

**Frummat á afkastagetu jarðhitakerfisins við
Hjalteyri við Eyjafjörð**

Guðni Axelsson

Greinargerð GAX-2002-04

Frummat á afkastagetu jarðhitakerfisins við Hjalteyri við Eyjafjörð

Í þessari greinargerð er lýst stuttlega þeim vísbendingum sem fyrirleggjandi eru um afkastagetu jarðhitakerfisins við Hjalteyri við Eyjafjörð, nú þegar hola HJ-19 hefur verið prófuð í rúmlega þrjá mánuði. Það skal ítekað að hér er aðeins um ónákvæmt frummat að ræða, byggt á einföldum reikningum. Ekki hefur enn farið fram sú nákvæma úrvinnsla eða líkanreikningarnir, sem ætlunin er að framkvæma að prófun holunnar lokinni vorið 2003. Frummatið ætti þó að gefa vísbendingu um afkastagetu holunnar og jarðhitakerfisins. Greinargerðin byggir á framsögu sem haldin var á fundi um stöðu orkuöflunar og rannsókna fyrir hitaveitu Norðurorku á Akureyri 13-12-2002.

Hitaveita Akureyrar, og síðar Norðurorka, hefur staðið í stöðugri orkuöflun allt frá fyrstu dögum hitaveitunnar um miðjan áttunda áratuginn, vegna takmarkaðra afkasta tiltækra jarðhitavinnslusvæða. Árangur hefur náðst hægt og bítandi og má m.a. nefna aukningu á afkastagetu Laugaland í Eyjafjarðarsveit með niðurdælingu bakrásarvatns og dýpkun holu LP-10 á Laugalandi á Þelamörk, nú síðustu árin. Þessu til viðbótar kemur sá góði árangur jarðhitaleitar á Hjalteyri, sem hér er til umfjöllunar.

Borun holu HJ-19 á Arnarnesi lauk með góðum árangri um miðjan júní 2002. Holan varð 1448 m djúp og er fóðruð í tæplega 400 m dýpi. Helstu vatnsæðar í holunni eru á u.þ.b. 500, 1000 og 1300 m dýpi og er hiti jarðhitakerfisins 87 - 88°C. Stutt prófun holu HJ-19 með loftdælingu í borlok gaf mjög mikið vatn, eða um 120 l/s að því talið var. Þá gaf holan einnig um 45 l/s í sjálfrennsli, fullopin. Auk þess reyndist þrýstingur á jarðhitakerfinu lágur og var lokunarþrýstingur holu HJ-19 um 1 bar-g. Því var strax ljóst að mjög góður árangur hafði náðst með borun holunnar.

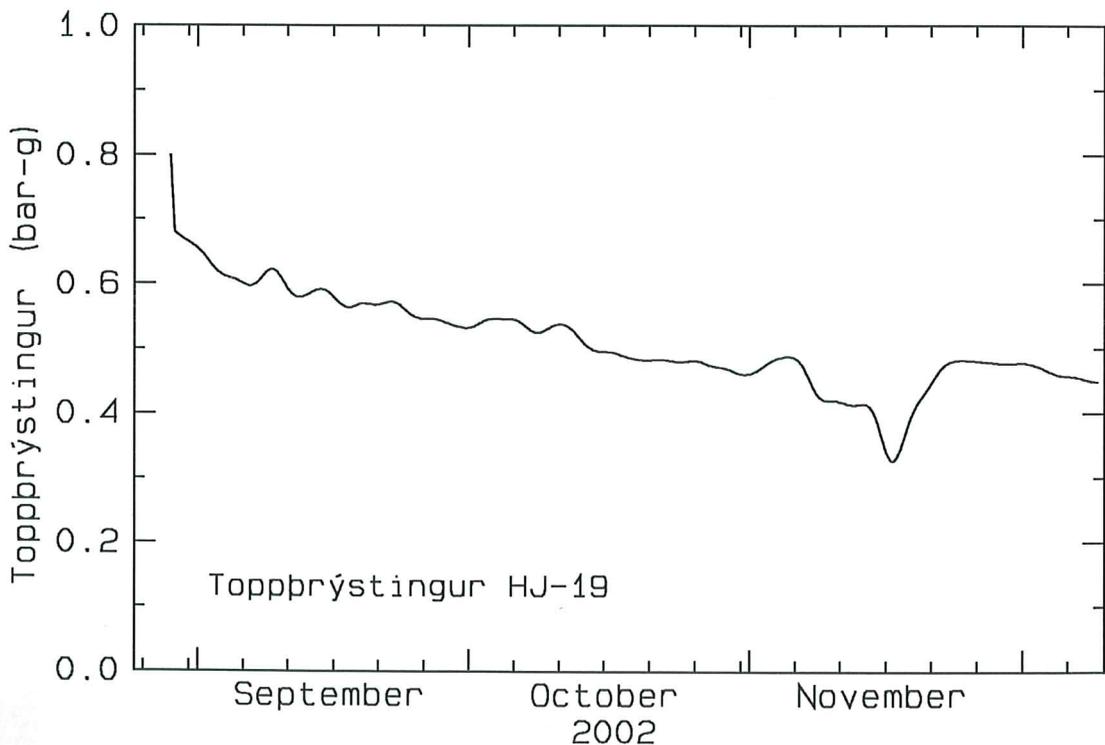
Hins vegar var ljóst að þrátt fyrir góðan árangur væri langtímaprófun holu HJ-19 nauðsynleg (Ólafur G. Flóvenz og Guðni Axelsson, 2002). Er það vegna þess að holur geta verið mjög aflmiklar í fyrstu, en langtímaþvinningu geta þeirra endað með að vera miklu minni. Er Laugaland í Eyjafjarðarsveit þar nærtækt dæmi, einkum hola LJ-5. Ítarleg prófun, líkt og framkvæmd var á Laugalandi á Þelamörk eftir að hola LP-11 var boruð, er nauðsynlegur grundvöllur áreiðanlegrar líkanagerðar, spáreikninga og mats á afkastagetu til langs tíma. Afkastageta jarðhitakerfa stjórnast fyrst og fremst af þrýstingsbreytingum (oftast mældar sem vatnsborðsbreytingar) vegna vinnslu. Þrýstingsbreytingarnar ráðast af lekt, stærð og aðstreymi jarðhitakerfis. Þá er nákvæm prófun forsenda hönnunar aðveitulagnar og hagkvæmnimats.

A.m.k. níu mánaða prófun var talin æskileg, og var litið til prófunar Laugaland í Þelamörk sem góðs fordæmis (Ólafur G. Flóvenz o.fl., 1994). Því lengri sem svona prófun er því áreiðanlegra verður afkastagetumatið. Í tilfalli holu HJ-19 var prófun með sjálfrennsli talin nægja, því talið var að viðhalda mætti um 20 l/s rennsli, þó var ekki útilokað að dælingar yrði e.t.v. þörf er líða tæki á prófunina. Prófun með sjálfrennsli er auðvitað mun ódýrari kostur en prófun með djúpdælu. Í prófuninni eru rennsli, toppþrýstingur og vatnshiti holu HJ-19 mæld samfellt með sjálfvirkum mælíbúnaði. Auk

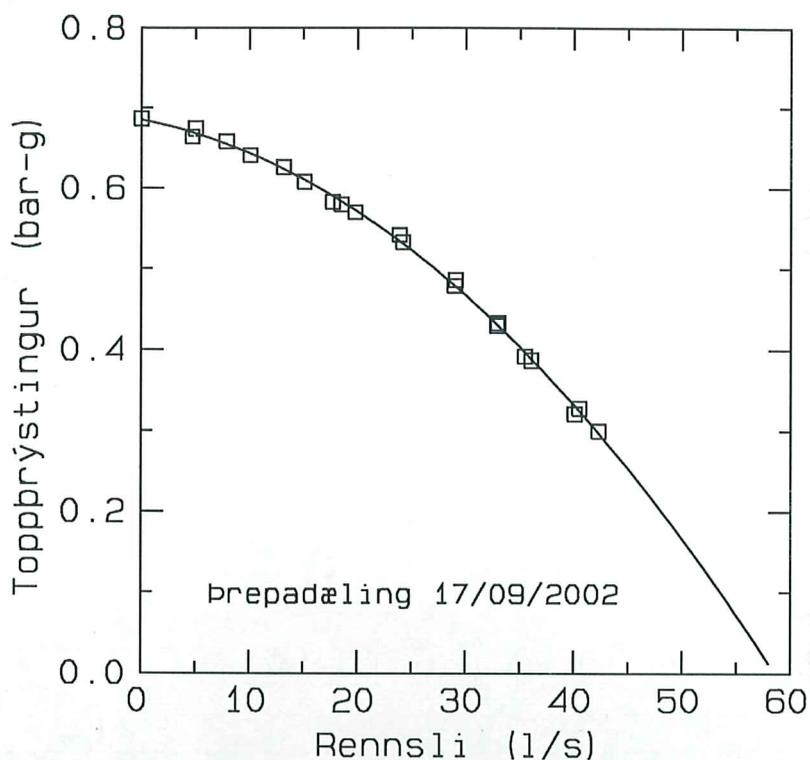
Þessi er fylgst með flestum rannsóknarholunum í kring, annað hvort með vatnsborði eða rennsli. Þessi gögn verða síðan grundvöllur líkanreikninga fyrir jarðhitakerfið að prófuninni lokinni. Einnig hefur verið fylgst með breytingum á efnainnihaldi vatnsins því slíkar breytingar geta m.a. gefið fyrirboða um hugsanlega kólnun vegna innstreymis kaldara vatns að utan, eða að ofan. Nefna má að slíkur fyrirboði sást í prófun holu LP-11 á Laugalandi á Þelamörk. Efnabreytingar geta einnig nýst til að sjá fyrir nýtingarvandráði eins og útfellingar og/eða tæringu.

Myndir 1 – 5 sýna hluta af þeim gögnum, sem safnað hefur verið í prófun holunnar. Mynd 1 sýnir breytingar í toppþrýstingi holu HJ-19 frá því prófunin hófst í lok ágúst og fram í desember, eða í alls um 100 daga. Á þessu tímabili hefur rennsli úr holunni verið haldið nokkurn veginn stöðugu, um 20 l/s. Þrýstingur hefur aðeins lækkað sem svarar til 3 – 4 m vatnsborðslækkunar, sem er mjög lítið, eða um 0,2 m/(l/s). Á öðrum vinnslusvæðum Norðurorku lækkar vatnsborð á bilinu 1,5 – 12 m/(l/s) fyrstu 100 daga vinnslu. Gögnin á mynd 1 eru grundvöllur ónákvæmra vatnsborðsspáa og frummats á vinnslugetu jarðhitakerfisins, sem fjallað verður um hér á eftir.

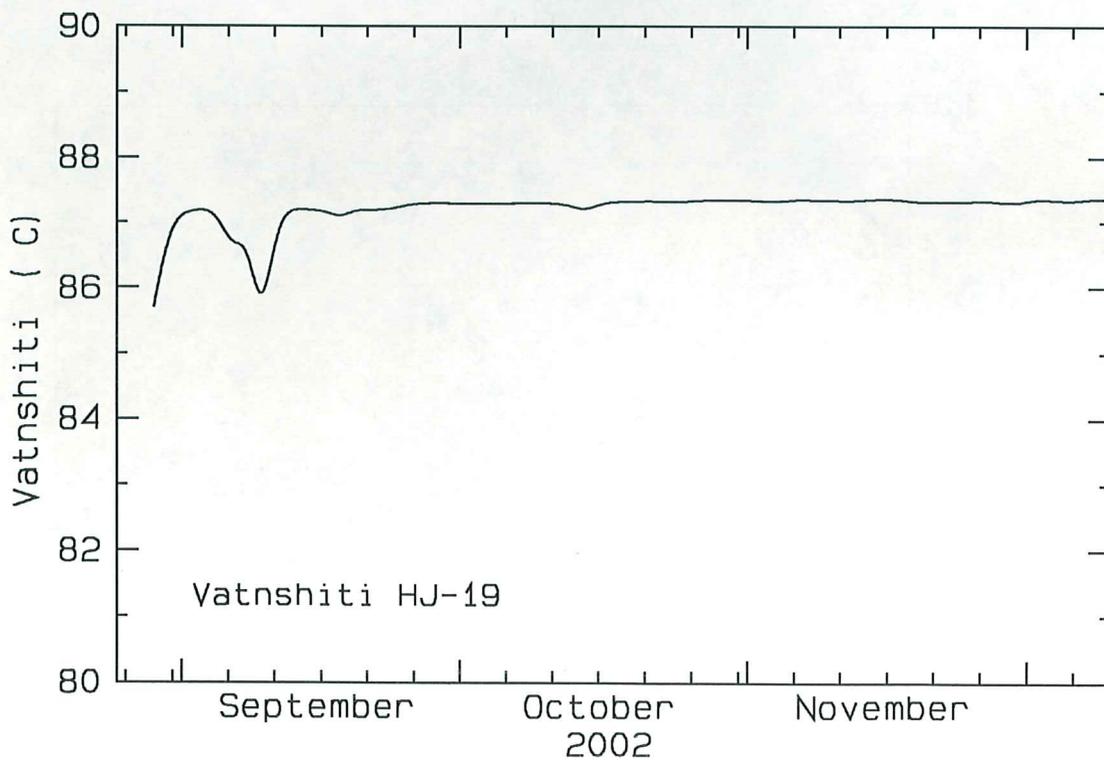
Mynd 2 sýnir niðurstöður þrepaprófunar HJ-19, sem framkvæmd var 17-09-2002. Tilgangurinn var að meta iðustreymisstuðul holunnar, sem reyndist mjög lítill, eða 0,0017 m/(l/s)². Það þýðir að vatnsborðslækkun í holunni vegna iðustreymisþrýstifalls verður aðeins um 0,7 m við 20 l/s rennsli, 4 m við 50 l/s rennsli og 17 m við 100 l/s rennsli. Mynd 3 sýnir mældan hita vatns úr holunni, sem sígið hefur hægt upp á við og er nú að nálgast 87,5°C. Mynd 4 sýnir síðan vatnsborðsbreytingar í holu HJ-14, sem er 135 m djúp rannsóknarhola í u.þ.b. 600 m fjarlægð frá holu HJ-19.



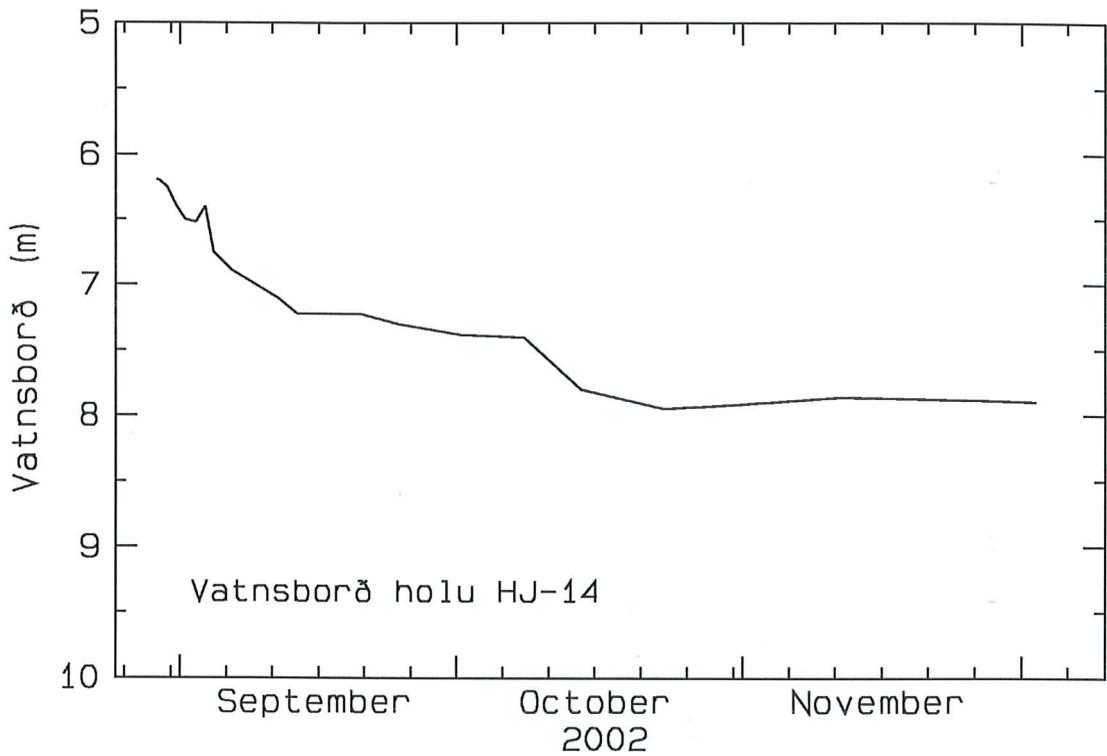
Mynd 1. Breytingar á toppþrýstingi holu HJ-19 (endurspeglar þrýsting/vatnsborð í jarðhitakerfinu) fyrstu þrjá mánuði prófunar holunnar. Sjálfrennsli úr holunni hefur verið um 20 l/s. Gögnin hafa verið síuð, þ.e. ýmsar truflanir og áhrif flóðs og fjöru síuð frá.



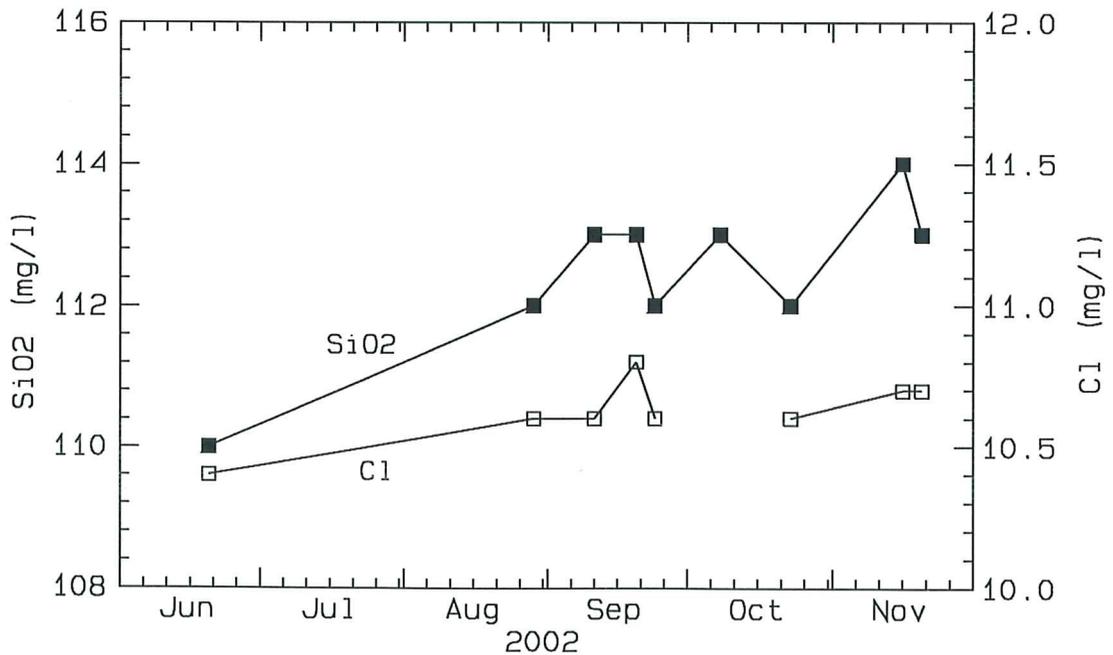
Mynd 2. Niðurstöður þrepaþrófunar holu HJ-19 sem framkvæmd var 17-09-2002. Kassarnir sýna mældan toppþrýsting, en línan reiknaðan þrýsting. Samkvæmt prófuninni er iðustreymisstuðull holunnar aðeins $0,0017 \text{ m}/(\text{l/s})^2$.



Mynd 3. Mælingar á hita vatns úr holu HJ-19 fyrstu þrjú mánuði prófunarinnar. Vatnshitinn mælist rúmlega 87°C . Stuð gögn.



Mynd 4. Vatnsborðsbreytingar í rannsóknarholu HJ-14 fyrstu þrjú mánuði prófunarinnar. Vatnsborð í holunni hefur lækkað um tæplega 2 m, en vatnsborð í holu HJ-19 um 3 – 4 m.

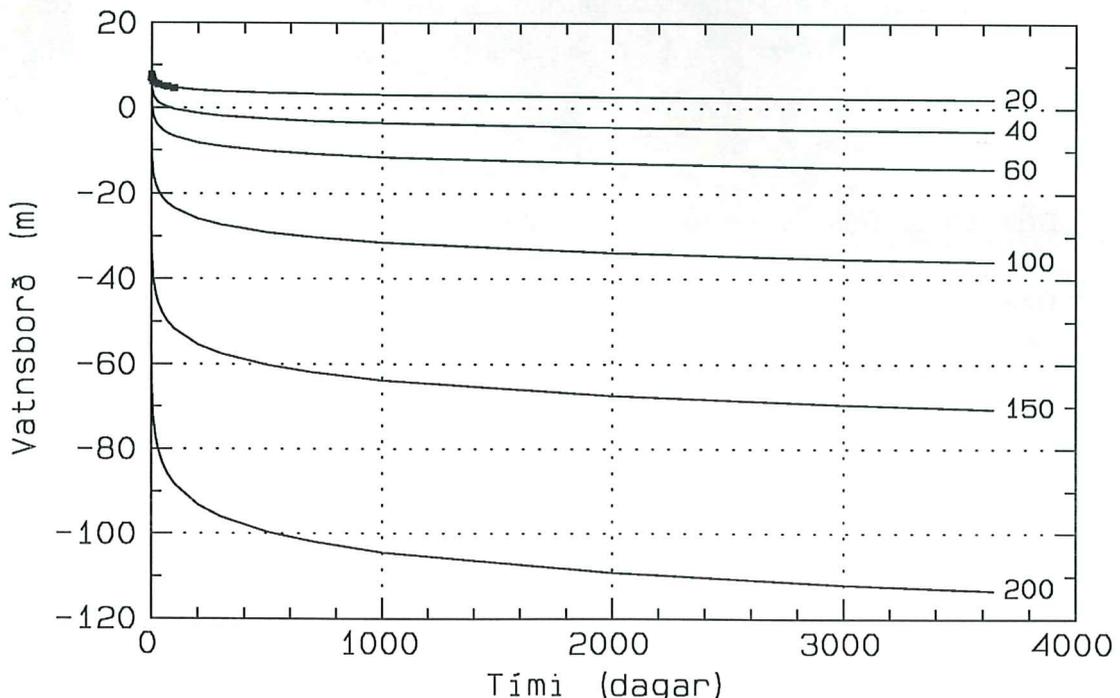


Mynd 5. Breytingar á kísil- (SiO₂) og klóríðstyrk (Cl) vatns úr holu HJ-19 frá því rennsli úr holunni hófst. Ekki sjást marktækar breytingar á tímabilinu, a.m.k. ekki marktæk lækkun, sem myndi benda til innstreymis kaldara vatns.

Mynd 5 hér að framan sýnir breytingar í styrk kísils og klóríðs þá þrjá mánuði sem prófunin hefur staðið yfir. Ekki virðist um marktækar breytingar að ræða, öfugt við holu LP-11 á Laugalandi á Þelamörk, þar sem greinileg merki kaldara innstreymis sáust í prófun holunnar (Ólafur G. Flóvenz o.fl., 1994).

Gögnin um breytingar á toppþrýstingi HJ-19 voru lögð til grundvallar þeim einföldu og ónákvæmu vatnsborðsspám sem gerðar voru til þess að meta afkastagetu holu HJ-19 og jarðhitakerfisins. Þetta var gert á tvo vegu: (1) Annars vegar með því að framlengja mælda þrýstingslækkunina skv. hegðan svokallaðs Theis-líkans, en það er líkan af óendanlega víðáttumiklu vatnskerfi með fastri þykkt, sem þó er lokað að ofan og neðan (hálfopið líkan). Niðurstöðurnar má kalla bjartsýnisspár, því oft reynast jarðhitakerfi lokaðri. Þó eru dæmi þess að kerfi séu enn opnari og því hægt að hugsa sér enn meiri bjartsýnisspár. (2) Hins vegar voru spár reiknaðar með því að gera ráð fyrir lokuðu vatnskerfi (ekki innstreymi), þar sem þrýstingur (vatnsborð) lækkaði sem næmi 0,025 bar/ári fyrir hvern l/s sem rynni úr kerfinu. Þessar niðurstöður gefa svarsýnismat, væntanlega neðri mörk á afkastagetu jarðhitakerfisins.

Mynd 6 sýnir vatnsborðsspárnar reiknaðar fyrir fyrra tilfellið (bjartsýnisspár) til tíu ára. Samkvæmt þeim mun jarðhitakerfið hæglega geta afkastað 200 l/s stöðugri vinnslu. Reikningarnir benda reyndar til þess að jarðhitakerfið muni þola enn meiri vinnslu, því vatnsborð verður vel ofan 120 m dýpis eftir 200 l/s vinnslu í tíu ár og ekkert ætti að vera því til fyrirstöðu að reka djúpdælur í borholum á svæðinu neðan 200-300 m dýpis. Þó verður að hafa í huga að hér er um niðurstöður ónákvæms bjartsýnismats að ræða.



Mynd 6. Fyrstu spár um vatnsborðsbreytingar í jarðhitakerfinu við Hjalteyri (HJ-19) við stöðuga vinnslu til tíu ára. Hér er um bjartsýnisspár að ræða, byggðar á hálfopnu Theis-líkani. Punktur í efra horni vinstra megin sýna þau gögn, sem byggt er á (100 dagar). Tölur við ferlana eru í l/s.

Samkvæmt svartsýnismatinu (seinna tilfellið hér að framan) má hins vegar áætla að vinnslugeta jarðhitakerfisins sé um 85 l/s. Er þá miðað við að vatnsborð haldist ofan 230 m dýpis til tíu ára. Því má segja að yfirgnæfandi líkur séu á því að afkastageta jarðhitakerfisins sé a.m.k. 85 l/s, en hún gæti í raun verið mun meiri.

Niðurstöður frummats á afkastagetu jarðhitakerfisins við Hjalteyri, nú þegar hola HJ-19 hefur verið prófuð í rúmlega þrjá mánuði, eru eftirfarandi.

- 1) Það skal fyrst ítekað að fyrirbyggjandi niðurstöður eru ónákvæmar og byggja á aðeins 100 daga prófun. Nákvæmari niðurstöður munu liggja fyrir vorið 2003 að prófun holunnar, og ítarlegri líkangerð, lokinni (eftir ~250 daga prófun).
- 2) Afkastageta svæðisins er talin a.m.k. 85 l/s, en gæti verið mun meiri (~200 l/s).
- 3) Þetta svarar til u.þ.b. 20 MW varmafls og 180 GWh orkuframleiðslu á ári. Til samanburðar má nefna að hámarksafl hitaveitu Norðurorka árið 2001 var um 45 – 50 MW og orkuframleiðslan ~300 GWh.
- 4) Hvað veldur mun meiri afkastagetu við Hjalteyri en á öðrum jarðhitasvæðum sem Norðurorka nýtir? Lekt bergs í kerfinu er greinilega mun meiri (sprungur miklu opnari) og aðstreymi væntanlega meira en í hinum 5 jarðhitakerfunum. Hugsanlega er ástæðan sú að jarðskorpuhreyfingar tengdar jarðskjálftum eru mun tíðari á þessu svæði og að þær haldi sprungum betur opnum (viðhaldi góðri lekt).
- 5) Við langtíma vinnslu er mögulegt að kólnun verði fyrir áhrif niðurrennsliis kaldara vatns vegna þess hve kerfið virðist opið og vel lekt. Óverulegar efnabreytingar fyrstu 100 dagana benda þó til að þessi hætta sé lítil.
- 6) Að lokum má nefna að blöndunarreikningar benda til þess að hætta á útfellingum við blöndun vatns frá Hjalteyri og Þelamörk sé óveruleg (Steinunn Hauksdóttir, 2002).

Heimildir:

Ólafur G. Flóvenz og Guðni Axelsson, 2002: Áætlun um prófun holu HJ-19 á Arnarnesi við Eyjafjörð. Orkustofnun, greinargerð ÓGF/GAx-2002/04, 2 bls.

Ólafur G. Flóvenz, Guðni Axelsson, Grímur Björnsson, Jens Tómasson, Guðrún Sverrisdóttir, Hilmar Sigvaldason og Sigurður Benediktsson, 1994: Laugaland á Þelamörk. Boranir og vinnsluprófun 1992 – 1993. Orkustofnun, skýrsla OS-94032/JHD-07, 121 bls., unnin fyrir Hita- og vatnsveitu Akureyrar.

Steinunn Hauksdóttir, 2002: Norðurorka. Mat á útfellingahættu vegna blöndunar jarðhitavatns úr HJ-19 á Hjalteyri og LPN-10 á Laugalandi, Þelamörk. Orkustofnun, greinargerð StH-2002/02, 3 bls.

Guðni Axelsson