



ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

**BORHOLUMÆLINGAR Í SVARTSENGI
OG Í ELDVÖRPUM ÁRIÐ 1995**

Grímur Björnsson, Benedikt Steingrímsson,
Guðlaugur Hermannsson, Hjálmar Eysteinnsson
og Hjalti Franzson

Unnið fyrir Hitaveitu Suðurnesja

OS-96004/JHD-01 B

Janúar 1996



ORKUSTOFNUN
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Verknr. 630221/630222

**BORHOLUMÆLINGAR Í SVARTSENGI
OG Í ELDVÖRPUM ÁRIÐ 1995**

Grímur Björnsson, Benedikt Steingrímsson,
Guðlaugur Hermannsson, Hjálmar Eysteinnsson
og Hjalti Franzson

Unnið fyrir Hitaveitu Suðurnesja

OS-96004/JHD-01 B

Janúar 1996

Efnisyfirlit

Efnisyfirlit	3
Töfluskrá	4
Myndaskrá	4
1. Inngangur	5
2. Hitamæling í holu 1	7
3. Mælingar í holu SG-7, Svartsengi	8
4. Mælingar í holu SG-8, Svartsengi	11
5. Mælingar í holu SG-9, Svartsengi	13
6. Mælingar í holu SG-11, Svartsengi	14
7. Mælingar í holu SG-12, Svartsengi	16
8. Mælingar í holu HSH-14	18
9. Hita- og þrýstidreifing í Svartsengi árið 1995	20
10. Mæling á toppþrýstingi holu SG-7 í desember 1994	22
11. Mælingar í holu EG-2, Eldvörpum	25
12. Eftirlitsmælingar í öðrum holum Hitaveitu Suðurnesja	28
13. Niðurstöður og umræða	28
14. Heimildir	30
Viðauki 1: Afstöðumynd og yfirlit um borholur í Svartsengi	31
Viðauki 2: Myndir af hönnun og ástandi holna í Svartsengi og í Eldvörpum	33
Viðauki 3: Eldvörp, hola EG-2. Athugun á grjótmulningi úr holunni við upphleypingu í nóvember 1995	47

Töfluskrá

1 Yfirlit um borholumælingar í Svartsengi og í Eldvörpum árið 1995	6
--	---

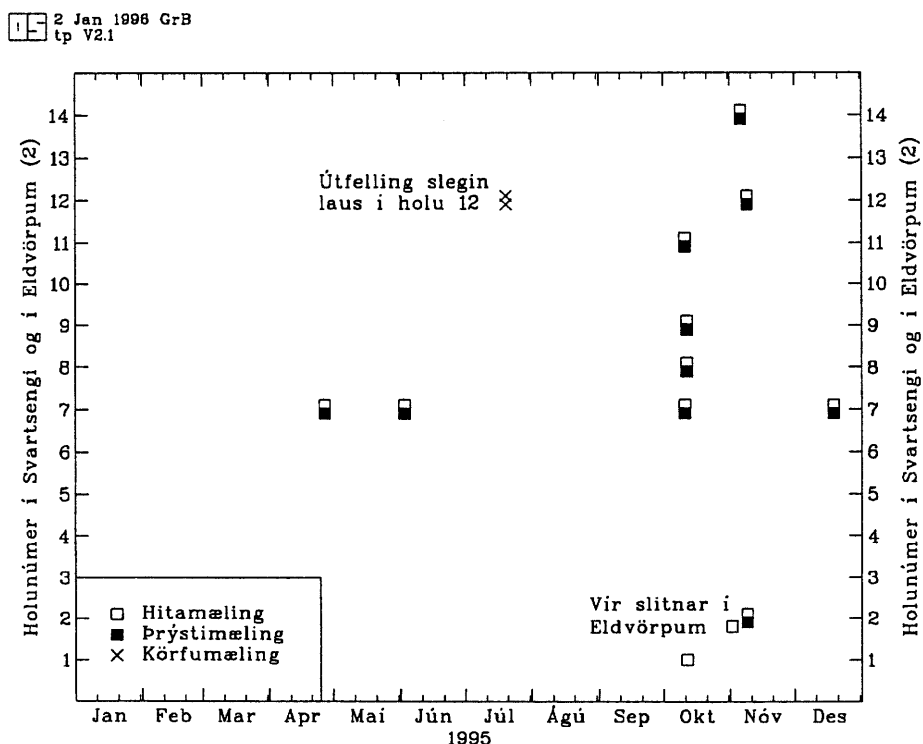
Myndaskrá

1 Yfirlit um mælingar í Svartsengi og í Eldvörpum árið 1995	5
2 Hitamælingar í holu 1, Svartsengi	7
3 Hitamælingar í holu SG-7 árið 1995	8
4 Þrýstimælingar í holu SG-7 árið 1995	9
5 Hitasaga holu SG-7 á 700, 1000 og 1300 m dýpi	10
6 Þrýstisaga holu SG-7 á 1000 m dýpi	10
7 Hitamælingar í holu SG-8 árin 1992, 1994 og 1995	11
8 Þrýstimælingar í holu SG-8 árin 1994 og 1995	12
9 Hitamælingar í holu SG-9 árin 1993, 1994 og 1995	13
10 Þrýstimælingar í holu SG-9 árin 1994 og 1995	14
11 Hitamælingar í holu SG-11 árin 1993, 1994 og 1995	15
12 Þrýstimælingar í holu SG-11 árin 1994 og 1995	15
13 Hitamælingar í holu SG-12 árin 1993, 1994 og 1995	16
14 Þrýstimælingar í holu SG-12 árin 1994 og 1995	17
15 Hitamælingar í holu HSH-14, Svartsengi	18
16 Þrýstimælingar í holu HSH-14, Svartsengi	19
17 Saga hita á 900 m dýpi í Svartsengi árabilið 1993-1995	20
18 Saga þrýstings á 900 m dýpi í Svartsengi árabilið 1993-1995	21
19 Þrýstingur í Svartsengisholum í október og nóvember 1995	22
20 Dýfa í toppþrýstingi holu SG-7 þann 27. nóvember 1994	23
21 Síaður toppþrýstingur holu SG-7 í nóvember 1994	23
22 Tíðniróf toppþrýstings holu SG-7 í nóvember 1994	24
23 Hitamælingar í holu EG-2, Eldvörpum	25
24 Þrýstimælingar í holu EG-2, Eldvörpum	26
25 Saga þrýstings á 1000 m u.s. í Svartsengi og í Eldvörpum	27

1. Inngangur

Í þessari skýrslu er dregið saman á einn stað yfirlit um þær borholumælingar sem Jarðhitadeild Orkustofnunar annaðist fyrir Hitaveitu Suðurnesja á jarðhitasvæðunum í Svartsengi og í Eldvörpum árið 1995. Sumum mælinganna hefur áður verið lýst stuttlega í greinargerðum (Grímur Björnsson og Guðlaugur Hermannsson, 1995; Grímur Björnsson og Jósef Hólmjárn, 1995). Allar voru mælingarnar gerðar í tengslum við reglulegt vinnslueftirlit á jarðhitasvæðunum tveimur. Holurnar eru hita- og þrýstimældar einu sinni á ári, utan að hola SG-7 er mæld 4 sinnum til nákvæms eftirlits með svæðisbreytingum. Samtals eru þetta 24 mælingar og skiptast þær í 12 hitamælingar, 10 þrýstimælingar og 2 ferðir með körfu. Alls spönnuðu mælingarnar rúma 25 km í 8 borholum. Tafla 1 gefur yfirlit um mælingarnar og á mynd 1 er sýnt hvernig þær dreifðust í tímanum. Í viðauka 1 er sýnt staðsetningarkort af holunum í Svartsengi og yfirlit gefið um hönnun þeirra og bortíma. Viðauki 2 sýnir hins vegar útlitsmyndir af holunum sem mælt var í árið 1995 og nokkrum hinna einnig. Myndirnar í viðauka 2 eru liður í að birta holugögn á myndrænan hátt svo auðvelt sé að glöggva sig á holuhönnuninni, skemmdum, hruni og þess háttar sem oftsinnis kemur fram í holum eftir borun. Gagnasafnið er enn í þróun og því eru hugmyndir um ný gögn sem geyma má í því svo og athugasemdir um myndræna framsetningu gagnanna vel þegnar.

Auk þess sem mælingum í borholum er lýst, fjallar skýrslan um mælingar sem gerðar voru á toppþrýstingi holu SG-7 í nóvember 1994. Um það leyti bar á drunum í holunni sem mælingarnar áttu að varpa ljósi á. Þá er birt í viðauka 3 greinargerð Hjalta Franzsonar (1995) um skoðun á bergmylsnu sem bárust upp úr holu EG-2 í upphleypingu haustið 1995.



Mynd 1: Yfirlit um mælingar í Svartsengi og í Eldvörpum árið 1995.

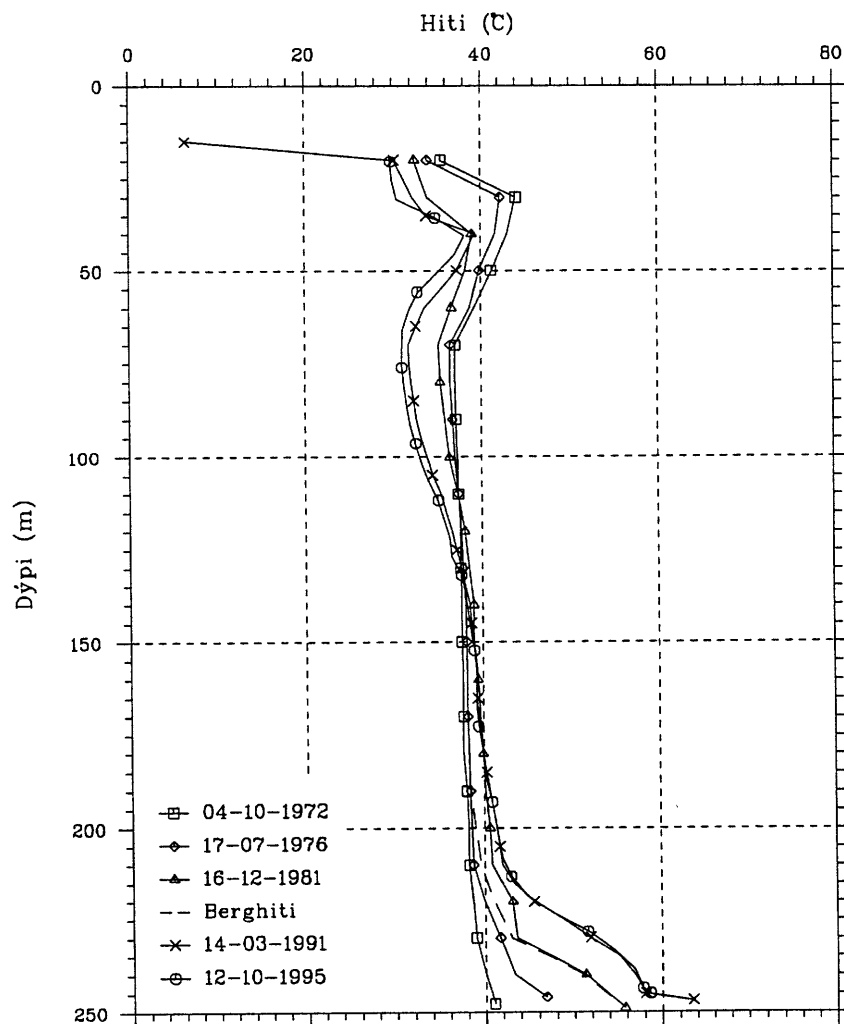
Tafla 1: Yfirlit um borholumælingar í Svartsengi og í Eldvörpum árið 1995.

Hola	Svunta	Dags	Upphafstími	Lokatími	Mæling	Upphafsdýpi (m)	Lokadýpi (m)	Athugasemdir
H-1	16403	12-10-1995	16:50	17:50	Hiti (°C)	20	249	Ath. að dýpi lesið með mekanískum teljara, hér *1.015
SG-7	16002	27-04-1995	12:45	13:50	Prýstingur (Bar-y)	0	1348	Í blæstri
SG-7	16003	27-04-1995	10:20	11:30	Hiti (°C)	0	0	Lekur með o-hring, fyllist af vatni og mæling ónýtt, fyrsta ferð mælis
SG-7	16062	03-06-1995	15:20	16:30	Prýstingur (Bar-y)	0	1347	Í blæstri
SG-7	16400	11-10-1995	10:10	11:40	Hiti (°C)	0	1344	Í blæstri
SG-7	16681	19-12-1995	10:30	11:45	Hiti (°C)	0	1345	Í blæstri
SG-7	16680	19-12-1995	12:50	14:00	Prýstingur (Bar-y)	0	1345	Í blæstri
SG-7	16399	11-10-1995	11:50	13:10	Prýstingur (Bar-y)	0	1344	Í blæstri
SG-7	16061	03-06-1995	13:40	15:00	Hiti (°C)	0	1347	Í blæstri
SG-8	16408	12-10-1995	13:00	14:20	Prýstingur (Bar-y)	0	1575	Í blæstri heggur á hengistykki og í 750 m
SG-8	16409	12-10-1995	14:30	16:00	Hiti (°C)	0	1575	Í blæstri heggur á hengistykki og í 750 m
SG-9	16410	12-10-1995	11:25	12:30	Prýstingur (Bar-y)	0	922	Í blæstri heggur á milli 500 og 600 m, lfrkl. hengistykkið
SG-9	16411	12-10-1995	10:20	11:25	Hiti (°C)	0	922	Í blæstri
SG-11	16401	11-10-1995	13:30	14:50	Hiti (°C)	0	1093	Í blæstri rör sveigt til NA til að mælir fari niður úr toppi
SG-11	16402	11-10-1995	15:00	16:00	Prýstingur (Bar-y)	0	1093	Í blæstri rör sveigt til NA til að mælir fari niður úr toppi
SG-12	16184	20-07-1995	11:10	11:45	Körfumæling	0	710	Settist á 536 m, en fór niður í næstu tilraun.
SG-12	16185	20-07-1995	11:50	12:10	Körfumæling	0	700	Karfan flaug niður og virðist 8"-karfan hafa hreinsað nabba úr holunni
SG-12	16550	09-11-1995	10:30	11:30	Hiti (°C)	0	983	Í blæstri, mælir í ólagi
SG-12	16550	09-11-1995	11:40	12:30	Prýstingur (Bar-y)	0	983	Í blæstri
HSH-14	16497	06-11-1995	11:30	12:10	Prýstingur (Bar-y)	0	597	Holan stendur í vægri blæðingu
HSH-14	16498	06-11-1995	10:40	11:20	Hiti (°C)	0	597	Holan stendur í vægri blæðingu
EG-02	16496	02-11-1995	10:40	16:00	Hiti (°C)	0	1229	Holan var í blæðingu um 2-3 mm gat, vir slitmar í slökun á 900m
EG-02	16552	09-11-1995	16:15	17:00	Hiti (°C)	0	1230	Holan var í blæðingu um 2-3 mm gat
EG-02	16553	09-11-1995	14:10	15:10	Prýstingur (Bar-y)	0	1230	Holan var í blæðingu um 2-3 mm gat
Alls mældir 25.108 m í 24 mælingum								

2. Hitamæling í holu 1

Hola 1 var síðast hitamæld árið 1991 og kom þá í ljós að botnhiti hennar hafði hækkað úr rúmlega 40 °C við lok borunar upp í u.þ.b. 64 °C. Þessi hitabreyting var túlkuð sem hægfara stækkun suðusvæðisins í Svartsengi (Grímur Björnsson og Benedikt Steingrímsson, 1991). Hiti holunnar var mældur aftur nú í haust og er mælingin sýnd á mynd 2 ásamt eldri mælingum. Í stuttu máli sést að hiti holunnar er nánast nákvæmlega sá sami og á útmánuðum 1991. Virðist því sem tilgátan um útbreiðslu suðusvæðisins í Svartsengi standi. Jafnframt gæti hafa hægt á útþensluhraða suðusvæðisins eða hann jafnvel stöðvast milli mælinganna 1991 og 1995. Er þá stuðst við þá staðreynd að þrýstingur hefur verið stöðugur djúpt í Svartsengiskerfinu á þessu sama árabili (Grímur Björnsson o.fl., 1995).

2 Jan 1996 grb
L= 16901 Oracle



Mynd 2: Hitamælingar í holu 1, Svartsengi.

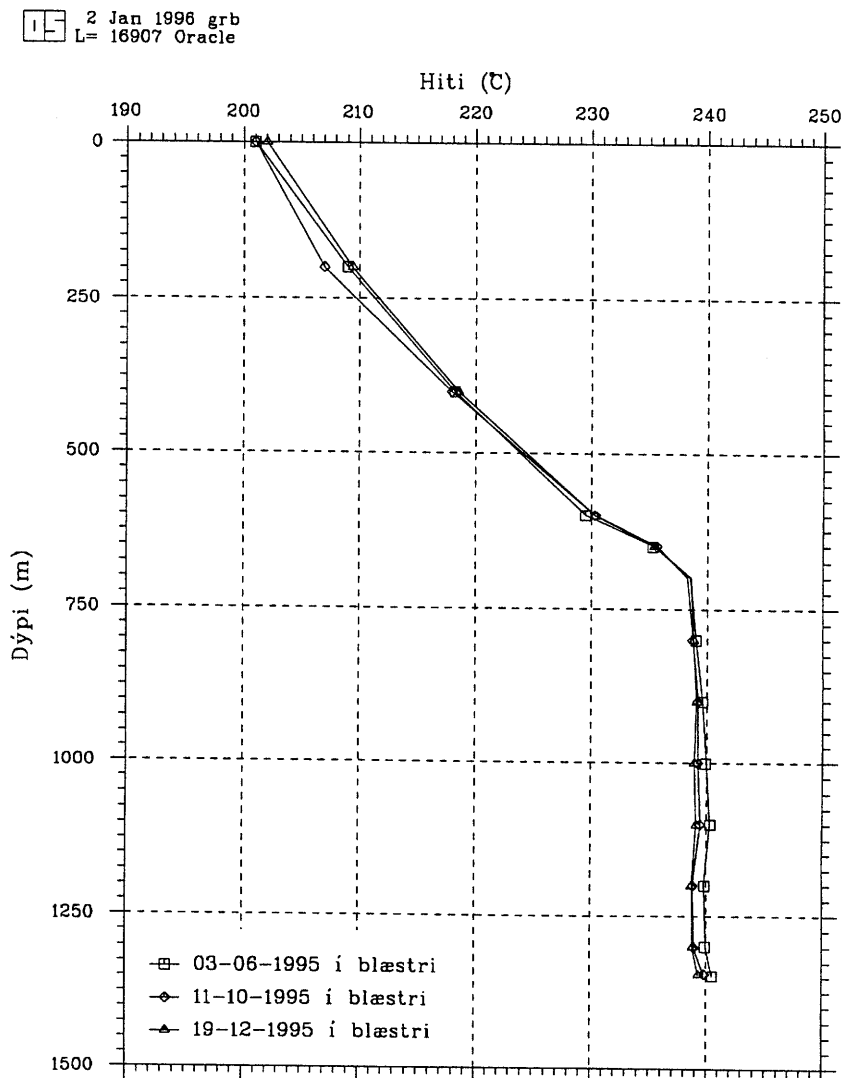
Vatnsborð holu 1 var á 15,3 m dýpi í hitamælingunni haustið 1995. Til samanburðar má geta þess að vatnsborðið var á 14,9 m árið 1991, á 15,0 m árið 1981 og á 15,5 m árið 1972. Það sýnir að þrýstibreytingar eru óverulegar á dýptarsviði holu 1.

Í lokin má benda á að komi til frekari borana í eða nærri suðusvæðinu í Svartsengi þá gerir lágur hiti bergsins við holu 1 svæðið næst henni áhugavert, bortæknilega séð.

Þannig ætti að vera óhætt að bora þarna fyrir a.m.k. 250 m langri fóðringu án verulegra öryggisráðstafana en einnig bendir hækkandi botnhiti til jarðhitavirkni neðan holunnar.

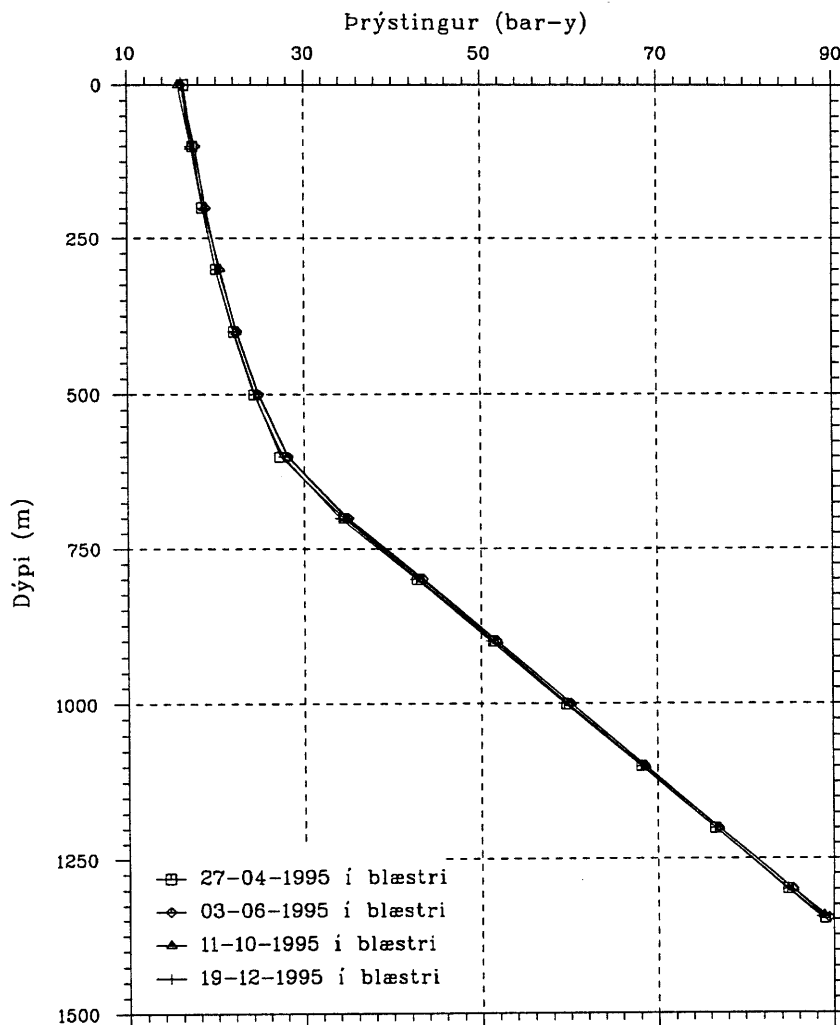
3. Mælingar í holu SG-7, Svartsengi

Hola SG-7 hefur verið aðaleftirlitsholan með djúpþrýstingi jarðhitakerfisins í Svartsengi allt frá árinu 1988. Alls voru gerðar 8 mælingar í 4 mælingaferðum í holunni árið 1995, 4 hita- og 4 þrýstimælingar. Fyrsta hitamælingin misfórst, en þá var notaður nýr nemi sem lak vegna galla frá framleiðanda. Mynd 3 sýnir hitamælingarnar í holu SG-7 og mynd 4 sýnir þrýstinginn, hvoru tveggja teiknað með dýpi. Um mælingarnar er það eitt að segja að hiti og þrýstingur telst stöðugur á árinu 1995 utan að þrýstingur hefur sigið örlítið niður á við milli mælinga í október og desember.



Mynd 3: Hitamælingar í holu SG-7 árið 1995.

2 Jan 1996 grb
L= 16907 Oracle

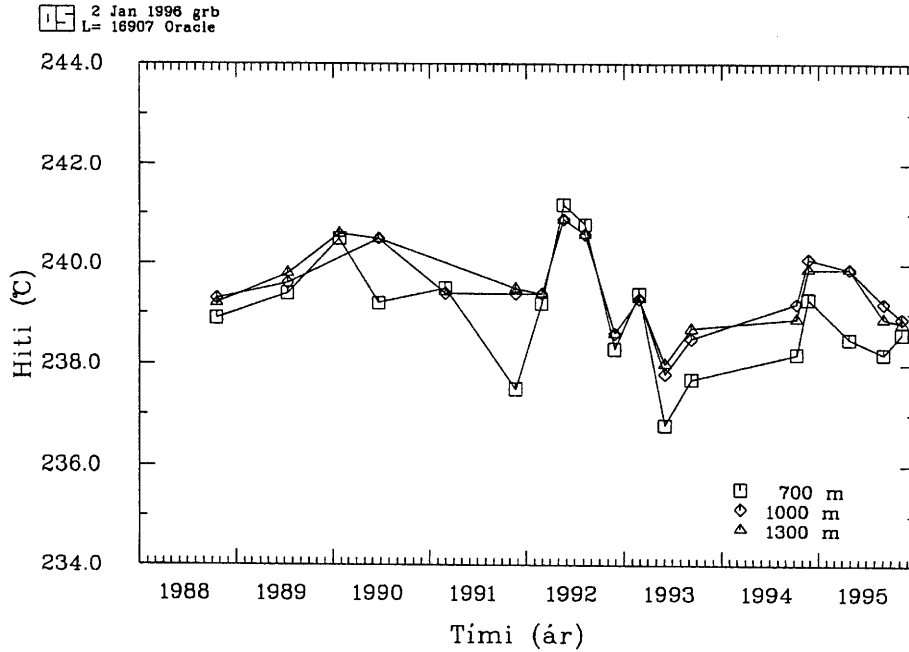


Mynd 4: Þrýstimælingar í holu SG-7 árið 1995.

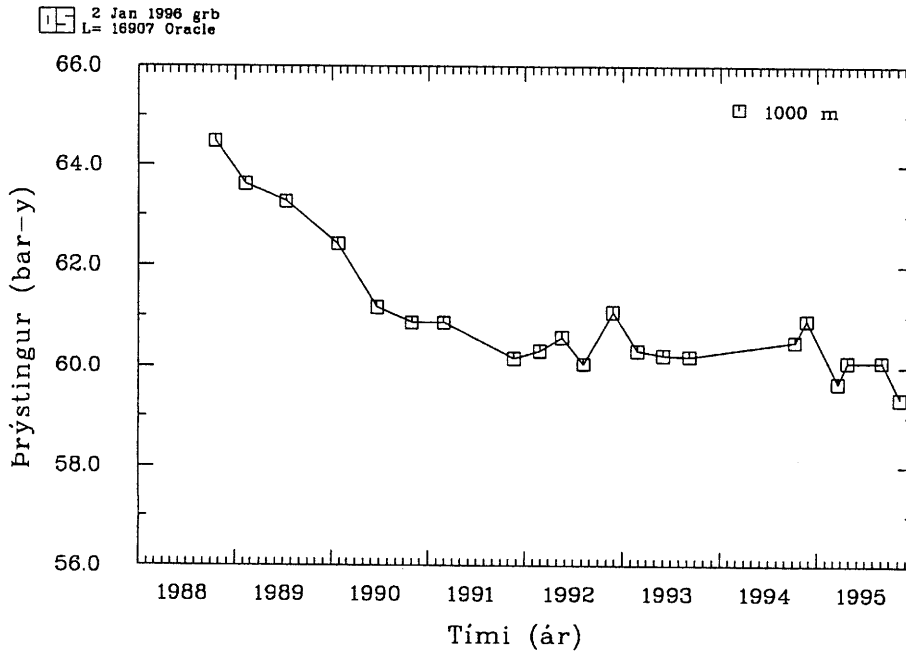
Fróðlegt er að skoða hvernig saga hita og þrýstings hefur mælst á 1000 m dýpi í holu SG-7. Myndir 5 og 6 sýna þetta. Eru þá eingöngu skoðaðar mælingar sem safnað var eftir árið 1988, en þær eiga það sammerkt að vera allar gerðar í blæstri. Ef mynd 5 er fyrst skoðuð sést að hiti í holu 7 hefur verið örlítið lækkandi árið 1995 frá því að vera í hámarki við árslokin 1994. Lækkunin er hins vegar einungis 1 °C og telst því vart marktæk. Mælingin frá því í desember 1995 er hins vegar óvenjuleg fyrir þá sök að hiti á 700 m er um 1 °C hærri en vanalega, ef miðað er við hita á 1000 m dýpi. Óvíst er um orsakir þessa og ástæðulaust að gera mikið úr muninum nema að slíkt endurtaki sig í eftirlitsmælingum ársins 1996.

Mynd 6 sýnir svo þrýstisögu holu SG-7 á 1000 m dýpi. Eins og áður kom fram lækkaði holuþrýstingurinn niður fyrir 60 bör í desembermælingunni 1995 og er nú óvenju lágur. Telst munurinn marktækur því allar þrýstimælingar ársins 1995 voru gerðar með sama nemanum. Í desember var massataka úr Svartsengiskerfinu hins vegar með mesta móti og á hér væntanlega hlut að máli. Mjög verður fróðlegt að fylgjast með þrýstingi holunnar er kemur fram á árið 1996 því hann endurspeglar með hvaða hætti jarðhitakerfið bregst

við vinnslu nú á tímum. Þannig ætti þrýstingurinn að haldast áfram á svipuðu róli ef jarðhitakerfið bregst að stórum hluta við vinnslu með suðu á dýptarbilinu 650-700 m. Haldi svæðisþrýstingurinn hins vegar áfram að falla er það til merkis um að svæðið sé enn að stærstum hluta í vatnsfasa eingöngu. Svar við þessari spurningu er t.d. afgerandi þegar kemur að ákvörðun um hvernig haga eigi framtíðarvinnslu í Svartsengi.



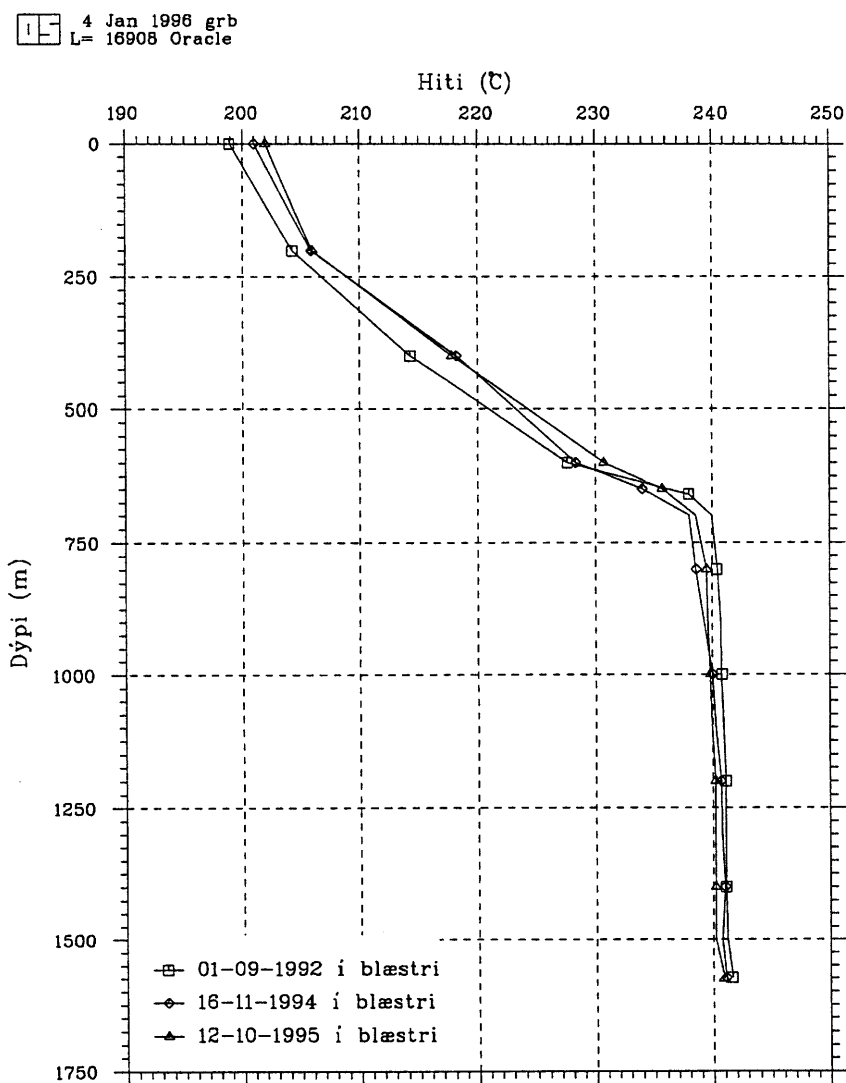
Mynd 5: Hitasaga holu SG-7 á 700, 1000 og 1300 m dýpi.



Mynd 6: Þrýstisaga holu SG-7 á 1000 m dýpi.

4. Mælingar í holu SG-8, Svartsengi

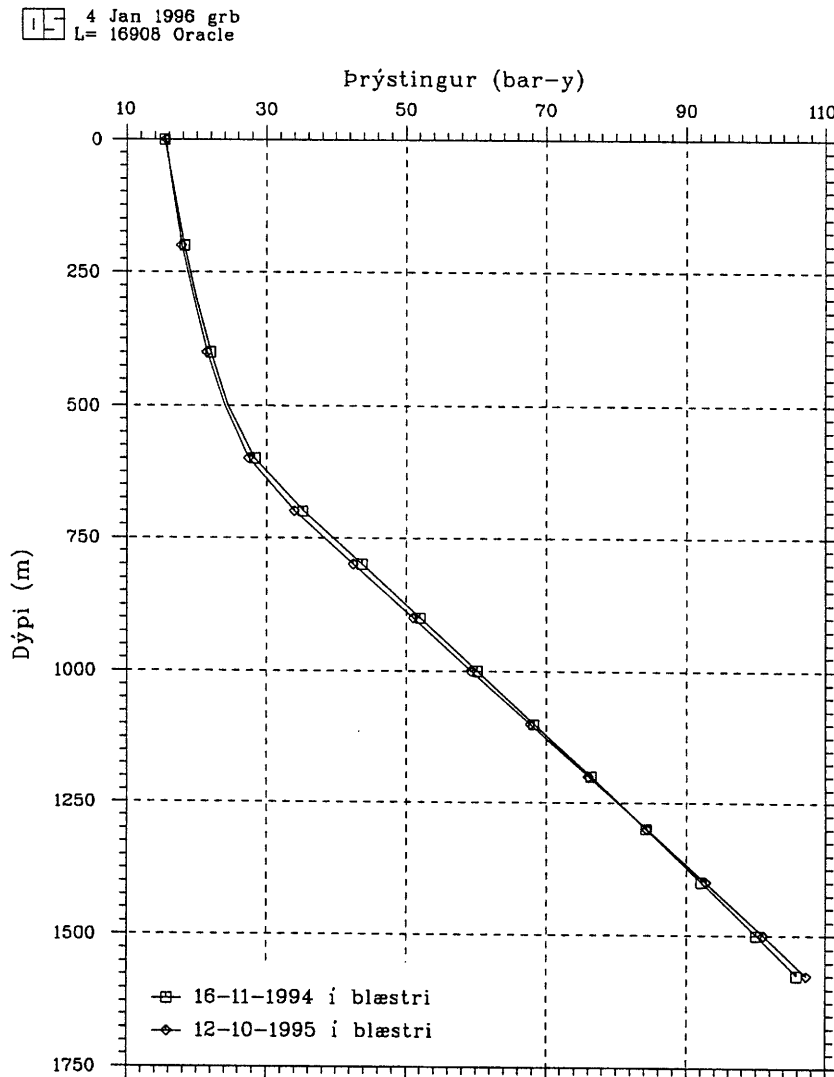
Hola SG-8 var hita- og þrýstimæld í blæstri þann 12. október 1995. Mælingarnar eru sýndar á myndum 7 og 8 ásamt eldri mælingum. Þar sést að hiti holunnar er um eða rétt undir meðallagi, ef miðað er við hitamælingar árunna 1992 og 1994. Þrýstingur holunnar er hins vegar á móta og mældist árið 1994.



Mynd 7: Hitamælingar í holu SG-8 árin 1992, 1994 og 1995.

Hola SG-8 var hreinsuð af útfellingum í nóvember 1994. Var því liðið tæpt ár frá hreinsuninni þegar mælt var nú í haust. Þegar mælum var slakað niður holuna brá svo við að þeir fundu mjög skýrt fyrir stallinum sem er við hengistykkið á 585 m. Áframhaldandi slökun var síðan auðveld utan að mælur finna áfram fyrir einhvers konar skemmd eða fyrirstöðu í leiðaranum á 750 m dýpi. Höggið sem mælarnir fengu við hengistykkið bendir til þess að holan sé hrein af útfellingum a.m.k. niður að því og jafnvel dýpra.

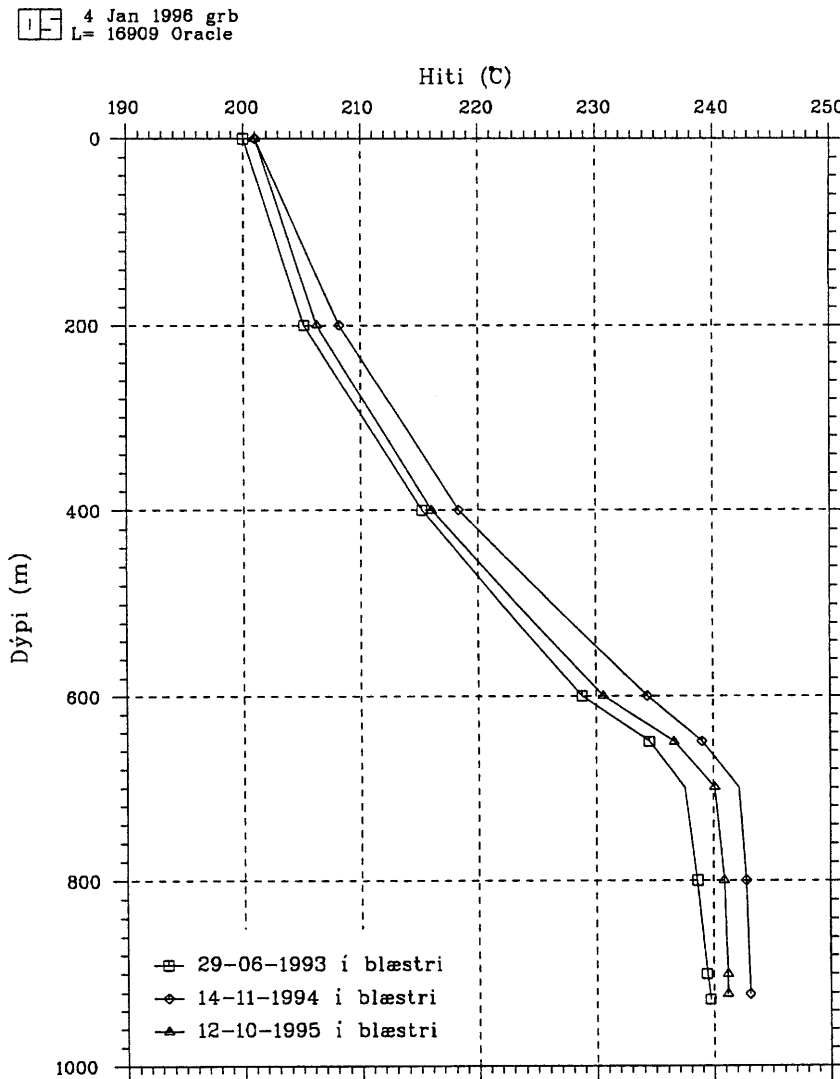
Hola SG-8 var hreinsuð af útfellingum í apríl 1991. Í september 1992 hægði verulega á mælum í slökun á 628 m dýpi en mátti þó lempa í gegn. Það sýndi að útfellingar höfðu komið í holuna á því rúma ári sem liðið var frá hreinsun, öfugt við hvað gerist nú. Þar áður var hola SG-8 hreinsuð í maí 1989. Í blástursmælingu í júlí 1990, einnig rúmu ári eftir hreinsun, stöðvuðust mælar algerlega á 605 m dýpi. Í heild sýna því þessi þrjú dæmi að mjög virðist hafa hægt á hraða útfellinga í holu 8, frá því að myndast það ört eftir hreinsun árið 1989 að mælar komust ekki niður holuna ári síðar, yfir í að hægja á mælum ári eftir hreinsunina 1991 og svo nú að ekki finnast merki um útfellingar ári eftir hreinsunina 1994.



Mynd 8: Prýstimælingar í holu SG-8 árin 1994 og 1995.

5. Mælingar í holu SG-9, Svartsengi

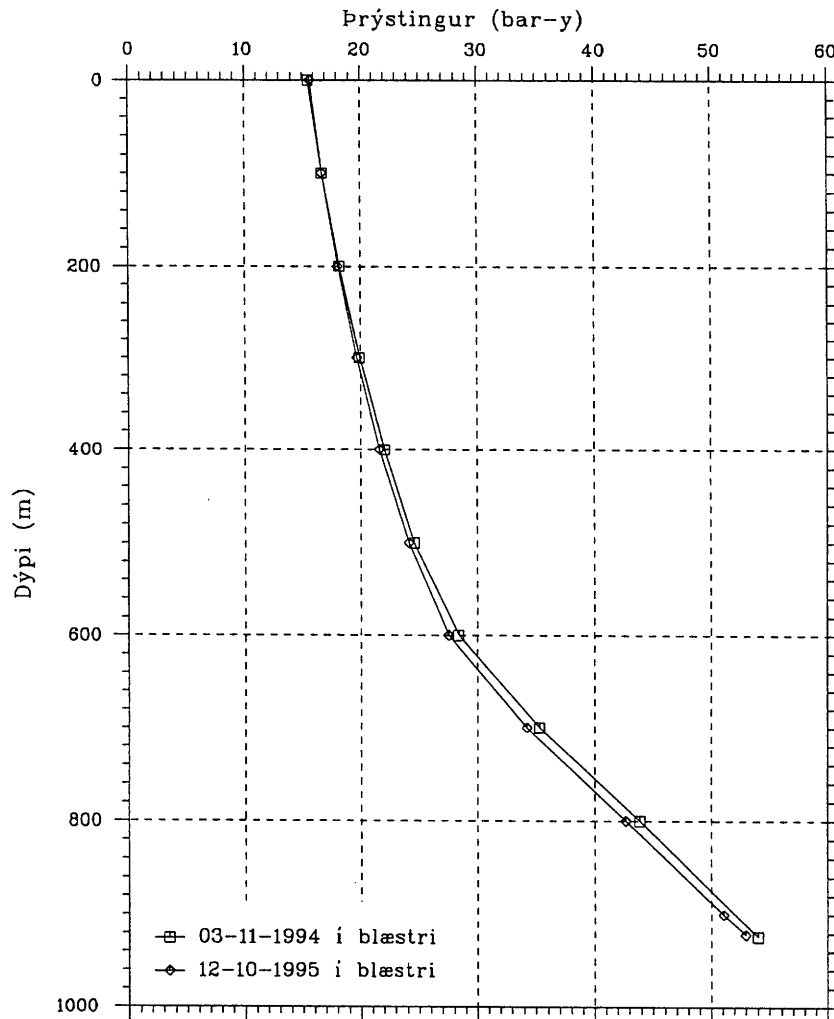
Myndir 9 og 10 sýna hita- og þrýstimælingar sem gerðar voru í holu SG-9 þann 12. október 1995 ásamt eldri mælingum. Myndirnar sýna að hiti holunnar hefur lækkað eilítið frá mælingunni haustið 1994, en þá var holan óvenju heit og jafnvel talið að víxlverkun suðu og þéttingar nærri holunni ætti þar hluta að máli (Grímur Björnsson o.fl., 1995). Hins vegar er þrýstingur tæpu bari lægri en árið áður. Verður að því vikið síðar í skýrslunni.



Mynd 9: Hitamælingar í holu SG-9 árin 1993, 1994 og 1995.

Högg kom á mæla í slökun milli 500 og 600 m dýpis í holu SG-9. Líklegast er þar hengi-
stykkinu um að kenna. Það er síðan túlkað þannig að litlar sem engar útfellingar séu við
það og ofan þess, samanber umfjöllunina um holu SG-8 hér fyrir framan.

4 Jan 1996 grb
L= 16909 Oracle



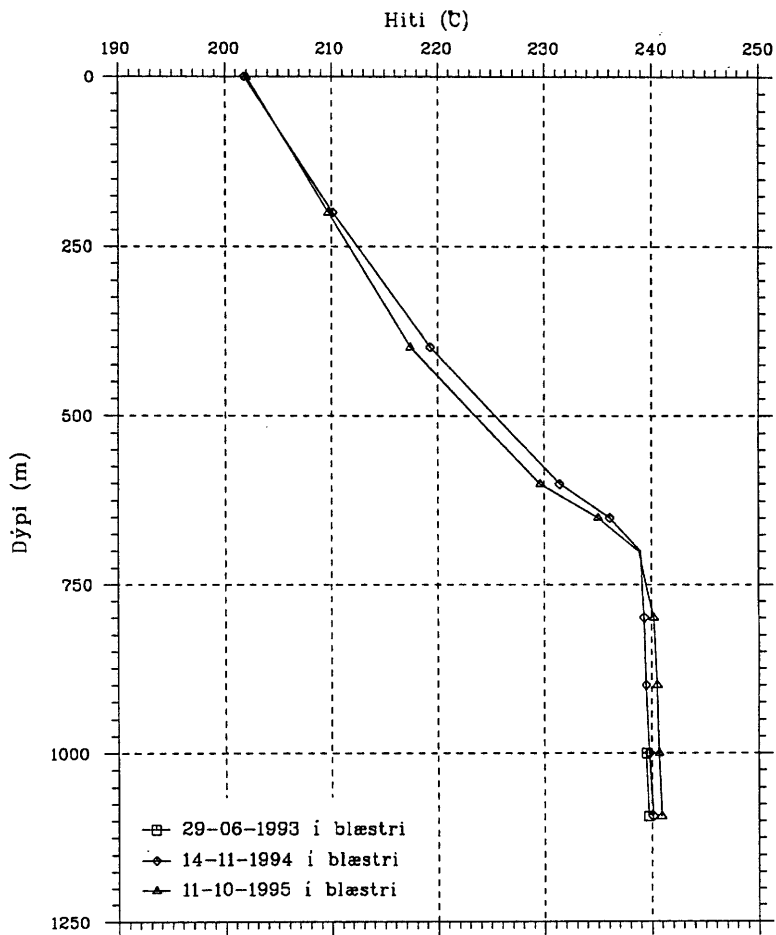
Mynd 10: Þrýstimælingar í holu SG-9 árin 1994 og 1995.

6. Mælingar í holu SG-11, Svartsengi

Hola SG-11 var hita- og þrýstimæld í blæstri þann 11. október 1995. Myndir 11 og 12 sýna mælingarnar sem söfnuðust ásamt eldri mælingum. Þar sést að hiti holunnar er nú í hærra lagi og liggur á bilinu 240-241 °C. Þrýstingur er hins vegar nánast nákvæmlega sá sami og fyrir ári.

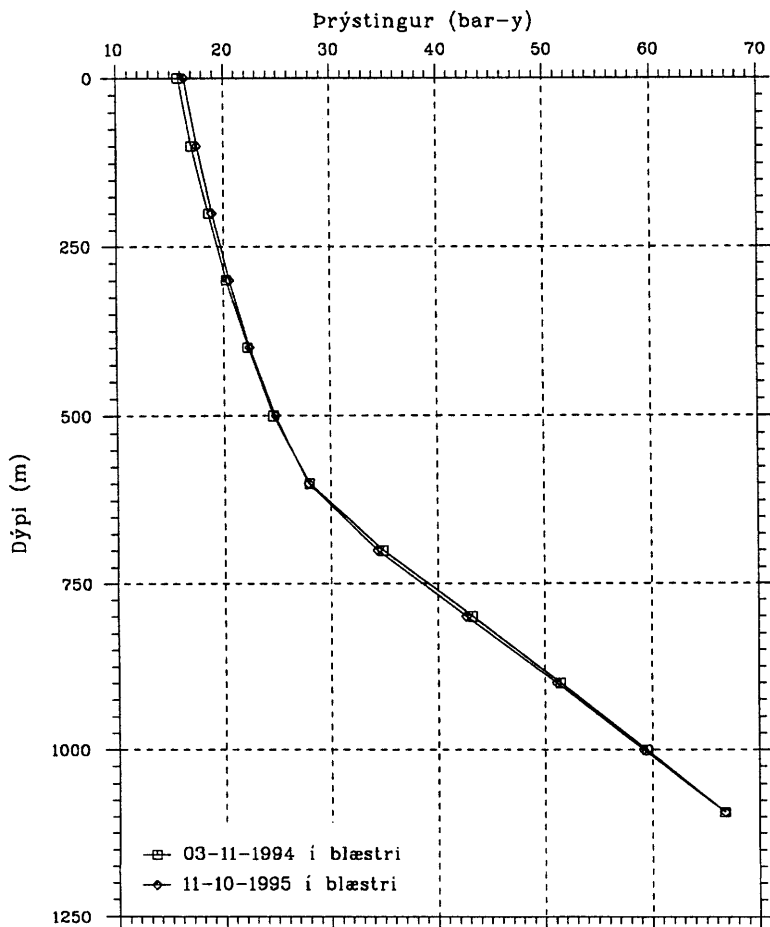
Skekkja er í toppi holu SG-11, milli holulöks og 2" röranna sem ganga upp úr og niður úr lokinu. Skekkjan gerir það að verkum að erfitt er að koma mælum niður í gegnum holutoppinn. Þarf að toga holutoppsframlenginguna í átt að kjallaratröppunum til að mælar gangi niður úr holutoppnum. Ástæða er til að laga þessa skekkju við tækifæri og körfumæla þá holuna í leiðinni.

4 Jan 1996 grb
L= 16911 Oracle



Mynd 11: Hitamælingar í holu SG-11 árin 1993, 1994 og 1995.

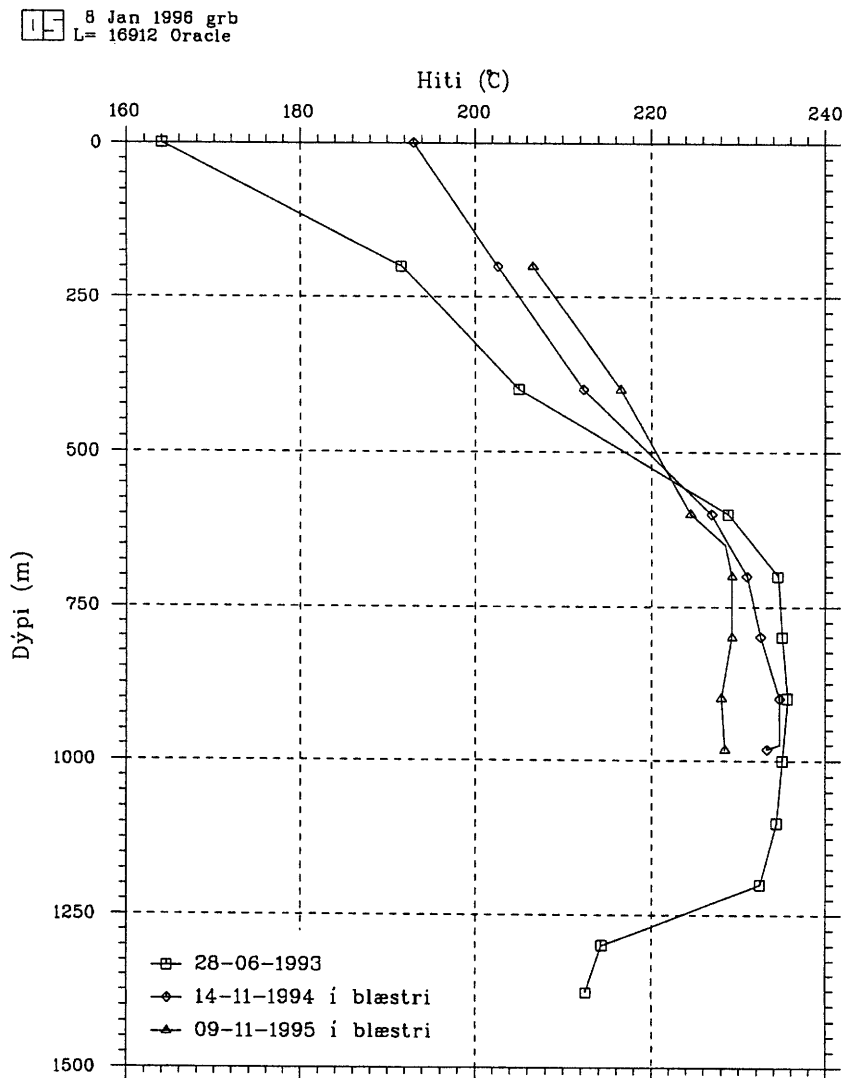
4 Jan 1996 grb
L= 16911 Oracle



Mynd 12: Þrýstimælingar í holu SG-11 árin 1994 og 1995.

7. Mælingar í holu SG-12, Svartsengi

Tvær ferðir voru farnar til mælinga í holu SG-12 á árinu 1995. Fyrst var farið til körfumælinga í júlí en síðan var holan hita- og þrýstimæld þann. 10. október. Eru mælingarnar sýndar á myndum 13 og 14. Þar sést að hiti holunnar er óvenju lágur neðan 700 m dýpis, eða um 230 °C í stað um 235 °C áður. Líklega er hér um að kenna bilun í hitamælinum sem notaður var. Þó var hann kvarðaður eftir mælinguna og byggir nýjasti ferillinn á mynd 13 á þeirri kvörðun. Lagt er til að eftirlitshitamæling ársins 1996 verði gerð snemma á árinu til að fá úr því skorið hvort holan hafi kólnað. Þrýstingur holu SG-12 er hins vegar, líkt og í holu SG-9, um bari lægri en árið áður. Nánar verður vikið að því í kafla 9 þegar kemur að umfjöllun um hita- og þrýstidreifingu í Svartsengiskerfinu.

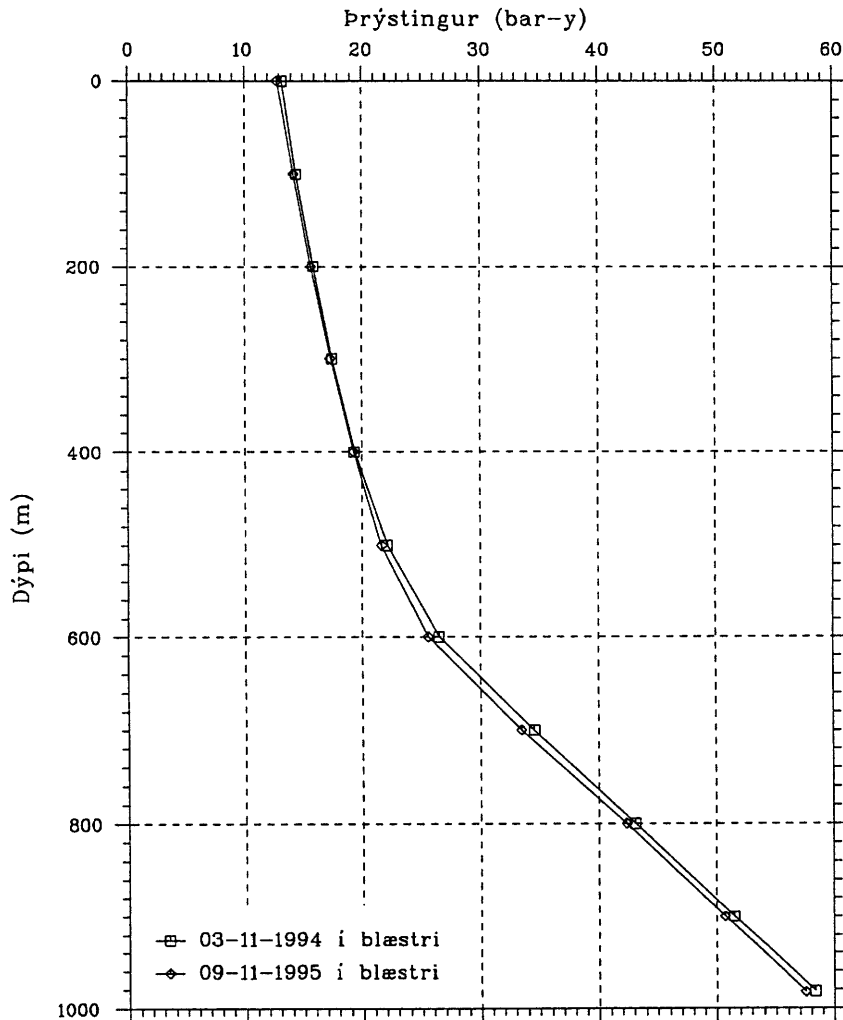


Mynd 13: Hitamælingar í holu SG-12 árin 1993, 1994 og 1995.

Tilgangur körfumælinganna í holu SG-12 var að að átta sig betur á eðli fyrirstöðu í vinnslufóðringunni sem vart varð við í eftirlitshitumælingu á 534 m dýpi í nóvember árið 1994 (Grímur Björnsson o.fl., 1995). Hafist var handa með því að slaka rólega niður 8"

víðri körfu. Karfan settist svo og stöðvaðist á 536 m dýpi, sem ber vel saman við dýpið á fyrirstöðuna frá því árinu áður. Þá var körfunni lyft og slakað aftur á fyrirstöðuna. Brá þá svo við að karfan slapp fram hjá og rann hindrunarlaust niður í 710 m dýpi. Þá var byrjað að hífa á ný. Í 655 m dýpi var stoppað til að hyggja að smurningu á mælivírnum. Þegar aftur átti að hífa reyndist karfan skorðuð föst í holunni en losnaði síðan nokkuð auðveldlega. Gekk karfan síðan hnökralaust upp í gegnum 536 m dýpið.

4 Jan 1996 grb
L= 16912 Oracle



Mynd 14: Þrýstimælingar í holu SG-12 árin 1994 og 1995.

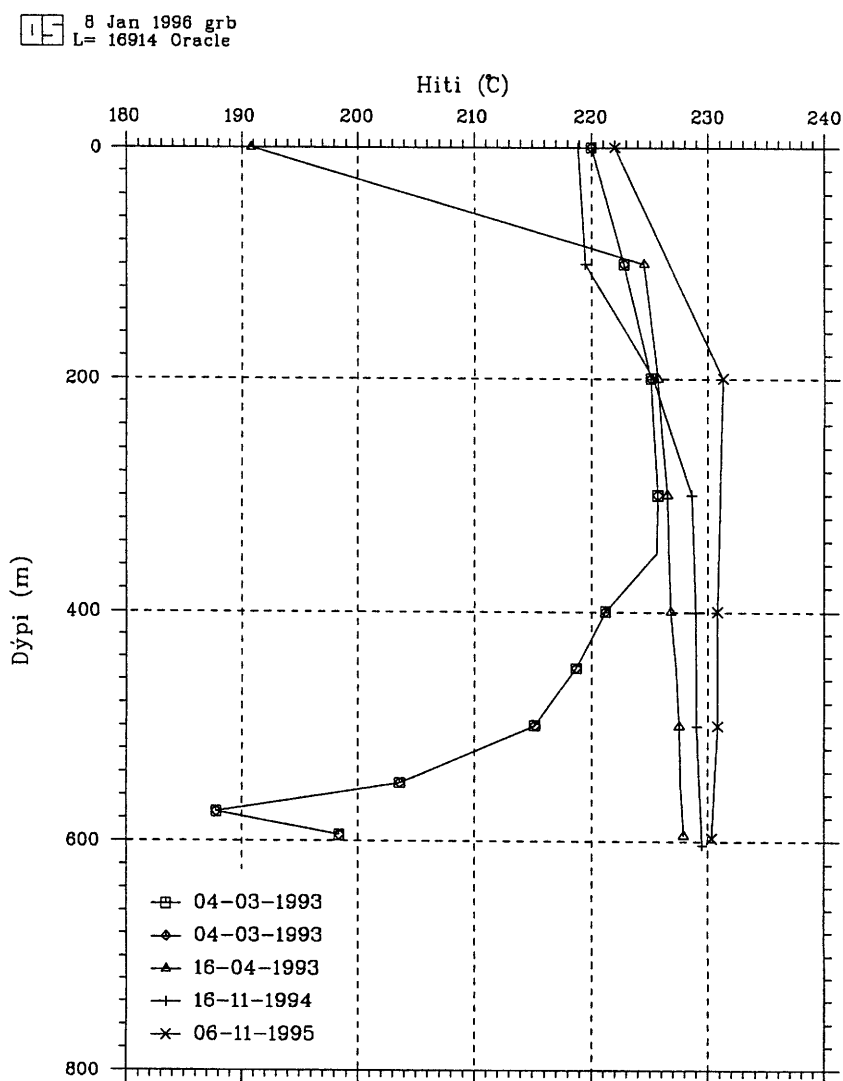
Að því búnu var 10" sver karfa send niður holu SG-12 og fór hún án fyrirstöðu í 700 m dýpi. Þótti þá ljóst að fyrirstaðan væri horfin niður holuna og glöddust mælingamenn mjög við þá óviðbúnu gagnsemi starfa sinna. Er líklegast að nabbi úr útfellingu hafi verið í holunni á 536 m dýpi en að 8" karfan hafi losað um hana. Síðan féll útfellingin það rólega niður holuna að 8" karfan tók fram úr henni í áframhaldandi slökun. Karfa og útfelling mætast síðan aftur fyrir tilviljun í 655 m dýpi að hífingu var hætt í smástund. Settist þá útfellingin að körfunni og skýrir það hví karfan virtist skorðuð þegar aftur var byrjað að hífa.

Ástand holu SG-12 telst óeðlilegt með tilliti til útfellinganna sem eru í holunni. Ekki var

einungis fyrirstaða á 536 m dýpi, heldur lokaði holan á borholumæla á 982 m dýpi milli mælinga í nóvember 1994 (Grímur Björnsson o.fl., 1995).

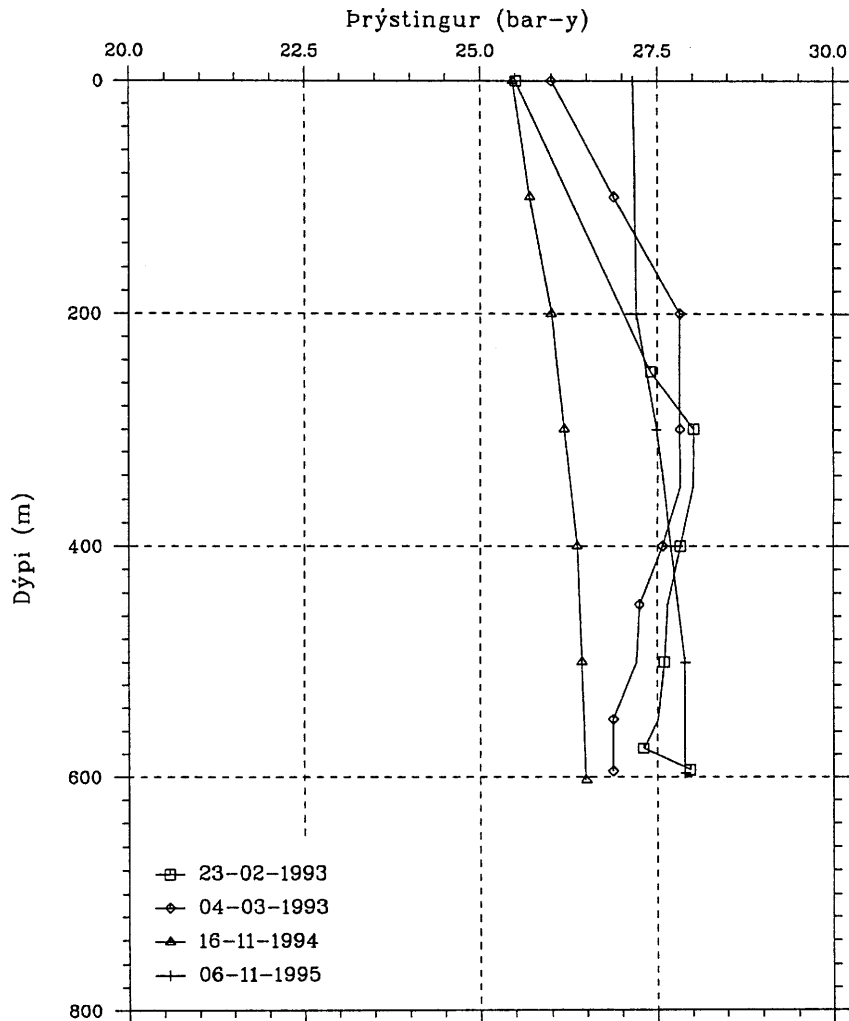
8. Mælingar í holu HSH-14

Hola HSH-14 var hita- og þrýstimæld í miklu slagviðri þann 6. nóvember 1995. Mælingarnar eru sýndar á myndum 15 og 16. Þar sést að þrýstingur holunnar er á móta og í fyrri mælingum og mælist t.d. þrýstingur á holubotni sá sami nú og í febrúar 1993, skömmu eftir borun. Þrýstingur við aðalæð holunnar á 340-350 m dýpi er hins vegar örlitlu lægri nú en skömmu eftir borun, en munurinn telst vart marktækur. Þá er hiti holu HSH-14 með hæsta móti en er samt sem áður í fullu samræmi við gufuþrýstinginn sem er í holunni. Holan stendur full af gufu frá botni til topps.



Mynd 15: Hitamælingar í holu HSH-14, Svartsengi.

4 Jan 1996 grb
L= 16914 Oracle



Mynd 16: Þrýstimælingar í holu HSH-14, Svartsengi.

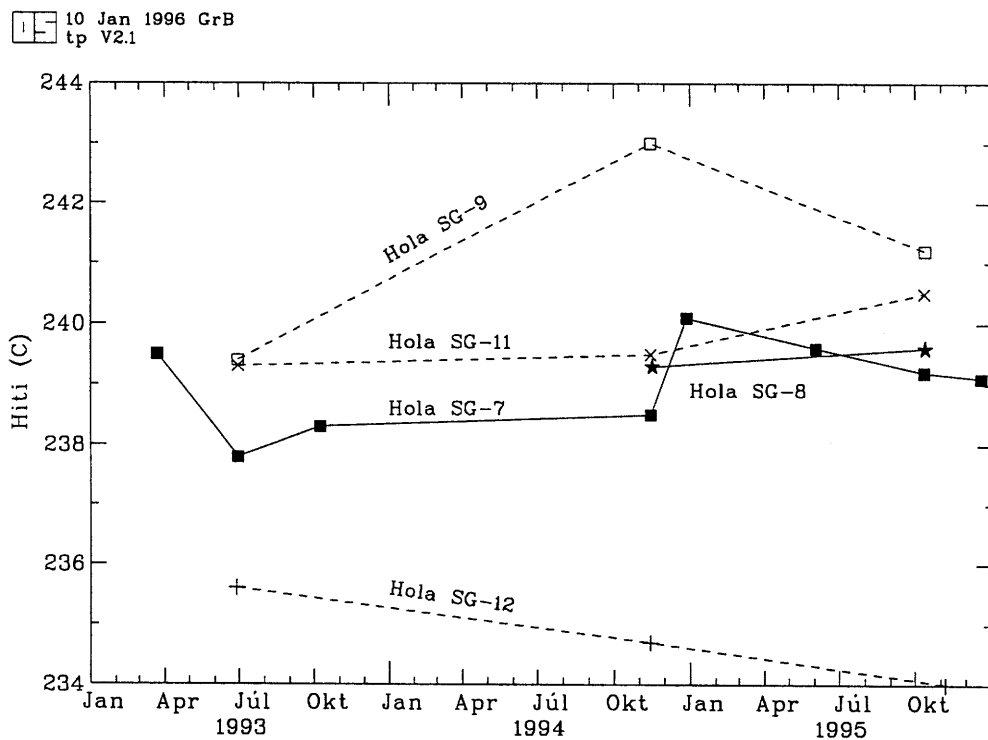
Full ástæða er til að fylgjast vel með ástandi holu HSH-14 nú um mundir, einkum þar sem hún er aðaleftirlitsholan með ástandi suðusvæðisins í Svartsengi. Einkum eru það tvær gerðir mælinga sem koma í hugann:

1. Nákvæm sískráning á toppþrýstingi, helst með upplausn upp á 0,01 bar. Best væri ef slíkt merki yrði skráð inn á tölvu. Toppþrýstingur holu HSH-15 yrði einnig skráður með svipuðum hætti.
2. Tíðari mælingar á djúpþrýstingi, annað hvort líkt og nú er gert í holu SG-7 með hefðbundnum borholumælingum, eða að mæliröri verði slakað niður á 340-350 m dýpi og þrýstingur skráður með mikilli nákvæmni inn á gagnasöfnunartæki. Þetta dýpi er valið sökum nálægðar við bestu æð holunnar (Sigurður Benediktsson o.fl., 1993).

Jöfn og nákvæm skráning þessara stærða er tvímælalaust ein besta tiltæka aðferðin til að fylgjast með ástandi suðusvæðisins í Svartsengi. Jafnframt ætti hún að geta greitt úr þeirri óvissu sem nú er uppi um raunverulega stærð þess og gagnast þannig við framtíðaráform um rekstur orkuversins.

9. Hita- og þrýstidreifing í Svartsengi árið 1995

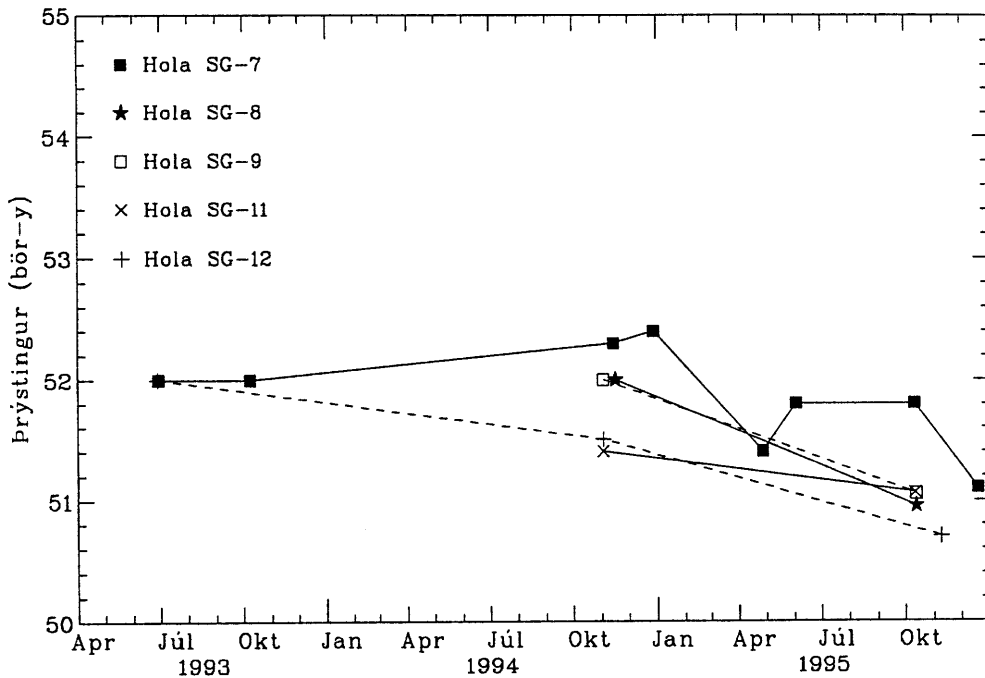
Myndir 17 og 18 sýna hita- og þrýstisögu holnanna í Svartsengi árabilið 1993-1995. Skoðuð er staðan á 900 m dýpi, en með því móti lenda allar djúpu Svartsengisholurnar í úrtakinu nema hola 6. Mynd 17 sýnir að holur 7, 8, 9 og 11 mælast allar 239-241 °C heitar árið 1995 sem telst í góðu meðallagi. Sýnir það að ekki virðast eiga sér stað neinar hitabreytingar í aðstreyminu sem fæðir holurnar í Svartsengi. Hola SG-12 sker sig síðan úr vegna lágs hita. Eins og áður hefur komið fram valda vandkvæði í mælarekstri því að áreiðanleg hitamæling náðist ekki í holunni á árinu 1995, en fátt bendir til annars en að hiti hennar standi í stað eða fari jafnvel lækkandi.



Mynd 17: Saga hita á 900 m dýpi í Svartsengi árabilið 1993-1995.

Þrýstimælingarnar á mynd 18 sýna að þrýstingur virðist almennt hafa lækkað nokkuð milli árána 1994 og 1995 og gæti lækkunin numið tæpu bari. Þannig er þrýstingur óvenju hár í árslok 1994 í holu 7 og eins mælist hann nokkru hærri í hinum holunum 4 en á haustmánuðum 1995. Eins sést að þrýstimunur milli holna er á móta milli ára þ.a. innbyrðis þrýstidreifing í svæðinu virðist ekki hafa breyst. Undantekningin frá þessu er hola SG-11, en hún heldur nánast jöfnum þrýstingi milli ára. Lækkun þrýstings haustið 1995 er líklega aukinni vinnslu úr holum að kenna. Kemur hún þá hvoru tveggja fram í lækkuðum svæðisþrýstingi, en einnig í auknum iðustreymistöpum milli holna og jarðhitakerfis sem aftur leiðir til lækkaðs þrýstings inni í holunum.

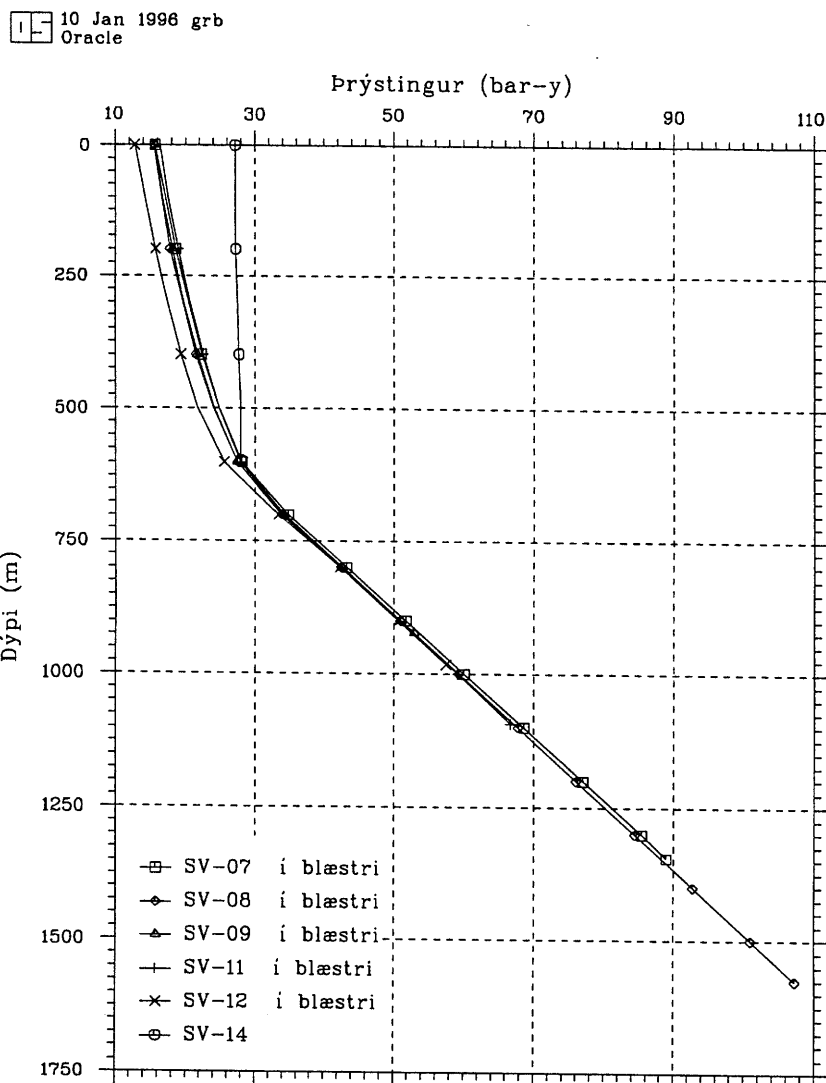
10 Jan 1996 GrB
tp V2.1



Mynd 18: Saga þrýstings á 900 m dýpi í Svartsengi árabilið 1993-1995.

Suðusvæðið í Svartsengi nær ekki til hita- og þrýstiferlanna sem sýndir eru á myndum 17 og 18. Mælingar í holu HSH-14 sýna hins vegar stöðugt ástand holunnar, og þar með suðusvæðisins, allt frá ársbyrjun 1993. Holurnar á suðusvæðinu eiga sér þá sérstöðu meðal holnanna í Svartsengi að toppþrýstingur þeirra er áreiðanlegur mælikvarði á djúp-ástand svæðisins. Einnig er nákvæm skráning á toppþrýstingi þeirra tæknilega auðveld. Jafnframt gæti töluleg úrvinnsla þrýstimerkisins, líkt og lýst verður í holu SG-7 hér á eftir, leitt fram breytingar sem ekki sjást í núverandi vinnslueftirliti. Virðist því full ástæða til að kanna og helst hrinda í framkvæmd nákvæmri og tíðri skráningu á toppþrýstingi holnanna á suðusvæðinu.

Mynd 19 sýnir að lokum allar þrýstimælingarnar í október og nóvember 1995 teiknaðar með dýpi. Hún sýnir greinilega að þrýstingur djúpt í Svartsengiskerfinu er nánast eins í öllum holum utan þó að vera ívið hærri í holu SG-7. Lágur innstreymishiti holu SG-12 skýrir svo að þrýstingur í efri helming holunnar er lágur meðan að gufusúla holu HSH-14 skýrir langhæstan toppþrýsting hennar.

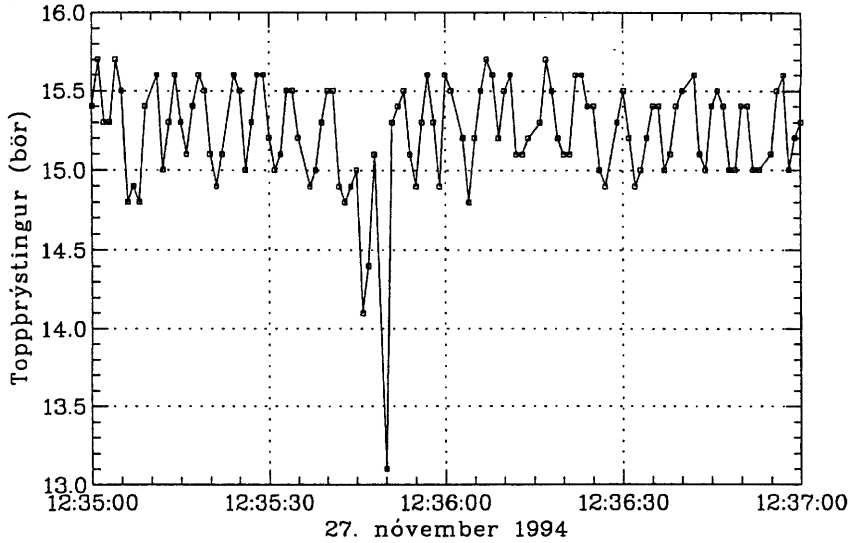


Mynd 19: Prýstingur í Svartsengisholum í október og nóvember 1995.

10. Mæling á toppprýstingi holu SG-7 í desember 1994

Eins og vikið var að í inngangi þá bar á töluverðum skruðningum í holu SG-7 í nóvember 1994, líkast því að þota flygi hjá. Dagana 25.-30. nóvember var toppprýstingur holunnar skráður á rúmlega sekúndu fresti inn á gagnasöfnunartölvu Orkustofnunar. Átti þannig að freista þess að mæla prýsting holunnar meðan að eitt eða fleiri slík skot riðu yfir. Alls söfnuðust rúmlega 400 þúsund mæligildi þessa tæpu 5 sólarhringa. Meðalgildi toppprýstingsins reyndist 15,26 bör með staðalfrávik upp á 0,47 bör. Einungis tókst að finna einn prýstiviðburð í gagnasúpinni og kom hann í hádeginu þann 27. nóvember 1994. Mynd 20 sýnir þetta. Þar sést að prýstingurinn er að sveiflast í kringum meðalgildið 15,25 bör þar til að hann tekur skyndilega dýfu niður á við í rétt rúm 13 bör, en siglir síðan á ný upp í fyrra meðalgildi.

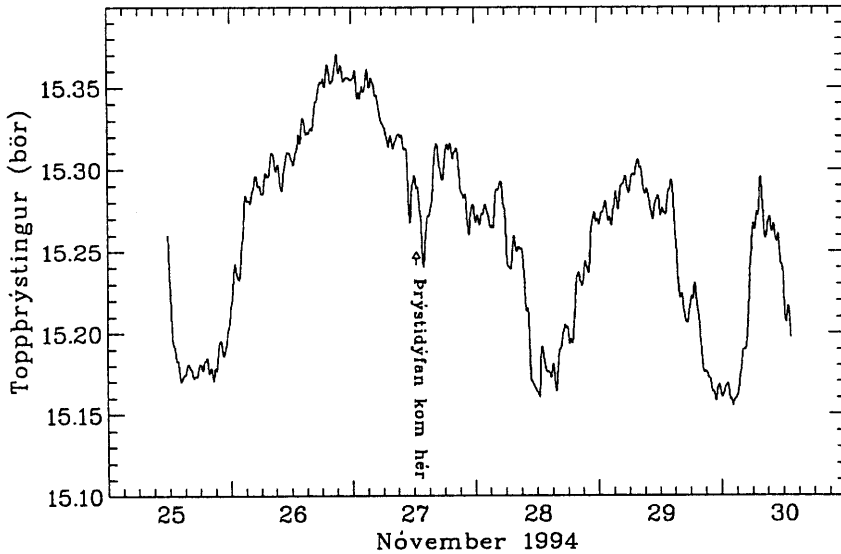
9 Jan 1996 GrB
tp V2.1



Mynd 20: Dýfa í toppbrýstingi holu SG-7 þann 27. nóvember 1994.

Mynd 21 sýnir öll þrýstigögnin sem söfnuðust, og er þá búið að sía mælingarnar með klukkustundarlangri Gauss síu. Með því móti fást fram stóru drættirnir í þrýstisöggunni þessa fimm sólarhringa. Sést þá að toppbrýstingur holu SG-7 var hægvoxandi úr u.þ.b. 15,1 bari um miðjan dag þann 25/11 upp í tæp 15,4 bör skömmu eftir miðnætti 27/11. Síðan fellur þrýstingurinn á ný og nær lágmarki í hádeginu þann 27/11, einmitt þegar að holan tekur þrýstidýfuna sem sýnd er á mynd 20.

9 Jan 1996 GrB
tp V2.1

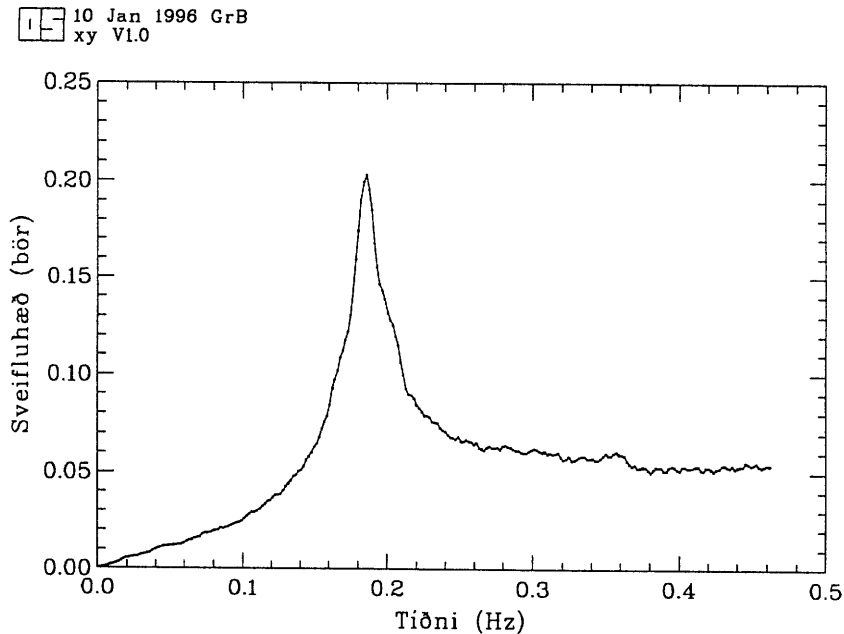


Mynd 21: Síaður toppbrýstingur holu SG-7 í nóvember 1994.

Hér er sett fram sú tilgáta að drunurnar í holu SG-7 megi rekja til víxlverkunar suðu og þéttingar í grynntu æð holunnar. Þannig hafi suða breiðst hægfare út frá holunni milli 25. og 27. nóvember, hún hækkaði holuvermið sem síðan skilaði sér í hægvoxandi holu-toppbrýstingi. Um morguninn 27. nóvember hafi útbreiðsla „gufupúðans“ í efstu holuæð-inni náð hámarki. Einsfasa vatnið á útmörkum hans náði síðan að kæfa suðuna og smá-reka hana inn á við á ný uns svo kom um hádegið að einsfasa vatnið náði inn í holuna,

vermið lækkaði skyndilega og toppþrýstingurinn féll eitt augnablik meðan að holan lag-
aði sig að nýju ástandi. Hugsanlega skýrast hinar þrýstilægðirnar þrjár á mynd 21 með
svipuðum hætti.

Lokaþáttur úrvinnslunnar á toppþrýstingi holu SG-7 fólst í að tíðnigreina merkið og
kanna þannig hvort í því sæist einhver einkennandi sveiflutíðni. Mynd 22 sýnir þetta. Þar
sést að sveiflutíðnin 0,18 rið er afgerandi í tíðnirófi holunnar. Það jafngildir um 5 ½ sek-
úndna sveiflutíma og má skýra hann með „slögginu“ í holunni, þ.e. tímanum sem líður
milli hverra tveggja gufubólna sem berast upp úr holunni. Mjög er athugandi hvort ekki
eigi að taka skráningu á þessum „hjartslætti“ holnanna inn í vinnslueftirlitið í Svartsengi.
Vel mætti hugsa sér að úrvinnslan yrði sjálfvirk og að hægt yrði að sjá í vaktherbergi
hverju sinni meðalþrýsting (og þar með rennsli), einkennistíðni og jafnvel há- og lággildi
þrýstings síðustu mínúturnar eða klukkustundirnar. Þá yrði merkið skráð í hringminni.
Mætti þannig kalla fram allar mælingar síðustu sólarhringa ef ástæða þætti til, en annars
yrði skráningunum hent.

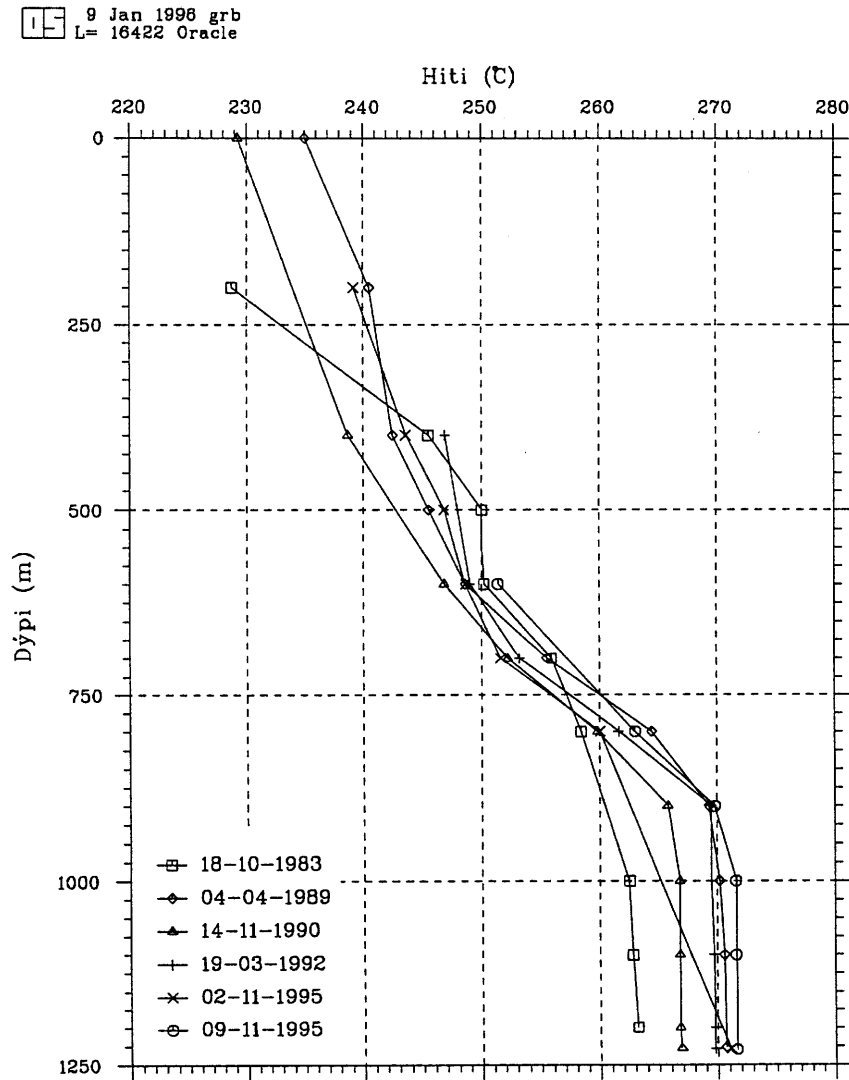


Mynd 22: Tíðniróf toppþrýstings holu SG-7 í nóvember 1994.

Mynd 21 má (með góðum vilja) túlka þannig að 1,5 daga sveifla sé í meðalþrýstingi á
toppi holu SG-7. Reyndar slær þá þessi taktur feilpúls þegar að þrýstidýfan kom í hádeg-
inu þann 27. nóvember 1994. Slík lágtíðnisveifla er ekki síður áhugaverð en hátíðni-
merkið á mynd 22. Væntanlega er hún afleiðing af einhverju utan holunnar, t.d. suðu,
meðan að hátíðnimerkið er háð sjálfri holunni og vermi vökvans sem upp hana streymir.

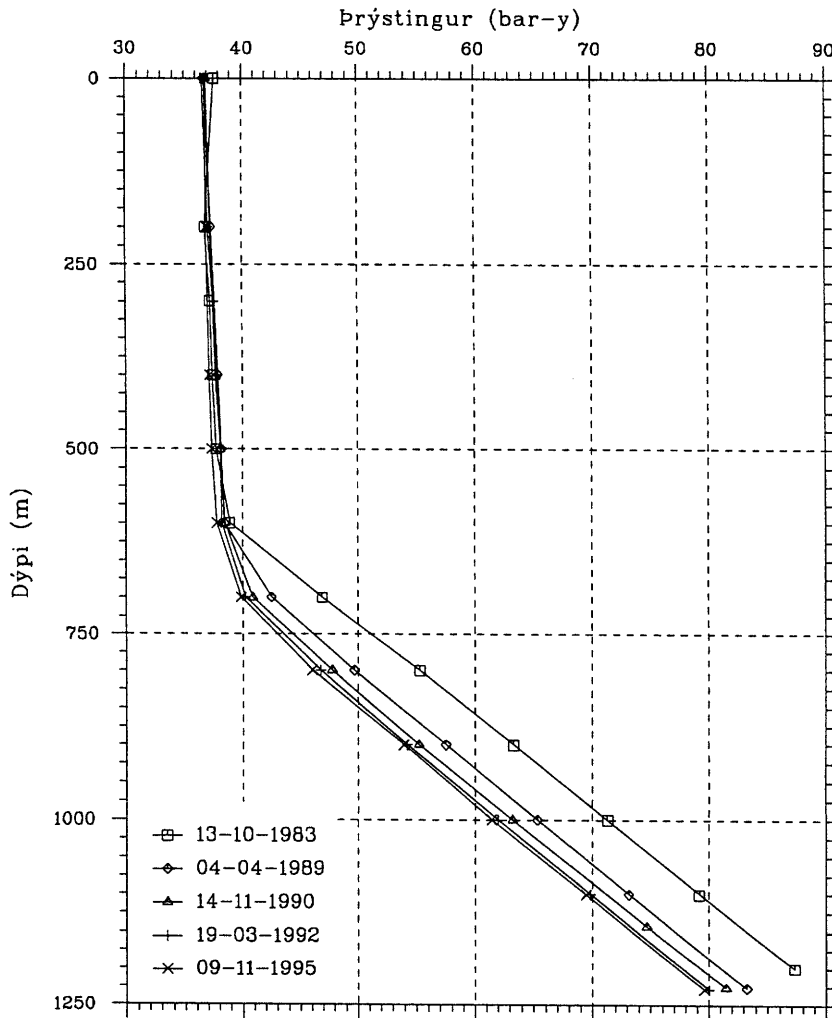
11. Mælingar í holu EG-2, Eldvörpum

Hola EG-2 var hita- og þrýstimæld í tveimur mælingaferðum dagana 2. og 9. nóvember 1995. Mælingarnar eru sýndar á myndum 20 og 21. Þar sést að hiti holunnar eru í rúmu meðallagi og mælist botnhitinn nú 271-272 °C í stað u.þ.b. slétttra 270 °C áður. Holan var hitamæld tvívegis þar sem mælingavír slitnaði í fyrri ferðinni. Þá mældist þrýstingurinn neðan til í holu EG-2 um ½ bari lægri en í þrýstimælingunni árið 1992.



Mynd 23: Hitamælingar í holu EG-2, Eldvörpum.

9 Jan 1996 grb
L= 16422 Oracle



Mynd 24: Prýstimælingar í holu EG-2, Eldvörpum.

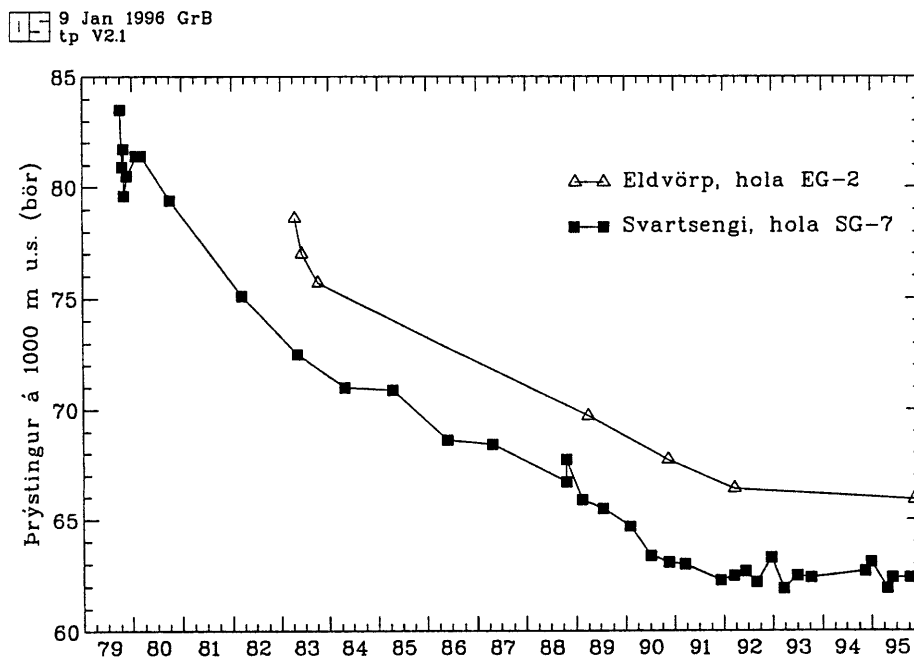
Fyrri mældaginn, þegar að hitamælir var kominn niður í 900 m dýpi, vildi ekki betur til en svo að mælingavírin hrökk í sundur. Seig því niður í holubotninn hitamælirinn ásamt 900 m af vírhönk. Þetta eru einhverjar þær verstu aðstæður sem upp geta komið í mælingum á háhitaholum. Bæði tapast mælirinn með öllum hliðarbúnaði en auk þess er hellingur af „járnadrasli“ skilinn eftir niðri í holunni. Ekki var nema um tvo kosti að velja í þessari stöðu. Annar var að kæla og drepa holuna og fiska síðan upp mæli og vír, hinn var að taka lokið af holutoppnum, fullopna aðalloka og freista þess þannig að „skjóta“ vír og mæli upp í loftið. Varð síðari kosturinn fyrir valinu.

Þannig var staðið að mæliskotinu úr holu EG-2 að fyrst var 8" stútur settur á holuna þar sem holulokið var áður. Síðan var glussadæla veitustjóra tengd við tjakkinn á holulokanum og hún svo dregin eins langt frá holutoppnum og kostur var. Að því búnu skriðu viðstaddir inn í nærstaddar dráttarvélar og bíla áður en holan var opnuð. Var tilkomumikið að sjá strókinn upp úr holunni og náðist hann m.a. á radar flugturnsins í Keflavík. Nokkur stund leið áður en vírin tók að berast upp úr holu EG-2 og líklega liðu 2-3 mínútur áður en mælirinn lét sjá sig. Tók hann mikið flug upp fyrir holuna en lenti síðan rétt við glussadæluna fyrrnefndu. Grópaði mælirinn um 5 cm djúpa laut í borplanið þar sem hann féll flatur til jarðar og fór algerlega í spað. Spjaldið sem mælirinn rispar var hins vegar

heilt. Mátti sjá af því að líklega gekk klukka mælisins allt þar til hann skall á jörðina.

Ekki var nóg með að hola EG-2 skyti upp mæli og vír í upphleypingunni, heldur barst upp úr henni þó nokkuð af smásteinum sem við fyrstu sýn virtust útfellingar. Nánari skoðun leiddi síðan í ljós að hér var um að ræða mjög ummyndað og æðótt móbergstúff. Er helst talið að brotin komi úr einhverri af þremur æðum holunnar á 530-560 m dýpi. Nánari grein er gerð fyrir athugun á bergmulningnum í viðauka 3 (Hjalti Franzson, 1995). Auk þeirra bergbrota sem holan skaut úr sér, barst einnig úr henni fíngerður, grænn sandur. Reyndar mátti einnig sjá hann innan í holutoppnum og myndaði hann þar 1-3 mm þykka skán. Tekin voru sýni af þessu sandkennda efni en þau hafa ekki verið greind enn sem komið er. Eins stendur til að mæla poruhluta móbergsmolanna sem upp bárust.

Mynd 22 sýnir samanburð þrýstings á 1000 m dýpi undir sjávarmáli í holu SG-7 í Svartsengi og í holu EG-2, Eldvörpum. Þar sést að Eldvarpaholan er að jafnaði 4-5 börum hærri í þrýstingi en hola SG-7 blásandi. Hins vegar fylgist lögun ferlanna að með tímanum og er enginn vafi að Eldvörp og Svartsengi bregðast við vinnslu sem eitt jarðhitakerfi væri.



Mynd 25: Saga þrýstings á 1000 m u.s. í Svartsengi og í Eldvörpum.

Skoðun þrýstimælinganna á myndum 24 og 25 sýnir að suðuborðið í holu EG-2 hefur lækkað frá því að vera á 550-600 m dýpi við lok borana, niður í u.þ.b. 700 m dýpi haustið 1995. Því er ljóst að efri æðar holunnar hafa hlaupið í suðu í millitíðinni og hegða sér væntanlega allt öðruvísi í blæstri nú en við lok borana. Fékkst reyndar forsmekkurinn af þeirri breytingu í upphleypingu holu EG-2 nú í haust, þegar hún skyrpti úr sér smásteinum sem einmitt eru raktir til grynustu æða holunnar. Ástæða þess að steinarnir komu nú en ekki í fyrri upphleypingu er þá sú að þegar hrein gufa streymir um æðarnar er rennslis hraði hennar margfaldur á við það sem gerðist í vatnsrennslí. Það eykur líkurnar á að

rennslið kvarni úr berginu.

Eftirlitsmælingar holu EG-2 ásamt upphleypingunni í tengslum við mælaskotið nú í haust sýna því að suðusvæðið í Eldvörpum hefur þykknað um a.m.k. 100 m frá því borun lauk. Alls er óvíst um eðli og útbreiðslu þessa suðusvæðis annað en að líklega hefur það hleypt efstu æðum holu EG-2 í suðu. Er því nánast fullvíst að vinnslueiginleikar holunnar hafa breyst frá því sem var mælt árið 1984, til dæmis í átt til hækkaðs vermis. Rétt er að minna á að sökum greiðra þrýstitengsla er hætt á að reiknilíkön eignu suðusvæðinu í Svartsengi vinnsluviðbrögð sem að hluta til geta verið ættuð úr suðusvæði Eldvarpa.

12. Eftirlitsmælingar í öðrum holum Hitaveitu Suðurnesja

Mælingayfirlitið á mynd 1 sýnir að árið 1995 tókst að mæla allar heitavatnsholur Hitaveitu Suðurnesja nema holur SG-4, SG-6, SG-10 og HSH-15. Þá var ekkert mælt úti á Reykjanesi. Hola SG-4 er ekki mæld vegna skemmda sem í henni eru auk þess sem „holubotninn“ er það ofarlega að ekki fæst mæling á djúpprýstingi Svartsengis. Þá er hola SG-6 ekki mælanleg sem stendur vegna mælirörs sem í henni er. Mælingar í holu SG-10 eru mjög úrhendis þar sem væntanlega verður að taka hana úr vinnslu til að mæling sé gerleg og hola HSH-15 er það grunn að toppprýstingur hennar ætti einn að nægja til að segja um ástandið í holubotni. Þá er hola RnG-9 á Reykjanesi sködduð eftir síðustu hreinsun og er stórhætta að mæla hana niður fyrir 500 m dýpi. Því má segja að eftirlitsmælingar ársins 1995 hafi náð að mæla allar djúpu holur veitunnar sem tæknilega var gerlegt að mæla.

Bagalegt er að ná ekki mælingum um djúpástand jarðhitakerfisins á Reykjanesi og spurning hvort ekki ætti að reyna a.m.k. lóðun í holu RnG-9 ef kemur til langs vinnslustopps á árinu 1996. Þá má einnig kanna möguleikann á mælingum í gömlu holunum á Reykjanesi, einkum holu 6.

13. Niðurstöður og umræða

Helstu niðurstöður mælingaeftirlits í holum Hitaveitu Suðurnesja árið 1995 eru þessar:

1. Hola 1 hitnaði rólega á 200-250 m dýpi frá því að borun lauk árið 1972 fram til vorsins 1991. Hitnunin er rakin til vaxandi útbreiðslu suðusvæðisins í Svartsengi. Holuhitinn stóð hins vegar í stað milli árána 1991 og 1995. Gæti sá stöðugleiki tengst nokkuð stöðugum djúpprýstingi jarðhitakerfisins í Svartsengi á sama árabili.
2. Hiti og þrýstingur holu SG-7 hélst í jafnvægi árið 1995 utan að þrýstingur lækkaði nokkuð milli mælinga í október og desember. Lækkunin er rakin til aukinnar vinnslu úr holunni, og reyndar svæðinu öllu. Áframhaldandi mælingar á þrýstingi holu SG-7 leiða væntanlega í ljós hvort jarðhitakerfið í Svartsengi bregðist að stórum hluta við vinnslunni með aukinni suðu í bergi.

3. Holur SG-8, SG-9 og SG-11 mælast nú ámóta heitar og árið 1994 en þrýstingur lækkaði hins vegar um tæpt bar í holum SG-8 og SG-9 milli ára.
4. Hóla SG-12 gæti hafa kólnað um allt að 5 °C á árinu 1995 en úr því má skera með hitamælingu holunnar strax í mars 1995. Þrýstingur lækkaði hins vegar um tæpt bar milli ára.
5. Hóla HSH-14 virðist í hita- og þrýstijafnvægi og hafa ekki orðið marktækar breytingar í ástandi hennar frá því að borun lauk í febrúar 1993.
6. Mælingar ársins 1995 í Svartsengi sýna að hiti svæðisins var í jafnvægi allt árið en þrýstingur gæti hins vegar hafa sigið niður um tæpt bar í öllum holum nema e.t.v. holu SG-11. Þrýstilækkunina má væntanlega skýra með vaxandi vinnslu úr svæðinu en einnig geta aukin iðustreymistöp í „blásandi“ mæliholum átt hér hlut að máli.
7. Engin afgerandi merki fundust um útfellingar í holum SG-7, SG-8, SG-9 og SG-11 árið 1995. Útfelling var hins vegar til staðar í holu SG-12 á 536 m dýpi. Hún var hins vegar slegin laus með körfu í júní 1995. Fyrirstaða er í holu SG-12 á 982 m dýpi og er ástæða til að kanna með hvaða ráðum megi losa um hana.
8. Nákvæm skráning á toppþrýstingi holu SG-7 í nóvember 1994 sýnir að drunur sem komu í holuna á þessum tíma orsakast af skyndilegri lækkun í holutoppþrýstingi. Töluleg úrvinnsla mælinganna bendir til þess að þrýstisveiflurnar megi skýra með púlsandi suðu í efstu æð holunnar. Þá sýna mælingarnar að hóla SG-7 á sér mjög ákveðinn „hjartslátt“ með sveiflulengdina 5 ½ sekúndu. Ástæða er til að kanna hvort ekki megi taka slíkar „hjartsláttarmælingar“ inn í reglulegt vinnslueftirlit í Svartsengi.
9. Hóla EG-2 í Eldvörpum mælist með heitasta móti en þrýstingur hennar hafði hins vegar lækkað um ½ bar frá árinu 1992. Líklegt þykir að vinnslueiginleikar holunnar hafi breyst frá því sem var í prófunum eftir borun í átt til hækkaðs vermis. Virðast efstu æðar holunnar komnar í suðu og gætu þær jafnvel skilað hreinni gufu. Ljóst er að suðusvæði, líkt og það sem er í Svartsengi, er til staðar í Eldvörpum. Nær það nú niður í um 700 m dýpi, borið saman við 550-600 m árið 1983.
10. Upphleyping holu EG-2 í nóvember 1995 skilaði smásteinum til yfirborðs. Þeir eru taldir ættaðir úr æðum á 530-560 m dýpi. Uppburður steinanna er talin styðja kenninguna um að efstu æðar holu EG-2 séu nú mjög gufuríkar.
11. Samanburður þrýstings á 1000 metra dýpi undir sjó sýnir að saga þrýstings helst í hendur í Svartsengi og í Eldvörpum. Eldvarpaþrýstingurinn er hins vegar 4-5 börum hærri en í Svartsengi.
12. Ástæða er til að kanna með hvað móti megi fylgjast með djúpástandi jarðhitakerfisins á Reykjanesi, en þar var ekkert mælt á árinu 1995.

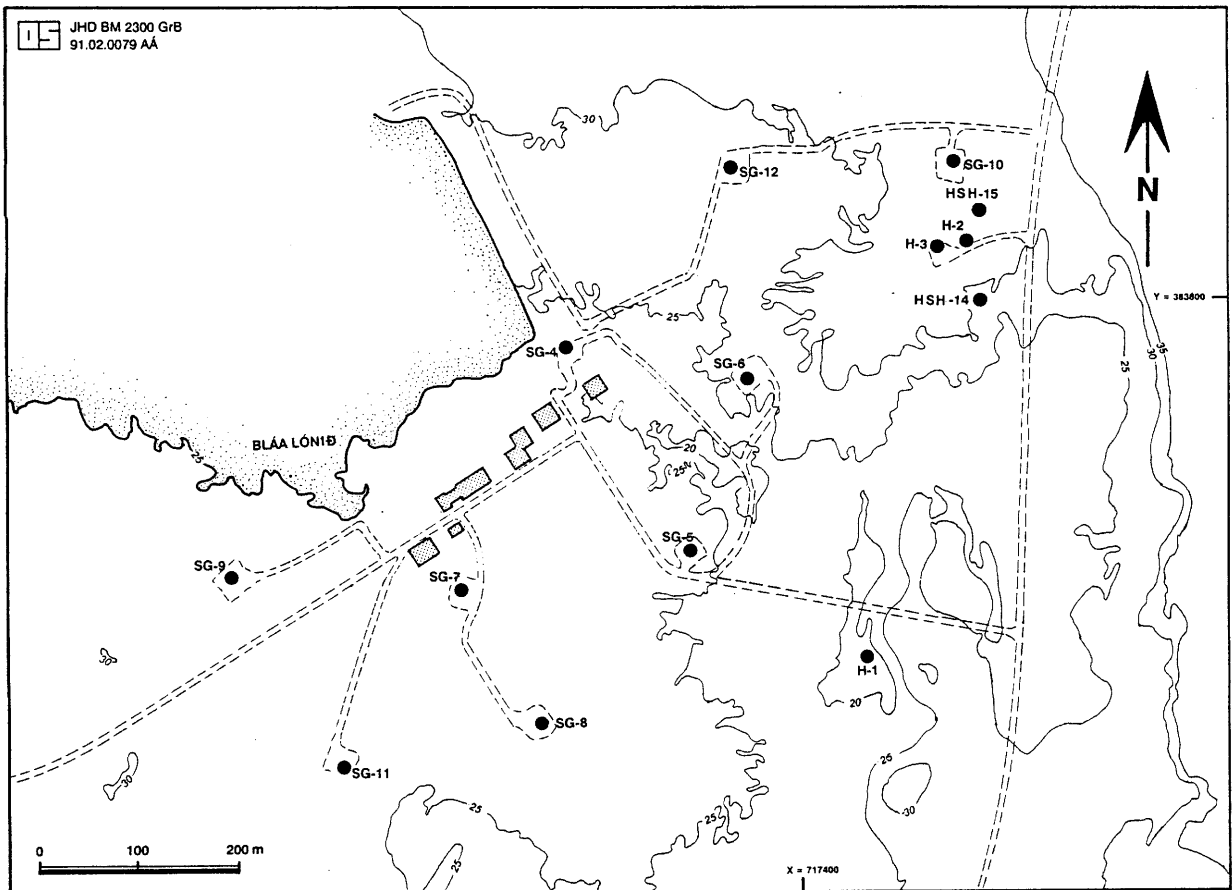
Mælingar ársins 1995 sýna að jarðhitakerfið í Svartsengi og Eldvörpum er við góða heilsu, hiti virðist í hærri kantinum en þrýstingur hefur hins vegar fallið lítillega. Þá virðast útfellingar hvergi til baka nema í holu SG-12.

Nú er í gangi hugmyndavinna um hvernig haga eigi orkuvinnslu Hitaveitu Suðurnesja í framtíðinni. Mun hún óhjákvæmilega byggja að einhverju leyti á þeirri mælingavinnu sem hér var lýst. Núverandi borholumælingar eiga sér hins vegar þann vankant að nákvæmni mælinganna er tæplega nóg til að fylgjast með þeim hægfara þrýstibreytingum sem nú eru í gangi. Á það einkum við um suðusvæðið í Svartsengi. Skal því enn lagt að virkjuninni að hefja nákvæma skráningu toppþrýstingi nokkurra holna með það að markmiði að Hitaveitan eigi til áreiðanlega sögu toppþrýstings þegar kemur að ákvörðunum um framtíðarvinnslu veitunnar.

14. Heimildir

- Grímur Björnsson og Benedikt Steingrímsson, 1991: *Niðurstöður borholumælinga í Svartsengi þann 14. mars 1991*. Orkustofnun, greinargerð, GrB/BS-91/01.
- Grímur Björnsson og Guðlaugur Hermannsson, 1995: *Mælingar í holu SG-7, Svartsengi í apríl 1995*. Orkustofnun, greinargerð, GrB/GuH-95/02.
- Grímur Björnsson, Benedikt Steingrímsson og Guðlaugur Hermannsson, 1995: *Borholumælingar í Svartsengi og á Reykjanesi árin 1993 og 1994*. Orkustofnun, OS-95006/JHD-04 B, 28 s.
- Grímur Björnsson og Jósef Hólmjárn, 1995: *Mælingar í holu SG-7, Svartsengi í júní 1995*. Orkustofnun, greinargerð, GrB/JH-95/03.
- Hjalti Franzson, 1995: *Eldvörp hola EG-2. Athugun á grjótmulningi úr holunni við upphleypingu í nóv. 1995*. Orkustofnun, greinargerð, HF-95/03
- Sigurður Benediktsson, Ásgrímur Guðmundsson og Grímur Björnsson, 1993: *Svartsengi. Borun vinnsluholu HSH-14 í gufupúðann. Lokaskýrsla*. Orkustofnun, OS-93012/JHD-07 B, 77 s.

Viðauki 1: Afstöðumynd og yfirlit um borholur í Svartsengi.



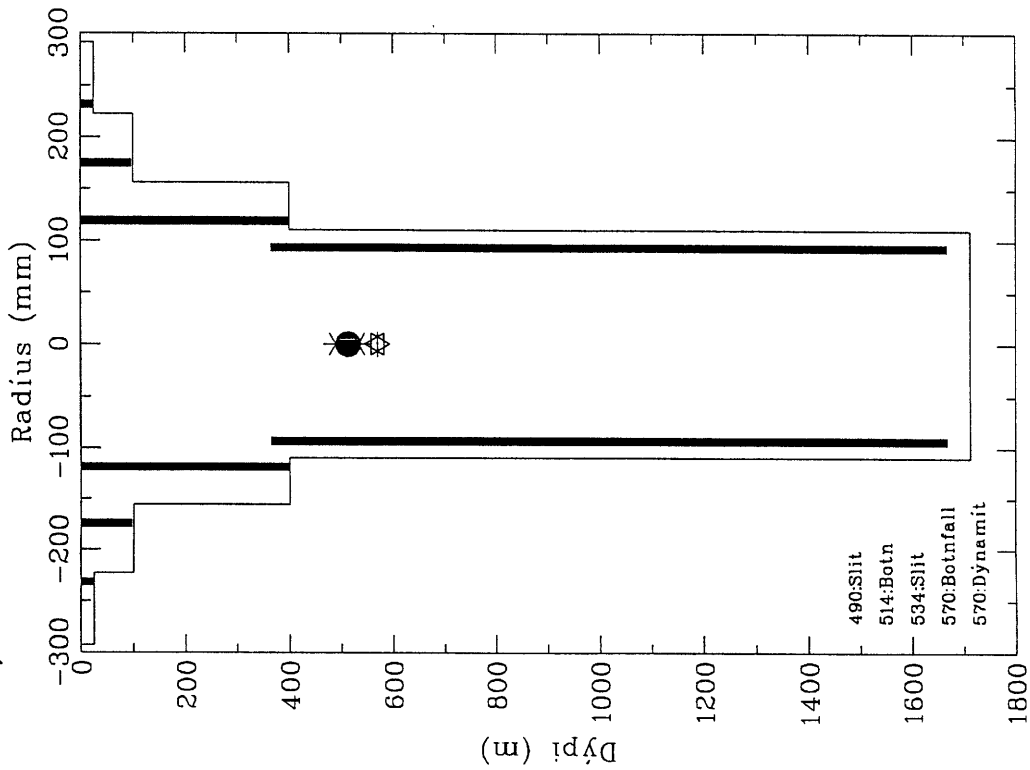
HOLA	BOR- LOK	BOR- DÝPI (m)	VINNSLUFÓÐRING		LEIÐARI		NÝTING HOLU V = vinnsluhola N = niðurdælingah. R = rannsóknarhola
			Þvermál (")	Lengd (m)	Þvermál (")	Lengd (m)	
1	des '71	262	10		*)		Skolvatnshola
2	jan '72	239	8	103	6	234	R, nú uppsteypt
3	feb '72	402	8	145	*)		R, nú uppsteypt
SG-4	maí '74	1713	9 5/8	394	7 5/8	363-1665	V/R
SG-5	júní '74	1519	9 5/8	395	7 5/8	363-1465	V/N/V/uppsteypt
SG-6	apr '78	1737	9 5/8	612	7	560-1730	V
SG-6	apr '82	1998	9 5/8	612	*)		Dýpkuð, V/R
SG-7	sep '79	1438	13 3/8	600	*)		V
SG-8	jan '80	1603	13 3/8	622	9 5/8	585-1595	V
SG-9	júní '80	994	13 3/8	588	9 5/8	557-976	V
SG-10	feb '80	425	13 3/8	220	9 5/8	192-408	V
SG-11	júlí '80	1141	13 3/8	582	9 5/8	547-1130	V
SG-12	mars '82	1488	13 3/8	606	*)		V/N/V
SG-13	maí '81	60					Höggborshola
HSH-14	feb '94	612	9 5/8	195	7	185-612	V
HSH-15	des '93	141	8 5/8	100	*)		R

*) Enginn leiðari er í holu

Viðauki 2: Myndir af hönnun og ástandi holna í Svarstengi og í Eldvörpum.

SV-04

29 Dec 1995 BS
xy V1.0

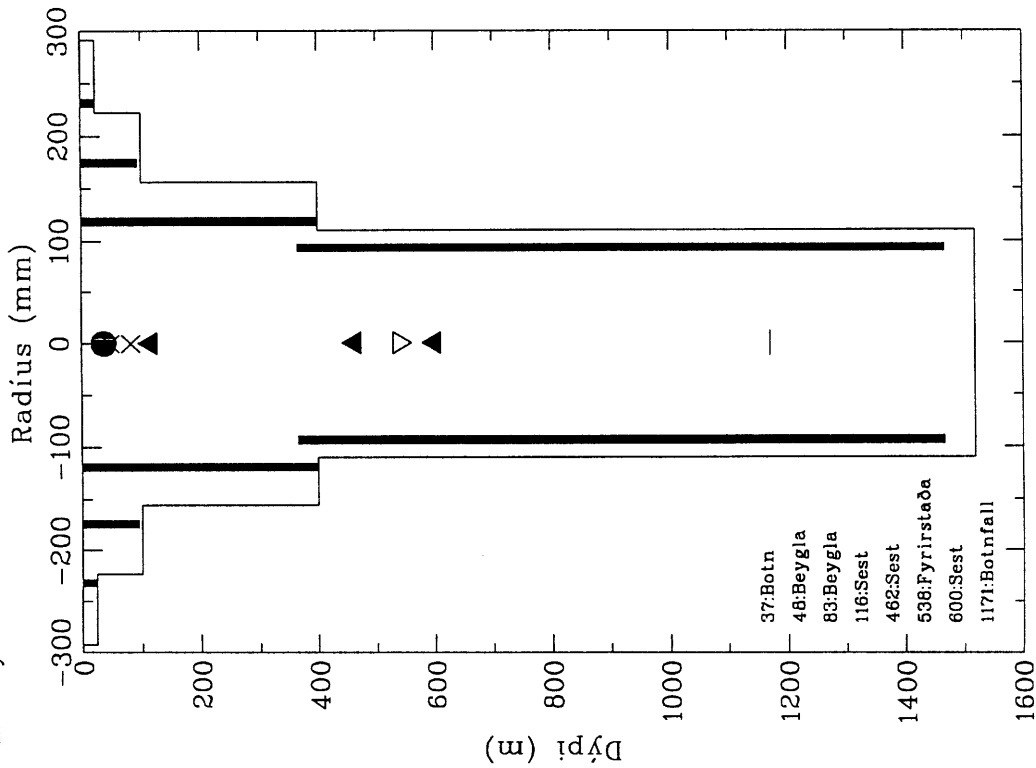


Staður: 16904 --> SV-04 --> Svartsengi - Svartsengi

Val- númer	Tegund	Svunta	Dags	Dýptarbil	Athugasemdir
1	Borkróna	0	24	584 mm þvermál	
2	Borkróna	24	100	445 mm þvermál	
3	Borkróna	100	399	311 mm þvermál	
4	Borkróna	399	1713	220 mm þvermál	
5	Fóðring	0	24	470 mm þvermál (utanmál)	
6	Fóðring	2	95	355.6 mm þvermál (utanmál)	
7	Fóðring	2	396	244.5 mm þvermál (utanmál)	
8	Fóðring	365	1667	193.7 mm þvermál (utanmál)	
13	Ý-Dýnamit	13153	1993-07-15	570	Sprengt 10 kg á 570 m kl 20:00.000
14	Botn	7719	1979-11-16	514	Eftir útúrborun 1979
15	Slit	8257	1988-09-14	490	Neðri brún leiðara
16	Slit	8257	1988-09-14	534	Efri brún leiðara
17	Botnfall	13154	1993-07-15	570	Botn í síðustu mælingu

SV-05

29 Dec 1995 BS
xy V1.0

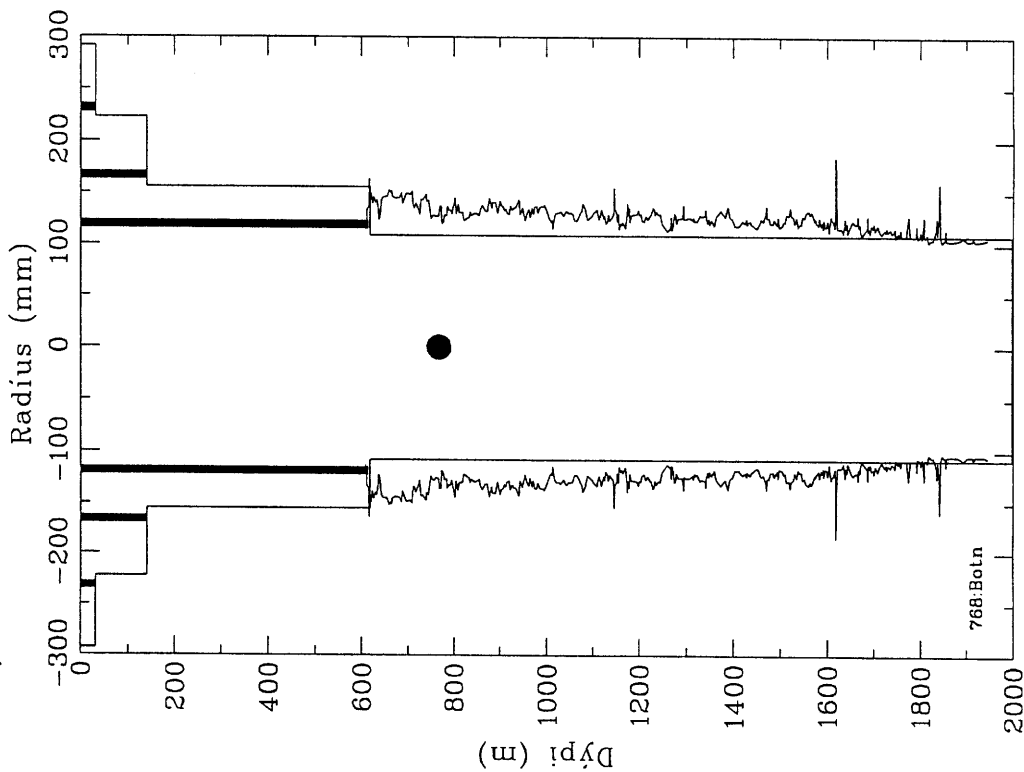


Staður: 16905 --> SV-05 --> Svartsengi - Svartsengi

Val- númer	Tegund	Svunta	Dags	Dýptarbil	Athugasemdir
1	Borkróna	1377	1979-10-25	0	584 mm þvermál
2	Borkróna	1377	1979-10-25	24	100 445 mm þvermál
3	Borkróna	9506	1991-03-14	100	400 311 mm þvermál
4	Borkróna	10559	1991-08-08	400	1519 220 mm þvermál
5	Fóðring	13832	1993-12-09	0	24 470 mm þvermál (utanmál)
6	Fóðring	13841	1993-12-09	2	94 355.6 mm þvermál (utanmál)
7	Fóðring	13841	1993-12-09	2	396 244.5 mm þvermál (utanmál)
8	Fóðring	13837	1993-12-10	365	1467 193.7 mm þvermál (utanmál)
14	Beygla			48	Lamin til af bormönnum
15	Beygla	1377	1979-10-25	83	Lamin til af bormönnum
16	Botnfall	9506	1991-03-14	1171	Botn 1990
17	Sest	10559	1991-08-08	116	Fóðringarskemmd
18	Sest	13832	1993-12-09	462	Skemmd í leiðara
19	Fyrirstaða	13841	1993-12-09	538	Skemmd í leiðara
20	Sest	13841	1993-12-09	600	Skemmd í leiðara
21	Botn	13837	1993-12-10	37	Holan steypt upp des. 1993

SV-06

29 Dec 1995 BS
xy V1.0

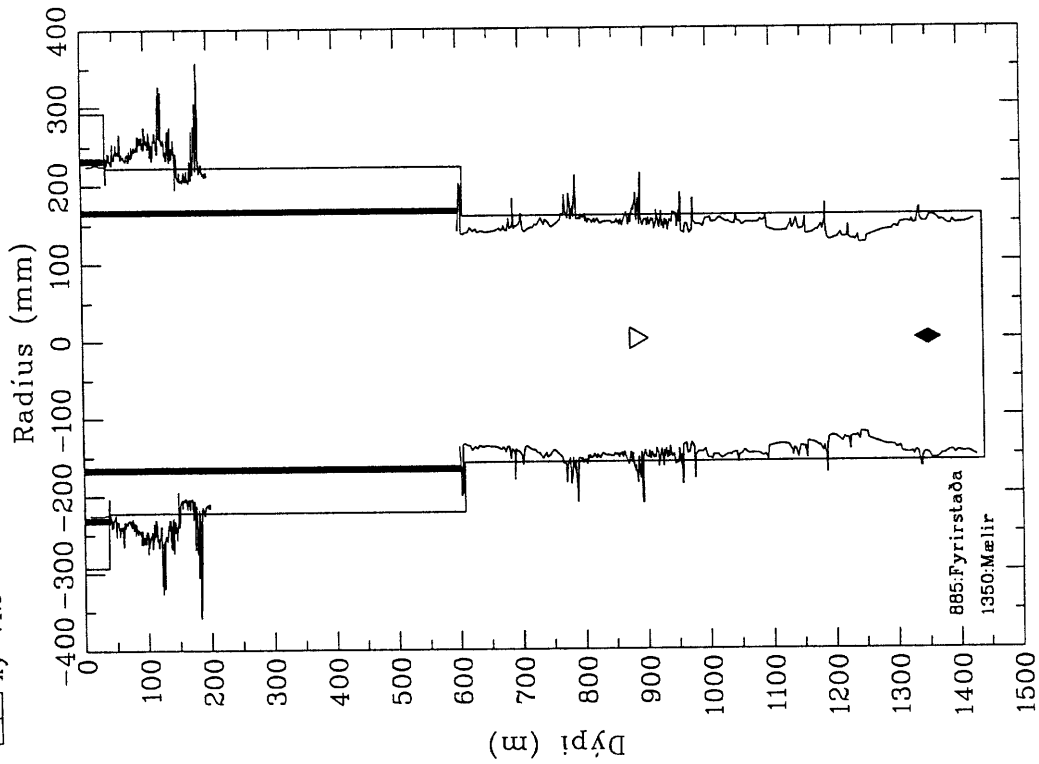


Staður: 16906 --> SV-06 --> Svartsengi - Svartsengi

Val- númer	Tegund	Svunta	Dags	Dýptarbil	Athugasemdir
1	Borkróna		0	31	584 mm þvermál
2	Borkróna		31	141	445 mm þvermál
3	Borkróna		141	619	311 mm þvermál
4	Borkróna		619	1737	216 mm þvermál
5	Borkróna		1737	1998	216 mm þvermál
6	Fóðring		0	31	470 mm þvermál (utanmál)
7	Fóðring		1	139	339.7 mm þvermál (utanmál)
8	Fóðring		1	613	244.5 mm þvermál (utanmál)
15	C-Vidd	41	1982-04-17	0	
17	Botn	9832	1991-05-30	768	Botn eftir útúrborun 1991

SV-07

28 Dec 1995 BS
xy V1.0

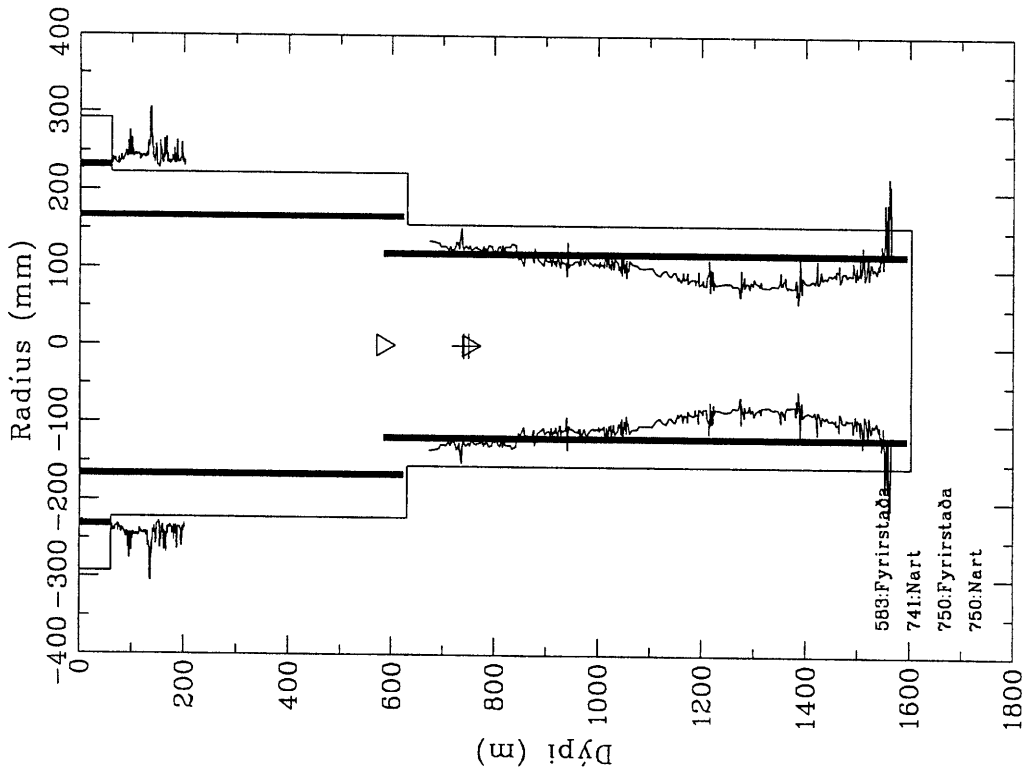


Staður: 16907 --> SV-07 --> Svartsengi - Svartsengi

Val-númer	Tegund	Svunta	Dags	Dýptarbil	Athugasemdir
1	Borkróna	0	38	584 mm þvermál	
2	Borkróna	38	608	445 mm þvermál	
3	Borkróna	608	1438	318 mm þvermál	
4	Fóðring	0	36	470 mm þvermál (utanmál)	
5	Fóðring	0	599	339.7 mm þvermál (utanmál)	
6	C=Vidd	1402	1979-08-26	0	210
9	C=Vidd	1414	1979-10-08	600	1429
10	Mælir	13868	1993-12-22	1350	
11	Fyrirstaða	16002	1995-04-27	885	

Slitnar í toppi, fellur niður
Heggur leiðinlega á þessu

28 Dec 1995 BS SV-08
xy V1.0

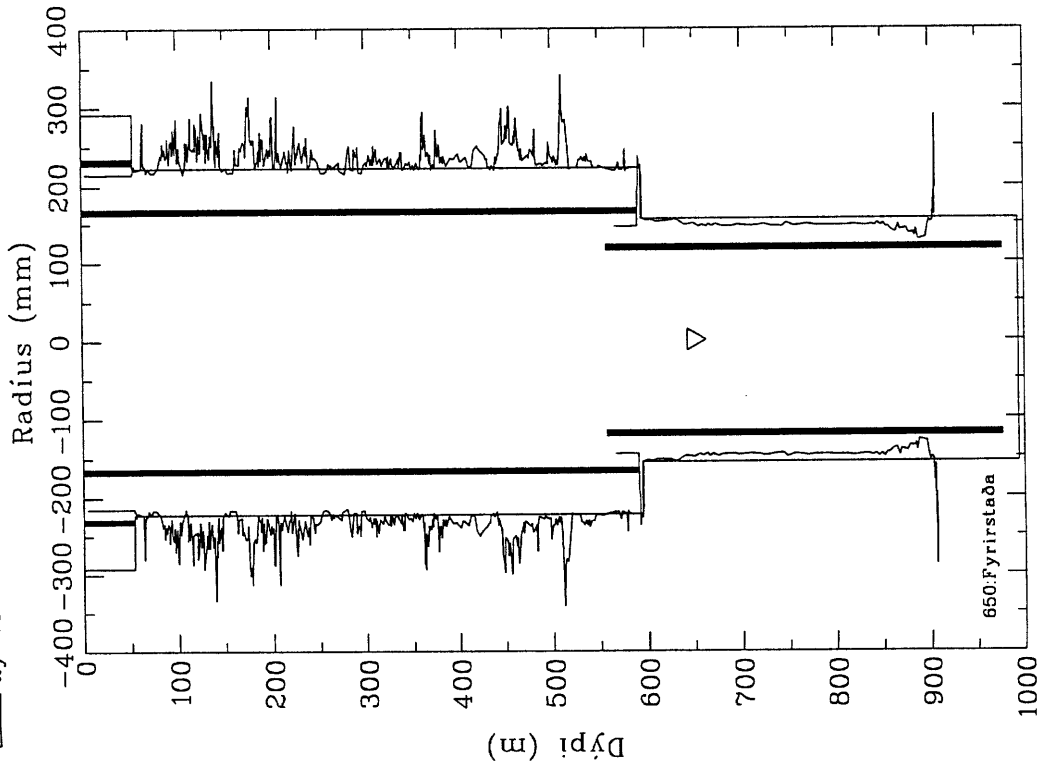


Staður: 16908 --> SV-08 --> Svartsengi - Svartsengi

Val- númer	Tegund	Svunta	Dags	Dýptarbil	Athugasemdir
1	Borkróna		0	60	584 mm þvermál
2	Borkróna		60	630	445 mm þvermál
3	Borkróna		630	1603	311 mm þvermál
4	Fóóring		0	60	470 mm þvermál (utanmál)
5	Fóóring		0	622	339.7 mm þvermál (utanmál)
6	Fóóring		585	1595	244.5 mm þvermál (utanmál)
9	C=Vidd	1418	1979-11-26	0	203
11	C=Vidd	1428	1980-01-11	570	1600
12	Nart	8789	1990-08-27	741	karfa skemmist á þessu
13	Fyrirstaða	16409	1995-10-12	583	engar útfellingar á hengistykki
14	Nart	16409	1995-10-12	750	
15	Fyrirstaða	16409	1995-10-12	750	

SV-09

28 Dec 1995 BS
xy V1.0

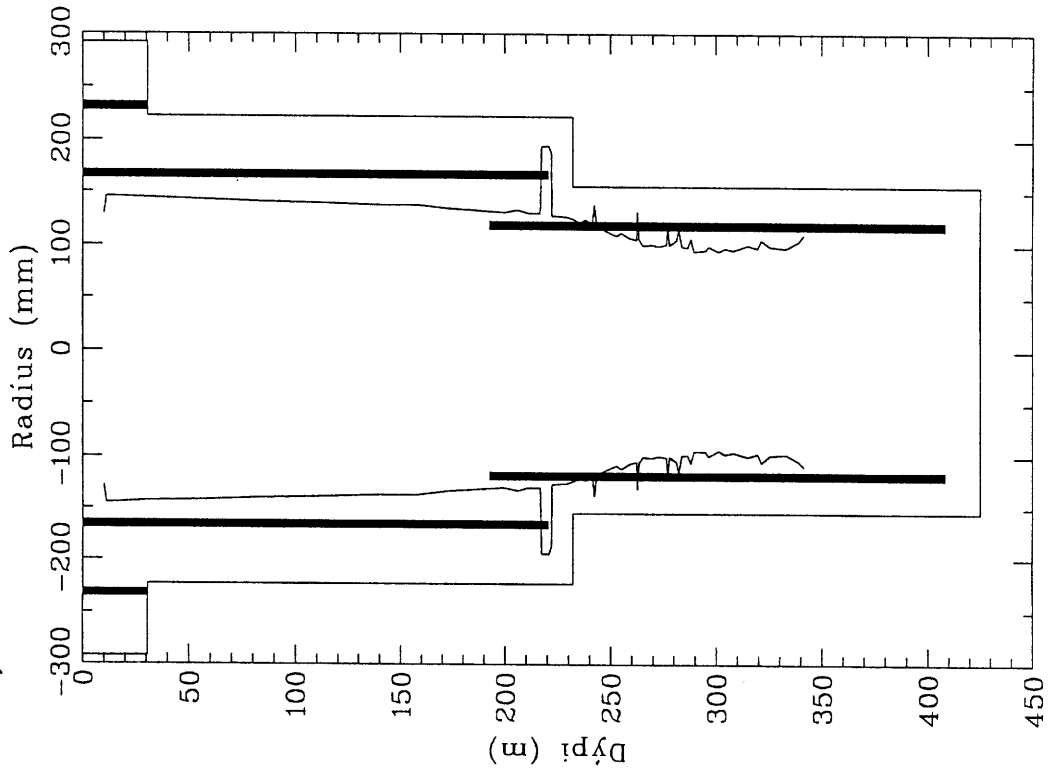


Staður: 16909 --- SV-09 --- Svartsengi --- Svartsengi

Val- númer	Tegund	Svunta	Dags	Dýptarbil	Athugasemdir
1	Borkróna		0	53	584 mm þvermál
2	Borkróna		53	595	445 mm þvermál
3	Borkróna		595	994	311 mm þvermál
4	Fóðring		0	53	470 mm þvermál (utanmál)
5	Fóðring		0	589	339.7 mm þvermál (utanmál)
6	Fóðring		557	976	244.5 mm þvermál (utanmál)
11	C=Vidd	1440	1980-05-28	0	588
12	C=Vidd	1445	1980-06-06	0	905
13	Fyrirstaða	16410	1995-10-12	650	hoppar á hengistykki

SV-10

28 Dec 1995 BS
xy V1.0

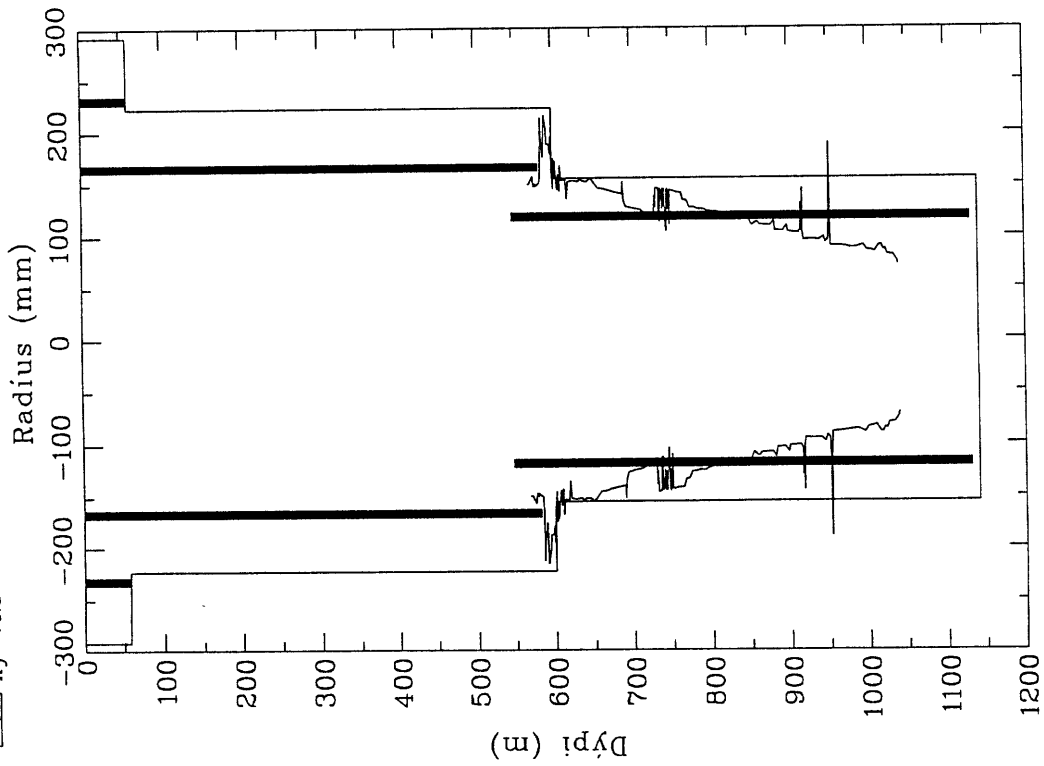


Staður: 16910 --> SV-10 --> Svartsengi - Svartsengi

Val- númer	Tegund	Svunta	Dags	Dýptarbil	Athugasemdir
1	Borkróna		0	30	584 mm þvermál
2	Borkróna		30	232	445 mm þvermál
3	Borkróna		232	425	311 mm þvermál
4	Fóðring		0	30	470 mm þvermál (utanmál)
5	Fóðring		0	220	339.7 mm þvermál (utanmál)
6	Fóðring		192	408	244.5 mm þvermál (utanmál)
7	C=Vidd	1454	1980-02-04	0	350

SV-11

28 Dec 1995 BS
xy V1.0

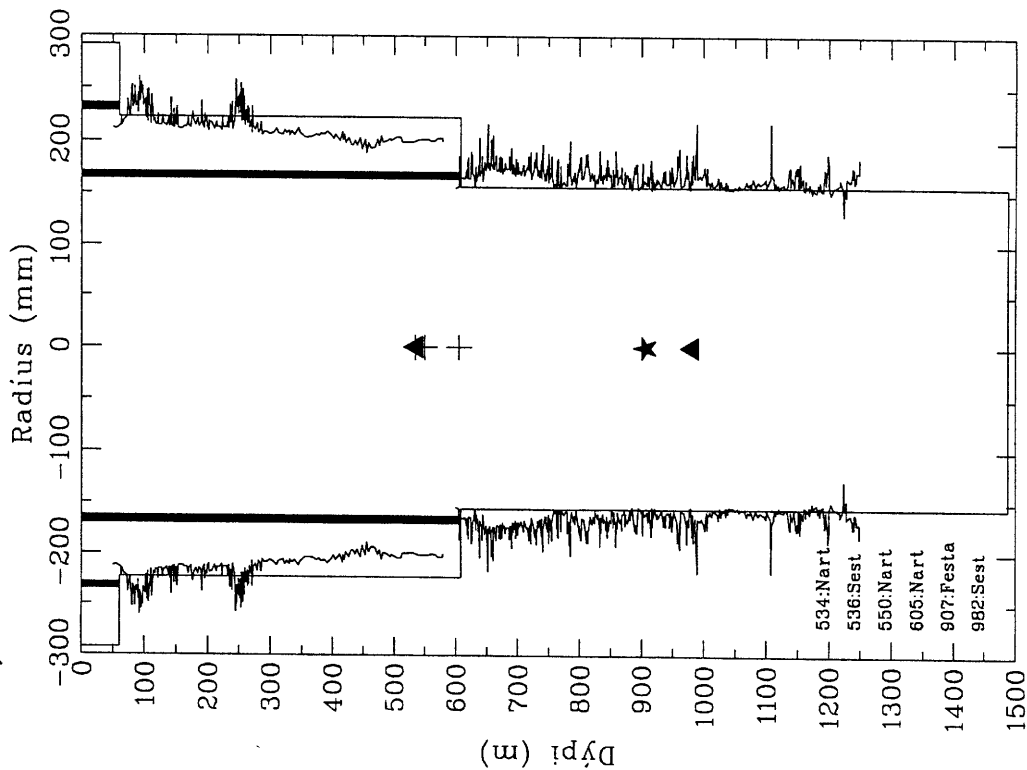


Staður: 16911 --> SV-11 --> Svartsengi --> Svartsengi - Svartsengi

Val- númer	Tegund	Svunta	Dags	Dýptarbil	Athugasemdir
1	Borkróna			0	584 mm þvermál
2	Borkróna			57	600 445 mm þvermál
3	Borkróna			600	1141 311 mm þvermál
4	Fóðring			0	57 470 mm þvermál (utanmál)
5	Fóðring			0	581 339.7 mm þvermál (utanmál)
6	Fóðring			547	1130 244.5 mm þvermál (utanmál)
7	C-Vídd	1456	1980-07-05	550	1040

SV-12

28 Dec 1995 BS
xy V1.0

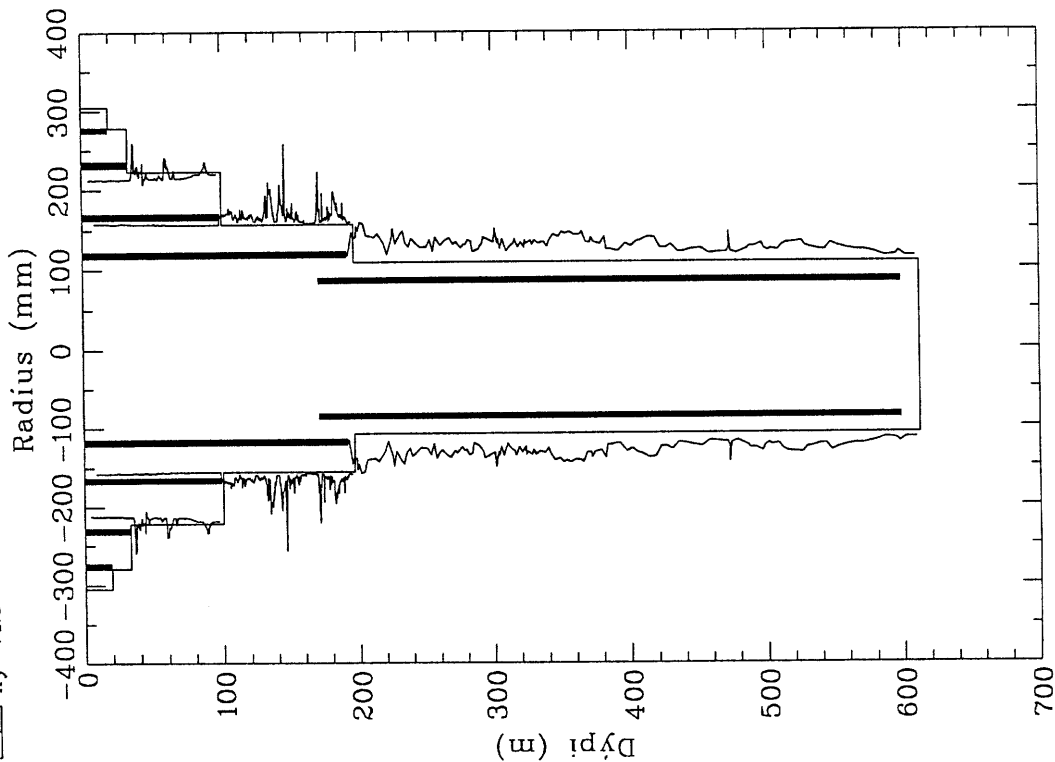


Staður: 16912 --> SV-12 --> Svartsengi - Svartsengi

Val-númer	Tegund	Svunta	Dags	Dýptarbil	Athugasemdir
1	Borkróna		0	60	584 mm þvermál
2	Borkróna		60	608	445 mm þvermál
3	Borkróna		608	1488	311 mm þvermál
4	Fóóring		0	60	470 mm þvermál (utanmál)
5	Fóóring		0	606	339.7 mm þvermál (utanmál)
6	C=Vidd	1459	1982-03-15	0	585
7	C=Vidd	1461	1982-03-31	600	1300
9	Festa	8251	1987-06-26	907	Festist í hífingu
10	Nart	13038	1993-06-28	550	Snánart á 545-550 m
11	Nart	13038	1993-06-28	605	Snánart á 605-610 m
12	Sest	15319	1994-11-03	982	Sest og fer ekki framhjá
13	Nart	15320	1994-11-14	534	Bæði í hífingu og slökun
14	Sest	16184	1995-07-20	536	8" karfa heinsar nabba

SV-14

29 Dec 1995 BS
xy V1.0

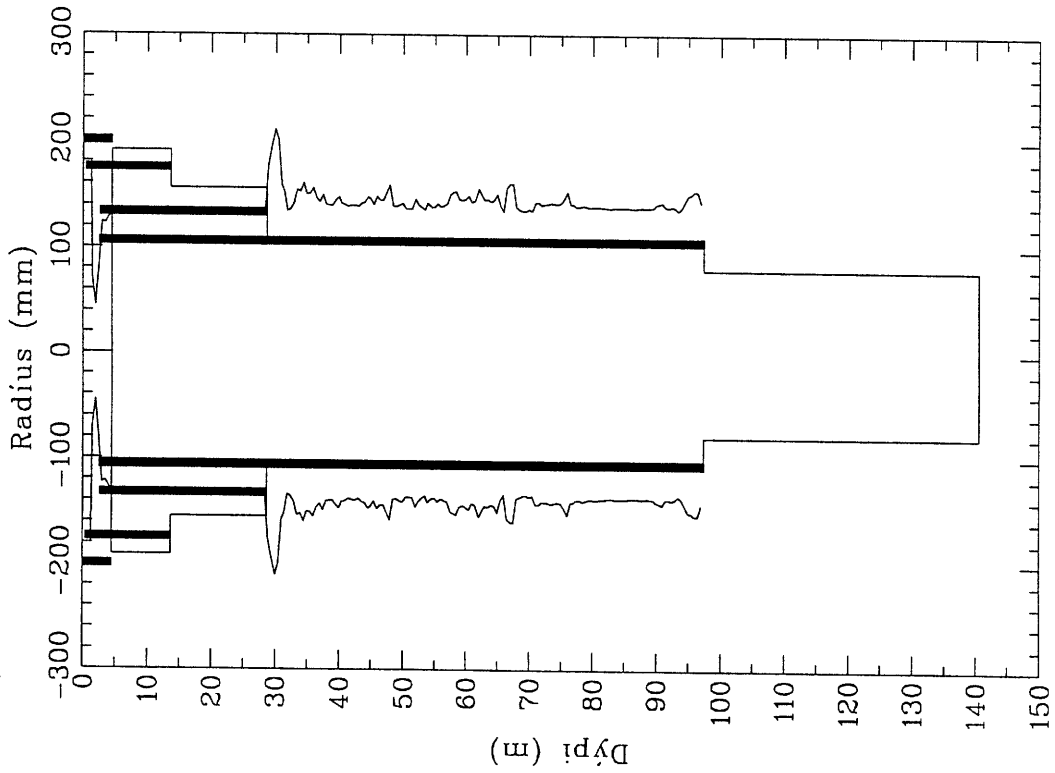


Staður: 16914 --> SV-14 --> Svartsengi - Svartsengi

Val- númer	Tegund	Svunta	Dags	Dýptarbil	Athugasemdir
1	Borkróna		0	19	610 mm þvermál
2	Borkróna		19	33	558 mm þvermál
3	Borkróna		33	100	445 mm þvermál
4	Borkróna		100	197	311 mm þvermál
5	Borkróna		197	612	216 mm þvermál
6	Fóðring		0	19	559 mm þvermál (utanmál)
7	Fóðring		0	33	470 mm þvermál (utanmál)
8	Fóðring		0	99	340 mm þvermál (utanmál)
9	Fóðring		0	191	244 mm þvermál (utanmál)
10	Fóðring		170	597	178 mm þvermál (utanmál)
11	C=Vidd	12691	1993-01-17	0	98 eftir upptekt
15	C=Vidd	12730	1993-02-09	0	195
16	C=Vidd	12747	1993-02-19	0	608 Mælingaprógramm

SV-15

29 Dec 1995 BS
xy V10

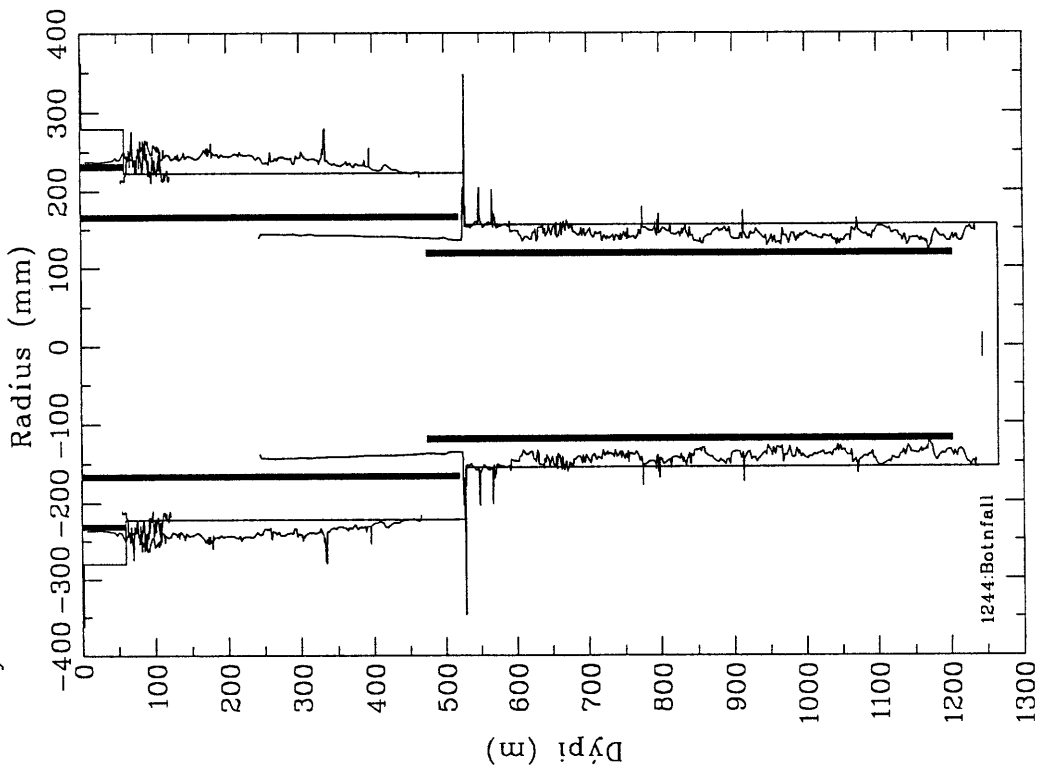


Staður: 16915 --> SV-15 --> Svartsengi - Svartsengi

Val- númer	Tegund	Svunta	Dags	Dýptarbil	Athugasemdir
1	Borkróna			0	4 mm þvermál
2	Borkróna			4	13 381 mm þvermál
3	Borkróna			13	28 311 mm þvermál
4	Borkróna			28	97 219 mm þvermál
5	Borkróna			97	140 159 mm þvermál
6	Fóðring			0	4 406.4 mm þvermál (utanmál)
7	Fóðring			0	13 355.6 mm þvermál (utanmál)
8	Fóðring			2	28 273.1 mm þvermál (utanmál)
9	Fóðring			2	97 219.1 mm þvermál (utanmál)
10	C-Vídd	12658	1992-12-08	0	99

EV-02

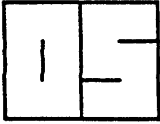
29 Dec 1995 BS
xy VI.0



Staður: 16422 --> EV-02 --> Húsatóttir - Eldvörp

Val- númer	Tegund	Svunta	Dags	Dýptarbil	Athugasemdir
1	Borkróna		0	2	724 mm þvermál
2	Borkróna		2	60	559 mm þvermál
3	Borkróna		60	528	445 mm þvermál
4	Borkróna		528	1265	311 mm þvermál
5	Fóðring		0	2	723.9 mm þvermál (utanmál)
6	Fóðring		0	60	470 mm þvermál (utanmál)
7	Fóðring		0	519	339.7 mm þvermál (utanmál)
8	Fóðring		474	1202	244.5 mm þvermál (utanmál)
9	C-Vidd	204	1983-02-22	0	137
10	C-Vidd	211	1983-03-03	0	Fóðringardýpi. Maliprógram.
11	C-Vidd	222	1983-03-30	0	Borlok. Maliprógram.
12	Botnfall	7647	1983-03-29	1244	20 metrar af járnri bormanna

Viðauki 3: Eldvörp, hola EG-2. Athugun á grjótmulningi úr holunni við upphleypingu í nóvember 1995



ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

Eldvörp hola EG-2

Athugun á grjótmulningi úr holunni við upphleypingu í nóv. 1995.

Við snögga upphleypingu holu EG-2 í Eldvörpum í nóvember 1995, þegar verið var að ná upp hitamæli, kom upp töluvert magn af bergbrotum allt að 1 cm í þvermál. Forvitnileg þótti að aðgæta hvaðan þeir molar væru komnir.

Berggerðin reyndist vera mjög ummyndað og æðótt basalt móbergstúff. Ummyndunarsteindir samkvæmt víðsjárgreiningu eru aðallega kvars, kalsít, klórít og pýrít, en engin vísbending var um epidót. Röntgengreining af einu brotinu er í samræmi við það en hún sýndi plagíóklas (berg), klórít og kvars.

Einsleitni bergbrota (túff) bendir til að þau séu ættuð frá einum stað í holunni, ofan klórít-epidótbeltisins, en það gefur dýptarbilið 526m (neðri endi vinnslufóðringar) og niður að um 580 m þar sem innskotsberg blandast við túffið. Eðlilegt er að ætla að bergbrotnunin eigi skylt við þá þrýstibreytingu þegar opnað var skyndilega fyrir holuna. Á þessu dýptarbili eru þrjár æðar; á 530 m, 545 m og 560 m, og er líklegt að brotin komi frá einni þeirra.

Ekki er loku fyrir það skotið að hrun í bergveggnum hafi verið enn meira, en að aðeins þau bergbrot sem þrengt gátu sér í gegnum raufarnar í leiðaranum komust áfram til yfirborðs.