



Hola RNG-9 á Reykjanesi. Mælingar í
september 1993

**Benedikt Steingrímsson,
Grímur Björnsson**

Greinargerð BS-GrB-93-01

HOLA RNG-9 Á REYKJANESI MÆLINGAR Í SEPTEMBER 1993

1. INNGANGUR

Hola RNG-9 á Reykjanesi var boruð vorið 1983 í 1445 m dýpi. Steypt fóðring nær í 525 m, en leiðari hangir í 503 m dýpi. Holan fór í vinnslu strax um haustið 1983 og hefur hún blásið nær stöðugt síðan. Í upphafi var vinnsla úr holunni um 70 kg/s við rúmlega 40 bara mótþrýsting. Síðustu árin hefur Saltverksmiðjan þurft á æ meiri orku að halda og hefur vinnsla úr holunni því aukist. Þetta hefur verið gert með því skipta út blendum í holutoppnum og fella þar með holutoppþrýsting. Síðustu blenduskriptin voru fyrir rúmum þremur mánuðum, var þá farið úr 109 mm blendu í 150 mm. Telja menn að sú blendustærð skammti vel á annað hundrað kg/s, en nákvæm mæling á afköstum holunnar um blenduna liggja ekki fyrir. Við þessi blenduskripti féll toppþrýstingur úr um 28 börum í um 20 bör. Þótti þetta mikil breyting í þrýstingi og hvarflaði að mönnum að útfelling væri í holunni. Sá grunur styrkist enn frekar, þegar sýnt var að þrýstingur hélt áfram að lækka í sumar, sem nam um einu bari á mánuði. Var ákveðið að nýta næsta vinnsluhlé til að körfumæla holuna og fá þannig svör um hvort og þá hvar útfellingar væru í holunni. Eru niðurstöðurnar birtar í þessari greinargerð ásamt niðurstöðum hita- og þrýstimælinga sem voru gerðar við sama tilefni.

2. MÆLINGAR Í SEPTEMBER 1993

Holu RNG-9 var lokað föstudaginn 24. september klukkan 12:30. Rúmri klukkustund eftir lokun mældist toppþrýstiungur 32 bör, en hafði fallið í 29 bör kl 17:45. Ekki var fylgst frekar með þrýstingnum. Þriðjudaginn 28. september mældu undirritaðir holuna með körfum til að kanna útfellingar. Einnig var hiti og þrýstingur mældur í holunni en það er hluti af árlegu eftirlit með vinnslubreytingum í jarðhitasvæðinu.

Mælingarnar 28. september hófust með körfumælingum. Fyrsta vísbending um að útfelling væri í holunni kom reyndar í ljós strax og lokið var tekið af til að koma körfunni fyrir. Reyndist nokkurra millimetra skán af svartri útfellingu vera innan í holutoppnum. Ekkert slíkt sást hins vegar þegar skipt var um aðaloka holunnar í júlí 1991.

Fyrsta karfan sem fór niður var 19 sentimetrar í þvermál (7 ½"). Hún gekk viðstöðulaust

niður vinnslufóðringuna, en settist á 498 m dýpi og gekk ekki neðar. Þetta er við topp 9 5/8" leiðarans í holunni en hann er, skv. borskýrslum, á 503 m dýpi mælt frá flansi. Innanmál leiðarans er um 22 sm og hefði karfan því átt að ganga greiðlega niður í hann. Næst var slakað niður 15 sm körfu (6"). Sú gekk niður í leiðarann, en virtist þó renna skrykkjótt niður og kom t.d. slynkur á vírinn á um 557 m dýpi. Karfan settist síðan endanlega á 567 m. Var greinilegt að hún lenti í þrengslum en þó nægði handaflíð til að kippa henni lausri. Þetta var prófað nokkrum sinnum, en neðar gekk karfan ekki. Þegar karfan var hífð festist hún á 552 m dýpi. Þurfti að taka hressilega á með spílinu til að losa úr festunni. 6" karfan nartaði síðan af og til í holuveggina upp í 510 m dýpi en eftir það gekk hún greiðlega upp. Til greina kom nú að setja niður 4" körfu svo skoða mætti þrengsta hluta leiðarans. Reynslan af 6" körfunni benti hins vegar til verulegrar hættu á festum og var því ákveðið að hætta körfumælingum að sinni. Á mynd 1 eru dregnar saman upplýsingarnar sem fengust úr körfumælingunum.

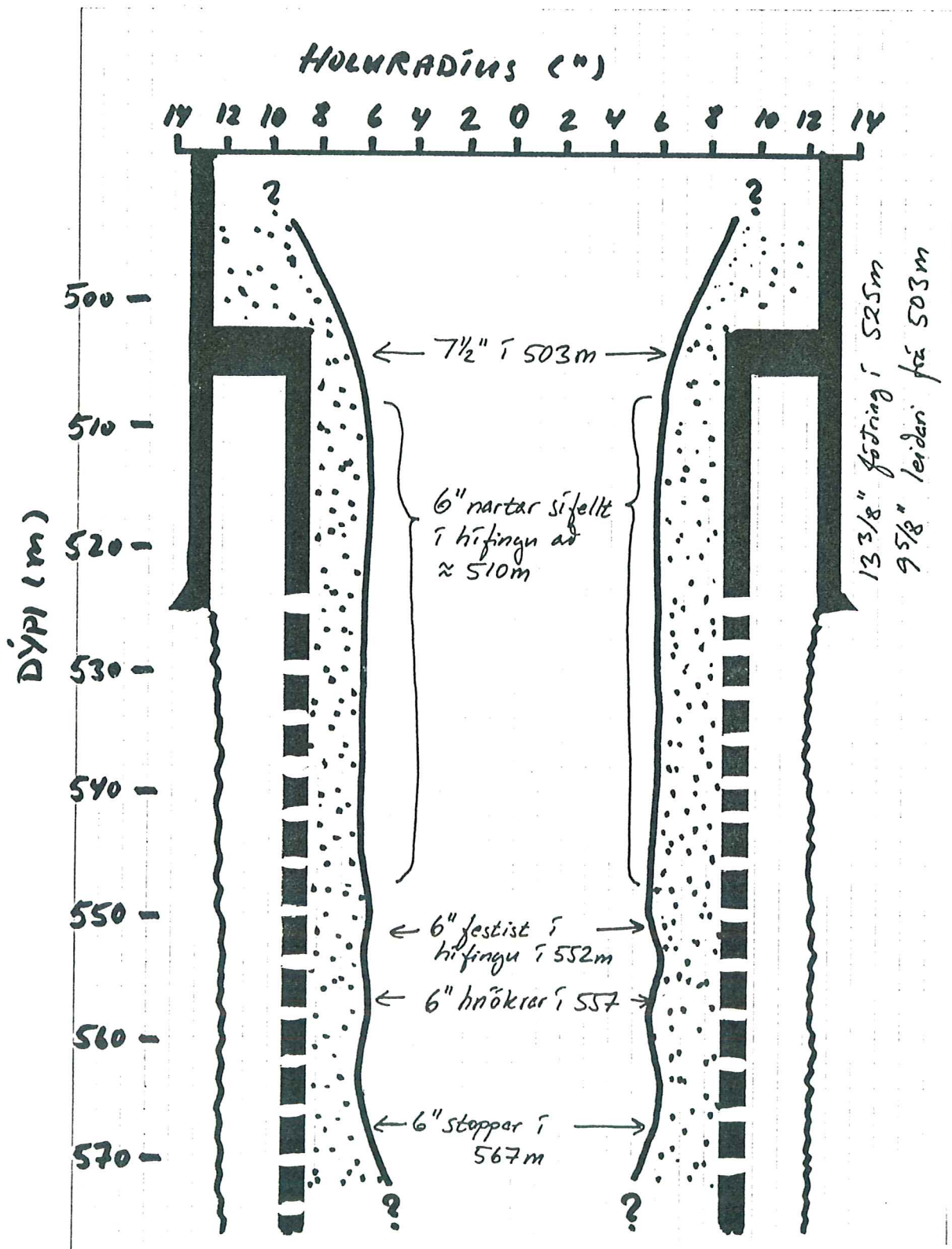
Næst var mældur hiti og síðan þrýstingu í holu RnG-9. Báðir mælarnir gengu viðstöðulaust niður í holubotn á rúmlega 1400 m dýpi, eða svipað dýpi og mælst hefur í öllum mælingum eftir borun holunnar 1983. Þess má geta að mælarnir eru 32 mm (1 ¼") í þvermál, svo hvergi er leiðarinn það þröngur. Mynd 2 sýnir hitamælingar í holu RnG-9. Nokkur munur er á hita ofan 1000 m í þessum mælingum. Er þetta fyrst og fremst áhrif frá vinnslu úr holunni, vegna suðu og mismunandi holutoppþrýstings, þegar mælt er. Neðan þúsund metra munar nokkrum gráðum milli mælinga. Er spurning hvort munurinn er marktækur. Elsta mælingin (frá 1983) og heitasta mælingin sýnir 294-295°C hita djúpt í holunni, þegar mælingin nú gefur um 291°C.

Niðurstöður þrýstimælingarinnar eru sýndar á mynd 3 ásamt eldri mælingum. Nokkur munur er á þrýstingi í efri hluta holunnar milli þessara mælinga enda toppþrýstingur t.d. mun hærri 1983, en síðustu tvö árin. Í mælingunni nú í september mældist mjög óstöðugur þrýstingur á 400-600 m dýpi eins og sést á mynd 3. Samanburður á hita- og þrýstimælingunum sýnir að suða nær niður á 900 m dýpi þegar holan er lokað. Óreglan á 400-600 m er því trúlega vegna þess að suðupúls hefur riðið yfir rétt á meðan mælt var í gegnum þetta dýptarbil. Breytingar sem sjást í mælingunum tiltölulega grunnt í holunni eru því vegna mismunandi holutoppþrýsting og suðu í holunni.

Gjöfufullustu æðar holu RnG-9 eru nærri botni. Breytingar þar segja til um niðurdrátt í jarðhitakerfinu. Á mynd 4 er þrýstingur á 1400 m dýpi sýndur með tímanum frá 1983. Sést einungis um 1 bars þrýstibreyting sem er innan við nákvæmni mælisins. Niðurstaða þrýstimælinganna er því sú að niðurdráttur í jarðhitakerfinu við holu RnG-9 sé óverulegur frá borun árið 1983. Þetta gerist þrátt fyrir tæplega 40 milljóna tonna heildarvinnslu úr svæðinu frá 1970 (Vatnaskil, 1992).

1. okt. 1993 GrB
ORKUSTOFNUN

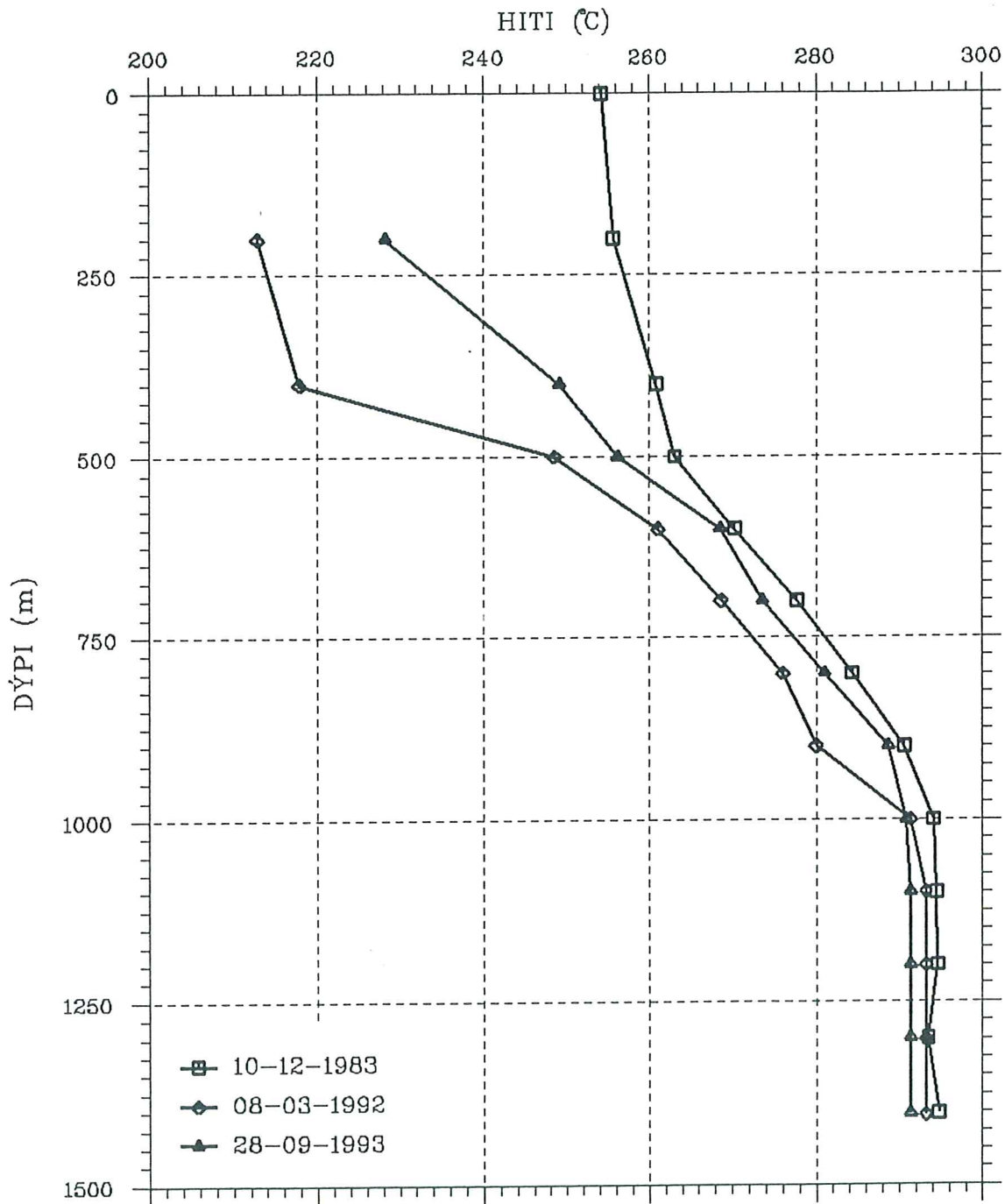
HOLA RnG-9, Reykjanesi
Körfumaling 28. sept. 1993



Mynd 1: Útfellingar í holu RnG-9.

29 Sep 1993 bs
L= 18909 Oracle

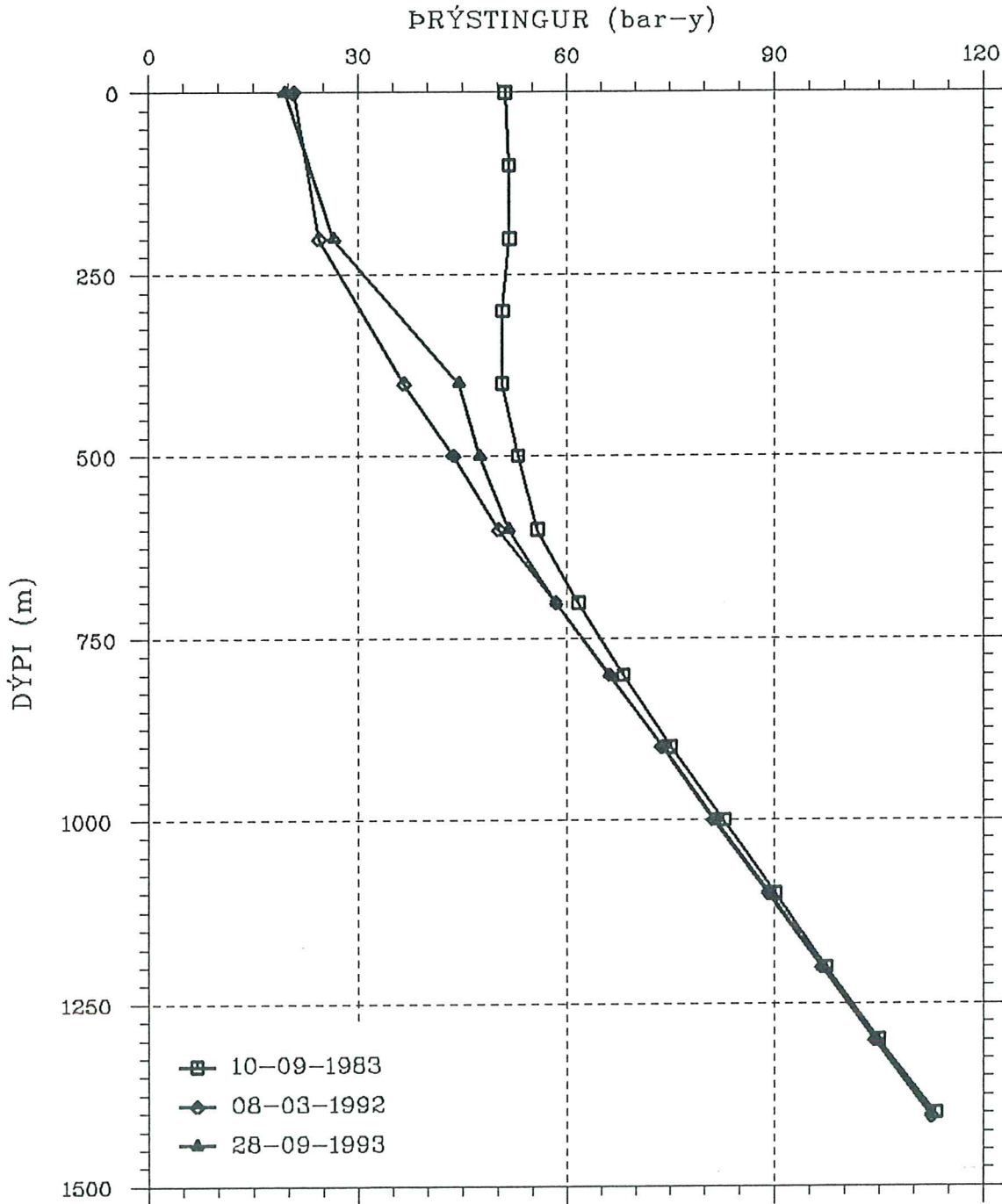
REYKJANES HOLA RNG-9
Hitamælingar



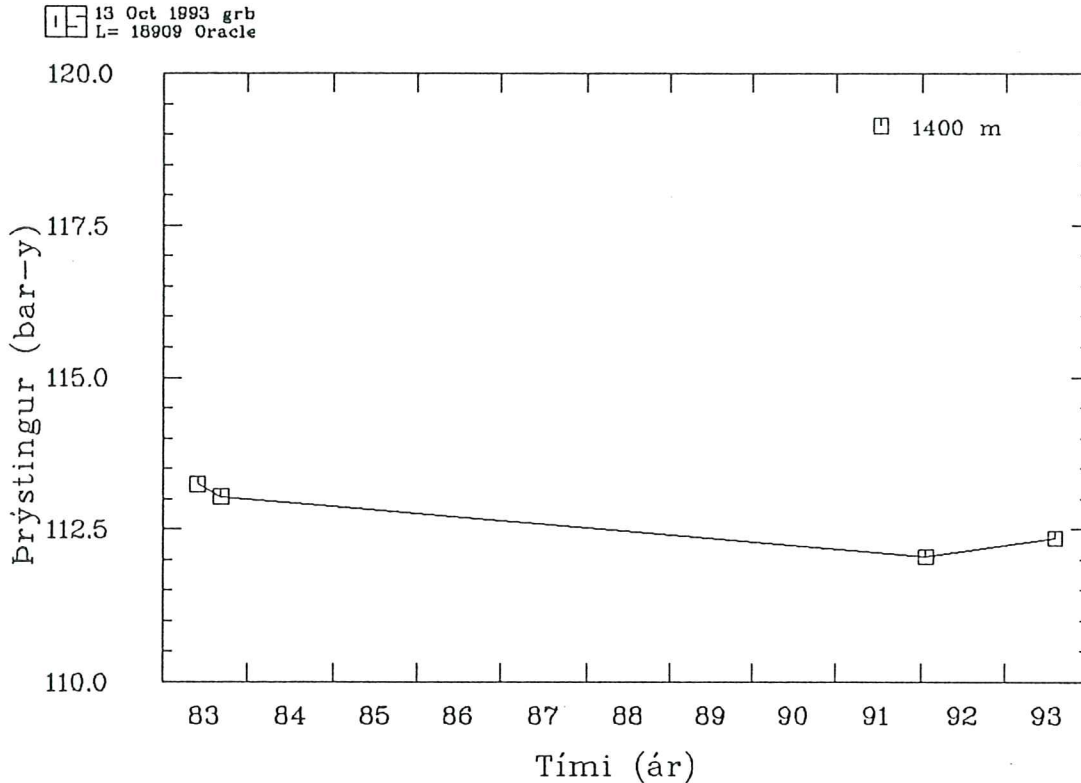
Mynd 2: Hitamælingar í holu RnG-9.

29 Sep 1993 bs
L= 18909 Oracle

REYKJANES HOLA RNG-9
Þrýstimælingar



Mynd 3: Þrýstimælingar í holu RnG-9.



Mynd 4: Saga þrýstings á 1400 m dýpi í holu RnG-9.

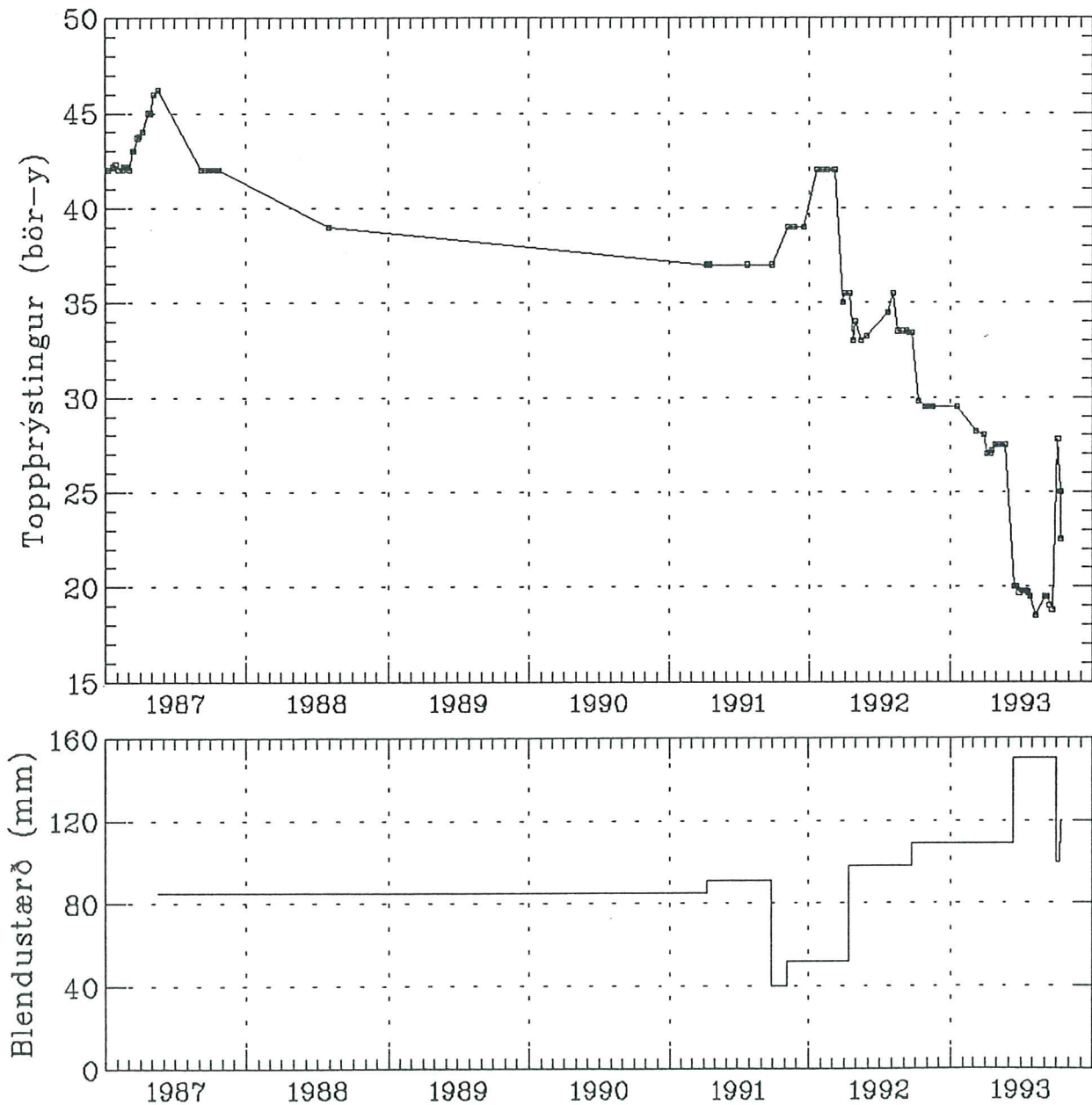
3. ÁHRIF ÚTFELLINGA Á AFKÖST HOLU RnG-9

Mynd 5 sýnir toppþrýsting holu RnG-9 frá ársbyrjun 1987 fram í október 1993. Einnig er sýnd blendustærðin sem notuð var við holuna á þessu tímabili. Myndin sýnir ágætlega hvernig toppþrýstingur holunnar lækkar með aukinni blendustærð. Nær hann lágmarki í tæpum 20 börum um mitt ár 1993 þegar blendan var stærst, 150 mm. Af þessari mynd má því sjá að blendustærð, og þar með heildarvinnsla, ráða mjög miklu um toppþrýsting RnG-9 í rekstri. Gæti það eitt og sér útskýrt lágan toppþrýsting í sumar.

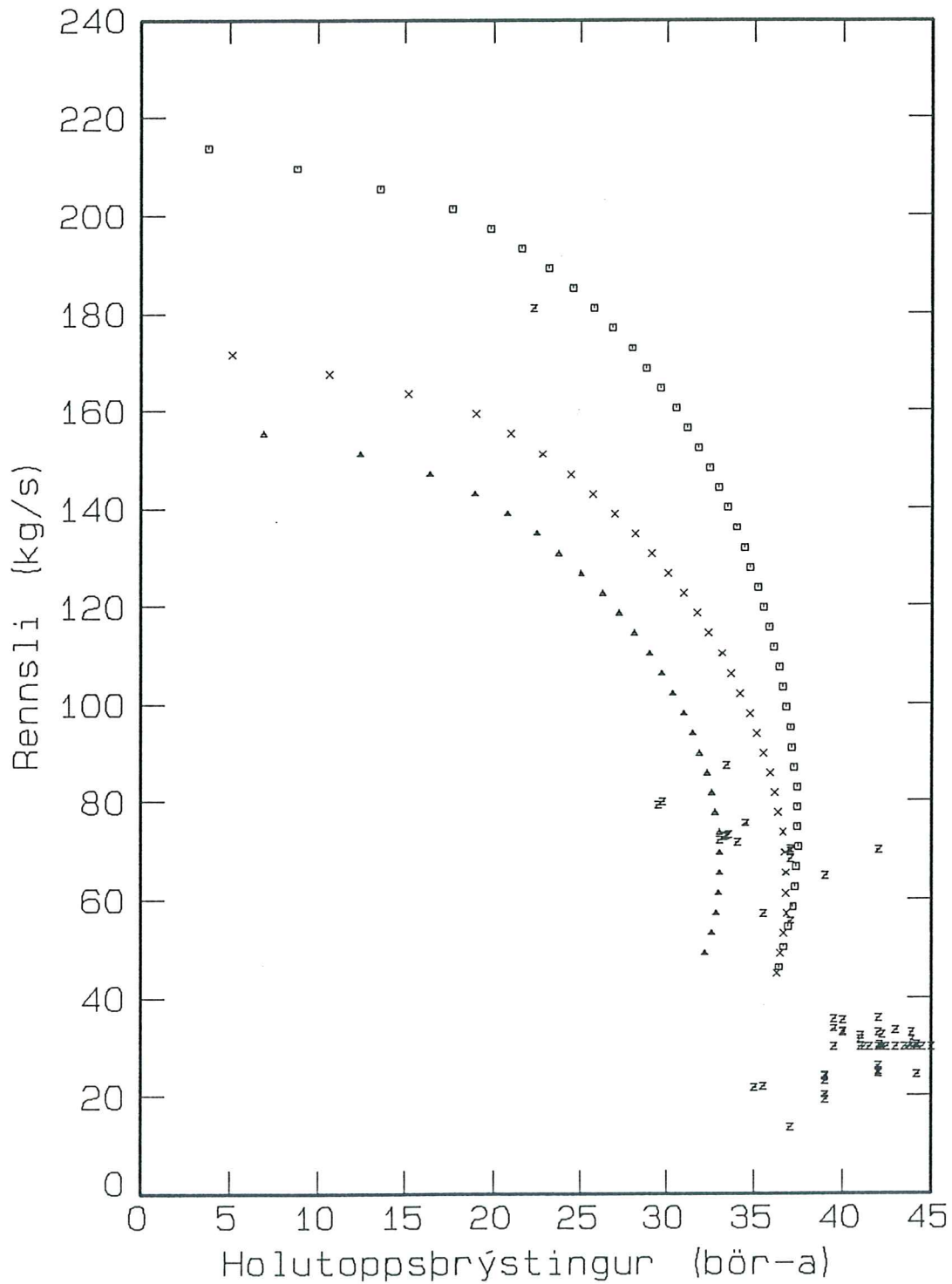
Mynd 7 sýnir afköst holu RnG-9 á móti toppþrýstingi. Gögnin eru fengin úr nýlegri skýrslu Vatnaskila (1993) og ná fram til áramóta 1992. Einnig eru sýndir á myndinni 3 reiknaðir afkastaferlar, fengnir með tvífasa holuforriti (Grímur Björnsson, 1987). Efsti ferillinn fékkst fyrir holuna hreina. Hann nær upp að 180 kg/s rennslinu sem mældist er holan var ný og hrein, og virðist því herma holuna eins og hún var á þessum tíma. Miðferillinn sýnir hins vegar reiknuð afköst holunnar eins og hún lítur út með útfellingunum í

septemberlok 1993. Var þá gert ráð fyrir að útfellingin næði einungis niður í 600 m. Hefur holan þá slappast nokkuð en ætti samkvæmt þessu að halda sömu afköstum ofan við 35 bara toppþrýsting. Að lokum er sýndur ferill sem er reiknaður fyrir sömu lengdir útfellinga og á mynd 1 en þó 1 cm þykkari. Dregur þá verulega úr afköstum holunnar og verður ekki hægt að láta hana blása við 35 bör eins og nú.

12 Oct 1993 GrB
TimePlot V1.1



Mynd 5: Toppþrýstingur og blendustærð holu RnG-9 frá ársbyrjun 1987.



Mynd 6: Mæld og reiknuð afköst holu RnG-9. Mæld afköst eru sýnd með z-táknum. Efsti ferillinn (með kassalaga táknum) sýnir afköst holunnar eins og þau eru reiknuð í holunni hreinni, miðferillinn (krossar) sýnir afköst eins og þau eru reiknuð við núverandi útfellingar í holunni, og sá neðsti (þríhyrningar) sýnir reiknuð afköst ef 1 cm bættist á útfellingarnar í holunni.

Af ofangreindum tveimur myndum má ætla að enn sé það fyrst og fremst blendustærð sem ráði við hvaða toppþrýsting hola RnG-9 blæs. Hins vegar er alveg ljóst að útfellingar eru komnar í holuna og hafa þær þegar minnkað þverskurðarflatarmál leiðarans um 50 % á a.m.k. 60-70 m kafla. Þessar útfellingar komu í holuna einhvern tímann milli rennslismælinga seint á árinu 1983 og körfumælinganna í september 1993. Ekki er hægt að svara til um hve hratt þessi útfelling hefur myndast. Þó má ætla að útfellingahraðinn hafi aukist mjög þegar 150 mm blendan var sett í vorið 1993 því þá fyrst sjást útfellingar í holutoppnum. Hugsanlega má ráða í hraða útfellinga með skoðun rennslisgagna úr holu RnG-8 fyrir og eftir hreinsun.

4. UMRÆÐA OG NIÐURSTÖÐUR

Körfumælingar í RnG-9 í september 1993 leiddu í ljós að útfellingar hafa myndast í holunni. Komst 19 sm karfa ekki niður í leiðarann og 15 sm karfa fór aðeins í 567 m dýpi eða 60-70 m neðar. Innanmál leiðararörsins er hins vegar 22 sm þannig að flatarmálsminnkunin er um 50 %. Nú er komin útfellingaskán í holutoppnum, sem ekki hefur sést þar áður. Hins vegar hefur ætíð verið bullandi útfelling í veitunni frá holunni handan blendu. Því hefur legið fyrir að vökvinn frá holunni yfirmettast þegar þrýstingur (eða hiti) fer undir viss mörk. Meðan holan var rekin við 30-40 bara toppþrýsting sást engin útfelling í holutoppnum. Virðist því sem útfellingar hafi verið mjög hægar eða engar á þessu tímabili.

Lækkun toppþrýstingsins í 18-20 bör, til að auka vinnsluna, hefur því líkast til fært vökvann yfir mettunarmörkin. Þess vegna sést nú útfelling í sjálfum holutoppnum. Fyrirliggjandi gögn skera ekki úr um það hvort útfellingarnar í leiðaranum hafi verið í stöðugri myndun frá 1983, eða að þær hafi fyrst farið af stað við að blenda var stækkuð í 150 mm og toppþrýstingur féll niður fyrir 20 bör. Ef það síðarnefnda er tilfellið nægir að reka holuna við eilítið hærri toppþrýsting en 30 bör til að stöðva myndun útfellinga. Þetta mætti kanna með 30 bara holutoppþrýstingi í nokkra mánuði og sjá þannig hvort þrýstingurinn haldist stöðugur. Hvað sem slíkum vangaveltum líður er þó ljóst að holan er orðin það aðþrengd af útfellingum, að áframhaldandi myndun þeirra kemur strax fram í lækkandi toppþrýstingi og afköstum.

Hugsanlega má reyna að grafa út úr vinnslugögnum holu RnG-8 hvar og hve hratt útfellingar mynduðust í henni til að fá samanburð við holu RnG-9. Gæti þá fengist mat á hvort hagkvæmt sé að reka holuna við mikið rennsli, ef útfellingahraðinn fer ekki yfir ákveðin mörk.

Þrýstimæling í holu RnG-9 í september 1993 sýnir stöðugan þrýsting við holuna. Vinnslan úr Reykjaneskerfinu undanfarin ár virðist því ekki ganga nærri vatnsforða jarðhitakerfisins. Einnig er ljóst að vinnslan í Svartsengi veldur ekki mælanlegum niðurdrætti á

Reykjanesi líkt og gerst hefur í Eldvörpum.

Hiti í holunni er nú lægri en mældist í mars 1992 og í desember 1983. Er kælingin um 3-4°C neðan 1000 m dýpis í holunni. Óvíst er hvort þetta er marktæk kæling í jarðhitakerfinu. Hitabreytingar ofar í holunni má hins vegar skýra með breytilegum toppþrýstingi holunnar þegar mælt var.

Reykjavík 12., október 1993

Benedikt Steingrímsson

Grímur Björnsson

HEIMILDIR

Grímur Björnsson, 1987: *A multi-feedzone wellbore simulator*. MS ritgerð við University of California, Berkeley, 102 s.

Verkfræðistofan Vatnaskil, 1993: *Reykjanes, vinnslueftirlit 1970-1992*. Orkustofnun, OS-93011/JHD-06 B, 20 s.