



## **AUKIN MASSAVINNSLA JARÐHITAVÖKVA Á HELLISHEIÐI**

**Matsskyldufyrirspurn**

**Ágúst 2021**

## Efnisyfirlit

<b>1</b>	<b>Inngangur</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Forsendur framkvæmdar og forsaga</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Tilkynningarskylda</b>	<b>4</b>
3.1	Um skilgreiningu á jarðhita og grunnvatni	4
<b>4</b>	<b>Staðhættir</b>	<b>5</b>
4.1	Skipulag og landnotkun	5
<b>5</b>	<b>Framkvæmdalýsing</b>	<b>7</b>
<b>6</b>	<b>Valkostir</b>	<b>7</b>
6.1	Núllkostur	7
<b>7</b>	<b>Umhverfisáhrif</b>	<b>7</b>
7.1	Áhrif á jarðhitageyminn	8
7.2	Áhrif á grunnvatn	11
7.3	Áhrif á skjálftavirkni	14
7.4	Samantekt umhverfisáhrifa	17
<b>8</b>	<b>Samráð</b>	<b>17</b>
8.1	Leyfi sem framkvæmdin er háð	18
<b>9</b>	<b>Niðurstaða mats</b>	<b>18</b>
<b>10</b>	<b>Heimildir</b>	<b>19</b>
<b>11</b>	<b>Viðaukar</b>	<b>19</b>

## 1 Inngangur

Orka náttúrunnar (ON) áformar að sækja um rýmri heimildir til massavinnslu jarðhitavökva á Hellsheiði svo hægt sé að nýta fulla framleiðslugetu Hellsheiðarvirkjunarinnar á rafmagni og heitu vatni. Heimild til massavinnslu er innifalin í nýtingarleyfi á jarðhita á Hellsheiði, útgefnu af Orkustofnun (OS) þann 2. nóvember 2015. Breyting á massavinnslu krefst umsóknar um breytingu á nýtingarleyfi og áformar ON að sækja um slíka breytingu á seinni hluta árs 2021.

Allir nauðsynlegir innviðir eru til staðar og felur framkvæmdin fyrst og fremst í sér aukna massavinnslu jarðhitavökva. Aukin massavinnsla felur í sér að meiri massi verður tekinn úr hverri holu í jarðhitakerfinu. Framkvæmdin er í samræmi við gildandi skipulagsáætlanir.

Í matsskyldufyrirspurn er gerð grein fyrir helstu þáttum framkvæmdarinnar, samræmi við skipulag og mögulegum áhrifum á umhverfið. Umhverfispættirnir sem teknir eru fyrir eru jarðhitageymir, grunnvatn og skjálftavirkni.

## 2 Forsendur framkvæmdar og forsaga

ON sótti um breytingu á gildandi nýtingarleyfi fyrir jarðhitavinnslu á Hellsheiði með bréfi til Orkustofnunar (OS) þann 13. mars 2020. Breytingarnar sem óskað var eftir snúa m.a. að rýmri heimildum til massavinnslu jarðhitavökva.

Ástæða beiðninnar er sú að lækkun á vermi jarðhitavökvans úr vinnsluholum gerir það að verkum að núverandi mörk massavinnslu í nýtingarleyfi eru of þröng til að hægt sé að nýta fulla framleiðslugetu virkjunarinnar á rafmagni og heitu vatni. Ljóst er að til að halda virkjuninni í fullri framleiðslu á komandi árum þarf auknar heimildir. Mörk núgildandi leyfis eru 38 Tg á ári af vergri massavinnslu, sem er summa alls jarðhitavökva sem tekinn er upp úr borholum virkjunarinnar.

Eftir viðræður við OS var niðurstaðan að sækja um heimildir til upptöku á 44 Tg/ári af jarðhitavökva fyrir virkjunina, eða rúmlega 15% aukningu. Ákveðið var að sameina umrædda breytingu á 4. gr. nýtingarleyfis, sem fjallar um heimild á massaupptekt, við breytingar á 5. og 6. gr. nýtingarleyfis, sem var þegar komin í ferli milli ON og OS. Breytingar á 5. og 6. gr. snúa að því að samræma kvaðir í annars vegar nýtingarleyfi og hins vegar starfsleyfi Hellsheiðarvirkjunar um fyrirkomulag niðurdælingar og rennslis á yfirfall.

OS sendi drög að svarbréf við lokabeiðni ON um breytingar á núgildandi nýtingarleyfi þann 22. júní 2020, þar sem fram kom að stofnunin samþykkti breytingar á 5. og 6. gr. nýtingarleyfisins. Í bréfinu kom einnig fram að stofnunin taldi sér ekki heimilt að gera breytingar á mörkum vergrar massavinnslu í 4. gr. leyfisins. Vísaði OS í túlkun sína á lögum nr. 57/1998 um rannsóknir og nýtingu á auðlindum í jörðu. Nauðsynlegt væri að senda inn formlega umsókn um breytinguna, ásamt rökstuðningi, sem færi í formlegt umsagnarferli.

Eftir viðræður milli Orkustofnunar og ON sendi Orkustofnun frá sér lokaniðurstöðu þann 2. október sl. Þess efnis að stofnunin hefði ekki heimildir til að gera áður nefndar breytingu á mörkum nýtingarleyfis. Í ljósi niðurstöðu OS mun ON sækja um nýtt nýtingarleyfi sem innifelur breytingar á 4. gr. leyfisins um verga massaupptöku m.v. núgildandi leyfi. Orkustofnun mun senda umsóknina til umsagnaraðila sem eru: Umhverfisstofnun, Náttúrufræðistofnun Íslands og Sveitarfélagið Ölfus.

Í kjölfar niðurstöðu OS ákvað ON jafnframt að senda fyrirspurn til Skipulagsstofnunar um hvort fyrirhuguð breyting á nýtingarleyfi falli undir lög um mat á umhverfisáhrifum og sé tilkynningaskyld.

### 3 Tilkynningarskylda

ON óskaði eftir leiðbeiningum Skipulagsstofnunar, með tölvupósti dags. 18.12.2020, um hvort aukin massavinnsla jarðhitavökva á Hellisheiði falli undir 1. viðauka við lög nr. 106/2000 um mat á umhverfisáhrifum.

Svar Skipulagsstofnunar barst með tölvupósti dags. 01.02.2021 þar sem fram kom að stofnunin teldi að fyrirhuguð breyting á nýtingarleyfi falli undir tl. 10.25 og 13.02 í fyrrnefndum viðauka (Tafla 3.1).

Skipulagsstofnun telur að líta megi á jarðhitavökvann sem auðlind sem fellur að skilgreiningu á grunnvatni í lögum nr. 57/1998 um rannsóknir og nýtingu á auðlindum í jörðu og því eigi tl. 10.25 í 1. viðauka laga um mat á umhverfisáhrifum við í þessu tilviki. Umfjöllun um skilgreiningu jarðhitavökva í lögum má finna í kafla 3.1 hér að neðan.

Jafnframt segir Skipulagsstofnun að þó að ekki sé um að ræða breytingar á framkvæmdinni "VirkJun á Hellisheiði" sem slíkri, sem var til umfjöllunar í mati árið 2003-2004 og stækkun Hellisheiðarvirksunar árin 2005-2006, þá verði að líta svo á að breytingar á magni jarðhitavökva sem taka eigi upp falli undir tl. 13.02 í 1. viðauka þar sem ekki er hægt að fullyrða að aukin massavinnsla muni hafa óveruleg áhrif á jarðhitakerfið þó að hermilíkön bendi til þess. Þá telur Skipulagsstofnun að skv. framlögðum gögnum hefur orðið niðurdráttur/þrýstilækkun í holum á Hellisheiði sem nemur 20 börum þrátt fyrir niðurrennsli og muni niðurdráttur væntanlega aukast við meiri massavinnslu þrátt fyrir aukið niðurrennsli affallsvatns. Þessari athugasemd Skipulagsstofnunar er svarað í kafla 7.1 í tilkynningunni.

Skipulagsstofnun bendir á að eitt helsta umfjöllunarefni í matinu á sínum tíma hafi verið möguleg áhrif fyrirhugaðrar virksunar og stækkunar hennar á jarðhitakerfið m.a. afturkræfni vinnslu jarðhita, sjálfbærni orkuvinnslu og endurnýjanleiki jarðhitakerfisins. Umfjöllun um vænt áhrif aukinnar massavinnslu á jarðhitakerfið má finna í kafla 7.1.

Eins og að framan segir telur Skipulagsstofnun að líta beri á jarðhitavökvann sem auðlind og einn helsti umhverfisþátturinn sem jarðhitavirkjanir kunna að hafa neikvæð áhrif á er nýtingu náttúruauðlinda, í þessu tilfelli nýting jarðhita. Þá bendir Skipulagsstofnun á að skv. framlögðum gögnum megi búast við því að skjálftavirkni aukist í tengslum við massavinnsluna og/eða niðurdælinguna. Engin umfjöllun var um skjálftavirkni vegna jarðhitavinnslu í matinu á sínum tíma og því eðlilegt að í tilkynningu ON væri fjallað um þennan þátt. Jarðskjálftavirkni eru gerð greinargóð skil í kafla 7.3 í tilkynningunni.

Í samræmi við ofangreint óskar ON því eftir ákvörðun Skipulagsstofnunar um matsskyldu framkvæmdarinnar byggða á tölulíð 10.25 og tölulíð 13.02 í 1. viðauka laga nr. 106/2000 um mat á umhverfisáhrifum (Tafla 3.1). Framkvæmdin fellur þar í flokk B sem framkvæmd sem kann að hafa í för með sér umtalsverð umhverfisáhrif og meta skal í hverju tilviki, með tilliti til eðlis, umfangs og staðsetningar hvort háð skuli mati á umhverfisáhrifum.

Tafla 3.1 Matsskylda framkvæmdar skv. lögum nr. 106/2000 um mat á umhverfisáhrifum.

10.25	Vinnsla grunnvatns eða íveita vatns í grunnvatn sem ekki fellur undir flokk A, tölulíð 10.24.	B
13.02	Allar breytingar eða viðbætur við framkvæmdir samkvæmt flokki A, aðrar en tilgreindar eru í tölulíð 13.01, og flokki B sem hafa þegar verið leyfðar, framkvæmdar eða eru í framkvæmd og kunna að hafa umtalsverð umhverfisáhrif.	B

#### 3.1 Um skilgreiningu á jarðhita og grunnvatni

Í niðurstöðu sinni um hvort tilkynna beri aukna massaupptöku til matsskylduákvörðunar segir Skipulagsstofnun að hún telji að líta megi á jarðhitavökvann sem auðlind sem falli að skilgreiningu á grunnvatni í lögum um auðlindir í jörðu og því eigi tl. 10.25 við.



ON er ósammála þessari túlkun og bendir á að skilgreining á grunnvatni í lögum um rannsóknir og nýtingu á auðlindum í jörðu nr. 57/1998 er eftirfarandi:

*„Grunnvatn merkir í lögum þessum vatn sem er neðan jarðar í samfelldu lagi, kyrrstætt eða rennandi, og fyllir að jafnaði allt samtengt holrúm í viðkomandi jarðlagi **og sem unnið er í öðrum tilgangi en að flytja varma til yfirborðs jarðar eða nýta staðarorku þess.**“*

Það er einkum síðasti hluti skilgreiningarinnar sem að mati ON útilokar að jarðhiti geti talist til grunnvatns. Segja má að sú röksemdafærsla sé svo enn fremur studd af því að í sömu lögum er sérstök skilgreining á hugtakinu jarðhiti:

*„Jarðhiti merkir í lögum þessum annars vegar jarðvarmaforða í bergi í jarðskorpunni og hins vegar stöðugan straum varma úr iðrum jarðar **sem ekki telst grunnvatn.**“*

ON telur því rétt að miða við skilgreininguna á hugtakinu „jarðhita“ fyrir jarðhitavökva en ekki „grunnvatn“.

## 4 Staðhættir

Hellisheiðarvirkjun er staðsett á Hengilssvæðinu norðaustan Suðurlandsvegur en iðnaðarsvæðið sem henni tilheyrir nær einnig suðvestan af veginum. Virkjunin er í um 30 km fjarlægð frá Reykjavík og 17 km fjarlægð frá Hveragerði en landið er í sveitarfélaginu Ölfusi. Virkjunarsvæðið nær frá Kolviðarhóli og Sleggjubeinsdal í vestri, um sunnanvert Skarðsmýrarfjall og austur að Litla-Skarðsmýrarfjalli. Í suðvestri markast svæðið af Reykjafelli og suður fyrir Gígjahnúk.

Hengilssvæðið er staðsett á vestara gosbeltinu sem nær frá Reykjanesi og norður í Langjökul og er berggrunnurinn að mestu úr móbergi. Lítið er um vatn á yfirborði á virkjunarsvæðinu og sá hluti svæðisins sem er gróinn einkennist af mosa, lyngi og mólendi.

Hengilssvæðið er mjög vinsælt til útivistar og hafa þar verið markaðar gönguleiðir, m.a. á vegum ON.

### 4.1 Skipulag og landnotkun

#### Aðalskipulag

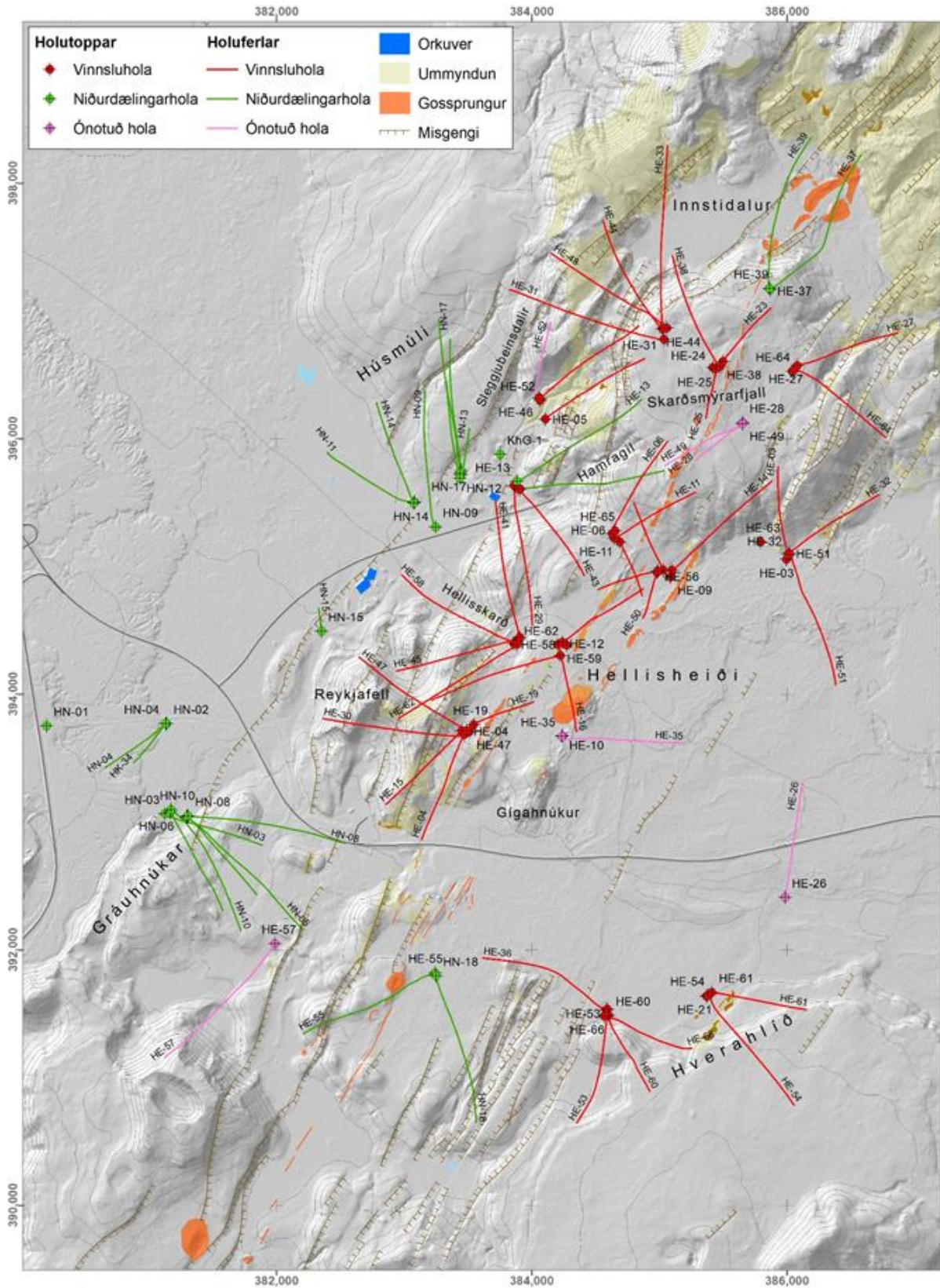
Hellisheiðarvirkjun er staðsett á iðnaðarsvæði á aðalskipulagi Ölfuss 2010-2022. Iðnaðarsvæðinu er lýst sem um 1.000 ha svæði til jarðvarmavirkjunar og tengdrar starfsemi og er uppsett afl virkjunar 303 MW af rafmagni og allt að 400 MW í varma.

Fyrirhuguð aukning á upptöku massa hefur ekki áhrif á landnotkun og er í samræmi við aðalskipulag Ölfuss.

#### Deiliskipulag, verndarsvæði og takmarkanir á landnotkun

Í gildi er deiliskipulag fyrir Hellisheiðarvirkjun frá árinu 2004. Í skipulaginu er gerð grein fyrir afmörkun iðnaðarsvæðisins ásamt borteigum, byggingarreitum, pípulögnum og öðru sem tilheyrir virkjuninni. Nokkur hverfisvernduð svæði eru innan iðnarsvæðisins og er þar um að ræða gjall- og klepragíga, misgengi og allt Reykjafell. Þá er gerð grein fyrir menningarminum innan svæðisins s.s. minjum tengdum áningarstaðnum Kolviðarhóli og Hellisheiðarvegi. Norðausturhluti iðnaðarsvæðisins nær inn á svæði nr. 752 á náttúruminjaskrá eða Hengilssvæðið sem er á náttúruminjaskrá vegna stórbrotins landslags og fjölbreyttrar jarðfræðilegrar gerðar, m.a. jarðhita. Iðnaðarsvæðið liggur að mörkum fjarsvæðis vatnsverndarsvæðisins Hengill-Svínahraun-Mosfellsheiði.

Fyrirhuguð aukin massaupptaka hefur ekki áhrif á landnotkun og er í samræmi við gildandi deiliskipulag.



Mynd 4.1 Yfirlitsmynd af borholum Helliðarvirkjunar.

## 5 Framkvæmdalýsing

Framkvæmd felur í sér aukna massavinnslu jarðvinnsluvökva, þ.e. að meira verður tekið úr hverri holu í jarðhitakerfinu. Flæði úr holunum er stjórnað með loka á holutoppi og búið er að gera reynslujöfnur fyrir hverjar holu sem lýsir sambandi holutoppsprýstings og flæði úr holunni (afkúrfur). Það er ákveðinn lágmarksprýstingur sem hægt er að reka holurnar á og stjórnast hann af samsetningu jarðhitavökvans og inntaksprýstingi gufuhverfla.

Almennt gerist það í jarðhitavinnslu að holutoppsprýstingur lækkar á fastri opnun stjórnloka á holutoppi vegna þess að prýstingur í jarðhitakerfinu minnkar. Þegar lágmarks rekstrarprýstingi er náð, og ekki hægt að auka massavinnslu með því að opna betur fyrir holurnar, þarf að bora nýjar holur á vinnslusvæðinu, svokallaðar uppbótarholur, til að sjá virkjuninni fyrir gufu og vatni sem þarf fyrir fulla framleiðslu á raforku og hitaveituvatni. Reglulegar uppbótarboranir eru hluti af eðlilegum rekstri jarðhitavirkjana og er þeim lýst í skipulagsferlum og matsferlum. Framkvæmdin hefur ekki teljandi áhrif á tíðni slíkra borana sbr. niðurstöður hermílkana.

## 6 Valkostir

Í matsskyldufyrirspurn er gerð grein fyrir tveimur valkostum. Annars vegar aukinni massavinnslu jarðvinnsluvökva í samræmi við framkvæmdalýsingu í kafla 5, og hins vegar núllkost þar sem ekki verður af framkvæmd.

### 6.1 Núllkostur

Núllkostur felur í sér óbreytt ástand og að ekki verður af framkvæmd. Núverandi mörk massavinnslu í nýtingarleyfi eru of þröng til að hægt sé að nýta fulla framleiðslugetu virkjunarinnar á rafmagni og heitu vatni. Ef ekki verður farið í aukna massavinnslu jarðhitavökva mun virkjunin því ekki geta viðhaldið fullri framleiðslugetu. Að mati ON getur núllkostur ekki talist raunhæfur valkostur í ljósi gildandi heimilda virkjunarinnar til orkuframleiðslu, þarfar fyrir þá raforku- og varmaframleiðslu sem virkjunin annar, og óverulegra umhverfisáhrifa sem af því hljótask að auka við massaupptekt á jarðhitavökva á svæðinu.

Núllkostur er notaður sem grunnviðmið til að meta áhrif framkvæmda á umhverfið.

## 7 Umhverfisáhrif

Helsti áhrifaþáttur framkvæmdarinnar felur í sér aukna nýtingu á jarðhitavökvanum sem auðlind. Slík nýting kann að hafa áhrif á jarðhitageyminn auk þess sem aukin vinnsla og niðurdæling kann að auka skjálftavirkni og hafa áhrif á grunnvatn ef ekki er dælt niður fyrir þakberg jarðhitakerfis. Umhverfisþættir sem teknir eru fyrir í mati á áhrifum eru því eftirfarandi:

- Jarðhitageymir
- Grunnvatn
- Skjálftavirkni

Allir nauðsynlegir innviðir eins og borholur, lagnir og önnur mannvirki eru til staðar til þess að auka við massaupptekt fyrir virkjunina og verða áhrif þeirra óbreytt frá því sem nú er. Því hafa umhverfisþættirnir landslag, landnotkun, jarðmyndanir, fornleifar, jarðvegur, gróður og fuglar verið vinsaðir frá.

Aukin massaupptekt mun ekki hafa í för með sér meiri gaslosun þar sem jarðhitagasið er allt bundið í gufunni. Rýmri heimildir til massavinnslu munu ekki leiða til meiri upptektar á gufu, borið saman við síðustu ár. Aukin upptekt felur fyrst og fremst í sér meiri upptöku



jarðhitavatns, sem ekki fylgir aukið gasmagn. Breytingar á áhrifum á loftgæði eru því engar og er sá umhverfisþáttur einnig vinsaður frá.

Þess má geta að þörf til að viðhalda orkuöflun fyrir virkjunina mun áfram verða til staðar, svo sem með borun á viðbótarholum og lagningu lagna þeim tengdum út líftíma virkjunarinnar, líkt og lýst hefur verið í fyrri matsferlum. Ýmsir óvissuþættir hafa áhrif á árangur orkuöflunar og tekið var tillit til þess þegar heildarfjöldi borholna fyrir virkjunina var ákvarðaður í fyrri matsferlum. Aukning á massaupptöku úr 38 Tg í 44 Tg er innan þeirra óvissumarka sem miðað var við og hefur því ekki teljandi áhrif á boráætlanir fyrir virkjunina sem áður hafa verið kynntar í fyrri matsferlum. Slíkar framkvæmdir verða jafnframt tilkynntar eftir því sem lög gera ráð fyrir.

Í mati á áhrifum er stuðst við vægiseinkunnir (tafla 7.1) sem byggja á leiðbeiningum Skipulagsstofnunar (Skipulagsstofnun, 2005).

Tafla 7.1 Vægiseinkunnir umhverfisþátta

Mjög jákvæð	Jákvæð	Óvissa
<ul style="list-style-type: none"> <li>Veruleg jákvæð breyting á einkennum.</li> <li>Áhrif eru marktæk á svæðis-, lands- eða heimsvísu og /eða ná til mikils fjölda fólks.</li> <li>Áhrifin eru til langs tíma og óafturkræf.</li> <li>Áhrifin auka verndargildi umhverfisþáttar verulega.</li> <li>Áhrif framkvæmda ganga lengra en viðmið í lögum, reglugerðum, stefnumörkun stjórnvalda og alþjóðasamningum.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Jákvæð breyting á einkennum umhverfisþáttar.</li> <li>Áhrifin eru svæðisbundin og/eða ná til nokkurs fjölda fólks.</li> <li>Áhrifin auka verndargildi umhverfisþáttar.</li> <li>Áhrif framkvæmda samræmast eða ganga lengra en viðmið í lögum, reglugerðum, stefnumörkun stjórnvalda og alþjóðasamningum.</li> <li>Áhrifin geta verið til langs tíma og að nokkru óafturkræf.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Óvissa og þ.a.l. ekki hægt að fullyrða um áhrif.</li> <li>Skortur á upplýsingum.</li> <li>Óvissa ríkir um hvort/hvernig breyting muni ná fram að ganga.</li> <li>Óvissa um hvaða aðgerðir áætlan mun hafa í för með sér.</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>Engin áhrif / á ekki við</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Engin áhrif / á ekki við</li> </ul>
Mjög neikvæð	Neikvæð	Óveruleg
<ul style="list-style-type: none"> <li>Veruleg breyting á einkennum umhverfisþáttar.</li> <li>Áhrifin eru marktæk á svæðis-, lands- eða heimsvísu og/eða ná til mikils fjölda fólks.</li> <li>Áhrif framkvæmda eru ekki í samræmi við viðmið í lögum, reglugerðum, stefnumörkun stjórnvalda og alþjóðasamningum.</li> <li>Áhrifin rýra verndargildi umhverfisþáttar verulega.</li> <li>Áhrifin eru til langs tíma og óafturkræf.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Breyting á einkennum umhverfisþáttar</li> <li>Áhrifin eru svæðisbundin og/eða ná til nokkurs fjölda fólks.</li> <li>Áhrifin rýra verndargildi umhverfisþáttar</li> <li>Áhrifin geta verið til langs tíma og að nokkru óafturkræf</li> <li>Áhrif framkvæmda kunna að vera í ósamræmi við viðmið í lögum, reglugerðum, stefnumörkun stjórnvalda og alþjóðasamningum.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Áhrif breyta ekki eða lítið einkennum umhverfisþáttar.</li> <li>Áhrifin eru staðbundin og/eða ná til lítils fjölda fólks.</li> <li>Áhrifin rýra ekki verndargildi umhverfisþáttar.</li> <li>Áhrif framkvæmda eru í samræmi við viðmið í lögum, reglugerðum, stefnumörkun stjórnvalda og alþjóðasamningum</li> <li>Áhrifin eru tímabundin og að öllu eða nokkru leyti afturkræf.</li> </ul>

## 7.1 Áhrif á jarðhitageyminn

Jarðhitageymirinn er auðlind sem vinnsla Hellisheiðarvirkjunar byggir á. ON leggur áherslu á að umgangast auðlindina með sjónarmið sjálfbærrar þróunar að leiðarljósi. Þörf fyrir heimild til að vinna meiri massa úr kerfinu á sér eðlilegar skýringar eins og rakið verður hér. Ósamræmis gætir milli spár um vinnslu sem kom fram í mati á umhverfisáhrifum stækkunar Hellisheiðarvirkjunar árið 2005 og þeirra marka sem massavinnsla sett voru í virkjunarleyfi, og síðar nógildandi nýtingarleyfi á jarðhita fyrir Hellisheiðarvirkjun.

Í matinu frá 2005 var gert ráð fyrir alls 240 MW raforkuvinnslu í háþrýstihverflum Hellisheiðavirkjunar. Meðalvermi svæðisins var þá metið 1400 kJ/kg sem þýðir að um 1360 kg/s af jarðhitavökva þarf til að afla gufu til raforkuframleiðslunnar. Spár um viðbrögð

jarðhitasvæðisins miðuðu við þessar forsendur. Ef miðað við 95% uppítíma virkjunarinnar jafngildir þessi vinnsla um 41 Tg árlega úr kerfinu.

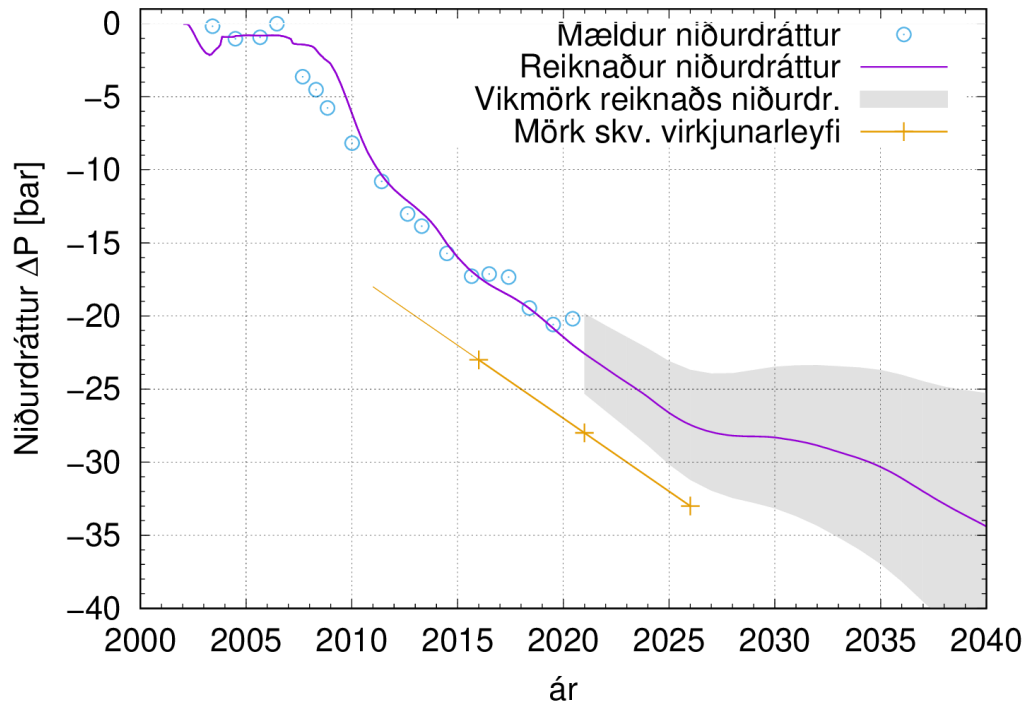
Vermið reyndist aftur á móti nokkuð hærra þegar framkvæmdum lauk eða um 1750 kJ/kg en hefur lækkað og er nú um 1600 kJ/kg. Mörk massavinnslu í núgildandi nýtingarleyfi eru skilgreind sem 38 Tg, en það magn var áður skilgreint í virkjunarleyfi virkjunarinnar frá 2011. Ekki hefur reynt á þessi mörk nýtingarleyfis, áður virkjunarleyfis, fyrr en nýlega eftir að vermi svæðisins lækkaði jafnt og þétt og massavinnsla jókst til samræmis.

Vegið meðalvermi unnins vökva úr öllu svæðinu er háð nokkrum þáttum. Í fyrsta lagi er það hiti jarðlaga sem vökvinn er unninn úr og þrýstingur hans í þeim. Í öðru lagi er það lekt jarðlaganna og eðli hennar sem ráða miklu um vermið. Í þriðja lagi eru það svo vinnslan og ekki síst vinnslusagan sem hafa áhrif. Í þessu samhengi er nauðsynlegt að hafa í huga að vinnslusvæði Hellisheiðarvirkjunar er ekki einsleitt og mismunandi hlutar svæðisins hegða sér hver með sínum hætti. Það er því að mörgu að huga þegar gera þarf grein fyrir því hvernig vermi hefur þróast.

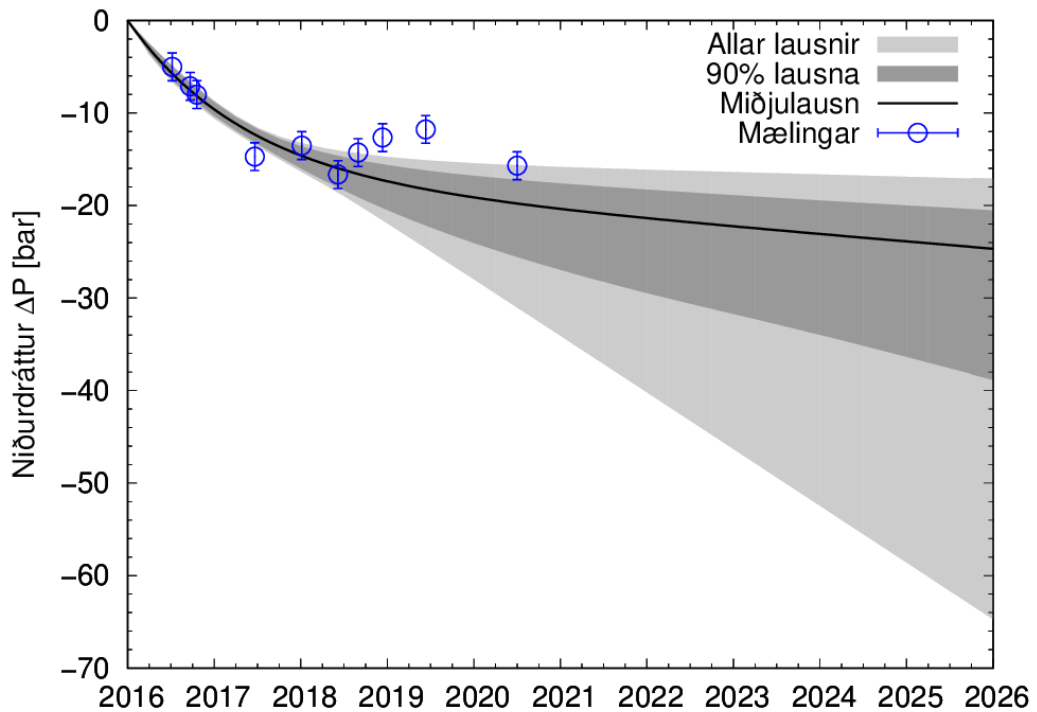
Vermisbreytingar á Hellisheiði undanfarin misseri má helst skýra með fjórum þáttum. Í fyrsta lagi hefur vermi í meðalvermisholum (með vermi 1500 – 2000 kJ/kg) minnkað með fallandi þrýstingi á svæðinu og hávermisholur (þ.e. með vermi > 2000 kJ/kg) hafa gefið eftir. Í öðru lagi hefur niðurdæling inná vinnslusvæðinu að einhverju leyti minnkað vermi í nálægum holum. Í þriðja lagi hafa fleiri "lélegar" holur, þ.e.a.s. lágvermisholur (þ.e. < 1500 kJ/kg í vermi), verið tengdar til að halda uppi framleiðslu. Í fjórða lagi hefur tenging Hverahlíðar í ársbyrjun 2016 þar sem nokkrar öflugar hávermisholur er að finna og aukin vinnsla af því svæði haldið uppi vegnu meðalvermi.

Allar breytingar á vinnslutilhögun hafa áhrif á hitastig í jarðhitageyminum. Flókið getur reynt að svara því á nákvæman hátt hvaða áhrif fyrirhugaðar breytingar munu hafa á hitastigið. Hitastig er mjög breytilegt innan jarðhitageymisins en unninn er vökví úr jarðlögum sem eru frá því að vera ~230°C heit uppí ~320°C. Áhrif vinnslu og niðurdælingar hafa ólík áhrif á mismunandi jarðlög. Þau jarðlög sem dælt er niður í munu kólna hraðar við meiri niðurdælingu. Aftur á móti munu þau jarðlög sem njóta þrýstistuðnings af niðurdælingu og eru á suðumarksferli kólna hægar vegna þess að þrýstistuðningurinn kemur í veg fyrir þrýstifallssuðu sem kælið jarðlögin. Jarðlög sem njóta þrýstistuðnings frá niðurdælingunni og eru kaldari en nemur suðumarki við þrýstinginn í þeim munu ekki breytast svo neinu nemi sé niðurdælingu breytt. Í matsskýrslu um stækkun Hellisheiðarvirkjunar frá árinu 2005, kemur fram að áætlað rennsli affallsvatns (skiljuvatns og þéttivatns) verði 1100 l/s frá fullbyggðri Hellisheiðarvirkjun. Ekki er gert ráð fyrir að breyting í heimild í nýtingarleyfi til massavinnslu sem nú er til umræðu geri það að verkum að rennsli affallsvatns fari yfir þessi mörk.

Aukinni massatöku er ætlað að halda uppi gufuflæði ef vermi lækkar. Öllu skiljuvatni er dælt aftur niður í jarðhitageyminn þannig að nettó massavinnsla er því nánast sú sama og áður. Þrýstingur í kerfinu endurspeglar massajafnvægi jarðhitageymisins. Í heildina tekið mun þrýstifallið ekki breytast með þessum fyrirhuguðu breytingum en gera má ráð fyrir staðbundnum áhrifum. Sumstaðar má gera ráð fyrir meiri þrýstiniðurdrætti og annars staðar minni. Rétt er að taka það fram að allar breytingar á tilhögun vinnslu, hvort sem þær fela í sér aukna massavinnslu eður ei, hafa staðbundin áhrif á þrýstiniðurdrátt. Þrýstiniðurdrætti eru sett mörk í virkjunarleyfi og ekki er þörf á að sækja um breytingu á þeim mörkum vegna aukinnar massatöku. Myndir 7.1 og 7.2 sýna mörk þrýstiniðurdráttar skv. nýtingarleyfi á jarðhita fyrir Hellisheiðarvirkjun sem og mæld og reiknuð gildi úr hermílikönum, fyrir vinnslusvæðið nær virkjun annars vegar (Mynd 7.1) og vinnslusvæðið í Hverahlíð hins vegar (Mynd 7.2).



Mynd 7.1. Þrýstiniðurdráttur í holu HE-04 á Hellsisheiði sem notuð er til viðmiðunar fyrir svæðið í nýtingarleyfi. Bláir punktar sýna mæld gildi, fjólublá lína er reiknaður niðurdráttur skv. líkani af svæðinu, appelsínugul lína sýnir mörk í nýtingarleyfi og gráa svæðið sýnir vikmörk fyrir spá til framtíðar. Niðurdráttur hefur verið innan marka nýtingarleyfis og spár gera ráð fyrir að svo verði áfram.



Mynd 7.2. Þrýstiniðurdráttur í holu HE-21 í Hverahlíð. Bláir punktar sýna mæld gildi, svört lína reiknuð gildi skv. líkani og grátt svæði sýnir vikmörk; ljósgráa svæðið sýnir öll möguleg tilfelli og dökkgráa 90% tilvika. 90% vikmörkin hafa í gildi leyfismarka í nýtingarleyfi jarðhita fyrir Hellsisheiðarvirkjun. Niðurdráttur í Hverahlíð hefur verið mun minni en hermílikan spáir fyrir og innan eðlilegra marka.



### Niðurstaða mats:

Aukning á massavinnslu jarðvinnsluvökva hefur litla þýðingu varðandi massajafnvægi jarðhitageymisins. Sama gildir um orkuforðann. Orkuvinnslan breytist lítið þó meiri massa þurfi til að vinna orkuna. Rétt er að halda því til haga að í þeim hermílikönum sem notuð hafa verið til að kanna áhrif vinnslu á jarðhitageyminn er massavinnsla yfirleitt ofmetin og er meiri en þau 44 Tg sem sótt er um hér. Niðurstaða hermílikana er að aukin massavinnsla á jarðhitavökva á Hellisheiði, úr 38 í 44 Tg, hefur óveruleg áhrif á jarðhitageyminn.

#### Áhrif aukinnar massavinnslu jarðvinnsluvökva á jarðhitageyminn

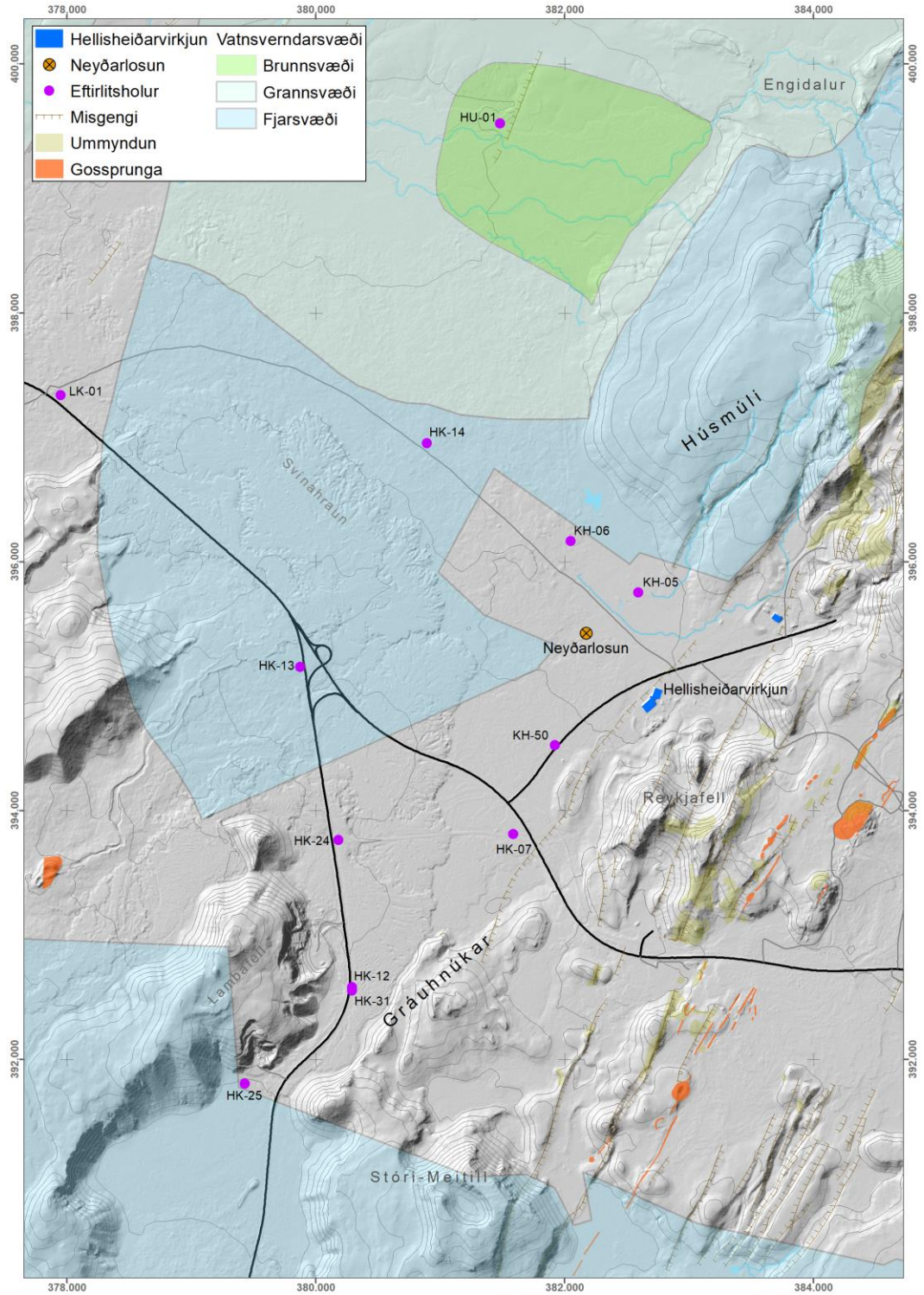
Lýsing áhrifa	Þrýstifall mun í heildina ekki breytast og massa- og orkujafnvægi jarðhitageymisins breytist lítið. Áhrif víkja ekki frá megin niðurstöðu úrskurðar Skipulagsstofnunar frá 2006 um stækkun Hellisheiðarvirkjunar.
Mótvægisáðgerðir	Ekki þörf
Niðurstaða	Óveruleg áhrif

## 7.2 Áhrif á grunnvatn

Í samræmi við úrskurð Skipulagsstofnunar um stækkun Hellisheiðarvirkjunar, dags. 28. mars 2006, og nýtingarleyfi virkjunarinnar, er affallsvatni dælt niður á a.m.k. 800 m dýpi í gegnum borholur sem eru fóðraðar niður á a.m.k. 500 m dýpi í gegnum þakberg jarðhitakerfisins. Þakbergið er þétt jarðlag sem aðskilur jarðhitageyminn og kaldara grunnvatnskerfi ofan hans. Þetta fyrirkomulag niðurdælingar gerir það að verkum að affallsvatnið kemst ekki í snertingu við kalda grunnvatnskerfið og eru áhrif slíkrar djúprar niðurdælingar á grunnvatn því talin óveruleg.

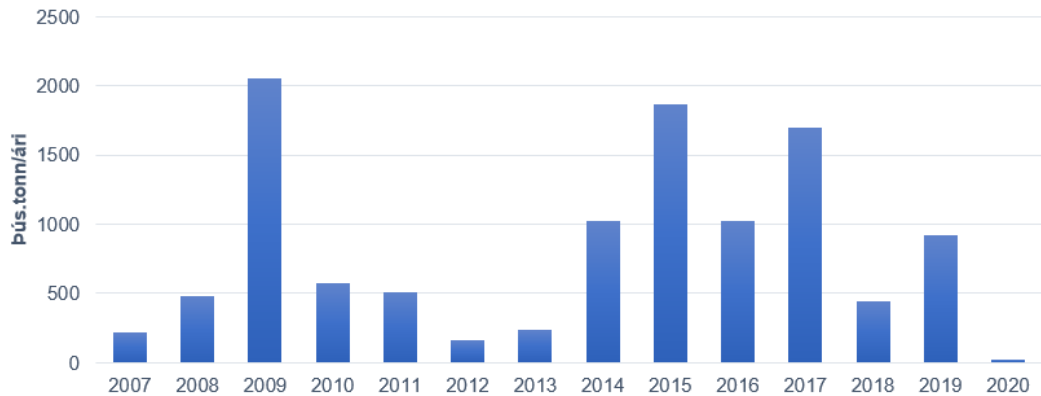
Kalt grunnvatn er unnið í miklu magni úr vatnsbólum ON í Engidal. Stærstur hluti vatnsins er hitaður upp og fluttur til höfuðborgarsvæðisins sem hitaveituvatn en afgangurinn er nýttur innan virkjunarinnar og í jarðhitagarði ON. Vatnsverndarsvæði eru skilgreind í kringum vatnsbólin og eru þau sýnd á Mynd 7.3. Samkvæmt nýtingarleyfi er losun vökva á yfirborði óheimil nema til prófana á holum til skemmri tíma og vegna stórfelldra bilana (neyðarlosun). Samsvarandi ákvæði eru í starfsleyfi virkjunarinnar en þar er jafnframt tekið fram að losun geti orðið á yfirborði vegna fyrrséðra og ófyrirséðra atburða sem hafa áhrif á viðtöku niðurdælingarsvæða. Neyðarlosun skiljuvatns á yfirfall fer fram í svelgholur í Svínahrauni og er staðsetning neyðarlosunar sýnd á Mynd 7.3. Á Mynd 7.4. má sjá þróun í losun skiljuvatns á yfirfall frá árinu 2007.

Mikill árangur náðist á seinasta ári í að minnka magn neyðarlosunar og eru leyfisveitendur upplýstir um öll þau tilvik þar sem losun fer um yfirfall virkjunarinnar á yfirborð á reglulegum fundum og í uppgjörsskýrslum vegna leyfisskilyrða.



Mynd 7.3. Staðsetning grunnvatnsholna í nágrenni Helliðeiðarvirkjunar. Á kortinu er einnig sýnd lega vatnsverndarsvæða.

### Árleg losun skiljuvatns á yfirfall



Mynd 7.4. Yfirlit yfir árlega losun skiljuvatns á yfirfall við Hellisheiðarvirkjun frá 2007 til 2020.

Umfangsmikið eftirlit er með grunnvatnsforða á svæðinu og hefur þrýstingssíritum sem mæla grunnvatnsborð verið komið fyrir í 25 borholum á svæðinu. Gögn úr þeim ásamt vinnslugögnum úr Engidal eru notuð í árlega uppfærslu á grunnvatnslíkani. Fylgst er með áhrifum Hellisheiðarvirkjunar á efnasamsetningu og hita grunnvatns í vöktunarholum við og í nágrenni virkjunarinnar. Tekin eru sýni til heildarefna- og snefilefnagreiningar árlega ásamt því að mæla hitastig, leiðni og sýrustig. Mynd 7.3 sýnir staðsetningu grunnvatnshola í næsta nágrenni Hellisheiðarvirkjunar sem efnasýni eru reglulega tekin úr.

Kísill ( $\text{SiO}_2$ ), sulfat ( $\text{SO}_4$ ) og klóríð ( $\text{Cl}$ ) eru þau aðalefni sem fyrst ættu að sýna breytingar ef áhrifa affallsvatns (jarðhitavatns) gætir í grunnvatni. Ekki hafa komi fram afgerandi vísbendingar um að affallsvatn Hellisheiðarvirkjunar sé að valda rýrnun á gæðum grunnvatns á svæðinu. Breytingar á efnastyrk í eftirlitsholunum eru litlar og styrkur efna í holunum er í öllum tilvikum undir neysluvatnsmörkum. Helstu breytingar á efnasamsetningu grunnvatns á svæðinu eru að styrkur kísils hefur farið örlítið hækkandi frá upphafi mælinga í holum HK-7, HK-12, HK-25 og HK-31. Styrkur sulfats hefur hækkað í holum HK-7, HK-12 og HK-25. Hækkunin var mest í holu HK-07 árin 2014 og 2015 en hefur hann nú lækkað aftur. Töluverður breytileiki er í styrk klórs er í LK-01. Það er ólíklegt að sá breytileiki tengist rekstri virkjunarinnar og að hann tengist frekar lálægð við þjóðveg 1. Eins hefur styrkur sulfats og kísils verið nokkuð sveiflukendur í holu KH-50 sem er sunnan við virkjunina. Gröf sem sýna efnastyrk í grunnvatni í eftirlitsholum á Hellisheiði má sjá í fylgiskjali 1.

#### Niðurstaða mats:

Aukin massaupptaka hefur ekki áhrif á fyrirkomulag niðurdælingar og verður umfram affallsvatni vegna aukinnar massavinnslu dælt niður með sama hætti og áður. Ekki er búist við því að aukin massaupptaka leiði til aukinnar neyðarlosunar. Fjallað er um heimildir til losunar á affallsvatni virkjunar á yfirborð í nýtingarleyfi á jarðhita (Fylgiskjal 2) sem og starfsleyfi virkjunarinnar (Fylgiskjal 3). Aukin massaupptaka mun ekki valda því að farið verði út fyrir þau mörk sem nú gilda um slíka losun. Breytingar á grunnvatni í kjölfar aukinnar massavinnslu á jarðhitavökva á Hellisheiði verða því óverulegar.

#### Áhrif aukinnar massavinnslu jarðvinnsluvökva á grunnvatn

Lýsing áhrifa	Affallsvatni verður dælt niður með sama hætti og áður, niður fyrir þakberg og kemst það ekki í snertingu kalda grunnvatnskerfið. Áhrif víkja ekki frá megin niðurstöðu úrskurðar Skipulagsstofnunar frá 2006 um stækkun Hellisheiðarvirkjunar.
Mótvægisáðgerðir	Ekki þörf. Áframhaldandi vöktun verður á efnasamsetningu og hita grunnvatns við og í nágrenni virkjunarinnar.
Niðurstaða	Óveruleg áhrif

### 7.3 Áhrif á skjálftavirkni

Niðurdæling vökva og vinnsla jarðhita getur haft áhrif á jarðskjálftavirkni:

#### Vegna niðurdælingar:

- Vökvaþrýstingur í berginu vex með niðurdælingu og vinnur á móti bergþrýstingi á sprungum. Við það veikist bergið þannig að það getur gengið á misvíxl og myndað jarðskjálfta.
- Vökvinn sem dælt er niður er mun kaldari en jarðlögin sem leiðir til þess að bergið kólnar næst holunni, dregst saman og brotnar.
- Breytt efnasamsetning (t.d. útfelling ummyndunarsteinda) gæti hugsanleg einnig haft áhrif.

#### Vegna vinnslu:

- Vökvaþrýstingur í bergi minnkar og dregur úr jarðskjálftavirkni (öfugt við niðurdælingu).
- Aukin gufa í jarðhitakerfi vegna vinnslu getur unnið á móti bergþrýstingi og veikt bergið (svipað og þegar niðurdæling á sér stað).
- Lækkaður vökvaþrýstingur veldur hreyfingu á sprungum sem liggja eftir útmörkum kerfisins vegna samþjöppunar í jarðhitakerfinu.

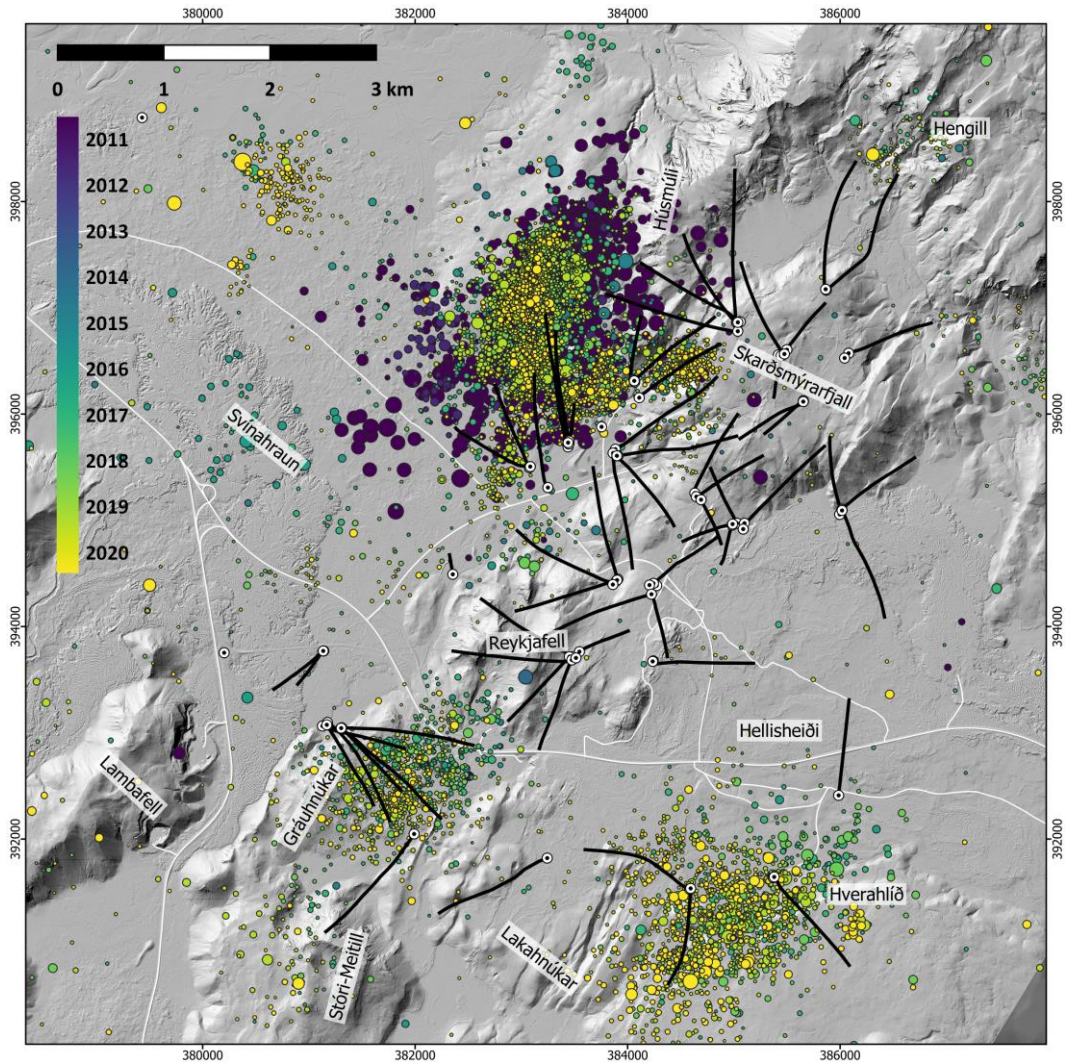
Vart hefur orðið við talsverða örvaða skjálftavirkni á Hengilssvæðinu, bæði vegna niðurdælingar og massavinnslu. Örvuðu skjálftarnir eru svokallaðir gikkskjálftar, þ.e. vinnslan veldur breytingum á spennu sem flýtir eða tefur fyrir skjálftum sem hefðu annars orðið á svæðinu (Bjarni Bessason, Eypór H. Ólafsson, Gunnar Gunnarsson, Ólafur G. Flóvenz, Steinunn S. Jakobsdóttir, Sveinbjörn Björnsson og Þóra Árnadóttir, 2012). Mikill breytileiki í virkni er milli svæða.

#### Skjálftavirkni á niðurdælingarsvæðum

Orka náttúrunnar er með 4 niðurdælingarsvæði í notkun við sunnanverðan Hengil; Húsmúla, Gráuhnúka, Lakahnúka ásamt norðanverðu Skarðsmýrarfjalli. Auk þess er dælt niður í ónýttar vinnsluholur innan vinnslusvæðis. Af þeim hefur mælst langmest örvuð skjálftavirkni við Húsmúla, nokkur við Gráuhnúka, en nánast engin við Lakahnúka og við norðanvert Skarðsmýrarfjall (Mynd 7.5). Stærstu skjálftarnir sem mælst hafa í Húsmúla eru af stærð 4, og finnast þeir vel í byggð, af stærð 2.7 við Gráuhnúka, en minni skjálftar, sem hafa ekki fundist í byggð, mælast á öðrum niðurdælingarsvæðum.

Gert er ráð fyrir að aukinni niðurdælingu vegna aukinnar massavinnslu verði beint í nýja niðurdælingarsvæðið við Lakahnúka og á norðanverðu Skarðsmýrarfjalli, enda er þar meira svigrúm til aukinnar niðurdælingar heldur en á hinum svæðunum, sem eru nánast fulllestuð. Vegna lítillar örvaðrar skjálftavirkni á þessum svæðum er ekki búist við aukinni skjálftavirkni vegna aukinnar niðurdælingar í tengslum við aukna massaupptekt.





Mynd 7.5 Skjálftavirkni á sunnanverðu Hengilssvæðinu. Borholur eru merktar með hvítum hring og borholuferlar með svörtum línum. Vinnsla og niðurdælingarsvæði eru merkt. Skjálftavirkni er merkt með lituðum hringjum þar sem litur sýnir tíma og stærð merkir stærð skjálftans.

### Skjálftavirkni á vinnslusvæðum

Vinnslusvæðinu má svo skipta í tvennt, Hellisheiðar- og Hverahlíðarsvæði. Lítil örвуð skjálftavirkni hefur mælst á Hellisheiðarsvæðinu, utan niðurdælingarsvæða, þrátt fyrir mikla vinnslu. Nokkur virkni hefur mælst í Hverahlíð, en skjálftarnir þar hafa náð stærð 2.7 og er virkinn því svipuð og á niðurdælingarsvæðinu við Gráuhnúka. Þessir stærstu skjálftar hafa fundist á einstaka stöðum í nærliggjandi byggð.

Mögulegt er að aukin massavinnsla vegna Hellisheiðarvirkjunar gæti haft áhrif á skjálftavirkni á vinnslusvæðum. Ólíklegt verður að teljast að aukin massaupptekt á Hellisheiðarvinnslusvæðinu valdi finnanlegri skjálftavirkni, enda er skjálftavirknin þar lítil, þrátt fyrir mikla vinnslu. Hinsvegar gæti aukning í massavinnslu á Hverahlíðarsvæðinu aukið líkur á finnanlegri skjálftavirkni. Tengsl massavinnslu og skjálftavirkni er ekki eins vel þekkt og tengsl niðurdælingar og skjálftavirkni. Í tengslum við gerð matsskyldufyrirspurnar voru Íslenskar orkurannsóknir (ÍSOR) fengnar til að gera úttekt á því hvort massavinnsla gæti aukið skjálftavirkni (Fylgiskjal 4). Niðurstaðan var eftirfarandi:

„Þótt aukin vinnsla í Hverahlíð frá 2018 hafi leitt til aukningar á jarðskjálftum á stærðarbilinu 2–3 er það innan þeirra marka sem langvarandi vinnsla á öðrum háhitasvæðum hefur leitt í ljós. Þótt líklegt sé að smáskjálftum minni en 3 að stærð gæti fjölgað eitthvað vegna

*aukinnar vinnsla í Hverahlíð er engin ástæða til að ætla að hún muni leiða til nema örfárra jarðskjálfta sem næðu 3 að stærð, og stærri.*

*Hitt er svo annað mál að fyrir eða síðar munu verða mun stærri jarðskjálftar á þessum slóðum vegna plötuhreyfinga jarðskorpunnar. Þeir jarðskjálftar munu verða, óháð því hvort vinnsla verður aukin í Hverahlíð eða ekki (ÍSOR, 2021).“*

### Verklag til að lágmarka finnanlega skjálftavirkni

Orka náttúrunnar hefur rekið þétt skjálftamælanet á Hengilssvæðinu síðan 2016 og er gögnum úr því neti streymt í miðlægan gagnagrunn þar sem jarðskjálftar eru greindir og staðsettir í nær rauntíma. Staðsetningarnar eru svo birtar með vinnslu- og niðurdælingargögnum í gagnasjá. Því er hægt að fylgjast náið með mögulegum breytingum í virkni vegna vinnslu og niðurdælingar. Orka náttúrunnar hefur einnig tekið þátt í fjölda rannsóknarverkefna til að skilja betur samhengi jarðvarmavinnslu og skjálftavirkni. Má þar nefna verkefni Carbfix2, Science 4 Clean Energy (S4CE), COSEISMIQ og SUCCEED.



Mynd 7.6 Almenn verklag Orku Náttúrunnar við óvenjulegar eða meiriháttar breytingar á niðurrennsli.

Skýrt verklag er til staðar hjá Orku náttúrunnar til að lágmarka örvaða skjálftavirkni og fylgir það reglum Orkustofnunar OS-2016-R01-01 um viðbúnað og viðbrögð við jarðskjálftavá vegna losunar á vökva í jörðu um borholur. Áður en ný niðurdælingarsvæði eða nýjar holur eru teknar í notkun er gert frummat vegna örvaðrar skjálftavirkni og er það í kjölfarið kynnt hagsmunaaðilum samhliða leyfisferlum sem um slíkar framkvæmdir gilda. Hvað varðar daglegan rekstur niðurdælingarkerfis virkjunarinnar er til verklag um meiriháttar eða óvenjulegar breytingar á tilhögun niðurdælingar, sjá Mynd 7.4. Áður en slíkar breytingar hefjast er send út tilkynning til hagsmunaaðila um auknar líkur á skjálftavirkni vegna breytinganna. Meiriháttar breytingar eru gerðar í litlum skrefum og fylgst með hvernig skjálftavirknin þróast, þannig að ekki séu gerðar breytingar sem valdi meiriháttar skjálftavirkni. Hefur þetta verklag reynst ákaflega vel og mælst vel fyrir hjá hagsmunaaðilum, svo sem nágrannasveitarfélögum, Veðurstofu Íslands, Almanna- og Væðingastofu Orkustofnunar. Orka náttúrunnar hefur einnig haldið uppi virku samtali við hagsmunaaðila vegna örvaðrar skjálftavirkni, eins og vegna annarra umhverfisþátta, á umhverfisfundum annan hvern mánuð. Þar er jarðskjálftavirkni undanfarins tímabils og möguleg tengsl við vinnslu rædd.



Orka náttúrunnar mun halda áfram virku jarðskjálftaefirliti og eftirfylgni með verklagi, á sama hátt og nú er gert, ásamt áframhaldandi samtali við hagsmunaaðila til þess að lágmarka áhrif skjálftavirkni.

### Niðurstaða mats:

Aukin massataka jarðvinnsluvökva er líkleg til að hafa óveruleg til neikvæð áhrif á skjálftavirkni. Aukinni niðurdælingu verður beint í Lakahnúka og í norðanvert Skarðsmýrarfjall, þar sem ekki er búist við aukinni skjálftavirkni. Aukin massaupptaka á Hverahlíðarsvæðinu kann að fjölga smáskjálftum undir 3 að stærð. Tilkynnt hefur verið um jarðskjálfta sem hafa orðið á bilinu 2-3 að stærð á virkjunarsvæðinu og má því búast við að skjálftar af þessari stærð kunni að finnast á einstaka stöðum í nærliggjandi byggð. Ætla má að hlutfallsleg aukning finnanlegrar skjálftavirkni gæti orðið í samræmi við hlutfallslega aukningu í massavinnslu, en hún er 15%.

#### Áhrif aukinnar massavinnslu jarðvinnsluvökva á skjálftavirkni

Lýsing áhrifa	Aukinni niðurdælingu verður beint á svæði þar sem ekki er búist við aukinni skjálftavirkni. Aukin massataka úr Hverahlíðarsvæðinu kann að fjölga smáskjálftum undir 3 að stærð.
Mótvægisáðgerðir	Áfram verður farið hægt í allar breytingar á niðurdælingu og vinnslu og áhrifin á jarðskjálftavirkni metin samhliða breytingunum. Áframhaldandi jarðskjálftaefirlit og samtal við hagsmunaaðila, m.a. á umhverfisfundum annan hvern mánuð og tilkynningum um stærri atburði.
Niðurstaða	Óveruleg til neikvæð áhrif

## 7.4 Samantekt umhverfisáhrifa

Tafla 7.2 Samantekt yfir áhrif framkvæmda á einstaka umhverfisþætti.

	Jarðhitageymir	Grunnvatn	Skjálftavirkni
Aukin massavinnsla jarðhitavökva	Óveruleg áhrif	Óveruleg áhrif	Óveruleg til neikvæð áhrif

## 8 Samráð

ON sinnir margvíslegu samráði og upplýsingagjöf til helstu hagsmunaaðila er varðar daglegan rekstur virkjana fyrirtækisins, ásamt framtíðarsýn og skipulag starfseminnar og auðlindanýtingar til framtíðar. Hér að neðan er gefið yfirlit yfir það samráð sem hefur átt sér stað er varðar málefni fyrirspurnar þessarar.

### Fyrirspurn um matsskyldu vegna aukinnar massavinnslu

Gert er ráð fyrir að leitað verði umsagnar um matsskyldufyrirspurn til eftirtalinna aðila:

- Heilbrigðiseftirlit Suðurlands
- Umhverfisstofnun
- Orkustofnun
- Sveitarfélagið Ölfus
- Hveragerðisbær

Jafnframt hefur þegar farið fram ítarlegt samráð við Orkustofnun í aðdraganda fyrirspurnarinnar, þar sem unnið hefur verið að breytingu á núgildandi nýtingarleyfi í allnokkurn tíma líkt og lýst er í kafla 2. Niðurstaða þess samráðs var að senda inn fyrirspurn um matsskyldu um breytingu á massaupptekt.

Einnig hefur efni þessarar fyrirspurnar verið kynnt á reglubundnum umhverfisfundi jarðhitavirkjana ON með leyfisveitendum og öðrum hagaðilum, þann 29. júní sl., þar sem m.a. fulltrúar frá ofan töldum aðilum voru viðstaddir eða boðaðir til kynningar og umræðu

um efni fyrirspurnar þessarar. Því hefur þörf á aukinni massaupptekt fyrir Hellisheiðarvirkjun til framtíðar verið vel kynnt fyrir viðeigandi hagaðilum.

### Skjálftavirkni á vinnslu- og niðurdælingarsvæðum

ON vinnur náið með hagsmunaaðilum í tengslum við skjálftavirkni við virkjunina líkt og lýst hefur verið að ofan. Unnið er frummat á jarðskjálftahættu áður en niðurdæling hefst í nýtt svæði eða nýja holu. Áður en óvenjulegar eða meiriháttar breytingar í niðurrennsli eru gerðar, eru þær tilkynntar hagsmunaaðilum og fjölmiðlum. Hagsmunaaðilar vegna skjálftavirkni hafa verið skilgreindir sem eftirtaldir aðilar:

- Jarðvakt Veðurstofu Íslands
- Hveragerðisbær
- Grímsnes-og Grafningshreppur
- Ölfus
- Orkustofnun
- Heilbrigðiseftirlit Suðurlands
- Almannavarnadeild Ríkislögreglustjóra.

### Reglulegt samráð hagsmunaaðila

Umhverfissfundir verða eftir sem áður haldnir annan hvern mánuð þar sem leyfisskilyrði og umhverfismál eru rædd með hagaðilum. Þar eru kynnt frávik frá eðlilegum rekstri virkjana, atburðir eða verkefni sem kunna að vekja athygli eða hafa áhrif á leyfisskilyrði, skjálftavirkni, umhverfismælikvarðar og framtíðarsýn meðal annars. Á þeim vettvangi verður hægt að upplýsa um áhrif aukinnar massavinnslu fyrir Hellisheiðarvirkjun á jarðhitauðlindina, skjálftavirkni og aðra þætti.

Jafnframt skilar ON skýrslu til Orkustofnunar árlega þar sem farið er yfir hvernig rekstur virkjunarinnar mælist gagnvart öllum leyfisskilyrðum nýtingarleyfis sem og upplýst um aðra þætti sem Orkustofnun hefur tilgreint sem nauðsynlega upplýsingagjöf til eftirlits um nýtingarleyfi á jarðhita fyrir virkjunina.

## 8.1 Leyfi sem framkvæmdin er háð

ON mun sækja um nýtt nýtingarleyfi til Orkustofnunar, í samræmi við lög nr. 57/1998 um auðlindir í jörðu. Umsóknin mun innifela breytingar á 4. gr. núgildandi leyfisins um verga massaupptöku. Mörk núgildandi leyfis eru 38 Tg á ári af vergri massavinnslu en sótt verður um aukningu í 44 Tg á ári. Verg massavinnsla er summa alls jarðhitavökva sem tekinn er upp úr borholum virkjunarinnar.

Áður en leyfi er veitt er leitað umsagna hjá Umhverfisstofnun, Náttúrufræðistofnun Íslands og sveitarfélaginu Ölfusi, í samræmi við 6.gr. laga nr. 57/1998.

Framkvæmdin kallar ekki á breytingu á gildandi starfsleyfi hjá Heilbrigðiseftirliti Suðurlands.

## 9 Niðurstæða mats

Breyting á nýtingarleyfi Hellisheiðarvirkjunar vegna aukinnar massavinnslu jarðhitavökva er líkleg til að hafa óveruleg áhrif á flesta umhverfisþætti. Helstu áhrifin koma fram við mögulega aukningu á skjálftavirkni en þar eru áhrif metin óveruleg til neikvæð. Aukin massataka úr Hverahlíðarsvæðinu kann að fjölga smáskjálftum undir 3 að stærð. Á því svæði hefur nokkur örvuð skjálftavirkni mælst. Tilkynnt hefur verið um jarðskjálfta sem hafa orðið á bilinu 2-3 á virkjunarsvæðinu og má því búast við að skjálftar af þessari stærð kunni að finnast á einstaka stöðum í nærliggjandi byggð. Ekki er gert ráð fyrir aukinni skjálftavirkni vegna jarðskjálfta á Hellisheiðarsvæðinu þar sem lítil örvuð skjálftavirkni hefur mælst á svæðinu, utan niðurdælingarsvæða, þrátt fyrir mikla vinnslu. Ekki er gert ráð fyrir að skjálftavirkni aukist vegna niðurdælingar þar sem aukinni niðurdælingu verður beint í nýja

niðurdælingarsvæðið við Lakahnúka og að norðanverðu Skarðsmýrarfjalli. Lítil örvuð skjálftavirkni hefur fundist á þessum svæðum.

Orka náttúrunnar vinnur eftir skýru verklagi til að lágmarka örvaða skjálftavirkni og fylgir það reglum Orkustofnunar OS-2016-R01-01 um viðbúnað og viðbrögð við jarðskjálftavá vegna losunar á vökva í jörðu um borholur. Orka Náttúrunnar hefur einnig haldið uppi virku samtali við hagsmunaaðila vegna örvaðrar skjálftavirkni, eins og vegna annarra umhverfisþátta, á hagsmunaaðilafundum annan hvern mánuð.

Áhrif á jarðhitageymi og grunnvatn eru metin óveruleg. Massa- og orkujafnvægi jarðhitageymisins breytist lítið og þrýstifall mun í heildina ekki breytast. Ekki verður breyting á fyrirkomulag niðurdælingar og verður umfram affallsvatni vegna aukinnar massavinnslu dælt niður með sama hætti og áður, niður fyrir þakberg og kemst það ekki í snertingu kalda grunnvatnskerfið. Áframhaldandi vöktun verður á efnasamsetningu og hita grunnvatns við og í nágrenni virkjunarinnar.

Það er mat ON að umhverfisáhrif vegna aukinnar massavinnslu jarðhitavökva á Hellisheiði geti ekki talist þess eðlis að þau séu umtalsverð í skilningi laga um mat á umhverfisáhrifum nr.106/2000, með tilliti til þess verklags og vöktunar sem eru í gangi, og framkvæmdin sé því ekki háð mati á umhverfisáhrifum.

## 10 Heimildir

Bjarni Bessason, Eypór H. Ólafsson, Gunnar Gunnarsson, Ólafur G. Flóvenz, Steinunn S. Jakobsdóttir, Sveinbjörn Björnsson og Þóra Árnadóttir. (2012). *Verklag vegna örvaðrar skjálftavirkni í jarðhitakerfum*. Skýrsla 2012-24. Orkuveita Reykjavíkur.

ÍSOR. (2021). *Vinnsla og skjálftavirkni á jarðhitasvæðum*. Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur.

Skipulagsstofnun. (2005). *Leiðbeiningar um flokkun umhverfisþátta, viðmið, einkenni og vægi umhverfisáhrifa*. Reykjavík: Skipulagsstofnun.

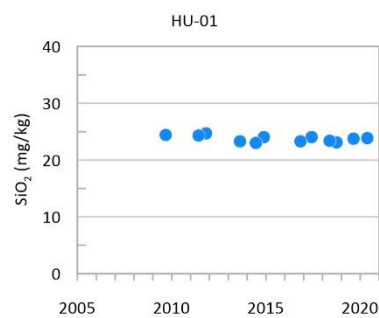
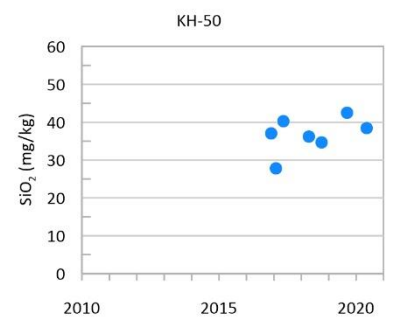
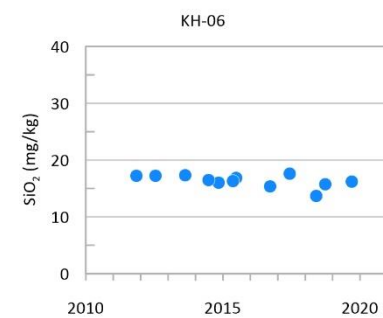
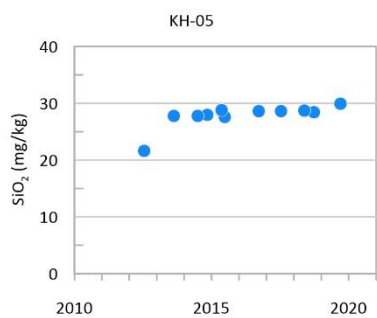
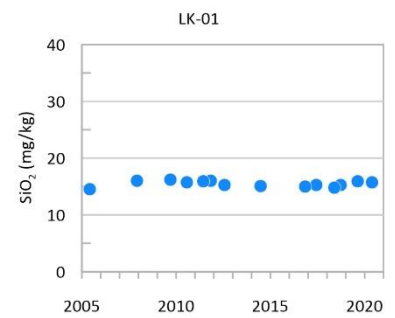
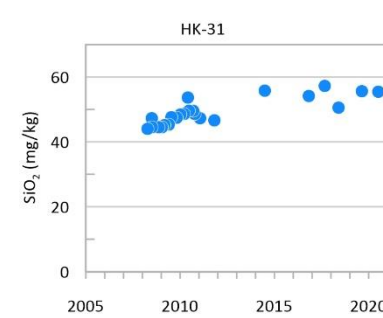
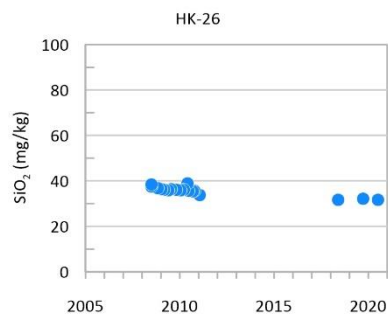
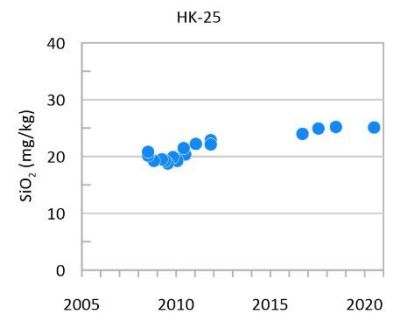
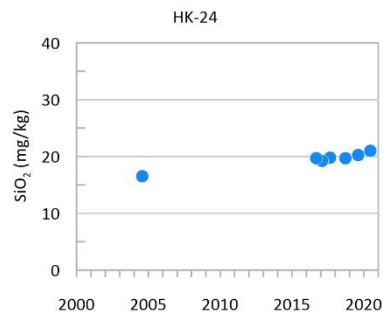
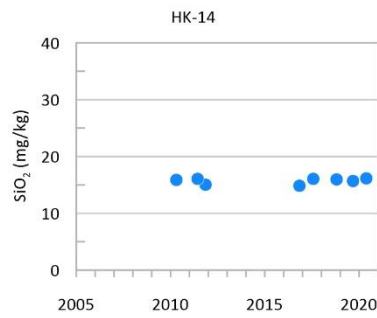
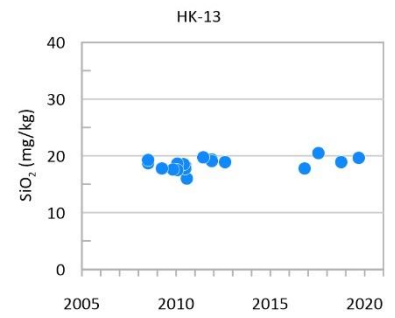
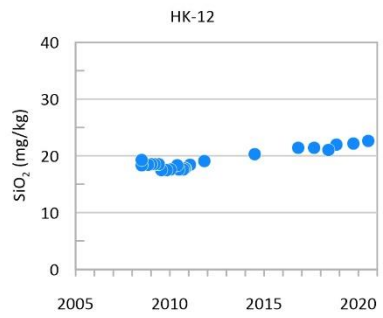
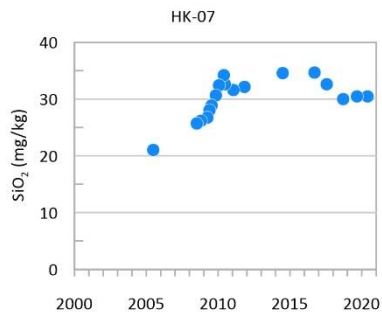
## 11 Viðaukar

**Fylgiskjal 1** | Yfirlit yfir breytingar á efnastyrk og efnainnihaldi vatnssýna.

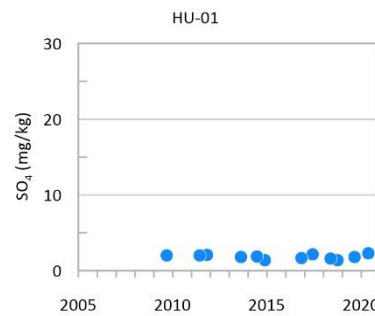
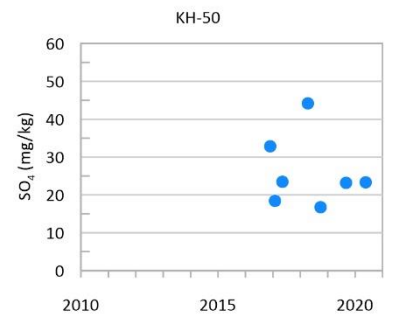
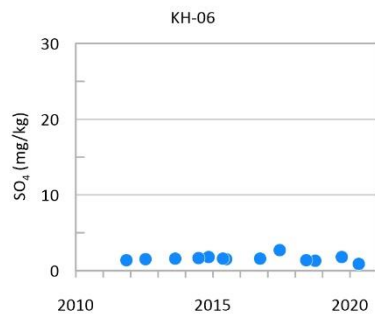
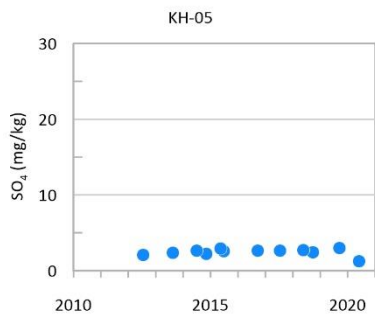
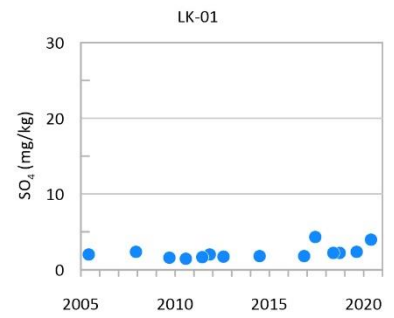
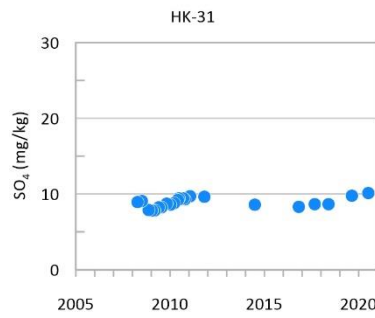
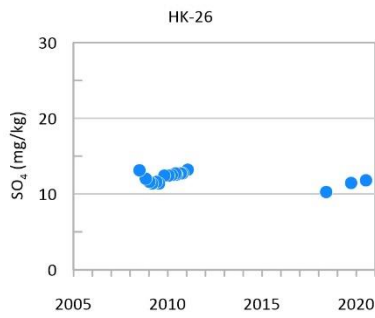
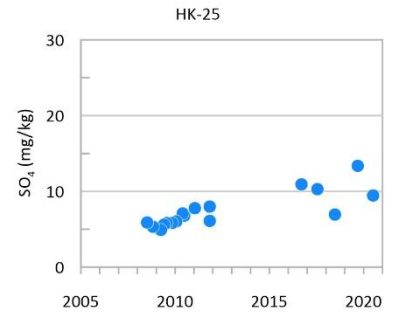
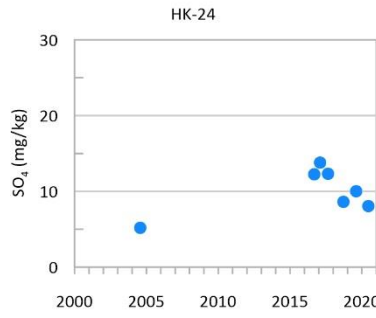
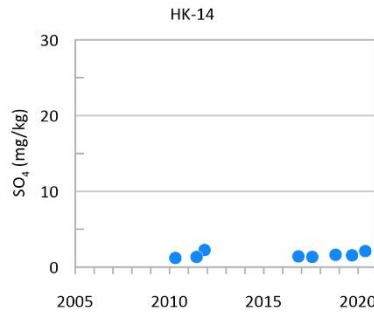
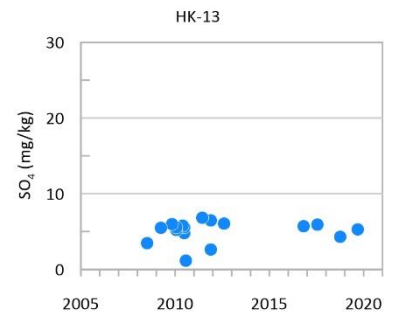
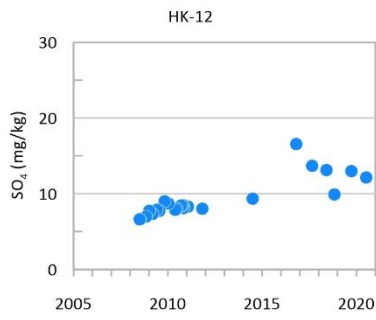
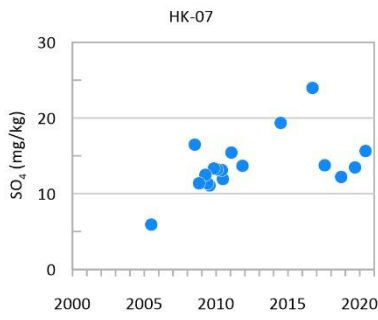
**Fylgiskjal 2** | Nýtingarleyfi ON á jarðhita á Hellisheiði

**Fylgiskjal 3** | Starfsleyfi ON vegna Hellisheiðarvirkjunar

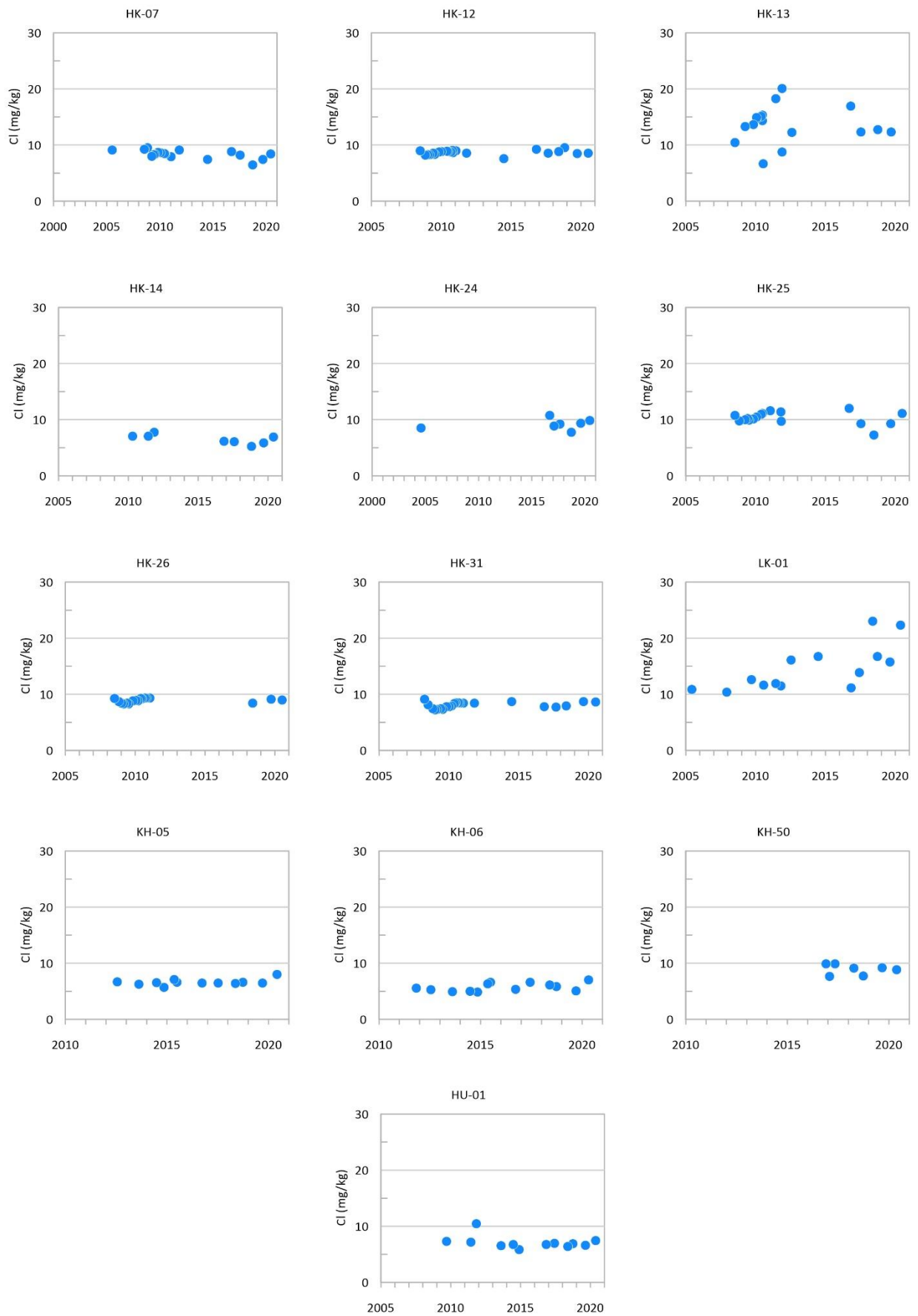
**Fylgiskjal 4** | Skýrsla ÍSOR um vinnslu og skjálftavirkni á jarðhitasvæðum



. Breytingar á styrk kísils í grunnvatni á Hellisheiði.



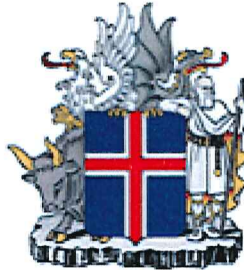
Breytingar á styrk súlfats í grunnvatni á Hellisheiði



*Breytingar á styrk klóríðs í grunnvatni á Hellisheiði*







## Nýtingarleyfi á jarðhita á Hellisheiði

Í samræmi við 6. gr. laga um rannsóknir og nýtingu á auðlindum í jörðu nr. 57/1998, veitir Orkustofnun hér með Orku náttúrunnar, kt. 521213-0190, hér eftir nefndur leyfishafi, nýtingarleyfi til töku jarðhita á nýtingarsvæði á Hellisheiði, sveitarfélaginu Ölfusi.

Við undirbúning að útgáfu leyfis þessa var leitað umsagnar Umhverfisstofnunar, Náttúrufræðistofnunar Íslands og sveitarfélagsins Ölfuss, í samræmi við 3. mgr. 6. gr. laga um rannsóknir og nýtingu á auðlindum í jörðu nr. 57/1998 og landeiganda með vísan til 13. og 14. gr. stjórnssýslulaga, nr. 37/1993. Orkuveita Reykjavíkur (móðurfélag Orku náttúrunnar) er eigandi að stórum hluta þess lands og jarðhitaréttinda sem um ræðir. Að auki liggja fyrir samningur við Íþróttafélag Reykjavíkur vegna lands í þeirra eigu, sem og samþykki forsætisráðherra til nýtingar á þeim hluta sem telst þjóðlenda.

### 1. gr.

#### *Almennt*

Leyfið tekur til nýtingar á jarðhita. Leyfið felur í sér heimild til handa leyfishafa til að nýta jarðhita á leyfistímanum í því orku- og vökvamagni og með þeim skilmálum öðrum sem tilgreindir eru í leyfi þessu og lögum um rannsóknir og nýtingu á auðlindum í jörðu.

### 2. gr.

#### *Staðarmörk svæðis*

Leyfið tekur til nýtingarsvæðis á Hellisheiði, sveitarfélaginu Ölfusi. Hnit nýtingarsvæðisins eru eftirfarandi (ISN93 viðmiðun):

X	Y
380296	398791
388500	398791
388500	389000
380296	389000



### 3. gr.

#### *Gildistími*

Leyfið gildir frá 2. nóvember 2015 til 1. nóvember 2055, sbr. 3. mgr. 3. gr. a. laga um rannsóknir og nýtingu á auðlindum í jörðu nr. 57/1998. Að þeim tíma liðnum er heimilt að framlengja leyfið tvisvar sinnum til 15 ára í senn nema að forsendur leyfisveitingar hafi breyst og sýnt sé fram á að óbreytt nýting hafi skaðleg áhrif á jarðhitageymi eða grunnvatn.

### 4. gr.

#### *Nýtingarhraði orku og vökva*

Með leyfi þessu er leyfishafa heimilt að nýta allt að 60 PJ/a ( $1 \text{ PJ} = 1 \cdot 10^{15} \text{ J}$ ) af orku (verg frumorka) og allt að 38 Tg/a ( $1 \text{ Tg} = 1 \cdot 10^{12} \text{ g}$ ) af vökva (verg massavinnsla) úr jarðhitageymi.

### 5. gr.

#### *Neyðarlosun*

Losun vökva á yfirborði (yfirborðslosun) er óheimil nema til prófana á holum í skemmri tíma og vegna stórfelldra bilana (neyðarlosun). Neyðarlosun er tilkynningarskyld til Orkustofnunar með skýringu og viðbragðsáætlun þannig að neyðarlosun vari ekki lengur en að hámarki í þrjá mánuði.

### 6. gr.

#### *Losun á vökva í jörðu um borholur*

Allt skiljuvatn og allt að 30% af þéttivatni skal losað niður í jarðhitakerfi á a.m.k. 800 metra dýpi. Losun í jörðu um borholur skal nema að lágmarki 18 Tg/a eða sem nemur öllu skiljuvatni virkjunarinnar, hvort sem lægra er.

Við undirbúning og framkvæmd á losun vökva í jörðu um borholur skal gætt að reglum Orkustofnunar um viðbúnað og viðbrögð við jarðskjálftavá. Leyfishafi ber ábyrgð á undirbúningi og framkvæmd losunar í jörðu um borholur, rannsóknnum og vöktun borholu og nýtingarsvæðis, að viðbragðsáætlun sé til staðar og að starfað sé í samræmi við hana.

Telji leyfishafi ákvæði um losun í jörðu um borholur til skaða fyrir auðlindina getur leyfishafi farið fram á endurskoðun Orkustofnunar á ákvæðum þessum. Slík endurskoðun tekur þá einnig til nýtingarhraða.

### 7. gr.

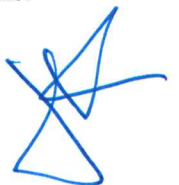
#### *Leyfilegur niðurdráttur*

Leyfishafi hefur spáð fyrir um líkleg viðbrögð jarðhitakerfisins við fyrirhugaðri nýtingu, bæði fyrir Hellisheiðasvæðið og Hverahlíðarsvæðið. Árleg útgildi (0–100% líkindi) vökmörk (10–90% líkindi) hafa verið skilgreind og skal leyfishafi endurskoða reiknilíkanið áður en vökmörkum er náð. Falli þrýstingur út fyrir leyfileg mörk útgilda, eða ef uppfærðir líkanreikningar eða gögn gefa til kynna að óbreytt vinnsla leiði til gufurýrnunar umfram 3% á ári að jafnaði yfir fimm ára tímabil eða ef grunnlosun gengur illa á leyfistíma þarf leyfishafi að leggja til mótvægisáðgerðir með því að færa til eða minnka massavinnslu eða auka djúplosun.

### 8. gr.

#### *Tillit til annarrar nýtingar*

Leyfishafi skal við framkvæmdir og nýtingu á sínum vegum, sem ætla má að hafi áhrif á nýtingu annarra aðila, taka tillit til og hafa samráð við aðila sem stunda nýtingu í nágrenni nýtingarsvæðisins.



### 9. gr.

#### *Mat á umhverfisáhrifum, skipulag og starfsleyfi*

Leyfið er háð þeim skilyrðum sem fram koma í álitni Skipulagsstofnunar vegna mats á umhverfisáhrifum Hellisheiðarvirkjunar, dags. 18. febrúar 2004 og 28. mars 2006, Hverahlíðarvirkjunar, dags. 19. maí 2008, og lagningu flutningslagna milli Hverahlíðar og Hellisheiðarvirkjunar, dags. 2. maí 2014, og þeim áformum leyfishafa um aðgerðir, rannsóknir og eftirlit sem lýst er í matsskýrslu og ætla má að hafi haft áhrif á afstöðu lögboðinna umsagnaraðila og niðurstöðu Skipulagsstofnunar.

Framkvæmdir á grundvelli leyfisins séu í samræmi við gildandi skipulagsáætlanir á svæðinu.

### 10. gr.

#### *Vernd og frágangur starfsstöðva og svæðis*

Um vernd nýtingarsvæðis gilda, auk laga um rannsóknir og nýtingu á auðlindum í jörðu, lög um náttúruvernd nr. 44/1999, einkum ákvæði 17., 34., 35., 37. og 38. gr. laganna, lög um hollustuhætti og mengunarvarnir, nr. 7/1998, sem og önnur lög sem varða nýtingu lands. Leyfishafa ber í hvívetna að fara að lögum í umgengi sinni um nýtingarsvæðið og skal leitast við að mannvirki verði lögð á þann hátt að sem minnstur skaði verði á náttúru landsins.

Leyfishafi skal taka tillit til umhverfissjónarmiða við framkvæmdir sem og við frágang að þeim loknum og fjarlægja á sinn kostnað öll mannvirki og skilja við svæðið, svo sem nokkur kostur er, í sama ásigkomulagi og fyrir framkvæmdir. Frágangur skal vera með þeim hætti að hann fyrirbyggi ekki framtíðarnotkun jarðrænna auðlinda á svæðinu.

### 11. gr.

#### *Eftirlit*

Orkustofnun hefur, samkvæmt 21. gr. laga um rannsóknir og nýtingu á auðlindum í jörðu, eftirlit með framkvæmd leyfis þessa.

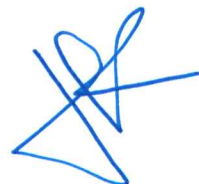
Orkustofnun hefur samráð við aðra opinbera aðila eftir því sem þörf krefur. Leyfishafi greiðir allan kostnað af eftirliti Orkustofnunar. Miðað við virkt innra eftirlit leyfishafa og skil á gögnum til Orkustofnunar á stafrænu formi, er eftirlit Orkustofnunar metið verða sem svarar til 20 vinnustunda á mánuði. Innifelur það úrvinnslu gagna, eftirlitsfundi á vegum leyfishafa og annað eftirlit. Eftirlitskostnaður verður þó aðeins innheimtur á grundvelli skráðra vinnustunda og bókfærðs útlags kostnaðar. Komi til atvik, sem kalli á aukalegar eftirlitsaðgerðir Orkustofnunar, þá fari þær fram að höfðu samráði stofnunarinnar við leyfishafa, sem beri kostnað af þeim aðgerðum.

### 12. gr.

#### *Upplýsingaskylda og meðferð upplýsinga*

Leyfishafi skal senda Orkustofnun skýrslu fyrir 1. maí árlega, þar sem fram koma upplýsingar um heildarmagn og mat á verðmæti auðlindar sem nýtt hefur verið og aðrar upplýsingar sem gefa til kynna stöðu og ástand auðlindar og nánar er getið í viðauka sem líta skal á sem hluta af leyfi þessu. Um skil á gögnum til Orkustofnunar skal fylgja leiðbeiningum Orkustofnunar sem eru í gildi á hverjum tíma.

Leyfishafi skal tryggja að sú þekking á jarðhitaauðlindinni og reynsla sem aflast við nýtingu hennar sé aðgengileg og gagnsæ jafnt almenningi sem fræðasamfélögum. Upplýsingar um töku orku og massa, losun á vökva og gasi, niðurdrátt, efnabreytingar og skjálftamælingar skulu gerð opinber innan árs frá mælingum í samræmi við leiðbeiningar Orkustofnunar.





Skilaskyldum gögnum, þar á meðal upplýsingar um eðli og umfang auðlindar og viðbrögð jarðhitakerfisins við vinnslu skulu gerð opinber og aðgengileg að hámarki 5 árum frá gerð þeirra í samræmi við leiðbeiningar Orkustofnunar. Telji leyfishafi vegna viðskiptahagsmuna eða samkeppnissjónarmiða mikilvægt að framlengja trúnaði yfir ákveðnum upplýsingum getur leyfishafi óskað þess við Orkustofnun til 5 ára í senn, gegn rökstuðningi.

### 13. gr.

#### *Vinnslueftirlitsvísar*

Leyfishafi ber að fylgjast með og upplýsa Orkustofnun í eftirlitsskýrslu um breytingar á vinnslueftirlitsvísam hverju sinni, s.s. breytingar á eðlisástandi með árlegum mælingum á vermi vökvans úr holum, hitastigi og þrýstingi í jarðhitakerfi, efnabreytingum, áhrifum á grunnvatn, lífríki og virkni jarðhita. Þá skal leyfishafi uppfæra reiknilíkan af jarðhitakerfinu á minnst 5 ára fresti í samræmi við almennar kröfur Orkustofnunar til reiknilíkana af jarðhitakerfum á hverjum tíma.

### 14. gr.

#### *Eignarhald auðlindar/endurgjald*

Orkuveita Reykjavíkur (móðurfélag Orku náttúrunnar) er eigandi að stórum hluta lands þess og jarðhitaréttindum sem um ræðir. Þá liggur fyrir samþykki forsætisráðherra frá 26. september 2006 sem heimilar Orkuveitu Reykjavíkur nýtingu vatns- og jarðhitaréttinda auk annarrar hagnýtingar vegna virkjunar á svæði sem telst þjóðlenda. Einnig liggur fyrir samningur Orkuveitu Reykjavíkur við ÍR frá 15. desember 2005 um nýtingu lands í þeirra eigu á Hengilssvæði. Í staðfestingu Orkuveitu Reykjavíkur liggur fyrir heimild Orku náttúrunnar til nýtingar á jarðhita á Hellisheiðarsvæðinu.

### 15. gr.

#### *Skaðabótaskylda og vátryggingar*

Leyfishafi er skaðabótaskyldur vegna tjóns sem hlýst af starfsemi á grundvelli leyfis þessa í samræmi við almennar reglur skaðabótaréttarins. Leyfishafa ber að hafa tryggingu hjá viðurkenndu tryggingarfélagi vegna tjóns er kann að hljótask af starfsemi hans almennt.

### 16. gr.

#### *Framsäl*

Leyfi þetta verður ekki framselt né má setja það til tryggingar fjárskuldbindingum nema með leyfi Orkustofnunar, sbr. 32. gr. laga um rannsóknir og nýtingu á auðlindum í jörðu.

### 17. gr.

#### *Afturköllun*

Orkustofnun getur afturkallað leyfið ef leyfishafi fylgir ekki þeim skilmálum sem settir eru í leyfi þessu eða lögum og reglugerðum sem það byggir á, sbr. 20. gr. laga um rannsóknir og nýtingu á auðlindum í jörðu eða samningum sem tengjast leyfinu.

Verði Orkustofnun vör við að leyfishafi brjóti gagnvart ofangreindu skal stofnunin veita leyfishafa skriflega aðvörun og frest til úrbóta. Sama á við ef vikið er frá samningi skv. 11. gr. Ef leyfishafi sinnir ekki slíkri aðvörun skal afturkalla leyfið.

### 18. gr.

#### *Önnur leyfi*

Áður hefur verið gefið út nýtingarleyfi á jarðhita á Hellisheiði, dags. 22. október 2008, og virkjunarleyfi til að reisa og reka allt að 303 MW orkuver á Hellisheiði, dags. 8. október 2004, 8. Febrúar 2006, 22. október 2008 og 3. júní 2011. Leyfi þetta inniheldur þau ákvæði fyrri leyfa sem lúta að nýtingu jarðhita á leyfissvæðinu.



Leyfi þetta er háð almennum gildandi réttarreglum á hverjum tíma. Það undanþiggur ekki leyfishafa frá því að sækja um leyfi vegna starfsemi sinnar sem að öðru leyti er mælt fyrir um í öðrum lögum sem starfsemin fellur undir, svo sem framkvæmda og/eða byggingarleyfi viðkomandi sveitastjórnar.

**19. gr.**

*Leyfisgjald*

Leyfishafi skal greiða kr.166.000 gegn afhendingu leyfisbréfs þessa, sbr. 35. tl. 11. gr. laga um aukatekjur ríkissjóðs, nr. 88/1991, með áorðnum breytingum.

Reykjavík, 2. nóvember 2015



Jónas Ketilsson,  
staðgengill orkumálastjóra

Einnig fylgir leyfinu eftirfarandi og telst hluti þess:

Viðauki I: Skilgreiningar.

Viðauki II: Skil á gögnum til Orkustofnunar vegna rannsóknar-, nýtingar- og virkjunarleyfa jarðhita.

Viðauki III: Leyfilegur niðurdráttur.

Viðauki IV: Hnitsett staðarmörk nýtingarleyfis.

Viðauki V: Reglur um viðbúnað og viðbrögð við jarðskjálftavá vegna losunar á vökva í jörðu um borholur.



Fylgiskjal með nýtingarleyfi á jarðhita á Helligshéiði í sveitarfélaginu Ölfusi, dags. 2. nóvember 2015

## Viðauki I - Skilgreiningar

*Jarðhitakerfi:* Afmarkað rúmmál í jarðskorpu. Inniheldur uppstreymisrás, aðrennsli, hverasvæði og afrennsli.

*Jarðhitageymir:* Heitur og vatnsgæfur hluti jarðhitakerfis, sem hægt er að nýta til orkuvinnslu.

*Skiljuvökvi:* Hverflar virkjunar ganga fyrir gufu og því þarf að aðgreina gufuna frá vökvanum sem kemur upp við ákveðinn þrýsting. Vökvinn sem skilst frá og tekin er upp úr jörðu nefnist skiljuvökvi.

*Þéttivökvi:* Hluti gufunnar sem hefur farið í gegnum virkjunina þéttist og nefnist þéttivökvi. Hluta þéttivökvans kann að vera blandað við skiljuvökva til niðurdælingar eða neyðarlosunar og nefnist þá affallsvökvi.

*Yfirborðslosun:* Losun vökva á yfirborði.

*Neyðarlosun:* Yfirborðslosun vökva vegna stórfelldra bilana.

*Djúplosun:* Losun á vökva í jarðhitageym niður á 800 metra dýpi hið minnsta.

*Frumorka:* Sú orka sem losnar úr jarðhitavökva á leið hans úr upphafsástandi við yfirborð jarðar í viðmiðunarástand. Hér er viðmiðunarástand tekið sem 15°C við 0,1 MPa.

*Frumorkuvinnsla:* Frumorka jarðhitavökva sem unnin er úr jarðhitageymi yfir tiltekið tímabil.

*Massavinnsla:* Massavinnsla frumorkuvinnslu sem unnin er úr jarðhitageymi yfir tiltekið tímabil.

*Íðorka jarðvarma:* Sú hámarksvinna sem jarðhitavökvi fær framkvæmt á leið sinni frá upphafsástandi við yfirborð jarðar í viðmiðunarástand. Hér er viðmiðunarástand tekið sem 15°C við 0,1 MPa.

*Mælieiningar:* Mælieiningar og margföldunarstuðlar við þær miðast við alþjóðlega einingakerfið (SI). Almanaksár hefur eininguna a.

## Viðauki II - Skil á gögnum til Orkustofnunar vegna rannsóknar-, nýtingar- og virkjunarleyfa jarðhita.

### INNGANGUR

Orkustofnun leggur ríka áherslu á að safna gögnum er varða jarðrænar auðlindir enda er eitt af lögbundnum hlutverkum stofnunarinnar að safna gögnum um orkulindir og aðrar jarðrænar auðlindir, nýtingu þeirra og orkubúskap landsmanna, varðveita þau og miðla upplýsingum til stjórnvalda og almennings, sbr. 3. tölul. 1. mgr. 2. gr. laga um Orkustofnun, nr. 87/2003. Til að sinna þessu hlutverki sínu er Orkustofnun heimilt að krefjast gagna sem varða nýtingu á jarðrænum auðlindum, orkuvinnslu og orkunotkun. Skylt er þeim sem stunda atvinnurekstur er varðar framangreint að afhenda stofnuninni nauðsynleg gögn innan frests sem hún tilgreinir, sbr. 5. mgr. 2. gr. laganna. Þá hefur Orkustofnun, skv. 24. gr. raforkulaga, eftirlit með því að fyrirtæki sem starfa samkvæmt lögnum fullnægi þeim skilyrðum sem um starfsemina gilda samkvæmt raforkulögum, reglugerðum settum samkvæmt þeim og öðrum heimildum. Samkvæmt 5. gr. raforkulaga nr. 65/2005 og 5. gr. reglugerðar nr. 1040/2005 um framkvæmd raforkulaga getur Orkustofnun m.a. sett skilyrði í virkjunarleyfi er lúta að mælingum, rannsóknum og upplýsingaskilum til að stuðla að sjálfbærri nýtingu endurnýjanlegra orkulinda og að varlega sé farið í nýtingu óendurnýjanlegra orkulinda.

Samkvæmt 18. gr. laga um rannsóknir og nýtingu á auðlindum í jörðu, nr. 57/1998 (auðlindalaga), skal í rannsóknar- og/eða nýtingarleyfi tilgreina upplýsinga- og tilkynningaskyldu leyfishafa, þar með talda skyldu til afhendingar á sýnum og gögnum og hvernig hún skuli innt af hendi.

Orkustofnun annast eftirlit með jarðhitasvæðum og skal stofnunin gefa iðnaðarráðherra skýrslu um framkvæmd leitar, rannsókna og vinnslu jarðhita skv. nánari fyrirmælum sem ráðherra setur með reglugerð, sbr. 21. gr. auðlindalaga.

Handhafar rannsóknar- eða nýtingarleyfis skulu eigi sjaldnar en árlega senda Orkustofnun skýrslu þar sem fram koma upplýsingar um niðurstöður leitar og rannsókna, upplýsingar um eðli og umfang auðlinda, upplýsingar um heildarmagn og mat á verðmæti auðlindar sem nýtt hefur verið og fleiri atriði samkvæmt nánari ákvörðun í viðkomandi leyfi, sbr. 22. gr. auðlindalaga.

Upplýsingar um skilaskyld gögn skal vera hluti af viðkomandi leyfi. Orkustofnun, sem leyfisveitandi, getur afturkallað leyfi ef skilaskyldu gagna er ekki sinnt, sbr. 20. gr. auðlindalaga.

### MARKMIÐ EFTIRLITS

Markmið eftirlits Orkustofnunar vegna rannsóknar- og nýtingarleyfa er að fylgjast með rannsóknum og vinnslu auðlinda þannig að nýting verði sem best þegar til lengri tíma er litið, sbr. 25. gr. auðlindalaga. Einnig skal Orkustofnun hafa eftirlit með umgengni við auðlindir til varnar því að auðlindum sé spillt eða að framkvæmdir valdi hættu eða skaða, sbr. 24. gr. auðlindalaga. Niðurstöður sem fengnar eru við rannsókn auðlinda eru forsendur nýtingarleyfis og eftirlitsgögn sem safnað er við nýtingu auðlinda eru grundvöllur framlengingar á nýtingaleyfum. Af þessum sökum þarf eftirlitsaðili að halda gagnagrunn um rannsóknir og nýtingu auðlinda.

### MEÐFERÐ UPPLÝSINGA

Upplýsingar sem veittar eru Orkustofnun vegna rannsóknarleyfis skulu bundnar trúnaði á gildistíma leyfis og framlengingar þess og forgangsréttartíma, svo og á gildistíma nýtingarleyfis sem veitt er rannsóknarleyfishafa í kjölfar rannsóknarleyfis nema annað sé sérstaklega ákveðið í leyfinu, sbr. kaflinn Meðferð upplýsinga.





Ef nýtingar- eða virkjunarleyfi er ekki gefið út til rannsóknarleyfishafa í kjölfar rannsóknarleyfis fellur trúnaðarskylda niður og er þá Orkustofnun heimilt að láta umræddar upplýsingar í té og/eða nýta þær í þágu frekari leyfisveitinga.

Ef nýtingar- eða virkjunarleyfi er veitt öðrum aðila en þeim sem kostað hefur rannsóknir á svæðinu getur sá sem kostaði rannsóknirnar krafið leyfishafa um sannanlegan kostnað vegna nýtanlegra rannsókna gegn afhendingu á niðurstöðum þeirra, sbr. 7.gr. auðlindalaga.

Upplýsingar sem veittar eru Orkustofnun vegna nýtingar- eða virkjunarleyfis skulu bundnar trúnaði á gildistíma þess nema annað sé sérstaklega ákveðið í leyfinu.

Upplýsingar sem veittar eru Orkustofnun samkvæmt auðlindalögum skulu vera í vörslu stofnunarinnar og er stofnuninni óheimilt að veita þriðja aðila aðgang að gögnunum nema með sérstöku leyfi leyfishafa.

Leyfishafi og leyfisveitandi skulu eftir föngum leitast við að gera niðurstöður rannsókna og vinnslu aðgengilegar svo af þeim megi læra, komandi kynslóðum til hagsbóta.

### **RANNSÓKNARLEYFI**

Leyfishafa ber að skila ákveðnum niðurstöðum rannsókna til Orkustofnunar svo stofnunin megi rækja eftirlitshlutverk sitt samkvæmt auðlindalögum. Umfang rannsókna ber að skilgreina nákvæmlega í þeirri rannsóknaráætlun sem lögð er til grundvallar á hverju rannsóknarleyfi og er hluti af viðkomandi leyfi. Viðkomandi rannsóknaráætlun setur þannig ramma um þau gögn sem leyfishafa ber að afhenda Orkustofnun. Þar sem því verður við komið er æskilegt að gögnum verði skilað á stafrænu formi.

Eigi sjaldnar en árlega skal leyfishafi senda Orkustofnun afrit af þeim skýrslum sem unnar hafa verið samkvæmt viðkomandi rannsóknaráætlun.

### **VIRKJUNAR- EÐA NÝTINGARLEYFI**

Leyfishafa ber að skila Orkustofnun ákveðnum upplýsingum um eðli og umfang auðlinda, upplýsingum um heildarmagn og mat á verðmæti auðlindar sem nýtt hefur verið og fleiri atriðum samkvæmt nánari ákvæðum í viðkomandi leyfi. Eftir því sem við verður komið er æskilegt að gögnum verði skilað á stafrænu formi. Upplýsingar sem leyfishafi skal senda Orkustofnun árlega vegna nýtingar- og virkjunarleyfis eru:

- Mánaðarlegt heildarmagn af jarðhitavökva sem unninn er úr jarðhitageyminum (kg) ásamt uppteikt á hverju almanaksári (Tg).
- Mánaðarlegt heildarmagn af jarðhitavökva sem unninn er úr hverri borholu á jarðhitasvæðinu (kg).
- Mánaðarlegt magn af vökva sem dælt er niður í jarðhitakerfið (kg) ásamt niðurdælingu á hverju almanaksári (Tg).
- Mánaðarlegur aflestur á hitastigi vatns sem dælt er niður í jarðhitakerfið (°C).
- Mánaðarlegar vatnsborðsmælingar í þeim borholum sem tengjast jarðhitasvæðinu og hægt er að mæla vatnsborð í (m).
- Mælingar sem gerðar eru á þrýstingi eða niðurdrætti í jarðhitageymi (MPa/bar).
- Mælingar sem gerðar eru á vermi borholuvökva úr hverri borholu sem nýtt er á jarðhitasvæðinu (kJ/kg) og tilheyrandi gögn því til stuðnings.
- Frumorkuvinnsla jarðvarma úr jarðhitageymi (PJ/a). Frumorka jarðvarma er sú orka sem losnar úr jarðhitavökva á leið hans úr upphafsástandi í viðmiðunarástand við 15°C við 1 bar<sub>a</sub>.
- Frumorkunotkun jarðvarma (PJ/a) er frumorkuvinnsla að fráreginni frumorku jarðhitavökva sem dælt er niður í sama jarðhitageym innan sama tímabils.
- Hita- og þrýstingsmælingar í borholum sem gerðar eru á jarðhitasvæðinu.
- Efnagreiningar sem gerðar eru á jarðhitavatni (og gufu þar sem það á við).
- Niðurstöður hermireikninga sem gerðir eru fyrir jarðhitakerfið.

- Mælingar sem gerðar eru til þess að fylgjast með breytingum í jarðhitakerfinu.
- Upplýsingar um nýboranir á vinnslusvæði.
- Niðurstöður um gerð jarðhitakerfisins sem fást með nýborunum.

## **BORHOLUR**

Skilaskyld gögn um borholur, sem boraðar eru til rannsóknar eða nýtingu jarðhita, eru annars vegar viss gögn um holurnar sem mannvirki og hins vegar gögn sem holurnar veita um jarðhitann sem auðlind.

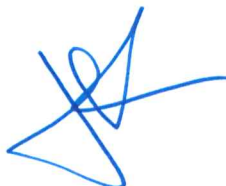
Mannvirkjaleg atriði borhola eru t.d.:

Staðsetning holu (hnit, staðarnafn, svæðisnafn)  
Hnitsettur holuferill fyrir skáboraðar holur  
Dýpi holu og fóðringar  
Borár

Upplýsingar um auðlindina sem holurnar veita eru t.d.:

Rennslí úr holu  
Hitastig eða vermi borholuvökva  
Staðsetning vatnsæða í holu  
Jarðlagasnið  
Efnasamsetning borholuvökva  
Hitastig og þrýstingur í jarðhitakerfi

Orkustofnun getur krafist þess að fá afrit af borskýrslu (dagbók jarðborunar) eigi síðar en einum mánuði eftir að borun er lokið og Orkustofnun getur einnig krafist þess að berg- og jarðvegssýnishorn séu varðveitt, sbr. 22. gr. auðlindalaga. Að öðru jöfnu skal skilaskylda til Orkustofnunar takmarkast við þær upplýsingar sem leyfishafi vinnur úr þessum gögnum.



Fylgiskjal með nýtingarleyfi á jarðhita á Hellisheiði í sveitarfélaginu Ölfusi, dags. 2. nóvember 2015

## Viðauki III – Leyfilegur niðurdráttur

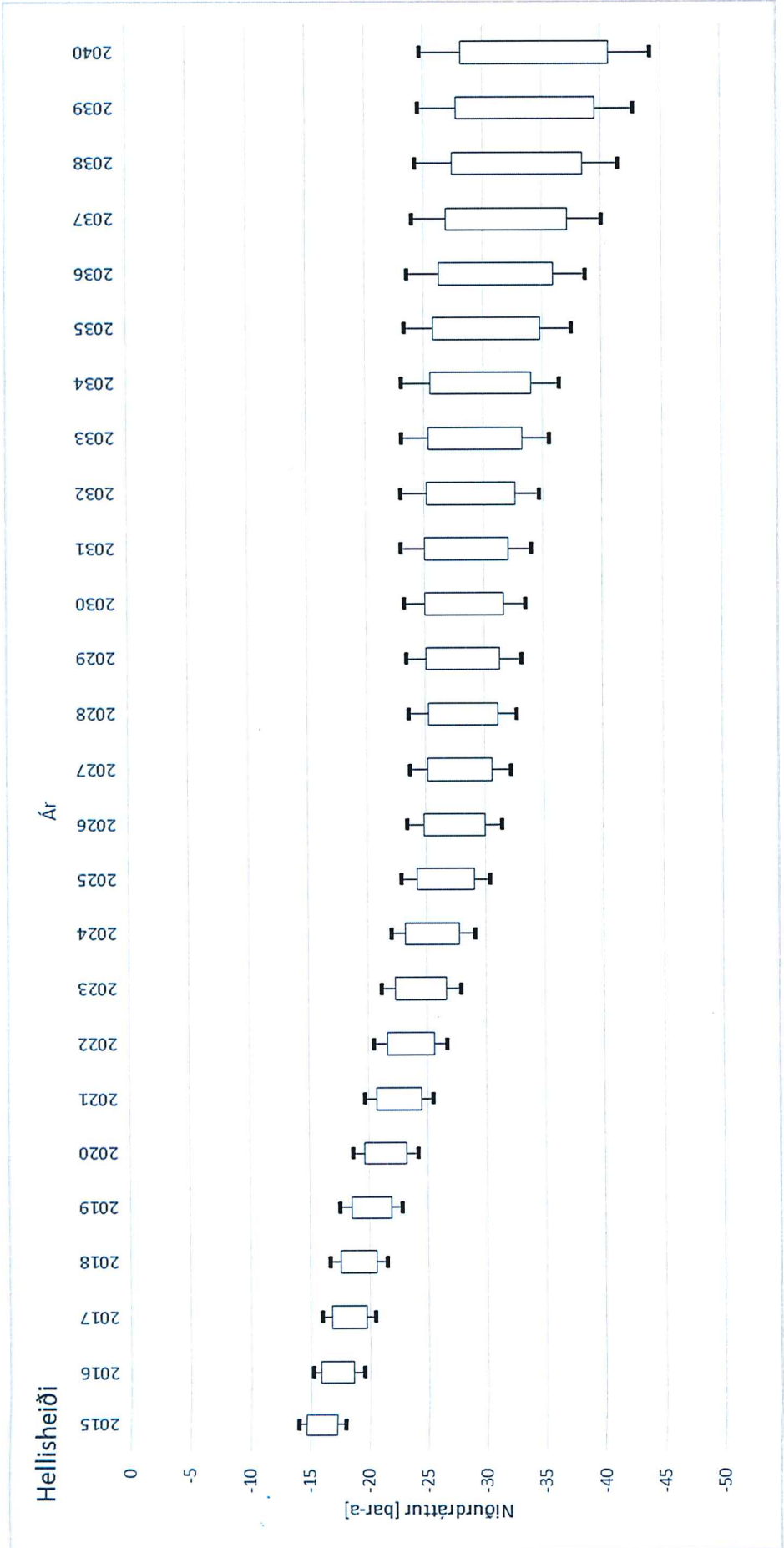
Þar sem um er að ræða tvö jarðhitakerfi fyrir eina virkjun er niðurdráttur áætlaður fyrir hvort kerfi.

### HELLISHEIÐI

Upphafsviðmið: 51,9 bar á 1000 m dýpi í holu HE-4.

Ár	P Efra útgildi [bar-a]	P Efri vikmörk [bar-a]	P Miðgildi [bar-a]	P Neðri vikmörk [bar-a]	P Neðra útgildi [bar-a]
2015	-14,0	-14,7	-16,0	-17,3	-18,0
2016	-15,2	-15,9	-17,3	-18,7	-19,5
2017	-16,0	-16,9	-18,3	-19,7	-20,5
2018	-16,7	-17,6	-19,1	-20,6	-21,5
2019	-17,6	-18,5	-20,2	-21,9	-22,8
2020	-18,7	-19,6	-21,4	-23,2	-24,2
2021	-19,7	-20,7	-22,6	-24,5	-25,5
2022	-20,5	-21,6	-23,6	-25,6	-26,7
2023	-21,2	-22,4	-24,5	-26,6	-27,9
2024	-22,0	-23,2	-25,5	-27,8	-29,1
2025	-22,9	-24,2	-26,6	-29,0	-30,4
2026	-23,4	-24,8	-27,4	-30,0	-31,4
2027	-23,7	-25,2	-27,9	-30,6	-32,2
2028	-23,6	-25,3	-28,2	-31,1	-32,7
2029	-23,4	-25,1	-28,2	-31,3	-33,1
2030	-23,2	-25,0	-28,3	-31,6	-33,5
2031	-23,0	-25,0	-28,5	-32,0	-34,0
2032	-23,0	-25,2	-28,9	-32,6	-34,7
2033	-23,1	-25,3	-29,3	-33,3	-35,5
2034	-23,1	-25,5	-29,8	-34,1	-36,4
2035	-23,3	-25,8	-30,3	-34,8	-37,4
2036	-23,6	-26,3	-31,1	-35,9	-38,6
2037	-24,0	-26,9	-32,0	-37,1	-40,0
2038	-24,3	-27,4	-32,9	-38,4	-41,4
2039	-24,5	-27,8	-33,6	-39,4	-42,7
2040	-24,7	-28,2	-34,4	-40,6	-44,1

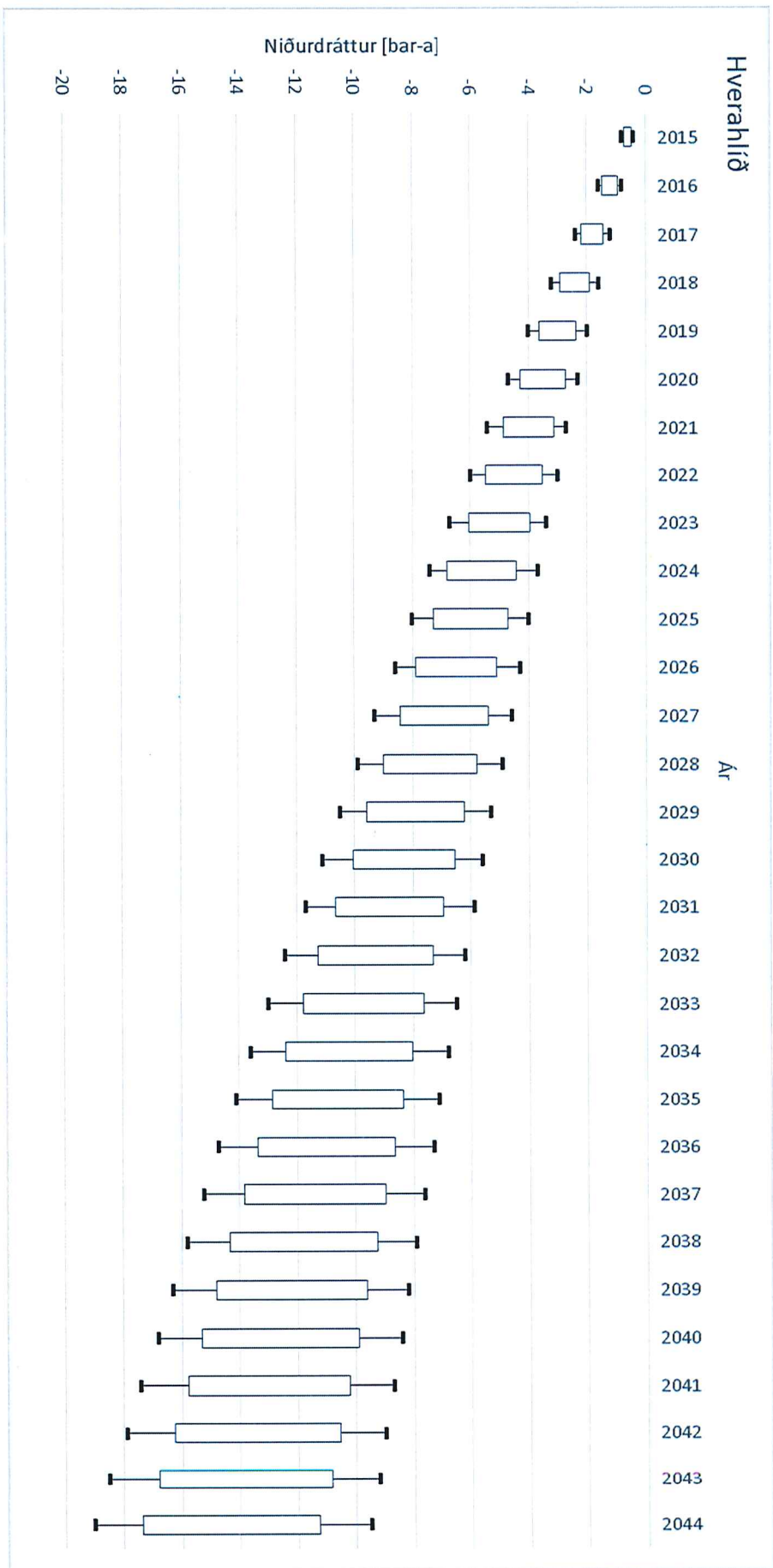




**HVERAHLÍÐ**

Upphafsviðmið: 82,4 bar á 1350 m dýpi í holu HE-54

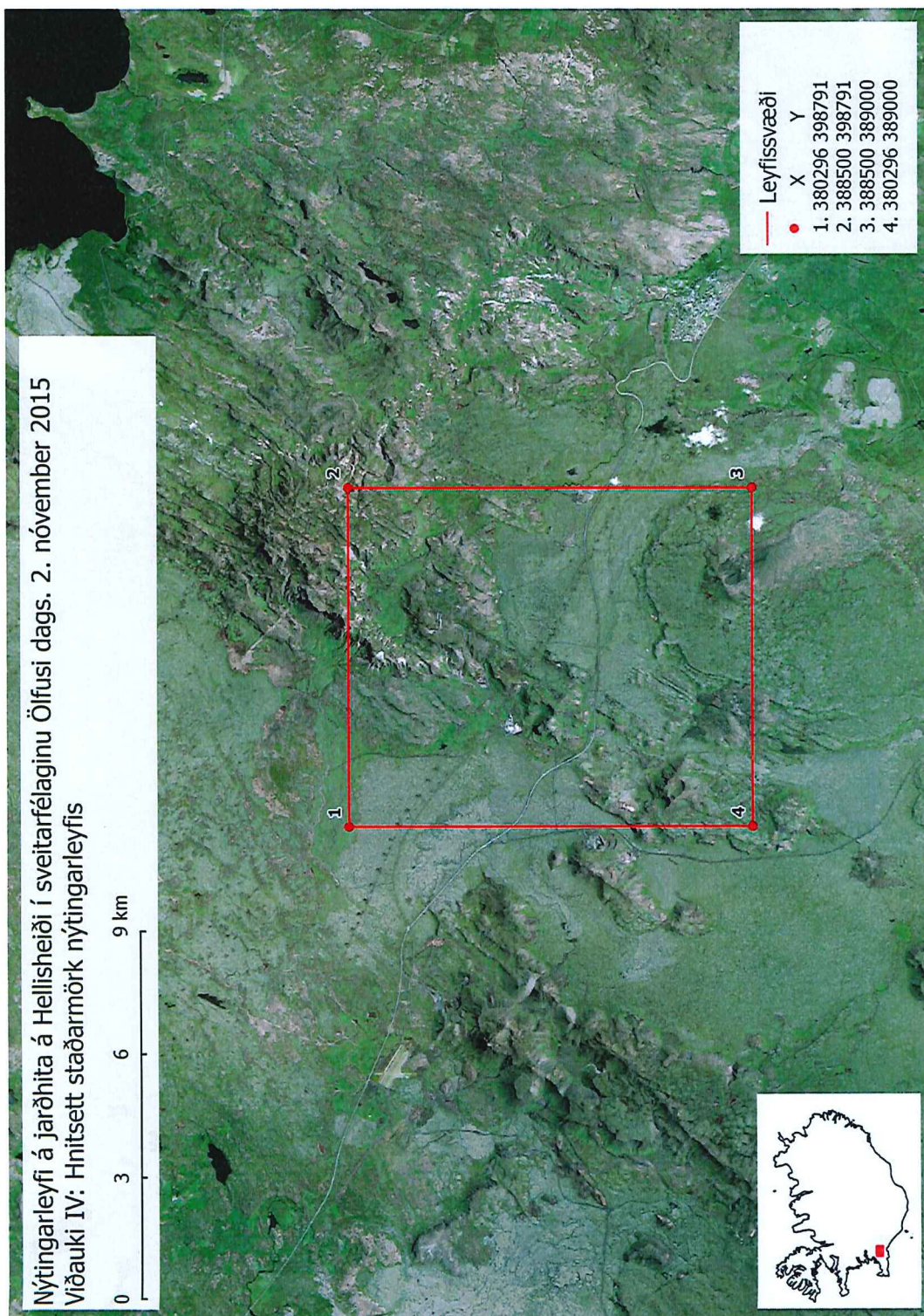
Ár	P Efra útgildi [bar-a]	P Efri vikmörk [bar-a]	P Miðgildi [bar-a]	P Neðri vikmörk [bar-a]	P Neðra útgildi [bar-a]
2015	-0,4	-0,5	-0,6	-0,7	-0,8
2016	-0,8	-0,9	-1,2	-1,5	-1,6
2017	-1,2	-1,4	-1,8	-2,2	-2,4
2018	-1,6	-1,9	-2,4	-2,9	-3,2
2019	-2,0	-2,4	-3,0	-3,6	-4,0
2020	-2,3	-2,7	-3,5	-4,3	-4,7
2021	-2,7	-3,1	-4,0	-4,9	-5,4
2022	-3,0	-3,5	-4,5	-5,5	-6,0
2023	-3,4	-3,9	-5,0	-6,1	-6,7
2024	-3,7	-4,4	-5,6	-6,8	-7,4
2025	-4,0	-4,7	-6,0	-7,3	-8,0
2026	-4,3	-5,1	-6,5	-7,9	-8,6
2027	-4,6	-5,4	-6,9	-8,4	-9,3
2028	-4,9	-5,8	-7,4	-9,0	-9,9
2029	-5,3	-6,2	-7,9	-9,6	-10,5
2030	-5,6	-6,5	-8,3	-10,1	-11,1
2031	-5,9	-6,9	-8,8	-10,7	-11,7
2032	-6,2	-7,3	-9,3	-11,3	-12,4
2033	-6,5	-7,6	-9,7	-11,8	-13,0
2034	-6,8	-8,0	-10,2	-12,4	-13,6
2035	-7,1	-8,4	-10,6	-12,8	-14,1
2036	-7,3	-8,6	-11,0	-13,4	-14,7
2037	-7,6	-9,0	-11,4	-13,8	-15,2
2038	-7,9	-9,3	-11,8	-14,3	-15,8
2039	-8,2	-9,6	-12,2	-14,8	-16,3
2040	-8,4	-9,9	-12,6	-15,3	-16,8
2041	-8,7	-10,2	-13,0	-15,8	-17,4
2042	-9,0	-10,5	-13,4	-16,3	-17,9
2043	-9,2	-10,8	-13,8	-16,8	-18,5
2044	-9,5	-11,3	-14,3	-17,3	-19,0





Fylgiskjal með nýtingarleyfi á jarðhita á Hellisheiði í sveitarfélaginu Ölfusi, dags. 2. nóvember 2015

## Viðauki IV





Fylgiskjal með nýtingarleyfi á jarðhita á Hellisheiði útgefnu af Orkustofnun þann 2. nóvember 2015.

## Viðauki V - Reglur um viðbúnað og viðbrögð við jarðskjálftavá vegna losunar á vökva í jörðu um borholur

### 1. gr. Markmið

Markmið reglna þessara er að draga úr hættu á líkamstjóni, skemmdum á mannvirkjum og óþægindum af völdum jarðskjálfta í tengslum við losun vökva í jörðu um borholur.

Reglunum er einnig ætlað að afmarka og skýra skyldur, hlutverk og aðkomu leyfishafa, Orkustofnunar og annarra aðila eins og við á hverju sinni og stuðla að réttum áherslum við undirbúning og framkvæmd losunarinnar.

### 2. gr. Gildissvið

Reglur þessar taka til undirbúnings og framkvæmdar á losun vökva í jörðu um borholur og um viðbúnað við jarðskjálftahættu þegar eitthvert eftirfarandi atriða á við:

1. Losun vökva er umfram 5 l/s að ársmeðaltali.
2. Losun vökva er umfram 10 l/s að meðaltali innan hvers klukkutíma.
3. Losun vökva niður í virk sprungukerfi.
4. Örvun borholna ef beita á meira en 6 MPa þrýstingi umfram náttúrulegt ástand.

Reglurnar gilda ekki um tímabundna losun við boranir svo sem vegna skoltaps, hreinsunar eða prófana á borholum á bortíma eða við borlok.

Reglur þessar taka ekki til áhættu fyrir starfsfólk leyfishafa, annarri áhættu tengda rekstri orkuvera eða til annarra umhverfisáhrifa af starfsemi.

Reglur þessar fylgja leyfi til nýtingar á jarðhita á Hellisheiði útgefnu af Orkustofnun þann 2. nóvember 2015, í samræmi við lög nr. 57/1998, um rannsóknir og nýtingu á auðlindum í jörðu, og teljast hluti þess, sbr. 6. gr. leyfisins.

### 3. gr. Skilgreiningar

*Finnanleg jarðskjálftavirkni:* Jarðskjálfti á yfirborði með hröðun yfir  $0,01 \text{ m/s}^2$  eða  $0,001g$ .


*Grunnvatn:* Vatn sem er neðan jarðar í samfelldu lagi, kyrrstætt eða rennandi, og fyllir að jafnaði allt samtengt holrúm í viðkomandi jarðlagi og sem unnið er í öðrum tilgangi en að flytja varma til yfirborðs jarðar eða nýta staðarorku þess.

*Leyfishafi:* Orka náttúrunnar, sbr. aðfararorð nýtingarleyfis.

*Losun í jörðu :* Losun á vökva niður í jörðu um borholur sem ætlað er að veita vökvanum aftur niður í jarðhitakerfið ellegar niður fyrir grunnvatn. Miðað er við losun niður fyrir 200 m undir meðalgrunnvatnsborð á svæðinu eða 500 m undir yfirborði, hvort sem liggur neðar.

*Prófun :* Hefðbundið ferli sem miðar að mælingum á afkastagetu og eiginleikum borholu og jarðhitakerfis. Prófun í þessum reglum felur ekki í sér örvun holu eða aðrar framkvæmdir sem framkalla þrýstingsaukningu umfram 6 MPa í jarðlögum við borholu.

*Örvun holu:* Framkvæmdir sem miða að aukningu á lekt jarðlaga umhverfis borholu eða streymi jarðhitavökva. Örvun fer fram með ádælingu (þrýstingsaukningu), sprengingu eða samskonar ferli.



#### 4. gr. Frummat og rannsóknaráætlun

Áður en ákvörðun er tekin um losun vökva í jörðu, sbr. 2. gr., skal leyfishafi láta framkvæma frummat á jarðskjálftahættu. Í frummati skal metið og rökstutt hvort líklegt sé að skjálftavirkni fylgi losun og hvort líklegt sé að skjálftar geti orðið það stórir að hætta eða veruleg óþægindi skapist.

Niðurstaða frummati getur leitt til einhvern eftirfarandi niðurstaðna:

1. Svæði hentar ekki til losunar í jörðu
2. Hætta á finnanlegri skjálftavirkni er óveruleg
3. Hætta er á finnanlegri skjálftavirkni

Falli niðurstöður frummati í flokk 3 er sett upp rannsóknaráætlun með það fyrir augum að meta nánar hættu á örvaðri skjálftavirkni og hugsanlegum afleiðingum hennar. Orkustofnun skal í leiðbeiningum, sbr. 7. gr., tilgreina nánar dæmi um efni rannsóknaráætlunar. Umfang og efni áætlunarinnar er samkvæmt ákvörðun leyfishafa.

Upplýsa skal Orkustofnun, viðkomandi sveitarstjórnir og almannavarnardeild ríkislögreglustjóra um niðurstöður frummati.

#### 5. gr. Vöktunarkerfi

Áður en hafist er handa við losun vökva í jörðu skal leyfishafi tryggja að til staðar sé vöktunarkerfi vegna hættu á jarðskjálftum af völdum losunar. Orkustofnun skal í leiðbeiningum, sbr. 7. gr., tilgreina nánar dæmi um mæliþætti vöktunarkerfis. Umfang og efni vöktunarkerfis er samkvæmt ákvörðun leyfishafa.

#### 6. gr. Viðbragðsáætlun

Leyfishafi skal setja sér viðbragðsáætlun vegna jarðskjálfta eða hættu á jarðskjálftum í tengslum við losun í jörðu. Áætlunin skal innihalda verkferla innan fyrirtækisins um viðbrögð við jarðskjálftum eða hættu á jarðskjálftum. Í áætluninni skal tilgreina hverjir bera ábyrgð á ákvörðunum í hverju tilviki fyrir sig, hvert skuli tilkynna um atvikið, og með hvaða hætti og undir hvaða kringumstæðum upplýsa skal opinbera aðila og almenning um stöðu mála.

Drög að viðbragðsáætlun skulu kynnt viðkomandi sveitarstjórnnum og send Orkustofnun til yfirferðar og staðfestingar. Yfirferð Orkustofnunar miðast að því að sannreyna að uppfyllt séu ákvæði 1. mgr. og að gætt hafi verið að málsmeðferð, sbr. 4. gr.

Hafi athugasemdir ekki borist leyfishafa innan fjögurra vikna skal litið svo á að þessir aðilar geri ekki athugasemdir við áætlunina og að Orkustofnun hafi staðfest hana.

#### 7. gr. Umsjón, ábyrgð og eftirlit

Leyfishafi ber ábyrgð á undirbúningi og framkvæmd losunar í jörðu um borholur, rannsóknnum og vöktun borholu og nýtingarsvæðis, að viðbragðsáætlun sé til staðar og að starfað sé í samræmi við hana.

Orkustofnun hefur eftirlit með því að leyfishafi framkvæmi frummat og vinni rannsóknaráætlun sbr. 4. gr. og setji sér viðbragðsáætlun sbr. 6. gr. Stofnunin getur sett leyfishafa skilmála vegna öryggis sem stofnunin telur nauðsynlega, sbr. 2. mgr. 6. gr. laga um rannsóknir og nýtingu auðlinda í jörðu og 2. mgr. 5. gr. raforkulaga. Að öðru leyti fer um eftirlit Orkustofnunar eins og tilgreint er í nýtingarleyfi.

Orkustofnun vinnur leiðbeiningar um gerð og efni frummati, rannsóknaráætlunar, viðvörunarkerfis og viðbragðsáætlunar og munu leiðbeiningarnar gerðar aðgengilegar á heimasíðu stofnunarinnar.



Orka náttúrunnar ohf.  
Páll Erland  
framkvæmdastjóri  
Bæjarhálsi 1  
110 REYKJAVÍK

Reykjavík, 2. nóvember 2015  
Tilvísun: 2014070015/50.4.3  
Verknúmer: 1093000

**Efni: Fylgibréf með nýtingarleyfi Orku náttúrunnar vegna jarðhita á Hellisheiði í sveitarfélaginu Ölfusi**

Orkustofnun vísar til umsóknar Orku náttúrunnar, kt. 521213-0190, ON, dags. 10. júlí 2014, um endurskoðun á nýtingarleyfi á jarðhita á Hellisheiði í sveitarfélaginu Ölfusi, vegna fyrirhugaðrar nýtingar á jarðhita við Hverahlíð fyrir Hellisheiðarvirkjun, með vísan til 6. gr. laga um rannsóknir og nýtingu á auðlindum í jörðu nr. 57/1998 m.s.b. (auðlindalaga).

Með leyfi þessu er leyfishafa heimilt að nýta jarðhita í því magni og orku er tilgreint er í 4. gr. leyfisins. Orkuveita Reykjavíkur (móðurfélag Orku náttúrunnar) er eigandi að stórum hluta þess lands og jarðhitaréttinda sem um ræðir. Að auki liggja fyrir samningur við Íþróttafélag Reykjavíkur vegna lands í þeirra eigu, sem og samþykki forsætisráðherra til nýtingar á þeim hluta sem telst þjóðlenda.

Með vísan til 3. mgr. 6. gr. laga, nr. 57/1998 óskaði Orkustofnun þann 14. júlí 2014, umsagnar Umhverfisstofnunar og Náttúrufræðistofnunar Íslands sem og sveitarfélagsins Ölfuss með vísan til 3. mgr. 6. gr. auðlindalaga um framkomna umsókn ON. Orkustofnun vakti athygli á að samkvæmt 23. gr. auðlindalaga eru gögn sem afhent eru samkvæmt lögnum bundin trúnaði. Með vísan til þessa voru umsagnaraðilar beðnir um að virða þann trúnað. Ekki var leitað umsagnar landeigenda, enda var það augljóslega óþarft, þar sem afstaða þeirra lá fyrir, sbr. 13. gr. stjórnisýslulaga nr. 37/1993.

Umsagnir Umhverfisstofnunar, dags. 12. ágúst 2014 barst Orkustofnun þann 15. ágúst 2014, og Náttúrufræðistofnunar, dags. 26. ágúst 2014 barst þann 28. ágúst 2014. Umsögn Sveitarfélagsins Ölfuss, dags. 1. sept 2014, barst Orkustofnun þann 2. sept. 2014.

Samkvæmt umsögn Umhverfisstofnunar telur stofnunin að hér sé um að ræða nýja útfærslu nýtingar á jarðhita við Hverahlíð, en bendir á að farið hafi fram mat á umhverfisáhrifum virkjunar við Hverahlíð sem og könnun á matsskyldu tengingar Hellisheiðarvirkjunar við Hverahlíð. Umhverfisstofnun gerir ekki athugasemdir við að hluti frumorkuvinnslu og massaupptöku flytjist frá núverandi virkjunarsvæði á Hellisheiði til Hverahlíðar.

Náttúrufræðistofnun lítur svo á að gildandi nýtingarleyfi nái aðeins til þeirra svæða á Hellisheiði sem skilgreind eru sem iðnaðarsvæði. Stofnunin leggst gegn hugmyndum ON um stækkun þess svæðis sem nýtingarleyfið nær til og telur þær ótímabærar, en gerir þó ekki athugasemd við að nýtingarleyfi verði breytt í þá veru að leyfishafa verið heimilt að tengja gúfulagnir frá Hverahlíð við Hellisheiðarvirkjun.

Bæjarstjórn Ölfuss telur að til að sveitarfélagið geti veitt umsögn um nýtingarleyfi á þessu svæði þurfi að liggja fyrir hvort fyrirhuguð orkunýting á Norðurhálsunum sé háð mati á umhverfisáhrifum. Ef svo er þá þurfi leyfishafi að tilkynna framkvæmdir á fyrirhuguðu orkuvinnslusvæði til Skipulagsstofnunar til ákvörðunar á matsskyldu. Ef framkvæmdin er talin matsháð þá fellur stækkunin undir lög um verndar- og nýtingaráætlun. Niðurstaða bæjarstjórnarinnar er sú að ekki séu forsendur til staðar til að veita umsögn um nýtingarleyfi fyrir jarðhita á Hellisheiði.

Við meðferð málsins gafst ON tækifæri til að kynna sér umsagnir umsagnaraðila, auk þess drög að leyfi þessu og fylgibréfi þess. Með bréfi ON dags. 27. október sl. óskaði ON eftir því við Orkustofnun að



nýtingarleyfið yrði gefið út í samræmi við fyrirbyggjandi drög frá 12. september 2014, að teknu tilliti til athugasemda ON frá 25. september 2014 að undanskilinni athugasemd við 5. gr. draga að umræddu nýtingarleyfi.

Orkustofnun hefur farið yfir umsókn ON og umsagnir sem stofnuninni bárust og athugasemdir ON.

Varðandi umsögn Sveitarfélagsins Ölfuss til Orkustofnunar bendir Orkustofnun á að Hverahlíðarvirkjun er í nýtingarflokki samkvæmt rammaáætlun 2. Norðurhálsar eru innan áhrifasvæðis þeirrar jarðhitanytingar sem um ræðir og þar af leiðandi á landsvæði sem verkefnastjórnin hefur skilgreint og Alþingi samþykkt í nýtingarflokk. Samkvæmt lögum um verndar- og orkunýtingaráætlun nr. 48/2011 er stjórnvöldum, þ.e. Orkustofnun, heimilt að veita leyfi tengd orkurannsóknnum og orkuvinnslu vegna virkjunarkosta, sem eru í orkunýtingarflokki. Verndar- og orkunýtingaráætlun er bindandi við gerð skipulagsáætlana. Skipulagsferill sveitarfélagsins og væntanleg skilgreining iðnaðarsvæðis við Hverahlíð í því sambandi, á grundvelli fyrirhugaðrar nýtingar hefur þess vegna ekkert með málsmeðferð Orkustofnunar um nýtingu auðlindarinnar sem slíkrar að gera á umræddu landsvæði. Nýtingarleyfi felur í sér heimild til handa leyfishafa til að vinna úr og nýta viðkomandi auðlind á leyfistímanum í því magni og með þeim skilmálum öðrum sem tilgreindir eru í auðlindalögum og Orkustofnun telur nauðsynlega, sbr. 2. mgr. 6. gr. auðlindalaga nr. 57/1998, innan gildandi skipulags. Þá bendir Orkustofnun á að fram kemur í umsögn Umhverfisstofnunar að mat á umhverfisáhrifum virkjunar við Hverahlíð hafi farið fram og könnun á matsskyldu tengingar Hellisheiðarvirkjunar við Hverahlíð. Umhverfisstofnun gerir ekki athugasemdir við að hluti frumorkuvinnslu og massaupptöku flytjist frá núverandi virkjunarsvæði á Hellisheiði til Hverahlíðar.

Varðandi umsögn Náttúrufræðistofnunar Íslands, að gildandi nýtingarleyfi nái aðeins til þeirra svæða á Hellisheiði sem skilgreind eru sem iðnaðarsvæði og að stofnunin leggist gegn hugmyndum ON um stækkun þess svæðis sem nýtingarleyfið nær til, bendir Orkustofnun á að skilgreint nýtingarsvæði auðlindarinnar afmarkar ekki í sjálfu sér skilgreiningu iðnaðarsvæðis þess við Hverahlíð. Af þeim ástæðum fellst Orkustofnun ekki á þau sjónarmið Náttúrufræðistofnunar Íslands að stækkun nýtingarsvæðisins sé ótímabær. Orkustofnun ítrekar að Hverahlíðarvirkjun er í nýtingarflokki samkvæmt rammaáætlun 2 og að umrætt nýtingarsvæði sé innan áhrifasvæðis þeirrar jarðhitanytingar sem um ræðir í nýtingarflokki.

Orkustofnun bendir á að unnt er að nýta jarðvarma til orkuvinnslu með skáborunum, frá skilgreindum borteigum á skipulagsskyldu framkvæmda og/eða iðnaðarsvæði virkjunarinnar, innan nýtingarsvæðisins, allt að útmörkum nýtingarsvæðisins eins og það svæði er skilgreint samkvæmt leyfi Orkustofnunar. Slíkar skáboranir, út frá þrengra framkvæmdasvæði á nýtingarsvæðinu, raska engu á yfirborði viðkomandi jarðhitasvæðis.

Orkustofnun bendir á að umsækjandi þurfi tilskilin leyfi frá sveitarfélaginu Ölfusi varðandi byggingar og aðrar framkvæmdir á nýtingarsvæðinu, auk þess nýtingarleyfis sem hér um ræðir.

Við veitingu nýtingarleyfa skal þess gætt, samkvæmt 17. gr. auðlindalaga, að nýting auðlinda í jörðu sé með þeim hætti að tekið sé tillit til umhverfissjónarmiða, nýting auðlindanna sé hagkvæm frá þjóðhagslegu sjónarmiði og tekið sé tillit til nýtingar sem þegar er hafin í næsta nágrenni. Telji Orkustofnun að umsækjandi um nýtingarleyfi uppfylli ekki þessar kröfur getur hún synjað um nýtingarleyfi eða sett sérstök skilyrði í nýtingarleyfi af þessu tilefni. Heimilt er að kveða á um að nýtingarleyfi skuli endurskoðað að tilteknum tíma liðnum.

Við mat stofnunarinnar á fram kominni umsókn Orku náttúrunnar liggur fyrir að nýta eigi orku úr jarðhitageymi við Hverahlíð fyrir Hellisheiðarvirkjun, til viðbótar við núverandi svæði á Hellisheiði, og byggja þurfi mannvirki til að tengja Hverahlíðarsvæðið við virkjunina. Í gildi er virkjanaleyfi fyrir allt að 303 MW (dags. 3. júní 2011) orkuveri á Hellisheiði. Leyfishafi hyggst ekki auka framleiðslu virkjunar,



heldur er markmiðið að afla uppbótargufu og jarðhitavatts í Hverahlíð fyrir Hellisheiðarvirkjun. Rannsóknir hafa sýnt að vinnslusvæði Hellisheiðarvirkjunar er þrengra en talið var í upphafi nýtingar. Því er talin ástæða til þess að leita leiða til að dreifa vinnslunni sem mest, og er hagkvæmasta leiðin til þess talin vera að stækka nýtingarsvæðið og nýta jarðhitakerfið við Hverahlíð, með því að tengja holur sem þar hafa verið boraðar við gufuveitu Hellisheiðarvirkjunar. Í fyrrgreindu virkjunarleyfi er tekið fram að líkur séu á að nýta þurfi önnur vinnslusvæði en þá stóð til að nýta. Heildarfrumorkuvinnsla verður óbreytt þrátt fyrir stækkun svæðisins, en samhliða nýtingu við Hverahlíð verður dregið úr nýtingu á Hellisheiði. Áætlað er að verg frumorkuvinnsla við Hverahlíð á hverju almanaksári verði allt að 12 PJ/a og verg massaframleiðsla allt að 8 Tg/a.

Sem hluti af umsókn fyrirtækisins um virkjunarleyfi barst Orkustofnun skýrsla um spá um viðbrögð jarðhitakerfisins við vinnslu og vinnslueftirlitsskýrsla Hellisheiðarvirkjunar fyrir árið 2009 ásamt viðbótarupplýsingum, dags. 5. apríl 2011. Verði hraði þrýstingslækkunar eða hitastigslækkunar meiri en tilgreindur er í leyfinu getur Orkustofnun farið fram á endurskoðun eins og tilgreint er í leyfinu. Leyfishafa ber þá að endurmeta gefnar forsendur og taka þá tillit til fyrirbyggjandi gagna. Á grundvelli þess skal Orkustofnun meta í samráði við leyfishafa hvort bregðast þurfi við aðstæðum með sértækum aðgerðum eins og t.d. að draga úr massavinnslu, færa hluta af massavinnslu yfir á önnur nærliggjandi vinnslusvæði, eins og Gráuhnúka, eða breyta tilhögun niðurdælingar, allt eftir aðstæðum og stöðumati. Telji leyfishafi gögn benda til þess að þessum mörkum hafi verið náð ber leyfishafa að tilkynna það Orkustofnun tafarlaust sbr 7. gr. leyfisins.

Boraðar hafa verið sex borholur á Hverahlíðarsvæðinu frá 2006, og munu fjórar þeirra verða notaðar til vinnslu. Fylgst hefur verið með hita og þrýstingi í þeim. Óverulegar hitastigsbreytingar hafa komið fram og meðalþrýstingslækkun í holunum sem ætlaðar eru til nýtingar er um 0,1-0,4 bar á ári. Blástursprófanir hafa verið gerðar, en hafa ekki gefið til kynna breytingar frá fyrri mælingum. Einnig hafa verið gerðar ferilefnaprófanir. Mögulegur þrýstingsniðurdráttur í jarðhitakerfinu undir Hverahlíð hefur verið áætlaður fram í tímann. Talið er að jarðhitakerfið undir Hverahlíð sé svipað jarðhitakerfinu á Nesjavöllum og því hefur verið miðað við reynslu af því. Gert er ráð fyrir að bæta við eftirlitsholu á Hverahlíðarsvæðinu til að fylgjast með þrýstingi og hitastigi.

Búið er við því að nýta núverandi niðurdælingarholur við Húsmúla og Gráuhnúka á Hellisheiði fyrir skiljuvatn og þéttivatn frá Hverahlíð.

Í greinargerð Orku náttúrunnar með umsókn um leyfi þetta er gefið greinargott yfirlit um fyrirhugað eftirlit leyfishafa og líta skal á skuldbindingar þær er þar koma fram sem hluta af leyfi þessu sem og tilmæli. Leyfishafi framkvæmir nú þegar eftirlit vegna Hellisheiðarvirkjunar, og mun eftirlitið ná einnig til Hverahlíðarsvæðisins þegar vinnsla þar hefst. Haft er eftirlit með; jarðhitasvæðinu, skjálftavirkni, breytingum á landi, grunnvatni og frárennsli skiljuvatns, losun jarðhitaloftegunda og lífríki.

Leyfishafa ber að standa Orkustofnun árlega, fyrir 1. maí skil, á fyrrgreindum upplýsingum með eftirlitsskýrslu eins og einnig er gerð grein fyrir í 12. grein leyfisins og í viðauka II við leyfi þetta. Mælibúnaður sem notaður er til mælinga á hitastigi, þrýstingi, vermi og rennsli jarðhitavökva skal hannaður, framleiddur og gæðaprófaður í samræmi við leiðbeiningar Orkustofnunar og gildandi íslenska, evrópska og/eða alþjóðlega staðla, í þessari röð. Um skil á gögnum til Orkustofnunar skal fylgja leiðbeiningum Orkustofnunar sem eru í gildi á hverjum tíma.

Fyrirtækið skal ávallt hafa aðgang að þeirri tæknilegu þekkingu sem þarf vegna nýtingarinnar. Þá skal tryggt að fyrirtækið hafi ávallt fjárhagslega burði til að efna allar skuldbindingar vegna starfsemi orkuversins. Mannvirki og tæki eru eign leyfishafa og er fyrirtækinu frjálst að nýta mannvirki á svæðinu undir aðra starfsemi í samræmi við ákvæði laga á hverjum tíma.

Upplýsingar um frumorkuvinnslu, massavinnslu, niðurdælingu, gaslosun, þrýstingslækkun í tilgreindum eftirlitsholum og hitastigslækkun í tilgreindum eftirlitsholum skulu gerð opinber af hálfu leyfishafa á 1. almanaksári frá framkvæmd mælinga í samræmi við leiðbeiningar Orkustofnunar og 13. gr. leyfisins.

Óskað er eftir endurskoðun á nýtingarleyfi fyrir jarðhita á Hellisheiði sem var gefið út árið 2008 til 40 ára. Það er mat Orkustofnunar að eðlilegt sé með tilliti til umfangsmikilla fjárfestinga og



aðgæslusjónarmiða varðandi auðlindina og að teknu tilliti til samninga við landeigendur, að veita umbeðið leyfi til þess tíma, en að þeim tíma liðnum verði heimilt að framlengja leyfið tvisvar til 15 ára í senn nema að forsendur leyfisveitingar hafi breyst eins og áður er frá greint.

Vegna ábendinga Umhverfisstofnunar og Náttúrufræðistofnunar Íslands um sjálfbærni og mats Orkustofnunar um það efni er leyfið veitt með skilyrðum um leyfilegan niðurdrátt og með hvaða hætti skuli bregðast við ef viðbrögð við vinnslu eru ekki í samræmi við spár. Einnig má benda á að leyfið er gefið út til 40 ára nema að forsendur leyfisveitingar breytist og sýnt sé fram á að óbreytt nýting hafi skaðleg áhrif á jarðhitageyminn eða grunnvatn með vísan til ákvæða auðlindalaga þ.e. 3. mgr. 3. gr. auðlindalaga. Uppbygging atvinnulífs með eðlilegri nýtingu auðlinda, í þessu tilfalli jarðhita, að teknu tilliti til umhverfissjónarmiða og þeirrar nýtingar sem fyrirhuguð er á grunnvatni er að mati Orkustofnunar hagkvæm frá þjóðhagslegu sjónarmiði, raski hún hvorki hagsmunum náganna né leiði hún til neikvæðra umhverfisaðstæðna. Í ljósi þessa er það mat Orkustofnunar að umsókn Orku náttúrunnar brjóti ekki í bága við umrætt ákvæði 17. gr. auðlindalaga.

Um vernd nýtingarsvæðis gilda, auk auðlindalaga, lög um náttúruvernd nr. 44/1999, einkum ákvæði 17., 34., 35., 37. og 38. gr. laganna, lög um hollustuhætti og mengunarvarnir, nr. 7/1998, sem og önnur lög sem varða nýtingu lands. Leyfishafa ber í hvívetna að fara að lögum í umgengi sinni um nýtingarsvæðið og skal leitast við að mannvirki verði lögð á þann hátt að sem minnstur skaði verði á náttúru landsins.

Orkustofnun bendir á ákvæði 7. gr. auðlindalaga, en þar er skýrt kveðið á um, að samningar skuli nást við landeigendur um endurgjald fyrir auðlind eða aflað sé heimildar til eignarnáms, áður en vinnsla í eignarlandi hefjist. Slíkir samningar liggja fyrir.

Með vísan til framanritaðs, og í samræmi við IV. kafla laga um rannsóknir og nýtingu á auðlindum í jörðu, nr. 57/1998, gefur Orkustofnun út nýtingarleyfi í dag til handa Orku náttúrunnar til að nýta jarðhita á leyfistímanum í því orku- og vökvamagni og með þeim skilmálum öðrum sem tilgreindir eru í meðfylgjandi leyfi, á nýtingarsvæði á Hellisheiði í sveitarfélaginu Ölfusi, til nota við Hellisheiðarvirkjun.

Gjald vegna veitingar nýtingarleyfis þessa er kr. 166.000, sbr. 35. tl. 11. gr. laga um aukatekjur ríkissjóðs, nr. 88/1991, með áorðnum breytingum. Nýtingarleyfið er afhent við greiðslu gjaldsins.

Samkvæmt 33. gr. laga nr. 57/1998 um rannsóknir og nýtingu á auðlindum í jörðu sæta ákvarðanir Orkustofnunar, er lúta að veitingu, endurskoðun og afturköllun rannsóknar- eða nýtingarleyfa samkvæmt lögnum, kæru til úrskurðarnefndar umhverfis- og auðlindamála. Um aðild, kærufrest, málsmeðferð og annað er varðar kærana fer samkvæmt lögum um úrskurðarnefndina nr. 130/2011.

Stjórnvaldsákvæðanir Orkustofnunar sem ekki má kæra til úrskurðarnefndar umhverfis- og auðlindamála sæta kæru til ráðherra. Kæra til ráðherra skal vera skrifleg. Um meðferð kæru til ráðherra fer að öðru leyti samkvæmt ákvæðum stjórnslulaga nr. 37/1993.



Skúli Thoroddsen

Virðingarfyllst  
f. h. orkumálastjóra



Kristján Geirsson

Fylgiskjöl:

Leyfi





# STARFSLEYFI

## Orka náttúrunnar ohf.

ÍSAT nr. 40.10.0.6 – Virkjanir og orkuveitur > 50MW, með verkstæðis- og starfsm.aðstöðu

**Kolviðarhóli, fastanr. 230-2149  
816 Ölfus**

kt. 521213 0190

Nafn og kt. rekstraraðila: **Orka náttúrunnar ohf., kt. 521213 0190**

Heimilisfang: **Bæjarhálsi 1, 110 Reykjavík**

**Útgáfudagur: 19. október 2016**

**Gildir til: 19. október 2028**

Starfsleyfi þetta er gefið út skv. ákvæðum laga nr. 7/1998 um hollustuhætti og mengunarvarnir með síðari breytingum, laga nr. 93/1995 um matvæli msbr., þegar um matvæli er að ræða og efnalaga nr. 61/2013 eftir því sem við á. Leyfishafi skal hlíta ákvæðum annarra laga og reglugerða settum skv. þeim sem um starfsemina kunna að gilda.

**Leyfið er einnig gefið út með neðangreindum starfsleyfisskilyrðum:**

**Fyrir Orku náttúrunnar ohf. vegna Hellsheiðarvirkjunar  
dags. 19. október 2016**

Fyrirhugaðar breytingar á húsnæði, framleiðslu eða rekstri skulu gerðar í samráði við Heilbrigðiseftirlit Suðurlands. Við flutning eða eigendaskipti fellur starfsleyfið úr gildi, nema að nýr rekstraraðili sæki um að leyfið færist yfir á hans nafn. Ef fyrirtækið hættir rekstri skal það tilkynnast með formlegum hætti til Heilbrigðiseftirlits Suðurlands og fellur starfsleyfið þá úr gildi.

Framsal þessa leyfis er óheimilt. Skylt er að framvísa starfsleyfisskilyrðum þegar opinber eftirlitsaðili óskar þess.

Starfsleyfið skal hanga uppi á áberandi stað.

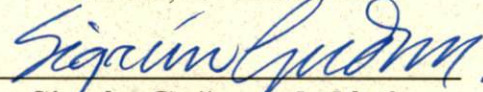
Starfsleyfið er gefið út til 12 ára en heimilt er að endurskoða það ef breytingar verða á starfsemi, rekstri eða staðsetningu að mati útgefanda. Endurskoða skal jafnan starfsleyfi á fjögurra ára fresti.

Starfsleyfishafi skal greiða starfsleyfis- og eftirlitgjöld skv. gildandi gjaldskrá.

## Heilbrigðiseftirlit Suðurlands

Austurvegi 65, 800 Selfoss kt. 480284 0549 Sími 480 8250

Selfossi, 19. október 2016



**Sigrún Guðmundsdóttir**  
framkvæmdastjóri





# STARFSLEYFISSKILYRÐI

## Orka náttúrunnar ohf. v/Hellisheiðarvirkjunar

Kolviðarhóli

816 Ölfus

kt. 521213 0190

Bæjarhálsi 1

110 Reykjavík

### 1. ALMENN ÁKVÆÐI, MARKMIÐ OG GILDISSVIÐ

- 1.1 Starfsleyfisskilyrði þessi eru gefin út af Heilbrigðiseftirlit Suðurlands í samræmi við ákvæði laga nr. 7/1998 um hollustuhætti og mengunarvarnir og reglugerð nr. 785/1999 um starfsleyfi fyrir atvinnurekstur sem getur haft í för með sér mengun.

Markmið starfsleyfisskilyrða þessara er að koma í veg fyrir mengun og stuðla að hollustu og hreinu umhverfi.

Starfsleyfisskilyrðin gilda fyrir rekstur jarðvarmavirkjunar vegna 303 MW rafmagnsframleiðslu og 400 MW varmaframleiðslu auk reksturs lofthreinsistöðvar, verkstæða, spennistöðva og annarrar skyldrar starfsemi innan athafnasvæðis virkjunarinnar, sbr. afmörkun þess í staðfestu og gildandi Aðalskipulagi Sveitarfélagsins Ölfuss 2010-2022 m.s.br., skv. staðfestu og gildandi deiliskipulagi fyrir Hellisheiðarvirkjun m.s.br. og í samræmi við útgefið nýtingarleyfi Orkustofnunar. Nánari lýsingu á starfsemi fyrirtækisins er að finna í Viðauka I.

Ef starfsleyfishafi er með annan starfsleyfisskyldan rekstur samhliða ofangreindri starfsemi gilda um hann viðeigandi starfsleyfisskilyrði.

- 1.2 Starfsleyfið ásamt starfsleyfisskilyrðum fellur úr gildi ef skipt er um eigendur. Verði meiriháttar breyting á rekstrinum eða breyting sem gæti leitt til aukinnar mengunar að mati Heilbrigðiseftirlits Suðurlands ber starfsleyfishafa að sækja um starfsleyfi að nýju.
- 1.3 Heimilt er að endurskoða starfsleyfisskilyrðin ef í ljós koma annmarkar á framkvæmd þeirra eða í ljós koma skaðleg áhrif á almenning, eða vegna röskunar á lífríki eða umhverfi sem ekki voru ljós fyrir. Sama gildir ef fram koma almennar kröfur eða ný tækni er leiða til bættra mengunarvarna.
- 1.4 Heilbrigðiseftirlit Suðurlands hefur eftirlit með starfsemi starfsleyfishafa samkvæmt ákvæðum laga nr. 7/1998 um hollustuhætti og mengunarvarnir, ákvæðum reglugerða sem





gilda um starfsemi fyrirtækisins og eftir því sem nánar er fyrir mælt í starfsleyfisráðgjafi þessum.

- 1.5 Um varnir gegn skaðlegum áhrifum á starfsmenn og starfsumhverfi fer samkvæmt lögum nr. 46/1988 um aðbúnað, hollustuhætti og öryggi á vinnustöðum og reglugerð nr. 390/2009 um mengunarmörk og aðgerðir til að draga úr mengun á vinnustöðum.
- 1.6 Frágangur matstofa, hreinlætistækja og snyrtiherbergja starfsmanna skal vera í samræmi við ákvæði reglugerða um hollustuhætti og matvæli.

## **2. UMHVERFI OG VÖKTUN**

- 2.1 Við reksturinn skal leitast við að draga úr álagi á umhverfið. Starfsleyfishafi skal setja sér umhverfismarkmið og starfa samkvæmt þeim, beita bestu fánlegu tækni til að ná þeim markmiðum og skipuleggja orku- og efnanotkun á sem vistvænastan hátt. Starfsleyfishafi getur valið að vinna eftir umhverfisstjórnunarkerfi, kjósi hann það. Velja má staðlað umhverfisstjórnunarkerfi, t.d. ISO 14001, eða þátttöku í umhverfisstjórnunarkerfi ESB, sbr. reglugerð nr. 344/2013 um frjálsa þátttöku fyrirtækja og stofnana í umhverfisstjórnunarkerfi Evrópusambandsins (EMAS).
- 2.2 Starfsleyfishafi skal setja sér reglur um viðbrögð við mengunaróhöppum. Verði óhapp eða slys sem hefur í för með sér losun mengandi efna, hvort sem er í loft, jarðveg, yfirborðsvatn, grunnvatn eða fráveitu, skal tafarlaust grípa til viðeigandi aðgerða skv. viðbragðsáætlun til þess að fyrirbyggja frekari mengun og/eða slys og takmarka mögulegan skaða með hreinsun, sbr. gr. 3.13.  
  
Tilkynna skal eftirlitsaðila um óhöpp og slys sem geta valdið mengun svo fljótt sem auðið er, sbr. gr. 4.2.
- 2.3 Starfsleyfishafa er skylt að sjá um að á athafnasvæði fyrirtækisins sé gætt fyllsta hreinlætis og halda skal húsnæði og lóð snyrtilegu og í samræmi við kröfur heilbrigðiseftirlits. Allar vélar og tæki, hráefni og annað það er starfseminni tilheyrir skal vistað á lóð fyrirtækisins og þannig frá því gengið að ekki valdi óþrifum eða óþægindum fyrir umhverfi og nágretta og eftir atvikum byrgja innsýn á svæðið, t.d. með skjólgirðingu, jarðvegs- eða gróðurmön.
- 2.4 Starfsleyfishafa er skylt að gera nauðsynlegar ráðstafanir til að fyrirbyggja mengun þegar rekstur er stöðvaður tímabundið og koma athafnasvæði fyrirtækisins í viðunandi horf, að mati Heilbrigðiseftirlits Suðurlands, þegar rekstur er endanlega stöðvaður og starfsemin lögð niður, hvort heldur sem um er að ræða stök athafnasvæði eða virkjunin í heild sinni.
- 2.5 Allri vinnu með og við vélar og búnað sem tilheyrir rekstrinum á athafnasvæði virkjunarinnar, þ.m.t. mengunarvarnarbúnað, síur og skiljur, skal ávallt haga þannig að ekki eigi sér stað óleyfileg losun mengandi efna í umhverfið. Ef vélar og búnaður eða hlutar þeirra eru þvegin utandyra, skal það gert á föstu vökvaheldu plani með afrennsli um olfuskilju. Fyrirtækið skal ávallt leitast við að velja sem minnst mengandi aðferð til vélaþvotta, t.a.m. með notkun umhverfisvottaðra hreinsiefna.



- 2.6 Starfsleyfishafi skal eftir mætti draga úr myndun úrgangs og spilliefna með endurnýtingu eða endurhæfingu efna. Um meðferð úrgangs og spilliefna fer skv. gr. 3.8 – 3.12.
- 2.7 Um meðferð og frágang olíu- og gastanka og tengds búnaðar fer samkvæmt reglugerð nr. 35/1994 um varnir gegn olíumengun frá starfsemi í landi. Einnig skal fara að ákvæðum reglugerðar um fljótandi eldsneyti nr. 560/2007 og reglugerðar um olíuúrgang nr. 809/1999. Mengist jarðvegur af olíu vegna starfseminnar er starfsleyfishafi ábyrgur fyrir því að hann sé meðhöndlaður í samræmi við leiðbeiningar Umhverfisstofnunar nr. 8 frá 1998 um meðferð á olíumenguðum jarðvegi.
- 2.8 Starfsleyfishafi skal sjá um að við frágang vegna framkvæmda á athafnasvæði virkjunarinnar, s.s. borteiga, lagna, vega o.þ.h., verði framkvæmdasvæði löguð að umhverfinu að svo miklu leyti sem unnt er til að minnka sjónræn áhrif framkvæmdanna.
- 2.9 Jarðhitavatn, skilju- og/eða þéttivatn frá virkjuninni skal losað um niðurdælingarholur í samræmi við nýtingarleyfi Orkustofnunar. Losun jarðhitavökva á yfirborð er óheimil nema þegar um er að ræða prófanir á holum til skemmri tíma, vegna stórfelldra bilana í búnaði virkjunar eða vegna annarra atvika, fyrirsjáanlegra og ófyrirsjáanlegra, sem gera það að verkum að niðurdælingarholur taka tímabundið við minna magni en venjulegt er. Tímabundin losun jarðhitavökva á yfirborð skal ávallt vera síðasti kostur og skal starfsleyfishafi sjá um að slík losun valdi sem minnstum áhrifum á umhverfi og lífríki og myndi ekki varanlegar tjarnir eða læki á yfirborði. Starfsleyfishafi skal lagfæra þær skemmdir á gróðri og umhverfi sem verða við losunina.

Í öllum tilvikum skal tilkynna eftirlitsaðila um losun á yfirborð, sbr. gr. 4.3.

### **Vöktun vegna brennisteinsvetnismengunar**

- 2.10 Starfsleyfishafi skal gera og leggja fram til samþykktar hjá Heilbrigðiseftirliti Suðurlands áætlun um framkvæmd vöktunar á magni brennisteinsvetnis í andrúmslofti sem rekja má til starfsemi Heillisheiðarvirkjunar, annars vegar í þéttbýli og hins vegar á stöðum utan þéttbýlis í nágrenni virkjunarinnar þar sem fólk hefst við að jafnaði og aukinnar brennisteinsvetnismengunar er að vænta á ákveðnum árstímum eða við ákveðin veðurfarsskilyrði.

Starfsleyfishafi skal sjá um rekstur a.m.k. þriggja fastra loftgæðamælistöðva og einnar færanlegrar til að vakta magn brennisteinsvetnis í andrúmslofti sem rekja má til starfsemi Heillisheiðarvirkjunar. Skal ein fóst loftgæðamælistöð vera staðsett við virkjunina sjálfa, önnur í Hveragerði og þriðja á/eða við höfuðborgarsvæðið. Skulu fastar mælistöðvar við virkjun og í Hveragerði staðsettar í samráði við Heilbrigðiseftirlit Suðurlands en staðsetning fastrar mælistöðvar við höfuðborgarsvæðið skal ákveðin í samráði við Heilbrigðiseftirlit Suðurlands og heilbrigðiseftirlitssvæðin á höfuðborgarsvæðinu. Staðsetning færanlegrar loftgæðamælistöðvar á hverjum tíma skal ákveðin í samráði við Heilbrigðiseftirlit Suðurlands. Þó skal hún að jafnaði vera staðsett í Lækjarbotnum á tímabilinu frá byrjun nóvember til loka mars ár hvert.

Við allar mælistöðvarnar, bæði fastar og færanlegar, skulu vera veðurstöðvar til frekari úrvinnslu mælinganna.





- 2.11 Um úrvinnslu gagna úr loftgæðamælistöðvum sem mæla brennisteinsvetni skal farið skv. sameiginlegri verklagsreglu Umhverfisstofnunar, Orku Náttúrunnar, Landsvirkjunar og HS orku; VLO-105-01.
- 2.12 Mælingar úr loftgæðamælistöðvum fyrirtækisins skulu vera aðgengilegar almenningi í því sem næst rauntíma á vefsíðunni [www.loftgaedi.is](http://www.loftgaedi.is).

Um upplýsingagjöf til almennings vegna brennisteinsvetnismengunar fer að öðru leyti skv. I. viðauka við reglugerð nr. 514/2010 um styrk brennisteinsvetnis í andrúmslofti m.s.br.

### **Vöktun grunnvatns vegna niðurdælingar jarðhitavökva**

- 2.13 Starfsleyfishafi skal fylgjast með áhrifum niðurdælingar jarðhitavökva á grunnvatn á þeim niðurdælingarsvæðum þar sem jarðhitavökva er ekki dælt niður í jarðhitageyminn sjálfan. Starfsleyfishafi skal leggja fram vöktunaráætlun þar sem fram kemur staðsetning og dýpi rannsóknar-/vöktunarhola, tíðni sýnatöku og hvaða efni skal greina.

## **3. MENGUNARVARNIR**

### **Fráveitur**

- 3.1 Fráveita skal vera í samræmi við reglugerð nr. 798/1999 um fráveitur og skólp m.s.br.. Um fyrirkomulag og staðsetningu hreinsivirkja fráveitu skal fara samkvæmt fyrirmælum bygginganefndar og heilbrigðiseftirlits. Mengun í viðtaka fráveitu skal vera innan þeirra umhverfismarka sem ákvæði í fylgiskjölum 1 og 2 með ofangreindri reglugerð segja til um. Ristar eða síur og körfur skulu vera á öllum niðurföllum. Fráveitur vélaverkstæða og olíumannvirkja skal leiða um viðurkenndar olíugildirur. Rotþró skal vera á fráveitu starfsmannaaðstöðu vinnustöðva, sem ekki eru tengdar fráveitu sveitarfélags. Tæma skal seyru úr rotþróum reglulega. Seyru úr rotþró skal flytja á viðurkenndan förgunarstað og meðhöndla í samræmi við reglur. Yfirborðsvatn af þökum og nærsvæðum skal leiða framhjá hreinsivirki og í siturlögn eða malarsvelg.

### **Rafspennar**

- 3.2 Spennar skulu vera þannig frágengnir að ekki sé hætt á mengun jarðvegs, grunnvatns eða yfirborðsvatns umhverfis þá. Spennar sem standa utandyra skulu staðsettir í olíuheldri þró sem tekur að minnsta kosti við rúmmáli þess spennis sem geymir mesta olíu. Allar tengingar við spenna skulu lagðar yfir ystu þróarveggi og skal svæðið afgirt traustri girðingu. Spennar sem eru innanhúss skulu vera í rými þar sem olíumengun getur ekki borist í fráveitu. Ef vatn í spennapró inniheldur yfir 15 ppm af olíu getur það valdið mengun. Heilbrigðisnefnd gefur nánari fyrirmæli um hvernig standa skal að tæmingu spennapróa.
- 3.3 Ef PCB, PCT eða önnur umhverfisskaðleg staðgengilsefni þeirra eru eða hafa verið í notkun sem kælimiðlar í rafspennum skal fara að ákvæðum reglugerðar 739/2009 um hreinsun og förgun PCB og staðgengilsefna þess. Þegar þörf er á viðgerð aflspennis skal taka sýni af spennanolíu til greiningar á PCB og umhverfisskaðlegum staðgengilsefnum þeirra, sé innihald olíunnar ekki þekkt eða ef ekki liggur fyrir eldri greining á spennanolíunni, sbr. ákvæði ofangreindrar reglugerðar.



- 3.4 Tilkynna skal til eftirlitsaðila ef spennala hufur borist út í umhverfið eins fljótt og kostur er frá því að leki uppgötvast, sbr. gr. 4.2.

### **Loftmengun**

- 3.5 Takmarka skal loftmengun frá starfseminni eins og kostur er. Loftræstingu verkstæða skal þannig háttað að hún valdi ekki óþægindum vegna mengunar, ryks, lyktar eða hávaða. Afsog frá lyktar- og efnauppsprettum skal kælt, síað og leitt upp fyrir þakbrún. Þar sem nauðsyn er á loftræstingu út úr vegg skal ávallt sjá til þess að veggur haldist hreinn.
- 3.6 Starfsleyfishafi skal gera og leggja fram til samþykktar hjá Heilbrigðiseftirliti Suðurlands, áætlun um að draga eins og kostur er úr mengun af völdum jarðhitaloftegunda vegna starfrækslu Hellisheiðarvirkjunar. Mengun í andrúmslofti vegna brennisteinsvetnis frá starfsemi Hellisheiðarvirkjunar skal ekki fara yfir umhverfismörk sem skilgreind eru í I. viðauka reglugerðar nr. 514/2010 um styrk brennisteinsvetnis í andrúmslofti m.s.br.

### **Hávaði**

- 3.7 Takmarka skal hávaða frá starfseminni eins og kostur er og þess gætt að hann valdi ekki óþægindum í nærliggjandi umhverfi. Hávaði við lóðarmörk eins og þau eru skilgreind í gildandi deiliskipulagi virkjunarinnar skal ekki fara yfir viðmiðunarmörk fyrir hávaða frá atvinnustarfsemi skv. reglugerð um hávaða nr. 724/2008. Jafnframt skal hávaði frá stökum hávaðauppsprettum utan skilgreindra lóða í deiliskipulagi, s.s. borteigum, vera innan ofangreindra viðmiðunarmarka í 25 m fjarlægð frá þeim.

### **Úrgangur og spilliefni**

- 3.8 Fara skal að ákvæðum reglugerðar nr. 737/2003 um meðhöndlun úrgangs m.s.br., reglugerðar nr. 1078/2015 um endurnýtingu úrgangs og reglugerðar nr. 806/1999 um spilliefni eftir því sem við á. Stefnt skal að fullnýtingu hráefna og með hreinni framleiðslutækni skal stuðla að endurnýtingu og endurvinnslu úrgangs eins og kostur er.
- 3.9 Úrgang skal flokka eftir því sem tók eru á til endurvinnslu og flytja reglulega til vinnslu, förgunar eða eyðingar hjá viðurkenndum móttökuaðilum sem hafa til þess tilskilin starfsleyfi. Öll söfnun, urðun, brennsla eða önnur meðferð úrgangs á athafnasvæði fyrirtækisins er óheimil.
- 3.10 Á gámum fyrir flokkaðan úrgang skulu vera skýrar merkingar um hvað megi fara í viðkomandi gám. Rekstraraðila er skylt að halda gámum, flokkunarbúnaði og lóð snyrtilegu og í samræmi við kröfur heilbrigðiseftirlits. Sorphirslur og ílát til flutnings úrgangs skulu jafnframt standast kröfur heilbrigðiseftirlitsins.
- 3.11 Óheimilt er að blanda saman mismunandi flokkum spilliefna, blanda spilliefnum við annan úrgang og losa spilliefni í fráveitu. Spilliefni skal ekki geyma til langframa á umráðasvæði fyrirtækisins heldur skal þeim skilað reglulega til aðila með leyfi til móttöku eða flutnings á viðkomandi spilliefnum. Þetta gildir m.a. fyrir eftirtalin efni; klórflúorkolefni, ammóníak, klór, lút, sýru, sápur, hreinsiefni, olíur, málningu, lökk, lím og lífræn leysiefni. Þegar spilliefnum er skilað til móttökustöðva skal kvittun fyrir





skilunum fengin frá flutningsaðila eða móttökustöð. Á kvittuninni skal koma fram nafn beggja aðila, magn og gerð spilliefnanna ásamt dagsetningu móttöku þeirra.

- 3.12 Hindra skal aðgang meindýra, vargfugls og annarra dýra að gámum og úrgangsgeymslum.

#### **Meðferð hættulegra efna**

- 3.13 Hættuleg efni skulu meðhöndluð af varúð og skal þess vandlega gætt að þau hvorki berist í niðurföll né geti á annan hátt valdið umhverfisskaða eða heilsutjóni almennings. Ísogsbúnað eða ísogsefni skal hafa til taks og nota ef hættuleg efni leka niður. Ef stærra mengunaróhapp verður, s.s. ef olíur eða önnur spilliefni leka út í umhverfið eða í fráveitu, skulu tafarlaust gerðar ráðstafanir til að stöðva lekann og hreinsa upp efnið sem hefur lekið niður. Fari niður meiri olía eða önnur hættuleg efni en svo að starfsmenn ráða við að fjarlægja, skal gera slökkviliði viðvart um neyðarsíma 112. Jafnframt skal hafa samráð við heilbrigðiseftirlitið, lögreglu, vinnueftirlit og aðra eftirlitsaðila eftir því sem við á.
- 3.14 Umbúðir hættulegra efna skulu merktar með viðeigandi varnaðarmerkjum og hættu- og varnaðarsetningum sbr. ákvæði reglugerðar nr. 415/2014 um flokkun, merkingu og umbúðir efna og efnablandna. Geyma skal öll hættuleg efni, efnasambönd og efnaúrgang á öruggan hátt og í samræmi við fyrirmæli Vinnueftirlits ríkisins.
- 3.15 Starfsfólk skal hafa fullnægjandi þekkingu á eitrunarhættu og eiginleikum þeirra efna sem það vinnur með og skulu upplýsingar þar að lútandi ávallt vera tiltækar á vinnustaðnum. Öryggisblöð hættulegra efna skulu vera á íslensku.

#### **4. INNRA EFTIRLIT, SKRÁNINGAR OG TILKYNNINGASKYLDA**

- 4.1 Starfsleyfishafi skal koma á skráningum og innra eftirliti í samræmi við reglugerðir, umhverfisstefnu og gæðamarkmið fyrirtækisins. M.a. skal halda skrá yfir og geyma upplýsingar og athugasemdir starfsmanna og eftirlitsaðila um;
- Fyrirkomulag, staðsetningu og atvik er varða mengun og mengunarvarnir fyrirtækisins, s.s. bilanir á búnaði eða önnur frávik eða slys, hreinsun og viðgerðir búnaðar, magn og dagsetningu á tæmingu og losun, þ.m.t. úr rotþróum og olíugildrum.
  - Innra eftirlit spennistöðva, þar sem fram kemur m.a. fjöldi rafspenna, tegund og magn einangrunarolíu og rýrnun, fjöldi háspennurofa og tegund og magn gróðurhúsalofttegunda/ósóneyðandi efna og rýrnun. Setja skal reglur um viðbrögð við mengunaróhöppum við rafspenna, viðhald þeirra og notkun kælimiðla.
  - Öryggisupplýsingar og leiðbeiningar um meðferð og notkun efna sem notuð eru á vinnustaðnum.
  - Magn, gerð og förgun úrgangs sem og magn og gerð spilliefna sem skilað hefur verið til móttökustöðvar eða flutningsaðila og förgunar í samræmi við reglugerð um spilliefni nr. 810/1999.

Ofangreindar upplýsingar skulu vera aðgengilegar eftirlitsaðila hvenær sem er.



- 4.2 Starfsleyfishafi skal tilkynna Heilbrigðiseftirliti Suðurlands um öll atvik þar sem mengun verður og varðar almannaheill, röskun lífríkis og/eða umhverfis svo fljótt sem auðið er frá því að atvik verður. Í tilkynningunni skal koma fram hvaða efni olli menguninni, áætlað magn þess sem lak út, lýsing á aðstæðum og viðbrögð við menguninni.
- 4.3 Starfsleyfishafi skal tilkynna Heilbrigðiseftirliti Suðurlands um alla losun jarðhitavökva, skilju- og/eða þéttivatns á yfirborð og tilgreina tímamörk losunar, magn þess vökva sem losaður er og eftir atvikum, fyrirhugaðar mótvægisáðgerðir vegna áhrifa á umhverfi og/eða lífríki.
- 4.4 Starfsleyfishafi skal, í samráði við Heilbrigðiseftirlit Suðurlands, koma á framfæri tilkynningum til almennings fari styrkur brennisteinsvetnis í lofti yfir skilgreind tilkynningarmörk skv. I. Viðauka við reglugerð nr. 514/2010 um styrk brennisteinsvetnis í andrúmslofti m.s.br. Í slíkum tilkynningunum skal koma fram:
- a) Dagsetning, tími og staðsetning atburðar og ástæður atburðar, þar sem þær eru þekktar.
  - b) Spár um breytingar á styrk ásamt ástæðum fyrir þeim breytingum, það landsvæði sem verður fyrir áhrifum og tímalengd atburðar.
  - c) Hópa einstaklinga sem eru mögulega viðkvæmir fyrir atburðinum.
  - d) Varúðarráðstafanir sem viðkvæmt fólk getur gripið til.

## 5. ÝMIS ÁKVÆÐI, GILDISTAKA OG GJALDSKYLDA

- 5.1 Forráðamaður fyrirtækisins ber ábyrgð á að það starfi í samræmi við skilyrði í starfsleyfi þessu og skal kynna sér þau lög og reglur sem viðkoma starfseminni. Á hverri vinnuvakt skal starfa vaktstjóri, sem hefur góða þekkingu á búnaði og starfsreglum þessum sem og öðrum reglum fyrirtækisins.
- 5.2 Eintak af starfsleyfi skal ávallt tiltækt á vinnustað. Starfsleyfið er veitt til **tólf ára** í samræmi við 6. grein laga um hollustuhætti og mengunarvarnir nr. 7/1998 og ákvæði reglugerðar nr. 785/1999 og öðlast gildi við birtingu.
- 5.3 Ofangreind starfsemi er flokkuð í ISAT 40.10.0.6 – Virkjanir og orkuveitur > 50 MW, með verkstæðis- og starfsmannaaðstöðu, og greiðir rekstraraðili árlegt eftirlitsgjald samkvæmt gjaldskrá Heilbrigðiseftirlits Suðurlands eins og hún er hverju sinni.

Selfossi, 19. október 2016

F.h. Heilbrigðiseftirlits Suðurlands,

Sigrún Guðmundsdóttir,  
framkvæmdastjóri





## VIÐAUKI I

### 1. Lýsing á framleiðslu virkjunarinnar:

Til rafmagns- og varmaframleiðslu nýtir Hellisheiðarvirkjun annars vegar jarðhitavökva úr borholum á nýtingarsvæði virkjunarinnar og hinsvegar kalt vatn sem fengið er úr borholum við Engidalskvísl skv. nýtingarleyfum á jarðhita og köldu vatni útgefnum af Orkustofnun.

Rafmagn er framleitt í sex gufuhverflum sem hver um sig er 45 MW<sub>e</sub>, þ.e. samtals 270MW<sub>e</sub> auk 33 MW<sub>e</sub> lágþrýstivélar (skiljuvatnsvirkjun). Rafstöð virkjunarinnar tengist inn á tengivirki Landsnets við Kolviðarhól.

Við vinnslu er jarðgufan skilin frá vatnsfasanum (skiljuvatninu) í gufuskiljum. Þaðan er gufan leidd um rakaskiljur til stöðvarhúss, þar sem hún snýr hverflum til raforkuframleiðslu. Við það þéttist gufan og myndar þéttivatn ásamt óþéttanlegum jarðhitalofteggundum. Um 0,4% af gufunni eru óþéttanlegar jarðhitalofteggundir. Þær eru koltvísýringur (um 75%), brennisteinsvetni (um 24%), vetni og metan (samanlagt < 1%). Streymi þeirra er breytilegt eftir árum tæp 60.000 tonn á ári miðað við 303 MW<sub>e</sub>. Hluta af gasinu er hleypt út í andrúmsloftið en hluta þess er veitt í gegnum lofthreinsistöð þaðan sem því er dælt niður í berggrunninn um borholur.

Heita vatnið frá Hellisheiðarvirkjun er að uppruna kalt grunnvatn sem forhitað er í eimsvölum vélanna, en endanleg upphitun fer fram í varmaskiptum. Eftir varmaskipti fer upphitaða vatnið í afloftara. Eftir afloftara er örlítilli jarðhitagufu bætt við vatnið til þess að koma í veg fyrir tæringu af völdum súrefnis.

Kalda vatnið er sótt í borholur við Engidalskvísl. Vatnsþörfin er um 2000 l/s þegar virkjunin er á fullum afköstum miðað við stærð í starfleyfisskilyrðum þessum. Rannsóknir á vatninu þurfa að staðfesta gæði og að vatnið uppfylli ákvæði reglugerðar nr. 536/2001 um neysluvatn.

Allt skiljuvatn, hluti þéttivatns og hluti jarðhitalofteggunda (H<sub>2</sub>S og CO<sub>2</sub>) fer um niðurrennslisveitu, sem er dreifð niðurdæling innan nýtingarsvæðis virkjunarinnar.

### 2. Áhættuþættir sem valdið geta mengun við rekstur virkjunarinnar:

- Fráveita skólps.
- Notkun spennalíu, gangráðalíu og gírolíu.
- Notkun leysiefna, einkum málningar, smurefni ýmiss konar og viðhaldsefni.
- Fastur úrgangur sem fellur til vegna viðhalds og reksturs, þ.m.t spilliefni.
- Skiljuvatn og þéttivatn.
- Brennisteinsvetni (Jarðhitalofteggundir).



### 3. Mótvægisáðgerðir vegna áhættuþátta:

Við hönnun virkjunarinnar er beitt mögulegum mótvægisáðgerðum til þess að koma í veg fyrir mengun eða draga úr áhrifum hennar eins og kostur er.

**Fráveita:** Frárennsli frá salernisaðstöðu, vöskum og böðum er leitt í rotþrær. Sand- og olíugildir eru á fráveitu frá bifreiðastæði virkjunarhúsa, við áhaldahús og við starfsmannahús.

**Olíur og önnur efni:** Spennar í stöðvarhúsi eru kældir með spennaolíu. Olíumagn á spennum hvernar vélasamstæðu er um 32.000 l. Heildarolíumagn á spennum fyrir sex 45 MW vélar ásamt 33 MW lágþrýstivél er þá áætlað um 225.000 l. Olíugryfjur geta tekið við allri olíunni ef hún lekur niður, þannig að hún á ekki að geta komist út í jarðveg. Spennar eru staðsettir innandyra.

Smurolíumagn á vélasamstæðum er um 7.000 l á hverja samstæðu. Olíugildir eru fyrir olíu á vélasamstæðum og dísilvélum en olíugryfja er undir smurolíugeymslu. Öll niðurföll sem tengjast svæðum þar sem hugsanlega getur lekið niður olía eru tengd olíuskiljum.

Spennar í dælustöð við Engidalskvísl eru þurrspennar og innihalda enga olíu. Rofabúnaður í tengivirki Landsnets er einangraður með SF<sub>6</sub> einangrunargasi og staðsettur innandyra.

**Fastur úrgangur** er flokkaður í samræmi við flokkunarkerfi OR og dótturfélaga og honum eytt á viðurkenndan hátt. Öll spilliefni eru einnig flokkuð og þeim komið til eyðingar hjá aðilum sem hafa gild starfsleyfi til slíkrar starfsemi.

**Skiljuvatn og þéttivatn:** Losun sem tengist rekstri virkjunarinnar í grunnvatn er losun skiljuvatns og þéttivatns. Öllu skiljuvatni og allt að 30% þéttivatns skal dæla niður á a.m.k. 800 m dýpi skv. nýtingarleyfi. Grunnvatnið er vaktað sérstaklega. Með þessu er talið að komast megi hjá mengun grunnvatnsins.

**Jarðhitaloftegundir:** Í jarðhitavökvanum eru óþéttanlegar jarðhitaloftegundir. Hluta þeirra er hleypt út í andrúmsloftið en hluta þeirra er veitt í gegnum lofthreinsistöð þar sem H<sub>2</sub>S og CO<sub>2</sub> er skilið frá öðrum jarðhitaloftegundum sem ekki leysast upp í vatni. Þaðan er blöndu af uppleystu H<sub>2</sub>S og CO<sub>2</sub> og skiljuvatni dælt niður um borholur á um 800 m dýpi þar sem H<sub>2</sub>S binst í berginu sem pýrít og CO<sub>2</sub> sem kalsít. U.þ.b. 50% af H<sub>2</sub>S er hreinsað úr útblæstri virkjunarinnar með þessum hætti.

### 4. Eftirlit og vöktun:

Fylgst er reglulega með öllum helstu þáttum varðandi umhverfisáhrif rekstrar Orku náttúrunnar. Niðurstaða eftirlitsins er tekin saman árlega og er aðgengileg eftirlitsaðila. Fylgst er með allri losun út í umhverfið. Magn spilliefna og sorps er skráð reglulega, í samræmi við reglur þar um og rekstrarhandbók Orkuveitunnar og Orku náttúrunnar. Öll óhöpp sem verða í umhverfismálum svo og viðbrögð við þeim skal skrá.





Austurvegur 65 - 800 Selfoss

Sími 480 8250 – Veffang [www.hsl.is](http://www.hsl.is) – Netfang [hsl@hsl.is](mailto:hsl@hsl.is) – Kennitala 480284-0549

**Orka náttúrunnar ohf - Hellsheiðarvirkjun**  
**Bæjarhálsi 1**  
**110 Reykjavík**

Selfossi, 19. október 2016  
1607067HS SHJ

**Efni: Orka náttúrunnar ohf. - Endurnýjun starfsleyfis Hellsheiðarvirkjunar**

Orka náttúrunnar ohf., kt. 521213-0190, hefur óskað eftir endurnýjun starfsleyfis vegna reksturs Hellsheiðarvirkjunar við Kolviðarhól í Ölfusi.

Skv. ákvæðum reglugerðar nr. 785/1999 um starfsleyfi fyrir atvinnurekstur sem getur haft í för með sér mengun voru starfsleyfisskilyrði fyrir starfsemina auglýst í 4 vikur, þ.e. frá 8. september til og með 6. október sl. Á auglýsingatíma bárust athugasemdir frá Heilbrigðiseftirliti Hafnarfjarðar- og Kópavogssvæðis og bréf frá Kópavogsbæ þar sem tekið var undir athugasemdir HHK. Athugasemdir HHK voru

- a) að það væri óhjákvæmilegt að mælt yrði fyrir fastri mælistöð í Lækjarbotnum vegna skólastarfseminnar þar,
- b) að í starfsleyfisskilyrðum þyrfti að koma fram tímasett áætlun um bindingu brennisteinsvetnis við Hellsheiðarvirkjun og
- c) að tengja þurfi hávaðamörk við einstakar hávaðauppsprettur fremur en allt athafnasvæðið samkvæmt deiliskipulagi.

Auglýstum starfsleyfisskilyrðum hefur verið breytt með tilliti til ofangreindra athugasemda með eftirfarandi hætti:

- a) Í starfsleyfisskilyrðum er ekki mælt fyrir um fasta loftgæðamælistöð í Lækjarbotnum, heldur er gerð krafa um að starfsleyfishafi reki færanlega loftgæðamælistöð sem verður staðsett í Lækjarbotnum á þeim tíma árs sem vænta má aukinnar mengunar vegna brennisteinsvetnis í andrúmslofti.

Á undanförmum árum hefur loftgæðamælir verið staðsettur í Lækjarbotnum. Mengun þar af völdum brennisteinsvetnis í andrúmslofti hefur aldrei farið yfir þau umhverfismörk sem sett eru í reglugerð 514/2010 um styrk brennisteinsvetnis í andrúmslofti m.s.br. Á svæðinu á milli Hellsheiðarvirkjunar og höfuðborgarsvæðisins eru einnig lögbýli þar sem föst búseta er allt árið og fjölmörg fristundahús, auk þess sem svæðið umhverfis virkjunina í Henglinum og dölunum þar í kring er mjög fjölsótt og vinsælt útivistarsvæði. Er það mat Heilbrigðisnefndar Suðurlands að hagsmunum allra þeirra sem búa á svæðinu og/eða dvelja þar um lengri eða skemmri tíma sé



betur borgið með vöktun á magni brennisteinsvetnis í andrúmslofti með færanlegri mælistöð sem hægt er með stuttum fyrirvara að staðsetja þar sem þörf er á mælingu hverju sinni, þ.á.m. í Lækjarbotnum (gr. 2.10).

- b) Ekki er sett fram í starfsleyfi tímasett áætlun um bindingu brennisteinsvetnis frá Hellisheiðarvirkjun, heldur er gerð krafa um að starfsleyfishafi geri og leggi fram til samþykktar hjá Heilbrigðiseftirliti Suðurlands áætlanir um:
- framkvæmd vöktunar á magni brennisteinsvetnis í andrúmslofti sem rekja má til starfsemi Hellisheiðarvirkjunar (gr. 2.10)
  - vöktun áhrifa niðurdælingar jarðhitavökva á grunnvatn á þeim niðurdælingarsvæðum þar sem jarðhitavökva er ekki dælt niður í jarðhitageyminn sjálfan (gr. 2.13)
  - hvernig dregið skal úr mengun af völdum jarðhitalofteygunda vegna starfrækslu Hellisheiðarvirkjunar (gr. 3.6).

Að auki er gerð krafa um að starfsleyfishafi setji sér umhverfismarkmið og starfi samkvæmt þeim (gr. 2.1)

- c) Í deiliskipulagi Hellisheiðarvirkjunar eru skilgreindar lóðir fyrir stöðvarhús, skiljustöðvar, tengivirki o.þ.h. byggingar. Í starfsleyfisskilyrðum er gerð krafa um að hávaði við lóðarmörk eins og þau eru skilgreind í deiliskipulagi fari ekki yfir þau mörk sem sett eru í reglugerð nr. 724/2008 um hávaða. Þá var bætt við ákvæði um að hávaði frá stökum hávaðauppsprettum utan skilgreindra lóða í deiliskipulagi, s.s. borteigum, skuli vera innan viðmiðunarmarka í 25 m frá nefndum hávaðauppsprettum (gr. 3.7)

Þá var bætt í starfsleyfisskilyrðin eftir auglýsingu nýrri grein (gr. 2.4) um að starfsleyfishafa sé skylt að gera nauðsynlegar ráðstafanir til að fyrirbyggja mengun þegar rekstur er stöðvaður tímabundið og koma athafnasvæði fyrirtækisins í viðunandi horf, að mati Heilbrigðiseftirlits Suðurlands, þegar rekstur er endanlega stöðvaður og starfsemin lögð niður, hvort heldur sem um er að ræða stök athafnasvæði eða virkjunin í heild sinni.

Með ofangreindu telur Heilbrigðisnefnd Suðurlands að komið hafi verið til móts við gerðar athugasemdir og að ákvæði starfsleyfisskilyrðanna endurspegli þá áherslu sem lögð er á að starfsemi fyrirtækisins sé innan ramma þeirra laga og reglugerða sem um hana gilda.

Meðfylgjandi er endurnýjað starfsleyfi ásamt starfsleyfisskilyrðum fyrir Orku náttúrunnar ohf. vegna Hellisheiðarvirkjunar, gefið út til 12 ára.

F.h. Heilbrigðiseftirlits Suðurlands,

Sigrún Guðmundsdóttir,  
framkvæmdastjóri



**ÍSOR**  
ÍSLENSKAR ORKURANNSÓKNIR

## **Vinnsla og skjálftavirkni á jarðhitasvæðum**

Ásdís Benediktsdóttir  
Egill Árni Guðnason  
Sigríður Kristjánsdóttir  
Gunnar Þorgilsson

Unnið fyrir Orkuveitu Reykjavíkur


**Greinargerð**  
**ÍSOR-21009**

Verknr.: 21-0054  
23.04.2021



ÍSLENSKAR ORKURANNSÓKNIR

Reykjavík: Orkugarður, Grensásvegi 9, 108 Rvk. – Sími: 528 1500 – Fax: 528 1699  
Akureyri: Rangárvöllum við Hlíðarfjallsveg, 603 Ak. – Sími: 528 1500 – Fax: 528 1599  
isor@isor.is – [www.isor.is](http://www.isor.is)

Undirskrift verkefnisstjóra	Yfirfarið
	Ólafur G. Flóvenz

## Jarðskjálftar og jarðhitavinnsla

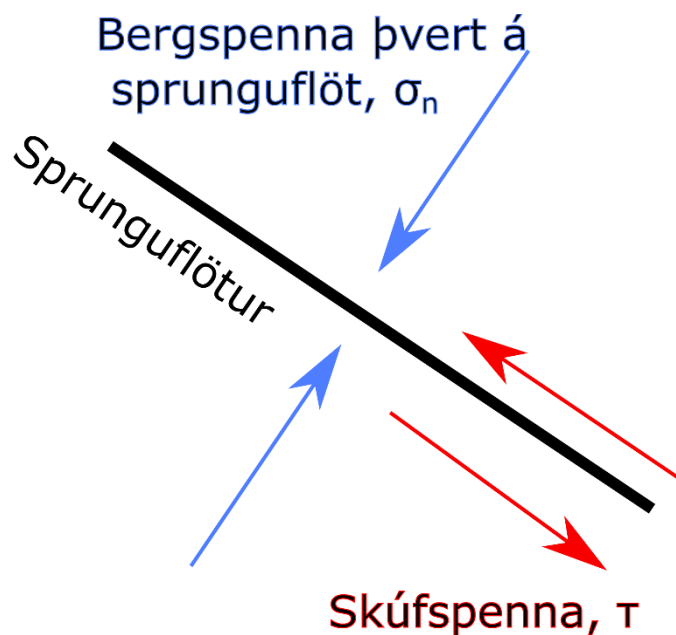
Víða hafa tengsl niðurdælingar og skjálftavirkni verið rannsökuð (t.d. Flóvenz o.fl., 2015) en færri dæmi eru til um tengsl vinnslu og skjálftavirkni.

Í skýrslunni *Verklag vegna öroaðrar skjálftavirkni í jarðhitakerfum* (Bjarni Bessason o.fl., 2012) er spennuástandi á sprungu lýst á eftirfarandi hátt (bls. 63):

*Í vökva ríkir sami þrýstingur í allar áttir en í bergi er þrýstingur misjafn eftir áttum. Í lóðréttri stefnu ræður þungi berglaga þrýstingi í jörðu en í láréttum stefnum ræður þrýstingur frá bergi til hliðar. Hann getur verið misjafn eftir áttum, minni eða stærri en lóðréttri þrýstingurinn. Bergþrýstingur er nefndur spennu og greindur í höfuðspennur eftir áttum. Ein þeirra er lóðrétta en hin tvær láréttar. Ef höfuðspennurnar eru svipaðar að stærð helst bergið heillegt og óbrotið. Munur á höfuðspennum í berginu orsakar skúfspennu ( $\tau$ ) og verði hún nægilega stór brotnar bergið og gengur á mis á sprungufleti (mynd 1). Mótstöðu bergsins gegn skúfspennu ( $F$ ) má lýsa með jöfnunni:*

$$F = c + \mu(\sigma_n - p)$$

*þar sem  $c$  er efnisfasti,  $\mu$  núningsstuðull,  $\sigma_n$  bergspenna þvert á sprunguflöt og  $p$  er vökvaþrýstingur í sprungunni. Ef skúfspenna verður stærri en mótstaða bergsins ( $\tau > F$ ) nær hún að brjóta bergið og hnika því til eftir sprungufletinum.*



**Mynd 1.** Skúfspenna,  $\tau$ , við sprunguflöt og bergspenna þvert á sprunguflötinn,  $\sigma_n$ .

Hér á eftir verður fjallað um þrjár tilgátur um orsakir vinnslutengdrar skjálftavirkni:

*Áhrif vökvaþrýstings.* Þegar vökvi er unninn úr jarðhitakerfi minnkar vökvaþrýstingur á sprungum í kerfinu,  $p$ , og þar af leiðandi eykst mótstaða bergsins,  $F$ , skv. jöfnu að ofan. Því þarf meiri skúfspennu til þess að brjóta bergið og því verður erfiðara að brjóta bergið.

Út frá þessum hugleiðingum mætti leiða líkum að því að aukin vinnsla drægi úr líkum á skjálftavirkni.

Cardiff o.fl. (2018) sýndu fram á með rannsóknum sínum á Brady-hverasvæðinu í Nevada í Bandaríkjunum að þegar dregið var úr vinnslu, eða henni hætt, jókst skjálftavirkni. Þannig var engin skjálftavirkni í hefðbundinni vinnslu túlkuð sem stöðugt ástand. Þegar dregið var úr vinnslu, eða henni hætt í stutta stund, jókst vökvaþrýstingurinn á sprungum í kerfinu,  $p$ , sem minnkaði mótstöðu bergsins,  $F$ , og því þurfti minni skúfspennu til þess að brjóta bergið og framkalla jarðskjálfta.

*Áhrif gufupúða og þjappanleiki gufu og vatns.* Í umfjöllun um áhrif vökvaþrýstings hér að framan er aðeins gert ráð fyrir þrýstingshækkun eða -lækkun. Þegar vinnsla hefst í jarðhitakerfi verður þrýstingslækkun sem getur valdið fasabreytingum í kerfinu þannig að vökvi breytist í gufu og gufupúði myndast. Gufa hefur meiri þjappanleika en vatn. Líkön sýna að jarðskjálftar verða frekar á sprungum sem fylltar eru með þjappanlegu efni, þ.e. frekar á gufufylltum en vatnsfylltum sprungum (Géli o.fl., 2014). Ef gufupúði er til staðar er hann oftast staðsettur grunnt en fyrir neðan hann gæti tvífasa svæði verið til staðar.

*Áhrif kólnunar vegna fasabreytingar.* Orku þarf til þess að breyta vökva í gufu og því veldur fasabreytingin því að hitinn umhverfis sprunguna þar sem gufa myndast lækkar. Kælingin veldur samdrætti í berginu sem minnkar bergspennuna þvert á sprunguflötinn,  $\sigma_n$ , og þá þarf minni skúfspennu til þess að örva jarðskjálfta.

## Skjálftavirkni í Hverahlíð

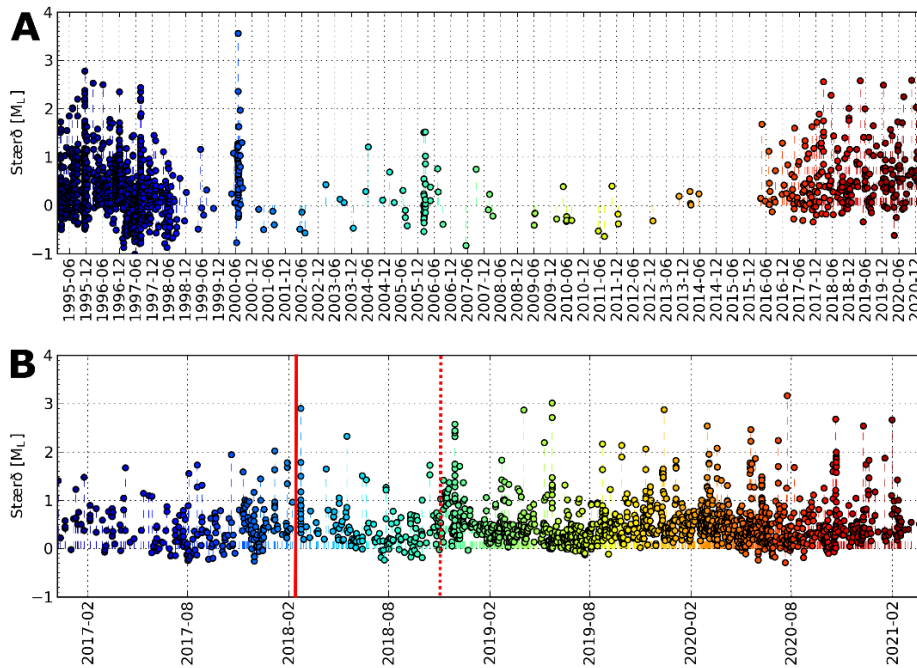
Hverahlíð er virkt jarðskjálftasvæði í suðaustanverðum sprungusveimi Hengilsins. Mynd 2A sýnir skjálftavirkni á Hverahlíðarsvæðinu eins og hún hefur mælst á SIL-skjálftamælaneti Veðurstofu Íslands frá 1995 til 2021. Nokkur skjálftavirkni var við Hverahlíð á jarðhræringatímabilinu 1994 til 1998 á Hengilssvæðinu, m.a. með jarðskjálfta upp á tæplega 3 að stærð. Frá árinu 1998 og fram til ársins 2016 mældust af og til stöku jarðskjálftar á svæðinu en samhliða því að vinnsla hófst í Hverahlíð í janúar árið 2016 jókst skjálftavirkni á svæðinu til mikilla muna, líkt og glögglega sést á mynd 2A.

Unnin var skýrsla um skjálftavirkni í Hverahlíð frá desember 2016 til desember 2019 (Sigríður Kristjánsdóttir o.fl., 2019). Þar kemur m.a. fram að skjálftavirknin í Hverahlíð einkennist af dreifðri virkni lítilla jarðskjálfta ( $M_L < 1$ ) og einstaka litlum hrinum. Virknin einkorðast við svæðið þar sem grynnt er niður á efri mörk lágviðnámskápunnar sem umlykur háviðnámskjarna háhitasvæðisins. Er það túlkað sem svo að jarðskjálftarnir endurspegli svæðið þar sem þrýstingslækkun vegna massatöku eigi sér stað. Jarðskjálftar sem urðu í litlum hrinum voru afstætt staðsettir. Meirihluti þessara hrina hafði N-S eða NA-SV stefnu, og brotlausnir þeirra sýndu fyrst og fremst sniðgengishreyfingar á N-S eða A-V plani. Stærðardreifing jarðskjálfta á þessu tímabili var frá -0,3 upp í 2,9  $M_L$ .

Í mars 2018 jókst vinnsla í Hverahlíð úr 42 þúsund tonnum á mánuði upp í 52 þúsund tonn á mánuði, eða um 24%. Mynd 2B sýnir jarðskjálfta á Hverahlíðarsvæðinu frá árslokum 2016 til dagsins í dag, eins og hún hefur mælst á skjálftamælaneti ON/ÍSOR/COSEISMIQ. Á tveggja ára tímabili, þ.e. frá upphafi vinnslu í Hverahlíð í



ársbyrjun 2016 og fram til vinnsluaukningar í mars 2018, mældust engir jarðskjálftar stærri en 2 á svæðinu. Fyrstu tvö árin eftir að vinnslan jókst mældust hins vegar 22 jarðskjálftar stærri en 2 á svæðinu, þar af einn rétt stærri en 3. Þá mælast einnig fleiri jarðskjálftar eftir að 23 skjálftamælar til viðbótar voru settir upp á Hengilssvæðinu í COSEISMIQ-skjálftamælanetinu haustið 2018 (doppótt lína á mynd 2B) en þar er fyrst og fremst um að ræða fleiri mjög litla jarðskjálfta vegna aukinnar næmni skjálftamæla-kerfisins.



**Mynd 2.** A. Stærð jarðskjálfta ( $M_L$ ) sem fall af tíma eins og hún mælist á skjálftamælaneti Væðurstofu Íslands á Hverahlíðarsvæðinu frá 1995 til 2021. Vinnsla í Hverahlíð hófst í janúar 2016 og samhlíða því jókst skjálftavirkni á svæðinu. B. Stærð jarðskjálfta sem fall af tíma eins og hún mælist á skjálftamælaneti ON/ÍSOR/ COSEISMIQ frá 2017 til dagsins í dag á Hverahlíðarsvæðinu. Rauða, heila línan sýnir hvenær vinnsla jókst um u.þ.b. 24% og rauða punktalínan sýnir hvenær COSEISMIQ-skjálftamælanetið var sett upp.

## Önnur jarðhitasvæði

*Reykjanes:* ÍSOR rak staðbundið skjálftamælanet fyrir HS Orku á Reykjanesi á árunum 2013 til 2018. Á þessu sex ára tímabili einkenndist skjálftavirknin innan vinnslusvæðisins af dreifðri virkni lítilla jarðskjálfta ( $M_L < 2$ ) á því dýptarbili þar sem vinnslan fer fram, þ.e. í efstu tveimur kílómetrum jarðskorpunnar (Guðnason o.fl., 2020). Á þessu sama dýptarbili í jarðhitakerfinu, þ.e. í efstu tveimur kílómetrunum, hefur gufupúði myndast og stækkað samhliða vinnslu (Axelsson o.fl., 2015). Þessi skjálftavirkni er því túlkuð sem örvuð af vinnslunni. Utan vinnslusvæðisins mældust jarðskjálftar almennt dýpra, eða neðan 3 km dýpis. Á þessu tímabili voru litlar breytingar í vinnslu og vinnslutengd skjálftavirkni nokkuð stöðug.

*Þeistareykir:* Jarðhitasvæðið á Þeistareykjum var fyrst nýtt til orkuöflunar á haustmánuðum árið 2017 en skjálftavirkni á svæðinu hefur verið vöktuð samfelld frá 2007 með skjálftamælaneti Veðurstofu Íslands, skjálftamælaneti Landsvirkjunar og ÍSOR og loks tímabundnu skjálftamælaneti GFZ í Potsdam í Þýskalandi (Egill Árni Guðnason og Þorbjörg Ágústsdóttir, 2021). Skjálftavirknin á Þeistareykjum, líkt og í Hverahlíð, einkennist af dreifðri virkni lítilla jarðskjálfta í tíma ( $M_L < 0,5$ ), með einstaka litlum hrinum þess á milli. Mest áberandi er meginþyrping jarðskjálfta undir norðvestanverðu Bæjarfjalli á um 2,5–3,5 km dýpi. Þarna er um virkt veikleikasvæði að ræða þar sem mörk deigrar og brotgjarnrar jarðskorpu liggja hærra en á svæðinu í kring. Þetta er líklegast uppstreymissvæði jarðhitakerfisins þar sem bæði má vænta góðrar lektar og hás hita. Lág tálfall P- og S-bylgjuhraða á 1–4 km dýpi í nýju hraðalíkani af svæðinu gæti gefið til kynna myndun gufupúða og/eða mjög sprungið/gropið berg á þessu dýptarbili í jarðhitakerfinu. Engar sterkar vísbendingar eru um breytingar eða aukna skjálftavirkni samhliða því að vinnsla hófst á svæðinu, né virðist niðurdæling örva skjálftavirkni að neinu ráði.

*Krafla.* Landsvirkjun og ÍSOR hafa rekið staðbundið skjálftamælanet í Kröflu samfelld frá árinu 2006. Skjálftavirknin í Kröflu, líkt og í Hverahlíð og á Þeistareykjum, einkennist af dreifðri virkni lítilla jarðskjálfta í tíma ( $M_L < 0,5$ ), með einstaka litlum hrinum þess á milli (Þorbjörg Ágústsdóttir o.fl., 2021). Skjálftavirknin í Kröflu á sér öll stað í efstu tveimur kílómetrum jarðskorunnar, á því dýptarbili þar sem vinnslan fer fram, og einskorðast að mestu leyti við vinnslusvæðið. Því mætti leiða að því líkum að skjálftavirknin sé að einhverju eða jafnvel öllu leyti örvuð af vinnslunni. Vinnsla í Kröflu hófst hins vegar árið 1977 og smáskjálftavirkni hefur ekki verið vöktuð með samfelldum hætti frá þeim tíma, svo ekki er hægt að túlka skjálftavirknina með óyggjandi hætti. Skjálftavirkni frá 2006 er hins vegar lítil utan við sjálft vinnslusvæðið. Kröflusvæðið er flókið en gufupúði hefur m.a. myndast á Hvíthólasvæðinu þegar niðurdráttur byrjaði í jarðhitakerfinu eftir að vinnsla hófst í Leirbotnum (Anette K. Mortensen o.fl., 2009).

*Geysers í Bandaríkjunum:* Skjálftavirkni á Geysers-jarðhitasvæðinu í Bandaríkjunum er hvort tveggja örvuð af niðurdælingu og vinnslu (Majer og Peterson, 2007). Grunnir, vinnslutengdir jarðskjálftar eiga sér stað allt að ári seinna en breytingar verða í vinnslu og orsakast af þrýstilækkun í jarðhitakerfinu. Þessar athuganir passa vel við jarðhitakerfi sem er að dragast saman. Samdrátturinn veldur ójafnvægi í nærliggjandi jarðskorpu, þ.e. bæði spennubreytingum og aflögun, og skúfspanna á sprungum umhverfis jarðhitakerfið getur aukist og valdið sigi.

*Wairakei á Nýja-Sjálandi:* Á jarðhitasvæðinu í Wairakei á Nýja-Sjálandi mælast bæði náttúrulegir og örvaðir jarðskjálftar, líkt og á jarðhitasvæðum á Íslandi. Saga vinnslu og niðurdælingar í Wairakei er löng þótt ekki hafi verið byrjað að dæla niður fyrr en um þremur áratugum eftir að vinnsla hófst (Sherburn o.fl., 2015). Byrjað var að setja upp þétt skjálftamælanet í Wairakei árið 2009 og var því lokið árið 2013. Niðurstöður úr mælingum frá þessu mælaneti sýna að á Wairakei-svæðinu mælast örvaðir jarðskjálftar, bæði vegna vinnslu og niðurdælingar (Sherburn o.fl., 2015). Vinnslutengdu jarðskjálftarnir eru taldir orsakast af þrýstingsbreytingum vegna niðurdráttar en frekari rannsóknar er þörf til þess að staðfesta þetta (Sepulveda o.fl., 2014).

## Lokaorð

Hverahlíð er virkt jarðskjálftasvæði innan sprungusveims Hengilsins þar sem á sér stað náttúruleg skjálftavirkni.

Reynslan frá nokkrum háhitasvæðum á Íslandi, þar á meðal Hverahlíð, bendir til þess að þar sem gufupúðar myndast vegna þrýstilækkunar vaxi smáskjálftavirkni í jarðhitageyminum. Eftir því sem gufupúðinn stækkar, hvort sem það er vegna langtímaþrýstilækkunar eða aukinnar vinnslu, má búast við því að smáskjálftum fjölgi eitthvað í takt við stærð gufupúðans. Smáskjálftavirkni sökum vinnslu er þekkt á öðrum háhitasvæðum á Íslandi en þeir jarðskjálftar eru yfirleitt minni en 3 að stærð. Skjálftar sem tengjast niðurdælingu hafa hins vegar mælst stærri, eða á bilinu 3–4 M<sub>L</sub>.

Þótt aukin vinnsla í Hverahlíð frá 2018 hafi leitt til aukningar á jarðskjálftum á stærðarbilinu 2–3 er það innan þeirra marka sem langvarandi vinnsla á öðrum háhitasvæðum hefur leitt í ljós. Þótt líklegt sé að smáskjálftum minni en 3 að stærð gæti fjölgað eitthvað vegna aukinnar vinnslu í Hverahlíð er engin ástæða til að ætla að hún muni leiða til nema örfárra jarðskjálfta sem næðu 3 að stærð, og stærri.

Hitt er svo annað mál að fyrr eða síðar munu verða mun stærri jarðskjálftar á þessum slóðum vegna plötuhreyfinga jarðskorpunnar. Þeir jarðskjálftar munu verða, óháð því hvort vinnsla verður aukin í Hverahlíð eða ekki.

## Heimildir

Anette K. Mortensen, Ásgrímur Guðmundsson, Benedik Steingrímsson, Freysteinn Sigmundsson, Guðni Axelsson, Halldór Ármannsson, Héðinn Björnsson, Kristján Ágústsson, Kristján Sæmundsson, Magnús Ólafsson, Ragna Karlsdóttir, Sæunn Halldórsdóttir og Trausti Hauksson (2009). *Jarðhitakerfið í Kröflu. Samantekt rannsóknna á jarðhitakerfinu og endurskoðað hugmyndalíkan*. Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2009/057, LV-2009-111, 206 bls. + 2 kort.

Axelsson, G., Arnaldsson, A., Berthet, J. C., Bromley, C. J., Guðnason, E. Á., Hreinsdóttir, S., Karlsdóttir, R., Magnússon, I. Þ., Michalczevska, K. L., Sigmundsson, F. og Sigurðsson, Ó. (2015). *Proceedings of the World Geothermal Congress 2015. Melbourne, Australia*, 10 bls.

Bjarni Bessason, Eyþór H. Ólafsson, Gunnar Gunnarsson, Ólafur G. Flóvenz, Steinunn S. Jakobsdóttir, Sveinbjörn Björnsson og Þóra Árnadóttir (2012). *Verklag vegna örvaðrar skjálftavirkni í jarðhitakerfum*. Skýrsla 2012-24. Orkuveita Reykjavíkur.

Cardiff, M., Lim, D. D., Patterson, J. R., Akerley, J., Spielman, P., Lopeman, J. og Feigl, K. L. (2018). Geothermal production and reduced seismicity: Correlation and proposed mechanism. *Earth and Planetary Science Letters*, 482, 470–477.

Egill Árni Guðnason og Þorbjörg Ágústsdóttir (2021). *Þeistareykir: Minimum 1D Velocity Model*. Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2021/003, LV-2021-002, 36 bls.



- Flóvenz, Ó. G., Ágústsson, K., Guðnason, E. Á. og Kristjánsdóttir, S. (2015). Reinjection and induced seismicity in geothermal fields in Iceland. *Proceedings of the World Geothermal Congress 2015. Melbourne, Australia*, 15 bls.
- Géli, L., Piau, J. M., Dziak, R., Maury, V., Fitzenz, D., Coutellier, Q., Henry, P., Broseta, D., Steele-MacInnis, M. og Driesner, T. (2014). Seismic precursors linked to highly compressible fluids at oceanic transform faults. *Nature Geoscience*, 7(10), 757–761.
- Guðnason, E.Á., Köpke, R., Gaucher, E., Ágústsson, K., Nielsson, S. og Kohl., T. (2020) Seismic Monitoring During Drilling and Stimulation of Well RN-15/IDDP-2 in Reykjanes, SW-Iceland. *Proceedings of the World Geothermal Congress 2020+1. Reykjavík, Iceland*, 8 bls.
- Majer, E. L. og Peterson, J. E. (2007). The impact of injection on seismicity at The Geysers, California Geothermal Field. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*, 44(8), 1079–1090.
- Sepulveda, F. R., Siega, C., Bixley, P. F., Mannington, W. I., Milloy, S. F., Soengkono, S., og Andrews, J. (2014). Wairakei Geothermal Field Boundary: Insights from Recent Geophysics and Reservoir Information. *Proceedings of the Thirtieth-Ninth Workshop on Geothermal Reservoir Engineering 2014. Stanford, California*, 9 bls.
- Sherburn, S., Bromley, C., Bannister, S., Sewell, S. og Bourguignon S. (2015). New Zealand Geothermal Induced Seismicity: an overview. *Proceedings of the World Geothermal Congress 2015. Melbourne, Australia*, 10 bls.
- Sigríður Kristjánsdóttir, Egill Árni Guðnason, Kristján Ágústsson og Þorbjörg Ágústsdóttir (2019). *Hverahlíð Hengill area: Detailed Analyses of Seismic Activity from December 2016 to December 2019*. Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2019/051, 54 bls.
- Þorbjörg Ágústsdóttir, Hanna Blanck, Gylfi Páll Hersir og Karl Gunnarsson (2021). *Seismic monitoring in Krafla, Námafjall and Þeistareykir. November 2019 to November 2020*. Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-2021/007, LV-2021-013, 31 bls.