

**Rannsókn á efnainnihaldi jarðhitavatns í  
grunnum borholum í Ólafsfirði**

**Hrefna Kristmannsdóttir**

**Greinargerð HK-95-07**

### **Rannsókn á efnainnihaldi jarðhitavatns í grunnum borholum í Ólafsfirði**

Á haustmánuðum 1994 voru tekin sýni af vatni úr nokkrum grunnum borholum, sem boraðar höfðu verið í Ólafsfirði, í landi Bakka, Reykja, Hólkots og Ósbrekku til að kanna djúphitastig og tengsl við annan jarðhita á svæðinu. Djúphitastig (kísilhiti og alkalíhiti) er reiknað frá styrk og hlutföllum efna í vatninu og segir til um hitastig vatnsins síðast þegar það var í jafnvægi við heitt berg í berggrunninum. Frá ísótópahlutföllum, m.a. súrefnis, og hlutföllum ýmissa efna í vatninu (t.d. klóríðs og bórs) má sjá tengsl milli vatns frá mismunandi stöðum.

Í töflunni hér að neðan eru sýndar niðurstöður efnagreininga vatnssýnanna. Til samanburðar er sýnd efnasamsetning vatns úr volgrum við Vermundarstaði og vinnsluholum Hitaveitu Ólafsfjarðar. Almenn séð er vatnið úr öllum borholunum mjög efnasnautt, með heildarstyrk uppleystra efna innan við 200 mg/l og hátt sýrustig ( $\text{pH} > 10$ ). Þetta er mjög svipað vatn og úr volgrum á svæðinu og úr vinnsluholum á Ósbrekku. Vatnið úr holunni á Reykjum hefur hæstan styrk kísils af sýnunum. Styrkurinn er mjög svipaður og í vinnsluvatni á Ósbrekku og útreiknað kísilhitastig er ívið hærra en í Ósbrekkuvatninu, rétt rúm 50 °C. Alkalíhitastig er nokkrum gráðum lægra en í Ósbrekkuvatninu. Hitastig vinnsluvatnsins á Ósbrekku er um 67 °C. Þar sem sýrustig er hærra en  $\text{pH} = 10$  er reiknaður kísilhiti yfirleitt ekki áreiðanlegur. Alkalíhiti er sjaldan nothæfur í vatni, sem er kaldara en um 100 °C. Reiknað er með miðað við styrk kísils að upprunahitastig vatnsins úr borholunni á Reykjum hafi verið um 70 °C.

Súrefnisísótópahlutfall er marktækt lægra (þ.e. vatnið er léttara) í vatninu frá Reykjum ( $\delta^{18}\text{O} \text{‰} = -12,84$ ) en á Ósbrekku ( $\delta^{18}\text{O} \text{‰}$  er um -12), sem bendir til mismunandi uppruna. Kalt grunnvatn er þyngra en jarðhitavatnið, svo ekki er um það að ræða að Reykjavatnið hafi breyst við að blandast köldu vatni.

Vatnið í borholunum á Bakka og í Hólkoti hefur lægri styrk kísils en Reykjavatnið og er þyngra, þ.e. súrefnisísótópahlutföll eru hærri. Hvort tveggja bendir til að vatnið hafi blandast köldu grunnvatni og hlutfall alkalímálma gæti einnig bent til þess.

Í borholum OB-07 og OB-09 á Ósbrekku er nánast eins vatn og í vinnsluholunni OB-04 að öðru leyti en því að kísilstyrkur er lægri. Hlutföll katjóna eru einnig aðeins frábrugðin og í samræmi við að vatnið er kaldara. Sömuleiðis er vatnið þyngra þ.e.  $\delta^{18}\text{O} \text{‰}$  er hærra í OB-07 en í OB-04 og langhæst í OB-09, sem er köldust og vatnið því væntanlega mest blandað köldu grunnvatni.

Í Ólafsfirði er mikið um volgrur, 15-50 °C heitar (sjá meðfylgjandi mynd) og eru sumar allvatnsmiklar. Í mjög mörgum þeirra er reiknað djúphitastig (kísilhitastig) á bilinu 50-65 °C, en vegna þess hversu sýrustigið er hátt er það óáreiðanlegt og gefur líklega of lágt gildi. Efnasamsetning alls þessa vatns (tafla 1) er mjög svipuð og reyndar mjög áþekk efnasamsetningu vatnsins, sem unnið er á Ósbrekku fyrir Hitaveitu Ólafsfjarðar. Vatn frá Skeggjabrekkudal er einnig svipað, en það er kaldara en á Ósbrekku. Í eldri skýrslum um Ólafsfjörð hafa verið gefin upp djúphitastig, sem reiknuð eru út frá öðrum fræðilegum stuðlum en notaðir eru nú og skýrir það misræmi milli uppgefninga gilda.

Óbirtar samsætugreiningar á vatni úr volgrum við Hólkot, Bakka, Reyki og Kviabekk ( Árný E. Sveinbjörnsdóttir pers. uppl.) sýna að í heitari volgrunum er súrefnisísótópahlutfall sambærilegt eða heldur lægra (vatnið léttara) en á Vermundarstöðum, sem tekið var sýni úr nú í haust. Í kaldari lindum er vatnið þyngra og súrefnisísótópahlutfall  $\delta^{18}\text{O} \text{‰} = -10,9 - -11,2$ , sem samsvarar blöndun við kalt grunnvatn. Súrefnisísótópahlutfall er nokkuð frábrugðið í volgrunum og í vinnsluvatninu á Ósbrekku, sem er marktækt þyngra ( $\delta^{18}\text{O} \text{‰}$  um -12). Vatn frá Skeggjabrekkudal er enn þyngra en á Ósbrekku ( $\delta^{18}\text{O} \text{‰} = -11,6$ ) og er talið blandað þyngra köldu grunnvatni. Í grunnu borholunum á Bakka og Reykjum er súrefnisísótópahlutfall mjög svipað og í volgrunum, eða um  $\delta^{18}\text{O} \text{‰} = -12,8 - -12,6$ . Þessar niðurstöður benda til að vatnið í volgrunum og borholunum á Reykjum og Bakka hafi annan uppruna en vinnsluvatnið í Ósbrekku. Vatnið í grunnu borholunum á Ósbrekku er hins vegar mun þyngra en vinnsluvatn þaðan og er líklega blanda af því og köldu grunnvatni.

Hlutfall klóríðs og bórs í vatninu á Vermundarstöðum, Reykjum, Bakka og Hólkoti er einnig talsvert frábrugðið vinnsluvatninu á Ósbrekku. Í vatninu úr grunnu holunum tveimur á Ósbrekku var styrkur bórs  $<0,003$ , sem eru næmnimörk aðferðarinnar. Styrkur klóríðs og bórs efna ræðst ekki ekki af hitaháðum jafnvægjum í berginu en ræðst af upprunalegri samsetningu regnvatns, sem sitrar niður í berggrunninn og samsetningu bergsins sem það rennur um.

Hvar sá uppruni er er hins vegar ekkert hægt að segja til um frá efnagreiningunum og vatnið gæti verið langt aðrunnið. Vatnið í flestum volgrunum í Ólafsfirði hefur sama uppruna og holuvatnið í Bakka og Reykjaholunum sömuleiðis. Vatnið á Ósbrekku er marktækt þyngra en vatnið sunnan og austan í firðinum og hefur einnig annað hlutfall klóríðs og bórs. Þetta bendir til annars uppruna vatns á Ósbrekku en á hinum stöðunum.

Hrefna Kristmannsdóttir

Tafla 1. Efnasamsetning vatns úr volgrum í Ólafsfirði og vinnsluholum Hitaveitu Ólafsfjarðar (mg/l).

Staður	Vermundarst. Neðri lind	Vermundarst. Efri lind	Hólkot	Reykir	Bakki	Ósbrekka	Ósbrekka	Ósbrekka	Ósbrekka	Skeggiabrekka
Dagsetning Númer	94-11-13 94-0336	94-11-13 94-0337	94-11-13 94-0333	94-11-13 94-0334	94-11-13 94-0335	94-11-13 94-0338	94-11-13 94-0339	94-11-15 94-0346	94-11-15 94-0347	
Hiti (°C)	22,5	23,5	15,6	51,0	25,0	50,3	34,7	66,7	55,0	
Sýrustig (pH/°C)	10,24/17	10,19/17	10,20/17	10,28/17	10,30/17	10,36/17	10,40/17	10,32/18	10,32/17	
Kísill (SiO <sub>2</sub> )	78,1	80,7	26,7	80,6	46,9	70,6	61,8	78,6	63,4	
Natríum (Na)	43,5	43,3	21,6	41,4	32,8	37,9	37,3	38,7	34,8	
Kalíum (K)	0,21	0,23	0,01	0,40	0,11	0,35	0,22	0,45	0,37	
Kalsíum (Ca)	1,9	2,3	2,0	1,9	2,0	2,3	2,0	2,7	2,0	
Magnesium (Mg)	0,015	0,02	0,002	0,004	0,003	0,001	0,004	0,001	0,003	
Karbónat (CO <sub>2</sub> )t	19,4	21,8	14,6	16,0	15,4	14,8	15,0	13,9	14,4	
Súlfat (SO <sub>4</sub> )t	9,1	9,0	3,8	8,0	7,4	4,7	3,3	6,0	4,5	
Brennist.vetni (H <sub>2</sub> S)	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	
Klóríð (Cl)	7,5	7,2	5,3	6,2	6,4	8,2	8,5	8,1	7,13	
Flúoríð (F)	0,32	0,32	0,10	0,28	0,23	0,11	0,10	0,16	0,10	
Bór (B)	0,051	0,056	0,051	0,056	0,039	0	0	0,041	0	
Upplýst efni (TDS)	205	90	84	193	128	183	138	187	140	
Súrefni (O <sub>2</sub> )	-	-	-	-	-	-	-	0,02	0,3	
δ <sup>18</sup> O (‰ SMOW)	-12,62	-12,70	-11,89	-12,84	-12,60	-11,30	-11,02	-	-	