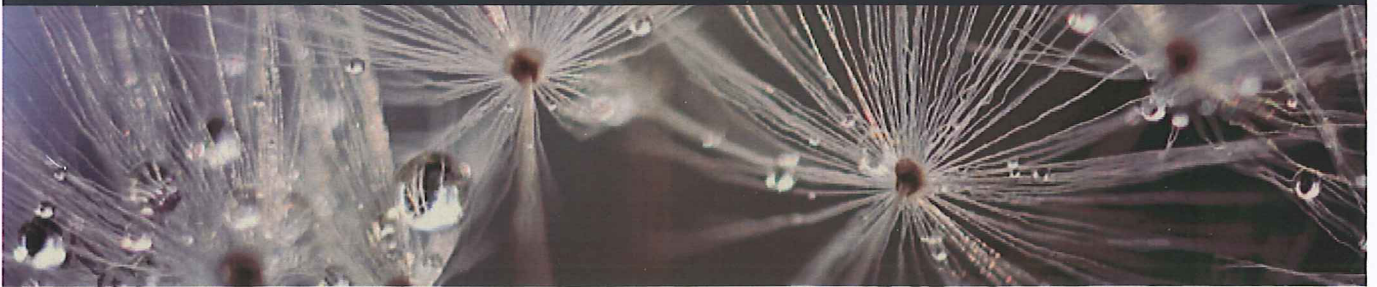


LV-2011-074



Landsvirkjun



Grunnvatnsrannsóknir

Norðurþing 2010

LV-2011/074



Grunnvatnsrannsóknir

Norðurþing 2010

Mái 2011

Upplýsingablað



Skýrsla LV nr: LV-2011/074

Dags: 9.6.2011

Fjöldi síðna: 27	Upplag: 7	Dreifing:	<input checked="" type="checkbox"/> Opin <input checked="" type="checkbox"/> Birt á vef LV og ÞR <input type="checkbox"/> Takmörkuð til
------------------	-----------	-----------	---

Titill: Grunnvatnsrannsóknir Norðurþing 2010

Höfundar / fyrirtæki Hrefna Kristmannsdóttir

Verkefnisstjóri: Árni Gunnarsson

Unnið fyrir: Landsvirkjun og Þeistareyki ehf.

Samvinnuaðilar: Háskólinn á Akureyri

Útdráttur: Á árunum 2007-2010 hefur Háskólinn á Akureyri unnið fyrir Landsvirkjun og Þeistareyki ehf að ítarlegum mælingum og úttekt á efnasamsetningu grunnvatns á Norðausturlandi sem rennur í sjó fram frá Húsavík til Kópaskers. Grunnástand grunnvatnsins hefur verið skilgreint og fylgst með hugsanlegum breytingum. Í þessari skýrslu er bætt við niðurstöðum mælinga 2010 og borið saman við fyrri niðurstöður.

Lykilorð: Grunnvatnsrannsóknir, Norðurþing, Öxarfjörður, háhiti, efnasamsetning, Þeistareykir, Gjástykki, sýnataka, grunnástand

ISBN nr:

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Árni Gunnarsson".

Samþykki verkefnisstjóra
Landsvirkjunar

Grunnvatnsrannsóknir í Norðurþingi 2010



Hrefna Kristmannsdóttir

Maí 2011

EFNISYFIRLIT

AÐFERÐIR	3
GAGNAÖFLUN OG SÝNATAKA	4
NIÐURSTÖÐUR MÆLINGA	5
MÆLING SNEFILEFNA Í VATNSSÝNUM	18
HLUTFALL STÖÐUGRA SAMSETNA	22
SAMANTEKT NIÐURSTAÐNA	23
HEIMILDASKRÁ	24
VIÐAUKI I: AÐFERÐIR VIÐ SÝNATÖKU OG GREININGAR.....	25
Framkvæmd sýnatöku.....	25
Mælingar	25

TÖFLUR

Tafla 1. Efnasamsetning vatns í Katastaðalind á Kópaskeri –aðalefni og stöðugar samsætur..	5
Tafla 2. Efnasamsetning vatns í Lyngásgjá -aðalefni.	6
Tafla 3. Efnasamsetning vatns í lind við Keldunes -aðalefni.	7
Tafla 4. Efnasamsetning vatns í lind austan við Keldunes -aðalefni.	8
Tafla 5. Efnasamsetning vatns í lind við Höfðabrekku-aðalefni.	9
Tafla 6. Efnasamsetning vatns í lind við Árlax að vestan-aðalefni.	10
Tafla 7. Efnasamsetning vatns í lind við Árlax að austan-aðalefni.	11
Tafla 8. Efnasamsetning vatns í lind við Krossdal-aðalefni.	12
Tafla 9. Efnasamsetning vatns í lind við Rifós-aðalefni.	13
Tafla 10. Efnasamsetning vatns í lind við Lón-aðalefni.	14
Tafla 11. Efnasamsetning vatns í vatnsbóli bæjarins Fjöll-aðalefni.	15
Tafla 12. Efnasamsetning vatns lind sunnan við bæinn Fjöll-aðalefni.	16
Tafla 13. Efnasamsetning vatns í lind við Þorvalsstaðaá við Húsavík.....	17
Tafla 14. Efnasamsetning vatns úr borholu við Eyvindarstaði.	18
Tafla 15. Snefilefni í vatni við Keldunes. Tafla 16. Snefilefni í vatni austan Kelduness. ...	19
Tafla 17. Snefilefni í lind austan við Árlax. Tafla 18. Snefilefni í vatni í lind við Rifós.	20
Tafla 19. Snefilefni í lind við Lón. Tafla 20. Snefilefni úr borholu við Eyvindarstaði. ..	21
Tafla 21. Áætluð mælióvissa fyrir mismunandi efni við mælingar hjá rannsóknarstofu í Luleå og við Háskólann á Akureyri (HA).....	27

MYNDIR

Mynd 1. Sýnatökustaðir í grunnvatnsrannsóknum á árunum 2008 - 2011. Númer staða eru þau sömu og í efnagreiningatöflum 1-14. Rauðu punktarnir sýna þær lindir þar sem vatnið er volgt.....	4
Mynd 2. Hlutfall stöðugra samsætna í sýnunum. Blái hringurinn sýnir samsætuhlutfall staðbundinnar rigningar á útnesjum á Öxarfjarðarsvæðinu. Línan sýnir regnvatnslínu norðrhvellsins (Craig, 1961).	22

INNGANGUR

Á árunum 2007-2010 hefur verið unnið að ítarlegri úttekt á efnasamsetningu grunnvatns á Norðausturlandi samhliða gerð grunnvatnslíkans á svæðinu frá háhitasvæðunum í suðri í sjó fram frá Húsavík til Kópaskers (Hrefna Kristmannsdóttir og Valur Klemensson, 2007, Valur Klemensson, 2008, Hrefna Kristmannsdóttir og Helga Rakel Guðrúnardóttir, 2009, Hrefna Kristmannsdóttir, 2010). Grunnástand grunnvatnsins var upphaflega skilgreint og gerðar tillögur um framtíðareftirlit með hugsanlegum breytingum á efnasamsetningu grunnvatns á svæðinu í kjölfar vinnslu á háhitasvæðum. Þessum tillögum að eftirliti hefur síðan verið fylgt eftir um þriggja ára skeið og tekin sýni tvisvar á ári, annars vegar einu sinni til heildargreininga á aðal- og snefilefnum og hins vegar einu sinni til hlutgreininga á ákveðnum efnum. Í skýrslu frá árinu 2010 voru teknar saman og unnið úr niðurstöðum allra mælinga frá árunum 2007-2009 (Hrefna Kristmannsdóttir, 2010). Í framhaldi af því var ákveðið að taka einungis einu sinni sýni á árinu 2010 úr þeim þrettán vatnsbólum sem fylgst hefur verið með á árunum 2007-2009 og einu til viðbótar sem var í úttektinni frá 2007. Gerðar voru hlutgreiningar á vatni frá sjö þessara staða. Í fjórum þeirra vatnsbóla sem talið væri að einna helst mætti vænta breytinga í kjölfar háhitavinnslu og einnig tveimur viðmiðunarstöðum þar sem ekki er talin hætta á neinum breytingum voru greind öll aðalefni og snefilefni. Jafnframt voru stöðugar samsætur mældar í öllum fjórtán vatnsbólunum. Í skýrslunni eru teknar saman niðurstöður þessara mælinga og þær bornar saman við eldri niðurstöður.

AÐFERÐIR

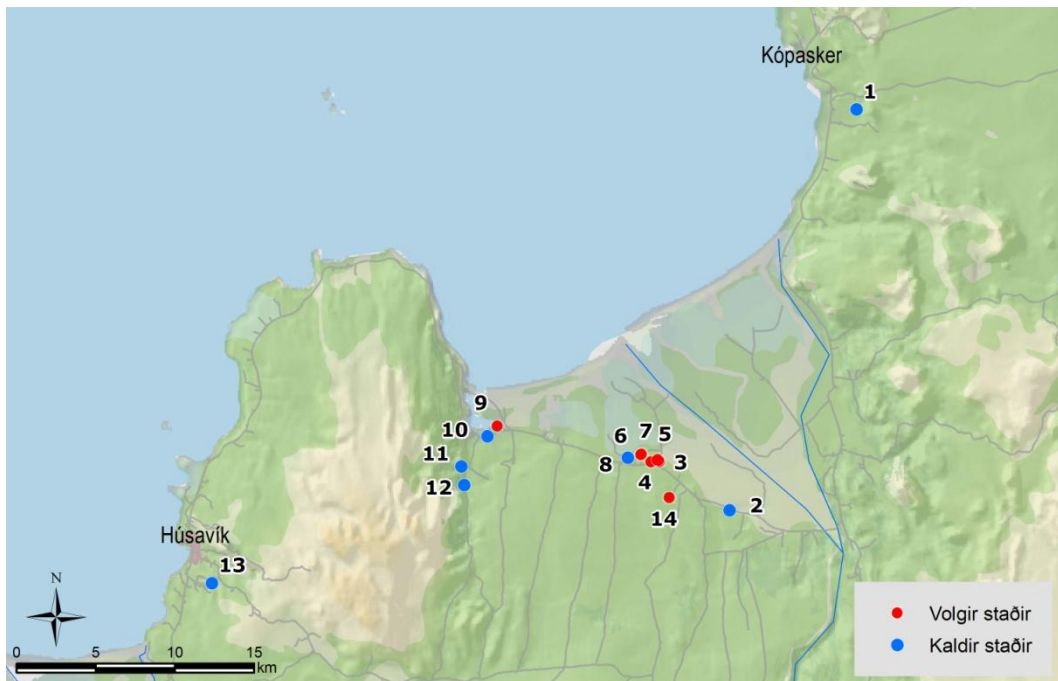
Sýnin voru tekin samkvæmt reglum um sýnatöku til nákvæmra jarðefnafræðilegra greininga (Hrefna Kristmannsdóttir, 2004). Í vatnssýnum til heildargreininga voru greind rokgjörn efni (pH, heildarkarbonsat), rafleiðni, öll helstu uppleyst efni, málmar og anjónir; natríum (Na), kalíum (K), kalsíum (Ca), magnesíum (Mg), járn (Fe), mangan (Mn), ál (Al), strontíum (Sr), kísill (SiO₂), klóríð (Cl), súlfat/brennisteinn (SO₄/S), flúoríð (F). Einnig voru greindar stöðugar samsætur vetnis, súrefnis og kolefnis (²H, ¹⁸O, ¹³C) og geislakol (¹⁴C). Auk þess voru mæld snefilefni silfur (Ag), arsen (As), gull (Au), bór (B), baríum (Ba), bróm (Br), kadmíum (Cd), kóbalt (Co), króm (Cr), sesíum (Cs), kopar (Cu), gallíum (Ga), germaníum (Ge), kvikasílfur (Hg), jod (I), lípíum (Li), molybden (Mo), nikkell (Ni), fosfór (P), blý (Pb), rúbídíum (Rb), antímon (Sb), selen (Se), tin (Sn), þóríum (Th), títan (Ti), þallíum (Tl), úran (U), vanadíum (V), volfram (W) og sink (Zn).

Hiti og rafleiðni vatnsins var mælt á staðnum. Við Háskólann á Akureyri var mælt pH, heildarkarbonsat og rafleiðni og einnig klóríð, kalsíum og magnesíum. Allir málmar í heilsýnum svo og klóríð (Cl), súlfat/brennisteinn (SO₄/S) og flúoríð (F) voru mæld á rannsóknarstofu í Luleå í Svíþjóð, Analytica AB. Stöðugar samsætur vetnis og súrefnis voru sendar til greiningar á Jarðvísindastofnun Háskólans.

Í viðauka I er lýst nákvæmar aðferðum við sýnatöku og greiningar á ólífrænum efnum. Áætluð mælióvissa er gefin upp í töflu 21 í viðauka I. Greiningaraðili gefur upp greiningarmörk fyrir einstakar greiningar við skil á niðurstöðum, en þau eru nokkuð breytileg milli mælinga og því ekki reynt að gefa upp algild mörk í skýrslunni, en fram kemur í töflum þegar mæling er undir greiningarmörkum (sýnt með <“).

GAGNAÖFLUN OG SÝNATAKA

Tekin voru sýni til hlutefnagreiningar og mælinga á samsætum í byrjun september árið 2010 á þeim þrettán stöðum sem fylgst var áfram með eftir grunnúttekt 2007 þar sem rannsaðir voru tuttugu og tveir staðir (Hrefna Kristmannsdóttir og Valur Klemenzson, 2007, Valur Klemenzson, 2008). Þessir 13 staðir eru merktir á kortinu á mynd 1 og sýna rauðu punktarnir staði þar sem vatnið er volgt (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14). Jafnframt var tekið sýni úr borholunni á Eyvindarstöðum (14), sem tekið var sýni úr 2007 en var ekki með í eftirlitinu þar sem frágangur við borholuna var fremur lélegur við sýnatöku 2007 og hætta talin á mengun við sýnatöku. Nú hefur hins vegar verið bætt úr því og var því ákveðið at taka sýni úr holunni að þessu sinni. Númer á kortinu tilsvara númerum í töflum.



Mynd 1. Sýnatökustaðir í grunnvatnsrannsóknum á árunum 2008 - 2011. Númer staða eru þau sömu og í efnagreiningatöflum 1-14. Rauðu punktarnir sýna þær lindir þar sem vatnið er volgt.

Starfsmaður Landsvirkjunar og starfsmaður Háskólans á Akureyri tóku sýnin sameiginlega í byrjun september 2010. Sýrustig mældist óeðlilega lágt í hluta sýnanna (Rifós, Lón, Fjöll vatnsból, Fjöll, Þorvaldsstaðaá og Eyvindarstaðir) og var það talið geta stafað af mistökum í sýnatöku eða því að það byrjaði að rigna áður en sýnatöku lauk. Ekki er venja að taka sýni í rigningu eða strax eftir miklar rigningar vegna hættu á mengun. Sýnataka var því endurtekin á þessum stöðum í október að hluta til af starfsmanni Landsvirkjunar og að hluta til af skýrsluhöfundu.

Í öllum sýnunum var mælt hitastig á staðnum og tekin sýni til hlutgreiningar, en í henni felst mæling á rafleiðni, sýrustigi, karbónati, klóríði, kalsíum og magnesíum á rannsóknarstofu Háskólans á Akureyri. Jafnframt voru tekin sýni til mælinga á stöðugum samsætum vetnis og súrefnis. Í sex sýnanna frá árinu 2010 voru tekin sýni til heildarefnagreiningar og mæld í þeim öll helstu aðal- og snefilefni á rannsóknarstofu í Luleå í Svíþjóð, sbr. lýsingu hér að framan.

NIÐURSTÖÐUR MÆLINGA

Í töflum 1-14 eru sýndar niðurstöður efnagreininga frá upphafi á aðalefnum og samsætum í vatni úr vatnsbólunum. Í töflunum eru aðskildar mælingar á kalsíum, magnesíum og klóríði eftir því hvort mælingin hefur verið gerð við Háskólann á Akureyri eða hjá Analytica AB í Svíþjóð. Í heildarefnagreiningunum hafa þessi efni í flestum tilvikum verið mæld á báðum stöðum, en í hlutgreiningunum voru þau aðeins mæld við Háskólann á Akureyri. Þar sem notaðar eru aðrar aðferðir má búast við að samsvörun milli mælinga sé ekki eins góð og þar sem notaðar eru sömu aðferðir. Ástæða þess að notaðar eru mismunandi aðferðir er sú að vegna aðstöðu og tækjabúnaðar er unnt að framkvæma ódýrar mælingar á fyrrgreindum þáttum við Háskólann á Akureyri og er það því gert í hlutsýnatökum. Jafnframt tekur verulega styttri tíma að fá niðurstöður en þegar senda þarf sýni til útlanda.

Í skýrslum frá 2007 og 2010 var gerð ítarleg úttekt á efnaeiginleikum vatnsins og það flokkað í vatnskerfi eftir jarðefnafræðilegum aðferðum (Hrefna Kristmannsdóttir og Valur Klemensson, 2007, Hrefna Kristmannsdóttir 2010). Í þessari skýrslu er einungis bætt við niðurstöðum frá 2010 í töflurnar og athugað hvernig þeim ber saman við fyrri niðurstöður.

Tafla 1. Efnasamsetning vatns í Katastaðalind á Kópaskeri –aðalefni og stöðugar samsætur.

Staður nr. Staðsetning	1 Kópasker	1 Kópasker	1 Kópasker	1 Kópasker	1 Kópasker
Ár	2007	2008 S	2009 S	2009V	2010
Sýni númer.	07-016	HK08-009	HK09-027	HK09-058	HK10-053
Dagsetning	5.6.2007	28.7.2008	08.07.2009	15.12.2009	6.9.2010
HnitN	66°16.070	66 16.067	66 16.067	66 16.067	66 16.067
HnitW	016°22.488	16 22.487	16 22.487	16 22.487	16 22.487
Hitastig °C	3,9	4,2	3,4	3,5	-
pH/°C	8,57/22	8,48/25	8,48/23	8,69/22	8,59/25
SiO ₂ mg/L	19,2	18,9	21,1		
B µg/L	<10	8	5		
Na mg/L	9,7	10,0	9,7		
K mg/L	0,57	0,66	0,58		
Ca mg/L	5,8	6,0	5,9		
Ca mg/L (HA)		6,1	6,2	9,9	6,1
Mg mg/L	1,46	1,52	1,50		
Mg mg/L (HA)		1,59	1,40		1,27
Fe µg/L	0	2,5	0,001		
Al µg/L	8,11	11,2	13,0		
CO ₂ mg/L	23,0	23,7	23,8	24,1	23,4
Leiðni µS/cm at.25°C	93	88	94	80	90
SO ₄ mg/L	2,3	2,1	2,1		
F mg/L	0,06	0,05	<0,10		
P µg/L	32	34	36		
Cl mg/L	9,9	10,0	10,0		
Cl mg/L (HA)		9,9	10,3	11,1	9,4
Uppleyst efni. mg/L	61	64	63		
δ ² H ‰	-70,00	-70,78			-68,36
δ ¹⁸ O ‰	-10,38	-10,32			-9,7

Tafla 2. Efnasamsetning vatns í Lyngásgjá -aðalefni.

Staður nr. Staðsetning	2 Lyngásgjá	2 Lyngásgjá	2 Lyngásgjá	2 Lyngásgjá	2 Lyngásgjá
Ár	2007	2008 S	2009 S	2009 V	2010
Sýni númer.	07-019	HK08-008	HK09-026	HK09-069	HK10-054
Dagsetning	19.6.2007	28.7.2008	08.07.2009	15.12.2009	6.9.2010
HnitN	66°02,754	N66 02.748	N66 02.748	N66 02.748	N66 02.748
HnitW	016°35,560	W16 35.545	W16 35.545	W16 35.545	W16 35.545
Hitastig °C	6,7	5,5	-	3,3	-
pH/°C	8,84/22	8,84/25	8,81/23	8,79/22	8,73/24
SiO ₂ mg/L	22	21	24		
B µg/L	<10	9	6		
Na mg/L	11,3	11,6	11,2		
K mg/L	1,0	1,1	0,91		
Ca mg/L	5,2	5,5	5,3		
Ca mg/L (HA)		6,3	5,8	6,3	5,8
Mg mg/L	3,2	3,4	3,3		
Mg mg/L (HA)		3,1	3,3		3,7
Fe µg/L	10	8,3	0,8		
Al µg/L	8,6	17,4	13,0		
CO ₂ mg/L	29,2	31,7	34,7	33,5	32,6
Leiðni µS/cm at.25°C	109	109	106	109	110
SO ₄ mg/L	3,3	3,3	3,1		
F mg/L	0,13	0,10	0,13		
P µg/L	68	78	82		
Cl mg/L	8,6	9,0	8,6		
Cl mg/L (HA)		8,7	8,7	8,8	8,9
Uppleyst efni. mg/L	69	79	74		
δ ² H ‰		-76,45			-74,52
δ ¹⁸ O ‰	-10,36	-11,14			-10,68

Tafla 3. Efnasamsetning vatns í lind við Keldunes -aðalefni.

Staður nr. Staðsetning	3 Keldunes	3 Keldunes	3 Keldunes	3 Keldunes	3 Keldunes	3 Keldunes
Ár	2007	2008 S	2008 V	2009 S	2009 V	2010
Sýni númer.	07-007	HK08-010	HK08-032	Hk09-021	HK09-060	HK10-056
Dagsetning	23.5.2007	28.7.2008	10.12.2008	08.07.2009	15.12.2009	6.9.2010
HnitN	66°04,579	66 04.570	66 04.570	66 04.570	66 04.570	66 04.576
HnitW	016°41,142	16 41.120	16 41.120	16 41.120	16 41.120	16 41.135
Hitastig °C	19,1	21,4	22,4	17,1	21,7	18,5
pH/°C	8,5/22	8,28/25	8,21/21	8,43/24	8,29/22	8,44/25
SiO ₂ mg/L	37,7	42,6		42,0		42,6
B µg/L	83	99		90		99
Na mg/L	60	79		64		66
K mg/L	5,7	7,6		6,1		6,2
Ca mg/L	14,2	17,3		15,2		15,4
Ca mg/L (HA)		17,7	18,7	15,7	18,6	15,7
Mg mg/L	5,0	5,0		5,2		5,1
Mg mg/L (HA)		5,1	5,3	5,4		6,0
Fe µg/L	<4	2,4		0,8		0,7
Al µg/L	9,7	13,9		11,8		15,1
CO ₂ mg/L	53,2	54,1	54,0	52,4	56,6	54,2
Leiðni µS/cm at.25°C	436	552	568	466	557	475
SO ₄ mg/L	24	25		24		27
F mg/L	0,19	0,14		0,19		0,19
P µg/L	46	46		48		50
Cl mg/L	83	117		87	135	92
Cl mg/L (HA)		113	126	93		87
Uppleyst efni. mg/L	256	323		270		282
δ ² H ‰	-79,90	-80,88				-77,81
δ ¹⁸ O ‰	-11,31	-11,37				-10,7

Tafla 4. Efnasamsetning vatns í lind austan við Keldunes -aðalefni.

Staður nr.	4	4	4	4	4	4
Staðsetning	Keldunes austur	Keldunes austur	Keldunes austur	Keldunes austur	Keldunes austur	Keldunes austur
Ár	2007	2008 S	2008 V	2009 S	2009 V	2010
Sýni númer.	07-008	HK08-019	HK08-033	HK09-022	HK09-061	HK10-055
Dagsetning	23.5.2007	13.8.2008	10.12.2008	08.07.2009	15.12.2009	6.9.2010
HnitN	66°04,581	66 04.578	66 04.578	66 04.578	66 04.578	66 04.579
HnitW	016°41,842	16 41.053	16 41.053	16 41.053	16 41.053	16 41.055
Hitastig °C	22,2	22,1	18,80	21,80	19,90	21,80
pH/°C	8,25/22	8,20/22	8,26/22	8,17/24	8,42/22	8,22/24
SiO ₂ mg/L	46,2	46,5		49,9		49,1
B µg/L	105	109		113		116
Na mg/L	82	88		83		84
K mg/L	8,0	8,5		8,1		8,1
Ca mg/L	17,2	18,8		18,0		18,2
Ca mg/L (HA)		17,9	14,7	16,3	15,0	18,5
Mg mg/L	4,9	5,3		5,1		4,9
Mg mg/L (HA)		5,8	5,1	5,1		5,0
Fe µg/L	<4	8		0,4		0,7
Al µg/L	8,9	19,4		12,6		14,8
CO ₂ mg/L	52,8	55,7	51,1	53,9		55,1
Leiðni µS/cm at.25°C	536	544	539	552	478	572
SO ₄ mg/L	26	26		26		28
F mg/L	0,19	0,13		0,18		0,18
P µg/L	41	43		45		47
Cl mg/L	124	127		120		126
Cl mg/L (HA)		117	222		105	125
Uppleyst efni. mg/L	334	349		338		346
δ ² H ‰	-80,05	-80,85				-76,6
δ ¹⁸ O ‰	-11,23	-11,33				-10,63

Tafla 5. Efnasamsetning vatns í lind við Höfðabrekku-aðalefni.

Staður nr. Staðsetning	5 Höfðabrekka	5 Höfðabrekka	5 Höfðabrekka	5 Höfðabrekka	5 Höfðabrekka	5 Höfðabrekka
Ár	2007	2008 S	2008 V	2009 S	2009 V	2010
Sýni númer.	07-009	HK08-011	HK08-034	HK09-023	HK09-062	HK10-057
Dagsetning	23.5.2007	28.7.2008	10.12.2008	08.07.2009	15.12.2009	6.9.2010
HnitN	66°04,644	66 04.635	66 04.635	66 04.635	66 04.635	66 04.640
HnitW	016°41,279	16 41.290	16 41.290	16 41.290	16 41.290	16 41.275
Hitastig °C	14,5	16,8	16,50	13,60	14,20	
pH/°C	8,75/22	8,74/25	8,66/21	8,70/24	8,78/22	8,66/24
SiO ₂ mg/L	31,7	33,2		34,9		
B µg/L	57	67		62		
Na mg/L	42	50		43		
K mg/L	3,7	4,7		3,9		
Ca mg/L	11,4	12,6		12,0		
Ca mg/L (HA)		13,0	12,7	12,4	12,8	12,7
Mg mg/L	4,7	5,1		4,9		
Mg mg/L (HA)		5,1	5,8	5,2		5,4
Fe µg/L	<4	7,6		0,7		
Al µg/L	8,9	17,5		12,5		
CO ₂ mg/L	47,2	54,5	53,8	53,4	51,7	51,3
Leiðni µS/cm at.25°C	315	362	348	319	322	333
SO ₄ mg/L	22	21		22		
F mg/L	0,18	0,14		0,16		
P µg/L	48	49		56		
Cl mg/L	49	63		49		
Cl mg/L (HA)		60	63	55	50	51
Uppleyst efni. mg/L	188	225		197		
δ ² H ‰	-79,35	-80,7				-75,88
δ ¹⁸ O ‰	-11,37	-11,48				-10,83

Tafla 6. Efnasamsetning vatns í lind við Árlax að vestan-aðalefni.

Staður nr.	6	6	6	6	6	6
Staðsetning	Árlax vestur	Árlax vestur	Árlax vestur	Árlax vestur	Árlax vestur	Árlax vestur
Ár	2007	2008 S	2008 V	2009 S	2009 V	2010
Sýni númer.	07-010	HK08-012	HK08-035	HK09-024	HK09-063	HK10-058
Dagsetning	23.5.2007	28.7.2008	10.12.2008	08.07.2009	15.12.2009	6.9.2010
HnitN	66°04,852	66 04.853	66 04.853	66 04.853	66 04.853	66 04.848
HnitW	016°42,662	16 42.664	16 42.664	16 42.664	16 42.664	16 42.670
Hitastig °C	11,6	11,0	11,50	10,70	10,60	11,20
pH/°C	8,34/22	8,48/26	8,45/22	8,41/23	8,52/22	8,35/24
SiO ₂ mg/L	32,3	30,9		36,2		
B µg/L	35	34		39		
Na mg/L	31	30		31,6		
K mg/L	3,1	3,0		3,28		
Ca mg/L	8,35	8,28		8,53		
Ca mg/L (HA)		9,0	8,1	8,8	12,1	9,1
Mg mg/L	3,6	3,5		3,6		
Mg mg/L (HA)		3,7	5,0	3,8		4,3
Fe µg/L	<4	8,0		0,6		
Al µg/L	6,0	5,7		11,6		
CO ₂ mg/L	36,7	40,1	37,9	40,7	39,7	38,1
Leiðni µS/cm at.25°C	226	238	229	241	222	250
SO ₄ mg/L	12	12		12		
F mg/L	0,16	0,11		0,15		
P µg/L	46	61		61		
Cl mg/L	37	38		37		
Cl mg/L (HA)		37	40	39	36	40
Uppleyst efni. mg/L	145	147		153		
δ ² H ‰	-76,43	-78,63				-76,5
δ ¹⁸ O ‰	-11,05	-11,34				-10,75

Tafla 7. Efnasamsetning vatns í lind við Árlax að austan-aðalefni.

Staður nr.	7 Árlax austur	7 Árlax austur	7 Árlax austur	7 Árlax austur	7 Árlax austur	7 Árlax austur
Staðsetning						
Ár	2007	2008 S	2008 V	2009 S	2009 V	2010
Sýni númer.	07-011	HK08-013	HK08-036	HK09-025	HK09-064	HK10-059
Dagsetning	23.5.2007	28.7.2008	10.12.2008	08.07.2009	15.12.2009	6.9.2010
HnitN	66°04,871	66 04.868	66 04.868	66 04.868	66 04.868	66 04.858
HnitW	016°42,585	16 42.583	16 42.583	16 42.583	16 42.583	16 42.587
Hitastig °C	13,6	12,5	11,5	11,7	12,0	12,4
pH/°C	8,33/22	8,73/26	8,47/22	8,4/23	8,43/22	8,33/24
SiO ₂ mg/L	35,1	29,6		37,5		37,1
B µg/L	45	47		47		44
Na mg/L	38	37		36		36
K mg/L	3,9	3,4		3,7		3,5
Ca mg/L	9,6	11,0		9,4		9,8
Ca mg/L (HA)		11,5	11,5	10,5	7,4	9,9
Mg mg/L	3,9	4,6		3,8		3,8
Mg mg/L (HA)		4,7	5,0	3,9		5,0
Fe µg/L	<4	7,2		0,4		1,1
Al µg/L	6,4	14,1		9,6	28,3	12,4
CO ₂ mg/L	39,4	47,3	44,4	40,2	40,3	41,2
Leiðni µS/cm at.25°C	278	289	268	270	254	278
SO ₄ mg/L	13,8	17		13		14
F mg/L	0,16	0,12		0,15		0,16
P µg/L	48	52		59		59
Cl mg/L	49	46		45		47
Cl mg/L (HA)		45	40	46	42	47
Uppleyst efni. mg/L	173	180		169		172
δ ² H ‰	-77,43	-77,98				-74,54
δ ¹⁸ O ‰	-11,03	-11,21				-10,59

Tafla 8. Efnasamsetning vatns í lind við Krossdal-aðalefni.

Staður nr. Staðsetning	8 Krossdalur	8 Krossdalur	8 Krossdalur	8 Krossdalur	8 Krossdalur
Ár	2007	2008 S	2009 S	2009 V	2010
Sýni númer.	07-012	HK08-014	HK09-029	HK09-065	HK10-065
Dagsetning	23.5.2007	28.7.2008	08.07.2009	15.12.2009	6.9.2010
HnitN	66°04,781	66 04.793	66 04.793	66 04.793	66 04.793
HnitW	016°43,753	16 43.758	16 43.758	16 43.758	16 43.758
Hitastig °C	4,3	4,0	3,9	4,0	-
pH/°C	8,58/22	8,42/26	8,62/24	8,69/22	8,64/24
SiO ₂ mg/L	23,1	22,5	25,1		
B µg/L	<10	6,1	4,2		
Na mg/L	9,2	9,3	9,1		
K mg/L	0,81	0,88	0,78		
Ca mg/L	5,8	5,9	5,7		
Ca mg/L (HA)		6,6	6,2	6,5	6,3
Mg mg/L	2,8	2,9	2,7		
Mg mg/L (HA)		2,7	2,8		2,4
Fe µg/L	<4	8,0	0,8		
Al µg/L	6,3	10,3	10,6		
CO ₂ mg/L	25,2	28,8	28,3	28,9	28,2
Leiðni µS/cm at.25°C	92	96	96	85	96
SO ₄ mg/L	3,6	3,5	3,4		
F mg/L	0,12	0,09	0,13		
P µg/L	51	63	64		
Cl mg/L	8,5	8,8	8,4		
Cl mg/L (HA)		8,5	8,4	8,8	8,0
Uppleyst efni. mg/L	67	69	69		
δ ² H ‰	-72,40	-74,75			-70,56
δ ¹⁸ O ‰	-10,63	-10,95			-10,23

Tafla 9. Efnasamsetning vatns í lind við Rifós-aðalefni.

Staður nr. Staðsetning	9 Rifós	9 Rifós	9 Rifós	9 Rifós	9 Rifós	9 Rifós
Ár	2007	2008 S	2008 V	2009 S	2009 V	2010
Sýni númer.	07-005	HK08-015	HK08-037	HK09-030	HK09-066	HK10-061
Dagsetning	22.5.2007	13.8.2008	10.12.2008	08.07.2009	15.12.2009	6.9.2010
HnitN	66°06,148	N66 06.144	N66 06.144	N66 06.144	N66 06.144	N66 06.144
HnitW	016°54,476	W16 54.469	W16 54.469	W16 54.469	W16 54.469	W16 54.469
Hitastig °C	11,5	10,9	11,5	10,0	11,0	10,7
pH/°C	8,15/22	8,11,2021	8,15/22	8,11/24	8,18/22	8,37/22
SiO ₂ mg/L	33,6	32,4		35,6		35,8
B µg/L	12,3	12,2		13,9		12,9
Na mg/L	16,0	15,5		14,4		15,2
K mg/L	1,3	1,4		1,3		1,3
Ca mg/L	6,4	6,6		6,5		6,6
Ca mg/L (HA)		7,0	13,1	8,0	5,2	6,9
Mg mg/L	3,6	3,7		3,6		3,5
Mg mg/L (HA)		3,9	-	3,1		4,0
Fe µg/L	<4	4,0		0,5		0,9
Al µg/L	6,2	8,6		8,8		11,6
CO ₂ mg/L	37,2	34,9	37,0	38,2	38,1	37,3
Leiðni µS/cm at.25°C	141	128	141	133	132	139
SO ₄ mg/L	9,2	9,0		8,5		9,0
F mg/L	0,12	0,09		0,11		<0,1
P µg/L	76	78		76		86
Cl mg/L	12,0	11,0		9,5		11,0
Cl mg/L (HA)		11,9	8,6	9,5	10,6	11,0
Uppleyst efni. mg/L	101	97		98		101
δ ² H ‰	-79,85	-79,95				-76,60
δ ¹⁸ O ‰	-11,54	-11,54				-11,0

Tafla 10. Efnasamsetning vatns í lind við Lón-aðalefni.

Staður nr. Staðsetning	10 Lón	10 Lón	10 Lón	10 Lón	10 Lón	10 Lón
Ár	2007	2008 S	2008 V	2009 S	2009 V	2010
Sýni númer.	07-003	HK08-016	HK08-038	HK09-031	HK09-067	HK10-062
Dagsetning	22.5.2007	13.8.2008	10.12.2008	08.07.2009	15.12.2009	6.9.2010
HnitN	66°05,832	N66 05.847	N66 05.847	N66 05.847	N66 05.847	N66 05.847
HnitW	016°55,351	W16 55.311	W16 55.311	W16 55.311	W16 55.311	W16 55.311
Hitastig °C	5,6	4,8	5,5	4,1	5,0	4,7
pH/°C	7,92/22	8,23/22	8,29/22	8,28/24	8,15/22	8,07/22
SiO ₂ mg/L	22,0	21,6		24,2		23,8
B µg/L	<10	8,6		7,0		<10
Na mg/L	8,8	9,7		8,7		8,5
K mg/L	0,86	0,96		0,83		0,88
Ca mg/L	4,3	4,5		4,4		4,5
Ca mg/L (HA)		5,3	5,5	4,8	4,8	4,7
Mg mg/L	2,7	2,9		2,8		2,7
Mg mg/L (HA)		2,9	2,9	2,9		3,0
Fe µg/L	8	2,3		0,7		0,9
Al µg/L	5,8	12,3		11,2		12,3
CO ₂ mg/L	26,0	28,0	27,5	27,8	28,7	26,2
Leiðni µS/cm at.25°C	90	87	91	89	86	89
SO ₄ mg/L	3,1	3,3		3,0		3,2
F mg/L	0,09	0,06		<0,10		0,1
P µg/L	44	63		64		65
Cl mg/L	7,3	9,3		7,3		7,0
Cl mg/L (HA)		9,5	7,4	7,2	7,5	6,6
Uppleyst efni. mg/L	62	68		65		64
δ ² H ‰	-76,48	-76,75				-73,85
δ ¹⁸ O ‰	-11,18	-11,26				-10,51

Tafla 11. Efnasamsetning vatns í vatnsbólum bæjarins Fjöll-aðalefni.

Staður nr.	11 Fjöll	11 Fjöll	11	11	11	11
Staðsetning	vatnsból	vatnsból	Fjöll vatnsból	Fjöll vatnsból	Fjöll vatnsból	Fjöll vatnsból
Ár	2007	2008 S	2008 V	2009 S	2009 V	2010
Sýni númer.	07-018	HK08-017	HK08-039	HK09-033	HK09-068	HK10-063
Dagsetning	19.6.2007	13.8.2008	10.12.2008	08.07.2009	15.12.2009	6.9.2010
HnitN	66°04,864	N66 04.864	N66 04.864	N66 04.864	N66 04.864	N66 04.864
HnitW	016°57,719	W16 57.714	W16 57.714	W16 57.714	W16 57.714	W16 57.714
Hitastig °C	2,6	2,8	3,4	2,1	3,1	
pH/°C	8,82/22	8,88/22	8,89/22	8,83/24	8,93/22	9,03/20
SiO ₂ mg/L	12,6	12,4		13,5		
B µg/L	<10	7,5		5,0		
Na mg/L	11,0	11,3		10,7		
K mg/L	0,10	0,12		0,13		
Ca mg/L	6,7	7,0		6,6		
Ca mg/L (HA)		7,7	9,0	7,9	12,2	7,2
Mg mg/L	0,457	0,497		0,415		
Mg mg/L (HA)		-	-	-		
Fe µg/L	<4	6		1,5		
Al µg/L	4,6	7,5		9,3		
CO ₂ mg/L	23,2	27,2	27,6	24,3	27,1	24,6
Leiðni µS/cm at.25°C	96	84	95	88	98	91
SO ₄ mg/L	2,7	2,6		2,3		
F mg/L	0,04	0,03		<0,10		
P µg/L	19	16		18		
Cl mg/L	9,0	9,5		9,2		
Cl mg/L (HA)		9,3	8,2	9,4	10,1	8,9
Uppleyst efni. mg/L	54	58		55		
δ ² H ‰	-70,18	-69,95				-67,70
δ ¹⁸ O ‰	-10,32	-10,38				-9,65

Tafla 12. Efnasamsetning vatns lind sunnan við bæinn Fjöll-aðalefni.

Staður nr. Staðsetning	12 Fjöll	12 Fjöll	12 Fjöll	12 Fjöll	12 Fjöll	12 Fjöll
Ár	2007	2008 S	2008 V	2009 S	2009 V	2010
Sýni númer.	07-006	HK08-018	HK08-040	HK09-032	HK09-059	HK10-064
Dagsetning	22,5,2007	13,8,2008	10,12,2008	08,07,2009	15,12,2009	6,9,2010
HnitN	66°04,219	N66 04,221	N66 04,221	N66 04,221	N66 04,221	N66 04,221
HnitW	016°57,566	W16 57,563	W16 57,563	W16 57,563	W16 57,563	W16 57,563
Hitastig °C	3,8	2,9	3,4	2,8	3,1	
pH/°C	9,49/22	9,71/22	9,65/22	9,64/24	9,66/22	9,75/20
SiO ₂ mg/L	10,5	10,2		11,4		
B µg/L	<10	11,1		7,7		
Na mg/L	16,1	16,2		15,9		
K mg/L	0,01	0,04		0,08		
Ca mg/L	2,74	2,78		2,75		
Ca mg/L (HA)		3,2	3,4	3,4	3,2	2,8
Mg mg/L	0,05	0,05		0,07		
Mg mg/L (HA)		-	-	-		
Fe µg/L	5,0	1,3		51,5		
Al µg/L	14,8	19,3		66		
CO ₂ mg/L	56,8	26,8	26,3	25,1	25,8	25,1
Leiðni µS/cm at.25°C	90	91	93	95	88	91
SO ₄ mg/L	4,2	4,1		4,1		
F mg/L	0,04	0,03		<0,10		
P µg/L	8,9	9,4		11		
Cl mg/L	7,7	8,1		7,6		
Cl mg/L (HA)		7,8	8,3	7,8	7,7	7,5
Uppleyst efni. mg/L	70	56		55		
δ ² H ‰	-70,90	-71,3				-69,58
δ ¹⁸ O ‰	-10,42	-10,65				-10,1

Tafla 13. Efnasamsetning vatns í lind við Þorvaldsstaðaá við Húsavík.

Staður nr. Staðsetning	13 Þorvalds- staðaá	13 Þorvalds- staðaá	13 Þorvalds- staðaá	13 Þorvalds- staðaá	13 Þorvalds- staðaá	13 Þorvalds- staðaá
Ár	2007	2008 S	2008 V	2009 S	2009 V	2010
Sýni númer.	07-020	HK08-020	HK08-041	HK09-028	HK09-070	HK10-065
Dagsetning	2.7.2007	13.8.2008	10.12.2008	08.07.2009	15.12.2009	7.9.2010
HnitN	66°01,408	N66 01.410	N66 01.410	N66 01.410	N66 01.410	N66 01.410
HnitW	017°19,128	W17 19.132	W17 19.132	W17 19.132	W17 19.132	W17 19.132
Hitastig °C	2,9	2,7	3,3	2,4	2,3	2,6
pH/°C	8,7/22	8,68/22	8,40/22	8,76/23	8,65/22	8,81/20
SiO ₂ mg/L	19,7	19,1		21,4		
B µg/L	<10	5,4		4,0		
Na mg/L	8,0	8,1	7,8	7,9		
K mg/L	0,85	0,788		0,68		
Ca mg/L	4,0	4,1		4,0		
Ca mg/L (HA)		4,8	5,3	4,9	4,7	4,1
Mg mg/L	2,3	2,3		2,3		
Mg mg/L (HA)		2,1	2,3	2,2		2,2
Fe µg/L	<4	5		0,5		
Al µg/L	7,2	11,8		12		
CO ₂ mg/L	19,7	21,1	20,2	23,2	19,8	25,1
Leiðni µS/cm at.25°C	90	76		81	80	81
SO ₄ mg/L	1,9	1,8		1,9		
F mg/L	0,06	0,049		<0,10		
P µg/L	41	40		42		
Cl mg/L	9,4	9,7		9,3		
Cl mg/L (HA)		9,4	9,1	9,2	9,6	9,1
Uppleyst efni. mg/L	56	57		59		
δ ² H ‰		-74,05				-70,56
δ ¹⁸ O ‰	-10,11	-10,85				-10,23

Tafla 14. Efnasamsetning vatns úr borholu við Eyvindarstaði.

Staður nr. Staðsetning	14 Eyvindarstaðir	14 Eyvindarstaðir
Sýni númer.	07-024	HK10-066
Dagsetning	2.7.2007	6.9.2010
HnitN	N66 03.322	N66 03.324
HnitW	N16 40.517	N16 40.508
Hitastig °C	12,6	12,3
pH/°C	8,3/22	8,40/20
SiO ₂ mg/L	34,0	36,0
B µg/L	56	56
Na mg/L	36	36
K mg/L	3,2	3,1
Ca mg/L	12,5	12,8
Ca mg/L (HA)		13,1
Mg mg/L	5,3	5,1
Mg mg/L (HA)		5,5
Fe µg/L	2,7	1,2
Al µg/L	5,1	11,4
CO ₂ mg/L	44,8	43,4
Leiðni µS/cm at.25°C	303	295
SO ₄ mg/L	16,8	17,0
F mg/L	0,17	0,16
P µg/L	45	58
Cl mg/L	47	48
Cl mg/L (HA)		47
Uppleyst efni. mg/L	178	180
δ ² H ‰		-76,04
δ ¹⁸ O ‰	-10,42	-10,86

MÆLING SNEFILEFNA Í VATNSSÝNUM

Í töflum 15-20 eru sýndar niðurstöður mælinga á snefilefnum í vatnssýnum frá sex vatnsbólunum. Niðurstöður snefilefnamælinga í vatnssýnum úr lindunum hafa sýnt að mörg efnanna eru í styrk sem er við eða undir greiningarmörkum og því ekki unnt að greina marktækar sveiflur í styrk (Hrefna Kristmannsdóttir, 2010). Algild greiningarmörk eru ekki gefin upp af efnagreiningarstofunni og eru þau ekki alltaf nákvæmlega þau sömu milli mælinga, en gildi undir greiningarmörkum eru merkt með „ <“ í töflunum. Þannig má t.d. sjá að fyrir Tl eru greiningamörkin ýmist 0,005 eða 0,01 µg/L og greiningarmörk fyrir járn eru líka nokkuð breytileg. Í nokkrum tilvikum eins og fyrir bór og flúor hefur þurft að ítreka við greiningastofuna að greint sé með meiri nákvæmni en gert er venjulega til að fá marktæk gildi. Í köldu lindunum eru það einkum fosfór (P) og vanadíum (V), sem virðast alltaf mælast í marktækum styrk, en einnig bór (B) og oft baríum (Ba), rubídíum (Rb) og króm (Cr). Ál (Al) og járn (Fe) sýna mjög sveiflukenndar mælingar og virðast geta hæglega mengast við sýnatöku. Sínk (Zn) og kopar (Cu) eru líka oft mjög breytileg þó styrkur sé vel ofan mælímarka og má vera að það stafi af mengun.

Tafla 15. Snefilefni í vatni við Keldunes.

Staður nr	3	3	3	3
Staðsetning	Keldunes	Keldunes	Keldunes	Keldunes
Ár	2007	2008	2009	2010
Sýni númer,	07-007	HK08-010	HK09-021	HK10-56
Ag µg/L	<0,005	<0,05	<0,05	<0,05
Al µg/L	9,66	13,9	11,8	15,1
As µg/L	0,541	0,197	0,635	0,64
Au µg/L	0,002	0,0098	<0,005	<0,002
B µg/L	82,5	98,9	90	98,6
Ba µg/L	0,594	0,795	0,698	0,718
Br µg/L	284	409	327	485
Cd µg/L	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Co µg/L	<0,005	0,0142	<0,005	<0,005
Cr µg/L	1,33	1,36	1,5	1,5
Cs µg/L	0,291	0,581	0,357	0,347
Cu µg/L	0,9	0,858	0,579	0,442
Fe µg/L	<4	2,4	0,8	0,7
Ga µg/L	0,164	0,119	0,122	0,177
Ge µg/L	0,405	0,329	0,327	0,391
Hg µg/L	0,0035	0,0198	0,0095	0,011
I µg/L	4,22	6,33	7,64	9,56
Li µg/L	34,3	64,7	40,1	41,4
Mn µg/L	<0,03	0,0405	<0,03	<0,03
Mo µg/L	1,28	1,68	1,35	1,42
Ni µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
P µg/L	45,6	46,1	48,3	49,9
Pb µg/L	0,145	0,0682	0,0249	<0,01
Rb µg/L	15,4	28,0	17,3	17,3
Sb µg/L	0,0203	0,0142	0,0268	0,0234
Se µg/L	0,418	0,479	0,62	0,383
Sn µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Sr µg/L	30,5	40,8	34,0	33,7
Th µg/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Ti µg/L	0,022	0,341	0,0475	0,103
Tl µg/L	<0,005	<0,01	<0,01	<0,01
U µg/L	0,0259	0,0313	0,0348	0,0326
V µg/L	44,2	41,8	43,1	42
W µg/L	0,292	0,313	0,27	0,223
Zn µg/L	1,12	1,33	1,69	0,701

Tafla 16. Snefilefni í vatni austan Kelduness.

Staður nr	4	4	4	4
Staðsetning	Keldunes austur	Keldunes austur	Keldunes austur	Keldunes austur
Ár	2007	2008	2009	2010
Sýni númer,	07-008	HK08-019	HK09-022	HK10-055
Ag µg/L	<0,005	<0,05	<0,05	<0,05
Al µg/L	8,87	19,4	12,6	14,8
As µg/L	0,478	0,296	0,698	0,713
Au µg/L	0,0017	0,0076	<0,005	<0,002
B µg/L	105	109	113	116
Ba µg/L	0,699	0,85	0,839	0,913
Br µg/L	398	437	458	714
Cd µg/L	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Co µg/L	<0,005	0,0112	<0,005	<0,005
Cr µg/L	1,15	1,35	1,46	1,39
Cs µg/L	0,555	0,634	0,654	0,642
Cu µg/L	0,737	0,569	0,809	0,746
Fe µg/L	<4	0,8	0,4	0,7
Ga µg/L	0,13	0,13	0,129	0,148
Ge µg/L	0,527	0,351	0,495	0,494
Hg µg/L	0,0057	0,0204	0,0212	0,0134
I µg/L	6,08	7,02	10,3	12,5
Li µg/L	70,7	74,5	70,6	73,1
Mn µg/L	<0,03	0,0765	<0,03	0,0384
Mo µg/L	1,28	1,49	1,52	1,5
Ni µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
P µg/L	40,9	42,5	45,2	46,5
Pb µg/L	0,112	0,04	0,0351	0,012
Rb µg/L	26,4	29,3	28,4	27,8
Sb µg/L	0,0171	0,0104	0,0165	0,0233
Se µg/L	0,373	0,432	0,592	0,382
Sn µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Sr µg/L	43,7	45,9	45	44,9
Th µg/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Ti µg/L	0,0454	0,0354	0,0303	0,153
Tl µg/L	<0,005	<0,01	<0,01	<0,01
U µg/L	<0,0005	0,0329	0,0337	0,0316
V µg/L	42,5	43,1	42,6	39,8
W µg/L	0,278	0,296	0,305	0,253
Zn µg/L	0,854	0,909	1,73	1,53

Tafla 17. Snefilefni í lind austan við Árlax. Tafla 18. Snefilefni í vatni í lind við Rifós.

Staður nr.	7	7	7	7
	Árlax austur	Árlax austur	Árlax austur	Árlax austur
Ár Sýni númer.	2007 07-011	2008 S HK08-013	2009 S HK09-025	2010 HK10-59
Ag µg/L	<0,005	0,281	<0,05	<0,05
Al µg/L	6,44	14,1	9,57	12,4
As µg/L	0,4	0,623	0,547	0,43
Au µg/L	0,0019	0,0064	<0,005	<0,002
B µg/L	45,2	46,5	46,6	44,3
Ba µg/L	0,391	0,366	0,433	0,386
Br µg/L	121	155	164	254
Cd µg/L	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Co µg/L	<0,005	0,0209	<0,005	<0,005
Cr µg/L	0,913	1,05	1,09	1,05
Cs µg/L	<0,03	0,0646	<0,03	<0,03
Cu µg/L	0,457	0,424	0,413	0,377
Fe µg/L	<4	7,2	0,4	1,1
Ga µg/L	0,0611	0,089	0,0408	0,0635
Ge µg/L	0,179	0,0813	0,135	0,155
Hg µg/L	0,004	0,0153	0,0206	0,012
I µg/L	3,67	2,54	3,82	4,85
Li µg/L	14,6	12,1	13,4	13,1
Mn µg/L	<0,03	0,298	<0,03	<0,03
Mo µg/L	0,82	1,09	0,94	0,906
Ni µg/L	<0,05	0,0664	<0,05	<0,05
P µg/L	48,1	51,9	58,7	58,7
Pb µg/L	0,0656	0,0295	0,0176	<0,01
Rb µg/L	6	7,05	6,27	5,97
Sb µg/L	0,0173	0,0286	0,0191	0,0153
Se µg/L	0,581	0,526	0,716	0,524
Sn µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Sr µg/L	18,2	18,6	17,7	17,8
Th µg/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Ti µg/L	0,0268	0,295	0,0444	0,143
Tl µg/L	<0,005	<0,01	<0,01	<0,01
U µg/L	<0,0005	0,0251	0,0134	0,0123
V µg/L	40,1	38,9	40,3	39,3
W µg/L	0,217	0,234	0,21	0,18
Zn µg/L	0,533	0,503	1,35	1,95

Staður nr.	9	9	9	9
	Rifós	Rifós	Rifós	Rifós
Ár Sýni númer.	2007 07-005	2008 HK08-015	2009 HK09-030	2010 HK10-61
Ag µg/L	<0,005	<0,05	<0,05	<0,05
Al µg/L	6,17	8,63	8,84	11,6
As µg/L	0,158	0,0585	0,114	<0,09
Au µg/L	<0,001	0,002	<0,005	<0,002
B µg/L	12,3	12,2	13,9	12,9
Ba µg/L	0,0992	0,151	0,125	0,152
Br µg/L	9,52	33,7	30,8	54,8
Cd µg/L	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Co µg/L	<0,005	0,0088	<0,005	<0,005
Cr µg/L	0,81	0,86	0,928	0,976
Cs µg/L	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Cu µg/L	0,801	0,495	0,371	0,36
Fe µg/L	<4	<0,4	0,5	0,9
Ga µg/L	0,0372	0,0166	0,0149	<0,05
Ge µg/L	0,315	0,161	0,247	0,266
Hg µg/L	<0,002	0,0077	<0,002	0,0057
I µg/L	<1	<1	<0,5	<1
Li µg/L	1,31	1,36	1,83	1,64
Mn µg/L	<0,03	<0,03	0,0474	0,0339
Mo µg/L	0,215	0,253	0,243	0,232
Ni µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
P µg/L	75,5	77,7	75,5	85,7
Pb µg/L	0,0578	<0,01	0,016	<0,01
Rb µg/L	1,99	1,95	1,98	2,09
Sb µg/L	0,0153	0,0108	0,018	0,0133
Se µg/L	0,242	0,333	0,461	0,259
Sn µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Sr µg/L	10,1	9,54	9,63	9,28
Th µg/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Ti µg/L	0,0404	0,0478	0,0631	0,137
Tl µg/L	<0,005	<0,01	<0,01	<0,01
U µg/L	0,0021	0,0089	0,0099	0,009
V µg/L	35,4	35,6	34,6	35,2
W µg/L	0,204	0,197	0,194	0,168
Zn µg/L	1,57	1,1	1,94	1,36

Tafla 19. Snefilefni í lind við Lón.

Staður nr.	10	10	10	10
Staðsetning	Lón	Lón	Lón	Lón
Ár Sýni númer.	2007 07-003	2008 S HK08- 016	2009 S HK09- 031	2010 HK10-62
Ag µg/L	<0,005	<0,05	<0,05	<0,05
Al µg/L	5,77	12,3	11,2	12,3
As µg/L	0,15	0,143	0,121	0,0766
Au µg/L	0,0013	0,0026	<0,005	<0,002
B µg/L	<10	8,57	6,97	<10
Ba µg/L	0,092	0,0572	0,0832	0,0819
Br µg/L	<1	29,9	25,8	31,2
Cd µg/L	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Co µg/L	<0,005	0,0085	<0,005	<0,005
Cr µg/L	0,392	0,51	0,557	0,516
Cs µg/L	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Cu µg/L	0,936	0,432	0,338	0,281
Fe µg/L	8	2,3	0,7	0,9
Ga µg/L	0,0632	0,071	0,0772	0,067
Ge µg/L	0,0548	0,0192	0,0652	<0,05
Hg µg/L	<0,002	0,0056	0,0046	0,0067
I µg/L	<1	<1	<0,5	<1
Li µg/L	0,611	0,731	1,27	0,985
Mn µg/L	<0,03	0,0498	<0,03	<0,03
Mo µg/L	0,174	0,23	0,221	0,213
Ni µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
P µg/L	43,6	62,7	63,5	64,9
Pb µg/L	0,0391	<0,01	<0,01	<0,01
Rb µg/L	1,09	1,18	1,21	1,2
Sb µg/L	0,0114	<0,01	0,0144	0,0117
Se µg/L	0,155	0,214	0,337	0,173
Sn µg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Sr µg/L	5,74	5,76	5,66	5,09
Th µg/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Ti µg/L	0,0268	0,285	0,0542	0,0637
Tl µg/L	<0,005	<0,01	<0,01	<0,01
U µg/L	<0,0005	0,0061	0,0063	0,0052
V µg/L	21,5	24,8	25	24,8
W µg/L	0,16	0,168	0,149	0,12
Zn µg/L	1,83	0,889	1,29	1,17

Tafla 20. Snefilefni úr borholu við Eyvindarstaði.

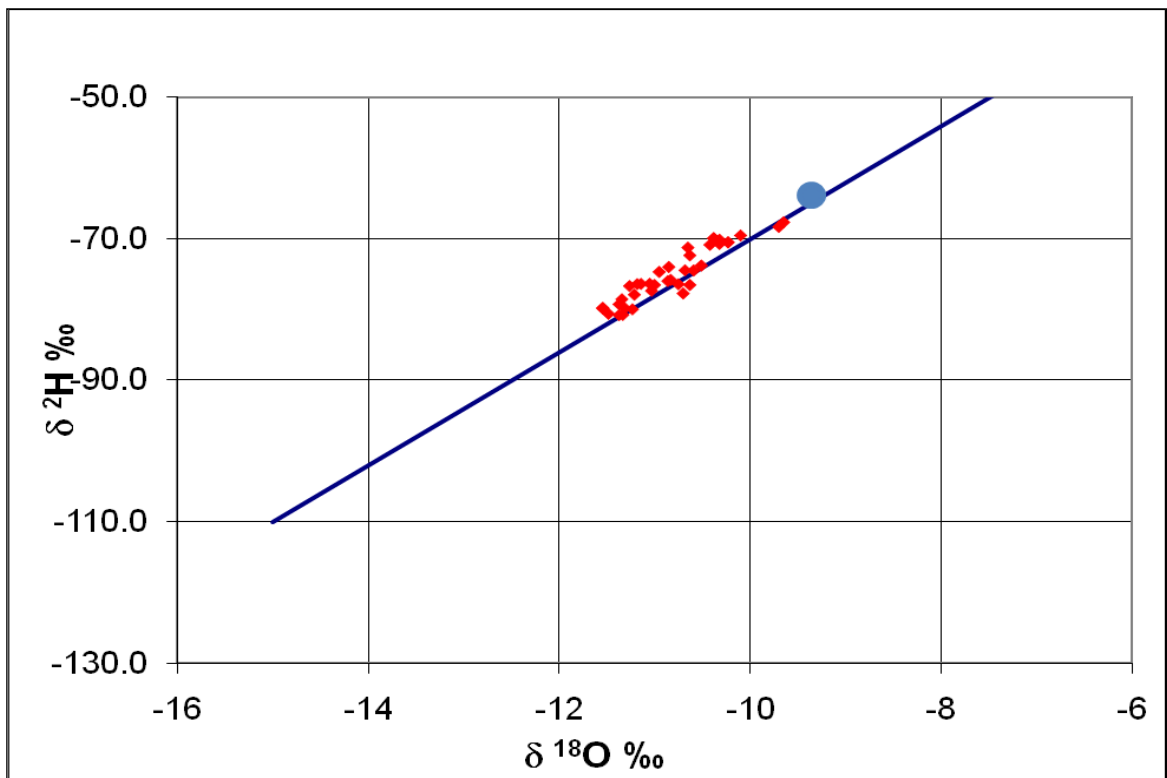
Staður nr.	14	14
Staðsetning	Eyvindarstaðir	Eyvindarstaðir
Ár Sýni númer	2007 07-024	2010 HK10-66
Ag µg/L	<0,005	<0,05
Al µg/L	5,11	11,4
As µg/L	0,266	<0,2
Au µg/L	0,0028	<0,002
B µg/L	55,5	56,3
Ba µg/L	0,605	0,65
Br µg/L	124	232
Cd µg/L	0,0032	<0,002
Co µg/L	0,0052	0,0122
Cr µg/L	0,827	1,15
Cs µg/L	<0,03	<0,03
Cu µg/L	0,723	1,08
Fe µg/L	2,7	1,2
Ga µg/L	0,0409	0,0502
Ge µg/L	0,136	0,106
Hg µg/L	0,0222	0,0136
I µg/L	2,68	3,76
Li µg/L	7,74	9,05
Mn µg/L	0,0797	0,0489
Mo µg/L	1,01	0,961
Ni µg/L	<0,05	0,0885
P µg/L	44,6	57,7
Pb µg/L	0,0644	0,0203
Rb µg/L	4,4	4,3
Sb µg/L	0,0158	0,0142
Se µg/L	0,539	0,498
Sn µg/L	<0,05	<0,05
Sr µg/L	23	23
Th µg/L	<0,02	<0,02
Ti µg/L	0,0222	0,068
Tl µg/L	<0,005	<0,01
U µg/L	<0,0005	0,0216
V µg/L	30,4	37,9
W µg/L	0,165	0,137
Zn µg/L	15	1,92

Í volgu lindunum mælast mun fleiri snefilefni í marktækum styrk en í þeim köldu (Hrefna Kristmannsdóttir, 2010) og er styrkur margra þeirra stöðugur milli þeirra mælinga sem gerðar hafa verið á snefilefnum. Þetta gildir t.d. um styrk bórs (B), baríums (Ba), bróms (Br), króms (Cr), sesíums (Cs), kopars (Cu), gallíums (Ga), germaníums (Ge), jöðs (I), líþíums (Li), molybdens (Mo), fosfór (P), rubídíums (Rb), antímóns (Sb), selens (Se), strontíums (Sr), títans (Ti), vanadíums (V) og wolframs (W) í lindinni austan Kelduness. Sums staðar má sjá greinileg áhrif mengunar eins og t.d. í fyrra sýninu úr borholunni við Eyvindarstaði þar sem sínk er í talvert háum styrk, en í seinna sýninu er styrkurinn svipaður og í öðrum volgum

sýnum. Nokkuð ljóst að þarna hefur orðið mengun vegna lélegs frágangs á borholunni og leiðslum frá henni á þessum tíma.

HLUTFALL STÖÐUGRA SAMSETNA

Eins og fram hefur komið í fyrri í skýrslum um grunnvatnsrannsóknir á Norðausturlandi er grunnvatn í Kelduhverfi og Öxarfirði gjarnan blanda af staðbundnu rigningarvatni og lengra aðrunnu vatni frá svæðinu norðan jökla og eru aðalframsarsvæði þess vatns í sprungusveimum megineldstöðvanna (Kristmannsdóttir o. fl., 2007, Hrefna Kristmannsdóttir, 2010). Dreifingin í vetnissamsætu hlutfalli er frá $\delta^2\text{H}$ um -68 ‰ til -81 ‰ og $\delta^{18}\text{O}$ um -9.7 ‰ til -11.5 ‰. Á mynd 2 kemur fram að öll sýnin falla nánast á regnvatnslínu fyrir norðurhvelið, eða rétt yfir henni (Craig, 1961).



Mynd 2. Hlutfall stöðugra samsætna í sýnunum. Blái hringurinn sýnir samsætu hlutfall staðbundinnar rigningar á útnesjum á Öxarfjarðarsvæðinu. Línan sýnir regnvatnslínu norðurhvelsins (Craig, 1961).

Þyngstu sýnin eru frá Kópaskeri og vatnsbólunni á Fjöllum. Af köldu sýnunum er það léttasta frá Lyngásgjá. Volgu sýnin eru léttari en þau köldu og eru sýnin frá Keldunesi-Höfðabrekku léttust. Þau eru jafnframt heitustu sýnin og þau sem eru væntanlega lengst aðrunnin (Hrefna Kristmannsdóttir, 2010). Á mynd 2 er sýnt til samanburðar samsætu hlutfall staðbundinnar rigningar á útnesjum á Öxarfjarðarsvæðinu (blár hringur), sem er talsvert hærra, þ.e. vatnið þyngra.

Mjög líklegt er að breytingar í afrennsli frá jarðhitasvæðunum í suðri inn í sprungusveimana mundu sjást fljótlega í hlutfalli stöðugra samsætna í vatninu og er því vöktun á þessum þætti lögð til í framtíðinni. Öll sýnin frá 2010 mældust nokkru þyngri en eldri sýni og var það því borið undir rannsóknarstofuna hvort orsakarinnar gæti mögulega verið að leita í

greiningunni fremur en í raunverulegum breytingum. Farið var yfir málið hjá rannsóknarstofunni en ekki kom neitt fram sem gæti bent til þess. Því er líklegt að um raunverulegan mun sé að ræða. Hvað sá munur táknar er ekki víst en líklegast er talið að árstíðabreytingar gætu verið í grunnvatninu, en samsætusýnin voru vegna tæknilegra aðstæðna tekin nokkru seinna en þau önnur sýni sem mæld hafa verið til þessa. Einnig gæti það hafa haft áhrif að það fór að rigna meðan á sýnatöku stóð og mögulega hefur orðið mengun vegna þess. Yfirleitt er forðast að taka sýni af köldu vatni í rigningartíð vegna mengunarhættu, en í þessu tilviki var það þó gert og sýnatökumenn töldu að mikillar gætni hefði verið beitt og töldu að ásættanlegt hefði verið að taka sýnin við þessar aðstæður. Skoða þarf þetta vel næst þegar tekin eru sýni til samsætumælinga.

SAMANTEKT NIÐURSTAÐNA

Við samanburð á niðurstöðum hvað styrk aðalefna varðar (Töflur 1-14) sést að með fáeinum undantekningum eru gildi frá sama stað mjög svipuð og frávík yfirleitt innan þeirra marka sem gefin eru upp fyrir mælióvissu. Breytileiki er þó nokkur með tíma á efnasamsetningu í öllum volgu lindunum. Í vatni úr borholu á Eyvindarstöðum þar sem ekki hefur verið tekið sýni frá 2007 ber niðurstöðum efnagreininga þá og 2010 mjög vel saman hvað aðalefni varðar.

Efnagreiningum á sömu sýnum með mismunandi aðferðum ber yfirleitt vel saman, en þó koma nokkur veruleg frávík fram milli mælinga við Háskólann á Akureyri annars vegar og mælinga frá sænsku rannsóknarstofunni Analytica AB (Hrefna Kristmannsdóttir, 2010). Jafnframt þá eru næmnimörk hærri og mælióvissa meiri með aðferðunum sem notaðar eru við Háskólann á Akureyri til mælinga á kalsíum og magnesíum. Mælingarnar eru hins vegar taldar nægilega nákvæmar til að fylgjast með breytingum í þessum aðalefnum.

Hvað snefilefnasamsetningu varðar (Tafla 15-20) þá eru eins og bent hefur verið á áður gildi margra efna mjög nálægt greiningarmörkum, einkum í köldu lindunum (Hrefna Kristmannsdóttir, 2010). Styrkur járn og áls er sveiflukenndur eins og fyrr og jafnframt eru nokkrar sveiflur í styrk síns og kopars. Snefilefni, sem fylgja jarðhitavirkni eins og As og Hg eru mjög breytileg í vatnssýnunum, bæði þeim volgu og köldu, en styrkur þeirra er yfirleitt undir eða við greiningarmörk í kalda vatninu. Í sýni frá Eyvindarstöðum er mun lægri styrkur síns en í fyrsta sýninu, sem líklega stafar af mengun enda voru allar aðstæður mjög frumstæðar við holuna, leiðslur lélegar og úr ófullnægjandi efni. Var það reyndar ástæða þess að ekki var lagt til að fylgst væri með því vatnsbólí í eftirlitinu á árunum 2008-2010, fyrr en gengið yrði betur frá lögnum þess. Borholan er þó á einu þeirra svæða þar sem einna helst mætti búast við að hugsanlegar breytingar á afrennsli frá háhitasvæðunum í suðri kæmu fram.

Samsætumælingar sýna nokkru almennt þyngri gildi en í eldri sýnum og stafar það væntanlega af árstíðabundnum sveiflum, en sýnin voru tekin síðar á árinu en eldri sýni. Einnig er mögulegt að mengun hafi orðið vegna rigningar sem hófst meðan á sýnatöku stóð.

HEIMILDASKRÁ

Bragi Árnason. 1976. Groundwater systems in Iceland traced by deuterium. Reykjavík. *Societas Scientiarum Islandica*, 236s.

Craig, H. 1961. Isotopic variations in meteoric waters. *Science*, 133, 1702-1703.

Hrefna Kristmannsdóttir. 2004. *Sýnataka á heitu og köldu vatni til jarðefnafræðilegra mælinga. Verklegar leiðbeiningar fyrir námskeiðið Vatnafræði og gæði vatns VAG1103*. Háskólinn á Akureyri, Auðlindadeild, Skýrsla HK- 04/10, 11 s.

Hrefna Kristmannsdóttir, 2010. *Grunnvatnsrannsóknir í Norðurþingi 2007-2009*. Landsvirkjun LV 2010/010, Reykjavík, 50s.

Hrefna Kristmannsdóttir og Valur Klemensson, 2007. *Grunnvatnsrannsóknir á Norðausturlandi. Skilgreining á grunnástandi og tillögur um framtíðareftirlit með hugsanlegum breytingum á grunnvatnsstraumum í kjölfar vinnslu á háhitasvæðum*. Landsvirkjun LV 2007/086, Reykjavík, 50s.

Hrefna Kristmannsdóttir og Helga Rakel Guðrúnardóttir, 2009. *Grunnvatnsrannsóknir í Norðurþingi*, LV-2009/147, 352.

Kristmannsdóttir H., Sveinbjörnsdóttir, Á. E. and Heinemeier, J., 2007. Evolution and origin of geothermal brines in Öxarfjörður NE Iceland. *Water-Rock Interaction*. Bullen & Wang (eds.), Taylor and Francis Group, London, 223-227.

Valur Klemensson, 2008. Effects of geothermal utilization on the groundwater systems north of Þeistareykir and Gjástykki. A master of Science thesis from the School of Forest Science and Resource Management, Technische Universität München, 73s.

VIÐAUKI I: AÐFERÐIR VIÐ SÝNATÖKU OG GREININGAR

Framkvæmd sýnatöku

Sýnum úr lindunum var safnað með því að dæla vatninu upp gegnum silíkonslöngu með Cole Parmer Masterflex sýnatökudælu, þar sem sýnin komast ekki í neina snertingu við annað en silíkonslönguna, sem liggur um hausinn á dælunni. Sýnin voru síuð með 0,2 µm síu í síuhaldara úr tefloni. Sýni úr borholunni á Eyvindarstöðum var dælt upp með sogdælu gegnum víða plastslöngu og síðan var safnað á sama hátt og úr lindunum. Við sýnatöku á sýnum til málm- og snefilefnagreininga voru notaðir einnota latexhanskar, svo og við sýringu sýnanna. Sýra til sýringar var sérhreinsuð og háhreini fullmettuð HNO₃ og var skammtað með einnota pípettuoddum. (Hrefna Kristmannsdóttir, 2004).

Safnað var eftirfarandi tegundum sýna:

1. Í 300 ml glerflösku ómeðhöndluðu sýni (**Ru**), til mælinga á pH, karbónati og rafleiðni.
2. Í 200 ml plastflösku síuðu sýni (**Fu**), til mælinga á anjónum.
3. Í 50 ml brúna glerflösku síuðu sýni (**Fu**), til vetnis og súrefnissamsætumælinga.
4. Í 200 ml sýrupvegna flösku, síuðu sýrðu sýni (**Fa**), sýrðu með með 1 ml af háhreinni, mettaðri saltpétursýru (HNO₃) (sérhreinsaðri) frá rannsóknarstofunni í Luleå í Svíþjóð til mælinga á aðalmálmum, brennisteini og snefilefnum.
5. Í 500 ml plastflösku, síuðu sýni (**Fu**), til mælinga á kalsíum, magnesíum og klóríði.

Mælingar

Rafleiðni var mæld í mörkinni með feltmæli af gerðinni YSI EC 300.

Sýni til mælinga á pH, karbónati og rafleiðni með nákvæmari mæli, Cole Parmer, EC 1481-61 en í mörkinni (sýni nr. 1) eru látin standa yfir nótt á rannsóknarstofu og þá er mælt pH, basavirkni (alkalínitet)/karbónat og leiðni. pH er mælt beint í flösku- hrært í með segulhræru á meðan. Heildarstyrkur karbónats er mælt með pH títrun (með 0,1 N HCl) niður í pH 3,8 og er baktítrað eftir að búið er að blása köfnunarefni í gegnum sýnið í um 15 mínútur til að losna við CO₂ úr því. Títrað svo tilbaka (með 0,1 N NaOH) upp í ca. 8,3. Basavirkni og heildarkarbónat er einnig mælt með 794 Basic Titrino títrator.

Anjónirnar klóríð (Cl) og flúor (F) (sýni nr. 2) eru mæld á jónagreini á rannsóknarstofu í Luleå. Í þeim tilvinum þar sem styrkur flúors var lægri en 0,15 mg/L voru mælingarnar endurteknar með selektróðu við sömu rannsóknarstofu.

Stöðugar samsætur, vetni, súrefni eru mældar á massageini Raunvísindastofnunar Háskóla Íslands (í sýni nr. 3).

Helstu málmar, natríum (Na), kalíum (K), kalsíum (Ca), magnesíum (Mg), járn (Fe), ál (Al), strontíum (Sr) svo og efnin kísill (SiO_2), bór (B), og brennisteinn (S) voru mæld á ICP-AES tæki í Luleå (sýni nr. 4).

Snefilefnin silfur (Ag), ál (Al), arsen (As), gull (Au), bór (B), baríum (Ba), bróm (Br), kadmíum (Cd), kóbalt (Co), króm (Cr), sesíum (Cs), kopar (Cu), járn (Fe), gallíum (Ga), germaníum (Ge), kvikasilfur (Hg), jóð (I), líþíum (Li), mangan (Mn), molybden (Mo), nikkell (Ni), fosfór (P), blý (Pb), rúbídíum (Rb), antímon (Sb), selen (Se), tin (Sn), strontíum (Sr), þóríum (Th), titan (Ti), þallíum (Tl), úran (U), vanadíum (V), volfram (W) og sínk (Zn) eru mæld (sýni 4) á ICP-MS tæki á rannsóknarstofu í Luleå í Svíþjóð .

Sum efni geta verið ýmist aðalefni eða snefilefni eins og t.d. kalíum, flúor og ál og eru því oft mæld með tveimur mismunandi aðferðum. Í þeim sýnum sem kalíum er í lægri styrk en 0,5 mg/L var það þannig endurmælt með atómísogsaðferð til að fá meiri næmni.

Kalsíum, magnesíum og klóríð í hlutsýnum var mælt með 794 Basic Titrimo títrator við Háskólann á Akureyri (sýni 5).

Tafla 21. Áætluð mælióvissa fyrir mismunandi efni við mælingar hjá rannsóknarstofu í Luleå og við Háskólann á Akureyri (HA).

Efni	Mælióvissa	Mælistaður
pH/°C	±0.1	HA
SiO ₂ mg/L	±15%	Luleå
B mg/L	±20%	Luleå
Na mg/L	±13%	Luleå
K mg/L	±13%	Luleå
Ca mg/L	±12%	Luleå
Ca mg/L	±20%	HA
Mg mg/L	±12%	Luleå
Mg mg/L	±20%	HA
Sr mg/L	±13%	Luleå
Fe mg/L	±0,0005	Luleå
Al mg/L	±18%	Luleå
CO ₂ mg/L	±0.2 mg/L	HA
H ₂ S mg/L	±0.003 mg/L	HA
Leiðni. μ S/cm v.25°C	±10 μ S/cm v.25°C	HA
SO ₄ mg/L	±7%	Luleå
Cl mg/L	±7%	Luleå
Cl mg/L	±10%	HA
F mg/L	±6%	Luleå
As μ g/L	-	Luleå
Ba μ g/L	±20%	Luleå
Br μ g/L	-	Luleå
Cd μ g/L	-	Luleå
Co μ g/L	-	Luleå
Cr μ g/L	±20%	Luleå
Cu μ g/L	±20%	Luleå
Hg μ g/L	±13%	Luleå
Li μ g/L	-	Luleå
Mn μ g/L	-	Luleå
Mo μ g/L	-	Luleå
Ni μ g/L	-	Luleå
P μ g/L	-	Luleå
Pb μ g/L	-	Luleå
Zn μ g/L	±25%	Luleå