

Botndýr og kræklingar

1 Inngangur

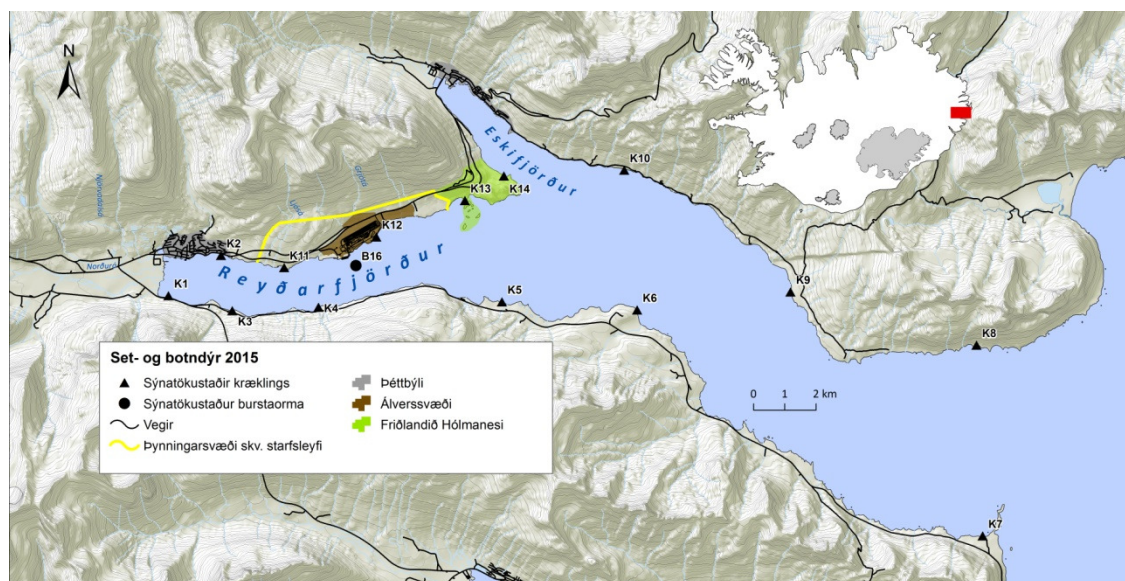
Þessi skýrsla birtist upphaflega sem kafli í Umhverfissvöktun 2015, skýrslu unna af Náttúrustofu Austurlands og Nýsköpunarmiðstöð Íslands fyrir Alcoa Fjarðaál (Elín Guðmundsdóttir o.fl., 2016) samkvæmt vöktunaráætlun (Alcoa Fjarðaál, 2013).

Markmið rannsóknarinnar er að meta hugsanleg mengunaráhrif álvers Alcoa Fjarðaáls á lífríki sjávar í Reyðarfirði. Grunnaástand á PAH-16 efnunúmeri var kannað árið 2000 í kræklingi og burstormum (Hafsteinn G. Guðfinnsson o.fl., 2001) og endurtekið árið 2010, auk þess voru þungmálmur mældir það ár (HRV, 2010). Hér verður greint frá niðurstöðum vöktunarmælinga á sýnum frá 2015 og niðurstöður bornar saman við fyrri mælingar.

2 Aðferðir

2.1 Sýnataka og meðferð sýna

Sýnum af kræklingi var safnað á stórstraumsfjöru dagana 31. ágúst og 1.-3. september 2015 á 14 stöðum í Reyðarfirði (Tafla 1 og Mynd 1). Staðsetningar sýnatökustöðva voru þær sömu og árið 2000 þegar grunnaástand var mælt (Hafsteinn G. Guðfinnsson o.fl., 2001) og árið 2010 (HRV, 2010). Á hverjum sýnatökustað voru um 80 kræklingar settir í plastpoka og sýnin merkt og fryst samdægurs. Á rannsóknastofu voru 50 einstaklingar af svipaðri stærð (4–5 cm) valdir til mælinga á heildarþyngd kræklinga, lengd skelja og þyngd holds (þ.e.a.s. allur vöðvi og innyfli). Síðan var eitt einsleitt safnsýni gert úr holdi kræklinganna fyrir hverja stöð með *Bosch* blandara. Unnið var samkvæmt leiðbeiningum um undirbúning kræklingssýna fyrir mælingar á þungmálmum frá Nýsköpunarmiðstöð Íslands (Guðjón Atli Auðunsson, Efnafraeðingur, tölvupóstur 18. ágúst 2015) og voru sýnin unnin dagana 29. og 30. október og 2.- 5. nóvember 2015 (Tafla 1). Hverju safnsýni var skipt í þrennt og allir hlutarnir frystir. Einn hluti var sendur til ALS Scandinavia í Svíþjóð til mælinga á þungmálmum (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb og Zn), annar hluti var sendur til Eurofins GfA Lab Service GmbH í Þýskalandi til mælinga á fjölhringa arómatískum vetniskolefnum (PAH-16) og þriðji hlutinn er geymdur í frysti á Náttúrustofu Austurlands til síðari tíma ef þörf verður á frekari rannsóknum.



Mynd 1. Staðsetning sýnatökustaða kræklinga úr fjöru (K1– K14) og burstaorma (B16) úr botnseti í Reyðarfirði árið 2015 (LMI, 2013a,2013b,2015).

Tíu sýnum af botndýrum var safnað á einni stöð (Mynd 1) til mælinga á fjölhringa arómatískum vetniskolefnum (PAH-16) og er staðsetning sýnatökustöðvarinnar sú sama og árið 2000 þegar grunnástand var mælt (Hafsteinn G. Guðfinnsson o.fl., 2001). Sýnin voru tekin með Van Veen greip þann 7. september og 1. október 2015 (Tafla 1 og Mynd 1). Sýnin voru sigtuð með 1 mm sigti og burstaormar og tilheyrandi leirpípur týnd úr sýnum. Burstaormum og leirpípum var haldið aðskilið og gert úr hvoru um sig eitt einsleit sýni með *Bosch* blandara. Sýnin voru fryst og síðar send til Eurofins GfA Lab Service GmbH í Þýskalandi.

Tafla 1. Yfirlit yfir staðsetningar sýnatökustöðva kræklinga (K1–K14) og burstaorma (B16), dags sýnatöku, söfnunartíma og hvenær sýni voru unnin.

Sýni nr.	Breidd N	Lengd V	Dags	Söfnunartími	Dags unnið
K1	65°01.232	14°14.007	2.9.2015	11:45	29.10.2015
K2	65°01.855	14°11.749	2.9.2015	12:15	30.10.2015
K3	65°00.890	14°11.458	1.9.2015	12:46	30.10.2015
K4	65°00.836	14°07.952	1.9.2015	12:20	30.10.2015
K5	65°00.684	14°00.482	1.9.2015	11:50	2.11.2015
K6	65°00.359	13°55.018	1.9.2015	10:45	2.11.2015
K7	64°55.988	13°41.768	1.9.2015	09:22	3.11.2015
K8	64°59.274	13°41.370	3.9.2015	11:30	3.11.2015
K9	65°00.453	13°48.738	31.8.2015	10:39	3.11.2015
K10	65°02.777	13°55.084	31.8.2015	09:15	4.11.2015
K11	65°01.563	14°09.219	31.8.2015	12:05	4.11.2015
K12	65°01.967	14°05.379	2.9.2015	08:48	4.11.2015
K13	65°02.473	14°01.661	2.9.2015	09:50	4.11.2015
K14	65°02.841	14°00.000	2.9.2015	10:05	5.11.2015
B16	65°02.499	14°10.499	7.9. og 1.10.2015		5.11.2015

2.2 Töluleg úrvinnsla

Parað t -próf (e. paired t -test) var notað til þess að greina hvort marktækur munur væri á styrk þungmálma á milli árána 2010 og 2015. Að undangengnum prófum á normaldreifingu var gögnum umbreytt með kvaðratrót eða logra væri þess þörf.

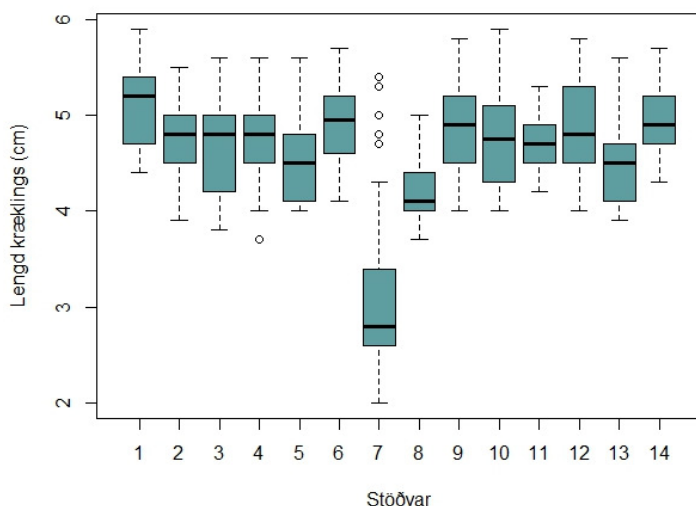
Tölfræðiúrvinnsla var unnin í R, útgáfu 3.2.2 (R Core Team, 2015).

2.3 Túlkun á styrk efna

Við túlkun niðurstaðna á styrk efna í kræklingi og burstaormum er stuðst við reglugerð 265/2010 um hámarksgildi fyrir tiltekin aðskotaefni í matvælum með síðari breytingum fyrir þau efni sem þar eru tilgreind. Jafnframt er stuðst við mengunarflokka sem Norðmenn hafa skilgreint á mengunaástandi í umhverfi og lífverum sjávar, þar á meðal talinn krækling sem er 4–6 cm og set. Flokkarnir eru frá I–V og telst svæði í flokki I bakgrunnsgildi en svæði í flokki V telst mjög mikið mengað (Molvær o.fl., 2004).

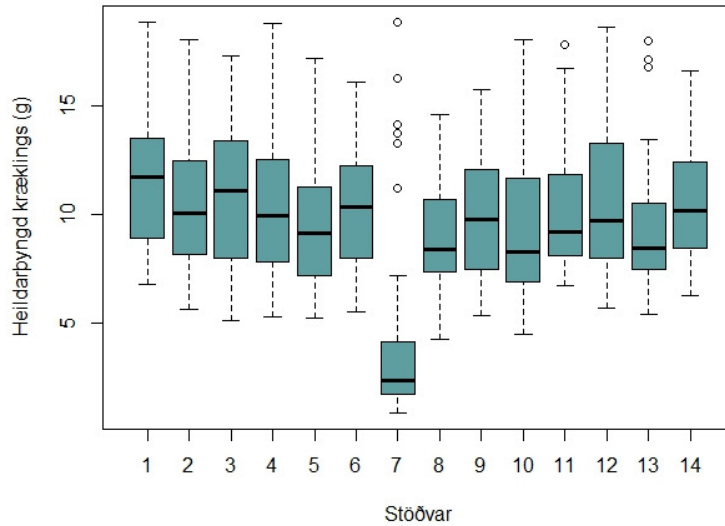
3 Niðurstöður og umræður

Á flestum stöðvum náðist sýni af 4–6 cm kræklingi að undanskilinni stöð sem staðsett er við Vattarnes (stöð 7) en þar var mikið af minni kræklingi að meðaltali 3,12 cm en stærstur var hann á stöð 1 að meðaltali 5,12 cm (Mynd 2).

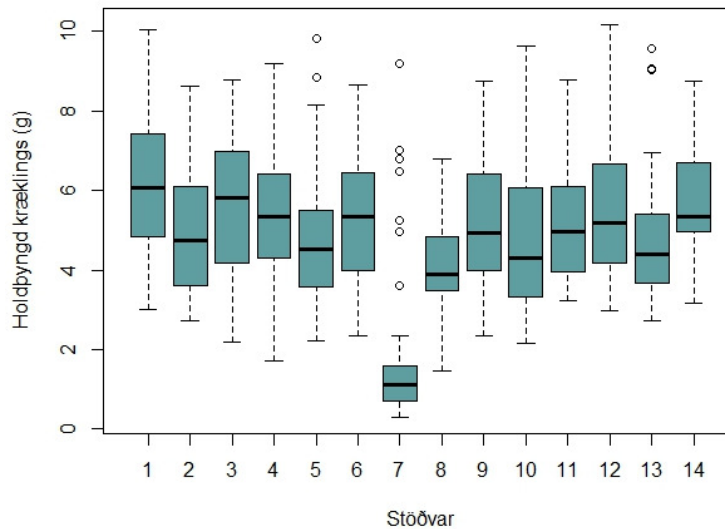


Mynd 2. Lengd kræklinga af 14 stöðum í Reyðarfirði árið 2015. Sjá skýringar við mynd. Sjá skýringar við mynd 106.

Heildarþyngd kræklinga var frá 4,08–11,76 g mest var þyngdin á stöð 1 eða 11,76 en minnst á stöð 4 (Mynd 3). Holdþyngd var að sama skapi minnst á stöð 7 eða 1,79 g en mest á stöð 1 6,30 g (Mynd 4).



Mynd 3. Heildarþyngd kræklinga af 14 stöðum í Reyðarfirði árið 2015. Sjá skýringar við mynd 106.



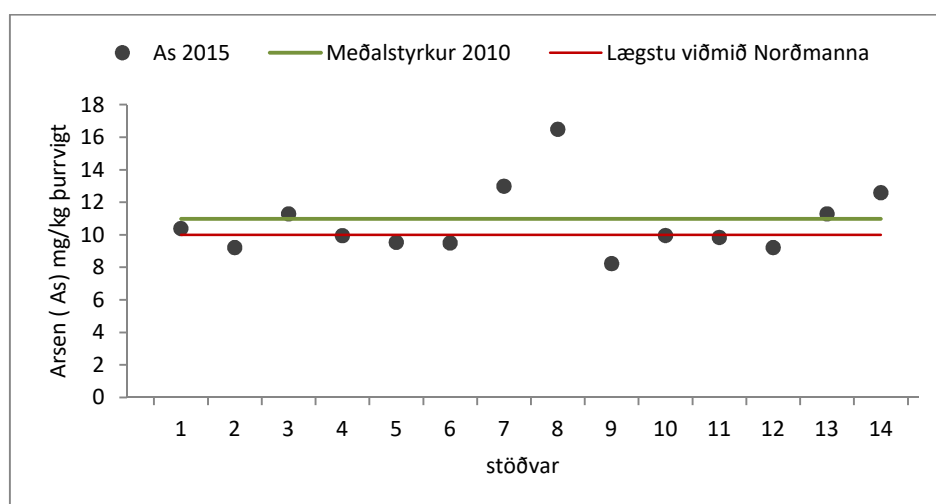
Mynd 4. Holdþyngd kræklinga af 14 stöðum í Reyðarfirði árið 2015. Sjá skýringar við mynd 106.

3.1 Þungmálmar

Mælingar á þungmálmum í kræklingi fara fram á mjúkvef hans en breytileiki getur verið í votþunga kræklinga því hann getur innihaldið mismikið magn af sjó þegar hann er frystur. Því er samanburður niðurstaðna gerður á þurrvigtagrunni og er það talið gefa réttari mynd af magni þungmálma í sýnunum. Það verður þó að hafa í huga að leyfileg hámarksgildi, t.d. til manneldis, miða yfileitt við votvigt. Samkvæmt reglugerð 265/2010 um hámarksgildi fyrir tiltekin aðskotaefni í matvælum með síðari breytingum er skilgreint hámarksgildi blýs (1,5 mg/kg blautvigt) og kadmíums (1,0 mg/kg blautvigt) í samlokum. Fyrir kvikasilfur er um tvö hámarksgildi að ræða, annars vegar lægra hámarksgildi (0,5 mg/kg blautvigt) fyrir sjávarfang sem oft er neytt og hins vegar hærra hámarksgildi (1,0 mg/kg blautvigt) fyrir

sjávarfang sem neytt er sjaldan og fellur kræklingur í síðari flokkinn. Ekki er getið um leyfilegt hámarksgildi fyrir arsen, króm, kopar, nikkell og sink í samlokum til mannaeldis í fyrrgreindri reglugerð nr. 265/2010.

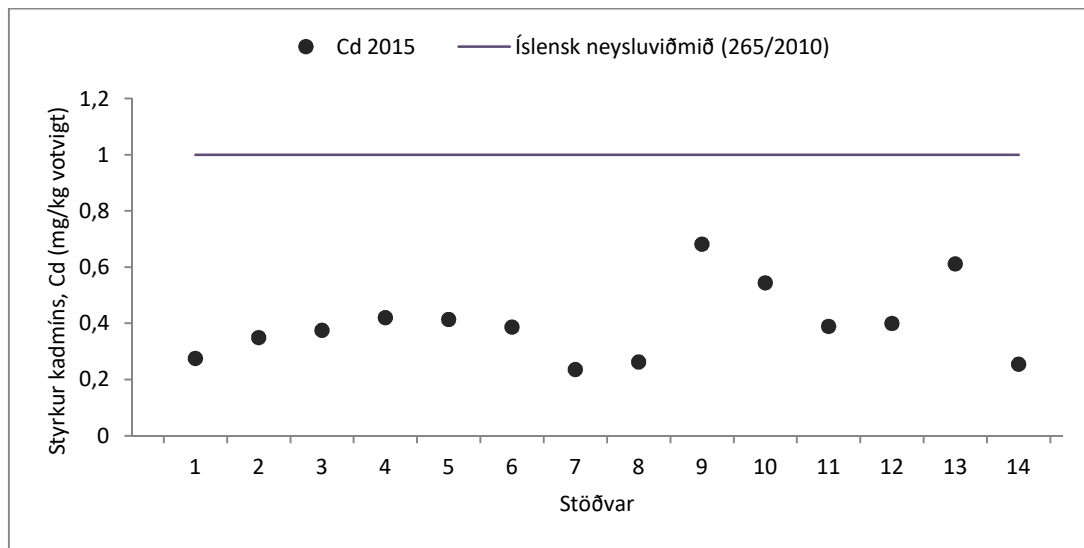
Styrkur **Arsens** mældist að meðaltali 10,76 mg/kg þurrvigt (spönn 8,24–16,50 mg/kg) árið 2015. Ekki var marktækur munur á styrk arsens milli áráanna 2010 og 2015 ($p=0.7664$) (Mynd 5). Sýni eru lang flest um eða yfir lægstu viðmiðunargildum Norðmanna, 10 mg/kg, og flokkast því í annan flokk af fimm. Rannsóknir sýna að selta og fita geta haft áhrif á heildarstyrk arsens í kræklingi því arsensamböð geta verið fituleyst eða fitutengd og einnig er stærsti hluti arsens í kræklingi á formi óeittraðs arsenobetaine sem kræklingurinn notar við stjórnun á osmótískum þrýstingi (Clowes og Francesconi, 2004). Styrkur arsens getur einnig verið mismunandi milli ára. Þó svo að styrkur arsens hafi verið yfir eða við lægstu viðmiðunarmörkum arsens í Noregi í Reyðarfirði árið 2015 er hann ekki ósvipaður og styrkur arsens í innlendum sem erlendum gagnagrunnum fyrir krækling af ómengduðum svæðum héraendis (Erla Sturludóttir o.fl., 2013; Hrönn Jörundsdóttir o.fl., 2013). Því er styrkur arsens í mjúkvöðva kræklingi í Reyðarfirði 2015 í svipuðum styrk og í kræklingi frá ómengduðum stöðum umhverfis landið.



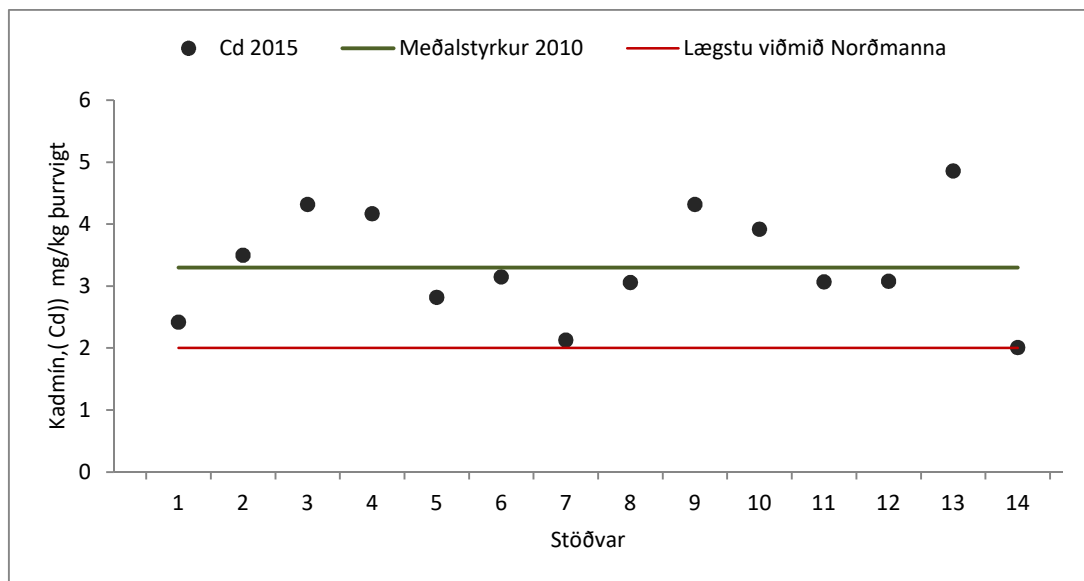
Mynd 5. Styrkur arsens (As) í mjúkvöðva kræklingi á þurrvigtargrunni í Reyðarfirði.

Styrkur **kadmíns** mældist að meðaltali 3,35 (spönn 2,01–4,86 mg/kg) á þurrvigtargrunni árið 2015. Ekki var marktækur munur á styrk kadmíns milli áráanna 2010 og 2015 ($p=0.883$). Leyfilegt hámarksgildi fyrir kadmín í samlokum til mannaeldis er 1 mg/kg votvigtar (reglugerð 265/2010) en styrkur kadmíns í þessari rannsókn mældist á bilinu 0,24–0,68 mg/kg uppreiknað á votvigt og var hann í öllum tilfellum undir neysluviðmiðum (Mynd 6). Miðað við viðmiðunarmörk í Noregi (Molvær o.fl., 2004) lendir svæðið í öðrum flokk (Mynd 7). Styrkurinn í Reyðarfirði er þó nokkuð hærri á þurrvigtargrunni en styrkur kadmíns frá 11 sýnatökstöðum umhverfis landið árið 2011 en hann mældist að meðaltali 1,9 mg/kg á þurrvigtargrunni (Hrönn Jörundsdóttir o.fl., 2013) og á bilinu 1,3 – 1,7 mg/kg (þurrvigt) í kræklingasýnum sem hefur verið safnað árlega á sömu stöðum í

Hvalfirði yfir 20 ára tímabil (Erla Sturludóttir o.fl, 2013). Ekki var þó hægt að sjá að styrkurinn mældist hærri á sýnatökustöðum nærri álverinu.

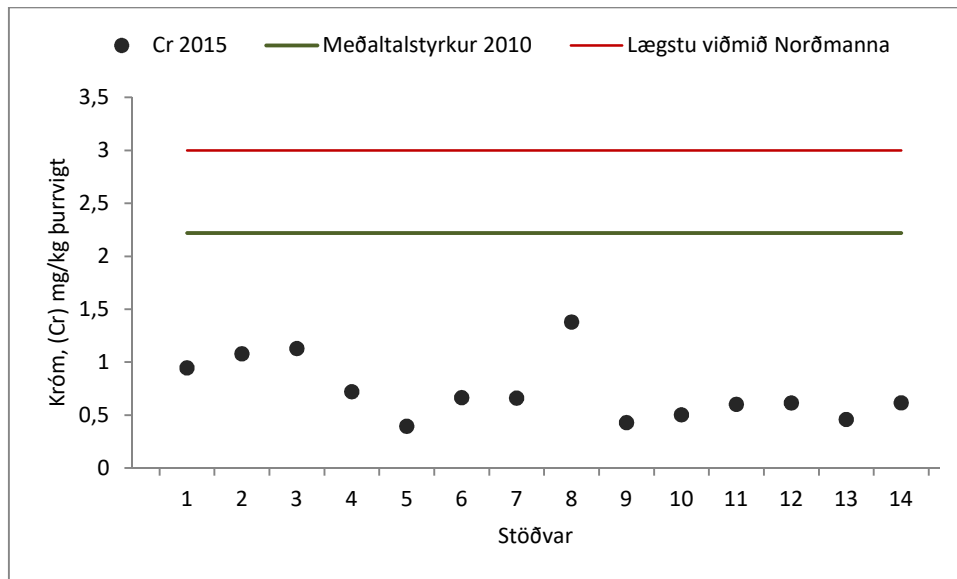


Mynd 6. Styrkur kadmíns (Cd) í mjúkvöðva kræklings á votvigtargrunni í Reyðarfirði.



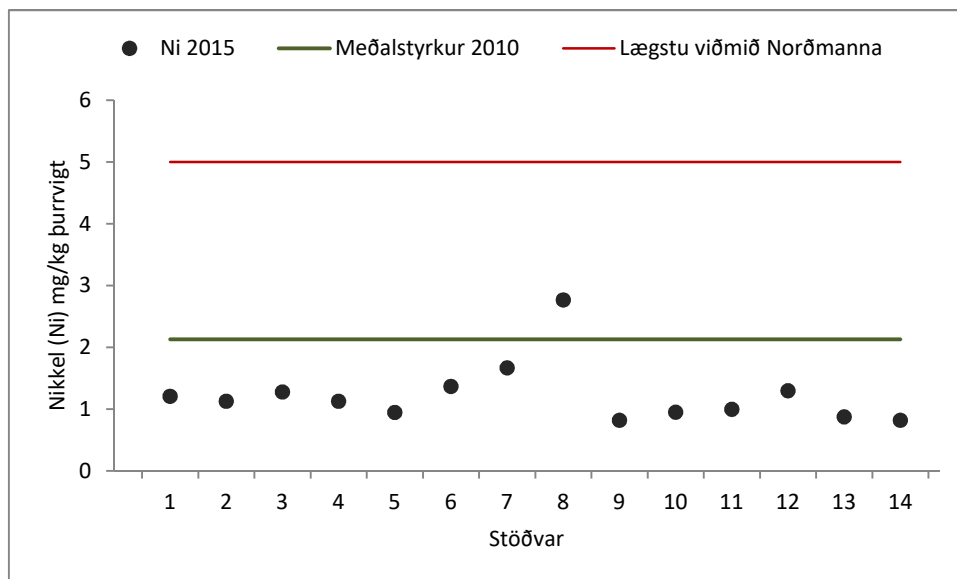
Mynd 7. styrkur kadmíns (Cd) í mjúkvöðva kræklings á þurrvigtargrunni.

Styrkur **króms** mældist að meðaltali 0,73 mg/kg á þurrvigtargrunni (spönn 0,40–1,38) árið 2015 og var hann marktækt lægri heldur en árið 2010 ($p < 0.001$) (Mynd 8). Öll sýni voru langt fyrir neðan meðaltalið árið 2010 sem og lægstu viðmið Norðmanna (3 mg/kg þurrvigt) (Molvær o.fl., 2004). Ekki er hægt að sjá að styrkurinn hækki eða lækki miðað við fjarlægð frá álverinu.



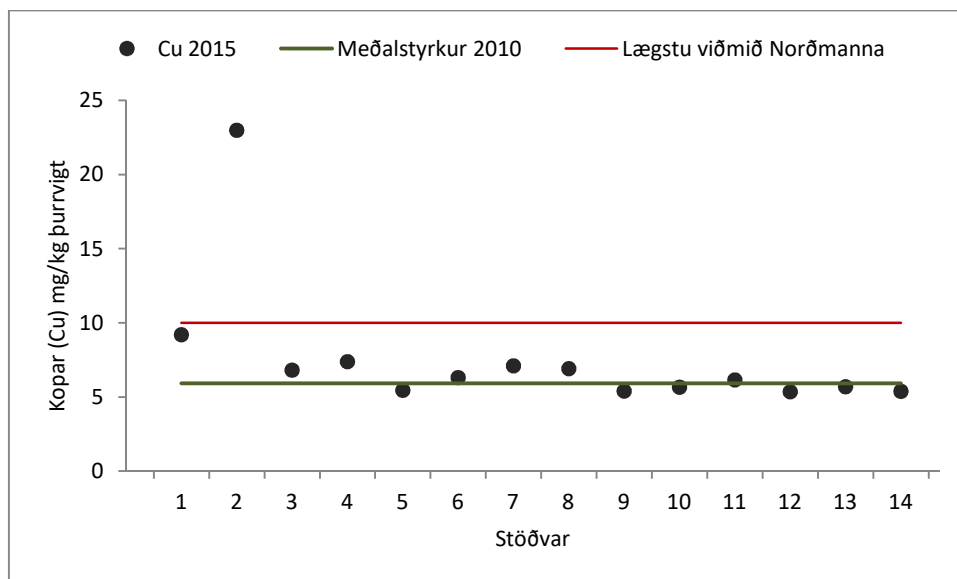
Mynd 8. Styrkur króms (Cr) í mjúkvöðva kræklings á þurrvigtagrunni.

Styrkur **nikkels** var að meðaltali 1,23 mg/kg í þurrvigtagrunni (spönn 0,82–2,77 mg/kg) og var hann marktækt lægri en gildin árið 2010 ($p = 0.0117$) og er hann jafnframt lægri en lægstu viðmið í Noregi (Molvær o.fl., 2001) (Mynd 9).



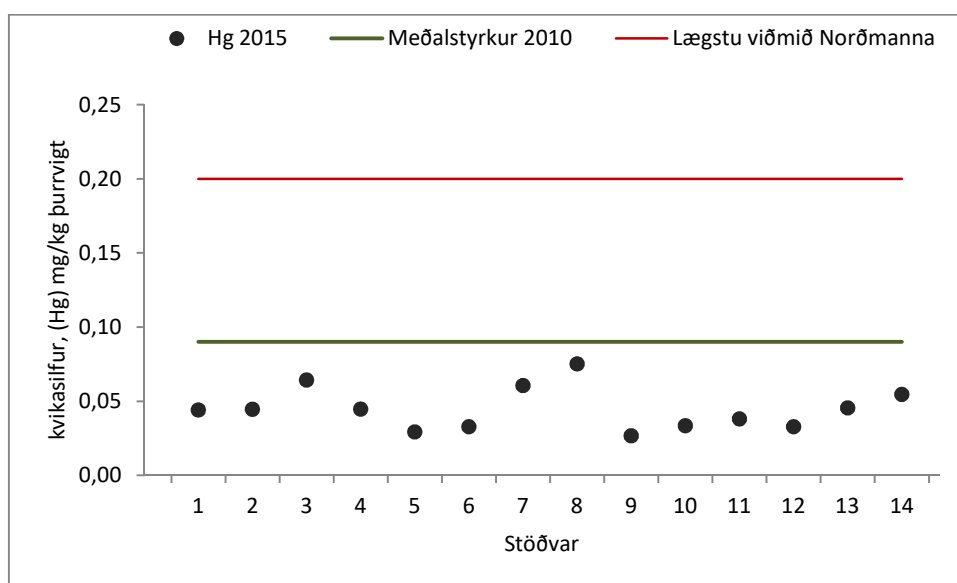
Mynd 9. Styrkur nikkels (Ni) í mjúkvöðva kræklings á þurrvigtagrunni.

Styrkur **kopars** mældist að meðaltali 7,57 mg/kg á þurrvigtagrunni (spönn 5,36–23,00 mg/kg) árið 2015 og var ekki marktækur munur á styrk kopars miðað við árið 2010 ($p = 0.2128$). Öll sýni mældust svipuð og meðaltalsgildið árið 2010 fyrir utan eitt sýni (stöð 2) sem er staðsett í fjörunni neðan þéttbýlisins í Reyðarfirði og gæti skýringin á svo háu gildi eða 23,00 mg/kg kopars verið vegna þess. Styrkurinn mældist í öllum tilfellum, nema á stöð 2, undir lægstu viðmiðum Norðmanna fyrir kopar (10 mg/kg þurrvigtagrunni) (Mynd 10).

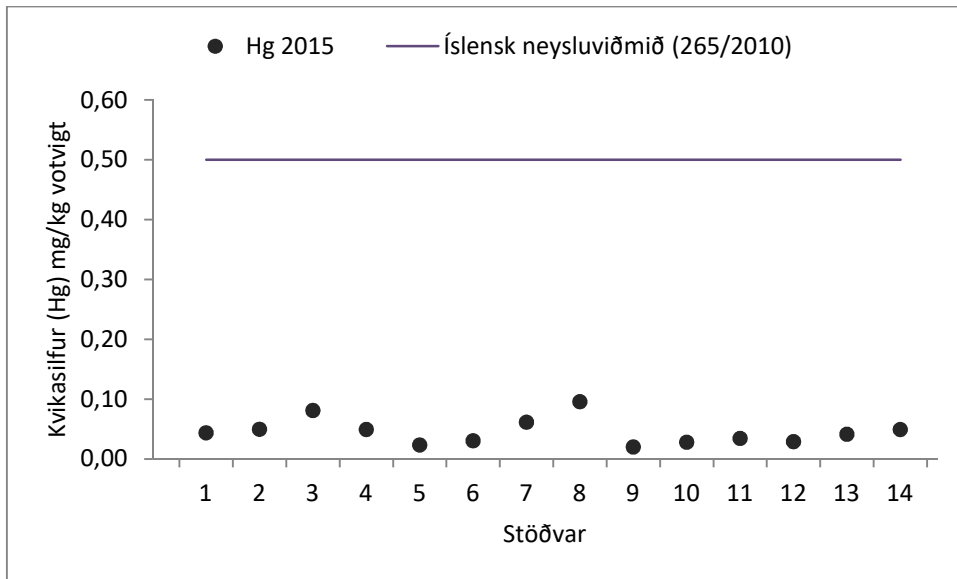


Mynd 10. Styrkur kopars (Cu) í mjúkvöðva kræklings á þurrvigtagrunni.

Styrkur **kvikasilfurs** (Hg) mældist að meðaltali 0,04 mg/kg á þurrvigtagrunni (spönn 0,03–0,08 mg/kg) og var hann marktækt lægri en árið 2010 ($p < 0,001$) og langt fyrir neðan lægstu viðmið Norðmanna sem eru 0,2 mg/kg þurrvigtagrunni (Molvær o.fl. 2004) (Mynd 12). Árið 2015 voru greiningarmörk á mælingum kvikasilfurs lægri heldur en árið 2010 og skýrir það að öllum líkindum þennan mun. Leyfilegur hámarksstyrkur kvikasilfurs fyrir sjávarfang sem sjaldan er neytt er 1,0 mg/kg en 0,5 mg/kg votvigtagrunni fyrir sjávarfang sem oft er neytt og fellur kræklingur í fyrri flokkinn (reglugerð 265/2010). Styrkur kvikasilfurs á votvigtagrunni í kræklingi í Reyðarfirði mældist frá 0,02–0,10 mg/kg votvigtagrunni og falla öll gildi langt fyrir neðan þau gildi ef miðað er við lægri viðmið reglugerðarinnar (Mynd 12).

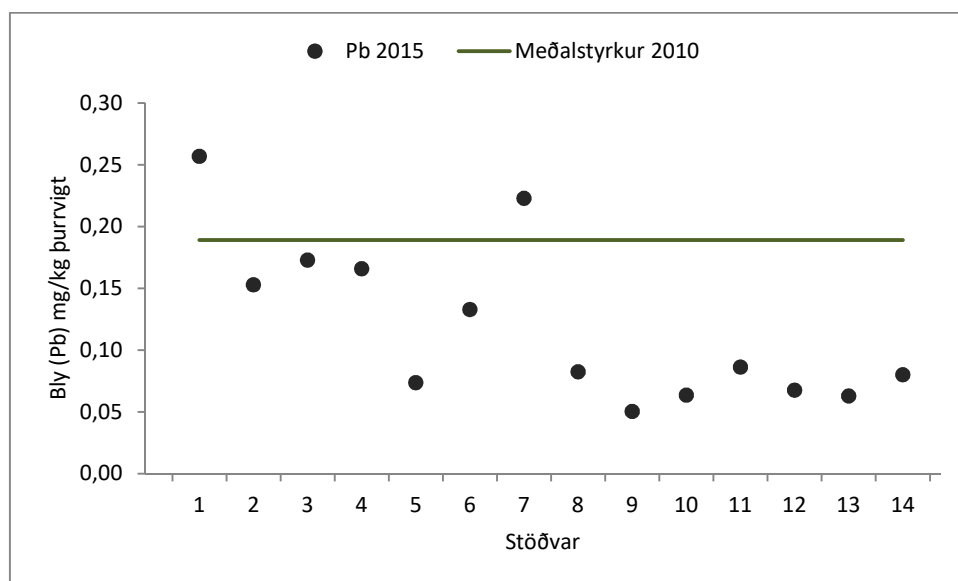


Mynd 11. Styrkur kvikasilfurs (Hg) í mjúkvöðva kræklings á þurrvigtagrunni.



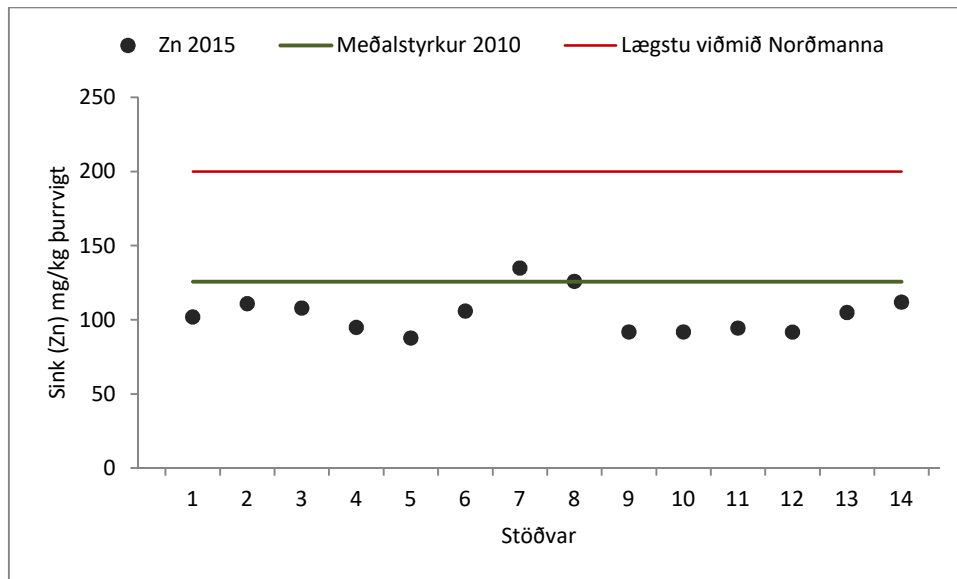
Mynd 12. Styrkur kvikasilfurs (Hg) í mjúkvöðva kræklingi í votvigt.

Blýstyrkur var að meðaltali 0,12 mg/kg þurrvigt (spönn 0,05–0,26 mg/kg) og var styrkurinn nokkuð lægri en árið 2010 (0,19 mg/kg þurrvigt) en þó ekki marktækt ($p=0,058$). Öll sýni voru langt fyrir neðan lægstu viðmið Norðmanna sem er 3,0 mg/kg og er það gildi því ekki sýnt á myndinni (Mynd 13). Styrkur blýs mældist að meðaltali 0,01 mg/kg votigtar (spönn 0,01–0,03 mg/kg). Samlokur til neyslu hafa hámarksgildið 1,5 mg/kg votvigtar fyrir blý og falla öll gildi langt fyrir neðan þau viðmið.



Mynd 13. Styrkur blýs (Pb) í mjúkvöðva kræklinga á þurrvigtargrunni. Lægstu viðmið Norðmanna og íslensk neysluviðmið eru miklu hærri en þessar mælingar og því ekki sýnd.

Sinkstyrkur var að meðaltali 104 mg/kg þurrvigt (spönn 87–135 mg/kg) og var hann marktækt lægri heldur en árið 2010 ($p = 0,006$). Gildin voru öll undir lægstu viðmiðum Norðmanna sem er 200 mg /kg (Molvær o.fl., 2004).

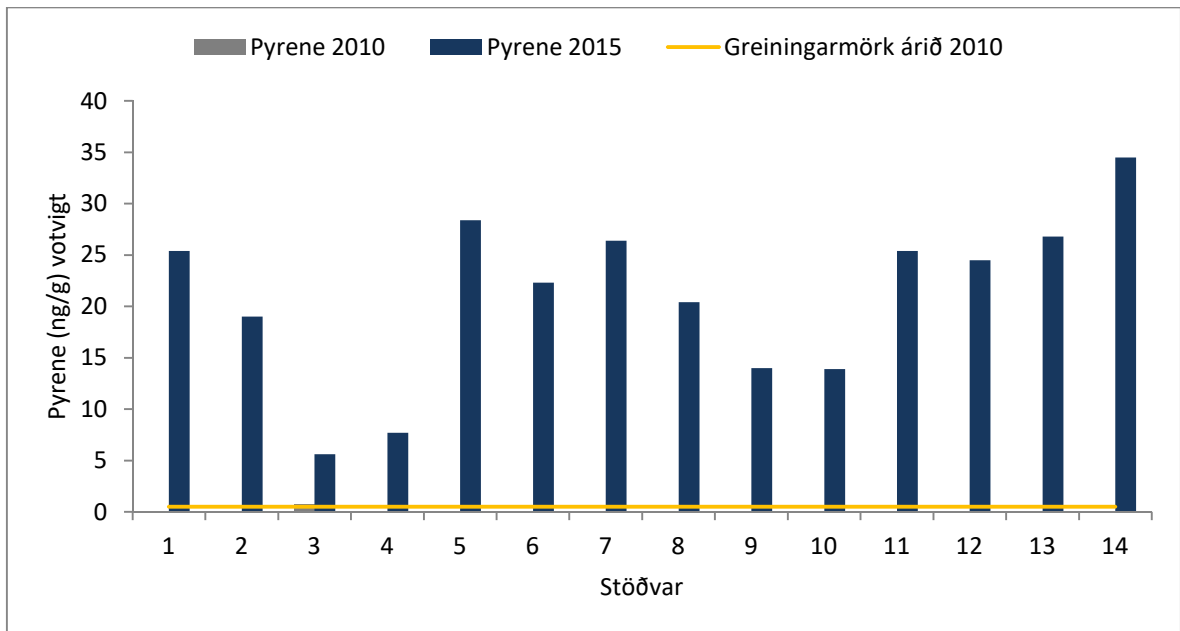


Mynd 14. Styrkur sinks (Zn) í mjúkvöðva kræklinga á þurrvigtargrunni.

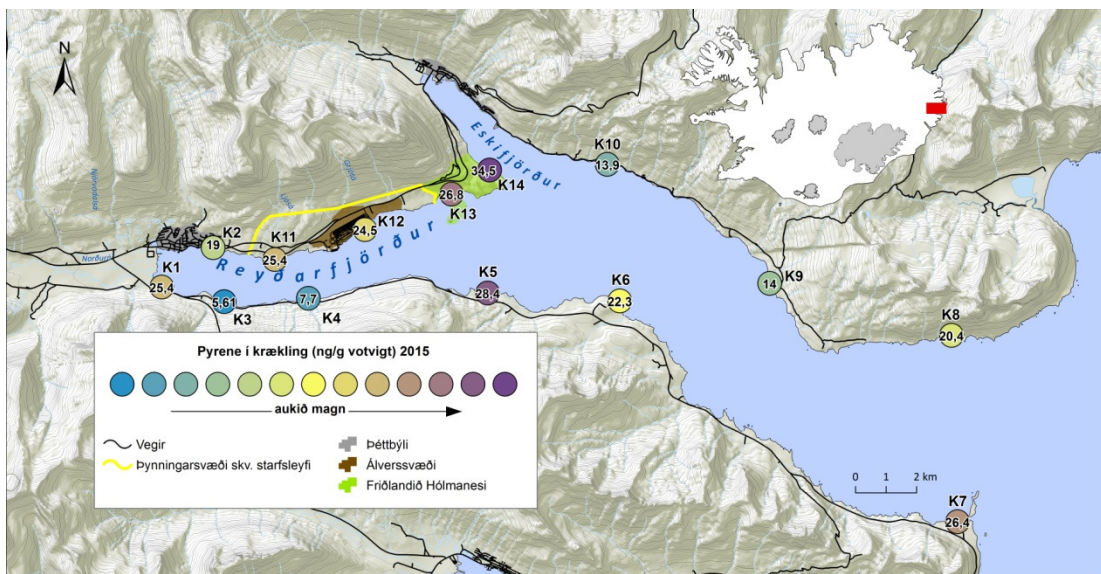
3.2 Fjölhringa arómatísk vetniskolefni (PAH efni)

Af sextán PAH efnum sem voru mæld í mjúkvöðva kræklinga mældust þrjú efni yfir greiningarmörkum en greiningarmörk voru breytileg eftir efnum (sjá viðauka). Þau efni sem mældust yfir greiningarmörkum voru pyrene sem mældist á öllum stöðvum, chrysene sem mældist á níu stöðvum og fluoranthene sem mældist á sex stöðvum.

Pyrene mældist frá 5,61–34,5 ng/g votvigtar árið 2015. Hækkun var á styrk pyrene frá árinu 2010 en þá mældist það undir greiningarmörkum (<0,5 ng/g) í öllum sýnum nema einu þar sem það mældist mjög lágt (0,75 ng/g) (Mynd 15). Ekki var hægt að sjá að styrkurinn mældist hærri nálægt álverinu (Mynd 16). Straumar í Reyðarfirði liggja í megindráttum inn að norðanverðu og út að sunnanverðu (Hafsteinn Guðfinnsson o.fl. 2001). Hæsta gildið (34,5 ng/g) mældist á norðanverðu Hólmanesi og næst hæsta gildið (28,4 ng/g) við Eyri í sunnanverðum Reyðarfirði. Athygli vekur að eitt af hærri gildunum (26,4 ng/g) mældust við Vattarnes yst í Reyðarfirði sunnanverðum. Lægstu gildin mældust í sunnanverðum Reyðarfirði, innan við Eyri en þó var styrkur pyrene í botni Reyðarfjarðar nokkuð hár (25,4 ng/g) (Mynd 16).

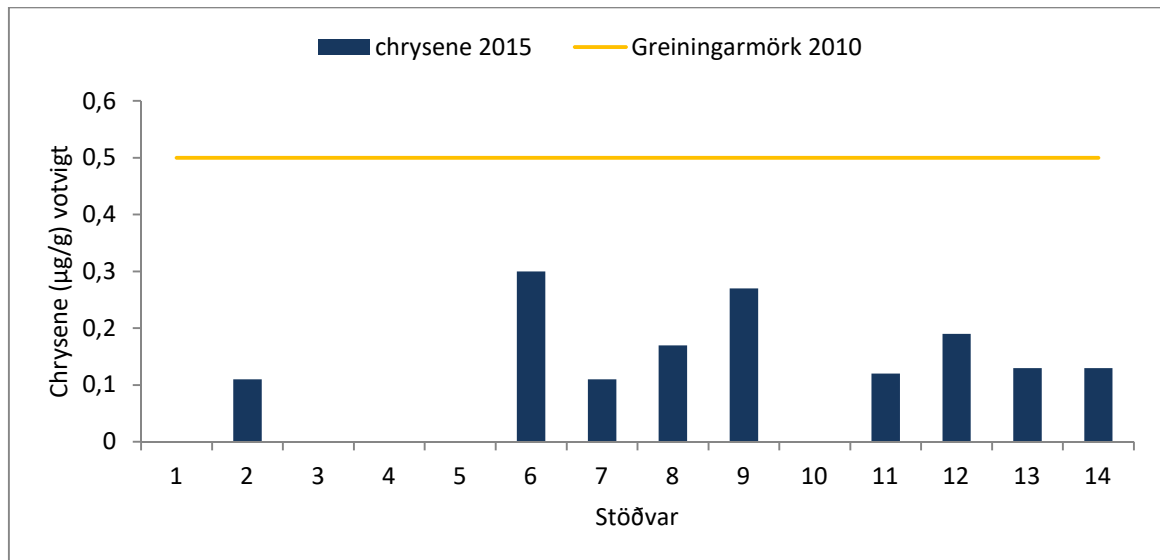


Mynd 15. Styrkur pyrene (ng/g votvigt) í mjúkvöðva kræklinga árið 2010 og 2015 í Reyðarfirði.

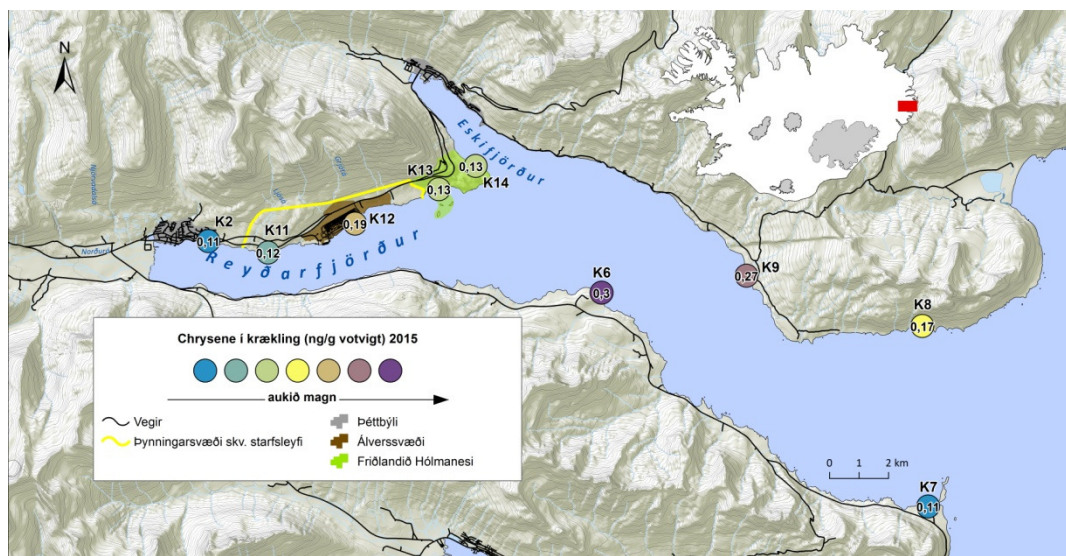


Mynd 16. Styrkur pyrene (ng/g votvigt) í mjúkvöðva kræklinga af 14 stöðum í Reyðarfirði árið 2015. K1-K14 vísar í sýnatökustöðvar 1-14 fyrir krækling.

Chrysene mældist í níu sýnum árið 2015. Styrkurinn var í öllum tilvikum lægri samanborið við árið 2010 en þá voru greiningarmörkin hærri (<0,5 µg/kg) (Mynd 17). Ekki var hægt að sjá að styrkurinn mældist hærri nálægt álverinu (Mynd 18).

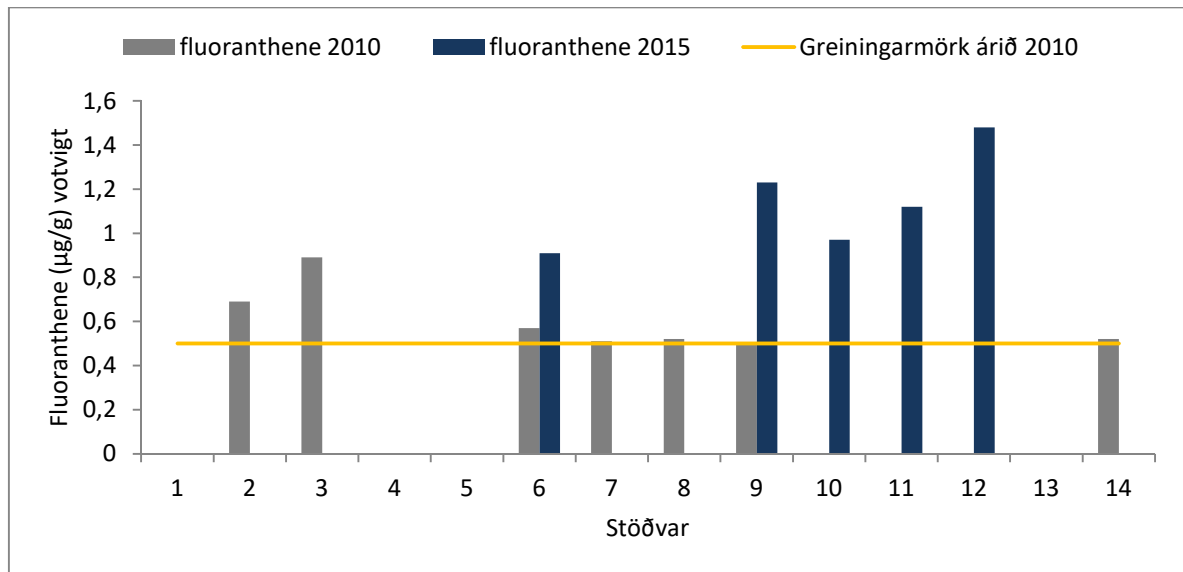


Mynd 17. Styrkur chrysene (ng/g votvigt) í mjúkvöðva kræklings árið 2015 í Reyðarfirði. Einnig eru sýnd greiningarmörkin árið 2010. Ekki eru sýnd gildi ef styrkur efnisins mælist undir greiningarmörkum árið 2015.

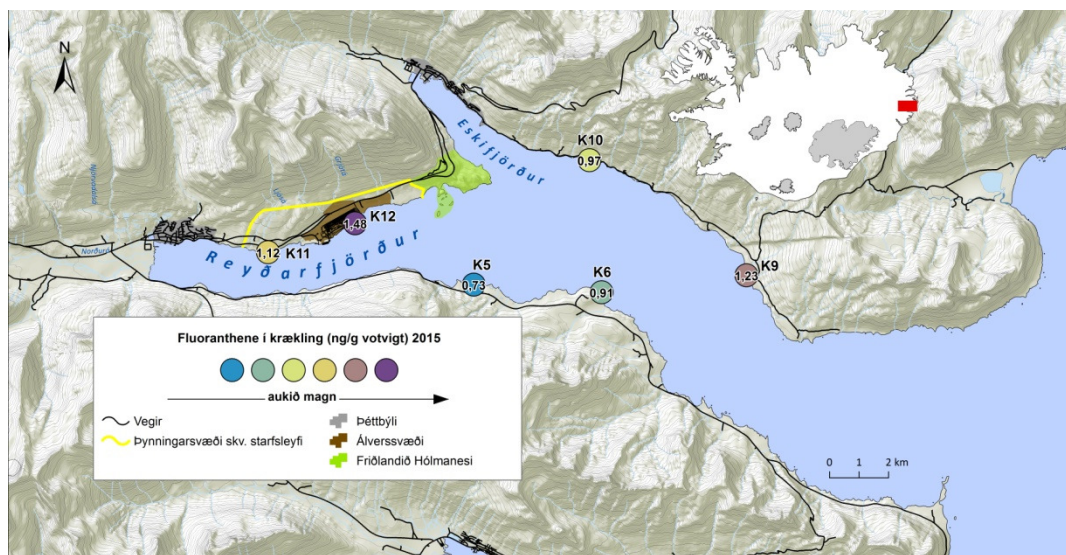


Mynd 18. Styrkur chrysene (ng/g votvigt) í mjúkvöðva kræklings í Reyðarfirði árið 2015. Gildi eru ekki sýnd ef styrkurinn var undir greiningarmörkum. K1-K14 vísar í sýnatökustöðvar 1-14 fyrir krækling.

Fluoranthene mældist í sex sýnum árið 2015 en í sjö sýnum árið 2010 (Mynd 19). Á stöðvum 6 og 9 mældist styrkurinn hærri árið 2015 en 2010 sem og á stöðvum 10, 11 og 12 en þar mældist styrkurinn undir greiningarmörkum (<0,5 µg/kg) árið 2010 (Mynd 19). Hins vegar mældist fluoranthene á stöðvum 2, 3 og 14 árið 2010 en ekki árið 2015. Hæsti styrkurinn mældist á sýnatökustað fyrir neðan álverið (Mynd 20).



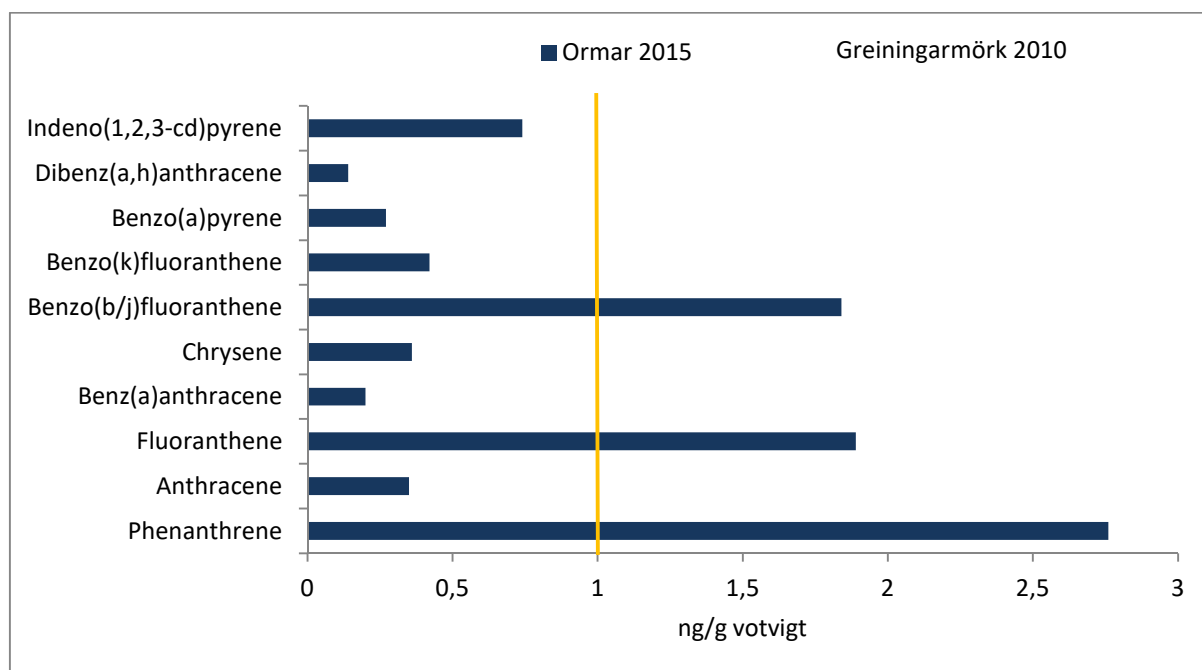
Mynd 19. Styrkur fluoranthene (ng/g votvigt) í mjúkvöðva kræklings árið 2010 og 2015 í Reyðarfirði. Ekki eru sýnd gildi ef styrkur efnisins mælist undir greiningarmörkum.



Mynd 20. Styrkur fluoranthene (ng/g votvigt) í mjúkvöðva kræklings í Reyðarfirði árið 2015. Gildi eru ekki sýnd ef styrkurinn var undir greiningarmörkum. K1-K14 vísar í sýnatökustöðvar 1-14 fyrir krækling.

Samkvæmt reglugerð nr. 265/2010 er hámarksgildi fyrir benzo(a)pyrene í samlokum til manndis hér á landi 10 µg/kg í votvigt. Styrkur þess efnis var undir greiningarmörkum á öllum stöðvum í kræklingi í Reyðarfirði árið 2015 eða minna en 0,1 ng/g og því undir íslenskum neyslviðmiðum eins og raunin var í grunnmælingum árið 2000 og einnig árið 2010 (Hafsteinn G. Guðfinnsson o.fl., 2001; HRV, 2010). Gildin mælast einnig öll undir neðstu viðmiðunarmörkum Norðmanna fyrir krækling (<50 µg/kg) og falla því í flokkinn lítt menguð svæði (Molvær o.fl., 2004).

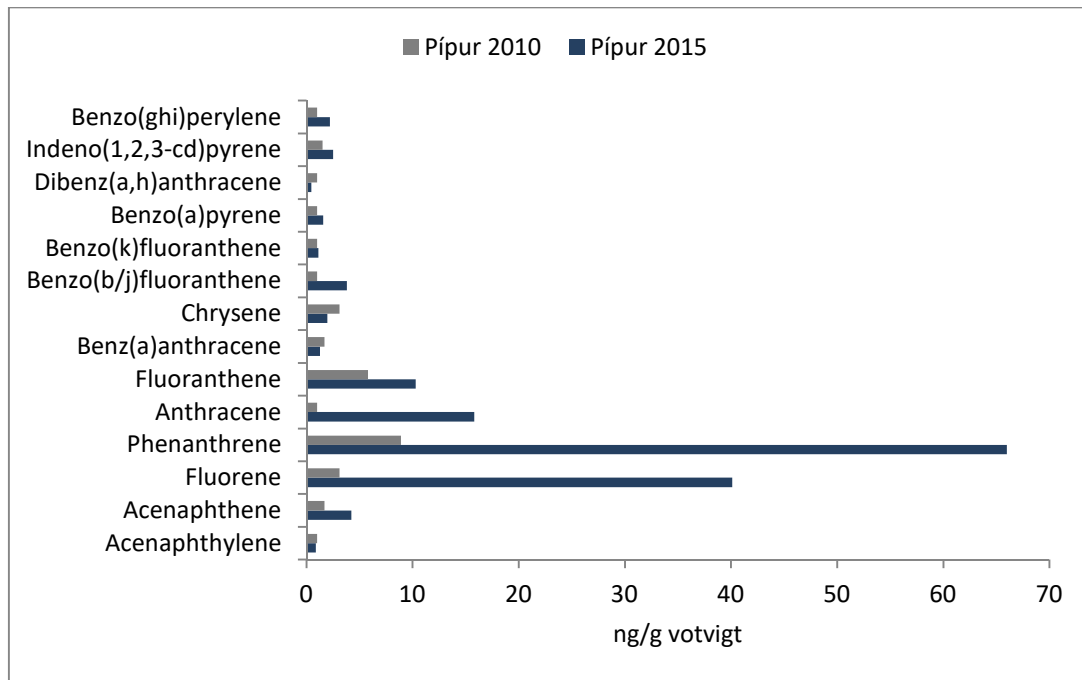
Af þeim sextán PAH efnum sem voru mæld í burstaormum mældust ellefu efni yfir greiningarmörkum. Styrkurinn var hærri árið 2015 samanborið við árið 2010 fyrir phenanterene, fluoranthene, benzo (b/j)fluoranthene og pyrene. Mesta hækkunin var í pyrene milli ára en það efni mældist 38,8 ng/g votvigt árið 2015 en undir greiningarmörkum (<1 µg/kg votvigt) árið 2010.



Mynd 21. Styrkur 10 PAH efna sem mældust í burstaormum á einni stöð í Reyðarfirði árið 2015 og greiningarmörk fyrir sömu efni árið 2010. Athugið að pyrene er ekki sýnt á mynd en styrkur þess mældist 38,8 (ng/g votvigt).

Af þeim 16 PAH efnum sem voru mæld í þípum burstaorma mældust öll efni nema naphtalene yfir greiningarmörkum. Mesta hækkun var á pyrene milli áranna 2015 og 2010 en það efni mældist 320 ng/g votvigt en 5,0 µg/kg votvigt árið 2010.

Einnig hækkaði styrkur acenaphtene, fluorene, phenanthrene, anthracene, fluoranthene og benzo(b/j)fluoranthene frá árinu 2010. Önnur efni mældust svipuð eða lægri samanborið við mælingar frá árinu 2010 (Mynd 22).



Mynd 22. Styrkur 14 PAH efna í pípum burstaorma af einni stöð í Reyðarfirði árið 2015 og 2010. Athugið að pyrene er ekki sýnt á myndinni en það efni mældist 320 ng/g votvigt árið 2015.

Við samanburð á summu PAH efna fyrir orma og pípur árið 2015 við sömu PAH efni árið 2010 má sjá að um tölverða hækkun er að ræða. Árið 2015 var samanlagt gildi fyrir orma og pípur 519 ng/g votvigt en 191 µg/kg votvigt árið 2000 (Hafsteinn G. Guðfinnsson o.fl., 2001)

Niðurstöður þungmálma í kræklingi og mælingar á PAH- efnum í kræklingi og burstaormum er að finna í viðauka.

4 Heimildir

- Alcoa Fjarðaál (2013). *Vöktunaráætlun*. Útbúið fyrir Umhverfisstofnun.
Reyðarfjörður: Álver Alcoa Fjarðaáls.
- HRV (2010). *Sjálfbærnivísir: Mengunarefni í dýralífi sjávar*. Reykjavík:
verkfræðistofan HRV.
- Clowes, L. A. & Francesconi, K. A. (2004). Uptake and elimination of rsenobetaine by the mussel *Mytilus edulis* is related to salinity. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C*, 137, 35–42.
- Elín Guðmundsdóttir, Erlín Emma Jóhannsdóttir, Guðrún Óskarsdóttir, Dr. Helga Dögg Flosadóttir, Hermann Þórðarson og Kristín Ágústsdóttir (2016). *Aloca Fjarðaál. Umhverfisvöktun 2015*. Skýrsla unnin af Náttúrustofu Austurlands og Nýsköpunarmiðstöð Íslands fyrir Alcoa Fjarðaál. Neskaupstaður: Náttúrustofa Austurlands.
- Erla Sturludóttir, Helga Gunnlaugsdóttir, Hrönn O. Jörundsdóttir Elín V. Magnúsdóttir, Kristin Olafsdóttir og Gunnar Stefánsson (2013). Spatial and temporal trends of contaminants in mussel sampled around the Icelandic coastline. *Science of the Total Environment*, 454-455, 500–509.
- Hafsteinn G. Guðfinnsson, Héðinn Valdimarsson, Steingrímur Jónsson, Jóhannes Briem, Jón Ólafsson, Sólveig Ólafsdóttir, Ástþór Gíslason og Sigmar A. Steingrímsson (2001). *Rannsóknir á straumum, umhverfisþáttum og lífríki sjávar í Reyðarfirði frá júlí til október árið 2000*. Reykjavík: Hafrannsóknastofnun.
- Hrönn Jörundsdóttir, Natasa Desnica, Þuríður Ragnarsdóttir og Helga Gunnlaugsdóttir (2013). *Monitoring of the marine biosphere around Iceland 2011 and 2012*. Reykjavík: Mátis.
- Landmælingar Íslands (2013a). Gjaldfrjáls vektor gögn IS50v 4.1 - 010072013 útgáfa. Sótt í apríl 2013 á niðurhalssíðu LMÍ:
<http://atlas.lmi.is/LmiData/index.php>
- Landmælingar Íslands (2013b). Leyfi, samkvæmt 31. gr. upplýsingalaga nr. 140/2012 og lögum um landmælingar og grunnkortagerð nr. 103/2006, fyrir gjaldfrjáls gögn frá Landmælingum Íslands. Skoðað í desember 2015 á <http://www.lmi.is/wp-content/uploads/2013/10/Almskilm.pdf>
- Landmælingar Íslands (2015b). Gjaldfrjáls vektor gögn IS50v 4.1 - 24122013 útgáfa. Sótt í desember 2015 á niðurhalssíðu LMÍ:
<http://atlas.lmi.is/LmiData/index.php>
- Molvær, J., Knutzen, J., Magnusson, J., Rygg, B., Skei, J., & Sorensen, J. (2004). Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Veiledning. 97:03; Norsk institutt for vannforskning.
- R Core Team (2015). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>

Reglugerð um hámarksgildi fyrir tiltekin aðskotaefni í matvælum nr. 265/2010.

5 Viðauki

Niðurstöður efnagreininga á þungmálum í kræklingi og PAH-efnum í kræklingi og botndýrum árið 2015.

Sample Code Reference	710-2015-29056001 Polycyetaa homogemate Burstaarar 6EM15080 Stöð 16 GAU: 7/9/15 130156 15.12.2015	710-2015-29056002 Polycyetaa homogemate Burstaarar þipur 6EM15080 Stöð 16 GAU: 7/9/15 130157 15.12.2015	710-2015-29056003 Mussel homogemate Kræklingur 6EM15080 Stöð 1 GAU: 02.09.15 130158 15.12.2015	710-2015-29056004 Mussel homogemate Kræklingur 6EM15080 Stöð 2 GAU: 02.09.15 130159 15.12.2015	710-2015-29056005 Mussel homogemate Kræklingur 6EM15080 Stöð 3 GAU: 01.09.15 130160 15.12.2015	710-2015-29056006 Mussel homogemate Kræklingur 6EM15080 Stöð 4 GAU: 01.09.15 130161 15.12.2015	710-2015-29056007 Mussel homogemate Kræklingur 6EM15080 Stöð 5 GAU: 01.09.15 130162 15.12.2015	710-2015-29056008 Mussel homogemate Kræklingur 6EM15080 Stöð 6 GAU: 01.09.15 130163 15.12.2015
GF062 - 16 EPA-PAHs (HRMS) in biota	Parameter	Unit	Result	Result	Result	Result	Result	Result
	Naphthalene	ng/g	< 15.8	< 15.7	< 16.5	< 16.4	< 16.4	< 15.8
	Acenaphthylene	ng/g	< 0.248	0.89	< 0.25	< 0.26	< 0.26	< 0.25
	Acenaphthene	ng/g	< 0.66	4.23	< 0.66	< 0.66	< 0.66	< 0.66
	Fluorene	ng/g	< 0.89	40.1	< 0.89	< 0.93	< 0.93	< 0.89
	Phenanthrene	ng/g	2.76	66.0	< 2.46	< 2.56	< 2.55	< 2.45
	Anthracene	ng/g	0.35	15.8	< 0.14	< 0.10	< 0.10	< 0.11
	Fluoranthene	ng/g	1.89	10.3	< 0.69	< 0.71	0.73	0.91
	Pyrene	ng/g	36.8	320	25.4	5.61	28.4	22.3
	Benzo(a)anthracene	ng/g	0.20	1.28	< 0.11	< 0.12	< 0.12	< 0.11
	Chrysene	ng/g	0.36	1.95	< 0.10	< 0.11	< 0.11	0.30
	Benzo(b)fluoranthene	ng/g	1.84	3.80	< 0.31	< 0.32	< 0.32	< 0.31
	Benzo(k)fluoranthene	ng/g	0.42	1.11	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10
	Benzo(a)pyrene	ng/g	0.27	1.58	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10
	Dibenz(a,h)anthracene	ng/g	0.14	0.47	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10
	Indeno(1,2,3-cd)pyrene	ng/g	0.74	2.52	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10
Benzo(ghi)perylene	ng/g	0.78	2.22	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	
Total 16 EPA-PAH excl. LOQ	ng/g	48.6	472	25.4	19.1	29.2	23.5	
Total 16 EPA-PAH incl. LOQ	ng/g	66.2	489	47.3	40.7	30.4	44.6	

Sample Code Reference	710-2015-29056009 Mussel homogemate Kræklingur 6EM15080 Stöð 7 GAU: 01.09.15 130164 15.12.2015	710-2015-29056010 Mussel homogemate Kræklingur 6EM15080 Stöð 8 GAU: 03.09.15 130165 15.12.2015	710-2015-29056011 Mussel homogemate Kræklingur 6EM15080 Stöð 9 GAU: 31.08.15 130166 15.12.2015	710-2015-29056012 Mussel homogemate Kræklingur 6EM15080 Stöð 10 GAU: 31.08.15 130167 15.12.2015	710-2015-29056013 Mussel homogemate Kræklingur 6EM15080 Stöð 11 GAU: 31.08.15 130168 15.12.2015	710-2015-29056014 Mussel homogemate Kræklingur 6EM15080 Stöð 12 GAU: 02.09.15 130169 15.12.2015	710-2015-29056015 Mussel homogemate Kræklingur 6EM15080 Stöð 13 GAU: 02.09.15 130170 15.12.2015	710-2015-29056016 Mussel homogemate Kræklingur 6EM15080 Stöð 14 GAU: 02.09.15 130171 15.12.2015
GF062 - 16 EPA-PAHs (HRMS) in biota	Parameter	Unit	Result	Result	Result	Result	Result	Result
	Naphthalene	ng/g	< 16.5	< 15.2	< 16.2	< 16.7	< 15.3	< 16.2
	Acenaphthylene	ng/g	< 0.26	< 0.24	< 0.25	< 0.26	< 0.25	< 0.25
	Acenaphthene	ng/g	< 0.69	< 0.64	< 0.68	< 0.70	< 0.64	< 0.66
	Fluorene	ng/g	< 0.93	< 0.86	< 0.92	< 0.95	< 0.92	< 0.90
	Phenanthrene	ng/g	< 2.56	< 2.36	< 2.52	< 2.60	< 2.52	< 2.46
	Anthracene	ng/g	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10
	Fluoranthene	ng/g	< 0.72	< 0.66	1.23	0.97	< 0.70	< 0.69
	Pyrene	ng/g	26.4	20.4	14.0	13.9	26.8	34.5
	Benzo(a)anthracene	ng/g	< 0.12	< 0.11	< 0.12	< 0.12	< 0.12	< 0.11
	Chrysene	ng/g	0.11	0.17	0.27	< 0.11	0.12	0.13
	Benzo(b)fluoranthene	ng/g	< 0.32	< 0.30	< 0.32	< 0.33	< 0.32	< 0.31
	Benzo(k)fluoranthene	ng/g	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10
	Benzo(a)pyrene	ng/g	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10
	Dibenz(a,h)anthracene	ng/g	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10
	Indeno(1,2,3-cd)pyrene	ng/g	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10
Benzo(ghi)perylene	ng/g	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	< 0.10	
Total 16 EPA-PAH excl. LOQ	ng/g	26.5	20.6	15.5	14.8	26.7	34.6	
Total 16 EPA-PAH incl. LOQ	ng/g	49.2	41.5	37.1	37.2	47.1	49.2	

From: ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå. Tfn: 0920/28 99 00. Fax: 0920/28 99 40. Email: info.LU@alsglobal.com
 To: Innovation Center Iceland Ref. Gudjon Atli Audunsson [gudjonatli@nmi.is]
 Program: M4F
 Ordernumber: L1537204 (Missing;)
 Report created: 2016-01-08 by App1.LU

ELEMENT	SAMPLE	Stöð 1 Kraeklingar	Stöð 2 Kraeklingar	Stöð 3 Kraeklingar	Stöð 4 Kraeklingar	Stöð 5 Kraeklingar
TS	%	11,4	10	8,7	10,1	14,7
As	mg/kg TS	10,4	9,23	11,3	9,96	9,55
Cd	mg/kg TS	2,42	3,5	4,32	4,17	2,82
Co	mg/kg TS	0,812	0,654	0,606	0,575	0,438
Cr	mg/kg TS	0,947	1,08	1,13	0,722	0,396
Cu	mg/kg TS	9,21	23	6,82	7,39	5,46
Hg	mg/kg TS	0,0443	0,0448	0,0645	0,0449	0,0295
Mn	mg/kg TS	11,8	7,5	7,85	8,28	6,38
Ni	mg/kg TS	1,21	1,13	1,28	1,13	0,949
Pb	mg/kg TS	0,257	0,153	0,173	0,166	0,0738
Zn	mg/kg TS	102	111	108	95	87,8

ELEMENT	SAMPLE	Stöð 6 Kraeklingar	Stöð 7 Kraeklingar	Stöð 8 Kraeklingar	Stöð 9 Kraeklingar	Stöð 10 Kraeklingar
TS	%	12,3	11,1	8,6	15,8	13,9
As	mg/kg TS	9,51	13	16,5	8,24	9,97
Cd	mg/kg TS	3,15	2,13	3,06	4,32	3,92
Co	mg/kg TS	0,644	0,456	0,516	0,507	0,529
Cr	mg/kg TS	0,666	0,662	1,38	0,43	0,504
Cu	mg/kg TS	6,32	7,11	6,92	5,41	5,67
Hg	mg/kg TS	0,033	0,0608	0,0754	0,0269	0,0337
Mn	mg/kg TS	7,96	7,14	7,5	6,53	6,66
Ni	mg/kg TS	1,37	1,67	2,77	0,822	0,953
Pb	mg/kg TS	0,133	0,223	0,0826	0,0505	0,0637
Zn	mg/kg TS	106	135	126	91,9	91,9

ELEMENT	SAMPLE	Stöð 11 Kraeklingar	Stöð 12 Kraeklingar	Stöð 13 Kraeklingar	Stöð 14 Kraeklingar
TS	%	12,7	13	12,6	12,7
As	mg/kg TS	9,85	9,23	11,3	12,6
Cd	mg/kg TS	3,07	3,08	4,86	2,01
Co	mg/kg TS	0,604	0,514	0,478	0,463
Cr	mg/kg TS	0,603	0,616	0,46	0,617
Cu	mg/kg TS	6,16	5,36	5,7	5,39
Hg	mg/kg TS	0,0383	0,033	0,0457	0,0548
Mn	mg/kg TS	7,75	5,79	5	5,71
Ni	mg/kg TS	1	1,3	0,877	0,822
Pb	mg/kg TS	0,0864	0,0677	0,063	0,0802
Zn	mg/kg TS	94,5	91,8	105	112

Please note: This report is preliminary and does not contain all relevant information.
 For the definitive and complete reporting of the results, reference is made to the
 corresponding signed final report from ALS Scandinavia AB

Analyses that are not ready yet are shown as "*****".
 Analyses that are not measured are shown as " ".

NÁTTÚRUSTOFA AUSTURLANDS

Mýrargötu 10 • 740 Neskaupstaður • Sími 477-1774 • Fax 477-1923 • Netfang: na@na.is
Tjarnarbraut 39B • 700 Egilsstaðir • Sími: 471-2813 og 471-2774 • Netfang: skarphedinn@na.is