

Afköst holu ÓS-01 í Ósaboðnum.
Frumniðurstöður

**Þórólfur H. Hafstað,
Magnús Ólafsson,
Kristján Sæmundsson,
Guðni Axelsson,
Peter E. Danielsen**



Afköst holu ÓS-01 í Ósabotnum Frumniðurstöður

1. Inngangur

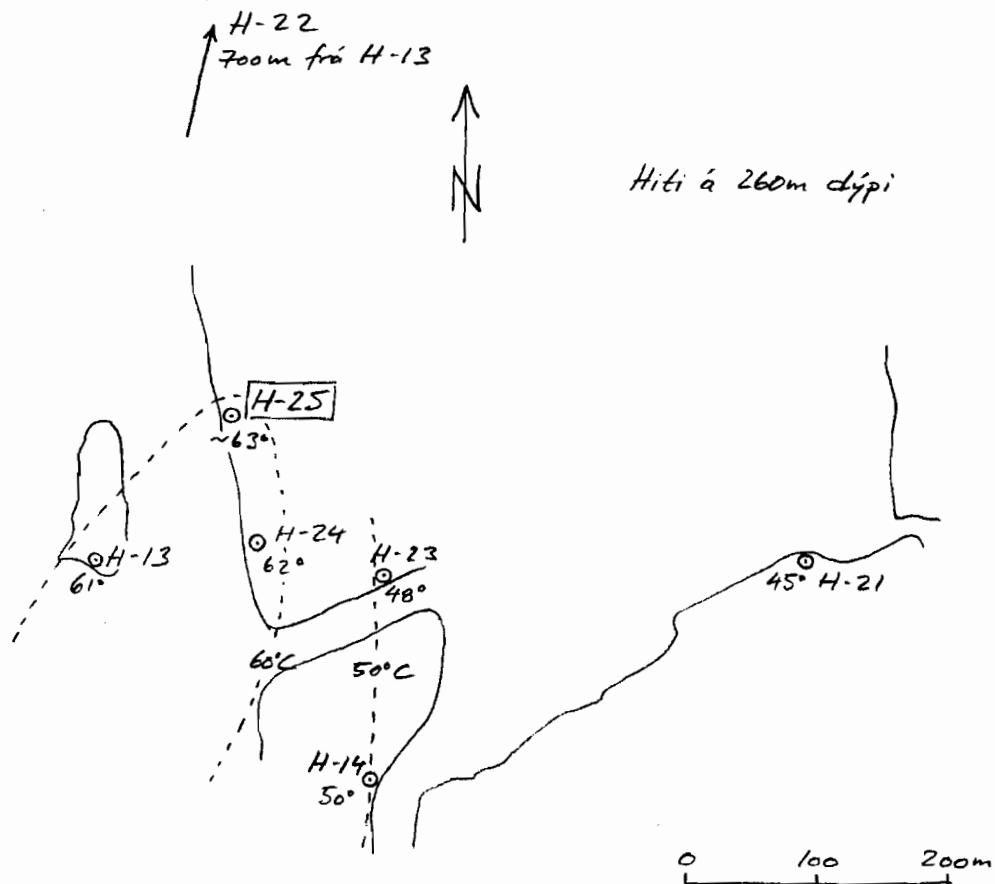
Í þessari greinargerð verður sagt stuttlega frá niðurstöðum loftdælingar úr nýrri vinnsluholu Selfossveitna í Ósabotnum, Stóra Ármóti, sem framkvæmd var þann 29. janúar 2001. Einnig er stuttlega greint frá forsögu borunar holunnar og frumniðurstöðum efnagreininga vatns úr holunni. Úrdælingin var gerð til að geta lagt fyrsta mat á hver afköst holunnar væru. Jafnframt var hún hitamæld til að reyna að finna hvar innrennsli heita vatnsins ætti sér stað. Í stuttu máli reyndist holan vera mjög gjöful og vatnið upp komið tæplega 78°C.

Fyrir nokkrum árum var jarðhitasvæðið á Laugarbökkum í Ölfusi kannað með leitarholum. Niðurstöður bentu til að þar væri yfir 90°C heitt vatnskerfi niður við Ölfusá eða undir henni. Síðustu tvær leitarholurnar voru boraðar austan árinna, sem þarna er rúmlega 400 m breið, og reyndust báðar heitar. Hóla HT-13 í Grjóthólma kom í yfir 80°C heitt vatn á um 500 m dýpi, en hóla HT-14 í Flatey var kaldari og kom ekki í vatn. Niðurrennsli er í holu HT-13, alveg niður í botnæðina.

Snemma árs 2000 var svæðið austan ár kannað betur og bætt við nokkrum 200-300 m djúpum leitarholum (HT-21 - HT-24). Þær sýndu heitasta spildu með NNA-SSV stefnu sem lá milli Grjóthólma og lands (mynd 1). Hóla HT-25 var boruð nærri hitahámarkinu niður í rúma 500 m. Hún gaf mikið vatn úr æðum á breiðu dýptarbili allt til botns. Hóla HT-25 var grannt fódruð og hentaði ekki sem vinnsluhóla. Í hana var sett mælirör sem og í holur HT-23 og HT-24 sem eru næstar henni sunnan og austan megin.

Engar sprungur sjást á þessu svæði. Ölfusá hefur flætt þarna yfir og sandur fokið á bakkana næst henni, en austar eru síki og mýrlendi. Norður á móts við Ármótsbæina fara fyrst að sjást sprungur í hrauninu. Nærri lætur að stefnan á þeim sé á Ósabotna.

Síðastliðið vor var byrjað á vinnsluholu, sem fengið hefur nafnið ÓS-01 (fast staðarnúmer $s = 87501$), og hún staðsett 5 m austan við HT-25. Holan var boruð með jarðbornum Trölla frá Ræktunarsambandi Flóa og Skeiða. Í hana var sett 10" fóðring í 150 m, en síðan steipt í allar æðar, allt niður á 360 m dýpi. Vinnslukaflinn var síðan boraður í 804 m í lok janúar 2001, og reyndist æð vera í botni holunnar (sbr. mælingar fyrir og eftir prófun, mynd 2). Vatnsæðar stóðust á í báðum holunum. Hóla HT-25 var jarðlagagreind ásamt leitarholum HT-23 og HT-24. Misgengi sýna sig að vera á milli holnanna, t.d. um 30 m á milli holna 25 og 24 (niður að vestan), en holur 23 og 24 eru á sömu spildunni.



Mynd 1. Staðsetningar leitarholna í Ósabatnum og hiti á 260 m dýpi. Hola ÓS-01 er staðsett rétt austan holu HT-25.

2. Prepadæling í lok borunar

Holan var hreinsuð með loftdælingu nokkra hríð þann 28. janúar áður en stangalengjan var endanlega dregin upp. Þá var borkrónan á um 350 m dýpi. Vatnsmagnið, sem upp fékkst við þennan blástur var ríflega 75 l/s, mælt á grófgerðri yfirfallsstíflu.

Við hitamælingar fyrir loftdælingu þann 29. janúar kom í ljós að mælipróbunni hætti til að stoppa á 303 m og 327 m dýpi. Þar virðast vera einhverjar þrengingar, en þó líklega öllu frekar skápar eða syllur í holuvegginn. Fyrirstöðurnar ollu nokkrum töfum, þar sem nauðsynlegt reyndist að hefja mælinguna upp á nýtt. Eftir svolítið japl náðist að smeygja mælipróbunni niður. Að öðru leyti reyndist holan greiðfær.

Rennsli var mælt í mælistífla með rétthyrndu, U-laga yfirfalli, sem bormenn höfðu smíðað á árbakkanum. Hún var 1 m að breidd og með 20 cm þröskuldshæð. Rennslið var mælt sem vatnshæð í lóninu innan stíflu og notaður rennslislykill Sigurjóns Rist. Vatnsmagni varð að stilla í hóf til að flaumurinn spillti ekki þessu mannvirki. Aðstaða til rennslismælinga dæmist vera góð og nákvæmni í aflestri metin $\pm 10\%$.

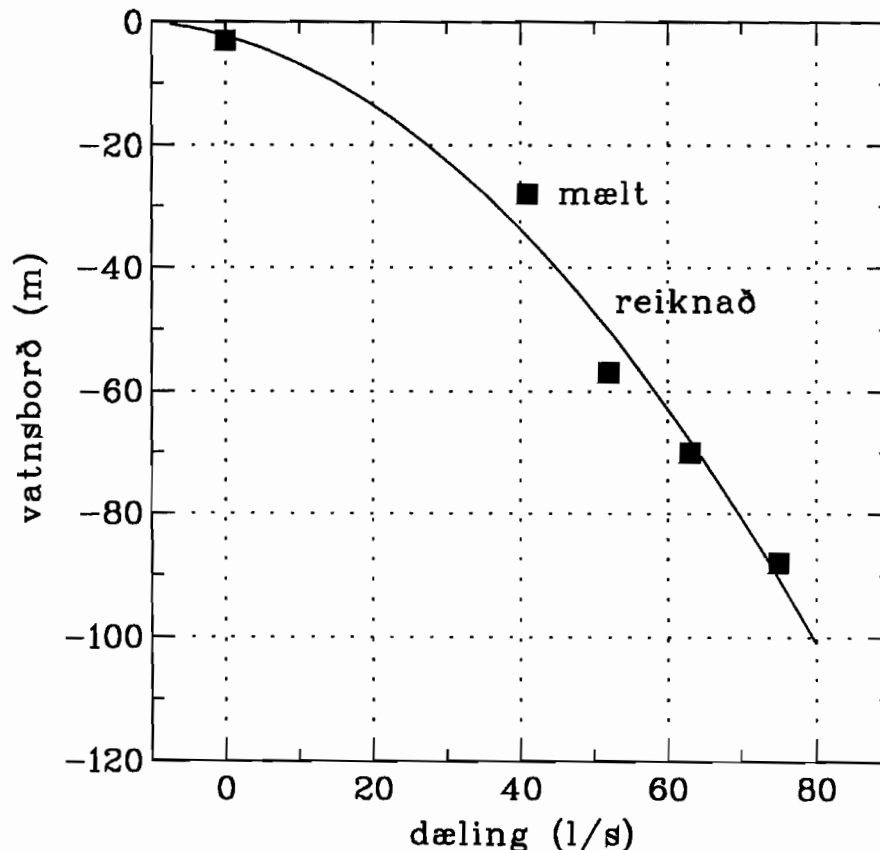
Þrýstingur var mældur niðri í holunni með þrýstiskynjara mælingabílsins. Skynjaranum er þá yfirleitt komið fyrir um 100 m neðan við enda borstanganna. Hann mælir hversu

mikið lækkar í holunni við úrdælingu hverju sinni. Grunnvatnsborð reyndist vera á um 8 m dýpi, miðað við flangs á 10" fóðringunni.

Hiti á vatninu var mældur með GO-hitamæli mælingabílsins, sem hafður var í holunni á sama stað og þrýstiskynjarinn. Hér er skráður hiti í lok hvers þreps, en hann reyndist vera afar stöðugur; 77,7°C meðan dælt var.

Vatnsmagnið, eða dælingin, ákvarðast að mestu leyti af því, hve djúpt borstangir eru látnar ná ofan í holuna en að minna leyti af afkastagetu loftpressunnar. Fyrirfram var vitað að búast mátti við töluvert miklu vatnsmagni. Því var afráðið að hafa stangaendann tiltölulega grunnt svo vatnsmagnið yrði mælanlegt. Tekin voru þrjú þrep þar með stangaenda á bilinu 50 - 150 m. Afkastaferill holunnar, eins og hann er áætlaður eftir þessa stuttu þrepaðælingu, er sýndur á mynd 2.

Hitamælingar voru gerðar með mælingabíl áður en þrepaðæling hófst og aftur meðan á síðasta þrepinu stóð. Þær eru sýndar á mynd 3. Hitinn lækkar rólega frá ca. 450 m og snöggglækkar á rétt rúmlega 500 m dýpi; hækkar svo smám saman til botns (801 m). Botnhiti fyrir þrepaðælingu var 84°C.



Mynd 2. Afkastaferill ÓS-01 samkvæmt þrepaðælingu, en hann fylgir jöfnunni h (vatnsborð í m) = $-2,3 - 0,34 Q - 0,011Q^2$, þar sem Q er rennslið í l/s

Hér á eftir eru rakin helstu atriði loftdælingarinnar úr ÓS-01 þann 29. janúar 2001. Fylgst var með rennslinu í yfirfallinu, loftþrýstingi frá pressu, vatnsborði í HT-25, sem er í um 5 m fjarlægð frá ÓS-01 og vatnshita í lok hvers þreps. Þrýstingur niðri í holunni var síritaður

og upplýsingarnar vistaðar á tölvu mælingabíls. Hér er hann umreiknaður sem dýpi á vatnsborðið í holunni og tekið tillit til aflesturshliðrunar, sem er 9 m.

Fyrsta þrep:

Endi borstanga á 104.0 m dýpi.

Þrýstiskynjari settur á 200.0 m dýpi.

- 14:45 Vatnsborð ÓS-01: 7.5 m. Vatnsborð HT-25: 7.75 m.
- 14:50 Dæling hefst.
- 14:05 Þrýstingur: 17.1 bar; vatnsborð í holu: $200 - 171 + 9 = 38$ m.
- 15:19 Þrýstingur: 15.4 bar; vatnsborð í holu: $200 - 154 + 9 = 55$ m.
- 15:30 Rennsli mælt 9.2 cm á yfirfalli = 52 l/s.
- 15:43 Þrýstingur: 15.5 bar; vatnsborð í holu: $200 - 155 + 9 = 54$ m.
- 15:55 Rennsli mælt 9.2 cm á yfirfalli = 52 l/s.
- 16:03 Þrýstingur: 15.4 bar; vatnsborð í holu: $200 - 154 = 46$ m.
- 16:00 Vatnsborð HT-25: 36.96 m.
- 16:04 Vatnshiti; mældur í fóðringu (á 200 m dýpi): 77.7°C.
- 16:04 Loftpressa drepur á sér. Dælingu lýkur. Dælt var í 74 mín.

Annað þrep:

Endi borstanga á 148.5 m dýpi.

Þrýstiskynjari settur á 250.0 m dýpi.

- 16:47 Mæling hefst. Hiti (á 250 m dýpi) 75°C.
- 16:55 Þrýstingur: 18.4 bar; vatnsborð í holu: $250 - 184 + 9 = 75$ m.
- 16:58 Þrýstingur: 18.7 bar; vatnsborð í holu: $250 - 187 + 9 = 72$ m.
- 17:00 Rennsli mælt 10.2 cm á yfirfalli = 63 l/s.
- 17:05 Þrýstingur: 18.9 bar; vatnsborð í holu: $250 - 189 + 9 = 70$ m.
- 17:17 Þrýstingur: 18.9 bar; vatnsborð í holu: $250 - 189 + 9 = 70$ m.
- 17:18 Rennsli mælt 10.2 cm á yfirfalli = 63 l/s.
- 17:20 Loftpressa drepur á sér. Dælingu lýkur. Dælt var í 35 mín.
- 17:22 Vatnsborð HT-25: 41 m. (mælt eftir að dæling hætti).

Þriðja þrep:

Endi borstanga á 52.5 m dýpi.

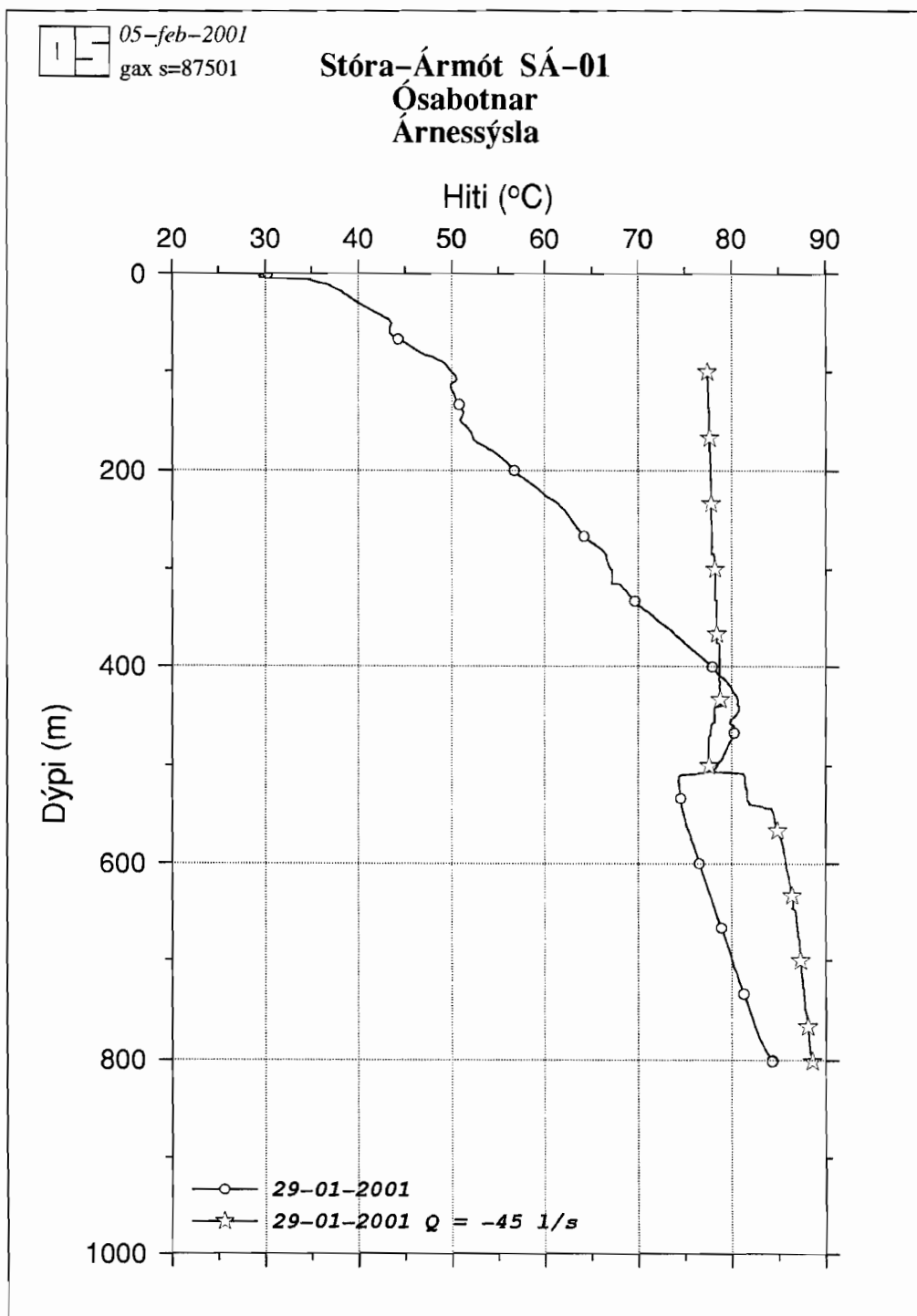
Þrýstiskynjari settur á 100.0 m dýpi.

- 18:13 Mæling hefst. Hiti (á 100 m dýpi) 74°C.
- 18:22 Þrýstingur: 7.5 bar; vatnsborð í holu: $100 - 75 + 9 = 34$ m.
- 18:28 Þrýstingur: 7.9 bar; vatnsborð í holu: $100 - 79 + 9 = 30$ m.
- 18:32 Þrýstingur: 8.2 bar; vatnsborð í holu: $100 - 82 + 9 = 27$ m.
- 18:34 Rennsli 8 cm = 41 l/s. Hiti (á 100 m dýpi) 77.7°C. Hitamælt til botns.
- 19:35 Rennsli 8 cm = 41 l/s. Hiti (á 100 m dýpi) 77.8°C.
- 19:51 Þrýstingur: 8.5 bar; vatnsborð í holu: $100 - 82 + 9 = 27$ m.
- 19:51 Hiti (á 100 m dýpi) 77.7°C. Vatnsborð HT-25: 28.55 m^{*)}.
- 19:52 Dælingu lýkur. Dælt var í um 95 mínútur.
- 19:55 Vatnsborð virðist vera skotfljótt að ná jafnvægi.

*) Vatnssúlan í HT-25 er köld og mælist því vatnsborð lægra en í ÓS-01.

Afkastaferill holunnar ÓS-01, eins og hann er áætlaður eftir þessa stuttu þrepaðælingu, er sýndur á mynd 2, eins og áður segir. Hann fylgir jöfnunni $h = -0,011 Q^2 - 0,34 Q - 2,3$

þar sem h er dýpi á vatnsborði í metrum og Q dælingin í l/s. Samkvæmt henni virðast töp vegna iðustreymis og lagstreymis vera frekar lítil. Við 50 l/s dælingu er iðustreymistapið þó um 27 m, en lagstreymistapið aðeins 17 m. Daginn áður en þessi þrepaðæling var gerð, hafði verið dælt um hríð nálægt 75 l/s úr holunni. Eins og sýnt er á myndinni ætti vatnsborðið þá að hafa verið á um 90 m dýpi.



Mynd 3. Hitamælingar í holu ÓS-01 við borlok.

Holan var hitamæld aftur meðan á síðasta þrepinu stóð, eins og fram kemur á mynd 2. Í ljós kom að hitinn neðan 500 m hafði hækkað umtalsvert. Botnhiti mældist um 89°C. Af þessum mælingum sést að holan hefur ekki enn jafnað sig eftir borunina. Hitamælingarnar sýna að eitthvað vatn kemur úr neðsta hluta holunnar, en að aðalæðarnar eru á c.a. 500 og 540 m dýpi. Þá er eitthvað af æðum á dýptarbilinu frá 400 – 500 m. Æðin á 540 m dýpi er yfir 80°C heit, en sú á 500 m gæti verið um eða undir 75°C. Því er blandan sem upp kemur um 78°C heit. Líklegast á holan enn eftir að hitna eitthvað, en ekki ljóst hvort það muni breyta vatnshitanum úr holunni verulega.

3. Frumniðurstöður um efnainnihald

Vatnssýni til greininga á nokkrum aðalefnum var tekið samhliða loftdælingu holu ÓS-01 þann 29. janúar síðastliðinn. Sýnið var tekið kl. 17:15 og var þá blásið u.þ.b. 63 l/s frá holunni. Borstangir voru á 150 m dýpi. Hiti vatnsins var 78°C. Lokið er greiningum á kísli (SiO₂), kalsíum (Ca), klóríði (Cl) og sulfati (SO₄). Tilgangur þessara mælinga var að kanna efnasamsetningu vatnsins og hugsanleg tengsl þess við þekktu jarðhitastaði í nágrenni holunnar. Niðurstöður efnagreininga eru sýndar í töflu 1 og til samanburðar eru þar sýndar niðurstöður efnagreininga á vatni úr borholum í Þorleifskoti, Laugardælum, Oddgeirshólum, Laugarbökkum og Vaðnesi.

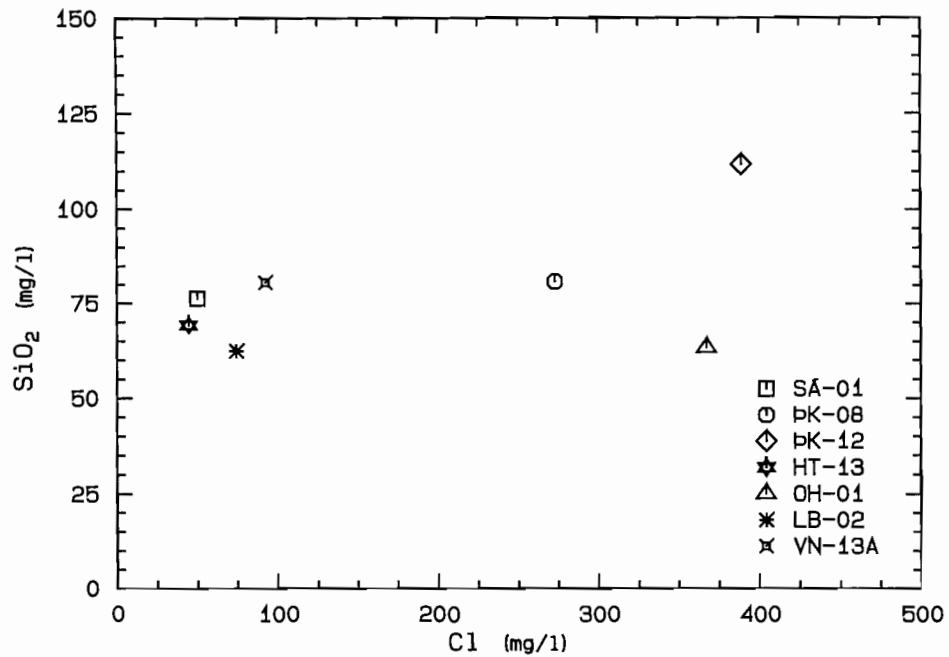
Tafla 1. Efnasamsetning vatns úr holu ÓS-01 og nokkrum holum í nágrenni hennar (mg/l).

Staður	Stóra-Árnót Ósabatnar	Þorleifskot	Laugardælir	Laugardælir Grjóthólmi	Oddgeirshólar	Laugarbakkur	Vaðnes
Hola	SÁ-01	ÞK-08	ÞK-12	HT-13	OH-01	LB-02	VN-13A
Dags.	2001.01.29	1968.02.15	1995.04.06	1995.05.16	1985.06.04	1994.06.29	1994.07.21
Númer	2001-0030	1968-3270	1995-0050	1995-0087	1985-0206	1994-0128	1994-0148
Hiti (°C)	78	79	118	-	78	56,5	77,5
Sýrustig (pH/°C)	-	8,2/79	9,1/23	-	9,7/23	9,9/25	9,6/25
Kísill (SiO ₂ sub 2S)	76,3	81	112	69,2	63,4	62,3	80,6
Kalsíum (Ca)	4,65	31,4	35,4	4,89	38,2	4,0	7,2
Klóríð (Cl)	50	273	389	44,5	367	74,3	92,4
Súlfat (SO ₄ sub 4S)	20	56,4	157	18,8	94,2	28,2	67,3
Kalsedónhiti (°C)	65-70	90	110	60-65	60	50	75

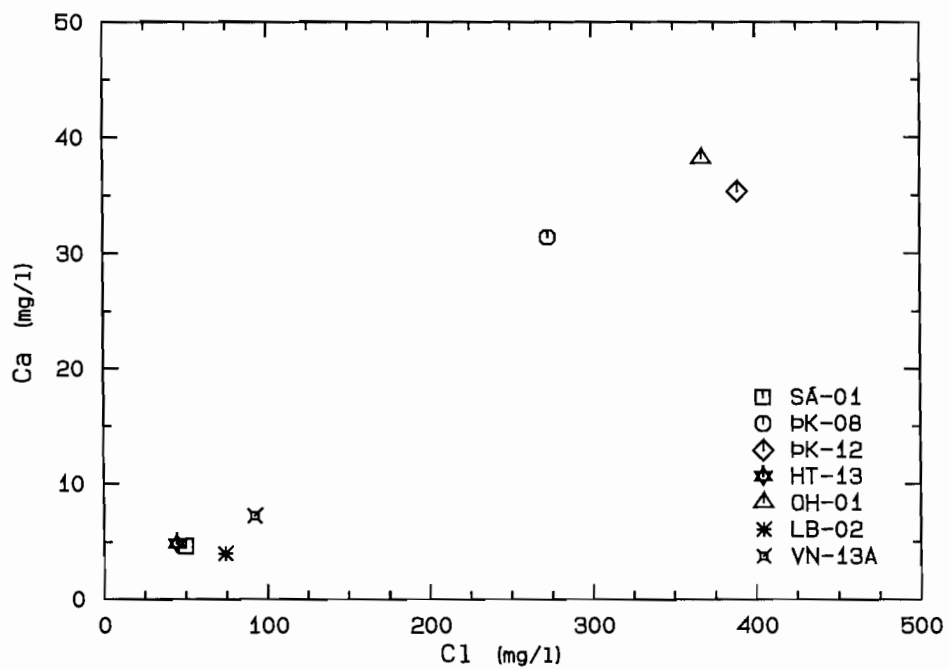
Vatnið úr holu ÓS-01 er fremur efnasnautt, t.d. ef mið er tekið af vatni úr vinnsluholum Selfossveitna í Þorleifskoti og Laugardælum. Í töflu 1 má sjá að efnainnihald vatnsins úr holunni er líkt vatninu úr holunum í Grjóthólma, Laugarbökkum og Vaðnesi, en ólíkt vatninu úr holum í Laugardælum (ÞK-12), Þorleifskoti og Oddgeirshólum. Myndir 4 til 6 sýna þennan mun ágætlega en á þeim hefur styrkur kísils, kalsíums og sulfats verið dreginn á móti styrk klóríðs (seltu).

Við sýnatöku úr holu ÓS-01 var ekki safnað sérstaklega sýni til að mæla sýrustig (pH) vatnsins, enda slíkt marklaust þegar loftdælt er úr borholum. Til að unnt sé að reikna s.k. kalsedónhita, sem aðallega byggir á styrk kísils í vatninu, er nauðsynlegt að þekkja sýrustig vatnsins. Þar sem vatnið úr holu ÓS-01, og reyndar einnig úr holu HT-13, líkist um margt vatni úr holunum á Laugarbökkum og Vaðnesi, þá má gera ráð fyrir að sýrustig þess sé einnig líkt. Ef gert er ráð fyrir að sýrustig vatnsins sé 9,7 til 9,8 við 25°C (mitt á milli

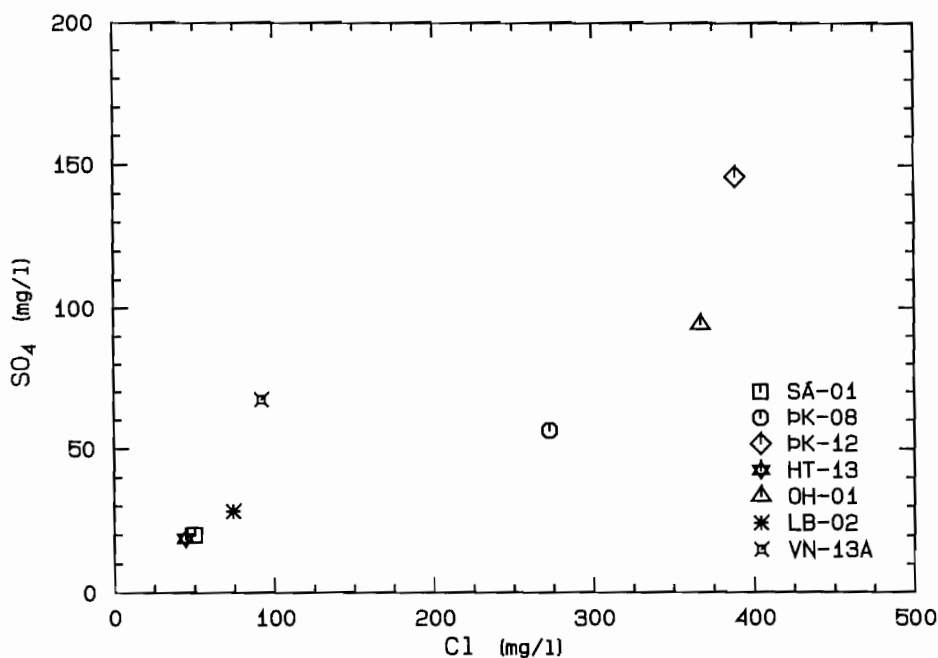
Laugarbakka og Vaðness) þá reiknast kalsedónhiti vatnsins úr holu ÓS-01 65-70°C og 60-65°C fyrir vatn úr holu HT-13. Niðurstöður þessar útreikninga eru sýndir í töflu 1.



Mynd 4. Vensl kísils og klóríðs í holum ÓS-01, PK-08, PK-12, HT-13, OH-01, LB-02 og VN-13A.



Mynd 5. Vensl kalsíums og klóríðs í holum ÓS-01, PK-08, PK-12, HT-13, OH-01, LB-02 og VN-13A.



Mynd 6. Vensl sulfats og klóríðs í holum ÓS-01, ÞK-08, ÞK-12, HT-13, OH-01, LB-02 og VN-13A.

4. Lokaorð

Frumniðurstöður prófunar holu ÓS-01 í Ósabatnum benda til þess að holan og jarðhitasvæðið séu töluvert afkastamikil. Holan virðist gefa um 50 l/s með 60 m niðurdrætti til skamms tíma. Til lengri tíma má reikna með eitthvað meiri niðurdrætti, þó ólíklegt sé að hann verði meiri en 80-90 m við 50 l/s dælingu. Um 30 m af þessum niðurdrætti er vegna iðustreymistaps í holunni, sem minnka mætti með víðari vinnsluholu. Vatnshiti úr holunni verður væntanlega á bilinu 78 – 80 °C.

Ef byggt er á öðrum jarðhitakerfum á þessum slóðum má segja að ólíklegt sé að langtímaniðurdráttur á svæðinu verði verulegur. Hins vegar er ekki hægt að útiloka hættu á einhverri kólnun efstu æða í holunni vegna niðurrennsli kaldara vatns úr efri jarðlögum. Er það vegna þess hve jarðhitakerfið virðist vel opið. Þess vegna verður mikilvægt að fylgjast vel með efnainnihaldi vatns úr holunni eftir að langtímadæling úr henni hefst, en breytingar í efnainnihaldi eru oftast fyrirboði kólnunar.

Þar sem hola ÓS-01 hefur aðeins verið prófið skamma stund (nokkra klukkutíma) verður nauðsynlegt að dæluþróa holuna mun lengur áður en ákvörðun verður tekin um lögnaðveituæðar og virkjun svæðisins. Meginþættir slíkrar prófunar ættu að vera eftirfarandi:

1. U.þ.b. 50 l/s dæling úr holunni í 4 – 8 vikur. Dælan þyrfti þá að vera staðsett á um 100 m dýpi. Rennsli og heildarmagn þarf að mæla nákvæmlega.
2. Fylgst verði með vatnsborði í holu ÓS-01, en sérstaklega í holu HT-25 og nokkrum öðrum af könnunarholunum. Einnig þarf að athuga með stöku mælingar vestan Ölfusár.
3. Fylgst verði nákvæmlega með hita vatns úr holunni, með vel kvörðuðum og stöðugum hitamæli.

4. Meðan á prófuninni stendur þarf að taka vatnssýni til greininga á nokkrum efnum, sennilega á einnar viku fresti. Hugsanlegar efnabreytingar má síðan nýta til þess að meta kólnunarhættuna.

Ef Ósaboþnasvæðið verður virkjað má nefna eftirfarandi varðandi framhaldið:

- A. Líklegast verður ekki frekar átt við holu HT-13. Því hefði verið æskilegt að setja í hana mælirör. Aðgerðum í holunni lauk með því að steypþ var í hana ofan 200 m, en þegar steypþan var boruð út fór borinn út úr holunni og var þá hætt. Óvíst er um niðurrennsli í henni nú, en það kæmi þá úr æðum neðan ~200 m.
- B. Ósaboþnasvæðið verður sýnilega ekki fullnýtt með holu ÓS-01 og fljótleða verður líklega farið að huga að stað fyrir nýja borholu. Með hliðsjón af fyrirliðgjandi gögnum yrði hún staðsett ASA af Grjóthólma. Þegar sú hola verður boruð þarf væntanlega að miða við fóðringu í ~400 m. Einnig verður þá rétt að hafa í huga að hola ÓS-01 er ekki komin í gegnum vatnskerfið og enn óvíst hvað tekur þar við neðan 800 m. Til þess þyrfti a.m.k. 1000 m djúpa holu.
- C. Jarðlög í holu ÓS-01 verða greind neðan 500 m og samband við æðar athugað sem og tengsl við nálægar holur.
- D. Ólíklegt er talið að Laugarbakka- og Ósaboþnasvæðið séu eitt og hið sama. Laugarbakkasvæðið er töluvert heitara, en líklega mun tregara. Þar kæmi líklega stefnuboruð hola í fyllingu tímans.

*Þórólfur H. Hafstað
Magnús Ólafsson
Kristján Sæmundsson
Guðni Axelsson
Peter E. Danielsen*

