



ORKUSTOFNUN

RANNSÓKNASVIÐ - Reykjavík, Akureyri

Hitaveita Reykdælahrepps

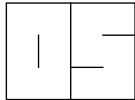
**Efnasamsetning vatns
úr holu LS-02 árið 2000**

Magnús Ólafsson

Unnið fyrir Hitaveitu Reykdælahrepps

2001

OS-2001/054



Dagur, Hjörtur og Björn við holu LS-02

Magnús Ólafsson

Hitaveita Reykdælahrepps

**Efnasamsetnings vatns úr holu LS-02
árið 2000**

Unnið fyrir Hitaveitu Reykdælahrepps

OS-2001/054

Ágúst 2001

ORKUSTOFNUN - RANNSÓKNASVIÐ

Reykjavík: Grensásvegi 9, 108 Rvk. - Sími 569 6000 - Fax 568 8896

Akureyri: Glerárgötu 36, 600 Ak. - Sími 463 0957 - Fax 463 0998

Netfang os@os.is -Veffang <http://www.os.is>

Skýrsla nr.: OS-2001-054	Dags.: Ágúst	Dreifing: <input checked="" type="checkbox"/> Opin <input type="checkbox"/> Lokuð til
Heiti skýrslu / Aðal- og undirtitill: Hitaveita Reykdælahrepps Efnasamsetning vatns úr holu LS-02 árið 2000		Upplag: 20
		Fjöldi síðna: 14
Höfundar: Magnús Ólafsson		Verkefnisstjóri: Magnús Ólafsson
Gerð skýrslu / Verkstig: Efnæftirlit með hitaveitu		Verknúmer: 8-600123
Unnið fyrir: Hitaveitu Reykdælahrepps		
Samvinnuaðilar:		
Útdráttur: <p>Í skýrslunni er gerð grein fyrir niðurstöðum greiningar á efnasamsetningu heits vatns hjá Hitaveitu Reykdælahrepps. Hitaveitan nýtir vatn úr holu 2 á Laugum í Reykjadal. Sýni til könnunar á efnasamsetningu vatns úr vinnsluholunni var tekið haustið 2000, og eru niðurstöður bornar saman við fyrri sýnatöku, á árunum 1975 og 1996. Hiti mældist lítið eitt hærrí nú en hann hefur áður mælst en sá munur gæti stafað af mismunandi mæliaðferðum. Styrkur einstakra efna hefur lítið breyst milli 1996 og 2000, en greina má nokkrar breytingar ef lítið er yfir allt tímabilið frá 1975. Breytingar eru einkum áberandi hvað varðar kísil og súlfat og í minna mæli natríum. Þessar breytingar má hugsanlega rekja til nýrra og endurbættra sýnatökuaðferða. Það sama á við um hærrí kalkmettun sem nú mælist. Gerðar eru tillögur um reglubundið vinnslueftirlit, þ.e. mælingar og gagnasöfnun er lýtur að hita og rennsli vatns hjá hitaveitunni, auk sýnatöku og efnagreininga. Í viðauka fylgir umsögn Orkustofnunar vegna gjaldskrár veitunnar.</p>		
Lykilorð: Hitaveita, eftirlit, borhola, efnasamsetning, hiti, Laugar í Reykjadal		ISBN-númer:
		Undirskrift verkefnisstjóra:
		Yfirlit af: PI

Efnisyfirlit

1.	Inngangur	3
2.	Sýnataka og efnagreiningar 2000	3
3.	Niðurstöður	3
4.	Vinnslueftirlit	5
5.	Heimildir	6
Viðauki	Hitaveita Reykdæla - Umsögn vegna gjaldskrár	11

Töflur

Tafla 1.	Efnasamsetning vatns úr holu LS-02	4
----------	------------------------------------	---

Myndir

Mynd 1.	Hola LS-02 - holutoppur	5
Mynd 2.	Mældur hiti vatns úr LS 2 við sýnatöku	6
Mynd 3.	Styrkur kísils í vatni úr holu LS-02	6
Mynd 4.	Styrkur natríums í vatni úr holu LS-02	7
Mynd 5.	Styrkur kalíums í vatni úr holu LS-02	7
Mynd 6.	Styrkur kalsíums í vatni úr holu LS-02	7
Mynd 7.	Styrkur magnesíums í vatni úr holu LS-02	8
Mynd 8.	Styrkur klóríðs í vatni úr holu LS-02	8
Mynd 9.	Styrkur flúoríðs í vatni úr holu LS-02	8
Mynd 10.	Styrkur súlfats í vatni úr holu LS-02	9
Mynd 11.	Kalkmettun vatns úr holu LS-02	9
Mynd 12.	Kalkmettun vatns í mismunandi sýnum úr holu LS-02	10

1. Inngangur

Hitaveita Reykdælahrepps nýtir vatn úr holu 2 (LS-02) á Laugum í Reykjadal. Sýni til könnunar á efnasamsetningu vatns úr holunni var tekið haustið 2000. Tvisvar áður hafa verið tekin sýni úr holunni til heildarefnagreiningar, fyrst skömmu eftir að borun lauk 1975 og síðan haustið 1996. Tilgangur sýnatöku og eftirlits að þessu tagi er einkum tvíþættur. Í fyrsta lagi að fylgjast með breytingum sem kunna að verða á sjálfu jarðhitakerfinu og í öðru lagi að fylgjast með nýtingarhæfni vatnsins. Breytingar á efnasamsetningu vatns á jarðhitasvæðum verða helst í kjölfar mikillar vinnslu úr viðkomandi jarðhitakerfi, en geta einnig orðið vegna breyttra aðstæðna af náttúrulegum orsökum.

Hitaveitan dreifir vatni til notenda í þéttbýlinu að Laugum, suður eftir Reykjadal að Narfastöðum og til norðurs að Pálmholti og Helgastöðum. Vegna fjarlægðar frá holunni er framrásarhiti nokkuð mismunandi hjá notendum heita vatnsins. Að beiðni hitaveitunnar hefur Orkubúskapardeild Orkustofnunar tekið saman minnisblað þar sem lýst er aðferð til að jafna orkuverð líkt og gert er hjá nokkrum hitaveitum hér á landi. Minnisblaðið (Ár-ÓP-ÞJ-20.11.2000; Hitaveita Reykdæla - Umsögn vegna gjaldskrár) fylgir með í viðauka.

Í skýrslu þessari er gerð grein fyrir niðurstöðum greininga á efnasamsetningu heits vatns hjá Hitaveitu Reykdælahrepps. Einnig eru gerðar tillögur um mælingar og gagnasöfnun er lýtur að hita og rennsli vatns hjá hitaveitunni auk sýnatöku og efnagreininga. Í viðauka fylgir minnisblað frá Orkustofnun

2. Sýnataka og efnagreiningar 2000

Sýni til efnagreininga á vatni var tekið 7. október 2000. Við sýnatöku mældist hiti vatns nærri holutoppi 64,1°C. Að vanda voru uppleyst súrefni og brennisteinsvetni mæld við sýnatöku, en sýrustig og karbónat innan sólarhrings. Önnur efni voru síðan greind á efnarannsóknarstofu Orkustofnunar, að því frátöldu að samsætur súrefnis og vetnis voru mældar á Raunvísindastofnun Háskólans.

3. Niðurstöður

Niðurstöður efnagreininga á sýninu frá haustinu 2000 eru sýndar í töflu 1. Þar eru einnig sýndar til samanburðar efnagreiningar á sýnum frá 1996 og 1975. Myndir 2 til 10 sýna nánar hita mældan við sýnatöku og styrk allra helstu efna í vatninu í þeim sýnum sem til eru úr holu LS-02.

Hiti mældist lítið eitt hærra haustið 2000 en hann hefur mælst áður. Þar gæti munað að eldri mælingar, alla vega sumar, voru gerðar í yfirfalli frá holunni en nú var mælt nær holutoppi, rétt utan við dæluskúrinn. Styrkur einstakra efna hefur lítið breyst milli árána 1996 og 2000, en nokkrar breytingar má sjá ef lítið er yfir allt tímabilið 1975 til 2000. Í skýrslu Orkustofnunar frá 1997 (Magnús Ólafsson, 1997) var vikið af þessum breytingum milli sýna sem tekin voru 1975 annars vegar og 1996 hins vegar. Þessar breytingar eru einkum áberandi hvað varðar efnin kísil (mynd 3) og sulfat (mynd 10) og

í minna mæli natríum (mynd 4). Breytingar þessar má hugsanlega að hluta skýra með nýjum og endurbættum sýnatöku- og efnagreiningaraðferðum, einkum á milli árunna 1975 og 1996, og því vart um raunverulegar breytingar að ræða. Þar sem einnig er um aðeins þrjú sýni að ræða á þessum 25 árum þá er erfitt að draga af þessum upplýsingum afgerandi ályktanir. Þó er þekkt að styrkur kísils er oft hár við upphaf vinnslu úr nýrri holu en lækkar síðan þegar jafnvægi milli aðrennslis í jarðhitakerfið og vinnslu kemst á. Þessar takmörkuðu upplýsingar sem til staðar eru um efnasamsetningu vatns og vinnslu úr holu LS-02 hjá Hitaveitu Reykdælahrepps undirstrika nauðsyn þess að komið verði upp reglubundnu vinnslueftirliti hjá veitunni. Nánar er fjallað um hugmyndir þar að lútandi í kafla 4.

Tafla 1. Efnasamsetning vatns úr holu LS-02 (mg/l).

Númer	2000-0395	1996-0372	1975-0091
Dagsetning	2000.10.07	1996.11.12	1975.04.09
Hiti (°C)	64,1	61,8	-
Sýrustig (pH/°C)	10,63/21,3	10,66/21,3	10,58/20,0
Karbónat (CO ₂)	14,6	12,5	7,5
Brennisteinsvetni (H ₂ S)	0,04	<0,03	<0,03
Uppleyst súrefni (O ₂)	0	-	-
Leiðni ((μS/cm)/25°C)	260	239	242
Bór (B)	0,05	0,06	-
Kísill (SiO ₂)	74,8	74,5	90,0
Natríum (Na)	50,2	48,6	45,5
Kalíum (K)	0,43	0,43	0,50
Magnesium (Mg)	0,002	0,003	0,002
Kalsíum (Ca)	2,15	2,04	2,00
Flúoríð (F)	0,75	0,77	0,76
Klóríð (Cl)	4,94	4,64	4,7
Súlfat (SO ₄)	12,3	11,8	25,9
Ál (Al)	0,347	0,349	-
Mangan (Mn)	0,0001	<0,0001	-
Járn (Fe)	0,0042	0,0017	-
Uppleyst efni	193	193	198
δD (‰ SMOW)	-106,2	-104,2	-
δO ¹⁸ (‰ SMOW)	-14,69	-14,61	-

- : Ekki mælt

Útreiknuð kalkmettun vatns hjá hitaveitum gefur upplýsingar um hættu á myndun kalkútfellinga (kalk = kalsít). Slíkt mettnarstig ($\log(Q/K)$) fyrir vatn úr holu LS-02 er sýnt á myndum 11 og 12 reiknað við mældan hita við sýnatöku. Þar sem hlutfallið $\log(Q/K)$ er hærra en 0 þá er vatnið yfirmettað og hætta á útfellingu. Vatnið er undirmettað þegar hlutfallið er minna en 0 og jafnvægi ríkir þegar hlutfallið er 0. Hér á landi hefur reynslan kennt að jarðhitavatn getur verið talsvert yfirmettað m.t.t. kalks áður en eitthvað fer að bera á útfellingum. Einkum á það við efnasnautt og ósalt vatn, svipað vatninu úr holu LS-02 á Laugum. Á myndum 11 og 12 er sýnd strikálína við $\log(Q/K) = 0,38$, en það er vart fyrir en ofan þeirra marka sem kalkútfellinar fara að myndast vatni líku því og hér um ræðir. Mynd 11 sýnir hvernig kalkmettun hefur breyst á tímabilinu 1975 til 2000. Hún hefur aukist lítillega milli árunna 1996 og 2000, en umtalsvert milli árunna 1975 og 1996. Lægri kalkmettun 1975 getur þó stafað af öðrum sýnatöku- og efnagreiningaaðferðum en við sýnin frá 1996 og 2000. Á mynd 12 er aftur

á móti sýnd kalkmettun fyrir sýnin þrjú, fyrst reiknuð við mældan hita og síðan er sýnt hvernig mettunarstigið breytist við kólnun niður í 20°C í lokuðu dreifikerfi.

Vinnslueftirlit

Hér að framan var þess getið að lítið hefur verið fylgst með vinnslu vatns úr holu LS-02. Á það jafnt við um rennsli frá holunni, þrýsting við holutopp, hita vatnsins, efnasamsetningu þess o.fl. Þar sem Hitaveita Reykdælahrepps nýtir eingöngu sjálfrennandi vatn úr holu LS-02, þá er ekki talið að þar sé þörf á eins víðtæku eftirliti og hjá þeim veitum þar sem vatni er dælt úr borholum. Þar er t.d. meiri hættu á innstreymi kalds vatns í jarðhitakerfin vegna lækkaðs þrýstings. Lagt er til að hitaveitan komi sér upp rvinnslueftirliti, sem byggir á eftirfarandi þáttum.

- Rennslismæli; til að mæla heildarrennsli frá holunni
- Þrýstimæli; til að mæla þrýsting á holutoppi
- Hitamæli; til að mæla hita á holutoppi
- Eftirliti með efnasamsetningu vatns úr holunni

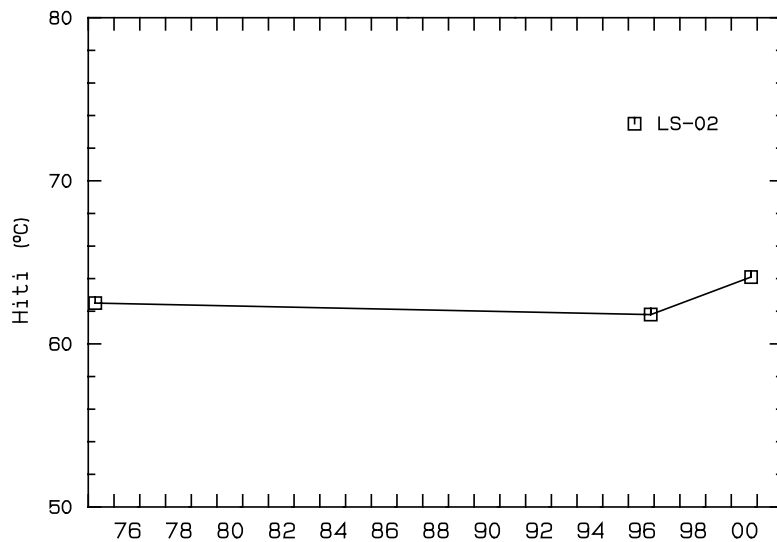
Starfsmaður hitaveitunnar annist aflestur af mælum á tveggja vikna fresti og skrái í sérstaka bók. Þessu til viðbótar taki starfsmaður Orkustofnunar sýni til efnagreininga annað hvert ár og taki saman skýrslu með niðurstöðum efnagreininga og mælingum frá hitaveitunni. Um þennan verkþátt yrði gerður sérstakur samningur milli Hitaveitu Reykdælahrepps og Orkustofnunar.



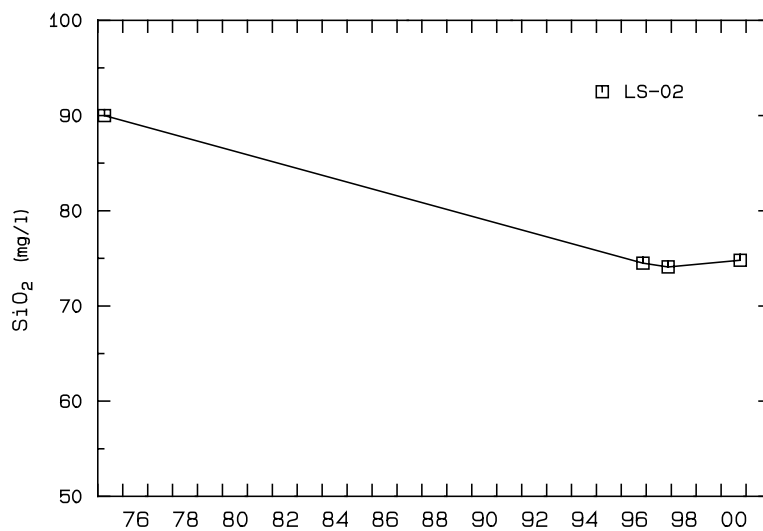
Mynd 1. Hola LS-02 - holutoppur.

5. Heimildir

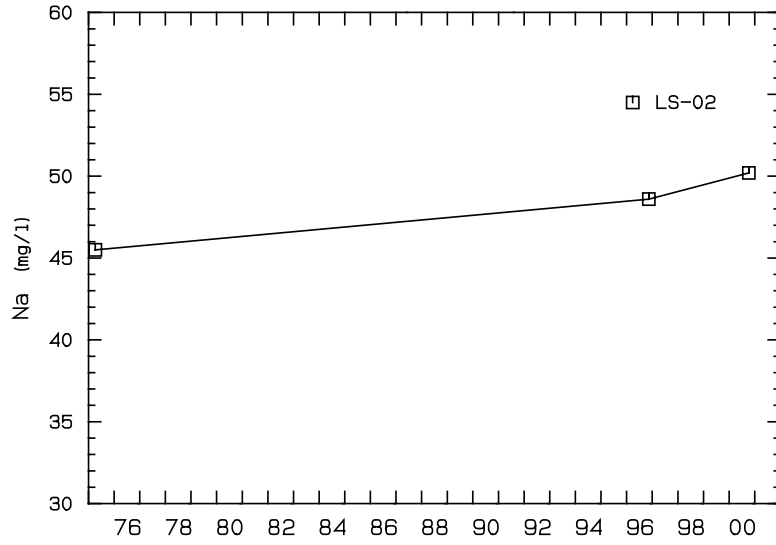
Magnús Ólafsson, 1997: *Hitaveita Reykdælahrepps. Efnasamsetning vatns úr holu 2.* Orkustofnun, OS-97063, 6 s.



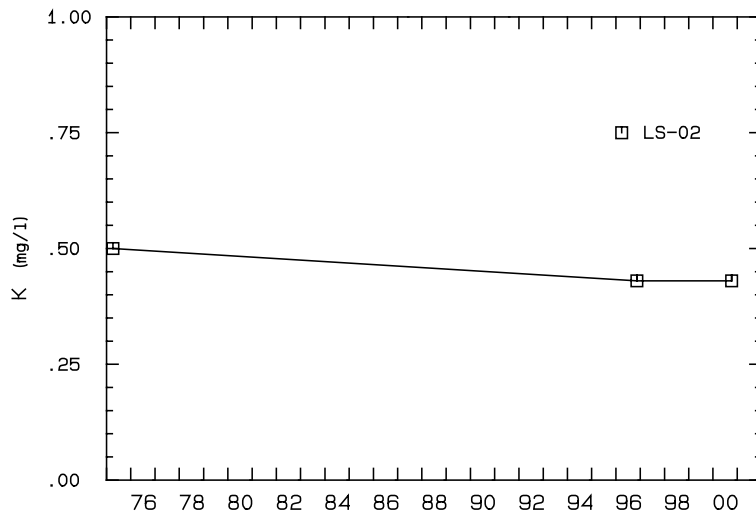
Mynd 2. Mældur hiti vatns úr holu LS-02 við sýnatöku.



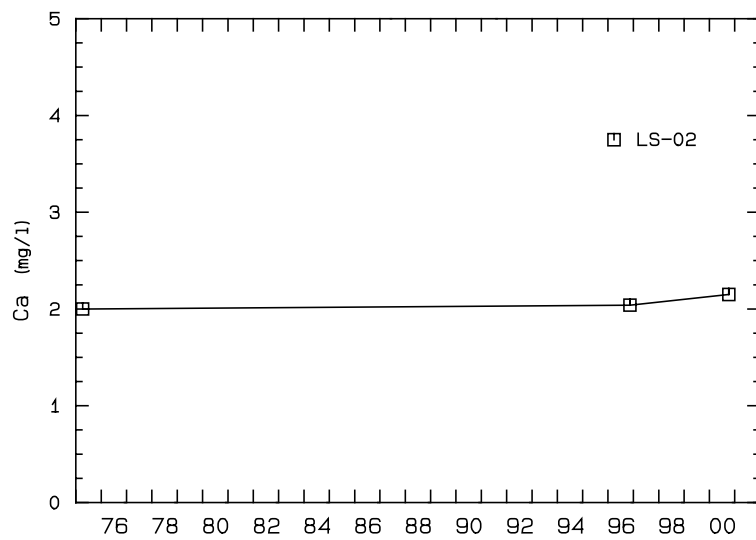
Mynd 3. Styrkur kísils í vatni úr holu LS-02.



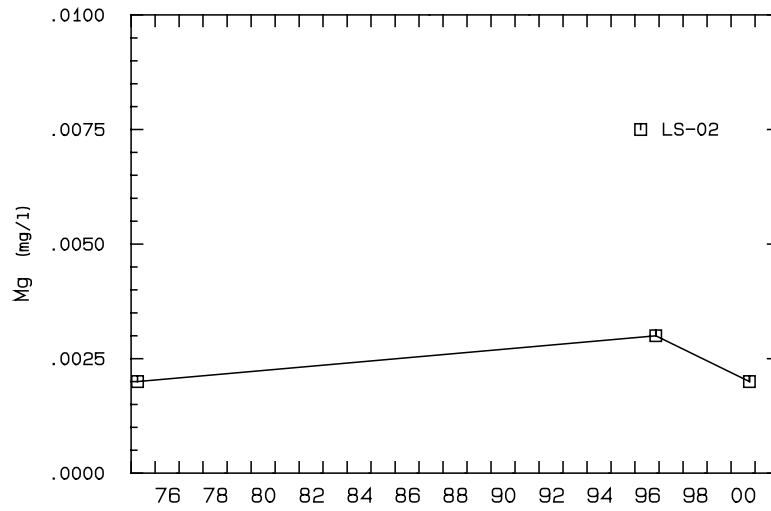
Mynd 4. Styrkur natríums í vatni úr holu LS-02.



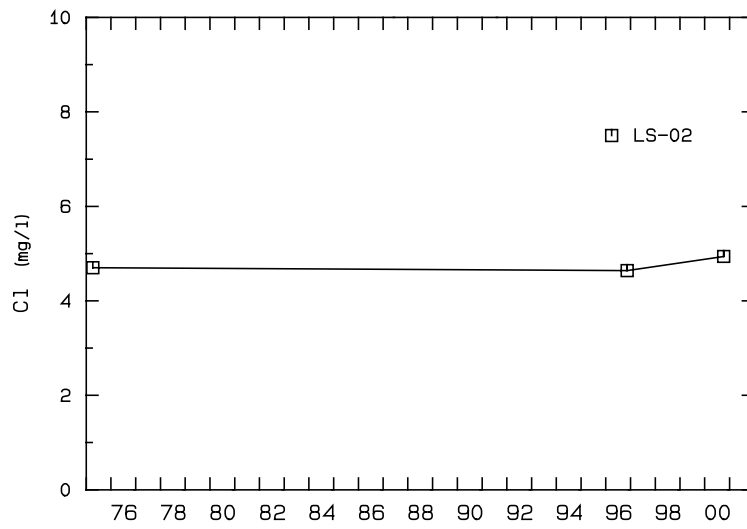
Mynd 5. Styrkur kalíums í vatni úr holu LS-02.



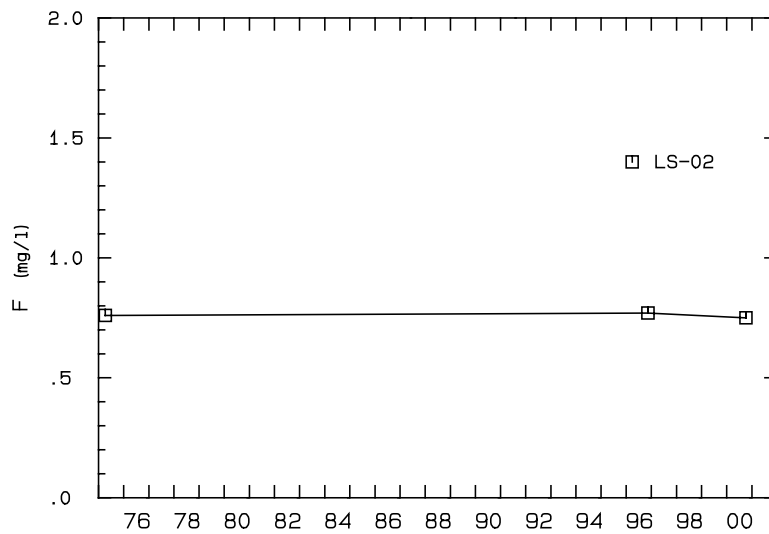
Mynd 6. Styrkur kalsíums í vatni úr holu LS-02.



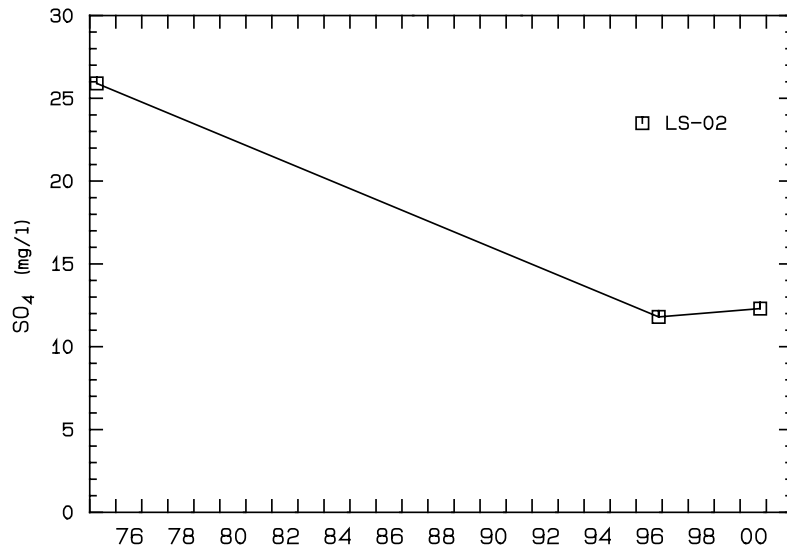
Mynd 7. Styrkur magnesíums í vatni úr holu LS-02.



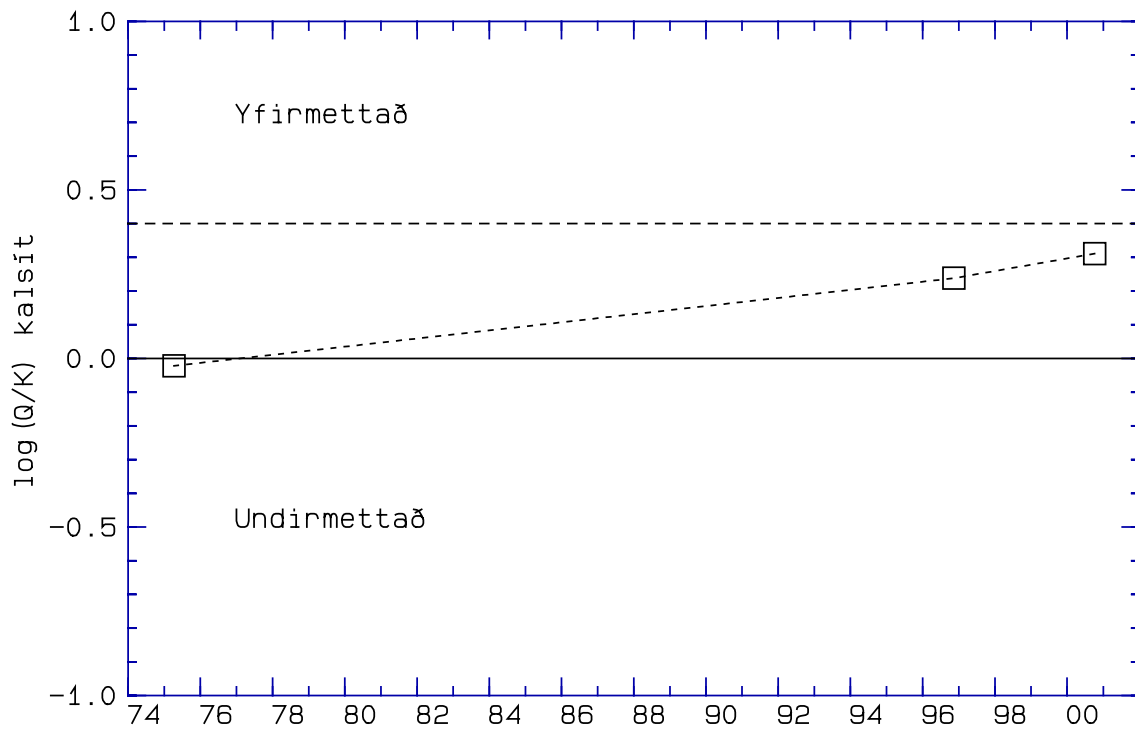
Mynd 8. Styrkur klóríðs í vatni úr holu LS-02.



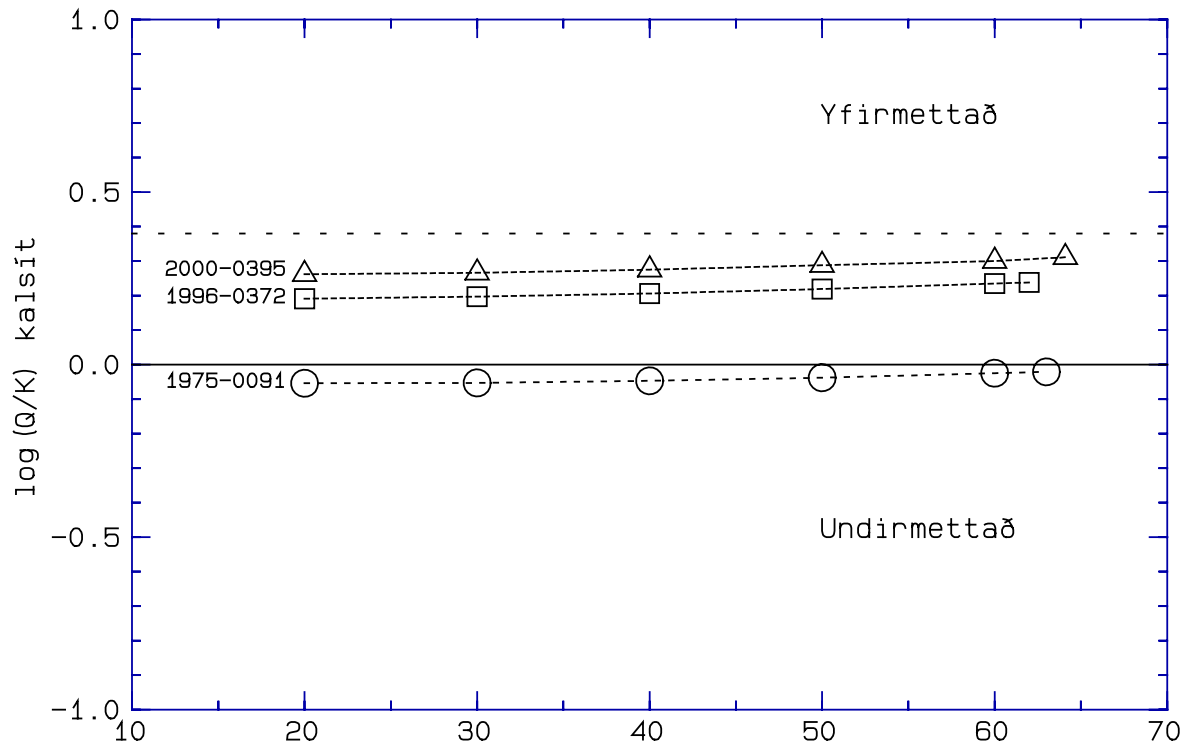
Mynd 9. Styrkur flúoríðs í vatni úr holu LS-02.



Mynd 10. Styrkur súlfats í vatni úr holu LS-02.



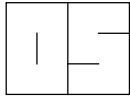
Mynd 11. Kalkmettun vatns úr holu LS-02.



Mynd 12. Kalkmettun vatns í mismunandi sýnum úr holu LS-02.

Viðauki

Hitaveita Reykdæla - Umsögn vegna gjaldskrár



Hitaveita Reykdæla - Umsögn vegna gjaldskrár

Eftirfarandi samantekt er gerð að beiðni Björns Guðmundssonar hjá Hitaveitu Reykdæla.

Flestar hitaveitur hér á landi selja vatn eftir rúmmetramæli og taka auk fastagjalds ákveðið gjald fyrir hvern rúmmeter af vatni sem notandinn fær (kr/m^3). Óhjákvæmilega er vatnshiti til notenda ekki alls staðar sá sami innan sömu veitu. Þess vegna getur hver rúmmeter af heitu vatni innihaldið mismikla orku eftir því hvar í veitukerfinu viðkomandi notandi er búsettur.

Til að jafna mismun í orkuverði til notenda, sem hægt er mæla í t.d. kr/kWh , hafa sumar hitaveitur leiðrétt gjaldskrá sína með því að veita afslátt sem er háður framrásarhita vatnsins. Hjá Hitaveitu Rangæinga, Akranesveitu og Rarik á Siglufirði er þannig veittur 2% afsláttur af vatnsverðinu fyrir hverja gráðu sem framrásarhitinn er undir ákveðnum viðmiðunarhita, sem er mismunandi eftir veitum. Hitaveita Reykjahlíðar veitir einnig afslátt í nokkrum þrepum eftir framrásarhita til notenda.

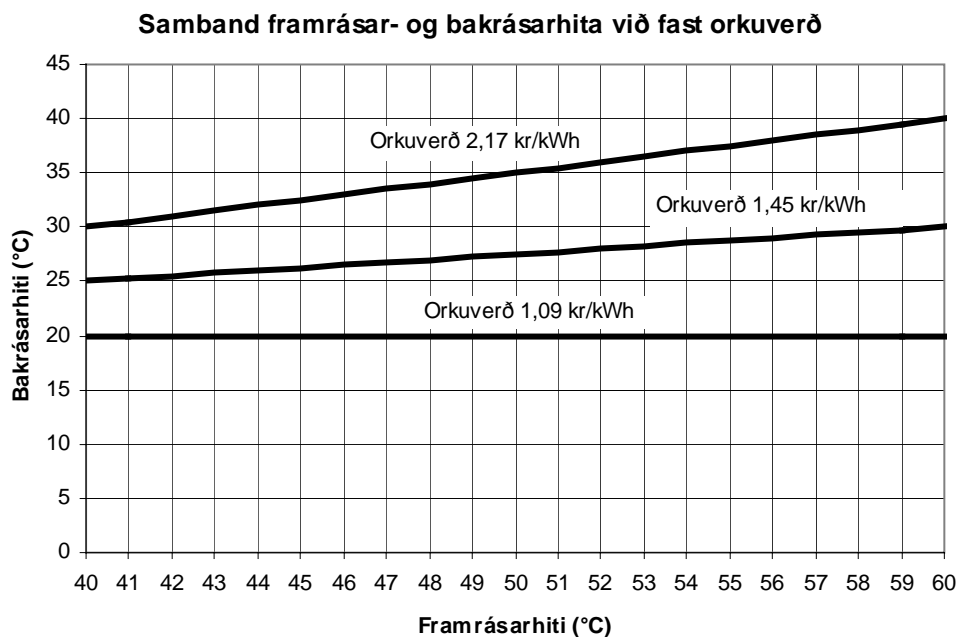
Rökin fyrir því að velja 2% afslátt fyrir hverja gráðu eru eftirfarandi: Ef gert er ráð fyrir að við eðlilegar aðstæður sé hægt að nýta 50°C hitafall í vatninu, t.d. úr 75 niður í 25°C , hefur einnar gráðu hitalækkun í för með sér að nýtanlegt orkuinnihald vatnsins rýrnar um $1/50$ eða 2%. Þannig er nýtanlegt orkuinnihald 70°C heits vatns $5/50$ eða 10% minna en orkuinnihald 75°C heits vatns. Hjá Hitaveitu Rangæinga, Akranesveitu og Rarik á Siglufirði er framrásarhitinn reiknaður út fyrir hvern einstakan notanda, enda notendur margir og erfitt að framkvæma mælingar hjá þeim öllum. Ef um litla veitu er að ræða og hægt að koma við mælingum hjá öllum notendum er eðlilegt að þær séu notaðar við ákvörðun afsláttar.

Hjá Hitaveitu Reykdæla er hæsti framrásarhiti um 60°C og því eðlilegt að nota það sem viðmiðunarhita fyrir veituna. Þar sem þetta er töluvert lægri hiti en hjá veitunum sem nefndar voru hér að framan er eðlilegt að gera ráð fyrir að mesta nýtanlega hitafall sé minna en hjá þeim veitum. Lagt er til að miðað verði við 40°C hitafall, jafnvel þó erfitt sé að ná því í reynd þar sem bakrásarhitinn væri þá orðinn jafn eðlilegum umhverfishita eða 20°C . Að þessum forsendum gefnum má reikna út að fyrir hverja gráðu sem framrásarhitinn lækkar rýrnar nýtanlegt orkuinnihald um $1/40$ eða 2,5%. Þannig yrði veittur 2,5% afsláttur frá gjaldskrá (sem miðast við 60°C) fyrir hverja gráðu sem framrásarhitinn er undir 60°C . Í töflunni á næstu síðu er sýnt hvernig afslátturinn og vatnsverðið breytist með framrásarhita samkvæmt þessari reglu.

Eins og áður sagði var útreiknaður afsláttur byggður m.a. á þeirri forsendu að hægt sé að nýta vatnið niður í 20°C . Þetta þýðir að ef töflunni yfir vatnsverð (kr/m^3) hér að framan er fylgt greiða tveir notendur sem báðir nýta vatnið niður í 20°C sama orkuverð (kr/kWh), óháð framrásarhita. Eðlilegt að spyrja hverju það breytir ef nýtingin er ekki svona góð í reynd. Sýna má fram á að ef notandi sem fær vatnið við 60°C nýtir það niður í 30°C greiðir hann sama orkuverð og notandi sem fær vatnið við 40°C og nýtir það niður í 25°C . Á hliðstæðan hátt má sýna að notandi sem fær vatnið við 60°C og nýtir það niður í 40°C greiðir sama orkuverð og notandi sem fær vatnið við 40°C og nýtir það niður í 30°C . Þetta er sýnt á myndinni á næstu síðu sem gefur samband á milli

framrásar- og bakrásarhita vatnsins. Hver lína á myndinni sýnir hvernig bakrásarhitinn þarf að breytast með framrásarhita til þess að orkuverðið haldist óbreytt. Það er að sjálfsögðu mikilvægt að notendur séu meðvitaðir um mikilvægi þess að nýta vatnið vel, sérstaklega þegar vatnshitinn er tiltölulega lágur.

Framrásarhiti °C	Afsláttur %	Vatnsverð kr/m ³
60	0.0	50.00
59	2.5	48.75
58	5.0	47.50
57	7.5	46.25
56	10.0	45.00
55	12.5	43.75
54	15.0	42.50
53	17.5	41.25
52	20.0	40.00
51	22.5	38.75
50	25.0	37.50
49	27.5	36.25
48	30.0	35.00
47	32.5	33.75
46	35.0	32.50
45	37.5	31.25
44	40.0	30.00
43	42.5	28.75
42	45.0	27.50
41	47.5	26.25
40	50.0	25.00



Eins og myndin sýnir þurfa notendur sem búa við lágan framrásarhita yfirleitt að henda vatninu við lægra hitastig en þeir sem búa við háan framrásarhita til að orkuverðið verði það sama. Þrátt fyrir þetta er hitamunurinn milli framrásar- og bakrásarhita minni hjá

þeim sem búa við lágan framrásarhita. Til að þetta sé hægt þurfa ofnar í húsum að vera því stærri sem framrásarhitinn er lægri. Ein af forsendunum fyrir útreikningunum hér að framan er að ofnastærðin sé í samræmi við framrásarhitann og að notendur beri sjálfir þann kostnað sem því fylgir.

Árni Ragnarsson, Ólafur Pálsson, Þorgils Jónasson