýpri hluta jarðhitakerfisins hafi aukist tímabundið í holu 10 fyrst eftir skjálftana, síðan hafi hlutur kaldara vatns úr efri hluta kerfisins farið vaxandi. Hlutur vatns úr dýpri hluta jarðhitakerfisins hefur vaxið í holu 13.
- Kalsedónhiti hefur lítið breyst nema í holum 10 og 13, þar sem hann hækkaði umtalsvert í holu 10 í kjölfar jarðskjálftanna, en hefur síðan lækkað um einar 10°C. Í holu 13 hefur kalsedónhiti hækkað um u.þ.b. 5°C.
- Kalkmettun vatns úr öllum vinnsluholum hefur hækkað eftir lökkun árið 1999 og er nú svipuð og hún hefur verið undanfarin ár.
- Ekkert uppleyst súrefni mældist í heita vatninu úr holum 10, 13 og 15 og hvorki við inntak né úttak í miðlunargeymi.
- Í lokin er rétt að ítreka mikilvægi virks vinnslueftirlits hjá Selfossveitum. Á það bæði við um eftirlit með massatöku, vatnsborðsbreytingum, hitaástandi og efnainnihaldi. Atburðir sumarsins 2000 sýna m.a. glögglega nauðsyn þess að efla töku hlutsýna. Veiturnar vinna varma úr viðkvæmu jarðhitakerfi og nauðsyn stöðugar og öruggar gagnsöfnunar er óvíða brýnni.

## 6. HEIMILDIR

- Guðni Axelsson, 2001: Niðurstöður prófunar holu ÓS-01 í Ósaboðnum í mars/apríl 2001. Orkustofnun, Rannsóknasvið, greinargerð GAx-2001/05, 7s.
- Magnús Ólafsson, Guðni Axelsson og Grímur Björnsson, 2001: Um breytingar á jarðhitasvæðinu við Þorleifskot eftir jarðaskjálfta sumarsins 2000. Orkustofnun, MÓ/GAx/GrB-2001/07, 12s.
- Ómar Sigurðsson og Magnús Ólafsson, 1996: Selfossveitur. Eftirlit með jarðhitavinnslu 1995-1996. Orkustofnun, OS-96076/JHD-45 B, 39s.
- Ómar Sigurðsson og Magnús Ólafsson, 1998: Selfossveitur. Eftirlit með jarðhitavinnslu 1996-1997. Orkustofnun, OS-98004, 37s.
- Ómar Sigurðsson og Magnús Ólafsson, 1999: Selfossveitur. Eftirlit með jarðhitavinnslu 1997-1998. Orkustofnun, OS-99023, 23s.
- Ómar Sigurðsson og Magnús Ólafsson, 2000: Selfossveitur. Eftirlit með jarðhitavinnslu 1998-1999. Orkustofnun, OS-2000/017, 30s.



## **VIÐAUKI**

**Hitamælingar í eftirlitsholum**

Tafla V-1.

SELFOSSVEITUR

Hitamælingar við Þorleifskot 18. ágúst 2000

Holur Dagsetning Tími dags	ÞK-3 18-08 11:40	ÞK-4 18-08 12:45	ÞK-6 18-08 10:40	HT-11 18-08 12:10	HT-12 18-08 16:20	HT-15 18-08 17:20	HT-17 18-08 14:35	HT-18 18-08 18:00
Dýpi (m)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)
10.0					5.7	9.5	4.5	6.1
15.0				6.9				
20.0		14.6		9.8	5.5	14.0	4.8	7.2
30.0	19.1	24.1	20.7	15.8	6.8	18.9	5.6	9.0
35.0								10.7
40.0	28.6	33.1	28.0	20.9	9.2	25.7	6.9	12.5
50.0	38.0	40.2	33.9	25.7	12.0	30.1	7.9	14.5
60.0	45.1	46.7	40.4	30.1	14.9	33.7	9.1	14.6
70.0	51.6	52.9	45.8	34.2	17.7	36.5	10.1	17.4
80.0	57.3	55.8	49.4	37.8	20.5	38.3	11.6	20.4
90.0	58.9	56.1	51.6	41.5	23.5	39.1	13.1	23.9
100.0	57.3	53.3	52.4	44.3	27.3	39.7	14.9	26.3
110.0	52.2	47.9	50.7	46.7	30.3	39.7	16.5	26.7
120.0	44.1	37.6	44.0	48.4	32.3	36.9	18.3	24.5
130.0	36.4	26.8	33.7	49.8	33.9	31.6	19.9	22.3
140.0	34.1	21.2	23.1	50.1	35.8	25.7	23.9	24.0
150.0	31.4	18.7	21.2	50.2	38.0	17.5	24.9	28.3
160.0	26.9	18.1	18.5	49.1	40.2	15.3	26.2	30.3
170.0	26.1	17.1	17.6	44.2	42.3	16.7	27.5	30.0
180.0	26.7	17.4	16.8	43.9	44.0	18.4	28.4	25.3
190.0	27.7	18.3	19.2	43.9	45.7	19.5	29.1	16.8
200.0	29.4	19.2	21.5	43.8	47.2	21.0	29.8	18.4
210.0	29.1	20.6	25.0	43.8	48.5	29.1	30.2	17.5
213.0							30.4	
220.0	29.3	22.0	28.2	43.7	49.6	45.9		19.3
222.0				43.7	49.9			
230.0	29.1	22.3	29.6			57.6		31.1
240.0	29.9	22.0	31.0			65.0		39.5
250.0	31.6	22.8	32.2			68.7		42.5
253.0	31.9							
260.0		24.2	32.4			68.9		42.1
270.0		25.2	32.0			67.9		40.8
280.0		26.1	32.3			65.0		41.8
290.0		27.4	33.5			64.1		44.9
300.0		28.5	35.0			62.9		46.3
301.0						62.5		
310.0		29.4	37.1					46.6
313.0		31.2						
320.0			39.9					46.3
330.0			41.9					44.7
340.0			46.2					44.2
350.0			50.3					44.4
360.0			54.7					44.0
370.0			60.2					44.5
380.0			65.4					41.6
390.0			68.2					41.3

Tafla V-1. frh.

SELFOSSVEITUR

Hitamælingar við Þorleifskot 18. ágúst 2000

Holur Dagsetning Tími dags	ÞK-3 18-08 11:40	ÞK-4 18-08 12:45	ÞK-6 18-08 10:40	HT-11 18-08 12:10	HT-12 18-08 16:20	HT-15 18-08 17:20	HT-17 18-08 14:35	HT-18 18-08 18:00
Dýpi (m)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)
400.0			67.6					41.8
410.0			73.4					42.4
420.0			76.4					42.2
430.0			77.4					42.1
435.0								42.3
440.0			77.6					
450.0			77.1					
460.0			76.5					
470.0			75.3					
480.0			73.2					
490.0			70.4					
500.0			68.7					

Tafla V-2.

SELFOSSVEITUR

Hitamælingar við Þorleifskot 30. marz og 27. júní 2001

Holur Dagsetning Tími dags	ÞK-1 27-06 15:00	ÞK-3 27-06 15:45	ÞK-4 27-06 14:00	ÞK-6 27-06 11:50	ÞK-7 30-03 13:55	ÞK-8 30-03 14:30	HT-11 27-06 16:10	HT-15 27-06 17:00	HT-17 27-06 18:40	HT-18 27-06 19:35
Dýpi (m)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)
5.0					2.2	11.5				
10.0					2.3	11.5			4.9	
15.0	11.2				2.5	11.5	8.4		4.8	
20.0	14.8				2.6	11.6	10.6	15.0	4.9	7.7
25.0	18.4		20.0		2.9	11.8	13.6	16.3	5.2	8.6
30.0	22.1		23.9		3.3	12.0	16.3	19.5	5.8	9.4
35.0	25.7	17.3	28.6		3.8	12.3	18.8	22.6	6.4	9.1
40.0	29.1	29.2	32.9	29.7	4.4	12.6	21.4	26.3	6.9	11.0
45.0	32.6	33.7	36.9		5.0	13.0	23.6	27.7	7.5	12.2
50.0	35.5	34.3	40.1	35.3	5.9	13.6	26.0	30.6	8.1	13.0
55.0	39.6	42.4	43.2		6.8	14.2	28.3	32.5	8.6	14.0
60.0	43.8	45.5	46.7	40.9	7.8	15.1	30.4	33.9	9.1	15.0
65.0	46.9	48.8	49.9		8.9	16.2	32.4	35.4	9.6	16.4
70.0	49.6	51.6	52.8	46.0	10.3	17.2	34.5	36.5	9.3	17.6
75.0	51.1	54.8	54.7		11.9	18.4	36.3	37.5	11.0	19.4
80.0	51.9	57.0	55.7	49.3	13.9	19.8	38.4	38.2	11.9	20.9
85.0	52.1	58.0	56.2		16.0	21.5	40.0	39.0	12.6	22.5
90.0	51.8	58.1	56.2	51.1	18.1	23.7	41.8	39.2	13.3	24.3
95.0	50.9	57.6	55.3		20.2	25.4	43.3	39.7	14.2	26.0
100.0	49.5	56.3	53.4	51.2	48.8	27.8	44.7	39.7	15.0	26.5
105.0	47.5	54.3	51.4		49.7	29.8	45.9	39.8	15.8	27.0
110.0	43.4	51.4	48.1	48.7	49.5	49.5	46.9	39.6	16.3	27.2
115.0	37.9	47.0	44.6		48.3	52.0	47.9	38.8	17.5	26.7
120.0	30.6	43.6	38.6	41.2	46.3	52.2	48.8	36.5	18.3	26.0
125.0	24.0	40.5	32.0		43.3	52.1	49.7	33.7	19.3	25.8
130.0	20.0	37.0	26.8	30.4	38.2	51.5	50.0	30.6	20.6	26.3
135.0	18.8	35.7	25.6		32.4	50.4	50.2	27.0	22.1	26.0
140.0	17.9	34.9	22.7	23.5	25.3	49.2	50.3	23.0	24.6	25.8
145.0	17.7	33.6	20.0		23.2	47.7	50.4	19.3	25.2	26.8
150.0	17.5	31.8	19.1	21.2	22.7	45.8	50.4	15.6	25.7	27.9
155.0	18.1	29.5	18.9		22.0	43.1	50.0	15.1	26.2	29.0
160.0	19.0	26.9	18.8	18.9	21.9	40.1	49.3	15.0	26.8	30.1
165.0	24.4	26.1	18.8		22.0	37.2	42.7	15.6	27.5	30.5
170.0	25.4	26.2	17.8	17.9	22.0	34.9	42.7	16.8	27.9	30.7
175.0	26.6	26.5	17.6		21.6	33.2	42.7	17.9	28.3	29.9
180.0	28.5	26.8	17.7	17.8	21.3	31.7	42.7	18.5	28.8	28.3
185.0	30.2	27.3	18.2		21.8	31.2	42.8	19.1	29.2	25.9
190.0	32.0	27.6	18.4	19.7	22.4	31.2	42.8	19.7	29.5	21.5
195.0	33.5	28.2	18.7		23.5	31.9	42.8	20.3	29.8	12.8
200.0	35.0	29.6	19.4	21.9	25.1	32.8	42.7	21.0	30.2	13.5
205.0	36.3	29.4	19.8		26.5	32.6	42.6	24.4	30.5	13.8



Tafla V-2. frh.

SELFOSSVEITUR

Hitamælingar við Þorleifskot 30. marz og 27. júní 2001

Holur Dagsetning Tími dags	ÞK-1 27-06 15:00	ÞK-3 27-06 15:45	ÞK-4 27-06 14:00	ÞK-6 27-06 11:50	ÞK-7 30-03 13:55	ÞK-8 30-03 14:30	HT-11 27-06 16:10	HT-15 27-06 17:00	HT-17 27-06 18:40	HT-18 27-06 19:35
Dýpi (m)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)
210.0	37.5	29.0	20.4	26.0	27.5	32.3	42.6	30.7	30.6	13.9
213.0									30.6	
215.0	40.1	28.8	21.5		27.9	33.6	42.5	40.4		14.0
220.0	43.3	29.1	22.0	27.8	28.0	35.5	42.5	48.4		17.4
222.0							42.4			
225.0	44.4	29.0	22.3		27.4	37.5		54.8		23.1
230.0	45.5	28.8	22.3	29.1	25.7	39.5		59.4		32.2
235.0	46.5	29.3	21.8		24.0	41.1		63.5		27.4
240.0	47.2	30.0	21.8	30.3	24.7	41.8		66.4		41.7
245.0	48.1	30.9	22.2		25.8	42.1		68.4		43.6
250.0	48.4	31.8	22.6	31.4	27.3	47.7		69.5		44.4
253.0		32.1								
255.0	48.5		23.3		29.9	52.5		69.7		44.2
260.0	50.9		24.2	31.1	33.3	56.1		69.4		44.1
265.0	51.1		24.8		35.9	58.4		69.1		43.9
270.0	50.1		25.5	31.2	37.9	60.2		68.4		43.8
275.0	48.6		25.8		39.7	61.7		66.8		43.6
280.0	46.6		26.2	31.8	41.0	62.0		65.5		43.6
285.0	44.8		27.1		41.6	60.8		64.5		44.3
290.0	45.2		27.4	32.8	42.2	58.1		63.9		45.1
295.0	46.1		27.8		41.9	53.8		63.4		45.9
300.0	47.3		28.4	34.3	42.1	50.2		62.8		46.4
305.0	48.1		28.6		43.2	48.5				46.6
310.0	48.6		28.8	36.1	44.7	47.4				46.8
313.0			30.0							
315.0	49.0				46.6	47.1				46.6
320.0	49.3			38.6	48.4	46.5				46.5
325.0	49.7				49.1	46.2				46.0
330.0	51.2			39.9	50.8	46.1				45.3
335.0	53.4				51.7	46.0				44.9
340.0	56.0			43.5	52.6	46.3				44.8
345.0	51.2				54.0	46.3				44.6
350.0	60.0			48.1	55.3	45.7				44.3
355.0	61.4				56.7	46.0				44.4
360.0	62.4			52.5	58.4	48.9				44.3
365.0	63.0				60.5	50.5				43.9
370.0	63.4			59.8	62.3	51.4				43.2
375.0					64.3	52.7				42.4
380.0				64.5	66.6	54.5				42.0
385.0					68.8	57.0				41.7
390.0				66.3	71.0	58.1				41.8

Tafla V-2. frh.

SELFOSSVEITUR

Hitamælingar við Þorleifskot 30. marz og 27. júní 2001

Holur Dagsetning Tími dags	ÞK-1 27-06 15:00	ÞK-3 27-06 15:45	ÞK-4 27-06 14:00	ÞK-6 27-06 11:50	ÞK-7 30-03 13:55	ÞK-8 30-03 14:30	HT-11 27-06 16:10	HT-15 27-06 17:00	HT-17 27-06 18:40	HT-18 27-06 19:35
Dýpi (m)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)
395.0					72.7	59.2				42.0
400.0				65.9	74.2	60.3				42.3
405.0					75.8	57.6				42.6
410.0				72.3	78.2	61.9				42.7
415.0					78.9	63.4				42.6
420.0				75.1	79.4	62.0				42.6
424.0					79.9					
425.0						59.9				42.5
430.0				75.9		59.5				42.4
435.0						60.4				42.5
440.0				75.9		61.0				
445.0						63.6				
450.0				75.5		67.8				
455.0						71.3				
460.0				74.9		74.0				
465.0						75.4				
470.0				73.5		75.6				
475.0						75.9				
480.0				71.3		76.1				
485.0						76.0				
490.0				68.9		76.1				
495.0						76.9				
500.0				67.6		77.8				
505.0						78.5				
510.0						78.7				
515.0						78.5				
520.0						78.1				
525.0						77.9				
530.0						77.8				
535.0						77.6				
540.0						77.1				
545.0						76.6				
550.0						76.5				
555.0						77.4				
560.0						78.3				
565.0						79.2				
570.0						80.1				
575.0						81.7				
580.0						81.6				
585.0						80.4				

Tafla V-2. frh.

SELFOSSVEITUR

Hitamælingar við Þorleifskot 30. marz og 27. júní 2001

Holur	ÞK-1	ÞK-3	ÞK-4	ÞK-6	ÞK-7	ÞK-8	HT-11	HT-15	HT-17	HT-18
Dagsetning	27-06	27-06	27-06	27-06	30-03	30-03	27-06	27-06	27-06	27-06
Tími dags	15:00	15:45	14:00	11:50	13:55	14:30	16:10	17:00	18:40	19:35
Dýpi (m)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)
590.0						79.9				
595.0						79.6				
600.0						79.4				
605.0						79.2				
610.0						78.7				
615.0						77.1				
620.0						69.0				
625.0						67.9				
630.0						67.7				
633.8						67.3				

