



Þrepaprófun holu HE-3, Hellisheiði

Ómar Sigurðsson

Greinargerð Ómar-2002-01

11-01-2002

Prepaprófun holu HE-3, Hellisheiði

INNGANGUR

Hola HE-3, sem var boruð fyrir Orkuveitu Reykjavíkur á Hellisheiði, var prófuð með ádælingu í nokkrum þrepum við borlok 16.-17. ágúst 2001. Auk þess var gæfni vinnsluhluta holunnar athuguð í tvígang áður en kom að borlokum eða 6. ágúst og 14. ágúst. Við fyrstu prófun var bordýpi holunnar 1461 m, en í síðari prófunum var endanlegu bordýpi náð eða 1887 m. Framkvæmd þrepaprófana er lýst í skýrslu um 3. áfanga holunnar (Sigvaldi Thordarson o.fl., 2001). Þar er einnig að finna myndir er sýna framgang þeirra og fyrstu túlkun á niðurstöðum. Hér verður litið betur á mælingarnar sem gerðar voru við þrepaprófanirnar og frekari úrvinnsla gerð. Að lokum er mat á gæfni holunnar endurskoðað.

PRÝSTINGSSTIGLAR

Þrýstingsstiglar voru mældir nokkrum sinnum í holunni í tengslum við þrepaprófanirnar. Um fyrstu stíglana er fátt að segja nema að 6. ágúst var vatnsborð á um 110 m dýpi við 41 l/s ádælingu, en 14. ágúst var vatnsborð á rúmlega 150 m dýpi við svipaða ádælingu (41,5 l/s) og á rúmlega 210 m dýpi við 26,6 l/s ádælingu. Holan hafði því skorið fleiri vatnsæðar við það að bordýpi jókst úr 1461 m í 1887 m. Eftir að leiðari hafði verið settur í holuna við borlok bar hins vegar svo við að erfiðlega gekk að koma þrýstimælinum niður. Víst er að mælir settist á hengistykki leiðara í fyrstu, en í síðari ferðum niður holuna fór mælir niður í leiðarann, en mælingarmenn töldu hann hafa sest því þrýstingsstígullinn nær hætti að vaxa. Þetta stafaði af loft-gas blöndu sem safnaðist efst í leiðarann og myndaði yfir 100 m þykkann loftpúða þar. Hést loftpúðinn stöðugur í meira en sólarhring þó ádæling breyttist. Svona loftpúðar hafa sést áður í holum þegar komið er að þrepaprófun við borlok. Svo virðist að myndun loftpúðans sé bundin við að holunni halli töluvert, að leiðari sé kominn í holuna og að ádæling hafi verið nær óslitin og töluverð í langan tíma. Þykkt loftpúðans hefur verið frá nokkrum tugum metra (holur 21 og 22, Nesjavöllum) og upp í á þriðja hundruð metra (hola 4, Hellisheiði). Óvanalegt var hversu stöðugur loftpúðinn var, en ádæling var í langan tíma aðeins um 20 l/s. Vegna loftpúðans lyftist vatnssúlan innan fóðringar og vatnsborð sem var á 150-170 m við breytilega ádælingu var því falskt.

ÞREPAPRÓFUN

Ráðgert var fyrir þrepaprófunina í borlok að láta þrýstimælinn vera á 1430 m eins og gert hafið verið í fyrri prófunum til að auðvelda samanburð milli þeirra. Hins vegar var í fyrstu talið að ekki gengi að koma mælinum niður á það dýpi og því byrjað á þrepaprófun með mæli á 700 m. Gerð voru tvö ádæluþrep á því dýpi, þar sem ádæling var fyrst aukin úr 20 l/s í 32,1 l/s og svo í 45 l/s. Þrýstingur lækkaði verulega með aukinni ádælingu eins og lýst er í 3. áfangaskýrslunni. Ástæðan var að aukin þyngd vatnssúlunnar innan fóðringar og meiri rennslis hraði þjappaði loftpúðanum meira saman og þrýstingsbreytingin á 700 m því ekki lýsandi fyrir viðbrögð jarðhitakerfisins við ádælinguna. Ekkert var því unnið með þessi ádælingarþrep hér.

Eftir að sambyggðum hita- og þrýstimæli hafði verið komið niður á 1430 m var byrjað aftur á þrepaprófuninni. Þar var byrjað á að minnka ádælinguna úr fyrrnefnum 45 l/s í 20 l/s, en í næstu tveim þrepum var ádælingin aukin eins og áður eða fyrst í 32,1 l/s og svo í 45 l/s í þriðja og síðasta

ádælingarþrepinu. Hvert þessara ádælingarþrepa varði í um þrjá tíma og var þrýstingsbreytingin í samræmi við breytingu ádælingar. Gangi þrepaþrófunarinnar er lýst í 3. áfangaskýrslunni, en mynd 1 sýnir þann hluta er mælir var á 1430 m. Mynd 2 sýnir síðan betur hvernig þrýstingur breyttist í hverju ádælingarþrepi og á þeirri mynd eru einnig mælingar sem gerðar voru fyrir þrepaþrófunina á þessu dýpi. Eins og áður sagði var holudýpið 1461 m þann 6. ágúst, en holan búin að ná endanlegu dýpi í síðari mælingum. Frá mælingunni 6. ágúst (41 l/s) er því greinilegt að holan hefur skorið fleiri vatnsæðar við það að dýpka í 1887 m því þrýstingur hefur lækkað um minnst 10 bar og dýpri vatnsæðar hafa áhrif á þrýstingsstigulinn í holunni. Hins vegar þegar lítið er á mynd 3, þar sem reynt er að eyða út áhrifum breytilegrar ádælingar, sést að lekt og þar með gæfni holunnar hefur lítið aukist við dýpkunina milli 6. og 14. ágúst. Við skolun, hreinsun og frekari ádælingu örvast holan eftir að loka dýpi var náð. Þetta lýsir sér í lægri þrýstingi (mynd 2), og aðallega í minni þrýstingsbreytingu vegna ádælingar (mynd 3). Í lok þrepaþrófunarinnar er ádælingarstuðull holunnar um 3,3 l/s per bar (þrýstingsbreyting um 0,3 bar/(l/s)).

Mynd 4 sýnir þrýstiferlana fyrir hvert ádæluþrep ásamt nálgun fræðilegs rennslislíkans við þá. Líkanið gerir ráð fyrir óendanlega stóru vatnskerfi, sem þýðir að þrýstibreytingin í hverju ádæluþrepi nær ekki til útmarka kerfisins á þeim tíma. Einnig tekur líkanið tillit til sprungurennslis. Niðurstöður fyrir vatnsleiðni (T) benda til að hún sé um $2,1 * 10^{-8} \text{ m}^3/\text{Pas}$ næst holunni. Líkanið er frekar ónæmt fyrir breytingum í vatnsrýmd (S) sem getur verið um $3,5 * 10^{-8} \text{ m}^3/\text{Pa}$. Þá ætti holan að vera í greiðu sambandi við jarðhitakerfið þar sem rennslisregðustuðullinn (s) er neikvæður eða $s = -2,1$. Mat á vatnsleiðni, vatnsrýmd og rennslisregðu gefur að þessir stuðlar séu nálægt venjulegu meðallagi fyrir háhitajarðhitakerfi. Samanborið við Nesjavelli eru þeir aðeins undir meðaltalinu þar og um þrisvar sinnum lægri en metið er fyrir holu HE-4.

Afköst holu HE-3 koma til með að ráðast af hita í jarðhitakerfinu við holuna ásamt vatnsgæfni jarðlagana, lekt og vatnsrýmd. Samanburður við aðrar holur eða önnur jarðhitasvæði eins og Nesjavelli bendir til að afköst holunnar verði aðeins undir meðaltali holna þar að því gefnu að hiti jarðhitakerfana sé svipaður. Verði hiti við holu HE-3 talsvert lægri en 270 °C þá minnkar það frekar afköst til raforkuvinnslu. Á Nesjavöllum mætti til dæmis benda á holu NG-10 sem var metin með svipaða gæfni á sínum tíma og hola HE-3 nú.

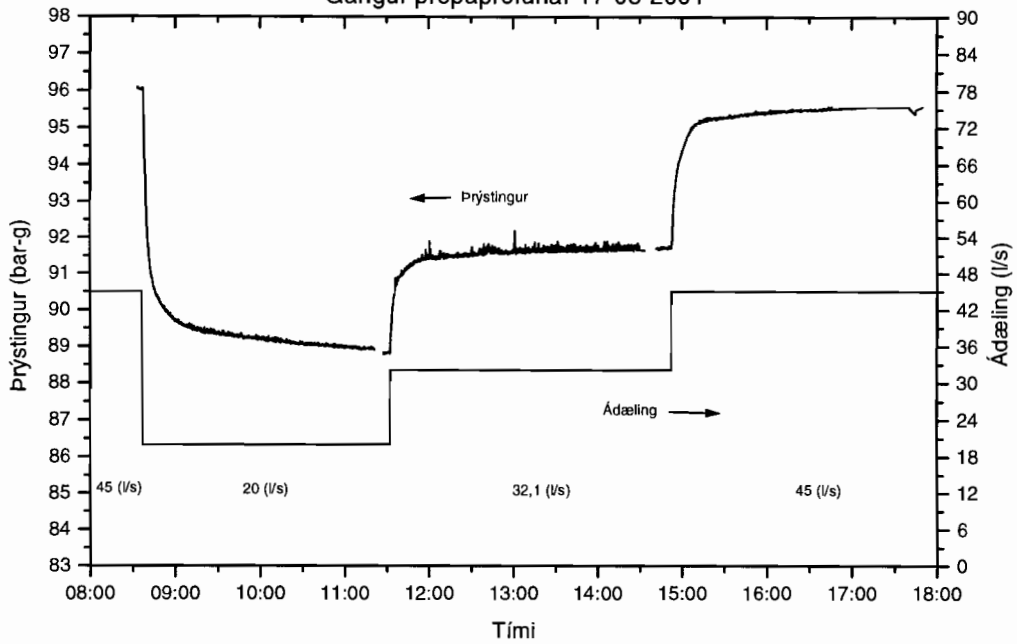
HEIMILDIR

1. Sigvaldi Thordarson, Arnar Hjartarson, Ásgrímur Guðmundsson, Benedikt Steingrímsson, Bjarni Gautason, Bjarni Guðmundsson, Guðlaugur Hermannsson, Hjalti Franzson, Kjartan Birgisson og Sigurður Sveinn Jónsson, 2001: Hellisheiði, hola HE-3. 3. áfangi: Borun vinnsluhluta frá 812 í 1887 m dýpi. Skýrsla Orkustofnunar ROS, OS-2001/057, 50s.

Reykjavík 11-1-2002

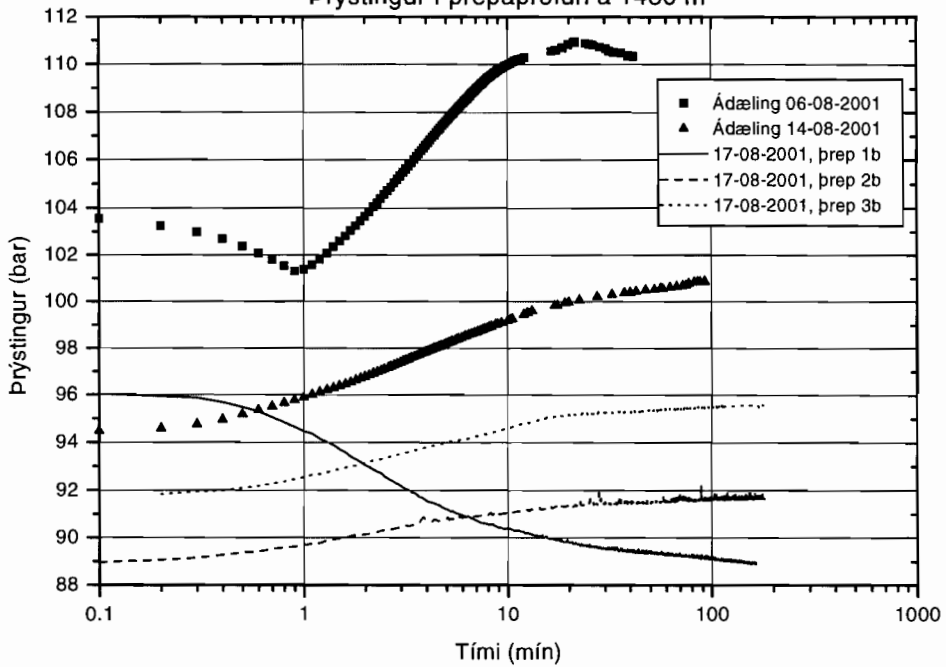
Ómar Sigurðsson

Hellisheiði hola HE-3
Gangur þræpaþrófunar 17-08-2001

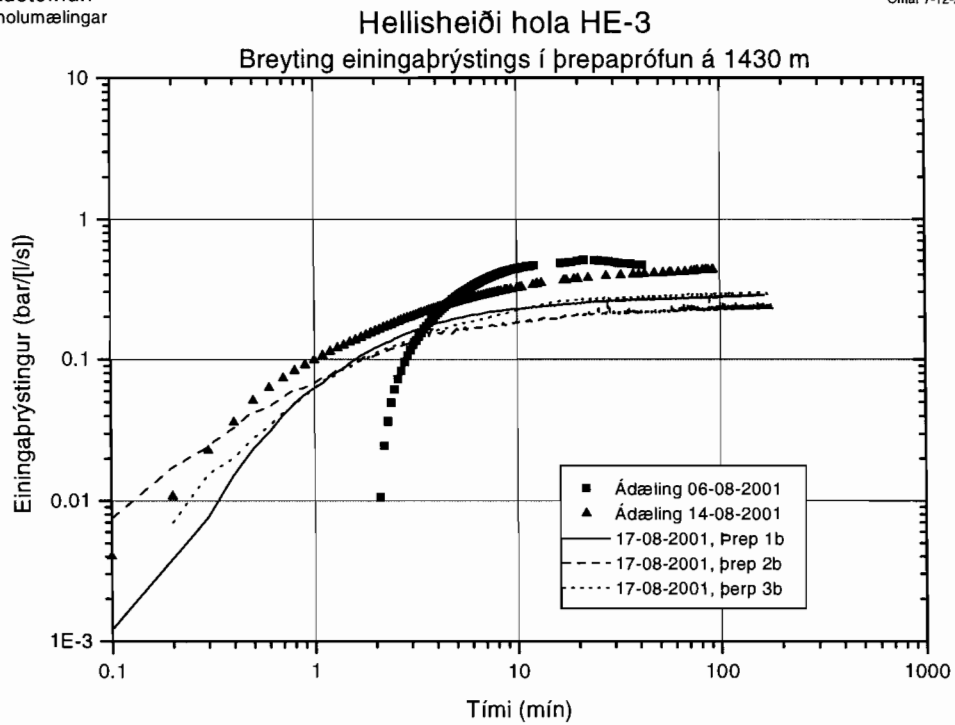


Mynd 1. Gangur seinni hluta þræpaþrófunar eftir að mælir hafði verið settur á 1430 m.

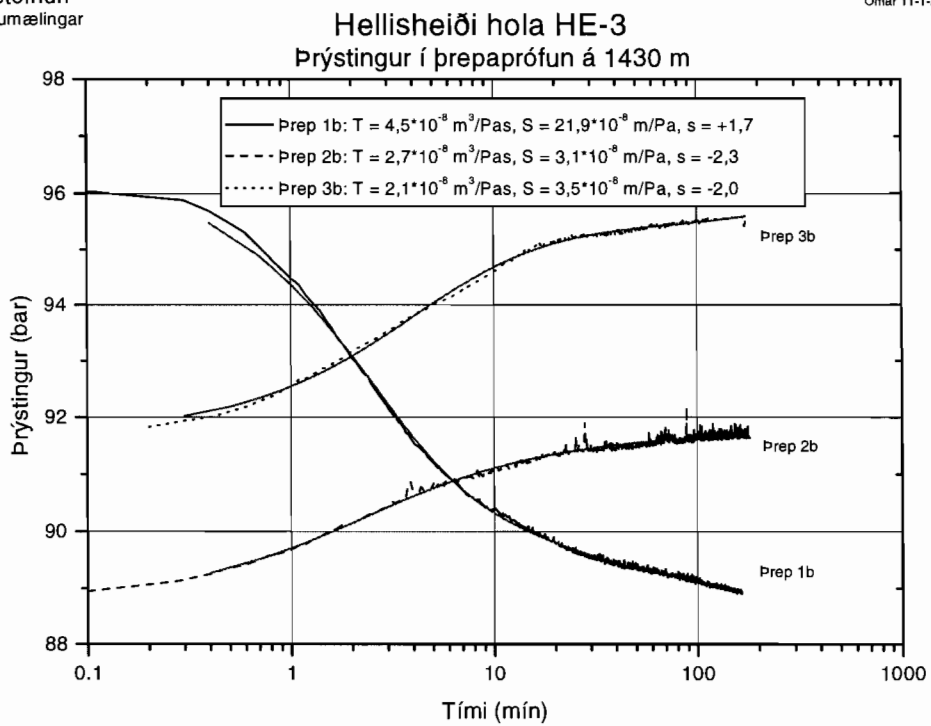
Hellisheiði hola HE-3
Prýstingur í þræpaþrófun á 1430 m



Mynd 2. Prýstingur í hverju ádælingarþræpi. Þann 6. ágúst var holudýpi 1461 m, en 1887 m í öðrum ádælingarþræpum.



Mynd 3. Breyting einingaprýstings í hverju ádælingarþrepi.



Mynd 4. Nálgun fræðilegs rennslislíkans við þrýstingsgögn frá hverju ádælingarþrepi.