



**ORKUSTOFNUN**

**Rannsókn á jarðhitavatni á  
Vermundarstöðum í Ólafsfirði**

**Hrefna Kristmannsdóttir**

**Greinargerð HK-95-06**

**ORKUSTOFNUN**  
Jarðhitadeild

**Greinargerð**  
HK-95/06

**Rannsókn á jarðhitavatni á Vermundarstöðum í Ólafsfirði**

**Hrefna Kristmannsdóttir**

**Fylgiskjal: Helgi Torfason:**

**Jarðhitarannsóknir  
Vermundarstaðir í Ólafsfirði  
Rannsóknir 1995  
Kostnaðaráætlun**

Rannsókn á jarðhitavatni á Vermundarstöðum í Ólafsfirði

Á haustmánuðum 1994 voru tekin sýni af vatni úr tveimur volgrum í landi Vermundarstaða til að kanna djúphitastig og tengsl við annan jarðhita á svæðinu. Djúphitastig (kísilhiti og alkálhiti) 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.

Volgrumar á Vermundarstöðum, sem sýnin voru tekin úr, eru 22,5 og 23,5 °C heitar og rennsli úr þeim báðum innan við 0,1 l/s. Í töflunni hér að neðan eru sýndar niðurstöður efnagreininga vatnssýnanna. Til samanburðar er sýnd efnasamsetning vatns úr volgrum við Reyki, Vatnsenda og Kleifarhorn og vinnsluholum Hitaveitu Ólafsfjarðar. Vatnið á Vermundarstöðum er mjög efnasnautt, með heildarstyrk uppleystra efna innan við 200 mg/l og hátt sýrustig (pH>10). Styrkur magnesíums er lágur, en þó stærðargráðu hærrí en í vinnsluvatni frá Ósbrekku. Hlutföll alkálí- og jarðalkalímálma (Na, K, Ca, Mg) eru talsvert önnur en í vinnsluvatninu frá Ósbrekku. Þetta ásamt magnesíumstyrknum bendir til smávægilegrar blöndunar við kalt vatn

Tafla 1. Efnasamsetning vatns úr volgrum í Ólafsfirði og vinnsluholu OB-04 hjá Hitaveitu Ólafsfjarðar (mg/l).

Staður	Reykir	Vatnsendi	Kleifarhorn	Vermundarst. Neðri lind	Vermundarst. Efri lind	Ósbrekka OB-04
Dagsetning	69-09-14	72-09-05	72-09-05	94-11-13	94-11-13	92-11-01
Númer	69-0127	72-0200	72-0201	94-0336	94-0337	92-0268
Hiti (°C)	52	-	-	22,5	23,5	66,4
Sýrustig (pH/°C)	9,77/50	10,15/?	10,05/?	10,24/17	10,19/17	10,22/18
Kísill (SiO <sub>2</sub> )	79,0	65,5	61,0	78,1	80,7	78,4
Natríum (Na)	40	39	33	43,5	43,3	37,6
Kalíum (K)	0,87	0,40	0,30	0,21	0,23	0,50
Kalsíum (Ca)	1,6	1,8	2,0	1,9	2,3	2,7
Magnesíum (Mg)	0,03	0	0,05	0,015	0,02	0,001
Karbónat (CO <sub>3</sub> ) <sub>t</sub>	12,0	21,0	24,0	19,4	21,8	20,4
Súlfat (SO <sub>4</sub> )	10,7	8,6	5,8	9,1	9,0	6,0
Brennist.vetni (H <sub>2</sub> S)	<0,03	<0,03	0,1	<0,03	<0,03	<0,03
Klóríð (Cl)	6,4	7,1	9,1	7,5	7,2	8,4
Flúoríð (F)	0,60	0,15	0,15	0,32	0,32	0,15
Uppleyst efni (TDS)	291	161	143	187	195	166
δ <sup>18</sup> O (‰ SMOW)	-	-	-	-12,62	-12,70	-12,01

Alkálhiti, sem reiknast frá hlutföllum alkalímálma í vatninu, er sjaldan nothæfur í vatni, sem er kaldara en um 100 °C. Hann reiknast 40-50 °C í vinnsluvatninu, en einungis um 20 °C á Vermundarstöðum.

Kísilhiti, sem reiknast frá jafnvægi við kísilsteindir, er um 50 °C. Það er svipað gildi og fyrir síðasta vinnslusýni úr Ósbrekku, en hitastig þess mældist um 67 °C. Þar sem sýrustig er hátt (pH=10) er reiknaður kísilhiti yfirleitt ekki áreiðanlegur. Styrkur kísils er um 80 mg/l, sem er

svipaður og jafnvel heldur hærra styrkur en í 67 °C heita vinnsluvatninu úr Ósbrekkku. Kísilstyrkurinn bendir til að vatnið hafi upprunalega verið um eða yfir 70 °C.

Í Ólafsfirði er mikið um volgrur, 15-50 °C heitar (sjá meðfylgjandi mynd) og eru sumar allvatnsmiklar. Í mjög mörgum þeirra er reiknað djúphitastig (kalsedónhitastig) á bilinu 50-65 °C, en vegna þess hversu sýrustigið er hátt er það óáreiðanlegt. Efnasamsetning alls þessa vatns (tafla 1) er mjög svipuð og sama má reyndar segja um vatnið, sem unnið er á Ósbrekkku fyrir Hitaveitu Ólafsfjarðar. Vatn frá Skeggjabrekkudal er einnig svipað, en það er kaldara en á Ósbrekkku og hefur því lægri kísilstyrk. Efnagreiningar úr hinum volgrunum eru gamlar og ekki gerðar með alveg sömu aðferðum og því ekki sambærilegar við nýjar greiningar. 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 niðurstaðna þar og í þessari greinargerð.

Súrefnisísotópahlutfall er nokkuð frábrugðið í volgrunum á Vermundarstöðum ( $\delta^{18}\text{O} \text{‰} = -12,6$  til  $-12,7$ ) frá vinnsluvatninu á Ósbrekkku, sem er marktækt þyngra ( $\delta^{18}\text{O} \text{‰} = -12$ ). Vatn frá Skeggjabrekkudal er enn þyngra en á Ósbrekkku ( $\delta^{18}\text{O} \text{‰} = -11,6$ ) og er talið blandað köldu þyngra grunnvatni. Í grunnum borholum á Bakka og Reykjum er súrefnisísotópahlutfall mjög svipað og á Vermundarstöðum, eða um  $\delta^{18}\text{O} \text{‰} = -12,8$  til  $-12,6$ . Óbirtar ísotópagreiningar á vatni úr volgrum við Hólkot, Bakka, Reyki og Kvíabekk (Árný E. Sveinbjörnsdóttir pers. uppl.) sýna að í heitari volgrunum er súrefnisísotópahlutfall sambærilegt eða heldur lægra (vatnið léttara) en á Vermundarstöðum. Í kaldari lindum er vatnið þyngra og súrefnisísotópahlutfall  $\delta^{18}\text{O} \text{‰} = -10,9$  til  $-11,2$ , sem samsvarar blöndun við kalt grunnvatn. Þetta bendir til að vatnið í volgrunum hafi annan uppruna en vinnsluvatnið í Ósbrekkku.

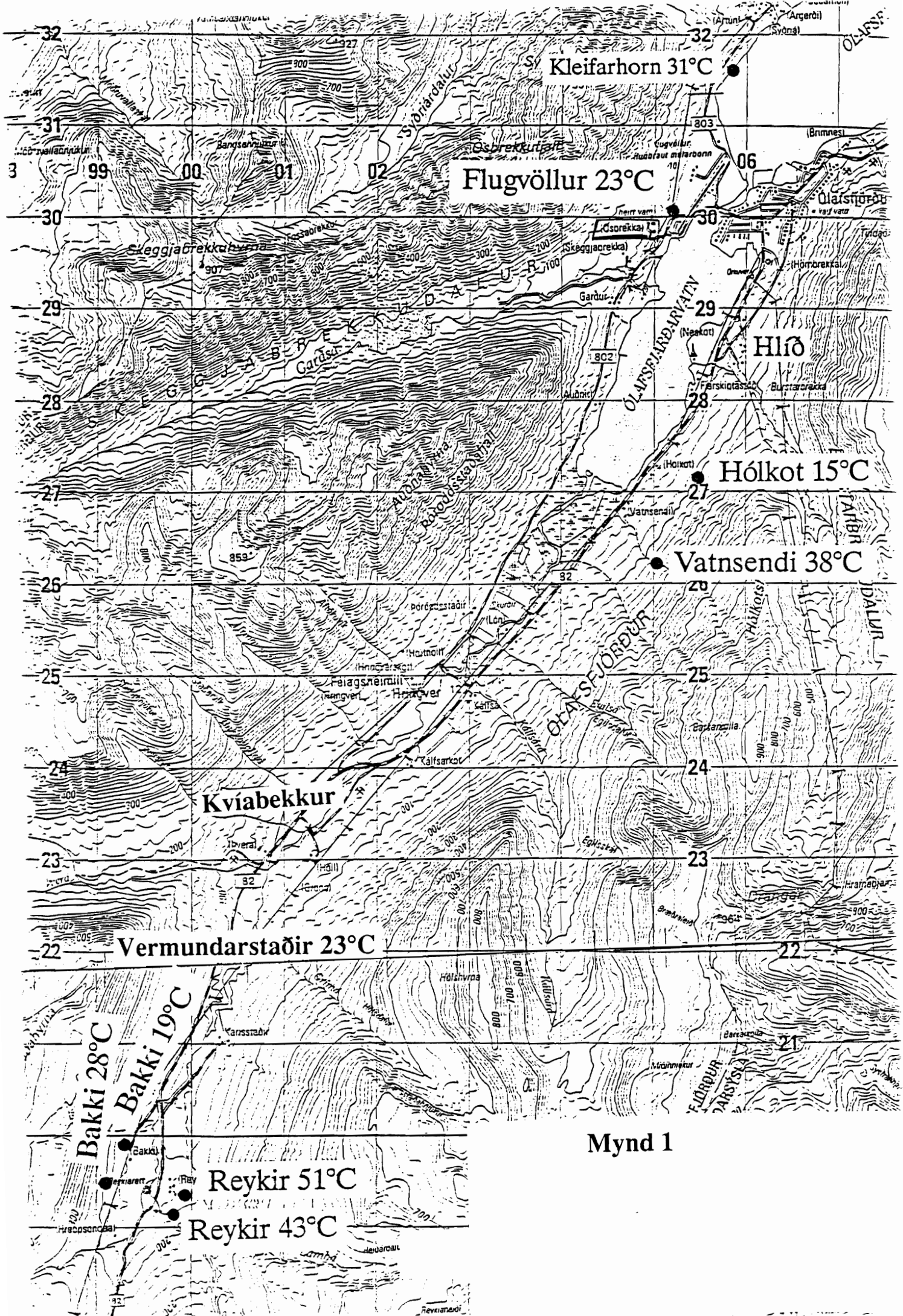
Hlutfall klóríðs og bórs í vatninu á Vermundarstöðum, Reykjum, Bakka og Hólkoti er einnig talsvert frábrugðið vinnsluvatninu á Ósbrekkku. Styrkur þessara efna ræðst ekki af hitaháðum jafnvægjum í berginu heldur af upprunalegri samsetningu regnvatnsins, sem sitrar niður í berggrunninn og samsetningu bergsins sem það rennur um. Þetta hlutfall er yfirleitt nokkuð einkennandi fyrir vatnskerfi og skilur að vatn af mismunandi uppruna.

Nokkuð öruggt virðist að slá föstu að vatnið í volgrunum á Vermundarstöðum hefur upprunalega verið um 70 °C heitt. Hvar sá uppruni er er hins vegar ekkert hægt að segja til um frá efnagreiningunum og vatnið gæti verið langt aðrunnið. Einnig virðist nokkuð víst að vatnið í flestum volgrunum í Ólafsfirði hefur sama uppruna. Það gæti allt verið frá sama uppstreymi og hafa dreifst eftir sprungukerfi samhliða dalnum eða eftir láréttum lögum, sem skera sprungukerfið. Vatnið úr vinnsluholunum á Ósbrekkku og Skeggjabrekkudal er marktækt þyngra (með herra  $\delta^{18}\text{O} \text{‰}$  gildi) en vatnið í volgrunum og því líklega ekki af sama uppruna. Hlutfall klóríðs og bórs bendir einnig til annars uppruna vatns í volgrunum en á Ósbrekkku.

Til að skera úr um uppstreymisstaði og staðsetja vinnsluholu á Vermundarstöðum þarf að leita skipulega með hitastigulsborunum að undangenginni jarðfræðikortlagningu og segulmælingum.

Í fylgiskjali með þessari greinargerð eru tillögur frá Helga Torfasyni jarðfræðingi um slíkar athaganir ásamt kostnaðaráætlun um þær.

Hrefna Kristmannsdóttir



Mynd 1

**JARÐHITARANNSÓKNIR**  
**Vermundarstaðir í Ólafsfirði**  
**Rannsóknir 1995**

Þær athuganir sem æskilegt er að gera á Vermundarstöðum áður en byrjað er að bora eru jarðfræðiathugun, segulmælingar og kortlagning jarðhita á yfirborði.

- Jarðfræðiathuganir verða gerðar á loftmyndum og er þá helst leitað eftir misgengjum og brotum. Þetta tekur lítinn tíma, líklega 1/2 dag með því að teikna brot lauslega upp á kort.
- Segulmælingar eru gerðar til að rekja brot eða ganga sem ekki sjást á yfirborði. Líklega eru skriður nokkuð þykkar ofan við Vermundarstaði og ekki víst að slík athugun vísi á slíka hluti. Við ganga og/eða brot eru stundum glufur í berggrunni sem jarðhitavatn leitar eftir. Slíka hluti er mikilvægt að þekkja eftir bestu getu til að geta stýrt bor sem næst réttum stað.
- Jarðhitakortlagning er gerð til að sjá hvar hæstur hiti er á yfirborði, í hvaða átt heitustu volgrur og laugar liggja og hvort unnt er að tengja jarðhitastaði við ganga eða brot sem sjást á yfirborði eða koma fram í segulmælingum.
- Tími sem fer í þessa hluti er ekki mikill ef aðeins er um að ræða einn stað. Gera má ráð fyrir að 1/2 dagur fari í loftmyndaskoðun, einn dagur í kortlagningu jarðhitans og segulmælingar og úrvinnsla og greinargerð taki 1-2 daga.

Vermundarstaðir er einn af mörgum stöðum í Ólafsfirði sem jarðhiti er á yfirborði. Rannsóknir sem gerðar voru 1993-4, kortlagning, segulmælingar og grunnar borholur benda til þess að rétt sé að gera ráð fyrir að bora nokkrar grunnar holur áður en dýpri hola verður staðsett. Þetta er vegna þess að víða í hlíðum fjalla í Ólafsfirði eru þykkar skriður og getur jarðhitavatnið runnið meðfram mótum berggrunns og lausrar skriðunnar nokkurn veg áður en það kemur fram í laugum á yfirborði. Það getur því verið gagnslaust að bora við volgrur eða laugar til að ná heitara vatni en er í laugunum.

Sumarið 1995 varð ég var við áhuga á nokkrum stöðum í Ólafsfirði að bora grunnar holur til að leita að heitu vatni. Hagkvæmara er að nokkrir bæir sameinist um rannsókn áhugaverðra staða, þá dreifist ferða- og dvalarkostnaður á fleiri aðila. Ekki er víst að Hitaveita Ólafsfjarðar taki þátt í þessum kostnaði, en rétt er að heimamenn kanni það áður en hafist er handa.

Helgi Torfason 25. apríl 1995

Ólafsfjörður 1995	vinna frá	vinna til	alls	kr eining	kostn	Athugas		
mán	8	22	14	2900	40600	akstur R-Ólafsfj		
			500	40	20000	bílakostnaður		
þrið	8	20	12	2900	34800	vinna Kviabekkur		
			100	40	4000	akstur		
mið	8	20	12	2900	34800	akstur R-Ólafsfj		
			500	40	20000	bílakostnaður		
Samtals					154200			
VASK			24.5%		37779			
Heildarkostnaður					191979	ekið norður		
Lancer, station	kr/sólarh	4200	án vask			3 daga pakki	13500	með vask
	kr/km	42	án vask					
Ólafsfjörður 1995	vinna frá	vinna til	alls	kr eining	kostn	Athugas		
mán	8	22	14	2900	40600	flogið Akure, ekið Ólafst		
			1	1500	1500	yfirvigt		
			1	4000	4000	flug		
			1	4200	4200	bílakostnaður		
			100	42	4200	kílólm. kostn		
þrið	8	22	14	2900	40600	vinna Kviabekkur		
			1	4200	4200	bílakostnaður		
			100	42	4200	kílólm. kostn		
mið	8	18	10	2900	29000	akstur Ólafsfj-Ak		
			1	4200	4200	bílakostnaður		
			100	42	4200	kílólm. kostn		
			40	65	2600	bensínkostn		
			1	4000	4000	flug		
Samtals					147500			
VASK			24.5%		36137.5			
Heildarkostnaður					183638	flogið norður		
mism flug og akstur					8341.5			