



ORKUSTOFNUN

**Jarðhitarannsóknir á Merkimel í landi
Snartarstaða, Lundarreykjadalshreppi**

Hjalti Franzson

Greinargerð HF-92-02

JARÐHITARANNSÓKNIR Á MERKIMEL Í LANDI SNARTARSTAÐA, LUNARREYKJADALSHREPPI

1. INNGANGUR

Yfirborðsrannsókn og borun fyrstu holunnar á Merkimel var gerð sem hluti af fiskeldisverkefni Orkustofnunar og Lundarreykjadalshrepps. Niðurstöður þess verkefnis eru væntanlegar í skýrslu. Í kjölfar þeirra rannsókna og að hluta til samhliða var haldið áfram að rannsaka jarðhitann við Merkimel, m.a. með dýpkun fyrstu holunnar í tvígang úr 60 m niður í 150 m dýpi. Boraðar voru þrjár könnunarholur sunnan vegar til að átta sig á legu jarðhitakerfisins í berggrunninum þannig að unnt væri að staðsetja vinnsluholu með sæmilegri vissu. Á mynd 1 er sýnd staðsetning borhola og yfirborðsjarðhita. Tilgangur þessarar samantektar er sá að koma á einn stað sem flestum gögnum, sem tengjast rannsóknunum og upplýsingum um jarðhitakerfið í Merkimel, og sem mögulega gætu nýtt í síðari tíma rannsóknum og ákvarðanatöku.

2. BORUN RANNSÓKNAHOLNA

2.1 Hola SS-1

Fyrstu holunni (SS-1) var valinn staður rétt suðvestan við heitasta blettinn í volgruþyrpingunni í melnum. Fyrsti áfangi holunnar (0-63 m) var kostaður af fiskeldisverkefni Orkustofnunar og Lundarreykjadalshrepps, annar áfangi af ábúendum Snartarstaða (63-109 m), og sá þriðji af Lundarreykjadalshreppi (109-150 m). Holan var boruð af Ræktunarsambandi Flóa og Skeiða. Berglög, vatnsæðar og útfellingar er sýnt á mynd 2. Berglögin neðan lausa setlagsins (melsins) eru flest hraunlög, fremur einhæf að gerð og langflest af ólívínþóleíft samsetningu. Þunn túff setlög liggja inn milli hraunlaga á 60-90 m dýpi. Þrjár vatnsæðar eru í yfirborðssetinu. Tvær vatnsæðar eru í berggrunninum fyrir neðan yfirborðssetið. Aðalæðin er á 89 m dýpi og kemur úr millilagi. Hin æðin sem er á 66 m dýpi sést einna best í hitamælingum því að þar verður hitalækkun á uppstreyminu að neðan, en það bendir til að efri og kaldari æð blandist vatni úr heitari æð fyrir neðan. Sú æð kemur fram í túfflagi. Hitamælingar í borholunni (mynd 3) eru frá mismunandi áfangastigi borunar. Mæling 15.12.1989 sýnir hita eftir borun í 63 m. Önnur mæling sýnir hita eftir dýpkun í 109 m. Þá mælist hiti í vatnsæðinni í 89 m um 78°C. Hálfu ári síðar þegar holan hafði verið dýpkuð í 150 m var hiti æðarinnar í 89 m orðinn um 90°C, hafði hækkað um 11°C. Skýring á þessari hitnun er líklegast sú að streymið í æðinni fyrir borun hafði verið nær ekkert. Eftir borun rann úr æðinni í holuna og til yfirborðs, sem varð til þess að mun heitara streymi komst á frá jarðhitasprungunni eftir setinu að holunni. Eftir dýpkun holunnar í 150 m kom í ljós að fóðring hafði skemmst og streymdi vatn þar út úr holunni. Útfellingar í berginu eru af tvennum toga; útfellingar sem fallið hafa út fyrir um 4 miljónum ára þegar svæðið var innan gosbeltis, og hins vegar útfellingar sem tengjast núverandi

jarðhitavirkni. Þær síðarnefndu eru súlfíðsteindir (brennisteinssambönd) og ópall. Ástæða þess að unnt er að slá slíku föstu er að þær finnast einnig í yfirborðssetlaginu sem varð til í lok síðasta jökulskeiðs, og hafa því myndast einhvern tímann frá ca. 10.000 árum til nútíma.

2.2 Holur SS-2, SS-3 og SS-4

Rannsóknaholur SS-2, SS-3 og SS-4 voru boraðar til að kanna hita í berggrunni, og gera sér þannig betur grein fyrir hvar uppstreymisrás heita vatnsins lægi. Gert var ráð fyrir að uppstreymi jarðhitans tengdist sprungu(m) með norðlægri stefnu, en það er ríkjandi sprungustefna á þessu svæði. Hitamælingar (myndir 4, 5 og 6) sýna að holur 2 og 4 eru heitastar og því var talið líklegt að jarðhitasprungan lægi nærri þeim. Einnig var talið að meint jarðhitasprungu lægi vestan við holu SS-1. Jarðlagasnið af holunum þremur eru sýnd á mynd 7. Engra vatnsæða varð vart í borun né í hitamælingum í þessum holum.

2.3 Hóla SS-5

Holan var staðsett vestan við holu SS-1, og var ætlað að skera jarðhitasprungu á innan við 150 m dýpi. Holan var boruð með jarðbornum Ými, frá Jarðborunum hf. Grafið hafði verið fyrir og sett 14" yfirborðsfórðing niður á 2 m dýpi og gert borplan áður en borinn kom á staðinn. Borun hófst 11. nóvember 1991 og lauk 21. sama mánaðar. Reynt var fyrst að bora niður úr yfirborðssetlaginu með 7" loftborshamri, en lagið var of lint til að slíkt væri gerlegt. Var því blandað gel og borað niður í 18,3 m dýpi með 12 1/2" hjólakrónu. Var holan þá komin um 2 m niður fyrir setlagið. Fóðrað var með 10 3/4" rörum niður í 18,3 m dýpi. Borað var áfram með 9 7/8" lofthamri niður í 60 m dýpi. Vart varð við örlitla æð í 33 m dýpi og aðra í 55-57 m dýpi. Sú síðarnefnda var 87°C og var um 2,5 l/s sjálfrennsli úr henni til yfirborðs. Ákveðið var að stytta fóðringuna úr 60 m í 48 m dýpi til að nýta æðina. Fóðrað var með 8 5/8" og var efsta rörið 8 mm þykkt en önnur þynnri. Fóðringin, bæði 12 1/2" og 8 5/8", var öll steipt og tókst steypingin vel. Vinnsluhluti holunnar var boraður með 7 1/2" lofthamri niður í 153 m dýpi, en þangað var umsamið að bora. Í borun varð vart við aukningu vatns á um 70 m dýpi. Hitamæling sýndi skarpan hitatopp á 55-70 m dýpi og var heitast í 63 m (95,6°C). Þar fyrir neðan lækkaði hitinn í rúmar 90°C og hélst sá hiti niður á um 90 m dýpi. Neðan þess lækkaði hitinn niður í rúmar 86°C á 120 m dýpi. Þaðan og niður í 150 m hækkaði hitinn á ný um tæpa gráðu. Sjálfrennsli var um 2,5 l/s úr holu áður en bormenn fóru í helgarfrí. Eftir helgarfrí mældist sjálfrennsli um 3 l/s. Holan var loftdæld samkvæmt samningi með borstangir niður á um 60 m dýpi. Loftdælt var í 3 klst og reyndist vatnsmagn 6,5-7,5 l/s og var stöðugt allan tímann, en það var vel það magn sem annað gæti fyrir sjáanlegri þörf væntanlegrar hitaveitu. Meðan á loftdælingu stóð var hitamælt í holu SS-1. Vart varð við vatnsborðlækkun í holunni (ca. 2-3 m) og einnig hitalækkun (hitamæling 18-11-1991) við jarðhitaæðina á 66 m dýpi, og bendir það til góðra tengsla á milli holnanna. Ekki er ljóst hvort raunhiti vatnsins í æðinni á 66 m dýpi er um 59°C eða hærra, en hitamælingin gefur til kynna að rennsli úr henni fari upp holuna og e.t.v. niður í átt að æðinni á 89 m dýpi. Ljóst er að fylgjast verður í framtíðinni með hitabreytingum í SS-1, sérstaklega ef dæla þarf og draga niður vatnsborð í vinnsluholunni. Ákveðið var að bora dýpra í þeirri von að holan skæri fleiri æðar. Er holan var orðin 202 m var sjálfrennsli orðið um 3,4 l/s. Í 277 m dýpi skar hol-

an öfluga vatnsæð og jókst sjálfrennslið í um 7 l/s. Borað var með 6 3/4" hjólakrónu niður í 309 m dýpi. Sjálfrennsli í lok borunar reyndist um 8 l/s. Bor fór af holunni 20. nóvember. Þann 3. desember var Ýmir aftur fluttur að holunni og loftdældt með borstangir á 42 m dýpi í um 30 mínútur. Vatnsmagn reyndist um 17 l/s. Sjálfrennsli úr holunni mælist nú um 8.3 l/s.

Mynd 8 sýnir jarðlög, fóðringar, vatnsæðar og útfellingar í jarðlögum holunnar. Jarðlögin eru svipuð og finnast í öðrum holum í kring. Upplýsingar um vatnsæðar fengust aðallega í borun holunnar (borskýrslur), út frá hitamælingum (mynd 9), auk þess af útfellingum í berginu. Efsta æðin sem er mjög óveruleg er á um 33 m dýpi. Önnur æð kom fram á um 57 m dýpi, og sú þriðja á um 63 m dýpi. Samkvæmt hitamælingu er mögulegt að votti fyrir vatnsæð á 80-90 m dýpi. Aðalæð holunnar er á 277 m dýpi eins og áður er getið. Eins og getið var um í lýsingu á holu SS-1, þá virðast súlfíðsteindir og ópall (kísill) einkennissteindir núverandi jarðhitakerfis. Alls staðar þar sem borholunnar skera vatnsæðar verður vart við útfellingar af þeirri gerð. Allar vatnsæðar sem holan sker tengjast millilögum á milli hraunlaga, og það bendir til að æðarnar liggja eftir flötum sem hallar um 8° til suðaustur. Ekki fundust nein merki um að holan skæri uppstreymissprungu. Sjálfrennsli úr holu SS-5 er, eins og áður er getið, um 8,3 l/s af um 97°C vatni. Hitamælingar (mynd 9) sýna greinilega að í holunni blandast tæplega 100°C heitt vatn af 277 m dýpi og 94-96°C vatn af 50-70 m dýpi.

3. UMRÆÐA OG NIÐURSTÖÐUR

Rannsóknir á jarðhitunum í Merkimel eru nú orðnar töluvert umfangsmiklar. Rannsóknir á yfirborði fólu í sér kortlagningu volgra og jarðfræði berggrunnins næst Merkimel auk segulmælinga í leit að berggöngum undir Merkimel. Boraðar hafa verið alls 5 holur, sú síðasta er vinnsluhola væntanlegrar hitaveitu. Rannsóknirnar hafa haft það markmið að afmarka uppstreymisrás jarðhitakerfisins. Rannsókgögnin sýna, að þrátt fyrir mjög góðan árangur borana í jarðhitasvæðið, að uppstreymisrás jarðhitakerfisins sem leitað var, hefur ekki verið skorin af borholu. Nokkuð liggur þó ljósar fyrir hvar hennar er að leita, og verða hér nefndar tvær vísbendingar um legu uppstreymisrásarinnar. Í fyrsta lagi er hiti vatnsæðanna ofan 100 m dýpis (liggja eftir lítt hallandi millilögum) hærrí í holu SS-5 en í holu SS-1 sem bendir til að sú fyrrnefnda sé nær uppstreyminu. Í öðru lagi bendir lækun hita í þessum æðum í holu SS-1, þegar loftdælt var úr holu SS-5, til þess að SS-1 sé fjær uppstreymisrásinni. Þá hitalækkun er unnt að skýra á eftirfarandi hátt: Áður nefndar æðar finnast í báðum holunum, og eru í millilögum sem liggja nær lárétt í berglagastaflanum. Eftir að hola SS-1 var boruð hitnaði æðin í 89 m um rúmar 10°C, og lá sú túlkun nokkuð ljós fyrir að æðin drægi til sín vatn úr heitari hluta jarðhitakerfisins, þ.e. frá lóðréttu uppstreymisrásinni. Þegar síðan loftdælt var í holu SS-5 eftir að hún hafði náð 150 m dýpi, orsakaði það strax hitalækkun í æðunum í holu SS-1, ásamt því að vart varð við vatnsborðlækkun. Langeðlilegast er að skýra hitalækkunina þannig að hola SS-5 sé nær uppstreymisrásinni en hola SS-1, og þegar SS-5 sagnar til sín vatnið úr æðinni í loftdælingunni, tekur hún til sín heita streymið til holu SS-1. Þetta þýðir að sprungan er annað hvort vestan eða norðvestan við holu SS-5 en ekki austan holu SS-1.

Athyglisvert er að í jarðhitakerfinu hefur fallið út súlfíð (pýrít, þýrrotít eða markasít).

Efnagreining sýnir hátt brennisteinsvetni miðað við önnur lághitasvæði í Borgarfirði. Efast er þó um að magn brennisteinsvetnis sé nægilega mikið til að fella út súlfíð. Ef svo er ekki bendir það til að vökvinn í jarðhitakerfinu hafi áður fyrr verið mun brennisteinsríkari en hann er nú.

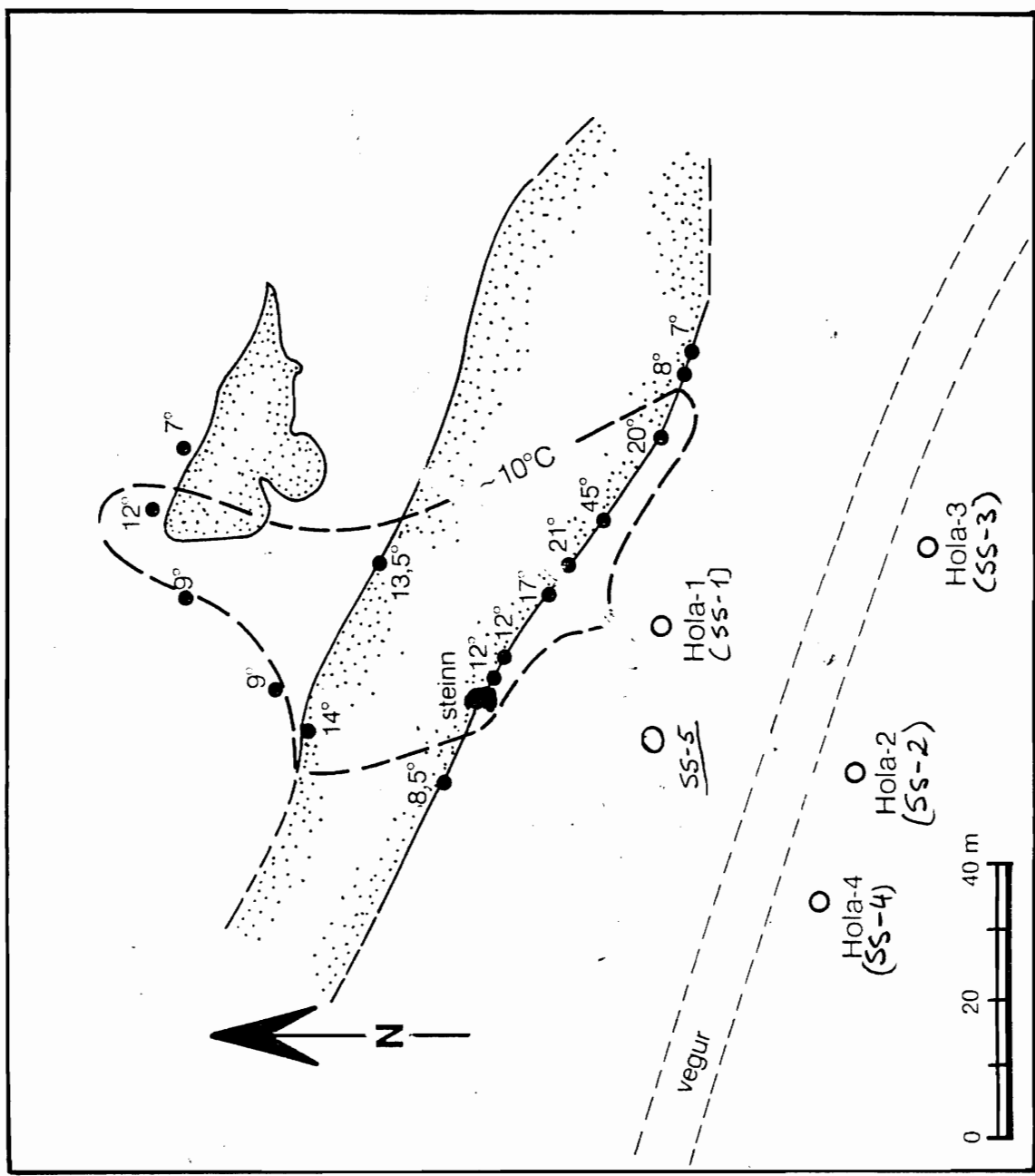
Jarðlagastaflinn sem hýsir jarðhitakerfið er að því leyti óvenjulegur, að tiltölulega mörg millilög liggja inn á milli hraunlaganna. Líklegt er að þau hafi súra samsetningu (líparít), enda hefur jarðhitavatnið tiltölulega hátt flúor (sbr. efnagreiningu í greinargerð MÓ-92/05). Vatnsæðarnar hríslast út frá uppstreyminu út í millilögin. Það skýrir að hluta hvers vegna hitamælingarnar afmarka uppstreymisrásina ekki betur þar sem hiti í berggrunninum ræðst bæði af uppstreyminu og lárétta flæðinu í millilögunum.

Þrátt fyrir að því lokatakmarki hafi verið náð, að skera svo vatnsgæfar og heitar æðar að nægja muni væntanlegri hitaveitu a.m.k. í náinni framtíð, eru nokkur atriði sem athuga verður frekar. Fylgjast þarf reglubundið með vatnsborði og hita í holu SS-1, sérstaklega vegna hættu á flæði af köldu vatni inn um skemmda fóðringu og niður í heitavatnskerfið. Einnig þarf að fylgjast með hitabreytingum í holunum þremur sem liggja sunnan vegar. Fylgjast þarf með breytingum á yfirborðsjarðhitunum, þar sem gera má ráð fyrir að streymi til yfirborðs minnki um leið og þrýstingur minnkar í jarðhitakerfinu með aukinni vatnstöku.

Setja þarf loka á vinnsluholuna (SS-5) og mælistút fyrir þrýstimæli, til að hægt sé að fylgjast með þrýstingi í holunni. Með því að opna fyrir holuna í áföngum við mismunandi þrýsting, má á ódýran hátt fá mælingu á vatnsgæfni holunnar. Á þann hátt er einnig unnt að fá upplýsingar um hvort dæla þurfi vatni upp í væntanlegan miðlunargeymi. Jarðhitadeild Orkustofnunar getur veitt aðstoð við slíkar mælingar og túlkun á þeim.

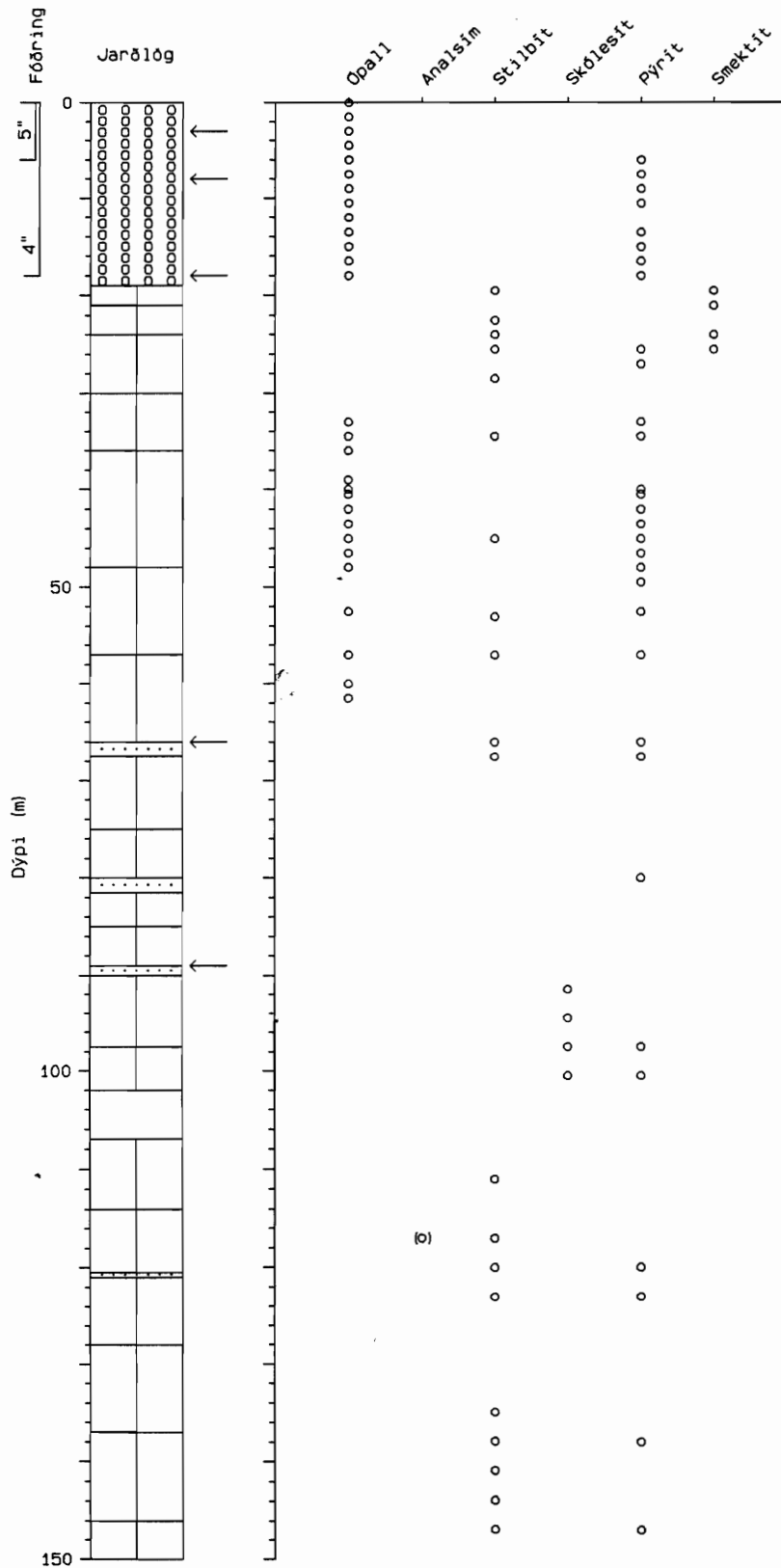
Efnagreining á vatni úr holu SS-1 hefur verið send í greinargerð til forsvarsmanna væntanlegrar hitaveitu. Þótt líkur séu á að það vatn hafi svipaða efnasamsetningu og vatn úr holu SS-5, er eindregið mælt með að sýni verði tekið úr holu SS-5 við fyrsta tækifæri og gerð heildarefnagreining. Á þann hátt er bæði unnt að ganga örugglega úr skugga um hvort vatnið sé hæft til hitaveitu, og einnig að til sé efnagreining af vatninu við upphaf vatnstöku til að miða við efnagreiningar sem síðar verða gerðar, eftir að hitaveitan hefur tekið til starfa.

Hjalti Franzson



MYND 1.

Snartarstaðir hola SS-1



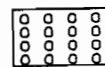
Skýringar við jarðlagasnið



Fersklegt fín-meðalkorna basalt



Fínkornótt set



Grófkornótt set

← : Lítil vatnsæð

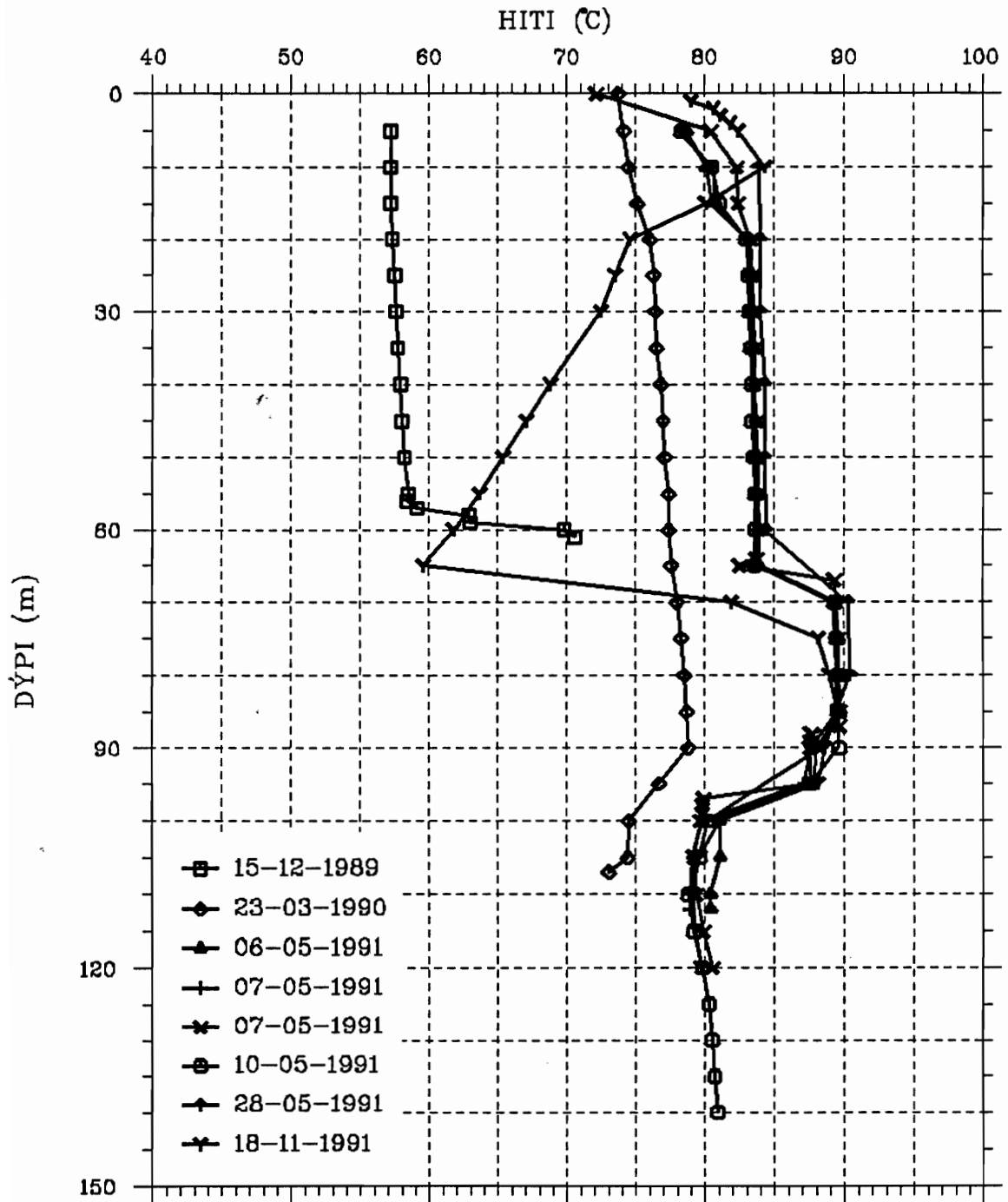
←← : Meðal vatnsæð

←←← : Stór vatnsæð

MYND 2

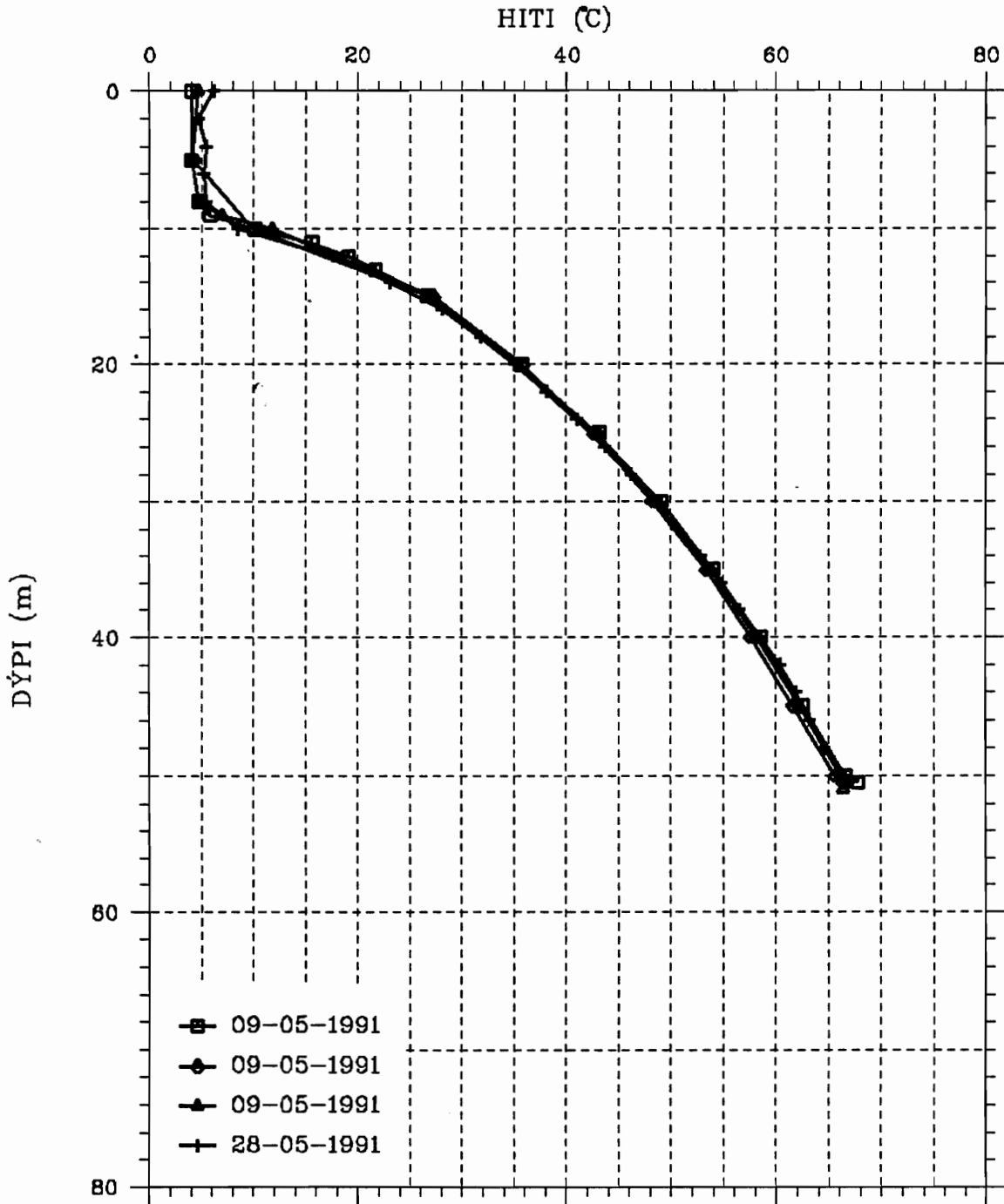
9 Mar 1992 hf
L= 27801 Oracle

Snartarstaðir, Lundarreykjald Hóla SS-1 Hitamælingar



9 Mar 1992 hf
L= 27802 Oracle

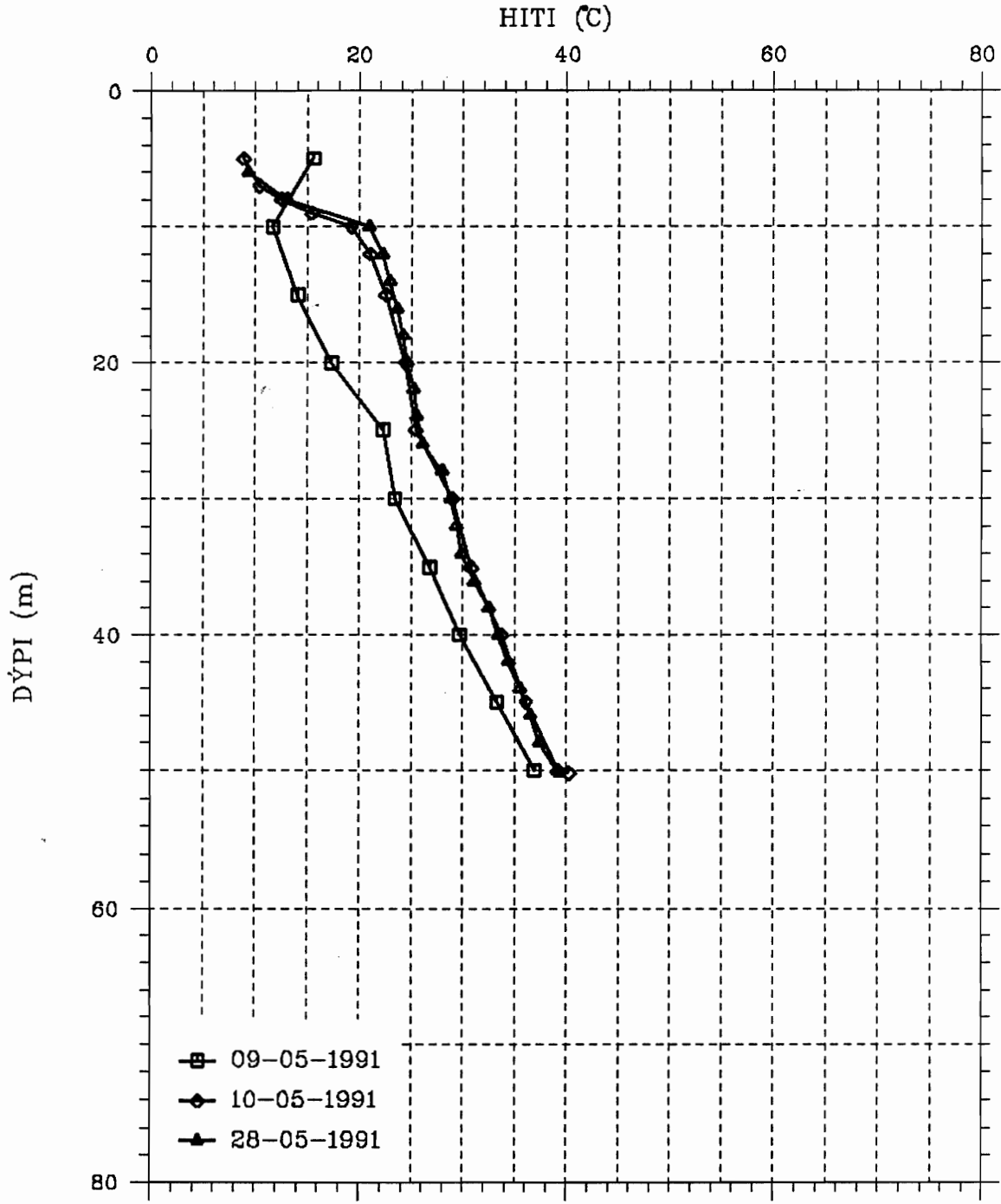
Snartarstaðir, Lundarreykjadal Hóla SS-2 Hitamælingar



MYND 4

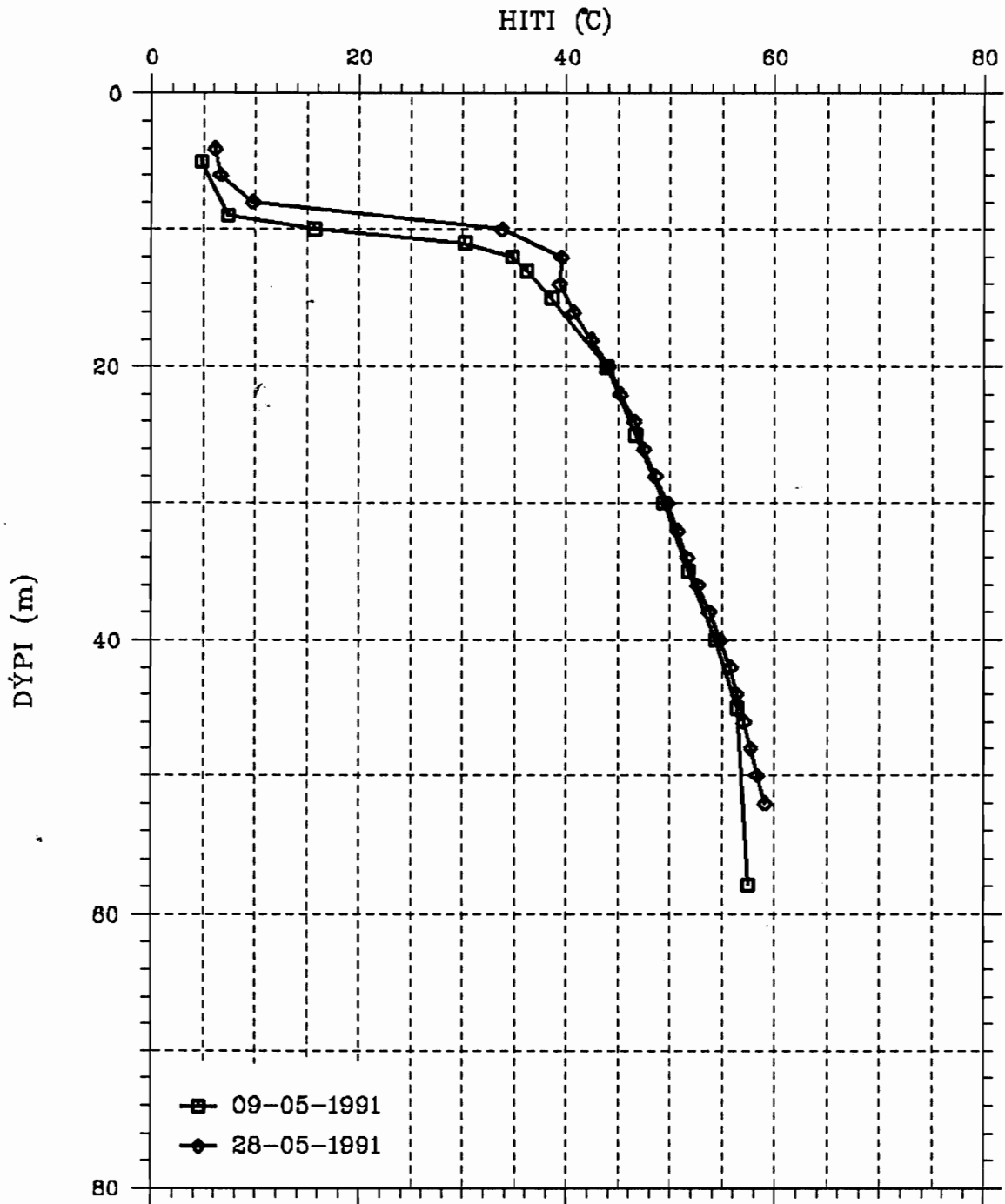
18 Oct 1991 hf
L= 27803 Oracle

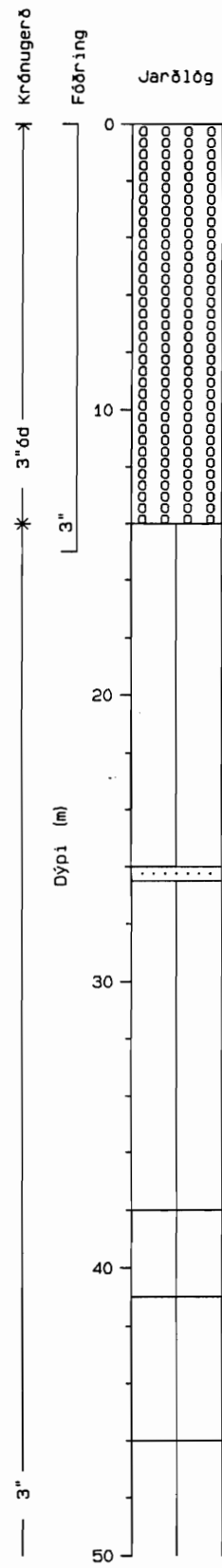
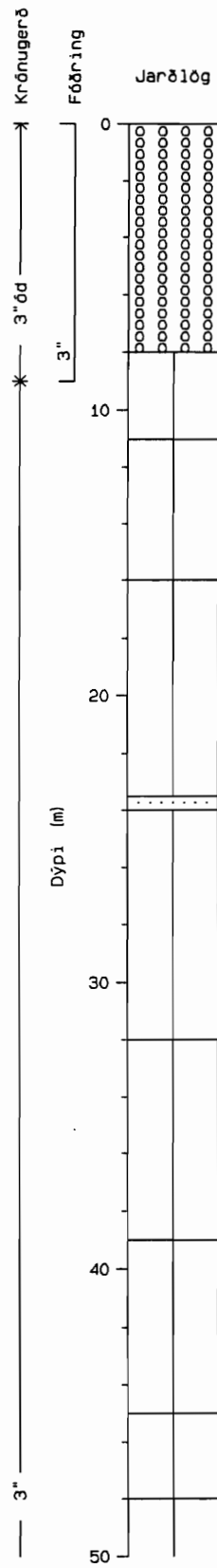
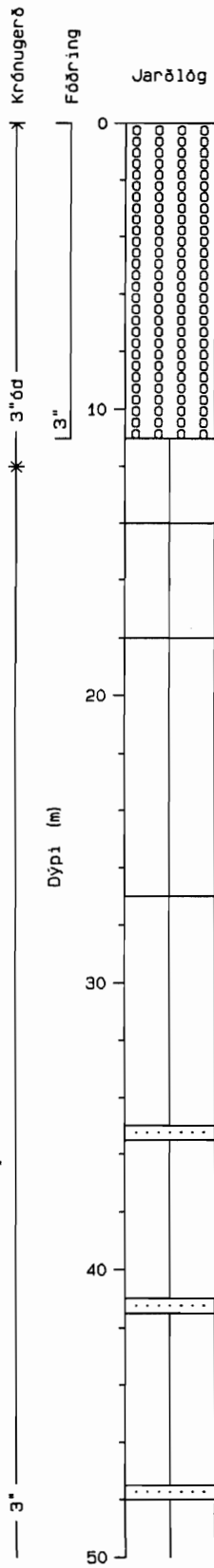
Lundarreykjadalur, Snartarstaðir HOLA SS-3 Hitamælingar



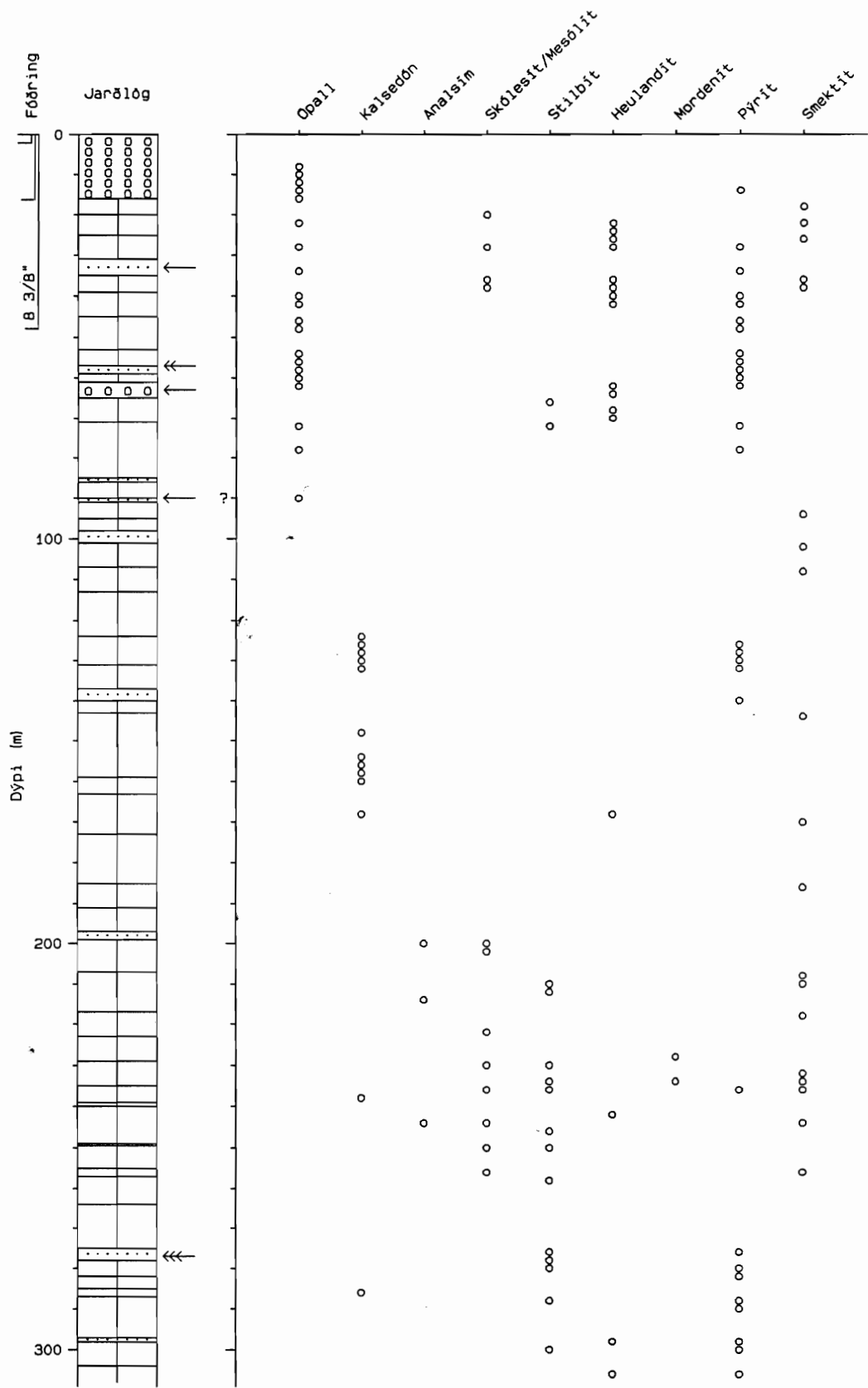
☐ 9 Mar 1992 hf
L= 27804 Oracle

Snartarstaðir, Lundarreykjadal Hala SS-4 Hitamælingar





Snartarstaðir, jarðlög, vatnsæðar og útfellingar í holu SS-5



MYND 8

9 Mar 1992 hf
L= 27805 Oracle

Snartarstaðir, Lundarreykjadalur Hóla SS-5 Hitamælingar

