



ORKUSTOFNUN

Hitaveita Selfoss, álitsgerð

Kristján Sæmundsson

Greinargerð KS-97-07

Hitaveita Selfoss, álitsgerð.

Undirritaður hefur að ósk Ásbjörns Blöndal hitaveitustjóra farið yfir stöðuna í heitavatnsöflun Hitaveitu Selfoss í þeim tilgangi að greina helstu kosti sem fyrir hendi eru varðandi framhald heitavatnsvinnslu í Þorleifskoti og Laugardælum. Starfsfélagar á Orkustofnun, einkum Guðni Axelsson og Ómar Sigurðsson hafa veitt margvíslegar upplýsingar.

Greinargerð þessi hefur verið 9 mánuði í vinnslu. Á meðgöngutímanum kom í ljós að hola 15 var betri en menn héldu, þannig að slaknaði á pressunni varðandi næstu skref í vatnsöflunar-málum Hitaveitunnar og meiri tími gafst til yfirlegu. Ein rannsóknarhola (HT-17) var boruð við Reykjavelli til könnunar á víðáttu jarðhitakerfisins í þá áttina. Þrjár af HT-holunum voru jarðlagagreindar, þ.e. holur HT-13 (í Grjóthólma) og HT-16 og 17 sem eru austastar. Tilgangurinn var m.a. að sjá hversu ummyndun væri mikil í samanburði við ummyndun á vinnslu-svæðinu.

Staða vatnsvinnslunnar

Staðan hjá Hitaveitu Selfoss nú er í stórum dráttum þannig að dælt er úr fjórum holum (sjá töflu 1).

Hola 12 í Laugardælum gefur með dælingu 5 l/s af um 120°C heitu vatni úr æðum á 1400-1500 m dýpi.

Holur 10 og 13 í Þorleifskoti standa undir 60 l/s dælingu hvor. Í holu 13 sem er sunnar eru engar æðar neðan 650 m. Í holu 10 er neðsta góða æðin í 550 m og æðavottur er á 1000-1100 m. Smáæð í 1600 m er ekki virk. Vatnið, sem dælt er úr holunum, hefur kólnað úr tæpum 90°C niður undir 70°C á rúnum 15 árum. Kólnunarhraðinn við núverandi dælingu bendir til að holur 10 og 13 verði tæpast nothæfar eftir um það bil áratug, þ.e. verði komnar niður undir 60°C í hita. Áhrif eru engin milli djúpu æðarinnar í holu 12 og vatnskerfisins ofan 550-650 m í holum 10 og 13. Niðurdráttur í holum 10 og 13 er yfir 100 m að vetri til.

Hola 15 í Þorleifskoti er treg, enda fóðruð djúpt (í 645 m). Hún gefur um 15 l/s af rúmlega 80°C heitu vatni með ca. 100 m niðurdrætti. Stórar æðar voru fóðraðar af í 525 m og ofar. Að-alæðarnar í holu 15 eru í 700 og 850 m. Auk þess er smáæð í 1000 m og önnur um 135°C heit í rúnum 1200 m. Í þökkun neðan við 850 m æðina tók hola 15 við um 30 l/s við 80 bara þrýsting. Uppstreymi virðist vera úr dýpstu æðunum upp í 850 m æðina (sbr. hitamælingar).

Hola 14 í Þorleifskoti er til vara. Hún gefur um 50 l/s af tæplega 70°C heitu vatni, úr leiðurum ofan 850 m. Dæla er í henni og gripið til hennar þegar þörf er á. Hola 14 boraðist á ská, til SA (N157°A), og endar um 300 m frá holustúti. Holan er rétt hjá holu 9 og var boruð í stað hennar. Vinnslukafli holu 14 og hola 15 ná lengst til A og SA af djúpu holunum á vinnslusvæðinu. Efri helmingur holu 14 er í s.k. efra jarðhitakerfi, en neðri helmingurinn má heita að sé kominn út úr því til suðausturs.

Hola 11 í Laugardælum er ónothæf vegna slæms frágangs. Hún er fóðruð í 360 m, en samt treg. Hún gefur vatn úr djúpri æð (í 1113 m um 85°C) og grunnri æð (í 380 m rúmlega 40°C). Blöndun vatns úr þessum æðum veldur útfellingum í dælu og holan er því ekki nýtt, enda er vatnsblandan úr þessum æðum einungis rúmar 60°C. Hola 11 er suðvestast á jarðhitasvæðinu og var á sínum tíma staðsett nærrí „útkulnuðum hver“ (J.T. 1984). Átt mun við 20-40°C heita laug sem var 100-300 m ASA frá holunni eftir því sem næst verður komist.

Ef tekið er tillit til misdjúpra fóðringa er líttill munur á vatnsgæfni djúpu holnanna að undanskildum holum 11 og 12 í Laugardælum. Engar af Þorleifskots-holunum gefa vatn svo nokkru nemi neðan 850 m. Hola 15 gefur þó líklega fáeina l/s úr dýpri æðum.

Í umræðunni hér á eftir verður rætt um efra (jarðhita)kerfi og djúpkerfi. Efra kerfið hafði upphafshita 80-90°C. Það nær dýpst í holu 11 (~ 1100 m) en niður í 700-900 m í holum 9, 10, 13, 14 og 15. Djúpkerfið gefur sig til kynna með niðursveigðum (konkav) og í einu tilfelli lóðréttum berghitaferli. Smáæðar koma fram í því neðan ~ 1000 m í holum 10, 11, 12 og 15. Það er 120-140°C heitt. Aðeins hola 12 og líklega 15 vinna úr djúpkerfinu.

Kólnunin sem ógnar vinnslunni í Þorleifskoti kemur úr NA (Ómar Sigurðsson 1995). Tvær af rannsóknarholunum, sem nýlega voru boraðar í grennd við Þorleifskot, gefa eða gætu gefið upplýsingar varðandi kólnun jarðhitakerfisins, þ.e. holur HT-15 sunnan við og hola HT-16 austan við aðalholuþvöguna. Báðar eru 300 m djúpar. Í HT-16 sem er vel innan jarðhitasvæðisins virðist kólnun vera komin fram á því dýpi, en ekki í holu HT-15, þar eð hún var nýboruð um 80°C heit í botni. Síðan hefur hún kólnað vegna niðurrennslis í holunni sjálfrí. Þess er þó að gæta að hola HT-15 var loftblásin fyrir mælingu en HT-16 ekki. Eftir písun (steypingu mælirörs) kæmi rétt hitaástand væntanlega í ljós.

Upphaflegi jarðhitinn

Fyrir boranir 1945 voru laugar á þremur stöðum í Laugardælum og Þorleifskoti. Þær komu upp í hrauni og voru afrennslislausar. Vatnsstaða er breytileg í hrauninu og hiti í laugunum var það einnig. Þegar leitað er heimilda um upphaflega jarðhitann verður ljóst að hálfgerð lausatök hafa verið á skráningu upplýsinga um hann.

Það helsta sem um hann finnst frá því fyrir boranir er eftirfarandi:

Laugardælir (heima): Aðallaugin var 29-48°C (Porkell Porkelsson 1930, Sonder 1941, Rannsóknarráð Ríkisins 1944). Hún er sögð hafa hitnað í 60°C um tíma eftir jarðskjálftann 1896 (Gunnar Böðvarsson 1951). Afbræðslur voru í kring (P.P. 1930). Hita varð vart í grunni einhvers af stóru gripahúsunum suður af lauginni (Haukur Jóhannesson og Stefán Arnórsson 1982).

Í viðnámsmælingum Gunnars Böðvarssonar frá 1949 kom fram viðnámslægð kringum laugsvæðið í Laugardælum um 100-250 m á lengd (eftir því hvort miðað er við 200 eða 300 Óm jafnviðnámslinu) með stefnu NA – SV. Viðnámslægðin er minni og viðnámið hærra en í þeirri sem síðar fannst í Þorleifskoti. Hæsti hiti sem fannst í fyrstu holunum í Laugardælum (áður en dæling byrjaði) var 80°C í 90 m (G.B.1951). Úr þeirri heitustu var fyrst í stað dælt 79°C heitu vatni. Dýpi á „gamla bergið“ undir hrauni og setlagi er um 40 m í Laugardælum. Eftir að fleiri holur höfðu verið boraðar þar (sú dýpsta 175 m) var ályktað að hiti neðan 50 m væri 68-70°C, þ.e að viðsnúningur væri í hita og 80°C-vatnið væri aðrunnið. Það verður þó að teljast óvist því röskun varð á hitaástandinu fljótt eftir að dæling byrjaði. Sprungutengt uppstreymi

gæti vel (hafa) verið í Laugardælum norðaustur frá gripahúsunum þar sem lágvíðnámið vísar til.

Laugardælir (suður frá bæ): Um þann hita hef ég skráð (1968) eftir Erlendi Sigurjónssyni að staðurinn væri í skurði sunnan gamla vegarins að Laugardælum, hitinn um 30°C, kæmi aðeins upp í miklum vatnagangi, "en gerir það enn í dag". Staðinn hef ég merkt á kort 1:50.000 um 350 m í stefnu rétt austan við suður frá kirkjunni. Haukur Jóhannesson og Stefán Arnórsson (1982) nefna þennan stað einnig með 40°C hita. H.J. segir mér að hitinn hafi ekki verið uppi þegar þeir skoðuðu aðstæður, heldur hafi Erlendur frætt þá. Helga Torfasyni var sýndur þessi staður fyrir um 15 árum og merkti hann staðinn á loftmynd. Þar er hann sýndur 200 m sunnar en ég hef merkt hann. Niðurdráttur í vinnsluholunum nam á þessum tíma (kringum 1980) tugum metra.

Porleifskot: Hiti 47-48°C (Porkell Porkelsson 1930, Sonder 1941). Ekki er víst hvar laug þessi var. Líklega er um annan stað að ræða en brunn þann sem merktur er á viðnámskorti Gunnars Böðvarssonar frá 1949. Gunnar (1951) nefnir brunninn og að einhver velgja muni vera í honum, frjósi þó að vetri til. Í Porleifskoti voru á þessum árum einungis útihús. Þorsteinn Thorsteinsson minnist þess ekki að laug hafi verið í Porleifskoti þegar hann var þar við viðnámsmælingar 1949. Rögnvaldur Finnbogason sem var við fyrstu boranirnar í Porleifskoti minnist þess að heitt vatn var í grunni gömlu dælustöðvarinnar (braggans) þegar hún var byggð, en man að öðru leyti ekki eftir laug þar.

Sonder (1941) getur þess að 76°C hiti hafi verið í Laugardælum fyrir jarðskjálftann 1896. Líklega mun þar átt við Porleifskot (þá eyðihjáleigu frá Laugardælum), en "hverinn" sem þar var hvarf í jarðskjálftanum 1896 sagði Erlendur mér eftir gamalli konu sem lengi átti heima í Porleifskoti. Hverinn sagði hún hafa verið þar sem hola 4 er. Lágviðnámspollur, um hektari að stærð, kom fram í viðnámsmælingum Gunnars Böðvarssonar kringum hitann í Porleifskoti. Hola 4 er miðsvæðis í honum austantil.

Jarðskjálftasprungur

Milli Laugardælavatns og Laugardæla sjást opnar sprungur á nokkrum stöðum. Þær stefna á bilinu N30–50°A. Í túnum austur og suður af Laugardælum sést ógreinilega votta fyrir sprungum. Sú syðsta er vestan við hraunhól í næstsýðsta framræslustykkinu austur af verkstæðishúsum KÁ. Sprungur eru svo aftur greinilegar austast í Selfossbæ þar sem göturnar heita -traðir. Í heild er sprungustykki þetta um 2,5 km á lengd og meginstefna þess nálægt N 35°A. Það heldur líklega áfram til norðurs vestan Laugardælavatns og Stóra Ármóts og þá með N 10°A-stefnu eins og tilðast er á sprungukerfunum austar í Flóa.

Á borsvæðinu (þ.e. innan um djúpu holurnar) eru hvergi skýrar sprungur. Sprunga er sýnd í breiðri dæld 75-80 m suðaustan við holu 12 á nýlegum kortum Orkustofnunar. Önnur svipuð geil um það bil 60 m suðaustan við holu 11. Á báðum stöðunum er búið að sléttu og rækta tún, en á loftmyndum markar fyrir allbreiðum dældum og niðurföllum sem gætu verið sprungur.

Á jafnhitamundum Ómars Sigurðssonar sem gerðar voru eftir borun HT-holnanna (óbirt), er sýnd kólnun á mjóu beltí með NA – SV-stefnu gegnum holar HT-5 og PK-12 í Laugardælum. Líklegasta skýringin er sú að kólnuninni valdi sprunga með mikilli lekt.

Í Þorleifskoti er óljóst um legu jarðskjálftasprungna ef yfirborðið eitt er skoðað. Upphaflegi jarðhitinn og eldri jafnhitamyndir Ómars Sigurðssonar (1995, myndir 12 og 19) eru skýrasta vísbendingin um að jarðskjálftasprunga sé þar (þarf ekki að ná upp úr hrauninu). Framhald hennar í suðvestur kemur fram í óbirtum gögnum Ómars, þ.e. á jafnhitamyndum, teiknuðum eftir að síðustu (og austustu) HT-holurnar voru boraðar (ÓS & MÓ, 1996).

Sprungurnar í Laugardælum og austast í Selfossbæ eru gapandi gjár, 1/2 – 1 m á breidd. Lárétt færsla samsíða þeim er ekki sýnileg. Stefna sprungnanna í Laugardælum (og Þorleifskotii) er töluvert austlægari en algengast er á jarðskjálftasprungum á Suðurlandi. Það ætti að fela í sér hlutfallslega meiri gliðnun í þeim en ef stefnan væri norðlægari. Hola HT-13 lenti í 80°C heitu vatnskerfi á 500 m dýpi. Norður frá henni eru sprungur. Þar virðist vera um annað sprungukerfi að ræða en í Laugardælum og Þorleifskoti. Sprungurákin í Laugardælum og Þorleifskoti heldur N30°A stefnu norður á móts við við Laugardælavatn.

Óvist er um halla á jarðskjálftasprungunum þegar dýpra kemur. Nýjustu upplýsingar byggðar á greiningu skjálftaupptaka benda til að þær séu næstum lóðréttar niður á viðráðanlegt bordýpi. Í þeim fáu tilfellum þar sem tekist hefur að ráða í hallann út frá skjálftagögnunum í vestanverðum Flóa er hann ýmist austlægur eða vestlægur.

Tvær rannsóknarholur (HT-1 og HT-10) sem eru nærri Laugardælasprungunni gáfu til kynna að hallinn á henni væri austlægur þar sem önnur þeirra (HT-10) var mjög lek og hrungjörn á kafla, en hin ekki (Helgi Torfason 1994). Johnny borstjóri telur að borinn hafi fyrst lent í sprungu á um 60 m dýpi (þar var steptyr úr 2 tonnum af sementi, sem allt hvarf út). Borinn elti sprunguna á kafla, lenti svo í henni aftur nærri botni (160 m) og var þá hætt. Frá holu HT-10 eru um 70 m til SV í opna sprungu sem virðist stefna um það bil 20 m vestan við þá holu. Sú fjarlægð kann að vera ofmetin, en í öllu falli er holan austan við sprunguna (eða sprungukerfið) og því eðlilegt að álykta um austlægan halla á henni.

Á Laugum í Hraungerðishreppi var á sínum tíma borað beggja megin við ógreinilega jarðskjálftasprungu, og reyndist hallinn þar vera vestlægur. Í Oddgeirshólum var borað vestan megin við jarðskjálftasprungurnar með góðum árangri. Sama var uppi á teningnum í Sölvholti svo þriðja dæmið úr Flóanum sé nefnt. Varðandi hallann er því ekki um ákveðna reglu að ræða.

Viðnámsmælingar

Viðnámsmælingar (Slumberger-aðferð) eru almennt túlkaðar á þann veg að vinnslusvæði hitaveitunnar sé í austurjaðrinum á viðnámslægð sem nær vestur fyrir Selfoss. Mælingarnar eru þó fáar og strjálar. Lækkandi gildi sem sjást í mælingum frá 1971-72 til austurs frá Þorleifskoti eru talin stafa af þykkum setlögum ofan á berggrunnum. Ekki liggja nægar boranir fyrir því til staðfestingar. Hola HT-17 er vestast í viðnámslægð þessari. Dýpi á „gamla bergið“ í henni reyndist einungis 30 m. Ekki virðist vera sérlega gott samræmi milli viðnámsmælinga og nýlegra hitastigulsborana á svæðinu milli Laugarbakka og Þorleifskots, en þar kann fremur að vera um að kenna strjálum mælingum en því að mælingarnar séu ónæmar. Kínamælingar norður frá Laugardælum og Þorleifskoti gáfu til kynna lágvíðnámsrásir (sprungur) með N60°A stefnu, aðallega norðaustur frá Laugardælum. Með TEM-mælingum sem skynja betur viðnámsdreifinguna undir mælistar mætti líklega bæta þessa mynd verulega ef stærra svæði yrði skoðað.

Djúpu holurnar og jarðskjálftasprungur

Sem áður sagði er lárétt færsla samsíða opnum gjám kringum vinnslusvæðið ekki sýnileg utan gliðnun, og sprunguhólar eru ekki sýnilegir. Á nokkur hundruð metra dýpi væri þess þó að vænta að yfirborðssprungurnar sameinist í eina eða tvær meginprungur með víxlgengishreyfingu. Afstaða djúpu holnanna til slíkra sprungna er óljós. Varðandi Laugardælaholurnar, PK-11 og PK-12 má þó ætla að þær séu 30-40 m vestan við slíka meginprungu. PK-holur 14 (vinnsluhlutinn) og 15 eru austan við „kólnunarsprunguna“ í Þorleifskoti, en PK-9 vestan við hana. PK-holur 9, 10, 13, 14 og 15 eru annars líkar með tilliti til vatnsæða, og engin vísbinding um að lekt í þeim sé beint tengd sprungum. Almennt má álykta að austan við Laugardælasprunguna svo langt austur sem borað hefur verið sé borað í sprungustykki sem ræður miklu um hina góðu lekt sem þar er ofan 1000 m borið saman við holur PK-11 og 12.

Hiti og lekt í efra kerfinu

Af borununum sést að lekt í jarðhitakerfinu er best austan við Laugardælasprungurnar. Þar er þó lítil sem engin lekt neðan 1000 m. Holur 11 og 12 sem eru vestan við Laugardælasprungurnar, eru tregar í efra kerfinu. Ein smáæð er í 500 m í holu 12, en í holu 11 er 8-10 l/s æð í því á 1130 m, 85-90°C heit.

Í jarðlögunum er ekki að sjá neina stökkbreytingu kringum 1000 m. Basalthraunlög eru ráðandi neðan 500 m, en í 1000 m er komið í nokkuð ummyndað berg þar sem háhita-zeólitar og klórít eru ráðandi einkennsteindir. Hugsanlega veldur láréttur mesti þrýstingur því að sprungurnar síga fljótt saman í þessu umhverfi neðan 1000 m.

Ummundun bergs á borsvæðinu er mikil og miklu meiri en í Árbæ 3-4 km vestar. Dýpi á laumontít er þannig um 900 m í Árbæ en 300 m í Þorleifskoti. Það er líkast því að borsvæðið í Þorleifskoti sé í vestur- eða SV-jaðrinum á gömlu háhitasvæði. Þess sér þó ekki merki á þyngdar- eða segulkortum. Í jafnunu bergi og austan við Selfoss (um 2 milljón ára við yfirborð líkt og í Mosfellssveit) gæti nálægð við háhitasvæði frá tíma upphleðslunnar skipt málí í sambandi við varmanám úr hitaarfleifð grunnt í skorpanni.

Upphaflegur hiti á laugasvæðinu kringum Þorleifskot er talinn hafa verið nálægt 80°C á 100 m dýpi (eitthvað lægri í Laugardælum) og hitaástand bergsins mjög svipað niður í 1000 m á því svæði öllu (Franko 1991): Smáhækandi hiti upp í 100°C á 1 km dýpi, m.ö.o. dæmigert vatnskerfisástand. Nú er hitinn á þessu sama svæði 50-60°C á 100 m.

Kólnun í jarðhitakerfinu stjórnast líkast til af lektinni. Þannig gæti sá hái hiti, sem fannst neðst í holu HT-15 verið aðvörun um litla lekt í efra kerfinu þar sem kæling hefur enn ekki borist þangað.

Hitakort á 50 m dýptarbili niður á 200 m byggð á grunnum rannsóknarholum (HT-holunum) auk djúpu holnanna (Ómar Sigurðsson 1995 og óbirt úrvinnsla) sýnir kælingarrennu með stefnu NA-SV um holur 11 og 12 sem næstar eru jarðskjálftasprungunum í Laugardælum. Kælingar-/lektaranómalía kemur einnig fram í Þorleifskoti í suðvestur-framhaldi af kælingartungunni sem sýnd er í skýrslu Ómars frá 1995 á myndum 12 og 19.

Rannsóknarhola HT-17 var boruð sumarið 1996 300 m austur frá HT-16. Tilgangurinn með henni var að kanna útbreiðslu hitasvæðisins til austurs. Sprungurein með NNA-SSV-lægri meginstefnu liggur þar um og var holunni jafnframt ætlað að sýna hvort jarðhitavon væri í

sprungum. Holan varð 209 m djúp og endaði í allstóri vatnsæð með 30°C heitu vatni. Hitinn á þessu dýpi svarar til 123°C/km-stiguls, og holan lokar hitafrávíkinu kringum Þorleifskot til austurs. Heitavatnsvon gæti verið í sprungunum austan við holu HT-17, en það þyrfti að kanna með dýpri borunum.

Berghiti neðan 1000 m

Hitastigull í holum utan jarðhitasvæðisins í nágrenni Selfoss er kringum 100°C/km. Nærri lætur að berghiti neðantil í holum 11 og 14 hækki eftir þeim stigli. Neðsti hluti holu 14 er talinn vera austan við holu 15. Þar virðist eins og í holu 11 vera komið að útmörkum jarðhitakerfisins. Í holum 9, 10 og 13 virðist hinsvegar gæta lóðréttar hræringar í djúpkerfinu. Vatn hlýtur að streyma úr því upp í efra kerfið (ofan 1000 m) þar sem vatnshittinn er (eða var upphaflega) 80-90°C. Uppstreymið gæti þó allt eins verið nokkuð til hliðar við holurnar, líklegast norðan eða norðaustan við þær því jarðskjálftasprungukerfið hefur þegar skapað lekt þar, en til suðurs er sprungukerfið enn í mótu.

Af þessu má draga eftirfarandi ályktun: Jarðhitakerfið innan sprungusvæðisins nær niður á 1000-2000 m, en vatnsgæfni borholna á þeim kafla er háð því að þær hitti sprungur. Af þessum ástæðum sýnist ekki ráðlegt að bora dýpra en 1000 m niður í jarðhitakerfið milli Laugardæla og Þorleifskots nema þar sem vitað er um legu sprungna og góðar líkur á að hitta í þær svo djúpt. Hræring (konveksjón) í djúpkerfinu gefur sig til kynna í hitamælingum með lítili eða sem minnstri hitahækjun með dýpi. Af djúpu holunum er hola 9 næst uppstreymi í djúpkerfinu. Hún endar í núll-stigli og stefnir í 135-140°C vatn. Hola 15 er á sama róli. Hún endar einnig í núll- eða < núll-stigli (viðsnúin) og stefnir einnig í 140°C vatnskerfi. Hola 14 er með beinan 100°C/km stigul frá 800-900 m ef tekið er tillit til halla holunnar. Mælingin sem þar er byggt á var gerð stuttu eftir borlok, en sýnist trúverðug. Hola 11 er nærrí beinum 90-100°C/km stigli neðan 1100 m. Þessar holur eru samkvæmt því fjærst uppstreymi í djúpkerfinu. Hinar holurnar (10, 12 og 13) eru nálægt uppstreymi úr djúpkerfinu.

Ef leita ætti að góðum vatnsleiðurum neðan 1000 m kæmi helst til álita að bora nýja holu hjá holu 9, dýpka holu 15 eða færa sig til NA inn á það svæði þar sem lektin er best, þ.e. á móti kælingunni. Holur 11 og neðri hluti holu 14 eru, miðað við hita og lekt, nærrí suðvestur- og suðausturjaðri jarðhitakerfisins, en hinar djúpu holurnar á svæði þar sem góð lekt nær einungis til efstu 1000 metra berggrunnsins. Þessi breyting gæti haldið áfram til NA og góð lekt náð þar enn dýpra.

Endurbætur á borholum

Með endurbótum á eldri holum mætti hugsanlega auka orkuvinnslu hitaveitunnar án þess að auka vatnsmagnið sem dælt er. Aðalávinningurinn yrði að dæling úr holum 10 og 13 gæti minnkad um ca. þriðjung. Þannig myndi hægja á kælingunni og vatnstakan jafnframt færast eins neðarlega í jarðhitakerfið og núverandi holur framast leyfa. Aðgerðirnar sem um er að ræða eru eftirfarandi:

Hola 11. Fóðra þarf eða steypa af æð í 380 m. Eftir þá aðgerð myndi holan væntanlega gefa 4-5 l/s af ca. 85°C heitu vatni úr æðum í 700 m, 850 m og aðallega 1100 m, en sú æð er um 95°C heit. Niðurdráttur yrði líklega 100-150 m við þá dælingu. Taka þyrfti lausa 9 5/8" fóðringu (~ 750 m) upp úr holunni. Kostnað þyrfti að áætla. Líklega er hann innan hagkvæmnismarka. Hola 11 hrundi við pökkun og er hruntappi í henni á 1650 m dýpi. Fullreyst er að hann

verður ekki hreinsaður úr.

Hola 14. Fóðra þarf af efstu og stærstu æðina niður í ca. 600 m dýpi. Eftir þá aðgerð er líklegt að hola 14 verði svipuð holu 15 í afköstum, þ.e. gefi 10-15 l/s af ca. 80°C vatni. Vinnsluhluti holu 14 er nokkuð farinn að nálgast holu 15, þó ekki svo mjög fyrri en dýpstu æðarnar. Þær eru hinsvegar fremur tregar í báðum holunum og því minni hætta á að þær dragi mikið hver frá annari. Ekki er hægt að rétta holu 14 af því hún er fóðruð í 477 m dýpi og skekkjan þá þegar orðin 35 m frá holutoppi.

Hola 10. Hola 10 er önnur aðalvinnsluhola Hitaveitu Selfoss. Rætt hefur verið um að bæta hana með því að hreinsa úr henni hrun og ná upp pakkara sem stíflar holuna í ~ 1000 m. Var því athugað hvað til væri um neðri hluta þeirrar holu og m.a. rætt við þá Jens Tómasson og Gísla Karel Halldórsson sem voru við pökkunina. Skoltöp í holu 10 voru í ~ 400 m (40 l/s), ~ 600 m (7 l/s) og ~ 1000 m (20 l/s). Æðin í 1000 m er mjög óveruleg og kemur ekki fram að heitið geti í hitamælingum. Tapið sem fram kom í 1000 m við 20 l/s hefur verið í efri æðunum. Skoltöpin voru öll þéttuð með spónum í borun. Loks kom fram 2 l/s skoltap í ~ 1700 m. Þessi æð sést skyrt í hitamælingum, en reyndar á 1600 m dýpi. Hiti á þessu dýpi er 135-140°C. Við pökkun í 1104 m hrundi á pakkarann. Reynt var að ná honum upp en það tókst ekki. Snemma í pökkuninni félí þrýstingur um 20 bör (úr 1450 psi í 1150 psi) sem getur bent til að æðar hafi opnast (1700 m æðin hreinsast út?). Ádælingin nam 10-15 l/s sem sýnir að holan var treg neðan 1100 m, en tók við vatni við háan mótrýsting (80-100 bör) sem svarað gæti til 2 l/s-æðarinnar sem fram kom á 1600-1700 m dýpi í borun. Frumgögn um pökkunina eru til, en ekki var unnið úr þeim á sínum tíma.

Ef þessi aðgerð tækist gæti hola 10 hugsanlega bætt við sig 1-2 l/s af 135-140°C heitu vatni, þannig að hitinn á vatni úr henni myndi hækka um 1-2°C. Áður hefur verið reynt að ná pakkaranum upp úr holu 10 (Ísbor), en það tókst ekki. Því er mjög óvist hvort þetta myndi heppnast þótt aftur yrði reynt.

Athugandi væri að skoða ofangreinda kosti varðandi holur 11, 14 og 10 með tilliti til þess hvort þeir eru mögulegir tæknilega séð. Minnstur ávinningur sýnist af því að eiga við holu 10.

Tafla 1 sýnir samanburð á vinnslunni nú og two kosti sem athuga mætti áður en ráðist yrði í nýboranir á vinnslusvæði Hitaveitunnar. Hola 15 hefur bætt hag vinnslunnar töluvert. Með hana sem grunnafl auk holu 12 (og e.t.v. 11) mætti taka holu 14 inn sem dæluholu. Varaholu þyrfti ekki þar sem auka mætti dælingu tímabundið úr hverri sem væri af holum 10, 13 eða 14.

Tafla 1. Vatnsvinnsla Hitaveitu Selfoss (T ref = 40°C)

Núverandi ástand					
Hola(dýpi/fóðring)	Q l/s	T °C	Δ T	ΔT · Q	
10 (1859 m/307 m)	60	70	30	1800	39 %
13 (1715 m/514 m)	60	70	30	1800	39 %
12 (1936 m/305 m)	5	120	80	400	8,5 %
15 (1289 m/ 15 m)	15	82	42	630	13,5 %
	140	73		4630	
Vatnsvinnsla úr núverandi holum. Varahola óþörf					
10	45	70	30	1350	29,5 %
13	45	70	30	1350	29,5 %
12	5	120	80	400	9 %
15	15	82	42	630	14 %
14	30	67	27	810	18 %
	140	72,4		4540	
Vatnsvinnsla eftir lagfæringu á holum 11 og 14					
10	45	70	30	1350	29 %
13	45	70	30	1350	29 %
12	5	120	80	400	9 %
11 (2009 m/360 m)	8	90	50	400	9 %
15	15	82	42	630	14 %
14	12	80	40	480	10 %
	130	75		4610	

Helstu niðurstöður:

- 1) Takmörk jarðhitakerfisins neðan 1000 m eru ákvörðuð af holu 11 til SV og holu 14 til suð-austurs. Með hliðsjón af holu 14 og HT-holum 12, 15, 16 og 17 má áætla að jaðar þess þeim megin liggi NA-SV skammt fyrir austan HT-16. Vesturjaðar jarðhitakerfisins er vestar en hola 12. Norðurmörkin eru óviss. Aðaluppstreymið úr djúpkerfinu virðist fylgja „Porleifskotssprungunni og liggja sem næst holum 3, 9 og 6.
- 2) Jarðhitakerfið er tvískipt. Á dýptarbilinu frá 100 m niður í mest 1130 m er kallað efra kerfi. Austantil á vinnslusvæðinu er vatnsleiðni í því góð en léleg vestantil. Sem stendur er 90% orkuvinnlunnar úr efra kerfinu. Efra kerfið var 80-90°C heitt við upphaf vinnslunnar. Djúpkerfið er neðan 1000 m. Lekt í því er lítil og vatnsgæfni borholna háð því að þær hitti vatnsleiðandi sprungur. Hiti vatns í djúpkerfinu er 125-140°C.
- 3) Sprungur eru ekki sýnilegar á vinnslusvæðinu nema vestantil, þ.e. í Laugardælum. Í Porleifskoti sjást þær ekki, en kæling sem tengist góðri lekt og upphaflegi jarðhitinn þar vísa á sprungu sem liggur NA-SV um holur 3, 9 og 6.
- 4) Holur 9 og 15 eru þær einu af djúpu holunum sem mögulegt er að hitti í öfluga vatnsæð í djúpkerfinu, þar sem þær enda í núll-stigli. Hola 9 er eina djúpa holan nærri Porleifskotsprungunni.
- 5) Vinnslan í framtíðinni hlýtur að beinast að dýpri og heitari leiðurum en nú er aðallega unnið úr. Með því mætti minnka dælingu úr holum 10 og 13 og hægja með því á kælingunni. Þessu markmiði má að hluta til ná ef unnt er að lagfæra tvær af eldri holunum.

Tillögur um aðgerðir

A. Endurbætur á eldri holum.

- 1) Steypa eða fóðra af grunnu (380 m) æðina í holu 11. Eftir þá aðgerð ætti holan að gefa 4-5 l/s af 80-90° heitu vatni við 100-150 m niðurdrátt, og útfellingavandamál að verða úr sög- unni.
- 2) Endurbæta holu 14 með dýpri fóðringu (600 m). Eftir þá aðgerð gæti holan gefið 10-15 l/s af ca 80°C heitu vatni.

Ekki hefur verið athugað hvort einhver vandkvæði tæknilegs eðlis séu á aðgerðum 1) og 2), eða kostnaður óhóflegur.

- 3) Stöðva þarf niðurrennslí í holum HT-15 og HT-16, helst með því að steypa í þær písarör ef það er gerlegt.

B. Nýjar boranir og rannsóknir

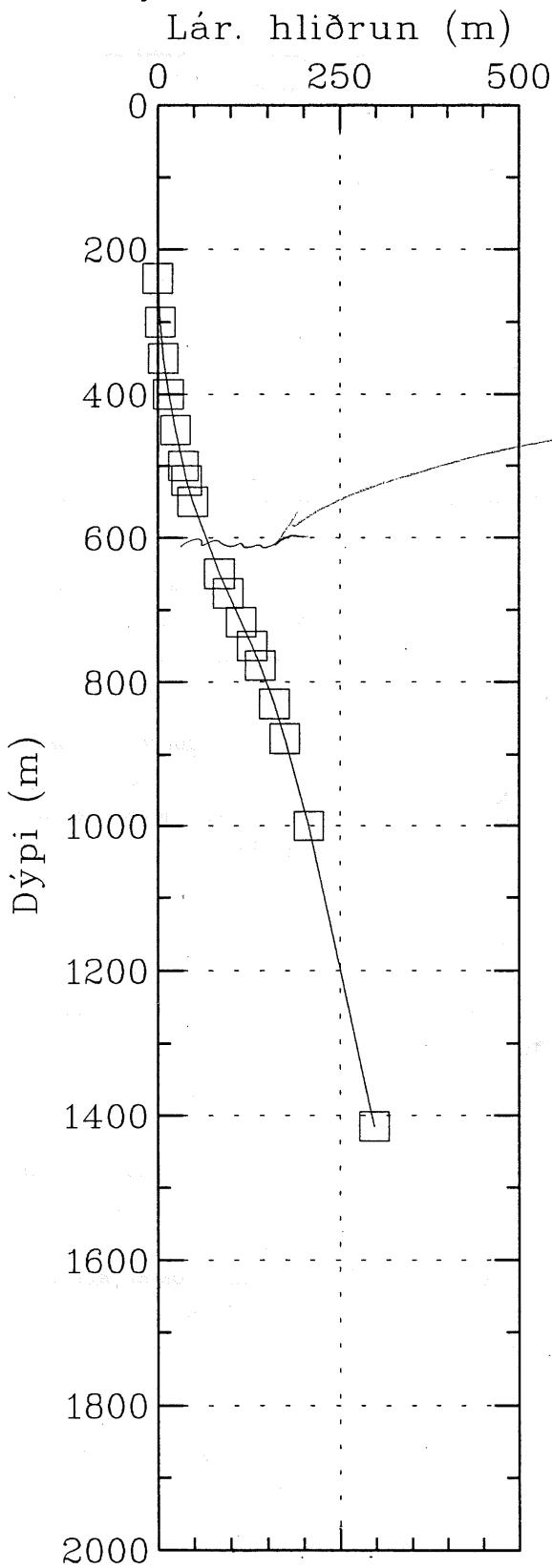
- 4) Lagt er til að 1500-1800 m djúp hola verði boruð hjá holu 9 eða skammt norðaustan við hana og hún fóðruð í 1000 m.
- 5) Kanna þyrfti útmörk jarðhitasvæðisins til vesturs með borun 300 m holu sunnan við HT-9: Staður ca. 350 m SSV frá HT-9 og ca 400 m vestur frá vinnsluholu 12 (á golfvelli?). Frá þessum stað eru ~ 300 m vestur að jaðri lágvíðnáms sem fram kemur í Schlumberger-mælingum niður á 500 m dýpi (austurjaðar þess er reyndar alveg vestur við Ölfusá).
- 6) Hitamælingar í holu 15 frá 1.4.'96 og 13.9.'96 voru gerðar löngu eftir dælingu. Þær sýna því jafnvægisástand sem verður þegar holan er í „hvíld“. Ef tækifæri gefst þyrfti að hitamæla holuna strax eftir dælingu og upptekt dælu. Þá sæist væntanlega betur hvað neðstu æðarnar gefa. Hola 15 er líkust holu 9 í hita og virðist enda í núll-stigli á 135-140°C eins og hún. Vel kæmi til greina að dýpka holu 15 í 1500-1800 m.
- 7) Á þessu stigi er ekki gerð ákveðin tillaga um frekari nýboranir eða mælingar. Það sýnist þó liggja beint við að bora aðra 1500-2000 m vinnsluholu 200-300 m norðaustur frá nýrri holu hjá nr. 9, hvernig svo sem til tekst með árangur af henni. Á því svæði er lektin best skv. kólnunarmyndum Ómars Sigurðssonar (í vinnslu). Þessi tillögugerð treystir á að beint samband sé milli bestu lektar og mestu kólnunar og s.k. Þorleifskotssprungu sé skýringin á því.
- 8) Einn kostur sem hér er raunar ekki mælt með er að dreifa dælingunni úr „grunnu“ leiður-unum (ofan 1000 m) á fleiri holur t.d. með því að bæta við holu sunnan við holu 13. Með því mætti líklega hægja á kælingunni. Áður þyrfti að bora a.m.k. eina 300 m djúpa leitar-holu vestur frá holu HT-15 þar sem mestar líkur eru á SV-framhaldi lektar/kólnunar-anómaliu í tengslum við "Þorleifskotssprunguna". Staðsetning yrði á grundvelli kólnunar-mynda Ómars Sigurðssonar. Framar var bent á að þessu markmiði mætti ná með því að nota holu 14 sem dæluholu.

Kristján Sæmundsson

14

Jan 1997 GrB

xy V1.0

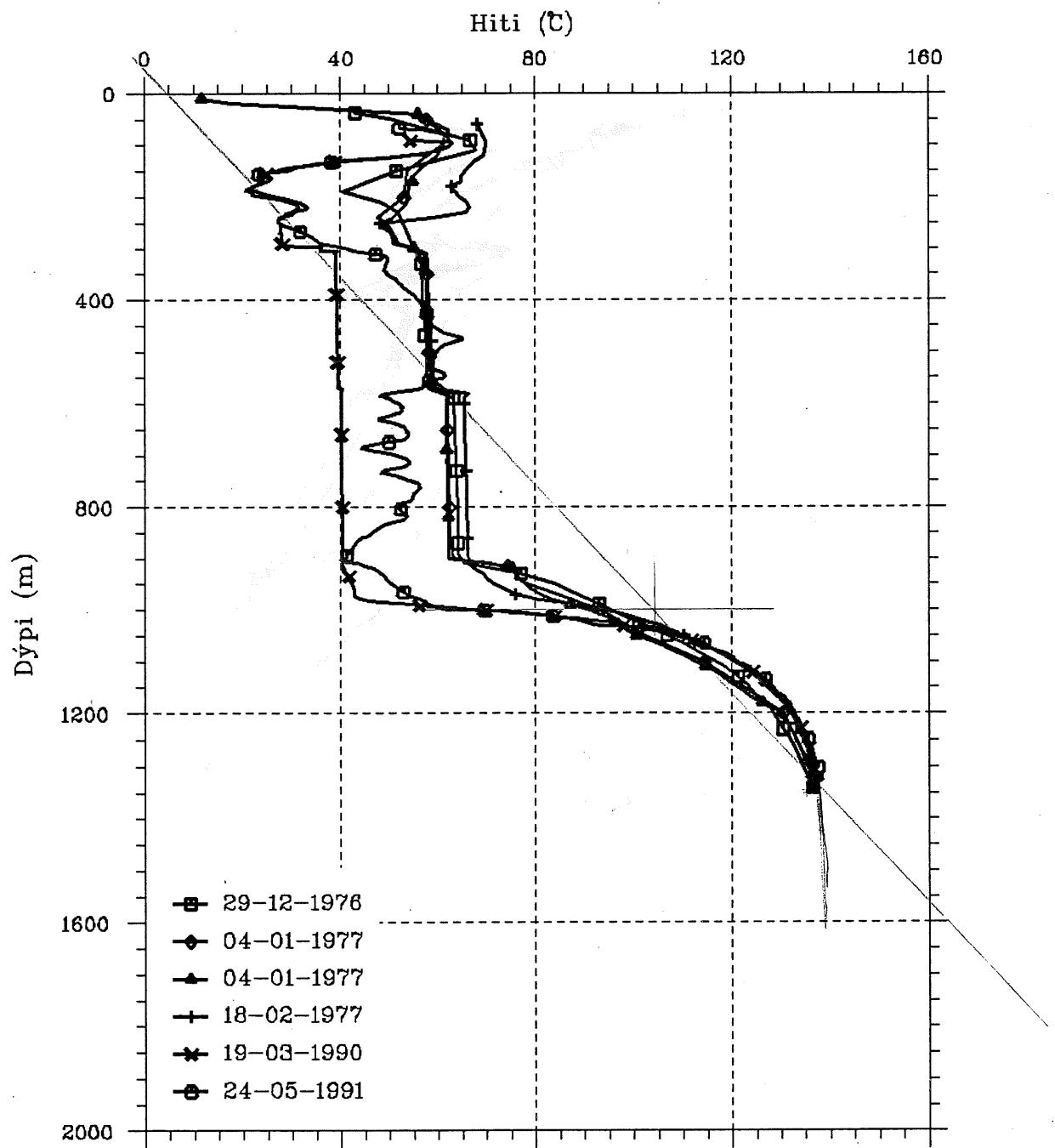


fotra hingant

Halli bólur 14
vettu með líkam.

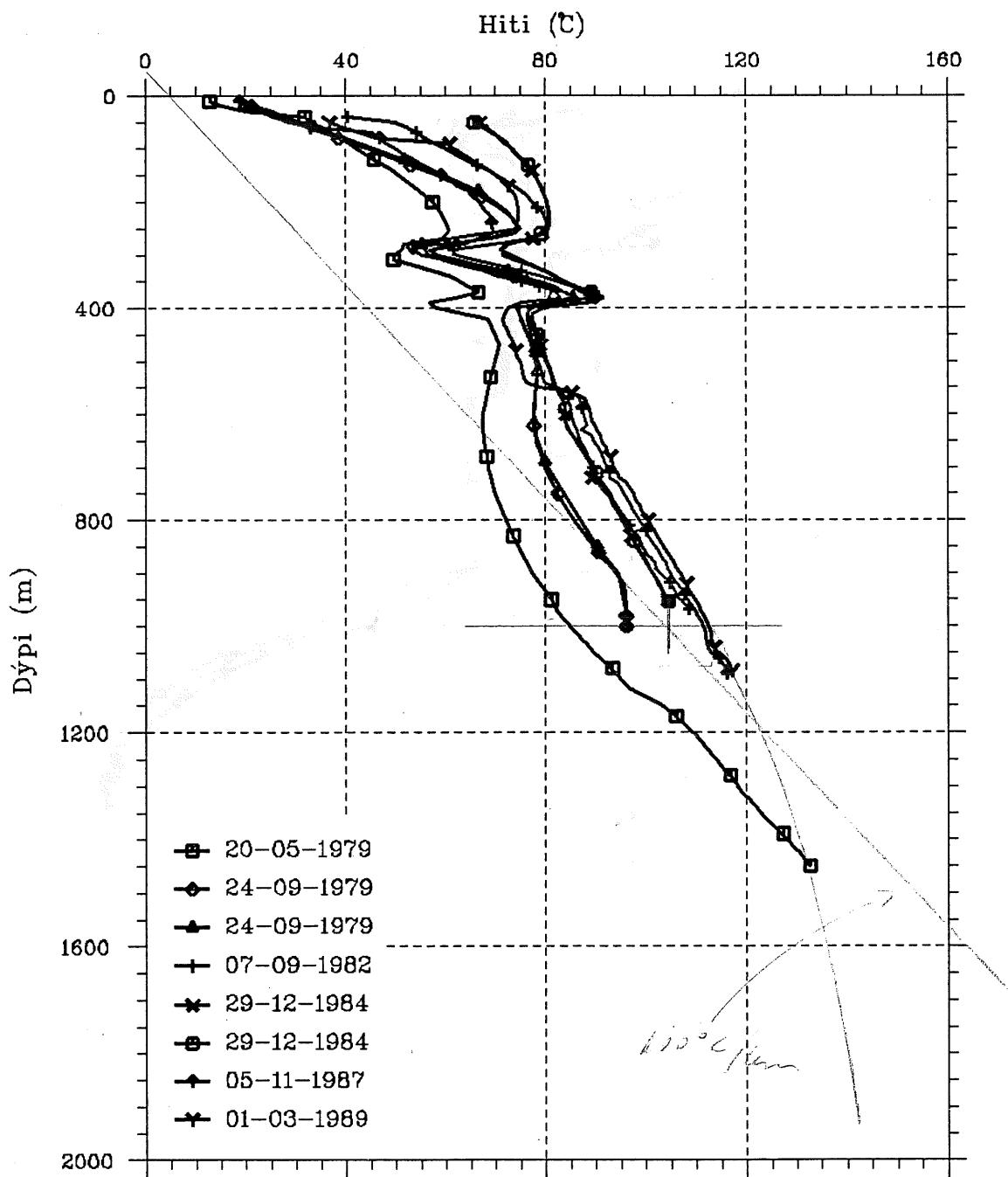
[1-] 10 Jan 1997 ks
L= 87409 Oracle

**Þorleifskot
Hola 9
Hítamælingar**



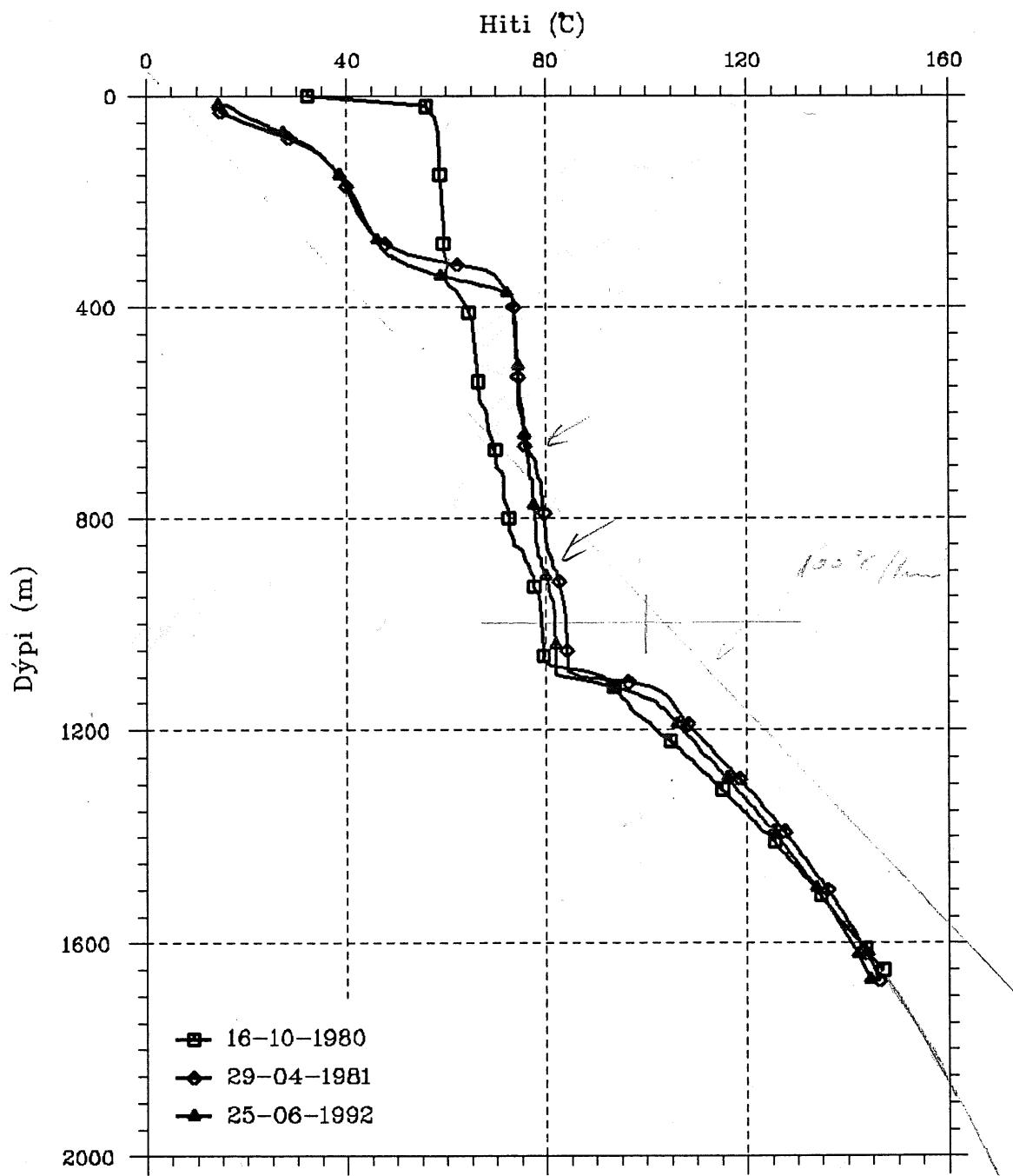
10 Jan 1997 ks
L= 87410 Oracle

Þorleifskot
Hola 10
Hítamælingar



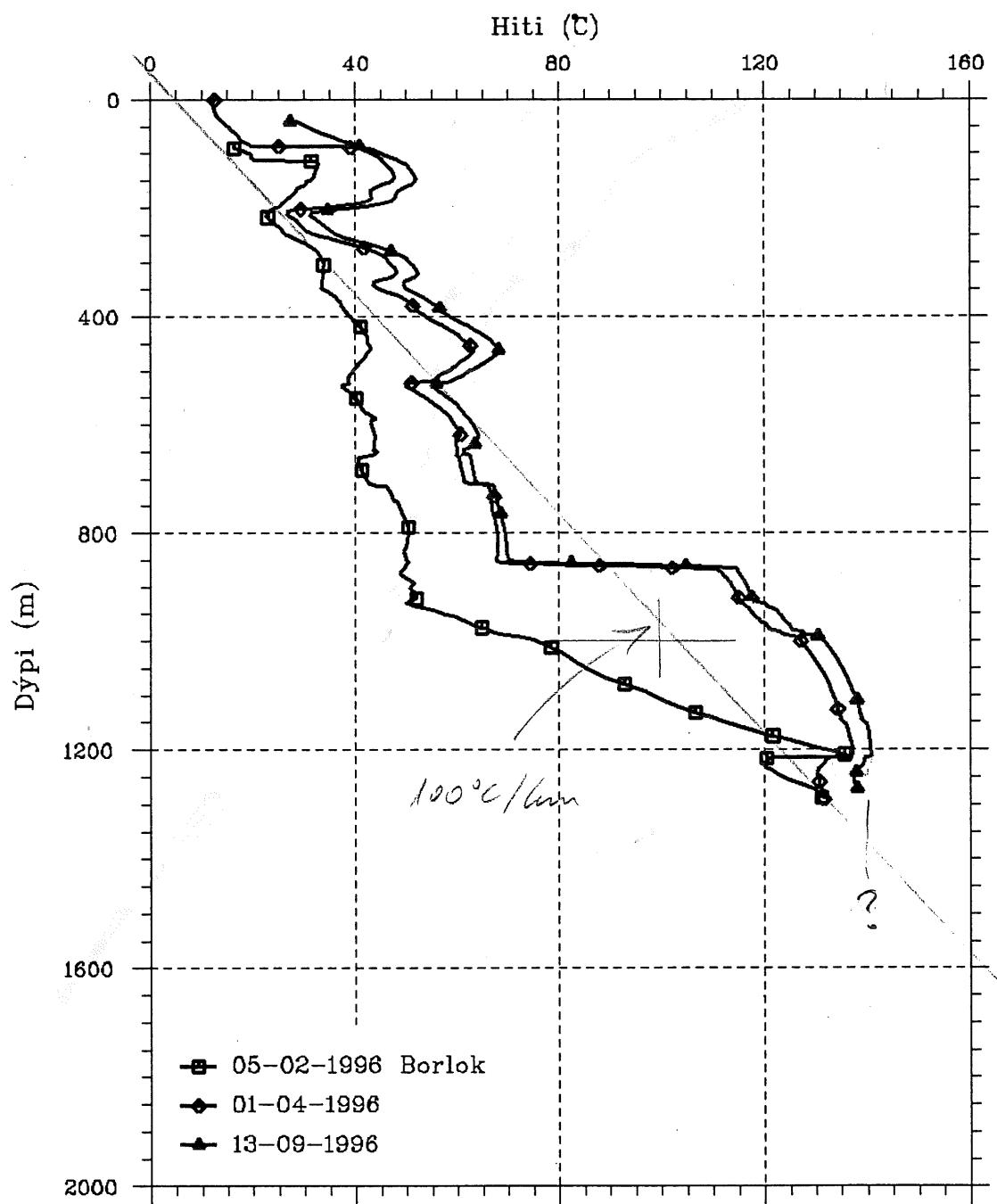
[1-] 10 Jan 1997 ks
L= 87411 Oracle

Laugardælur
Hola 11
Hítamælingar



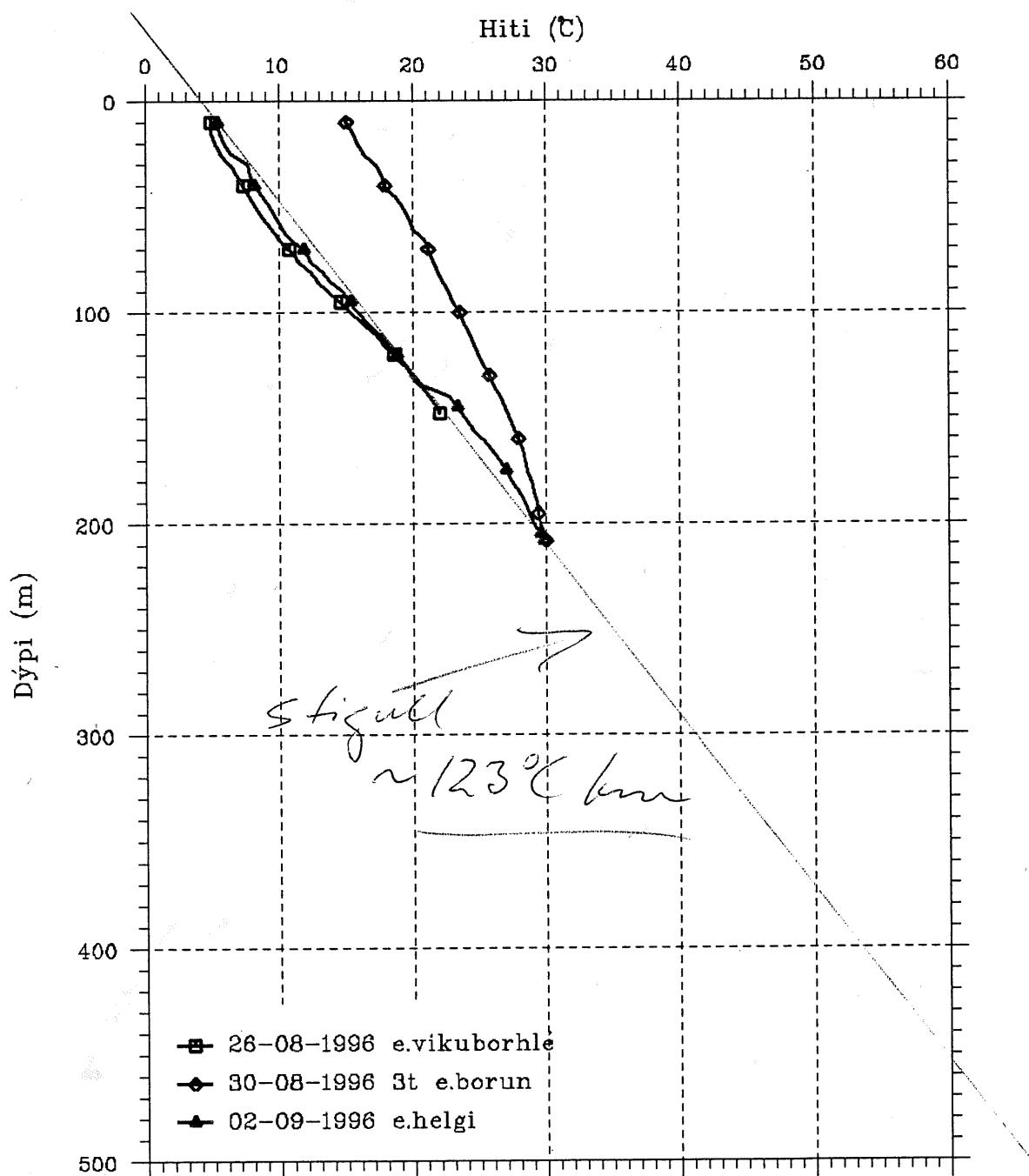
10 Jan 1997 ks
L= 87418 Oracle

Þorleifskot
Hola 15
Hítamælingar



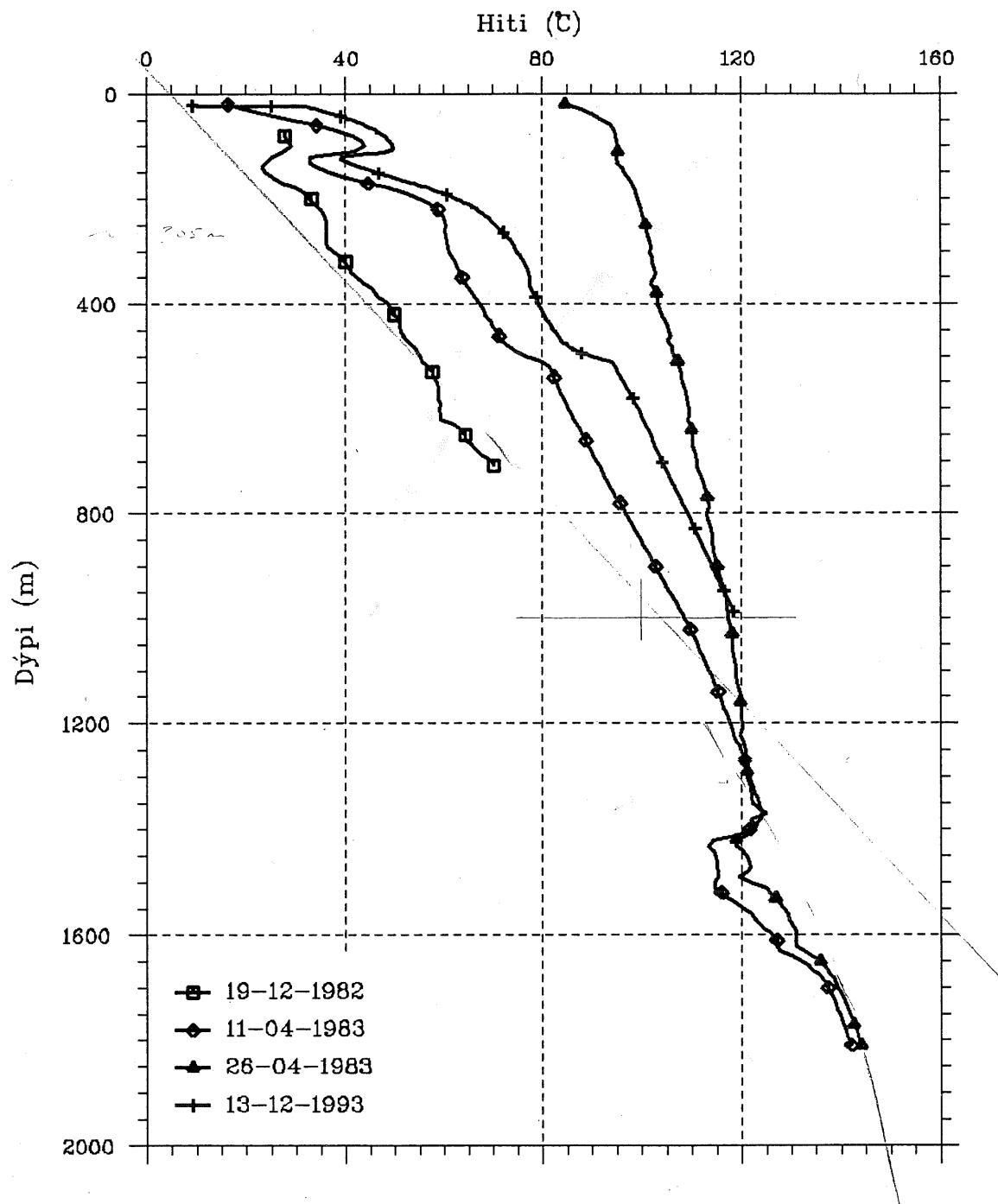
DS 30 Jan 1997 ks
L= 87447 Oracle

Þorleifskot
Hola HT-17
Hítamælingar



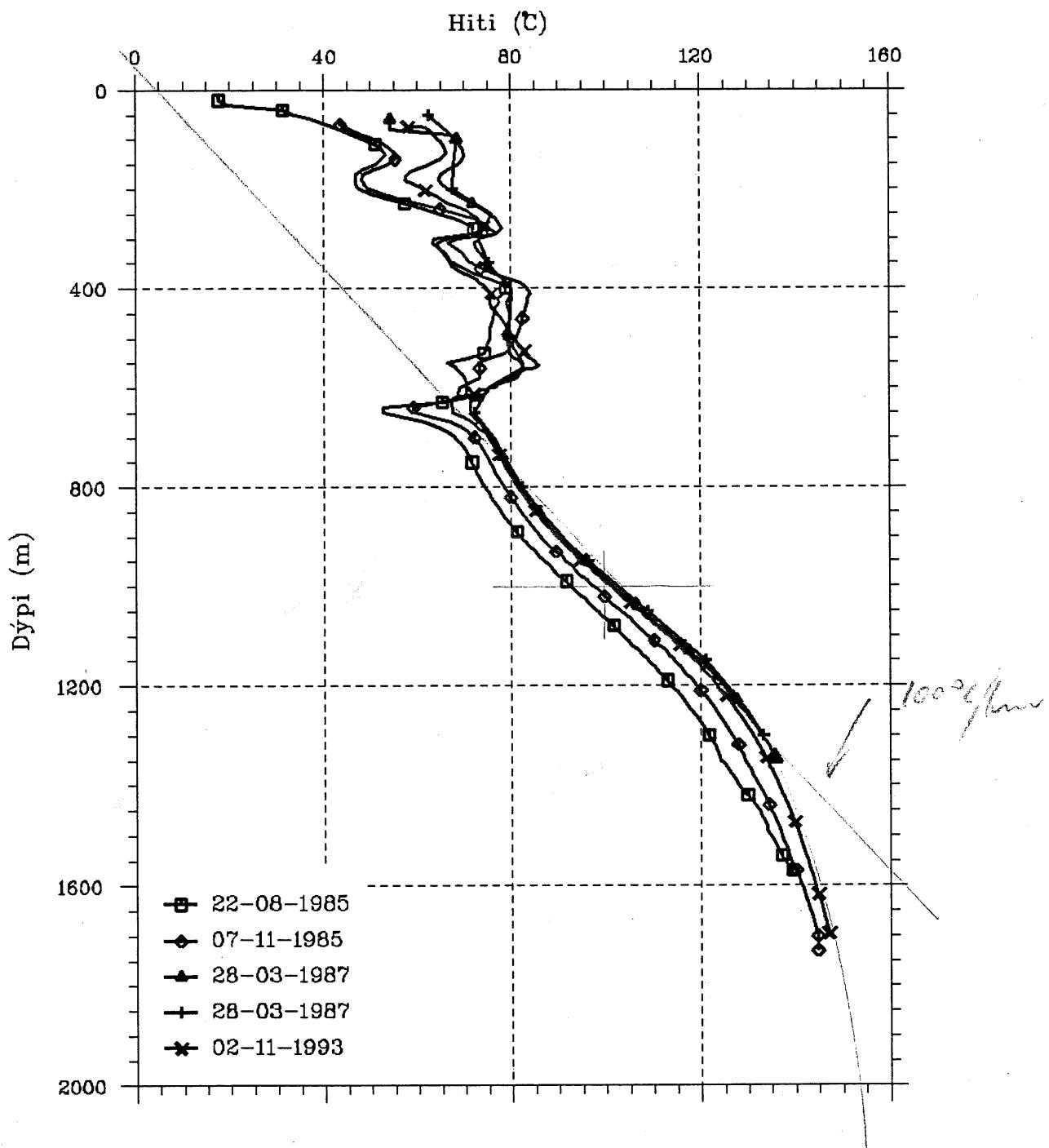
 10 Jan 1997 ks
L= 87412 Oracle

Laugardælur
Hola 12
Hítamælingar



10 Jan 1997 ks
L= 87413 Oracle

**Þorleifskot
Hola 13
Hítamælingar**



10 Jan 1997 ks
L= 87414 Oracle

**Þorleifskot
Hola 14
Hitamælingar**

