



**ORKUSTOFNUN**

**RANNSÓKNASVIÐ - Reykjavík, Akureyri**

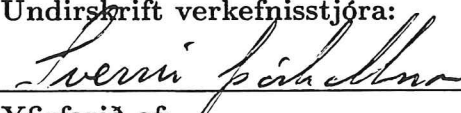
**SVARTSENGI**  
**Hola SJ-18**  
**Borun, rannsóknir**  
**og vinnslueiginleikar**  
**LOKASKÝRSLA**

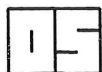
**Bjarni Richter**  
**Steinar Þór Guðlaugsson**  
**Benedikt Steingrímsson**  
**Grímur Björnsson**  
**Jón Örn Bjarnason**  
**Sverrir Þórhallsson**

**Unnið fyrir Hitaveitu Suðurnesja**

**1999**

**OS-99117**

<b>Skýrsla nr:</b> OS-99117	<b>Dags:</b> Desember 1999	<b>Dreifing:</b> <input checked="" type="checkbox"/> Opin <input type="checkbox"/> Lokuð til
<b>Heiti skýrslu / Aðal- og undirtitill:</b> SVARTSENGI HOLA SJ-18 Borun, rannsóknir og vinnslueiginleikar Lokaskýrsla		<b>Upplag:</b> 40
		<b>Fjöldi síðna:</b> (124)
<b>Höfundar:</b> Bjarni Richter, Steinar Þór Guðlaugsson, Benedikt Steingrímsson, Grímur Björnsson, Jón Örn Bjarnason, Sverrir Þórhallsson		<b>Verkefnisstjóri:</b> Sverrir Þórhallsson
<b>Gerð skýrslu / Verkstig:</b> Borverk, heildarsamantekt, lokaskýrsla		<b>Verknúmer:</b> 8-630361
<b>Unnið fyrir:</b> Hitaveitu Suðurnesja		
<b>Samvinnuaðilar:</b>		
<b>Útdráttur:</b> Fjallað er um borun holu SJ-18 í Svartsengi og rannsóknir í tengslum við borunina. Holan er á jaðri Illahrauns um 250 m SSA af holum SG-8 og SJ-19. Holan var boruð með jarðbornum Jötni á 62 verkdögum, og er ætluð sem vinnsluhola. Dýpi SJ-18 er 1845 m. Birt eru öll gögn og upplýsingar sem aflað var við borunina. Gangur borunar er rakinn, gerð grein fyrir jarðlögum og ummyndunarsteindum og mælingum sem gerðar voru á holunni. Jarðlög eru sambland af hraunlögum, móbergi og innskotum, og er jarðlagaskipan í SJ-18 mjög sambærileg við nálægar holur. Ummyndun í holunni bendir til að grynna hafi verið á háhitann en norðar, og hitastig í jarðlögum hærra. Berghiti og þrýstingur nú eru mjög ámóta og annars staðar í Svartsengiskerfinu. Opnar sprungur virðast ráða miklu um heildarporuhluta jarðhitakerfisins. Efnasamsetning djúpvökva í holu SJ-18 er mjög svipuð og í öðrum holum í Svartsengi. Afmælingar sýna að holan gefur um 160-170 kg/s við 9 bar þrýsting á holutoppi. Djúpprýstingur holunnar bendir til mikillar lektar jarðhitakerfisins, og hún gæti orðið með betri vinnsluholum í Svartsengi. Verkið er unnið samkvæmt samningi milli Hitaveitu Suðurnesja og Rannsóknasviðs Orkustofnunar.		
<b>Lykilorð:</b> Svartsengi, háhitasvæði, borhola, vinnsla, jarðlög, ummyndun, vatnsæðar, hiti, þrýstingur, afl, efnasamsetning		<b>ISBN-númer:</b> 9979-68-046-6
		<b>Undirskrift verkefnisstjóra:</b> 
		<b>Yfirfarið af:</b> SP, JÖB



**ORKUSTOFNUN**  
Rannsóknasvið

Verknr. 8-630361

**Bjarni Richter**  
**Steinar Þór Guðlaugsson**  
**Benedikt Steingrímsson**  
**Grímur Björnsson**  
**Jón Örn Bjarnason**  
**Sverrir Þórhallsson**

## **SVARTSENGI - HOLA SJ-18**

**Borun, rannsóknir og vinnslueiginleikar**  
**Lokaskýrsla**

**Unnið fyrir Hitaveitu Suðurnesja**

**OS-99117**

**Desember 1999**

ISBN 9979-68-046-6

**ORKUSTOFNUN - RANNSÓKNASVIÐ**

Reykjavík: Grensásvegi 9, 108 Rvk. - Sími 569 6000 - Fax 568 8896

Akureyri: Glerárgötu 36, 600 Ak. - Sími 463 0957 - Fax 463 0998

Netfang: os@os.is - Veffang: <http://www.os.is>

## ÁGRIP

Hola SJ-18 er syðsta holan í Svartsengi og er hún um 250 m SSA af holu 8, á jaðri Illahrauns undir norðurhlíðum Þorbjarnar. Hún var boruð fyrir Hitaveitu Suðurnesja á tímabilinu 16/9 1998 til 17/11 1998. Skýrslan er samantekt á öllum niðurstöðum rannsókna í tengslum við borun holunnar fram í desember 1999.

Hola SJ-18 var boruð niður á 1837 metra dýpi (miðað við flangs) með jarðbornum Jötni, á 62 verkdögum. Vinnslufóðring nær niður á um 770 metra dýpi, en leiðari situr á botnfalli á um 1830 metra dýpi.

Jarðlagaskipan í SJ-18 er þannig að þar skiptast á jarðmyndanir frá hlýskeyðum og kuldaskýðum. Á 400-700 metra dýpi er sérstaklega þykk móbergsmýndun. Alls er um a.m.k. fimm til sex móbergsmýndanir að ræða. Nokkuð gott samræmi er milli jarðlaga holu SJ-18 og nálæggra holna, en þó vekur athygli að þykkt innskot, er virðist finnast í flestum holum á svæðinu, finnst ekki í SJ-18. Ljóst er að eitthvað er um misgengi á milli holnanna, en þau virðast ekki vera nema um 30-40 metrar í mesta lagi, og virðast jarðlögin í SJ-18 liggja ívið neðar. Innskot sáust fyrst í um 800 metrum en hurfu aftur við 1000 metrana. Milli 1000 og 1100 metra eru engin innskot merkjanleg. Neðan 1100 metra vex hlutfall innskota og eru þau orðin um 60% af jarðlagastaflanum í um 1800 metrum. Niðurstöður jarðlagamælinganna, sem gerðar eru með tækjum sem slakað er í holuna, virðast styðja þessa greiningu.

Berghiti virðist aukast nokkuð jafnt niður á um 700 metra, en frá því dýpi og niður holuna helst hann stöðugur í 240°C. Nokkuð gott samræmi er á milli ummyndunar og áætlaðs berghita í efri hluta holunnar, en ummyndun neðan við um 1000-1200 metra sýnir að hitinn þar hefur farið í og yfir 300°C í fyrndinni. Þetta er eina holan í Svartsengi sem virðist ná niður í epidót-amfíbólbeltið. Greinilegt er að kerfið hefur kólnað frá því sem áður var, eins og einnig hefur sést í öðrum Svartsengisholum.

Alls fundust um 24 æðar í holunni. Flestar þeirra eru litlar (<5 l/s), níu meðalstórar (5-25 l/s) og tvær stórar (>25 l/s). Flestar æðarnar eru á milli 600 og 900 metra. Síðan eru einnig nokkrar nærri botni holunnar, og eru þær jafnframt stærstar. Helsta vinnsluæðin er í 1815 metra dýpi. Töluvert rennsli var úr æðum milli 800 og 900 metra og niður í botn holunnar við lok borunar. Yfirleitt er hægt að greina tengsl vatnsæða við lagmót eða jaðra innskota.

Hola 18 er ljómandi vinnsluhola og afkastar u.þ.b. 160-170 kg/s við 9 bar á toppi. Þá svarar djúpprýstingur holunnar fljótt rennslisbreytingum. Það bendir til mikillar lektar og rýmdar jarðhitakerfisins við holuna. Niðurstöður benda einnig til að gæfni holu 18 verði ekki aukin með örvunaraðgerðum, enda virðist engin ástæða til.

Að teknu tilliti til þrýstingsbreytinga reyndist gasstyrkur í gufu að kalla hinn sami í öllum þrepum aflprófsins. Það bendir til þess að innstreymi í holuna sé einfasa.

Efnasamsetning djúpvökvans í holu 18 er harla lík samsetningu vökva í öðrum holum jarðhitasvæðisins í Svartsengi. Engu að síður virðist efnastyrkur ögn hærri í holu 18 en annars staðar og nemur þar fáeinum hundraðshlutum.

## EFNISYFIRLIT

ÁGRIP.....	2
1. INNGANGUR .....	5
2. STAÐSETNING HOLU SJ-18 .....	6
3. ÁGRIP BORSÖGU.....	7
4. JARÐLÖG OG JARÐLAGAMÆLINGAR.....	17
4.1. JARÐLAGASKIPAN .....	17
4.2. INNSKOT .....	19
4.3. JARÐLAGAMÆLINGAR .....	20
5. UMMYNDUN.....	33
5.1. TILGANGUR OG GREININGARAÐFERÐIR.....	33
5.2. BERGUMYNDUN .....	33
5.3. UMMYNDUNARSTEINDIR OG UMMYNDUNARBELTI .....	34
5.4. SAMANBURÐUR Á MÆLDUM HITA OG UMMYNDUNARHITA .....	39
5.5. TÍMAVENSL ÚTFELLINGA.....	39
5.6. SAMANBURÐUR UMMYNDUNAR OG JARÐLAGA SJ-18 VIÐ NÆRLIGGJANDI HOLUR .....	40
6. EÐLISÁSTAND JARÐHITAKERFIS .....	41
6.1. STAÐSETNING VATNSÆÐA.....	42
6.2. VATNSLEKT .....	44
6.3. BERGHITI OG UPPHAFSPRÝSTINGUR.....	49
6.4. AFLMÆLINGAR.....	53
6.5. GAS Í GUFU .....	58
6.6. EFNASAMSETNING RENNIS .....	59
7. HELSTU NIÐURSTÖÐUR .....	61
HEIMILDIR.....	63
VIÐAUKI 1: Allar mælingar úr SJ-18	
VIÐAUKI 2: Dagsskýrslur	
VIÐAUKI 3: Fóðrunarskýrslur	
VIÐAUKI 4: Mælingar í SJ-18	
VIÐAUKI 5: Hitamælingar	

## MYNDIR

2.1. Staðsetning holu SJ-18	6
3.1. Frágangur holu	8
3.2. Gangur borunar	9
3.3. Halli holu SJ-18	10
3.4. Jarðlagasnið og borgögn	11-16
4.1. Einfaldað jarðlagasnið gegnum myndanir í holu SJ-18	18
4.2. Hlutfall innskota í SJ-18	20
4.3. Dreifing innskota eftir þykkt	20
4.4. Dýptarleiðréttingar milli jarðlagamælinga og jarðlagasyrpu	22
4.5. Jarðlagasnið og mælingar	27-32
5.1. Einfaldað jarðlagasnið, dreifing ummyndunarsteinda og ummyndunarbelti	37
5.2. Helstu ummyndunarsteindir er fundust í SJ-18	38
5.3. Samanburður á ummyndunarhita og mældum hita nú	39
5.4. Jarðlög og ummyndun í SJ-18 borin saman við nærliggjandi holur	41
6.1. Einfaldað jarðlagasnið með vatnsæðum	42
6.2. Hitamælingar í þrepaprófun holu SJ-18	46
6.3. Hitamælingar í þrepaprófun holu SJ-18, efri æðar	47
6.4. Ferill þrýstiprófunar á 1800 metra dýpi	48
6.5. Áætlaður berghiti út frá hitamælingum í SJ-18	51
6.6. Þrýstingsmælingar í SJ-18	52
6.7. Topp- og botnþrýstingur og heildarrennslis úr holu SJ-18 í ágúst 1999	55
6.8. Samband rennslis og toppþrýstings SJ-18 í ágúst 1999	56
6.9. Samband rennslis og þrýstings á 1500 m dýpi í SJ-18 í ágúst 1999	57

## TÖFLUR

1. Útreikningar á hliðrun holu SJ-18 út frá hallamælingum	10
2. Skrá yfir þunnisneiðar og sýni til röntgengreiningar	17
3. Yfirlit um jarðlagamælingar í holu SJ-18	21
4. Samanburður á viðnámsskipan og ummyndun jarðlaga í holu SJ-18	26
5. Listi yfir vatnsæðar	42
6. Áætlaður berghiti og þrýstingur við holu SJ-18 á útmánuðum 1999	50
7. Styrkur koldíoxíðs (CO <sub>2</sub> ) og brennisteinsvetnis (H <sub>2</sub> S) í gufu	58
8. Efnasamsetning vatns, gass og þéttivatns úr holu SJ-18	59
9. Styrkur efna (mg/kg) í djúpvatni holu SJ-18	60

## 1. INNGANGUR

Haustið 1998 var hafist handa við borun holu SJ-18 í Svartsengi fyrir Hitaveitu Suðurnesja. Holan var boruð með jarðbornum Jötni, sem er í eigu Jarðborana hf. Hún er staðsett um 250 m SSA af holu 8, á jaðri Illahrauns undir norðurhlíðum Þorbjarnar. Þetta er svokölluð “step-out” hola, og var hún m.a. boruð til að kanna mörk jarðhitasvæðisins í Svartsengi, en sú hugmynd hafði verið sett fram að hitauppreyminni lægi í N-S. Var þetta liður í að kanna hvort þessi staður væri hugsanlega nær hitaupptökum svæðisins en aðrar holur.

Þessi skýrsla fjallar um niðurstöður þeirra rannsókna er gerðar voru á holu SJ-18. Mísræmis gætir í nafngift holunnar, og er hún ýmist kölluð SJ-18 eða SV-18. Í þessari skýrslu verður hún kölluð SJ-18, S stendur fyrir Svartsengi en J fyrir Jötunn.

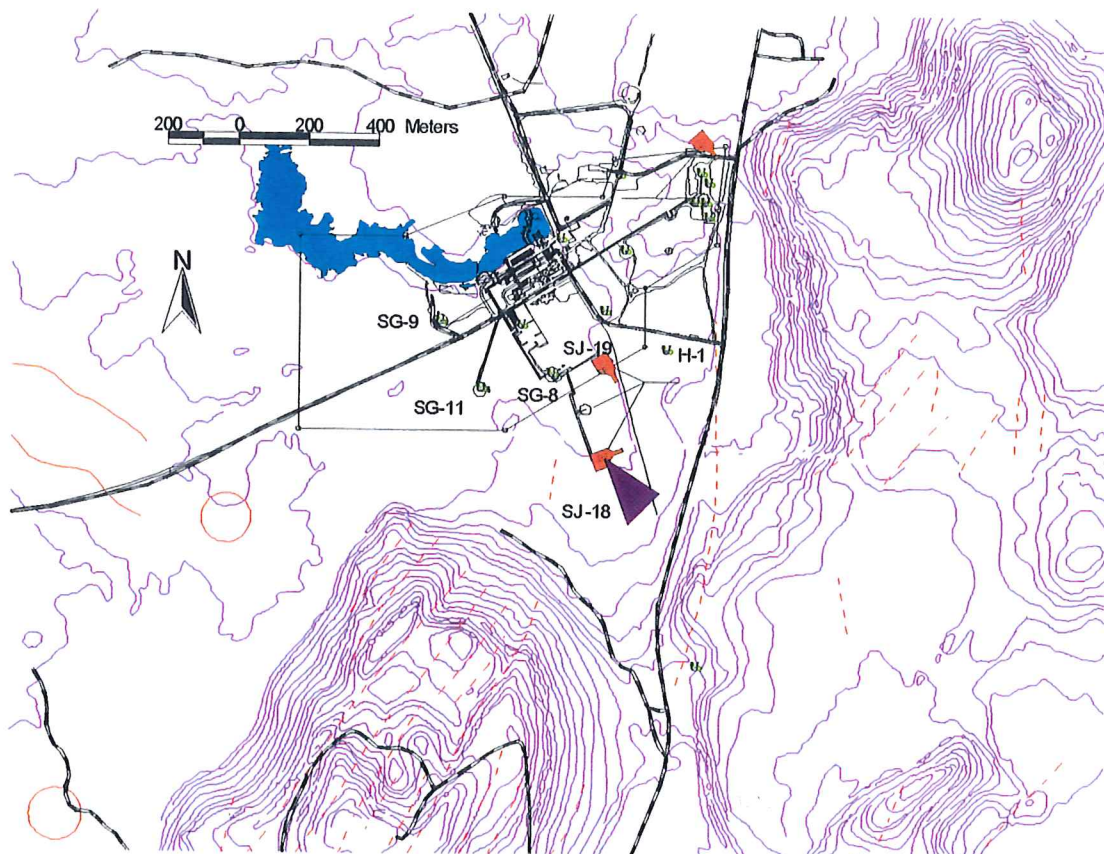
Hola SJ-18 var boruð á 62 verkdögum og náði niður á 1845 metra dýpi miðað við drifborð.

Frumgögn um borunina og rannsóknir á holunni eru geymd hjá Jarðborunum hf og Rannsóknasviði Orkustofnunar (ROS). Jarðboranir hafa umsjón með borskýrslum og fóðrunarskýrslum en Orkustofnun varðveitir svarfsýni og borholumælingar. Svarfsýnin eru geymd í 125 ml dósum og í litlum dósum til greiningar í víðsjá. Þessar dósir eru merktar með holunafni og dýpi. Þá voru gerð svarfspjöld sem einnig eru geymd á Orkustofnun. Þunnsneiðar eru geymdar í þar til gerðum geymslum Rannsóknasviðs OS. Niðurstöður svarfgreininga, þunnsneiðagreininga og röntngreininga er að finna í möppum merktum holunni, en þessi gögn eru sömuleiðis geymd hjá Rannsóknasviði OS. Borholumælingar eru geymdar í Oracle-gagnagrunni Orkustofnunar. Listi yfir allar mælingar sem gerðar voru á holu SJ-18 er birtur sem viðauki.

Í skýrslu þessari er greint frá öllum athugunum sem gerðar voru frá því að borun hófst og fram í desember 1999. Hér er um að ræða öll borgögn er var safnað jafnóðum og borað var, s.s. um borhraða, dæluþrýsting, skoltap og hita skolvatns, svo og jarðlagagreiningar. Þá er greint frá öllum jarðlagamælingum, hita- og þrýstimælingum, aflmælingum og efnagreiningum er gerðar voru. Þessi gögn má ýmist finna í viðaukum eða í textanum sjálfum. Loks skrifaði staðarjarðfræðingur ROS dagsskýrslur um verkið, sem dreift var daglega með tölvupósti til þeirra er að því stóðu. Þessar skýrslur innihalda flest er gerðist dag frá degi og eru birtar í viðauka 2.

## 2. STAÐSETNING HOLU SJ-18

Hola SJ-18 er staðsett rétt norðaustur af Þorbirni, og er syðst þeirra holna er boraðar hafa verið í Svartsengi á síðari árum að SJ-17 frátalinni (mynd 2.1). Fyrsta holan var boruð árið 1946 í Selhálsinn, um 600 metrum sunnar, og er hún sýnd með grænum ferningi á mynd 2.1.



**Mynd 2.1.** Staðsetning holu 18, sýnd með þríhyrningi, en henni hallaði allnokkuð til SA (sjá 3. kafla). Aðrar holur eru sýndar með ferningum. Myndin er unnin í ArcView og notaðar fyrirbyggjandi þekjur úr jarðfræðikortum.

Holu SJ-18 var valinn staður sem svokallaðri “step-out” holu, og var hún boruð m.a. í þeim tilgangi að kanna suðurmörk jarðhitakerfisins í Svartsengi. Líkur höfðu verið leiddar að því að streymi jarðhitavökvans væri eftir N-S sprungukerfi. Því var ákveðið að bora holu nær hugsanlegum upptökum jarðhitans (Hjalti Franzson 1996; Sverrir Þórhallsson 1997). Holan er um 250 m suður af holum SG-8 og SJ-19. Hnit hennar eru eftirfarandi:

X: 717537.45  
Y: 382171.69  
Z: 24.55



### 3. ÁGRIP BORSÖGU

Jarðboranir hf. boruðu holu SJ-18 með jarðbornum Jötni samkvæmt samningi við Hitaveitu Suðurnesja. Áður en Jötunn hóf borun hafði holan verið forboruð með höggbor niður á 78 metra dýpi og hún fóðruð með 22" fóðurrörum (yfirborðsfóðringu).

Lýsing á hönnun holunnar og aðstæðum til borunar var gerð af Orkustofnun og er að finna í greinargerð Sverris Þórhallssonar (1997). Holan er hönnuð sem djúp vinnsluhola sem nær niður úr gufupúðanum og niður í vatnskerfið. Hún er með víðri fóðringu. Af öryggisástæðum var holan hönnuð með þremur steiptum fóðringum í stað tveggja eins og tíðkaðist í Svartsengi á árum áður, og var það gert vegna þess að suðusvæði (gufupúði) hafði myndast ofan 650 m í Svartsengi með um 25 bar þrýstingi. Þar af leiðandi verður að setja um 250 m öryggisfóðringu í holur nú, en þess þurfti ekki áður. Neðan við dýpstu steiptu fóðringuna (vinnslufóðringu) var settur gataður leiðari.

Á mynd 3.1 er sýnt langsnið af holu SJ-18 eins og hún stendur fullgerð.

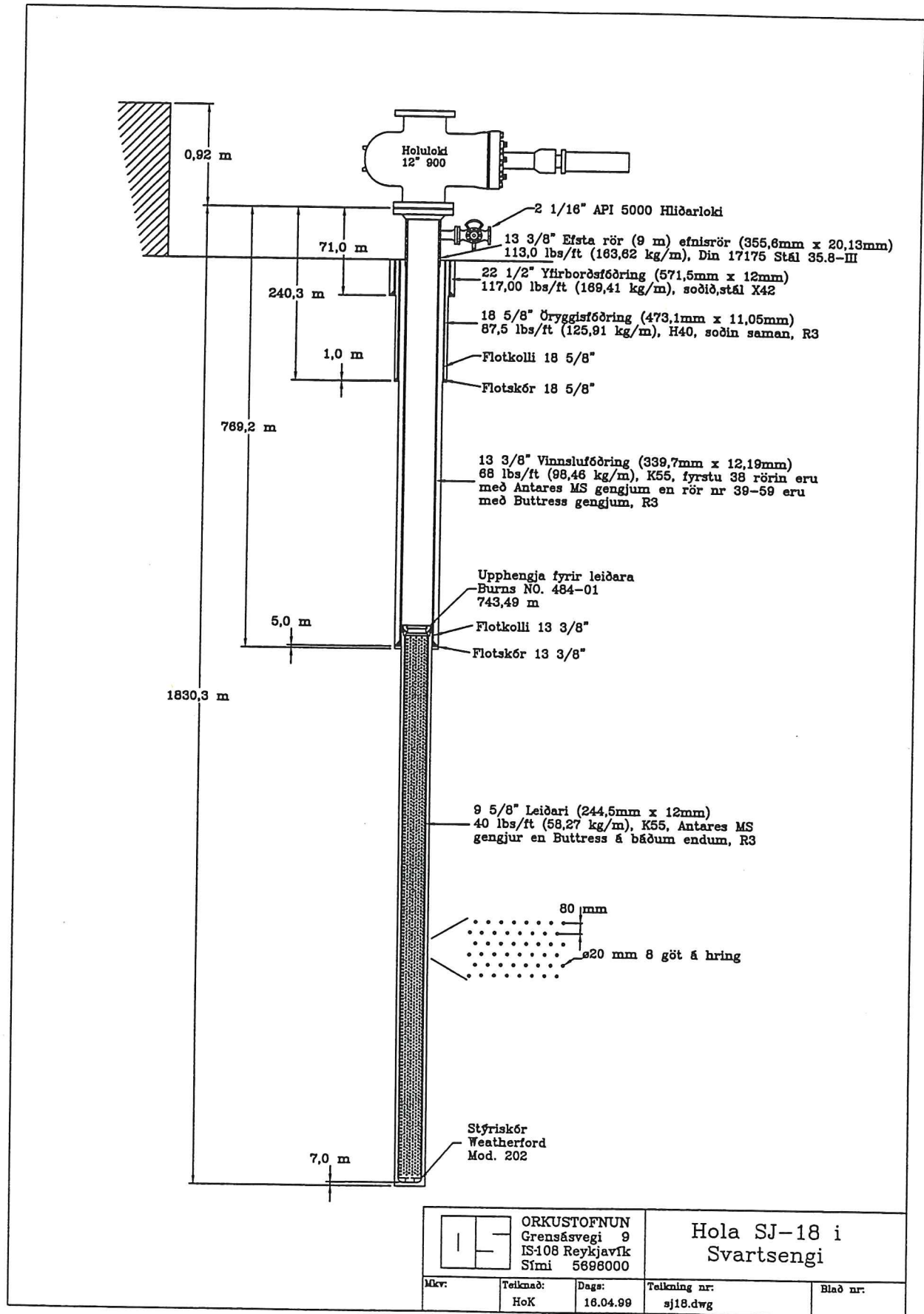
Borverkið hófst miðvikudaginn 16. september og lauk þriðjudaginn 17. nóvember er mastur var fellt, og tók verkið því 62 verkdaga. Um tíu daga tók að flytja og reisa borinn. Fór því 51 dagur í borverkið, en þar af fóru fjórir dagar í öryggisfóðrun, sjö dagar í vinnslufóðrun, einn dagur í krónuskipti og fimm dagar í niðursetningu á leiðara og þrepaðælingu. Eins og sést á mynd 3.2, er sýnir framvindu verksins, gekk borunin tiltölulega áfallalaust og boruðust um 50-90 metrar á sólarhring að meðaltali. Einu stoppin voru við fóðringar og krónuskipti.

Í viðauka 2 eru birtar dagsskýrslur staðarjarðfræðings og borholumælingamanna Orkustofnunar, sem dreift var daglega til verkkaupa. Þar er greint frá framvindu verksins, jarðfræðirannsóknnum á borstað og niðurstöðum borholumælinga. Eftirlit með framkvæmd borsamningsins annaðist Hitaveita Suðurnesja sjálf. Af þeim sökum er ekki talin þörf á að lýsa borsögunni í smáatriðum í þessum kafla, heldur er hér dregið á atriði sem þykja markverð um verkið og fjallað um þann árangur sem náðist. Fóðrunarkýrslur frá Jarðborunum er að finna í viðauka 3.

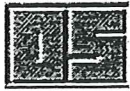
Borverkið skiptist í þrjá áfanga.

**1. áfangi** var borun fyrir 18 5/8" öryggisfóðringu með 21" krónu. Þessi áfangi gekk vel og boruðust um 28 metrar á sólarhring að meðaltali. Borað var með borleðju og var skoltapið lítið sem ekkert, nema að vart varð við algert skoltap sem snöggvast í 173 m en holan þéttist strax. Borun var hætt í 247 m (m.v. drifborð Jötuns, 240 m m.v. flangs), og nær fóðringarendi í 239 m m.v. flangs. Eftir skolun var mælt, og kom æðin í 173 m fram í hitamælingu. Fóðrun gekk vel, en tafðist um einn sólarhring vegna veðurs.

**2. áfangi** var borun fyrir 13 3/8" vinnslufóðringu með 17 1/2" krónu. Þessi áfangi gekk einnig vel og boruðust um 48 metrar á sólarhring að meðaltali. Í um 605 metrum varð algert skoltap. Var þá ákveðið að hætta leðjuborun og þetta lekann með glimmerflögum. Það tókst og fór að koma upp vatn og svarf á um 620 metrum. Í um 735 m varð aftur algert skoltap og tókst ekki að þetta holuna. Borað var niður í 777 metra (770 m.v. flangs), og borun fyrir vinnslufóðringu hætt í hörðu jarðlagi.

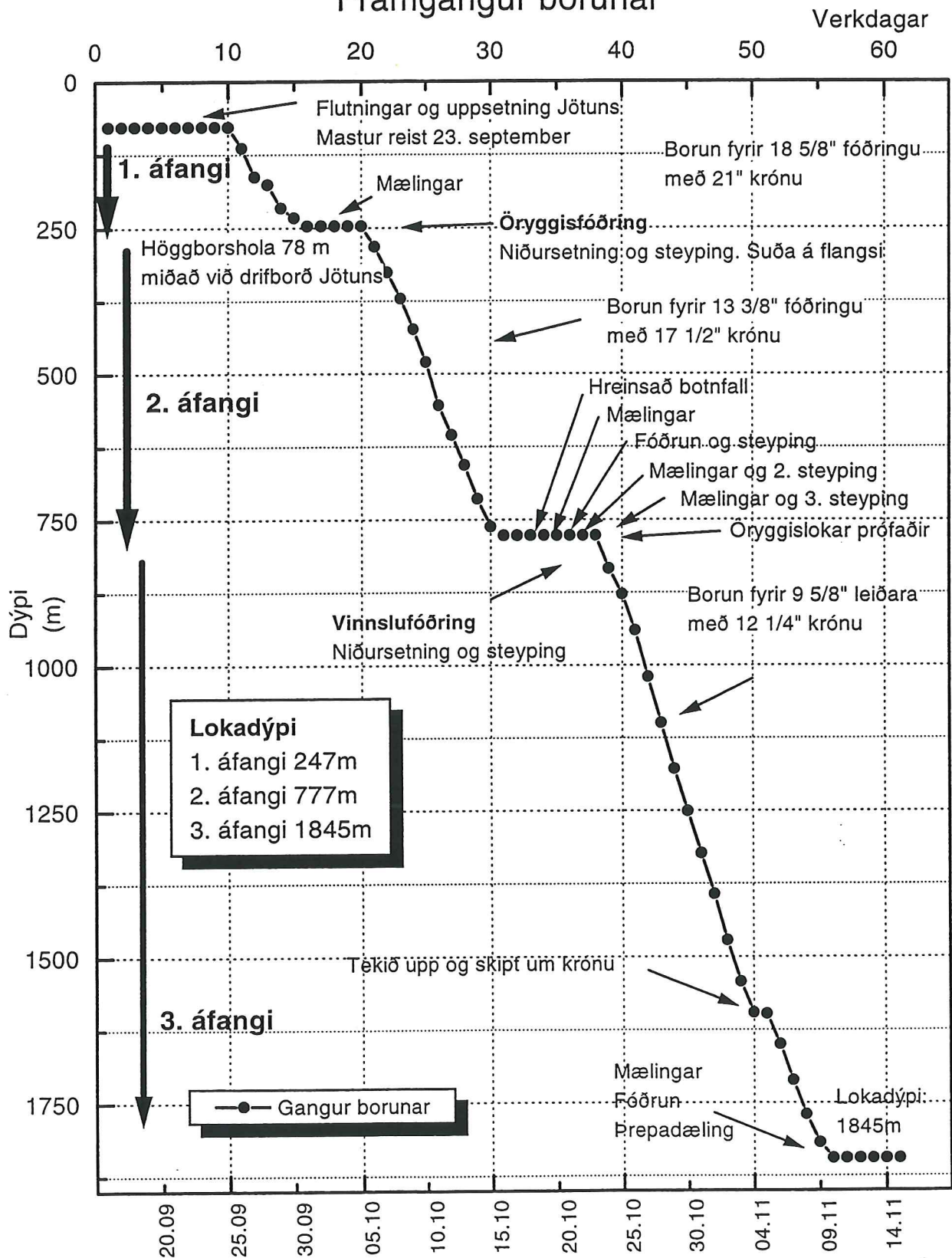


Mynd 3.1. Frágangur holu.



# SVARTSENGI HOLA SJ-18

## Framgangur borunar



Mynd 3.2. Gangur borunar

Fóðringarendi náði niður í 764 m m.v. flangs. Steypa þurfti fjórum sinnum úr samtals 146 tonnum. Mest af steypunni fór út í 735 metrum. Hitamælingar sýndu æðar í 250 og 735 m, auk þess sem eitthvað af smáæðum virðast vera fyrir hendi í 650 - 735 metrum.

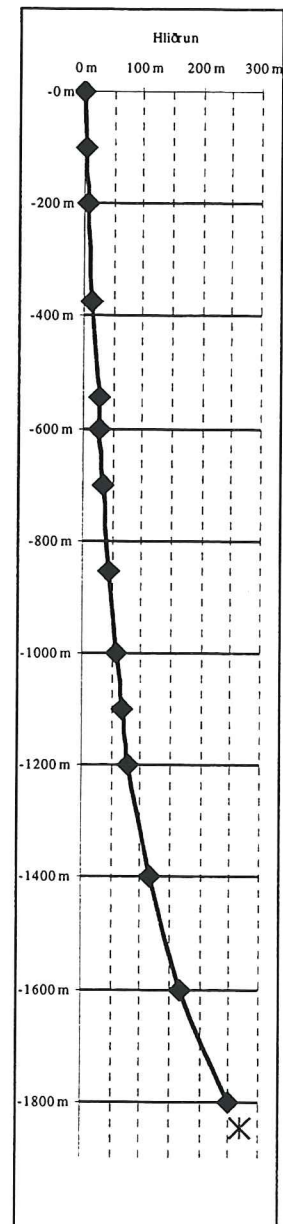
**3. áfangi** var borun vinnsluhluta holunnar með 12 1/4" krónu og vatni sem skolvökva og ísetning 9 5/8" gataðs leiðara. Þessi áfangi gekk einnig áfallalaust og boruðust að meðaltali um 63 metrar á sólarhring. Á um 1600 metra dýpi var skipt um borkrónu. Svólítið varð vart við skoltöp á um 800-900 metrum. Ekki urðu þó stórvægileg skoltöp fyrr en á rúmum 1800 metrum, en þá varð algert skoltap (>60 l/s) er hélst borunina á enda, en hætt var borun í 1845 metrum (1837 m.v. flangs). Gataður leiðari var settur í holuna og situr hann í 1830 metrum, en það bendir til þess að um 8 metra botnfall sé í holunni. Tengistykkið er staðsett á um 744 metra dýpi í vinnslufóðringunni. Upplýsingar um jarðlög og aðra þætti borunar er að finna á mynd 3.4. Prepadæling benti eindregið til þess að lekt holunnar væri góð, og tók hún við öllu því vatni sem á hana var dælt. Jarðlagamælingar voru einnig gerðar og eru helstu niðurstöður reifaðar í 4. kafla.

Hallamælingar sem gerðar voru í upphafi borunar, og síðan ekki fyrr en við þrepaþrófun holunnar í verklok, benda til að holunni halli allmikið, sérstaklega neðri hlutanum, en þar slær hallinn upp í allt að 22° til S og SA. Þetta þýðir að botn holunnar gæti verið hliðraður um allt að 270 metra til SA. Á mynd 3.3 má sjá hvernig holunni hallar. Tafla 1 sýnir útreikninga á halla holunnar og hliðrun. Þessir útreikningar sýna hámarkshliðrun ef gengið er út frá því að halli holunnar sé alltaf í sömu átt.

Á mynd 2.1 er sýndur geiri sem holan gæti legið innan.

*Tafla 1. Útreikningar á hliðrun holu SJ-18 út frá hallamælingum. Hallinn í 1845m er metinn út frá hallaaukningu síðustu 400 metranna.*

Dýpi	Mældur halli	Hliðrun	Samtals hliðrun
0 m	0.0°	0 m	0 m
100 m	1.0°	2 m	2 m
200 m	2.3°	4 m	6 m
375 m	3.0°	9 m	15 m
543 m	3.8°	11 m	26 m
600 m	2.0°	2 m	28 m
700 m	3.0°	5 m	33 m
854 m	4.0°	11 m	44 m
1000 m	5.2°	13 m	57 m
1100 m	6.3°	11 m	68 m
1200 m	6.6°	12 m	80 m
1400 m	9.8°	35 m	115 m
1600 m	14.9°	53 m	168 m
1800 m	22.0°	81 m	249 m
1845 m	24.3°	20 m	269 m



**Mynd 3.3.** Halli holu SJ-18. Stefna í botni er 152°.

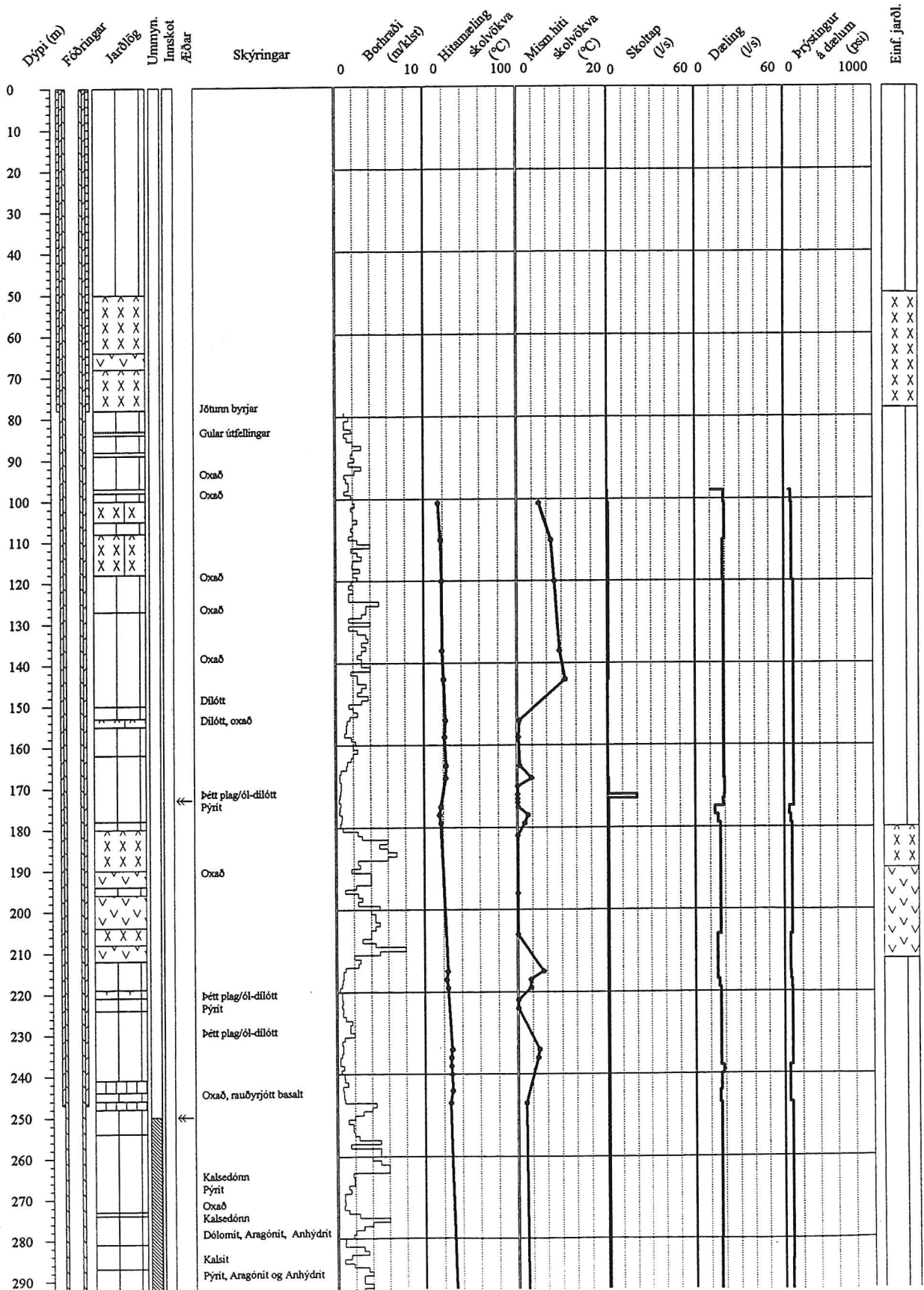


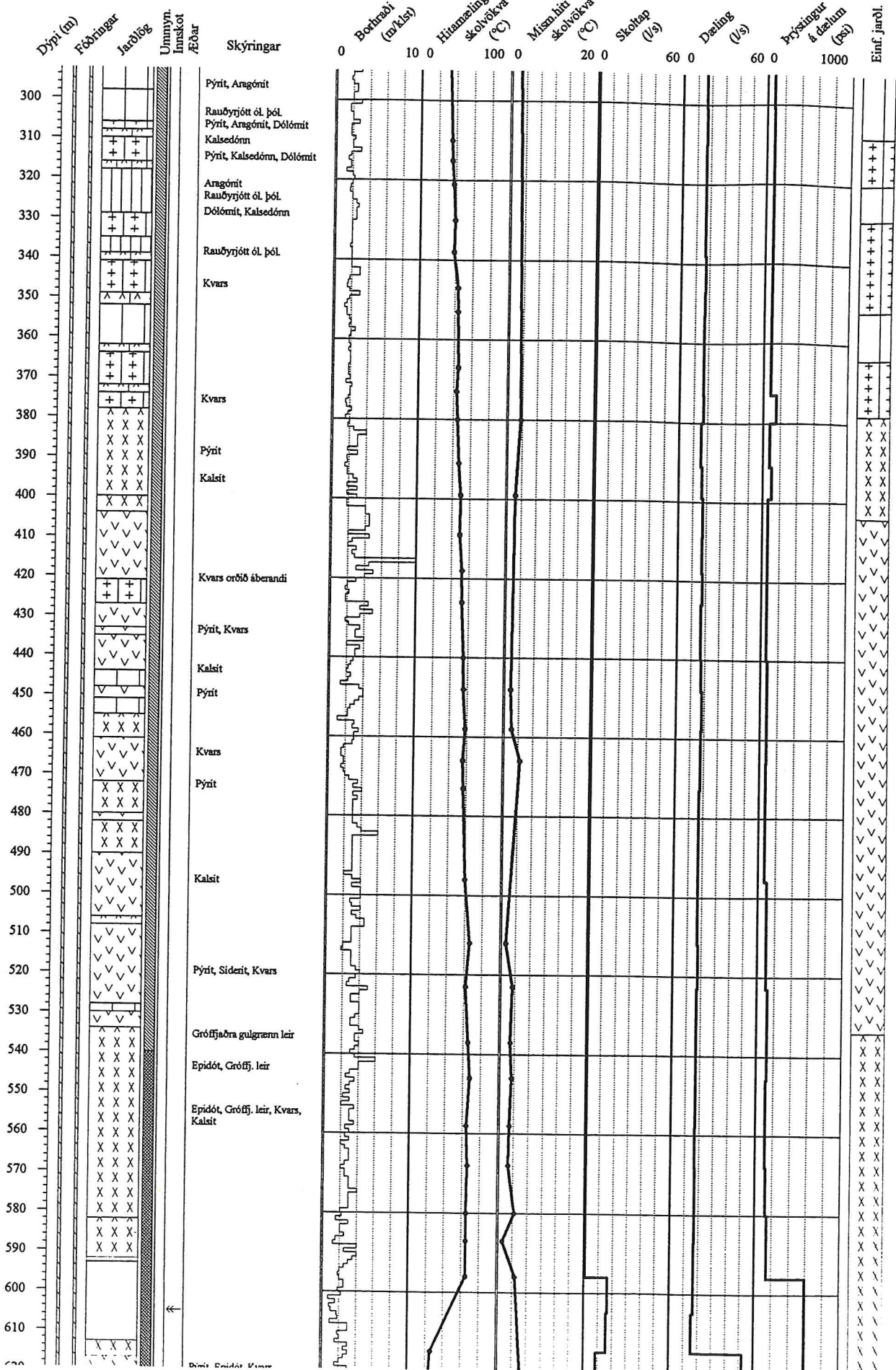
Staður: Svartsengi  
Holunafn: SJ-18

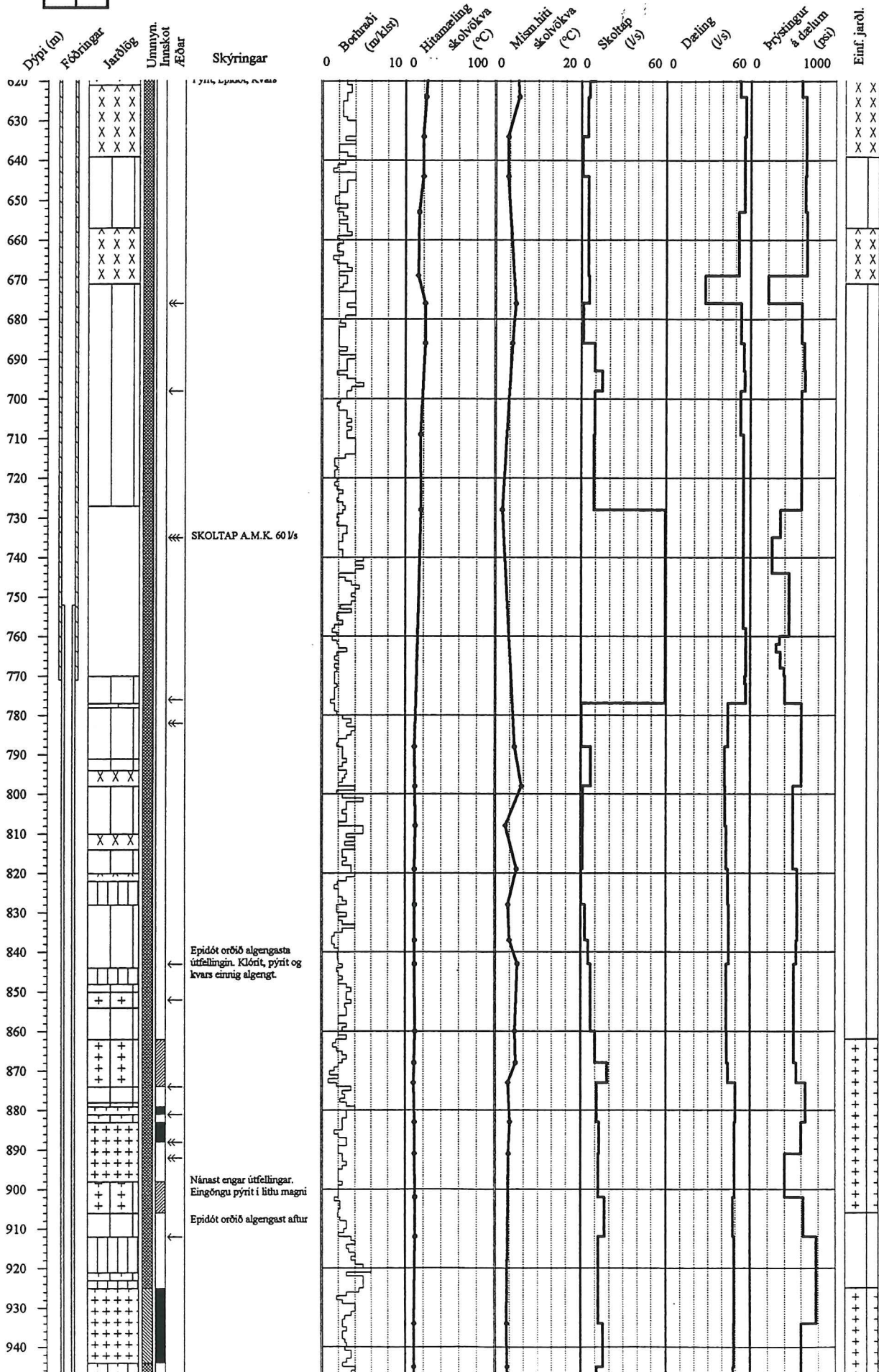
Bor: Jötunn  
Dýptarbil: 0-1845

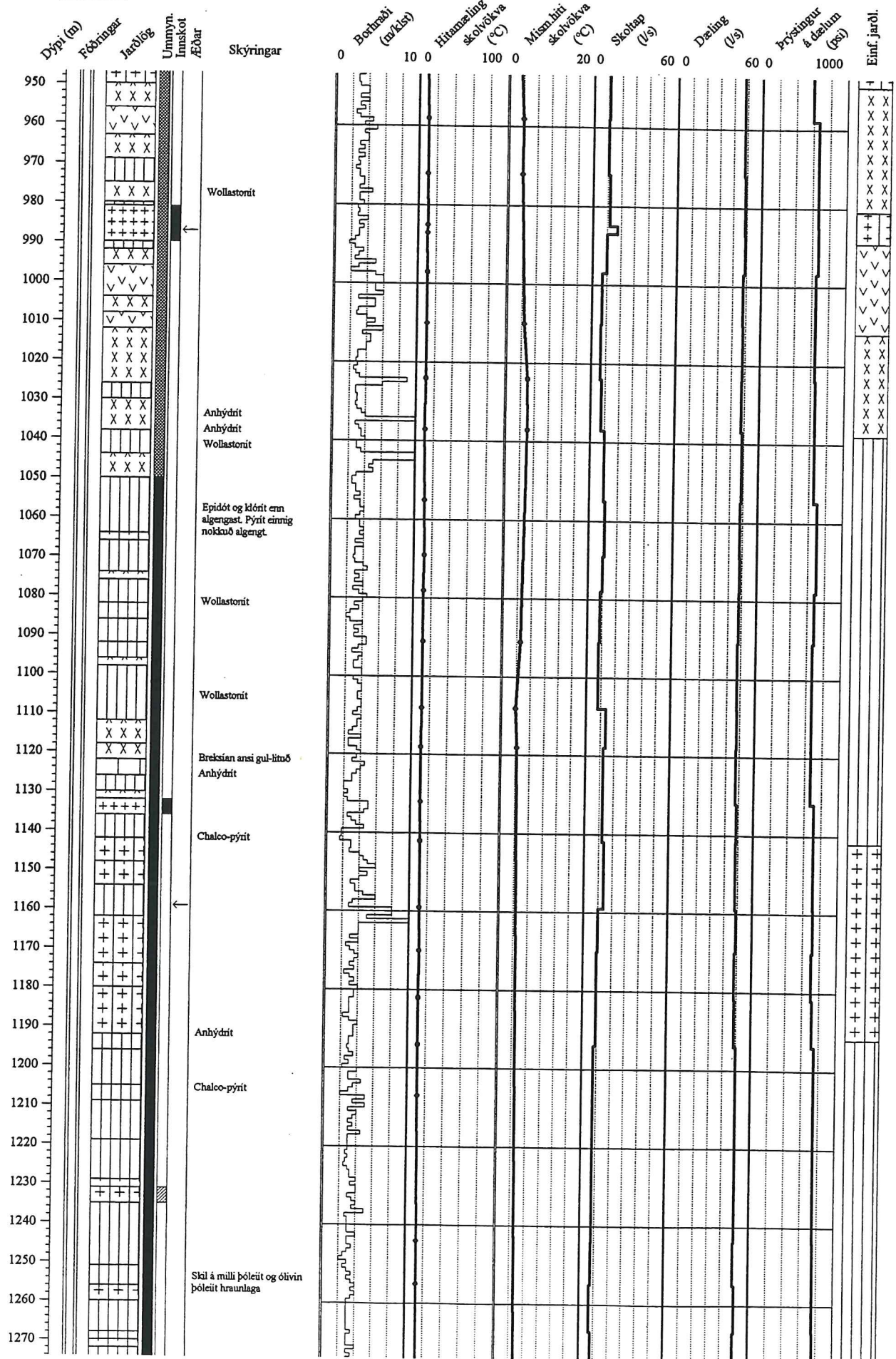
Skolvökvi: Gel (600 m); vatn  
Verkhloti: Allir

Holunúmer: 16918  
Starfsmenn: BR/HF/SSJo/AsG/SThor/KB/StG





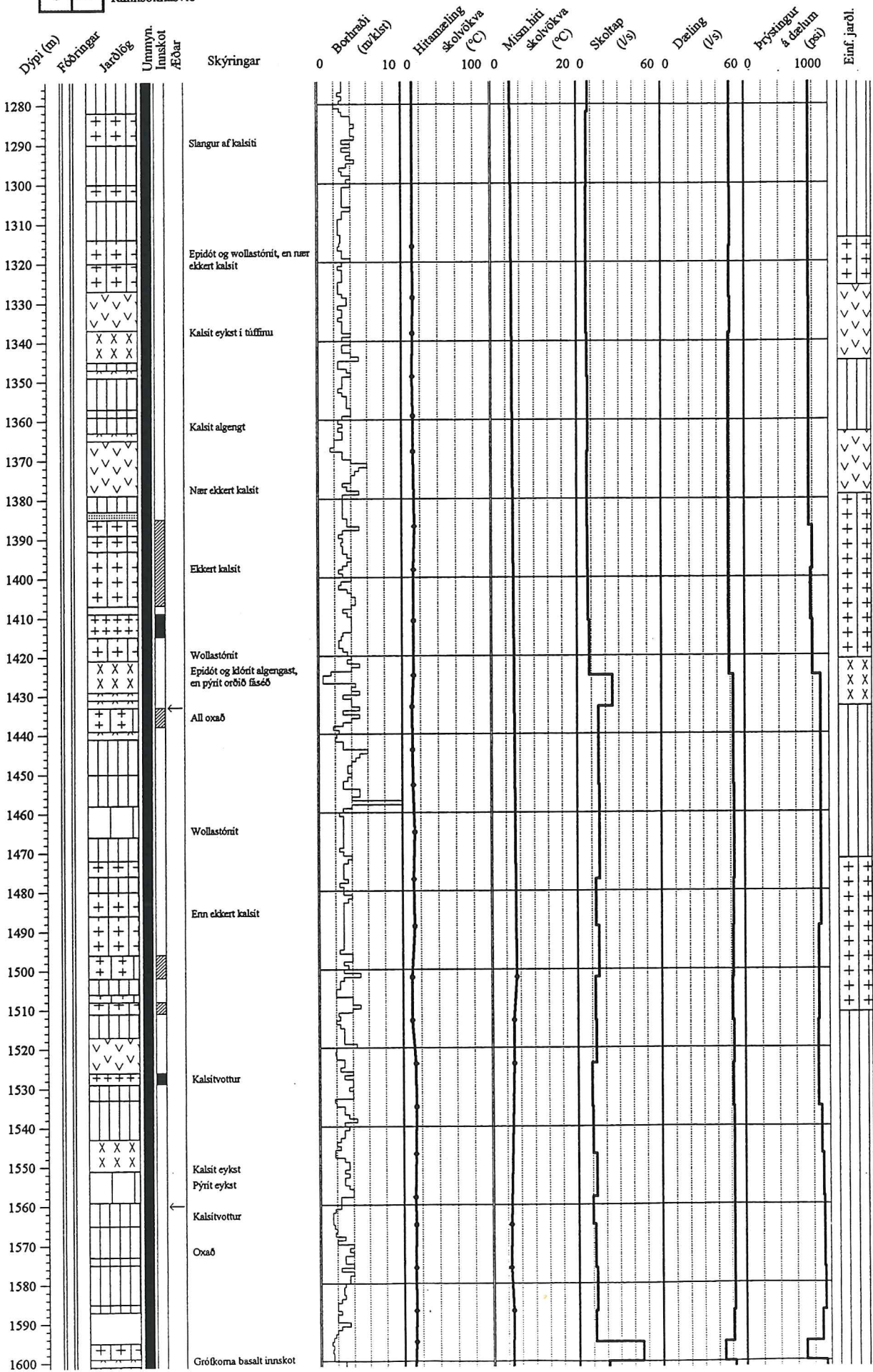


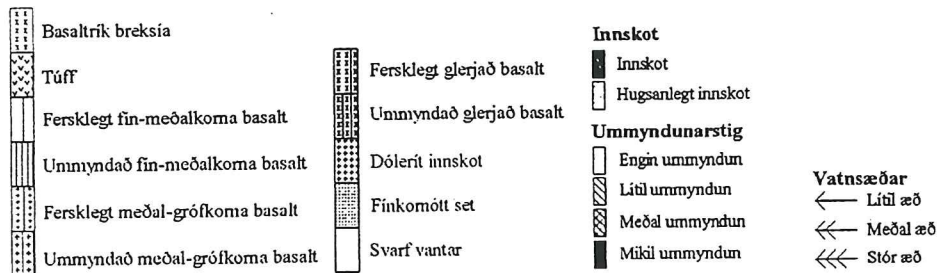
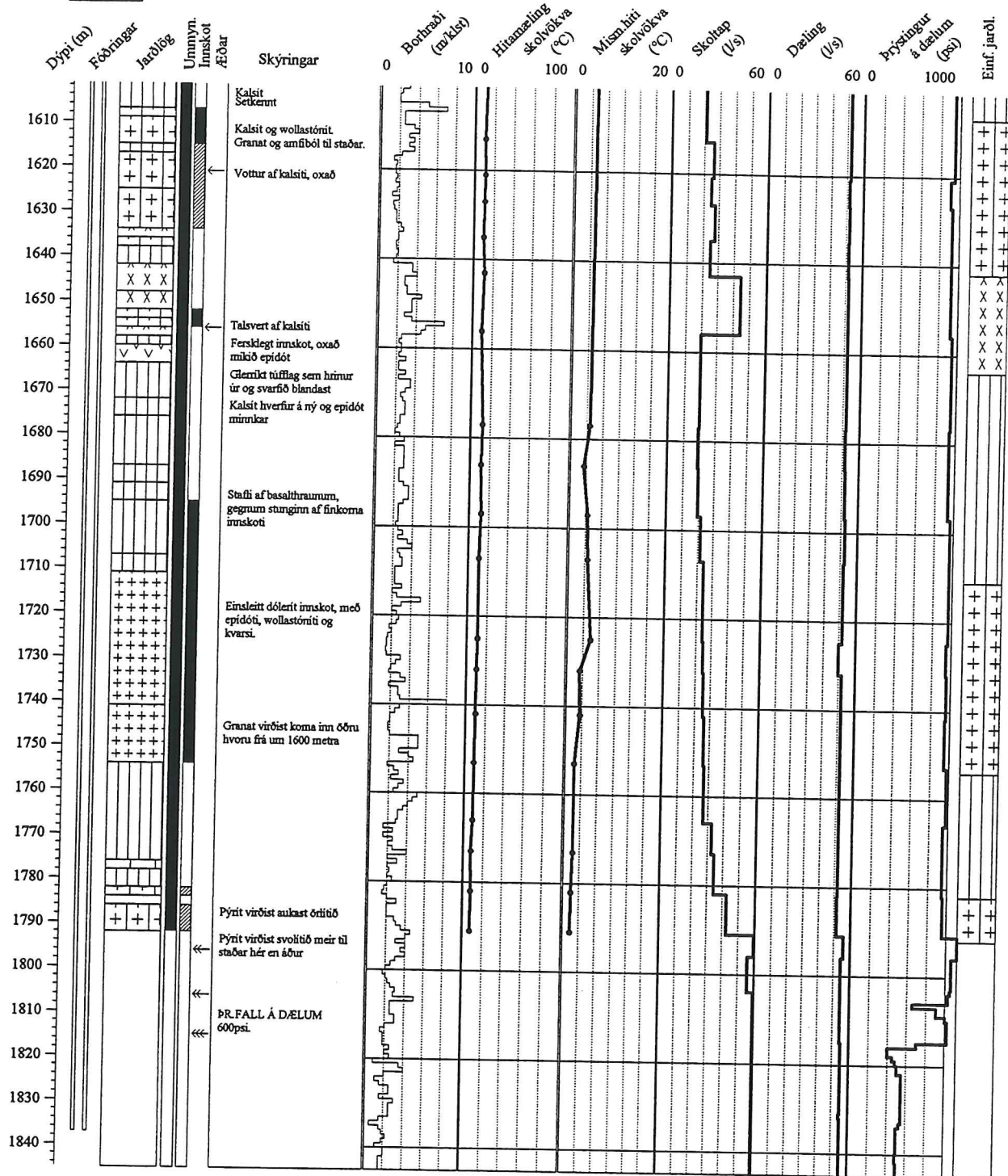






ORKUSTOFNUN  
Rannsóknasvið





Mynd 3.4. Jarðlagasnið og borgögn.

## 4. JARÐLÖG OG JARÐLAGAMÆLINGAR

Borsvarfi var safnað í 125 ml dósir á 2ja metra fresti eins og venja er, og jarðlögin greind jafnóðum og borað var. Þær greiningar voru notaðar til að meta gerð jarðlaga sem borað var í hverju sinni, lekt þeirra, ummyndunarstig og berghita. Frekari úrvinnsla á borsvarfi fór síðan fram í Reykjavík. Þunnsneiðar voru gerðar af völdum dýptarbilum og leir og einstaka útfelling röntgengreind. Jafnframt voru jarðlagamælingarnar, sem gerðar voru í lok hvers áfanga, notaðar við túlkun og mat á gerð og upphleðslu jarðlaganna.

Í köflunum hér á eftir er helstu upphleðslueiningunum lýst, jarðlagastaflanum skipt í einstakar jarðmyndanir, innskotavirkninni gerð skil og helstu niðurstöður jarðlagamælinga reifaðar.

Tafla yfir þunnsneiðar og röntgengreiningar á borsvarfi fylgir hér á eftir. Þessar þunnsneiðar og röntgengreiningar voru notaðar til að afla fyllri upplýsinga en fengust úr svarfgreiningu á borstað og staðfesta greiningar á berggerðum og ummyndun jarðlagastaflans.

Dýpi (m)	Þunnsneið nr.	Dýpi (m)	Þunnsneið nr.	Röntg.gr. dýpi (m)	Röntg.gr. dýpi (m)
100	16889	986	16904	80	1394
170	16890	1062	16905	160	1502
260	16891	1134	16906	346	1616
320	16892	1194	16907	356	1646
352	16893	1288	16908	418	1720
396	16894	1356	16909	472	1804
442	16895	1432	16910	486	
490	16896	1506	16911	508	
500	16897	1580	16912	578	
526	16898	1620	16913	680	
694	16899	1654	16914	884	
724	16900	1728	16915	980	
784	16901	1750	16916	1080	
840	16902	1786	16917	1182	
914	16903	1802	16918	1278	

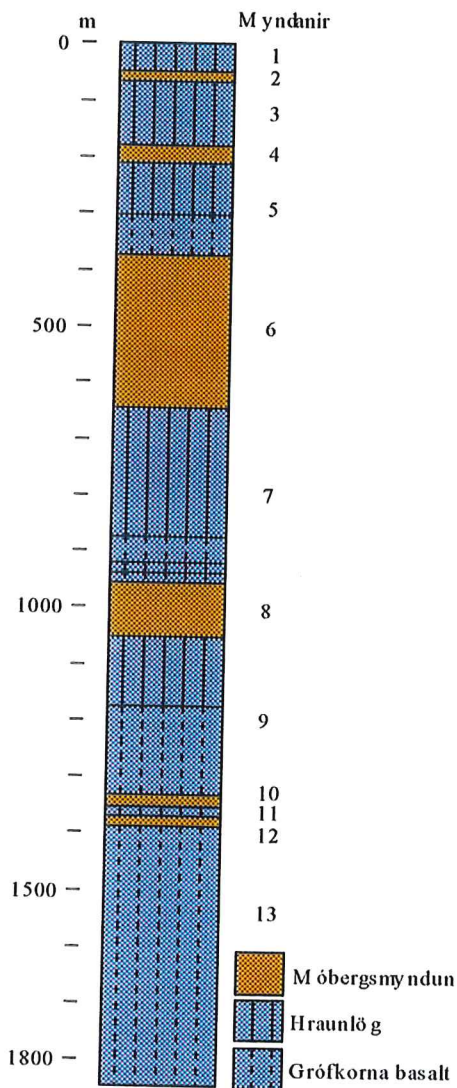
### 4.1. Jarðlagaskipan

Hér á eftir birtast helstu einkenni jarðlagastaflans í borholu SJ-18 byggð á svarf- og þunnsneiðagreiningum. Þennan jarðlagastafla má sjá á myndum 3.3 og 4.5 og í viðauka 1 og á einfölduðu formi á mynd 4.1. Þessi jarðlagagreining er mikilvæg til að auðvelda tengingu einstakra jarðlaga og myndana milli holna og til að fá mynd af uppbyggingu svæðisins í heild, og jafnframt til að geta kortlagt ýmsa strúktúra, s.s. lekastrúktúra, gangasveima o.s.frv.

Skipta má jarðlagastaflanum í SJ-18 í þrjár mismunandi upphleðslugerðir. Þessi skipting er einföldun á þeim upplýsingum sem borsvarfið veitti, og er þá fyrst og fremst litið til stóru dráttanna. Þessar þrjár gerðir eru:

1. **Móbergsmýndun.** Hún er aðallega úr túffi (gleri) og breksíu. Á einstaka stað er einnig hægt að greina bólstrabergsmýndanir, og eru þær flokkaðar hér með, þar sem þær eru iðulega einn fyrsti fasinn í eldvirkni undir jökli (eða í sjó).
2. **Hraunlög.** Oft er hægt að sjá hvort tiltekin myndun sé hraun sem runnið hefur á yfirborði jarðar. Í hraunlögum er iðulega töluvert af blöðrum (porum) sem mynduðust þegar kvikan afgasaðist er hún kom upp á yfirborðið, en auk þess bendir kargi og annað gler til hraðkælingar. Oft má einnig finna set á milli einstakra laga.

Einfaldað jarðlagasnið úr SJ-18



Mynd 4.1. Einfaldað jarðlagasnið gegnum myndanir í holu SJ-18.

3. **Grófkorna basalt/innskot.** Oft getur verið erfitt að greina á milli grófari hluta hraunlaga og innskota. Innskotin eru þó gjarnan minna ummynduð en grannbergið, auk þess sem ýmis einkenni við jaðra innskotsins gefa til kynna að það sé myndað seinna en grannbergið.

Til einföldunar má skipta berglagastaflanum í eftirfarandi einingar. Þessa einföldun má sjá á mynd 4.1.

1. **Hraunlög (0-50 m),** pikrítleg. Runnin á nútíma. Kargi alláberandi.

2. **Móbergsmýndun (50-78 m).** Túff og breksía, líklega bólstrabergsbreksía. Breksían ráðandi, með eitt túfflag í miðri mynduninni.

3. **Hraunlög (78-180 m).** Fín- til meðalkorna, ferskleg hraunlög að mestu úr ólivín-þóleiíti. Svolítið er um plagióklasdíla í berginu. Ummyndunin er innan smektít/zeolítabeltisins. Lögin eru allnokkuð oxuð og víða all glerjuð og porótt. Allt bendir til þess að um hraunrennsli á yfirborði sé að ræða.

4. **Móbergsmýndun (180-212 m).** Hér skiptast á túff og breksíur og í 191 m kemur þunnt hraunlag af ólivín-þóleiít gerð, nokkuð oxað, sem tilheyrir líklega móbergsmýnduninni og gæti hafa runnið í gosi sem náð hefur upp úr jökli.

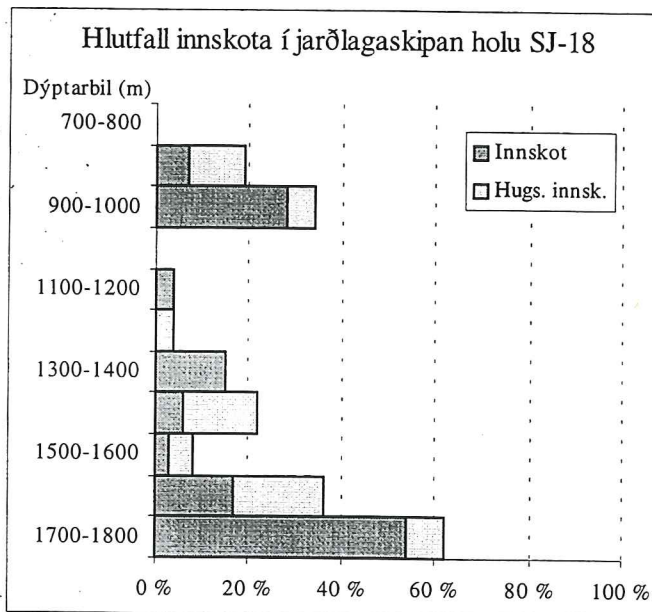
5. **Hraunlög (212-378 m).** Allþykk hraunlagamyndun að mestu úr fínkorna ólivín-þóleiíti. Ummyndun er farin að aukast og minna ber á leir. Inn á milli má sjá meðal-grófkorna berg, en líklega er það grófkristallaðri miðja hraunlaganna. Porur eru til staðar. Inn á milli hraunlaga má víða sjá glerjað basalt, sem tilheyrir karga hraunanna. Þar er yfirleitt allnokkur oxun.

6. **Móbergsmýndun (378-639 m).** Mjög þykk eining, þar sem skiptast á móbergstúff og bólstrabergsbreksía. Oft á tíðum er túffið setkennt og virðist vera eitthvað tilflutt. Á einstaka stað ber einnig á mögulegum hraunlögum. Þau gætu verið mynduð, eins og áður sagði, í gosi sem náð hefur upp úr jökli. Frá 416 m til 422 m er meðal- til grófkorna ólivín-þóleiít, sem hugsanlega gæti verið innskot. Ummyndunin fer stigvaxandi niður eftir þessari einingu.
7. **Hraunlög (639-950 m).** Að mestu fín- til meðalkorna þóleiít og ólivín-þóleiít. Víða ber á þunnum breksíulögum inni á milli, sem gætu verið veðrun á karga og yfirborði hraunanna. Porhlutfallið er nokkuð. Ummyndun er orðin allnokkur enda komið í Kló/Ep beltið. Neðst í þessari syrpu er allnokkuð af innskotum, t.d. frá 862 m til 944 m. Hugsanlegt er að um breksíu- eða móbergseiningu sé að ræða í 742-770 metrum skv. jarðlagamælingum. Algert skoltap var á þessum kafla og því ekki hægt að sannreyna þá tilgátu. Þessi hraunlagasyrpa ætti að geta verið gott leiðarlag við tengingar.
8. **Móbergsmýndun (950-1038 m).** Hér skiptast á nokkur breksíu- og túfflög. Hugsanlega væri hægt að skipta þeim upp í fleiri einstök lög, en líklega er þetta sama myndunin. A.m.k. eitt innskot er til staðar og einnig þunn, ummynduð þóleiítlög.
9. **Hraunlög (1038-1326 m).** Ólivín-þóleiít og þóleiítlög til skiptis. Þau eru ýmist fín- eða meðalkorna en sums staðar grófkorna. Líklega gæti eitthvað af þessum stafla flokkast sem innskot. Ummyndun er allnokkur.
10. **Móbergsmýndun (1326-1345 m).** Þunn túff- og breksíulög.
11. **Hraunlög (1345-1363 m).** Fín-meðalkorna þóleiít, allummyndað.
12. **Móbergsmýndun (1363-1379 m).** Þunn túff- og breksíulög.
13. **Hraunlög (1379-1421 m).** Fín- til meðalkorna hraunlög með einu settúfflagi.
14. **Breksía (1421-1433 m).**
15. **Hraunlög (1433-1642 m).** Hraunlög með einu móbergslagi (6 m þykku) og tveimur þunnum breksíulögum.
16. **Breksía (1642-1664 m).** Aðallega breksía, með einu innskoti.
17. **Hraunlög (1664-1854 m).** Hér er eingöngu um hraunlög og innskot að ræða. Hlutfall dólerítinnskota er orðið mjög hátt. Ummyndunin er þar mikil. Síðustu 50 metramir eru eingöngu metnir út frá borhraða og jarðlagamælingum (myndir 3.4 og 4.5 og viðauki 1).

Nokkuð góð fylgni var á milli einstakra jarðlagamælinga og svarfgreiningar á jarðlögum. Þessi samanburður verður ræddur síðar (sjá kafla 4.3).

#### 4.2. Innskot

Nokkur óvissa ríkir um fjölda innskota í jarðlagastafla holu SJ-18, þar sem stundum getur verið erfitt að greina á milli upphleðslueininga annars vegar og innskota hins vegar. Reynt er að nota ýmis einkenni er fylgja því er innskot treðst inn í berggrunn, svo sem ferskleika svarfkornanna, þéttleika (yfirleitt er mjög lítið af gasblöðrum í innskotum), grófleika (innskot eru oft grófkristallaðri sökum hægari kælingar), kælikápu og jaðarummyndun. Oft getur verið erfitt að greina þessi einkenni í smágerðu svarfi. Hlutfall innskota er sýnt á mynd 4.2.



Mynd 4.2. Hlutfall innskota í SJ-18.

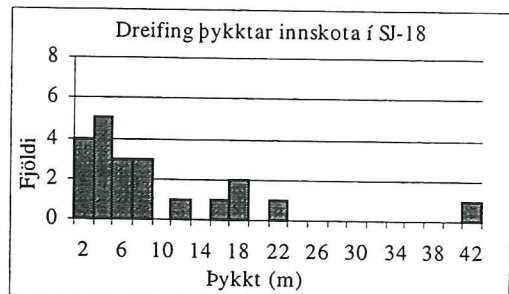
Ekki virðist bera á neinum innskotum ofan við 800 metra, en á milli 800 og 1000 metra eru þau 20-40% af staflanum.

Aftur verður vart við innskot neðan 1100 m og virðast þau aukast niður á botn holunnar, þar sem þau eru orðin um 60% af staflanum.

Búast má við að innskotum fjölgi eftir því sem dýpi eykst. Þetta stafar einfaldlega af því að aðfærsluæðar kviku að mismunandi goseiningum ofar í staflanum þurfa að skjótast í gegnum eldri myndanir. Þetta þýðir að því dýpra sem einingin liggur, því fleiri aðfærsluæðar hafa skotist í gegnum hana.

Allt eru þetta dólerít innskot sem virðast aðallega vera ólivín-basalt að samsetningu. Innskotin eru misferskleg.

Ellefu innskot voru greind með vissu, og tíu eru hugsanleg innskot (mynd 4.3). Staðsetning þessara innskota er sýnd á myndum 3.4 og 4.5 og í viðauka 1. Flest innskotanna eru frekar þunn (innan við 10 metrar). Sex innskot eru á bilinu 10-20 m þykk, tvö á bilinu 20-30 m og eitt er 43 metra þykkt. Meðalþykkt innskotanna er um 10 metrar, en algengasta þykktin er 4 metrar. Hafa verður þó í huga að þar sem reikna má með að flest þessara innskota séu ekki lárétt, er raunþykkt þeirra væntanlega mun minni. Því er ekki hægt að segja til um raunverulega þykkt þeirra nema hægt sé að tengja sama innskotið á milli tveggja holna, og leiða líkur að því að um sillu (lárétt innskot) sé að ræða fremur en gang.



Mynd 4.3. Dreifing innskota eftir þykkt.

### 4.3. Jarðlagamælingar

Listi yfir allar þær mælingar sem gerðar voru á holu SJ-18, bæði á meðan á borun stóð og eftir borun, fylgir með í viðauka 4 í lok skýrslunnar.

Yfirlit um jarðlagamælingar, sem gerðar voru í tengslum við borun holu SJ-18, er sýnt í töflu 3. Jarðlagamælingarnar voru gerðar í þremur lotum. Annan október var

mælt neðan höggborsfóðringar niður á 245 m dýpi. Þann 16. október var mælt neðan öryggisfóðringar á dýptarbilinu 240-770 m. Vinnsluhluti holunnar var svo mældur 11. nóvember og var dýpst farið í 1845 m. Víddarmælirinn komst hins vegar ekki niður fyrir skáp á 1472 m dýpi, þrátt fyrir margítrekaðar tilraunir. Mælingar á sjálfspennu reyndust gallaðar og er því ekki fjallað frekar um þær hér. Sama á við um mælingar á 16" viðnámi í öryggishluta holunnar.

Mælingarnar voru skráðar í gagnagrunn Orkustofnunar og er lykilmúmer þeirra í grunninum að finna í töflu 3.

*Tafla 3. Yfirlit um jarðlagamælingar í holu SJ-18.*

Dagsetning	Lykilnúmer	Tegund mælingar	Dýpi frá (m)	Dýpi til (m)	Athugasemdir
1998-10-02	20477	Vídd Y-hluti	0	245	
1998-10-02	20476	Vídd X-hluti	0	245	
1998-10-02	20479	Gamma	0	245	
1998-10-02	20478	Nifteindir	0	245	
1998-10-02	20480	64" viðnám	0	245	Lóð fest við mælitæki. Erfitt að fá tölvubúnað til að virka
1998-10-16	20600	Vídd Y-hluti	10	770	
1998-10-16	20599	Vídd X-hluti	10	770	
1998-10-16	20602	Gamma	240	770	
1998-10-16	20601	Nifteindir	240	770	
1998-10-17	20604	64" viðnám	240	770	
1998-10-17	20603	16" viðnám	240	770	
					Sjálfspennumæling óvirk
1998-11-11	20706	Vídd Y-hluti	300	1470	Ekki varð komist gegnum skáp í 1472 m
1998-11-11	20705	Vídd X-hluti	300	1470	"
1998-11-11	20710	Gamma	700	1840	
1998-11-11	20709	Nifteindir	700	1840	
1998-11-11	20711	64" viðnám	765	1825	
1998-11-11	20712	16" viðnám	765	1825	

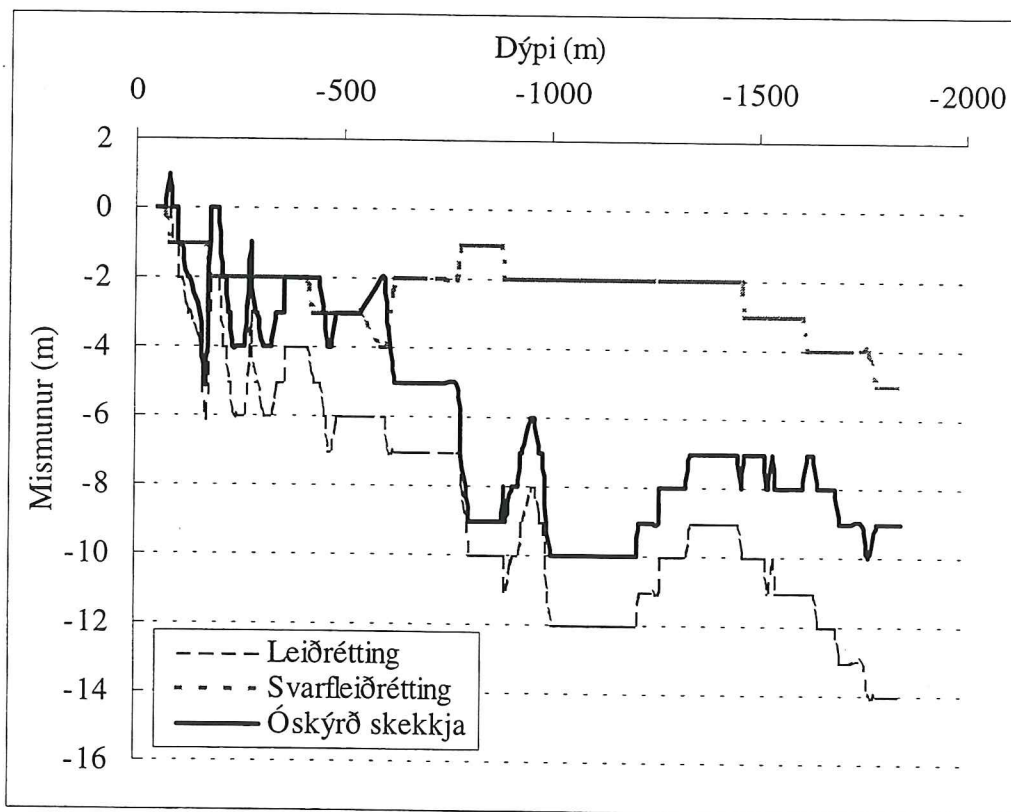
Mælingarnar eru teiknaðar upp ásamt jarðlagasniði, holuhönnun og staðsetningum á æðum á mynd 4.5 og skráðar í viðauka 4. Viðnámsferlarnir eru teiknaðir lógaritmískt til að sjá betur breytingar á viðnámi þar sem það er lágt. Mælingarnar eru birtar óleiðréttar. Dýptarleiðrétting var ekki gerð en gengið var úr skugga um að dýptarskekkjan væri innan ásættanlegra marka. Reyndist hún í öllum tilvikum vera innan við þrjú metra.

#### **Mælingar í víðri holu fullri af geli**

Öryggishluti holunnar (78-247 m) var boraður með 21" krónu og er því mjög víður. Áður en öryggisfóðringunni var komið fyrir var holunni haldið fullri af geli. Við þessar aðstæður getur verið erfitt að ná góðum jarðlagamælingum. T.d. er vitað að gæði nifteindamælingarinnar rýrna mjög í víðum holum og erfitt getur reynst að koma viðnámstækinu niður í gegnum borleðjuna vegna þess hversu létt það er. Öryggishlutinn var þó allur jarðlagamældur og gefst því ágætt tækifæri til að leggja mat á gæði jarðlagamælinga sem framkvæmdar eru við þessar aðstæður.

### Tenging við jarðlagasnið

Jarðlagamælingarnar voru bornar saman við jarðlagasniðið, sem fékkst við greiningu á svarfi. Góðar tengingar milli sniðs og mælinga fengust á um 60 stöðum í holunni og voru þær notaðar til þess að leiðrétta dýptarskala jarðlagasniðsins. Í vinnsluhluta holunnar reyndust jarðlagamótin samkvæmt svarfgreiningunni staðsett um 6-10 m neðar en vera ætti samkvæmt mælingunum, jafnvel þó leiðrétt hafi verið fyrir þeim tíma sem það tekur svarfið að berast til yfirborðs (mynd 4.4). Þetta er óvenju mikil dýptarskekkja, og var reynt að grafast fyrir um ástæður hennar. Hugsanlegt var talið að vantalín hafi verið ein stöng eftir síðustu krónuskipti og við niðursetningu leiðara. CCL-mæling benti hins vegar ekki til þess að leiðarinn stæði óeðlilega hátt upp í vinnslufóðringuna og ekki varð heldur vart við misræmi milli skoltapa og æða samkvæmt hitamælingum. Sá möguleiki hefur verið nefndur að dæling hafi verið rangt skráð við borun vinnsluhlutans, og hafi það ruglað leiðréttinguna fyrir tímatöfni, eða jafnvel að dýpi í upphafi borunar 3. áfanga hafi verið rangt metið. Ekki skal lagt neitt mat á það. Skekkjan er því enn óskýrð, þótt hún hafi verið leiðrétt að fullu.



Mynd 4.4. Dýptarleiðréttingar milli jarðlagamælinga og jarðlagasyrpu.

Eftir að búið var að leiðrétta fyrir skekkjunni reyndist nokkuð góð fylgni milli jarðlagamælinga og einstakra myndana, þannig að t.d. lágt gildi nifteindamælinga féll saman við móbergsmýndanir en hærra gildi við hraunlög og innskot. Sama var



uppi á teningnum í viðnáminu, en gammamælingarnar sýndu nokkuð undarlega hegðun. Nánari útlistanir á einstökum mælingum fylgja hér á eftir.

### ***Náttúrulegt gamma***

Gammaferillinn er óvenjulegur og hefur reynst erfitt að túlka hann. Ofan 250 m og neðan 950 m sýnir ferillinn lág og fremur jöfn gildi sem svara til basaltsamsetningar. Í neðri hluta holunnar ber þó dálítið á mjóslegnum toppum með 40 - 60 API GU hágildum, sem er óvenjulegt á Reykjanesskaga. Sérkennilegastur er ferillinn á dýptarbilinu 250-950 m. Að nokkrum tugmetra bilum undanteknum er allur þessi kafli mjög toppóttur. Skarpir topparnir rísa frá vel skilgreindri grunnlínu í kringum 10-20 API GU upp í 40-100 API GU.

Ekki hafa greinst neinar súrar jarðmyndanir í holu SJ-18 sem skýrt gætu þessi háu gildi, en vitað er að sumar móbergsmýndanir úr basalti geta sýnt dálitla hækkun í náttúrulegri gammageislun. Þetta á t.d. við um holu SJ-17, þar sem styrkur geislunarinnar nær 20-35 API GU í einstöku móbergslögum (Hjalti Franzson o. fl., 1999). Ástæðan fyrir þeirri hækkun er talin vera sú, að geislavirk efni eins og kalíum hafi borist í lögin eftir að þau hlóðust upp, t.d. með hræringu vatns í jarðhitakerfinu, og fallið þar út í ummyndunarsteindum. Frávikin á gammaferlinum í holu SJ-18 eru hins vegar miklu stærri og toppóttari en gammafrávikin við móbergið í holu SJ-17 og sýna þar að auki enga fylgni við móbergskafkana. Það virðist því mjög ólíklegt að þetta sé skýringin.

Hugsanlegt var talið að rekja mætti háa gammageislun í holu SJ-18 til notkunar á geislavirku þéttiefni, svokölluðu múskóvíti eða maríugleri, við borunina. Frekari athugun benti þó til að svo gæti ekki verið vegna þess að frávikin ná um 180 metra niður í vinnsluhluta holunnar, en þéttiefnið var ekki notað við borun hans. Mælingar á efninu staðfesta hins vegar að það er geislavirkt, og væri því æskilegt að athuga hvort og við hvaða aðstæður það gæti haft truflandi áhrif á mælingar á náttúrulegri gammageislun.

Líklegasta skýringin er því sú að um bilun í mælitæki eða annan galla í mælingu hafi verið að ræða. Það styður þessa skýringu að fyrsta gammamælingin sem gerð var í holunni (í öryggishlutanum) er algjörlega laus við þessar truflanir, en þær koma strax fram í næstu mælingu fyrir neðan. Það vekur þó vissar efasemdir að svona óvenjulegar truflanir skuli koma fyrir í báðum neðri mælingunum, er gerðar voru með um fjögurra vikna millibili, og að þær skuli mynda samfelldan kafla sem nær yfir mót vinnslufóðringarhlutans og vinnsluhlutans. Samt verður þetta að teljast líklegasta skýringin.

### ***Nifteindir***

Neðan öryggisfóðringarinnar gaf nifteindamælingin mikilsverðar upplýsingar um uppbyggingu jarðlagastaflans sem nýttar voru við gerð jarðlagasniðsins. Í öryggishluta holunnar reyndist hins vegar lítið að marka mælinguna. Á dýptarbilinu 78 -160 m er merkið mjög dauft (< 300 API NU), og sýnir mælingin nánast engin viðbrögð við jarðlagaskipaninni. Þótt mælitækið sé komið langt út fyrir notkunarsvið sitt hvað varðar holuvídd, þá er þetta óvenjulega mikil deyfing. Þetta bendir til þess að mælitækið hafi ekki dregist eftir holuveggnum eins og það þarf að gera, heldur

leitað út frá honum, hugsanlega fyrir áhrif borleðjunnar og þess hve holan er víð og hversu lítið henni hallar á þessu bili. Á bilinu 160 - 245 m er merkið eilítið sterkara og greina má veik áhrif frá jarðlögnum umhverfis holuna.

Útreikningar á poruhluta bergs frá nifteinda- og víddarmælingum byggjast á kvörðunarferlum fyrir holur með vídd á bilinu 150 - 230 mm, og er ekki hægt að beita þeim í víðari holum en 350 mm, því reiknaður poruhluti verður of lágur. Slíka útreikninga hefði einungis mátt framkvæma á dýptarbilinu 777-1472 m, því ofan við þetta bil er holan of víð og neðan þess vantar víddarmælinguna. Þeim var því sleppt að þessu sinni.

### **Viðnám**

Viðnámsmælingin í holu SJ-18 er áhugaverð vegna þess að hún er ein af fáum viðnámsmælingum sem gerðar hafa verið í borholu í söltu háhitakerfi. Í fyrri skiptin hefur yfirleitt vantað mælingar í efsta hluta jarðhitakerfisins og ofan við það.

Viðnámsmælingarnar tókust ágætlega nema í öryggishluta holunnar, þar sem ekki tókst að skrá 16" ferillinn. Viðnámsmælitækið er að mestu leyti úr plasti og þurfti að festa lóð neðan á tækið til að ná að sökkva því gegnum borleðjuna í þessum hluta holunnar. Lóðið var fest með nylon-bandi og á ekki að hafa haft truflandi áhrif á mælinguna.

Viðnám mælt í borholum er viðkvæmt fyrir áhrifum holuvíddar og viðnámi vökvans í borholunni. Ef vel á að vera þyrfti að leiðrétta mæligildin fyrir þessum áhrifum, en þar sem ekki er til góð mæling á viðnámi borholuvökvans, eru viðnámsmælingarnar birtar hér óleiðréttar. Dæmigert viðnám skolvatns úr vatnsholunum í Svartsengi er um 2,5 Ohmm og má á grundvelli þess áætla að skekkjan í viðnámsmælingunum í holu SJ-18 sé óveruleg á þeim stöðum þar sem viðnámið er lægra en 10 Ohmm. Þar sem viðnámið nær 50 Ohmm má hins vegar áætla að 64" ferillinn sýni um 15% of há gildi og 16" ferillinn 25-50% of lág gildi.

Samanburður á 16" og 64" ferlunum leiðir í ljós að 64" ferillinn sýnir lægra viðnám en 16" ferillinn víðast hvar í holunni og fer munurinn vaxandi úr u.þ.b. 1 Ohmm efst í 10-30 Ohmm neðst. Ef leiðrétt hefði verið fyrir víddaráhrifum holunnar hefði þessi munur aukist. Mismuninn á ferlunum má hugsanlega skýra með áhrifum borholunnar og skolvökvans á bergið umhverfis holuna. Skolun holunnar með köldu ádælingarvatni veldur kælingu, og þar með viðnámshækkun, í borholuveggnum. Kæling getur valdið töluverðri hækkun á viðnámi bergs, t.d. hefur verið sýnt fram á að lækkun hitastigs úr 100 í 23°C geti fimmfaldað viðnám íslensks bergs (Ólafur G. Flóvenz o. fl., 1985). Kælingin, og þar með viðnámshækkunin, er mest næst holunni en dvínar er lengra kemur út í bergið. Við þessar aðstæður getur 16" ferillinn sýnt hærra viðnám en 64" ferillinn, því hann skynjar ekki eins djúpt inn í bergið umhverfis holuna og 64" ferillinn. Við þetta bætist að ef skolvökvinn er ferskari en jarðhitavökvinn og nær að þrengja sér út í bergið umhverfis holuna, getur það valdið sams konar viðnámshækkun í berginu næst holunni. Það er því hugsanlegt að skýra megi mismuninn á ferlunum með þessu tvennu, en gera þyrfti frekari athuganir til að skera úr um það.

Í þessu samhengi er áhugavert að líta nánar á þá staði í holunni þar sem frávik koma í þetta samband ferlanna tveggja. Á nokkrum stöðum (944-966 m, 1013 m, 1104-1134 m, 1363-1380 m, 1418-1424 m, 1517-1526 m) minnkar munurinn á ferlunum í túff og breksíulögum. Einfaldast er að skýra þetta þannig að þessi jarðlög séu lekari en lögin fyrir ofan og neðan þau, hafi gleypst meira af skolvökvanum í borun og hann hafi náð að hækka viðnám bergsins í skynjunardýpi 64" ferilsins meira til jafns við viðnámið í skynjunardýpi 16" ferilsins. Á dýptarbilunum 255-320 m og 600-855 m nálgast ferlarnir enn meir og verður jafnvel viðsnúningur þar sem 64" ferillinn sýnir hærra viðnám en 16" ferillinn. Þetta teldust eðlilegar mæliniðurstöður við aðstæður þar sem viðnám bergsins breyttist ekki með fjarlægð frá borholunni. Má því hugsanlega túlka þetta svo að á þessum dýptarbilum hafi ferskur skolvökvinna náð að streyma svo langt út í bergið umhverfis holuna að 64" ferillinn hafi hækkað jafn mikið og 16" ferillinn.

Rannsóknir á háhitasvæðum landsins benda eindregið til að þau einkennist af ákveðinni viðnámsskipan, sem rekja megi til jarðhitaummyndunar bergsins og breytinga á rafleiðni sem hún veldur (Knútur Árnason og Ólafur G. Flóvenz, 1992). Yfirborðsmælingar á viðnámi í jarðhitakerfum með ferskum (ósöltum) jarðhitavökva hafa sýnt að efri og ytri hluti jarðhitakerfanna einkennist af lágu viðnámi sem umlykur kjarna hærra viðnáms djúpt í miðju þeirra. Talið er að lágviðnámskápan sé tilkomin vegna þess að lághitasteindir (zeólítar, smektít, blandlagsleir), sem leiða rafstraum vel, séu algengar í ytri og kaldari hlutum jarðhitakerfanna, en torleiðandi steindir (klórít, epídót) taki hins vegar við í innri og heitari hlutum þeirra, og það valdi viðnámshækkuninni í háviðnámskjörnunum. Á einu svæðanna, Nesjavöllum, hefur þessi viðnámsskipan fengist staðfest í öllum aðalatriðum með viðnámsmælingum í borholum. Helsti munurinn á yfirborðsmælingunum og borholumælingunum reyndist vera sá að í borholumælingunum var nokkur hundruð metrum dýpra á viðnámshækkunina í kjarna svæðisins en í yfirborðsmælingunum og er sá munur enn óskýrður.

Í fyrstu var talið að þessi viðnámsskipan ætti ekki við um sölt jarðhitakerfi vegna þess að lágt viðnám jarðhitavökvans gæti hindrað merkjanlega hækkun viðnáms í kjarnanum. Yfirborðsmælingar á viðnámi í háhitasvæðinu við Svartsengi-Eldvörp (Ragna Karlsdóttir, 1998), hafa hins vegar sýnt fram á samskonar viðnámsskipan þar og á fersku svæðunum. Viðnám lágviðnámskápunnar mælist 1-5 Ohmm en um 5-25 Ohmm mælast í kjarnanum. Hér gefst ágætt tækifæri til þess að bera þessar viðnámsmælingar saman við viðnámsmælingarnar úr holu SJ-18.

Tafla 4 sýnir viðnámsskipan við holu SJ-18 samkvæmt mælingum í holunni sjálfri og samkvæmt yfirborðsmælingu, sem gerð var í næsta nágrenni við holuna (mælingu 2984; Ragna Karlsdóttir, 1998). Viðnámsskipanin er í aðalatriðum hin sama, t.d. sýna báðar mæliaðferðirnar háviðnámskjarna, lágviðnámskápu, ónefnt háviðnámslag ofan á lágviðnámskápunni og jarðsjávarlag með lægra viðnámi þar ofaná. Helsti munurinn er sá að toppurinn á háviðnámskjarnanum er á 600 m dýpi í borholumælingunni en 345 m neðar samkvæmt yfirborðsmælingunni. Líklegasta skýringin á þessu misræmi er sú að yfirborðsmælingin hafi bjagast vegna þess að hola SJ-18 stendur í bröttum suðausturjaðri viðnámsfráviksins við Svartsengi. Viðnámsgildunum sjálfum ber einnig vel saman, en taka skal fram að meðalgildi

hafa ekki verið reiknuð út fyrir borholumælingarnar, heldur eru há- og lággildi hvers bils sýnd í staðinn.

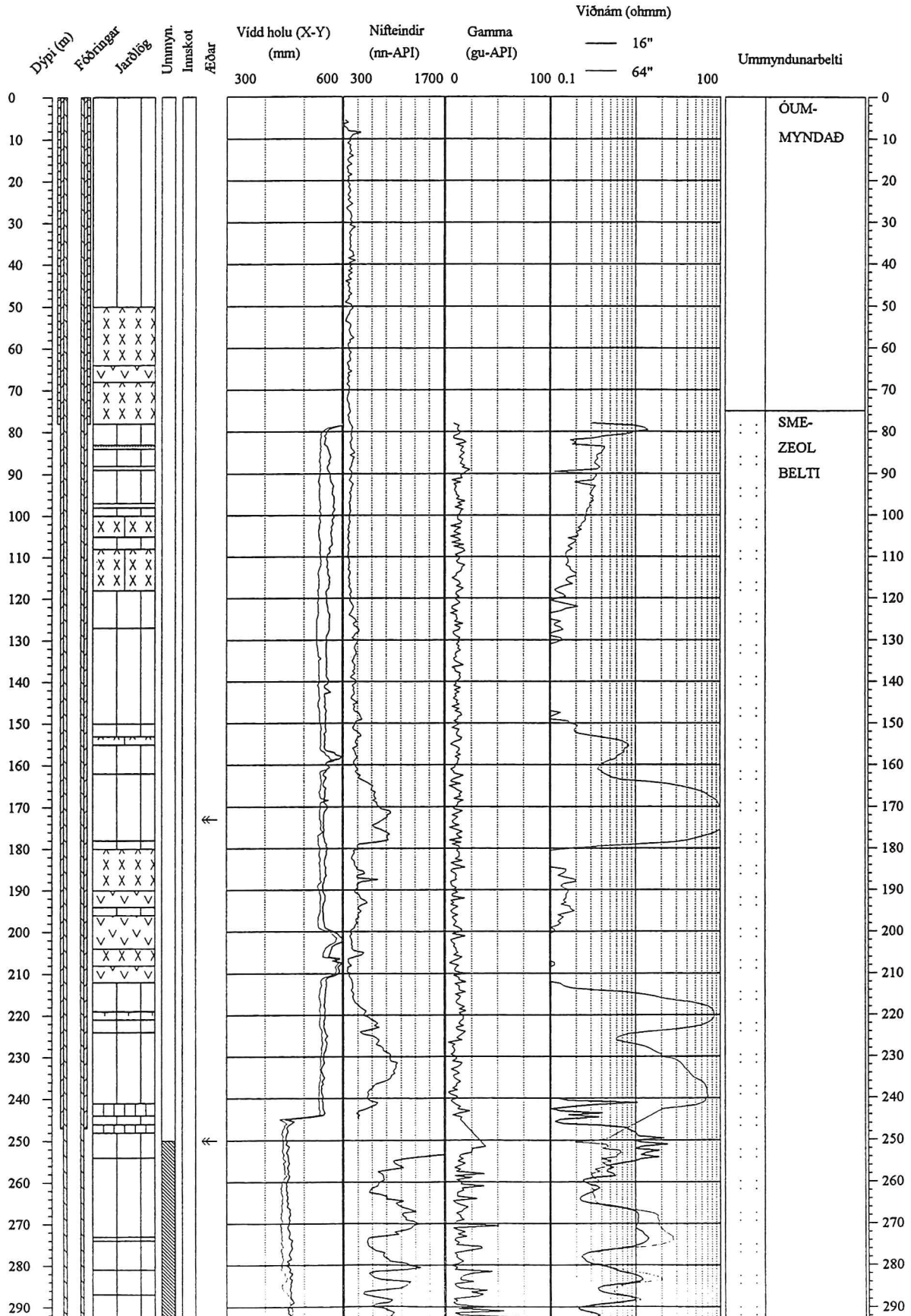
Samanburður milli viðnámsskipunarinnar og skiptingarinnar í ummyndunarbelti (sjá töflu 4) sýnir að toppurinn á háviðnámskjarnanum liggur 150-500 m neðan við efri mörk klórítbeltisins (eftir því hvort miðað er við borholu- eða yfirborðsmælinguna). Hér kemur því fram samskonar misræmi og á Nesjavöllum, þ.e.a.s að viðnámsþækkunin verður ekki þar sem skiptir úr leiðandi blandlagsleir yfir í torleiðandi klórít/epídót. Sennileg skýring á þessu er sú, að ummyndunarbeltin eru skilgreind út frá fyrsta fundarstað einkennissteindanna. Efri mörk klórítbeltisins eru sett þar sem fyrst verður vart við klórít. Það má hins vegar gera ráð fyrir því að leiðandi þekja blandlagssteinda nái töluvert neðar, eins og sést á mynd 5.1.

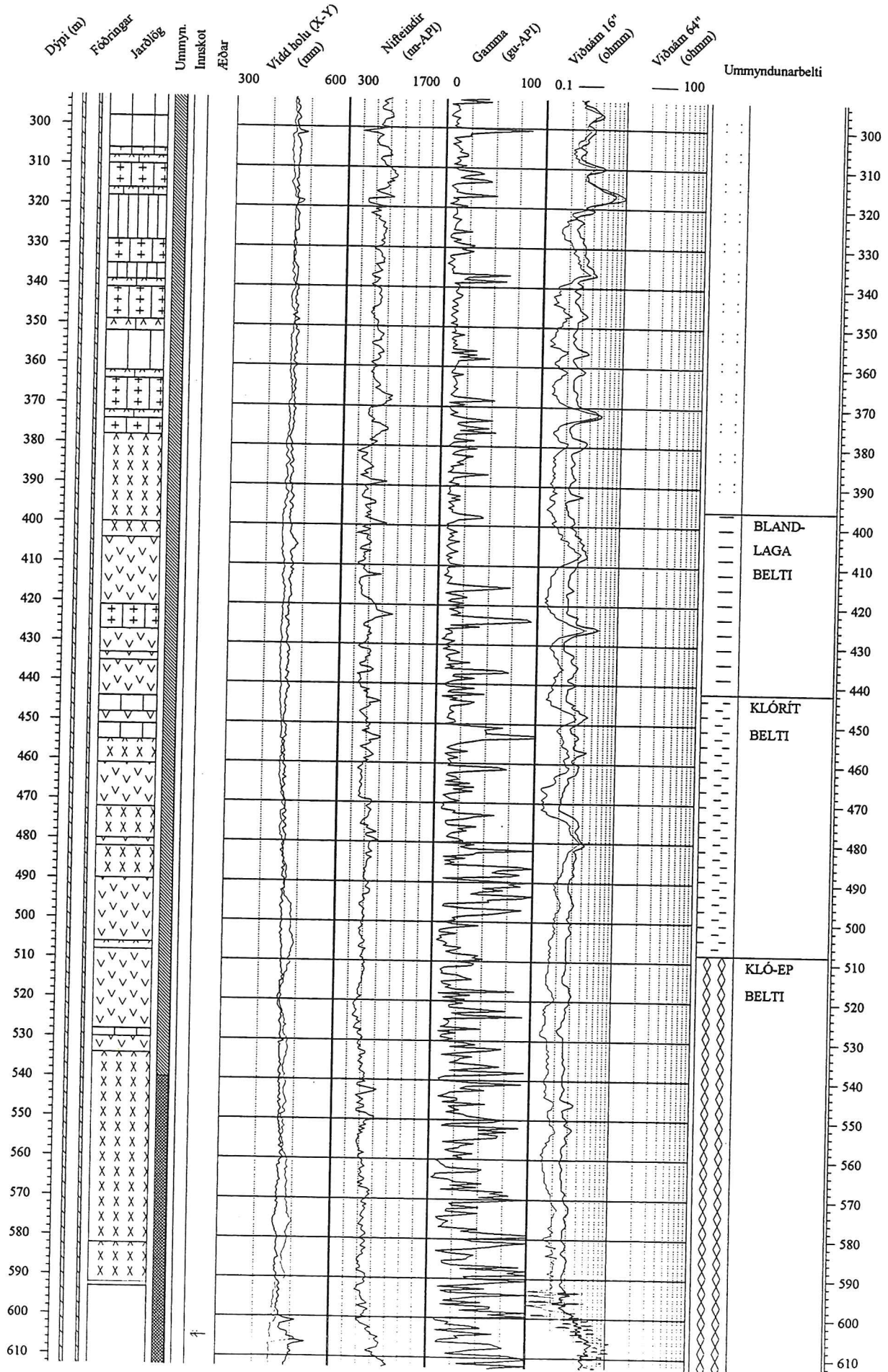
*Tafla 4. Samanburður á viðnámsskipan og ummyndun ijarðlaga í holu S.I-18.*

<b>Viðnámsskipan samkvæmt yfirborðsmælingum</b>		
	Dýptarbil (m)	Viðnám (Ohmm)
Yfirborðslag	0-39	1050
Jarðsjór, efra lag	39-80	16
Jarðsjór, neðra lag	80-208	3
Ónefnt lag	208-352	10.5
Lágviðnámskápa	352-945	1.9
Háviðnámskjarni	945-	6.2
<b>Viðnámsskipan samvæmt borholumælingum</b>		
	Dýptarbil (m)	Viðnám (Ohmm)
Yfirborðslag	-	-
Jarðsjór, efra lag	-	-
Jarðsjór, neðra lag	82-153	0.3-4
Ónefnt lag	153-319	0.3-100
Lágviðnámskápa	319-600	1-5
Háviðnámskjarni	600-	5- 20
<b>Ummyndunarbelti</b>		
	Dýptarbil (m)	
Óummyndað	0-75	
Smektít-zeolítabelti	75-352	
Blandlagabelti	352-442	
Klórítbelti	442-508	
Klórít-epídót belti	508-1194	
Epídót-amfíbólít belti	1194-	



Staður: Svartsengi Bor: Jötunn Skolvökvi: Gel (600 m); vatn Holunúmer: 16918  
Holunafn: SJ-18 Dýptarbil: 0-1845 Verkhluði: Allir Starfsmenn: BR/HF/SSJo/AsG/Sthor/KB/StG

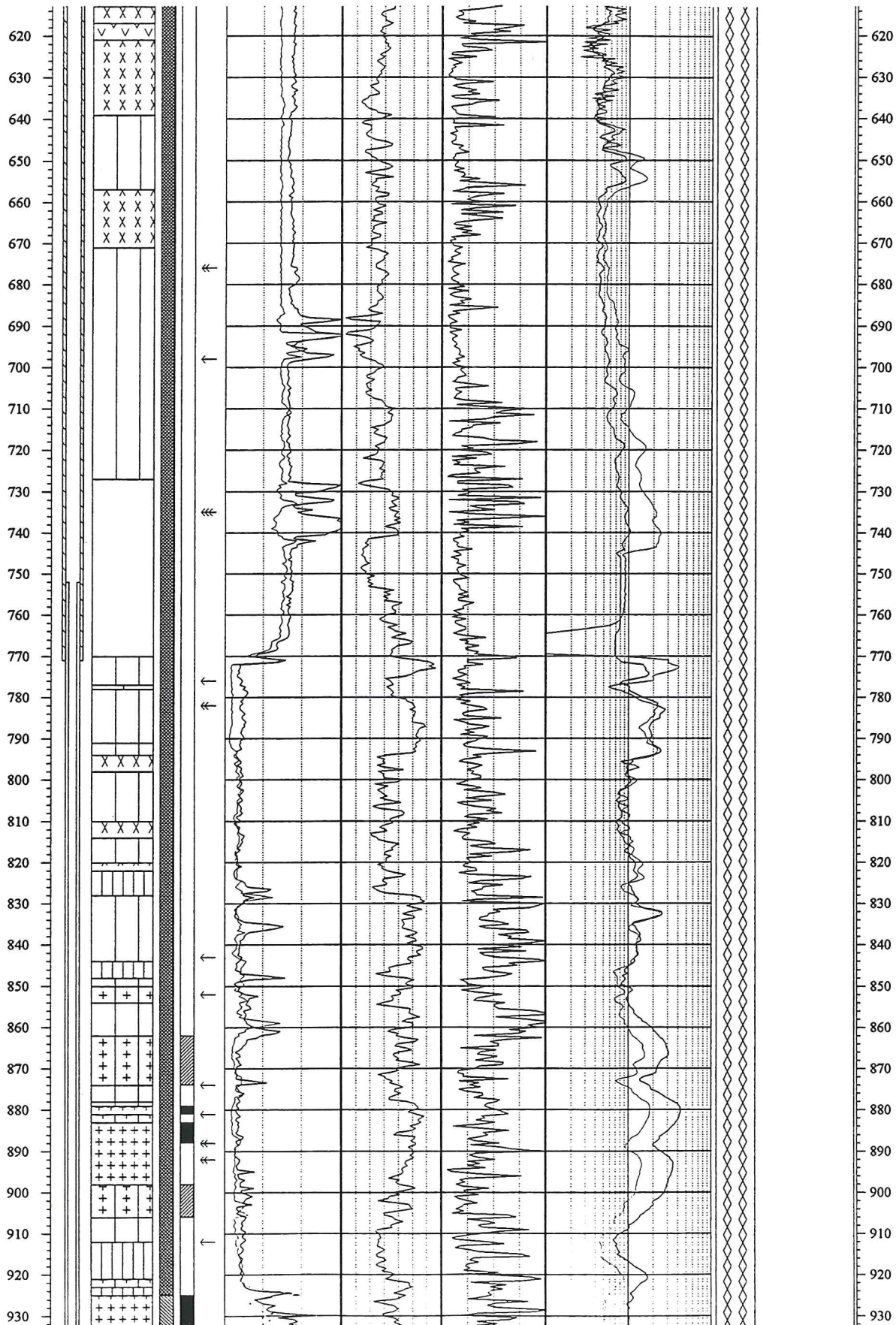


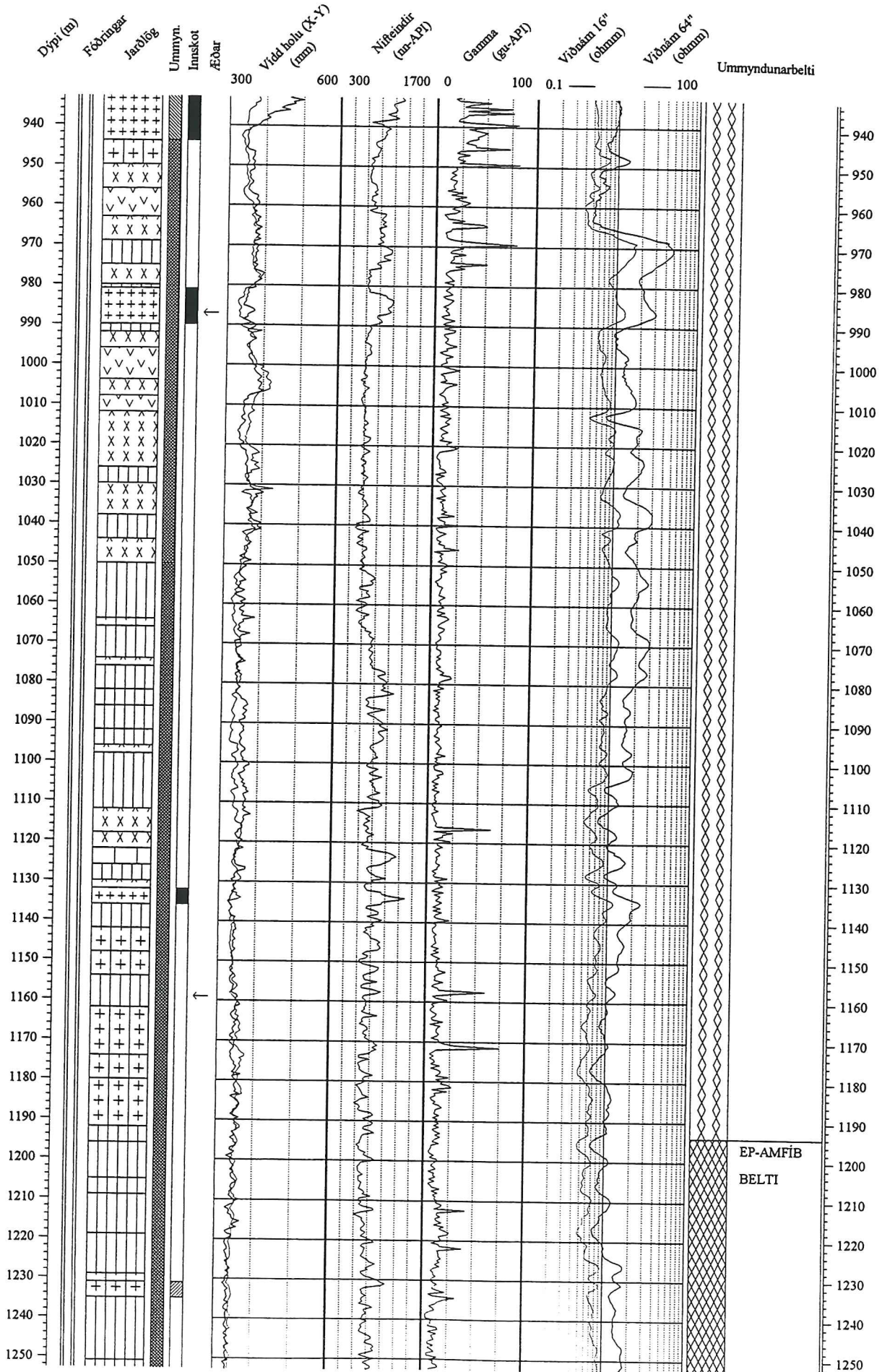




ORKUSTOFNUN  
Rannsóknasvið

Dýpi (m) Fjöðringar Jarðlög Ummyrn Innskot Æðar  
 300 600 300 1700 0 100 0.1 — 100  
 Vidd hólur (X-Y) Niðreindir (m-APL) Gamma (m-APL) Vibration 16" (ohmm) Vibration 64" (ohmm) Ummyndunarbelti

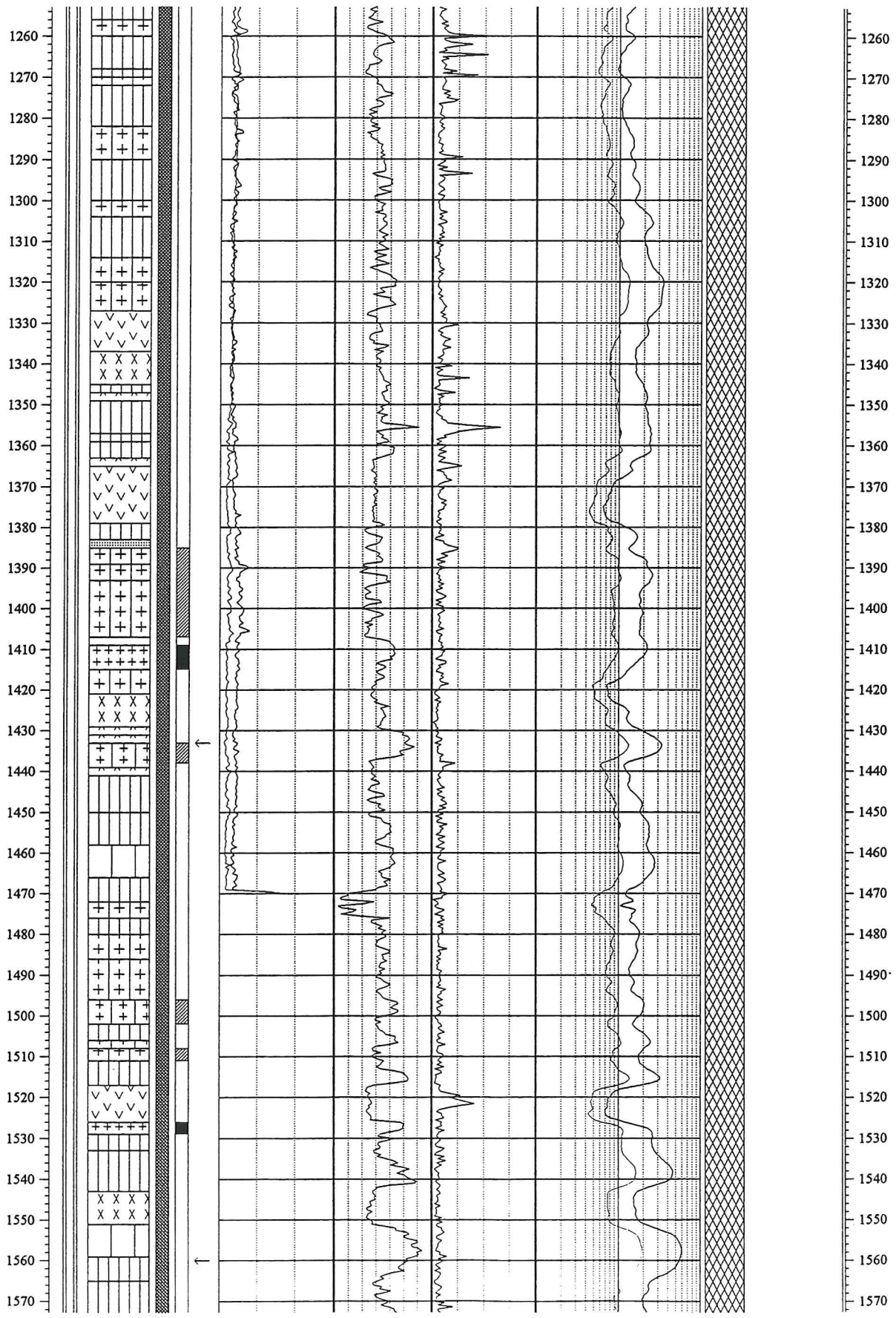


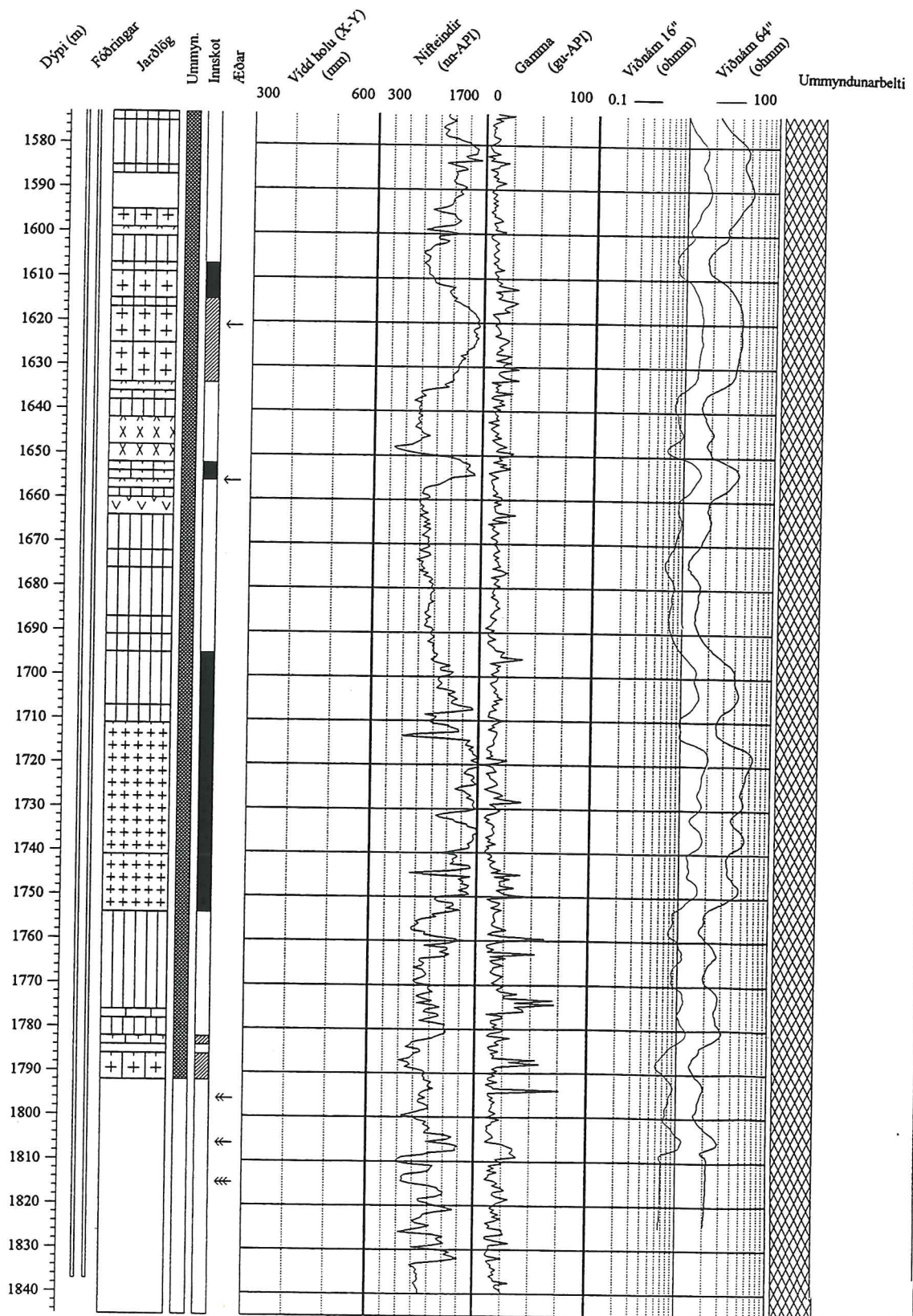






Djúpi (m)    Föðringar    Jarðlög    Ummyn.    Innskot    Æðar    Viðd bolu (X-Y)    Niðreindir (m-AP1)    Gamma (gu-AP1)    Viðnám 16" (ohmm)    Viðnám 64" (ohmm)    Ummyndunarbeiti





Mynd 4.5. Jarðlagasnið og mælingar. Sjá skýringar á bls. 16.

## 5. UMMYNDUN

### 5.1. Tilgangur og greiningaraðferðir

Ummyndun skipar mikinn sess í rannsókn borholu. Hún sýnir þróun jarðhita-kerfisins og jafnframt stöðu þess nú. Auk þess gefur hún vísbendingar um ýmsa mikilvæga þætti háhitasvæðanna, svo sem lekastrúktúra og hita.

Fyrst verður ummyndun frumsteinda bergsins lýst en síðan útfellingum og útfellingaröðum.

### 5.2. Bergummyndun

Mynd 4.5 sýnir flokkun upphleðslu- og innskotabergs eftir ummyndun. Við hlið jarðlagasúlunnar vinstra megin á myndinni er önnur grenni sem sýnir ummyndunarstig einstakra jarðlaga. Þar er greint á milli þess hvort ummyndunin er engin, lítil, í meðallagi eða mikil. Með þessu má t.d. sjá hvort ummyndunarferill sé viðsnúinn, en í þessari holu virðist ekkert benda til þess að svo sé. Þetta auðveldar leit að lekastrúktúrum, og má jafnvel á þennan hátt greina afstæðan aldur einstakra innskota.

Gler tekur að ummyndast mjög ofarlega í jarðlögum (fyrst í leir, síðar í kalsít o.s.frv). Á um 70 metra dýpi hafa a.m.k. 70% glersins ummyndast, og neðan við u.þ.b. 150 metra virðist það að mestu horfið. Minna ummyndað gler finnst þó á stöku stað neðar, yfirleitt í tengslum við innskot.

Ummyndun ólivíns í leir virðist vera alger strax á um 150 metra dýpi. Þó virðist sem á svolitlu bili (220-250 m) sé nokkuð af tiltölulega fersku ólivíni. Neðan við 260 metra er ólivínið nánast undantekningarlaust orðið ummyndað í leir (iddingsít o.fl.). Ólivín virðist ekki ummyndast í amfíból fyrr en á um 1200 metra dýpi.

Ummyndun pýroxens í leir, og síðar í amfíból verður neðar en ummyndun ólivíns, enda er viðnám pýroxens gegn ummyndun mun meira en ólivíns. Pýroxen virðist ekki ummyndast að marki fyrr en neðan við 170 metra, en líkt og hjá ólivíni virðist það ganga til baka á bilinu 220-250 m. Neðan við 260 m fer það að ummyndast í leir og á um 1200 metrum í amfíból. Hvergi í holunni virðist pýroxenið hverfa algerlega.

Plagíóklasi er mun stöðugri en ólivín og pýroxen og helst þar af leiðandi lengur ferskur. Aðeins er farið að örla á ummyndun í leir og albít á um 490 metra dýpi, og er stigvaxandi niður á um 780 metra dýpi, en þar er plagíóklasinn farinn að ummyndast í kalsít. Kalsítummyndun plagíóklasa virðist hverfa á um 1000 metra dýpi, en kemur aftur fram neðan við 1750 m dýpi. Svo virðist sem eitthvað af kalsítummynduninni sé háð lekastrúktúrum í berginu.

### 5.3. Ummyndunarsteindir og ummyndunarbelti

Dreifing ummyndunarsteinda í holunni sést á mynd 5.1. Greiningaraðferðir eru sýndar hver með sínu tákni (sjá skýringar í viðauka 1). Þær eru svarfgræining á borstað með víðsjá, þunnsneiðagreining með bergfræðismásjá og röntgengreining. Sama mynd sýnir einnig fóðrunardýpi, jarðlagasúlu með einfölduðum jarðlagasyrpum, stig bergumyndunar, innskot og svo æðar, sem metnar eru út frá skoltöpum í borun og hitamælingum eftir upptekt borstrengs. Þá er holunni skipt í ummyndunarbelti eftir tegundum ummyndunarsteinda.

Hér á eftir verða taldar upp helstu ummyndunarsteindir, sem notaðar eru til að túlka sögu og ástand jarðhitakerfisins (myndir 5.1 og 5.2).

**Kalsít** (myndir 5.1 og 5.2) finnst nánast alls staðar í holu 18. Aðallega er um tvenns konar kalsít að ræða, stöngullaga kalsít (dogtooth calcite), sem eingöngu finnst í efsta hluta holunnar (< 400 m), og vel kristallað kalsít í holrými og bergumyndun. Einnig er nokkuð um ummyndun plagíóklasa í kalsít.

Afar lítið finnst af kalsíti á 900-1200 metra dýpi, og þá einungis í þunnsneiðum. Einnig virðist lítið um kalsít á köflum neðan 1400 metra, en þó birtist það nærri æðum í neðri hluta holunnar. Yfirleitt hefur kalsít verið talið tengjast vatnsæðum (Benedikt Steingrímsson o.fl., 1994), fremur en hita. Því má bæta við að efri mörk kalsítútfellinga eru við um 280°C, en steindin verður óstöðug við hærri hita. Þessi æðafylgni virðist vera til staðar í efsta og neðsta hluta holunnar, en um miðbikið sýnist fylgnin lítil.

Á þessu stigi er erfitt að skera úr um orsök þessa, en hærri hiti á þessum kafla gæti hugsanlega valdið, enda liggja háhitaummyndunarbelti í holunni grynna en í öðrum holum í nágrenninu. Svo virðist sem kalsít hverfi á sama dýpi og wollastónít birtist og prenit verður sýnilegt í svarfi, en báðar eru Ca-ríkar háhitasteindir. Wollastónít fer að falla út við >270-280°C. Það myndi þýða að kalsítið sem finnst neðan við 1200 metra sé síðari tíma útfelling (enda er kalsítið oft síðasta útfellingin í röðinni, sjá kafla 5.4) sem myndast er kerfið í heild sinni kólnar niður fyrir 280°C, en þannig virðist vera með jarðhitakerfið í Svartsengi.

Einnig vakti athygli að á um 500 metra dýpi var kalsítið óvenju tvíburað.

**Dólómít** (mynd 5.1) er kalsíum-magnesíum karbónat, sem svipar mjög til kalsíts og fellur út við svipaðar aðstæður.

**Síderít** (mynd 5.1) er járnkarbónat og ekki ólíkt kalsíti, en er mun hnúðóttara. Það fellur út við svipaðar aðstæður og kalsít.

**Aragónít** (mynd 5.1) er kalsíumkarbónat, líkt og kalsít, en óstöðugra og kristalbyggingin er önnur. Það finnst aðeins í efsta hluta holunnar (milli 250 og 420 m). Oft finnst þessi steind við efri mörk háhitakerfa (Benedikt Steingrímsson o.fl., 1997)

**Ópall** (mynd 5.1) er vatnað sílíkat og myndast við lághitaaðstæður sem útfelling í porum og sprungum. Í holu 18 finnst hann aðeins milli 80 og 280 m dýpis.

**Kalsedón** (mynd 5.1) kemur fyrst fram á um 180 m dýpi, en kvars á um 300 m dýpi. Kalsedón virðist víkja smám saman fyrir kvars, en það fer að kristallast við um 180°C. **Kvars** finnst meira og minna í allri holunni neðan 300 metra, en kalsedón, sem er í raun smákrystallað afbrigði kvars, hverfur neðan við 800 metra, eftir að hafa farið stigminnkandi.

Zeólítar eru svokölluð vötnuð álsíliköt, þar sem kristalgrindin inniheldur vatn. Auðvelt er að ná vatninu úr kristalgrindinni, eingöngu með því að hita steindina. Við það umkristallast zeólítinn og breytist í aðrar steindir. Vegna þessa falla zeólítarnir í flokk lághitasteinda, nema háhitazeólítinn **wairakít**, en hann finnst neðar í holunni (mynd 5.1). Kjörmyndunarbíl zeólíta er breytilegt. Zeólítarnir verða yfirleitt óstöðugir ofan við 200°C, nema wairakít. Stundum helst kristalbyggingin og er þekktanleg þótt steindin sé breytt.

**Stilbít**, **mordenít** og **heulandít** (myndir 5.1 og 5.2) eru nokkuð algengir zeólítar í holu 18. Þessar steindir falla út við lægri hita en 100°C (ca. 70-100°C). Þetta eru með fyrstu ummyndunarsteindum og finnast efst í jarðhitakerfinu. Þær koma fram á um 180 metra dýpi og hverfa aftur á rúmlega 300 metra dýpi, sem bendir til þess að neðan 300 metra sé hitastigið orðið 150-200°C.

**Laumontít** (myndir 5.1 og 5.2) kemur fyrst fram á um 220 metra dýpi, en það gefur vísbendingu um 120-200°C hita eða hærri.

**Prenít** (mynd 5.1) er kalsíum-ál sílikat og myndast við svipaðan hita og klórít og epidót, um 230°C. Þessi steind finnst fyrst á rúmlega 500 metra dýpi og á stangli eftir það. Fannst fyrst í þunnsneið, en ekki í svarfi með vissu fyrir en á um 850 metra dýpi.

Á 508 metra dýpi greinist **epidót** (myndir 5.1 og 5.2) í holu SJ-18 í fyrsta sinn. Þetta er um 100 metrum ofar en í nærliggjandi holum, og bendir eindregið til þess að ummyndunin í holu SJ-18 sé meiri en í öðrum holum í Svartsengi, hugsanlega vegna meiri nándar við hitauppstreymi jarðhitakerfisins. Epidót fellur út við hita hærri en 240-250°C, og eru efri mörk klórít-epidót beltisins miðuð við fyrstu merki epidóts. Epidót verður verulega áberandi neðan 550 metra dýpis.

**Wollastonít** er afar falleg, fingerð og þráðlaga háhitasteind, og kristallast oft í knippum og getur þá minnt á ull (myndir 5.1 og 5.2). Wollastónít er Ca-steind og gefur til kynna hita um 270°C eða hærri. Það var fyrst greint í þunnsneið á um 910 metra dýpi. Athygli vekur að þessi steind birtist á svipuðum slóðum og kalsít virðist hverfa úr kerfinu. Þetta gæti bent til þess að hitastigið sé orðið svo hátt að kalsítið sé orðið óstöðugt og að Ca-jónirnar bindist fremur í steindum eins og preníti og wollastóníti. Það gæti þýtt að hitastigið sé orðið nokkuð yfir 280°C. Er neðar dregur fer kalsítið aftur að kristallast ásamt wollastóníti og hefur hitinn þá hugsanlega lækkað örlítið og liggur nærri 280°C. Allar líkur eru þó á að kalsít hafi fallið út síðar en wollastónít og gæti það bent til kælingar niður fyrir 280°C.

**Aktínólít**, sem er amfiból, og granat virðast birtast samtímis í holunni á um 1200 metra dýpi (myndir 5.1 og 5.2). Fyrst varð þeirra vart í þunnsneiðum, en síðar í svarfi. Einnig sést aktínólít í röntgengreiningu. **Granat** virðist myndað við hærri hita en 280°C, og aktínólít fellur einnig út við þann hita. Efri mörk epidót-amfiból

beltisins eru sett þar sem fyrst ber á aktínólíti. Aktínólít og granat hafa ekki fundist í öðrum Svartsengisholum (SJ-19, S-4, S-5, S-6, S-7, S-8, sjá Hjalti Franzson, 1990). Af þessu virðist mega ráða að hola SJ-18 sé nær meginuppstreymi hitans en aðrar holur eins og líkur höfðu verið leiddar að (Hjalti Franzson 1996; Jón Örn Bjarnason 1996; Sverrir Þórhallsson 1997), eða að ekki hafi nægilega verið leitað að þessum steindum í öðrum holum.

**Anhýdrít** (mynd 5.1) myndast meðal annars vegna upphitunar á sjó. Því er þessi steind algeng í Svartsengi, þar sem selta vökvans í jarðhitakerfinu er um 2/3 af seltu sjávar. Því kemur ekki á óvart að þessi steind finnist víða í holunni. Þar sem anhýdrít kemur fyrst fram er það tært og plötulaga, en er komið er niður í háhitann er það fremur hvítt og massíft, svokallað sykuranhýdrít.

**Sphen** (mynd 5.1), er sílíkat sem fellur út við svipaðar aðstæður og kalsít. Það finnst fyrst í þunnsneið á um 400 metra dýpi, og á stangli neðan við 900 metra. Í svarfgræiningu sést það fyrst á um 1200 metrum.

**Magnetít** (mynd 5.1) er málmsteind og ein af prímerum steindum í berginu.

**Pýrít** (einnig kallað glópagull) finnst nánast alls staðar í holunni (myndir 5.1 og 5.2). Oft hefur verið reynt að tengja pýrít við vatnsgengd, líkt og kalsít (Benedikt Steingrímsson o.fl., 1997). Í holu SJ-18 virðist magn pýríts vera hlutfallslega meira nærri æðum og þar sem kalsít er áberandi en annarsstaðar. Ekki var gert tölfræðilegt mat á afstæðum breytingum á magni pýríts í þessari athugun. **Kalkópýrít** (sem inniheldur kopar) fannst í litlu magni í holunni.

**Ljósgrænan, fínfjaðraðan leir** er að finna víða í smektít-zeólítabeltinu, frá um 100 metrum og allt niður á rúmlega 500 metra dýpi. Yfirleitt er þessi leirgerð flokkuð sem lághitaútfelling, þó hún virðist teygja sig hér eitthvað niður í háhitann.

**Dökkgrænn, gróffjaðraður leir** er vitnisburður um háhita, þar sem hitinn er kominn í um 200°C a.m.k.. Hann virðist fyrst gera vart við sig á rúmlega 500 metra dýpi.

**Smektít** (mynd 5.1) er leirsteind sem verður til við tiltölulega litla ummyndun og lágan hita. Oft er það tilkomið vegna ummyndunar á gleri og ólivíni. Smektít fellur út við svipaðar aðstæður og zeólítar. Þessi leirsteind var fyrst greind nærri toppi holunnar en síðan allt niður á um 500 metra dýpi. Á um 395 metra dýpi tekur smektít að ummyndast í **blandlagsleir** (mynd 5.3) (röntgengreining), en það er vísbending um 200°C hita. **Klórít** (mynd 5.3) myndast síðan á um 420 metra dýpi (röntgengreining) og er þá komið í klórít ummyndunarbeltið. Klórít finnst alveg niður í botn holunnar.

**Oxun** virðist vera til staðar víðast hvar í holunni, og þá yfirleitt í tengslum við efra og/eða neðra borð einstakra hraunlaga (karga) eða nærri jöðrum innskota.



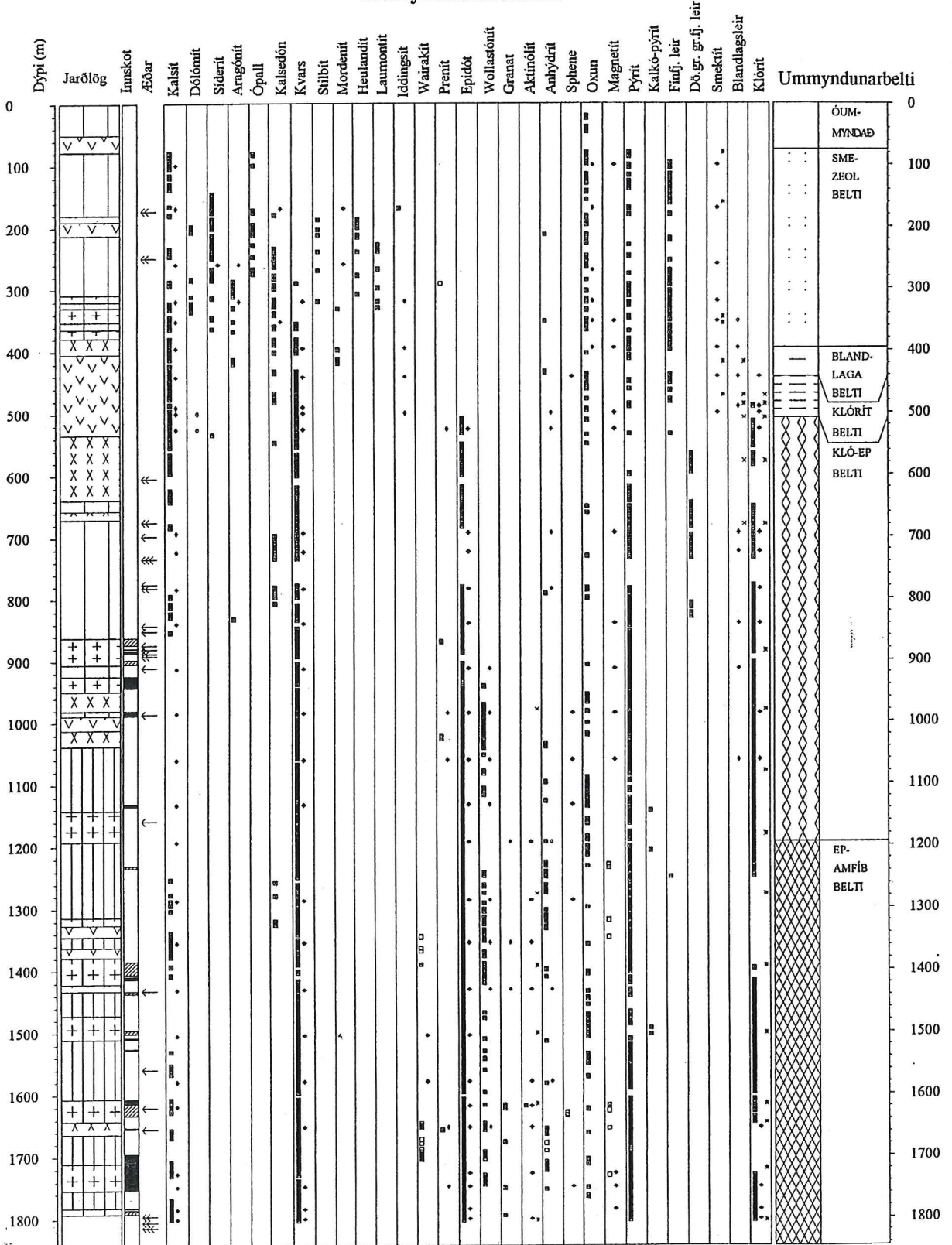
Staður: Svartsengi  
Holunafn: SJ-18

Bor: Jötunn  
Dýptarbil: 0-1845

Skolvökvi: Gel (600 m); vatn  
Verkluti: Allir

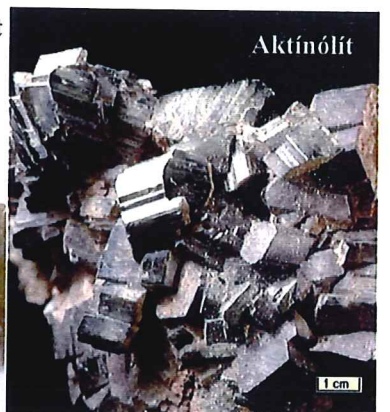
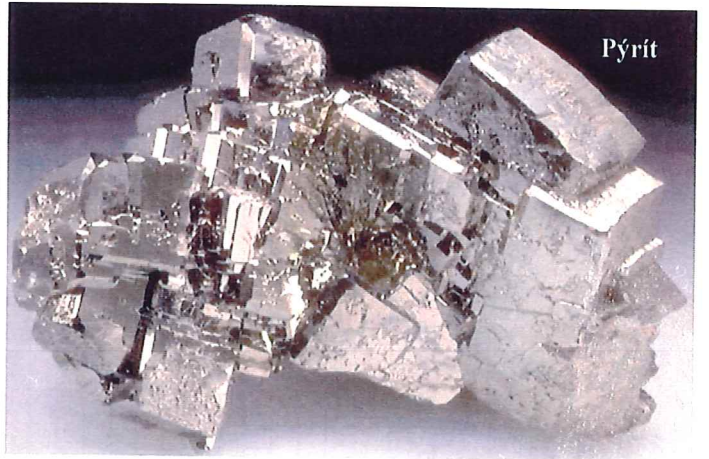
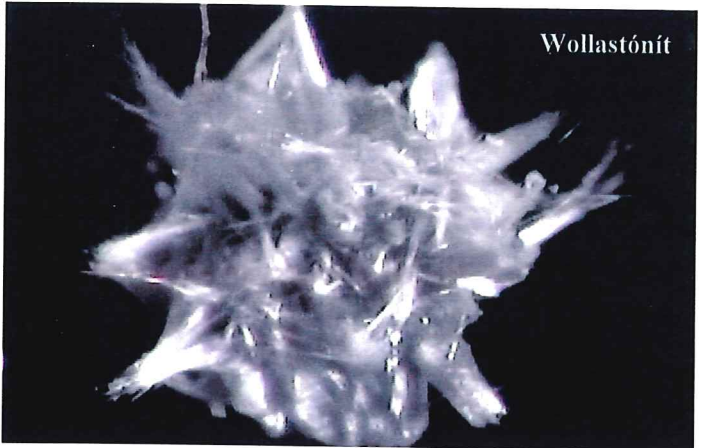
Holunúmer: 16918  
Starfsmenn: BR/HF/SSJo/AsG/SThor/KB/StG

Ummyndunarsteindir



Mynd 5.1. Einfaldað jarðlagasnið, dreifing ummyndunarsteinda og ummyndunarbelti

# Steindir



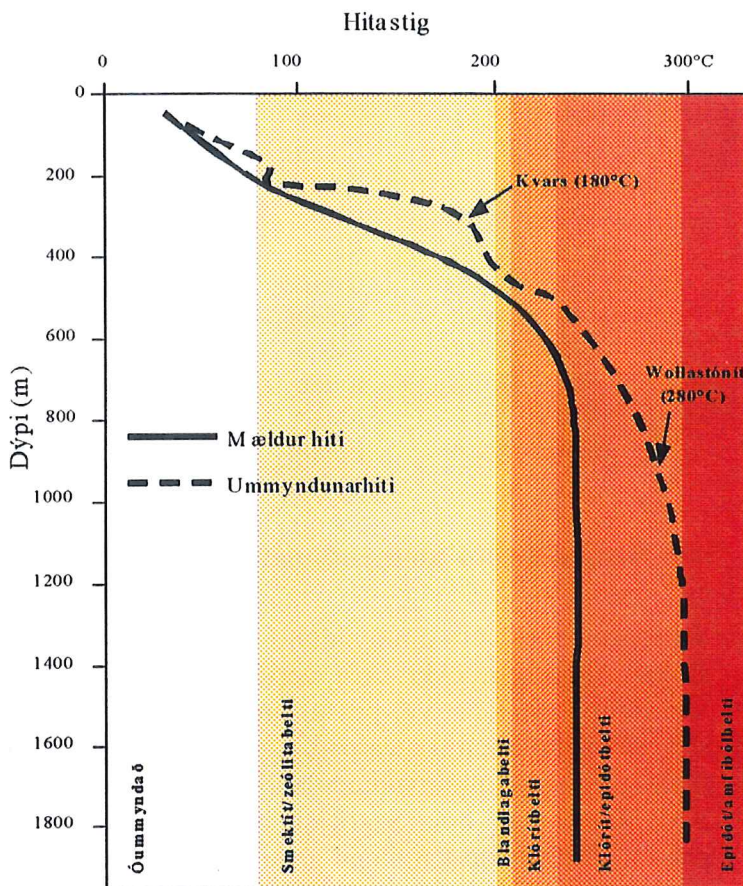
Mynd 5.2. Helstu ummyndunarsteindir er fundust í holu SJ-18.



#### 5.4. Samanburður á mældum hita og ummyndunarhita.

Mynd 5.3 sýnir samanburð á líklegum berghita (sjá kafla 7) og hita sem ummyndunarsteindir gefa til kynna. Eins og sjá má virðist bergið hafa kólnað. Það er í samræmi við fyrri rannsóknir sem benda til þess að Svartsengiskerfið sé almennt að kólna.

Mynd 5.3. Samanburður á ummyndunarhita og mældum hita nú.



#### 5.5. Tímavensl útfellinga

Um tímaraðir útfellinganna í holu SJ-18 er það eitt að segja að þær virðast mjög eðlilegar. Ummyndunarsteindirnar raða sér eftir hitastigi sem hækkar með dýpi. En neðan við um 1200 metra fer að bera á kalsíti sem síðustu útfellingarsteind, og kemur það eftir háhitasteindum eins og wollastóníti og granati. Þetta bendir til þess að neðsti hluti holunnar hafi kólnað nokkuð frá því sem áður var, alltjént niður fyrir 280°C, þannig að kalsítið sé tekið að falla út aftur sem síðasta ummyndunarsteind. Eftirfarandi raðir voru til staðar:

Dýpi (m)	Röð ummyndunarsteinda				
100	Leir	Kalsít			
170	Leir	Kalsít			
260	Leir	Kalsít			
352	Leir	Kalsít			
396	Leir	Kvars	Kalsít		
442	Leir	Kvars	Kalsít		
490	Leir	Kalsít	Kvars		
500	Leir	Kalsít	Kvars		
526	Kalsít	Klórít	Kvars	Prenít	
694	Kalsít	Klórít	Kvars	Epidót	

724	Leir	Kalsít	Klórít	Kvars	Epidót	
784	Apatít	Kalsít	Kvars	Epidót		
840	Leir	Epidót				
914	Leir	Klórít	Kalsít	Epidót	Kvars	
986	Sphen	Kvars	Epidót			
1062	Klórít	Sphen	Wollast.	Epidót	Kvars	Kalsít (-)
1134	Kvars	Klórít	Epidót	Wollast.		
1194	Kvars	Klórít	Epidót	Granat	Kalsít	
1288	Klórít	Kvars	Epidót			
1356	Kvars	Granat	Epidót	Kalsít		
1432	Klórít	Epidót				
1506	Klórít	Kvars	Epidót			
1580	Klórít	Kvars	Epidót			
1620	Klórít	Kalsít	Epidót			
1654	Klórít	Epidót	Wollast.	Kvars		

## 5.6. Samanburður ummyndunar og jarðlaga SJ-18 við nærliggjandi holur

Til er samantekt um ummyndun í flestum eldri holum í Svartsengi (Hjalti Franzson 1990). Þar sem ekki hafa verið gefnar út sérstakar skýrslur um eldri holur í Svartsengi, er stuðst við þessa samantekt hér. Þar er birt þversnið í SV-NA-stefnu sem síðari holunum er varpað á. Þetta þversnið er hér notað til að tengja einstök jarðlög og mörk ummyndunarbelta milli þversniðsins og holna SJ-18 og 19 (mynd 5.4). Reyndar er hola SJ-18 sú borhola sem lengst er frá þversniðinu til suðurs, þannig að einstakar tengingar gætu verið erfiðar.

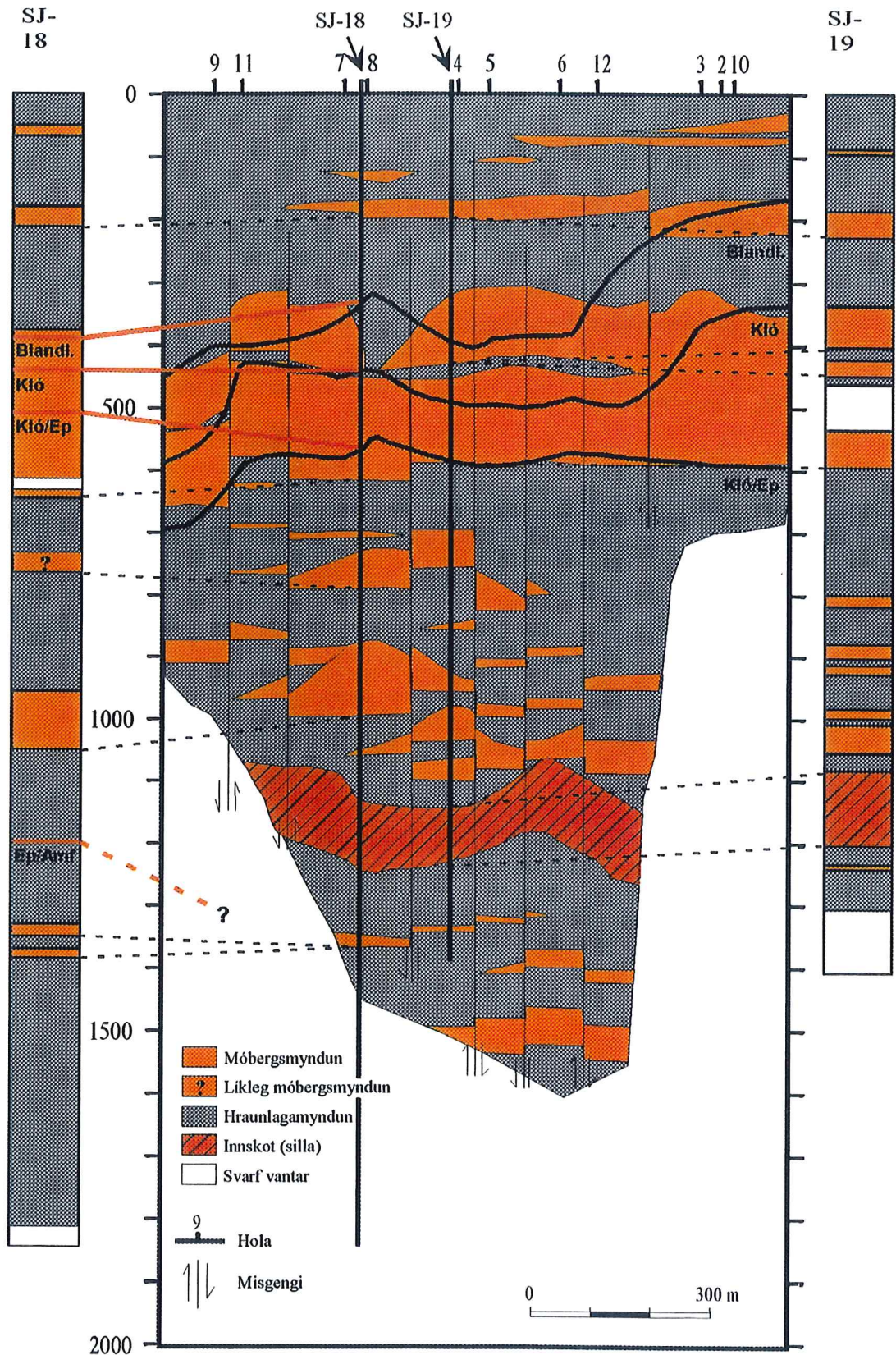
Ummyndunarbelti í SJ-18 ná mun ofar en í öðrum holum í nágrenninu, en hún er eina hola sem nær niður í epidót-amfíból belti. Þetta gæti hugsanlega bent til þess að hola sé staðsett nær uppstreymisrás jarðhitakerfisins.

Einfaldað jarðlagasnið SJ-18 virðist koma ágætlega heim við þversniðið og jarðlagasnið holu SJ-19 að flestu leyti. Áberandi dólerítinnskot, er virðist finnast í öllum holum á milli 1050 og 1250 m, kemur þó ekki fram í SJ-18. Þetta u.þ.b. 100 metra þykka innskot (silla) virðist því þynnast til suðurs og hverfa á milli holna SJ-18 og 19.

Tengingar milli móbergsmýndana geta hinsvegar verið varasamar þar sem einstaka móbergsstapar eða hryggir hafa mjög takmarkaða útbreiðslu og mjög ójafnt yfirborð. Nokkuð áreiðanlegt er þó að tengja neðra borð myndananna yfir skemmri vegalengdir.

Svo virðist sem einhver misgengi séu á milli holnanna, enda allt svæðið meira og minna krosssprungið. Þannig virðist sem þær tengingar sem gerðar voru við SJ-18 bendi til að einingarnar sitji um 30-50 metrum neðar en í hinum holunum.

**Samanburður á jarðlögum SJ-18, SJ-19 og þversniðs, SV-NA, ca. 400 metrum norðan SJ-18 (Hjalte Franzson, 1990).**



**Mynd 5.4. Jarðlög og ummyndun í SJ-18 borin saman við nærliggjandi holur.**

## 6. EDLISÁSTAND JARÐHITAKERFIS

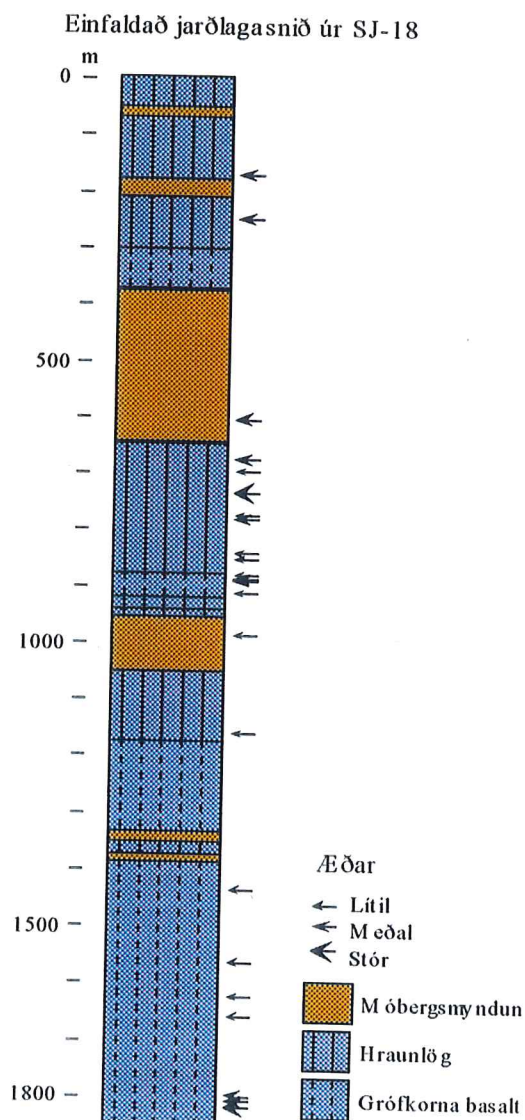
### 6.1. Staðsetning vatnsæða

Mat á vatnsæðum og staðsetningu þeirra er fyrst og fremst byggt á skoltöpum í borun, þrýstingsbreytingum vatnssúlu í holu og hitamælingum í holunni. Gögn um þessa þætti geta verið misáreiðanleg, og þess vegna er reynt að meta æðarnar hverju sinni, með samanburði milli aðferða. Einnig er reynt að meta stærð æðanna út frá skoltöpum og breytingum á hitastigi. Hitamælingarnar gefa mjög góða vísbendingu um staðsetningu, en sjá því miður ekki minni æðar ef vatn úr stórum æðum flæðir niður í holuna. Þá verður að styðjast við mælingar sem gerðar voru meðan á borun stóð, en því miður er ekki hægt að staðsetja minni æðar, þar sem ekki varð algert skoltap, með meiri nákvæmni en  $\pm 5$  m. Eftirfarandi niðurstöður fengust (mynd 6.1).

Tafla 5. Listi yfir vatnsæðar.

173m	Meðalstór*
250m	Meðalstór
605m	Meðalstór
676m	Meðalstór
698m	Lítill
735m	Stór
776m	Lítill
782m	Meðalstór
843m	Lítill
852m	Lítill
874m	Lítill
881m	Lítill
888m	Meðalstór
892m	Meðalstór
912m	Lítill
987m	Lítill
1159m	Lítill
1433m	Lítill
1560m	Lítill
1621m	Lítill
1656m	Lítill
1796m	Meðalstór
1806m	Meðalstór
1815m	Stór

\*Lítill æð: <5 l/s.  
 Meðal æð: 5-25 l/s.  
 Stór æð: >25 l/s



Mynd 6.1. Einfaldað jarðlagasnið með vatnsæðum

1. **173 m.** Þetta er fyrsta æðin sem bærði á sér í holunni. Skoltap var snögg og algert, en þegar það varð, var borað með geli, um 20 l/s, og þéttist lekinn tiltölulega hratt. Þessi æð sést í hitamælingum. Æðin kemur fram í miðju lítið ummyndaðs hraunlags.
2. **250 m.** Þessi æð kemur greinilega fram í hitamælingum (hiti hækkar úr 10°C í um 95°C), en virðist ekki sjást í borgögnum. Reyndar er þessi æð svo nærri fôðringarenda að líklega hafa mælingar á skoltapi farist fyrir er byrjað var að bora eftir öryggisfôðrun, en greinilegt er að það vantar skoltapsmælingar á um 30 metra dýptarbili (250-280 m). Ekki virðast heldur verða neinar breytingar á þrýstingi vatnssúlunnar. Mat á stærð æðarinnar er eingöngu byggt á hinu mikla stökki í hita er verður í 250 metrum. Æðin er talin meðalstór og er í hraunlagastafla þar sem skiptast á hraunlög, misummynduð, og virðist æðin vera á mörkum tveggja hraunlaga.
3. **605 m.** Milli 250 m og 605 m er holan mjög þétt. En í 605 metrum verður algert skoltap, en það þýðir um 20 l/s. Æðin þéttist ekkert næstu tímana, þrátt fyrir að borað var með geli og glimmer var blandað í það. Dæling var aukin verulega og skipt úr geli í vatn. Þá þéttist æðin fljótlega. Ekkert svarf kom upp, en af borhraða má ráða að um hart basalt sé að ræða, annað hvort innskot eða hraunlög í miðri móbergssyrpu. Nifteinda- og viðnámsmælingarnar benda eindregið til að um þétt hraunlag/innskot sé að ræða.
4. **676 m.** Hér verður vart nokkurs skoltaps, um 5 l/s, en fyrst í um 690 m nær það um 15 l/s. Hitamælingarnar sýna að aðalæðin sé í um 676 metrum, en líklega hefur hún ekki galopnast fyrr en borinn var kominn í um 690 metra. Þetta er í hraunlagastafla, rétt neðan túfflags, en líklegt er að skoltapið verði á mörkum þessara tveggja eininga.
5. **698 m.** Hér virðist koma inn lítil æð sem einungis virðist sjást í hitamælingum, en samkvæmt jarðlagagreiningu og jarðlagamælingum er líklega um sprungu að ræða í fremur þéttu hraunlagi.
6. **735 m.** Hér verður algert skoltap, en dæling var um 60 l/s. Þetta er því stór æð. Hún er áberandi, í borgögnum og hitamælingum. Ekki kom upp neitt svarf, sama hvað reynt var að þétta holuna, en af borgögnum má ráða að líklega sé um hraunlög að ræða. Borað var í algeru skoltapi niður á 777 m dýpi.
7. **776 m.** Þetta er lítil æð og sést einungis í hitamælingum. Hún virðist staðsett á mörkum tveggja hraunlaga.
8. **782 m.** Meðalstór æð sem sést bæði á borgögnum og hitamælingum. Líkt og æðin hér að ofan, virðist hún staðsett á milli hraunlaga.
9. **843, 852, 874, 881, 888, 892, 912 og 987 m.** Hér kemur mikil syrpa af smáum og meðalstórum æðum. Vegna þess hve stutt virðist vera á milli þeirra eru skoltöpin mjög á flökki og erfitt að henda nákvæmlega reiður á hvenær nýtt skoltap verður og hvenær æðar opnast aftur. Hægt er þó að segja með vissu út frá borgögnum, að mikið er um smáæðar, en ómögulegt að staðsetja þær nákvæmlega. Ferill hitamælinga getur aftur á móti gefið góðar vísbendingar um vatnsæðar, og skoltöp gera það jafnframt að vissu marki. Hér er þessari aðferð því beitt, auk þess sem reynt er að hafa tölu á æðunum. Þessi syrpa virðist vera í hraunlagastafla, sem er nokkuð skorinn af innskotum. Nifteindir, viðnám og jarðlagagreining benda til að mikið sé um lagmót og innskot á þessu dýpi og æðarnar væntanlega í tengslum við þessi mót.

10. **1159 m.** Lítil æð sem eingöngu sést í skoltapi. Staðsetning er ekki mjög nákvæm,  $\pm 5$ m, og er líklega í tengslum við hraunlagamót sem nokkuð er af á þessu dýpi.
11. **1433, 1560, 1621 og 1656 m.** Litlar æðar, sem sjást í skoltapi, en einnig vottar fyrir þeim í hitamælingum (sjá mynd 6.2.). Hitamælingar gefa ekki góðar vísbendingar á þessu bili þar sem mikið flæði er úr æðunum milli 800 og 1000 m og niður í holuna. Efsta æðin og þær tvær neðri virðast tengjast innskotum, en æðin í 1560 m er við lagmót í hraunlagastafla.
12. **1796 m.** Meðalstór æð sem eingöngu sést í skoltapi og þrýstifalli. Ekkert svarf er til af þessu dýpi.
13. **1806 m.** Fram að þessu dýpi hafði skoltapið verið að vaxa jafnt og þétt, og þegar komið var niður í 1806 m hætti skolvökvi alveg að koma upp. Þá varð svolítið þrýstingsfall, þannig að vatnsborð lækkaði nokkuð. Af gamma-, nifteinda- og viðnámsmælingum virðist mega ráða að hér hafi verið borað í innskot.
14. **1815 m.** Stór æð sem kemur fram í mikilli þrýstingslækkun, við lækkun vatnsborðs í holunni og í hitamælingu, þar sem greinilegt er að rennslið inn í holuna í um 800-1000 metrum fer út aftur í 1815 metrum (mynd 6.2). Þessi æð er líklega sú langstærsta í holunni, enda gáfu þrepaprófanir ekki annað til kynna en að æðin tæki við öllu sem reynt var að dæla á hana (sjá kafla 6.2). Ekki gefa jarðlagamælingar neitt afgerandi til kynna um berggerðina, en líklegt er að um hraunlagasyrpu sé að ræða.

Þegar litið er til jarðlagamælinganna annars vegar og æðakaflanna hins vegar má sjá nokkra fylgni á milli skápa í holuveggjunum og æða. T.d. er áberandi mikið af skápum á milli 600 og 950 m, en þar er mikill æðakafla (sjá mynd 4.5 og viðauka 1). Hugsanlega er hægt að tengja einstakar æðar við einstaka skápa. Viðsnúningur í viðnámsferlum gæti tengst þessum æðakafla (sjá kafla 4.3), en einnig virðist sem bæði náttúrulegt gamma og nifteindir aukist þar. Um það hefur verið fjallað í kafla 4.3. Sams konar breytingar virðast ekki eiga sér stað í botni holunnar þar sem stórar æðar eru til staðar.

Svo virðist sem helstu æðarnar komi fram í hraunlagastöflum (sjá viðauka 1), og væntanlega einna helst nærri mörkum einstakra hraunlaga, en upplausn upplýsinganna, sérstaklega í vinnsluhluta holunnar, er ekki nægileg til að staðsetja allar æðar með einstaka lagmót í huga. Ástæða þess er sú skekkja, sem kom fram í samanburði á svarfupplýsingum og jarðlagamælingum og rædd var í kafla 4.3. (Sjá einnig viðauka 1 um fylgni æða og innskota).

## 6.2. Vatnslekt

Hola SJ-18 var þrepaprófuð miðvikudaginn 25. nóvember 1998. Fylgt var fyrri venju, og þrepaprófað eftir að Jötunn lauk sínu verki. Nú þurfti þó að krækja vatnsveitunni milli fóta Jötni þar sem hann stóð enn á holunni meðan mælt var. Dælt var í tveimur þrepum, 50 og 75 l/s. Meiru annaði vatnsveitan ekki inn á borplanið. Rennslið var ákvarðað með hljóðbylgjumæli orkuversins. Síðast hafði verið dælt á holuna tæpum tveimur vikum fyrr.

Myndir 6.2 og 6.3 sýna hitamælingar sem söfnuðust í þrepunum tveimur. Mjög bregður þeim til fyrri mælinga í þeim skilningi að vatn í efri æðakafla holunnar,

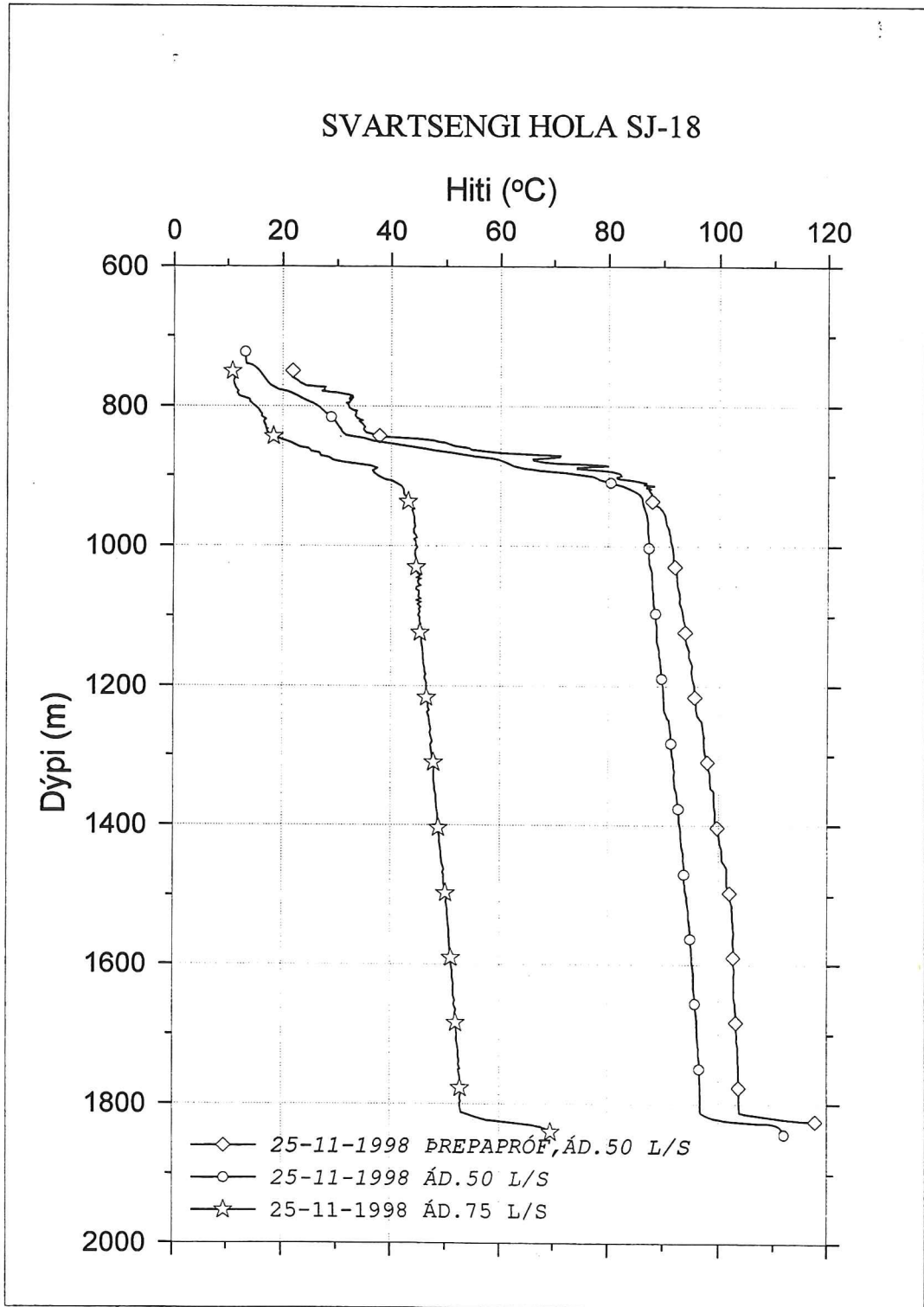
milli 780 og 920 m dýpis, rann inn með ádælingarvatninu og hitaði niðurrennslið umtalsvert. Æðar sjást vel á myndunum, þær eru helstar á 776, 782, 843, 852, 874, 881, 888, 892, 912 m og svo botnæðin góða á 1815 m. Giska má á framlag efri æða til heildarrennslisins niður í botnæðina. Gert er ráð fyrir 240°C innstreymishita þeirra. Þá fæst að í 50 l/s þrepinu hitnaði ádælingin úr u.þ.b. 30°C í 86°C sem jafngildir þá 18 l/s innstreymi. Að sama skapi hitnar ádælingin úr u.þ.b. 17°C í 44°C í 75 l/s þrepinu. Það gefur 10 l/s innstreymi úr efri æðunum. Í fyrra þrepinu fóru því u.þ.b. 70 l/s út í botnæðina en 85 l/s í því seinna.

Aðaltilgangur þrepaprófsins var að fá mat á lekt æðakerfanna tveggja í SJ-18, hvors um sig. Fyrirfram var vitað að slíkt gæti orðið torsótt sökum góðrar gæfni botnæðarinnar og heita innstreymisins úr efri æðunum, sem auðveldlega gæti steikt mælitækin. Því voru aðeins skoðuð tvö þrep, 50 og 75 l/s. Við 50 l/s helst botnhitinn rétt um 100°C sem er við þolmörk þrýstímælisins sem notaður var. Þrýstímælirinn var því hafður á 1800 m dýpi í prófinu. Mynd 6.4 sýnir sögu þrýstings á því dýpi gegnum prófið.

Það sem fyrst vekur athygli við skoðun myndar 6.4 er að þrýstisveiflan í holubotni er mjög lítil, eða 1,5 bör fyrir rennslisbreytingu úr 70 í 85 l/s. Þar með fæst að viðnámsstuðull botnæðarinnar er af stærðarþrepinu 1 m/(l/s), sem er með því besta sem gerist í Svartsengi. Þess utan eru í myndinni truflanir frá hitabreytingum og koma þær fram sem lækkandi þrýstingur milli kl. u.þ.b. 17:10 og 17:50. Þarna er holan einfaldlega að kólna við aukna ádælingu og veldur það rekinu. Stökkið í þrýstiferlinum kl. 17:50 verður þegar leiðrétt er fyrir hitabreytingunni. Að þessu gefnu er talið að botnþrýstingurinn hafi hegðað sér eins og sýnt er með slitinni línu. Þar með fæst að hola 18 örvast ekki í ádælingunni heldur gleypir léttilega það vatn sem í hana er sett. Þegar þetta lá fyrir þótti ekki ástæða til að liggja yfir þrepaprófinu öllu lengur og því hætt upp úr kvöldmat.

Rennsli úr efri æðunum til holunnar fellur úr 18 í 10 l/s við aukna ádælingu eins og áður sagði, en þrýstibreyting við æðarnar er af stærðarþrepinu 1 bar. Taka ber fram að ójafn holuhiti og ferð á mæli getur breytt þrýstifallinu eitthvað. Þar með fæst viðnámsstuðull fyrir efri æðarnar sem er sambærilegur við þær neðri, eða kringum 1,3 m/(l/s). Þetta er lágt gildi, en nú ber að gæta þess að 240°C vatn er að streyma um æðarnar. Samkvæmt reynslunni frá öðrum holum gæti viðnámsstuðullinn í rennsli kalds vatns verið allt að tífalt hærrí. Það skýrir hvers vegna ekki var fullt skoltap út í efri æðakaflann í boruninni, en í henni var viðnámsstuðullinn af stærðarþrepinu 400 m/(20 l/s skoltap) sem gefur þá 20 m/(l/s).

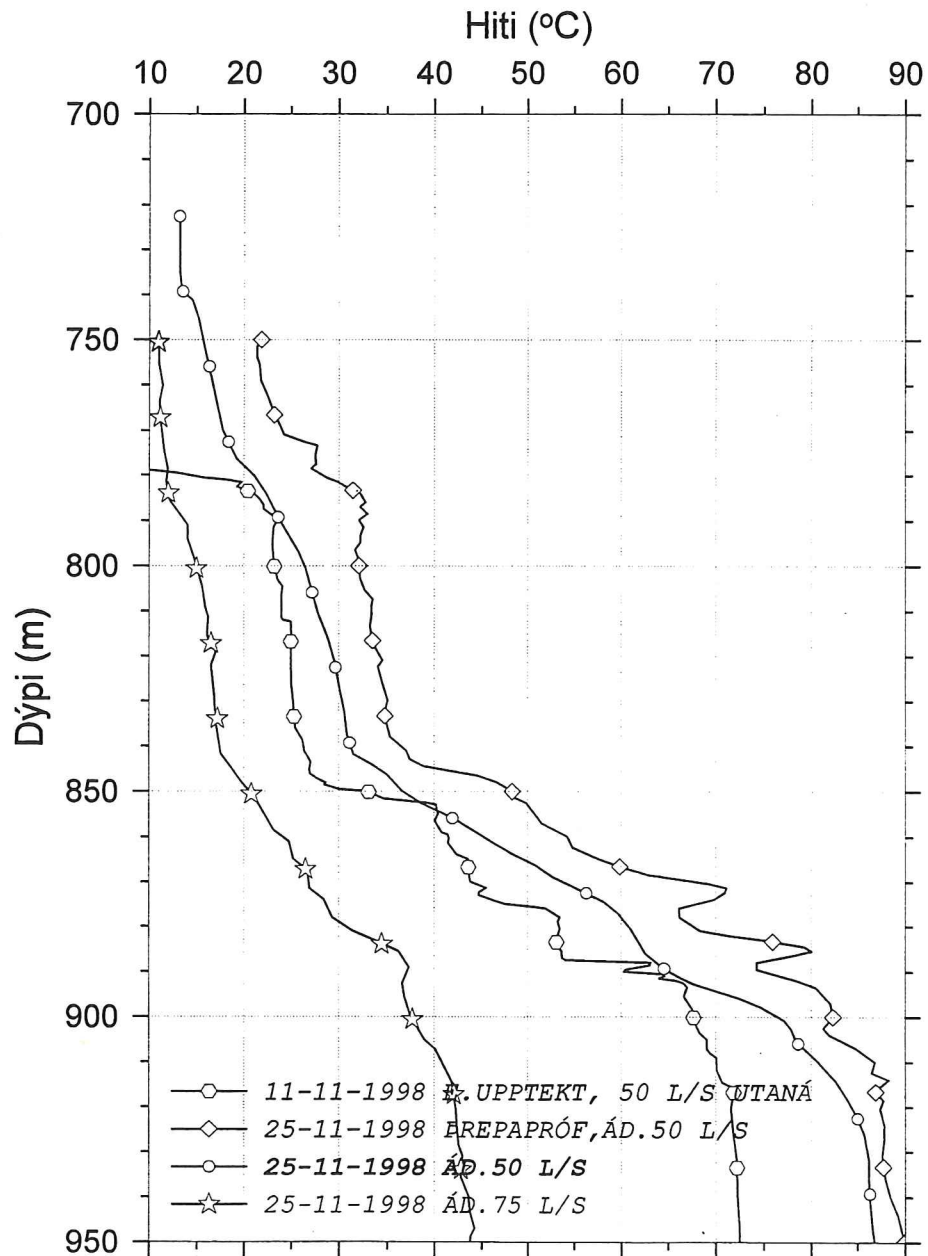
Þrepaprófinu í holu 18 lauk svo með hallamælingum í 1000, 1200, 1400, 1600 og 1800 m dýpi. Þær staðfestu fyrri grun um að halli holunnar ykist jafnt og þétt og endaði í 22° í 1800 m dýpi. Mesta lárétta hliðrun frá holutoppi gæti þar með verið um 270 m. Halla- og stefnumælingar í opinni holu gáfu til kynna að holan stefni í SSA.



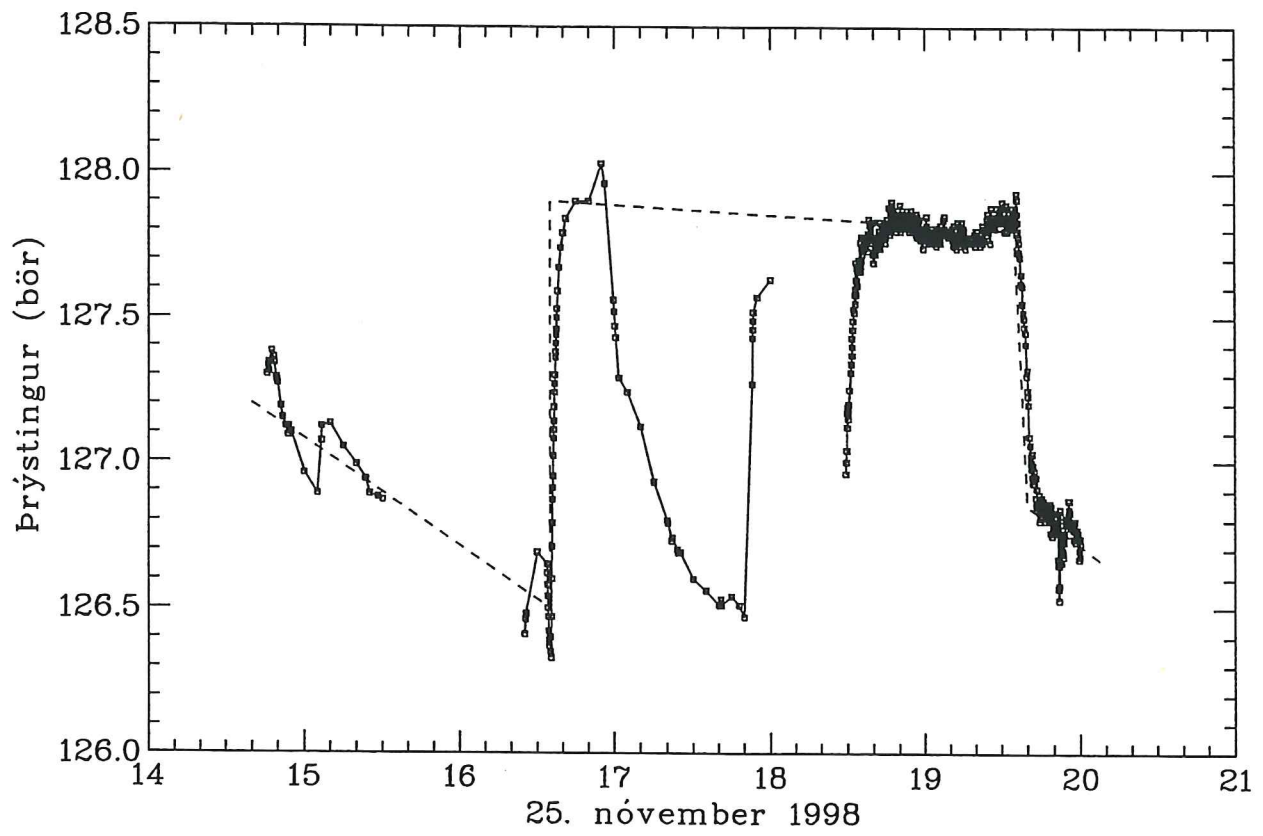
Mynd 6.2. Hitamælingar í þrepaprófun holu SJ-18



SVARTSENGI HOLA SJ-18



Mynd 6.3. Hitamælingar í þrepaprófun holu SJ-18, efri æðar.



Mynd 6.4. Ferill þrýstiprófunar á 1800 metra dýpi

### 6.3. Berghiti og upphafsþrýstingur

Allar djúpar holur í Svartsengi sem boraðar hafa verið utan gufupúðans skera tvö vatnskerfi. Í efstu þrjú hundruð metrunum í svæðinu ræður ríkjum volgt grunnvatnskerfi. Síðan er borað í gegnum 100-200 m þykkt þakberg, þar sem hiti hækkar mjög ört áður en komið er í sjálft jarðhitakerfið. Dýpstu holurnar ná niður undir tveggja km dýpi og hefur engin þeirra farið niður úr jarðhitakerfinu. Hóla SJ-18 fellur vel að þessari mynd. Hún tengist volga kerfinu um æðar á 173 og 250 m dýpi, en efsta jarðhitaæðin sem holan skar var á um 605 m dýpi. Holan skar síðan fjölmargar jarðhitaæðar, eins og skýrt er frá í kafla 6.2 hér að framan. Opnustu æðarnar voru á 735 m dýpi og á um 1815 m dýpi.

Fjölmargar hitamælingar hafa verið gerðar í holu SJ-18. Flestar mælinganna eru frá bortíma meðan skolvatnskæling var ráðandi í holunni. Þessar mælingar gefa þó gagnlegar upplýsingar um lágmarkshita þegar meta á hita grunnt í jörðu, t.d. í volga grunnvatnskerfinu. Þannig má sjá af mælingunum að hiti á 100 m dýpi sé a.m.k. 35°C, að í 250 m sé hitinn mjög nærri því að vera 95°C og í 400 m dýpi sé berghitinn kominn vel yfir 140°C. Eftir að borun holu SJ-18 lauk var holan hitamæld í tvígang. Fyrri mælingin var gerð eftir um 35 daga upphitun, en sú síðari um 110 dögum eftir að kælingu holunnar með ádælingu lauk. Suða í holunni á 300-400 m dýpi útilokar að hægt sé að nota mælingarnar til að meta berghita ofan 300 m dýpis. Þær gefa hins vegar þrýðilegt mat á berghita í jarðhitakerfinu. Í fyrri mælingunni er hiti neðan 800 m dýpis 233-235°C en um 236-238°C í síðari mælingunni. Samkvæmt þessum mælingum er holan komin nokkurn veginn í hitajafnvægi og hiti í jarðhitakerfinu ekki mikið yfir 238°C. Þessu ber vel saman við aðrar holur á svæðinu, t.d. er berghiti á 800 til 1400 m dýpi í holu SG-8 talinn vera á bilinu 238-240°C. Það er því ekki að sjá af hitamælingum að hola SJ-18 sé heitari en aðrar holu á svæðinu, enda þótt ummyndun bergs við holuna bendi til hærri hita. Ummyndunin er forn og segir okkur aðeins að hiti í berginu við holu SJ-18 var í fyrndinni hærri en annars staðar í vinnslusvæðinu.

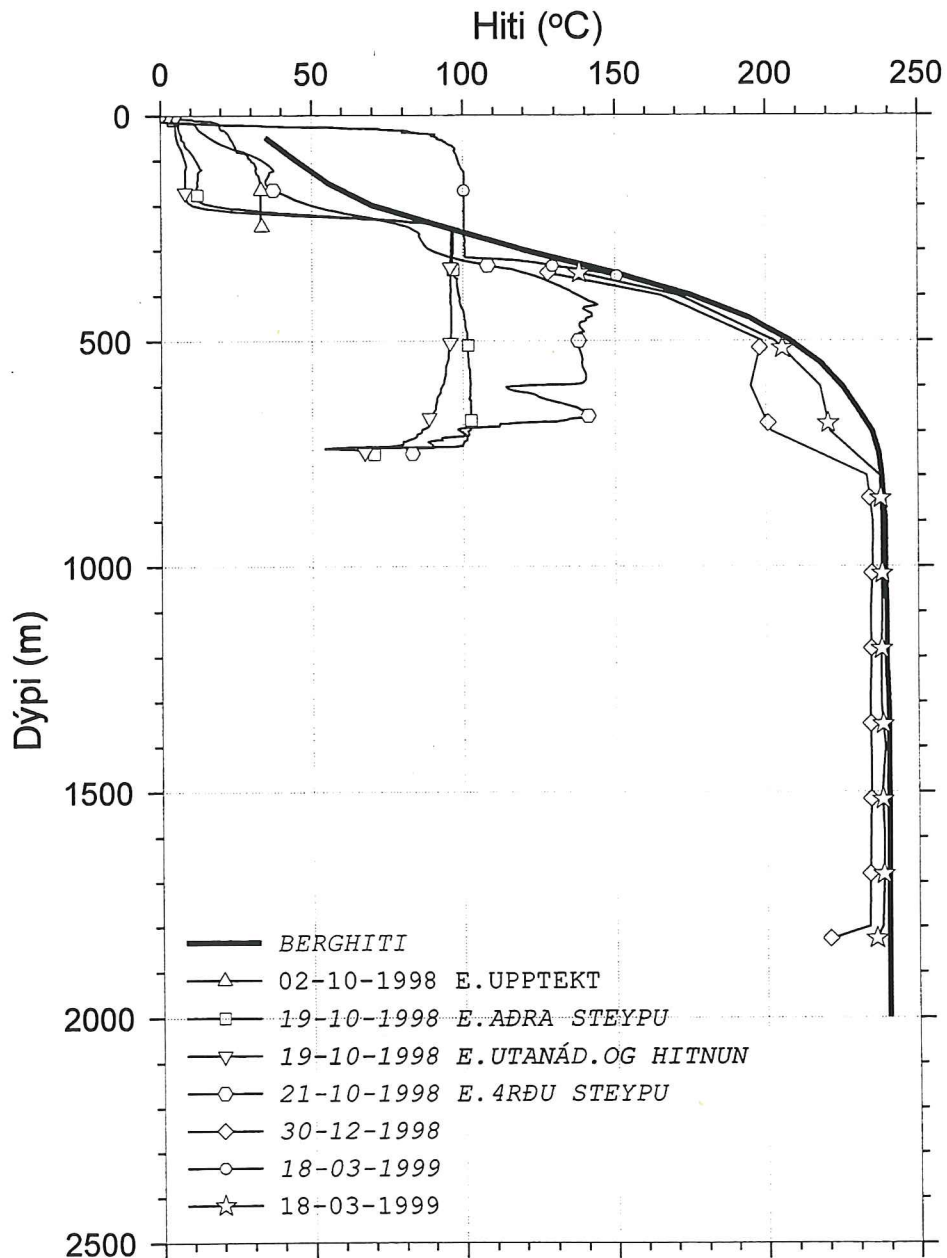
Mynd 6.5 sýnir áætlaðan berghita við SJ-18 ásamt þeim hitamælingum sem helst var stuðst við. Tölugildin eru sýnd í töflu 6 ásamt áætluðum þrýstingi vatnsæða, en mynd 6.6 sýnir þrýstigögnin. Við mat á þrýstingi í volga grunnvatnskerfinu við holu SJ-18 var miðað við vatnsborð á 20 m dýpi. Þar er tekið mið af mælingum í nálægum holum, þar sem engar vatnsborðmælingar voru gerðar í holunni áður en volgu æðarnar voru fóðraðar af. Við mat á þrýstingi í jarðhitakerfinu við holu SJ-18 er notuð þrýstimælingin frá 18. mars 1999. Sama dag var hola SG-7 þrýstimæld. Samanburður á mælingunum sýnir að þrýstimunur milli þessara holna er 0,3 bar eða minni. Þetta staðfestir enn og aftur hve lítil þrýstimunur er milli holna í Svartsengi.

*Tafla 6. Áætlaður berghiti og þrýstingur við holu SJ-18 á útmánuðum 1999.*

Dýpi	Berghiti	Þrýstingur vatnsæða
50	35	2.9
100	45	7.8
150	55	12.65
200	70	17.5
250	95	22.25
300	120	26.9
350	150	31.5
400	175	
450	195	
500	208	14.5
550	218	18.8
600	225	23.1
650	230	27.4
700	235	31.7

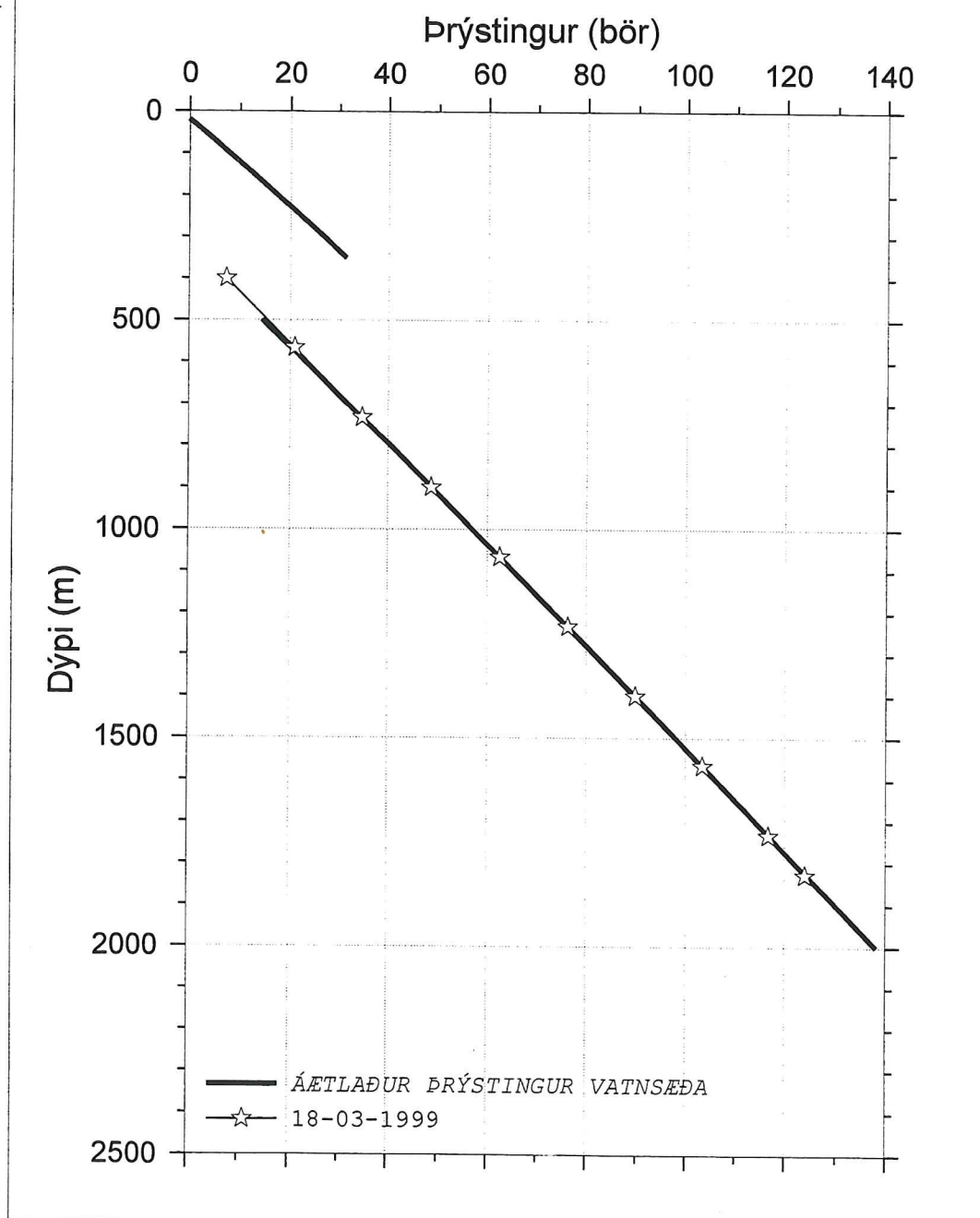
750	237	36.1
800	238	40.4
900	239	48.6
1000	239	56.9
1100	239.5	65.3
1200	239.5	73.6
1300	240	81.7
1400	240	89.8
1500	240	98
1600	240	106.15
1700	240	114.1
1800	240	122.1
1900	240	130.1
2000	240	138.1

SVARTSENGI HOLA SJ-18  
Berghiti og hitamælingar



Mynd 6.5. Áætlaður berghiti út frá hitamælingum í SJ-18.

SVARTSENGI HOLA SJ-18  
Upphafsprýstingur



Mynd 6.6. Þrýstingsmælingar í SJ-18.

#### 6.4. Aflmælingar

Hola SJ-18 var aflmæld með sérútbúinni skilju þann 11. ágúst 1999. Er þar um sama útbúnað að ræða og notaður var á eldri Svartsengisholur árin 1996 og 1997 (Grímur Björnsson o.fl., 1998). Í millitíðinni var skiljan samt endurbætt og söfnun mælinga þétt verulega þannig að nú var:

1. Notað nýtt, fjölrása söfnunartæki sem las af stafrænum skynjurum með einnar sekúndu millibili.
2. Skiljunni breytt til að hamla vatnsflæði upp um gufustromp við mikið rennsli.
3. Settur 212,15 mm (8") krítískur stútur beint ofan á holutoppinn og látið blása um hann til viðbótar því sem fór gegnum 162,04 mm krítískan stút inn á skilju.

Mynd 6.7 sýnir sögu þrýstings á toppi og á 1500 m dýpi auk reiknaðs heildarrennslis samkvæmt krítískum þrýstingi á stútunum tveimur. Er þá stuðst við jöfnu Russel-James:

$$\dot{m}_t = 1,835,000A \frac{P_c^{0,96}}{H^{1,102}}$$

þar sem  $\dot{m}_t$  er heildarrennslið í kg/s, A er þverskurðarflatarmál krítíska stútsins í m<sup>2</sup>, P<sub>c</sub> er krítíski þrýstingurinn í bar og H er vermið í kJ/kg. Hér er miðað við að vermið sé fasti, 1030 kJ/kg, til samræmis við u.þ.b. 240°C heitan vökvann í holunni.

Samkvæmt mynd 6.7 er hola 18 ljómandi vinnsluhola og afkastar u.þ.b. 160-170 kg/s við 9 bar á toppi. Þá svarar djúpprýstingur holunnar fljótt rennslisbreytingum. Það bendir til mikillar lektar og rýmdar jarðhitakerfisins við holuna. Gögnin eru mjög "óhrein" í þeim skilningi að slátturinn í holurennslinu gerir alla aflestra loðna. Verður tekið á því í sérstakri lokaskýrslu um aflmælingar árána 1999 og 2000 í Svartsengi og á Reykjanesi.

Myndir 6.8 og 6.9 sýna svo hvernig heildarrennslið venslast við toppþrýstinginn annars vegar og þrýsting á 1500 m dýpi hins vegar. Annarrar gráðu margliður eru felldar að báðum gagnasöfnunum. Þá fæst gróflega á litið að:

Heildarrennslið  $\dot{m}_t$  fylgir toppþrýstingi, P<sub>0</sub>, samkvæmt jöfnunni:

$$\dot{m}_t = 2,667 - 3,184 \cdot P_0 - 0,8778 \cdot P_0^2$$

Þessi jafna gildir neðan 14 bar-a holutoppþrýstings. Ofan 14 bar-a fellur rennslið hratt að lokunarþrýstingi, sem er rétt um 14 bar-y.

Heildarrennsli fylgir þrýstingi á 1500 m, P<sub>1500m</sub>, eftir jöfnunni:

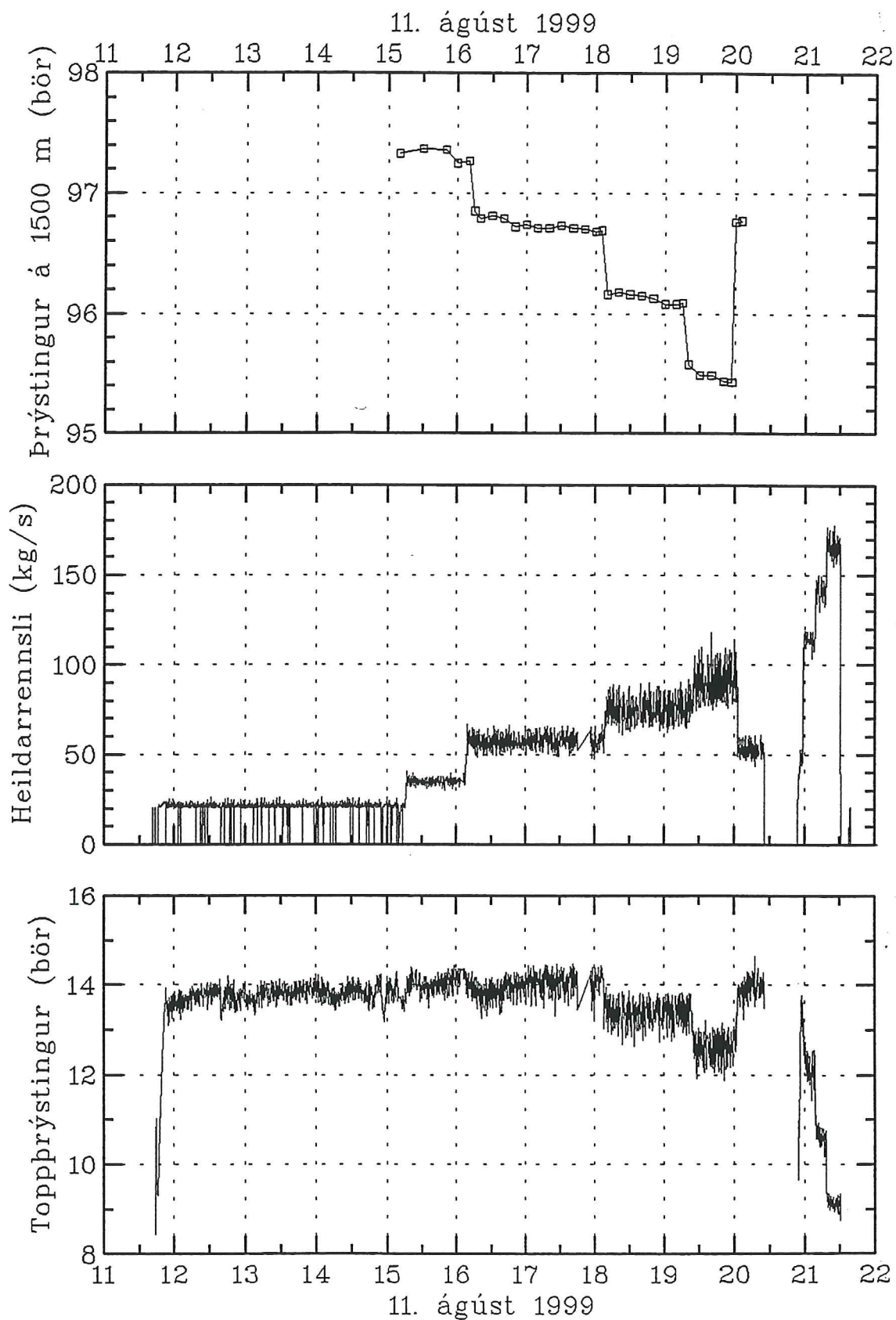
$$\dot{m}_t = -68100 + 1444 \cdot P_{1500m} - 7,64 \cdot P_{1500m}^2$$

Svipað samband má leiða út sé þrýstibreyting á 1500 m sýnd sem fall af heildarrennslinu. Fæst þá að iðustreymisstuðull holunnar er u.þ.b. 0,00006

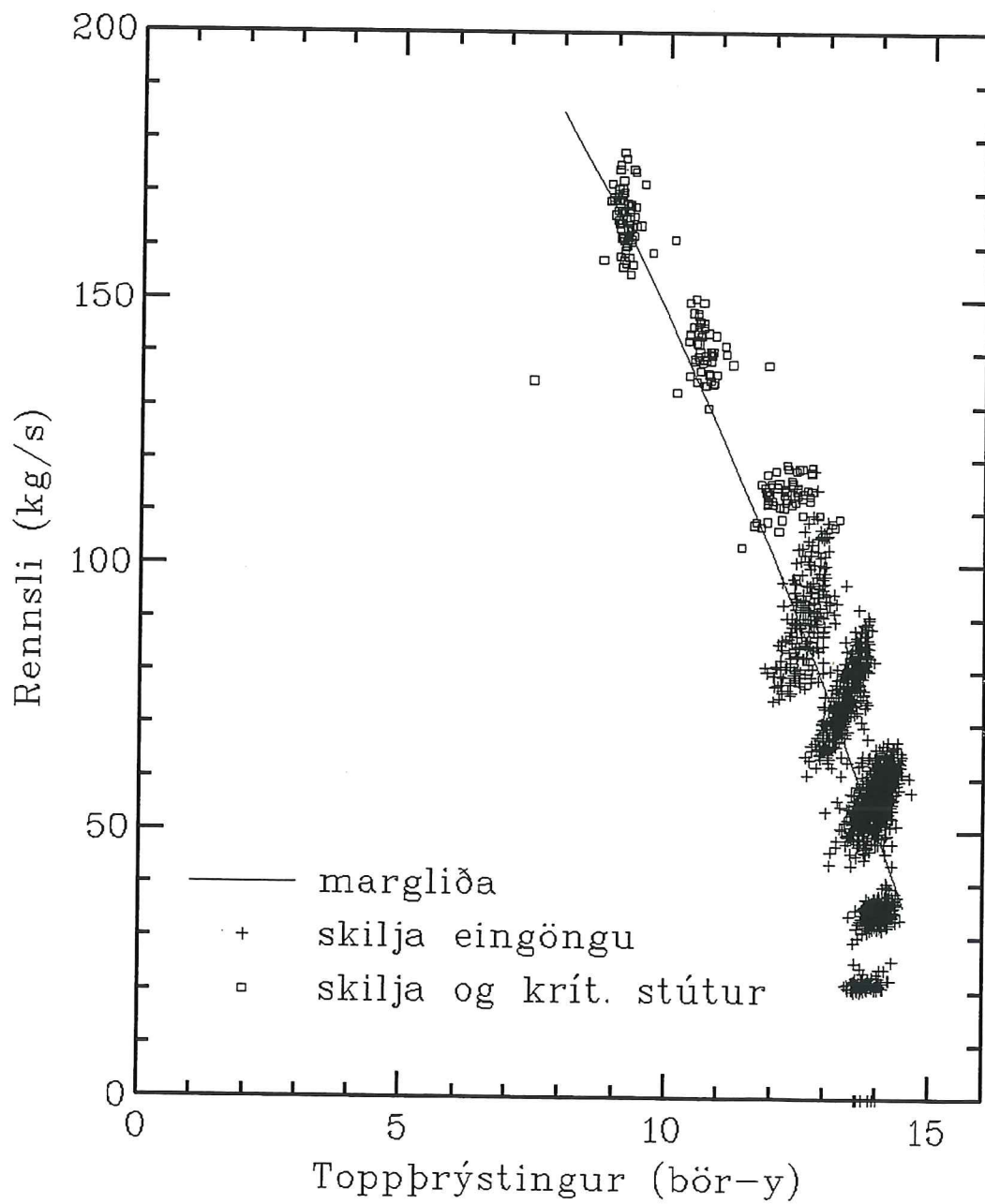
bör/(kg/s)<sup>2</sup>. Það þýðir t.d. að við 50 kg/s rennsli er þrýstifall sökum iðustreymis um 0,16 bör og við 100 kg/s fer það í 0,6 bör. Iðustreymistap er því hverfandi í holunni og verður það 2,6 bar-a þrýstifall sem mælist við u.þ.b. 90 kg/s rennsli því mest allt að skrifast á lagstreymistap í sjálfu jarðhitakerfinu. Þessa niðurstöðu má einnig túlka þannig að gæfni holu 18 verði ekki aukin með örvunaraðgerðum.

Eftir er að fullvinna gagnasafnið sem safnaðist í prófun holu 18 og er því gerður fyrirvari um að niðurstöður geti breyst þegar sú úrvinnsla liggur fyrir.

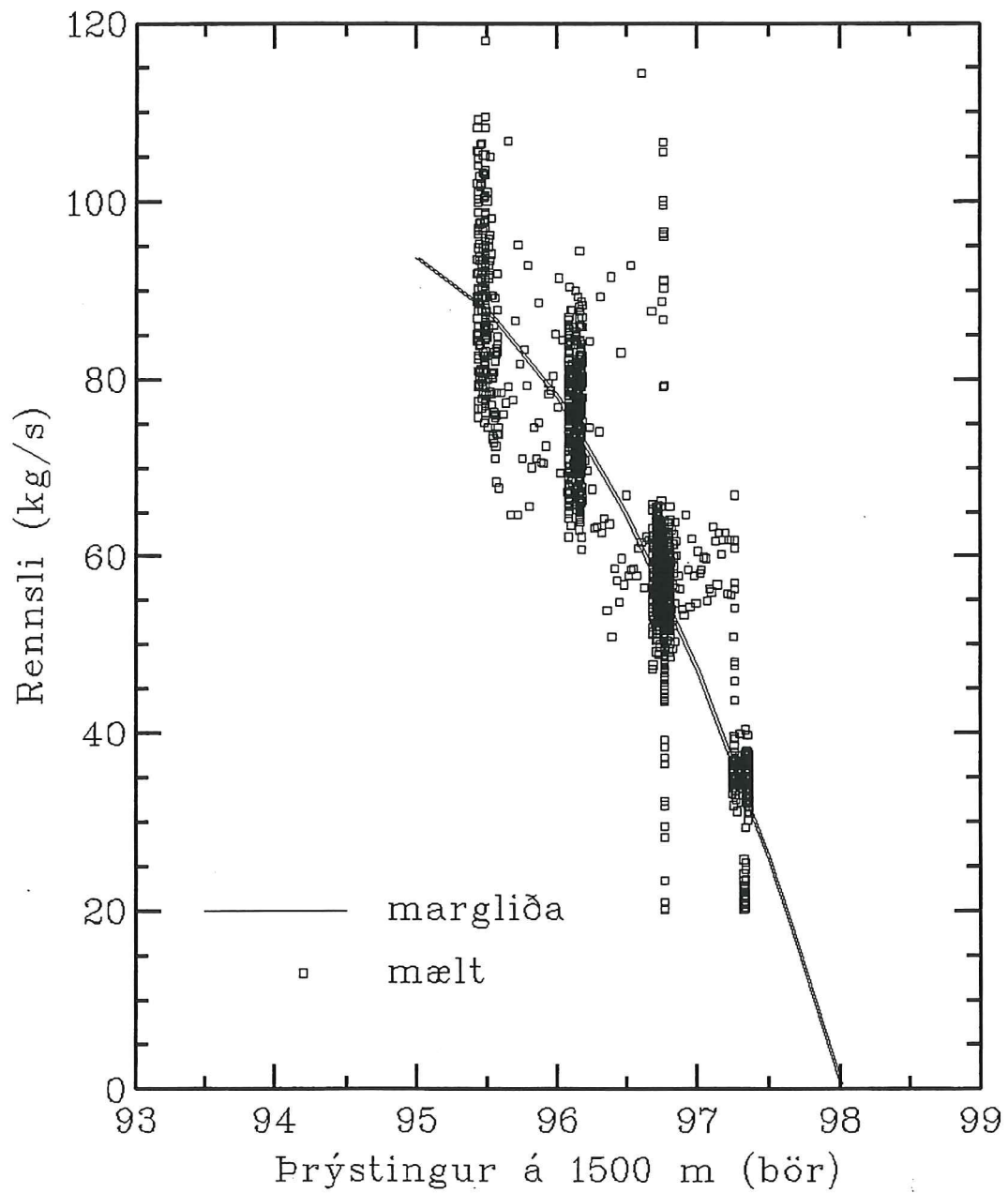




Mynd 6.7. Topp- og botnþrýstingur og heildarrensli úr holu SJ-18 í ágúst 1999. Einungis er sýnt tíunda hvert mæligildi sem safnað var.



Mynd 6.8. Samband rennslis og toppþrýstings holu SJ-18 í ágúst 1999.  
Einungis er sýnt tíunda hvert mæligildi sem safnað var.



Mynd 6.9. Samband rennslis og þrýstings á 1500 m dýpi í SJ-18 í ágúst 1999.  
 Einungis er sýnt tíunda hvert mæligildi sem safnað var.

## 6.5. Gas í gufu

Þegar hola 18 var afkastamæld þann 11. ágúst 1999 voru sýni tekin af renni hennar til efnagreiningar. Styrkur gass í gufu var ákvarðaður í hverju þrepi aflprófsins. Sýnum sem þessum er safnað á þann hátt, að lítil gufuskilja er skrúfuð á holutoppinn og hún stillt svo, að annar hani hennar skilar einungis þurri gufu. Öllu vatninu og hluta gufunnar er veitt út um hinn hanann.

Gufan er leidd um barka ofan í lofttæmda flösku, sem þó hefur að geyma u.þ.b. 50 ml af rammri vítissóðalausn, og látin þéttast þar. Súru lofttegundirnar, koldíoxíð og brennisteinsvetni, eru fangaðar á þennan hátt með uppleysingu í lút, en aðrar lofttegundir, köfnunarefni, vetni, argon og metan, fljóta ofan á lausninni og mynda þar bólu. Styrkur koldíoxíðs og brennisteinsvetnis í gufunni er síðan fundinn með títrun lútarglundursins.

*Tafla 7. Styrkur koldíoxíðs (CO<sub>2</sub>) og brennisteinsvetnis (H<sub>2</sub>S) í gufu. Eining er mg gass í hverju kg gufu við holutoppsprýsting.*

Þrep	Númer	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> S
1	1999-0279	2290	33,0
2	1999-0280	2331	40,3
3	1999-0281	2298	46,0
4	1999-0282	2188	42,3
5	1999-0283	2085	43,5

Niðurstöður þessara mælinga er að finna í töflu 7. Styrkur gass í gufu reyndist hinn sami, að kalla má, í fyrstu þremur þrepum aflprófsins, en ögn minni í hinum tveim síðari. Orsök þeirrar lækkunar má rekja til toppþrýstings holunnar. Hann hélst nærri óbreyttur í fyrstu þremur þrepunum, en lækkaði síðan dálítið. Þannig var þrýstingur u.þ.b. 1,6 bar lægri, og gufuhluti því u.þ.b. tíu af hundraði meiri, í fimmta þrepi en því þriðja. Styrkur gass í gufu var þá minni sem því nam. Að teknu tilliti til þrýstingsbreytinga reyndist gasstyrkur í gufu þannig að kalla hinn sami í öllum þrepum aflprófsins. Þessi hegðun bendir til þess að innstreymi í holuna sé einfasa.

Styrkur gass í gufu er lítt háður rennsli úr holu ef innstreymi í hana er einfasa. Þegar renni í háhitaholu stígur í átt til yfirborðs minnkar farg súlunnar sem ofan á liggur og vökvinn sýður; vex þá hluti gufunnar með fallandi þrýstingi eftir því sem ofar dregur. Við suðuna hverfur langmestur hluti gassins úr upplausn og yfir í gufuna. Styrkur gass í gufu ræðst þannig í raun af tvennu, styrk uppleysts gass í innstreyminu svo og gufuhluta rennisins. Má raunar kalla svo að gasið sé að þynnast af völdum aukinnar gufu á leiðinni upp holuna. Á yfirborði er gufan skilin frá vatnsfasanum. Sé nú rennsli úr holunni aukið, breytir það því einu að við holutopp fellur til meiri gufa, sem nemur auknu rennsli. Styrkur gass í gufu og gufuhluti breytast ekki með rennsli, að því tilskildu að þrýstingur í holunni breytist ekki svo neinu nemi. Þetta er einmitt það mynstur sem hola 18 sýndi við aflprófið í ágúst 1999.

Sé innstreymi í holuna á hinn bóginn tvífasa gegnir nokkuð öðru máli. Þegar jarðhitavökvi sýður úti í bergi hlýtur styrkur gass í gufu þeirri sem myndast utan holu að verða talsvert mikill. Ástæðan er sú, að aðeins mjög lítil hluti vökvans þar getur

soðið í einu, því rými er lítið og eðlisrúmmál gufunnar miklu meira en vatnsins, en gasið leitar mjög í gufuna eins og fyrr segir. Þess má því vænta að styrkur gass í renni verði, að öðru jöfnu, meiri í holum með tvífasa innstreymi en einfasa. En þar með er ekki öll sagan sögð. Við lítið rennsli úr slíkri holu er hlutur aðkomugufunnar yfirleitt tiltölulega mikill, en minnkar eftir því sem rennslið úr holunni er aukið. Þegar nú rennið er skilið á yfirborði verður styrkur gass í gufu mestur við lítið rennsli, en minnkar eftir því sem meira er unnið úr holunni.

Niðurstöður hita- og þrýstimælinga benda til þess að suðuborð í holunni hafi verið nálægt 720 m dýpi þegar afköst holunnar voru mæld. Er þá lítið til þess að eimþrýstingur koldíoxíðs í vökvanum reiknast u.þ.b. 0,65 bar við 240°C. Nú er holan fódruð að 770 m dýpi, eða þar um bil. Þarf þá engan að undra að innstreymi í holuna hafi verið einfasa, því þrýstingur við enda fóðringar er 4 bar ofan mettnarþrýstings rennisins.

## 6.6. Efnasamsetning rennis

Í þriðja þrepi aflprófsins var ekki látið við það sitja að ákvarða einungis styrk gass í gufu, heldur var safnað svonefndu heilsýni. Rennið var þá skilið og sýni tekið af gufu svo sem fyrr er lýst. Að því fengnu var skiljan stillt á ný, en nú þannig að um annan hanann fékkst vatnsfasi eingöngu, óblandaður af gufu. Þetta vatn var kælt og sýni tekið af því. Styrkur allra helstu efna var ákvarðaður í sýnunum.

Tafla 8. Efnasamsetning vatns, gass og þéttvatns úr holu SJ-18.

Dagsetning	Tími	Númer	Dýpi (m)	Sýni tók				
1999-08-11	16:55	1999-0281		JÖB				
Hiti (°C)	Þrýstingur á holutoppi (bar-g)	Þrýstingur við söfnun (bar-g)	Vermi (kJ/kg)	Dagsetning vermismælingar	Rennsli (kg/s)			
200		13.8						
Efnasamsetning vatns (mg/kg)				Gas (% rúmm)	Þéttvatn (mg/kg)			
pH	7.23	Li	Al	.064	H <sub>2</sub>	9.23	pH	
/Hiti	21.7	Na	7399	Cr	CO <sub>2</sub>		/Hiti	
CO <sub>2</sub>	25.3	K	1153	Mn	H <sub>2</sub> S		CO <sub>2</sub>	
H <sub>2</sub> S		Mg	.339	Fe	O <sub>2</sub>		H <sub>2</sub> S	
NH <sub>3</sub>		Ca	1101	Cu	N <sub>2</sub>	89.8	NH <sub>3</sub>	
B	9.27	Sr		Zn	CH <sub>4</sub>	0	B	.18
Leiðni §		F	.17	As	NH <sub>3</sub>		Na	1.63
/Hiti		Cl	14520	Ag	Ar	.97	Hg	
SiO <sub>2</sub>	502	Br	50.3	Cd	Rn <sup>††</sup>		Rn <sup>‡</sup>	
Uppl. efni	26930	I		Sb			δD <sup>†</sup>	
O <sub>2</sub>		NO <sub>2</sub>		Hg			δ <sup>18</sup> O <sup>†</sup>	
Rn <sup>‡</sup>		NO <sub>3</sub>		Pb				
δD <sup>†</sup>		HPO <sub>4</sub>		Vægi (%):			<b>Gufa (mg/kg)</b>	
δ <sup>18</sup> O <sup>†</sup>		SO <sub>4</sub>	35.3	Jóna	lg/kgbv	.107	CO <sub>2</sub>	2298
				Massa	/Hiti		H <sub>2</sub> S	46.0
							Rn <sup>‡</sup>	

§ μS/cm ‡ dpm/kg †† dpm/l † ‰SMOW \* Lítrar gass með hverju kg þéttvatns

Tafla 8 sýnir niðurstöður efnagreininganna. Til skýringar er rétt að benda á nokkur atriði. Efnasamsetning vatnsfasa er skráð í fyrstu þrjá dálkana. Mælistærðir þar eru í

mg/kg (ppm) nema sýrustigið, pH, sem að sjálfsögðu er einingarlaust. Skýringin *Uppl. efni* í töflunni táknar heildarstyrk uppleystra efna fundinn með þurreimingu sýnis, en CO<sub>2</sub> táknar heildarkarbónat reiknað til koldíoxíðs. Samsetning óþéttanlegs gass er sýnd í fjórða dálki. Hér eru skráðir hundradshlutar rúmmáls af hverri lofttegund í bólu þeirri sem flýtur ofan á lútarlausninni og áður er frá sagt. Rúmmál bólunnar, miðað við kg þéttvatns, er neðst í dálknum. Efnasamsetning þéttvatns er sýnd ofantil í fimmta dálki. Heildarstyrkur koldíoxíðs og brennisteinsvetnis í gufu, fundinn með títrun sýnis sem safnað var í lút, er skráður neðst í fimmta dálk töflunnar. Allar sýna þessar mælistærðir gildi efnastyrks í vatni og gufu við sýnatökuprýsting.

Til þess að finna samsetningu heildarrennis út frá niðurstöðum greininga einstakra fasa verður að reikna saman vatn og gufu, eins og það er kallað, en þá þarf hlutfall vatns og gufu að vera þekkt. Þetta hlutfall er háð vermi rennis og söfnunarþrýstingi, en hann er mældur þegar sýni er tekið. Sé innstreymi í holuna einfasa, ræðst vermið aðeins af innstreymishita, og þá er samsetning djúpvatns og heildarrennis að sjálfsögðu hin sama. Sé innstreymi í holu tvífasa er hins vegar nauðsynlegt að mæla vermið sérstaklega. Til þess að reikna samsetningu djúpvatns í því tilviki þarf hvort tveggja að vera þekkt, vermið og hitinn. Þó skiptir hitinn miklu meira máli; sé hann þekktur er reiknaður styrkur steinefna í djúpvatni lítt háður vermi.

Við mælingu í blæstri þann 11. ágúst 1999 reyndist djúphiti holunnar 240°C, eins og fram kom í kafla 6.4. Vermi rennisins mældist ekki merkjanlega hærra en vermi vatns við þennan hita, og má því ætla að innstreymi í holuna sé einfasa. Þessi ályktun fær stuðning af niðurstöðum mælinga á styrk gass í gufu, en hann er óháður rennsli úr holunni eins og fram hefur komið. Til reikninga á efnasamsetningu heildarrennis verður því sá kostur valinn hér að miða við hitann 240°C og samsvarandi vatnsvermi, 1038 kJ/kg. Tafla 9 sýnir niðurstöður, þ.e. reiknaðan styrk helstu efnapátta í djúpvatni í holu 18.

*Tafla 9. Styrkur efna (mg/kg) í djúpvatni holu SJ-18. Sýni nr. 1999-0281.*

Bór (B)	8,34	Natríum (Na)	6656	Klóríð (Cl)	13062
Kísill (SiO <sub>2</sub> )	452	Kalíum (K)	1037	Súlfat (SO <sub>4</sub> )	31,8
Flúoríð (F)	0,153	Magnesíum (Mg)	0,305	Koldíoxíð (CO <sub>2</sub> )	265
Uppleyst	24225	Kalsíum (Ca)	990	Brennisteinsvetni(H <sub>2</sub> S)	4,56

Efnasamsetning djúpvökvens í holu 18 er harla lík samsetningu vökva í öðrum holum jarðhitasvæðisins í Svartsengi, enda varla við öðru að búast. Engu að síður virðist efnastyrkur ögn hærra í holu 18 en annars staðar og nemur þar fáum hundradshlutum. Rétt er að benda á að væri viðmiðunarhiti innstreymis valinn eitthvað hærra en 240°C myndi djúpvatn reiknast svolítið þynnra en að ofan greinir. Ekki þykir þannig ástæða til þess að draga miklar ályktanir af þessum mun að sinni, enda hafði holan aðeins blásið skamman tíma þegar sýni 1999-0281 var tekið, og því ekki víst að hún hafi verið búin að ná fullu jafnvægi.

Væri renni úr holunni hvellsóðið og skilið við 156°C, en sá var lengst af rekstrarhiti skilja í Svartsengi, yrði gasstyrkur í gufu 0,14 af hundraði massa.

## 7. HELSTU NIÐURSTÖÐUR

Hola SJ-18 var boruð norðaustur af Þorbirni, um 250 metrum suður af holum SG-8 og SJ-19. Holan varð 1845 m djúp og vinnslufóðring nær niður á 769 m. Borverkið tók 62 daga.

Helstu niðurstöður rannsókna á holunni eru eftirfarandi:

1. Jarðlagaskipan holu SJ-18 er mjög sambærileg við nálægar holur. Reynt var að tengja á milli holna og þá miðað við neðra borð einstakra móbergsmyndana. Hin þykka móbergsmyndun er sést í öðrum holum milli 300 og 600 metra skilar sér einnig hér. Tengingarnar sem gerðar voru benda þó til að mörk einstakra eininga liggi um 30-50 metrum neðar en í öðrum holum. Það eina sem virðist skera sig verulega úr er að hið þykka dólerítinnskot, er sést í öllum holum sem eru norðar, kemur ekki fram í SJ-18. Það bendir til þess að það þynnist verulega til suðurs á milli SJ-19 og SJ-18. Hugsanlegt er að eitthvað af innskotunum milli 800 og 1000 m og/eða 1100 og 1300 m í holu SJ-18 séu leifar af þessu þykka innskoti, en ekki voru gerðar berg- og efnafræðilegar athuganir á því.
2. Ummyndun í holu SJ-18 bendir til þess að hitastig í berglögnum hér hafi verið hærra en í berglögum norðar. Einnig virðist hitinn hafa verið hærri á minna dýpi en í nálægum holum. Svo virðist sem háhitaummyndunin teygi sig a.m.k. einum 100 metrum ofar en annars staðar (epidót í u.þ.b. 500 m og wollastonít í u.þ.b. 900 m), og var einnig komið niður í ummyndunarbelti (epidót-amfíból belti, í u.þ.b. 1200 m) sem ekki hefur áður náðst í Svartsengi. Þetta gefur til kynna að í fyrndinni hafi berghitinn í dýpsta hluta holunnar náð yfir 300°C. Þetta bendir allt til þess, eins og spáð hafði verið er holan var staðsett (Hjalti Franzson 1996, Jón Örn Bjarnason 1996 og Sverrir Þórhallsson 1997), að hún sé nær upptökum jarðhitakerfisins en aðrar holur. Hitamælingar í holunni eftir borun, sem og kalsítútfellingar, benda hinsvegar til þess að um allmikla kælingu sé að ræða og fer hitastigið í SJ-18 "aðeins" upp í um 240°C líkt og í öðrum holum á svæðinu.
3. Preparafrófanir sýndu að holan sé mjög lek og tók hún við öllu sem á hana var dælt. Það bendir til þess að holan gæti auðveldlega orðið með betri vinnsluholum í Svartsengi. Hitamælingar sýna einnig að hitastig jarðhitavökvans sé um 240°C.
4. Lekt í holunni kemur fram fyrst og fremst á þremur dýptarbilum. Tvær meðalstórar æðar eru á 150-250 metra dýpi, en þær voru fóðraðar af. Næst kemur æðakafla á um 600-1000 metrum. Þessi kafla virtist gefa um eða yfir 200°C heitt vatn, er rann niður holuna og út um þriðja æðakaflann sem er á um 1800 metra dýpi. Þessi útjöfnun virðist gefa jafnt hitastig í neðri helmingi holunnar, í kringum 240°C. Æðarnar virðast aðallega koma fram í hraunlagastafla eða í tengslum við innskot. Vafalaust eru þær ýmist tengdar hraunlagamótum, jöðrum innskota eða opnum misgengjum.
5. Tilraun var gerð með jarðlagamælingar í öryggishluta holunnar. Aðstæður voru erfiðar því þessi hluti hennar er óvenju víður og var fullur af borleðju þegar færi gafst á mælingum. Viðnámsmælingarnar gáfu góðar niðurstöður og er rík ástæða

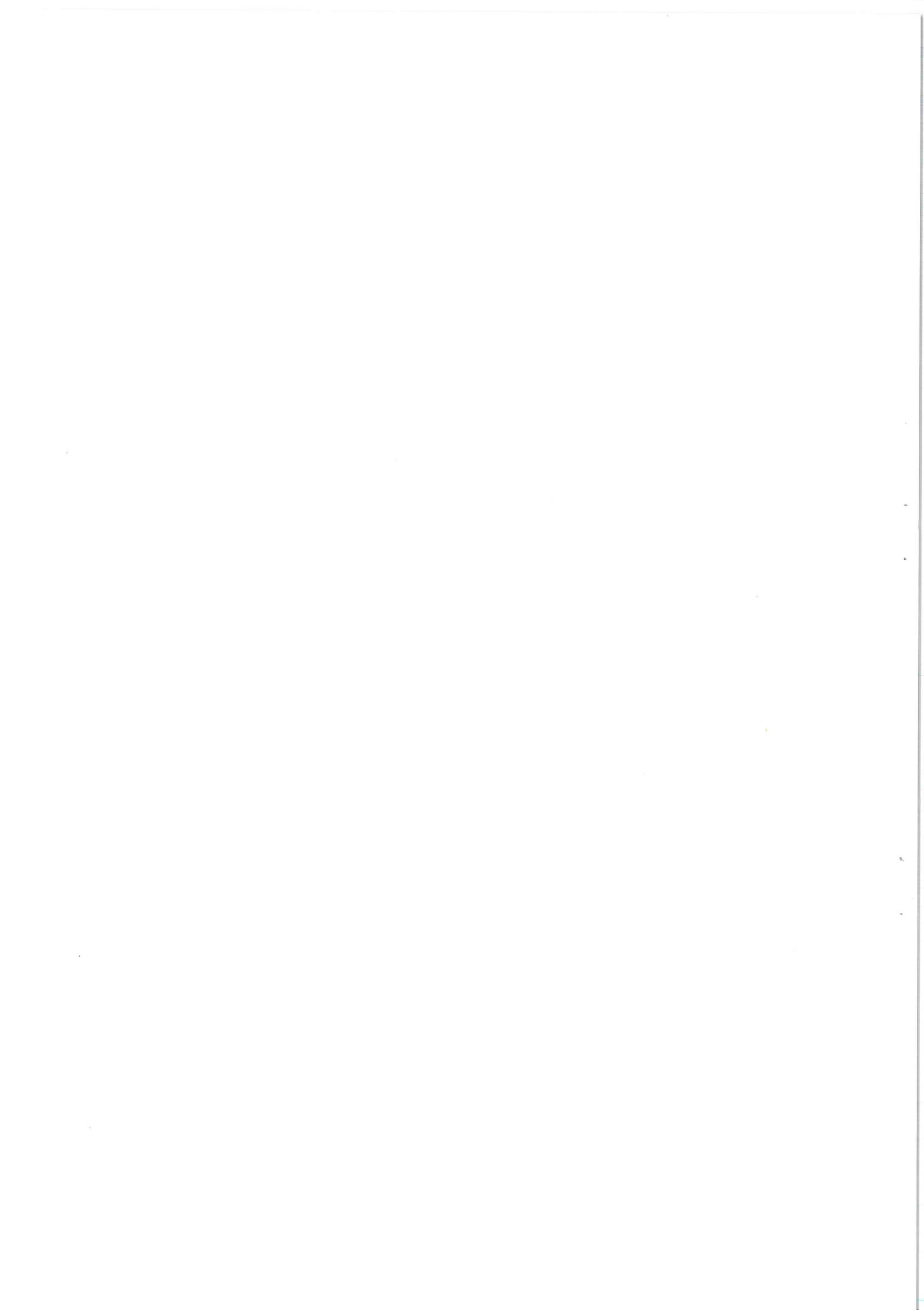
til að halda þeim áfram við svipaðar aðstæður, en nifteindamælingin reyndist hins vegar lítils virði vegna sterkra víddaráhrifa.

6. Viðnámsmælingunum í holu SJ-18 ber vel saman við yfirborðsmælingar á viðnámi. Báðar aðferðirnar sýna háviðnámskjarna, lágviðnámskápu, háviðnámslag ofan á lágviðnámskápunni og jarðsjávarlag með lægra viðnámi þar ofan á. Samanburður milli þessarar viðnámsskipunar og skiptingarinnar í ummyndunarbelti sýnir að toppurinn á háviðnámskjarnanum liggur nokkur hundruð metrum neðan við efri mörk klórítbeltisins. Ástæðan er sennilega sú að ummyndunarskilin eru ekki skörp heldur ná leiðandi blandlagssteindir töluvert niður í klórítbeltið.
7. Vísbendingar eru um að mismunur milli 16" og 64" viðnámsferlanna gæti gefið upplýsingar um hita- og seltustigul í borholuveggnum og að greina megí kafla þar sem skolvökvi hafi streymt út í bergið umhverfis holuna.
8. Hóla 18 er ljómandi vinnsluhóla og afkastar u.þ.b. 160-170 kg/s við 9 bar þrýsting á toppi. Þá svarar djúpþrýstingur holunnar fljótt rennslisbreytingum. Það bendir til mikillar lektar og rýmdar jarðhitakerfisins við holuna. Niðurstöður benda einnig til að gæfni holu 18 verði ekki aukin með örvunaraðgerðum.
9. Gasstyrkur í gufu er að kalla hinn sami í öllum þrepum aflprófsins. Það bendir til þess að innstreymi í holuna sé einfasa. Efnasamsetning djúpvökvans í holu 18 er harla lík samsetningu vökva í öðrum holum jarðhitasvæðisins í Svartsengi. Engu að síður virðist efnastyrkur ögn hærri í holu 18 en annars staðar og nemur þar fáum hundruðshlutum. Benda má á að væri viðmiðunarhiti innstreymis valinn eitthvað hærri en 240°C myndi djúpvatn reiknast svolítið þynnra en að ofan greinir. Ekki þykir þannig ástæða til þess að draga miklar ályktanir af þessum mun að sinni. Væri renni úr holunni hvellsoðið og skilið við 156°C, en sá var lengst af rekstrarhiti skilja í Svartsengi, yrði gasstyrkur í gufu 0,14 af hundruði massa.



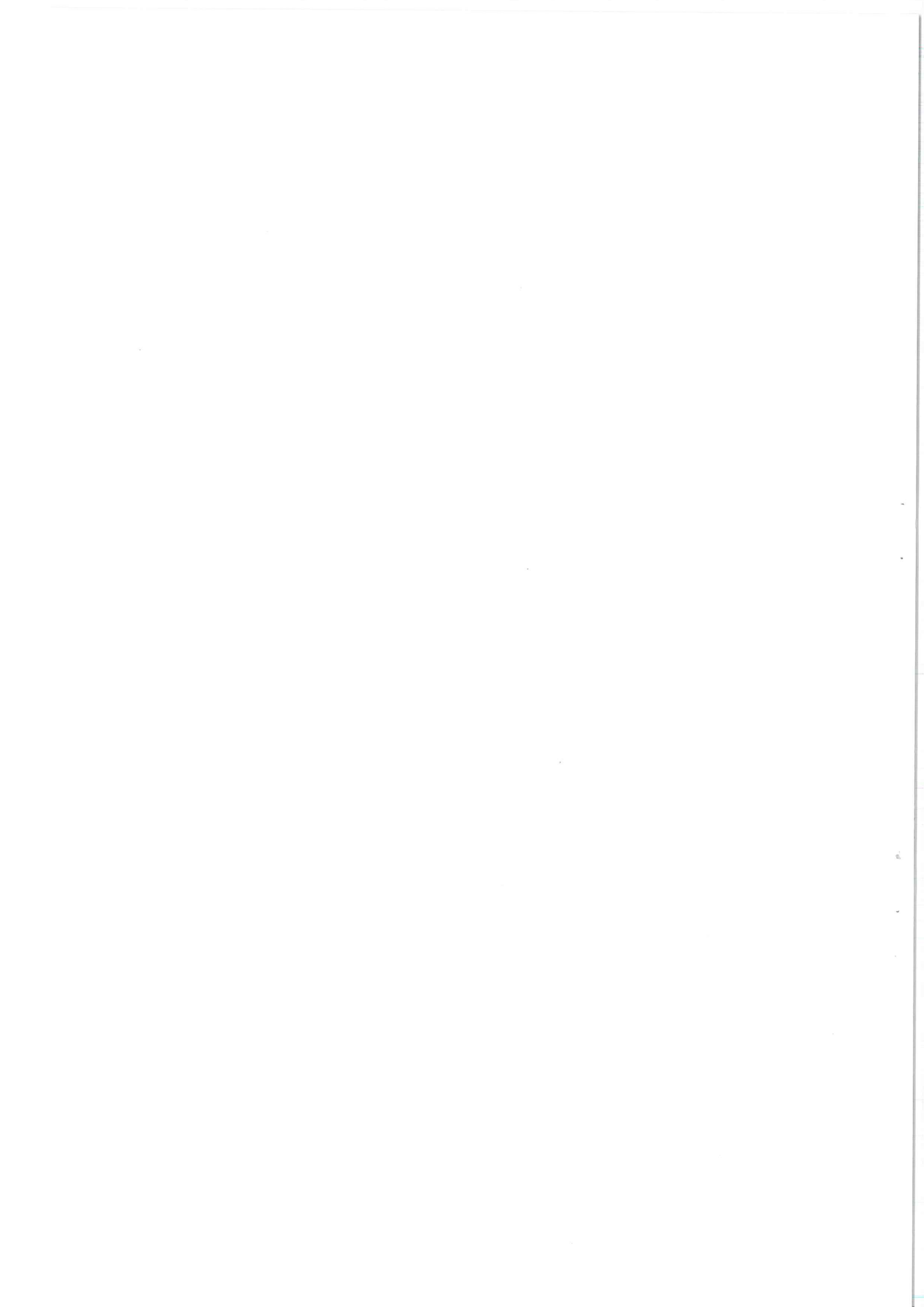
## HEIMILDIR

- Benedikt Steingrímsson, Hjalti Franzson, Hjálmar Eysteinnsson, Ómar Sigurðsson og Einar Gunnlaugsson, 1994. Nesjavellir, hola NJ-17. Borun, rannsóknir og vinnslueiginleikar. Lokaskýrsla. Orkustofnun, OS-94005/JHD-01. Unnið fyrir Hitaveitu Reykjavíkur, 227 s.
- Benedikt Steingrímsson, Helga Tulinius, Hjalti Franzson, Ómar Sigurðsson, Einar Gunnlaugsson og Gestur Gíslason, 1997. Ölkelduháls, Hola ÖJ-1. Borun, rannsóknir og vinnslueiginleikar. Lokaskýrsla, 190 s.
- Grímur Björnsson, Jón Örn Bjarnason og Sigvaldi Thordarson, 1998: Afkastamælingar á borholum í Svartsengi og í Eldvörpum árin 1996 og 1997. OS-98008. Unnið fyrir Hitaveitu Suðurnesja, 68 s.
- Hjalti Franzson, 1990. Svartsengi, jarðfræðilíkan af háhitakerfi og umhverfi þess. Orkustofnun, OS-90050/JHD-08. Unnið fyrir Hitaveitu Suðurnesja, 41 s.
- Hjalti Franzson, 1996. Hitaveita Suðurnesja. Tillögur að staðarvali fyrir nýjar borholur í Svartsengi. Orkustofnun, OS-96044/JHD-28B. Unnið fyrir Hitaveitu Suðurnesja, 15 s.
- Hjalti Franzson, Steinar Þór Guðlaugsson, Grímur Björnsson, Jón Örn Bjarnason og Sverrir Þórhallsson, 1999. Svartsengi, hola SJ-17. Borun, rannsóknir og vinnslueiginleikar. Lokaskýrsla. Orkustofnun, OS-99036. Unnið fyrir Hitaveitu Suðurnesja, 146 s.
- Jón Örn Bjarnason, 1996. Svartsengi. Efnavöktun 1988-1995. Orkustofnun, OS-96082/JHD-10. Unnið fyrir Hitaveitu Suðurnesja, 125 s.
- Knútur Árnason og Ólafur G. Flóvenz, 1992. Evaluation of physical methods in geothermal exploration of rifted volcanic crust. Geothermal Resources Council Transactions, 16, 207-214.
- Ólafur G. Flóvenz, Lúdvík S. Georgsson og Knútur Árnason, 1985: Resistivity structure of the upper crust in Iceland. Journal of Geophysical Research, 90, 10136-10150.
- Ragna Karlsdóttir, 1998. TEM-viðnámsmælingar í Svartsengi. Orkustofnun, OS-98025. Unnið fyrir Hitaveitu Suðurnesja, 43 s.
- Sverrir Þórhallsson, 1997. Svartsengi-Reykjanes. Verklýsing háhitaborunar. Orkustofnun, OS-97032. Unnið fyrir Hitaveitu Suðurnesja, 30 s.

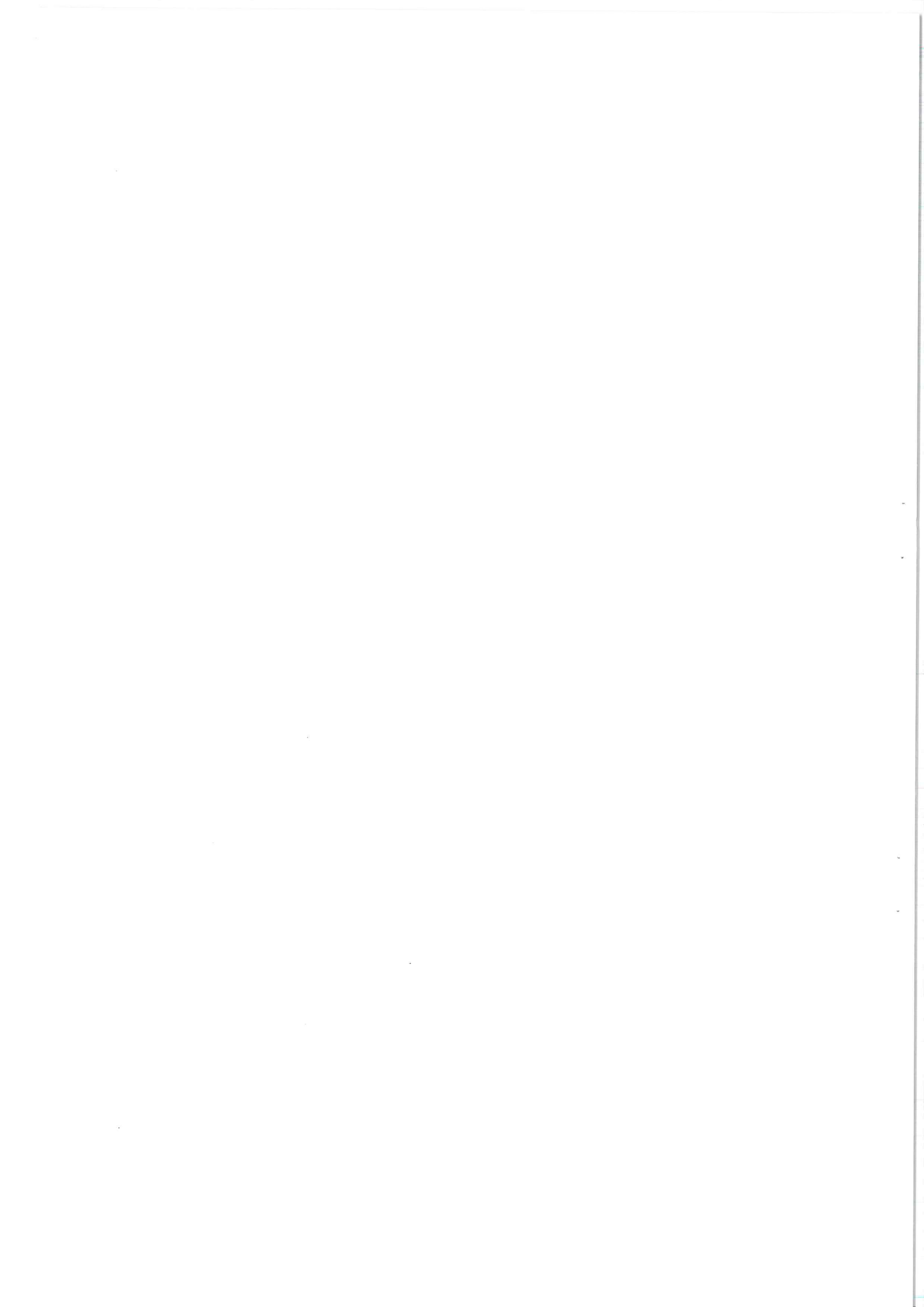


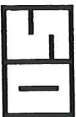
**Viðauki 1: Allar mælingar úr SJ-18**

**– Kort í kápuvasa –**



## **Viðauki 2: Dagsskýrslur**





ORKUSTOFNUN  
Rannsóknasvið

71. tölublað  
ÁsG

**BORVAKT Í SVARTSENGI**

Sunnudagur 27. september 1998. 12 verkdagur  
HOLA SJ-18

**Framhaldssagan um borun SJ-18**

Á miðnætti var komið niður í 114 m dýpi og var heildarborun yfir síðasta sólarhring 36 m á 22,5 klist., sem jafngildir 1,6 m /klist borhraða. Álag á krónu var um 20 þúsund pund og snúningur um 40 sn/mín. Dæling á skoli var aukin seinni part dags úr 60 slögum í um 100 slög/mín sem jafngildir um 11 1/8 í um 19 1/8. Leója er enn notuð til skolonar og er holan þétt. Ferðatími á svarfi við ofangreinda dælingu og leójuborun er á bilinu 1 – 2 m/mín. Svarfið mokastr upp úr hollunni og virðist ekki nein ástæða til að hafa áhyggjur af því að það samnist þar fyrir. Það er kosturinn við gellið. Klukkan átta í morgun var dýpið 130 m. Þá voru komnar niður 12 álagsstangir, en þær verða ekki fleiri. Þar ofan á verða settar borstengar þar til fóðringardýpi er nað og var fyrsta borstöngin á leiðinni niður um kl 9.

Fram til þessa höfum við borað í gegnum basalhraunlagastafla og eru útfellingar nokkuð áberandi. Þá sérstaklega kalsít, píyrít, ópall og leir.

Meðfýljandi er mynd af gangi verksins.

**Smáatriðin**

Skömmu eftir að pistillinn fór úr gámmum í gær þá birtist Einar Bragi og vissi hann greinilega af þessu með vatnsleysistö og kippti því að sjálfsgötu í lag.

Starfsmeingavillur og aðrar villur eru alltaf til leiðinda og reyndi ristjóri að senda stutta leiðréttingar tilkynningu í kjölfar pistilsins í gær. Það tókst en hún var ekki fýrr farin en önnur villa leit dagsins ljós. Í fyrirsögn hafði óvart farið vitlaust númer á verkdegi, en í gær var 11. verkdagur á holu SJ-18 skv. heimildum Jb hf.

Veðurlíða er hér enn og nú með hægrri breytilegri átt. Skyjaslæða með glennum óðru hvoru og hiti vel viðunandi miðað við árstíma.



ORKUSTOFNUN  
Rannsóknasvið

72. tölublað  
SSJo/BR

**BORVAKT Í SVARTSENGI**

Mánudagur 28. september 1998. 13 verkdagur  
HOLA SJ-18

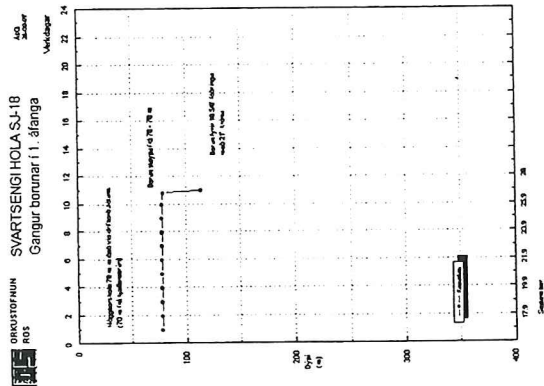
**Í stuttu máli**

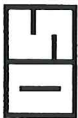
Á miðnætti var dýpi holunnar um 162 metrar eða þar um bil og hafá borast 48 metrar frá sama tíma í gær og lætur nært að meðalborhraði hafi verið um 2 m /klist. Álag á krónu var um 20 þúsund pund og snúningur um 40 sn/mín. Dæling hefur verið svipuð eða rúm 100 slög á minútu sem eru um 19 lítar á minútu og eins og til stendur í þessum áfanga öllum er borað með bentonitleöju. Holan hefur lengst af verið þétt og leka varð ekki vart að neinu ráði fyrr en um klukkan 14:15 þegar dýpi var 173 metrar. Þá tapaðist allt skol í skamman tíma en sprungan eða æðin sem opnaðist þéttist fljótlega af leójunni og íbættingarefnum sem í henni eru og skol fór að koma upp aftur eftir stutta stund. Áfram er haldið að bora með sama hraða en frá 165 metrum hefur borhraði verið mun lægri en meðaltal gefur til kynna, eða um hálfur metri á klukkustund. Borað er í hörð basaltlög, blöðrótt og nokkuð ummynduð og eru algengustu ummyndunarsteindir ópall, kalsít, önnur karbonöt – mest sídert og síðan er vottur af píyríti. Bergið er díótt og blöðrótt og þunn silkja af leir í flestum holum en þær eru nær tómar

**LogPlot**

Mennimir í gámmum eru að taka í notkun hér í Svartsenngi nýjan hugbúnað til framsetningar á borholugögnum. Vinstra megin á myndinni, sem hér fylgir með til tilraunar, er snið af þeim jarölögum sem borað hefur verið í gegn um ásamt skýringum. Til hægri eru dálkar sem í eru settar upplýsingar úr boruninni svo sem dæling, borhraði, þrýstingur og fleira ef vill.

SSJo/BR





Stædur: Svartsengi  
Hollungr: SJ-18  
Bor: Johann  
Dýptarbil: 0 - 200 m  
Boragæði: Borun fyrir 13 3/8" fóðringu  
Verklut: Láðrött borun með gát.

**BORVAKT Í SVARTSENGI**

Þriðjudagur 29. september 1998. 14 verkdagur

Hola SJ-18

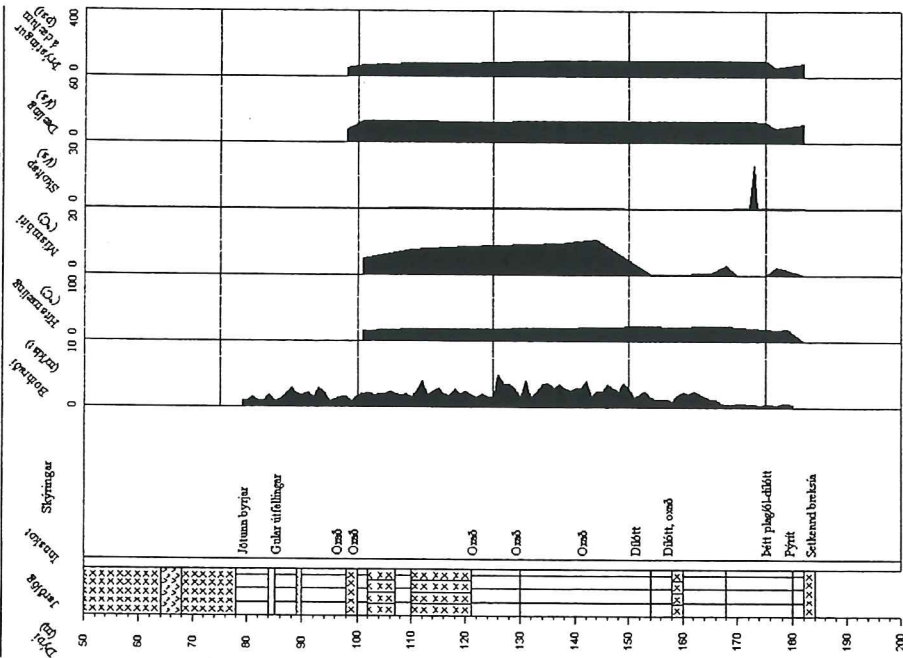
**Í stutlu máli**

Á miðnætti var dýpi hollunnar rúmir 176 metrar. Heildarborun síðasta sólarhrings er því hvorki meira né minna en um 14 metrar og hafa borast að jafnaði um 0,6 metrar á klukkustund. Bergið sem borinn hefur verið að snúast á undanfarið hefur verið sérlega þétt og hart basalt en nú sér loks fyrir endann á því. Þegar þetta er ritað rétt eftir hádegi á þriðjudegi er dýpi um 185 metrar og er komið í sekkennt lag eða móbergsset sem finnst í borholum í nágrenninu.

Álag á krónu er að jafnaði um 25 þúsund pund og snúningur á drifbroði í harða basaltinu hefur verið um 55 sn/min. Dæling hefur verið minnkuð örilitið og er um 90 slög eða um 17 lítrar á sekúndu. Atak á drifborð hefur verið um 140-160 A og borunin í umrætt hart basalt hefur verið tíðindalíti og engin sérstök læti verið né hristingur og hopp og skopp á borkrónum.

Ummyndun er lítil sem engin í þessum harða kafla sem borað hefur verið í gengum. Í fyrsta lagi er mjög lítið um blóður og þar af hólufylingar og sprungur eru vart teljandi. Ólívindilar eru ferskir í bergnu og ekki fámir að láta á sjá sem er vísbending um litla vatnsleiðni eða lekt í umræddri syppu hrauna. Þó koma kaflar á milli hraunlaga þar sem ólívín er ummyndað og þá hefur nær alveg horfið sumstaðar. Algengustu ummyndunar steindir eru karbonöt og þá sérstaklega síderit sem er járn karbonát. Samsetning þess er breytileg og heitir þá ýmsum nöfnum (ankerit, olígónit). Það myndar daufrænar/hvítar lagskiptar hálfkúlur, glaman einar og sér í holum beint á hólueggnum. Þegar neðar dregur og hiti fer vaxandi verða þessar steindir minna áberandi og loks er kalsít eða kalsíum karbonát allsráðandi

SSJ/BR







Stödur: Svartasengur Bor: Jónúan  
Höfundur: SJ-18 Dýptarfall: 0 - 230 m  
Boradýgd: Borun fyrir 18 1/2" fóðringu  
Virkilífti: Lífrétt borun með gól

### BORVAKT Í SVARTISENGI

Miðvikudagur 30. september 1998. 15 verk dagar

Hola SJ-18

#### Í stuttu máli

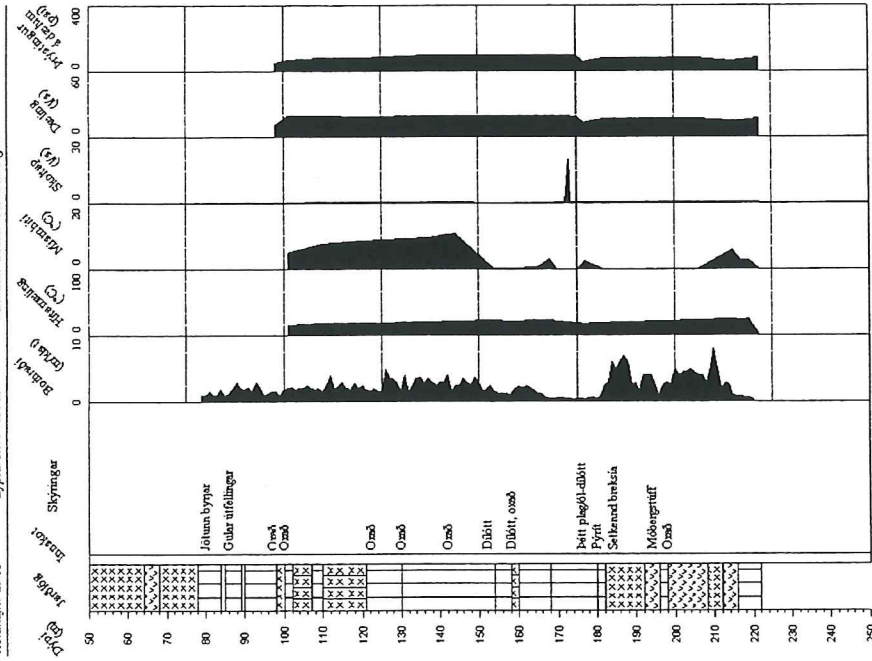
Á miðnætti var dýpi holunnar um 216 metrar. Heildarborun síðasta sólarhrings er því 40 metrar og hafa borast að jafnaði um 0,6 metrar á klukkustund frá miðnætti og fram að kl 10 um morguninn. Þá fór borinn inn í mun mýkri breksu- og möbergssyrpu og boradist mun hraðar næstu 14 tímána, eða um 2,6 metrar að jafnaði á klukkustund. Einstaka sprettir náðu þó allt að 8 metrum á klst. Eftir það hefur hraðinn aftur dottið niður í um 0,5 m/klst þegar að niður úr þessari syrpu var komið og í hart, þétt basalt, líku því sem ofar var.

Breksu- og möbergssyrpan virðist vera nokkuð ummynduð og var töluverður leir til staðar, sérstaklega í neðri hlutanum. Þessi sama syrpa liggur á sama dýpi í holu SJ-19 og virðist svipuð á þykkt. Harða bergið sem nú er komið í er þétt og blöðruð fáar og flestar þeirra aðeins með þunna skán af holufyllingum, oft síderit.

Álag á krónu er að jafnaði um 24 þúsund pund í harða basaltinu en um 20 þúsund pund í linari syrpuinni. Snúningur á drifbroði hefur verið um 35-50 sn/min. Dæling hefur verið um 90-100 slög, eða 17-20 lítrar á sekúndu. Hoppið og skoppið á borkrónunni, sem ekki varð vart við í möberginu er byrjað aftur.

Þegar þetta er ritað, rúmlega þrjú, er dýpi holunnar um 225 metrar.

BR







ORKUSTOFNUN  
Rannsóknasvið

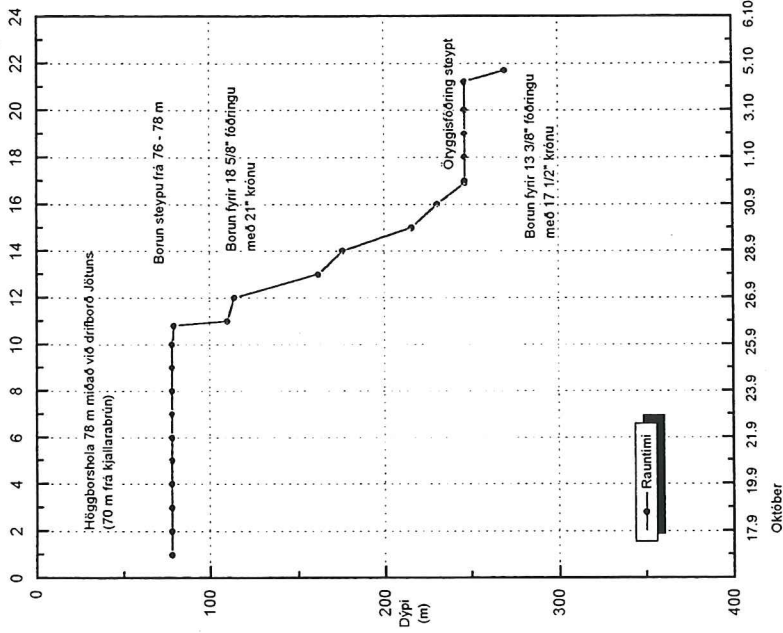
76. tölublað  
BR



ORKUSTOFNUN SVARTSENGI HOLA SJ-18

Gangur borunar í 1. og upphafi 2. áfanga  
Verkdagar

BR  
06-10-98



### Í stuttu máli

Að kvöldi fimmtudagsins 1. október lauk borun fyrir öryggisföðringu. Var þá komið niður í 247 metra dýpi og var borinn að fara úr hörðu, þétu basalti í kargalegt hraunlag. Var því ákveðið að hætta borun og steypa öryggisföðringuna. Föðringunni lauk á sunnudeginum 4. október og tókst ágætlega. Vegna veðurs mánuðaginn 5/10 var ekki hægt að setja niður strenginn fyrir borun á 13 3/8\"

Frá um 03:30 og til um 10:00 borast um 18 metrar eða niður í 265 metra. Hraðinn var því um 2,8 m/klst. Verið var að bora í meira og minna kargaleg, oxuð hraunlög, nokkuð mjúk undir tönn. Verið var að bora með 20-24000 punda álagi. Snúningur á drifborði var 30-40 snúningar á minútu og dæling var um 50-80 slög, eða 10-15 l/s. Átak á drifborði var um 100 A.

Um klukkan 10:00 varð breyting á jarðlögum þeim er borinn var í. Fór að harðna undir tönn og var komið niður í svipað berg og borast hafði verið í oðan við 247 metra. Lét borinn svo illa að minnka varð álagið til að hann hristist ekki í sundur. Álagið á krönnu var minnkað niður í um 10-15000 pund og átakið á drifborði jókst í um 150 A. Hraði borunar minnkað niður í um 1 m/klst.

Berjið sem nú er í er nokkuð þétt, fin-meðalkorna basalt með frekar lititö af porum og þær yfirreit aðeins fylltar að 1/4, mest af sideriti. Þetta bendir til frekar litillar lektar í frekar lágum hita, enda er skoltap nánast ekkert.

Svo virðist sem að jarðlagastafinn hér í holu 18 sé mjög líkur holu 19 það sem af er.

Hér á eftir fylgir yfirlit af gangi borverks í 1. áfanga og það sem af er 2. áfanga og til samanburðar er yfirlit yfir gang borunar holu 19.

BR



## BORVAKT Í SVARTSENGI

Miðvikudagur 7. október 1998. 22 verkdagur

Hola SJ-18

### Í stuttu máli

Hér, við holu 18 er allt enn frekar með kyrrum kjönnum. Á miðnætti var dýpið um 282 metrar og hefði þá verið borað að meðaltali 1,75 /klst. síðasta solarhring. Þetta hefur þó verið nokkuð rykkjótt, og fór hraðinn í um 5-6 m/klst. þar sem mest var. Það gerðist í poróttu, kargalegu hrauni. Þannig hefur það einnig verið í dag, og hefur borast hraðar, þar sem kargi og/éða breksía er til staðar.

Svöltilt breyting virðist vera nú í holufyllingunum og eru blá- og grænleitar leirútfellingar orðnar meira áberandi, auk þess sem kalsedónn (sem er kvansafriðgöð) lætur bera á sér. Zsólitar, sem eru læghitautfellingar, virðast með öllu horfnir. Þetta bendir til þess að hitastigið fari nokkuð hækkandi í berggrunninum.

Framan af hefur bergið verið nokkuð þétt basalt, populítið, en nú (í rúnum 300 metrum) ber meira á breksíu. Þar hefur verið aukning í holufyllingum og píyrít birtist, sem bendir til aukinnar lektar.

Borað hefur verið með 14-24000 punda álagi. Snúningur á drifborði var 30-50 snúningar á minútu og dæling var um 70-90 slög, eða 13-17 l/s. Atak á drifborði var um 150 A. Enn verður ekki vart við neitt skollap.

Dýpi holunnar, er þetta er ritað (15:00) er 311 metrar.

Ef jarðlagaskipun þessarar holu er borin saman við holu 19 má sjá að í um 330 metra dýpi ætti borinn að lenda í móbergstúffi, sem nær niður að um 400 metra. Þar sem góð samsvörun hefur verið milli 19 og 18, verður spennandi að sjá hvort framhald verður á því. Niður í þessa syru ætti að vera komið í kvöld eða nótt. Til gamans er jarðlagasmíð fyrstu 500 m holu 19 hér með ásamt það sem komið er af holu 18.

BR.

Hola 19

0 m

100

200

300

400

Hola 18

0 m

100

200

300

□ Móbergstúff  
□ Basalt  
x Basaltbreksía



Borun fyrir vinnslufóðringu

Staður: Svartsengi Bor: Jólunn Boraðferð: Borað með 17 1/2" krönu  
Hollanngi: SJ-18 Dyptarbil: 247 - 700 m Perkkilur: Lóðrétt borun með gól

BORVAKT Í SVARTSENGI

Fimmtudagur 8. október 1998. 23 verkdagur

Hola SJ-18

Í stuttu máli

Ekki hefur það alveg staðist sem vonast var til að fram kæmi í um 330 metrum. Í síðasta tölublaði var verið að velja því fyrir sér hvort að möbergstuflíð sem er til staðar í holu 19 myndi einnig koma fyrir í holu 18 á sama dýpi. Svo varð ekki, en það er reyndar ekki alveg að marka, þar sem möbergstaparn eða myndarnir hafa oft mjög takmarkaða útbreiðslu og eru yfirleitt efni mörk þessara myndana mjög ójöfn og breytileg frá einum stað til annars, þó stutt sé á milli. Þetta kemur til vegna goss við þröngar aðstæður undir jökli, og því hláðast gosefnið frekar upp á við en til hliðanna. Síðar, er jökullinn hopar og styður ekki lengur við stöppun, veðrast þeir og möbergsskrúður mynda svuntur umhverfis þá, oft brattar, líkt og í Þorbryninum í dag. Því er oft mikill hæðarmismunur á stuttum vegalengdum. Nú er komið niður á um 352 metra dýpi og ekki bolar á möberginu.

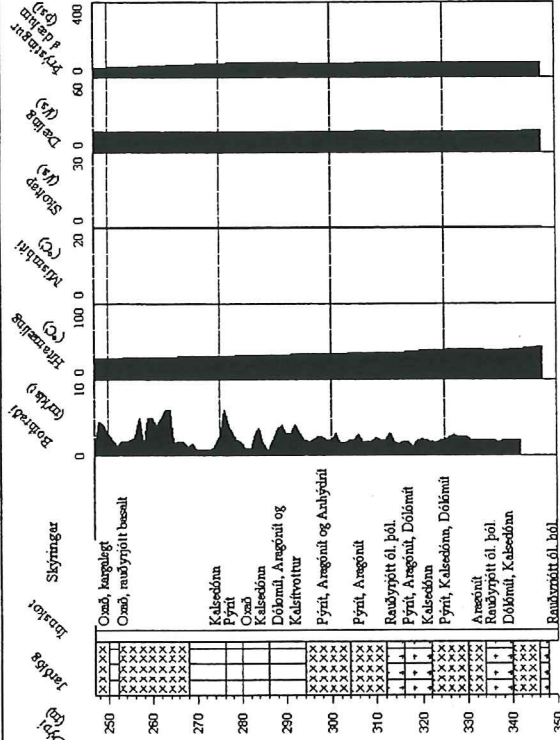
Verið er að bora í basalt og skiptast á brekskunnend lög og fremur grofkrístölluð, rauðyrjött ólívín-þóleitt lög. Aragónít og Dólómít (kalsítaþriggði) eru farnir að verða áberandi og einnig hefur Anhydrit verið svölitið til staðar, á minna dýpi en kamski hefði matt buast við. Þetta bendir til aukins hita. Þýnit er einnig farið að vera áberandi, en aðallega þó í breksiumni, þar sem má vænta meiri lektar. Í ól-þól. lögunum er oft litið sem ekkert um holufyllingar, enda mjög litið um porur. Ólívíndíamir eru allir ummyndaðir og hafa verið fremur stórir. Blá-grænleitar leirufyllingar eru nokkuð áberandi.

Þetta berg virðist ekki vera sérlega hart og hefur borun gengið nokkuð þokkalega, eða um 70 metra síðastliðnum 1 1/2 sólarhringinn. Það gefur um 2 m/klst. Dýpið á hädegi var um 350 m.

Boraði hefur verið með sama álagi, snúningi dælingu og átaki og í gær.

Meðfyllgjandi tölublaði þessu er jarðlagasnið yfir það sem borast hefur frá upphafi 2 áfanga.

BR.





**BORVAKT Í SVARTSENGI**

Föstudagur 9. október 1998. 24 verkdagur

Hola SJ-18

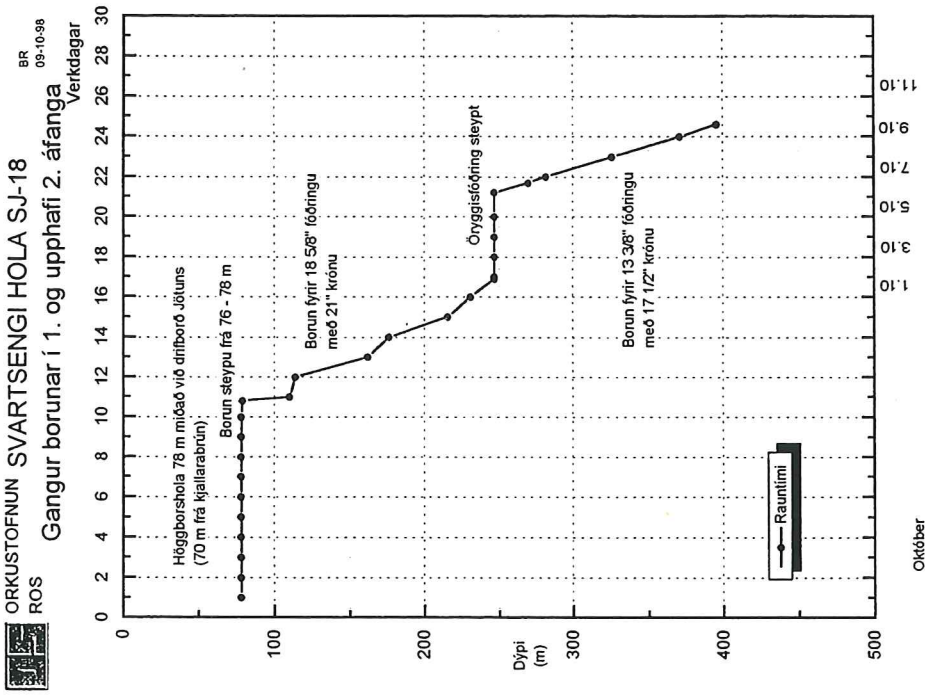
**Í stuttu máli**

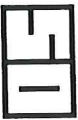
Síðasti sólarhringur hefur verið mjög töfundalítil og þar af leiðandi þessi pistil í styttra lagi. Nánast engin breyting hefur verið á berggerð þeirri sem borað hefur verið í. Það hefur aðallega verið basaltbreksia, og virðist vera bólstraberg. Því gæti það hæglega verið hluti af möbergsmyndun þeirri sem er að finna í holu 19, þó að ekkert möbergstúff komi fram fyrir en í tæpum 400 metrum. Því er hægt að draga þá ályktun að komið hafi verið niður í möbergsmyndunina í um 294 m. Síðan þá hefur lítil breyting verið, fyrir en í um 384 metrum, en þá er komið niður í mun túffkenndari myndun.

Á miðnætti var borinn í um 371 m og hefur því borast um 44 metrar á síðasta sólarhring, eða tæpir 2 m/klst. Ekki hefur orðið mikil breyting á þeim hraða það sem af er þessum degi. Þegar þetta er skrifað (um 15:00) er dýpið 396 m.

Borað hefur verið með 14-24000 punda álagi. Snúningur á drifborði var 35-50 snúningar á mínútu og dæling var um 70-90 slög, eða 13-17 l/s. Átak á drifborði var um 160 A. Meðfylgjandi tölublaði þessu er gangur borunar.

BR.





ORKUSTOFNUN  
Rannsóknasvið

79. tölublað  
BR

**BORVAKT Í SVARTSENGI**

Föstudagur 9. október 1998. 24 verk dagar  
HOLA SJ-18

**Í stuttu máli**

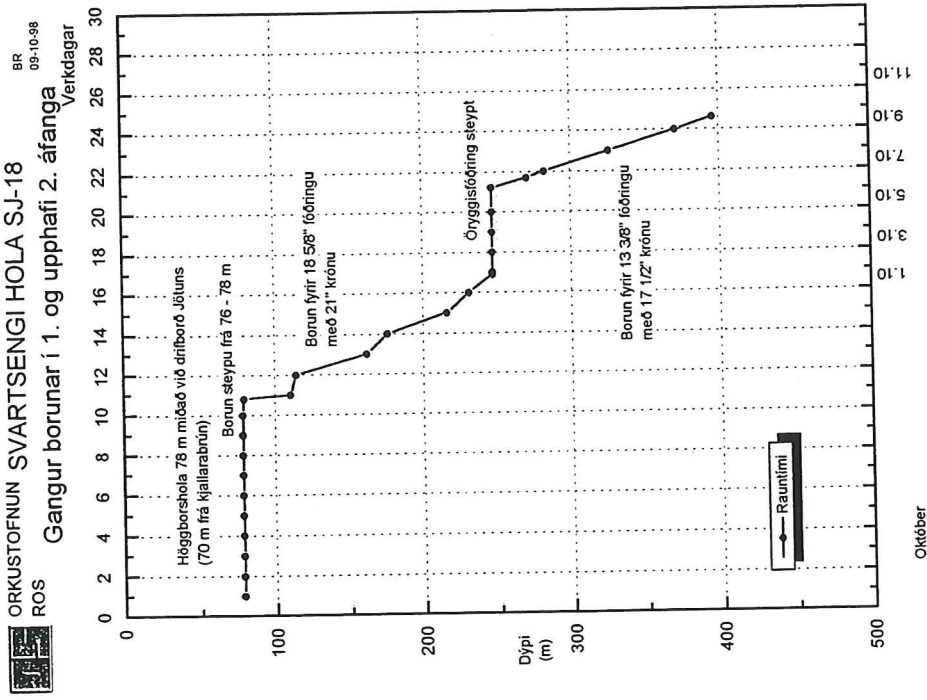
Síðasti sólarhringur hefur verið mjög töundalítil og þar af leiðandi þessi pistil í styttra lagi. Nánast engin breyting hefur verið á berggerð þeirri sem borað hefur verið í. Það hefur aðallega verið basaltbreksia, og virðist vera bólstraberg. Því gæti það hæglega verið hluti af móbergsmyndun þeirri sem er að finna í holi 19, þó að ekkert móbergstúff komi fram fyrr en í tæpum 400 metrum. Því er hægt að draga þá ályktun að komið hafi verið niður í móbergsmyndunina í um 294 m. Síðan þá hefur lítil breyting verið, fyrr en í um 384 metrum, en þá er komið niður í mun túffkenndari myndun.

Á miðnætti var borinn í um 371 m og hefur því borast um 44 metrar á síðasta sólarhring, eða tæpar 2 m/klst. Ekki hefur orðið mikil breyting á þeim hraða það sem af er þessum degi. Þegar þetta er skrifað (um 15:00) er dýpið 396 m.

Borað hefur verið með 14-24000 punda álagi. Snúningur á drifborði var 35-50 snúningar á mínútu og dæling var um 70-90 slög, eða 13-17 l/s. Átak á drifborði var um 160 A.

Meðfylgjandi tölublaði þessu er gangur borunar.

BR



ORKUSTOFNUN SVARTSENGI HOLA SJ-18  
BR 09-10-98  
Gangur borunar í 1. og upphafi 2. áfanga  
Verkdagar



## BORVAKT Í SVARTSENGI

Laugardagur 10. október 1998. 25 verkdagur

Hola SJ-18

### Í stuttu máli

Frá um 384 metra dýpi hefur verið borað í móbergstúff, grænleitt og nokkuð ummyndað. Inn á milli koma þó einstaka sinnum basaltbreksía, líklega bólstraberg. Kvars útfellingar eru farnar að verða nokkuð áberandi, en það bendir til  $>180^\circ$  hita.

Þetta er tiltölulega mjúkt undir tönn og hefur því gangur borunnar aukist, og hefur borast um 53 metrar síðasta sólarhring (371-424 m). Þetta gefur rúma 2 m/klst. Það sem af er þessa sólarhrings hefur borunin þó verið nærri 3 m/klst. Dýpi nú eru rúmir 450 metrar.

Borað hefur verið með 14-24000 punda álagi. Snúningur á drifborði var 35-50 snúningar á mínútu og dæling var um 70-100 slög, eða 13-20 l/s. Átak á drifborði var um 140 A

Holan var hallamæld um kl 16:00 í gær og voru niðurstöður þær að í um 200 metrum hallar henni um  $2,3^\circ$  en á 375 metrum um  $3^\circ$ .

Í holu 19 varð vart algers skoltaps í um 420 og 520 metrum, og varð að steypa til að þetta það. Bormenn eru nú komnir niður fyrir 450 metra og er beðið eftir samskonar skoltapi hér. Það myndi tefja eitthvað fyrir boruninni ef það yrði staðreyndin. Ef hinsvegar allt gengur að óskum, ætti fóðrunardýpi vinnslufóðringar (ca 800 m) að vera náð rétt fyrir eða um næstu helgi.

Engar myndir fylgja með að þessu sinni, en þeim mun stærra jarðlagasnið fylgir á morgun.

BR.





ORKUSTOFNUN  
Rannsóknasvið

## 81. tölublað BR

### BORVAKT Í SVARTSENGI

Sunnudagur 11. október 1998. 26 verktdagur

Hola SJ-18

#### Í stuttu máli

Enn er verið að bora í breksiu og túff til skiptis, en samkvæmt þversniði jarðlaga í svartsengi, sem birt er í skýrslu Orkustofnunar, eftir Hjalta Franzson, um jarðfræðilíkan af háhitakerfi Svartsengis (OS-90050/JHD-08, 3. mynd) gæti þessi myndun náð allt niður á rúmlega 600 metra.

Hraðinn hefur verið nokkuð mikill eða 56 metrar á síðasta sólarhring (424-480 m). Þetta svarar til 2.33 ms/klst. Enn eru fállegar kvarsútfellingar (bergkristall) áberandi í svarfinu.

Enginn breyting hefur verið á boruninni. Borað hefur verið með 14-24000 punda álagi. Snúningur á drifborði var 35-50 snúningar á mínútu og dæling var um 70-100 slög, eða 13-20 l/s. Átak á drifborði var um 140 A

Enn hefur ekki orðið vart við skoltap líkt og í holi 19. Því hefur allt gengið vel og er borverkið u.þ.b. 1-1/2 dægi á undan ætluð. Ef þetta heldur, má vænta þess að hafist verði handa við fofðrun á fimmtudag eða föstudag í næstu viku (15-16/10).

Þegar þetta er skrifað er dýpi 520 metrar (kl. 15:00)

Meðfylgjandi er jarðlagasnið yfir síðustu 200 metrana.

BR.

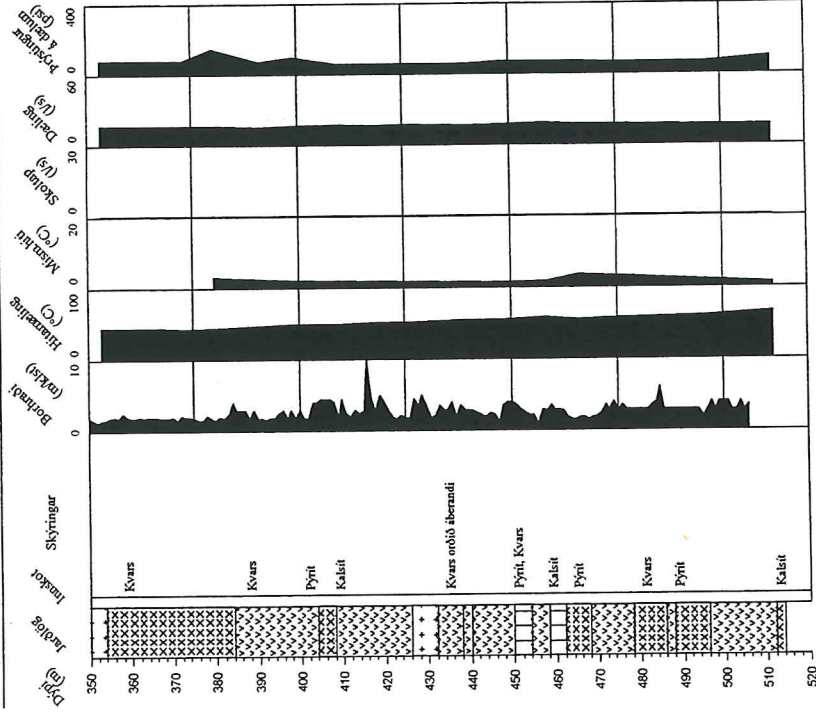


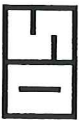
ORKUSTOFNUN  
Rannsóknasvið

## Borun fyrir vinnslufóðringu

6.10.1998

Staður: Svartsengi  
Höluhlífi: SJ-18  
Bor: 10tunn  
Dýranbil: 247 - 700 m  
Boradferð: Borad með 17 1/2" krönu  
Verklitir: Lóbrett boran með gafi





ORKUSTOFNUN  
Rannsóknasvið

82. tölublað  
BR

ORKUSTOFNUN  
Rannsóknasvið

Borun fyrir vinnslufóðringu

12.10.1998

Staður: Svartsengi  
Hollungr: SJ-18

Bor: 10tunn  
Dýptarbil: 450 - 600 m

Boraferð: Borað með 17 1/2" bronu  
Ferðhluti: Lööðitt borun með gæti

## BORVAKT Í SVARTSENGI

Mánudagur 12. október 1998. 27 verkdagur

Hola SJ-18

### Veður:

Hér í Svartsengi gengur á með éljum og er ansi hvast. Í verstu hvíðunum nótrar gámuninn hreinlega. Samnkallað íslenskt skítaveður.

### Gangur borunar:

Enn er verið að bora í breksiu og tuft til skiptis.

Borast hefur vel eða 74 m á síðasta sólahring (480-554 m). Þetta svarar til um 3,10 m/klst.

Borun hefur verið misjöfn, en borað hefur verið með 6-24000 punda álagi. Snúningur á drifborði var 35-50 snúningar á mínútu og dæling var um 70-140 slög, eða 13-27 l/s. Enn hefur ekki orðið vart við skoltap.

### Breytingar:

Á 552 metra dýpi varð við gróffaðra, gulgrænar leirútfellingar. Þetta þýðir að hitastigið sé komið yfir 200°C. Á 556 etra dýpi verður einnig vart við epidót, en það gefur einnig til kynna svipað, ef ekki ívið meira hitastig en leirinn.

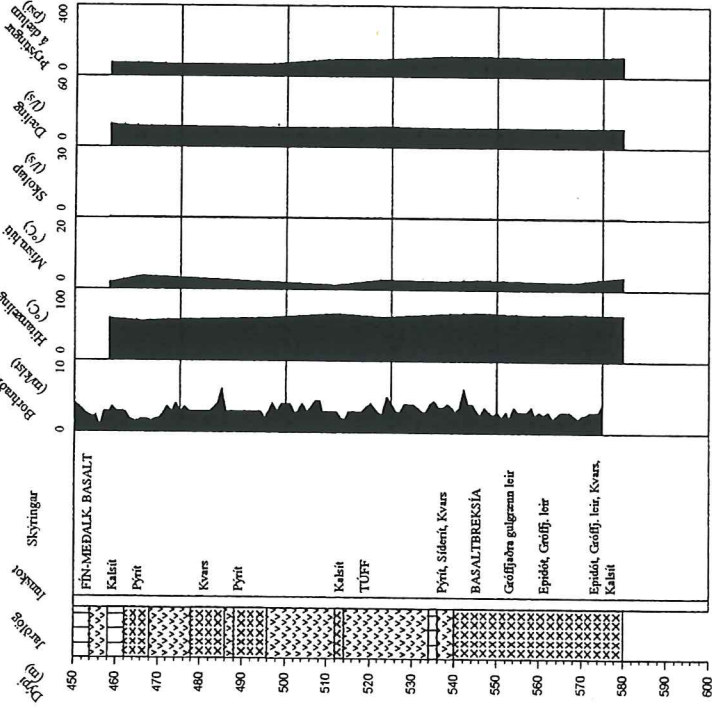
Hallamæling í 540 metrum gaf 3,8°halla.

Þegar þetta er skrifað er dýpi 596 metrar (kl. 15:00)

### Lokaorð:

Meðfylgjandi er jarðlagasnið yfir síðustu 150 metrana. Kvartað (jakkvætt "feedback") hefur verið yfir því að ekki séu skýringar á mynstri jarðlaganna í jarðlagasniðinu. Í efurárandi jarðlagasniði á það, sem skrifað er með upphafsstofum, við um berggerðina. Hitt á við um ummyndunina.

BR.





Staður: Svartsengi  
Holungfj. SJ-18  
Bor: Rúnun  
Dýptarbil: 550 - 690 m  
Boradferð: Borad með 17 1/2" krönu  
Verkhilut: Löðvitt borun með geli. Með vatni frá 600m.

**BORVAKT Í SVARTSENGI**

Miðvikudagur 13. október 1998. 29 verkdagur.

Hola SJ-18

**Gangur borunar:**

Borast hafa um 51 m á síðasta sólahring (605-656 m). Þetta svarar til um 2,13 m/klst.

Algert skoltap varð frá um 600 metra og niður að 620. Því varð ekki nein heimta á svarfi á því bili. Það sem kom fyrst upp eftir skoltapið var svipað því sem var fyrir skoltap, eða tuff og bréksía. Fíjótlega fór þó að bera á þéttara, finkoma basalti, sem líklega er ættað úr hraunlagasýpum.

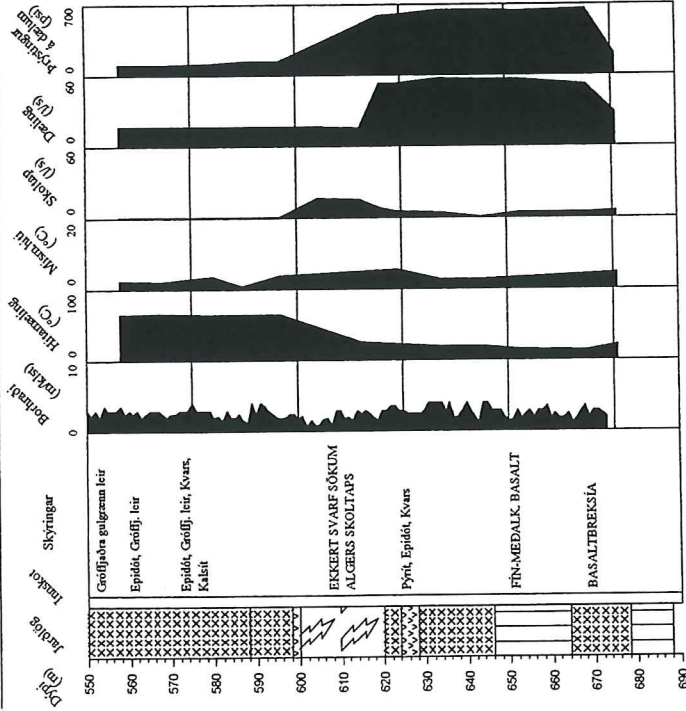
Lekinn í holunni fór fíjótlega niður undir 5 l/s og hélst þannig framan af. Þrátt fyrir mikla dælingu með vatni, tókst illa að ná upp svarfinu og safnaðist það nokkuð fyrir. Var íöulega um 6-8 metra svarfbunki í botni eftir 15 mínútna dælustopp. Þetta var hreinsað upp með því að senda niður "geltappa" til að flytja svarfið upp. Það tókst bærillega og varð að lokum til þess að lekinn þéttist alveg og dæling með vatni varð nægileg til að flytja svarfið upp á yfirborð.

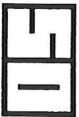
Nú er farið að hylla undir föðrunardýpi, en reyna á að fara eins nærri 800 metrum og kostur er. Með sama hraða og undanfarna tvo sólarhringa og það sem af er þessum, ætti það að verða um miðjan dag á föstudag.

Borun síðasta sólarhring hefur verið misjöfn, en borað var með 10-20000 punda álagi. Snúningur á drifborði var 35-60 snúningar á mínútu og dæling var um 300 slög, eða 58 l/s. Dæluþrýstingur hefur verið 400-700 psi.

Þegar þetta er skrifað er dýpi 690 metrar (kl: 15:00)

BR.





ORKUSTOFNUN  
Rannsóknasvið

85. tölublað  
BR

### BORVAKT Í SVARTSENGI

Fimmtudagur 14. október 1998. 30 verkdagur

Hola SJ-18

#### Gangur borunar:

Fréttabréfið að þessu sinni verður stutt, en von er jafnvel á viðbót seinna í kvöld.

Borast hafá um 58 m á síðasta sólahring (656-714 m). Þetta svarar til um 2,4 m/klst.

Skoltap hefur verið á bilinu 5-15 l/s, nokkuð rokkandi. Sendir voru geltappar reglulega niður til að hreinsa holuna af svarfi. Þetta gekk þærilega.

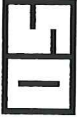
Algert skoltap varð síðan rétt eftir hádegi í dag, og hurfu allir 60 sekúndulítramir, auk vatnssúlunnar í holunni. Þrýstingur á dælum féll úr 650 psi í 250 psi. Hér er væntanlega komið í stóra æð á u.p.b. 735 m. Hítastig er líklega um 23,5°C.

Ekki er enn búið að taka endanlega ákvörðun um hvað gert verði, en hættu er á að ef þessi æð yrði nýtt, muni hún með tímanum verða gufuzæð og ekki er óskað eftir fleiri sílikum að svo stöddu. Borað verður áfram, og ákvörðun um framhald (fóðrunardýpi) tekið eftir hverja boráða stöng.

Að öðru leiti hefur borun gengið mjög vel og er verkið um 3 dögum á undan upphaflegri áætlun.

Þegar þetta er skrifað er dýpi 746 metrar (kl: 16:00)

BR.



ORKUSTOFNUN  
Rannsóknasvið

86. tölublað  
BR

### BORVAKT Í SVARTSENGI

Föstudagur 16. október 1998. 31 verkdagur

Hola SJ-18

#### Gangur borunar:

Borast hafá um 48 m á síðasta sólahring (714-762 m). Þetta svarar til um 2 m/klst. Algert skoltap varð er lemt var í stórrí æð á um 735 metrum. Ákveðið var að bora áfram blindandi, þar sem ekkert svarf kom upp. Tekin var svarfmæling (botnfáll) við hverja stöng og var ekkert botnfáll í 735 metrum en um 4-6 metrar eftir það.

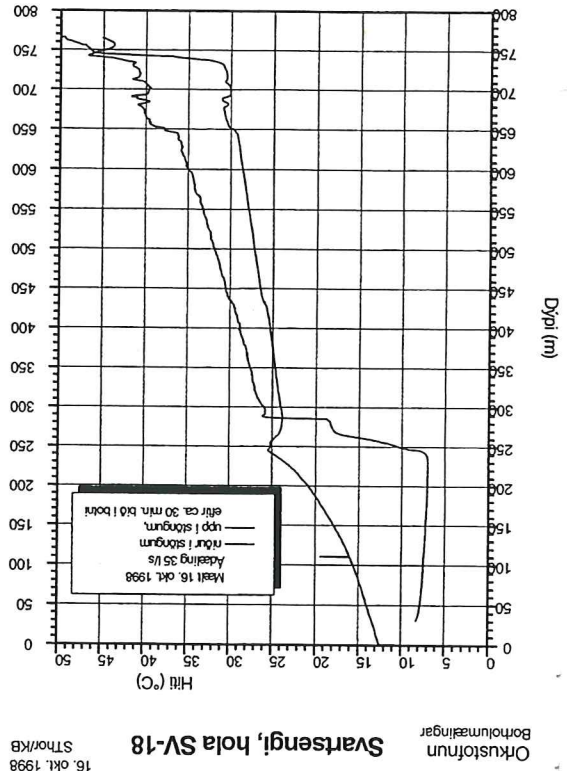
Ákveðið var að hætta borun í 777 metrum enda hafði borgangur ekki verið meiri en 1-1,5 metrar á klukkustund síðan í 757 metrum, en það brennti til að verið væri að bora í hart, þétt berg og því tilvalið að vera með fóðrunarenda í því. Þetta gerðist um kl 10:00 í morgun.

Algert skoltap hefur verið frá 735, þótt að þrýstingur á dælum hafi hækkað eitthvað (allt að 450 psi með 60 sekúndulitra dælingu) er á leið, en það bendir til að æðin hafi lokast að einhverju leiti.

Mælingamenn voru kallaðir til og hófu hitamælingar um kl 12:30. Síðan verður strengurinn tekinn úr holunni og víddar- og viðnámsmælingar gerðar síðar í dag.

Meðfylgjandi fréttabréfi að þessu sinni eru niðurstöður hitamælinga í stöngum. Þar sést æðin í 735 metrum, auk æða allt upp í 650 metra.

BR.





ORKUSTOFNUN  
Rannsóknasvið

88. fölublað  
BR



ORKUSTOFNUN  
Rannsóknasvið

87. fölublað  
BR

### BORVAKT Í SVARTSENGI

Sunnudagur 25. október 1998. 40 verktdagar  
HOLA SJ-18

Borun hefur gengið vel. Borast hafa 57 m síðasta sólarhring, eða um 2,4 m á klst. Borað hefur verið með 500-600 psi dæluþrýstingi, 30-50 snúninga á borði og 10-24000 punda þunga á krónu.

Ekkert skoltap var framán af, en í 790 m varð 5 l/s skoltap er þéttist. Í um 840 metrum varð aftur vart skoltaps, um 5 l/s, sem hefur aukist nú upp í um 9 l/s. (864m). Hallamæling í rúnum 800 metrum sýndi 4°halla.

Enn er verið að bora í að því er virðist hraunlög. Meðfylgjandi er jarðlagasnið frá upphafi 3 áfanga.

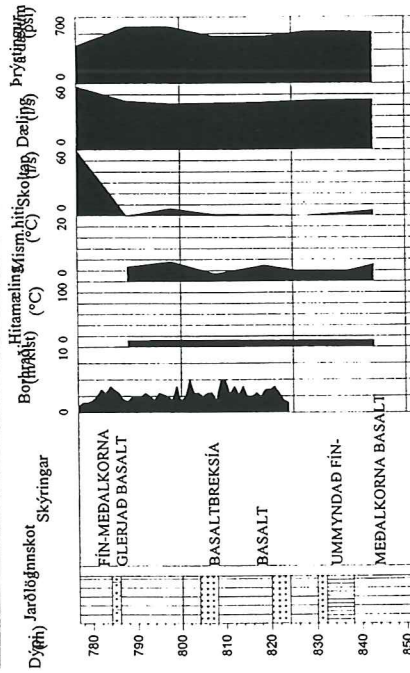
BR.



### Orkustofnun Borun holu 18, Svartsengi

25.10.1998

Staður Svartsengi Borlötunn Borað/er-Böðrétt borun með geli. Með vami frá 600m.  
HollanaflSI-18 Djúparb. 900 m Verklutni:



### BORVAKT Í SVARTSENGI

Laugardagur 24. október 1998. 39 verktdagar  
HOLA SJ-18

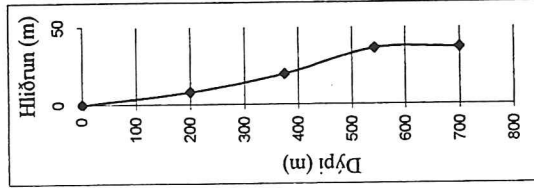
Nú er hafist handa við borun á ný eftir að vinnslufóðringu var lokið. Tókst eftir nokkrar tilraunir að steypa hana, þrátt fyrir nokkrar stórar æðar í 250 og 735 metrum, auk margra smáæða neðan 600 metra. Hætt var borun í 777 metrum, en fóðringin náði niður í 773 metra. Algert skoltap hafði þá verið frá 735 metrum og ekkert svarf fékkst upp. Var borað áfram í blindni, þar til borhraði múnkaði niður í 1/2 - 1m á klst, en það bentu til að komið væri í þétt, hart berg. Var þá ákveðið að hafa fóðringarendan þar.

Fóðring holunnar (13 3/8" fóðring) tók um viku, og var hafist handa við að bora stungustykkið um kl. 20:00 í gærkveldi og var komið niður úr fóðringunni skömmu eftir miðnætti. Svartfó bentu til að um þétt, fín-meðalkorna basalt væri að ræða og virtist sem oxaður hraunkargi væri á milli eininga. Þetta bendir til að hér séu um hraunlög að ræða, runnin á hlýskeiði.

Borað er með 12 1/4 " krónu og hafa borast um 2 metrar á klist síðan á miðnætti og var dýpið um 808 metrar nú um kl. 15:00. Borað var með 10-25000 punda álagi á krónu, dæluþrýstingur var um 600 psi og snúningur á borði um 35-50 snúningar á mínútu. Vart var 7 sekúndulitra skoltaps um kl. 10:00.

Hallamæling var gerð á holunni eftir fóðringu, og virtist hún hafa aðeins rétt úr sér aftur. Meðfylgjandi er einfölduð mynd af halla holunnar.

BR.



Hallamæling holu 18.



## BORVAKT Í SVARTSENGI

Mánudagur 26. október 1998. 41 verkdagur

Hola SJ-18

Hér í blíðunni í Svartsengi er allt á rólegu nótnum. Músagangur í hrauninu er með ólíkindum og stöku rjúpa er á ferli. Hrafnar tveir eru í góðu yfirlæti hjá bormönnum sem gauka að þeim matarafgöngum við og við.

Borun hefur gengið þokkalega síðasta sólarhringinn. Svolítið hefur hægt á, en síðasta sólarhringinn hefur borast um 44 metrar (834-878 m), eða tæpir tveir metrar á klukkustund. Borað hefur verið með 500-650 psi dæluþrýstingi, 30-60 snúninga á borði og 14-24000 punda þunga á krónu.

Í rúmum 870 metrum varð tæplega 19 sekúndulíttra skoltap, er síðan virtist þéttast nokkuð, og var komið niður í 13 sekúndulíttra í rúmum 890 metrum. Þetta skoltap virtist verða er berggerðin skipti úr fin til meðalkorna basalti í fremur grófkorna. Gæti verið innskot. Síðan þá hefur basaltið verið fremur gróft, en í 890 metrum varð það til muna grófara, og er nokkuð víst að um innskot er þar að ræða.

Á síðustu 60 metrum hefur epidót verið algengasta útfellingin, en klórít- og kvarsútfellingar einnig nokkuð algengar. Í um 880 metrum virtist sem amfiból birtist.

Nú þegar þetta er ritað (kl:15:15) er dýpið 911 metrar og skoltap hefur aukist aftur upp í um 17 l/s.

BR.



**ORKUSTOFNUN**  
Rannsóknasvið

**90. tölublað**  
BR

**Orkustofnun**  
Rannsóknasvið

**Borun holu 18, Svartsengi**

23.10.1998

Staður: Svartsengi Bor: Jotuna Borðferð: Lóbrett borun með gúli. Með vöru frá 600m.  
Hollungh: SJ-18 Dýptarhlí: 0-900 m Perkklafti:

**BORVAKT Í SVARTSENGI**

Þriðjudagur 27. október 1998. 42 verkðagur

Hola SJ-18

Borun í gær hefur gengið nokkuð þokkalega og hefur verið borað 62 m, eða sem svarar 2,6 m/klst. Tapið í gær hefur verið á bilinu 12-19 l/s.

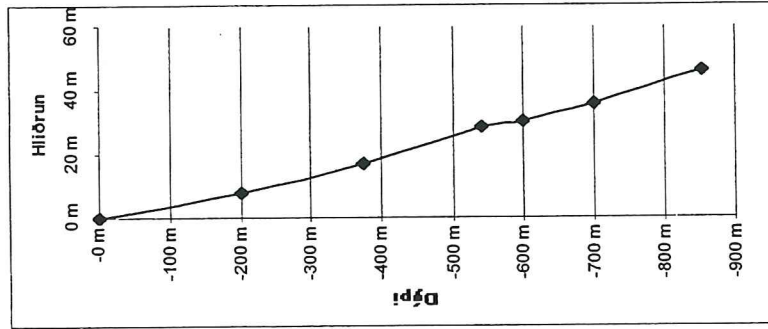
Borað hefur verið í gegnum innskot á 890-908 metrum. Annars hefur staflinn verið fín-grófkorna basaltirnaunlög, þar sem epidót og pýrit hafa verið algengast. Afrakstur næturinnar hefur enn ekki verið greindur.

Borað hefur verið með 550-700 psi dæluþrýstingi, 30-60 snúninga á borði og 10-24000 punda þunga á krónu.

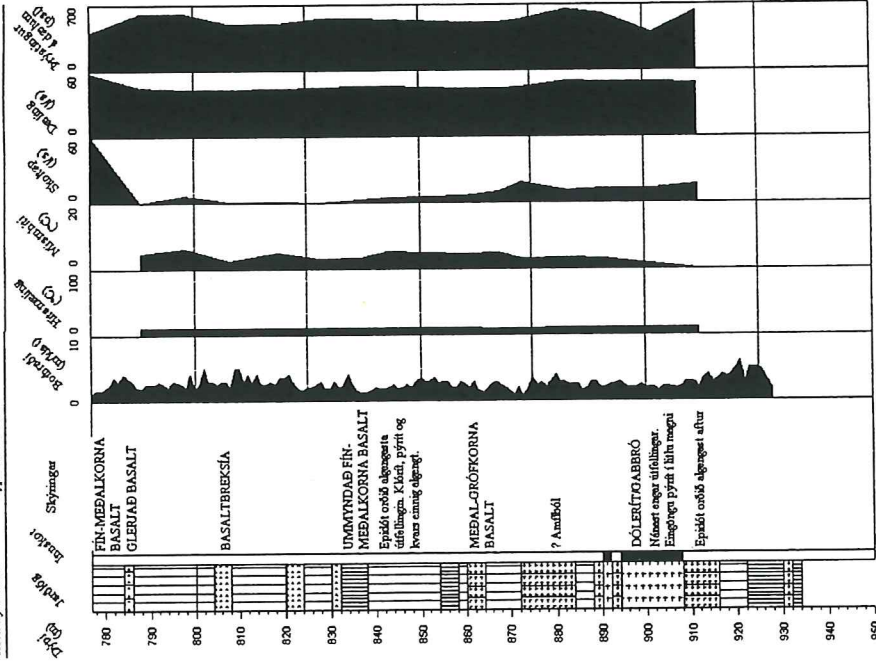
Er þetta er ritað (kl: 09:00) er dýpið 969 m og skoltapið í nótt var rokkandi á milli 11 og 16 l/s.

Meðfýgjandi er einfalt línurit af legu holunnar eftir síðustu hallamælingu og jarðlagasnið frá föðringarenda og niður á 926 m dýpi.

BR.



Halli holu 18, Svartsengi.





## BORVAKT Í SVARTSENGI

Miðvikudagur 28. október 1998. <sup>43</sup>41 verkdagur

### Hola SJ-18

Góður gangur er nú kominn í borunina. Borað hefur verið 80 metrar síðasta sólarhring og virðist ekki vera neitt lát á þessum gangi það sem af er þessa sólarhrings. Bormenn virðast þurfa að halda aftur af sér frekar en hitt, til að holan skekkist ekki of mikið. Hefur hraðinn á stöku kafla farið allt upp í 6-7 m/klst. Ekki hefur verið hallamælt síðan í um 850 metrum.

Borhraðinn hefur verið um 3,33 metrar að meðaltali. Dæluþrýstingur hefur verið á bilinu 550-700 psi, snúningshraði krónu um 40 –60 snúningar á mínútu og álagið á henni hefur bverið allt frá 6000 pundum (þegar heldið er aftur af sér) og upp í 24000 pund.

Ástæðan fyrir þessum góða gangi er að verið er að bora í ummyndaðri hraunlög og áður, auk þess sem meira er um mikið ummyndað túff og breksíu sem borinn veður í gegnum. Einstaka dólerít innskot eru þó til staðar, og hægir það aðeins á ganginum þar sem þau eru harðari af sér. Þau virðast einnig nokkuð ummynduð og aðeins eitt þeirra hefur verið alveg ferskt. Afrakstur næturinnar hefur ekki enn verið greindur.

Skoltap hefur verið lítið, eða um 6-7 lítrar á sekúndu, með einstaka hærri toppi (allt að 19 l/s). Hugsanlegt er að þetta séu litlar æðar sem koma inn ein af annari, en þéttist fljótlega aftur. Það gæti þýtt að lektin verði í raun mun meiri eftir að búið er að skola holuna í borlok.

Nú er borverkið aftur einum degi á undan áætlun, eftir að steyping vinnslufóðringar hafði tekið um 3 dögum lengur en áætlað hafði verið í upphafi.

Dýpi holunnar, er þetta er ritað, er 1050 metrar og eru allir hér ágætlega sáttir við ganginn.

Ekki eru neinar skýringarmyndir með að þessu sinni.

BR.





ORKUSTOFNUN  
Rannsóknasvið

92. tölublað  
BR

Orkustofnun  
Rannsóknasvið

Borun holu 18, Svartsengi

23.10.1998

Staður: Svartsengi  
Hollungr: SJ-18

Bor: J18uzn  
Dýrðihli 0-1100m

Boráfgæði: Láðrett borun með gól. Með vaxi 64.00m.  
Perkluhi:

### BORVAKT Í SVARTSENGI

Fimmtudagur 29. október 1998. <sup>44</sup> verkdagur

Hola SJ-18

Og enn gengur borunin vel. Borað hefur verið 79 metrar síðasta sólarhring. Hraðinn hefur jafnvel farið allt upp í 10 metra á kist ef ekki er hægt á.

Þetta þýðir að borhraðinn hefur verið um 3,3 metrar að meðaltali (1020-1099). Dæluþrýstingur hefur verið á bilinu 600-700 psi, snúningshraði krónu um 40 -60 snúningar á mínútu og álagið á henni hefur verið 6-20000 pund.

Enn skiptast á ummynduð breksú- túff og hraunlög. Borað var í gegnum enn eitt dólérít innskotið. Helstu ummyndunarsteindirnar eru Epidót, Klórít, Kvars, Þýrit og Wollastónít. Anhydrit virðist einnig hafa skotið upp kollinum. Einnig virðist sem örliðið af Amfibólí hafi fundist (er í röntgengreiningu). Þetta virðist benda til hitastigs 270-280°C eða meira, þegar heitast var, en þar sem kerfið allt er að kólna, væri 240°C nærri lagi.

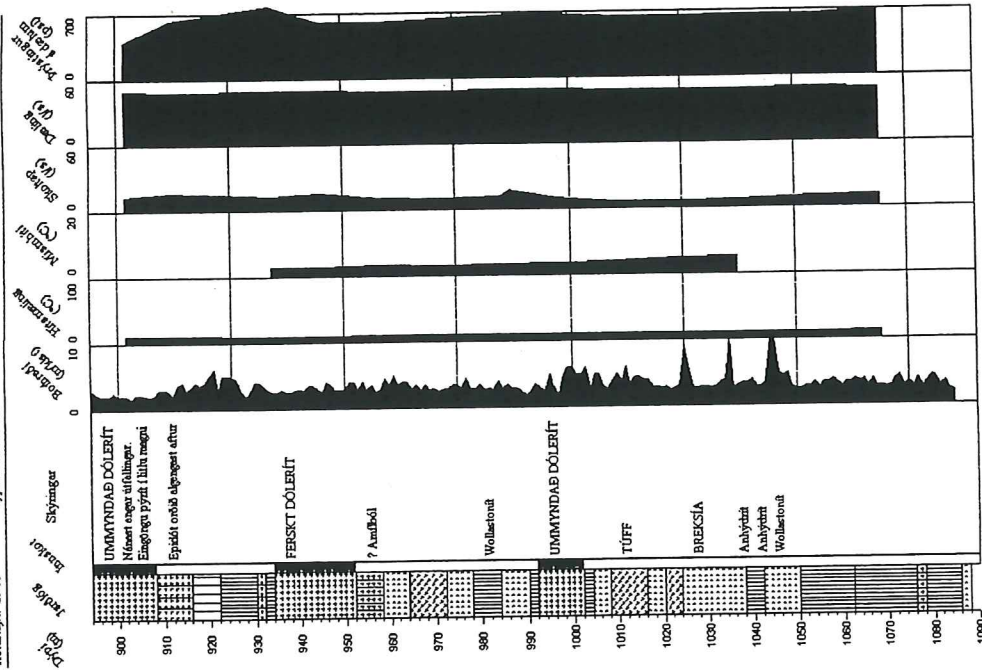
Skoltap var fremur lítið, eða 6-12 l/s.

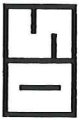
Verkið gengur hraðar en áætlað var og er nú komið um hálfum öðrum sólarhring fram úr áætlun og með þessu áframhaldi ætti 1600 metrunum að vera náð á þriðjudag eða miðvikudag í næstu viku.

Meðfylgjandi er jarðlagasnið yfir síðustu 200 metrana. Afrakstur næturinnar verður greindur á næstu klukkustundum.

Dýpið, nú kl 9:30 er 1130 metrar og skoltap um 14 l/s.

BR





ORKUSTOFNUN  
Rammsóknasvið

93. tölublað  
BR

## BORVAKT Í SVARTSENGI

45

Föstudagur 30. október 1998. 83 verkdagur

Hola SJ-18

Og gangur borunar er enn góður. Borað hefur verið 79 metrar síðasta sólarhring og hraðinn verið mestur um 6 metrar á klst.

Borhraðinn hefur því verið um 3,3 metrar að meðaltali (1099-1178). Dæluþrýstingur hefur verið á bilinu 600-700 psi, snúningshraði krónu um 40 -60 snúningar á mínútu og álagið á henni hefur verið 10-24000 pund. Eins og sést er þetta nánast alveg óbreytt frá í gær.

Og enn skiptast á ummynduð breksiu- túff og hraunlög. Helstu ummyndunarsteindirnar eru enn Epidót, Klórít, Kvars, Þýrít og Wollastónít. Anhydrit kemur alltaf inn öðru hvoru, en Amfibólíð sem sagt var frá í síðasta tölublaði var ekki Amfiból eftir allt saman, skv. röntgengreiningu. Því hefur ekki fundist neitt Amfiból enn. Skoltap hefur haldist nánast óbreytt, eða 9-14 l/s.

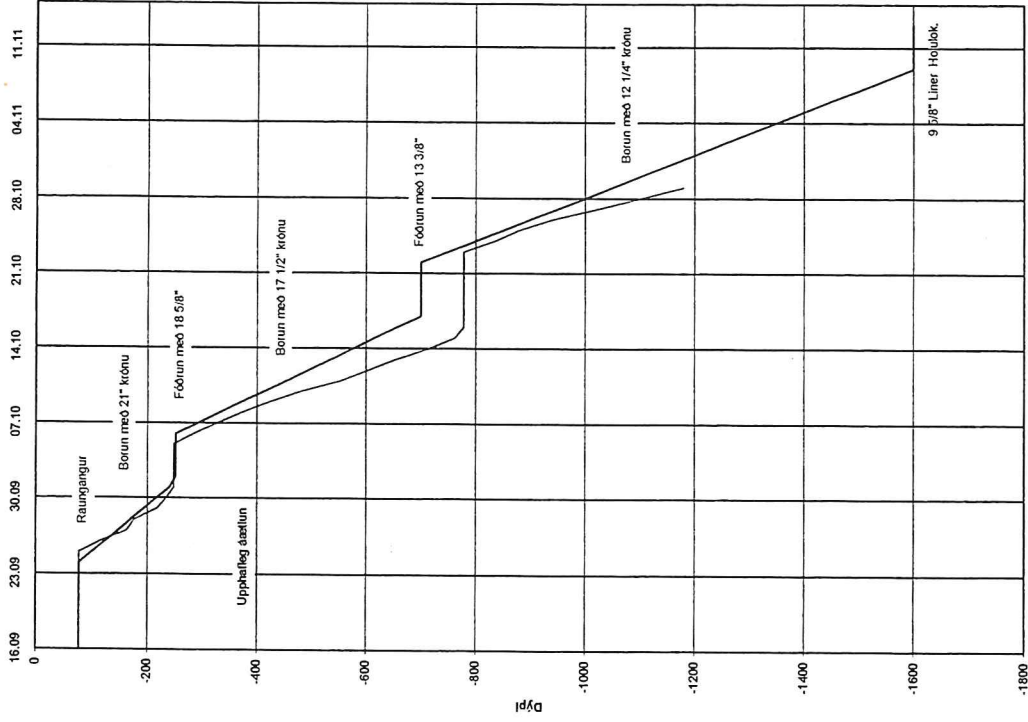
Verkið fjarlægist enn áætlunina og er nú komið um 2,5 sólarhringum fram úr áætlun

Meðfylgjandi er yfirlit af gangi verksins. Rauða línan er raunverulegur gangur verksins, en sú svarta er áætlunin. Afrakstur næturinnar verður greindur á næstu klukkustundum.

Dýptið, nú kl 9:00 er 1202 metrar og skoltap um 10 l/s.

BR.

## Borhraði SJ-18





ORKUSTOFNUN  
Rannsóknasvið

94. tölublað  
HF

### BORVAKT Í SVARTSENGI

Laugardagur 31. október 1998. <sup>46</sup> verkdagur

Hola SJ-18

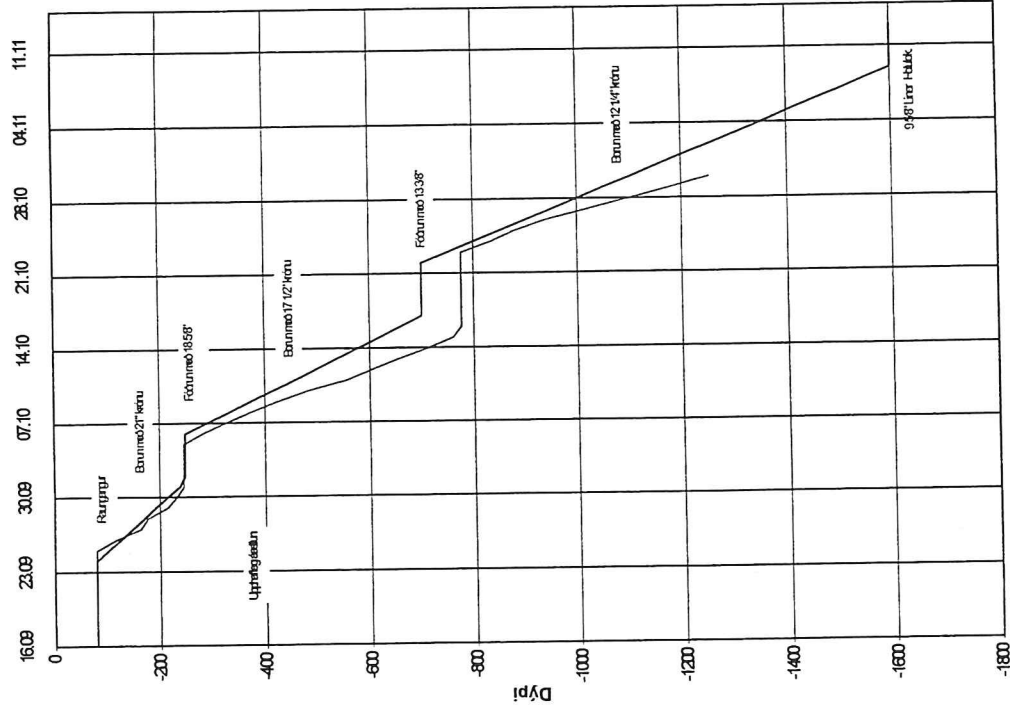
Síðasta sólarhringinn var borun samtals 73 m og meðalborhraði um 3.3 m/klst. Skolltap hefur haldist um 6-8 l/s. Núna um klukkan 16 var dýpi holunnar 1302 m.

Jarðlög eru fin-meðalkorma hraunlög niður á um 1240 m dýpi en þaðan og niður á 1300 m taka við mun grófkornaðri hraunlög og ummyndaðri (ólivin þóleiti). Ummyndun er sviðuð og áður hefur verið lýst, epidót klórít og vottur af pýríti. Einnig hefur borð nokkuð á annari steind sem myndas við hita hærri en um 270°C. Væntanlega segja þessar steindir til um fornt hitastig.

Það sem undirrituðum finnst vera breyting frá öðrum holum á svæðinu er skortur á kalsíti. Kalsít er algeng steind annars staðar í svæðinu og virðist tengjast að einhverju leyti núverandi ástandi kerfisins. Það að hún finnst vart allt frá 1000 m dýpi gæti bent til að núverandi jarðhitakerfi hafi lítt flætt um bergið. Það er í samræmi við að lekt er lítil í þessum jarðlagastöflunum. Eitthvað hefur þó orðið vart við kalsít neðan 1280 m dýpis sem gæti merkt að við séum að nálgast lekt.

HF.

### Borð SJ-18





Staður: Svartsengi Bor: 26tunn Borðferð: Borð með 17 1/2" krenu  
Holungrif: SJ-18 Dyptarbil: 450 - 650 m Ferkhliut: Lööðitt borun með gelli. Með vniá frá 600m.

**BORVAKT Í SVARTSENGI**

Þriðjudagur 13. október 1998. 28 verkdagur

Hola SJ-18

**Gangur borunar:**

Borast hafá um 51 m á síðasta sólarhring (554-605 m). Þetta svarar til um 2,13 m/klst. Aðalátæða þess að minna hefur borast en undanfarið er að í um 600 metrum varð vart við skoltap, sem jókst og er komið var úi 605 metra varð skoltapið algert. Þetta þýðir að það hafi verið um 17 sekúndulítrar. Allt gellið tapaðist og reynt var að þétta lekann með mica-flögum. Fíjóllega minnkaði tapið niður í um 9 sekúndulítra. Er þetta gerðist var farið að skola með vatni. Báðar dælar vinna nálægt fullum afköstum (56 l/s, en full afköst eru rétt rúmir 60 l/s) en samt samast svarf fyrir í holunni. 15 mínútna dælustopp gaf um 5 metra svarfbunka í botni holunnar (kl. 11:00). Spurning er hvort og hversu lengi þetta gangi án þess að þétta frekar. Kl. 15:30 var aftur mælt svarf í holunni og gaf það 8 m á 15 mínútnum. Þá var ákveðið að blanda gel til að hreyfna upp úr holunni og nota mica-flögur til að þétta lekann atveg, sem er kominn niður í 4,5 l/s.

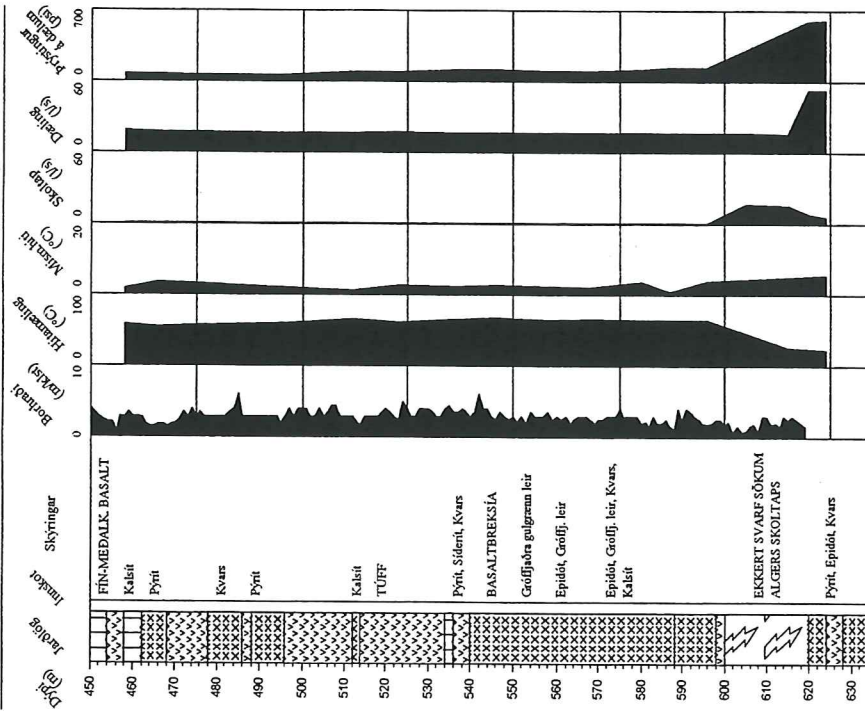
Borun síðasta sólarhring hefur verið misjöfn, en borað var með 8-20000 punda álagi. Snúningur á drifborði var 35-50 snúningar á mínútu og dæling var um 90-140 slög, eða 1.5-27 l/s. Það sem af er þessa sólarhrings hefur dæling verið um 300 slög.

**Breytingar:**

Ekki hafa verið breytingar í ummyndunarsteindum frá í gær, en lítið er reyndar að marka svarf það sem kemur upp eftir að skoltap varð, sökum þess hve erfiðlega hefur gengið að ná því upp. Aðeins kemur upp það finasta, sem gæti hafa velkst lengi í holunni, meðan það kvamast frekar niður. Síðan þegar hennutugri komastærð er náð kemur það upp á yfirborðið. Þá er það líklega orðið blanda síðustu 30 metra sem hafa borast. Því verður að taka jarðlagagreiningum með fyrirvara.

Þegar þetta er skrifað er dýpi 638 metrar (kl: 15:00)

BR.





ORKUSTOFNUN  
Rannsóknasvið

95 tölublað  
HF



Orkustofnun  
Rannsóknasvið

30.10.1998

Staðir: Svartisengi Bor: Jökull  
Höluhugi: SJ-18 Dyptarbil: 0.1210 m  
Boröfverð: Lóbrett borinn með gél. Með yfari frá 600m.  
Ferkhúsi:

### BORVAKT Í SVARTISENGI

;Sunnudagur 1. nóvember 1998. <sup>47</sup> 48 verktdagur

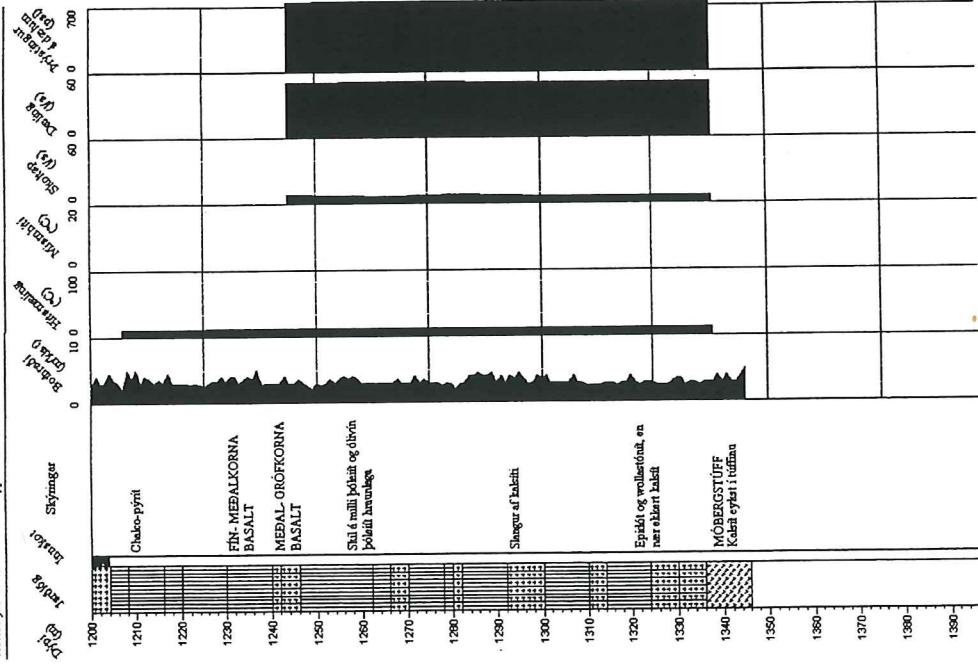
Hola SJ-18

Síðasta sólarhringinn var borun samtals 72 m og meðalborhraði um 3.2 m/klst. Enn helst skoltap í tæpum 7 l/s. Klukkan 8 í morgun var dýpi holunnar 1350 m.

Jarðlagagreining og borgögn eru sýnd á meðfylgjandi mynd. Þar sést að jarðlagastafinn er ráðandi meðalkorna til grófkorna basalthraunlög (ólivín póleitt), en í 1336 m dýpi kemur niður í túflag sem nær ank. niður í 1350 m dýpi.

Ummyndun er með svipuðu móti og áður hefur verið minnst á. Kalasíð sem rætt var um í gær heldur áfram að vera af skornum skammti, nema það jókst þegar komið var í mjög ummyndað túflag í 1348 m dýpi.

HF.





**BORVAKT Í SVARTSENGI**

Lj8

;Mánudagur 2. nóvember 1998. 16 verkdagur

Hola SJ-18

Síðasta sólarhringinn var borun samtals 70 m og meðalborhraði um 3.2 m/klst. Skoltap mælist tæpir 8 l/s. Klukkan 8 í morgun var dýpi holunnar 1420 m.

Jarðlagagreining og borgögn eru sýnd á meðfylgjandi mynd. Hraunlög eru í meirihluta í jarðlagastaflanum frá 1335 m nema á 1336-1354 m og 1372-1388 m þar sem tuff ræður ríkjum.

Ummyndun er með svipuðu móti og áður hefur verið minnst á, þ.e. epidót, wollastónít, klórít, kvars og pýrítvottur. Kalsít var algengt á dýptarbilinu frá 1340-1370 m en er nær ekkert þar fyrir neðan.

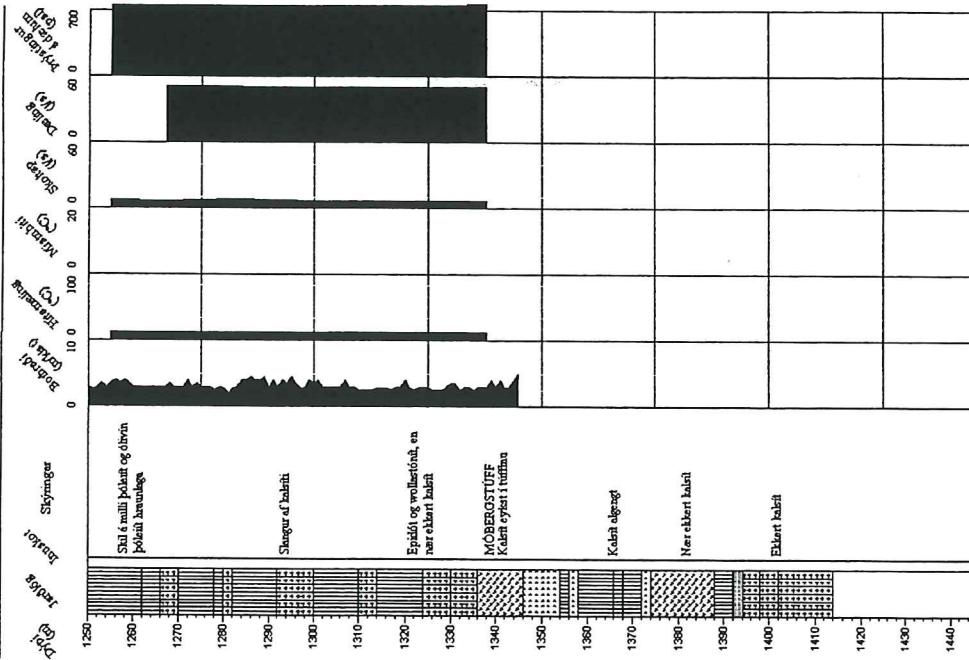
HF.



**Borun holu 18, Svartsengi**

30.10.1998

Stöður: Svartsengi Bor: Jökull  
Holanngi: SJ-18 Dýptarbil: 0-1210 m  
Borðferð: Lóbretti borun með getu. Með vana frá 60m.  
Yrkkilur:





ORKUSTOFNUN  
Rannsóknasvið

97 tölublað  
BR

### BORVAKT Í SVARTSENGI

140  
Þriðjudagur 2. nóvember 1998. ~~74~~ verkdagur

Hola SJ-18

Enn gengur vel að bora og boraðist 79 m síðasta sólarhring, en það gerir 3,3 metrar á klukkustund að meðaltali. Skoltapið jókst nokkuð skömmu eftir hádegi í gær og varð um 25 l/s, sem er það mesta fram að þessu í vinnsluboruninni. Fjötlega fór lekinn þó að þéttast og var ekki nema um 15 l/s um fjögur leitið. Kl. fimm í nótt var það komið niður í 13 l/s.

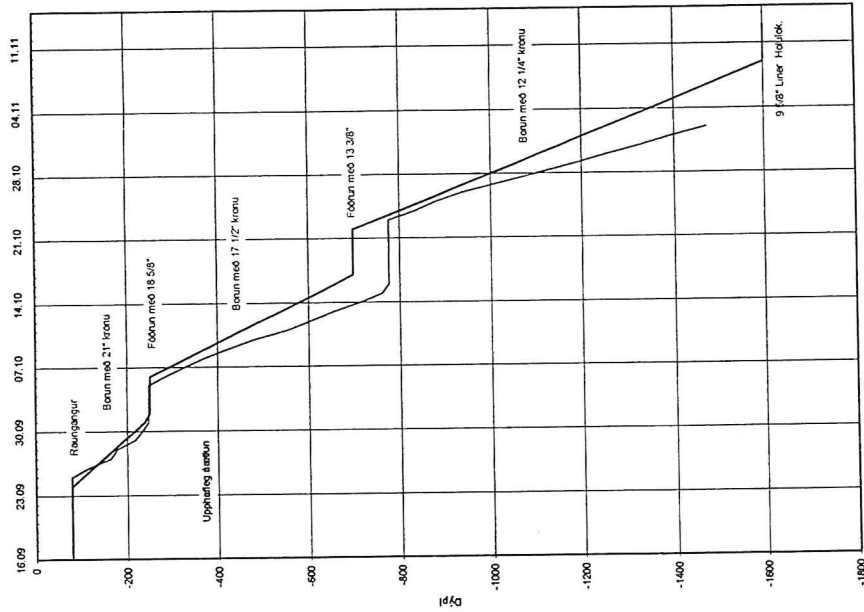
Enn skiptast á breksía, túff og ummynduð hraumlög. Eitt innskot virtist þó koma í um 1418 metra dýpi. Ekkert bólaði á kalsíti, en wollastónit birtist aftur. Epidót og klórit eru enn algengustu steindirnar, en tölvert hefur dregið úr pýritútfellingum.

Dýpi nú kl rúmlega 9 var 1500 metrar og skoltap enn um 13 l/s.

Meðfyllgjandi eru nýjasti gangurinn í borverkinu, sem er komið að því er virðist tæpa 5 daga á undan áætlun.

BR

### Borfræði SJ-18





**BORVAKT Í SVARTSENGI**

Miðvikudagur 4. nóvember 1998. ~~48~~ <sup>50</sup> verkdagur

Hola SJ-18

Nú er komið niður í 1566 metra, og boraðist 71 m síðasta sólarhring, en það gerir 3 metrar á klukkustund að meðaltali. Skoltapið hefur farið minnkandi síðasta sólarhringinn og var seint í gærkvöldi um 12 l/s. Nú í morgun var það 14 l/s

Dæluþrýstingur hefur verið á bilinu 800-900 psi, snúningshraði krónu um 40-60 snúningar á mínútu og álagið á henni hefur verið 10-24000 pund.

Uppistaðan af því sem verið er að bora í síðasta sólarhringinn voru basalthraun, ýmist fin-meðalkorna eða meðal-grófkorna. Flest þeirra eru nokkuð ummynduð og oxuð, en inn á milli koma fersklegri sýni, sem hugsanlega gætu verið innskot þó ekki séu þau sérlega grófkorna. Þau gætu einnig verið fersklegri vegna meiri þéttleika bergsins. Í kringum 1530 metra ber þó á túffi.

Ummyndunarsteinindir eru enn þær sömu og áður og ekkert bólar á kalsíti, en örfríill kalsítvottur fannst þó í túffinu á um 1530 metrum. Það var greint með saltsýnu.

Meðfylgjandi er mynd af síðustu 150 metrunum.

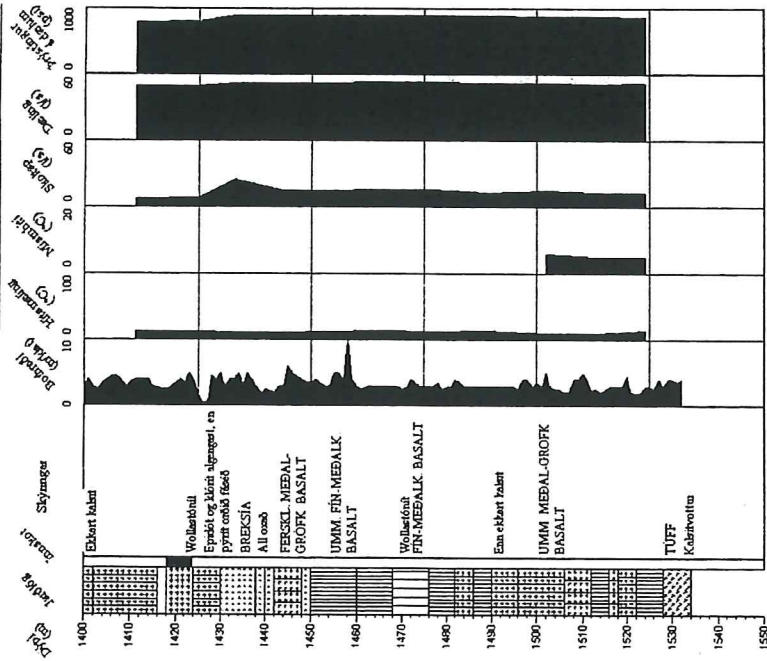
BR

**Orkustofnun**  
Rannsóknasvið

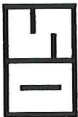
3.11.1998

Borun holu 18, Svartsengi

Staður: Svartsengi Bor: Hluun  
Holungröf SJ-18 Dýptarbil 0-1500 m  
Borafféð: Lóbrett borinn með gull. Mál vaxi frá 600m  
Feriklub.







## ORKUSTOFNUN

Rannsóknasvið

99

tölublað

BR

### BORVAKT Í SVARTSENGI

5/

Miðvikudagur 5. nóvember 1998. Áð verkdagur

Hola SJ-18

Um kl 22:45 í gær var komið niður í 1596 metra, og hafði þá boraðist 53 m síðasta sólarhring, en það genir 2,4 metrar á klukkustund að meðaltali. Skoltapið hefur verið um 11-13 l/s.

Dæluþrýstingur hefur verið á bilinu 800-900 psi, snúningshraði krónu um 40-60 snúnningar á mínútu og álagið á henni hefur verið 10-24000 pund.

Ákveðið var að taka upp strenginn og skipta um krónu þar sem á að halda borun áfram, niður fyrir 1600 metra og reyna að fá meira skoltap í holuna. Í gær var það ákveðið að bora áfram. Þessi upptekt, krónuskípti og niðursetning tekur væntanlega um 10-12 tíma og borun hefst þá væntanlega ekki aftur fyrr en um hádegi. Hitamæling verður gerð með morgnuni.

Uppistaðan af því sem verið er að bora í síðasta sólarhringinn voru basalhraun, ýmist fín-meðalkorna eða meðal-grófkorna. Flest þeirra eru nokkuð ummynduð og oxuð, en inn á milli koma fersklegri sýni hugsanlega innskot

Ummyndunarsteindirnar eru enn þar sömu og áður og lítið bólar á kalsíni.

Meðfylgjandi er pistill frá Hjalta Franzsyni þar sem lagt er til að borað verði áfram, auk þess sem jarðfræði holunar er einnig rædd.

BR

Áframhald borunar holu SJ-18

Þegar þetta er ritað er dýpi holu SJ-18 orðið tæpir 1600 m og skoltap um 15 l/s, sem ekki er mikið á mælikvarða annarra Svartsengishola. Í ýsingu á holuhönnun segir að miðað sé við um 1600 m dýpi. Þau dýptarmörk eru eins konar reynslutala fyrir holur í Svartsengi, þar sem erfið hefur verið að bora dýpra vegna mikillar lektar. Nú

horfir öðruvísi við þar sem skoltap er aðeins 15 l/s, og sú spurning vaknar hvað gera skuli þegar komið verður niður í 1600 m og skoltap enn af skornum skammti.

Lagt er til að ef skoltap sé enn lítið þegar náð er 1600 m dýpi, skal borun haldið áfram þar til meira skoltap kemur. Væntanlega verður það ofan 2000 m.

**Einkenni holu SJ-18 miðað við aðrar holur á svæðinu:**

Lekt í jarðhitakerfinu í Svartsengi hefur verið talin tengjast að einhverju leyti innskotum í berggrunnum og lóðréttum misgengisflötum. Í holu 18 hafa innskotin komið fram á um 900 og 1200 m dýpi en lítil lekt virðist tengjast þeim.

Útfellingar í jarðhitakerfum segja okkur til um líklegan núverandi eða fyrirverandi hita í jarðhitakerfinu. Þótt sumar þessara hitatengdu steinda séu myndaðar í fortið þegar hæmi hiti ríkti í jarðhitakerfinu þá gefa þær yfirleitt til kynna breytilegan lekastrúktúr jarðhitakerfisins, t.d. þar sem háhitasteindir finnast grunnt bendir það til að uppstreymisrás jarðhitans sé næri.

Gögn um útfellingar í jarðhitakerfinu sem hola SJ-18 sker í gegnum eru enn nokkuð mótsgarkennd:

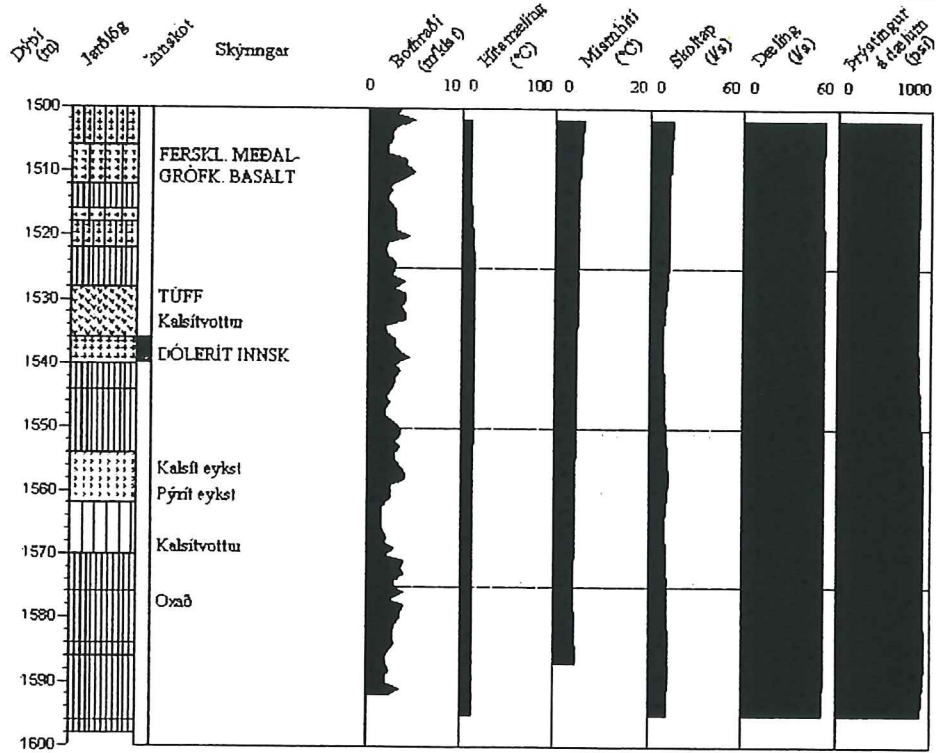
- Á annan veginn höfum við hitaháðar útfellingar í svarfinu, m.a. epidót (>c 240°C) og villastónit (> c.270°C). Sú fyrmeinda (240°C) hefur fundist á c. 600 m dýpi í öllum holun nema SJ-18 þar sem hún fannst í rúmum 500 m. Sú síðamefnda (270°C) fannst í holu 19 á um 1250 m dýpi en í holu SJ-18 verður hennar vart upp í 980 m dýpi. Þessi gögn benda þess vegna til að holan sé staðsett nær miðju jarðhitakerfis en aðrar holur.
- Á hinn veginn höfum við enn takmarkaða lekt (samkvæmt skoltapsmælingum), þrátt fyrir að við séum að nalgast miðju jarðhitakerfisins. Yfirleitt höfum við notað píryt (glópagull) sem vísbendingu um lekt (píryt er jámsúlfíð, og er tengt magni brennisteinsvethnis sem er mest í vatnsæðum). Píryt hefur ekki verið áberandi neðan 1000 m dýpis í holu SJ-18. Önnur steind, sem er mjög áberandi í jarðhitakerfinu er kalsít, og virðist sem sú steind tengist helst yngstu útfellingunum, þ.e. næst núverandi virkni. Nú bregður svo við að kalsítinn var neðan 1000 m dýpis í holunni. Er nokkuð freistandi að tengja saman lága lekt og fjarveru kalsíts. Það virðist því vera samræmi á milli lektarmælinga bormanna og ummyndunar.

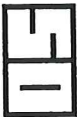


Staður: Svartsengi  
Holunúmer: SJ-18

Bor: Jötunn  
Dýptarbil 1500-1600 m

Boraðferð: Lóðrétt borun með geli. Með vatni frá 600m  
Verkhluft:





## ORKUSTOFNUN

Rannsóknasvið

100. tölublað

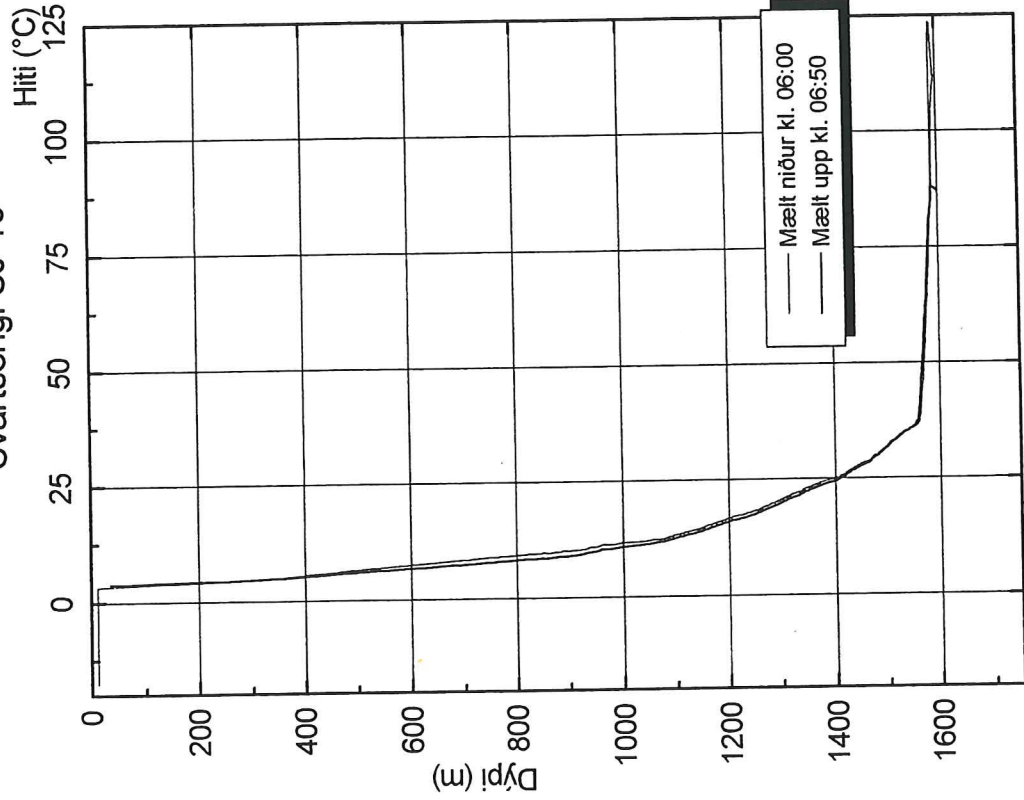
SSJo/Ómar/KB

06-11-98  
Ómar/KB/SSJo

## ORKUSTOFNUN

Borholumælingar

### Svartsengi SJ-18



## BORVAKT Í SVARTSENGI

32

Föstudagur 6. nóvember 1998. 50 verkdagur

Hola SJ-18

### Upptekt og krónuskipti

Eins og segir í síðasta fréttabréfi var tekið upp og skipt um borkróna. Strengur var tekinn úr holunni aðfaranoft fimmtudagsins 5. nóv. og stöðu vonir til að borun gæti hafist um hálfum sólarhring síðar. Upptekt tók um fimm tíma og voru mælingamenn frá Orkustofnun kallaðir til hitamælinga fyrir niðursetningu og er greint frá þeim mælingum síðar í þessum pistli.

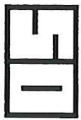
Ný 12 1/4" borkróna var sett undir og er hún af gerðinni EHP-51-HD frá Reed, (ser.no RT-2291) en gamla krónan hafði verið notuð í um 270 tíma þegar ákveðið var að skipta henni út. Bygjað var að setja streng niður milli klukka átta og nín að morgni fimmtudagsins. Þegar sett hafði verið niður álsgstangalengja og nokkrir standar af borstörungum settist strengurinn á fyrirstöðu á 258 metra dýpi. Strengurinn var tekinn úr holunni og krónan skoðuð. Að því loknu var sett niður á nýjan leik og ákveðið að snúa krónunni í gegnum fyrirstöðuna. Var það gert um miðjan dag og tókst. Niðursetningu var haldið áfram vandráðalaust og var króna á botni um klukkan 22:30 og hófst þá borun.

Borað var með um 25.000 punda álagi og snerist króna tæpa 50 snúninga á minútu með um 160 A átaki. Dýpi klukkan 09:00 í morgun föstudag var um 1620 metrar. Skolvatn tók að koma upp rétt eftir miðnætti í gærkvöldi og var tap í fyrstu umtalsvert. Dæling hefur verið rúmfr 50 l/s og tapast um helmingur þess vatns. Lítið svart kemur upp. Þrysingur er svipaður og hann var fyrir krónuskipti og skolon holunnar eða rúmlega 950 psi. Meira tap er núna en í borun áður en skipt var um krónu. Ekkert kom upp í utanáðælinu meðan mælingar voru gerðar, fyrir niðursetningu en holan hefur verið að sma þettaast síðan borun hófs á ný.

### Borholumælingar

Upp úr kl. 04:00 var kallað á hitamælingar. Komið var að bor skönnu fyrir kl. 06:00 og hófst mælingar fljótlega. Hitamælt var niður holuna kl. 06:00 og upp holuna kl. 06:50. Holan kældist niður í 1560 metra dýpi og botn reyndist vera á rúmlega 1590 m þannig að um 5 metra botnfall er í holunni. Hitamælir settist í 1480 m dýpi og er væntanlega skápur þar. Smá brot er á hitastiglinum í holunni á um 1100 metra dýpi sem bendir til lítillar vatsæðar þar. Annað brot á hitastiglinum er á rúmlega 1400 metra dýpi og svo á um 1560 metra dýpi, þar sem aðalæðin er núna í holunni. Þar hækkar hitinn úr 37°C við rúmlega 32 l/s aðælingu og upp í um 120°C. Við topp botnfalls er hitinn er hitinn um 84°C, en hækkar mjög hratt þegar komið er niður í botnfalli og gæti því verið lítil æð við efri brún þess.

Mælingum og frágangi þeirra var lokað kl. 09:20 og var þá farið af borstað.



**BORVAKT Í SVARTSENGI**

Laugardagur 7. nóvember 1998. 53 verkdagur

Hola SJ-18

**Gangur borunar**

Eins og sjá má í haus síðasta fréttabréfs hefur númer verkdagsins örlítið skolast til og hafa nokkur síðustu bréf verið tveimur dögum á eftir áætlun. Í dag er sem sagt 53. dagur verksins og þar af hafa verið 31 verkdagar í hreinni borun eða um 60% verktímans miðað við daga þegar eitthvað hefur verið borað. Þegar þetta hlutfall er reiknað fyrir klukkustundir þegar borkrónan snýst, og eru þá stangaþætingar ekki teknar með, þá hefur borkrónan smúist í 651 klukkustund fram til miðnætis í gær föstudag, eða um 53% verktímans. Riflega helmingur verktímans, eins og kemur fram, fer því í hreina borun en afgangur verktímans í flutninga, undirbúning, fólingar, steypingar, upptekt og niðurstæningu borstrengs og annað.

Síðasta sólahringing boruðust um 58 metrar eða tæpur tveir og hálfur metri á klukkustund. Engar taftið urðu á boruninni og snérist borinn nær allan sólahringinn. Í morgun klukkan 08:00 var dýpi 1672 metrar og núna um kaflileytið var dýpið tæpir 1690 metrar.

Dæling hefur verið óbreytt um 50 lítrar á sekúndu og álag verið um 20.000 pund, farið upp í 25.000 og niður undir 15.000. Átak á drifborð hefur verið frá 160A og stöku sinnim slegið upp í 200 A og drifborðið hefur að jafnaði smúist tæpa 50 snúninga.

Tap hefur verið mælt reglulega og hefur það verið frá 25 l/s í byrjun borunar eftir að holan náði jafnvægi og er um þessar mundir rétt um 19 l/s. Um klukkan 02:00 í nótt var mælt tap upp á rúma 40 lítra á sekúndu en svo virðist sem það hafi þétt fjórlega aftur.

Mikið hvassviðri með úrkomu hefur ekki taftið borun.

**Jarðfræði**

Borað er í jarðlögum úr basalti. Mest er um að ræða fremur grófkoma fersklegt innskotsberg en inn á milli glittir í uppheilsbergið sem er mjög ummynduð blöðrott basalhraunlög. Innskotin skera staflann hugsanlega með litlu (10-20°) halla frá lóðréttu og eru mismikið ummynduð en það gæti bent til þess að þau séu ekki öll jafngömul.

Ummyndun er almennt mikil. Mest ber á epidóti og klóríti (leirtegund) og kvarts er að jafnaði algengt. Nokkur vottur er af pýriti en það er ekki í miklu magni.

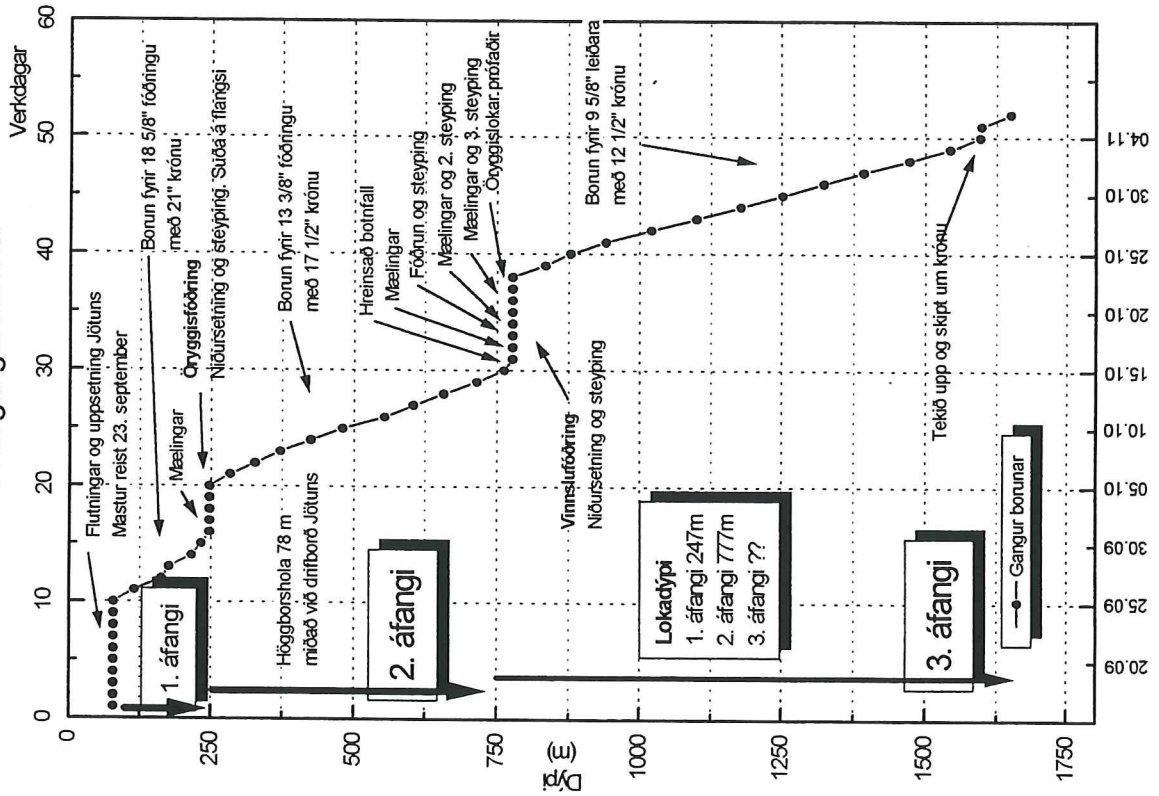
Meðfyllgjandi er mynd er sýnir framgang borunar holunnar frá byrjun. Settar eru inn á myndina allar aðgerðir sem ástæða er að fúnda og breyta einhverju um dýpkun holunnar.



**SVARTSENGI HOLA SJ-18**

**Framgangur borunar**

SSJo  
06-11-98





Staður: Svartsengi Bor: Jöttun Boreðgerð: Lögfrétt borun með vatni  
Höfundur: SI-18 Dýptarbil: 1000-1750 m Verklíft:

**BORVAKT Í SVARTSENGI**

Sunnudagur 8. nóvember 1998. 54 verkdagur

Hola SJ-18

**Gangur borunar**

Í morgun klukkan 08:00 var dýpi um 1712 metrar og hafá borast um 62 metrar síðasta sólarhring eða um 2,6 metrar á klukkustund. Gangur borunar hefur verið jafn og tilbreytingarítill, borhraði svipaður og dæling sú sama. Tap í holunni hefur verið um 20 l/s og hefur lítið breyst frá því sem áður hefur verið nefnt.

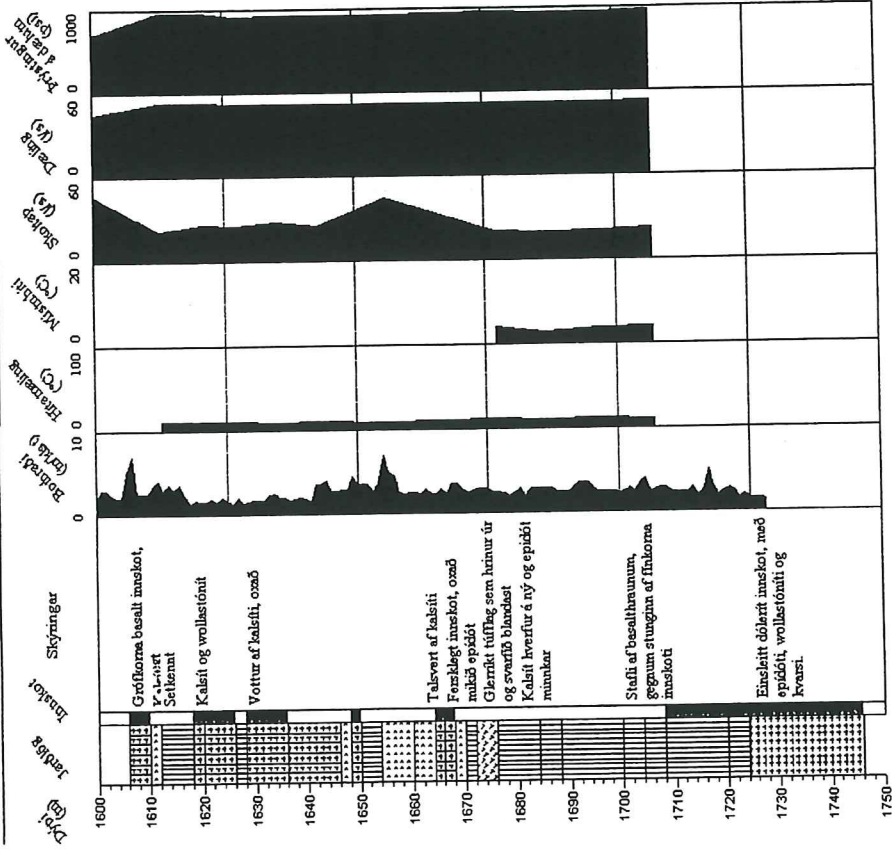
Um kaffleyti var dýpi um 1740 metrar og engin ný tíðindi.

**Jarðfræði**

Enn er borað í þéttum basaltlögum með þunnum túff- og brekslögum og talsverðu af innskotum. Mest ber á þéttu fersklegu dólertinnskoti neðst í þessu hluta holunnar sem hér er fjallað um en þar virðist vera á ferðinni stórt og tiltölulega fersklegt innskot. Ekki hefur orðið vart við aukna lekt við jaðra innskotanna hingað til.

Meðfýlgjandi er mynd er sýnir jarðlög og mælingar á skoli.

SSJo





Staður: Svartsengi Bor: Jöðna  
Höfnun: SJ18 Dyptuból 1600-1700 m Borðdýd:  
Ferðun: 3 flangi (vinnubornar)

**BORVAKT Í SVARTSENGI**

Þriðjudagur 10. nóvember 1998. 57 verktdagur

Hola SJ-18

**Gangur borunar**

Eins og sagt var frá í gær hafði skoltapið verið að aukast jafnt og þétt aðfararótt mánuðags, þar til vart var við algert skoltap um 10 leitið á mánuðagsmorgun. Það virtist þó þéttast nokkuð og aftur fór að koma upp vatn og svarf. Um kl. 11:30 varð aftur algert skoltap og hefur þar við settið síðan. Þrýstingur á dælum hefur þó ekki minnkað að ráði, og sem dæmi má nefna að er tapið varð kl 11:30 féll þrýstingurinn úr um 960 psi í um 840 psi. Síðan hefur hann þó rokkað nokkuð og hefur dæling verið aukin úr 52 l/s í um 58 l/s. Stóran hluta mánuðags var þrýstingurinn að rokka, þ.e. breytingar upp á 50-150 psi. Þvinginn á krónunni var um 20-25000 pund og alagtið á drifborði um 160-200 A. Boraðist frá miðnætti og fram til um 23:00 um 48 metrar eða um 2 m/klst. Þó nokkur tími fór í að kanna svarf í holunni og voru menn svoltíð áhyggjufullir yfir að geta kanski ekki bætt í strenginn. Það fór þó allt vel.

Um klukkan 23:00 í gær kom svo gott þrýstingsfall. Féll dæluþrýstingur úr um 1000 psi niður í 400 psi í 1818 metrum og var dæling þá um 58 l/s. Voru menn að vonum ánægðir með þetta en ákváðu þó að bora fram eftir morgni, sokkinn góða og í leiðinni að freista þess að ná í enn fleiri æðar.

**Jarðfræði**

EKKI hefur verið nein heimta á svarfi síðan í 1804 metrum, og því ekki hægt að segja til um í hvað hefur verið borað síðustu 15 metrana. Fram að því hefur þó verið borað í innskot, mis ummynduð og inn á milli virðast þó einnig koma ummyndað fín-meðalkorna basalt, hugsanlega hraunlög.

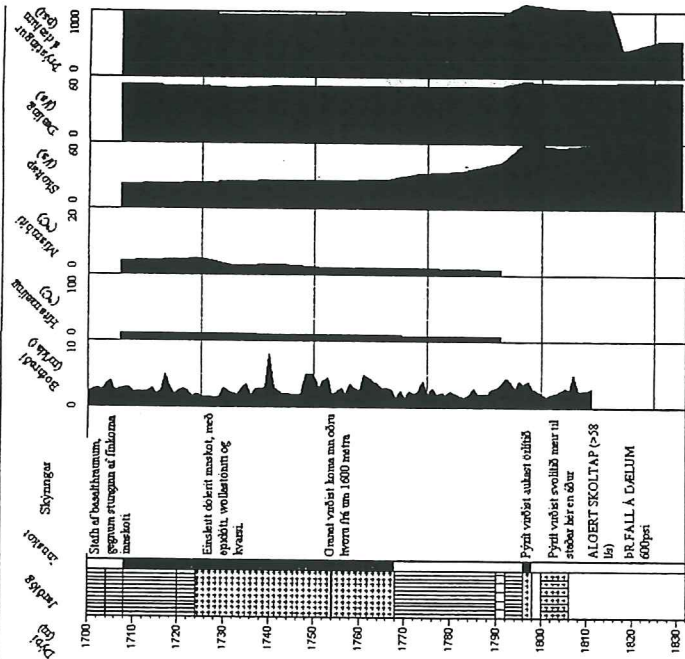
Ummyndun í holunni virðist vera meiri en í holunni í kring. Greining hefur leitt í ljós að á síðustu 200 metrum allavega hafa komið inn háhitasteindir eins og granat. Ummyndunin á þessum slóðum er komin í greenschist-ham og færið að bera á amfibólí sem líklega er tremólít. Saccaroidað anhydrit finnst og kalsít finnst einnig en í afar litlu magni.

Þessi ummyndun bendir eindregið til að hiti kerfisins (formhiti) sé 280-300°C sbr. granat og amfiból. Einnig bendir lítið kalsítmagn til þess að það falli út í litlu magni, en það bendir til að formhittun hafi líklega ekki lækkað, en kalsít er stöðugt upp að 280-300°C.

**Staðan í augnablikinu**

Í augnablikinu (um kl. 8:00) er dýpið 1830 m, holan hefur þéttast aðeins í nótt, og er dæluþrýstingurinn um 550 psi með 58 l/s dælingu. Bortfall í síðustu íbætingu var um 3 metrar og er jafnvel hugsanlegt að núverandi stöng verði klárúð og látið þar við sitja. Það mun væntanlega gerast um kl 10:00 (ca. 5 metrar).

Meðfylgjandi fréttabréfi þessu fylgir jarðlagasnið af holi 18 frá 1700 metrum.





## BORVAKT Í SVARTSENGI

Miðvikudagur 11. nóvember 1998. 58 verkdagur

Hola SJ-18

### Verkgangur

Borun var stöðvuð um hádegisbilið í gær, eftir að boraðar hafði verið tvær stangir niðurfyrir æðina sem virtist opnast í um 1818 metrum (1835m). Hafði svolítið svarf verið í holunni, sem ekki skolaðist burt þrátt fyrir fulla dælingu. Þegar síðan dæling var tekin af til að bæta í féll enn meira svarf til og gerði bormönnum íbætingar erfiðar. Einnig var borinn nokkuð að hökta og festast í snúningi, hugsanlega vegna einhvers hruns í holunni. Því höfðu þessar tvær stangir borast fremur hægt, eða um 1-2 m/klst. Dæluþrýstingur lá á milli 450 og 600 psi, þungi á krónu 10-24000 pund og snúningur 40-60 sn/mín. Átak á drifborði rauk oft upp í 3-400 A er strengurinn hætti að snúast, en var annars að jafnaði um 160A.

Miklar bollaleggingar voru um hvort reyna ætti að bora eina stöng enn til að fá góðan sokk, eða láta þann góða árangur, sem fengist hafði, nægja og vera ekki að freysta gæfunar enn frekar. Varð þó ofan á að bora áfram. Það tókst með ágætum, þótt hægt gengi og var borun formlega lokið um kl 21:00 í gærkveldi. Er dýpi holunar því 1845 m.

Var þá dælt í um 2 tíma og botnfall mælt, en það reyndist um 2 m. Mælingamenn voru kallaðir til að hitamæla í stöngum. Niðurstöður þeirra mælinga sýndi flæði af heitu vatni inn í holuna á um 8-900 metra dýpi, en holan snarhitnaði þar (ca 50 °C með 50 l/s utanádælingu). Síðan var hitinn jafn niður í botn holunnar. Þetta bendir til að holan sé vel opin í botninn. Meira um þetta frá mælingarmönnum síðar, en ekki hefur undirritaður niðurstöðummar á tölvutæku formi, þannig að hún fylgir ekki með nú.

Síðan um var farið að brjóta út strenginn upp í föðringarenda. Þaðan verður restin tekin upp í standa og er verið að því í augnablikinu (kl. 10:30). Mælingamenn verða fljótlega kallaðir til aftur. Síðan er hugmyndin, eftir að "linerinn" er kominn niður, að gera smá þrepaprófanir á holunni.

Bundnar eru vonir við að þessi hola sé heitari en aðrar holur á svæðinu (ummyndun bendir til þess), og eftir að lektin jókst ætti hún að geta verið góð. Það mun tíminn leiða í ljós.

Ekki er nein myndræn framsetning af neinu tagi með að þessu sinni, en mælingamenn ættu þó að hafa eitthvað upp á að bjóða síðar.

BR



## ORKUSTOFNUN

Rannsóknasvið

### 105. tölublað

G/B/B/R

## BORVAKT Í SVARTISENGI

Þriðjudagur 17. nóvember 1998. 64 verkdagur

Hola SJ-18

### Bortök

Hér á eftir koma helstu niðurstöður mælingamanna á holu SJ-18, en eins og kunnugt er, lauk borun hennar miðvikudaginn 11 nóv.

BR

### Borholumælingar í 3ja áfanga holu SV-18

Nú eru af staðnar umfangsmiklar borholumælingar í vinnsluhluta holu SV-18.

Á meðfylgjandi myndum verða helstu niðurstöður dregnar saman. Mælt var í tveimur hrinum, fyrir og eftir upptekt borstrengs.

Mynd 1 sýnir allar hitamælingar í vinnsluhluta holu 18.

Með tilkomu 1800 m æðanna lækkar mjög þrýstingur í holunni, einkum ofan til. Það varð til þess að fjöldi æða milli 770 og 920 mbyrjaði að renna inn. Koma þær skýrt fram í holuhitanum semtröppur. Æðar þessar eru t.d. á 778, 850, 860, 865, 875, 888 og 918 m. Ekki var unnt að komast niður strenginn í fyrstu ferðinnivegna mikils hita neðan 900 m dýpis, en þá nam ádælingin um 17 l/s. Mælirinnvar því hiðfur upp í 700 m og fylgst með þrýstingi þar meðan ádælingin jókst upp í 50 l/s (mynd 2). Samhliða var látið renna niður borstrenginn úrgarðslöngu til að tryggja að einstefnulokinn væri opin. Niðurstaðanvarð að vatnsborðið hækkaði um ca. 20 m, en það jafngildir æðavíðnamiupp á 0,6 m(l/s). Lekt holunnar er því afbragðs góð, þó svo að tekið sé með í reikninginn að seigja 100°C heits vatns er töluvert lægri en ívenjulegum 20-40°C innstreymishita. Þessi mæling ásamtþrýstingnum á skolvatni í borun fullsannaði því að holulektin væri orðin vel ásættanleg.

Að öðru leyti sýndu hitamælingarnar að ádælingarvatnið rannallt til enda strengsins eða niður á u.þ.b. 1730 m. Botnæðin taldist því vel opin og ekki þörf á frekari skolon. Var því tekið til viðupptekt og mælingamenn fóru á meðan í bæinn og sváfu.

Bent skal á að ef miðað er við 240°C hita á æðakerfinu milli 770 og 920 m, þá er lágmarksinnrennsli þarna rúm 20 l/s, sambæst þá við 50 l/s ádælinguna. Eins sýndu mælingar inni í strengnum dýpi á vatnsborðið. Það var t.d. í 417 m í 17 l/s ádælingunni en á 441 m í 50 l/s ádælingu. Lækkunin milli þrepa stafar fyrst og fremst af eðlisþyngdarbreytinguvatnsins neðan 900 m og teist eðlileg þegar tekið er tillit til gæfnibotnæðarinnar.

Upptekt lauk um kaffileytið 1. nóv. Hófast þá mælingar í opinni holu.

Byrjað var á hitamælingu niður í 1472 m, en þar reyndist fyrirstaða sem ómögulegt var að komast í gegnum. Var hitamælirinn því tekinn upp og sambyggðum hita- og þrýstímæli með spjóti á enda slakað niður í staðinn. Með kröftum og ofbeldi tókst að koma honum áfram niður. Þá kom önnur fyrirstaða í ljós á 1650 m sem einnig þurfti að lempa sig í gegnum. Gekkt síðan vel til botns. Botndýpið var svo ákvarðað meðþrýstímælinum og reyndist 1835 m.

Mynd 1 sýnir að hitinn í opinni holunni var jafn og stöðugur neðan 770-920 m æðanna og alveg niður að botni. Æðar eru því áfram í holunni niður fyrir meint 1818 m dýpi aðalæðarinnar. Ekki tókst að sjá merkið æðar í 1100 og 1550 m, líkt og í hitamælingunni frá því í krónuskriptum.

Að lokinni hitamælingunni tók svo við jarðlagaprógrammið, þ.e. mæling á vídd, NN, gamma og víðnámi. Mælingarnar tóku á taugarnar því alltaf var sama brasið í 1472 m skápinum. Þurfti umtalsverðan slökunarhraða og langarþorbúr til að sleppa í gegn. Þetta hafðist þó utan að víddarmælir fóraldrei neðar en í 1472 m. Var þó bæði reynt að koma í gegn XY-mæli svo og mjóum 3ja arma. Mynd 3 sýnir niðurstöður mælinganna. Ekki er lagt íhér að túlka jarðlagamælingarnar sérstaklega. Þó má nefna að hágammeigislun milli 700 og 980 kann að eiga sér skýringu í gasbólumí vatninu. Eins virðist skápurinn í 1472 m óvenju stór, víddarmælirinn sér þar a.m.k. 24" þvermál en eins hrygur niðurdatalningin niður úróllu valdi. Sama er uppi á teningnum í niðurdum við skápinu í 1650 m.

Mælingum lauk svo með því að halla- og stefnumælir var sendur þrisvari holuna, þar sem grunur lék á að holunni hallaði talsvert. Það var staðfest með hallamælingunum, reyndist hallinn rúmar 6° í 1100 m og 10° í 1400 m. Vafi er um halla og stefnu í 1770 m þarsem halli fer líklega yfir svið hallamælisins. Ef eitthvað er gæthallinn verið kominn yfir 14°. Þá sýndu stefnumælingar í 1100 og 1400 m sömu niðurstöðu, þ.e. að holan stefndi í 172°. Þegar leiðrétthefur verð fyrir 20° misvisun fæst út stefnan 152° sem er nánast beintí SA. Dýpsti punkturinn gæti hins vegar stefnt beint í suður.

Botnæðarnar í holu 18 virðast því kommar suður undir Grindavíkurveg oginn á spennandi svæði frá sjónarhóli yfirborðsjarðfræðinnar. Þarna eru goshryggir og ummyndun á yfirborði. Fröðlegt verður að sjáberghitann þarna, kannski er komið í enn ófundna uppstreymisrás Svartsengiskerfisins. Þrýstisamband er hins vegar gott við eldri holur, þ.e. þrýstingurinn er lágur í botnæðinni.

Mynd 4 sýnir að lokum víddarmælingu uppblásna milli 300 og 250 mdýpis. Áberandi er þinni inn í holuna kringum 260 m dýpi, sem er sama stað og síðari borkrónan stöðvaðist við. Ástæða er til að hvers eðlis fyrirstaðan er.

Mynd 1: Hitamælingar

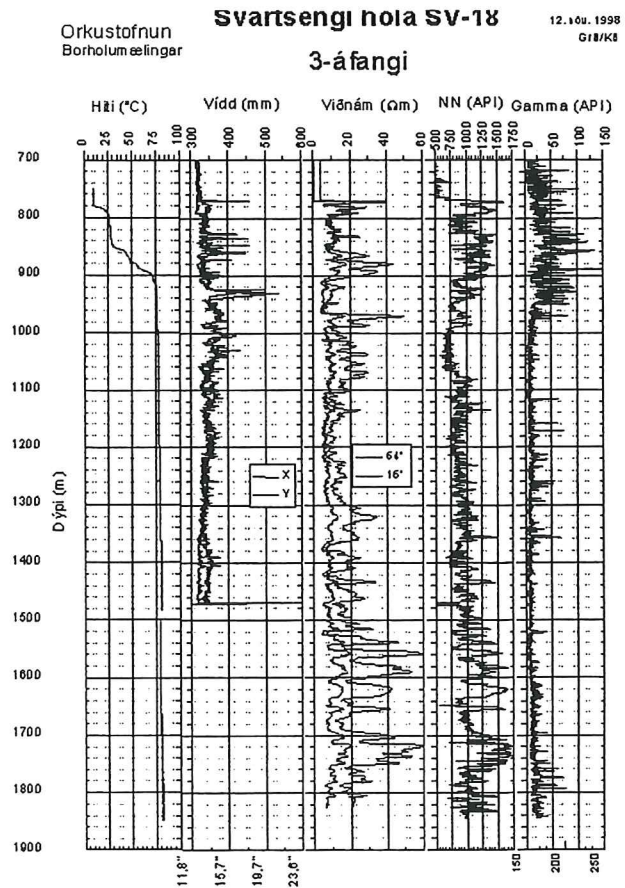
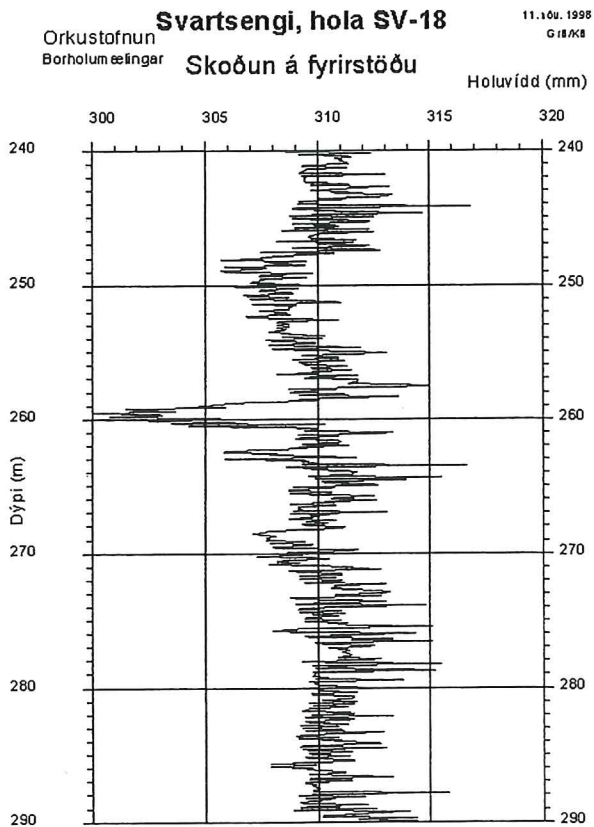
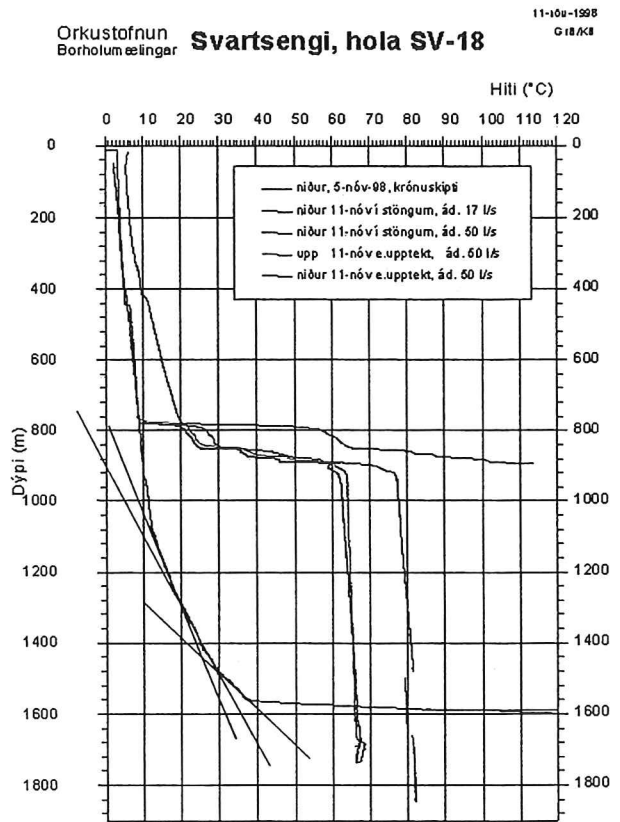
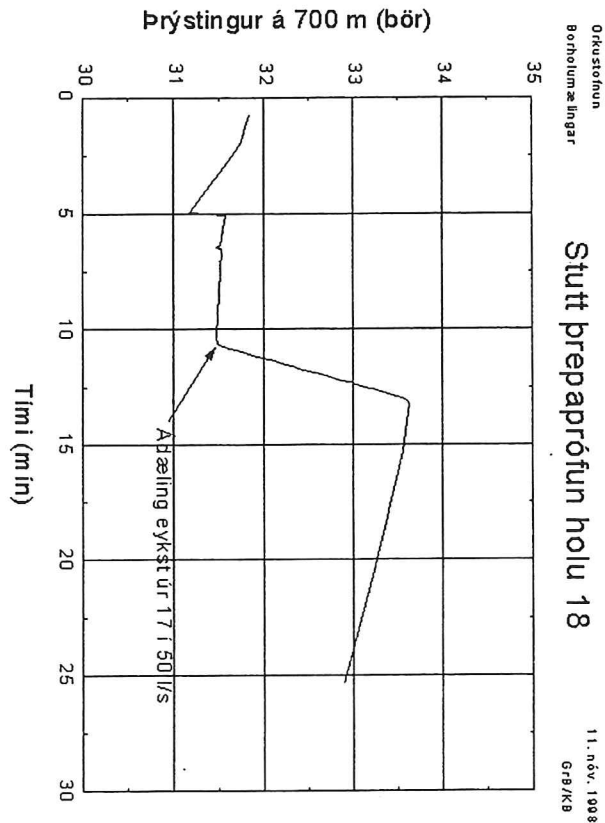
Mynd 2: Þrýstibreyting á 700 m við að ádæling vex úr 17 í 50 l/s

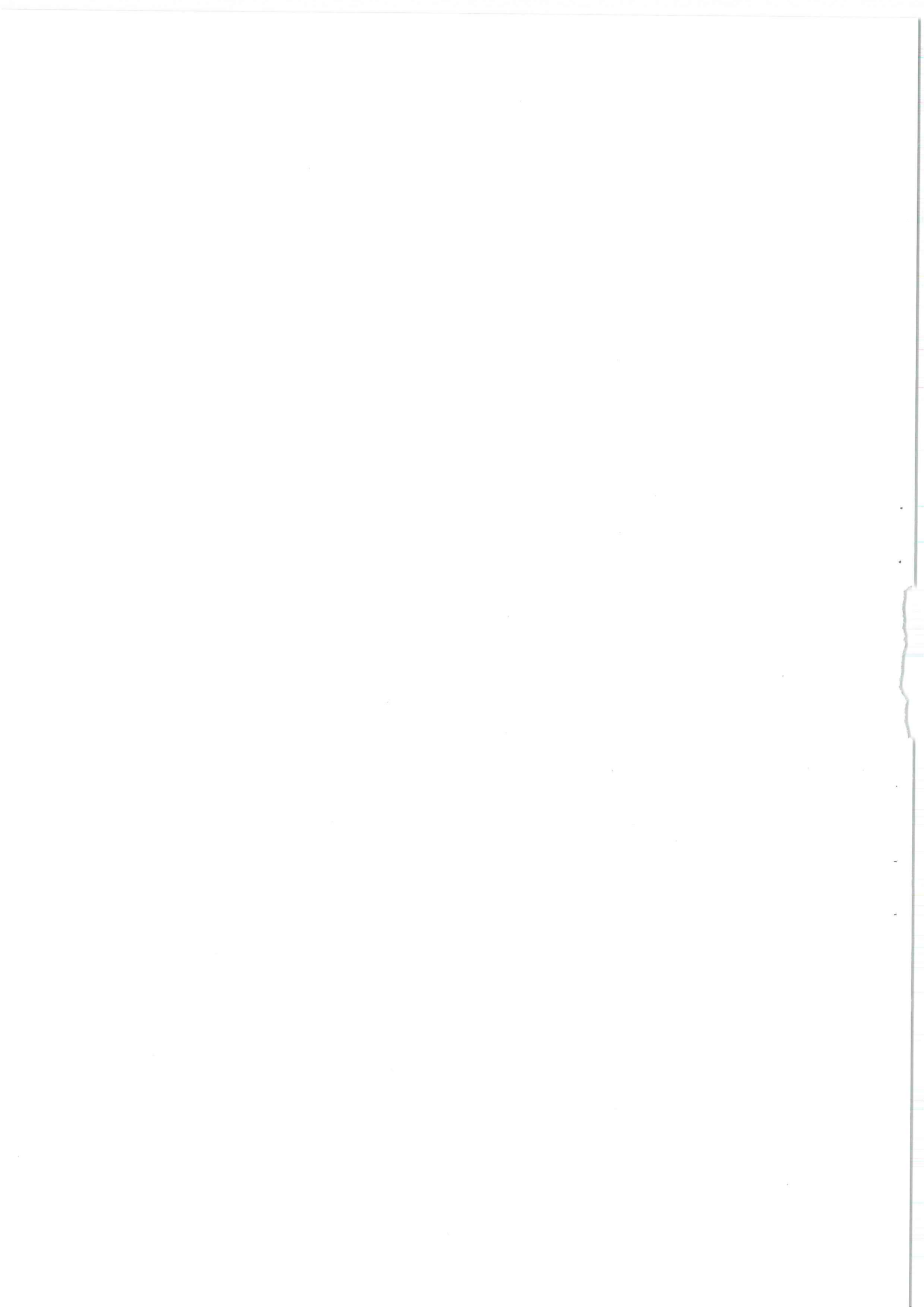
Mynd 3: Jarðlagamælingar

Mynd 4: Víddarmæling milli 300 og 250 m

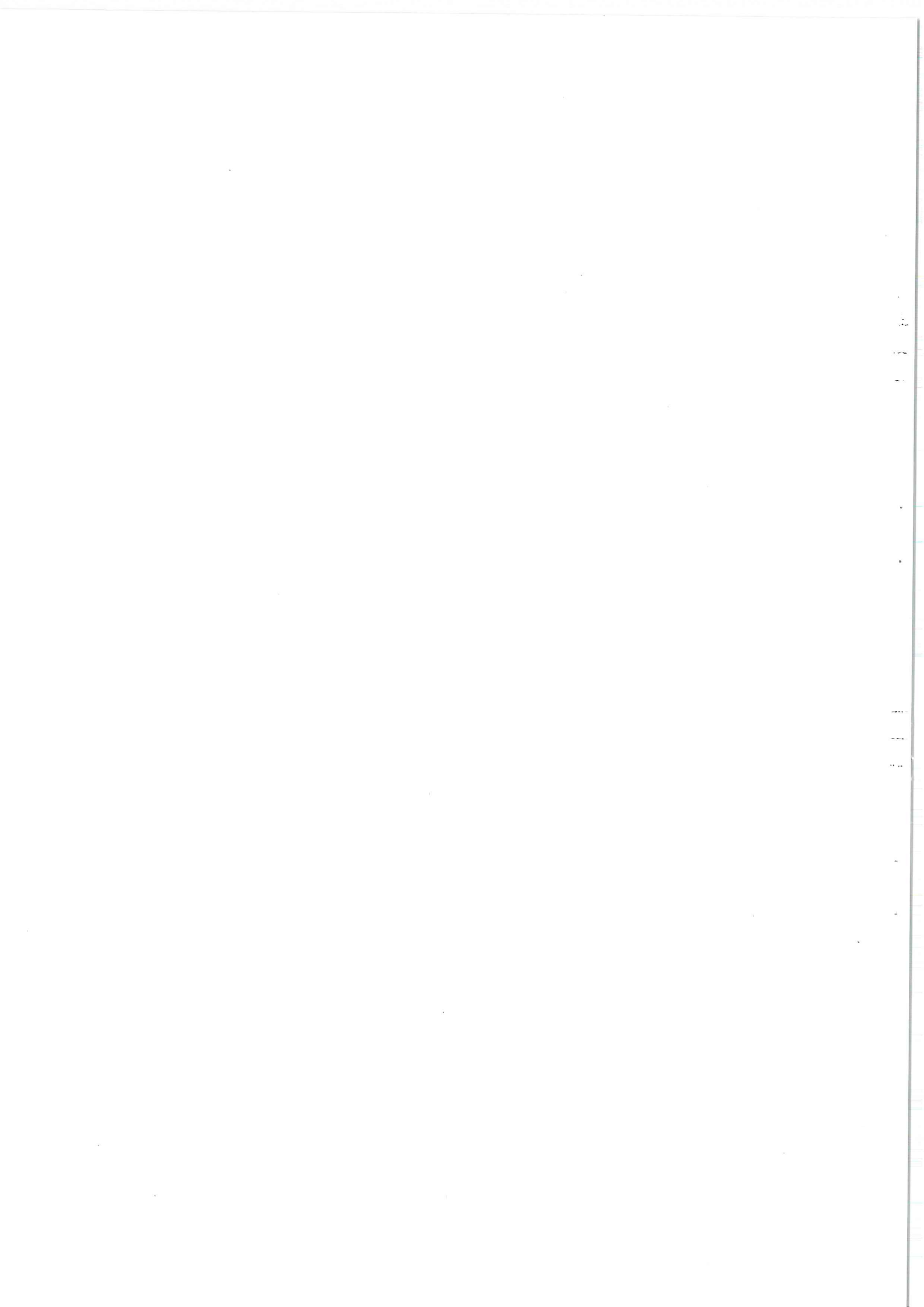
Grímur Björnsson, 13. nóv. 1998







### **Viðauki 3: Fóðrunarskýrslur**





Verk nr.	Hola nr.	Borstaður	Bor	Verkkaupi
	SJ-18	Svartsengi	Narfi (Fóðr. Með krana)	Hitaveita Suðurnesja
Vídd holu 26"	Dýpt holu mv. drifborð 72,0	Fóðring nr. 1	Fóðrun framkv. dags. 2. Júní 1998.	Utfyllt af: D.Sig

Holudýpi frá JÖRÐ				71,00 m		Fóðringardýpi frá JÖRÐ				69,75 m		Röratalsning					
<b>FÓÐRING</b>	Gerð	Stál X42	Þyngd	117,0 lbs/ft													
	Utanmál	22 1/2"	Innanmál	547,7 mm													
	Veggþykkt	11,91 mm	Pöntunar nr.	JB / 97 / 1430 - J													
	Tengi	Soðin															
	Flangs	Settur á síðar															
	Stungutengi	Nei															
	Skór	Nei															
	Miðjustillar	0	stk	Steyputappar	0	stk											
<b>STEYPING</b>	Steypa 1 þurrefni	Portlandsem. 34.04C	kg	Tafefni	kg												
	Eðlisþyngd		kg/l	Steypingartími	mín												
	Steyputæki	Steypt úr steypubíl.															
	Steypa kom upp	?		Eðlisþyngd steypu upp	kg/l												
	Eftirdæling		ltr	Eftirdæling	mín												
	Steypa 2 þurrefni		kg														
<b>FRÁGANGUR</b>	Dýpi á steypu utan röra		m	Steypt utan með eftir	klst												
	Steypa þurrefni		kg	Skorið ofan af eftir	klst												
	Dýpi á steypu í röri		m	Steypa boruð eftir	klst												
<b>ATHUGASEMDIR</b>																	
Steypt var í holuna úr 34.040 kg.af Portlandsementi í 6 áföngum, 4 - 6 rúmmetrar í hverjum																	
í 5 fyrstu áföngunum var notuð sementsefja en sandsteypa í þeim 6.																	



Verk nr. 42666	Hola nr. SJ-18	Borstaður Svartsengi	Bor Jötunn	Verkkaupi Hitaveita Suðurnesja
Vídd holu 21 "	Dýpt holu mv. drifborð 247.0	Fóðring nr. 2	Fóðrun framkv. dags. 1998.10.02.-	Útfyllt af: D.Sig

Holudýpi frá flangsi		240,29 m	Fóðringard. frá fl.		239,29 m	Röratalning			
Gerð		Sameless Steel Grade H 40		87,5 lbs/ft		LENGD	NR	MS	ALLS m
FÓÐRING	Utánmál	18 5/8"	Innanmál	451 mm					
	Veggþykkt	11 mm		Pöntunar nr.					
	Tengi	Soðin				0,99	1		0,99
	Flangs	21 1/4"	X	2000		12,68	2		13,67
	Stungutengi	Float Collar				12,66	3		26,33
	Skór	Float Shoe				12,66	4		38,99
	Miðjustillar	0	stk	Steyputappar	0	12,47	5		51,46
						12,44	6		63,90
STEYING	Steypa 1 þurrefni	27.000	kg	Tafefni	135	12,38	7		76,28
	Eðlisþyngd	1,6	kg/l	Steypingartími	26	12,43	8		88,71
	Steyputæki	Jet Mixari				12,46	9		101,17
	Steypa kom upp	?	Já og fór aftur	Eðlisþyngd steypu upp	ca 1,55	12,24	10		113,41
	Eftirdæling	3.300	ltr	Eftirdæling	7	12,67	11		126,08
	Steypa 2 þurrefni	5.000	kg	Steypt var eftir 70 mín.		12,67	12		138,75
					12,68	13		151,43	
FRÁGANGUR	Dýpi á steypu utan röra	?	m	Steypt utan með eftir	5,5	12,47	14		163,90
	Steypa þurrefni	5.500	kg	Skorið ofan af eftir	18	12,28	15		176,18
	Dýpi á steypu í röri	225	m	Steypa boruð eftir	58,5	12,31	16		188,49
	Steypt í 4 sinn 26 klst eftir 1. Steypingu úr 3.550 kg					12,39	17		200,88
					12,39	18		213,27	
<b>ATHUGASEMDIR</b>									
1. Steyning gekk vel og góð steypa kom upp en í miðri eftirdælingu hætti að kona upp						0,90	Kolli		214,17
Steypt var utanmeð eftir 70 mínútur og eftir 5 rúmmetra var holan full en steypa seig ennpá						12,30	19		226,47
Steypt var enn í 3 skipti eftir 5,5 klst og nú úr 5,5 rúmmetrum. 4. Steyning var svo eftir 26 kl.						12,42	20		238,89
og var magnið þá 3.5 rúmmetrar. Ennpá seig örlítið og var fyllt upp nokkru seinna.						0,40	Skór		239,29



## JARÐBORANIR HF

Verk nr. 42666	Hola nr. SJ-18	Borstaður Svartsengi	Bor Jötunn	Verkkaupi Hitaveita Suðurnesja
Vidd holu 17 1/2"	Dýpt holu mv. drifborð 777 m	Fóðring nr. 3	Fóðrun framkv. dags. 1998.10.17 -21.	Útfyllt af: D.Sig.

Hóludýpi frá flangsi				769,20 m		Fóðringard. frá fl.		764,25 m		
FÓÐRING	Gerð	K-55	Þyngd	68 lbs/ft		Röretalning				
	Utánmál	13 3/8"	Innánmál	315,3 mm						LENGD
	Veggþykkt	12,2 mm	Pöntunar nr.	Ýmis						
	Tengi	Skrúfuð BUTTRESS & AAMS			9,24	1		9,24		
	Flangs	12" X 2000			13,59	2	x	22,83		
	Stungutengi	Float Collar			13,39	3		36,22		
	Skór	Float Shoe			13,13	4		49,35		
	Miðjustillar	21	stk	Steyputappar	13,00	5	x	62,35		
STEYPING				13,45	6		75,80			
	Steypa 1 þurrefni	15.000	kg	Tafefni	75	kg	13,78	7		89,58
	Eðlisþyngd	1,62	kg/l	Steypingartími	14	mín	13,53	8	x	103,11
	Steyputæki	Jet Mixari			13,80	9		116,91		
	Steypa kom upp	?	Nei	Eðlisþyngd steypu upp		kg/l	13,74	10		130,65
	Eftirdæling	3.720	ltr	Eftirdæling	6	mín	13,41	11	x	144,06
FRAGANGUR	Steypa 2 þurrefni	45.000	kg				13,90	12		157,96
							13,87	13		171,83
	Dýpi á steypu utan röra	735	m	Steypt utan með eftir	31 og 52	klst	13,36	14	x	185,19
	Steypa þurrefni	85.940	kg	Skorið ofan af eftir	61	klst	13,62	15		198,81
	Dýpi á steypu í röri	742	m	Steypa boruð eftir	125,5	klst	13,90	16		212,71
	85,9 tn steypingin var steypd í tvennu lagieins og fram kemur hér fyrir neðan.				13,65	17	x	226,36		
					13,87	18		240,23		
	<b>ATHUGASEMDIR</b>				13,77	19		254,00		
	Steypt var á hefðbundinn hát gegnum stengur úr 15 tn. til að steypa upp að æð í 735 m				13,88	20	x	267,88		
	2. Steyping 45 tn var steypd utanmeð eftir 8 klst. Nær upp í 735 m. samkv. "Bondmælingu"				13,62	21		281,50		
3 Steyping nú utanmeð 31 klst eftir 1. 67.340 kg. Fyrstu 32 tn án tafaefnis en með 400 kg.				13,04	22		294,54			
Mica Flakes. 4. Steyping utanmeð eftir 52 klst. 18,6 tn. Steypa kom upp.				13,60	23	x	308,14			
				13,57	24		321,71			
Neðstu 20 rörin eru gömul 238,26 m. en næstu 38 ný 515,42 m og efst 1 stk. 14" þykkt.				13,70	25		335,41			
				13,75	26	x	349,16			
"Bondmæling" eftir að öllum steypingum lauk sýnir góða steypu meðfram allri fóðringunni.				13,50	27		362,66			
				13,63	28		376,29			
				13,73	29	x	390,02			



Verk nr. 4266	Hola nr. SJ-18	Borstaður Svartsengi	Fóðring nr. 3	Blaðsíða nr. 2
------------------	-------------------	-------------------------	------------------	-------------------

RÖRATALNING				RÖRATALNING				RÖRATALNING			
LENGD	NR.	MS	ALLS m	LENGD	NR.	MS	ALLS m	LENGD	NR.	MS	ALLS m
12,66	30		402,68								
13,41	31		416,09								
13,85	32	x	429,94								
13,60	33		443,54								
13,67	34		457,21								
13,43	35	x	470,64								
13,70	36		484,34								
13,48	37		497,82								
13,27	38	x	511,09								
13,57	39		524,66								
11,94	40		536,60								
12,18	41	x	548,78								
12,10	42		560,88								
12,08	43		572,96								
12,30	44	x	585,26								
12,10	45		597,36								
11,52	46		608,88								
12,24	47	x	621,12								
12,22	48		633,34								
12,11	49		645,45								
12,04	50	x	657,49								
12,16	51		669,65								
11,89	52		681,54								
12,25	53	x	693,79								
12,18	54		705,97								
12,08	55		718,05								
11,61	56	x	729,66								
12,10	57		741,76								
0,83	colli		742,59								
9,80	58		752,39								
11,36	59	xx	763,75								
0,50	shoe		764,25								





## JARÐBORANIR HF

Verk nr. 42666	Hola nr. SJ-18	Borstaður Svartsengi	Bor Jötunn	Verkkaupi Hitaveita Suðurnesja
Vidd holu 12 1/4"	Dýpt holu mv. drifborð 1.845	Fóðring nr. 4	Fóðrun framkv. dags. 12. 14. / 11 1998	Útfyllt af: Ó.G.

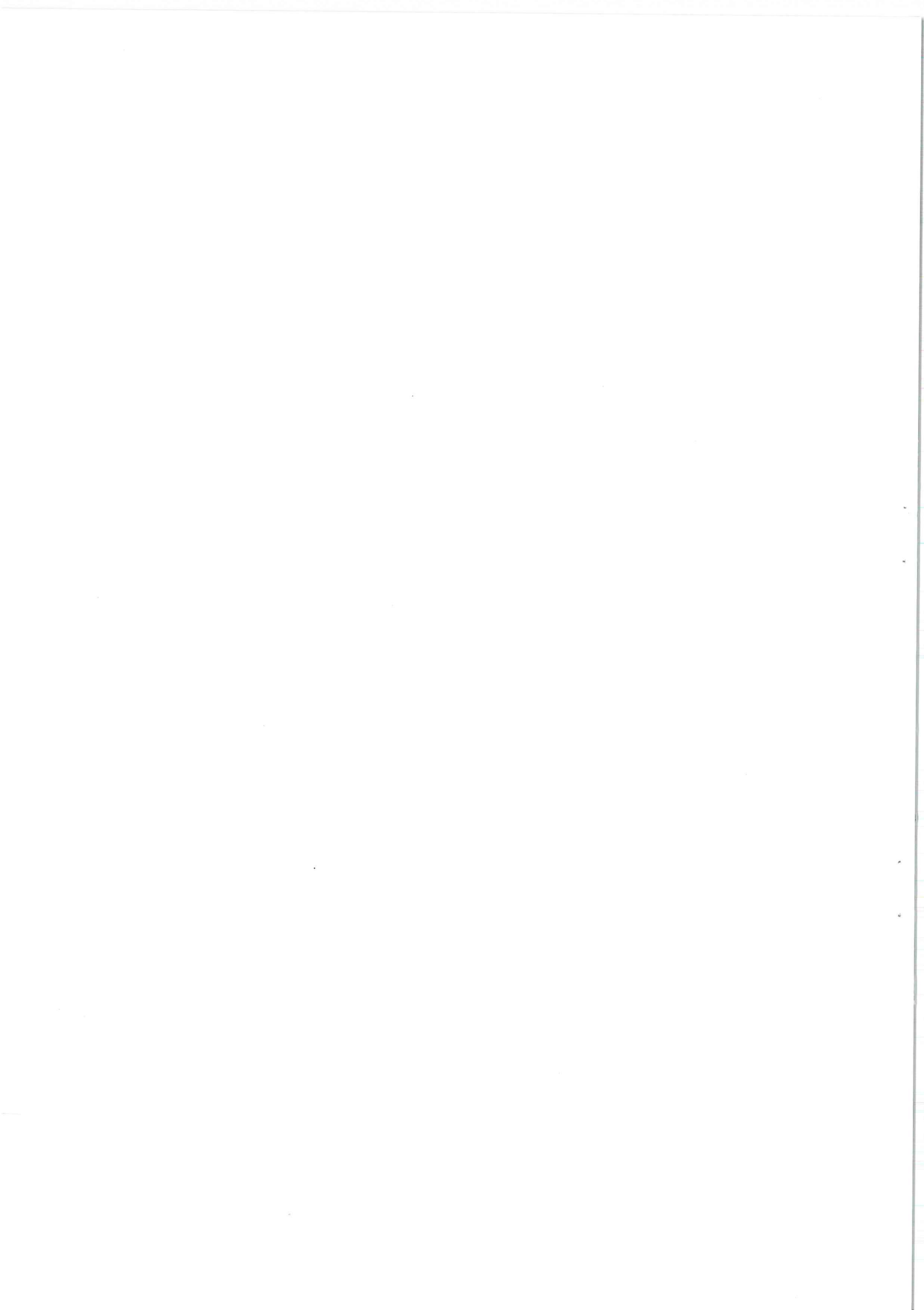
Holudýpi frá flangsi				Fóðringard. frá fl.				Rörataling			
1,837,20 m				1,830,28 m				LENGD	NR	MS	ALLS m
FÓÐRING	Gerð	K-55	Þyngd	40 lbs/ft							
	Utánmál	9 5/8"	Innánmál	220,5 mm							
	Veggþykkt	10 mm	Pöntunar nr.					743,49			
	Tengi	Skrúfuð AMS en Buttress breiting á neðsta röri í skó						0,56	Múffa	744,05	
	Flang	Situr á botni í 1,830,28 frá flangsi						13,57	1	757,62	
	Stungutengi							13,34	2	770,96	
	Skór	Stýriskór						13,36	3	R	784,32
	Miðjustillar	stk	Steyputappar	stk					13,74	4	R
STEYPING	Steypa 1 þurrefni	kg	Tafefni	kg				11,83	6	R	823,63
	Eðlisþyngd	kg/l	Steypingartími	mín				13,45	7	R	837,08
	Steyputæki							13,76	8	R	850,84
	Steypa kom upp ?	Eðlisþyngd steypu upp						13,42	9	R	864,26
	Eftirdæling	ltr	Eftirdæling	mín				13,98	10	R	878,24
	Steypa 2 þurrefni	kg					13,41	11	R	891,65	
								13,36	12	R	905,01
FRÁGANGUR	Dýpi á steypu utan röra	m	Steypt utan með eftir	klst				13,69	13	R	918,70
	Steypa þurrefni	kg	Skorið ofan af eftir	klst				13,92	14	R	932,62
	Dýpi á steypu í röri	m	Steypa boruð eftir	klst				13,67	15	R	946,29
							13,31	16	R	959,60	
							12,53	17	R	972,13	
ATHUGASEMDIR							13,71	18	R	985,84	
Leiðari situr á botnfalli í 1830,28m miða við flang.							13,10	19		998,94	
R merkir raufað rör							13,82	20	R	1012,76	
Þegar slaka átti fóðringunni niður með hefðbundnu hengistykki varð vart við þrengingar í							13,44	21		1026,20	
holunni á 293 m. dýpi og stoppaði þar alveg svo taka varð upp aftur. Í ljós kom að kjaftar							13,83	22	R	1040,03	
höfðu losnað úr upphebgjunnni og dottið niður. Of mikil áhætta þótti að setja niður nýtt							13,26	23		1053,29	
upphengi með hefðbundnum sleppibúnaði svo smíðuð var múffa með öfugum gengjum							13,65	24	R	1066,94	
og sleppidór í hana og fóðringunni síðan slakað niður með þessu á Látin sitja á botni.							13,88	25		1080,82	
							13,58	26	R	1094,40	
							13,46	27		1107,86	
							13,73	28	R	1121,59	



Verk nr. 42666	Hola nr. SJ-18	Borstaður Svartsengi	Fóðring nr. 4.	Blaðsíða nr. 2
-------------------	-------------------	-------------------------	-------------------	-------------------

RÖRATALNING				RÖRATALNING				RÖRATALNING			
LENGD	NR.	MS	ALLS m	LENGD	NR.	MS	ALLS m	LENGD	NR.	MS	ALLS m
13,47	29		1.135,06	13,41	61	R	1.561,01				
13,46	30	R	1.148,52	13,53	62	R	1.574,54				
13,20	31		1.161,72	13,29	63	R	1.587,83				
13,87	32	R	1.175,59	13,33	64	R	1.601,16				
13,03	33		1.188,62	13,39	65	R	1.614,55				
12,42	34	R	1.201,04	13,55	66	R	1.628,10				
12,65	35		1.213,69	13,49	67	R	1.641,59				
13,28	36	R	1.226,97	13,37	68	R	1.654,96				
11,45	37		1.238,42	12,92	69	R	1.667,88				
13,25	38	R	1.251,67	13,49	70	R	1.681,37				
12,87	39		1.264,54	13,19	71	R	1.694,56				
13,42	40	R	1.277,96	13,41	72	R	1.707,97				
13,62	41		1.291,58	13,63	73	R	1.721,60				
13,61	42	R	1.305,19	13,64	74	R	1.735,24				
13,63	43		1.318,82	13,27	75	R	1.748,51				
13,08	44	R	1.331,90	13,47	76	R	1.761,98				
13,25	45		1.345,15	13,54	77	R	1.775,52				
13,73	46	R	1.358,88	13,74	78	R	1.789,26				
13,32	47		1.372,20	13,34	79	R	1.802,60				
13,74	48	R	1.385,94	13,64	80	R	1.816,24				
13,38	49		1.399,32	13,74	81		1.829,98				
13,90	50	R	1.413,22	0,30	Skór		1.830,28				
13,70	51		1.426,92								
13,15	52	R	1.440,07								
13,78	53		1.453,85								
13,45	54	R	1.467,30								
13,45	55		1.480,75								
12,98	56	R	1.493,73								
13,77	57	R	1.507,50								
13,27	58	R	1.520,77								
13,51	59	R	1.534,28								
13,32	60	R	1.547,60								

## **Viðauki 4: Mælingar í SJ-18**

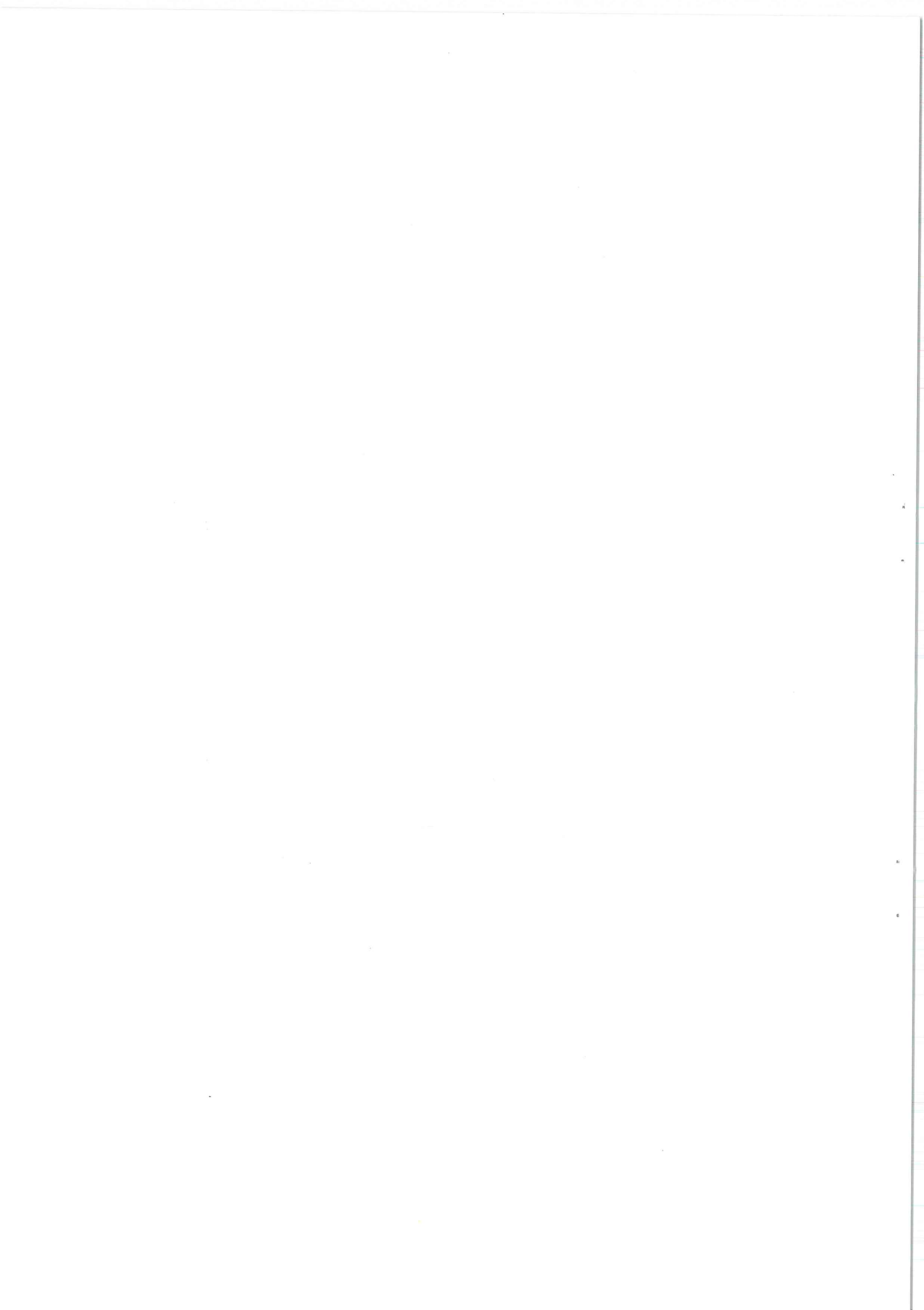


**SVARTSENGI HOLA SJ-18**  
Yfirlit um mælingar til 1.04.99

Dags.	Svunta	Mæling	Dýpi frá	Dýpi til	Athugasemdir
1.10.1998	20472	Hiti	0	231	í stöngum borun lauk um kl 22:00, fyrsta mæling með nýjum 7-leiðara, gekk vel
1.10.1998	20473	Hiti	231	231	í stöngum borun lauk um kl 22:00
2.10.1998	20474	Hiti	0	231	í stöngum
2.10.1998	20475	Hiti	0	247	e.upptekt
2.10.1998	20476	Vídd Y hluti	0	245	
2.10.1998	20477	Vídd X hluti	0	245	
2.10.1998	20478	Nifteindir	0	245	
2.10.1998	20479	Gamma	0	245	
2.10.1998	20480	Viðnám 64"	0	245	mikið bras að fá tölvu til að virka og kom svo öllum að óvörum, mjóa viðnámspróban og lóð hengt neðan í með nylon-spotta
4.10.1998	20554	Hiti	0	220	e.steypingu
4.10.1998	20555	Steypu-mæling	0	219	fóðringin var steypd kl 16 þann 3/10 '98 mikill dýptareffekt í steypumælingu, sjá mæliblað um leiðréttingaformúlu
16.10.1998	20559	Hiti	250	765	í stöngum borun með 17 1/2" krónu lokið (fyrir 13 3/8" fóðringu). Utanádæling sett á kl. 12:50
16.10.1998	20560	Hiti	250	765	í stöngum borun með 17 1/2" krónu lokið (fyrir 13 3/8" fóðringu). Utanádæling sett á kl. 12:50
16.10.1998	20561	Hiti	765	765	í stöngum borun með 17 1/2" krónu lokið (fyrir 13 3/8" fóðringu). Utanádæling sett á kl. 12:50
19.10.1998	20566	Hiti	0	750	e.aðra steypu toppur á fóðringu hafði gengið 30 cm upp úr drifborði frá því steypd kvöldið áður
19.10.1998	20567	Hiti	50	750	10 l/s utanád. frá kl 13:10, skoðað hve langt vatn fór niður
19.10.1998	20568	Hiti	50	750	30 l/s utanád. frá kl 15:15, skoðað hve langt vatn fór niður
19.10.1998	20569	Hiti	50	750	e.utanádælingu tekin af 16:45, 30 l/s
19.10.1998	20570	Hiti	50	750	e.utanád.og hitnun hola höfð heit til viðbótar 70 tonnum af hnetum og glimmeri til að þetta botnæð og stöðva niðurr. úr 250 m
20.10.1998	20571	Hiti	10	750	e.3ju steypu, 09:20
20.10.1998	20572	Steypu-mæling	50	600	
20.10.1998	20573	Steypu-mæling	70	600	gate:3.5 signal 200
20.10.1998	20574	Steypu-mæling	70	500	gate:4-5 signal 300 delay 350
20.10.1998	20575	Steypu-mæling	50	500	gate:4 signal 300 delay 350
20.10.1998	20576	Hiti	0	750	e.3ju steypu, 14.402
20.10.1998	20577	Steypu-mæling	120	400	gate:5 signal 300 delay 350
20.10.1998	20578	Steypu-mæling	50	400	gate:5 signal 300 delay 350
21.10.1998	20579	Hiti	15	750	e.4rðu steypu
21.10.1998	20580	Steypu-mæling	70	330	gate:5-7 signal 300 delay 350
21.10.1998	20581	Steypu-	0	330	sömu stillingar og síðast, og í gær

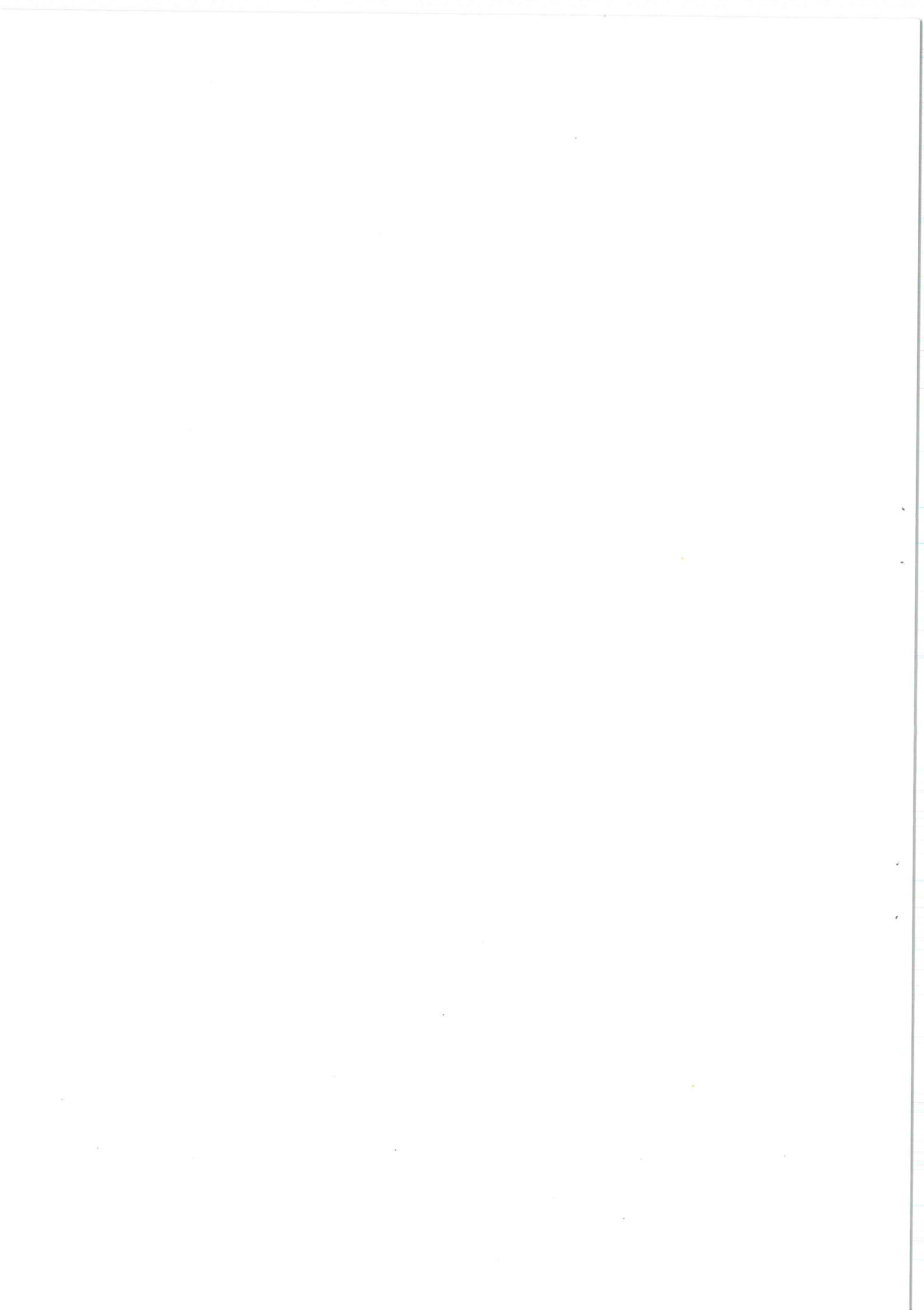
		mæling			
16.10.1998	20598	Hiti	220	777	Eftir upptekt borstrengs - borun fyrir 13 3/8" fódningu lokið.
16.10.1998	20599	Vidd Y hluti	10	770	Eftir upptekt borstrengs - borun fyrir 13 3/8" fódningu lokið.
16.10.1998	20600	Vidd X hluti	10	770	Eftir upptekt borstrengs - borun fyrir 13 3/8" fódningu lokið.
16.10.1998	20601	Nifteindir	240	770	Eftir upptekt borstrengs - borun fyrir 13 3/8" fódningu lokið.
16.10.1998	20602	Gamma	240	770	Eftir upptekt borstrengs - borun fyrir 13 3/8" fódningu lokið.
17.10.1998	20603	Viðnám 16"	240	770	Eftir upptekt borstrengs - borun fyrir 13 3/8" fódningu lokið. Sjálfspennumæling óvirk.
17.10.1998	20604	Viðnám 64"	240	770	Eftir upptekt borstrengs - borun fyrir 13 3/8" fódningu lokið. Sjálfspennumæling óvirk.
17.10.1998	20605	Þrýstingur	270	500	Adælingu breytt úr 35 í 57 l/s kl. 02:20 - vatnsborð að hækka, er í kringum 220 m. Eftir upptekt borstrengs - borun fyrir 13 3/8" fódningu lokið.
17.10.1998	20606	Þrýstingur	500	500	Adælingu breytt úr 57 í 28.5 l/s kl. 02:58, mælir á 500 m dýpi. Hiti hækkaði úr 21.2 í 29.6 °C á meðan mæling fór fram - ekki lagað í skránni.
17.10.1998	20607	Hiti	500	777	Eftir þrepaprófun æðar í ~745 m.
17.10.1998	20608	Hiti	200	777	Eftir þrepaprófun æðar í ~745 m.
18.10.1998	20609	Hiti	300	610	Búið að setja 13 3/8" fódningu niður en ósteypt. Borstrengur nær niður á ~741 m dýpi - ekki tengdur í stungustykki sem er milli 2. og 3. rörs (~751 m dýpi).
18.10.1998	20610	Þrýstingur	500	500	Búið að setja 13 3/8" fódningu niður en ósteypt. Borstrengur nær niður á ~741 m dýpi - ekki tengdur í stungustykki sem er milli 2. og 3. rörs (~751 m dýpi).
18.10.1998	20611	Þrýstingur	300	500	Búið að setja 13 3/8" fódningu niður en ósteypt. Borstrengur nær niður á ~741 m dýpi - ekki tengdur í stungustykki sem er milli 2. og 3. rörs (~751 m dýpi).
18.10.1998	20612	Hiti	300	748	1. steypingu 13 3/8" fódningar lokið (15 tonn). Utanádæling 10 l/s
18.10.1998	20613	Hiti	300	748	1. steypingu 13 3/8" fódningar lokið (15 tonn). Utanádæling 10 l/s. Dældu í 5 mín ofan í fódningu fyrir mælinguna.
18.10.1998	20614	Þrýstingur	275	400	1. steypingu 13 3/8" fódningar lokið (15 tonn). Utanádæling 10 l/s. Vatnsborð milli 280 og 290 m.
18.10.1998	20615	Hiti	270	748	1. steypingu 13 3/8" fódningar lokið (15 tonn). Utanádæling 10 l/s. Vatnsborð milli 280 og 290 m.
18.10.1998	20616	Þrýstingur	740	740	Mælir kyrr á 740 m - verið að fylla holuna milli kl. 23:12 og 23:32. Utanádæling 10 l/s.
18.10.1998	20617	Hiti	50	748	1. steypingu 13 3/8" fódningar lokið (15 tonn). Utanádæling 10 l/s. Hola full.
5.11.1998	20666	Hiti	20	1589	e. upptekt v. krónuskipta Mælir settist í 1480 m
5.11.1998	20667	Hiti	20	1589	e. upptekt v. krónuskipta
11.11.1998	20680	Hiti	20	892	í stöngum, 17 l/s utaná mikill hiti í 892 m knúði menn til að snúa við og auka ádælingu
11.11.1998	20681	Þrýstingur	750	750	í stöngum, utanád. aukin úr 17 í 50 l/s kl 00:50, rennur úr garðslöngu niður streng
11.11.1998	20682	Þrýstingur	400	750	í stöngum, ád. 50 l/s eftir stutt þrep, engin garðslöngudæling inn í strenginn
11.11.1998	20683	Hiti	50	1730	í stöngum, ád. 50 l/s
11.11.1998	20684	Hiti	1730	1730	skoðaður hraði hitabreytinga, -0,7 °C á 12 mín.

11.11.1998	20685	Hiti	750	1730	í stöngum, ád. 50 l/s
11.11.1998	20698	Hiti	50	1472	e.upptekt, 50 l/s utaná slæm fyrirstaða í 1472 sem var ómögulegt að sleppa gegnum
11.11.1998	20699	Hiti	750	1472	e.upptekt, 50 l/s utaná slæm fyrirstaða í 1472 sem var ómögulegt að sleppa gegnum
11.11.1998	20700	Þrýstingur	1450	1500	e.uppt. 50 l/s slæm fyrirstaða í 1472 sem yfirvannst með > 150 m/mín logg-hraða
11.11.1998	20701	Hiti	1505	1650	e.upptekt, 50 l/s utaná slæm fyrirstaða í 1650
11.11.1998	20702	Þrýstingur	1630	1660	e.uppt. 50 l/s slæm fyrirstaða í 1650
11.11.1998	20703	Hiti	1660	1840	e.upptekt, 50 l/s utaná
11.11.1998	20704	Þrýstingur	1785	1840	e.uppt.50 l/s
11.11.1998	20705	Vídd Y hluti	300	1470	engin leið að komast gegnum 1472 m skápinn
11.11.1998	20706	Vídd X hluti	300	1470	engin leið að komast gegnum 1472 m skápinn
11.11.1998	20707	Vídd Y hluti	0	300	mælt á 0,1 m fresti vegna fyrirstöðu sem króna lenti í á 258 m
11.11.1998	20708	Vídd X hluti	0	300	mælt á 0,1 m fresti vegna fyrirstöðu sem króna lenti í á 258 m
11.11.1998	20709	Nifteindir	700	1840	
11.11.1998	20710	Gamma	700	1840	
11.11.1998	20711	Víðnám 64"	765	1825	
11.11.1998	20712	Víðnám 16"	765	1825	
11.11.1998	20713	Vídd 3 armar	1472	1472	mikið reynt til að komast gegnum skápinn í 1472 m, gekk ekki þrátt f. log hraða upp á 200 m/mín. Opnaðist ekki á eftir
11.11.1998	20714	Halli og stefna	1100	1770	teknir punktar í 1100, 1400 og 1770 m, síðasti er óviss og þarf að endurskoða, 20° eru dregnar frá aflestri í stefnu v. misvísunar
25.11.1998	20777	I	1000	1800	teknir punktar í 1000, 1200, 1400, 1600 og 1800 m, stefna er skráð í töflu en er brengluð þar sem leiðari er í holunni
1.10.1998	20778	Hallamæling	100	700	mælt af bormönnum með mæli JBR
25.11.1998	20781	Þrýstingur	150	750	í leiðara "ád.50 l/s" þrepaprófið hófst kl 13:13 með 50 l/s ádælingu
25.11.1998	20782	Hiti	750	1825	þrepapróf,ád.50 l/s ath að hallabreyting neðan 1500m stafar af minnkuðum log hraða, holan var ennþá að kólna niður
25.11.1998	20783	Þrýstingur	1800	1800	í leiðara ád.50 l/s þrepaprófið hófst kl 13:13 með 50 l/s ádælingu
25.11.1998	20784	Þrýstingur	1072	1422	ád.50 l/s holan skoðuð áður en næsta þrep hefst, 0.1 m fresti
25.11.1998	20785	Þrýstingur	723	1066	ád.50 l/s holan skoðuð áður en næsta þrep hefst, 0.1 m fresti, forrit er að hrynja
25.11.1998	20786	Hiti	723	1840	ád.50 l/s holan skoðuð áður en næsta þrep hefst, 0.1 m fresti
25.11.1998	20787	Þrýstingur	1800	1800	ádæling aukin úr 50 í 75 l/s kl 16:35
25.11.1998	20789	Þrýstingur	750	1800	ád.75 l/s
25.11.1998	20790	Hiti	750	1840	ád.75 l/s
25.11.1998	20792	Þrýstingur	1800	1800	ádæling minnkuð úr 75 í 54 l/s kl 19:37
30.12.1998	20974	Hiti	0	350	
30.12.1998	20975	Hiti	350	1827	Mælir settist í 740 m
30.12.1998	20976	Þrýstingur	400	1827	
18.3.1999	21263	Hiti	350	1826	Mælir settist í 738 m en tókst að lempa hann niður.
18.3.1999	21264	Þrýstingur	400	1827	Mælir settist í 738 m en tókst að lempa hann niður.
18.3.1999	21265	Hiti	0	355	H1803161.dat



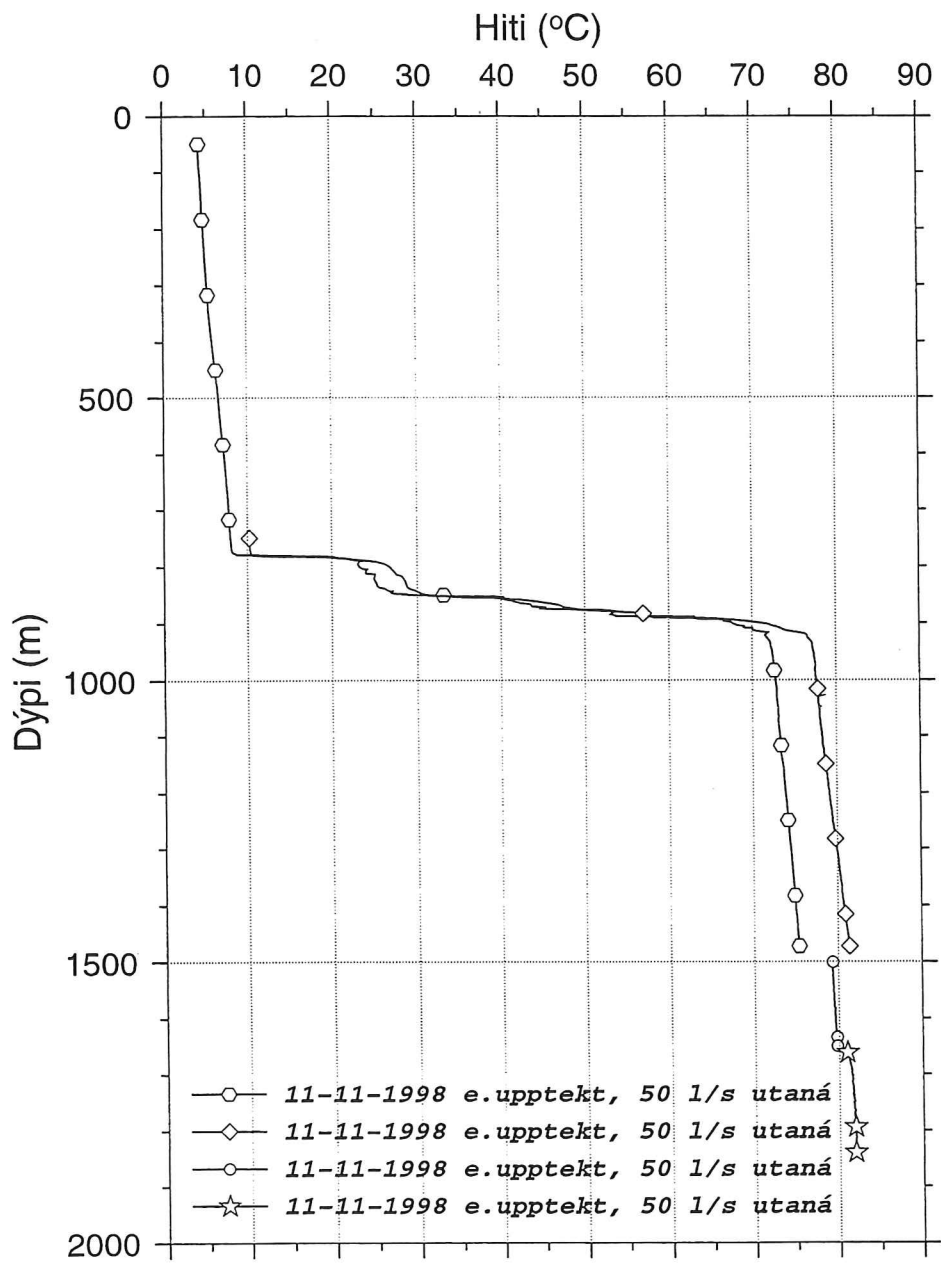


## **Viðauki 5: Hitamælingar**



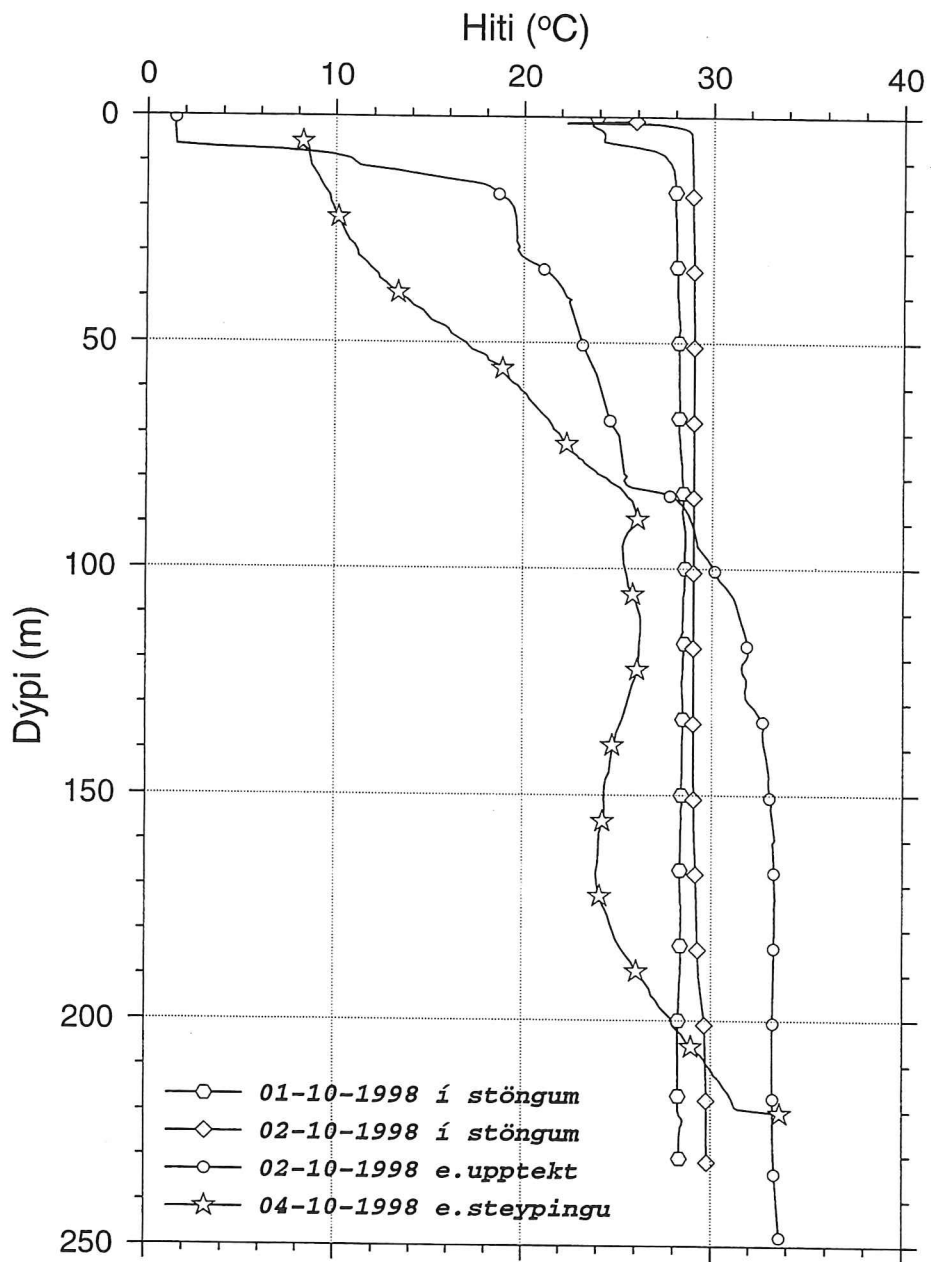
05

Svartsengi SJ-18  
Svartsengi  
Grindavík



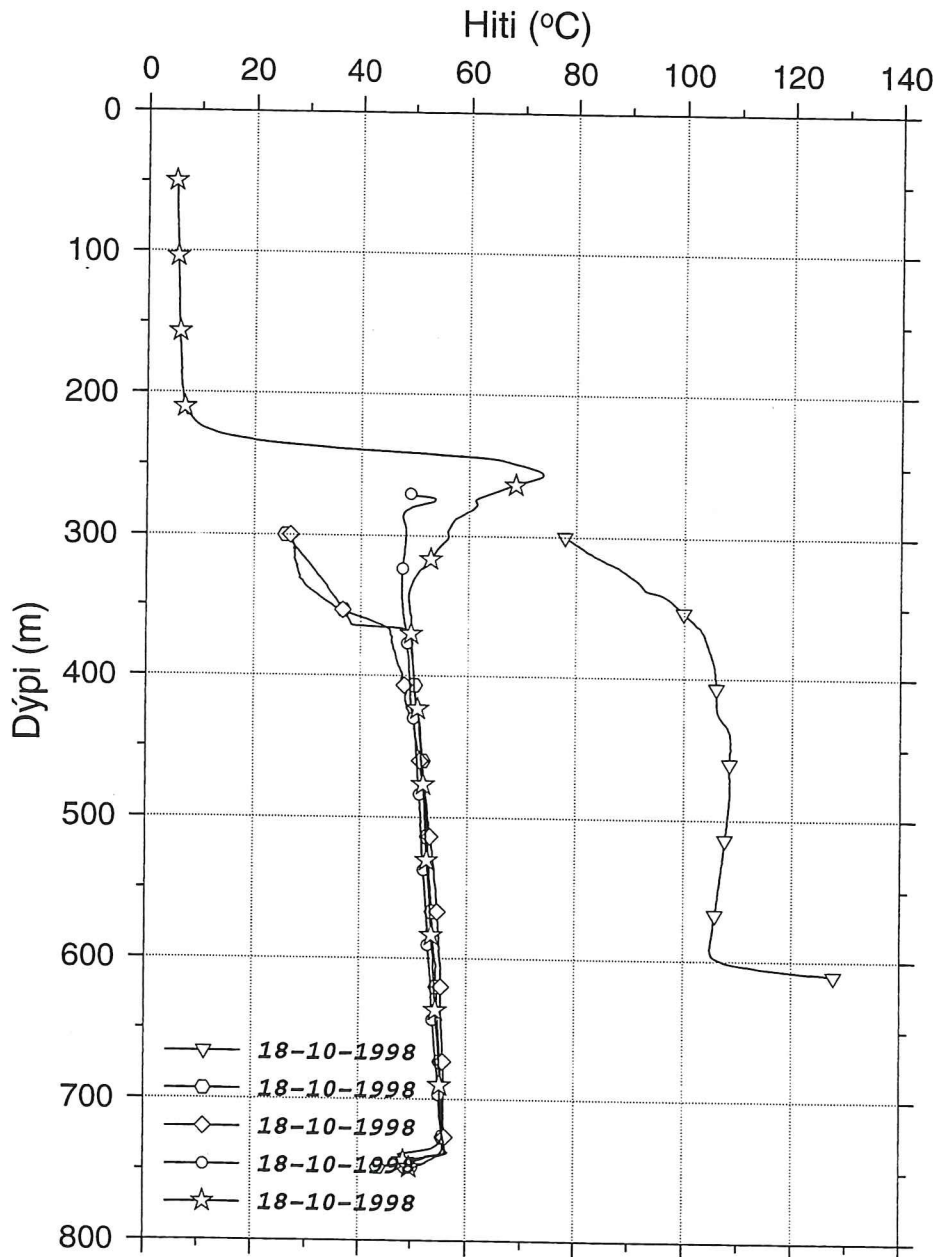


Svartsengi SJ-18  
Svartsengi  
Grindavík



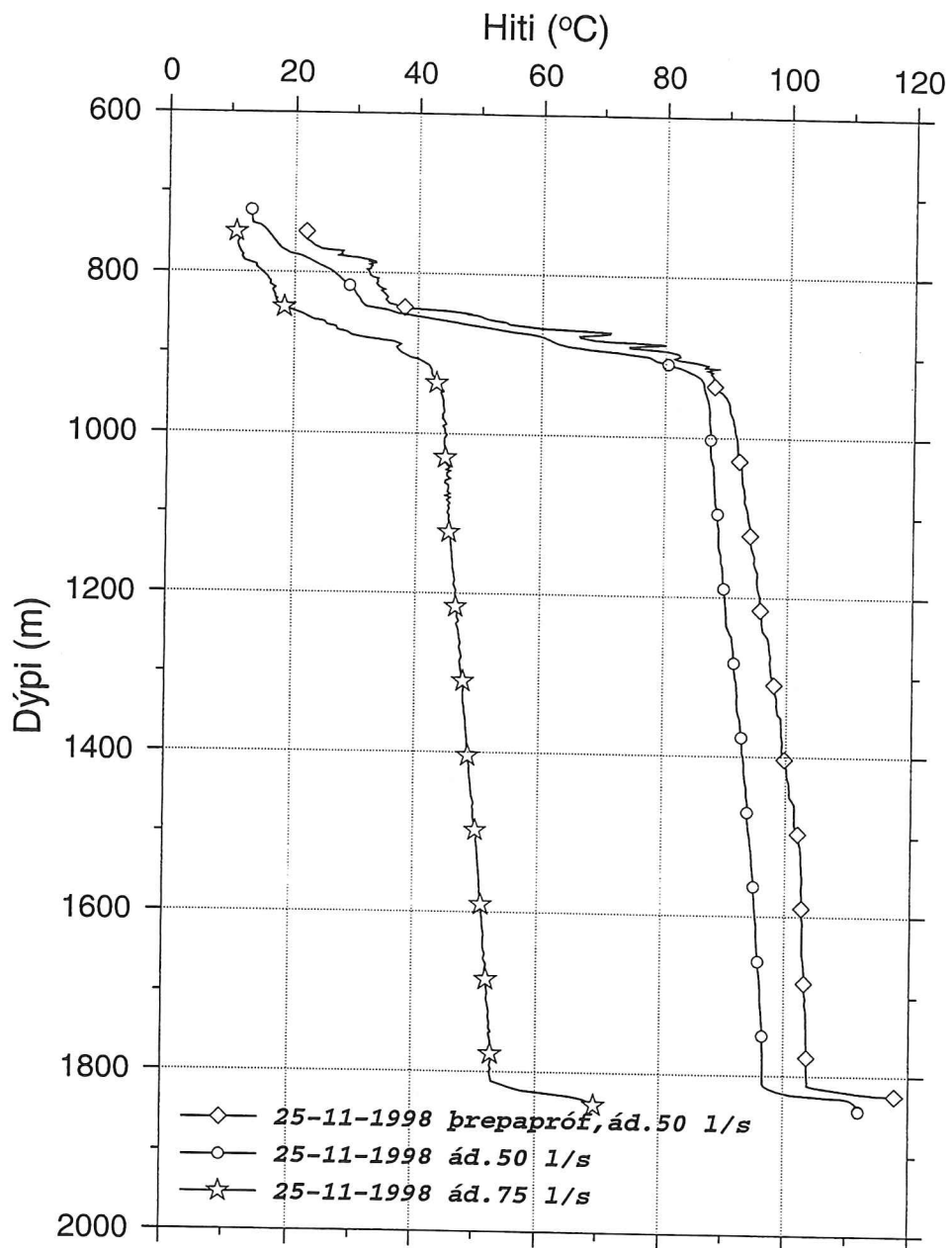
05

Svartsengi SJ-18  
Svartsengi  
Grindavík



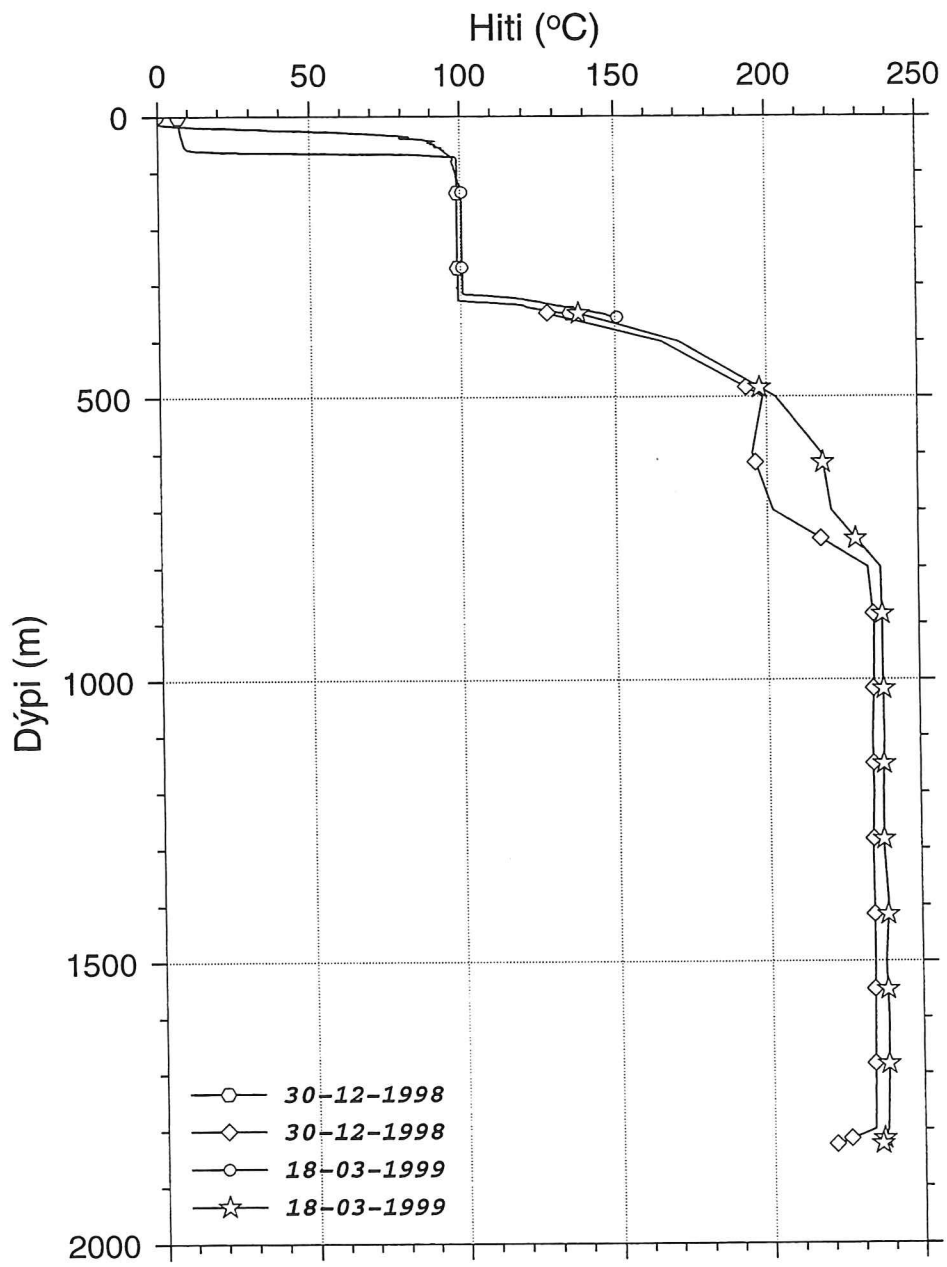


Svartsengi SJ-18  
Svartsengi  
Grindavík



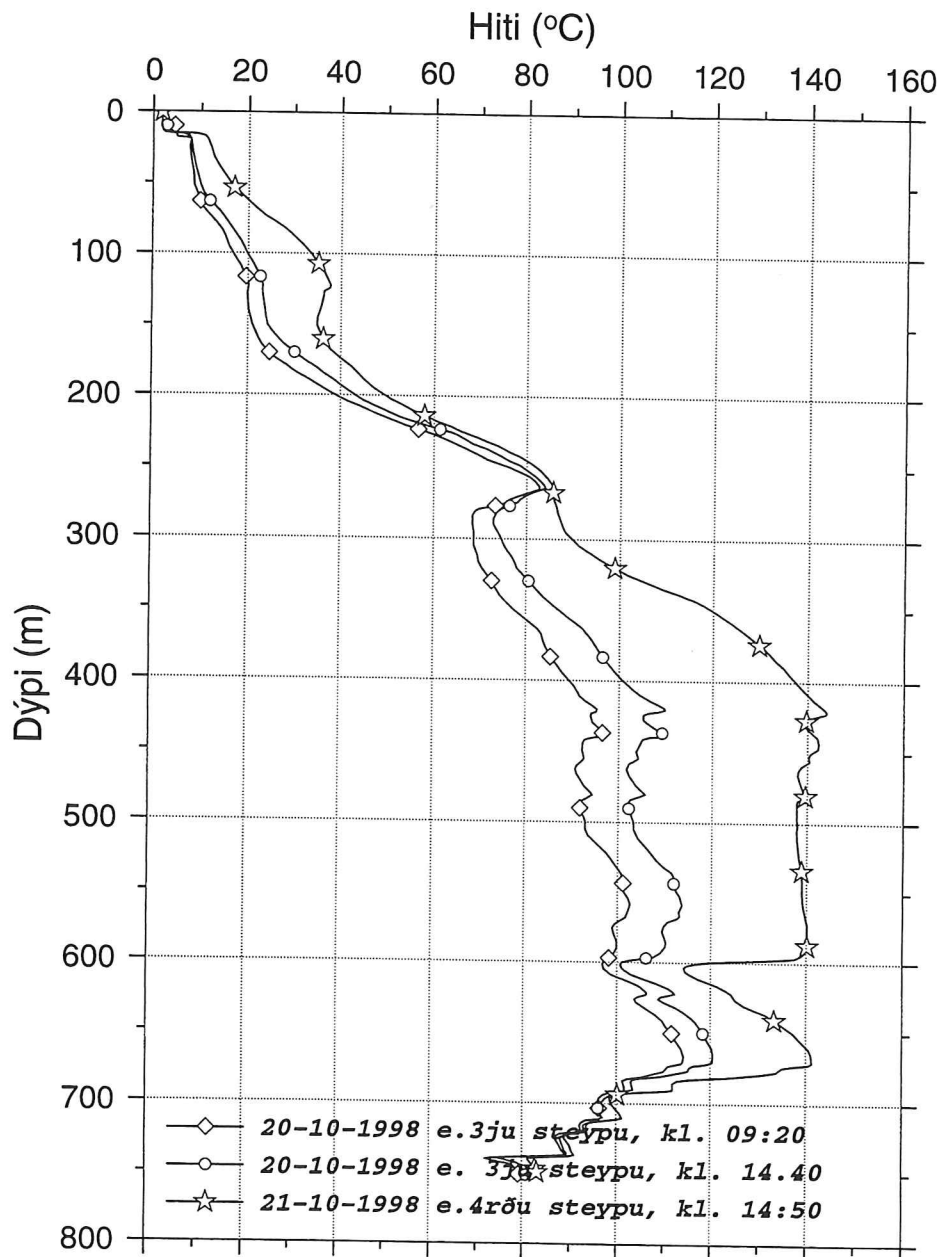


Svartsengi SJ-18  
Svartsengi  
Grindavík





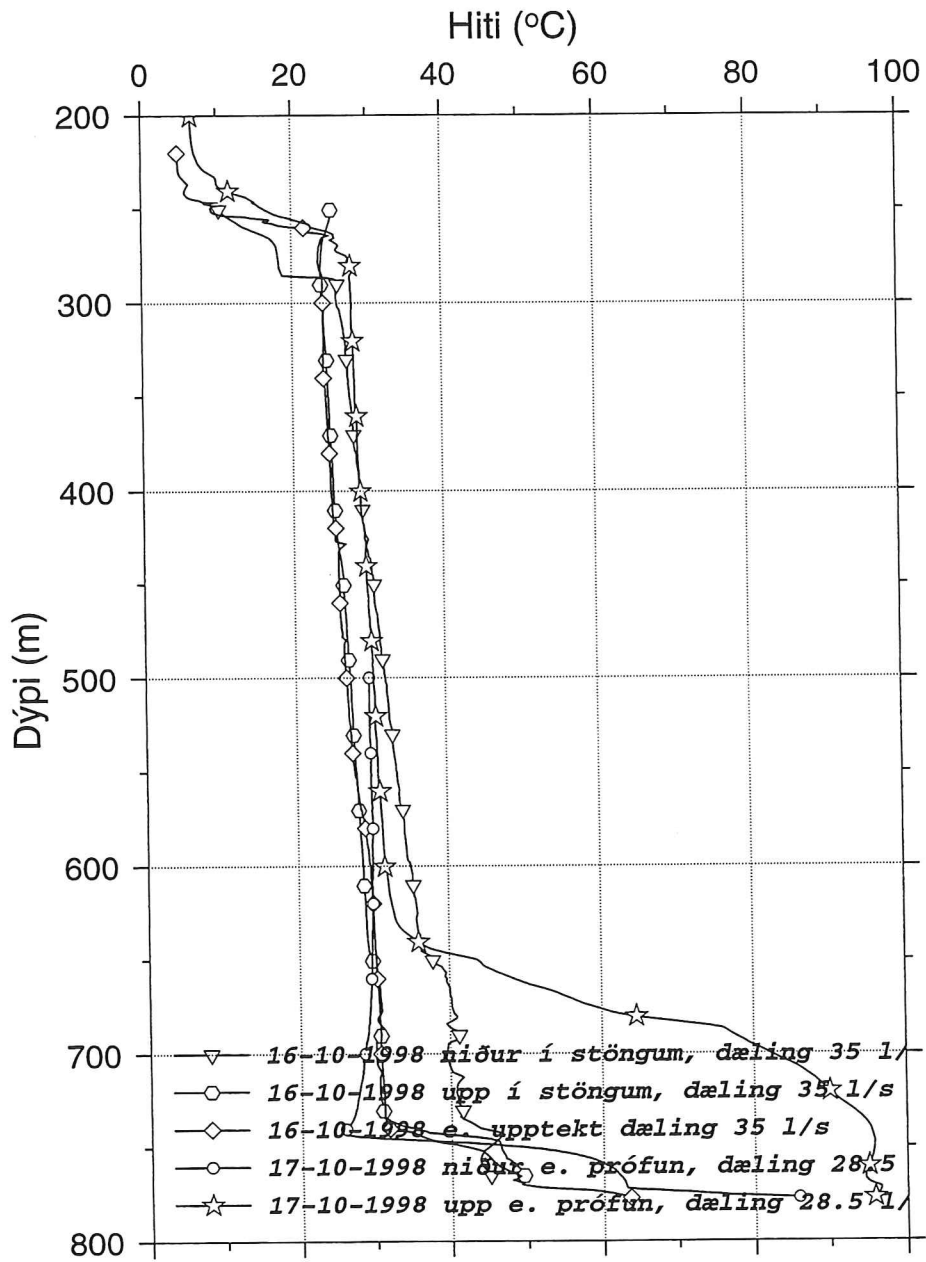
Svartsengi SJ-18  
Svartsengi  
Grindavík







Svartsengi SJ-18  
Svartsengi  
Grindavík

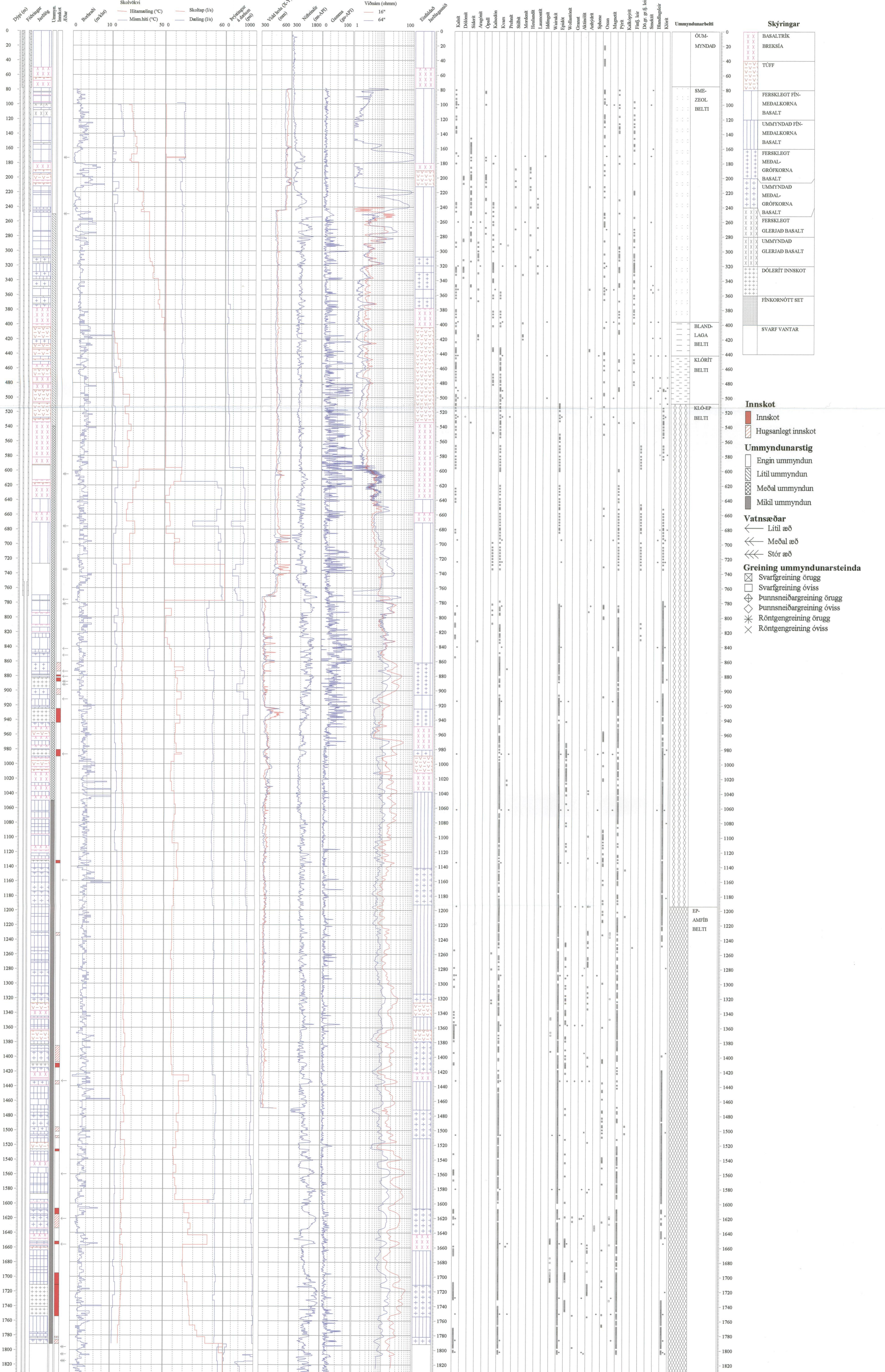




## Upplýsingar frá borun

## Borholumælingar

## Bergummyndun



### Skýringar

XXXX	BASALTRÍK
XXXX	BREKSÍA
XXXX	TUFF
XXXX	FERSKLEGT FÍN-MEDALKORNA BASALT
XXXX	UMMYNDAD FÍN-MEDALKORNA BASALT
++++	FERSKLEGT MEDAL-GRÓFKORNA BASALT
++++	UMMYNDAD MEDAL-GRÓFKORNA BASALT
XXXX	FERSKLEGT GLERJAD BASALT
XXXX	UMMYNDAD GLERJAD BASALT
++++	DÖLERT INNSKOT
XXXX	FÍN KORNOTT SET
XXXX	SVARF VANTAR

- ### Innskot
- Innskot
  - Hugsanlegt innskot
- ### Ummyndunarstig
- Engin ummyndun
  - Lítil ummyndun
  - Meðal ummyndun
  - Mikil ummyndun
- ### Vatnsæðar
- Lítil æð
  - Meðal æð
  - Stór æð
- ### Greining ummyndunarsteinda
- Svarfgreining örugg
  - Svarfgreining óviss
  - Punnshéðargreining örugg
  - Punnshéðargreining óviss
  - Röntngreining örugg
  - Röntngreining óviss