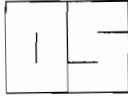




Hola BE-08 við Borðeyri. Efnainnihald í heitu vatni

Magnús Ólafsson

Greinargerð MÓ-2001-04



Hola BE-08 við Borðeyri

Efnainnihald í heitu vatni

Inngangur

Starfsmenn Orkustofnunar tóku sýni af heitu vatni úr holu BE-08 í Laugamýri norðan Borðeyri þann 3. október 2000. Sýnataka fór fram að frumkvæði Kristjáns Sæmundssonar í þeim tilgangi að kanna efnainnihald vatnsins með tilliti til nýtingarhæfi þess.

Hola BE-08 var boruð sumarið 2000, nánar tiltekið dagana 26. júlí til 10. ágúst. Hún er 456 m djúp og var boruð fyrir Bæjarhrepp. Við sýnatöku var staðsetning holunnar mæld með GPS tæki og eru niðurstöður sýndar í töflu 1. Rétt er að benda á að hæðarmælingin er ónákvæm.

Tafla 1. Staðsetning holu BE-08, hnatthnit WGS-84.

| Staður | N – S | A – V | Hæð (m y.s.) |
|--------|------------|------------|--------------|
| BE-08 | 65°13,057' | 21°06,496' | 47 |



Mynd 1. Hola BE-08 við Laugarholt, norðan Borðeyrar.

Niðurstöður

Sýnið hefur verið efnagreint og eru niðurstöður sýndar í töflu 2. Efnagreiningin fór fram á Efnarannsóknarstofu Orkustofnunar, nema hvað samsætur vetnis og súrefnis voru mældar á Raunvísindastofnun. Í töflu 2 er einnig sýnd efnasamsetning vatns úr hver á Reykjum í Hrutafirði, en vatn úr honum hefur verið notað til upphitunar á staðnum.

Tafla 2. Efnasamsetning vatns (mg/l).

| Staður | Borðeyri BE-08 | Reykir Hver |
|--------------------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Dags. Númer | 2000.10.03 2000-0366 | 1986.04.25 1986-0050 |
| Hiti (°C) | 60,3 | 98 |
| Uppleyst súrefni (O ₂) | > 0,1 | - |
| Sýrustig (pH/°C) | 8,9 / 22,4 | 8,6 / 22 |
| Karbonsat (CO ₂ (t)) | 9,28 | 13,9 |
| Brennisteinsvetni (H ₂ S) | 0,26 | 0,3 |
| Leiðni ((μS/cm)/°C) | 1412 / 25 | 1420 / 25 |
| Kísill (SiO ₂) | 126 | 126 |
| Bór (B) | 0,81 | 0,65 |
| Natrium (Na) | 236 | 225 |
| Kalíum (K) | 5,87 | 8,8 |
| Magnesium (Mg) | 0,019 | 0,03 |
| Kalsíum (Ca) | 50,5 | 62,8 |
| Flúoríð (F) | 1,39 | 2,3 |
| Klóríð (Cl) | 268 | 294 |
| Brómíð (Br) | 0,75 | - |
| Súlfat (SO ₄) | 205 | 213 |
| Ál (Al) | 0,004 | - |
| Mangan (Mn) | 0,0011 | - |
| Járn (Fe) | 0,0026 | - |
| Uppleyst efni (TDS) | 912 | 992 |
| δD (‰ SMOW) | -83,8 | - |
| δ ¹⁸ O (‰ SMOW) | -10,19 | 10,92 |

- : Ekki mælt



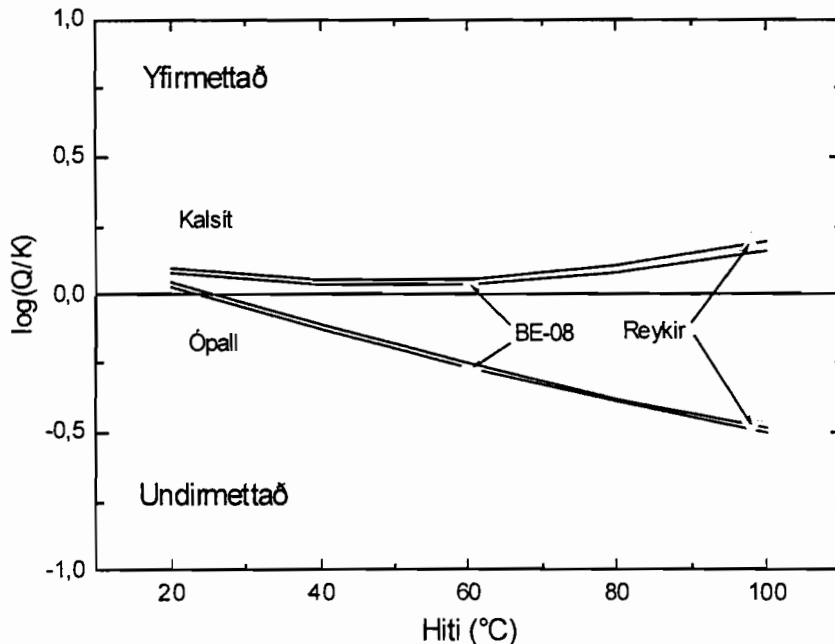
Mynd 2. Hóla BE-08.

Í töflu 2 sést að efnasamsetning vatnsins úr holu BE-08 er nánast sú sama og vatnsins sem notað er á Reykjum, þó hiti vatnsins úr holu 8 sé umtalsvert lægri. Af því má draga þá ályktun að nýtingarhæfi vatnsins, hvað varðar t.d. útfellingar og tæringu, ætti að vera svipað. Þó ber þess að geta að styrkur uppleysts súrefnis mældist hér í vatni úr holu 8 (> 0,1 mg/l), en súrefni í vatni sem þessu er mjög tærandi fyrir járn og stál. Við sýnatöku reyndist reyndar erfitt að troða sýnatökuslöngu ofan í holutoppinn á móti rennsli um hné, eða öllu heldur U-beygju, á holutoppi (mynd 2), og því mjög líklegt að súrefnið sé aðallega tilkomið vegna “andrúmsloftsmengunar” við sýnatökuna. Þetta mætti kanna nánar þegar búið verður að ganga betur frá holutoppi og koma þar fyrir loka fyrir sýnatöku að aðrar slíkar mælingar. Styrkur brennisteinsvetnis (H₂S) mældist 0,26 mg/l og bendir það til þess að uppleysta súrefnið sé komið úr andrúmslofti, þar eð súrefni og brennisteinsvetni “þrífast” ekki saman í vatni nema um skamma hríð. Brennisteinsvetnið er nefnilega þeirrar náttúru að það eyðir súrefni úr vatni og virkar því sem tæringarvörn.

Vatnið úr holu 8 er nokkuð salt (styrkur klóríðs er rétt um 270 mg/l) miðað við það sem gengur og gerist hjá mörgum hitaveitum hér á landi. Þó eru nokkrar veitur sem nýta saltara vatn, og hefur þá verið brugðið á það ráð að hafa forhitara (varmaskipta) a.m.k. fyrir upphitun. Ef unnt er að komast hjá því að súrefni komist í vatnið, svo sem í miðlunartank, gasskilju eða í gegnum veggja plaströra, þá mætti nota vatnið beint. Þó væri æskilegra að nota varmaskipta, því eins og fram hefur komið þá gerir örlítið súrefni þetta vatn mjög tærandi.

Vatnið úr holu 8 er alveg á mörkum þess að uppfylla kröfur sem gerðar eru til neysluvatns (drykkjarvatns). Heildarmagn uppleystra efna (TDS) liggur við efrimörk þeirra staðla sem miðað er við, og á það einnig við um flúoríð, klóríð, sulfat og brennisteinsvetni. Styrkur natríums er hærrí en viðmiðunarmörk leyfa og einnig er sýrustig vatnsins við efri mörk þess sem talið er æskilegt. Tafla sem sýnir viðmiðunarmörk sem byggja á gögnum frá Evrópusambandinu (EC), Alþjóðaheilbrigðismálastofnuninni (WHO) og Matvæla- og landbúnaðar-stofnun Sameinuðu þjóðanna (FAO) fylgir með hér að aftan.

Til að kanna hvort kalsít (CaCO_3 = kalk) og ópall (SiO_2 = myndlaus kísill) falli út úr vatninu við nýtingu þess þá hefur mettnarstig ($\log(Q/K)$) þessara steinda verið reiknað á hitabilinu 100 til 20 °C. Niðurstöður eru sýndar á mynd 3. Til samanburðar voru samskonar útreikningar gerðir fyrir vatn frá Reykjum (tafla 2). Á myndinni sést að mettnarstig vatns frá þessum tveimur stöðum er mjög svipað með tilliti til kalsíts og ópals, sem undirstrikar það sem nefnt var hér að ofan að nýtingarhæfi vatnsins úr holu 8 og vatns á Reykjum er mjög svipað.

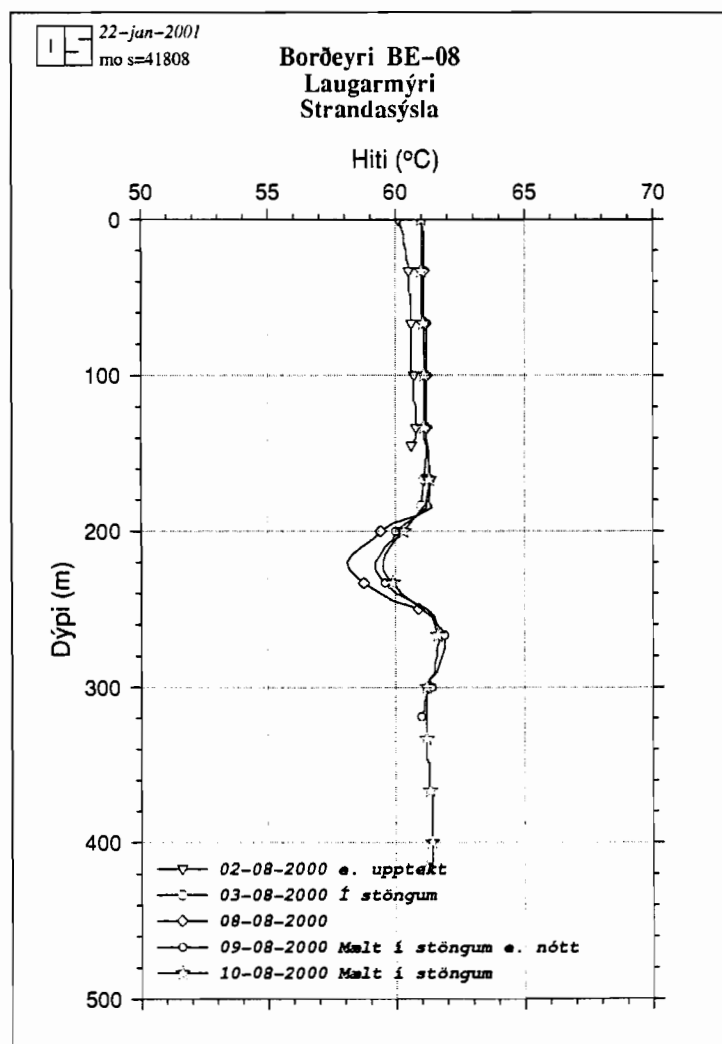


Mynd 3. Mettnarstig kalsíts og ópals.

Á mynd 3 sést að vatnið úr holu 8 og vatnið á Reykjum er yfirmettað með tilliti til kalks (kalsíts) á öllu hitabilinu 100 til 20 °C. Yfirmettunin er þó svo lítil að ekki er búist við að kalkútfellingar verði til vandræða við nýtingu vatnsins. Reynolds hér á landi hefur kennt, að vatn getur haft mettnarstig ($\log(Q/K)$ á mynd 3) allt að 0,4 án þess að kalkútfellingar

verði til nokkurra vandræða. Mettunarstig vatnsins úr holu 8 reiknast hæst tæplega 0,2. Hvað varðar myndlausan kísil (ópal) þá reiknast mettunarstig hans alls staðar undimettað þar til kólnun vatnsins er komin niður undir 20 °C, þannig að ekki virðist vera ástæða til að óttast kísilútfellingar þó styrkur kísils (SiO₂) í vatninu sé nokkuð hár miðað við hita þess.

Hita í jarðhitakerfum má meta með svokölluðum efnahita, sem byggir á styrk ákveðinna efna í vatninu. Hér á landi hefur kalsedón-hiti, þar sem stuðst er við styrk kísils í vatninu, reynst áreiðanlegastur. Útreikningar benda til að hiti í jarðhitakerfum þeim, sem vatnið í holu 8 og vatnið á Reykjum er komið úr, sé 115 til 120 °C. Hiti vatns úr holu 8 er rétt rúmar 60 °C og á mynd 4 eru sýndar hitamælingar úr holunni. Þar sjást engin merki um mikið heitara vatn en það sem upp kemur. Á þessu stigi er ekki unnt að segja til hvar eða hvort hægt sé að finna heitara vatn á þessum slóðum.



Mynd 4. Hitamælingar í holu BE-08.

Magnús Ólafsson

Magnús Ólafsson

**VIÐMIÐUNARMÖRK FYRIR DRYKKJAVATN,
VATN TIL VÖKVUNAR OG FISKELDIS**
Byggt á gögnum frá EC, WHO og FAO (mg/l)

| | Einkenni | EC Drykkjarvatn | | WHO Drykkjarvatn | FAO Vökvun | FAO Fiskeldi |
|--|--------------------|------------------------|----------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| | | Viðmiðunarmörk (VM) | Mesta leyfilegt magn (MLM) | Viðmiðunarmörk (VM) | Viðmiðunarmörk (VM) | Viðmiðunarmörk (VM) |
| Litur | | 1 (Pt/Co skali) | 20 (Pt/Co skali) | 15 (TCU) | | |
| Leiðni ($\mu\text{S}/\text{cm}$)/25°C | | 2500 | | | 750 | 3000 |
| Harka (CaCO_3) | | | | 500 | | |
| Hiti (°C) | | 12 | 25 | | | max. 23-34 |
| Uppleyst súrefni (DO) | | | Mettn $>75\%$ | | | min. 5.0 |
| Sýrustig (pH) | bragð, tæring | 6.5 - 8.5 | 9.5 | 6.5-8.5 | 7.0-8.5 | 6.5-8.5 |
| Uppleyst efni (TDS) | bragð | | 1500 | 1000 | 450-2000 | 2000 |
| Kalsíum (Ca) | útfelling | 100 | | | | |
| Magnesium (Mg) | bragð, útfelling | 30 | 50 | | | |
| Kalíum (K) | | 10 | 12 | | | |
| Natríum (Na) | bragð, eitrun | 200 | | 200 | 70-200 | |
| Klóríð (Cl) | bragð, tæring | 250 | | 250 | 100-350 | |
| Flúoríð (F) | eitrun | 1,5 | | 1,5 | 1,0 | 1,5 |
| Súlfat (SO_4) | eitrun | 250 | | 400 | 200 | |
| Brennisteinsvetni (H_2S) | bragð, lykt | 0,05 - 0,1 | 0,2 | | | 0,5 |
| Bíkarbónat (HCO_3^-) | skaðlegt | | | | 100-500 | |
| Frjálst kolefnisdíoxíð (CO_2) | | | ekki tærandi | | | 1,0 |
| Nítrat (NO_3-N) | eitrun | 50 | | 10 | 5-30 | |
| Nítrít (NO_2-N) | eitrun | 0,5 | | | | |
| Ammóníak (NH_3-N) | | 0,5 | | | | 0,5 |
| Ál (Al) | bragð | 0,2 | | 0,2 | 5,0 | |
| Antímon (Sb) | | 0,005 | | | | |
| Arsen (As) | eitrun | 0,01 | | 0,05 | 0,1 | 1,0 |
| Baríum (Ba) | eitrun | 0,1 | | | | 5,0 |
| Beryllíum (Be) | | | | | 0,1 | |
| Bór (B) | | 1,0 | | | 0,5 | |
| Kadmíum (Cd) | eitrun | 0,005 | | 0,005 | 0,01 | 0,01 |
| Krómi (Cr) | eitrun | 0,05 | | 0,05 | 0,1 | 0,05 |
| Kopar (Cu) | | 2 | | 1,0 | 0,2 | 0,02 |
| Kóbalt (Co) | | | | | 0,05 | |
| Sýaníð (CN^-) | eitrun | 0,05 | | 0,1 | | 0,02 |
| Blý (Pb) | eitrun | 0,01 | | 0,05 | | 0,1 |
| Líþíum (Li) | | | | | 2,5 | |
| Járn (Fe) | bragð, bakteríur | 0,2 | | 0,3 | 5,0 | |
| Mangan (Mn) | bragð, útfellingar | 0,05 | | 0,1 | 0,2 | |
| Kvikasilfur (Hg) | eitrun | 0,001 | | 0,001 | | 0,01 |
| Molybden (Mo) | | | | | 0,01 | |
| Nikkel (Ni) | | 0,02 | | | 0,2 | 0,05 |
| Palladíum (Pd) | | | | | 5,0 | |
| Fosfat (P_2O_5) | | 0,4 | 5,0 | | | |
| Seleníum (Se) | eitrun | 0,01 | | 0,01 | 0,02 | |
| Sílfur (Ag) | | | 0,01 | | | 0,01 |
| Vanadíum (V) | | | | | 0,1 | |
| Sink (Zn) | bragð, útfelling | 0,1 | 5,0 | 5,0 | 2,0 | 0,1 |

EC: European Communities, 1980 og 1998

WHO: World Health Organization, 1984

FAO: From *The Water Encyclopedia* by van der Leeden et al., 1990