

Ráðstefnurit

UMHVERFISMENGUN Á ÍSLANDI VÖKTUN OG RANNSÓKNIR

25. febrúar 2011



UMHVERFISRÁÐUNEYTIÐ



Ráðstefnan er samstarfsverkefni Háskóla Íslands, Matís ohf., umhverfisráðuneytisins og Umhverfisstofnunar

Skipulagsnefnd:

Gunnar Steinn Jónsson Umhverfisstofnun, Hrönn Ólína Jörundsdóttir Matís, Taru Lehtinen, HÍ

Vísindanefnd:

Hrund Ólöf Andradóttir HÍ, Taru Lehtinen HÍ, Kristín Ólafsdóttir HÍ,
Gunnar Steinn Jónsson Umhverfisstofnun,
Hugi Ólafsson umhverfisráðuneyti,
Anna Kristín Danielsdóttir Matís, Helga Gunnlaugsdóttir Matís, Hrönn Jörundsdóttir Matís

Ágripabók ráðstefnunnar

Ágripin eru birt eins og þau bárust frá höfundum sjálfum og hafa ekki verið lesin yfir með tilliti til efnis og málfars af aðstandendum ráðstefnunnar

Umbrot

Völundur Jónsson

Prentun

Guðjón Ó

Ljósmyndir

Mynd á kápu: Martin Nouza

Myndir á síðum 4, 9, 14, 18, 20. 22. 23. 25 og 27: Raymond Hoffmann, ray.h@gmx.de



Raymond Hoffmann, rayh@unpk.de

RÁÐSTEFNA UM UMHVERFISMENGUN Á ÍSLANDI 2011

Fyrsta stóra ráðstefnan sem fjallaði um mengun á Íslandi var haldin fyrir fjörutíu árum síðan, dagana 26-27. febrúar 1971. Þá voru umbrotatímar í þessum málaflokki hér á landi sem annarstaðar. „Raddir vorsins þagna“, tímamótaverk Rachel Carson hafði komið út á íslensku sex árum fyrr. Lög um eiturefni og hættuleg efni voru samþykkt árið 1968 og lög um hollustuhætti og heilbrigðiseftirlit árið 1969. Fyrsta umhverfisráðstefna Sameinuðu þjóðanna var haldin ári síðar í Stokk-hólmi. Hugtakið mengun í núverandi merkingu er þó mun eldra, það er t.d. að finna í skýrslu um mengun í vatni frá 1921, fyrir 90 árum síðan.

Mengunarvarnir sem lögbundið verkefni stjórnvalda sést fyrst í breyttum lögum um hollustuhætti og heilbrigðiseftirlit frá árunum 1981 og 1984. Eftirlit með mengandi atvinnurekstri fylgdi í kjölfarið, en fyrstu reglur um eftirlit með mengandi iðnaði voru þó settar fram árið 1972 á grundvelli laga um eiturefni og hættuleg efni. Í tengslum við alþjóða samninga um málefni hafsins voru, árið 1986, sett sérlög um varnir gegn mengun sjávar. Í þeim var í fyrsta sinn kveðið á um skyldur hins opinbera um vöktun mengandi efna í hafinu. Tveimur árum síðar voru almenn ákvæði um mengunareftirlit og mengunar-rannsóknir sett í lög um hollustuhætti og heilbrigðiseftirlit og að lokum var kveðið á um að vöktun umhverfisins væri hluti af mengunarvarnaeftirliti við endurnýjun laganna árið 1998. Vöktun efna í umhverfinu hófst hins vegar hér á landi miklu fyrr, eða árið 1958. Mæld voru efni í lofti og úrkomu á Rjúpnahæð í tvo áratugi vegna alþjóðlegrar samvinnu og síðan víðar, t.d. á Stórhöfða, í kjölfar alþjóðlegrar samninga og samstarfs um varnir gegn loftmengun. Árið 1971 voru mengunarmál á ábyrgðarsviði heilbrigðisráðuneytisins en fluttust til umhverfisráðuneytis við stofnun þess árið 1990.

Frá því að fyrsta umhverfismengunarráðstefnan var haldin, fyrir 40 árum síðan, hefur því orðið mikil breyting, bæði á hinu lagalega og stjórnsýslulega sviði sem og á sviði umhverfisrannsókna og vöktunar á Íslandi. Því er viðeigandi að fara yfir stöðu mála. Á árinu 2011 eru einnig önnur tímamót. Þar má nefna aldarafmæli Háskóla Íslands og alþjóðlegt ár efnafræðinnar. Í tilefni þessara tímamóta verða skipulagðir ýmsir atburðir og er þessi ráðstefna einn þeirra. Markmiðið með ráðstefnunni er að veita yfirsýn yfir niðurstöður nýjustu rannsókna á mengunarefnum í umhverfi og vöktun þeirra á Íslandi og skapa vettvang fyrir sérfræðinga sem vinna að mengunarmálum til þess að hittast og ræða saman.

Alls bárust 40 árgrip frá mismunandi eftirlitsstofnunum, rannsóknastofnunum og háskólum. Efni rannsókna spannar mörng fræðasvið (líffræði, efnafræði, verkfræði) mælingar í hafi, seti, ferskvatni, lofti og innan lífkerfisins. Niðurstöður rannsókna eru bæði kynntar í fyrirlestur og á veggspjöldum sem hvetur til samræðna.

Skipulagning ráðstefunnar er samstarfsverkefni Háskóla Íslands, Matís ohf., umhverfisráðuneytisins og Umhverfisstofnunar. Þessir aðilar hafa lagt fram bæði starfskrafta og stutt ráðstefnuna fjárhagslega.

Hrönn Ólína Jörundsdóttir
Matís

Gunnar Steinn Jónsson
Umhverfisstofnun

Taru Lehtinen
Háskóli Íslands

DAGSKRÁ RÁÐSTEFNUNNAR

8:00 – 9:00 Skráning

Fyrri hluti: Vöktun á mengun umhverfis

Fundarstjórn: Gunnar Steinn Jónsson, Umhverfisstofnun

- 9:00 Gestir boðnir velkomnir
- 9:00 – 9:15 Opnun ráðstefnu: Umhverfisráðherra, Svandís Svavarsdóttir
- 9:15 – 9:45 Inngangsfyrirlestur: Helgi Jenson, Umhverfisstofnun
- 9:45 – 10:00 Vöktun á loftmengun á Íslandi. Þorsteinn Jóhannesson, Umhverfisstofnun
- 10:15 – 10:30 Loftgæði í Reykjavík, vöktun, mótvægisáðgerðir og framtíðarsýn. Anna Rósa Böðvarsdóttir, Heilbrigðis-eftirlit Reykjavíkur
- 10:30 – 10:45 Þrávirk lífræn mengunarefni í lofti og úrkomu við Stórhöfða. Árni Sigurðsson, Veðurstofa Íslands
- 10:45 – 11:15 Kaffihlé og veggspjöld
- 11:15 – 11:30 Ör súrnun sjávar norðan Íslands. Jón Ólafsson, Hafrannsóknastofnunin, Jarðvísindastofnun HÍ
- 11:30 – 11:45 Mengunarvöktun á lífríki sjávar við Ísland. Helga Gunnlaugsdóttir, Matís
- 11:45 – 12:00 Vöktun tríbútýltins (TBT) í fortíð, nútíð og framtíð! Jörundur Svavarsson, Háskóli Íslands
- 12:00 – 12:15 Umhverfisvöktun á lífríkinu í nágrenni iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Þorsteinn Hannesson, Elkem
- 12:15 – 13:15 Hádegishlé

Seinni hluti: Umhverfissrannsóknir

Fundarstjórn: Hrönn Ólína Jörundsdóttir, Matís

- 13:15 – 13:45 Inngangsfyrirlestur: Sigurður Reynir Gíslason, Háskóli Íslands
- 13:45 – 14:00 Mat á mengun í sjó með líffræðilegum mælikvörðum. Halldór Pálmar Halldórsson, Háskólasetur Suðurnesja
- 14:00 – 14:15 Áhrif bráðrar klórmengunar á botndýralíf í straumvatni. Tryggvi Þórðarson, Heilbrigðiseftirlit Reykjavíkur
- 14:15 – 14:30 Þungmálmar í ofanvatni og hreinsivirkni settjarnar. Hrund Ó. Andradóttir, Háskóli Íslands
- 14:30 – 15:00 Kaffihlé og veggspjöld
- 15:00 – 15:30 Lífræn og ólífræn snefilefni í vefjum hrefnu (*Balaenoptera acutorostrata*) og fæðu hennar, tengsl og samanburður við önnur hafsvæði. Guðjón Atli Auðunsson, Nýsköpunarmiðstöð Íslands
- 15:30 – 15:45 Þrávirk lífræn eitrefni í íslenska hafarnarstofninum 2001-2010. Kristinn Haukur Skarphéðinsson, Náttúrufræðistofnun Íslands
- 15:45 – 16:00 Flúorvöktun í gróðri og jarðvegi í tengslum við eldgosíð í Eyjafjallajökli. Rannveig Guicharnaud, Landbúnaðarháskóli Íslands
- 16:00 – 16:15 Bioremediation trial on PCB polluted soils – A bench study in Iceland. Taru Lehtinen, Háskóli Íslands
- 16:15 – 16:30 Sameiginlegur fyrirlestur: Loftmengun í Reykjavík og notkun lyfja við hjartaöng. Ragnhildur Guðrún Finnbjörnsdóttir, Associations between air pollution levels in Iceland's capital region and dispensing of anti-asthma drugs 2006-8. Hanne Krage Carlsen, Háskóli Íslands
- 16:30 – 18:00 Veggspjaldakynning og léttar veitingar

UMHVERFISMENGUN Á ÍSLANDI - VÖKTUN OG RANNSÓKNIR

ÁGRIP FYRIRLESTRA

VÖKTUN MENGANDI EFNA Í UMHVERFI Á ÍSLANDI

Í erindinu verður fjallað um mismunandi eðli vöktunar á mengandi efnum í umhverfinu, hvaða atriða þarf að horfa til við uppbyggingu og val á vöktunarstöðum of breytum og hvernig hefur verið staðið að slíkri vöktun á Ísland í gegnum tíðina

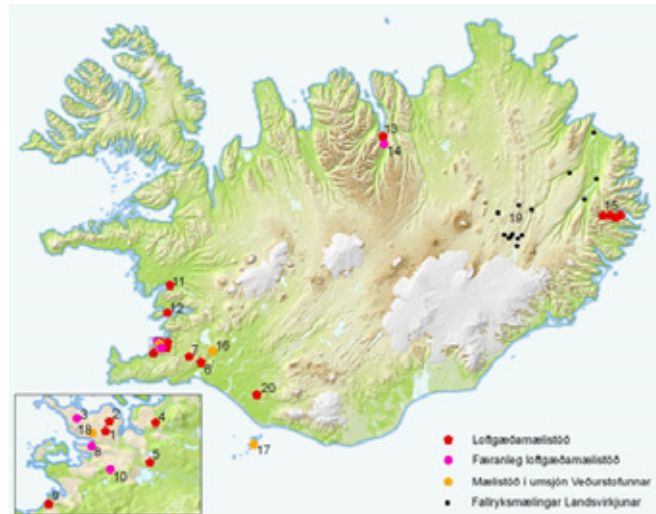
Þorsteinn Jóhannsson
Umhverfisstofnun

VÖKTUN Á LOFTMENGUN Á ÍSLANDI

Reglulegar mælingar á loftmengun á Íslandi hófust þegar álverið í Straumsvík tók til starfa. Þar var aðallega um að ræða mælingar á flúor í gróðri. Reglulegar mælingar á loftgæðum í þéttbýli hófust hins vegar ekki fyrr en 1986 þegar Hollustuvernd ríkisins hóf mælingar á styrk svifryks við Miklartorg í Reykjavík. Fyrir þann tíma var það almenn útbreidd skoðun að engin loftmengun væri á Íslandi og í raun væri tilgangslaust að eyða peningum í að mæla það sem ekki væri til staðar. Mælingar á Miklartorgi syndu hins vegar að loftmengun gat orðið veruleg suma daga í Reykjavík.

Síðan þá hefur vöktun loftmengunar aukist verulega og nú eru margvísleg mengunarefni mæld víða um land. Mælinetið er þó þéttast á höfuðborgarsvæðinu. Einnig hefur orðið mikil framþróun í mælitækni og aðgengi að mæliniðurstöðum og þróunin er í þá átt að mælingar séu aðgengilegar í nær-rauntíma á netinu. Samhliða aukinni vöktun hefur vitund almennings og stjórnvalda um mikilvægi góðra loftgæða aukist.

Mælingar á loftmengun skipta sífellt meira mál og tengjast



ýmsum málaflökkum eins og t.d. lýðheilsu, mati á umhverfisáhrifum og skipulagsmálum. Í dag sinna nokkrir aðilar mælingum á loftmengun á Íslandi og á meðfylgjandi korti má sjá staðsetningu mælistöðva og hver er rekstaráðili þeirra.

Anna Rósa Böðvarsdóttir¹, Kristín Lóa Ólafsdóttir¹, Eygerður Margrétardóttir²,
Kristinn Jón Eysteinnsson³, Guðrún S Hilmisdóttir⁴, Gunnar Hersveinn Sigursteinsson⁵ og Arnýr Sigurðardóttir¹
1 Heilbrigðiseftirlit Reykjavíkur*, 2 Stefnumótun og þróun*, 3 Samgönguskrifstofa*,

4 Skrifstofa gatna- og eignaumsýslu hjá Framkvæmda- og eignasviði, 5 Skrifstofa og stjórnun* | *Umhverfis- og samgöngusvið Reykjavíkurborgar

LOFTGÆÐI Í REYKJAVÍK, VÖKTUN, MÓTVÆGISAÐGERÐIR OG FRAMTÍÐARSÝN

Reykjavíkurborg hefur verið í forystu sveitarfélaga á Íslandi í loftgæðamálum um árabil. Borgin hafði m.a. frumkvæði að vöktun loftgæða á landinu árið 1990 og hefur verið leiðandi í upplýsingagjöf til almennings um loftgæðamál.

Loftgæði í Reykjavík eru almennt góð en köfnunarefnisdíoxíð (NO₂), svifryk (PM₁₀) og brennisteinsvetni (H₂S) eru þau efni sem líklegust eru til að fara yfir heilsuverndarmörk. Svifryk (PM₁₀) er það loftmengandi efni sem fer oftast yfir heilsuverndarmörkin. Fjöldi skipta sem svifryk (PM₁₀) má fara yfir heilsuverndarmörk hefur farið stigfækkandi og á þessu ári, 2010, má styrkur þess einungis fara 7 sinnum yfir mörkin sem eru 50 µg/m³.

Í dag eru þrjár fastar mælistöðvar í Reykjavík og ein færanleg stöð sem Reykjavíkurborg rekur sem mælir NO₂ og svifryk (PM₁₀). Með færanlegri mælistöð er hægt að mæla loftgæði á líklegum mengunarpunktum. Lögð hefur verið áhersla að vakta loftgæði við miklar umferðagötur og við nærliggjandi leik- og grunnskóla. Mælingar á H₂S hófust árið 2006 í Reykjavík, vegna aukinna virkjanafarmkvæmda á Hellisheiðinni.

Samgöngur hafa verið taldar stærsti þátturinn í svifryksmengun að vetrarlagi og þar spila nagladekkin stórt hlutverk. Aðrar uppsprettur eru eins og uppþyrlun svifryks frá framkvæmdasvæðum, sandstormar og öskufok frá Eyjafallasvæðinu.

Heilbrigðisnefnd Reykjavíkur samþykkti viðbragðsáætlun fyrir loftgæði í mars 2009 fyrst allra sveitarfélaga á Íslandi. Í áætluninni er fjallað um skammtímaáðgerðir til að koma í veg fyrir að farið sé yfir

heilsuverndarmörk. Í tengslum við viðbragðsáætlunina er starfandi viðbragðsteymi hjá borginni sem metur hvort senda eigi út tilkynningar og spá um loftgæði. Viðbragðsteymið ákveður einnig hvort eigi að grípa til mótvægisáðgerða á hverjum tíma og þá hvaða áðgerðir er ráðist í. Dæmi um mótvægisáðgerðir sem reynst hafa vel gegn svifryksmengun í Reykjavík eru tilraunir með rykbindingar með magnesíumklóríð.

Árið 2010, komst Reykjavíkurborg ásamt fimm öðrum borgum í úrslit um að vera útnefnd Græna borgin í Evrópu (European Green Capital) fyrir árin 2012 eða 2013. Loftgæði voru einn af 12 þáttum sem borgirnar þurftu að gera skil á. Dómnefndin gaf fullt hús stiga fyrir loftgæðahluta umsóknarinnar, sem er mikil viðurkenning fyrir það starf sem unnið hefur verið í Reykjavík. Horft var á þætti eins og niðurstöður mælinga, upplýsingastreymi til almennings, áðgerðir borgarinnar hingað til, hvaða árangur hefur náðst og hvaða stefnumörkun borgaryfirvöld hafa í loftgæðamálum. Dómnefndin um Grænu borgina gaf einnig kaflanum um kynningarmál Grænu borgarinnar hæstu einkunn en Reykjavíkurborg hefur lagt metnað í fræðslu um það hvað hver og einn geti lagt af mörkum til að draga úr loftmengun.

Heimildir

Heimasíða Heilbrigðiseftirlits Reykjavíkur, vöktun loftgæða, sjá http://www.rvk.is/desktopdefault.aspx/tabid-3822/6631_view-2952/

Heimasíða European Green Capital, sjá http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/index_en.htm

ÞRÁVIRK LÍFRÆN MENGUNAREFNI Í LOFTI OG ÚRKOMU VIÐ STÓRHÖFÐA

Mælingar á þrávirkum lífrænum mengunarefnum (Persistent Organic Pollutants (POPs)), í lofti og úrkomu við Stórhöfða í Vestmannaeyjum, hafa farið fram samfleytt síðan 1995. Þetta er ein af þeim lykilgagnaröðum sem Óskar Sigurðsson vitavörður hefur annast síðustu áratugi.

Þrávirk lífræn efni finnast í náttúrunni að mestu vegna umsvifa mannsins. Þau geta verið fylgifyskur ýmiss konar iðnaðarframleiðslu eða myndast við brennslu úrgangs. Einnig hafa þau verið notuð beint sem illgresis- eða skordýraeitur. Þessi efni eru mjög stöðug og brotna mjög hægt niður í náttúrunni. Þau setjast fyrir í fituvef lífvera og færast smám saman upp eftir fæðukeðjunni. Þessi mengun er því mest í dýrum sem sitja þar efst; s.s. örnun, hvölum og ísbjörnum.

Sökum skaðsemi fyrir lífríkið hefur notkun og losun þrávirkra efna verið bönnuð eða þeim settar mjög þröngar skorður. Vegna þess hversu langlíf efnin geta verið í náttúrunni er mikilvægt að fylgjast náið með þeim, hvernig þau ferðast og hvar þau hafa tilhneigingu til að safnast fyrir. Þjóðir heims hafa því gengist undir alþjóðlegar skuldbindingar um að mæla útbreiðslu efnanna og þróun þeirra með tíma, bæði til að meta hættuna sem af þeim kann að stafa og einnig til að meta árangur af aðgerðum og takmörkunum. Athyglið hefur einkum beinst að pólsvæðunum því efnin falla út í kulda, og virðast eiga greiða leið inn í lífkerfið á köldum svæðum.

Stórhöfði er mjög vel staðsettur m.t.t. þessara mælinga, úti í

miðju Atlandshafi, nærri mörkum Tempraða- og Kuldabeltisins og fjarri uppsprettum mengunarinnar. Þar ríka sterkir loftstraumar sem flytja loft fljótt um langan veg bæði frá meginlöndunum í austri og vestri. Þetta er því kjörinn staður til að meta bakgrunnsgildi mengunarinnar og einnig hvernig hin ýmsu efni þynnast út með fjarlægð. Stórhöfði er ein tiltölulega fárra stöðva sem er ætlað það hlutverk annast eftirlit með þessari mengun á norðlægum slóðum.

Helstu efni sem greinst hafa í lofti eru léttari þrávirk efni, eins og hexaklórsýklóhexan (HCH). Magn þeirra fór minnkandi fyrstu mælingarárin, en styrkur HCH efna er nú nokkuð stöðugur við u.þ.b. 10 pg/m³. Önnur efni eru helst, hexaklórbensen (HCB) um 5 pg/m³, léttari PCB efni um 10 pg/m³, dieldrin um 0,5 pg/m³ og klórdan efni um 0,2 pg/m³. Þá hafa toxafen efni verið greind frá 2001 og brómeruð eldvarnarefni (PBDE) frá 2007. Sömu efni greinst í úrkomu, en yfirleitt í minna magni.

Í samanburði við ýmsar aðrar stöðvar á norðurslóðum, er styrkur þrávirkra efna í lofti við Stórhöfða sambærilegur, eða lægri en t.d. á Svalbarða og miklu lægri en mælist á. suðlægari slóðum sem eru nær uppsprettum efnanna.

Jón Ólafsson^{1,2}, Sólveig R. Ólafsdóttir¹, Alice Benoit-Cattin¹ og Magnus Danielsen¹
1 Hafrannsóknastofnunin, 2 Jarðvísindastofnun, Háskóli Íslands,

ÖR SÚRNUN SJÁVAR NORÐAN ÍSLANDS

Frá 1983 hefur Hafrannsóknastofnunin mælt ólífrænt kolefni ársfjórðungslega í sjónum vestan og norðan Íslands. Þessar tímaráðir mælinga eru einstakar fyrir N-Atlantshaf, þær sýna náttúrulegar árstíðasveiflur en einnig að jafnt og þétt eykst styrkur ólífræns kolefnis í sjónum vegna upptöku sjávarins á koltvíoxíði úr andrúmsloftinu. Flæði koltvíoxíðs frá lofti til sjávar er öflugt í kalda sjónum norðan landsins. Við það að styrkur koltvíoxíðs í sjónum eykst lækkar sýrustig hans. Súrnun sjávar er nú talin ein helsta ógn við vistkerfi norðurslóða og vöktun og mat á áhrifum súrnunarinnar

verður forgangsverkefni OSPAR (OSPAR, 2010). Við kynnum hér niðurstöður úr mælingum á karbónatkerfi sjávar í Íslandshafi að vetrarlagi frá 1985-2010 fyrir yfirborðslagið og frá 1994-2010 fyrir alla vatnssúluna og sýnum hvaða breytingar eru að verða í hafinu vegna upptöku á koldíoxíði úr andrúmslofti. Sýrustig sjávar við yfirborð að vetrarlagi lækkar um of 0,0024 pH einingu á ári sem er um 50% meiri aukning en verður sunnarlega í N-Atlantshafi. Í djúpsjónum (> 1500 m dýpi), er hraði pH lækunarinnar um fjórðungur af því sem mælist í yfirborðinu.

Helga Gunnlaugsdóttir, Hrönn Ólína Jörundsóttir
Matis ohf

MENGUNARVÖKTUN Á LÍFRÍKI SJÁVAR VIÐ ÍSLAND

Mengunurvöktun á lífríki sjávar við Ísland hefur verið framkvæmd síðan 1989. Markmiðið með þessari vöktun er að uppfylla skuldbindingar Íslands vegna OSPAR og AMAP. Mæld eru ýmis ólífræn snefilefni ásamt þrávirkum lífrænum mengunarefnum í safnsýnum af þorski (*Gadus morhua*) frá þrem miðum veiddum í árlegu vorralli Hafrannsóknarstofnunar Íslands. Einnig eru sömu efni mæld í kræklingi (*Mytilus edulis*) sem safnað er á 11 stöðum í kringum landið í ágúst/september ár hvert. Þrávirk lífræn mengunarefni eru m.a. PCB, PBDE, DDT og tengd efni, HCB, HCH og toxaphen. Kadmíum er svæðisbundið hærra í íslenskum kræklingi samanborið við krækling frá öðrum löndum. Styrkur þrávirkra lífrænna mengandi efna er lítill í lífríki hafsins við Ísland borið saman við

önnur hafsvæði. Litlar breytingar eru á milli ára í styrk ólífrænna og lífrænna efna, en þörf er á ítarlegri tölfraeðgreiningu á gögnum til að hægt sé að meta með vísindalegum aðferðum aukningu eða minnkun mengandi efna í lífríki sjávar hér við land.

Þakki: Verkefnið er styrkt af Umhverfisráðuneytinu og er unnið fyrir hönd Umhverfisstofnunar. Hafrannsóknarstofnun Íslands er þökkud hjálp við öflun sýna og Kristínu Ólafsdóttur er þökkud hjálp við greiningu á þrávirkum lífrænum mengunarefnum.

VÖKTUN TRÍBÚTÝLTINS (TBT) Í FORTÍÐ, NÚTÍÐ OG FRAMTÍÐ!

Eiturefnið tríbútyltin (TBT) er eitt af hættulegri efnum sem sett hafa verið viljandi í sjóinn, einkum vegna áhrifa efnisins á lífverur við lágan styrk (fáein ng/líter). Efnið var áður fyrr einkum notað í botnmálningu skipa, en notkun þess hefur nú verið takmörkuð, m.a. með alþjóðlegu samkomulagi á vegum IMO (Alþjóða Siglingamálastofnunarinnar) og ákvörðunum Evrópusambandsins. TBT hefur verið vaktað hérlendis á fimm ára millibili frá árinu 1993. Umfang mengunarinnar hefur verið metið út frá vansköpun hjá nákuðungi (*Nucella lapillus*), sem lýsir sér í því að getnaðarlimur og sáðrás myndast á kvendýrum nákuðungsins. Þar sem mengunin er

mikil verða dýrin ófrjó. Ennfremur hefur magn TBT verið mælt í vef dýranna. Við upphaf vöktunarinnar var umfang vansköpunarinnar mikið. Ástandið hefur þó batnað á síðastliðnum 15 árum, einkum í nágrenni við minni hafnir. Í nágrenni við stærri hafnir hefur batinn þó verið hægari. Þrátt fyrir bata virðist sem staðbundið hafi notkun á TBT málningu aukist nærri sumum smáum höfnum, sem bendir til ólögleggrar notkunar á málningunni. Ástand vansköpunarinnar við síðustu vöktun (2008/2009) verður kynnt og rætt um horfur á þessu sviði. Jafnframt verður fjallað um þau eiturefni sem nú eru notuð á íslensk skip, áhrif þeirra og þörf vöktunar.

Þorsteinn Hannesson
Elkem

UMHVERFISVÖKTUN Á LÍFRÍKINU Í NÁGRENNI IÐNAÐARSVÆÐISINS Á GRUNDARTANGA

Um þessar mundir eru um 30 ár frá því að verksmiðjurekstur hófst á Grundartanga. Áður en verksmiðja Elkem hóf starfsemi sína voru framkvæmdar umfangsmiklar grunnrannsóknir á lífríkinu í námunda við verksmiðjusvæðið. Frá þeim tíma hefur fyrirtækið séð um og kostað margþættar rannsóknir sem miða að því að meta möguleg áhrif reksturs verksmiðjunnar á sitt nánasta umhverfi. Álver Norðuráls á Grundartanga hóf rekstur árið 1998. Áður en verk-

smiðjan hóf rekstur voru einnig framkvæmdar umfangsmiklar grunnrannsóknir á lífríkinu í grennd við Grundartanga. Fyrirtækin hafa nú í rúman áratug rekið saman yfirgripsmikla og fjölþætta umhverfsvöktunaráætlun í samræmi við starfsleyfisákvæði hvers fyrirtækis. Þessar ítarlegu rannsóknir og umhverfsvöktunin gefa því margþætta upplýsingar um umhverfisáhrif núverandi iðnrekstrar á Grundartanga.

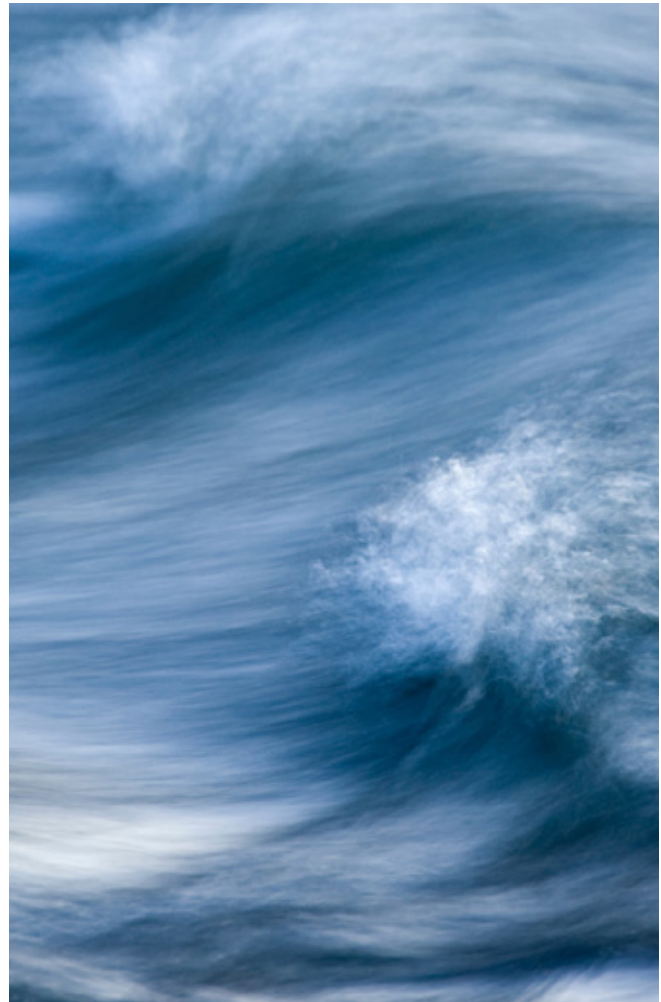
Raymond.Hoffmann_rayh@gmx.de



INNGANGSFYRIRLESTUR: VÖKTUN

ÁHRIF VEÐRUNAR, LOFTSLAGS OG MENGUNAR Á EFNASAMSETNINGU STRAUMVATNA Á ÍSLANDI

Efnasamsetning straumvatna á Íslandi mótast af úrkomu, fjarlægð frá sjó, berggrunni, gróðri, jöklum, loftslagi, eldfjöllum og mengun. Efnasamsetning úrkomu stjórnast af koltvíoxíði andrúmsloftsins, sem leysist upp í vatnsdropum um leið og þeir myndast í lofti, sjávarsóltum og mengun. Styrkur sjávarsalta í úrkomu minnkar með hæð yfir sjávarmáli og fjarlægð frá sjó. Stór hluti íslenska vatnsforðans er bundinn í jöklum, en þeir virka eins og efnahreinsunarstöðvar. Uppleyst efni í úrkomu, sem fellur á jöklana, gengur ekki inn í ískristalla. Við síendurtekin frost og þýðu skolast uppleystu efnin úr jökulísnum, út í jökulárnar en eftir situr stórkristallaður jökulís. Þegar hann bráðnar er nær ekkert af uppleystum efnum í bráðvatninu. Um leið og úrkoma eða ísbráð kemur í snertingu við berg, fara af stað efnaskipti milli vatns og bergs, bergið veðrast og styrkur uppleystra efna í vatninu vex. Styrkur uppleystra efna í lindám gosbeltisins er meiri og stöðugri en styrkur þeirra í dragám sem renna af elsta hluta berggrunnins vestast og austast á landinu. Unga bergið veðrast hraðar en gamla bergið og, vegna þess hve ungt berg er gropið, er tíminn sem vatn og berg er í snertingu við hvort annað lengri í lindánum en dragánum. Styrkur uppleystra efna í dragám er mestur þegar rennsli er lítið. Við veðrun bergsins, sagnar vatnið til sín koltvíoxíð úr andrúmsloftinu. Á hverju ári bera íslensk straumvötn rúmlega 3 milljónir tonna af koltvíoxíði í upplausn til sjávar. Því hærrí sem lofthitinn er og því meiri úrkoma, því meira binst af koltvíoxíði við veðrun bergs. Síðastliðin 40 ár hefur binding koltvíoxíðs á vatnasvið Jökulsár í Fljótsdal vaxið úr 15000 tonnum í um 22000 tonn vegna loftslagsbreytinga. Eldfjöll hafa áhrif á íslensk straumvötn. Á goslausum tímabilum berast gastegundir út í grunnvatn í nágrenni þeirra. Gastegundirnar leysast upp í vatninu, vatnið verður hvarfgjarnt og efnaskipti vatns og bergs verða hraðari en ella. Styrkur uppleystra efna í vatni í námunda við eldfjöll er því mikill. Dæmi um þetta eru lindavötnin á Rangárvöllum allt í kringum Heklu. Í eldgosum magnast áhrif eldfjallanna á yfirborðsvatn, því gjóskan eða eldfjallaaskan er húðuð með saltlagi sem er um 10 nanómetra þykkt. Söltin eru bæði málmasölt og sýrusölt. Þau leysast hratt upp þegar rignir á gjóskuna, og geta því valdið mikilli en skammlífrí mengun, eins og við höfum mælt í síðustu Heklugosum og Eyjafjallajökulsgosinu 2010. Lindavötn næst eldfjöllum geta yfirleitt tekið við meiri mengun en dragár austast og vestast á landinu án þess að hljóta skaða af, vegna þess að styrkur uppleystra efna er meiri í lindarvötnunum. Þau hafa þannig verið „bólusett“ fyrir eldfjallamenguninni. Af framansögðu er ljóst að, efnasamsetning straumvatna á Íslandi er margbreytileg frá náttúrunnar hendi. Það getur því reynst erfitt að mæla áhrif Íslendinga á hana. Stíflur binda svifaur í lónum og breyta tímasetningu framburðar uppleystra efna til sjávar. Afrennsli vatns er mikið af landinu, við erum fá og flest okkar búa við ströndina, þannig að mengun í vatnslausn dreifist um takmarkað landsvæði. Hins vegar geta reikul efni eins og koltvíoxíð og brennisteinsvíoxíð borist víða. Árið 1970 náði brennisteinslosun í Evrópu og Bandaríkjunum hámarki. Þá voru settar takmarkanir á útblástur brennisteins til andrúmslofts frá orku- og iðjuverum sem hefur valdið því að styrkur brennisteins í íslenskum straumvötnum minnkaði um 40% milli árunna 1970 og 1996-2004. Nýlegar mælingar á árvatni á SV-landi gefa vísbendingar um að styrkur brennisteins sé farinn að vaxa í sumum straumvötnum á SV-landi vegna losunar brennisteins frá íslenskum orku- og iðjuverum.



Heimildir

- Flaathen T.K. and Gíslason S.R. (2007). The effect of volcanic eruptions on the chemistry of surface waters: The 1991 and 2000 eruptions of Mt. Hekla, Iceland. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 164, 293–316.
- Gíslason, S. R., Arnórsson, S., and Ármannsson, H. (1996). Chemical weathering of basalt in SW Iceland: Effects of runoff, age of rocks and vegetative/glacial cover. *American Journal of Science* 296, 837–907.
- Gíslason S. R. and Torssander P. (2006). The response of Icelandic river sulfate concentration and isotope composition, to the decline in global atmospheric SO₂ emission to the North Atlantic region. *Environmental Science and Technology* 40, 680–686
- Gíslason S.R., Oelkers E.H., Eiríksdóttir E.S., Kardjilov M.I., Gísladóttir G., Sigfusson B., Snorrason A., Elefsen S.O., Hardardóttir J., Torssander P., Oskarsson N. (2009). Direct evidence of the feedback between climate and weathering. *Earth and Planetary Science Letters*, 277, 213–222.

MAT Á MENGUN Í SJÓ MEÐ LÍFFRÆÐILEGUM MÆLIKVÖRÐUM

Með beitingu líffræðilegra mælikvarða (bíómarkera) má sjá hvort og þá hvernig lífverur svara álagi af völdum mengandi efna. Þessir líffræðilegu mælikvarðar eru m.a. lífeðlisfræðilegir (mat á öndun, fæðuupptöku, o.fl.), lífefnafræðilegir (framleiðsla á vissum ensímum), frumulíffræðilegir (skemmdir á frumum), erfðafræðilegir (skemmdir á erfðaeefni) eða jafnvel myndfræðilegir (vansköpun hjá dýrum). Notkun slíkra mælikvarða hefur færst mjög í vöxt á undanförunum árum við rannsóknir á mengun sjávar og hér við land hefur slíkum mælikvörðum verið beitt umtalsvert í u.þ.b. 10 ár við rannsóknir á svörun sjávarlífvera gagnvart mengandi efnum. Þessum líffræðilegu mælikvörðum má beita nánast á hvaða lífveru sem er og gjarnan er þeim beitt nokkrum samtímis til að meta áhrif mengandi efna. Hérlandis hefur megináhersla verið lögð á að kanna mengunarálag nærri hafnarsvæðum og hefur kræklingur (*Mytilus edulis* L.) mest verið notaður í þeim tilgangi, ýmist safnað úr sínu náttúrulega búsvæði eða hann hafður í búrum ofan eða neðan fjöru í lengri eða skemmri tíma. Kræklingur hefur marga kosti sem vísitögund í mengunarrannsóknum sjávar og hefur verið mikið notaður sem slíkur um allan heim.

Niðurstöður rannsókna sýna að líffræðilegir mælikvarðar eru gagnlegir til að kanna mengunarálag í sjó við Ísland. Mikið og fjölbreytilegt mengunarálag í Reykjavíkurböfn (PAH efni, TBT, o.fl.) endurspeglar þannig í margvíslegum áhrifum á krækling, svo sem skemmdum á erfðaeefni, frumulíffræðilegum breytingum og breytingum á lífeðlisfræðilegri virkni dýranna. Jafnframt hafa rannsóknir leitt í ljós að bakgrunnur dýranna, aðstæður þeirra og tími söfnunar hefur veruleg áhrif á svörun og uppsöfnun mengandi efna hjá kræklingi.

Í erindinu verður farið yfir þær aðferðir sem beitt hefur verið hér á landi, kosti þeirra og galla og helstu rannsóknarniðurstöður kynntar.

Tryggvi Þórðarson¹, Gísli Már Gíslason² og Karólína Einarsdóttir³
1 Heilbrigðisfulltrúi, Heilbrigðiseftirlit Reykjavíkur, 2 Prófessor í vatnalíffræði, Líf- og umhverfissvísindadeild Háskóla Íslands, 3 Kennari, Ölduselskóli

ÁHRIF BRÁÐRAR KLÓRMENGUNAR Á BOTNDÝRALÍF Í STRAUMVATNI

Aðfaranótt 30. nóvember 2007 runnu á stuttum tíma um 1 m³ af óblönduðum hýpóklórít frá sundlauginni í Hveragerði út í Varmá. Upphafsstyrkur klórsins í ánni er óþekktur. Miðað við tæplega meðalrennsli árinna (2 m³/s) og 16 til 20 mínútur fyrir klórinn að renna í ána hefur hann verið á bilinu 69–86 mg/l. Í kjölfar óhappssins voru áhrif klórmengunarinnar á dýralíf árinna könnuð. Tekin voru botndýrasýni á 6 stöðvum í ánni, fjórum neðan staðarins þar sem klórinn rann út í og tveimur ofan hans. Sýnataka hófst 6 dögum eftir klórslýsið og stóð í 5 daga. Á hverri stöð voru tekin 10 sparksýni og 5 steinasýni, alls 90 botndýrasýni. Sýni voru tekin mánaðarlega í 12 mánuði en aðeins unnið úr fyrstu sýnatökunni og hluta þeirrar næstu. Staðsetningar fyrir hvert sýni voru ákvarðaðar tilviljunarkennt á grundvelli hnitakerfis. Í úrvinnslu var gerður greinarmunur á ferskum og rotnandi dýrum. Dýr sem virtust tekin að rotna, ýmist farin að aflagast, tútna eða með sýnilegan sveppavöxt, voru flokkuð sem rotnandi og talin dauð þegar sýnið var tekið. Fersk dýr eru dýr sem litu út fyrir að hafa verið lifandi við sýnatökuna. Meðalþéttleiki rykmýs (*Chironomidae*) á grjóti var 13.519/m², bitmýs (*Simulium vittatum*) 2.830/m², vatnamaura (*Hydracarina*) 870/m², ána (*Oligochaeta*) 405/m², vatnabobba (*Radix peregra*) 54/m² og steinflugna (*Capnia vidua*) 5/m². Meðalþéttleiki allra ferskra dýra (steinsýni) var 17.944/m², mestur á stöðinni næst fyrir neðan klórlekann (st. 4) (47.589/m²) en minnstur á neðstu stöðinni (3.250/m²). Meðalþéttleiki rotnandi (4.022/m²) dýra var einnig mestur á st. 4 en minnstur á efstu stöðinni ofan lekans (0/m²). Sýni sem tekin voru um mánuði síðar sýndu að þéttleiki ferskra dýra á st. 4 var þá orðinn svipaður og á hinum stöðvunum og rotnandi dýr varla að finna. Því er talið að hár þéttleiki rotnandi dýra á st. 4 stuttu eftir óhappið hafi stafað af eitrunaráhrifum klórsins næst losunarstaðnum. Munurinn á hlutfalli rotnandi eintaka ofan og neðan losunarstaðarins var 5,7% bæði fyrir steinasýni og sparksýni og er talinn gefa til kynna meðaldánarhlutfallið vegna klórsins. Hæsta dánarhlutfallið vegna klóreitrunarinnar hjá einstökum flokkunareiningum

var hjá ánum (8–37%) og vatnabobbum (34%) en talsvert lægra í öðrum helstu flokkunum, vatnamaurum (0%), rykmýi (3–5%) og bitmýi (2%). Ástæða er til að ætla að dánarhlutfall linra dýra eins og ána og vatnabobba sem geta skaddast við sýnatöku kunni að vera ofáætlað með þessari aðferð en vanáætlað hjá dýrum með ytri stoðgrind þar sem rotna sést verr. Engin fækkun lifandi dýra vegna klóreitrunar var merkjanleg. Munurinn á meðaltölum dýra neðan losunarstaðarins (st. 3 og 4, 75,4/sýni) og ofan hans (st. 5 og 6, 44,4 sýni) var marktækur fyrir sparksýni ($p=0,0329$) en ekki fyrir steinasýni ($p=0,7575$). Í þeim fáu tilvikum sem fjöldi í sýnum/þéttleiki einstakra hópa ferskra dýra var meiri ofan klórlosunarstaðarins en neðan hans var munurinn ekki marktækur ($p=0,05$). Sá munur sem kom fram er talinn vera vegna reks dýra af völdum klóreitrunarinnar og uppsöfnunar þeirra á fyrstu stöðinni neðan við klórlosunarstaðinn, þ.e. stöð 4 sem er um 930 m neðar. Rannsóknin var styrkt af Hveragerðisbæ og Umhverfis- og orkusjóði Orkuveitu Reykjavíkur og unnin við Rannsókn- og fræðasetur Háskóla Íslands í Hveragerði.

PUNG MÁLMAR Í OFANVATNI OG HREINSIVIRKNI SETTJARNAR

Afrennsli byggðra svæða inniheldur þungmálma sem koma frá útblæstri bíla, dekkja- og malbikssliti, bensíni og olíu og málningu frá húspökum. Til þess að vernda viðkvæma viðtaka fyrir slíkri mengun hafa yfir tíu settjarnir verið byggðar í Reykjavík. Markmið þessa verkefnis voru annars vegar að kanna efnastyrk þungmálma í íslensku ofanvatni í mismunandi afrennslisatburðum og hins vegar að ákvarða hreinsivirkni á þungmálmum í íslenskri settjörn. Vatnssýni voru tekin með reglulegu millibili bæði í innrennsli og útrennsli settjarnarinnar við Víkurveg í Reykjavík í sex mismunandi afrennslisatburðum frá sumri 2008 til vors 2009 og málminnihald þeirra greint. Niðurstöður sýna að meðal efnastyrkur þungmálma í ofanvatni frá íbúðarhverfinu Grafarholti sem barst inn í tjörnina var frekar lágur og lægri en í samsvarandi hverfum á norður-

löndunum. Meðalstyrkur blýs, kadmíums, króms og nikkels var á bilinu 0,01-2 µg/l sem fellur undir flokk B "lítið snortið vatn" í íslensku reglugerðinni nr. 796/1999 um varnir gegn mengun vatns. Hæstur efnastyrkur mældist fyrir kopar og sink, sem án nokkurrar útþynningar gæti haft neikvæð áhrif á lífríki viðtaka samkvæmt sömu reglugerð. Sterk tengsl fundust milli þungmálma bundnum ögnum og gruggmagni í ofanvatninu. Þetta samband getur reynst hjálplegt í áframhaldandi rannsóknum, því stærstur hluti þungmálma er bundinn ögnum og það er miklu ódýrara að greina grugg en nákvæmt málminnihald. Heildar hreinsivirkni settjarnarinnar greindist almennt mjög góð, um og yfir 80 % fyrir þá fjóra þungmálma með hæst efnainnihald.

Guðjón Atli Auðunsson, Gísli A. Víkingsson, Sverrir Daníel Halldórsson, Droplaug Ólafsdóttir

LÍFRÆN OG ÓLÍFRÆN SNEFILEFNI Í VEFJUM HREFNU (*BALAELOPTERA ACUTOROSTRATA*) OG FÆÐU HENNA, -TENGL OG SAMANBURÐUR VIÐ ÖNNUR HAFSVÆÐI.

Í rannsóknáttaki Íslendinga á hrefnu á árunum 2003-2007 fór m.a. fram viðtæk rannsókn á lífrænum og ólífrænum snefilefnum í bæði vefjum hrefnu og fæðu hennar. Þessum rannsóknum er ætlað að svara ýmsum spurningum en þær helstu lúta að eftirfarandi atriðum.

1. Hver eru einkenni íslenska hrefnustofnsins samanborið við nálæg og fjarlæg hafsvæði?
2. Getu aðskotaefni í vefjum hrefnu sagt fyrir um fæðutegundir hennar?
3. Má meta át hrefnu á grundvelli aðskotaefna í vefjum hennar og fæðu?
4. Má nota lífsýni í stað þess að deyða dýrin til að meta styrk og hegðun aðskotaefna í líffærum hennar?
5. Er ástæða til að ætla að tegundir og styrkur aðskotaefna geti haft áhrif á heilsu hrefnunnar?
6. Setja aðskotaefni skorður við hugsanlegri nýtingu hrefnuafurða á Íslandi og í Japan?

Í þessum tilgangi voru ólífræn snefilefni (Hg, Cd, Zn, Cu, Pb, Se, As, Ni, Cr, og Mn) mæld í húð, kjöti, lifur, nýrum og kynkirtlum 25 hrefna, sem valdar voru m.t.t. stærðar, kyns og svæðis. Í spiki (lífsýni og þversniði), kjöti og lifur þessara dýra voru mæld PCB-efni, DDT-efni, HCB, HCH-efni, toxafen-efni, klórdan-efni, dieldrin og fjölbrómaðir difenýletrar. Í renni 5 dýra voru jafnframt mæld díoxín (PCDD/Fs) og díoxínlik PCB-efni. Öll þessi efni eru jafnframt mæld í um 40 sýnum af fæðutegundum, sem fundist hafa í magasýnum (ljósáta, síli, loðna, síld, ýsa, þorskur og ufsi).

Niðurstöður verkefnisins verða ræddar með hliðsjón af ofangreindum vísindaspurningum þar sem mið verður tekið af þeim líffræðilegu þáttum sem geta haft áhrif á styrk aðskotaefna í vefjunum, s.s. aldur, kyn, næringarástand og staða í fæðukeðjunni (stöðugar samsætur kolefnis og niturs). Einnig verða ræddar niðurstöður norræns verkefnis, þar sem íslenska hrefnan var meðal sýnataegunda, en í henni voru m.a. mæld PCNs, PBDEs, MeO-BDEs, og PFCs.



Tryggvi Sveinsson

ÞRÁVIRK LÍFRÆN EITUREFNI Í ÍSLENSKA HAFARNARSTOFNINUM 2001 - 2010

Íslenski hafarnarstofninn er lítill og stendur lélegur varpárangur honum fyrir þrifum (1). Styrkur þrávirkra lífræna mengunarefna var kannaður í arnareggjum og er rannsóknin hluti af viðameira verkefni sem ætlað er að skýra litla viðkomu arnarins.

Á árunum 2001-2010 var 78 fúleggjum safnað og þrávirk lífræn mengunarefni greind í 3 til 12 eggjum ár hvert. Fita var úrlutud og þessi efni greind: p,p'-DDT, o,p'-DDT, p,p'-DDD, p,p'-DDE, α-HCH, β-HCH, γ-HCH, HCB, trans-nonachlor, α- og γ-chlordan, oxyc-hlordane, 2-3 mismunandi toxafen afleiður og um 18 afleiður PCB efna með gasgreiningu og ECD-skyngjara. Hægt var að bera saman varpárangur á 23 arnarsetrum (33% af setrum í ábúð) við efnastyrk í eggjum. Efniviðnum var skipt í tvö tímabil: 2001-2005 og 2006-2010. Notuð voru meðaltöl ef egg voru >1 frá sama setri sama ár. Varpárangur á setrum (= hlutfall ára sem þar kom upp unga) og viðkoma (fjöldi unga/ári á setri) á fimm ára tímabili kringum sófnun hvers eggs voru borin saman við efnastyrk.

Mest fannst af DDE, afleiðu skordýraeitursins DDT (7-179 µg/g fitu). Næst mest var af þrávirkustu afleiðu PCB-efna, PCB#153 (7-118 µg/g fitu), eða 35% af heildarmagni PCB-efna. Af öðrum þrávirkum efnum var mest af oxychlordani, umbrotsefni skordýraeitursins klórdans. Eggjapör úr sama hreiðri innihéldu svipaðan styrk allra efna. Tuttugu og fimmfaldur munur var á styrk efna í minnst og mest menguðu eggjunum. Styrkur mengunarefna minnkaði hratt þegar borin voru saman egg frá sama setri, t.d. 7-17% á ári

fyrir ΣDDT og var styrkur efna að jafnaði helmingi minni á seinna tímabilinu.

Mengunarefni hafa áhrif á arnarstofninn. Varpárangur og viðkoma arna sýndi marktæka neikvæða fylgni við ΣDDT og skýrði efnastyrkur um 30% af breytileika í varpárangri arna og 35% af viðkomu. Styrkur mengunarefna í íslenskum arnareggjum lá á svipuðu bili og í norskum (2) og sænskum (3) arnareggjum. Helsta fæða arna hér eru mengaðir sjófuglar, fyll (4) og æðarfugl (5), sem hvor um sig eru um 30% af lífþyngd arnarfæðu að sumarlagi (6).

Verkefnið var styrkt af Vísindasjóði Rannsóknaráðs Íslands.

Heimildir

1. Skarphéðinsson, K.H. 2003. Sea-Eagles in Iceland: population trends and reproduction. Bls. 31-38 í: SEA EAGLE 2000. SNF & Átta. Stockholm.
2. Nygard, T.N and J.U. Skaare 1998. Bls. 501-524 í: Holarctic Birds of Prey. ADENEX-WWGBP.
3. Helander, B. et al. (2002). *Ambio* 31: 386-403.
4. Ólafsdóttir K et al. (1998). *Environmental Pollution* 103:153-158.
5. Jörundsdóttir, H. et al. (2010). *Environmental Science & Technology*. 44: 3252-3259.
6. Kristinn Haukur Skarphéðinsson (1994). Tjón af völdum arna í æðarvörpum. Umhverfissráðuneytið.

Rannveig Anna Guicharnaud
Landbúnaðarháskóli Íslands

FLÚORVÖKTUN Í GRÓÐRI OG JARÐVEGI Í TENGLUM VIÐ ELDGOSIÐ Í EYJAFJALLAJÖKLI

Inngangur

Áhyggjur vegna flúormengunar í jarðvegi og gróðri hófust fljótlega á fyrstu dögum eldgosins í Eyjafjallajökli. Þetta var fyrst og fremst vegna hárra flúorgilda í ösku samkvæmt mælingum Jarðvísindastofnunar Háskóla Íslands. Í gegnum eldgosasögu Íslands hefur flúormengun oft verið töluvert vandamál sem afleiðing eldgosa og má þar helst nefna gosin í Lakagígum 1783-1784, í Eyjafjallajökli 1822 og Heklu 1970 svo fátt eitt sé nefnt. Í frásögn Helga Óla, Grafið úr gleymsku má meðal annars lesa nokkuð nákvæmar lýsingar af gaddi í skepnum sem kom í ljós ekki löngu eftir að gos hófst í Eyjafjallajökli árið 1822. „Þótt hefyngur yrði allmikill voru heyin mjög óhollt fóður vegna öskunnar sem í þeim var, svo að kýr fóðruðust illa.... Kom bólgja í liðamót á fótum og frauðlíkir hnúðar á fótleggi og kjálka“.

Efni og aðferðir

Premur vikum eftir að gosið í Eyjafjallajökli hóst var því hafist handa við skipulag reglubundinnar sýnatöku. Sýnatökustaðir voru ákvarðaðir í samráði við ráðunauta Búnaðarsambands Suðurlands sem einnig tóku virkan þátt í sýnatöku. Alls urðu 12 bæir fyrir valinu sem spönnuðu áhrifasvæði eldgossins, 2 sýnatökustaðir utan sýnatökusvæðis voru notaðir sem viðmiðunarreitir. Gróðursýni voru tekin vikulega á fyrstu stigum gossins og á tveggja vikna fresti í samræmi við lækandi gildi í grassýnum af tünnum bænda. Jarðvegssýni voru einnig tekin af tünnum til að meta uppsöfnun

flúors í jarðvegi en grasbítar geta innbyrt töluvert magn af jarðvegi við inntöku á grasi. Áhrif ösku á líffræðilega og efnafræðilega þætti jarðvegs voru einnig könnuð.

Niðurstöður

Flúorstyrkur mældist langt yfir viðmiðunarmörkum fyrir sauðfé, hross og nautgripi allan maí mánuð en fór minnkandi það sem eftir lifði sumars og er nú langt fyrir neðan ráðlögð viðmiðunarmörk.

Flúorstyrkur þynnist hratt út í plöntum í jöfnu hlutfalli við vöxt þeirra. Flúor skolaðist jafnan hratt af yfirborði plantna.

Um 50%-90% af þeim flúori sem skolaðist niður í jarðveg varð eftir í jarðveginum og mun að öllum líkindum skolas hægt úr jarðvegi í grunnvatn og styrkur mun ólíklega ná hættulegum gildum.

Við langvarandi úrkomu (samkvæmt staðlaðri tilraun inn á rannsóknastofu) mun sýrustig jarðvegs lækka og losun sulfats og flúors úr jarðvegi aukast. Askan virtist einnig almennt hafa jákvæð áhrif á lífmassa og örveruvirkni jarðvegsins.

BIOREMEDIATION TRIAL ON PCB POLLUTED SOILS – A BENCH STUDY IN ICELAND

Soils of today are under pressure of various pollutants, including polychlorinated biphenyls (PCBs) that are present in the soils at the old NATO facility in Keflavik, Iceland. Threats of PCBs to the environment are toxicity, ability to bioaccumulate, stability, low reactivity, low water solubility and high adsorption capacity to soil organic matter (Borja et al., 2005).

The aim of this research was to propose a framework of protocols that can be adapted to bioremediate Icelandic soils that inhibit PCB contamination. To the authors' best knowledge, no data has been reported before, neither on PCB degradation rates nor PCB degrading genes in Icelandic soils, and very limited research exists on contamination issues in Icelandic soils. The study was outlined as a two-phase remediation bench study where different biostimulation methods at different temperatures and PCB concentrations were conducted under laboratory conditions. The study likewise included a microbiology investigation of the soils and an analysis of bioavailability of PCBs to earthworms (*Eisenia foetida*).

Pine needles biostimulation resulted in nearly 40 % degradation of total PCBs after two months incubation at 10°C. Successful amplification was obtained with aerobic PCB degrading gene *bphA*, and significantly different microbial communities were found in anaerobic soils compared to aerobic soils. Bioaccumulation factor (BAF) ranged from 0.82 to 0.89 in the earthworms, and both highly and less chlorinated congeners were accumulated. To conclude, a further small-scale field experiment with pine needles stimulation is recommended, with regular monitoring of the dynamic changes in the microbial communities in order to monitor early changes in other soil parameters.

References

Borja et al., (2005). Polychlorinated biphenyls and their biodegradation. *Process Biochemistry*, 40, 1999-2013.

Ragnbildur Guðrún Finnbjörnsdóttir¹, Helga Zoëga², Örn Ólafsson³, Vilhjálmur Rafnsson³
1 Læknadeild HÍ, 2 Miðstöð í ljóðheilsuvísindum, 3 Rannsóknastofa í heilbrigðisfræði, Læknadeild HÍ

LOFTMENGUN Í REYKJAVÍK OG NOTKUN LYFJA VIÐ HJARTAÖNG

Inngangur

Erlendar rannsóknir hafa sýnt að aukinn styrkleiki loftmengunarefna hefur áhrif á heilsufar hjartasjúklinga. Markmið rannsóknarinnar var að kanna tengsl loftmengunarefnanna niturdíoxíðs (NO₂), ósóns (O₃), svífryks (PM₁₀) og brennisteinsvetnis (H₂S) í Reykjavík við notkun lyfja við hjartaöng en notkunin var metin í lyfjaúttektum.

Efniviður og aðferðir

Gögn um daglegan fjölda afgreiddra lyfja í ATC flokki C01DA02 (nítroglyserín) var fengin úr lyfjagagnagrunni Landlæknisembættisins. Gögn um mælt magn NO₂, O₃, PM₁₀ og H₂S ásamt hita og rakastigi á horni Grensásvegur og Miklubrautar voru fengin frá Umhverfissviði Reykjavíkurborgar og Umhverfisstofnun. Með tilfella-víxlunar (case-crossover) rannsóknarsniði var líkindahlutfall reiknað. Rannsóknartíminn var frá 1. janúar 2005 til 31. desember 2009.

Niðurstöður

Jákvætt samband reyndist vera milli ákveðinna loftmengunarefna og fjölda lyfjaúttekta á dag af nítroglyseríni. Þegar NO₂ hækkaði um 10 µg/m³ sást að jafnaði aukning á afgreiðslu nítroglyseríns um 11,6% sama dag og við sömu hækkun á O₃ sást að jafnaði aukning á afgreiðslu nítroglyseríns um 9,0% sama dag. Aukningin á afgreiðslum var 7,1% og 7,2% þegar 10 µg/m³ hækkun var á NO₂ og O₃ styrkleika daginn áður en afgreiðslan átti sér stað. PM₁₀ og H₂S reyndust ekki tengd lyfjaúttektum. Við mat á sambandi mengunar og lyfjaúttekta er tekið tillit til annara mengunar- og veðurfarsþátta.

Ályktanir

Þetta er fyrsta rannsóknin svo kunnugt sé, sem metur samband loftmengunar og notkun lyfja við hjartaöng. Tilraunir á mönnum og faraldsfræðilegar rannsóknir benda til að aukin mengun PM_{2,5}, NO₂ og O₃ leiði til samdráttar í slagæðum og fjölgi innlögnum sjúklinga með hjartaöng á sjúkrahús. Hvort tveggja styður þá tilgátu að sambandið sem fannst í þessari rannsókn sé orsakasamband.



Carlsen HK¹, Zoëga H¹, Valdímarsdóttir U¹, Gíslason T², Hrafnkelsson B³

¹ Centre of Public Health Sciences, School of Health Sciences, University of Iceland, ² Faculty of Medicine, University of Iceland; Department of Allergy and Respiratory Medicine and Sleep, Landspítali University Hospital, Reykjavík, ³ Applied Mathematics Division, Institute of Science, University of Iceland, Reykjavík, Iceland

ASSOCIATIONS BETWEEN AIR POLLUTION LEVELS IN ICELAND'S CAPITAL REGION AND DISPENSING OF ANTI-ASTHMA DRUGS 2006 - 8

Background

Air quality in Iceland's capital region is overall good, but hydrogen sulphide (H₂S) emissions from geothermal power plants in the area and occasionally high levels of particle pollution (PM₁₀) are of concern. Short-term effects of ambient H₂S are largely unknown. Use of geothermal harnessing is becoming more widespread and studying the effect of emissions on human health is imperative. This is the first study of short-term effects of air pollution on respiratory health in Iceland.

Methods

Pharmacy sales of prescription drugs to relieve symptoms of asthma is a useful marker of respiratory health in a susceptible population. We used data routinely collected by authorities to make a timeline of the daily number of adults residents of the capital area who took out a prescription of anti-asthma drugs (Directorate of Health Medicines Registry) and daily levels of the pollutants PM₁₀, NO₂, O₃ and H₂S (City of Reykjavík Environmental Office) and other covariates for the study period 2006-8.

The daily number of persons dispensed drugs was modelled as a function of a three-day moving average of pollutants with lag 0 to 14 days, using Poisson regression models adjusted for climate, time trends, and influenza season.

Results

We found significant, positive associations between levels of PM₁₀ and H₂S and the daily number of individuals who were dispensed drugs at lag three to five days. Significant associations were also found between dispensing and the daily maximum of O₃ and NO₂. The association corresponds to a difference of about 10 % increase in dispensing between the least and most polluted days of the study period when all other variables are held constant.

Conclusion

A modest association was found between ambient levels of air pollutants, e.g. H₂S, in Iceland's capital and dispensing of respiratory drugs. This indicates that intermittent exposure to H₂S may aggravate symptoms of respiratory disease.

Acknowledgements

Other data: The Icelandic Institute of Natural History (pollen). Research funding: Vegagerðin, Oddsjóður, Astma- og ofnæmisfélagið, Rannsóknasjóður HÍ.

LISTI YFIR ÁGRIP VEGGSPJALDA

Loftgæði í grunnskólum Reykjavíkur.

Vanda Hellsing, Dan Norbäck, Brynhildur Davíðsdóttir.....18

Vöktun Orkuveitu Reykjavíkur á brennisteinsvetni (H₂S) í andrúmslofti.

Vignir Örn Sigþórsson.....18

CarbFix – Binding koltvísýrings í basalti við Hellisheiðarvirkjun.

Hólmfríður Sigurðardóttir, Bergur Sigfússon, Edda Sif Pind Aradóttir, Einar Gunnlaugsson, Sigurður R. Gíslason, Helgi A. Alfreðsson, Juerg M. Matter, Wally S. Broecker, Martin Stute, Eric H. Oelkers og Elísabet Ragnheiðardóttir.....19

Yfirlit yfir efnavöktun á Veðurstofu Íslands.

Árni Sigurðsson og Gerður Stefánsdóttir.....19

Flúormælingar.

Hermann Þórðarson.....20

Kræklingavöktun – hvað ber að varast?

Halldór Pálmar Halldórsson, Aline Andrey, Kristín Ólafsdóttir, Jörundur Svavarsson.....20

Ósonmælingar á Veðurstofu Íslands.

Árni Sigurðsson.....20

Áhrif þéttbýlis á næringarefni í Faxaflóa.

Sólveig R. Ólafsdóttir.....21

Tilraunir á aðskilnaði jarðhitagasa við Hellisheiðarvirkjun.

Bergur Sigfússon, Magnús Þór Arnarson, Teitur Gunnarsson.....21

Öskufoks-/Svifryksmælingar í Drangshlíðardal undir Eyjafjöllum.

Sibylle von Löwis, Konradin Weber, Volker Dietze.....21

Svifryk: Náttúrulegar uppsprettur og mengun í þéttbýli.

Þröstur Þorsteinsson.....22

Kvikasilfur í urriða (*Salmo trutta*) á Íslandi.

Guðjón Atli Auðunsson, Jón Ólafsson, Guðni Guðbergsson, Hilmar J. Malmquist.....22

Vöktun stöðuvatna á höfuðborgarsvæðinu.

Hilmar J. Malmquist, Haraldur R. Ingvason, Finnur Ingimarsson og Stefán M. Stefánsson.....23

Vöktun á vatnsgæðum strandsjávar í Reykjavík 2003-2010.

Kristín Lóa Ólafsdóttir, Svava S. Steinarsdóttir, Árný Sigurðardóttir, Rósa Magnúsdóttir.....24

Vöktun vatnshita og blaðgrænu-A í vatnsbol þingvallavatns.

Finnur Ingimarsson, Hilmar J. Malmquist, Haraldur R. Ingvason og Stefán M. Stefánsson.....24

Vöktun Ylstrandarinnar í Nauthólsvík.

Ingibjörg H. Elíasdóttir, Rósa Magnúsdóttir, Kristín Lóa Ólafsdóttir, Árný Sigurðardóttir, Árni Jónsson.....25

Þrávirk lífræn efni í fuglum á Íslandi.

Kristín Ólafsdóttir, Elín V. Magnúsdóttir, Ellen Magnúsdóttir, Karl Skírnisson, Þorvaldur Björnsson og Ævar Petersen.....25

Þrávirk lífræn efni í íslenskum þorski, *Cadus Morhua*

Vordís Baldursdóttir, Kristín Ólafsdóttir, Hrönn Ólína Jörundsóttir, Helga Gunnlaugsdóttir.....26

Blý í neysluvatni í húsum: Könnun á þremur vatnsveituvæðum á SV-Íslandi.

Lárus Rúnar Ástvaldsson, Hrund Ólöf Andradóttir og Tryggvi Þórðarson.....26

Þrávirk lífræn mengunarefni í blóði barnshafandi kvenna á Íslandi frá 1995-2009.

Ragnheiður M. Jóhannesdóttir, Elín V. Magnúsdóttir, Þóra Steingrímsdóttir og Kristín Ólafsdóttir.....27

Sjúkdómsvaldandi sjávarbakteríur við strendur Íslands

Eva Benediktsdóttir, Helga Guðrún Óskarsdóttir, Herdís Eva Hermundardóttir og Jörundur Svavarsson.....27

ÁGRIP VEGGSPJALDA

LOFTGÆÐI Í GRUNNSKÓLUM REYKJAVÍKUR

Utan heimilisins er skólaumhverfið mikilvægasta inniumhverfi barna og unglunga. Börn eyða allt að 80-90% af innitíma sínum á heimilum sínum og í skólanum. Nokkrar nýlegar rannsóknir hafa staðfest að skólaumhverfið er mikilvægur þáttur fyrir heilbrigði öndunarfæra og námsgetu nemenda.

Markmiðið með þessari rannsókn er að skoða loftgæði innan- dyra í skólastofum í grunnskólum Reykjavíkur, með áherslu á styrk svifryks (PM_{10} og UFP). Mælingar fóru fram í 74 skólastofum í 15 grunnskólum í Reykjavík. Allar skólastofurnar voru í notkun við kennslu í 8. og 9. bekkja þegar mælingar voru framkvæmdar. Í hverri stofu var mældur styrkur CO_2 , PM_{10} , UFP ásamt hitastigi og raka (RH%). Gerð var úttekt á umhverfi skólastofanna þar sem efnishlutfall (m^2/m^3), hilluhlutfall (m/m^3), nemendahlutfall (pers/ m^3), einstaklingsbundin endurnýjun fersklöfts (l/s pers) og loftskipti (loftskipti/klst) voru mæld og reiknuð út. Styrkur svifryks (PM_{10} og UFP) var mældur utandyra við alla 15 skólanna. Notuð var Kendall'stau-b sambandsgreining til að kanna sambandið innan og/eða á milli loftþátta innandya og umhverfispátta innandya. Sama aðferð var notuð til að mæla hvort samband væri innan og/eða á milli styrks PM_{10} og UFP innandya og utandyra.

Niðurstöður mælinganna voru svo bornar saman við niðurstöður sambærilegra rannsókna sem framkvæmdar voru í Taïyuan, Kína og Uppsölum í Svíþjóð. Niðurstöðurnar bentu til að bæta megi inniloftslag í grunnskólum Reykjavíkur. Meðal styrkur CO_2 í skólastofunum var 1510 ppm, sem er fyrir ofan hámarks viðmið-

unar gildi CO_2 (1000 ppm). Um það bil 87% skólanna voru með meðalgildi CO_2 fyrir ofan hámarksgildið sem mælt er með. Meðalstyrkur PM_{10} í skólastofunum var $40.4\mu g/m^3$ ($6.3-162\mu g/m^3$). Meðalstyrkur UFP í skólastofunum var á bilinu 890-92692 agnir/ cm^3 (meðalgildið 8961 agnir/ cm^3). Meðalrakastig í skólastofunum var á bilinu 16.9-54.7%, með meðalgildið 33%. Meðalhitastigið í skólastofunum var á bilinu 18.3-25.5°C, með meðalgildið 21.7°C. Meðal hitastig í hverjum skóla var á bilinu 20.4-22.8°C sem er innan marka þess hitastigs sem mælt er með fyrir almenna vellíðan fólks (20-24°C). Meðalföldi nemenda á hvern rúmmetra í hverri skólastofu var á bilinu 0.02-0.17 pers/ m^3 , með meðalgildið 0.104 pers/ m^3 . Meðalfersklöftsmagn í hverri skólastofu var á bilinu 1.5-39.7l/s pers, með meðalgildið 4.7l/s pers. Um það bil 87% af skólum voru með meðal fersklöftsmagn undir settu viðmiðunargildi (8 l/s pers). Meðal loftskipti í skólastofunum var 1.6 skipti/klukkutíma, og mældist á bilinu 0.5-17.2 loftskipti/klst. Allir skólarnir voru með meðal loftskipti fyrir ofan sett hámarksgildi loftskipta (0.8 loftskipti/klst). Niðurstöðurnar sýndu enga marktæka fylgni milli mælds styrks PM_{10} og UFP utandyra og styrks PM_{10} og UFP innandya í grunnskólum í Reykjavík.

Vignir Örn Sigbórsson
Orkuveita Reykjavíkur

VÖKTUN ORKUVEITU REYKJAVÍKUR Á BRENNISTEINSVETNI (H_2S) Í ANDRÚMSLOFTI

Árið 2009 brást Orkuveita Reykjavíkur við kröfum sem fram komu í starfsleyfi Hellsisheiðarvirkjunar þar sem segir: "Til að vakta og fylgjast með brennisteinsvetnismengun í andrúmslofti skal fyrir- tækið koma upp a.m.k.þremur mælistöðvum..." með því að koma upp þremur loftgæðamælistöðvum samkvæmt nánari skilyrðum sem eru tilgreind í starfsleyfinu. Þetta var fyrir útgáfu reglugerðar nr. 514/2010 um styrk brennisteinsvetnis í andrúmslofti.

Fyrstu stöðinni var fundinn staður í Norðlingaholti í Reykjavík í samstarfi við Heilbrigðiseftirlit Reykjavíkur. Tveimur seinni stöðvunum var komið fyrir í Hveragerði og við starfsmannhús Hellsisheiðarvirkjunar í samstarfi við Heilbrigðiseftirlit Suðurlands.

Stöðvarnar voru keyptar eftir opið útboð, en útboðslýsingin var unnin af Verkís og var Nortek lægstbjóðandi. Loftgæðamæli- búnaðurinn kemur frá Thermo Scientific en veðurstöðin og safn- eining mælinga kemur frá Met One Instruments. Búnaðurinn hefur reynst ágætlega en nokkuð hefur þó verið um samskiptabilanir, unnið er að því að leysa það vandamál í samstarfi OR, Nortek og birgja.

Í loftgæðamælistöðvunum er auk brennisteinsvetnis (H_2S) í andrúmslofti, mælt brennisteinsdíoxíð (SO_2) og svo er reiknað svokallað CS-gildi. Mælingarnar eru gerðar á mínútu fresti en safneingin geymir 10 mínútna meðaltöl og umreiknar þau svo í klukkustundar og sólarhringsmeðaltöl. Neðri greiningarmörk fyrir brennisteinsvetnis eru um $3\mu g/m^3$. Veðurstöðin mælir vindhraða og -stefnu, hita- og rakastig, loftþrýsting, útgeislun, regn og gefur

auk þess gæðamerki um mælinguna. Mælingarnar eru með sömu upplausn og loftgæðamælingarnar.

Í starfsleyfi virkjunarinnar er jafnframt kveðið á um að almenn- ingur skuli hafa aðgengi að mæliniðurstöðum í því sem næst raun- tíma. Til að bregðast við því og jafnframt til að vista mælingarnar hjá óvilhóllum aðila var samið við Heilbrigðiseftirlit Suðurlands um að mælingarnar séu birtar á heimasíðu Heilbrigðiseftirlitsins <http://www.heilbrigdiseftirlitid.is/> og jafnframt er gagnagrunnur mælinganna vistaður hjá TRS sem er vistunaraðili heimasíðu Heil- brigðiseftirlits Suðurlands.

Á árinu 2011 mun Orkuveitan bæta við fjórðu mælistöðinni við Nesjavallavirkjun. Hins vegar þarf að kanna ofan í kjöllinn þörfina á nákvæmni og upplausn mælinganna þar sem hægt er að kaupa mun ódýrari og einfaldari stöðvar en þær sem Orkuveitan hefur keypt. Áætlaður heildarkostnaður að meðtalinni hönnun og verk- efnastýringu, tengingum og uppsetningum er nærri 10 milljónir króna fyrir hverja stöð. Auk þess þarf að kanna hvort hægt sé að sleppa öðrum veðurmælingum en vindmælingum.

CARBFIX – BINDING KOLTVÍSÝRINGS Í BASALTI VIÐ HELLISHEIÐARVIRKJUN

Koltvísýringur (CO_2) er algengasta gróðurhúsalofttegundin og er markmiðið með CarbFix verkefninu að sýna fram á að hægt sé að binda hann á föstu formi djúpt í hraunlögum í nágrenni Hellisheiðarvirkjunar. Þetta fjölbjódlega verkefni er í umsjón Orkuveitu Reykjavíkur. Helstu þættir verkefnisins eru:

1. Binding CO_2 á föstu formi í basalti með því að dæla því niður í jarðlög.
2. Rannsóknir í tilraunastofum.
3. Tilraunir með bindingu CO_2 í svonefndum hvarfastokkum.
4. Þróun reiknilíkana í jarðefnafræði
5. Rannsóknir á náttúrulegu hliðstæðum.
6. Kostnaðarmat.

Koltvísýringurinn, sem nýttur verður í tilraunina við Hellisheiðarvirkjun, á upptök sín í kvikunni undir Hengillssvæðinu. Hann kemur upp á yfirborðið með gufunni úr borholum virkjunarinnar en við það losna árlega um 60.000 tonn af CO_2 miðað við núverandi stærð virkjunarinnar. Fyrst í stað verður unnið með 3-4 % af heildargaslosun Hellisheiðarvirkjunar eða sem samsvarar 2.200 tonnum af CO_2 á ári. Koltvísýringurinn verður skilinn frá gufunni í sömu tilraunastöð og verður nýtt til að hreinsa brennisteinsvetni, eða hveralyktina, frá virkjuninni, sjá nánari umfjöllun um þau verkefni hér á ráðstefnunni. Koltvísýringurinn verður leiddur um lög að niðurdælingarsvæði í Svinahrauni, veitt niður um borholu þar sem hann verður leystur upp í 20 -25°C vatni við 25 – 30 bar-áþrýsting. Djúpt í berggrunnum mun kolsýruríkt vatnið komast í

sneringu við basaltið og þar eiga sér stað efnahvörf sem m.a. leysa jónir eins og járn ($\text{Fe}+2$), magnesíum ($\text{Mg}+2$) og kalsíum ($\text{Ca}+2$) úr berginu sem berast út í vökvann. Þessi efnahvörf valda því að með tímanum verður súr vökvinn hlutlaus og steindir eins og karbónöt falla út. Þannig binst sá koltvísýringur sem dælt er niður í basaltið á föstu formi.

Auk jarðvísindamanna, hafa verkfræðingar og tæknimenn komið að því að hanna búnaðinn fyrir tilraunina. Framkvæmdamenn Orkuveitunnar hafa séð um að koma honum upp á niðurdælingarsvæðinu. Veðurstöð er starfrækt við niðurdælingarsvæðið og mælir hún stöðugt styrk CO_2 í andrúmslofti og fylgist með lykilkáttum niðurdælingarinnar. Unnið er samkvæmt vöktunaráætlun og hafa umhverfisyfirvöld veitt leyfi fyrir niðurdælingunni og notkun nauðsynlegra ferilefna til að fylgjast með flæði og dreifingu koltvísýrings frá niðurdælingarsvæðinu.

Helstu áhættuþættir í verkefninu eru af tæknilegum og fjárhagslegum toga. Verkefninu hefur seinkað nokkuð vegna tæknilegra þátta sem hefur tekið tíma að greiða úr en fram til þessa hefur tekist að fjármagna það. Þrátt fyrir það eru Orkuveitan og samstarfsaðilar hennar í CarbFix verkefninu bjartsýn á að niðurdæling á koltvísýringi geti hafist fyrirhluta árs 2011.

Árni Sigurðsson, Gerður Stefánsdóttir og Jóhanna M. Thorlacius
Veðurstofa Íslands

YFIRLIT YFIR EFNAVÖKTUN Á VEÐURSTOFU ÍSLANDS

Veðurstofa Íslands kemur að margvíslegum efnavöktunar verkefnum sem unnin eru í samstarfi við erlendar og innlendar stofnanir. Gefið verður stutt yfirlit yfir verkefni sem unnin eru á stofnuninni.

Veðurstofunni ber að annast mælingar á bakgrunnsgildum mengunarefna í erlendum samstarfsverkefnum:

- » Dagleg söfnun brennisteins- og seltumælinga í úrkomu, lofti og svifryki á Írafossi í Grímsnesi.
- » Úrkomusýni til þungmálmamælinga í mælireit við Bústaðaveg.
- » Mæling á þungmálmum og þrávirkum lífrænum mengunarefnum í úrkomu og lofti á Stórhöfða í Vestmannaeyjum.
- » Mæligögnin eru send í gagnagrunn NILU í Noregi, en þaðan eru þau nýtt til alþjóðlegra rannsóknarverkefna.
- » Auk þess hefur Veðurstofan:
- » safnað úrkomusýnum vegna vistfræðirannsókna fyrir Landbúanaðarháskóla Íslands og fleiri stofnanir að Litla-Skarði í Borgarfirði.
- » annast mengunarmælingar í úrkomu fyrir Vegagerðina vegna Gjábackavegar að Mjóanesi við Þingavallavatn.
- » aflað úrkomusýna fyrir Alþjóðakjarnorkumálastofnunina, IAEA, til mælinga á geislavirkni.



- » séð um söfnun á frjórnorkum sumarhelming ársins í Reykjavík fyrir Náttúrufræðistofnun Íslands
- » annast sýnatöku á gróðurhúsalofttegundum á Stórhöfða fyrir NOAA í Bandaríkjunum auk mælingar á ósoni við jörðu.
- » séð um sýnatöku vegna samsætumælinga í úrkomu í Reykjavík og á Svartárkoti við Bárðardal fyrir Jarðvísindastofnun Íslands.
- » aflað úrkomusýna í Reykjavík og á Írafossi fyrir Geislavarnir ríkisins til mælinga á geislavirkni.

FLÚORMÆLINGAR

Fjallað verður um flúormælingar á Íslandi í kringum mengunarpopsprettur, s.s. stóriðju. Farið verður yfir mæliaðferðir og tækjabúnað, mælingar í lofti, vatni, gróðri og dýrum, sögu þessara mælinga og mælingaverkefni. Til eru töluvert langar mæliraðir sem

sýna vel samhengi breytinga í starfsemi álfyrirtækja og áhrifa á umhverfi. Þá verður minnst á flúormengun í tengslum við eldgos og fjallað stuttlega um mælingar tengdar gosinu í Eyjafjallajökli.

Halldór Pálmar Halldórsson¹, Aline Andrey¹, Kristín Ólafsdóttir³, Jörundur Svavarsson^{1,2}

¹ Háskóla- og Væðingarmiðstöð, ² Sjávarlíffræðisetur, Líf- og umhverfisvísindadeild, Háskóli Íslands, ³ Rannsóknastofa í lyfja- og eitrefnafræði, Háskóli Íslands

KRÆKLINGAVÖKTUN – HVAÐ BER AÐ VARAST?

Kræklingur (*Mytilus edulis* L.) er hentugur sem vísitægund við rannsóknir á mengun sjávar og er víða notaður sem slíkur. Hann er talinn endurspeglar sitt nánasta umhverfi með tilliti til mengunarlags og er honum ýmist safnað beint úr sínu náttúrulega umhverfi eða hafður úti í búrum í ákveðinn tíma á fyrirfram ákveðnum stöðum. Mælingar á efnainnihaldi og beiting líffræðilegra mælikvarða í dýrunum (m.a. breytingar á lífeðlisfræðilegri virkni og skemmdir á frumum og erfðafni) gefa svo vísbendingar um mengunarlág þess búsvæðis sem kræklingurinn var í.

Árið 2009 fóru fram samanburðarrannsóknir á uppsöfnun kræklinga á mengandi efnum og líffræðilegum viðbrögðum hans gagnvart þeim. Kræklingi var safnað í Hvassahrauni og hann settur út í Reykjavíkurborginni annars vegar og Hvalfirði hins vegar, þar sem hann var hafður á mismunandi dýpi á hvorum stað (ofan og neðan fjörunum). Tilraunirnar stóðu yfir í níu vikur, frá lok febrúar fram í maí, þar sem fylgst var með upptöku fjölringa kolvatnsefna (PAH efna; Σ 16 EPA) og líffræðilegum viðbrögðum og ástandi dýranna á tveggja til þriggja vikna fresti. Að auki var fylgst með viðbrögðum kræklinga í eina viku í hreinum sjó að loknum tilraunum í feltri.

Niðurstöðurnar leiddu í ljós mun á upptöku PAH efna á milli svæða annars vegar og innan svæða hins vegar, þ.e. hjá kræk-

lingum ofan og neðan fjörunum. Í Hvalfirði var í lok tímabilsins (eftir 8 vikur) styrkur PAH efna í kræklingi ofan fjöru 29 $\mu\text{g kg}$ þurrvigt og 10 $\mu\text{g kg}$ þurrvigt í kræklingi neðan fjöru. Í Reykjavíkurborginni var upptaka PAH efna hröð og jafnframt mismunandi eftir dýpi. Neðan fjörunum mældist hæsti styrkur PAH efna í kræklingi eftir 3 vikur (929 $\mu\text{g kg}$ þurrvigt) en ofan fjöru reyndist styrkurinn hæstur eftir 6 vikur (1085 $\mu\text{g kg}$ þurrvigt). Styrkur efnanna lækkaði aftur þegar leið á tímabilið og var eftir 8 vikur 493 $\mu\text{g kg}$ þurrvigt í kræklingi neðan fjöru og 578 $\mu\text{g kg}$ þurrvigt ofan fjöru. Eftir eina viku í hreinum sjó var styrkur efnanna um helmingur af þeim styrk sem mældist eftir 8 vikur í feltri. Ástæður þess munar sem kom fram innan svæða má rekja til mengunar í yfirborðsfilmu sjávar og til breytilegs ástands og virkni kræklinga eftir dýpi.

Þessi rannsókn, ásamt fyrri rannsóknum við Ísland, sýna að ástæður og tímasetning söfnunar hefur veruleg áhrif á svörun og uppsöfnun mengandi efna hjá kræklingi. Þessa þætti er því mikilvægt að hafa í huga við hönnun og túlkun kræklingavöktunar og tilrauna.

Árni Sigurðsson
Veðurstofa Íslands

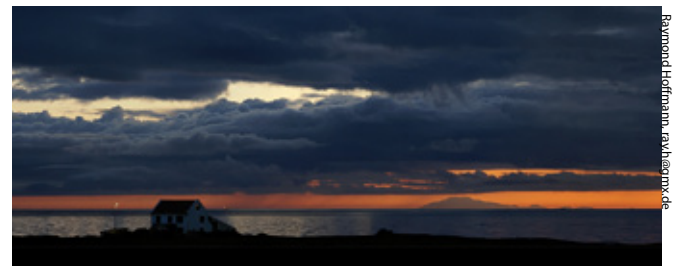
ÓSONMÆLINGAR Á VEÐURSTOFU ÍSLANDS

Magn ósons í háloftunum yfir Reykjavík hefur verið mælt daglega og nær óslitið síðan 1957. Við mælingar á ósonlaginu hefur verið notaður lítrósljósmælir í eigu Veðurstofunnar. Hann er af Dobsongerð og hefur framleiðslunúmerið 50. Þó að tækið sé komið nokkuð til ára sinna hefur það reynt mjög stöðugt og áreiðanlegt. Þó svo sjálfvirkir ósonmælir og gervitungl sjái um mikinn hluta þeirra ósonmælinga sem gerðar eru nú á tímum eru Dobsongerðin enn talin mikilvæg vegna stöðugleika þeirra og vegna þess að eftir þau liggja áratugalangar gagnaraðir.

Þegar sól er lægst á lofti eru mælingarnar ónákvæmari og þess vegna hafa ósonmælingar með háloftakönnun verið gerðar á veturna á Keflavíkurlugvelli síðan 1991 í samvinnu við INTA á Spáni.

Ósonmælingar hafa í stórum dráttum leitt í ljós að ósonlagið er þykkast á norðurhveli jarðar á vorin (norðan við 40-50°N). Um miðbik jarðar helst ósonlagið tiltölulega stöðugt yfir árið og álíka þykkt og þegar það er hvað þynnst hjá okkur á haustin.

Þróun ósonlagsins hjá okkur er í samræmi við aðrar ósonmælingar á norðurhveli jarðar og hefur minnkunin á 9. áratugnum (um 10%) verið rakin til losunar á klórflúórkolefnum (CFC).



Veðurstofan hefur einnig annast mælingar á svokölluðu ósoni við yfirborð á Stórhöfða í Vestmannaeyjum í samvinnu við bandarísku loftrannsóknarstofnunina NOAA síðan 1995. Slíkar mælingar beinast ekki að ósonlaginu uppi í háloftunum heldur að því ósoni sem er í nærumhverfi manna og fólk getur andað að sér. Mestan hluta ársins mælist óson á bilinu 30 til 40 ppb og nær hámarki í apríl. Síðan lækka ósongildin fram á sumar og verða lægst um 20 ppb en fara aftur hækkandi í september.

ÁHRIF ÞÉTTBYLIS Á NÆRINGAREFNI Í FAXAFLÓA

Frá árinu 2005 hefur Hafrannsóknastofnunin mælt styrk næringarefna í febrúar á sniði sem nær frá Hvalfirði og út fyrir landgrunnsbrún (Faxaflóasníð). Að vetri er takmarkar birta frumframleiðni í hafinu og eru því áhrif lífríkisins á styrk næringarefna í lágmarki. Nítrat og fosfatstyrkur fer lækkandi upp að landinu á þessu sniði og fylgir seltulækkuninni sem verður vegna landrænna áhrifa. Í febrúar árið 2009 voru tekin sýni á sex stöðvum á sniði frá Reykjavík til Akraness. Tilgangurinn var að athuga hve mikil áhrif næringarefnalosunar frá þéttbýli væru merkjanleg um hávetur. Hiti,

selta og súrefni voru mæld með síritandi tækjum og sýni voru tekin á 0, 5, 10, 20, 30, 40 m dýpi til mælinga á nitrati, fosfati, kísli og ammóníaki. Greinilega sést að fosfór- og kísilstyrkur er hærri ó grend við enda skolpútrásarinnar heldur en á grynstu stöð á Faxafróasníði. Kísilaukningin stafar af háum styrk kísils í ferskvatni og skólpi. Fosfór- og ammóníak aukningin við enda skolpútrásarinnar er afleiðing losunarinnar. Þessi gögn sýna greinilega að þynningarsvæðið er lítið, þynningin mikil, og áhrifin lítt merkjanleg utan þess.

Bergur Sigfússon¹, Magnús Þór Arnarson², Teitur Gunnarsson²
1 Orkuveita Reykjavíkur, 2 Mannvit hf.

TILRAUNIR Á AÐSKILNAÐI JARÐHITAGASA VIÐ HELLISHEIÐARVIKJUN

Losun gastegunda út í andrúmsloft er óhjákvæmilegur fylgiskur jarðhitanytingar. Jarðhitagas í Henglinum er að mestu leiti koldíoxíð (CO_2) og brennisteinsvetni (H_2S) en einnig er talsvert magn af vetni (H_2). Aðrar gastegundir svo sem nitur (N_2), metan (CH_4) og argon (Ar) eru einnig gasblöndunni en þó í minna mæli. Hlutföll þessara gastegunda stjórna af nálægð við hitagjafa í jarðskorpunni svo og efnaskiptum grunnvatns, kvikugasa og bergs í háhitakerfinu. Þannig eykst gasstyrkur í jarðhitavatni með auknum hita sem skýrir sterkari lykt af H_2S í kringum háhitavirkjanir en til að mynda í lághitavatni, sem notað er til húshitunar í stórum hluta heimila á Íslandi.

Undanfarin ár hefur Orkuveita Reykjavíkur undirbúið gangsetningu gastilraunastöðvar við Hellisheiðarvikjun. Markmið með stöðinni er að finna hagkvæmar leiðir við aðskilnað gastegunda og

er sérstök áhersla lögð á aðskilnað brennisteinsvetnis og koldíoxíðs, en til stendur að dæla þessum gastegundum niður í jörðina. Sjá umfjöllun í öðrum verkefnum sem kynnt eru á ráðstefnunni. Þrenns konar kerfi eru í prófun í stöðinni, þ.e. þvottakerfi, eimingarkerfi og membrakerfi. Hægt er að stýra samspili þessara kerfa á nokkuð fjölbreyttan hátt. Búnaður er hannaður þannig að varmaorka og hráefni sem falla til í virkjuninni verða nýtt við gasaðskilnað og takmörkuð þörf verður á sérstökum aðföngum við vinnsluna í fullri stærð. Fyrst í stað er unnið með um það bil 1-2 % af heildargaslosun Hellisheiðarvikjunnar. Reiknað er með að tilraunastöðin verði sett í fullan rekstur fyrrihluta ársins 2011 og að hönnunarforsendur fyrir stærri gasskiljustöð liggi fyrir síðari hluta ársins.

Sibylle von Löwis¹, Konradin Weber², Volker Dietze³

1 Veðurstofa Íslands, 2 University of Applied Sciences Duesseldorf, Environmental Measurement Techniques, Josef-Gockeln-Str. 9, D-40474 Duesseldorf, 3 German Meteorological Service, Research Center Human Biometeorology, Air Quality Department, Stefan-Meier-Str. 4, D-79104 Freiburg i. Br.

ÖSKUFOKS- / SVIFRYKSMÆLINGAR Í DRANGSHLÍÐARDAL UNDIR EYJAFJÖLLUM

Við gosið í Eyjafjallajökli vorið 2010 myndaðist mikið magn af finni ösku. Mesta öskufallið var sunnan og vestan við hinn nýmyndaða gíg og var þykkt öskulagsins sums staðar nokkrir metrar. Enn liggur umtalsvert magn af ösku í nágrenni eldstöðvarinnar og í talsverðum vindi dreifist askan víða á svæðinu umhverfis Eyjafjallajökul.

Til eru nokkrar rannsóknir á ösku- og sandfoki á Íslandi (t.d. Arnalds, 2001), en agnaföldi og massadreifing hefur sjaldan verið mælt. Ein svifryksmælistöð á vegum Umhverfisstofnunar er staðsett á Hvolsvelli (PM_{10}). Mesta öskufallið var þó undir Eyjafjöllum og því er mikilvægt að gera frekari athuganir á því svæði.

Veðurstofa Íslands, í samvinnu við aðrar stofnanir, rannsakar nú öskudreifingu og hvaða veðurskilyrði valda öskufoki með svifryksmælingum og greiningu.

Í ágúst 2010 mældi prófessor Weber frá Tækniháskólanum í Dusseldorf í Þýskalandi, með aðstoð Veðurstofu Íslands, svifryk sunnan og austan Eyjafjallajökuls. Mælingar voru gerðar með nokkrum gerðum svifryksnema. Mælingar sýndu aukið magn svifryks í grend við eldfjallið.

Í september 2010 hóf Veðurstofa Íslands í samvinnu við Dr. Weber mælingar á magni gosagna undir Eyjafjöllum. Mælitækið sem

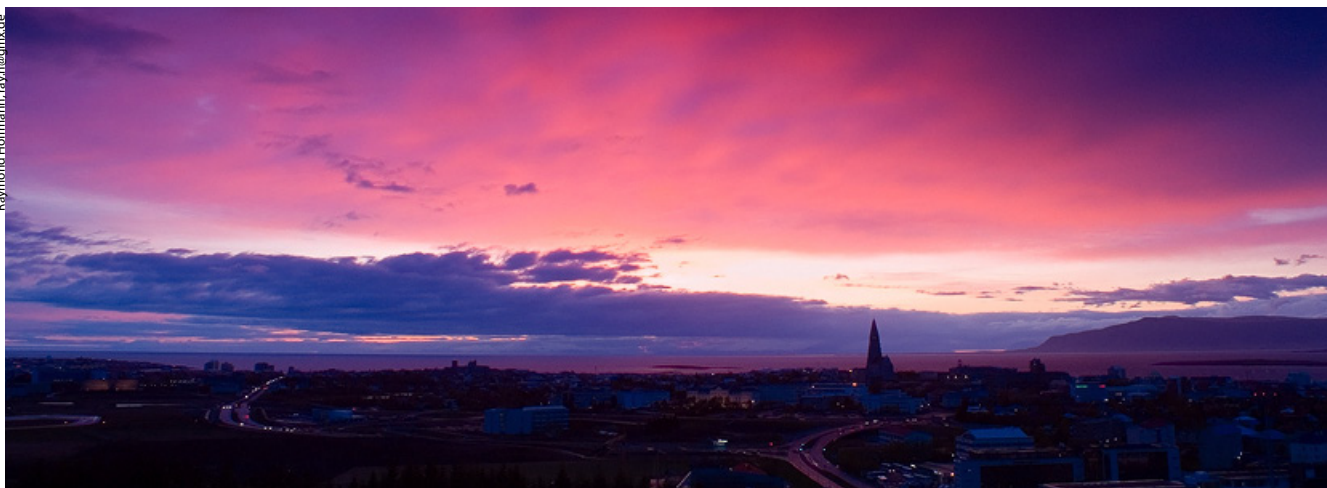
er notað er svo kallaður sjónagnarnemi (Optical Particle Counter - OPC). Stærð svifryks sem sjónagnarneminn getur mælt er á bilinu 0,25 til 32 mikron. Neminn var settur upp í Drangshlíðardal undir Eyjafjöllum, nálægt Skógum. Þar að auki er mældur vindhraði með úthljóðsvindmæli (ultrasonic anemometer). Gögnin liggja ekki fyrir í rauntíma, en eru sótt á mánaðarfresti.

Öskudreifingin er háð vindhraða. Agnarfjöldi eykst með vaxandi vindhraða. Vegna staðsetningar mælisins er aukinn styrkur svifryks einungis mældur í norðlægum áttum í Drangshlíðardal.

Auk þessa er frá miðjum nóvember 2010 safnað svifryki á síu með svo kölluðum óbeinum safnara. Safnarinn gripur svifrykskorn á ferð og er svifryksýnum safnað í viku í senn. Stærð og stærðarhlutföll agnanna er greind með rafeindasmásjá. Agnir sem hægt er að greina eru á stærðarbilinu 2,5 til 80 mikron. Sýnasöfnunartækið er fengið að láni hjá Þýsku Veðurstofunni í Freiburg (DWD) og fara greiningar á sýnum einnig fram þar.

Heimildir:

Arnalds, O., Gísladóttir, F.O. & Sigurjónsson, H. Sandy deserts of Iceland: overview. Journal of Arid Environments, 47: 359-371



Próstur Þorsteinsson
Jarðvísindastofnun Háskólans

SVIFRYK: NÁTTÚRULEGAR UPPSPRETTUR OG MENGUN Í ÞÉTTBÝLI

Hámörk svifryksmengunar í Reykjavík geta verið mjög há (vel yfir 500 $\mu\text{g m}^{-3}$, klukkustundargildi), en þau standa einnig yfirleitt mjög stutt. Helsta uppspretta daglegrar svifryksmengunar í þéttbýli á Íslandi er umferð, þannig að það er sterk dægursveifla í styrk svifryksmengunar. Sterkir vindar og úrkoma geta minnkað styrk svifryksmengunar hratt, en vindar geta einnig ýft upp svifryk sem sest hefur og þannig valdið stórum, en skammlífum, hámrökum í svifryksmengun.

Í líkanreikningum þarf að taka tillit til þess að svifryk sem sest á götur getur þyrlast upp þegar hvessir, og að sterkur vindur getur valdið sandstormum. Einnig geta uppsprettur frá fjarlægum, eða tímabundnum uppsprettum, eins og iðnaðarmengun frá Evrópu og aska frá eldgosum, verið mikilvægar, að minnsta kosti tímabundið.

Áhrif veðurs, sér í lagi vinds og úrkomu, eru yfirleitt til minnkunar á styrk svifryksmengunar og getum við þakkað rýsjóttri tíð að miklu leyti fyrir lágan meðalstyrk svifryksmengunar í Reykjavík (20–25 $\mu\text{g m}^{-3}$ undanfarin ár).

Styrkur svifryksmengunar í borgum víða um heim er mikið áhyggjuefni, en svifryk (PM_{10} , 10-10-6 m og minni agnir) er almennt talið hafa skaðleg áhrif á heilsu manna (Krzyzanowski et al. 2005).

Þróað hefur verið líkan af styrk svifryks í andrúmslofti, sem tekur

tillit til veðurs, umferðar og uppspretta svifryks, bæði náttúrulegra og af mannavöldum. Líkanið líkir vel eftir mældri svifryksmengun, sér í lagi vegna umferðar. Hinsvegar er erfitt að greina í sundur mismunandi uppsprettur vegna umferðar, t.d. malbiks-, bremsu- og dekkjaslit, sér í lagi þar sem mikið vantar upp á að nægjanlega góð gögn og mælingar séu til. Útblástur er almennt lítill hluti af heildarmagni svifryksmengunar, enda er hlutfall dísilknúinna ökutækja ekki mjög hátt á Íslandi. Til að ná að líkja eftir aukningu svifryks að vetri til tarf yfirleitt að miða við að uppspretta svifryks vegna umferðar sé 1.5 til 2var sinnum sterkari að vetri en að sumri.

Náttúrulegar uppsprettur svifryks eru margar, en þar algengustu hérlendis eru sandstormar, öskufok (í kjölfar eldgossins í Eyjafjallajökli) og mengun frá öðrum löndum. Engin góð fræði eru til um sandstorma sem uppsprettu svifryks (PM_{10}). Oftast er magn svifryks línulega tengt magni efnis sem skoppar eftir yfirborði (e. saltation). Mörg dæmi eru til um áhrif sandstorma og öskufjúks á svifryksmengun í Reykjavík.

Það flækir líkanreikninga að uppsprettur svifryks geta verið uppsafnað ryk í vegköntum, efni af byggingarsvæðum og síðan lengra að komið efni, en stærð þeirra sem uppsprettu er erfitt að meta.

Guðjón Atli Auðunsson¹, Jón Ólafsson², Guðni Guðbergsson³, Hilmar J. Malmquist⁴
1 Nýsköpunarmiðstöð Íslands, 2 Jarðvísindastofnun Háskóla Íslands, 3 Veiðimálastofnun, 4 Náttúrufræðistofa Kópavogs

KVIKASILFUR Í URRÍÐA (*SALMO TRUTTA*) Á ÍSLANDI

Árið 2002 voru sýni af urriða tekin úr fjórum stöðuvötnum á Íslandi (Mývatn, Stóra-Fossvatn, Þingvallavatn og Elliðavatn) og kvikasilfur mælt í holdi þeirra (Eirik Fjeld, NIVA, óbirt gögn). Niðurstöðurnar bentu m.a. til hærri styrks í urriða úr Þingvallavatni en vænst var. Af þessum sökum var verkefni skipulagt í því augnarmiði að leita skýringa á því hvaða þættir hefðu þýðingu fyrir styrk kvikasilfurs í urriða á Íslandi. Fram til 2002 voru upplýsingar um kvikasilfur í vatnafiski á Íslandi mjög takmarkaðar. Umhverfis- og orkusjóður Orkuveitu Reykjavíkur (UOOR) styrkti verkefnið og fór sýnataka fram 2008 en mælingar fóru fram á árinu 2009.

Sýni af urriða voru tekin úr 12 stöðuvötnum á Íslandi. Samtals voru 246 urriðar rannsakaðir. Mæld var þyngd og lengd, kyn og aldur ákvarðaður, magainnihald skoðað og heildarstyrkur kvikasilfurs mældur í heilum flökum fiskanna. Að auki voru mældar stöðugar samsætur köfnunarefnis ($\delta^{15}\text{N}$) og kolefnis ($\delta^{13}\text{C}$) í holdi 160 urriða, flúor í beinum og röð snefilefna í lifur í nokkrum sýnahópum. Gerð verður grein fyrir hvernig líffræðilegir þættir og umhverfisþættir hafa áhrif á styrk kvikasilfurs í urriða á Íslandi og niðurstöður fyrir íslenskan urriða bornar saman við urriða í erlendum rannsóknum.



Hilmar J. Malmquist, Haraldur R. Ingvarson, Finnur Ingimarsson og Stefán M. Stefánsson
Náttúrufræðistofa Kópavogs

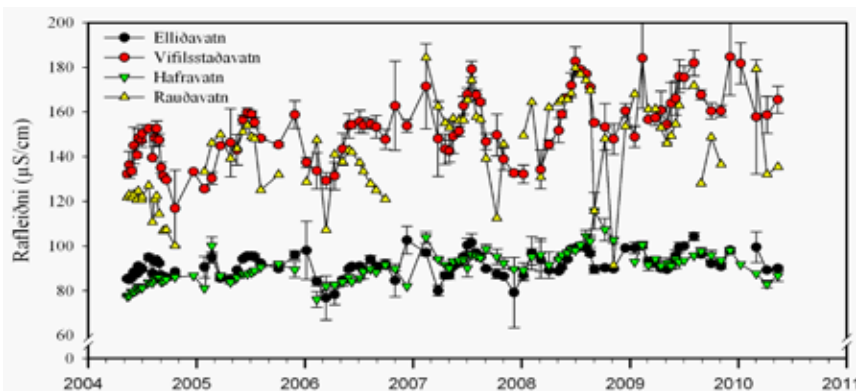
VÖKTUN STÖÐUVATNA Á HÖFUÐBORGARSVÆÐINU

Náttúrufræðistofa Kópavogs hefur undanfarin ár fylgst reglulega með ástandi vatnsgæða í sex stöðuvötnum á höfuðborgarsvæðinu. Þetta eru Elliðavatn, Vífilsstaðavatn, Rauðavatn, Hafravatn, Bakkatjörn og Reykjavíkurtjörn. Fylgst hefur verið með vatnshita, sýrustigi, rafleiðni og þörungamagni (blaðgrænu-a) og hafa mælingar jafnan verið gerðar mánaðarlega að vetri og hálfmánaðarlega að sumri. Meginmarkmið vöktunarinnar er að skrá ástand vatnanna m.t.t. vatnsgæða og bregða ljósi á hugsanleg orsakatengsl milli vatnsgæða og umhverfisþátta. Verkefnið veitir tækifæri til að fylgjast með margskonar álagspáttum og hægfa breytingum í vatnavistkerfunum, s.s. vegna hlýnunar loftslags, sem erfið er að koma auga á nema með samfelldum mælingum til langs tíma.

Vöktunin hefur m.a. leitt í ljós að í öllum vötnunum, nema Bakkatjörn og Reykjavíkurtjörn, hafa vatnsgæði m.t.t. þörungamagns verið mjög góð og í yfir 90% tilvika verið undir viðmiðunarmörkum fyrir hæsta gæðaflokk skv. reglugerð nr. 796/1999 um varnir gegn mengun vatns. Þá hefur rafleiðni aukist marktækt um 15–20% í fjórum vötnum á undanförunum sjö árum (1. mynd). Í Elliða- og Hafravatni jókst rafleiðnin úr ~80 $\mu\text{S cm}^{-1}$ í ~95 $\mu\text{S cm}^{-1}$

á tímabilinu maí 2004 til maí 2010. Í Rauða- og Vífilsstaðavatni var aukning úr ~130 $\mu\text{S cm}^{-1}$ í ~160 $\mu\text{S cm}^{-1}$. Aukningin í rafleiðninni fellur vel saman við hækkandi lofthita á höfuðborgarsvæðinu, sem leitt hefur til hlýnunar grunnra vatna, eins og vel er þekkt í Elliðavatni.^{1,2} Rafleiðni endurspeglar heildarstyrk uppleystra efna og kann aukningin í rafleiðni vatnanna á höfuðborgarsvæðinu að stafa af auknum veðrunarhraða bergs á vatnasviðunum vegna hlýnandi loftlags, en slík tengsl milli lofthita og veðrunar hafa verið staðfest á vatnasviðum á NA-landi.³

- 1 Hilmar J. Malmquist o.fl. 2009. Salmonid fish and warming of shallow Lake Elliðavatn in Southwest Iceland. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 30: 1127–1132.
- 2 Hilmar J. Malmquist o.fl. 2010. Climate change and its effects on lakes in SW-Iceland. Extended abstract. *Bls. 34–35.* Í: Hrund Ó. Andradóttir (ritstj.), *Proceedings of the 14th International Workshop on Physical Processes in Natural Waters*, June 28 - July 1, 2010, Reykjavík, Iceland. 166 bls.
- 3 Sigurður R. Gíslason o.fl. 2009. Direct evidence of the feedback between climate and weathering. *Earth and Planetary Science Letters* 277: 213–222.



1. mynd. Rafleiðni hækkar marktækt á tímabilinu maí 2004 – maí 2010 í Elliðavatni ($r = 0,38$, $n = 92$, $p < 0,001$), Hafravatni ($r = 0,64$, $n = 92$, $p < 0,001$), Rauðavatni ($r = 0,54$, $n = 84$, $p < 0,001$) og Vífilsstaðavatni ($r = 0,63$, $n = 93$, $p < 0,001$).

VÖKTUN Á VATNSGÆÐUM STRANDSJÁVAR Í REYKJAVÍK 2003 - 2010

Heilbrigðiseftirlit Reykjavíkur hóf árið 2003 vöktun á vatnsgæðum strandsjávar í Reykjavík. Sýnatökustaðir voru valdir með tilliti til þess að líklegt væri að fólk stundaði þar útivist. Sýnatökustaðir voru í upphafi tíu talsins, meðfram strandlengjunni, frá Kjalarnesi yfir í Nauthólsvík. Í júní 2006 var bætt við ellefta sýnatökustaðnum, í Grafarvogi. Einnig fer fram vöktun með þynningarsvæði skólp-hreinsistöðvanna ásamt vöktun með Ylströndinni í Nauthólsvík.

Undanfarna tvo til þrjá áratugi hafa verið gerðar miklar úrbætur í frárennismálum á höfuðborgarsvæðinu. Gerlamengun við strendur Reykjavíkur hefur í kjölfar þessara úrbóta minnkað verulega og ástandið er almennt gott. Ennþá eru þó mögulegar uppsprettur mengunar til staðar á einstaka stað og er unnið að úrbótum í samvinnu við Orkuveitu Reykjavíkur.

HEIMILDIR:

Heimasíða Heilbrigðiseftirlits Reykjavíkur, vöktun strandsjávar, sjá <http://www.rvk.is/desktopdefault.aspx/tabid-3822/6631-view-2954/>

Samantektarskýrsla um vöktun vatnsgæða strandsjávar í Reykjavík 2003-2010, sjá

http://www.rvk.is/Portaldata/1/Resources/umhverfissvid/Voektun_vatnsg_a_strandsj_var_Reykjav_k_2003-2010.pdf

Finnur Ingimarsson, Hilmar J. Malmquist, Haraldur R. Ingvason og Stefán M. Stefánsson
Náttúrufræðistofa Kópavogs

VÖKTUN VATNSHITA OG BLAÐGRÆNU- A Í VATNSBOL ÞINGVALLAVATNS

Árið 2007 hófst samstarfsverkefni á vegum Umhverfisstofnunar, Landsvirkjunar, Orkuveitu Reykjavíkur og Þjóðgarðsins á Þingvöllum um vöktun á vatnsgæðum Þingvallavatns. Vöktunin tekur til lykilorða í lífríki, auk efna- og eðlisþátta vatnsins. Náttúrufræðistofa Kópavogs annast vöktun á lífríki og eðlisþáttum úti í vatnsbolnum, en Jarðvísindastofnun Háskólans og Veiðimálastofnun sinna öðrum þáttum.

Í lok júní 2010 var komið fyrir tíu síritandi hitamælum á 4-40 m dýpi á einni stöð nær miðju vatnsins. Mælarnir skráðu vatnshita á einnar klst. fresti. Þetta var gert í því augnamiði að varpa ljósi á lagskiptingu í vatninu m.t.t. hitastigs. Niðurstöður hitamælinga (1. mynd) gefa til kynna að sumarið 2010 hafi hitaskil verið til staðar á 15-25 m dýpi a.m.k. frá júlí byrjun og fram í september. Vatnshiti fyrir ofan skilin var á þessu tímabili 8-13 °C en 6-8 °C fyrir neðan þau. Í nokkrum tilvikum trufluðu sterkir vindar lagskiptinguna án þess þó að hún brotnaði upp. Í kjölfar þeirra atburða hlýnaði nokkuð í dýpri lögum vatnsins.

Á tímabilinu maí 2007 til nóvember 2010 hefur magn blaðgrænu-a (þörungamagn) í Þingvallavatni sveiflast verulega eftir árstíðum og virðast hitaskilin skipta hér máli. Toppur í vexti þör-

unga virðist koma fram í mars og fer magn blaðgrænu-a í 5-6 µg/l en síðan fellur það niður fyrir 1 µg/l yfir sumarmánuðina. Þörungavöxtur eykst svo í september/október og virðist ná hámarki í nóvember/desember þar sem magn blaðgrænu-a verður um 7 µg/l.

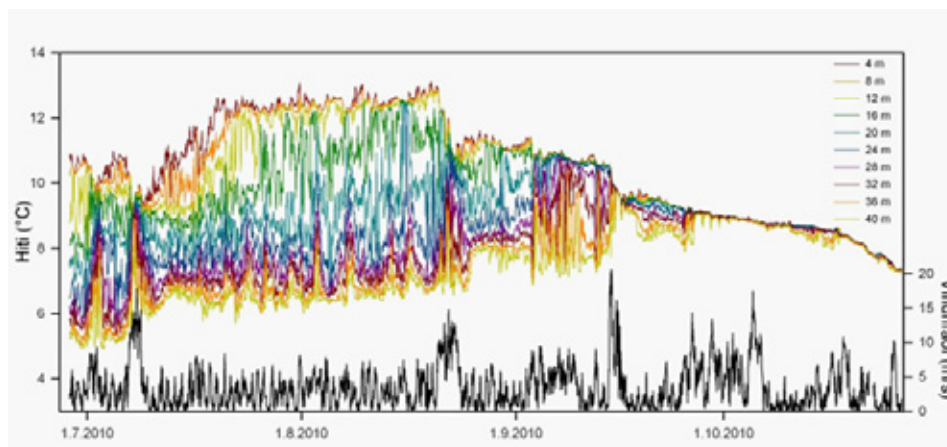
Að sumri til mælist magn blaðgrænu-a oftast innan viðmiðunarmarkna fyrir hæsta vatnsgæðaflokk fyrir djúp vötn (<2 µg/l) skv. reglugerð nr. 796/1999 um varnir gegn mengun vatns. Annars falla blaðgrænusýnin í annan (2-5 µg/l) eða þriðja gæðaflokk (5-10 µg/l).

1. Hilmar J. Malmquist o.fl. 2010. Vöktun á lífríki og vatnsgæðum Þingvallavatns. Gagnaskýrsla fyrir árið 2009. Náttúrufræðistofa Kópavogs. Fjölrit nr. 1-10. 36 bls.

2. Hilmar J. Malmquist o.fl. 2010. Climate change and its effects on lakes in SW-Iceland. Bls. 34-35. Í: Hrunn Ó. Andradóttir (ritstj.), Proceedings of the 14th International Workshop on Physical Processes in Natural Waters, June 28 - July 1, 2010, Reykjavík, Iceland. 166 bls.

3. Veðurstofa Íslands:

<http://portal.belgingur.is/?fromdate=28.+6.+2010&to-date=26.+10.+2010&freq=hour&st=1596&attr=f&mode=form>



1. mynd. Hitasítrir á tíu mismunandi dýpum fyrir miðju Þingvallavatni á tímabilinu 28.06-26.10.2010, ásamt 10 mínútna meðalvindhraða á Þingvöllum. 3 Botndýpi á mælistöðinni er 43 m.

VÖKTUN YLSTRANDARINNAR Í NAUTHÓLSVÍK

Eftir að skólpútrásur í fjörum var lokað í Reykjavík upp úr 1998 var unnt að opna Ylströndina í Nauthólsvík. Afgangs hitaveituvatn er notað í setlaug og strandpott auk þess að renna í sjávarlónið sem breytir hitastiginu verulega í sjónum miðað við aðrar strendur Reykjavíkur og gerir sjóinn baðhæfan. Góð aðsókn hefur verið að Ylströndinni, sem er með Bláfánann og koma nú að meðaltali 350.000 gestir á hverju ári á ströndina. Það er því óhætt að segja að ströndin hafi fest sig í sessi sem vinsæl baðströnd í borgarlandinu sem laðar að jafnt innlenda sem erlenda gesti.

Ylströndin flokkast sem náttúruleg en reglugerð um slíka baðstaði hefur enn ekki verið sett. Eftir því sem við á er við eftirlit stuðst við reglugerð nr. 941/2002 um hollustuhætti og reglugerð nr. 457/1998 um hollustuhætti á sund-

og baðstöðum. Mælingar á örverufræðilegum gæðum baðvatnsins hafa verið framkvæmdar á vegum Heilbrigðiseftirlits Reykjavíkur síðan fyrir árið 2000 sem mælir heildargerlafjölda við 37°C, saurkóli og pseudomonas í setlaug, strandpotti og sjávarlóni.

Til samanburðar er tekið sýni austan baðlónsins, við Siglunesbryggju. Einnig fer fram innra eftirlit af hálfu rekstraraðila strandarinnar, Íprótta- og tólmstundasviðs Reykjavíkurborgar.

Baðstrandalífið er fjörugast á góðviðrisdögum á sumrin en einnig hefur þeim sem stunda sjósund árið um kring fjölgað margfalt í Nauthólsvík. Það er því afar mikilvægt að vakta svæðið með tilliti til örverumengunar og tryggja þannig öryggi og ánægju baðgesta.

Kristín Ólafsdóttir¹, Elin V. Magnúsdóttir¹, Ellen Magnúsdóttir^{1,2}, Karl Skírnisson³, Þorvaldur Björnsson² og Ævar Petersen²
1 Rannsóknastofu í hjfja- og eiturfnafræði HÍ, 2 Náttúrufræðistofnun Íslands, 3 Keldur, Tilraunastöð HÍ í meinafræði

ÞRÁVIRK LÍFRÆN EFNI Í FUGLUM Á ÍSLANDI

Talsverðar rannsóknir hafa farið fram á útbreiðslu þrávirkra lífrænna efna í náttúru Íslands. Styrkur efnaflokka eins og PCB efna, DDT efna, HCB, HCH efna, klórdan efna, toxafena og PBDE efna, hafa verið greind í brjóstvöðva, lifur, eggjum, fitukirtli og/eða fjöðrum ýmissa fuglategunda sem verpa á Íslandi. Rjúpur, sem eru neðst í fæðukeðjunni voru lítið mengaðar, en höfðu þó mælanlegt magn PCB og DDT efna í brjóstvöðva. Styrkur efnanna hækkaði þegar ofar dró í fæðukeðjuna, t.d. í sendlingi, lóu, stökkönd, skúfönd, æðarfugli og teistu en var mestur í fuglum sem lifa við sjó. Fálkar og skúmar sem tróna efst í fæðukeðjunni hafa safnað í sig óhemjumiklu af efnun, sambærilegu við styrk efnanna í sömu tegundum annars staðar á norðurlóðum. Þessa mengun virðist að mestu mega rekja til langdrægs flutnings efnanna, þar sem þau berast saman í lífverunum, en staðbundin mengun PCB efna er þó til staðar við sorphauga á höfuðborgarsvæðinu sem mátti sjá bæði í klettadoppu og sendlingum og líklegt er að HCB efni berist bæði staðbundið og langt að komið í lífveru á Íslandi. Styrkur efnanna minnkaði hægt í teistum á Breiðafirði á árunum 1976-1996 og var helmingunartími þrávirkustu PCB efna allt að 19 ár. Tímabil í lífi fugla einkennast gjarnan af miklum sveiflum í þyngd og sýnt er að þegar forðafitan hverfur, verður endurdreifing á styrk efnanna í hin ýmsu líffæri og getur styrkur þeirra hækkað verulega og hugsanlega valdið bráðum eitúráhrifum. Sterk tengsl eru milli aldurs og magns efnanna í brjóstvöðva ungra fálka, en engin aldursbundin tengsl fundust í teistum. Í sjófuglum næst hugsanlega jafnvægi á milli inntöku og losunar efnanna, sem m.a. verður um fitukirtil. Styrkur flestra þrávirkra lífrænna efna er hærri í skúmi frá Bjarnarey við N-Noreg en í skúmi sem verpir á Íslandi, sem er þó mun meiri en í sömu tegund frá Skotlandi.



Þannig ræður nálægð við uppsprettur mengunarinnar ekki styrk efnanna í lífverum á norðurlóðum, fremur fæðuval sem oft er fábreyttara eftir því sem norðar dregur. Þá gæti styrkur efnanna á vetrarstöðvum fuglanna einnig skýrt þennan mun.

ÞRÁVIRK LÍFRÆN EFNÍ Í ÍSLENSKUM ÞORSKI, *GADUS MORHUA*

Þrávirk lífræn efni eru nefnd svo vegna þess hversu stöðug þau eru í náttúrunni en þetta eru efni sem eru fituleysanleg og safnast upp í lífverum og magnast upp fæðukeðjuna. Rannsóknir hafa sýnt fram á ýmis eituráhrif sem efnin hafa á heilsu manna og dýra má þar m.a nefna lífraskemmdir, krabbamein, sortuæxli, áhrif á hormónakerfi, taugakerfi og skjaldkirtil.

Þrávirk lífræn efni hafa ekki áður verið greind í þorski hér við land þar sem einstaklings breytileiki er skoðaður eins og gert var hér. Þorsksýni voru tekin á árunum 2007-2009 og hafa fiskarnir verið mældir og vigtaðir nákvæmlega auk þess sem þeir hafa verið kyngreindir og kvarnir hafa verið teknar til aldursgreininga. ASE (Accelerated Solvent Extraction) tæki er notað til útdráttar efnanna og er n-hexane notað sem leysir, eftir útdrátt eru sýnin hreinsuð frekar með brennisteinssýru til að fjarlægja þá fitu sem kann að vera eftir í sýnunum. Eftir útdrátt og hreinsun sýna fer greining efnanna fram með GC-ECD (gasgreini) og er notast við tvær mismunandi súlur DB-5 og DB-1701.

Greind eru 7 mismunandi PCB efni svonefnd PCB7 eða marker PCB og fjögur varnarefni þ.e. toxaphene 26,

toxaphene 50, HCB (hexachlorobenzene) og p,p'-DDE (p,p'-Dichlorodiphenyldichloroethylene). Mælingar á PCB efnunum voru gerðar á holdi 64 fiska og í holdi sömu fiska voru varnarefnin mæld í 52 fiskum og síðan öll efnin mæld í lifrum 38 fiska. Summa PCB7-efna var umtalsvert hærri en summa varnarefnanna og reyndust PCB7-efnin í flestum tilfellum vera undir 1,0 µg/kg votvigtar í holdinu en í lifrunum var magnið yfirleitt á bilinu 100 – 300 µg/kg votvigtar en summa varnarefnanna var mun lægri. Tölfræðilega er verið að kanna hvort það er samband á milli magns efnanna í fiskinum og m.a aldurs, kyns, stærðar, veiðisvæða o.fl. at-riða, ásamt því að kanna hvort samband sé á milli magns í mismunandi vefjagerðum.

Ljóst er að magn þrávirkra lífrænna efna í holdi íslenska þorsksins er langt undir þeim hámarksgildum á magni efnanna sem leyfilegt er að séu í fiski og fiskafurðum.

Lárus Rúnar Ástvaldsson¹, Hrunn Ólöf Andradóttir² og Tryggvi Þórðarson³
1 Meistararnemi í umbverfis- og audlindafræði, Háskóla Íslands, 2 Dósent, Umbverfis- og byggingarverkfræðideild Háskóla Íslands, 3 Heilbrigðisfulltrúi, Heilbrigðis-
eftirliti Reykjavíkur

BLÝ Í NEYSLUVATNI Í HÚSUM: KÖNNUN Á ÞREMUR VATNSVEITUSVÆÐUM Á SV-ÍSLANDI

Blýmengun getur valdið varanlegu heilsutjóni, sérstaklega hjá börnum. Drykkjarvatn getur mengast af blýi ef vatnsleiðslur eða lóðningar þeirra innihalda blý. Slík blýmengun mældist á Keflavíkurlflugvelli sem varð til þess að varnarliðið blandaði sinkorthofosfati (ZOP) varnarefni í vatnið árið 1999. Markmiðin með þessu rannsóknaverkefni voru að skoða hvort hættu væri á því að blýmengun tæki sig upp að nýju eftir að íblöndun varnarefna var hætt árið 2007, og hvort blýmengun gæti verið til staðar á öðrum veitusvæðum þar sem eirlagnir væru lóðaðar saman með blýblönduðu tinni, líkt og á Keflavíkurlflugvelli. Gerð var ítarleg leit að húsum með eirlögnum sem settar voru saman með blýblönduðu tinni. Sýni voru tekin úr vatni sem hafði legið a.m.k. sex klukkustundir í húsalögnum með fyrstu bunu aðferð. Helstu niðurstöður rannsóknarinnar eru þær að útbreiðsla lagna með blýblönduðu tinni virðist vera óalgeng á SV-Íslandi utan Keflavíkurlflugvallar. Þrjátíu og tvö vatnssýni tekin í fjórum mismunandi bæjarfélögum árið 2009 greindust öll með blýinnihald undir heilsuverndarmörkum (10 µg/L). Lágt blýinnihald vatns virðist að miklu leyti ráðast af flóknu samspili eðlis- og efnafræðilegra eiginleika drykkjarvatns á gosbeltinu suðvestanlands. Niðurstöðurnar benda til þess að íblöndun klórs og/eða flúors geti aukið blýmengun í neysluvatni þar sem lagnir og eiginleikar vatnsins eru svipaðir og á Keflavíkurlflugvelli. Mikilvægt er að hafa þessa hættu í huga komi einhvern tíma til þess að sóttverja eða flúorbæta íslenskt vatn. Hæsta blýinnihald mældist í viðmiðunarsýnum þar sem ekki greindist blý í lóðningum, sem gefur til kynna að blý geti leynst í öðrum pípu-
lagningaefnum innanhús eins og t.d. blöndunartækjum og tengibúnaði. Til að lágmarka líkur á að mengun frá pípu-
lagningaefnum



innanhuús berist til neytenda, mætti forvarnarstarf miða að því að upplýsa almenning, sérstaklega börn, um mikilvægi þess að drekka ekki fyrstu bunu á morgnana. Einnig mætti endurskoða reglugerð nr. 536/2001 um neysluvatn bæði hvað varðar sýnatökutiðni og sýnatökuaðferðir fyrir eftirlit á blýmengun í samræmi við samsvarandi reglugerðir í Evrópu og Bandaríkjunum.

ÞRÁVIRK LÍFRÆN MENGUNAREFNI Í BLÓÐI BARNSHAFANDI KVENNA Á ÍS- LANDI FRÁ 1995 - 2009

Inngangur: Þrávirk lífræn efni er stór hópur skyldra efna sem eru stöðug bæði í náttúrunni og í lífverum. Þau eru mjög fituleysanleg og berast því auðveldlega inn í lífverur og eykst magn þeirra eftir því sem ofar dregur í fæðukeðjuna. Þau berast um heiminn með loft- og sjávarstraumum og finnast nú nær allstaðar eins og á Íslandi þar sem notkun flestra efnanna hefur verið sáralítill. Flest efnin eru lítið bráðeitrufæ, en langtímaáhrif eru talin tengjast ónæmis-kerfni, krabbameinsmyndun og truflun á hormónabúskap. Talið er að fóstur séu viðkvæmust fyrir áhrifum efnanna. Flestar þjóðir heims (151) hafa gert með sér samkomulag um takmarkaða notkun og ábyrga förgun þrávirkustu efnanna.

Efniviður og aðferðir: Konur á 30.-40. viku meðgöngu gáfu 20 mL blóðsýni og svöruðu stuttum spurningalista. Greindur var styrkur eftirfarandi þrávirkra lífrænna efna í plasma með gasgreiningu: 18 PCB efni, HCB, 3 HCH-efni, 4 klórdan-efni, 2 toxafen-efni og 4 DDT-efni og 2009 voru ný mengunarefni PBDE efni og PFC efni könnuð í fyrsta sinn.

Niðurstöður: Þróun mengunar í konum á Íslandi var könnuð árin 1995, 1999, 2004 og 2009. Einnig var athugað hvort styrkur efnanna tengdist líkamsþyngdarstuðli, fæðuvejum, aldri, barnafjölda og tímalengd brjóstgajafar. Frá 2004 hefur orðið marktæk lækkun á magni PCB efna, HCB og β -HCH, trans-nónaklór, oxyklórdans og p,p'-DDE. Í fyrsta sinn voru greind PBDE og perflúor-efni. Frá árinu 1995 hefur magn þrávirkra lífrænna efna í plasma barnshafandi kvenna lækkað á bilinu 17-35%, ný efni eru í svipuðu magni og í öðrum konum á norðlægum slóðum.

Ályktanir: Niðurstöðurnar benda til að styrkur þrávirkra lífrænna efna sé að lækka í náttúru Íslands en einnig gætu breyttar matarvenjur, einkum á sjávarfangi haft áhrif til lækkunar á styrk efnanna í Íslendingum.

Eva Benediktsdóttir, Helga Guðrún Óskarsdóttir, Herdis Eva Hermundardóttir og Jörundur Svavarsson
Líf- og umhverfisvísindadeild, Verkfræði- og náttúruvísindasvið, Háskóli Íslands

SJÚKDÓMSVALDANDI SJÁVARBAKTERÍUR VIÐ STRENDUR ÍSLANDS

Vibrio cholerae er sjávarbaktería sem þekkt er fyrir að valda kólerufaraldri og landlægum niðurgangi. Hún finnst aðallega við strendur og árósa þar sem sjór er hlýr og lítil selta. Mörg afbrigði eru til af tegundinni, og eru það aðallega tvær sermisgerðir sem valda kólerufaraldri en aðrar valda m.a. magakveisu og eyrnabólgu. Náskyldar *V. cholerae* eru *Vibrio parahaemolyticus*, sem veldur niðurgangi, og *V. vulnificus*, sem veldur hættulegum sársýkingum og blóðsýkingum. Sýkingar í mönnum af völdum þessara baktería eru tengdar neyslu á sjávarfangi, einkum hráum fiski, lindýrum og krabbadýrum, og/eða sjóbböðum. Víbrusýkingar koma reglulega upp að sumarlagi á strandsvæðum Evrópu, Japan og Bandaríkjana.

Sýnt hefur verið fram á að *Vibrio cholerae* bakterían lifir góðu lífi við strendur Íslands*. Þessar bakteríur ræktast frá stöðum þar sem heitt vatn rennur í flæðarmáli og blandast sjónum. Slíkir staðir eru margir á Íslandi, bæði þar sem heitt vatn hefur runnið úr náttúrulegum hverum um aldaðir, svo og við útrásir frá hitaveitum, og skapa kjöraðstæður fyrir *V. cholerae*. Hinir volgu hverir og hitaútreymi af manna völdum eru gróðrastíur fyrir þessar örverur og þaðan berast þær út og dreifast um sjóinn. Það hefur komið í ljós við rannsóknir á *V. cholerae* stofnum sem hér hafa fundist að þeir búa yfir mörgum þeim eiginleikum sem menn hafa tengt við sýkingar í mönnum.

Leitað var með ræktun að *V. cholerae*, *V. parahaemolyticus* og *V. vulnificus* í sjó, þara, kræklingi og lindýrum við hitaveituútrás við Ægissíðu í Reykjavík og að *V. cholerae* í sjósýni við Sörlaskjól í Reykjavík, um 1 km. frá hitaveituútrásinni. *V. cholerae* fannst á báðum stöðum og *V. parahaemolyticus* fannst í sjósýni við Ægissíðu, en *V. vulnificus* fannst ekki.

Nú er víða farið að krefjast rannsókna á meðalhitakærum vibríum í sjávarafurðum vegna heilbrigðissjónarmiða. Þessar bakteríur koma ekki fram við reglubundið eftirlit, heldur þarf að leita sérstaklega að þeim. Nauðsynlegt er að kanna betur útbreiðslu og vistfræði þessara baktería hér við land til þess að geta metið þá hættu sem af þeim stafar vegna heilbrigðissjónarmiða, útflutnings á sjávarafurðum og fyrir fiskeldi.

*Benediktsdóttir, E., Bradd Haley and Diaz, C.M. (2009). *Vibrio cholerae* from geothermally active localities along the Icelandic coast. Lecture at FEMS 2009, 3rd Congress of European Microbiologists, Gothenburg, Sweden, June 28 – July 2 2009. Útdráttur í Program Book bls. 43.

VÖKTUN OG RANNSÓKNIR

Fyrsta stóra ráðstefnan sem fjallaði um mengun á Íslandi var haldin fyrir fjörutíu árum síðan, dagana 26-27. febrúar 1971. Þá voru umbrotatímar í þessum málaflokki hér á landi sem annarstaðar. „Raddir vorsins þagna“, tímamótaverk Rachel Carson hafði komið út á íslensku sex árum fyrr. Lög um eiturefni og hættuleg efni voru samþykkt árið 1968 og lög um hollustuhætti og heilbrigðiseftirlit árið 1969. Fyrsta umhverfisráðstefna Sameinuðu þjóðanna var haldin ári síðar í Stokkhólmi. Hugtakið mengun í núverandi merkingu er þó mun eldra, það er t.d. að finna í skýrslu um mengun í vatni frá 1921, fyrir 90 árum síðan.