



# HVERAHLÍÐARVIRKJUN

## Allt að 90 MW<sub>e</sub>

### jarðvarmavirkjun

Matsskýrsla

Mars 2008



# HVERAHLÍÐARVIRKJUN, Allt að 90 MW<sub>e</sub> jarðvarmavirkjun

## Matsskýrsla

06343

S:\2006\06343\Matsskýrsla\Matsskýrsla\sk080325-  
HV\_matsskýrsla.doc

Mars 2008

Forsíðumynd: Mats Wibe Lund

3	18.3.2008	AM, KVM, SGT	SGT	SGT
2	11.2.2008	AM, KVM, SGT	SGT	SGT
<b>Nr.</b>	<b>Dags.</b>	<b>Unnið:</b>	<b>Yfirfarið:</b>	<b>Samþykkt:</b>



Samantekt	Fylgiskjal með frummatsskýrslu
1. Inngangur	13
2. Matsskylda Hverahlíðarvirkjunar	13
2.1 <i>Umsagnir og athugasemdir við matsskyldu</i>	13
3. Leyfi sem framkvæmdin er háð	15
4. Tilgangur Hverahlíðarvirkjunar	16
4.1 <i>Umsagnir og athugasemdir um Hverahlíðarvirkjun og tilgang hennar</i>	16
5. Matsvinna	16
5.1 <i>Sérfræðiskýrslur</i>	18
5.2 <i>Frávik frá matsáætlun</i>	19
5.3 <i>Helstu breytingar frá frummatsskýrslu</i>	20
6. Staðhættir á framkvæmdasvæði	20
6.1 <i>Jarðfræði</i>	20
6.2 <i>Orkuforði</i>	21
6.3 <i>Landslag</i>	21
6.4 <i>Vatn</i>	21
6.5 <i>Gróður</i>	21
6.6 <i>Dýralíf</i>	22
6.7 <i>Veðurfar</i>	22
6.8 <i>Fornminjar</i>	22
7. Skipulag og landnotkun á framkvæmdasvæði	22
7.1 <i>Skipulagsáætlanir</i>	22
7.1.1 <i>Samræmi við skipulagsáætlun</i>	23
7.2 <i>Verndarsvæði</i>	23
7.2.1 <i>Vatnsvernd</i>	23
7.3 <i>Eignarhald</i>	23
8. Inngangur	25
9. Hönnunarforsendur og stefnumörkun OR við hönnun Hverahlíðarvirkjunar	26
9.1 <i>Hönnunarforsendur</i>	26
9.2 <i>Stefnumörkun í umhverfis- og ásjúndarmálum</i>	26
10. Afmörkun framkvæmdasvæðis	27
11. Vinnsla jarðhita	28
11.1 <i>Lýsing á vinnslurás</i>	29
12. Mannvirki	31

12.1	<i>Borteigar og borstæði</i>	31
12.1.1	<i>Sértækar aðgerðir og mótvægisáðgerðir</i>	31
12.2	<i>Borholur</i>	32
12.2.1	<i>Blástursprófanir</i>	34
12.2.2	<i>Sértækar aðgerðir og mótvægisáðgerðir</i>	35
12.3	<i>Frágangur borteiga</i>	35
12.4	<i>Vatnsveita</i>	35
12.5	<i>Gufuveita</i>	35
12.5.1	<i>Sýnileiki lagna</i>	36
12.5.2	<i>Huldar lagnir</i>	36
12.5.3	<i>Torsýnilegar lagnir</i>	37
12.5.4	<i>Hefðbundnar lagnir</i>	37
12.6	<i>Lagnakostir</i>	37
12.6.1	<i>Lagnir með Z-útfærslu</i>	38
12.6.2	<i>Lagnir með U-beygjum.</i>	38
12.6.3	<i>Safnæðar og safnæðastofnar</i>	39
12.6.4	<i>Skiljustöðvar</i>	40
12.6.5	<i>Aðveituæðar og niðurrennsli lagnir</i>	41
12.6.6	<i>Útfærsla á lögnum í Hverahlíð</i>	42
12.6.7	<i>Gufuháfar og lokahús</i>	42
12.7	<i>Stöðvarhús og kæliturnar</i>	43
12.7.1	<i>Sértækar aðgerðir og mótvægisáðgerðir</i>	43
12.8	<i>Niðurrennsli sveita</i>	44
12.8.1	<i>Afallsvatn</i>	44
12.8.2	<i>Niðurrennsli</i>	44
12.9	<i>Vegir á framkvæmdasvæði</i>	45
12.9.1	<i>Sértækar aðgerðir og mótvægisáðgerðir</i>	45
13.	<i>Aðrir framkvæmdaþættir</i>	46
13.1	<i>Efnistaka</i>	46
13.1.1	<i>Valkostir um efnistöku</i>	46
13.1.2	<i>Sértækar aðgerðir og mótvægisáðgerðir</i>	46
13.2	<i>Uppgröftur og haugsetning</i>	46
13.2.1	<i>Sértækar aðgerðir og mótvægisáðgerðir</i>	47
13.3	<i>Losun úrgangs</i>	47

13.3.1	Losun skólps	47
13.4	Útstreymi jarðhitaloftegunda	47
13.4.1	Sértækar aðgerðir og mótvægisáðgerðir	48
13.5	Hljóðstig á framkvæmdatíma	48
13.6	Aðstaða verktaka	48
13.7	Raforkuöflun á framkvæmdatíma	48
14.	Aðrar framkvæmdir í nágrenni framkvæmdasvæðis	49
14.1	Virkjun í Bitru	49
14.2	Tenging við raforkukerfi	49
14.3	Vegtengingar við þjóðveg	49
14.4	Umsagnir og athugasemdir um aðrar framkvæmdir	50
15.	Framkvæmdakostir	51
15.1	Staðarval stöðvarhúss	51
15.1.1	Hverahlíð 1	52
15.1.2	Hverahlíð 2	52
15.1.3	Hverahlíð 3	52
15.1.4	Val á staðsetningu stöðvarhús við Hverahlíð	52
15.2	Umsagnir og athugasemdir um staðarval stöðvarhúss	53
15.3	Niðurrennsli	53
15.4	Val á sýnileika lagna	54
15.5	Núll kostur	55
15.6	Umsagnir og athugasemdir um núllkost	55
15.7	Samnýting virkjana á Hengilssvæðinu	55
16.	Hættur	55
17.	Inngangur	57
18.	Forsendur mats á umhverfisáhrifum	57
18.1	Forsendur	57
18.2	Umsagnir og athugasemdir um forsendur um efnistöð matsvinnu	59
18.3	Afmörkun áhrifasvæðis	63
18.4	Skilgreining áhrifa	63
18.5	Umsagnir og athugasemdir um málsmeðferð og kynningartíma	64
19.	Jarðhitakerfið og forðafræði	67
19.1	Inngangur	67
19.2	Jarðhitasvæðið í Hverahlíð	67

19.3	<i>Hitabversnið</i>	67
19.4	<i>Hugmyndalíkan</i>	70
19.4.1	<i>Hugmyndalíkan Hverahlíðar</i>	70
19.5	<i>Vinnslugeta svæðisins</i>	71
19.6	<i>Áhrif vinnslu á jarðhitakerfið</i>	73
19.6.1	<i>Áhrif á endurnýjun jarðhitageymisins</i>	73
19.6.2	<i>Áhrif á yfirborðsvirkni</i>	74
19.7	<i>Sjálfbær þróun</i>	75
19.8	<i>Mótvægisáðgerðir</i>	76
19.9	<i>Eftirlit og vöktun</i>	76
19.10	<i>Umsagnir og athugasemdir um jarðhitakerfi og forðafræði</i>	77
19.11	<i>Niðurstaða</i>	89
20.	<i>Vatnafar</i>	91
20.1	<i>Yfirborðsvatn</i>	91
20.2	<i>Grunnvatnsstraumar á Hengilssvæðinu</i>	91
20.2.1	<i>Grunnvatnsstraumar í Hverahlíð</i>	91
20.3	<i>Verndarsvæði</i>	92
20.3.1	<i>Breyting á vatnsvernd</i>	93
20.4	<i>Áhrif á vatnafar</i>	93
20.4.1	<i>Áhrif vatnstöku</i>	93
20.4.2	<i>Áhrif afrennslis vegna borana og blástursprófana</i>	93
20.4.3	<i>Áhrif niðurrenslis</i>	94
20.4.4	<i>Efnainnihald affallsvatns</i>	96
20.5	<i>Mótvægisáðgerðir</i>	97
20.6	<i>Eftirlit og vöktun</i>	98
20.7	<i>Umsagnir og athugasemdir um vatnafar</i>	98
20.8	<i>Niðurstaða</i>	99
21.	<i>Jarðfræði og jarðmyndanir</i>	101
21.1	<i>Inngangur</i>	101
21.2	<i>Jarðfræðilegar aðstæður</i>	101
21.3	<i>Verndargildi jarðmyndana</i>	102
21.4	<i>Áhrif framkvæmda á jarðmyndanir</i>	102
21.5	<i>Mótvægisáðgerðir og vöktun</i>	103
21.6	<i>Niðurstaða</i>	103



22.	Landslag	105
22.1	<i>Inngangur</i>	105
22.2	<i>Afmörkun og lýsing á landslagsheildum</i>	105
22.2.1	<i>Endurmat á gildi landslagsheilda</i>	106
22.3	<i>Landslag á áhrifasvæði Hverahlíðarvirkjunar</i>	107
22.4	<i>Verndarsvæði</i>	107
22.5	<i>Áhrif framkvæmdar á landslag</i>	108
22.6	<i>Samlegðaráhrif</i>	108
22.7	<i>Mótvægisáðgerðir</i>	109
22.8	<i>Umsagnir og athugasemdir um landslag</i>	109
22.9	<i>Niðurstaða</i>	113
23.	Loftgæði	115
23.1	<i>Jarðhitalofttegundir</i>	115
23.1.1	<i>Koldíoxíð og metan</i>	115
23.1.2	<i>Brennisteinsvetni</i>	117
23.2	<i>Grunnástand</i>	118
23.3	<i>Veðurfar</i>	119
23.4	<i>Losun jarðhitalofttegunda frá Hverahlíðarvirkjun</i>	120
23.4.1	<i>Hreinsun brennisteinsvetnis</i>	121
23.5	<i>Loftslagssamningur Sameinuðu þjóðanna, Kyoto-bókhald</i>	123
23.6	<i>Áhrif framkvæmda á loftgæði</i>	123
23.6.1	<i>Áhrif á framkvæmdatíma</i>	123
23.6.2	<i>Áhrif á rekstartíma</i>	123
23.6.3	<i>Próun losunar</i>	126
23.7	<i>Áhrif virkjunar á lykt</i>	127
23.7.1	<i>Áhrif á framkvæmdatíma</i>	127
23.7.2	<i>Áhrif á rekstartíma</i>	127
23.8	<i>Mótvægisáðgerðir</i>	127
23.9	<i>Rannsóknarverkefni</i>	128
23.10	<i>Eftirlit og vöktun</i>	128
23.11	<i>Umsagnir og athugasemdir um loftgæði</i>	128
23.12	<i>Niðurstaða</i>	142
24.	Gróður	145
24.1	<i>Inngangur</i>	145

24.2	<i>Gróðurfur á Hengilssvæðinu</i>	145
24.3	<i>Gróðurfur á framkvæmdasvæði Hverahlíðarvirkjunar</i>	145
24.4	<i>Áhrif á gróðurfur</i>	146
24.4.1	<i>Áhrif affallsvatns frá blástursprófunum á gróður</i>	146
24.4.2	<i>Áhrif fyrirhugaðra framkvæmda á gróður</i>	147
24.5	<i>Mótvægisáðgerðir</i>	147
24.6	<i>Eftirlit og vöktun</i>	147
24.7	<i>Niðurstaða</i>	147
25.	<i>Lífriki í hverum</i>	149
25.1	<i>Inngangur</i>	149
25.2	<i>Hverasvæði í Hverahlíð</i>	149
25.3	<i>Sérkenni hvera sem vistkerfi</i>	149
25.4	<i>Hitakærar lífverur</i>	149
25.5	<i>Lífriki í hverum í Hverahlíð</i>	149
25.6	<i>Verndargildi</i>	150
25.7	<i>Áhrif jarðhitavinnslu á lífríki í hverum</i>	150
25.8	<i>Niðurstaða</i>	150
26.	<i>Fuglalíf</i>	153
26.1	<i>Inngangur</i>	153
26.2	<i>Athugunarsvæði og talning</i>	153
26.3	<i>Fuglalíf í Hverahlíð, á Bitru og nágrenni</i>	153
26.4	<i>Áhrif á fuglalíf</i>	154
26.5	<i>Niðurstaða</i>	154
27.	<i>Fornminjar</i>	157
27.1	<i>Inngangur</i>	157
27.2	<i>Óvissa við skráningu</i>	157
27.3	<i>Fornminjar á fyrirhuguðu framkvæmdasvæði</i>	158
27.4	<i>Áhrif framkvæmda á fornminjar</i>	159
27.4.1	<i>Mótvægisáðgerðir</i>	159
27.5	<i>Umsagnir og athugasemdir um fornminjar</i>	159
27.6	<i>Niðurstaða</i>	161
28.	<i>Hljóðvist</i>	163
28.1	<i>Inngangur</i>	163
28.2	<i>Grunnástand</i>	163

28.3	Mælingar á hljóðstyrk	163
28.3.1	Hljóðstyrkur við jarðbora	163
28.3.2	Hljóðstyrkur við borholur	163
28.3.3	Gufuháfar	164
28.4	Viðmiðunargildi	164
28.5	Áhrif framkvæmda á hljóðvist	164
28.5.1	Áhrif á framkvæmdatími	164
28.5.2	Áhrif á rekstrartíma	166
28.6	Mótvægisáðgerðir	166
28.7	Umsagnir og athugasemdir um hljóðvist	167
28.8	Niðurstaða	168
29.	Ferðaþjónusta og útivist	171
29.1	Inngangur	171
29.2	Afmörkun svæðis	171
29.2.1	Tegundir ferða	171
29.2.2	Leiðir	171
29.3	Útivist á Hverahlíðarsvæðinu	172
29.3.1	Tegundir útivistar	172
29.3.2	Leiðir	172
29.4	Framtíð ferðaþjónustu og útivistar	172
29.4.1	Stefna sveitarfélaga og þróun	172
29.4.2	Hugmynd um eldfjallagarð	172
29.5	Afstaða til fyrirhugaðra virkjanaframkvæmda	172
29.5.1	Aðilar í ferðaþjónustu	172
29.5.2	Útivistarfólk	173
29.6	Áhrif á ferðaþjónustu og útivist	173
29.6.1	Samlegðaráhrif	174
29.7	Mótvægisáðgerðir	175
29.8	Umsagnir og athugasemdir um ferðaþjónustu og útivist	175
29.9	Niðurstaða	177
30.	Kynning og samráð	179
30.1	Kynning á frummatsskýrslu.	182
31.	Mótvægisáðgerðir	185
32.	Vöktun	187



33.	Samantekt umhverfisáhrifa	188
34.	Niðurstaða matsvinnu	193

## ORÐSKÝRINGAR

<b>Aðveituæðar</b>	Lagnir sem flytja jarðhitavatn og gufu frá skiljustöð að stöðvarhúsi.
<b>Afallsvatn</b>	Samheiti yfir skilju- og þéttivatn sem veitt er frá virkjuninni eftir lögn frá stöðvarhúsi að niðurrenslissvæði.
<b>Afturkræf vinnsla</b>	Jarðhitavinnsla þar sem endurheimta má ótruflað ástand jarðhitakerfisins með því að stöðva vinnslu og bíða jöfnunar á massa- og orkuforða.
<b>Ágeng vinnsla</b>	Jarðhitavinnsla sem gengur hraðar á massa- og varmaforða jarðhitakerfis en náttúruleg endurnýjun og aukið aðstreyma gefa.
<b>Áhrifasvæði</b>	Sá hluti Hengilssvæðis þar sem áhrifa gætir af virkjanaframkvæmdum
<b>Blástursprófun</b>	Eftir borun eru borholur láttnar blása í 3-6 mánuði. Á þessum tíma eru nauðsynlegar mælingar og rannsóknir gerðar á holunni, svokallaðar blástursprófanir.
<b>Borleðja</b>	Við boranir er vatn oft blandað borleir til þess að auðvelda skolun borsvarfs upp holuna.
<b>Borradíus</b>	Svæði sem hægt er að ná til með stefnuborun frá borholutoppi.
<b>Borstæði</b>	Svæðið sem jarðborinn stendur á við borun.
<b>Borteigur</b>	Afmarkaður reitur þar sem talið er hagkvæmast að bora með tilliti til nýtingar jarðhita til rafmagnsframleiðslu.
<b>Eftirlitsholur</b>	Borholur þar sem fylgst verður með grunnvatni, s.s. vatnsborði í holum, hita vatnsins og vatnssýni tekin til efnagreininga.
<b>Eimsvali</b>	Varmaskiptir þar sem gufa frá gufuhverfli er þétt með köldu vatni úrvatnsbóli eða kæliturni virkjunarinnar.
<b>Endurnýjanleg auðlind</b>	Auðlindir sem endurnýjast frá náttúrunnar hendi, hraðar eða samtímis og ágangur af mannavöldum.
<b>Endurnýjanleg vinnsla (jarðvarmavinnsla)</b>	Sama orka og massi er tekið upp úr borsvæði og berst til þess um jaðra. Aukin vinnsla leiðir til meira aðstreymis þ.a. ekki víst að hún hætti að teljast endurnýjanleg. Reiknilíkön eru gerð til að leita svara við þessu.
<b>Framkvæmdasvæði</b>	Framkvæmdasvæði virkjunar.
<b>Gróðurhúsalofttegundir</b>	Gróðurhúsalofttegundir eru þær lofttegundir sem finnast í lofthjúpnum og sleppa lítilli hitageislun í gegnum sig. Dæmi um gróðurhúsalofttegundir eru koldíoxíð (CO <sub>2</sub> ) og metan (CH <sub>4</sub> ).
<b>Grunnvatn</b>	Grunnvatn er vatn sem fyllir allar glufur og sprungur í jarðlögum neðan tiltekins dýpis. Yfirborð grunnvatns nefnist grunnvatnsborð og fylgir að mestu landslagi en jafnan er grynna á það í lægðum.
<b>Gufuháfur</b>	Háfur þar sem umframgufu er hleypt út.
<b>Gufuskilja</b>	Tæki sem skilur vatn frá gufu.
<b>Gufuveita</b>	Öll mannvirki sem þarf til að flytja jarðhitavökva frá holutoppi að stöðvarhúsi virkjunarinnar.
<b>Háhitasvæði</b>	Svæði þar sem hiti nær 200°C á 1 km dýpi.

<b>Hengilssvæðið</b>	Samheiti um nánast allar jarðminjar ofanjarðar og neðan í fjallendi megineldstöðvarinnar í Hengli, frá Þingvallavatni og suður í Þrengsli.
<b>Hljóðdeyfir</b>	Búnaður við holutopp sem jarðhitavökva er veitt um í blástursprófunum.
<b>Hverfill</b>	Vél sem breytir gufuorku í hreyfiorku.
<b>Hverfilssamstæða</b>	Hverfill og rafall ásamt nauðsynlegum búnaði í stöðvarhúsi.
<b>Jarðhitageymir</b>	Afmarkað rúmmál af heitu bergi sem inniheldur nýtanlegan jarðhitavökva.
<b>Jarðhitakerfi</b>	Rúmmál í jörðu þar sem heitt vatn úr neðra stígur upp og hitar berg í mikinn hita. Innifelur alla þætti kerfisins, þ.e. uppstreymisrás, afrennsli, hverasvæði og djúpt aðrennsli.
<b>Jarðhitalofttegundir</b>	Gastegundir sem fylgja jarðhitavökvanum upp á yfirborðið og eru óþéttanlegar við staðalaðstæður (25°C og 1 bar). Jarðhitagasið á Hengilssvæðinu samanstendur að megninu til af koldíoxíð (CO <sub>2</sub> ), brennisteinsvetni (H <sub>2</sub> S), og vetni (H <sub>2</sub> ).
<b>Jarðhitasvæði</b>	Landsvæði afmarkað með jarðhitaummerkjum á yfirborði eða með yfirborðsmælingum.
<b>Jarðhitavökvi</b>	Gufa og vatn sem kemur upp um borholur.
<b>Jarðstrengur</b>	Rafstrengur sem lagður er í jörð.
<b>Kæliturn</b>	Varmaskiptir þar sem kælivatn er kælt með því að láta loft leika um það.
<b>Lokahús</b>	Lokahús hýsir stjórnloka fyrir gufu og skiljuvatn.
<b>Massaforði jarðhitakerfis</b>	Allur vökvi sem er til staðar í þorum bergs á hverjum tíma. Summa vatns, gufu og gastegunda.
<b>Niðurrennslisholur</b>	Borholur þar sem affallsvatn er losað djúpt niður í grunnvatn eða í jarðhitageyminn.
<b>Niðurrennslisveita</b>	Lagnir fyrir affallsvatn frá stöðvarhúsi að niðurrennslisholum.
<b>Orkuforði jarðhitakerfis</b>	Allur hrávarmi sem er til staðar í jarðhitageyminum, bæði í vökvanum, þorum bergsins, sem og í berginu sjálfu.
<b>Rafall</b>	Vél sem breytir hreyfiorku í raforku.
<b>Rakaskiljur</b>	Sía sem hreinsar vatn úr gufu.
<b>Rannsóknarhola</b>	Borholur til að rannsaka jarðfræðilegar aðstæður á svæðinu.
<b>Safnæð</b>	Lögn sem flytur borholuvökva frá borholum að safnæðastofni.
<b>Safnæðastofn</b>	Lögn sem tekur við borholuvökva úr nokkrum safnæðum og flytur hann í skiljustöð.
<b>Skiljustöð</b>	Mannvirki fyrir gufuskiljur.
<b>Skiljuvatn</b>	Vatnshluti jarðhitavökvans sem skilinn er frá gufunni í gufuskiljum. Skiljuvatnið er innihaldsríkt af uppleystum steinefnum sem hafa losnað úr berginu vegna hitans í jarðhitageyminum.
<b>Stefnuborun</b>	Borhola er sveigð í fyrirfram ákveðna stefnu út frá lóðlínu. Gert er ráð fyrir allt að 1.200 m borraradíus.
<b>Stjórnloki</b>	Loki til að stjórna rennsli gufu og vatns.

<b>Stöðvarhús</b>	Mannvirki fyrir vélasamstæðu, rafbúnað og stjórnbúnað virkjunar.
<b>Svarfpró</b>	Pró í jaðri borteigs þar sem borsvarfi, borleðju og sementi er safnað í við borun.
<b>Vermi</b>	Varmaorkuinnihald vökva (kJ/kg). Orkuinnihaldið er háð hita og þrýstingi.
<b>Vinnsluholur</b>	Borholur sem verða tengdar við gufuveitu virkjunarinnar.
<b>Þéttivatn</b>	Gufuhluti jarðhitavökvans eftir að gufan hefur verið þétt í eimsvölum.
<b>Þrýstifall</b>	Manngerð breyting í vökvaprýstingi í jarðhitageyminum við að hefja vinnslu úr jarðhitasvæðinu.

## **MÆLIEININGAR**

<b>bar<sub>a</sub></b>	Mælieining fyrir þrýsting miðuð við lofttæmi (þrýstinginn 0 bar <sub>a</sub> ). Venjulegur loftþrýstingur er 1,013 bar <sub>a</sub> eða 1.013 millibar.
<b>dB(A)</b>	Mælieining fyrir hljóðstyrk.
<b>Ha</b>	Hektari
<b>kV</b>	Kílóvolt
<b>kW<sub>st</sub></b>	Mælieining raforku, samsvarar þeirri orku sem fæst þegar aflinu 1 kW er beitt í eina klukkustund.
<b>m u.s.</b>	Metrar undir sjávarmáli
<b>m y.s.</b>	Metrar yfir sjávarmáli
<b>MW<sub>e</sub></b>	Megavatt. Mælieining fyrir rafafli, samsvarar 1.000 kW <sub>e</sub> (e = electricity). Notað, einkum við jarðvarmavirkjanir, til aðgreiningar frá varmaafli (MW <sub>th</sub> ) sem er miklu meira en nýtanlegt rafafli.
<b>Ppb</b>	Parts per billion = Milljarðasti hluti





## I. HLUTI: ALMENNAR UPPLÝSINGAR

### 1. Inngangur

Orkuveita Reykjavíkur áformar byggingu nýrrar jarðgufuvirkjunar í Hverahlíð. Framkvæmdasvæði Hverahlíðarvirkjunar er í Sveitarfélaginu Ölfusi. Áætlað er að jarðhitavinnsla í Hverahlíð geti nægt til allt að 90 MW<sub>e</sub> rafmagnsframleiðslu. Orkuveitan hefur rannsóknarleyfi á þessu svæði, frá 1. júní 2001 í 15 ár og fyrirheit um forgang um jarðhitanytingu.

Fyrirhugað framkvæmdasvæði virkjunar norðan við Hverahlíð er sunnan Hringveggar 1 um Hellisheiði og nær vestan frá Lakahnúkum og austur undir Hurðarás, kort 1. Hengilssvæðið er eitt af stærstu háhitasvæðum landsins. Yfirgripsmiklar rannsóknir hafa farið fram á Hengilssvæðinu á undanförunum árum. Í ljósi þessara rannsókna og upplýsinga úr borholum er fyrirhugað framkvæmdasvæði í Hverahlíð einn af þeim virkjunarstöðum á Hengilssvæðinu sem helst eru taldir koma til greina.

Hengilssvæðið er eitt af stærstu háhitasvæðum landsins. Yfirgripsmiklar rannsóknir hafa verið framkvæmdar þar á undanförunum árum. Í ljósi þeirra og upplýsinga úr borholum er fyrirhugað framkvæmdasvæði við Hverahlíð einn af þeim virkjunarstöðum á Hengilssvæðinu sem helst eru taldir koma til greina.

Framkvæmdasvæðið er um 320 ha að stærð. Landeigandi fyrirhugaðs framkvæmdasvæðis og næsta nágrenni þess er Orkuveita Reykjavíkur. Samkvæmt gildandi aðalskipulagi Ölfuss 2002-2014 er fyrirhugað framkvæmdasvæði skilgreint sem opið óbyggt svæði með hverfisvernd. Jafnframt er fyrirhugað framkvæmdasvæði innan fjarsvæðis vatnsverndar. Sveitarfélagið Ölfus vinnur að breytingu á aðalskipulagi og er fyrirhugað Hverahlíðarvirkjun í samræmi við tillögu að breyttu aðalskipulagi.

Fyrirhugað virkjun felur í sér vinnslu jarðhita, vegi, borholur og borteiga, vatnsveitu, gufuveitu, skiljustöðvar, vélasali, kæliturna, niðurrennsliuveitu og efnistöku.

Áætlað er að hefja framkvæmdir á árinu 2008 og er gert ráð fyrir að framkvæmdum verði lokið 2011.

Matsskýrsla þessi er lögð fram samkvæmt lögum nr. 106/2000 m.s.br. um mat á umhverfisáhrifum. Skýrslan er byggð á matsáætlun um Hverahlíðarvirkjun sem samþykkt var af Skipulagsstofnun með athugasemdum 4. desember 2006, frummatsskýrslu um Hverahlíðarvirkjun lögð fram 27. september 2007, umsögnum og athugasemdum sem bárust á kynningartíma frummatsskýrslu og svörum og viðbótargögnum Orkuveitu Reykjavíkur. Alls bárust umsagnir frá 9 aðilum og 10 athugasemdir frá einstaklingum og félagasamtökum. Gerð er grein fyrir umsögnum og athugasemdum í þeim kafla sem þær snúa að og þar er jafnframt gerð grein fyrir svörum Orkuveitu Reykjavíkur og viðbótargögnum sem lögð hafa verið fram vegna þeirra. Umsagnir og athugasemdir eru skáletraðar. Matsskýrslan er unnin af VSÓ Ráðgjöf fyrir Orkuveitu Reykjavíkur.

### 2. Matsskylda Hverahlíðarvirkjunar

90 MW<sub>e</sub> Hverahlíðarvirkjun er matsskyld skv. lögum um mat á umhverfisáhrifum nr. 106/2000 m.s.br. og er vísað í lið 2 í 1. viðauka: Jarðvarmavirkjanir og önnur varmaorkuver með 50 MW uppsett varmaafli eða meira og önnur orkuver með 10 MW uppsett rafafli eða meira.

#### 2.1 Umsagnir og athugasemdir við matsskyldu

##### 2.1.1 Athugasemd Framtíðarlandsins

*Virkjanir Orkuveitu Reykjavíkur við Bitru og Hverahlíð eru tilkomnar vegna samnings um orkusölu til álvers við Helguvík. Sama á við stækkun Hellisheiðarvirkjunar. Í 5. gr. laga um*

*umhverfismat er gert ráð fyrir því að séu fleiri en ein framkvæmd á sama svæði eða framkvæmdirnar háðar hver annarri geti Skipulagsstofnun metið áhrif þeirra sameiginlega. Hvoru tveggja á sannarlega við í þessu tilviki. Allar líkur eru á að virkjanirnar séu að nýta sama jarðhitageyminn, en ekki er áætlað hver sameiginleg áhrif þeirra eru, einungis er reynt að meta áhrifin af hverri fyrir sig. Áhrifasvæði virkjana á loftgæði eru einnig það sama eða skarast mjög en þær eru allar staðsettar í næsta nágrenni við höfuðborgarsvæðið. Ennfremur er afar hæpið að fjalla ekki um heildaráhrif framkvæmda á upplifun af landslagsheild með myndrænum hætti. Til viðbótar virkjunum verða sjónræn áhrif af fyrirhuguðum háspennulögnum um sama svæði, hvort heldur er í strengjum eða háspennulínunum.*

*Hér hefði því verið afar brýnt að fjalla um umhverfisáhrif sameiginlega og að það skuli ekki gert gefur villandi mynd af þeim umhverfisáhrifum sem munu verða. Það hefði verið eðlilegt að fjalla að lágmarki um framkvæmdir á Hellisheiði við stækkun Hellisheiðarvirkjunar, Bitruvirkjun og Hverahlíðarvirkjun ásamt háspennulögnum Landsnets um svæðið. Enn æskilegra hefði verið að meta sameiginlega að auki álver við Helguvík og fyrirhugaðar virkjanir Hitaveitu Suðurnesja, (stækkun Reykjanesvirkjunar, Svartsengis og virkjanir á Krýsuvíkursvæðinu) og/eða aðrar þær virkjanir sem nauðsynlegar eru til að afla álverinu orku.*

**Svar:** Áform um stækkun Hellisheiðarvirkjunar voru til skoðunar áður en uppi voru hugmyndir um virkjanir við Bitru og Hverahlíð og þar af leiðandi var ekki unnt að meta þessar þrjár framkvæmdir samtímis. Mati á umhverfisáhrifum vegna stækkunar Hellisheiðarvirkjunar lauk með úrskurði Skipulagsstofnunar, dags. 28.3.2006, talsvert áður en hugað var að mati á umhverfisáhrifum Bitruvirkjunar og Hverahlíðarvirkjunar.

Orkuveitan tekur undir þau sjónarmið að mikilvægt er að meta heildaráhrif virkjana á Hengilssvæðinu á jarðhitageyminn. Því hefur Orkuveitan lagt mikla áherslu á að leggja mat á þau áhrif og við það var stuðst við reikningslíkan sem nær yfir allt Hengilssvæðið og tekur mið af þeim upplýsingum sem liggja fyrir um svæðið. Fjallað er um samlegðaráhrif í kafla 19.5 og 19.6, þar sem gerð er ítarlegri grein fyrir ýmsum þáttum er snúa að heildaráhrifum á jarðhitageyminn. Orkuveitan hefur í mati á áhrifum á loftgæði metið heildaráhrif allra virkjana á Hengilssvæðinu, ekki eingöngu áhrif af Bitruvirkjun og Hverahlíðarvirkjun (sjá kafla 23.6.2). Frummatsskýrsla og matsskýrsla gefa því heildstætt mat á áhrifum á jarðhitageyminn og loftgæði.

Varðandi athugasemd um að meta heildaráhrif á landslag með myndrænum hætti, ber að geta þess að við mat á umhverfisáhrifum Hverahlíðarvirkjunar og Bitruvirkjunar lágu ekki fyrir endanlegar upplýsingar um legu og útfærslu háspennulína í nágrenni virkjana og því ekki mögulegt að fella þær inn í myndir af fyrirhuguðum framkvæmdum. Nú liggur hins vegar fyrir ákvörðun Landsnets um að leggja jarðstreng frá Hverahlíðarvirkjun og Bitruvirkjun að tengivirki, sem kemur til með að draga verulega úr sjónrænum áhrifum framkvæmda, sjá nánar í svari við athugasemd í kafla 14.4.2.

Um þá ábendingu að meta sameiginlega áhrif framkvæmda á Hellisheiði, framkvæmda á vegum Hitaveitu Suðurnesja og áhrif álvers vill Orkuveitan benda á að um er að ræða 3 mismunandi framkvæmdaraðila. Áform þessara aðila eru mjög á mismunandi vegi stödd eins og kemur fram í álitni Skipulagsstofnunar dags. 4.10.2007 um álver í Helguvík: „Í niðurstöðu Skipulagsstofnunar um matsáætlun álvers í Helguvík taldi stofnunin ekki verjandi að krefjast þess að metin yrðu samtímis umhverfisáhrif álverksmiðunnar sjálfrar og tengdra framkvæmda í ljósi þess hve mikil óvissa ríkti um hvaðan og eftir hvaða leiðum orka bærast álverinu. Enn í dag er veruleg óvissa um orkuöflun þar sem þeir kostir sem nefndir eru til orkuöflunar eru mjög mismunandi á vegi staddir hvað varðar rannsóknir, skipulagsumfjöllun sveitarfélaga og mat á umhverfisáhrifum.“

Þá er mikilvægt að benda á að þessar framkvæmdir eru ekki fyrirhugaðar á sama svæði, en 2. mgr. 5. gr. laga nr. 106/2000 um mat á umhverfisáhrifum heimilar Skipulagsstofnunar að meta

sameiginlega umhverfisáhrif þegar fleiri en ein matsskyld framkvæmd eru fyrirhugaðar á sama svæði eða þær háðar hver annari.

Orkuveitan vísar einnig á umhverfisskýrslu með tillögu að breytingu á aðalskipulagi Ölfuss sem unnin er skv. lögum nr. 105/2006 um umhverfismat áætlana. Í þeirri skýrslu er fjallað um helstu áhrif af því að breyta landnotkun í þá veru að byggja Bitruvirkjun, Hverahlíðarvirkjun og leggja nýjar háspennulínur innan Sveitarfélagsins Ölfuss. Sú skýrsla kemur því til með að veita yfirlit um heildaráhrif á fyrirhuguðum framkvæmdasvæðum virkjana og háspennulína.

### 2.1.2 Athugasemd Landverndar

*Það er galli á frummatsskýrslunum að ekki skuli fjallað um málið með heildstæðum hætti þannig að yfirvöld ættu þess kost að taka meðvitaða ákvörðun um það sem raunverulega er að gerast. Fram kom í áliti Skipulagsstofnunar um álver í Helguvík að orkan sem OR ætlar sér að afla á Hengilssvæðinu eigi að verulegu leyti að fara í fyrirhugað álver í Helguvík. Landvernd hefur kært ákvörðun Skipulagsstofnunar um að láta ekki meta umhverfisáhrif álvers í Helguvík með heildstæðum hætti, sbr. heimildir stofnunarinnar í 2. mgr. 5. gr. laga um mat á umhverfisáhrifum.*

*Ef ekki yrði ráðist í álver í Helguvík yrði líklega komið í veg fyrir það umhverfisrask sem óhjákvæmilega myndi fylgja bæði orkuöfluninni og orkuflutningunum. Sömuleiðis eru áform um álver í Helguvík í uppnámi ef einhver þessara verkþátta áætlunarinnar nær ekki fram að ganga. Eðlilegt hefði því verið að fjalla sameiginlega um þessi mál enda þau háð hvoru öðru eigi framkvæmdirnar yfir höfuð að geta þjónað sínum tilgangi.*

**Svar:** Sjá svar við athugasemd í kafla 2.1.1 um að meta skuli sameiginlega umhverfisáhrif virkjana, háspennulína og stóriðju.

### 2.1.3 Athugasemd Kolbrúnar Halldórsdóttur

*Þegar öllu er á botninn hvolft þá teldi ég skynsamlegast að Skipulagsstofnun legði til að áformin yrðu skoðuð heildstætt og í samhengi við aðrar framkvæmdir sem þegar hefur verið farið í á Hengilssvæðinu, er þar átt við Helliðarvirkjun og Nesjavallavirkjun. Rétt væri að beita sömu aðferðum og beitt er við skipulagsáætlanir og líta til svæðisins í heild. Þegar fyrir lægju upplýsingar um heildstæð áhrif allra virkjana sem áform eru um að reisa til viðbótar við þau áhrif sem svæðið hefur þegar orðið fyrir, þá verður hægt að taka ákvörðun á grundvelli bestu fáanlegra upplýsinga. Þetta væri í samræmi við hugmyndafræði laga um umhverfismat áætlana og áformaðar breytingar á skipulagslögum, sbr. landsskipulag.*

**Svar:** Orkuveitan hefur í samræmi við ákvörðun Skipulagsstofnunar um matsáætlun lagt mat á samlegðaráhrif virkjana á Hengilssvæðinu og háspennulína á landslag, ferðaþjónustu og útivist. Þá hefur Orkuveitan skoðað heildaráhrif virkjana á jarðhitakerfið á Hengilssvæðinu. Vísað er í svar við athugasemd í kafla 2.1.1 þar sem fjallað er ítarlega um heildstætt mat virkjana á Hengilssvæðinu.

## 3. Leyfi sem framkvæmdin er háð

Fyrirhugaðar framkvæmdir vegna byggingar 90 MW<sub>e</sub> jarðvarmavirkjun í Hverahlíð er háð eftirfarandi leyfum:

- Rannsóknarleyfi veitt af iðnaðarráðherra skv. 4 gr. laga nr. 57/1998 um rannsóknir og nýtingu á auðlindum í jörðu. Þann 7. maí 2001 veitti iðnaðarráðherra Orkuveitu Reykjavíkur leyfi til rannsókna á jarðhita á Hengilssvæðinu og fyrirheit um forgang að nýtingarleyfi sbr. 5. gr. fyrrnefndra laga. Leyfið gildir frá 1. júní 2001 til 1. júní 2016.
- Virkjunarleyfi til að reisa og reka raforkuver veitt af iðnaðarráðherra skv. 4., 5. og 6. gr. laga nr. 65/2003 um raforku.

- Framkvæmdaleyfi frá Sveitarfélaginu Ölfusi skv. 27. gr. laga nr. 73/1997 um skipulag og byggingar.
- Byggingarleyfi frá Sveitarfélaginu Ölfusi skv. 36. og 43. gr. laga nr. 73/1997 um skipulag og byggingar.
- Starfsleyfi frá Heilbrigðisnefnd Suðurlands skv. 6. gr. laga nr. 7/1998 um hollustuhætti og mengunarvarnir og 9. gr. reglugerðar nr. 785/1999 um starfsleyfi fyrir atvinnurekstur sem getur haft í för með sér mengun, samanber fylgiskjal 2 liði 9.1, 10.4 og 10.7, gr. 5 og 12 í reglugerð nr. 796/1999 um varnir gegn mengun vatns og 14. gr. reglugerðar nr. 797/1999 um varnir gegn mengun grunnvatns.
- Leyfi fornleifaverndar ríkisins ef hrófla þarf við fornleifum skv. 10. gr. Þjóðminjalaga nr. 107/2001.

#### 4. Tilgangur Hverahlíðarvirkjunar

Markmiðið með virkjun í Hverahlíð er að mæta aukinni eftirspurn atvinnuvega eftir raforku.

Horfur eru á verulegri stækkun raforkumarkaðar á Íslandi. Fyrirliggjandi eru samningar við Norðurál og Alcan og viðræður standa yfir við aðila sem langt er kominn með undirbúning netþjónabús sem og væntanlegan rekstraraðila kísilmálmverksmiðju. Til að tryggja viðskiptavinum Orkuveitunnar fullnægjandi öryggi og til að anna vaxandi eftirspurn á næstu árum er ljóst að fyrirtækið þarf að auka framleiðslugetu sína á raforku. Frekari rannsóknir á jarðhitakerfinu við Hengilinn og bygging Hverahlíðar- og Bitruvirkjunar eru hluti af aðgerðum Orkuveitunnar til að mæta eftirspurn eftir orku.

##### 4.1 Umsagnir og athugasemdir um Hverahlíðarvirkjun og tilgang hennar

###### 4.1.1 Athugasemd Náttúruverndarsamtaka Suðurlands (NSS)

*NSS vara eindregið við fyrirhuguðum virkjunum og telja ekki ljóst hverra þörfum er verið að mæta með framkvæmdunum.*

**Svar:** Markmið virkjanaframkvæmda er að mæta aukinni eftirspurn eftir raforku. Það er reynsla undanfarinna áratuga að efnahagsástandið sveiflast hérlendis. Margt bendir til þess að samdráttur sé nú að hefjast því gæti tímasetning framkvæmda Orkuveitu Reykjavíkur fallið vel að efnahagsástandinu.

Eins og kemur fram í 4. kafla er markmiðið með virkjun í Hverahlíð að mæta aukinni eftirspurn atvinnuvega eftir raforku. Í samantekt frummatsskýrslunnar er tekið fram að fyrir utan fyrirliggjandi samninga við Norðurál þá standa einnig yfir viðræður við aðila um rafmagnssölu til netþjónabús og til kísilverksmiðju. Til að tryggja viðskiptavinum Orkuveitunnar fullnægjandi afhendingaröryggi raforku og til að anna vaxandi eftirspurn á næstu árum er ljóst að fyrirtækið þarf að auka framleiðslugetu sína á raforku.

#### 5. Matsvinna

VSÓ Ráðgjöf hefur annast mat á umhverfisáhrifum Hverahlíðarvirkjunar og skrifað frummatsskýrsluna og matsskýrsluna ásamt Orkuveitu Reykjavíkur. Fjölmargir aðilar með sérþekkingu á mismunandi verkþáttum hafa komið að verkefninu (Tafla 5.1).

**Tafla 5.1 Helstu verkþættir og sérfræðingar**

Verkþáttur	Sérfræðingar
Verkefnastjórn	Einar Gunnlaugsson, Orkuveita Reykjavíkur Ingólfur Hrólfsson, Orkuveita Reykjavíkur Claus Ballzus, VGK-Hönnun
Matsáætlun	Auður Andrésardóttir, VGK-Hönnun
Frummatsskýrsla	Auður Magnúsdóttir, VSÓ Ráðgjöf Hjördís Arnardóttir, VSÓ Ráðgjöf Kristín Vala Matthíasdóttir, VSÓ Ráðgjöf Stefán Gunnar Thors, VSÓ Ráðgjöf
Framkvæmdir	Gunnar Hjartarson, Orkuveita Reykjavíkur Guðmundur Kjartansson, Orkuveita Reykjavíkur Sigurgeir Björn Geirsson, Orkuveita Reykjavíkur Ráðgjafahópur um virkjanir á Hengilssvæðinu
Jarðhitakerfi og orkuforði	Grímur Björnsson, Orkuveita Reykjavíkur
Vatnafar	Einar Gunnlaugsson, Orkuveita Reykjavíkur Gestur Gíslason, Orkuveita Reykjavíkur Verkfræðistofan Vatnaskil
Losun í andrúmsloft Dreifingarspár	Gestur Gíslason, Orkuveita Reykjavíkur Verkfræðistofan Vatnaskil
Jarðfræði og jarðmyndanir	Kristján Sæmundsson, ÍSOR
Hverir	Gretar Ívarsson, Orkuveita Reykjavíkur Guðmundur Óli Hreggviðsson, Prokaria Sólveig K.Pétursdóttir, Prokaria Steinunn Magnúsdóttir, Prokaria Tryggvi Þórðarson, Háskólasetrið Hveragerði
Gróðurfar	Guðmundur Guðjónsson, Náttúrufræðistofnun Íslands Kristbjörn Egilsson, Náttúrufræðistofnun Íslands Regína Hreinsdóttir, Náttúrufræðistofnun Íslands
Fuglar	Guðmundur Guðjónsson, Náttúrufræðistofnun Íslands Jón E. Jónsson, Orkuveita Reykjavíkur Kristinn Haukur Skarphéðinsson, Náttúrufræðistofnun Íslands
Fornminjar	Birna Lárusdóttir, Fornleifastofnun Íslands
Ferðamennska og útivist	Auður Magnúsdóttir, VSÓ Ráðgjöf Jón E. Jónsson, Orkuveita Reykjavíkur VGK-Hönnun
Landslag	Auður Magnúsdóttir, VSÓ Ráðgjöf Sebastian Peters, VSÓ Ráðgjöf Smári Johnsen, VSÓ Ráðgjöf

Auk þess var samráð við ýmsa aðila á meðan matsvinnu stóð. Samvinna og samráð var við ráðgjafahóp um virkjanir á Hengilssvæðinu. Í honum eru: VGK-Hönnun, Fjarhitun, Rafteikning, Rafhönnun, Tark og Landslag. Ákveðin samvinna var með verkefnahóp frá Línuhönnun og Landsneti sem vinnur að mati á umhverfisáhrifum háspennulína frá Hellisheiði að Straumsvík og

Geithálsi og Landmótun sem vinnur að breytingum á aðalskipulagi Ölfuss og umhverfismati aðalskipulagsbreytinganna. Tilgangur samvinnu var m.a. að taka tillit til allra framkvæmda sem eru í nágrenni fyrirhugaðs framkvæmdasvæðis.

### 5.1 Sérfræðiskýrslur

Eftirfarandi sérfræðiskýrslur voru unnar sérstaklega fyrir matsvinnu Bitru- og Hverahlíðarvirkjunar. Hægt er að nálgast skýrslurnar á heimasíðu Orkuveitu Reykjavíkur, [www.or.is](http://www.or.is), og heimasíðu VSÓ Ráðgjafar, [www.vso.is](http://www.vso.is).

- Birna Lárusdóttir, 2006. Fornleifakönnun vegna virkjanaáforma við Hverahlíð og Ölkelduhálssvæði. Reykjavík: Fornleifastofnun Íslands FS327-06261.
- Bjarni Bessason, 2006. Mat á jarðskjálftaáhrifum fyrir Bitru og Hverahlíð á Hellisheiði. Reykjavík. Verkfræðistofnun Háskóla Íslands.
- Gestur Gíslason, 2007. Umsögn um holur HE-2, HE-20 og HE-22 á Bitrusvæði og holu HE-21 í Hverahlíð. Reykjavík: Orkuveita Reykjavíkur.
- Gretar Ívarsson, 2006. Yfirborðshiti á sunnan- og austanverðu Hengilssvæðinu. Lýsingar, mælingar og ljósmyndir. Reykjavík: Orkuveita Reykjavíkur.
- Grímur Björnsson, 2007. Endurskoðað hugmyndalíkan af jarðhitakerfum í Hengli og einfalt mat á vinnslugetu nýrra borsvæða. Reykjavík: Orkuveita Reykjavíkur.
- Guðmundur Guðjónsson, Kristbjörn Egilsson og Kristinn Haukur Skarphéðinsson, 2005. Gróður og fuglar á Hengilssvæði og Hellisheiði. Reykjavík: NI-05008.
- Guðmundur Guðjónsson og Kristbjörn Egilsson, 2006. Gróðurlort af fjórum svæðum á Hellisheiði og nágrenni. Reykjavík: NI-06017.
- Guðmundur Guðjónsson og Regína Hreinsdóttir, 2007. Minnisblað: Flatarmál gróðurfélaga á framkvæmdasvæðum vegna gufuafsvirkjana við Bitru og Hverahlíð á Hellisheiði. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur.
- Jón E. Jónsson, 2006. Fuglarannsóknir á fyrirhuguðum virkjunarsvæðum Orkuveitu Reykjavíkur á Ölkelduhálssvæði og við Hverahlíð sumarið 2006. Reykjavík: Orkuveita Reykjavíkur.
- Jón E. Jónsson. 2006. Ferðamennska á fyrirhuguðum virkjunarsvæðum á Ölkelduhálssvæði og við Hverahlíð sumarið 2006. Reykjavík: Orkuveita Reykjavíkur.
- Rögnvaldur Guðmundsson. 2006. Nýjar og endurbýggðar háspennulínur á og frá Hellisheiði, áhrif á útivist og ferðapjónustu. Reykjavík: Rannsóknir og ráðgjöf ferðapjónustunnar.
- Sólveig K. Pétursdóttir, Tryggvi Þórðarson, Steinunn Magnúsdóttir, Guðmundur Óli Hreggviðsson, 2006. Mat á umhverfisáhrifum jarðvarmavirkjana í Hverahlíð og við Ölkelduháls. Athugun á lífríki hvera. Prokaria og Háskólasetrið í Hveragerði. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur.
- Stuðull, verkfræði og jarðfræðipjónusta, 2007. Frumathugun á hugsanlegum efnistökusvæðum fyrir Hverahlíðar- og Ölkelduhálsvirkjun. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur.
- VGK hf., 2006. Umhverfisáhrif borana og prófana á háhitaholum á Hellisheiði. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur.
- VGK hf., 2006. Ölkelduhálssvæði og Hverahlíð. Útivist og ferðapjónusta. Reykjavík: Orkuveita Reykjavíkur.
- VGK hf., 2006. Mælingar á hljóðstigi á framkvæmdasvæði virkjunar á Hellisheiði. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur.
- Verkfræðistofan Vatnaskil, 2007a. Áhrif vatnstöku fyrir Bitru- og Hverahlíðarvirkjanir á grunnvatnsrennsli á svæðinu. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur.

- Verkfræðistofan Vatnaskil, 2007b. Dreifingarspá fyrir brennisteinsvetni frá virkjunum á Nesjavöllum og Hellisheiði. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur.
- Verkfræðistofan Vatnaskil, 2007c. Dreifingarspá fyrir brennisteinsvetni frá Hverahlíðarvirkjun og Bitruvirkjun. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur.
- Verkfræðistofan Vatnaskil, 2007e. Útreikningar á áhrifsvæðum vegna niðurdælingar í svelgholur á framkvæmda- og rekstrartíma. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur, óútgífið
- Verkfræðistofan Vatnaskil, 2007f. Dreifingarspá fyrir hreinsaðan útblástur brennisteinsvetnis frá jarðvarmavirkjunum á Hengillssvæðinu. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur.

## 5.2 Frávik frá matsáætlun

Í ákvörðun Skipulagsstofnunar um matsáætlun, dags. 4. desember 2006 um virkjun við Hverahlíð kom fram að: „*Skipulagsstofnun telur eðlilegt að sveitarstjórnirnar ljúki við breytingu á aðalskipulagi og umhverfismat þess áður en frummatsskýrsla Orkuveitu Reykjavíkur verður auglýst og kynnt. Þar sem matsvinna vegna framkvæmdarinnar mun vera alllangt komin mun Skipulagsstofnun þó ekki gera athugasemd við að auglýsing og kynning á breytingu aðalskipulagsins fari fram samtímis kynningu á frummatsskýrslu.*“

Vegna samninga við raforkukaupa, þröngra tímaáætlana og tafa sem hafa orðið vegna vinnu við mat á umhverfisáhrifum virkjana við Hverahlíð og á Bitru, er mikilvægt að leggja fram frummatsskýrslur fyrir Bitruvirkjun og Hverahlíðavirkjun eins fljótt og kostur er. Þar sem vinna við breytingar á aðalskipulagi Ölfuss hefur tafist talsvert m.v. áætlanir telur Orkuveita Reykjavíkur ekki annað mögulegt en að auglýsa frummatsskýrslur fyrir áður nefndar virkjanir áður en breytingar á aðalskipulagi Ölfuss 2002-2014 verða auglýstar.

Megin ástæður fyrir því að framkvæmdaraðili fer ekki eftir ábendingum Skipulagsstofnunar um að auglýsingatímar frummatsskýrslu og aðalskipulagsbreytingar fari saman, eru:

- Mikilvægi þess að geta hafið hönnun mannvirkja og útboð sem fyrst, til þess að standast þær áætlanir sem gerðar hafa verið í samningum við væntanlega raforkukaupa. Í samningum við raforkukaupendur eru skuldbindingar tengdar því að mat á umhverfisáhrifum liggja fyrir, áður en næstu skref eru tekin. Það er því mikilvægt bæði fyrir Orkuveituna og viðsemjendur hennar að niðurstaða fái sem fyrst til að forðast tafir á verkefnum tengdum niðurstöðu matsins.
- Með því að auglýsa frummatsskýrslu á undan aðalskipulagsbreytingum er ekki verið að skerða aðkomu almennings og hagsmunaaðila að undirbúningi áætlana eða framkvæmda. Frummatsskýrslur fyrir Bitruvirkjun og Hverahlíðavirkjun eru kynntar almenningi og hagsmunaaðilum og hafa allir rétt til að koma á framfæri athugasemdum innan 6 vikna. Sömuleiðis mun almenningur og hagsmunaaðilar hafa aðkomu að breytingum á aðalskipulagi og umhverfisskýrslu vegna þeirra.
- Samráð hefur verið við Sveitarfélagið Ölfuss við undirbúning virkjana og mats á umhverfisáhrifum þeirra. Einnig hefur sveitarfélagið kynnt fyrir Orkuveitunni áætlanir um breytingar á aðalskipulagi og þær áherslur og stefnumörkun sem eru í tillögu að breytingu á aðalskipulagi Ölfuss 2002-2014, þ.m.t. áherslur sem snúa að umhverfismálum. Orkuveitan hefur tekið mið af þeim við undirbúning framkvæmda.
- Ákvörðun Skipulagsstofnunar um mat á umhverfisáhrifum virkjana og staðfesting á gildistöku breytingar á aðalskipulagi ásamt umhverfisskýrslu mun liggja fyrir áður en leyfi til framkvæmdanna er veitt.
- Engar lagalegar kvaðir eru um að mat á áhrifum einstakra framkvæmda geti ekki verið auglýst á undan breytingum á skipulagsáætlunum, sbr. lög nr. 106/2000 um mat á umhverfisáhrifum, nr. 105/2006 um umhverfismat áætlana, tilskipanir Evrópuráðsins nr. 97/11/EB um breytingar á

tilskipun um mat á umhverfisáhrifum og nr. 01/42/EB um mat á áhrifum skipulags- og framkvæmdaáætlana á umhverfið.

Með vísun til ofangreindra þátta telur Orkuveita Reykjavíkur að rökstutt hafi verið nægilega frávik frá matsáætlun sbr. 20. gr. í reglugerð nr. 1123/2005 um mat á umhverfisáhrifum.

### 5.3 Helstu breytingar frá frummatsskýrslu

Helstu breytingar sem hafa orðið frá því sem kom fram í frummatsskýrslu eru:

- Orkuveitan hefur ákveðið að hreinsa brennisteinsvetni frá virkjunum á Hengilssvæðinu. Í kjölfar þess hefur verið reiknuð út ný dreifingarspá fyrir útblástur brennisteinsvetnis frá virkjunum (Verkfræðistofan Vatnaskil 2007f), sjá kafla 23.4.1 og 23.6. Í kjölfar ákvörðunar um þessar aðgerðir hefur mat á áhrifum á lykt verið endurskoðað. Ef brennisteinsvetni er hreinsað frá virkjununum þá breytast áhrifin á lykt úr talsverð í óveruleg, sjá kafla 23.12.
- Orkuveitan hefur bætt við gögnum um áhrifasvæði niðurdælingar frárennslisvatns í svelgholur þar sem tekið er tillit til styrks efna (Verkfræðistofan Vatnaskil 2007e), sjá kafla 20.4 og Mynd 20.2.
- Orkuveitan hefur bætt við gögnum sem sýna áhrif dælingar vatns í Bitruvirkjun og Hverahlíðarvirkjun á rekstrartíma á vatnaskil grunnvatns (Verkfræðistofan Vatnaskil 2007e), (Mynd 20.3).
- Orkuveitan hefur bætt við gögnum sem sýna hljóðstig á framkvæmdatíma og rekstrartíma (kort 18 og 19).
- Í samræmi við tillögu Sveitarfélagsins Ölfuss um breytingu á aðalskipulagi, hefur verið gerð grein fyrir mismögum gatnamótum og nýrri veltengingu að virkjanasvæðinu (kort 2).
- Gert er ráð fyrir að raforkuframleiðsla frá Hverahlíðarvirkjun hefjist árið 2011 í stað 2010.
- Gerð er grein fyrir umsögnum og athugasemdum sem bárust um frummatsskýrslu og svörum Orkuveitunnar við þeim.

## 6. Staðhættir á framkvæmdasvæði

### 6.1 Jarðfræði

Eldstöðvakerfi Hengilssvæðisins eru þrjú. Það yngsta er nefnt Hengilskerfið og finnst í Henglafjöllum og sunnan þeirra. Innan þess eru vinnslusvæðin á Nesjavöllum og á Hellisheiði. Hin tvö, Hveragerðiseldstöðin og Hrómundartindskerfið eru talin vera storknandi kvikuþræur sem veita varma til háhitasvæðanna þar fyrir ofan. Samkvæmt dreifingu jarðhita, ummyndun á yfirborði og viðnámsmælingum eru þessi þrjú kerfi talin vera um 112 km<sup>2</sup>. Fyrirhugað virkjunarsvæði við Hverahlíð tilheyrir eldstöðvakerfum Hengilssvæðisins en þar hafa þegar verið boraðar tvær holur (Grímur Björnsson, 2007).

Hverahlíð sem virkjunin er kennd við er 50-60 m hár grágrýtisstallur (kort 7). Í stallinum miðjum er lítið hverasvæði með gufu-, leir og brennisteinshverum (kort 7). Stallurinn myndaðist þar sem dyngjuhraun hlóðst upp í lóni sem það bræddi í jökulinn seint á síðasta jökulskeiði sem lauk fyrir rúmum 11.000 árum. Hverahlíð er skammt utan við austurjaðar gosreinar aðalsigspildu Hengilskerfisins þar sem þrívægis hefur gosið eftir ísöld. Landhæð á Hverahlíðarsvæðinu er 300-360 m. Norðan við Hverahlíð eru Hellisheiðarhraunin.

Framkvæmdasvæðið við Hverahlíð er á eldri Hellisheiðarhraunum. Þau eru upprunnin í gossprungum vestarlega í sigdældinni. Elsta hraunið er um 10.000 ára og er stór samfelld spilda af því á milli Hverahlíðar og þjóðvegarsins (kort 7). Þar norðan við tekur við Orustuhólshraun sem er yngst Hellisheiðarhrauna, um 2.000 ára (kort 8). Innan fyrirhugaðs framkvæmdasvæðis eru víða



jarðmyndanir sem njóta verndar samkvæmt 37. gr. laga nr. 44/1999 um náttúruvernd. Þetta eru einkum eldhraun og hverir.

## 6.2 Orkuforði

Niðurstöður athugana og mælinga eru í meginráttum þær að djúpt í jörðu er mikið jarðhitakerfi sem líklega er meira og minna samfelt frá dölunum norðan Hveragerðis, yfir um Tjarnarhnúk og Bitru, Henglafjöll og áfram norðvestur undir Mosfellsheiði. Varmagjafir jarðhitakerfisins eru sennilega innskot tengd brotum í jarðskorpunni sem líklega eiga rætur sínar að rekja til hliðrunarbeltisins á Suðurlandi (Knútur Árnason og Ingvar Þór Magnússon, 2001).

Niðurstöður sem boranir og prófanir leiddu í ljós á Hengilssvæðinu hafa verið samþættar í eitt og sama líkanið, sem myndar nú nokkurskonar hugmyndalíkan fyrir svæðið. Nýjar borholur við Hverahlíð (HE-21 og HE-26) mælast talsvert heitari en gert var ráð fyrir í varfærnu reiknilíkani árunna 2003 og 2005. Varmaforði í jörðu sunnan Hellisheiðar er því talsvert meiri en þar var áætlað.

## 6.3 Landslag

Á Hengilssvæðinu er landslag mótað af gosmyndunum sem hafa hlaðist upp á síðasta jökulskeiði og á nútíma, þ.e. eftir ísöld. Austan til hafa roföflin hins vegar mótað það. Laus jarðlög þekja sléttlendi þar sem ár og lækir hafa dreift framburði, eða setlög safnast í gömul vatnsstæði sem síðar hafa ræst fram. Fjallshlíðar eru hvergi mjög skriðurunnar nema þar sem þykk hraunlög eru í brúnum eða fjöllin eingöngu úr bólstrabergi.

## 6.4 Vatn

Ekkert yfirborðsvatn er á framkvæmdasvæðinu í Hverahlíð né í næsta nágrenni við framkvæmdasvæðið.

Vatnaskil fjögurra grunnvatnsstrauma liggja um Hengilssvæðið. Elliðavatnsstraumur rennur til vesturs, Þingvallavatnsstraumur til norðurs, Selvogstraumur til suðurs og Ölfusstraumur til suðausturs. Um framkvæmdasvæði Hverahlíðarvirkjunar liggja vatnaskil Selvogis- og Ölfusstraums (Mynd 20.1). Austur hluti framkvæmdasvæðisins er innan þess svæðis þar sem grunnvatnsstraumar liggja til suðurs og vesturhluti svæðisins er á því svæði þar sem grunnvatnsstraumar liggja til suðausturs í Ölfusstrauminn (Verkfræðistofan Vatnaskil, 2006).

Samkvæmt gildandi aðalskipulagi Ölfuss 2002-2014 nær vatnsvernd yfir stóran hluta sveitarfélagsins. Umrætt virkjunarsvæði er á landsvæði sem er flokkað sem vatnsverndarsvæði III, eða fjarsvæði vatnsbóla, en niðurrennslistsvæði virkjunarinnar er á svæði sem flokkað er sem vatnsverndarsvæði II, eða grannsvæði vatnsbóla. Í tillögu til breytinga á aðalskipulagi Ölfus er gert ráð fyrir breytingum á vatnsvernd við Hverahlíð, sjá kafla 7.1.1.

## 6.5 Gróður

Hengilssvæðið er nokkuð vel gróið en gróðurfur þess er frekar einsleitt. Gróðursamfélög eru fremur fá og ríkjandi plöntutegundir eru mikið til þær sömu. Algengasta gróðursamfélagið á svæðinu er mosagróður, töluvert er einnig af graslendi en votlendi er tiltölulega lítið. Af áberandi plöntutegundum á þurrlendi má nefna mosa, grös og fléttur. Í votlendi (Fremstidalur, Þverárdalur) ber helst að nefna klófífu og tjarnastör en annars eru grasvíðir, stinnastör, mýrastör, krækilyng og bláberjalyng víða áberandi á Hengilssvæðinu.

Mestur hluti framkvæmdasvæðis Hverahlíðarvirkjunar er gróið þurrlendi. Gróðurfarið er afar einsleitt en um 2/3 af flatarmáli framkvæmdasvæðisins eru vaxnir mosagróðri, talsvert er um graslendi og fléttumóa en önnur gróðurlendi á framkvæmdasvæðinu hafa litla útbreiðslu.

## 6.6 Dýralíf

Á Hengilssvæðinu eru þekktar 32 fuglategundir. Algengastar eru fjórar tegundir vaðfugla (heiðlóa, spói, stelkur og hrossagaukur), tvær tegundir spörfugla (steindepill og þúfutittlingur) og rjúpa (Jón E. Jónsson, 2006a). Þéttleiki fugla á fyrirhuguðu framkvæmdasvæði er fremur lítill og eru þær tegundir sem vitað er að orpið hafa á og í nágrenni við framkvæmdasvæðið tiltölulega algengar annarsstaðar á landinu. Sést hefur til þriggja tegunda í nágrenni við framkvæmdasvæðið sem eru á Válista Náttúrufræðistofnunar Íslands en engin hreiður hafa fundist.

Hverasvæðið í Hverahlíð er frekar afmarkað svæði (kort 3). Hverir eru tiltölulega fáir á yfirborði jarðar sé miðað við annað votlendi. Bæði af þeim sökum og vegna sérstæðra umhverfisskilyrða í hverum hafa þeir svipaða stöðu og eyjar í hafi varðandi dreifingu lífvera. Hverir eru fyrst og fremst búsvæði örvera þótt æðri dýr og plöntur eigi einnig sín búsvæði í og við laugar og hverir. Ekki er vitað til þess að fylgst hafi verið náið með lífríki í hverum fyrir og eftir virkjun jarðhitasvæða á Íslandi (Sólveig Pétursdóttir, o.fl. 2006).

## 6.7 Veðurfar

Veðurstofa Íslands hefur rekið tvær sjálfvirkar veðurstöðvar í Hellisskarði og á Ölkelduhálsi síðan 2001 og Vegagerðin eina á Hellisheiði frá 1992. Úrkoma á Hengilssvæðinu mælist töluvert meiri en í höfuðborginni, rúmlega 2.000 mm á móti 900 mm í Reykjavík. Þá er meðalhitastig einnig um 2°C lægra á Hengilssvæðinu en í Reykjavík. Þessi mikla úrkoma eykur útskolun jarðhitalofttegunda úr andrúmsloftinu og þá einkum brennisteinsvetnis.

## 6.8 Fornminjar

Á Hengilssvæðinu er nokkuð um minjar eftir umsvif í sumarþihögum en fleiri minjar eru þó tengdar samgöngum því margar fjölfarnar þjóðleiðir liggja um svæðið. Fornleifar á og í nágrenni fyrirhugaðs framkvæmdasvæðis Hverahlíðarvirkjunar eru einkum tengdar samgöngum. Forn leið, Suðurferðagötur, liggur undir Hverahlíðinni og eru þær sumstaðar nokkuð greinilegar.

# 7. Skipulag og landnotkun á framkvæmdasvæði

## 7.1 Skipulagsáætlanir

Fyrirhugað framkvæmdasvæði Hverahlíðarvirkjunar er í Sveitarfélaginu Ölfusi. Aðalskipulag Sveitarfélagsins Ölfuss 2002-2014 var staðfest 4. janúar 2005. Skipulagið nær til framkvæmdasvæðis virkjunarinnar í heild. Fyrirhugað framkvæmdasvæði virkjunarinnar er á svæði skv. skipulaginu sem skilgreint er sem opið óbyggt svæði og á svæði sem nýtur hverfisverndar nr. H3. Á fyrirhuguðu framkvæmdasvæði hafa verið boraðar tvær rannsóknarholur HE-21 og HE-26.

Innan hverfisverndarsvæðis **H3** eru Meittlar, Eldborgarhraun og Skálafell og er landsvæðið skilgreint sem útivistar- og göngusvæði milli Suðurlandsveggar, Þrengslaveggar og Hjallatorfu.

Skilmálar hverfisverndar samkvæmt aðalskipulaginu eru:

- Hefðbundnar nýttjar, svo sem beit og veiðar geta haldist eins og verið hefur. Sveitarstjórn getur þó sett reglur um takmörkun eða stjórn beitar á svæðinu.
- Framræsla votlendis á svæðunum er óheimil. Lögð er til endurheimt votlendis þar sem því verður við komið.
- Halda skal byggingaframkvæmdum í lágmarki og þess gætt að þær leiði til eins lítillar röskunar og kostur er.
- Nákvæm skráning fornleifa skal fara fram áður en ráðið er í bygginga- eða framkvæmdaleyfisskyldar framkvæmdir.

### 7.1.1 Samræmi við skipulagsáætlun

Áætlanir um virkjun á Hverahlíðarsvæðinu samræmist ekki nógildandi aðalskipulagi Ölfuss. Þar með talið fellur fyrirhuguð virkjun ekki að þeim ákvæðum sem sett eru fram í aðalskipulagi Ölfus 2002-2014 um hverfisvernd.

Samkvæmt Sveitarfélaginu Ölfusi eru eftirfarandi breytingar fyrirhugaðar á aðalskipulaginu:

- Iðnaðarsvæði I18 Hverahlíð, en þar ráðgerir Orkuveita Reykjavíkur að reisa 90 MW Hverahlíðarvirkjun.
- Rannsóknarborholur, Orkuveita Reykjavíkur áformar að bora 3 rannsóknarborholur í Hverahlíð.
- Háspennulínur, um er að ræða Bitrulínu 1 og 2, Kolviðarhólslínur 1 og 2 og Nesjvallalínu 2 ásamt ljósleiðara.
- Verndarsvæði, um er að ræða breytingar á afmörkun hverfisverndarsvæðis H3. Mörk hverfisverndarsvæðis H3 verði dregin út fyrir iðnaðarsvæði Hverahlíðarvirkjunar og minnkað sem nemur stærð iðnaðarsvæðis Hverahlíðarvirkjunar eða alls um 401 ha.
- Samkvæmt aðalskipulagi Ölfuss 2002-2014 nær vatnsvernd yfir stóran hluta sveitarfélagsins. Hluti af framkvæmdasvæði (þ.e. niðurrennsli sveitan) er á landsvæði sem er flokkað sem vatnsverndarsvæði II, eða grannsvæði vatnsbóla. Í tillögu til breytinga á aðalskipulagi Ölfus er gert ráð fyrir breytingum á vatnsvernd við Hverahlíð. Mælt er með því að eftirliti vegna mögulegra áhrifa á grunn- og yfirborðsvatn verði haldið áfram.
- Tvöföldun Suðurlandsvegur og ein mislæg gatnamót fyrir tengingar að virkjunarsvæðum við Hverahlíð og Bitru.

## 7.2 Verndarsvæði

### 7.2.1 Vatnsvernd

Fyrirhugað framkvæmdasvæði er á fjarsvæði, sem skilgreint er sem vatnsverndarsvæði III. Fjarsvæði setur ekki sértækar kvaðir á framkvæmdir við Hverahlíðarvirkjun.

Áformað niðurrennsli svæði nær að hluta til inn á vatnsverndarsvæði II, eða grannsvæði vatnsverndar (kort 1). Skv. kafla 7.1.1 gerir Sveitarfélagið Ölfus ráð fyrir að aflétta vatnsvernd á svæðinu.

## 7.3 Eignarhald

Fyrirhugað framkvæmdasvæði er í eigu Orkuveitu Reykjavíkur, sjá kort 17.



## II. HLUTI: FRAMKVÆMDALÝSING

Í þessum hluta frummatsskýrslunnar er lýst helstu framkvæmdaþáttum fyrirhugaðrar jarðhitánýtingar í Hverahlíð, einnig starfsemi á framkvæmdatíma og rekstri, frágangi og aðgerðum til að draga úr áhrifum á umhverfið. Loks er fjallað um aðra framkvæmdakosti. Þessi kafli um framkvæmdalýsingu er byggður á gögnum Orkuveitu Reykjavíkur um framkvæmdir á virkjunarsvæðinu, jarðhitavinnslu (Grímur Björnsson, 2007) og skýrslu Stuðuls um efnistöku (Stuðull, 2007).

### 8. Inngangur

Framkvæmdasvæði fyrirhugaðrar virkjunar er á Hengilssvæði, nánar tiltekið á svæði er nefnist Hverahlíð (kort 2). Nýlegar mælingar sýna að jarðhita er að finna allt frá Henglinum og áfram suður að Eldborgarhrauni. Stöðvarhús fyrirhugaðrar jarðvarmavirkjunar í Hverahlíð verður suður af Suðurlandsvegi (kort 1).

Við mat á umhverfisáhrifum fyrirhugaðrar jarðgufuvirkjunar í Hverahlíð voru kannaðir möguleikar á mismunandi staðsetningu, fyrirkomulagi og gerð mannvirkja, m.a. til að draga úr áhrifum á umhverfið. Greint er frá þeim framkvæmdakostum sem til skoðunar voru og af hverju ákveðnir kostir voru valdir til frekari skoðunar en aðrir afskrifaðir.

Helstu framkvæmdaþættir Hverahlíðarvirkjunar eru eftirfarandi:

- Borun og svæði tengd borholum
- Niðurrennslisveita
- Gufuveita
- Vegir og slóðar á framkvæmdasvæði og tenging við þjóðveg
- Ferskvatnsveita
- Efnistaka
- Stöðvarhús
- Vinnubúðir
- Kæliturnar
- Tenging við flutningskerfi Landsnets

## 9. Hönnunarforsendur og stefnumörkun OR við hönnun Hverahlíðarvirkjunar

### 9.1 Hönnunarforsendur

Við undirbúning jarðvarmavirkjunar í Hverahlíð var leitast við að gera mannvirki eins lítið sýnileg og kostur er á frá Suðurlandsvegi (kort 12 og kort 13).

Lögð er mikil áhersla á umhverfisþátt framkvæmda við Hverahlíðarvirkjun og í því gengið talsvert lengra en áður hefur verið gert á Hengilssvæðinu og verður leitað eftir lausn sem uppfyllir rekstraröryggi, kostnaðarleg sjónarmið sem og umhverfis- og ásjúndarsjónarmið.

### 9.2 Stefnumörkun í umhverfis- og ásjúndarmálum

Orkuveita Reykjavíkur setti fram stefnumörkun um umhverfis- og ásjúndarmál fyrir hönnun jarðvarmavirkjana á Bitru og í Hverahlíð. Tekur hún til allra helstu framkvæmdaþátta, s.s. lagna, borteiga, vega og mannvirkja. Einnig verður lögð áhersla á að draga úr neikvæðum áhrifum á hljóðvist.

Stefnt er að því að laga virkjanir Orkuveitu Reykjavíkur að sérkönnum, náttúrufari og ásjúnd þess lands sem virkjanaframkvæmdir fyrirtækisins ná yfir. Til að ná fram þessum markmiðum verða eftirfarandi leiðir farnar:

#### Lagnir

Lagnir verða lagðar þannig að þær liggi ekki um viðkvæm svæði. Ef talið er nauðsynlegt að leggja lagnir um eða nærri svæðum sem talin eru viðkvæm eða eru sýnilegar frá slíkum svæðum, skal leitast við að gera þær lítið eða ekkert sýnilegar. Sýnileika lagna er skipt niður í þrjá flokka:

- Huldar lagnir eru að verulegu leyti grafnar í jörðu og huldar með jarðvegsþekju þannig að þær sjáist ekki á yfirborði.
- Torsýnilegar lagnir eru lagðar lágt í landi, lagnaleiðir valdar þannig að þær falli sem best að ásjúnd landsins og land er mótað þannig að lagnir séu lítið sýnilegar frá völdum stöðum.
- Hefðbundnar lagnir ofanjarðar eru lagðar lágt í landi, lagnaleiðir valdar þannig að þær falli sem best að ásjúnd landsins.

Torsýnilegum og hefðbundnum lögnum verður valinn litur og gljástig þannig að þær skeri sig síður úr í nánasta umhverfi.

#### Borteigar

Borteigar verða utan viðkvæmra svæða og umfangi og sýnileika þeirra haldið í lágmarki. Borteigar verða gerðir þannig að þeir falli sem best að landi. Á borteig verður hægt að koma fyrir allt að 8 borholum. Til skoðunar eru tvær aðferðir til að draga úr sýnileika á yfirbyggingu borholna. Fyrri aðferðin byggir að hluta til á núverandi útfærslu borholuhúsa Hellisheiðarvirkjunar og Nesjavallavirkjunar. Borplön yrðu formuð eftir aðstæðum og þar að auki yrði breyting á tæknilegri útfærslu á borholutoppi. Með þessum aðgerðum má draga úr hæð mannvirkis yfir umhverfi þannig að hæð þess yrði ekki meiri en 2,5 metrar yfir umhverfi. Þar að auki yrði mannvirkinu valinn litur og gljástig þannig að það falli að umhverfi. Seinni aðferðin byggir á nýrri útfærslu við að koma fleiri en einni borholu í borholukjallara. Kjallaramir yrðu um 5 metra á dýpt og í hverjum kjallara yrðu allt að fjórar borholur. Aðgengi niður í þessa kjallara yrði að vera að minnsta kosti á tveimur stöðum. Borplön yrðu formuð eftir aðstæðum og þar að auki yrði breyting á borholutoppum sem leiðir til þess að á borteig þyrfti að reisa eitt lokahús. Staðsetning lokahúss á borteig fer eftir lagnaleiðum á borteig og aðstæðum. Litur og gljástig hússins yrði valinn þannig að það falli að umhverfi.

Frá borholum eru lagnir lagðar í lagnastokkum og safnæðastofnar teknir út úr borteig á einum stað. Stefnt er að því að takmarka fjarlægð milli borholna í þeim tilgangi að minnka umfang borteiga og þar með jarðrask. Að borun og blástursprófunum loknum er aðeins einn hljóðdeyfir á hverjum borteig og verður hann gerður torsýnilegur.

### **Vegir**

Vegaframkvæmdum verður haldið í lágmarki og reynt að nýta og endurgera gömul vegstæði eins og mögulegt er. Vegir eru byggðir þannig að þeir falli sem best að landinu. Gert er ráð fyrir að vegir innan virkjunarsvæðis verði með lágmarks uppbyggingu og að vegfláar, fláafætur og skeringar verði í lágmarki. Akvegir að stöðvarhúsi verða með bundnu slitlagi og byggðir upp þannig að þeir þoli nauðsynlegan þungaflutning vegna virkjanaframkvæmda. Uppbygging þeirra verður að öðru leyti í lágmarki.

### **Mannvirki**

Mannvirki verða löguð sem best að umhverfinu. Þetta er gert með því að staðsetja og hanna mannvirki og móta land í samræmi við sérkenni, náttúrfar og ásýnd lands. Sýnilegur hluti mannvirkja og umhverfi þarf að samsvara sér bæði í formi og útliti.

### **Frágangur**

Leitast verður við að haga frágangi þannig að sem mest samsvörun fái við umhverfið. Stefnt er að aðgerðum sem hjálpa til eða flýta fyrir landnámi grenndargróðurs á röskuðum svæðum. Þegar framkvæmdum er lokið á borteig verða teigarnir minnkaðir eftir því sem við á, lagaðir að umhverfi sínu og nánasta umhverfi grætt upp. Einnig verða vinnuslóðar lagaðir að landinu og græddir upp.

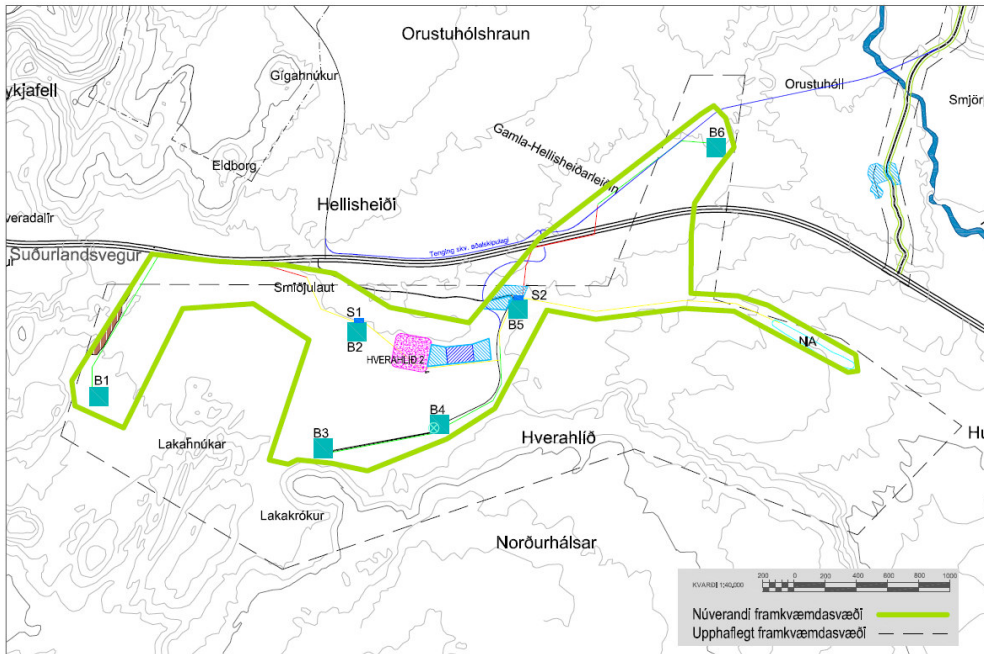
### **Hljóðvist**

Leitast verður við að lágmarka hávaða frá blásandi borholum og gufuháfum eins og kostur er.

## **10. Afmörkun framkvæmdasvæðis**

Í upphaflegri virkjunaráætlun var framkvæmdasvæði Hverahlíðarvirkjunar stærra en nú er gert ráð fyrir (VGK hf., 2006d). Upphafleg stærð framkvæmdasvæðis var 790 ha (Mynd 10.1). Framkvæmdasvæðið var þrengt eins og kostur er til að draga úr áhrifum á umhverfið. Þau svæði sem falla ekki lengur undir framkvæmdasvæði eru auk Lakahnúka, sprungan austan við hann og hrauntröðin á milli Suðurlandsvegur og Hverahlíðar.

Orkuveita Reykjavíkur hefur afmarkað nýtt framkvæmdasvæði virkjunarinnar og utan þess er ekki gert ráð fyrir raski vegna framkvæmdanna (kort 1). Flatarmál framkvæmdasvæðis Hverahlíðarvirkjunar er nú um 320 ha. Svæðið afmarkast af Suðurlandsvegi í norðri, Hverahlíð í suðri, sjá nánar á korti 1. Að auki er einn borteigur, B6, norðan við Suðurlandsveg, nálægt Búrfellslínu og Sogslínu.



Mynd 10.1 Afmörkun framkvæmdasvæðis fyrir Hverahlíðarvirkjun

### 11. Vinnsla jarðhita

Uppsett afl fullbyggðrar Hverahlíðarvirkjunarinnar verður 90 MW<sub>e</sub> og er gert ráð fyrir að bora þurfi um 18 vinnsluholur til að ná því. Þessi fjöldi holna er byggður á útreikningum Gríms Björnssonar (2005b), en samkvæmt þeim er meðal afkastageta vinnsluholu á Hengilsvæðinu 5 MW<sub>e</sub>. Í þessum fjölda eru einnig þær holur sem ekki henta til tengingar við gufuveitu t.d. ef þær eru of afltíttar eða kaldar. Áætlað hitastig í jarðhitageyminum er 250-300°C, en á holutoppi er hitinn um 170-190°C. Til að ná uppsettu afli fullbúinnar virkjunar þarf um 180 kg/s af jarðgufu. Til að mæta hugsanlegri aflmínkun eldri holna er áætlað að bora þurfi eina holu annað til fjórða hvert ár eða um 7-15 holur, til að viðhalda fullum afköstum á næstu 30 árum. Því er gert ráð fyrir að alls kunni að verða boraðar 33 holur á þessu svæði og er gerð grein fyrir þeim í þessari frummatsskýrslu.



Tafla 11.1 Helstu einkennistöður tengdar framkvæmdum við Hverahlíðarvirkjun.

		<b>Hverahlíðarvirkjun</b>	
<b>Afl</b>	<i>Rafstöð</i>		90 MW <sub>e</sub>
<b>Gufunotkun</b>			180 kg/s
<b>Framkvæmdasvæði</b>			320 ha
<b>Vegir og slóðar</b>	<i>Aðalvegur að stöðvarhúsi</i> <i>Vinnuslóðar</i>	Lengd: Breidd:	~ 2-2,5 km 6,5 m
		Lengd: Breidd:	7-8 km 4-6 m
<b>Borun</b>	<i>Borteigar</i> <i>Borholur</i>	Fjöldi: Stærð: Fjöldi fyrir fullbyggða virkjun: Viðhaldsholur: Dýpt:	6 5 ha 18 holur 7-15 holur 2.000-4.000 m
<b>Gufuveita</b>	<i>Aðveitulagnir</i> <i>Safnæðastofnar</i> <i>Skiljustöðvar</i>  <i>Lokahús</i>  <i>Gufuháfar</i>	Heildarlengd Heildarlengd Fjöldi: Stærð: Hæð: Grunnflötur: Hæð: Fjöldi: Hæð:	1,5 km 5-7 km 2 600-750 m <sup>2</sup> hvor stöð 8-10 m 160 m <sup>2</sup> 7-8 m ~ 2 20 m
<b>Stöðvarhús</b>		Grunnflötur: Hæð:	5.000 m <sup>2</sup> 20 m
<b>Kæliturnar</b>		Fjöldi: Grunnflötur: Hæð:	2 900 m <sup>2</sup> hver turn 20 m
<b>Grunnvatnsveita</b>		Ferskvatnsþörf: Fjöldi ferskvatnshola	80 l/s 2
<b>Losun affallsvatns</b>		Magn skiljuvatns: Niðurrennslistögn Dýpt niðurrennslisholna: Fjöldi holna:	150-550 l/s 3-4 km 1.000-1.200 m Ein niðurrennslishola fyrir hverjar tvær vinnsluholur
<b>Jarðhitalofttegundir</b>		Losað magn:	27.000 tonn/ári
<b>Efnisþörf</b>		Fyllingarefni:	300.000 – 400.000 m <sup>3</sup>

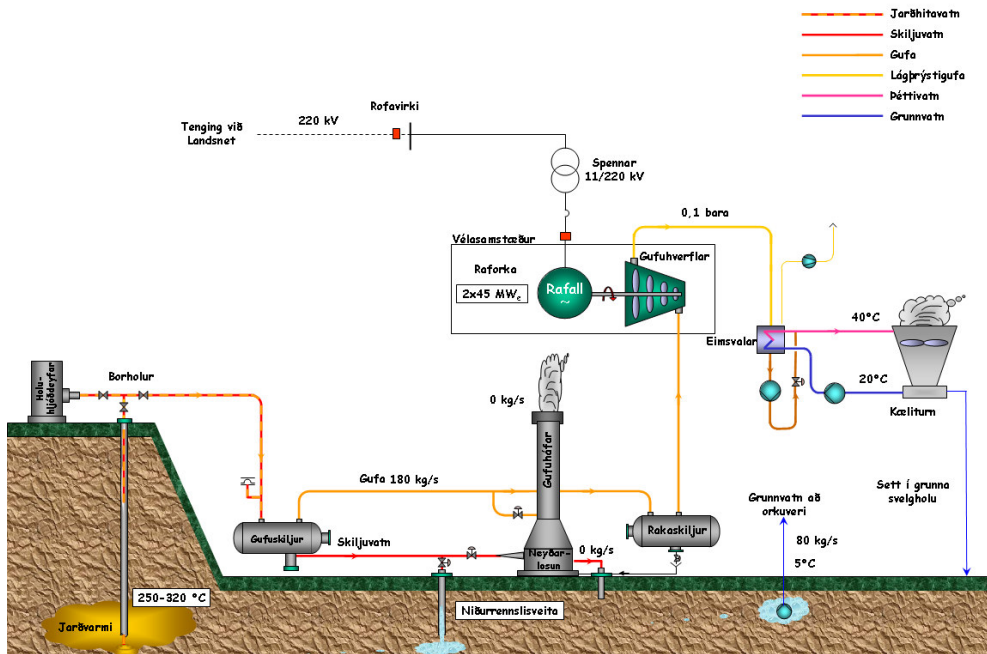
Boraðar hafa verið þrjár rannsóknarholur (HE-21, HE-26 og HE-36) í Hverahlíð. Þessar holur verða að öllum líkindum tengdar gufuveitu fyrirhugaðrar virkjunar (kort 1). Stefnt er að borun árin 2008, 2009 og 2010. Gert er ráð fyrir að borað verði á flestum borteigum sem afmarkaðir eru á korti 1 allt frá upphafi borunar. Þessi háttur er hafður á til að unnt sé að afla frekari upplýsinga um stærð og afkastagetu háhitasvæðisins. Upplýsingar sem fást úr borun geta valdið því að ekki verði borað á einstökum borteigum.

### 11.1 Lýsing á vinnslurás

Úr borholum streymir jarðhitavökvi sem er í raun blanda vatns og gufu. Jarðhitavökvinn er leiddur frá borholum um gufuveitu að gufuskiljum í skiljustöð. Þar er gufan skilin frá vatninu og leidd um aðveitulagnir að gufuhverflum virkjunarinnar þar sem rafmagnsframleiðslan fer fram (Mynd 11.1). Á gufuaðveitulögnunum er úrtak með stjórnlokum út í gufuháfa þar sem hægt er að stjórna þrýstingi gufunnar. Háfarnir geta tekið við allri gufu ef skyndileg stöðvun verður á vélasamstæðum og

gufustjórnlokar þeirra loka. Við enda aðveitulagnanna eru rakaskiljur sem fjarlægja þéttivatn úr gufunni áður en hún fer inn á gufuhverflana. Fyrir fullbyggða virkjun þarf tvær 45 MW hverfilsamstæður með áætlaða gufunotkun um 80-85 kg/s hvor. Skiljuvatni frá gufuskiljum er veitt í niðurrennslisholur um niðurrennslisveitu, sjá nánar kafla 12.8.2.

**Dæmigerð vinnslurás**



**Mynd 11.1 Vinnslurás Hverahlíðarvirkjunar**

Gufan streymir gegnum hverfla rafstöðvarinnar þar sem hluta varmis hennar er breytt í hreyfiorku sem snýr rafala og framleiðir við það rafmagn. Gufan er þá þétt í eimsvala og myndast við það undirþrýstingur sem eykur nýtingu gufunnar. Rekstrarþrýstingur í eimsvala verður u.þ.b. 0,1 bar<sub>a</sub>. Í eimsvalanum fara fram óbein varmaskipti, þ.e. þéttivatni og kælivatni er ekki blandað saman heldur streymir gufan um rörabúnt sem kælivatn streymir í gegnum. Kælivatnið tekur í sig varma frá gufunni um leið og gufan þéttist.

Vatninu er þá veitt inn á kæliturn þar sem það gufar upp að hluta til og kólnar áður en því er dælt aftur inn á eimsvalana þar sem það tekur aftur í sig varma við að þétta gufuna. Í kæliturninum hitnar loftið og mettast af raka sem myndar gufu þegar loftið kemst í snertingu við kaldara andrúmsloft. Við það tapast hluti kælivatnsins úr hringrásinni en þéttivatn frá hverfilsamstæðum er notað til að bæta upp þetta tap. Umframt þéttivatni er veitt frá yfirfalli kæliturna í grunnar borholur svo það safnist ekki fyrir á yfirborði. Þetta ferli skapar hringrás kælivatns og minnkar bæði upptöku á ferskvatni til kælingar og affallsvatn frá virkjuninni (Mynd 11.1). Óþéttanlegar gastegundir sem fylgja gufunni eru sogaðar jafnóðum úr eimsvala með lofttæmidælum.

## 12. Mannvirki

### 12.1 Borteigar og borstæði

Borteigar eru reitir sem afmarkaðir eru þar sem talið er hagkvæmast að bora með tilliti til nýtingar jarðhita til rafmagnsframleiðslu. Gert er ráð fyrir sex borteigum í Hverahlíð og má sjá áætlaða staðsetningu þeirra, merkt B1 til B6, á korti 1.

Í matsáætlun Hverahlíðarvirkjunar (VGK hf., 2006d) voru skilgreind borsvæði og tekið fram að innan þeirra yrðu staðsettir einn til tveir borteigar eftir aðstæðum. Í kjölfar frekari undirbúningsvinnu getur framkvæmdaraðili nú ákvarða staðsetningu borteiga með meiri nákvæmni. Áðurnefnd borsvæði hafa því verið felld út og í stað þeirra eru borteigar skilgreindir. Þar með er dregið úr óvissu um bein áhrif framkvæmda.

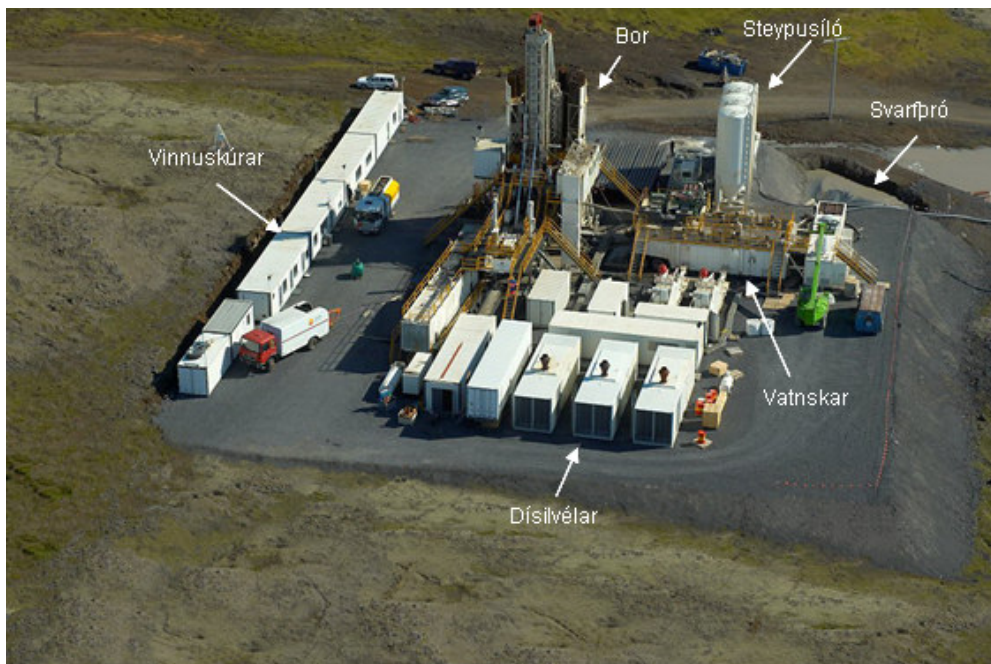
Staðsetning borteiga kemur til með að breytast lítið frá því sem nú er áætlað en gera má ráð fyrir að þeir geti færst til eða snúist eftir því sem við á. Gert er ráð fyrir að stærð borteiga verði 0,6 ha (6.000 m<sup>2</sup>) - 1 ha (10.000 m<sup>2</sup>) og fer hún eftir fjölda borholna. Áætlað heildarflatarmál svæðis sem fer undir þá sex borteiga sem fyrirhugað er að nýta í Hverahlíð er um 5 ha.

Borstæði kallast svæðið sem jarðborinn stendur á við borun og má koma allt að 8 borstæðum fyrir innan eins borteigs. Með stefnuborun er hægt að ná undir svæði sem eru utan merkts borteigs og sýnir Mynd 19.4 fjarlægðina sem hægt er að ná til með stefnuborun frá borteigum.

#### 12.1.1 Sérþækar aðgerðir og mótvægisáðgerðir

Leitast verður við að halda umfangi og sýnileika borteiga í lágmarki. Við byggingu borteiga verður tekið tillit til legu og sýnileika mannvirkja m.a. vegna áhrifa á landslag og sjónræn áhrif.

Með því að bora fleiri en eina holu á sama borteig skarast borstæðin og heildarflatarmál raskaðs svæðis undir borteiga verður fyrir bragðið minna. Reynsla frá Hellisheiði sýnir að með skörun borstæða geti borteigur með 3 til 4 holum orðið um það bil helmingur af því sem hann annars væri án skörunar. Þar sem halli í landslagi er mikill verður leitast við að hafa borstæði eða hluta borstæða innan sama borteigs í mismunandi hæð. Þetta er gert til að draga úr skeringum og laga borteiga að landinu. Mynd 12.1 sýnir fyrirkomulag á borstæði á meðan á borun stendur. Þéttur dúkur er lagður undir borinn á bortíma til að tryggja að olía og önnur spilliefni tengd boruninni berist ekki í jarðveginn.



Mynd 12.1 Dæmigert fyrirkomulag á borstæði.

### 12.2 Borholur

Borun hefst á forborun þar sem borað er niður á um 60-90 m dýpi. Þar er yfirborðsfóðringu komið fyrir og hún steipt föst. Því næst er borað niður á um 300-500 m dýpi og öryggisfóðringu komið fyrir og hún steipt föst. Þegar borað er fyrir fóðringum er borvatnið oft blandað borleðju. Borleðjan flytur borsvarfið mun betur upp holuna en hreint vatn. Leðjunni er hringrásað aftur niður í holuna. Borleðjan er hreinsaður náttúrulegur bentóníteir og telst skaðlaus fyrir umhverfið. Meðalnótkun hefur verið um 75 tonn af bentóníteir í 2.000 m djúpa holu á Hellisheiði. Gert er ráð fyrir að við borun 2.000-4.000 m djúprar holu í Hverahlíð þurfi að nota 75-140 tonn af bentóníteir (Tafla 12.2).

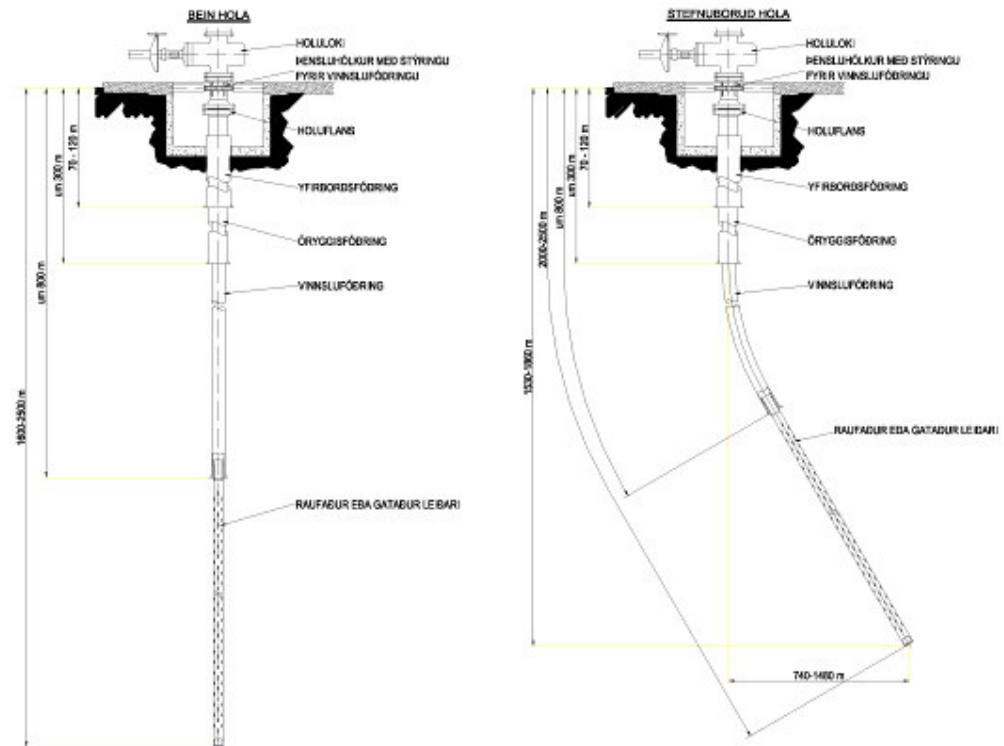
Þegar komið er niður á 800-1.500 m dýpi er vinnslufóðringu komið fyrir og hún einnig steipt föst. Að lokum er holan boruð niður á vinnsludýpi (2.000-4.000 m) og rauðuðum stálleiðara komið fyrir neðst í vinnslufóðringunni og nær hann niður undir botn holunnar. Tafla 12.1 sýnir áfanga borverksins. Ef stefnuborun er framkvæmd hefst hún í 2. áfanga borunar og er krónunni þá beint um 1° á hverja 30 m sem boraðir eru.

Tafla 12.1 Áfanga við borun vinnsluholna. Sjá einnig Mynd 12.2

Áfangi	Dýpi [m]	Borun	Fóðring
Forborun	60-90	Forborun	Yfirborðsfóðring
1. áfangi	300-500	Borun fyrir öryggisfóðringu	Öryggisfóðring
2. áfangi	800-1.500	Borun fyrir vinnslufóðringu	Vinnslufóðring
3. áfangi	2.000-4.000	Borun fyrir vinnsluhluta	Stálleiðari

Notuð er steypa þegar fóðurrör eru steipt. Þurrefnið í steypunni er sement ásamt kísilsalla, perlusteini og bentóníteir. Gert er ráð fyrir að nota þurfi um 210-350 tonn af þurrefni við steypingu í meðal háhitaholu (Tafla 12.2). Blöndun steypunnar fer fram á staðnum í lokaðri hringrás. Ef borað er í mjög heitar æðar á litlu dýpi er hugsanlegt að gos verði í holunni. Til að hemja holuna getur

þurft að laga borleðju úr eðlisþungri náttúrulegri steintegund, baríti. Gerð er krafa um að við borun séu tiltæk allt að 20 tonn af baríti, sem nægir til að fylla 500 m djúpa 12¼" holu einu og hálfu sinni. Reynslan á Nesjavöllum er sú að grípa hefur þurft til baríts þrisvar við borun 22 holna en ekki hefur enn þurft að notast við barít við borun á Hellisheiði. Allri borleðju er safnað í svarfþró að notkun lokinni og hún urðuð þar.



Mynd 12.2 Samanburður á 2.000 m holum. Vinstri holan er boruð lóðrétt en hægra megin er holan stefnuboruð.

Við borun háhitaholna þarf um 30-40 l/s af skolvökva, annarsvegar til að kæla borkrónuna og hins vegar til að skola borsvarf (efni sem losnar við borun) upp úr holunni. Gert er ráð fyrir að boruð verði grunn vatnstökuhola við hvern borteig til að anna vatnspörf við borun háhitaholnanna. Að öðrum kosti verða lagðar vatnslagnir ofanjarðar milli borteiga. Þessar vatnslagnir verða fjarlægðar eftir notkun.

Áætlað er að við borun 2.000 m djúprar holu losni um 240 m<sup>3</sup> af bergi og að um 190 m<sup>3</sup> berist upp á yfirborðið með hjálp skolvökvanum. Við borun 4.000 m djúprar holu losnar 460 m<sup>3</sup> af bergi og um 360 m<sup>3</sup> berst upp með skolvökvanum.

Að staðaldr eru notaðir 30 til 40 l/s af skolvatni á borinn en í einstaka tilfellum á algert skoltap sér stað og getur notkun skolvatns farið upp í 60 l/s. Það skolvatn sem kemur aftur upp er kallað frárennsli. Frárennslið er sigtað en fínni sandur er skilinn frá í sandskilju og honum dælt í dælukar. Frá dælukari jarðborsins liggur frárennislögn í sérstaka safn- eða svarfþró. Svarfþróin er byggð fyrir skolvatnið sem berst frá holunum. Í hana safnast borsvarf, borleðja og steypuleðja frá holunum og botnfellur þar. Efni frá dælukari og svarfþró er komið fyrir á borteignum þegar allt vatn hefur verið síað frá. Affallsvatn berst út um yfirfall á svarfþrónni og verður leitt til niðurrennslis í sprungu eða svelgholu í jaðri borteigs. Hlutverk þessara svelgholna er að greiða leið affallsvatns frá borun niður í berggrunninn, en gera má ráð fyrir að þær verði notaðar öðru hvoru á líftíma borteigsins.

**Tafla 12.2 Áætlaðar kennistærðir sem fylgja borun 2.000 m og 4.000 m djúpra vinnsluholna.**

	2.000 m djúp hola	4.000 m djúp hola
Losað berg	240 m <sup>3</sup>	460 m <sup>3</sup>
Borsvarf til yfirborðs	190 m <sup>3</sup>	360 m <sup>3</sup>
Skolvatnsnotkun	30-60 l/s	30-60 l/s
Meðalnotkun bentónítleirs	75 tonn	140 tonn
Meðalnotkun þurrefnis við steypingu	210 tonn	350 tonn

Ætla má að borun vinnsluholna á Hverahlíðarsvæði taki svipaðan tíma og meðalbortími háhitaholna á Hellisheiði, eða 1 - 2 mánuði (VGK hf., 2006a). Tafla 12.3 sýnir tímalengd helstu áfanga í borun og blástursprófunum.

**Tafla 12.3 Tími við borun og prófanir á vinnsluholum**

Framkvæmd	Tímalengd	Borhola opin/lokuð
Borun	1-2 mánuðir	-
Upphitun háhitaholna	1-3 mánuðir	Lokuð/blæðing
Blástur og blástursprófanir háhitaholna	3-6 mánuðir	Opin
Alls	5-11 mánuðir	

### 12.2.1 Blástursprófanir

Að lokinni borun er blástursbúnaði komið fyrir við borholuna. Það er hljóðdeyfir með dropasíu til að taka við gufu og vatni meðan holan blæs. Gert er ráð fyrir hljóðdeyfi við hverja holu á meðan á blástursprófunum stendur, en á rekstartíma virkjunarinnar er gert ráð fyrir einum miðlægum hljóðdeyfi á hverjum borteig.

Að borun lokinni eru holurnar látar hitna. Upphitun fer þannig fram að holan er látin standa um tíma á meðan bergið hitar upp skolvatnið sem er í holunni og bergið næst. Á meðan á þessu stendur er holan lokuð eða í vægri blæðingu.

Upphleyping háhitaholu getur verið með ýmsu móti, allt eftir hegðun hennar. Öflugar borholur byggja upp þrýsting þannig að ekki þarf annað en opna holuloka til að koma þeim í blástur. Aðrar holur standa þrýstingslausar með vatnsborð niður á nokkur hundruð metra dýpi. Slíkum holum þarf að hjálpa í blástur. Oft nægir að dæla í þær lofti og hleypa því síðan af aftur. Í því tilfalli ýtir loftið vatninu niður þar sem það hitnar. Í öðrum tilfellum þarf að ausa köldu vatnssúlunni ofan af holunni. Eftir borun eru borholur látar blása í 3-6 mánuði. Á þessum tíma eru nauðsynlegar mælingar og rannsóknir gerðar á holunni, svokallaðar blástursprófanir. Blástursprófanir snúa fyrst og fremst að forðufræði jarðhitakerfisins og vinnslugetu holunnar. Tilgangurinn er að afla upplýsingar um gerð, eiginleika og eðlisástand jarðhitakerfisins sem og að áætla vinnslugetu og viðbrögð kerfisins við mismikla massatöku. Vinnslueiginleikar jarðhitavökvans eru einnig rannsakaðir og nýtingarhæfi hans metin.

Blæstri háhitaholna fylgir nokkur hávaði og eru hljóðdeyfar notaðir til að minnka áhrif þessara þátta á umhverfið. Að loknum borunum, upphleypingu og blæstri er borholan tilbúin til tengingar við gufuveitu. Reynist borhola ekki nægilega afkastamikil til að unnt sé að tengja hana við virkjunina, verður reynt að nýta hana í annað t.d. til niðurrennslis eða til eftirlits með jarðhitakerfinu.

Við blástur háhitaholna getur rennsli jarðhitavökvu frá holu orðið allt að 30-50 l/s. Með tilliti til reynslu af blæstri á Hellisheiði verður sérstaklega hugað að því hvað verður um frárennsli frá borholum við borun og prófanir. Þess verður gætt að frárennsli leiði ekki til vatnsrofs eða spilli

viðkvæmum gróðri. Affallsvatn frá blástursprófunum verður leitt til niðurrennslis í sprungu eða grunna svelgholu við jaðar hvers borteigs til að greiða leið affallsvatns niður í berggrunninn. Reynist ekki unnt að losa vatn frá hljóðdeyfi við borteiga getur þurft að leiða það nokkurn veg að hentugu losunarsvæði. Jarðhitavatnið verður þá leitt um skolvatnspró þar sem það kólnar og í plastlögn á yfirborðinu að sprungu eða svelgholu. Gert er ráð fyrir að svelgholur verði 12 til 26 tommu sverar og 30-60 m djúpar. Það fer eftir aðstæðum og lekt bergsins hversu djúpar svelgholur verða (VGK hf., 2006a). Hlutverk þeirra er að taka við affallsvatni frá borun og blæstri holna á borteignum en gera má ráð fyrir að þær verði notaðar öðru hvoru á líftíma borteigsins. Með þessari aðgerð má minnka og/eða jafnvel koma í veg fyrir áhrif af borun og blástursprófunum á umhverfið kringum borteigana.

### 12.2.2 Sértækar aðgerðir og mótvægisáðgerðir

Stefnuborun kemur til með að draga úr fjölda borstæða og tryggja að ekki þurfi að staðsetja borstæði á viðkvæmum svæðum.

Að lokinni borun er hljóðdeyfi með dropasíu komið fyrir til að taka við gufu og vatni meðan holan blæs. Gert er ráð fyrir hljóðdeyfi við hverja holu á meðan á blástursprófunum stendur, en á rekstrartíma virkjunarinnar er gert ráð fyrir einum miðlægum hljóðdeyfi á hverjum borteig.

### 12.3 Frágangur borteiga

Við gerð borteiga og allar framkvæmdir sem þeim tengjast verður þess gætt að valda ekki jarðraski utan borteiga og akvega að þeim. Að borun lokinni er allt efni og búnaður sem ekki tengist nýtingu holunnar fjarlæggt, borteigurinn lagfærður þannig að hann falli sem best að umhverfinu ráðstafanir gerðar til að flýta landnámi grenndargróðurs á röskuðu svæði.

### 12.4 Vatnsveita

Afla þarf ferskvatns bæði fyrir boranir vinnsluholna og virkjunina sjálfa. Boraðar hafa verið tvær vatnsholur vegna rannsóknaborana í Hverahlíð við borteig B4 og er afkastageta þeirra um 100 l/s.

#### **Borvatnsveita**

Vatnspörf við borun hvorrar vinnsluholu er áætluð um 30-60 l/s. Áformað er að nýta vatnsholurnar tvær við borteig B4 áfram í tengslum við boranir á nálægum svæðum og leiða vatnið að borteigunum um vatnslagnir ofanjarðar. Þessar vatnslagnir verða fjarlægðar eftir notkun og áhrif framkvæmdanna því afturkræf að fullu. Að öðrum kosti er gert ráð fyrir að boruð verði vatnstökuhola við hvern borteig til vatnsöflunar fyrir borun.

#### **Ferskvatnsveita**

Vatnsholurnar tvær í Hverahlíð verða notaðar til ferskvatnsöflunar fyrir virkjunina sjálfa. Vatninu verður dælt um ferskvatnsæð í vatnsgeymi á byggingareit stöðvarhúss. Niðurgrafin ferskvatnsæð verðu lögð við veginn eða í vegöxl vegarins sem liggur að borteig B4 og veginn upp að stöðvarhúsinu (kort 1). Áætluð vatnspörf fyrir hverja vélasamstæðu virkjunarinnar í rekstri er um 40 l/s eða um 80 l/s fyrir fullbyggða virkjun.

### 12.5 Gufuveita

Gufuveita flytur jarðhitavökvann frá holutoppi að stöðvarhúsi virkjunarinnar. Helstu hlutar gufuveitunnar eru safnæðar, safnæðastofnar, skiljustöðvar, aðveituæðar, lokahús og gufuháfar. Áætluð staðsetning þessara mannvirkja er sýnd á korti 1.

Sýni blástursprófanir að borhola sé nægilega afkastamikil til nýtingar, verður hún tengd gufuveitu og nýtt sem vinnsluhola fyrir virkjunina. Jarðhitavökvanum frá vinnsluholunum er safnað saman í gufuveitu. Á hverjum holutoppi er loki sem stýrir streymi frá þeirri holu. Frá holutoppi streymir vökvinn um safnæðar í lagnastokkum á borteig. Frá borteigum liggja safnæðastofnar að skiljustöð

þar sem gufan er skilin frá og leidd áfram í aðveituæðum að húsakynnum virkjunarinnar (Mynd 11.1).

### 12.5.1 Sýnileiki lagna

Sýnileika lagna er skipt upp í þrjá flokka, huldar, torsýnilegar og hefðbundnar lagnir (Tafla 12.4). Við val á sýnileika lagna og þensluhykkja í Hverahlíð var tekið mið af hönnunarforsendum sem birtar eru í kafla 9.1 og 15.4). Lagnaútfærsla getur tekið breytingum ef fram koma breyttar hönnunarforsendur á síðari hönnunarstigum virkjunarinnar. Komi til þessa verður þess gætt að sýnileiki lagnanna frá Suðurlandsvegi verði sem minnstur.

Hæðótt landslag í Hverahlíð gerir val á lagnaleiðum safnæða erfitt fyrir. Tæknilega séð er einhalla landslag ákjósanlegast undir lagnaleiðir. Við hönnun lagnaleiða var tekið mið af því.

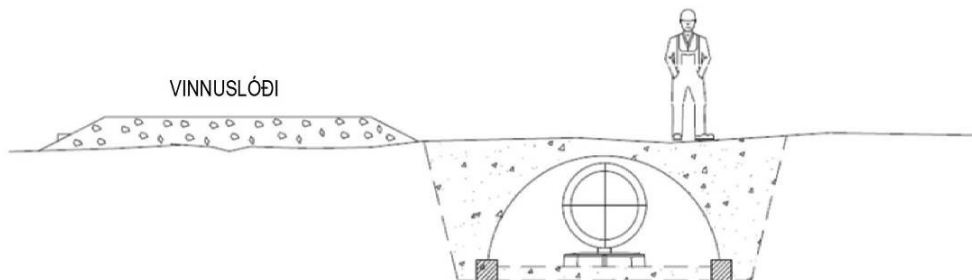
**Tafla 12.4 Flokkun á sýnileika lagna.**

Sýnileiki	Lýsing	Aðveituæðar	Safnæða-stofnar	Safnæðar	Niðurrennsli-lögn
Huldar lagnir (Mynd 12.3)	Lagnir verða að verulegu leyti grafnar í jörðu eða huldar með jarðvegsþekju þannig að þær sjáist ekki á yfirborði úr ákveðinni fjarlægð.	0 km	1-2 km	Huldar í borteig	0 km
Torsýnilegar lagnir (Mynd 12.4)	Lagnir verða lagðar lágt í landi, lagnaleiðir valdar þannig að þær falli sem best að ásýnd landsins og land er mótað þannig að lagnir séu lítið sýnilegar.	0 km	~ 3-4 km		~ 0,1 km
Hefðbundnar lagnir ofanjarðar (Mynd 12.5)	Lagnir verða lagðar lágt í landi, lagnaleiðir valdar þannig að þær falli sem best að ásýnd landsins.	1,5 km	~ 1 km		2,5-3,5 km

### 12.5.2 Huldar lagnir

Gert ráð fyrir að lagnir séu að verulegu leyti grafnar í jörðu eða huldar með jarðvegsþekju þannig að þær sjáist ekki á yfirborði (Mynd 12.3). Gengið verður frá yfirborði þannig að ásýnd raskaðs svæðis á lagnastæðinu verði sem líkast næsta umhverfi. Gerðar verða ráðstafanir til að flýta landnámi grenndargróðurs á röskuðu svæðum.

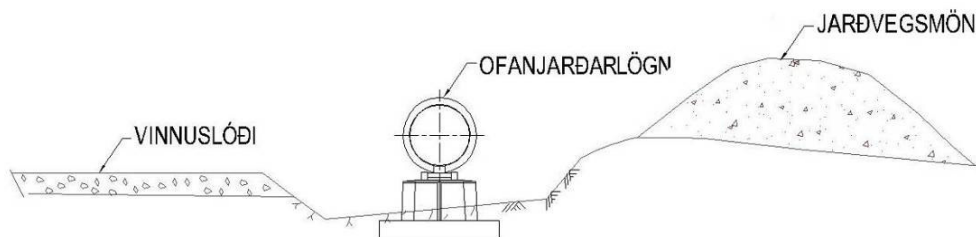




Mynd 12.3. Sniðmynd af hulinni lögna.

### 12.5.3 Torsýnilegar lagnir

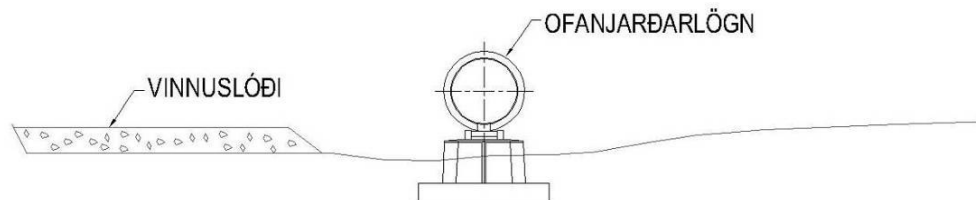
Torsýnilegar lagnir verða lagðar þannig að þær verði lítt sýnilegar frá ákveðnum sjónarhornum eða svæðum. Þær verða lagðar lágt í landi, lagnaleið valin eftir því hvernig landið liggur og landið mótað þannig að þær verði lítið sýnilegar úr fjarlægð. Leitast verður við að leggja þær bak við hóla og hæðir í landslaginu en móta landið með jarðvegsmönnum þar sem landshættir skýla lögnunum ekki að öðru leyti (Mynd 12.4). Manirnar verða gerðar þannig að þær falli sem best að landinu, yfirborð verður grætt upp og reynt að ná fram svipaðri ásýnd og nánasta umhverfi.



Mynd 12.4 Sniðmynd af torsýnilegri lögna.

### 12.5.4 Hefðbundnar lagnir

Mynd 12.5 sýnir hefðbundnar lagnir ofanjarðar. Lagnirnar verða lagðar lágt í landi og leiðin valin eftir því hvernig landið liggur. Lögnunum verður valinn litur og gljástig þannig að þær skeri sig síður úr í nánasta umhverfi. Þessi lagnagerð verður notuð þar sem ekki er talin brýn þörf, út frá umhverfissjónarmiðum, að hylja eða gera lagnir lítið sýnilegar.



Mynd 12.5 Sniðmynd af hefðbundinni lögna.

### 12.6 Lagnakostir

Eins og áður hefur komið fram er jarðhitavökvinn fluttur frá vinnsluholunum að virkjuninni með stállögnum. Eitt þeirra tæknilegu atriða sem þarf að mæta í þessum hönnunarþætti er hitaþensla sem á sér stað þegar 180°C heitum jarðhitavökvum er hleypt á lögnina. Svokölluðum þensluhlykkjum er þá komið fyrir á lagnaleiðinni til að taka á móti þessari hitaþenslu. Þeir þensluhlykkir sem hafa orðið fyrir valinu fyrir Hverahlíðarvirkjun eru svokallaðar Z- og U-útfærslur.

Lagnakostir geta verið með ýmsum hætti og líklegt að blandað verði saman U- og Z-útfærslum eftir því hvernig laga má lagnir að landinu og hvaða möguleikar eru til landmótunar. Auk umhverfissjónarmiða koma inn hagkvæmnissjónarmið hvað varðar útfærslur.

Sá möguleiki að nota þenslustykki var skoðaður við hönnun en ekki talinn framkvæmanlegur. Ástæðan er sú að jarðhitavökvinn inniheldur um 500-900 ppm af kísli ( $\text{SiO}_2$ ) á einliðuformi, en hann hefur tilhneingingu til að falla út og mynda harðar útfellingar og trufla þar með eðlilega virkni þenslustykkjanna með tilheyrandi hættu á pípurofi.

### 12.6.1 Lagnir með Z-útfærslu

Með þessari útfærslu eru þensluhreyfingar teknar út í Z-hlykk, (Mynd 12.6 og Mynd 12.7). Þessi útfærsla hentar vel á svæðum þar sem vegir eru ekki fyrir hendi. Á framkvæmdatíma er gert ráð fyrir að vinnuslóðar verði lagðir meðfram lagnaleiðinni. Þessi útfærsla er sú hagkvæmasta af þeim lagnaútfærslum sem kynntar eru hér og því má gera ráð fyrir að hún verði notuð þar sem því verður við komið þó með því skilyrði að hún hafi ekki meiri umhverfisáhrif en aðrar útfærslur.



**Mynd 12.6 Heföbundnar lagnir ofanjarðar með Z-útfærslum.**



**Mynd 12.7 Heföbundnar lagnir ofanjarðar með Z-útfærslum séð úr lofti á framkvæmdatíma.**

### 12.6.2 Lagnir með U-beygjum.

Með þessari útfærslu eru þensluhreyfingar teknar út í U-hlykk út frá aðalstefnu lagnarinnar (Mynd 12.8). Þessi útfærsla verður að öllu jöfnu notuð þar sem lagnir eru lagðar meðfram akvegum sem þegar hafa verið lagðir. Lögnin mun fylgja veglínunni en á um 100 m fresti er tekinn U-hlykkur til að mæta hitaþenslu. Í flestum tilfellum er U-hlykkurinn tekinn um 20 m út í átt frá akveginum en þó í einstaka tilfellum er hlykkurinn tekinn undir veginn.



**Mynd 12.8 Hefðbundnar lagnir ofanjarðar séð úr lofti. U-útfærsla fyrir miðri mynd, Z-útfærsla undir veg neðst á myndinni.**

### 12.6.3 Safnæðar og safnæðastofnar

Safnæðar verða lagðar í lagnastokkum (undir yfirborði) á borteigum og verður safnað saman í safnæðastofn sem tekinn verður út úr borteignum á einum stað (Mynd 12.9 sýnir dæmi um safnæðar og safnæðarstofn ofanjarðar). Safnæðarstofnar flytja jarðhitavökvann að skiljustöð (Mynd 12.10). Þar sem fleiri en einn safnæðastofn verða lagðir að skiljustöð, verða þeir lagðir samhliða eins og kostur er til að minnka rask. Almennt þarf að vera um 4-6 m breiður slóði meðfram safnæðastofnum vegna framkvæmda og er gert ráð fyrir að nota aðkomuvegi að borteigum sem vinnuslóða eins og kostur er, en bæta við styttri vinnuslóðum þar sem nauðsyn krefur. Stýristrengir verða lagðir í vinnuslóða meðfram lögninni. Jarðraski verður haldið í lágmarki í þessum verkþætti sem öðrum og gengið frá landi þannig að áhrif framkvæmdanna verði sem minnst. Þvermál lagnanna er 900-1.600 mm með einangrun en yst er lituð klæðning.



Mynd 12.9 Dæmi um borteig, hljóðdeyfi, safnæð og vinnuslóða meðfram lögn. Mynd er tekin á Nesjavöllum.

#### 12.6.4 Skiljustöðvar

Safnæðastofnar flytja jarðhitavökvann að skiljustöð, þar sem gufan er skilin frá vatninu, sjá kort 1. Helstu mannvirki skiljustöðva eru safnæðakistur, skiljur og skiljuhús (Mynd 12.10). Skiljurnar verða að mestu utanhúss en hluti þeirra ásamt tilheyrandi stjórnbúnaði innanhúss.

Áformað er að koma fyrir tveimur skiljustöðvum í Hverahlíð. Önnur verður vestan við áætlað stöðvarhús, sunnan við vetrarveg gamla þjóðvegarins við borteig B2, og hin norðaustan við áætlaðan byggingareit stöðvarhússins, við borteig B5 (kort 1). Þessir staðir voru valdir með tilliti til lagnaleiða, lagnalengd safn- og aðveituæða auk sýnileika frá þjóðvegi. Grunnflötur skiljustöðvanna er áætlaður um 600-750 m<sup>2</sup> og verða þær 8-10 m á hæð.



Mynd 12.10 Skiljustöð við Hellsheiðarvirkjun.

#### 12.6.5 Aðveituæðar og niðurrennsliðslagnir

Frá skiljustöðvum liggja aðveituæðar sem flytja gufu að stöðvarhúsi og niðurrennsliðslagnir sem flytja skiljuvatn að niðurrennsliðsvæði (kort 1). Lagnirnar eru stálþrúpur með einangrun, klæðingu, þvermál um 1.200 mm. Almenn tölur verður lagður 4-6 m breiður vinnuslóði meðfram aðveituæðunum vegna framkvæmdanna. Stýristrengir verða lagðir í veginn meðfram lögninni.



Mynd 12.11 Dæmi um aðveituæðar. Myndin er tekin á Nesjavöllum og sýnir safnæðar að skiljustöð, gufuháfa og aðveituæðar að stöðvarhúsi. Á myndinni sjást einnig fjórir gufuháfar.

### 12.6.6 Útfærsla á lögnum í Hverahlíð

Eftirfarandi er lýsing á fyrirkomulagi lagna við Hverahlíðarvirkjun, þ.e. staðsetning, lega og lagnaflokkur. Útfærsluna má einnig sjá á korti 1.

- Safnæðastofn frá borteigi B1 að skiljustöð S1 við borteig B2 verður gerður torsýnilegur á þeim kafla sem hann liggur norður í átt að Suðurlandsvegi. Á um 1 km kafla mun safnæðastofninn liggja meðfram Suðurlandsvegi. Á þeim kafla verða lagnir huldar bæði út frá umhverfissjónarmiðum sem og vegna öryggis. Á síðasta kafla lagnaleiðarinnar verður lögnin lögð með hefðbundnum hætti meðfram gamla þjóðveginum, suður fyrir gamla vetrarveginn.
- Aðveituæðar frá skiljustöð S1 að stöðvarhúsi verða um 500 m langar hefðbundnar lagnir.
- Safnæðastofn frá borteigi B3 að borteig B4 verður gerður torsýnilegur.
- Safnæðastofnar frá borteigi B4 að skiljustöð S2 við borteig B5 verða gerðir torsýnilegir að hluta og hefðbundnir að hluta.
- Safnæðastofn frá borteigi B6 að skiljustöð S2 verður að hluta til torsýnilegur og að hluta til hulinn.
- Aðveituæðar frá skiljustöð S2 að stöðvarhúsi verða aðallega hefðbundnar lagnir en á hluta lagnaleiðarinnar verða þær gerðar torsýnilegar.
- Lagnir frá skiljustöðvum að niðurrennsliðsvæðinu NA verða hefðbundnar lagnir ofanjarðar en landslag gerir þær torsýnilegar frá þjóðveginum.

Tafla 12.5 og kort 1 sýna lagnaútfærslur eins og þeim er lýst hér að ofan. Útfærsla þensluhlykkja á ofangreindum lagnaleiðum verður annað hvort Z-hlykkir eða U-hlykkir. Í kafla 12.6 er nánari umfjöllun um mismunandi tegundir á lagnahlykkjum.

**Tafla 12.5 Lagnaútfærsla á mismunandi lagnaleiðum.**

Lagnaleiðir*	Lagnaflokkur		
	Huldar	Torsýnilegar	Hefðbundnar
B1 – B2/S1	X	X	X
B2/S1 – Stöðvarhús			X
B3 – B4		X	
B4 – S2		X	X
B6 – S2	X	X	
S2 – Stöðvarhús			X
Lagnir að N1			X

\*B=borplan, S=skiljustöð, N=niðurrennsliðsvæði

### 12.6.7 Gufuháfar og lokahús

Sérstakur útblástursbúnaður er tengdur við aðveitulagnirnar til að stjórna þrýstingi í gufuveitunni. Þetta er gert með því að veita umframgufu um stjórnloka í gufuháf út í andrúmslofið. Þessi útblástursbúnaður samanstendur af stjórnloka fyrir gufu og gufuháfum. Gert er ráð fyrir einum gufuháf fyrir hverja vél, þ.e. tveimur gufuháfum fyrir fullbyggða virkjun. Þeir eru hafðir það háir (um 20 m) að þeir beini gufunni frá nálægum mannvirkjum. Lokahús hýsir stjórnloka og tilheyrandi búnað. Lokahús þjónar meðal annars því hlutverki að minnka hljóð sem berst frá stjórnloka. Gert er ráð fyrir að lokahús Hverahlíðarvirkjunar verð 7-8 m hátt og 160 m<sup>2</sup> að grunnfleti.

## 12.7 Stöðvarhús og kæliturnar

Stöðvarhúsið munu hýsa 90 MW<sub>e</sub> rafstöð virkjunarinnar. Á korti 1 er afmarkaður byggingareitur þar sem áætlað er að stöðvarhúsið og tengd mannvirki muni rísa. Áætlanir gera ráð fyrir að byggingin verði um 5.000 m<sup>2</sup> að grunnfleti og um 20 m á hæð, sjá hönnunarforsendur í kafla 9.1. Nánar er fjallað um valkosti vegna staðsetningar byggingareits stöðvarhússins í kafla 15.1 um framkvæmdakosti.

Áætlað er að koma fyrir tveimur kæliturnum norðan við stöðvarhúsið í Hverahlíð (kort 1). Hvor þeirra verður um 900 m<sup>2</sup> að grunnfleti og um 20 m hár. Kæliturninn er hluti af kælivatnshringrás þar sem 40°C heitt kælivatn frá eimsvölum er kælt í 20°C áður en því er dælt aftur á eimsvöllum þar sem það tekur aftur í sig varma við að þétta gufuna.

### 12.7.1 Sérstækar aðgerðir og mótvægisáðgerðir

Verið er að skoða þann möguleika að fella kæliturninn inn í stöðvarhúsið og velja aðra gerð kæliturna en notaðir eru við Nesjavallavirkjun og Hellisheiðarvirkjun sem munu draga verulega úr gufustreymi frá kæliturni. Þessar aðgerðir geta leitt til þess að mannvirkin hækki sé miðað við hæð kæliturna á Nesjavöllum og Hellisheiði en þó er ekki gert ráð fyrir að hæðin fari yfir 20 m.

**Tafla 12.6 Núverandi hæð kæliturna á Hengilssvæðinu og áætluð hæð nýrra kæliturna.**

	Hæð [m]
Núverandi mynd kæliturna	16 m
Ný gerð kæliturnar	um 20 m



**Mynd 12.12. Hefðbundinn kæliturn á Nesjavöllum.**

## 12.8 Niðurrennslisveita

### 12.8.1 Affallsvatn

Við virkjun jarðhita skapast þörf fyrir losun á skilju- og þéttivatni. Skilju-, þétti- og ferskvatni sem veitt verður frá virkjuninni er kallað affallsvatn. Skiljuvatn, er vatnshluti jarðhitavökvans sem skilinn er frá gufunni í gufuskiljum. Skiljuvatnið er ríkt af uppleystum steinefnum sem hafa losnað úr berginu vegna hitans í jarðhitageyminum. Skiljuvatninu er veitt til niðurrennslis í niðurrennslisveitu, kafla 12.8.2.

Þéttivatn nefnist gufuhluti jarðhitavökvans eftir að gufan hefur verið þétt í eimsvölum. Það er án steinefna. Hluti þéttvatnsins er nýttur til áfyllingar í kælivatnshringrásina (kafla 12.7) til uppbotar á því vatni sem tapast úr hringrásinni með uppgufun (Mynd 11.1). Magn áfyllingar er misjafnt eftir árstíma en gera má ráð fyrir að um helmingur þéttvatnsins nýtist til þess að meðaltali. Umfram þéttivatni er veitt í grunnar svelgholur á byggingareit stöðvarhúss. Áætlað magn þéttvatns í svelgholur er á bilinu 50 – 80 kg/s.

Ferskvatninu er dælt upp úr ferskvatnsholum og er notað til að auka kælingu í einstökum tækjum í vinnslurás orkuversins. Þaðan fer vatnið, um 20 °C, í grunnar svelgholur á byggingareit stöðvarhúss.

### 12.8.2 Niðurrennsli

Gert er ráð fyrir að öllu skiljuvatninu verði skilað aftur niður í jarðhitageyminn allt frá upphafi rekstrar virkjunarinnar. Til viðmiðunar eru gefin upp gildi fyrir upptöku á jarðhitavökva og niðurrennsli skiljuvatns fyrir virkjunina. Enn ríkir töluverð óvissa um þessa þætti sökum stuttrar bor- og vinnslusögu á svæðinu. Áætluð upptaka úr jarðhitageyminum er á bilinu 350 – 750 kg/s. Áætlað magn skiljuvatns í niðurrennslisveitu er á bilinu 150 – 550 kg/s (Tafla 12.7). Fjallað er um efnainnihald skiljuvatns og þéttvatns og áhrifa þess á vatnafar í kafla 20.4.2.

**Tafla 12.7 Viðmiðunargildi fyrir upptöku og niðurrennsli jarðhitavökva og ferskvatns Hverahlíðarvirkjunar.**

	Jarðhitavökví	Skiljuvatn	Þéttivatn	Ferskvatn	Samtals
Upptaka	350-750 kg/s			80 kg/s	430-830 kg/s
Niðurrennsli í niðurrennslisholur		150-550 kg/s			150-550 kg/s
Niðurrennsli í svelgholur			50-80 kg/s	80 kg/s	130-160 kg/s

Skiljuvatninu verður veitt til niðurrennslis í 1.000 - 1.200 m djúpar niðurrennslisholur eða nógu djúpar þannig að áhrifa gæti ekki á ferskvatn. Gert er ráð fyrir einni niðurrennslisholu fyrir hverja tvær vinnsluholur sem tengdar eru virkjuninni og mun umfang niðurrennsliðsins vera um 2 ha. Með þessu móti er hluta þess hrávarma sem tekinn er upp úr jörðinni vegna virkjunarinnar skilað aftur niður í jarðhitageyminn.

Niðurrennsliðsveiti fyrir Hverahlíðarvirkjun mun liggja við gamla þjóðveginn (kort 1). Um þetta svæði liggur Bitrusprungan, sem stefnt er á að nota til niðurrennslis. Fyrrihluti lagnaleiðarinnar að niðurrennsliðsveitinni verður meðfram öðrum aðveituæðum að skiljustöð S2. Síðari hluti leiðarinnar mun liggja samsíða gamla þjóðveginum, lagnaleiðin er því að öllu leyti á áður röskuðu svæði. Gert er ráð fyrir að stærsti hluti lagnaleiðarinnar verði með hefðbundnu sniði. Á litlum hluta lagnaleiðarinnar frá stöðvarhúsi að skiljustöð S2 verður lögnin gerð torsýnileg. Gert er ráð fyrir því að lögnin falli að landinu meðfram gamla þjóðveginum en ef þess þarf þá verða byggðar upp manir til þess að draga úr sýnileika lagnarinnar frá þjóðveginum. Áætluð lengd lagna er um 2.500-3.000 m og verður mesta þvermál lagnanna 1.200 mm með einangrun. Áætluð staðsetning



niðurrennslissvæðis og niðurrennslisholna er sýnd á korti 1. Nánari umfjöllun um val á niðurrennslissvæði er að finna í kafla 15.2 um framkvæmdakosti.

### 12.9 Vegir á framkvæmdasvæði

Gert er ráð fyrir að frá Suðurlandsvegi verði gamli Suðurlandsvegurinn sem liggur að borteig B5 endurbættur. Frá fyrirhuguðum gatnamótum að stöðvarhúsi virkjunarinnar verður lagður nýr vegur upp að stöðvarhúsi. Hverahlíðarvegur frá Suðurlandsvegi að stöðvarhúsi verður um 2,5 km að lengd, með vegbreidd 6,5 m og bundnu slitlagi. Í kjölfar ábendinga frá Vegagerðinni og að í tillögu að breytingu á aðalskipulagi Ölfuss er gert ráð fyrir tvöföldun Suðurlandsvegar og mislægum gatnamótum (sjá kafla 14.4.1), hefur Orkuveitan hefur fallið frá áætlunum um að aðkoma að Hverahlíðarvirkjun verði um stefnugreind T-gatnamót. Þar til mislæg gatnamót verða tilbúin verður núverandi vegtenging að Hverahlíð notuð.

Núverandi vegslóðar á framkvæmdasvæðinu og gamli þjóðvegurinn verða notaðir og endurbættir ef þörf er á. Þar sem slóðar eru ekki verða lagðir 4-6 m breiðir malarvegir að fyrirhuguðum borteigum (kort 1). Allir vegslóðar verða með lágmarksuppbyggingu. Þar sem undirlag er ótraust verða vegir ýmist hækkaðir eða jarðvegsskipt undir þeim þannig að nauðsynlegt burðarþol náist. Þessir vegir munu nýtast við gerð borteiga og verða aðkomuvegir að vinnsluholunum.

Vinnuslóðar verða lagðir meðfram lögnum ef aðkomuvegir nýtast ekki, t.d. vegna þensluhlykkja. Vinnuslóðar verða með lágmarks uppbyggingu. Þeir koma fyrst og fremst til með að nýtast á framkvæmdatíma og við viðhald á rekstrartíma. Gert er ráð fyrir að vinnuslóðar meðfram huldum lögnum sem ekki nýtast á rekstrartíma verði lagaðir að landi að framkvæmdum loknum.

Vegir, vinnuslóðar og lagnaleiðir eru sýnd á kortum 1 og 2.

Tafla 12.8 Yfirlit yfir vegi á framkvæmdasvæði

Vegur	Breidd [m]	Lengd [km]
Hverahlíðarvegur	6,5	2,5
Vinnuslóðar	4-6	7-8

#### 12.9.1 Sértækar aðgerðir og mótvægisáðgerðir

Leitast verður við að halda vegaframkvæmdum tengdum virkjuninni í lágmarki og því reynt að nýta og endurgera gömul vegstæði eins og kostur er. Vegir verða byggðir þannig að þeir falli sem best að landinu. Gert er ráð fyrir að vegir innan virkjunarsvæðisins verði byggðir með lágmarks uppbyggingu og að vegfláar, fláafætur og skeringar verði í lágmarki (Mynd 12.13). Gert er ráð fyrir einbreiðum vegum með útskotum.

Til að draga úr raski verður fylliefni flutt á staðinn en ekki rutt upp frá svæðum samsíða veginum. Leitast er við að fella nýja vegi sem best að landslagi til að jarðrask verði sem minnst og vegskeringar græddar upp þar sem það á við. Við alla uppgræðslu verður tekið mið af grenndargróðri.



Mynd 12.13 Nýr vegur í Hverahlíð þar sem notast er við framangreint verklag.

### 13. Aðrir framkvæmdaþættir

#### 13.1 Efnistaka

Á þessu stigi máls hafa mannvirki ekki verið hönnuð svo að nokkur óvissa ríkir um efnispörf framkvæmdarinnar. Fyllingarefni þarf til vegagerðar á svæðinu, gerð borteiga, undirstöðu lagna og fyrir byggingu mannvirkja. Við mat á efnispörf Hverahlíðarvirkjunar hefur verið stuðst við reynslutölur frá virkjunarframkvæmdum á Hellisheiði.

Fyllingarefni verður sótt í námur í rekstri með gildandi starfsleyfi í nágrenni við virkjunarsvæðið og það flutt inn á framkvæmdasvæðið. Eins er gert ráð fyrir að það efni sem skapast vegna uppgrafter og skeringa verði nýtt. Áætlað magn fyllingarefnis er um 300.000 - 400.000 m<sup>3</sup> og miðast við þjappaða frágengna fyllingu.

##### 13.1.1 Valkostir um efnistöku

Gerð var könnun á mögulegum efnistökuáætlingum á og í nágrenni við Hverahlíðarvirkjun (Stuðull, 2007). Samkvæmt jarðfræðikorti eru bólstrabergsmyndanir innan og í námunda við framkvæmdasvæðið að finna í Lökum og Lakahnúk. Þetta eru umfangsmiklar bólstrabergsmyndanir og ljóst að gnægð efnis er til staðar. Það er mat framkvæmdaraðila að vinnsla jarðefna á þessum svæðum hefði það mikil umhverfisáhrif að ekki er talið forsvaranlegt að ráðast í vinnslu jarðefna í þeim. Jarðvinnsla í þessum námum hefði í för með sér verulega aukningu á heildarraski og sjónrænum áhrifum virkjunarinnar. Það er því mat framkvæmdaraðila að ákjósanlegri kostur sé að sækja jarðefni í námur í rekstri.

##### 13.1.2 Sérþæktar aðgerðir og mótvægisáðgerðir

Til að draga úr raski verður fylliefni flutt á staðinn.

#### 13.2 Uppgröftur og haugsetning

Gert er ráð fyrir að mest allur uppgröftur verði nýttur í landmótun við stöðvarhús og önnur mannvirki virkjunarinnar, við gerð sjónmana við mannvirki og meðfram torsýnilegum lögnum og til að hylja

lagnir. Það efni sem ekki nýtist til landmótunar eða við gerð sjónmana verður flutt burt og haugsett á viðeigandi stöðum, t.d. gömlum opnum námum. Í Hverahlíð er sá möguleiki fyrir hendi að keyra efni í námur vestast á svæðinu, og bæta þannig skörð sem fyrir eru í landinu (kort 1). Samráð verður haft við Sveitarfélagið Ölfus og Umhverfisstofnun um haugsetningu í gömlu námunni.

### 13.2.1 Sértækar aðgerðir og mótvægisáðgerðir

Við uppgröft á grónum óröskuðum svæðum verður jarðvegsþekja skilin frá uppgræftrinum eins og kostur er á. Jarðvegsþekjunni verður ýmist komið fyrir, þar sem hún getur nýst til uppgræðslu á rofasvæðum í nágrenni við framkvæmdasvæðið eða hún geymd til síðari nota við frágang á röskuðum svæðum að framkvæmdum loknum. Með þeim hætti má flýta landnámi grenndargróðurs á framkvæmdasvæðinu (Mynd 12.13). Orkuveitan mun leita samráðs við þess til bæra sérfræðinga um eftirlit með uppgræðslu á grenndargróðri (kafli 24.6).

### 13.3 Losun úrgangs

Geymsla, flutningur og losun úrgangs verður í samræmi við reglugerð nr. 737/2003 um úrgang. Á byggingartíma virkjunarinnar munu verktakar losa úrgang í sérstaka gáma sem fjarlægðir verða af gámapjónustu. Búast má við að sorphirða á rekstrartíma verði í höndum Sveitarfélagsins Ölfuss, nema samið verði um annað. Allur úrgangur verður losaður á viðurkenndum förgunarstað.

Hefð er fyrir því að ganga frá borsvarfi að borun lokinni á borstæðinu en borleðja og annað steinefni sem fellur til við borun verður urðað á viðeigandi stöðum. Við byggingareit stöðvarhúss Hverahlíðarvirkjunar verður smur- og olíuáfyllingarplan fyrir vinnuvélar og flutningabíla þar sem frárennsli er leitt um olíugildru til hreinsunar olíu. Allur frágangur verður í samræmi við lög nr. 7/1998 um hollustuhætti og mengunarvarnir og reglugerð nr. 806/1999 um spilliefni. Afrennsli af plönun verður leitt í gegnum olíuskilju.

#### 13.3.1 Losun skólps

Skólp mun aðallega berast frá vinnubúðum á framkvæmdatíma og stöðvarhúsi á rekstrartíma virkjunarinnar. Við losun skólps verður farið að ákvæðum 6., 15. og 16. gr. reglugerðar nr. 798/1999 um losun skólps, leyfisveitingar og fráveitur. Samráð verður haft við Heilbrigðiseftirlit Suðurlands um fyrirkomulag við meðhöndlun, hreinsun og losun á skólpi samhliða vinnslu starfsleyfis virkjunarinnar sbr. reglugerð nr. 785/1999 um starfsleyfi fyrir atvinnustarfssemi sem getur haft í för með sér mengun.

### 13.4 Útstreymi jarðhitaloftegunda

Gufuhluta jarðhitavökvans fylgja gastegundir sem þéttast ekki við staðalaðstæður (25°C og 1 bar). Jarðhitagasið á Hengilssvæðinu samanstendur að megninu til af koldíoxíð (CO<sub>2</sub>), brennisteinsvetni (H<sub>2</sub>S) og vetni (H<sub>2</sub>) en einnig hafa þar mælst gastegundir eins og metan (CH<sub>4</sub>) og köfnunarefni (N<sub>2</sub>) í mjög lágum styrk, nánari umfjöllun í kafla 23.1.

Losun jarðhitaloftegunda á framkvæmdatíma er tímabundin og eingöngu frá holum í blástursprófunum, en á rekstrartíma er gasið losað um lofttæmidælur við eimsvala í gegnum hreinsibúnað sem mun hreinsa brennisteinsvetni úr jarðhitagasingu.

Gufa frá rannsóknarholunni HE-21 á Hverahlíðarsvæðinu hefur verið efnagreind. Eftir því sem fleiri holur eru boraðar þeim mun nákvæmari upplýsingar fást um endanlega efnasamsetningu gufunnar í virkjuninni og þá heildarlosun jarðhitaloftegunda. Áætlað útstreymi jarðhitagass frá fullbúinni virkjun, miðað við að gas í gufu sé um 0,5% og brennisteinsvetni sé hreinsað úr gasinu er um 27.000 tonn/ári. Nánar er fjallað um magn og samsetningu gassins í kafla 23 um mat á áhrifum virkjunarinnar á loftgæði.

#### 13.4.1 Sérþækar aðgerðir og mótvægisáðgerðir

Í kjölfar umsagna og athugasemda um frummatsskýrslu hefur Orkuveitan ákveðið að hreinsa brennisteinsvetnis úr gasi frá virkjunum á Hengilsvæðinu, sjá kafla 23.4.1. Verkfræðistofan VGK-Hönnun hefur kannað möguleika á hreinsun brennisteinsvetnis úr jarðhitagasi. Niðurstöður hennar, eftir að hafa skoðað mismunandi aðferðir, eru að miðað við aðstæður sé hentugast leysa brennisteinsvetni upp í vatni. Þessum vökva yrði blandað við skiljuvatni í niðurrennslisholum þar sem þrýstingur er nægjanlegur til að halda gasi á uppleystu formi. Gert er ráð fyrir að þessi aðferð verði prófuð í tilraunastöð sem komið verði upp við Hellsheiðarvirkjun (VGK-Hönnun, 2007).

Aðrar jarðhitalofttegundir verða leiddar í útblástur kæliturnna. Þessi aðgerð eykur þynningu gassins. Í kæliturnnum blandast gas öflugru röku loftstreymi sem verður til þess að brennisteinsvetnið hvarfast að einhverju leyti við súrefni. Í þessu ferli fellur hluti brennisteinsvetnisins út og gasið hitnar. Jarðhitalofttegundirnar leita því hærra upp í loftmassann en ella sem dregur úr hættu á að gas safnist fyrir í gryfjum, kjöllum og hraunsprungum á og í nágrenni við framkvæmdasvæðið. Eins dregur þessi aðgerð úr losun brennisteinsvetnis frá virkjuninni og dregur því úr áhrifum í nálægum byggðarkjörnum og áhrifum á lykt, sjá kafla 23.7.

#### 13.5 Hljóðstig á framkvæmdatíma

Á framkvæmdatíma væntanlegrar virkjunar mun hljóðstig aukast tímabundið vegna umferðar vinnutækja, borana og blástursprófana. Mælingar á hljóðstyrk kringum bora árið 2006 sýna að hæstu hljóðgildi berast frá rafstöðvum boranna sem keyrðar eru samhliða borun en hljóðstyrkur frá borun mælist 70-100dB(A) í 1-10 m fjarlægð (VGK hf., 2006b). Meðalbortími háhitaholna á Hellsheiði er 1-2 mánuðir og er gert ráð fyrir að bortími verði svipaður í Hverahlíð.

Frá borholu í blæstri getur hljóðstyrkur verið nokkuð breytilegur en hann er háður hlutfalli vatns og gufu í viðkomandi holu. Holurnar eru allar láttnar blása í gegnum hljóðdeyfi við holutoppinn. Mælingar sýna að hljóðstyrkur frá blásandi holu er á bilinu 70-110 dB(A) í 1-10 m fjarlægð (VGK hf., 2006b). Meðal blásturstími háhitaholna í Hverahlíð er áætlaður 3-6 mánuðir.

Á rekstartíma virkjunar mun viðvarandi aukning á hljóðstigi eiga sér stað við gufuháfa þar sem umframgufu er veitt í andrúmsloftið um stjórnloka (kort 19).

Á nokkurra ára fresti verða boraðar vinnsluholur til að viðhalda framleiðslugetu virkjunarinnar og þeim framkvæmdum mun fylgja tímabundin aukning á hljóðstigi samsvarandi þeirri sem lýst er hér að framan við borun og blástursprófanir. Nánar er fjallað um hljóðstig og áhrif af hljóðstigi í kafla 28.

Orkuveitan vinnur að því að draga úr hávaða. Orkuveitan mun nota varanlega hljóðdeyfya á borteigum, vinna að endurskoðun á útfærslum á færanlegum hljóðdeyfum og unnið er að endurhönnun gufuháfa m.t.t. hljóðstyrks.

#### 13.6 Aðstaða verktaka

Þegar framkvæmdir standa sem hæst verða um 250 manns við vinnu á svæðinu. Á byggingartíma virkjunarinnar verða reistar vinnubúðir í samræmi við reglugerð nr. 941/2002 um hollustuhætti. Áætlað er að vinnubúðir verði sunnan megin við byggingareit stöðvarhússins í Hverahlíð (kort 1). Athugað verður hvort möguleiki er á sameiginlegum vinnubúðum vegna virkjana á Bitru og í Hverahlíð.

#### 13.7 Raforkuöflun á framkvæmdatíma

Framkvæmdaraðili áformar að mæta raforkuþörf vegna framkvæmda með jarðstreng. Lagður verður 11 kV jarðstrengur að framkvæmdasvæði Hverahlíðarvirkjunar. Um strenginn verður flutt raforka til notkunar á byggingartíma og til eigin nota í virkjuninni þangað til raforkuvinnsla hefst. Gert

er ráð fyrir að nota megi orku frá strengnum við aðrar framkvæmdir á svæðinu, svo sem á vegum Landsnets við tengivirki fyrir Bitru- og Hverahlíðarvirkjun og framkvæmdir Orkuveitu Reykjavíkur við Bitruvirkjun. Áformað er að strengurinn verði lagður í jaðar vega og slóða sem fyrir eru á svæðinu. Jarðstrengurinn mun liggja frá Helligheiðarvirkjun eftir veginum að virkjuninni, upp Hverahlíðabrekku og með fram Suðurlandsvegi þar sem strengurinn verður lagður í vegöxl að framkvæmdasvæði Hverahlíðarvirkjunar. Á miðri leið verður komið fyrir smáhýsi með rofabúnaði, til dreifingar á orku til framkvæmdasvæða virkjananna. Við enda strengsins er gert ráð fyrir að sett verði upp smáhýsi með spennni og rofabúnaði.

Aðrir kostir fyrir raforkuöflun virkjunarinnar voru loftlína eða vélknúin rafstöð. Loftlína er ódýrari en jarðstrengur og sá möguleiki er fyrir hendi að taka hana niður að framkvæmdum loknum. Sjónræn áhrif eru neikvæð og óhagræði af loftlínunum á framkvæmdasvæðum. Vélknúin rafstöð er ekki talin koma til greina vegna óæskilegra umhverfisáhrifa.

## 14. Aðrar framkvæmdir í nágrenni framkvæmdasvæðis

### 14.1 Virkjun í Bitru

Orkuveita Reykjavíkur vinnur einnig að undirbúningi og mati á umhverfisáhrifum 135 MW<sub>e</sub> virkjunar á Bitru. Virkjunin á Bitru liggur austur af Henglinum, sjá kort 2. Gert er ráð fyrir að kynna frummatsskýrslu virkjunar á Bitru samhliða frummatsskýrslu í Hverahlíð.

### 14.2 Tenging við raforkukerfi

Flutningur raforku frá virkjun í Hverahlíð verður í höndum flutningsfyrirtækis í samræmi við raforkulög nr. 65/2003. Gert er ráð fyrir að rafstöð virkjunarinnar tengist inn á tengivirki sem verður við línunót Búrfellslínu 2 og Búrfellslínu 3, SV af borteig B6 (kort 1). Landsnet mun leggja til jarðstreng frá stöðvarhúsi virkjunarinnar að tengivirkinu. Samráð er við Landsnet um fyrirkomulag við tengingar og flutning á raforku og allar framkvæmdir innan framkvæmdasvæðis Bitruvirkjunar og Hverahlíðarvirkjunar.

Landsnet vinnur að mati á umhverfisáhrifum háspennulínanna á svæðinu og er hægt að nálgast upplýsingar um tillögu að matsáætlun á heimasíðu Skipulagsstofnunar, [www.skipulag.is](http://www.skipulag.is). Samkvæmt upplýsingum frá Landsneti er gert ráð fyrir að auglýsa frummatsskýrslu á árinu 2008.

### 14.3 Vegtengingar við þjóðveg

Aðkoma inn á virkjunarsvæði Hverahlíðarvirkjunar er af afreini á Suðurlandsvegi, (Hringvegi 1).

Samkvæmt tillögu að samgönguáætlun 2007-2018 og tillögu að breytingu á aðalskipulagi Ölfuss er gert ráð fyrir að tvöfalda Suðurlandsveg. Vegagerðin gerir ráð fyrir að vegtenging að Hverahlíð verði þá um mislæg gatnamót, sem verða sameiginleg fyrir virkjanirnar á Bitru og í Hverahlíð. Þar til tvöföldun á sér stað verður vegtenging við þjóðveginn á sama stað og hún er nú en vegamót endurbætt í líkingu við vegtengingu inn að Helligheiðarvirkjun við Kolviðarhól, þ.e. stefnugreind T-gatnamót.

Breytingar tengdar hugsanlegri tvöföldun Suðurlandsvegjar verða unnar í samvinnu við Vegagerðina. Þess ber að geta að tvöföldun Suðurlandsvegjar og gerð mislægra gatnamóta er háð mati á umhverfisáhrifum skv. lögum nr. 106/2000 og í því ferli mun Vegagerðin leggja fram ítarlegri upplýsingar um fyrirkomulag framkvæmda og mat á umfangi áhrifa á umhverfið.

Í frummatsskýrslu var gert ráð fyrir að aðkoma inn á virkjunarsvæði Hverahlíðarvirkjunar yrði um afreini af Suðurlandsvegi (Hringvegi 1), og að vegtenging við þjóðveginn yrði á sama stað og hún er nú og að vegtengingin yrði um stefnugreind T-gatnamót. Vegagerðin benti á í umsögn sinni, sjá kafla 14.4.1, að unnið sé að undirbúningi tvöföldunar Suðurlandsvegjar á þessum slóðum og hefur

sveitarstjórn Ölfuss ákveðið að auglýsa breytingu á aðalskipulagi þar sem gert er ráð fyrir tvöföldun vegarins yfir Hellisheiði með einum mislægum vegamótum austan við núverandi vegtengingu inn að Gígahnúkum. Þessum vegamótum er ætlað að þjóna fyrirhuguðum virkjunarsvæðum á Hellisheiði og þarf því að gera ráð fyrir að vegtenging að Hverahlíðarvirkjun tengist þessum vegamótum. Ekki verður um aðrar vegtengingar við Hringveg að ræða á Hellisheiði. Orkuveitan hefur því fallið frá áætlunum um að aðkoma að Hverahlíðarvirkjun verði um stefnugreind T-gatnamót í samræmi við umsögn Vegagerðarinnar. Þar til mislæg gatnamót verða tilbúin verður núverandi vegtenging að Hverahlíð notuð.

#### 14.4 Umsagnir og athugasemdir um aðrar framkvæmdir

##### 14.4.1 Umsögn Vegagerðarinnar

*Við undirbúning framkvæmdar hefur verið haft samráð við Vegagerðina um um þá hluta verksins sem tengjast þjóðvegum*

*Skv. skýrslunni er gert ráð fyrir að aðkoma að virkjuninni verði eftir endurbættum vegi sem áður þjónaði sem Suðurlandsvegur og tengist Hringvegi (1) á Hellisheiði rétt vestan við vegtengingu inn að Gígahnúkum. Eins og getið er í skýrslunni er unnið er að undirbúningi tvöföldunar Suðurlandsvegur á þessum slóðum og hefur sveitarstjórn Ölfuss ákveðið að auglýsa breytingu á aðalskipulagi þar sem gert er ráð fyrir tvöföldun vegarins yfir Hellisheiði með einum mislægum vegamótum austan við núverandi vegtengingu inn að Gígahnúkum. Þessum vegamótum er ætlað að þjóna fyrirhuguðum virkjunarsvæðum á Hellisheiði og þarf því að gera ráð fyrir að vegur að Hverahlíðarvirkjun tengist þessum vegamótum, ekki verður um aðrar vegtengingar við Hringveg að ræða á Hellisheiði.*

*Að öðru leyti er framkvæmdum þessum lýst í matsskýrslunni á fullnægjandi hátt að mati Vegagerðarinnar*

**Svar:** Sjá kafla 14.3 um vegtengingar við Hringveg.

##### 14.4.2 Athugasemd Landsnets

*Á korti 1 er framkvæmdasvæðið afmarkað og þar kemur m.a. fram að Borsvæði B6 virðist eiga að staðsetja mjög nærri Búrfellslínu 3. Landsnet telur æskilegt að staðsetja fyrirhugaða skiljustöð fjær línunni sé þess nokkur kostur.*

*Landsnet vill benda á að um virkjunarsvæði og áhrifasvæði Hverahlíðarvirkjunar liggur 420 kV Búrfellslína 3 og Búrfellslína 2 sem eru mikilvægur hluti af flutningskerfi Landsnets á Suður- og Vesturlandi og er hluti mannvirkja og borhola í lítilli fjarlægð frá Búrfellslínu 3. Í framlagðri frummatsskýrslu er gerð grein fyrir útstreymi jarðhitaloftegunda sem berast út í andrúmsloftið við nýtingu jarðhita. Ekki virðist vera fjallað um í skýrslunni hvaða áhrif jarðhitaloftegundir (gufa) hafa á nærliggjandi mannvirki og um hvaða áhættu sé að ræða.*

*Landsnet vill því benda á að framkvæmdaraðila má vera ljóst að jarðhitaloftegundir (gufa) kunna að hafa áhrif á rekstraröryggi háspennulína og áskilur sér því allan rétt gagnvart framkvæmdar- og rekstraraðila virkjunarinnar verði hann fyrir tjóni og/eða röskun vegna þessa.*

**Svar:** Þegar Landsvirkjun vann að undirbúningi Búrfellslínu 3A, sem fyrirhugað var að leggja yfir Ölkelduháls og Bitru, gerði Hitaveita Reykjavíkur athugasemd við þá framkvæmd vegna fyrirhugaðrar jarðvarmavirkjunar á þessu svæði. Í framhaldi af því gáfu Landsvirkjun og Hitaveita Reykjavíkur út eftirfarandi yfirlýsingu dagsetta 26. nóvember 1997:

*Landsvirkjun ráðgerir að leggja 400 kV rafmagnslínu, svokallaða Búrfellslínu 3A og fer rafmagnslínun m.a. um land Hitaveitu Reykjavíkur, Ölfusvatn í Grafningi.*

*Landsvirkjun er kunnugt um að Hitaveita Reykjavíkur ráðgerir að bora háhitaholur í landi Ölfusvatns og byggja þar jarðgufuvirkjun ef niðurstaða rannsókna á svæðinu gefur tilefni til.*

*Landsvirkjun telur að fyrirhugaðar háhitaholur Hitaveitunnar muni ekki hafa áhrif á rekstraröryggi línunnar. Tekur Landsvirkjun á sig alla áhættu því samfara að línan verði lögð um háhitasvæði sem stendur til að virkja.*

*Hugsanleg styrking línunnar vegna Ísingar af völdum gufu verður þannig á ábyrgð Landsvirkjunar.*

*Lagningu rafmagnslínunnar fylgir sú kvöð, að skv. reglugerð nr. 264/1971, að óheimilt er að reisa mannvirki í tiltekinni fjarlægð frá línunni sem er að jafnaði um 54 m breitt undir og við línuna.*

*Landsvirkjun gerir ekki athugasemd við að Hitaveita Reykjavíkur leggi gufu- og vatnslagnir þvert undir háspennulínuna vegna fyrirhugaðrar nýtingar háhitasvæðisins sem raflínan liggur um.*

Orkuveitan telur að m.t.t. viljayfirlýsingar taki Landsnet á sig alla áhættu sem fylgi því að háspennulínur fari um fyrirhugað framkvæmdasvæði Orkuveitunnar á Bitru og við Hverahlíð.

Ekki verður skiljustöð við borteig B6. Engin mannvirki eru nærri helgunarsvæði háspennulína. Orkuveitan uppfyllir þar með kvaðir reglugerðar nr. 264/1971 um raforkuvirki.

#### 14.4.3 Athugasemd Framtíðarlandsins

*Landsnet hefur það hlutverk að annast raforkuflutning frá virkjunum til orkukaupanda skv. raforkulögum. Þó hefði verið æskilegt að fá mat á hvaða áhrif það hefur á stöðugleika og áreiðanlega íslenska raforkukerfisins að bæta svo gríðarlega við þann flutning um kerfið og óhjákvæmilega verður með álversframkvæmdunum. Vert er að minna á að nú á fáeinum árum á að margfalda uppsett afl í íslenska raforkukerfinu vegna fáeinna álvera og er Helguvík þar á meðal. Slaki sem áður var í raforkukerfinu og áður nýttist til þess að tryggja stöðugleika þess og áreiðanleika þess hefur horfið á skömmum tíma. Má m.a. rekja tíðari truflanir í flutningskerfinu til þessara vaxtarverkja a.m.k. að hluta. Í framtíðinni má búast við auknum kröfum um frekari styrkingu raforkukerfisins en felst í þeim línulögnum sem eru beinlínis vegna tiltekinnar virkjana og notanda, t.d. er þegar farið að bera á kröfum um styrkingu byggðalínuhringsins og jafnvel Sprengisandslínu. Þá er verið að ræða um aðgerðir sem eru m.a. til þess ætlaðar að endurheimta þann stöðugleika og svigrúm sem áður var. Samfélagsleg áhrif áreiðanleika raforkuafhendingar eru ótvíræð og mikil. Hefði verið full þörf á því að fjalla um þann þátt.*

**Svar:** Athugasemd Framtíðarlandsins snýr að málefni sem fellur ekki undir fyrirhugaðar framkvæmdir Orkuveitunnar og krefst því ekki efnislegs svars í matsskýrslu.

### 15. Framkvæmdakostir

Í köflum um einstaka framkvæmdaþætti hefur verið fjallað um mismunandi kosti á útfærslu og staðsetningu viðkomandi mannvirkja. Eftirfarandi kaflar fjalla um valskosti sem skoðaðir voru í undirbúningsvinnu matsins. Í kaflanum er gerð grein fyrir staðarvalkostum stöðvarhúss (Hverahlíð 1, Hverahlíð 2 og Hverahlíð 3), niðurrennsli, sýnileika lagna og raunhæfi þess að samnýta virkjanir á Hengilssvæðinu. Einnig er gerð stuttleg grein fyrir núll-kosti.

#### 15.1 Staðarval stöðvarhúss

Við val á staðsetningu mannvirkja á framkvæmdasvæði Hverahlíðarvirkjunar var miðað við að draga sem mest úr sýnileika frá Suðurlandsvegi, Skarðsmýrarfjalli og Henglinum. Þó reynist frekar erfitt að takamark sýn frá stöðum sem staðsettir eru hærra í landi en virkjunin sjálf. Ekki voru

skilgreind svæði sunnan Hverahlíðar sem hlífa á sérstaklega við ásýnd þar sem hlíðin sjálf er talin birgja sýn að virkjuninni.

Í Hverahlíð hafa verið skoðaðir þrír kostir fyrir byggingareit stöðvarhúss, við Lakakrók, undir Hverahlíð og undir ás sunnan gamla Suðurlandsvegur. Þessir kostir hafa hver sína sérstöðu og er þeim gerð skil hér á eftir (kort 16).

#### 15.1.1 Hverahlíð 1

Svæðið, merkt Hverahlíð 1 á korti 16, er inn í Lakakrók. Svæðið er nokkuð stórt og getur auðveldlega rúmað stöðvarhús og önnur mannvirki. Lagnaleiðir frá borteigum að stöðvarhúsi eru með lengsta móti samanborið við aðrar útfærslur. Miðað við núverandi hugmyndir um niðurrennslistvæði er það nokkuð langt frá virkjuninni. Möguleiki er á að vinna jarðefni til fyllinga vegna framkvæmdanna inni í Lakakróknum og fella svo mannvirki inn í námuna. Stöðvarhús og mannvirki því tengd yrðu ekki sýnileg frá Suðurlandsvegi. Í Lakakrók er farið inná ósnortið svæði sem er talsvert notað af skíðaiðkendum. Auk þess má segja að með því að fara inn í Lakakrók sé verið að teygja framkvæmdasvæði Hellisheiðarvirkjunar sunnar en ef aðrar lausnir yrðu valdar.

#### 15.1.2 Hverahlíð 2

Svæðið er merkt Hverahlíð 2 á korti 16. Staðsetning stöðvarhúss er sunnan undir ás sem liggur samsíða gamla Suðurlandsveginum. Ofan á ásnum liggur vetrarvegur gamla Suðurlandsvegur. Gert er ráð fyrir að gerðar verði jarðvegsmanir vestan og austan við stöðvarhúsið og landið i kring hækkað og/eða mótað þannig að sýnileiki mannvirkja frá þjóðvegi yrðu óverulegur. Sýnileiki stöðvarhúss, annarra mannvirkja og lagna að og frá stöðvarhúsi yrði því lítill séð frá Suðurlandsvegi. Stöðvarhúsið yrði nokkuð miðlægt gagnvart borteigum og niðurrennsli og gott landrými er fyrir stöðvarhús og önnur mannvirki á þessum byggingareit. Kæliturenar og gufuháfar yrðu fremur nálægt þjóðveginum, en verið er að skoða nýja gerð kæliturena sem munu draga verulega úr gufustreymi frá kæliturenum (sjá kafla 12.7.1). Það er því mat framkvæmdaraðili að gufustrókar frá þessum mannvirkjum komi ekki til með að valda truflun á umferð en ljóst er að gufustrókurinn yrði mjög sýnilegur frá þjóðveginum.

#### 15.1.3 Hverahlíð 3

Svæðið er merkt Hverahlíð 3 á korti 16. Um er að ræða sýnilega virkjun sem hönnuð væri með það í huga að stöðvarhús væri glæsilegt ásýndum líkt og stöðvarhúsið við Kolviðarhól. Sýnileiki frá þjóðveginum væri því alger en væntanlega væri hægt að koma mannvirkjum, öðrum en stöðvarhúsi, fyrir aftan við húsið sjálft þannig að sýnileiki þeirra væri í lágmarki. Svæðið er miðlægt gagnvart borteigum og niðurrennslistvæði þannig að lagnaleiðir væru í styttra lagi og hagkvæmni ákjósanlegust. Möguleiki er á að vinna jarðefni til fyllinga vegna framkvæmdanna og fella svo mannvirki inn í námuna.

#### 15.1.4 Val á staðsetningu stöðvarhús við Hverahlíð

Ein helsta forsenda við val á staðsetningu stöðvarhúss Hverahlíðarvirkjunar er að svæðið sé torsýnilegt frá Suðurlandsvegi. Valkostir við Hverahlíð eru nokkuð skýrir hvað þetta varðar þar sem stöðvarhús við Lakakrók yrði nánast ósýnileg frá þjóðvegi, stöðvarhús undir Hverahlíð mjög sýnileg og stöðvarhús sunnan við gamla Suðurlandsveg torsýnileg. Segja má miðað við þessar forsendur, að þá sé Lakakrókur hvað ákjósanlegastur og staðsetning undir Hverahlíð síst ákjósanleg. Af þessum sökum er staðsetningu fyrir stöðvarhús undir Hverahlíð hafnað. Aftur á móti er það svo að í Lakakrók er farið inná ósnortið og að mörgu leyti sérstakt svæði sem er talsvert notað t.d. af skíðaiðkendum. Auk þess má segja að verið sé að teygja framkvæmdasvæði Orkuveitunnar á Hengilssvæðinu ennþá lengra í suður en ef aðrar lausnir eru valdar. Það er því mat



framkvæmdaraðila að þessar forsendur vegi þyngra en þær að gera virkjunina sem torsýnilegasta séð frá þjóðvegi. Þess vegna er Lakakrókur ekki valinn.

Staðsetning fyrir stöðvarhús undir ás sunnan við gamla Suðurlandsveg (Hverahlíð 2) er því að mati framkvæmdaraðila sú ákjósanlegasta fyrir virkjun við Hverahlíð. Mögulegt er með jarðvegsmönnum og landmótun að uppfylla skilyrði um torsýnileika frá þjóðvegi. Jafnframt er leitast við að halda framkvæmdum sem næst öðrum framkvæmdum Orkuveitu Reykjavíkur á Hellisheiði. Lagnaleiðir eru í styttra lagi samanborði við aðra kosti sem kynntir eru hér.

**Tafla 15.1 Staðarval fyrir stöðvarhús Hverahlíðarvirkjunar.**

Svæði	Sýnileiki	Staðsetning fyrir stöðvarhús
Hverahlíð 1 - Lakakrókur	Ekki sýnilegt frá Suðurlandsvegi	Hafnað þar sem farið er inn á ósnortið land
Hverahlíð 2 – Sunnan vetrarvegjar	Torsýnilegt frá Suðurlandsvegi (byggt á kortum 13 og 14)	Valin
Hverahlíð 3 – Undir Hverahlíð	Mjög sýnilegt frá Suðurlandsvegi	Hafnað út af sýnileika

## 15.2 Umsagnir og athugasemdir um staðarval stöðvarhúss

### 15.2.1 Umsögn Umhverfisstofnunar

*Í frummatsskýrslu kemur fram að lögð verði áhersla á að draga úr sýnileika virkjunarinnar frá Suðurlandsvegi. Í frummatsskýrslu er fjallað um þrjár mögulegar staðsetningar; 1. Valkost framkvæmdaáðila sem er sunnan við ás rétt sunnan við aflagðan Suðurlandsveg. 2. Lakakrók og 3. Hverahlíð.*

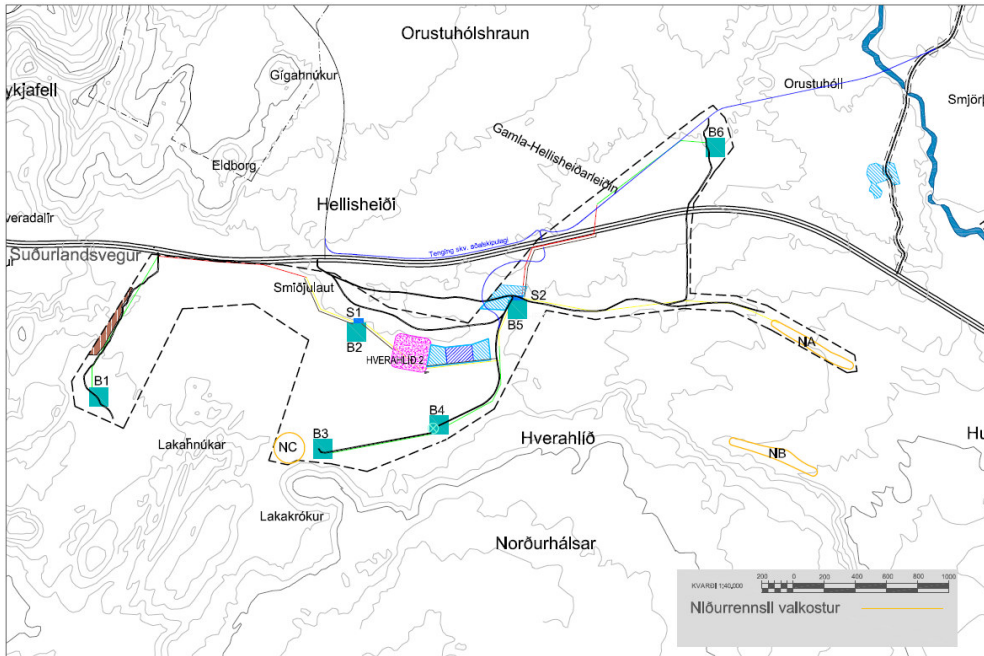
*Umhverfisstofnun telur rök gegn staðsetningu í Lakakrók góð. Stofnunin telur að fjalla ætti nánar um staðsetningu við Hverahlíð. Staðsetning stöðvarhúss á þeim stað hefur í för með sér að mannvirki verða lengra frá Suðurlandsvegi, þau ber ekki við himinn og þar ættu að vera fleiri valkostir til að draga úr sýnileika með litavali og hönnun mannvirkja*

**Svar:** Staðsetningin undir Hverahlíð var skoðuð. Þá var horft á þann möguleika að byggja upp mannvirki sem félli að Hverahlíðinni og myndi framhlíð byggingarinnar nýtast til þess að draga úr sýnileika annara hluta virkjunarinnar eins og til dæmis kæliturna. Samt sem áður taldi Orkuveitan að framhlíð mannvirkisins yrði áberandi séð frá Suðurlandsveginum, sem er ekki í samræmi við þau markmið sem Orkuveitan setti sér í ásýndarmálum, sjá kafla 9. Þar af leiðandi var ákveðið að staðsetja stöðvarhúsið frekar undir hryggnum sem gamli vetrarvegurinn liggur á.

### 15.3 Niðurrennsli

Þrjú svæði hafa verið skoðuð fyrir niðurrennsli í Hverahlíð. Fyrri tvö svæðin, NA og NB, eru staðsett sitt hvoru megin við hrauntröðina rétt austan við Norðurhálsa (Mynd 15.1). Á báðum svæðum er hugmyndin að koma niðurrennslinu niður í Bitrusprungu. Á svæði NA liggur gamli þjóðvegurinn og mun niðurrennsli slögnin því liggja um áður raskað svæði. Svæði NB hefur í för með sér töluvert rask þar sem leggja þarf niðurrennsli slögnina meðfram Hverahlíðinni á áður öröskuðu svæði. Þriðji kosturinn, NC, er að koma niðurrennslinu niður í sprungu sem er staðsett vestan við borteig B3. Þetta svæði hefur lítið verið skoðað með tilliti til niðurrennslis en áformað er að hefja rannsóknir á því brátt.

Ákveðið hefur verið að falla frá svæði NB þar sem það er mat framkvæmdaraðila að val á því svæði hefði í för sem sér of mikið rask. Svæði NA og NC verða skoðuð nánar við upphaf framkvæmdar en á þessi stigi er gengið útfrá því að nota svæði NA til niðurrennslis.



Mynd 15.1 Niðurrennsli svæði NA, NB og NC.

#### 15.4 Val á sýnileika lagna

Líkt og greint er frá í kafla 12.5.1 er sýnileika lagna skipt upp í þrjú flokka, huldar, torsýnilegar og hefðbundnar langir (Tafla 12.4).

Lagnaútfærslur fyrir hvert lagnabil eru valdar út frá nokkrum þáttum, s.s. verndargildi nánasta umhverfis, sýnileika frá skilgreindum svæðum, hagkvæmni, viðhaldi, eftirliti, landslagi, gróðurfari og náttúrfari, sjá hönnunarforsendur í kafla 9.1 og kort 12-15.

Almennt verður miðað við að leggja lagnir lágt í landi, velja lagnaleið eftir því hvernig landið liggur og móta það þannig að lagnir séu lítið sýnilegar úr fjarlægð. Ekki verður hjá því komist að lagnir verði sýnilegar frá öðrum svæðum, sér í lagi þeim sem standa hærra í landi.

Ekki reynist unnt að hylja allar lagnir Hverahlíðarvirkjunar. Ástæður þess eru kostnaðar-, rekstrar og umhverfislegs eðlis. Kostnaður tengdur framkvæmdum við huldar lagnir er tvöfalt meiri en við hefðbundnar lagnir ofanjarðar. Viðhald og eftirlit með huldum lögnum verður erfiðara en ella þar sem aðgengi að lögnunum er takmarkað. Huldar lagnir verða lagðar þar sem talið er víst að yfirborð muni jafna sig á nokkrum árum. Ræður þar mestu að hægt sé að endurskapa landmynd lagnastæðisins með svipuðum hætti og í nánasta umhverfi við lögnina. Eins skiptir miklu að mögulegt sé, innan ásættanlegs tímaramma, að græða upp jarðvegssárið í samræmi við gróður í nánasta umhverfi.

Almennt gildir að lagnir sem liggja um hraun sem runnið er á nútíma verða lagðar ofanjarðar. Þessi framkvæmd er talin komast hvað næst því að vera afturkræf þar sem sá möguleiki er fyrir hendi að fjarlægja lagnirnar síðar og ganga frá landi því sem næst eins og það var áður. Mikilvæg forsenda þessa er að lögninni sé valin staður nærri eldri vegi sem þá getur nýst sem vinnuslóði meðfram henni. Lagnir grafnar niður í hraun er að öllu jöfnu ekki talinn umhverfisvænn né afturkræfur kostur þar sem nær ómögulegt getur reynst að endurgera þá landmynd sem fyrir er.

### 15.5 Núll kostur

Hér er fjallað um núll kost, það er þann möguleika að ekki verði af virkjunarframkvæmdum í Hverahlíð. Ef ekkert verður af framkvæmdum má reikna með að rannsóknaborholum Orkuveitu Reykjavíkur í Hverahlíð verði lokað þar til annað verður ákveðið um nýtingu jarðhitasvæðisins. Náttúran og umhverfið munu þá þróast eftir eigin lögmálum án áhrifa virkjunar á svæðinu.

Verði ekki ráðist í framkvæmdina verður ekki hægt að standa við markmiðið með byggingu virkjunarinnar, sem er að mæta aukinni eftirspurn atvinnuvega eftir raforku. Orkuveita Reykjavíkur getur þá ekki afhent stóriðju raforku og mundi það hafa efnahagsleg áhrif á landsvísu. Reikna má með að útvega þurfi raforku með öðrum hætti í náinni framtíð.

### 15.6 Umsagnir og athugasemdir um núllkost

#### 15.6.1 Athugasemd Framtíðarlandsins

*Um núllkostinn, þ.e. að virkja ekki núna, er afar lítið fjallað í skýrslunum. Þar hefði þó verið áhugavert að sjá umfjöllun um ávöxtun auðlindarinnar í jörðu, þ.e. hvort líklegt sé að orkuverð muni fara vaxandi í framtíðinni, en til þess liggja allar spár og þá hversu mikið. Jafnframt í hverju aðrir möguleikar til orkusölu gætu falist, jafnvel í minni einingum og á lengri tíma og hvort vænta hefði mátt hærra orkuverðs við slíka sölu eða meiri arðs af auðlindinni. Einnig væri áhugavert að sjá þjóðhagslegt mat á því hvort heppilegt sé að binda svo stóran hluta af orkuauðlindinni við langtímasamninga við álversframleiðendur eða hvort æskilegt væri að dreifa áhættunni á fleiri geira.*

**Svar:** Varðandi umfjöllun um áhrif á jarðhitageyminn er vísað í kafla 19.6 og svör Orkuveitunnar við umsögn Orkustofnunar í kafla 19.10.2. Það er ekki ætlun framkvæmdaraðila að skerða önnur nýtingarsvæði sín á Hengilssvæðinu með nýjum virkjunum enda benda rannsóknir til þess að um aðskilin jarðhitakerfi sé að ræða. Ákveðin óvissa er samt ávallt fyrir hendi við nýtingu jarðhita. Orkuveitan vísar einnig í svar í kafla 18.2 um að ekki skuli fjallað um efnahagslegan ávinning í mati á umhverfisáhrifum skv. úrskurði umhverfisráðherra um Kárahnjúkavirkjun.

### 15.7 Samnýting virkjana á Hengilssvæðinu

Sá kostur er fyrir hendi að reisa ekki stöðvarhús við Hverahlíð heldur að safna gufunni saman og leiða í aðveitulögnum að stöðvarhúsi Hellisheiðarvirkjunar.

Tæknilega séð er þessi lausn framkvæmanleg, þar sem þrýstifall í lögninni yrði væntanlega ekki það mikið að það komi í veg fyrir raforkuframleiðslu. Aftur á móti myndi framkvæmdakostnaður virkjunarinnar aukast um 10-15%. Gert er ráð fyrir að þessu fylgi a.m.k. ein skiljustöð og niðurrennsliðssvæði við Hverahlíð. Í stað stöðvarhúss og kæliturna kæmu allt að tvær aðveitulagnir frá framkvæmdasvæði Hverahlíðarvirkjunar að stöðvarhúsi Hellisheiðarvirkjunar. Rask af þessari framkvæmd yrði á talsvert stóru svæði auk þess sem erfitt gæti reynst að koma lögnum að Hellisheiðarvirkjun miðað við núverandi skipulag.

Það er því mat framkvæmdaraðila að það sé betri kostur að reisa stöðvarhús á framkvæmdasvæði Hverahlíðarvirkjunar í staðinn fyrir að leiða gufuna til annarra virkjana á Hengilssvæðinu.

## 16. Hættur

Helstu áhættuþættir við virkjun háhitasvæða á Íslandi hafa verið flokkaðir í 13 flokka (Tafla 16.1). Hugsanlega geta allir þessir þættir nema helst flóð valdið tjóni á jarðvarmavirkjun í Hverahlíð. Mannvirkjum virkjunarinnar hefur verið valinn staður með tilliti til áhættuþátta og er það val byggt á góðri þekkingu á jarðfræði og jarðsögu framkvæmdasvæðisins. Á rekstrartíma virkjunarinnar stafar mest hættu af því að jarðhitageymirinn spillist af völdum kvikuhlaupa og sprunguhreyfinga í

jarðhitageyminum. Þó ber að hafa í huga að kvikuinnskot undir jarðhitasvæði er oftast varmagjafi svæðisins og að lekt jarðlaga byggir á sprungnum jarðlögum sem myndast vegna jarðhræringa í tengslum við jarðskjálfta og eldvirkni (VGK hf., 2005).

**Tafla 16.1 Flokkun áhættuþátta við virkjun háhitasvæða (VGK hf., 2005).**

Vegna eldgosa		Vegna jarðskorpuhreyfinga	
1.	Eldgos við/nálægt virkjun	8.	Sprunguhreyfingar
2.	Hraunflöð yfir virkjunarsvæði	9.	Landris, landsig
3.	Ösku- eða gjóskufall	10.	Jarðskjálftar
4.	Jarðhitageymirinn spillist af völdum kvikugastegunda	11.	Skriðuföll
5.	Kvikuhlaup í jarðhitageyminum	12.	Leðju- eða gufusprengingar
6.	Öflugar gufusprengingar geta valdið þrýstilækkun í jarðhitakerfinu	13.	Kalt vatn streymir inn í jarðhitageyminn
7.	Flóð í ám		

Bjarni Bessason (2006) hefur unnið mat á jarðskjálftaáhrifum fyrir Bitru og Hverahlíð. Við hönnun mannvirkja verður tekið tillit til jarðskjálftaálags í samræmi við niðurstöður Bjarna. Jarðskjálftar með upptök á Suðurlandi, Suðvesturlandi og á Reykjanesskaganum geta haft áhrif á virkjanir á Hengilssvæðinu, en Hengilssvæðið er þar að auki mjög virkt jarðskjálftasvæði. Einkenni jarðskjálftavirkinnar þar er að skjálftarnir koma í hrinum og eru stærstu þekktu skjálftarnir um 6 á Richterskalanum (Bjarni Bessason, 2006). Mögulegar afleiðingar harðra jarðskjálfta á Hverahlíðarsvæðinu eru sprungumyndanir í jarðvegi á framkvæmdasvæðinu, slys, tjón á búnaði eða mannvirkjum og minnkun eða stöðvun framleiðslu. Fylgst er með fyrirboðum jarðskjálfta á Veðurstofu Íslands og gerir skjálftavakt stjórnstöð Orkuveitu Reykjavíkur viðvart ef vart verður aukinnar skjálftavirkni (VGK hf., 2005).

Kvikuhreyfingar á formi kvikuinnskota eru líkast til algengari en eldgosin sjálf á Hengilssvæðinu. Í suðvestur-sprungurein Hengilskerfisins hefur gosið þrisvar sinnum á nútíma, síðast fyrir um 2.000 árum. Hætta af hraunflöði á Hverahlíðarsvæðinu eru litlar (Kristján Sæmundsson, 2007). Fylgst er með fyrirboðum eldgosa á Veðurstofu Íslands og gerir skjálftavakt stjórnstöð Orkuveitu Reykjavíkur viðvart ef vart verður aukinnar skjálftavirkni sem túlka má sem gosóróa. Eldgos í Henglinum getur haft ófyrirsjáanlegar afleiðingar fyrir jarðvarmavirkjanir Orkuveitunnar á Hengilssvæðinu. Afleiðingarnar geta orðið allt frá því hverfandi til þess að loka þurfi orkuverinu (VGK hf., 2005).

Framkvæmdasvæði Hverahlíðarvirkjunar er austan við jaðarmisgengi aðalsigspildu Hengilskerfisins. Sprunguhreyfingar á Hverahlíðarsvæðinu hafa verið litlar frá því yngsta Helligheiðarhraunið myndaðist en þó mótar fyrir jarðmisgengi sigdældarinnar í Smiðjulaut. Hins vegar er ljóst að sigdældin er allnokkuð sprungin undir hrauninu líkt og Lakahnúkar bera með sér. Hugsanlegar afleiðingar sprunguhreyfinga, hvort sem þær ná til yfirborðs eða ekki, eru skemmdir á borholum. Skriðu- og flóðahætta er lítil sem engin á fyrirhuguðu virkjunarsvæði (Kristján Sæmundsson, 2007).

Virkjuninni í Hverahlíð stafar sáralítil hætta af öðrum áhættuþáttum sem taldir eru upp í töflu 16.1 eins og ösku- og gjóskufalli, kvikugastegundum, og leðju- eða gufusprengingum. Þetta eru jarðhræringar sem gjarnan koma í kjölfarið á meiriháttar hamförum í jarðhitakerfinu, s.s. eldgosum og miklum kvikuinnskotum og gætu afleiðingarnar því orðið allt frá hverfandi til þess að loka þurfi orkuverinu (Kristján Sæmundsson, 2007, VGK hf., 2005).

### III. HLUTI: MAT Á UMHVERFISÁHRIFUM

Í þessum hluta er fjallað um áhrif Hverahlíðarvirkjunar á umhverfið og er umfjöllunin fyrst og fremst byggð á skýrslum sérfræðinga. Gerð er grein fyrir forsendum matsins, aðferðum og umfangi áhrifa. Einnig er gerð grein fyrir viðeigandi mótvægisáðgerðum hverju sinni. Framkvæmdaraðili leggur fram sitt mat á umfangi umhverfisáhrifa framkvæmdanna byggt á ákveðnum forsendum s.s. niðurstöðum sérfræðinga, lögum og reglum auk umsagna og athugasemda.

#### 17. Inngangur

Á fyrstu stigum mats á umhverfisáhrifum Hverahlíðarvirkjunar voru skilgreindir þeir þættir í umhverfinu sem líklegt er að verði fyrir áhrifum vegna fyrirhugaðra framkvæmda og jafnframt hvaða framkvæmdaþættir það eru sem valda þeim. Í kjölfar þess voru vinsaðir út þeir umhverfisþættir sem kunna að verða fyrir áhrifum og taldir eru mikilvægir.

Þegar fjallað er um umhverfisþætti í matsskýrslu er stuðst við víðtæka skilgreiningu á umhverfi sem kemur fram í lögum um mat á umhverfisáhrifum nr. 106/2000.

Umhverfi: *Samheiti fyrir menn, dýr, plöntur og annað í lífríkinu, jarðveg, jarðmyndanir, vatn, loft, veðurfar og landslag, samfélag, heilbrigði, menningu og menningarmínjar, atvinnu og efnisleg verðmæti.*

Í matsvinnu var megin áherslan lögð á framkvæmdir, jarðhitakerfið, landslag, útivist, ferðaþjónustu og landnotkun. Þá var einnig fjallað um áhrif á jarðmyndanir, fornminjar, vatnafar, gróður, fugla, losun lofttegunda í andrúmsloft og lífríki hvera. Í köflum um hljóðvist, landnotkun og ferðaþjónustu er gerð grein fyrir samfélagslegum áhrifum.

#### 18. Forsendur mats á umhverfisáhrifum

##### 18.1 Forsendur

Almennt byggja forsendur matsins á þremur þáttum sem taldir eru upp hér að neðan. Tafla 18.2 greinir frá megin forsendum matsins fyrir einstaka umhverfisþætti.

##### 1. Lagaleg umgjörð

Matsvinnan er byggð á lögum um mat á umhverfisáhrifum nr. 106/2000 m.s.br. Við mat á umfangi áhrifa var horft til viðmiða í lögum og reglugerðum, s.s. 3. viðauka laga nr. 106/2000 um mat á umhverfisáhrifum, lög um fornminjar nr. 107/2001, reglugerð um hávaða nr. 933/1999, náttúruverndarlög nr. 44/1999, og reglugerð 533/2001 og 796/1999 um varnir gegn mengun vatns.

Jafnframt er litið til fyrirbyggjandi áætlana sem eiga við um svæðið s.s. skipulagsáætlanir og Náttúruminjaskrá.

##### 2. Niðurstöður sérfræðinga

Mat á umfangi áhrifa byggir á niðurstöðum sérfræðinga sem rannsakað hafa umhverfisþætti á áhrifasvæði Hverahlíðarvirkjunar.

Þeir sérfræðingar sem unnu sérfræðiskýrslur fyrir mat á umhverfisáhrifum hafa lesið yfir viðeigandi kafla í matsskýrslunni. Lista yfir þá sérfræðinga sem fengu kafla til yfirlstrar má finna í töflu 18.1.

**Tafla 18.1 Yfirlestur sérfræðinga.**

Kafla	Sérfræðingur	Las kafla
Jarðhitakerfi og forðafræði	Grímur Björnsson	Já
Vatnafar	Gestur Gíslason	Já
Jarðfræði og jarðmyndanir	Kristján Sæmundsson	Já
Loftgæði	Gestur Gíslason Hjalti Sigurjónsson	Já Já
Gróður	Guðmundur Guðjónsson	Já
Lífriki hvera	Sólveig Pétursdóttir	Já
Fuglar	Kristinn H. Skarphéðinsson	Já
Fornminjar	Birna Lárusdóttir	Já
Ferðaþjónusta og útvist	Fulltrúi Íslandsflakkara Fulltrúi Eldhesta	Já Já

### 3. Umsagnir og athugasemdir

Forsendur sem notaðar voru við vinsun áhrifa og mat á mikilvægi voru byggðar á umsögnum opinberra aðila við tillögu að matsáætlun s.s. Umhverfisstofnunar, Ferðamálaráðs, Fornleifaverndar ríkisins, Heilbrigðiseftirlits Suðurlands, og sveitarstjórnar Ölfuss. Jafnframt var stuðst við álit og athugasemdir sem fram hafa komið í kynningum Orkuveitunnar á framkvæmd og matsvinnu.

**Tafla 18.2 Forsendur mats á umhverfisáhrifum fyrir einstaka umhverfisþætti.**

Umhverfisþættir	Forsendur
<b>Jarðhitakerfið</b>	Matið byggir á álitum sérfræðinga OR og ÍSOR.
<b>Vatnafar</b>	Matið byggir á aðalskipulagi Ölfuss, áhrifaáttum framkvæmdar og mótvægisáðgerðum, lögum nr. 85/2005 um verndun vatnasviðs Þingvallavatns, reglugerðum 533/2001 og 796/1999 um varnir gegn mengun vatns og sérfræðiálitum Verkfræðistofunnar Vatnaskila, sérfræðinga OR og ÍSOR
<b>Jarðmyndanir</b>	Matið byggir á mati sérfræðinga ÍSOR á áhrifum á jarðmyndanir, lögum um náttúruvernd nr. 44/1999, m.a. 37. gr. um landslagsgerðir sem njóta sérstakrar verndar. Áhersla lögð á verndargildi einstakra jarðmyndana á áhrifasvæði.
<b>Landslag og sjónræn áhrif</b>	Matið byggir á vettvangsferðum, myndrænni framsetningu af ásýnd framkvæmda í landslaginu og niðurstöðum sérfræðinga um náttúrufer og jarðmyndanir. Tekið er tillit til landslagsheilda og sérstöðu og gerð er grein fyrir breytingum sem verða á ásýnd virkjunarsvæðisins. Tekið er mið af 37. gr. náttúruverndarlaga nr. 44/1999 sem fjallar um sérstaka vernd landslags.
<b>Útblástur lofttegunda</b>	Matið byggir á álitum sérfræðinga OR og Verkfræðistofunnar Vatnaskila.
<b>Gróðurfar og fuglar</b>	Matið byggir á niðurstöðum úr rannsóknum sérfræðinga Náttúrufræðistofnunar Íslands á gróðurfari og fuglalífi á svæðinu og athugunum Jóns Einars Jónssonar á fuglalífi á Hengillssvæðinu 2006. Tekið er mið af sérstöðu svæðisins, hvort sjaldgæfar tegundir finnast þar, hvort tegundir séu á vátlista og hvort framkvæmdin stangist á við 37. grein náttúruverndarlaga nr. 44/1999.
<b>Hverir og örverur</b>	Matið byggir á álitum sérfræðinga Prokaria, og 37. gr. laga nr. 44/1999 um náttúruvernd.

Tafla 18.2 Forsendur mats á umhverfisáhrifum fyrir einstaka umhverfisþætti, frh.

Umhverfisþættir	Forsendur
Fornminjar	Matið byggir á áltíð sérfræðings hjá Fornleifafræðistofnun sem hefur skráð og kannað möguleg áhrif á fornleifar á áhrifasvæði framkvæmdanna. Tekið er tillit til verndargildis minja og þjóðminjalaga nr. 107/2001.
Hljóðvist	Matið byggir á reglugerð um hávaða nr. 933/1999 og útreikningum VGK á hávaða frá Hellisheiðarvikjun.
Ferðaþjónusta og útivist	Matið byggir á markmiðum sveitarfélaganna Ölfuss og Grímsness- og Grafningshrepps sem koma fram í skipulagsáætlun, upplýsingum frá hagsmunaaðilum og skoðanakönnunum sem gerðar hafa verið vegna framkvæmda á Hengilssvæðinu, skýrslu Jóns Einars Jónssonar um ferðamennsku á svæðinu frá 2006, könnun VGK 2006, könnun VSÓ 2007 og stefnu OR í útivistarmálum.
Landnotkun	Matið byggir á fyrirbyggjandi skipulagsáætlunum og tillögum um breytingar á aðalskipulagi Ölfuss. Þar koma fram markmið um landnotkun, vatnsvernd, útivist og ferðamennsku.

## 18.2 Umsagnir og athugasemdir um forsendur um efnistöð matsvinnu

### 18.2.1 Athugasemd Framtíðarlandsins

*Ekkert er fjallað um samfélagsleg áhrif framkvæmdanna á þenslu, vexti og gengi. Þó er ljóst að þær munu áfram kynda undir þá ofþenslu sem verið hefur undanfarin ár frá því að framkvæmdir við Kárahnjúkavirkjun hófust og leitt hafa til stórfelldrar hækkunar gengis og vaxta sem aðrar atvinnugreinar hafa þurft að taka á sig. Íslenskir hávextir og hágengi hafa auðvitað haft margfeldisáhrif og dregið að fjármagn í formi jöklabréfa og erlendra skulda einstaklinga og fyrirtækja til viðbótar við það sem fyrir var sem aftur hefur magnað þensluna innanlands enn frekar.*

*Ekki er komið inn á afkomu virkjunarinnar, en þó er óhjákvæmilegt að taka eftirfarandi fram. Opinber stuðningur við virkjanirnar felst fyrst og fremst í opinberum ábyrgðum. Yfirleitt er stuðningur sem felst í slíkum ábyrgðum reiknaður sem munur á heildarávöxtunarkröfu verkefnisins með ábyrgðum og án þeirra (ávöxtun eiginfjár er hins vegar merkingarlaust hugtak í þessu samhengi). Í breskum heimildum [1,2] er talað um að þar í landi hafi heildarávöxtunarkrafa til orkumannvirkja vaxið úr 5-8% í 14-15% eða meira þegar ríkið dró sig úr rekstrinum fyrir nokkrum árum. Hér á landi hefur heildarávöxtunarkrafan verið 5-6% í orkufjárfestingum. Ekkert liggur fyrir um að Bitruvirkjun og Hverahlíðarvirkjun geti staðið undir þeim vöxtum sem líklegt er að farið sé fram á frjálsum markaði og draga verður stórlega í efa að svo sé.*

**Svar:** Talsverð umræða hefur átt sér stað um það hvort að meta eigi áhrif á efnahag í mati á umhverfisáhrifum skv. lögum nr. 106/2000. Eftir að umhverfisráðherra kvað upp úrskurð um mat á umhverfisáhrif Kárahnjúkavirkjunar er ljóst að í mati á umhverfisáhrifum skuli ekki meta á áhrif á efnahag. Eftirfarandi er úrskurði ráðherra, dags. 20.12.2001:

*„Samkvæmt lögum nr. 106/2000 er það hlutverk Skipulagsstofnunar að meta þau atriði sem áhrif hafa á hvern og einn umhverfisþáttanna, eins og þeir eru skilgreindir í j-lið 3. gr. laganna, og leggja síðan mat á það, á grundvelli þeirrar heildarmyndar sem við blasir, hvort fallast beri á framkvæmdina eða leggjast gegn henni, sbr. 2. mgr. 11. gr. laga nr. 106/2000. Eins og lýst er í kafla 2.7.1 að framan, taldi framkvæmdaraðili að heimila ætti hina fyrirhuguðu framkvæmd vegna þess þjóðhagslega ávinnings sem af henni hlýst og vegna ávinnings fyrir atvinnu á Austurlandi. Undir þessa aðferðarfræði er síðan tekið í úrskurði Skipulagsstofnunar þar sem*

neikvæð áhrif framkvæmdarinnar á umhverfið eru lögð á vogarskál andspænis efnahagslegum ávinningi af henni. Samkvæmt framansögðu er ráðuneytið sammála því sjónarmiði, sem fram kemur í kæru Náttúruverndarsamtaka Austurlands, að við mat á umhverfisáhrifum beri ekki að veða saman neikvæð áhrif á umhverfið annars vegar og efnahagslegan ávinning hins vegar. Samkvæmt því skuli taka afstöðu til framkvæmdar án tillits til þjóðhagslegs ávinnings eða taps. Með skírskotun til þess, sem hér hefur verið rakið, er það álit ráðuneytisins að ekki beri að fjalla um þjóðhagsleg áhrif framkvæmdarinnar og arðsemi hennar við mat á umhverfisáhrifum samkvæmt lögum nr. 106/2000.“

Orkuveitan hefur því undanskilið mat á áhrifum á efnahagslegum ávinningi í mati á umhverfisáhrifum framkvæmda á vegum fyrirtækisins í samræmi við úrskurð umhverfisráðherra.

### 18.2.2 Athugasemd Landverndar

OECD hefur gagnrýnt aðferðarfræði við umhverfismat framkvæmda á Íslandi. Stofnunin hefur ítrekað gert athugasemdir við að ekki skuli vera lagt mat á verðgildi umhverfisþátta sem lagðir eru undir. Í frummatsskýrslum sem hér eru til umfjöllunar er ekki gerð nein tilraun til þess. Í reynd þýðir það að litið er á landið sem verðlaust fyrirbæri þrátt fyrir að allir séu sammála um að hér sé um afar dýrmætt land að ræða. Í ljósi ítrekaðra ábendinga OECD þarf Skipulagsstofnun að gera ríkari kröfur til skýrsluhöfunda í þessum efnum.

Það er alþekkt að skortur er á fjölmörgum umhverfisgæðum. Með fólksfjölgun verður skortur umhverfisgæða tilfínanlegri og verð þeirra hækkað. Jafnframt bendir flest til þess að verðmæti umhverfisgæða vaxi hraðar en sem nemur hækkan tekna. Því mun verðmæti umhverfisgæða vaxa með almennum hagvexti og það hratt. Hægt er að meta umhverfisgæði með hagfræðilegum aðferðum.

Að fengnu mati á verðgildi umhverfisáhrifa er heildargildi framkvæmda síðan metið með svokallaðri kostnaðar-ábatagreiningu (cost-benefit analysis) þar sem allir kostir framkvæmda eru vegnir á móti öllum kostnaðarliðum og þjóðhagslegt núvirði framkvæmdar reiknað.

Margar þróaðar þjóðir (t.d. Norðurlönd, Þýskaland, Bretland, Bandaríkin og Kanada) beita kerfisbundið hagrænu umhverfismati og kostnaðar-ábatagreiningu til að meta hagkvæmni framkvæmda, sem hafa umtalsverð umhverfisáhrif.

Ábending OECD um frekari uppbyggingu orkufreks iðnaðar á Íslandi segir meðal annars:

“Future expansion of energy-intensive industries should be evaluated on the basis of a broad, transparent cost-benefit framework, taking into consideration factors such as the appropriate rent for the use of natural resources, the environmental impact, the allocation of risks and the implications for macroeconomic performance.”

“A comprehensive framework for evaluating costs and benefits of the expansion of the energy intensive sector is missing. Having it in place before deciding about further expansion is essential.” Heimild: Economic Survey of Iceland 2006

**Svar:** Í tillögu að matsáætlun fyrir Bitruvirkjun og Hverahlíðarvirkjun var ekki gert ráð fyrir að meta ákveðna umhverfisþætti til fjár, enda hefur ekki verið hefð fyrir slíku mati á Íslandi í tengslum við mat á umhverfisáhrifum. Þá ber þess að geta að engar athugasemdir bárust við tillögu að matsáætlun um þess konar mat. Varðandi umfjöllun um að meta umhverfi til fjár vísar Orkuveitan í ákvörðun Skipulagsstofnunar, dags. 22.3.2007, um matsáætlun fyrir háspennulínur frá Hellisheiði að Straumsvík, en þar segir:



„Skipulagsstofnun er meðvituð um að á síðustu áratugum hafa rutt sér til rúms aðferðir, m.a. á Norðurlöndunum, til að meta til fjár þau náttúrulegu verðmæti sem glatast þegar ráðist er í framkvæmdir, s.s. skilyrt verðmætamat og kostnaðar-ábatagreining. Engin hefð hefur hins vegar skapast fyrir notkun slíkra aðferða hérlendis við mat á umhverfisáhrifum framkvæmda. Þessi aðferðafræði er umdeild og hefur m.a. verið bent á, að það að setja verðgildi á umhverfisþætti geti haft í för með sér að þau einkenni áhrifa sem framkvæmd getur haft í för með sér á umhverfið, t.d. „óafturkræf áhrif“ falli í skuggann af verðgildinu. Kostnaðar-ábatagreining taki t.d. ekki tillit til þess að ákvörðun um að vernda tiltekið svæði sé afturkræf og að ákvörðun um að ráðast í framkvæmdir geti verið óafturkræf.

Skipulagsstofnun telur að aðferðir við að meta náttúruleg verðmæti sem glatast þegar ráðist er í framkvæmdir eigi í sumum tilfellum rétt á sér í mati á umhverfisáhrifum framkvæmda, en að í tilfelli fyrirhugaðra framkvæmda sé alls óvíst hver sé ávinningur af slíku mati. Skipulagsstofnun telur hins vegar mikilvægt að við mat á umhverfisáhrifum háspennulínanna sé lögð áhersla á samannburð á áhrifum lagningar háspennulína sem loftlínur og sem jarðstrengur á umhverfisþætti eins og t.d. sjónræn áhrif, áhrif á landslag, jarðmyndanir, ferðamennsku og útivist og landnotkun og samfélag auk hugsanlegra áhrifa á vatnsverndarsvæði, fugla, gróður og fornleifar. Við þá vinnu þarf að horfa til einkenna áhrifanna (bein, óbein, jákvæð, neikvæð, varanleg, tímabundin, afturkræf, óafturkræf, samvirk og sammögnuð). Í þessu sambandi þarf að styðjast við viðmið umhverfisáhrifa sem er að finna í stefnuskjölum stjórnvalda.“

Orkuveitan tekur undir þetta álit Skipulagsstofnunar og telur að það eigi einnig við um mat á umhverfisáhrifum Bitruvirkjunar og Hverahlíðarvirkjunar. Gerð hefur verið grein fyrir einkennum áhrifa, viðmiðum og vægi þeirra skv. ofangreindu sem og leiðbeiningum Skipulagsstofnunar (2005).

Talsverð umræða hefur átt sér stað um það hvort að meta eigi áhrif á efnahag í mati á umhverfisáhrifum skv. lögum nr. 106/2000, sem er m.a. grundvöllur fyrir samannburði á verðmati umhverfisáhrifa og efnahagslegs ávinnings í svokallaðri kostnaðar- og ábatagreiningu. Eftir að umhverfisráðherra kvað upp úrskurð um mat á umhverfisáhrifum Kárahnjúkavirkjunar er ljóst að í mati á umhverfisáhrifum skuli ekki meta á áhrif á efnahag og þar af leiðandi á kostnaðar- og ábatagreining ekki við í mati á umhverfisáhrifum. Eftirfarandi er úr úrskurði ráðherra, dags. 20.12.2001:

„Samkvæmt lögum nr. 106/2000 er það hlutverk Skipulagsstofnunar að meta þau atriði sem áhrif hafa á hvern og einn umhverfisþáttanna, eins og þeir eru skilgreindir í j-lið 3. gr. laganna, og leggja síðan mat á það, á grundvelli þeirrar heildarmyndar sem við blasir, hvort fallast beri á framkvæmdina eða leggjast gegn henni, sbr. 2. mgr. 11. gr. laga nr. 106/2000. Eins og lýst er í kafla 2.7.1 að framan, taldi framkvæmdaraðili að heimila ætti hina fyrirhuguðu framkvæmd vegna þess þjóðhagslega ávinnings sem af henni hlýst og vegna ávinnings fyrir atvinnu á Austurlandi. Undir þessa aðferðafræði er síðan tekið í úrskurði Skipulagsstofnunar þar sem neikvæð áhrif framkvæmdarinnar á umhverfið eru lögð á vogarskál andspænis efnahagslegum ávinningi af henni. Samkvæmt framansögðu er ráðuneytið sammála því sjónarmiði, sem fram kemur í kæru Náttúruverndarsamtaka Austurlands, að við mat á umhverfisáhrifum beri ekki að vega saman neikvæð áhrif á umhverfið annars vegar og efnahagslegan ávinning hins vegar. Samkvæmt því skuli taka afstöðu til framkvæmdar án tillits til þjóðhagslegs ávinnings eða taps. Með skírskotun til þess, sem hér hefur verið rakið, er það álit ráðuneytisins að ekki beri að fjalla um þjóðhagsleg áhrif framkvæmdarinnar og arðsemi hennar við mat á umhverfisáhrifum samkvæmt lögum nr. 106/2000.“

Orkuveitan hefur því undanskilið mat á áhrifum á efnahagslegum ávinningi í mati á umhverfisáhrifum framkvæmda á vegum fyrirtækisins í samræmi við úrskurð umhverfisráðherra.

### 18.2.3 Athugasemd Íslenskra Fjallaleiðsögumanna (ÍFLM)

ÍFLM benda á að mikil þensla í efnahagslífinu síðustu ár hefur verið útflutningsgreinum og ferðaþjónustu erfið og hefur ferðaþjónustan án vafa orðið af miklum vexti greinarinnar af þessum sökum. Nauðsynlegt er að kæla hagkerfið áður en ráðist er í nýjar stórfamkvæmdir. Bygging nýrra álvera eða stækkun eldri vera, gengur þvert á hagsmuni annarra atvinnugreina auk þess sem stóriðja almennt fellur afar illa að þeirri ímynd náttúrfeegurðar og hreinleika sem notuð er til að laða ferðamenn til landsins. Það hefur því stórkostlega neikvæð samfélagsleg áhrif að okkar mati að reisa slíkar verksmiðjur og orkuver til að framleiða rafmagn til þeirra. Bygging Hverahlíðarvirkjunar hefur því neikvæð samfélagsleg áhrif við núverandi aðstæður.

**Svar:** Það er reynsla undanfarinna áratuga að efnahagsástandið sveiflast hérlendis. Margt bendir til þess að samdráttur sé nú að hefjast því gæti tímasetning framkvæmda Orkuveitu Reykjavíkur fallið vel að efnahagsástandinu.

Eins og kemur fram í kafla 4 er markmiðið með virkjun við Hverahlíð að mæta aukinni eftirspurn atvinnuvega eftir raforku. Í samantekt frummatsskýrslunnar er tekið fram að fyrir utan fyrirliggjandi samninga við Norðurál þá standa einnig yfir viðræður við aðila um rafmagnssölu til netþjónabús og til kísilverksmiðju. Til að tryggja viðskiptavinum Orkuveitunnar fullnægjandi afhendingaröryggi raforku og til að anna vaxandi eftirspurn á næstu árum er ljóst að fyrirtækið þarf að auka framleiðslugetu sína á raforku.

Orkuveitan telur hagkvæmar virkjanir þjóna almannahagsmunum. Orkuveitan hefur unnið að því að draga verulega úr neikvæðum umhverfisáhrifum fyrirhugaðra jarðvarmavirkjana við Bitru og Hverahlíð, m.a. til að koma til móts við sjónarmið hagsmunaaðila ferðaþjónustunnar.

### 18.2.4 Athugasemd Veiðimálastofnunar

Ein helsta athugasemd mín við frummatsskýrslu um jarðvarmavirkjun við Hverahlíð á Hellisheiði felst í þeim gloppum sem matið á að byggja á varðandi áhrif á lífríki á framkvæmdasvæðinu. Þessar gloppur felast fyrst og fremst í því að upplýsingar skortir nær algerlega um smádýralíf og þ.m.t. hugsanlegar afleiðingar framkvæmdanna á landlíðdýr og vistkerfi þeim tengdum. .... Hvergi í skýrslunni er getið um hvort né hvað sé vitað um smádýrasamfélög á svæðinu sem framkvæmdin nær yfir þrátt fyrir að rannsóknir þess efnis séu tiltækar.

Það sætir því nokkurri furðu að ekkert hafi verið getið um áhrif á smádýralíf né heldur hafi verið farið út í könnun á þeim vistkerfum sem smádýr byggja og verða fyrir áhrifum framkvæmdarinnar

Meðal helstu hugsanlegra áhrifa framkvæmdarinnar á vistkerfin innan framkvæmdasvæðisins má nefna

1. Yfirborðsröskun m.a. vegna vegagerðar eða borteiga
2. Breytingar á flæði vatns á yfirborði eða í berggrunni
3. Breytingar á efnasamsetningu vatns á yfirborði eða í berggrunni
4. Breytingar á hitastigi í jarðvegi eða vatni.

Í frummatsskýrslunni er gerð grein fyrir hvernig tekið verður á fjölmörgum þáttum er þetta varðar og bent á mótvægisáðgerðir til að lágmarka áhrif framkvæmdarinnar á nærliggjandi vistkerfi. En á það skal bent að gagnslítið er að benda á mótvægisáðgerðir sé vandamálið ekki eða lítt þekkt, hér er átt við þann skort sem er á upplýsingum um hugsanleg áhrif framkvæmdarinnar á smádýrasamfélög. Það er mikilvægt að hafa í huga að smádýr eru hluti af þeirri heild sem mynda vistkerfin. Í því sambandi er rétt að ítreka þá gagnrýni að matið byggir á einstökum lífveruhópum vistkerfisins fremur en gerð sé tilraun til að horft sé á heildarmyndina.

*Smádýr nýta sé þau einstöku svæði sem jarðhitinn skapar líkt og örverur..... Á þeim svæðum þar sem jarðhita gættir eru um margt sérstæð vistkerfi sé miðað við nærliggjandi vistkerfi. Þar finnast m.a. tegundir sem þar lifa eingöngu vegna hitans eða þeirrar efnasamsetningar sem einkenna jarðhitasvæði. Á þessum svæðum finnast lífverur sem eru langt utan sinna náttúrulegra heimkynna s.s. vegna hæðar yfir sjávarmáli eða hnattstöðu. Því eru þessi svæði líkt og eyjar í hafi. Þrátt fyrir að ýmsar þær tegundir lífvera sem þar finnast séu e.t.v. ekki einstakar á landsvísu eða ekki opinberum útrýmingarskrám (válistum), þá má ekki gleyma að þær skapa sérstöðu sem ber að hafa í huga vegna einstakra staðbundinna aðstæðna í umhverfinu.*

**Svar:** Í tillögu að matsáætlun (VGK 2006d) var efni frummatsskýrslu Hverahlíðarvirkjunar afmarkað. Gerð var grein fyrir fyrirbyggjandi rannsóknnum á smádýralífi, þ.m.t. Íris Hansen og Jón S. Ólafsson (2002), Jón S. Ólafsson og Gísli Már Gíslason (2002) og María Ingimarsdóttir (2004). Það var mat framkvæmdaraðila að ekki væri talið líklegt að smádýralíf á fyrirhuguðu framkvæmdasvæði væri líklegt til að verða fyrir verulegum umhverfisáhrifum og var þá m.a. litið til viðmiðana í 3. viðauka laga nr. 106/2000 um mat á umhverfisáhrifum. Engar athugasemdir voru gerðar við tillögu um matsáætlun um þá ákvörðun að rannsaka ekki frekar eða fjalla um smádýralíf við Hverahlíð.

Á fyrirhuguðu framkvæmdasvæði Hverahlíðarvirkjunar er ekki yfirborðsvatn og því koma framkvæmdir ekki til með að hafa áhrif á yfirborðsvatn, hvort sem um er að ræða efnainnhald þess eða hitastig. Framkvæmdaraðili telur að ekkert bendi til þess að smádýralíf við Hverahlíð sé frábrugðið smádýralífi annars staðar á Hengilssvæðinu. Þar af leiðandi er það mat Orkuveitunnar að ekki sé þörf á frekari rannsóknnum á smádýralífi á framkvæmdasvæðinu og telur að fyrirbyggjandi gögn og vitneskja styðji það álit. Þá ber þess að geta að þau svæði þar sem jarðhita má finna á yfirborði eru að mestu utan framkvæmdasvæðis.

### 18.3 Afmörkun áhrifasvæðis

EKKI hefur verið skilgreint sérstakt áhrifasvæði. Hins vegar hefur verið unnið kort af helstu umhverfisþáttum matsvinnunnar (kort 3) og sýnileikakort (kort 12-15).

### 18.4 Skilgreining áhrifa

Þar sem það á við verður gerð grein fyrir neikvæðum áhrifum á þá umhverfisþætti sem getið er í köflum 19 til 29. Framkvæmdaraðili leggur mat sitt á möguleg áhrif á mismunandi umhverfisþætti, byggt á athugunum og umfjöllun sérfræðinga.

Gerður er samanburður á umhverfisáhrifum mismunandi framkvæmdakosta og niðurstöður birtar í lok hvers kafla.

Í umfjöllun um umfang og vægi áhrifa eru notuð hugtökin **óveruleg**, **talsverð** og **veruleg áhrif** í samræmi við leiðbeiningar Skipulagsstofnunar (Tafla 18.3). Tilgangur þessarar flokkunar er fyrst og fremst að samræma umfjöllun á milli kafla og auðvelda mat á heildaráhrifum í lok matsskýrslu.

Þegar metið er hvort áhrif eru óveruleg, talsverð eða veruleg er fyrst og fremst litið til eftirfarandi þátta:

- umfangs breytinga sem verða vegna framkvæmdanna á tiltekinn umhverfisþátt og einkennum hans,
- stærðar svæðis sem áhrif framkvæmda ná til,
- fjölda fólks sem getur orðið fyrir áhrifum,
- hvort mikilvægar eða fágætar tegundir (gróður, dýr), vistkerfi eða jarðmyndanir á svæðinu geta orðið fyrir áhrifum,
- verndarsvæða sem kunna að verða fyrir áhrifum,

- gildandi viðmiða, staðla, laga, reglna eða alþjóðasamninga. Einnig er miðað við núverandi og áætlaða landnotkun skv. skipulagsáætlunum og annarrar stefnumótunar sem á við svæðið,
- eðli og gerð áhrifa.

**Tafla 18.3 Skýringar á hugtökum sem notuð eru til að meta áhrif framkvæmda á hvern umhverfisþátt.**

Hugtak	Skýring
Óveruleg áhrif	<p>Áhrif framkvæmda eru í samræmi við viðmið í lögum, reglugerðum, stefnumörkun stjórnvalda og alþjóðasamningum (s.s. um hljóðvist, 37. gr. náttúruverndarlaga nr. 44/1999 o.s.frv.).</p> <p>Áhrifin ná yfir lítið til nokkurs svæði.</p> <p>Áhrifin eru tímabundin og að öllu eða nokkru leyti afturkræf.</p> <p>Áhrif breyta ekki eða lítið einkennum umhverfisþátta.</p> <p>Áhrifin rýra ekki verndargildi umhverfisþátta</p>
Talsvert áhrif	<p>Áhrif framkvæmda kunna að vera í ósamræmi við viðmið í lögum, reglugerðum, stefnumörkun stjórnvalda og alþjóðasamningum (s.s. um hljóðvist, 37. gr. náttúruverndarlaga nr. 44/1999 o.s.frv.).</p> <p>Áhrifin ná yfir talsvert svæði</p> <p>Áhrifin geta verið til langs tíma og að nokkru óafturkræf</p> <p>Breyting á einkennum umhverfisþátta</p> <p>Áhrifin rýra verndargildi umhverfisþátta</p>
Veruleg áhrif	<p>Áhrif framkvæmda eru ekki í samræmi við viðmið í lögum, reglugerðum, stefnumörkun stjórnvalda og alþjóðasamningum (s.s. um hljóðvist, 37. gr. náttúruverndarlaga nr. 44/1999 o.s.frv.).</p> <p>Áhrifin eru marktæk á svæðis-, lands- eða heimsvísu</p> <p>Áhrifin eru til langs tíma og óafturkræf</p> <p>Veruleg breyting á einkennum umhverfisþátta</p> <p>Áhrifin rýra verndargildi umhverfisþátta verulega.</p>

Margir aðrir þættir kunna þó einnig að hafa áhrif á mat framkvæmdaraðila. Nefna má m.a. mat sérfræðinga, athugasemdir og samráð við hagsmunaaðila, sjónarmið umsagnaraðila og margt fleira. Framkvæmdaraðili leggur fram rökstuðning fyrir mati sínu í lok hvers kafla í III. hluta matsskýrslunnar.

## 18.5 Umsagnir og athugasemdir um málsmeðferð og kynningartíma

### 18.5.1 Athugasemdir Sigurðar Hr. Sigurðssonar og Maríu Elvia Méndez Pinedo<sup>1</sup>

*Auk þess finnst mér gagnrýniverð að fjallað skuli um 2 virkjanir samtímis og að svo knappur tími sé gefinn til að kynna sér allar forsendur og senda inn athugasemdir.*

**Svar:** Orkuveitan gerir sér grein fyrir því að í frummatsskýrslum þessara tveggja fyrirhugðu virkjana eru lagt fram mikið magn upplýsinga, um framkvæmdir, umhverfi, umhverfisáhrif og mótvægisáðgerðir. Orkuveitan hefur því lagt mikla áherslu á að kynna undirbúning framkvæmdanna og matsvinnuna. Tillaga að matsáætlun var kynnt sumarið 2006. Meðal annars var upplýsingaspjöldum um fyrirhugaða framkvæmd dreift til ferðamanna á svæðinu og í kynningarmiðstöð Orkuveitu Reykjavíkur á Nesjavöllum. Öllum lögbundnum umsagnaraðilum voru kynntar niðurstöður draga að frummatsskýrslu, sem og aðilum í ferðaþjónustu og hestafélögum.

<sup>1</sup> Athugasemdir eru samhljóða.

Orkuveitan stóð fyrir 3 opnum kynningarfundum á frummatsskýrslu. Tilgangurinn var að kynna þessa viðamiklu vinnu og auðvelda aðilum að koma á framfæri ábendingum og athugasemdum.

Allt matsferlið hefur verið unnið í samræmi við lög og reglugerð um mat á umhverfisáhrifum. Þar er gert ráð fyrir 6 vikna athugasemdatíma um frummatsskýrslu.



## 19. Jarðhitakerfið og forðafræði

### 19.1 Inngangur

Eftirfarandi kafli um jarðhitakerfið og forðafræði er byggður á skýrslu Gríms Björnssonar „Endurskoðað hugmyndalíkan af jarðhitakerfum í Hengli og einfalt mat á vinnslugetu nýrra borsvæða“. Skýrslan fylgir sem viðauki með frummatsskýrslu.

Eldstöðvakerfi Hengilssvæðisins eru þrjú, það yngsta er nefnt Hengilskerfið og finnst í Henglafjöllum og sunnan þeirra. Hin tvö, Hveragerðiseldstöðin og Hrómundartindskerfið eru talin vera storknandi kvikuþrær sem veita varma til háhitasvæðanna þar fyrir ofan. Samkvæmt dreifingu jarðhita, ummyndun á yfirborði og viðnámsmælingum eru eldstöðvakerfin þrjú á Hengilssvæðinu talin þekja um 112 km<sup>2</sup> (Grímur Björnsson, 2007).

### 19.2 Jarðhitasvæðið í Hverahlíð

Ráðandi þættir við undirbúning virkjunar á háhitasvæði er:

- A. Jarðhitasvæðið sjálft,
- B. stærð þess og útbreiðsla,
- C. hvað svæðið stendur undir mikilli nýtingu.

Fyrst fara fram ýmsar óbeinar mælingar eða yfirborðsmælingar sem fela ekki í sér rask á landsvæði, s.s. jarðhitakortlagning af svæðinu, jarðefna- og jarðeðlisfræðilegar mælingar. Upplýsingar frá þessum rannsóknum leiða í ljós hugsanlega vinnslugetu svæðisins.

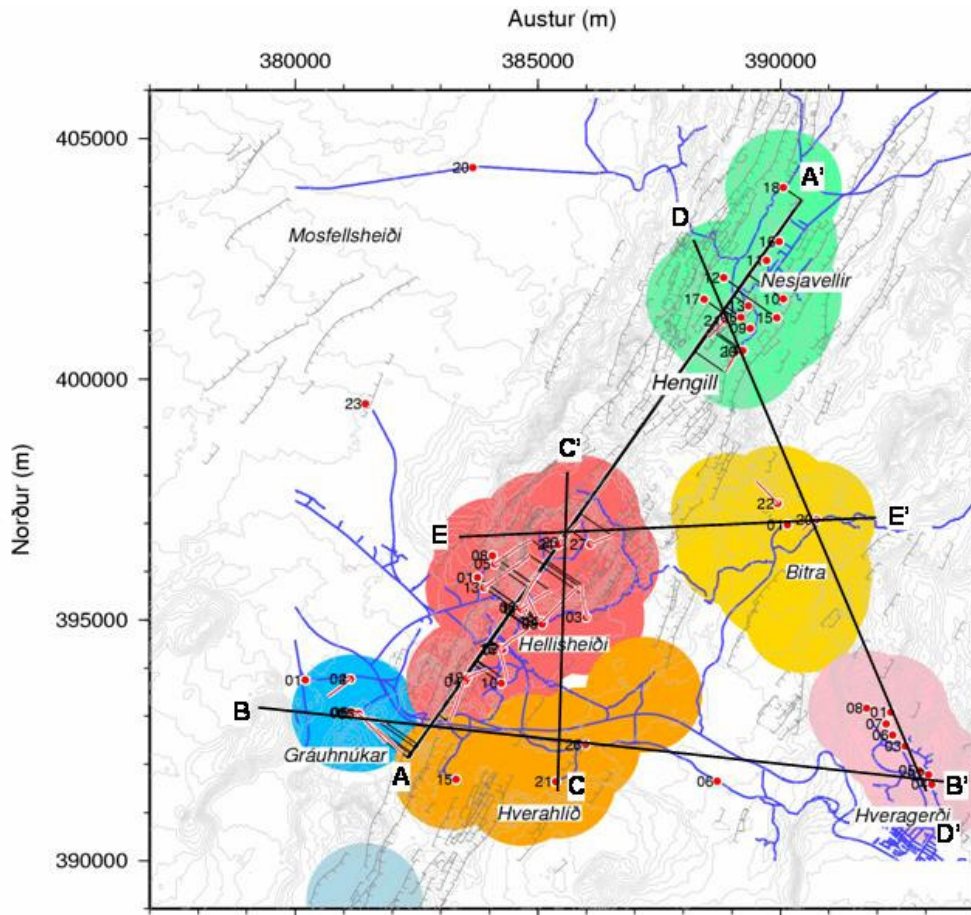
Undirbúningur nýrra jarðgufuvirkjana á Íslandi hefur þróast mikið síðustu ár. Einkum vegna tækniþrívæðinga og örrar þróunar í túlkun óbeinna mælinga og aukinnar reynsla og þekkingar sérfræðinga á jarðhitakerfum. Í þessu sambandi hefur Hengilssvæðið töluverða sérstöðu gagnvart öðrum jarðhitakerfum. Þar vex hratt reynsla og þekking af rekstri jarðhitakerfanna á Nesjavöllum og Hellisheiði. Í borholum gefst kostur á að mæla beint höfuðeiginleika jarðhitakerfa, eins og lekt, gerð berglaga, hita og þrýsting. Samtúlkun beinna mælinga frá borholum og óbeinna mælinga af yfirborðinu leiðir til þess að óbeinu mælingarnar verða áreiðanlegri. Þetta hefur aftur leitt til þess að ekki er jafnmikil þörf á rannsóknarborunum á nýjum svæðum og áður, og standa því að jafnaði færri rannsóknarholur að baki ákvarðanatöku um einstaka áfanga í undirbúningi virkjana en áður tíðkaðist (Grímur Björnsson, 2007).

Niðurstöður rannsókna í Hverahlíð benda til þess að undir svæðinu sé að finna álitlegt jarðhitakerfi. Mælingar sýna að jarðhitakerfið er að öllum líkindum aðskilið frá öðrum jarðhitakerfum í norðri, t.d. jarðhitakerfinu í Henglinum sem Hellisheiðarvirkjun nýtir. Jarðhitinn í Hverahlíð er trúlega tengdur innskotum þar sem brot í jarðskorpunni mætast, nokkuð líklegt er að háhitavirknin teygji sig dýpra í jörðu, suð-vestur í átt að Stóra-Meitli (Knútur Árnason o.fl., 2001, Knútur Árnason, 2007). Nýlegar boranir í Gráuhnúkum sýna jarðhitavirkni á svæðinu, frekari boranir í Hverahlíð munu leiða í ljós hvort svæðin séu samtengd (Grímur Björnsson, 2007).

### 19.3 Hitapversnið

Jarðvarmavirkjun í Hverahlíð mun nýta samnefnt undirsvæði. Grímur Björnsson, (2007) hefur unnið hitapversnið af Hengilssvæðinu sem byggja á upphafshita og þrýstingi í hverri holu sem boruð hefur verið á sniðinu.

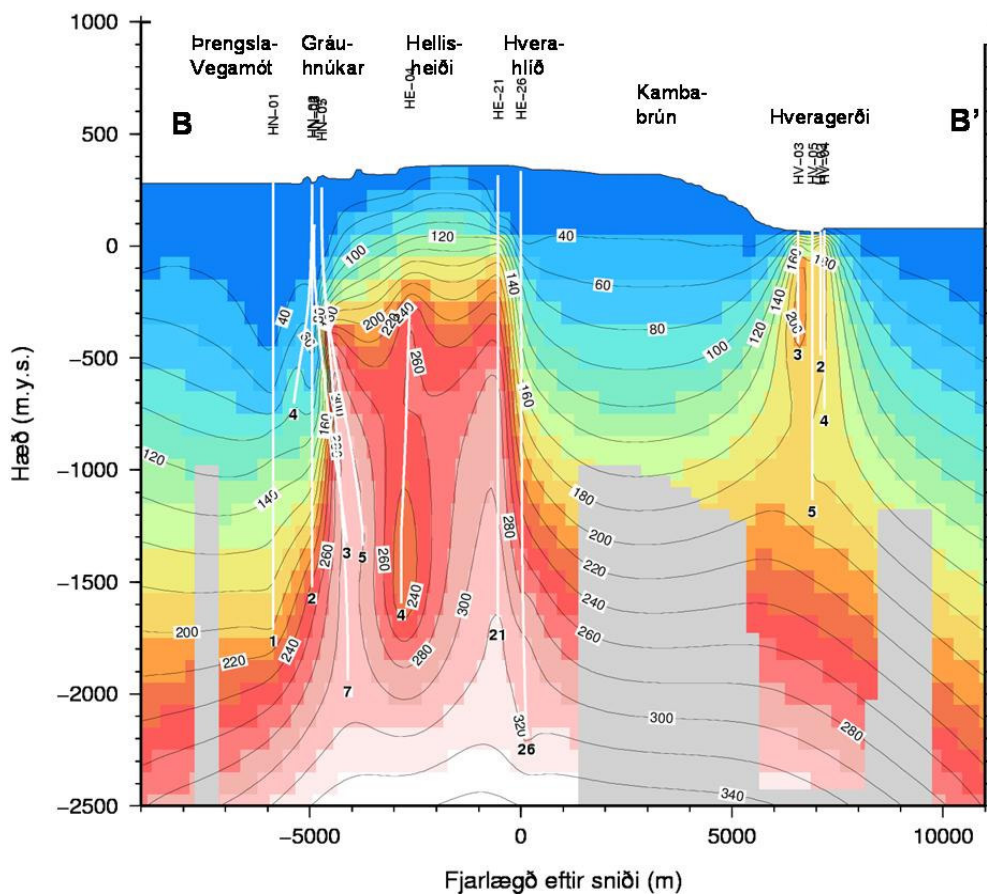
Tvö hitapversnið sem skera fyrirhugað virkjunarsvæði í Hverahlíð verða skoðuð hér, það eru sniðin B-B' og C-C' á Mynd 19.1.



Mynd 19.1 Lega hitaþversniða á Hengilssvæði. Lituðu svæðin vísa til núverandi eða fyrirhugaðra vinnslu- og niðurrenslissvæða. Útbreiðsla miðar við 1200 metra geira út frá borteigum.

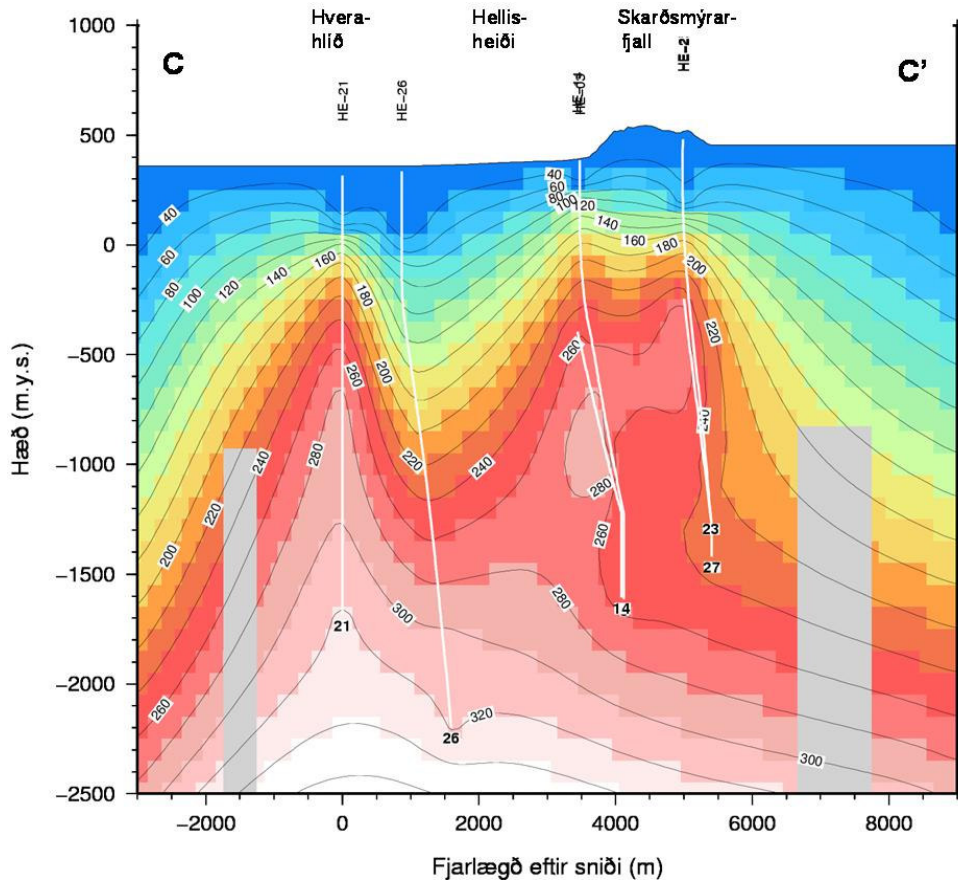
Mynd 19.2 sýnir hitasnið sem nær frá gömlu Þrengslavegamótunum um Gráuhnúka, Hellisheiði, Hverahlíð og austur í Hveragerði. Á myndinni sjást tvö uppstreymi, annað er nánast samfellt frá Gráuhnúkum yfir í Hverahlíð en hitt er í Hveragerði.





Mynd 19.2 Hitapversnið frá Gráuhnúkum í vestri, um Hverahlíð, austur í Hveragerði. Borholur eru sýndar með hvítum línum. Er nafn þeirra að ofanverðu en númer við neðri enda holu

Mynd 19.3 sýnir hitasnið frá Hverahlíð í suðri, um Hellisheiði og upp á Skarðsmýrarfjall í norðri. Holurnar á þessu þversniði ná flestar um og yfir 300°C hita, bæði á Skarðsmýrarfjalli og í Hverahlíð. Myndina má túlka þannig að tvö aðskilin uppstreymi hiti jarðhitakerfin undir Skarðsmýrarfjalli og í Hverahlíð. Þetta er mikilvægur þáttur, því komi í ljós að hér sé um tvö aðskilin jarðhitakerfi að ræða, aukast líkurnar á að vinna megi úr öðru svæðinu óháð hinu.



Mynd 19.3 Hitapversnið frá Hverahlíð í suðri, um Helligsheiði og norður á Skarðsmýrarfjall. Borholur sýndar með hvítum línum. Er nafn þeirra að ofanverðu en númer við neðri enda holu.

### 19.4 Hugmyndalíkan

Mikilvægur þáttur í rannsóknavinnunni á jarðhitakerfi er að samþætta niðurstöður sem flestra athugana inn í eitt og sama líkanið, sem þá er nefnt hugmyndalíkan. Hugmyndalíkan er almennt sett saman úr niðurstöðum sem fást úr borunum og prófunum, s.s. lekt, gerð berglaga, hita og þrýstingi, brotum og misgengjum í jarðskorpunni, jarðmyndunum á yfirborði, þekktum vatnskerfum og tengslum við yfirborðsvirkni.

Hugmyndalíkanið er grundvöllur tveggja lykilorða í farsælli nýtingu jarðhitakerfa. Í fyrsta lagi er líkanið ætíð haft til hliðsjónar þegar vinnslu- og niðurrenslissholum er valinn staður. Í öðru lagi er reiknilíkan, sem hermir upphafsástand og vinnslusögu jarðhitakerfa, byggt á hugmyndalíkaninu. Óvissa hugmyndalíkana er eðlilega talsverð, einkum við upphaf rannsókna, en líkanið tekur breytingum eftir því sem bor- og vinnslusaga lengist (Grímur Björnsson, 2007) .

#### 19.4.1 Hugmyndalíkan Hverahlíðar

Í júní 2007 hafa verið boraðar tvær rannsóknarholur í Hverahlíð, HE-21 og HE-26 (kort 1). Niðurstöður mælinga sýna að holurnar eru þær heitustu sunnan Hengils, tæplega 320°C heitar á um 2.000 m dýpi, en það er um 200-400 m dýpra sé á hitastigið 200°C en annarsstaðar á Helligsheiði. Holunni svipar nokkuð til holnanna við Gráuhnúka. Einkenni jarðhitans í Hverahlíð virðast vera mikill og staðbundinn hiti, hátt vermi og hátt gufuhlutfall við blástur, en hola HE-21

skilar nánast hreinni gufu, ígildi 5 MW<sub>e</sub> í rafmagnsframleiðslu. Hverahlíðarvirkjun mun eingöngu framleiða rafmagn og er hátt hlutfall gufu því mjög hagstætt fyrir virkjunina. Hátt hlutfall gufu leiðir einnig af sér að sáralítið fellur til af skiljuvatni þar sem nánast allur jarðhitavökvinn sem upp er tekinn er nýttur í gufuhverflunum.

Niðurstöður sem boranir og prófanir leiddu í ljós hafa verið samþættar í eitt og sama líkanið, sem myndar nú nokkurskonar hugmyndalíkan fyrir svæðið. Eins og áður hefur komið fram hefur hugmyndalíkan verulega þýðingu við val á staðsetningu og hönnun vinnsluholna. Mynd 19.4 sýnir niðurstöður hugmyndalíkansins.

Mynd 19.4 sýnir hita- og þrýstidreifingu á 1.400 m u.s.<sup>2</sup> í Hverahlíð. Flatarmál kerfisins þar sem svæðishiti yfir 240°C<sup>3</sup> telst sannaður, er sýnt með um 8 km<sup>2</sup> ferhyrningi á myndinni. Efri myndin, þrýstidreifing, sýnir að þrýstingur í Hverahlíð er hár, líklega um 5-10 börum hærrí en norðvestan við svæðið. Neðri myndin er hitamynd sem sýnir að hár hiti hól HE-21 myndar staðbundinn hól í hitadreifingu sunnan Suðurlandsveggar á Hellisheiði. Frekari boranir á borteig B3 (kort 1) mun leiða í ljós hvort háhitasvæði Hverahlíðar og Gráuhnúka séu samhangandi.

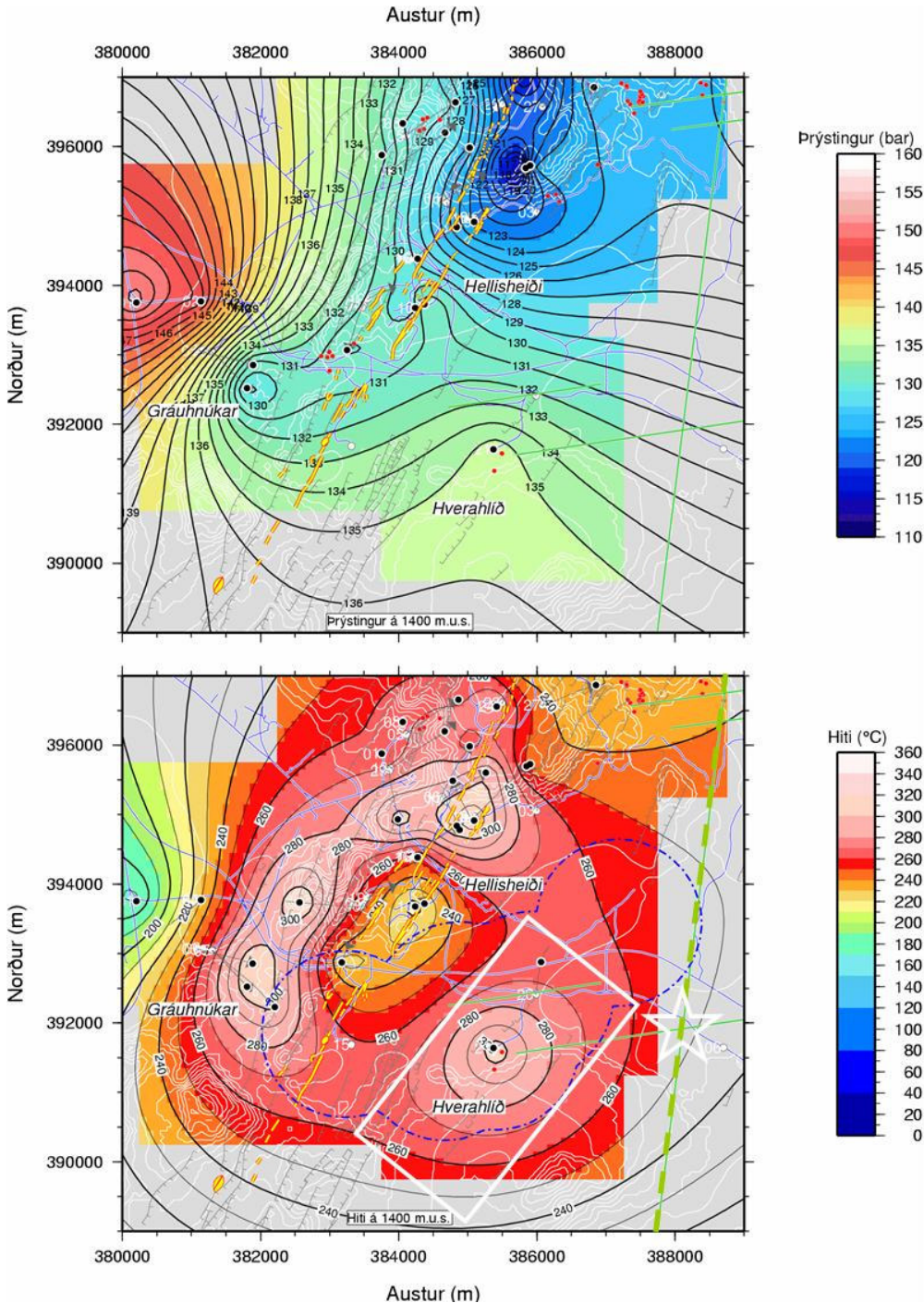
### 19.5 Vinnslugeta svæðisins

Óvissa ríkir um orkugetu og hegðun fyrirhugaðra virkjunarsvæða á meðan aflað er reynslu um viðbrögð jarðhitakerfisins við upptöku á jarðhitavökva (Sveinbjörn Björnsson, 2006). Rannsóknarholan HE-21 í Hverahlíð eru þó talin sanna tilvist vinnsluhæfs háhitasvæðis, en á um 200-400 m meira dýpi en gengur og gerist á Nesjavöllum og Hellisheiði. Forsendur eru þó ekki nægar fyrir kvörðun á reiknilíkani til að spá fyrir um vinnslugetu svæðisins líkt og gert var við undirbúning virkjunar á Hellisheiði. Til þess er bor- og vinnslusaga of stutt. Við undirbúning á stækkun Hellisheiðarvirkjunar var flatarvinnslugeta nýrra svæða á Hengilssvæðinu með stutta bor- og vinnslusögu metin. Byggir matið á núverandi bortækni, stefnuborun í allt að 1.200 m radíus frá borteigum en einnig líkum og reynslu. Niðurstaðan er að raunhæft mat fyrir ný, yfir 240°C heit borsvæði með stutta bor- og vinnslusögu, er 10-13 MW/km<sup>2</sup> og verður stuðst við þá niðurstöðu við mat vinnslugetu jarðhitasvæðisins í Hverahlíð.

Mynd 19.4 sýnir að mælingar og boranir bendi til þess að í Hverahlíð sé að finna öflugt jarðhitakerfi þar sem hiti er hár og vermi hátt. Hér er á ferðinni hvorutveggja möguleg og sannanleg vinnslusvæði. Með stefnuborun í allt að 1.200 m radíus frá hverjum borteig er unnt að ná til um 16 km<sup>2</sup> svæðis (Mynd 19.4). Sannanleg stærð jarðhitakerfisins, innan hvíta rammans sem afmarkaður er á Mynd 19.4, er um 8 km<sup>2</sup> að stærð. Mismunur þessara svæða telst til mögulegra vinnslusvæða. Sannanleg stærð jarðhitakerfisins vísar því til 80-100 MW<sub>e</sub> vinnslugetu, að því gefnu að 10-13 MW/km<sup>2</sup> forsendan haldi. Möguleg vinnslugeta getur orðið 160-200 MW<sub>e</sub>. Út frá þessum rökum telur framkvæmdaraðili óhætt að stefna að 90 MW<sub>e</sub> jarðvarmavirkjun á jarðhitasvæðinu í Hverahlíð (Grímur Björnsson, 2007).

<sup>2</sup> m u.s. metrar undir sjávarmáli

<sup>3</sup> Æskilegur lágmarkshiti fyrir rekstur jarðvarmavirkjunar sem byggir á eimsvatlatækni.



Mynd 19.4 Hita- og prýstidreifing á 1.400 m u.s. í Hverahlíð. Gulir flekkir og línur með rauðum útlínun tákna gossprungur og gíga. Rauðar dopper eru hverir og gufuaugu. Grænar línur sýna brotleti, metna út frá upptökum smáskjálfta milli árana 1990 og 2000. Hvítur rammi er 4x2 km að utanmáli. Hvít stjarna bendir á mögulegt niðurrenslissvæði, við skurðpunkt Bitrusprungunnar (slitin, græn lína) og meints austur-vestur brots. Blá brotalína sýnir borradíus, svæðið sem hægt er að ná til með stefnuborun í allt að 1.200 m frá holutoppi.

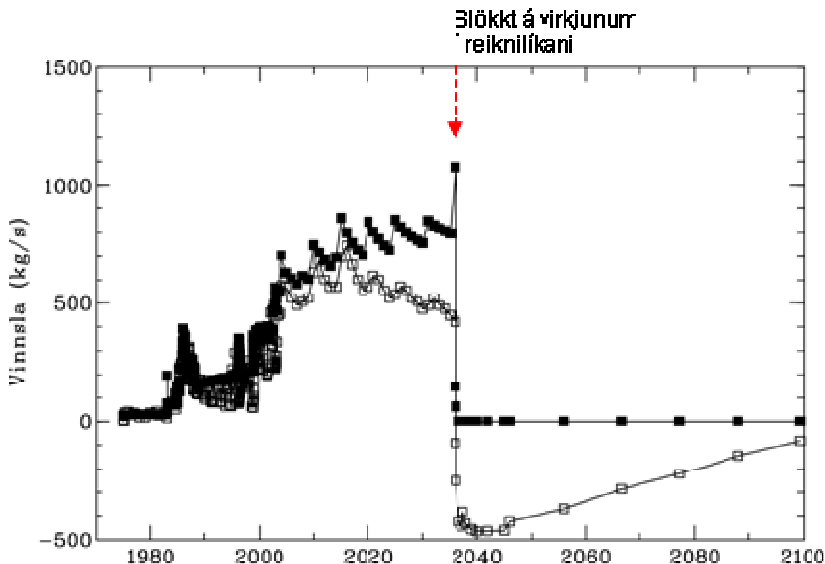
## 19.6 Áhrif vinnslu á jarðhitakerfið

Til að fá glögga mynd af áhrifum jarðhitavinnslu á jarðhitakerfi þarf vinnsla að hafa staðið yfir í einhvern tíma, helst nokkur ár. Við mat á umhverfisáhrifum á jarðhitageyminn og orkuforðann var stuðst við þá reynslu og þekkingu sem þegar hefur verið aflað samfara virkjun á öðrum jarðhitakerfum á Hengilssvæðinu. Við undirbúning virkjunar á Hellisheiði og stækkun hennar var notast við reiknilíkan til að spá fyrir um upphafsástand og vinnslusögu jarðhitakerfanna. Í Hverahlíð skortir hins vegar forsendur fyrir gerð slíks líkans þar sem bor- og vinnslusaga svæðisins er of stutt. Hér verður því litið til reynslunnar frá öðrum svæðum og hún heimfærð upp á Hengilssvæðið almennt.

### 19.6.1 Áhrif á endurnýjun jarðhitageymisins

Alþekkt áhrif jarðhitavinnslu er þrýstlækkun sem á sér stað í jarðhitakerfum samhliða upptöku á jarðhitavökva. Lækkun á þrýstingi eykur aðstreymi frá nánasta umhverfi inn í kerfið. Aðstreymi flytur jafnan varma til kerfisins en þó felur vinnslan yfirleitt í sér hraðara varmanám en náttúruleg endurnýjun og aukin aðstreymi gefa (Sveinbjörn Björnsson, 2006). Líkanreikningar hafa verið notaðir til að spá fyrir um endurnýjun massa- og varmaforða jarðhitakerfanna á Nesjavöllum og Hellisheiði eftir að vinnsla hefur verið stöðvuð. Útreikningar sýndu að hitalækkun á vinnslusvæðunum væri kringum 10°C á meðan vinnslusvæðin eru 240-280°C heit. Niðurstöður benda jafnframt til þess að massaforðinn endurnýist á álíka löngum tíma og vinnsla stóð yfir meðan endurnýjun varmaforðans taki allt að 1000 ár (þ.e. fyrrnefndar 10°C). Vafi leikur á hvort slík vinnsla falli að öllu leyti að skilgreiningunni um endurnýjanlega orkugjafa þrátt fyrir að framkvæmdin teljist afturkræf. Þar sem vinnslan felur í sér að meira er tekið upp en tekið er inn um jaðrana hefur Orkuveitan og ráðgjafar hennar kosið að kalla vinnslustefnuna ágenga.

Mynd 19.5 er tekin úr fyrstu skýrslunni um reiknilíkan Hellisheiðarvirkjunar, er endurteiknuð hér svo betra sé að átta sig á endurnýjun massaforðans. Myndin sýnir tvo ferla. Annar er mælikvarði á hversu mikið er tekið úr öllum vinnsluholum á Hellisheiði og Nesjavöllum samanlagt. Hinn sýnir hve mikið af vinnslunni er tekin út úr forða jarðhitakerfisins. Bilið milli ferlanna er mælikvarði á hve mikið af borholuvinnslunni endurnýjast með aðrennsli frá jöðrum, því stærra bil því meiri endurnýjun. Vinnsla telst að öllu leyti endurnýjanleg þegar jafn mikið kemur inn um jaðrana og upp er tekið en hún telst ágeng sé meira tekið upp en kemur inn um jaðrana. Úr mynd 18.5 má lesa að fyrstu ár vinnslusögunnar kemur nánast öll massatakan út úr forða jarðlaga en sáralítið frá jöðrunum. Eftir því sem líður á vinnslusöguna taka jaðrarnir hins vegar að skila inn sívaxandi hluta þess sem út um borholur fer, enda kallar lækkandi þrýstingur vinnslusvæða á slíkt innstreymi. Eftir að slökkt hefur verið á virkjununum, endurnýjast massaforði kerfisins á álíka löngum tíma og nýting stóð yfir, þ.e á um 60 árum.



Mynd 19.5 Nettó vinnsla úr borholum (■) og út úr forða Hengilslíkansins (□). Í reikningunum er valið að slökkva á allri vinnslu árið 2036 (Grimur Björnsson, 2007).

### 19.6.2 Áhrif á yfirborðsvirkni

Framkvæmdin mun ekki valda raski á yfirborði á svæðum þar sem yfirborðsvirkni er þekkt (kort 3) og hefur því ekki bein áhrif jarðhita á yfirborði.

Gretar Ívarsson (2006) hefur unnið samantekt á yfirborðshita á sunnan- og austanverðu Hengilssvæðinu (Ölkelduháls, Lakaskörð, Kýrgil, Bitra, Fremstidalur, Reykjadalur og Hverahlíð). Í skýrslunni eru bornar saman nýlegar ljósmyndir af yfirborðsvirkni og myndir úr gagnabanka Hitaveitu Reykjavíkur frá árunum 1992-1994. Niðurstöður benda til þess að jarðhitinn á rannsóknarsvæðinu sé breytilegur með tíma. Virkni á svæðunum annað hvort eykst eða minnkar með tíma, sumir hverir hverfa eða minnka á meðan aðrir myndast. Á heildina litið virðist jarðhitinn almennt vera að aukast á sunnan- og austanverðu Hengilssvæðinu.

Hugsanleg áhrif á yfirborðsvirkni á svæðinu samhliða þrýstilækkun í jarðhitakerfinu eru að þrýstilækkunin leiði til aukinnar suðu í jarðhitakerfinu og þar með aukinnar gufumyndunar. Gufan skilur sig frá vatninu og situr sem einskonar gufupúði ofan á vatnsborðinu. Þessi gufupúði getur valdið auknum þrýstingi grunnt í jarðhitakerfinu. Ef jarðhitavinnsla hefur einhver áhrif á yfirborðsvirkni eru þau mörg ár að skila sér og verða þá frekar til þess að hún muni aukast. Erfitt getur reynt að greina þessar breytingar frá náttúrulegum breytingum sem hafa verið allnokkrar undanfarin ár (Niels Grioud og Stefán Arnórsson, 2005, Gretar Ívarsson, 2006, Kristján Sæmundsson, 2007).

Þrýstilækkun á jarðhitasvæðum veldur gjarnan aukinni suðu og þar með auknu gufustreymi til yfirborðs. Þrýstilækkunin gerist smám saman og þar með er breyting jarðhitavirkinnar vegna vinnslu hægfare. Náttúrulegar breytingar á jarðhita geta verið töluverðar og erfitt að greina á milli hvort breytingar séu af náttúrulegum orsökum eða vinnslu.

Á árunum 1981 til 1982 var jarðhitavirkni kortlögð á Þeistareykjum (Gestur Gíslason o.fl., 1984). Jarðhiti var aftur jarðhiti kortlagður síðar og var töluverð breyting á jarðhitavirkni á þessu tímabili án þess að nokkur vinnsla væri á svæðinu.

Í Svartsengi var lítil sem engin jarðhitavirkni á yfirborði fyrir virkjun svæðisins. Aukinn niðurdráttur á svæðinu leiddi til þess að gufuaugu mynduðust í nágrenni borsvæða.

Á Nesjavöllum hafa orðið lítilsháttar breytingar á jarðhitavirkni þar sem sum svæði hafa þornað á meðan virkni hefur aukist á öðrum svæðum. Erfitt er að tengja breytingar á Nesjavöllum við nýtingu þar sem þekkt eru dæmi um mun meiri breytingar af náttúrulegum orsökum.

#### 19.7 Sjálfbær þróun

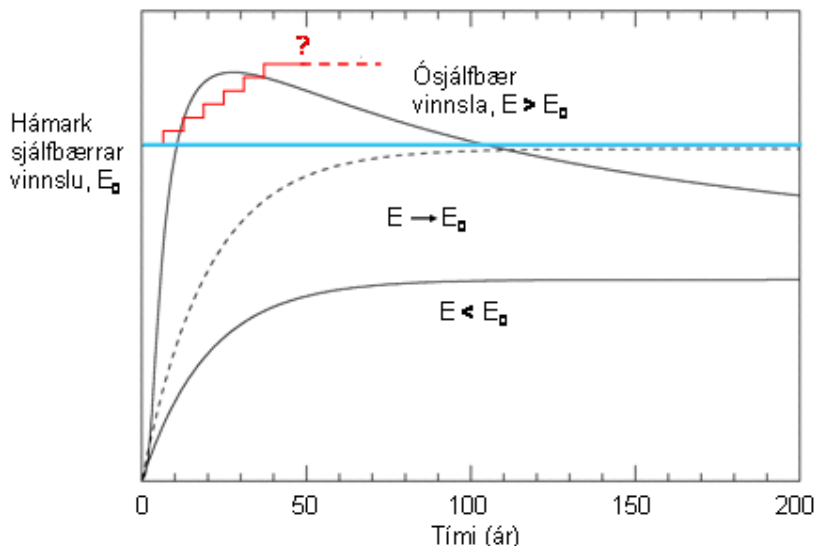
Þrátt fyrir að framtíðarvinnsla úr jarðhitakerfum Hengilssvæðisins falli ekki fullkomlega að skilgreiningu um endurnýjanlega orkugjafa, telur framkvæmdaraðili að framkvæmdir á Hengilssvæðinu falli ágætlega að markmiðum um sjálfbæra þróun. Ýmislegt rökstyður það, s.s. að rannsóknir og boranir eru unnar í opnu umhverfi, þ.e. hvatt er til opinberrar birtingar rannsóknaniðurstæðna og vilji til að prófa nýjar aðferðir og tækni er sýndur í verki. Tæknistig eykst sem leiðir til þess að næstu kynslóðir hafa jafnmörg og jafnvel betri tækifæri til að vinna heitt vatn og gufu úr háhitasvæðunum og sú sem nú eru uppi. Þessu er best lýst með því stökki sem hefur orðið í hvers kyns útgáfustarfsemi, bortækni og dýpt holna, fyrst í tengslum við byggingu Nesjavallavirkjunar og nú Hellisheiðarvirkjunar. Rannsóknir og boranir hafa sýnt fram á að háhitasvæðið á Hengilssvæðinu er stærra en talið var í fyrstu.

Þessu til áréttingar má benda á nýlega skilgreiningu Orkustofnunar á sjálfbærri vinnslu jarðhita. Hún er svohljóðandi:

*Fyrir sérhvert jarðhitasvæði og sérhverja vinnsluáðferð er til ákveðið hámarksvinnslustig,  $E_0$ , sem er þannig háttáð að með lægra vinnslustigi en  $E_0$  er unnt að viðhalda óbreyttri orkuvinnslu frá kerfinu yfir mjög langt tímabil (100-300 ár). Sé vinnsluálag meira en  $E_0$ , er ekki unnt að viðhalda óbreyttri orkuvinnslu svo lengi. Jarðvarmavinnsla minni en eða jöfn  $E_0$  er skilgreind sem sjálfbær vinnsla en vinnsla umfram  $E_0$  er ekki sjálfbær.*

Mynd 19.6 sýnir skilgreiningu Orkustofnunar á hámarki sjálfbærrar vinnslu. Framkvæmdaraðili telur að tæknistig muni vaxa með tíma, meiri borunum og aukinni reynslu og því beri að líta á hámark sjálfbærrar vinnslu,  $E_0$ , sem breytilega stærð sem vaxi með tíma, að því gefnu að jarðhitaiðnaðurinn standi undir væntingum hvað varðar tækniframfarir, og þróun. Grundvallarástæðan fyrir því að  $E_0$  er talið geta próast með þessum hætti eru að boranir á nýjum lítt þekktum svæðum undanfarið hafa stækkað auðlindina frá því sem áður var talið. Nærtækasta dæmið eru holur við Gráuhnúka (kort 2). Djúpdæling úr lághitasvæðum á höfuðborgarsvæðinu hefur einnig aukið vinnslugetu þeirra frá því sem væri í sjálfrennsli eingöngu. Verulegar líkur benda því til þess að hámark sjálfbærrar vinnslu,  $E_0$ , hækki með tímanum (Grímur Björnsson, 2007).

Framkvæmdaraðili skilgreinir fyrirhugaðar virkjunarframkvæmdir í Hverahlíð sem ágenga vinnslu en að vinnslustefnan sé engu að síður sjálfbær.



Mynd 19.6 Skilgreining Orkustofnunar á hámarki sjálfbærrar vinnslu úr jarðhitakerfi. Rauður tröppulaga ferill er tillaga Gríms Björnssonar og táknað breytingar á  $E_0$  með bættu tæknistigi (Grímur Björnsson, 2007).

### 19.8 Mótægisaðgerðir

Til að mæta áhrifum þrýstifalls í jarðhitakerfunum samhliða upptöku á jarðhitavökva verður skiljuvatni skilað aftur niður í jarðhitageyminn. Slíkt niðurrennsli hjálpar til við að halda þrýstingi uppi í jarðhitakerfum og um leið að viðhalda afli vinnsluholna. Að auki ætti niðurrennsli að minnka hættuna á að kalt vatn streymi inn í jarðhitakerfið. Þetta dregur jafnframt úr umhverfisáhrifum sem lón á yfirborði gæti valdið (Sveinbjörn Björnsson, 2006).

Víða í heiminum, meðal annars á Hellisheiði, er skiljuvatni skilað aftur niður í jarðhitakerfi á háhitasvæðum. Valgarður Stefánsson (1997) telur að þessi aðgerð hafi haft í för með sér byltingu á nýtingu auðlinda á nokkrum háhitasvæðum. Rannsóknir hafa sýnt að niðurrennsli er öflug aðferð til að auka líftíma jarðhitakerfa og auka nýtanlegan varmaforða í kerfunum. Þessi aðferð kemur eflaust til með að hafa meiri áhrif á nýtingu jarðhita í framtíðinni þar sem talið er að án niðurrennslis sé aðeins hluti varmaorkunnar í jarðhitakerfinu nýttur. Undanskilin þessu eru svæði þar sem berglög eru mjög lek og aðstreymi vatns inn um jaðra jarðhitakerfisins hjálpar til við að vinna hita úr berginu, t.d. á Nesjavöllum (Valgarður Stefánsson, 1997).

Orkuveitan áformar að allt skiljuvatn fari niður í jarðhitageyminn. Það fer eftir magni skiljuvatns hver áhrifin verða á jarðhitakerfið. Ein hola hefur verið boruð í Hverahlíð og er hún með hátt vermi. Það þýðir að gufumagnið er mikið og vatnshluti frekar líttill. Óvíst er að aðrar holur verði með sömu eiginleika. Ein hola við núverandi Hellisheiðarvirkjun er með svipaða eiginleika og þessi hola í Hverahlíð, aðrar holur eru með lægra vermi og þar með meira vatn. Gert er ráð fyrir að svæðið sé svipað og svæði Hellisheiðarvirkjunar.

### 19.9 Eftirlit og vöktun

Viðamikil vöktunaráætlun er á jarðhitasvæðunum á Hengillssvæðinu. Hún var í fyrstu kostuð af Orkuveitu Reykjavíkur vegna Nesjavallavirkjunar og ríkinu vegna almennra upplýsinga um jarðfræðilegar breytingar á svæðinu, en síðustu árin hefur Orkuveitan ein staðið fyrir þessari vöktun (VGK hf., 2005).



### Jarðhitakerfið

Frá því 1990 hefur Orkustofnun staðið að land- og þyngdarmælingum í kringum Nesjavelli til að fylgjast með hugsanlegum landbreytingum samfara jarðhitavinnslu þar. Rannsóknarsvæðið hefur stækkað smám saman og hefur síðustu sex til tólf ár verið fylgst með landbreytingum á öllu Hengilssvæðinu, frá Svínahrauni um Mosfellsheiði að Nesjavöllum og Pingvallavatni, um Ölkelduháls og Hellisheiði austur í Ölfus. Gert er ráð fyrir að eftirlit á Hverahlíðarsvæðinu verði með svipuðum hætti og verið hefur á Nesjavöllum og Hellisheiði (VGK hf., 2005), þ.e.:

- Vikulegar mælingar á holutoppsprýstingi og vatnsborði, einnig mælingar á afli holna ef þær blása í hljóðdeyfi.
- Fylgst með afli holna þegar tækifæri gefst, a.m.k. einu sinni á ári.
- Fylgst með efnainnihaldi borholuvökva frá borholum í rekstri a.m.k. einu sinni á ári.
- Fylgst með prýstingi og hita í jarðhitakerfinu einu sinni á ári.
- Fylgst verður með landbreytingum með nákvæmum landmælingum eins og verið hefur á Hengilssvæðinu.
- Fylgst verður með þyngdarbreytingum eins og verið hefur á Hengilssvæðinu.

Eins og greint er frá fyrr í þessum kafla (19.6.1) hefur Orkuveitan og ráðgjafar hennar skilgreint vinnslustefnuna sem ágenga vinnslu og greint frá því að komandi kynslóðir gætu þurft að draga úr vinnslu í ákveðnum virkjunum á meðan vinnslusvæðin safna aftur upp prýstingi og massaforða. Gera má ráð fyrir að svipuðum aðgerðum ef í ljós koma óeðlilegar breytingar á jarðhitakerfinu.

### Yfirborðsvirkni

Jarðhita á yfirborði í Hverahlíð er eingöngu að finna í Hverahlíðinni sjálfri, kort 3. Orkuveita Reykjavíkur hefur fylgst kerfisbundið með yfirborðshita á Hengilssvæðinu (Ölkelduháls, Lakaskörð, Kýrgil, Bitra, Fremstidalur, Reykjadalur og Hverahlíð) aftur til ársins 1992 og á flestum athugunarstöðum hefur jarðhitinn verið að aukast á þessu tímabili. Almennt var meiri ákafi í jarðhitinum á yfirborði sumarið 2006 en var í lok síðustu aldar. Sérfræðingar eru tregir til að bendla þessar breytingar við atburði eins og skjálftahrinu á Ölkelduhálsi á árunum 1994-1998, Suðurlandsskjálftana árið 2000 eða rannsóknarborana á árunum 1994, 2005 og 2006. Yfirborðshitinn á Hengilssvæðinu virðist því ekki vera einstakt fyrirbæri, heldur er hann sífellt að taka breytingum frá ári til árs af náttúrulegum ástæðum. Svipuð hegðun sést í hveravirkni í Hveragerði. Framkvæmdaraðili hyggst fylgjast áfram með þessum svæðum, þ.e. Ölkelduháls, Lakaskörð, Kýrgil, Bitra, Fremstidalur, Reykjadalur og Hverahlíð, og bæta við athugunum í Grændal (Grímur Björnsson, 2007, Gretar Ívarsson, 2006).

## 19.10 Umsagnir og athugasemdir um jarðhitakerfi og forðafræði

### 19.10.1 Umsögn lönaðarráðuneytisins

*Í frummatsskýrslunni er gerð ítarlega grein fyrir fyrirhugaðri framkvæmd. Um auðlindina segir: "Talsverð óvissa ríkir um áhrif virkjunarinnar á auðlindina, bæði sökum skamms bor- og vinnslutíma á svæðinu sem og óvissu um hegðun auðlindarinnar sjálfrar." (Frummatsskýrsla Hverahlíðarvirkjunar, samantekt, bls. 8).*

*Í IX. kafla laga nr. 57/1998 um rannsóknir og nýtingu á auðlindum í jörðu er m.a. fjallað um vernd og eftirlit með vinnslusvæðum. Þar segir í 25. gr.: "Aðilar, sem vinna jarðhita eða grunnvatn úr jörðu, skulu haga vinnslu sinni með þeim hætti að nýting verði sem best þegar til lengri tíma er litið. Í því sambandi skal m.a. ekki tekin meiri jarðvarmi eða vatn en þörf er. Borunum skal hagað þannig að þær takmarki sem minnst frekari nýtingu síðar." Ennfremur segir í 17. gr. sömu laga: "Við veitingu nýtingarleyfa skal þess gætt að nýting auðlinda í jörðu*

*sé með þeim hætti að tekið sé tillit til nýtingar, sem þegar er hafin í næsta nágrenni. Telji ráðherra að umsækjandi um nýtingarleyfi uppfylli ekki þessar kröfur getur hann synjað um nýtingarleyfi eða sett sérstök skilyrði í nýtingarleyfið af þessu tilefni.”*

*Ráðuneytið bendir á að þar sem talsverð óvissa ríki um áhrif virkjunarinnar á auðlindina, þurfi framkvæmdaraðili að sýna fram á hvernig ákvæði 17. og 25. gr. laga nr. 57/1998 verði uppfyllt.*

**Svar:** Mat á nýtanlegri orku í jarðhita er mun flóknara en mat á nýtanlegri vatnsorku. Óvissa ríkir um orkugetu og hegðun fyrirhugaðra virkjunarsvæða á meðan aflað er reynslu um viðbrögð jarðhitakerfisins við upptöku á jarðhitavökva (Sveinbjörn Björnsson, 2006).

Það að framkvæmdaraðili telji að „talsverð óvissa“ ríki um áhrif virkjunarinnar á auðlindina á fyrst og fremst við þá óvissu sem fellst í auðlindinni sjálfri, stærð hennar, útbreiðslu og hegðun hennar við upptöku á jarðhitavökva. Sem dæmi má nefna að rannsóknir og boranir hafa sýnt fram á að háhitasvæðið á Hengilssvæðinu er stærra en talið var í fyrstu. Áður en rannsóknarboranir og virkjun jarðhitans á Hengilssvæðisins hófst ríkti talsverð óvissa um auðlindina á þeim svæðum sem virkjuð eru í dag. Óvissa þarf því ekki að hafa neikvæða merkingu.

Neikvæð merking óvissunnar væri sú að vinnslugeta svæðisins væri ofmetin. Í kafla 19.6.1 í matsskýrslu eru líkur leiddar til þess að jarðhitakerfin á Hengilssvæðinu séu afturkræf fá þau hvíld, en að á meðan á nýtingu stendur sé nýtingarstefnan ágeng. Því þurfi komandi kynslóðir að vera viðbúnað því að draga úr framleiðslu einhverra virkjana seinna á meir, nema ný tækni og aðferðir komi til. Sama má segja ef um ofmat á vinnslugetu er að ræða (Grímur Björnsson, 2007). Neikvæð merking óvissunnar á auðlindina eru því afturkræf.

Niðurstöður úr rannsóknarborunum á Hverahlíðarsvæðinu eru taldar sanna tilvist vinnsluhæfs háhitasvæðis.

*„Benda má á þá þróun sem orðið hefur við undirbúningi nýrra jarðgufuvirkjana á Íslandi. Nú standa færri rannsóknaholur að baki ákvarðanatöku um einstaka áfanga þeirra en áður tíðkaðist. Valda þar ýmsar ástæður, bæði fjárhagslegar og umhverfislegar. Færri rannsóknaholur minnka að sama skapi það gagnamagn sem fyrir hendi er til að þróa þrívíð reiknilíkön af jarðhitageymum. Slík líkön eru í eðli sínu aðferð til að lýsa nákvæmlega jarðhitakerfi, þau herma upphafsástand og vinnslusögu, og skila spám um ástand jarðhitakerfa í framtíðinni. Skapar þetta talverðar óvissur og verður að treysta á innsæi og reynsla líkansmiða til að bæta upp gagnaskortinn“ (Grímur Björnsson, 2007).*

Í 17. gr. laga um rannsóknir og nýtingu á auðlindum í jörðu er vísað til þess að nýting auðlinda í jörðu sé með þeim hætti að tekið sé tillit til nýtingar, sem þegar er hafin í næsta nágrenni. Í kafla 19.11 er fjallað um umfang áhrifa og þar segir:

*„Áhrif framkvæmdarinnar á jarðhitakerfið eru að öllum líkindum staðbundin. Í kjölfar upptöku á jarðhitavökva úr jarðhitageyminum má búast við þrýstifalli í jarðhitakerfinu. Þrýstidreifing á Nesjavöllum og í Hveragerði er samskonar og á Bitru. Hvort innbyrðis þrýstisamband gæti milli þessara jarðhitakerfa verður ekki svarað nema með lengri vinnslusögu (Grímur Björnsson, 2007). Komi í ljós að innbyrðis þrýstisamband sé milli þessara kerfa yrðu áhrifin mest á nýtingarsvæðum Orkuveitu Reykjavíkur á Hengilssvæðinu. Niðurrennsli skiljuvatns niður í jarðhitageyminn hjálpar til við að viðhalda þrýstingi í jarðhitakerfinu.“*

Það er ekki ætlun framkvæmdaraðila að skerða önnur nýtingarsvæði sín á Hengilssvæðinu með nýjum virkjunum enda benda rannsóknir til þess að um aðskilin jarðhitakerfi sé að ræða. Óvissan er samt ávallt fyrir hendi og er þar vísað til umfjöllunar fyrir í þessum kafla. Það er mat Orkuveitunnar að jarðvarmavirkjun í Hverahlíð uppfylli kröfur 17. gr. laga nr. 57/1998, þar sem fullt tillit verður tekið til annarra nýtingarsvæða .

Í 25. gr. laga um rannsóknir og nýtingu á auðlindum í jörðu er vísað til þess að vinnsla á jarðhita og grunnvatni úr jörð skuli vera sjálfbær vinnsla. Í kafla 19.7 er fjallað um sjálfbæra þróun. Þar eru rökstutt hvers vegna framkvæmdaraðili telur að vinnslustefnan falli ágætlega að markmiðum sjálfbærrar orku og er framtíðarvinnsla borin saman við skilgreiningu Orkustofnunar á sjálfbærri vinnslu jarðhita.

Það er því mat framkvæmdaraðila að núverandi vinnslustefna á jarðhitasvæðunum Hengilssvæðisins ásamt hækkandi tæknistigi og vilja Orkuveitunnar til að prófa nýjar aðferðir og tækni leiði af sér að sem best nýting fái til lengri tíma. Þetta gefur komandi kynslóðum jafnmörg og jafnvel betri tækifæri til að vinna heitt vatn og gufu úr háhitasvæðunum en nú eru til staðar.

Út frá framangreindu er það mat Orkuveitunnar að jarðvarmavirkjun í Hverahlíð uppfylli kröfur 25. gr. laga nr. 57/1998.

19.10.1.1 Frekari umsögn iðnaðarráðuneytisins, dags. 15.2.2008

Skipulagsstofnun leitaði álits iðnaðarráðuneytisins á svörum Orkuveitu Reykjavíkur. Eftirfarandi eru viðbrögð ráðuneytisins.

*Að mati ráðuneytisins eru svör Orkuveitunnar sem fram koma í kafla 19.10.1 við athugasemdum fullnægjandi og gerir ráðuneytið ekki frekari athugasemdir vegna þeirra.*

**Svar:** Ekki er þörf á viðbrögðum Orkuveitunnar við frekari umsögn iðnaðarráðuneytisins.

#### 19.10.2 Umsögn Orkustofnunar

Umsögn Orkustofnunar hefur verið skipt niður í 11 undirkafla, sem snúa að mismunandi þáttum.

##### 19.10.2.1 Umsögn Orkustofnunar

*Það er nýmæli í skýrslu Orkuveitu Reykjavíkur að beita Monte Carlo hermun á rúmmálsaðferðina fyrrgreindu með því að tilgreina óvissubil á ástandsstærðir berggrunnins sem lýsa massa- og orkuförða neðanjarðar. Með áætluðum varmaheimtustuðli fæst þá líkindadreifing á afkastagetu svæðisins. Nánari upplýsingar um líkindadreifingu 50 og 100 ára nýtingartímabil vantar. En vafasamt er að miða eingöngu við miðgildi í dreifingu sem er óvissu háð. Eðlilegt væri að miða við 90% líkindamörk við fyrsta mat og þá er Monte Carlo hermunin í raun notuð sem tæki til ákvörðunar. Til merkis um óvissu í hermuninni má benda á að tölur fyrir afkastagetu hér að neðan helmingast ekki með árafjölda. Nýja rúmmálsmatið metur afkastagetu Hengilssvæðis líklegast vera 1820 MW miðað við nýtingartíma í 25 ár, 830 MW í 50 ár eða 475 MW í 100 ár. Vafasamt er að draga af sterkar ályktanir á grundvelli rúmmálsaðferðar þó að hún nýtist vel til frumákvörðunar á afkastagetu svæðisins.*

**Svar:** Orkustofnun virðist gera þá kröfu til aðferða um mat á vinnslugetu, sem byggja á rúmmálsaðferð, að þar beri að miða við 50 til 100 ára nýtingartíma fremur en þau 25 ár sem miðað var við í frummatsskýrslu. Hér er á ferðinni faglegur skoðanamunur milli Orkuveitunnar og Orkustofnunar. Í sérfræðiskýrslu Orkuveitunnar (Grímur Björnsson 2007) eru færð rök fyrir að faglega sé hæpið að beita rúmmálsaðferð til mikið lengri tíma en 25 ára. Ástæðan er eftirfarandi og er þá vísað orðrétt í skýrsluna: „Fæst þá að Hengilssvæðið standi undir 1.820 MW í 25 ár, 830 MW í 50 ár og 475 MW í 100 ár. Hér ber að minna á að lítið er á jarðhitageyminn sem lokaða tunnu sem ekkert streymir til, í stað þess sem upp er tekið. Slík forsenda rýrir vinnslugetuna og er fjárrí lagí, einkum til langs tíma lítið. Hér fer betur að nota 25 ára spátíma við frummat á vinnslugetu. Síðan taki nákvæm, þrívíð reiknilíkon við þegar bor- og vinnslusagan lengist.“ (Grímur Björnsson 2007, bls. 37). Er þessi afstaða skýring þess að sérfræðiskýrsla Orkuveitunnar sýnir ekki í smáatriðum niðurstöður Monte Carlo líkana fyrir 50 og 100 ára nýtingartíma. Fagleg óvissa er of mikil til að hægt sé að fjalla ítarlega um spárnar.

Í áður nefndri skýrslu Gríms Björnssonar er jafnframt vísað til reynslu Filippseyinga (3. málsgrein á blaðsíðu 37). Er nánari grein gerð fyrir reynslu Filippseyinga af 25 ára rúmmálsnálgun í viðauka skýrslunnar. Þar er að finna ráðstefnugrein er ber saman mat á upphafsvinnslugetu háhitasvæða á Filippseyjum og á Íslandi. Meginatriði í röksemdafærslu Orkuveitunnar fyrir 25 ára viðmiðunartíma er einfaldlega að rúmmálsmatið hefur virkað vel á Filippseyjum. Því eigi aðferðin allt eins að virka á Íslandi.

#### 19.10.2.2 Umsögn Orkustofnunar frh.

*Orkustofnun vill vekja athygli á villu í samanburði Orkuveitunnar við áður nefnt mat Guðmundar Pálmasonar o.fl. frá 1985, sem gefið er upp í skýrslu iðnaðarráðuneytisins frá 1994; Innendar orkulindir til vinnslu raforku. Þar er vinnslugeta Hengilssvæðisins talin vera 690 MW í 50 ár. Í töflu og í texta sérfræðiskýrslu er sú tala borin saman við hið nýja rúmmálsmat upp á 1.000 – 3.000 MW. Sú tala er miðuð við nýtingu í 25 ár. Rétt væri að bera saman 690 MW mat Guðmundar Pálmasonar o.fl. og 830 MW mat sérfræðings Orkuveitu Reykjavíkur til 50 ára.*

**Svar:** Sérfræðingur Orkuveitunnar í forðafærði er ósammála þeirri túlkun Orkustofnunar að villa sé í samanburði á rúmmálsmati Orkuveitunnar við rúmmálsmat Guðmundar Pálmasonar o.fl. frá 1985, í töflu og texta. Tafla 3 á bls. 39 í skýrslu Gríms Björnssonar (2007) gefur yfirlit um ýmsar aðferðir við að meta flatarmál og vinnslugetu jarðhitakerfa í Hengli. Færð eru rök fyrir því á bls. 37 að höfundur notar 25 ár við mat á upphafsvinnslugetu allra svæða í Hengli með rúmmálsaðferð. Taflan sýnir að hægt er að beita margs konar aðferðum við mat á vinnslugetu jarðhitakerfa og að núverandi mat Orkuveitunnar byggir á 20 ára lengri rannsókn-, bor- og vinnslusögu en við var að styðjast árið 1985.

Má í þessu sambandi sérstaklega benda á að mat á vinnslugetu jarðhitakerfisins á Nesjavöllum hefur vaxið eftir því sem lengri bor- og vinnslusaga styður við reiknilíkan svæðisins. Meginskýring þessa er að ytri jaðrar kerfisins styðja betur við vinnsluna en gert var ráð fyrir í fyrstu útgáfum reiknilíkans af svæðinu.

#### 19.10.2.3 Umsögn Orkustofnunar frh.

*Sérfræðingar Orkustofnunar lögðu til á Orkuþingi 2001 í erindinu Um sjálfbæra vinnslu jarðhita að vinnsla teljist sjálfbær ef unnt er að viðhald óbreyttri orkuvinnslu frá kerfinu yfir mjög langt tímabil (100-300 ár). Því telur Orkustofnun eðlilegt í þessu sambandi að miða við 475 MW til 100 ára.*

**Svar:** Sú 475 MW vinnsla í Hengli sem Orkustofnun tilgreinir sérstaklega sem sjálfbæra vinnslu er fengin með rúmmálslíkani og 100 ára rekstartíma. Rúmmálslíkönin eru varfærin þegar litið er til svo langs tíma. Þau gera ekki ráð fyrir neinu aðstreymi massa og varma frá jöðrum í stað þess sem upp er tekið. Jarðhitakerfin í Hengli haga sér ekki þannig. Með áratuga langri vinnslusögu á Nesjavöllum er búið að staðfesta að endurnýjun um jaðra er umtalsverð án þess að hiti breytist í jarðhitakerfinu. Eins ber að minna á að það hámark sjálfbærrar vinnslu, sem skilgreint var af sérfræðingum Orkustofnunar á Orkuþingi 2001, er háð tæknistigi. Núverandi framkvæmdir á Hellisheiði sýna að mat á stærð jarðhitageymisins vex með auknum borunum og rannsóknum. Má þakka það m.a. framförum í leitar- og bortækni. Það 475 MW hámark sjálfbærrar vinnslu sem Orkustofnun tilgreinir er því sérlega varfærið.

Orkuveitan telur að verkefni hennar á Hengilssvæði falli að markmiðum sjálfbærrar vinnslu. Framkvæmdin er unnin í opnu umhverfi, hvatt er til birtingar gagna sem aflast o.s.frv. Komandi kynslóðir munu því búa yfir betri þekkingu og tækni til að stunda massa- og varmavinnslu en sú sem nú er uppi.

#### 19.10.2.4 Umsögn Orkustofnunar frh.

*Með skáborun má ná 1200 m frá borteig og því gerir Orkuveita Reykjavíkur ráð fyrir 1200 m boráhrifageira umhverfis borteig sem er þá sú lárétta fjarlægð sem holan getur náð til miðað við núverandi hagkvæma bortækni. Áhrifasvæðið, sökum vinnslu úr holunum, nær þá enn lengra frá borteigunum. Vinnslusvæði jarðvarmavirkjananna er þó skilgreint í sérfræðiskýrslu einungis sem það svæði sem boráhrifageirinn nær til.*

**Svar:** Ástæða þess að Orkuveitan miðar við 1.200 m áhrifasvæði er að þegar meta á flatarvinnslugetu nýrra borsvæða þarf með einhverjum hætti að meta þann flöt í jarðhitakerfinu sem styður við áformaða vinnslu. Umdeilanlegt er hvernig sá flötur er metinn. Ábending Orkustofnunar um að „Áhrifasvæði, sökum vinnslu úr holunum, nær þá enn lengra út frá teigunum“ ætti að sýna að aðferð Orkuveitunnar er varfærin og vanmetur áhrifasvæði borteiga í rúmmálsaðferðum ef eitthvað er.

#### 19.10.2.5 Umsögn Orkustofnunar frh.

*Orkustofnun telur ljóst að:*

- 1. Boráhrifageirar Hverahlíðarvirkjunar og stækkaðrar Hellisheiðarvirkjunar skarast.*
- 2. Milli boráhrifageira Bitruvirkjunar og stækkaðrar Hellisheiðarvirkjunar er um ½ km.*
- 3. Milli boráhrifageira Bitru- og Hverahlíðarvirkjunar er yfir 1 km.*
- 4. Milli boráhrifageira Bitru- og Nesjavallavirkjunar er minna en 1 km.*
- 5. Boráhrifageirar Bitru og Hveragerðis skarast.*

*Vinnslusvæði hvorrar virkjunar er því að minnsta kosti í návist við nærliggjandi svæði ef þau snertast ekki eða skarast. Því ber að athuga sérstaklega hugsanlegan þrýstisamgang milli svæða þar sem áhrifa vinnslu úr holunum ná út fyrir boráhrifageirann. Þetta getur haft áhrif á vinnslugetureikninga fyrir einstök svæði, svo og nýtingarrétt.*

**Svar:** Skýrsla Gríms Björnssonar (2007) dregur enga dul á að búast megi við þrýstisamgangi milli vinnslusvæða í Hengli. Sem dæmi stendur á bls. 16 í skýrslunni: „Athyglisvert er að þrýstingur er nánast upp á bar sá sami í holu HE-24 á miðju Skarðsmýrarfjalli og í holu HE-20 á Bitru. Svo jöfn þrýstidreifing kann að vera til marks um góða lekt jarðlaga. Blái flöturinn í þrýstingi fellur reyndar ágætlega saman við þau svæði í Hengli þar sem skjálftavirkni hefur verið hvað áköfust (sjá mynd 15 síðar í skýrslunni). Komi til massatöku á þessu svæði má búast við góðum þrýstistuðningi sem og að niðurdráttur berist langt út frá því.“

Má í þessu sambandi nefna að einn megin tilgangur reiknilíkans af Hengli, sem kvarðað var árin 2003 og 2005, var að meta þrýstisamgang milli vinnslusvæða á Nesjavöllum og á Hellisheiði. Niðurstaða þeirrar vinnu var að áhrif þarna á milli væru mælanleg en mild. Mikilvæg forsenda fyrir þessari niðurstöðu var að hola KhG-1 norðvestan við Kolviðarhól hélt stöðug í þrýstingi allt frá borun árið 1986 þrátt fyrir sívaxandi vinnslu á Nesjavöllum. Bein mæling á djúpþrýstingi studdi því við líkanniðurstöðuna.

Hola HE-2 (ÖJ-1) á Bitru hefur að sama skapi ekki breyst marktækt í þrýstingi við vinnsluna á Nesjavöllum. Þrýstibreytingar sem hafa orðið í henni eru raktar til skjálftavirkni og plötuhyfinga líkt og nefnt er í annarri málsgrein á bls. 26 í skýrslu Gríms Björnssonar (2007). Orkuveitan og Orkustofnun virðast reyndar sammála um að efri hluti jarðhitakerfisins á Bitru poli vinnslu með ágætum. Á hinn veginn hefur Orkustofnun áhyggjur af því að dýpri hluti jarðhitakerfisins líði fyrir vinnslu á Hellisheiði og á Nesjavöllum. Það þrýstimerki mun þá ferðast langar leiðir lárétt og þvert á sprungu- og lektarstefnur í Hengli, sem er umdeilanlegt. Við slíku ástandi má þá bregðast t.d. með því að hleypa vatni úr efra kerfinu niður í það neðra. Að mati Orkuveitunnar er því ástæðulaust að skoða þrýstiniðurdrátt í djúpa kerfinu sem hamlandi á vinnslugetu neðri hluta Bitru.

## 19.10.2.6 Umsögn Orkustofnunar frh.

*Eitt þekktasta dæmi á Íslandi um gott samband milli annars ólíkra jarðhitakerfa hvað varðar þrýsting og hitastig er á Reykjanesi, milli Svartsengis og Eldvarpa. Hitaveita Suðurnesja hefur unnið úr jarðhitakerfinu í Svartsengi í meira en 30 ár. Í nokkurra km fjarlægð er jarðhitakerfið við Eldvörp. Fylgir þrýstingurinn í Eldvörpum niðurdættinum í Svartsengi nokkurn veginn þó eðlisástandið sé nokkuð ólíkt, þ.e.a.s. þrýstingur þar er nokkrum börum hærri en í Svartsengi og hitastigið um 20 °C hærra (ÍSÖR-2006/004, OS-91016). Þrýstisamgangur hefur verið talinn leiða til þess að vinnsla í Eldvörpum hefði sambærileg áhrif á jarðhitakerfið eins og aukin vinnsla í Svartsengi. Áður en vinnsla hófst í Svartsengi hefði enginn leið verið að spá fyrir um þennan þrýstisamgang. Á sama hátt telur Orkustofnun það geta verið óráðlegt að byggja mörg orkuver innan Hengils svæðisins samtímis.*

**Svar:** Í umsögn Orkustofnunar er bent á að talsverður þrýstisamgangur mælist milli Eldvarpa og Svartsengis án þess þó að tilgreina hvaða áhrif þessi samgangur hefur haft á heildarvinnslugetu beggja svæða. Virðast þau samt viðráðanleg þar sem enn er verið að stækka orkuverið í Svartsengi þrátt fyrir niðurdrátt þrýstings. Torséð er hvernig þessi mæling úr náttúrunni leiðir til þeirrar niðurstöðu Orkustofnunar að „*óráðlegt sé að byggja mörg orkuver innan Hengils svæðisins samtímis.*“ Mjög heit háhitasvæði eru tiltölulega ónæm fyrir svæðisniðurdrætti borið saman við t.d. kælingu. Eldri umfjallanir um reiknilíkön Hengils hafa og sýnt að tiltölulega fljótlegt er að endurheimta tapaðan svæðisþrýsting með hvíld jarðhitakerfanna. Loks ber að nefna að óhóflegur niðurdráttur þrýstings er andstæður hagsmunum Orkuveitunnar.

Þekkt er úr vinnslusögu lághitasvæða að fall þrýstings leiðir til aukins aðstreymis inn í jarðhitakerfin. Leiðir það af sér þá óvæntu niðurstöðu að sum svæði stækka við aukna vinnslu. Þessi niðurstaða var kynnt á því Orkuþingi árið 2001 sem umsögn Orkustofnunar vísar í og er þar að finna eftirfarandi:

*Á sjöunda tug síðustu aldar var farið að nota djúpdælar í Laugarnesi og á þann hátt var vinnsla tífölduð, eins og fram kemur á myndinni. Við þessa breytingu á vinnslutilhögum lækkaði vatnsborð (þrýstingur) í jarðhitageyminum um eina 120 m. Síðastliðin 30 ár hafa þrýstingur og meðalvinnsla hins vegar haldist nokkuð stöðug. Þetta dæmi sýnir að jarðhitakerfið hefur fundið sér nýtt jafnvægi þó að vinnslan úr kerfinu hafi verið aukin tífalt frá því sem var lengst af. Þetta þýðir einnig að aðstreymi inn í jarðhitageyminn er nú u.þ.b. tíu sinnum meira en í upphaflegu ástandi. Jarðhitakerfið í Laugarnesi virðist vera í nokkurn veginn jafnvægi, þrátt fyrir þessa aukningu í vinnslu, og allt bendir til að hægt sé að viðhalda vinnslunni 5-6 GJ á ári í mjög langan tíma. (Guðni Axelsson o.fl.; Orkuþing 2001).*

Hugsanlega geta háhitasvæðin í Hengli einnig stækkað við aukna vinnslu. Ekki er þó gert ráð fyrir slíkri hegðan í þeirri varúðarskilgreiningu Orkuveitunnar á að núverandi vinnslustefna sé ágeng og taki meiri massa og varma upp úr svæðunum en endurnýjast um jaðra. Lækkun í þrýstingi þarf því alls ekki að vera sá váboði eða takmörkun á vinnslugetu sem umsögn Orkustofnunar gefur sterklega í skyn. Þvert á móti sé þrýstilækkunin nauðsynleg forsenda þess að hægt sé að reka stórar jarðhitavirkjanir á Hengils svæðinu til lengri tíma.

Nýsjálenski jarðhitaiðnaðurinn íhugar þessa dagana endurbyggingu og stækkun gufuvirkjana á Wairaki svæðinu á Nýja Sjálandi. Það hefur þegar verið í vinnslu í hálföld og á því einungis önnur 50 ár í að uppfylla skilgreiningu Orkustofnunar um sjálfbæra vinnslu. Nesjavalla-, Kröflu- og Svartsengisvirkjanir eru önnur dæmi um farsæla 20-30 ára nýtingu jarðhitakerfa. Fleiri dæmi má taka sem öll leiða til þeirrar niðurstöðu að meiri líkur en minni eru til þess að jarðhitakerfi háhitasvæða þola vinnslu áratugum saman.

#### 19.10.2.7 Umsögn Orkustofnunar frh.

*Orkustofnun telur ekki nægileg gögn vera til staðar til að styðja þá staðhæfingu að ekki verði þrýstisamgangur vinnslusvæða Bitru og Hverahlíðar við nærliggjandi vinnslusvæði. Sömu leiðis telur Orkustofnun ekki liggja fyrir næg gögn um hitaástand undir vinnslusvæðunum til ákvörðunar á afkastagetu upp á 135 MW á Bitru og 90 MW við Hverahlíð.*

**Svar:** Orkuveitan hefur ekki haldið því fram að ekki verði þrýstisamgangur á milli vinnslusvæða á Hengilssvæðinu í kjölfar nýrra virkjana. Þvert á móti hefur Orkuveitan lýst því að hvort innbyrðis þrýstisambands gæti milli jarðhitakerfa verði ekki svarað nema með lengri vinnslusögu (kafli 19.11).

Mat á varmaforðanum byggir á beinum mælingum í borholum og gashitamælum. Fjöldi holna til slíks mats er færri en áður sem fyrst og fremst orsakast af kröfum Skipulagsstofnunar í ákvörðun um matsskyldu tveggja rannsóknarborhola á Ölkelduhálssvæðinu, dags. 18. apríl 2006:

*„Skipulagsstofnun telur að við ákvörðun um matsskyldu rannsóknarborana verði að horfa til þessara mögulegu framtíðarnota Ölkelduhálssvæðisins. Þannig telur stofnunin eðlilegt að gerð verði grein fyrir stærð og umfangi þeirra mannvirkja sem orkuvinnsla á Ölkelduhálsi myndi útheimta og með hvaða hætti tengja ætti svæðið við núverandi virkjanasvæði á Hellisheiði eða á Nesjavöllum. Í því sambandi vekur stofnunin athygli á að í matsskýrslu Orkuveitu Reykjavíkur um stækkun Hellisheiðarvirkjunar frá því í desember 2005 komu fram allnákvæmar upplýsingar um þau mannvirki sem nauðsynleg væru vegna nýtingar orkuvinnslusvæðis uppi á Skarðmýrarfjalli án þess að rannsóknarholur hefðu verið boraðar á fjallinu.“*

Endanleg ákvörðun um virkjun verður ekki tekin fyrr en fleiri holur hafa verið boraðar á svæðinu.

#### 19.10.2.8 Umsögn Orkustofnunar frh.

*Hermireikningar verða aldrei betri en þær upplýsingar sem líkanið byggir á en hvorki liggur fyrir þrýstisaga neðra jarðhitakerfis Bitru né fyrirhugaðs vinnslusvæðis Hverahlíðar. Nauðsynlegt er að bora ofan í neðra kerfi Bitru og fóðra af efra kerfi til þess að sjá þrýstibreytingar og til þess að geta metið afkastagetu. Mikilvægt er að bora fleiri holur innan vinnslusvæða Bitru og Hverahlíðar. Í þessu sambandi vill Orkustofnun taka undir niðurstöður Skipulagsstofnunar um tillögu Orkuveitunnar að matsáætlun.*

**Svar:** Skipulagsstofnun úrskurðaði 18.4.2006 að fyrirhugaðar rannsóknarboranir Orkuveitunnar á Ölkelduhálssvæðinu skyldu háðar mati á umhverfisáhrifum. Skipulagsstofnun taldi nauðsynlegt að gera grein fyrir áhrifum heildarframkvæmda á svæðinu. Í úrskurði Skipulagsstofnunar segir: „Skipulagsstofnun telur að gera verði ráð fyrir að fyrirhugaðar framkvæmdir auki líkur á að hafin verði vinnsla jarðhita á Ölkelduhálssvæðinu með margföldum áhrifum mannvirkjagerðar á fyrrnefnda umhverfisþætti. Því er mikilvægt í mati á umhverfisáhrifum að gera grein fyrir afleiðingum þess að bora umræddar rannsóknarholur og þeirri stefnumörkun sem breyting á Aðalskipulagi Ölfuss 2002-2014 hefði í för með sér.“

Því fór Orkuveitan þá leið að meta eins snemma og kostur væri heildaráhrif mögulegra virkjana á svæðunum, í stað að meta eingöngu boranir rannsóknarhola, þar sem líkur voru á að um vinnsluhæft háhitasvæði væri að ræða. Þar af leiðandi væri nauðsynlegt að gera grein fyrir Bitruvirkjun annars vegar og Hverahlíðarvirkjun hins vegar. Orkuveitan telur að á undirbúningstíma og í mati á umhverfisáhrifum hafi hún lagt fram nægileg gögn til að byggja ákvörðun á um að nýta jarðhitann á svæðinu og til að leggja mat á umfang umhverfisáhrifa.

#### 19.10.2.9 Umsögn Orkustofnunar frh.

*Orkustofnun telur of mikla óvissu um vinnslugetu viðkomandi virkjunarsvæða, m.a. um tengsl þeirra við núverandi virkjunarsvæði, til að stofnunin geti lagt mat á hvort þau áform um*

*virðjanir sem Orkuveita Reykjavíkur leggur fram fá staðist. Hugsanlegt þrýstisamband milli mögulegra vinnsluvæða á Hengilssvæði útilokar ekki virkjun þeirra hvers um sig, að mati Orkustofnunar, en veldur óvissu um skynsamlega nýtingu til lengri tíma lítið, þ.e. stærð einstakra virkjana. Til þess að nálgast ákvörðun um skynsamlega nýtingu væri ráðlegt að staldra við og sjá hvaða áhrif stækkun Hellisheiðarvirkjunar í 280 MW í heild muni hafa á jarðhitakerfið en til þess þarf að bora fleiri holur á fyrirhuguðum virkjunarsvæðum og þá sérstaklega á Bitru. Orkustofnun telur að þessum holum verði að dreifa nokkuð um líklegt vinnsluvæði til að staðfesta forsendur þær sem Orkuveita Reykjavíkur hefur gefið sér við mat á stærð og afköstum vinnsluvæða. Prepanálgun innan hæfilegra marka í nýtingu jarðhita er líklegri til að leiða til skynsamlegrar nýtingar til lengri tíma lítið, að mati Orkustofnunar, heldur en að taka of stór skref með óvissu um afleiðingarnar.*

**Svar:** Vísað er í svar í kafla 19.10.2.5 um samband milli vinnsluvæða.

Orkuveitan telur að yfirborðsmælingar, samtúlkun þeirra með borholumælingum og þekking og reynsla af nýtingu á jarðhitakerfum á Hengilssvæðinu styðji það að jarðhitakerfin á Bitru og í Hverahlíð standi undir áætlaðri raforkuframléiðslu. Þessu til viðbótar er bent á svar við umsögn iðnaðarráðuneytisins, í kafla 19.10.1, þar sem bent er á og rökstutt að óvissa um forðafærðir jarðhitakerfisins þarf ekki að hafa neikvæða merkingu.

#### 19.10.2.10 Umsögn Orkustofnunar frh.

*Að lokum má benda á að fyrirhuguð förgun á kæli- og þéttivatns leiðir mögulega til sóunar á varma og varmamengunar á ferskvatni, í stað þess að nýta hann til viðhalds á auðlindinni með niðurdælingu í jarðhitakerfið.*

**Svar:** Það er mat framkvæmdaraðila að niðurrennsli kæli- og þéttivatns niður í jarðhitakerfið myndi frekar stuðla að kólnun á auðlindinni en að viðhalda orkugetu hennar. Er þetta byggt á þeirri staðreynd að kæli- og þéttivatn frá virkjuninni er 20-30°C heitt og því mun kaldara en skiljuvatnið sem mun fara í niðurrennslisveitu og talið er hjálpa til við að viðhalda orkugetu auðlindarinnar.

#### 19.10.2.11 Umsögn Orkustofnunar frh.

*Á fyrirhuguðu vinnsluvæði Hverahlíðarvirkjunar hafa verið boraðar tvær borholur (HE-21 og HE-26) en sú þriðja er í borun (HE-36). Hvorki liggja fyrir upplýsingar um síðari áfanga borunar HE-26 né upplýsingar um þriðju borholuna HE-36. Af niðurstöðum borunar HE-21 má þó ráða að líklega sé eðlisástand jarðhitakerfisins hagstætt.*

**Svar:** Hér er um misritun að ræða. Í fyrstu málsgrein á bls. 20 í skýrslu Gríms Björnssonar (Grímur Björnsson 2007) er innsláttarvilla. Talað er um upplýsingar úr rannsóknarholum HE-21 og HE-22 í Hverahlíð. Hér átti að standa HE-21 og HE-26. Hitasnið og kort í skýrslunni styðjast við mælingar úr allri holu HE-26 og sjást þau t.d. í hitasniðum á myndum 3 og 4.

#### 19.10.2.12 Umsögn Orkustofnunar frh.

*Orkustofnun telur verulega óvissu ríkja um samanlögð áhrif fyrirhugaðra framkvæmda á jarðhitaauðlindina á Hengilssvæði.*

**Svar:** Orkuveitan er í grundvallaratriðum ósammála þeirri nálgun sem Orkustofnun notar við gerð umsagnar sinnar um jarðhitanytingu á Hengilssvæðinu. Orkuveitan telur að hún hafi lagt fram nægileg gögn, m.a. sérfræðiskýrslu Gríms Björnssonar (2007) og svör við umsögnum Orkustofnunar, til þess að hægt sé að taka afstöðu til áformaðrar jarðhitanytingar. Orkuveitan hefur gert skýra grein fyrir forsendum fyrir mati á afkastagetu jarðhitaauðlindarinnar þar sem stuðst er við rúmmálsaðferð, viðnámsmælingar og borholumælingar. Þá hefur verið gerð grein fyrir líklegum áhrifum Bitruvirkjunar og Hverahlíðarvirkjunar á vinnslu annarra svæða. Gerð er skýr grein fyrir óvissu í mati á afkastagetu og að sú óvissa minnki ekki nema við lengri bor- og vinnslusögu.



Orkuveitan telur að þau gögn sem lögð hafa verið fram séu nægileg til að leggja mat á áhrif af nýtingu auðlindarinnar með 90 MW. Hverahlíðarvirkjunar og að sú nýting sé skynsamleg til langs tíma. Endanleg ákvörðun um virkjun verður ekki tekin fyrr en fleiri holar hafa verið boraðar á svæðinu.

19.10.2.13 Frekari umsögn Orkustofnunar, dags. 14.2.2008

Skipulagsstofnun leitaði álits Orkustofnunar á svörum Orkuveitu Reykjavíkur. Eftirfarandi er niðurstaða Orkustofnunar.

*Orkustofnun hefur rýnt gögn um þá þætti er varðar jarðhita- og ferskvatnsauðlindir í ljósi athugasemda Orkuveitu Reykjavíkur og telur ekki ástæðu til að endurskoða niðurstöðu sína í meginatriðum. Engar upplýsingar hafa verið lagðar fram sem breyta því mati Orkustofnunar að það ríki enn mikil óvissa um mögulega stærð virkjunar. Í upphafi er venjulega gengið út frá þröngri skilgreiningu á vinnslusvæði, en reynslan hefur fram til þessa sýnt að við vinnslu streymir inn okra frá jöðrunum, þannig að ekki er óeðlilegt að gera ráð fyrir því að vinnslugetan sé meiri en fæst með upphaflegri skilgreiningu hennar. Orkustofnun telur að á þessu stigi sé ástæðulaust að gera mikið úr meiningarmun Orkustofnunar og Orkuveitu Reykjavíkur, heldur þurfi að einbeita sér að því, að uppbygging virkjana á svæðinu verði í takt við niðurstöður rannsókna, árangur af borunum og rekstur virkjana á Hengilssvæðinu.*

*Orkustofnun telur enn verulega óvissu ríkja um samanlögð áhrif fyrirhugaðra framkvæmda á jarðhitaauðlindina á Hengilssvæði.*

**Svar:** Endanleg ákvörðun um að fara í virkjanaframkvæmdir á Hverahlíðarsvæðinu byggir á því að niðurstöður úr rannsóknaborunum sýni að svæðið standi undir fyrirhuguðum áætlunum. Það er ekki hagur Orkuveitunnar að fara í óhagkvæmar virkjanaframkvæmdir.

Hægt er að fara mismunandi leiðir að settu marki hvað varðar stærð virkjunar. Frummat á vinnslugetu svæðisins er að það standi undir 90 MW<sub>e</sub> til langs tíma, sjá nánar í kafla 19.4 um hugmyndalíkan Hverahlíðarvirkjunar og 19.5 um mat á vinnslugetu svæðisins. Ef reynsla sýnir að svæðið standi undir frekari vinnslu þá verður virkjunin stækkuð. Ef 90 MW<sub>e</sub> áfangi reynist of stór þá verður framleiðsla virkjunarinnar aðlöguð að þeirri vinnslugetu sem svæðið stendur undir.

Orkuveitan tekur undir með Orkustofnun að ástæðulaust sé að gera mikið úr meiningarmun Orkustofnunar og Orkuveitunnar og að niðurstaða rannsókna og árangur af borunum muni liggja til grundvallar uppbyggingar og reksturs virkjana á svæðinu. Endanleg vinnsla úr svæðinu tekur mið af langtíma vinnslugetu. Með öðrum orðum að þegar litið er til langs tíma þá þarf að aðlaga vinnsluna að vinnslugetu svæðisins. Ef farið er í of stóra áfanga í upphafi þá þarf að draga úr vinnslunni síðar, þannig að vinnslan verði í takt við langtíma vinnslugetu svæðisins. Ef rekstur virkjunar er í smærri áföngum í upphafi, þá er aukið við vinnslu þangað til náð er því marki sem talin er vera langtíma vinnslugeta svæðisins. Það vinnslustig sem er langtíma vinnslugeta er ekki þekkt fyrr en vinnsla hefur átt sér stað í nokkurn tíma. Fyrir líftíma svæðisins og möguleika „komandi kynslóða“ til að nýta jarðhitasvæðið þá skiptir ekki máli hvor leiðin er farin að þessu marki. Það er eingöngu sá sem er að virkja sem tekur áhættu um fjárfestingu sem ekki nýtist til mjög langs tíma.

### 19.10.3 Athugasemd Náttúruverndarsamtaka Suðurlands

*Ennfremur liggur ekki fyrir hver eru möguleg umhverfisáhrif á nærliggjandi jarðhitasvæði.*

**Svar:** Samlegðaráhrif virkjananna er metin fyrir einstaka umhverfisþætti í matsskýrslunni, meðal annars er gerð grein fyrir því hvort vinnsla úr jarðhitasvæði Hverahlíðarvirkjunar sé líkleg til að hafa áhrif á önnur jarðhitasvæði sem nú þegar eru nýtt af Orkuveitu Reykjavíkur á Hengilssvæðinu, sjá ennfremur svör köflum 19.10.2.5 og 19.10.2.6 við umsögnum um þrýstisamband milli mismunandi vinnslusvæða.

#### 19.10.4 Athugasemd Framtíðarlandsins

*Ekki er nein tilraun gerð til þess að meta heildarorku sem áætla má að sé vinnanleg úr jarðhitageyminum með bestu nýtingaraðferð né heldur hversu hátt hlutfall þess megi gera ráð fyrir að nýta í fyrirhuguðum virkjunum. Rýrir það möguleika á að leggja mat á fyrirhugaða auðlindanýtingu á svæðinu.*

*Útilokað er að fallast á þessa túlkun á hugtakinu sjálfbær nýting "auðlindar". Svæðið sem dælt er úr hlýtur að verða metið á þeim forsendum hvernig jarðhitánáman sjálf er nýtt, en ekki hvort unnt sé í framtíðinni að sækja í dýpri námur ellegar að kreista meira úr því sem upp er dælt.*

**Svar:** Í sérfræðiskýrslu Gríms Björnssonar (2007) sem fylgir sem viðauki með skýrslunni er lagt mat á heildarorkugetu Hengilssvæðisins og færð rök fyrir því að heildarorkan svæðisins eigi jafnvel eftir að aukast með aukinni tækni og þekkingu. Sjá ennfremur svör í köflum 19.10.2.1 og 19.10.2.2 við umsögn um vinnslugetu Hengilssvæðisins.

Fjölmargar skilgreiningar eru til á sjálfbærri þróun og er engin ein réttari en önnur (Lawrence o.fl. 1998, Moffatt o.fl. 2001). Orkuveitan hefur fylgt þeirri skilgreiningu að þróun sem uppfylli þarfir samfélagarinnar án þess að skerða möguleika komandi kynslóða til að mæta sínum eigin þörfum sé sjálfbær (Orkuveita Reykjavíkur 2006). Þetta er sama skilgreining og umhverfisráðuneytið styðst við í Velferð til framtíðar – Sjálfbær þróun í íslensku samfélagi, áherslur 2006-2009 (Umhverfisráðuneyti, 2007).

Orkuveitan telur að nýting jarðhitageymisins vegna Hverahlíðarvirkjunar falli undir þessa skilgreiningu þar sem jarðhitakerfin á Hengilssvæðinu eru afturkræf, sjá kafla 19.7 um sjálfbæra þróun.

Orkuveitan telur að þrátt fyrir ágenga vinnslustefnu á Hengilssvæði geti hún samt sem áður talist sjálfbær sökum ríks vilja Orkuveitunnar að skrá og birta þau gögn og þekkingu sem myndast við boranir og rekstur jarðhitakerfa. Hvoru tveggja eru þó aðferðir sem áformaðar virkjanir skila til næstu kynslóða og auka líkurnar á að núverandi grófmat á vinnslugetu jarðhitakerfanna sem eru kennd við Bitru og Hverahlíð haldist til framtíðar.

#### 19.10.5 Athugasemd Framtíðarlandsins, frh.

*Ennfremur kemur hvergi fram í skýrslunni svo skýrt sé hversu slaklega fyrirhugað sé að nýta orkuna sem upp úr jörðunni kemur, en fyrir liggur á öðrum vettvangi að ætlunin sé að henda á bilinu 85-90% orkunnar. Þetta fellur engan veginn að markmiðum sjálfbærrar þróunar né nokkrum öðrum markmiðum um eðlilega auðlindanýtingu. Óska verður eftir úrlausnum á þessu atriði ellegar að skoða hvort ekki sé rétt að fresta virkjunarframkvæmdum uns betri nýting reynist möguleg, sérstaklega með hliðsjón af ágengri nýtingu svæðisins.*

**Svar:** Athugasemdir hafa verið gerðar við það að háhitavirkjun sem framleiðir eingöngu rafmagn nýti ekki nógu vel þá orku sem tekin er úr jörðu. Jarðhitakerfi eru flókin fyrirbæri en með talsverðri einföldun má segja að 120 MW<sub>e</sub> virkjun þurfi að lágmarki 800 MW af hrávarma úr jörðu og að hámarki 1200 MW. Nýtni slíkrar virkjunar er með öðrum orðum 10-19 % og væntanlega um 15 % að meðaltali. Er hér gert ráð fyrir að afgangorku (skiljuvatni) sé skilað til baka niður í jarðhitageyminn.

Til að varpa ljósi á það hvort þetta sé góð eða slæm nýtni er ágætt að gera samanburð á öðrum orkugjöfum og notkun þeirra í okkar daglega lífi:

- **Húshitun.** Heitt vatn sem tekið er frá lághitasvæðum til húshitunar í borg og bæ er um 60-80°C þegar það berst til notanda en hann nýtir úr því varman og skilar svo vatni frá sér 30-40°C heitu. Nýtnin er því skv. þessu að meðaltali 50%.

- *Rafmagn og húshitun.* Jarðvarmavirkjun sem framleiðir bæði rafmagn og heitt vatn til húshitunar nýttir hráorkuna u.þ.b. 60% miðað við að afgangorku sé skilað í jarðhitageyminn aftur.
- *Samgöngutæki.* Í skýrslunni (<http://www.vv.se/filer/publikationer/2001-85.pdf>) er nýtni bifreiða sem ganga fyrir mismunandi orkugjöfum mæld frá “orkubrunni til hjóls” (well to wheel). Samkvæmt því er nýtni bensín og díselbíla u.þ.b. 12-18% og nýtni vetnisbíla sem drifnir eru með efnarafal er talin vera á bilinu 10-25%

Nýtni þeirra bifreiða sem boðið er uppá í dag er því svipuð og þegar rafmagn er framleitt með jarðvarma en nýtni t.d. vetnisbíla, sem miklar vonir eru bundnar við til framtíðar, er svipuð eða í besta lagi lítið eitt betri. Í athugasemdum er því haldið fram að það sé siðferðilega rangt að nýta aðeins 15% af jarðvarmaorkunni. Mestöll heimsbyggðin sættir sig hins vegar nú um stundir við að keyra um á bensín og díselbílum sem yfirfæra 12-18 % af hrávarma jarðefnaeldsneytis yfir í hjólin (well to wheel). Orkuveitan telur það betra að vinna hrávarma úr að hluta til endurnýjanlegu háhitasvæði með 12-18 % yfirfærslu en með brennslu jarðefnaeldsneytis til hins sama. Hærri nýtni fæst varla nema með upphitun kalds vatns til húshitunar. Eigi að gera kröfu um slíkt er sjálfkrafa búið að ákveða virkjanlegt afl úr jarðgufuvirkjunum á Íslandi sé fyrst og fremst háð stærð húshitunarmarkaðsins.

#### 19.10.6 Athugasemd Framtíðarlandsins, frh.

*Jafnframt verður að gagnrýna alvarlega að ekki skuli hafa verið gerðar fullnægjandi rannsóknir áður en stærð virkjunar var ákveðin. Það hefur í för með sér alvarlega hættu á að óafturkallanleg ákvörðun sé tekin á grundvelli ófullnægjandi upplýsinga sem auðveldlega hefði mátt afla með hæfilegum undirbúningstíma.*

**Svar:** Orkuveitan telur næga orku vera til staðar á Hverahlíðarsvæðinu. Skipulagsstofnun taldi, í ákvörðun um matsskyldu rannsóknarhola á Ölkelduhálssvæðinu, nauðsynlegt að gera grein fyrir áhrifum heildarframkvæmda á svæðinu. Endanleg ákvörðun um virkjun verður ekki tekin fyrr en fleiri holar hafa verið boraðar á svæðinu. Orkuveitan vísar jafnframt í kafla 19.10.2.1 og 19.10.2.3 um afkastagetu svæðisins.

#### 19.10.7 Athugasemd Landverndar

*Þegar jarðvarmi er einungis nýttur til raforkuframleiðslu er afar lítil nýting á auðlindinni. Stærstur hluti orkunnar, allt að 88%, fer til spillis, sbr. t.d. meðfylgjandi grein Þorsteins Sigfússonar úr Morgunblaðinu þann 18. Október s.l. Niðurdæling er ágæt viðleitni til þess að draga úr sóuninni en mikil óvissa er um árangur af því erfiði. Nýlega hafa tekið til starfa tvær jarðvarmavirkjanir á Íslandi, þ.e. Reykjanesvirkjun og Hellisheiðarvirkjun, og er á báðum þessum stöðum gríðarlegri orku kastað á glæ. Fjölmargar leiðir eru til þess að nýta varma, má þar nefna ylrækt og þurrkunarferla af ýmsu tagi, s.s. þurrkun á harðviði sbr. meðfylgjandi grein um Geoplank í Grindavík, sem birtist í Morgunblaðinu í gær. Í stað þess að raska fleiri háhitasvæðum er æskilegra að bæta nýtingu þeirra jarðvarmavirkjana sem einungis eru nýttar til raforkuframleiðslu. Þar hafa þau orkufyrirtæki sem vilja kenna sig við sjálfbærni skyldum að gegna.*

**Svar:** Varðandi nýtingu jarðvarmavirkjunar sem framleiða rafmagn er vísað í svar í kafla 19.10.5.

*Fram kemur í matsgögnunum að ráðgjafar OR kjósi að flokka vinnsluna sem ágenga þar sem hraðar er gengið á varmaforða svæðisins en sem nemur náttúrulegri endurnýjun. Á Orkuþingi 2006 fjallaði Guðni Axelsson, ÍSOR, m.a. um vinnslu af því tagi en hann kaus þó að tala um ósjálfbæra vinnslu en ekki bara ágenga. Á skýringarmyndinni hér að neðan, sem er tekin úr grein hans, sýnir í hvað gæti stefnt ef áform um álver í Helgúvík og „ágenga“ orkuvinnslu því til handa ná fram að ganga. Guðni lýsir vinnslu af þessu tagi með eftirfarandi orðum: „Ágeng vinnsla (ekki sjálfbær) í nokkra áratugi (um 30 ár) með algjörum hléum, e.t.v.*

*nokkru lengri en vinnslutímabilin (um 50 ár), þar sem jarðhitakerfið nær að jafna sig að verulegu leyti í hléunum.“*

*Í sjálfbærri þróun á að uppfylla þarfir núlifandi kynslóða án þess að ganga á möguleika komandi kynslóða til þess að uppfylla sínar þarfir. Þetta felur í sér að „tímakvarði“ sjálfbærrar þróunar er „kynslóðir“ og því má ljóst ver að þurraustur auðlindar á einni kynslóð samræmist ekki þeirri hugmyndafræði sem íslensk stjórnvöld hafa gert að stefnu sinni. Vinnsla í þessu mæli myndi, eftir því sem best verður að komist, kæla svæðin niður á fáeinum áratugum. Þó gjörnýtingin sé í hrópandi ósamræmi við hugmyndafræði sjálfbærrar þróunar yrði hún Norðuráli og Orkuveitu Reykjavíkur að meinalausu því hún myndi eiga sér stað á u.þ.b. afskirtartíma fjárfestinganna.*

**Svar:** Vísað er í svör um sjálfbæra þróun og skilgreiningu vinnslu virkjana á Hengilssvæðinu í köflum 19.10.2.3 og 19.10.4.

#### 19.10.8 Athugasemd Sigurðar Hr. Sigurðarsonar og Maríu Elvía Méndez Pinedo<sup>4</sup>

*Við þetta bætist svo að nýtingarhlutfall orkunnar er afar lágt (undir 15%), en skýrsluhöfundar virðast að mestu skauta yfir þá umræðu.*

*Sjálfbærni/endurnýjun auðlindarinnar virðist heldur ekki höfð að leiðarljósi þrátt fyrir loðið orðalag: "Framkvæmdaraðili skilgreinir fyrirhugaðar virkjunarframkvæmdir í Hrahlíð sem ágenga vinnslu en að vinnslustefnan sé engu að síður sjálfbær." Það hlýtur að teljast mjög hæpið að lýsa sjálfbærni sem framtíðarmarkmiði eins og gert er í skýrslunni og reikna með að tækniþróunin geri það mögulegt. Af hverju var það ekki haft sem markmið frá upphafi? Er það vegna þrýstings frá orkukaupendum? Er m.ö.o. búið að lofa þessari orku áður en virkjanirnar hafa farið í gegnum lögbundið matsferli og fengið grænt ljós? Niðurstaða mín er að heildaráhrif Hverahlíðarvirkjunar verði á bilinu talsverð til veruleg og mæli með svonefndum Núll kosti, þ.e. að hætta við framkvæmdina.*

**Svar:** Sjá svar í kafla 19.10.5 við athugasemd um nýtingu jarðhitaauðlindarinnar. Varðandi athugasemd um sjálfbærni er vísað í svar í kafla 19.10.2.3.

#### 19.10.9 Athugasemd Kolbrúnar Halldórsdóttur

*Skoða þarf betur niðurdælingu, sem ekki hefur gengið vel við Hellisheiðarvirkjun og orkar því tvímælis að leggja til atögu við nýjar virkjanir sem óljóst er hvort hægt verður að reka með sjálfbærum hætti.*

**Svar:** Í matsskýrslu Hellisheiðarvirkjunar (VGK 2003 og 2005) var lýst hvernig fyrirhugað var að standa að framkvæmdum í Þrengslum vegna fyrirhugaðs niðurrennsliðsvæðis. Miðað við þá vitneskju sem lá fyrir um svæðið á þeim tíma var gert ráð fyrir því að svæðið væri nýtilegt til að veita affallsvatni aftur niður í jarðhitageyminn. Fyrstu borholurnar voru þéttar og tóku því ekki við nægilega miklu vatni. Borsvæðið var því flutt austar. Borholurnar þar koma vel út og eru vel lekar. Þær taka nú við öllu niðurrennsli 1. áfanga Hellisheiðarvirkjunar. Það kom hins vegar í ljós að svæðið var mun heitara en talið var, með um 300 °C í botni. Þetta er mjög vel nýtanlegur jarðhiti og eðlilegt að stefna að nýtingu hans til orkuframleiðslu. Orkuveitan telur því óæskilegt að nýta svæðið í lengri tíma til niðurrennsli þar sem það gæti í raun kælt svæðið. Því er nú í skoðun nýtt svæði til niðurrennsli rétt norðan við stöðvarhús Hellisheiðarvirkjunar. Niðurrennsli affallsvatns frá Hellisheiðarvirkjun gengur vel í dag.

<sup>4</sup> Athugasemdirnar eru samhljóðandi

Sú reynsla sem Orkuveitan hefur aflað vegna niðurrennsli affallsvatns Hellsheiðarvirkjunar kemur til með að nýtast við fyrirhugaða Hverahlíðarvirkjun. Í matsskýrslu kemur fram að gert er ráð fyrir að veita affallsvatni niður í niðurrennsliðborholur sem verða staðsettar við fyrirhugaðar skiljustöðvar (kort 1) og ef að sú framkvæmd gengur ekki að þá er búið að staðsetja niðurrennsliðsvæði við Svínahlíð (kort 1). Þar að auki munu boranir og framkvæmdir vegna niðurrennsliðholna hefjast samhliða öðrum vinnsluborunum til þess að tryggja virkni niðurrennslisins.

### 19.11 Niðurstaða

**Einkenni:** Jarðhitakerfið í Hverahlíð einkennist af vinnsluhæfum hita (240-320°C).

**Umfang:** Áhrif framkvæmdarinnar á jarðhitakerfið eru að öllum líkindum staðbundnar. Í kjölfar upptöku jarðhitavökva úr jarðhitageyminum má búast við þrýstifalli í jarðhitakerfinu. Rannsóknir benda til þess að jarðhitakerfið í Hverahlíð sé einangrað frá öðrum jarðhitakerfum á Hengilssvæðinu sem þegar eru nýtt. Frekari rannsóknir munu þó skera úr um hvort hitasvæði Hverahlíðar og Gráuhnúka séu samhangandi. Hvort innbyrðis þrýstisamband gæti milli þessara jarðhitakerfa verður ekki svarað nema með lengri vinnslusögu (Grímur Björnsson, 2007). Komi í ljós að innbyrðis þrýstisamband gæti milli þessara kerfa yrðu áhrifin mest á nýtingarsvæðum Orkuveitu Reykjavíkur á Hengilssvæðinu. Niðurrennsli skiljuvatns niður í jarðhitageyminn á ný hjálpar til við að viðhalda þrýstingi í jarðhitakerfunum.

**Verndargildi:** Á ekki við.

**Lög, reglur og áætlanir:** Framkvæmdasvæði Hverahlíðarvirkjunar er á svæði sem skilgreint er sem opið óbyggt og hverfisverndarsvæði á aðalskipulagi Ölfuss 2002-2014. Unnið er að breytingu á aðalskipulagi sem felst í að skilgreina fyrirhugað framkvæmdasvæði sem iðnaðarsvæði. Mun framkvæmdin, eftir að aðalskipulagsbreytingin hefur tekið gildi, vera í samræmi við aðalskipulag Ölfuss 2002-2014. Framkvæmdin fellur undir lög nr. 57/1998 um rannsóknir og nýtingu á auðlindum í jörðu. Nýting auðlindarinnar fellur að mati framkvæmdaraðila ágætlega að markmiðum um sjálfbæra þróun.

**Tími og eðli áhrifa:** Framkvæmdin mun hafa í för með sér breytingu á auðlindinni sem kemur meðal annars fram í þrýstifalli, minni massaforða og varmalækkun. Samkvæmt fyrirbyggjandi upplýsingum og líkanreikningum eru þessar breytingar afturkræfar eftir að vinnsla jarðhita út kerfinu hefur verið stöðvuð. Þrýstingur og massaforði endurnýjast á álíka löngum tíma og vinnsla stóð yfir. Áhrif framkvæmdarinnar á jarðhitakerfið og forðafræðina eru til skamms tíma á tímatali jarðfræðinnar.

**Niðurstaða:** Talsverð óvissa ríkir um áhrif virkjunarinnar á auðlindina, bæði sökum skamms bor- og vinnslutíma á svæðinu sem og óvissu um hegðun auðlindarinnar sjálfrar. Út frá ofangreindu er það mat framkvæmdaraðila að áhrif framkvæmdarinnar á jarðhitageyminn séu **óveruleg** en jafnframt háð **óvissu**.

**Tafla 19.1. Samantekt á áhrifum framkvæmda á jarðhitakerfið og orkuforðann.**

Áhrif framkvæmda á jarðhitakerfið og orkuforðann	
Áhrif	Framkvæmdin kemur til með að hafa áhrif á þrýsting, massaforða og hita í jarðhitageyminum. Ef einhverjar breytingar koma fram á yfirborðsvirkni er það líklega til aukningar á virkni.
Mótvægisaðgerðir	Niðurrennsli skiljuvatns í jarðhitageyminn.
Niðurstaða	Óvissa/óveruleg áhrif



## 20. Vatnafar

Veigamikill þáttur í undirbúningi jarðvarmavirkjanna eru rannsóknir á grunnvatni, annars vegar vegna öflunar á neyslu- og kælivatni fyrir virkjun og hins vegar niðurrennsli affallsvatns frá virkjuninni. Á undirbúningstíma Hellsheiðarvirkjunar voru framkvæmdar ítarlegar rannsóknir á grunnvatnsrennsli Hengilsins og liggur nú fyrir vitneskja um grunnvatnsstrauma á rannsóknarsvæðum Orkuveitunnar á Hengilssvæðinu. Áætluð ferskvatnspörf fyrir virkjun í Hverahlíð er um 80 l/s.

Um fjöllum um vatnafar á jarðhitasvæðinu í Hverahlíð og nágrenni byggir á vinnu Verkfræðistofunnar Vatnaskila (Verkfræðistofan Vatnaskil, 2006, 2007a) og gögnum frá Orkuveitu Reykjavíkur vegna virkjana á Hengilssvæðinu.

### 20.1 Yfirborðsvatn

Ekkert yfirborðsvatn er á framkvæmdasvæðinu í Hverahlíð né í nánasta nágrenni við framkvæmdasvæðið.

### 20.2 Grunnvatnsstraumar á Hengilssvæðinu

Verkfræðistofan Vatnaskil hefur sameinað allar mælingar og rannsóknir á grunnvatnsstraumum á höfuðborgar- og Hengilssvæðinu í eitt líkan. Líkanið byggir á veðurfarsmælingum (úrkomu, hitamælingum, snjósófnun, uppgufun), rennslismælingum í ám og lækjum, vatnsborðsmælingum í vatnskönnunarholum og jarðfræðilegum þáttum (berggerðum, sprungum, poruhluta, vatnsleiðni, jarðhitamyndunum) og spanna sumar þessara mælinga yfir meir en 30 ára tímabil (VGK hf., 2003).

Mynd 20.1 sýnir grunnvatnsstraumana og grunnvatnsskil á Hengilssvæðinu skv. grunnvatnslíkani Verkfræðistofunnar Vatnaskila fyrir árið 2005 (Verkfræðistofan Vatnaskil, 2006). Vatnaskil fjögurra grunnvatnsstrauma liggja um Hengilssvæðið. Elliðavatnsstraumur rennur til vesturs, Þingvallavatnsstraumur til norðurs, Selvogsstraumur til suðurs og Ölfusstraumur til suðausturs. Tafla 20.1 sýnir reiknað grunnvatnsrennsli stramanna. Til samanburðar er rennsli í Elliðaánum um 5 m<sup>3</sup>/s að meðaltali (Verkfræðistofan Vatnaskil, 2007d).

**Tafla 20.1 Reiknað grunnvatnsrennsli skv. endurskoðuðu grunnvatnslíkani árið 2005.**

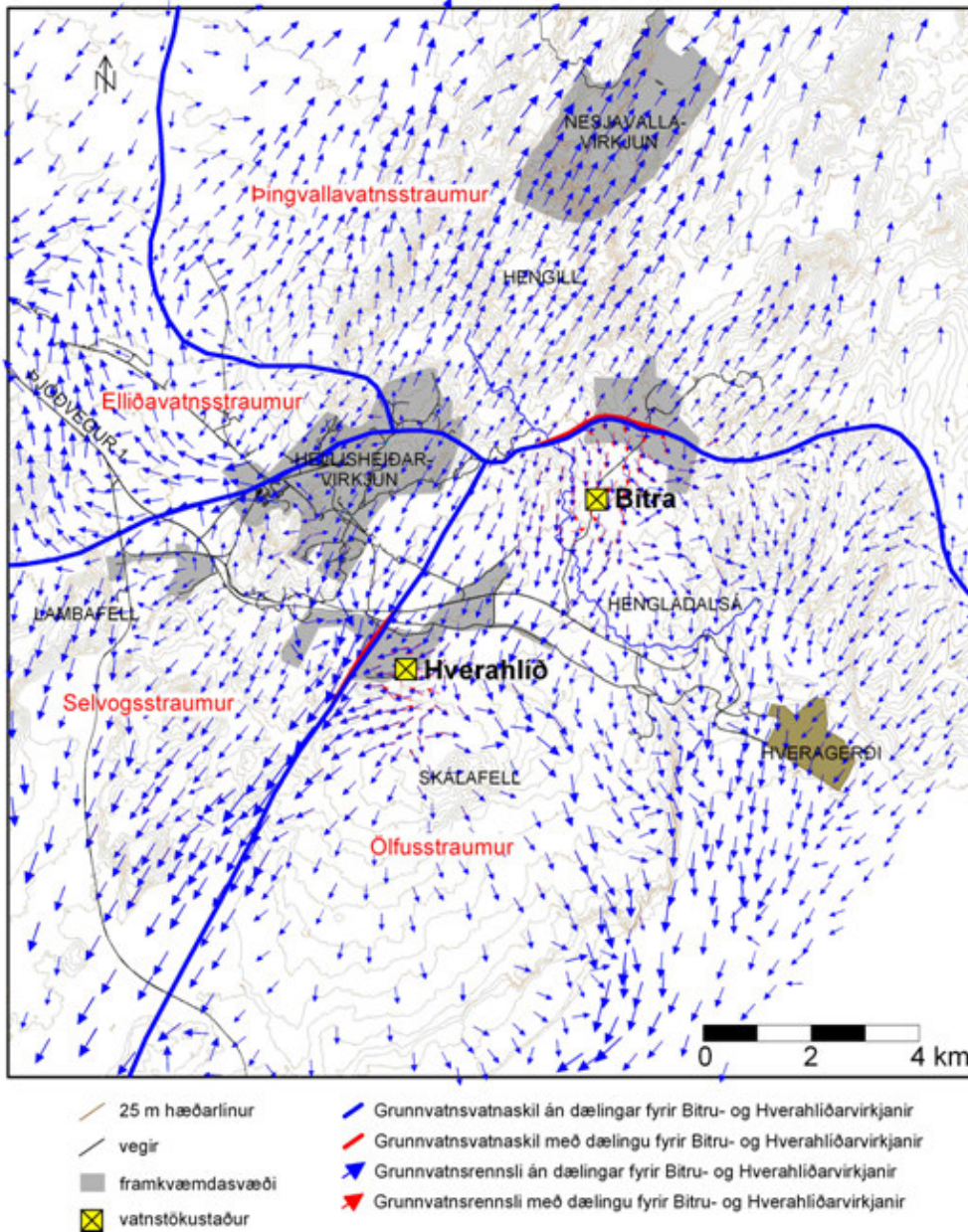
Straumur	Rennsli
Selvogsstraumur	23 m <sup>3</sup> /s
Þingvallavatnsstraumur	14 m <sup>3</sup> /s
Ölfusstraumur	3 m <sup>3</sup> /s
Elliðavatnsstraumur	8 m <sup>3</sup> /s

#### 20.2.1 Grunnvatnsstraumar í Hverahlíð

Um framkvæmdasvæði Hverahlíðarvirkjunar liggja vatnaskil Selvogs- og Ölfusstraums. Vestur hluti framkvæmdasvæðisins er innan þess svæðis þar sem grunnvatnsstraumar liggja til suðursvesturs í Selvogsstrauminn og austurhluti svæðisins er á því svæði þar sem grunnvatnsstraumar liggja til suðausturs í Ölfusstrauminn (Mynd 20.1). Grunnvatnskerfi í Hverahlíð er að finna á u.þ.b. 100 m dýpi. Neðar í berggrunninum hitnar bergið og ummyndun eykst. Þarna er bergið þétt og samgangur jarðhitakerfis og grunnvatns lítill (Grímur Björnsson, 2007).

Afla þarf ferskvatns bæði fyrir boranir og virkjunina sjálfa. Boraðar hafa verið tvær vatnsholur vegna rannsóknaborana í Hverahlíð við borteig B4 og er afkastageta þeirra um 100 l/s (kort 1). Áformað eru að nýta þessar holur áfram í tengslum við boranir á nálægum svæðum og leiða vatnið að

borteignum um vatnslagnir ofanjarðar. Vatnsholurnar tvær í Hverahlíð verða notaðar til ferskvatnsöflunar fyrir virkjunina sjálfa. Vatninu verður dælt um ferskvatnsæð í vatnsgeymi á byggingareit stöðvarhúss. Áætluð vatnspörf fyrir hverja vélasamstæðu virkjunarinnar í rekstri er um 40 l/s eða um 80 l/s fyrir fullbyggða virkjun.



Mynd 20.1 Reiknað grunnvatnsrennsli á Hengilssvæðinu. Stærð örva er í samræmi við rennsli (Verkfræðistofan Vatnaskil, 2007a).

### 20.3 Verndarsvæði

Samkvæmt aðalskipulagi Ölfuss 2002-2014 nær vatnsvernd yfir stóran hluta sveitarfélagsins. Umrætt virkjunarsvæði er á landsvæði sem er flokkað sem vatnsverndarsvæði III, eða fjarsvæði



vatnsbóla, en niðurrennsliðsvæði virkjunarinnar er á svæði sem flokkað er sem vatnsverndarsvæði II, eða grannsvæði vatnsbóla. Í gr. 13.1 um í reglugerð nr. 533/2001 segir:

### **II. Flokkur. Grannsvæði**

*Utan við brunnsvæðið skal ákvarða grannsvæði vatnsbólsins og við ákvörðun stærðar þess og lögunar skal taka tillit til jarðvegsþekju svæðisins og grunnvatnsstrauma sem stefna að vatnsbólínu. Á þessu svæði skal banna notkun á hættulegum efnum og birgðageymslu slíkra efna. Hér er m.a. átt við olíu, bensín og skyld efni, salt, eiturefni til útrýmingar á skordýrum eða gróðri og önnur efni sem mengað geta grunnvatn, auk efna sem sérstaklega eru tilgreind í reglugerð um neysluvatn. Ekki skal leyfa nýjar byggingar, sumarbústaði eða þess háttar á svæðinu. Vegalagnir, áburðarnotkun og önnur starfsemi innan svæðisins skal vera undir ströngu eftirliti.*

### **III. Flokkur. Fjarsvæði**

*Fjarsvæði er á vatnasvæði vatnsbólsins en liggur utan þess lands sem telst til I. og II. flokks verndarsvæðanna. Þar sem vitað er um sprungur eða misgengi á þessu svæði, skal fyllstu varúðar gætt í meðferð efna, sem talin eru upp í II. flokki. Stærri geymslur fyrir slík efni eru bannaðar á svæðinu. Heilbrigðisnefnd getur gefið út frekari fyrirmæli varðandi umferð á þessu svæði, svo og um byggingu sumarhúsa og annarra mannvirkja.*

#### 20.3.1 Breyting á vatnsvernd

Í kafla 7.1.1 eru kynntar væntanlega breytingar á aðalskipulagi Ölfuss 2002-2014 þar á meðal breyting á vatnsverndarsvæðum. Ölfus hefur heimilað Orkuveitu Reykjavíkur að reisa jarðvarmavirkjun við Hverahlíð og hyggst því aflétta vatnsvernd af svæðinu. Í umhverfisskýrslu sem mun fylgja með breyttu aðalskipulagi er gerð grein fyrir forsendum sem liggja til grundvallar þess að vatnsvernd verður aflétt á framkvæmdasvæðinu.

#### 20.4 Áhrif á vatnafar

Hugsanlega áhrif á vatnafar tengd virkjun á jarðhita væri of mikil upptaka úr grunnvatnskerfum svæðisins eða efnamengun sem bærir í grunnvatnsstraumana með affallsvatni. Losun skiljuvatns á yfirborði er talin óæskileg sökum hugsanlegra áhrifa á vatnsból og lífríki. Losun skiljuvatns niður í jarðhitakerfið hefur ekki áhrif á grunnvatnsstrauma.

##### 20.4.1 Áhrif vatnstöku

Verkfræðistofan Vatnaskil hefur reiknað áhrif ferskvatnstöku á grunnvatnsstrauma á svæðinu. Mynd 20.3 sýnir grunnvatnsrennsli og vatnaskil milli grunnvatnssvæða með (rauð) og án (blá) vatnstöku fyrir Hverahlíðarvirkjun. Áhrif ferskvatnstökunnar á grunnvatnsrennsli á svæðinu eru talin vera óveruleg (Verkfræðistofan Vatnaskil, 2007a).

##### 20.4.2 Áhrif afrennslis vegna borana og blástursprófana

Rennsli skol- og jarðhitavökva frá borun og blásturspröfun háhitaholna getur numið allt að 35-50 l/s (kafla 12.2.1 um blásturspröfanir). Affallsvatnið verður leitt til niðurrennsli í sprungu eða grunnrar svelgholu við jaðar borteiga. Með þessari framkvæmd má komast hjá því að jarðhitavökvinn myndi útfellingar á yfirborði eða spilli viðkvæmum gróðri og þar með minnka og/eða jafnvel koma í veg fyrir áhrif affallsvatns frá borun og blásturspröfun á umhverfið kringum borteigana. Byggt á reynslu af niðurrennsli affallsvatns frá Hellisheiðavirkjun verður hafist handa við að bora holur fyrir niðurrennsli samtímis og jarðhitaboranir hefjast fyrir Hverahlíðarvirkjun. Með þessu verklagi er tryggt að niðurrennslisholur séu staðsettar á þann hátt að þær þjóni tilgangi sínum strax frá upphafi.

Losun jarðhitavats í svelgholur getur leitt til staðbundinnar hækkunar á hita og efnainnihaldi grunnvatns næst losunarstað. Hér er aðeins um tímabundið ástand að ræða, 3-6 mánuðir eftir lengd blástursprófana, og er aðeins gert ráð fyrir að fáar holur verði í blásturspröfunum samtímis. Losun affallsvats af þessari stærðargráðu er ekki talin valda varanlegum áhrifum á grunnvatnskerfi Selvogs- og Ölfusstraums og eru áhrif á efri grunnvatnslög því talin óveruleg.

#### Áhrif á nálæg vatnsból

Vegna umsagna og athugasemda sem bárust við frummatsskýrslur Hverahlíðarvirkjunar og Bitruvirkjunar var þynning frárennslisvatns, frá borun og blásturspröfun sem leitt er í sprungur eða grunnar svelgholur í nágrenni við borteiga, reiknuð út. Þessir útreikningar eru nýttir til að meta áhrif þessara aðgerða á vatnsból Hveragerðisbæjar. Niðurstöður eru byggðar á útreikningum Verkfræðistofunnar Vatnaskila (2007e).

Útreikningar byggja á verstu mögulegu aðstæðum. Þá er gert ráð fyrir að borholur á 4 borteigum á Bitru og 3 í Hverahlíð séu í blæstri samtímis í samfleytt 9 mánuði. Reiknað er með að rennsli frá hverri borholu sé 50 l/s. Útreikningar sýna að við 20 falda þynningu á vökvanum er styrkur allra efna kominn niður fyrir neysluvatnsmörk. Mynd 20.2 sýnir útreiknað ástand 3 árum frá upphafi framkvæmda m.v. að niðurrennsli í svelgi hafi staðið yfir í 9 mánuði. Líkt og myndin ber með sér er styrkur megin- og snefilefna komin niður fyrir neysluvatnsmörk í talsverðri fjarlægð frá vatnsbóli Hveragerðisbæjar (blár þríhyrningur á myndinni). Jarðvarmavirkjanir á Bitru og í Hverahlíð munu því ekki rýra vatnsgæði í vatnsbóli Hveragerðisbæjar né annarra sveitarfélaga.

#### 20.4.3 Áhrif niðurrennslis

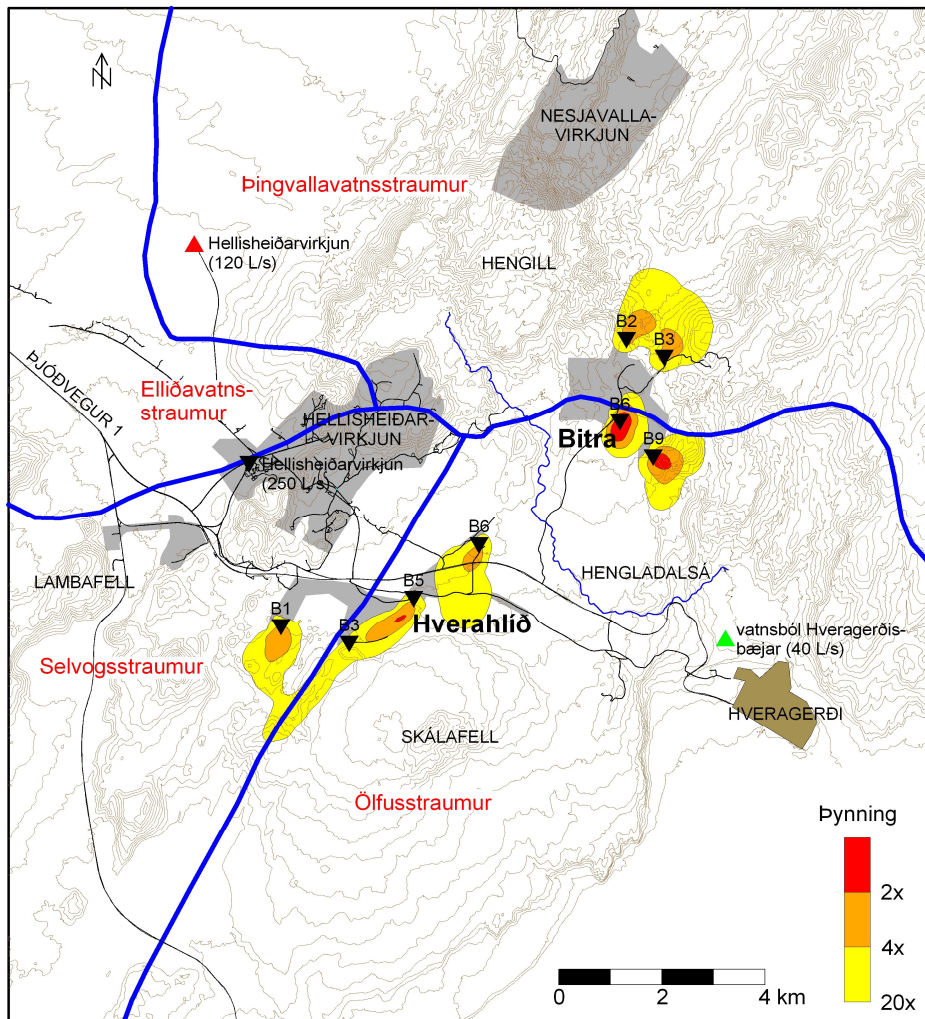
Við virkjun jarðhita skapast þörf fyrir losun á skilju-, þétti- og ferskvatns. Skiljuvatnið verður sett í 1.000-1.200 m djúpar niðurrennslisholur (kafli 12.8.2), en þétti- og ferskvatn verður sett í grunnar svelgholur á byggingareit stöðvarhúss. Gert er ráð fyrir að skiljuvatninu verði skilað niður í jarðhitageyminn allt frá upphafi rekstrar virkjunarinnar. Til viðmiðunar eru gefin upp gildi fyrir niðurrennsli skiljuvatns fyrir virkjunina. Enn ríkir töluverð óvissa um þessa þætti sökum stuttrar bor- og vinnslusögu á svæðinu. Áætlað magn skiljuvatns í niðurrennslisveitu er á bilinu 150 – 550 kg/s, þéttivatns 50-80 kg/s og ferskvatns 80 kg/s.

Affallsvatn frá Hverahlíðarvirkjun verður losað í niðurrennslisholur niður í Bitrusprunguna sem staðsett er austan við framkvæmdasvæðið (sjá kafla 12.8 og kort 1). Holur verða fódraðar niður fyrir grunnvatnskerfið. Hætta á að affallsvatn berist í kalda grunnvatnsstrauma er því talin óveruleg.

Á rekstartíma virkjunarinnar er gert ráð fyrir því að þétti- og ferskvatn fari í grunnar svelgholur á byggingareit stöðvarhúss. Í kjölfar umsagna og athugasemda við frummatsskýrslur Hverahlíðarvirkjunar og Bitruvirkjunar hafa áhrif niðurrennslis þétti- og ferskvatns frá Hellisheiðarvirkjun, Hverahlíðarvirkjun og Bitruvirkjun á grunnvatnsstraumana verið reiknuð. Niðurstöður eru byggðar á útreikningum Verkfræðistofunnar Vatnaskila (2007e).

Mynd 20.3 sýnir að niðurrennsli þétti- og ferskvatns frá fyrrnefndum þrem virkjunum mun hafa óveruleg áhrif á grunnvatnsstrauma og grunnvatnsvatnaskil á Hengilssvæðinu. Niðurstaðan er að breyting á grunnvatnsvatnaskilum vegna dælingar á rekstartíma (rauðar línur á Mynd 20.3) víkur lítið frá núverandi grunnvatnsvatnaskilum (bláar línur á Mynd 20.3).

Hámarksstærð áhrifasvæðis vegna niðurdælingar á 9. mánaða framkvæmdatíma Bitru- og Hverahlíðarvirkjunar

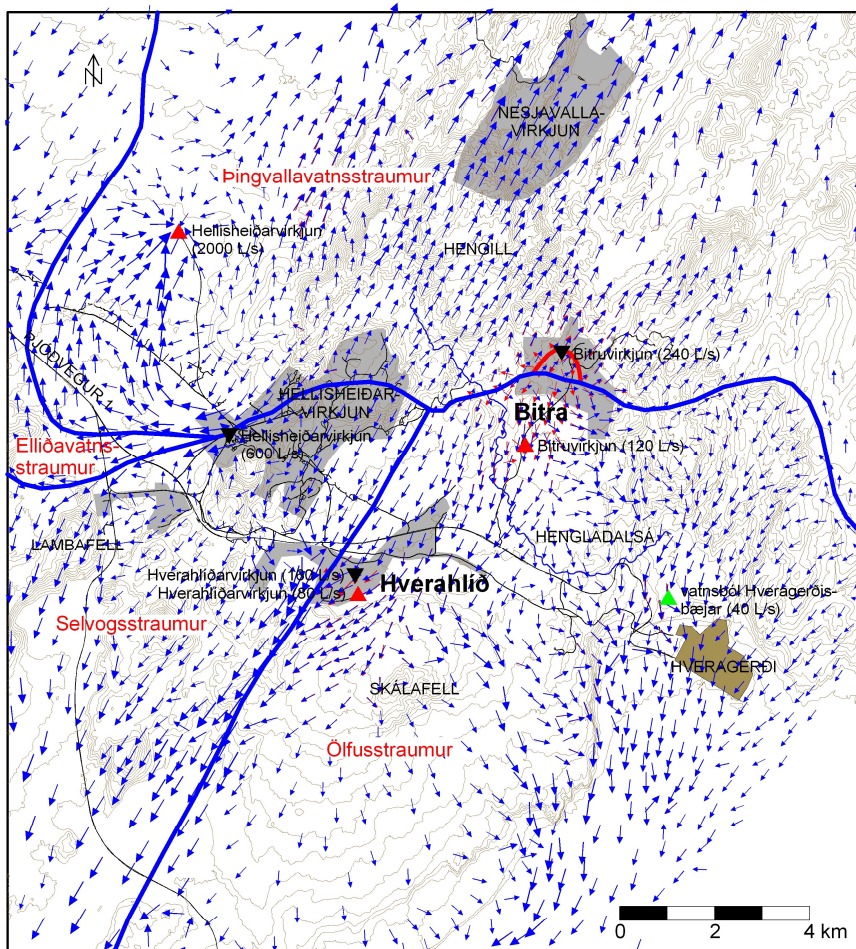












-  25 m hæðarlínur
-  Núverandi grunnvatnsvatnaskil
-  Vegir
-  vatnsból virkjana
-  Framkvæmdasvæði
-  vatnsból Hveragerðisbæjar
-  Affall í svelgholur

20x : Tuttuguföld þynning miðað við styrk á niðurdælingarstað (í svelgjum)

Mynd 20.2 Þynning á efnainnihaldi jarðhitavökva sem settur er í sprungur eða grunnar svelgholur við borteiga á framkvæmdatíma. Myndin sýnir ástandið 3 árum frá upphafi framkvæmda, m.v. að niðurrennsli í svelgi hafi staðið yfir í 9 mánuði (Verkfræðistofan Vatnaskil, 2007e).

Breytingar á grunnvatnsvatnaskilum vegna dælingar á rekstartíma Bitru- og Hverahlíðarvirkjunar



-  25 m hæðarlínur
-  Vegir
-  Framkvæmdasvæði
-  vatnsból virkjana
-  vatnsból Hveragerðisbæjar
-  Affall í sveigholur
-  Grunnvatnsvatnaskil án dælingar fyrir Bitru- og Hverahlíðarvirkjanir
-  Grunnvatnsvatnaskil með dælingu fyrir Bitru- og Hverahlíðarvirkjanir
-  Grunnvatnsrennsli án dælingar fyrir Bitru- og Hverahlíðarvirkjanir
-  Grunnvatnsrennsli með dælingu fyrir Bitru- og Hverahlíðarvirkjanir

Mynd 20.3 Reiknað grunnvatnsrennsli á Hengilssvæðinu, með og án uppþælingar og niðurdælingar. Myndin sýnir breytingu á grunnvatnsvatnaskilum á rekstartíma (rauð lína).

20.4.4 Efnainnihald affallsvatns

Styrkur meginefna í skilju- og þéttvatni er reiknaður út frá þekktri efnasamsetningu vatns frá holu HE-21 í Hverahlíð. Tölverð óvissa ríkir þó enn sökum stuttra bor- og vinnslusögu. Tafla 20.2 sýnir styrk efna í skiljuvatninu borinn saman við neysluvatnsmörk skv. reglugerð nr. 536/2001 um

neysluvatn. Efni í þéttivatni reyndust ekki yfir viðmiðunarmörkum fyrir neysluvatn og er því ekki getið í töflunni.

**Tafla 20.2. Efna og eðlisfræðilegir þættir meginefna skiljuvatns í holu HE-21 og samanburður við neysluvatnsmörk.**

Efni	Meðalstyrkur [mg/kg]	Neysluvatnsmörk [mg/kg]
Ál, Al	1,2	0,2
Brennisteinsvetni, H <sub>2</sub> S	5,6	Engin
Járn, Fe	0,07	0,2
Kalíum, K <sup>+</sup>	62,6	Engin
Kalsíum, Ca <sup>+2</sup>	0,6	Engin
Karbónat, CO <sub>2</sub>	20,3	Engin
Kísill, SiO <sub>2</sub>	992,2	Engin
Klóríð, Cl <sup>-</sup>	429,5	250
Magnesíum, Mg <sup>+2</sup>	0,02	Engin
Natríum, Na <sup>+</sup>	264,9	200
Súlfat, SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	6,2	250
Sýrustig, pH	8,26	6,5-9,5

Samanburður við leyfilegan hámarksstyrk í neysluvatni sýnir að styrkur áls (Al), klóríðs (Cl<sup>-</sup>) og natríum (Na<sup>+</sup>) er yfir neysluvatnsmörkum (Tafla 20.2).

Ekki liggja fyrir efnagreiningar á snefilefnum í affallsvatni í Hverahlíð. Líklega er þó að styrkur þessara efna sé svipaður og annarsstaðar á Hengilssvæðinu. Í matsskýrslu vegna stækkunar á Hellisheiðarvirkjun var greint frá því að styrkur arsens (As) í affallsvatninu væri yfir leyfilegum hámarksstyrk fyrir neysluvatn. Gert er ráð fyrir að svo sé einnig í affallsvatni frá Hverahlíðarvirkjun.

Grunnvatnskerfi í Hverahlíð er að finna á u.þ.b. 100 m dýpi. Boranir hafa sýnt að neðar í berggrunninum þar sem bergið er heitara er ummyndun meiri. Þétt berglög skilja því að kalda grunnvatnskerfið og náttúrulegt afrennsli frá jarðhitasvæðinu og samgangur þar á milli lítill (Grímur Björnsson, 2007). Með því að fódra niðurrennslisholur niður í þétt jarðlög má tryggja að affallsvatn berist ekki í grunnvatnstraumana. Að framangreindu er því ekki talin hættu á að affallsvatn berist í grunnvatn. Áhrif megin- og snefilefna á grunnvatn eru því talin óveruleg.

## 20.5 Mótþægisaðgerðir

- Vatnsverndarsvæði umhverfis fyrirhugað vatnsból í Hverahlíð verður afmarkað.
- Affallsvatn frá borun og blástursprófun verður leitt til niðurrennslis í sprungu eða grunnar svelgholur við jaðar borteiga. Með þessari aðgerð má koma í veg fyrir að jarðhitavökvi myndi útfellingar á yfirborði eða spilli viðkvæmum gróðri á svæðinu.
- Losun skiljuvatns á yfirborði er talin óæskileg sökum hugsanlegra áhrifa á grunnvatn og lífríki. Til að mæta þessu er áformað að koma affallsvatninu niður í jarðhitageyminn á ný. Aðgerðin er jafnframt talin hjálpa til við að halda uppi þrýstingi í jarðhitakerfinu, kafli 19.8.

## 20.6 Eftirlit og vöktun

Áhrif vatnstökunnar eru vöktuð með mælingum á vatnsborði og vinnslu sem notaðar eru í grunnvatnslíkani Verkfræðistofunnar Vatnaskila. Það er endurskoðað árlega og byggir þá á bestu fáanlegu upplýsingum. Vatnsborð er mælt á u.þ.b. mánaðarfresti í völdum vatnskönnunarholum á svæðinu og er búið að koma á fót sínmælingum í nokkrum holum.

Tekin eru grunnvatnssýni til efnagreiningar og niðurstöður bornar saman við neysluvatnsmörk. Með þessum efnagreiningum má fylgjast með hvort einhverjar breytingar verði á efnasamsetningu vatnsins en reynslan hefur sýnt að ef vart verður við slíkar breytingar, gerast þær tiltölulega hægt. Komi í ljós breytingar tekur við greining á orsökinni. Viðbrögð færu svo eftir því hver talin væri ástæðan fyrir áhrifunum. Ef rekja má breytingar til niðurrennsliis væri líklegt orsök skemmd í fódriingu holnanna, við slíkar aðstæður yrði fódriung lagfærð eða ný hola boruð.

## 20.7 Umsagnir og athugasemdir um vatnafar

### 20.7.1 Umsögn Orkustofnunar

*En jafnframt þarf að hafa í huga, að skv. framlögðum gögnum yrði ferskvatninu skilað aftur í grunnar svelgholur innan sama grunnvatnsvatnasviðs ásamt því þéttivatni sem til fellur, og gæti þéttivatnið numið frá tveim þriðju og allt að jafn miklu magni og ferskvatnið. Hér er því um heildaráhrif á grunnvatn til aukningar að ræða sem eru allt að því jafn mikil, en í öfuga átt, við það sem úttekt er gerð á framlögðum gögnum málsins. Orkustofnun kallaði eftir nánari yfirferð um forsendur grunnvatnslíkansins á fyrirhugðu vatnstökusvæði og þar með um óvissu þeirra reikninga sem liggja þessu mati til grundvallar, svo og um mögulega reikninga á áhrifum losunar til grunnvatns í stað vatnstöku. Á fundi með sérfræðingum Verkfræðistofunnar Vatnaskila 7. nóvember sl. var farið yfir forsendur reikninga og niðurstöður líkansins, og er það álit Orkustofnunar að honum loknum, og eftir að hafa athugað gögn málsins, að samanlögð áhrif af ferskvatnstöku ásamt losun ferskvatns og þéttvatns á grunnvatnsvatnaskil og grunnvatnsrennsli verði ekki veruleg. Engin úttekt hefur hins vegar verið gerð á mögulegum áhrifum losunarinnar á hitastig grunnvatns sem þó gæti verið ástæða til.*

**Svar:** Í kafla 20.4.3 hefur verið bætt við umfjöllun um áhrif niðurrennsliis þétti- og ferskvatns í grunnvatnsstraumana (Mynd 20.3). Niðurstaða útreikninga benda til þess að áhrif niðurrennsliis þétti- og ferskvatns hafi óveruleg áhrif á vatnaskil grunnvatns á Hengilssvæðinu.

Vegna þynningar, sbr. mynd 20.2, og náttúrulegrar kælingar mun ekki gæta hitaáhrifa í grunnvatni.

### 20.7.2 Umsögn Umhverfisstofnunar

*Umhverfisstofnun hefur í fyrri umsögnum um niðurrennslisholur við Hellisheiðavirkjun ekki gert athugasemdir við losun affallsvatns á þennan hátt. Stofnunin telur að við Hverahlíð verði að tryggja að rekstur virkjunar hefjist ekki fyrr en tryggt verði að losun affallsvatns verði eingöngu í skilgreindar niðurrennslisholur eins og þessu ferli hefur verið lýst í frummatsskýrslu.*

**Svar:** Líkt og greint er frá í kafla 20.4.2 verður hafist handa við að bora holur fyrir niðurrennsli samtímis og jarðhitaboranir hefjast fyrir Hverahlíðavirkjun. Með þessu verklagi er tryggt að niðurrennslisholur séu staðsettar á þann hátt að þær þjóni tilgangi sínum strax frá upphafi.

### 20.7.3 Athugasemd Náttúruverndarsamtaka Suðurlands

*Verði af fyrirhuguðum framkvæmdum er nauðsynlegt að tryggt sé að allt losunar- og affallsvatn valdi ekki tjóni á yfirborðsvatni né grunnvatni og jafnframt verði tryggt að affallsvatn frá virkjunarrekstri verði einungis losað um fódraðar djúpholur neðan grunnvatnsstrauma.*

**Svar:** Framkvæmdaraðili mun tryggja að affallsvatn frá virkjuninni muni ekki hafa áhrif á grunn- og yfirborðsvatn með aðgerðum sem lýst er í kafla 20.4.2.

#### 20.7.4 Athugasemd Náttúruvaktarinnar

*Fyrirhugað framkvæmdasvæði innan fjarsvæðis vatnsverndar.*

*Við virkjun jarðhita skapast þörf fyrir losun skiljuvatns sem áformað er að dæla niður í 1.000 - 1.200 m djúpar niðurrennslisholur. Gert er ráð fyrir einni niðurrennslisholu fyrir hverja tvær vinnsluholur. Niðurdælingarholur verða að vera nógu djúpar svo að áhrifa gæti ekki á ferskvatn. Mikillar aðgátar er þörf þar sem að gríðarlegir grunnvatnsstraumar liggja niður á láglendið og spretta upp sem lindir á mikilvægum votlendissvæðum, auk þess sem miklir hagsmunir eru fylgnir í að vernda grunnvatnið sem neysluvatn. Þekkt er að frá jarðhitavirkjunum hafi orðið mengun af völdum þungmálma í í vatni í nágrenni og er það alvarlegt mál. Áhrif á grunnvatnsstrauma eru að mati framkvæmdaraðila óveruleg. Á það verður ekki fallist án frekari rannsókna og því er kraftist að mun ítarlegri rannsóknir á grunnvatnsstraumum fari fram áður en niðurdæling verður heimiluð, hvort sem er í sprungur eða um borholur. Þá ber þess að gæta að niðurdæling hefur enn ekki skilað tilætluðum árangri sem eykur enn á hættu á mengun vegna affallsvatns.*

**Svar:** Við dælingu lækkar vatnsborð og grunnvatn á greiða leið inn í borholurnar. Á háhitasvæðum eru borholur aftur á móti fóðraðar niður á 700-1.000 m dýpi eða niður á það dýpi þar sem öruggt er að komið er í jarðhitakerfið. Því er ekki talin hættu á að í borholum blandist saman jarðhitavatn og grunnvatn. Sama á við um niðurrennslisholur. Þær eru fóðraðar niður fyrir grunnvatnsstrauma niður í jarðhitageyminn á ný. Vatn frá virkjuninni á því ekki að hafa nein áhrif á grunnvatn eða vatnasvið Þingvallavatns. Framkvæmdaraðili telur að nægar rannsóknir hafi farið fram til þess að geta metið áhrif niðurrennsli á vatnsgæði. Sjá einnig niðurstöður útreikninga Verkfræðistofunnar Vatnaskil (2007e) í köflum 20.4.2 og 20.4.3.

#### 20.7.5 Athugasemd Veiðimálastofnunar

*Áhrif á Hengladalsá*

*Í kafla 20.1 á bls. 67 segir: „Ekkert yfirborðsvatn er á framkvæmdasvæðinu í Hverahlíð né í nánasta nágrenni við framkvæmdasvæðið.“ Á það skal bent að borteigur nr. 6, merktur B6 er í nokkur hundruð metra fjarlægð frá bökkum Hengladalsár. Í frummatsskýrslunni er ekki gerð grein fyrir hvað gert verði við afrennsli- eða affallsvatn frá þessum teig, en hann er sá eini sem gert er ráð fyrir norðan þjóðvegarsins yfir Hellisheiði.*

**Svar:** Stysta fjarlægð borteigs 6 (B6) er í um 1.100 m fjarlægð frá Hengladalsá. Orkuveitan telur að áhrifasvæði framkvæmdar við borteiginn nái ekki til Hengladalsár, þar sem aðgerðir Orkuveitunnar munu tryggja að affallsvatn frá virkjuninni muni ekki hafa áhrif á grunn- og yfirborðsvatn með aðgerðum sem lýst er í kafla 20.4.

#### 20.8 Niðurstæða

**Einkenni:** Ekkert yfirborðsvatn er á eða við framkvæmdasvæði Hverahlíðarvirkjunar. Grunnvatnsholur í Hverahlíð gefa neyslughæft vatn á um 100 m u.s.

**Umfang:** Á framkvæmdatíma verður affallsvatn frá borun og blástursprófunum leitt til niðurrennsli í sprungu eða grunnrar svelgholu við jaðar borteiga. Svelgholur eru ekki það djúpar að þær leiði vatnið niður fyrir grunnvatnsrennsli. Sá möguleiki er því fyrir hendi að blástursvatnið valdi tímabundnum áhrifum á hita og efnainnihald grunnvatnsstrauma í nánasta nágrenni við holurnar. Mikið vatnsmagn grunnvatnsstraumanna gerir það að verkun að þynning verður mikil og áhrifin því talin óveruleg.

Niðurrenslissvæði fyrir Hverahlíðarvirkjun mun liggja við gamla þjóðveginn (kort 1). Um þetta svæði liggur Bitrusprungan, sem stefnt er á að nota til niðurrenslis. Holurnar verða djúpar (1.000-1.200 m) og fódraðar niður fyrir grunnvatnsstrauma. Gæði grunnvatns í Selvogsstraumi og Ölfusstraumi ættu því að haldast óbreytt. Áhrif á grunnvatnsstrauma eru að mati framkvæmdaraðila óveruleg.

**Verndargildi:** Framkvæmdasvæði virkjunarinnar er á svæði sem flokkað er sem fjarsvæði vatnsverndar á aðalskipulagi Ölfuss. Niðurrenslis virkjunarinnar er á svæði sem flokkað er sem grannsvæði vatnsverndar.

**Lög, reglur og áætlanir:** Framkvæmdasvæðið er á svæði sem skilgreint er sem vatnsverndarsvæði III, eða fjarsvæði vatnsbóla á gildandi aðalskipulagi Ölfuss 2002-2014 og niðurrenslissvæði er á svæði sem skilgreint er sem vatnsverndarsvæði II, eða grannsvæði vatnsverndar. Unnið er að breytingum á aðalskipulagi og verður framkvæmdin í samræmi við það eftir að breytingarnar taka gildi.

Um gæði neysluvatns gildir reglugerð nr. 536/2001. Samkvæmt fyrirbyggjandi gögnum er tryggt að framkvæmdin valdi ekki mengun í vatnsbólum Ölfuss.

Í stefnumörkun umhverfisráðherra um sjálfbæra þróun í íslensku samfélagi til 2020 er fjallað um mikilvægi þess að komandi kynslóðir hafi aðgang að hreinu og heilnæmu ferskvatni og að allt neysluvatn á Íslandi standist heilbrigðiskröfur.

**Tími og eðli áhrifa:** Áhrif á grunnvatnsstrauma eru að mati framkvæmdaraðila tímabundin á framkvæmdatíma virkjunarinnar og afturkræf að fullu.

**Niðurstaða:** Að mati framkvæmdaraðila eru áhrif á vatnafar **óveruleg**.

**Tafla 20.3 Samantekt á áhrifum framkvæmda á vatnafar**

Áhrif framkvæmda á vatnafar	
Áhrif	Grunnvatn: Skól- og jarðhitavökvi frá borun og blástursprófunum getur valdið tímabundnum áhrifum á grunnvatnsstrauma í nánasta nágrenni við sprungur eða svelgholur.
Mótvægisáðgerðir	Afmörkun vatnsverndarsvæðis umhverfis fyrirhugað vatnsból. Niðurrenslis affallsvatns frá borun og blásturprófunum í sprungur eða grannar svelgholur. Niðurrenslis affallsvatns niður í djúpar niðurrenslis holur (1.000 – 1.200 m ).
Niðurstaða	Óveruleg áhrif



## 21. Jarðfræði og jarðmyndanir

### 21.1 Inngangur

Eftirfarandi kafli fjallar um jarðfræði fyrirhugaðs framkvæmdasvæðis Hverahlíðarvirkjunar og nágrenni þess og þau áhrif sem framkvæmdin kann að hafa á jarðmyndanir á svæðinu. Kafllinn er byggður á skýrslu Kristjáns Sæmundssonar (2007) sérfræðings hjá ÍSOR sem rannsakað hefur svæðið síðustu áratugi og fenginn var til að meta áhrif fyrirhugaðra framkvæmda við Hverahlíðarvirkjun á jarðmyndanir. Aðferðir við mat á verndargildi jarðmyndana eru byggðar á greinargerð Helga Torfasonar og Ingvars Atla Sigurðssonar (2002) um verndun jarðminja á Íslandi – Tillögur vegna náttúruverndaráætlunar 2002. Einnig er mat á verndargildi jarðmyndana byggt á frumvarpi til náttúruverndarlaga nr. 44/1999 sem lagt var fyrir á 123. löggjafarþingi 1998-1999 (Alþingi 1998).

### 21.2 Jarðfræðilegar aðstæður

**Hverahlíð** sem virkjunin er kennd við er 50-60 m hár grágrýtisstallur (kort 7). Í stallinum miðjum er lítið hverasvæði með gufu-, leir og brennisteinshverum. Stallurinn myndaðist þar sem dyngjuhraun hlóðst upp í lóni sem það bræddi í jökulinn seint á síðasta jökulskeiði sem lauk fyrir rúmum 11.000 árum. Stallinn má rekja umhverfis **Skálafellsdyngju** að norðan og norðvestan, en austar hverfur hann og hraunið hefur þar runnið fram af fjallinu í sjó. Jökulþykktin hefur því verið innan við 100 m þegar dyngjan myndaðist. Hliðstæður þar sem dyngjuhraun runnu fram úr þunnum jökli eru í lágum stöpum svo sem Bitru (kort 8) og Hestfjalli í Grímsnesi. Gígur dyngjunnar er í Trölladal tæpum 2 km sunnan við hverina í Hverahlíð.

Hverahlíð er skammt utan við austurjaðar aðalsigspildu Hengilskerfisins með gosrein þar sem þrívegis hefur gosið eftir ísöld. Landhæð á Hverahlíðarsvæðinu er 300-360 m.

**Lakahnúkar** eru bólstrabergsmyndun sem nær yfir 2 km breiða spildu í miðri sigdældinni (kort 7). Þeir mynduðust í þykkum jökli, líklega á síðasta jökulskeiði sem hófst fyrir um 110.000 árum. Hnúkarnir eru gegnskornir af fjölda misgengja en skriðurunnir sem dæmigert er fyrir bólstraberg. Eitthvað yngri er nafnlaus bólstrabergshryggur nærri vesturjaðri sigdældarinnar, norðaustan við Stórameitil.

Norðan við Hverahlíð eru **Hellisheiðarhraunin**. Þau eru upprunnin í gossprungum vestarlega í sigdældinni. Elsta hraunið er um 10.000 ára og er stór samfelld spilda af því á milli Hverahlíðar og Þjóðveggarins (kort 7). Þar norðan við tekur við yngsta Hellisheiðarhraunið, það er um 2.000 ára (kort 8).

**Lakakrókur** heitir sunnan við NV-hornið á Hverahlíð, smádalverpi með hraun í botni í aðhaldi milli hnúkanna að vestan og Skálafellsdyngjunnar að austan (kort 7). Krókurinn er þannig til kominn að hrauntota (Hverahlíðarhorn) hefur teygst fram úr aðalhraunbrúninni, líklega í farveg bræðsluvatns sem leitað hefur vestur.

Einu hverirnir á þessu svæði eru í Hverahlíð. Þar eru aðallega gufuhverir og leirhverir auk brennisteinshvera ofarlega í hitaskellunni (kort 7). Hverirnir ná yfir um 300 m kafla á misgengissprungu sem liggur skáhallt upp hlíðina með NA-SV-stefnu. Köld ummyndun teygist frá hverunum til NA og SV, þannig að hitarákin öll er um 400 m löng. Framburður frá hverasvæðinu hefur borist út á hraunið neðan undir, og þar er allbreiður grasi gróinn fláki. Önnur merki um jarðhita í nágrenninu eru kaldar skellur nyrst í Lakahnúkum og bólstrabergskambinum vestan þeirra sem og leirskellur við gígaraðirnar þar á milli. Hverahlíð með Skálafellsdyngju og hraunspilda elsta hraunsins eru rétt austan við aðalsigspildu Hengilskerfisins. Jaðarmisgengi hennar liggur frá Smiðjulaut (kort 7) til suðvesturs fyrir mynni Lakakróks og áfram suðvestur yfir Stóra-Sandfell. Þar austan við eru þrjú misgengi með opnum gjám. Jarðhitinn í Hverahlíð tengist einu þeirra. Þetta misgengi má rekja á a.m.k. 3 km kafla frá Trölladal NA undir Þjóðveg þar sem það hverfur undir

yngsta Hellisheiðarhraunið. Misgengi markar framhald misgengjanna vestan í Litla-Skarðsmýrarfjalli (kort 8). Þar eru þau stór, n.k. spegilmynd af misgengjunum austan í Húsmúla. Ætla má að sama gegni um misgengin SV við Hverahlíð, þótt lítil séu í ungum hraunum og grágrýti.

### 21.3 Verndargildi jarðmyndana

Pegar verndargildi jarðmyndana er metið þarf að taka tillit til fjölmargra þátta. Sem dæmi má nefna aldur og gerð jarðlaga, myndunarhætti, fágæti, fagurfræði, landmótun og landslag. Þær jarðmyndanir sem hafa sérstöðu á heimsvísu myndu teljast með hæsta verndargildið (Helgi Torfason og Ingvar Atli Sigurðsson 2002). Í fylgiskjöllum með Náttúruverndarlögum eru gosmyndanir frá nútíma og síðasta hlýskeyði ísaldar taldar sérstakar á heimsmælikvarða. Móbergshryggi og stapa er, utan Íslands, helst að finna í háfjöllum Norður-Ameríku (Alþingi, 1998).

Vissar tegundir jarðmyndana njóta sérstakrar verndar samkvæmt 37. greinar náttúruverndarlaga nr. 44/1999. Þessar jarðmyndanir eru eldvörp, gervíggar og eldhraun, fossar, hverir og aðrar heitar uppsprettur, svo og hrúður og hrúðurbreiður 100 m<sup>2</sup> að stærð eða stærri. Í næsta nágrenni framkvæmdasvæðisins eru tvær jarðmyndanir sem falla undir þessa grein (Tafla 21.1).

Í stefnumörkun íslenska ríkisins um sjálfbæra þróun (Umhverfissráðuneytið, 2002) er talið forgangsmál að vernda jarðmyndanir og kerfi sem eru sjaldgæf eða óvenjuleg á heimsmælikvarða og eru þar sem dæmi nefndar dyngjur, eldborgir, gígarar, móbergsmýndanir, lindasvæði, virkt jöklalandslag, hraun, fossar og hverasvæði.

Þær jarðmyndanir sem einkennandi eru fyrir landslagið og geta talist til merkilegra jarðmyndana á þessu svæði eru Hellisheiðarhraunin, Lakahnúkar, Skálafellsdyngja með Lakakrök og Hverahlíð ásamt hverasvæðinu. Það eru þó aðeins Hellisheiðarhraunin og hverasvæðið í Hverahlíð sem njóta verndar 37. greinar náttúruverndarlaga nr. 44/1999 (Tafla 21.1), en Hverahlíðin sjálf er jarðfræðilega séð sérstæðust. Skálafellsdyngjan fellur undir markmið um verndun jarðmyndana í stefnumörkun ríkisins um sjálfbæra þróun, en hefur ekki verndargildi í dag. Allar þessar jarðmyndanir eru þó utan framkvæmdasvæðis virkjunarinnar nema Hellisheiðarhraunin.

**Tafla 21.1 Merkilegar jarðmyndanir á fyrirhuguðu framkvæmdasvæði Hverahlíðarvirkjunar**

Jarðminjar	Verndargildi	Lýsing
Hellisheiðarhraunin	37. gr. náttúruverndarlaga*	Mis vel gróin hraun frá nútíma. Innan framkvæmdasvæðis
Hverasvæði í Hverahlíð	37. gr. náttúruverndarlaga*	Gufu-, leir- og brennisteinshverir. Utan framkvæmdasvæðis
Skálafell	Stefnumörkun um sjálfbæra þróun <sup>5</sup> .	Dyngja frá síðasta jökulskeyði. Hverahlíð er brúin á dyngjuhrauninum. Utan framkvæmdasvæðis

\*37. grein náttúruverndarlaga nr. 44/1999

### 21.4 Áhrif framkvæmda á jarðmyndanir

Eina jarðmyndunin sem nýtur verndar og fellur innan afmörkunar framkvæmdasvæðisins eru Hellisheiðarhraunin sem eru hraun frá nútíma. Það nýtur sérstakrar verndar samkvæmt 37. gr. náttúruverndarlaga þar sem segir að forðast eigi rask eins og kostur er. Framkvæmdin er öll á hrauninu og er beint rask áætlað um 28 ha. Hraunið sem hér um ræðir er víða hulið þykkum jarðvegi og er vel gróið. Framkvæmdaraðili hefur minnkað framkvæmdasvæðið talsvert (sjá mynd 10.1 í framkvæmdarlýsingu). Með því að fjölga holum á borteig, fella lagnir og slóða saman og nýta þá slóða sem fyrir eru hefur verið dregið úr raski á hrauninum eins og mögulegt er.

<sup>5</sup> (Umhverfissráðuneytið, 2002)

Þó svo að Lakahnúkar njóti ekki verndar samkvæmt lögum þykja þeir sérstakir og einkennandi í landslaginu. Framkvæmdaraðili hefur því lagt sig fram um að sneiða hjá hnúkunum og er ekki ráðgert að raska þeim.

Jarðhitavinnsla getur haft óbein áhrif á hverri og laugar. Lítil hætta er á að hverirnir minnki eða hverfi við vinnslu, þar sem í þeim er yfirborðsvatn, hitað af gufu og gasi sem kemur úr sjóðandi jarðhitakerfi. Vatnshverir og laugar eru ekki á þessu svæði, slíkar hitalindir dala eða hverfa við niðurdrátt vatnsborðs. Hins vegar eykst gufumyndun ofan vatnsborðs við niðurdrátt. Náttúrlegar sveiflur og breytingar geta allt eins haft veruleg áhrif til kælingar eða hitunar hvera og lauga.

### 21.5 Mótvægisáðgerðir og vöktun

- Í upphafi áætlana um Hverahlíðarvirkjun var fyrirhugað framkvæmdasvæði mun stærra og náði meðal annars yfir Lakahnúka, Hverahlíðina sjálfa, Lakakrók og yfir stærra svæði norðan við þjóðveg. Með því að minnka framkvæmdasvæðið (Mynd 10.1) hefur framkvæmdaraðili þegar komið í veg fyrir áhrif á merkilegar jarðmyndanir sem ella hefðu orðið fyrir beinu raski.
- Með því að fjölga holum á hverjum borteig, fella safnæðar að vegslóðum og nota núverandi slóða eins og kostur er minnkar umfang rasks talsvert og ekki er hróflað við merkingum jarðmyndunum.
- Vinnusvæði verða afmörkuð með flaggalinum, utan þessarar afmörkunar er ekki gert ráð fyrir raski tengdu framkvæmdinni. Þær náttúruminjar sem hlífa á við raski hafa verið afmarkaðar í matsvinnunni, sjá kort. 3
- Lagnir verða lagðar um svæði sem þegar hefur verið raskað. Þannig kemur niðurrennsislögn til með að liggja meðfram gamla Suðurlandsveginum og lögn vestast á framkvæmdasvæðinu liggur um opna námu.
- Staðsetning stöðvarhúss var valin með tilliti til verndunar merkilegra jarðmyndana. Þannig var fallið frá hugmyndum um stöðvarhús við Hverahlíð og einnig var fallið frá hugmynd um stöðvarhús í Lakakróki, sjá nánar í kafla 15.1.
- Framkvæmdaraðili fylgist með virkni í hverum og laugum á svæðinu og heldur skrá um mögulegar breytingar (kafla 19.9).

### 21.6 Niðurstaða

**Einkenni:** Jarðmyndanir á framkvæmdasvæði Hverahlíðarvirkjunar einkennast af vel grónu nútímahrauni, bólstrabergsmyndunum og grágrýtisstapa sem myndaðist í dyngjugosi á síðasta jökulskeiði. Annað einkenni á svæðinu er jarðhitasvæði á yfirborði í Hverahlíð þar sem hverir krauma. Framkvæmdin kemur ekki til með að hafa áhrif á jarðmyndanir en röskun verður á nútímahrauni þar sem framkvæmdin er öll staðsett á Hellisheiðarhraunum (um 10.000 ára og 2.000 ára). Ef jarðhitavinnsla hefur einhver áhrif á yfirborðsvirkni þá verður það frekar til þess að hún muni aukast. Þetta er þó bundið ákveðinni óvissu um náttúrulegar breytingar á virkni.

**Umfang:** Áhrifin verða að teljast staðbundin þar sem um fremur lítið svæði er að ræða. Hins vegar teljast öll basalhraun hvort sem eru gömul og gróin eða ung og fersk merkileg á heimsvísu. Því gætu áhrifin strangt til tekið (hversu lítil sem þau eru) talist alvarleg spjöll.

**Verndargildi:** Verndargildi jarðmyndana sem njóta verndar samkvæmt 37. grein náttúruverndarlaganna mun breytast að nokkru með tilkomu Hverahlíðarvirkjunar vegna röskunar eldhrauns.

**Lög, reglur, og áætlanir:** Framkvæmdaraðili hefur lagt áherslu á að draga úr raski eins og framast er unnt með margvíslegum mótvægisáðgerðum (sjá kafla 21.5). Þá er framkvæmdin í samræmi við stefnumörkun ríkisins um sjálfbæra þróun.

**Tími og eðli áhrifa:** Áhrif framkvæmdarinnar á nútímahraun eru bein, til langs tíma og óafturkræf. Áhrif framkvæmdarinnar á virkni hverasvæðis ná til líftíma virkjunarinnar, óbein og væntanlega afturkræf að þeim tíma liðnum.

**Niðurstaða:** Að teknu tilliti til ofangreindra upplýsinga er það mat framkvæmdaraðila að áhrif Hverahlíðarvirkjunar á jarðmyndanir séu **óveruleg**.

**Tafla 21.2 Samantekt á áhrifum framkvæmda á jarðmyndanir**

<b>Áhrif framkvæmdar á jarðmyndanir</b>	
<b>Áhrif</b>	Rask á Hellisheiðarhraunum, sem eru nútímahraun, nýtur verndar 37. gr. náttúruverndarlaga. Ef einhverjar breytingar koma fram á yfirborðsvirkni er það líklega til aukningar á virkni. Aðrar markverðar jarðmyndanir eru utan framkvæmdasvæðis.
<b>Mótvægisáðgerðir</b>	Með því að minnka framkvæmdasvæðið til muna hefur framkvæmdaraðili komið í veg fyrir bein áhrif á markverðar jarðmyndanir, aðrar en hraun. Með því að fjölga holum á hverjum borteig, fella safnæðar að vegslóðum og nota þá slóða sem fyrir eru minnkar umfang rasks talsvert. Lagnir verða lagðar um svæði sem þegar hefur verið raskað. Staðsetning stöðvarhúss valin m.t.t. merkilegra jarðmyndana. Efni tekið úr námum í rekstri, utan framkvæmdasvæðis.
<b>Niðurstaða</b>	Óveruleg áhrif.

## 22. Landslag

### 22.1 Inngangur

Í kafla um áhrif fyrirhugaðra framkvæmda á landslag er annars vegar fjallað um áhrif á landslag í nágrenni Hverahlíðarvirkjunar og hins vegar er fjallað um samlegðaráhrif framkvæmda á Hengilsvæðinu.

Umfjöllun um möguleg áhrif fyrirhugaðra framkvæmda á landslag á framkvæmdasvæði Hverahlíðarvirkjunar er meðal annars byggð á skýrslu Líffræðistofnunar frá árinu 2002 um mat á landslagi Hengilssvæðisins (Þóra Ellen Þórhallsdóttir 2002). Niðurstöður þeirrar skýrslu voru endurmetnar með tilliti til þeirra breytinga á svæðinu sem orðið hafa m.a. með tilkomu Hellisheiðarvirkjunar.

Að öðru leyti er umfjöllunin byggð á vettvangsferðum, notkun ljósmynda, loftmynda og niðurstöðum sérfræðinga sem hafa rannsakað gróðurfar, jarðmyndanir og jarðhita á yfirborði og fornminjar á fyrirhuguðu framkvæmdasvæði. Þá hefur verið litið til niðurstaðna athugana á ferðaþjónustu og útvist á svæðinu auk þess sem tekið hefur verið tillit til framkominna athugasemda. Auður Magnúsdóttir og Sebastian Peters hjá VSÓ Ráðgjöf unnu mat á áhrifum Hverahlíðarvirkjunar á landslag veturinn 2007. Vettvangsferðir voru farnar á tímabilinu 2006-2007.

Aðferðir við landslagsmat VSÓ Ráðgjafar eru byggðar á leiðbeiningum um landslagsgreiningu og landslagsmat sem gefnar eru út af Scottish Natural Heritage & The Countryside Agency (2002). Ennfremur hefur VSÓ Ráðgjöf byggt nálgun sína á heimildum um landslagsmat í tengslum við önnur matsverkefni (Morris og Therivel, 1995, Goodey, 1996). Leiðarljós VSÓ Ráðgjafar í þróun aðferða fyrir landslagsmat er sáttmáli Evrópuráðsins um landslag sem öðlaðist gildi árið 2004 (European Landscape Convention).

Með kaflanum fylgja ljósmyndir með tölvuteiknuðum mannvirkjum á fyrirhuguðu framkvæmdasvæði (myndir 5, 6 og 7 í kortahefti) og kort af Hengilsvæðinu sem sýnir landslagsheildir og einkenni (kort 10). Á kortið eru einnig merkt þau svæði sem hafa raskast eða koma til með að raskast af virkjanaf framkvæmdum. Þá fylgja skýrslunni sýnileikakort þar sem gerð er grein fyrir hversu vel sést til mannvirkja frá völdum stöðum.

Mat á gildi landslags byggir eingöngu á innbyrðis gildismati milli heilda innan Hengilssvæðisins en segir ekkert til um gildi þess í stærra samhengi.

### 22.2 Afmörkun og lýsing á landslagsheildum

Árið 2002 fékk Orkuveita Reykjavíkur Líffræðistofnun til að vinna mat á gildi landslags á Hengilsvæðinu, einkum m.t.t. svæða fyrir hugsanlega orkunýtingu í framtíðinni. Verkefnið var unnið af Þóru Ellen Þórhallsdóttur. Í ákvörðun Skipulagsstofnunar um tillögu að matsáætlun Hverahlíðarvirkjunar 4. desember 2006 kemur fram að endurmeta þurfi gildi landslags vegna þeirra breytinga sem hafa orðið síðan landslagsmat Líffræðistofnunar var unnið. Þar kemur helst til bygging Hellisheiðarvirkjunar og þau áhrif sem hún hefur haft á gildi landslags Hengilssvæðisins.

Í greinargerð Þóru Ellenar Þórhallsdóttur (2002) er Hengilssvæðinu skipt niður í sex heildir eftir landslagseinkennum. Hverri heild er gefið gildi á grundvelli fjölbreytni, sjónrænna gilda og röskunar. Breyturnar sem sjónræn gildi landslags byggja á voru nokkrar og var það almennt svo að því fleiri sem breyturnar voru því hærri einkunn fékkst og þar með jókst gildi svæðisins. Þannig fékk svæði með t.d. lítinn breytileika í hæð, lítið vatn og litla gróðurþekju lága einkunn en svæði með mikla litaaudgi og fjölbreytileika í hæð háa einkunn.

Landslaginu var skipt í eftirfarandi hluta (Tafla 22.1, kort 10):

**Suðvesturhluti** nær yfir Sleggjubeinsdal, Hveradali, Stóra Reykjafell og að Skarðsmýrarfjalli. Þessi hluti lenti í fimmta sæti af svæðunum sex vegna lítils fjölbreytileika í landslagi, lítils sjónræns gildis og mikillar röskunar.

**Vesturhluti** nær yfir Húsmúla, Engidal og vesturhlíðar Hengilsins. Þessi hluti lenti í fjórða sæti af svæðunum sex vegna miðlungs fjölbreytileika í landslagi, miðlungs sjónræns gildis og nokkurrar röskunar.

**Miðhluti** nær yfir Hengilinn sjálfan, Skeggja og Hengladali. Þessi hluti lenti í fyrsta sæti og taldist vera með mesta fjölbreytni í landslagi og mest sjónræn gildi með tilliti til breytileika í hæð, fjölbreytileika gróðurs, litbrigða í landi, fjölbreytni í áferð og andstæðna. Þá er þessi hluti lítið raskaður.

**Norðurhluti** nær yfir Dyradal, Vatnstæði og austur að Nesjavöllum. Þessi hluti lenti í öðru til þriðja sæti með austurhlutanum fyrir litbrigði, áferð og andstæður. Dálítið rask dregur úr gildi landslagsins þó að í skýrslunni segi að mannvirki vegna Nesjavallavirkjunar sjáist lítið úr fjarlægð.

**Austurhluti** nær yfir Ölkelduháls og nágrenni. Þessi hluti lenti í öðru til þriðja sæti með norðurhlutanum fyrir fjölbreytni landslags og sjónræn gildi og vóg þar mest litbrigði, áferð og andstæður. Á þessu svæði er meiri fjölbreytni í gróðri heldur en á norðurhlutanum en hæðarmunur er meiri á síðarnefnda svæðinu. Rask sem orðið hefur í nágrenni Ölkelduháls (háspennulína og línuvegur) dregur úr gildi svæðisins.

**Suðurhluti** nær yfir Orustuhólshraun og Bitru og landið að Hverahlíð sunnan Þjóðvegs. Þessi hluti fékk lægstu einkunn af svæðunum sex. Landslagið þótti fábreytt, lítil breytileiki í hæð, lítil litbrigði, fábreyttur gróður, vatn lítt áberandi og hraunið einsleitt. Þá dró mikið rask enn frekar úr gildi landslagsins. Suðurhluti, eins og hann er skilgreindur í skýrslu Líffræðistofnunar, nær ekki að öllu leyti til framkvæmdasvæðis Hverahlíðavirkjunar. Landslag á þeim hluta framkvæmdasvæðisins sem nær út fyrir Suðurhluta ber þó að mestu sömu einkenni og hér um ræðir.

**Tafla 22.1 Gildi landslagsheilda á Hengilssvæðinu miðað við mat 2002.**

	Vesturhluti	Suðurhluti	SV hluti	Norðurhluti	Miðhluti	Austurhluti
Fjölbreytni	Miðlungs	Lítill	Miðlungs	Mikil	Mjög mikil	Mjög mikil
Landslagsfegurð, sjónrænt gildi	Miðlungs	Minnst	Miðlungs	Mikil	Mjög mikil	Mikil
Röskun	Nokkur	Mikil	Nokkur	Dálítill	Óveruleg	Talsverð

(Heimild: Þóra Ellen Pórhallsdóttir, 2002)

### 22.2.1 Endurmat á gildi landslagsheilda

Við endurmat á gildi landslagsheilda, sem unnið var af VSÓ Ráðgjöf, var fyrst og fremst horft til þess rasks og mannvirkja sem hafa komið til frá því að mat Líffræðistofnunar var unnið. Í umfjöllun Líffræðistofnunar er landslag norðurhluta, miðhluta og austurhluta (kort 10) talið hafa mest gildi á Hengilssvæðinu. Suðvesturhluti hefur orðið fyrir töluverðum breytingum með tilkomu Hellisheiðavirkjunar og gildi landslags á þeim hluta hefur því lækkað frá fyrra mati. Suðurhluti og Austurhluti hafa orðið fyrir óverulegum breytingum. Þegar landslagsmat Líffræðistofnunar fór fram var háspennulína á Austurhluta þegar komin ásamt vegi og einu borholustæði. Síðan þá hafa bæst við tvö holustæði ásamt stuttum vegslóða. Samkvæmt skýrslu Líffræðistofnunar eru aðaleinkenni Austurhlutans fjölbreytni í gróðri, litbrigðum, mynstri, áferð og andstæðum í landslaginu. Svæðið

hefur haldið sömu einkennum þrátt fyrir tilkomu þessa viðbótar rasks og því hefur gildi þessara heildar ekki lækkað að neinu ráði.

Á Suðurlhuta var Suðurlandsvegur og háspennulínur þegar komin og sömuleiðis slóðar á milli Suðurlandsvegur og Hverahlíðar. Síðan þá hafa bæst við þrjú borholustæði með aðliggjandi slóðum. Suðurlhutinn fékk lága einkunn í mati Líffræðistofnunar og hefur gildi landslagsfegurðar og sjónræns gildis frekar minnkað þó svo að rask hafi verið óverulegt á síðustu árum. Verndargildi vestur, mið- og norðurlhuta mun á móti hafa hækkað þar sem röskuð svæði þrengja orðið nokkuð að þessum mest einkennandi og áberandi hluta. Ljóst er að með auknu raski í nágrenni Hengilsins hefur verndargildi lítt snortna svæðisins aukist enn meira.

### 22.3 Landslag á áhrifasvæði Hverahlíðarvirkjunar

Landslagi á áhrifasvæði Hverahlíðarvirkjunar var skipt niður í heildir með tilliti til einkenna og landfræðilegrar afmörkunar. Þessi greining er unnin af VSÓ Ráðgjöf og er viðbót við mat Líffræðistofnunar og ætluð sem nánari umfjöllun um landslag á áhrifasvæði virkjunarinnar og þau áhrif sem landslagið kann að verða fyrir vegna framkvæmdanna.

Svæðið afmarkast af Hverahlíð í suðri, sem er 50-60 m hár stallur (mynd 1 í kortahefti). Fyrir sunnan eða ofan Hverahlíðina tekur við fjallið Skálafell sem er dyngja (sjá kafla 21). Fyrir framan Hverahlíðina breiða Hellisheiðarhraunin úr sér og er hraunið næst hlíðinni vel gróið og fremur slétt (mynd 1 í kortahefti). Á köflum er svo þykkur jarðvegur yfir því að yfirborðið minnir alls ekki á hraun. Norðar og vestar tekur við mun úfnara og minna gróið hraun sem og teygir sig inn til landsins í átt til fjallanna (mynd 2 í kortahefti). Landslag áhrifasvæðis Hverahlíðarvirkjunar er ekki með ákveðna afmörkun í austri þar sem landið hallar smámsaman niður í átt að Kömbunum. Landið hallar einnig niður til vesturs en afmarkast þar af lágum goshryggjum.

Minjar um samgöngur fyrr á tíðum geta talist einkennandi fyrir landslag á Hellisheiði og Hengilssvæðinu enda sumar götur sem þar finnast með merkilegri fornminjum á landinu (Birna Lárusdóttir 2006). Ein þeirra er gamla Hellisheiðarleiðin sem liggur við jaðar framkvæmdasvæðis Hverahlíðarvirkjunar (kort 6). Þar má finna þéttar raðir varða og grópaða götu í hraunið og má telja þessar minjar hluta af mannvistarlandslagi á Hellisheiði.

Mest áberandi jarðmyndanir í landslaginu eru hverirnir í Hverahlíð, Lakahnúkar sem rísa upp úr sléttu hrauninu (mynd 3 í kortahefti), sundurskornir af misgengjum og sumir með gíg í kollinum. Loks er það Lakakrökur sem er sérkennilegt dalverpi sem myndast hefur á milli Lakahnúka og Skálfellsdyngjunnar (mynd 4 í kortahefti). Ekkert þessara staka er innan framkvæmdasvæðis virkjunarinnar.

### 22.4 Verndarsvæði

Fyrirhugað framkvæmdasvæði Hverahlíðarvirkjunar er innan svæðis sem nýtur hverfisverndar vegna útivistar í aðalskipulagi Ölfus 2002-2014 en til stendur að aflétta þeirri vernd með breytingu á aðalskipulagi. Á fyrirhuguðu framkvæmdasvæði eru fornar leiðir sem geta talist einkennandi fyrir landslag á Hellisheiði. Leiðirnar liggja í áttina frá Lakahnúkum, meðfram Hverahlíð og til austurs. Þá liggur gata um Smiðjulaut, frá Suðurlandsvegi að Lakakróki. Gamla Hellisheiðarleiðin liggur um þann hluta framkvæmdasvæðisins sem staðsettur er norðan Suðurlandsvegur. Þessar leiðir teljast til fornleifa samkvæmt þjóðminjalögum nr. 107/2001 og njóta þar af leiðandi verndar (sjá nánar kafla 27).

Hellisheiðarhraunin sem þekja landið norður af Hverahlíð njóta verndar samkvæmt 37. gr. laga nr. 44 frá 1999 um náttúruvernd og sömuleiðis njóta hverirnir í Hverahlíð sömu verndar. Framkvæmdin kemur til með að hafa nokkur áhrif til skerðingar hrauns, en reynt hefur verið að draga eins og kostur er úr raski með ýmsum mótvægisáðgerðum (sjá kafla 22.7) og er framkvæmdin þannig í

samræmi við náttúruverndarlögin. Hverum í Hverahlíð verður ekki raskað en hins vegar geta komið til óbein áhrif sem geta leitt til aukinnar virkni (sjá kafla 21.4).

## 22.5 Áhrif framkvæmdar á landslag

Segja má að Hverahlíðin sé í jaðri Hengilssvæðisins, þar sem áhrifa Hengilsins sjálfs á landslag gætir tiltölulega lítið. Suðurlandsvegurinn er nálægt framkvæmdasvæðinu og tilfinning fyrir lítt snortinni náttúru er ekki fyrir hendi.

Helstu framkvæmdaþættir jarðhitavirkjana sem hafa áhrif á landslag eru bygging virkjunar með tilheyrandi mannvirkjum, borteigar, blásandi holur, efnistaka, vegagerð og lagnagerð. Bygging Hverahlíðarvirkjunar með tilheyrandi mannvirkjum mun valda auknu raski, til viðbótar við það sem fyrir er á svæðinu. Framkvæmdin kemur fyrst og fremst til með að hafa áhrif á röskun hraunbreiðunnar og breyta ásýnd svæðisins með tilkomu mannvirkja. Framkvæmdin kemur einnig til með að þrengja að því mannvistarlandslagi sem gömlu leiðirnar mynda og taka þær úr samhengi við það umhverfi sem þær lágu í, um torfærar heiðar fjarri manna byggðum.

Í upphafi áætlana um Hverahlíðarvirkjun var fyrirhugað framkvæmdasvæði mun stærra og náði meðal annars yfir Lakahnúka, Hverahlíðina sjálfa, Lakakrók og yfir stærra svæði norðan við Þjóðveg. Með því að minnka framkvæmdasvæðið (Mynd 10.1) hefur framkvæmdaraðili þegar komið í veg fyrir frekari áhrif á landslag sem ella hefði orðið fyrir beinu raski.

Lögð var áhersla á að draga úr sýnileika virkjunarinnar frá Suðurlandsvegi. Ekki er þó hægt að koma algerlega í veg fyrir að virkjunin sjáist frá veginum, enda um mörg sjónarhorn að ræða. Á kortum 12 til 15 má sjá útreiknaðan sýnileika mannvirkjana frá völdum stöðum á Suðurlandsvegi. Sýnileiki var reiknaður í forritinu ArcGis. Samkvæmt þessum útreikningum sést almennt lítið til virkjunarinnar og tilheyrandi mannvirkja frá veginum, en háspennulínurnar eru vel sýnilegar þaðan. Betur má átta sig á útsýninu frá Suðurlandsvegi á myndum 6.b og 6.c í kortahefti þar sem tölvuteiknuðum mannvirkjum hefur verið komið fyrir í landinu. Til samanburðar er sama landslag sýnt án mannvirkja á mynd 6.a í kortahefti. Sýnileiki frá Lakahnúkum (kort 15) er eðlilega meiri þar sem sá útsýnisstaður er mun hærra í landi en virkjunin sjálf. Frá Lakahnúkum sést virkjunin sjálf, borteigur B2 með skiljustöð S1 og lögnum og borteigur B4 ásamt lögnum. Þá verða háspennulínurnar vel sýnilegar frá þessum útsýnistað.

Hverahlíðarsvæðið er ekki mikið notað af ferðaþjónustuaðilum og útivistarfólki. Fábreytt landslag og nálægd við Suðurlandsveg á þar eflaust sinn þátt. Svæðið hefur ekki yfirbragð lítt snortinnar náttúru og því er ekki talið að Hverahlíðarvirkjun hafi afgerandi áhrif á upplifun þeirra sem fara um svæðið. Virkjunin verður alltaf að einhverju leyti sýnileg frá Suðurlandsveginum en ekki er líklegt að það hafi áhrif á upplifun þeirra sem um veginn fara.

## 22.6 Samlegðaráhrif

Í matsvinnunni var lítið á Hengilssvæðið í heild sinni og reynt að greina samlegðaráhrif á landslag af Hellisheiðarvirkjun, Nesjavallavirkjun og fyrirhuguðum virkjunum við Hverahlíð og á Bitru. Einnig var tekið tillit til núverandi og fyrirhugaðra áhrifa háspennulína í samlegðaráhrifum.

Megin niðurstaða í mati á samlegðaráhrifum jarðhitanytingar og byggingar háspennulína eru að Hengilssvæðið telst vart lengur til svæða með ósnortinni eða lítt snortinni náttúru nema á afmörkuðum svæðum. Samt sem áður standa miðhluti, austurhluti og norðurhluti upp úr sem landslagheildir með mesta verndargildi m.a. vegna útivistargildis þeirra. Hér vegur þyngst það sjónarmið að þar eru landslagsheildir sem enn eru tiltölulega lítt snortnar og sjónrænt gildi hátt. Á korti 10 má sjá afmörkun landslagsheildanna og afmörkun núverandi og fyrirhugaðra virkjanasvæða.



Það er mat framkvæmdaraðila að teknu tilliti til ofangreindra atriða að samlegðaráhrif Hellisheiðarvirkjunar, Nesjavallavirkjunar, Bitruvirkjunar, Hverahlíðarvirkjunar og háspennulína á landslag Hengilssvæðisins komi til með að verða talsverð til veruleg.

## 22.7 Mótvægisáðgerðir

Áhersla hefur verið lögð á að mæta ásýndarbreytingum á landi með aðgerðum sem miða að því að gera mannvirki sem minnst sýnileg.

- Með því að minnka framkvæmdasvæði til muna hefur verið dregið stórlega úr áhrifum á landslag.
- Með því að fjölga holum á hverjum borteig, fella safnæðastofna að vegslóðum og nota núverandi slóða eins og kostur er minnkar umfang rasks talsvert og ekki er hróflað við merkjum jarðmyndunum.
- Lagnir verða lagðar um svæði sem þegar hefur verið raskað. Þannig kemur niðurrennisslógn til með að liggja meðfram þjóðvegi og lögn vestast á framkvæmdasvæðinu liggur um opna námu.
- Lögnum verður valið gljástig þannig að þær skeri sig sem minnst úr nánasta umhverfi.
- Frágangi borteiga verður breytt og dregið úr sýnileika mannvirkja.
- Staðsetning stöðvarhúss var valin bakvið hæð til þess að draga úr ásýnd frá Suðurlandsvegi.
- Efni til framkvæmda verður tekið úr námum í rekstri sem eru utan framkvæmdasvæðis.
- Mannvirki verða aðlöguð að landi

## 22.8 Umsagnir og athugasemdir um landslag

### 22.8.1 Umsögn Umhverfisstofnunar

*Umhverfisstofnun gerir athugasemdir við þær aðferðir sem notaðar eru við mat á landslagi á fyrirhuguðu virkjanasvæði í frummatsskýrslunni. Ekki virðist við mat á landslagi tekið tillit til þess að þegar á rannsóknarstigi eru byggð varanleg mannvirki svo sem borplön og aðkomuvegir. Litið er á þessi mannvirki sem rask og þar með hefur landlagsfegurð og sjónrænt gildi svæðisins minnkað að mati framkvæmdaraðila, þó svo að úrskurður liggja fyrir um að rannsóknarboranirnar hafi ekki verið matskyldar. Í frummatsskýrslunni er ennfremur gengið út frá að sú mannvirkjagerð sem þegar hefur verið ráðist í réttlæti enn frekari framkvæmdir sbr: "Bygging Hverahlíðarvirkjunar mun valda auknu raski til viðbótar við það sem fyrir er á svæðinu." Frummatsskýrsla bls. 82.*

*Umhverfisstofnun telur að meta verði ástand svæðisins að rannsóknnum loknum án þess að ganga út frá því að framkvæmdir þeim tengdar rýri gildi viðkomandi svæða að neinu marki. Ef gildi svæðisins hefur rýrnað að töluverðu marki má ætla að umhverfisáhrif framkvæmdanna hafi verið umtalsverð og umfram það sem vænst var. Meta verði þessi mannvirki sem hluta af landslagi. Með því móti fengist vísbending um hvaða áhrif frekari mannvirkjagerð hefði á viðkomandi svæði. Stofnunin telur óásættanlegt að leggja mannvirkjagerð eins og þá sem hér um ræðir að jöfnu við rask eins og t.d. vegna gjallvinnslu í hrauni.*

*Umhverfisstofnun telur að ójafnvægis gæti við mat á landslagi og áhrif mannvirkja á landslag í frummatsskýrslu. Óröskuðu/ósnortnu landi er gefið mikið vægi án þess að þessi hugtök séu skilgreind. Ekki virðist gert ráð fyrir að vönduð hönnun, staðsetning mannvirkja og vönduð vinnubrögð við framkvæmdir og frágang geti breytt nokkru um neikvæð áhrif framkvæmda.*

*Fyrirhuguð framkvæmdasvæði á Hellisheiði bera öll merki athafna mannsins á einn eða annan hátt. Umhverfisstofnun telur að umfjöllun um mat á umhverfisáhrifum missi að nokkru marks ef ákveðnum svæðum eru eignaðir eiginleikar sem þau búa ekki yfir. Stofnunin bendir ennfremur á að nokkuð virðist tilviljanakennt hvaða mannvirki teljist rask. Gamlar götur virðast teljast hluti "mannvistarlandslags" en gamlir akvegir ekki. Að mati Umhverfisstofnunar er umfjöllun um tengsl mannvirkja og landslags ekki nægilega skýr í frummatsskýrslu.*

*Hraun það sem er á fyrirhuguðu framkvæmdasvæði er að hluta hulið jarðvegi, því mun mannvirkjagerð sem ekki þarfnast grundunar valda minna raski á hrauninu en ella. Umhverfisstofnun telur mjög jákvætt eins og gert er í frummatsskýrslu að skilgreina verndargildi jarðmyndana við framkvæmdasvæði sem tryggja eiga að t.d. Lakahnúkum verði ekki raskað við fyrirhugaðar framkvæmdir*

**Svar:** Við mat á landslagi var horft til þess hvort landlagsheildir væru með náttúrulegu yfirbragði og hvort og þá hve mikið inngrip mannsins hefði verið. Í kafla 22.2.1 eru tilteknar þær manngerðu breytingar sem orðið hafa á landslagi frá því að Líffræðistofnun gerði sína rannsókn árið 2002. Tekið er tillit til allra breytinga, hvort sem um er að ræða varanlegar eða tímabundnar. Þessar breytingar eru taldar til rasks þar sem þær raska yfirleitt þeim heildum sem fyrir eru af náttúrunnar hendi og misjafnt hvernig frá þeim er gengið. Af þeim sökum er gildi landslags talið minna en áður og áhrif nýrra framkvæmda því minni en ef um algerlega óraskað land hefði verið að ræða. Fyrst og fremst er þó horft til þess að landslagseinkenni svæðisins fá ekki háa einkunn samanborið við önnur svæði innan Hengilsins (Tafla 22.1). Framkvæmd í landslagi, sem hefur hvorttveggja lágt gildi og hefur verið raskað af Suðurlandsvegi, vegslóðum, efnistöku og rannsóknarholum, hlýtur að hafa minni áhrif en samskonar framkvæmd í verðmætara landslagi.

Það er réttmæt ábending hjá Umhverfisstofnun að skilgreiningu á ósnortnu landi vantar í frummatsskýrslu. Segja má að sá skilningur sem lagður er í það hugtak í frummatsskýrslunni sé land þar sem framkvæmdir manna hafi ekki markað landið að neinu ráði. Einnig má hafa skilgreiningu náttúruverndarlaga nr. 44/1999 á ósnortnu víðerni til hliðsjónar þó að stærðarafmörkun þar sé önnur en hér um ræðir.

Þær mótvægisáðgerðir sem lagðar eru fram (kafla 22.7) koma til með að draga úr áhrifum framkvæmdar á landslag eins og fram kemur í kafla 22.5 og að teknu tillit til þess var það mat framkvæmdaraðila að áhrif framkvæmdarinnar á landslag væru óveruleg til talsverð.

Gamlar götur teljast til fornminja og njóta verndar samkvæmt þjóðminjalögum og þykja því merkilegri en gamlir akvegir. Hefð er fyrir því að flokka gamlar minjar um umsvif manna með mannvistarlandslagi en í því tilliti var stuðst við skilgreiningu sem er hliðstæð skilgreiningu The Cultural Landscape Institution (2007, lausleg þýðing úr ensku): Mannvistarlandslag er landfræðilega afmarkað svæði sem inniheldur menningarlegan og náttúrulegan auð (resources) tengdum við sögulegan viðburð, athafnir, persónur eða hóp fólks. Menningarlandslag getur náð frá umfangsmiklu dreifbýli til smábýlis með litlum garði. Það getur verið manngerð túlkun á sambandi rýmis og sjónar (visual) sem innihalda stórar eignir, landbúnaðarland, almenningsgarða, háskólalóðir, kirkjugarða og iðnaðarsvæði.

Einföld skilgreining á mannvistarlandslagi er landslag sem mótað er af athöfnum mannanna (Guðrún Ólafsdóttir 1990) og má segja að sú athöfn að ganga eða ríða í gegnum landslagið hafi mótaði áhrif og hafi myndað hinar gömlu götur sem hér um ræðir.

### 22.8.2 Athugasemd Framtíðarlandsins

*Ennfremur er afar hæpið að fjalla ekki um heildaráhrif framkvæmda á upplifun af landslagsheild með myndrænum hætti. Til viðbótar virkjunum verða sjónræn áhrif af fyrirhuguðum háspennulögnum um sama svæði, hvort heldur er í strengjum eða háspennulínum.*

**Svar:** Gerð var grein fyrir sýnileika virkjunar og háspennulína á kortum 12 til 15 með frummatsskýrslu.

### 22.8.3 Athugasemd Framtíðarlandsins, frh.

*Í frummatsskýrslunum er talið að áhrif á landslag verði þó nokkur og útivistargildi svæðisins rýrni, sem og gildi þess fyrir ferðaþjónustu. Sameiginleg áhrif vegna allra framkvæmda eru talin „talsverð eða veruleg“, en með mótvægisáðgerðum dragi úr þeim svo þau verði bara „talsverð“. Hér verður að telja að samlegðaráhrif séu stórlega vanmetin. Ósnortnum eða lítt snortnum svæðum fækkar og þau minnka svo um munar og upplifun þeirra sem vilja njóta ósnortinnar náttúru í næsta nágrenni borgarinnar verður allt önnur. Þá er ekkert mat lagt á vaxandi gildi svæðisins í framtíðinni að þessu leyti í núll kostinum með sívaxandi fjölda ferðamanna, verðmætari frítíma og auknu vægi ósnortinnar náttúru í gildismati nútímamannsins.*

**Svar:** Framkvæmdaraðili vísar í töflu 18.3 þar sem vægiseinkunnir eru skilgreindar. Niðurstaðan var sú að samlegðaráhrif virkjana og háspennulína á Hengilssvæðið voru talin talsverð til veruleg sem er næsthæsta einkunn. Í kafla 22.6 kemur fram að megin niðurstaða í mati á samlegðaráhrifum sé að Hengilssvæðið teljist vart lengur til svæða með ósnortinni eða lítt snortinni náttúru nema á afmörkuðum svæðum. Landsvæði sem er a.m.k. 25 km<sup>2</sup> að stærð eða þannig að hægt sé að njóta þar einveru og náttúrunnar án truflunar af mannvirkjum eða umferð vélknúinna farartækja á jörðu, er í a.m.k. 5 km fjarlægð frá mannvirkjum og öðrum tæknilegum ummerkjum, svo sem raflínum, orkuverum, miðlunarlónum og þjóðvegum, og þar sem ekki gætir beinna ummerkja mannsins og náttúran fær að þróast án álags af mannlegum umsvifum.

### 22.8.4 Athugasemd Náttúruvaktarinnar

*Gerðar eru alvarlegar athugasemdir við neikvætt gildishlaðið mat á landslagi eða eins og segir í matsskýrslu: "Landslagið þykir fábreytt og með fremur lítið sjónrænt gildi. Það markverðasta í landslaginu eru hinar gömlu götur sem liggja yfir Helligheðina og meðfram Hverahlíð og mynda þar merkilegt mannvistarlandslag." Á það er bent að götur eru ekki landslag heldur mannvistarleifar. Öllu landslagi norðan við þennan fjölfarna þjóðveg er spillt af háspennulínum. Svæðið er vinsælt til útivistar og fjarri því að vera verðlaust, en þrátt fyrir það segir í Matsskýrslu: „Gildi landslags í nágrenni Hverahlíðarvirkjunar telst lítið vegna fábreytni landslags og talsverðrar röskunar.“*

*Hér verður að spyrja að mati hvers? Því er ljóst að fá verður hlutlaust mat á gildi landslags og þau höft á upplifun og útivistarmöguleika sem fyrir huguð virkjun kann að valda.*

**Svar:** Mat á gildi landslags í frummatsskýrslu er fengið með greiningu á landslagsþáttum á svæðinu við Hverahlíð. Finna má frekari skýringar á þessari niðurstöðu í sérfræðiskýrslu Lífræðistofnunar frá árinu 2002 (Þóra Ellen Þórhallsdóttir, 2002). Um skilgreiningu á mannvistarlandslagi er vísað til svars við umsögn Umhverfisstofnunar (kafla 22.8.4). Svæðið er ekki mikið notað til útivistar í samanburði við aðra hluta Hengilssvæðisins (kafla 29.6) og engar áætlanir eru fyrirbyggjandi varðandi framtíðaruppbyggingu svæðisins fyrir ferðaþjónustu og útivist.

### 22.8.5 Athugasemd Landverndar<sup>6</sup>

*Ekki virðist tekið tillit til orkuflutninga í matinu sem sett er fram í töflu 34.1 í skýrslunni um Bitruvirkjun. Svo virðist því sem í skýrslunni sé innbyggt kerfisbundið vanmat á þessum mikilvæga umhverfisþætti.*

**Svar:** Í mati á áhrifum fyrirhugaðrar Hverahlíðarvirkjunar var litið til framkvæmda vegna byggingar og reksturs virkjunarinnar, þ.e. stöðvarhús, lagnir, vegir, borholur, kæliturnar, losun vatns og lofttegunda o.s.frv. En auk þessara áhrifa var, í samræmi við ákvörðun Skipulagsstofnunar um matsáætlun, lagt mat á samlegðaráhrif Nesjavallavirkjunar, Hellisheiðarvirkjunar og fyrirhugaðr Bitruvirkjunar og Hverahlíðarvirkjunar á landslag og ferðaþjónustu. Auk áhrifa virkjanaframkvæmda á svæðinu var tekið tillit til núverandi og fyrirhugaðra háspennulína. Í niðurstöðukafla frummatsskýrslu kemur fram að Bitruvirkjun og Hverahlíðarvirkjun koma til með að skerða hluta af Hengilssvæðinu enn frekar en nú er, sem og fyrirhugaðar háspennulínur. Samlegðaráhrif á ferðaþjónustu og útivist annars vegar og landslag hins vegar voru metin sem talsverð til veruleg. Orkuveitan telur að gerð hafi verið skýr grein fyrir þessum áhrifum og þau hafi verið höfð til grundvallar í matsvinnunni.

### 22.8.6 Athugasemdir Sigurðar Hr. Sigurðssonar og Maríu Elvia Méndez Pinedo<sup>7</sup>

*Í skýrslunni eru nefnd nokkur atriði sem munu hafa áhrif á landslagið við Hverahlíð, en því er þar lýst sem fábreyttu og með lítið sjónrænt gildi!? Þessu er ég ósammála og má ljóst vera að ýmis fyrirhuguð mannvirki, s.s. stöðvarhús, kæliturnar og skiljustöðvar, 10 km af sýnilegum lögnum sem hlykkjast um svæðið, vegaslóðar í svipaðri lengd og nýjar línulagnir munu ekki gefa landslaginu aukið gildi, jafnvel þó að fjölbreytnin ykist! Auk þess munu verða þar nokkrir 20 m. háir gufuháfar með tilheyrandi gufustrókum og ærandi hávaða ef marka má samskonar gufuháfa sem nú blása við Hellisheiðarvirkjun. Hljóð/hávaði hefur mikil áhrif á sjónræna upplifun eins og þeir þekkja sem horfa á kvikmyndir og sjónvarp.*

*Framkvæmdasvæðið er hverfisverndað í núgildandi aðalskipulagi Ölfuss vegna útivistar en sveitarfélagið hyggst aflétta því þrátt fyrir yfirlýst markmið (bls. 120):*

*“Almennt er stefnt að því að efla útivist og styðja við uppbyggingu ferðaþjónustu í Sveitarfélaginu Ölfusi.”*

*Maður veltir því fyrir sér hvort að Sveitarfélagið Ölfus sé svo illa statt fjárhagslega að það telji sig nauðbeygt til að breyta aðalskipulagi í þeim tilgangi að vinna gegn yfirlýstum markmiðum sínum.*

*Undirrituðum finnst skýrsluhöfundar reyna að gera minna úr röskun á landslagi en ástæður eru til og efar það að nefndar mótvægisáðgerðir breyti miklu þó svo að svonefndar “torsýnilegar” mosagrænar lagnir séu líkast til skárrí en áberandi rauðar. Raunar þarf ekki annað en að skoða sig um í nágrenni Hellisheiðarvirkjunar til að fá góða hugmynd um hvaða áhrif sambærileg framkvæmd hefur á landslagið.*

*Niðurstæða skýrsluhöfunda að áhrif virkjunarinnar á landslag séu óveruleg/talsverð er að mínu mati vanmetin og ætti frekar að teljast á bilinu talsverð til veruleg.*

**Svar:** Mat á landslagi verður alltaf að einhverju leyti huglægt, en með kerfisbundnum aðferðum hefur verið reynt að gera matið gegnsærra. Rök fyrir þeirri niðurstöðu sem hér er vísað til er að finna í kafla 22.2. Unnið er að því að finna lausnir sem draga mega úr hávaða frá virkjuninni (kafla 13.5).

<sup>6</sup> Samhljóða athugasemdir bárust fyrir Bitruvirkjun og Hverahlíðarvirkjun frá Landvernd.

<sup>7</sup> Athugasemdirnar eru samhljóða

Framkvæmdaraðili vill benda á að hönnunarforsendur Hverahlíðarvirkjunar og Hellisheiðarvirkjunar eru gjörólíkar. Þær mótvægisáðgerðir sem felast í að hylja lagnir eða gera torsýnilegar voru ekki viðhafðar við fyrsta áfanga Hellisheiðarvirkjunar og því er ekki rétt að benda á þá virkjun sem fordæmisgefandi. Framkvæmdaraðili hefur einsett sér að draga úr sýnileika Hverahlíðarvirkjunar og Bitruvirkjunar og mun gera það með þeim útfærslum og staðsetningum á framkvæmdum sem koma fram í kafla 9.

Niðurstaða framkvæmdaraðila um áhrif framkvæmdar á landslag er fengin með hliðsjón af töflu þar sem vægiseinkunnir eru skilgreindar (Tafla 18.3) og samkvæmt henni eru áhrifin talin óveruleg til talsverð.

#### 22.8.7 Athugasemd Bjarna Vals Guðmundssonar

*Ég mótmæli þessari virkjun auk þess sökum sjónmengunar vegna mannvirkja hennar, skemmda á ósnortinni náttúru, og ímynda Hellisheiðar sem útivistarparadísar. Hellisheiði er útivistarparadís en ekki virkjanaparadís. Þar er ósnortin náttúra sem er einstæð rétt við höfuðborgarsvæðið. Slík náttúra er ekki á hverju strái nálægt gráma höfuðborgarsvæðisins. Þar að auki er gömul þjóðleið á Hellisheiði og ekki gaman að ganga hana með reykjasúlur í nágrenninu.*

**Svar:** Vísað er til svars við umsöng Umhverfisstofnunar 22.8.1.

#### 22.8.8 Athugasemd Kolbrúnar Halldórsdóttur

*Ég tel að margt þurfi að skoða betur áður en ákvörðun um þessar framkvæmdir er tekin. Má þar nefna eftirfarandi: verndargildi svæðanna er hátt, sérstaklega svæðið þar sem fyrirhugað er að reisa Bitruvirkjun.*

**Svar:** Eins og fram kemur í kafla 10 í frummatsskýrslu Hverahlíðarvirkjunar hefur framkvæmdasvæði virkjunarinnar verið minnkað talsvert frá matsáætlun m.a. til þess að forðast að fara inn á óröskuð svæði. Í kafla 22.2 kemur fram að gildi landslags á fyrirhuguðu framkvæmdasvæði Hverahlíðarvirkjunar er talið fremur lágt í samanburði við önnur svæði innan Hengilsins. Einu umhverfisþættirnir á fyrirhuguðu framkvæmdasvæði sem geta talist með hátt verndargildi eru fornminjar og eldhraun. Framkvæmdaraðili hefur valið framkvæmdum stað þannig að þær valdi ekki raski á fornminum (sjá kafla 27.4) og dregið verður úr raski á eldhrauni eins og kostur er (sjá kafla 21.4).

#### 22.9 Niðurstaða

**Einkenni:** Helstu einkenni landslags í nágrenni Hverahlíðarvirkjunar eru vel grónar hraunbreiður og Hverahlíðin sjálf. Landslagið þykir fábreytt og með fremur lítið sjónrænt gildi. Það markverðasta í landslaginu eru hinar gömlu götur sem liggja yfir Hellisheiðina og meðfram Hverahlíð og mynda þar merkilegt mannvistarlandslag. Helstu sérkenni innan svæðisins eru hverir, Lakahnúkar og Lakakrökur. Fyrirhuguð framkvæmd kemur til með raska hrauni og þrengja að mannvistarlandslagi hinna gömlu leiða. Ef einhverjar breytingar koma fram á yfirborðsvirkni er það líklega til aukningar á virkni. (sjá kafla 19.6.2). Annað einkenni á landslaginu er nálægð við Suðurlandsveginn og er því ekki talið að upplifun fólks af landslaginu komi til með að breytast að neinu ráði.

**Umfang:** Framkvæmdasvæðið er til þess að gera lítið og teljast áhrifin því vera staðbundin. Samlegðaráhrif Bitruvirkjunar, Hverahlíðarvirkjunar, Hellisheiðarvirkjunar, Nesjavallavirkjunar og tengdra háspennulína á Hengilssvæðið eru þó talin talsverð til veruleg þar sem þrengir að ósnortnum svæðum.

**Verndargildi:** Gildi landslags í nágrenni Hverahlíðarvirkjunar telst lítið vegna fábreytni landslags og talsverðrar röskunar. Framkvæmdasvæðið er skilgreint sem hverfisverndað í aðalskipulagi Ölfus 2002-2014. Unnið er að breytingum á aðalskipulagi og verður framkvæmdin í samræmi við það eftir

að breytingarnar taka gildi. Samkvæmt kafla um landslagsvernd, 37. grein náttúruverndarlaga, njóta hverir og eldhraun sérstakrar verndar. Hverahlíðarvirkjun kemur ekki til með að raska hverum en skerðing eldhrauns er nokkur. Reynt hefur verið að draga eins mikið úr raski á hrauni eins og kostur er með ýmsum mótvægisáðgerðum.

**Lög, reglur og áætlanir:** Framkvæmdin er í samræmi við lög, reglur, stefnur og samninga.

**Tími og eðli áhrifa:** Áhrif framkvæmdarinnar á landslag eru til langs tíma og eru að miklu leyti óafturkræf vegna áhrifa á eldhraun.

**Niðurstaða:** Það er mat framkvæmdaraðila að áhrif Hverahlíðarvirkjunar á landslag séu **óveruleg til talsverð**.

**Tafla 22.2 Samantekt á áhrifum framkvæmda á landslag**

Áhrif framkvæmdar á landslag	
Áhrif	Bein röskun á hraunbreiðum og þengt að gömlum leiðum sem saman mynda merkilegt mannvistarlandslag.
Mótvægisáðgerðir	Framkvæmdaraðili hefur minnkað. fyrirhugað framkvæmdasvæði talsvert frá upphaflegum áætlunum. Lagnir verða lagðar vel í landi, gerðar torsýnilegar eða huldar í jörðu. Stöðvarhúsi valinn staður í hvarfi frá Suðurlandsvegi og önnur mannvirki gerð eins lítið áberandi eins og mögulegt er.
Samlegðaráhrif	Talsverð til veruleg
Niðurstaða	Óveruleg til talsverð áhrif.

### 23. Loftgæði

Við nýtingu jarðhita berast jarðhitaloftegundir út í andrúmsloftið. Í þessum kafla er fjallað um útblástur jarðhitaloftegunda í kjölfari nýtingar jarðhita í Hverahlíð. Umfjöllunin byggir á greinagerð Gest Gíslasonar (2007) „Umsögn um holur HE-2, HE-20 og HE-22 á Bitrusvæði og holu HE-21 í Hverahlíð“, niðurstöðum Verkfræðistofunnar Vatnaskila um dreifingarspá brennisteinsvetnis ( $H_2S$ ) (2007b, 2007c) og gögnum frá Orkuveitu Reykjavíkur

#### 23.1 Jarðhitaloftegundir

Gufuhluta jarðhitavökvans fylgja gastegundir sem eru óþéttanlegar við staðalaðstæður ( $25^{\circ}C$  og 1 bar), svokallaðar jarðhitaloftegundir. Lofttegundirnar fylgja gufunni gegnum vinnslurásina að eimsvölunum þar sem þær eru fjarlægðar með loftæmidælum. Frá loftæmidælu verður gasið leitt í gegnum hreinsibúnað þar sem brennisteinsvetni verður hreinsað úr gasstraumnum. Helstu lofttegundirnar í jarðhitagufunni á Hengilssvæðinu eru: koldíoxíð ( $CO_2$ ), brennisteinsvetni ( $H_2S$ ), vetni ( $H_2$ ), metan ( $CH_4$ ) og nitur ( $N_2$ ). Styrkur koldíoxíðs er langmestur en styrkur brennisteinsvetnis næstmestur. Styrkur vetnis, metans og niturs er lítil. Af þessum lofttegundum telst losun koldíoxíð ( $CO_2$ ), metan ( $CH_4$ ) og brennisteinsvetnis ( $H_2S$ ) til losunar sem veldur umhverfisáhrifum. Koldíoxíð og metan vegna gróðurhúsaáhrifa en brennisteinsvetni út frá eituráhrifum þess við háan styrk. Hér á eftir er fjallað um losun þessara lofttegunda frá fyrirhugaðri virkjun í Hverahlíð.

##### 23.1.1 Koldíoxíð og metan

Við virkjun háhitasvæða berast gróðurhúsalofttegundirnar koldíoxíð og metan út í andrúmsloftið. Gróðurhúsalofttegundir eru þær lofttegundir sem finnast í lofthjúpnnum og sleppa litilli hitageislun í gegnum sig. Dæmi um gróðurhúsalofttegundir eru koldíoxíð ( $CO_2$ ), metan ( $CH_4$ ), óson ( $O_3$ ), vatnsgufa ( $H_2O$ ), díkõfnunarefnisoxíð ( $N_2O$ ), brennisteinshexaflúoríð ( $SF_6$ ) og ýmis halógenkolefni. Þessar lofttegundir eiga það sameiginlegt að hafa langan líftíma í andrúmsloftinu (Umhverfisstofnun 2007b).

Losun gróðurhúsalofttegunda ( $CO_2$ -ígildi)<sup>8</sup> á sér stað við orkuframleiðslu með flestöllum orkugjöfum, en í mismiklu magni (Mynd 23.1). Samanburður milli orkugjafa hefur sýnt að losun á hverja framleidda kWst með jarðvarma á Íslandi er með því lágsta sem þekkist. Má rekja þessa niðurstöðu til samverkun vinnslu á raforku og varmaorku (heitt vatn). Mælingar hafa jafnframt sýnt að á Hengilssvæðinu er losun koldíoxíð ( $CO_2$ ) töluvert lægri en á öðrum háhitasvæðum landsins, t.d. í Kröflu (Mynd 23.1 og Tafla 23.1). Tafla 23.1 sýnir losun koldíoxíðs á hverja framleidda kWst fyrir mismunandi háhitasvæði á Íslandi.

---

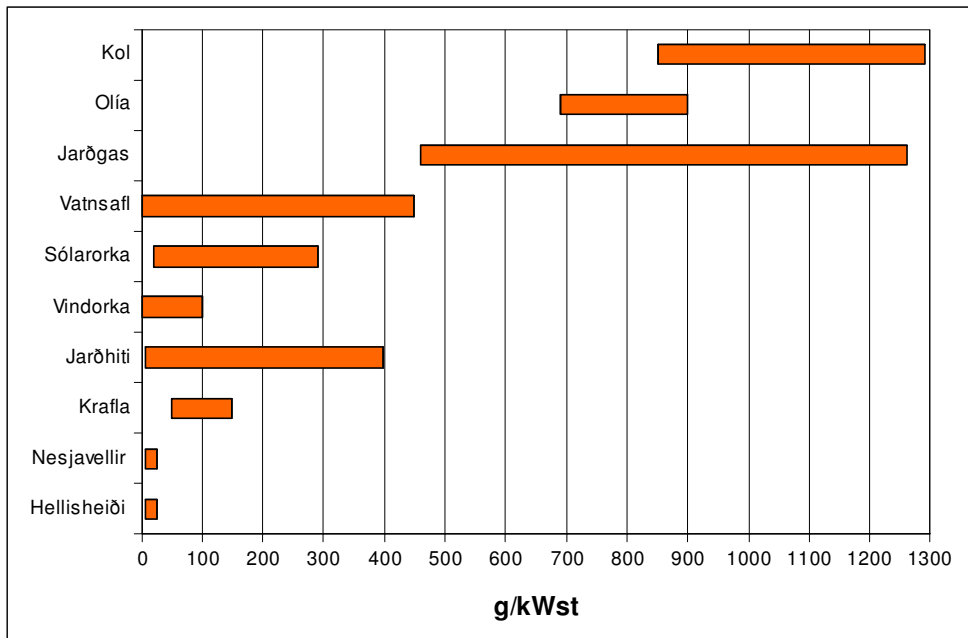
<sup>8</sup>Metan vegur 21 x þyngra en koldíoxíð í  $CO_2$  ígildum, þ.e. 1 kg metan hefur sömu áhrif og 21 kg koldíoxíð.

Tafla 23.1 Losun koldíoxíðs (CO<sub>2</sub>) á hverja framleidda kWst með jarðgufu eftir jarðhitasvæðum. (Gögn frá Orkuveitu Reykjavíkur)

VirkJun	Framleiðsla	g CO <sub>2</sub> /kWst
Jarðhitasvæði almennt	Rafmagn og heitt vatn	5-400
Krafla	Rafmagn	173
Námafjall	Rafmagn	210
Svartsengi	Rafmagn og heitt vatn	181
Nesjavellir	Rafmagn og heitt vatn	5
	Rafmagn	17*
Hellisheiði	Rafmagn	20

\*Eingöngu rafmagnsframleiðsla.

VirkJun í Hverahlíð mun eingöngu framleiða raforku. Gert er ráð fyrir að losun koldíoxíð (CO<sub>2</sub>) á hverja framleidda kWst verði af sambærilegri stærðargráðu og annarsstaðar á Hengilssvæðinu eða um 20-40 g CO<sub>2</sub> /kWst.



Mynd 23.1 Samanburður á losun gróðurhúsalofttegunda í CO<sub>2</sub>-ígildum fyrir mismunandi orkugjafa og fyrir nokkur háhitasvæði á Íslandi (VGK hf., 2005).

Uppgefið heildarústreymi gróðurhúsalofttegunda á Íslandi árið 2004<sup>9</sup> var ígildi 3.707.000 tonn CO<sub>2</sub>, og nam aukning frá árinu 2003 um 2% (Birna Sigrún Halldórsdóttir o.fl., 2006). Tafla 23.2 sýnir útstreymi koldíoxíðs (CO<sub>2</sub>) og metans (CH<sub>4</sub>) frá virkjunum á Hellisheiði árið 2004 borið saman við

<sup>9</sup> Tölur um heildarlosun CO<sub>2</sub> á Íslandi árið 2005 er ekki að vænta fyrr en vorið 2007 samkvæmt upplýsingum frá Umhverfisstofnun. Því var ákveðið að notast eingöngu við tölur frá árinu 2004 fyrir Nesjavalla- og Hellisheiðarvirkjun.



heildarústreyми þessara lofttegunda frá landinu öllu. Eins og tölurnar sýna nemur heildarústreyми gróðurhúsalofttegunda frá virkjununum á Hengilssvæðinu um 0,4% af heildarústreyminu á landinu öllu árið 2004 (Umhverfisskýrsla OR 2004, 2005).

**Tafla 23.2 Útblástur gróðurhúsalofttegunda árið 2004 á Nesjavöllum og Hellisheiði samanborið við heildarústreyми á Íslandi. (Umhverfisstofnun, 2006 og Umhverfisskýrsla OR 2004, 2005)**

	CO <sub>2</sub> [tonn/ár]	CH <sub>4</sub> [tonn/ár]	Ígildi CO <sub>2</sub> [tonn/ár]
Nesjavellir	11.551	21	12.000
Hellisheiði*	1.943	-	2.000
Heildarústreyми á Íslandi	2.859.000	20.000	3.707.000

\* Útblásturstölur á framkvæmdatíma Hellisheiðarvirkjunar, þ.e. aðeins útblástur frá borholum í blástursprófunum.

### 23.1.2 Brennisteinsvetni

Efnasambandið brennisteinsvetni (H<sub>2</sub>S) er eitt jarðhitagasanna. Lofttegundinni fylgir lykt sem oft er kölluð hveralykt og því lyktin oft eina ummerkið um tilvist hennar í andrúmsloftinu. Efnasambandið telst eitrad en nær þó sjaldnast þeim styrk að það sé hættulegt við náttúrulegar aðstæður, >300.000 ppb<sup>10</sup> (Tafla 23.3). Á háhitasvæðum á Íslandi er náttúruleg losun brennisteinsvetnis (H<sub>2</sub>S) um gufuaugu, hveru og aðra yfirborðsvirkni talsverð, því er lykt af brennisteinsvetni viðvarandi á flestum háhitasvæðum landsins. Lyktarskyn mannsins er ákaflega næmt fyrir brennisteinsvetni og finnst lykt við 5 ppb styrk í andrúmslofti.

**Tafla 23.3 Viðmiðunarmörk um styrk brennisteinsvetnis í andrúmslofti**

Styrkur H <sub>2</sub> S í andrúmslofti [ppb]	Viðmiðun
5	Lyktarmörk
107	Heilsuverndarviðmið Alþjóða heilbrigðismálastofnunarinnar (WHO)
10.000	Viðmiðunarmörk vinnueftirlitsins m.v. meðaltal yfir 8 klst vinnutíma.*
15.000	Viðmiðunarmörk vinnueftirlitsins m.v. meðaltal yfir 15 mín. tímabil eða annað tiltekið tímabil.*
150.000-250.000	Lyktarskyn lamast, óþægindi í öndunarvegi, augnskaði.
> 300.000	Lífshættulegt ástand*

\* Skv. reglugerð nr. 154/1999 um mengunarmörk og aðgerðir til að draga úr mengun á vinnustöðum.

\*\* <http://visindavefur.hi.is/svar.asp?id=2935>.

Afdrif brennisteinsvetnis í andrúmsloftinu er talið tvíþætt. Annarsvegar að það oxist það yfir í brennisteinsdíoxíð (SO<sub>2</sub>), hinsvegar að það sé þvegið úr gufunni og falli út sem brennisteinn (S). Hið fyrrnefnda er talið óheppilegra þar sem SO<sub>2</sub> telst skaðlegt og getur valdið súrnun jarðvegs og stöðuvatna. Til að grennslast fyrir um umfang oxunarferlisins hafa verið gerðar rannsóknir á jarðvegi í nágrenni jarðvarmavirkjana á Íslandi. Niðurstöður rannsókna sýna að lítil hluti brennisteinsvetnisins umbreytist í SO<sub>2</sub>. Jafnvel við hagstæðustu skilyrði til SO<sub>2</sub>-myndunar, þ.e. sólríkt, þurr og lyngt veður er umbreyting talin að hámarki 10%. Síðarnefndu afdrifin, sem eru að H<sub>2</sub>S rigni fljótt niður virðast vera ráðandi við íslenskar aðstæður og þá sérstaklega á Hengilssvæðinu þar sem úrkoma mælist yfir meðalársúrkomu á landinu (Hrefna Kristmannsdóttir, 2003).

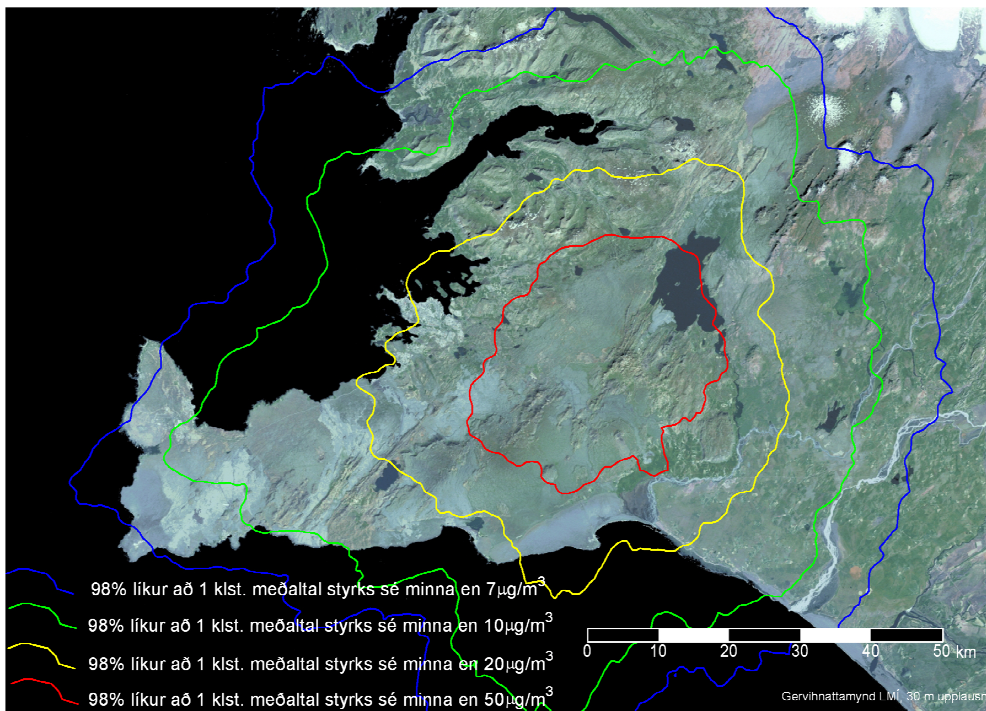
<sup>10</sup> Parts per billion = Milljarðasti hluti

### 23.2 Grunnástand

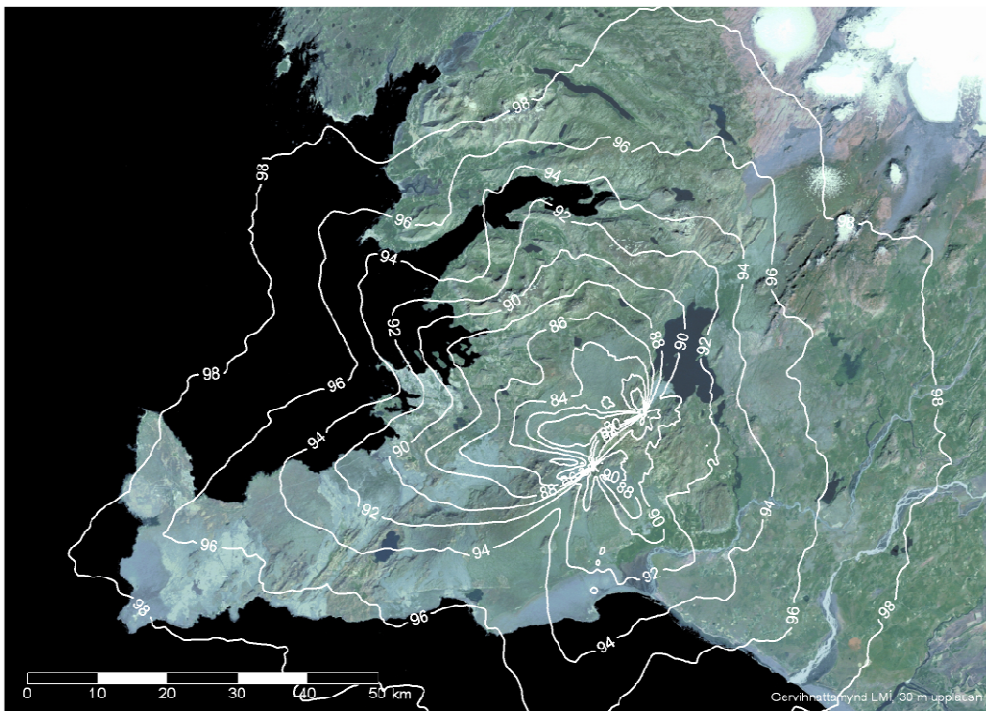
Orkuveita Reykjavíkur hefur fylgst með styrk brennisteinsvetnis ( $H_2S$ ) í andrúmslofti á Hellsisheiði og nágrenni frá miðju ári 2001 í von um að geta lagt mat á áhrif aukinnar losunar brennisteinsvetnis. Frá Nesjavöllum eru eingöngu til tölur um styrk brennisteinsvetnis í andrúmslofti eftir að virkjunin tók til starfa. Erfitt er að bera þessi gögn saman og yfirfæra á önnur svæði vegna staðbundinna áhrifa sem hafa mikil áhrif á dreifingu og útskolun jarðhitaloftegunda í andrúmsloftinu. Yfirborðshiti á Hellsisheiðarsvæðinu er mun minni heldur en á Nesjavallasvæðinu og því er náttúruleg losun jarðhitaloftegunda þar mun minni, áhrif sem rekja má til virkunar verða því skýrari á Hellsisheiði en Nesjavöllum.

Verkfræðistofan Vatnaskil hefur reiknað dreifingu brennisteinsvetnis ( $H_2S$ ) í andrúmslofti frá jarðvarmavirkjunum á Nesjavöllum og Hellsisheiði. Eftirfarandi niðurstöður eru byggðar á reikningum þeirra (Verkfræðistofan Vatnaskil 2007b) og snúa að dreifingu brennisteinsvetnis ( $H_2S$ ) frá Nesjavallavirkjun og fullbyggðri Hellsisheiðarvirkjun.

Mynd 23.2 og Mynd 23.3 sýna niðurstöður reikninganna. Niðurstöður benda til að það séu um 88-94% líkur á að klukkustundarmeðaltalsstyrkur brennisteinsvetnis sé svo lágur að engin lykt finnist ( $<5 \text{ ppb} = 7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) á höfuðborgarsvæðinu eftir tilkomu Hellsisheiðarvirkjunar, með neðri mörkin í austustu byggðum Reykjavíkur og Mosfellsbæ og efri mörkin á Seltjarnarnesi. Þar með eru 6-12% líkur að klukkustundarmeðaltals styrkur sé það hár að finna megi lykt á þessum svæðum fyrir byggingu virkjana á Bitru og í Hverahlíð. Líkurnar eru svipaðar í öðrum byggðarkjörnum, s.s. Þorlákshöfn, Eyrarbakka og sumarhúsabyggðum við Þingvallavatn og í Prastarskógi.



Mynd 23.2 Dreifing brennisteinsvetnis frá Nesjavöllum og Hellsisheiði. 98% líkur á að sólarhringsmeðaltal styrks sé undir gefnu gildi (Verkfræðistofan Vatnaskil 2007b).



Mynd 23.3 Dreifing brennisteinsvetnis frá virkjunum á Nesjavöllum og Hellisheiði. Líkur (%) á að engin lykt finnst (klukkustundarmeðaltals styrkur sé undir 5 ppb) (Verkfræðistofan Vatnaskil 2007b).

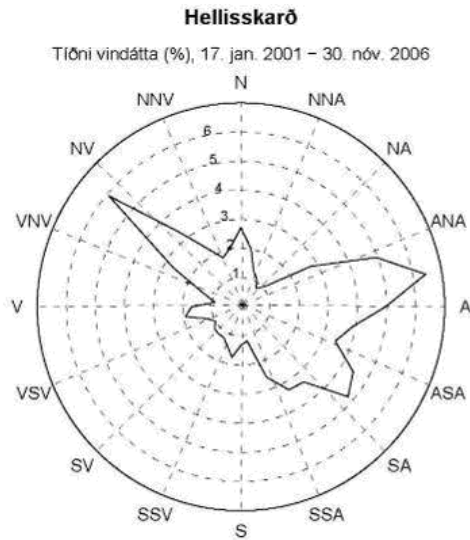
### 23.3 Veðurfar

Veður hefur áhrif á dreifingu og úrskolun efna og efnasambanda úr jarðhitagasinu. Veðurstofa Íslands hefur rekið tvær sjálfvirkar veðurstöðvar í Hellisskarði (stöðvanúmer 1490)<sup>11</sup> og á Ölkelduhálsi (stöðvarnúmer 1493) síðan 2001 og Vegagerðin eina á Hellisheiði frá 1992. Árið 2006 bætti Veðurstofan við veðurstöð á Skarðsmýrarfjalli að beiðni Orkuveitunnar (stöðvanúmer 1496). Veðurstofan tók saman niðurstöður fyrir úrkomu, ríkjandi vindátt, vindstyrk og hita á þessum athugunarstöðum. Af þessum athugunarþáttum er það vindátt, vindstyrkur og úrkoma sem skipta mestu um dreifingu lofttegunda. Veðurstöðin á Hellisheiði ætti að gefa góða mynd af veðuraðstæðum við væntanlega jarðvarmavirkjun í Hverahlíð. Tafla 23.4 sýnir niðurstöður meðaltalsmælinga og vindrósir fyrir mælisvæðin má sjá á Mynd 23.4, Mynd 23.5 og Mynd 23.6. Úrkoma á Hengilssvæðinu mælist töluvert meiri en í höfuðborginni, þá er meðalhitastig einnig um 2°C lægra þar. Þessi mikla úrkoma eykur útskolun jarðhitalofttegunda úr andrúmsloftinu og þá helst brennisteinsvetnis.

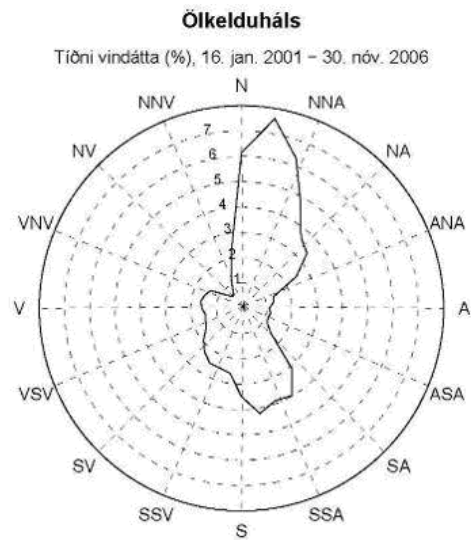
Tafla 23.4. Meðaltal yfir veðurgildi frá janúar 2001 – nóvember 2006 (Veðurstofa Íslands, 2006).

Tímabil jan. 2001-nóv. 2006	Hellisskarð	Ölkelduháls	Hellisheiði	Reykjavík
Meðal vindstyrkur [m/s]	7,3	6,6	6,6	4,3
Meðal ársúrkoma [mm]	2.100	2.500	Ekki mælt	900
Meðalhitastig [°C]	2,6	2,5	3,1	5,3

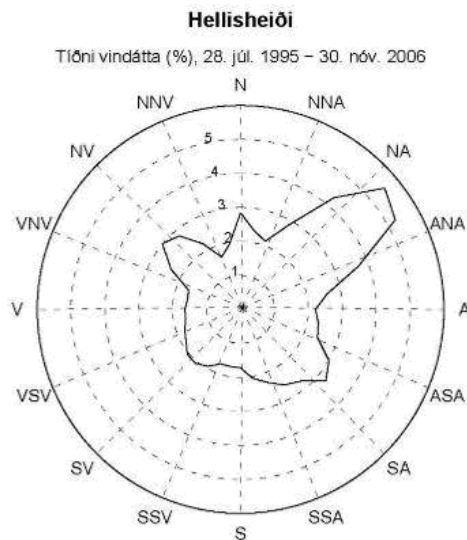
<sup>11</sup> Sjá veðurstöðvar á heimasíðu Veðurstofu Íslands, [www.vedur.is/vedur/stodvar](http://www.vedur.is/vedur/stodvar)



Mynd 23.4. Vindrós frá veðurstöð í Hellisskarði (Veðurstofa Íslands, 2006).



Mynd 23.5. Vindrós frá veðurstöð á Ölkelduhálsi (Veðurstofa Íslands, 2006).



Mynd 23.6. Vindrós frá veðurstöð á Hellisheiði (Veðurstofa Íslands, 2006).

23.4 Losun jarðhitalofttegunda frá Hverahlíðarvirkjun

Á Hverahlíðarsvæðinu liggja fyrir mælingar á holu HE-21 (kort 1), hún hefur verið aflmæld og sýni úr gufu og vatni tekin til efnagreininga. Tafla 23.5 sýnir reiknaðan styrk gass í gufu. Einnig er sýnt gufuhlutfall við 8 bar þrýsting (175°C) en það er sami þrýstingur og nýttur er í Hellisheiðarvirkjun. Vermíð í holunni er fremur hátt miðað við aðrar holur á Hengilssvæðinu, en svipar þó til holna á Nesjavöllum. Hátt vermi holunnar leiðir til þess að um helmingur jarðhitavökvans er á gufuformi við 8 bar þrýsting. Heildarstyrkur gass í gufu er um 0,6% sem er sambærilegt við hlutfall annarsstaðar

á Hengilssvæðinu en þar er það um 0,4%. Jarðvarmasvæðið í Hverahlíð er ólíkt öðrum jarðhitasvæðum á Íslandi að því leyti að ekkert metan (CH<sub>4</sub>) mælist í jarðhitaloftertegundunum frá svæðinu. Þessar tölur geta þó allar tekið breytingum með lengri bor- og vinnslusögu (Gestur Gíslason, 2007).

**Tafla 23.5 Reiknaður styrku gass í gufu og gufuhlutfall við 8 bar skiljuþrýsting, mæliniðurstöður frá borholum í Hverahlíð.**

Borhola	Gufuhluti	CO <sub>2</sub> [mg/kg]	H <sub>2</sub> S [mg/kg]	H <sub>2</sub> [mg/kg]	N <sub>2</sub> [mg/kg]	Gas í gufu [%]
HE-21	0,53	5.100	370	16	420	0,6

Tafla 23.5 og Tafla 23.6 sýnir áætlaða losun byggð á mælingum frá einni holu, HE-21. Eftir því sem fleiri holur eru boraðar þeim mun nákvæmari upplýsingar fást um endanlega efnasamsetningu gufunnar í virkjuninni og þar af leiðandi heildarlosun jarðhitaloftertegunda. Til viðmiðunar hefur útstreymi jarðhitaloftertegunda frá fullbúinni virkjun verið áætlað um 27.000 tonn/ári miðað við að gas í gufu sé um 0,5% og að virkjunin noti um 180 kg/s gufu (Tafla 23.6).

**Tafla 23.6 Viðmiðunargildi fyrir árlega losun jarðhitaloftertegunda frá Hverahlíðarvirkjun gert er ráð fyrir 98-99% hreinsun á brennisteinsvetni.**

Virkjun	CO <sub>2</sub> [tonn/ár]	H <sub>2</sub> S [tonn/ár]	H <sub>2</sub> [tonn/ár]	N <sub>2</sub> [tonn/ár]	Samtals [tonn/ár]
Hverahlíðarvirkjun	25.000	<50	100	2.000	~ 27.000

### 23.4.1 Hreinsun brennisteinsvetnis

Í kjölfar umsagna og athugasemda við frummatsskýrslur Hverahlíðar- og Bitruvirkjunar hefur Orkuveita Reykjavíkur ákveðið að grípa til aðgerða vegna losunar á brennisteinsvetni frá virkjunum á Hengilssvæðinu. Þegar rekstur Hverahlíðarvirkjunar hefst er gert ráð fyrir að hreinsun sé þegar hafin og losun brennisteinsvetnis því aðeins um 1-2% því heildarmagni sem upp kemur úr holunum (Tafla 23.6).

Verkfræðistofan VGK-Hönnun hefur kannað möguleika á hreinsun brennisteinsvetnis úr jarðhitagasi. Niðurstöður hennar, eftir að hafa skoðað mismunandi aðferðir, eru að miðað við aðstæður sé hentugast leysa brennisteinsvetni upp í vatni. Þessum vökva yrði blandað við skiljuvatni í niðurrennslisholum þar sem þrýstingur er nægjanlegur til að halda gasi á uppleystu formi. Þessi aðferð verður prófuð í tilraunastöð sem verður komið upp við Hellisheiðarvirkjun (VGK-Hönnun, 2007).

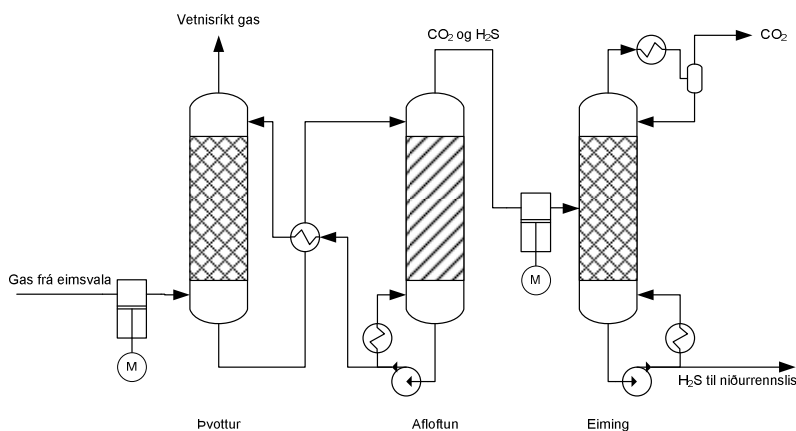
Hreinsun brennisteinsvetnis var fyrst skoðuð fyrir Nesjavallavirkjun 1989 (VBL, 1989) og nokkrum sinnum síðan (VGK og VBL, 1993; VGK 2000 og 2005b). Fjölmargar hreinsunaraðferðir fyrir brennisteinsvetni eru þekktar m.a. úr jarðgasiðnaði (Kohl A. og Nielsen R, 1997), en einnig fyrir jarðhitavinnslu (Galeski og Ananth, 1978; Sanopoulos og Karabelas, 1997) og má flokka þær í líffræðilegar, efnafræðilegar eða eðlisfræðilegar (Teitur Gunnarsson, o.fl., 2007). Líffræði- og efnafræðilegar aðferðir byggjast oftast á framleiðslu á brennisteini eða brennisteinssýru. Ókostir þessara aðferða er þörfin sem skapast á förgun brennisteins eða brennisteinssýru, en hún hefur veruleg umhverfisáhrif auk þess sem talsverðra fjárfestinga er þörf fyrir þessar aðferðir.

Eðlisfræðilegar aðferðir byggja á ísogi brennisteinsvetnis í vatn sem beint er í niðurrennsli. Bæði koldíoxíð og brennisteinsvetni sem eru aðalefnasamböndin í jarðhitagasi eru uppleysanlegar í vatni og mynda súra lausn. Til að draga úr sýruáhrifum af niðurrennslinu er fyrirhugað að aðskilja þessi efni fyrir niðurrennslið þ.a. einungis brennisteinsvetni fari þá leið. Slíkur aðskilnaður getur byggst

annað hvort á eimingu eða sérhæfðu ísogi brennisteinsvetnis í vatnslausn amíns (MDEA) eða karbónats ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$  eða  $\text{K}_2\text{CO}_3$ ). Slíkt sérhæft ísog er þekkt úr jarðgasiðnaði víða um heim.

Kostirnir við ísog brennisteinsvetnis í vatnslausn og niðurrennsli lausnarinnar eru einkum þeir að engin aðkeypt efni eru notuð, engin efni verða til sem ekki eru þegar í náttúrulegu ferli og fjárfesting er veruleg minni en við efnafræðilegar aðferðir. Reynsla er þegar í landinu við hönnun, byggingu og rekstur sambærilegra hreinsistöðva, en metanhreinsistöð Sorpu í Álfsnesi byggir á sambærilegri tækni. Almennt er eiming og ísog vel þekktar aðgerðir í efnaðnaði, upplýsingar sem þarf til hönnunar slíks búnaðar er auðvelt að nálgast og reksturinn er fræðilega einfaldur. Reynslan frá Álfsnesi hefur sýnt að auðvelt er að ná yfir 99% hreinsivirkni. Helsti ókostur við þessa aðferð er ef staðsetning niðurrennslis er með þeim hætti að brennisteinsvetni nái að hringrása í jarðhitakerfinu þannig að styrkur þess aukist í gufu frá vinnsluholum. Undirbúningur að uppsetningu tilraunastöðvar til hreinsunar á brennisteinsvetni við Hellisheiðarvirkjun er þegar hafinn og er gert ráð fyrir að hún verði komin í rekstur um mitt ár 2008. Í tilraunastöðinni verða ýmsar útfærslur og mismunandi aðstæður kannaðar til að tryggja bestu hönnun nýrrar hreinsistöðvar.

Eftirfarandi mynd sýnir mögulega útfærslu á hreinsun brennisteinsvetnis. Óþéttanlegar gastegundir eru heimtar frá eimsvalanum (kafli 11.1) og fara þaðan undir þrýstingi í gegnum þvottaturna þar sem súru gastegundirnar,  $\text{CO}_2$  og  $\text{H}_2\text{S}$ , eru ísogaðar í vatn. Öðrum gastegundum er hleypt út í andrúmsloftið. Eftir afloftun er þrýstingur aukinn enn frekar og fer sýrði vökvinn þaðan inn í eimingarturn. Í eimingarturninum eru efnasamböndin aðskilin til að draga úr sýruáhrifum vökvva sem fer í niðurrennsli. Með þessu er tryggt að einungis brennisteinsvetnisríka vatninu er beint í niðurrennslið.



**Mynd af einni af útfærslum á hreinsun brennisteinsvetnis**

Hönnun hreinsistöðvar fyrir virkjanir Orkuveitunnar á Hengilssvæðinu hefst að loknum rekstri tilraunastöðvar seint á árinu 2008 eða í ársbyrjun 2009 og gæti fullbúin hreinsistöð tekið til starfa 12-18 mánuðum síðar.

Orkuveitan hefur einnig unnið í öðrum verkefnum sem snúa að hreinsun brennisteinsvetnis. Orkuveitan hefur stutt verkefni sem fyrirtækið Prókatín ehf vinnur við í samstarfi við Háskólann á Akureyri, Matís-Prokaria, Háskóla Íslands og VGK-Hönnun um að virkja örverur til framleiðslu á lífmassa úr jarðhitagasi, sjá nánar á [www.prokatin.is](http://www.prokatin.is).

### 23.5 Loftslagssamningur Sameinuðu þjóðanna, Kyoto-bókhald

Ísland er aðildarríki að rammisamningi Sameinuðu þjóðanna um loftslagsbreytingar og Kyoto-bókuninni. Rammisamningurinn kveður á um að aðildarríki skuli halda útstreymisbókhald. Árið 2002 ákvað Umhverfisstofnun að losun gróðurhúsalofttegunda frá jarðvarmavirkjunum á Íslandi yrðu tímabundið ekki taldar með í bókahaldi um losun af mannavöldum. Kom þetta í kjölfar niðurstöðu Halldórs Ármannssonar (2001) um að nýting jarðhitasvæða breyti engu um heildarútstreymi gróðurhúsalofttegunda í andrúmsloftið. Nýjar rannsóknir benda hins vegar til þess að á Íslandi sé útblástur frá jarðhitavirkjunum marktækur hluti heildarútblásturs (Halldór Ármannsson, 2006). Útblástur gróðurhúsalofttegunda frá jarðvarmavirkjunum voru því taldar með í bókhaldi um losun af mannavöldum fyrir árið 2006 (Umhverfisstofnun, 2006).

### 23.6 Áhrif framkvæmda á loftgæði

Þær jarðhitaloftergundir sem helst ber að fylgjast með sökum óæskilegra áhrifa á loftslag og lífverur eru gróðurhúsalofttegundirnar koldíoxíð ( $\text{CO}_2$ ) og metan ( $\text{CH}_4$ ) og jarðhitaloftergundin brennisteinsvetni ( $\text{H}_2\text{S}$ ). Í kaflanum verður fjallað um væntanleg áhrif losunar á framkvæmda- og rekstrartíma og loks áhrif losunar til lengri tíma.

#### 23.6.1 Áhrif á framkvæmdatíma

Að borun lokinni eru holurnar blástursprófaðar í 3-6 mánuði, sjá kafla 12.2.1. Við blástursprófanir berast jarðhitaloftergundir í andrúmsloftið. Magn jarðhitaloftergunda sem losað er á framkvæmdatíma fer eftir blásturstíma.

Aukin losun á koldíoxíði ( $\text{CO}_2$ ), metani ( $\text{CH}_4$ ) og brennisteinsvetni ( $\text{H}_2\text{S}$ ) fylgir blástursprófunum, en þar sem um tímabundið ástand er að ræða og takmarkaður fjöldi holna er í blæstri samtímis eru áhrif talin óveruleg. Þó má vænta þess að aukin hveralykt finnist í nágrenni við blásandi holur sem stafar af auknu magni brennisteinsvetnis í andrúmslofti. Styrkurinn er ekki talinn hafa áhrif á lífverur, gróður eða heilsu manna. Styrkurinn er þó ekki talinn hafa áhrif á lífverur, gróður eða heilsu manna.

#### 23.6.2 Áhrif á rekstrartíma

Á rekstrartíma virkjunarinnar verða jarðhitaloftergundirnar heimtar frá lofttæmidælu við eimsvala virkjunarinnar og leiddar gegnum hreinsibúnað þar sem brennisteinsvetni verður hreinsað úr gasstrauminum. Til viðmiðunar hefur losun jarðhitaloftergunda frá fullbyggðri Hverahlíðarvirkjun verið áætluð um 27.000 tonn/ári miðað við að gas í gufu sé um 0,5% sem er svipað og mælist annarsstaðar á Hengilssvæðinu. Útblástursgildin eru birtar með fyrirvara um hugsanlega breytingu með lengir bor- og vinnslusögu á svæðinu.

#### Losun koldíoxíðs

Rannsóknir benta til þess að jarðhitavinnsla auki á losun koldíoxíðs samanborið við grunnástand svæðisins. Losun koldíoxíðs ( $\text{CO}_2$ ) í kjölfar Hverahlíðarvirkjunar kemur ekki til með að hafa teljandi áhrif á heildarlosun gróðurhúsalofttegunda á Íslandi (Tafla 23.6).

#### Losun brennisteinsvetnis

Jarðhitavinnsla er almennt talin auka á losun brennisteinsvetnis samanborið við grunnástand svæðisins. Ástæðan er að brennisteinsvetni ( $\text{H}_2\text{S}$ ) er mjög hvarfgjarnt efnasamband og oxast og/eða fellur út á leið sinni frá jarðhitakerfinu, upp í gegnum jarðlögin, að gufuaugum og hverum. Sé þetta ferli truflað með borun niður í jarðhitakerfið eykst losun gastegunda miðað við náttúrulegt ástand. Styrkur brennisteinsvetnis er þó verulega háður veðri og vindum eins og fram kemur í 23.1.2 og má því ætla að styrkur verði mismunandi milli daga. Verkfræðistofan Vatnaskil hefur unnið dreifispá fyrir brennisteinsvetni ( $\text{H}_2\text{S}$ ) frá fullbyggðum virkjunum á Nesjavöllum, Helligshéiði, Bitru og Hverahlíð,

með og án hreinsunar á brennisteinsvetni. Eftirfarandi umfjöllun er byggð á niðurstöðum Verkfræðistofunnar Vatnaskila (Vatnaskil, 2007c, 2007f).

Niðurstöður fyrir reikninga án hreinsunar sýna að það eru um 84-92% líkur á að klukkustundarmeðaltals styrkur brennisteinsvetnis ( $H_2S$ ) á höfuðborgarsvæðinu sé svo lágur að engin lykt finnst ( $< 5$  ppb) þegar allar 4 virkjanirnar á Hengilssvæðinu eru fullbyggðar (myndir 22.7-22.8). Neðri mörkin eru í austustu byggðum Reykjavíkur og Mosfellsbæ og efri mörkin á Seltjarnarnesi. Líkurnar eru svipaðar í öðrum byggðarkjörnum, s.s. Þorlákshöfn, Eyrarbakka og sumarhúsabyggðum við Þingvallavatn og í Prastarskógi.

Niðurstöður fyrir reikninga með 99% hreinsun brennisteinsvetnis frá virkjununum 4 á Hengilssvæðinu benda til þess að óverulegar líkur eru á því að styrkur verði það hár að lykt muni finnast á höfuðborgarsvæðinu (Mynd 23.9) (Verkfræðistofna Vatnaskil, 2007f).

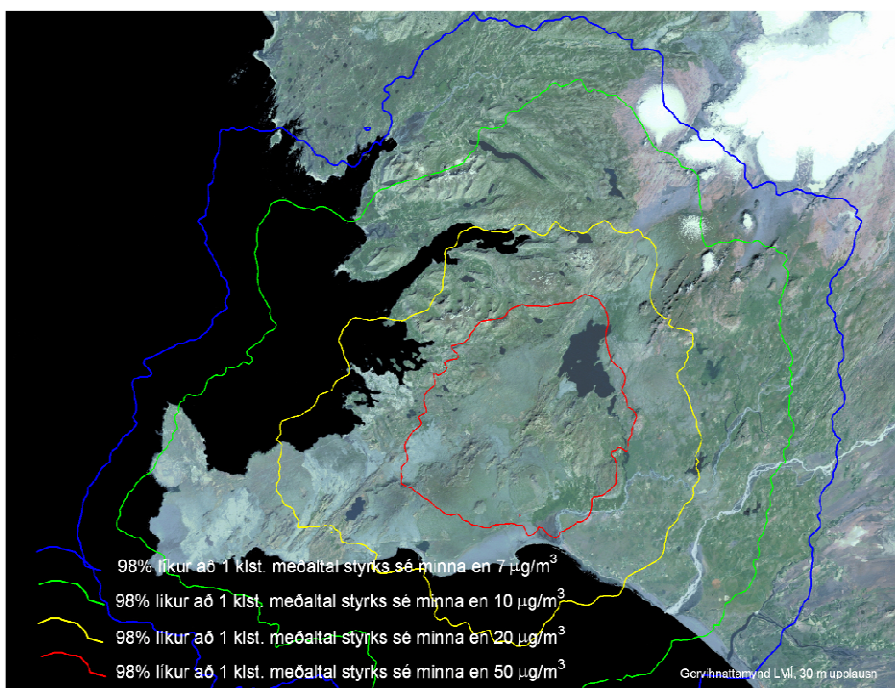
Reynsla frá framkvæmdum við Hellisheiðarvirkjun hefur sýnt að eftir að rekstur virkjunarinnar hófst hefur mælst styrkukning á brennisteinsvetni í nágrenni stöðvarhúss. Brennisteinsvetni ( $H_2S$ ) og aðrar jarðhitalofttegundir eru eðlisþyngri en andrúmsloftið og því hætt við að gasið safnast fyrir í lægðum eða skotum hvort sem er innan eða utandyra, og skapi þar óviðunandi ástand. Eru gryfjur, kjallarar og hraunsprungur hér sérstaklega varhugaverðar. Í verklagsreglum Orkuveitunnar er fjallað um hvernig skuli bregðast við slíkum aðstæðum.

Loftgæðamælingar Umhverfisstofnunar á Grensásvegi og í Hvaleyrarholti<sup>12</sup>, í samvinnu við Heilbrigðiseftirlit Hafnarfjarðarsvæðis, sýna styrkukningu brennisteinsvetnis á þessum mælistöðum frá því rekstur Hellisheiðarvirkjunar hófst. Mælingar sýna að styrkur brennisteinsvetnis í þessum mælistöðum mælist undir heilsuverndarviðmiðum Alþjóða heilbrigðismálastofnunarinnar WHO (Tafla 23.3).

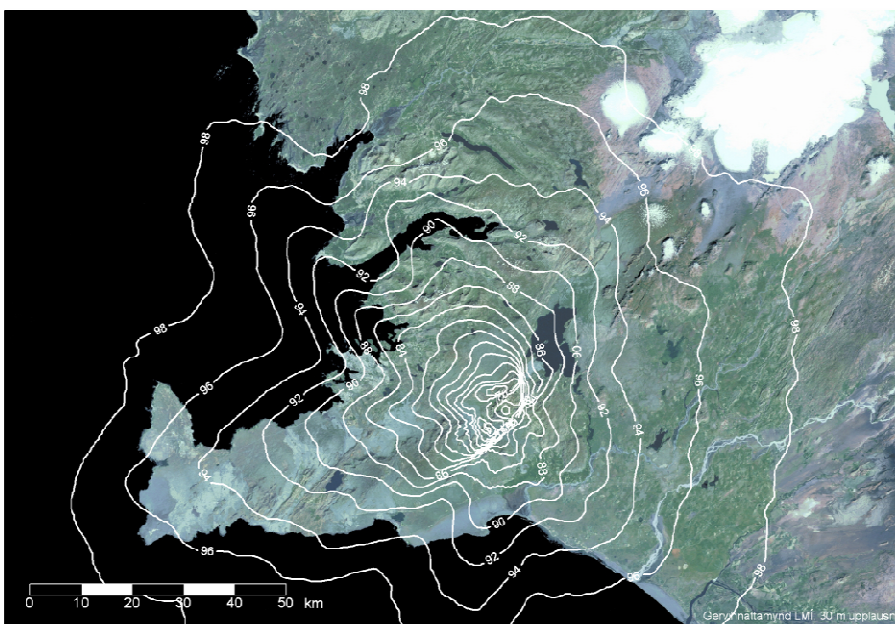
---

<sup>12</sup> Sjá mælistöðvar á vef Umhverfisstofnunar: [www.ust.is/Mengunarvarnir/Loftgaedi](http://www.ust.is/Mengunarvarnir/Loftgaedi)

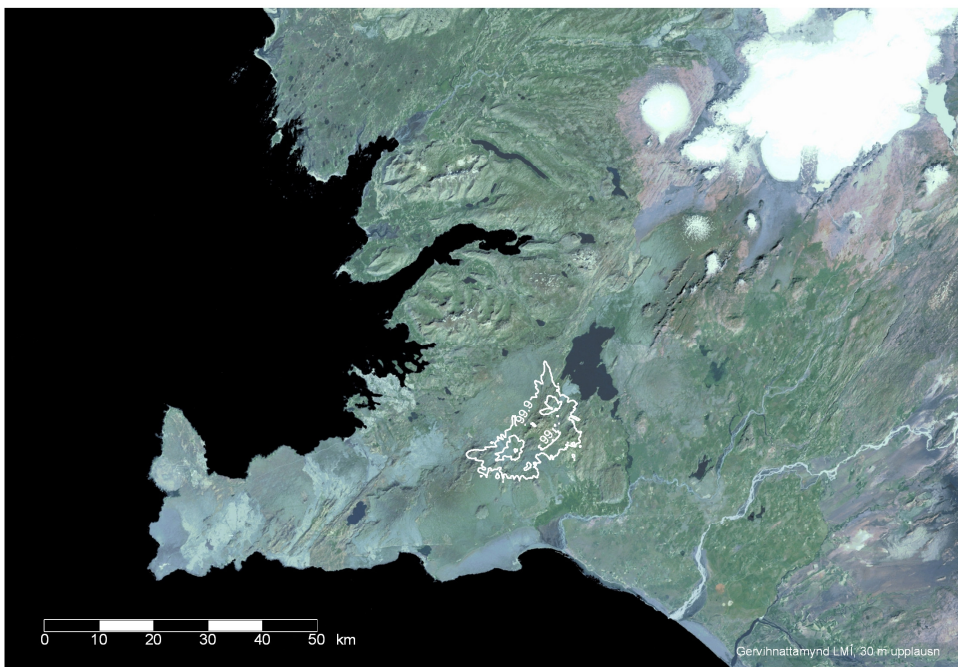




Mynd 23.7 Dreifing brennisteinsvetnis, án hreinsunar, frá virkjunum á Nesjavöllum, Hellisheiði, Hverahlíð og Bitru. 98% líkur á að klukkustundarmeðaltal styrks sé undir gefnu gildi (Verkfræðistofan Vatnaskil, 2006c).



Mynd 23.8 Dreifing brennisteinsvetnis, án hreinsunar, frá virkjunum á Nesjavöllum, Hellisheiði, Hverahlíð og Bitru. Líkur (%) á að engin lykt finnist (klukkustundarmeðaltals styrks undir 5 ppb) (Verkfræðistofan Vatnaskil 2007c).



**Mynd 23.9 Dreifing brennisteinsvetnis, með hreinsun, frá virkjunum á Nesjavöllum, Hellsheiði, Hverahlíð og Bitru. Líkur (%) á að engin lykt finnist m.v. 99 % hreinsun brennisteinsvetnis (klukkustundarmeðaltals styrks undir 5 ppb) (Verkfræðistofan Vatnaskil 2007f).**

### 23.6.3 Þróun losunar

Niels Giroud og Stefán Arnórsson (2005) hafa lagt mat á losun  $\text{CO}_2$  og  $\text{H}_2\text{S}$  frá rekstri jarðgufuvirkjana til lengri tíma. Niðurstöður benda til þess að nýting auðlindarinnar til lengri tíma, leiði til lækkunar á styrk koldíoxíðs ( $\text{CO}_2$ ) og brennisteinsvetnis ( $\text{H}_2\text{S}$ ) í gufu. Lækkunina má hugsanlega rekja til aðstreymis kaldara vatns inn um jaðra jarðhitakerfisins sem er afleiðing þrýstilækkunar í kerfinu, og/eða vaxandi suðu í kerfinu sem leiðir til aukinnar gufumyndunar. Gufan skilur sig frá vatninu og situr sem einskonar gufupúði ofan á vatnsborðinu, þetta getur orsakað það að allt gas tæmist úr holunni.

Miðað við náttúrulega losun jarðhitaloftegunda á jarðhitasvæðum, eykst losun frá svæðinu almennt við virkjun þess, a.m.k fyrstu rekstrarár virkjunar. Til lengri tíma litið er þessi losun samt ekki talin vera meiri en heildar gasstreymi sama tímabils við náttúrulegar aðstæður. Reynsla frá Nesjavallavirkjun styður þessa hugmynd, en þar hefur styrkur jarðhitaloftegunda minnkað stöðugt með hverju ári. Mynd 23.10 sýnir hvernig styrkur koldíoxíðs ( $\text{CO}_2$ ) hefur lækkað um helming síðan byrjað var að fylgjast reglulega með efnasamsetningu gufunnar. Sömu þróun má einnig finna í styrk brennisteinsvetnis ( $\text{H}_2\text{S}$ ) frá virkjuninni. Ekki er talið ólíklegt að sama þróun muni eiga sér stað í Hverahlíð.



### 23.9 Rannsóknarverkefni

Orkuveita Reykjavíkur stendur fyrir rannsóknarverkefni sem snýr að bindingu CO<sub>2</sub> í bergi á 400-800 m dýpi í basaltbergrunni. Hugmyndin er að leysa koldíoxíð upp í volgu grunnvatni og dæla kolsýrðu vatninu niður í basaltbergrunninn. Vitað er að CO<sub>2</sub> binst auðveldlega Ca<sup>2+</sup> jónum sem losna úr berginu þegar jarðhitavökvi leikur um það. Myndast þá steintegundin kalsít (kalsíumkarbónat, CaCO<sub>3</sub>) sem fellur út í þorum (holrými) bergsins. Reynist þetta gerlegt munu umhverfisáhrif jarðhitalofttegunda frá virkjunarsvæðum minnka umtalsvert. (Halldór Ármannsson o.fl., 2006 og Sigurður Rúnar Gíslason, 2007)

### 23.10 Eftirlit og vöktun

Orkuveita Reykjavíkur fylgist með efnasamsetningu og rennsli jarðhitavökva á framkvæmda- og rekstrartíma virkjunarinnar. Magn gróðurhúsalofttegunda sem og annarra jarðhitalofttegunda sem er losað í andrúmsloftið er fært í grænt bókhald Orkuveitunnar og gefið út í árlegri umhverfisskýrslu.

### 23.11 Umsagnir og athugasemdir um loftgæði

#### 23.11.1 Umsögn Umhverfisstofnunar

Til einföldunar er umsögn Umhverfisstofnunar um loftgæði skipt upp í 11 hluta. Umhverfisstofnun gaf frekari umsögn um Bitruvirkjun, dags. 12.3.2008, um áform um hreinsun brennisteinsvetnis og svör Orkuveitunnar við fyrri umsögn. Umsögnin á að mati Orkuveitunnar einnig við um Hverahlíðarvirkjun. Frekari umsögn um losun brennisteinsvetnis á meðan holur eru í blæstri er í kafla 23.11.1.12. Frekari umsögn stofnunarinnar um svör Orkuveitunnar er að finna í viðeigandi köflum 23.11.1.1 til 23.11.1.11.

#### 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 µg/m<sup>3</sup>) miðað við sólarhringsmeðalta.*

**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.

Frekari umsögn Umhverfisstofnunar, dags. 12.3.2008, um kafla 23.11.1.1

*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.*

**Svar:** Ábendingar Umhverfisstofnunar krefjast ekki frekari viðbragða Orkuveitunnar í matsskýrslu um Hverahlíðarvirkjun.

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 útvistarsvæði í grennd við virkjanirnar á Hellisheiði og loks vestast í byggðinni í Hveragerði. Á hverri stöð yrði mælt  $H_2S$  og  $SO_2$  en einnig fínt svifryk (PM 2,5).*

**Svar:** Orkuveitan telur mikilvægt að sísmælingar 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 gaumgæfilega og verður það gert í samráði við veðurfræðinga, Umhverfisstofnun og Heilbrigðiseftirlit Suðurlands.

Jarðvarmavirkjanir losa ekki  $SO_2$ . Framkvæmdaraðili telur því ekki þörf á að mæla  $SO_2$  frá jarðvarmavirkjununum. Líkt og greint er frá í kafla 23.1.2 þá benda rannsóknir til þess að myndun  $SO_2$  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 hreinsa brennisteinsvetni frá virkjunum á Hengilssvæðinu.

Frekari umsögn Umhverfisstofnunar, dags. 12.3.2008, um kafla 23.11.1.2

*Umhverfisstofnun er fullkunnugt um að jarðvarmavirkjanir losa ekki  $SO_2$ . Hinsvegar hvarfast hluti  $H_2S$  yfir í  $SO_2$  og Umhverfisstofnun telur að margt sé óútskýrt varðandi það hvaða þættir hafa áhrif á það ferli og ekki hægt að segja að það sé fullrannsakad. Flestar þær rannsóknir sem gerðar hafa verið á því hér á landi hafa verið gerðar á jarðhitasvæðunum sjálfum þar sem styrkur  $H_2S$  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. Sísmælingar 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 móti 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 jarðhitavirkjanna 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 svifrykssíum 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 leytir 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 virkjanna. 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 skátaskólar sem börn og unglingar gista í. Þjóðvegur 1 liggur um svæðið og nokkur fjöldi fólks ekur þar um daglega.

B. Ef gera á spálikan af dreifingu brennisteinsvetnis frá Hengilssvæðinu 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  $H_2S$ .

**Svar:** Orkuveitan ætlar að hreinsa brennisteinsvetni frá virkjunum á Hengilssvæðinu og mun setja upp mælistöðvar við virkjanir til að fylgjast með virkni hreinsunar. Orkuveitan verður með fastar mælistöðvar við þéttbýlið fyrir austan fjall og á höfuðborgarsvæðinu t.d. á Hólmsheiði eða Norðlingaholti í Reykjavík. Ákvörðun um staðsetningar mælistöðva verður tekin í samráði við Umhverfisstofnun, viðkomandi heilbrigðiseftirlit og sérfræðinga í veðurfræðum. Orkuveitan mun við uppsetningu þessara mæla athuga kosti og kostnað við að mæla einnig styrk  $SO_2$ .

Orkuveitan telur að með tilliti til þess að brennisteinsvetni verði hreinsað frá virkjunum séu ekki forsendur til þess að vakta brennistein í svifryki vegna reksturs jarðvarmavirkjana á Hengilssvæðinu.

Varðandi losun brennisteinsvetnis á meðan holur eru í blæstri er vísað í kafla 23.11.1.12, en þar er gerð grein fyrir áætlaðri losun. Miðað er við að flestar vinnsluholur við Bitru og Hverahlíð verði boraðar á tveimur árum og að hver hola blási í 3 mánuði. Miðað við þessar forsendur verður losun

frá holum í blæstri á Bitru og við Hverahlíð um 10% af því sem báðar virkjanir losa af brennisteinsvetni án hreinsunar á ári.

Orkuveitan mun setja upp mæla við útblástur frá virkjunum, sem mun gefa til kynna styrk efna í nágrenninu. Ef mælingar gefa til kynna meiri styrk en áætlað er verður gripið til aðgerða.

#### 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<sub>2</sub>S 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.

#### Frekari umsögn Umhverfisstofnunar, dags. 12.3.2008, um kafla 23.11.1.3

*Umhverfisstofnun telur að skortur á faraldsfræðilegum rannsóknum stafi ekki af því hversu erfiðar þær eru í framkvæmd. Meginástæðan er sú að þessi mengun er óvíða vandamál og því lítið rannsökuð. Brennisteinsvetni kemur ekki frá samgöngum og er því almennt ekki til staðar í borgarkjörnum. Þeir orkugjafir 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 óvíða 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.*

*Svífryk, nitroxíð, brennisteinsdíoxíð og óson eru þau mengunaefni 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 sjúkaskrár ef sveiflur í styrk þess fylgja ekki öðrum mengunarefnum.*

**Svar:** Ábendingar Umhverfisstofnunar krefjast ekki frekari viðbragða Orkuveitunnar í matsskýrslu um Hverahlíðarvirkjun, þar sem Orkuveitan ætlar að hreinsa brennisteinsvetni úr útblæstri virkjunarinnar.

23.11.1.4 Umsögn Umhverfisstofnunar frh.

*Pegar 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<sub>2</sub>S getur oxast yfir í SO<sub>2</sub> 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 fínt brennisteinsryk.*

**Svar:** Í greinargerð þeirri er Umhverfisstofnun vitnar í, Gasútblastur frá jarðhitasvæðum frá Orkuþingi 2001, er greint frá tveimur rannsóknum 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 fela 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 rannsóknum (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.

Frekari umsögn Umhverfisstofnunar, dags. 12.3.2008, um kafla 23.11.1.4

*Það er einmitt þessi greinargerð sem Umhverfisstofnun byggði á. Í ljósi skoðanaskipta Orkuveitunnar og Umhverfisstofnunar um þetta sér stofnunin ástæðu til að birt hér orðrätt 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<sub>2</sub> og 5100 tonn/ár H<sub>2</sub>S (Halldór Ármannsson 1991b) og 2.1 miljón tonn/ár CO<sub>2</sub> og 81.000 tonn/ár H<sub>2</sub>S (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 metið 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 minnr Umhverfisstofnun aftur á að ekki stendur til að hreinsa það sem kemur frá holum í blæstri.*

**Svar:** Umfjöllun Umhverfisstofnunar um náttúrulegt gasstreymi gefur ekki tilefni til frekari viðbragða frá Orkuveitunnar í matsskýrslu Hverahlíðarvirkjunar. Varðandi losun brennisteinsvetnis á meðan holur eru í blæstri er vísað í kafla 23.11.1.12.

#### 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 23.11.1.2 og 23.11.2 um mögulegar mælistöðvar.

#### 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<sub>2</sub> losun og miðað við þær upplýsingar sem koma fram í frummatsskýrslu þá má búast við að um 10% af H<sub>2</sub>S oxist yfir í SO<sub>2</sub>. miðað við þá tölu þá losa allar fjórar virkjanirnar sömu stærðargráðu af SO<sub>2</sub> og samanlagt er frá stóriðu á höfuðborgarsvæðinu.*

**Svar:** Í kafla 23.1.2 segir: „Jafnvel við hagstæðustu skilyrði til SO<sub>2</sub>-myndunar, þ.e. sólríkt, þurrt og lygnt veður er umbreyting talin að hámarki 10%“. Í skýrslunni kemur sömuleiðis fram að meðal ársúrcoma 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<sub>2</sub>-myndunar séu fremur fátíðar á Hengilssvæðinu.

Samanber kafla 23.4.1 verður brennisteinsvetni hreinsað frá öllum virkjunum á Hengilssvæðinu. Slík hreinsun verður 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.

Frekari umsögn Umhverfisstofnunar, dags. 12.3.2008, um kafla 23.11.1.6

*Umhverfisstofnun minnr 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.*

**Svar:** Vísað er í kafla 23.11.1.12 um losun brennisteinsvetnis á meðan holur eru í blæstri.

#### 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 í mosa og fléttum, er ekki hægt að fjölýrða um á þessari stundu en það verður skoðað í samhengi við ofangreint verkefni og e.t.v. önnur samsvarandi.

Frekari umsögn Umhverfisstofnunar, dags. 12.3.2008, um kafla 23.11.1.7

*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 Hengilssvæðinu 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.*

**Svar:** Orkuveitan mun skoða þátttöku í rannsóknarverkefninu m.t.t. þess hvernig það gagnist vöktunaráætlunum fyrirtækisins.

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 gætit 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 nágrenni virkjana á Hengilssvæðinu.

Frekari umsögn Umhverfisstofnunar, dags. 12.3.2008, um kafla 23.11.1.8

*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.*

**Svar:** Umfjöllun Umhverfisstofnunar gefur ekki tilefni til frekari viðbragða frá Orkuveitunnar í matsskýrslu Hverahlíðarvirkjunar, þar sem Orkuveitan ætlar að hreinsa brennisteinsvetni frá útblæstri virkjunarinnar.

23.11.1.9 Umsögn Umhverfisstofnunar frh.

*Það er skilningur Umhverfisstofnunar 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 Umhverfisstofnunar 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.

Frekari umsögn Umhverfisstofnunar, dags. 12.3.2008, um kafla 23.11.1.9

*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 framkvæmdaðila 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<sub>2</sub>S) 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.*

**Svar:** Vísað er í kafla 23.11.1.12 um losun brennisteinsvetnis á meðan holur eru í blæstri.

23.11.1.10 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 jarðhitaloftegundum 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 Umhverfisstofnunar 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 jarðhitaloftegundum aftur í jarðhitageyminn. Orkuveitunni er ljóst að nokkrar aðferðir eru vel þekktar til að fjarlægja brennisteinsvetni úr gasstraumum, sjá kafla 23.4.1.

## 23.11.1.11 Umsögn Umhverfisstofnunar frh.

*Umhverfisstofnun telur ennfremur að skýra verði við hvaða tímaskala er miðað þegar talað er um að heildarlosun jarðhitalofttegunda frá virkjuninni sé ekki meiri en náttúruleg losun til langs tíma litið 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 19.7). 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 jarðhitalofttegunda frá virkjuninni sú sama og náttúruleg losun. Sambærileg niðurstaða var í rannsóknum á jarðhitasvæði í Nevada í Bandaríkjunum (Benoit, D., and P. Hirtz, 1994).

## Frekari umsögn Umhverfisstofnunar, dags. 12.3.2008, um kafla 23.11.1.12

*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 litið hljóta að þurfa að liggja til grundvallar upplýsingar um náttúrulegt útsreymi helstu jarðhitalofttegunda 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 jarðhitalofttegundir að losun þeirra verði ekki meiri við nýtingu til lengri tíma litið. Hér þarf að gera greinarmun á mismunandi jarðhitalofttegundum 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 jarðhitalofttegundir.*

*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 súlfíð 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 ágegn. Umhverfisstofnun telur að í þessu felist þversögn.

**Svar:** Samkvæmt fyrirliggjandi gögnum hefur verið dregin sú ályktun að losun CO<sub>2</sub> frá jarðhitavirkjunum minnki á vinnslutímanum. Gögn sem stuðst er við byggja fyrst og fremst á rannsóknum á Ítalíu (IGA News, 2002). Aðrar rannsóknir gefa einnig sömu vísbendingar eins og athuganir í Bandaríkjunum (Benoit, D., and P. Hirtz, 1994) og mælingar á Nesjavöllum, sjá mynd 23.10. Ekki liggja fyrir langtíma mælingar um losun CO<sub>2</sub> frá virkjunum og því er eingöngu hægt að styðjast við fyrirliggjandi gögn.

Orkuveitan vill benda á að samanburður milli orkugjafa hefur sýnt að losun CO<sub>2</sub> á hverja framleidda kWst með jarðvarma á Íslandi er með því lægsta sem þekktist, eins og sjá má á mynd 23.1 og í töflu 23.1. Orkuveitan vill einnig benda á fyrirhugað rannsóknarverkefni sem snýr að bindingu CO<sub>2</sub> í bergi á 400-800 m dýpi í basaltbergrunni, gæti dregið verulega úr losun jarðhitalofttegunda frá virkjanasvæðum, sjá kafla 23.9.

23.11.1.12 Frekari umsögn Umhverfisstofnunar, dags. 12.3.2008

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<sub>2</sub>S frá og dæla því síðan niður aftur í jarðhitakerfið í vatnslausn. Ef eiming gengur ekki verður hugsanlega notað aminþvottakerfi til að skilja H<sub>2</sub>S 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.

**Svar:** Ef aminþvottakerfi verði notað við hreinsun brennisteinsvetnis mun Orkuveitan tryggja að aminlausnir komist ekki í grunnvatn.

Meðal háhitahola á Hengilssvæðinu losar um 7,5 g/s af brennisteinsvetni. Gert er ráð fyrir því að hola standi í blæstri í 3 mánuði og alls verði 36 holur í blæstri yfir 2 ára tímabil á Bitru og við

Hverahlíð. Heildarlosun á ári frá holunum er áætluð rúmlega 1.000 tonn af brennisteinsvetni, sem er um 10% af losun brennisteinsvetnis frá Hverahlíðarvirkjun og Bitruvirkjun án hreinsunar. Áhrif losunar brennisteinsvetnis frá blásandi holum eru því tímabundin og ná eingöngu til blásturstíma.

Orkuveitan vill að lokum vitna í niðurstöðu umsagnar Umhverfisstofnunar um frummatsskýrslu, dags. 2.11.2007, en þá var ekki gert ráð fyrir 98% hreinsun á brennisteinsvetni frá virkjunum. Þar segir: „Sammögnunaráhrif munu verða vegna losunar brennisteinsvetnis frá Bitruvirkjun og annarra virkjana á Hellisheiði og Hengilssvæðinu. Umhverfisstofnun telur að fylgjast eigi með styrk mengandi efna sem almenningur verður fyrir og setja upp mælistöðvar í austustu byggðum höfuðborgarsvæðisins, eins og t.d. í Norðlingaholti, á útivistarsvæði í grennd við virkjanirnar á Hellisheiði og vestast í byggðinni í Hveragerði. Á hverri stöð yrði mælt  $H_2S$  og  $SO_2$  en einnig fínt svifryk (PM 2,5).“ Í matsvinnu hefur Orkuveitan tekið þá ákvörðun að hreinsa brennisteinsvetni frá virkjunum og telur að þar með hafi verulega verið dregið úr áhrifum af völdum brennisteinsvetnis og þar af leiðandi umfang vöktunar.

### 23.11.2 Umsögn Heilbrigðiseftirlits Suðurlands

*Heilbrigðiseftirlit Suðurlands áréttar enn að þörf er á frekari upplýsingum og tillögum til úrbóta vegna aukinnar losunar jarðhitaloftegunda, bæði á framkvæmdatíma virkjunarinnar og þegar reksturinn er hafinn, sbr. upplýsingar um loftgæði í kafla 23. í frummatsskýrslunni og samantekt frummatsskýrslu og skýrslur verkfræðistofunnar Vatnaskil um dreifingarspár fyrir brennisteinsvetni frá virkjunum á Nesjavöllum og Hellisheiði (Hellisheiðarvirkjun, Hverahlíðarvirkjun og Bitruvirkjun). Jafnframt er óskað eftir að Heilbrigðisnefnd Suðurlands verði sendar reglulega niðurstöður mælinga á koldíoxíði og brennisteinsvetni.*

**Svar:** Á framkvæmdatíma virkjunarinnar er gasútblastur einungis frá holum sem verið er að blástursprófa og er magn gassins 10-15% af því sem er við rekstur virkjunarinnar. Orkuveitan hefur þegar hafið undirbúningsvinnu sem snýr að því að finna hentuga aðferð til þess að fjarlægja brennisteinsvetni úr gasstrauminum sem fylgir gufunni úr jarðhitakerfinu á rekstrartíma virkjunarinnar. Gert er ráð fyrir því að hreinsiaðferð verði prufðu í Hellisheiðarvirkjun árið 2008 (sjá kafla 23.4.1). Áður en Hverahlíðarvirkjun verður gangsett verður hreinsun á brennisteinsvetni á Hellisheiði þegar hafin. Orkuveitan mun kynna fyrir Umhverfisstofnun og hlutaðeigandi heilbrigðiseftirliti virkni hreinsunar gasstraums frá Hellisheiðarvirkjun.

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.

### 23.11.3 Athugasemdir Sigurðar Hr. Sigurðssonar og Maríu Elvía Méndez Pinedo<sup>13</sup>

*Fram hafa komið efasemdir um að það sé eins skaðlaust og skýrsluhöfundar halda fram og vísa ég þá m.a. til Þorsteins Jóhannssonar sérfræðings Umhverfisstofnunar í viðtali í Speglinum á RÚV, 7. nóv. sl. sem lýsti því yfir að langtímaáhrif á fólk væru ekki nægilega vel þekkt. Heilsuverndarmörk eins og þau eru skilgreind víða annars staðar en á Íslandi eru einungis 100 ppb og nú þegar sýna mælingar við Grensásveg í Reykjavík stundum gildi í kring um 30 ppb. Hvað skyldu mælingar þá sýna í Hveragerði? Viðmiðunarmörk vinnueftirlitsins eru ekki nothæf viðmiðun þegar fjallað er um loftgæði við heimili fólks þar sem börn alast upp og sjúklingar með öndunarfæraerfiðleika búa.*

<sup>13</sup> Athugasemdirnar eru samhljóða

Miðað við allt það magn  $H_2S$  sem kemur upp úr fyrirhuguðum borholum við Hverahlíð, mætti jafnvel reikna með því að Umhverfisstofnun geri einhverjar athugasemdir við skipulagðar ferðir í nágrenninu. Í öllu falli er ljóst að lyktin mun ekki verða neinum sem ferðast um svæðið til yndisauka og varla heldur íbúum í nærliggjandi byggðum. Er ólykt við heimili fólks annars ekki skert loftgæði?

Einnig mun virkjunin hafa í för með sér töluverða aukningu á  $CO_2$  útblæstri á landsvísu sem reiknast með í íslenska kvótanum eftir því sem skýrslan segir. Þetta mun að mínu mati setja aukinn þrýsting á ráðamenn að Ísland sæki um áframhaldandi undanþágu fyrir losun gróðurhúsalofttegunda frá 2013-2020 sem er alls ekki ímynd þjóðarinnar til framdráttar og raunar fyrir neðan virðingu okkar sem þjóð.

**Svar:** Skýrsluhöfundar frummatsskýrslunnar hafa ekki haldið fram skaðleysi brennisteinsvetnis í skýrslunni. Í kafla 23.1.2 segir: „Efnasambandið (brennisteinsvetni) telst eitrad í háum styrk en nær þó sjaldan þeim styrk að það sé hættulegt við náttúrulegar aðstæðu, >300.000 ppb.“

Vísað er í viðtal við Þorstein Jóhannsson, en þar greindi Þorsteinn einnig frá því að ekki eru til heilsuverndarmörk fyrir brennisteinsvetni á Íslandi, en að til séu viðmiðunargildi sem Alþjóða heilbrigðismálastofnunin (WHO) hefur gefið út, 107 ppb sólarhringsmeðaltal. Mælingar á Grensási í Reykjavík sýna að sólarhringsstyrkur mælist ávallt undir þessu gildi. Heilsuverndarmök WHO miða við að vernda viðkvæmustu einstaklinga þjóðfélagsins. Réttilega er bent á að skortur sé á rannsóknum á langtímaáhrifum brennisteinsvetnis á fólk, en það kemur að hluta til út frá því hversu erfitt er að rannsaka bein langtímaáhrif brennisteinsvetnis á mannfólk.

Vísað er í svar við umsögn Umhverfisstofnunar um ólykt, kafla 23.11.1.9. Þá ber að vísa í þá ákvörðun Orkuveitunnar um að hreinsa brennisteinsvetni úr gufu, sjá kafla 23.4.1.

Líkt og greint er frá í athugasemdinni mun útblástur  $CO_2$  frá virkjuninni hafa einhver áhrif á losun á landsvísu. Hvað varðar undanþágu fyrir losun gróðurhúsalofttegunda vísar Orkuveitan á að jarðvarmavirkjanir eru undarskildar lögum nr. 65/2007 um losun gróðurhúsalofttegunda samkvæmt 7. gr. laganna.

#### 23.11.4 Athugasemd Náttúruverndarsamtaka Suðurlands

*Samkvæmt þeim upplýsingum, sem þar koma fram er ljóst að þörf er á frekari upplýsingum og tillögum til úrbóta vegna aukinnar losunar jarðhitaloфтtegunda, bæði á framkvæmdatíma virkjunarinnar og þegar reksturinn er hafinn, ef af framkvæmdum verður. Því er einnig bent á nauðsyn þess að komið sé upp mælibúnaði fyrir jarðhitaloфтtegundir á Hellisheiði, vegna virkjana og á búsetusvæðum í Hveragerði og á Árborgarsvæði á vegum Orkuveitu Reykjavíkur.*

**Svar:** Vísað er í svar við Heilbrigðiseftirlits Suðurlands í kafla 23.11.2 um staðsetningar mælistöðva.

#### 23.11.5 Athugasemd Framtíðarlandsins

*Áhrifasvæði virkjana á loftgæði eru einnig það sama eða skarast mjög en þær eru allar staðsettar í næsta nágrenni við höfuðborgarsvæðið.*

*Fyrirhugað er að báðar virkjanirnar muni losa verulegt magn brennisteinsvetnis og sama á raunar einnig við um Hellisheiðarvirkjun. Ljóslega stefnir í að samanlagt muni losun frá þessum virkjunum öllum verða um 21.000 tonn árlega, en auk þess virðist mega vænta hlutfallslega enn meiri losunar frá jarðgufuvirkjunum á Krýsuvíkursvæðinu. Hér vantar enn mat á heildaáhrifum allra þeirra jarðgufuvirkjana í nágrenni borgarinnar sem fyrirhugaðar eru vegna Helguvíkur.*

Má benda á að skv. leiðbeiningum WHO um loftgæði, (kafla 6), er bent á að til þess að forðast óþægindi vegna lyktar verði að setja mun strangari mengunarmörk en af heilsufarsástæðum. Um þetta er ekkert fjallað í skýrslunni.

Í skýrslunni segir að áhrif brennisteinslosunar verði hverfandi og það rökstutt með því að brennisteinsvetnið muni rigna fljótt niður. Ekki kemur fram í skýrslunni hver áhrif þess eru á umhverfið né hvers vegna ekki þurfi að fjalla um það

**Svar:** Vísað er til svars í kafla 23.11.1.3 um að hefja hreinsun brennisteinsvetnis frá virkjunum á Hengilssvæðinu áður en virkjanirnar Hverahlíð og Bitru verða gangsettar.

Heilsuverndarmörkum WHO hefur verið bætt inn í matsskýrsluna (Tafla 23.3) til viðmiðunar. Ekki eru til íslensk heilsuverndarmörk fyrir brennisteinsvetni. Ljóst er að þegar hreinsun á brennisteinsvetni hefst frá virkjunum Orkuveitunnar mun brennisteinsvetni ekki valda þeirri lyktarmengun sem getið er í athugasemdinni.

Varðandi rannsóknir á áhrifum brennisteinslosunar er vísað í svör í kafla 23.11.1.7.

#### 23.11.6 Athugasemd Framtíðarlandsins frh.

Að meðtalinni losun frá stækkun Hellisheiðarvirkjunar veður því losun frá þessum virkjunum alls um 85.000 tonn árlega eða um 21% losunar álversins sjálfs. Þá er enn ótalin losun í jarðgufuvirkjunum þeim sem Hitaveita Suðurnesja fyrirhugar vegna sama álvers. Jarðgufuvirkjanirnar eru undanþegnar lögum um losunarheimildir, sem í sjálfu sér er gagnrýnivert og hlýtur fyrr eða síðar að koma til endurskoðunar. Það breytir þó engu um að kostnaður samfélagsins er til staðar þar sem önnur starfsemi hlýtur með einum eða öðrum hætti að taka þennan bagga á sig og annað hvort draga úr losun á móti, afla losunarheimilda ellegar standa fyrir annars konar mótvægisáðgerðum enda ljóst að íslenskt samfélag mun standa frammi fyrir takmörkum síminnkandi losunarheimilda. Að undanþiggja losun við raforkuframleiðslu loftslagskvótum í stað þess að kostnaður vegna þeirra komi fram í rekstrarkostnaði álversins er auðvitað ekkert annað en samfélagsleg niðurgreiðsla til stóriðjunnar.

**Svar:** Framkvæmdaraðili lítur svo á að athugasemdin gefi ekki tilefni til efnislegra svara í matsskýrslu Hverahlíðarvirkjunar.

#### 23.11.7 Athugasemd Náttúruvaktarinnar

Það vekur athygli að útstreymi jarðhitaloftegunda frá fullbúinni Hverahlíðarvirkjun er áætlað um 30.000 tonn/ári eða nákvæmlega þau mörk sem sett eru í lögum um losun gróðurhúsalofttegunda. Fari losun yfir þessi mörk ber að sækja um losunarheimild. Ekki verður fallist á þá fullyrðingu að losun gróðurhúsalofttegunda frá Hverahlíðarvirkjun hafa óveruleg áhrif á heildarlosun gróðurhúsalofttegunda á Íslandi þvert á móti telur Náttúruvaktin að líta beri á jarðgufuvirkjanir á Hellisheiðar-Hengilssvæðinu sem eina framkvæmd í ljósi laganna en heildarlosun virkjana á svæðinu verður yfir 100.000 tonn/ár.

Þá ber að benda á að brennisteinsvetni er eitruð gastegund sem getur valdið alvarlegu heilsutjóni og ljóst að reglur um losun H<sub>2</sub>S ber að herða.

**Svar:** Vísað er í töflu sem gerir grein fyrir magni í gasi frá virkjunum á Hengilssvæðinu (Tafla 23.2). Varðandi heimild til losunar á gróðurhúsalofttegundum, ber þess að geta að jarðvarmavirkjanir eru ekki háðar losunarheimildum skv. 7. gr. laga nr. 65/2007 um losun gróðurhúsalofttegunda.

Vísað er í kafla 23.4.1 þar sem greint er frá því að hreinsun verður hafin á brennisteinsvetni frá virkjunum Orkuveitunnar á Hengilssvæðinu áður en nýjar virkjanir verða gangsettar og kafla 23.6.2 um áhrif á rekstrartíma.



### 23.11.8 Athugasemd Landverndar

*Hugsanlegt að lykt af brennisteinsvetni verði vandamál í byggð flesta daga ársins. Þessi alvarlega þróun er mjög vanmetin í matsskýrslu þar sem fullyrt er, án frekari rökstuðnings, að áhrifin af losun brennisteinsvetnis á loftgæði verði óveruleg. Þessu er Landvernd ekki sammála.*

*Í skilgreiningu á mengun í reglugerð nr. 787/1999 um loftgæði kemur fram að mengun taki einnig til ólyktar. Í 9. gr. reglugerðarinnar er forráðamönnum fyrirtækja og stofnana gert að sjá svo um að lyktmiklar lofttegundir valdi ekki óþægindum í nánasta umhverfi.*

*Af gögnum sem birt hafa verið á vef Umhverfisstofnunar má sjá að nú þegar er lyktmengun við Grensásveg komin yfir þau mörk sem sett hafa verið í Kalifórniú, sbr. mynd hér til hliðar. Þá hefur komið fram í fjölmiðlum að yfirvöldum hafa borist kvartanir vegna ólyktar úr efri byggðum Reykjavíkur.*

*Landvernd fær ekki séð að stjórnvöldum sé stætt á að heimila aukna H<sub>2</sub>S losun fyrr en fyrirtækið hefur uppfyllt 9. gr. reglugerðar um loftgæði en þar segir: „Forráðamenn fyrirtækja og stofnana skulu sjá um að reykur, ryk og lofttegundir, sem eru hættulegar, dauillar eða lyktarmiklar, valdi ekki óþægindum í nánasta umhverfi.“*

**Svar:** Framkvæmdaraðili telur að áhrif lyktar séu ekki vanmetin í skýrslunni. Í skýrslunni eru áhrif lyktar metin sem talsverð. Vísað er til svars við umsögn Umhverfisstofnunar þar sem greint er frá því að hreinsun á brennisteinsvetni verður hafin frá virkjunum Orkuveitunnar á Hengils svæðinu áður en nýjar virkjanir verða gangsettar. Lykt kemur því ekki til með að verða vandamál líkt og haldið er fram í athugasemdinni. Orkuveitan mun með þessum aðgerðum uppfylla 9. gr. reglugerðar nr. 787/1999 um loftgæði.

Sömuleiðis er vísað í svar við umsögn Umhverfisstofnunar hvað varðar skilgreiningu á notkun hugtakanna loftgæði og lykt í skýrslunni, sjá kafla 23.11.1.10.

### 23.11.9 Athugasemd Landverndar frh.

*Losun þessara virkjana er því áætluð 56.000 tonn af CO<sub>2</sub>. Sé gengið út frá því að losun annarra jarðvarmavirkjana sem til þarf sé af sömu stærðargráðu miðað við uppsett afl má ætla að bein losun jarðvarmavirkjana sem reistar yrðu til þess að þjóna hugsanlegu álveri í Helguvík yrði um 125.000. Þá er ótalin losun jarðhitasvæðanna sjálfra en rannsóknir benda til þess að náttúruleg losun jarðhitasvæða kunni að aukast þegar svæðin eru virkjuð, sbr. erindi: Þráins Friðrikssonar og Halldórs Ármannssonar á haustfundi Jarðfræðafélags Íslands í Orkugarði þann 8. nóvember s.l. Sú aukning yrði líklega talin í þúsundum tonna á ári. Álverið í Helguvík myndi losa sem nemur 400.000 tonn CO<sub>2</sub> ígilda á ári. Heildar losun þeirra verkefna sem um er að ræða er því ekki minni en 525.000 tonn CO<sub>2</sub> ígildi á ári. Óljóst er hvernig þessi losun samræmist markmiðum stjórnvalda um að draga úr nettó losun sem nemur 50 – 75% til ársins 2050 miðað við nettólosun 1990.*

**Svar:** Búið er að taka tillit til þeirrar aukningar á losun koldíoxíð samanborið við grunnástand svæðisins sem Þráinn Friðriksson og Halldór Ármannsson hafa nefnt að kunni að eiga sér stað þegar jarðhitasvæði eru virkjuð. Þetta eru þekkt áhrif og er fjallað um þau í skýrslunni í kafla 23.6.2 og kafla 23.6.3. Jafnframt er fjallað um þróun losunar á koldíoxíð og brennisteinsvetni frá jarðhitasvæðum sem hafa verið virkjuð í kafla 23.6.3. Rannsóknir benda til þess að nýting svæðanna til lengri tíma leiði til lækkunar á styrk koldíoxíðs og brennisteinsvetnis í gufunni. Fræðimenn hafa jafnframt sett fram þá tilgátu að losun jarðhitalofttegunda í kjölfar langvarandi nýtingu á svæðunum valdi ekki meiri heildarlosun og yfir sama tímabil við náttúrulegar aðstæður (kafla 23.6.3) og tilvísun í kafla 23.11.1.12 um reynslu frá jarðhitanýtingu á Ítalíu og Bandaríkjunum.

23.11.10 Athugasemd Bjarna Vals Guðmundssonar

*Ég mótmæli Hverahlíðarvirkjun vegna loftmengunar sem Hverahlíðarvirkjun og aðrar virkjanir á Hellisheiði munu valda.*

**Svar:** Vísað er til svars í kafla 23.11.1.3 um að hreinsun brennisteinsvetnis frá virkjunum á Hengillssvæðinu verður hafin áður en virkjanirnar Hverahlíð og Bitru verða gangsettar.

23.11.11 Athugasemd Kolbrúnar Halldórsdóttur

*Skoða þarf betur losun GHL, losun brennisteinsvetnis og áhrif slíkrar losunar í stórum stíl.*

**Svar:** Vísað er í svar í kafla 23.11.9 um losun gróðurhúsalofttegunda frá virkjun jarðhita og samanburð við náttúrulega losun frá jarðhitasvæðinu.

23.12 Niðurstaða

**Einkenni:** Virkjun í Hverahlíð mun hafa í för með sér útblástur jarðhitaloftergunda. Helstu lofttegundirnar í jarðhitagufu á Hengillssvæðinu eru: koldíoxíð ( $\text{CO}_2$ ), brennisteinsvetni ( $\text{H}_2\text{S}$ ), vetni ( $\text{H}_2$ ), metan ( $\text{CH}_4$ ) og nitur ( $\text{N}_2$ ). Styrkur koldíoxíðs er langmestur en styrkur brennisteinsvetnis næstmestur. Styrkur vetnis, metans og niturs er lítil. Af þessum lofttegundum telst losun koldíoxíðs ( $\text{CO}_2$ ), metans ( $\text{CH}_4$ ) og brennisteinsvetnis ( $\text{H}_2\text{S}$ ) til losunar sem veldur umhverfisáhrifum, koldíoxíð og metan út af gróðurhúsaáhrifum en brennisteinsvetni út frá eituráhrifum þess við háan styrk.

**Umfang:** Losun jarðhitaloftergunda á framkvæmdatíma er talin valda óverulegum áhrifum þar sem um tímabundið ástand er að ræða. Þó má vænta þess að aukin hveralykt muni finnast í nánasta umhverfi borteiga þegar holur blása. Á rekstrartíma virkjunarinnar eru jarðhitaloftergundirnar losaðar í andrúmsloftið við stöðvarhús virkjunarinnar. Orkuveita Reykjavíkur ætlar að hreinsa brennisteinsvetni úr gasstraumnum. Samkvæmt fyrirleggjandi gögnum mun losun gróðurhúsaloftergunda frá Hverahlíðarvirkjun hafa óveruleg áhrif á heildarlosun gróðurhúsaloftergunda á Íslandi. Þar sem Orkuveitan mun hreinsa brennisteinsvetni frá öllum virkjunum á Hengillssvæðinu verður einungis um að ræða styrkukningu á brennisteinsvetni ( $\text{H}_2\text{S}$ ) í nágrenni stöðvarhúss virkjunarinnar eftir að rekstur virkjunarinnar hefst. Brennisteinsvetni ( $\text{H}_2\text{S}$ ) og aðrar jarðhitaloftergundir eru eðlisþyngri en andrúmsloftið og geta því safnast fyrir í lægðum, gryfjum og kjöllum. Gert er ráð fyrir að þessi uppsöfnun brennisteinsvetnis valdi óverulegum áhrifum sé gæða- og verklagsreglum Orkuveitunnar fylgt.

**Verndargildi:** Samkvæmt stefnumörkun Umhverfissráðherra til 2020 um sjálfbæra þróun skal tryggja að íbúar landsins búi við heilnæmt andrúmsloft þar sem mengun er undir ströngustu mörkum á Evrópska efnahagssvæðinu.

**Lög, reglur og áætlanir:** Ísland er aðildarríki að rammasamningi Sameinuðu þjóðanna um loftlagsbreytingar og Kyoto-bókuninni. Útblástur gróðurhúsaloftergunda frá jarðvarmavirkjunum er talinn með í útstreymisbókhalði, Kyoto-bókunin, Íslands.

Jarðvarmavirkjanir eru undarskildar lögum nr. 65/2007 um losun gróðurhúsaloftergunda samkvæmt 7. gr. laganna.

Atvinnurekanda ber samkvæmt lögum nr. 46/1980 um aðbúnað, hollustuhætti og öryggi á vinnustað að tryggja öruggt og heilsusamlegt starfsumhverfi sem og að tryggja skilyrði fyrir því, að innan vinnustaðanna sjálfra sé hægt að leysa öryggis- og heilbrigðisvandamál, í samræmi við gildandi lög og reglur, í samræmi við ráðleggingar aðila vinnuarkaðarinnar og í samræmi við ráðleggingar og fyriræmi Vinnueftirlits ríkisins.

Viðmiðunarmörk fyrir styrk brennisteinsvetnis ( $\text{H}_2\text{S}$ ) í andrúmslofti á vinnustöðum eru, samkvæmt reglugerð nr. 154/1999 um mengunarmörk og aðgerðir til að draga úr mengun á vinnustöðum, 10.000 ppb m.v. 8 klst. vinnudag og 15.000 ppb m.v. 15 mín. tímabil. Bent er á gæða- og

verklagsreglur Orkuveitu Reykjavíkur um hvernig haga eigi vinnu þar sem hættu getur skapast vegna brennisteinsvetnis ( $H_2S$ ).

**Tími og eðli áhrifa:** Áhrif á loftgæði eru að mati framkvæmdaraðila tímabundin á líftíma virkjunarinnar og afturkræf að fullu.

**Niðurstaða:** Að mati framkvæmdaraðila eru áhrif Hverahlíðarvirkjunar á loftgæði og lykt talin óveruleg.

**Tafla 23.7 Samantekt á áhrifum framkvæmda á loftgæði**

Áhrif á loftgæði	
Áhrif	Losun gróðurhúsalofttegunda og brennisteinsvetnis ( $H_2S$ )
Mótvægisáðgerðir	Brennisteinsvetnis frá virkjunum á Hengilssvæðinu verður hreinsað úr gufunni.
Niðurstaða	Óveruleg áhrif á loftgæði og lykt



## 24. Gróður

### 24.1 Inngangur

Sérfræðingar á vegum Náttúrufræðistofnunar Íslands voru fengnir til þess að rannsaka og meta áhrif fyrirhugaðra framkvæmda á gróðurfar. Rannsóknirnar fólust í að afla upplýsinga um gróðurfar, þ.e. tegundafjölbreytni háplantan og mosa, og gerð gróðurkorta. Athuganir á áhrifasvæði framkvæmdanna fóru fram að sumarlagi 2004 og 2006. Eftirfarandi kafli er byggður á gögnum frá Náttúrufræðistofnu Íslands (Guðmundur Guðjónsson o.fl. 2005, 2006), minnisblaði frá Náttúrufræðistofnun Íslands um gróðurfar innan framkvæmdasvæðis virkjunarinnar (Guðmundur Guðjónsson og Regína Hreinsdóttir, 2007) og skýrslu Verkfræðistofunnar VGK um umhverfisáhrif borana og prófana á háhitaholum á Hellsheiði (VGK hf., 2006).

### 24.2 Gróðurfar á Hengilssvæðinu

Hengilssvæðið er nokkuð vel gróið en gróðurfar svæðisins er frekar einsleitt. Gróðursamfélög eru frekar fá og ríkjandi plöntutegundir eru mikið til þær sömu. Algengasta gróðursamfélagið á svæðinu er mosagróður, töluvert er einnig af graslendi en votlendi er tiltölulega lítið. Af áberandi plöntutegundum á þurrlandi má nefna mosa, grös og fléttur, í votlendi (Fremstidalur, Þverárdalur) ber helst að nefna klófífu og tjarnastör en annars eru grasvíðir, stinnastör, mýrastör, krækilyng og bláberjalyng víða áberandi á Hengilssvæðinu.

Á Hengilssvæðinu hafa verið skráðar 182 tegundir háplantna og 150 mosategundir. Allar tegundirnar eru algengar á Suðvesturlandi og hafa lítið verndargildi á landsvísu nema jarðhitategundirnar laugadepla (*Veronica anagallis-aquatica*), naðurtunga (*Ophioglossum azoricum*), grámygla (*Filaginella uliginosa*) og tíu mosategundir. Jarðhitategundirnar laugadepla, í yfirvofandi hættu, og naðurtunga, í nokkurri hættu, eru á válista Náttúrufræðistofnunar Íslands. Af þeim tíu mosategundum sem eru sjaldgæfar á landsvísu eru tvær tegundir á válista Náttúrufræðistofnunar Íslands, þ.e. laugarandi (*Atrichum angustatum*) í yfirvofandi hættu og hveraburst (*Campylopus flexuosus*) í nokkurri hættu. Hæruburst (*Campylopus introflexus*) er einnig á válista. Náttúrufræðistofnun Íslands hefur í ljósi nýrra upplýsinga lagt til að hún verði tekin af válista (Guðmundur Guðjónsson o.fl. 2005). Á korti 4 er gróðurkort af Hengilssvæðinu.

### 24.3 Gróðurfar á framkvæmdasvæði Hverahlíðarvirkjunar

Náttúrufræðistofnun Ísland hefur tekið saman minnisblað um gróðurfar innan framkvæmdasvæðis Hverahlíðarvirkjunar. Flatarmál framkvæmdasvæðis Hverahlíðarvirkjunar er 320 ha. Mestur hlutinn er gróið þurrlandi (97%) en lítt eða ógróið land er aðeins um 3% og hefur stærstum hluta þess þegar verið raskað, einkum með vegum og slóðum. Gróðurfarið er afar einsleitt en um 2/3 af flatarmáli framkvæmdasvæðisins eru vaxnir mosagróðri. Algengasta gróðurfélagið er mosi með grösom og smárunnum (Tafla 24.1, flokkur A8). Talsvert er um graslendi og fléttumóa en önnur gróðurlendi á framkvæmdasvæðinu hafa litla útbreiðslu (Guðmundur Guðjónsson og Regína Hreinsdóttir, 2007).

Engin sjaldgæf gróðurfélög á lands- eða svæðisvísu fundust innan framkvæmdasvæðisins og gróðri í næsta nágrenni svipar mjög til gróðurs á framkvæmdasvæðinu. Engar sjaldgæfar háplöntutegundir fundust á framkvæmdasvæðinu en ekki var gerð sérstök athugun á útbreiðslu mosa, fléttna og sveppa. Ekki er talin hætta á að mosategundir á válista Náttúrufræðistofnunar sem fundist hafa á Hengilssvæðinu (laugarandi, *atricum angustatum*, og hveraburst, *Campylopus flexuosus*, sbr. kafla 24.2) verði fyrir raski tengdu framkvæmdinni þar sem þessar tegundir vaxa í nánd við yfirborðsjarðhita sem er ekki að finna innan framkvæmdasvæðis Hverahlíðarvirkjunar (Kristbjörn Egilsson, 2007). Gróðurfélög og landgerðir sem verða fyrir beinu raski vegna fyrirhugaðra framkvæmda við Hverahlíð eru 9% af framkvæmdasvæðinu og tæpur þriðjungur þess

er lítt eða ógróið land sem að hluta til hefur nú þegar verið raskað. Tafla 24.1 sýnir flatarmál gróðurfélaga.

**Tafla 24.1 Flatarmál gróðurlenda [ha] innan skilgreinds framkvæmdasvæðis í Hverahlíð og beint rask sem verður á gróðurlendum vegna framkvæmda miðað við fyrirbyggjandi gögn.**

Gróðurtákn	Gróðurfélag	Innan framkvæmdasvæðis [ha]	Beint raks tengt framkvæmdum [ha]
<b>Mosagróður</b>			
A1	Mosi	54,60	2,49
A2	Mosi með stinnastör	6,10	0,14
A3	Mosi með stinnastör og smárunnum	3,79	0,03
A4	Mosi með smárunnum	33,97	1,26
A6	Mosi með þursaskeggi	2,39	0,43
A7	Mosi með þursaskeggi og smárunnum	1,51	0,05
A8	Mosi með grösom og smárunnum	127,93	10,32
	<b>alls</b>	<b>230,3</b>	<b>14,71</b>
<b>Mólendi</b>			
B1	Krækilyng-fjalldrapi-bláberjalyng	0,02	
B7	Bláberjalyng-krækilyng-víðir	0,65	
	<b>alls</b>	<b>0,7</b>	
<b>Graslendi</b>			
H1	Grös	13,67	2,18
H2	Grös með störum	0,66	
H3	Grös með smárunnum	18,61	2,20
	<b>alls</b>	<b>32,94</b>	<b>4,39</b>
<b>Fléttumói</b>			
J1	Fléttur og smárunnar	38,18	6,47
J2	Grábreyksingur	2,80	0,72
	<b>alls</b>	<b>40,98</b>	<b>7,19</b>
<b>Ræktað land</b>			
R5zh	Uppgræðslusvæði	5,26	0,10
	<b>alls</b>	<b>5,26</b>	<b>0,10</b>
	<b>Gróið land alls</b>	<b>310,14</b>	<b>26,39</b>
by	Byggð/mannvirki	1,47	0,11
hr	Hraun	4,29	0,88
r	Raskað land	4,31	0,43
	<b>Lítt eða ógróið land alls</b>	<b>10,07</b>	<b>1,42</b>
	<b>Samtals</b>	<b>320,21</b>	<b>27,81</b>

## 24.4 Áhrif á gróðurfar

### 24.4.1 Áhrif affallsvatns frá blástursprófunum á gróður

Umhverfisáhrif af völdum borana og blástursprófana á Hellsheiði hafa verið metin (VGK hf., 2006). Við matið voru skoðuð ummerki um áhrif losunar affallsvatns við borun og blástursprófanir sem og áhrif gufustróks úr hljóðdeyfi á svæðið umhverfis borteigana.

Niðurstöðurnar leiddu í ljós að áhrif affallsvatns á gróður við borun háhitaholna eru lítil og hefur ástandið í öllum tilfellum verið afturkræft. Mun meira gróðursvæði verður fyrir áhrifum á blásturstíma holnanna, en þar gæti samverkunar milli gufu og affallsvatns. Ekki reyndist unnt að meta hvort

hefði meiri áhrif, þ.e. affallsvatnið eða gufustrókurinn, en sterk tengsl sáust milli tímalengdar blástursprófana og umfangs áhrifa á gróður. Áhrif blástursprófana eru mest áberandi á mosagróðri. Mosi vex mjög hægt (um 1 mm á ári) og þolir illa háan hita gufunnar og affallsvatnsins. Áhrif á háplöntur eru skammvin og birtast sem útfellingar og hitaáhrif. Áhrif á gróður eru líkleg til að vara lengur hjá borteigum þar sem þekja mosa er mikil.

Í lækjarfarvegum voru áhrif af prófunum tímabundin hitaáhrif og tímabundin breyting á þörungagróðri. Rof í lækjarfarvegum og á gróðri vegna affallsvatns var tiltölulega lítið.

Sé miðað við niðurstöður úttektar VGK hf. (2006a) á áhrifum borana og blástursprófana á Hellisheiði, má reikna með að áhrifsvæði blástursprófana sé um 13% af heildarflatarmáli borteiga. Séu þessar niðurstöður yfirfærðar yfir á framkvæmdasvæði Hverahlíðarvirkjunar má ætla að um 6.500 m<sup>2</sup> landsvæði geti orðið fyrir áhrifum af blástursprófunum (Tafla 24.2).

**Tafla 24.2 Áætlað umfang landsvæðis sem getur orðið fyrir áhrifum af blástursprófunum á framkvæmdasvæði Hverahlíðarvirkjunar.**

Heildarflatarmál borteiga	Áætlað áhrifsvæði blástursprófana (~13% af flatarmáli borteiga)
50.000 m <sup>2</sup>	6.500 m <sup>2</sup>

#### 24.4.2 Áhrif fyrirhugaðra framkvæmda á gróður

Samkvæmt fyrirbyggjandi upplýsingum munu fyrirhugaðar framkvæmdir á framkvæmdasvæði Hverahlíðarvirkjunar ekki spilla sérstæðum gróðurfélögum, sjaldgæfum tegundum háplantna eða mosategunda. Fyrirhugaðar framkvæmdir munu þó hafa í för með sér staðbundið rask á gróðri þar sem borteigar, vegslóðar, lagnir og mannvirki munu rísa (Tafla 24.1).

#### 24.5 Mótvægisaðgerðir

- Framkvæmdaraðili hyggst aðskilja og varðveita jarðvegsþekjur frá uppgreifti á grónu og óröskuðum landsvæðum eins og kostur er. Jarðvegsþekjurnar verða ýmist nýttar við uppgæðslu á rofasvæðum við Hverahlíð eða notaðar við frágang á röskuðum svæðum að framkvæmdum loknum. Notast verður við grenndargróður þar sem græða þarf upp vegslóða eða meðfram vegum. Orkuveitan mun leita samráðs við þess til bæra sérfræðinga vegna uppgæðslu grenndargróðurs á röskuðum svæðum.
- Vinnusvæði verða afmörkuð með flaggalinum, utan þessarar afmörkunar er ekki gert ráð fyrir raski tengdu framkvæmdinni.
- Til að minnka umhverfisáhrif af völdum borana og blástursprófana verður notast við dropasiur til að taka við gufu og vatni á meðan á blæstri stendur. Gert er ráð fyrir að affallsvatn frá borun og blástursprófunum verði svo leitt í nálæga sprungu eða svelgholu í jaðri borteigs. Sé einhver fjarlægð í losunarstaðinn verður affallsvatnið leitt um rör að losunarstaðnum. Með þessu má koma í veg fyrir vatnsrof á gróðurlendi.

#### 24.6 Eftirlit og vöktun

Orkuveitan stefnir að því að fylgjast áfram með áhrifsvæðum vegna blástursprófana til að öðlast skilning á endurnýjun gróðurlendis. Til verksins verða fengnir til þess bærir sérfræðingar.

#### 24.7 Niðurstaða

**Einkenni:** Gróðurfur á framkvæmdasvæðinu einkennist af grónu þurrlandi (97%) og er lítt eða ógróið land aðeins um 3 %.

**Umfangi:** Samkvæmt fyrirbyggjandi upplýsingum eru allar háplöntu- og mosategundir sem finnast á framkvæmdasvæði virkjunarinnar tiltölulega algengar á landsvísu.

**Verndargildi:** Fyrirhugaðar framkvæmdir á framkvæmdasvæði Hverahlíðarvirkjunar munu ekki spilla sérstæðum gróðurfélögum, sjaldgæfum tegundum háplantna eða tegundum sem eru á valista Náttúrufræðistofnunar Íslands.

**Lög, reglur og áætlanir:** Líffræðilegur fjölbreytileiki nýtur verndar samkvæmt Ríósamningnum. Markmið samningsins eru vernd líffræðilegrar fjölbreytni og sjálfbær nýting efnisþátta hennar o.fl. Samkvæmt fyrirbyggjandi gögnum mun framkvæmdin ekki hafa áhrif á líffræðilegan fjölbreytileika gróðurs á eða í nágrenni við framkvæmdasvæðið.

**Tími og eðli áhrifa:** Framkvæmdin mun hafa í för með sér beint rask á gróðri þar sem mannvirki munu rísa. Raskið er bundið við líftíma virkjunarinnar og eru áhrifin til lengri tíma talin afturkræf.

**Niðurstaða:** Að teknu tilliti til ofangreindra upplýsinga er það mat framkvæmdaraðila að áhrif Hverahlíðarvirkjunar á gróður séu **óveruleg**.

Tafla 24.3 Samantekt á áhrifum framkvæmda á gróður

Áhrif framkvæmda á gróður	
Áhrif	Gufa og affallsvatn frá blásturspröfunum getur haft í för með sér áhrif á gróðurfar umhverfis borteiga. Staðbundið rask á gróðri þar sem borteigar, vegslóðar, lagnir og mannvirki rísa.
Mótvægisáðgerðir	Varðveisla jarðvegsþekna frá uppgreftri á grónu og öröskuðum landssvæðum. Jarðvegsþekjurnar verða nýttar við frágang. Grenndargróðri hjálpað að ná fótfestu á röskuðum svæðum. Vinnusvæði verða afmörkuð með flaggalínnum. Dropasíur notaðar á blásturstíma.
Niðurstaða	Óveruleg áhrif



## 25. Lífríki í hverum

### 25.1 Inngangur

Sérfræðingar á vegum Prokaria og Háskólasetsins í Hveragerði voru fengnir til þess að afla upplýsinga og meta áhrif fyrirhugaðra virkjunarframkvæmda á Bitru og í Hverahlíð á lífríki í hverum á og við fyrirhuguð framkvæmdasvæði. Sýnatökur fóru fram sumarið 2006. Eftirfarandi kafli er byggður á niðurstöðum Prokaria og Háskólasetsins í Hveragerði (Sólveig K. Pétursdóttir o.fl., 2006) um lífríki í hverum í Hverahlíð og við Ölkelduháls.

### 25.2 Hverasvæði í Hverahlíð

Hverasvæðið í Hverahlíð er frekar afmarkað svæði. Svæðið er í hlíðinni og er í um 350-400 m y.s.<sup>14</sup>. Svæðið er í eðli sínu hefðbundið gufuhverasvæði en þó eru leirugir vatnshverir neðst í brekkunni (Sólveig K. Pétursdóttir o.fl., 2006).

### 25.3 Sérkenni hvera sem vistkerfi

Hverir eru tiltölulega fáir á yfirborði jarðar sé miðað við annað votlendi. Bæði af þeim sökum og vegna sérstæðra umhverfisskilyrða hafa þeir svipaða stöðu og eyjar í hafi varðandi dreifingu lífvera. Því er flutningur lífvera milli hvera mun meiri vandkvæðum bundinn en milli annarra vatnagerða. Hverir eru fyrst og fremst búsvæði örvera þótt æðri dýr og plöntur eigi einnig sín búsvæði í og við laugar og hverir.

Almennt má segja að lífríki í hverum einkennist af einni ríkjandi tegund sem finnst í mjög háu hlutfalli en síðan finnast nokkrar aðrar tegundir í mun minna mæli og dreifast á ýmsar fylkingar. Aðstæður í hvernum henta einkar vel ríkjandi tegund sem nær yfirhöndinni en aðrar tegundir sem eiga ekki eins auðvelt uppdráttar verða minna áberandi. Þetta mynstur (ríkjandi tegund) verður meira áberandi eftir því sem aðstæður í hvernum verða „erfiðari“ m.t.t hitastigs og súrustigs (pH) (Sólveig K. Pétursdóttir o.fl. 2006).

### 25.4 Hitakærar lífverur

Margar hitakærar lífverur eru afar sérstakar og hafa þróað með sér eiginleika sem gera þeim kleift að komast af í því sérstaka umhverfi sem hverir eru. Eingöngu örverur þrífast við þær aðstæður sem er að finna í hverum. Hveraörverur eru agnarsmáar og greinast ekki með berum augum nema í örfáum tilvikum. Greining þeirra í smásjá er einnig takmörkuð þar sem margar tegundir eru nær eins í útliti auk þess sem sömu tegundirnar geta litið mismunandi út eftir gerð og aðstæðum hvera. Sumar örverutegundir mynda þó þykkar örveruþekjur sem eru sýnilegar með berum augum sem grænn, brúnn eða grár þykkur massi.

Samfélag hveralífvera er háð aðstæðum í hverunum. Tvær meginforsendur þess að hveralífverur geti þrífist er nægilegur hiti og vatn/raki. Auk þessara þátta er það m.a. efnastyrkur vatns og gufu sem hefur áhrif á það hvaða lífverusamfélög geta setið hverina (Sólveig K. Pétursdóttir o.fl. 2006).

### 25.5 Lífríki í hverum í Hverahlíð

Sumarið 2006 voru tekin sýni til greiningar í nokkrum hverum í Hverahlíð. Aðeins tókst að greina eitt sýni af þeim fimm sem tekin voru, en það sýni var tekið í gufuauga. Hitastigið var 98,3°C og súrustigið pH 2,5-3.

---

<sup>14</sup> m y.s. = metrum yfir sjávarmáli

Í þessu sýni fundust eingöngu Fornbakteríur, allar af sömu fylkingu, og allflestar af sömu tegund, Acidianus brierleyi. Þetta er sýrukær baktería og tiltölulega dæmigerð fyrir líf við lágt sýrustig og hátt hitastig. Ennfremur fundust Sulfolobus tegundir í sýninu, en þær eru vel þekktar hverabakteríur.

Sýnataka felur alltaf í sér val. Hafa ber í huga að niðurstöður sem byggja á greiningu á sýnum úr hverum af fjölbreytilegu svæði verða aldrei tæmandi, þó vissulega megi líta á þær sem vísbendingu um það sem þar er að finna (Sólveig K. Pétursdóttir o.fl. 2006).

## 25.6 Verndargildi

Á Íslandi hefur ekki verið þróuð aðferð til að meta verndargildi hitakærra lífvera á háhitasvæðum, en á vegum Náttúrufræðistofnunar er unnið samkvæmt fimm ára verkáætlun innan Rammaáætlunar að því að þróa slíkar aðferðir og er áætlað að þeirri vinnu ljúki árið 2009.

Á veraldarvísu eru hverasvæði Íslands líklega einna fjölbreyttust slíkra svæða á jörðinni. Þar sem hitakærar örverur einkenna lífríki hveranna, er eðlilegt að rannsóknir á þeim skipi umtalsverðan sess við mat á verndargildi þeirra. Mat á verndargildi hverasvæða hlýtur að verulegu leyti að taka mið af því hve mikill líffræðilegur fjölbreytileiki finnst á því svæði sem meta á og jafnframt hvort þar finnist tegundir sem ekki hafa fundist áður (Sólveig K. Pétursdóttir o.fl. 2006).

## 25.7 Áhrif jarðhitavinnslu á lífríki í hverum

Ekki er vitað til þess að fylgst hafi verið náið með lífríki í hverum fyrir og eftir virkjun jarðhitasvæða á Íslandi og því bein áhrif í kjölfar virkjunar ekki þekkt. Hér verður því aðeins tæpt á atriðum sem geta almennt haft áhrif á hveralífverur og þau sett í samhengi við breytingar sem kunna að verða á virkni hveranna við virkjun jarðhitasvæðisins.

Breyting á virkni hvera samhliða jarðhitanytingu hefur áhrif á vistkerfi hveralífvera samhliða jarðhitanytingu. Niðurstöður hafa þó leitt í ljós að ef jarðhitavinnsla hefur einhver áhrif á yfirborðsvirkni þá verður það frekar til þess að hún muni aukast (Niels Grioud og Stefán Arnórsson, 2005, Gretar Ívarsson, 2007, Kristján Sæmundsson, 2007). Efnasamsetning hveravatnsins/gufunnar getur einnig breyst samhliða jarðhitavinnslu sem og hlutföll lofttegundanna koltvíoxíðs, vetnis, brennisteinsvetnis og metans í gufunni.

Ætla má að aukin hveravirkni skapi umhverfi fyrir fjölbreytta tegundasamsetningu hveralífvera. Að sama skapi minnka líkurnar á fjölbreyttri tegundasamsetningu ef hveravirkni minnkar. Breyting á efnasamsetningu og vatnsyfirborði hvera sem og efnahlutfalli gufu getur einnig haft í för með sér breytingar á samsetningu örverutegunda í hverunum.

Heitt affallsvatn virkjana kann hinsvegar að skapa nýjar aðstæður fyrir hveralífverur og auka þannig líkurnar á fjölbreyttri tegundasamsetningu á viðkomandi svæði (Sólveig K. Pétursdóttir o.fl. 2006).

## 25.8 Niðurstaða

**Einkenni:** Samkvæmt fyrirliggjandi gögnum einkennist lífríki hverasvæðisins í Hverahlíð af mjög fábreyttu lífríki og er líffræðilegur fjölbreytileiki lífill.

**Umfang:** Áhrif á lífríki í hverum í kjölfar jarðvarmavinnslu í Hverahlíð eru samkvæmt fyrirliggjandi gögnum staðbundin við áhrifasvæði framkvæmdarinnar, þ.e. hverasvæðið í Hverahlíðinni.

**Verndargildi:** Ekki hefur verið þróuð aðferð til að meta verndargildi hitakærra lífvera á háhitasvæðum á Íslandi en slík aðferð er þó í þróun. Engu að síður má ætla að verndargildi þeirra sé talsvert bæði á lands- og heimsvísu sökum sérstöðu.

**Lög, reglur og áætlanir:** Hverir sem vistkerfi njóta sérstakrar verndar samkvæmt 37. gr. laga nr. 44/1999 um náttúruvernd og skal forðast röskun þeirra eins og kostur er á. Óvissa ríkir um það hvort framkvæmdin muni hafa áhrif á hverir sem vistkerfi í nágrenni við framkvæmdasvæðið.

Líffræðilegur fjölbreytileiki nýtur verndar samkvæmt Ríósamningnum. Markmið samningsins eru vernd líffræðilegrar fjölbreytni og sjálfbæra nýtingu efnisþátta hennar o.fl. Óvissa ríkir um það hvort framkvæmdin muni hafa áhrif á líffræðilegan fjölbreytileika hvera í nágrenni við framkvæmdasvæðið.

**Tími og eðli áhrifa:** Framkvæmdin kemur ekki til með að valda beinu raski á hverum en getur valdið óbeinum áhrifum á virkni hvera á áhrifasvæði framkvæmdarinnar. Þó getur verið erfitt að greina þessar breytingar frá náttúrulegum sveiflum. Óvissa ríkir um tíma áhrifanna og hvort þau séu afturkræf.

**Niðurstaða:** Fyrirhuguð jarðvarmavirkjun í Hverahlíð er talin valda **óverulegum** áhrifum á lífríki hvera á áhrifasvæði framkvæmdarinnar, en þó ríkir nokkur **óvissa** hvað þetta varðar þar sem lífríki hvera fyrir og eftir virkjun jarðhitasvæða er lítið þekkt.

Tafla 25.1 Samantekt á áhrifum framkvæmda á lífríki í hverum.

Áhrif framkvæmda á lífríki í hverum	
Áhrif	Breyting á virkni hvera samhliða jarðhitavinnslu getur breytt vistkerfi hveralífvera.
Mótvægisáðgerðir	Framkvæmdasvæðið minnkað s.br. Mynd 10.1
Niðurstaða	Óvissa/óveruleg áhrif



## 26. Fuglalíf

### 26.1 Inngangur

Sérfræðingar á vegum Náttúrufræðistofnunar Íslands og Orkuveitu Reykjavíkur hafa aflað upplýsinga og metið áhrif fyrirhugaðra framkvæmda á fuglalíf á svæðinu. Fuglaathuganir á áhrifasvæði fyrirhugaðrar framkvæmda fóru fram sumrin 2005 og 2006. Eftirfarandi kafli er byggður á niðurstöðum rannsóknanna (Guðmundur Guðjónsson o.fl. 2005, Jón E. Jónsson 2006a). Lítil greinarmunur var gerður á fuglalífi á Bitru og í Hverahlíð í heimildunum. Umfjöllunin um fuglalíf byggir því á báðum svæðum sem og fuglalíf í nálægum dölum, s.s. Þverárdal, Reykjadal og Fremstadal.

### 26.2 Athugunarsvæði og talning

Sumarið 2005 var um 4 km<sup>2</sup> landsvæði við Hverahlíð og rúmlega 17 km<sup>2</sup> landsvæði frá Hengladölum, yfir Bitru og að Ölkelduhálsi kannað (Guðmundur Guðjónsson o.fl., 2005). Í athugun sem fór fram sumarið 2006 var fuglalíf kannað á um 50 km<sup>2</sup> svæði austan við Hengil að Dalfelli, þ.e. á fyrirhuguðum framkvæmdasvæðum á Bitru og við Hverahlíð og nálægum svæðum (Jón E. Jónsson, 2006a). Í báðum athugunum var þéttleiki varpfugla á svæðunum metinn með sniðtalningu, þar sem athugunarsvæðunum var skipt upp í snið sem sérfræðingur gekk og mat fjölda para sem bundin voru við talningasniðið vegna hreiðurs og unga. Hefur þessi aðferð reynst hentug til að fá fljótlegt mat á þéttleika landfugla á varptíma, en veitir auk þess skipulagslegt aðhald (Arnþór Garðarsson, 2001).

Svæðið austan við Hengilinn samanstendur af hrauni, móbergssvæðum og heiðarlöndum, auk smárra votlendissvæða. Athugunarsvæðið er mest allt um og yfir 300 m y.s. þar sem minna er um gróður og skjólsæla staði en á láglandi (Jón E. Jónsson, 2006a).

### 26.3 Fuglalíf í Hverahlíð, á Bitru og nágrenni

Í athugununum 2005 og 2006 sáust alls 29 fuglategundir en þrjár tegundir til viðbótar eru þekktar á Hengilssvæðinu. Algengastar voru fjórar tegundir vaðfugla (heiðlóa, spói, stelkur og hrossagaukur), tvær tegundir spörfugla (steindepill og þúfutittlingur) og rjúpa (Jón E. Jónsson, 2006a). Líklegt má telja að tegundalistinn sé tæmandi en talsvert vantar þó upp á þekkingu á útbreiðslu einstakra tegunda á þessu svæði (Guðmundur Guðjónsson o.fl., 2005).

Flestar fuglategundir sem fundust eru algengar víða um landið og er þéttleiki þeirra á svæðinu tiltölulega lítill. Spörfuglar voru útbreiddir, einkum þúfutittlingur, snjótittlingur og steindepill. Þúfutittlingur fannst nánast alls staðar þar sem gróið land var að finna, snjótittlingur var algengastur í fjallshlíðum en steindepill verpti helst í grónum brekkum þar sem grjót hefur hrunið úr ofanliggjandi hamrabeltum. Hrafnar sáust oft en ekkert hreiður fannst. Flestar fuglategundir fundust í votlendi, þar af nokkrar tegundir sem ekki fundust annars staðar á svæðinu, s.s. stökkönd, straumönd, stelkur, jaðrakan, óðinshani og lóupræll. Nyrst í Þverárdal eru mýrlendi og áreyrar þar sem heiðlóa, spói, hrossagaukur og stelkur verpa. Þverárdalur og Þverá er líka dvalarstaður straumandar sem er á valista Náttúrufræðistofnunar Íslands (Jón E. Jónsson, 2006a).

Í athuguninni 2006 fundust þrjár tegundir sem eru á valista Náttúrufræðistofnunar Íslands, straumönd, fálki og hrafn. Auk þess er grágæs, sem einnig er á valista, þekkt á svæðinu. Ekki fundust hreiður þessara tegunda á athugunarsvæðinu.

Sumarið 2006 var þéttleiki fugla metinn eftir búsvæðum og má sjá flokkun búsvæða, algengustu varpfugla hvers búsvæðis og hvar hvert búsvæði er að finna á athugunarsvæðinu (Tafla 26.1). Af staðbundnum fuglum á framkvæmdasvæðunum sjálfum ber helst að nefna rjúpuna, en þéttleiki

rjúpukarra á Bitru samsvarar um 3 körrum/km<sup>2</sup> en um 1 karra/km<sup>2</sup> í Hverahlíð (Jón E. Jónsson, 2006a).

**Tafla 26.1 Þéttleiki fugla austan Hengils að Dalfelli eftir búsvæðum**

Búsvæði	Þéttleiki	Algengustu varpfluglar	Svæði
Mýrlendi	109 pör/km <sup>2</sup>	Þúfuttlingur, heiðlóa, hrossagaukur, spói og stelkur	Fremstidalur, Þverárdalur, Reykjadalur
Graslendi	90 pör/km <sup>2</sup>	Þúfuttlingur, heiðlóa, hrossagaukur, spói og stelkur	Við Hengladalsá, Ölkelduháls og Miðdalur
Mosaheiði	46 pör/km <sup>2</sup>	Þúfuttlingur, heiðlóa	Bitru og norðanverður Þverárdalur
Mosaþemba á hrauni	45 pör/km <sup>2</sup>	Þúfuttlingur, heiðlóa og rjúpa	Hverahlíð og Orustuhólshraun
Hlíðarfótur	36 pör/km <sup>2</sup>	Þúfuttlingur, heiðlóa, steindepill og snjóttlingur	Hverahlíð
Fjallendi	26 pör/km <sup>2</sup>	Heiðlóa, spói, snjóttlingur, steindepill og þúfuttlingur	Molddalahjúkar, Ölkelduháls, Tjarnarhnúkur

#### 26.4 Áhrif á fuglalíf

Niðurstöður athugana benda til þess að þær fuglategundir sem vitað er að orpið hafa á og í nágrenni við framkvæmdasvæði fyrirhugaðra virkjana séu tiltölulega algengar annarsstaðar á landinu (Jón E. Jónsson, 2006a).

Á athugunarsvæðinu (kafla 26.2) fundust þrjár tegundir á valista Náttúrufræðistofnunar Íslands, straumönd, fálki, hrafn og grágæs. Ekki fundust þó hreiður þessara tegunda á athugunarsvæðinu. Áhrif framkvæmdanna á þessar tegundir eru taldar óverulegar á landsvísu.

Almennt gildir um áhrif virkjunarframkvæmda á Hengilssvæðinu á fuglalíf, að þéttleiki fugla á svæðinu er lágur og því verða áhrifin á fuglastofnana á landsvísu óveruleg. Varpfluglar verða fyrir truflun af framkvæmdum fari þær fram á varptíma. Gróður og yfirborðsvatn á svæðinu eru þýðingarmikil fyrir fuglalíf og því mikilvægt að hlífa því sem mest við raski tengdu framkvæmdunum (Jón E. Jónsson, 2006a).

#### 26.5 Niðurstaða

**Einkenni:** Þéttleiki fugla á fyrirhuguðu framkvæmdasvæði er fremur lítil og eru þær tegundir sem vitað er að orpið hafa á og í nágrenni við framkvæmdasvæðið tiltölulega algengar annarsstaðar á landinu.

**Umfang:** Áhrif framkvæmdanna er bundið við framkvæmdasvæðið og því staðbundið.

**Verndargildi:** Á Hengilssvæðinu hefur sést til fjögurra tegunda sem eru á valista Náttúrufræðistofnunar Íslands en engin hreiður hafa fundist. Það er því talið mjög ólíklegt að fyrirhuguð Hverahlíðarvirkjun hafi áhrif á tegundir á valista.

**Lög, reglur og áætlanir:** Líffræðilegur fjölbreytileiki nýtur verndar samkvæmt Ríósamningnum. Markmið samningsins eru vernd líffræðilegrar fjölbreytni, sjálfbær nýting efnisþátta hennar o.fl. Ekki er talið að framkvæmdin muni hafa áhrif á líffræðilegan fjölbreytileika á Hengilssvæðinu.

**Tími og eðli áhrifa:** Áhrif framkvæmdarinnar eru tímabundin og að mestu bundin við framkvæmdatíma virkjunarinnar en þá geta varpfluglar orðið fyrir truflun tengdum framkvæmdum. Áhrif framkvæmdanna eru talin afturkræf.

**Niðurstaða:** Samkvæmt fyrirbyggjandi upplýsingum telur framkvæmdaraðili að áhrif framkvæmdarinnar hafi **óveruleg** áhrif á fuglalíf á svæðinu.

Tafla 26.2 Samantekt á áhrifum framkvæmda á fuglalíf.

Áhrif framkvæmda á fuglalíf	
Áhrif	Varpfuglar verða fyrir truflun af framkvæmdum fari þær fram á varptíma.
Mótvægisáðgerðir	Framkvæmdasvæðið minnkað s.br. Mynd 10.1
Niðurstaða	Óveruleg áhrif





## 27. Fornminjar

### 27.1 Inngangur

Eftirfarandi kafli fjallar um fornminjar í nágrenni við fyrirhugaða Hverahlíðarvikjun og þau áhrif sem framkvæmdin kann að hafa þar á. Kafllinn er byggður á skýrslu Birnu Lárusdóttur fornleifafraeðings hjá Fornleifastofnun Íslands (Birna Lárusdóttir, 2006). Fornleifaskráning á áhrifasvæði framkvæmdarinnar fór fram sumarið 2006 og frekari athugun var gerð vorið 2007.

Fornleifaskráningu er skipt í þrjú stig: Svæðisskráningu, aðalskráningu og deiliskráningu. Skráningin á Hengilssvæðinu fellur undir *deiliskráningu* sem byggist á gögnum úr svæðisskráningu. Þá er fyrst og fremst gengið á þekktu staði þótt jafnan finnist fornleifar sem ekki voru þekktar áður. Fornleifaskráningin fór þannig fram að í fyrsta lagi voru könnuð sérstaklega fyrirhuguð borholustæði miðað við staðsetningu þeirra sumarið 2006 (jarðhitaholur, niðurrennslissholur, vatnskönnunarholur), byggingarreitir og niðurrennslissvæði. Í öðru lagi voru hnit á fornleifum sem skráðar voru 1998 (Orri Vésteinsson, 1998) endurnýjuð. Vorið 2007 var svo farið yfir svæðið aftur þegar endanleg tillaga að staðsetningu mannvirkja lá fyrir (Birna Lárusdóttir, 2007).

Svæðið sem kannað var á vettvangi náði til undirlendisins meðfram rótum Hverahlíðar og svæðisins umhverfis Lakahnúka. Þá var svæði umhverfis borteig B6, norðan Suðurlandsveggar skoðað.

### 27.2 Óvissa við skráningu

Fornleifar eru ekki aðeins öll forn mannvirki heldur einnig staðir sem á einn eða annan hátt tengjast menningu og atvinnuvegum. Alls voru skráðar 5 fornleifar á rannsóknasvæði Hverahlíðarvikjunar (Tafla 27.1). Af þessum fornleifum voru þrjár leiðir. Gamlar leiðir eru helst einkennandi fyrir Hengilssvæðið og Hellisheiði og er óvída að finna aðrar eins leifar samgöngumannvirkja frá ýmsum tímum. Göturnar sem sjást í svonefndum Hellum (gamla Hellisheiðarleiðin, kort 6) mætti t.d. telja til einna merkustu fornleifa á Íslandi (Birna Lárusdóttir, 2006). Gamla sæluhúsið, sem nefndur er Hellukofinn, vörðurnar og vegurinn, troðin hestaslóð sem víða markar fyrir í hrauninu voru friðlýstar árið 1971. Aðeins lítil hluti hins gamla vegar lendir innan framkvæmdasvæðis Hverahlíðarvikjunar eins og það er afmarkað á korti 6. Framkvæmdaraðili mun í samráði við Fornleifavernd ríkisins finna leið fyrir lögn og vegslóða frá borteig B6 sem ekki kemur til með að raska hinum gamla vegi.

Skráning gamalla leiða getur verið nokkrum vandkvæðum bundin og talsverð óvissa um það hvort leiðirnar geti með réttu talist til fornleifa. Í fyrsta lagi hafa reið- og göngugötur ekki verið jafn óbifanlegur þáttur í landslaginu eins og bílvegir eru í dag. Þannig er það sjaldnast svo að ferðalangar hafi ávallt haldið sig við eina og sömu götuna. Götur geta klofnað og legið sín hvoru megin við ófærur eins og fjöll eða gjár og virðast stundum skiptast jafnvel þótt engin sjáanleg ástæða sé fyrir því. Hugsanlega hefur smekkur hvers og eins ráðið nokkru, sem og hvort farið var gangandi eða ríðandi, jafnvel með rekstur eða marga til reiðar. Þá getur veðurfar hafa verið áhrifabáttur. Þetta kemur í sjálfu sér ekki á óvart og er ekki vandamál nema í þeim skilningi að það getur verið erfitt að draga einfalda línu á kort til að tákna leið.

Í öðru lagi eru alls ekki alltaf sjáanleg ummerki á yfirborði um gamlar leiðir, jafnvel þótt þær hafi verið fjölfarnar. Gróðurfar skiptir miklu máli í þessu samhengi. Þannig hverfa götur oft á melum og söndum, gróa upp í vallendi og móum (sérstaklega þar sem búfjárbætur er á undanhaldi) að því ógleymdu að stundum hafa nýir vegarslóðar verið lagðir ofan í eða við gamlar götur.

Í þriðja lagi er oft enginn gerð fræðilegur munur á kindagötum annars vegar og reið- eða göngugötum hins vegar. Sauðfé, hross og menn skilja eftir sig sambærilega stíga. Þetta getur valdið vandræðum, einkanlega þegar verið er að rekja götur sem alls engar ritaðar heimildir eru um. Stundum fer ekki á milli mála að gata hefur verið fjölfarin, t.d. þegar margir götupaldrar sjást hlið við hlið eða ef leið er rudd eða vörðuð, líkt og gamla þjóðleiðin yfir Hellurnar. Margar götur eru hins

vegur í engu frábrugðnar kindagötum. Oft er það líka svo að kindur eru einu ferðalangarnir sem hafa viðhaldið gömlum götum eftir að vegagerð hófst að marki.

Í skráningunni var mest áhersla lögð á að kortleggja leiðir sem eru þekktar úr heimildum en þær teljast flestar þjóðleiðir um Hellisheiði. Þær leiðir sem voru raktar á vettvangi voru kortlagðar með því ganga eftir þeim og taka GPS hnit á 2 m fresti.

### 27.3 Fornminjar á fyrirhuguðu framkvæmdasvæði

Hver fornleif hefur sitt skráningarnúmer og byrja þau í þessu tilfelli alltaf á númerinu 721 sem er jarðanúmer en seinna númerið vísar til fornleifarinnar, dæmi 721:019.

**721:072 Götur undir Hverahlíð.** Á vettvangi voru skoðaðar og hnitsettar töluvert miklar reiðgötur sem gætu hafa tengst Suðurferðagötu/Skógargötum þótt ekki sé unnt að rekja þær saman svo vel sé. Umræddar götur liggja meðfram Hverahlíð til vesturs nánast samfelld þar til komið er að hlíðarendanum vestast. Þar kvíslast þær í a.m.k. tvennt og liggur önnur norður fyrir Lakahnúka en hin suður fyrir (kort 6). Báðar hverfa þegar hraunbreiðinni sleppir alllangt fyrir vestan hnúkana. Einnig virðast götuslóðar liggja suður Lakadal. Líklegt er að allir þessir slóðar hafi komið saman við svonefndan Lágaskarðsveg (kort 6) og sennilega fylgt honum upp til norðurs á aðalþjóðleiðina. Það má ímynda sér að leiðin meðfram Hverahlíð hafi verið fullt eins greiðfær og varðaða leiðin um Hellurnar og jafnvel legið beinna við fyrir þá sem komu austan úr Hjallasókn, ekki síst ef menn hafa verið með fjárrekstur eða mikið af hrossum. Í slíkum tilfellum þjónar hlíðin sem fyrirtaks aðhald að sunnanverðu. Reyndar hefur sennilega verið erfiðara að tjónka við skepnur þegar hlíðinni sleppti og hraunið tók við og það verður að viðurkennast að syðri slóðinn þar, sá sem liggur suður fyrir hnúkana, sýnist illfær á kafla. Að öðru leyti verður ekki skorið úr um tilgang þessara gatna.

**721:074 Gata við vesturenda Hverahlíðar.** Greinileg gata var rakin á vettvangi frá vesturenda Hverahlíðar og allt norður í Smiðjulaut (721:013, kort 6). Virðist sem hún hafi legið þaðan skáhallt til norðvesturs upp hlíðar Stóra-Reykjafells og liggur beinast við að ætla að þaðan hafi verið farið í Hellisskarð. Hugsanlega er um kindagötu að ræða en þó gæti þetta líka hafa verið leið fyrir þá sem ætluðu af Lágaskarðsvegi og áfram norður veginn milli hrauns og hlíðar. Heldur styttra er að fara austur fyrir Stóra-Reykjafell heldur en vestur fyrir, sem væri raunin ef Lágaskarðsvegi væri fylgt allt norður á þjóðleiðina.

**721:070 Áður óþekkt rúst.** Við vettvangsgöngu fannst lítil rúst undir hraunbrún sunnan við þjóðveg en skammt norðan við gömlu þjóðleiðina um Hellisheiði (kort 6). Ekki er ljóst hvaða tilgangi hún hefur gegnt en hugsanlega er um að ræða leifar smiðju frá vegagerð yfir heiðina eða grunn að sæluhúsi sem aldrei var klárað. Ekki er þó víst að rústin sé mjög gömul.

**721:013 Smiðjulaut** er skammt sunnan við núverandi þjóðveg (kort 6). Í lautinni mun hafa verið smiðja vegagerðarmanna, líklega skömmu fyrir aldamótin 1900. Lautin var skráð 1998 en hnit á henni endurnýjuð nú. Að auki má nefna að við fyrri skráningu undir Hverahlíð voru skráðar mannvirkjaleifar, sökkull undan húsi, skammt austan við hverasvæðið. Í ljós hefur komið að sökkullinn er undan skátaskála Hvergerðinga sem er vart meira en 50-60 ára gamall. Því fellur hann ekki undir skilgreiningu laga á fornleifum.

**721:005 Gamla leiðin um Hellisheiði.** Gömlu göturnar um Hellisheiði lágu um Hellisskarð og áfram austur heiðina allt austur í Ölfus. Eins og margir vita sjást greinilegar götur víða í hrauninu á býsna löngum kafla allt frá því skammt austan við Hellisskarð og töluvert suður fyrir þjóðveg. Tekin voru hnit á öllum vörðum sem eru sjáanlegar á leiðinni, alls 45 talsins og nokkrum vörðurústum að auki. Vestarlega í vörðuröðinni er lítið byrgi en ekki ljóst hvort það er mjög gamalt. Einnig er Hellukofinn frægi fast við heiðina en hann hefur sér númer í fornleifaskránni (sjá 721:024). Þar að auki voru slóðir sem markast hafa í hraunið raktar á vettvangi þar sem þær fundust og hnitsettar. Reyndust þær sumstaðar tvö- og jafnvel þrefaldar. Slóðir sem sjást í gróðurlendi á leiðinni voru hins vegar kortlagðar af loftmynd.

#### 27.4 Áhrif framkvæmda á fornminjar

Þrjár fornleifar eru í hættu af raski vegna framkvæmda við Hverahlíðarvikjun. Í fyrsta lagi er það gamla leiðin yfir Hellisheiði (721:005). Framkvæmdir vegna lagnaleiðar frá borteig B6 eru í nálægð við gömlu leiðina. Samráð verður haft við Fornleifavernd ríkisins um staðsetningu lagnarinnar og vegslóða svo að lágmarka megi hættu á raski gömlu leiðarinnar. Í öðru lagi eru það götur undir Hverahlíð (721:072) en þær eru í nágrenni við borteiga B3 og B4. Þeim verður forðað frá raski þar sem framkvæmdasvæði verður vel afmarkað og girt flaggalínu ásamt því að upplýsa viðkomandi aðila um staðsetningu leiðanna. Í þriðja lagi er það gata frá vesturenda Hverahlíðar (721:074) sem er í hættu vegna fyrirhugaðra lagna í Smiðjulaut. Lögninni frá borteigi B1 að skiljustöð S1 hefur verið hnikað til svo að forðast megi óþarfa rask. Þá verður framkvæmdasvæði í nágrenni gömlu leiðarinnar vel afmarkað og girt flaggalínu svo ekki komi til óþarfa umferðar og rasks. Aðrar fornleifar eru ekki í hættu að svo stöddu, enda utan fyrirhugaðra framkvæmdasvæða.

Lögd verður áhersla á að farið verði með gát með framkvæmdir í nágrenni þekktara fornminja og óvæntir fundir fornminja verða tilkynntir til Fornleifaverndar ríkisins eins og lög gera ráð fyrir. Yfirlit yfir fornminjar á áhrifasvæði Hverahlíðarvikjunar er að finna í töflu 24.1

**Tafla 27.1 Fornminjar á áhrifasvæði Hverahlíðarvikjunar.**

Minjanúmer	Minjar	Lýsing	Hætta
721:013	Smiðjulaut	Í lautinni mun hafa verið smiðja vegagerðarmanna, líklega skömmu fyrir aldamótin 1900.	Hætta vegna vegagerðar.
721:070	Áður óþekkt rúst.	Lítil rúst undir hraunbrún sunnan við Þjóðveg.	Engin hættu.
721:072	Götur undir Hverahlíð.	Reiðgötur sem liggja meðfram Hverahlíð.	Hætta vegna framkvæmda.
721:074	Gata við vesturenda Hverahlíðar.	Greinileg gata frá vesturenda Hverahlíðar allt norður í Smiðjulaut.	Hætta vegna framkvæmda.
721:005	Gamla leiðin um Hellisheiði.	Greinilegar götur markaðar í hraun.	Hætta vegna framkvæmda.

##### 27.4.1 Mótvægisáðgerðir

- Lagnaleið frá borteig B6 hefur verið færð til þess að forðast rask á gömlu leiðinni yfir Hellisheiði.
- Lagnaleið frá B1 að skiljustöð S1 hefur verið færð til þess að forðast rask á gamla Hellisheiðarveginum í Smiðjulaut.
- Merkja fornleifar í samræmi við Fornleifavernd Ríkisins.
- Verktakar og aðrir þeir sem að verkinu koma verða upplýstir um staðsetningu fornleifa til þess að forðast megi óþarfa rask.

#### 27.5 Umsagnir og athugasemdir um fornminjar

##### 27.5.1 Umsögn Fornleifaverndar ríkisins

*Þór Magnússon, þáverandi þjóðminjavörður, friðlýsti leiðina um Hellurnar árið 1971. Því sem friðlýst var er lýst svo: „Gamla sæluhúsið, “Hellukofinn” svonefndi, er stendur við hinn varðaða veg vestantil við miðja heiði. [(Hellisheiði).] Einnig vörðurnar og vegurinn, troðin hestaslóð sem víða markar fyrir í hrauninu.“*

*Umfjöllun um hina friðlýstu leið í frummatsskýrslu er nokkuð ruglingsleg. Í kafla 27.2 segir að engar friðlýstar fornleifar séu á rannsóknarsvæði Hverahlíðarvikjunar. Á sama stað í frummatsskýrslu er fjallað um göturnar sem sjást í svonefndum Hellum og að þær megi telja til einna merkustu fornleifa á Íslandi. Göturnar séu þó utan framkvæmdasvæðis*

Hverahlíðarvirkjunar. Í kafla 27.4 þar sem fjallað er um áhrif framkvæmda á fornleifar kemur hins vegar fram að þrjár fornleifar séu í hættu af raski vegna framkvæmda við Hverahlíðarvirkjun. Er þar fyrst talin umrædd leið (721:005) yfir Hellisheiði. Framkvæmdir vegna lagnaleiðar frá borteig B6 eru sagðar í nálægð við gömlu leiðina, en koma að því er fram kemur í frummatsskýrslu ekki til með að raska leiðinni. Í frummatsskýrslu stendur að lagnaleiðinni hafi verið breytt eftir ábendingar frá fornleifafræðingi sem skráði fornleifar á svæðinu. Eins og fram kemur í lýsingu á leiðinni hér að ofan þá er hún sýnileg frá Hellisskarði og allt suður fyrir Þjóðveg nr. 1. Leiðin liggur í gegnum framkvæmdasvæði Hverahlíðarvirkjunar eins og glögglega sést á korti 6 í kortahefti sem fylgdi frummatsskýrslu. Tvær nýjar háspennulínur, Bitrulína 1 og Bitrulína 2, munu liggja yfir gömlu leiðina. Áætluð lagnaleið frá borteig B6 fer yfir leiðina og vegslóði frá sama borteig þverar einnig leiðina. Við vinnslu þessarar umsagnar óskaði Fornleifavernd ríkisins eftir því við framkvæmdaraðila virkjunarinnar að fá nákvæma útlistun á staðsetningu lagnaleiðarinnar og vegslóðans og því jarðraski sem framkvæmdir á þessu svæði myndu hafa í för með sér. Svörin sem bárust voru þau að svo stöddu lægi hönnun á lagnaleið ekki fyrir og því ekki hægt að útlista nákvæmlega staðsetningu laganaleiða og vegslóða. Orkuveita Reykjavíkur muni hins vegar vinna að hönnun lagnaleiðarinnar í samstarfi við Fornleifavernd ríkisins.

Þrjár háspennulínur liggja frá suðaustri til norðvesturs yfir Hellisheiðina. Á framkvæmdasvæði Hverahlíðarvirkjunar liggja þessar línur í eða rétt við friðlýstu leiðina yfir heiðina. Raunar er það svo að mastur einnar línunnar var reist ofan í rás leiðarinnar þar sem hún var klöppuð í bergið. Úr norðaustri kemur Búrfellslína 3 og tengist hinum línunum innan framkvæmdasvæðis Hverahlíðarvirkjunar rétt við gömlu leiðina. Þjóðvegur nr. 1 þverar gömlu leiðina innan framkvæmdasvæðisins. Austast á framkvæmdasvæðinu liggur slóði sem einnig þverar gömlu leiðina sunnan Þjóðvegur nr. 1. Innan fyrirhugaðs framkvæmdasvæðis Hverahlíðarvirkjunar hefur því verið þrengt að gömlu leiðinni um Hellurnar með ýmsu móti. Frekari framkvæmdir á þessu svæði munu að sjálfsögðu ekki bæta ásynd gömlu leiðarinnar á þessum kafla. Vegna þeirrar röskunar sem þegar er orðin á leiðinni sjálfri og umhverfi hennar innan fyrirhugaðs framkvæmdasvæðis leggst Fornleifavernd ríkisins ekki gegn fyrirhuguðum framkvæmdum í nágrenni leiðarinnar enda verði tryggt við endanlega hönnun mannvirkja að þau spilli ekki friðlýstu leiðinni trekar en orðið er. Nýju háspennulínurnar, Bitrulína 1 og 2, munu liggja sínhvoru megi við Búrfellslínu 3. Tryggja þarf að möstur þeirra verði staðsett eins langt frá gömlu leiðinni eins og unnt er. Lagnaleiðina frá borstæði B6 verður að staðsetja þannig að hún fari þar um sem gamla leiðin er ekki sýnileg. Fornleifavernd ríkisins telur mikilvægt að lagnaleiðin verði ekki þar sem hún sýnd á loftmyndum sem fylgja frummatsskýrslu heldur í slóðanum sem þegar er til staðar austast á framkvæmdasvæðinu. Nýta verður þennan sama slóða sem vegslóða frá borstæði B6 og suður fyrir Þjóðveg nr. 1.

Í frummatsskýrslu er fjallað um Hellisheiðarveginn frá því skömmu fyrir aldamótin 1900 undir númeri (ÁR-721:074) þeirrar götu sem hér er til umfjöllunar. Ekki er alveg ljóst við hvora leiðina er átt. Hið sama á þó við um báðar leiðirnar. Upplýsa þarf viðkomandi aðila um staðsetningu leiðanna og girða framkvæmdasvæði með flaggalínu til að forðast megi óþarfa rask.

Í kafla 14.2 í frummatsskýrslu er fjallað um tengingu rafstöðvar Hverahlíðarvirkjunar við raforkukerfi. Þar kemur fram að gert er ráð fyrir að rafstöð virkjunarinnar tengist inn á tengivirki sem verður staðsett við línunót Búrfellslínu 2 og 3 SV af borteig B6. Fornleifavernd ríkisins vill vekja athygli á því að á þessu svæði liggur gamla Þjóðleiðin yfir Hellisheiðina sem áður hefur verið fjallað um í þessari umsögn. Leiðin var friðlýst árið 1971 og er með merkari fornleifum á Íslandi. Víða má sjá rás í klöppunum eftir umferð manna og hesta eftir þessari leið. Í 11. gr. Þjóðminjalaga (Nr. 107/2001) segir m.a.: Þeim minjum sem friðlýstar eru, skal

*fylgja 20 m friðhelgað svæði út frá ystu sýnilegu mörkum fornleifa og umhverfis nema kveðið sé á um annað. Fornleifavernd ríkisins leggur ríka áherslu á að hinni friðlýstu leið verði ekki raskað og nefnir þetta því hér þó sérstaklega verði fjallað um mat á umhverfisáhrifum háspennulína á svæðinu síðar þegar frummatsskýrsla Landsnets þar um verður lögð fram.*

**Svar:** Tekið hefur verið tillit til athugasemda Fornleifaverndar ríkisins og texti matsskýrslu lagfærður (kafla 27.2 og 27.4). Eins og fram kemur í umsógn Fornleifaverndar ríkisins hefur ekki verið lokið við hönnun lagna og vegslóða að borteig B6 (kort 1) en Orkuveitan mun vinna að hönnun á lagnaleið og slóða í samráði við Fornleifavernd ríkisins. Ákvörðun um staðsetningu tengivirkis er í höndum Landsnets.

### 27.6 Niðurstaða

**Einkenni:** Einkenni fornleifa á og í nágrenni fyrirhugaðs framkvæmdasvæðis eru einkum tengd samgöngum. Þrjár fornleifar eru í hættu af raski af fyrirhugðum framkvæmdum. Það er gamla leiðin um Hellisheiði (721:005) ásamt vörðu, götur undir Hverahlíð sem liggja í nágrenni borteiga B3 og B4 og gata frá vesturenda Hverahlíðar sem liggur um Smiðjulaut sem er nálægt lögn frá borteigi B1 að skiljustöð S1. Hægt er að koma í veg fyrir röskun þessara fornleifa með mótvægisáðgerðum í öllum tilfellum.

**Umfang:** Fornminjum verður ekki raskað með fyrirhugaðri framkvæmd. Sérstaklega verður gætt að því að raska ekki gömlu leiðinni yfir Hellisheiði sem telst sérstök á svæðis- og landsvísu þar sem um merkar minjar mikilvægrar samgönguleiðar er að ræða.

**Verndargildi:** Framkvæmdin kemur ekki til með að hafa áhrif á verndargildi fornminja.

**Lög, reglur og áætlanir:** Framkvæmdaraðili mun forðast allt rask á fornleifum og er framkvæmdin því í samræmi við þjóðminjalög nr. 107/2001.

**Niðurstaða:** Það er niðurstaða framkvæmdaraðila að áhrif Hverahlíðarvirkjunar á fornminjar séu óveruleg.

**Tafla 27.2 Samantekt á áhrifum framkvæmda á fornminjar**

Áhrif framkvæmdar á fornminjar	
Áhrif	Framkvæmdin hefur engin áhrif á fornminjar að teknu tillit til mótvægisáðgerða.
Mótvægisáðgerðir	<p>Fornminjar verða merktar til að koma í veg fyrir óþarfa rask.</p> <p>Lögn frá borteigi B1 að skiljustöð S1 verður hliðrað til þess að forða götu við vesturenda Hverahlíðar (721:074).</p> <p>Lögn frá borteigi B6 verður hliðrað til þess að forða vörðu á gömlu leiðinni yfir Hellisheiði (721:005).</p> <p>Framkvæmdaraðili hefur minnkað framkvæmdasvæðið til muna og þar með komið í veg fyrir áhrif á fornleifar sem ella hefðu getað orðið fyrir raski.</p> <p>Framkvæmdasvæðið minnkað.</p>
Niðurstaða	Óveruleg áhrif.



## 28. Hljóðvist

### 28.1 Inngangur

Kaflinn um hljóðvist er byggður á greinargerðum VGK hf. (2003a og 2006b) „Mælingar á hljóðstigi á framkvæmdasvæði virkjunar á Hellisheiði“, „Hljóðstig á framkvæmdasvæði virkjunar á Hellisheiði“ og mælingum sem Vinnueftirlit ríkisins framkvæmdi á framkvæmdasvæði Hellisheiðarvirkjun 9. september 2006. Í kaflanum er gerð grein fyrir helstu áhrifaþáttum virkjunarinnar á hljóðvist og mat lagt á hljóðstigið á framkvæmdatíma og rekstrartíma.

### 28.2 Grunnástand

Hljóðvist á fyrirhuguðu framkvæmdasvæði einkennist mjög af umferðarnið frá Suðurlandsvegi, en ársdagsumferð um veginn er um 7.000 bílar á dag en sumardagsumferð tæplega 9.000 bílar á dag (Vegagerðin, 2007). Framkvæmdir við rannsóknarholur í Hverahlíð sumarið 2006 og vorið 2007 hefur þó haft áhrif á hljóðstig á svæðinu, þ.e. borun og blástursprófun holu HE-21 og borun holu HE-26.

### 28.3 Mælingar á hljóðstyrk

Í ágúst árið 2006 var hljóðstyrkur mældur frá fjórum blásandi holum á Hengilssvæðinu og í október sama ár var hljóðstyrkur mældur við borun. Hljóðstyrkur var einnig mældur sumarið 2003 á Hellisheiðinni við borinn Jötunn og frá blásandi holu. Eftirfarandi umfjöll er byggð á niðurstöðum þessara mælinga.

#### 28.3.1 Hljóðstyrkur við jarðbora

Hljóðstyrkur við jarðborinn Jötunn var mældur í júlí 2003 og í október 2006 við jarðborana Óðinn og Sleipni. Mestur hávaði berst frá rafstöðvum boranna sem keyrðar eru samhliða borun, en annars er hljóðstig mjög breytilegt við borun. Niðurstöður mælinganna sýna að hljóðstig frá borum er 70-100 dB(A) í 1–10 m fjarlægð frá bornum. Hljóðstyrkur er breytilegur milli bora sem rekja má til aldurs þeirra og þ.a.l. yngri og betri búnaðar (VGK hf., 2006b). Rafstöðvar nýrri bora eru í hljóðeinangruðum gámum.

#### 28.3.2 Hljóðstyrkur við borholur

Hljóðstyrkur frá blásandi holu er háður hlutfalli vatns og gufu í viðkomandi holu og getur því mælst nokkuð breytilegur milli holna og mælitímabíla. Hæsti hljóðstyrkur í mælingum árið 2006 var við holu HE-21 en lægsti við holu HE-05. Tafla 28.1 sýnir niðurstöður mælinganna. Mælingar gerðar í júní 2003 falla innan fyrrnefndra gilda. Almennit standa holur í blæstri í 3-6 mánuði og má áætla að hljóðstig við blásandi holu sé á bilinu 70-110 dB(A) í 1-10 m fjarlægð. (VGK hf., 2006b)

**Tafla 28.1. Niðurstöður hljóðmælinga í ágúst 2006. Logn var á mælitíma við holu HE-05, en hægur vindur úr norðvestri á mælitíma við holu HE-21 (VGK hf., 2006b).**

Fjarlægð frá hljóðdeyfi	Mælt hljóðstig við holu HE-05 NV frá holu	Mælt hljóðstig við holu HE-21 austur frá holu
10 m	84,0 dB(A)	95,5 dB(A)
20 m	79,5 dB(A)	90,0 dB(A)
40 m	76,0 dB(A)	86,5 dB(A)

### 28.3.3 Gufuháfar

Vinnueftirlit ríkisins framkvæmdi hljóðmælingar á framkvæmdasvæði Hellisheiðarvirkjunar í september 2006. Hljóðstig var mælt á nokkrum stöðum á framkvæmdasvæðinu og var hljóðvaldur gufustreymi úr einum gufuháf við gufulokahús. Tafla 28.2 sýnir niðurstöður mælinganna.

**Tafla 28.2 Mælingar Vinnueftirlits ríkisins á hljóðstigi frá gufuháfum Hellisheiðarvirkjunar**

Hljóðvaldur	Jafngildishljóðstig	Staðsetning
Gufuháfur	80 dB(A)	Hellisskarð
Gufulokar	110 dB(A)	Utan við gufulokahús
Gufuháfar	85 dB(A)	Utan við skiljuvatnslokahús
Gufuháfar	86 dB(A)	Á byggingareit kæliturna

### 28.4 Viðmiðunargildi

Í reglugerð nr. 933/1999 um hávaða segir að hávaði skuli vera undir viðmiðunarmörkum og að leitast skuli við að uppfylla leiðbeinandi mörk. Tafla 28.3 inniheldur viðmiðunargildi fyrir hávaða fyrir þau svæði sem áhrifa gæti gætt frá Hverahlíðarvirkjun.

**Tafla 28.3 Viðmiðunargildi samkvæmt reglugerð 933/1999 um hávaða.**

	Virkir dagar (07-18)	Kvöld og helgidagar (18-23)	Nætur (23-07)
Iðnaðarsvæði	70 dB(A)	70 dB(A)	70 dB(A)
Sumarhúsabyggð	40 dB(A)	35 dB(A)	35 dB(A)
Útivistarsvæði í þéttbýli*	55 (45)**	55 (45)	55 (45)

\*Viðmiðunargildi fyrir umferðarhávaða á útivistarsvæðum í þéttbýli

\*\*Gildin í sviga eru leiðbeinandi gildi

Í reglugerð nr. 921/2006 um varnir gegn álagi vegna hávaða á vinnustöðum eru skilgreind viðmiðunarmörk og viðbragðsmörk fyrir álag vegna hávaða. Þegar álag á starfsmann vegna hávaða á vinnustað er metið með tilliti til viðbragðsmarka skal ekki taka tillit til hljóðdeyfingar sem fæst með notkun á heyrnarhlífum. Tafla 28.4 inniheldur viðmiðunarmörk og viðbragðsmörk fyrir daglegt álag vegna hávaða á vinnustað.

**Tafla 28.4 Viðmiðunarmörk og viðbragðsmörk fyrir daglegt álag vegna hávaða á vinnustað**

	Neðri viðbragðsmörk	Efri viðbragðsmörk	Viðmiðunarmörk
Daglegt álag vegna hávaða	80 dB(A)	85 dB(A)	87 dB(A)

### 28.5 Áhrif framkvæmda á hljóðvist

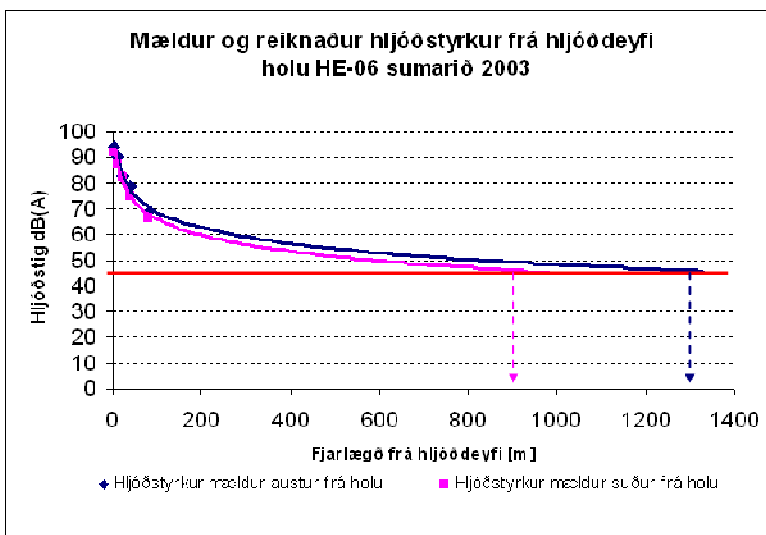
#### 28.5.1 Áhrif á framkvæmdatími

Á framkvæmdatíma mun hljóðstig aukast tímabundið á framkvæmdasvæðinu vegna umferðar vinnutækja, borana og blástursprófana. Búast má við því þegar hæst lætur geti einn til tveir jarðborar verið að bora og 3-4 borholur í blásturspröfunum samtímis á framkvæmdasvæði virkjunarinnar. Hæstu hljóðgildin mælast í 1-10 m fjarlægð frá holu hvort sem um borun eða blásturspröfun er að ræða. Á framkvæmdatíma má búast við að hljóðstyrkur í kringum borteig þar sem verið er að bora eða blástursprófa holu sé 70-110 dB(A). Áhrifin eru bundin við framkvæmdatíma virkjunarinnar og því afturkræf að fullu.



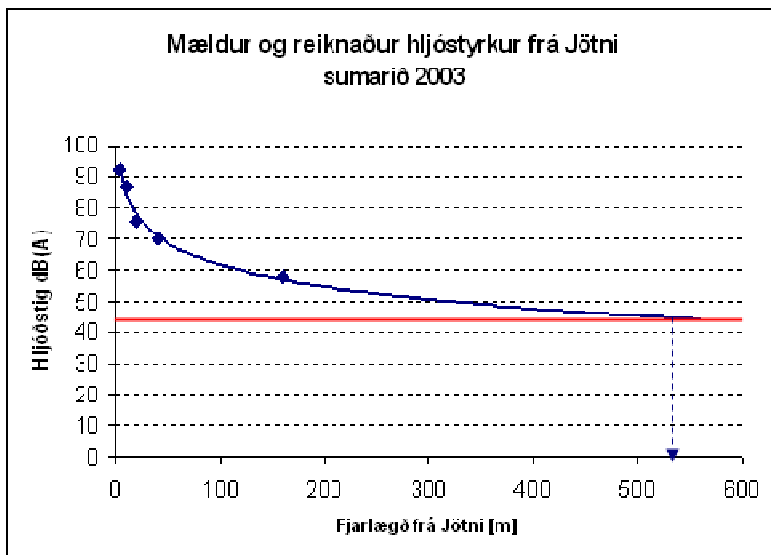
Reiknuð var hljóðdreifing frá borholu í blæstri og jarðbornum Jötni sumarið 2003<sup>15</sup>. Ástæða var til að meta hvenær hljóðstyrkur frá viðkomandi hljóðgjöfum væri kominn niður fyrir 45 dB(A), sem er leiðbeinandi gildi fyrir hljóðstyrk á útivistarsvæðum í þéttbýli (Tafla 28.3). Í útreikningum er miðað við að hljóð berist óhindrað frá hljóðgjafa að viðtakanda og ekki tekið tillit til þeirrar umhverfisþátta sem geta haft verulega áhrif á hljóðdreifingu. Ljóst er að slíkir útreikningar gefa versta mögulega tilfelli þar sem hljóð fellur hraðar í mishæðóttu landslagi líkt og í Hverahlíð. Niðurstöður benda til þess að hljóðstyrkur frá hljóðdeyfi blásandi holu sé fallinn niður í 45 dB(A) í 900-1.300 m fjarlægð frá hljóðdeyfi og að hljóðstyrkur frá Jötni sé fallið niður í 45 dB(A) í rúmlega 500 m fjarlægð. Mynd 28.1 og Mynd 28.2 sýna niðurstöðurnar. Á korti 3 hefur verið mörkuð áætluð 45 dB(A) hljóðlína á framkvæmdatíma.

Orkuveitan hefur látið vinna nákvæmt hljóðvistarkort af Hverahlíðarsvæðinu á framkvæmdatíma, sjá kort 18. Þar er miðað við að borað sé á öllum borteigum samtímis, sem er versta mögulega tilvik með tilliti til hljóðvistar. Í þessum útreikningum er hávaði frá umferð á Suðurlandsvegi tekinn með. Samkvæmt því verður hljóðstyrkur á framkvæmdatíma yfir 45 dB(A) að jafnaði í 800 til 1.000 m fjarlægð frá borteig. Samkvæmt útreikningum kemur hljóðstig undir Hverahlíðinni sjálfri til með að vera á bilinu 50-55 dB(A), í Lakakrókum reiknast hljóðstigið undir 45 dB(A). Samkvæmt útreikningum mun hljóðstig á öðrum vinsælum útivistarstöðum ekki fara yfir 45 dB(A) (kort18).



Mynd 28.1 Mældur og reiknaður hljóðstyrkur frá hljóðdeyfi. Punktarnir tákna mæld gildi en línan er framreiknað gildi m.v. að hljóðstyrkur falli lógariþmískt.

<sup>15</sup> Ekki reyndist unnt að nota hljóðmælingar frá árinu 2006 þar sem mæligildi voru of fá.



Mynd 28.2 Mældur og reiknaður hljóðstyrkur frá Jötni. Punktarnir tákna mæld gildi en línan er framreiknað gildi m.v. að hljóðstyrkur falli lógarípmískt.

### 28.5.2 Áhrif á rekstrartíma

Á rekstrartíma virkjunar mun viðvarandi aukning á hljóðstigi eiga sér stað við gufuháfa virkjunarinnar. Hljóðstig við gufuháfa við Hellsheiðarvirkjun mælist yfir viðmiðunarmörkum fyrir álag vegna hávaða á vinnustöðum samkvæmt mælingu Vinnueftirlits ríkisins í september 2006. Á Nesjavöllum er hljóðstig við gufuháfa lægra þrátt fyrir að samskonar útfærsla sé á báðum stöðum. Leitað er skýringa á þessum mun. Búast má við því að hljóðstig við gufuháfa í Hverahlíð verði svipað eða lægra en á Nesjavöllum.

Orkuveitan hefur látið vinna nákvæmt hljóðvistarkort af Hverahlíðarsvæðinu á rekstrartíma, sjá kort 19. Í þessum útreikningum er gert ráð fyrir hávaða frá umferð um Suðurlandsveg eða rúmlega 9.000 bílar á dag. Samkvæmt því verður hljóðstyrkur á rekstrartíma yfir 45 dB(A) að jafnaði 1.000 m til 1.400 m fjarlægð frá gufuháfum. Útreikningar sýna hljóðstig yfir 45 dB(A) komi mest til með að gæta innan framkvæmdasvæðis virkjunarinnar, undir Hverahlíð 50-55 dB(A) og norðan við framkvæmdasvæðið, á Orustuhólshrauni (kort 19). Hljóðvist við fyrirhugaða Hverahlíðarvirkjun ber þess þó greinilega merki að vera staðsett við Suðurlandsveginn.

Á nokkurra ára fresti verða boraðar vinnsluholur til að viðhalda framleiðslugetur virkjunarinnar. Þeim framkvæmdum mun fylgja tímabundin aukning á hljóðstigi í nágrenni borteigs samsvarandi þeirri sem lýst er í kafla 28.5.1 við borun og blásturprófanir.

### 28.6 Mótvægisáðgerðir

- Eftir borun vinnsluholna verða settir upp hljóðdeyfar við hverja holu líkt og gert hefur verið fram til þessa og holur látnar blása gegnum þá til að minnka hljóðstig eins og kostur er. Án hljóðdeyfa má búast við að hljóðstig frá borholu í blæstri sé um 130 dB(A) en mælist um 70-110 dB(A) í 1-10 m fjarlægð frá holum sem blása gegnum hljóðdeyfi (VGK hf., 2005).
- Unnið er að lausn til að til að draga úr hávaða og ónæði frá gufulokahúsi og hljóðdeyfum á borteigum.

## 28.7 Umsagnir og athugasemdir um hljóðvist

### 28.7.1 Athugasemdir Sigurðar Hr. Sigurðssonar og Maríu Elvía Méndez Pinedo<sup>16</sup>

*Töluvert mikið er gert úr nálægð framkvæmdasvæðisins við umferð á Suðurlandsvegi og þannig dregið úr vægi þess þáttar. Því miður er sömu aðferðarfræði ekki beitt í systurskýrslunni fyrir Bitruvirkjun enda hefði það örugglega ekki stutt málstað framkvæmdaraðila.*

*Hljóðstyrkur frá umferð bíla á Suðurlandsvegi mun vera á bilinu 42-48 dB(A) við fyrirhugað stöðvarhús samkvæmt áætlun í skýrslu (væntanlega á háannatíma) en það eru svipuð viðmiðunarmörk og notuð eru í skýrslunum báðum til afmörkunar hljóðvistarvæðis. Þessi mörk eru þó hæpin því að þau eru skilgreind fyrir útivistarsvæði í þéttbýli. Ef það er rétt að í reglugerðir vanti viðeigandi viðmiðunarmörk, verður þá ekki að fá sérfræðing til að áætla þau og rökstyðja með einhverju móti? Að setja óbyggð svæði, dreifbýl og þéttbýl undir sama kvarða hvað varðar hljóðvist er engan veginn ásættanlegt.*

*Að mati undirritaðs væri réttara að miða við lægri viðmiðunarmörk í hljóðstyrk á þessu svæði en 45 dB(A) enda mun ljóst vera að hávaði frá umferð mælist ekki það hátt alls staðar á svæðinu og örugglega ekki þegar umferð er með minna móti. Með því myndi áhrifasvæði virkjunarinnar vegna hljóðvistar á rekstartíma hins vegar stækka töluvert og hugsanlega hafa neikvæð áhrif á göngufólk og hross sem fara um nálæg svæði.*

**Svar:** Eins og greint er frá í köflum 28.5.1 og 28.5.2 hefur Orkuveitan látið vinna nákvæm hljóðvistarkort fyrir framkvæmdasvæði Hverahlíðarvirkjunar á framkvæmda- og rekstartíma, sjá kort 18 og 19. Af kortunum má m.a. lesa áhrif umferðar á Suðurlandsvegi á hljóðvist á fyrirhuguðu framkvæmdasvæði og nágrenni þess.

Kafli 28.4 og Tafla 28.5 fjallað um viðmiðunargildi fyrir hljóðstig. Í reglugerð nr. 933/1999 um hávaða eru birt viðmiðunarmörk fyrir útivistarsvæði í þéttbýli og því stuðst við það gildi í skýrslunni. Önnur viðmið eru ekki til fyrir útivistarsvæði. Í umsögn Umhverfisstofnunar við frummatsskýrslu Bitruvirkjunar kemur fram að stofnunin miði gjarnan við að almennt eigi að tryggja að hljóðstig á útivistarsvæðum fari ekki yfir 50 dB(A). Fari hljóðstig yfir þessi mörk telur stofnunin nauðsynlegt að aðvara um hávaða með merkingum og skýringum.

---

<sup>16</sup> Athugasemdirnar eru samhljóða

Tafla 28.5 Viðmiðunargildi fyrir hljóðstig.

Hljóðstig dB (A)	Hljóðgjafi
>120	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Pota í 30 m fjarlægð</li> <li>▪ Rokktónleikar</li> </ul>
100-120	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Prumur</li> <li>▪ Neðanjarðarlest</li> <li>▪ Algengt hljóðstig á skemmtistöðum</li> </ul>
80-100	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Blásandi borhola</li> <li>▪ Stórvirkar vinnuvélar</li> <li>▪ Mikil umferð</li> </ul>
60-80	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Einkabíll</li> <li>▪ Hljóðstig við umferðargötur</li> <li>▪ Útvarp</li> </ul>
40-60	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Skrifstofurými</li> <li>▪ Samtal í 1m fjarlægð</li> <li>▪ Hljóðstig á heimili</li> </ul>
20-40	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Einstaklings skrifstofa</li> <li>▪ Þytur í laufi í hægum vindi</li> <li>▪ Hvísl</li> </ul>
10	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Lægsta hljóðstig sem mannseyra með eðlilega heyrn getur numið</li> </ul>

### 28.8 Niðurstaða

**Einkenni:** Hljóðvist á fyrirhuguðu framkvæmdasvæði einkennist mjög af umferðarnið frá Suðurlandsvegi, en árdagsumferð um veginn eru 7.000 bílar á dag en sumardagsumferð tæplega 9.000 bílar á dag (Vegagerðin, 2007). Framkvæmdir við rannsóknarholur í Hverahlíð sumarið 2006 og vorið 2007 hefur þó haft áhrif á hljóðstig á svæðinu, þ.e. borun og blástursprófun holu HE-21 og borun holu HE-26.

**Umfang:** Fyrirhugaðar framkvæmdir munu hafa í för með sér allnokkra aukningu á hljóðstyrk, bæði á framkvæmda- og rekstrartíma virkjunarinnar. Áhrifin eru að mestu bundin við framkvæmdasvæði virkjunarinnar og því staðbundin.

**Verndargildi:** Á ekki við.

**Lög, reglur og áætlanir:** Hljóðstig við boranir, blásturprófanir og gufuháfa mælist yfir viðmiðunargildum fyrir iðnaðarsvæði samkvæmt reglugerð nr. 933/1999 um hávaða. Hljóðstig við gufuháfa Hellsisheiðarvirkjunar mælist jafnframt yfir viðmiðunarmörkum reglugerðar nr. 921/2006 um varnir gegn álagi vegna hávaða á vinnustöðum. Áhrif framkvæmdarinnar eru engu að síður talin óveruleg sé gæða og öryggisstjórnunarkerfi Orkuveitu Reykjavíkur fylgt.

**Tími og eðli áhrifa:** Áhrif framkvæmdarinnar á hljóðvist eru að mati framkvæmdaraðila tímabundin á líftíma virkjunarinnar og afturkræf að fullu.

**Niðurstaða:** Að teknu tilliti til ofangreindra upplýsinga er það mat framkvæmdaraðila að áhrif Hverahlíðarvirkjunar á hljóðvist séu **óveruleg**.

Tafla 28.6 Samantekt á áhrifum framkvæmda á hljóðsvist.

Áhrif framkvæmda á hljóðsvist	
Áhrif	Aukið hljóðstig.
Mótvægisáðgerðir	Hljóðdeyfir á blástursbúnaði. Unnið er að lausn til að til að draga úr hávaða frá gufulokahúsi og hljóðdeyfum á borteigum.
Niðurstaða	Óveruleg áhrif



## 29. Ferðaþjónusta og útivist

### 29.1 Inngangur

Hengilssvæðið hefur lengi notið vinsælda sem útivistarsvæði í nágrenni höfuðborgarsvæðisins. Þá hafa ferðaþjónustufyrirtæki nýtt sér svæðið til ýmissa ferða bæði að sumri og vetri. Í eftirfarandi kafla er gerð grein fyrir núverandi ferðaþjónustu og útivist á svæðinu í nágrenni fyrirhugaðrar Hverahlíðarvirkjunar. Leitast er við að meta möguleg áhrif framkvæmdarinnar á núverandi og framtíðar útivist og ferðaþjónustu á Hverahlíðarsvæðinu og lagðar verða fram mótvægisáðgerðir þar sem það á við.

Matið er byggt á viðtölum við ferðaþjónustuaðila, skýrslu um ferðamennsku á Ölkelduhálssvæði og Hverahlíð (Jón E. Jónsson 2006b), skýrslu VGK fyrir Orkuveitu Reykjavíkur um útivist og ferðaþjónustu á Ölkelduhálssvæði og Hverahlíð (VGK 2006c) og athugasemdum og umsögnum sem borist hafa á matstíma. Þá er matið einnig byggt á skoðanakönnun meðal útivistarfólks og ferðaþjónustuaðila sem gerð var vegna mats á umhverfisáhrifum fyrirhugaðra háspennulína frá Bitruvirkjun og Hverahlíðarvirkjun (Rögnvaldur Guðmundsson 2006). Skoðanakönnun meðal fagfólks í ferðaþjónustu var gerð í nóvember 2006 og fengust 34 svör. Könnun meðal útivistarfólks var gerð á bilinu júlí - nóvember 2006 og fengust 162 svör, þar af 64 frá útivistarfólki á Hellisheiði og nágrenni.

Í kaflanum er einnig fjallað um samlegðaráhrif Bitruvirkjunar, Hverahlíðarvirkjunar, Hellisheiðarvirkjunar, Nesjavallavirkjunar og háspennulína þeim tengdum á Hengilssvæðinu.

### 29.2 Afmörkun svæðis

Þegar rætt er um Hengilssvæðið í þessum kafla er átt við svæðið sem afmarkast gróflega af Henglinum sjálfum, Húsmúla, Nesjavöllum, Reykjadal og Hverahlíð (kort 2). Hverahlíðarsvæðið er svæðið sem er á milli Hverahlíðar í suðri og Suðurlandsvegur í norðri (kort 2).

Ferðaþjónusta á Hverahlíðarsvæðinu

#### 29.2.1 Tegundir ferða

Svæðið við Hverahlíð er lítið notað af ferðaþjónustuaðilum. Þó er að einhverju leyti farið um svæðið í skipulögðum hestaferðum ásamt því sem komið er inn á svæðið í tilfallandi ferðum s.s. hvata- og þemaferðum eða á leiðinni yfir Hellisheiðina (VGK 2006c). Þeir ferðaþjónustuaðilar sem nota Hverahlíðarsvæðið eru m.a. Íslandsflakkarar og Eldhestar.

Samkvæmt umsögn Samtaka ferðaþjónustunnar við tillögu að matsáætlun er Hengilssvæðið mjög mikilvægt vegna styttri ferða út frá höfuðborginni. Þá er á það bent að dvalartími ferðamanna sé almennt að styttest, fjöldi ráðstefna og funda að aukast og það sé helst sá hópur sem leitar eftir stuttum ferðum á lítt snortin svæði. Segja má að Hverahlíðin sé í jaðri Hengilssvæðisins og er landslag þar fábreyttara en t.d. við Hengladali og nágrenni (sjá kafla 21) og því kannski ekki eins eftirsótt af ferðamönnum. Auk þess er Hverahlíðin nálægt Suðurlandsveginum sem dregur að ákveðnu marki úr friðsæld svæðisins.

#### 29.2.2 Leiðir

Íslandsflakkarar nota hverasvæðið í Hverahlíð og Lakahnúka og nágrenni fyrir leiki í hvataferðum. Eldhestar fara með ferðamenn leiðina frá Hurðarási (kort 9) að Smiðjulaut og þaðan yfir að Hellisskarði. Báðir þessir aðilar tóku fram að þessar ferðir væru fremur fátíðar (Hróðmar Bjarnason, 2007 og Ingibjörg Guðjónsdóttir, 2007).

### 29.3 Útivist á Hverahlíðarsvæðinu

#### 29.3.1 Tegundir útivistar

Útivist í nágrenni Hverahlíðar er helst í formi útreiða, gönguferða og gönguskíða á veturna. Lítið er um vélvædda útivist vegna þess að hlíðin er of brött og lítið er um slóða. Engar tölulegar upplýsingar liggja fyrir um útivistariðkun á svæðinu við Hverahlíð (VGK 2006c).

#### 29.3.2 Leiðir

Nokkrar gönguleiðir eru merktar á uppdrátt aðalskipulags Ölfus 2002 – 2014. Þar er helst að nefna leiðina sem fylgir Lágaskarðsvegi (kort 9) frá Suðurlandsvegi að Eldborg og Meitlum og gönguleið sem tengist gömlu leiðinni yfir Hellisheiði. Þá liggur gönguleið þvert yfir fyrirhugað framkvæmdasvæði, frá Hurðarási til vesturs um Smiðjulaut (kort 9). Reiðleið er einnig merkt á aðalskipulagsuppdrætti og liggur hún frá Kömbum að Smiðjulaut og um Lágaskarðsveg (Landmótun, 2002). Einnig er gengið eftir ómerktum leiðum og má þar nefna leið á Skálafell og Núpafell og er þá ýmist lagt af stað frá Hurðarásvötnum eða frá vegslóða undir Hverahlíð (kort 9, VGK 2006).

Gönguskíðafólk notar mikið til sömu leiðir og göngufólk að sumri, en vinsælast er þó að skíða leiðirnar sem eru vestan við Hverahlíð eins og t.d. Lágaskarðsveg. Eitthvað er um að farið sé á skíðum meðfram Hverahlíð í átt að Þrengslum (kort 9) en lítill snjór undanfarin ár hefur hamlað gönguskíðaiðkun á þessu svæði.

### 29.4 Framtíð ferðaþjónustu og útivistar

#### 29.4.1 Stefna sveitarfélaga og þróun

Framkvæmdasvæði Hverahlíðarvirkjunar er innan Sveitarfélagsins Ölfus. Svæðið nýtur hverfisverndar vegna útivistar samkvæmt gildandi aðalskipulagi 2002-2014 (kafla 7). Unnið er að breytingu aðalskipulagsins og verður framkvæmdin í samræmi við aðalskipulagið eftir að breyting hefur tekið gildi (sjá kafla 7.1.1).

Almennt er stefnt að því að efla útivist og styðja við uppbyggingu ferðaþjónustu í Sveitarfélaginu Ölfusi.

#### 29.4.2 Hugmynd um eldfjallagarð

Þess má einnig geta að Landvernd hefur lagt fram hugmynd, framtíðarsýn um svokallaðan eldfjallagarð og fólkvang sem næði frá Reykjanestá að Þingvallavatni. Sú hugmynd gerir ráð fyrir að nýtingu jarðhita yrði haldið áfram á þeim svæðum sem þegar hafa verið virkjuð en öðrum hlutum haldið ósnortnum. Þar væri orkunýting á virkjanasvæðum ásamt annarri starfsemi sem nýtti jarðhitaefni og þjónustumannvirki fyrir ferðamenn, útivistarfólk og íbúa. Landvernd telur að bætt aðgengi að náttúru svæðisins myndi efla ferðaþjónustu innan svæðisins til muna (Landvernd, 2006) og er það raunar sjónarmið sem hefur heyrst frá aðilum í ferðaþjónustu.

### 29.5 Afstaða til fyrirhugaðra virkjanaframkvæmda

#### 29.5.1 Aðilar í ferðaþjónustu

Í könnun meðal fagfólks í ferðaþjónustu koma fram að 62% aðspurðra segjast neikvæð gagnvart Hverahlíðarvirkjun, 22% jákvæð og 16% hlutlaus. Til samanburðar voru 70% neikvæð gagnvart Bitruvirkjun og 55% voru jákvæðir gagnvart gufuafsvirkjunum almennt, óháð staðsetningu. Í sömu könnun var spurt um afstöðu til annarra mannvirkja og þátta sem tengjast gufuafsvirkjunum og kom þar fram að rúm 90% aðspurðra var neikvæður gagnvart háspennulínunum og möstrum, 78% var



andvígur tengivirkjum, 72% andvígir gufuleiðslum og 47% andvígir borplönum. Um helmingur var þó jákvæður gagnvart gufustrókum (50%) (Rögnvaldur Guðmundsson 2006).

Í samtölum við þá ferðaþjónustuaðila sem nýta svæðið kom fram andstaða við Hverahlíðarvirkjun þar sem fella verður niður ferðir á svæðið og leita annað ef af virkjun verður. Þar koma til beinir hagsmunaárekstrar í landnotkun. Þá var bent á óbein áhrif á ferðaþjónustu með breyttri ásýnd frá Suðurlandsvegi þar sem stór hluti ferðamanna sem til landsins kemur fer um Suðurlandsveg og sér virkjun í landi þar sem áður var lítt snortið land.

### 29.5.2 Útivistarfólk

Samkvæmt skoðanakönnun virðast viðhorf útivistarfólks gagnvart fyrirhugaðri virkjun ekki jafn afgerandi, en samkvæmt skoðanakönnuninni eru svipað margir fylgjandi (29%) og andvígir (26%) Hverahlíðarvirkjun, en 45% voru hlutlausir (Rögnvaldur Guðmundsson 2006). Þá kom fram að flestir voru neikvæðir gagnvart háspennumóstrum og línunum (58-59%), aðeins færri voru neikvæðir gagnvart tengivirkjum (30%). Flestir voru jákvæðir gagnvart gufuafsvirkjunum (53%) og gufustrókum (38%) því næst gagnvart borplönunum (28%) Mun fleira útivistarfólk er hlutlaust í skoðunum sínum gagnvart mannvirkjunum heldur en fagfólk í ferðaþjónustu (Rögnvaldur Guðmundsson, 2006).

Rúmur helmingur útivistarfólks (56%) taldi framtíðarmöguleika Hellisheiðar og nágrennis sem útivistarsvæðis versna ef háspennulínur kæmu til en aðeins færri (42%) töldu framtíðarmöguleikana haldast óbreytt. Ef miðað er við svör Útivistar og Ferðafélag Íslands við könnun Orkuveitu Reykjavíkur (Jón E. Jónsson 2006b) þá mun áhugi á gönguferðum í nágrenni Hverahlíðar minnka með tilkomu virkjunar, gönguleiðir munu breytast og tilgangur með þeim verða annar.

### 29.6 Áhrif á ferðaþjónustu og útivist

Fyrirhugaðar framkvæmdir vegna Hverahlíðarvirkjunar liggja að hluta til um sama svæði og göngu- og reiðleiðir útivistarfólks og ferðamanna (kort 9). Þannig mun reiðleið frá Kömbum að Smiðjulaut verða fyrir raski af niðurrennsliðlagn, borteig B5 og lagersvæði (kort 9). Gönguleiðin frá Hurðarási að Smiðjulaut lendir inni á miðju framkvæmdasvæði og gæti raskast af lögnum og framkvæmdum á stöðvarhúsréit. Þá mun leiðin frá Smiðjulaut yfir á Lágaskarðsveg verða þveruð af lögnum frá B1 (kort 9).

Reiðleiðirnar eru í litlum mæli notaðar af ferðaþjónustuaðilum. Óvissa er um áhrif virkjunarinnar á reiðleiðirnar. Svæðið frá hverunum við Hverahlíð vestur um Lakahnúka er sem fyrr segir notað af ferðaþjónustuaðilum sem koma til með að þurfa að fella þær ferðir niður með tilkomu virkjunar. Áhrifin sem þetta rask hefur á ferðaþjónustu og útivist verða að teljast neikvæð, varanleg og óafturkræf að stórum hluta. Ef hins vegar tekið er tillit til þess að fremur fáir nota sér þetta svæði dregur það úr vægi áhrifanna.

Með því að minnka framkvæmdasvæðið (Mynd 10.1) fjölga borholum á hverjum borteig og fella lagnaleiðir að slóðum og röskuðum svæðum verður beint rask á útivistarsvæðinu talsvert minna en ella hefði orðið.

Nokkuð víst er að bílaumferð muni aukast inn á svæðið með tilkomu betri vegar. Mörgum mun leika forvitni á að skoða mannvirkin og ef til vill vekur virkjunin athygli á svæðinu sem slíku. Hvort það muni verða til þess að nýr hópur útivistarfólks sæki svæðið er erfitt að segja til um. Hins vegar er ólíklegt að virkjunin muni laða erlenda ferðamenn að þar sem t.d. Nesjavallavirkjun og Hellisheiðarvirkjun bjóða upp á þrýðis aðstöðu til móttöku og fræðslu fyrir ferðamenn.

Á framkvæmdatíma er viðbúið að útivistarfólk og ferðamenn sem eiga leið um gömlu Hellisheiðarleiðina, Lakakrök og Lakahnúka verði fyrir ónæði af hávaða. Á korti 3 má sjá áætlaða dreifingu hljóðstigs frá borteigum.

Áhrif lyktar vegna brennisteinsvetnis ( $H_2S$ ) eru talin hafa óveruleg áhrif á ferðamennsku og útivist í nágrenni Hverahlíðarvirkjunar. Lykt af brennisteinsvetni finnst við styrk 7 ppb og samkvæmt dreifispá verður styrkur brennisteinsvetnis í 70-80% tilfella undir lyktarmörkum (sjá nánar kafla 23 um loftgæði). Því má búast við að lykt sem rekja má til virkjana á Hengilssvæðinu finnst í 70-100 sólarhringa á ári í nágrenni virkjunarinnar. Þá er ekki tekið tillit til náttúrulegs útstreymis frá heitum uppsprettum.

Óbein áhrif af framkvæmdunum snúa helst að ásýndarbreytingum á landi og upplifun ferðamanna og útivistarfólks. Þannig mun sjást til framkvæmda af Suðurlandsvegi og af helstu gönguleiðum og breyta upplifun þeirra af landslaginu. Hins vegar hefur nálægð Suðurlandsvegarins þau áhrif að breytingin verður ekki jafn mikil og þegar um afskekkt svæði í lítt röskuðu landi er að ræða. Óbeinu áhrifin teljast neikvæð og óafturkræf. Áhrifin verða þó meiri á framkvæmdatíma en minnka þegar búið verður að ganga frá svæðinu. Til þess að draga úr þessum óbeinu áhrifum hefur framkvæmdaraðili lagt til mótvægisáðgerðir sem draga úr sýnileika mannvirkjana. Þannig verða lagnir frá borteigi B1 gerðar torsýnilegar af Suðurlandsvegi, en þar sem þær fylgja veginum verða þær huldar (kort 1). Lagnir frá B3 og B4 verða gerðar torsýnilegar og sömuleiðis lagnir frá B6 (kort 1). Í stað hefðbundinna borholuhúsa verða borholutoppar lækkaðir í borplani og gerðir torsýnilegir og raski almennt haldið í lágmarki með því að fella lagnir og slóða að þegar röskuðu svæði eins og kostur er.

Jarðhitavinnsla getur haft óbein áhrif á hvergi og laugar. Að mati Kristjáns Sæmundssonar jarðfræðings (2007) er lítil hættá á að hveririnn í Hverahlíð minnki eða hverfi við vinnslu, þar sem í þeim er yfirborðsvatn, hitað af gufu og gasi sem kemur úr sjóðandi jarðhitakerfi. Ferðamenn ættu því áfram að geta skoðað hverina í Hverahlíð. Talsverð óvissa er þó um óbein áhrif jarðhitavinnslu á hvergi og laugar þar sem náttúrulegar sveiflur og breytingar geta allt eins haft veruleg áhrif til kælingar eða hitunar.

### 29.6.1 Samlegðaráhrif

Stór hluti þeirra ferðaþjónustuaðila sem talað var við sögðu að starfsemi þeirra hefði orðið fyrir áhrifum af framkvæmdum við Hellisheiðarvirkjun. Sumir hafa orðið að færa starfsemina til vegna óska viðskiptavina sem vilja ekki vera svo nærri lögnum og holum. Hestafólk hefur þurft að breyta reiðleiðum og ríða fjær borholum og framkvæmdum af öryggissjónarmiðum. Þá hefur verið kvartað yfir því að ekki sé lengur hægt að nota ákveðna áningarstaði eins og t.d. Kolviðarhól vegna hávaða frá gufublæstri. Í svörum Útivistar og Ferðafélags Íslands í könnun Orkuveitu Reykjavíkur (Jón E. Jónsson 2006b) kemur fram að áhugi fólks á ferðum um Hengilssvæðið hafi minnkað með tilkomu virkjanamannvirkja sem þar eru núna.

Þá hefur aðstöðu til skíðaiðkunar á Hengilssvæðinu verið lokað og starfsemi skíðafélaganna flutt til Bláfjalla.

Með tilkomu Hellisheiðarvirkjunar, Bitruvirkjunar, Hverahlíðarvirkjunar og háspennulína sem liggja frá þessum virkjunum er ljóst að Hengilssvæðið breytist nokkuð frá því sem áður var. Svæði sem einkennist af lítt snortinni náttúru og landslag sem hefur dregið útivistarfólk og ferðamenn að mun verða töluvert minna og mannvirki sýnileg í nágrenninu. Það er við því að búast að þetta valdi því að ákveðinn hópur útivistarfólks missi áhugann á svæðinu og færi sig annað og aðilar í ferðaþjónustu verði að leita annað til að uppfylla óskir viðskiptavina sinna. Erfitt er að meta þátt Nesjavallavirkjunar til samlegðaráhrifa á ferðaþjónustu þar sem virkjunin hefur verið starfrækt frá árinu 1990 og fjöldi ferðamanna leggur leið sína þangað á ári hverju.

Hluttur Hverahlíðarvirkjunar í samlegðaráhrifum á ferðaþjónustu og útivist á Hengilssvæðinu telst lítil vegna þess hve svæðið er lítið notað miðað við aðra hluta Hengilsins. Það er þó mat framkvæmdaraðila að teknu tilliti til ofangreindra atriða að samlegðaráhrif Hellisheiðarvirkjunar, Bitruvirkjunar, Hverahlíðarvirkjunar og háspennulína á ferðaþjónustu og útivist á Hengilssvæðinu komi til með að verða veruleg.

## 29.7 Mótvægisáðgerðir

- Framkvæmdasvæði hefur verið minnkað til muna frá því sem áður var ráðgert.
- Lagnir frá borteigi B1 verða gerðar torsýnilegar að Suðurlandsvegi, en þar sem þær fylgja veginum verða þær huldar.
- Lagnir frá borteigum B3, B4 og B6 verða gerðar torsýnilegar.
- Lögnum verður valið gljástig þannig að þær skeri sig sem minnst úr næsta umhverfi.
- Borholutoppur verður lækkaður og gerður torsýnilegur.
- Raski verður haldið í lágmarki með því að fjölga holum á borteig og fella lagnir og slóða að þegar röskuðu svæði eins og kostur er.

## 29.8 Umsagnir og athugasemdir um ferðapjónustu og útivist

### 29.8.1 Athugasemdir Sigurðar Hr. Sigurðssonar og Maríu Elvía Méndez Pinedo<sup>17</sup>

*Hér hafa skýrsluhöfundar enn einu sinni komist að þeirri niðurstöðu að áhrif framkvæmdarinnar séu óveruleg og líta helst til þess að fáir fari um svæðið að jafnaði en kjósa að líta framhjá framtíðarmöguleikum. Þá vantar að minnast á fælingarmátt hávaðans sem því miður virðist almennt vanmetinn (sjá athugasemd 1) og mikinn útblástur brennisteinsvetnis svo nærri göngufólki og hestamönnum. Þeir sem hyggja á slíkar ferðir á svæðinu munu hugsa sig um tvisvar áður en lagt er af stað með hópa ef búast má við kvörtunum vegna óþæginda af þessum sökum. Ekki getur heldur talist æskilegt að þurfa að klöngrast yfir lagnir, jafnvel þó að "torsýnilegar" séu.*

*Af þessum sökum verður að telja það útilokað að svæðið með virkjuninni bjóði upp á aukna nýtingu í ferðapjónustu og má fremur búast við að það verði afskrifað til slíkra nota, nema hugsanlega fyrir sérstaka áhugamenn um jarðvarmavirkjanir og svonefndan "nýjan hóp útivistarfólks" og er þá líklega átt við fólk sem helst aldrei fer út úr bílum sínum ótilneytt.*

**Svar:** Einu fyrirbyggjandi viðmiðunarmörk fyrir hljóðstig á útivistarsvæðum eru samkvæmt reglugerð nr. 933/1999 um hávaða og er þar miðað við að hljóðstig á útivistarsvæðum í þéttbýli fari ekki yfir 45 dB(A). Í köflum 28.5.1 og 28.5.2 og svari 28.7.1 er fjallað um hljóðvist á og við framkvæmdasvæði virkjunarinnar. Framkvæmdaraðili vill taka fram að útreikningar á hljóðstyrk taka mið af núverandi útfærslu hljóðdeyfa og gufuháfa. Unnið er að útfærslu aðgerða sem draga eiga frekar úr hávaða. Framkvæmdaraðili vill einnig vísa í kafla 9.1 um hönnunarforsendur framkvæmda.

Orkuveitan hefur ákveðið að hreinsa brennisteinsvetni frá virkjunum á Hengilssvæðinu og því verða áhrif á göngufólk í nágrenni virkjunarinnar engin, sjá kafla 23.4.1.

Framkvæmdaraðili vill benda á texta í kafla 29.6 þar sem segir að erfitt sé að segja til um hvort tilkoma virkjunarinnar verði til þess að nýr hópur útivistarfólks sækir svæðið. Þar segir einnig að ólíklegt sé að virkjunin muni laða að erlenda ferðamenn þar sem aðrar virkjanir í nágrenninu bjóða upp á aðstöðu til móttöku og fræðslu fyrir ferðamenn. Við mat á áhrifum á ferðapjónustu, leitaði Orkuveitan m.a. sjónarmiða ferðapjónustuaðila um fyrirhugaðar framkvæmdir, upplýsinga um nýtingu ferðapjónustuaðila á svæðinu og studdist við aðalskipulag Ölfuss og tillögu að breytingu á því. Þá ber þess að geta að engar framtíðaráætlanir liggja fyrir um ferðapjónustu á svæðinu.

<sup>17</sup> Athugasemdir voru samhljóða

### 29.8.2 Athugasemd Landverndar

Virkjanirnar munu hafa umtalsverð neikvæð áhrif á útivist, þá einkum og sér í lagi Bitruvirkjun við Ölkelduháls. Á svæðinu eru fjölmargar gönguleiðir og reiðleiðir enda svæðið fjölbreytilegt og fallegt. Þar stendur til að bora 42 holur á um 30 árum. Hverri holu er ætlað að blása með tilheyrandi hávaða og sjónmengun í 4-6 mánuði og þá yrði einnig umtalsverður hávaði af virkjuninni á rekstartíma. Þó svo reynt verði að fela mannvirki þá yrði svæðinu breytt úr vinsælu útivistarsvæði í iðnaðarsvæði með megnri hveralykt, hávaða og háspennulínum. Að öllu samanlögðu yrði útivistargildi svæðisins í besta falli rýrt verulega og í versta falli yrði svæðið með öllu ónothæft til útivistar sökum hávaða og ólyktar. Hér verður að hafa hugfast að kyrrð er eitt af því sem fólk sækist eftir í útivist og því eru tilvísanir skýrsluhöfunda um hávaðastig ófullnægjandi þar sem horft er til viðmiðunargilda í mannabyggð þar sem ekki eru til viðmiðunargilda fyrir óbyggð svæði. Hávaði spillir upplifun útivistarfólks, sem sækist eftir kyrrð og ró, löngu áður en hann fer yfir þau mörk sem gilda í mannabyggðum.

**Svar:** Framkvæmdaraðili hefur reiknað út nákvæmari dreifingu hljóðstigs á framkvæmda- og rekstartíma frá því sem var gert í frummatsskýrslu. Niðurstöður þeirra útreikninga eru sýndar á kortum 18 og 19. Hljóðstig á helstu göngu- og reiðleiðum innan og í næsta nágrenni við framkvæmdasvæðið fer yfir 45 dB(A) eins og kemur fram í svari í kafla 29.8.1. Þá mun Orkuveitan hreinsa brennisteinsvetni frá virkjunum á Hengilssvæðinu og því munu virkjanir valda óverulegum áhrifum á loftgæði þar, sjá kafla 23.4.1.

Í skýrslunni er komist að þeirri niðurstöðu að áhrif á útivist og ferðaþjónustu séu talsverð en þegar fjallað er um samlegðaráhrif segir: „Samlegðaráhrif fyrirhugaðra framkvæmda með þeim mannvirkjum sem komin eru á Hengilssvæðið eru talin talsverð til veruleg þar sem gildi Hengilssvæðisins sem útivistarsvæðis mun rýrna og lítt snortnum svæðum fækka talsvert.“ Það orkar tvímælis að þegar fjallað er um samlegðaráhrifin sé flokkunin talsverð til veruleg en engu að síður er dregin sú niðurstaða að áhrifin séu talsverð. Líklega er réttara að segja þau veruleg, enda virðist um vanmat á áhrifum að ræða þar sem ekki virðist vera tekið tillit til háspennulína sem jafnan eru þyrnir í augum útivistarfólks.

**Svar:** Í mati á áhrifum Hverahlíðarvirkjunar var annars vegar lagt mat á samlegðaráhrif Bitruvirkjunar, Hverahlíðarvirkjunar, Hellisheiðarvirkjunar, Nesjavallavirkjunar, núverandi og fyrirhugaðra háspennulína og voru niðurstöður þess mats að áhrifin væru talsverð til veruleg. Hins vegar var fjallað um áhrif Hverahlíðarvirkjunar einnar og sér og var það niðurstaðan að áhrifin væru óveruleg.

### 29.8.3 Athugasemd Náttúruverndarsamtaka Suðurlands (NSS)

Einnig er vísað til þess að svæði við Lakahnúka, Norðurhálsa og Hverahlíð hafa gegnum tíðina notið vinsælda til útivistar t.d. gönguskíðamennsku. Jafnframt hafa nýttar vegna margvíslegrar ferðaþjónustu á þessu svæði aukist talsvert. Iðnaðarsvæði skerðir útivistargæði verulega og ekki verður kostur á að njóta óspilltrar náttúru og fegurðar lands í stuttri fjarlægð frá búsetusvæðum umræddra þéttbýlissvæða. Varast ber að spilla þessu umhverfi frekar en orðið er með umræddum framkvæmdum. Nauðsynleg mótvægisáðgerð væri t.d. lagning raflínu Landsnets í jörðu, en sú framkvæmd Landsvirkjunar stuðlaði að verulegri eyðileggingu á umhverfi Ölkelduháls, Bitru og Orustuhólshrauns þegar línan var lögð og er mikið lýti í fögru landslagi í dag.

**Svar:** Frummatsskýrsla og matsskýrsla fyrir Hverahlíðarvirkjun fjalla um fyrirhugaða framkvæmd, umhverfisáhrif og mótvægisáðgerðir sem gripið verður til. Öll matsvinnan hefur markast af því að raska Hengilssvæðinu sem minnst og draga eins og kostur er úr hugsanlegum hagsmunaaðrekstrum. Hengilssvæðið er mikið notað í ferðaþjónustu og útivist, þar eru hverir og merkilegt landslag. Það var því ljóst á upphafsstigum vinnunnar að huga þurfti sérstaklega að umhverfismálum. Orkuveitan

hefur í matsvinnu og undirbúningi Hverahlíðarvirkjunar og Bitruvirkjunar stefnt að því að draga úr eða koma í veg fyrir neikvæð umhverfisáhrif. Þær aðgerðir sem Orkuveitan ætlar að grípa til eru m.a.:

- Fyrirhugað framkvæmdasvæði minnkað og þannig dregið verulega úr mögulegum áhrifum á jarðmyndanir og útivist og ferðaþjónustu.
- Orkuveitan leggur áherslu á að draga úr sýnileika fyrirhugaðra mannvirkja. Það er gert með staðarvali, fjölgun holna á hverjum borteig og draga þannig úr umfangi þess lands sem fer undir framkvæmdir og að grafa lagnir niður eða hylja með landmótun.
- Við frágang á röskuðum svæðum verða jarðvegþekjur frá uppgreftri nýttar.
- Fornminjar merktar til að forðast óþarfa rask á framkvæmdatíma.
- Endurskoða útfærslur á færanlegum hljóðdeyfum og vinna að endurhönnun gufuháfa m.t.t. hljóðstyrks.

Orkuveitan hefur með ofangreindum aðgerðum, markvisst dregið úr mögulegum umhverfisáhrifum og minnkað svæðið sem framkvæmdirnar ná til. Með þessu hefur Orkuveitan reynt að koma til móts við sjónarmið ferðaþjónustuaðila, útivistar og náttúruverndar. Byggt á framansögðu er það mat framkvæmdaraðila að með byggingu Hverahlíðarvirkjunar verði áfram unnt að nýta Lakahnúka, Norðurhálsa og Hverahlíð til ferðaþjónustu og útivistar.

#### 29.8.4 Athugasemd Kolbrúnar Halldórsdóttur

*áhrifin á útivist yrðu gríðarleg, framkvæmdin myndi rýra útivistargildi svæðanna til mikilla muna.*

**Svar:** Vísað er til svara við athugasemdum í köflum 29.8.2 og 29.8.3 þar sem fjallað er um áhrif Hverahlíðarvirkjunar á útivist.

#### 29.9 Niðurstaða

**Einkenni:** Hverahlíðarsvæðið er helst notað af göngufólki, hestamönnum, gönguskíðafólki og í litlum mæli aðilum í ferðaþjónustu. Helsti kostur svæðisins er nálægð þess við höfuðborgarsvæðið sem mun vera kostur í dag fyrir ört vaxandi hóp ferðamanna sem vill komast í stuttar ferðir út frá borginni. Svæðið er ekki jafn vinsælt og aðrir hlutar Hengilssvæðisins og má vera að það sé vegna fábreyttara landslags og nálægð við Suðurlandsveg. Fyrirhuguð framkvæmd kemur til með að hafa áhrif á ferðaþjónustu og útivist á svæðinu með tilkomu mannvirkja í áður óbyggðu landi og leiðir og framkvæmdasvæði skarast.

**Umfang:** Tiltölulega lítill hópur fólks nýtir sér Hverahlíðarsvæðið til útivistar og sömuleiðis fara fáir ferðamenn um svæðið á ári hverju. Umfang áhrifa teljast því staðbundin.

**Lög, reglur og áætlanir:** Framkvæmdin er inni á svæði sem nýtur hverfisverndar vegna útivistar samkvæmt aðalskipulagi Ölfuss 2002 - 2014. Fyrir liggur samþykkt Sveitarfélagsins Ölfuss að breyta afmörkun hverfisverndar á þann hátt að það nái ekki til fyrirhugaðs framkvæmdasvæðis Hverahlíðarvirkjunar.

**Tími og eðli áhrifa:** Fyrirhuguð framkvæmd kemur til með að hafa bein og óafturkræf áhrif á ferðaþjónustu og útivist á svæðinu ef horft er til næstu áratuga.

**Samlegðaráhrif:** Samlegðaráhrif fyrirhugaðra framkvæmda með þeim mannvirkjum sem komin eru á Hengilssvæðið eru talin **talsverð til veruleg** þar sem gildi Hengilssvæðisins sem útivistarsvæðis mun rýrna og lítt snortnum svæðum fækkar talsvert.

**Niðurstaða:** Að teknu tilliti til mótvægisáðgerða sem miða að því að draga úr sýnileika mannvirkja og minnka framkvæmdasvæði frá því sem fyrr var áætlað, og vegna þess hve lítill hópur fólks notar svæðið, er það mat framkvæmdaraðila að áhrif Hverahlíðarvirkjunar á ferðaþjónustu og útivist verði **óveruleg**.

Tafla 29.1 Samantekt á áhrifum framkvæmda á ferðaþjónustu og útivist

Áhrif framkvæmdar á útivist og ferðaþjónustu	
Áhrif	<p>Bein röskun á landi sem nýtt er til ferðaþjónustu og útivistar.</p> <p>Óbein áhrif af framkvæmdunum snúa helst að ásýndarbreytingum á landi og upplifun ferðamanna og útivistarfólks.</p> <p>Útivistarfólk sem á leið um gömlu Helligshéðarleiðina, Lakahnúka og Lakakrók geta orðið fyrir ónæði af hávaða á framkvæmdatíma.</p>
Mótvægisáðgerðir	<p>Framkvæmdasvæði minnkað, sbr. Mynd 10.1.</p> <p>Lagnir lagðar vel í landi, gerðar torsýnilegar eða huldar í jörðu. Önnur mannvirki verða gerð eins lítið áberandi eins og mögulegt er.</p> <p>Unnið er að lausn til að til að draga úr hávaða frá gufulokahúsi og hljóðdeyfum á borteigum.</p> <p>Framkvæmdaraðili mun hreinsa brennisteinsvetni frá virkjunum á Hengilssvæðinu.</p>
Samlegðaráhrif	Talsverð/veruleg áhrif
Niðurstaða	Óveruleg áhrif.

### 30. Kynning og samráð

Í þessum kafla er gerð grein fyrir kynningum og samráði við undirbúning fyrirhugaðra Bitru- og Hverahlíðavirkjunar og þar með talið drögum á niðurstöðum frummatsskýrslu. Einnig voru haldnir þrjú opnir kynningarfundir um frummatsskýrslu í október og nóvember 2007.

Orkuveitan kynnti umsagnaraðilum og hagsmunaaðilum framkvæmdir við Bitruvirkjun og Hverahlíðavirkjun og eru þeir eftirfarandi:

- Fornleifavernd ríkisins
- Grímsnes- og Grafningsshreppur
- Heilbrigðiseftirlit Suðurlands
- Iðnaðarráðuneytið
- Landsnet
- Landvernd
- Náttúruverndarsamtök Íslands
- Náttúruverndarsamtök Suðurlands
- Orkustofnun
- Samtök ferðaþjónustu
- Sveitarfélagið Ölfus
- Umhverfisstofnun
- Vegagerðin
- Samráðshópur með hestamönnum
- Ýmsir ferðaþjónustuaðilar sem nýta fyrirhuguð framkvæmdasvæði

Á kynningarfundum komu fram margvíslegar ábendingar sem snéru að framkvæmdum, mótvægisáðgerðum, umhverfisáhrifum og vægismati áhrifa. Búið er að bregðast við mörgum ábendinganna sem fram hafa komið. Eftirfarandi er samantekt á helstu athugasemdum og ábendingum sem fram komu, auk þess sem gerð er grein fyrir viðbrögðum framkvæmdaraðila og eru þau skáletruð.

#### Framkvæmdir

- Er gert ráð fyrir gestamóttöku? *Ekki er gert ráð fyrir gestamóttöku við Bitru- og Hverahlíðavirkjun.*
- Verður ein safnæð frá hverjum borteig? *Gert er ráð fyrir að safnæðar verði í stokkum í borteig. Safnæðarnar sameinast í safnæðarstofn sem verður tekinn upp úr borteignum á einum stað.*
- Er alls staðar mögulegt að grafa lagnir í jörð, t.d. þar sem jarðvegur er vatnssósa? *Ekki er unnt að grafa lagnir niður alls staðar, en á Bitrusvæðinu og við Hverahlíð eru aðstæður slíkar að þær takmarka ekki stefnu Orkuveitunnar um að gera lagnir huldar eða torsýnilegar.*
- Hver er munur á kostnaði á hefðbundnum lögnum og huldum lögnum? *Huldar lagnir eru um tvöfalt dýrari en hefðbundnar lagnir.*
- Hvaða forsendur liggja fyrir staðsetningu skiljustöðva? *Staðsetning er ákveðin m.t.t. þess að auðvelt sé að flytja vökva að skiljustöð. Við staðsetningu skiljustöðva hefur verið miðað að því að hafa lagnir einhalla að þeim. Auk þess hefur sýnileiki stöðvanna haft áhrif á staðsetningu og hvort unnt sé að gera þær torsýnilegar.*
- Sýna tölvuteiknaðar myndir hönnun og litaval mannvirkja? *Tölvugerðar myndir sýna stærðir og staðsetningu, sem og hvernig unnt er að gera mannvirki torsýnileg eða hulin frá ákveðnum sjónarhornum. Hönnunarvinna og litaval hefur ekki farið fram.*
- Er óhagkvæmt að staðsetja borteig B6 fyrir Hverahlíðavirkjun norðan Suðurlandsvegur? *B6 er mikilvæg til að kanna jarðhitann á svæðinu. Vísendingar eru um að þarna sé mikill hiti og þarf að rannsaka það með borunum.*
- Hvað verða margar lagnir? *Hönnun mannvirkja við Bitruvirkjun og Hverahlíðavirkjun liggur ekki fyrir og því ekki hægt að segja til um fjölda lagna á þessu stigi.*

- Hversu mikið af skiljuvatni hefur farið í niðurrennsli sveitu við Hellsheiðarvirkjun? *Stærsti hluti skiljuvatnsins hefur farið í niðurrennsli sveituna.*
- Ertu tekin frá svæði vegna rannsóknarverkefnis um að dæla jarðhitagasi aftur niður í jarðhitageyminn? *Nei, þar sem verkefnið er eingöngu á frumstigi.*
- Er hægt að draga úr gufulosun? *Já og er unnið að athugun á svokölluðum "hybrid-kæliturnum" en frá þeim verður gufulosun í lágmarki (kaflí 12.7).*
- Er hægt að fara með fleiri mannvirki en lagnir niður í jörð? *Það er hægt, en ekki talið ásættanlegt m.t.t. Öryggiskrafna fyrir rekstri jarðgufuvirkjana og kostnaði.*
- Er hægt að nýta Bitruveg fyrir lagnir frá B6 að Hverahlíðarvirkjun?
- Ef ráðgert verður að ráðast í tvöföldun Suðurlandsvegjar þarf að byggja ein mislæg gatnamót fyrir Bitruvirkjun, Hverahlíðarvirkjun og efra svæði Hellsheiðarvirkjunar. Möguleg staðsetning gatnamóta er í lægð í hrauntröðinni austan við stöðvarhús Hverahlíðarvirkjunar.
- Er hætta á ísingarmyndun á þjóðveginum vegna gufu frá Hverahlíðarvirkjun? *Ekki er talið að gufulosun frá Hverahlíðarvirkjun valdi ísingarhættu á veturna, þar sem ríkjandi vindáttir eru NA og ANA og liggja því frá Suðurlandsvegi (kaflí 23.3).*
- Við Hverahlíðarvirkjun liggja lagnir frá B1 nálægt Suðurlandsveg. Samráð þarf að hafa við Vegagerðina við nánari staðsetningu lagna. Haft verður fullt samráð við Vegagerðina við ákvörðun um staðsetningu lagna nærri þjóðveginum.
- Hvað verður um afgangsefni? *Afgangsefni verður notað í manir og aðlögun lands umhverfis mannvirki. Ef umfram efni verður það nýtt til að ganga frá opnum námum á eða í nágrenni framkvæmdasvæðanna. Öll efnistaka fer fram utan svæðis og er úr opnum námum með starfsleyfi.*

#### Jarðhitaforði

- Segja þarf frá óvissu í niðurstöðu um áhrif á jarðhitakerfið. *Brugðist hefur verið við því í frummatsskýrslu.*
- Eru hugmyndir um frekari virkjanir á Bitru og við Hverahlíð? *Að svo stöddu er eingöngu litið til 135 MW<sub>e</sub> raforkuframleiðslu á Bitru og 90 MW<sub>e</sub> raforkuframleiðslu við Hverahlíð.*
- Mikilvægt að birta upplýsingar um hrávarma sem upp er tekinn. *Bor- og vinnslusaga er enn fremur stutt en gróf áætlun Gríms Björnssonar gefur að hrávarmi á Bitrusvæðinu sé 1.200-2.000 kJ/kg.*
- Hver er líftími virkjunar á Bitru og við Hverahlíð? *Fjárhagslegur afskriftartími mannvirkja og búnaðs er misjafn eftir endingu en miðað er við að mannvirki afskrifist á 40 árum. Líftími virkjunarinnar er að minnsta kosti 40 ár en líklega mun lengri og er ekki hægt að segja til um það fyrir víst. Vísað er til skýrslu Gríms Björnssonar (2007) um jarðhitageyminn.*

#### Vatnafar

- Hversu djúpar verða niðurrennslisholurnar og kemur affallsvatn til með að leita í Þingvallastrauminn? *Niðurrennslisholur verða um 1.000 til 1.200 m djúpar og verða fóðraðar niður fyrir grunnvatnslög. Ekkert eða óverulegt magn á því að geta borist í Þingvallastrauminn.*
- Getur niðurrennsli sveitan haft áhrif á grunnvatn? *Með því að farga affallsvatni í 1.000 til 1.200 m djúpar holur, niður fyrir grunnvatnskerfið, verða ekki áhrif á grunnvatn. Þess ber þó að geta að á Bitrusvæðinu er grunnvatn blandað jarðhita og því ekki neysluhæft.*



- Hafa verið boraðar nýjar vatnssýnaholur vegna Bitruvirkjunar og Hverahlíðarvirkjunar? *Fjölmargar holur hafa verið boraðar á þessu svæði sem líkan Verkfræðistofunnar Vatnaskila byggir á.*
- Liggja fyrir upplýsingar um afleiðingar losunar í svelgholur við Hellsisheiðavirkjun? *Nei, ekki liggja fyrir upplýsingar um áhrif á grunnvatn.*
- Af hverju kemur arsen ekki fram í efnagreiningu úr rannsóknarholum á svæðinu? *Ekki liggja fyrir efnagreiningar á snefilefnum í affallsvatni í Hverahlíð. Líkleg er þó að styrkur þessara efna sé svipaður og annarsstaðar á Hengilssvæðinu.*
- Hvert er umfang og tilgangur vatnstöku fyrir Hverahlíðarvirkjun? *Umfang: um 80 kg/s. Tilgangur: Kælivatn nýtt í eimsvölum virkjunarinnar (Mynd 11.1).*

#### Loftgæði

- Þarf Orkuveitan að sækja um heimild fyrir losun gróðurhúsalofttegunda frá Hverahlíðar- og Bitruvirkjun? *Nei, skv. lögum nr. 65/2007 um losun gróðurhúsalofttegunda þurfa jarðgufuvirkjanir ekki heimild fyrir losun gróðurhúsalofttegunda.*
- Er reiknuð út hlutfallsleg aukning á losun gróðurhúsalofttegunda frá jarðvarmavirkjunum á Íslandi frá árinu 1990, að meðtöldum Bitru- og Hverahlíðarvirkjun, þegar framkvæmdin er metin í samræmi við Kyoto-bókunina? *Nei. Samkvæmt Sveini Þorgrímssyni hjá iðnaðarráðuneytinu er ekki ljóst að þess sé krafist í lögum né reglugerðum.*
- Það hefur orðið fjölgun á kvörtunum vegna hveralyktar eftir að rekstur Hellsisheiðarvirkjunar hófst. *Orkuveita Reykjavíkur er meðvituð um þessar kvartanir.*
- 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 jarðhitalofttegundunum aftur í jarðhitageyminn (kafli □).*
- Er búið að mæla styrk brennisteinsvetnis í Hveragerði, þ.e. áður en framkvæmdir hefjast? *Orkuveitan hefur staðið að mælingum á brennisteinsvetni í nágrenni Hengilsins, þ.m.t. í Hveragerði.*
- Hvaða áhrif kann losun frá jarðhitavirkjun að hafa á loftlínur og tengivirki?

#### Fuglalíf

- Er unnt að tímasetja blástursprófanir þannig að þær falli ekki saman við varptíma? *Slíkar aðgerðir verða skoðaðar.*

#### Hljóðvist

- Hver er hljóðstyrkur frá umferð við stöðvarhús Hverahlíðarvirkjunar? *Styrkurinn hefur verið ætlaður um 42 - 48 dB(A).*
- Verður hávaðinn sambærilegur og við Hellsisheiðarvirkjun eða Nesjavallavirkjun? *Stefnt er á að hljóðstig verði svipað því og er við Nesjavallavirkjun.*
- Hvað lækkar hljóðstyrkur frá blásandi holu mikið með hljóðdeyfi? *Án hljóðdeyfis má búast við að hljóðstig frá blásandi holu sé um 130 dB(A) en mælist um 70-110 dB(A) í 1-10 m fjarlægð frá holum sem blása gegnum hljóðdeyfi (kafli 28).*

#### Gróðurfar

- Hvernig verður staðið að því að endurheimta mosagróin svæði? *Orkuveitan hefur gert samning við Landbúnaðarháskólann á Hvanneyri um uppgræðslu grenndargróðurs á röskuðum svæðum. Meðal aðgerða er að geyma jarðveg og gróður þar til framkvæmdum er lokið og það lagt aftur á.*

### Fornminjar

- Gamla Hellisheiðaleiðin er friðlýst.
- Búið er að raska gömlu Hellisheiðarleiðinni að hluta. Það á að vera hægt að finna leiðir til þess að þvera leiðina án þess að raska henni mikið, t.d. að fara þar sem leiðinni hefur þegar verið raskað.
- Torsýnilegar lagnir hafa í för með sér meira jarðrask en hefðbundnar lagnir.

### Ferðapjónusta og útivist

- Á að loka eða takmarka aðgengi að framkvæmdasvæðinu? *Ekki verður takmarkað aðgengi að framkvæmdasvæðinu, nema á framkvæmdatíma kunna ákveðin svæði að verða lokað vegna öryggismála.*
- Það segir heilmikið um gildi svæðisins að það skuli heimsótt þrátt fyrir núverandi línustæði og mannvirki.

### Matsvinna og niðurstaða

- Er ekki rétt að meta virkjun, háspennulínur og iðjuver saman í mati á umhverfisáhrifum?
- Er hægt að loka og ganga frá HE-20? *Búið er að draga verulega úr umfangi fyrirhugaðs framkvæmdasvæðis til að hlífa Ölkelduhnúk og nágrenni hans. Mikilvægt er að kanna með stefnuborunum frá HE-20 jarðhitageyminn undir Ölkelduhnúknum.*
- Fram kom það álit að falla ætti frá hugmyndum um Bitruvirkjun og ráðast eingöngu í Hverahlíðarvirkjun.

### 30.1 Kynning á frummatsskýrslu.

Þrjú opinir kynningarfundir voru haldnir til að kynna frummatsskýrslu Bitruvirkjunar og Hverahlíðarvirkjunar. Eftirfarandi er samantekt á helstu athugasemdum og ábendingum sem fram komu, auk þess sem gerð er grein fyrir viðbrögðum framkvæmdaraðila og eru þau skáletruð.

- Fram kom það álit að hávaði frá borholum sé yfir 45 dB(A) í um 1.000 m fjarlægð. Fram kom það álit að miða eigi við 25 dB(A) hljóðmörk á útivistasvæðum sem eru ekki í þéttbýli. *Bent var á að ekki væru til viðmiðunarmörk fyrir útivistarsvæði fjarri þéttbýli, því hafi verið stuðst við gildi fyrir útivistarsvæði í þéttbýli, sem eru 45 dB(A).*
- Spurt var um staðsetningu efnistökusvæða? *Öll efnistaka mun fara fram í viðurkenndum námum utan framkvæmdasvæðis.*
- Spurt var um mögulega loftmengun í Hveragerði og hversu marga daga má búast við lykt í Hveragerði og hvers vegna farin hafi verið sú leið að aðskilja lykt frá loftgæðum? *Orkuveitan hefur ekki aðskilið lykt frá loftgæðum og er það staðfest í skilgreiningu í lögum um hollustuhætti og mengunarvarnir. Miðað við að engin hreinsun fari fram á brennisteinsvatni má búast við að lykt finnist í Hveragerði í 30-60 sólarhringa á ári.*
- Spurt var um mun á skiljuvatni og affallsvatni? *Skiljuvatn er jarðhitavökvi sem skilinn sé frá gufunni áður en hún fer inn á virkjunina. Skiljuvatn er innihaldsríkt af steinefnum. Affallsvatn er hins vegar samheiti yfir skiljuvatn og þéttvatn, sé þar af leiðandi allt vatn sem fer frá virkjuninni. Affallsvatni er dælt niður fyrir grunnvatnslög.*
- Spurt var um hvort að líftími jarðhitavirkjana sé 30-40 ár? *Orkuveitan gerir ráð fyrir því að hægt sé að nýta jarðhitasvæðin út afskriftartíma virkjana sem er um 35 ár. Hins vegar sé vinnslusaga á Íslandi enn of stutt til þess að hægt sé að fullyrða um lengri nýtingu.*

- Spurt var um vanda sem skapast hefur við niðurrennsli affallsvökva frá Hellisheiðarvirkjun? *Allt vatn sem upp er tekið á Hellisheiði fer aftur niður í jarðhitageyminn. Orkuveitan hafi átt í smávægilegum vandræðum með niðurdælingu í upphafi en nú eru þau úr sögunni.*
- Óskað var eftir að fá meiri umræðu um hverja tegund útvistar fyrir sig og áhrif virkjunarinnar á þær, þ.e. skíði, göngu og hesta. *Reynt var að gera góða grein fyrir þeirri ferðamennsku sem nú er á svæðinu. Engar framtíðaráætlanir eru til fyrir ferðamennsku á svæðinu, sem er klárlega galli út af fyrir sig. Rætt hafi verið við hagsmunaaðila og fleiri til að fá sýn á hver framtíðarstefnan er á svæðinu og matið byggt á niðurstöðu þessara aðila.*
- Spurt hvernig ágeng vinnsla jarðhitaauðlindar samræmist sjálfbærni? *Orkuveitan bendir á að smám saman verði dýrara fyrir komandi kynslóðir að nýta jarðvarmasvæðin sem nýtt eru í dag. Það þurfi að bora dýpra og síðan er líklegt að það þurfi að hvíla þau.*
- Spurt var af hverju virkjanir, háspennulínur og álver í Helguvík sé ekki metið saman? *Orkuveitan hefur haft samráð við Landsnet um fyrirkomulag háspennulína og fjallað um áhrif af þeim á landslag og ferðaþjónustu og útvist. Mat á umhverfisáhrifum Bitruvirkjunar og Hverahlíðarvirkjunar er í samræmi við lög um mat á umhverfisáhrifum.*
- Spurt var af hverju þurfi að hafa svona marga borteiga? *Þar sem meðalafköst hveirrar holu sé um 5 MW þurfi að bora nokkrar holur á þessum 9 borteigum sem kynntir eru í skýrslunni.*
- Óskað var eftir að sjá samlegðaráhrif allra fjögurra virkjananna á Hengilssvæðinu fyrir brennisteinsvetni. *Í frummatsskýrslu er gerð grein fyrir þessum samlegðaráhrifum og reiknuð út dreifing brennisteinsvetnis frá fjórum virkjunum á Hengilssvæðinu.*



#### IV. HLUTI: NIÐURSTÖÐUR

Í þessum hluta matsskýrslunnar er gerð grein fyrir megin niðurstöðu matsvinnunnar og megin mótvægisáðgerðum sem fyrirhugaðar eru.

Helstu umhverfisáhrif Hverahlíðarvirkjunar samkvæmt matsvinnunni verða á landslag, fornminjar og hljóðstig. Önnur áhrif eru talin veigaminni vegna eðli þeirra, umfangs og tímalengdar.

Á undirbúningstíma Hverahlíðarvirkjunar hefur verið brugðist við upplýsingum úr matsvinnu til að draga úr líklegum neikvæðum áhrifum. Þar ber helst að nefna að fyrirhugað framkvæmdasvæði hefur verið minnkað verulega, staðsetning mannvirkja verið valin m.t.t. ásýndar og ráðgert að útfæra mannvirkin á þann hátt að dregið verði úr sýnileika þeirra.

#### 31. Mótvægisáðgerðir

Framkvæmdaraðili hefur á undirbúningsstigi gripið til ýmissa áðgerða til að draga úr neikvæðum áhrifum, eins og sjá má í eftirfarandi töflu.

Tafla 31.1 Yfirlit yfir áhrif og mótvægisáðgerðir vegna Hverahlíðarvirkjunar

Umhverfisþættir	Áhrif	Mótvægisáðgerðir
Jarðhitakerfið og forðafræði (kafli 19)	Framkvæmdin kemur til með að hafa áhrif á þrýsting, massaforða og hita í jarðhitageyminum.  Ef einhverjar breytingar koma fram á yfirborðsvirkni er það líklega til aukningar á virkni.	Niðurrennsli skiljuvatns í jarðhitageyminum.
Vatnafar (kafli 20)	Grunnvatn: Skol- og jarðhitavökví frá borun og blástursprófunum getur valdið tímabundnum áhrifum á grunnvatnsstrauma í nánasta nágrenni við sprungur eða svelgholur.	Afmörkun vatnsverndarsvæðis umhverfis fyrirhugað vatnsból.  Niðurrennsli affallsvatns frá borun og blástursprófunum í sprungur eða grannar svelgholur.  Niðurrennsli affallsvatns niður í djúpar niðurrennslisholur (1.000 – 1.200 m ).
Jarðfræði og jarðmyndanir (kafli 21)	Rask á Hellsheiðarhraunum sem eru nútímahraun og njóta verndar 37. gr. náttúruverndarlaga.  Ef einhverjar breytingar koma fram á yfirborðsvirkni er það líklega til aukningar á virkni.  Aðrar jarðmyndanir eru utan framkvæmdasvæðis.	Með því að minnka framkvæmdasvæðið til muna hefur framkvæmdaraðili komið í veg fyrir bein áhrif á markverðar jarðmyndanir, aðrar en hraun.  Með því að fjölga holum á hverjum borteig, fella safnæðar að vegslóðum og nota þá slóða sem fyrir eru minnkar umfang rasks talsvert.  Lagnir verða lagðar um svæði sem þegar hefur verið raskað.  Staðsetning stöðvarhúss valin m.t.t. merkilegra jarðmyndana.  Efni tekið úr námum í rekstri, utan framkvæmdasvæðis.

Tafla 31.1 Yfirlit yfir áhrif og mótvægisáðgerðir vegna Hverahlíðarvirkjunar, frh.

Umhverfispættir	Áhrif	Mótvægisáðgerðir
Landslag (kafli 22)	Bein röskun á hraunbreiðum og þrengt að gömlum leiðum sem saman mynda merkilegt mannvistarlandslag.	Framkvæmdaraðili hefur minnkað fyrirhugað framkvæmdasvæði talsvert frá upphaflegum áætlunum.  Lagnir verða lagðar vel í landi, gerðar torsýnilegar eða huldar í jörðu. Stöðvarhúsi valinn staður í hvarfi frá Suðurlandsvegi og önnur mannvirki gerð eins lítið áberandi eins og mögulegt er.
Loftgæði (kafli 23)	Losun gróðurhúsalofttegunda og brennisteinsvetnis (H <sub>2</sub> S)	Brennisteinsvetnis frá virkjunum á Hengilssvæðinu verður hreinsað úr gasstraumnum.
Gróður (kafli 24)	Gufa og affallsvatn frá blástursprófunum getur haft í för með sér áhrif á gróðurfur umhverfis borteiga.  Staðbundið rask á gróðri þar sem borteigar, vegslóðar, lagnir og mannvirki rísa.	Varðveisla jarðvegspekna frá uppgreftri á grónu og óröskuðum landssvæðum. Jarðvegsþekjurnar verða nýttar við frágang.  Grenndargróðri hjálpað að ná fótfestu á röskuðum svæðum.  Vinnusvæði verða afmörkuð með flaggalínum.  Dropasiur notaðar á blásturstíma.
Lífriki hvera (kafli 25)	Breyting á virkni hvera samhliða jarðhitavinnslu getur breytt vistkerfi hveralífvera.	Framkvæmdasvæði minnkað s.br. Mynd 10.1.
Fuglar (kafli 26)	Varpfuglar verða fyrir truflun af framkvæmdum fari þær fram á varptíma.	Framkvæmdasvæði minnkað s.br. Mynd 10.1.
Fornminjar (kafli 27)	Framkvæmdin hefur engin áhrif á fornminjar að teknu tillit til mótvægisáðgerða.	Fornminjar verða merktar til að koma í veg fyrir óþarfa rask.  Lögn frá borteigi B1 að skiljustöð S1 verður hliðrað til þess að forða götu við vesturenda Hverahlíðar (721:074).  Lögn frá borteigi B6 verður hliðrað til þess að forða vörðu á gömlu leiðinni yfir Hellsheiði (721:005).  Framkvæmdaraðili hefur minnkað framkvæmdasvæðið til muna og þar með komið í veg fyrir áhrif á fornleifar sem ella hefðu getað orðið fyrir raski.  Framkvæmdasvæðið minnkað, s.br. Mynd 10.1..

Tafla 31.1 Yfirlit yfir áhrif og mótvægisáðgerðir vegna Hverahlíðarvirkjunar, frh.

Umhverfisþættir	Áhrif	Mótvægisáðgerðir
Hljóðvist (kafli 28)	Aukið hljóðstig.	Hljóðdeyfir á blástursbúnaði. Unnið er að lausn til að til að draga úr hávaða frá gufulokahúsi og hljóðdeyfum á borteigum.
Ferðaþjónusta og útivist (kafli 29)	Bein röskun á landi sem nýtt er til ferðaþjónustu og útivistar. Óbein áhrif af framkvæmdunum snúa helst að ásýndarbreytingum á landi og upplifun ferðamanna og útivistarfólks. Útivistarfólk sem á leið um gömlu Hellisheiðarleiðina, Lakahnúka og Lakakrók geta orðið fyrir ónæði af hávaða á framkvæmdatíma.	Framkvæmdasvæði minnkað, sbr. Mynd 10.1. Lagnir lagðar vel í landi, gerðar torsýnilegar eða huldar í jörðu. Önnur mannvirki verða gerð eins lítið áberandi eins og mögulegt er. Unnið er að lausn til að til að draga úr hávaða frá gufuháfum.

### 32. Vöktun

Framkvæmdaraðili hyggst fylgjast með hugsanlegum áhrifum virkjunarinnar á einstaka umhverfisþætti. Vöktunarþætti má finna í eftirfarandi töflu.

Tafla 32.1 Yfirlit yfir vöktunarþætti Hverahlíðarvirkjunar.

Umhverfisþættir	Vöktun
Jarðhitakerfið og forðafæði (kafli 19.9)	<b>Jarðhitakerfið</b> Viðamikil vöktunaráætlun er í gangi á jarðhitasvæðunum á Hengilssvæðinu. Vöktunaráætlunin inniheldur ýmsar reglubundnar mælingar og prófanir á borholum sem og land- og þyngdarmælingum. <b>Yfirborðsvirkni</b> Orkuveita Reykjavíkur hefur fylgst kerfisbundið með yfirborðshita á Hengilssvæðinu allt aftur til ársins 1992. Eftirlit á svæðinu verður haldið áfram.
Vatnafar (kafli 20.6)	Áhrif vatnstökunnar eru vöktuð með mælingum á vatnsborði og vinnslu sem notaðar eru í grunnvatnslíkani Verkfræðistofunnar Vatnaskila. Tekin eru grunnvatnssýni til efnagreiningar og niðurstöður bornar saman við neysluvatnsmörk. Með þessum efnagreiningum má fylgjast með hvort einhverjar breytingar verði á efnasamsetningu vatnsins.
Jarðfræði og jarðmyndanir (kafli 21.5)	Orkuveita Reykjavíkur hefur fylgst kerfisbundið með yfirborðshita á Hengilssvæðinu allt aftur til ársins 1992. Eftirlit á svæðinu verður haldið áfram.
Loftgæði (kafli 23.10)	Haldið er utan um magn gróðurhúsalofttegunda og annarra jarðhitaloфтtegunda sem losaðar eru frá virkjuninni á ári hverju í grænu bókhaldi Orkuveitunnar
Gróðurfar (kafli 24.6)	Orkuveitan stefnir að því að fylgjast áfram með áhrifasvæðum vegna blástursprófana.

### 33. Samantekt umhverfisáhrifa

Í matsvinnunni var litið á þá umhverfisþætti sem helst gætu orðið fyrir áhrifum af fyrirhuguðum framkvæmdum við Hverahlíðarvirkjun. Niðurstöður þeirra eru dregnar saman hér að neðan (Tafla 34.1). Einnig er gerð grein fyrir samlegðaráhrifum, þar sem það á við. Þá er fyrst og fremst litið til þeirra framkvæmda á Hengilsvæðinu sem þegar eru til staðar og eru fyrirhugaðar.

#### Jarðhitakerfið og orkuforði (kaflí 19)

Jarðhitakerfið í Hverahlíð einkennist af vinnsluhæfum hita (240-320°C). Áhrif framkvæmdarinnar á jarðhitakerfið eru að öllum líkindum staðbundnar. Í kjölfar upptöku jarðhitavökva úr jarðhitageyminum má búast við þrýstifalli í jarðhitakerfinu. Rannsóknir benda til þess að jarðhitakerfið í Hverahlíð sé einangrað frá öðrum jarðhitakerfum á Hengilsvæðinu sem þegar eru nýtt. Frekari rannsóknir munu þó skera úr um hvort hitasvæði Hverahlíðar og Gráuhnúka séu samhangandi. Hvort innbyrðis þrýstisamband gæti milli þessara jarðhitakerfa verður ekki svarað nema með lengri vinnslusögu. Komi í ljós að innbyrðis þrýstisamband gæti milli þessara kerfa yrðu áhrifin mest á nýtingarsvæðum Orkuveitu Reykjavíkur á Hengilsvæðinu. Niðurrennsli skiljuvatns niður í jarðhitageyminn á ný hjálpar til við að halda uppi þrýstingi í jarðhitakerfunum.

Framkvæmdasvæði Hverahlíðarvirkjunar er á svæði sem skilgreint er sem opið óbyggt og sem hverfisverndarsvæði á aðalskipulagi Ölfuss 2002-2014. Unnið er að breytingu á aðalskipulagi sem felst í að skilgreina fyrirhugað framkvæmdasvæði sem iðnaðarsvæði. Mun framkvæmdin, eftir að aðalskipulagsbreytingin hefur tekið gildi, vera í samræmi við aðalskipulag Ölfuss 2002-2014. Framkvæmdin fellur undir lög nr. 57/1998 um rannsóknir og nýtingu á auðlindum í jörð. Nýting auðlindarinnar fellur að mati framkvæmdaraðila ágætlega að markmiðum um sjálfbæra þróun.

Framkvæmdin mun hafa í för með sér breytingu á auðlindinni sem kemur meðal annars fram í þrýstifalli, minni massaforða og varmalækkun. Samkvæmt fyrirbyggjandi upplýsingum og líkanreikningum eru þessar breytingar afturkræfar eftir að vinnsla jarðhita út kerfinu hefur verið stöðvuð. Áhrif framkvæmdarinnar eru til skamms tíma á tímatali jarðfræðinnar.

Talsverð óvissa ríkir um áhrif virkjunarinnar á auðlindina, bæði sökum skamms bor- og vinnslutíma á svæðinu sem og óvissu um hegðun auðlindarinnar sjálfrar. Út frá ofangreindu er það mat framkvæmdaraðila að áhrif framkvæmdarinnar á jarðhitageyminn séu **óveruleg** en jafnframt háð **óvissu**.

#### Vatnafar (kaflí 20)

Ekkert yfirborðsvatn er á eða við framkvæmdasvæði Hverahlíðarvirkjunar. Grunnvatnsholur í Hverahlíð gefa neysluhæft vatn á um 100 m u.s. Á framkvæmdatíma verður affallsvatn frá borun og blásturspröfunum leitt til niðurrennsli í sprungu eða grunna svelgholu við jaðar borteigs sem veita þessu tímabundna frárennsli niður fyrir efsta grunnvatnsborðið. Svelgholur eru ekki það djúpar að þær leiði vatnið niður fyrir grunnvatnsrennsli. Sá möguleiki er því fyrir hendi að blástursvatnið valdi tímabundnum áhrifum á hita og efnainnihald grunnvatnsstrauma í nánasta nágrenni við holurnar. Mikið vatnsmagn grunnvatnsstraumanna gerir það að verkun að þynning verður mikil og áhrifin því talin óveruleg.

Niðurrennsli svæði fyrir Hverahlíðarvirkjun mun liggja við gamla þjóðveginn (kort 1). Um þetta svæði liggur Bitrusprungan, sem stefnt er á að nota til niðurrennsli. Holurnar verða djúpar (1.000-1.200 m) og fódraðar niður fyrir grunnvatnsstrauma. Gæði grunnvatns í Selvogs- og Ölfusstraumi ættu því að haldast óbreytt.

Framkvæmdasvæði virkjunarinnar er á svæði sem flokkað er sem fjarsvæði vatnsverndar á aðalskipulagi Ölfuss. Niðurrennsli virkjunarinnar er á svæði sem flokkað er sem grannsvæði vatnsverndar. Unnið er að breytingu aðalskipulagsins og verður framkvæmdin í samræmi við aðalskipulagið eftir að breyting hefur tekið gildi.



Áhrif á grunnvatnsstrauma eru að mati framkvæmdaraðila tímabundin á framkvæmdatíma virkjunarinnar og afturkræf að fullu. Framkvæmdin kemur til með að valda óverulegum áhrifum á yfirborðsvatn og grunnvatn. Framkvæmdin kemur til með að valda óverulegum áhrifum á yfirborðsvatn og grunnvatn.

Að mati framkvæmdaraðila eru áhrif á vatnafar **óveruleg**.

#### Jarðfræði og jarðmyndanir (kafli 21)

Jarðmyndanir á framkvæmdasvæði Hverahlíðarvirkjunar einkennast af vel grónu nútímahrauni, bólstrabergsmyndunum og grágrýtisstapa sem myndaðist í dyngjugosum á síðasta jökulskeiði. Annað einkenni á svæðinu er jarðhitasvæði á yfirborði í Hverahlíð þar sem hverir krauma. Framkvæmdin kemur til með að hafa áhrif á nútímahraun þar sem framkvæmdin er öll staðsett á Hellisheiðarhraunum (um 10.000 ára og 2.000 ára). Ef jarðhitavinnsla hefur einhver áhrif á yfirborðsvirkni þá verður það frekar til þess að hún muni aukast. Þetta er þó bundið ákveðinni óvissu um náttúrulegar breytingar á virkni.

Áhrifin verða að teljast staðbundin þar sem um fremur lítið svæði er að ræða. Hins vegar teljast basalhraun sem þessi merkileg á heimsvísu. Því gætu áhrifin strangt til tekið (hversu lítil sem þau eru) talist alvarleg spjöll. Áhrif framkvæmdarinnar á nútímahraun sem njóta sérstakrar verndar 37. gr. náttúruverndarlaga nr. 44/1999 eru bein, til langs tíma og óafturkræf. Framkvæmdaraðili hefur þó lagt áherslu á að draga úr raski eins og kostur er. Áhrif framkvæmdarinnar á virkni hverasvæðis ná til líftíma virkjunarinnar, óbein og væntanlega afturkræf að þeim tíma liðnum. Að teknu tilliti til ofangreindra upplýsinga er það mat framkvæmdaraðila að áhrif Hverahlíðarvirkjunar á jarðmyndanir séu **óveruleg**.

#### Landslag (kafli 22)

Helstu einkenni landslags í nágrenni Hverahlíðarvirkjunar eru vel grónar hraunbreiður og Hverahlíðin sjálf. Landslagið þykir fábreytt og með fremur lítið sjónrænt gildi. Það markverðasta í landslaginu eru hinar gömlu götur sem liggja yfir Hellisheiðina og meðfram Hverahlíð og mynda þar merkilegt mannvistarlandslag. Helstu sérkenni innan svæðisins eru hverir, Lakahnúkar og Lakarókur. Fyrirhuguð framkvæmd kemur til með raska hrauni og þrengja að mannvistarlandslagi hinna gömlu leiða. Ef einhverjar breytingar koma fram á yfirborðsvirkni er það líklega til aukningar á virkni. (sjá kafla 19.6.2). Annað einkenni á landslaginu er nálægð við Suðurlandsveginn og er því ekki talið að upplifun fólks af landslaginu komi til með að breytast að neinu ráði.

Framkvæmdasvæðið er til þess að gera lítið og teljast áhrifin því vera staðbundin. Samlegðaráhrif Bitruvirkjunar, Hverahlíðarvirkjunar, Hellisheiðarvirkjunar, Nesjavallavirkjunar og tengdra háspennulína á Hengilssvæðinu eru þó talin veruleg þar sem verulega þrengir að ósnortnum svæðum.

Gildi landslags í nágrenni Hverahlíðarvirkjunar telst lítið vegna fábreytni landslags og talsverðrar röskunar. Samkvæmt kafla um landslagsvernd, 37. grein náttúruverndarlaga, njóta hverir og eldhraun sérstakrar verndar. Hverahlíðarvirkjun kemur ekki til með að raska hverum en skerðing eldhrauns er nokkur. Reynt hefur verið að draga eins mikið úr raski á hrauni eins og kostur er með ýmsum mótvægisáðgerðum.

Áhrif framkvæmdarinnar á landslag eru til langs tíma og eru að miklu leyti óafturkræf vegna áhrifa á eldhraun. Það er mat framkvæmdaraðila að áhrif Hverahlíðarvirkjunar á landslag séu **óveruleg til talsverð**.

#### Loftgæði (kafli 23)

Virkjun í Hverahlíð mun hafa í för með sér útblástur jarðhitalofttegunda. Helstu lofttegundirnar í jarðhitagufun á Hengilssvæðinu eru: koldíoxíð ( $\text{CO}_2$ ), brennisteinsvetni ( $\text{H}_2\text{S}$ ), vetni ( $\text{H}_2$ ), metan ( $\text{CH}_4$ ) og nitur ( $\text{N}_2$ ). Styrkur koldíoxíðs er langmestur en styrkur brennisteinsvetnis næstmestur.

Styrkur vetnis, metans og niturs er lítill. Af þessum lofttegundum telst losun koldíoxíðs ( $\text{CO}_2$ ), metans ( $\text{CH}_4$ ) og brennisteinsvetnis ( $\text{H}_2\text{S}$ ) til losunar sem veldur umhverfisáhrifum, koldíoxíð og metan út af gróðurhúsaáhrifum en brennisteinsvetni út frá eituráhrifum þess við háan styrk.

Losun jarðhitalofttegunda á framkvæmdatíma eru ekki taldar valda verulegum áhrifum þar sem um tímabundið ástand er að ræða. Þó má vænta þess að aukin hveralykt muni finnast í nánasta umhverfi borteiga þegar holur blása. Á rekstrartíma virkjunarinnar eru jarðhitalofttegundirnar losaðar í andrúmsloftið við stöðvarhús virkjunarinnar. Samkvæmt fyrirbyggjandi gögnum mun losun gróðurhúsalofttegunda frá Hverahlíðarvirkjun hafa óveruleg áhrif á heildarlosun gróðurhúsalofttegunda á Íslandi. Þar sem Orkuveitan mun hreinsa brennisteinsvetni frá öllum virkjunum á Hengilssvæðinu verður einungis um að ræða styrkukningu á brennisteinsvetni ( $\text{H}_2\text{S}$ ) í nágrenni stöðvarhúss virkjunarinnar eftir að rekstur virkjunarinnar hefst. Brennisteinsvetni ( $\text{H}_2\text{S}$ ) og aðrar jarðhitalofttegundir eru eðlisþyngri en andrúmsloftið og geta því safnast fyrir í gryfjum, kjöllum og hraun sprungum.

Jarðvarmavirkjanir er undarskildar lögum nr. 65/2007 um losun gróðurhúsalofttegunda samkvæmt 7. gr. laganna.

Atvinnurekanda ber samkvæmt lögum nr. 46/1980 um aðbúnað, hollustuhætti og öryggi á vinnustað tryggja öruggt og heilsusamlegt starfsumhverfi sem og að tryggja skilyrði fyrir því, að innan vinnustaðanna sjálfra sé hægt að leysa öryggis- og heilbrigðisvandamál, í samræmi við gildandi lög og reglur, í samræmi við ráðleggingar aðila vinnumarkaðarins og í samræmi við ráðleggingar og fyrirmæli Vinnueftirlits ríkisins.

Viðmiðunarmörk fyrir styrk brennisteinsvetnis ( $\text{H}_2\text{S}$ ) í andrúmslofti á vinnustöðum eru, samkvæmt reglugerð nr. 154/1999 um mengunarmörk og aðgerðir til að draga úr mengun á vinnustöðum, 10.000 ppb m.v. 8 klst. vinnudag og 15.000 ppb m.v. 15 mín. tímabil. Bent er á gæða- og verklagsreglur Orkuveitu Reykjavíkur um hvernig haga eigi vinnu þar sem hættu getur skapast vegna brennisteinsvetnis ( $\text{H}_2\text{S}$ ).

Áhrif á loftgæði eru að mati framkvæmdaraðila tímabundin á líftíma virkjunarinnar og afturkræf að fullu. Með tilliti til fyrirbyggjandi gagna telur framkvæmdaraðili að áhrif Hverahlíðarvirkjunar á loftgæði og lykt verði **óveruleg**.

#### Gróður (kafli 24)

Gróðurfar á framkvæmdasvæðinu einkennist af grónu þurrlendi (97%) og er lítt eða ógróid land aðeins um 3 %. Allar háplöntu- og mosategundir sem finnast á framkvæmdasvæði virkjunarinnar eru tiltölulega algengar á landsvísu og því rask tengt virkjuninni staðbundið. Fyrirhugaðar framkvæmdir á framkvæmdasvæði Hverahlíðarvirkjunar munu ekki spilla sérstæðum gróðurfélögum, sjaldgæfum tegundum háplantna eða tegundum sem eru á valista Náttúrufræðistofnunar Íslands. Samkvæmt fyrirbyggjandi gögnum mun framkvæmdin ekki hafa áhrif á líffræðilegan fjölbreytileika gróðurs í nágrenni við framkvæmdasvæðið.

Framkvæmdin mun hafa í för með sér beint rask á gróðri þar sem mannvirki munu rísa. Raskið er bundið við líftíma virkjunarinnar og eru áhrifin til lengri tíma talin afturkræf. Að teknu tilliti til ofangreindra upplýsinga er það mat framkvæmdaraðila að áhrif Hverahlíðarvirkjunar á gróður séu **óveruleg**.

#### Lífríki hvera (kafli 25)

Lífríki hverasvæðisins í Hverahlíð einkennist af mjög fábreyttu lífríki og er líffræðilegur fjölbreytileiki lítill. Áhrif á lífríki í hverum í kjölfar jarðvarmavinnslu í Hverahlíð eru samkvæmt fyrirbyggjandi gögnum staðbundin við áhrifasvæði framkvæmdarinnar, þ.e. hverasvæðið í Hverahlíðinni.

Ekki hefur verið þróuð aðferð til að meta verndargildi hitakærra lífvera á háhitasvæðum á Íslandi en slík aðferð er þó í þróun. Engu að síður má ætla að verndargildi þeirra sé talsvert bæði á lands- og heimsvísu sökum sérstöðu.

Hverir sem vistkerfi njóta sérstakrar verndar samkvæmt 37. gr. laga nr. 44/1999 um náttúruvernd og skal forðast röskun þeirra eins og kostur er á. Óvissa ríkir um það hvort framkvæmdin muni hafa áhrif á hverir sem vistkerfi í nágrenni við framkvæmdasvæðið.

Framkvæmdin kemur ekki til með að valda beinu raski á hverri en getur valdið óbeinum áhrifum á virkni hvera á áhrifasvæði framkvæmdarinnar. Þó getur verið erfitt að greina þessar breytingar frá náttúrulegum sveiflum. Óvissa ríkir um tíma áhrifanna og hvort þau séu afturkræf.

Fyrirhuguð virkjun í Hverahlíð er talin valda **óverulegum** áhrifum á lífríki hvera á áhrifasvæði framkvæmdarinnar, en þó ríkir nokkur **óvissa** hvað þetta varðar þar sem lífríki hvera fyrir og eftir virkjun jarðhitasvæða er lítið þekkt.

#### Fuglar (kafli 26)

Þéttleiki fugla á fyrirhuguðu framkvæmdasvæði er fremur lítill og eru þær tegundir sem vitað er að orpið hafa á og í nágrenni við framkvæmdasvæðið tiltölulega algengar annarsstaðar á landinu. Áhrif framkvæmdanna er bundið við framkvæmdasvæðið og því staðbundið.

Á Hengilssvæðinu hefur sést til fjögurra tegunda sem eru á válista Náttúrufræðistofnunar Íslands en engin hreiður hafa fundist. Það er því talið mjög ólíklegt að fyrirhuguð Hverahlíðarvirkjun hafi áhrif á tegundir á válista.

Áhrif framkvæmdarinnar eru tímabundin og að mestu bundin við framkvæmdatíma virkjunarinnar en þá geta varpuglar orðið fyrir truflun tengdum framkvæmdunum. Áhrif framkvæmdanna eru talin afturkræf. Samkvæmt fyrirbyggjandi upplýsingum telur framkvæmdaraðili að áhrif framkvæmdarinnar hafi **óveruleg** áhrif á fuglalíf á svæðinu.

#### Fornminjar (kafli 27)

Einkenni fornleifa á og í nágrenni fyrirhugaðs framkvæmdasvæðis eru einkum tengd samgöngum. Þrjár fornleifar eru í hættu af raski af fyrirhugðum framkvæmdum. Það er gamla leiðin um Hellisheiði (721:005) ásamt vörðu, götur undir Hverahlíð sem liggja í nágrenni borteiga B3 og B4 og gamla Hellisheiðarvegurinn sem liggur um Smiðjulaut sem er nálægt lögn frá borteigi B1 að skiljustöð S1. Hægt er að koma í veg fyrir röskun þessara fornleifa með mótvægisáðgerðum í öllum tilfellum.

Fornminjum verður ekki raskað með fyrirhugaðri framkvæmd. Sérstaklega verður gætt að því að raska ekki gömlu leiðinni yfir Hellisheiði sem telst sérstök á svæðis- og landsvísu þar sem um merkar minjar mikilvægrar samgönguleiðar er að ræða. Framkvæmdaraðili mun forðast allt rask á fornleifum og er framkvæmdin því í samræmi við þjóðminjalög nr. 107/2001.

Það er niðurstaða framkvæmdaraðila að áhrif Hverahlíðarvirkjunar á fornminjar séu **óveruleg**.

#### Hljóðvist (kafli 28)

Hljóðvist á fyrirhuguðu framkvæmdasvæði einkennist mjög af umferðarnið frá Suðurlandsvegi, en árdagsumferð um veginn er um 7.000 bílar á dag en sumardagsumferð tæplega 9.000 bílar á dag (Vegagerðin 2007). Framkvæmdir við rannsóknarholur í Hverahlíð sumarið 2006 og vorið 2007 hefur þó haft áhrif á hljóðstig á svæðinu, þ.e. borun og blástursprófun holu HE-21 og borun holu HE-26.

Orkuveitan hefur lagt fram nákvæmt hljóðvistarkort af Hverahlíðarsvæðinu á framkvæmdatíma og rekstrartíma, sjá kort 18 og 19. Í þessum útreikningum er gert ráð fyrir hávaða frá umferð um Suðurlandsveg eða rúmlega 9.000 bílar á dag. Samkvæmt því verður hljóðstyrkur á rekstrartíma

yfir 45 dB(A) að jafnaði 1.000 m til 1.400 m fjarlægð frá gufuháfum. Útreikningar sýna hljóðstig yfir 45 dB(A) komi mest til með að gæta innan framkvæmdasvæðis virkjunarinnar, undir Hverahlíð 50-55 dB(A) og norðan við framkvæmdasvæðið, á Orustuhólshrauni (kort 19). Hljóðvist við fyrirhugaða Hverahlíðarvirkjun ber þess þó greinilega merki að vera staðsett við Suðurlandsveginn.

Á framkvæmdatíma er miðað við að borað sé á öllum borteigum samtímis, sem er versta mögulega tilvik með tilliti til hljóðvistar. Í þessum útreikningum er hávaði frá umferð á Suðurlandsvegi tekinn með. Samkvæmt því verður hljóðstyrkur á framkvæmdatíma yfir 45 dB(A) að jafnaði í 800 til 1.000 m fjarlægð frá borteig. Samkvæmt útreikningum kemur hljóðstig undir Hverahlíðinni sjálfri til með að vera á bilinu 50-55 dB(A), í Lakakrökum reiknast hljóðstigið undir 45 dB(A). Samkvæmt útreikningum mun hljóðstig á öðrum vinsælum útivistarstöðum ekki fara yfir 45 dB(A) (kort18).

Hljóðstig við boranir, blásturprófanir og gufuháfa mælist yfir viðmiðunargildum fyrir iðnaðarsvæði samkvæmt reglugerð nr. 933/1999 um hávaða. Hljóðstig við gufuháfa Helliðarvirkjunar mælist jafnframt yfir viðmiðunarmörkum reglugerðar nr. 921/2006 um varnir gegn álagi vegna hávaða á vinnustöðum. Áhrif framkvæmdarinnar eru engu að síður talin óveruleg sé gæða og öryggisstjórnunarkerfi Orkuveitu Reykjavíkur fylgt.

Áhrif framkvæmdarinnar á hljóðvist eru að mati framkvæmdaraðila tímabundin á líftíma virkjunarinnar og afturkræf að fullu. Að teknu tilliti til ofangreindra upplýsinga er það mat framkvæmdaraðila að áhrif Hverahlíðarvirkjunar á hljóðvist séu **óveruleg**.

#### Ferðapjónusta og útivist (kafli 29)

Hverahlíðarsvæðið er helst notað af göngufólki, hestamönnum, gönguskíðafólki og í litlum mæli aðilum í ferðapjónustu. Helsti kostur svæðisins er nálægð þess við höfuðborgarsvæðið sem mun vera kostur í dag fyrir ört vaxandi hóp ferðamanna sem vill komast í stuttar ferðir út frá borginni. Svæðið er ekki jafn vinsælt og aðrir hlutar Hengilssvæðisins og má vera að það sé vegna fábreyttara landslags og nálægð við Suðurlandsveg. Fyrirhuguð framkvæmd kemur til með að hafa áhrif á ferðapjónustu og útivist á svæðinu með tilkomu mannvirkja í áður óbyggðu landi og leiðir og framkvæmdasvæði skarast.

Tiltölulega lítill hópur fólks nýtir sér Hverahlíðarsvæðið til útivistar og sömuleiðis fara fáir ferðamenn um svæðið á ári hverju. Umfang áhrifa teljast því staðbundin. Framkvæmdin er inni á svæði sem nýtir hverfisverndar vegna útivistar samkvæmt aðalskipulagi Ölfuss 2002 - 2014. Fyrir liggur samþykkt Sveitarfélagsins Ölfuss að breyta afmörkun hverfisverndar á þann hátt að það nái ekki til fyrirhugaðs framkvæmdasvæðis Hverahlíðarvirkjunar.

Samlegðaráhrif fyrirhugaðra framkvæmda með þeim mannvirkjum sem komin eru á Hengilssvæðið eru talin **talsverð til veruleg** þar sem gildi Hengilssvæðisins sem útivistarsvæðis mun rýrna og lítt snortnum svæðum fækka talsvert.

Fyrirhuguð framkvæmd kemur til með að hafa bein og óafturkræf áhrif á ferðapjónustu og útivist á svæðinu ef horft er til næstu áratuga. Að teknu tilliti til mótvægisáðgerða sem miða að því að draga úr sýnileika mannvirkja og minnka framkvæmdasvæði frá því sem fyrr var áætlað, og vegna þess hve lítill hópur fólks notar svæðið, er það mat framkvæmdaraðila að áhrif Hverahlíðarvirkjunar á ferðapjónustu og útivist verði **óveruleg**.

### 34. Niðurstaða matsvinnu

Á heildina litið eru áhrif Hverahlíðarvirkjunar á umhverfið óveruleg. Áhrif á einstaka umhverfisþætti eru frá því að vera óveruleg upp í talsverð. Sá umhverfisþáttur sem verður fyrir mestum áhrifum á framkvæmdasvæði Hverahlíðarvirkjunar er landslag.

Matsvinna og undirbúningur framkvæmda hefur miðað að því að draga úr áhrifum á umhverfið og þá sérstaklega m.t.t. þeirra umhverfisþátta sem verða fyrir mestu áhrifunum. Aðgerðir til að draga úr áhrifum hafa verið margvíslegar. Helst ber að nefna að dregið hefur verið verulega úr umfangi framkvæmdasvæðis, dregið hefur verið úr sýnileika mannvirkja með staðarvali, holum hefur verið fjölgað á hverjum borteig og lagnaleiðir og vegslóðar útfærðir þannig að rask og ásynd verði í lágmarki. Þá er gert ráð fyrir að dæla affallsvökva niður fyrir grunnvatn til að menga ekki grunnvatn og hreinsa brennisteinsvetni frá öllum virkjunum á Hengilssvæðinu. Auk þess er gripið til ýmissa annarra aðgerða sem tíundaðar hafa verið í matsskýrslunni. Bitruvirkjun og Hverahlíðarvirkjun koma til með að skerða hluta af Hengilssvæðinu enn frekar en nú er, sem og fyrirhugaðar háspennulínur.

Að teknu tilliti til framkvæmda, mótvægisáðgerða, vægi umhverfisáhrifa og samlegðaráhrifa er það mat framkvæmdaraðila að áhrif Hverahlíðarvirkjunar geti talist **óveruleg**. Aflað hefur verið allra nauðsynlegra upplýsinga um afleiðingar Hverahlíðarvirkjunar á umhverfið. Það er því skoðun framkvæmdaraðila að Hverahlíðarvirkjun sé mikilvæg framkvæmd til að anna eftirspurn eftir raforku og komi ekki til með að hafa umtalsverð umhverfisáhrif í för með sér í skilningi laga nr. 106/2000 um mat á umhverfisáhrifum.

**Tafla 34.1 Yfirlit yfir umhverfisáhrif Hverahlíðarvirkjunar**

Umhverfisþættir	Hverahlíðarvirkjun	Bitruvirkjun	Samlegð
Jarðhiti og forðafræði	Óvissa/óveruleg	Óvissa/óveruleg	Óvissa/óveruleg
Vatnafar	Óveruleg	Óveruleg	Óveruleg
Jarðfræði og jarðmyndanir	Óveruleg	Óveruleg	Óveruleg
Landslag	Óveruleg/talsverð	Talverð	Talsverð/veruleg*
Loftgæði	Óveruleg	Óveruleg	Óveruleg
Gróður	Óveruleg	Óveruleg	Óveruleg
Lífriki hvera	Óvissa/óveruleg	Óvissa/óveruleg	Óvissa/óveruleg
Fuglar	Óveruleg	Óveruleg	Óveruleg
Fornminjar	Óveruleg	Óveruleg	Óveruleg
Hljóðvist	Óveruleg	Óveruleg/talsverð	Óveruleg
Ferðaþjónusta og útivist	Óveruleg	Talsverð	Talsverð/veruleg*

\*Samlegð allra virkjana á Hengilssvæðinu, Bitruvirkjunar, Hverahlíðarvirkjunar, Helligheidarvirkjunar, Nesjavallavirkjunar og tengdra háspennulína.

**TÖFLUYFIRLIT**

Tafla 5.1 Helstu verkþættir og sérfræðingar .....	17
Tafla 11.1 Helstu einkennistöður tengdar framkvæmdum við Hverahlíðarvirkjun.....	29
Tafla 12.1 Áfangar við borun vinnsluholna. Sjá einnig Mynd 12.2.....	32
Tafla 12.2 Áætlaðar kennistærðir sem fylgja borun 2.000 m og 4.000 m djúpra vinnsluholna. ....	34
Tafla 12.3 Tími við borun og prófanir á vinnsluholum.....	34
Tafla 12.4 Flokkun á sýnileika lagna. ....	36
Tafla 12.5 Lagnaútfærsla á mismunandi lagnaleiðum.....	42
Tafla 12.6 Núverandi hæð kæliturna á Hengilssvæðinu og áætluð hæð nýrra kæliturna.....	43
Tafla 12.7 Viðmiðunargildi fyrir upptöku og niðurrennsli jarðhitavökva og ferskvatns Hverahlíðarvirkjunar.....	44
Tafla 12.8 Yfirlit yfir vegi á framkvæmdasvæði.....	45
Tafla 15.1 Staðarval fyrir stöðvarhús Hverahlíðarvirkjunar.....	53
Tafla 16.1 Flokkun áhættuþátta við virkjun háhitasvæða (VGK hf., 2005). ....	56
Tafla 18.1 Yfirlit sérfræðinga.....	58
Tafla 18.2 Forsendur mats á umhverfisáhrifum fyrir einstaka umhverfisþætti.....	58
Tafla 18.3 Skýringar á hugtökum sem notuð eru til að meta áhrif framkvæmda á hvern umhverfisþátt.....	64
Tafla 19.1. Samantekt á áhrifum framkvæmda á jarðhitakerfið og orkuforðann.....	89
Tafla 20.1 Reiknað grunnvatnsrennsli skv, endurskoðuðu grunnvatnslíkani árið 2005.....	91
Tafla 20.2. Efna og eðlisfræðilegir þættir meginefna skiljuvatns í holu HE-21 og samanburður við neysluvatnsmörk.....	97
Tafla 20.3 Samantekt á áhrifum framkvæmda á vatnafar.....	100
Tafla 21.1 Merkilegar jarðmyndanir á fyrirhuguðu framkvæmdasvæði Hverahlíðarvirkjunar.....	102
Tafla 21.2 Samantekt á áhrifum framkvæmda á jarðmyndanir.....	104
Tafla 22.1 Gildi landslagsheilda á Hengilssvæðinu miðað við mat 2002.....	106
Tafla 22.2 Samantekt á áhrifum framkvæmda á landslag.....	114
Tafla 23.1 Losun koldíoxíðs (CO <sub>2</sub> ) á hverja framleidda kWst með jarðgufu eftir jarðhitasvæðum. (Gögn frá Orkuveitu Reykjavíkur).....	116
Tafla 23.2 Útblástur gróðurhúsalofttegunda árið 2004 á Nesjavöllum og Hellisheiði samanborið við heildarútsreymi á Íslandi. (Umhverfisstofnun, 2006 og Umhverfisskýrsla OR 2004, 2005).....	117
Tafla 23.3 Viðmiðunarmörk um styrk brennisteinsvetnis í andrúmslofti.....	117
Tafla 23.4. Meðaltal yfir veðurgildi frá janúar 2001 – nóvember 2006 (Veðurstofa Íslands, 2006).119	
Tafla 23.5 Reiknaður styrku gass í gufu og gufuhlutfall við 8 bar skiljuþrýsting, mæliniðurstöður frá borholum í Hverahlíð.....	121

Tafla 23.6 Viðmiðunargildi fyrir árlega losun jarðhitaloftegunda frá Hverahlíðarvirkjun gert er ráð fyrir 98-99% hreinsun á brennisteinsvetni.....	121
Tafla 23.7 Samantekt á áhrifum framkvæmda á loftgæði.....	143
Tafla 24.1 Flatarmál gróðurlenda [ha] innan skilgreinds framkvæmdasvæðis í Hverahlíð og beint rask sem verður á gróðurlendum vegna framkvæmda miðað við fyrirbyggjandi gögn.....	146
Tafla 24.2 Áætlað umfang landsvæðis sem getur orðið fyrir áhrifum af blástursprófunum á framkvæmdasvæði Hverahlíðarvirkjunar.....	147
Tafla 24.3 Samantekt á áhrifum framkvæmda á gróður.....	148
Tafla 25.1 Samantekt á áhrifum framkvæmda á lífríki í hverum.....	151
Tafla 26.1 Péttleiki fugla austan Hengils að Dalelli eftir búsvæðum.....	154
Tafla 26.2 Samantekt á áhrifum framkvæmda á fuglalíf.....	155
Tafla 27.1 Fornminjar á áhrifasvæði Hverahlíðarvirkjunar.....	159
Tafla 27.2 Samantekt á áhrifum framkvæmda á fornminjar.....	161
Tafla 28.1 Niðurstöður hljóðmælinga í ágúst 2006. Logn var á mælitíma við holu HE-05, en hægur vindur úr norðvestri á mælitíma við holu HE-21 (VGK hf., 2006b).....	163
Tafla 28.2 Mælingar Vinnueftirlits ríkisins á hljóðstigi frá gufuháfum Hellisheiðarvirkjunar.....	164
Tafla 28.3 Viðmiðunargildi samkvæmt reglugerð 933/1999 um hávaða.....	164
Tafla 28.4 Viðmiðunarmörk og viðbragðsmörk fyrir daglegt álag vegna hávaða á vinnustað.....	164
Tafla 28.5 Viðmiðunargildi fyrir hljóðstig.....	168
Tafla 28.6 Samantekt á áhrifum framkvæmda á hljóðsvist.....	169
Tafla 29.1 Samantekt á áhrifum framkvæmda á ferðaþjónustu og útivist.....	178
Tafla 31.1 Yfirlit yfir áhrif og mótvægisáðgerðir vegna Hverahlíðarvirkjunar.....	185
Tafla 32.1 Yfirlit yfir vöktunarþætti Hverahlíðarvirkjunar.....	187
Tafla 34.1 Yfirlit yfir umhverfisáhrif Hverahlíðarvirkjunar.....	193

**MYNDAYFIRLIT**

<b>Mynd 10.1 Afmörkun framkvæmdasvæðis fyrir Hverahlíðarvirkjun.....</b>	<b>28</b>
<b>Mynd 11.1 Vinnslurás Hverahlíðarvirkjunar.....</b>	<b>30</b>
Mynd 12.1 Dæmigert fyrirkomulag á borstæði.....	32
<b>Mynd 12.2 Samanburður á 2.000 m holum. Vinstri holan er boruð lóðrétt en hægra megin er holan stefnuboruð.....</b>	<b>33</b>
<b>Mynd 12.3. Sniðmynd af hulinni lögn.....</b>	<b>37</b>
<b>Mynd 12.4 Sniðmynd af torsýnilegri lögn.....</b>	<b>37</b>
<b>Mynd 12.5 Sniðmynd af hefðbundinni lögn.....</b>	<b>37</b>
<b>Mynd 12.6 Hefðbundnar lagnir ofanjarðar með Z-útfærslum.....</b>	<b>38</b>
<b>Mynd 12.7 Hefðbundnar lagnir ofanjarðar með Z-útfærslum séð úr lofti á framkvæmdatíma.....</b>	<b>38</b>

<b>Mynd 12.8 Hefðbundnar lagnir ofanjarðar séð úr lofti. U-útfærsla fyrir miðri mynd, Z-útfærsla undir veg neðst á myndinni.....</b>	<b>39</b>
Mynd 12.9 Dæmi um borteig, hljóðdeyfi, safnæð og vinnuslóða meðfram lögn. Mynd er tekin á Nesjavöllum.....	40
<b>Mynd 12.10 Skiljustöð við Helligheiðarvirkjun.....</b>	<b>41</b>
<b>Mynd 12.11 Dæmi um aðveituæðar. Myndin er tekin á Nesjavöllum og sýnir safnæðar að skiljustöð, gufuháfa og aðveituæðar að stöðvarhúsi. Á myndinni sjást einnig fjórir gufuháfar. ....</b>	<b>41</b>
<b>Mynd 12.12. Hefðbundinn kæliturn á Nesjavöllum.....</b>	<b>43</b>
Mynd 12.13 Nýr vegur í Hverahlíð þar sem notast er við framangreint verklag. ....	46
Mynd 15.1 Niðurrennsli svæði NA, NB og NC. ....	54
Mynd 19.1 Lega hitaþversniða á Hengilssvæði. Lituðu svæðin vísa til núverandi eða fyrirhugaðra vinnslu- og niðurrennsli svæða. Útbreiðsla miðar við 1200 metra geira út frá borteigum. ....	68
Mynd 19.2 Hitaþversnið frá Gráuhnúkum í vestri, um Hverahlíð, austur í Hveragerði. Borholur eru sýndar með hvítum línunum. Er nafn þeirra að ofanverðu en númer við neðri enda holu .....	69
Mynd 19.3 Hitaþversnið frá Hverahlíð í suðri, um Helligheiði og norður á Skarðsmýrarfjall. Borholur sýndar með hvítum línunum. Er nafn þeirra að ofanverðu en númer við neðri enda holu. ....	70
Mynd 19.4 Hita- og þrýstidreifing á 1.400 m u.s. í Hverahlíð. Gulir flekkir og línur með rauðum útlínunum tákna gossprungur og gíga. Rauðar doppur eru hverir og gufuaugu. Grænar línur sýna brotleti, metna út frá upptökum smáskjálfta milli árunna 1990 og 2000. Hvítur rammi er 4x2 km að utanmáli. Hvít stjarna bendir á mögulegt niðurrennsli svæði, við skurðpunkt Bitrusprungunnar (slitin, græn lína) og meints austur-vestur brots. Blá brotalína sýnir borradíus, svæðið sem hægt er að ná til með stefnuborun í allt að 1.200 m frá holutoppi.....	72
Mynd 19.5 Nettó vinnsla úr borholum (■) og út úr forða Hengilslíkansins (□). Í reikningunum er valið að slökkva á allri vinnslu árið 2036 (Grímur Björnsson, 2007). ....	74
Mynd 19.6 Skilgreining Orkustofnunar á hámarki sjálfbærrar vinnslu úr jarðhitakerfi. Rauður tröppulaga ferill er tillaga Gríms Björnssonar og táknaðar breytingar á E <sub>0</sub> með bættu tæknistigi (Grímur Björnsson, 2007).....	76
Mynd 20.1 Reiknað grunnvatnsrennsli á Hengilssvæðinu. Stærð örva er í samræmi við rennsli (Verkfræðistofan Vatnaskil, 2007a). ....	92
Mynd 20.2 Pynning á efnainnihaldi jarðhitavökva sem settur er í sprungur eða grunnar svelgholur við borteiga á framkvæmdatíma. Myndin sýnir ástandið 3 árum frá upphafi framkvæmda, m.v. að niðurrennsli í svelgi hafi staðið yfir í 9 mánuði (Verkfræðistofan Vatnaskil, 2007e).....	95
Mynd 20.3 Reiknað grunnvatnsrennsli á Hengilssvæðinu, með og án uppdælingar og niðurdælingar . Myndin sýnir breytingu á grunnvatnsvatnaskilum á rekstartíma (rauð lína).....	96
Mynd 23.1 Samanburður á losun gróðurhúsalofttegunda í CO <sub>2</sub> -ígildum fyrir mismunandi orkugjafa og fyrir nokkur háhitasvæði á Íslandi (VGK hf., 2005). ....	116
Mynd 23.2 Dreifing brennisteinsvetnis frá Nesjavöllum og Helligheiði. 98% líkur á að sólarhringsmeðaltal styrks sé undir gefnu gildi (Verkfræðistofan Vatnaskil 2007b).....	118
Mynd 23.3 Dreifing brennisteinsvetnis frá virkjunum á Nesjavöllum og Helligheiði. Líkur (%) á að engin lykt finnst (klukkustundarmeðaltals styrkur sé undir 5 ppb) (Verkfræðistofan Vatnaskil 2007b). ....	119



Mynd 23.4. Vindrós frá veðurstöð Í Hellisskarði (Veðurstofa Íslands, 2006).....	120
Mynd 23.5. Vindrós frá veðurstöð á Ölkelduhálsi (Veðurstofa Íslands, 2006). ....	120
Mynd 23.6. Vindrós frá veðurstöð á Hellisheiði (Veðurstofa Íslands, 2006).....	120
<b>Mynd 23.7 Dreifing brennisteinsvetnis, án hreinsunar, frá virkjunum á Nesjavöllum, Hellisheiði, Hverahlíð og Bitru 98% líkur á að klukkustundarmeðaltal styrks sé undir gefnu gildi (Verkfræðistofan Vatnaskil, 2006c).....</b>	<b>125</b>
<b>Mynd 23.8 Dreifing brennisteinsvetnis, án hreinsunar, frá virkjunum á Nesjavöllum, Hellisheiði, Hverahlíð og Bitru. Líkur (%) á að engin lykt finnist (klukkustundarmeðaltals styrks undir 5 ppb) (Verkfræðistofan Vatnaskil 2007c).....</b>	<b>125</b>
Mynd 23.9 Dreifing brennisteinsvetnis, með hreinsun, frá virkjunum á Nesjavöllum, Hellisheiði, Hverahlíð og Bitru. Líkur (%) á að engin lykt finnist m.v. 99 % hreinsun brennisteinsvetnis (klukkustundarmeðaltals styrks undir 5 ppb) (Verkfræðistofan Vatnaskil 2007f). ....	126
Mynd 23.10. Styrkur koldíoxíðs í gufu frá Nesjavallavirkjun. ....	127
Mynd 28.1 Mældur og reiknaður hljóðstyrkur frá hljóðdeyfi. Punktarnir tákna mæld gildi en línan er framreiknað gildi m.v. að hljóðstyrkur falli lógariþmískt.....	165
Mynd 28.2 Mældur og reiknaður hljóðstyrkur frá Jötni. Punktarnir tákna mæld gildi en línan er framreiknað gildi m.v. að hljóðstyrkur falli lógariþmískt.....	166



## HEIMILDIR

Arnpór Garðarsson, 2001. Könnun á fuglalífi á Hengil og Hellisheiði vorið 2001. Líffræðistofnun Háskólans. Reykjavík, unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur.

Benoit, D., and P. Hirtz, 1994. Non-Condensable Gas Trends and Emissions at Dixie Valley. Geothermal Resources Council Transactions, v. 18, pp. 113-117.

Birna Lárusdóttir, 2006. Fornleifakönnun vegna virkjanaáforma við Hverahlíð og Ölkelduhálssvæði. Fornleifastofnun Íslands, FS327-06261. Reykjavík.

Bjarni Bessason, 2006. Mat á jarðskjálftaáhrifum fyrir Bitru og Hverahlíð á Hellisheiði. Reykjavík. Verkfræðistofnun Háskóla Íslands.

Bjarni F. Einarsson, 2006. Fornleifaskráning vegna mats á umhverfisáhrifum háspennulína frá Ölkelduhálsi og Kolviðarhóli í Árnæssýslu að Geithálsi og Straumsvík í Gullbringusýslu. Fornleifafræðistofa. Reykjavík. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur.

Elín Sigurðardóttir, 2007. Munnlegar heimildir. 29.01.2007.

Evrópuráð, 2004. European Landscape Convention.

Galeski og Ananth 1978. *Evaluation of H<sub>2</sub>S Control Technology for Geothermal Energy Sources*. US Department of Energy

Gestur Gíslason, 2007. Umsögn um holur HE-2, HE-20 og HE-22 á Bitrusvæði og holu HE-21 í Hverahlíð. Orkuveita Reykjavíkur. Reykjavík.

Goodey, Brian, 1996. *Landscape. Methods of Environmental Impact Assessment*. Edited by Peter Morris and Riki Therivel UCL Press Limited. United Kingdom.

Gretar Ívarsson, 2006. Yfirborðshiti á sunnan- og austanverðu Hengilssvæðinu. Lýsingar, mælingar og ljósmyndir. Orkuveita Reykjavíkur, skýrsla nr. 2006-27. Reykjavík.

Grímur Björnsson, 2005a. Orðanotkun, aðferðafræði og skilgreiningar við gerð hugmynda- og reiknilíkana af jarðhitakerfum í Hengli. Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-05203. Reykjavík.

Grímur Björnsson, 2005b. Söguleg meðalafköst íslenskra háhitaholna og þörf á viðhaldsborunum. Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-05201. Reykjavík.

Grímur Björnsson, 2007. Endurskoðað hugmyndafræði af jarðhitakerfum í Hengli og einfalt mat á vinnslugetu nýrra borsvæða. Orkuveita Reykjavíkur. Reykjavík.

Guðmundur Guðjónsson, Kristbjörn Egilsson og Kristinn Haukur Skarphéðinsson, 2005. Gróður og fuglar á Hengilssvæði og Hellisheiði. Náttúrufræðistofnun Íslands, NÍ-05008. Reykjavík.

Guðmundur Guðjónsson og Kristbjörn Egilsson, 2006. Gróðurlist af fjórum svæðum á Hellisheiði og nágrenni. Náttúrufræðistofnun Íslands, NÍ-06017. Reykjavík.

Guðmundur Guðjónsson og Regína Hreinsdóttir, 2007. Minnisblað: Flatarmál gróðurfélaga á framkvæmdasvæðum vegna gufuafsvirkjana við Bitru og Hverahlíð á Hellisheiði. Náttúrufræðistofnun Íslands. Reykjavík. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur.

Guðrún Ólafsdóttir. 1990. Orðaskrá í mannvistarlandafræði og lýðfræði. Reykjavík. Háskóli Íslands, Raunvísindadeild. 27 bls.

Halldór Ármannsson, Hrefna Kristmannsdóttir og Birna Halldórsdóttir, 2001. Gasútbástur frá jarðhitasvæðum. Orkuþing 2001. Bls. 324-330

Halldór Ármannsson, Práinn Friðriksson og Frauke Wiese, 2006. CO<sub>2</sub> búskapur íslenskra háhitakerfa. Orkuþing 2006. Bls. 523-528.

Helgi Torfason og Ingvar Atli Sigurðsson, 2002. Verndun jarðminja á Íslandi. Tillögur vegna náttúruverndaráætlunar 2002. Náttúrufræðistofnun Íslands, NÍ-02019. Reykjavík. 47 bls.

Hrefna Kristmannsdóttir, Magnús Sigurgeirsson, Halldór Ármannsson, Hreinn Hjartarson og Magnús Ólafsson, 2000. Sulfur gas emissions from geothermal plants in Iceland. *Geothermics* **29**:525-538.

Hrefna Kristmannsdóttir og Halldór Ármannsson, 2003. Environmental aspects of geothermal energy utilization. *Geothermics* **32**:451-461.

Hróðmar Bjarnason, 2007. Munnlegar heimildir. 26.01.2007.

IGA News, July-September 2002. Geothermal Power Generating Plant CO<sub>2</sub> Emission Survey. Newsletter of the International Geothermal Association, Quarterly No. 49

Ingibjörg Guðjónsdóttir, 2007. Munnlegar heimildir. 03.01.2007.

Institute of Environmental Assessment, 1995. Guidelines for Landscape and Visual Impact Assessment.

Iris Hansen og Jón S. Ólafsson, 2002. Smádýralíf á Hellisheiði, við Stóra- Reykjafell, Skarðsmýrarfjall, í Hellisskarði og Sleggjubeinsskarði, könnun sumarið 2001. Líffræðistofnun Háskólans. Fjölrit nr. 60. Reykjavík. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur.

Jón E. Jónsson, 2006a. Fuglarannsóknir á fyrirhuguðum virkjunarsvæðum Orkuveitu Reykjavíkur á Ölkelduhálssvæði og við Hverahlíð sumarið 2006. Orkuveita Reykjavíkur, skýrsla nr. 2006-21. Reykjavík.

Jón E. Jónsson, 2006b. Ferðamennska á fyrirhuguðum virkjunarsvæðum á Ölkelduhálssvæði og við Hverahlíð sumarið 2006. Orkuveita Reykjavíkur, skýrsla nr. 2006-22. Reykjavík. 22 bls.

Jón S. Ólafsson og Gísli Már Gíslason, 2002. Smádýralíf í vötnum á Hellisheiði, könnun í júlí 2001. Líffræðistofnun Háskólans. Fjölrit nr. 59. Reykjavík. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur.

Knútur Árnason og Ingvar Þór Magnússon, 2001. Jarðhiti við Hengil og á Hellisheiði. Niðurstöður viðnámsmælinga. Orkustofnun, OS-2001/091. Reykjavík.

Knútur Árnason, 2007. TEM viðnámsmælingar á Hengilssvæði 2006 og tillaga að rannsóknarborunum við Eldborg. Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-04001. Reykjavík.

Kohl A.& Nielsen R., 1997. *Gas Purification* 5th Edition. Gulf Publishing

Kristbjörn Egilsson, 2007. Munnlegar heimildir í ágúst 2007.

Kristján Sæmundsson, 2007. Bitra-Jarðfræðilegar aðstæður á hugsanlegu virkjunarsvæði. Íslenskar orkurannsóknir; ÍSOR-06256. Reykjavík.

Landmótun, 2002. Gönguleiðir á Hengilssvæðinu. Orkuveita Reykjavíkur. Reykjavík.

Landvernd, 2006. [www.landvernd.is/flokkar.asp?flokkur=1776](http://www.landvernd.is/flokkar.asp?flokkur=1776). Framtíðarsýn Landverndar um eldfjallagað. Janúar 2007.

María Ingimarsdóttir, 2004. Áhrif hitafallanda á smádýralíf háhitasvæða á Reykjanesi og við Ölkelduháls. Háskóli Íslands, Raunvísindadeild, Líffræðiskor. MS ritgerð. Reykjavík.

Morris, P og Therivel, R, 1995. Methods of Environmental Impact Assessment.

Niels Giroud og Stefán Arnórsson, 2005. Estimation of Long-term CO<sub>2</sub> and H<sub>2</sub>S release During Operation of Geothermal Power Plants. Proceedings World Geothermal Congress 2005. Antalya, Tyrklandi, 24-29 apríl 2005.

Orri Vésteinsson, 1998. Fornleifar á afrétti Ölfushrepps. Fornleifaskráning á Hengilssvæði III. Unnið fyrir Árbæjarsafn af Fornleifastofnun Íslands. Skýrslur Árbæjarsafns 71.

Ólöf Einarsdóttir, 2007. Munnlegar heimildir. 09.05.2007.

Páll Ásgeir Ásgeirsson, 2001. Hálendishandbókin, ökuleiðir, gönguleiðir og áfangastaðir á hálendi Íslands. Skerpla, Reykjavík. 256 bls.

Rögnvaldur Guðmundsson, 2006. Nýjar og endurbýggðar háspennulínur á og frá Hellisheiði, áhrif á útivist og ferðapjónustu. Rannsóknir og ráðgjöf ferðapjónustunnar. Reykjavík. 58 bls.

Sanopoulos & Karabelas 1997. *H<sub>2</sub>S Abatement in Geothermal Plants: Evaluation of Process Alternatives*. Energy Resources, **19**, 63-77

Scottish Natural Heritage og The Countryside Agency, 2002. Landscape Character Assessment – Guidance for England and Scotland

Sigurður Rúnar Gíslason, 2007. Munnlegar heimildir. Fyrirlestur 17. mars 2007

Sólveig K. Pétursdóttir, Tryggvi Þórðarson, Steinunn Magnúsdóttir, Guðmundur Óli Hreggviðsson, 2006. Mat á umhverfisáhrifum jarðvarmavirkjana í Hverahlíð og við Ölkelduháls. Athugun á lífríki hvera. Prokaria og Háskólasetrið í Hveragerði. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur.

Stuðull, verkfræði og jarðfræðipjónusta, 2007. Frumathugun á hugsanlegum efnistökusvæðum fyrir Hverahlíðar- og Ölkelduhálsvirkjun. Reykjavík. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur.

Sveinbjörn Björnsson, 2006. Orkugeta jarðhita. Orkuþing 2006. Bls. 332-342.

Teitur Gunnarsson, Gunnlaugur Friðbjarnarson og Ásgeir Ívarsson 2007. *Hreinsun brennisteinsvetnis*. Erindi á ráðstefnu Efnafraeðifélags Íslands.

The Cultural Landscape Institute, 2007. Upplýsingar fengnar af heimasíðu í janúar 2008 <http://www.tclf.org/whatis.htm>

Toppatrítl, 2007. [www.toppatrilt.org](http://www.toppatrilt.org) Upplýsingar um gönguleiðir. Janúar - maí 2007.

Umhverfisráðuneytið, 2002. Velferð til framtíðar. Sjálfbær þróun í íslensku samfélagi. Stefnumörkun til 2020. Reykjavík.

Umhverfisskýrsla Orkuveitu Reykjavíkur 2004, 2005. Orkuveita Reykjavíkur. Reykjavík.

Umhverfisstofnun, 2006. National Inventory Report 2006. Sótt í mars 2007 [http://www.ust.is/media/ljosmyndir/mengun/NIR.malingar\\_a\\_lofttegundum.pdf](http://www.ust.is/media/ljosmyndir/mengun/NIR.malingar_a_lofttegundum.pdf)

Umhverfisstofnun, 2007a. [www.ust.is](http://www.ust.is) Upplýsingar um náttúruminjaskrá mars 2007.

Umhverfisstofnun, 2007b. [www.ust.is](http://www.ust.is) Upplýsingar um gróðurhúsalofttegundir mars 2007.

Valgarður Stefánsson, 1997. Geothermal Reinjection Experience. Geothermics **26**: 99-139.

VBL 1989. *Förgun brennisteinsvetnis við Nesjavallavirkjun*, frumathugun fyrir Hitaveitu Reykjavíkur.

VGK og VBL 1993. *Nesjavallavirkjun – Förgun brennisteinsvetnis*. Skýrsla unnin fyrir Hitaveitu Reykjavíkur

Veðurstofa Íslands, 2006. Mæligögn frá veðurstöðvum á Hengilssvæðinu.

Vegagerðin, 2006. Umferð á þjóðvegum 2005. Reykjavík.

VGK hf., 2003. Matsskýrsla Hellisheiði. Mat á umhverfisáhrifum. Reykjavík. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur.

VGK hf., 2003a. Hljóðstígg á framkvæmdasvæði virkjunar á Hellisheiði. Reykjavík. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur.

VGK hf., 2005. Stækkun Hellisheiðarvirkjunar. Mat á umhverfisáhrifum. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur.

VGK 2000 og 2005b. Óbirtar greinargerðir.

VGK hf., 2006a. Umhverfisáhrif borana og prófana á háhitaholum á Hellisheiði. Reykjavík. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur.

VGK hf., 2006b. Mælingar á hljóðstígg á framkvæmdasvæði virkjunar á Hellisheiði. Reykjavík. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur.

VGK. 2006c. Ölkelduhálssvæði og Hverahlíð. Útivist og ferðaþjónusta. Reykjavík. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur. 9 bls.

VGK hf., 2006d. Jarðgufuvirkjun, allt að 90 MW<sub>e</sub>, við Hverahlíð. Sveitarfélaginu Ölfusi. Tillaga að matsáætlun. Reykjavík. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur.

VGK-Hönnun, 2007. Losun brennisteinsvetnis í niðurrennsli vatni – Tilraunarekstur. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur.

Verkfræðistofan Vatnaskil, 2006. Höfuðborgarsvæðið. Grunnvatns- og rennsli líkan. Árleg endurskoðun fyrir árið 2005. Reykjavík. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur.

Verkfræðistofan Vatnaskil, 2007a. Áhrif vatnstöku fyrir Bitru- og Hverahlíðarvirkjanir á grunnvatnsrennsli á svæðinu. Reykjavík. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur.

Verkfræðistofan Vatnaskil, 2007b. Dreifingarspá fyrir brennisteinsvetni frá virkjunum á Nesjavöllum og Hellisheiði. Reykjavík. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur.

Verkfræðistofan Vatnaskil, 2007c. Dreifingarspá fyrir brennisteinsvetni frá Hverahlíðarvirkjun og Bitruvirkjun. Reykjavík. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur.

Verkfræðistofan Vatnaskil, 2007d. Tölvupóstur sendur 22. mars 2007.

Verkfræðistofan Vatnaskil, 2007e. Útreikningar á áhrifasvæðum vegna niðurdælingar í svelgholur á framkvæmda- og rekstrartíma. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur, óútgefið

Verkfræðistofan Vatnaskil, 2007f. Dreifingarspá fyrir hreinsaðan útblástur brennisteinsvetnis frá jarðvarmavirkjunum á Hengilssvæðinu. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur.

Vísindavefurinn, 2007. <http://visindavefur.hi.is/svar.asp?id=2935>. Maí 2007.

Vegagerðin, 2007. Umferðatölur 2006.

[http://vgwww.vegagerdin.is/vefur2.nsf/Files/umferd\\_thjod\\_2006/\\$file/Umferdin\\_2006\\_tolur.pdf](http://vgwww.vegagerdin.is/vefur2.nsf/Files/umferd_thjod_2006/$file/Umferdin_2006_tolur.pdf).

Ágúst 2007.

VSÓ Ráðgjöf, 2007. Viðtöl við eftirfarandi aðila á tímabilinu janúar til maí 2007: Hróðmar Bjarnason hjá Eldhestum, Ólöf Einarsdóttir hjá Mountaineers of Iceland, Ingibjörg Guðjónsdóttir hjá Íslandsflökkurum og Elín Sigurðardóttir hjá Íslenskum Fjallaleiðsögumönnum.

Póra Ellen Þórhallsdóttir, 2002. Gildi landslags á Hengilssvæðinu, einkum á þeim svæðum sem til greina koma vegna orkuvinnslu. Líffræðistofnun Háskólans. Reykjavík. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur.

## YFIRLIT UM UMSAGNIR, ATHUGASEMDIR OG SVÖR

2.1.1	Athugasemd Framtíðarlandsins	13
2.1.2	Athugasemd Landverndar	15
2.1.3	Athugasemd Kolbrúnar Halldórsdóttur	15
4.1.1	Athugasemd Náttúruverndarsamtaka Suðurlands (NSS)	16
14.4.1	Umsögn Vegagerðarinnar	50
14.4.2	Athugasemd Landsnets	50
14.4.3	Athugasemd Framtíðarlandsins	51
15.2.1	Umsögn Umhverfisstofnunar	53
15.6.1	Athugasemd Framtíðarlandsins	55
18.2.1	Athugasemd Framtíðarlandsins	59
18.2.2	Athugasemd Landverndar	60
18.2.3	Athugasemd Íslenskra Fjallaleiðsögumanna (ÍFLM)	62
18.2.4	Athugasemd Veiðimálastofnunar	62
18.5.1	Athugasemdir Sigurðar Hr. Sigurðssonar og Maríu Elvía Méndez Pinedo	64
19.10.1	Umsögn Iðnaðarráðuneytisins	77
19.10.2	Umsögn Orkustofnunar	79
19.10.3	Athugasemd Náttúruverndarsamtaka Suðurlands	85
19.10.4	Athugasemd Framtíðarlandsins	86
19.10.5	Athugasemd Framtíðarlandsins, frh.	86
19.10.6	Athugasemd Framtíðarlandsins, frh.	87
19.10.7	Athugasemd Landverndar	87
19.10.8	Athugasemd Sigurðar Hr. Sigurðarsonar og Maríu Elvía Méndez Pinedo	88
19.10.9	Athugasemd Kolbrúnar Halldórsdóttur	88
20.7.1	Umsögn Orkustofnunar	98
20.7.2	Umsögn Umhverfisstofnunar	98
20.7.3	Athugasemd Náttúruverndarsamtaka Suðurlands	98
20.7.4	Athugasemd Náttúruvaktarinnar	99
20.7.5	Athugasemd Veiðimálastofnunar	99
22.8.1	Umsögn Umhverfisstofnunar	109
22.8.2	Athugasemd Framtíðarlandsins	111
22.8.3	Athugasemd Framtíðarlandsins, frh.	111
22.8.4	Athugasemd Náttúruvaktarinnar	111
22.8.5	Athugasemd Landverndar	112

---

22.8.6	Athugasemdir Sigurðar Hr. Sigurðssonar og Maríu Elvia Méndez Pinedo	112
22.8.7	Athugasemd Bjarna Vals Guðmundssonar	113
22.8.8	Athugasemd Kolbrúnar Halldórsdóttur	113
23.11.1	Umsögn Umhverfisstofnunar	128
23.11.2	Umsögn Heilbrigðiseftirlits Suðurlands	138
23.11.3	Athugasemdir Sigurðar Hr. Sigurðssonar og Maríu Elvia Méndez Pinedo	138
23.11.4	Athugasemd Náttúruverndarsamtaka Suðurlands	139
23.11.5	Athugasemd Framtíðarlandsins	139
23.11.6	Athugasemd Framtíðarlandsins frh.	140
23.11.7	Athugasemd Náttúruvaktarinnar	140
23.11.8	Athugasemd Landverndar	141
23.11.9	Athugasemd Landverndar frh.	141
23.11.10	Athugasemd Bjarna Vals Guðmundssonar	142
23.11.11	Athugasemd Kolbrúnar Halldórsdóttur	142
27.5.1	Umsögn Fornleifaverndar ríkisins	159
28.7.1	Athugasemdir Sigurðar Hr. Sigurðssonar og Maríu Elvia Méndez Pinedo	167
29.8.1	Athugasemdir Sigurðar Hr. Sigurðssonar og Maríu Elvia Méndez Pinedo	175
29.8.2	Athugasemd Landverndar	176
29.8.3	Athugasemd Náttúruverndarsamtaka Suðurlands (NSS)	176
29.8.4	Athugasemd Kolbrúnar Halldórsdóttur	177