

**Mælingar í holu KG-25 í Kröflu í febrúar
1996**

Grímur Björnsson

Greinargerð GrB-96-03

14. febrúar, 1996

Mælingar í holu KG-25 í Kröflu í febrúar 1996.

1. Inngangur

Greinargerð þessi lýsir niðurstöðum hita- og þrýstimælinga sem gerðar voru í holu KG-25 í Kröflu þann 5. febrúar 1996. Tildrög mælinganna voru þau að til stóð að hleypa holunni í gos og þótti rétt að eiga upplýsingar um ástand hennar áður en til upphleypingar kæmi. Í greinargerðinni er mælingunum og niðurstöðum þeirra lýst, svo og fyrstu klukkustundinni í blæstri holunnar.

Vinnslusaga holu KG-25 er um margt sérstök. Holan er boruð í 2105 m dýpi í september 1990. Hún sker æðar í báðum Leirbotnakerfunum (Grímur Björnsson o.fl., 1990). Vegna hlutfallslega lægri þrýstings dýpri æða holunnar tók Efrakerfis vatn að streyma niður í neðri hlutann. Torveldaði það mjög upphleypingu. Holan náðist svo í gos í desember 1990. Hún reyndist mjög öflug, skilaði gufu sem hefði nægt í rúmlega 10 MW rafmagnsframleiðslu (Halldór Ármannsson og Gestur Gíslason, 1991). Sá böggull fylgdi þó skammrifi að djúpu og aflmiklu æðarnar menguðust af „svarta dauða“ sem leiddi bæði til þess að leiðari holunnar, neðan u.þ.b. 1400 m dýpis tærðist mjög, en einnig skarst hann í sundur við æð á 1384 m dýpi. Varð tæringin svo mikil að búti úr leiðaranum var skotið upp í loftið í janúar 1991 (Ásgrímur Guðmundsson o.fl., 1991). Blæstri holu KG-25 var því hætt í kjölfarið.

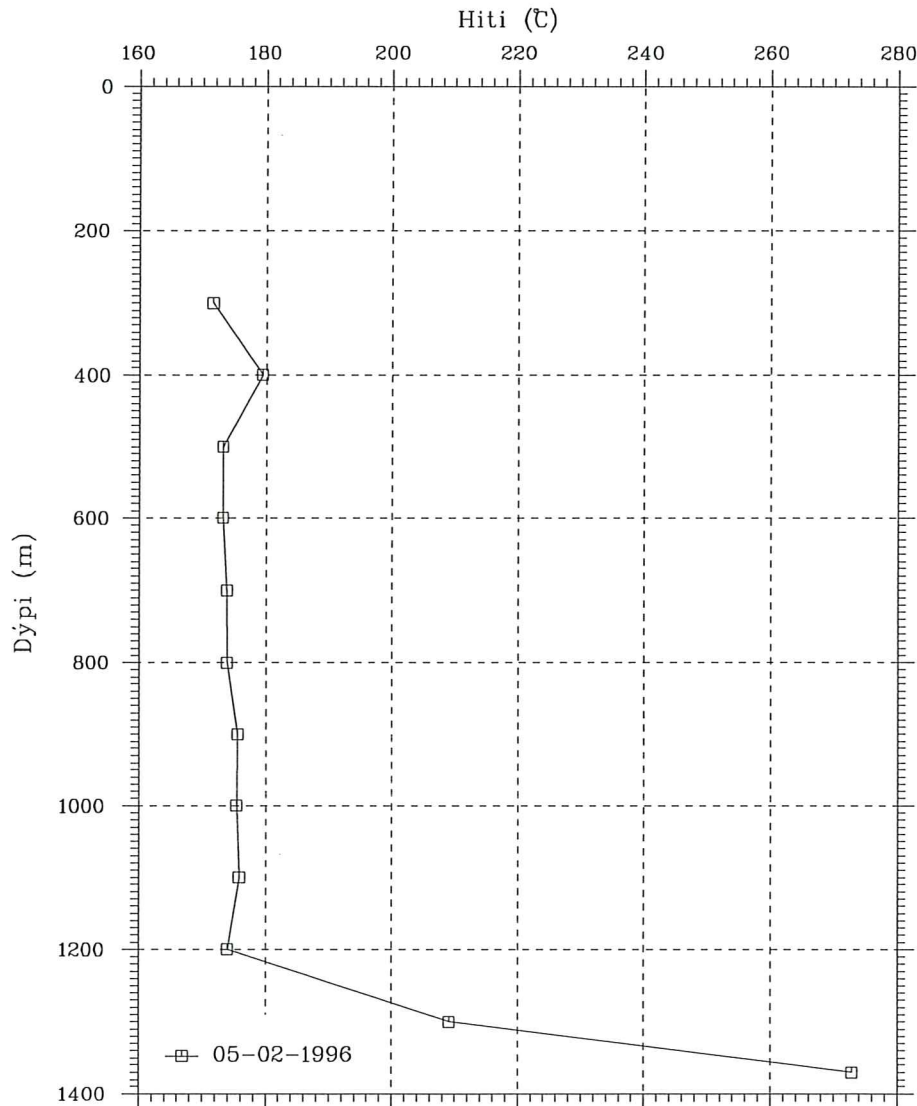
Hola KG-25 er svo hreinsuð í um 1550 m dýpi í ágúst 1991, eftir að efsti hluti leiðarans hafði verið dreginn úr holunni. Ekki tókst að mylja leiðarann og hreinsa holuna dýpra þar sem svarf og járnmulningur skolaðist ekki til yfirborðs, heldur safnaðist fyrir niðri í holunni. Holan hefur staðið dauð eftir það fram að upphleypingunni nú í febrúar 1996. Mælingar í holunni, fyrir og eftir hreinsun, bentu til að vatn úr djúpu æðunum næði samt sem áður upp í gegnum botnfallið neðan 1500 m. Var tilgangur upphleypingarinnar núna í febrúar 1996 að kanna hvort ekki mætti láta holuna vinna orkuríkan vökva í gegnum þessa fyrirstöðu, og í besta falli að fá holuna til að ryðja henni úr sér.

2. Úrvinnsla hita- og þrýstimælinga

Mynd 1 sýnir hitamælinguna sem gerð var í holu KG-25 í febrúar 1996, en á mynd 2 er mælingin sýnd ásamt eldri mælingum og áætluðum berghitaferli. Ekki tókst að mæla dýpra en í 1370 m. Það er ákkúrat við dýpstu Efrihlutæð holu KG-25, og á sama stað og leiðari holunnar rofnaði í sundur í desember 1990. Ekki er ljóst á þessari stundu hvort holan sé raunverulega lokuð í þessu dýpi, eða hvort mælar hafi stöðvast í skáp sem þarna er.

Ef mynd 1 er fyrst skoðuð sést að hiti holu KG-25 í febrúar 1996 sveiflast milli 170 og 180 °C allt frá 200 m dýpi niður að 1200 m. Það er einkennishiti efrihluta Leirbotna á þessum slóðum. Neðan 1200 m dýpis hitnar holan svo skart að 270 °C við fyrirstöðuna í 1370 m.

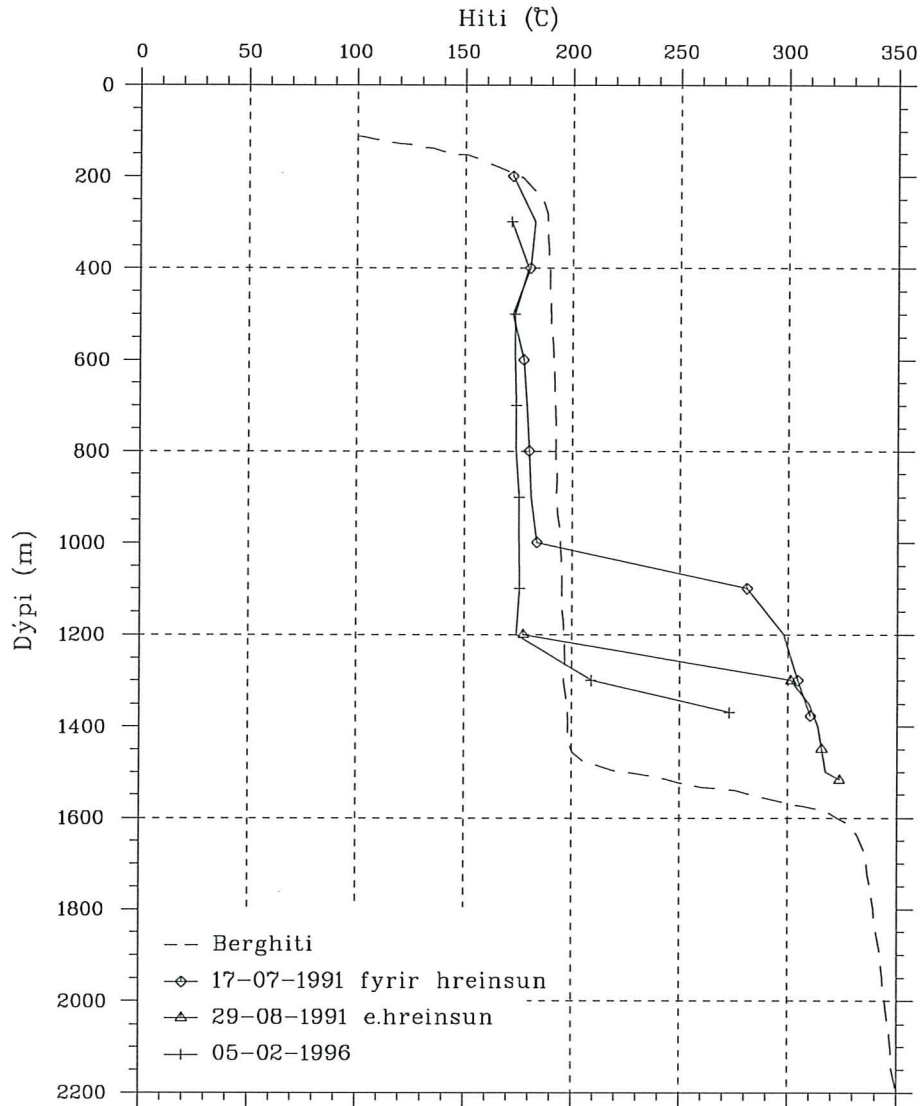
13 Feb 1996 grb
L= 58025 Oracle



Mynd 1: Hitamæling í holu KG-25 í febrúar 1996.

Skoðun myndar 2 sýnir að hola KG-25 er nokkru kaldari neðan 1200 m dýpis en í hitamælingunum frá í júlí og ágúst 1991, skömmu fyrir og eftir hreinsun. Holan er samt sem áður töluvert heitari en áætlaður berghiti á þessu bili. Það bendir til þess að Neðrihlutavatn hafi enn náð í litlum mæli upp holuna nú í ferúar 1996 og það væntalega farið út í smáæðar milli 1200 og 1300 m dýpis. Hins vegar virðist sem dregið hafi úr rennslismagninu sökum þess að holan er nokkru kaldari nú en fyrir og eftir hreinsunina um haustið 1991. Óljóst er um ástæður þessa.

15 Feb 1996 grb
L= 58025 Oracle



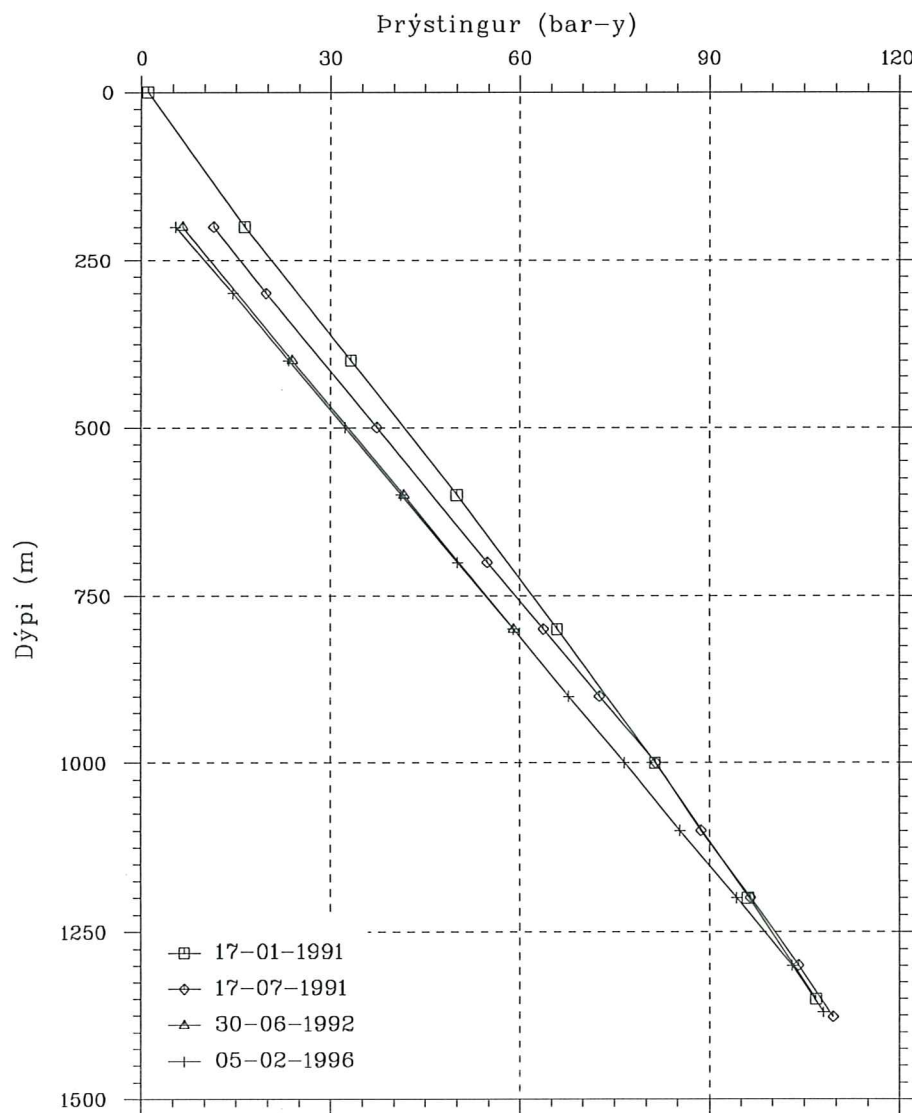
Mynd 2: Ýmsar hitamælingar í holu KG-25. Hægfara kólnun með tímanum á 1050-1400 m dýpi er rakin til minnkaðs streymis heits vökva djúpt úr holunni.

Samanburður áætlaðs berghita holu KG-25, frá því í desember 1990, við hitamælingar í holunni eftir þann tíma, bendir til þess að berghiti á 400-1400 m dýpi sé ofmetinn um ca. 10 °C. Er rétt gildi hans þá um 180 °C í stað 190 °C í eldra matinu. Ekki er á hreinu hver er hiti 1384 m æðarinnar. Fyrri athuganir gerður ráð fyrir að hún væri rétt um 200 °C (berghitaferill á mynd 2). Hitamælingin nú í febrúar 1996 getur hins vegar allt eins bent til þess að æðin sé allt að 270 °C heit. Svipar æðinni þá til æða holu KJ-9, þ.e. milli-kerfaæð sem er í þrýstisambandi við efri hluta Leirbotna. Mjög væri fróðlegt að mæla holuna niður á móti blæstrinum til að fá þetta atriði á hreint. Slík mæling myndi jafnframt sýna hvort heitara vatn komi að neðan, eða hvort holan sé alveg stífluð við æðina.

3. Þrýstimælingar í holu KG-25

Myndir 3 og 4 sýna þrýstimælingar í holu KG-25. Á mynd 3 eru sýndar þrýstimælingar sem eru gerðar eftir upphleypingu holunnar um áramótin 1990/1991, meðan að mynd 4 sýnir allar þrýstimælingar sem hafa verið gerðar í holunni ásamt áætluðum upphafsþrýstingi. Ef mynd 3 er fyrst skoðuð sést að þrýstingur er mishár ofan til í holunni milli mælinga, en alltaf sá sami neðan til. Hér eru talin valda hitaáhrif, þ.a. eftir því sem þrýstingur ofan til er hærri, því heitari er holan. Fastur þrýstingur neðan til í holunni er hins vegar skýrður þannig að það sé Efrihlutæðin í 1384 m sem stjórni þrýstiástandi holunnar.

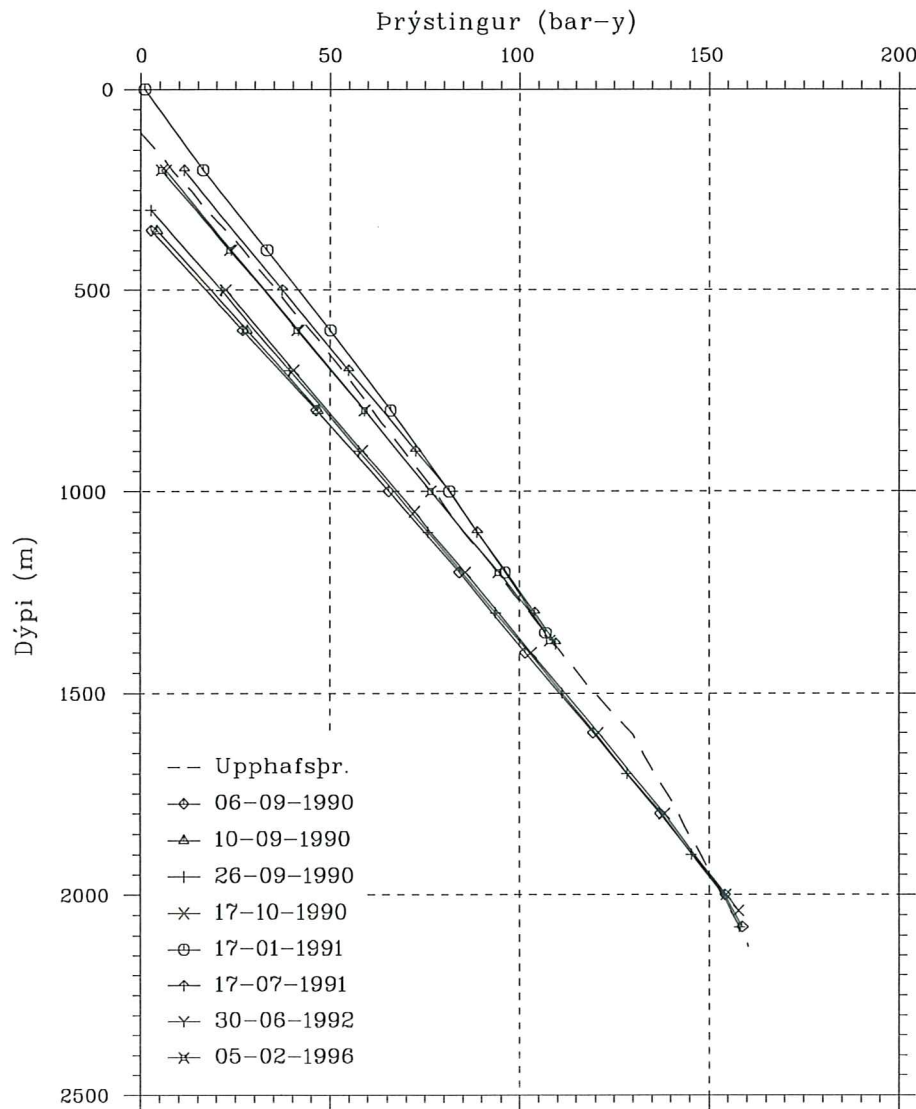
13 Feb 1996 grb
L= 58025 Oracle



Mynd 3: Þrýstimælingar í holu KG-25 eftir fyrsta blástur.

Skoðun myndar 4 sýnir að hola KG-25 hefur átt sér tvö stig í þrýstiástandi. Annars vegar er það fremur lágur þrýstingur meðan að holan hafði ekki blásið og botnæðar holunnar réðu þrýstiástandi hennar. Hins vegar eru það mælingar við fremur hátt þrýstiástand sem eru allar gerðar eftir að holan hálfstíflast milli Efra- og Neðra-kerfis og holuþrýstingnum er stjórnað af æðinni á 1384 m. Þá er ljóst, þegar hiti holunnar er tekinn með í samanburðinn, að þrýstingur neðri hluta vatnsins nægði til að reka það upp í gegnum fyrirstöðuna á rúmlega 1500 m dýpi bæði fyrir og eftir hreinsunina haustið 1991. Hefur holan því verið í eins konar milliæðgosi allan tímann eftir að blæstri hennar lauk í janúar 1991, en að mjög hafi dregið úr krafti þess með tímanum.

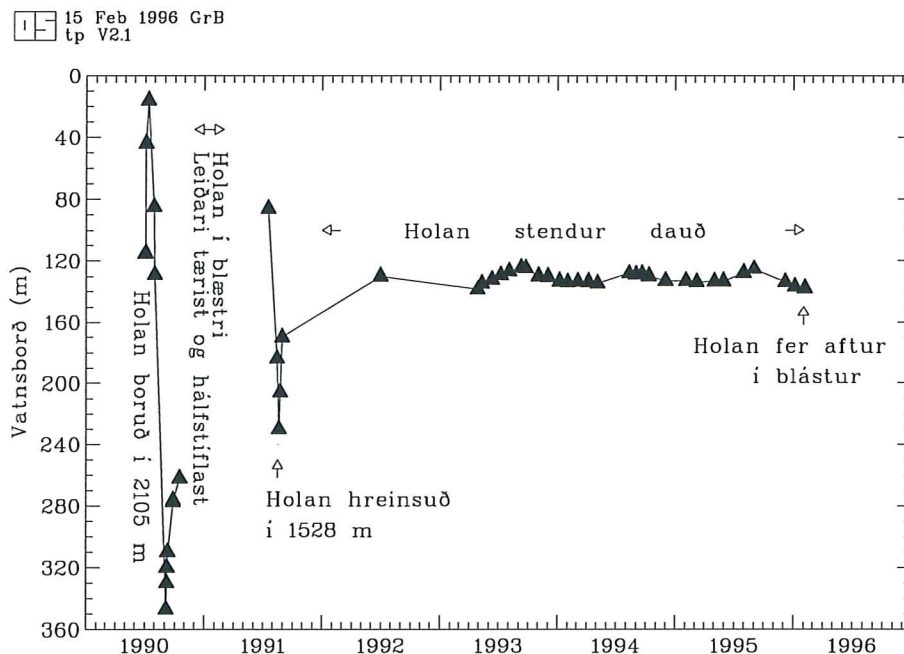
13 Feb 1996 grb
L= 58025 Oracle



Mynd 4: Allar þrýstimælingar sem gerðar hafa verið í holu KG-25.

4. Mælingar á vatnsborði og gasfnykur úr holu KG-25

Töluvert er til af vatnsborðsmælingum í holu KG-25 og eru þær sýndar á mynd 5. Vatnsborðið endurspeglar glögglega þau tvö þrýstiástönd sem holan var í fyrir og eftir blásturinn í ársbyrjun 1991. Annars vegar liggur vatnsborðið á rúmlega 250 m fyrir blástur en síðan hefur það verið á flökti kringum 130 m dýpi, a.m.k. frá því um mitt ár 1992. Má reyndar sjá að flökt er í vatnsborði holunnar milli sumars og vetrar sem svipar mjög til þeirra breytinga sem verða árlega í vatnsborði efra Leirbotnakerfisins í Kröflu (Grímur Björnsson og Benedikt Steingrímsson, 1995). Bendir þetta til þess að 1384 m æðin í holu KG-25 sé í þrýstisambandi við efrihluta Leirbotna.



Mynd 5: Saga vatnsborðs holu KG-25.

Annar athyglisverður þáttur í sögu holu KG-25 eftir lok blásturs vetrurinn 1991 er breytileg gasfýla úr holunni. Þannig var t.d. verulegur fnykur úr holunni í borholumælingum sumarsins 1992. Tilgangur þeirra var að kanna hvort þrýstingur breyttist í holu KG-25 við að hola KG-26 færi í gos. Er skemmst frá því að segja að þó svo að ekki hafi fundist þrýstisamband milli holnanna, varð mælingavírin sem lá ofan í holu KG-25 fyrir verulegri tæringu. Tvíslitnaði hann í holu KG-24 þar á eftir og voru skemmdirnar í honum raktar til pyttatæringar á vírnunum (Benedikt Steingrímsson o.fl., 1993). Þegar holan var mæld nú í febrúar 1996 fannst hins vegar nánast engin lykt úr holunni. Ekki tókst heldur að láta hana byggja upp þrýsting við lokun í nokkrar klukkustundir (Egill Sigurðsson, persónulegar upplýsingar). Styður þetta, ásamt sögu holuhitans milli 1050 og 1400 m dýpis, þá tilgátu að smám saman hafi dregið úr rennslinu djúpt úr holunni gegnum fyrirstöðuna neðan 1530 m.

5. Upphleyping holu KG-25 í febrúar 1996

Undirritaður var viðstaddur upphleypingu holu KG-25 þann 5. febrúar 1996 og tók þá niður eftirtalda minnispunkta.

kl 11-13: Lofti þjappað á holutopp að loknum hita- og þrýstimælingum. Þrýstingur kominn í 12-13 bör kl. 13.

kl 13-15: Beðið og holan fulllokuð á meðan.

kl 15:06: Holan opnuð út á hljóðdeyfi og upp í loftið (10"). Fer strax í gos. Fagurhvítur strókur, virtist ekki krítískur.

kl 15:14: Holan virtist auka lítillega við sig.

kl 15:21: Virtist sem strókurinn úr holunni væri aðeins byrjaður að spenna sig út fyrir barmana á holutoppsflansinum.

kl 15:33: Strókurinn óhreinast lítillega, fær ljós-mógráan lit.

kl 15:34: Enn virðist aukning í rennsli og t.d. áberandi að gufa úr hljóðdeyfi fer vaxandi.

kl 15:36: Strókurinn virðist aftur orðinn hreinn.

kl 15:45: Hugsanlega minnkun á vatnsfalli úr stróknum. Hætt að glápa og farið í kaffi.

Hægt er að giska á rennslismagnið úr holunni þennan tíma ef menn gefa sér þá forsendu að litun stróksins milli 15:33 og 15:36 stafi af vatni sem stóð á 1200-1400 m dýpi fyrir upphleypinguna. Ef miðað er við 8 ½" innanmál á holunni og 138 m dýpi á vatnsborð fyrir upphleypingu fæst að vatnsmagnið sem kom upp fram að lituninni hafi verið á bilinu 44-51 m³. Litaða vatnið þurfti 30 mínútur til að skila sér upp á yfirborð, þar með væri rennslið á bilinu 24-30 l/s, eða 21-27 kg/s ef miðað er við 180 °C jafnaðarhita á vatninu í holunni. Af þessu rennsli eru 10-15 % lágþrýstigufa, eða 2-3 kg/s.

6. Niðurstöður og umræða

Helstu niðurstöður mælinga í holu KG-25 í Kröflu þann 5. febrúar 1996 eru eftirfarandi:

1. Fyrirstaða er komin í holuna við æð á 1384 m dýpi. Annaðhvort veldur henni einhvers konar stífla, eða að stór skápur hamlar frekari slökun mæla þarna niður.
2. Hiti hefur farið lækkandi á dýptarbilinu 1050-1400 m allt frá því að holan var hita-mæld rétt fyrir hreinsun í september 1991. Holuhitinn virðist samt ennþá verulega hærri en áætlaður berghiti á þessum kafla. Því er talið að enn komist vatn úr djúpu æðum holu KG-25 upp til efri hlutans, en að smáregið hafi úr rennslisraðanum með tímanum.
3. Þrýstingur holu KG-25 virðist nú stjórnast af æðinni á 1384 m, og hefur svo verið allt frá því að fyrri blæstri holunnar lauk veturinn 1991. Hins vegar þarf þrýstingur

neðan til í holunni að vera verulega hærri en fyrir fyrstu upphleypinguna til að skýra hvers vegna djúpvatn nær upp í gegnum fyrirstöðuna rétt neðan 1500 m dýpis. Hugsanlega veldur þar millæðagos.

4. Vatnsborðsmælingar sýna að allt frá sumrinu 1992 hefur vatnsborð holu KG-25 sveiflast í takt við vinnsluna úr efri hluta Leirbotna. Því er ljóst að 1384 m æðin er hrein efri hluta æð.
5. Gasfýla virðist hafa minnkað úr holu KG-25, a.m.k. milli áranna 1992 og 1996. Það er í eðlilegu samræmi við tilgátuna um að mjög hafi dregið úr rennsli djúpt úr holunni upp til efri helmings hennar.
6. Upphleyping holu KG-25 í febrúar 1996 nægði ekki til að ryðja upp úr henni fyrirstöðunni neðan 1500 m dýpis. Hún virðist því blása venjulegu Efrakerfis vatni. Lauslega má áætla að fyrstu klukkustund blástursins hafi runnið úr henni 2127 kg/s, þar af eru 2-3 kg/s lágþrýstigufa.

Því virðist ljóst á þessari stundu að vinnslueiginleikar holu KG-25 hafi færst til þess sem almennt gerist um holur sem vinna úr efri hluta Leirbotna, og að sáralítið vatn komi djúpt úr holunni. Vel er gerlegt að áætla þetta magn með því að hitamæla holuna í blæstri við hentugleika. Með því fæst einnig svar um hvað æðin á 1384 m er heit og hvort hún sé hrein Efrihluta æð eða millikerfaæð.

Orkustofnun, 14. febrúar, 1996
Grímur Björnsson

Heimildir

- Ásgrímur Guðmundsson, Benedikt Steingrímsson, Guðrún Sverrisdóttir og Halldór Ármannsson, 1991: *Krafla hola KG-25. Ástand og horfur í upphafi árs 1991*. Orkustofnun, greinargerð ÁsG-BS-GSv-HÁ-91/03.
- Benedikt Steingrímsson, Ásgrímur Guðmundsson og Grímur Björnsson, 1993: *Krafla - vinnslueftirlit. Borholumælingar 1992*. Orkustofnun, OS-93017/JHD-09 B, 35 s.
- Grímur Björnsson, Benedikt Steingrímsson og Ásgrímur Guðmundsson, 1990: *Krafla - hola KG-25. Upphitun og upphafsástand*. Orkustofnun, OS-90052/JHD-30 B, 16 s.
- Grímur Björnsson og Benedikt Steingrímsson, 1995: *Borholumælingar í Kröflu og Bjarnarflagi vorið 1995*. Orkustofnun, OS-95039/JHD-24 B, 25 s.
- Halldór Ármannsson og Gestur Gíslason, 1991: *Krafla KG-25. Upphleyping og blástur. Afköst - efnæiginleikar rennis*. Orkustofnun, OS-91023/JHD-10 B, 37 s.