



**ORKUSTOFNUN**

**RANNSÓKNASVIÐ - Reykjavík, Akureyri**

## **Svartsengi, hola SV-20**

### **Borun vinnsluhluta**



**Bjarni Richter, Ásgrímur Guðmundsson,  
Sverrir Þórhallsson, Benedikt Steingrímsson,  
Guðmundur Ómar Friðleifsson, Kjartan  
Birgisson, Ómar Sigurðsson, Steinar Þór  
Guðlaugsson**

**Unnið fyrir Hitaveitu Suðurnesja**

**2002**

**OS-2002/016**





**Bjarni Richter, Ásgrímur Guðmundsson, Sverrir Þórhallsson, Benedikt Steingrímsson, Guðmundur Ómar Friðleifsson, Kjartan Birgisson, Ómar Sigurðsson, Steinar Þór Guðlaugsson**

## **Svartsengi, hola SV-20**

### **Borun vinnsluhluta**

**Unnið fyrir Hitaveitu Suðurnesja**

**OS-2002/016**

**Apríl 2002**

ORKUSTOFNUN – RANNSÓKNASVIÐ

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

Akureyri: Háskólinn á Akureyri, Sólborg v. Norðurslóð, 600 Ak.

Sími: 463 0559 – Fax: 463 0560

Netfang: [os@os.is](mailto:os@os.is) – Veffang: <http://www.os.is>



<b>Skýrsla nr.:</b> OS-2002/016	<b>Dags.:</b> Apríl 2002	<b>Dreifing:</b> <input checked="" type="checkbox"/> Opin <input type="checkbox"/> Lokuð til
<b>Heiti skýrslu / Aðal- og undirtitill:</b>  Svartsengi, hola SV-20 Borun vinnsluhluta		<b>Upplag:</b> 30
		<b>Fjöldi síðna:</b> 34
<b>Höfundar:</b> Bjarni Richter, Ásgrímur Guðmundsson, Sverrir Þórhallsson, Benedikt Steingrímsson, Guðmundur Ómar Friðleifsson, Kjartan Birgisson, Ómar Sigurðsson, Steinar Þór Guðlaugsson		<b>Verkefnisstjóri:</b> Sverrir Þórhallsson
<b>Gerð skýrslu / Verkstig:</b> Borun háhitaholu, vinnsluhluti		<b>Verknúmer:</b> 8-630366
<b>Unnið fyrir:</b> Hitaveitu Suðurnesja		
<b>Samvinnuaðilar:</b>		
<b>Útdráttur:</b> Gerð er grein fyrir borun 3. áfanga, þ.e. vinnsluhluta, holu SV-20 í Svartsengi og niðurstöðum rannsókna í þessum áfanga. Holan var boruð í gegnum svonefndan gufupúða, við yfirþrýsting. Áætlað dýpi holunnar var 400–600 m. Borun áfangans hófst 4. des. 2000 á 33. verkdegi, en þá var búið að fóðra holuna í 241,5 m (bordýpi í lok 2. áfanga var 258 m). Í 327 m dýpi varð algert skoltap og holan gaus og olli það töfum. Borverkinu lauk síðan 12. des. eftir mælingar á holunni. Lokadýpi varð 430,5 m. Svarfsýni voru tekin á 2ja m fresti, eins og venja er, en engin sýni náðust neðan 327 m dýpis vegna skoltaps. Nokkrar vatnsæðar komu fram í borun, sú besta á 404 m dýpi. Dagskýrslur þessa boráfangs eru birtar í viðauka. Borverk önnuðust Jarðboranir hf. en Rannsóknasvið Orkustofnunar sá um rannsóknarhlutann.		
<b>Lykilorð:</b> Háhitasvæði, borun, vinnsluhola, jarðfræði, ummyndun, vatnsæðar, Svartsengi		<b>ISBN-númer:</b>
		<b>Undirskrift verkefnisstjóra:</b>
		<b>Yfirfarið af:</b> SP, PI

## EFNISYFIRLIT

1. INNGANGUR.....	5
2. BORSAGA.....	8
3. JARÐLÖG.....	19
3.1. Jarðlög.....	20
3.2. Ummyndun.....	20
3.3. Vatnsæðar.....	21
4. BORHOLUMÆLINGAR.....	22
VIÐAUKI.....	23

## TÖFLUR

Tafla 1. Vatnsborð innan í stöngum þegar króna var hífd upp í fóðringu SV-20 þann 9. desember 2000. ....	14
Tafla 2. Mælingar gerðar í 3 áfanga holu SV-20. ....	22

## MYNDIR

Mynd 1. Staðsetning holu SV-20.....	5
Mynd 2. Hönnun SV-20.....	6
Mynd 3. Áætlaður þrýstingur í gufupúðanum.....	7
Mynd 4. Skráning á skolvatnshita.....	8
Mynd 5. Mælingar á skolhita og þrýstingi á kæfingarstút er holan fór í gos. ....	9
Mynd 6. Toppþrýstingur frá kl. 8:30 6. des 2000. ....	10
Mynd 7. Hitamælingin sem gerð var að kveldi 6.12.2000. ....	11
Mynd 8. Hita- og þrýstisveiflur bornar saman. ....	11
Mynd 9. Þrýstingur á dælum og skolun í gegnum streng. ....	12
Mynd 10. Hitamælingar í holu SV-20 frá 6. og 9. desember 2000. ....	13
Mynd 11. Árangur af mismikilli ádælingu um kæfingarstúta á holuna eftir að hún kafnaði um hádegisd 9. desember. ....	15
Mynd 12. Þrýstingur á kæfingaloka (fjólulátt) og milli ventla (daufgrænt). ....	15
Mynd 13. Síðdegis kom í ljós að holan gat farið í sígos ef opning var aukin verulega. ....	16
Mynd 14. Dregið var úr ádælingu í áföngum til að kanna hvort unnt væri að ná jafnvægi. ....	16
Mynd 15. Hitamælingar í holu 20 eftir upptekt. ....	17
Mynd 16. Þrýstimælingar gerðar 11. des ..... 18	
Mynd 17. Jarðlagasnið úr holu SV-20, 3 áfanga.....	19

## 1. INNGANGUR

Í Svartsengi hefur orðið til gufupúði á norð-austur hluta jarðhitasvæðisins vegna vinnslu úr jarðhitakerfinu. Nú þegar hafa verið boraðar 3 vinnsluholur í gufupúðann (nr. 10, 14 og 16), en auk þess eru þar þrjár rannsóknarholur (nr. 1, 2 og 15).

Vegna sérstakara aðstæðna er mjög fýsilegt að bora í gufupúðann til frekari orkuvinnslu. Í skýrslunni er lýst borun 3. áfanga holu SV 20, þ.e. borun vinnsluhluta. Holan er staðsett milli holna 15 og 14, skammt frá holum 1 og 2, eins og sést á mynd 1. Holuhönnunin er sýnd á mynd 2. Jarðboranir hf. sáu um borverkið. Farið var eftir verklýsingunni *Svartsengi – Reykjanes. Lýsing á fjórum gerðum borholna vegna nýborana*. (Orkustofnun, Greinargerð SP-HF-GrB-97). Borun 1. og 2. áfanga er lýst í skýrslu nni *Svartsengi, hola SV-20 – Borun niður að vinnsluhluta*, OS-2000/087. Holan var boruð á sambærilegan hátt og SJ-16 og fylgir hér einfölduð útgáfa af boráætluninni:

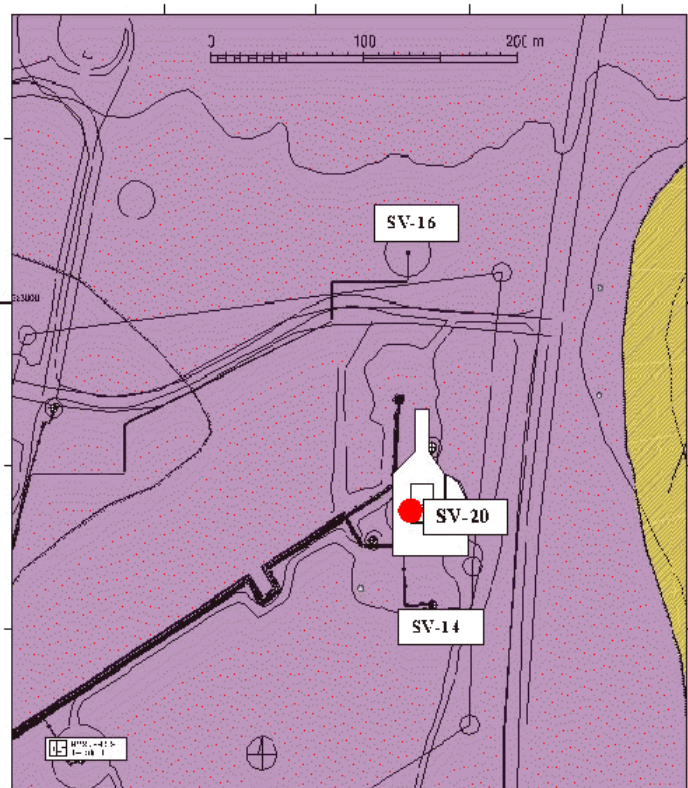
*Forborun fyrir 22 1/2" yfirborðsfóðringu niður á 30 m dýpi með 24" krónu.*

*Borun fyrir 18 5/8" öryggisfóðringu niður á 125 m með 21" krónu.*

*Borun fyrir 13 3/8" vinnslufóðringu niður á 245 m dýpi með 17 1/2" krónu.*

*Borun vinnsluhluta niður á 400-600 m dýpi með 12 1/4" og fóðrað með 9 5/8" leiðara.*

Rík áhersla var lögð á að fylgja ítrustu öryggiskröfum við borunina vegna þess að borað



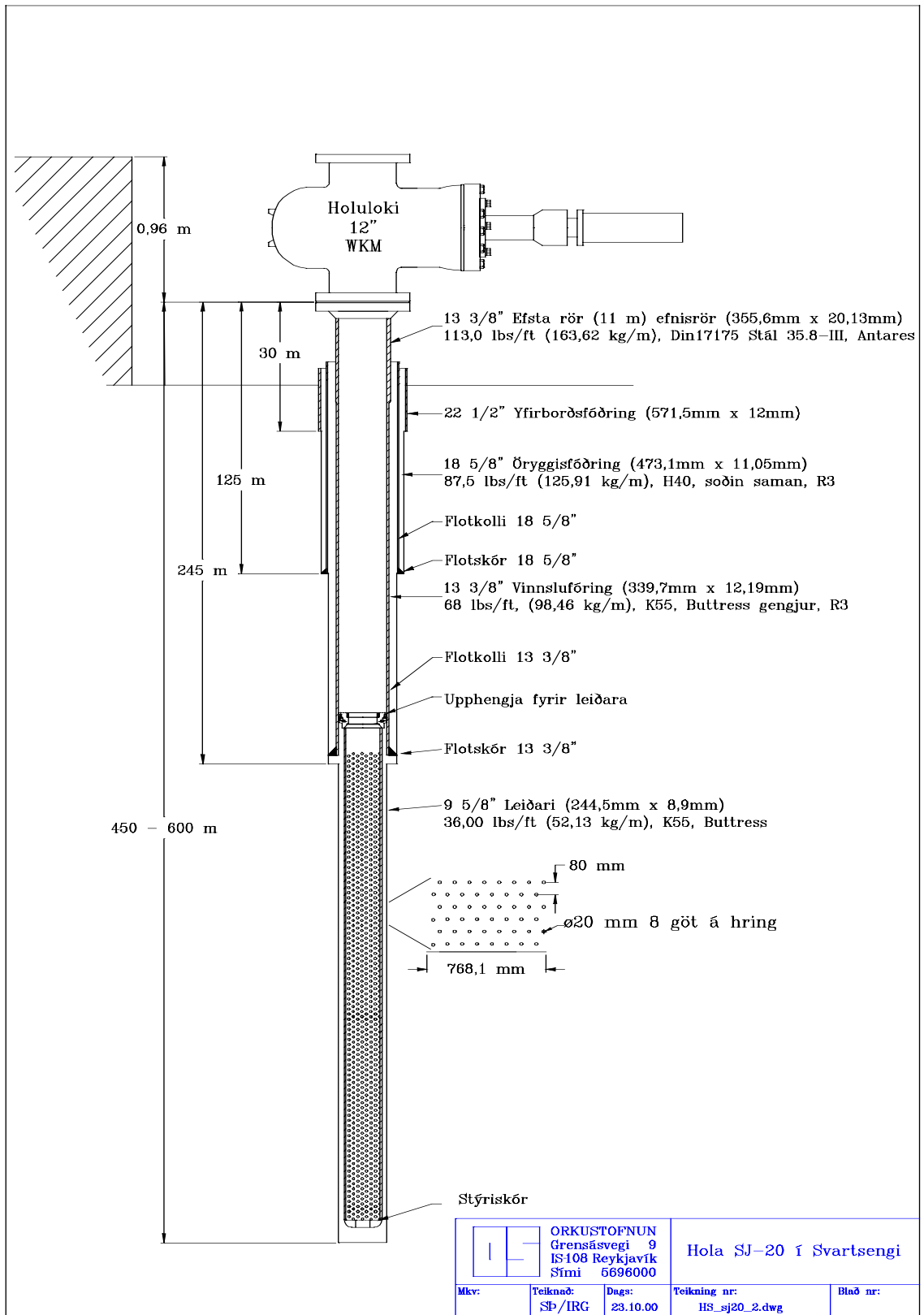
**Mynd 1.** Staðsetning holu SV-20.

er niður í gufupúða sem er með allt að 27 bar þrýstingi, þar sem hann er hæstur. Því var ákveðið að hafa jarðfræðing á vakt allan tímann sem á borun staði. Til grundvallar öryggiskröfum var dregið línurit yfir mögulegan þrýsting í kerfinu, sbr. mynd 3.

Allar dýptartölur í skýrslunni eru miðaðar við borþall Sleipnis, sem er 3,8 m ofan við jörð, nema annað sé tekið sérstaklega fram.

Einkennisnúmer holunnar í gagnagrunni Orkustofnunar er 16920.

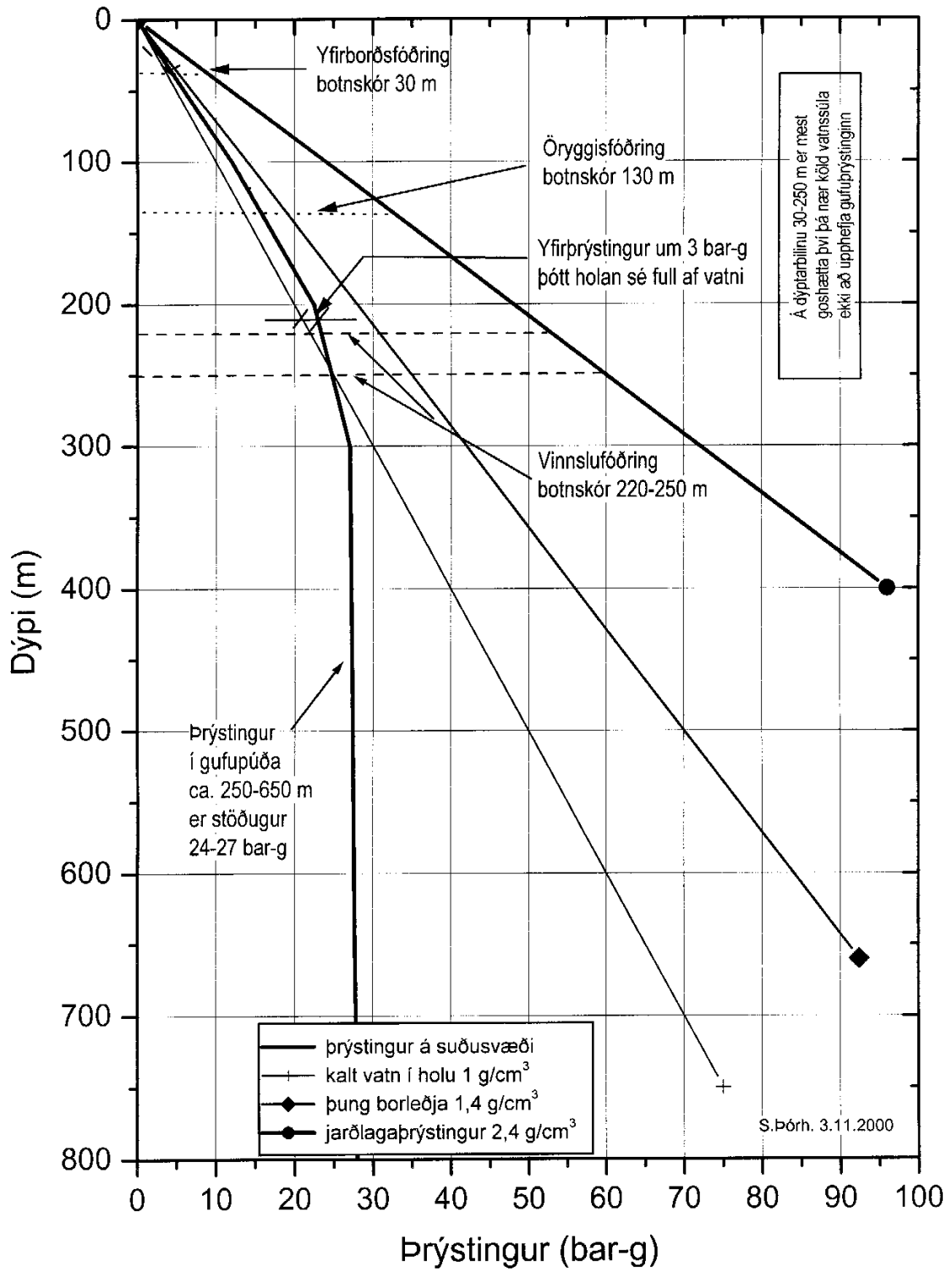
Hér á eftir verður fjallað um gang borunar í vinnsluhluta holunnar. Öll gögn sem fallið hafa til eru birt og í sumum tilfellum túlkun þeirra, þar sem það á við á þessu stigi.



Mynd 2. Hönnun SV-20.



## Boranir í sjóðandi jarðhitakerfi í Svartsengi

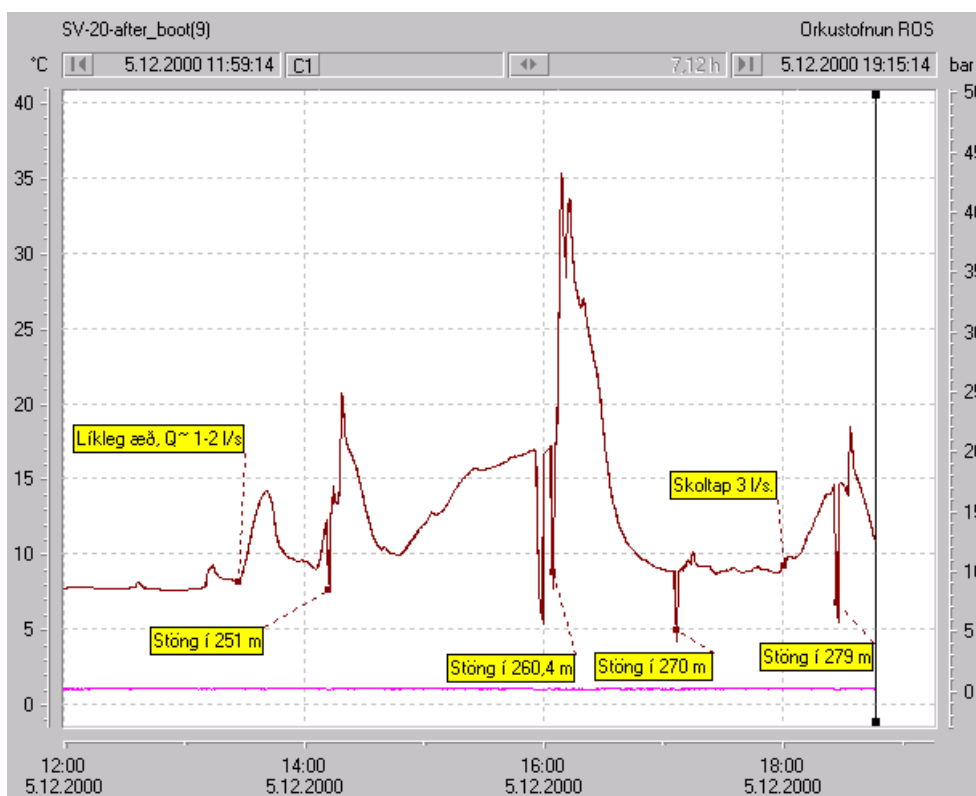


Mynd 3. Áætlaður prýstingur í gufupúðanum.

## 2. BORSAGA

Borun 3. áfanga hófst mánudaginn 4. desember, en þá var búið að fódra í 241,5 m. Seinni part þess dags var svo farið að stilla upp öryggislokum á holuna og þrýstiprófa þá. Var niðursetning borstrengs hafin um 02:00 þá nótt og var strengur mjólkaður rólega niður þar sem holan var nokkuð heit. Skolað var nokkra stund eftir hverja stangaríbætingu. Um kl. 06:45 var byrjað að bora í stungustykki í 219 metrum.

Þegar komið var niður úr stungustykkinu voru 3 m niður á steypu. Borun steypu og botnskós var lokið kl. 13 og var komið á beinu brautina þegar stýringar voru komnar í gegnum þrengingarnar neðst í fóðringunni. Borun gekk rólega meðan borað var í gegnum botnfallið frá 2. áfanga. Skömmu eftir að borun hófst í berg, kom inn skolaukning eins og sést á meðfylgjandi mynd (mynd 4) eða á bilinu 244-251 m. Ennfremur er vísbending um meira innstreymi á 250-255 m dýpi. Þegar komið var niður í 276 m, var hinsvegar mælt tap upp á 3 l/s.



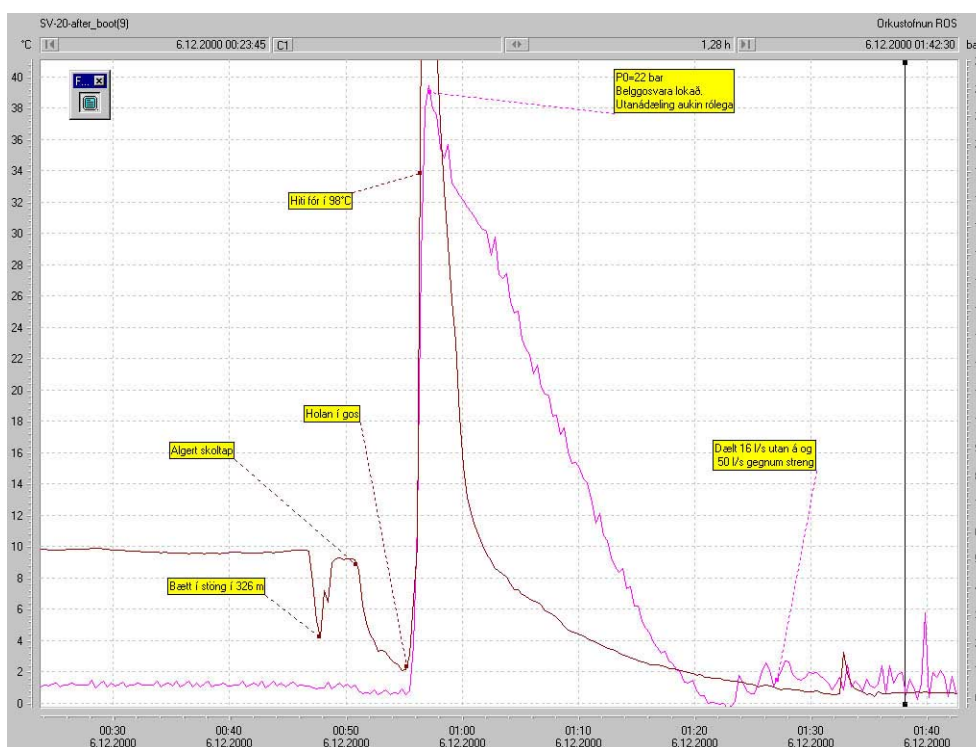
Mynd 4. Skráning á skolvatnshita.

Í um 296 m fór skoltap að verða nokkuð flöktandi, og varð algert eitt augnablik. Mæling, fljótlega á eftir, sýndi skoltap 19 l/s. Algert skoltap varð aftur á um 300 metra dýpi. Því virtist sem einhver æðin væri að opnast og lokast á víxl. Einnig var greinilegt að þegar borun var hætt augnablik og aðeins skolað jókst, skoltapið. Var það metið á um 10 l/s. Því var ákveðið að setja dælu 3 á kæfingarstútinn (killline) og láta hana malla

með til að reyna að halda holunni eins fullri og hægt væri þótt skoltap yrði skyndilega og vatnsborðið félli. Skoltapsmæling var gerð um kl. 22:40 (312 m) og var tapið 9 l/s.

Kl. 00:52 (327 m) dró síðan til tíðinda. Það gerðist sem menn höfðu óttast. Skyndileg opning olli því að algert skoltap varð. Vatnsborð í holunni lækkaði líklega um 50-60 metra (dæluþrýstingur lækkaði um ca. 5–6 bar). Þessi þrýstilækkun nægði til að senda inn gufu, líklega frá æðunum í 244-255 metrum, og var holan komin í gos á innan við 3 mínútum frá því að skoltap varð, þrátt fyrir um 50 l/s ádælingu gegnum streng og um 10 l/s gegnum kæfingarstút. Vatnið sem holan kastaði af sér fór upp í kassann af svo miklu afli að skúr bormanna hvarf gersamlega í vatnsbununni og buldi á honum svarfið. Menn reyndu að komast út um dynnar og að lokanum, en tókst ekki svo mikil var vatnsbunan. Því varð að hlaupa út hinum megin og niður til að loka. Þegar loksins tókst að loka var það hreinn gufustrókur sem stóð upp úr kassanum, við hristisigtið, með tilheyrandi drunum.

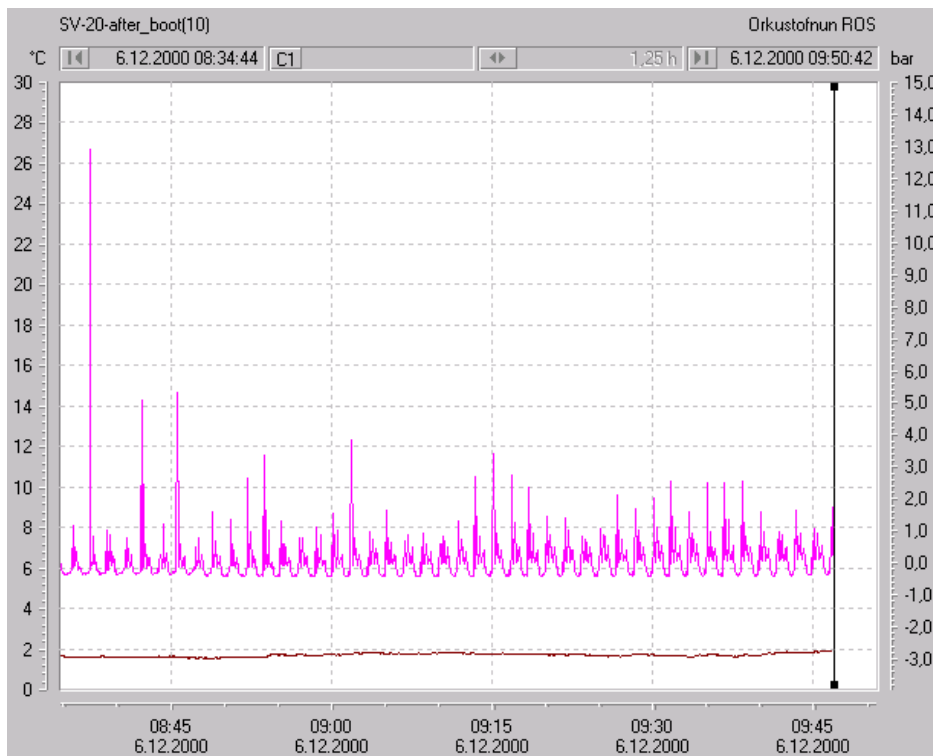
Því var utanádælingin aukin rólega til að kæfa holuna og minnkaði þá toppþrýstingurinn hægt og sígandi þar til hann var kominn niður í 1 bar. Síðan var ádælingin aukin upp í um 65 l/s til að sjá hve mikið holan tæki við áður enn þrýstingur á holutoppi hækkaði. Við þessa ádælingu hækkaði þrýstingurinn ekkert og holan því líklega galopin. Var ákveðið að dæla á hana í rólegheitunum fram á morgun, enda lítið hægt að gera þar sem ekki barst nægilegt vatn að bornum á þessum tímapunkti til að standa í æfingum (aðeins um 50 l/s). Mynd 5 sýnir ganginn er holan fór í gos.



**Mynd 5.** Mælingar á skolhita og þrýstingi á kæfingarstút er holan fór í gos.

Um kl. 04:30 fór holan að púlsa og sendi þrýstitoppa inn, allt að 9 bar. Þetta virtist vera mjög reglulegt, á u.þ.b. 5-10 mínútna fresti. Um morguninn var dælingu breytt á þá leið

að 11,5 l/s fóru á kæfingarstútin og um 42 í gegnum streng. Mynd 6 sýnir holutoppsþrýsting eftir breytingu. Fram að þeim tíma var dælt 22,5 l/s um kæfingarstút og rúmlega 30 l/s í gegnum strenginn.



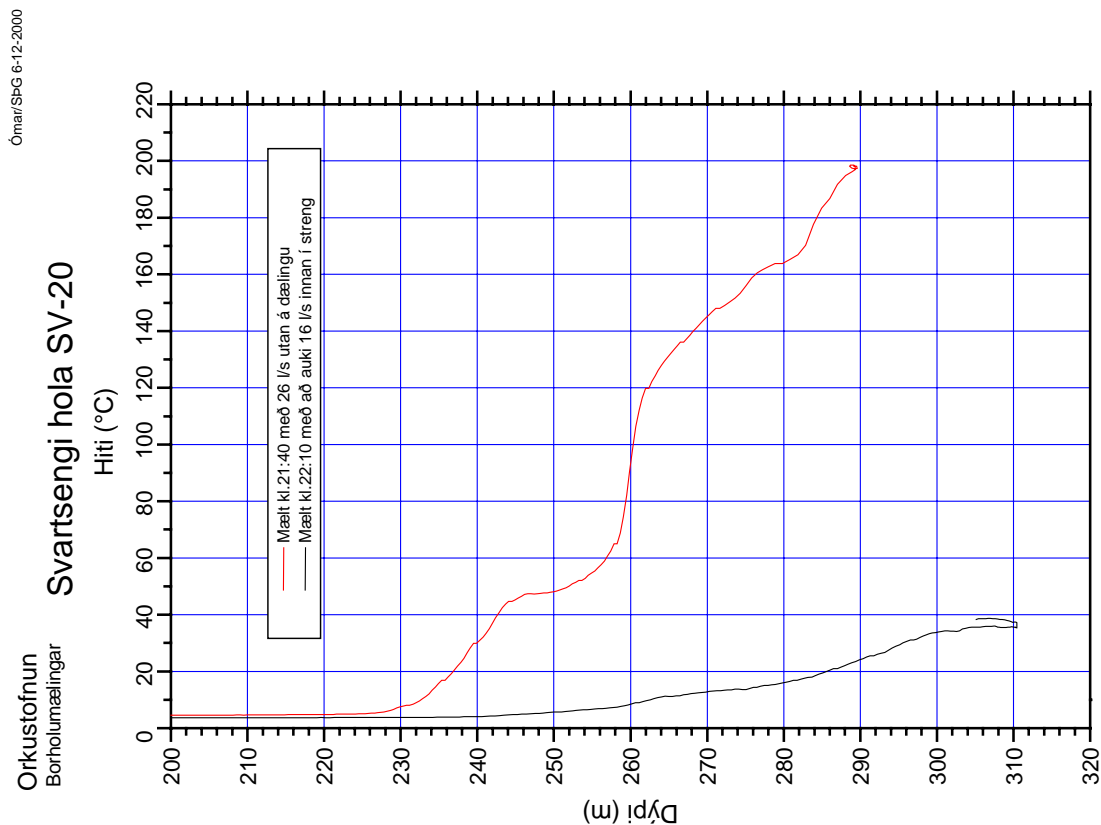
**Mynd 6.** Toppþrýstingur frá kl. 8:30 6. desember 2000.

Mælingamenn mættu á borstað um kl. 21:00 til að hitamæla holuna. Búið var að dæla á hana allan daginn með mismikilli ádælingu. Ádæling hafði verið óbreytt frá því um kl. 18 eða 27 l/s innan í streng og 11 l/s utan með. Skömmu áður en hitamælir var settur niður var dæling utan á strenginn aukin í 26 l/s, en dæling tekin af strengnum. Hitamælingar fylgja á mynd 7 hér á eftir.

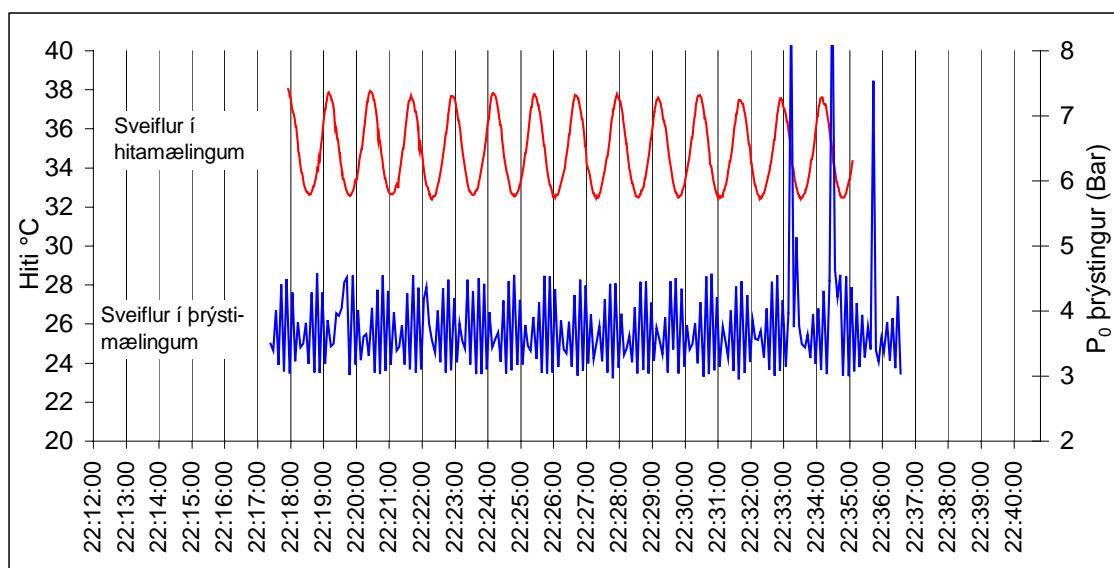
Hiti fór að hækka er nálgadist fóðurrörsenda á 241 m. Er komið var niður á um 260 m fór skolvatnið út í æð. Hiti hækkar þaðan og niður og er kominn í um 200°C á 290 m. Var þá híft til að skemma ekki mælinn. Þá var sett 16 l/s dæling í streng og næsta mæling gerð með þeirri ádælingu. Svipuð hegðun kom fram og eru stangir heitar þrátt fyrir dælinguna. Fylgst var með hitasveiflum á 305 m í nokkurn tíma, en með þessa dælingu (26 l/s utanmeð og 16 l/s í streng) sveiflaðist hiti um 5°C með um mínútu millibili. Þegar þessi hitasveifla er borin saman við þrýstisveifluna virðist hún hafa nánast sama takt en lítilsháttar tímamun (sjá mynd 8).

Það sem skýrt gæti hita- og þrýstisveifluna er að æðin í 260 hafði verið við vatni. Æðin í botni (æðar nærri botni, með 27 bar þrýsting) kemur inn þegar vatnsborð lækkar (hitalækkun upp á 0,2°C í 60,78 m bendir til að þar megi finna vatnsborð í stöngum). Við þessar vatnsborðsbreytingar verða þrýstisveiflur á holutoppi (Po).

Skolað var áfram um nóttina með um 10 l/s utanáðælingu og 30 l/s í gegnum streng. Við þessa áðælingu virtist holan vera stöðugust, en þetta hafði lítil kælingaráhrif að því er séð varð samkvæmt hitamælingu.



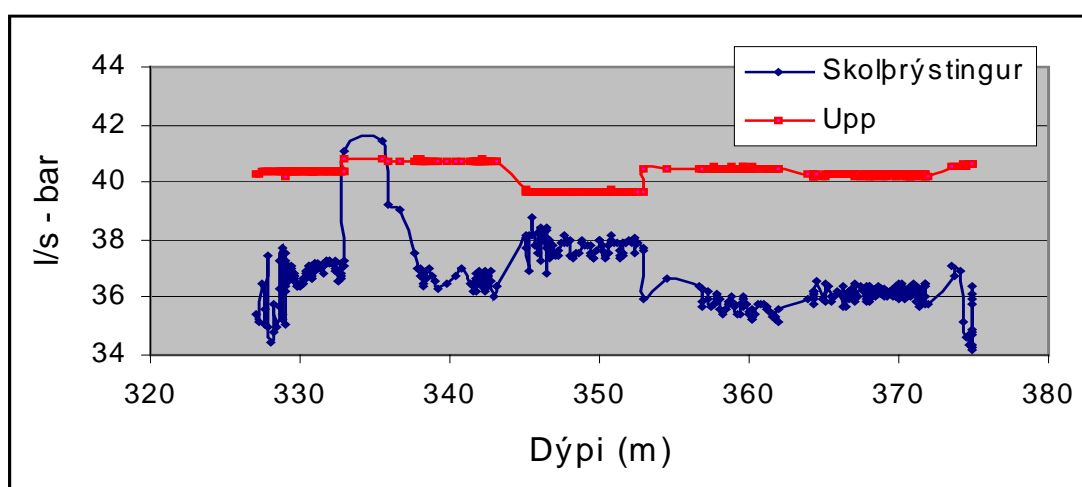
Mynd 7. Hitamælingin sem gerð var að kveldi 6.12.2000.



Mynd 8. Hita- og þrýstisveiflur bornar saman. Svo virðist sem þær haldi svipuðum takti, með örlitlum tímamun. Sveiflan virðist vera um 1 mín og 15 sekúndur á lengd.

Borun hófst á ný um kl. 9:15, 7. des., en þá var dýpið 327 m. Ákveðið var að bora með lokað fyrir frárennslið, þannig að þrýstingur væri á holutoppi ( $P_0$ ). Þannig tókst að halda holunni niðri. Áður var kannað hvernig best var að stilla dælingu á holutopp. Fljótlega eftir að borun hófst var dæling aukin úr 8 í 14 l/s og hélst holutoppþrýstingur nokkuð stöðugur við það. Borað var nokkuð samfelld niður á 374 m dýpi án þess að örugg vísbending kæmi fram um æðar á þeim kafla.

Þegar gögn um um dælingu í gegnum streng voru skoðuð kom annað í ljós (mynd 9). Dæling í gegnum streng og þrýstingur á dælum var teiknað á móti tíma meðan borað var niður kom fram athyglisverð breyting þegar bætt var í stöng á 354 m dýpi, þ.e.a.s. þrýstingur lækkaði þegar dæling var aukin, en það hefur verið túlkað á þann hátt að lekt í holu hafi batnað.



**Mynd 9.** Þrýstingur á dælum og skolun í gegnum streng.

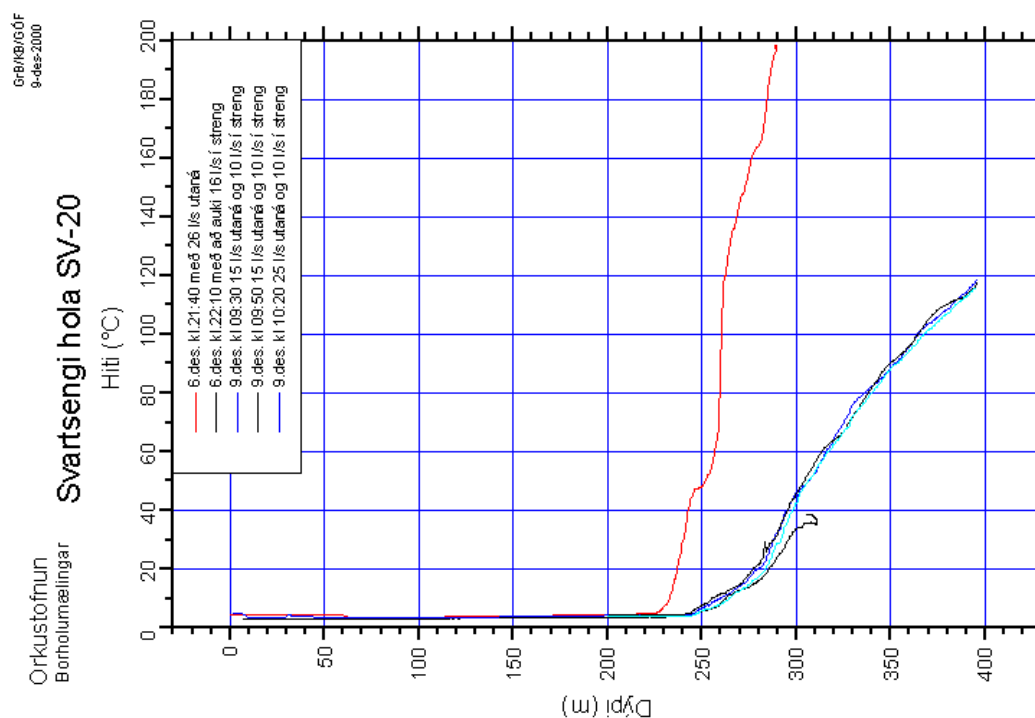
Þegar 374 m dýpi var náð var borun stöðvuð og holan skoluð. Botnfall var kannað við um 9 l/s dælingu og reyndist það vera 9-10 m. Þá var botnfallinu skolað upp og dælingu haldið áfram á annan tíma. Var þá botnfall kannað á ný með um 17 l/s dælingu og var holan nokkurn veginn hrein við þær aðstæður. Borun byrjaði á ný um kl 19 og var sambærileg dæling í gegnum streng og um kæfingarstút og fyrr um daginn. Á 383 m dýpi var aftur kannað botnfall og reyndist holan hrein. Virðist því henta vel að bora u.þ.b. 2 m/klst með 40 l/s gegnum strenginn og 14,5 l/s á holutopp. Toppþrýstingur fór nokkuð hátt, en jafnaðist út við 8,5 bar. Það vakti nokkra athygli að dæluþrýstingur virtist ekkert breytast þó að holan dýpkaði. Það gæti bent til þess að vatnsborðið hafi fylgt að einhverju leyti með eftir því sem holan dýpkaði.

Þegar komið var í 404 m dýpi, klukkan 10:15 þann 8. des., féll dæluþrýstingur um 3-4 bar og var hann smá fallandi eftir það.

Líklega var komið í lekasvæði, sem tengdist þrýstifallinu, á 404 m dýpi. Borun hélt síðan áfram og tvær stangir til viðbótar boraðar. Í lok seinni stangar var komið í hart berg þar sem borhraði datt niður fyrir 1 m/klst. Í holu SV-14 er um 4 m þykkt basaltlag á þessum stað og "bólstra"breksía undir. Borstöng var því bætt í til að komast niður úr basaltlaginu. Áður en borun hófst var gerð tilraun til að blæða af gasi um frárennslið.

Það tókst ágætlega og lækkaði  $P_0$  um 2 bar meðan hreint gas kom upp, en fór síðan að stíga aftur þegar gasríkt vatn kom upp. Hiti á því var  $6,1^\circ\text{C}$  og hélst svo allan tímann þar til lokað var fyrir. Síðasta stöng var síðan boruð í þeirri viðleitni að fá meira skoltap. Borun lauk á miðnætti þann 8. desember í 430,5 m dýpi. Króna var síðan tekin upp í 402 m og aðfararnótt laugardagsins 9. des. og var dælt á holuna þá nótt.

Mælingamenn voru mættir á borstað kl. 8 þann 9. des. Byrjað var á hitamælingu. Niðurstöður eru sýndar á mynd 10. Stangir voru í holunni og mælt niður um þær í 395 m dýpi. Áhugavert þótti að kanna hvort nýjar æðar hefðu bæst í holuna við borun sólarhringsins á undan og því þurfti að komast niður að einstefnulokum. Til að svo mætti verða var sett á 10 l/s dæling innan í stöngum, og fyrst 15 en síðan 25 l/s utanmeð. Svo sem sést á mynd 10 var nánast enginn munur á holuhitanum milli þessara tveggja ádælinga. Þetta var túlkað sem merki um að lítið af ádælingavatninu sleppi niður fyrir u.þ.b. 280 m dýpi vegna streymis að neðan ("underground blowout"). Góðs viti þótti að þrýstingur á holutoppi lækkaði nokkuð við að dælingin var aukin úr 15 í 25 l/s utanmeð.



**Mynd 10.** Hitamælingar í holu SV-20 frá 6. og 9. desember 2000.

Að þessu loknu þurftu mælingamenn að fá að fikta í ádælingu með sama árangri og áður, semsé að gas kom á holutoppinn og þrýstingur hækkaði frá fyrri stöðu. Var því afráðið að draga krónuna upp í fóðringuna. Á leiðinni var tekið vatnsborð nokkrum sinnum og eru niðurstöður þeirra mælinga að finna í töflu 1.

**Tafla 1.** Vatnsborð innan í stöngum þegar króna var hífd upp í fódningu SV-20 þann 9. desember 2000.

Dýpi að stangarenda (m)	Vatnsborð innan strengs (m)	Þrýst. við stangarenda (bar)
335	69	27
307	68	24
260	32	23
232	18	22
204	full og freyðir lofti	20
204	11, lofti skolað úr með ádælingu	19,5

Hér þótti fullljóst að mjög gufurík súla væri milli æða í holunni og að þessi kviki vökvi skýrði hví toppþrýstingu holunnar væri svo næmur fyrir minnstu breytingum í ádælingu. Eins virtist sem töluvert gas væri þarna með og forgangsverk að reyna að skola því út í berg til að sjá hvort holan hegðaði sér betur á eftir. Skemmst er frá því að segja að holan “dó” við að ádælingin var aukin samtals í u.þ.b. 82 l/s, sem er hérumbil það magn af köldu vatni sem barst inn á borplan á þeim tíma. Þessi góðu tíðindi voru athuguð í bak og fyrir og kom í ljós að þrýstinemar á kæfingastút sýndu þrýsting án þess að þrýstingur væri á holutoppnum. Eins kom í ljós að þrýstimælir á borpalli sýndi 1,5-2 börum of hátt.

Að fengnum þessum tíðindum lá næst fyrir að leita að þeirri ádælingu sem héldi holunni niðri og stöðugri. Tengdur var annar 2” barki við holutoppinn milli ventla og einnig nýr stafrænn þrýstimælir á sér stút. Höfð var örlítil opnun á frárennslinu. Komu reglulega loft og vatnsspýjur úr því. Loftið var lyktarlaust og talið sogast með að ofan. Ekki mátti við svo búið standa.

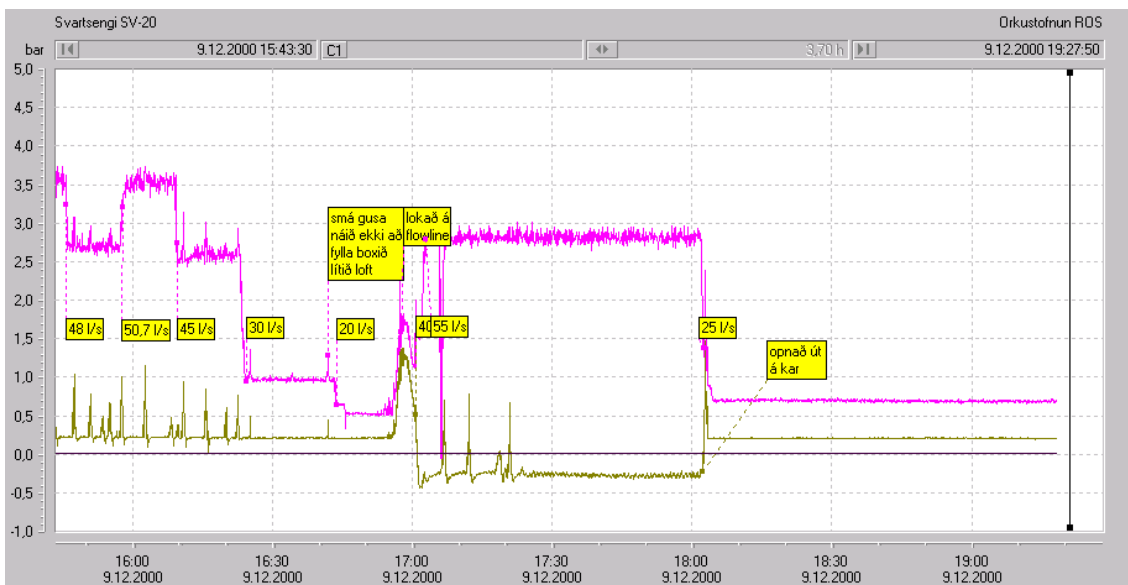
Mynd 11 sýnir svo hvernig fór með holuþrýstinginn þegar ádælingin var minnkuð. Nær myndin fram að kvöldmat þann 9. des. Ekki tókst að finna kyrrlátan blett í holutoppsþrýstingi fyrr en dælingin var komin niður í 30 l/s, en þá liðu um 30 mínútur þ.a. einungis komu tveir smápúlsar í kassann. Enn var minnkað í 20 l/s en þá byrjaði aftur að ólga, nær örugglega fyrir gassöfnun niðri í holunni. Þessu gasi var skolað út í berg á ný með 55 l/s ádælingu í klukkustund. Lokað var út í kassa og myndaðist sog á toppnum við það. Þar næst var ádælingin sett í 25 l/s og opnað út í kassa. Tók holan þeirri dælingu vel og hafði ekki sent neinn púls út í kassann þá 1,5 klukkustund sem menn Orkustofnunar fylgdust með holunni.

Hélt holan þannig niðri alla nóttina. Því var afráðið að morgni þess 10. desember að holan væri nægilega stöðug til að draga mætti strenginn upp og gera hana klára til mælinga. Gekk það eftir og þegar menn fóru í morgunkaffið voru aðeins eftir 1 kolti, stýringar o.fl. í holunni. Hins vegar brá svo við undir kaffinu að holan skvetti af sér tvívegis með skömmu millibili. Var þar með tapaður jafnvægispunktur næturinnar. Höfust nú miklar æfingar í ádælingarmagni án þess að nýtt jafnvægi myndist. Dofnaði þar með mjög vonin um að leiðari kæmist í holuna.

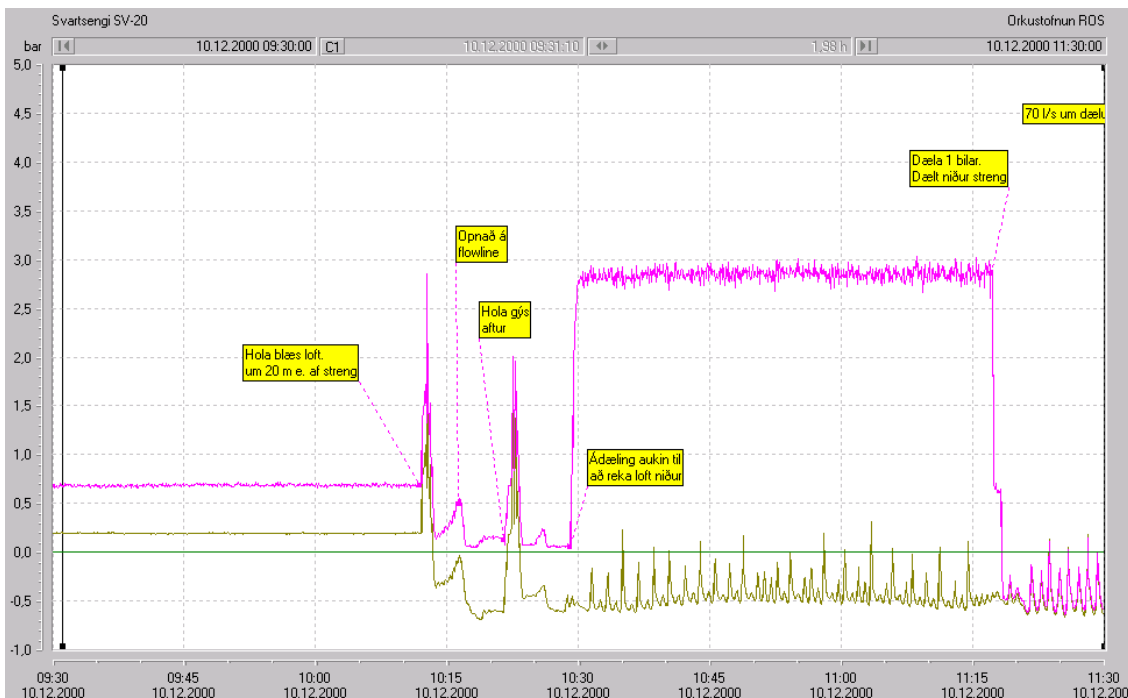
Myndir 12, 13 og 14 sýna hvernig dagurinn gekk. Helsta niðurstaðan var að betra væri að dæla minna en meira á holuna. Eins virðist nú að ef opnað var of hraustlega út í kar færi holan í sígos.



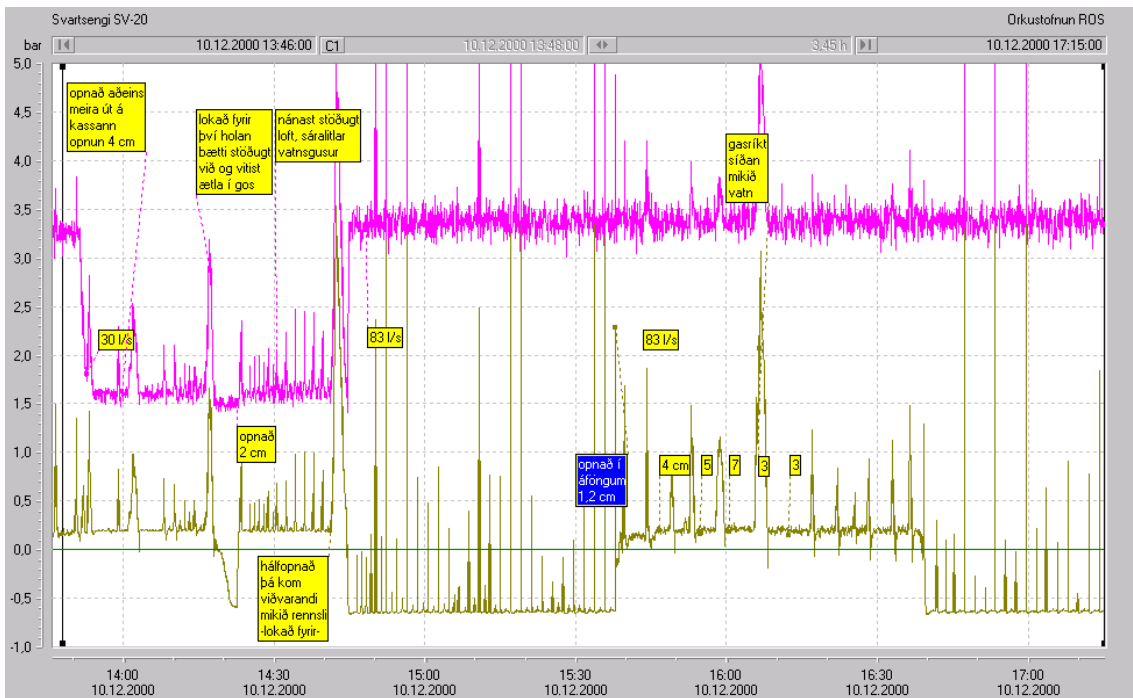
Var dæling smáminnkuð í 1–2 l/s skrefum frá 30 l/s niður í 24 l/s aðfarnótt 11. des. Á miðnætti brá svo við að slátturinn í þrýstingnum minnkaði verulega og fór holan þá í fyrra ástand, þ.e. lá niðri dauð en ropaði svo skoti og skoti á 10–45 mínútna fresti. Allan tíman var haft örlítill opning út í karið.



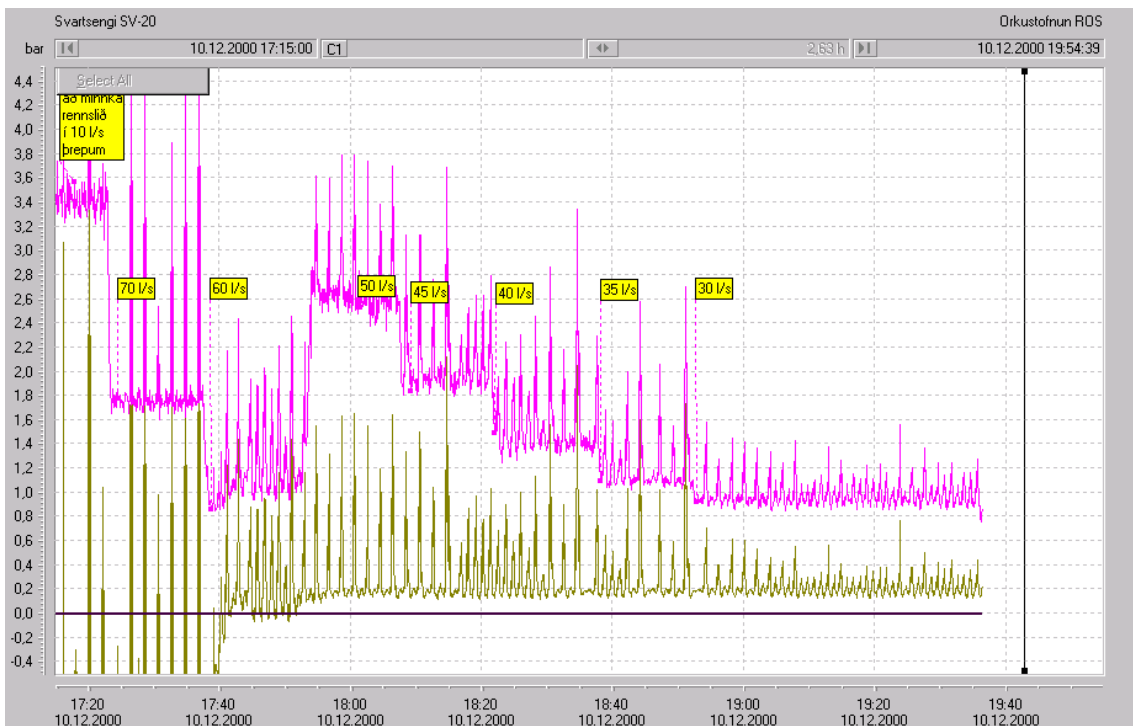
**Mynd 11.** Árangur af mismikilli ádælingu um kæfingarstúta á holuna eftir að hún kafnaði um hádegið 9. desember.



**Mynd 12.** Þrýstingur á kæfingaloka (fjólulátt) og milli ventla (daufgrænt). Holan hafði verið kletstöðug frá því kl. 18:00 á laugardagskvöldi og fram til kl. 10:10 að hún skvetti af sér. Fyrst lokað út í kar og myndast þá sog. Síðan aukin utanáðæling án þess að sláttur hyrfi úr þrýstingnum.



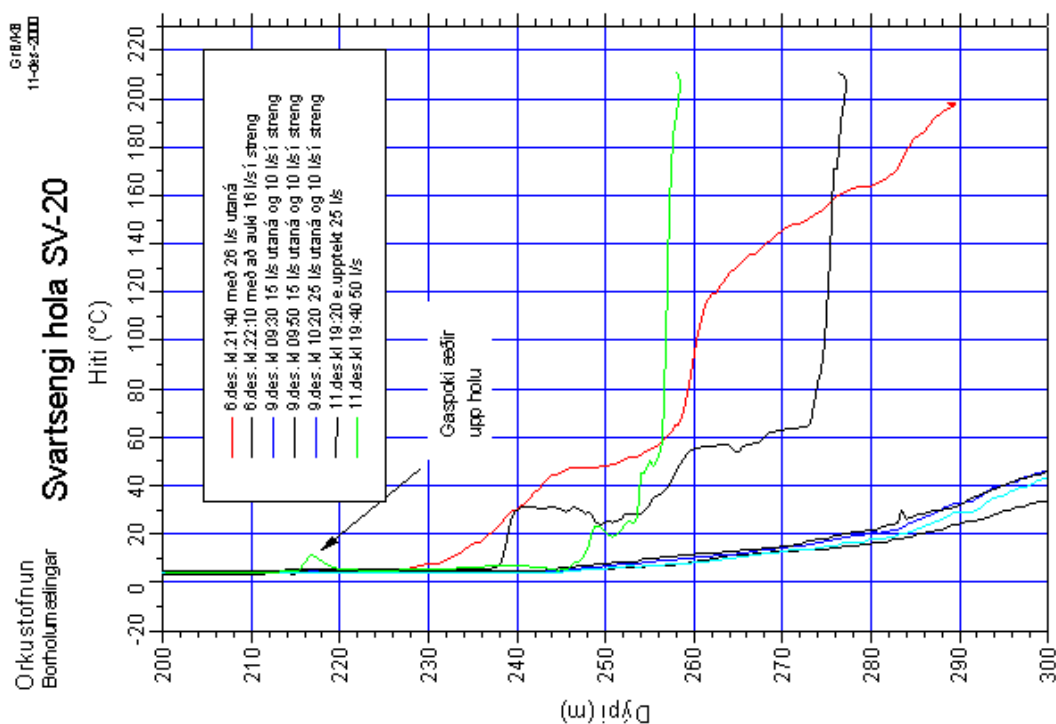
**Mynd 13.** Síðdegis kom í ljós að holan gat farið í sígos ef opning var aukin verulega út á karið (opning lokans sýnd í cm, sígos hófst við 4–5 cm opningu). Þó er athyglisvert að eftir þessi smágos urðu helmingi lengri hlé milli þrýstipúlsa en þegar opning var lítil eða engin.



**Mynd 14.** Dregið var úr ádælingu í áföngum til að kanna hvort unnt væri að ná jafnvægi. Slátturinn í þrýstingnum minnkaði töluvert eftir því sem ádælingin minnkaði.

Árangur næturinnar varð til þess að vonin um að ná strengnum áfallalaust úr holunni fékk byr undir báða vængi. Því hófst dagurinn með stífum fundarhöldum um aðferðir. Strengurinn náðist svo úr í tveimur áföngum. Í þeim fyrri voru neðri samskeyti á síðasta kollanum dregin nægjanlega upp fyrir túttu til að setja mætti á hundsband og brjóta hann frá. Í seinni áfanganum var túttan svo losuð og afgangur strengsins hífður í einu lagi upp í mastrið. Stóð á endum að nánast um leið og krónan fór upp úr holunni, hófst stöðugt gos sem síðan var stöðvað með aðallokanum.

Að þessu áfanga loknum var loks hægt að hefja hita- og þrýstimælingar niðri í holunni. Sett var stöng í toppinn og holan síðan kæfð úr u.þ.b. 24 bara þrýstingi á tæpri klukkustund. Að því búnu var hitamælt með 25 og 50 l/s ádælingu. Niðurstöður eru á mynd 15 ásamt eldri mælingum. Nú brá svo við að ekki var hægt að komast niður fyrir 275 m dýpi vegna hita með 25 sekúndulíttra ádælingunni, en í 255 m með 50 l/s. Holan var tiltölulega púlsalaus í 25 l/s en barði hart á tappa og topp í 50 l/s dælingunni. Þá vakti athygli að heitur poki fylgdi höggunum, gas eða gufa, sem skaut sér upp á móti ádælingunni.



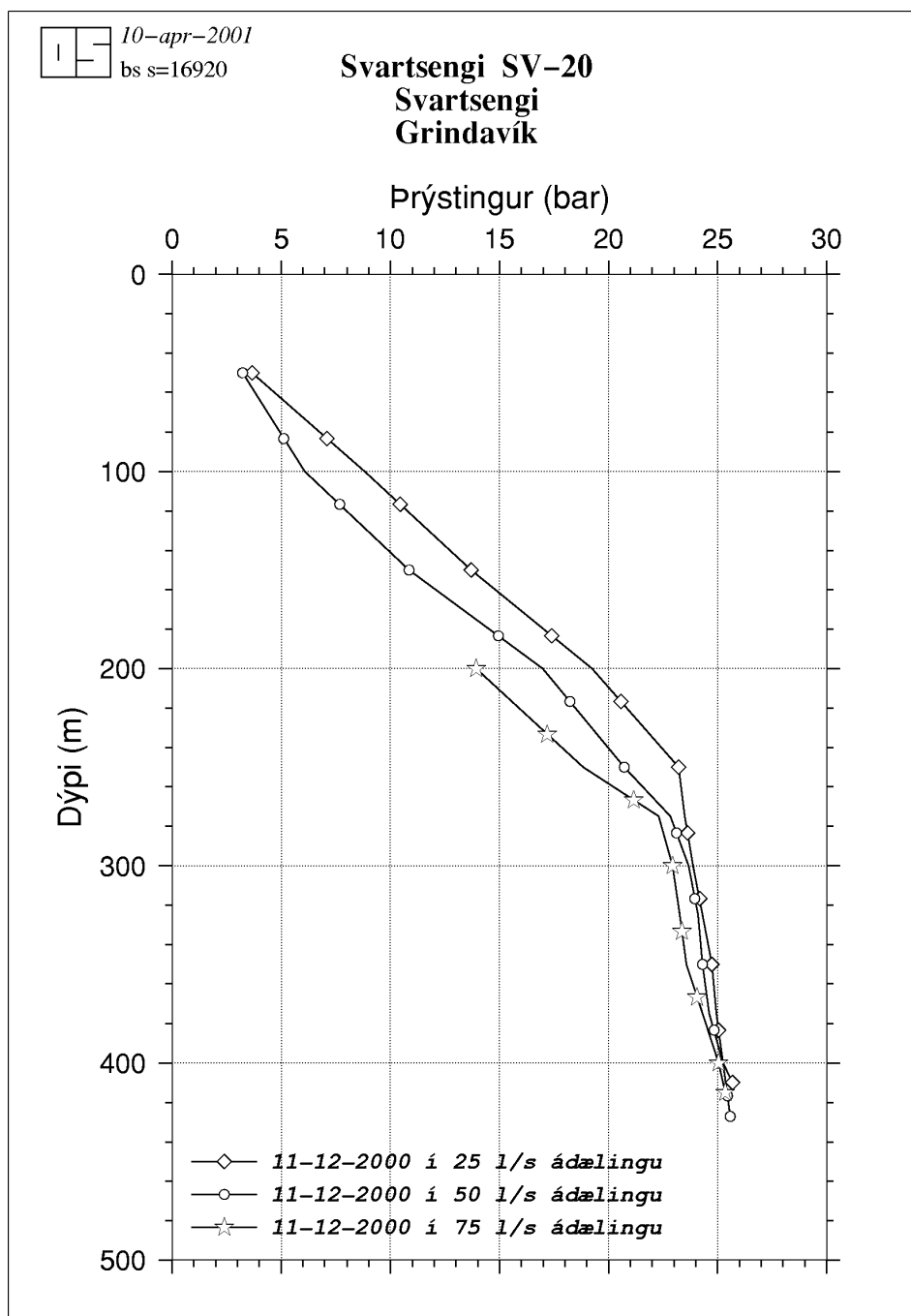
Mynd 15. Hitamælingar í holu 20 eftir upptekt.

Næst lá fyrir að senda þrýstimæli frá Kuster niður til að sjá betur hvað væri um að vera neðan þess dýpis sem holuhitinn fer yfir 200°C. Þá fékkst loksins afdráttarlaust svar um ástand holunnar. Hún var full af gufu frá botni upp að 275-300 m dýpi (mynd 16). Þar virtist gufa ná að skjóta sér á móti vatninu sem kemur að ofan nokkra vegalengd upp í fóðringuna, kólna þar og þéttast með hveli og þar af leiðandi höggi á toppinn. Um morguninn 12. desember, var fundað um lúkningu holu 20. Niðurstaðan varð sú að of

áhættusamt væri að setja niður leiðarann. Er borun holunnar þar með lokið. Síðan verður að ráðast hvort holan þolir að blása leiðaralaus.

Borverkinu lauk svo um kl. 13:20 að stöngin var hífð upp í mastur og lokað.

Að sjálfsögðu fór holan í gos á meðan.



**Mynd 16.** Prýstimælingar gerðar 11. desember. Í ljós kom að neðan 275–300 m dýpi er holan full af gufu.

### 3. JARÐLÖG

Svarfsýni voru tekin á tveggja metra fresti eins og venja er við boranir, en þar sem algert skoltap varð neðan við 327 m er ekki um nein sýni að ræða þar fyrir neðan. Þetta skoltap kom til þar sem lokað var fyrir frárennsli til að halda holunni niðri.



ORKUSTOFNUN  
Rannsóknasvið

**Borgögn SV-20 Svartsengi**

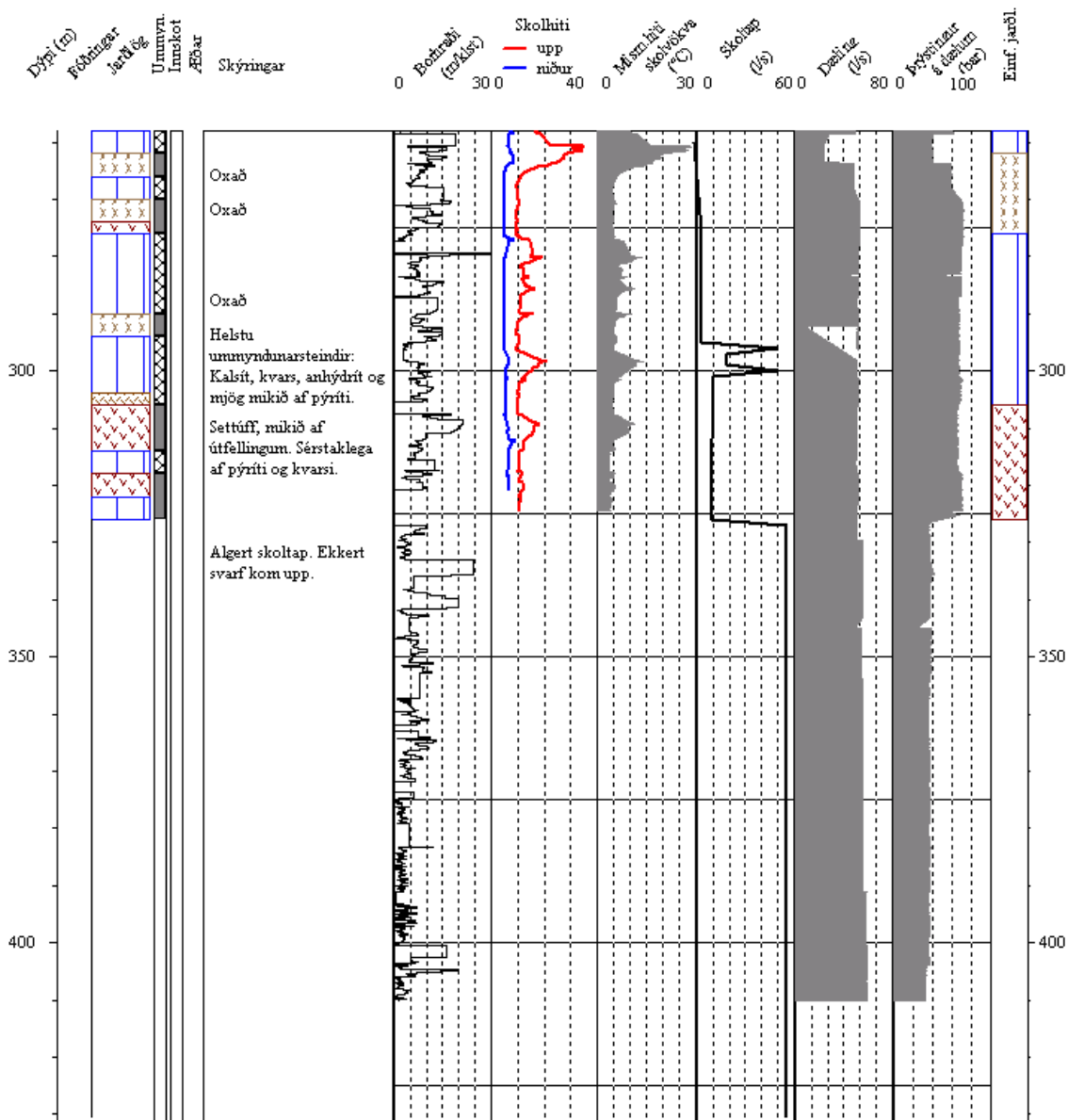
4-12.12.2000

Staður: Svartsengi  
Holunafni: SV-20

Bor: Sleipnir  
Dýptarbil: 258-434 m

Skolvökvi: Vatn  
Verkhlut: 3. áfangi

Staðarnúmer: 16920  
Starfsmenn: ÁsG/BR/SSJo/BG



Mynd 17. Jarðlagasnið úr holu SV-20, 3 áfangi.

Sýnin voru greind samhliða borun, bæði jarðlög og ummyndun, og stuðst við niðurstöður greiningar við frekara áframhald. Á mynd 17 er sýnt jarðlagasnið og borhraði ásamt mælingum á skoli meðan á borun stóð. Þessi framsetning er svolítið öðruvísi en venjulega, enda er nú í fyrsta sinn verið að bora með nýja tölvukerfi Sleipnis. Þetta kerfi skráir stöðugt allar breytingar á borþáttum, sem áður voru skráðar handvirkt með nokkurra tíma millibili. Því er um töluvert þéttari gögn en áður að ræða. Tilheyrandi byrjunarerfiðleikar urðu til þess að ekki er til fullkomlega heil skráning á öllum þáttum frá upphafi.

### 3.1. Jarðlög

Hraunlög (218) 258–306 m. Hér er til staðar fín-meðalkorna ólivín-þóleítt, í meðallagi ummyndað. Þetta er áframhald af hraunlagastaflanum sem greindur var í 2. áfanga. Neðan við 262 metra fer síðan að bera á einstaka breksíulögum og eru þau mjög ummynduð. Þessi lög eru á bilunum 262–266 m, 270–274 m og 290–294 m. Ekki er fullljóst hvort þessi lög tilheyri í raun hlýskeyðsmynduninni, líkt og hraunlögin, en gengið er út frá því hér, enda er ekkert óeðlilegt að bólstrabreksía geti myndast samfara hraunrennsli út í vatn eða á votlendi. Helstu ummyndunarsteindir eru kvars, pýrít og anhýdrít.

Móbergsmýndun 306–326 (370) m. Hér tekur við túffeining sem er mikið ummynduð og nánast hvít. Allmikið af ummyndunarsteindum til staðar, mest af kvars og pýrít. Allavega tvö þunn basaltlög eru til staðar í þessari einingu, 314–318 m og 322–326 m, og eru þau allmikið ummynduð. Hugsanlegt er að um gömul innskot sé að ræða, og sýnir neðri einingin þess frekar merki.

*Þar sem algert skoltap varð á um 327 m dýpi (holan fór í gos í kjölfarið) er ekki til svarf neðan þessa dýpis. Það varð til þess að nota varð upplýsingar um borhraða sem safnað var með nýja tölvukerfi Sleipnis. Þar sem borarar reyndu eftir megni að stilla borhraða í hóf, er ekki alltaf hægt að treysta borhraðaskráningunni fullkomlega. Því var einnig leytast við að ræða við borara á hverri vakt og litið til álags á borkrónu er metið var í hvað borað var. Greiningin hér á eftir byggist á þessu.*

Svo virðist sem þessi móbergseining nái niður a.m.k. 370 m dýpi.

Hraunlög ? 370–401 m. Hér sýnir borhraði ásamt fleiri upplýsingum að líklega eru komið niður í harðara basalt. Hér gæti þó einnig verið um innskot að ræða.

Móbergsmýndun? 401 m –?. Hér bendir allt til þess að við séum aftur komin í móbergstúff, eða breksíu. Það linaðist allnokkuð. Borhraðamælingar vantar yfir síðustu 20 metrana.

### 3.2. Ummyndun

Ummyndun á jarðlögum sem greind voru í þessum áfanga reyndist vera nokkuð mikil. Bæði var að hraunlögin væru allnokkuð ummynduð og soðin og að breksíu- og túfflög voru mikið ummynduð, alveg hvít. Það var greinilegt að því glerrikara sem jarðlagið hafði verið, því ummyndaðra var það, eins og gengur og gerist.

Þær ummyndunarsteindir sem fundust í mestu magni voru kvars og pýrít. Kvarsið (SiO<sub>2</sub>) bendir til hita yfir 180°C og allt að 300°C. Pýrítið (FeS<sub>2</sub>) hinsvegar er ekki

sérstaklega hitaháð, en bendir til allmikils brennisteins (S), sem fylgir háhitasvæðum. Mikil aukning í pýríti, ásamt kalsíti, getur oft verið vísbending um æðar.

Einnig fannst nokkuð af anhýdríti (CaSO<sub>4</sub>), en það fellur yfirleitt til úr söltum eða ísöltum jarðhitavökva. Háhitazeólítinn wairakít var einnig til staðar í mjög litlu mæli, en hann bendir til hita yfir 200°C. Gróffjaðra leir fannst einnig, líklega blandleir eða klórít.

Ummyndunin bendir því eindregið til þess að berghitinn sé á bilinu 200-240°C, en ekkert epidót fannst, sem er vísbending á hita yfir 240°C. Pýrít og kalsít gefa til kynna hugsanlegar æðar á 266 m, 292 m, 300 m, 308 m og 326 m.

### 3.3. Vatnsæðar

Til að staðsetja æðar í holunni verður að styðjast við jarðlagagreiningar og hitamælingar. Einnig er stuðst við breytingar í skoli. Þetta er þó erfitt í þessari holu, þar sem hún var afar óstýrlát og brást við minnstu breytingum í skoli og erfitt að segja til um hvort um nýjar æðar séu að ræða eða sveiflur í holunni. Eftirfarandi æðar fundist í 3. áfanga:

1. 244–256 m. Þessi æðakafli sést nokkuð greinilega á hitamælingum sbr. mynd 15, auk þess sem skoltapsaukning mældist allafgerandi. Einnig fékkst þetta staðfest með þrýstimælingunni (mynd 16)
2. 260–266 m. Vart varð við þessa æð eða æðakafli í skoli og þrýstingsbreytingum, en hún er ekki áberandi á hitamælingum. Þó sést hnökri á mælingunni sem gerð var 11. des. kl 19:20.
3. 280 m. Þessi æð sést heldur ekki vel á hitamælingunum, en greinilegt er þó að rétt neðan þessa dýpis verður breyting á hitaferlunum á mynd 15. Þessar mælingar voru gerðar með ádælingu inni í borstreng og því svarar hitinn fremur illa. Þessi æð kemur einnig greinilega fram á þrýstimælingunni (mynd 16).
4. 296–300 m. Algert skoltap varð augnablik á þessu dýpi, en ekki er þó öruggt að um nýja æð sé að ræða. Eins er líklegt að ein af efri æðunum sé að taka við vatni. Þessi æð sést ekki á mælingum, nema hugsanlega á mælingunni sem gerð var 9. des. kl. 9:50.
5. 327 m. Hér fór holan fyrst í gos og er það líklega sökum þess að ný æð varð til þess að vatnsborð lækkaði skyndilega í holunni. Þessi æð sést þó ekki á afgerandi hátt á þrýsti- og hitamælingum, en þær voru reyndar gerðar í streng með um 10 l/s ádælingu gegnum streng.
6. 350 m. Þessi æð sést greinilega á þrýstingsmælingunum á mynd 16.
7. 404 m. Dæluþrýstingur lækkað skyndilega um 2-3 bar og lækkaði smám saman eftir það. Þetta hefur verið túlkað sem æð. Einnig er greinilegt að þrýstingur á þessu dýpi breytist ekkert þrátt fyrir aukna dælingu. Það hefur verið túlkað þannig að æðin sé vel opin og líklega besta æðin í holunni.

## 4. BORHOLUMÆLINGAR

Yfirlit yfir mælingar sem gerðar voru í 3. áfanga má sjá í töflu 2 hér á eftir.

Í kafla 2 um borsöguna er fjallað nokkuð ítarlega um borholumælingar sem gerðar voru á meðan á áfanganum stóð. Þó verður gefið stutt yfirlit yfir þær hér.

- Hitamælingar 6. des. gefa til kynna háan hita (> 200°C) neðan 260 m. Einnig verður vart púlsandi hegðunar í holu, bæði þrýstibylgjur og hitaflökt. Yfirþrýstingur í kerfinu virðist senda gufu inn í holuna (bls. 8-9; myndir 6,7 og 8)
- Hitamælingar 9. des. staðfesta að lítið skolvatn kemst niður fyrir um 280 m og þar fyrir neðan er heit, gufurík vatnssúla. Tókst að kæfa holuna í nokkurn tíma (bls. 11-15; myndir 10-14).
- Hita- og þrýstimælingar í lok áfanga (11. des.) staðfesta endanlega að holan sé full af gufu neðan 270-300 m og ekkert verði við hana ráðið nema með því að halda yfirþrýstingi á holutoppi. Strengur náðist úr holu, en ekki þótti ráðlegt að reyna að setja niður leiðara (bls. 15-16; myndir 15 og 16)

**Tafla 2.** Mælingar gerðar í 3 áfanga holu SV-20.

Dags.	Mæling	Nr.	Dýptarbil	Ádæling	Athugasemdir
6.12	Hiti	24287	0-290 m	26 l/s	Dælt utan með
6.12	Hiti	24288	7-310 m	42 l/s	
6.12	Hiti	24289	305 m	42 l/s	Hiti mældur með alls 42 l/s dælingu (bæði gegnum streng og utanmeð)
9.12	Hiti	24296	0-395 m	25 l/s	Þar af 14,5 l/s utanádæling
9.12	Hiti	24297	395 m	25 l/s	Holuhitinn að jafna sig.
9.12	Hiti	24298	200-395 m	25 l/s	
9.12	Hiti	24299	200-395 m	35 l/s	Kl. 10 var utanádælingin aukin úr 15 í 25 l/s án þess að Po breyttist.
9.12	Hiti	24300	396 m	35 l/s	
9.12	Hiti	24301	200-396 m	35 l/s	
9.12	Hiti	24302	200 m	35 l/s	
11.12	Þrýstingur	24280	50-410 m	25 l/s	
11.12	Þrýstingur	24282	50-410 m	50 l/s	
11.12	Þrýstingur	24283	50-410 m	75 l/s	
11.12	Hiti	24285	0-276 m	25 l/s	Upptekt lauk fyrr um daginn eftir miklar æfingar v. yfirþrýstings og þrýstihögga
11.12	Hiti	24286	0-255 m	50 l/s	

Ekki reyndist unnt að gera neinar jarðlagamælingar í vinnsluhluta holunnar þar sem hún var of óstýrlát til að hægt væri að hætta á það. Hita- og þrýstimælingar er að finna í borsögukafla (2 kafla) og verða því ekki byrtar aftur í viðauka.



## **VIÐAUKI**

**Hola SV-20 – Dagskýrslur 3. áfanga**

**BORVAKT Í SVARTSENGI  
SV-20 DAGSKÝRSLA #28**

**Verkaupi:** Hlaxveita Suðurnesja      **Verkakti:** Jarðboranur hf.  
**Hola:** SV-20      **Bortekti:** Steypir  
**Staðarnúmer:** 16920      **Jarðfr./mælingami:** BR/ASG

**Holuvídd:** 12 1/4"  
**Síðasta fjarlæg:** ~241,5 m  
**Skoluvævi:** vatn

**34. verkdagur**

**Dýpi kl. 24:** 243 m (258 m)  
**Dýpi kl. 08:** 243 m (258 m)  
**Skotaukning:** 0 l/s

**Boran síðasta sólarhring:** 0 m  
**Meðalborhraði:** 0 m/klst

**Borverk**

Á laugardaginn var lokið við að fótora holuna í 241,5 metra. Steypt var aðfaranótt sunnudags, og tókst vel, ens og kom fram í dagskýrslu #27. Um kl. 19:00 á sunnudegi var síðan hita- og steypumælt og eru þær mælingar hér á eftir.

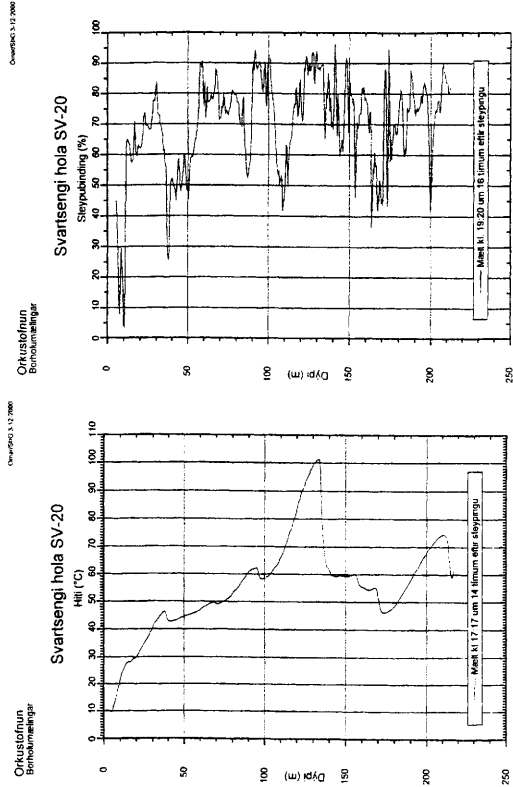
Hítamælingin sýndi að mestu hlunum kemur frá æðinni í um 132 metrum, en einnig ber á hita í 210 m.

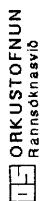
Steypumælingin sýnir að steypubindingin er nokkuð góð og er steypa samfelld upp alla holuna. Því var talið óhætt að halda áfram og ljúka áfanganum.

Farið var í að fjarlægja öryggisloka og ganga frá holutoppi. Síðan var flans soðinn á holutoppinn að morgni manudags og er þar með 2 áfanga lokið.

Næst tók við 3 áfangi. Seinni þriðj mánuðs var svo farið að stilla upp öryggislokum á holuna og þrýstiprófa þá. Var niðursenning borsrens hafin um 02:00 í nótt og var strengur mjólkabur rólega niður þar sem holan var nokkuð hert. Skolað var nokkra stund eftir hverja stangarlæðingu. Um kl. 06:45 var byrjað að bora í stungustykki í 219 metrum. Eftir er að bora steypu neðst í fótoringunni og fóturörskóinn áður en komið er í berg.

*Borvakt*





06.12.2000

## BORVAKT Í SVARTSENGI

### SV-20 DAGSKÝRSLA #29

<b>Verklæupi:</b> Htiavetta Suðumessa	<b>Verktaki:</b> Jarðboranir hf.
<b>Höla:</b> SV-20	<b>Bortæki:</b> Sleppir
<b>Staðarmúmer:</b> 16920	<b>Jarðfr./mælingam.:</b> BR/ÁSG

**Höfundur:** 12 1/4"  
**Síðasta föðring:** ~241,5 m  
**Skotvökvi:** vatn

#### 34. verkdagur

**Dýpi kl. 24:** 320 m  
**Dýpi kl. 08:** 327 m  
**Skoltap:** 55 l/s

**Borun síðasta sólarhring:** 102 m  
**Meðalborhraði:** 7,5 m/klst

#### Borverk

Næst tók við 3 áfangi. Seinni part mánuðags var svo farið að stilla upp tryggingislokum á holuna og þrýstiprófa þá. Var niðursetning borstrengs hafin um 02:00 í nótt og var strengur mjólkurur rölega niður þar sem holan var nokkuð heit. Skolad var nokkra stund eftir hverja stangarþættingu. Um kl. 06:45 var byrjað að bora í stungustykki í 219 metrum. Þegar komið var niður úr stungustykkinu voru 3 m niður á steypu. Borun steypu og bomskós var lokið kl.13 og var komið á bennu brautina þegar styringar voru komnar í gegnum þrængingarnar neðst í föðringunni. Borun gekk rölega meðan borad var í gegnum bomstíðni frá 2. áfangi. Skómunu eftir að borun hófst í berg þá kom inn skolaunng eins og sést á meðfylgjandi mynd eða á bilinu 244-251 m. Ennfremur er viðbending um meira mnsstreymi á 250-255 m dýpi. Þegar komið var niður í 276 m þá var hinsvegar mælt tap upp á 3 l/s, en það verður mælt reglulega á fjögurra lína fresti og oftar ef ástæða þykir til meðan borun stendur yfir.

Þegar komið var í um 296 m fór skoltap að vera nokkuð flóttandi, og varð algert eitt augnablik. Mæling fjótleiga á eftir syndi skoltap 19 l/s. Algert skoltap varð aftur á um 300 metra dýpi. Því var greinilegt að einhver æðin er að opna og lokast á víki. Ennig var greinilegt að þegar borun var hætt augnablik og aðeins skolad jókst skoltapið. Það var mest á um 10 l/s. Var því ákveðið að setja deilu 3 á killine og láta hana malla með til að reyna að halda holunni fullri þó skoltap verði skýndilega og vatnsborðin falli. Skoltapsmæling var gerð um kl. 22:40 (312 m) og reyndist tapið 9 l/s.

Kl. 00:52 (327 m) dró síðan verulega til tjóinda. Það gerðist sem menn höfðu óttast. Skýndileg opning í botn varð til þess að algert skoltap varð. Vatnsborð í holunni lækkaði líklega um 20-30 metra (deiliprýstingur lækkaði um ca. 2-3 bar). Þessi þrýstilækkun megi til að senda inn gefni, líklega frá eðnunum 1244-255 metrum, og var holan komin í bullandi gos á innan við 3 mínutum frá því að skoltapið varð, þrátt fyrir um 50 l/s áðælingu gegnum streng og um 10 l/s inn á killine. Vatnið sem holan kastaði af sér fór upp í kassam af svo miklu aflí að borarskurim hverf gersamlega í vatn og buldi á honum svarði. Meðn reyndu að komast út um dýrnar og að lokanum, en tókst ekki svo mikil var vatnsbunna. Því þurfti að hlaupa út hinu megin og niður til að loka (ekki var til þurr þráður á Bjússa eftir þá ferð). Þegar lokans tókst að loka var það hreinn gufuströkur sem stóð upp úr kassanum með tilheyrandi drunum.

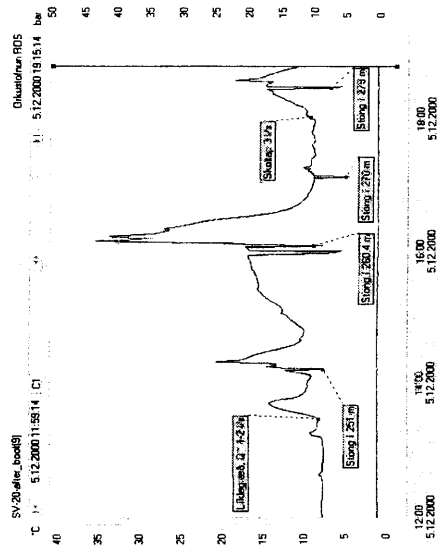
Næst var aukin utamælingin rölega til að kæfa holuna og rúmkaði þá þrýstingurinn hegt og sígendi þar til hann var kominn niður í 1 bar. Næst var áðælingin aukin upp í um 65 l/s til að sjá

hve mikið holan tæki við áður enn þrýstingur á holutoppi lækkaði. Við þessa áðælingu lækkaði þrýstingurinn ekkert og holan því líklega galopin. Var ákveðið að sækja á hana í röleghetunum fram á morgun, enda lífið hægt að gera þar sem ekki er nægilegt vatn að borunum til að standa í æfingum (áðeins um 30 l/s).

Um kl. 04:30 fór holan að púlsa og sendi þrýstingurinn inn, allt að 9 bar. Þetta virtist vera mjög reglulegt, á u.þ.b. 5-10 mínútna fresti. Verið er að kæla holuna.

Eftirfarandi myndir sýna borgang út frá hitamælningum í fræmnsli frá því á hádegi í gær og þar til holan gaus.

Borvaki



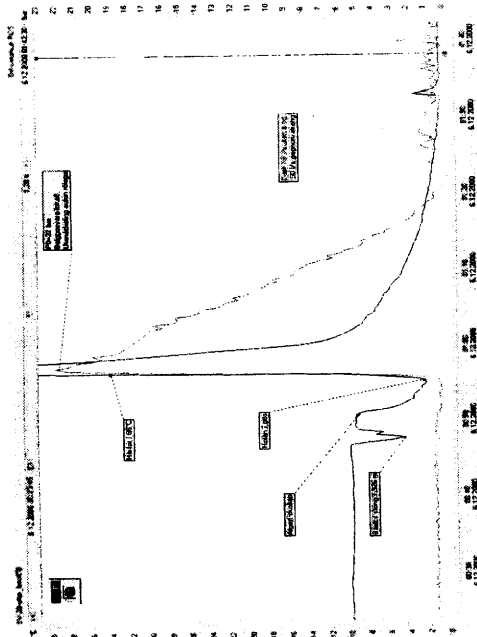
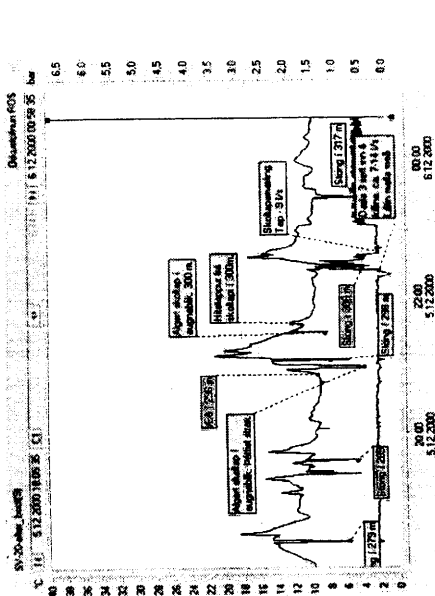
**BORVAKT Í SVARISENGI**  
**SV-20 DAGSKÝRSLA #29 aukautgáfa**

<b>Verkaup:</b> Hlaveita Suðurnesja	<b>Verkafi:</b> Jarðboranur hf.
<b>Hola:</b> SV-20	<b>Bortefi:</b> Sleipni
<b>Staðarnúmer:</b> 16920	<b>Jarðf./mælingami.:</b> BR/AsG
<b>Holuvöld:</b> 12 1/4"	
<b>Síðasta fýðing:</b> -241,5 m	
<b>Skobólvi:</b> vatn	
<b>34. verkdagur</b>	
<b>Dýpi kl. 24:</b> 320 m	<b>Roran síðasta sólarhring:</b> 102 m
<b>Dýpi kl. 08:</b> 327 m	<b>Méðalborbraði:</b> 7,5 m/klst
<b>Skoltapi:</b> 55 l/s	

**Borverk**

Um kl. 04:30 fór holan að pulsa og sendi þrýstistoppa inn, allt að 9 bar. Þetta virtist vera mjög reglulegt, á u.p.b. 5-10 mínútna fresti. Verð er að kæla holluna.

Í morgun var dælingu breytt á þá leið að 11,5 l/s fara á kæfingarstúnn (killine) og um 42 í gegnum streng. Mynd 1 hér að neðan sýnr hlotuþrýsting eftir breytingu. Fram að þeim tíma var dælt 22,5 l/s um kæfingarstút og rúmlega 30 l/s í gegnum strenginn. Breytingin á hlotuþrýsting sést á mynd 2.



Mynd 1. Toppþrýstingur frá kl. 8:30 6. des 2000.

**BORVAKT Í SVARTSENGI**  
**SV-20 DAGSKÝRSLA #30**

*Verkkaupi:* Hliaveta Suðurnesja *Verktaki:* Jarðborarit hf.  
*Hola:* SV-20 *Bortaketi:* Sleipnir  
*Staðarnúmer:* 16920 *Jarðfr./mælingam.:* BR/ÁSG

*Holnvídd:* 12 1/2"  
*Síðasta fóðring:* -241,5 m  
*Skotivökv:* vatn

**35. verkdagur**

Dýpi kl. 24: 320 m  
Dýpi kl. 08: 327 m  
Skoltap: 55 l/s

Borun síðasta sólarhring: 102 m  
Meðalborþraði: 7,5 m/klst

**Borverk**

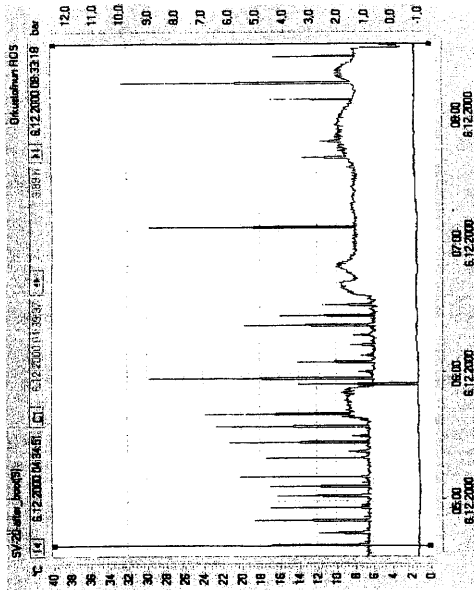
Mælingamenn nættu hér á borstað um kl. 21:00 til að hutmæla holuna. Búið að deila á holuna allan daginn með mismikilli aðeilingu. Aðeining hárði verð óbreytt frá því um kl. 18 eða 27 l/s innan í streng og 11 l/s utan með. Skömmu áður en hitamælir var settur niður var deiling utan á strenginn aukin í 26 l/s, en deiling tekin af strengnum. Hitamælingar fylgja á mynd hér á eftir. Hitt fór að hækka er náðaðist fóðrursenda á 241 m. Er komið var niður á um 260 m, fer skoltap út í æð. Hiti hækkar þóðan og niður og er kominn í um 200°C á 290 m. Sett var einnig 16 l/s deiling í streng og næsta mæling gerð með því niður. Svipuð hegðun kemur þar fram og eru stangir hestar þrött fyrir deilinguna. Fyrgst var með hitaveifum á 305 m í smá tíma, en með þessa deilingu (26 l/s unnuméð og 10 l/s í streng) sveiflast hiti um 5°C með um minútu millibili. Þegar þessi hitaveifla er borm við þrýstisveifluna virðist hún hafa nánaast sama takt en lílsháttar tímamunur (sjá mynd 2).

Það sem skýrt gæti hita- og þrýstisveifluna er að æðin í 260 tekur við vatni. Æðin í botni (æðar nærri botni) (27 bar) kemur inn þegar vatnsborð lakkar (hitalekkur upp á 0,2°C í 60,78 m bendir til að þar megi finna vatnsborð í stöngum). Við þessar vatnsborðsbreytingar verða þrýstisveiflar á hlotuoppi (Po). Ef þetta reynist rétt ætti ástand holunnar að skína er dýpra er komið.

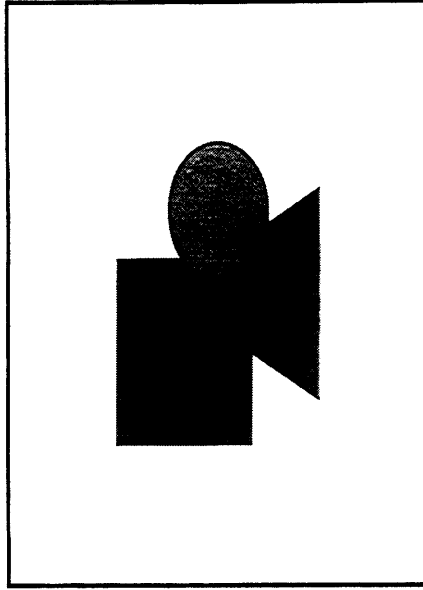
Skolab var áfram í nótt með um 10 l/s utaniádeilingu og 30 l/s í gegnum streng. Við þessa aðeilingu virðist holan vera stöðugust en hefur lítil kælingaráhrif að því séð verður samkvæmt hitamælingu.

Í dag verður svo vantanlega reynt að bora aðeins dýpra.

*Borvakt*



Mynd 2. Toppþrýstingur fram til kl. 8.30 6. des. 2000.



Mynd 3. Breyting á holuoppþrýsting vinnslu hola aðfaranótt 6. des 2000

**BORVAKT Í SVARTSENGI  
SV-20 DAGSKÝRSLA #31**

Verklaupi: Httavetta Suðumcsja Verktaki: Jarðboranir hf.  
Hóla: SV-20 Borrtæki: Sleppur  
Staðarnúmer: 16920 Jarðfr./mælingum.: BR/ÁSG

Hölviddi: 12 1/4"  
Stösta fjórhring: ~241,5 m  
Skothöfvi: vatn

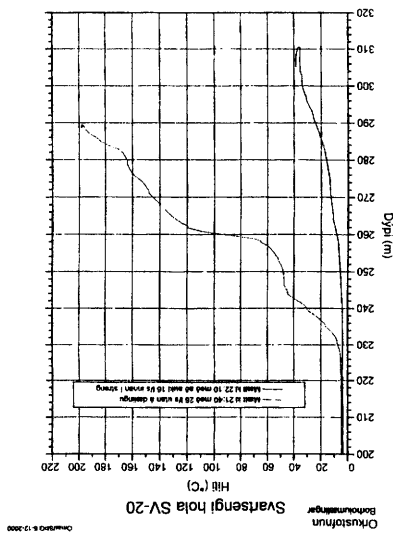
**36. verkdagur**

Dýpi kl. 24: 327 m  
Dýpi kl. 08: 383 m  
Skoltap: 55 l/s

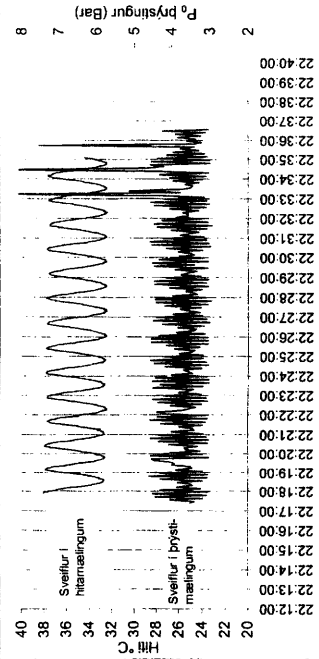
Borun síðasta sólarhring: 56 m  
Métalborhraði: 4,3 m/klst

**Borverk**

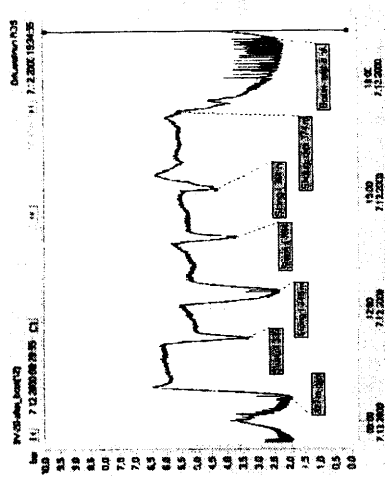
Borun hófst á ný um 9:15 í gærmorgun, en þá var dýpið 327 m. Áður var kannað hvernig best var að stilla dælingu á holuopp. Fljótlega eftir að borun hófst var dæling aukin úr 8 í 14 l/s og hófst holuoppþrýstingur nokkuð stöðugur við það. Borað var nokkuð samfelli niður á 374 m dýpi án þess að örugg breyting kæmi fram um æðar á þeim kafla. Á mynd 1 er sýndur P<sub>0</sub> meðan borun stóð yfir en strúandi mælingum sýnar 1-2 bar lægri gildi en þrýstingur hjá borara.



Mynd 1. Hitamælingin sem gerð var í gærkveldi



Mynd 2. Hitna- og þrýstisveifur borrarar saman. Svo virðist sem þær haldi svipulúðum takti. Sveiflan virðist vera um 1min og 15 sekúndur á lengu.



Mynd 1. Holuoppþrýstingur meðan borað var frá 327-373 m dýpis.

Þegar göngu um dælingu í gegnum streng voru skoðuð þá kom annað í ljós. Dæling í gegnum streng og þrýstingur á dæling var tekið á móti tíma meðan borað var niður. Þar kom í ljós

**BORVAKT Í SVARTSENGI**  
**SV-20 DAGSKÝRSLA #32**

<b>Verkkaup:</b> Hlaxveita Suðurnesja	<b>Verkjafti:</b> Jarðborarnir hf.
<b>Hola:</b> SV-20	<b>Borttæki:</b> Sleipnir
<b>Staðarnúmer:</b> 16920	<b>Jarðfr. mælingum.:</b> ÁSG/GÓF

<b>Hólavidd:</b> 12 1/4"
<b>Síðasta fjóring:</b> ~241,5 m
<b>Stöðvökt:</b> vatn

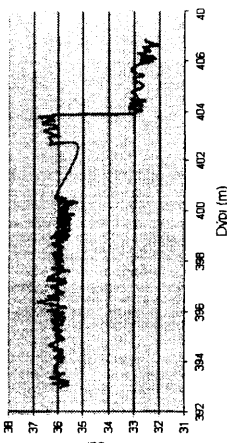
**37. vertkdagur**

<b>Dýpi kl. 24:</b> 430,5m
<b>Dýpi kl. 08:</b> 430,5 m
<b>Skollsp:</b> 55 l/s

<b>Borun síðasta sólarhring:</b> 47,5 m
<b>Méðalborhraði:</b> um 2 m/klst

**Borverk**

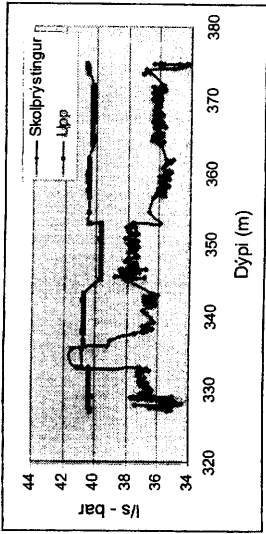
Borun var hædd áfram eftir snutta skolinu í gærmorgun og var botnfali þá refsíframt kannað. Hólan reyndist hrein. Þegar komið var í 404 m dýpi, klukkan 10:15, féll þrýstingur á standþipec og standþipec þýðing gætt verð standþipec um 3-4 bar og var hann smá fallandi eftir það eins og sést á mynd 1.



Mynd 1. Þrýstifall "standþipec" í borun

Líklega er komið í lekasvæði á 404 m dýpi, sem tengist þrýstifallinu. Borun helt síðan áfram og tveir stangir til viðbótar boraðar. Í lok seinni stangar var komið í hart berg þar sem borhraði datt niður fyrir 1 m/klst. Í holu SV-14 er um 4 m þykkt basaltlag á þessum stað og "hólistra" breksía undir. Borstóng var því beitt í til að komast niður úr basaltlaginu. Áður en borun hóft var gerð tilraun til að blanda af gas í um flowline. Það tókst ágætlega og lækkaði Po um 2 bar meðan hreint gas kom upp, en fór síðan að stíga upp aftur þegar gasríkt vatn kom upp. Hfti á því var 6,1°C og hlést svo allan tímann þar til lokað var fyrir. Síðasta stóng var síðan boruð niður í þeirri viðleitni að fá meira skollap. Borun lauk á miðnætti í 430,5 m dýpi. Króna var síðan tekin upp í 402 m og í nótt hefur einfállega verið deilt á hóluna.

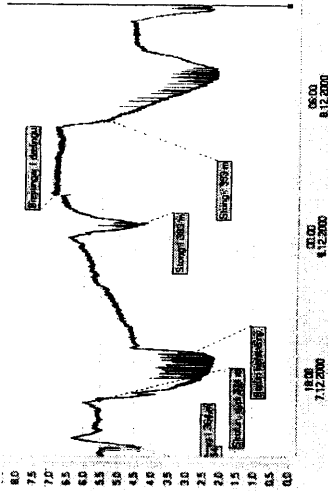
afþyglisverð breyting þegar bætt var í stöng á 354 m dýpi, þ.e.a.s. þrýstingur lækkaði þegar deiling var aukin en það hefur verið túlkað á þann hátt að lekt í holi hafi batnað.



Mynd 2. Þrýstingur á deilum og skolinu í gegnum streng

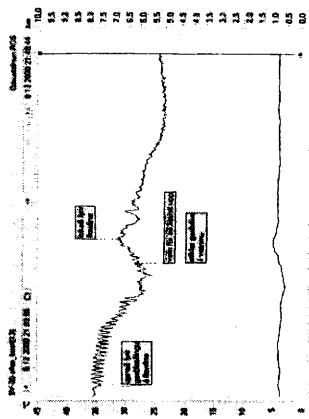
Þegar 374 m dýpi var náð var borun stöðvað og holan skolið. Botnfali var kannað við um 9 l/s deilingu og reyndist það vera 9-10 m. Þá var botnfallinu skoðað upp og deilingu haldið áfram á annan tíma. Þá var botnfali kannað á ný með um 17 l/s deilingu og var holan nokkurn veginn hrein við þær aðstæður. Eftir þessar breytingar voru aðstæður á þann veg að góð að má opnast í botni án þess að valda stakkaflöllum. Borun byrjaði á ný um kl 19 og var samhverfleg deiling í gegnum strem og um kálfingarsíut og fyrr um daginn. Á 383 m dýpi var aftur kannað botnfali og reyndist holan hrein. Virðist því henta vel að bora u.þ.b. 2 m/klst með 40 l/s gegnum strenginn og 14,5 l/s á hólutopp. Toppþrýstingur fór nokkuð hátt, en jafnaðist út við 8,5 bar. Það vekur nokkra athyggishættu við deilingu. Toppþrýstingur virðist ekkert breytast þó að holan dýpki. Það gæti bent til þess að aðarnar ofan við 260 m fari að streyma meira inn í hóluna og hækki toppþrýstingum. Aukin ádeiling á toppi gæti hugsanlega breytt því.

Í 393 m dýpi gerðist síðan eitthvað. Líklega opnastist æð í hólunni. Toppþrýstingur minnkaði verulega, eða úr um 9 bar í 4,5 bar. Deilipþrýstingur er þó óbreyttur. Eining á þessum stað varð mun línara undir tónn og datt törlétt töluvert niður.



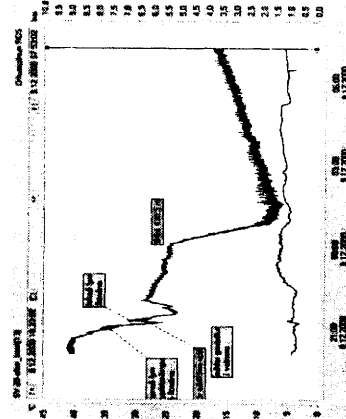
Mynd 3. Nýjustu upplýsingar tesnar af Po mæli.

“Verkfundur” var haldinn í gærkvöldi (aa-sp-góð) þar sem fyrirsjáanleg borðok voru skeggræddi. Akrebbó var að skola í nótt og hefja aðgerðir nú með morgnum. Borholumálningarnir eru vandanalegr kl. 8 og verður byrjað á hið næsta. Síðan verður strengur tekinn upp í föðringu og áðælingapróun gerð, og síðan tekið á framhaldinsaðgerðum. Verða þær efni næstu dagskrýslna, en hér heit með því að geta þess að nýja holan (SV-20) er nákvæmlega jafn djúp og hola SV-16 sem stendur, en þar “dati” ennmitti botninn úr SV-16 svona til uppafjarar.



Mynd 2. Gashæðing var framkvæmt í gærkvöldi eftir að síðasta borstörung var kominn í Þrýsuhrenginn sést á myndinni að ofan. Þó lækkaði um 2 bar þar til vinnu var að koma upp. Ásamt gasi. Borun stöðnu stangir hófst 21.25 og lauk í 430,5 m á mibætti (sjá mynd 3).

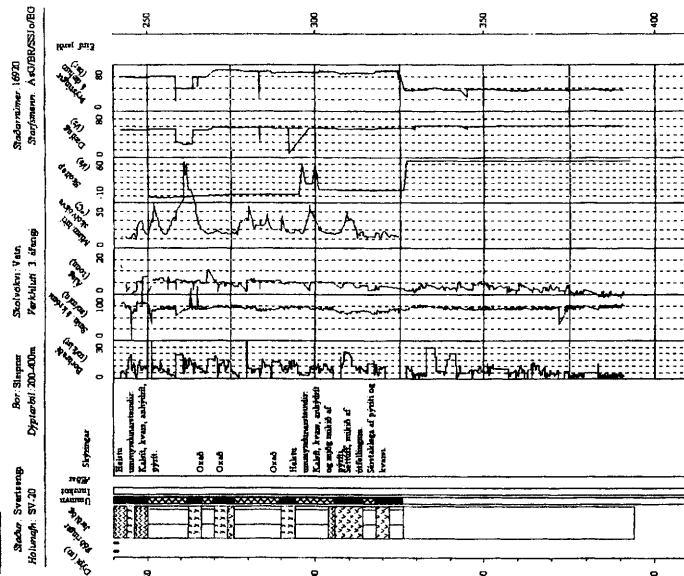
Mynd 3. Borun lauk á mibætti – Borbróna tekin upp í 402 m. 40 l/s dælt um streng og 14,5 l/s ofanfrá. Þó hefur sigð upp á við í nótt og er nú um 4 bar á okkar P-mæli, en um 5 bar í pelli.



ORKUSTORNUN  
Rannsóknasvið

Borgsgögn SV-20 Svartungli

211.2



Mynd 4. Jarðlagasnið og sirtíandi mælingar í borun niður í 390 m – eftir er að bæta við gögnum niður í 430 m djúpi.



**BORVAKT Í SVARTSENGI  
SV-20 DAGSKÝRSLA #32**

<b>Verktæki:</b> Hítavetta Subnesja	<b>Vertaki:</b> Jarðboranir hf.
<b>Höla:</b> SV-20	<b>Borttaki:</b> Sleppur
<b>Staðarnúmer:</b> 16920	<b>Jarðfr./mælingam.:</b> GÖF/GrB-KB/SP

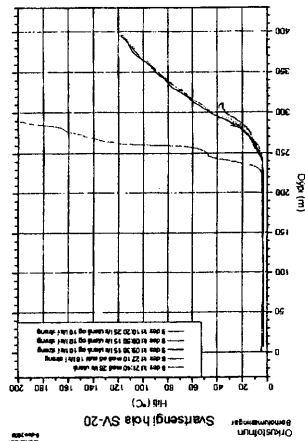
**Hölvidd:** 12 1/4"  
**Síðasta fóbörng:** ~241,5 m  
**Skalbóvri:** vatn

**38. vertkagur**

**Dýpi kl. 24:** 430,5 m  
**Dýpi kl. 08:** 430,5 m  
**Skothap:** >85 l/s

**Bortun síðasta sólarhring:** 0 m  
**Meðalborðhraði:** m/klst

Mælingarnir voru mættir á borstað kl 8. Þvíjað var á hitamælingu. Niðurstöður eru á mynd 1. Slangir voru í hollum og með niður um þær í 395 m dýpi. Afturgætt þótti að kannna hvort nýjar æðar hefðu bæst í holluna í borun síðasta sólarhrings og þá þurfti að komast niður að einstakulokum. Til að svo mætti verða var sett á 10 1/2 dæling innan í stöngum, og fyrst 15 en síðan 25 1/2 utanmeð. Svo sem sést á mynd 1 var nánast enginn rannur á holuhitunum milli þessara tveggja áðælinga. Þetta er tiltekið sem merkt um að litit af áðælingavatinu steppi niður fyrir u.þ.b. 280 m dýpi. Góðs viti þótti að þrýstingur á holutoppi lesknaði nokkuð við að dælingin var aukin úr 15 í 25 1/2 utanmeð (mynd 2).



Mynd 1 Hitamælingar í holi SV-20 frá 6. og 9. desember 2000.

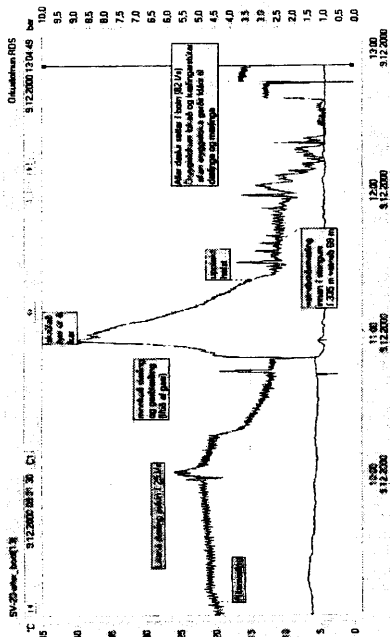
Að þessu loknu þurftu mælingarnir að fá að flíka í áðælingu með sama árangri og áður, sennsi að gas kom á holutoppinn og þrýstingur lesknaði frá fyrri stöðu. Var því afhráðið að draga krónuna

upp í fóbörnguna. Á leiðinni var tekið vamsborð nokkrum sinnum og eru niðurstöður þeirra mælinga að finna í töflu 1 hér fyrir neðan.

Tafla 1: Vamsborð innan í stöngum þegar króna var hífð upp í fóbörngu SV-20 þann 9. des. 2000.

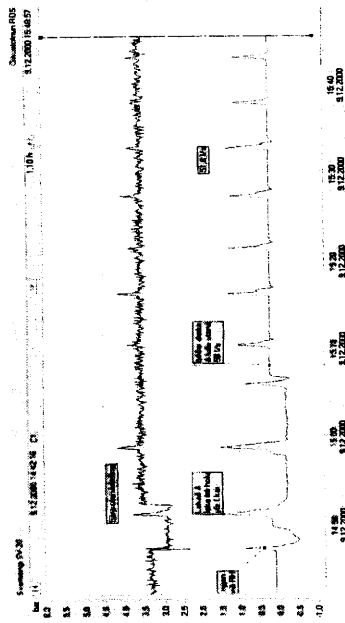
Dýpi til stangenda (m)	Vamsborð innan strengs (m)	Þrýstingur við stangenda (bör)
335	69	27
307	68	24
260	32	23
232	18	22
204	full og freyðir lofti	20
204	11. lofti skoðað úr með áðælingu	19,5

Hér þótti fullljóst að mjög gnúfrik stila væri milli æða í hollum og að þessi hvika vökví skýrði því torþrýstingu hollunnar er svo nærur fyrir minnstu breytingum í áðælingu. Eins virtist sem töluvert gas væri þarna meðblandað og förgangsværk að reyna að skola því út í berg til að sjá hvort holan hefbóði sér betur á eftir. Mynd 2 sýnir árangur þessa. Skemmtast er frá því að segja að holan sem nú berst mun á borþlan. Þessi góðu tölendi voru tekið í bak og fyrir til að læra að þrýstnemar á kærfigastút sýna þrýsting á þess að þrýstingur væri á holutoppnum. Eins kom í ljós að þrýstunæfir á borþalli sýndi 1,5-2 börum of hátt.



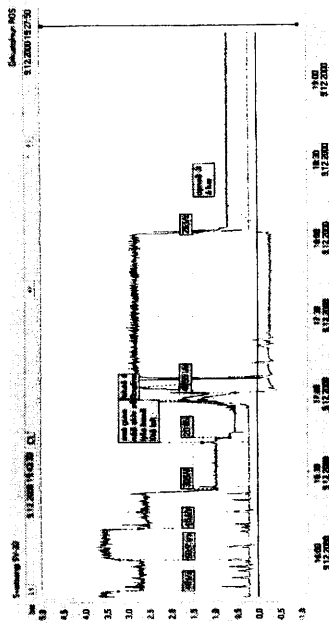
Mynd 2: Holutoppþrýstingur á kærfigastút í hitamælingum og þegar áðæling aukin verulega.

Áð fengnum þessum töðindum lá næst fyrir að leita að þeirri áðælingu sem héldi holunni dauðri og stöðugi. Tengdur var annar 2' þarki við holuoppann milli ventila og einnig nýr stafrænn þrýstímælir á sér stú. Mynd 3 sýnur svo hvernig gekk að halda holunni dauðri við 50-60 l/s unanæðælingu. Jafnframt var höfð örtífil opnun út í kassa. Komu reglulega loft og vatnsspýlur í hann. Loftið var lyktarlaust og talið sögast með að ofan. Ekki mátti við svo búið standa.



Mynd 3: Þrýstingur á kæringasútu (fjólublátt) og í fóðringu (svart) við 50-60 l/s áðælingu.

Mynd 4 sýnur svo hvernig fór með holubrýstinginn þegar áðælingin var minnkuð. Nær myndin fram að kvöldmat þann 9. des. Ekki tókst að finna kyrrlátan blett í holuoppsþrýsting fyrir en áðælingin var komin niður í 30 l/s, en þá líðu um 30 mínútur þ.a. einungis komu tveir smáþólsar í kassann. Enn var minnkað í 20 l/s en þá byrjaði aftur að olga, nær órugglega fyrir gassófnun niðri í holunni. Þessu gasi var skoðað út í berg á ný með 55 l/s áðælingu í klukkustund. Lokkað var út í kassa og myndadist sog á toppnum við það. Þar næst var áðælingin sett í 25 l/s og opnað út í kassa. Tók hollan þeirri áðælingu vel og harði ekki senti neinn þús út í kassann þá 1,5 klukkustund sem menn Orkusöfnunar fylgdust með holunni. Sneru. Þeir þá heima á leið. Aflormað er að eyða nóttinni í að geimiegla að 25 l/s áðælingin haldi holunni dauðri. Bibur síðan morgunansins 10. des. að ákveða hvort tekið verður upp úr holunni og hafnar mælingar niðri í henni.



Mynd 4: Árangur af mismikilli áðælingu um kæringarstúta á holuna eftir að hún kafrnaði um hádegis 9/12

**BORVAKT Í SVARISENGI**  
**SV-20 DAGSKÝRSLA #33**

*Verkkaupi:* Hítavetta Súburnesja *Verktaki:* Jarðboranir hf.  
*Hola:* SV-20 *Bortekti:* Sletpur  
*Staðarnúmer:* 16920 *Jarðfr./mælingarn.:* GrB-KB/SP

*Holuviddi:* 12 1/4"  
*Síðasta fýring:* -241,5 m  
*Skjalvökv:* vörn

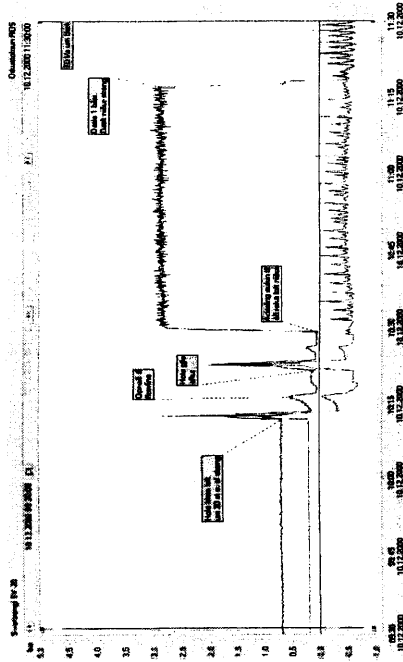
**39. verkdagur**

*Dýpi kl. 24:* 430,5m  
*Dýpi kl. 08:* 430,5 m  
*Skottapi:* >85 l/s

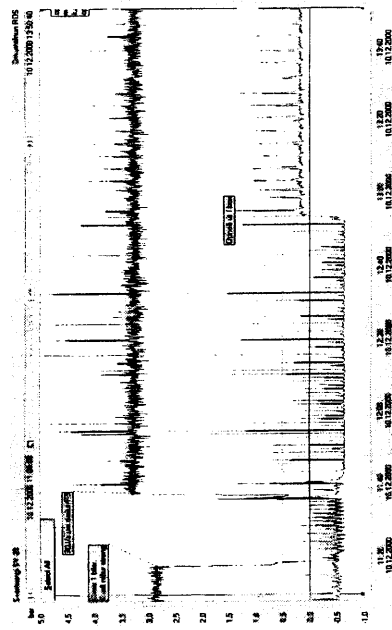
**Boran síðasta sóðarhring:** 0 m  
**Meðalborttráði:** m/klst

Þegar frá var horfið í síðustu dagskýrslu var byrjað að dæla 25 l/s í holi 20 án þess að neinir pulsar kæmu á holutoppinn. Héist holan þannig "daud" alla nóttina. Því var áhráð að morgni þess 10 desember að holan væri nægilega stöðug til að draga nætti strenginn upp og gera hana klára til mælinga. Gekki það eftir og þegar menn fóru í morgunkefnið voru aðeins eftir 1 kalli, styringar o.fl. í holunni. Hins vegar brá svo við undir kaftinu að holan skvetti af sér tvívegis með stórum málhili. Var þar með lokaður jafnvægispunktur nesturinnar. Hófst nú miklar æfingar í aðeinsgarnngni án þess að nýtt jafnvægi myndist. Dófnáð þar með mjög vörn um að leiðan komist í holuna.

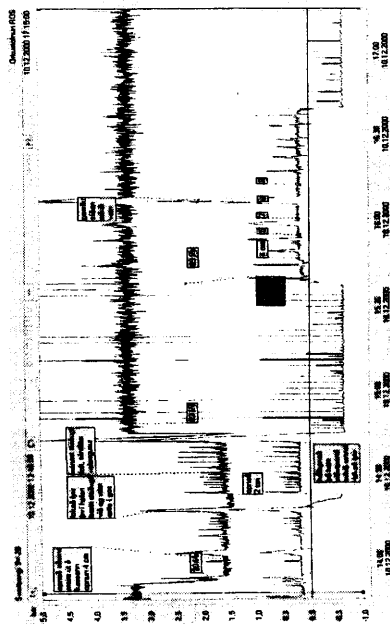
Meðfýrgandi myndir sýna nánar hvernig dagurinn gekk. Helsta niðurstaðan er að þetta er að dæla minna en metra á holuna. Eins virðist nú að ef opnað er of hraustlega út í kar, fer holan í sigos. Sem stendur er verið að dæla 28 l/s. Mun nóttin fara í að mjúka dælingu um 1-2 l/s í seinn. á bilinu 20-30 l/s. Hver sem árangurinn verður af þessu öllu, er talið að hægt verði að draga atganginn af borstrengnum upp í fyrarmálið. Síðan má hita- og þrýstímæla og læra þannig betur á rop holi 20 og lórahvöður.



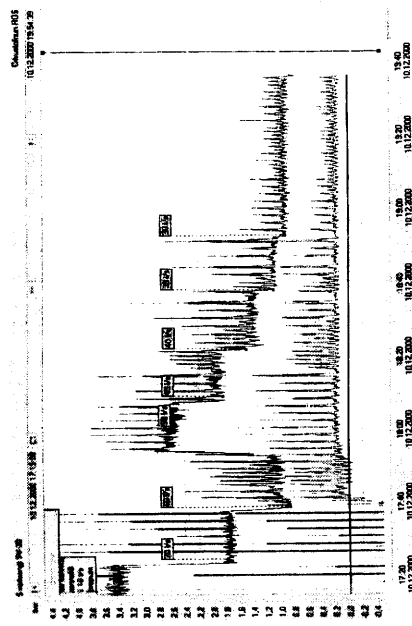
Mynd 1: Þrýstingur á kærfinglaka (fjólulíni) og milli ventla (daufrágrnt). Holan hafði verið klettstöðug frá því kl 18:00 á laugardagskvöldi og fram til kl 10:10 að hún skvetti af sér. Fyrst lokað út í kar og myndast þá sog. Síðan aukin ummæling án þess að slátur hyrfti úr þrýstingnum.



Mynd 2: Um miðjan daginn var dælt á holun á fyllu (70-80 l/s) efrir að dæla 1 komst í lag. Mikill slátur í þrýstingnum.



Mýnd 3: Stöðugis kom í ljós að holan gat farið í sigos ef opning var aukin verulega út á kantið (opning lokans sýnd í cm, sigos hófst við 4.5 cm opningu). Þó er athyglisvert að eftir þessi smágos urðu heimingi lengri til milli þrýstipúsa en þegar opning var lítil eða engin.



Mýnd 4: Dreigjö var úr áðalingu í áföngum til að kanna hvort umni sé að ná jafnvægi. Státturinn í þrýstingnum munnkaði töluvert eftir því sem áðalingin rannkaði.