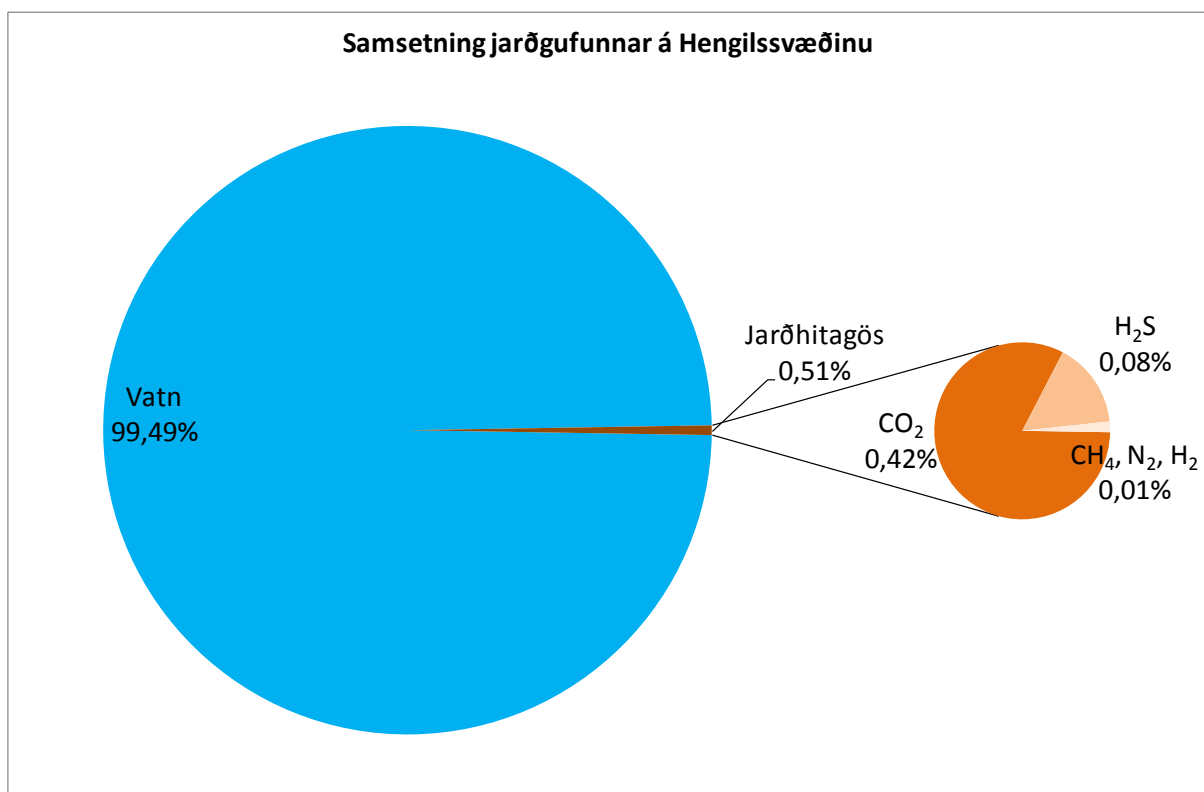


Spurningar og svör um brennisteinsvetni

1 Hvað er brennisteinsvetni?

Brennisteinsvetni, auðkennt sem H_2S í efnafræðinni, er jarðhitaloftegund sem berst upp á yfirborðið frá jarðhitasvæðum og sérstaklega við nýtingu háhitasvæða. H-ið stendur fyrir vetni og S-ið fyrir brennistein. Sameind efnisins er því mynduð úr tveimur vetnisfrumeindum á móti einni brennisteinsfrumeind. Brennisteinsvetnið er lofttegundin sem hveralyktin er af. Styrkur þess í jarðhitavökva er mismunandi frá einu jarðhitasvæði til annars. Af þeim háhitasvæðum, sem nýtt eru á Íslandi, er styrkurinn lægstur á Reykjanesskaganum.



Á lághitasvæðum er styrkur þess gjarna minni en á háhitasvæðunum þar sem lægri hiti leysir minna af jarðefnum úr berggrunninum. Vatn frá lághitasvæðum með brennisteinsvetni hefur verið nýtt í hitaveituna í Reykjavík frá árinu 1928. Við framleiðslu á hitaveituvatni í virkjunum á háhitasvæðunum er kalt vatn hitað upp en örlitlu brennisteinsvetni er blandað í það til að hreinsa úr vatninu súrefni, sem veldur tæringu í lögnum veitunnar og viðskiptavina. Þannig berst hveralykt með öllu hitaveituvatni Orkuveitu Reykjavíkur.

Í miklum styrk er brennisteinsvetni hættulegt. Dæmi eru um að við jökulhlaup tengd jarðhita undir jökli hafi vísindamenn verið hætt komnir við upptök hlaupanna og starfsfólk virkjana líka og þarf að gæta sérstakrar varúðar, ekki síst í lokuðum rýmum þar sem lofttegundin getur safnast fyrir.

2 Af hverju er meiri lykt stundum?

Framleiðsla jarðgufuvirkjananna er nokkuð stöðug og því er magn brennisteinsvetnis, sem frá þeim kemur, einnig nokkuð jafnt. Vísbendingar eru þó um að það dragi úr styrk þess í jarðhitavökvanum eftir því sem viðkomandi jarðhitasvæði hefur verið nýtt lengur.

Veður og vindar ráða mestu um það hvort brennisteinsvetnið berst frá jarðgufuvirkjunum til byggða. Mestar líkur eru á að lykt finnist í hægum vindi í svölu veðri, t.d. í vetrarstillum. Við þær aðstæður blandast

brennisteinsvetnið minna andrúmslofti og stígur lægra upp í loftið frá virkjununum. Algengast er að hveralyktin finnist á höfuðborgarsvæðinu í svölum og hægum austanáttum og austan Hellisheiðar í svölum, norðvestlægum vindáttum.

3 Hvað er Orkuveitan að gera til að draga úr menguninni?

Hreinsun brennisteinsvetnis úr útblæstri jarðgufuvirkjana hefur verið í umræðu hjá starfsfólki Orkuveitunnar allt frá því Nesjavallavirkjun var tekin í notkun, árið 1990. Skoðaðar voru aðferðir við hreinsun þess og hugmyndir skutu upp kollinum í vísindasamfélaginu um hagnýtingu þess. Þannig hefur prótínframleiðsla úr hitakærum örverum, sem nærast á brennisteinsvetni, verið á tilraunastigi um árabil. Gallinn við þá aðferð er að örverurnar kæra sig ekki um brennisteininn, sem þá verður eftir og þarf að farga honum eða koma honum í verð. Það er offramboð af brennisteini í heiminum og verð lágt.

Eftir að Hellisheiðarvirkjun var gangsett, haustið 2006, fór að bera meira á hveralykt á höfuðborgarsvæðinu. Var þá farið að leita leiða til hreinsunar með markvissari hætti en áður. Leiddi það til þess að afráðið var að rannsaka með tilraunum hvort fært sé að skilja brennisteinsvetnið frá vatnsgufunni og dæla því niður í berggrunninn aftur með affallsvatni frá virkjuninni. Niðurdæling affallsvatnsins niður í berggrunninn að nýju þjónar þeim tilgangi að auka sjálfbærni jarðhitanýtingarinnar og koma í veg fyrir að það dreifist um yfirborðið. Með því að blanda brennisteinsvetninu saman við þetta vatn er vonast til að unnt sé að losna samhliða við óþægindi tengd hveralyktinni.

Ráðist var í hönnun og smíði tilraunastöðvar sem á að skilja jarðhitalofttegundirnar frá vatnsgufunni. Eftir margháttaðar tilraunir tókst að dæla brennisteinsvetni niður með affallsvatninu í rúma viku í desember 2011. Þá gripu veðurguðirnir í taumana og raki í hreinsibúnaði, sem rekja mátti til vetrarríkisins á svæðinu, stöðvaði frekari tilraunir í bili. Aftur var dælt niður um skeið í kringum páskana og niðurdæling hefur nú staðið frá í byrjun júní.

Í töflunni má sjá hvaða fjármunum Orkuveitan hefur varið til hreinsunar á brennisteinsvetni frá Hellisheiðarvirkjun:

2008	2009	2010	2011	Samtals
38 mkr	125 mkr	131 mkr	55 mkr	349 mkr

Þá hefur Orkuveitan ráðist í umfangsmikla vöktun á magni brennisteinsvetnis í lofti. Um áramótin 2009 og 2010 voru settar upp þrjár nýjar síritandi mælistöðvar, sem reknar eru í samstarfi við Heilbrigðiseftirlit Suðurlands. Þær eru í Norðlingaholti, í Hveragerði og við Hellisheiðarvirkjun. Hægt er að fylgjast með mæligildum frá stöðvunum í rauntíma á vef Orkuveitunnar og Heilbrigðiseftirlitsins. Heilbrigðiseftirlit á höfuðborgarsvæðinu hafa rekið loftgæðamælistöðvar um nokkurra ára skeið til að fylgjast með loftgæðum, og er svifrykið þar mest í umræðu auk brennisteinsvetnisins.

4 Af hverju er Orkuveitan ekki farin að beita þeim aðferðum sem notaðar eru annarsstaðar til að hreinsa brennisteinsvetnið?

Orkuveitan hefur kynnt sér aðferðir sem beitt er þar sem brennisteinsvetni fellur til í iðnaði. Skoðunin bendir til að niðurdæling brennisteinsvetnis ofan í jarðlög að nýju sé ekki bara ódýrari en hefðbundnar aðgerðir heldur einnig miklu heppilegri frá sjónarmiði umhverfisins. Ástæðan er sú að allar iðnaðarlausnirnar eru því markli brenndar að annaðhvort fellur til brennisteinn eða brennisteinssýra, sem afurð. Hvorttveggja er markaðsvara en verðið lágt og flutningskostnaður mikill frá Íslandi á þekkta markaði. Líklega yrði því að urða brennisteininn með tilheyrandi áhrifum á umhverfið. Því eru þessi þekktu ferli við hreinsun einungis tilflutningur á viðfangsefninu, ekki lausn.

Þá er sú leið einnig þekkt að leiða útblásturinn upp í háf í því augnamiði að dreifing hans verði meiri. Það dregur ekki úr magni brennisteinsvetnisins, en með meiri blöndun við loftið, dregur úr styrk þess. Sú lausn virðist ekki vera óhóflega dýr og virðist geta lækkað toppa í styrk brennisteinsvetnis.

5 Er óhætt að fara nálægt virkjununum?

Já og Orkuveitan hefur hvatt til útivistar á jarðhitasvæðunum, sem fyrirtækið nýtir með útgáfu gönguleiðakorta og stikun göngustíga. Hægt er fylgjast með styrk brennisteinsvetnis í lofti við Helligheiðarvirkjun á vef fyrirtækisins og Heilbrigðiseftirlits Suðurlands.

6 Er brennisteinsvetnið hættulegt heilsunni?

Í því magni, sem nú mælist í byggð er það ekki talið hættulegt. Nýleg íslensk rannsókn gefur þó vísendingar um að brennisteinsvetni, ásamt öðrum loftmengunarpáttum, geti haft áhrif á öndunarfæri þeirra sem viðkvæmastir eru. Orkuveitan hefur ákveðið að styrkja frekari rannsóknir á þessu. Styrkur svifryks í andrúmslofti í Reykjavík hefur farið yfir mörk 15 til 29 daga á ári frá 2008. Styrkur brennisteinsvetnis fór þrisvar yfir viðmiðunarmörk í Hveragerði árið 2011 en var alltaf undir mörkum í Norðlingaholti.

Erlendar rannsóknir, þar sem leitað hefur verið langtímaáhrifa af brennisteinsvetni í litlu magni á fólk, hafa gefið misvísandi niðurstöður, sem erfitt hefur reynst að draga ályktanir af. Ákvarðanir um umhverfismörk brennisteinsvetnis, hér á landi og erlendis, eru ekki byggðar á faraldsfræðilegum rannsóknnum eins og gert hefur verið fyrir svifryk, óson og brennisteinsoxið.

Í miklum styrk er brennisteinsvetni stórhættulegt og ber því að gæta fyllstu varúðar þar sem það getur safnast saman. Það getur t.d. gerst inni í borholuhúsum, stöðvarhúsum eða öðrum mannvirkjum jarðgufuvirkjana og getur einnig orðið í náttúrunni svo sem við jökulhlaup eða eldgos.

Taflan hér að neðan sýnir áhrif brennisteinsvetnis á mannlíkamann við mismunandi styrk þess, mælt í míkrogrömmum á rúmmetra. Inn í töfluna eru feitiletruð reglugerðarmörk hér á landi. Hún er byggð á samantekt Kristins Tómassonar og Friðriks Daníelssonar, sérfræðinga hjá Vinnueftirlitinu.

Neðri mörk µg/m ³	Efri mörk µg/m ³	Áhrif - umhverfismörk
1	190	Lyktarskynsmörk (fólk byrjar að finna lykt en það er misnæmt fyrir lyktinni)
5		Leyfilegt ársmeðaltal
50		Hámark daglegs hlaupandi 24 stunda meðaltals
150		<i>Sólarhringsmeðaltal heilsuverndarviðmiðs Alþjóða heilbrigðisstofnunarinnar</i>
1.400	7.100	Óþægileg lykt, mögulega ógleði eða höfuðverkur eftir lengri viðveru
14.000		Hámark 8 klst. viðvera skv. vinnuverndarreglugerð
21.000		Hámark 15 mínútna viðvera skv. vinnuverndarreglugerð.
29.000	71.000	Ertling í nefi, hálsi og lungum, meltingarónot, lysterleysi, lyktarskyn dofna og verður ekki lengur öruggt merki um mengunina.
143.000	286.000	Veruleg óþægindi frá nefi, hálsi og lungum, lyktarskyn hverfur alveg.
357.000	714.000	Mögulega banvænt. Lungnabjúgur myndast, sérlega við lengra álag, jafnvel án miðtaugakerfiseinkenna, s.s. Höfuðverks, ógleði og svima
714.000		Mikil lungnaeinkenni, spennu í líkama, höfuðverkur, svimi, óstöðugleiki, yfirlíð. Meðvitundarleysi og dauði innan 4-8 klukkustunda. Minnistruflanir.
714.000	1.429.000	Öndunarlömun, óreglulegur hjartsláttur, dauði. Einkenni lungnabjúgs, brjóstverkir og andnauð, geta komið fram eftir allt að 48 klukkustundir eftir að einstaklingur hefur lent í mengun.

7 Er brennisteinsvetnið hættulegt tækjum?

Brennisteinsvetni veldur því að það fellur á málma, t.d. silfur og kopar. Fólk í austari hluta borgarinnar hefur sagst telja að það falli hraðar á silfur eftir að Helligheiðarvirkjun tók til starfa. Þá þarf að verja rafbúnað, sem inniheldur kopar, fyrir áhrifum brennisteinsvetnisins þar sem það er í háum styrk eins og í virkjununum sjálfum.

8 Get ég losnað við hveralyktina úr kranavatninu heima hjá mér?

Já, það er hægt með því að setja upp varmaskipti fyrir þann hluta heita vatnsins sem ekki fer á ofnana heldur inn á neysluvatnskerfið, þ.e. í krana, baðkór o.s.frv. Í nýrri byggingareglugerð er að finna ákvæði um varmaskipti eða uppblöndunarloka á heitavatnskerfinu. Þar er ákvæðið til þess að koma í veg fyrir að of heitt vatn komi úr krönum með tilheyrandi slyshættu. Sé varmaskiptir notaður í þessum tilgangi kemur upphitað kalt neysluvatn úr heitu krönum. Komi fólk sér upp slíkum búnaði þarf að huga sérstaklega vel að því að lagnaefni þoli súrefnið í upphitaða vatninu.

9 Stafar starfsfólki OR hætta af brennisteinsvetninu?

Já, það þarf að viðhafa sérstakar ráðstafanir á vinnustöðum á borð við jarðgufuvirkjanirnar til að draga úr líkum á slysum vegna brennisteinsvetnis í háum styrk. Starfsmenn bera mæla á sér sem gera viðvart fari styrkur upp í vinnuverndarmörk. Sérstakur kafli er í Öryggishandbók Orkuveitunnar þar sem starfsfólki er leiðbeint um hvernig umgangast eigi þessa hættu. Orkuveitan hefur ekki ástæðu til að ætla að við eðlilegar aðstæður sé vinnuumhverfið starfsmönnum skaðlegt. Engu að síður hefur fyrirtækið ákveðið að fylgjast sérstaklega með heilsufari starfsmanna sem vinna í brennisteinsríku umhverfi.

10 Verður útblástur Hverahlíðarvirkjunar hreinsaður að fullu?

Þegar unnið var að mati á umhverfisáhrifum Hverahlíðarvirkjunar, á árunum 2006 til 2008, lýsti Orkuveitan því yfir að brennisteinsvetni yrði hreinsað að langmestu leyti úr útblæstrinum. Á árinu 2010 var sett reglugerð nr. 514/2010 um styrk brennisteinsvetnis í andrúmslofti. Leyfilegur styrkur samkvæmt reglugerðinni er fremur lágur, eða um þriðjungur leiðbeinandi marka Alþjóða heilbrigðismálastofnunarinnar. Vinna Orkuveitunnar miðar nú að því að uppfylla ákvæði reglugerðarinnar og er þá litið til allra virkjana á Hengilssvæðinu, ekki bara Hverahlíðarvirkjunar. Í yfirstandandi viðræðum um fjármögnun og byggingu Hverahlíðarvirkjunar er það forsenda af hálfu Orkuveitunnar að áður en ráðist verði í virkjun liggja fyrir hvernig brennisteinsmál og niðurrennsli affallsvatns verða leyst.

11 Verður útblástur allra virkjananna hreinsaður að fullu?

Alger hreinsun brennisteinsvetnisins er líklega ekki raunhæf. Markmið Orkuveitunnar er að uppfylla ákvæði reglugerðar 514/2010. Samkvæmt henni taka hert ákvæði gildi um mitt ár 2014. Orkuveitan sér ekki fram á að vera tilbúin með lausn á iðnaðarskala fyrir þennan tíma. Þess vegna mun fyrirtækið, í samstarfi við önnur orkufyrirtæki, fara þess á leit að gildistöku hertra ákvæða verði frestað.

Umhverfismörk	Viðmiðunartími	Mörk $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Fjöldi skipta á ári sem má fara yfir mörk	Gildir frá
Heilsuverndarmörk	Hámark daglegra hlaupandi 24 stunda meðaltala	50	5	1.6.2010
Heilsuverndarmörk	Hámark daglegra hlaupandi 24 stunda meðaltala	50	0	1.7.2014
Heilsuverndarmörk	Ár	5		1.6.2010
Tilkynningarmörk	Samfellt í 3 klst	>150		1.6.2010
Tilkynningarmörk	Samfellt í 3 klst	>50		1.7.2014

12 Má búast við að orkuverðið hækki vegna hreinsunar brennisteinsvetnis?

Ef þær lausnir, sem verða ofan á við hreinsun brennisteinsvetnisins, verða mjög kostnaðarsamar, má búast við að sá kostnaður komi fram í verði til neytenda.