

Jarðhitasvæðið við Þorleifskot.  
Efnasamsetning heits vatns

**Magnús Ólafsson**

**Greinargerð MÓ-88-16**

**JARÐHITASVÆÐIÐ VIÐ ÞORLEIFSKOT**  
**Efnasamsetning heits vatns**

**Inngangur**

Um langt árabil hefur Jarðhitadeild Orkustofnunar fylgst með efnasamsetningu vatns í vinnsluholum Hitaveitu Selfoss á jarðhitasvæðinu við Þorleifskot. Undanfarnir nokkur ár hafa starfsmenn Hitaveitunnar tekið sýni til klóríð (seltu) greininga u.þ.b. einu sinni í mánuði, en starfsmenn Orkustofnunar hafa tekið sýni til heildarefnagreiningar einu sinni til tvisvar á ári. Út frá greiningum þessum hefur verið unnt að fylgjast með kólnun jarðhitakerfisins frá því vinnsla hófst úr því, en því hefur verið lýst í ýmsum skýrslum og greinargerðum frá Orkustofnun.

Í greinargerð þessari verður gerð grein fyrir niðurstöðum efnagreininga á heilsýnum, sem tekin voru í janúar 1987 úr þáverandi vinnsluholum Hitaveitunnar, holum 10 og 13. Einnig verða teknar saman klóríð greiningar í sýnum sem starfsmenn Hitaveitunnar hafa sent og niðurstöður efnagreininga á djúpsýnum úr holu 10.

**Niðurstöður efnagreininga**

Þann 21. janúar 1987 voru tekin sýni úr holum 10 og 13. Niðurstöður efnagreininga eru sýndar í Töflu 1. Einnig eru þar sýndar eldri efnagreiningar á vatni úr holum 11 og 12.

Tafla 1. Efnasamsetning vatns mg/kg).

Staður Dags. Hiti (°C)	Hola 10 87-01-21 79	Hola 11 86-04-10 57,5	Hola 12 85-01-15 109	Hola 13 87-01-21 75
Sýrustig (pH/°C)	8,6/23	8,7/23	8,9/22	8,7/23
Kísill (SiO <sub>2</sub> )	70	62	111	60
Natríum (Na)	160	150	254	153
Kalí (K)	4,8	4,3	11,0	3,7
Kalsíum (Ca)	23	28	32	25
Magnesíum (Mg)	0,08	0,05	0,01	0,06
Karbónat (CO <sub>2</sub> )	28	19	11	21
Súlfat (SO <sub>4</sub> )	59	55	126	50
Brennist.vetni (H <sub>2</sub> S)	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Klóríð (Cl)	224	229	354	222
Flúor (F)	0,23	0,25	0,19	0,23
Uppleyst efni	563	570	924	527
Súrefni (O <sub>2</sub> )	0,01	0,0	0,01	-





Eins og fram kemur í Töflu 1 hér að fram þá er talsverður munur á efnainnihaldi vatns úr einstökum borholum á jarðhitasvæðinu. Munur þessi stafar að verulegu leyti af blöndun heits og kalds vatns ofarlega í jarðhitakerfinu. Kalda vatnið er hið svokallaða hraunavatn, sem er til staðar í miklu magni í Þjórsárhrauni, en það er það vatn sem er að leka niður í jarðhitageyminn og kæla hann. Selta kalda vatnsins er mjög lítil (klóríð styrkur u.þ.b. 10 mg/kg) og hefur því í gegnum árin verið unnt að fylgjast með niðurrennsli kalda vatnsins með því að mæla seltu vatnsins sem upp er dælt og sjá á þann hátt hvernig kalda grunnvatnið "þynnir" heita vatnið. Þetta má orða á svólítið annan hátt. Vinnsla úr jarðhitakerfinu hefur örvað innstreymi á köldu og klóríðsnaudu vatni, sem þó hefur náð að hitna talsvert við það að streyma um heitt berg jarðhitakerfisins. Kalda vatnið heldur jafnframt uppi vatnsþrýstingi í jarðhitakerfinu.

### Djúpsýni úr holu 10

Síðastliðið haust voru tekin djúpsýni úr holu 10 á 440, 560 og 800 metra dýpi. Niðurstöður efnagreininga eru sýndar í Töflu 2. Þar kemur glögglega fram hvernig selta heita vatnsins eykst með dýpi. Talið er að klóríð magn heits vatns djúpt í jarðhitakerfinu sé um eða yfir 500 mg/kg.

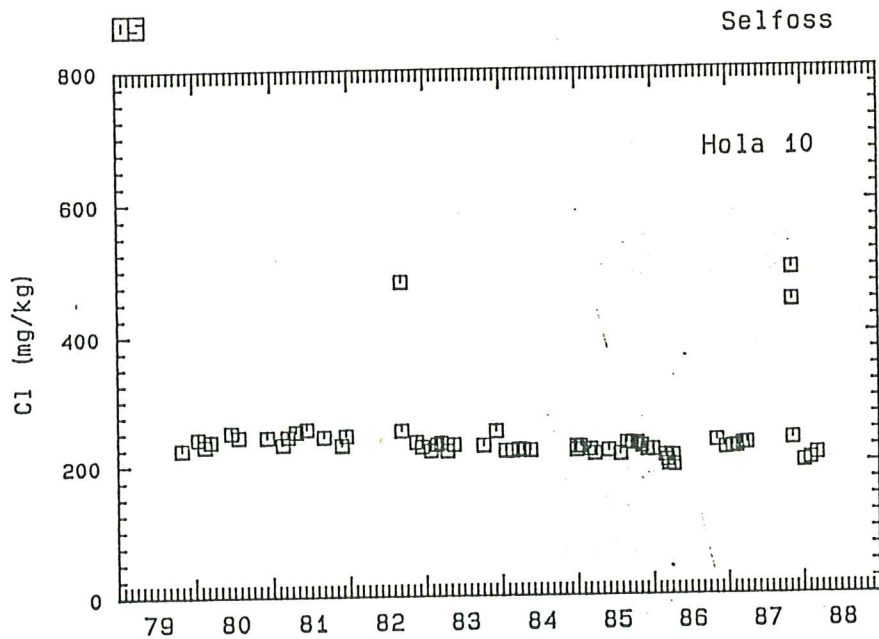
Tafla 2. Djúpsýni úr holu 10 (mg/kg).

Dýpi (m)	440	560	800
Dags.	87-11-11	87-11-11	87-11-11
Hiti (°C)	~77	~86	~99
Sýrustig (pH/°C)	8,8/21	8,8/22	8,9/14
Kísill (SiO <sub>2</sub> )	59	94	107
Natríum (Na)	153	278	307
Kalí (K)	4,1	8,7	10,1
Kalsíum (Ca)	32	67	73
Magnesíum (Mg)	0,04	0,02	0,01
Karbónat (CO <sub>2</sub> )	20	12	7,9
Súlfat (SO <sub>4</sub> )	64	148	167
Brennist.vetni (H <sub>2</sub> S)	<0,05	<0,05	<0,05
Klóríð (Cl)	234	445	497
Flúor (F)	0,22	0,17	0,18
Uppleyst efni	572	1118	1258

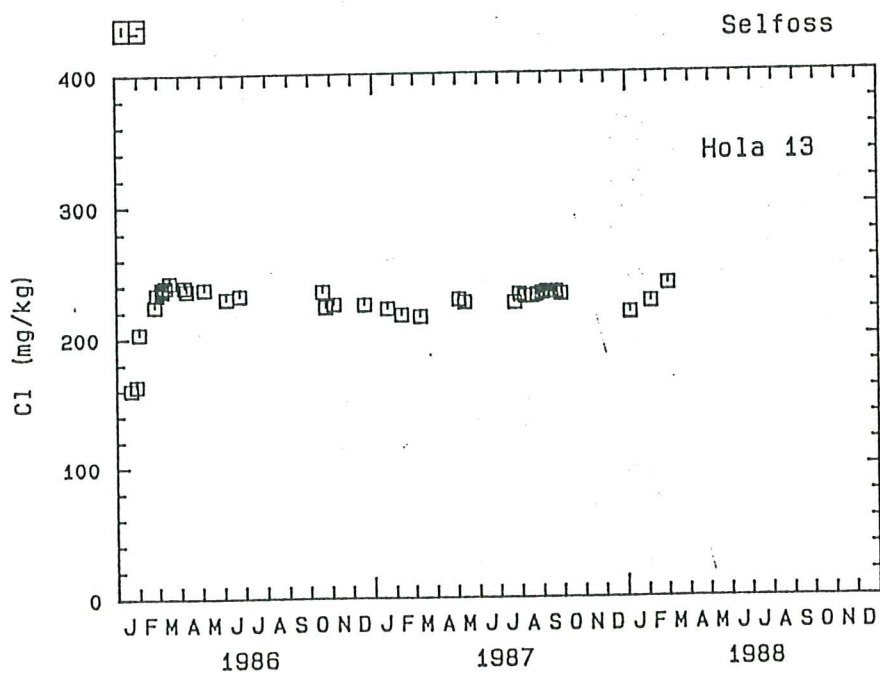
### Klóríð (selta) í vatni úr holum 10 og 13

Við upphaf vatnsvinnslu úr jarðhitakerfinu við Þorleifskot um 1950 var styrkur klóríðs í vatni því sem rann úr holunum u.þ.b. 450 mg/kg, en það er nálægt þeim klóríðstyrk sem talinn er vera í heita vatninu djúpt í jörðu. Svipaður klóríðstyrkur mældist í vatni við Laugadæli. Á árum áður, þegar borholur voru lítið fóðraðar, lækkaði selta vatnsins yfirleitt fljótt eftir að dæling hófst úr holunum, við það að kalt grunnvatn streymdi niður í jarðhitakerfið. Jafnframt kólnaði vatnið. Með aukinni þekkingu á hegðun jarðhitakerfisins og viðbrögðum þess við vinnslu úr því, hefur verið brugðist við þessum vanda á þann hátt, að fóðra vinnsluholur dýpra. Selta vatns í núverandi vinnsluholum, holum 10 og 13, hefur því ekki breyst að ráði, þó sjá megi nokkrar

óreglur sem stafa aðallega af mismikilli dælingu úr holunum. Á Myndum 2 og 3 er sýndur klóríðstyrkur í vatni úr holu 10 og 13 allt frá því að vinnsla hófst úr þeim. Lágur klóríðstyrkur í vatni úr holu 13 í upphafi stafar af áhrifum frá köldu vatni, sem notað var við borun holunnar. Lengst af hefur klóríðstyrkur vatns úr holu 13 verið u.p.b. 220-230 mg/kg, sem bendir til þess að vatnið sem upp er dælt (hitaveituvatn) sé til helminga blanda af köldu vatni (hraunavatni) og jarðhitavatni djúpt úr jarðhitakerfinu.



Mynd 2. Styrkur klóríðs í vatni úr holu 10.



Mynd 3. Styrkur klóríðs í vatni úr holu 13.



### Jarðhitasvæði í nágrenni Selfoss

Nokkuð hefur verið rætt um það að kanna jarðhitasvæði í nágrenni Selfoss, með það fyrir augum að afla heits vatns fyrir Hitaveitu Selfoss. Ýmsir staðir hafa verið nefndir í því sambandi s.s. Sölvholt, Oddgeirshólar, Árbær og Laugarbakkar. Í Töflu 3 eru til fróðleiks sýndar niðurstöður efnagreininga á heitu vatni frá ofangreindum stöðum. Sýnin frá Sölvholti, Oddgeirshólum og Árbæ voru tekin úr borholum, en sýni frá Laugarbökkum er úr lind. Ekki er til efnagreining á vatni úr borholu, sem þar var boruð fyrir nokkrum árum, en úr henni er dælt vatni sem er 52°C.

Tafla 3. Efnasamsetning heits vatns í nágrenni Selfoss (mg/kg).

Staður	Sölvholt Hóla 1	Oddgeirshólar Hóla 1	Árbær Hóla 2	Laugarbakkar Lind
Dags. Hiti (°C)	69-06-24 50	85-05-30 76	87-02-02 105	75-03-07 49
Sýrustig (pH/°C)	8,9/20	9,8/22	9,3/23	8,0/20
Kísill (SiO <sub>2</sub> )	56	64	141	66
Natríum (Na)	450	237	103	112
Kalí (K)	11,1	5,2	3,0	2,7
Kalsíum (Ca)	200	37	2,7	15
Magnesíum (Mg)	0,06	0,02	0,03	2,0
Karbónat (CO <sub>2</sub> )	9,2	5,4	33	62
Súlfat (SO <sub>4</sub> )	117	94	91	58
Brennist.vetni (H <sub>2</sub> S)	-	<0,05	2,3	<0,1
Klóríð (Cl)	954	350	50	107
Flúor (F)	0,3	0,74	0,89	0,49
Uppleyst efni	1941	806	432	384

Í Töflu 3 sést glögg, að heita vatnið á ofangreindum jarðhitastöðum í nágrenni Selfoss, hefur mjög mismunandi efnasamsetningu. Í Sölvholti er vatnið mjög salt og á Oddgeirshólum er selta þess ívið hærra en í því vatni sem nú er dælt úr holum 10 og 13 í Þorleifskoti. Aftur á móti er selta vatnsins í Árbæ mikið lægri en á hinum jarðhitastöðunum. Hár styrkur magnesíums í vatni frá Laugarbökkum bendir til þess að kalt grunnvatn hafi blandast í heita vatnið á leið þess til yfirborðs. Ekki eru til efnagreiningar af heitu vatni sem vitað er um nærri Ölfusárbrú eða á áreyrum vestur af Selfossbæ.

### Gæði vatnsins til upphitunar

Hér að framan hefur komið fram, að magn uppleystra efna í heitu vatni á vinnslusvæði Hitaveitu Selfoss er hátt miðað við það sem almennt gerist um lághitavatn hér á landi. Jafnframt er vatnið talsvert salt. Þessu geta fylgt vandamál í sambandi við nýtingu vatnsins til upphitunar.

Í fyrsta lagi má búast við útfellingum og í öðru lagi er mikil hættá á súrefnistæringu ef súrefni kemst í heita vatnið. Súrefnismælingar á heitu vatni við holutopp (Tafla 1) benda til þess, að mjög lítið uppleyst súrefni sé í vatninu. Ef kalt vatn lekur inn í borholur og blandast heita vatninu er talsverð hættá því að súrefni verði í það mikli

magni í hitaveituvatninu, að það valdi tæringu á vatnslögnum og ofnum. Þetta stafar af því, að kalt grunnvatn inniheldur jafnan mikið uppleyst súrefni (u.þ.b. 10 mg/kg), en jarðhitavatn, sem hefur náð 70-80°C hita er súrefnissnautt.

Ekki er kunnugt um teljandi vandamál vegna útfellinga í heitavatnslögnum á Selfossi, en eitthvað hefur borið á ofnar og lagnir hafi tærst.

Að lokum er rétt að geta þess, að alltaf er veruleg hættu á innstreymi súrefnis í miðlunargeyma hjá hitaveitum. Þar sem heita vatnið á Selfossi er svo salt sem raun ber vitni þá er mjög áriðandi að reynt sé á allan hátt að takmarka aðgang súrefnis (andrúmslofts) að lögnum og miðlunargeymum.

### Niðurstöður

Helst niðurstöður eru eftirfarandi:

- Efnagreining vatns úr borholum gefur upplýsingar um hlutfall þess kalda grunnvatns (hraunavatns) sem blandast í jarðhitavatnið og kælir það.
- Heita vatnið á Selfossi er fremur salt og efnastyrkur þess er hærri en almennt gerist í lághitavatni hér á landi.
- Klóríð-styrkur (selta) vatns djúpt í jarðhitakerfinu virðist vera u.þ.b. 500 mg/kg.
- Hóla 13 er nú aðal vinnsluhóla Hitaveitunnar. Vatn úr henni er til helminga blanda af jarðhitavatni og köldu vatni (hraunavatni).
- Hár efnastyrkur og íblöndun kalds grunnvatns eykur hættu á útfellingum og tæringu í lögnum og ofnum.
- Talið er rétt, að heilsýni verði tekin úr vinnsluholum einu sinni á ári, en sýni til klóríð greininga einu sinni í mánuð að jafnaði og oftast ef vart verður við einhverjar breytingar.

### Heimildir

Skýrslur og Greinargerðir Orkustofnunar.

Efnagreiningaskrá Orkustofnunar.