

Um efnasamsetningu vökva í Bláa lóninu í Svartsengi

Jón Örn Bjarnason

Greinargerð JÖB-91-03

UM EFNASAMSETNINGU VÖKVA Í BLÁA LÓNINU Í SVARTSENGI

Síðan orkuverið í Svartsengi tók til starfa hefur affallsvatninu verið veitt út í hraun. Þar hefur það myndað allstórt lón, svo sem kunnugt er. Þetta lón, sem í daglegu tali er nefnt Bláa lónið, hefur vakið athygli og áhuga margra, en ýmsir telja vatnið í því hafa lækningamátt, einkum gegn húðkvillum. Ekki skal lagður neinn dómur á það hér, en hitt er víst, að ýmsar þjóðsögur hafa spunnist um efnasamsetningu lónvökvans, og hafa villandi upplýsingar þar að lútandi jafnvel birst á prenti. Þykir því ástæða til að koma hér á framfæri þeim gögnum um efnasamsetningu vökvans í lóninu sem Orkustofnun hefur undir höndum, ef það mætti verða til þess að leiðrétta misskilning.

Vökvinn í jarðhitakerfinu í Svartsengi, djúpt í jörðu, er um 240°C heitur og talsvert saltur, enda er hann sjór að u.þ.b. tveimur þriðju hlutum en ferskvatn að einum þriðja, og er þess vegna oft kallaður jarðsjór. Efnahvörf við berg hafa þó raskað hlutföllum ýmissa uppleystra efna í blöndunni og er t.d. styrkur magnesíums aðeins þúsundasti hluti þess sem vænta mætti af þriðjungsböndu ferskvatns í sjó. Afgangurinn hefur þá fallið út í berginu, væntanlega sem magnesíumsílikat. Á hinn bóginn er í jarðsjónum uppleyst u.þ.b. fimmtíu sinnum meira kísildíoxíð, sem í daglegu tali er oftast aðeins kallað kísill, en vera myndi í téðri blöndu við venjulegan umhverfishita. Ástæðan er sú, að kísill leysist úr berginu, en leysni kísils eykst mjög ört með hækkandi hita. Ítarlegri upplýsingar um efnasamsetningu jarðhitavökvans í Svartsengi má finna í skýrslum Orkustofnunar (sjá t.d. Jón Örn Bjarnason: Svartsengi. Efnæftirlit 1980 – 1987. Orkustofnun, OS-88001/JHD-01, 1988)

Þegar vökvinn streymir upp eftir borholu fellur þrýstingurinn og vökvinn sýður. Í orkuverinu er þessi blanda vatns og gufu skilin í sundur. Gufan og vökvinn eru nýtt til þess að framleiða rafmagn og hita upp kalt ferskvatn, sem leitt er í hús. Þegar varminn hefur þannig verið unninn úr jarðhitavökvunum, að svo miklu leyti sem hagkvæmt þykir, er jarðsjónum veitt út í lónið, u.þ.b. 70°C heitum. Þar kólnar vökvinn enn frekar, og nokkuð af honum gufar upp. Afgangurinn leitar niður í hraunið um sprungur.

Við aðskilnað fasanna sitja steinefnin eftir í vökvunum, en lofttegundir, einkum koldíoxíð og brennisteinsvetni, fylgja gufunni að langmestu leyti. Við gufutapið eykst styrkur uppleystra steinefna í vökvunum, og í lóninu er hann talsvert hærri en í jarðhitakerfinu.

Kísillinn er að vísu nokkur undantekning frá þessu, því styrkur einnar gerðar hans, ópals, nær metunarmörkum strax við 135–140 °C. Í lóninu fjölliðast kísillinn því, þ.e. sameindirnar mynda langar keðjur. Smátt og smátt verða til agnir sem falla út og setjast á botn lónsins og mynda kísileðjuna sem þar er. Styrkur uppleysts kísils í lónvökvunum minnkar þá sem því nemur.

Kísileðjan fyllir smátt og smátt í sprungur í hrauninu og þéttir þannig botn lónsins. Vegna þessa hefur lónið breitt úr sér og teygir sig nú alllangt í vestur frá orkuverinu.

Lónvökvinn er í senn bláleitur ásýndum og dálítið mjólkurlitaður, og er þetta hvort tveggja af völdum kísilsins. Litlar kísilagnir dreifa ljósinu sem á lónið fellur, en mismikið eftir öldulengd ljóssins og stærð agnanna. Smæstu agnirnar, þær sem eru miklu minni en öldulengd ljóss, dreifa bláu ljósi langmest, grænu minna, en rauðu minnst. Þær valda því bláa litnum. Þetta fyrirbæri, sem einnig veldur bláma himins, er kennt við Rayleigh lávarð og kallast Rayleigh-dreifing. Sé þvermál agnar hins vegar svipað og öldulengd ljóss, er ljósdreifingin að kalla óháð öldulengdinni og dreifða ljósið sýnist hvítt. Þetta nefnist Mie-dreifing.

Stundum hefur borið á því að lónið tæki á sig grænleitan blæ, eða jafnvel gulgrænan. Við eftirgrennslan hefur komið í ljós, að gróður í vatninu veldur þessu, væntanlega einhvers konar þörungar.

Á vegum Orkustofnunar hafa verið tekin þrjú sýni af vatninu í lóninu og þau efnagreind. Það fyrsta var tekið í júní 1982, annað í ágúst 1986 og það þriðja í september sama ár. Seinni sýnin tvö voru m.a. tekin til að ákvarða eðlismassa vökvans í lóninu. Niðurstöður greininga þessarar þriggja sýna er að finna í töflu 1.

TAFLA 1. Styrkur efna (mg/kg) í Bláa lóninu.

Dagsetning	82-06-10	86-08-24	86-09-26
Númer	82-0084	86-0108	86-0142
pH/Hiti	7,70/24	7,72/22	7,96/20
Kísill (SiO ₂)	137,2	138,7	114,1
Natríum (Na)	9277	5812	7967
Kalíum (K)	1564	998	1336
Kalsíum (Ca)	1449	1012	1288
Magnesíum (Mg)	1,41	2,32	0,98
Karbónat (CO ₂)	16,5	23,9	19,7
Súlfat (SO ₄)	38,6	24,0	28,9
Súlfíð (H ₂ S)	0,0	0,0	0,0
Klóríð (Cl)	18514	12008	16167
Flúoríð (F)	0,14	0,14	0,16
Bór (B)	–	7,3	–
Uppl. Efni	31902	21100	28424

Í töflunni táknar *Uppl. Efni* heildarstyrk uppleystra efna fundinn með þurreimingu, en *Hiti* er það hitastig sem sýrustigið, *pH*, er mælt við. *Karbónat* táknar heildarstyrk karbónats, bíkarbónats og kolsýru, reiknaðan sem CO₂. Á sama hátt táknar *súlfíð* heildarstyrk súlfíðs, bísúlfíðs og brennisteinsvetnis, reiknaðan sem H₂S. Efnastyrkur

(annar en pH) er gefinn í mg í hverju kg vökva.

Fyrsta sýnið gefur tvímælalaust réttasta mynd af efnasamsetningu vatnsins í lóninu eins og hún var lengst framan af, eða til ársloka 1984. Vegna niðurdælingar ferskvatns, sem hófst um það leyti, þynntist vökvinn í holu 6 smátt og smátt á næstu þremur árum um liðlega 20%. Af þeim sökum má búast við því að lónvökvinn hafi í ársbyrjun 1988 verið u.þ.b. 4 – 5% þynnri en áður og hafi innihaldið um 17700 mg/kg af klóríði og önnur efni í hlutfalli við það.

Sýnin tvö sem tekin voru haustið 1986 voru þó mun þynnri en þessu nemur eins og sjá má af töflu 1. Ástæðan er sú, að um þetta leyti var um hríð dælt ferskvatni út í lónið vegna vinnu við lagnir orkuversins, og þynntist því lónvökvinn. Þetta varð þó tilefni þess að samband eðlismassa lónvökvans og klóríðinnihalds var kannað, eins og fjallað hefur verið um í skýrslu Orkustofnunar (Jón Örn Bjarnason: Svartsengi. Eðlismassi vatns í Bláa lóninu. Orkustofnun OS-86068/JHD-29 B, 1986). Í ljós kom að unnt er að tjá eðlismassann sem

$$\rho(T) = \rho_0(T) + 1,19 \cdot 10^{-6} \cdot Cl$$

þar sem $\rho(T)$ táknar eðlismassa lónvökva í g/cm^3 við hitastig T , $\rho_0(T)$ eðlismassa eimaðs vatns í sömu einingu og við sama hitastig, og Cl styrk klóríðs í mg/kg . Væri hitastigið því t.d. $35^\circ C$ og klóríðstyrkurinn $16000 mg/kg$ yrði eðlismassinn $1,0131 g/cm^3$, en eðlismassi eimaðs vatns er $0,9940 g/cm^3$ við þetta hitastig.

Síðan á vori 1988 hafa orðið nokkrar breytingar á rekstri jarðhitasvæðisins. Hafin var dæling niður í holu 5, en tekið að nýta holu 12 til orkuvinnslu. Þá var nokkuð af gufu, sem áður fór upp um háfa, virkjað með svonefndum Ormat hverflum, en þéttivatn frá þeim rennur út í lónið. Þegar þetta er ritað er hola 6 ekki í notkun, en vinnsla gufu úr holu 10 hefur verið aukin í staðinn. Vegna alls þessa má gera ráð fyrir að selta lónsins hafi breyst eitthvað aftur á undanförunum þremur árum, væntanlega til lækkunar. Engin ástæða er samt til þess að ætla að hlutföll hinna ýmsu efna hafi breyst innbyrðis svo teljandi sé.

Styrkur kvikasilfurs í lónvökvanum hefur verið mældur og reyndist hann um $40 ng/kg$. Aðrir þungmálmar hafa ekki verið greindir af hálfu Orkustofnunar enn sem komið er.

Þá hefur Orkustofnun engar greiningar á sjálfri kísileðjunni undir höndum.

Jón Örn Bjarnason