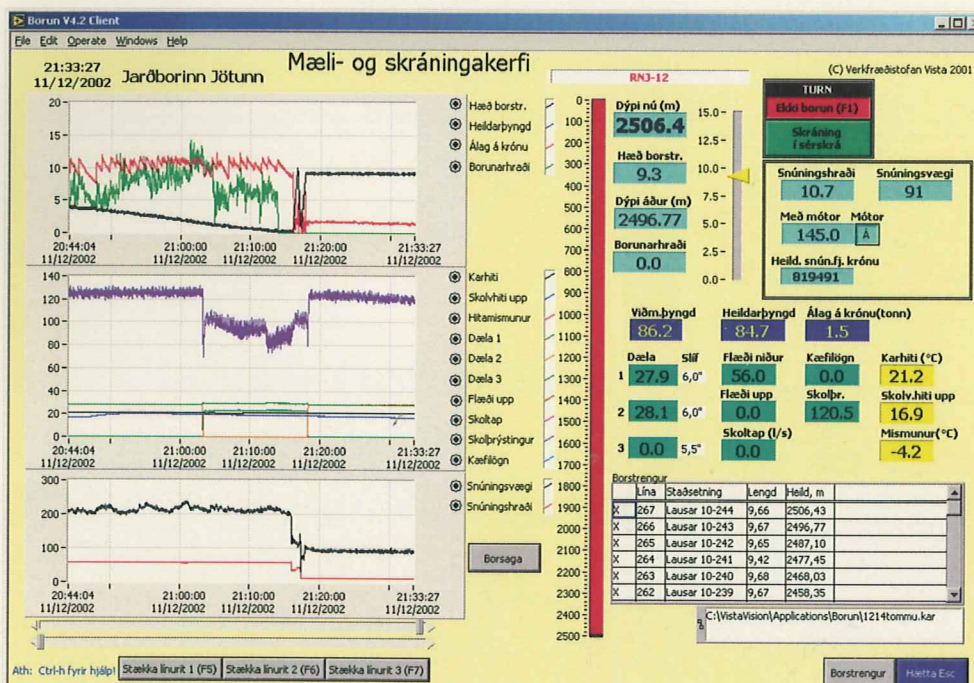




Reykjanes – Hola RN-12

3. áfangi: Borun vinnsluhluta frá 854 m niður í 2506 m dýpi



Sigurður Sveinn Jónsson, Bjarni Reyr Kristjánsson,
Ásgrímur Guðmundsson, Grímur Björnsson, Gunnar
Gunnarsson, Peter E. Danielsen, Sverrir Þórhallsson

Unnið fyrir Hitaveitu Suðurnesja

**Sigurður Sveinn Jónsson, Bjarni Reyr
Kristjánsson, Ásgrímur Guðmundsson,
Grímur Björnsson, Gunnar Gunnarsson,
Peter E. Danielsen, Sverrir Þórhallsson**

Reykjanes – Hóla RN-12

3. áfangi: Borun vinnsluhluta frá 854 m niður í 2506 m dýpi

Unnið fyrir Hitaveitu Suðurnesja

OS-2003/010

Febrúar 2003



Skýrsla nr.: OS-2003/010	Dags.: Febrúar 2003	Dreifing: <input checked="" type="checkbox"/> Opin <input type="checkbox"/> Lokuð til
Heiti skýrslu / Aðal- og undirtitill: Reykjanes – Hóla RN-12 3. áfangi: Borun vinnsluhluta frá 854 m niður í 2506 m dýpi með 12 ¼” krónu	Upplag: 40	
	Fjöldi síðna: 60	
Höfundar: Sigurður Sveinn Jónsson, Bjarni Reykr Kristjánsson, Ásgrímur Guðmundsson, Grímur Björnsson, Gunnar Gunnarsson, Peter E. Danielsen, Sverrir Þórhallsson	Verkefnisstjóri: Sverrir Þórhallsson	
Gerð skýrslu / Verkstig: Rannsókn háhitasvæðis, 1. áfangi borverks	Verknúmer: 8-630244	
Unnið fyrir: Hitaveitu Suðurnesja		
Samvinnuaðilar:		
Útdráttur: Gerð er grein fyrir gangi borverks í 3. áfanga, þ.e. borun vinnsluhluta, holu RN-12 á Reykjanesi og niðurstöðum rannsókna í þessum áfanga. Verkið er unnið fyrir Hitaveitu Suðurnesja. Holan, sem var boruð með Jötni, er á milli RN-9 og RN-11. Borað var með 12 ¼ “ krónu. Þessi áfangi hófst 30. nóv. á 29. verkdegi og lauk 17. des. Lokadýpi RN-12 varð 2506 m. Sýnum af borsvarfi var safnað og jarðlög og ummyndun greind eftir þeim samhliða borun. Hefðbundnar borholumælingar voru gerðar, s.s. hitamælingar til að fá upplýsingar um æðar og upphitun, jarðlaga- og víddarmælingar til að afla frekari vitneskju um jarðlög í nágrenni holunnar og lögun hennar, og loks þrepaprófanir til að kanna lekt að holunni og gæfni hennar. Að minnsta kosti 5 æðar koma fram í holunni, þær virkustu í 980 og 2200 metrum. Ekki var settur leiðari í holuna. Holan virðist mjög vatnsgæf. Borverk önnuðust Jarðboranir hf. en Rannsóknasvið Orkustofnunar sá um rannsóknarhlutann.		
Lykilorð: Háhitasvæði, borhola, jarðlög, ummyndun, vatnsæðar, borholumælingar, Reykjanes	ISBN-númer:	
	Undirskrift verkefnisstjóra:	
	Yfirlit af: SP	

EFNISYFIRLIT

1	INNGANGUR	5
2	BORSAGA	8
3	JARÐLÖG, UMMYNDUN OG VATNSÆÐAR.....	19
3.1	Jarðlög og ummyndun.....	19
3.2	Vatnsæðar og hiti	20
4	BORHOLUMÆLINGAR.....	23
4.1	Hitamælingar í opinni holu.....	23
4.2	Hita- og þrýstimælingar vegna örvunar	23
4.3	Jarðlagamælingar í opinni holu	31
5	HEIMILDIR	33
6	VIÐAUKI	33
	Viðauki 1. Dagskýrslur sem sendar voru út á meðan borun stóð.	34

TÖFLUR

Tafla 1.	Gangur borunar vinnsluhluta með 12 ¼" krónu.....	15
Tafla 2.	Hallamælingar í borun.	15
Tafla 3.	Yfirlit borholumælinga í 3 áfanga.	24

MYNDIR

Mynd 1.	Staðsetning holu RN-12.	6
Mynd 2.	Teikning af holu RN-12 í endanlegri mynd.....	7
Mynd 3.	Skoltap, dæling, boranleiki og dæluþrýstingur niður í 2000 m.	10
Mynd 4.	Hitamælingar vegna krónuskipta.....	11
Mynd 5.	Upphitun í 2009 m vegna krónuskipta.	11
Mynd 6.	Álag, borhraði og boranleiki frá 2100-2200 m.	12
Mynd 7.	Mynd af síritunarkerfi Jötuns, lokadýpi 2506,4 m.	13
Mynd 8.	Hegðun skolþýstings frá 2000 metrum.	15
Mynd 9.	Framgangur borunar RN-12.	16
Mynd 10.	Hitamæling í borlok, eftir upptekt.....	17
Mynd 11.	Súð borgögn úr síritunarkerfi Jötuns.	18
Mynd 12.	Jarðlög, borhraði og skolmælingar.	21
Mynd 13.	Víddarmæling.	25
Mynd 14.	Mælingar á þrýstingi í holu RN-12.	25
Mynd 15.	Saga dæluþrýstings í þremur örvunum.	26
Mynd 16.	Dæluþrýstingur þegar 46 l/s er dælt niður örvunarstreng.	27
Mynd 17.	Hitamælingar í lok örvunar.	28
Mynd 18.	Þrýstijöfnun við enda strengs þegar ádæling minnkar úr 45 í 15 l/s.....	29
Mynd 19.	Jarðlagamælingar.....	30
Mynd 20.	Mæling á upphitun um einum mánuði eftir borun.	32

1 INNGANGUR

Hitaveita Suðurnesja ákvað síðla vetrar árið 2002 að bora um 2500 m djúpa holu, sem kemur til með að bera nafnið RN-12, á háhitasvæðinu á Reykjanesi. Holan var staðsett suðvestan við saltverksmiðjuna á milli holna RN-10 og RN-11 eins og sýnt er á mynd 1. Tilgangurinn með boruninni er að auka gufuöflun úr svæðinu. Staðarnúmer holunnar í gagnagrunni Orkustofnunar er 18912. Hönnun hennar er í aðalatriðum hin sama og á holum RN-10 og RN-11. Á mynd 2 sést hvernig holan leit út í endanlegri mynd. Leiðari var ekki settur í holuna í verklok.

Jarðboranir hf. byrjuðu forborun holunnar með bornum Saga þann 22. október 2002. Forborun lauk þann 1. nóvember 2002 en þá var holan 82 metra djúp miðað við jörð (um 89 m miðað við drifborð Jötuns). Forborað var fyrir 22 ½" valsaðri fóðringu með 26" hjólakrónu og var fóðringin steipt. Náði hún niður á 79 metra dýpi.

Farið var að flytja jarðborinn Jötunn á borstað 2. nóvember 2002 og lauk uppsetningu hans 7 dögum síðar og var þá byrjað að bora. Borverki Jötuns við holu RN-12 er skipt í þrjá áfanga. Í fyrsta áfanga var borað í 300 m dýpi og sett niður 18 5/8" öryggisfóðring og hún steipt. Annar áfangi tekur yfir borun niður á 854 m dýpi með bormótor fyrir 13 3/8" vinnslufóðringu og hún steipt. Áfangaskýrslur eru þegar komnar út um fyrstu tvo áfangana (sjá heimildaskrá). Þriðji og síðasti áfanginn er borun vinnsluhlutans með bormótor og 12 ½" krónu og síðan stóð til að setja 9 5/8" raufaðan leiðara í holuna.

Í þessari áfangaskýrslu er gerð grein fyrir borun 3. áfanga (vinnsluhluta) RN-12. Fyrsta áfanga lauk þann 14. nóvember 2002 þegar steyping fóðringar og frágangi lauk og flans hafði verið soðinn. Hófst þá vinna við 2. áfanga og honum lauk þann 29. nóvember 2002 þegar steypingu fóðringar og frágangi lauk ásamt suðu á flansi á vinnslufóðringu. Í borlok þegar strengur var úr holu og jarðlagamælingar og stutt þrepaprófun höfðu farið fram ákvað verkkaupi að setja ekki leiðara í holuna. Lok verks voru því 16. desember þegar byrjað var að ganga frá Jötni og undirbúa flutning af borstæðinu. Borun holunnar með Jötni í 2506 m hafði því tekið 45 verkdaga og er holan dýpsta hola sem boruð hefur verið á háhitasvæði hérlendis.

Í skýrslunni er fyrst gerð grein fyrir borgangi. Síðan er gefið yfirlit yfir jarðfræði, ummyndun og vatnsæðar svæðisins er holan liggur um. Að lokum er fjallað um borholumælingar sem gerðar voru í borlok og þrepadælingu og ástæður þess að ekki var settur leiðari í holuna. Í viðauka eru afrit af dagskýrslum sem sendar voru út meðan á borun stóð.

Allar dýptartölur í skýrslunni eru miðaðar við drifborð Jötuns, nema annað sé tekið fram. Fjarlægð frá kjallarabrún að efri brún drifborðs er 6,86 m.

Borverkið við holu RN-12 er unnið af Jarðborunum hf. samkvæmt verksamningi við Hitaveitu Suðurnesja, en rannsóknarþátturinn er unninn af Rannsóknasviði Orkustofnunar samkvæmt samningi við Hitaveitu Suðurnesja.

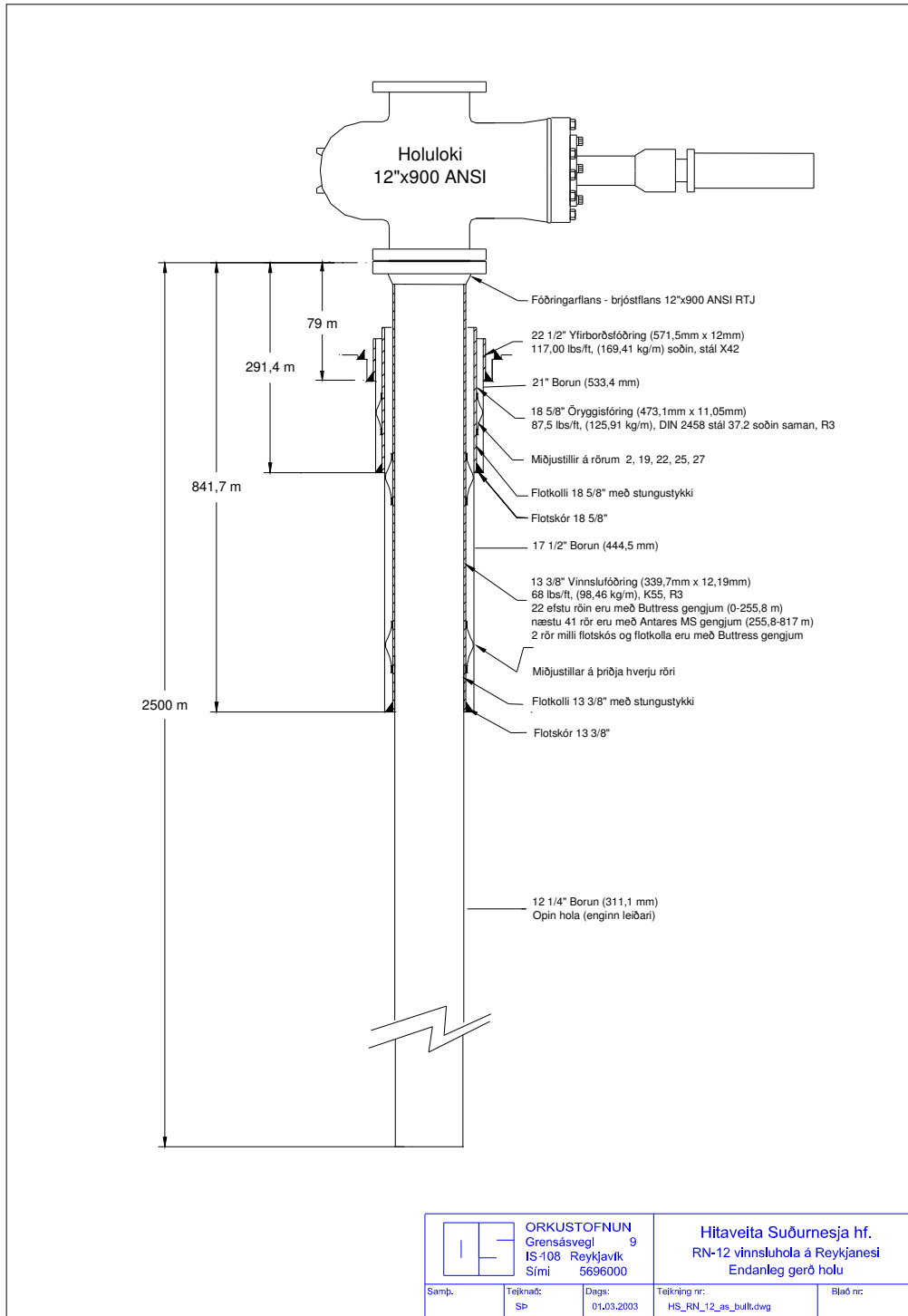
Þeir sem komu að verkinu frá ROS voru jarðfræðingarnir Sigurður Sveinn Jónsson, Bjarni Reykr Kristjánsson og Ásgrímur Guðmundsson sem sáu um greiningu svarfs og söfnun og úrvinnslu upplýsinga á borstað. Sigurður Sveinn Jónsson tók sama skýrslu um þennan hluta borverksins. Frá borholumælingum ROS voru það Grímur Björnsson Gunnar Gunnarsson og Peter E. Danielsen sem önnuðust borholumælingar og Gunnar

Gunnarsson sá um samantekt um borholumælingarnar (4. kafli). Grímur Björnsson, ásamt Gunnari Gunnarssyni annaðist örvunaraðgerðir og úrvinnslu þeirra.

Hnit holunnar hafa ekki verið mæld.



Mynd 1. Staðsetning holu RN-12.



Mynd 2. Teikning af holu RN-12 í endanlegri mynd.

2 BORSAGA

Borun annars áfanga frá 300 m og niður í 854 metra dýpi lauk um klukkan 2:30 aðfaranótt miðvikudagsins 20. nóvember 2002 og var holan skoluð og kæld og upptekt undirbúin. Síðan var sett niður 13 3/8" fóðringu og hún steipt. Frá þessu er greint í áfangaskýrslu fyrir annan áfanga verksins (Bjarni Richter o.fl. 2003). Suðumaður var mættur á staðinn aðfaranótt föstudagsins 29. nóvember og að morgni föstudagsins var unnið við að sjóða flans á vinnslufóðringuna. Holan hafði hitnað talsvert og var hiti við botn kominn í rúmlega 140°C. Suðu var lokið um miðjan dag og lauk þar með öðrum áfanga.

Þegar flansinn hafði verið soðin voru öryggislokar settir upp og var unnið við það fram eftir kvöldi föstudagsins. Rétt fyrir miðnætti var blindloki prófaður með góðum árangri við 60 bar þrýsting. Þá var settur niður stengur til að kæla holuna og síðan stóð til að brjóta út stangir fyrir kollalengjunni. Þegar það verk var komið vel á veg var vindur orðinn mjög hvass og var ekki lengur stætt á því að vinna við upptekt og útbrot stanga. Beðið var eftir því að vind lægði og þegar veður gekk niður var haldið áfram að brjóta út fyrir álagsstöngum, strengur tekinn úr holunni og settur niður strengur til áframhaldandi borunar.

Veður hamlaði eðlilegum framgangi verksins og var lítið hægt að gera fyrir en seinnipart laugardagsins 30. nóvember, þegar brotnar voru út 12 stangir og teknir 20 standar í mastur. Því var lokið um klukkan 17:30 og var þá unnið við lagfæringar á flow-line. Skipt var um snúningsgosvara og millistykki breytt og um klukkan 20 var byrjað að setja niður. Kælt var frá 773 metrum og fannst steypa á 810 metra dýpi. Steypa var boruð og var komið í flotkolla á 828 metra dýpi. Haldið var áfram að bora og var komið í berg klukkan 08:40 að morgni sunnudagsins 1. desember. Frekari lagfæringa á afrennsli holunnar var þörf auk þess sem eitt og annað smálegt var lagfært, leðja blönduð og síðan hófst borun í bergi um klukkan 11:00. Strengurinn sem settur var niður var með 12 ¼" krónu og 9 5/8" *Positive Displacement Motor* (PDM) bormótor frá Baker Hughes, þremur stýringum, dempara og jar.

Borun gekk hratt og vel, snúningur á drifborði var um 66 sn/mín. og dæling var um 57 l/s. Var það nálægt hámarksdælingu sem mótorinn afkastaði og var hann því að vinna með hámarksgetu enda boruðust um 30 metrar á þremur tímum. Holan var hrein og enginn leki var merkjanlegur.

Þegar komið var fram á mánudaginn 2. desember hafði borun gengið hratt og vel og ekkert skoltap var enn í vinnsluhlutanum. Hallamæling var gerð klukkan 21 að kvöldi sunnudagsins í 900 m og gaf sú mæling 1,8° halla. Hallamælt var aftur klukkan 8 að morgni mánudagsins í 1000 m dýpi og var halli holunnar 1,9°. Hallamælingar sem gerðar voru í áfanganum eru teknar saman í töflu 2. Borað var í móbergsmýndun en við og við gægðust gangar inn í holuna. Þrátt fyrir mikinn mun á hörku bergsins og halla, tókst að halda holunni innan tilskilinna hallamarka.

Áfram var haldið að bora með mótor og leðju fram eftir nóttu, aðfaranótt þriðjudagsins 3. desember, en síðan varð talsvert tap í 1170 m og var það mælt á dælum um 30 l/s. Þegar tapið var mælt um kl. 04:30 á 1076 metrum var það orðið um 17 l/s. Síðan minnkaði tapið og var orðið um 4 l/s á 1227 m dýpi klukkan 10 að morgni þriðjudagsins 3. desember. Frá þeim tíma var farið að þynna leðjuna og blanda með vatni. Síðan var borað án vandræða og var borhraði jafn og í kringum 6–8 m /klst. Dýpi holunnar um miðjan dag, þriðjudaginn 3. desember var 1260 metrar og var alfarið borað með vatni.

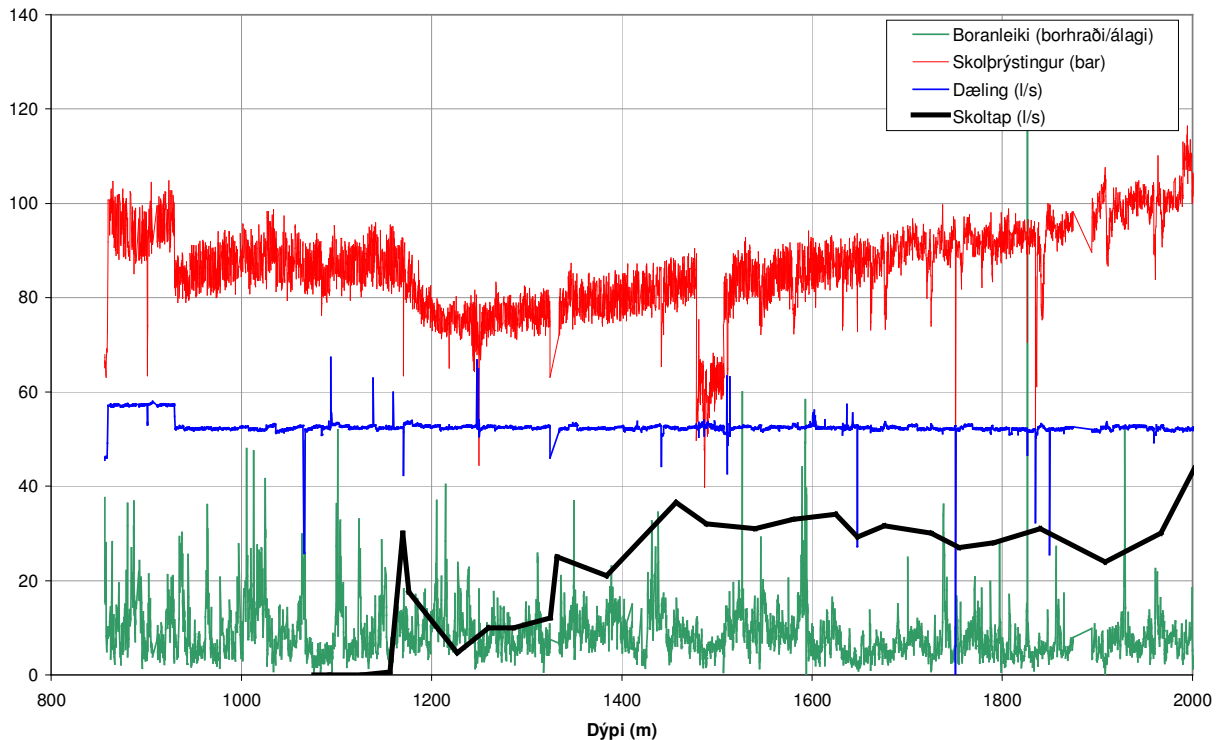
Leki í holunni var þá um 4 l/s og kom svarf vel til yfirborðs en var fínkorna og varð að safna sýnunum með lagni. Hallamælt var í 1100 og 1200 metrum (sjá töflu 2) og var holan vel innna marka.

Ekkert lát var á borun og gekk hún vel eins og sést á töflu 1 og á mynd 9 hér að neðan en á einum sólarhring voru boraðir tæpir 200 metrar. Tap var um 10 l/s en í 1325 metrum jókst tapið í 12 l/s. Að kvöldi þriðjudagsins 3. desember var skorin æð á rúmlega 1330 metra dýpi og jókst tap umtalsvert. Eftir skolun á stönginni var tapið að minnsta kosti 25 l/s og ef til vill meira. Klukkan 06:00 að morgin miðvikudagsins 4. desember var tap mælt í 1384 metrum og var það þá 21 l/s. Hallamælt var á 1300 metrum (tafla 2) og var hallinn 1°. Holan var tandurhrein og ekkert botnfall var í henni.

Borað var með um 15–20.000 punda álagi, dæling er 50–55 l/s og snúningur á krónu var samanlagt um 180 sn/mín. Heildarsnúningafjöldi krónu var kominn í um 650.000 en hún snerist rúma 11.000 snúninga á klukkustund.

Aftakaveður var á Reykjanesi fimmtudaginn 5. desember og varla stætt. Ekki hamlaði það þó borun. Sólarhringinn á undan losaði borhraði um 10 metra á klukkustund og dýpi að morgni fimmtudagsins var rúmir 1600 metrar. Talsvert tap var í holunni og um tíma kom það lítið upp af svarfi og afar fínmöluðu að ekki var unnt að taka nema eina prufu á stöng. Þegar leið á daginn fór hins vegar að koma aðeins meira upp og teknarvoru prufur á 2 m fresti eins og venja er. Króna hafði snúist í um 860.000 snúninga og var líklegt að kanna yrði á föstudag hvort ástæða væri til að taka upp og skipta um krónu en það myndi einnig ráðsta talsvert af veðri. Mynd 3 er samsett úr ýmsum borgögnum sem fengin eru úr skráningarkerfi Jarðborana og með mælingum bormanna. Myndin sýnir heildardælingu og dæluþrýsting og má sjá að þrýstingur fellur þegar fyrsta tapið verður og síðan hækkar hann hægt og rólega með auknu dýpi. Þá er gerð tilraun til nota borhraðamælingu á móti álagi til að sýna nokkuð sem kalla mætti “boranleika” bergsins og lækkar gildið eftir því sem bergið er harðara. Fyrsta tapið verður þar sem komið er úr harðara bergi í linara á 1170 metrum, sennilega á skilum gangs eða öðrum lagmótum en það tap minnkaði. Eins og sést smá minnkaði tapið frá um 1200 metrum og varð síðan aftur stórt skoltap á 1425 metrum. Frá því dýpi var tapið í kringum 30 l/s. Mælt skoltap er sýnt á meðfylgjandi mynd ásamt dælingu og “stand-pipe” þrýstingi. Skoltapið er mælt á um 4 stunda fresti í leðjukeri borsins. Eftir skoltapið í 1425 m var ákveðið að hætta hallamælingum og var síðasta mæling gerð á 1300 metrum eins og kemur fram töflu 2. Botnfall var kannað reglulega og var holan alveg hrein. Blandaður var polymer og sendar niður pillur. Þrýstifallið sem kemur fram á um 1500 metrum (sjá mynd 3) er að mestu leyti vegna bilunar í dælu. Áhrif polymerpilla sem dælt er niður stenginn sjást að öllu jöfnu en polymer veldur mun minna viðnámi í strengnum og mótornum en einungis í skamman tíma Snúningsvægi var að jafnaði um 160 A en sló upp í 200 A þegar farið var í gegnum tapstaðinn í 1425 m.

Ekkert lát var á dýpkun holunnar og rétt fyrir hádegi föstudaginn 6. desember var dýpið um 1821 metri og borkróna hafði snúist tæplega 1100.000 snúninga. Á þeim tíma var borvakt ekki ljóst hverjar fyrirætlanir væru varðandi upptekt og borkrónuskripti.

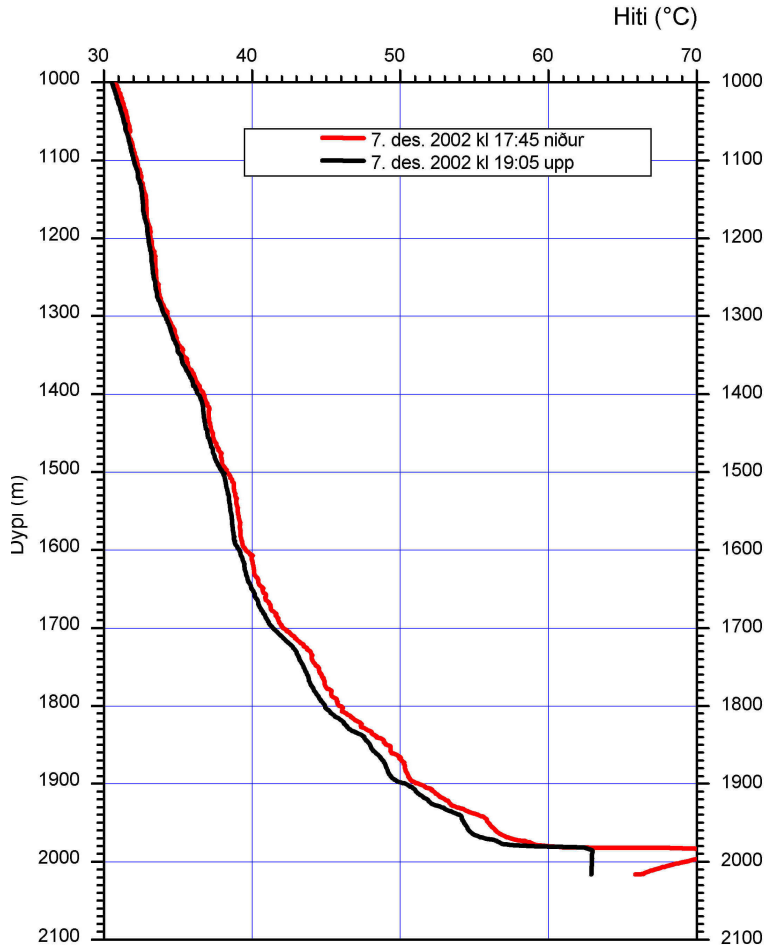


Mynd 3. Skoltap, dæling, boranleiki og dæluþrýstingur niður í 2000 m.

Hætt var að bora í 2009 m dýpi að morgni laugardagsins 7. desember klukkan 11:30. Fyrir um morguninn (um kl. 9) hækkaði þrýstingur á dæluögn skyndilega um 10 bar þegar dýpi var um 1990 m (sjá mynd 3). Á meðan bormenn réðu ráðum sínum var skolað í gegnum streng í tæpan klukkutíma og á meðan jókst skoltapið í 44 l/s (kl:10:34) en það hafði verið í kringum 30 l/s. Ákveðið var að bora tvær stangir í viðbót og sjá hvernig þær boruðust og í kjölfarið að taka upp og skipta um krónu. Það gekk vel að bora síðustu stangirnar og þrýstingurinn lækkaði lítilega aftur. Borun var hætt klukkan 11:30 og skolað til 13:00, er upptekt hófst. Við þessa skolun tók holan við öllu vatni sem á hana var dælt. (meira en 52 l/s). Í upptekt var höfð á um 27 l/s dæling utanmeð.

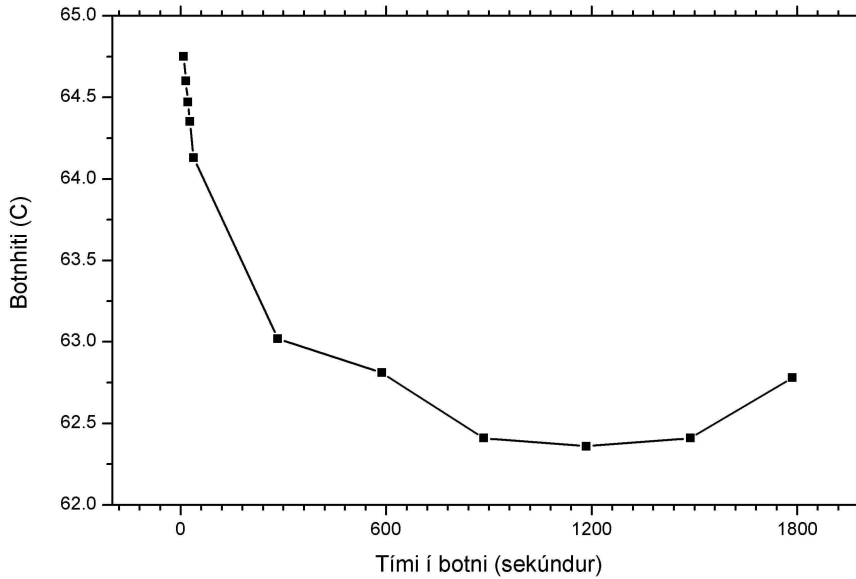
Ákveðið var að hitamæla í opinni holu og voru borholumælingamenn mættir á svæðið upp úr klukkan 16. Mælingar hófust klukkan 17:45 með því að farið var niður holuna og allt í boraðan botn að best varð séð, í 2009 m. Engar fyrirstöður né neitt óvenjulegt bar við á leiðinni. Beðið var hálf tíma í botni og mæld upphitun. Klukkan 19:05 var svo mælt upp holuna. Hitamælingar eru sýndar á mynd 4 en upphitun á mynd 5. Holan kældi sig í botn og að minnsta kosti fimm æðar saúst. Á mynd 4 sést jafnframt að holan kólnar frá fyrri mælingu til þeirrar seinni. Sama er uppi á teningnum á mynd 5, sem sýnir hálf tíma sögu botnhitans. Rétt er að benda á að þegar mælirinn var dreginn upp úr botninum (svarti ferillinn á mynd 4) er hitinn nánast kyrr fyrstu 30 metrana. Þetta er talið stafa af drullu sem sest hefur utan um hitaskynjarann, en hún nær síðan að losna úr kringum 1980 m dýpið. Smáæð er því talin vera í blábotni holunnar sökum kólnunarinnar sem þar mælist, en ekki að mælirinn hafi sest í 1980 m dýpi. Æðin á 1980 m var svo alveg örugg og lögðu bormenn upp með að óhætt væri að slaka borstreng viðstöðulaust að henni, en að farið yrði gætilega eftir það og kælt á milli stangaríbætinga.

Reykjanes hola RN-12



Mynd 4. Hitamælingar vegna krónuskipta.

Reykjanes, hola RN-12 Upphitun í 2009 m

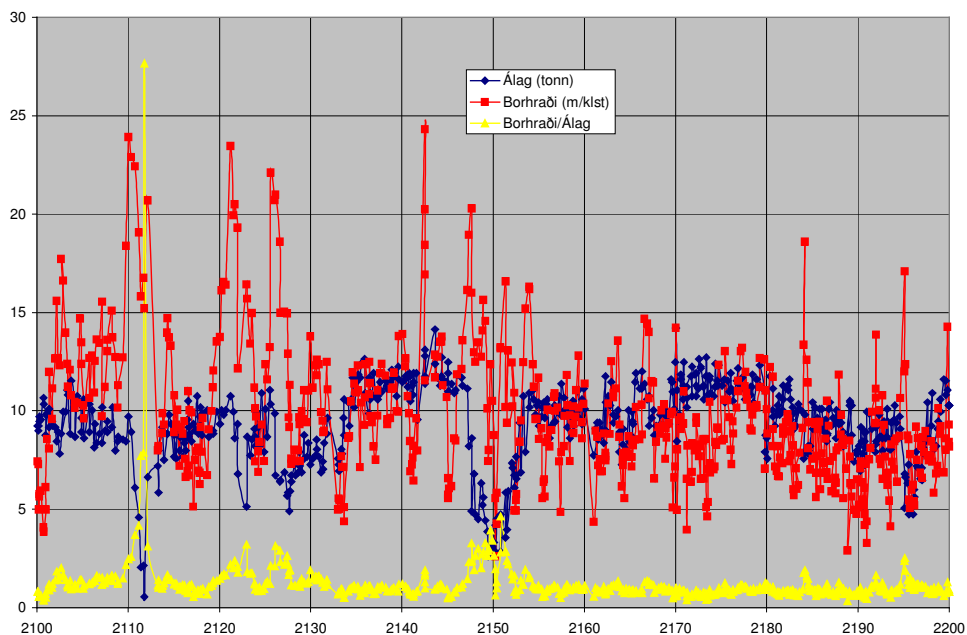


Mynd 5. Upphitun í 2009 m vegna krónuskipta.

Byrjað var að bora aftur með nýrri krónu og nýjum mótör, klukkan 5:20 að morgni sunnudagsins 8. desember í 2009 m. Í fyrstu tók holan við öllu vatni sem á hana var dælt (um 55 l/s) en fljótlega, eða á 2010 m dýpi, tók vatn að berast aftur til yfirborðs. Fyrsta svarfprufan var tekin er holan var 2026 m djúp. Tapmæling í 2038 m gaf 34 l/s skoltap um klukkan 9:30. Um 25 m botnfall var í holunni í byrjun borunar.

Um miðnætti aðfaranótt mánudagsins 9. desember var dýpi holunnar orðið 2152 metrar. Áður en byrjað var að bora aftur eftir krónuskipti var um 25 metra botnfall í holunni og var það skolað með polymer. Holan var hrein og botnfall ekkert. Rétt eftir miðnætti varð síðan algjört skoltap og kom ekkert upp fram undir morgun, eða um kl. 05:30 þegar seytle fór aftur upp í um 30–40 l/s tapi. Að morgni mánudagsins hvarf skol aftur, eftir að þrýstingur á dælulögn hafði farið hægt minnkandi. Dýpi holunnar var á þeim tíma það sama og lokadýpi holu RN-11 sem er skammt frá en borað dýpi hennar er um 2248 metrar. Skol hvarf aftur og var borað í algjöru skoltapi allan morguninn en rétt um kl. 13:00 á mánudag, fór að vætla úr holunni á nýjan leik og komu á milli 5 og 10 lítar til yfirborðs (ágiskun) og heildardæling er um 50 l/s. Til skamms tíma var látið leka ofan á um 5 l/s.

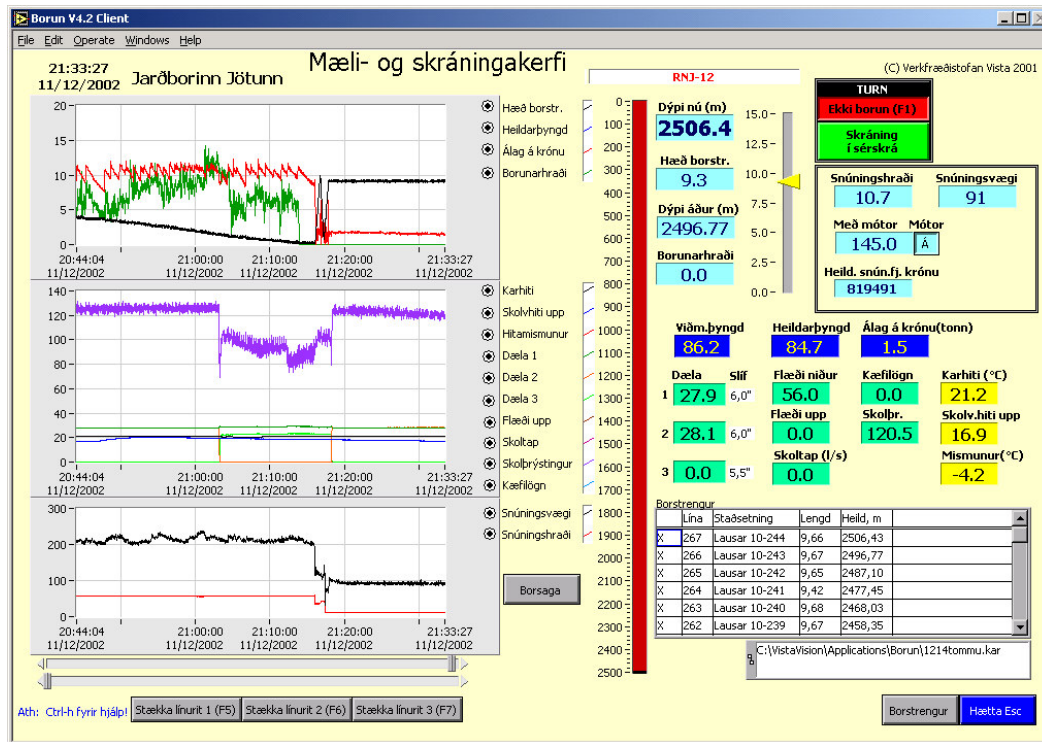
Miðvikudaginn 10. desember hafði borun gengið hratt og vel þó lítilega hefði dregið úr hraðanum. Snúningsvægi hélst nokkuð stöðugt eða tæplega 200 A. Snúningur á krónu var um 190 sn/mín og þar af 55 sn/mín á strengnum. Álag var á bilinu 15–25 þúsund pund. Um klukkan 5 að morgni 10. desember tapaðist allt skol >60 l/s og var borað með algjöru tapi. Þrýstingur féll um 10–15 bar þegar dýpið var 2361 m. Að öllu óbreyttu var áætlað að bora niður í um 2400 m eða 40–50 m niður fyrir 2361 m þar sem þrýstifallið átti sér stað. Vatnsborðið í holunni í borun virtist rétt neðan við holutopp því það kom svetta upp um hádegisbilið en datt svo niður aftur, en litlar breytingar var sjáanlegar á dæluþrýstingi.



Mynd 6. Álag, borhraði og boranleiki frá 2100–2200 m.

Aðfaranótt miðvikudagsins 11. desember bar svo við þegar dýpið var 2443 m að strengur fór að hökta í snúningi og síðan gerðist það öðru hverju að snúningsvægið hækkaði en þess á milli var það í nokkkuð stöðugt um 200 A. Engar breytingar voru gerðar á bor-áætlun nema hvað fyrir lá að ákvörðun um endanlegt dýpi yrði tekin með morgninum þann 12. desember. Skoltap hafði minnkað og var holan smám saman að þéttast um miðjan dag miðvikudaginn 11. desember og minnsta skoltap sem mældist aðfaranótt miðvikudagsins var rúmir 10 l/s. Undir morgun var skoltap nálægt 25 l/s og þar af leiðandi hafði svarf mokast upp úr holunn. Miðað við 2400 m dýpi þá tók það svarfið um 100 mín að ferðast frá botni og upp á hristisigtið þar sem sýnum var safnað.

Áfram var borað allan miðvikudaginn 11. desember og fram á kvöld og var borun hætt klukkan 21:30. Skol kom upp úr holu alveg þar til dýpið var um 2490 m eða 35 l/s af 55 l/s sem dælt var niður. Á umræddu dýpi hætti að koma upp og á sama tíma linaðist bergið undir krónunni. Því var ákveðið að bora eina stöng til viðbótar til að hafa smá sokk ef æð væri á 2490 m. Lokadýpi var 2506,4 m miðað við pall á Jötuni en 2500 m miðað við kjallarabrun. Sem sagt dýpsta hola á háhitasvæði fram til þessa. Mynd 7 sýnir skjámynd af síritunarkerfinu er borun var hætt.



Mynd 7. Mynd af síritunarkerfi Jötuns, lokadýpi 2506,4 m.

Áætlað var að skola í eina klukkustund. og taka upp um 100 m og skola þá á ný í einn tíma til og taka síðan strenginn úr holunni. Var það gert og síðan var byrjað að taka upp. Níu stangir voru brotnar út með kelly og síðan voru standar teknir í mastur. Á miðnætti aðfaranótt fimmtudagsins 12. desember lagðist að borstrengnum á 2147 m dýpi þar sem greinilega var lint berg og auðboranlegt skv. borhraða og álagi, en ekkert svarf kom upp á þeim tíma.

Mynd 6 sýnir borhraða (rauður), álag (blár) og hlutfallið borhraði/álag (gulur) á þeim kafla er bormenn lentu í vandræðum í upptektinni. Eftir baráttu frá miðnætti aðfaranótt fimmtudagsins 12. desember og fram til klukkan 5:30 var strengurinn laus, en á þessum tíma náðust upp 5 stangir. Strengurinn var síðan tekinn í stöndum upp í mastur og var þar allur ásamt kollum rétt fyrir klukkan 13 fimmtudaginn, 12. desember. Stýringar, bormótor og króna var brotið út. Því næst var hitamæli slakað niður í gegnum “poor boy” við 25 l/s dælingu (sjá mynd 10) og er fjallað um mælingar í borlok í kafla um borholumælingar.

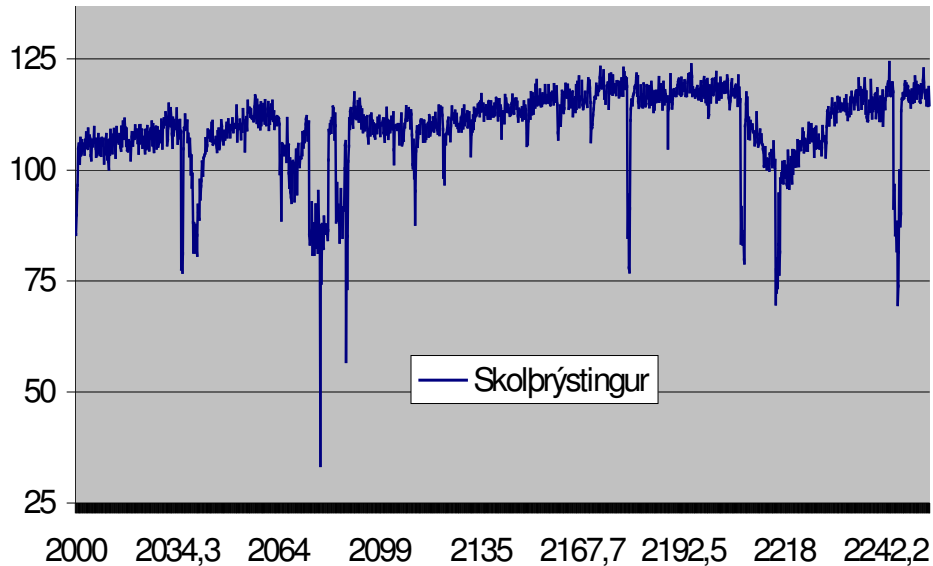
Þegar hyllti undir lok borunar voru upp hugmyndir um að setja ekki leiðara í holuna og voru ákeðnar forsendur taldar æskilegar þannig að hægt væri að mæla með því að hafa holuna leiðaralaus. Áhætta af því að hafa háhitaholuna leiðaralaus var talin verulega minni ef holan hefði staðist neðangreindar kröfur sem settar voru fram af ráðgjöfum á Rannsóknasviði OS:

- Holan standist áraun borunarinnar vel og ekki orðið mikið vart við skápamyndun eða hrún.

Staðarjarðfræðingur ROS fylgdist vel með boruninni og ekkert benti til þess að holuveggirnir væru hrungjarnir eða á annan hátt til vandræða. Einnig kom að fram á víddarmælingu í borlok að holuveggirnir voru að mestu leyti beinir og sléttir og lítið um skápa (sjá víddarmælingu á mynd 13).

- Holan sé með góða lekt, þ.e. að þrýstifall í vinnslu frá jarðhitakerfi inn í holuna sé ekki mikið. Ella er hætt á að holan falli saman, eins og dæmi eru um við fyrri borunir á Reykjanesi. Mælikvarði á lektina er ádælingarprófun í borlok. Æskilegt er að ádælingarstuðullinn sé á bilinu 5-10 (kg/s)/bar. Hann var um 7 (kg/s)/bar í holu RN-11 þar sem síðast var gerð vel heppnuð tilraun með að láta holu standa óstudda. Hún hefur allavega staðið þetta af sér til þessa en nauðsyn að forðast snöggar rennslis- og þrýstibreytingar. Þann 12. desember kom fram algert skoltap um stund í RN-12 í grennd við 2200 m dýpi og féll skolþrýstingurinn um 20 bar (sjá mynd 8). Til að ná framangreindri kröfu um góða gæfi hefði hann þurft að falla um 30 bar. Oftast batnar ádælingastuðullinn er borun lýkur og teljum við eðlilegt að taka mið af mælingum sem eftir er að gera við lokaákvörðun um hvort unnt sé að sleppa leiðaranum. Ráðleggingin er því að láta framangreindar kröfur um ádælingarstuðul ráða miklu við ákvörðunartökuna.

Eftir stutta ádælingarprófun í borlok var afráðið að setja ekki leiðara í holuna. Aðfaranótt föstudags voru settar niður strangir í holubotn og lauk því um klukkan 9 að morgni föstudagsins. Botn fannst á 2503 m þannig að sáralítið sem ekkert botnfall var í holunni. Þá var snöggkælt í gegnum strenginn fram að hádegi, síðan skipt yfir á utanádælingu og skoðað þrýstifall við að ádæling fór úr ~45 í ~5 l/s. Reyndist það um 5 bar en er ekki á að treysta sökum þess að þrýstimælir fór að hegða sér óeðlilega og því var mæld jöfnun í aðeins 950 m dýpi. Þótti það vita á gott að vatnsborð innan í streng var á um 220 m í stað 170 m deginum áður. Síðan var dæling tekin af en 5 l/s látnir leka á holuna utanmeð og var ákveðið að fara í frekari örvunaraðgerðir en þeim er lýst í kafla um þrepa-dælingu.



Mynd 8. Hegðun skolbrýstings frá 2000 metrum.

Tafla 1. Gangur borunar vinnsluhluta með 12 1/4" krónu.

Borkróna 12 1/4"	Dagur	Borun (m)	Bortími (klst.)	Meðalborhr. (m/klst.)	Tími á borkrónu (klst.)	Dýpi (m)
ZW67DC (HR S44C)	1. des	102	11	9,27	11	956
ZW67DC (HR S44C)	2. des.	139	20	6,95	31	1135
ZW67DC (HR S44C)	3. des.	199	20	9,95	51	1334
ZW67DC (HR S44C)	4. des.	207	20,5	10,1	71,5	1541
ZW67DC (HR S44C)	5. des.	181	20,5	8,83	92	1722
ZW67DC (HR S44C)	6. des.	192	18	10,7	110	1914
ZW67DC (HR S44C)	7. des.	95	9,5	10,0	119,5	2009
Samtals:		1115	119,5	9,4	119,5	2009
BZZ44CA3 (HR S44C)	8. des.	142	15	9,47	15	2151
BZZ44CA3 (HR S44C)	9. des.	139	19	7,32	34	2290
BZZ44CA3 (HR S44C)	10. des.	129	20	6,45	54	2419
BZZ44CA3 (HR S44C)	11. des.	87	18,5	4,70	72,5	2506
Samtals:		497	72,5	6,98	72,5	2506
Alls:		1612	192	8,52	192	2506

Tafla 2. Hallamælingar í borun.

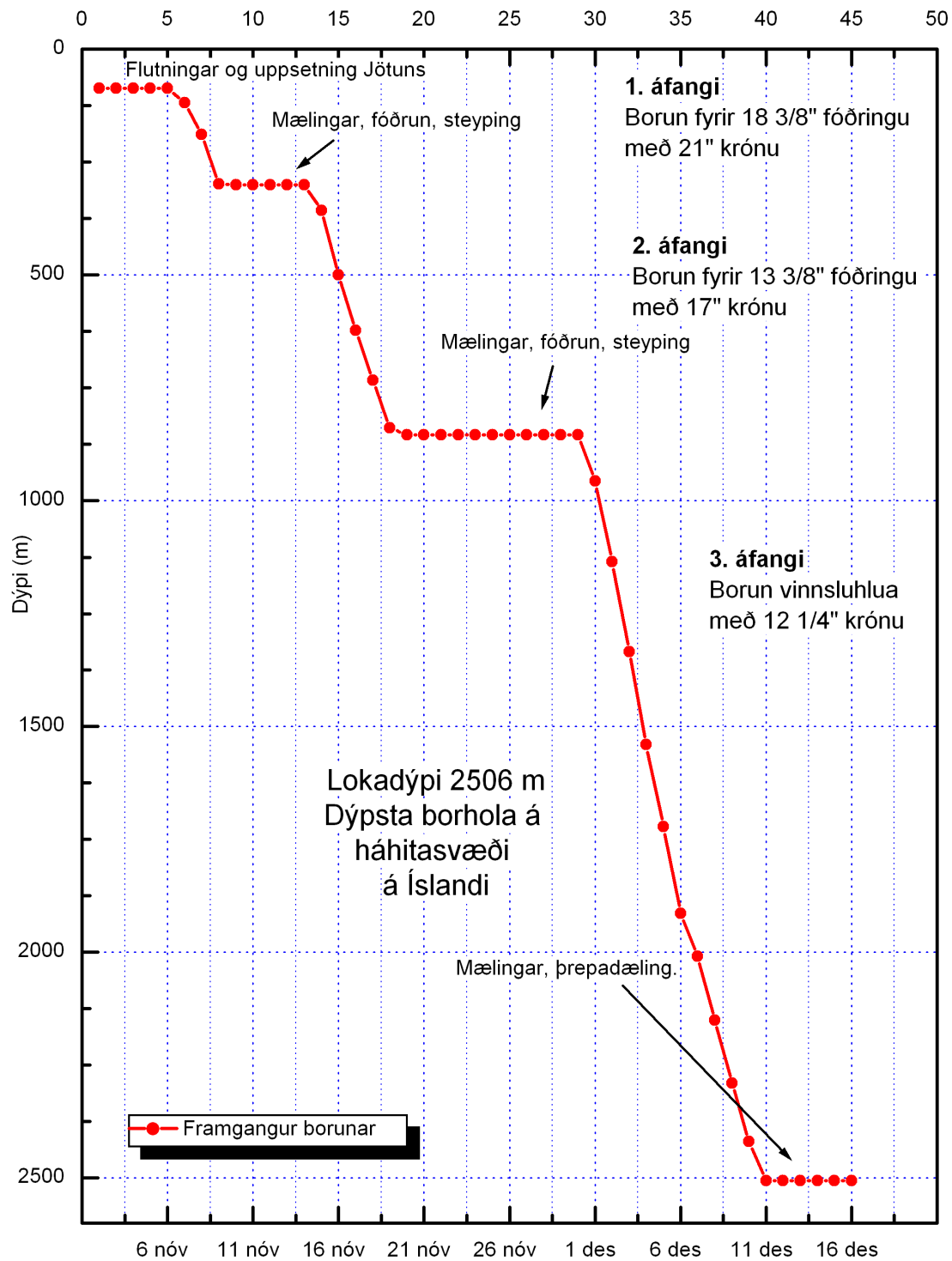
Dags.	Bordýpi (m)	Mældýpi (m)	Halli (°)
02-12-02	1025	1000	1,9
02-12-02	1131	1100	1,9
03-12-02	1227	1200	1,4
03-12-02	1334	1300	1,0
15-12-02	2506	1700	0,8
15-12-02	2506	2000	1,2
15-12-02	2506	2470	1,9



Reykjanes RN-12

3. áfangi

Verkdagar

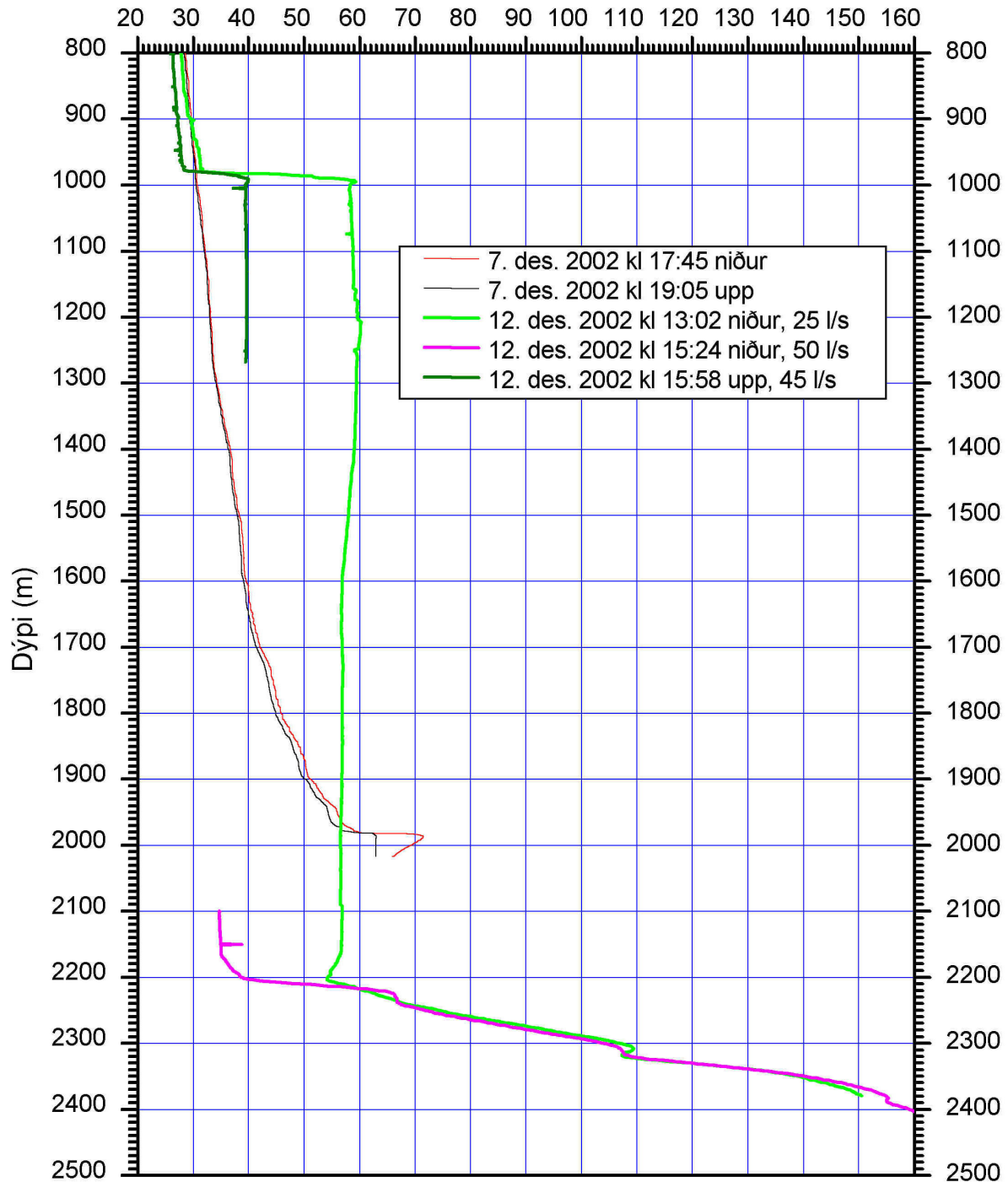


Mynd 9. Framgangur borunar RN-12.

Reykjanes hola RN-12

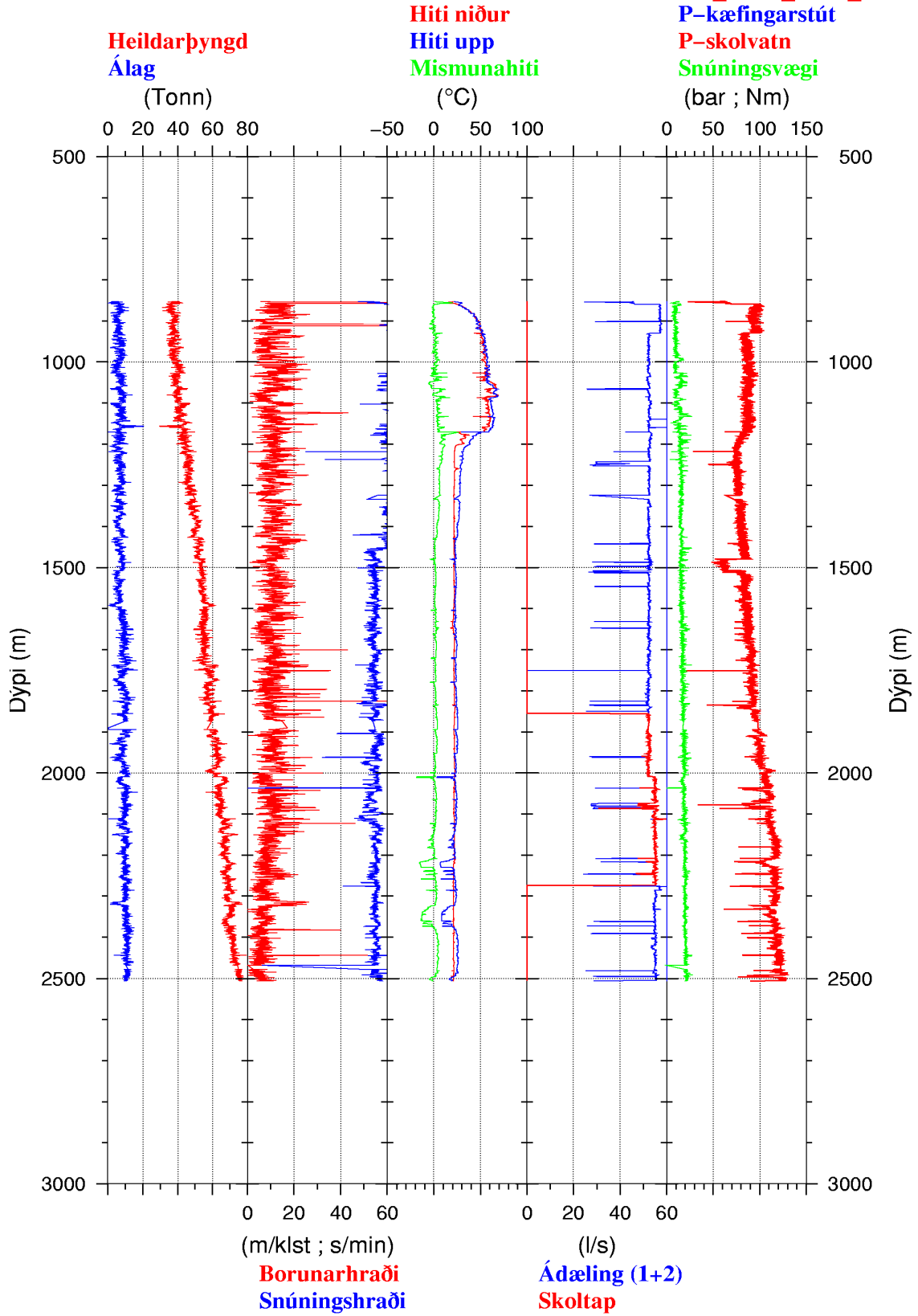
3. áfangi

Hiti (°C)



Mynd 10. Hitamæling í borlok, eftir upptekt.

Iteruð gögn (vaxandi dýpi, álag, borhraði) úr skránni: rn-12_vista_3-af_all.txt



Mynd 11. Síuð borgögn úr síritunarkerfi Jötuns.

3 JARÐLÖG, UMMYNDUN OG VATNSÆÐAR

3.1 Jarðlög og ummyndun

Svarfsýni voru tekin á tveggja metra fresti eins og venja er við boranir. Sýnin voru greind samhliða borun, bæði berggerð og ummyndun. Á mynd 12 eru sýnd jarðlög holunnar frá 854 m og niður undir botn holunnar á 2506 metra dýpi eins og svarf náðist, ásamt vísbendingum um ummyndun bergsins, vatnsæðum, borhraða og skolvatnsgögnum. Frumgögn um borhraða, skolun, hitastig skolvökva og annað sem skráð er í borun eru fengin úr skráningar- og mælikerfi Jötuns.

Neðan við fóðringarenda var byrjað að bora í móbergsm myndun en við og við sáu ummerki um þunna ganga (innskot) sem holan skar. Aðallega var um að ræða glerjað basalt gjarnan með breksúlögum inn á milli og gangarnir voru úr dökku ferkslegu og þétu basalti. Í efri hlutanum einkenndist ummyndun af epidóti, prehníti, kvarsí og pýrít og athyglisvert var að ekkert kalsít sást. Glerjað basalt og móbergstúff sást í efsta hlutanum en fljótlega tóku við glerrík hraunlög og neðri hluti þeirrar myndunar var á um 925 metrum. Þar fyrir neðan tók svo við þykk syrpa hraunlaga og millilaga úr glerjuðum karga en neðan við 1064 m varð greinileg breyting og þar var komið í móbergsm myndun. Ummyndun gaf til kynna að hitastig hefði einhvern tímann náð um 300° C en þesskonar ummyndun var áberandi í kringum 1000 metra þar sem fannst töluvert af granati. Þá ber mjög lítið á kalsíti en kalsít hverfur þegar hitastig er nærri 300 gráðum. Þær steindir sem fundust gegnumgangandi voru epidót, kvars, anhýdrít og pýrít og wollastónít var farið að sjást neðan við 1000 metra. Ummyndunarsteindir og útfellingar voru að jafnaði fátæklegri í þéttari jarðmyndunum eins og hraunlögum, holufyllingarnar voru minni og ræfilslegri en þegar kom í gropnari jarðlög urðu þær aftur meira áberandi.

Hraunlög eða meðal- til grófkorna basaltlög, sum hver glerjuð, héldu síðan áfram niður undir rúmlega 1400 metra Þau voru að mestu leyti vel kristölluð utan neðsti hlutinn og því líkast til innskotsberg eða þétt og þykk hraunlög. Þar neðan við tók við syrpa af túffi og breksíu. Ummyndun var minni neðan við 1400-1500 metra þar sem wollastónít minnkar en líklega er það vegna minni lektar þar sem jarðlögin voru þétt og lítt sprungin að sjá. Um 100 metra þykkur kafli af grófkorna basalti tók við af móberginu og var það einsleitt, lítið glerjað og vægt dílótt og algengt að sjá oxun í þessari myndun en einnig var slangur af blöðrum. Myndunin er lagskipt hvað blöðrur varðar og alls ekki ólíklegt að þetta sé þykkt innskot. Undir þessi grófkornótta basalti liggur síðan glerjað basalt og þar finnst fyrst amfiból á 1626 metra dýpi. Heildarummyndun (hversu mikið bergið er soðið) vex síðan með dýpi og amfiból fannst við og við til botns en ekki fannst mikið af því. Algengast var að finna amfiból í glerjuðu basalti þar sem lekt er að jafnaði meiri. Alls staðar var mikið af epidóti og pýrít var einnig algengt, örugglega ásamt öðrum líkum súlfíðum. Granat var ekki algengt, en talsvert er um sphalerít sem er Zn-Fe súlfíð og er appelsínugult og ekki ólíkt granati. Engu að síður, glögg merki eru um mikinn hita – um og yfir 300°C.

Niður undir botn holunnar á 2506 var að mestu farið í gegnum kristölluð basaltlög sem sum hver eru greinilega bólstra- eða breksíumyndanir en önnur er þessleg að þau eru líkast til hraunlög. Við og við skera innskot staflann og rétt neðan við 1850 metra er um tuttugu metra þykkt tiltölulega fersklegt innskot úr þétu dökku basalti. Ofan við

innskotid eru glerrík basaltlög en neðan við er komið í móbergsmýndun þar sem túff er ráðandi.

Önnur móbergssyrpa er síðan frá 1870 metrum og niður undir 1920 metra þar sem tekur við grófkorna basaltinnskot. Þá er meira móberg á milli 2050 og 2100 metra en víða eru í staflanum dökk og þétt fínkorna innskotabasalt og í sprungufyllingum sáust steindir eins og epidót, prenit og wollastónit saman og amfíból sést við og við. Þetta steindasamfélag gefur til kynna hita nálægt 300°C en kalsít sést einnig í stökum kornum. Ef kalsítid er ættað af þessu dýpi þá getur það verið merki um kaldara innflæði í jarðhitakerfið.

Frá 2400 metrum og niður undir botn var borað í þunn fínkorna basaltinnskot og svo meðalkorna blöðrótt basalhraunlög og e.t.v. eru einhver meðal-grófkorna innskot. Ummyndun sýnir eingöngu háhitasteindir.

3.2 Vatnsæðar og hiti

Fyrsta tap sem vart varð við var í 1170 m og var það mælt á dælum um 30 l/s en síðan minnkaði tapið og var orðið um 4 l/s á 1227 m. Frá þeim tíma var farið að þynna leðjuna og blanda með vatni. Fyrst eftir að leðjan var skoluð út holunni fór tap vaxandi og var að jafnaði um 20-30 l/s alla borunina. Stórt tap varð í 2158 metrum (allt tapaðist) og aftur í 2217 metrum eftir að tekið hafði verið upp og skipt um krónu. Á hitamælingu sem gerð var fyrir krónuskipti í 2009 m sést að holan kælir sig í botn en sjá má að minnsta kosti 5 æðar í holunni (sjá mynd 4) og sú öflugasta á 1980 m. Eftir upptekt þegar holan hafði ná 2506,4 metra dýpi var hún hitamæld (mynd 10) og kom þá í ljós að virkustu æðar holunnar voru á 980 og á 2200 metrum. Ekki var hægt að mæla niður fyrir 2380 metra vegna hita og var kæling því aukin. Þá kom í ljós að æðin á 2200 metrum var í raun tvær æðar, sú eftir á 2160 m og önnur á 2207 m. Í lok örvunar sáust tvær æðar á 1200 og 1280 metrum. Hiti í holunni sem metinn er út frá ummyndunarsteindum er yfir 300°C eins og áður hefur verið tekið fram.

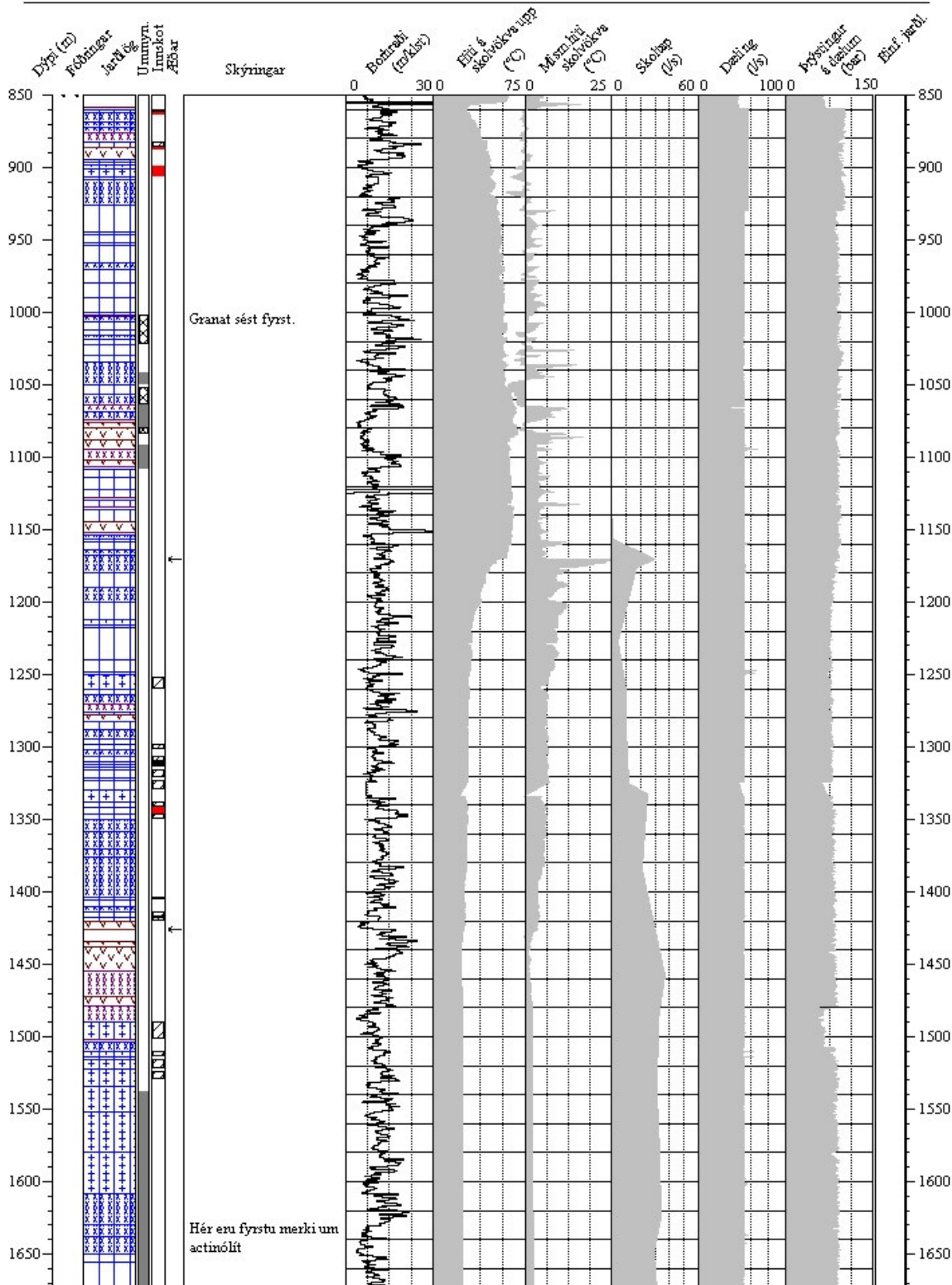


Staður: Reykjanes
Holunafn: RN-12

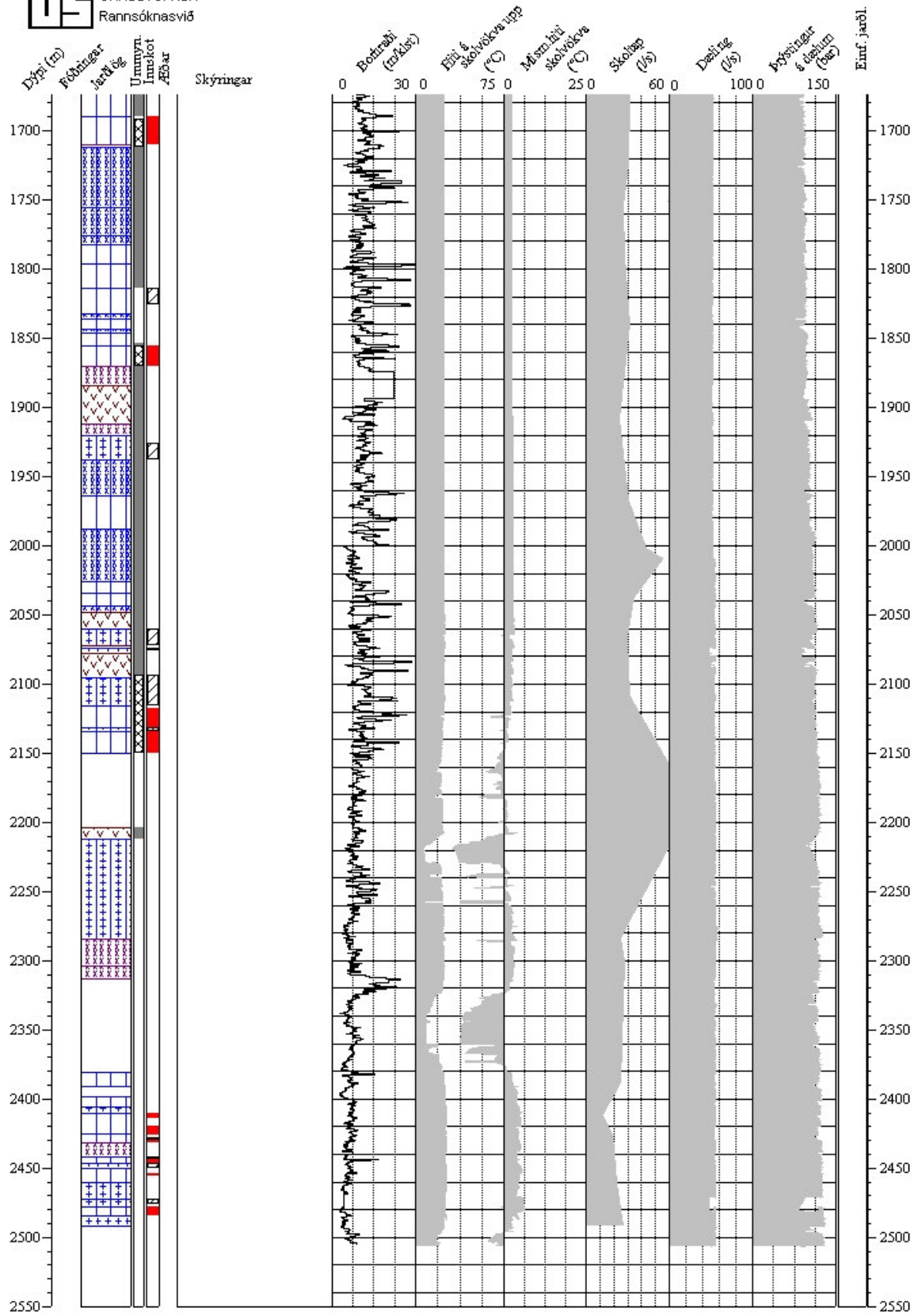
Bor: Jötunn
Dýptarbil: 854-2500 m

Skolvökvi: Leðja/vatn
Verkhlutí: 3. áfangi

Staðarnúmer: 18912
Starfsmenn: HF-SSJ o-BRK-AsG



Mynd 12. Jarðlög, borhraði og skolmælingar.



Mynd 11. framhald.

4 BORHOLUMÆLINGAR

Í töflu 3 eru taldar upp þær mælingar sem gerðar voru í 3. áfanga borunar RN-12. Mælingunum er unnt að skipta í þrjá hluta:

1. Hitamælingar í opinni holu í lok borunar til að kortleggja æðar (myndir 4, 10 og 17).
2. Jarðlagamælingar í opinni holu til að fá upplýsingar um jarðlög holunnar (mynd 19).
3. Hita- og þrýstimælingar við örvun holunnar (myndir 14, 15, 16, 17 og 18).

4.1 Hitamælingar í opinni holu

Rúmir 1100 metrar voru boraðir áður en þörf var á að hitamæla holuna. Borun var stöðvuð í 2009 metrum og strengur tekinn í stöndum upp í mastur til að skipta um krónu. Hitamæli var rennt í holuna klukkan 17:45 þann 7. desember og var ádæling á holutopp 27 l/s. Engar fyrirstöður fundust í holunni og rann mælir í botn. Hitamælingarnar eru sýndar á mynd 4 og eru sýndir tveir ferlar. Fyrri mælingin var gerð klukkan 17:45 og síðan var mæld upphitun í um 30 mínútur. Þá kom fram að holan kólnaði frá fyrri mælingu til þeirrar seinni og eru merki um æð í 1980 metrum sem veldur kælingunni. Truflun á ferlunum við botn er talin stafa af drullu sem mælirinn hefur stungist ofan í við botn.

Eins og fram kemur í borsögukafla var nokkrum vandkvæðum háð að ná stengnum úr holunni þegar lokadýpi var náð, en það tókst að lokum og var þá var hitamæli slakað niður í gegnum “poor boy” við 25 l/s dælingu þann Tvær æðar voru helst áberandi í holunni, á 980 og 2200 m. Ekki var hægt að mæla nema í u.þ.b. 2380 m dýpi vegna hita. Kæling var aukin með því að auka ádælingu í um 50 l/s en það var þó ekki til þess að neðri hluti holunnar kólnaði. Við ádælinguna kom í ljós að æðin sem sást vel og greinilega í 2200 m var í raun tvær æðar, sú efri á 2160 m en sú neðri á 2207 m. Í kafla um hita- og þrýstimælingar í örvun holunnar kemur fram að fleiri æðar sáust í hitamælingu eftir þriðju ádælingu (mynd 17) og eru þær á 1200 m og 1280 m dýpi.

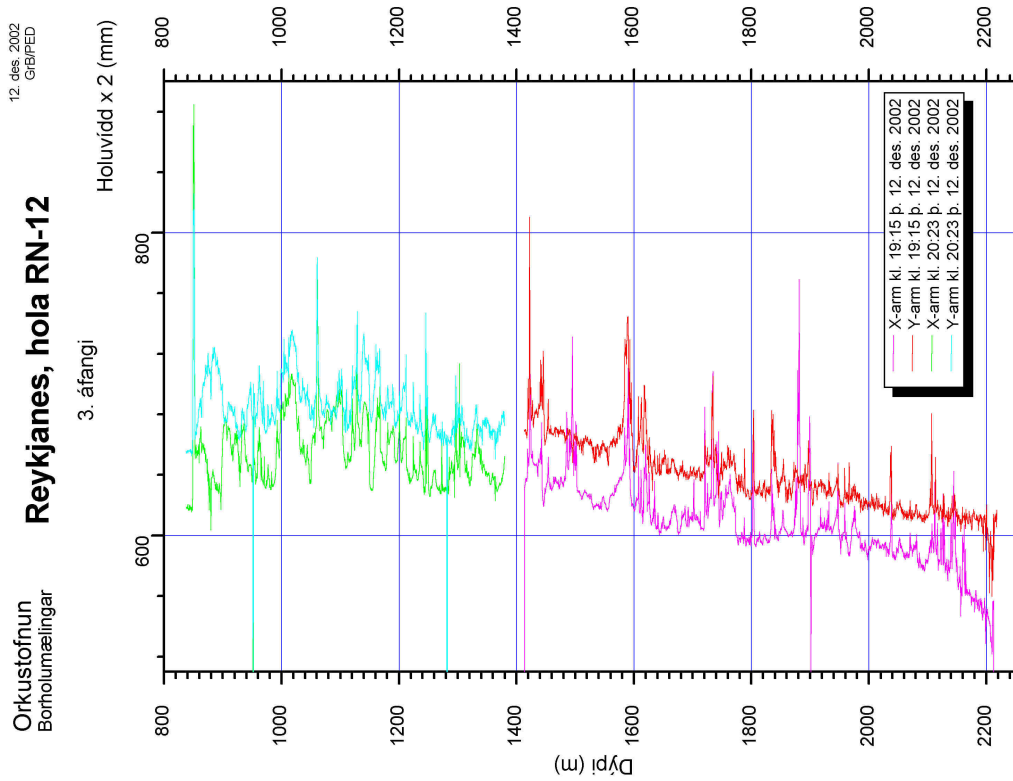
Holan var hitamæld um einum mánuði eftir að borverki lauk og er hitamælingin sýnd á mynd 20. Holan hitnar talsvert hratt niður í 1000 metra en þar fyrir neðan er ferillinn beinni sem bendir til niðurrennslis úr æðinni í 980 metrum.

4.2 Hita- og þrýstimælingar vegna örvunar

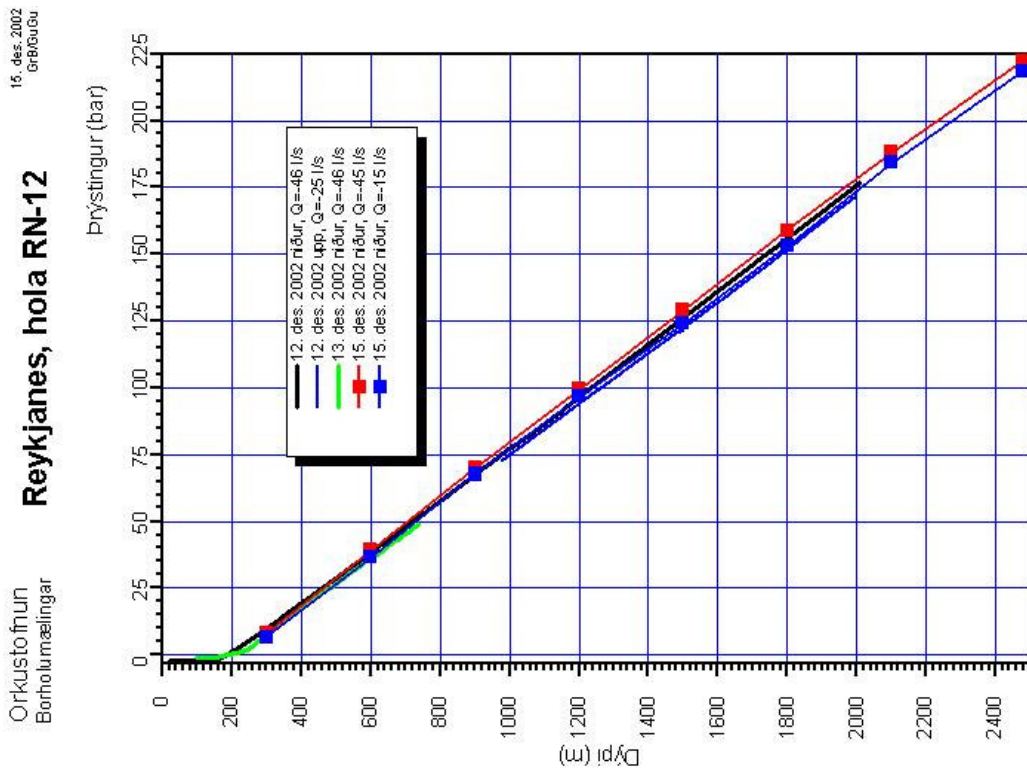
Eftir upptekt var hitamælt með 25 l/s ádælingu gegnum “poor boy” stút og voru tvær æðar áberandi í holunni, á 980 metrum og 2200 (mynd 10). Ekki var hægt að mæla nema niður í um 2380 metra vegna hita. Eftir að dæling var aukin í 50 l/s kom í ljós að æðin á 2200 m var í raun tvær æðar sú efri á 2160 og neðri æðin á 2207 metrum. Neðri hluti holunnar kólnaði lítið sem ekkert við aukna ádælingu. Að loknum hitamælingum var settur niður þrýstimælir og fannst vatnsborð á 170 metra dýpi við 46 l/s ádælingu (sjá mynd 14). Í fyrstu var farið með mælinn í 2000 metra dýi og tekin jöfnun við að minnka dælingu í 25 l/s. Þrýstibreytingin var rúmlega 4 bar sem er ígildi þess að ádælingarstuðull holunnar sé 4–5 l/s fyrir hvert bar. Telst það gott en gæti verið betra.

Tafla 3. Yfirlit borholumælinga í 3 áfanga.

Dagsetning	Tími	Mæling	Dýptarbil	Tilgangur	Skrá	Athugasemdir
7. des. 2002	17:45-18:29	Hiti	70-2009	Hiti	h200212071745	Q=-27 l/s
7. des. 2002	18:30-19:00	Upphitun	2009	Upphitun	h200212071830	Q=-27 l/s
7. des. 2002	19:05-19:40	Hiti	2009-0	Hiti	h200212071905	
12. des. 2002	13:02-13:53	Hiti	35-2379	Hiti	h200212121302	Q=-25 l/s (kv. 26-11-02)
12. des. 2002	13:57-15:17	Upphitun	2199.9	Upphitun	t200212121357	Q=-25 l/s (52 l/s kl. 13:58)
12. des. 2002	15:24-15:34	Hiti	2100-2406	Hiti	H200212121524	Q=-56 l/s
12. des. 2002	15:58-16:14	Hiti	1268-262	Hiti	H200212121558	Q=-46 l/s
12. des. 2002	16:30-17:00	Þrýstingur	23-2007	Þrýstingur	P200212121630	Q=-46 l/s
12. des. 2002	17:02-17:44	Þrýstingur	2000	Þrýstingur	P200212121702	Q=-46 l/s 1. þrep Q breytt úr 25 l/s í 46 l/s kl. 17:07
12. des. 2002	17:44-18:01	Þrýstingur	2000-980	Þrýstingur	P200212121744	Q=-25 l/s Forrit klikkar aftur.
12. des. 2002	19:15-20:20	Vídd	2217-1409	X-armur	X200212121915	Q=-25 l/s Ókvarðað
12. des. 2002	19:15-20:20	Vídd	2217-1409	Y-armur	Y200212121915	Q=-25 l/s Ókvarðað
12. des. 2002	20:23-21:05	Vídd	1379-838	X-armur	X200212122023	Q=-25 l/s Bilar í 1390. Ókvarðað
12. des. 2002	20:23-21:05	Vídd	1379-838	Y-armur	Y200212122023	Q=-25 Bilar í 1390. Ókvarðað
13. des. 2002	12:42-13:12	Þrýstingur	0-950	Þrýstingur	P200212131242	Q=-46 l/s. Mælir leiðinlegur
12. des. 2002	13:10-13:33	Þrýstingur	950	Þrýstingur	P200212131310	Q=0 l/s
15. des. 2002	16:19-17:18	Hiti	0-2480	Hiti	H200212151619	Q=-45 l/s Kuster K10630 festur neðan í. Stoppað á 300 m fresti.
15. des. 2002	17:21-18:03	Upphitun	2480	Upphitun	T200212151721	Q=-45 l/s
15. des. 2002	18:03-18:54	Hiti	2480-200	Hiti	H200212151803	Q=-15 l/s
16. des. 2002	07:37-08:15	Hiti	105-2350	Hiti	h200212160737	Q=-46 l/s
16. des. 2002	08:28-08:40	Hiti	2100	Upphitun	t200212160828	Q=-45 l/s. Lítil von til að fá x-over neðan 220 m dýpis
16. des. 2002	10:12-11:47	X-vídd	2250-824	X-vídd	x200212161012	Q=-46 l/s
16. des. 2002	10:12-11:47	Y-vídd	2250-824	Y-vídd	y200212161012	Q=-46 l/s
16. des. 2002	13:49-13:55	Viðnám 16"	900-1067	Jarðlög	s200212161349	Q=-46 l/s
16. des. 2002	13:49-13:55	Viðnám 64"	900-1067	Jarðlög	l200212161349	Q=-46 l/s
16. des. 2002	13:49-13:55	Sjálfsþenna	900-1067	Jarðlög	a200212161349	Q=-46 l/s
16. des. 2002	14:23-15:07	Viðnám 16"	2250-824	Jarðlög	s200212161423	Q=-46 l/s
16. des. 2002	14:23-15:07	Viðnám 64"	2250-824	Jarðlög	l200212161423	Q=-46 l/s
16. des. 2002	14:23-15:07	Sjálfsþenna	2250-824	Jarðlög	a200212161423	Q=-46 l/s
16. des. 2002	17:25-19:36	Nat-Gamma	2044.5-1032	Jarðlög	gn200212161725	Q=-46 l/s. Mælt með Econoline - styttri vír.
16. des. 2002	17:25-19:36	Nifteindir	2044.5-1032	Jarðlög	gn200212161725	Q=-46 l/s. Mælt með Econoline - styttri vír.



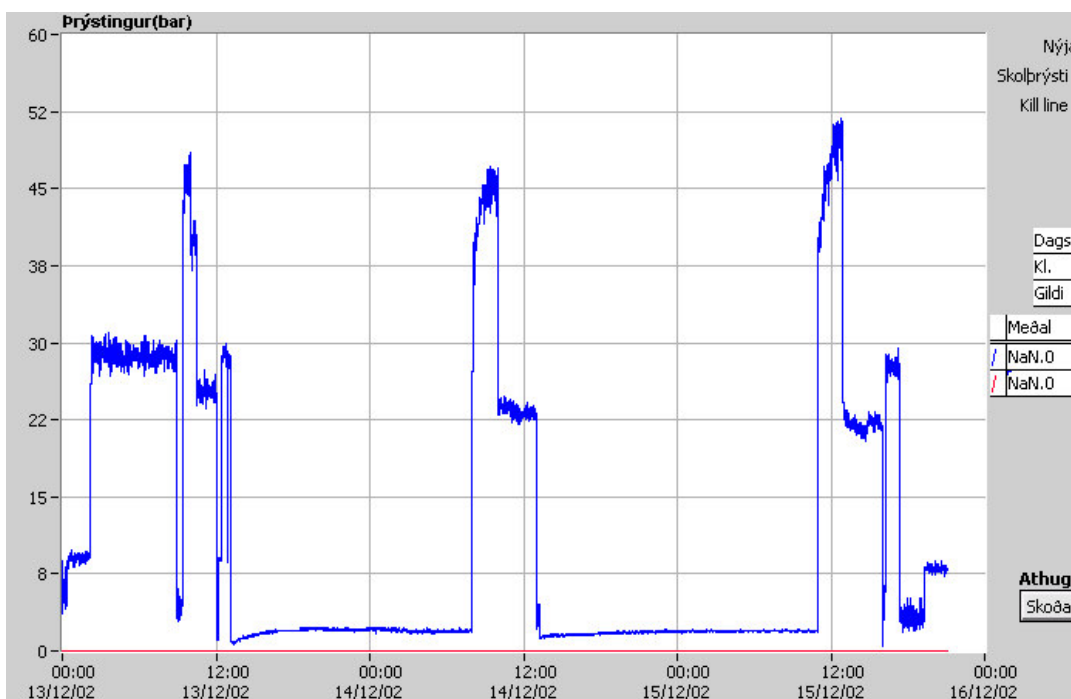
Mynd 13. Víddarmæling.



Mynd 14. Mælingar á þrýstingi í hola RN-12.

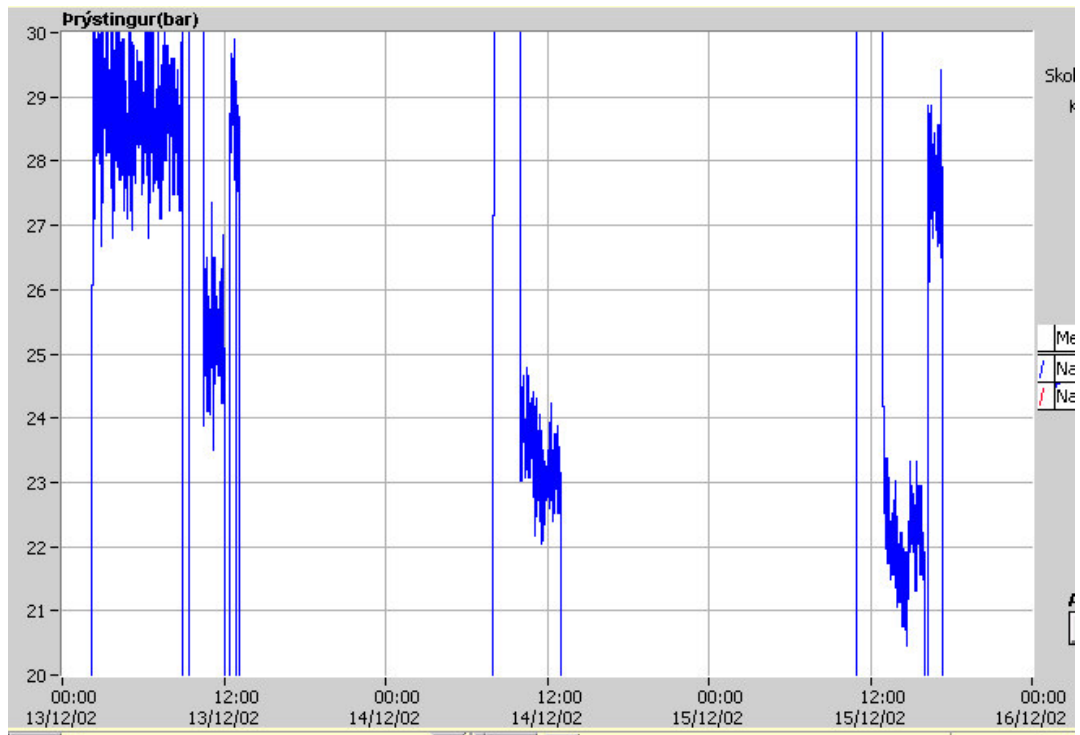
Í ljós þeirrar niðurstöðu var ákveðið að setja ekki leiðara í holuna. Aðfarnótt föstudagsins 13. desember voru settar stangir niður undir botn sem fannst á 2503 m og var því um 3 m botnfall í holunni. Snöggkælt var í gegnum strenginn í um þrjá tíma en síðan var skipt yfir á utanádælingu og þrýstifall skoðað við að ádæling fór úr ~45 í ~5 l/s. Reyndist það vera um 5 bar en því var ekki treystandi sökum þess að þrýstimælir fór að hegða sér óeðlilega og var því mæld jöfnun á 950 m dýpi. Góðs viti var hins vegar að vatnsborð innan í streng var á u.þ.b. 220 m í stað 170 m deginum áður.

Holan var örvuð þriðja sinni að morgni sunnudagsins 15. desember. Dælt var frá klukkan 11 og fram til klukkan 16. Enn virtist sem þrýstingur í 45 l/s ádælingu hefði lækkað, að þessu sinni um 1 bar í stað 2 bar deginum áður, á laugardag. Myndir 15 og 16 sýna sögu þrýstings á “stand pipe” í þremur örvunum föstudag, laugardag og sunnudag. Alltaf var beitt sömu aðferð við kælipúlsana, fyrst dælt um og yfir 55 l/s þar til kerfið var nánast tómt en þá slegið af niður í tæpa 46 l/s.



Mynd 15.. Saga dæluþrýstings í þremur örvunum.

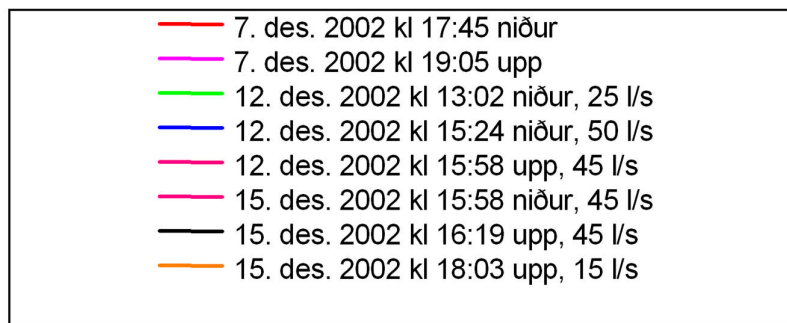
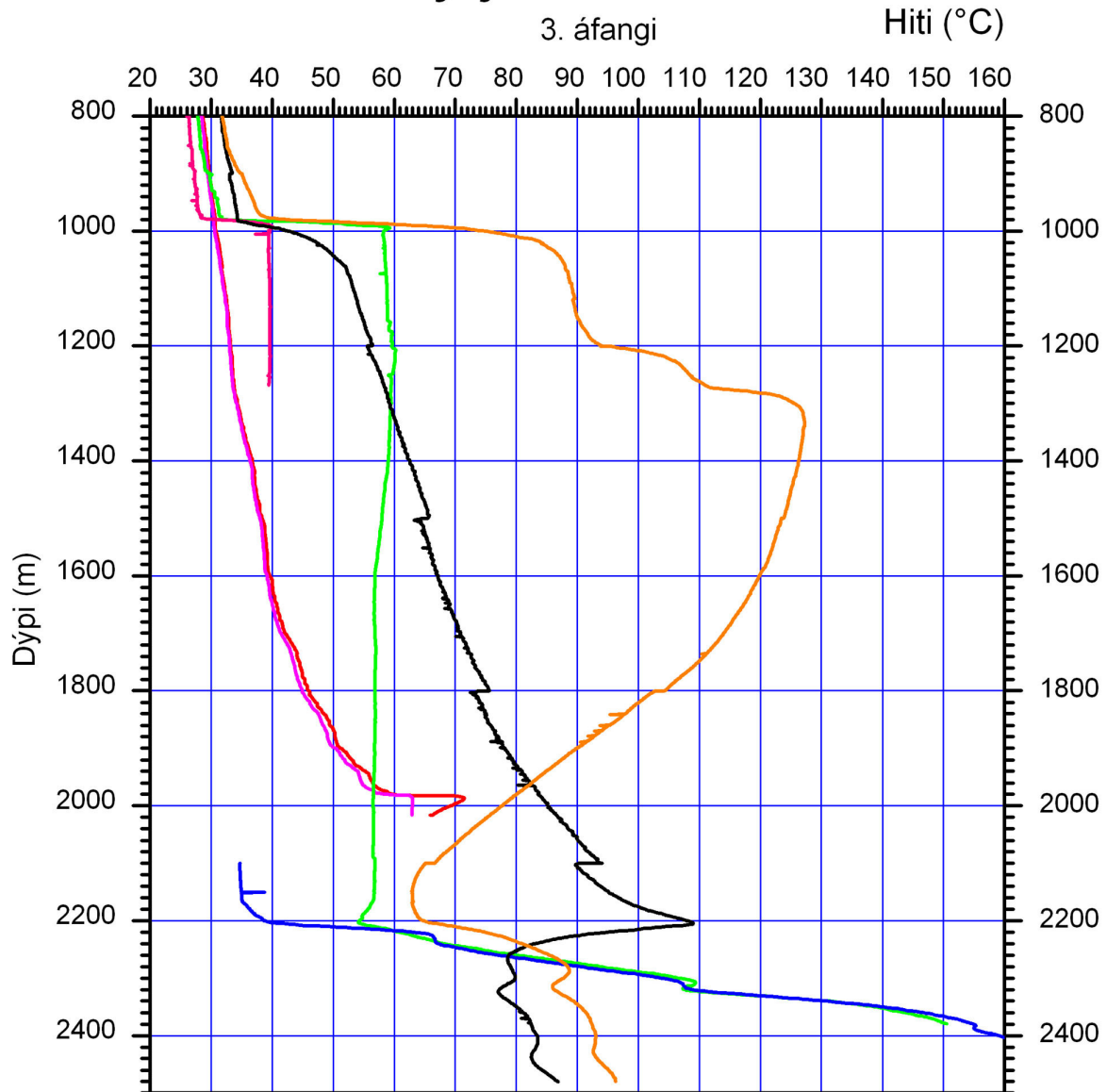
Á mynd 16 er búið að blása upp dæluþrýsting sem ríkti í kælipúlsunum þremur. Sökum þess að aðstæður voru nákvæmlega þær sömu í öllum þremur tilvikum má ætla að þrýstingsbreyting milli kælipúlsa stafi eingöngu af minnkuðu rennslisviðnámi í æðum holunnar. Á mynd 16 sést að í kælingu föstudaginn 13. desember var þrýstingurinn um 25,5 bar, laugardaginn 14. desember var þrýstingurinn 23,5 bar og á sunnudaginn 15. desember var þrýstingurinn 22,5 bar. Samtals hafði því þrýstifall milli holu og jarðhitageymis minnkað um 3 bar ef eingöngu er tekið mið af þessum gögnum.



Mynd 16. Dæluþrýstingur þegar 46 l/s er dælt niður örvunarstreng.

Verulegur fengur er af skráningarkerfi Jötuns í svona aðgerðum. Skilar það einkum tvennu; mikilli nákvæmni og áreiðanleika í túlkun örvunargagna og eins sparar búa- aðurinn nokkrar mæliferðir niður holuna eftir hvern kælipúls.

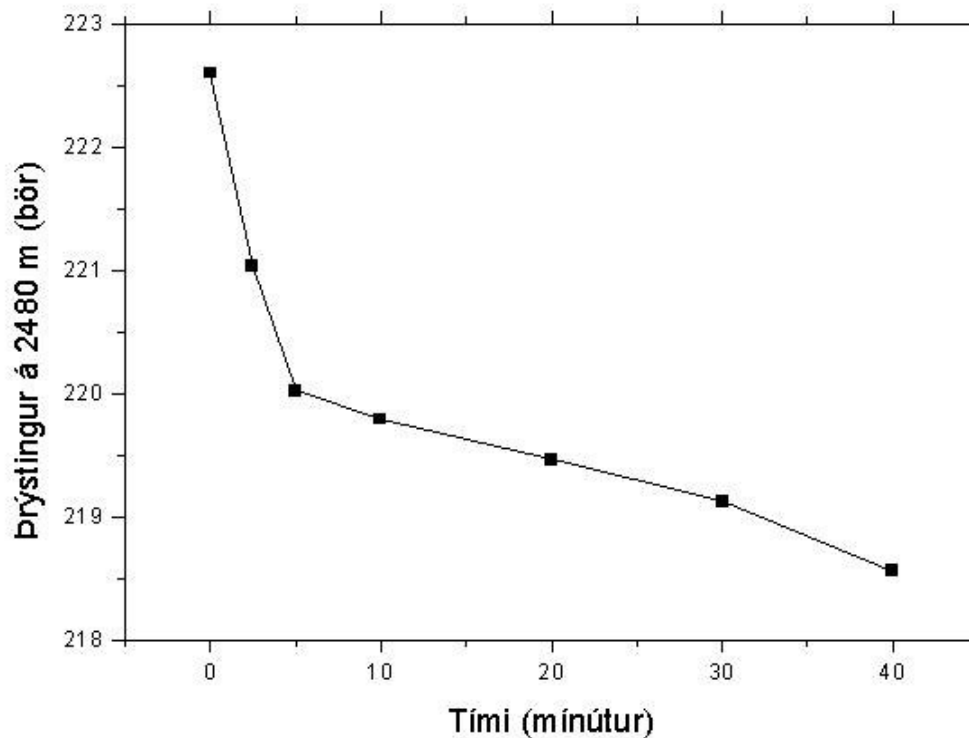
Þegar þriðju örvun var lokið var farið með hita- og þrýstimæla niður holuna. Á mynd 17 eru sýndar hitamælingar og mynd 14 sýnir þrýstimælingar með dýpi. Sökum þess að rafmagns-þrýstimælir ROS virkaði mjög ekki sem skildi, var þrýstingurinn mældur með Kuster háhitamæli og stoppað á 300 m fresti til að ná dýpisprófilum. Fyrir vikið er hitaferillinn frá 15. desember niður holuna skörðóttur (mynd 17) og mætti halda að æð komi nákvæmlega á 300 m fresti. Svo er ekki, heldur er holan að kólna utan við strenginn meðan mælt var og skýrir það hitastökkinn á 300, 600, 900 o.s.frv. m dýpi. Þegar mælir var kominn nánast niður að einstefnulokanum (2480 m) var utanáðælingin minnkuð úr 46 í 15 l/s og tekin jöfnun í 40 mínútur. Síðan var hiti mældur upp holuna. Ber þá svo við að nú sjást vel æðar í 1200 og 1280 m til viðbótar við áður þekktar æðar í 980 og u.þ.b. 2200 m. Þá er kælipollur í ca 2320 m dýpi sem kann að benda til þess að þarna hafi farið út vatn í örvuninni. Hins vegar krossast hitaferlar, sem mældir voru í lok örvunaraðgerða þann 15. desember, á um 2240 m dýpi sem er túlkað á þann veg að sáralítill lekt sé í holunni neðan þess dýpis.



Mynd 17. Hitamælingar í lok örvunar.

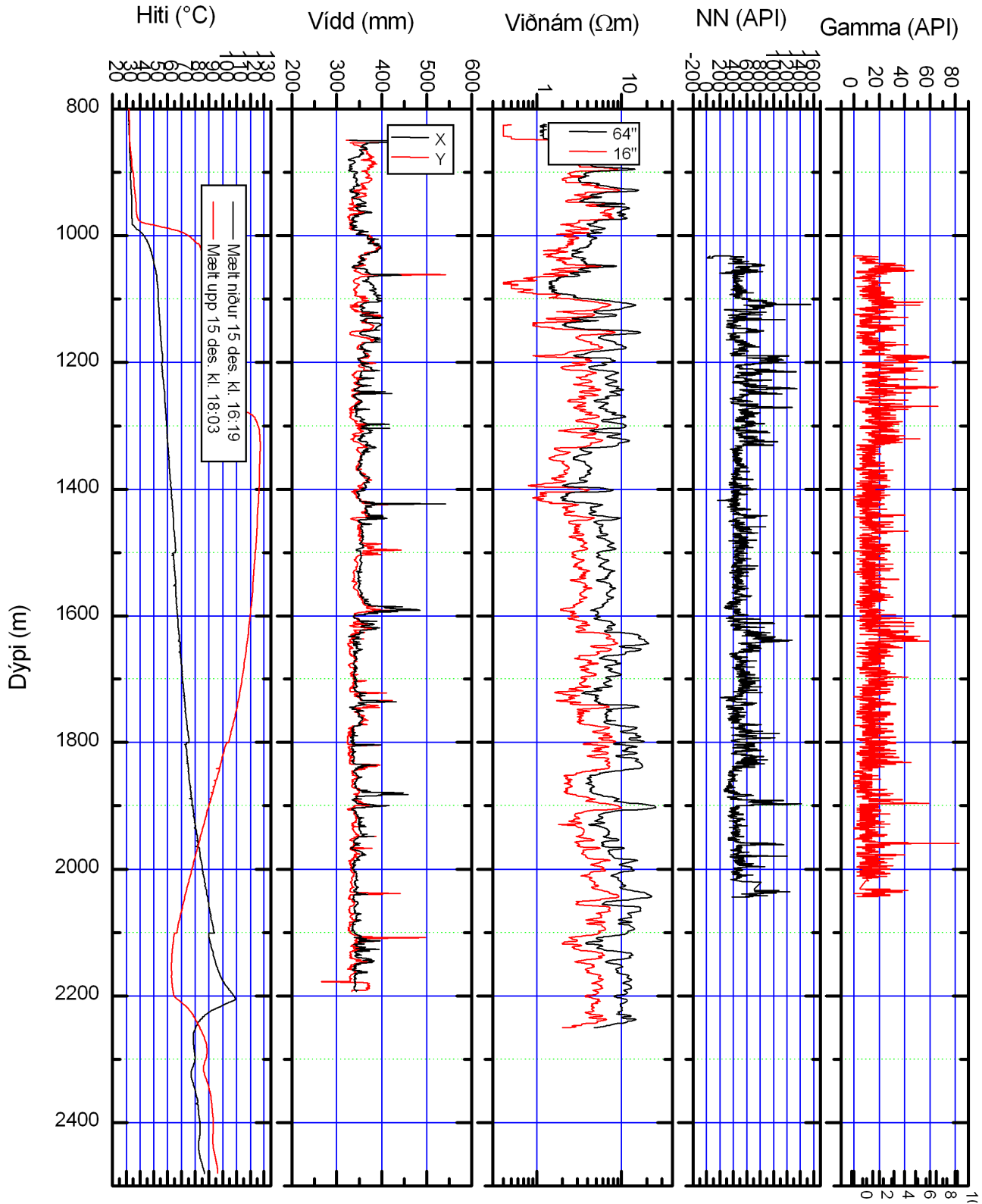
Mynd 14 sýnir þrýsting með dýpi í bæði 45 og 15 l/s utanádælingunni. Þessi þrýstigögn má hafa til hliðsjónar þegar meta skal æðaprýstinginn á 1200–1300 m dýpi, auk þess sem þau að sjálfsgöðu sýna þrýstifallið við að ádæling minnkar um 30 l/s.

Mynd 18 sýnir að lokum þrýstifallið við stangarendann á 2480 m dýpi við að ádæling minnkaði um 30 l/s. Þessi þrýstibreyting er talin nánast sú sama og utan strengsins á 2200 m dýpi sökum þess að holuhitinn breyttist sáralítið neðan 2200 metrana þær 40 mínútur sem jöfnunin var mæld. Myndin sýnir tvennt, í fyrsta lagi að þrýstingurinn fellur langhraðast strax fyrstu 4–5 mínúturnar sem er einhver blanda af iðustreymistöpum og tregðu í aðalæðinni á 2200 metrum og í öðru lagi að ádælingarstuðull holunnar er (30 l/s)/(3,5 bar) sem svarar til ádælingastuðuls upp á 8,5 (l/s)/bar. Má hafa hér til hliðsjónar að ádælingarstuðullinn var 4–5 (l/s)/bar strax eftir upptekt. Örvunin virðist því svo sannarlega hafa borið árangur og ætti að auka líkurnar á því að holan þoli vel að vera leiðaralaus.



Mynd 18. Þrýstijöfnun við enda strengs þegar ádæling minnkar úr 45 í 15 l/s.

3. áfangi



Mynd 19. Jarðlagamælingar.

4.3 Jarðlagamælingar í opinni holu

Eftir upptekt var hitamælt eins og greint er frá hér að ofan og að loknum þrýstimælingum til að finna vatnsborð og þrýstijöfnun á 2000 metrum var holan víddarmæld frá 2220 m dýpi og reyndist ágætlega slétt og lítið um skápa. Sérstaklega var könnuð vídd við fyrirstöðuna sem kom í upptekt á u.þ.b 2145 m dýpi þar sem féll að strengnum eins og greint er frá í borsögukafla. Þar er nú smáskápur en engin þrenging. Víddarmælingin er sýnd á mynd 13 og þarf að deila í mælt gildi með um það bil 2 til að fá rétt gildi.

Þegar örvunaraðgerðum var lokið var holan jarðlagamæld. Niðurstöðurnar úr þeim mælingum eru sýndar á mynd 19.

Talsverður breyting er á hegðun gamma- og nifteindamælingar neðan við um 1130-1140 metra og eins langt og mælingin nær og er ekki lagt mat á það hér hvort þessi munur á sér hliðstæðu í jarðlögum eða hvort um er að ræða bilun eða breytingu á stillingum mælis. Mælingar á náttúrulegri gammageislun og nifteindadreifingu ná aðeins niður í rúma 2000 metra og er það vegna bilunar í mælingabíl og var því mælt með bíl sem hafði ekki lengri vír. Athyglisvert er að ferlar gamma- og nifteindamælingar eru sláandi líkir og nánast eins og er ekki til skýring á því.

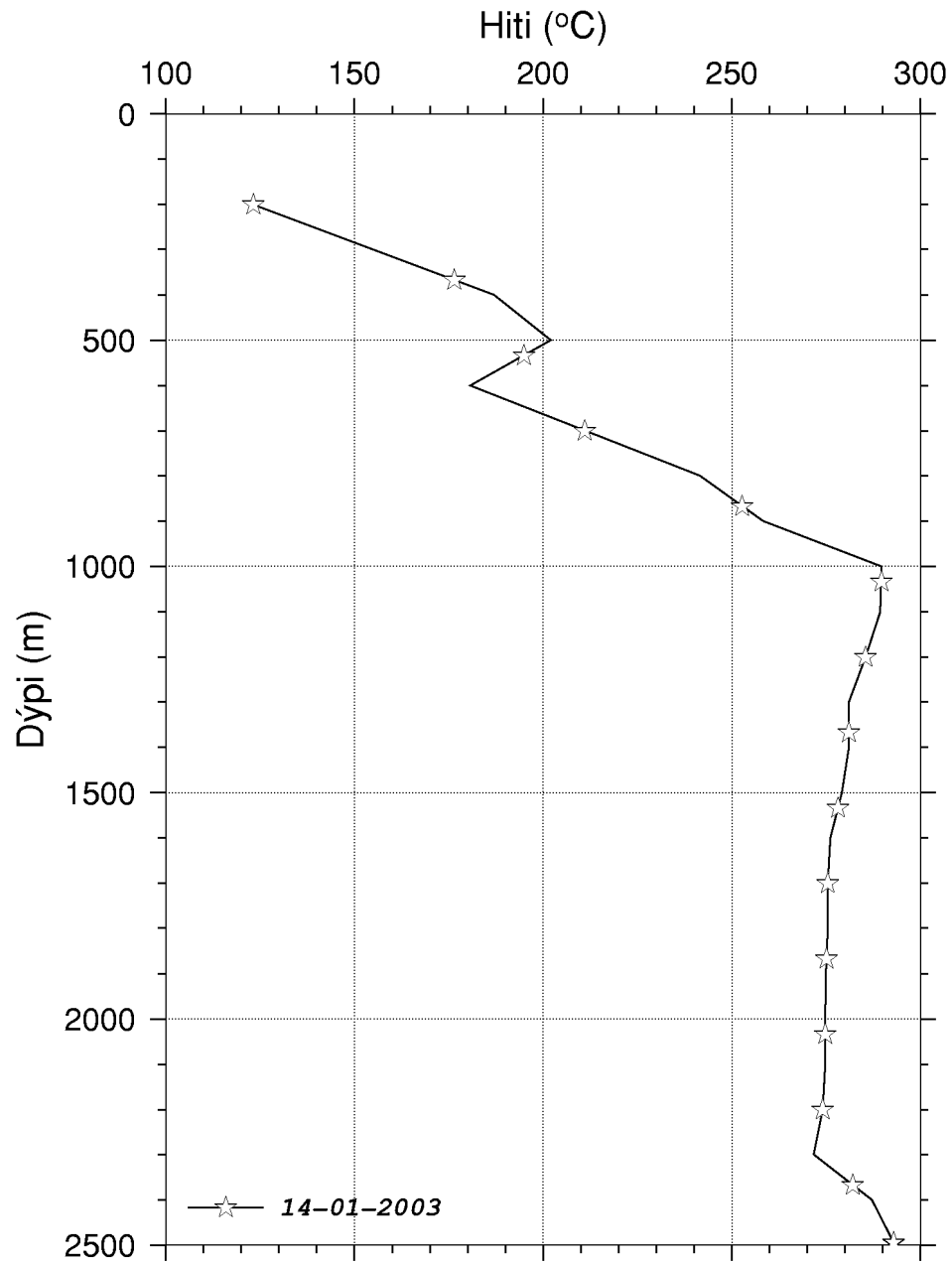
Nokkur frávik í viðnámi falla saman við frávik í gamma og nifteindamælingu og er þar helst um að ræða túff eða móbergskafli. Móbergskafli á um 1100 metrum kemur fram sem lækkað viðnám, svo og móberg rétt neðan við 1400 metra. Hærri gamma- og nifteindatalnig er rétt neðan við 1600 metra og þar eru fyrstu merki um amfíból og gæti verið um að ræða útfellingaríka fyllta æð en í hitamælingu er ekkert sem bendir til að þarna sé virk æð. Bergið á þessum stað er glerjað basalt. Á um 1900 metrum er móbergskafli (samkvæmt svarfgreiningu) sem kemur fram sem lækkað viðnám og herra gamma og hærri nifteindatalning. Kaflinn frá um 1200 metrum og niður í um 1340 metra er með mjög sveiflukenndu útslagi á gamma og nifteindum og gæti verið þunnlögóttur hraunlagakafli með kargalögum.

Engin þykk innskot sjást og ekki mikil fylgni milli innskotakafli samkvæmt svarfgreiningu og til dæmis nifteindamælingar. Þó er kaflinn frá 1500–1600 metrum líklegur innskotakafli. Annar slíkur kafli þar sem um er að ræða innskot eða þéttan hraunlagakafli byrjar í rúnum 2100 metrum, neðan við um 50 m þykkt móberg sem kemur fram sem lækkun í viðnámi, og niður 2250–2270 þar sem annar móbergskafli tekur við. Viðnámsmælingin nær ekki lengra en viðnám er byrjað að lækka. Fekari úrvinnsla og samanburður mælinga við jarðlög bíður lokaskýrslu um holuna.



27-feb-2003
ssjo s=18912

Reykjanes RN-12 Reykjanesbær



Mynd 20. Mæling á upphitun um einum mánuði eftir borun.

5 HEIMILDIR

Bjarni Richter, Hjalti Franzson, Bjarni Reyr Kristjánsson, Sigurður Sveinn Jónsson, Ásgrímur Guðmundsson, Gunnar Gunnarsson, Ómar Sigurðsson og Kristján Skarp-héðinsson 2003: Reykjanes Hóla RN-12. 1. áfangi: Borun fyrir 18 5/8" öryggis-fóðringu frá 119 m í 300 m. 2. áfangi: Borun fyrir 13 3/8" vinnslufóðringu frá 300 m í 854 m dýpi. Orkustofnun, OS-2003/008. 48 s.

6 VIÐAUKI

– sjá næstu síðu –

Viðauki 1. Dagskýrslur sem sendar voru út á meðan borun stóð.



30.11.2002

BORVAKT Á REYKJANESI RN-12 DAGSKÝRSLA #09

<i>Vorkkaumi:</i> Hitaveita Suðurnesja	<i>Vorktaki:</i> Jarðboranir hf
<i>Hola:</i> RN-12	<i>Bortæki:</i> Jötunn
<i>Staðarnúmer:</i> 18912	<i>Jarðfr./mælingam.:</i> SSJo

Holuvídd:	17 1/2"
Síðasta fóðring:	~851 m
Skolvökvi:	Leðja

3. áfangi

29. verkdagur

Dýpi kl. 24:	854,3 m
Dýpi kl. 08:	854,3 m
Skoltap:	> 0 l/s

Borun síðasta sólarhring:	0 m
Bortími:	0 klst.
Meðalborhraði:	0 m/klst.

Borverk

Lokið var við suðu á flansi í gær, föstudag og í framhaldi af því var voru öryggislokar settir upp og var unnið við það fram eftir kvöldi. Rétt fyrir miðnætti var blindloki prófaður með góðum árangri við 60 bar þrýsting. Þá var settur niður stengur til að kæla holuna og síðan stóð til að brjóta út stangir fyrir kollalengjunni. Þegar það verk var komið vel á veg var vindur orðinn mjög hvass og var ekki lengur stætt að því að vinna við upptekt og útbrot stanga. Þegar þetta er ritað er verið að bíða eftir því að vindur lægi og þegar veður gengur niður verður haldið áfram að brjóta út fyrir álagsstöngum, strengur tekinn úr holunni og settur niður strengur til áframhaldandi borunar.

Borvakt

BORVAKT Á REYKJANESI

RN-12 DAGSKÝRSLA #10

Verkkaumi: Hitaveita Suðurnesja
Hola: RN-12
Staðarnúmer: 18912

Verktaki: Jarðboranir hf
Bortæki: Jötunn
Jarðfr./mælingam.: SSJo-BRK

Holuvídd:	17 1/2"
Síðasta fóðring:	~851 m
Skolvökvi:	Leðja

3. áfangi

30. verkdagur

Dýpi kl. 24:	854,3 m
Dýpi kl. 08:	854,3 m
Skoltap:	> 0 l/s

Borun síðasta sólarhring:	0 m
Bortími:	0 klst.
Meðalborhraði:	0 m/klst.

Borverk

Veður hamlaði eðlilegum framgangi verksins og var lítið hægt að gera fyrr en seinnipartinn í gær laugardag, þegar brotnar voru út 12 stangir og teknir 20 standar í mastur. Því var lokið um klukkan 17:30 og var þá unnið við lagfæringar á flow-line. Skipt var um snúningsgosvara og millistykki breytt og um kl. 20 var byrjað að setja niður. Kælt var frá 773 metrum og fannst steypa á 810 metra dýpi. Steypa var boruð og var komið í flotkolla á 828 metra dýpi. Haldið var áfram að bora og var komið í berg klukkan 08:40 að morgni sunnudagsins 1. desember. Frekari lagfæringa á afrennsli holunnar var þörf auk þess sem eitt og annað smálegt var lagfært, leðja blönduð og síðan hófst borun í bergi um klukkan 11:00. Strengurinn sem er niðri er með 12 ¼" krónu og 9 5/8" PDM mótur frá Baker Hughes, þremur stýringum, dempara og jar.

Borun gekk hratt og vel, snúningur á drifborði er um 66 sn/mín. og dæling er um 57 l/s sem er nálægt hámarksdælingu sem móturinn afkastar og er hann því að vinna með hámarksgetu enda hafa borast um 30 metrar á þremur tímum. Holan er hrein og enginn leki.

Borvakt

BORVAKT Á REYKJANESI

RN-12 DAGSKÝRSLA #11

<i>Verkkauni:</i> Hitaveita Suðurnesja	<i>Verktaki:</i> Jarðboranir hf
<i>Hola:</i> RN-12	<i>Bortæki:</i> Jötunn
<i>Staðarnúmer:</i> 18912	<i>Jarðfr./mælingam.:</i> BRK

Holuvídd:	12 1/4"
Síðasta fóðring:	~851 m
Skolvökvi:	Leðja

3. áfangi

31. verkdagur

Dýpi kl. 24:	956 m
Dýpi kl. 08:	1025 m
Skoltap:	0 l/s

Borun síðasta sólarhring:	101,7 m
Bortími:	11 klst.
Meðalborhraði:	9,2 m/klst.

Borverk

Borun gengur hratt og vel en ekkert skoltap er enn í vinnsluhlutanum. Hallamæling var gerð klukkan 21 í gærkvöldi í 900 m og gaf sú mæling 1,8° halla. Hallamælt var aftur klukkan 8 í morgun í 1000 m. Halli holunnar var þar 1,9°.

02-12-02Í gær var borað í móbergsmýndun en við og við gægðust gangar inn í holuna. Þrátt fyrir mikinn mun á hörku bergsins og halla, tókst að halda holunni innan tilskilinna hallamarka.

Nú, 2/12/02 klukkan 11:50 er holan orðin 1051 m djúp.

Í dag er von á hópi mektarmanna frá Baker-Huges frá Noregi. Þar fremstur í flokki er fyrsti "directional driller" Noregs!

Borvakt

BORVAKT Á REYKJANESI

RN-12 DAGSKÝRSLA #12

<i>Verkkauni:</i> Hitaveita Suðurnesja	<i>Verktaki:</i> Jarðboranir hf
<i>Hola:</i> RN-12	<i>Bortæki:</i> Jötunn
<i>Staðarnúmer:</i> 18912	<i>Jarðfr./mælingam.:</i> SSJo-BRK

Holuvídd:	12 1/4"
Síðasta fóðring:	~851 m
Skolvökvi:	Leðja

3. áfangi

32. verkdagur

Dýpi kl. 24:	1135 m
Dýpi kl. 08:	1207 m
Skoltap:	~ 4 l/s

Borun síðasta sólarhring:	139 m
Bortími:	20 klst.
Meðalborhraði:	6,95 m/klst.

Borverk

Áfram var haldið að bora með mótör og leðju fram eftir aðfaranótt þriðjudagsins 3. desember en síðan varð talsvert tap í 1170 m og var það mælt á dælum um 30 l/s. Þegar tapið var mælt um kl. 04:30 á 1076 metrum var það orðið um 17 l/s. Síðan minnkaði tapið og var orðið um 4 l/s á 1227 m dýpi klukkan 10 í morgun. Frá þeim tíma var farið að þynna leðjuna og blanda með vatni. Síðan hefur verið borað án vandræða og hefur borhraði verið jafn og í kringum 6-8 m /klst. Dýpi holunnar núna þegar þessi síðbúna skýrsla er rituð er 1260 metrar og er alfarið borað með vatni. Leki í holunni er núna um 4 l/s og kemur svarf vel til yfirborðs en er fínkorna og verður að safna sýnunum með lagni. Þrjár hallamælingar hafa verið gerðar í 1000, 1100 og 1200 metrum. Hallinn var sá sami í báðum fyrri mælingum, 1,9° en í síðustu mælingu var hallinn 1,4°.

Borað hefur verið í gegnum stafla hraunlaga og millilaga úr glerjuðum karga en neðan við 1064 m er greinilegt breyting og þar er komið í móbergsmýndun þar sem túff er mest áberandi. Ummyndun gefur til kynna að hitastig hafi einhvern tímann náð um 300 °C og er þesskonar ummyndun mest áberandi í kringum 1000 metra þar sem töluvert af steindinni grossular finnst, en hún er af flokki steinda sem nefnast granat. Einnig ber mjög lítið á kalsíti en steindin sú arna hverfur þegar hitastig nær um 300 gráðum. Þær steindir sem finnast gegnumgangandi eru epidót, kvars, anhýdrít og pýrít. Ummyndunarsteindir og útfellingar eru að jafnaði fátæglegri í þéttari jarðmyndunum eins og hraunlögum, holufyllingarnar eru minni og ræfilslegri en þegar kemur í gropnari jarðlög verða þær aftur meira áberandi.

Borvakt

BORVAKT Á REYKJANESI

RN-12 DAGSKÝRSLA #13

<i>Verkkauni:</i> Hitaveita Suðurnesja	<i>Verktaki:</i> Jarðboranir hf
<i>Hola:</i> RN-12	<i>Bortæki:</i> Jötunn
<i>Staðarnúmer:</i> 18912	<i>Jarðfr./mælingam.:</i> SSJo-BRK

Holuvídd:	12 1/4"
Síðasta fóðring:	~851 m
Skolvökvi:	Vatn

3. áfangi

33. verkdagur

Dýpi kl. 24:	1334 m
Dýpi kl. 08:	1401 m
Skoltap:	~ 21 l/s

Borun síðasta sólarhring:	199 m
Bortími:	20 klst.
Meðalborhraði:	9,95 m/klst.

Borverk

Ekkert lát er á borun og gengur hún vel eins og sést á töflu hér að ofan en síðasta sólarhring voru boraðir tæpir 200 metar. Tap í gær var um 10 l/s en í 1325 metrum jókst tapið í 12 l/s. Að kvöldi mánudagsins 3. desember var skorin æð á rúmlega 1330 metra dýpi og jókst tap umtalsvert. Eftir skolun á stönginni var tapið að minnsta kosti 25 l/s og ef til vill meira. Klukkan 06:00 var tap mælt í 1384 metrum og var það þá 21 l/s. Hallamælt var á 1300 metrum og var hallinn 1°. Holan er tandurhrein og ekkert botnfall í henni.

Borað er með um 15-20.000 punda álagi, dæling er 50-55 l/s og snúningur á krónu er samanlagt um 180 sn/mín. Heildarsnúningafjöldi krónu er kominn í um 650.000 en hún snýst rúma 11.000 snúninga á klukkustund.

Samantekt hallamælinga:

Dags.	Bordýpi (m)	Mældýpi (m)	Halli (°)
02-12-02	1025	1000	1,9
02-12-02	1131	1100	1,9
03-12-02	1227	1200	1,4
03-12-02	1334	1300	1,0

Borvakt

BORVAKT Á REYKJANESI

RN-12 DAGSKÝRSLA #14

<i>Verkkauni:</i> Hitaveita Suðurnesja	<i>Verktaki:</i> Jarðboranir hf
<i>Hola:</i> RN-12	<i>Bortæki:</i> Jötunn
<i>Staðarnúmer:</i> 18912	<i>Jarðfr./mælingam.:</i> SSJo-BRK

Holuvídd:	12 1/4"
Síðasta fóðring:	~851 m
Skolvökvi:	Vatn

3. áfangi

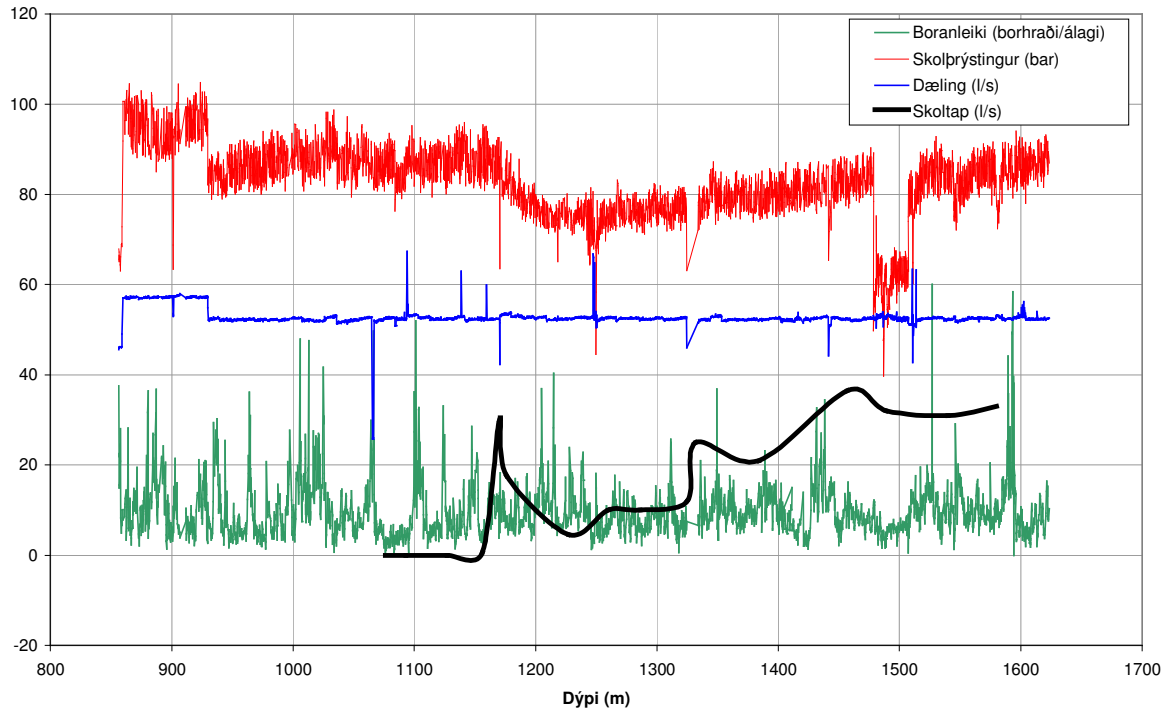
34. verkdagur

Dýpi kl. 24:	1541 m
Dýpi kl. 08:	1604 m
Skoltap:	~ 30 l/s

Borun síðasta sólarhring:	207 m
Bortími:	20,5 klst.
Meðalborhraði:	10,1 m/klst.

Borverk

Borhraði síðasta sólarhring losaði um 10 metra á klukkustund og dýpi í morgun var rúmir 1600 metrar. Talsvert tap er í holunni og um tíma kom það lítið upp af svarfi og afar fínmöluðu að ekki var unnt að taka nema eina prufu á stöng. Nú er hins vegar farið að koma aðeins meira upp og teknar eru prufur á 2 m fresti eins og venja er. Aftakaveður er hér á Reykjanesi um þessar mundir og varla stætt. Ekki hamlar það þó borun. Króna hefur snúist í um 860.000 snúninga og verður það líklega kannað á morgun eða annað kvöld hvort ástæða er til að taka upp og skipta um krónu. Það ræðst meðal annars af veðri. Meðfylgjandi er mynd sem samsett er úr ýmsum borgögnum sem fengin eru úr skráningarkerfi Jarðborana og með mælingum bormanna. Myndin sýnir heildardælingu og dæluþrýsting og má sjá að þrýstingur fellur þegar fyrsta tapið verður og síðan hækkar hann hægt og rólega með auknu dýpi. Þá er gerð tilraun til nota borhraðamælingu á móti álagi til að sýna nokkuð sem kalla mætti "boranleika" bergisins og lækkar gildið eftir því sem bergið er harðara. Fyrsta tapið verður þar sem komið er úr harðara bergi í linara á 1170 metrum, sennilega á skilum gangs eða öðrum lagmótum en það tap minnkaði. Eins og sést smá minnkaði tapið frá um 1200 metrum og varð síðan aftur stórt skoltap á 1425 metrum. Síðan hefur tapið verið í kringum 30 l/s. Mælt skoltap er sýnt á meðfylgjandi mynd ásamt dælingu og "stand-pipe" þrýstingi. Eftir skoltapið í 1425 m var ákveðið að hætta hallamælingum og var síðasta mæling gerð á 1400 metrum eins og kemur fram í dagskýrslu #13. Botnfall hefur verið kannað reglulega og er holan alveg hrein. Blandaður hefur verið polymer og sendar niður pillur. Þrýstifallið sem kemur fram á um 1500 metrum (sjá mynd) er þegar polymerinn er að fara niður stenginn en hann veldur mun minna viðnámi í strengnum og mótornum. Snúningsvægi er að jafnaði um 160 A en sló upp í 200 A þegar farið var í gegnum tapstaðinn í 1425 m.



Borvakt

BORVAKT Á REYKJANESI

RN-12 DAGSKÝRSLA #15

<i>Verkkauni:</i> Hitaveita Suðurnesja	<i>Verktaki:</i> Jarðboranir hf
<i>Hola:</i> RN-12	<i>Bortæki:</i> Jötunn
<i>Staðarnúmer:</i> 18912	<i>Jarðfr./mælingam.:</i> SSJo-BRK

Holuvídd:	12 1/4"
Síðasta fóðring:	~851 m
Skolvökvi:	Vatn

3. áfangi

35. verkdagur

Dýpi kl. 24:	1722 m
Dýpi kl. 08:	1777 m
Skoltap:	~ 26 l/s

Borun síðasta sólarhring:	181 m
Bortími:	20,5 klst.
Meðalborhraði:	8,3 m/klst.

Borverk

Ekkert lát er á dýpkun holunnar og núna rétt fyrir hádegi er dýpið um 1821 metri og borkróna hefur snúist tæplega 1100.000 snúninga. Borvakt er ekki ljóst hverjar fyrirætlanir eru varðandi upptekt og borkrónuskipti. Borað er í meðal- til grófkorna basaltlög sem eru að mestu leyti vel kristölluð og því líkast til innskotsberg eða þétt og þykk hraunlög. Ummyndun er minni neðan við 1400-1500 metra þar sem wollastónít minnkar en líklegar er það vegna minni lektar þar sem jarðlögin er þétt og lítt sprungin að sjá. Engar stórar æðar hafa verið skornar síðustu 400 metrana eða frá því fyrir neðan 1400 metra þar sem varð algjört skoltap. Með því að holan dýpkar og lítið af æðum er skorið neðar þéttast þær efri í borun og það er að gerast í þessu þétta basalti sem verið er að bora í um þessar mundir. Algengustu ummyndunarsteindir sem sjást núna eru epidót, kvars og pýrít. Vottur af kalsíti sést af og til en það er að mestu leyti horfið, eða lítið sem ekkert ber á því.

Í síðustu skýrslu var nefnt að þrýstingur hafi fallið á miðvikudag, í kringum 1500 metra, vegnar íbætingar polymer en í raun varð það að mestu leyti vegna bilunar í dælu en áhrif polymerpilli sem dælt er niður stenginn sjást að öllu jöfnu, en einungis í skamman tíma.

Borvakt

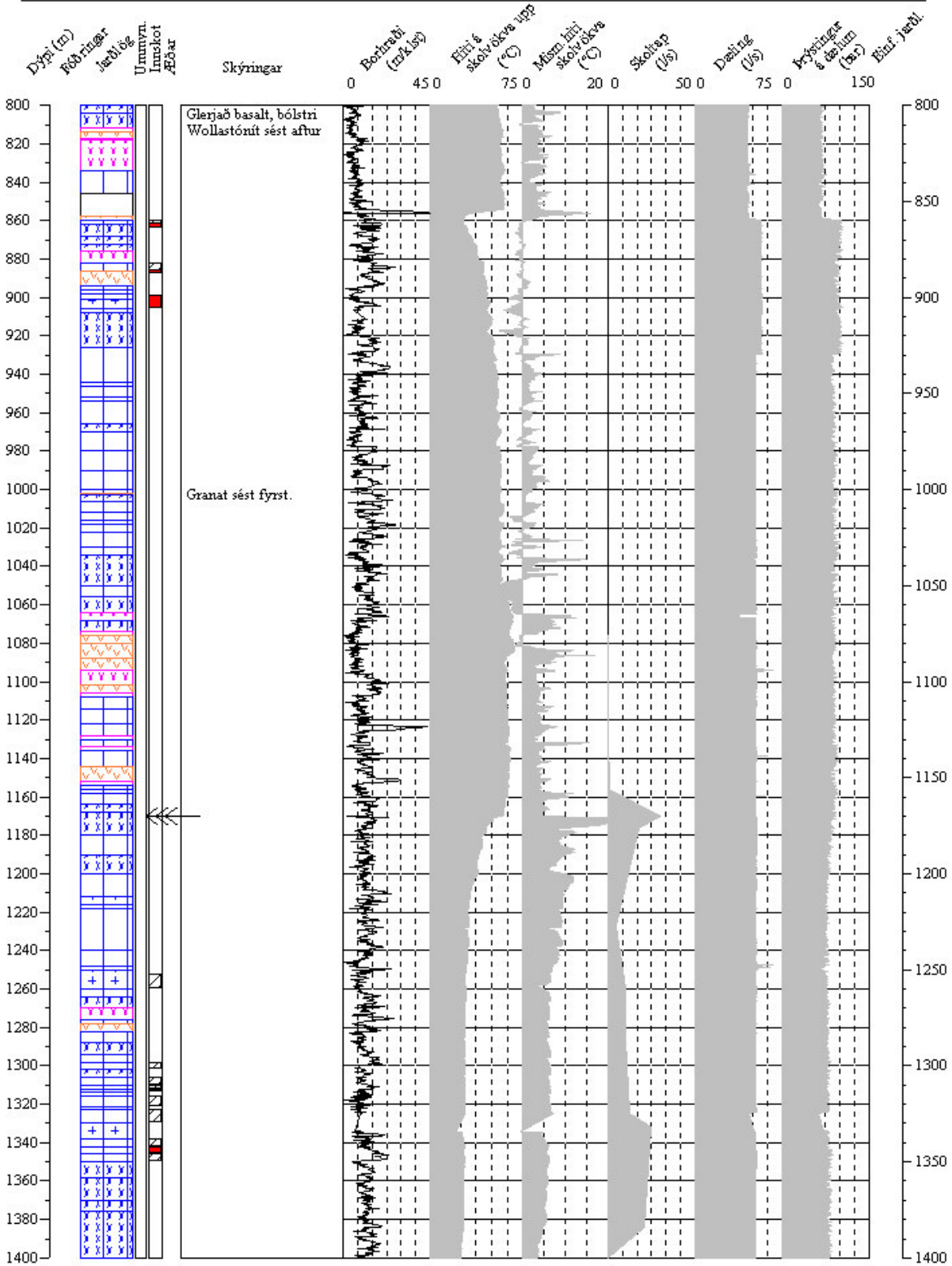


Staður: Reykjanes
Holunafn: RN-12

Bor: Jötunn
Dýptarbil: 854-2500 m

Skolvökvi: Leðja/vatn
Verkhliuti: 3 áfangi

Staðarnúmer: 18912
Starfsmenn: HF-SSJ o-BRK



BORVAKT Á REYKJANESI

RN-12 DAGSKÝRSLA #16

<i>Verkkauni:</i> Hitaveita Suðurnesja	<i>Verktaki:</i> Jarðboranir hf
<i>Hola:</i> RN-12	<i>Bortæki:</i> Jötunn
<i>Staðarnúmer:</i> 18912	<i>Jarðfr./mælingam.:</i> SSJo-BRK

Holuvídd:	12 1/4"
Síðasta fóðring:	~851 m
Skolvökvi:	Vatn

3. áfangi

36. verkdagur

Dýpi kl. 24:	1914 m
Dýpi kl. 08:	1988 m
Skoltap:	>52 l/s

Borun síðasta sólarhring:	192 m
Bortími:	18,0 klst.
Meðalborhraði:	10,7 m/klst.

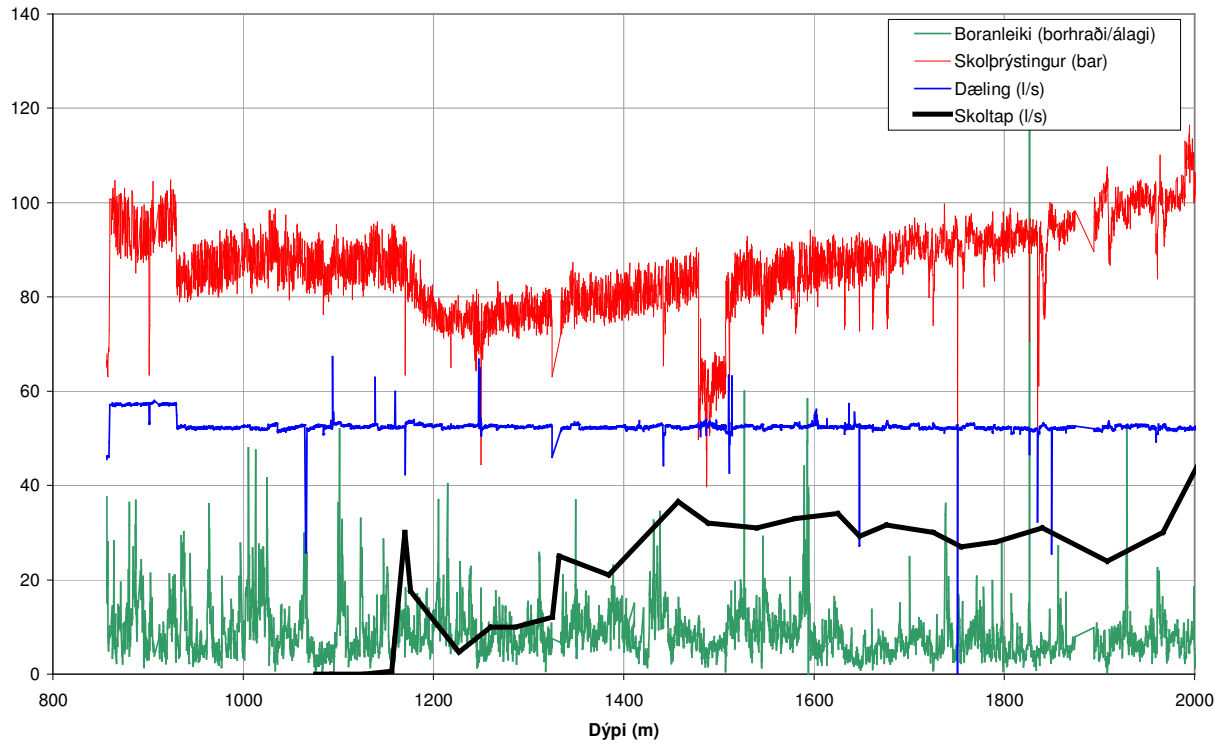
Borverk

Hætt var að bora í 2009 m dýpi að morgni laugardagsins 7. desember klukkan 11:30. Fyrir um morguninn (um kl. 9)hækkaði þrýstingur á dælulögn skyndilega um 10 bör þegar dýpi var um 1990 m (sjá mynd). Á meðan bormenn réðu ráðum sínum var skolað í gegnum streng í tæpan klukkutíma og á meðan jókst skoltapið í 44 l/s (kl:10:34) en það hafði verið í kringum 30 l/s. Ákveðið var að bora tvær stangir í viðbót og sjá hvernig þær boruðust og í kjölfarið að taka upp og skipta um krónu. Það gekk vel að bora síðustu stangirnar og þrýstingurinn lækkaði lítilega aftur. Borun var hætt klukkan 11:30 og skolað til 13:00, er upptekt hófst. Við þessa skolun tók holan við öllu vatni sem á hana var dælt. (meira en 52 l/s). Í upptekt var höfð á um 27 l/s dæling utanmeð.

Ákveðið var að hitamæla í opinni holu og voru borholumælingamenn mættir á svæðið upp úr klukkan 16.

Gott svarf hefur borist til yfirborðs alla borunina og hafa verið tekin sýni á tveggja metra fresti. Frá því síðast var greint frá gerð jarðlaga hefur að mestu verið borað í kristölluð basaltlög sem sum hver eru greinilega bólstra- eða breksíumyndanir en önnur er þessleg að þau er líkast til hraunlög. Við og við skera innskot staflann og rétt neðan við 1850 metra er um tuttugu metra þykkt tiltölulega fersklegt innskot úr þéttu dökku basalti. Ofan við innskotið eru glerrík basaltlög en neðan við er komið í móbergsmýndun þar sem túff er ráðandi. Ummyndun fer vaxandi með dýpi og fyrstu merki um amfíból er að finna á um 1630 metrum og hefur það verið viðloðandi síðan – niður undir núverandi botn en mismikið af því. Algengast er að finna amfíból í glerjaða basaltinu þar sem lekt er að jafnaði meiri. Alls staðar er mikið af epidóti og pýrít er einnig algengt, örugglega ásamt öðrum líkum súlfíðum. Granat er ekki algengt, en talsvert er um sphalerít sem er Zn, Fe súlfíð og er appelsínugult og ekki ólíkt granati. Engu að síður, glögg merki eru um mikinn hita – um og yfir 300 °C.

Borvakt



BORVAKT Á REYKJANESI

RN-12 DAGSKÝRSLA #17

<i>Verkkaumi:</i> Hitaveita Suðurnesja	<i>Verktaki:</i> Jarðboranir hf
<i>Hola:</i> RN-12	<i>Bortæki:</i> Jötunn
<i>Staðarnúmer:</i> 18912	<i>Jarðfr./mælingam.:</i> SSJo-BRK/GrB-PeD

Holuvídd:	12 1/4"
Síðasta fóðring:	~851 m
Skolvökvi:	Vatn

3. áfangi

37. verkdagur

Dýpi kl. 24:	2009 m
Dýpi kl. 08:	2027 m
Skoltap:	34 l/s

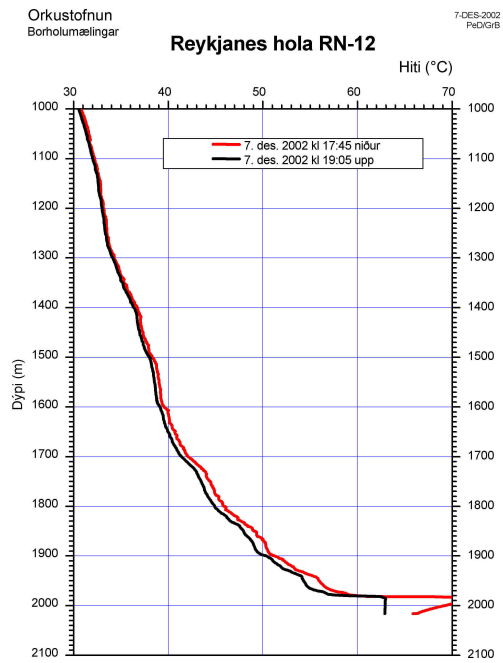
Borun síðasta sólarhring:	95 m
Bortími:	9,5 klst.
Meðalborhraði:	10 m/klst.

Borverk

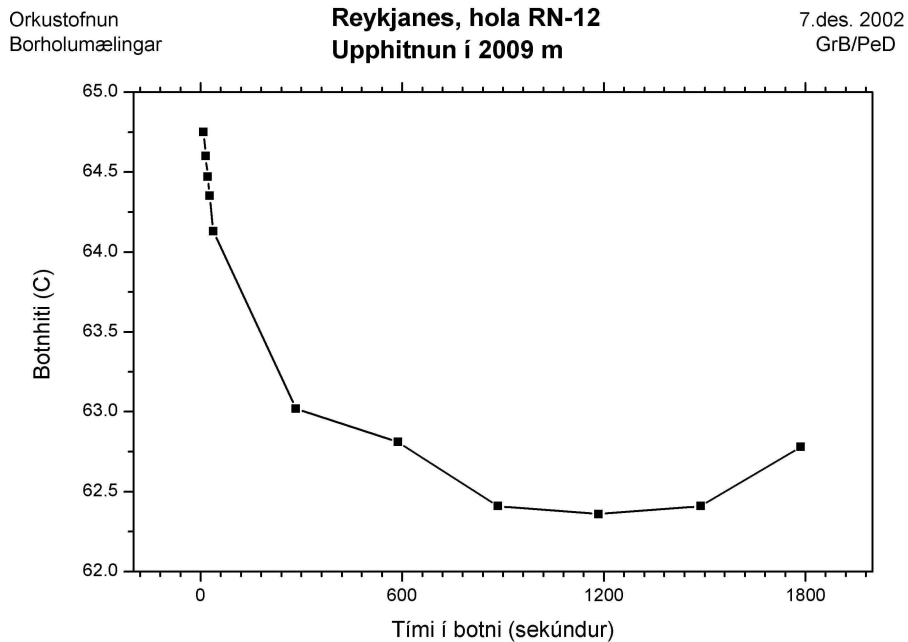
Holan var hitamæld í gær (7. desember) að lokinni upptekt. Mælingar hófust kl 17:45 með því að farið var niður holuna og allt í boraðan botn að best varð séð, í 2009 m. Engar fyrirstöður né neitt óvenjulegt bar við á leiðinni. Beðið var hálf tíma í botni og mæld upphitnun. Klukkan 19:05 var svo mælt upp holuna. Hitamælingar eru sýndar á mynd 1 en upphitun á mynd 2. Skemmst er frá því að segja að holan kælir sig í botn og minnst 5 æðar sjást í holunni. Jafnframt sést að holan kólnar frá fyrri mælingu til þeirrar seinni. Sama er uppi á teningnum á mynd 2, sem sýnir hálf tíma sögu botnhitans. Rétt er að benda á að þegar mælirinn er dreginn upp úr botninum (svarti ferillinn á mynd 1) er hitinn nánast kyrr fyrstu 30 metrana. Þetta er talið stafa af drullu sem sest hefur utan um hitaskynjarann, en hún nær síðan að losna úr kringum 1980 m dýpið. Smáaæð er því talin vera í blábotni holunnar sökum kólnunarinnar sem þar mælist, en ekki að mælirinn hafi sest í 1980 m dýpi. Æðin á 1980 m er svo alveg örugg og leggja bormenn upp með að óhætt sé að slaka borstreng viðstöðulaust að henni, en að farið verði gætilega eftir það og kælt á milli stangaríbætinga.

Byrjað var að bora aftur með nýrri krónu og nýjum mótör, klukkan 5:20 í morgun (8. desember) í 2009 m. Í fyrstu tók holan við öllu vatni sem á hana var dælt (um 55 l/s) en fljótlega, eða á 2010 m dýpi, tók vatn að berast aftur til yfirborðs. Fyrsta svarfprufan var tekin er holan var 2026 m djúp. Tapmæling í 2038 m gaf 34 l/s skoltap um klukkan 9:30. Um 25 m botnfall var í holunni í byrjun borunar. Borun gengur vel.

Borvakt



Mynd 1: Hitamælingar eftir upptekt í holu RN-1



Mynd 2: Hálf tíma saga botnhita í holu RN-12 eftir upptekt.

BORVAKT Á REYKJANESI

RN-12 DAGSKÝRSLA #18

<i>Verkkauni:</i> Hitaveita Suðurnesja	<i>Verktaki:</i> Jarðboranir hf
<i>Hola:</i> RN-12	<i>Bortæki:</i> Jötunn
<i>Staðarnúmer:</i> 18912	<i>Jarðfr./mælingam.:</i> SSJo

Holuvídd:	12 1/4"
Síðasta fóðring:	~851 m
Skolvökvi:	Vatn

3. áfangi

38. verkdagur

Dýpi kl. 24:	2152 m
Dýpi kl. 08:	2204 m
Skoltap:	30-50 l/s

Borun síðasta sólarhring:	142 m
Bortími:	15 klst.
Meðalborhraði:	9,45 m/klst.

Borverk

Um miðnætti í gær, aðfaranótt mánudagsins 9. desember, var dýpi holunnar orðið 2152 metrar. Áður en byrjað var að bora aftur eftir krónuskipti var um 25 metra botnfall í holunni og var það skolað með polymer. Holan hefur verið hrein alla borunina og botnfall ekkert. Rétt eftir miðnætti varð síðan algjört skoltap og kom ekkert upp fram undir morgun, eða um kl. 05:30 þegar seytle fór aftur upp í um 30-40 l/s tapi. Að morgni mánudagsins hvarf skol aftur, eftir að þrýstingur á dælulögn hafði farið hægt minnkandi. Dýpi holunnar er nú nánast það sama og lokadýpi holu RN-11 sem er hér skammt frá en borað dýpi hennar er um 2244 metrar ef borvaktarmaðurinn man rétt. Skol hvarf aftur og hefur verið borað í algjöru skoltapi í allan morgun en rétt um kl. 13:00 í dag mánudag, fór að vætla úr holunni á nýjan leik. Nú koma á milli 5 og 10 lítar til yfirborðs (ágiskun) og heildardæling er um 50 l/s. Til skamms tíma var látið leka ofan á um 5 l/s.

Borvakt

BORVAKT Á REYKJANESI

RN-12 DAGSKÝRSLA #19

<i>Verkkauni:</i> Hitaveita Suðurnesja	<i>Verktaki:</i> Jarðboranir hf
<i>Hola:</i> RN-12	<i>Bortæki:</i> Jötunn
<i>Staðarnúmer:</i> 18912	<i>Jarðfr./mælingam.:</i> ÁsG

Holuvídd:	12 1/4"
Síðasta fõðring:	~851 m
Skolvõkvi:	Vatn

3. áfangi

38. verkdagur

Dýpi kl. 24:	2290 m
Dýpi kl. 08:	2341 m
Skoltap:	>55 l/s

Borun síðasta sólarhring:	139 m
Bortími:	19 klst.
Meðalborhraði:	7,3 m/klst.

Borverk

Borun hefur gengið hratt og vel þó lítilega hafi dregið úr hraðanum. Snúningsvægi helst nokkuð stöðugt eða tæplega 200 A. Snúningur á krónu er um 190 sn/mín og þar af 55 sn/mín á strengnum. Álag hefur hlaupið á bilinu 15-25 þúsund pund. Um kl. 5 í morgun tapaðist allt skol >60 l/s og hefur verið borað með algjöru tapi síðan. Þrýstingur féll um 10-15 bar þegar dýpið var 2361 m. Að öllu óbreyttu er áætlað að bora niður í um 2400 m eða 40-50 m niður fyrir 2361 m þar sem þrýstifallið átti sér stað. Það verður væntanlega staðfest síðar. Vatnsborðið í holunni í borun virðist rétt neðan við holutopp því það komu svetta upp um hádegisbilið en datt svo niður aftur, en litlar breytingar var að sjá á dæluþrýstingi.

Síðasta sýni sýndi dökkt þétt fínkorna innskot og í sprungufyllingum sáust steindir eins og epidót, prenit og wollastónit saman. Einnig sást aktínólít. Þetta steindasamfélag gefur til kynna hita nálægt 300°C en kalsít sést einnig í stökum kornum og ef það er ættað af þessu dýpi þá getur það verið merki um kaldara innflæði í jarðhitakerfið.

Borvakt

BORVAKT Á REYKJANESI

RN-12 DAGSKÝRSLA #20

<i>Verkkauni:</i> Hitaveita Suðurnesja	<i>Verktaki:</i> Jarðboranir hf
<i>Hola:</i> RN-12	<i>Bortæki:</i> Jötunn
<i>Staðarnúmer:</i> 18912	<i>Jarðfr./mælingam.:</i> ÁsG

Holuvídd:	12 1/4"
Síðasta fõðring:	~851 m
Skolvõkvi:	Vatn

3. áfangi

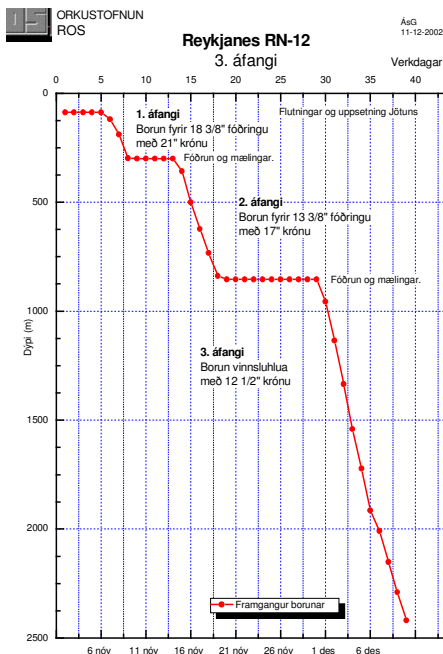
40. verkdagur

Dýpi kl. 24:	2419 m
Dýpi kl. 08:	2457 m
Skoltap:	>25 l/s

Borun síðasta sólarhring:	129 m
Bortími:	20 klst.
Meðalborhraði:	6,45 m/klst.

Borverk

Eins og frá var greint í gær hefur borun gengið vel án nokkurra vandræða. Þó bar svo við í nótt, þegar dýpið var 2443 m, að það hökkti í snúningi og öðru hvoru eftir hækkaði snúningsvægið en þess á milli var það í sömu tölunni eða um 200 A. Engar breytingar hafa verið gerðar á boráætlun nema hvað ákvörðun um endanlegt dýpi verður væntanlega tekin nú í morgunsárið. Dreigið hefur úr skoltapi og var holan að þéttast



smám saman eftirmiðdaginn í gær og lægstu skoltaps-tölur í nótt voru rúmir 10 l/s. Undir morgun var skoltap nálægt 25 l/s og þar af leiðandi hefur svarf mokast upp úr holunni. Miðað við 2400 m dýpi þá tekur það svarfið um 100 mín að ferðast frá botni og upp á hristisigtið, þar sem sýnin eru tekin.

Síðustu 100 m hefur verið borað í þunn fínkorna basaltinnskot og svo meðalkorna blöðrott basalhraunlög og e.t.v. eru einhver innskot meðal-grófkorna. Ummyndun sýnir eingöngu háhitasteindir og ekki sést í kalsít eins og greint var frá í síðustu dagskýrslu. Steindasamfélagið er: epidót, kvars, klórít, prehnít, aktínólít (etv. fleiri amfiból gerðirt) og líklega wairakít. Auk þessa glittir víða í pýrít í sprungum sem er órækur vottur um lekt. Hiti er samkvæmt þessu yfir 300°C.

Meðfylgjandi er mynd sem sýnir yfirlit um gang borverksins. //Borvakt

BORVAKT Á REYKJANESI

RN-12 DAGSKÝRSLA #21

Vorkauni: Hitaveita Suðurnesja
 Hóla: RN-12
 Staðarnúmer: 18912

Vorktaki: Jarðboranir hf
 Bortæki: Jötunn
 Jarðfr./mælingam.: ÁsG

Holuvídd:	12 1/4"
Síðasta fóðring:	~851 m
Skolvökvi:	Vatn

3. áfangi

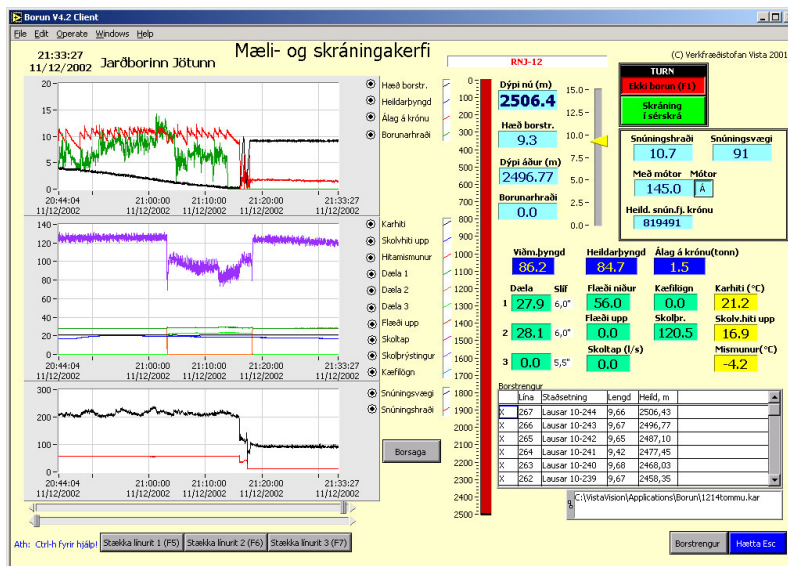
41. verkdagur

Dýpi kl. 24:	2506,4 m
Dýpi kl. 08:	2506,4 m
Skoltap:	>55 l/s

Borun síðasta sólarhring:	87 m
Bortími:	~18 klst.
Meðalborhraði:	~5 m/klst.

Borverk

Borun var haldið áfram allan daginn í gær og fram á kvöld og var lokið kl. 21:15. Skol kom upp úr holu alveg þar til dýpið var um 2490 m eða 35 l/s af 55 sem dælt var niður. Á umræddu dýpi hætti að koma upp jafnframt linaðist undir krónu á sama tíma. Því var ákveðið að bora stöng til viðbótar til að hafa smá sokk ef æð væri á 2490 m. Lokadýpi var 2506,4 m miðað við



pall á Jötni en 2500 m miðað við kjallarabrun. Sem sagt dýpsta hola á háhitasvæði fram til þessa. Meðfylgjandi er skjámynd af sírutunarkerfinu er borun var hætt.

Áætlað er að skola í 1 klst. og taka upp um 100 m og skola þá á ný í einn tíma til. Rífa síðan upp úr holu. Eftir það koma mælingamenn og hitamæla og síðan verður gerð áætlun um loka aðgerðir.

BORVAKT Á REYKJANESI

RN-12 DAGSKÝRSLA #22

<i>Verkkaumi:</i> Hitaveita Suðurnesja	<i>Verktaki:</i> Jarðboranir hf
<i>Hola:</i> RN-12	<i>Bortæki:</i> Jötunn
<i>Staðarnúmer:</i> 18912	<i>Jarðfr./mælingam.:</i> ÁsG/GrB/PED/GuGu

Holuvídd:	12 1/4"
Síðasta fóðring:	~851 m
Skolvökvi:	Vatn

3. áfangi

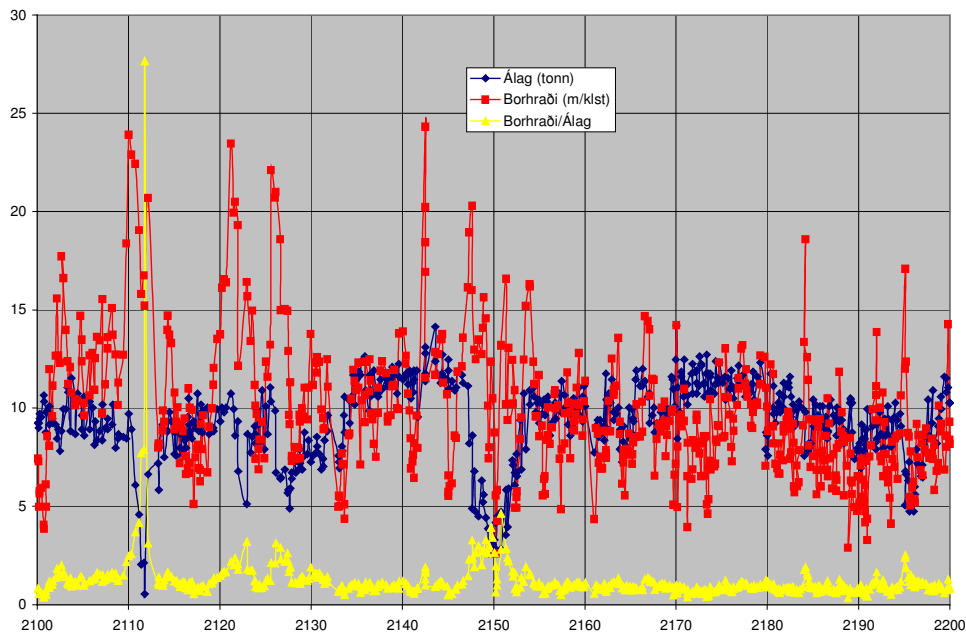
42. verkdagur

Dýpi kl. 24:	2506,4 m
Dýpi kl. 08:	2506,4 m
Skoltap:	>55 l/s

Borun síðasta sólarhring:	87 m
Bortími:	~18 klst.
Meðalborhraði:	~5 m/klst.

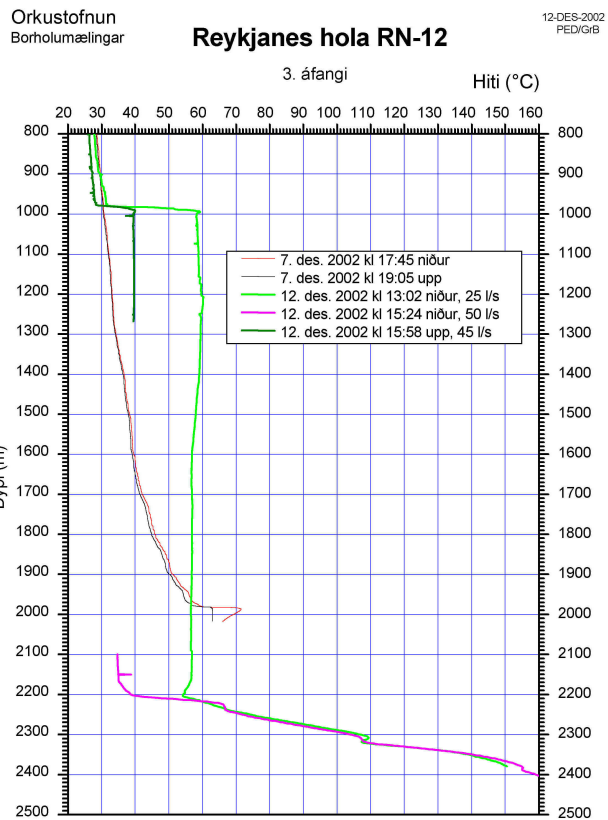
Borverk

Eftir skolon í einn tíma var byrjað að taka upp. Níu stangir voru brotnar út með drifskaftinu og síðan voru standar teknir í mastur. Á miðnætti lagðist að borstrengnum á 2147 m dýpi þar sem greinilega var lint berg og auðboranlegt skv. borhraða og álagt, en ekkert svarf kom upp á þeim tíma.

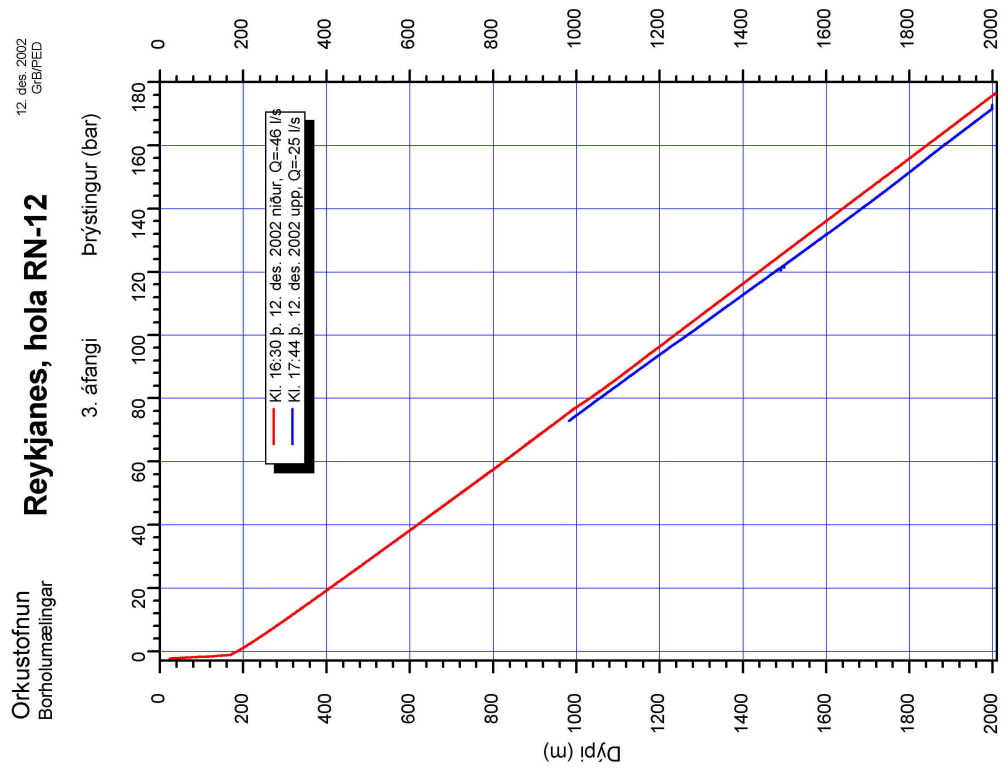


Myndin hér að ofan sýnir borhraða (rauður), álag (blár) og hlutfallið borhraði/álag (gulur) á þeim kafla er bormenn lentu í vandræðum í upptektinni. Eftir baráttu frá miðnætti til kl. 5:30 var strengurinn laus, en á þessum tíma voru teknar upp 5 stangir. Strengurinn var síðan tekinn upp í mastur og var þar allur ásamt kollum rétt fyrir kl. 13 fimmtudaginn 12. desember. Stýringar bormótor, króna og annað það er tilheyði henni Bentu var brotið út. Því næst var hitamæli slakað niður í gegnum “poor boy” við 25 l/s dælingu. Tvær æðar eru nú helst áberandi í holunni, á 980 og 2200 m. Ekki var hægt að mæla nema í u.þ.b. 2380 m dýpi vegna hita. Kæling var aukin með því að setja u.þ.b. 50 l/s niður, en án þess að neðri hluti holunnar kólnaði neitt. Við þessa aðgerð kom og í ljós að 2200 m æðin var í raun tvær æðar, sú efri á 1160 m en sú neðri á 2207 m. Næst var settur niður þrýstimælir og fann hann vatnsborð á u.þ.b. 170 m dýpi í 46 l/s ádælingu. Farið var í 2000 m dýpi og tekin jöfnun við að dæling minnkaði í 25 l/s. Þrýstibreytingin mældist rúm 4 bör sem er ígildi þess að ádælingarstuðull holunnar er (4-5 l/s)/bar. Það er ljómandi gott en mætti þó vera betra. Að lokum var holan víddarmæld frá 2220 m dýpi og reyndist ágætlega slétt og skápafá. Sérstaklega var könnuð vídd kringum fyrirstöðuna sem kom í upptekt á u.þ.b. 2145 m dýpi og er þar nú smáskápur en engin þrenging.

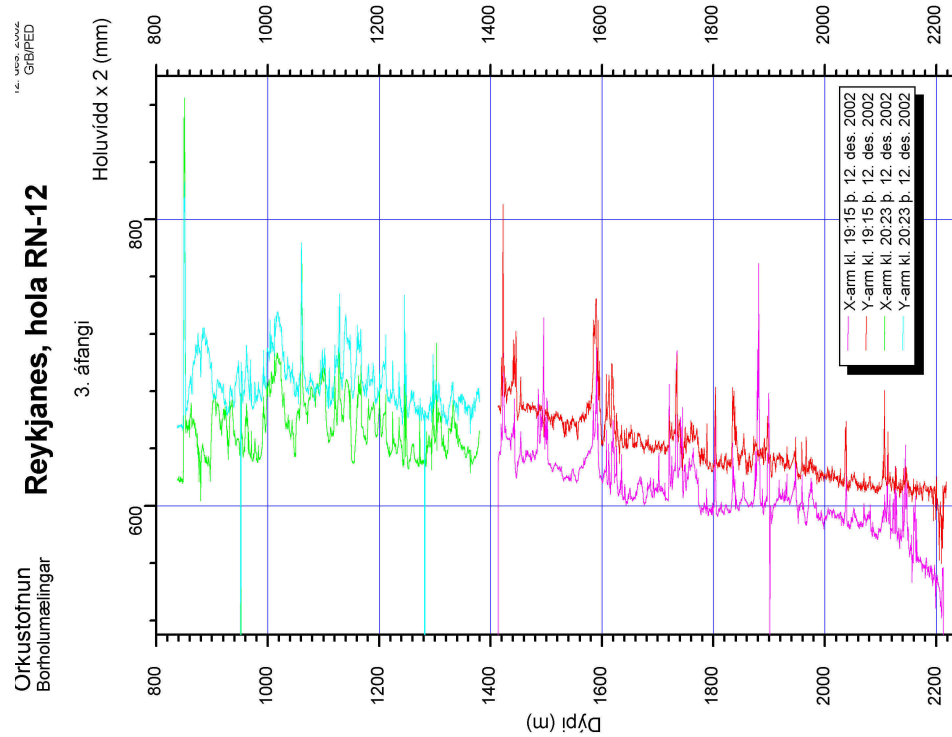
Að þessari þekkingu fenginni var afráðið að setja engan leiðara í holuna. Aðfarnótt föstudags voru settar niður strangir í holubotn og lauk því í morgun um kl 9. Botn fannst á 2503 m þ.a. sáralítið botnfall er í holunni. Þá var snöggkælt í gegnum strenginn fram að hádegi, síðan skipt á utanádælingu og skoðað þrýstifall við að ádæling fór úr ~45 í ~5 l/s. Reyndist það um 5 bör en er ekki á að treysta sökum þess að þrýstimælir fór að hegða sér óeðlilega og því mæld jöfnun í aðeins 950 m dýpi. Góðs viti var hins vegar að vatnsborð innan í streng var á u.þ.b. 220 m í stað 170 m í gær. Nú er engin ádæling á holuna utan 5 l/s utan með streng. Í fyrramálið verður kælisyran í morgun endurtekin og ætti þá að sjást beint á “stand-pipe” þrýstingi hvort holan hefur bætt sig í lekt.



Mynd 1. Hiti



Mynd 2. *Prýstingur*



Mynd 3. *Vidd, ath að deila þarf með ca 2 í víddina til að fá rétt gildi.*

BORVAKT Á REYKJANESI

RN-12 DAGSKÝRSLA #23

<i>Verkkauni:</i>	Hitaveita Suðurnesja	<i>Verktaki:</i>	Iarðboranir hf
<i>Hola:</i>	RN-12	<i>Bortæki:</i>	Jötunn
<i>Staðarnúmer:</i>	18912	<i>Jarðfr./mælingam.:</i>	GrB/GuGu

Holuvídd:	12 1/4"
Síðasta fóðring:	~851 m
Skolvökvi:	Vatn

3. áfangi

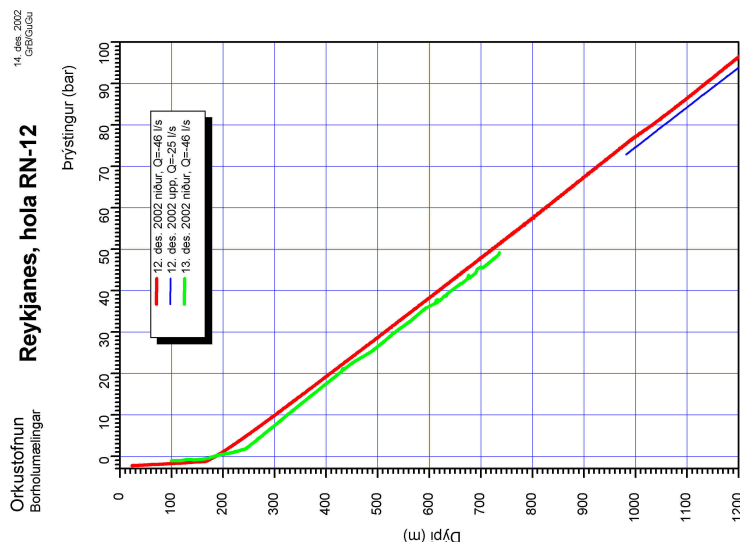
43. verkdagur

Dýpi kl. 24:	2506,4 m
Dýpi kl. 08:	2506,4 m
Skoltap:	>55 l/s

Borun síðasta sólarhring:	87 m
Bortími:	~18 klst.
Meðalborhraði:	~5 m/klst.

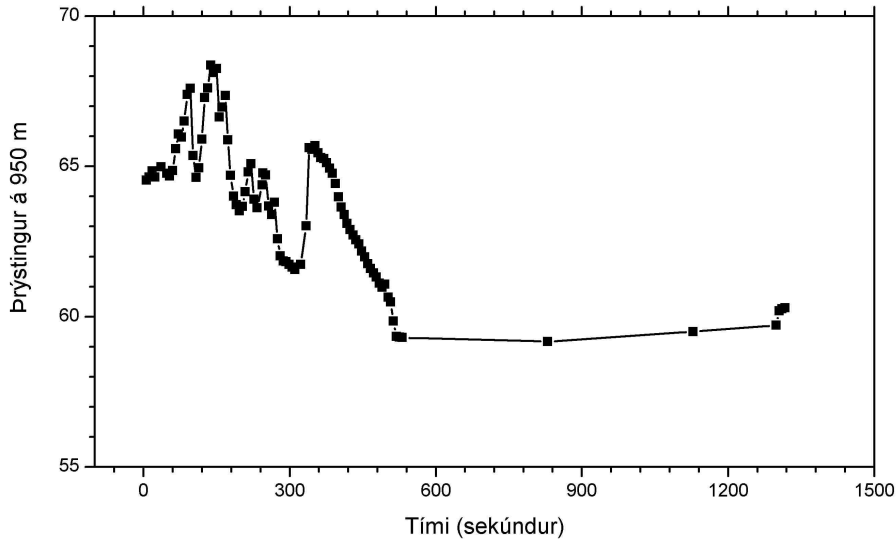
Borverk

Nú er í gangi tilraun til að örva lekt holu 12. Strengur fór í 2503 m í gær, stöng og kelly tekin úr og síðan kælt gegnum strenginn. Upp úr hádegi var hætt að kæla gegnum strenginn og sett á utanádæling. Þrýstimæli var rennt niður strenginn í 46 l/s utanádælingu. Sýnir mynd 1 þann þrýstiprófil með mælingum frá því fyrir örvun. Mælingin gefur til kynna að þegar við þennan fyrsta kælipúls hafi holuþrýstingurinn í sömu ádælingu fallið um e.t.v. 3 bör frá því sem var strax eftir upptekt. Þann fyrirvara verður að gera hér að nú var mælt inni í streng, einstefnuloki í botni og að vatnsborðið féll eitthvað þegar skipt var á utanádælingu. Hins vegar var líka dælt um 5 l/s niður um strenginn sem ætti að tryggja að stangarþrýstingurinn hafi verið svipaður og utan við.



Mynd 1: Þrýstingur fyrir og eftir fyrstu kælingu í botni

Sökum þess að þrýstimælirinn var orðinn eitthvað vangæfur í gær, var afraðið að mæla jöfnun, við að utanádælingin hætti, á einungis 950 m dýpi. Mynd 2 sýnir niðurstöðuna. Fyrst ber að nefna að líklega var loft í vatnssúlunni og olli það nokkurri ólgu í mælda þrýstingnum. Utanádælingin stoppar eftir ca 200 sekúndur, þrýstingurinn byrjar þá að falla og veldur kannski að loft hafði safnast í holutoppinn utan við stangir og skaust það úr með töulverðum hvell. Fyrir vikið myndaðist lofrúmmál sem holan þurfti að fylla og gæti það skýrt hví þrýstingur féll á tímabilinu 200-300 sekúndur. Síðan er greinilegt fall í vatnsborði og telst það 7 bör samtals. Það gefur ádælingarstuðul upp á rúmlega 6 (l/s)/barið sem er aukning frá 4-5 (l/s)/barið strax eftir upptekt.



Mynd 2: Saga þrýstings á 950 m dýpi þegar 45 l/s utanádæling hættir

Hola stóð síðan ókæld frá hádegi í gær utan að 5 l/s runnu utan á stangir. Byrjað var að kæla holuna á ný núna í morgun klukkan 8 og var kælt fram til klukkan 13. Samanburður þrýstings á “stand pipe” sýnir að nú þarf rúmlega 23 bör til að troða 45-46 l/s niður strenginn, samanborið við rúmlega 25 bör í gær. Virðist því sem kæling númer 2 hafi enn aukið við ádælingastuðul holunnar. Þegar ádælingu lauk mældu bormenn dýpi í holubotn og fannst hann nú einum metra ofar en í gær (2502 m).

Aftur verður kælt í fyrramálið.

Borvakt

BORVAKT Á REYKJANESI

RN-12 DAGSKÝRSLA #24

<i>Verkkauni:</i> Hitaveita Suðurnesja	<i>Verktaki:</i> Jarðboranir hf
<i>Hola:</i> RN-12	<i>Bortæki:</i> Jötunn
<i>Staðarnúmer:</i> 18912	<i>Jarðfr./mælingam.:</i> GrB/GuGu

Holuvídd:	12 1/4"
Síðasta fóðring:	~851 m
Skolvökvi:	Vatn

3. áfangi

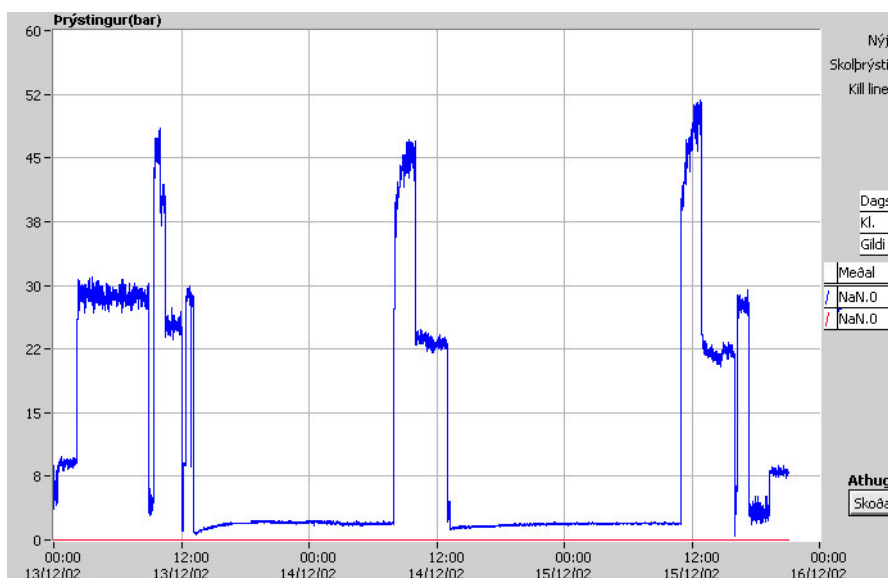
45. verkdagur

Dýpi kl. 24:	2506,4 m
Dýpi kl. 08:	2506,4 m
Skoltap:	>55 l/s

Borun síðasta sólarhring:	0 m
Bortími:	~18 klst.
Meðalborhraði:	~5 m/klst.

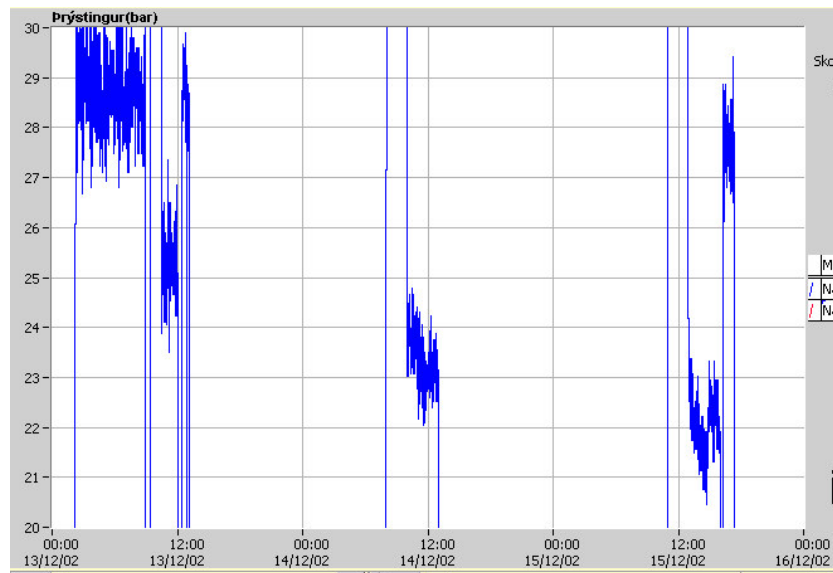
Borverk.

Hola 12 var örvuð 3ja sinni nú í morgun, sunnudag. Dælt var frá 11 til 16. Enn virtist sem þrýstingur í 45 l/s ádælingu hefði lækkað, að þessu sinni um 1 bar í stað 2ja í gær, laugardag. Myndir 1 og 2 sýna sögu þrýstings á “stand pipe” síðustu þrjá dagana í tveimur skölum. Alltaf var beitt sömu aðferð við kælipúlsana, fyrst dælt um og yfir 55 l/s þar til karið var nánast tómt en þá slegið af niður í tæpa 46 l/s.



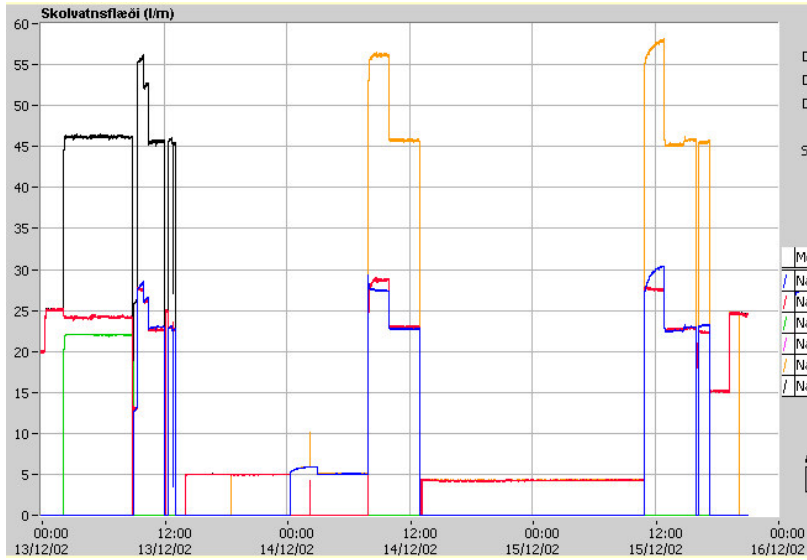
Mynd 1: Saga stand-pipe þrýstings í örvun holu 12

Á mynd 2 er búið að blása upp þrýstinginn sem ríkti á stand-pipe í kælipúlsum þremur. Sökum þess að allar aðstæður eru nákvæmlega þær sömu í öllum þremur tilvikum, má ætla að þrýstingsbreyting milli kælipúlsa stafi eingöngu af minnkuðu rennslisviðnámi í holuæðunum. Sést hér að í föstudagskælingunni var þrýstingurinn um 25,5 bör, á laugardegi 23,5 og loks í dag, sunnudag, um 22,5 bör. Samtals hefur því þrýstifall milli holu og jarðhitageymis minnkað um 3 bör ef eingöngu er tekið mið af þessum gögnum.



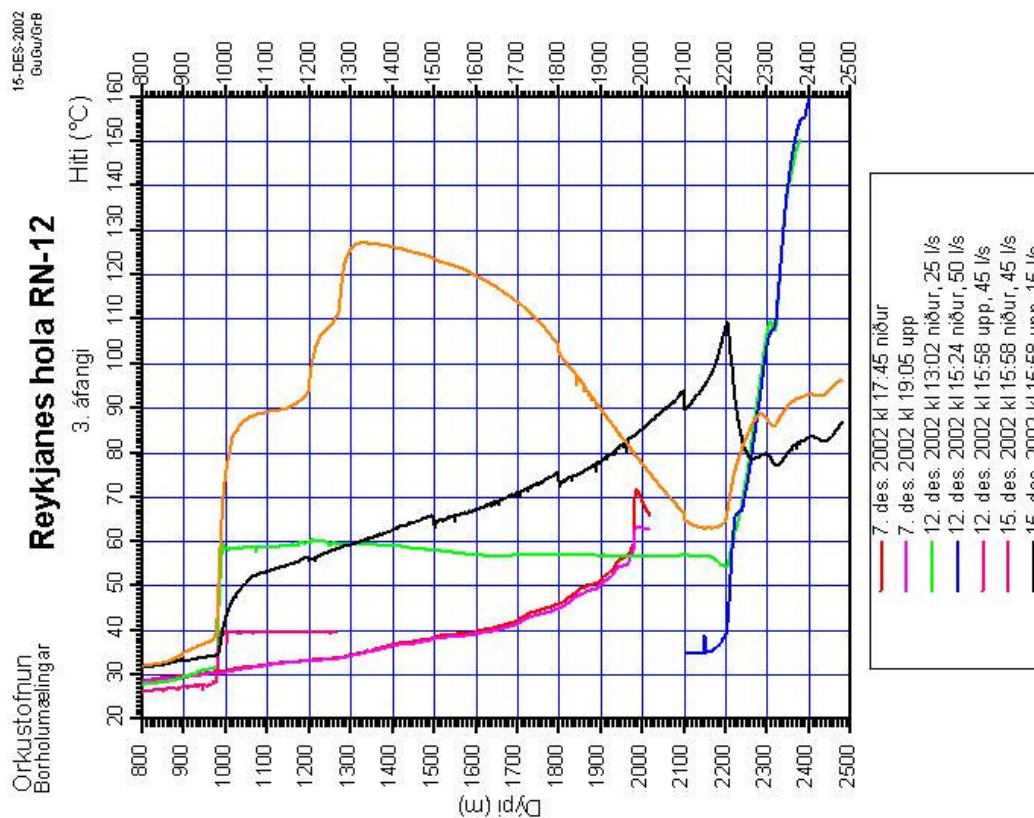
Mynd 2: Þrýstingur á stand-pipe þegar 46 l/s er dælt niður örvunarstreng.

Mynd 3 sýnir svo ádælinguna í kælipúlsum þremur. Hún er höfð hér til að sýna að mjög lík dæling átti sér stað í öllum þremur. Fengur er að skrásetningakerfi Jötuns í svona aðgerðum. Skilar það tvennu, 1) mikill nákvæmni og áreiðanleika í túlkun örvunargagna og 2) eins sparar búnaðurinn nokkrar ferðir með mæla niður holuna eftir hvern kælipúl.



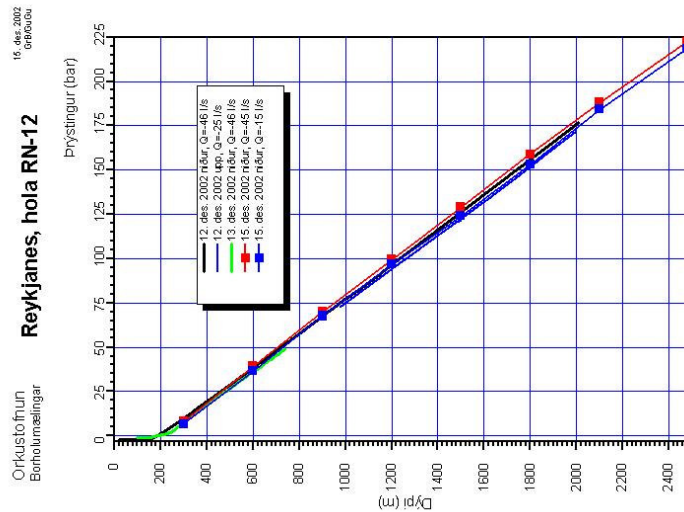
Mynd 3: Ádæling utan með streng í örvun holu 12

Að loknum 3ja kælipúlssi var farið með hita og þrýstimæla niður holuna. Mynd 4 sýnir hitamælingar og mynd 5 sýnir þrýstimælingar, hvoru tveggja með dýpi. Sökum þess að rafmagns- þrýstimælir ROS virkar nú mjög vangæfur, var þrýstingurinn mældur með Kuster háhitamæli og stoppað á 300 m fresti til að ná dýpisprófflum. Fyrir vikið minnir hitaferillinn niður holuna á að jólin eru í nánd og að æð komi nákvæmlega á 300 m fresti. Svo er ekki, heldur er holan að kólna utan við strenginn meðan mælt var og skýrir það hitastökkinn á 300, 600, 900 o.s.frv. m dýpi. Þegar mælir var nánast niður undir einstefnulokanum (2480 m) var utanádælingin minnkuð úr 46 í 15 l/s og tekin jöfnun í 40 mínútur. Síðan var hiti mældur upp holuna. Þer þá svo við að nú sjást vel æðar í 1200 og 1280 m til viðbótar við áður þekktar æðar í 980 og u.þ.b. 2200 m. Þá er kælipollur í ca 2320 m dýpi sem kann að benda til þess að þarna hafi farið út vatn í örvuninni. Hins vegar krossast hitaferlar dagsins í u.þ.b. 2240 m dýpi sem er túlkað hér þannig að sáralítil lekt sé í holunni neðan þess dýpis.



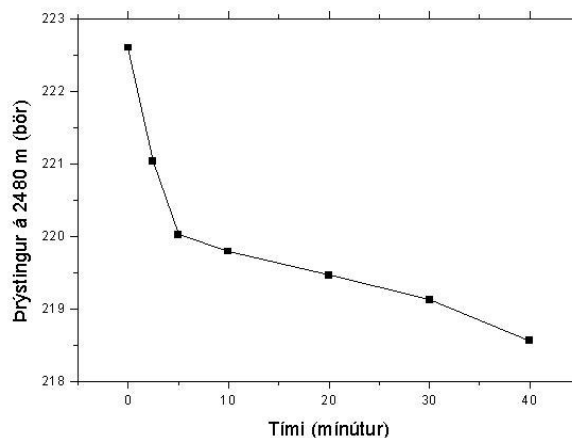
Mynd 4: Hitamælingar í holu 12

Mynd 5 sýnir þrýsting með dýpi í bæði 45 og 15 l/s utanádælingunni. Þessi þrýstigögn má hafa til hliðsjónar þegar meta skal æðaprýstinginn á 1200-1300 m dýpi, auk þess sem þau að sjálfsgöðu sýna þrýstifallið við að ádæling minnkar um 30 l/s.



Mynd 5: Þrýstimælingar í holu 12

Mynd 6 sýnir að lokum þrýstifallið við stangarendann á 2480 m dýpi við að ádæling minnkaði um 30 l/s. Þessi þrýstibreyting er talin nánast sú sama og utan strengsins á 2200 m dýpi sökum þess að holuhitinn breyttist sáralítið neðan 2200 metrana þær 40 mínútur sem jöfnunin var mæld. Myndin sýnir tvennt, 1) að þrýstingurinn fellur langhraðast strax fyrstu 4-5 mínúturnar sem er einhver blanda af iðustreymistöpum og tregðu í aðalæðinni á 2200 metrum og 2) að ádælingarstuðull holunnar er $(30 \text{ l/s}) / (3.5 \text{ bör})$ sem svarar til ádælingastuðuls upp á 8.5 (l/s)/bar. Má hafa hér til hliðsjónar að ádælingarstuðullinn var 4-5 (l/s)/bar strax eftir upptekt. Örvunin virðist því svo sannarlega hafa borið árangur og ætti að auka líkurnar á því að holan þoli vel að vera leiðaralaus.



Mynd 6: Þrýstijöfnun við enda örvunarstrengs þegar ádæling minnkar úr 45 í 15 l/s

Nú er verið að brjóta út stangir og ætti holan að öllum líkindum að verða klár til jarðlagamælinga síðdegis á morgun, mánudag.

Borvakt