

**Hitaveita Suðurnesja: hita- og leiðnimælingar  
2001**

**Þórólfur H. Hafstað**

**Greinargerð PHH-2002-05**

## **Hitaveita Suðurnesja** **Hita- og leiðnimælingar 2001**

**Þórólfur H. Hafstað**

**Hitaveita Suðurnesja**  
**Hita- og leiðnimælingar 2001**

**Þórólfur H. Hafstað**

## Hitaveita Suðurnesja

### Hita- og leiðnimælingar 2001

#### Inngangur

Eins og á undanförunum árum var fylgst með hita og leiðni í fáeinum borholum umhverfis orkuver Hitaveitu Suðurnesja í Svartsengi. Tilgangurinn með þessum mælingum er fyrst og fremst að líta eftir því hvort merkjanleg séu áhrif vegna mikillar ferskvatnstöku úr svæðinu. Einnig er haft auga með afdrifum affallsvatns frá orkuverinu eftir því sem unnt er, en tiltölulega stutt er síðan sérstakar mælingaholur voru boraðar til þess arna. Mælingar á ástandi ferskvatnslagsins í Lágum og Illahrauni hafa verið nærri árvissar allt frá því starfsemi hófst í Svartsengi. Mælingar á hita og rafleiðni hafa verið gerðar í öllum tiltækum borholum, sem til þess eru hentugar, í grennd við vatnsnámssvæði Hitaveitunnar. Smám saman hefur þessum mælingaholum verið að fjölga á undanförunum árum, en fáeinar hafa líka dottið úr skaftinu; stíflast eða hrunið.

Vatnsvinnslusvæði orkuversins er í eðli sínu afar viðkvæmt gagnvart hugsanlegri mengun frá yfirborði og ekki er síður hætt á að ferskvatnið spillist vegna seltu. Alls staðar hagar svo til á utanverðum Reykjanesskaga, að undir ferskvatnslagi er saltur jarðsjór. Ferskvatnslinsan fýtur á jarðsjónum. Þegar ferskvatni er dælt upp úr borholu, þynnist linsan og hættu getur skapast á að jarðsjórinn dragist upp í holuna. Náttúrulega er þykkt ferskvatnslinsunnar dálítið misjöfn eftir úrkomuástandi og því er einnig fylgst með vatnshæð í mörgum af þessum athugunarholum. Hugsanlegt er að hinar náttúrulegu sveiflur vatnsborðsins vegi í raun þyngra en vatnsvinnslan úr svæðinu, sem er að megninu til úr gjám, sem rista svæðið og dreifa þannig álaginu vegna úrdælingar yfir töluvert stórt svæði.

Hita og rafleiðnimælingar undanfarinna fimm ára eru sýndar á meðfylgjandi myndum. Eins og af þeim má sjá skera síðustu mælingarnar sig lítið frá hinum eldri og þannig á það líka að vera. Á síðari árum hefur verið reynt að haga því svo til að mæla á haustmánuðum til að mælingarnar verði sem best sambærilegar. Mæliholunum má í höfuðdráttum skifta í tvo hópa. Annarsvegar eru eftirlitsholur á vatnsvinnslusvæðinu sjálfu ( HSK-6, -11, 12 og EV-1) og í grennd við það (VS-holurnar fimm), en í þessum holum hefur verið mælt árum saman. Hins vegar eru þrjár borholur á áhrifasvæði affallsins. Þær eru flestar yngri og á eftir að koma í ljós hvort þessi áhrif eru vaxandi eður ei og hvort breytinga á förgun affallsvatnsins verður í framtíðinni vart í efsta hluta grunnvatnsins. Almenn séð virðist ástand grunnvatnslinsunar við Svartsengi árið 2001 vera svipað og verið hefur á undanförunum árum þrátt fyrir lága grunnvatnsstöði hluta ársins.

### VS - 01.

Þessi hola, VS - 01 (fast númer: 16621) var boruð árið 1989 og er um einn kílómetra suðaustur af Rauðamel (sjá mynd 1). Hún er boruð í gegnum okkuð þétt dyngjuhraun, Sandfellshæðarhraun og nær niður í möl þar undir.

Holan er fóðruð með Ø4" raufuðu járnörri efst og 63 mm plaströri til botns, sem er á um 22 m dýpi. Hita- og leiðnimælingar miða við efri brún þess í 9,55 m y.s. Í holunni er þrýstiskynjari tengdur söfnunartæki; vhm 260.

Alla jafnan hefur hiti hér verið lágur og leiðni sömuleiðis. Úrkoma hefur líklega merkjanleg áhrif á grunnvatnið. Hitinn hefur yfirleitt mælst um 4°C og leiðni verið lág en breytileg (80 – 120µS/cm). Síðustu mælingar skera sig ekkert úr mælingum undanfarinna ára (sjá mynd 2).

### VS - 02.

Holan VS-02 (fast númer: 16622) var boruð 1989. Þetta er grunn hola í allþéttu hrauni og hrundi hún saman á tæplega 15 m dýpi við borun, enda er holan nærri misgengissprungu. Hún er fóðruð með Ø63 mm götuðu plaströri. Mælt er í holunni nánast fyrir siðasakir, því holan VS - 03 er örskammt frá henni. Mælingarnar eru miðaðar er við barm fóðringar í 11,34 m y.s.

Veruleg úrkomuáhrif eru í grunnvatninu og hiti vísast háður árstíma og veðurfari. Hitinn hefur yfirleitt verið á bilinu 3½° - 4½°C og leiðnin 140 – 150µS/cm. Síðustu mælingar skera sig ekkert frá fyrri mælingum (sjá mynd 3).

### VS - 03.

Holan VS-03 (fast númer: 16623) er skammt norðan undir misgengisbroti, ríflega einn kílómetra beint norðan við dælustöðvarnar í Lágum. Hún var boruð 1989 og átti að ná niður í jarðsjó. Ekki tókst að bora svo djúpt vegna mjög hrungjarnra jarðlaga, en holan er um 45 m djúp og þar af eru um 35 m neðan vatnsborðs. Holan er fóðruð í botn með Ø63 mm götuðu plaströri, en allra efst er Ø3" járnfóðring, sem nær örlítið ofan í vatn. Í holunni eru töluverð óhreinindi. Mælingarnar eru miðaðar við fóðringarbrún, sem er í 12,12 m y.s. Þrýstiskynjari tengdur söfnunartæki er í holunni; vhm 257.

Áhrifa úrkomu gætir verulega í efri hluta borholunnar. Frá 1995 hefur verið glögg lagskipting í vatninu á 25 - 30 m dýpi, þar sem leiðni eykst um ca. 50µS/cm, en fyrstu árin voru leiðniferlar nær beinir. Þessarar lagskiptingar verður þó ekki vart í hita- mælingunum. Hiti mælist jafnan á bilinu 4° - 4½°C. Haustið 2001 mældist hitinn í hærra lagi en leiðnimælingin skar sig ekkert úr mælingum síðustu ára (sjá mynd 4).

### VS - 04.

Þessi hola, VS - 04 (fast númer: 16624) var boruð árið 1989 um það bil einn kílómetra norðan við Rauðamel. Holan, sem er 23 m djúp, er boruð í grágrýti og er hún fóðruð með Ø63 mm götuðu plaströri, en efst nær járnfóðring örlítið ofan í vatn. Mælingarnar eru miðaðar við fóðringarbrún í 5,25 m y.s. Vatnshæð er sírituð í holunni; vhm 258.

Hiti mælist jafnan á bilinu 4 - 4½° og leiðni er yfirleitt 80 – 110µS/cm. Haustið 2001 mældist hitinn vera töluvert hærri og lögun ferilsins sker sig verulega frá fyrri mælingum, hverju sem það er um er að kenna (sjá mynd 5). Leiðnimælingin er fyrri mælingum lík.

### VS - 05.

Hola VS-05 (fast númer: 16625) er í Sandfellshæðarhrauni rétt sunnan undir Rauðamel, skammt austan við aðalæð Hitaveitunnar (sjá mynd 1). Hún var boruð 1989 og var ætluð til eftirlits með hugsanlegri grunnvatnsmengun frá Rauðamelsnámunum. Hún er 20 m djúp og í henni er 5" járnfóðring til botns; raufuð neðan við 6 m. Holan er gerð með það fyrir augum að úr henni sé með góðu móti hægt að taka sýni til efnagreininga Hita- og leiðnimælingar eru miðaðar við holutopp, sem er í 11,35 m y.s. Í holunni er vatnshæð mæld með þrýstiskynjara og söfnunartæki; vhm 259.

Hiti í þessari holu er áberandi lægri en í öðrum borholum á norðvestanverðu Lágasvæði. Talið er að það gæti bent til vatnafarslegra tengsla við Njarðvíkurheiði auk staðbundinna úrkomuáhrifa. Meðalhiti undanfarinna ára er hér áberandi lægri en í holum í grenndinni, eða um 3,7°C (4,4°C í VS - 04, um 4,2°C í VS - 03 og um 4,3°C í HSK – 06).

Haustið 2001 mældist hitinn í VS-05 vera yfir 4°C, sem er sjaldgæft og lögun ferilsins svipar til VS-04. Leiðnin er lík og í fyrri mælingum, en hér hefur hún ávallt mælst lág (sjá mynd 6).

### HSK - 12.

Holan HSK - 12 (fast númer: 16612) var boruð 1977 og var þá og er enn ríflega 38 m djúp. Hún er í Illahrauni um einn kílómetra norðan við orkuver Hitaveitunnar, eins og sýnt er á mynd 1. Þar er von á töluverðum áhrifum frá varmavinnslu og affallsvökva. Hita- og leiðnimælingarnar miða við holutopp í 25,59 m y.s. Í holunni er vatnshæðarsíriti; vhm 212.

Vatnsborð í holunni er alla jafna á 23 - 24 m dýpi, en lagskifting verður í hita og leiðni á 28 - 30 m dýpi. Vaxandi áhrifa jarðhita hefur orðið vart undanfarin ár, þó hægt fari.

Haustið 2001 mældist hiti í holunni vera með hæsta móti, eða um 9,6°C, en hann hefur í stórum dráttum farið vaxandi á undanförunum árum. Leiðnimælingin virðist á hinn bóginn ekki skera sig frá mælingum gerðum á undanförunum árum

### HSK - 13.

Hola HSK - 13 (fast númer: 16401) er í Arnarseturshrauni, sunnan Snorrastaðatjarna við vegslóða inn af skreiðarhjallaskóginum, sem þar eitt sinn var. Hún var boruð árið 1977 og var þá 29 m djúp og náði aðeins um 8 m niður í grunnvatnið. Síðan 1986 hefur ekki verið hægt að mæla af neinu viti í holunni, því rusli hefur verið hent í hana. Þegar grunnvatn stendur lágt næst hvorki að mæla í henni hita, leiðni og varla vatnshæð með neinu öryggi.

Ekki var hægt að mæla í holunni haustið 2001 vegna lágrar grunnvatnsstöðu. Þess í stað er enn einu sinni áréttað, að þessa holu þyrfti að hreinsa, helst að dýpka, setja í hana síritandi þrýstiskynjara og jafnvel hitamæli. Hún er nánast eina holan, sem lítið er háð vatnsborðs- og straumbreytingum vegna vatnstökunnar í Lágum. Að auki gæti hún verið hluti af viðbúnaði vegna hugsanlegra mengunaróhappa á Reykjanesbraut, sem reglulega eru til umræðu.

### HSK - 06.

Holan HSK - 06 (fast númer: 16606) var boruð árið 1976 og var 79 m djúp en er 77 m núna. Hún er örskammt vestan við aðveituæð hitaveitunnar, rétt norðvestan við aðal ferskvatnsvinnslusvæðið í Lágum, eins og sýnt er á mynd 1. Hita- og leiðni-mælingarnar eru miðaðar við rörstút undir flangsi, sem er í 19,58 m y.s. Í holunni er þrýstiskynjari sem tengdur er söfnunartæki; vhm 211.

Holan nær gegn um ferskvatnslinsuna, ofan í blandlag og næstum því niður í fullsaltan jarðsjó. Sé tekið mið af HSK - 11, sem ekki er langt undan, ætti fullsaltur sjór að vera á tæplega 80 m dýpi á slóðum HSK - 06, þannig að ekki má miklu muna.

Ferskvatnslagið í HSK - 6 nær frá um 18 m dýpi og er um 45m þykkt (mynd 8). Hitamunur í því er nokkur á milli ára, en þó eru breytingar með tíma ekki alveg reglulegar. Hæstur virðist hitinn hafa verið 1991 og 1995 og var þá með mjög svipaður og mælist haustið 2001. Breytingar á hita og leiðni hafa verið frekar litlar niðri í blandlaginu. Þar stígur hitastigið rólega til botns og er botnhiti jafnaðarlega 9,8°C, en er 10,0°C nú. Haustið 2001 eru skilin milli ferskvatnslagsins og blandlagsins ívið hærri en venjulega þó ekki muni miklu. Vakin er athygli á að ekki ber að taka mæligildin alvarlega; þau eru hér sýnd óleiðrétt, en vitað er að leiðnimælimælipróban var á þessum tíma ómákvæm á hærri mæligildunum. Það breytir ekki heildarniðurstöðunni, sem sé að skilin hafi haustið 2001 verið heldur í hærra lagi. Orsökina má vafalítið rekja til lágrar grunnvatnsstöðu, því þegar að vatnsborð lækkar færast neðri mörk. ferskvatnslinsunnar náttúrulega upp að sama skapi vegna flotjafnvægis vatns og sjávar.

### HSK - 11.

Holan HSK - 11 (fast númer: 16610) var boruð 1977 niður á 112 m dýpi en er nú um 109 m djúp. Hún er við hlið dælustöðvar Hitaveitu Suðurnesja í Gjá í Lágum. Hún var boruð til eftirlits á áhrifum ferskvatnsmámsins á grunnvatn og jarðsjóinn undir því og er eina mælingaholan sem nær alveg niður úr ferskvatnslaginu og ofan í jarðsjó. Hita- og leiðnimælingarnar eru miðaðar við flang á holustút í 15,85 m y.s. Síritandi vatns-hæðarmælir (þrýstiskynjari og söfnunartæki), vhm 214 er í holunni og er hann einnig tengdur stjórnstöð orkuversins.

Járnóhreinindi eru töluvert mikil í holunni. Um 14 m eru niður á vatnsborð í HSK - 11 en á 45 - 50 m dýpi fer blandlags að gæta, eins og fram kemur á mynd 9. Vatnsstreyni vegna dælingarinnar úr Gjánni virðist vera mest á 25 - 32 m dýpi. Hlykkur verður alla jafna á hita- og leiðniferlunum þar fyrir neðan. Holan er talin vera fremur þétt niður í 47 m, en steypa þurfti í hana þarnavegna hruns Virðist svo sem vatn geti runnið upp eða niður holuna á þessu dýpi eftir atvikum og kemur það fram í hærri mæligildum á þessu bili. Á haustmánuðum 2001 mælist bæði hiti og leiðni með hærra móti þarna

eins og fram kemur á myndinni. Frá 1999 hefur borið á óvenju háum hita uppi í ferskvatnslaginu. Þetta má trúlega rekja til dælingarinnar út Gjánni samfara lágri grunnvatnsstöðu. Er rétt að hafa vara á að blandlagið nái ekki að þykkna um of á kostnað ferskvatnslagsins. Rétt er þó að benda á að leiðnin virðist ekki hafa verið að vaxa á neðri mörkum ferskvarnslags eins og sést á mynd 9.

Blandlagsins hefur fram til þessa farið að gæta á 40 - 50 m dýpi og í fullsalt sjóvatnslag er komið á um 70 m dýpi. Hiti hefur verið fremur stöðugur í blandlagi og í sjólagi hefur hann alla jafnan verið um 13°C. Á síðustu árum hann mælst vera heldur í hærra lagi.

### **EV - 01.**

Borholan EV - 01 (fast númer: 16421) er við vegamót skammt austur af Eldvörpum. Staðsetning hennar er sýnd á mynd 1. Hún var boruð 1982 sem skolvatnshola fyrir háhitaholu í Eldvörpum og er 61 m djúp. Mælingarnar miða við holutopp í 45,09 m y.s. Í holunni er vatnshæðarsíriti; vhm 241.

Vatnsborðið er á um 44 m dýpi þannig að um 17 m eru neðan vatnsborðs. Holan nær að því virðist rétt niður í blandlagið. Eins og fram kemur á mynd 10 skera mælingarnar frá 2001 sig ekki frá fyrri mælinngum í holunni, eins og fram kemur á mynd 10.

### **HSK - 14.**

Holan HSK - 14. (fast númer 16614) var upphaflega boruð 1997 sem skolvatnshola vegna borunar á niðurdælingaholunni HSH-17 og er utanvert á borplani hennar, sjá mynd 1. Árið 1999 var hún dýpkuð í 75 m og ætlað að vera til eftirlits með affallinu frá Svartsengi. Holan er fódruð til botns með gömlum borstöngum, Ø3", götuðum neðan vatnsborðs. Holutoppur hefur ekki verið hæðarmældur.

Hita- og leiðnimælingar í holunni eru sýndar á mynd 11. Áður en hún var dýpkuð virðist sem hún hafi náð gegn um ferskvatnslinsuna, sem hér er töluvert sjóblandin og aðeins lítilla niður í jarðsjóinn. Eftir dýpkunina kom í ljós að leiðni og hiti fer smáhækkandi og að á 75 m dýpi er komið niður í fullsaltan sjó sem er ríflega 30°C. Trúlegt þykir að hér eigi eftir að verða einhverjar breytingar á komandi árum.

### **HSK - 16.**

Holan HSK - 16 (fast númer: 16616) er nálægt rústum fjarskiptamannvirkja í Blettahrauni um hálfan kílómetra vestur af Lágafelli SV af Þorbirni. Staðsetning hennar er sýnd á mynd 1. Holan er 73 m djúp og var boruð 1999 til að fylgjast með afdrifum affalls frá orkuverinu í Svartsengi. Hún er fódruð með Ø3" stálröri til botns og er það gatað neðan vatnsborðs. Hæðarmælingu vantar.

Hita- og leiðnimælingar í holunni eru á mynd 12. Hiti vex rólega upp í 10°C á 42 m dýpi. Þarna efst er töluvert saltblandinn. Neðan 42 m hækkar bæði leiðni og hiti og líkast til er náð í fullsaltann, volgan jarðsjó á rúmlega 55 m dýpi. Varast ber að taka leiðnimælinguna frá haustinu 2001 bókstaflega, þar sem mælipróba var að þrotum komin á neðstu metrunum og mældi illa hæstu leiðnigildin. Reiknað er með að í fullsaltan jarðsjó sé komið á um 55 m dýpi.



## HSK - 17.

Holan HSK - 17 (fast númer: 16617) er nálægt Bláa lóninu, bakdyramegin. Hún er þar á bakka lækjar þar sem frárennslisvökvi frá orkuveri og heilsulind er að renna út í hraunið. Lækjarbotninn og niðurrennsliðsgirninir þéttast smám saman af útfellingum. Fyrst eftir að holan var boruð var rennsli niður hana mjög áberandi en eftir því sem frá hefur liðið hefur það minnkað. Vonast er til að einhver stöðug lagskipting komi til að festa sig í sessi í þessari holu þegar að fram líður.

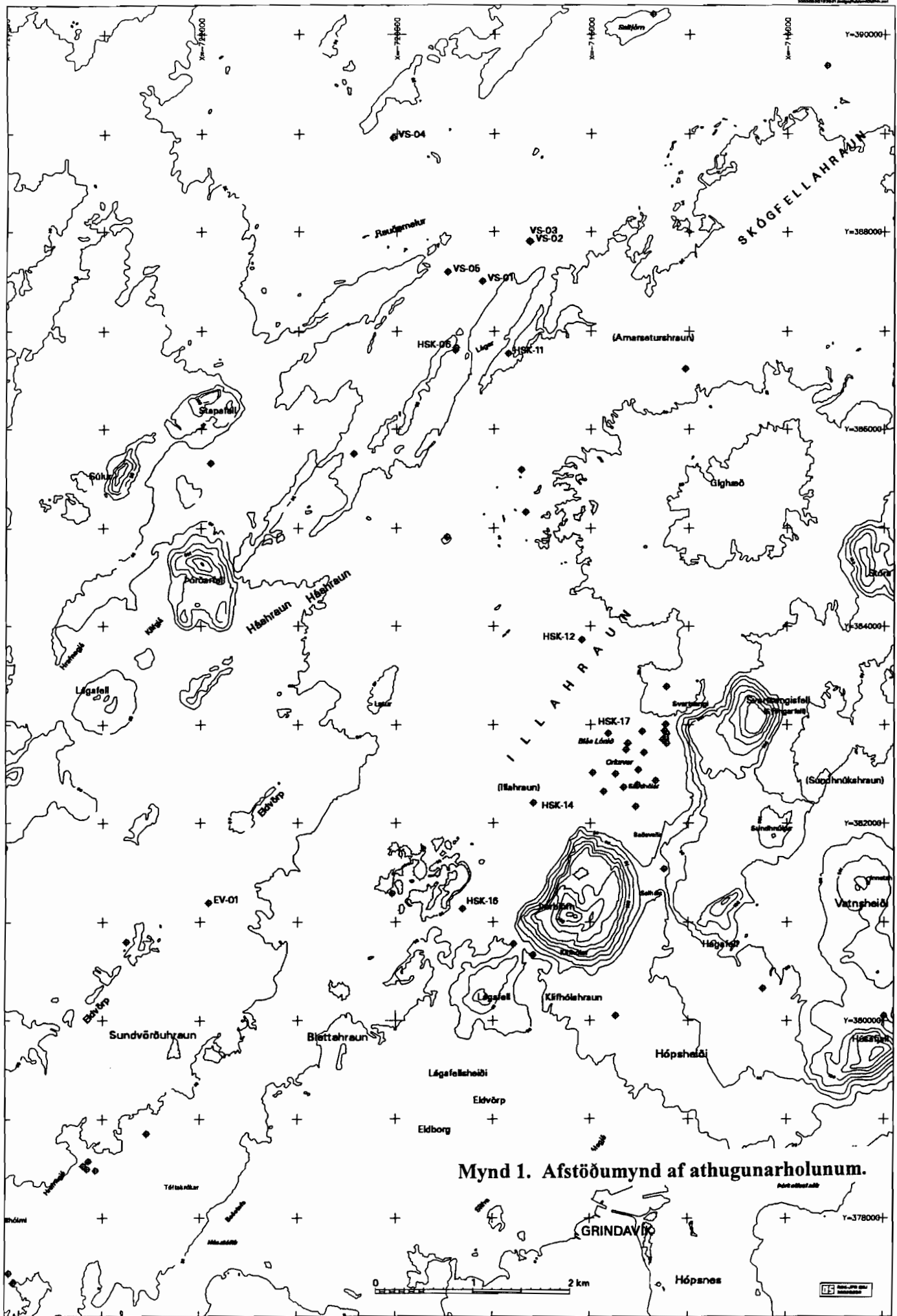
Tilgangurinn með borun þessarar holu var í raun tvíþættur: Annars vegar skyldi þetta vera mælingahola til að unnt væri að fylgjast með áhrifum frárennslisins á grunnvatn og hugsanlega jarðsjó. Hins vegar átti að vera mögulegt að dæla úr holunni ef svo vildi til að hún næði niður í jarðsjó. Álitnið er að ómengaðan jarðsjó megi nota til lækninga, bæði innvortis og útvortis. Í stuttu máli er um þessa holu að segja að núna uppfyllir hún hvorugt hlutverk sitt almennilega, enn sem komið er að minnsta kosti. Vera má að breyting verði á því ef niðurrennslið í næsta nágrenni holunnar minnkar í framtíðinni.

Á mynd 13 eru hita- og leiðnimælingar, sem gerðar hafa verið í holu HSK - 17. Síðustu mælingarnar gefa til kynna að einhvers konar lagskipting sé að festa sig í sessi á ca. 55 m dýpi í holunni. Þar meðan við mælist jafn hiti og leiðni breytist lítið með dýpi. Hugsanlega gætir áhrifa frárennslisvökvans minna neðan skilanna en ofan til. Hins vegar er ljóst að miklar útfellingar eru í frárennslinu og þær falla til botns í holunni, gegn um neðra lagið sem þar er hugsanlega að verða til. Holan mælist grynri en fyrst eftir borun og er það vafalítið vegna útfellinga úr vökvunum í efri hluta holunnar.

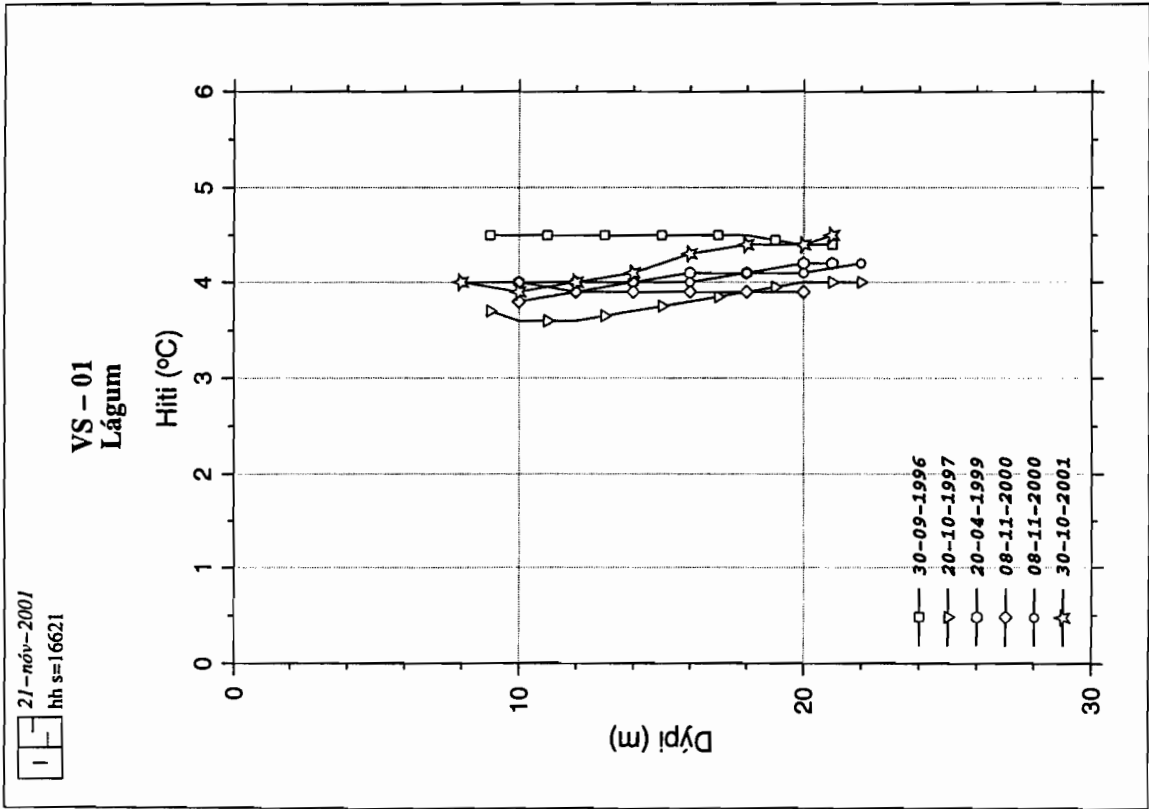
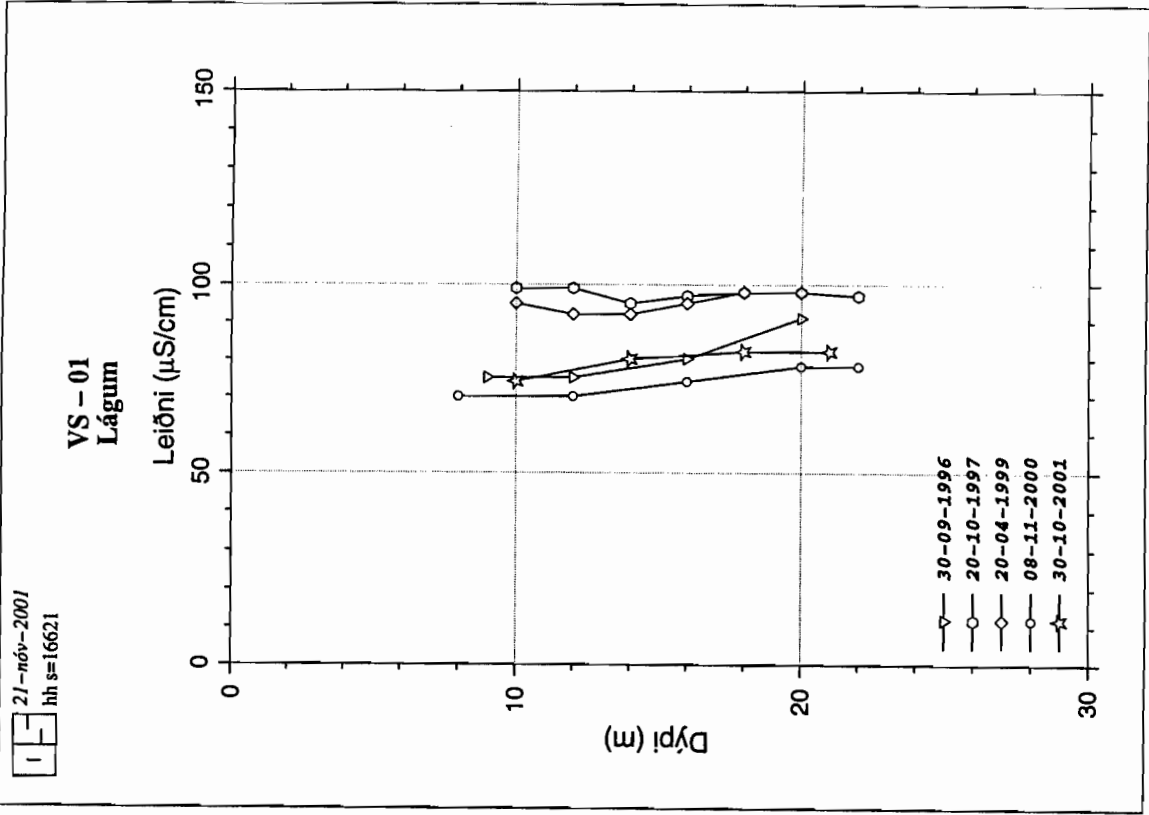
Tekið var sýni á 75 m dýpi til efnagreiningar í nóvember 2001. Þetta er neðan við skilin, sem virðast vera að myndast í holunni. Þarna mælist Cl 10380 mg/l, sem er aðeins merkjanlega minna en er í frárennslinu. Sýnið var afar óhreint vegna útfellinganna. Ekki er enn vitað hvort vökvinn verður hreinni við það að dæla honum upp. Ef þessi skil, sem fram koma í holunni á um 55 m dýpi reynast vera stöðug þykir áhugavert að reyna að dæla varlega (ca. ½ l/s) upp af um 75 m dýpi til að komast að raun um hvort þar sé um hreinni vökva að ræða en fram kemur í sýninu. Mestar líkur eru hinsvegar á að frárennslisvökvinn dragist niður eftir því sem úr er dælt.

**Þessar myndir fylgja hér á eftir:**

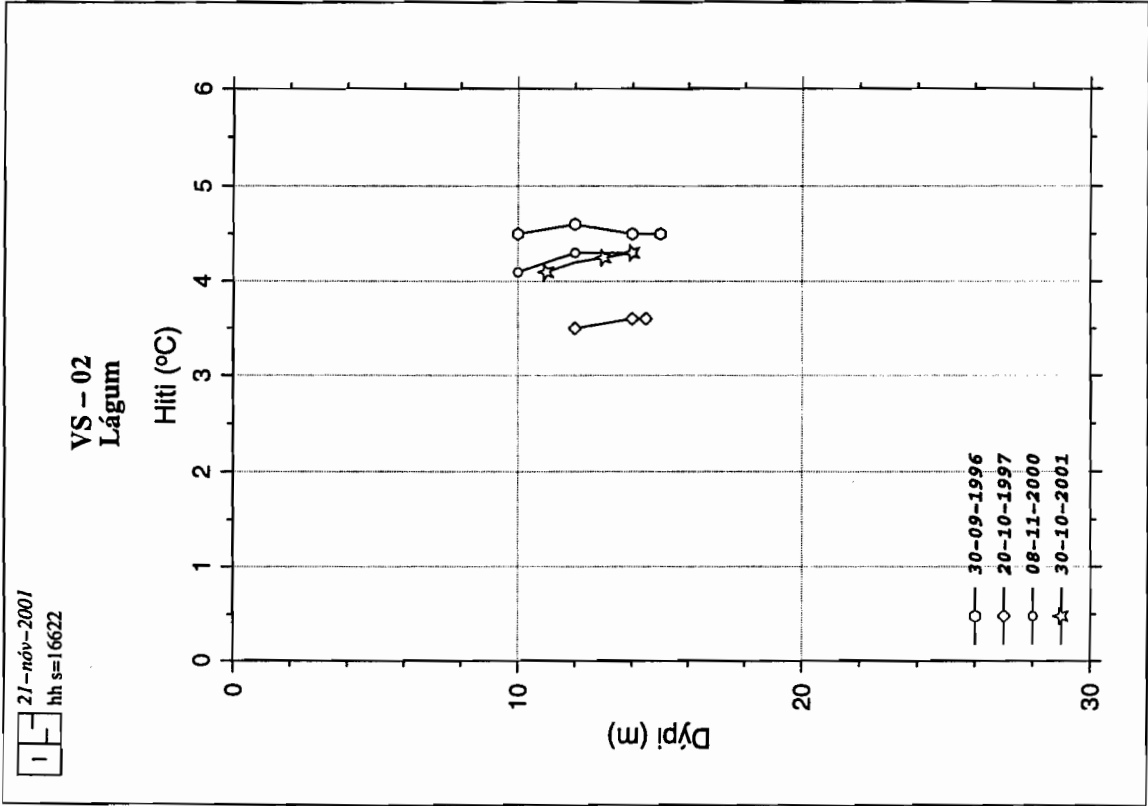
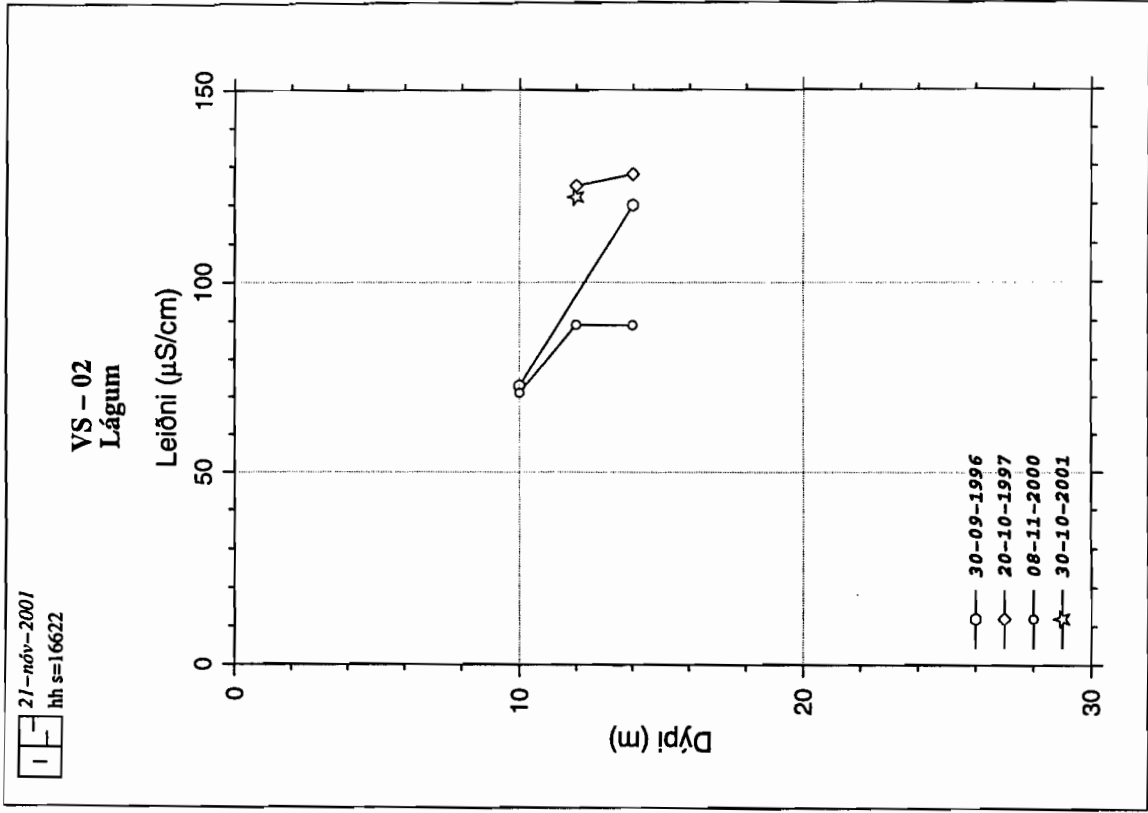
- Mynd 1. Afstöðumynd af athugunarholunum.
- Mynd 2. Hita- og leiðnimælingar í VS - 01.
- Mynd 3. Hita- og leiðnimælingar í VS - 02.
- Mynd 4. Hita- og leiðnimælingar í holu VS - 03.
- Mynd 5. Hita- og leiðnimælingar í holu VS - 04.
- Mynd 6. Hita- og leiðnimælingar í holu VS - 05.
- Mynd 7. Hita- og leiðnimælingar í holu HSK - 12.
- Mynd 8. Hita- og leiðnimælingar í holu HSK - 06.
- Mynd 9. Hita- og leiðnimælingar í holu HSK - 11.
- Mynd 10. Hita- og leiðnimælingar í holu EV - 01.
- Mynd 11. Hita- og leiðnimælingar í holu HSK - 14.
- Mynd 12. Hita- og leiðnimælingar í holu HSK - 16.
- Mynd 13. Hita- og leiðnimælingar í holu HSK - 17.



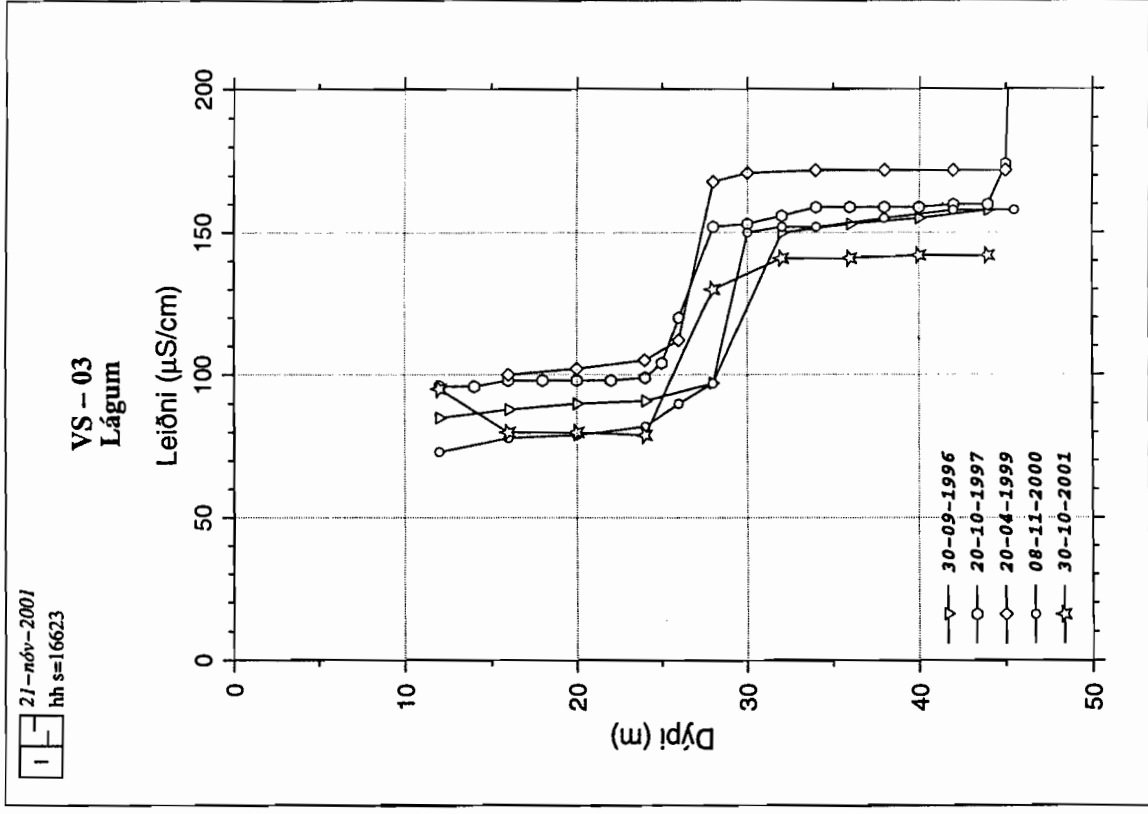
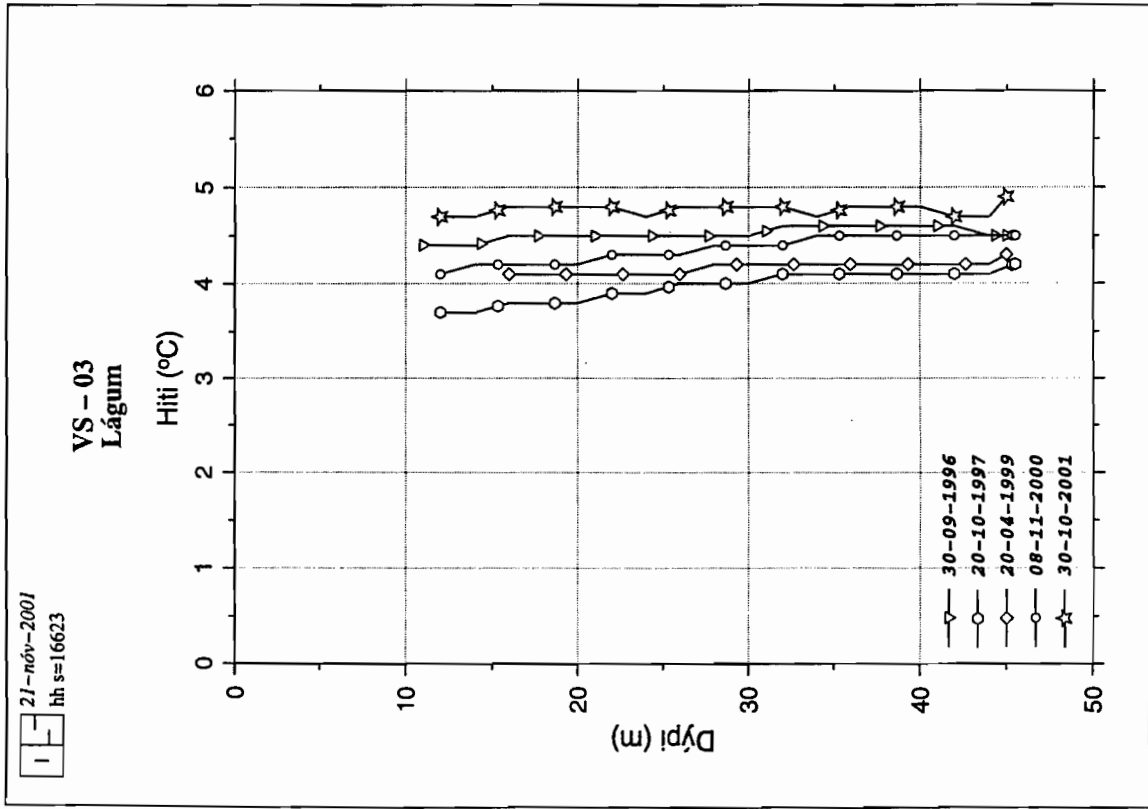
Mynd 1. Afstöðumynd af athugunarholunum.



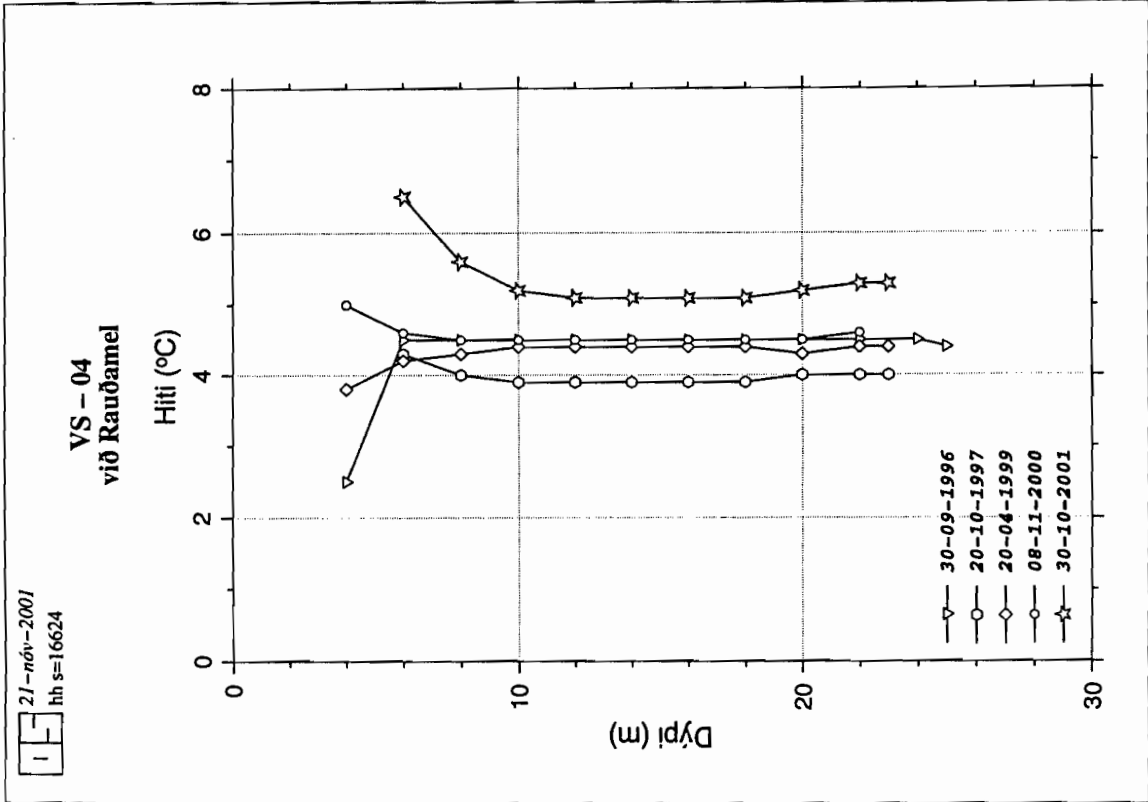
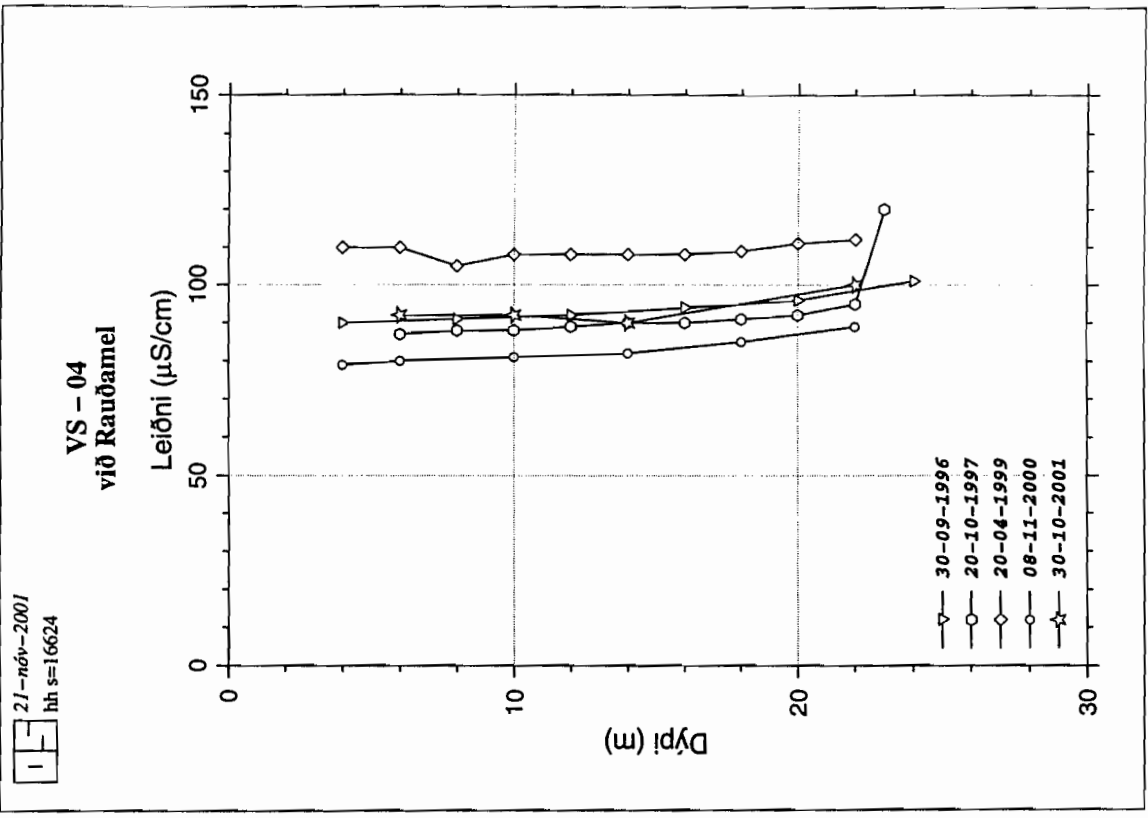
Mynd 2. Hita- og leiðnimælingar í VS - 01.



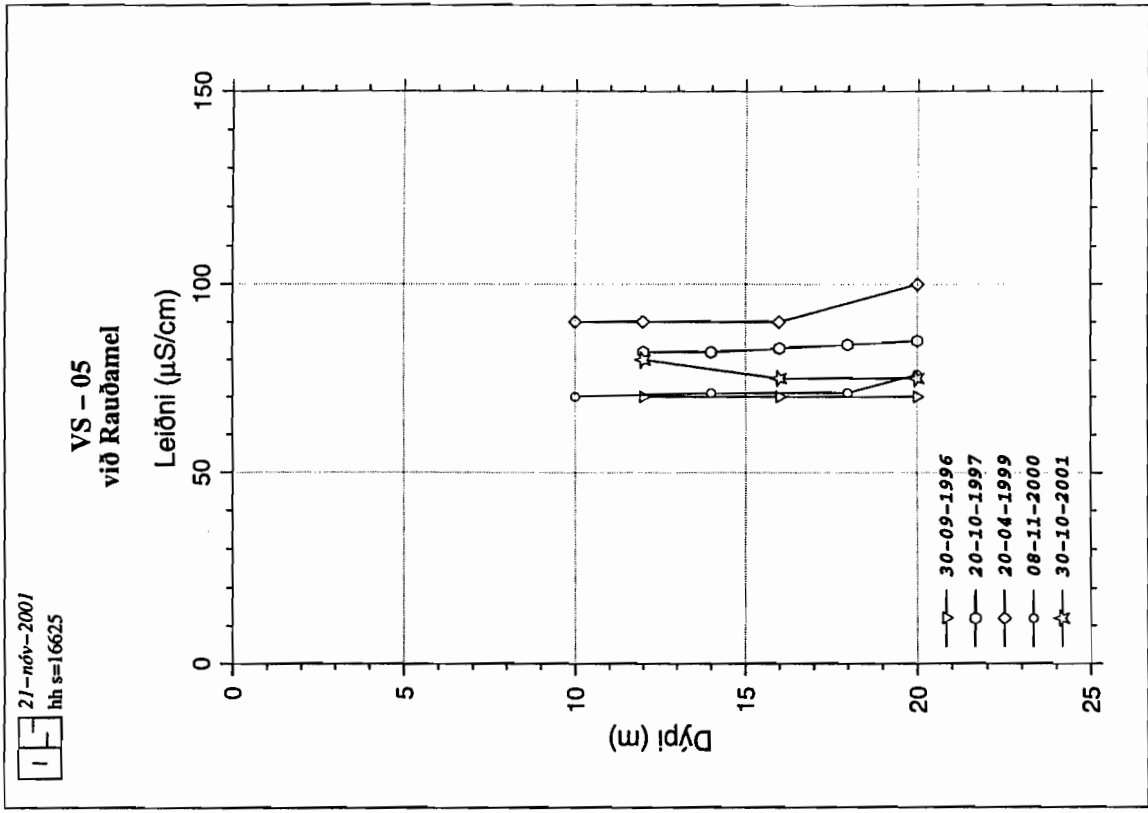
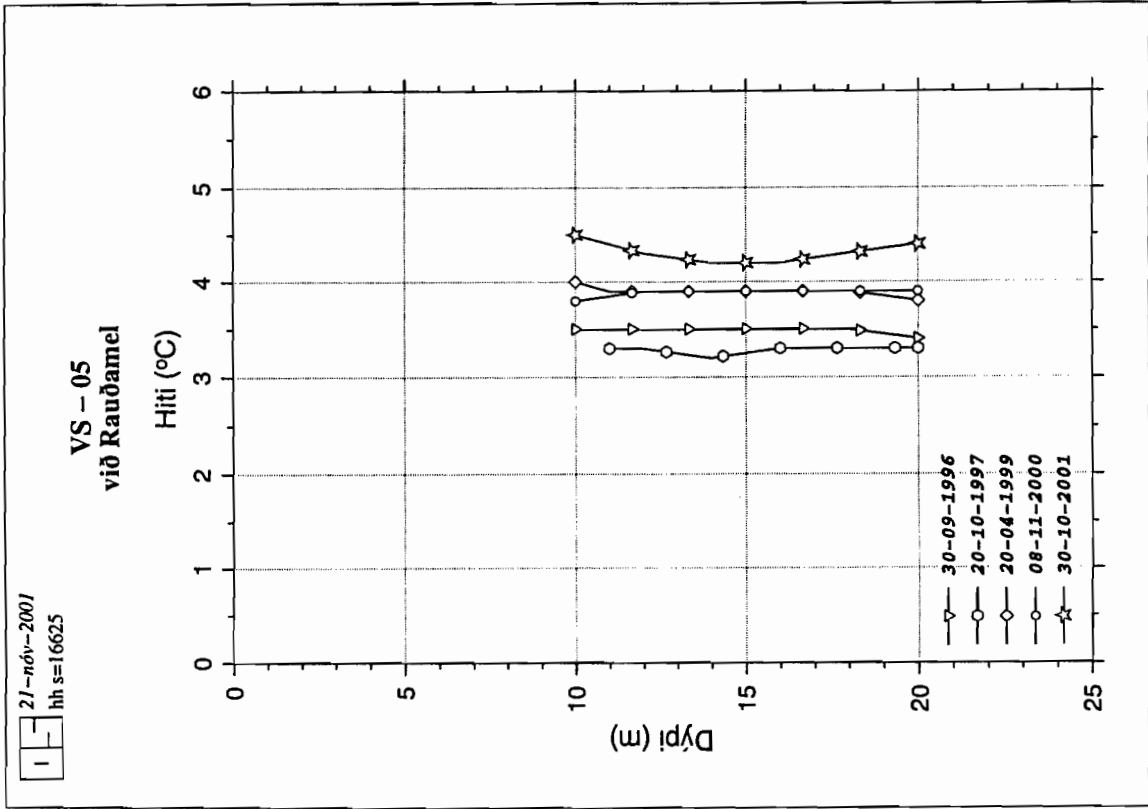
Mynd 3. Hita- og leiðnimælingar í VS - 02.



Mynd 4. Hita- og leiðnimælingar í holu VS - 03.



Mynd 5. Hita- og leiðnimælingar í holu VS - 04.

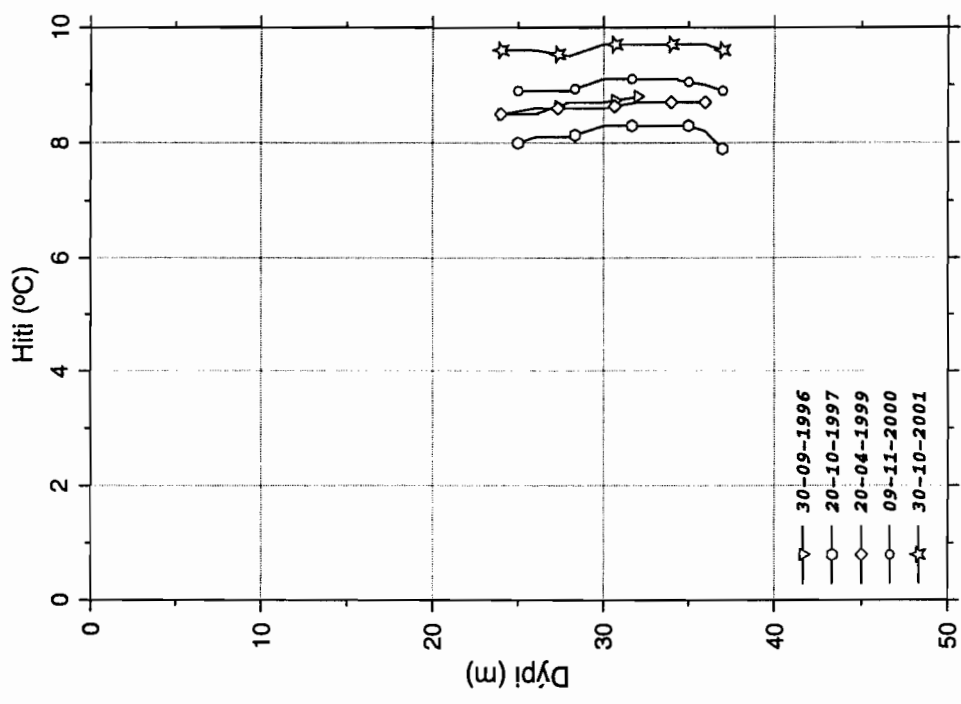


Mynd 6. Hita- og leiðnimælingar í holu VS - 05.



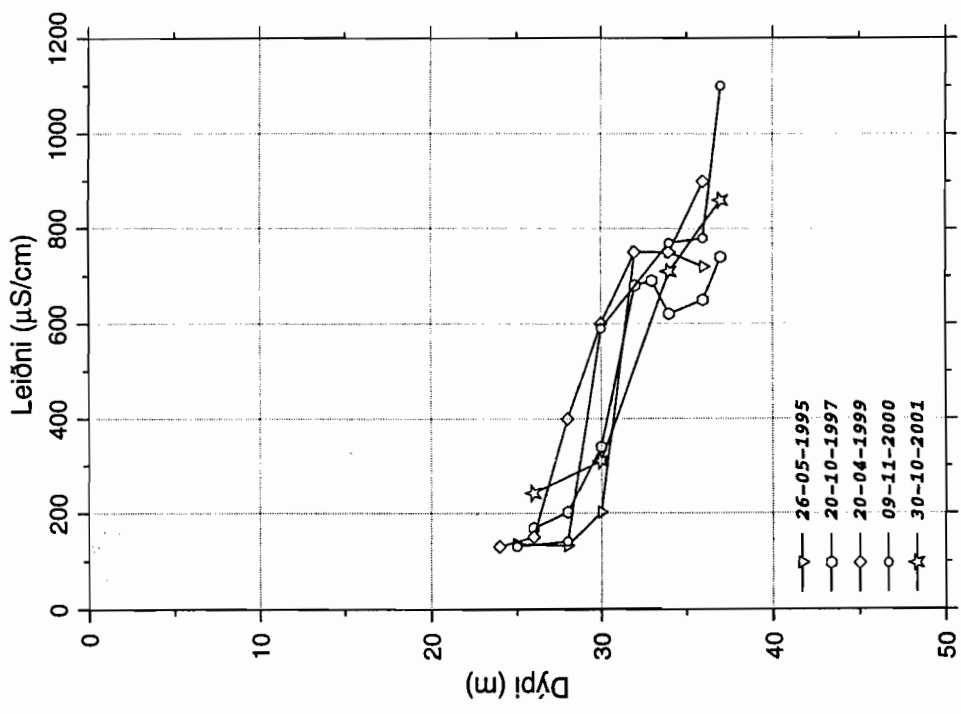
13-des-2001  
hh s=16612

Illahraun HSK-12  
Vhm1212  
Grindavík

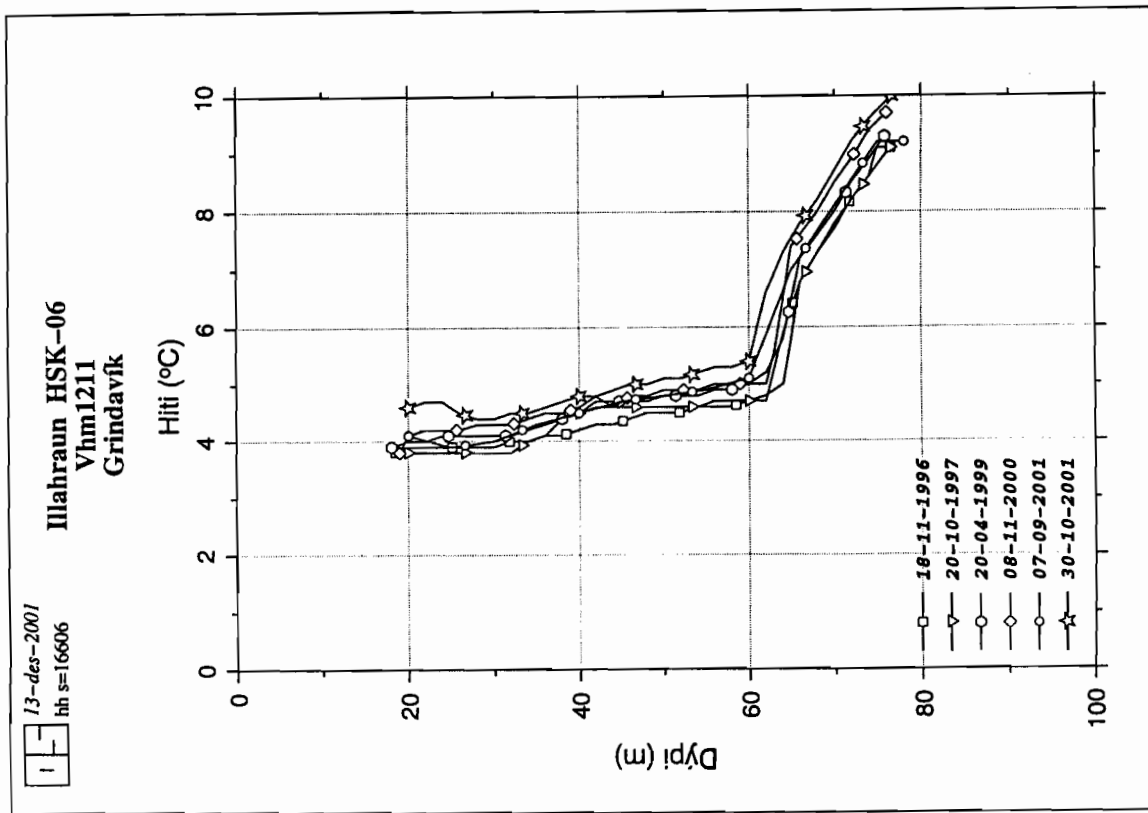
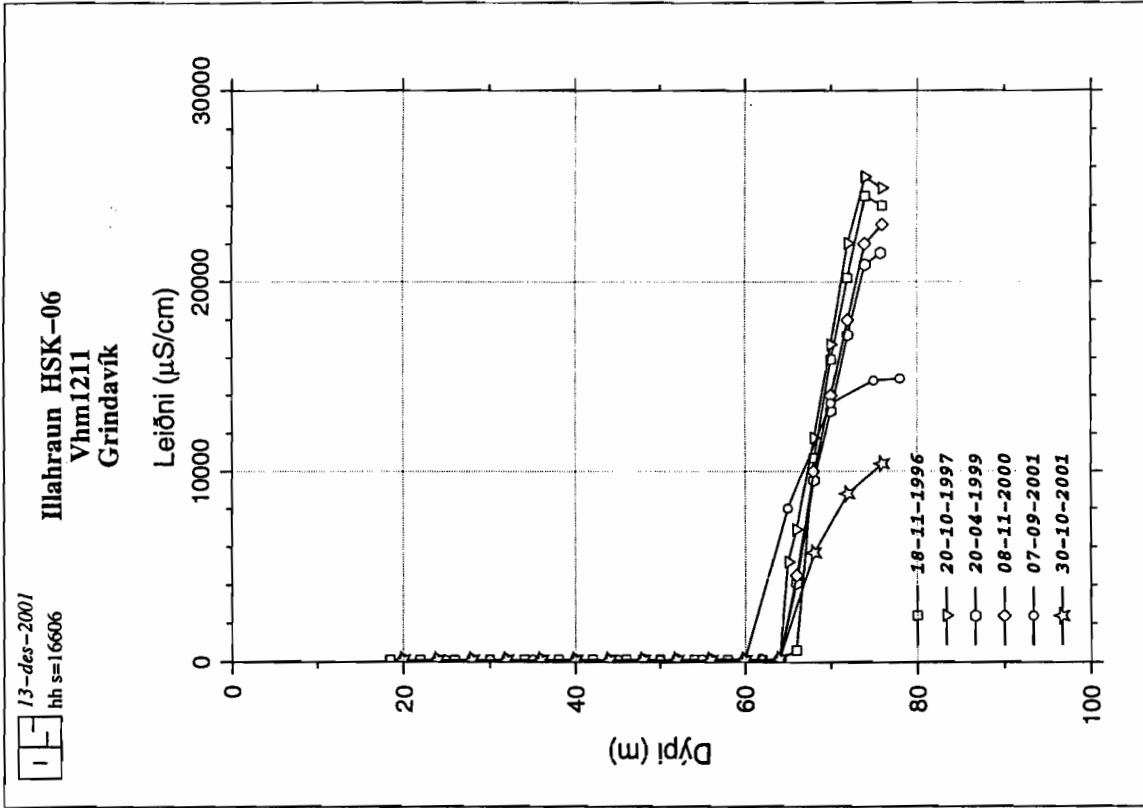


13-des-2001  
hh s=16612

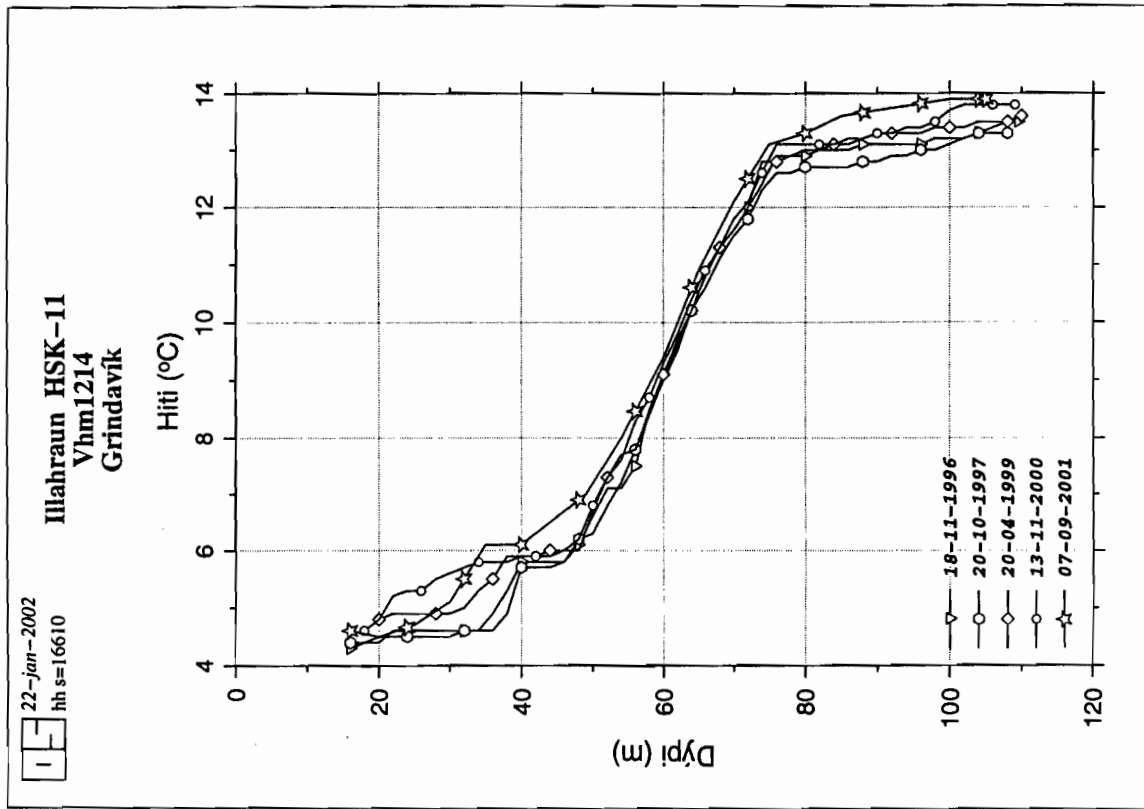
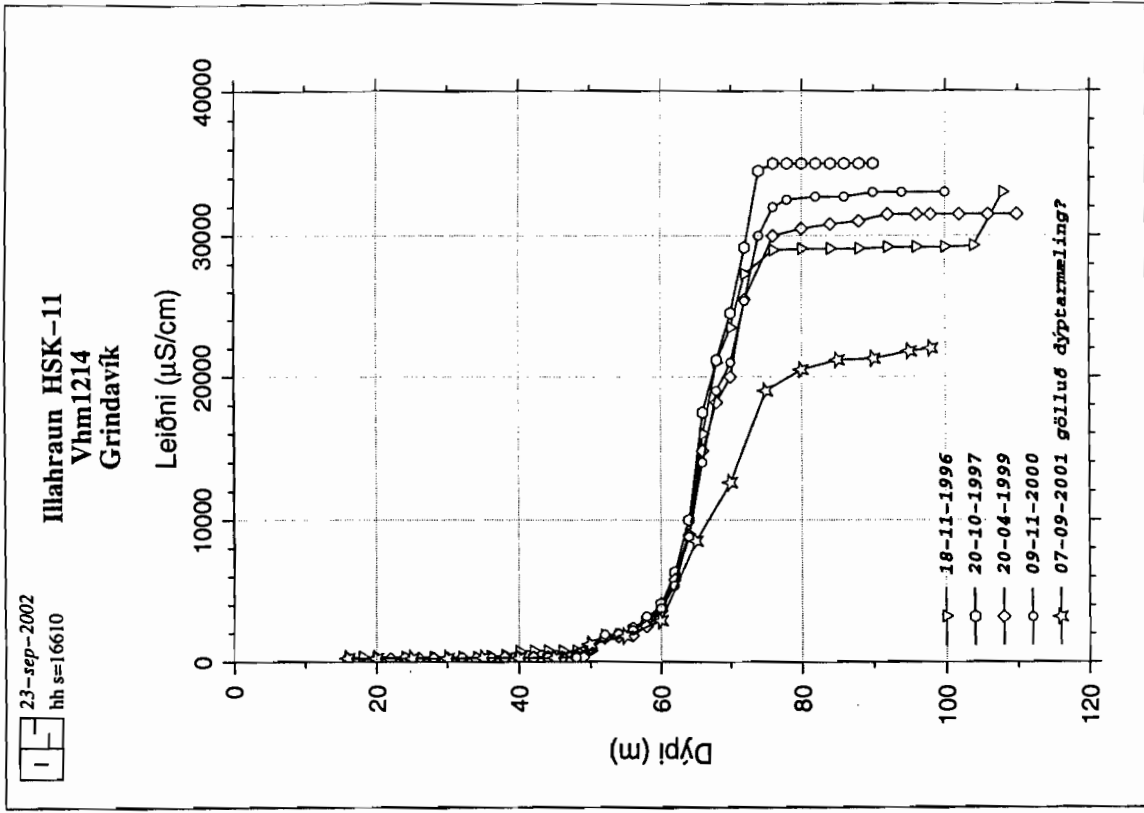
Illahraun HSK-12  
Vhm1212  
Grindavík



Mynd 7. Hita- og leiðnimælingar í holu HSK - 12.



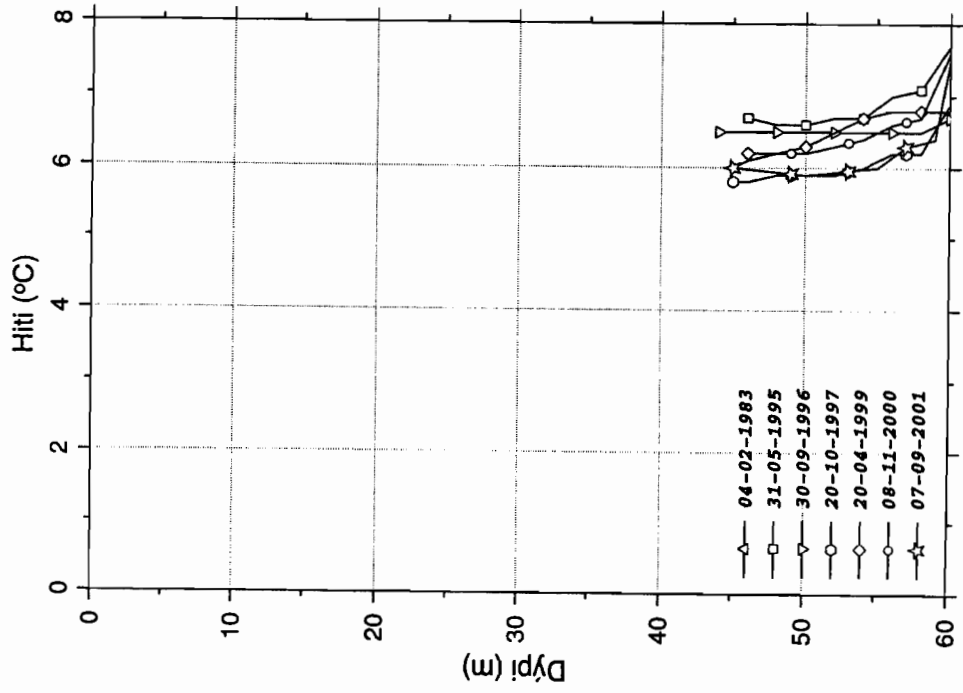
Mynd 8. Hita- og leiðnismælingar í holu HSK - 06.



Mynd 9. Hita- og leiðnimælingar í holu HSK - 11.

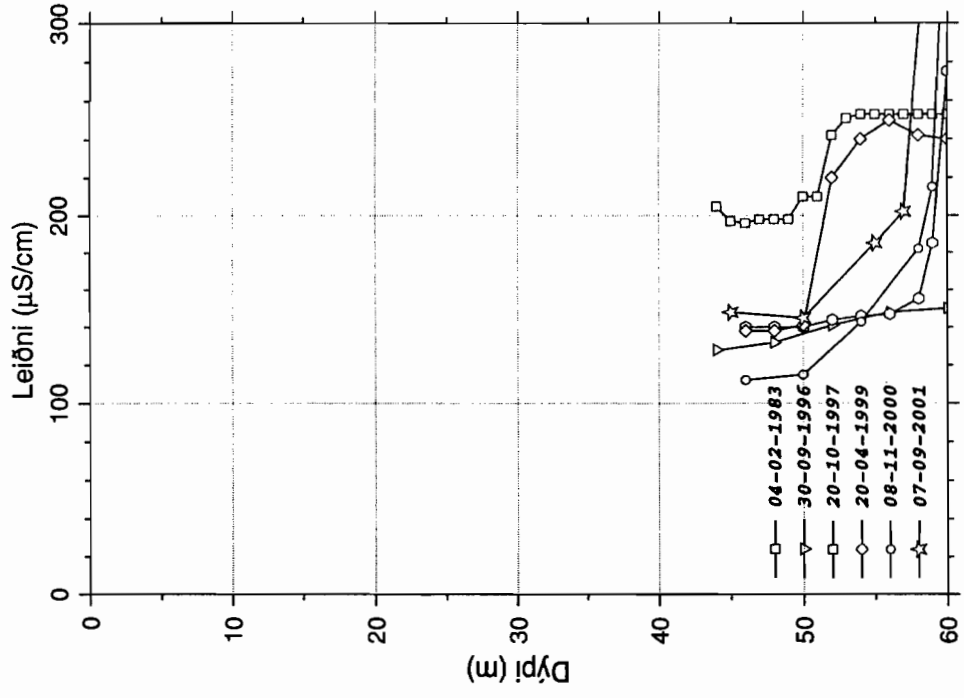
23-sep-2002  
hh s=16421

Húsatóttir EV-01  
Eldvörp - Vhm1241  
Grindavík

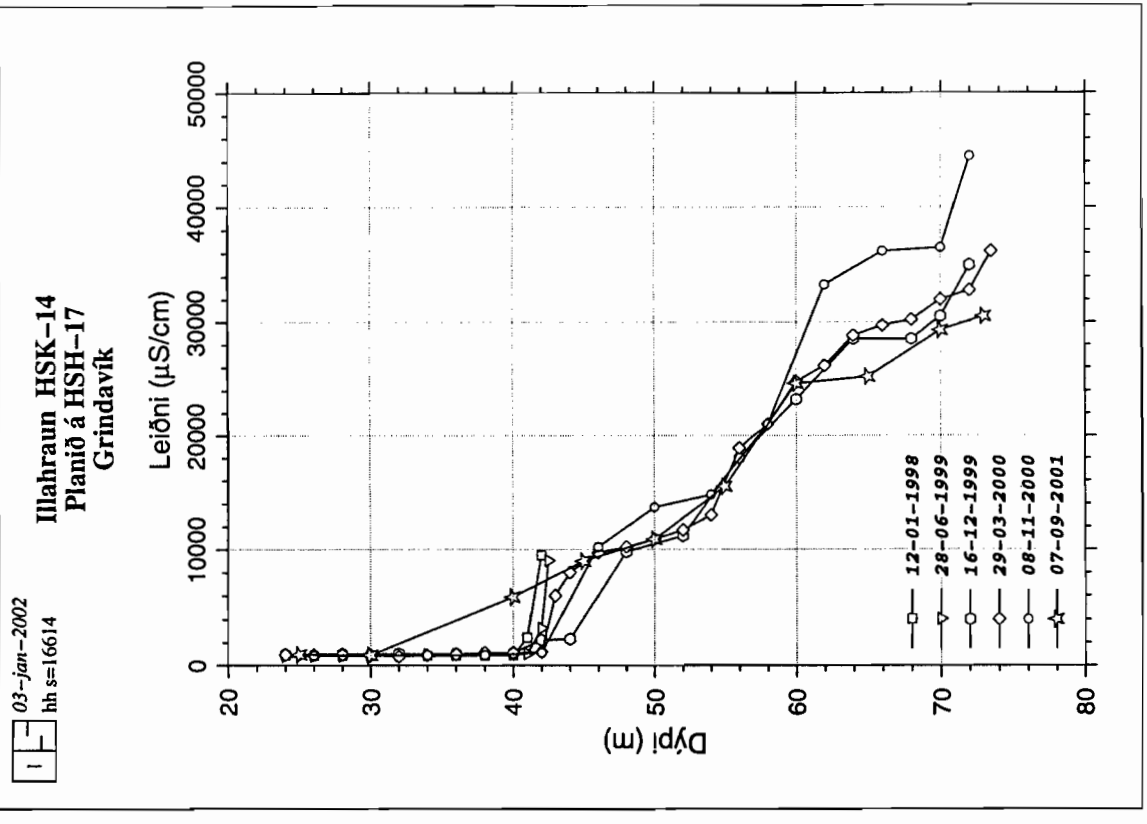
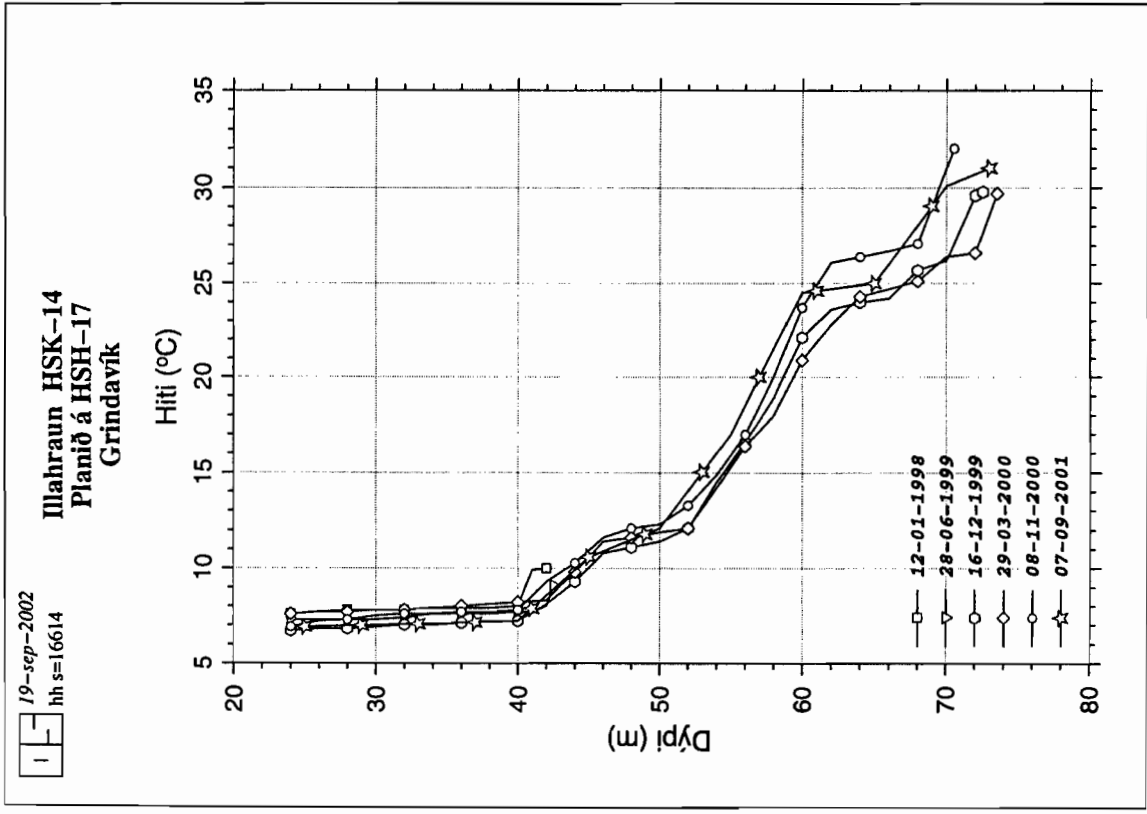


23-sep-2002  
hh s=16421

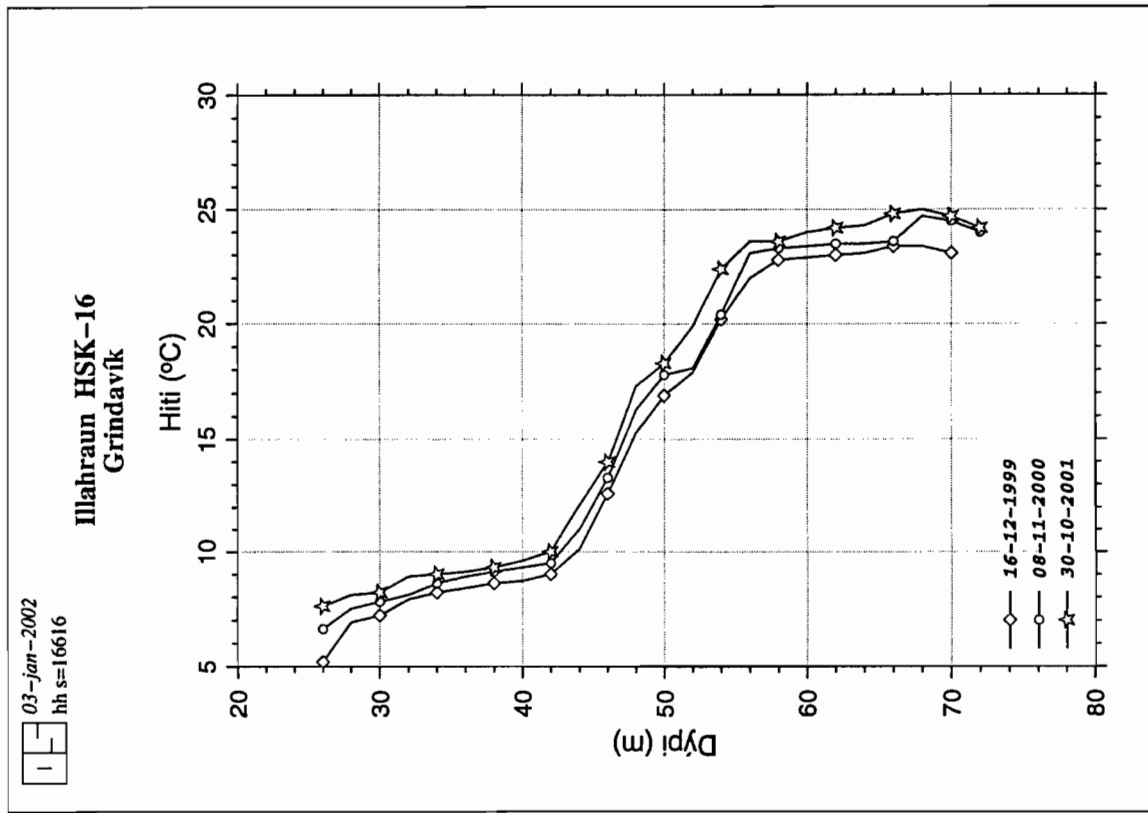
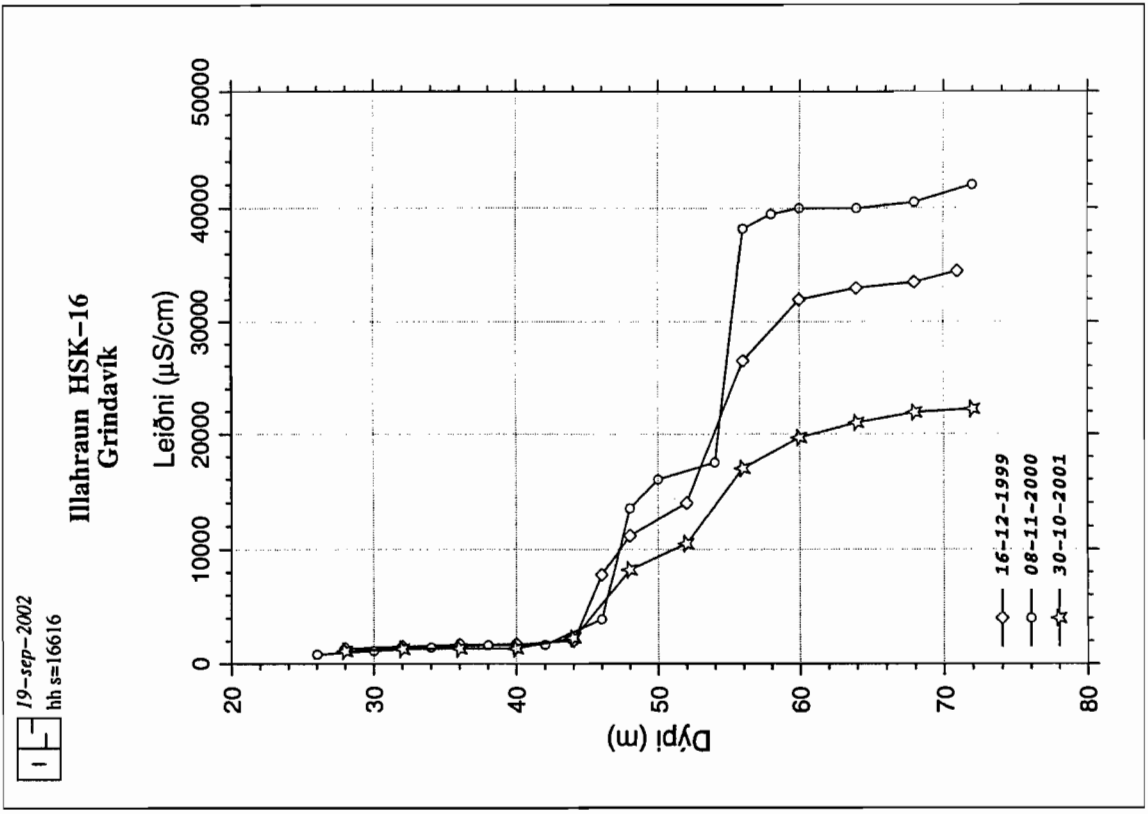
Húsatóttir EV-01  
Eldvörp - Vhm1241  
Grindavík



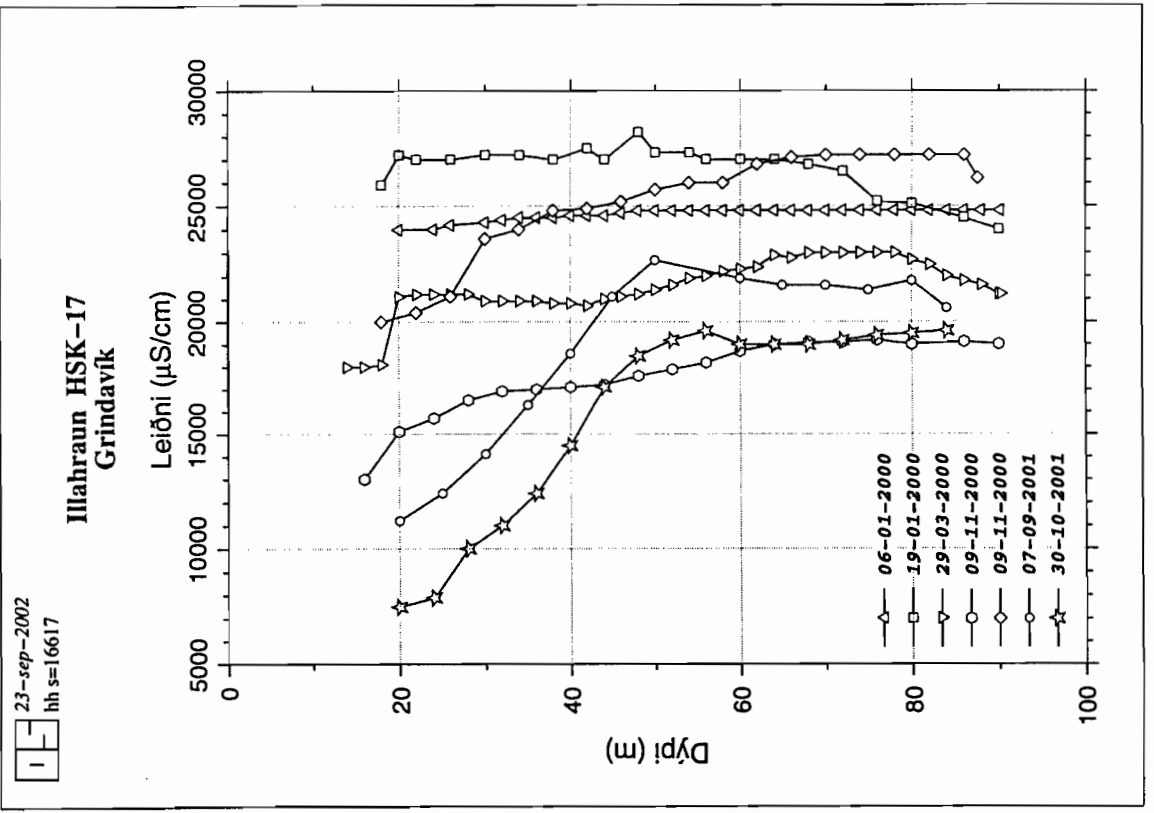
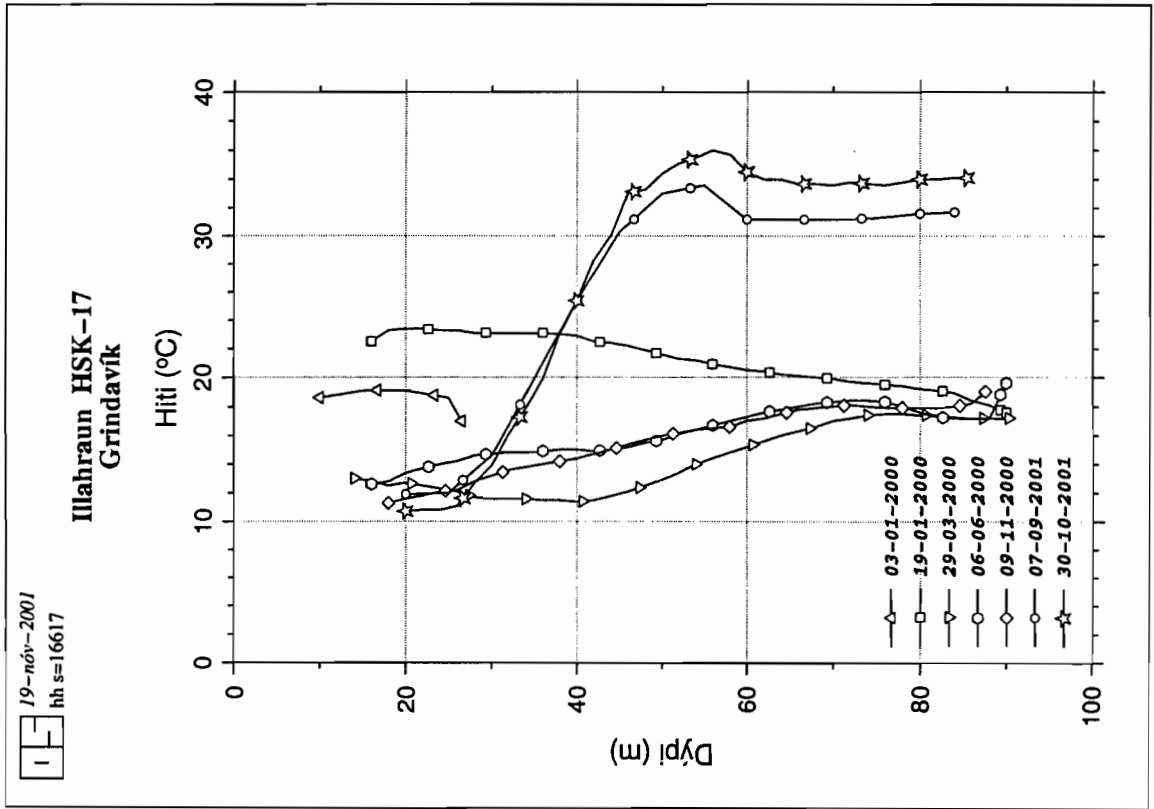
Mynd 10. Hita- og leiðnimælingar í holu EV - 01.



Mynd 11. Hita- og leiðnimælingar í holu HSK - 14.



Mynd 12. Hita- og leiðnimælingar í holu HSK - 16.



Mynd 13. Hita- og leiðnimælingar í holu HSK - 17.