

Nýting vatns úr holu KH-34 í Kaldárholti. Um áhrif niðurdælingar í holu GN-1 í Götu

Guðni Axelsson

Greinargerð GAx-98-06

1998-11-24

NÝTING VATNS ÚR HOLU KH-34 Í KALDÁRHOLTI UM ÁHRIF NIÐURDÆLINGAR Í HOLU GN-1 Í GÖTU

Inngangur

Hola KH-34 í Kaldárholti var boruð í júlí s.l. Hún er talin geta gefið a.m.k. 30 l/s af um 67°C vatni með hóflegum niðurdrætti (Guðni Axelsson, 1998). Auk þess að nota vatnið beint með því að blanda því við vatnið frá Laugalandi í Holtum, hefur verið rætt um þann möguleika að dæla vatni frá Kaldárholti niður í holu GN-1. Það yrði gert í þeim tilgangi að auka orkuvinnsluna úr jarðhitakerfinu, þar sem vatnið mun hitna frekar við snertingu við heitt bergið á tæplega 1 km dýpi, áður en því yrði dælt aftur upp um holu LWN-4. Þessi greinargerð fjallar um niðurstöður stuttrar athugunar á þeim möguleika.

Árið 1992 var gerð ferilprófun milli holna GN-1 og LWN-4, til þess að kanna tengsl holnanna (Grímur Björnsson o.fl., 1993; Guðni Axelsson o.fl., 1995). Stuðst er við þá prófun í þeirri athugun, sem hér er til umfjöllunar. Niðurstöður ferilprófunarinnar voru reyndar þær að greið tengsl væru milli holnanna og að hola GN-1 væri of nálægt holu LWN-4 til þess að sú fyrnefnda væri heppileg niðurdælingarhola. Helst væri hægt að nýta hana sem slíka ef volgu vatni væri dælt niður í stað kalds vatns, og ef það væri aðeins gert í stutt tímabil í einu.

Áhrif niðurdælingar í holu GN-1

Einfalt líkan af eins konar stokk, sem tengir niðurdælingarholu og vinnsluholu, er notað til þess að herma niðurstöður ferilprófunarinnar og spá því hvernig hiti vatns úr vinnsluholu muni breytast við niðurdælingu. Stokkurinn hermir þann hluta sprungubeltis, sem tengir holurnar og niðurdælingarvatnið rennur eftir. Hann hefur ákveðið rúmmál (V) og poruhluta (ϕ) og gert er ráð fyrir einvíðu rennsli vatns eftir stokknum auk þess sem varmaorka streymir til stokksins úr heitu berginu umhverfis og hitar kaldara vatnið í stokknum. Í ferilprófuninni 1992 var vatni reyndar ekki dælt niður, en notast við niðurrennsli í holu GN-1. Hversu mikið niðurrennslið var er ekki vitað með vissu, sem gerir túlkun ferilprófunarinnar aðeins óvissari. Hola GN-1 var þó hita- og rennslismæld í lok sumars 1993 og bentu niðurstöðurnar til þess að niðurrennslið væri 1,5 - 2,0 l/s (Guðni Axelsson og Jósef Hólmjárn, 1993).

Við túlkun ferilprófunarinnar var gengið út frá eftirfarandi:

niðurrennsli GN-1, $q = 2$ l/s
dæling LWN-4, $Q = 16$ l/s
fjarlægð milli holna, $L = 110$ m
poruhluti bergs í stokk, $\phi = 0,10$

Þá fengust eftirfarandi niðurstöður:

vatnshraði í stokk, $u = 4,4$ m/dag
rúmmál stokks, $V = 43000$ m³
hlutur niðurrennsli sem berst eftir stokk = 94%
tvístrunarstuðull stokks, $D = 170$ m²/dag

Rúmmál stokksins $V = A \cdot L$, þar sem A er þverskurðarflatarmál hans með $A = h \cdot b$ og h hæð og b breidd stokksins, eða sprungubeltisins. Gengið verður útfrá því að $h = 55$ m og $b = 7$ m.

Fyrst voru ofangreindar niðurstöður notaðar til þess að áætla hversu langur tími myndi líða frá því að niðurdæling hefst í holu GN-1 þar til kólnun fer að gæta í holu LWN-4. Á ensku nefnist þessi tími "thermal breakthrough time". Niðurstöðurnar fyrir mismunandi niðurdælingu eru sýndar á mynd 1. Þær eru hvorki háðar hita niðurdælingarvatnsins né dælingu úr LWN-4. Myndin sýnir það sem áður hefur komið fram að kólnun hefst mjög fljótlega. Ástæðan er lítið rúmmál stokksins sem tengir holurnar. Samkvæmt líkaninu mun kólnunin hefjast eftir um einn mánuð við 10 l/s niðurdælingu, eftir u.þ.b. tvo mánuði við 5 l/s niðurdælingu og innan eins árs við aðeins 1 l/s niðurdælingu.

Þrátt fyrir það að kólnun hefjist fljótt getur niðurdæling verið hagkvæm ef kólnunin eftir það verður hæg. Hraði kólnunarinnar ræðst líka af stærð stokksins, en reyndar af yfirborðsflatarmáli hans ($h \cdot L$) en ekki rúmmáli. Því var líkanið notað til þess að reikna hita vatns úr holu LWN-4 fyrir nokkur tilfelli niðurdælingar í holu GN-1. Þessi tilfelli gera annars vegar ráð fyrir niðurdælingu 2,5 og 5,0 l/s af 65°C vatni frá Kaldárholti, og hins vegar niðurdælingu 2,5 og 5,0 l/s af 80°C vatni, ef svo heitt vatn fyndist dýpra í jarðhitakerfinu í Kaldárholti. Niðurstöðurnar fyrir rúmlega eins árs stöðuga niðurdælingu eru sýndar á mynd 2. Gert er ráð fyrir 17 l/s jafnaðarvinnslu. Þar sést að eftir að kólnunin hefst reiknast hún í öllum tilfellunum mjög hröð. Hún reiknast nokkru hægari fyrir 2,5 l/s niðurdælingu, en í öllum tilfellunum er hitinn farinn að nálgast þann hita sem fengist ef vatninu væri blandað beint saman við vatnið úr holu LWN-4. Í þessum fjórum tilfellum er munurinn u.þ.b. 1°C eftir árs niðurdælingu. Lítur út fyrir að það verði það litla sem græðist á langtímanidælingu. Þetta svarar reyndar til 1% aukningar í orkuframleiðslu, sem bera þarf saman við fyrirsjáanlegan kostnað við að dæla því niður og upp aftur.

Af ofangreindum niðurstöðum sést að einungis niðurdæling í holu GN-1 í stutt tímabil í einu mun verða hagkvæm. T.d. mætti dæla niður yfir sumartímann en ekki á öðrum tímum ársins. Þá myndi stokkurinn, sem tengir holurnar, ná að hitna að mestu leyti aftur áður en niðurdæling hefst aftur næsta sumar. Líklegt er að þetta fyrirkomulag myndi þó valda vægri kólnun holu LWN-4 til langs tíma. Mynd 3 sýnir áætlaðan meðalhita vatns úr holu LWN-4 yfir fimm ára tímabil, ef 5 l/s af 65°C vatni er dælt niður í 3 mánuði á ári. Þessi áætlun er þó frekar óviss.

Niðurstöður

Helstu niðurstöður þessarar stuttu athugunar eru eftirfarandi:

1. Lítið rúmmál þess hluta sprungubeltisins, sem tengir holur GN-1 og LWN-4 og niðurdælingarvatn rennur eftir, veldur því að vatn úr þeirri síðarnefndu kólnar hratt við niðurdælingu í þá fyrrnefndu.
2. Niðurdæling í styttri tíma, t.d. á sumrin, gæti verið hagkvæm. Ætti þá að gilda einu hvort 3 l/s er dælt niður í u.þ.b. 3 mánuði eða 5 l/s í tæplega 2 mánuði. Slíkt fyrirkomulag, þar sem 65°C vatn frá Kaldárholti væri notað, ætti að skila um 3% aukningu í orkuvinnslugetu næstu árin, og hefur þá verið tekið tillit til þess að niðurdæling með þessum hætti myndi væntanlega valda vægri kólnun vatns úr holu LWN-4.
3. Niðurdæling til lengri tíma verður vart hagkvæm þar sem hún myndi aðeins skila um 1% aukningu í orkuvinnslugetu. Auk þess er hola GN-1 varahola Hitaveitu Rangæinga.
4. Samkvæmt fyrirbyggjandi líkanreikningum er ekki útlit fyrir að niðurdæling 80°C vatns, ef það myndist á meira dýpi í Kaldárholti, muni verða hagkvæmari en niðurdæling 65°C vatns. Í raun myndi hún skila minni viðbótarorku, miðað við beina blöndun. Er það vegna minni hitamunar milli sprungubeltisins, sem kælt verður af niðurdælingarvatninu, og jarðhitakerfisins. Orkustreymið til kælds sprungubeltisins verður í réttu hlutfalli við hitamuninn.
5. Einn möguleika er vert að nefna til viðbótar, en það er sá möguleiki að nota niðurdælingu 65°C vatnsins frá Kaldárholti til aflaukningar, t.d. í kuldaköstum. Þá mætti dæla 5 - 10 l/s niður í holu GN-1 í 1 - 2 vikur í senn, sem þá myndu skila sér fullheitir yfir í holu LWN-4. Eftir slík tímabil þyrfti hola GN-1, og jarðhitakerfið, að jafna sig í nokkurn tíma.

Ofangreindar niðurstöður eru nokkuð óvissar, m.a. vegna þess hve einfalt líkanið er og vegna þess að í ferilprófuninni var niðurrennsli í holu GN-1 notað í stað eiginlegrar niðurdælingar. Ef hafist verður handa við að dæla niður í holu GN-1 á sumrin væri rétt að endurtaka ferilprófunina eftir að niðurdælingin hefst í fyrsta sinn, auk þess sem þá þarf að fylgjast vel með vatnshita LWN-4 og efnainnihaldi. Á grundvelli þeirra upplýsinga mætti endurskoða þær áætlanir sem hér hafa verið til umfjöllunar. Að lokum er rétt að benda á það að niðurdælingarhola í meiri fjarlægð frá holu LWN-4, en hola GN-1 er í, yrði væntanlega mun hagkvæmari.

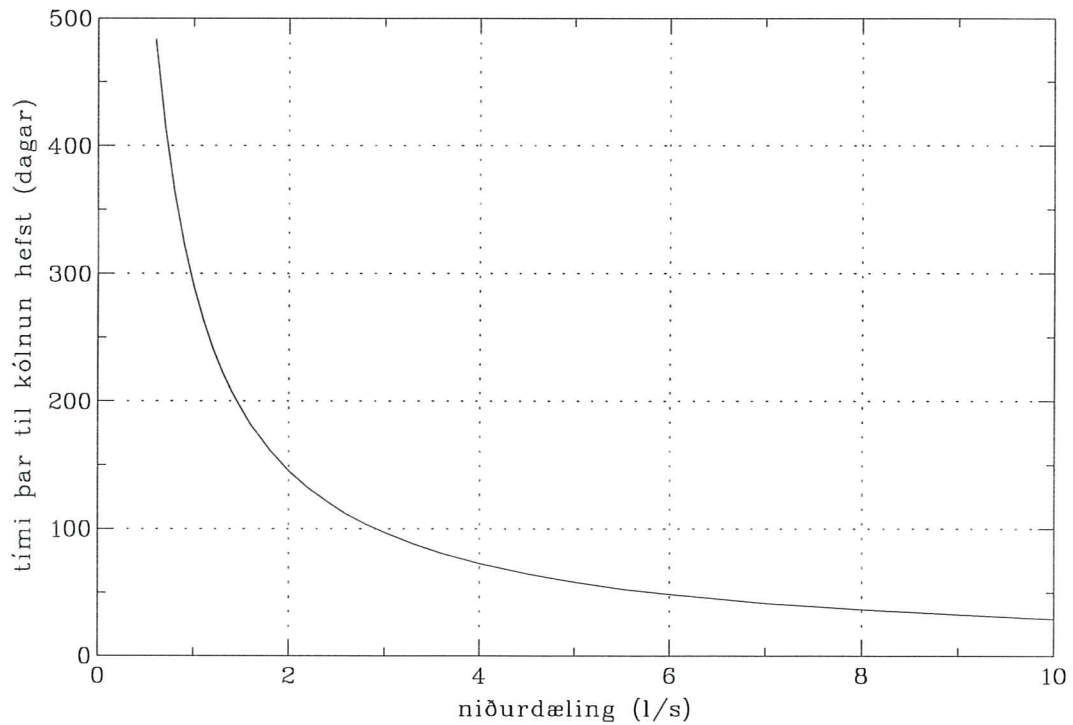
Heimildir

- Grímur Björnsson, Guðni Axelsson, Jens Tómasson, Kristján Sæmundsson, Árni Ragnarsson, Sverrir Þórhallsson og Hrefna Kristmannsdóttir, 1993: Hitaveita Rangæinga. Jarðhitarannsóknir 1987-1992 og möguleikar á frekari orkuöflun. Orkustofnun, OS-93008/JHD-03 B, 74s.
- Guðni Axelsson, 1998: Stutt dæluprófun holu KH-34 í Kaldárholti. Orkustofnun, greinargerð GAX-98/03, 6s.

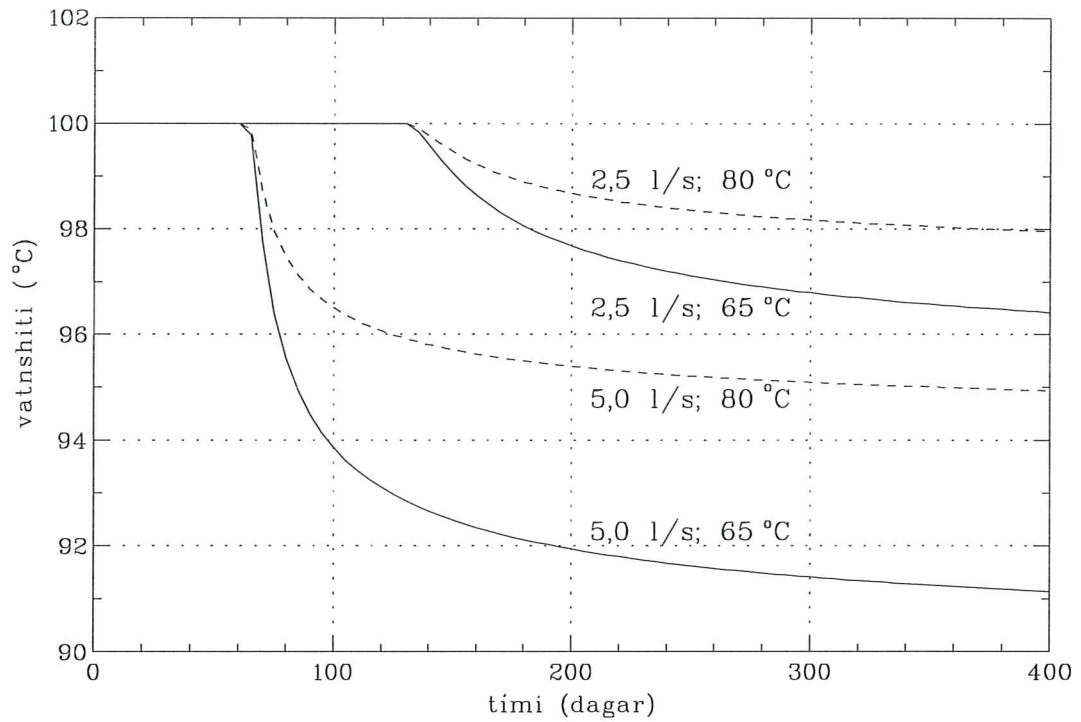
Guðni Axelsson og Jósef Hólmjárn, 1993: Hóla GN-1 í Götum við Laugaland í Holtum. Mælingar 31.08.93 og tillögur um prófun. Orkustofnun, greinargerð GAx/JH-93/01, 6s.

Guðni Axelsson, Grímur Björnsson, Ólafur G. Flóvenz, Hrefna Kristmannsdóttir og Guðrún Sverrisdóttir, 1995: Injection experiments in low-temperature geothermal areas in Iceland. *Proceedings of the World Geothermal Congress 1995*, Flórenz, Ítalíu, Maí 1995, 1991-1996.

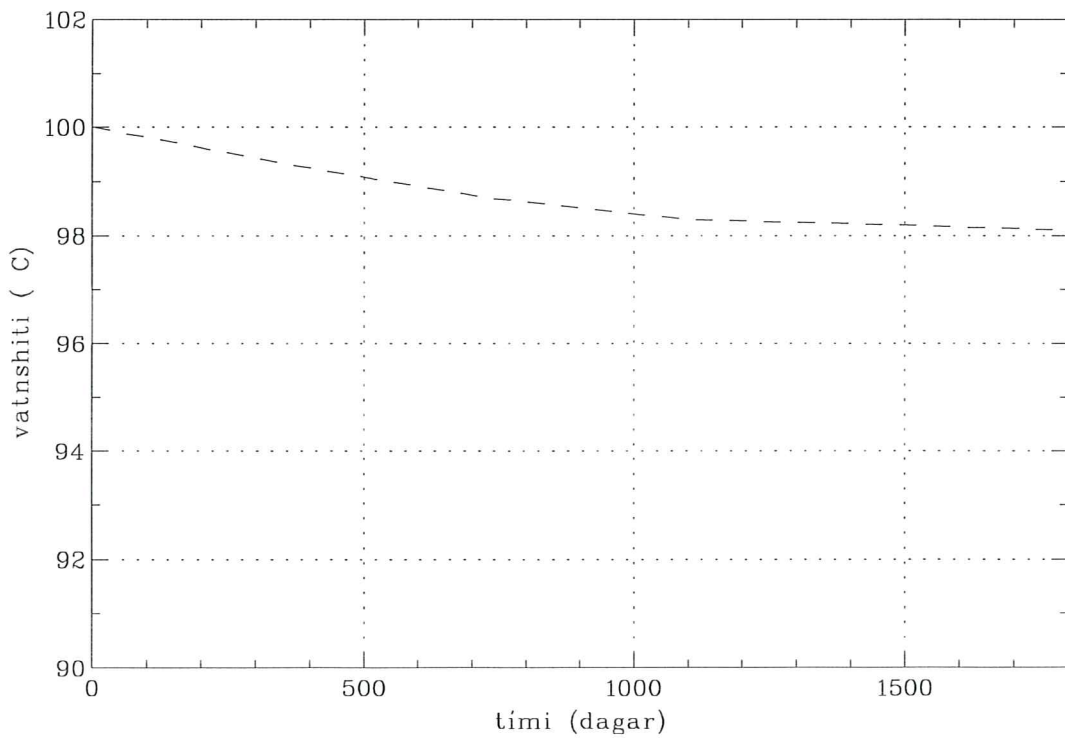
Guðni Axelsson



Mynd 1. Áætlaður tími frá því að niðurdæling hefst í holu GN-1 þar til kólnunar fer að gæta í holu LWN-4 ("thermal breakthrough time").



Mynd 2. Reiknaður hiti vatns úr holu LWN-4 fyrir nokkur tilfelli niðurdælingar í holu GN-1.



Mynd 3. Áætluður hiti vatns úr holu LWN-4 í fimm ár, ef 5 l/s af 65°C vatni er aðeins dælt niður í 3 mánuði á ári.

