



**Borholumælingar í Svartsengi og Eldvörpum
í mars 1992**

**Grímur Björnsson,
Benedikt Steingrímsson**

Greinargerð GrB-BS-92-02

BORHOLUMÆLINGAR Í SVARTSENGI OG ELDVÖRPUM Í MARS 1992

1. INNGANGUR

Þann 19. mars 1992 voru holur SG-7 í Svartsengi og EG-2 í Eldvörpum hita- og þrýstimældar. Hóla SG-7 var mæld í blæstri en hola EG-2 var á blæðingu fyrir mælinguna. Þá var einnig mælt vatnsborð í holu SG-6 og tilraun gerð til vatnsborðsmælingar í SG-5. Í þessari greinargerð er fjallað um niðurstöður mælinganna og sérstaklega athugað hvaða skýringar kunna að vera á því að þrýstingur er nú í jafnvægi í jarðhitakerfinu í Svartsengi.

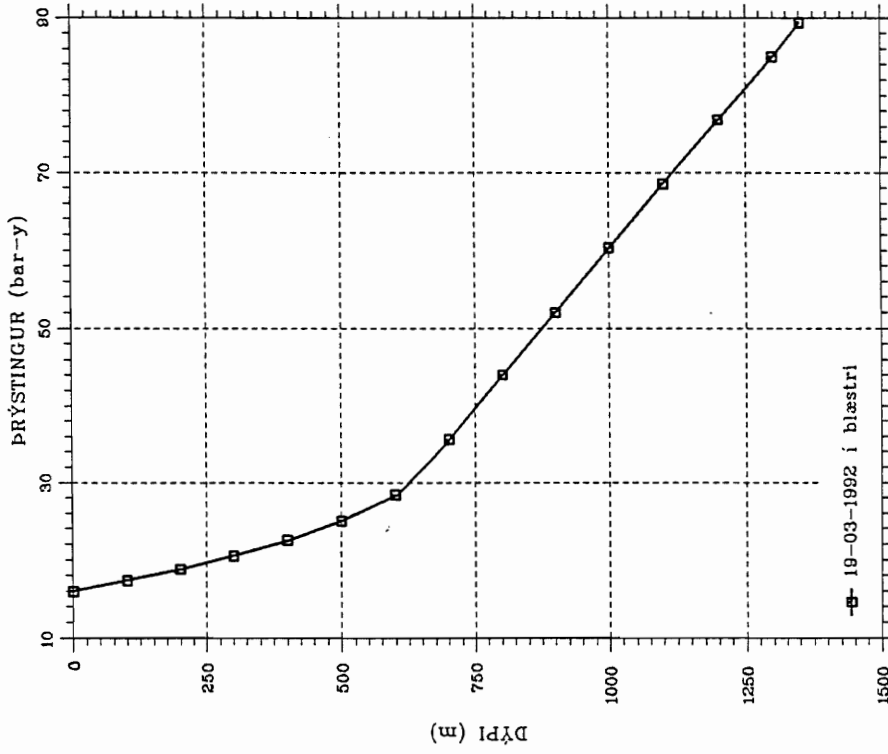
2. MÆLINGAR Í HOLU SG-7

Myndir 1-3 sýna hita og þrýsting í holu SG-7, bæði með dýpi og með tímanum. Ef mynd 1 er fyrst skoðuð, sést að holan er í meðallagi heit, milli 239 og 240 °C. Jafnframt er gengin til baka 1-2 °C kæling á 650-900 m dýpi sem sást í mælingu í desember 1991. Suðuborð í holunni er á 660-670 m dýpi. Mynd 2 sýnir þrýsting holu SG-7 með dýpi. Mynd 3 sýnir hins vegar þrýsting á 1000 m dýpi í holunni með tímanum. Allar eru mælingarnar gerðar í blæstri. Myndin sýnir að verulega hefur dregið úr hraða niðurdráttar í jarðhitakerfinu. Er þrýstilækkun svæðisins um og innan við 1 bar frá mars 1990 til mars 1992, eða um ½ bar/ári. Til samanburðar var hraði þrýstilækkunar metinn 1-1,2 bör/ári fyrir tímabilið 1980-1990 í nýlegri yfirlitsskýrslu um borholumælingar í Svartsengi (Grímur Björnsson og Benedikt Steingrímsson 1991: *Hiti og þrýstingur í jarðhitakerfinu í Svartsengi*. OS-91016/JHD-04).

Bæði hita- og þrýstimælirinn gengu greiðlega niður á móti blæstri holu 7. Virðast útfellingar því litlar sem engar í holunni.

20 Mar 1992 grb
L-16807 Oraðle

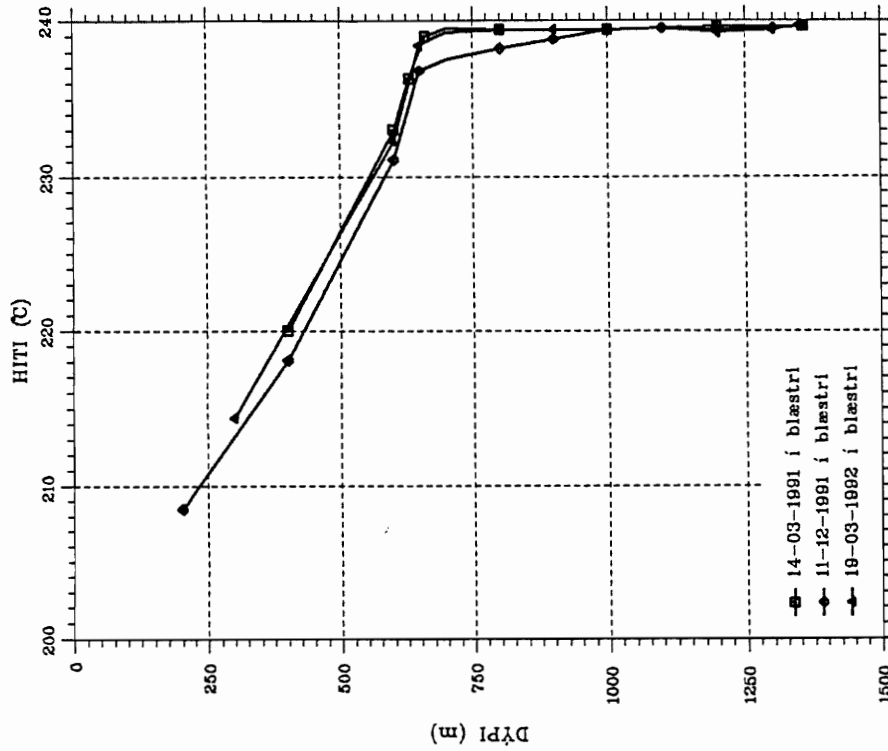
Svartsengi, hola SG-7



Mynd 2: Prýstingur mæling í holu SG-7.

24 Mar 1992 grb
L-16807 Oraðle

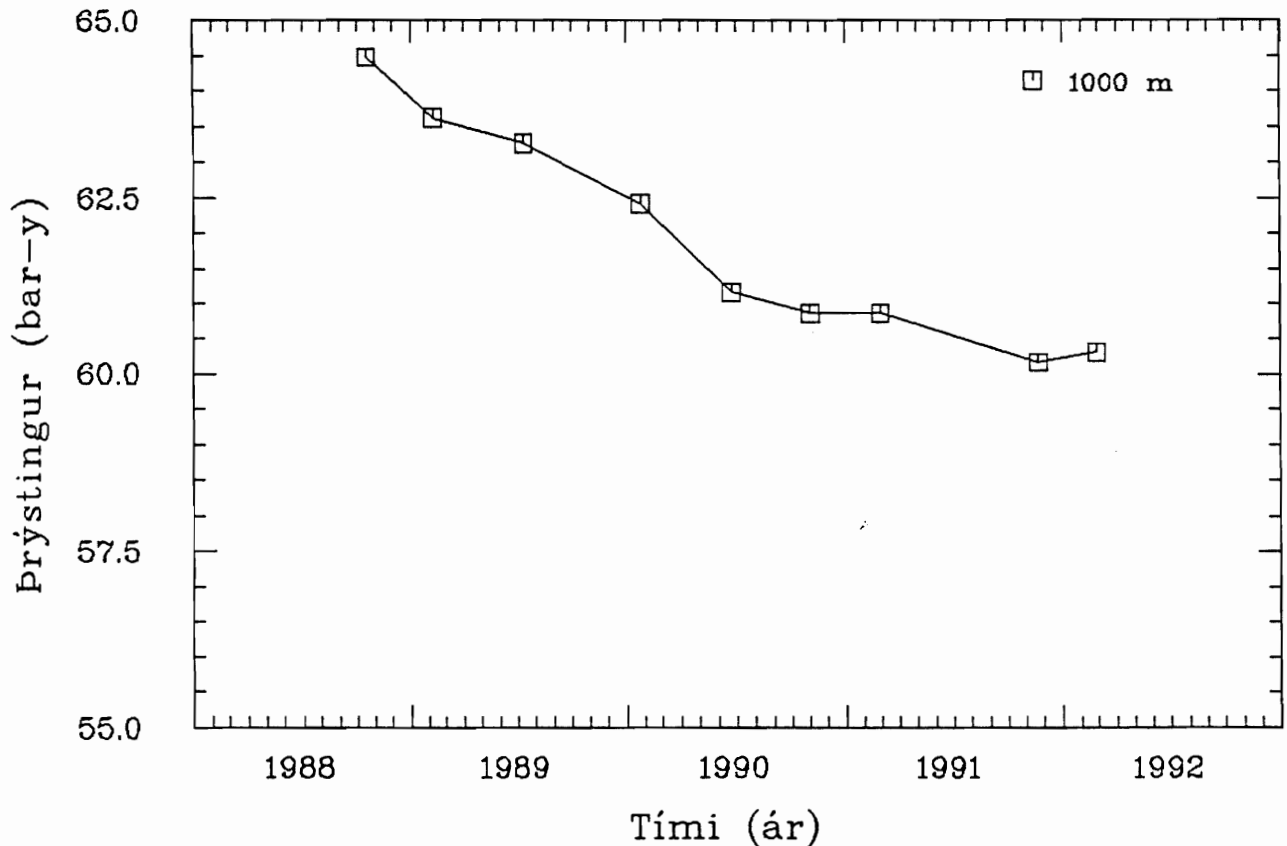
Svartsengi, hola SG-7



Mynd 1: Hitimælingar í holu SG-7.

24 Mar 1992 grb
L= 16907 Oracle

Svartsengi, hola SG-7



Mynd 3: Saga þrýstings á 1000 m dýpi í holu SG-7. Þrýstigildin eru öll fengin úr blástursmælingum.

3. MÆLINGAR Í HOLU EG-2

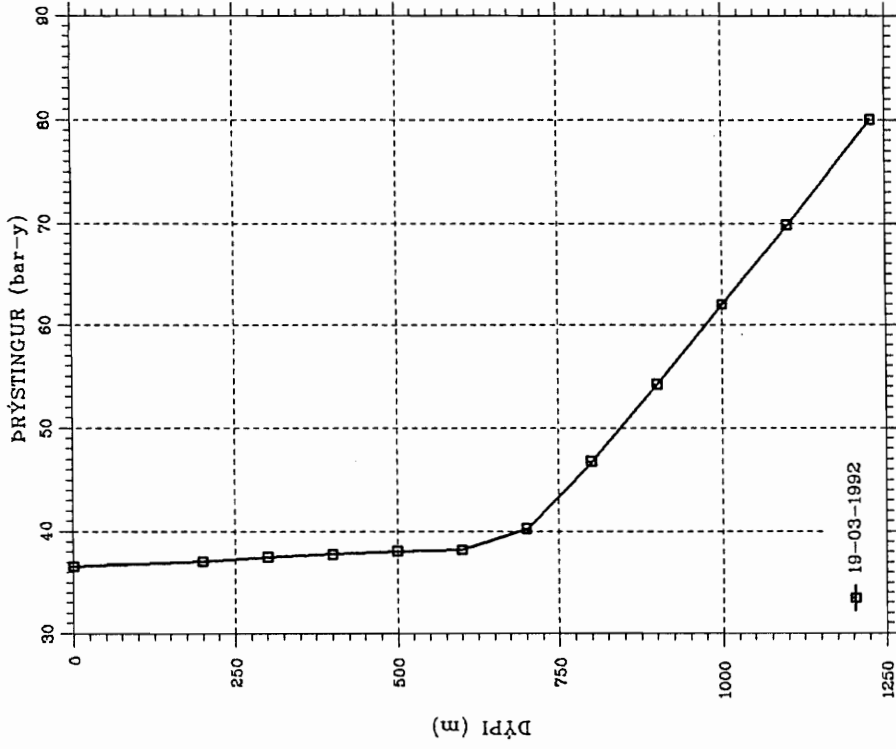
Myndir 4 og 5 sýna þrýsti- og hitamælingar í holu EG-2 í Eldvörpum. Ef mælingarnar nú í mars eru fyrst skoðaðar sést að holan stendur með gufusúlu niður á um 650 m dýpi. Þar tekur við sjóðandi en vatnsmettuð súla niður á um 900 m dýpi að komið er í einsfasa vatnskerfi sem er um 270 °C heitt. Er það í samræmi við hitamælingu frá 1989. Hins vegar sker sig nokkuð úr hitamæling frá nóvember 1990. Er mælingin um 3-4 °C kaldari en hinar mælingarnar. Vera kanna að það stafi að kvörðunarskekkju í mælinum sem veldur því að hann sýnir 3-4 °C of lágan hita. Verður kvörðun mælisins endurskoðuð við fyrsta tækifæri. Ef þessi skekkja sannast á mælinn hverfur jafnframt úr sögunni um 4 °C kólnun sem talin var komin í holu RnG-9 á Reykjanesi (Benedikt Steingrímsson og Grímur Björnsson, 1992: *Hola RnG-9 á Reykjanesi. Mælingar í mars 1992*. Orkustofnun, greinargerð, BS/GrB-92/01).

Mynd 6 sýnir þrýstisögu holu EG-2 frá 1983. Sést að þrýstingur er jafnfallandi nær allan tímann. Þó verður hallabreyting milli mælinganna 1990 og 1992. Er hraði þrýstilækkunar þá um 0,9 bór/ári borið saman við um 1,3 bór/ári milli mælinganna 1989 og 1990.

Vel gekk að mæla holu EG-2, aðalventill holunnar er liðugur og ekki komu högg á mæla í slökun og hífingu. Ástand holunnar virðist því gott.

20. Mar. 1992. grb
L-16422 Oracle

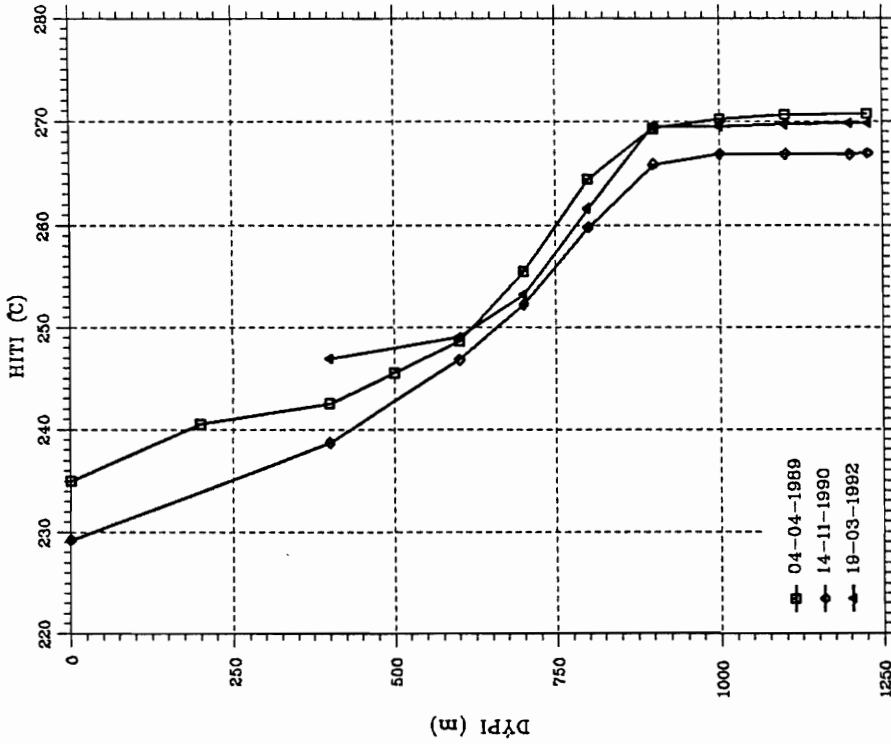
Eldvörp. hola 2



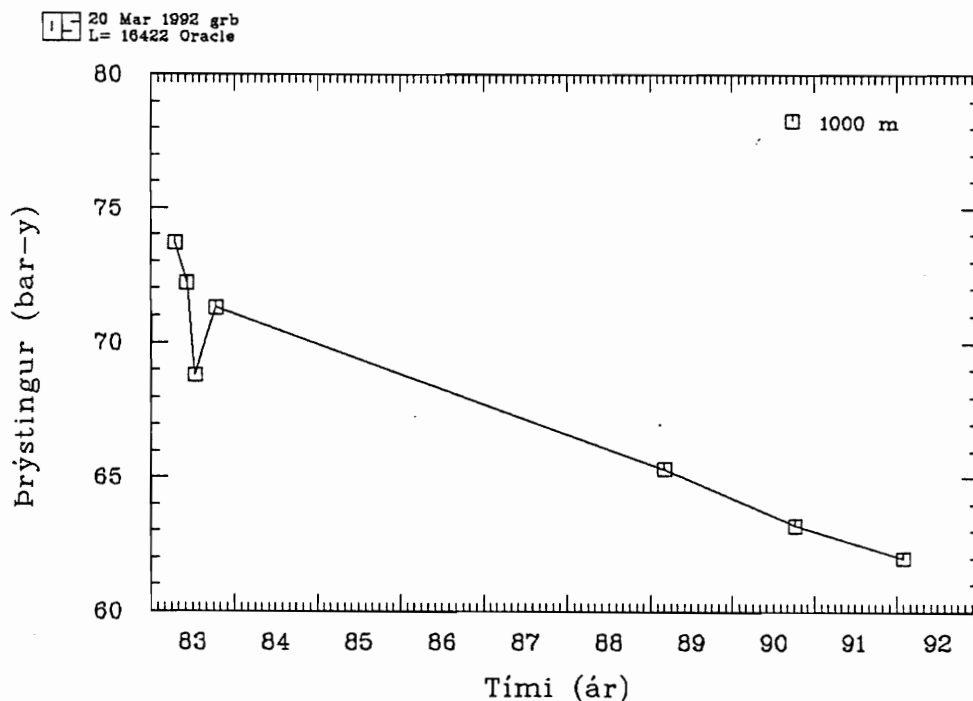
Mynd 5: Prýstingur mæling í holu EG-2.

24. Mar. 1992. grb
L-16422 Oracle

Eldvörp. hola EG-2



Mynd 4: Hitamælingar í holu EG-2.



Mynd 6: Saga þrýstings á 1000 m dýpi í holu EG-2.

4. MÆLINGAR Í HOLUM SG-5 OG SG-6

Hola SG-6 stendur með vatnsborði og var það mælt nú í mars. Mikið flökt var í vatnsborðinu og sveiflaðist það milli 275 og 285 m dýpis. Vatnsborð mældist á 286 m í ágúst 1991 og á 283 m í desember það ár. Þá flökti vatnsborð minna, vísast vegna áhrifa kælingar í hreinsiborun 1991. Þrátt fyrir flökt í vatnsborði, virðist það hafa haldist stöðugt um 280 m dýpið frá því í ágúst síðastliðinn. Það bendir til stöðugs þrýstings í jarðhitakerfinu á þessu tímabili.

Að aflokinni vatnsborðsmælingu í holu SG-6, var reynt að mæla vatnsborð í holu SG-5. Fóðring holunnar er skemmd á um 117 m dýpi. Þar sem kalt vatn hafði runnið á holuna um nokkurt skeið þótti reynandi að kanna hvort eitthvað hefði breyst í holunni um fyrirstöðuna og hún jafnvel opnast á ný. Er skemmst frá því að segja að vatnsborðmælirinn stöðvaðist enn á 117 m dýpi,

5. ORSAKIR STÖÐUGS ÞRÝSTINGS Í JARÐHITAKERFINU

Markverðasta niðurstaða borholumælinga í Svartsengi í mars 1992 er að verulega hefur dregið úr hraða þrýstilækkunar í jarðhitakerfinu. Þessari eðlisbreytingu svæðisins veldur samspil eftirtalinnna þátta:

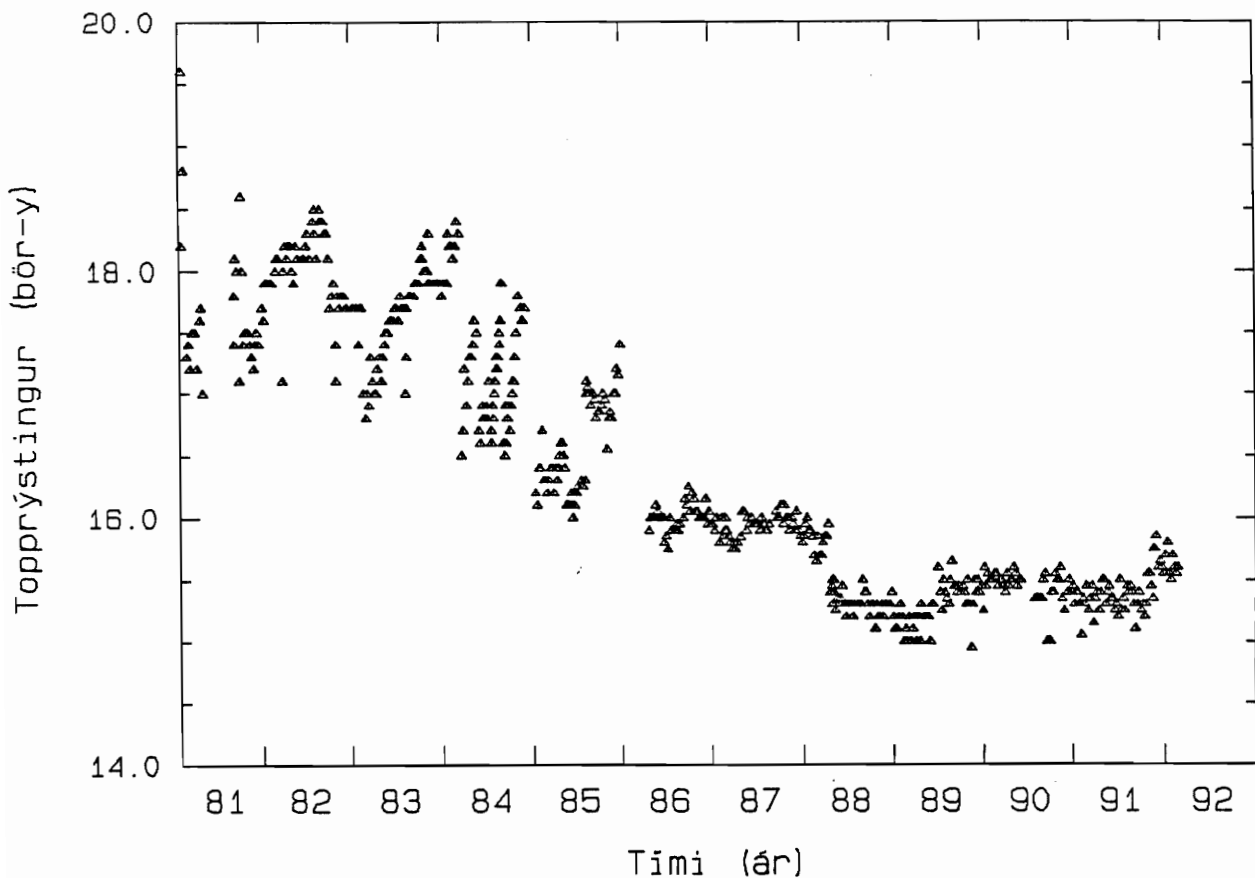
1. Heildarmassataka hefur minnkað vegna aukinnar vinnslu úr gufupúða.
2. Aukið flatarmál suðusvæðis í jarðhitageyminum dregur úr áframhaldandi þrýstilækkun.

Meðalvinnsla úr Svartsengi árin 1986 og fram á mitt ár 1991 var um 270 kg/s. Aukin vinnsla úr holu SG-10 hefur leitt til þess að heildarmassatökan er nú um 230 kg/s (Geir Þórólfsson, Svartsengi, munnlegar upplýsingar). Er það um 15 % minnkun í heildarmassatöku. Fróðlegt væri að kanna með reiknilíkani Vatnaskila hvort slík minnkun massatöku nægi til að skýra stöðugleikann sem nú er til staðar í svæðisþrýstingi. Ef svo reynist, er um skammtímaávinning af minnkaðri vinnslu að ræða. Mun þrýstingur þá byrja að síga á ný eftir einhverja mánuði en með minni

hraða en áður.

Núverandi hugmyndalíkan að innri gerð jarðhitakerfisins í Svartsengi gerir ráð fyrir að efri mörk þess séu á um 600 m dýpi. Suðuborð í svæðinu er fyrir löngu komið niður fyrir þetta dýpi. Hafa því þeir sem hér rita, og fleiri, spáð því að nú sé gufupúði tekin að breiðast út um mun stærra svæði en áður var. Við slíkar aðstæður hægir mjög á þrýstifalli í jarðhitakerfinu og mun það jafnvel stöðvast. Einnig mun vermi holna sem vinna úr æðum efst í jarðhitakerfinu aukast. Það leiðir til þess að tvífasa súlan milli suðuborðs í holu og holutopps léttist. Þar með hækkar toppþrýstingur. Merki um slíka hækkun toppþrýstings eru þegar komin fram. Mynd 7 sýnir toppþrýsting holu SG-7 með tímanum (mælingar Hitaveitu Suðurnesja) Þar sést jöfn og þétt lækkun toppþrýstings með hraðanum 0,3 bör/ári fram á mitt ár 1989. Eftir það verður toppþrýstingur stöðugur, nákvæmlega um sama leyti og suðuborð holu 7 fer niður fyrir 600 m (Grímur Björnsson og Benedikt Steingrímsson, 1991). Jafnframt hækkaði toppþrýstingur holunnar um síðustu áramót. Er hann nú tæp 16 bör í stað um 15,2 bara þegar þrýstingur fór lægst 1989. Þrýstihækkunin er greinilegt merki um að vermi holunnar hafi aukist.

JHO-BHM-GrB
23. mars 1992

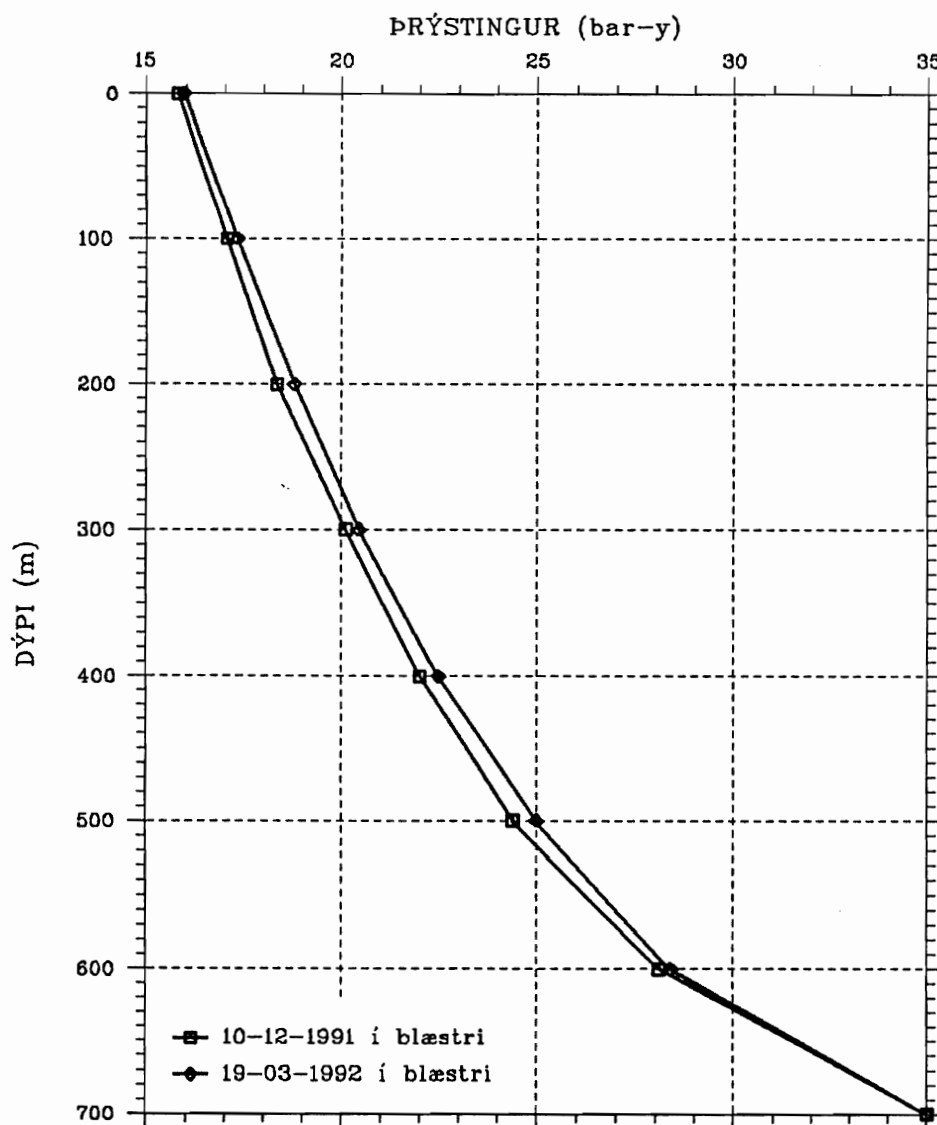


Mynd 7: Saga toppþrýstings holu SG-7. Mælingarnar eru gerðar af starfsmönnum Hitaveitu Suðurnesja.

Annað merki um vermishækkun holu 7 má sjá í þrýstimælingum frá í desember 1991 og í mars 1992. Mynd 8 sýnir mælingarnar í efstu 700 m holunnar. Holan er í vatnsfasa á 700 m dýpi og er þrýstingur sá sami þar í báðum mælingum. Holan "tapar" hins vegar minni þrýstingi á dýptarbilinu 500-700 m í mælingunni í mars en í desember. Þessa breytingu er auðvelt að skýra með auknu hlutfalli gufu í vökvasúlunni. Þeirrar gufu er ekki að leita neðan 700 m því þrýsti- og hita- mælingarar sýna að þar rennur einsfasa vatn. Gufan kemur því úr efri æðum holu 7 við að þrýstingur í þeim fellur undir suðuprýsting.

24 Mar 1992 grb
L= 16907 Oracle

Svartsengi. hola SG-7

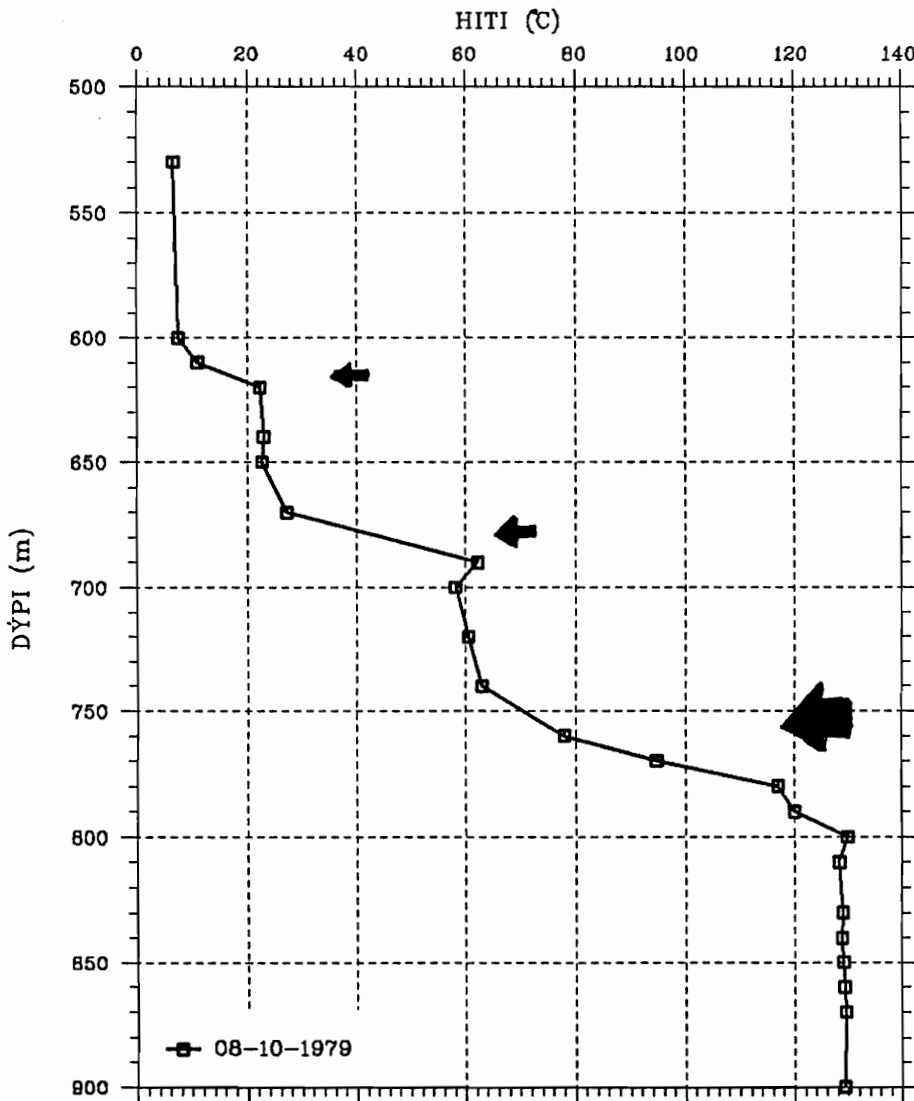


Mynd 8: Þrýstingur í sjóðandi súlu holu SG-7 í desember 1991 og mars 1992.

Ágætis mat fæst á dýpi til æða holu SG-7 í hitamælingu sem gerð var í ádælingu í borlok haustið 1979. Mynd 9 sýnir mælinguna. Rennslí í holunni var þannig háttáð í ádælingunni, að auk kalda vatnsins sem dælt var á holutopp, bættist við niðurrennslið vatn úr æðum á 600-800 m dýpi. Skoðun á mynd 8 sýnir að smáæð er á 610-620 m, öflugri æð á 670-680 m og gjöfull æðakaffi frá 750-800 m. Æðin á 610-620 m gæti hafa þornað árið 1989 og gufan úr henni leitt til þess að toppþrýstingur holu SG-7 hætti að falla. Skyndilegt ris í toppþrýstingi um síðustu áramót gæti svo tengst því að æðin á 660-670 m fór í suðu. Því er ljóst út, frá samtálkun gagnanna á myndum 7-9, að efstu æðar holu SG-7 eru komnar í suðu. Það þýðir jafnframt að gufupúði jarðhitakerfisins hefur stækkað að mun og á það sinn þátt í að hægt hefur á þrýstifalli í jarðhitakerfinu.

24 Mar 1992 grb
L= 16907 Oracle

Svartsengi, hola SG-7



Mynd 9: Hitamæling í holu SG-7 í ádælingu í borlok. Vatn sem rennur inn í holuna myndar stalla í hitaferlinum. Æðar eru merktar með örnum.

6. NIÐURSTÖÐUR

Helstu niðurstöður borholumælinga í Svartsengi og Eldvörpum í mars 1992 og samtúlkun þeirra við eldri gögn eru eftirfarandi:

1. Hola SG-7 er í meðallagi heit og kæling sem sást á 650-900 m dýpi í desember síðastliðnum er gengin til baka.
2. Verulega hefur hægt á hraða þrýstilækkunar í jarðhitakerfinu í Svartsengi frá 1990. Er hraði þrýstilækkunar nú um 0,5 bór á ári borið saman við 1,2 bór/ári fyrir 1990.
3. Vel gekk að mæla holu SG-7 og virðast litlar sem engar útfellingar í holunni.
4. Hola EG-2 í Eldvörpum reyndist einnig eðlileg í hita. Er vatnskerfið sem hún vinnur úr um 270 °C heitt. Gufupúði í holunni, og líklega einnig í jarðhitakerfinu, nær niður á um 650 m dýpi. Þar tekur við sjóðandi vatnssúla niður á 900 m.
5. Þrýstingur er enn lækkandi í Eldvörpum. Greina má breytingu í hraða þrýstifallsins á þann veg að hann er nú um 0,9 bór/ári í stað 1,3 áður.
6. Vatnsborð holu SG-6 hefur haldist stöðugt á um 280 m frá því í ágúst á síðasta ári. Er það í samræmi við stöðugan þrýsting í jarðhitakerfinu á þessu tímabili og styður niðurstöður þrýstimælinga í holu SG-7.
7. Fóðring holu SG-5 er enn beygluð og ekki hægt að komast gegnum skemmdina.
8. Minnkun heildarvinnslu í Svartsengi úr 270 í 230 kg/s gæti skýrt að hluta eða að öllu leyti stöðugan þrýsting í jarðhitakerfinu. Fróðlegt væri að skoða áhrif vinnsluminnkunarinnar í tiltæku reiknilskani og bera niðurstöður saman við mældan svæðisþrýsting.
9. Fullvíst þykir, eftir skoðun á gögnum um toppþrýsting og djúpprýsting holu SG-7, að efri æðar holunnar eru komnar í suðu. Jafnframt hefur þá vermi holunnar hækkað. Hugsanlega má rekja hækkun í toppþrýstingi um áramótin 1991/1992 til suðu sem hófst um sama leyti í æð á 660-670 m dýpi.

Fyrirhugað er að mæla allar holur í Svartsengi í júní næstkomandi. Að því búnu verði tekið sam-
an í skýrslu yfirlit um borholumælingar árin 1991 og 1992.

Gjört í Reykjavík 24. mars 1992

Grímur Björnsson og Benedikt Steingrímsson.