



**U S T**

**Umhverfisstofnun**

*Environment and Food Agency of Iceland*

Skipulagsstofnun  
Jakob Gunnarsson  
Laugavegi 166  
150 Reykjavík

☒ Suðurlandsbraut 24  
IS-108 Reykjavík, Iceland

☎ (+354) 591 2000

Fax (+354) 591 2010

[umhverfisstofnun@ust.is](mailto:umhverfisstofnun@ust.is)

[www.umhverfisstofnun.is](http://www.umhverfisstofnun.is)

Reykjavík, 12. mars 2008

Tilvísun: UST20070900111/sf

### **Mat á umhverfisáhrifum Bitruvirkjunar. Frekari umsögn vegna loftgæða og smádýralífs.**

Visað er til bréfs Skipulagsstofnunar dags. 18. febrúar 2008 vegna beiðni um frekari umsögn Umhverfisstofnunar í tengslum við mat á umhverfisáhrifum Bitruvirkjunar. Óskað er umsagnar um umfjöllun í matsskýrslu um loftgæði og hreinsun brennisteinsvetnis og um nýjan kafla um smádýralíf sem ekki var í frummatsskýrslu.

#### **Umsögn vegna brennisteinsvetnis**

Umhverfisstofnun fagnar þeirri stefnubreytingu varðandi hreinsun brennisteinsvetnis sem orðið hefur frá frummatsskýrslu til matsskýrslu. Stofnunin telur þetta vera stórt skref fram á við.

Í kafla 23.4.1 er fjallað um hreinsun brennisteinsvetnis. Til viðbótar við það sem kemur fram í þeim kafla fékk Umhverfisstofnun ýtarlega kynningu á fyrirhugaðri hreinsun hjá hönnuðum búnaðarins.

Til stendur að nota eimingu til að aðskilja  $H_2S$  frá og dæla því síðan niður aftur í jarðhitakerfið í vatnslausn. Ef eiming gengur ekki verður hugsanlega notað aminþvottakerfi til að skilja  $H_2S$  frá. Aminlausnin verður þá í lokaðri hringrás svo ekkert amin fer út í umhverfið. Umhverfisstofnun telur rétt að ef aminþvottakerfi verði notað verði þannig gengið frá búnaðinum að ef óhapp eða bilun yrði í honum þá sé ekki hætt á að aminlausn komist í grunnvatn. Að öðru leyti hefur Umhverfisstofnun ekki frekari athugasemdir við fyrirhugaðan hreinsibúnað.

Til að fá glögga mynd af áhrifum hreinsunar á loftgæði telur Umhverfisstofnun að draga þurfi saman upplýsingar um fjölda borhola sem til stendur að bora, bæði við Bitruvirkjun sem og aðrar virkjanir á svæðinu. Einnig einhverskonar mat á losun frá "venjulegri" holu svo hægt sé að gera sér grein fyrir hvað blástur borhola sé stór hluti af heildarlosun brennisteinsvetnis.

Skipulagsstofnun óskaði einnig eftir athugasemdum við svörum Orkuveitu Reykjavíkur við umsögn Umhverfisstofnunar. Til glöggvunar kemur fyrst athugasemd Umhverfisstofnunar eins og hún er framsett í matsskýrslu Orkuveitu Reykjavíkur, svo svar Orkuveitunnar í matsskýrslunni og loks athugasemd Umhverfisstofnunar við svarið.

### 23.11.1.1 Umsögn Umhverfisstofnunar

Vinnuverndarmörk eru ekki, að mati Umhverfisstofnunar, rétt viðmið þegar verið er að fjalla um áhrif loftmengunar á almenning. Ekki eru til íslensk heilsuverndarmörk fyrir brennisteinsvetni. Alþjóða heilbrigðismálastofnunin WHO hefur sett fram heilsuverndarviðmið um brennisteinsvetni og eru þau 107 ppb ( $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) miðað við sólarhringsmeðaltal.

**Svar:** Orkuveitan vill benda á að í frummatsskýrslu voru vinnuverndarmörk ekki sett fram sem viðmið fyrir áhrif loftmengunar á almenning, heldur sem viðmið fyrir starfsfólk inni á framkvæmdasvæði virkjunarinnar. Framkvæmdaraðili tekur undir ábendingar Umhverfisstofnunar um að miða við heilsuverndarmörk Alþjóða heilbrigðismálastofnunarinnar WHO, þegar fjallað er um áhrif loftmengunar á almenning. Tafla 23.3 inniheldur nú heilsuverndarviðmið WHO.

### Athugasemd Umhverfisstofnunar við svari Orkuveitunnar

Umhverfisstofnun vill taka skýrt fram að í umsögn um frummatsskýrslu var stofnunin ekki að stinga upp á því að miða við heilsuverndarviðmið WHO til framtíðar. Íslensk heilsuverndarmörk hafa ekki verið ákveðin og ekki er víst að þau verði þau sömu og heilsuverndarviðmið WHO. Hinsvegar telur stofnunin að meðan ekki eru til íslensk mörk sé eðlilegt að horfa til viðmiða WHO.

### 23.11.1.2 Umsögn Umhverfisstofnunar frh.

Umhverfisstofnun telur æskilegt er að setja upp mælistöð í austustu byggðum höfuðborgarsvæðisins, eins og t.d. í Norðlingaholti. Einnig þyrfti mælistöð á útivistarsvæði í grennd við virkjanirnar á Hellisheiði og loks vestast í byggðinni í Hveragerði. Á hverri stöð yrði mælt  $\text{H}_2\text{S}$  og  $\text{SO}_2$  en einnig fint svifryk (PM 2,5).

**Svar:** Vísað er í svar í kafla 23.11.2 um staðsetningar mælistöðva vegna brennisteinsvetnis og koldíoxíðs. Jarðvarmavirkjanir losa ekki  $\text{SO}_2$ . Framkvæmdaraðili telur því ekki þörf á að mæla  $\text{SO}_2$  frá jarðvarmavirkjununum. Líkt og greint er frá í kafla 23.1.2 þá benda rannsóknir til þess að myndun  $\text{SO}_2$  sé hverfandi við íslenskar aðstæður (sjá einnig svar við umsögn 23.11.1.6). Einnig er vísað í kafla 23.4.1 um þá ákvörðun Orkuveitunnar að hreinsa brennisteinsvetni frá virkjunum á Hengilssvæðinu.

(**Svar** í kafla 23.11.2 : Orkuveitan telur mikilvægt að símælingar á brennisteinsvetni fari fram á stöðum þar sem veðurathuganir eru. Reiknistofan í veðurfræði hefur haft samband við Orkuveituna og boðið að nýta möguleika í spálíkani þeirra til að lýsa líklegri dreifingu brennisteinsvetnis frá Hengilssvæðinu.

Orkuveitan telur það mikilvægara að framkvæma mælingar í þéttbýli en á Hengilssvæðinu sjálfu, þar sem slík vöktun fylgist með aðstæðum á svæðum þar sem íbúðarbyggð er til staðar. Orkuveitan sér möguleika á því að setja upp mælistöð á Hólmsheiði, en einnig í Árborg og í Hveragerði. Þar sem mælistöðvar eru mjög háðar veðurskilyrðum þarf að skoða staðsetningu þeirra gaumgæfulega og verður það gert í samráði við veðurfræðinga, Umhverfisstofnun og Heilbrigðiseftirlit Suðurlands. Orkuveita Reykjavíkur hefur staðið fyrir punktmælingum á brennisteinsvetni í Hveragerði bæði fyrir og eftir boranir á Hellisheiði vegna Hellisheiðarvirkjunar. Mælingar sýna að styrkur brennisteinsvetnis í Hveragerði hefur ekki aukist eftir gangsetningu Hellisheiðarvirkjunar. Orkuveitan mun gera Heilbrigðiseftirliti Suðurlands grein fyrir öllum mælingum sem gerðar eru og snúa að starfsleyfum.

### Athugasemd Umhverfisstofnunar við svari Orkuveitunnar

Umhverfisstofnun er fullkunnugt um að jarðvarmavirkjanir losa ekki  $\text{SO}_2$ . Hinsvegar hvarfast hluti  $\text{H}_2\text{S}$  yfir í  $\text{SO}_2$  og Umhverfisstofnun telur að margt sé óútskýrt varðandi það hvaða þættir hafa áhrif á það ferli og ekki hægt að segja að það sé fullrannsakað. Flestar þær rannsóknir sem gerðar hafa verið á því hér á landi hafa verið gerðar á jarðhitasvæðunum sjálfum þar sem styrkur  $\text{H}_2\text{S}$  er hæstur. Allar

hafa þær rannsóknir verið gerðar með því að sjúga loft gegnum sérstakar síur sem síðar eru efnagreindar og þannig fæst meðaltal yfir lengri tíma. Símaellingar á  $H_2S$  og  $SO_2$  bjóða upp á mun meiri úrvinnslumöguleika og þegar við bætist síritandi veðurstöð á sama stað er hægt að tala um byltingu í mælitækni. Í dag er hægt að fá búnað sem mælir bæði þessi efni í sama tækinu. Kostnaður við að mæla bæði  $H_2S$  og  $SO_2$  á mótí því að mæla aðeins annað efnið er því ekki mikill og því beinlínis óskynsamlegt að mæla aðeins  $H_2S$ . Í ljósi stórauðinnar nýtingar jarðhita ætti það að vera metnaðarmál fyrir Orkuveituna að auka rannsóknir á þessum þáttum. Jafnvel þótt til standi að koma upp hreinsibúnaði á útblæstri frá stöðvarhúsum þá koma fjölmargar holur til með að blása meðan á uppbyggingu jarðhitavirkjana á svæðinu stendur.

Í ljósi áætlana um umfangsmikla nýtingu jarðhita til raforkuframleiðslu hér á landi er æskilegt að auka þekkingu á því hvað þættir hafa áhrif á oxun  $H_2S$  yfir í  $SO_2$ . Í matsskýrslu (kafla 23.1.2) er talað um að við hagstæðust skilyrði til  $SO_2$  myndunar sé umbreyting að hámarki 10%. Margar af þeim mælingum eru gerðar inn á jarðhitasvæðunum sjálfum þar sem styrkur  $H_2S$  er hæstur. Færa má rök fyrir því að þegar styrkur  $H_2S$  sé hár þá sé lítill hluti að hvarfast yfir í  $SO_2$ . Að það sé framboð oxandi efna í andrúmslofti sem sé takmarkandi þáttur. Þegar styrkur  $H_2S$  er lægri þá er hærra hlutfall  $H_2S$  að oxast yfir í  $SO_2$ . Mælingar á Grensás styðja þessi rök.

Umhverfisstofnun ítrekar einnig nauðsyn þess að fylgjast með brennisteini í svifryki. Nauðsynlegt er að mæla bæði S og  $SO_4$  í svifrykksíum til að fá nánari mynd af þeim hluta brennisteinsvetnis sem fellur út sem brennisteinn. Þótt til standi að hreinsa brennisteinsvetni þá minnir Umhverfisstofnun á blástur frá borholum. Eftir er að bora tugi borhola í tengslum við virkjanir á svæðinu. Hver hola getur verið í blæstri í um 3-6 mánuði og gert er ráð fyrir að allt að 3-4 holur séu í blæstri samtímis. Áhrif frá blæstri borhola geta því vel verið mælanleg þótt hreinsibúnaður sé á stöðvarhúsi.

Það að hreinsa tiltekið efni úr útblæstri leysir fyrirtæki ekki undan því að vakta efnið í umhverfinu. Að auki verða einhver áhrif af blæstri borhola og því nauðsynlegt að vöktun sé í gangi.

Umhverfisstofnun tekur undir að einnig væri æskilegt að setja upp mælistöð í Árborg sem og að mikilvægt sé að gerðar séu veðurmælingar samhliða loftgæðamælingum og raunar er það stefna stofnunarinnar að ávallt séu gerðar veðurmælingar samhliða loftgæðamælingum. Til að framkvæma loftgæðamælingar þarf ákveðinn grunnbúnað sem er; upphitað hús, rafmagn, tölvubúnaður og símasamband. Þegar litið er til þessa grunnbúnaðar er um ákveðin byrjunarkostnað að ræða jafnvel þótt aðeins eitt loftgæðamælitæki sé staðsett á staðnum. Viðbótarkostnaður við að koma upp veðurstöð samhliða loftmælistöð er því ekki mikill. Kostirnir við að setja upp loftgæðamælitæki þar sem veðurstöð er þegar fyrir hendi er að þá eru til staðar margra ára veðurmælingar á þeim stað. Hinsvegar með því að setja upp loftmælistöð og veðurstöð á nýjan stað t.d. mitt á milli tveggja veðurstöðva sem hafa langa mælisögu, þá fæst þéttara net veðurmælinga á svæðinu og með árunum safnast því upp gögn frá þéttara neti veðurstöðva en annars hefði verið. Kostina og gallana við þetta þyrfti að skoða af veðurfræðingum, Orkuveitunni, Umhverfisstofnun og Heilbrigðiseftirliti Suðurlands.

Orkuveitan stingur upp á Hólmsheiði fyrir mælistöð. Sú staðsetning er heppileg að því leyti að þar er fyrir veðurstöð með tveggja ára mælisögu. Hinsvegar væri sú stöð um 3 km frá byggð sem er ókostur auk þess sem hún er upp á hæð ofan við byggðina. Brennisteinsvetni er þyngra en andrúmsloft og getur því á logndögum fylgt landslagi. Byggðin við Norðlingaholt er nokkuð neðar. Umhverfisstofnun telur bestu staðsetningu fyrir mælistöð vera við jaðar byggðarinnar við Norðlingaholt að því gefnu að jafnframt verði sett upp tæki til veðurmælinga.

Umhverfisstofnun telur mikilvægt að mæla einnig styrk umræddra efna á eða nálægt útivistarsvæðum í nágrenni virkjana. Fyrir því má færa ýmis rök.

A. Nokkur fjöldi fólks stundar útivist á svæðinu og hefur Orkuveitan beinlínis hvatt til þess. Á

- svæðinu eru tveir skátaskálar sem börn og unglingar gista í. Þjóðvegur 1 liggur um svæðið og nokkur fjöldi fólks ekur þar um daglega.
- B. Ef gera á spálíkan af dreifingu brennisteinsvetnis frá Hengilsvæðinu er gagnlegt að hafa einnig mælistöð nálægt upptökum en ekki bara í niður í byggð.
- C. Fræðilega er áhugavert að bera saman hvarf  $H_2S$  yfir í  $SO_2$  annars vegar nálægt upptökum þar sem styrkur er mikill og hins vegar fjær þar sem styrkur er minni. Mælingar á Grensás gefa til kynna að hærra hlutfall  $H_2S$  hvarfist yfir í  $SO_2$  þegar styrkur  $H_2S$  er lágur. Með einni mælistöð í grennd við virkjunarsvæðið, annarri stöð austast í borginni og núverandi mælistöð á Grensás fæst röð af mælistöðvum í mismunandi fjarlægð sem eru að mæla mismunandi styrk og hugsanlega mismunandi aðstæður fyrir oxun  $H_2S$ .

### 23.11.1.3 Umsögn Umhverfisstofnunar frh.

*Umhverfisstofnun bendir á nokkrar faraldsfræðilegar rannsóknir sem framkvæmdar hafa verið til að sýna fram á áhrif brennisteinsvetnis á almenning og greinir frá því að nokkur munur sé á niðurstöðum þessara rannsókna. Þessi mismunur milli rannsókna styður það sem WHO bendir á að skortur sé á faraldsfræðilegum rannsóknum á langtímaáhrifum af  $H_2S$  í lágum styrk.*

**Svar:** Umhverfisstofnun bendir réttilega á að skortur sé á faraldsfræðilegum rannsóknum á langtímaáhrifum af brennisteinsvetni í lágum styrk á heilsu manna og dýra. Ein af ástæðunum fyrir því að þessar rannsóknir hafa ekki verið framkvæmdar er að slíkar mælingar geta verið talsvert erfiðar í framkvæmd. Ef aðstæður á höfuðborgarsvæðinu eru teknar sem dæmi, þá er styrkur brennisteinsvetnis mjög breytilegur milli daga og jafnvel klukkutíma. Því getur verið erfitt að greina bein áhrif af brennisteinsvetni frá utanaðkomandi þáttum, sem jafnvel hafa meiri áhrif. Ágætt dæmi um erfiðleika við þessar mælingar er sá mismunur sem fram hefur komið í þeim faraldsfræðilegu rannsóknum sem gerðar hafa verið í heiminum og Umhverfisstofnun vísar til í umsögn sinni.

### Athugasemd Umhverfisstofnunar við svari Orkuveitunnar

Umhverfisstofnun telur að skortur á faraldsfræðilegum rannsóknum stafi ekki af því hversu erfiðar þær eru í framkvæmd. Meginástæðan er sú að þessi mengun er óvída vandamál og því lítið rannsökuð. Brennisteinsvetni kemur ekki frá samgöngum og er því almennt ekki til staðar í borgarkjörnum. Þeir orkugjafar sem víðast eru notaðir til húshitunar í heiminum gefa heldur ekki frá sér brennisteinsvetni.

Háhitasvæði og jarðvarmavirkjanir eru almennt ekki í mikill nálægð við mjög þéttbýl svæði og það sama má segja um gas og olíuvinnslu sem einnig getur stafað nokkur brennisteinsvetnsmengun af. Jafnvel á svæðum þar sem mikið brennisteinsvetni kemur upp með jarðgasi er það víða hreinsað a.m.k. í Evrópu. Í löndum þar sem er mikill pappírsiðnaður eins og t.d. í Finnlandi hefur aukin athygli beinst að þessari mengun og ein þeirra rannsókna sem Umhverfisstofnun vísaði til var einmitt þaðan.

Reglur Evrópusambandsins endurspeglar hversu óvída þessi mengun er vandamál en í þeim eru ekki mörk fyrir brennisteinsvetni. Það skýrir skort á viðmiðunarmörkum hér á landi en íslenskar reglur um loftmengun eru nánast þýðing á reglum Evrópusambandsins.

Svifryk, nituroxíð, brennisteinsdíoxíð og óson eru þau mengunarefni sem mest eru rannsökuð enda eru þau til staðar í öllum borgum heimsins, í mismiklu mæli þó. Til eru þúsundir rannsókna um áhrif þessara efna á heilsu fólks. Niðurstöður allra þessara rannsókna eru ekki alveg samhljóða en saman byggja þær upp nokkuð skýra mynd af áhrifum á heilsu fólks. Þær fáu rannsóknir sem gerðar hafa verið á langtímaáhrifum brennisteinsvetnis eru heldur ekki samhljóða en þær gefa þó sterka vísbendingu sem verður að taka alvarlega.

Það að styrkur brennisteinsvetnis sé mjög breytilegur milli daga getur jafnvel verið kostur ef þær sveiflur eru ólíkar sveiflum annarra mengunarefna. Flest mengunarefni í Reykjavík sveiflast í takt við

umferðarmagn. Það getur beinlínis auðveldað að rekja áhrif brennisteinsvetnis inn í sjúkraskrár ef sveiflur í styrk þess fylgja ekki öðrum mengunarefnum.

### 23.11.1.4 Umsögn Umhverfisstofnunar frh.

Þegar bæði Hverahlíðarvirkjun og Bitruvirkjun eru komnar í gagnið verður losun brennisteinsvetnis frá öllum fjórum virkjunum á svæðinu 26.300 tonn á ári. Til samanburðar má geta þess að öll náttúruleg losun brennisteinsvetnis á landinu hefur verið metin 5.100 tonn á ári. (Halldór Ármannsson, Hrefna Kristmannsdóttir, Birna Hallsdóttir, 2001). Hluti  $H_2S$  getur oxast yfir í  $SO_2$  en hluti getur farið yfir í hreinan brennistein. Ekki er alveg þekkt hvernig það ferli gengur fyrir sig hér á landi né hversu hratt það gengur fyrir sig. Hins vegar er ljóst að sá hluti sem hvarfast yfir í hreinan brennistein er ekki lengur á gasformi heldur föstu formi. Því má leiða líkur að því að sá hluti geti myndað fint brennisteinsryk.

**Svar:** Í greinargerð þeirri er Umhverfisstofnun vitnar í, Gasútblastur frá jarðhitasvæðum frá Orkuþingi 2001, er greint frá tveimur rannsóknnum sem framkvæmdar voru árið 1991 og snéru að því að reyna að meta náttúrulegt gasstreymi til andrúmsloftsins um gufuaugu frá háhitasvæðum á Íslandi. Í greinargerðinni kemur skýrt fram að matið var byggt á mismunandi forsendum sem leiddi til mjög misvísandi niðurstaðna á milli rannsókna. Niðurstöður Halldórs Ármannssonar vísa til þess að náttúrulegt gasstreymi brennisteinsvetnis á landinu öllu sé 5.100 tonn/ári en niðurstöður Stefáns Arnórssonar benda til þess að losunin sé 81.000 tonn/ári. Tölur þess fyrrnefnda byggja á sjónmati og taka eingöngu til útblásturs gufuaugna, en tölur þess síðarnefnda eru reiknaðar frá varmastreymi og fella í sér bæði streymi um gufuaugu og upp í gegnum jarðveg. Tekið er fram í greinargerðinni að sé varmastreymisaðferðinni beitt á niðurstöður Halldórs hafi losun brennisteinsvetnis verið af sömu stærðargráðu í báðum rannsóknunum (Halldór Ármannsson, Hrefna Kristmannsdóttir, Birna Hallsdóttir, 2001). Orkuveitan telur því ekki hægt að miða að náttúruleg losun brennisteinsvetnis á Íslandi sé 5.100 tonn á ári, heldur verður að miða við 81.100 tonn á ári. Ekki er gert ráð fyrir brennisteinsryki þar sem ákveðið er að hreinsa brennisteinsvetni úr gufu samanber kafla 23.4.1.

### Athugasemd Umhverfisstofnunar við svari Orkuveitunnar

Það er einmitt þessi greinargerð sem Umhverfisstofnun byggði á. Í ljósi skoðanaskipta Orkuveitunnar og Umhverfisstofnunar um þetta sér stofnunin ástæðu til að birt hér orðrétt hluta úr þessari greinargerð.

*”Á íslenskum háhitasvæðum er töluvert gasstreymi til yfirborðs um gufuaugu. Gerðar hafa verið a.m.k. tvær tilraunir til að meta þetta streymi út frá mismunandi forsendum. Niðurstöður voru mjög misvísandi eða 148.000 tonn/ár  $CO_2$  og 5100 tonn/ár  $H_2S$  (Halldór Ármannsson 1991b) og 2.1 miljón tonn/ár  $CO_2$  og 81.000 tonn/ár  $H_2S$  (Stefán Arnórsson 1991). Sá síðarnefndi studdist við mat Guðmundar Pálmasonar o.fl. (1984) á varmastreymi, en Benedikt Steingrímsson o.fl. (1991) hafa gagnrýnt það gildi og matið mun minna varmastreymi frá landinu með stuðningi líkanareikninga fyrir jarðhitasvæði. Sé stuðst við það mat verða niðurstöður Halldórs Ármannssonar (1991b) og Stefáns Arnórssonar (1991) af sömu stærðargráðu.” (sjá bls 327 í ritinu Orkuþing 2001).*

Umhverfisstofnun getur ekki skilið þetta á annan hátt en þann að sett sé fram gagnrýni á þá varmastreymisútreikninga sem talan 81 þúsund er byggð á. Sé tekið tillit til þeirrar gagnrýni lækki talan verulega og verði að sömu stærðargráðu og 5.100 tonna talan.

Umhverfisstofnun telur sig ekki umkomna þess að fella neinn dóm um hvor talan er réttari. Þarna komast tveir vísindamenn einfaldlega að mismunandi niðurstöðum. Í umræddri heimild sem Umhverfisstofnun studdist við voru hinsvegar færð rök fyrir því að önnur talan væri of há. Þessi mikli munur sýnir fyrst og fremst fram á að margt er enn ekki vitað um jarðhitann á landinu og full ástæða til að auka rannsóknir á þessu sviði. Tilgangur Umhverfisstofnunar var að setja losun frá virkjunum á Hengilsvæðinu í samhengi við náttúrulega losun.

Um að ekki sé gert ráð fyrir brennisteinsryki vegna hreinsunar útblásturs minnir Umhverfisstofnun aftur á að ekki stendur til að hreinsa það sem kemur frá holum í blæstri.

### 23.11.1.5 Umsögn Umhverfisstofnunar frh.

Umhverfisstofnun telur að meta þurfi einnig þann kost að setja upp hreinsibúnað fyrir brennisteinsvetni á virkjanir á Hellisheiðarsvæðinu og hvaða áhrif það hefði á loftgæði á Stór-Reykjavíkursvæðinu. Í þeirri matsvinnu þyrfti að bera saman þá kosti sem eru í boði varðandi hreinsun eða niðurdælingu, hvaða kostir væru í boði að losna við þær brennisteinsafurðir sem þannig féllu til.

**Svar:** Vísað er í kafla 23.4.1 um hreinsun brennisteinsvetnis og kafla 23.11.2 um mögulegar mælistöðvar.

### Athugasemd Umhverfisstofnunar við svari Orkuveitunnar

Engar frekar athugasemdir.

### 23.11.1.6 Umsögn Umhverfisstofnunar frh.

Umhverfisstofnun bendir á að heildarlosun brennisteins á Hellisheiðarsvæðinu verður um sjö sinnum meiri en öll núverandi losun frá álverinu í Straumsvík, álverinu á Grundartanga og Járnblendiverksmiðjunni á Grundartanga samanlagt. Sé aðeins horft  $SO_2$  losun og miðað við þær upplýsingar sem koma fram í frummatsskýrslu þá má búast við að um 10% af  $H_2S$  oxist yfir í  $SO_2$ . Miðað við þá tölu þá losa allar fjórar virkjanirnar sömu stærðargráðu af  $SO_2$  og samanlagt er frá stóriðju á höfuðborgarsvæðinu.

**Svar:** Í kafla 23.1.2 segir: „Jafnvel við hagstæðustu skilyrði til  $SO_2$ -myndunar, þ.e. sólríkt, þurrt og lygnt veður er umbreyting talin að hámarki 10%“. Í skýrslunni kemur sömuleiðis fram að meðal ársúrkoma í Hellisskarði og á Ölkelduhálsi sé 2.100-2.500 mm sem er töluvert meiri úrkoma en mælist í Reykjavík (900 mm). Í mælingum frá janúar 2001 fram í nóvember 2006 mældust rigningardagar um 1.300 talsins sem er um 60% af mældögum. Mælingar benda því til þess að hagstæðustu aðstæður til  $SO_2$ -myndunar séu fremur fátíðar á Hengilssvæðinu. Samanber kafla 23.4.1 að þá verður hreinsun brennisteinsvetnis hafin áður en að Bitruvirkjun og Hverahlíðarvirkjun verða gangsettar. Því mun heildarlosun á brennisteini aldrei ná því magni sem Umhverfisstofnun leiðir líkur að. Gert er ráð fyrir því að heildarlosun brennisteinsvetnis á ári frá Bitruvirkjun og Hverahlíðarvirkjun verði um 10.000 tonn án hreinsunar en 100 til 200 tonn með hreinsun.

### Athugasemd Umhverfisstofnunar við svari Orkuveitunnar

Umhverfisstofnun minnir á að þegar gerðar voru athugasemdir við frummatsskýrsluna stóð ekki til að hreinsa brennisteinsvetni. Losunartölur brennisteinsvetnis voru teknar upp úr matsskýrslum Orkuveitunnar.

Nú þegar fyrir liggur að brennisteinsvetni verði hreinsað telur Umhverfisstofnun að liggja þurfi fyrir tölur um hvað blástur borhola, bæði við Bitruvirkjun sem og aðrar virkjanir á svæðinu, losi mikið brennisteinsvetni.

### 23.11.1.7 Umsögn Umhverfisstofnunar frh.

Umhverfisstofnun telur nauðsynlegt að setja upp vöktunaráætlun til að fylgjast með áhrifum brennisteins á mosa og fléttur. Æskilegt er að komið verði upp vöktunarreitum þar sem fylgst verði með ástandi gróðurs. Einnig þarf að leggja mat á það út frá fyrirliggjandi gögnum um snefilefni í gufu hvort ástæða sé til að vakta einnig snefilefni í mosa á svæðinu og þá sérstaklega Hg og As. Þegar er í gangi alþjóðlegt rannsóknarverkefni þar sem mæld

eru 10 snefilefni og brennisteinn í mosa á 5 ára fresti í mælineti sem nær yfir allt landið. Hugsanlega væri kostnaðarlega hagstæðara að bæta inn mælipunktum frá Hellisheiðarsvæðinu inn í það rannsóknarverkefni frekar en að setja upp sérstaka rannsókn um S, Hg og As í mosum á svæðinu.

**Svar:** Orkuveitan tekur undir með Umhverfisstofnun um að nauðsynlegt sé að rannsaka betur áhrif losunar brennisteins á mosa og fléttur. Stefnt er að rannsóknarverkefni í samstarfi við vísindamenn. Hvort þessar rannsóknir verða tengdar með einum eða öðrum hætti við nefnt alþjóðlegt rannsóknarverkefni, um snefilefni mosa og fléttum, er ekki hægt að fjölyrða um á þessari stundu en það verður skoðað í samhengi við ofangreint verkefni og e.t.v. önnur samsvarandi.

#### **Athugasemd Umhverfisstofnunar við svari Orkuveitunnar**

Umrætt rannsóknarverkefni er “*Surveys of heavy metal accumulation in mosses*” og hefur sýnataka hér á landi verið í umsjá Náttúrufræðistofnunar Íslands. Umhverfisstofnun mælir sterklega með því að gengið verði inn í þetta verkefni. Í því verkefni eru til mælingar frá punktum um allt land frá árinu 1990. Æskilegt er að sýni frá Hengilsvæðinu séu samanburðarhæf við önnur svæði. Sýnataka og sýnaundirbúningur getur haft mikil áhrif á niðurstöður og í umræddu verkefni hefur sama verklag verið viðhaft öll árin um allt land.

#### **23.11.1.8 Umsögn Umhverfisstofnunar frh.**

*Umhverfisstofnun bendir á að styrkukning [brennisteinsvetnis] hefur mælst á Grensásvegi í Reykjavík og mælingar á Hvaleyrarholti í Hafnarfirði hafa sýnt að áhrifa virkjunarinnar gætir greinilega þar. Því væri réttara að segja að styrkukning hafi orðið á öllu höfuðborgarsvæðinu.*

**Svar:** Framkvæmdaraðili tekur undir að rétt væri að greina frá styrkukningu á þessum mælistöðum í skýrslunni og hefur það verið gert (sjá kafla 23.6.2 og Tafla 23.3). Orkuveitan telur að út frá þessum tveimur mælipunktum sé þó ekki hægt að draga þá ályktun að styrkukningin hafi verið á öllu höfuðborgarsvæðinu. Einnig er vísað í kafla 23.4.1 um þau áform Orkuveitunnar að hreinsa brennisteinsvetni úr gasi frá virkjuninni og niðurstöður útreikninga fyrir 99% hreinsun á brennisteinsvetni frá virkjunum á Hengilssvæðinu í kafla 23.6.2. Samkvæmt þeim verður um óverulegan styrk brennisteinsvetnis að ræða í næsta nágranni virkjana á Hengilsvæðinu.

#### **Athugasemd Umhverfisstofnunar við svari Orkuveitunnar**

Umhverfisstofnun telur að hér sé sett fram óvenju þröng túlkun á fyrirliggjandi gögnum og þeim ályktunum sem hægt er að draga af þeim. Mælistöðin við Hvaleyrarholt er í um 30 km fjarlægð frá Hellisheiðarvirkjun og stærstur hluti byggðar á svæðinu er nær virkjuninni en mælistöðin. Þó svo að dreifing geti verið eitthvað misjöfn um svæðið t.d. vegna vindátta og landslags er mjög hæpið að álykta að aðeins hafi orðið styrkukning á þessum tveimur mælistöðvum. Í frummatsskýrslu er t.d. fjallað um líkanreikninga verkfræðistofunnar Vatnaskila. Í einni af þeim myndum sem þar eru settar fram og sýnir dreifingu mengunar frá Hellisheiðar- og Nesjavallavirkjun liggur ein jafnstyrktarlínan einmitt um Hvaleyrarholt. Sú jafnstyrktarlína liggur svo um Lambhúsatjörn á Álftanesi, vestast um Kársnesið í Kópavogi og um flugvöllinn og höfnina í Reykjavík.

#### **23.11.1.9 Umsögn Umhverfisstofnunar frh.**

*Umhverfisstofnun bendir á að Bitruvirkjun er í rúmlega 6 km beinni loftlínu frá byggðinni í Hveragerði. Þó svo að mikil jarðhitavirkni sé í og við Hveragerði þá telur Umhverfisstofnun nauðsynlegt að í lokaskýrslu sé lagt mat á það hversu mikið styrkur brennisteinsvetnis muni aukast í Hveragerði með tilkomu Bitruvirkjunar. Nauðsynlegt er að áætla bæði meðalstyrk en einnig hæstu mögulegu toppa.*

**Svar:** Vísað í kafla 23.4.1 um þau áform Orkuveitunnar að hreinsa brennisteinsvetni úr gasi frá virkjuninni og niðurstöður útreikninga fyrir 99% hreinsun á brennisteinsvetni frá virkjunum á Hengilssvæðinu í kafla 23.6.2. Samkvæmt þeim verður um óverulegan styrk brennisteinsvetnis að ræða í næsta nágrenni virkjana á Hengilssvæðinu.

#### **Athugasemd Umhverfisstofnunar við svari Orkuveitunnar**

Umhverfisstofnun óskar eftir því að mat sé lagt á hversu mikil áhrif blástur borhola hafi. Stofnunin telur að það mat verði að byggjast á líkanreikningum og telur þá fullyrðingu sem sett er fram í kafla 23.12 í lokaskýrslu að við blástur borhola muni aukin hveralykt aðeins finnast í nánasta nágrenni borteiga einfaldlega ekki trúverðuga. Það að stofnunin telji það ekki trúverðugt er meðal annars byggt á fyrri fullyrðingum framkvæmdaaðila um hvar búast mætti við styrkukningu brennisteinsvetnis. Sem dæmi má nefna að í niðurstöðukafla frummatsskýrslu Bitruvirkjunar (kafla 23.11) segir: *“Búast má við styrkukningu á brennisteinsvetni ( $H_2S$ ) í nágrenni stöðvarhúss virkjunarinnar eftir að rekstur virkjunarinnar hefst”*. Þetta var skrifað áður en til stóð að hreinsa brennisteinsvetni og reynslan frá rekstri Hellisheiðarvirkjunar og sú styrkukning sem var að mælast á Grensásvegi í um 25 km fjarlægð hefði átt að sýna að þetta væri ekki reyndin.

#### **23.11.1.10 Umsögn Umhverfisstofnunar frh.**

*Það er skilningur Umhverfisstofnunnar að lykt sé hluti loftgæða og vart verði skilið þar á milli og það fari því varla saman eins og kemur fram á bls 9. í samantekt um frummatsskýrslu að áhrif á loftgæði séu talin óveruleg en áhrif á lykt talsverð. Þessi skilningur Umhverfisstofnunnar er byggður á lögum nr. 7/1998 um hollustuhætti og mengunarvarnir, en þar segir að hugtakið mengun taki einnig til ólyktar.*

**Svar:** Umhverfisstofnun bendir réttilega á að samkvæmt lögum og reglugerðum nær hugtakið mengun einnig til ólyktar. Gerð var skýr grein fyrir áhrifum fyrirhugaðra framkvæmda á lykt og voru þau metin sem talsverð. Það ber þó að benda á að ekki eru til viðmið í lögum, reglugerðum eða samningum um brennisteinsvetnið önnur en vinnuverndarviðmiðin. Í matsferlinu hefur Orkuveitan ákveðið að hreinsa brennisteinsvetni úr gasi frá virkjuninni og koma þar með að mestu í veg fyrir að lykt verði vegna starfsemi virkjana á Hengilssvæðinu, sjá einnig kafla 23.4.1 um hreinsun brennisteinsvetnis og niðurstöður útreikninga fyrir 99% hreinsun á brennisteinsvetni frá virkjunum á Hengilssvæðinu í kafla 23.6.2.

#### **Athugasemd Umhverfisstofnunar við svari Orkuveitunnar**

Engar frekari athugasemdir.

#### **23.11.1.11 Umsögn Umhverfisstofnunar frh.**

*Umhverfisstofnun óskar nánari skýringar á því sem fram kemur í kaflanum um kynningu og samráð á bls. 137 þar sem rætt er um mögulega hreinsun brennisteinsvetnis. Þar stendur: “Er hægt að fjarlægja brennisteinsvetni úr því sem losað er frá virkjuninni? Það er ekki hægt í dag, en Orkuveitan er að hefja rannsóknarverkefni í samstarfi við innlenda og erlenda háskóla um möguleika á að skila jarðhitalofttegundum aftur í jarðhitageyminn (kafla 23.9).” Í matsskýrslu Orkuveitunnar um stækkun Nesjavallavirkjunar sem kom út árið 2000 er einmitt fjallað um mismunandi förgunaraðferðir brennisteinsvetnis, kosti þeirra og galla. Þar er meðal annars fjallað um framleiðslu á brennisteinssýru og brennisteini. Að mati Umhverfisstofnunnar hefðu þessar upplýsingar og aðrar nýrri ef þær eru til staðar, átt að koma fram í þessari frummatsskýrslu þar sem mótvægisáðgerðir gegn brennisteinsvetnismengun geta skipt verulegu máli um umhverfisáhrif jarðvarmavirkjanna.*

**Svar:** Umhverfisstofnun bendir á misritun í skýrslu. Í texta hefði átt að standa: Það er ekki gert í dag, en Orkuveitan er að hefja rannsóknarverkefni í samstarfi við innlenda og erlenda



háskóla um möguleika á að skila jarðhitaloфтtegundum aftur í jarðhitageyminn. Orkuveitunni er ljóst að nokkrar aðferðir eru vel þekktar til að fjarlægja brennisteinsvetni úr gasstraumum, sjá kafla 23.4.1. .

#### **Athugasemd Umhverfisstofnunar við svari Orkuveitunnar**

Umhverfisstofnun sér ekki ástæðu til að gera frekari athugasemdir við þetta svar framkvæmdaraðila.

#### **23.11.1.12 Umsögn Umhverfisstofnunar frh.**

*Umhverfisstofnun telur ennfremur að skýra verði við hvaða tímaskala er miðað þegar talað er um að heildarlosun jarðhitaloфтtegunda frá virkjuninni sé ekki meiri en náttúruleg losun til langs tíma lítið sbr. það sem kemur fram í kafla 23.6.3.*

**Svar:** Hér er miðað við svipaðan tímaskala og Orkustofnun miðar við í skilgreiningu sinni á sjálfbærni jarðhitasvæða (kafla **Error! Reference source not found.**). Orkuveitan miðar við að langtímanýting svæðisins sé 50-100 ára nýtingu. Í samræmi við niðurstöðu rannsókna á jarðhitasvæðum á Ítalíu (IGA News, 2002) er talið að á líftíma virkjunarinnar verði heildarlosun jarðhitaloфтtegunda frá virkjuninni sú sama og náttúruleg losun. Sambærileg niðurstaða var í rannsóknum á jarðhitasvæði í Nevada í Bandaríkjunum (Benoit, D., and P. Hirtz, 1994).

#### **Athugasemd Umhverfisstofnunar við svari Orkuveitunnar**

Umhverfisstofnun telur að hér sé margt enn óljóst og þarfnist frekari skýringa við. Efnalosun til umhverfis er einn af stóru þáttunum varðandi umhverfisáhrif jarðhitavirkjanna og nauðsynlegt er að nákvæmari tölur sé til staðar um þessa losun.

Til að geta fullyrt að útstreymi aukist ekki við virkjun til lengri tíma lítið hljóta að þurfa að liggja til grundvallar upplýsingar um náttúrulegt útsreymi helstu jarðhitaloфтtegunda fyrir virkjun og svo einnig tölur um losun á rekstrartíma.

Orkuveitan er væntanlega að vísa í 49. tölublað fréttablaðs IGA árið 2002. Þar er fjallað um CO<sub>2</sub> losun frá jarðhitavirkjunum. Ekki er að sjá þar framangreinda fullyrðingu Orkuveitunnar. Hins vegar er sagt frá því að myndun CO<sub>2</sub> djúpt í jörðinni sé óháð nýtingu jarðhita.

Eftir myndun CO<sub>2</sub> djúpt í jörðinni getur það farið að stíga í átt til yfirborðs. Á leið sinni til yfirborðs getur það orðið fyrir ýmiskonar áhrifum. Hluti þess leysist upp í grunnvatni og hluti þess getur gengið í samband við efni í berginu og myndað kalsít. Ef CO<sub>2</sub> myndar kalsít er það bundið um milljónir ára.

Gera þarf greinarmun á annarsvegar myndun CO<sub>2</sub> djúpt í jarðskorpunni og hinsvegar losun þess til yfirborðs. Jarðvarmavirkjanir hafa engin áhrif á myndun CO<sub>2</sub> en geta haft mikil áhrif á losun þess til yfirborðs.

Í blaðinu er einnig er sagt frá því að við virkjun jarðhitans geti náttúrulegt útstreymi CO<sub>2</sub> frá viðkomandi svæði minnkað og við mat á losun viðkomandi virkjunar þurfi að draga þessa minnkun í náttúrulegu útstreymi frá heildarlosun virkjunarinnar. Engar tölur eru settar fram í þessari grein um hversu mikið þetta náttúrulega útstreymi minnki, einungis bent á að þetta þurfi að skoða í þessu samhengi. Að öðru leyti fjallar greinin að mestu um CO<sub>2</sub> losun jarðvarmavirkjanna á hverja kWh og hversu vel jarðhitavirkjanir koma út miðað við orkuver sem brenna jarðefnaeldsneyti.

Umhverfisstofnun fær ekki séð að það geti staðist að á 50-100 ára nýtingartíma jarðhitasvæðis sé útstreymi CO<sub>2</sub> það sama og það hefði verið ef ekki hefði verið virkjað. Í það minnsta verður að styðja það gögnum frá viðkomandi jarðhitasvæði því eðli jarðhitasvæða getur verið mjög ólíkt. Það eitt og

sér að styrkur CO<sub>2</sub> lækki í gufunni með nýtingu segir ekki að heildarlosunin verði sú sama með eða án virkjunnar.

Fullyrt er almennt um jarðhitaloftegundir að losun þeirra verði ekki meiri við nýtingu til lengri tíma lítið. Hér þarf að gera greinarmun á mismunandi jarðhitaloftegundum en hegðun þeirra getur verið mjög misjöfn í þessu samhengi og greinin í fréttablaði IGA fjallaði aðeins um CO<sub>2</sub> en ekki aðrar jarðhitaloftegundir.

Umhverfisstofnun getur fallist á að virkjun jarðhita breyti hugsanlega ekki heildarlosun CO<sub>2</sub> frá viðkomandi jarðhitasvæði sé horft til jarðsögulegs tíma. Á líftíma jarðhitasvæðisins sem talin er í tugþúsundum eða jafnvel hundruðum þúsunda ára er ekki víst að virkjun í 100 ár breyti svo miklu um CO<sub>2</sub> losun svæðisins á þessum langa tímaskala. Þó má búast við því að hluti þess CO<sub>2</sub> sem losnaði við virkjun hefði bundist sem kalsít í jarðhitakerfinu ef ekki hefði verið virkjað.

Þetta á eingöngu við um losun CO<sub>2</sub>. Um brennisteinsvetni getur hugsanlega gilt allt annað. Það er hvarfgjörn lofttegund og einhver hluti þess brennisteinsvetnis sem kemur upp um borholur hefði fallið út sem súlfið djúpt í jarðhitakerfinu ef ekki hefði verið virkjað. Það hefði því ekki komist upp á yfirborðið, jafnvel ekki á líftíma jarðhitasvæðisins sem eins og áður segir getur verið hundruðir þúsunda ára.

Þær hugmyndir sem settar hafa verið fram um að heildarlosun CO<sub>2</sub> verði ekki meiri við virkjun eru meira í ætt við kenningar en staðreyndir. Það verður þá að styðja þessar kenningar sannfærandi gögnum.

Umhverfisstofnun bendir á að í skilgreiningu Orkustofnunnar er talað um að nýting jarðhita sé sjálfbær ef hægt er að halda óbreyttri orkuvinnslu yfir mjög langt tímabil, 100-300 ár. Orkuveitan vísar í þessa skilgreiningu en segir jafnframt að til standi að nýta svæðið í 50-100 ár og að vinnslan sé ágeng. Umhverfisstofnun telur að í þessu felist þversögn.

### Umsögn vegna smádýralífs

Í kafla 30.1 kemur fram að bætt hafi verið við kafla um áhrif framkvæmda á smádýralíf í matsskýrsluna eftir að athugasemdir bárust frá Gísla Má Gíslasyni og Veiðmálastofnun um að ekki væri fjallað um smádýralíf í frummatsskýrslu. Í kafla 30.1.1 og 30.1.2 er farið yfir athugasemdir Gísla Má Gíslasonar og Veiðimálastofnunar. Hjá báðum aðilum kemur fram að þeirra gagnrýni gengur ekki einvörðungu út á áhrif á smádýralíf heldur dýralíf, vatnalíf almennt (GMG) þ.m.t. þörungur, smádýr og fiska og hugsanleg áhrif á ferskvatnsvistkerfi (Veiðimálastofnun).

Í kafla 30 er lýst í stuttu máli við hvaða upplýsingar um smádýralíf er stuðst en meginíðurstaðan er sú að áhrif virkjanaframkvæmda á smádýralíf eru talin óveruleg m.a. vegna mótvægisáðgerða vegna frárennslisvatns við borteiga B1 og B3. Í matsskýrslunni er niðurstaðan fengin með því að skoða hugsanleg áhrif á tegundir. Skýrslan nálgast ekki verkefnið á vistfræðilegum forsendum. Í þessu tilfelli er ekki víst að það gæfi aðra niðurstöðu þó áhrif hefðu verið skoðuð á vistfræðilegum forsendum. En vert er að benda á að framkvæmdir geta haft tiltölulega lítil áhrif á líffræðilega fjölbreytni á Íslandi almennt eða á svæðisvísu en gætu þrátt fyrir það haft töluverð áhrif á vistkerfi innan svæðisins. Umhverfisstofnun telur að eðlilegt hefði verið að meta áhrif á vistfræðilegum forsendum til að fá betri sýn á heildaráhrif af virkjanaframkvæmdunum.

Í svörum Orkuveitu Reykjavíkur vegna athugasemda um smádýralíf segir m.a.:

*„Því er ljóst að virkjunarframkvæmdir á Bitru hafi óveruleg áhrif á Þverá og lífríki hennar. Ef einhver breyting kemur fram á yfirborðsvirkni er það líklega til aukningar á virkni, þó má gera ráð fyrir að erfitt verði að greina þessar breytingar frá náttúrulegum breytingum sem hafa verið allnokkrar undanfarin ár. Út frá ofangreindu er það mat framkvæmdaraðila að áhrif virkjunarinnar á rennslis- og hitastigsbreytingar á Þverá séu óveruleg og áhrif virkjunarinnar á botndýralíf í Þverá*

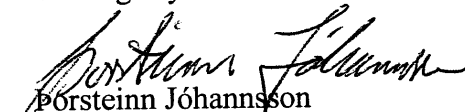
því óveruleg.”

Umhverfisstofnun vekur athygli á að aukning á virkni getur leitt til mikilla breytinga á yfirborði, sbr. breytingar á hverasvæðinu á Reykjanesi í kjölfar jarðhitanýtingar þar. Þær breytingar geta orðið meiri en náttúrulegar breytingar og haft neikvæð umhverfisáhrif í för með sér. Áhrif á smádýralíf hljóta því að vera háð nokkurri óvissu.

Í umfjöllun um smádýralíf kemur m.a. fram að eftirlitsmælingar sýni að miklar breytingar hafi verið á náttúrulegum jarðhita á svæðinu undanfarinn áratug. Hins vegar kemur ekkert fram um það í hverju þær breytingar felast.

Niðurstaða Orkuveitu Reykjavíkur er sú að samkvæmt fyrirliggjandi upplýsingum séu áhrif framkvæmdarinnar á botndýr og smádýr á svæðinu óveruleg. Umhverfisstofnun vekur athygli á að áhrif á smádýralíf eru háð nokkurri óvissu sbr. framangreindar athugasemdir og einnig eftirfarandi umfjöllun í matsskýrslu: „*Ekki er vitað til að rannsóknir hafi farið fram á botndýra- og smádýralífi fyrir og eftir framkvæmdir á framkvæmdasvæði virkjana á Íslandi þar af leiðandi ríkir ákveðin óvissa um bein áhrif virkjanframkvæmda við Bitru.*”

Virðingarfyllst

  
Þorsteinn Jóhannsson  
sérfræðingur



Hjalti J. Guðmundsson  
sviðsstjóri