



ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

HITAVEITA SUÐUREYRAR

Efnasamsetning jarðhitavatns

Guðrún Sverrisdóttir

Hrefna Kristmannsdóttir

Unnið fyrir Orkubú Vestfjarða

OS-94047/JHD-27 B

Nóvember 1994



ORKUSTOFNUN
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Verknr. 600 400

HITAVEITA SUÐUREYRAR

Efnasamsetning jarðhitavatns

Guðrún Sverrisdóttir

Hrefna Kristmannsdóttir

Unnið fyrir Orkubú Vestfjarða

OS-94047/JHD-27 B

Nóvember 1994

EFNISYFIRLIT

1. INNGANGUR	3
2. EFNASAMSETNING VATNS	3
3. NIÐURSTÖÐUR	5
4. HEIMILDIR	5

TÖFLUR

1. Suðureyri, hola LA-02. Efnasamsetning vatns (mg/l)	3
2. Suðureyri, hola LA-05. Efnasamsetning vatns (mg/l)	4

MYNDIR

1. Styrkur klóríðs í vinnsluvatni hitaveitu	6
2. Styrkur kalsíums í vinnsluvatni hitaveitu	6
3. Mettunarstig kalsíts í vinnsluvatni (hola 2)	7
4. Mettunarstig kalsíts í vinnsluvatni (hola 5)	7

1. INNGANGUR

Í þessari skýrslu verður gerð grein fyrir efnasamsetningu jarðhitavatns á Suðureyri í Súganda-firði. Birtar eru niðurstöður efnagreininga úr báðum holunum sem vatn hefur verið nýtt úr. Breyting á efnasamsetningu með nýtingu er skoðuð, og þau vandamál sem henni fylgja.

2. EFNASAMSETNING VATNS

Tafla 1 sýnir efnasamsetningu vatns úr holu 2 sem var fyrsta vinnsluhola hitaveitu Suðureyrar. Tafla 2 sýnir svo efnasamsetningu vatns úr holu 5, sem var boruð árið 1985. Hefur hún verið nýtt síðan, þó mjög hafi dregið úr vinnslu síðustu árin eftir að farið var að nýta umframrafmagn til upphitunar.

Tafla 1. Suðureyri, hola LA-02. Efnasamsetning vatns (mg/l).

Dagsetning Númer	75-12-03 75-0186	78-05-03 78-0018	78-12-14 78-0089	79-11-06 79-0134	80-11-13 80-0161	82-05-01 82-0058
Hiti (°C)	62,0	60,0	64,2	63,0	63,0	63,0
Sýrustig (pH)	8,81/21	9,66/18	9,30/20	9,59/20	9,50/20	9,43/21
Kísill (SiO ₂)	53	55	58	56	54	52
Natríum (Na)	117,7	121,0	105,6	126,4	137,7	145,3
Kalíum (K)	1,9	1,2	1,1	2,0	1,8	1,7
Kalsíum (Ca)	11,6	27,8	21,4	33,9	44,1	60,5
Magnesíum (Mg)	0,32	0,26	0,14	0,37	0,04	1,72
Karboronat (CO ₂)	7,0	5,7	3,1	7,0	9,2	9,2
Súlfat (SO ₄)	72,1	75,4	76,5	84,7	91,5	95,3
Brennist. vetni (H ₂ S)	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,0
Klóríð (Cl)	131	168	128	169	209	260
Flúoríð (F)	0,33	0,39	0,28	0,30	0,33	0,29
Uppleyst efni (TDS)	413	488	423	484	553	660
Súrefni (O ₂)	-	0,08	0,08	-	-	0,08

Hitaveita Suðureyrar var tekin í notkun árið 1977. Vatnið úr holu 2 var rúmlega 60°C heitt og virtist hafa þokkalega vinnslueiginleika þó það væri ísalt (Ólafur G. Flóvenz og Jón Steinar Guðmundsson, 1980). Fyrstu fjögur árin var að jafnaði dælt 13 l/s úr holunni (Ólafur G. Flóvenz o.fl., 1982), og niðurdráttur var um 7 m á ári. Upplýsingar um vinnslu frá 1982 til 1987 eru mjög litlar til. Ljóst var frá upphafi að súrefnisstyrkur vatnsins gæti valdið tæringu í svo söltu vatni ef ekki yrði að gert. Það sem kom nokkuð á óvart var hversu ört efnasamsetning vatnsins breyttist fljótlega eftir að vinnsla hófst. Ef við lítum fyrst á töflu 1 sem sýnir efnasamsetningu úr holu 2 sést að selta vatnsins jókst jafnt og þétt með hverju ári sem holan var í vinnslu. Þegar á miðju ári 1978 var klóríðstyrkur orðinn um 20 % hærri en hann var áður en vinnsla hófst (mynd 1), og (það sem verra var), styrkur kalsíums hafði hækkað um 60% (mynd 2). Myndir 1 og 2 sýna styrk klóríðs annars vegar og kalsíums hinsvegar, í vinnsluvatni hitaveitu Suðureyrar frá upphafi. Fram til ársins 1986 er vatnið eingöngu úr holu 2, en eftir það sýnir myndin fyrst og fremst þróun efnasamsetningar vatns úr síðari vinnsluholunni, holu 5, en rætt verður um hana hér á eftir. Það sem greinilega átti sér stað var að þegar dælt var úr holunni, dróst sjór inn í jarðhitakerfið. Þetta hafði í för með sér aukna hættu á kalkútfellingum,

sem urðu verulegt vandamál meðan vinnsla úr svæðinu var hvað mest. Mynd 3 sýnir mettunarstig kalks í vatninu, og hvernig yfirmettun eykst hratt frá upphafi vinnslu. Árið 1978 voru kalkútfellingar þegar orðnar svo miklar að þær eyðilögðu djúpdælu í holunni (Ólafur G. Flóvenz og Jón Steinar Guðmundsson, 1980).

Íslenskt lághitavatn er oftast vægt yfirmettað af kalki án þess að veruleg hættu sé á kalkútfellingum úr vatninu. Þó yfirmettun sé talsverð þarf oft ýmsa örvandi þætti í eiginleikum vatnsins eða vinnsluferlisins, til að koma útfellingu af stað. Af þessum ástæðum er ekki nóg að þekkja tölulegt gildi yfirmettunar til að meta útfellingahættu. Mynd 3 sýnir þetta tölulega gildi, Q/K er hlutfall jónavirknimargfeldis og leysnimargfeldis fyrir steindina kalsít. Fyrir ofan láréttu línuna, sem ákvarðast af núllpunkti á y-ás, er vatnið yfirmettað, en undirmetað neðan línunnar. Reynslan sýnir að hættumörk fyrir útfellingar liggja á bilinu 0.3-0.5 í yfirmettunarstigi. Af þeim þáttum sem verka örvandi á útfellingar er selta vatnsins einn hinn mikilvægasti. Ef heildarstyrkur uppleystra efna í vatninu er hár verður útfelling miklu fyrr en í þunnu vatni. Einnig virðist uppleyst súrefni í vatni hafa áhrif á kalkútfellingu í þá átt að örva hana.

Á mynd 3 sést að þegar við yfirmettun 0.2 eru útfellingar mikið vandamál í holu 2, svo þarna hefur seltan mjög afgerandi áhrif. Frá árinu 1979 hækkaði yfirmettun í holu 2 stöðugt og kalkútfellingar urðu æ erfiðari viðfangs. Súrefni kom inn í kerfið í auknum mæli með sjávaríblönduninni og olli tæringu á ofnum. Árið 1982 var hafin súlfítíblöndun til að eyða súrefninu. Orkustofnun gerði í skýrslu 1982 (Ólafur G. Flóvenz o.fl., 1982) grein fyrir aðferðum til að ráða við þessi vandamál og lagði til að boruð væri ný vinnsluhola til að tryggja rekstraröryggi veitunnar. Árið 1985 var svo hola 5 boruð og vinnsla hafin úr henni 1986. Tafla 2 sýnir efnasamsetningu vatnsins úr holunni.

Tafla 2. Suðureyri, Hóla LA-05. Efnasamsetning vatns (mg/l).

Dagsetning Númer	87-07-28 87-0087	92-03-11 92-0050	94-07-11 94-0147
Hiti (°C)	-	-	58
Sýrustig (pH/°C)	9,22/23	9,51/19	9,45/22
Kísill (SiO ₂)	50,0	53,0	53,0
Natríum (Na)	187	126	98
Kalíum (K)	1,9	1,2	0,9
Kalsíum (Ca)	77,1	28,1	13,2
Magnesíum (Mg)	6,4	1,6	0,28
Karbónat (CO ₂)	10,1	11,0	9,2
Súlfat (SO ₄)	106,4	85,0	77,3
Brennist.vetni (H ₂ S)	<0,03	<0,03	<0,03
Klóríð (Cl)	337	169	109
Flúoríð (F)	0,32	0,30	0,29
Brómíð (Br)	-	0,54	-
Bór (B)	-	0,10	0,12
Járn (Fe)	0,0	0,006	-
Uppleyst efni (TDS)	805	399	362
Súrefni (O ₂)	0,12	-	0,10
δ ¹⁸ O (‰ SMOW)	-11,40	-11,43	-

Í töflu 2 eru niðurstöður þriggja efnagreininga úr holu 5, sú elsta frá 1987. Vatnið úr holunni reyndist dálítið kaldara en úr holu 2 og jafnframt nokkuð saltara. Á mynd 1 sést vel seltuaukningin þegar hola 5 er tekin í notkun í október 1986. Margar þessara klóríðgreininga eru ekki merktar holunafni og ekki liggja fyrir upplýsingar um hve miklu var dælt úr holu 2 eftir að hola 5 var tekin í notkun. Líklega var það þó ekki meira en svo að þessi mynd endurspegli nokkuð vel muninn á seltu holanna tveggja. Þetta sést á sama hátt í styrk kalsíums á mynd 2. Á þessum myndum vekur athygli að árið 1992 hefur styrkur beggja efnanna lækkað mjög mikið og 1994 er hann kominn niður í það sem hann var við upphaf vinnslu.

Árið 1987 hófst tilraun til að taka á útfellingavandamálinu með íblöndun fosfata sem mynda fjölliður með efninu sem hætta er á að falli út. Íblöndunin er ennþá framkvæmd og er því líklega talin gefast nokkuð vel. Mynd 4 sýnir kalkmettunarstig í holu 5. Árið 1987 er hún langt yfir hættumörkum útfellinga, enda er þá gripið til íblöndunarefna til að hefta útfellinguna. Það skal tekið fram að íblöndunin lækkar ekki yfirmettunarstigið, en kemur í veg fyrir að kalkið falli út. Þá var einnig hætt súlfítíblöndun þar sem talið er að fosfatið myndi húð í stálörum og komi þannig í veg fyrir tæringu af völdum súrefnis. Á mynd 4 sést einnig að árið 1992 hefur yfirmettun lækkað lítillega, og 1994 er hún komin vel niður fyrir hættumörk fyrir útfellingar. Ástæður þessarar breytingar eru líklega fyrst og fremst miklu minni vinnsla úr jarðhitasvæðinu eftir að rafskautaketill var tekinn í notkun hjá veitunni árið 1990 (eða 1991). Til að draga ályktanir um breytingar sem hafa orðið síðustu 4 til 5 árin skortir allar upplýsingar um vinnslu á því tímabili og hve mikið hún hefur minnkað á þessu tímabili, svo og um það hvort og hve miklar útfellingar hafa orðið á þessu tímabili.

3. NIÐURSTÖÐUR

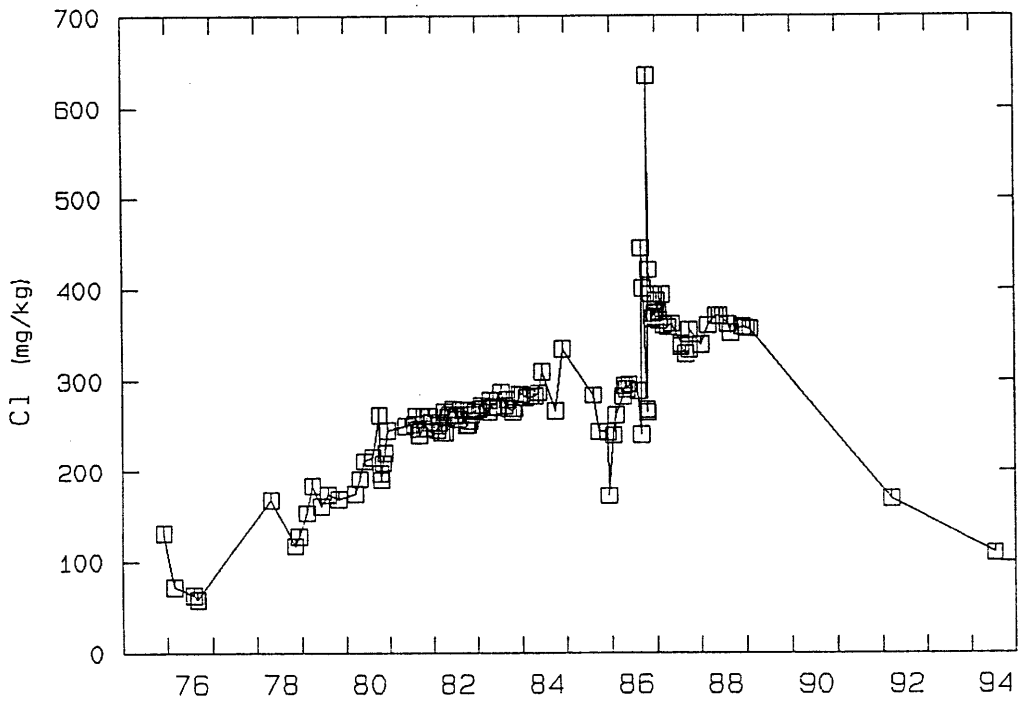
Samkvæmt niðurstöðum efnagreininga sýnis sem var tekið sumarið 1994 var yfirmettun kalks þá komin niður fyrir hættumörk útfellinga, og selta komin niður í þann styrk sem vatnið hafði við upphaf vinnslu. Hugsanlega er því fundið það meðalhóf dælingar úr jarðhitakerfinu sem kemur í veg fyrir inndrátt sjávar.

Erfitt er að túlka breytingar á kerfinu, þar sem efnasýnataka hefur verið stopul og gögn um vinnsluþætti lítil og óregluleg.

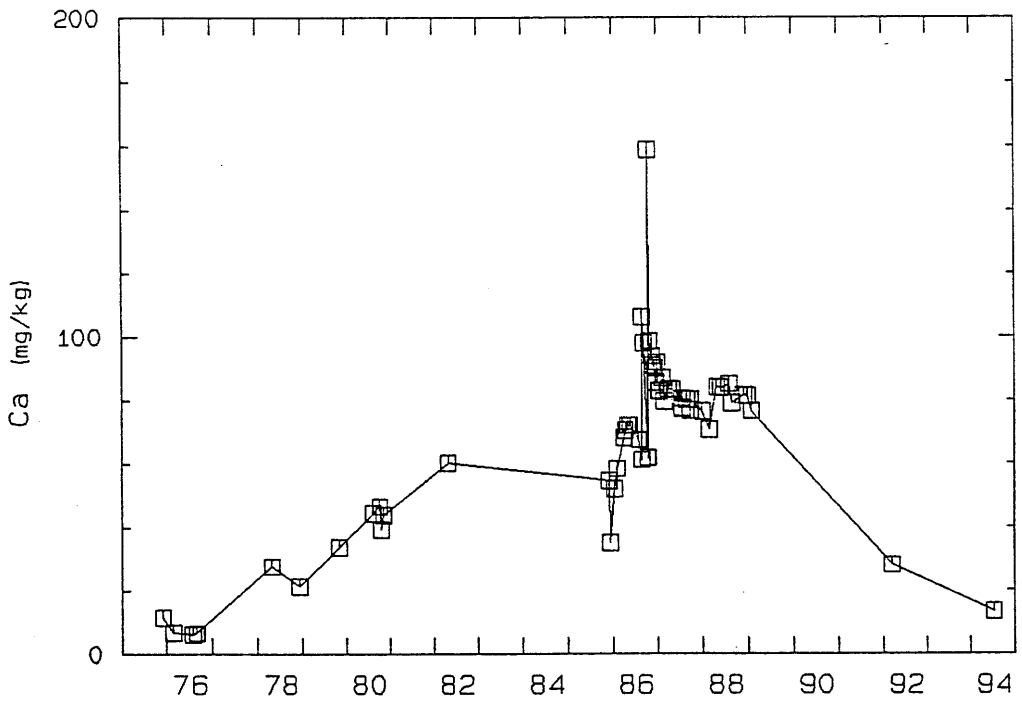
4. HEIMILDIR

Ólafur G. Flóvenz og Jón Steinar Guðmundsson, 1980: Vandamál Hitaveitu Suðureyrar. Greinargerð Orkustofnunar, 20.08.1980.

Ólafur G. Flóvenz, Ómar Sigurðsson og Sverrir Þórhallsson, 1982: Hitaveita Suðureyrar. Niðurstöður rannsókna. Orkustofnun, Bráðabirgðaskýrsla, OS82123/JHD36 B.

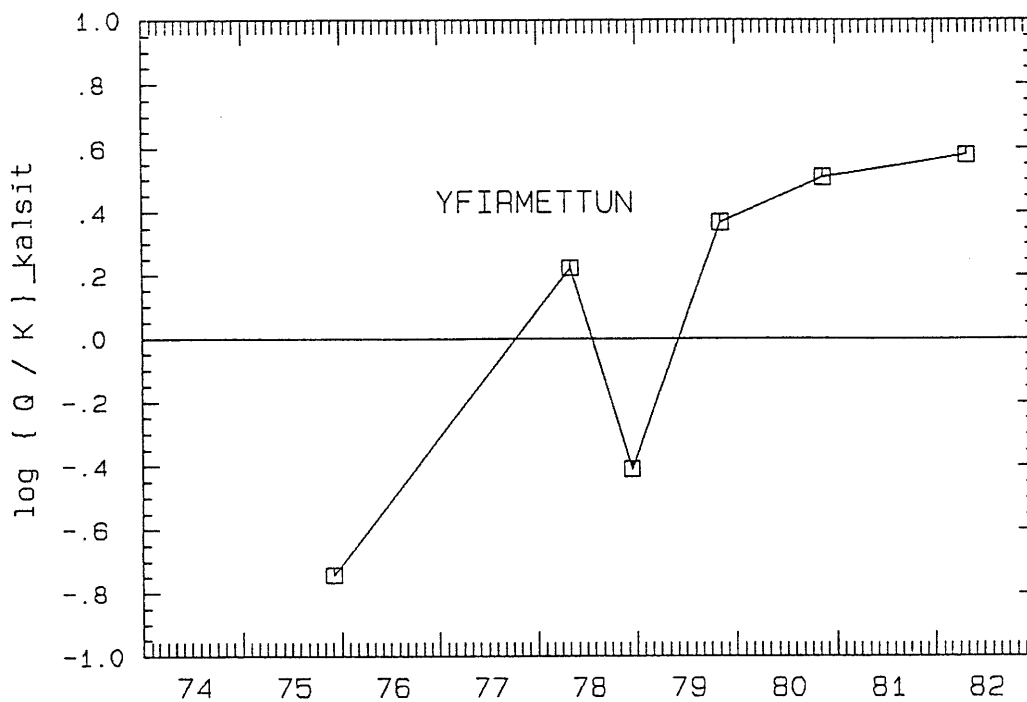


Mynd 1. Styrkur klóríðs í vinnsluvatni hitaveitu.



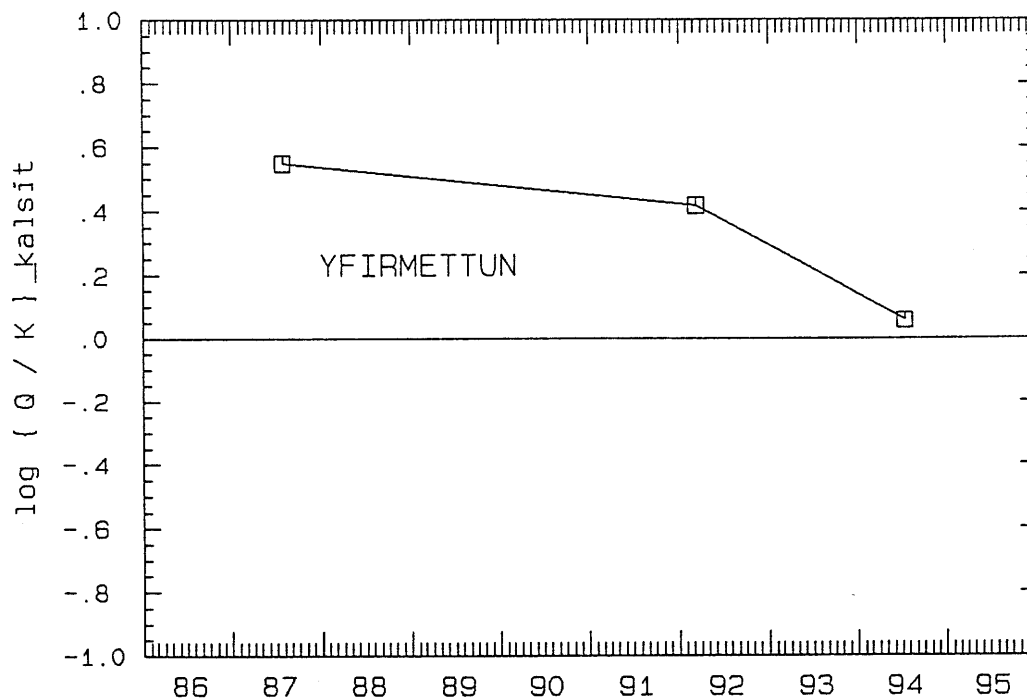
Mynd 2. Styrkur kalsíums í vinnsluvatni hitaveitu.

Hola-2



Mynd 3. Mettunarstig kalsíts í vinnsluvatni (hola 2).

Hola-5



Mynd 4. Mettunarstig kalsíts í vinnsluvatni (hola 5).