

Ómar Sigurðsson
89/02



ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

HITAVEITA SELFOSS

Eftirlit með jarðhitavinnslu 1988-1989

Ómar Sigurðsson
Magnús Ólafsson

Ómar-MÓ-89/02

Júlí 1989

ORKUSTOFNUN
JARÐHITAEIÐ

 ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

HITAVEITA SELFOSS
Eftirlit með jarðhitavinnslu 1988-1989

Ómar Sigurðsson
Magnús Ólafsson

Ómar-MÓ-89/02

Júlí 1989

HITAVEITA SELFOSS
Hitamælingar í mæliholum við Þorleifskot 1989
Efnaeftirlit með jarðhitavatni 1988

Inngangur

Þessi greinargerð fjallar um hitamælingar í mæliholum á jarðhitasvæðinu við Þorleifskot og efnaeftirlit með jarðhitavatni. Hún er unnin samkvæmt samningi um vinnslueftirlit (Nr. 681001 - 1989) milli Hitaveitu Selfoss og Orkustofnunar, sem dagsettur er 20.03.1989.

Hitamælingar við Þorleifskot

Þann 7. júlí 1989 voru holur 4, 6, og 8 á vinnslusvæði Hitaveitu Selfoss við Þorleifskot hitamældar. Auk þess voru holur 1, 3, og 7 athugaðar, en ekki reyndist unnt að hitamæla þær. Þessar mælingar eru hluti af árlegu eftirliti, sem Orkustofnun hefur sinnt fyrir Hitaveitu Selfoss, til að fylgjast með hitabreytingum í vinnslusvæði veitunnar. Yfirlit fyrir mælingarnar er birt í töflu 1, en mælingarnar eru birtar í töflum 2-4 og sýndar á myndum 1-3. Á myndunum eru einnig sýndar síðustu mælingar úr holunum til samanburðar. Myndir 4-9 sýna síðan hitabreytingar sem hafa orðið á ákveðnu dýpi í mæliholunum frá árinu 1984.

Tafla 1. Mældir metrar

89.07.07	Hola-4	RH-rúlla	0 - 314 m
89.07.07	Hola-6	RH-rúlla	0 - 499 m
89.07.07	Hola-8	GO-mælir	0 - 634 m
Alls mældir metrar			1.447 m

Vatnsborð var einnig mælt í þeim mæliholum, þar sem það var hægt. Vatnsborð 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	17,93 m	þann 7/7 kl 11:30
Hola-4	29,05 m	þann 7/7 kl 10:50
Hola-6	38,39 m	þann 7/7 kl 11:38
Hola-8	40,72 m	þann 7/7 kl 12:45

Nánar verður fjallað um einstakar holur hér á eftir og hitabreytingar í vinnslusvæðinu á síðustu árum.

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, en myndi gera holuna aftur nýtilega sem eftirlitsholu.

Hola 3 er í útjaðri vinnslusvæðisins nokkuð norður af holu 9. Holan er um 365 m djúp. Ekki reyndist unnt að mæla holunna, þar sem enn er stífla í mæliröri holunnar á 8,3 m dýpi. Holan var síðast mæld í júlí 1987. Líklegt er að steinn hafi verið settur í mælirörið og valdi stíflunni í því, en rörið hefur staðið opið. Þar sem holan er í útjaðri vinnslusvæðisins er æskilegt að hún nýtist áfram, sem mæliholan, bæði til hita- og vatnsborðsmælinga. Því þyrfti að reyna að losa stífluna úr holunni t.d. með því að hamra hana til botns með þungum teini, en innanmál rörsins er um 1 tommu. Orkustofnun hefur mælibifreið með grönnum sveigjanlegum stálkapli sem hægt væri að nota til svona verks.

Hola 4 er nokkrum metrum austan við holu 9. Holan var síðast mæld í júní 1988. Einhver kæling kemur fram í holunni milli mælinga aðallega á dýptarbilinu 80-150 m, en þar fyrir neðan mælist hiti svipaður og í fyrra.

Hola 6 er staðsett nokkuð suður af holu 9 og suðvestan bragga. Holan var síðast mæld í júní 1988. Eins og í holu 4 kemur fram kæling í efri hluta holunnar á dýptarbilinu 100-180 m. Þessi kæling nemur tæplega 1,5 °C. Neðan 200 m dýpis er hitinn í holunni svipaður og í fyrra. Sá mismunur sem kemur þar fram milli mælinga (mynd 2) stafar líklega af dýptarskekkju milli mælinga. Þó er örugglega kæling niðri við botn holunnar á um eða rúmlega 500 m dýpi. Virðist sú kæling vera um 2,5 °C milli mælinga.

Hola 7 er staðsett um 30 m vestan við holu 9 og um 7 m vestan holu 14. Hola 7 var sú mæliholan sem mest var notuð til að fylgjast með vatnsborðs- og hitabreytingum á vinnslusvæðinu. Holan er um 435 m djúp og var síðast mæld í júlí 1987. Ekki var hægt að mæla í holunni nú, þar sem efsti hluti mælirörsins er boginn. Mælirörið mun hafa skemmt þegar borplanið fyrir holu 14 var gert. Æskilegt er að hitaveitan lagfæri mælirörið svo holan komi til með að nýtast áfram sem mæliholan. Til þess þarf að skera skemmdina ofan af mælirörinu og bæta síðan nýjum rörbút þar ofan á, svo rörið nái upp úr borplani holu 14. Einnig mætti setja tunnu um mælirörið til að varna því frá frekari skemmdum í framtíðinni.

Æskilegt er að gert verði við holu 7, þó fyrirhugað sé að breyta holu 9 í mæliholu. Helstu rök in fyrir því eru þessi. Hola 9 er allt að 1320 m djúp og yrði því dýpsta mæliholan á svæðinu. Þegar henni verður breytt í mæliholu verður steipt í efri vatnsæðar holunnar. Holur 7 og 9 koma þannig til með að sýna þrýsting fyrir mismunandi dýpi í jarðhitakerfinu. Þá er einnig nauðsynlegt að hafa aðgang að holu 7, til að bera saman nýrri og eldri gögn fyrir vatnsborðsmælingar úr svæðinu.

Hola 8 er skammt sunnan við holu 13 og var henni breytt í mæliholu í marz 1986, þegar steipt var í hana mælirör, en fyrir borun holu 13 var hola 8 ein af vinnsluholum veitunnar. Mælirör holu 8 nær niður á 634 m dýpi og er opið í neðri endann. Þegar holan var mæld í febrúar 1987 var hún nokkurn vegin komin í jafnvægi við sitt umhverfi eftir breytinguna úr vinnsluholu í mæliholu. Við mælingarnar í fyrra kom fram kæling í holunni niður á allt að 560 m dýpi. Hitamælingin í ár sýnir einnig kælingu í holunni niður á allt að 500 m dýpi. Kælingin milli ára er um 0,5-1,0 °C. Í opna hluta holunnar neðst í henni hefur hiti hins vegar farið hækkandi síðastliðin ár, eða eftir að steipt var í efri vatnsæðarnar.

Hitabreytingar í vinnslusvæðinu

Myndir 4-9 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 500 m dýpi. Á hverju dýpi er kælingin svipuð í öllum holunum. Á þessu 5 ára tímabili, sem myndirnar sýna, er kælingin um 6-10°C í þéttari jarðlögunum, en í lekari jarðlögunum er kælingin nokkru meiri. Efstu 500-550 m jarðhitakerfisins við Þorleifskot kólna því að jafnaði um 1-2°C á ári. Auk þess nær kælingin sífellt dýpra í jarðhitakerfinu og hefur hún dýpkað að jafnaði um rúmlega 35 m á ári síðastliðin 10 ár. Orsök þessarar kælingar er, eins og komið hefur fram í ýmsum skýrslum og greinargerðum um svæðið, sú að vatnstakan úr svæðinu veldur niðurdrætti, sem aftur örvar aðstreymi kalds grunnvatns inn í jarðhitakerfið. Grunnvatnið hitnar síðan með varmanámi úr berginu, sem aftur kælir bergið. Grunnvatnið blandast síðan jarðhitavatninu og viðheldur þrýstingi í jarðhitakerfinu, þannig að vatnsborð lækkar ekki mjög ört á svæðinu.

Helstu niðurstöður hitamælinga

- Gera þarf við efsta hluta mælirörs í holum 1 og 7 svo þær nýtist áfram sem mæliholur. Reyna þarf að losa stíflu úr holu 3 svo hún verði einnig nýtt sem mælihola.
- Upphitun grunnvatns, sem streymir inn í jarðhitakerfið, kælir nú efstu 500-550 m kerfisins um 1-2°C á ári. Kólnunin hefur verið svipuð á undanförunum árum, en nær stöðugt dýpra í jarðhitakerfinu.

Eftirlit með jarðhitavatni

Á undanförunum árum hefur Hitaveita Selfoss aðallega nýtt vatn úr tveimur holum á jarðhitavæðinu við Þorleifskot. Mest hefur verið dælt úr holu 13 en einnig hefur hola 10 verið notuð, einkum á vetrum.

Jarðhitadeild Orkustofnunar hefur um langt árabil fylgst með efnasamsetningu vatns úr vinnsluholum hitaveitunnar. Út frá þessum efnagreiningum hefur verið unnt að fylgjast með kólnun jarðhitakerfisins frá því vinnsla hófst og hefur því verið lýst í ýmsum skýrslum og greinargerðum frá Orkustofnun.

Hér á eftir verður greint stuttlega frá niðurstöðum efnagreininga á sýnum sem til eru frá árinu 1988. Einnig verður fjallað um sýni sem tekin voru í janúar-mánuði á þessu ári. Svokölluð heilsýni til heildarefnagreininga á vatninu hafa verið tekin af starfsmönnum Orkustofnunar, u.þ.b. einu sinni á ári, en sýni til seltu-mælinga (klóríð) hafa starfsmenn hitaveitunnar tekið, oftast einu sinni í mánuði. Á síðastliðnu ári varð nokkur misbrestur á þessari sýnatöku þannig að einungis bárust 3 sýni úr holu 10 og 5 sýni úr holu 13.

Niðurstöður efnagreininga eru sýndar í töflum 5 og 6. Í töflu 5 eru sýndar niðurstöður seltu-mælinga. Þar kemur fram, að selta vatnsins er nokkuð breytileg frá einum tíma til annars. Ástæða þessa breytileika er aðallega sú, að mismiklu vatni er dælt úr holunni. Á vetrum er dæling aukin en minnkuð yfir sumarmánuðina. Þegar dæling er aukin lækkar þrýstingur í jarðhitageyminum og hlutur kalda ferska grunnvatnsins í jarðhitavatninu eykst að sama skapi. Breytingar þessar má einnig sjá á myndum 10 og 11, en þær sýna klóríðstyrk (selu) í vatni úr holum 10 og 13 allt frá því að vatnsvinnsla hófst úr þeim. Þar sést einnig að selta vatns úr holu 10 hefur verið að minnka frá því hola var tekin í notkun. Minnkun þessi er óregluleg en afgerandi. Slík breyting sést ekki í holu 13 en þar kemur betur fram árstíðasveiflan sem áður var minnst á.

Tafla 5. Seltumælingar, holur 10 og 13.

Hola	Dags.	Hiti (°C)	Selta (Cl, mg/l)
Hola 10	88-01-06	-	200,6
Hola 10	88-02-05	78	204,7
Hola 10	88-03-08	-	211,8
Hola 10	89-01-30	77,6	206,3
Hola 13	88-01-06	78,5	217,8
Hola 13	88-02-05	77,5	226,0
Hola 13	88-03-01	78,3	239,6
Hola 13	88-04-05	77,6	238,9
Hola 13	88-06-05	76,7	229,9
Hola 13	89-01-30	78,0	232,5

Heildarstyrkur uppleystra efna í jarðhitavatni frá Þorleifskoti er hár miðað við það sem almennt gerist á lághitasvæðum hér á landi. Þetta háa efnainnihald vatnsins stafar af því, að hluti heita vatnsins er að uppruna sjór, sem síðan hefur blandast fersku upphituðu grunnvatni. Djúpsýni af 800 m dýpi í holu 10, sem tekið var haustið 1987, sýnir t.d. að selta vatns í jarðhita-kerfinu á því dýpi er u.þ.b. tvöfalt hærri en í vatninu sem dælt er upp úr holunni.

Niðurstöður heildarefnagreininga á sýnum sem tekin voru í janúarmánuði síðastliðnum eru sýndar í töflu 6. Til samanburðar eru einnig sýndar niðurstöður efnagreininga á sýnum sem tekin voru í janúar 1987.

Tafla 6. Efnasamsetning heildarsýna (mg/l).

Hola	Hola 10	Hola 10	Hola 13	Hola 13
Dags.	87-01-21	89-01-30	87-01-21	89-01-30
Hiti (°C)	79	77,6	75	78
Sýrustig (pH/°C)	8,6/23	8,6/22	8,7/23	8,7/22
Kísill (SiO ₂)	70	64,4	60	62,7
Natríum (Na)	160	146	153	154
Kalí (K)	4,8	4,5	3,7	4,6
Kalsíum (Ca)	23	25	25	28
Magnesíum (Mg)	0,08	0,07	0,06	0,04
Karbónat (CO ₂)	28	27	21	20
Súlfat (SO ₄)	59	54	50	52
Brennisteinsvetni (H ₂ S)	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Klóríð (Cl)	224	206	222	232
Flúor (F)	0,23	0,22	0,23	0,23
Uppleyst efni	563	512	527	551
Súrefni (O ₂)	0,01	0,005	-	0,005

Þetta háa efnainnihald vatnsins veldur því, að nokkur vandamál fylgja nýtingu þess. Í fyrsta lagi má búast við kalkútfeillingum í dreifikerfi og í öðru lagi er mikil hætta á súrefnistæringu ef

súrefni kemst í heita vatnið. Í töflu 6 kemur fram að styrkur uppleysts súrefnis í vatninu við holutopp er hverfandi lítill. Sama dag og sýnataka fór fram í janúar síðastliðnum var einnig mældur styrkur uppleysts súrefnis í heita vatninu eftir að það hafði farið um miðlunartank. Mælingin var gerð í dæluhúsi veitunnar. Hitastig vatnsins var þar 75,5°C og súrefnisstyrkur 0,15 mg/l. Þetta sýnir að styrkur súrefnis a.m.k. tífaldast við það að fara um tankinn, enda hefur ekki verið unnt að halda stöðugu vatnsborði í honum, en það er ein forsenda þess að draga megi úr upptöku súrefnis. Nú er trúlega búið að taka í notkun nýjan miðlunartank þar sem betur er unnt að stjórna vatnsborði og má því búast við að dregið hafi úr súrefnisupptöku. Rétt væri þó að kanna það nánar með því að mæla styrk uppleysts súrefnis í vatninu áður en það fer inn í tankinn og eftir að það hefur dvalið í honum.

Helstu niðurstöður efnaeftirlits

- Selta vatns úr holu 10 hefur lækkað talsvert frá því vinnsla hófst úr holunni. Slík breyting er ekki sjáanleg í holu 13.
- Selta vatnsins er háð því magni sem upp er dælt, sem sést t.d. á árstíðabundinni sveiflu í holu 13.
- Seltumælingar gefa upplýsingar um hlutfall upphitaða grunnvatnsins í jarðhitavatninu sem er dýpra að komið. Því er nauðsynlegt að taka sýni til þeirra mælinga reglulega, en heilsýni einu sinni á ári.

Ómar Sigurðsson

Magnús Ólafsson

TAFLA 2

ÞORLEIFSKOT HOLA 4

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

HITAMÆLING Dagsetning 890707 Timi 1100 Mæli RH- 2. Kvörðun nr. 890000.
 MÆLT AF OMAR/GAX Vatnsborð 29.05 m Rennsli 0.00 l/s Holutoppþrýstingur 0.00 bar

DYPI m	HITI C	ATHUGASEMDIR
30.00	30.60	HANDRULLA RH-02
40.00	41.00	
50.00	48.90	
60.00	56.20	
70.00	62.50	
80.00	65.60	
90.00	66.20	
100.00	63.10	
110.00	58.20	
120.00	47.60	
130.00	32.00	
140.00	27.60	
150.00	24.60	
160.00	24.40	
170.00	21.30	
180.00	22.30	
190.00	24.00	
200.00	24.40	
210.00	27.30	
220.00	29.10	
230.00	28.80	
240.00	28.00	
250.00	29.60	
260.00	31.10	
270.00	33.60	
280.00	32.90	
290.00	36.20	
300.00	40.60	
310.00	42.50	
313.50	43.00	

TAFLA 3

ÞORLEIFSKOT HOLA 6

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

HITAMÆLING Dagsetning 890707 Tími 1140 Mælir RH- 2. Kvörðun nr. 890000.
 MÆLT AF OMAR/GAX Vatnsborð 38.39 m Rennsli 0.00 l/s Holutoppþrýstingur 0.00 bar

DYPI m	HITI C	ATHUGASEMDIR
40.00	33.70	HANDRULLA RH-02
50.00	39.20	
60.00	45.30	
70.00	50.80	
80.00	55.20	
90.00	58.60	
100.00	60.30	
110.00	59.60	
120.00	53.40	
130.00	40.30	
140.00	27.30	
150.00	26.90	
160.00	25.10	
170.00	24.00	
180.00	22.40	
190.00	27.00	
200.00	30.10	
210.00	34.20	
220.00	36.90	
230.00	38.00	
240.00	39.30	
250.00	40.50	
260.00	41.70	
270.00	42.20	
280.00	42.70	
290.00	43.90	
300.00	45.40	
310.00	46.90	
320.00	48.50	
330.00	50.10	
340.00	55.00	
350.00	59.90	
360.00	65.10	
370.00	71.60	
380.00	74.50	
390.00	76.10	
400.00	76.30	
410.00	77.20	
420.00	78.40	
430.00	79.40	
440.00	80.00	
450.00	80.10	
460.00	79.90	
470.00	79.30	
480.00	78.30	
490.00	76.80	
498.50	73.00	

HITAMÆLING Dagsetning 890707 Timi 1310 Mæli R- 47453. Kvörðun nr. 0.
 MÆLT AF OMAR/GAX Vatnsborð 40.72 m Rennsli 0.00 l/s Holutoppþrýstingur 0.00 bar

DYPI
m

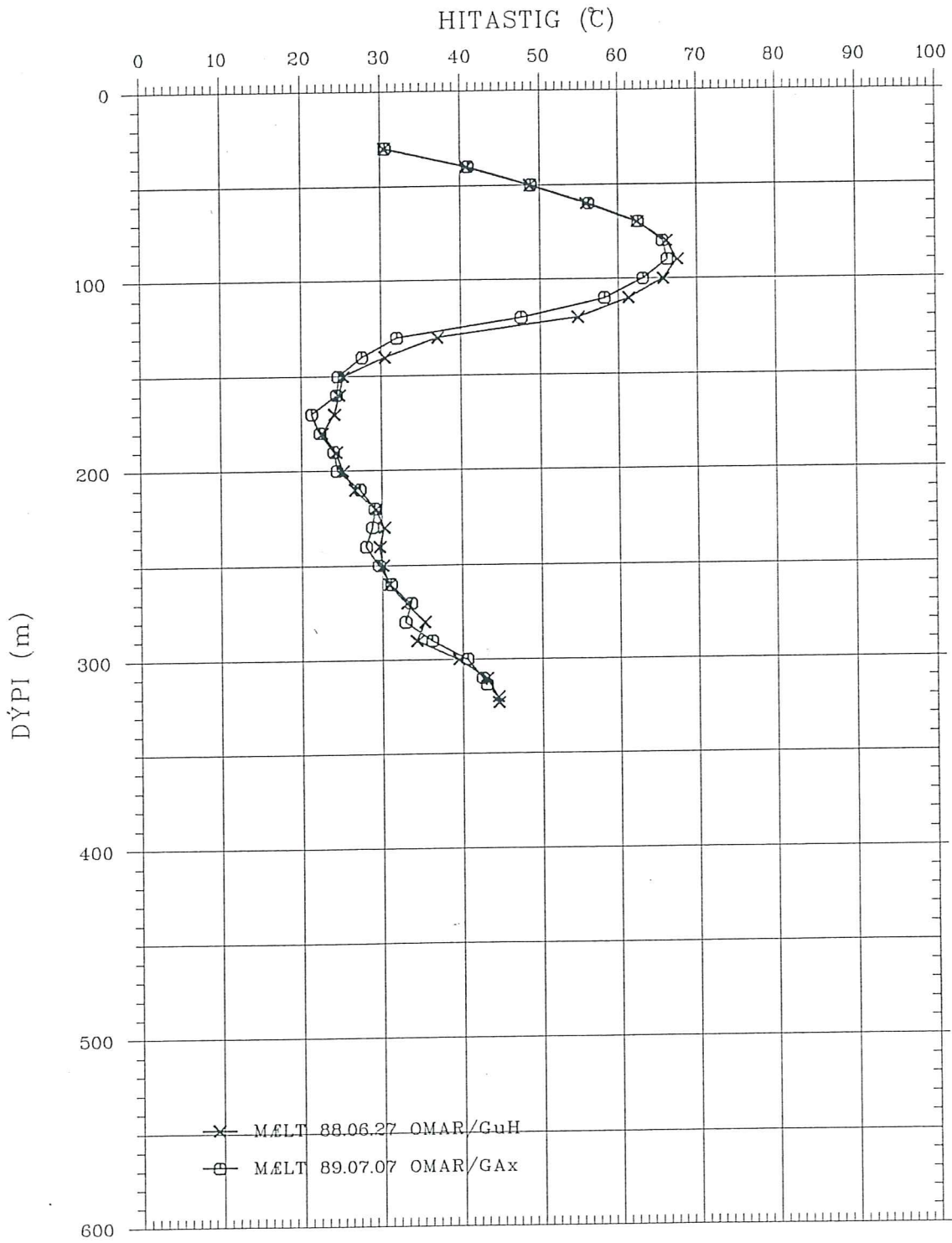
HITI
C

ATHUGASEMDIR

50.00	31.70
60.00	36.70
70.00	42.10
80.00	46.80
90.00	51.70
100.00	54.50
110.00	56.40
120.00	57.40
130.00	57.10
140.00	54.50
150.00	49.90
160.00	43.70
170.00	36.60
180.00	33.50
190.00	34.50
200.00	37.50
210.00	38.00
220.00	42.80
230.00	48.00
240.00	50.70
250.00	59.30
260.00	65.60
270.00	70.50
280.00	74.90
290.00	71.60
300.00	64.30
310.00	60.00
320.00	55.90
330.00	57.10
340.00	58.60
350.00	57.50
360.00	63.30
370.00	67.70
380.00	71.40
390.00	73.80
400.00	77.10
410.00	78.50
420.00	77.10
430.00	74.70
440.00	73.90
450.00	79.50
460.00	80.90
470.00	78.30
480.00	80.50
490.00	80.20
500.00	82.10
510.00	83.30
520.00	82.00
530.00	80.40
540.00	78.10
550.00	77.20
560.00	80.00
570.00	82.50
580.00	87.20
590.00	86.80
600.00	85.40
610.00	84.90
620.00	78.50
630.00	77.70
634.00	76.90

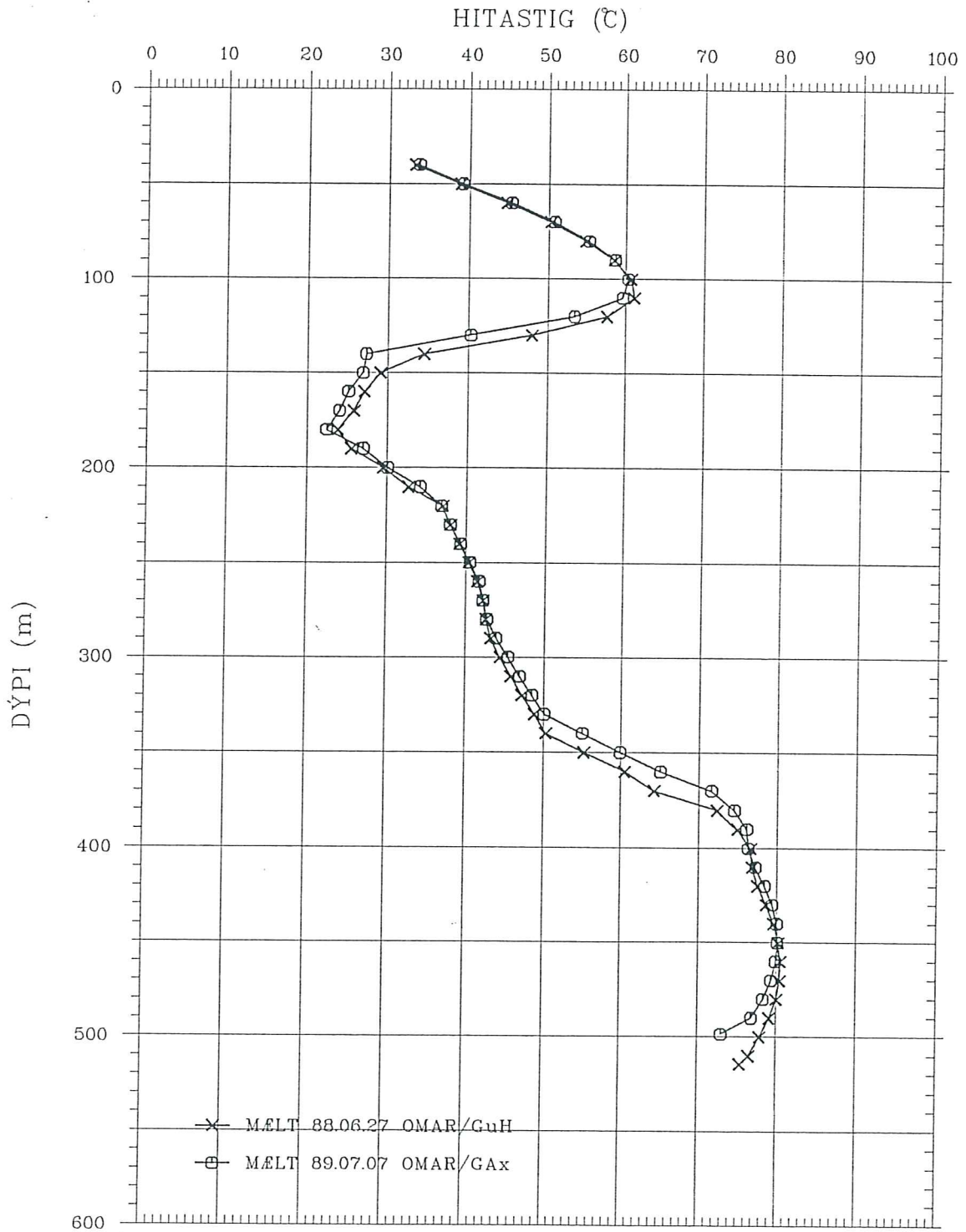
MÆLT NIDUR MED
GO-MÆLI NR. 6

HITAVEITA SELFOSS ÞORLEIFSKOT HOLA 4 Hitamælingar

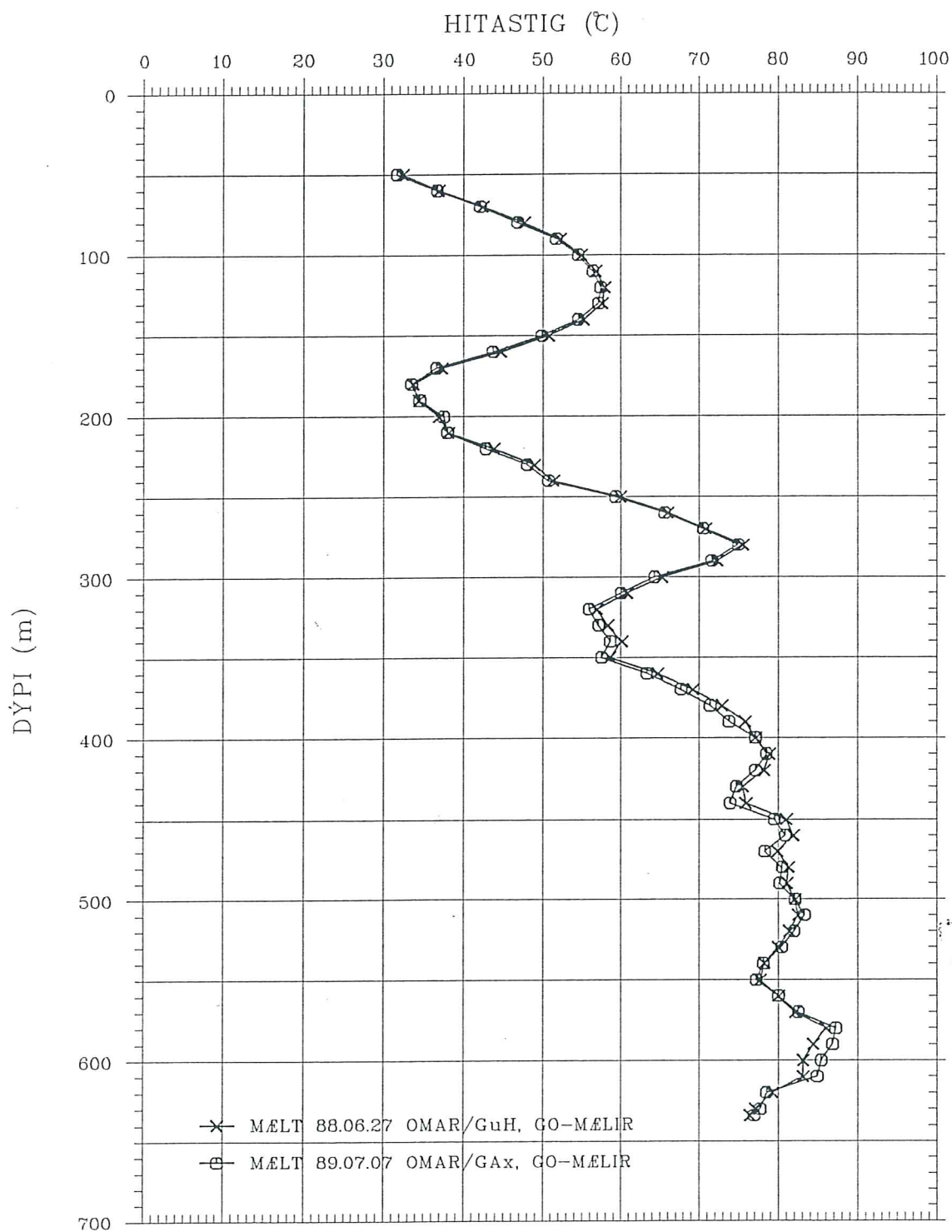


Mynd 1

HITAVEITA SELFOSS ÞORLEIFSKOT HOLA 6 Hitamælingar



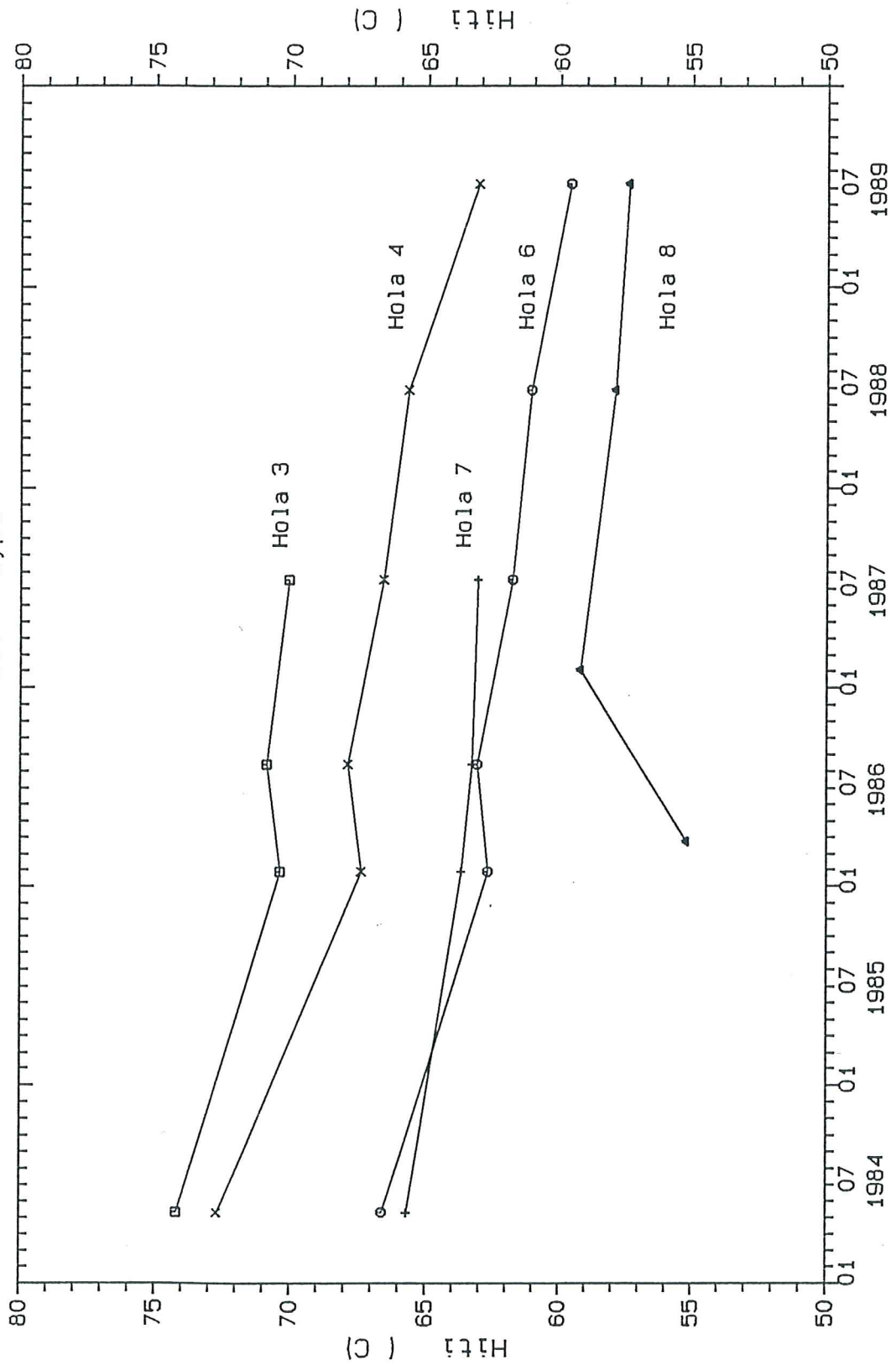
HITAVEITA SELFOSS ÞORLEIFSKOT HOLA 8 Hitamælingar



JHD-BM-8706-Qmar
89.07.0387 T

HITAVEITA SELFOSS

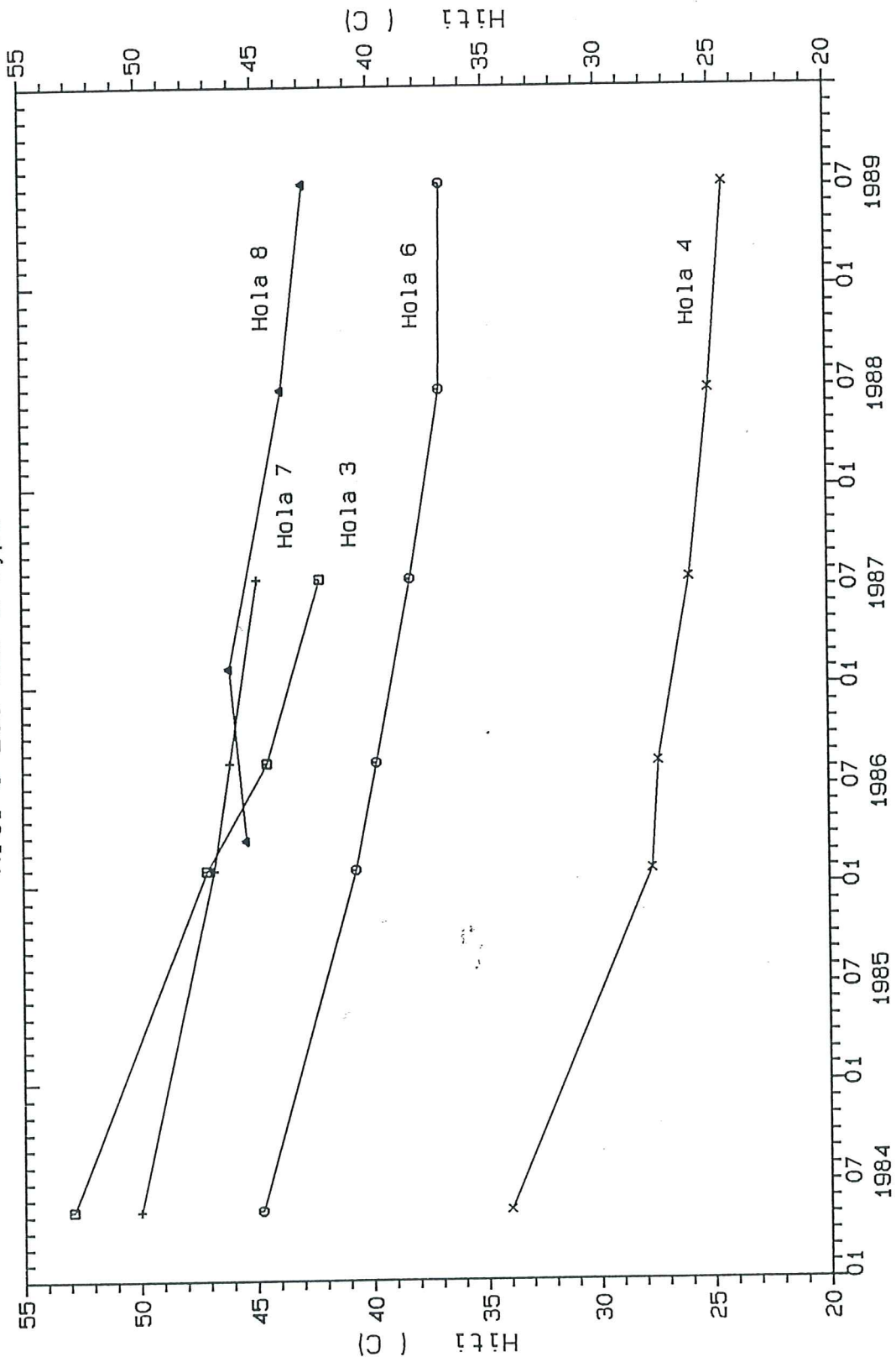
Hiti á 100-120 m dýpi



JHD-BM-8706-Omar
89.07.0388 T

HITAVEITA SELFLOSS

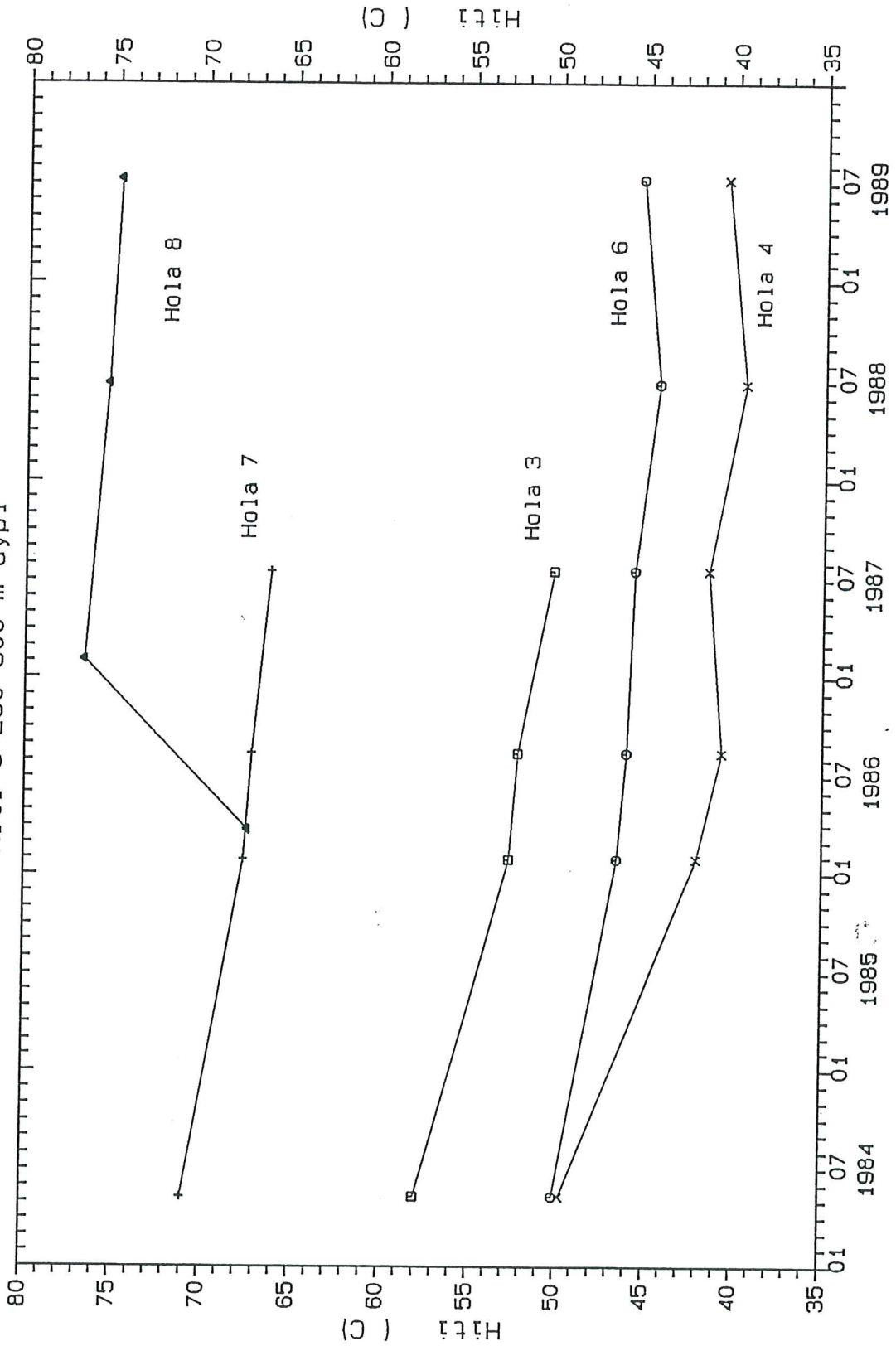
Hiti á 200-220 m dýpi



JHD-BM-8706-Omar
89.07.0389 T

HITAVEITA SELFLOSS

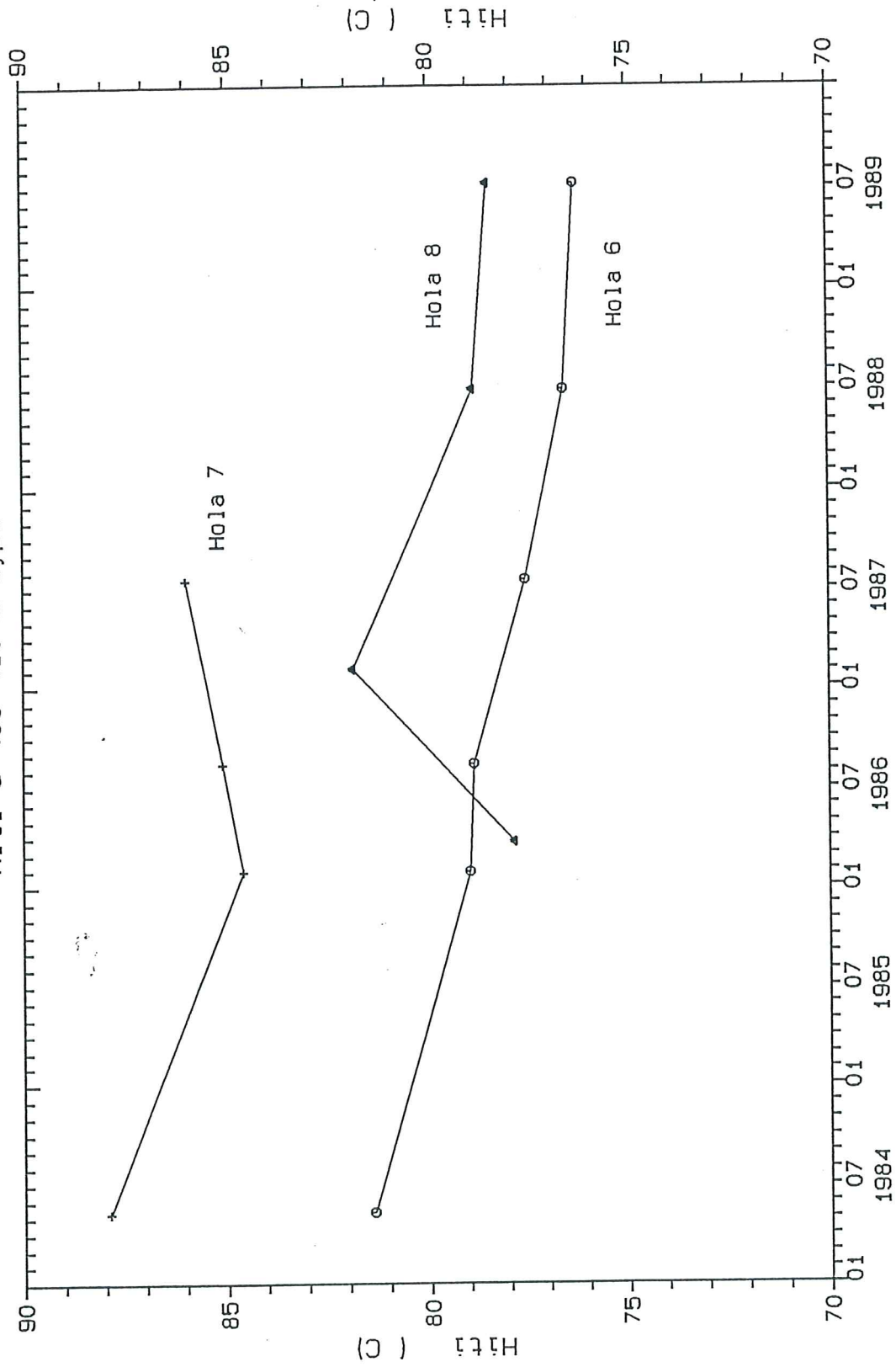
Hiti á 280-300 m dýpi



JHD-BM-8706-Omar
89.07.0390 T

HITAVEITA SELFLOSS

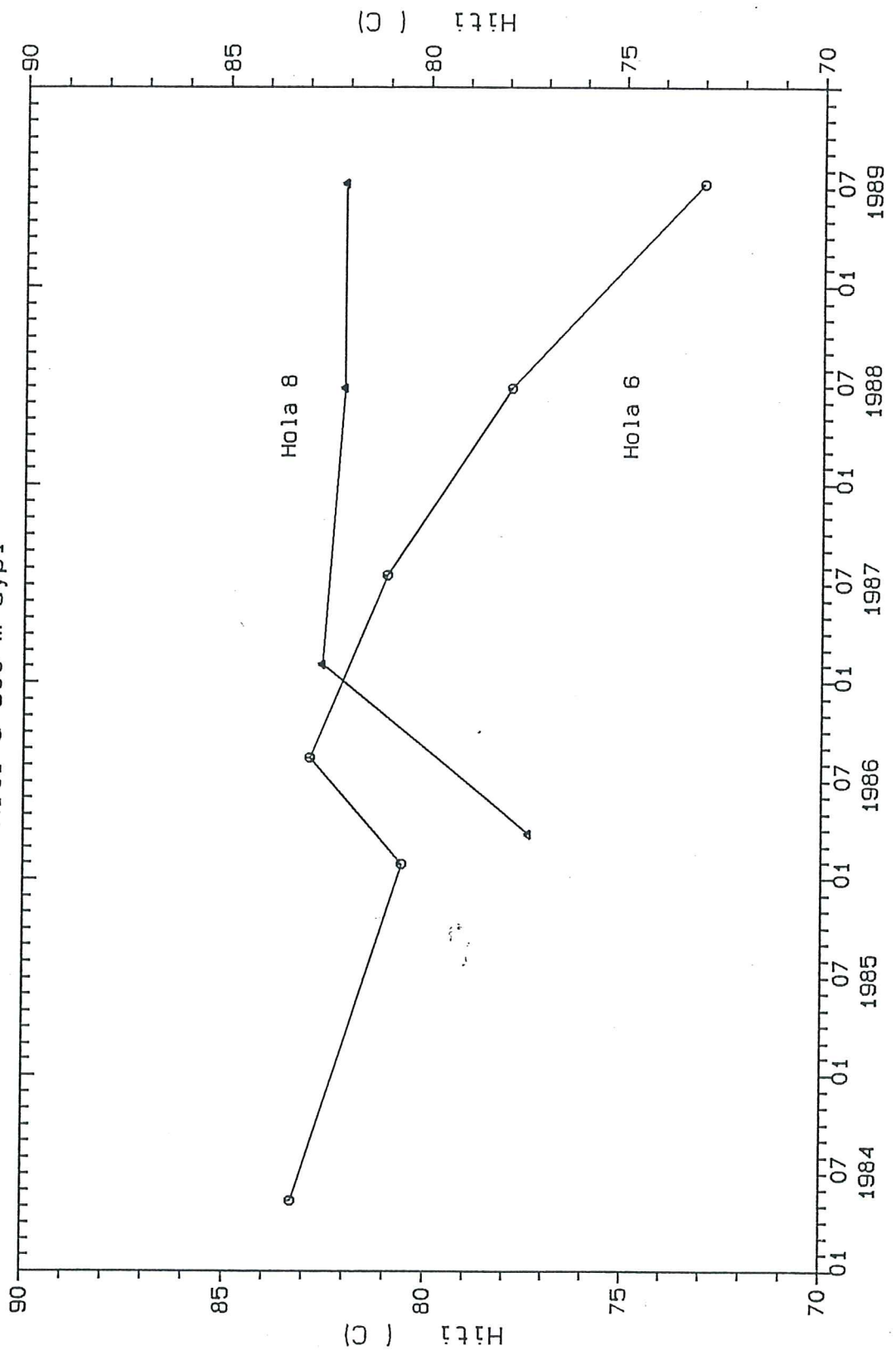
Hiti á 400-410 m dýpi



JHD-BM-8706-Omar
89.07.0393 T

HITAVEITA SELFOSS

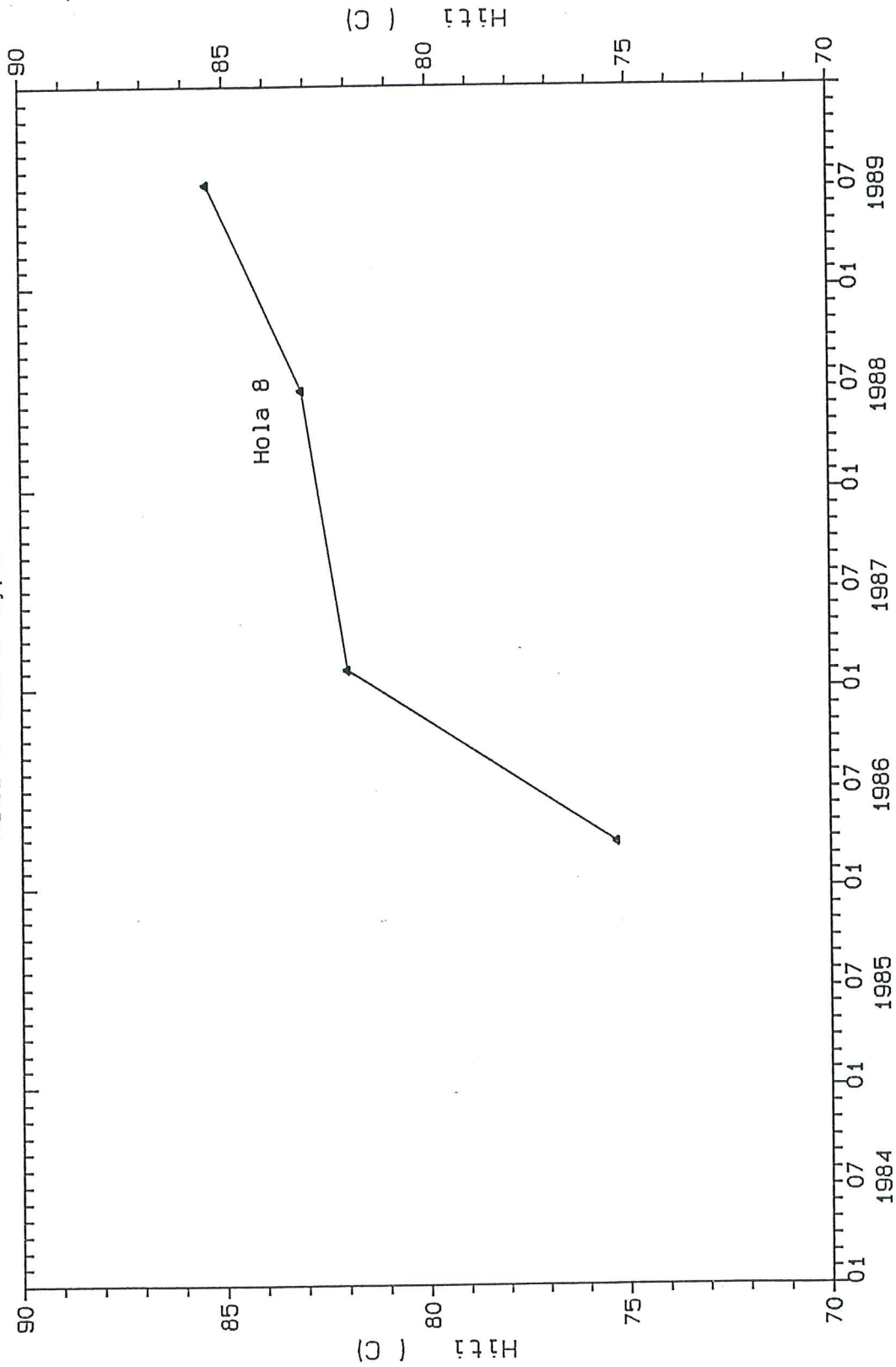
Hiti á 500 m dýpi



JHD-BM-8706-Omar
89.07.0394 T

HITAVEITA SELFOSS

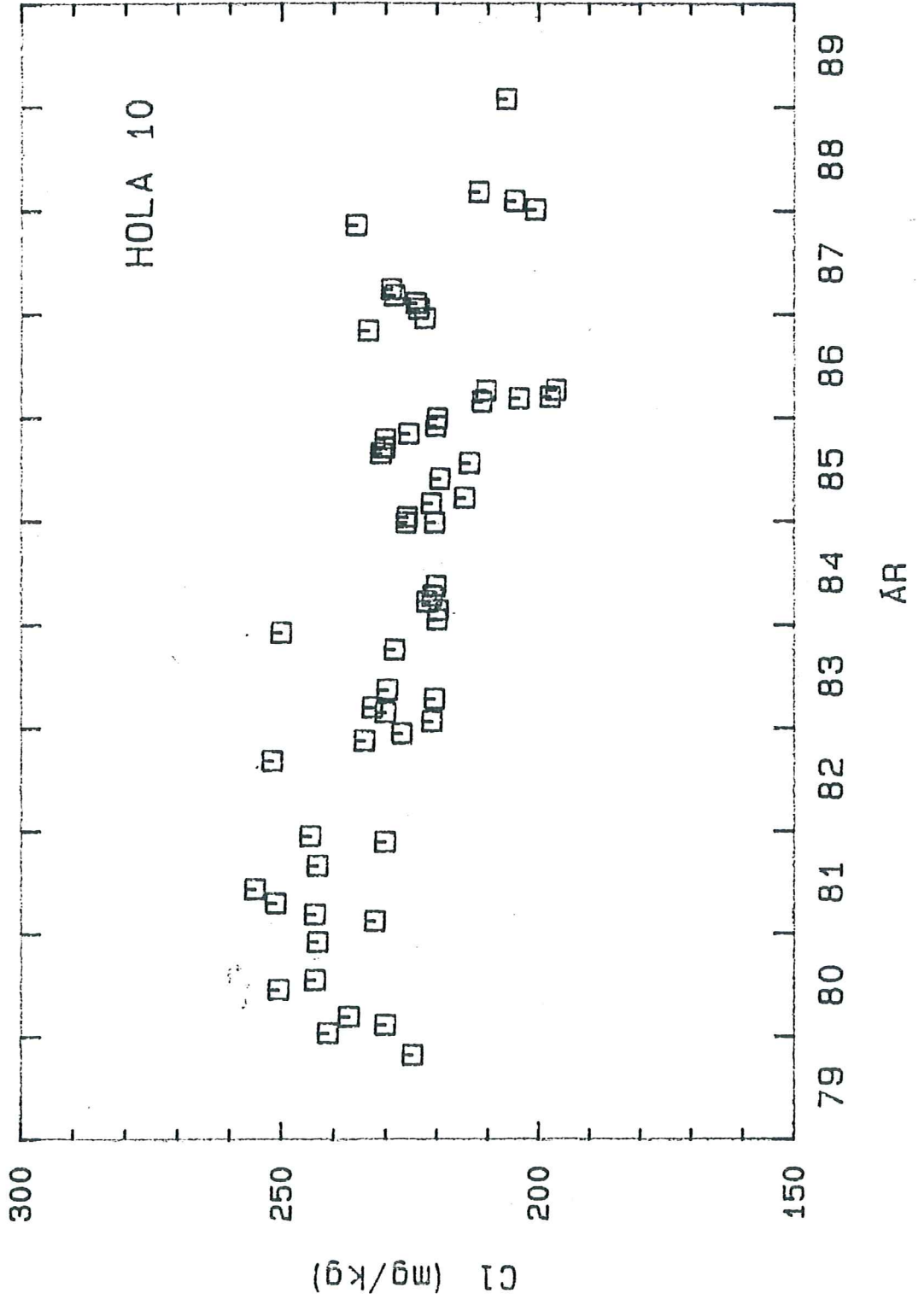
Hiti á 600 m dýpi



HITAVEITA SELFLOSS

HOLA 10

JHD · JEF · 8706 M0
89.07 0406 T



HITAVEITA SELFLOSS

JHD · JEF · 8706 M0
89.07 0407 T

