

Borun holu KJ-31 í Kröflu

Ásgrímur Guðmundsson

Greinargerð ÁsG-97-06

Borun holu KJ-31 í Kröflu

Forsendur

Hola KJ-31 er staðsett í suðurhlíðum Kröflu á sama borplani og hola KJ-20, sem var skáboruð til norðurs undir Kröflufjall. Narfi forboraði holuna á tímabilinu frá 30. júlí - 7. ágúst 1997 litlu vestan við KJ-20. Niðurstöður forðafræðiathugunar, sem unnin var á Orkustofnun veturinn 1996/97, bentu til þess að auka mætti vinnslu úr suðurhlíðum Kröflu. Þetta er fyrsta holan sem boruð er á árinu beint niður í Suðurhlíðasvæðið, en áður hefur verið skáborað frá Suðurhlíðum til norðurs undir Kröflu og Vesturhlíðar hennar. Staðsetning holu KJ-31 er sýnd á mynd 1, en borplanið er í 584,6 m hæð y.s. og hnit holunnar eru: X = 442.415,30
Y = 579.161,40

Lýsing á staðháttum

Í suðurhlíðum Kröflu er virkur jarðhiti áberandi og liggur á reinum við misgengi með VNV-ASA stefnu. Hola KJ-31 er sunnan við misgengin milli hola KJ-16 og KJ-14, á norðurbrún mikils sprengigígs í botni Grænagils. Hola KJ-14 er tæplega 200 m vestan við og hola KJ-16 um 380 m austan við, en holurnar liggja nokkurn veginn á austur-vestur línu. Búast má við svipuðum aðstæðum í holu KJ-31 og KJ-20 niður á um 600 - 700 m dýpi, en þar neðan við er reiknað með meiri samsvörun við jarðлагаuppbyggingu eins og hún er í holu KJ-14.

Á mynd 2 eru upplýsingar um holuhönnun, þar er meðtalið staðsetning (hnit), hæð yfir sjávarmáli og áætlað fódringar- og holudýpi. Endanlegar dýptartölur verða ákveðnar á staðnum af staðarjarðfræðingi í samráði við boreftirlit.

Búast má við að hiti í væntanlegri holu KJ-31 fylgi suðumarksferli. Yfirþrýstingur umfram kalda vatnssúlu hefur ekki komið fram í Suðurhlíðaholum ef undanskilið er gasskotið í holu KJ-14. Þá er rétt að geta þess að þrýstingur í svæðinu er um 5 bar lægri nú heldur en þegar byrjað var á vinnslu úr Suðurhlíðum.

Upplýsingar frá borun og upphitun holu KJ-14 og borun fyrir steypum fódringum í KJ-20

Holu KJ-14 voru gerð góð skil í skýrslu Orkustofnunar, sem ber nafnið "*Krafla - hola KJ-14. Borun rannsóknir og vinnslueiginleikar*", tekið saman af Valgarði Stefánssyni o.fl. 1982 (OS82061/JHD09).

Borað var fyrir öryggisfódringu niður á 225 m dýpi án neinna vandamála. Þá var borað fyrir vinnslufódringu niður á 715 m dýpi. Algjört skoltap kom á tveimur stöðum. Það fyrra var á um 330 m dýpi þar sem borað var úr móbergi yfir í basalhraunlög. Í síðara tapinu byggði holan upp um 8 bar þrýsting, sem stafaði af gasinnstreymi. Alllangur tími fór í þéttingar á þessum lekum. Engin leið er að segja til um hvort sambærilegar aðstæður verði til staðar í holu KJ-31 en betra er að hafa þetta

í huga. Aftur á móti gekk betur að bora sambærilegan kafla í holu KJ-20 enda minni lekavandamál. Holan var nánast þétt við borun fyrir öyggisföðringunni og hámark 10 l/s tap í borun fyrir vinnsluföðringu.

Eins og í öðum Suðurhlíðaholum eru helstu æðarnar í vinnsluhlutanum tengdar súrum jarðlögum, sem sjást í holu KJ-14 á 850 -1050 m dýpi svo og niður undir 1800 m í tengslum við súr innskot, ennfremur sjást æðar niður undir 2000 m dýpi. Allur vinnsluhluti holu KJ-14 var boraður án þess að um mikið skoltap væri að ræða (mynd 3). Í borlok tók holan við um 9 l/s, sem minnkaði fljótlega um helming. Holan var þá skoluð í um sólarhring og jókst tapið þá í tæpa 30 l/s. Áfram var haldið með örvunaraðgerðir með góðum árangri (mynd 4) og síðan hefur holan verið sú besta í Suðurhlíðunum.

Á mynd 5 eru sýndir 5 hitaferlar úr holu KJ-14. Fyrsti ferillinn sýnir kælingu við ádælingu í borlok. Annar og þriðji ferillinn sýna kælingu eftir skolun og örvun. Fjórdi ferillinn sýnir síðustu upphitunarmælingu fyrir upphleypingu og sá fimmti sýnir áætlaðan berghita.

Jarðlög í holum KJ-14 og KJ-20 eru nokkuð svipuð í efri hluta holanna ef undan eru skilin basaltinnskot á 700 -800 m dýpi í holu KJ-20 sem sjást ekki í KJ-14. Neðan 1000 m eru þær frábrugðnar og mun ekki stuðst við lýsingu af holu KJ-20 frá þeim kafla. Hér á eftir er stutt lýsing á þeim jarðlögum sem hola KJ-14 sker með tilvísun í mynd 6:

Móberg 40 - 340 m dýpi. Móbergstúff og breksía eru minna ummynduð í efstu 110 m í holu KJ-14 en KJ-20 en þar neðan við er bergið nánast eins, þ.e. grænleitt mjög ummyndað og útfellingaríkt. Neðri hlutinn er nokkuð breksiuríkur. Mikið er um sprungufyllingar sem benda til þess að bergið er allt smásprungið. Bergið virðist nokkuð þétt en á neðri lagamótum þess komu fyrstu stóru opningarnar sérstaklega í holu KJ-14. Helstu ummyndunarsteindir eru kalsít, kvars, pýrít, zeólítar þar með talið wairakit og epidót og leirsteindir þar á meðal klórít, sem segir að þarna hafi mjög hár hiti náð langt upp, en síðan hafi svæðið kólnað niður á ný.

Hraunlög 340 - 600 m dýpi. Í efri hlutaum eru ráðandi finkorna grágræn basaltlög með mjög ummynduðum karga (breksíu) á milli, en er neðar dregur verða lögin þykkari. Á mörkum myndananna var mikill leki og svo litlu neðar eða á 410 m dýpi. Gas streymdi þar inn í holu KJ-14 með yfirþrýstingi eins og áður hefur verið getið um. Helstu ummyndunarsteindir eru kalsít, kvars, pýrít, epidót og leirsteindir.

Móberg 600 - 850. Allt bergið er sundursoðið og ummyndað. Það er ljósgrænt á lit. Túff er einkennandi í efri og neðri hlutanum en meira um breksíu um miðbikið. Öll myndunin er gegnum stungin af þunnum basaltlögum ýmist er um að ræða innskot, hraunlög eða bólstra. Bergið er mjög útfellingaríkt og einkennist af háhitaútfellingum eins og kvarsi, epidóti, preníti. Einnig eru kalsít og pýrít áberandi ásamt leirsteindum.

Súrt berg (rhyólít) 850 - 940 m dýpi. Ljóst nánast hvítt ummyndað súrt berg. Epidót er nokkuð áberandi í því ásamt kalsíti og kvarsi. Þetta berg hefur verið kallað einkennisberg Suðurhlíða og eru vatnsæðar tengdar því í öllum holunum, en misöflugar. Þunn basaltinnskot skera það.

Móberg og súrt berg 940 - 1050 m dýpi. Mjög ummyndað ljósgrænt túff og breksía eru ráðandi á þessu dýptarbili. Í neðstu 20 metrunum er súrt berg, sams konar og fyrir ofan, og jafnframt virðist sterkasta æð holu KJ-14 vera tengd því. Sömu ummyndunarsteindir og fyrir ofan.

Basalthraunlög og innskot 1050 - 1550 m dýpi. Basaltinnskotin skera sig oft úr hvað varðar ferskleika en í mörgum tilfellum eru þau álíka ummynduð og hraunlögin. Lítil kargi fylgir hraunlögum, en þau eru svipuð að samsetningu og hraunlögin sem liggja ofar. Um miðbik þessa kafla virðist kalsít vera að hverfa sem gefur til kynna að hitinn sé nálægt suðumarksferli.

Innskotakaflí 1550 - 2107 m dýpi. Niður undir 1760 m dýpi eru fin til meðalkorna basaltinnkot ráðandi. Þar neðan við tekur við díórítkaflí sem nær niður á 1840 m dýpi. Síðan er grófkorna basalt ráðandi bæði dólerít og gabbró. Niður undir 1900 m er bergið nokkuð ummyndað en þar neðan við er það ferskara. Ummyndunarsteindir sem sjást eru eingöngu háhitasteindir.

Forsendur fôðrunardýpis

Við hönnun háhitahola eru það einkum tvær meginforsendur sem ráða dýpi fôðringa:

Jarðfræðilegar forsendur ráða mestu um hönnun holunnar. Þá er ákveðið hve djúpt skuli borað og af hvaða dýptarbili vinnslan skuli eiga sér stað (opni hluti holunnar). Dýpi fôðringa ræðst af bordýpi í næsta boráfangi eftir að fôðring hefur verið steyp. Þannig ræðst dýpi vinnslufôðringar af heildardýpi holu þegar öryggiskrôfur setja skilyrði um dýpi fôðringa.

Öryggisforsendum þarf að fullnægja með því að setja nokkrar fôðringar í holuna, þannig að ávalt sé tryggt að síðasta fôðringin geti tekið á sig á hámarksþrýsting sem vænta má við borun næsta áfanga á eftir, fari holan óvænt í gos. Þessu er náð með því að setja þrjár fôðringar í háhitaholur:

1. Yfirborðsfôðringu	frá 0 til 15m/100 m
2. Öryggisfôðringu	frá 0 til 200m/600 m
3. Vinnslufôðringu	frá 0 til 600m/1200 m

Fôðringar þessar eru settar að lokinni borun hvers áfanga og eru steypar fastar. Öryggiskrôfumar leiða til þess að fôðringarnar skarast um 40 %, en minni skörun er algeng í Kröflu eða um 30 %.

Ákveðið hefur verið að bora holu KJ-31 niður á 2.100 m dýpi og hefur sidd fôðringa verið áætluð sem hér segir:

1. Yfirborðsfôðring	60 m
2. Öryggisfôðring	Allt að 300 m dýpi
3. Vinnslufôðring	Allt að 800 m dýpi
4. Raufaður leiðari í vinnsluhluta holunnar	

Dýptartölur hér að ofan miðast við bordýpi.

Öryggislokar við borun

Til þess að loka holunni meðan borstengur eru í holunni eru svonefndir öryggislokar "blow-out preventers" og eru þeir af fjórum gerðum.

- **Belggosvarar** (Shafer og Hydril) loka að borstöngum, álagsstöngum og fôðringum. Er þá gúmmiþétting þrýst saman og lokar hún þá holunni. Hitapól þessara loka er takmarkað. Gert er ráð fyrir að belggosvarar verði hafðir á holunni við borun allra áfanga holunnar.
- **Öryggisloki** sem lokar að stöngum er með stáltungu og gúmmiþéttingu (Cameron). Lokinn getur aðeins þétt við borstengur og takmarkar það notkunarvið hans. Loki af þessari gerð er notaður við áfanga 2 og 3.
- **Pakkdós** (Grant) er höfð efst á öryggisventlunum til að beina því sem úr holunni kemur út um hliðarstút og vernda þar með starfsmenn borsins gegn gufugosi. Í pakkdósinni er gúmmiþétting sem snýst með stöngunum.

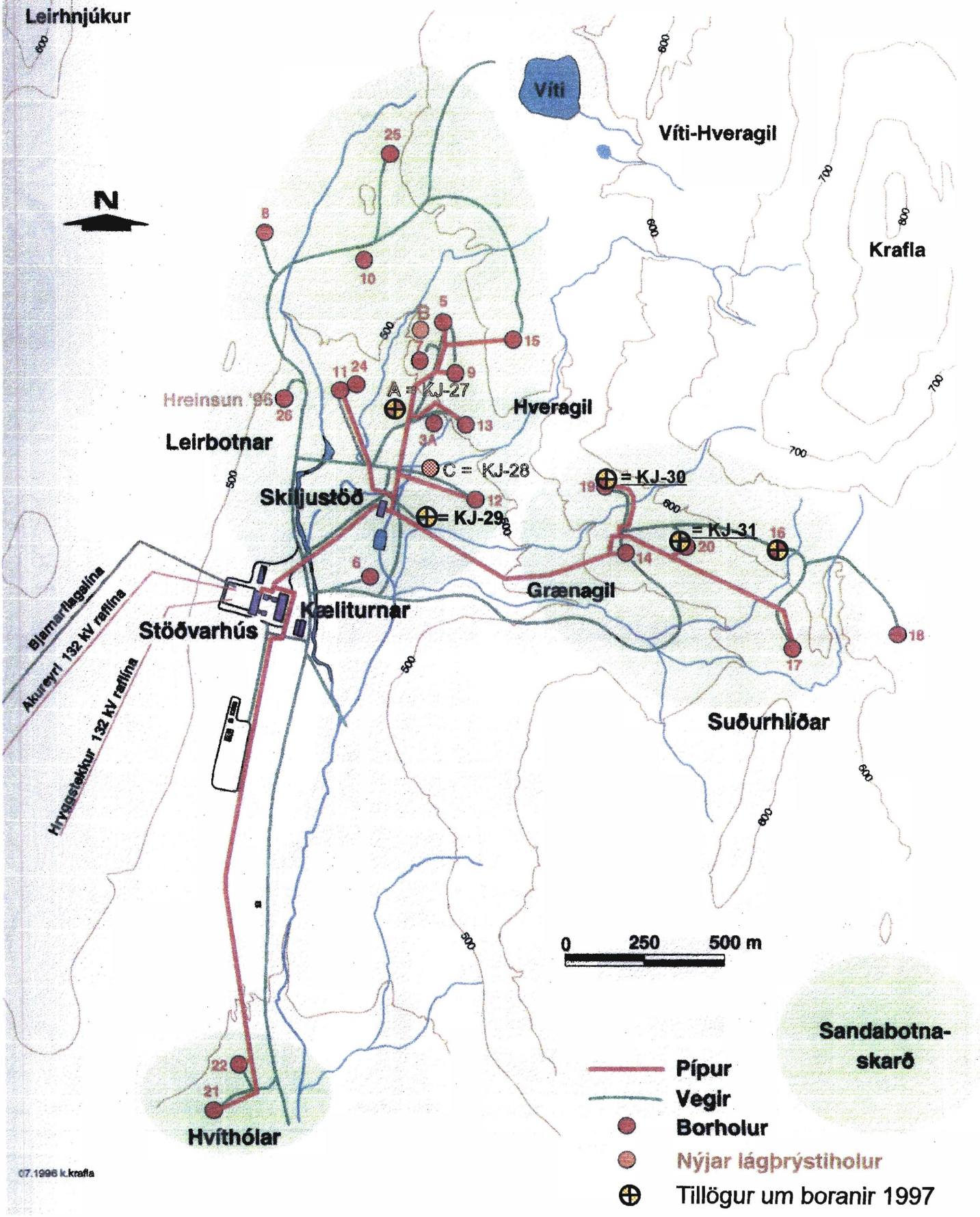
- Holulokar sem geta fulllokað þegar tæki eru ekki í holunni verða hafðir í áfanga 2 og 3 og er endanlegur aðaloki holunnar reyndar hafður á henni við áfanga 3.
- Kæfingarlokur eru hafðir til að hægt sé að dæla vatni eða þungri leðju í holuna eftir að öryggislokum hefur verið lokað til að "kæfa" holuna. Dæla borsins er fasttengd kæfingarlokanum um stálíðaleiðslu eða sambærilegri lögn.

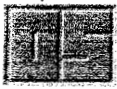
Niðurlag

Greinargerð þessi kemur sem viðbót við verksamning, KRA-08, milli Landsvirkjunar og Jarðborana hf. Hér er kveðið nánar á um hvernig hönnun holu KJ-31 á að vera auk þess sem lagðar eru til upplýsingar frá nærliggjandi holum, sem gætu reynst gagnlegar við framkvæmd verksins. Auk þess fylgir með í viðauka hitamælingar úr holu KJ-14 frá þeim tíma er hún var boruð ásamt þrýstimælingum eftir borun og hitamælingar úr 1. og 2. áfanga holu KJ-20.

Krafla 30+30 MW

Gufuöflun 1997





Hönnun holu KJ-31 í Kröflu

584,6 m y.s.

X = 442.415,30
Y = 579.161,40



Yfirborðsfóðring 18" - Steypt
60 m

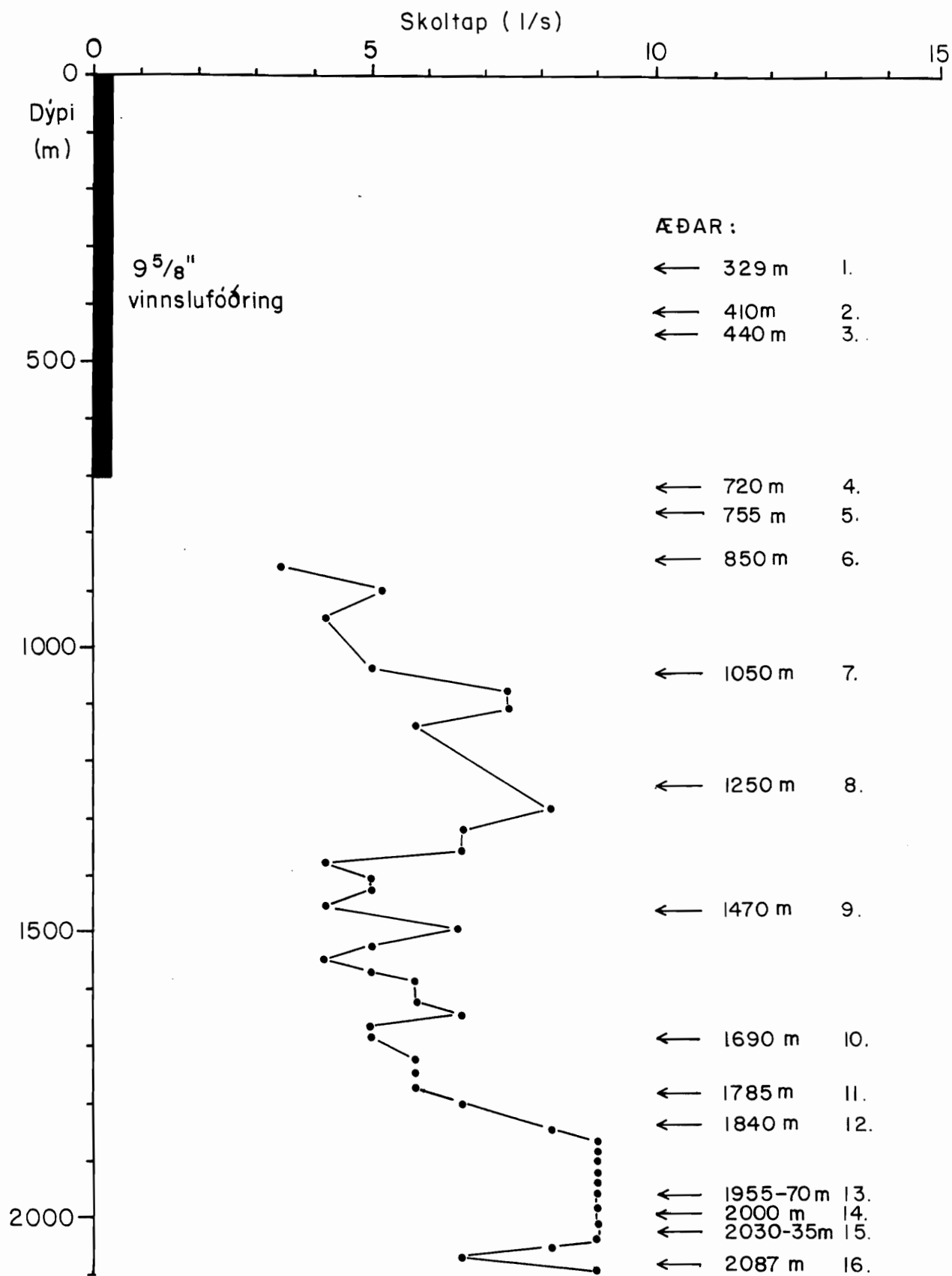
Borað með 17 1/2" krónu
Allt að 300 m
Öryggisfóðring 13 3/8" - Steypt

Borað með 12 1/4" krónu
Allt að 800 m
Vinnslufóðring 9 5/8" - Steypt

Boraður vinnsluhluti með 8 1/2" krónu
2.100 m
Fóðrað með raufuðum leiðara



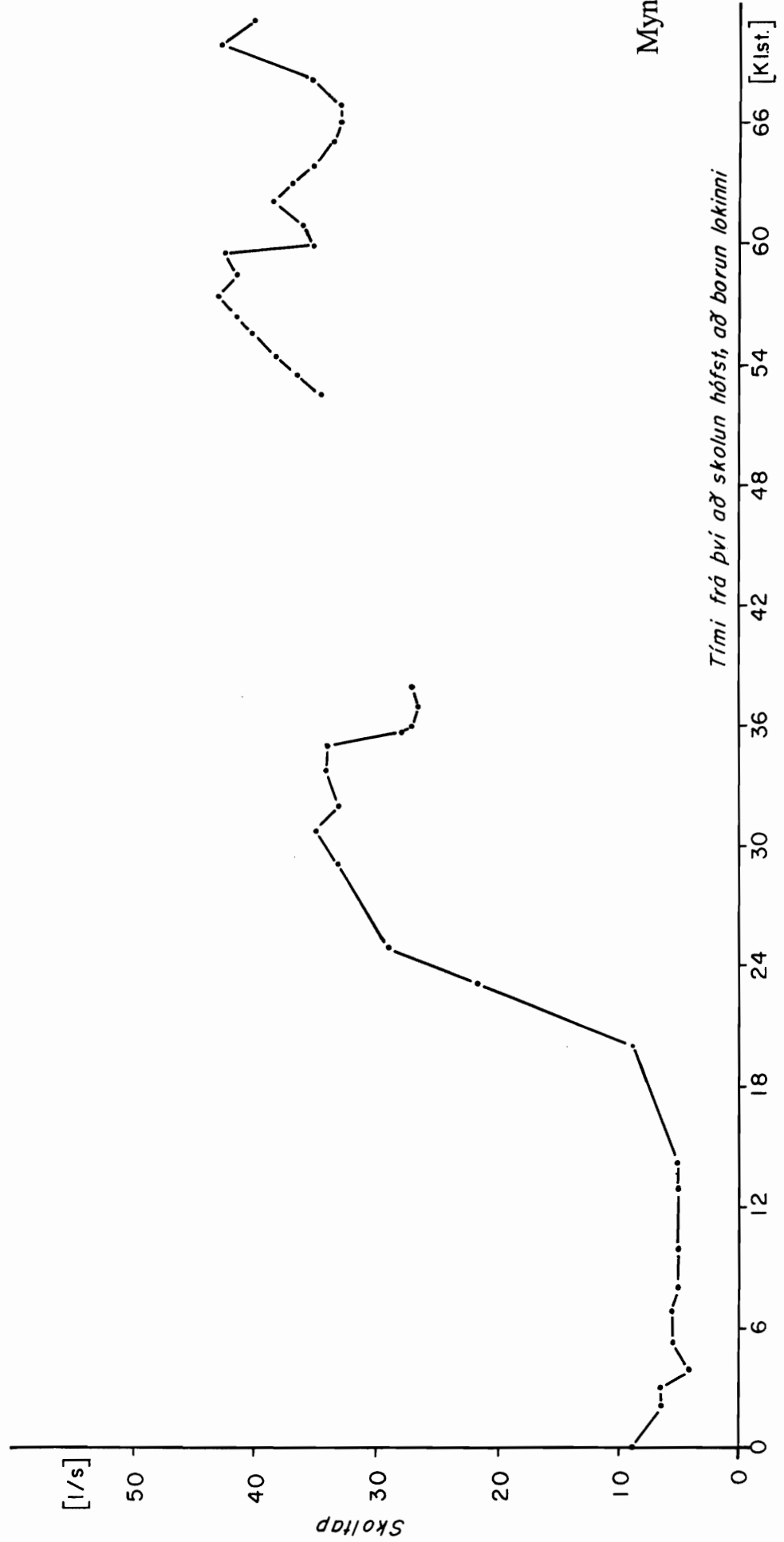
Skoltöp i borun KJ-14 og staðsetning æða



1- JHD - BM-6607-BS
 82.06.0784 AA

KRAFLA Hóla KJ-14 Skoltapsbreytingar eftir borun. Borun lauk 80.08.23

Skolun	Utáná- dæling	Skolun	Utáná- dæling	Engin dæling	Ut. dæling	Engin dæling	Skolun	Utáná- dæling
--------	------------------	--------	------------------	-----------------	---------------	-----------------	--------	------------------

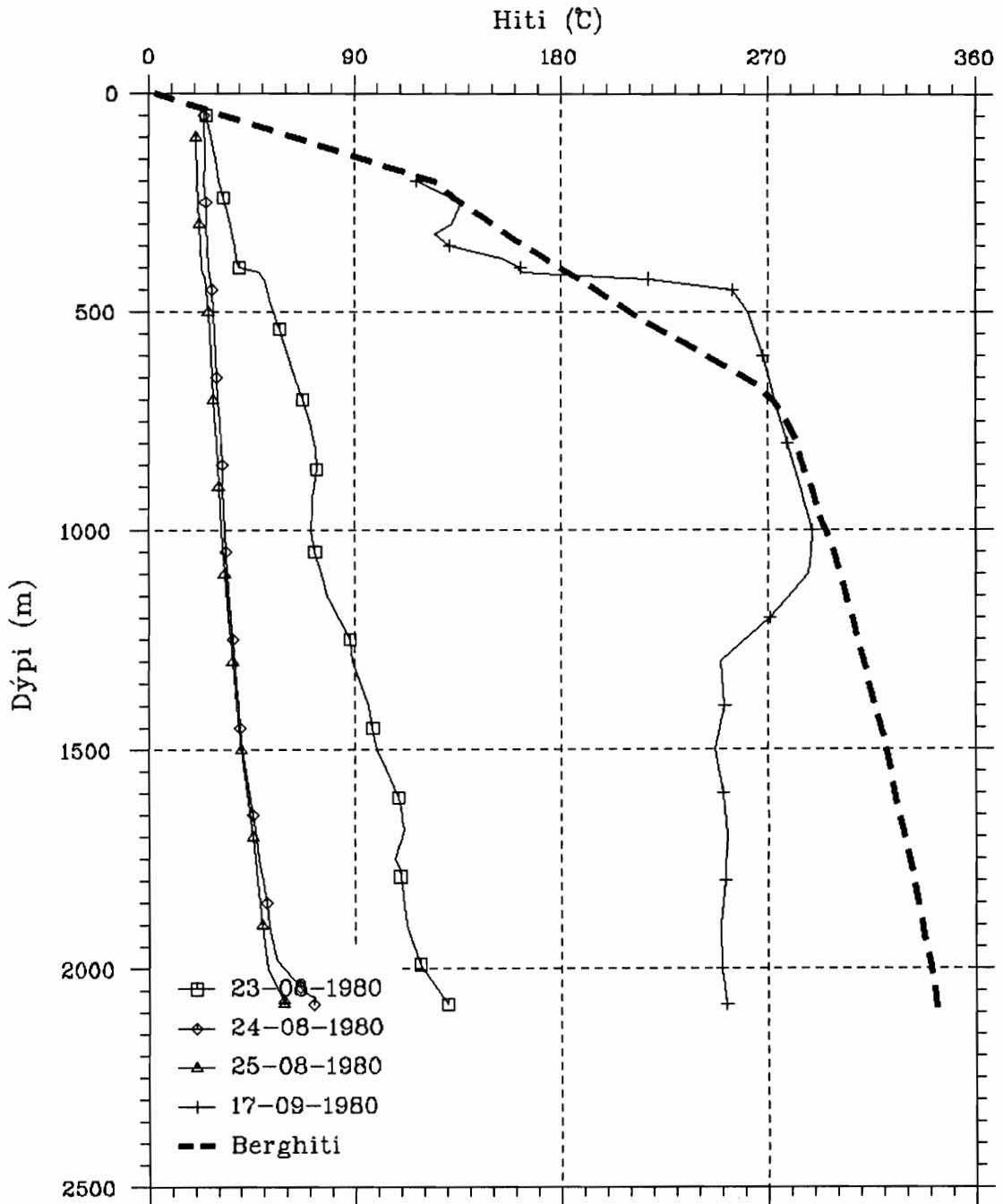


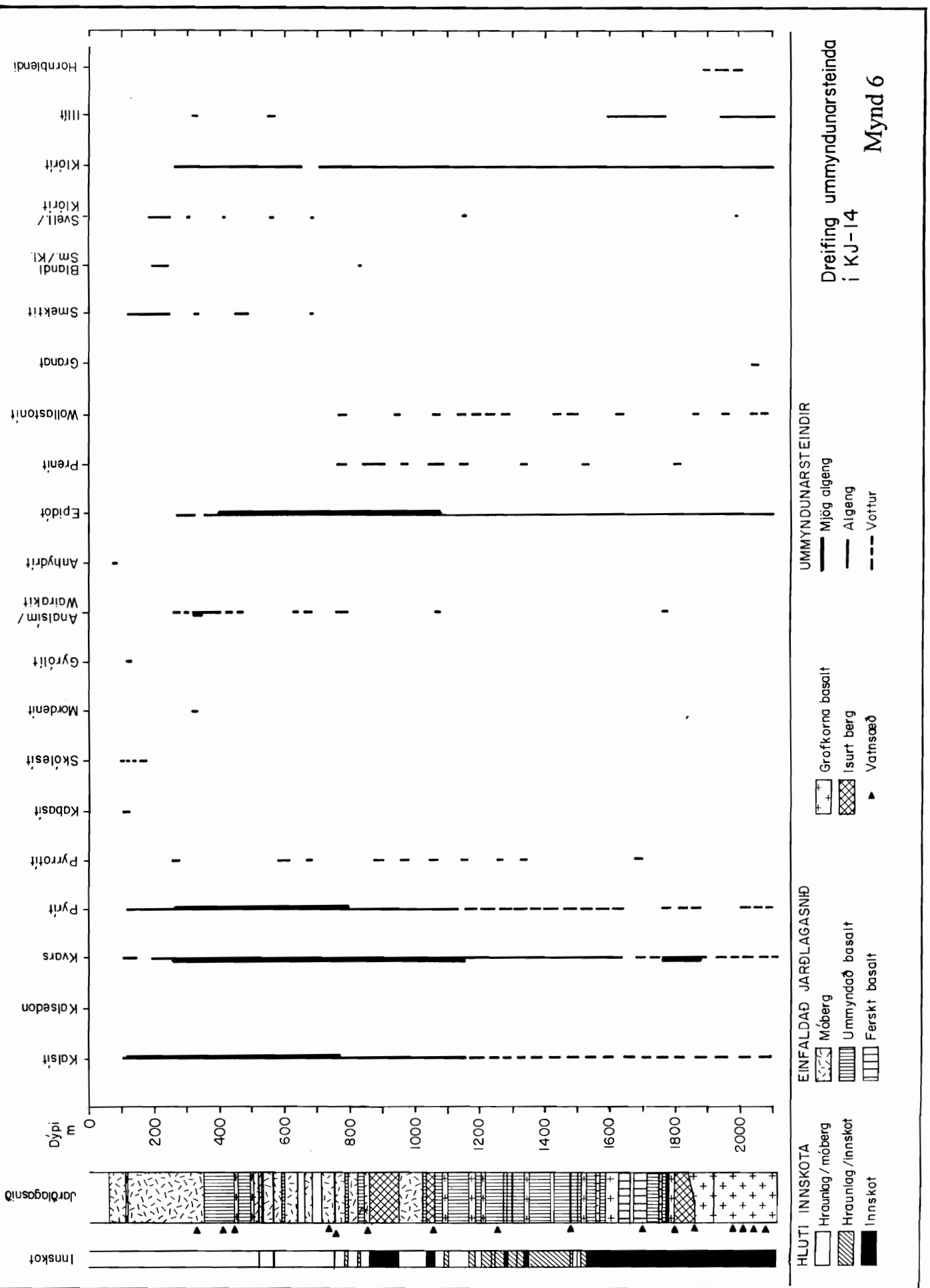
Mynd 4

Tími frá því að skolun hófst, að borun lokinni

24 Aug 1997 asg
L= 58014 Oracle

Krafla hola KJ-14 Hitamælingar og áætl. berghiti í borlok og upphitun

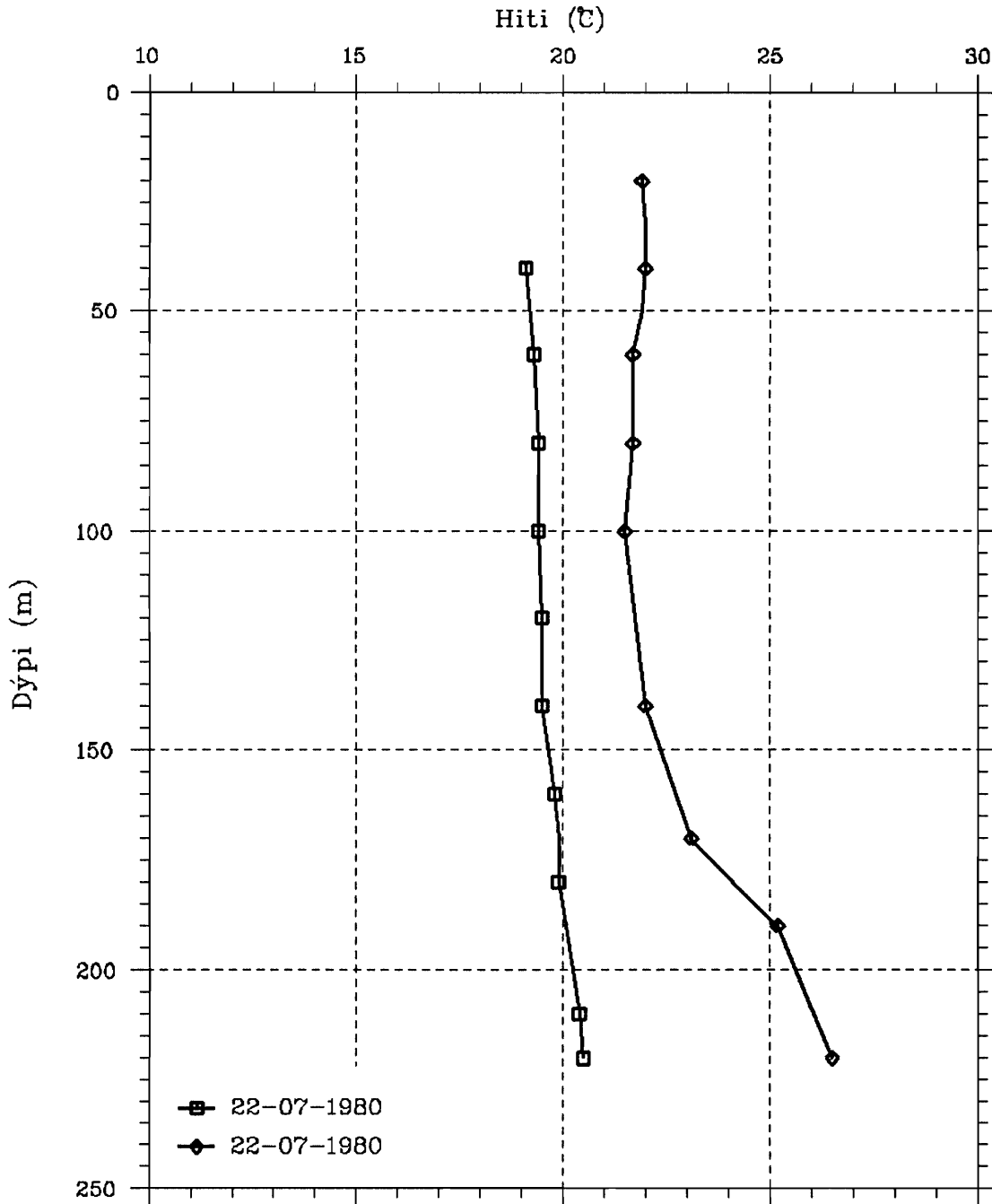




Viðauki 1

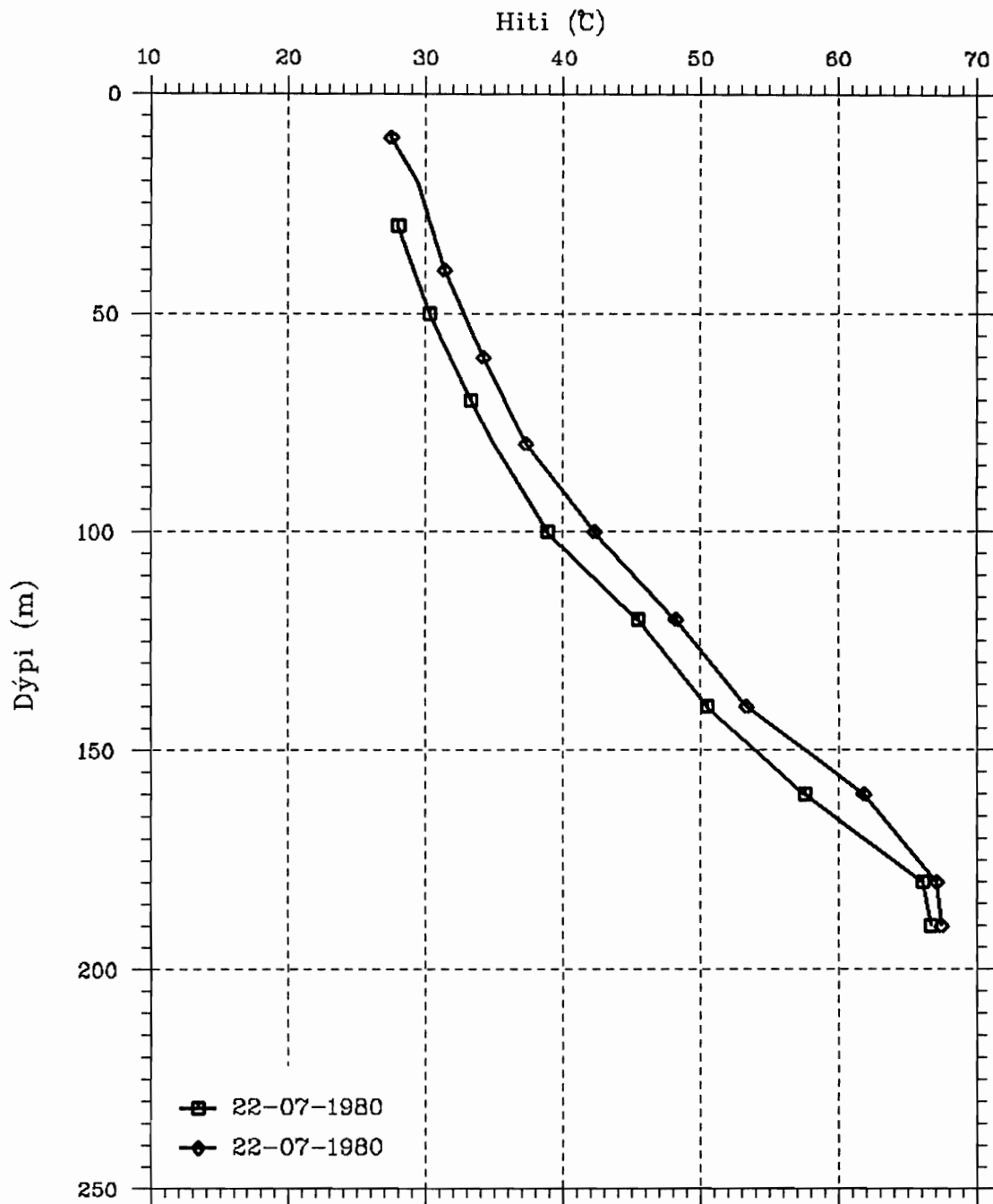
21 Aug 1997 asg
L= 58014 Oracle

Krafla, hola KJ-14
Hitamælingar í 1. áfanga
Fyrir upptekt, ekkert tap



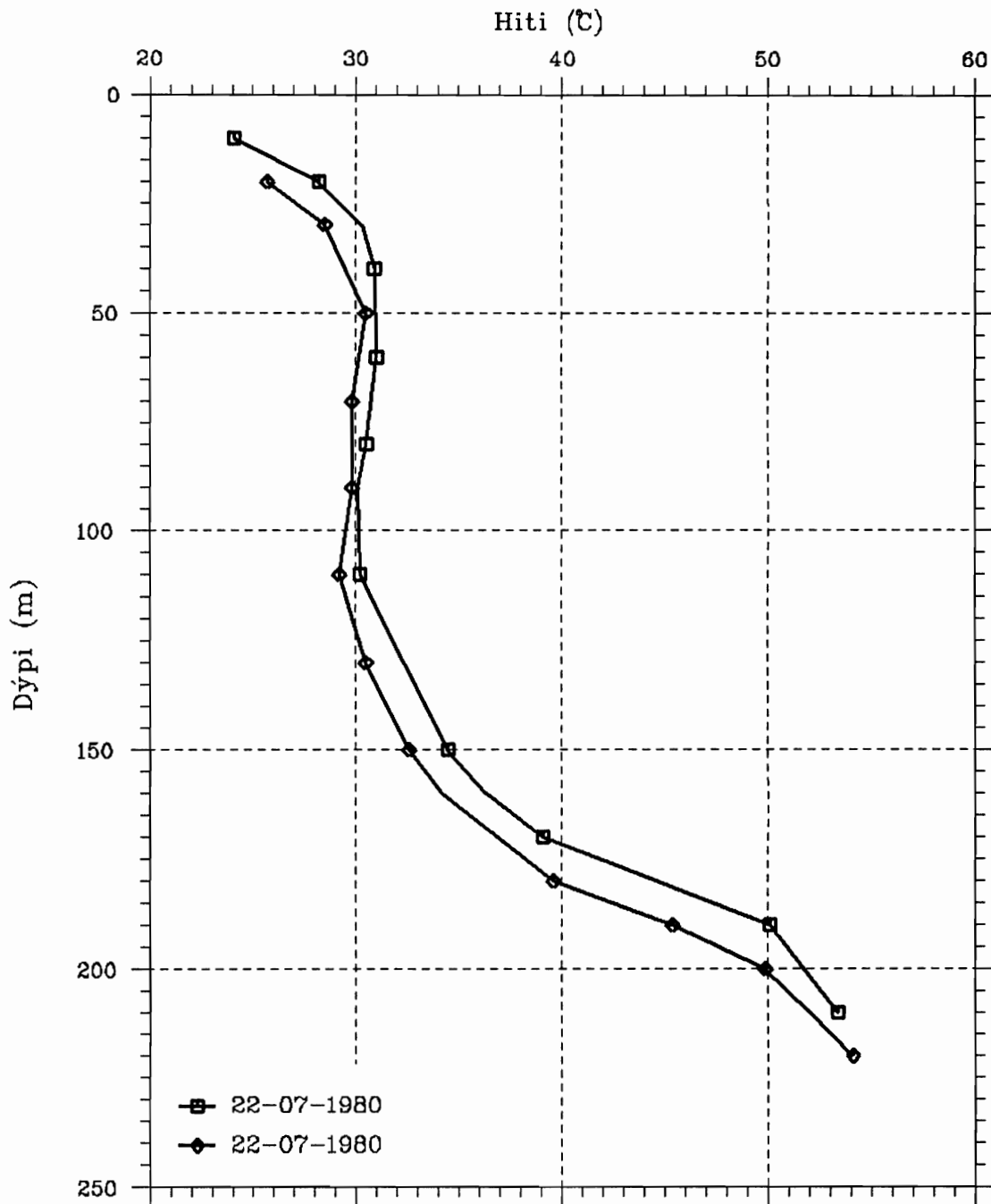
21 Aug 1997 asg
L= 58014 Oracle

Krafla hola KJ-14
Hitamælingar í 1. áfanga
Mælt eftir að fóðurrör voru niðri



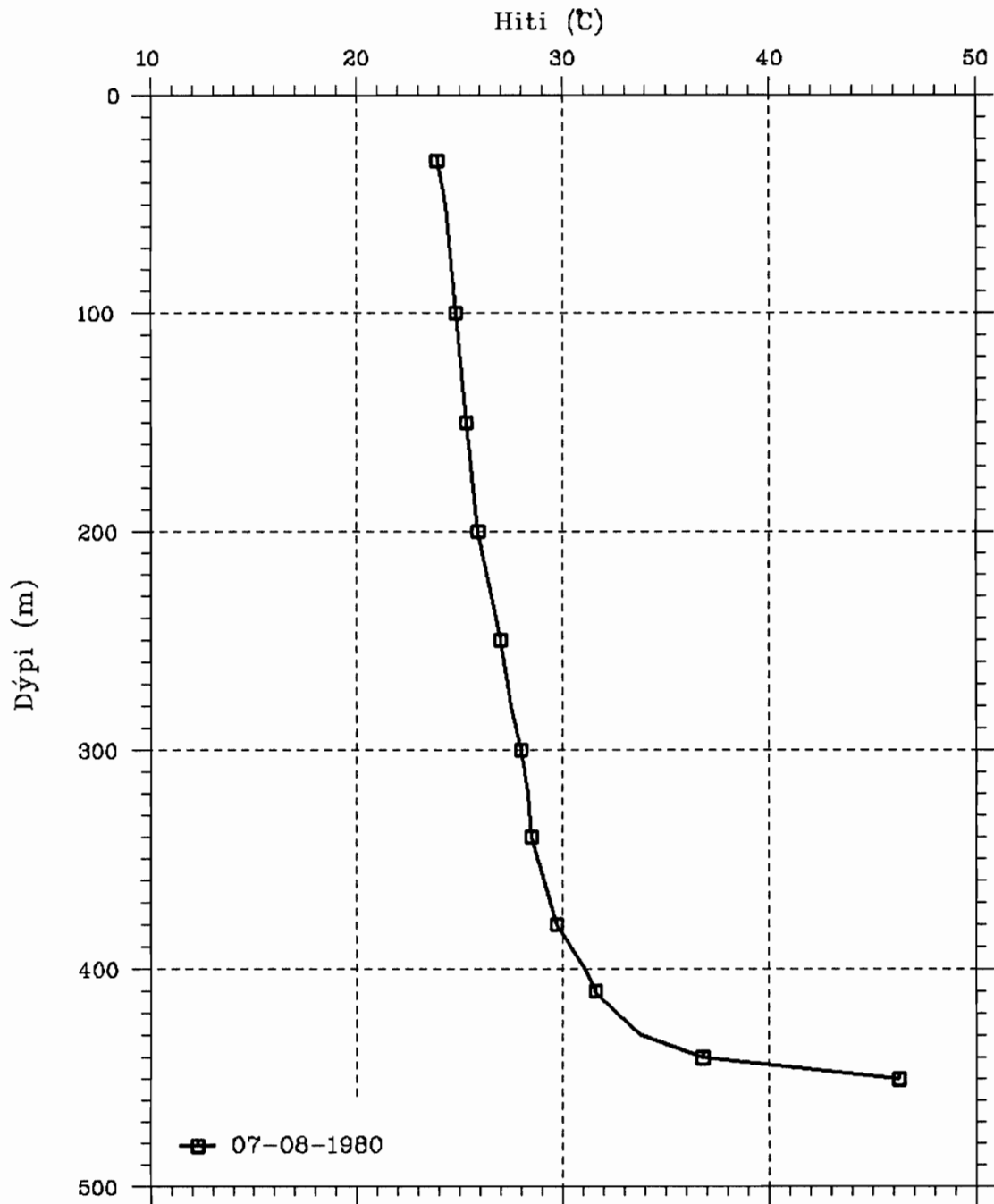
IF 21 Aug 1997 asg
L= 5B014 Oracle

Krafla hola KJ-14
Hitamælingar í 1. áfanga
Í opinni hola



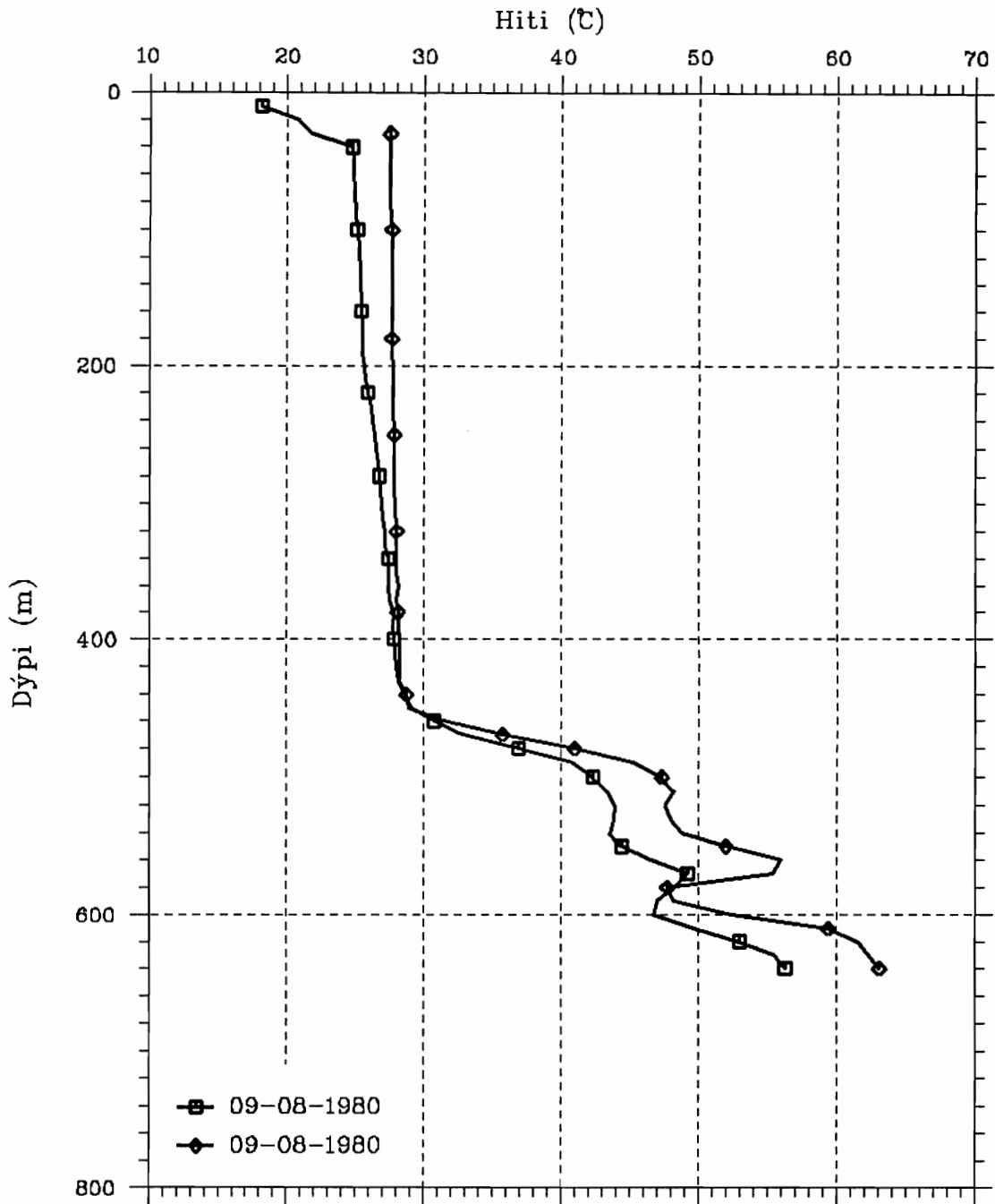
21 Aug 1997 asg
L= 58014 Oracle

Krafla hola KJ-14
Hitamæling
Áæling < 10 l/s



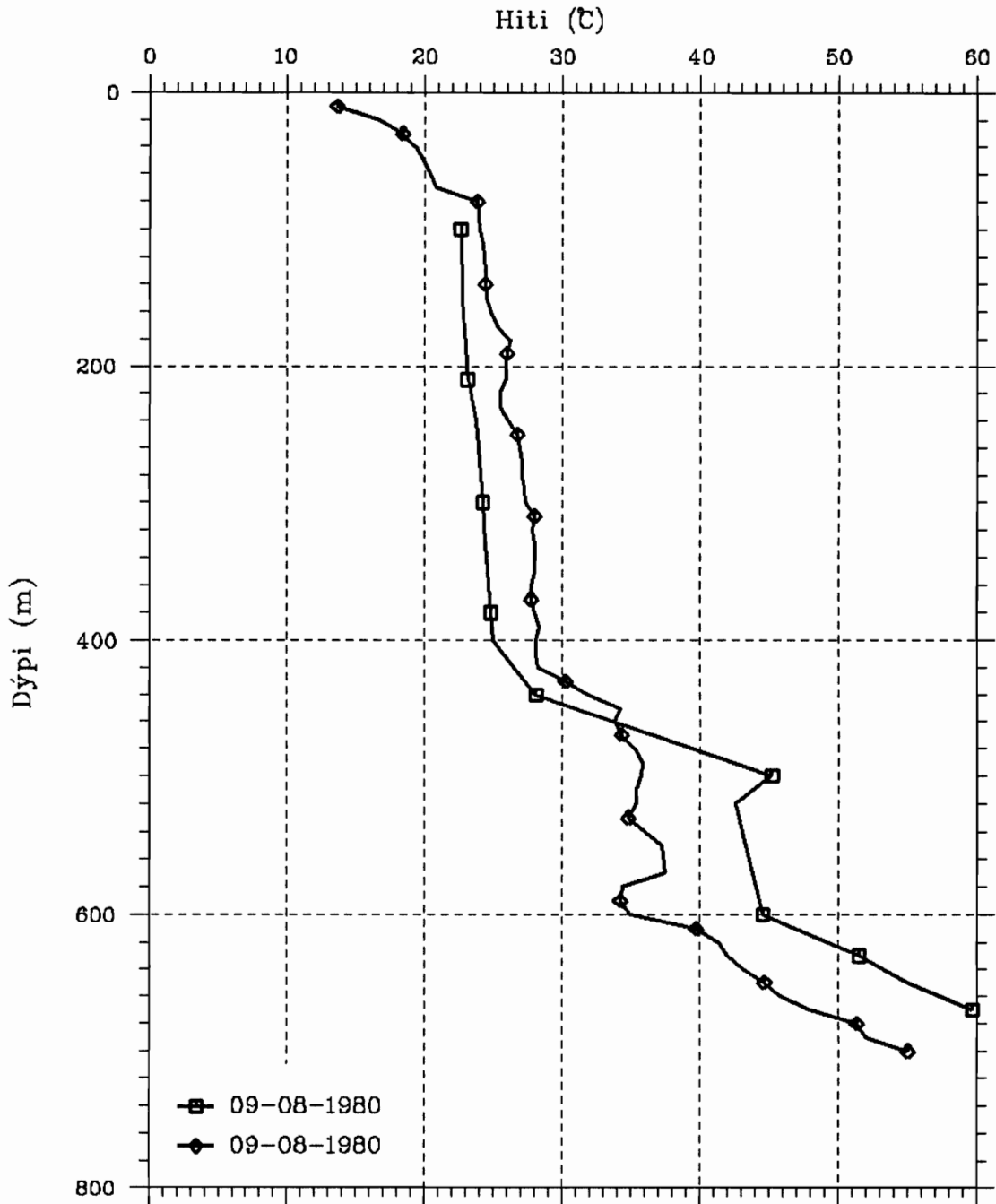
21 Aug 1997 asg
L= 58014 Oracle

Krafla hola KJ-14
Hitamælingar dýpi 670 m
Ádæling 25 l/s. vb -32 m



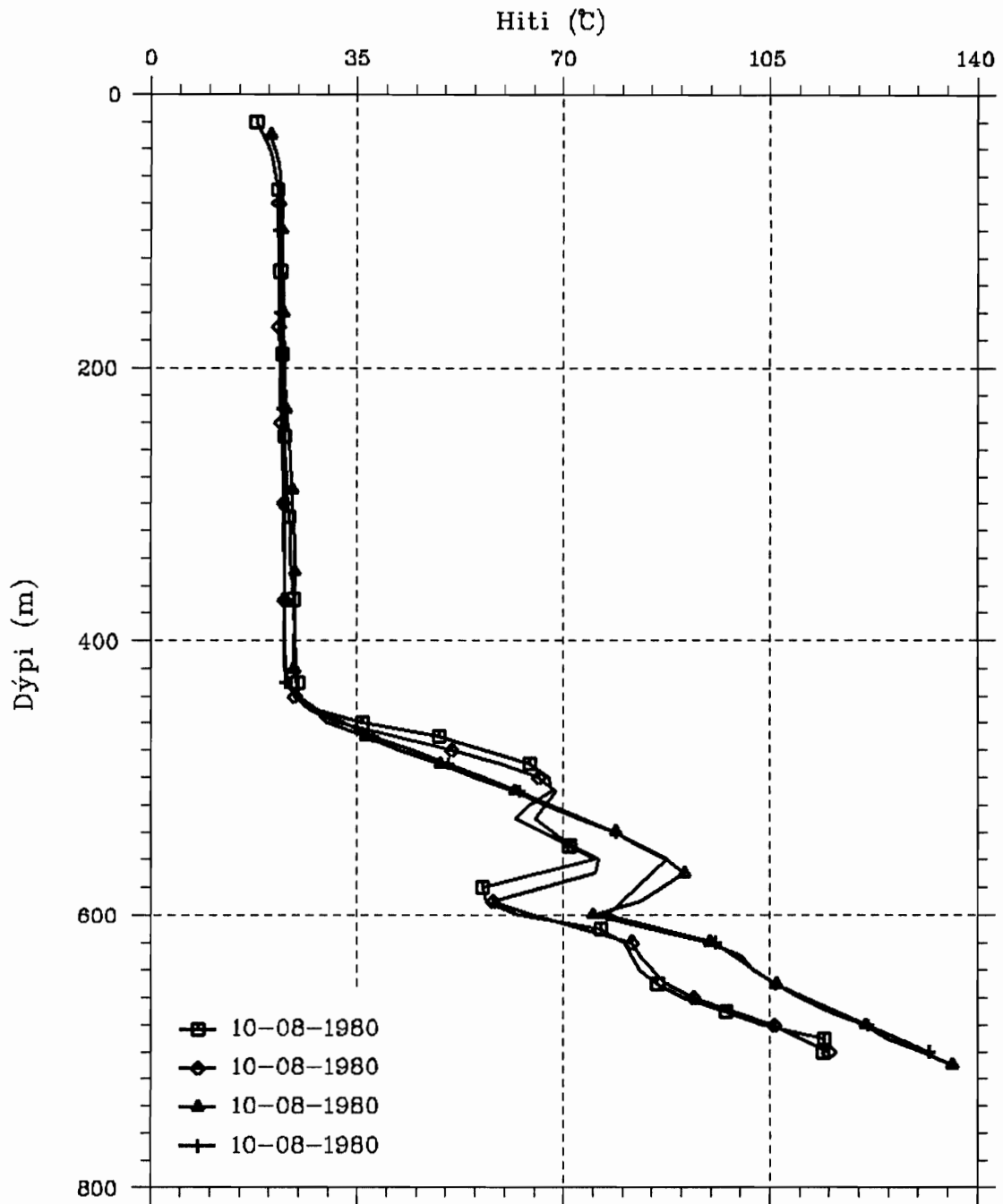
21 Aug 1997 asg
L= 58014 Oracle

Krafla hola kj-14
Hitamæling í stöngum
F-dýpi, ádæling 31 l/s, vb -70 m



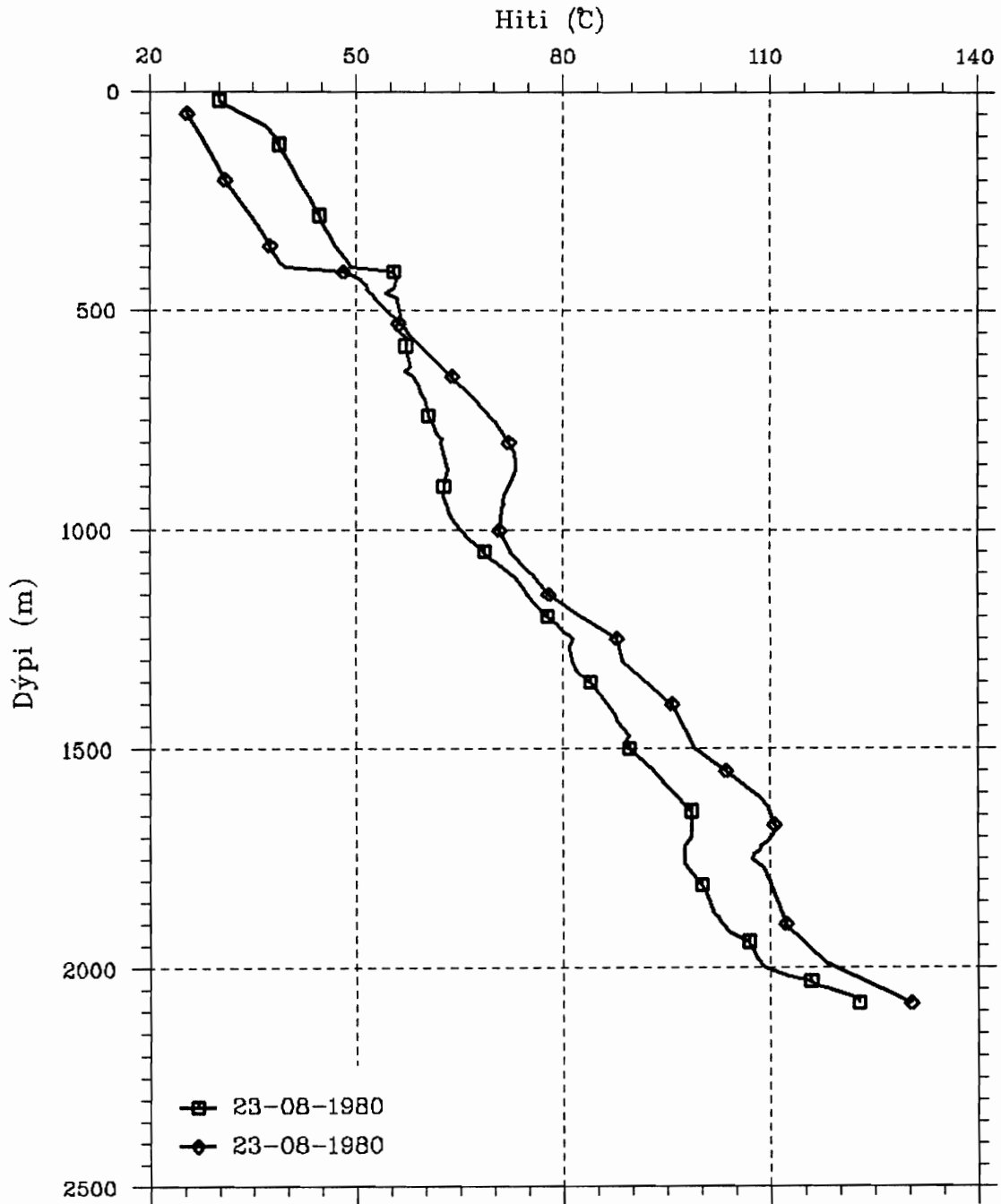
21 Aug 1997 asg
L= 58014 Oracle

Krafla hola KJ-14
Hitamælingar, dýpi 712 m
Ádæling 47 l/s



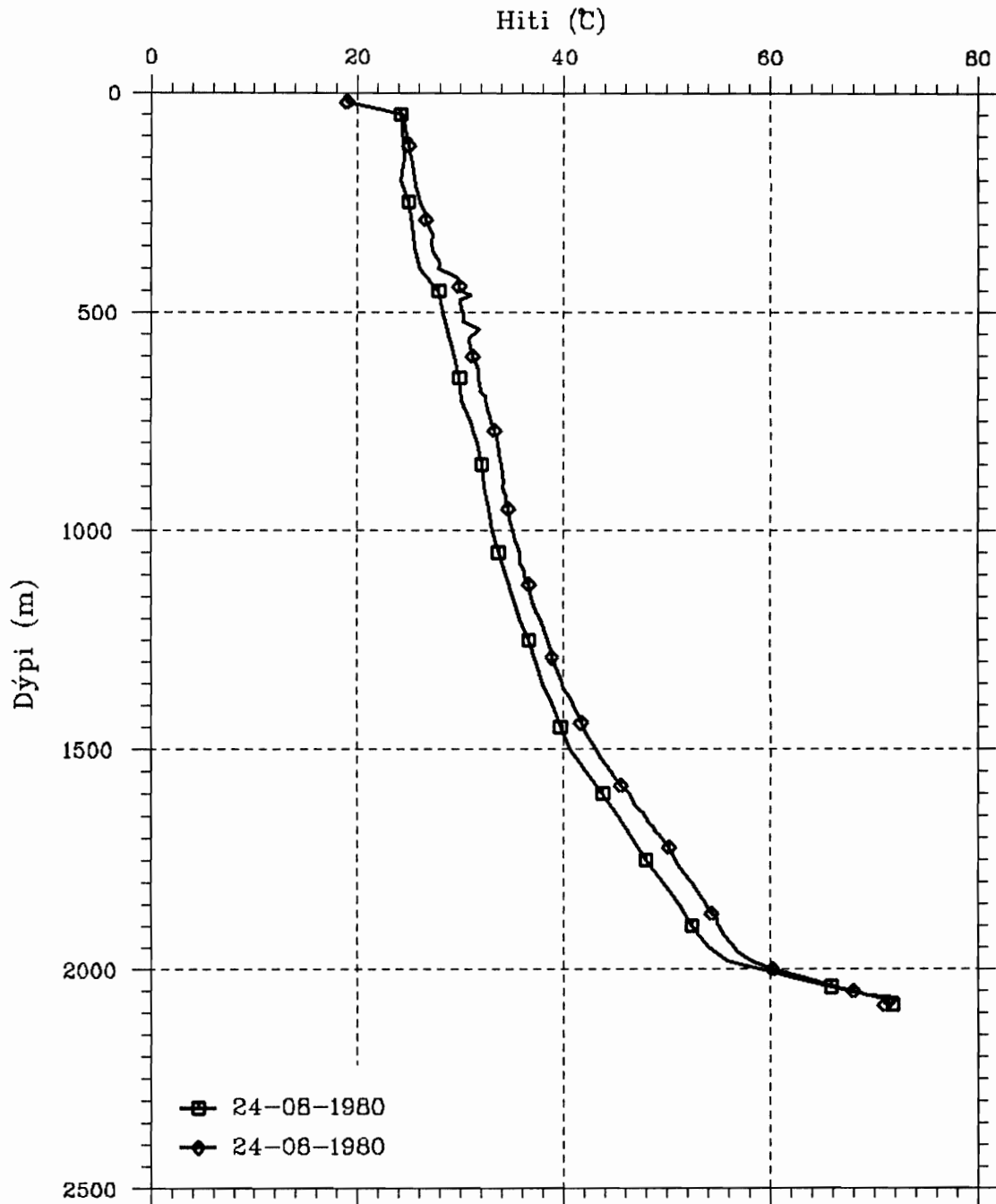
21 Aug 1997 asg
L= 58014 Oracle

Krafla hola KJ-14
Hitamælingar, dýpi 2107 m
Ádæling 4 l/s



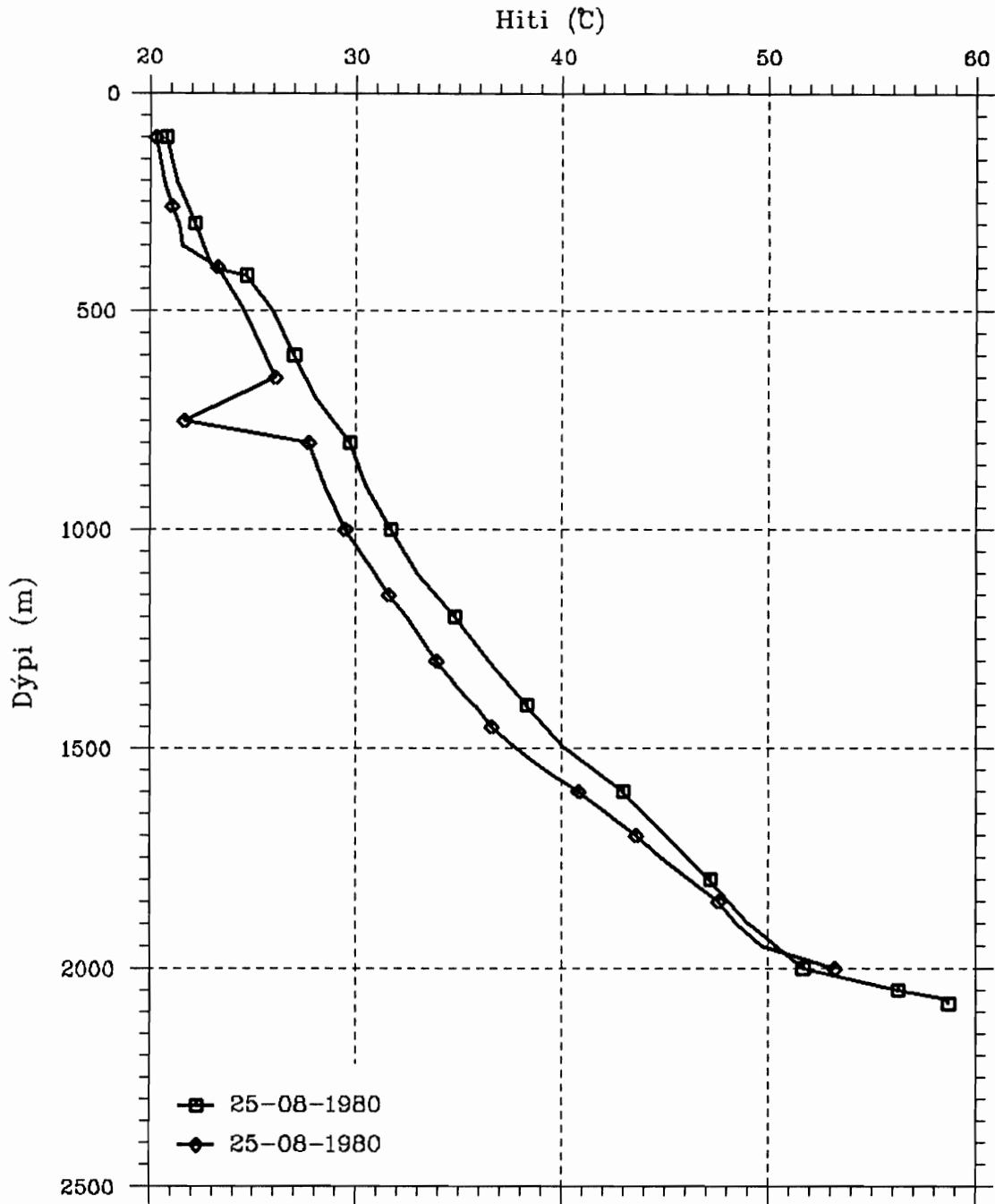
21 Aug 1997 asg
L= 58014 Oracle

Krafla hola KJ-14
Hitamælingar, dýpi 2107 m
Ádæling 26.5 l/s. vb. -34 m



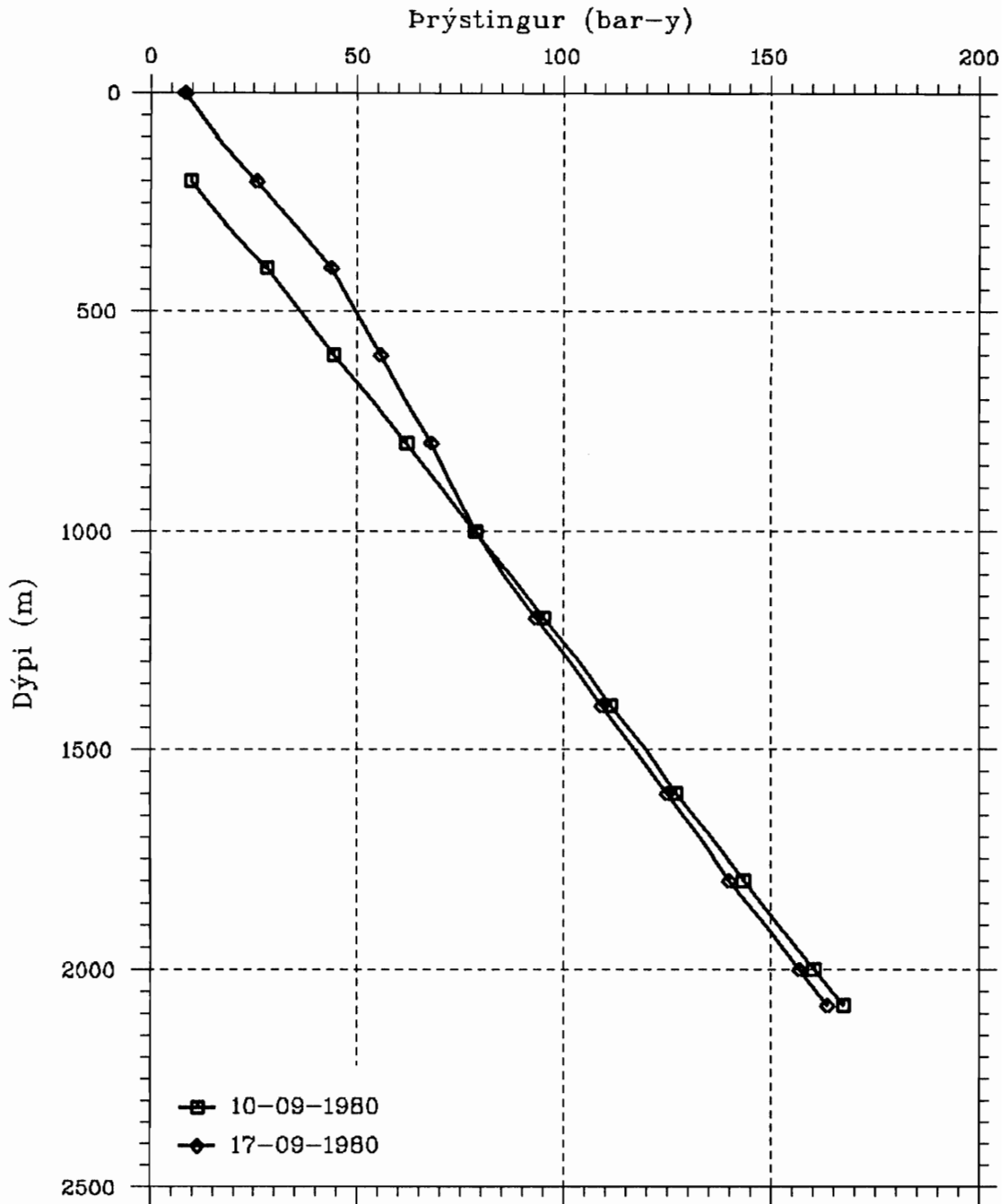
21 Aug 1997 asg
L= 58014 Oracle

Krafla hola KJ-14
Hitamælingar, dýpi 2107 m
Ádæling 35 l/s



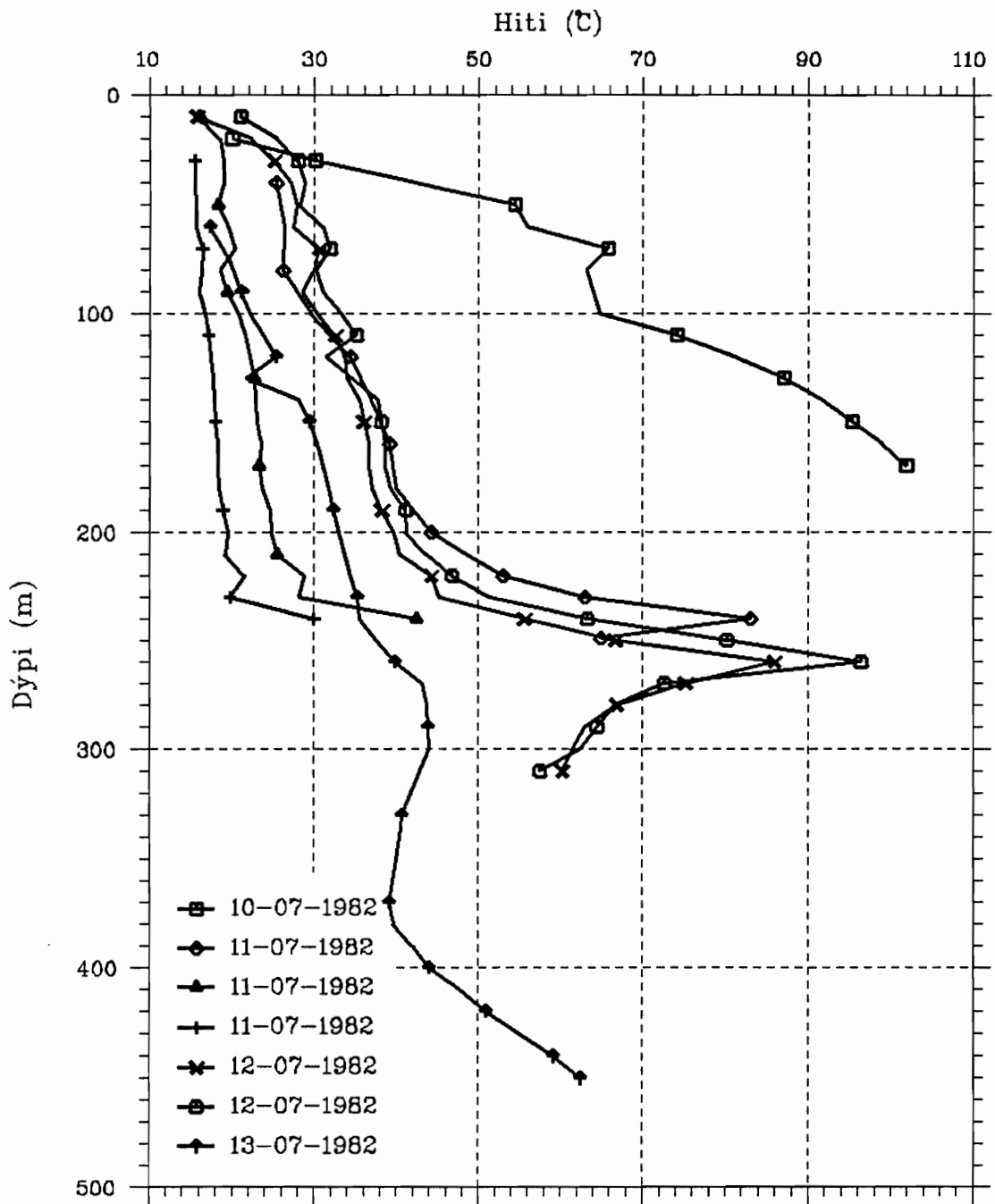
IF 24 Aug 1997 asg
L= 58014 Oracle

Krafla hola KJ-14 Þrýstingur



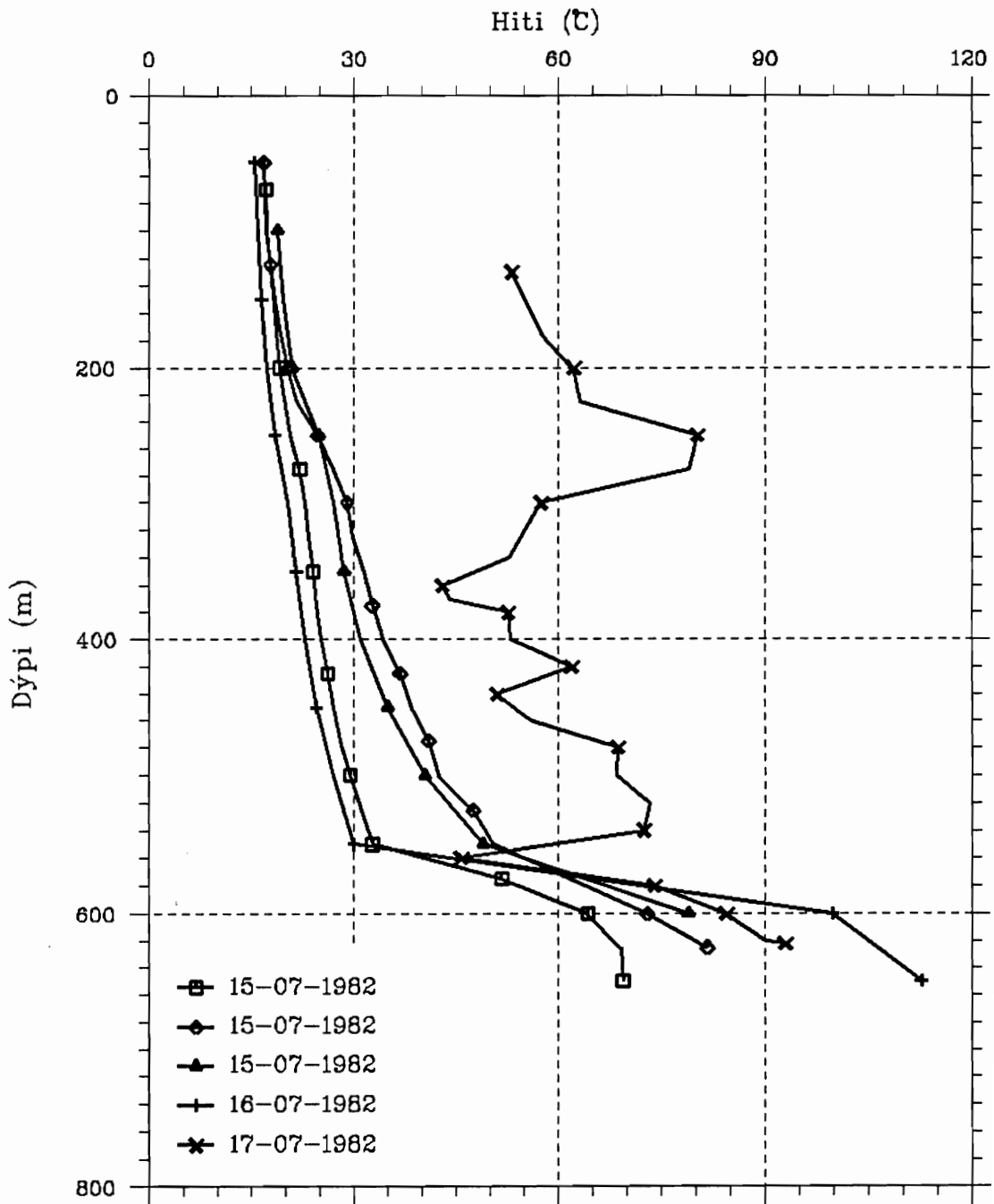
17 Apr 1987 asg
L= 58020 Oracle

Krafla hola KJ-20 Hitamælingar vegna skáborunar



17 Apr 1997 asg
L= 58020 Oracle

Krafla hola KJ-20 Hitamælingar fyrir vinnslufóðringu



17 Apr 1997 asg
L= 58020 Oracle

Krafla hola KJ-20 Hitamælingar fyrir öryggisfóðringu

