

Reykhólar. Rennsli úr borholum

**Þórólfur H. Hafstað,
Grímur Björnsson**

Greinargerð PHH-GrB-2000-03

22. febrúar 2000

Reykhólar Rennsli úr borholum.

Að ósk Kristjáns Haraldssonar hjá Orkubúi Vestfjarða voru skoðuð þau gögn sem til eru á Orkustofnun og varða jarðhita á Reykhólum. Tilefnið var fyrirspurn um hvort fá mætti ca. 20 l/s af >90°C vatni til viðbótar við það sem notað er. Í stuttu máli reyndust tiltækar upplýsingar vera ærið gloppóttar, ekki síst með tilliti til þess að hér er um umtalsvert jarðhitanám að ræða úr öflugum jarðhitasvæði. Alls hafa sjö holur verið boraðar á Reykhólum og urðu þrjár þeirra um 1000 m djúpar. Athygli vekur að aðeins einu sinni hefur hiti verið mældur í þessum djúpu holum. Þannig er ekkert mat hægt að leggja á það hvernig jarðhitasvæðið hefur brugðist við umfangsmiklu vatnsnámi undanfarna áratugi, að öðru leyti en því að reksturrinn, sem á þessu hvílir, virðist ganga án vandkvæða, sem í sjálfu sér er góðs viti.

Á sínum tíma var gerð tillaga um vinnslueftirlit, sem bæði tæki til notkunar Þörungaverksmiðjunnar og byggðarinnar (Hrefna Kristmannsdóttir o.fl. 1994). Af því hefur ekki orðið nema hvað undanfarin ár hefur reglulega verið fylgst með efnasamsetningu heita vatnsins í hitaveitunni á Reykhólum. Til eru allmargar efnagreiningar á vatni úr öllum holunum og virðist efnasamsetning ekki hafa breyst umtalsvert síðan farið var að vinna vatn í stórum stíl (Magnús Ólafsson 1995). Efnasamsetning getur gefið til kynna hitastig djúpt í viðkomandi jarðhitakerfi. *Kalsedónhiti* mældur í vatni úr RH-02 virðist hafa lækkað ögn síðan fyrst var farið að nota hana, en hefur stigið síðustu árin (Magnús Ólafsson 1999). Til þess að hægt sé að leggja mat á hve mikið hér sé að hafa, verður að fylgjast betur með hversu mikið tekið er úr jarðhitasvæðinu og hvernig svæðið bregst við vinnslunni. Mynd 1 sýnir borholustaðsetningu á Reykhólum (Magnús Ólafsson 1995).

Hér verða skoðaðar þær mælingar á rennsli og þrýstingi og hita, sem gerðar hafa verið og tiltækar eru á Orkustofnun. Til eru mælingar frá því fyrir dýpkun á aðalholum Þörungaverksmiðjunnar. Eftir að þær voru dýpkaðar 1978 eru annars vegar mælingar frá 1989 á holu RH-02, sem er aðalhol hitaveitunnar (Grímur Björnsson og Hilmar Sigvaldason 1989), en hins vegar eru nýlegri mælingar á afköstum RH-04 og RH-05. Þær mælingar eru fengnar frá Þörungaverksmiðjunni, og munu gerðar af Árna Gunnarssyni. Þær eru án dagsetningar en munu hafa verið gerðar 1997. Mælt var í þeim saman og einnig sitt í hvoru lagi og er sámilegt samræmi þar á milli.

Borholur á Reykhólum eru þessar:

Hola RH-01 var boruð 1953. Hún er 186,5 m djúp.

Hola RH-02 var boruð 1967 og var þá 213 m djúp (fyrirstaða í 104 m).

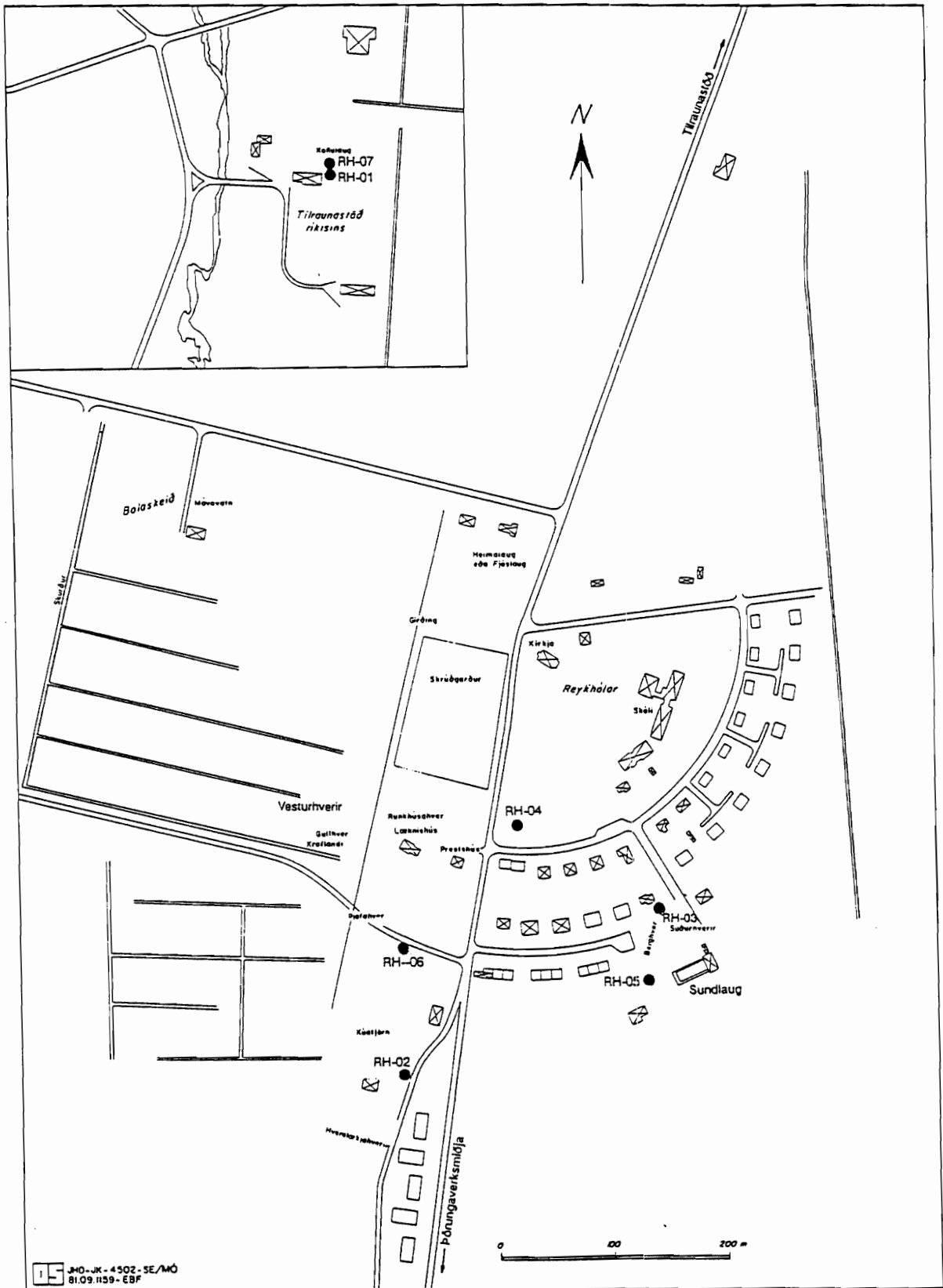
Hola RH-03 var boruð 1967 og var þá 31 m djúp.

Hola RH-04 var boruð í 680 m árið 1974 og dýpkuð í 1070 m 1978 (fyrirstaða í 690 m).

Hola RH-05 var boruð í 517 m árið 1974 og dýpkuð í 959 m árið 1978 (stendur í 935 m).

Hola RH-06 var boruð 1978 og varð 1019 m djúp (fyrirstaða í 228 m).

Hola RH-07 var boruð 1993 og er 550 m djúp.



Mynd 1: Yfirlit um borholur á Reykhólum.

RH-01

Hola RH-01 var boruð 1953 við Kötullaug hjá íbúðarhúsi Tilraunastöðvarinnar. Hún er 186.5 m djúp og þvarr laugin við borunina. Til er rennslismæling frá 1965; 1,8 l/s. Hiti í holutoppi mældist vera 88°C við sýnatöku 1991 (Magnús Ólafsson 1995). Hitamælingar úr holunni eru sýndar í viðauka.

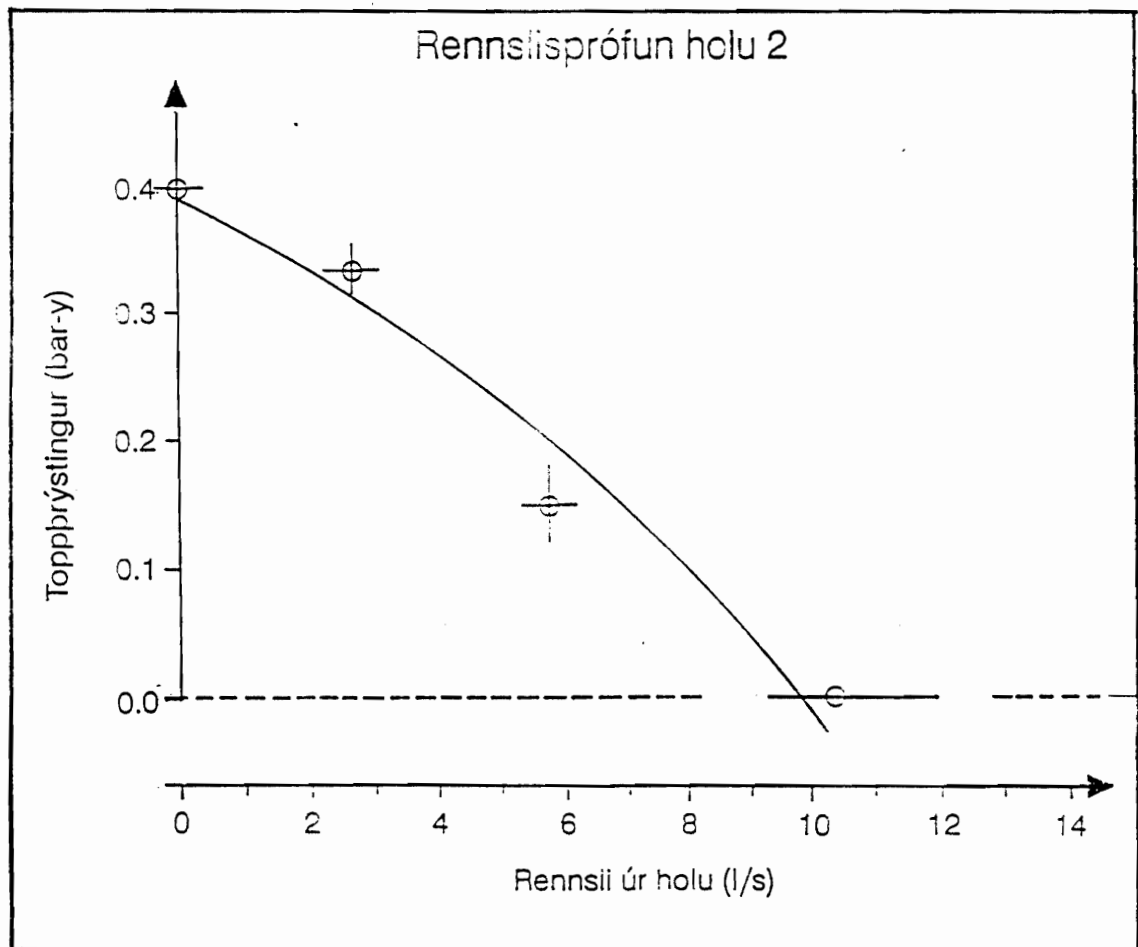
RH-02

Hola RH-02 er við Hveralækjarhverfi og var boruð 1967 niður á 413 m dýpi. Í hitamælingu 1989 komst mælir í botn. Þá var gerð rennslisprófun (Grímur Björnsson og Hilmar Sigvaldason 1989), sem sýndi að afköstin voru 10 - 12 l/s og höfðu þau minnkað um ca. 5 l/s frá borlokum og ca. 3 l/s frá prófun árið 1972:

1972: Rennsli (po) = ca. 15 l/s, botnhiti (408 m) 109.5°C

1989: Rennsli (po) = ca. 10 l/s, botnhiti (412 m) 104.3°C

Mælingar í holu RH-02 benda til að bæði kólnun og rennslisminnkun hafi orðið á þessu árabili. Eðlilegt virðist að ætla að þessar breytingar séu vegna þrýstingslækkunar í jarðhitakerfinu. Ekkert er svo vitað hvert framhaldið hefur orðið á rennsli síðan þá, en hiti í holutoppi mældist vera 93°C - 96°C þegar sýni voru tekin til efnagreininga á árunum 1994 - 1998 (Magnús Ólafsson 1995). Hitamælingar eru sýndar í viðauka.



Mynd 2. Rennslisprófun Gríms Björnssonar og Hilmars Sigvaldasonar 1989 á RH-02.

RH-03

Hola RH-03 var boruð 1967 við Suðurhverfi og varð 31 m djúp. Í borlok gaf hún 2 l/s en aðeins ef lokað var fyrir RH-02.

Hiti í holutoppi var 95°C við sýnatöku 1972 (Magnús Ólafsson 1995), en engar hitamælingar hafa verið gerðar niðri í þessari holu og er vatn úr henni ekki nýtt.

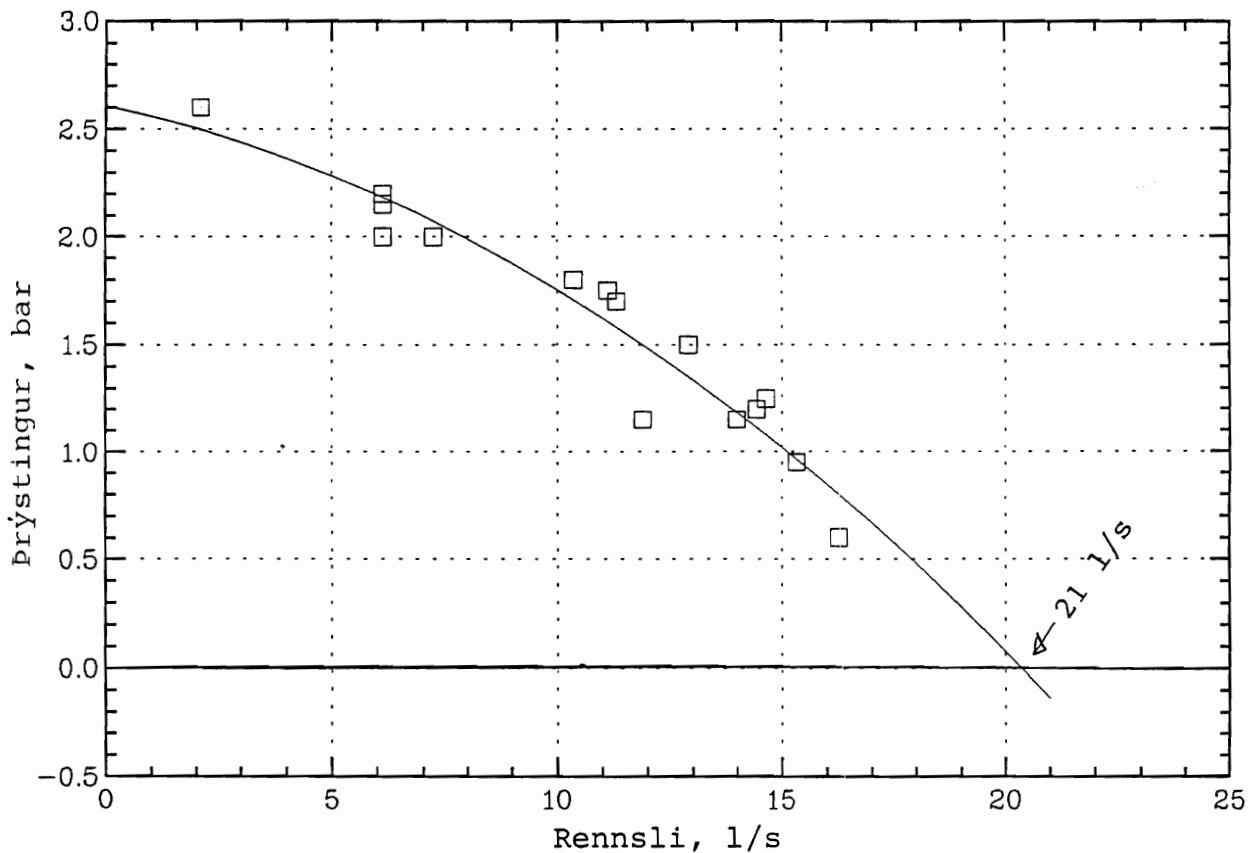
RH-04

Hola RH-04 var boruð suður af kirkjunni árið 1974 í 680 m. Rennsli frá henni (án mótþrýstings) mældist 22 l/s árið 1974 (Sæþór L. Jónsson 1974) en 1977 hafði það minnkað; samanlagt rennsli frá RH-04 og RH-05 var þá samtals 25 l/s; vísast við einhvern mótþrýsting.

Holan var dýpkuð í 1070 m árið 1978, en engar tölur eru tiltækar á Orkustofnun um afköst hennar fyrir en 1997. Þá virðist sem hún ætti gefa tæpa 21 l/s, mótþrýstingslaust, eins og sýnt er á mynd 3, en þetta gæti þó reynst dálítið ofmat ef gruflað væri betur í mæligögnunum, ekki síst með tilliti til að samgangur er við RH-05.

Holan var hitamæld 1989. Fyrirstaða var í henni á 690 m dýpi og fór hitamælir ekki dýpra, botnhiti reyndist tæpar 117°C. Hiti í holutoppi mældist 111°C við sýnatöku 1994 (Magnús Ólafsson 1995). Hitamælingar úr holunni eru sýndar í viðauka.

21 Feb 2000 ÞHH Y = 2.60746 + -.441909E-1*X + -.411715E-2*X**2
xy V1.0 R2 = 92.4184 % RMS-misfit = .145266



Mynd 3. Rennslisprófun frá 1997 á holu RH-04 á Reykhólum.

RH-05

Hola RH-05 var boruð nærri sundlauginni árið 1974 í 517 m. Rennsli frá henni (án mótþrýstings) mældist um 25 l/s árið 1974 (Sæþór L. Jónsson 1974) en 1977 hafði það minnkað; samanlagt rennsli frá RH-04 og RH-05 var samtals 25 l/s, eins og fyrr segir.

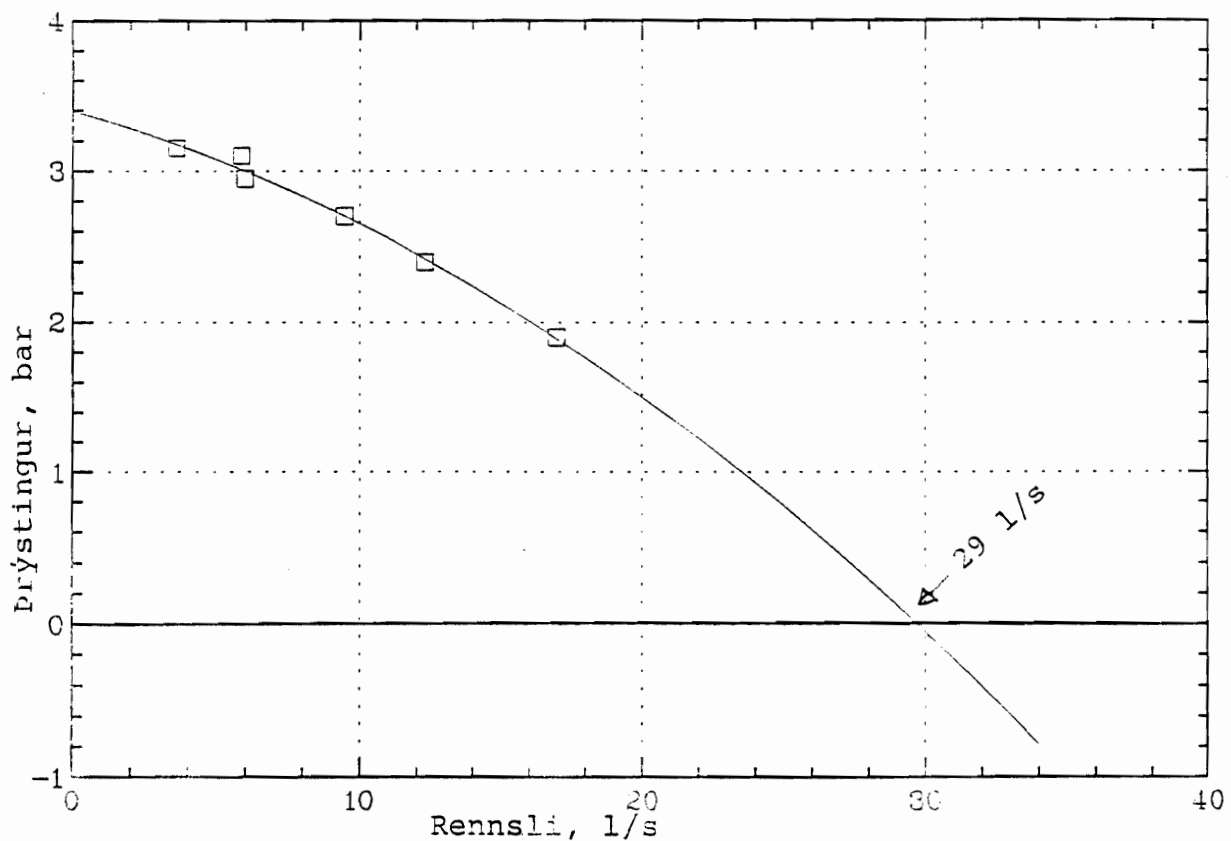
Holan var dýpkuð í 959 m árið 1978, og er ekki vitað um afköst hennar fyrr en 1997. Þá virðist sem hún gæfi sem næst 29 l/s, mótþrýstingslaust, eins og sýnt er á mynd 4. Samgangur virðist vera við RH-04 og samkeyrðar gefa þær allnokkru minna, eftir því sem ráða má af mynd 5 hér aftar.

Holan var hitamæld 1989 niður á 935 m dýpi og reyndist botnhiti rúmar 115°C, sem er töluvert hærra hiti en mælt hafði í botni fyrir dýpkun. Hiti í holutoppi var 112°C árið 1991 og 110°C við sýnatöku 1994 (Magnús Ólafsson 1995). Munurinn þarf alls ekki að þýða að holan hafi dalað milli þessara ára. Hitamælingar eru í viðauka.

15 Feb 2000 ÞHH
xy V1.0

$$Y = 3.39843 + -545533E-1 * X + -20109E-2 * X ** 2$$

$$R2 = 98.9699 \% \quad \text{RMS-misfit} = .445311E-1$$



Mynd 4. Rennslisprófun frá 1997 á holu RH-05 á Reykhólum

RH-06

Hola RH-06 var boruð austan við Þjófahver árið 1978 og varð 1019 m djúp. Hitamæling er til frá 1989 og reyndist vera fyrirstaða í 228 m og var hiti þar 108.5°C. Hitaveitan á Reykhólum nýtti þá vatn úr þessari holu; 3 - 4 l/s (Grímur Björnsson og Hilmar Sigvaldason 1989). Ekki er annað vitað um afköst hennar. Hiti í holutoppi mældist 99°C árið 1987 (Magnús Ólafsson 1995), en aðrar hitamælingar eru í viðauka.

RH-07

Hola RH-07 er við Kötlulaug og var boruð 1993 í 550 m dýpi. Í borlok er talið að holan gæfi um 10 l/s (Magnús Ólafsson 1995). Ekkert liggur fyrir um hve mikið má taka úr henni né hver áhrif hún hefur á hverinn og holuna RH-01.

Hæstur mælist hitinn í henni á tæplega 500 m, rúmlega 116°C, en þar fyrir neðan kólnar aftur. Hiti í holutoppi mældist vera 96°C - 104°C við endurteknar sýnatökur á árunum 1994 - 1998 (Magnús Ólafsson 1999). Hitamælingar eru sýndar í viðauka.

Almennt

Að því samandregnu, sem að framan er sagt og vitað um hvað hver einstök hola gefur, má ætla að í heild sé hægt að fá um 60 l/s úr svæðinu:

H o l a	rennsli (po)	ár	lokunar- þrýstingur	topphiti 1994	
RH-02	~10l/s	1989	0.4 bar	96°C	Sjá myndir 2 og 5
RH-04	<20 l/s	1997	3.0 bar	111°C	Sjá myndir 3 og 5
RH-05	<30 l/s	1997	3.4 bar	110°C	Sjá mynd 4
RH-06	~4l/s	1989	2.9 bar	-	Grímur Björnsson 1989
RH-07	? l/s	1993	-	100°C	Magnús Ólafsson 1995
Alls	50-60 l/s				

Eftir borun RH-04 og RH-05 árið 1974 var gerð könnun á rennsli úr holunum þar sem reiknaðist að samtals gæfu þær 47 l/s, mótþrýstingslaust (Sæþór L. Jónsson 1974).

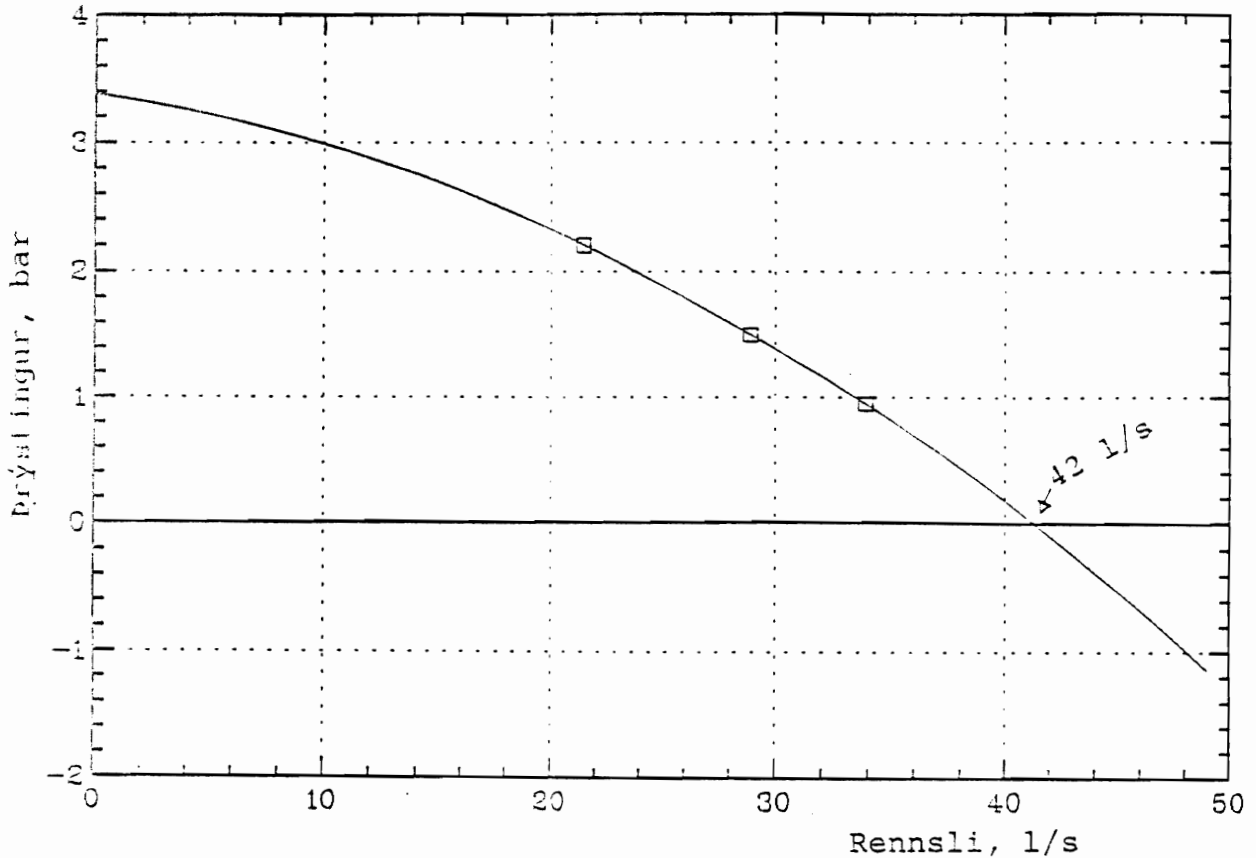
Árið 1977 höfðu þær dalað og fengust þá samtals um 25 l/s úr holunum, en vísast hefur einhver mótþrýstingur verið þá (Sæþór L. Jónsson o.fl. 1977).

Vitað var um að samgangur væri milli holanna áður en þær voru dýpkaðar 1978.

Holurnar RH-04 og RH-05 voru mældar saman 1997 og er sú mæling sýnd á mynd 5. Af henni má ætla, að saman gæfu holurnar tæpa 42 l/s, mótþrýstingslaust, sem er öllu minna en það sem þær virðast gefa, þegar þær eru mældar sín í hvoru lagi. Þar sem samgangur er milli holanna þykir líklegt að lægri talan sé nær lagi. Þó má vera að aðstæður á mælingastað orsaki þennan mun að einhverju leyti.

Hitamælingar úr Reykhólaholunum eru sýndar hér í lok stílsins. Aðeins ein hitamæling er til úr holunum RH-04 og RH-05 eftir að þær voru dýpkaðar 1978. Er því ekki hægt að gera sér grein fyrir hvaða breytingar hafa orðið í jarðhitakerfinu fyrstu 20 ár vatnsvinnslu úr þeim. Hitamælingarnar eru síðan 1989 og var botnhitinn þá um 115°C í þeim báðum. Fyrirstaða var í holu RH-04 á 690 m dýpi og fór hitamælir ekki dýpra, en RH-05 var mæld niður í 935 m.

21 Feb 2000 PHH xy V1.0
 $Y = 3.37923 + -.257933E-1*X + -.135501E-2*X**2$
 R2 = 100 % RMS-misfit = .282168E-12



Mynd 5. Rennslisprófun frá 1997 á holum RH-04 og RH-05 á Reykhólum.

Í rennslis- og þrýstingsprófuninni frá 1997, mældist vatnið allt að 118°C heitt, upp komið. Samkvæmt því mætti ætla að hiti hafi síst lækkað í svæðinu samfara vinnslu. Hita- og þrýstingslækkunin í RH-02 á tímabilinu 1972 - 1989 bendir þó til annars.

Ekki er vitað hversu mikil vatnspörf Þörungaverksmiðjunnar er. en 1989 er hún sögð vera 30 l/s (Grímur Björnsson og Hilmar Sigvaldason 1989). Samkvæmt því má ætla, að hægt sé að auka vatnsvinnslu um 20 l/s úr þeim holum sem fyrir eru á Reykhólum. Þessi niðurstaða byggir á gömlum upplýsingum og er eftir því ekki ábyggileg. Eins tekur hún ekki tillit til þess hvort suða hlaupi niður í holurnar eða út í safnæðar.

Tillögur um framhald

Töluverðar líkur þykja vera á að hægt sé að auka vinnslu úr jarðhitasvæðinu að Reykhólum. Til að fara nær um vinnslugetuna þarf fyrst að kanna ástand svæðisins og þær holur, sem notaðar eru:

- Hitamæla allar holurnar á Reykhólum, enda eru meira en tíu ár liðin síðan það var gert í aflmestu holunum. Kostnaður við það er um 350 þúsund kr.
- Gera margra daga eða nokkurra vikna rennslisprófun og mæla viðbrögð svæðisins og síðan herma í einföldu reiknilíkani. Með því móti má ráða hversu mikla vinnslu svæðið þolir. Kostnaður fer að miklu leyti eftir því að hve miklu leyti heimamenn geta séð um prófunina. Það skýrist eftir að holurnar hafa verið hitamældar.

Í framhaldi af því þarf að koma af stað vinnslueftirliti, sem tekur til allrar vatnstöku úr jarðhitakerfinu. Slík saga þrýstings og vinnslu leggur grunn að reiknilíkani fyrir svæðið. Ætla má að sjálfvirkur eftirlitsbúnaður, ásamt skynjurum og sítingingu inn á vefsíðu (sjá t.d. www.os.is/eftirlit/stykkisholmur) kosti upp kominn innan við 2 millj. króna.

Mögulega má þá kanna hvort hægt sé að afla varma til hitunar og raforkuframleiðslu án þess að núverandi vinnsla sé aukin umtalsvert. Þá er hugmyndin að svonefnd "binary" rafmagnsvél komi inn á stofnæðina til Þörungaverksmiðju. Slík vél framleiddi e.t.v. um 500 kW með því að kæla núverandi rennsli í 70°C. Slíkt vatn mætti hvort heldur sem er nýta til húshitunar eða fiskeldis og auk þess fellur til verulegt magn af volgu lofti, sem nýta mætti til þurrkunar.

Heimildir

Grímur Björnsson og Hilmar Sigvaldason 1989. Reykhólar á Barðaströnd. Borholumælingar í október 1989. Orkustofnun OS-89043/JHD-18 B.

Hrefna Kristmannsdóttir og Sverrir Hákonarson 1994. Reykhólar - Áætlun um vinnslueftirlit Greinargerð HK/SvH-94/17

Magnús Ólafsson 1995. Reykhólar á Barðaströnd. Yfirlit með efnasamsetningu jarðhitavatns Unnið fyrir Hitaveitu Reykhóla og Þörungaverksmiðjuna hf Orkustofnun OS-95023/JHD-16 B.

Magnús Ólafsson 1997. Reykhólar í Reykhólasveit. Eftirlit með efnasamsetningu jarðhitavatns úr holum 2 og 7. Unnið fyrir Orkubú Vestfjarða. Orkustofnun OS-97052.

Magnús Ólafsson 1999. Reykhólar í Reykhólasveit. Eftirlit með efnasamsetningu vatns úr holum 2 og 7, 1998. Orkustofnun OS-99055

Sæþór L. Jónsson 1974. Rennslismælingar í borholun 4 og 5, Reykhólum. Orkustofnun, OS-JHD-7419.

Sæþór L. Jónsson, Gísli Karel Halldórsson, Axel Björnsson og Karl Ragnars 1977. Vatnsöflun á Reykhólum. Orkustofnun OS-JHD-7736.

VIÐAUKI

Hitamælingar í holum á Reykhólum.

