



ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

Unnið

HITAVEITA SELF OSS

Eftirlit með jarðhitavinnslu 1990-1991

Ómar Sigurðsson
Magnús Ólafsson
Guðni Axelsson

Unnið fyrir Hitaveitu Selfoss

OS-91044/JHD-25 B

Nóvember 1991

HITAVEITA SELFOSS

Eftirlit með jarðhitavinnslu 1990-1991

Ómar Sigurðsson
Magnús Ólafsson
Guðni Axelsson

Unnið fyrir Hitaveitu Selfoss

OS-91044/JHD-25 B

Nóvember 1991

EFNISYFIRLIT

1. INNGANGUR	3
2. HITAMÆLINGAR VIÐ ÞORLEIFSKOT	3
2.1 Hola 1	4
2.2 Hola 3	4
2.3 Hola 4	5
2.4 Hola 6	5
2.5 Hola 7	5
2.6 Hola 8	5
2.7 Hola 9	6
3. HITABREYTINGAR Í VINNSLUSVÆÐINU	6
4. EFNASAMSETNING JARÐHITAVATNS	7
5. HELSTU NIÐURSTÖÐUR HEIMILDIR	9
VIÐAUKI: Hitamælingar	9
	21

TÖFLUSKRÁ

1. Yfirlit hitamælinga	3
2. Klóríðgreiningar á sýnum úr holu 13	7
3. Klóríðgreiningar á sýnum úr holu 14	7
4. Efnasamsetning vatns úr holum 10 og 13	8

MYNDIR

1. Hiti í holu 3	10
2. Hiti í holu 4	11
3. Hiti í holu 6	12
4. Hiti í holu 7	13
5. Hiti í holu 8	14
6. Hiti í holu 9	15
7. Hiti á 100-120 m dýpi	16
8. Hiti á 200-220 m dýpi	16
9. Hiti á 280-300 m dýpi	17
10. Hiti á 400-410 m dýpi	17
11. Hiti á 500 m dýpi	18
12. Hiti á 600 m dýpi	18
13. Styrkur klóríðs í jarðhitavatni úr holu 10	19
14. Styrkur klóríðs í jarðhitavatni úr holum 13 og 14	19

1. INNGANGUR

Í skýrslu þessari er fjallað um hitamælingar í eftirlitsholum á vinnslusvæði Hitaveitu Selfoss við Þorleifskot og eftirlit með efnainnihaldi heits vatns úr vinnsluholum veitunnar. Eru það þættir í eftirliti með vinnslu jarðhita á jarðhitasvæðinu við Þorleifskot. Í marz 1989 var gerður samningur milli Hitaveitu Selfoss og Orkustofnunar um slíkt eftirlit. Samkvæmt samningnum skal hitaveitan fylgjast með dælingu úr svæðinu, vatnsborði og hitastigi vatns auk þess að taka af og til vatnssýni til efnagreininga. Orkustofnun á skv. samningnum að sjá um árlegar hitamælingar í eftirlitsholum, töku vatnssýna einu sinni á ári, efnagreiningar og samantekt gagna um vinnslu og breytingar í jarðhitakerfinu.

Undanfarin ár hefur vinnslueftirliti af hálfu hitaveitunnar verið verulega áfátt. Má þar nefna að svo til engin gögn eru tiltæk um vatnsvinnslu, vatnsborð og hita vatns undanfarin ár. Mjög brýnt er að bætt verði úr þessu, því virkt vinnslueftirlit er afar mikilvægt. Reynslan hefur sýnt að jarðhitinn er ekki óþrjótandi orkulind. Við Þorleifskot sést það mjög greinilega á mikilli kólnun jarðhitakerfisins undanfarna áratugi. Virkt vinnslueftirlit er forsenda þess að hægt sé að meta afkastagetu jarðhitakerfisins við Þorleifskot og áætla kólnun þess í framtíðinni.

2. HITAMÆLINGAR VIÐ ÞORLEIFSKOT

Þann 11. júlí 1991 var reynt að hitamæla þær holur á vinnslusvæði Hitaveitu Selfoss sem fylgst hefur verið með reglulega síðustu ár. Það eru holur 3, 4, 6, 7 og 8 við Þorleifskot. Auk þess bætist hola 9 við þennan hóp, þar sem henni var breytt í eftirlitsholu fyrr á þessu ári. Hitamælingarnar eru hluti af árlegu eftirliti, sem Orkustofnun hefur sinnt fyrir hitaveituna, til að fylgjast með hitabreytingum í jarðhitakerfinu við Þorleifskot. Ekki tókst að mæla í öllum holunum í júlí, eins og til stóð, því hitamælirinn festist á 234 m dýpi í holu 6 og tókst ekki að losa hann. Hann var því slitinn af kaplinum. Þær holur sem urðu eftir voru hitamældar 19. september og hola 6 þann 1. október 1991. Nánar er fjallað um mælingarnar í einstökum holum hér á eftir, en yfirlit yfir mælingarnar er birt í töflu 1. Mælingarnar eru birtar í töflum í viðauka og sýndar á myndum 1-6. Á myndunum eru einnig sýndar síðustu mælingar úr holunum til samanburðar. Myndir 7-12 sýna síðan hitabreytingar sem hafa orðið á ákveðnu dýpi í mæliholunum frá árinu 1984.

TAFLA 1. Yfirlit hitamælinga

Dagsetning	Hola	Mælir	Dýptarbil
91.09.19	Hola-3	RH-rúlla	0 - 253 m
91.07.11	Hola-4	RH-rúlla	0 - 313 m
91.10.01	Hola-6	RH-rúlla	0 - 440 m
91.09.19	Hola-7	GO-mælir	0 - 426 m
91.07.11	Hola-8	GO-mælir	0 - 634 m
91.07.11	Hola-9	GO-mælir	0 - 1060 m
Alls mældir metrar			3.126 m

Vatnsborð var einnig mælt í eftirlitsholunum. Vatnsborðið og mældýpi miðast við steypuborð utan við mælirörin, sem er nálægt yfirborði jarðvegs við hverja holu. Vatnsborð í holunum fannst á eftirfarandi dýpum:

Hola-1	13,42 m	þann 11/7 kl 21:20
Hola-1	16,40 m	þann 19/9 kl 17:35
Hola-3	30,11 m	þann 11/7 kl 16:40
Hola-3	48,39 m	þann 19/9 kl 14:05
Hola-4	21,44 m	þann 11/7 kl 15:15
Hola-4	25,35 m	þann 19/9 kl 17:38
Hola-6	25,35 m	þann 11/7 kl 15:40
Hola-6	49,11 m	þann 19/9 kl 17:30
Hola-7	26,23 m	þann 11/7 kl 21:15
Hola-7	50,30 m	þann 19/9 kl 14:40
Hola-8	25,88 m	þann 11/7 kl 19:35
Hola-8	54,06 m	þann 19/9 kl 17:45
Hola-9	32,79 m	þann 11/7 kl 21:00

Eins og sést af vatnsborðstölunum lækkar vatnsborðið töluvert milli mælinganna í júlí og september. Þetta stafar af því að með haustinu er hitaveitan að auka vatnstöku sína af svæðinu umfram það sem var yfir sumarmánuðina. Þá sést að vatnsborðslækkunin er mest næst aðal vinnsluholunum. Holur 1 og 4 sýna litlar vatnsborðsbreytingar miðað við hinar holurnar. Ástæðan er sú að þegar mælirör var steyppt í þær á sínum tíma var það haft lokað og ekki gert ráð fyrir að þær yrðu notaðar til að fylgjast með vatnsborðsbreytingum. Engu að síður sýna vatnsborðsbreytingar að mælirörin eru ekki fyllilega þétt og að holurnar eru í veikri þrýstisambandi við jarðhitakerfið.

2.1 Hola 1

Hola 1 er staðsett nokkrum metrum austan við bragga suður af holu 9 og er um 372 m djúp. Ekki hefur verið hægt að hitamæla holuna frá því 1984 vegna beygju á mæliröri rétt ofan við jörð, en rörið nær tæpan 1 m upp úr holunni. Nauðsynlegt er að skorið verði ofan af rörinu neðan beygjunnar, það snittað og settur á það tappi eða bætt ofan á það aftur. Þetta er minni háttar aðgerð og bent hefur verið á hana nokkrum sinnum áður, en hún myndi gera holuna aftur nýtilega sem eftirlitsholu. Mikilvægi holunnar fer vaxandi, þar sem hola 3 er stífluð, til að ákvarða rennslisstefnu kalds grunnvatns inn í jarðhitakerfið.

2.2 Hola 3

Hola 3 er í útjaðri vinnslusvæðisins nokkuð norður af holu 9. Holan er um 365 m djúp. Í fyrra var holan stífluð af steini á um 171 m dýpi. Áhugavert er að vita hitann í holunni á meira dýpi, sérstaklega neðan 300 m, en á 300-350 m dýpi hefur orðið veruleg kólnun við holu 7 á síðustu árum. Hola 4 nær tæplega niður á þetta dýpi og hefur ekki sýnt sambærilega kólnun niður við botn. Ef hola 3 sýndi svipaða kælingu myndi það nýtast til að áætla stefnu kalds grunnvatnsstraums inn í jarðhitakerfið. Því var byrjað á að reyna að reka steininn niður með því að hamra á honum með léttu lóði. Þannig tókst í áföngum að reka hann niður í 190 m, 215 m og 253 m dýpi. Lóðið vildi festast í þessum dýpum svo einhverjar brúnir eru innan í mælirörinu sem lóðið nær að krækja undir.

Holan var síðan hitamæld niður á 253 m dýpi. Í efstu 170 metrunum er hiti svipaður og í fyrra. Þar fyrir neðan sýnir mælingin svipaða kælingu og fyrri mæling benti til og samsvarar venju-
legum kólnunarhraða jarðhitakerfisins á því dýpi. Æskilegt er að reynt verði að hamra fyrir-
stöðuna (steininn) til botns í holunni af ástæðum sem fyrr eru nefndar.

2.3 Hóla 4

Hóla 4 er nokkrum metrum austan við hól 9. Holan var síðast mæld í júlí 1990. Töluverð
kæling kemur fram í holunni milli mælinga. Kælingin er nokkuð jöfn yfir alla hóluna og nemur
um 2,5 til 3°C að jafnaði. Þetta er nokkuð meira en sú meðalkæling sem talin er vera á
svæðinu. Hins vegar er kælingin ekki alltaf jöfn milli ára, eins og sjá má á myndum 7 til 12,
heldur getur gerst í stökkum. Svipað kælingarmynstur virðist einnig koma fram í hól 6 núna.

2.4 Hóla 6

Hóla 6 er staðsett nokkuð suður af hól 9 og suðvestan bragga. Þegar verið var að hitamæla
hóluna í júlí festist hitaskynjarinn á 234 m dýpi innan í mælirörinu. Ekki tókst að losa hann og
varð því að slíta hann frá mælikaplinum. Því var ekki hægt að klára mælingar í öðrum hólum á
svæðinu á þeim tíma. Í september var hitaskynjarinn hamraður til botns með léttu lóði, en
greinilega varð þá vart við töluverðar fyrirstöður í mælirörinu. Ekki hefur áður orðið vart við
svo miklar fyrirstöður þar og aldrei festur. Ekki er vitað hvað veldur þessu. Helstu dýpi þar
sem lóð og skynjari vildu festast voru 234 m, 325 m og 347 m. Auk þess varð vart fyrirstaðna
víða á leið til botns á 496 m dýpi (285, 294, 316, 322, 335, 345, 405, 446, 451, 459, 464, 470, 475,
483, 488, 493 m).

Holan var síðast mæld í júlí 1990. Litlar hitabreytingar höfðu þá orðið frá árinu á undan. Nú
hefur hins vegar orðið töluverð kæling yfir alla hóluna þegar miðað er við mælinguna frá síð-
asta ári. Kólnunarmynstrið er mjög líkt því sem kemur fram í hól 4 og getið er hér á undan.
Kólnunin milli ára er um 3°C í efstu 250 metrunum, en um rúmar 4°C þar fyrir neðan.

2.5 Hóla 7

Hóla 7 er staðsett rúmum 30 m vestan við hól 9 og um 12 m vestan hól 14. Hóla 7 er nú um
426 m djúp og var sú mælihóla sem mest var notuð til að fylgjast með vatnsborðs- og hita-
breytingum í vinnslusvæðinu. Hún var síðast mæld í fyrrasumar eftir nokkurt hlé.

Hitamælingunni nú svipar mjög til mælingarinnar frá því í fyrrasumar. Í efstu 260 metrunum
er hiti nú um 1°C lægri en í fyrra. Á dýptarbilinu 280-350 m, þar sem mest kæling hefur orðið
á síðustu árum, er hiti hins vegar allt að 3°C hærri en í fyrra. Það breytir þó litlu um heildar
kælinguna, en meðalkælingarhraðinn verður minni og nær því sem áður var talinn. Eins og
áður hefur verið minnst á væri fróðlegt að vita hvort sambærileg kæling hafi átt sér stað á
þessu dýptarbili við hól 3. Fyrir neðan 350 m dýpi er holan aftur örlítið kaldari, en í síðustu
hitamælingu.

2.6 Hóla 8

Hóla 8 er skammt sunnan við hól 13 og var henni breytt í mælihól í marz 1986. Fyrir borun
hól 13 var hól 8 ein af vinnsluhólum veitunnar. Mælirör hól 8 nær niður á 634 m dýpi og er
opið í neðri endann. Í febrúar 1987 var holan nokkurn vegin komin í jafnvægi við sitt umhverfi
eftir breytinguna úr vinnsluhól í mælihól. Síðustu ár hefur orðið vart kælingar í holunni nið-
ur á rúmlega 500 m dýpi.

Þegar hitamælingin í ár er borin saman við mælinguna frá síðasta ári sést að litlar hitabreyt-
ingar hafa orðið í holunni niður á rúmlega 550 metra dýpi. Í opna hluta holunnar neðst í henni

var hiti hækkandi fyrstu þrjú árin eftir breytingarnar á holunni. Síðastliðin tvö ár hefur hiti hins vegar lækkað töluvert neðst í holunni, sem bendir til að kæling í jarðhitakerfinu nái nú vel niður fyrir 600 m dýpi.

2.7 HOLA 9

Hola 9 er staðsett nær mitt á milli hola 4 og 14 við austurjaðar vinnslusvæðis Hitaveitu Selfoss. Holan var boruð í lok árs 1976 í rúmlega 1340 m dýpi. Holan var nýtt sem vinnsluhola og síðar sem varahola fram til ársins 1985. Frá 1985 og þar til holunni var breytt í mælingaholu í byrjun maí 1991 var engu dælt úr henni. Fljótlega var vitað að töluvert niðurrennsli var í holunni, þegar ekki var dælt úr henni. Rennslið kom úr æðum á um 250 m dýpi og kringum 300 m dýpi og streymdi niður holuna aðallega í æð á rúmlega 900 m dýpi (Jens Tómasson 1980). Hola 13 var boruð um sumarið 1985 og eftir að hún var virkjuð í ársbyrjun 1986 varð ljóst að hola 9 yrði lítið notuð eftir það. Í ársbyrjun 1987 lagði Orkustofnun til að steipt yrði í efstu æðar holu 9 til að hefta niðurrennslið í henni (Jens Tómasson ofl. 1987). Ekkert varð úr því þar til holu 9 var breytt í mælingaholu í maí 1991 með því að steipt var í hana 2" mælirör. Holan er nú um 1302 metra djúp.

Eftir að mælirör var steipt í holu 9 og niðurrennslið þar með stöðvað í henni hefur hún verið að hitna. Minnst er hitnunin við æðina á um 900 m dýpi, þar sem kælingin hefur orðið einna mest á síðustu árum. Þegar holan var hitamæld í júlí í sumar er hún langt frá því að hafa náð hitajafnvægi við sitt umhverfi eftir breytinguna. Því er lítið hægt að segja um hitaástand jarðhitakerfisins við holuna að svo stöddu. Fróðlegt yrði að mæla holuna aftur nú í vetur (t.d. í desember) til þess að fylgjast með hversu hratt hún hitnar.

3. HITABREYTINGAR Í VINNSLUSVÆÐINU

Myndir 7-12 sýna hitabreytingar sem hafa orðið á mismunandi dýpi í mæliholunum á vinnslusvæði Hitaveitu Selfoss við Þorleifskot frá 1984. Myndirnar sýna að jarðhitakerfið fer kólnandi og nær kælingin niður á rúmlega 600 m dýpi. Niður á rúmlega 200 m dýpi virðist kælingarhraðinn vera svipaður í öllum mæliholunum, sem getur merkt að kælingin sé svipuð yfir allt jarðhitasvæðið við Þorleifskot niður á rúmlega þetta dýpi. Dýpra gerist kælingin meira í stökkuum, sem ráðast af því hvernig grunnvatnið finnur sér leið niður í jarðhitakerfið. Þannig má benda á kælinguna á 300-350 m dýpi í holu 7, sem gæti einnig hugsanlega verið við holu 3. Sama dýptarbil í holu 6 er einnig tiltölulega kalt. Áhugavert er að ná mælingu úr holu 3 á þessu dýptarbili og þannig kanna hvort kæliás sé til staðar, sem gæti merkt að grunnvatnsrennslið komi úr ákveðinni átt inn í jarðhitakerfið. Í vatnsæðum niður við botn holu 8 á rúmlega 600 m dýpi er nú nokkuð ör kólnun. Kælingin í jarðhitakerfinu nær því nú orðið vel niður fyrir 600 m dýpi.

Almennt er talið að efsti hluti jarðhitakerfisins við Þorleifskot kólni að jafnaði um rúmlega 1°C á ári og að kæliflöturinn dýpki að jafnaði um rúmlega 35 m á ári. Orsök kælingarinnar er sú, eins og komið hefur fram í ýmsum skýrslum og greinargerðum um svæðið, að vatnstakan úr svæðinu veldur niðurdrætti, sem aftur örvar aðstreymi kalds grunnvatns inn í jarðhitakerfið. Grunnvatnið hitnar síðan með varmanámi úr berginu, en bergið kólnar. Grunnvatnið blandast síðan jarðhitavatninu og viðheldur þrýstingi í jarðhitakerfinu, þannig að við langtíma vinnslu lækkar vatnsborð ekki mjög ört á svæðinu.

4. EFNASAMSETNING JARÐHITAVATNS

Jarðhitadeild Orkustofnunar hefur um langt árabil fylgst með efnasamsetningu vatns úr vinnsluholum Hitaveitu Selfoss. Nú orðið tekur Orkustofnun sýni af vatni til efnagreininga úr vinnsluholum veitunnar einu sinni á ári, samkvæmt vinnslueftirlitssamningi en í honum er einnig gert ráð fyrir að veitan taki sýni annan hvern mánuð til klóríðgreininga (seltumælinga). Verulegur misbrestur hefur orðið á að þessi sýni berist til Orkustofnunar, og reyndar hefur aðeins eitt slíkt sýni borist frá miðju ári 1990.

Í töflum 2 og 3 eru sýndar niðurstöður klóríðgreininga á þeim sýnum úr holum 13 og 14, sem hitaveitan hafði sent til Orkustofnunar á árunum 1989 og 1990.

TAFLA 2. Klóríðgreiningar á sýnum úr holu 13

Dagsetning	Númer	Cl (mg/kg)	SO ₄ (mg/kg)
89-09-15	89-0140	227	55.1
89-10-01	89-0141	229	55.7
89-10-15	89-0142	224	54.3
89-10-30	89-0143	228	54.9
89-11-15	89-0144	222	53.7
89-12-04	89-0145	220	52.8
90-01-02	90-0049	216	48.3
90-01-30	90-0050	219	48.9
90-02-12	90-0051	218	48.8
90-03-03	90-0052	221	49.9
90-03-19	90-0053	219	48.5
90-04-10	90-0340	230	48.8
90-05-01	90-0341	232	51.6
90-05-16	90-0342	228	51.0
90-06-04	90-0343	230	51.4
90-07-16	90-0344	236	52.7
90-08-14	90-0345	237	53.1

TAFLA 3. Klóríðgreiningar á sýnum úr holu 14

Dagsetning	Númer	Cl (mg/kg)	SO ₄ (mg/kg)
90-03-22	90-0059	152.9	39.8
91-04-03	91-0157	183.6	41.3

Þann 29. janúar 1991 voru tekin sýni til efnagreininga úr holum 10 og 13, sem nú eru aðalvinnsluholur hitaveitunnar. Hiti og súrefni voru greind við sýnatöku, en sýrustig, karbónat og brennisteinsvetni samdægurs. Önnur efni voru greind á efnarannsóknarstofu Orkustofnunar síðar. Niðurstöður efnagreininganna eru sýndar í töflu 4. Þar eru einnig sýndar niðurstöður greininga á vatni úr holu 13 frá árunum 1987, 1989 og 1990 og úr holu 10 frá árunum 1987 og 1989. Í töflunni sést að efnastyrkur vatnsins er nokkuð hár miðað við lághitavatn og því er meiri hættu á súrefnistæringu og útfellingum en ella.

TAFLA 4. Efnasamsetning vatns úr holum 10 og 13 (mg/l)

Staður	Hola 10	Hola 10	Hola 10	Hola 13	Hola 13	Hola 13	Hola 13
Dagsetning	87-01-21	89-01-30	91-01-29	87-01-21	89-01-30	90-03-29	91-01-29
Hiti (°C)	79,0	77,6	75,0	75,0	78,0	75,0	75,6
Sýrustig (pH/°C)	8,6/23	8,6/22	8,6/23	8,7/23	8,7/23	8,7/23	8,7/23
Kísill (SiO ₂)	70,0	64,4	66,6	59,7	62,7	65,8	59,9
Natríum (Na)	160	146	152	153	154	160	143
Kalíum (K)	4,8	4,5	4,6	3,7	4,6	4,5	4,1
Kalsíum (Ca)	23	25	27	25	28	31	28
Magnesium (Mg)	0,08	0,07	0,08	0,06	0,06	0,05	0,07
Karbónat (CO ₂ (t))	28	27	28	21	20	19	22
Súlfat (SO ₄)	59	54	53	50	52	57	46
Brennist.vetni (H ₂ S)	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Klóríð (Cl)	224	206	218	222	232	242	223
Flúoríð (F)	0,23	0,22	0,21	0,23	0,23	0,22	0,21
Uppleyst efni	563	512	-	527	552	603	515
Súrefni (O ₂)	0,01	0,005	0	0,01	0	0	0

Við sýnatöku í janúar-mánuði síðastliðnum mældist hiti vatnsins við holutopp 75,0°C á holu 10 og 75,6°C á holu 13. Á báðum þessum stöðum mældist ekkert uppleyst súrefni í vatninu, sem er í góðu samræmi við mælingar árið áður. Hiti og súrefnismagn var einnig mælt við inntak í miðlunartank og í dælustöð líkt og gert var árið áður. Hiti vatnsins mældist á báðum þessum stöðum 74,5°C. Ekkert súrefni mældist við inntakið og aðeins 0,002 mg/l í dælustöð. Þetta er svo lítill styrkur að telja verður að á þeim tíma sem mælingin fór fram hafi nánast engin súrefnisupptaka átt sér stað í miðlunartanknum. Þetta er mikil bót frá því sem áður var.

Í þeim gögnum, sem til eru um efnastyrk vatnsins, kemur fram að selta þess er nokkuð breytileg frá einum tíma til annars. Einnig kemur fram í gögnum þessum að selta vatns úr einstökum holum hefur yfirleitt lækkað með tíma vegna aukinnar blöndunar kalds grunnvatns við jarðhitavatnið. Myndir 13 og 14 sýna styrk klóríðs í vatni úr holum 10 og 13. Á mynd 14 eru einnig sýndar niðurstöður úr þremur sýnum sem til eru úr holu 14.

Á myndum þessum má, þegar gögnin eru næg, sjá árstíðasveiflu sem stafar af mismikilli dælingu úr holunum. Á veturnum er dæling mikil en síðan er dregið úr henni yfir sumarmánuðina. Þegar dæling er aukin lækkar þrýstingur heita vatnsins í jarðhitageyminum og hlutur kalda grunnvatnsins í vatninu sem upp er dælt eykst að sama skapi. Í ýmsum fyrri skýrslum Orkustofnunar hefur verið fjallað um hinn mikla mun sem er á efnasamsetningu jarðhitavatnsins djúpt í jarðhitageyminum og kalda grunnvatnsins í Þjórsárhrauni. Þar sem ekki eru til neinar upplýsingar um það magn sem dælt er úr holunum er erfitt að gera nákvæman samanburð á áhrifum breytilegrar dælingar á hlutföllin milli heita og kalda vatnsins en klóríðgreiningarnar sýna að um talsverð áhrif er að ræða. Á mynd 14 er ekki sýnileg langtímabreyting í styrk klóríðs í vatni úr holu 13, en þau eru hins vegar augljós á mynd 13 fyrir holu 10.

Þar sem einungis eru til þrjár klóríðgreiningar á vatni úr holu 14 er ekki unnt að sjá hvort sambærilegar breytingar koma fram þar. Þó er augljóst að fyrsta sýnið, frá því í mars 1990, er mengað af skolvatni frá borun holunnar.

5. HELSTU NIÐURSTÖÐUR

- Gera þarf við efsta hluta mælirörs í holu 1 svo hún nýtist aftur sem mælihol. Reyna þarf áfram að losa stíflu úr holu 3, sem nú er á 253 m dýpi, svo hún nýtist að fullu sem mælihol.
- Vart varð við festur í holum 3 og 6 þegar þær voru mældar í sumar. Í holu 6 varð af þeim sökum að slíta mælikapalinn frá hitamælinum í einni festunni. Svo alvarlegra fyrirstaðna hefur ekki orðið vart áður í holunum og er ekki vitað hvað veldur þeim.
- Hóla 9, sem breytt var í mæliholu í maí 1991, var ekki komin í hitajafnvægi við sitt umhverfi í júlí. Holan var enn að hitna á dýptarbilinu 250-980 m sem hafði kólnað verulega af völdum niðurrennslis í holunni. Fróðlegt yrði að mæla holuna aftur í vetur.
- Upphitun grunnvatns, sem streymir inn í jarðhitakerfið, kælir efsta hluta þess um rúmlega 1°C á ári. Kólnunin hefur verið svipuð á undanförunum árum og nær nú niður á rúmlega 600 m dýpi.
- Þegar gögn um efnastyrk vatns úr holum 10 og 13 eru næg, kemur fram árstíðasveifla í styrk klóríðs (seltu). Sveiflu þessa má rekja til breytilegrar dælingar úr holunum.
- Selta vatns úr holu 10 hefur lækkað nokkuð frá því um 1980, en slík breyting er ekki merkjanleg í holu 13 frá því dæling hófst úr henni árið 1986.
- Ekkert uppleyst súrefni mældist í heita vatninu við holutoppa og upptaka súrefnis í miðunartank var nánast engin.
- Í lokin er rétt að ítreka mikilvægi þess að eftirlit Hitaveitu Selfoss með vatnsvinnslu, vatnsborði og hita vatns verði bætt sem fyrst auk þess að sýni til klóríðgreininga verði tekin úr vinnsluholum hitaveitunnar annan hvern mánuð og þau send til efnagreininga á Orkustofnun.

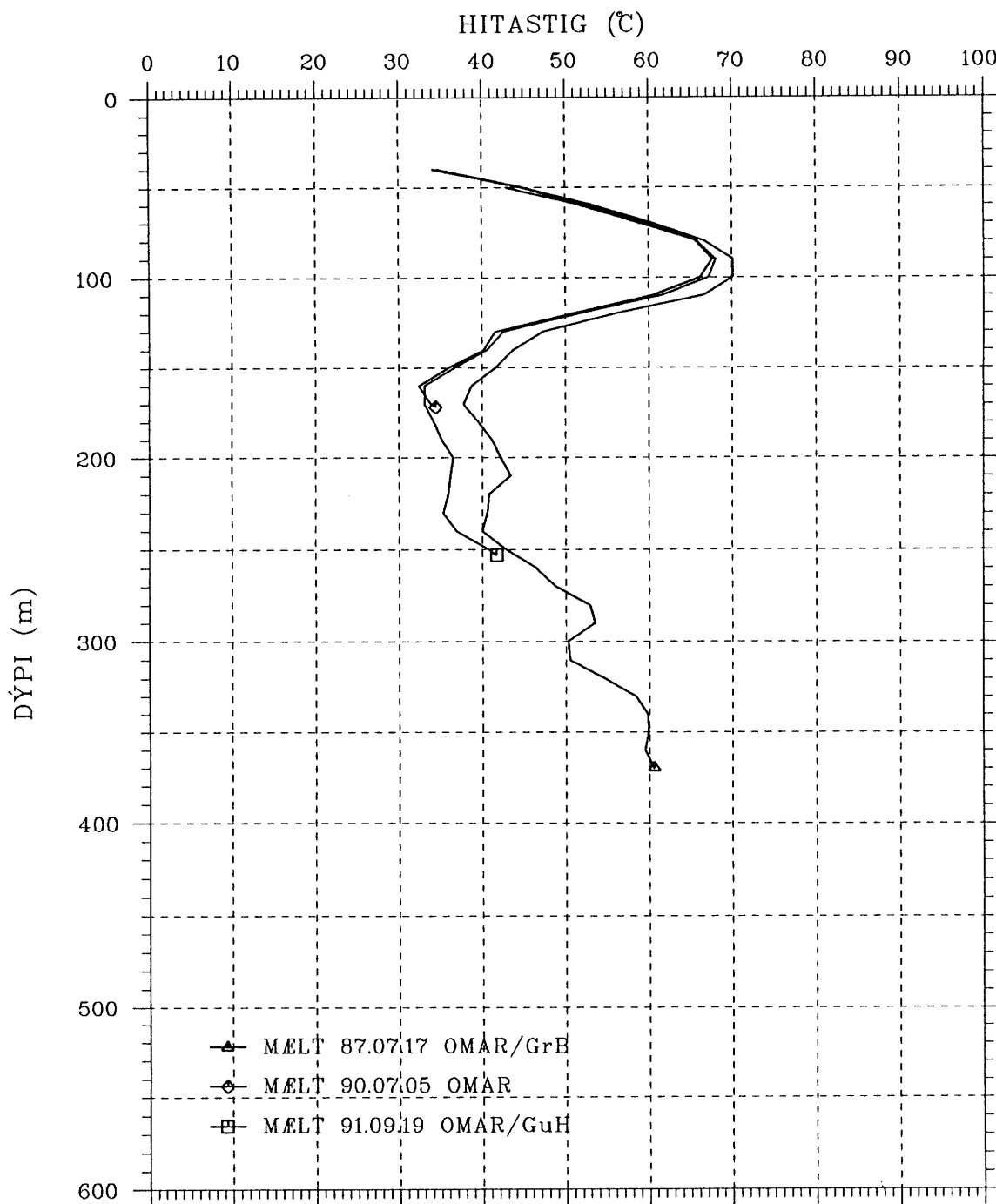
HEIMILDIR

Jens Tómasson, 1980: *Selfoss geothermal area S-Iceland. The using of chlorine as an indicator of an inflow of cold groundwater into the geothermal reservoir.* Proceedings 3rd International Symposium on Water-Rock Interaction. Edmonton, Canada, July 1980: 107-109.

Jens Tómasson, Ómar Sigurðsson og Magnús Ólafsson, 1987: *Næsta skref í heitavatnsöflun Hitaveitu Selfoss.* Greinargerð Orkustofnunar, JT/Ómar/MÓ-87/05, 3s.

JHD-BM-8706-Ómar
91.10.0623 T

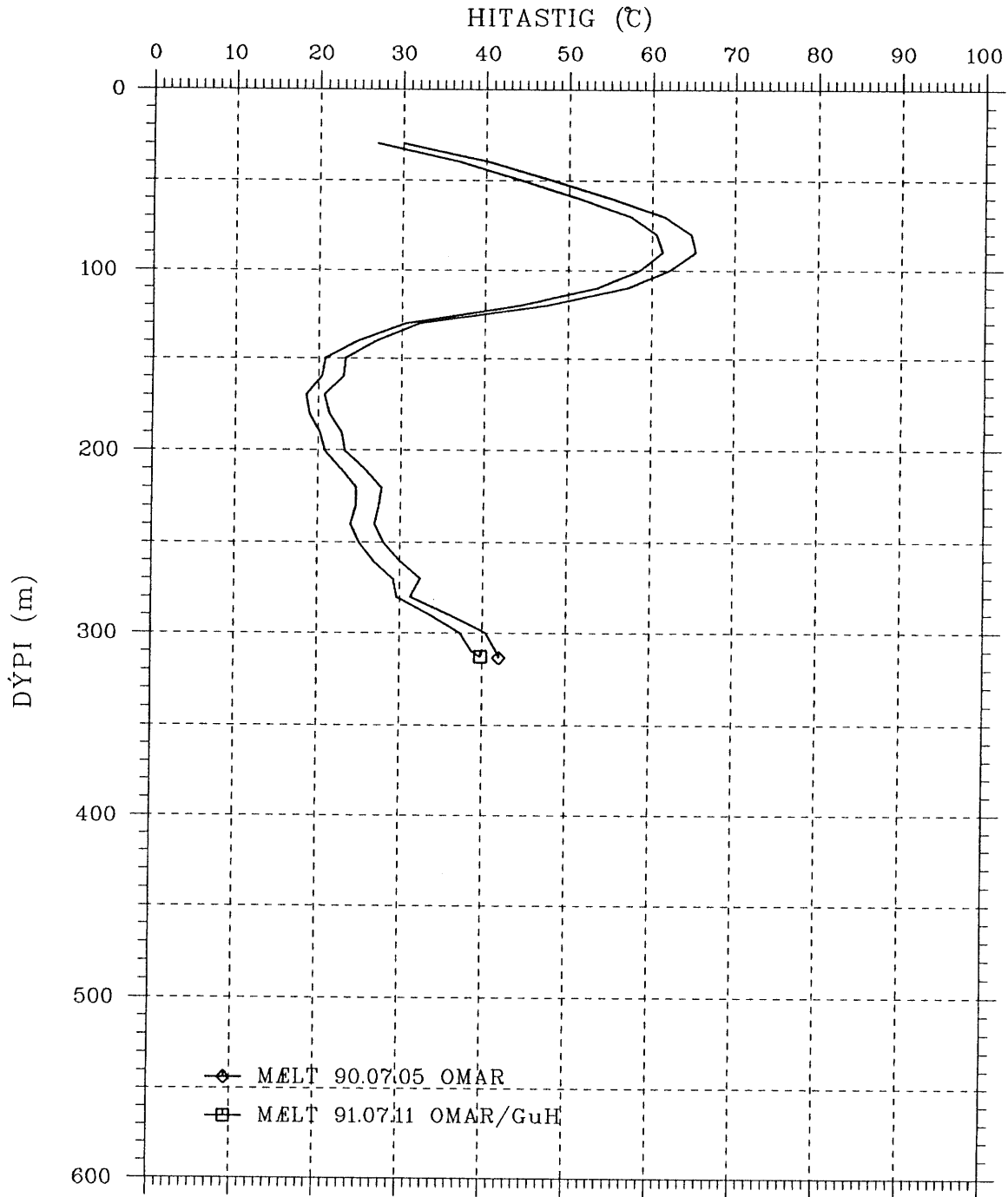
HITAVEITA SELFOSS ÞORLEIFSKOT HOLA 3 Hitamælingar



MYND 1. Hiti í holu 3

JHD-BM-8706-Ómar
91.10.0624 T

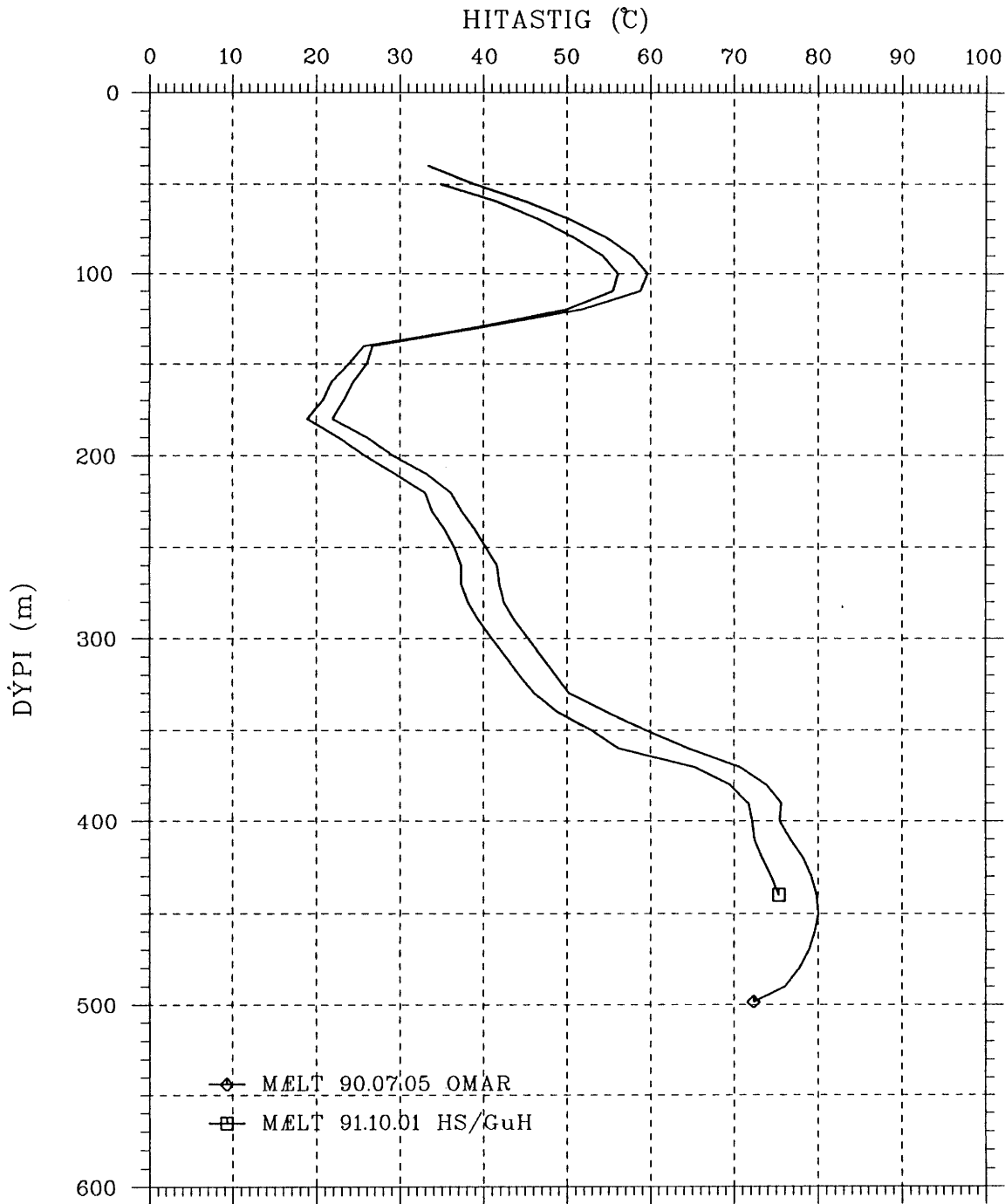
HITAVEITA SELFOSS ÞORLEIFSKOT HOLA 4 Hitamælingar



MYND 2. Hiti í holu 4

JHD-BM-8706-Ómar
91.10.0625 T

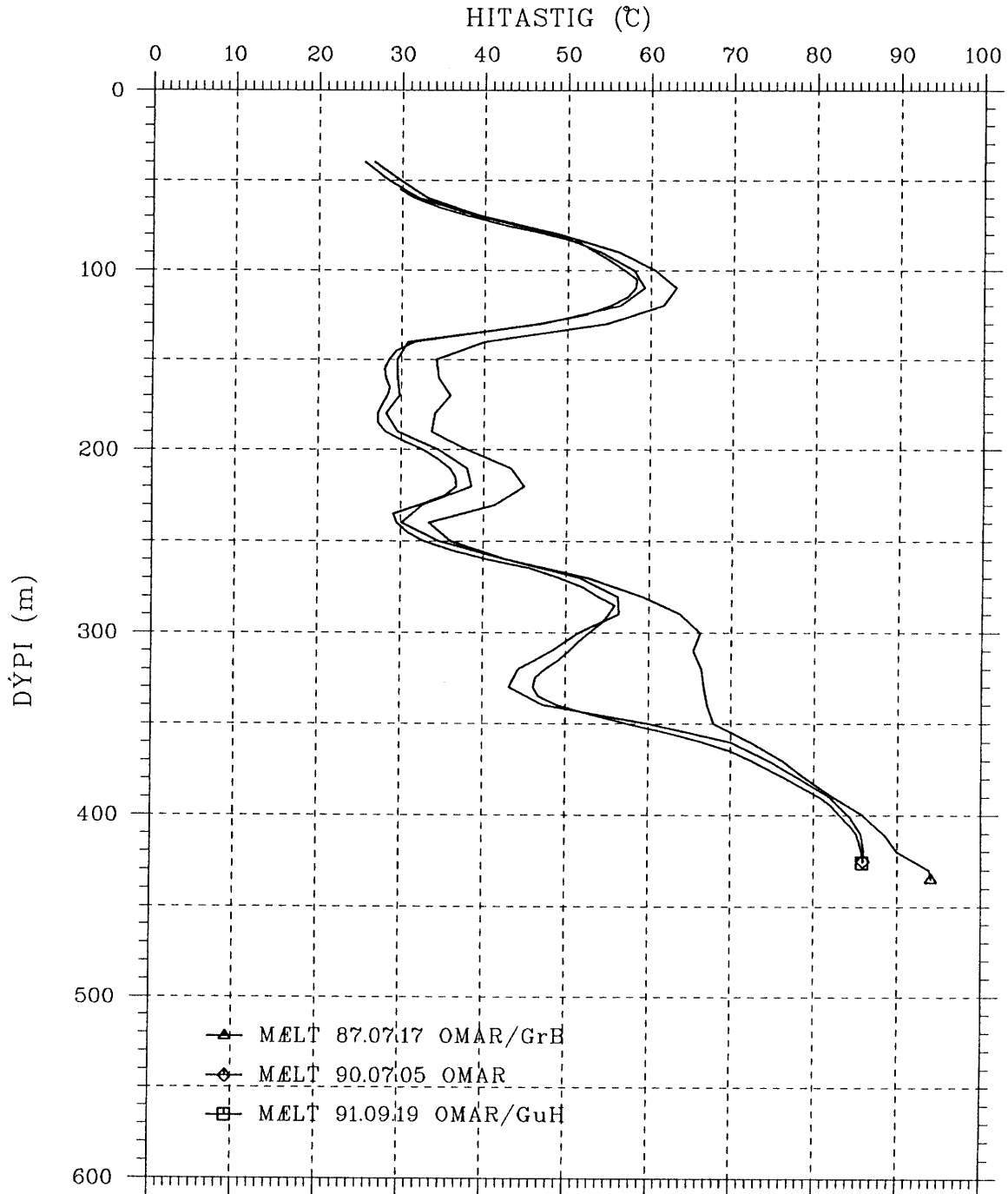
HITAVEITA SELFOSS ÞORLEIFSKOT HOLA 6 Hitamælingar



MYND 3. Hití í holu 6

JHD-BM-8706-Ómar
91.10.0626 T

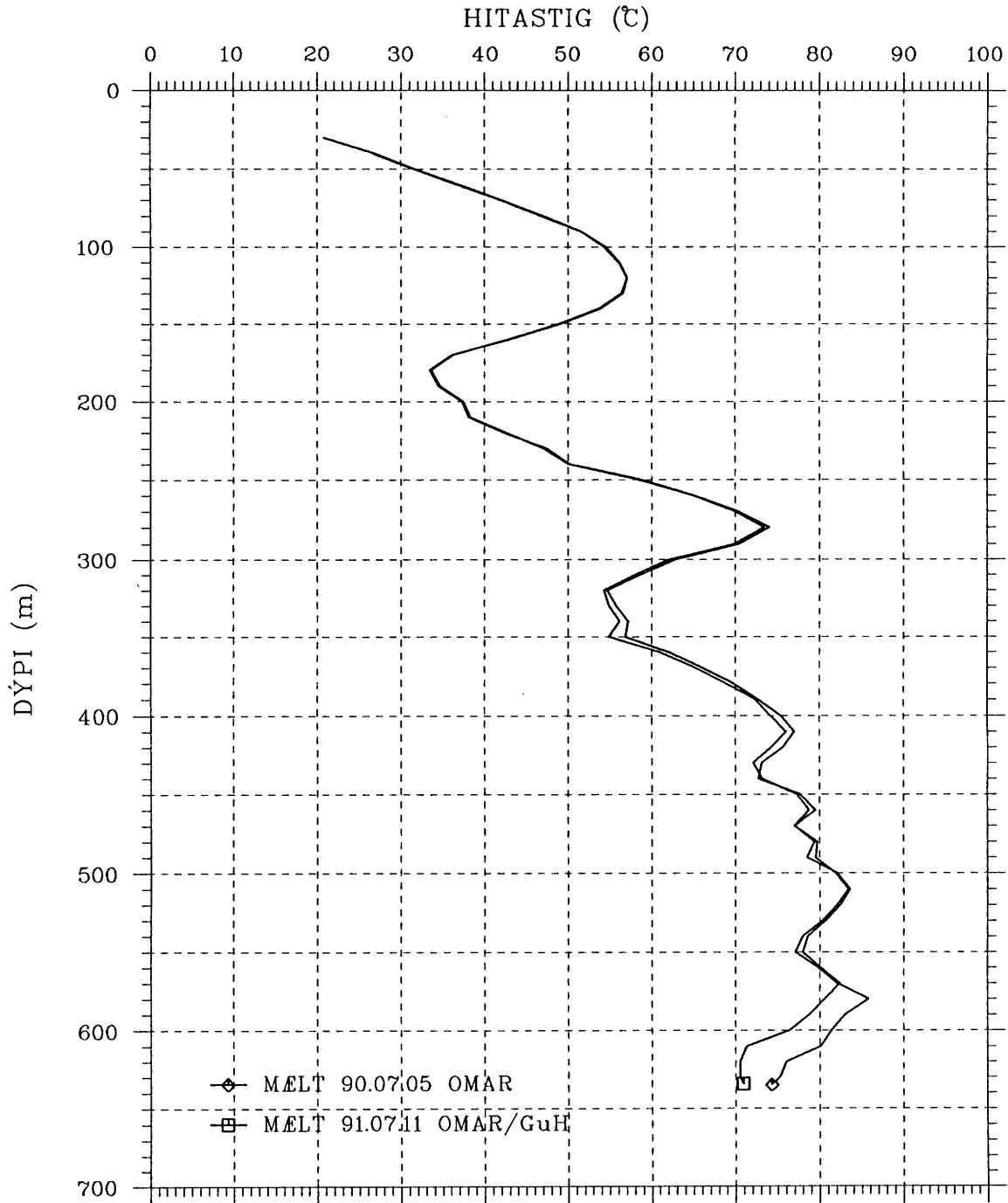
HITAVEITA SELFOSS ÞORLEIFSKOT HOLA 7 Hitamælingar



MYND 4. Hiti í holu 7

JHD-BM-8706-Ómar
91.10.0627 T

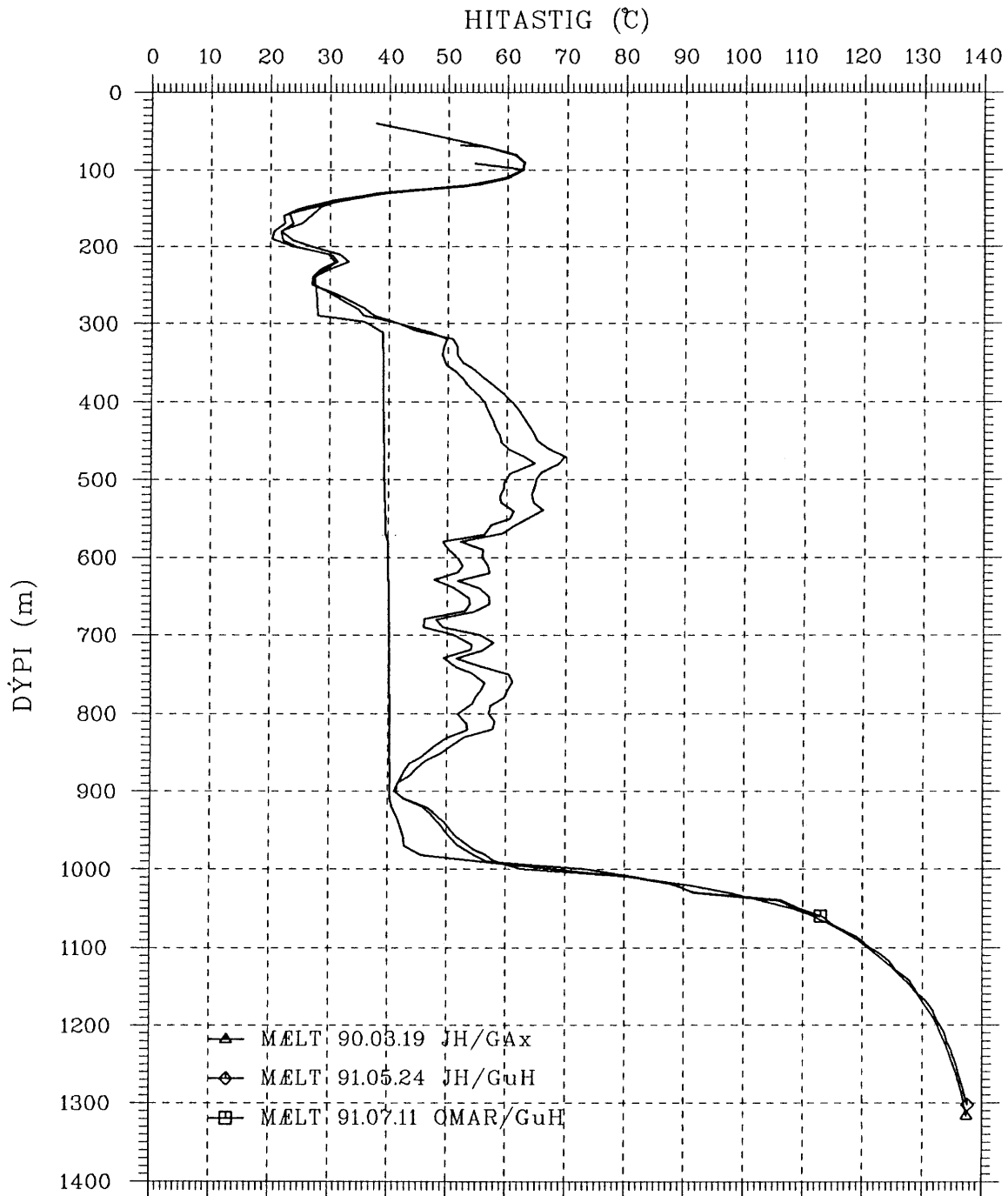
HITAVEITA SELFOSS ÞORLEIFSKOT HOLA 8 Hitamælingar



MYND 5. Hiti í hola 8

JHD-BM-8706-Ómar
91.10.0628 T

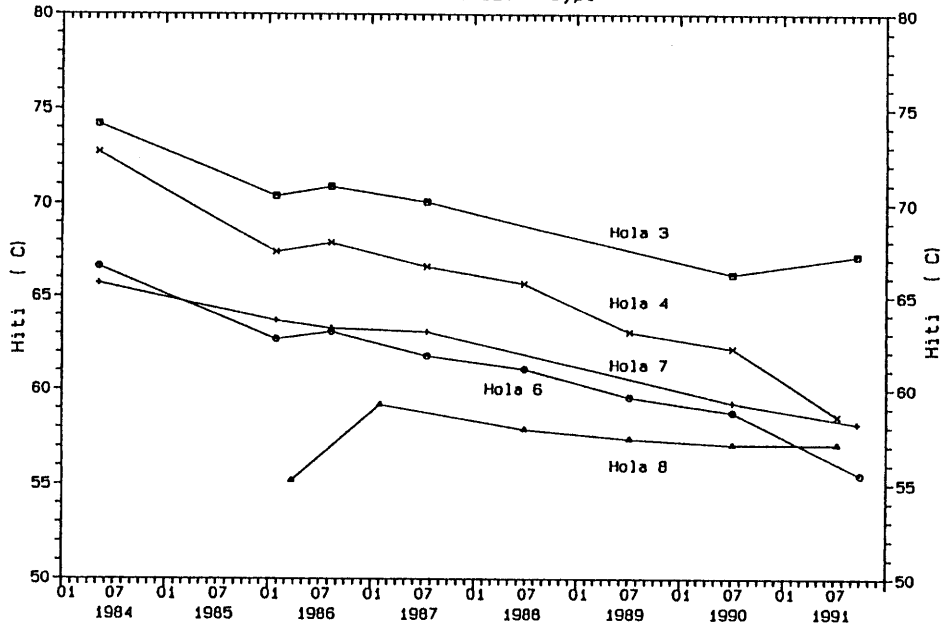
HITAVEITA SELFOSS ÞORLEIFSKOT HOLA 9 Hitamælingar



MYND 6. Hiti í holu 9

JHD-BM-8706-Omar
91.10.0629 T

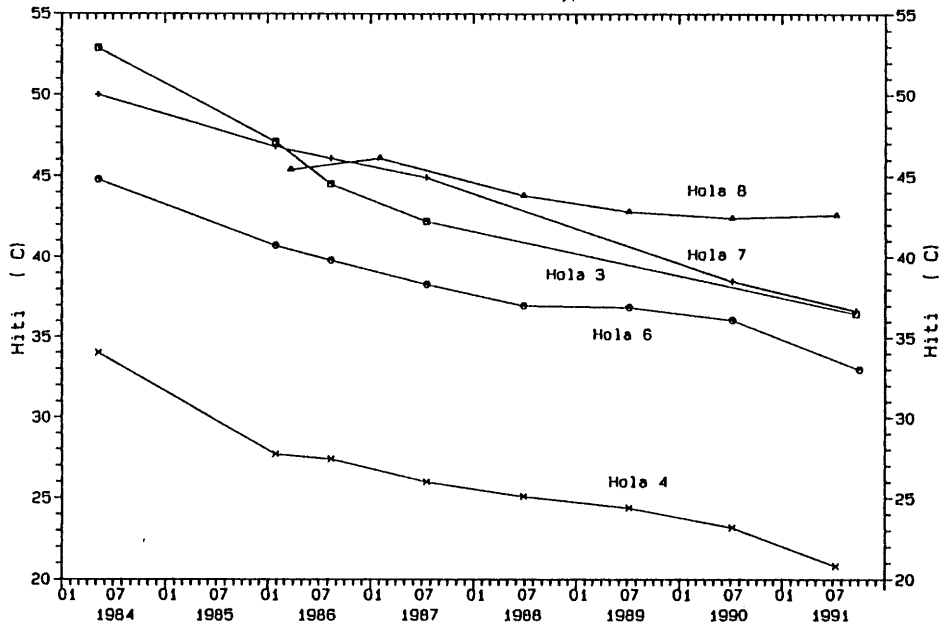
HITAVEITA SELFOSS
Hiti á 100-120 m dýpi



MYND 7. Hiti á 100-120 m dýpi

JHD-BM-8706-Omar
91.10.0630 T

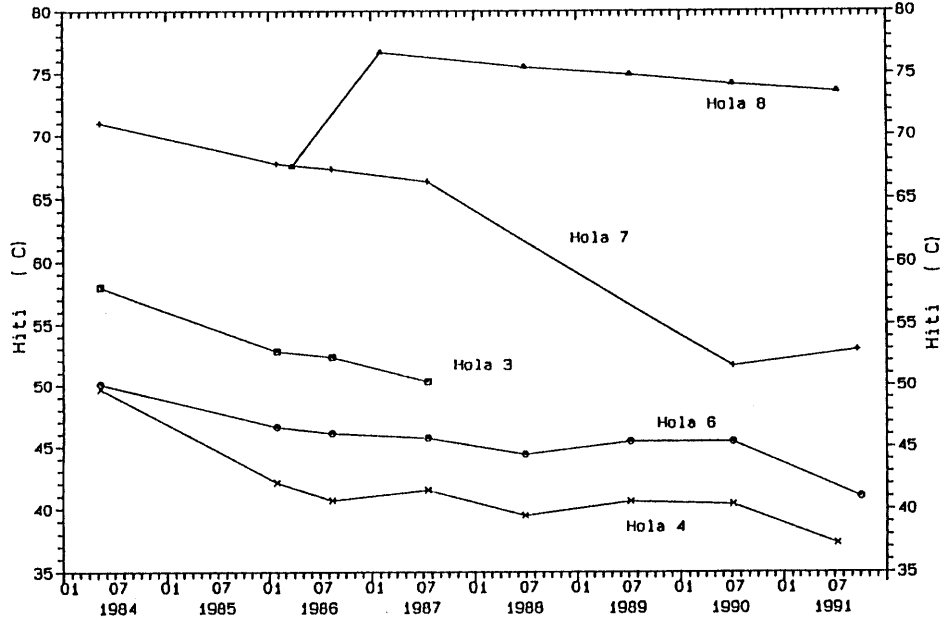
HITAVEITA SELFOSS
Hiti á 200-220 m dýpi



MYND 8. Hiti á 200-220 m dýpi

JHD-BM-8706-0mar
91.10.0631 T

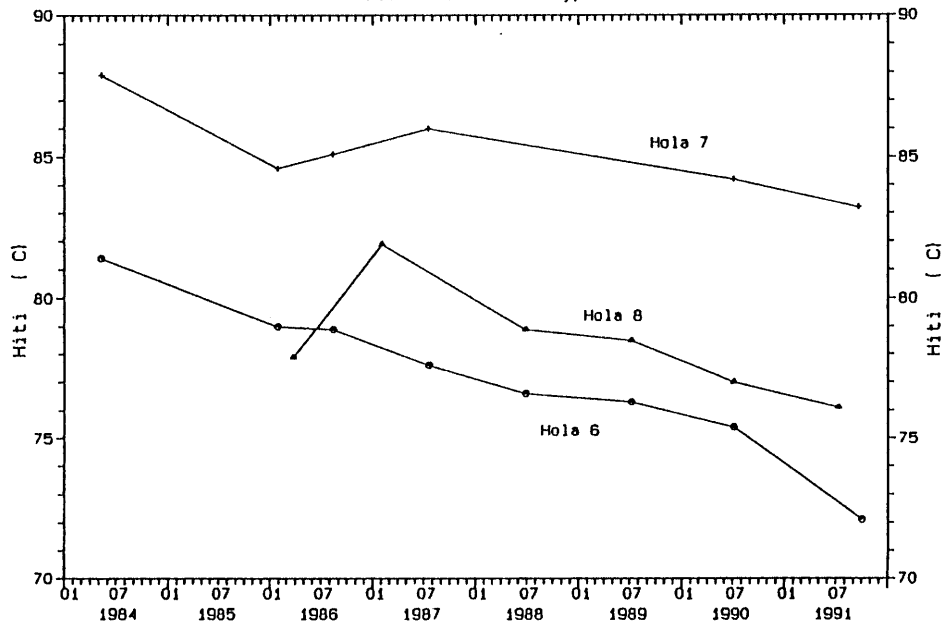
HITAVEITA SELFOSS
Hiti á 280-300 m dýpi



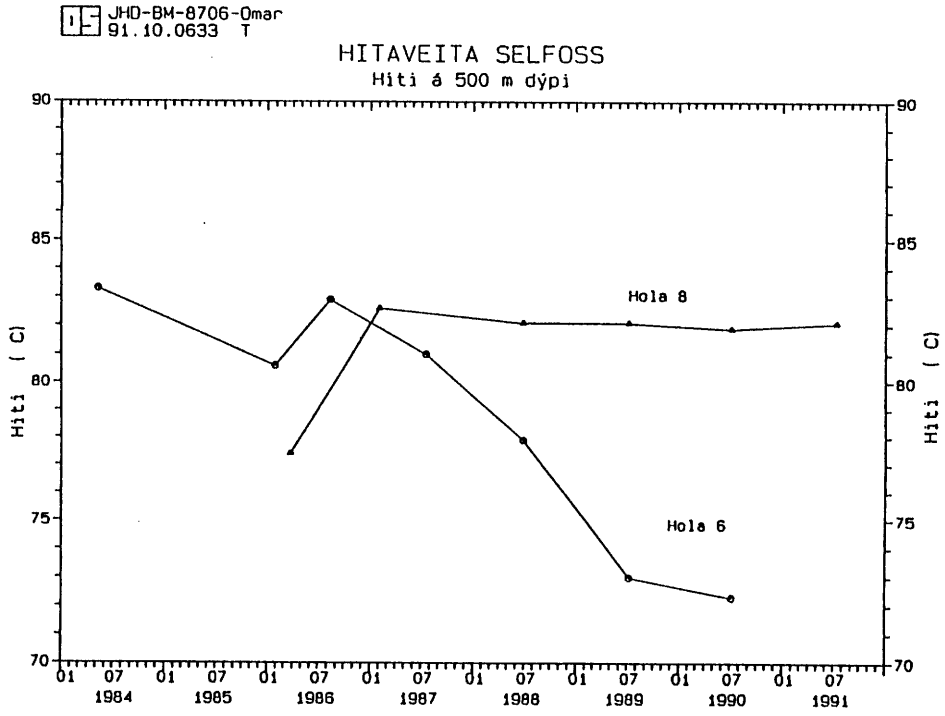
MYND 9. Hiti á 280-300 m dýpi

JHD-BM-8706-0mar
91.10.0632 T

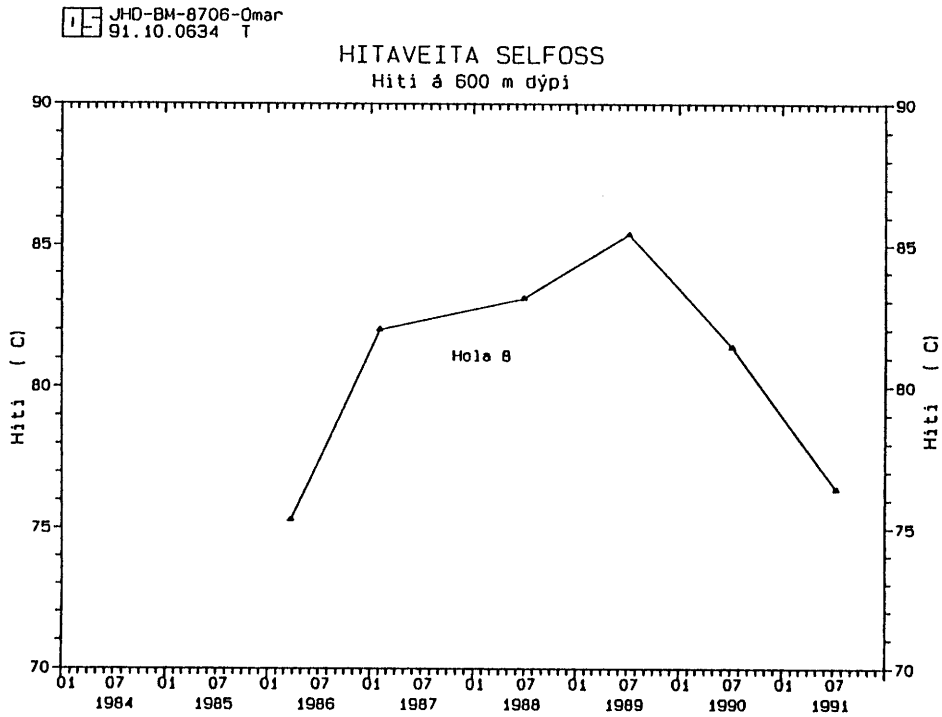
HITAVEITA SELFOSS
Hiti á 400-410 m dýpi



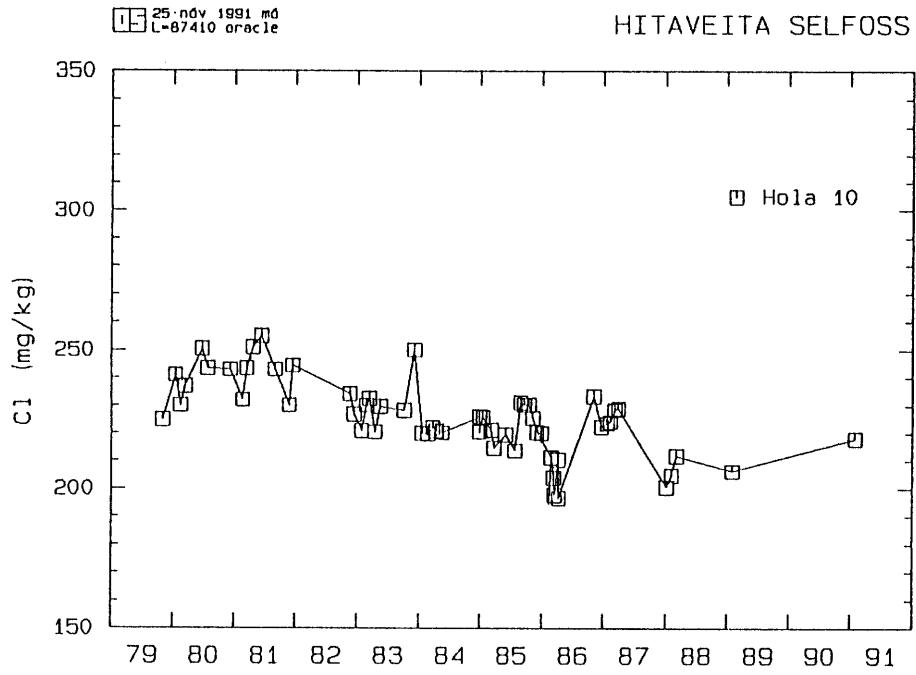
MYND 10. Hiti á 400-410 m dýpi



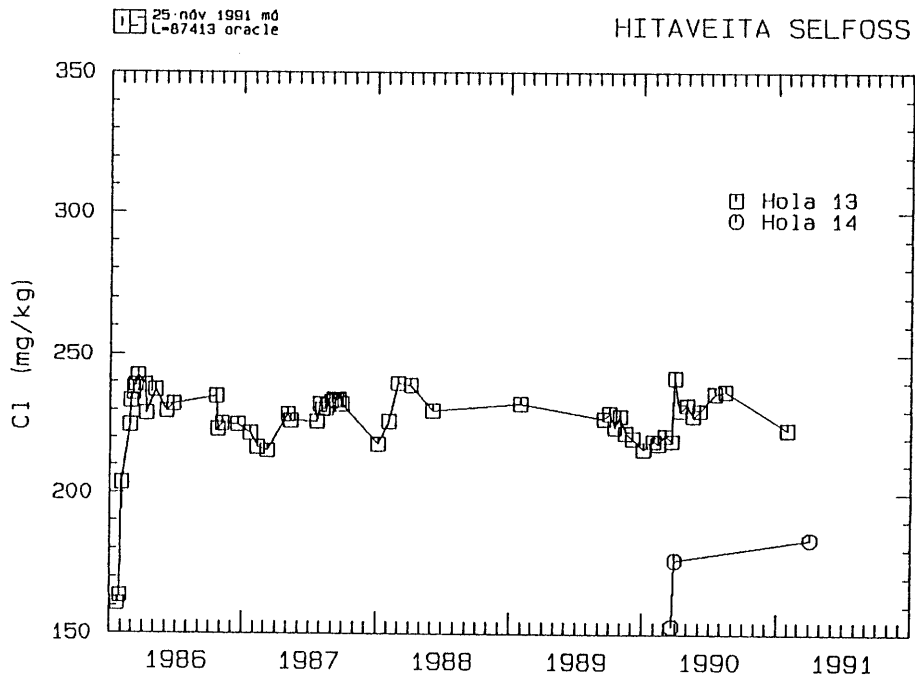
MYND 11. Hiti á 500 m dýpi



MYND 12. Hiti á 600 m dýpi



MYND 13. Styrkur klóríðs í jarðhitavatni úr hólum 10



MYND 14. Styrkur klóríðs í jarðhitavatni úr hólum 13 og 14

VIÐAUKI

Hitamælingar

TAFLA V-1

ÞORLEIFSKOT HOLA 3

HRNR: 8706 SVÆÐISNR: 400 STADS.NR: 103 ADF.NR: 6340

HITAMÆLING	Dagsetning	910919	Timi	1405	Mælir RH-	5. Kvörðun nr.	0.
MÆLT AF	OMAR/GuH	Vatnsborð	48.39 m	Rennsli	0.00 l/s	Holutoppþrýstingur	0.00 bar
	DYPI	HITI	ATHUGASEMDIR				
	m	C					
	50.00	42.90	HANDRÚLLA RH-05				
	60.00	51.70					
	70.00	58.70					
	80.00	65.90					
	90.00	68.10					
	100.00	67.20					
	110.00	61.70					
	120.00	51.80					
	130.00	42.60					
	140.00	40.60					
	150.00	36.70					
	160.00	33.10					
	170.00	33.10					
	180.00	34.20					
	190.00	35.20					
	200.00	36.50					
	210.00	36.20					
	220.00	35.90					
	230.00	35.30					
	240.00	36.90					
	250.00	40.80					
	253.00	41.70	FYRIRSTADA				

TAFLA V-2

ÞORLEIFSKOT HOLA 4

HRNR: 8706 SVÆÐISNR: 400 STADS.NR: 104 ADF.NR: 6340

HITAMÆLING	Dagsetning	910711	Timi	1515	Mælir RH-	5. Kvörðun nr.	0.
MÆLT AF	OMAR/GuH	Vatnsborð	21.44 m	Rennsli	0.00 l/s	Holutoppþrýstingur	0.00 bar
	DYPI	HITI	ATHUGASEMDIR				
	m	C					
	30.00	26.90	HANDRÚLLA RH-05				
	40.00	36.90					
	50.00	44.30					
	60.00	51.20					
	70.00	57.50					
	80.00	60.60					
	90.00	61.30					
	100.00	58.60					
	110.00	53.60					
	120.00	44.10					
	130.00	30.50					
	140.00	24.70					
	150.00	20.80					
	160.00	20.40					
	170.00	18.50					
	180.00	18.90					
	190.00	20.20					
	200.00	20.80					
	210.00	22.80					
	220.00	24.60					
	230.00	24.60					
	240.00	24.00					
	250.00	25.00					
	260.00	26.80					
	270.00	29.20					
	280.00	29.60					
	290.00	33.60					
	300.00	37.30					
	310.00	38.70					
	313.00	39.80					

TAFLA V-3

ÞORLEIFSKOT HOLA 6

HRNR: 8706 SVÆDISNR: 400 STADS.NR: 106 ADF.NR: 6340

HITAMÆLING	Dagsetning	911001	Tími	1550	Mælir RH-	3.	Kvörðun nr.	0.
MÆLT AF HS/GuH	Vatnsborð	49.10 m	Rennsli	0.00 l/s	Holutoppbrýstingur	0.00 bar		
	DYPI	HITI	ATHUGASEMDIR					
	m	C						
	50.00	34.90	HANDRÜLLA RH-03					
	60.00	41.60						
	70.00	46.80						
	80.00	50.90						
	90.00	54.30						
	100.00	56.10						
	110.00	55.50						
	120.00	50.00						
	130.00	38.70						
	140.00	25.70						
	150.00	23.90						
	160.00	21.80						
	170.00	20.80						
	180.00	18.90						
	190.00	22.70						
	200.00	25.80						
	210.00	29.50						
	220.00	33.00						
	230.00	33.80						
	240.00	35.30						
	250.00	36.50						
	260.00	37.30						
	270.00	37.30						
	280.00	38.10						
	290.00	39.40						
	300.00	41.00						
	310.00	42.70						
	320.00	44.30						
	330.00	46.10						
	340.00	48.90						
	350.00	53.00						
	360.00	56.30						
	370.00	65.30						
	380.00	69.60						
	390.00	71.70						
	400.00	72.10						
	410.00	72.40						
	420.00	73.30						
	430.00	74.40						
	440.00	75.30	ENDI RÜLLU					

TAFLA V-4

ÞORLEIFSKOT HOLA 7

HRNR: 8706 SVÆDISNR: 400 STADS.NR: 107 ADF.NR: 6340

HITAMÆLING	Dagsetning	910919	Tími	1510	Mælir R-	24585.	Kvörðun nr.	0.
MÆLT AF OMAR/GuH	Vatnsborð	50.30 m	Rennsli	0.00 l/s	Holutoppbrýstingur	0.00 bar		
	DYPI	HITI	ATHUGASEMDIR					
	m	C						
	55.00	29.70	MÆLT NIÐUR MED					
	60.00	31.40	GO-MÆLI NR. 4					
	65.00	34.40						
	70.00	38.00	VATNSBORD MIDAST					
	75.00	42.40	VID RÖR SEM ER					
	80.00	47.40	37 cm OFAN 6"					
	85.00	51.50	FÓÐRINGAR					
	90.00	53.40						
	95.00	55.20						
	100.00	56.90						
	105.00	58.30						
	110.00	58.20						
	115.00	57.20						
	120.00	55.20						
	125.00	52.10						
	130.00	46.60						
	135.00	39.40						
	140.00	31.70						
	145.00	29.40						
	150.00	28.50						

TAFLA V-4 frh.
ÞORLEIFSKOT HOLA 7

HRNR: 8706 SVÆÐISNR: 400 STADS.NR: 107 ADF.NR: 6340

HITAMÆLING Dagsetning 910919 Tími 1510 Mælir R- 24585. Kvörðun nr. 0.
MÆLT AF OMAR/GuH Vatnsborð 50.30 m Rennsli 0.00 l/s Holutoppbrýstingur 0.00 bar

DYPI m	HITI C	ATHUGASEMDIR
155.00	28.00	
160.00	28.10	
165.00	28.60	
170.00	28.30	
175.00	27.70	
180.00	27.20	
185.00	27.20	
190.00	28.10	
195.00	30.20	
200.00	32.60	
205.00	34.50	
210.00	35.90	
215.00	36.60	
220.00	36.70	
225.00	35.30	
230.00	32.30	
235.00	29.10	
240.00	29.50	
245.00	30.90	
250.00	32.80	
255.00	36.30	
260.00	40.50	
265.00	45.70	
270.00	49.20	
275.00	52.00	
280.00	53.90	
285.00	55.90	
290.00	55.20	
295.00	54.30	
300.00	52.90	
305.00	51.60	
310.00	50.50	
315.00	49.30	
320.00	47.60	
325.00	46.40	
330.00	46.10	
335.00	46.80	
340.00	49.10	
345.00	53.10	
350.00	57.40	
355.00	62.20	
360.00	66.60	
365.00	70.00	
370.00	72.50	
375.00	74.60	
380.00	76.70	
385.00	78.80	
390.00	80.70	
395.00	82.20	
400.00	83.20	
405.00	84.20	
410.00	85.10	
415.00	85.40	
420.00	85.70	
425.00	86.00	
426.00	85.80	

TAFLA V-5

ÞORLEIFSKOT HOLA 8

HRNR: 8706 SVÆÐISNR: 400 STADS.NR: 108 ADF.NR: 6340

HITAMÆLING Dagsetning 910711 Timi 1935 Mælir R- 47453. Kvörðun nr. 0.
MÆLT AF OMAR/GuH Vatnsborð 25.88 m Rennsli 0.00 l/s Holutoppþrýstingur 0.00 bar

DYPI m	HITI C	ATHUGASEMDIR
30.00	20.80	MÆLT NIDUR MED
40.00	27.00	GO-MÆLI NR. 5
50.00	31.70	
60.00	37.00	
70.00	42.00	
80.00	47.10	
90.00	51.60	
100.00	54.60	
110.00	56.20	
120.00	57.10	
130.00	56.40	
140.00	53.70	
150.00	48.90	
160.00	42.80	
170.00	36.30	
180.00	33.60	
190.00	34.70	
200.00	37.50	
210.00	38.30	
230.00	47.10	
240.00	50.10	
250.00	58.50	
260.00	65.00	
270.00	69.90	
280.00	73.50	
290.00	69.90	
300.00	62.10	
310.00	58.00	
320.00	54.30	
330.00	54.90	
340.00	56.20	
350.00	54.90	
360.00	61.00	
370.00	65.20	
380.00	68.80	
390.00	72.40	
400.00	74.30	
410.00	76.10	
420.00	74.30	
430.00	72.10	
440.00	73.20	
450.00	77.30	
460.00	78.80	
470.00	77.00	
480.00	79.40	
490.00	78.50	
500.00	82.10	
510.00	83.60	
520.00	82.50	
530.00	80.70	
540.00	78.60	
550.00	78.00	
560.00	80.10	
570.00	82.40	
580.00	80.60	
590.00	78.80	
600.00	76.40	
610.00	71.30	
620.00	70.50	
630.00	70.50	
634.40	70.90	

TAFLA V-6		HRNR: 8706 SVÆDISNR: 400 STADS.NR: 109 ADF.NR: 6340			
ÞORLEIFSKOT HOLA 9					
HITAMÆLING	Dagsetning	910711	Tími 2100	Mælir R- 47453.	Kvörðun nr. 0.
MÆLT AF OMAR/GuH	Vatnsborð	32.79 m	Rennsli	0.00 l/s	Holutoppþrýstingur 0.00 bar
	DYPI	HITI	ATHUGASEMDIR		
	m	C			
	40.00	37.80	MÆLT NIDUR MED		
	50.00	44.30	GO-MÆLI NR. 5		
	70.00	56.50			
	80.00	61.50			
	90.00	62.90			
	100.00	62.50			
	110.00	59.60			
	120.00	53.20			
	130.00	38.60			
	140.00	30.50			
	150.00	25.00			
	160.00	22.20			
	170.00	22.40			
	180.00	20.60			
	190.00	20.30			
	200.00	23.60			
	210.00	29.80			
	220.00	31.00			
	230.00	28.40			
	240.00	27.10			
	250.00	27.00			
	260.00	30.50			
	270.00	33.30			
	280.00	35.80			
	290.00	37.60			
	300.00	41.60			
	310.00	44.80			
	320.00	50.80			
	330.00	51.60			
	340.00	51.60			
	350.00	52.50			
	360.00	54.70			
	370.00	56.30			
	380.00	57.90			
	390.00	59.60			
	400.00	60.90			
	410.00	61.90			
	420.00	62.80			
	430.00	63.60			
	440.00	64.50			
	450.00	65.10			
	460.00	67.00			
	470.00	69.80			
	480.00	68.60			
	490.00	65.90			
	500.00	64.90			
	510.00	64.70			
	520.00	64.20			
	530.00	64.50			
	540.00	66.20			
	550.00	63.80			
	560.00	61.40			
	570.00	59.40			
	580.00	52.20			
	590.00	56.00			
	600.00	55.90			
	610.00	56.90			
	620.00	57.10			
	630.00	51.80			
	640.00	55.60			
	650.00	57.00			

TAFLA V-6 frh.
ÞORLEIFSKOT HOLA 9

HRNR: 8706 SVÆÐISNR: 400 STADS.NR: 109 ADF.NR: 6340

HITAMÆLING Dagsetning 910711 Timi 2100 Mæli R- 47453. Kvörðun nr. 0.
MÆLT AF OMAR/GuH Vatnsborð 32.79 m Rennsli 0.00 l/s Holutoppbrýstingur 0.00 bar

DYPI
m

HITI
C

ATHUGASEMDIR

660.00 57.10
670.00 54.50
680.00 48.20
690.00 49.40
700.00 55.60
710.00 57.90
720.00 55.90
730.00 51.60
740.00 55.70
750.00 60.40
760.00 61.10
770.00 60.20
780.00 59.70
790.00 57.30
800.00 57.00
810.00 58.10
820.00 57.70
830.00 53.00
840.00 51.00
850.00 49.10
860.00 46.50
870.00 45.00
880.00 43.80
890.00 41.70
900.00 41.50
910.00 42.80
920.00 45.90
930.00 47.40
940.00 48.70
950.00 49.60
960.00 50.80
970.00 52.10
980.00 54.20
990.00 56.80
1000.00 73.50
1010.00 82.30
1020.00 88.80
1030.00 91.80
1040.00 106.10
1050.00 109.10
1060.00 113.00

ENDI Á KAPLI