



Afkastaprófun holu ÞÍ-14 við Þorleifskot

**Guðni Axelsson**

**Greinargerð GAx-89-02**

## AFKASTAPRÓFUN HOLU ÞÍ-14 VIÐ ÞORLEIFSKOT

### 1. INNGANGUR

Borun holu ÞÍ-14 við Þorleifskot lauk um mánaðarmótin febrúar-mars 1989. Holan var boruð skammt frá holu 9 af jarðbornum Ísbor fyrir Hitaveitu Selfoss. Hola ÞÍ-14 er víðari og dýpra fóðruð en hola 9 og er ætlað að leysa þá síðarnefndu af hólmi. Hún er um 1433 m djúp og fóðruð með 13 3/8" fóðurröri í 476,5 m. Frá 476,5 m í 695 m var holan síðan boruð með 12 1/4" krónu, en með 8 1/2" krónu þaðan og í botn. Holu ÞÍ-14 hallar mikið, yfir 20° þar sem mest er, og er því vinnsluhluti hennar all fjarri holu 9.

Hola ÞÍ-14 var afkastaprófuð þann 7. mars 1989 og fjallar þessi greinargerð um niðurstöður þeirrar prófunar. Auk þess eru í viðauka birtar allar þær hita- og hallamælingar sem gerðar voru í holunni meðan hún var í borun.

### 2. AFKASTAPRÓFUN

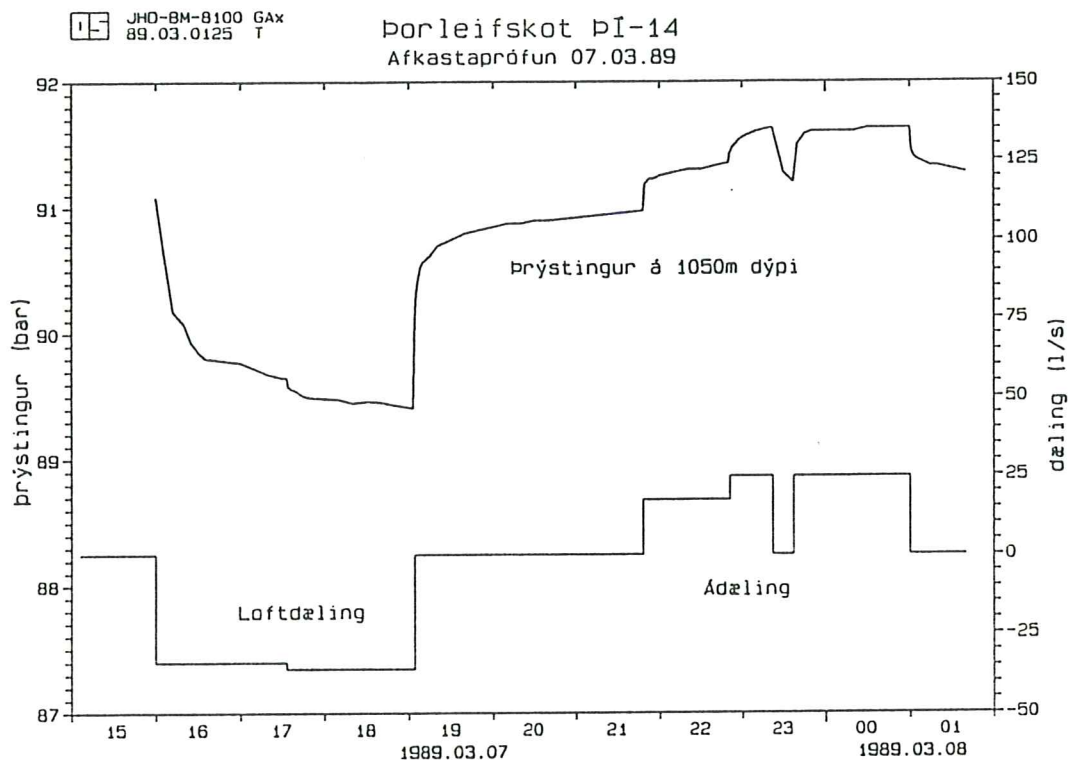
Afkastaprófun holu ÞÍ-14 fór þannig fram að í fyrstu var loftdælt úr holunni í rúmlega 3 klst. Síðan var loftdælingunni hætt og fylgst með hækkun þrýstings í holunni í tæpar 3 klst. Að síðustu var svo vatni dælt á holuna í rúmlega 3 klst.

Í loftdælingunni var lofti dælt á hjálparfóðringu, sem náði niður á 198 m dýpi, með loftpressum borsins. Reynt var að ná tveim rennslisþrepum með því að draga úr afköstum loftpressanna í fyrra þrepinu. Fylgst var með þrýstibreytingum í holunni með þrýstiskynjara á 1050 m dýpi og lá kapallinn í skynjarann um borstangir, sem náðu niður á 246 m dýpi. Rennsli var mælt með V-yfirfalli sem staðsett var í skurði í u.þ.b. 100 m fjarlægð frá holunni. Ekki var hægt að áætla rennslið með mikilli nákvæmni. Var það í fyrsta lagi vegna þess að aðeins var hægt að mæla gróflega það sem um V-ið fór, í öðru lagi var ekki ljóst hve mikið tapaðist framhjá V-inu eða á leiðinni í það og í þriðja lagi þá var rennslið ekki stöðugt.

Eftir að fylgst hafði verið með hækkun þrýstings í holunni í tæpar 3 klst. var dælt á holuna í tveimur þrepum. Í ádælingunni var rennslið nákvæmlega þekkt. Þannig fengust því nákvæmari gögn um viðbrögð holunnar en í loftdælingunni. Í seinna ádælingarþrepinu bilaði þó dælubúnaðurinn í um 15 mín. og veldur það nokkurri truflun.

Gögnin úr afkastaprófuninni eru birt á mynd 1. Einhver skekkja virtist vera í þrýstingsmælingunni fyrstu tvær klst. og hafa gögnin verið leiðrétt fyrir þeirri skekkju. Eins ber að hafa í huga að rennslið í loftdælingunni var aðeins gróflega áætlað og einnig var það breytilegra en sýnt er á myndinni.

Rétt er að benda á það að hér er um mjög stutta prófun að ræða, þrepin voru aðeins 1 - 2 klst. að lengd. Prófunin gefur því aðeins upplýsingar um skammtímaafköst holunnar. En þar sem viðbrögð jarðhitakerfisins við Þorleifskot við langtímaávinnslu eru nokkuð vel þekkt þá er mögulegt útfrá fyrirliggjandi gögnum um skammtímaafköst að spá fyrir um niðurdrátt í holunni við langtímaávinnslu.



MYND 1. Gögn úr afkastaprófun holu ÞÍ-14.

Þegar vatni er dælt úr vinnsluholu þá er niðurdráttur í holunni yfirleitt töluvert meiri en niðurdráttur í jarðhitakerfinu utan hennar. Er þetta vegna þrýstifalls sem verður vegna iðustreymis við innstreymi í holuna, og oft er nefnt iðustreymistap. Mynd 2 sýnir þrýstibreytingar sem verða í holunni, samkvæmt prófuninni, við mismikla dælingu. Þar sést að þrýstibreytingarnar eru ekki línulega háðar dælingu. Þetta bendir til þess að nokkuð iðustreymistap verði við innstreymi í holuna, sem áætla má með jöfnunni:

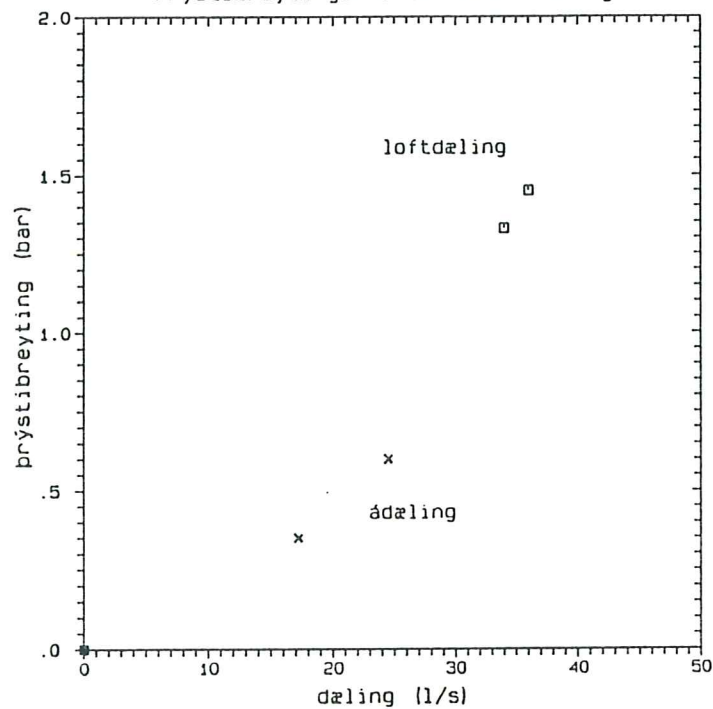
$$(1) \quad \Delta p = 0,00057 Q^2$$

Hér er  $\Delta p$  þrýstitapið í bar og  $Q$  dælingin í l/s. Ef þrýstibreytingar við ádælingu eru minni en þrýstibreytingar við dælingu úr holunni gæti iðustreymistapið þó verið eitthvað minna, en hér er reiknað með að þær breytingar séu u.þ.b. þær sömu. Eins og kemur fram hér á eftir þá virðist aðalæð holunnar vera í þrengri hluta holunnar. Ef holan væri víðari við aðalæðina mætti búast við að iðustreymistapið væri mun minna.

Vatnsleiðni, eða lekt, bergs stjórnar því hve greiðlega vatn streymir um jarðhitakerfi og hve miklar þrýstibreytingar (niðurdráttur) verða í því við vinnslu. Til þess að áætla vatnsleiðni í jarðhitakerfinu næst holu ÞÍ-14 voru gögnin úr prófuninni túlkuð á grundvelli líkans af óendanlegum láréttum vatnsleiðara að þykkt  $h$ , lokuðum að ofan og neðan. Niðurstöðurnar sem þannig fengust fyrir hina mismunandi þætti prófunarinnar eru birtar í töflu 1 hér að neðan. Myndir 3, 4 og 5 sýna svo hversu vel reiknuð viðbrögð líkansins falla að mældum þrýstibreytingunum. Myndir 3 og 4 sýna hækkun vatnsborðs eftir loftdælinguna og er mynd 4 með lógaritmískum tímaskala, en mynd 5 sýnir túlkun þrýstibreytinganna í og eftir loftdælinguna.

JHO-BM-8100 GAX  
89.03.0126 T

Hola ÞÍ-14 Þorleifskoti  
Þrýstibreytingar eftir klst. dælingu



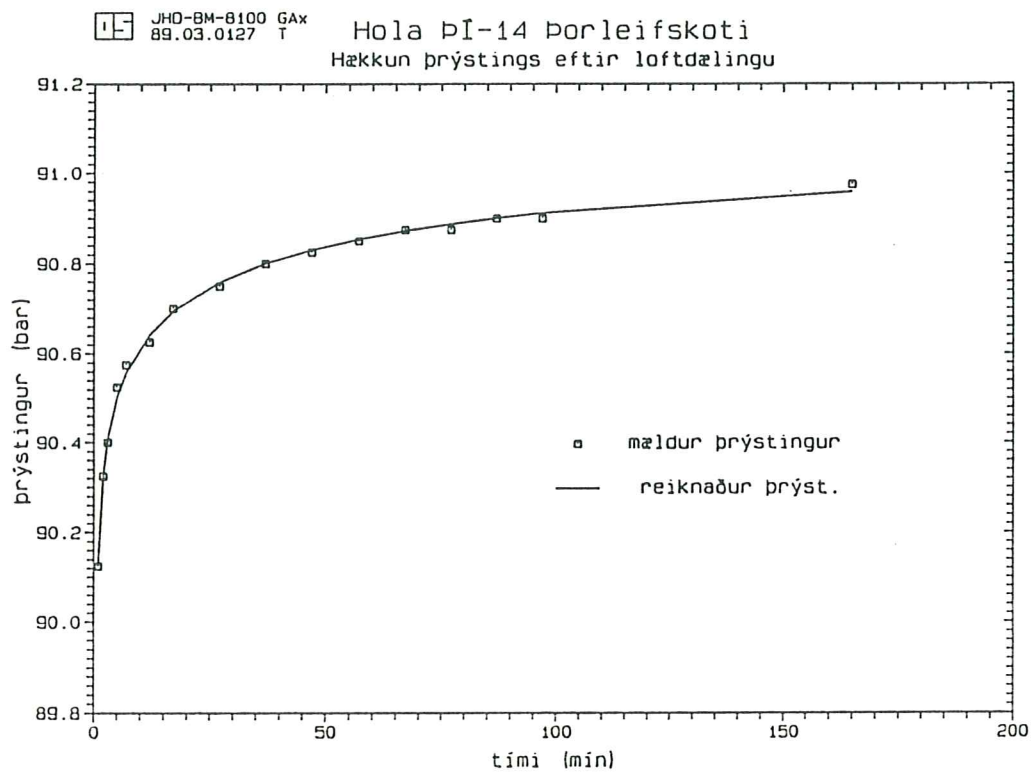
MYND 2. Þrýstibreytingar í ÞÍ-14 við mismikla dælingu.

TAFLA 1. Vatnsleiðni jarðhitakerfis næst holu ÞÍ-14

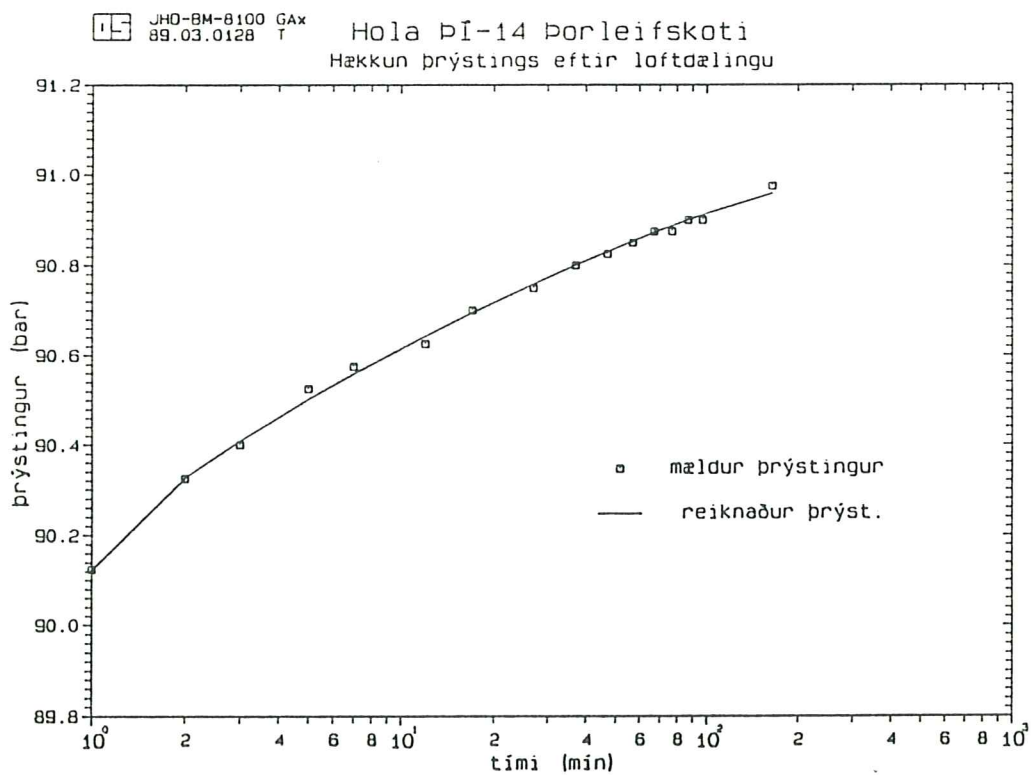
Hluti prófunar	Leiðnistuðull $khg/\nu^1)$ ( $m^2/s$ )	Mynd
Loftdæling	0,0013	nei
Hækkun þrýst.	0,0018	3,4
Loftdæl. + hækkun	0,0016	5
Ádæling (ónákv.)	(0,0019)	nei

<sup>1)</sup>  $k$  = lekt bergs,  $m^2$ ;  $h$  = þykkt vatnsleiðara,  $m$ ;  
 $g$  = þyngdarhröðun,  $m/s^2$ ;  $\nu$  = segja vatnsins,  $m^2/s$ .

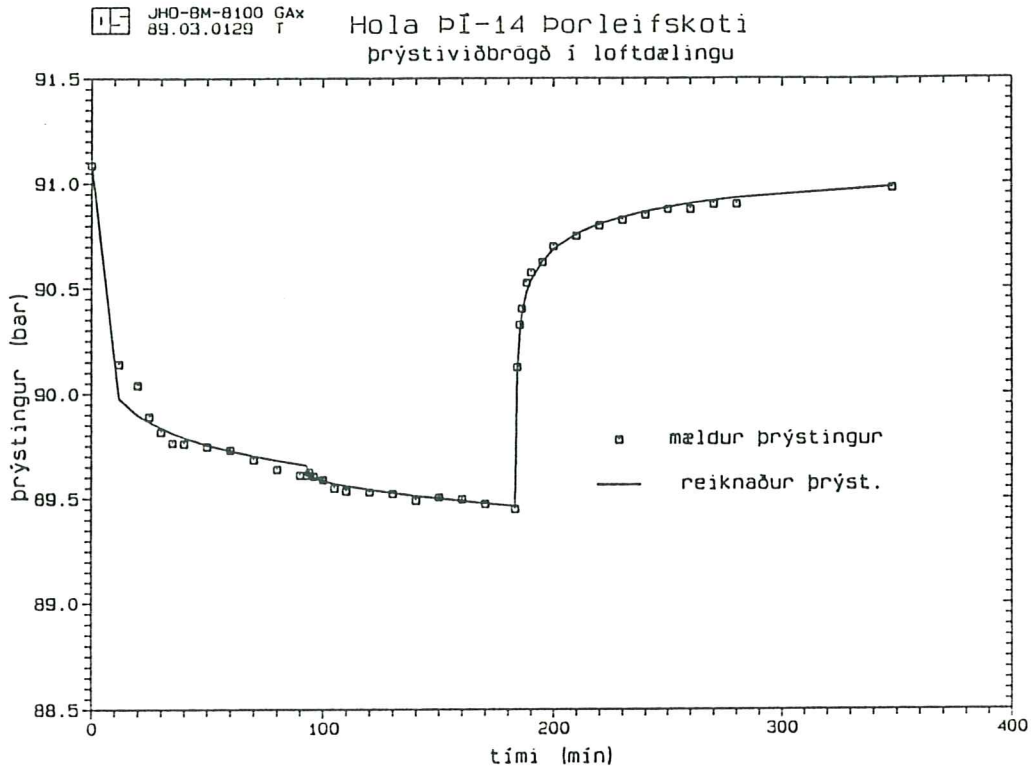
Samkvæmt niðurstöðunum hér að ofan þá er vatnsleiðnin næst holu ÞÍ-14 mjög góð, eða um  $0,0015 m^2/s$ . Til samanburðar má nefna að við borlok var lekt næst holu 13 áætluð um  $0,0007 m^2/s$ .



MYND 3. Mæld og reiknuð hækkun þrýstings eftir loftdælingu.



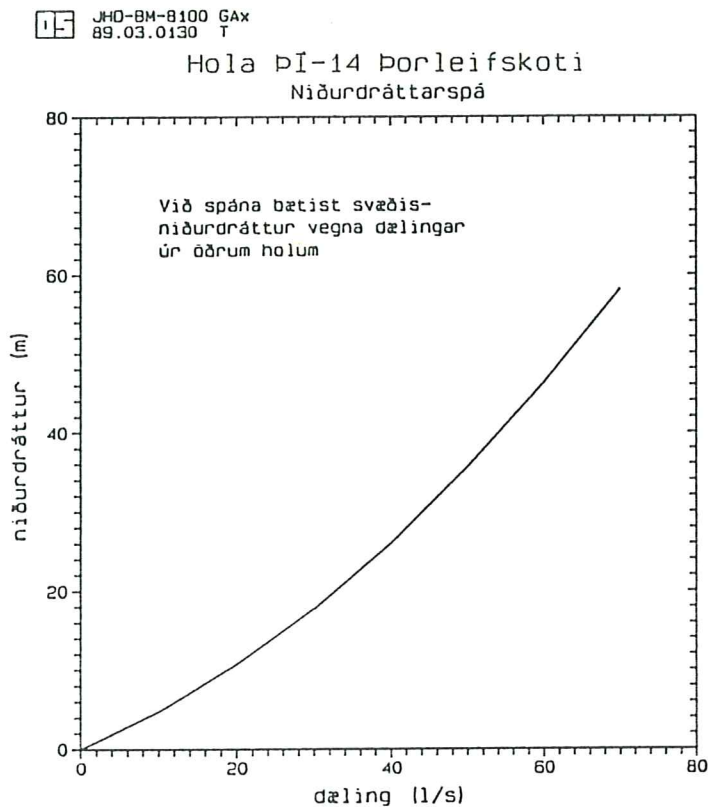
MYND 4. Mæld og reiknuð hækkun þrýstings, lógaritmískur tímaskali.



MYND 5. Mæld og reiknuð þrýstiviðbrögð í og eftir loftdælingu.

Á mynd 6 er að lokum birt niðurdráttarspá fyrir holu ÞÍ-14. Sú mynd sýnir spá um niðurdrátt í holunni við langtímavinnslu, sem í fyrsta lagi er byggð á niðurstöðum prófunarinnar um skammtíaviðbrögð holunnar (mynd 2), í öðru lagi á áætluðu iðustreymistapi (jafna (1)) og í þriðja lagi á áætlun um þann niðurdrátt, sem verður til viðbótar í jarðhitakerfinu við langtímavinnslu. Áætlunin um viðbótarniðurdrátt við langtímavinnslu er byggð á því að jarðhitakerfið við Þorleifskot bregst þannig við langtímavinnslu að jafnvægi næst milli dælingar og niðurdráttar eftir að vinnsla hefur staðið í nokkurn tíma. Stafar þetta af því að jarðhitakerfið er í tengslum við grunnvatnskerfið ofan þess. Hér var gengið útfrá því að jafnvægi næðist við dælingu úr holu ÞÍ-14 eftir um 100 klst. stöðuga dælingu og viðbótarniðurdrátturinn áætlaður útfrá vatnsleiðninni, sem áður hafði verið metin.

Eins og aðrar spár þá er spá sú sem hér um ræðir einungis jafn traust og þau gögn sem lögð eru til grundvallar henni. Þar sem afkastaprófunin var mjög stutt þá er niðurdráttarspáin mjög gróf. Einnig var iðustreymistapið aðeins gróflega áætlað. Þó virðist mega ganga útfrá því að dæla á um 150 m dýpi í holunni geti afkastað 40 - 50 l/s. Er þá gengið útfrá því að svæðisvatnsborð sé lægst á um 80 m dýpi að vetrinum. Nauðsynlegt er því að fylgst verði nákvæmlega með vinnslu og vatnsborði fyrstu dagana og vikurnar sem hola ÞÍ-14 verður nýtt. Þannig má fljótlega sjá hvort niðurdráttarspáin hefur reynst nærri lagi eður ei.



MYND 6. Niðurdráttarspá fyrir holu ÞÍ-14.

### 3. HITAMÆLINGAR

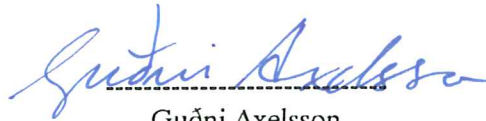
Þrjár hitamælingar voru gerðar meðan á afkastaprófun holu ÞÍ-14 stóð. Fyrsta mælingin var gerð rétt fyrir loftdælinguna og hafði holan þá staðið í u.þ.b. viku. Önnur mælingin var gerð um 1 1/2 klst. eftir loftdælinguna og sú þriðja tæpri klst. eftir að ádælingunni lauk. Mælingarnar eru sýndar á mynd 7. Flestar þær hitamælingar sem gerðar voru meðan á borun holunnar stóð eru birtar í viðauka hér á eftir.

Hitamælingarnar benda til þess að aðalæð holunnar sé á u.þ.b. 820 m dýpi og er það neðan þess dýpis sem holan þrengist á. Önnur minni æð virðist vera á u.þ.b. 550 m dýpi. Sú æð hefur hærri þrýsting en aðalæðin og virðist vatn renna úr minni æðinni í aðalæðina þegar engu er dælt úr eða í holuna. Aðalæðin virðist hafa tekið við mestum hluta ádælingarinnar. Í prófuninni voru báðar æðarnar tæplega 70 °C heitar og óvíst er hvort aðalæðin muni hitna eitthvað þegar farið verður að dæla úr holunni til lengdar. Þó er ekki útilokað að æðin eigi eftir að hitna um 5 - 10 °C. Með áframhaldandi kólnun Þorleifskotssvæðisins má hins vegar búast við að grynri æðin taki að kólna. Örlítil æð er á tæplega 1000 m dýpi, en hún virðist hvorki hafa gefið neitt í loftdælingunni né hafa tekið við neinu í ádælingunni.

#### 4. HELSTU NIÐURSTÖÐUR

Helstu niðurstöður afkastaprófunar holu ÞÍ-14, sem fram fór þann 7. mars 1989, eru eftirfarandi:

- Hér virðist um nokkuð vatnsgæfa holu að ræða og **gróflega áætlað** má búast við því að dæla megi allt að 50 l/s úr holunni með um 40 m niðurdrætti til viðbótar við svæðisniðurdrátt.
- Vatnsleiðni er góð í jarðhitakerfinu næst holunni eða um  $0,0015 \text{ m}^2/\text{s}$ . Hins vegar virðist nokkuð iðustreymistap verða við innstreymi í holuna, enda er aðalæðin neðan þess dýpis sem holan þrengist á.
- Aðalæð holunnar er á u.þ.b. 820 m dýpi og var hún tæplega  $70 \text{ }^\circ\text{C}$  heit í prófuninni. Mögulegt er að æðin hitni eitthvað þegar farið verður að dæla úr henni til lengdar, en varla nema um  $5 - 10 \text{ }^\circ\text{C}$ .
- Önnur mun minni æð er á u.þ.b. 650 m dýpi, einnig um  $70 \text{ }^\circ\text{C}$  heit. Millirennslir virðist úr þeirri æð niður í aðalæðina þegar holan stendur. Með áframhaldandi kólnun Þorleifskots-svæðisins má búast við því að þessi æð taki að kólna.

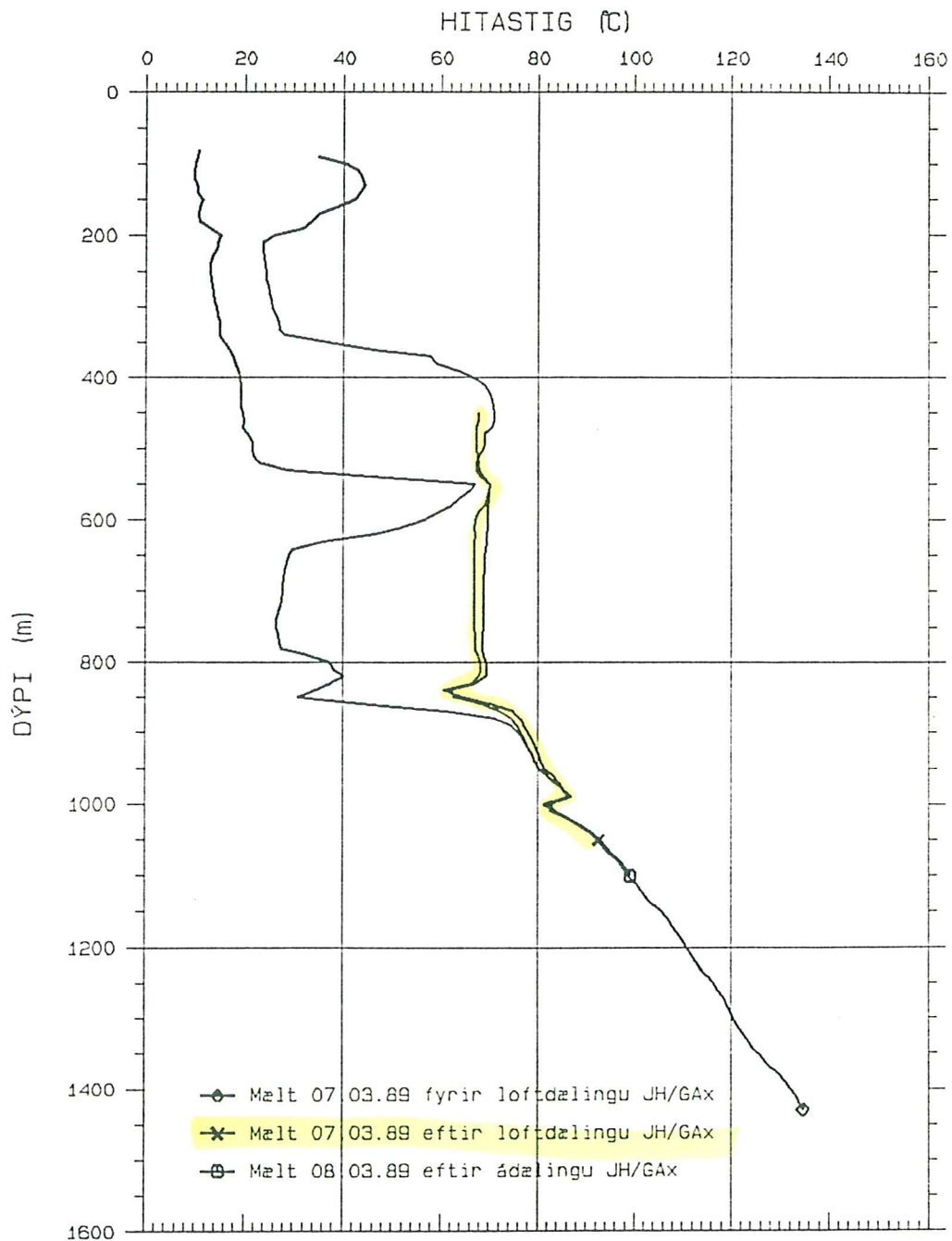


Guðni Axelsson



JHD-BM-B100 GAX  
89.03.0131 T

## Hola ÞÍ-14 Þorleifskoti Hitamælingar í borlok



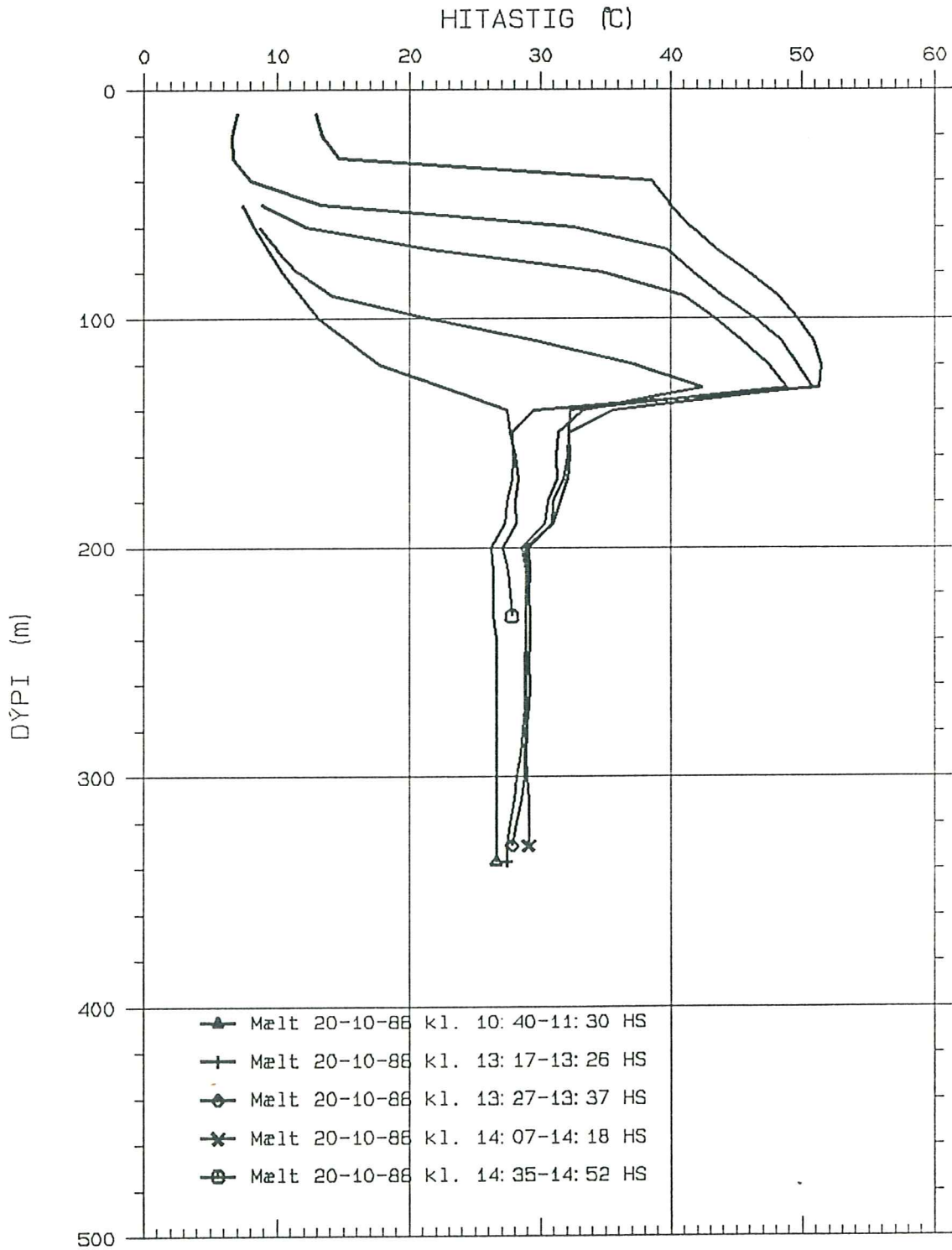
MYND 7. Hitamælingar í holu ÞÍ-14 meðan á afkastaprófun stóð.

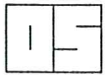
VIÐAUKI

Hita- og hallamælingar í ÞÍ - 14

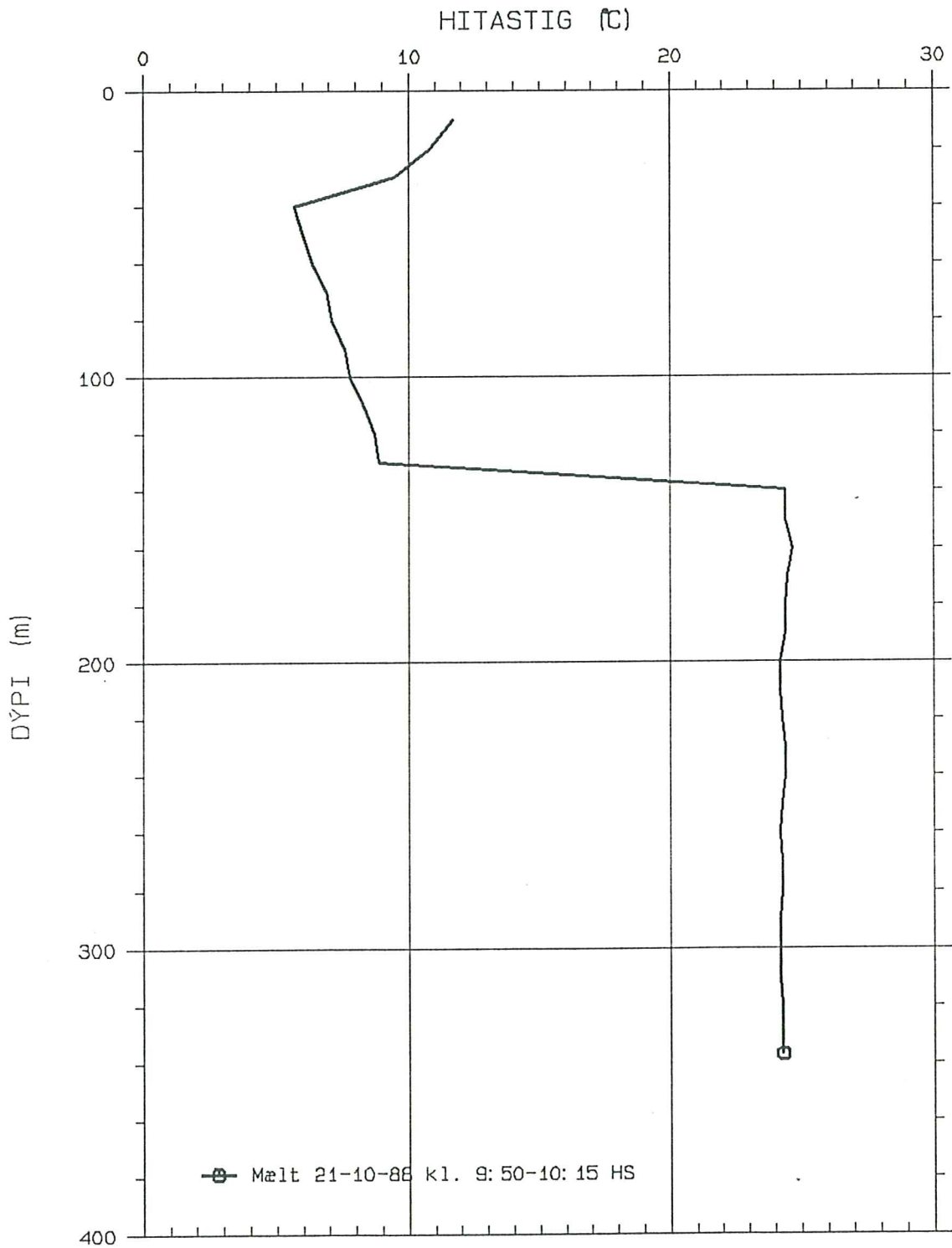
15

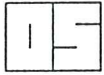
SELFOSS ÞORLEIFSKOT  
Hitamælingar í holu ÞÍ-14  
20-10-1988



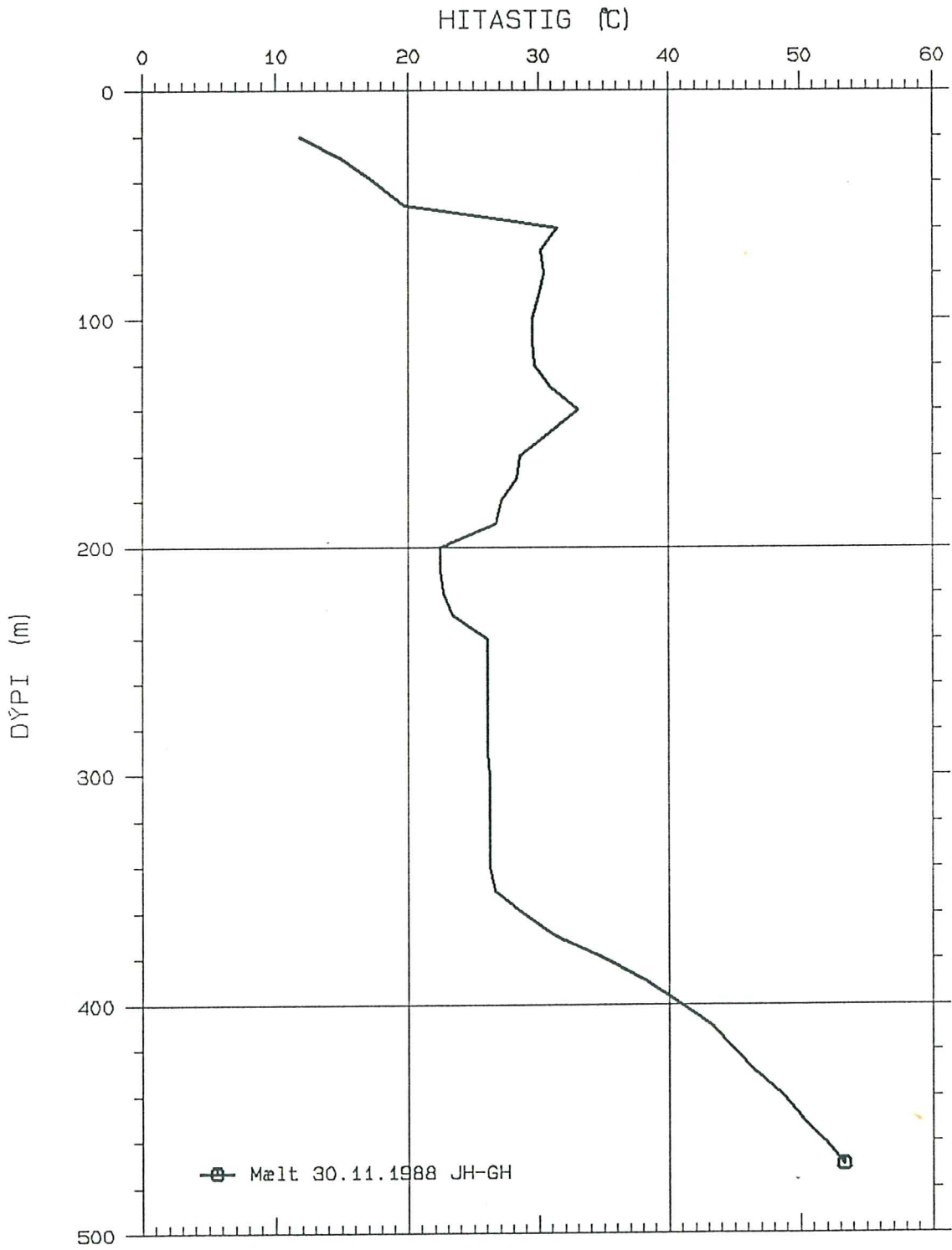


SELF OSS ÞORLEIFSKOT  
Hitamæling í holu ÞÍ-14  
21-10-1988



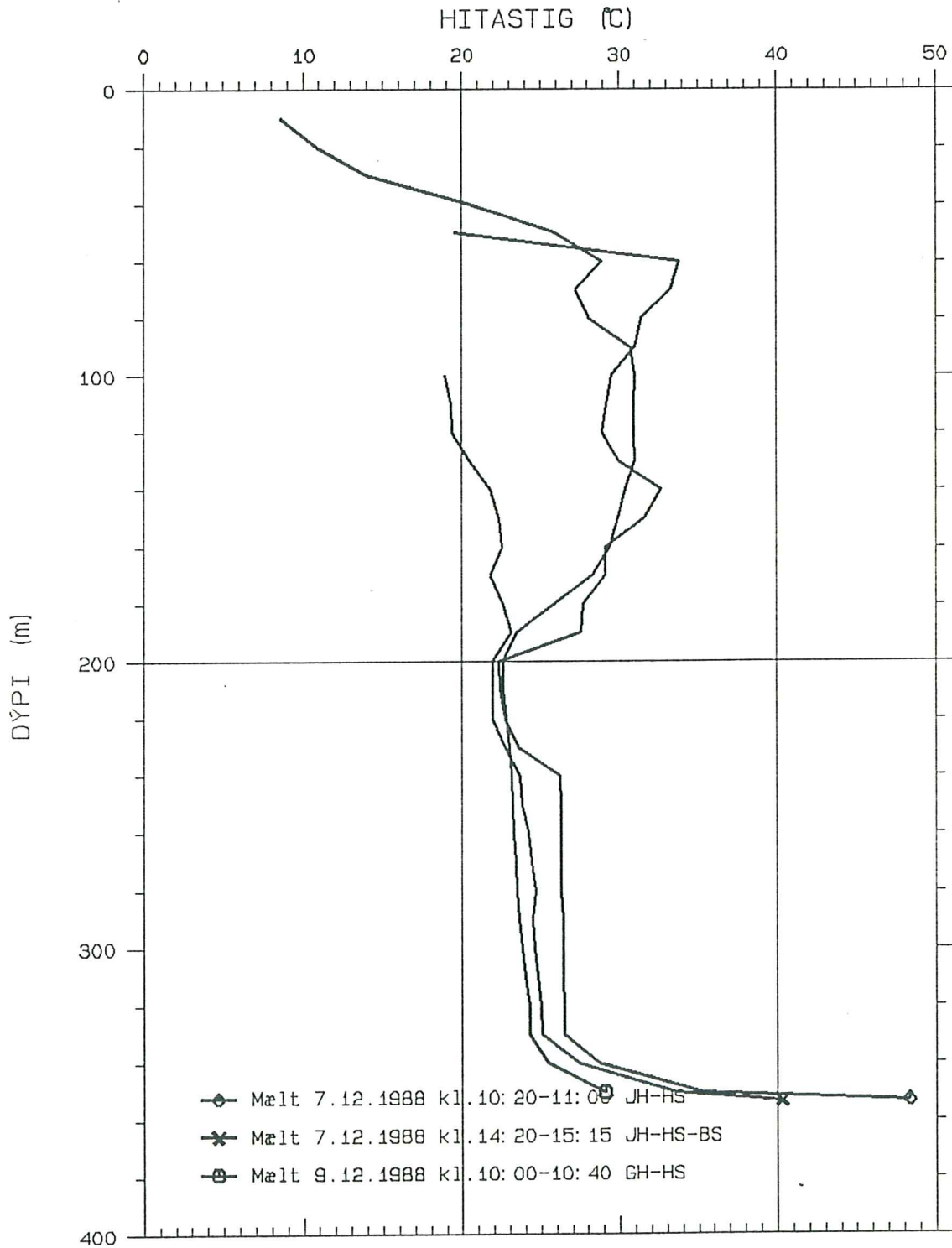


SELF OSS ÞORLEIFSKOT  
Hitamæling í holu ÞÍ-14  
30-11-1988



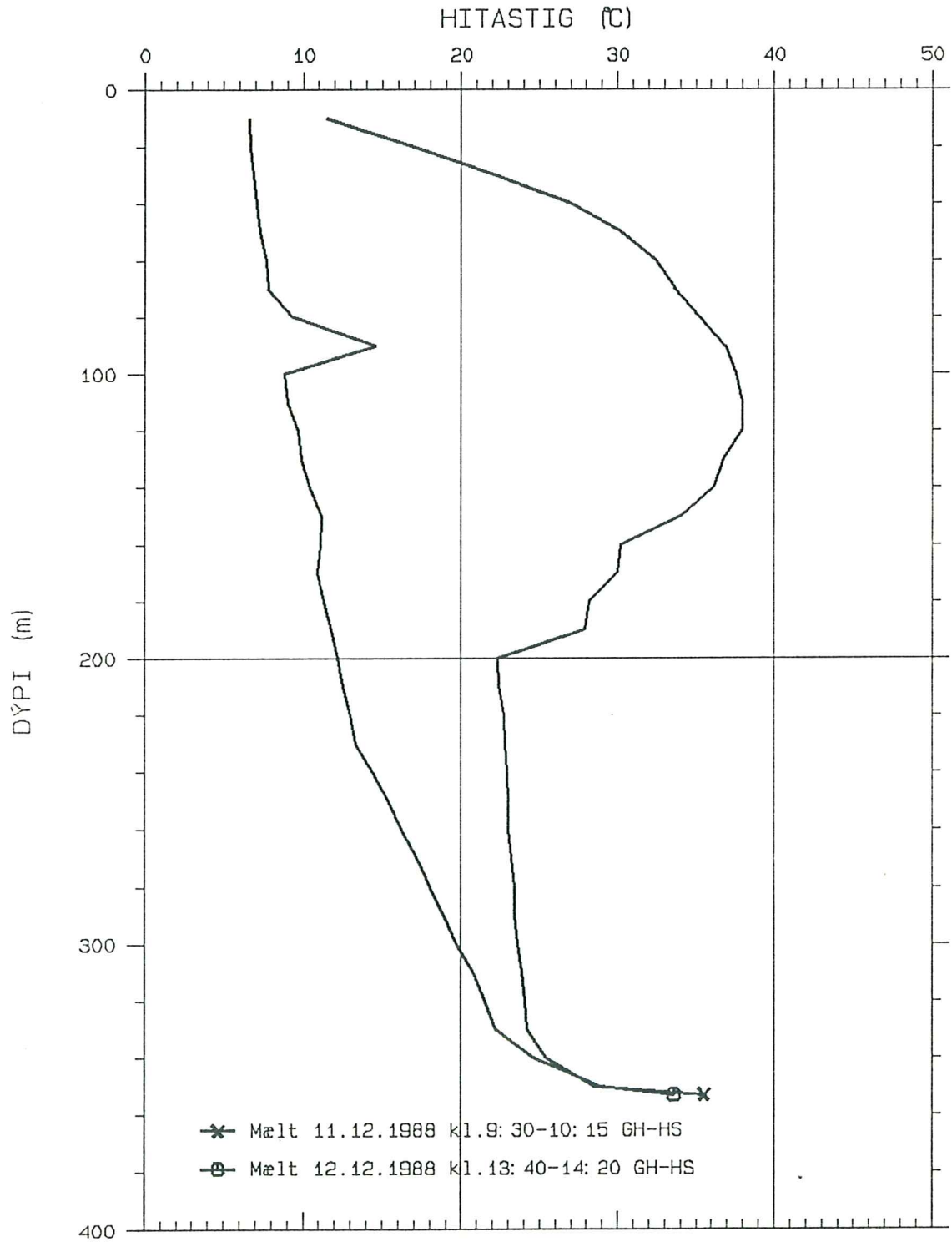


SELFOSS ÞORLEIFSKOT  
Hitamælingar í holu ÞÍ-14  
7 og 9 des. 1988



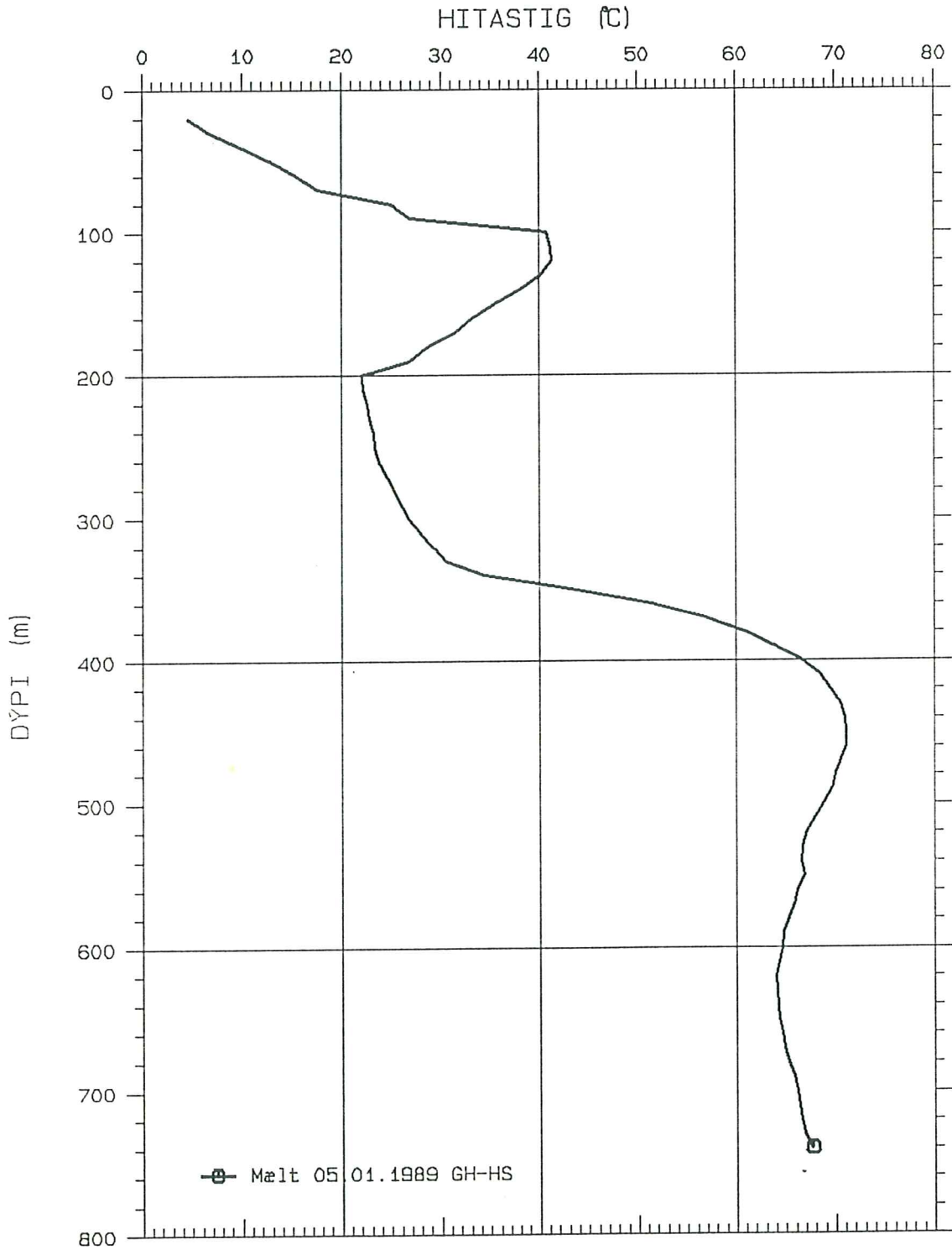


SELFOSS ÞORLEIFSKOŢ  
Hitamælingar í holu ÞÍ-14  
11 og 12 des. 1988

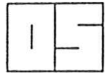


15

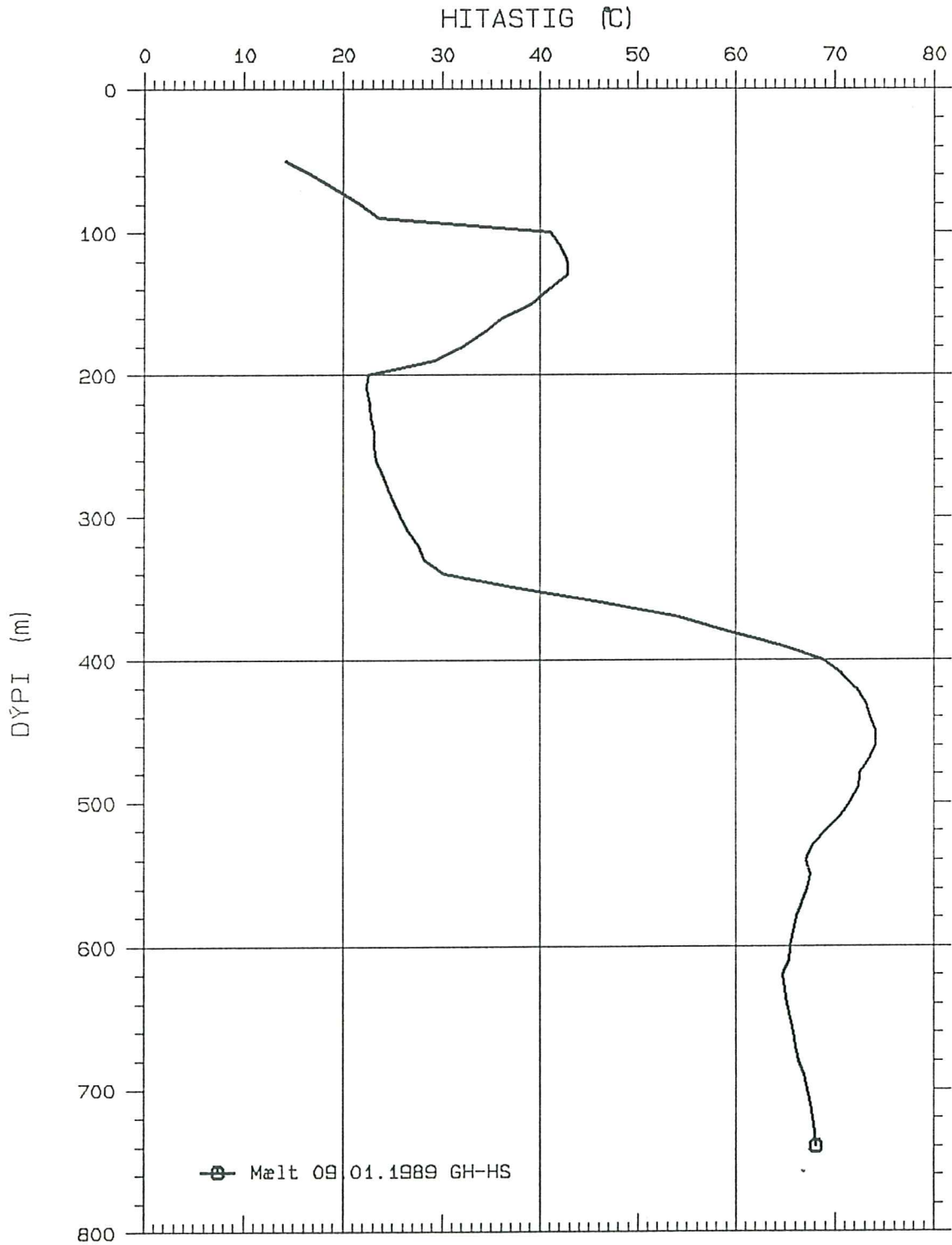
SELFOSS ÞORLEIFSKOT  
Hitamæling í holu ÞÍ-14  
05-01-1989





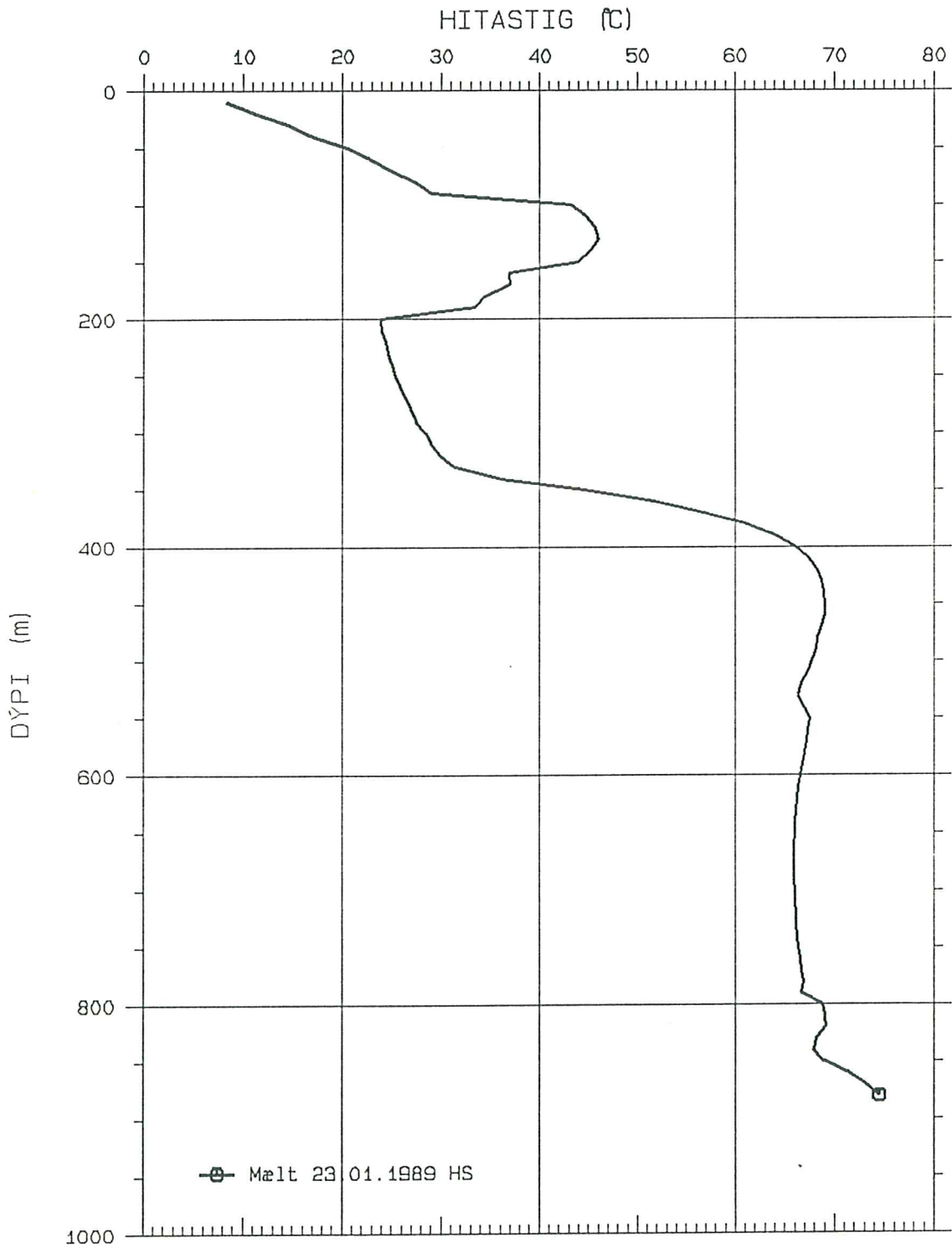


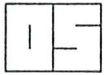
SELFOSS ÞORLEIFSKOT  
Hitamæling í holu ÞÍ-14  
09-01-1989



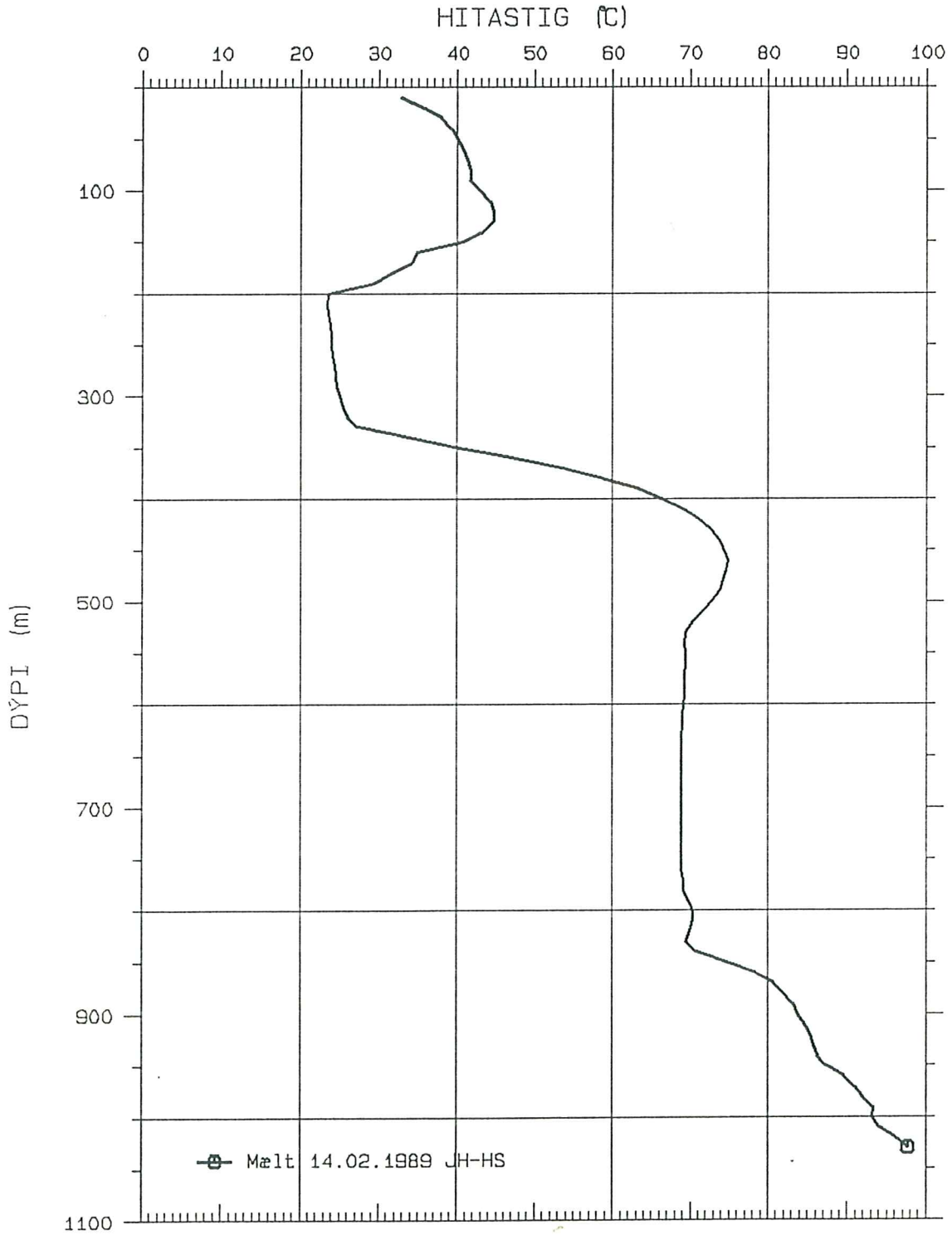


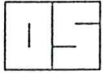
SELFOSS ÞORLEIFSKOT  
Hitamæling í holu ÞÍ-14  
23-01-1989



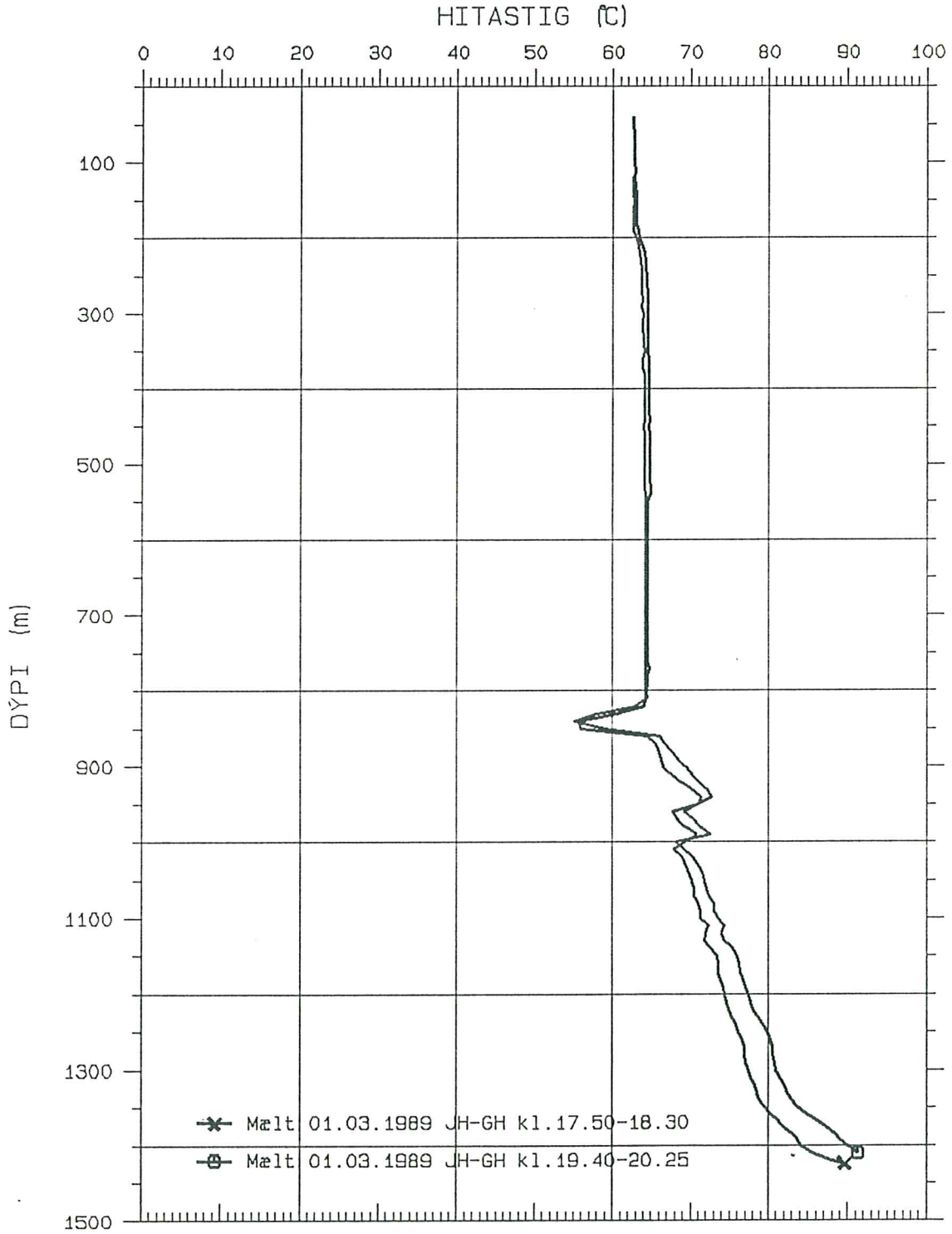


SELFOSS ÞORLEIFSKOT  
Hitamæling í holu ÞÍ-14  
14-02-1989





SELFOSS ÞORLEIFSKOT  
Hitamælingar í holu ÞÍ-14  
01-03-1989



*Hallamælingar í holu ÞÍ-14 Þorleifskoti*

Dýpi (m)	Dags.	Halli (°)	Stefna (°)	Mælir
240	88.12.02	2,0		TOTCO
300	88.12.02	3,5		-
350	88.12.02	7		-
400	88.12.02	9		-
450	89.01.03	13		-
550	89.01.03	18,5		-
650	89.01.03	22		-
750	89.01.03	>25		-
500	89.01.05	>12	157	LEUTERT
520	89.01.05	>12	157	-
677	89.01.18	23,7		TOTCO
717	89.01.19	24,0		-
777	89.01.20	21,5		-
830	89.01.23	17,9		-
878	89.01.23	16,8		-
1000	89.01.26	13,5		-
1415	89.03.01	11,0		-