

Minnisblað

Til:	Verkefnastjórnar Rammaáætlunar
Frá:	Ragnhildur G. Finnbjörnsdóttir, umhverfis- og auðlindafræðingur og doktorsnemi í lýðheilsuvísindum við HÍ
Dags:	19. janúar 2016
Efni	Möguleg áhrif brennisteinsvetnis á heilsu manna

I. Inngangur

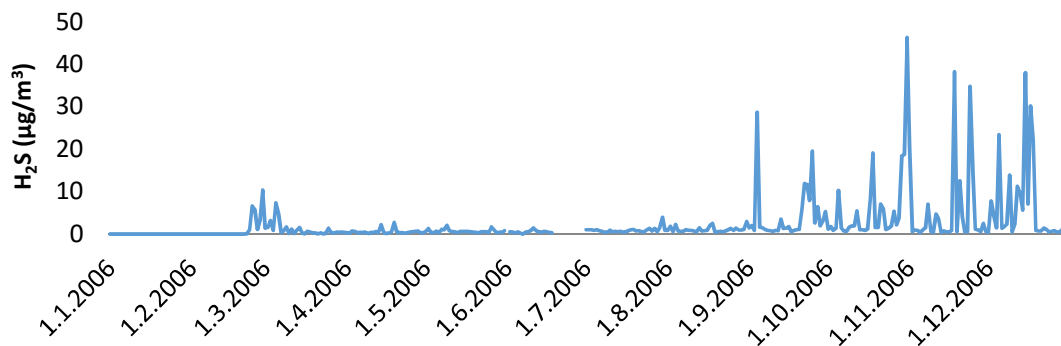
Verkefnastjórn Rammaáætlunar hefur leitað til Ragnhildar G. Finnbjörnsdóttur og óskað eftir kynningu á mögulegum áhrifum brennisteinsvetnis (H_2S) á heilsu manna.

Í eftirfarandi umfjöllun verður byrjað að fara í almenna umfjöllun á H_2S s.s. upphaf mælinga í Reykjavík, styrk efnisins á höfuðborgarsvæðinu o.fl. (II. kafli). Þá verður fjallað um erlendar rannsóknir á mögulegum áhrifum H_2S í lágum styrk á heilsu manna (III. kafli) og að svo búnu verður vikið að íslenskum rannsóknum um efnið (IV. kafli). Loks verða helstu niðurstöður umfjöllunarinnar dregnar saman (V. kafli).

II. Almennt um H_2S

H_2S er litlaus gastegund með einkennandi lykt sem er stundum líkt við lykt af skemmdum eggjum (hveralykt). Helstu uppsprettur efnisins á Íslandi eru jarðhitasvæði og jarðvarmavirkjanir en aðrar uppsprettur eru olíuhreinsistöðvar, pappaverksmiðjur og aðrar verksmiðjur sem eru ekki eins algengar hér á landi.

Mælingar á H_2S í Reykjavík hófust í febrúar 2006 en Hellsheiðarvirkjun hóf rafmagnsframleiðslu í október sama ár (1. mynd). Mælieining brennisteinsvetnis sem er almennt notuð á Íslandi eru míkrogrömm á rúmmetra ($\mu g/m^3$).



1. mynd. Mælingar brennisteinsvetnis á Grensásvegi árið 2006. Mælingar hófust í febrúar en Hellsheiðarvirkjun hóf rafmagnsframleiðslu í október.

Í reglugerð um styrk brennisteinsvetnis í andrúmslofti (nr. 514/2010) má finna umhverfismörk fyrir brennisteinsvetni á Íslandi, en stutta samantekt má sjá í 1. töflu. Einungis má fara þrisvar sinnum yfir 24ra stunda heilsuverndarmörkin á Íslandi á ári. Í flestum tilfellum eru mæld gildi undir mörkum reglugerðarinnar, en sem dæmi árið 2013 var ársmeðaltal brennisteinsvetnis einungis 3.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ og hæsta 24ra stunda meðaltalið var 45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Nefna má að rannsóknir hafa sýnt að styrkur H_2S mælist hærrí í Reykjavík í hægri austanátt (vindstyrkur undir 4 m/s) og hitastig rétt undir frostmarki [1-3].

1. tafla: Umhverfismörk brennisteinsvetnis á Íslandi ásamt heilsuverndarmörkum Alþjóða heilbrigðismálastofnunar (WHO).

Umhverfismörk	Viðmiðunartími	Mörk ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Heilsuverndarmörk	Hámark daglegra hlaupandi 24ra stunda meðaltala	50
Heilsuverndarmörk	Ár	5
Heilsuverndarmörk Alþjóða heilbrigðismálastofnunar (WHO)	Hámark daglegra hlaupandi 24- stunda meðaltala	150

Áhrif H_2S í mjög háum styrk eru mörg og vel þekkt og nokkrir andadrættir í mjög háum styrk (>1.400.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) gætu leitt til dauða [4,5]. Áhrif H_2S í lágum styrk er ekki eins vel þekkt en hér á eftir verður farið yfir helstu niðurstöður erlendra og íslenskra rannsókna á mögulegum heilsufarslegum áhrifum H_2S í lægri styrk.

III.

Niðurstöður erlendra rannsókna

Erlendar rannsóknir á áhrifum H_2S á heilsu manna einblína einkum á mögulega langtíma áhrif af viðvarandi útsetningu á H_2S . Oft á tíðum eru uppspretturnar aðrar en hér á Íslandi s.s. olíuhreinsistöðvar [6], pappírverksmiður [7], svínabú [8-11] o.fl. en einnig má finna rannsóknir frá Rotorua á Nýja-Sjálandi [12,13] en Rotorua er um 60.000 manna borg staðsett á jarðvarmasvæði. Í mörgum þessara rannsókna benda niðurstöður til sambands milli langtíma útsetningar á H_2S og

- Aukinna einkenna í lungum [7,9], minni afkastagetu lungna [14]
 - Mostaghni og fl. fundu ekki samband milli H_2S útsetningar og minni afkastagetu lungna [6]
- Aukinna höfuðverka og einkenna frá miðtaugakerfi [7,10]
- Vitsmunaskerðingar (declined cognitive function) [11]
 - Reed og fl. fundu ekki sambandi milli H_2S útsetningar og vitsmunaskerðingar [15]
- Aukinna dauðsfalla af allra sökum og vegna lungnasjúkdóma og lungnakrabbameins [12,16]
- Aukinna koma á heilsugæslustöðvar og sjúkrahúsa vegna hjarta- og æðasjúkdóma og lungnasjúkdóma [13,17-19]

Að auki eru fleiri nýlegar rannsóknir frá Rotorua sem finna ekkert samband milli langtíma útsetningar á H₂S og skertrar lungnastarfsemi eða astma [20,21].

IV.

Niðurstöður íslenskra rannsókna

Nokkrar rannsóknir hafa verið gerðar á Íslandi á áhrifum loftmengunar á heilsu manna en hér verða dregnar fram helstu niðurstöður sem tengjast H₂S.

H₂S og lyfjanotkun í Reykjavík

Tvær rannsóknir hafa verið gerðar á sambandi milli loftmengunar (m.a. H₂S) og lyfjanotkunar í Reykjavík. Annarsvegar voru skoðuð astmalyfjanotkun [22] og hinsvegar hjartalyfjanotkun [23]. Ekki fannst samband milli H₂S og hjartalyfjanotkunar en aftur á móti fannst samband við astmalyfjanotkun. Hér er stutt lýsing á þeirri rannsókn og niðurstöðum hennar.

Rannsóknartímabil: 8. mars 2006 til 31. desember 2009

Gögn notuð

1. Loftgæðamælingar Umhverfisstofnunar frá Grensásvegi
2. Gögn úr lyfjagagnagrunni Landlæknisembættisins

Helstu niðurstöður tengdar H₂S

1. Þremur til fimm dögum eftir að þriggja daga meðaltal H₂S í Reykjavík hækkaði um 10 µg/m³ þá jukust astmalyfjaúttektir um 2%

H₂S og dánartíðni í Reykjavík

Ein rannsókn hefur verið framkvæmd á sambandi milli H₂S og dánartíðni í Reykjavík [24]. Hér er stutt lýsing á þeirri rannsókn og niðurstöðum hennar.

Rannsóknartímabil: 1. janúar 2003 til 31. desember 2009

Gögn notuð

1. Loftgæðamælingar Umhverfisstofnunar frá Grensásvegi
2. Gögnum úr dánarmeinaskrá Landlæknisembættis

Helstu niðurstöður tengdar H₂S

1. Einum og tveimur dögum eftir 2,6 µg/m³ hækkun í 24ra stunda meðaltali H₂S yfir sumarmánuði (maí til október) var um 5% aukning í dauðsföllum af náttúrulegum sökum (ekki slys eða eitranir) meðal allra einstaklinga
2. Sama dag og einum degi eftir 2,6 µg/m³ hækkun í 24ra stunda meðaltali H₂S var um 2% aukning í dauðsföllum af náttúrulegum sökum meðal eldri einstaklinga (80 ára og eldri)
3. Sama dag og 24ra stunda meðaltal H₂S hækkaði um 2,6 µg/m³ þá var tæp 3% aukning í dauðsföllum af náttúrulegum sökum meðal karla
4. Ekki fannst samband milli H₂S og dauðsfalla af völdum hjarta- og/eða æðasjúkdóma

Sérstaklega var skoðað hvort það væri samband milli H₂S yfir 7 µg/m³ (lyktarmörk) og dauðsfalla. Þar kom einnig í ljós samband milli þessara þátta tveimur til þremur dögum eftir að 24ra stunda meðaltal H₂S fór yfir þessi mörk (7 µg/m³).

H₂S og innlagnir og komur á Landspítala Háskólasjúkrahús (LSH) – í birtingaferli

Nýjasta íslenska rannsóknin á sambandi milli H₂S og heilsufarsbrest skoðar sambandið milli H₂S og innlagna og koma á LSH. Þessi rannsókn er í birtingaferli og því eru niðurstöður ekki tiltækar þeirra en má vænta á næstu mánuðum. Hér er þó stutt lýsing á sjálfri rannsókninni.

Rannsóknartímabili: 1. janúar 2007 til 30. júní 2014

Gögn notuð

1. Módeleraður styrkur H₂S á 5 mismunandi svæðum á höfuðborgarsvæðinu
2. Gögn um innlagnir og komur á bráðamóttöku LSH frá Innlagna- og komuskrá LSH
3. Landfræðileg hnit heimilisfanga sjúklinga
4. Gögn um fjarlægð allra heimilisfanga á höfuðborgarsvæðinu frá stærstu umferðaræðum í Reykjavík

Sérstaklega er athugað hvort það sé þröskuldur í mögulegum áhrifum H₂S og áhrifa sem leiða til innlagna á LSH eða koma á bráðamóttöku LSH. Einnig er athugað hvort samband sé milli H₂S yfir 7 µg/m³ og innlagna á LSH eða koma á bráðamóttöku.

Niðurstöður má vænta á næstu mánuðum þar sem rannsóknin er í birtingaferli.

V.

Samantekt

Á Íslandi eru sérstakar aðstæður sem ekki er að finna víða annarsstaðar. Styrkur H₂S er almennt lágur og ekki viðvarandi heldur mælist hann hærrí við ákveðnar veðurfarsaðstæður. Því eru ekki margar rannsóknir sem hafa kannað svipaðar aðstæður. Erlendar rannsóknir einblína mikið á möguleg langtímaáhrif af stöðugri H₂S útsetningu en íslenskar rannsóknir skoða frekar skammtímaáhrif á ósamfelldri H₂S útsetningu. Því er erfitt að bera þessar rannsóknarniðurstöður saman og fara þarf varlega í að álykta hvort samband sem fundist hefur milli H₂S og heilsufarsbrests á Íslandi sé orsakasamband. Nauðsynlegt er að framkvæma fleiri rannsóknir á þessu sviði við sér-íslenskar aðstæður til að svara þeirri spurningu. Hafa ber þó í huga að niðurstöður íslenskra rannsókna gefa ákveðnar vísbendingar í átt að orsakasamhengi.

Heimildir

1. Thorsteinsson T, Hackenbruch J, Sveinbjörnsson E, Jóhannsson T (2013) Statistical assessment and modeling of the effects of weather conditions on H₂S plume dispersal from Icelandic geothermal power plants. *Geothermics* 45: 31-40.
2. Olafsdóttir S, Gardarsson S (2013) Impacts of meteorological factors on hydrogen sulfide concentration downwind of geothermal power plants. *Atmospheric Environment* 77: 185-192.
3. Olafsdóttir S, Gardarsson S, Andradóttir H (2014) Spatial distribution of hydrogen sulfide from two geothermal power plants in complex terrain. *Atmospheric Environment* 82: 60-70.
4. Chou C (2003) Hydrogen Sulfide: Human Health Aspects. Concise International Chemical Assessment Document 53. World Health Organization, Geneva.
5. World Health Organization (2000) Air quality guidelines for Europe.
6. Mostaghni AA, Nabipour I, Dianat M, Hamidi B (2000) Pulmonary symptoms and spirometric values in Kangan sour gas refinery workers. *Archives of Environmental Health: An International Journal* 55: 297-299.
7. Partti-Pellinen K, Marttila O, Vilkkka V, Jaakkola JJ, Jäppinen P, et al. (1996) The South Karelia Air Pollution Study: effects of low-level exposure to malodorous sulfur compounds on symptoms. *Archives of Environmental Health: An International Journal* 51: 315-320.
8. Wing S, Horton RA, Marshall SW, Thu K, Tajik M, et al. (2008) Air pollution and odor in communities near industrial swine operations. *Environ Health Perspect* 116: 1362-1368.
9. Schinasi L, Horton RA, Guidry VT, Wing S, Marshall SW, et al. (2011) Air pollution, lung function, and physical symptoms in communities near concentrated swine feeding operations. *Epidemiology* 22: 208-215.
10. Kilburn KH (2012) Human impairment from living near confined animal (hog) feeding operations. *Journal of environmental and public health* 2012.
11. Kilburn KH, Thrasher JD, Gray MR (2010) Low-level hydrogen sulfide and central nervous system dysfunction. *Toxicology and industrial health*.
12. Bates MN, Garrett N, Graham B, Read D (1998) Cancer incidence, morbidity and geothermal air pollution in Rotorua, New Zealand. *International journal of epidemiology* 27: 10-14.
13. Bates MN, Garrett N, Shoemack P (2002) Investigation of health effects of hydrogen sulfide from a geothermal source. *Archives of Environmental Health* 57: 405-411.
14. Richardson DB (1995) Respiratory effects of chronic hydrogen sulfide exposure. *American journal of industrial medicine* 28: 99-108.
15. Reed BR, Crane J, Garrett N, Woods DL, Bates MN (2014) Chronic ambient hydrogen sulfide exposure and cognitive function. *Neurotoxicology and teratology* 42: 68-76.
16. Bates MN, Garrett N, Graham B, Read D (1997) Air pollution and mortality in the Rotorua geothermal area. *Australian and New Zealand journal of public health* 21: 581-586.
17. Campagna D, Kathman SJ, Pierson R, Inserra SG, Phifer BL, et al. (2004) Ambient hydrogen sulfide, total reduced sulfur, and hospital visits for respiratory diseases in northeast Nebraska, 1998-2000. *Journal of Exposure Analysis & Environmental Epidemiology* 14: 180-187.
18. Durand M, Wilson JG (2006) Spatial analysis of respiratory disease on an urbanized geothermal field. *Environmental Research* 101: 238-245.
19. Amaral AFS, Rodrigues AS (2007) Chronic exposure to volcanic environments and chronic bronchitis incidence in the Azores, Portugal. *Environmental research* 103: 419-423.
20. Bates MN, Crane J, Balmes JR, Garrett N (2015) Investigation of hydrogen sulfide exposure and lung function, asthma and chronic obstructive pulmonary disease in a geothermal area of new zealand. *PLoS one* 10: e0122062.
21. Bates MN, Garrett N, Crane J, Balmes JR (2013) Associations of ambient hydrogen sulfide exposure with self-reported asthma and asthma symptoms. *Environmental Research* 122: 81-87.
22. Carlsen HK, Zoëga H, Valdimarsdóttir U, Gíslason T, Hrafnkelsson B (2012) Hydrogen sulfide and particle matter levels associated with increased dispensing of anti-asthma drugs in Iceland's capital. *Environmental Research* 113: 33-39.
23. Finnbjornsdóttir R, Zoëga H, Olafsson O, Thorsteinsson T, Rafnsson V (2013) Association of air pollution and use of glyceryl trinitrate against angina pectoris: a population-based case-crossover study. *Environmental Health* 12: 38.
24. Finnbjornsdóttir RG, Oudin A, Elvarsson BT, Gíslason T, Rafnsson V (2015) Hydrogen sulfide and traffic-related air pollutants in association with increased mortality: a case-crossover study in Reykjavik, Iceland. *BMJ Open* 5.