



ÍSOR
ÍSLENSKAR ORKURANNSÓKNIR

Efnasamsetning neysluvatns Vatnsveita Hafnarfjarðar og Vatnsveita Kópavogs

Finnbogi Óskarsson

Unnið fyrir Heilbrigðiseftirlit Hafnarfjarðar-
og Kópavogssvæðis

Greinargerð
ÍSOR-15054

Verknr.: 15-0192
30.10.2015

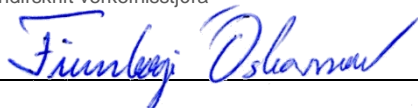
ÍSLENSKAR ORKURANNSÓKNIR

Reykjavík: Orkugarður, Grensásvegi 9, 108 Rvk. – Sími: 528 1500 – Fax: 528 1699

Akureyri: Rangárvöllum, P.O. Box 30, 602 Ak. – Sími: 528 1500 – Fax: 528 1599

isor@isor.is – www.isor.is

Undirskrift verkefnisstjóra



Yfirfarið af

MÓ

Efnasamsetning neysluvatns

Vatnsveita Hafnarfjarðar og Vatnsveita Kópavogs

Fimmtudaginn 8. október 2015 tók starfsmaður ÍSOR sýni af neysluvatni úr dreifikerfum Vatnsveitu Hafnarfjarðar og Vatnsveitu Kópavogs. Þetta var gert að beiðni Heilbrigðis-
eftirlits Hafnarfjarðar- og Kópavogssvæðis sem hefur eftirlit með vatnsveitunum.

Sýni úr dreifikerfi Vatnsveitu Hafnarfjarðar var tekið úr úttakslögn miðlunartanks við Kaldárselsveg en sýni úr dreifikerfi Vatnsveitu Kópavogs var tekið úr inntakslögn í miðlunartank við Heimsenda. Hitastig Kaldárvatnsins mældist 3,0°C við sýnatöku en vatnið á Heimsenda reyndist vera við 3,3°C.

Rannsóknarstofa ÍSOR annaðist mælingar á styrk koldíoxíðs og brennisteinsvetnis, leiðni og sýrustigi þar sem þessa þætti þarf að greina jafnskjótt og auðið er. Stærsti hluti greininganna fór hins vegar fram á rannsóknarstofum ALS Scandinavia AB í Svíþjóð en þær hafa vottun skv. ISO EN 17025.

Sú breyting var gerð á sýnatökunni að sýni til greininga á málmmum voru ekki síuð gegnum 0,20 µm sellúlósaasetatsíu við sýnatöku líkt og venjulega, heldur send ósíuð til greininga. Þetta var gert að ósk rannsóknarstofunnar ALS sem greinir málmasýnin. Þó voru síuð sýni tekin til samanburðar og eru niðurstöður greininga á síuðum og ósíuðum sýnum skráðar í töflu 4. Þar má sjá að eini teljandi munurinn á sýnunum er að styrkur áls mælist um tvöfalt hærrí í ósíuðu sýni úr Kaldárseli en í síaða sýninu. Það er vel þekkt að ál tapist við síun, enda myndar það ýmiss konar kompleksambönd sem geta setið eftir á síupappírnum. Sömuleiðis er þekkt að járn, nikkell, sink og fleiri málmar geti tapast við síun en slíkt er ekki að sjá af gögnunum í töflu 4. Niðurstöður í töflum 1 og 2, og á myndunum sem á eftir fara, eru fyrir ósíuðu sýnin.

Greiningarnar innihalda alla þá þætti sem mæla skal þegar gerð er heildarúttekt á efna- og eðlisfræðilegum þáttum neysluvatns skv. viðauka I í reglugerð 536/2001 um neysluvatn, aðra en akrýlamíð og epiklórhyðrín. Niðurstöður greininganna má sjá í töflum 1 og 2. Í töflunum má til viðmiðunar sjá hámarksstyrk ýmissa efna skv. reglugerð 536/2001 með áorðnum breytingum (reglugerð 145/2008). Tafla 3 gefur yfirlit yfir aðferðirnar sem notaðar eru við efnagreiningarnar.

Því er skemmst frá að segja að efnainnihald vatnsins er í öllum tilfellum vel innan þeirra marka sem neysluvatnsreglugerðin setur. Styrkur halógenkolvatna, fjölhringa arómatískra efna og varnarefna er í öllum tilfellum undir greiningarmörkum.

Á myndum 1, 2 og 3 gefur að líta þróunina í styrk helstu aðalefna og snefilefna frá haustinu 2008 fram á þennan dag. Ekki er að sjá teljandi breytingar á efnastyrk í vatninu frá síðasta ári, ef litið er fram hjá áður nefndri hækkun álstyrks í sýninu frá Vatnsveitu Hafnarfjarðar.

Tafla 1. Sýni 20150381, tekið úr úttaki miðlunartanks Vatnsveitu Hafnarfjarðar við Kaldárselsveg 8. október 2015.

| Efna-/eðlisþáttur | Gildi | Óvissa (±) | MAC* | Eining | Aðferð |
|--|-------------|------------|------|--------|--------|
| pH** / hitastig (°C) | 8,68 / 22,3 | | 9,5 | | 1 |
| Leiðni** við 25°C | 89,0 | | 2500 | µS/cm | 2 |
| Karbonsat (CO ₂)** | 27,0 | | | mg/L | 3 |
| Brennisteinsvetni (H ₂ S)** | <0,01 | | | mg/L | 4 |
| | | | | | |
| Natríum (Na) | 9,62 | 0,67 | 200 | mg/L | 5 |
| Kalíum (K) | 0,663 | 0,049 | 12 | mg/L | 5 |
| Magnesíum (Mg) | 2,25 | 0,15 | 50 | mg/L | 5 |
| Kalsíum (Ca) | 4,83 | 0,37 | | mg/L | 5 |
| Járn (Fe) | <0,0004 | | 0,20 | mg/L | 5 |
| Kísill (Si) | 6,89 | 0,44 | | mg/L | 5 |
| Ál (Al) | 17,3 | 3,4 | 200 | µg/L | 5 |
| Arsen (As) | <0,05 | | 10 | µg/L | 5 |
| Bór (B) | <10 | | 1000 | µg/L | 5 |
| Baríum (Ba) | 0,0634 | 0,0135 | | µg/L | 5 |
| Kadmíum (Cd) | <0,002 | | 5,0 | µg/L | 5 |
| Kóbalt (Co) | <0,005 | | | µg/L | 5 |
| Króm (Cr) | 0,786 | 0,151 | 50 | µg/L | 5 |
| Kopar (Cu) | 0,104 | 0,034 | 2000 | µg/L | 5 |
| Kvikasilfur (Hg) | <0,002 | | 1,0 | µg/L | 5 |
| Mangan (Mn) | 0,0353 | 0,0201 | 50 | µg/L | 5 |
| Mólybden (Mo) | 0,0951 | 0,0194 | | µg/L | 5 |
| Nikkel (Ni) | <0,05 | | 20 | µg/L | 5 |
| Fosfór (P) | 26,6 | 5,2 | | µg/L | 5 |
| Blý (Pb) | <0,01 | | 10 | µg/L | 5 |
| Antimón (Sb) | <0,01 | | 5,0 | µg/L | 5 |
| Selen (Se) | <0,5 | | 10 | µg/L | 5 |
| Strontíum (Sr) | 5,15 | 0,53 | | µg/L | 5 |
| Vanadíum (V) | 27,5 | 4,5 | | µg/L | 5 |
| Sink (Zn) | 0,536 | 0,148 | | µg/L | 5 |
| | | | | | |
| Flúoríð (F) | <0,20 | | 1,5 | mg/L | 6 |
| Klóríð (Cl) | 8,03 | 1,21 | 250 | mg/L | 6 |
| Súlfat (SO ₄) | 2,44 | 0,37 | 250 | mg/L | 6 |
| Brómat (BrO ₃) | <5,0 | | 10 | µg/L | 6 |
| Nítrat (NO ₃) | <0,50 | | 50 | mg/L | 6 |
| Nítrít (NO ₂) | <0,01 | | 0,50 | mg/L | 7 |
| Sýaníð (CN) | <5,0 | | 50 | µg/L | 8 |
| Ammoníum (NH ₄) | 0,037 | 0,005 | 0,50 | mg/L | 9 |

Tafla 1. (Framh.)

| Efna-/eðlisþáttur | Gildi | Óvissa (±) | MAC* | Eining | Aðferð |
|----------------------------------|---------|------------|-------|--------|--------|
| Lykt við 20°C | Engin | | | | 10 |
| Grugg | <0,10 | | | FNU | 11 |
| Litur | <5 | | 20 | mgPt/L | 12 |
| Harka | 1,20 | | | °dH | 13 |
| Oxunarhæfni (COD _{Mn}) | 0,63 | 0,19 | 5,0 | mg/L | 14 |
| | | | | | |
| 1,2-díklóróetan | <0,750 | | 3,0 | µg/L | 15 |
| Tetraklóróeten | <0,20 | | | µg/L | 15 |
| Tríklóróeten | <0,10 | | | µg/L | 15 |
| Summa tetra- og tríklóróetens | <0,15 | | 10 | µg/L | 15 |
| Tríklórómetan | <0,30 | | | µg/L | 15 |
| Tríbrómómetan | <0,20 | | | µg/L | 15 |
| Díbrómóklórómetan | <0,10 | | | µg/L | 15 |
| Brómódíklórómetan | <0,10 | | | µg/L | 15 |
| Summa tríhalómetans | <0,35 | | 100 | µg/L | 15 |
| Bensen | <0,20 | | 1,0 | µg/L | 15 |
| | | | | | |
| Aldrín | <0,0050 | | 0,030 | µg/L | 15 |
| Díeldrín | <0,010 | | 0,030 | µg/L | 15 |
| Heptaklór | <0,010 | | 0,030 | µg/L | 15 |
| Heptaklóróepoxíð | <0,010 | | 0,030 | µg/L | 15 |
| Cis-heptaklóróepoxíð | <0,010 | | 0,030 | µg/L | 15 |
| Trans-heptaklóróepoxíð | <0,010 | | 0,030 | µg/L | 15 |
| | | | | | |
| Bensó(b)flúoranþen | <0,0040 | | | µg/L | 16 |
| Bensó(k)flúoranþen | <0,0020 | | | µg/L | 16 |
| Bensó(ghi)perylene | <0,0030 | | | µg/L | 16 |
| Indenó(123cd)pýren | <0,0030 | | | µg/L | 16 |
| Summa ofantalinna PAH | <0,0060 | | 0,10 | µg/L | 16 |
| Bensó(a)pýren | <0,0020 | | 0,010 | µg/L | 16 |
| | | | | | |
| Vínýlklóríð | <0,10 | | 0,50 | µg/L | 17 |

* MAC stendur fyrir „Maximum Admissible Concentration“ eða hámarksstyrk samkvæmt reglugerð 536/2001 og tilsvareandi evrópskum reglugerðum.

** Greint með aðferð sem ekki hefur hlotið faggildingu.

Tafla 2. Sýni 20150382, tekið við inntak miðlunartanks Vatnsveitu Kópavogs við Heimsenda 8. október 2015.

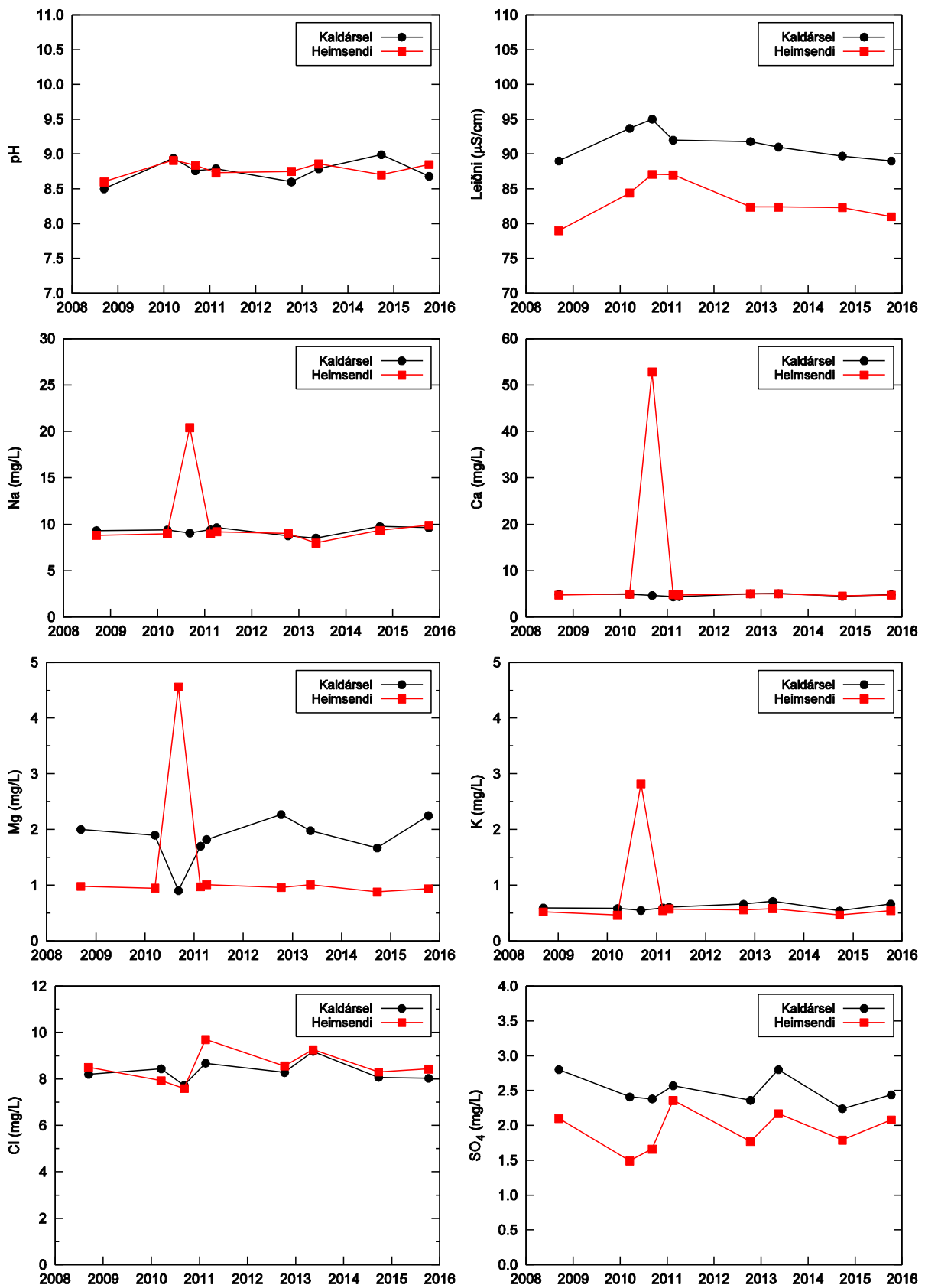
| Efna-/eðlisþáttur | Gildi | Óvissa (±) | MAC* | Eining | Aðferð |
|--|-------------|------------|------|--------|--------|
| pH** / hitastig (°C) | 8,85 / 22,6 | | 9,5 | | 1 |
| Leiðni** við 25°C | 81,0 | | 2500 | µS/cm | 2 |
| Karbónat (CO ₂)** | 22,7 | | | mg/L | 3 |
| Brennisteinsvetni (H ₂ S)** | <0,01 | | | mg/L | 4 |
| | | | | | |
| Natríum (Na) | 9,90 | 0,70 | 200 | mg/L | 5 |
| Kalíum (K) | 0,542 | 0,041 | 12 | mg/L | 5 |
| Magnesíum (Mg) | 0,937 | 0,062 | 50 | mg/L | 5 |
| Kalsíum (Ca) | 4,74 | 0,37 | | mg/L | 5 |
| Járn (Fe) | <0,0004 | | 0,20 | mg/L | 5 |
| Kísill (Si) | 6,92 | 0,47 | | mg/L | 5 |
| Ál (Al) | 21,4 | 4,1 | 200 | µg/L | 5 |
| Arsen (As) | <0,05 | | 10 | µg/L | 5 |
| Bór (B) | <10 | | 1000 | µg/L | 5 |
| Baríum (Ba) | 0,0676 | 0,0139 | | µg/L | 5 |
| Kadmíum (Cd) | <0,002 | | 5,0 | µg/L | 5 |
| Kóbalt (Co) | <0,005 | | | µg/L | 5 |
| Króm (Cr) | 0,881 | 0,170 | 50 | µg/L | 5 |
| Kopar (Cu) | 0,127 | 0,043 | 2000 | µg/L | 5 |
| Kvikasilfur (Hg) | 0,00221 | 0,00070 | 1,0 | µg/L | 5 |
| Mangan (Mn) | <0,03 | | 50 | µg/L | 5 |
| Mólybden (Mo) | 0,0857 | 0,0172 | | µg/L | 5 |
| Nikkel (Ni) | 0,0582 | 0,0261 | 20 | µg/L | 5 |
| Fosfór (P) | 21,3 | 4,2 | | µg/L | 5 |
| Blý (Pb) | <0,01 | | 10 | µg/L | 5 |
| Antimón (Sb) | <0,01 | | 5,0 | µg/L | 5 |
| Selen (Se) | <0,5 | | 10 | µg/L | 5 |
| Strontíum (Sr) | 3,30 | 0,36 | | µg/L | 5 |
| Vanadíum (V) | 20,4 | 3,6 | | µg/L | 5 |
| Sink (Zn) | 0,550 | 0,152 | | µg/L | 5 |
| | | | | | |
| Flúoríð (F) | <0,20 | | 1,5 | mg/L | 6 |
| Klóríð (Cl) | 8,43 | 1,26 | 250 | mg/L | 6 |
| Súlfat (SO ₄) | 2,08 | 0,31 | 250 | mg/L | 6 |
| Brómat (BrO ₃) | <5,0 | | 10 | µg/L | 6 |
| Nítrat (NO ₃) | <0,50 | | 50 | mg/L | 6 |
| Nítrít (NO ₂) | <0,01 | | 0,50 | mg/L | 7 |
| Sýaníð (CN) | <5,0 | | 50 | µg/L | 8 |
| Ammoníum (NH ₄) | 0,033 | 0,005 | 0,50 | mg/L | 9 |

Tafla 2. (Framh.)

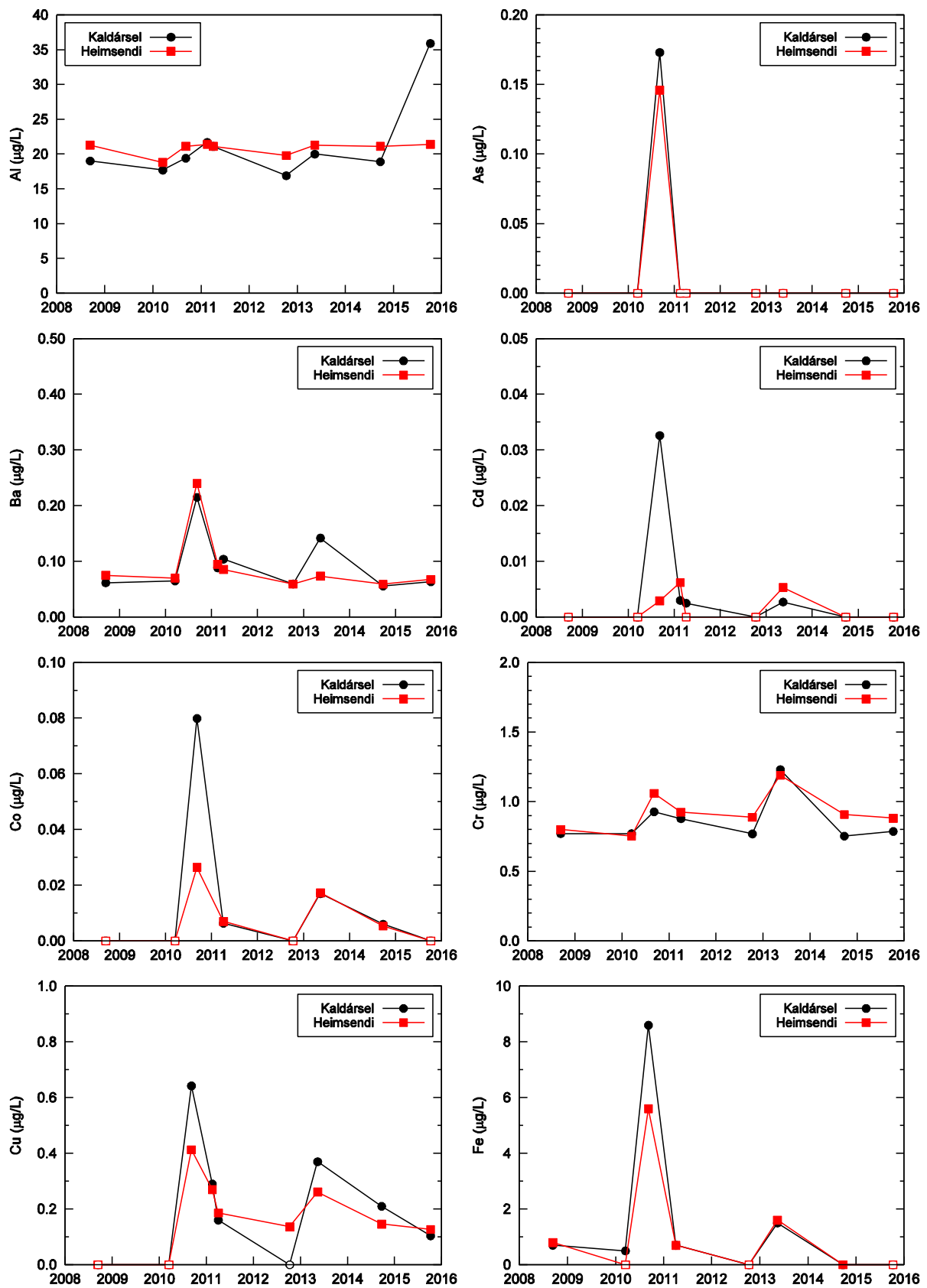
| Efna-/eðlisþáttur | Gildi | Óvissa (±) | MAC* | Eining | Aðferð |
|----------------------------------|---------|------------|-------|--------|--------|
| Lykt við 20°C | Engin | | | | 10 |
| Grugg | <0,10 | | | FNU | 11 |
| Litur | <5 | | 20 | mgPt/L | 12 |
| Harka | 0,880 | | | °dH | 13 |
| Oxunarhæfni (COD _{Mn}) | <0,50 | | 5,0 | mg/L | 14 |
| | | | | | |
| 1,2-díklóróetan | <0,750 | | 3,0 | µg/L | 15 |
| Tetraklóróeten | <0,20 | | | µg/L | 15 |
| Tríklóróeten | <0,10 | | | µg/L | 15 |
| Summa tetra- og tríklóróetens | <0,15 | | 10 | µg/L | 15 |
| Tríklórómetan | <0,30 | | | µg/L | 15 |
| Tríbrómómetan | <0,20 | | | µg/L | 15 |
| Díbrómóklórómetan | <0,10 | | | µg/L | 15 |
| Brómódíklórómetan | <0,10 | | | µg/L | 15 |
| Summa tríhalómetans | <0,35 | | 100 | µg/L | 15 |
| Bensen | <0,20 | | 1,0 | µg/L | 15 |
| | | | | | |
| Aldrín | <0,0050 | | 0,030 | µg/L | 15 |
| Díeldrín | <0,010 | | 0,030 | µg/L | 15 |
| Heptaklór | <0,010 | | 0,030 | µg/L | 15 |
| Heptaklóróepoxíð | <0,010 | | 0,030 | µg/L | 15 |
| Cis-heptaklóróepoxíð | <0,010 | | 0,030 | µg/L | 15 |
| Trans-heptaklóróepoxíð | <0,010 | | 0,030 | µg/L | 15 |
| | | | | | |
| Bensó(b)flúoranþen | <0,0040 | | | µg/L | 16 |
| Bensó(k)flúoranþen | <0,0020 | | | µg/L | 16 |
| Bensó(ghi)perýlen | <0,0030 | | | µg/L | 16 |
| Indenó(123cd)pýren | <0,0030 | | | µg/L | 16 |
| Summa ofantalinna PAH | <0,0060 | | 0,10 | µg/L | 16 |
| Bensó(a)pýren | <0,0020 | | 0,010 | µg/L | 16 |
| | | | | | |
| Vínýlklóríð | <0,10 | | 0,50 | µg/L | 17 |

* MAC stendur fyrir „Maximum Admissible Concentration“ eða hámarksstyrk samkvæmt reglugerð 536/2001 og tilsvarendi evrópskum reglugerðum.

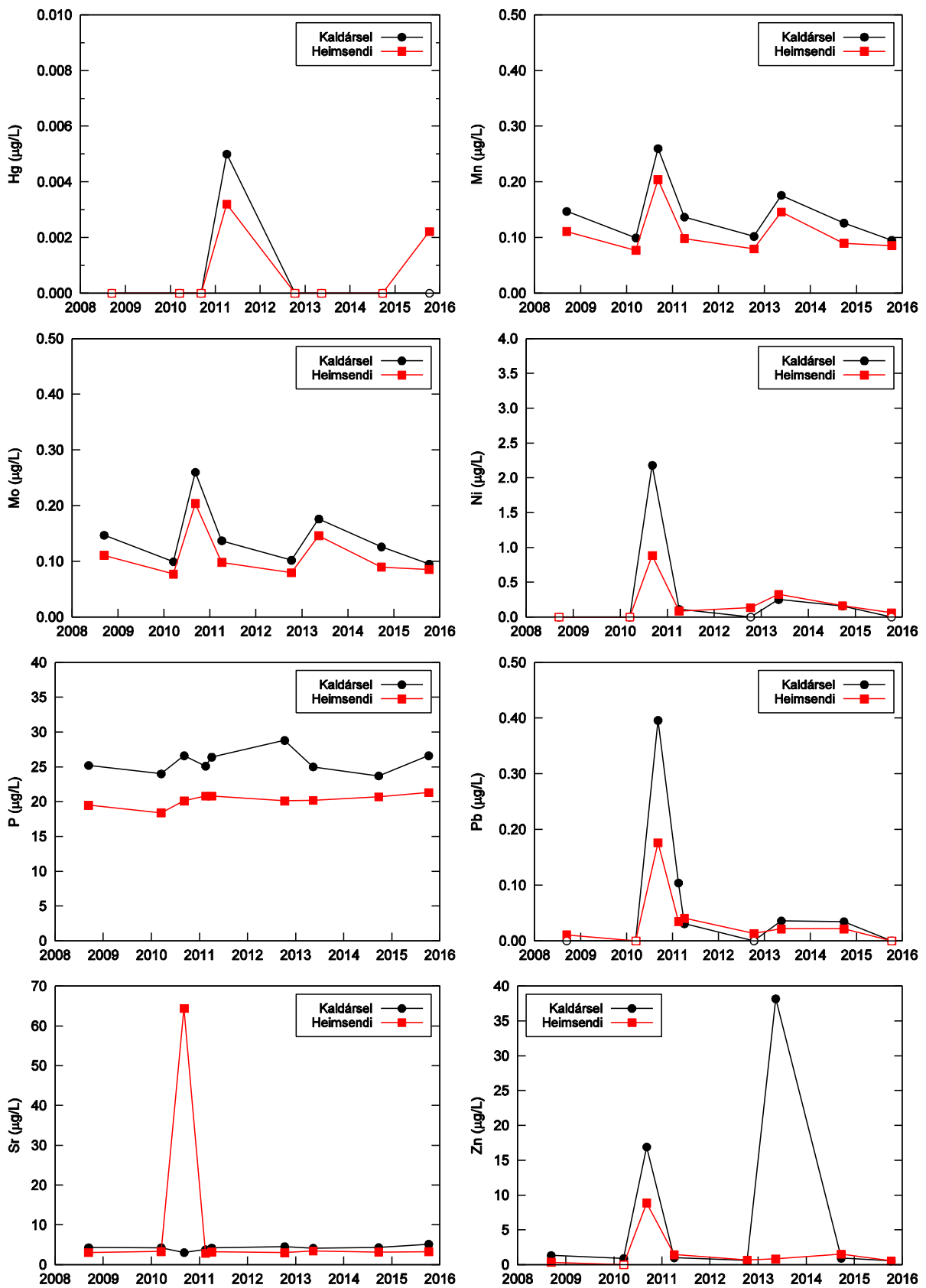
** Greint með aðferð sem ekki hefur hlotið faggildingu.



Mynd 1. Sýrustig, leiðni og styrkur helstu efna í vatnssýnum frá Vatnsveitu Hafnarfjarðar og Vatnsveitu Kópavogs, árin 2008–2015.



Mynd 2. Styrkur snefilefna í vatnssýnum frá Vatnsveitum Hafnarfjarðar og Kópavogs, árin 2008–2015. Opin tákn eru notuð þar sem efnastyrkur er undir greiningarmörkum.



Mynd 3. Styrkur snefilefna í vatnssýnum frá Vatnsveitum Hafnarfjarðar og Kópavogs, árin 2008–2015. Opin tákn eru notuð þar sem efnastyrkur er undir greiningarmörkum.

Tafla 3. Greiningaraðferðir. 1–4 á við rannsóknarstofu ÍSOR en 5–17 á við ALS í Svíþjóð.

| Nr. | Aðferð |
|-----|---|
| 1 | pH ákvarðað við í samræmi við SS 028122, útgáfu 2. Óvissa (k=2): ±0,14 við pH 6,87. |
| 2 | Leiðni ákvörðuð í samræmi við SS EN 27888, útgáfu 1. Óvissa (k=2): ±9% við 147 µS/cm. |
| 3 | Styrkur karbónats er ákvarðaður með spennutítrun frá pH 8,2 til 3,8 og baktítrun frá pH 3,8 til 8,2. |
| 4 | Styrkur brennisteinsvetnis er ákvarðaður með títrun með Hg(II) jónum þar sem dithizone er notað sem litvísir. |
| 5 | Ákvörðun málma án niðurbrots með sýru. Greiningarnar eru gerðar í samræmi við EPA-aðferðir 200.7 (ICP-AES) og 200.8 (ICP-SFMS). |
| 6 | Ákvörðun á nitrati, flúoríði, klóríði, sulfati og brómati með jónaskiljun í samræmi við aðferðir CSN EN ISO 10304-1 10304-4 og 15061. |
| 7 | Ákvörðun nítríts í samræmi við SS-EN ISO 13395-1 (FIA). |
| 8 | Ákvörðun á heildarmagni sýaníðs með ljósmælingum í samræmi við TNV 75 7415. |
| 9 | Ammóníum ákvarðað með ljósgleypnimælingu í samræmi við aðferðir CSN EN ISO 11732, 13395, 13370 og 12506. |
| 10 | Ákvörðun lyktar við 20°C í samræmi við SLV 90-01-01. |
| 11 | Grugg ákvarðað með ljósmælingu, þar sem ljósdreifni er mæld við skilgreindar aðstæður, í samræmi við SS EN ISO 7027. Óvissa (k=2): ±31% við 0,5 FNU. |
| 12 | Litur ákvarðaður í samræmi við SS-EN ISO 7887, útgáfa 2, aðferð D. Óvissa (k=2): ±14% við 20 mg Pt/L. |
| 13 | Harka er reiknuð út frá mældum styrk Mg og Ca. |
| 14 | Ákvörðun á COD _{Mn} í samræmi við aðferð CSN EN ISO 8467. |
| 15 | Magn rokgjarnra lífrænna efna og klórlífrænna varnarefna er ákvarðað með gasskiljun (GC-FID/MS/ECD) í samræmi við SLVFS 2001:30. |
| 16 | Magn fjölhringa arómatískra efna er ákvarðað með vökvaskiljun (HPLC-FLD/PDA) í samræmi við SLVFS 2001:30. |
| 17 | Vínýlklóríð er greint með GC-MS í samræmi við EPA-aðferðir 624 og 8260. |

Tafla 4. Samanburður á greindum styrk málma og hálfmálma í síuðum og ósíuðum sýnum.

| Sýni Staður | 20150381 | 20150383 | 20150382 | 20150384 |
|-------------|-------------|------------|-------------|------------|
| | VH ósíað | VH síað | VK ósíað | VK síað |
| Na (mg/L) | 9,62 | 9,47 | 9,90 | 9,96 |
| K (mg/L) | 0,663 | 0,618 | 0,542 | 0,534 |
| Mg (mg/L) | 2,25 | 2,24 | 0,937 | 0,946 |
| Ca (mg/L) | 4,83 | 4,78 | 4,74 | 4,76 |
| Si (mg/L) | 6,89 | 6,83 | 6,92 | 6,99 |
| Al (µg/L) | 35,9 | 17,3 | 21,4 | 20,9 |
| As (µg/L) | <0,05 | <0,05 | <0,05 | <0,05 |
| Ba (µg/L) | 0,0634 | 0,0714 | 0,0676 | 0,0649 |
| Cd (µg/L) | <0,002 | <0,002 | <0,002 | <0,002 |
| Co (µg/L) | <0,005 | <0,005 | <0,005 | <0,005 |
| Cr (µg/L) | 0,786 | 0,753 | 0,881 | 0,870 |
| Cu (µg/L) | 0,104 | <0,1 | 0,127 | 0,110 |
| Fe (µg/L) | <0,4 | 0,580 | <0,4 | <0,4 |
| Hg (µg/L) | <0,002 | 0,00306 | 0,00221 | <0,002 |
| Mn (µg/L) | 0,0353 | <0,03 | <0,03 | <0,03 |
| Mo (µg/L) | 0,0951 | 0,100 | 0,0857 | 0,0819 |
| Ni (µg/L) | <0,05 | <0,05 | 0,0582 | 0,0842 |
| P (µg/L) | 26,6 | 27,8 | 21,3 | 20,3 |
| Pb (µg/L) | <0,01 | 0,0129 | <0,01 | 0,0157 |
| Sr (µg/L) | 5,15 | 5,06 | 3,30 | 3,33 |
| Zn (µg/L) | 0,536 | 0,475 | 0,550 | 0,552 |
| V (µg/L) | 27,5 | 27,8 | 20,4 | 17,9 |